

GUSS-ROHRSYSTEME

Information of the European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS®



Nachhaltig überlegen –
duktiler Guss-Rohrsysteme

48



- 4 **Brief des Herausgebers/ Letter from the editor**
- 6 **Schnellübersicht/Abstracts**
- Historie**
- 11 **Von den 300 Jahre alten Gussrohren im UNESCO-Welterbe zu den heutigen Vorstellungen einer nachhaltigen Infrastruktur für die Wasserwirtschaft**
Von Harald Roscher und Jürgen Rammelsberg
- Entwicklung der Schieber**
- 17 **Die Renaissance der metallischdichtenden Schieber im Trinkwasserbereich**
Von Frank Endreß
- Absperrklappen im Wandel der Zeit**
- 19 **Absperrklappen „Made in Germany“**
Von Johannes Neubert
- Abwasserleitung DN 250 und DN 350**
- 21 **Neue Abwasserleitung aus duktilem Gusseisen am Bachweg in Seon**
Von Roger Saner
- Abwasserleitungen DN 800 und DN 1000**
- 25 **Erneuerung des Verbandskanals DN 800 und DN 1000 des Abwasserzweckverbandes Schwarzbachtal zwischen Bernau und der Kläranlage**
Von Werner Martin und Wolfgang Rink
- Neubau einer Trinkwasserleitung DN 250**
- 30 **Neubau der Trinkwasserversorgungsleitung zwischen Pödelwitz und Neukieritzsch**
Von Matthias Renger, Stefan Präger, Renaldo Moritz und Uwe Hoffmann
- Neubau einer Trinkwasserleitung DN 300**
- 35 **Neubau der Trinkwasser-Verbindungsleitung vom Pumpwerk Ramstein zum Hochbehälter Dackenheim**
Von Markus Steier
- Hauptversorgungsleitung DN 500**
- 40 **Neubau der Hauptversorgungsleitung DN 500 vom HB Bromberg nach Holzgerlingen**
Von Lothar Schütz und Alexander Bauer

- 45** **Zustandserhebung bei duktilen Gussrohren**
Zustandserhebung für das Rohrleitungsnetz
der Stadt Wien mit nichtschadensbasierten Daten
duktiler Gussrohre
Von Daniela Fuchs-Hanusch, Franz Weyrer und Christian Auer
- 51** **Triebwasserleitungen DN 200 bis DN 1000**
Erneuerbare Energien im Land der Fjorde –
Hochleistungsanwendung duktiler Gussrohre
für Wasserkraftwerke
Von Marc Winheim
- 59** **Triebwasserleitung DN 600**
Kleinwasserkraftwerk Ossasco – Valle Bedretto
Von Roger Saner
- 63** **Kraftwerksleitung DN 800**
Wasserkraftwerk im Tiroler Nauders ist in Betrieb gegangen
Von Roland Gruber
- 69** **Berstlining DN 300 bis DN 500**
Grabenlose Erneuerung einer Feuerlöschleitung
mittels Berstlining
Von Stephan Hobohm und Alexander Bauer
- 76** **Duktile Guss-Rammpfähle**
100 Kilometer duktile Guss-Rammpfähle
für das CSP-Kraftwerk – KaXu Solar One – in Südafrika
Von Erich Steinlechner
- 80** **In eigener Sache**
EADIPS®/FGR®-Mitgliedsunternehmen bilden aus
- 82** **Impressum**
- 83** **Logos der Ordentlichen Mitglieder der EADIPS®/FGR®**
Logos der Fördermitglieder der EADIPS®/FGR®





Liebe Leserinnen und Leser,

sechs Jahrzehnte nach der Gründung der Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e. V. steht das vorliegende Heft 48 wieder einmal unter dem Motto

Gussrohre, einst und jetzt.

48 Ausgaben unseres Jahreshefts, erschienen in einer Periode von fast einem halben Jahrhundert, zeichnen das lebendige Bild eines sich dynamisch entwickelnden Produkts, ohne das die Wasser-, Energie- und Bauwirtschaft nicht auskommt.

In diesem Heft spannt sich der Bogen über mehrere Jahrhunderte der Gussrohrtechnik: von den Gussrohren, mit denen der Landgraf Karl von Hessen vor dreihundert Jahren seine ambitionierten Wasserspiele auf der Wilhelmshöhe in Kassel vollendete bis zu den neuen Anwendungen duktiler Guss-Rohrsysteme im Bereich der erneuerbaren Energien. Die dreihundert Jahre alten Gussrohre, welche noch heute die Wasserspiele speisen, sind Teil des UNESCO-Welterbes Bergpark Wilhelmshöhe in Kassel, das wir im heutigen Heft gebührend würdigen.

Die Förderung erneuerbarer Energien, aufgezeigt an gleich drei Beiträgen über den Bau von Triebwasserleitungen für Wasserkraftwerke, zeigt die Anstrengungen der jüngsten Zeit, die ungebremste Nutzung fossiler Brennstoffe mit ihren verheerenden Folgen für das Weltklima einzudämmen. Auch auf dem Gebiet der solarthermischen Energiegewinnung spielen duktile Gussrohre als Gründungspfähle für die riesigen Sonnenspiegel bereits eine wichtige Rolle.

Dazwischen zeugt der Bericht über eine Hauptversorgungsleitung, die dem sich ausweitenden Braunkohletagebau weichen musste, von den Problemen einer erfolgreichen Durchführung der Energiewende.

Ebenfalls sind die grabenlosen Erneuerungstechniken der Neuzeit zuzurechnen, welche ein Bericht über das Berstlining vertritt.

Generell kann man das Bemühen um nachhaltige Zukunft und Sicherheit als gemeinsamen Nenner der Beiträge unseres Heftes 48 erkennen.

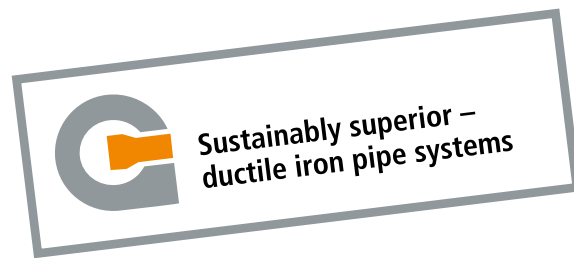
Viel Freude beim Lesen im neuen Heft 48 **GUSS-ROHRSYSTEME** wünscht Ihnen Ihr

Raimund Moisa



**European Association for
Ductile Iron Pipe Systems**

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme



Dear Readers,

Six decades after the formation of Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e.V. the current Issue 48 once again takes the theme

Iron pipes, then and now.

48 editions of our annual journal, appearing over a period of almost half a century, give a living image of a dynamically developing product which the water, energy and construction industries could not do without.

The stories in this issue cover several centuries of iron pipe technology: from the iron pipes which were used by Landgrave Karl von Hesse three hundred years ago to complete his ambitious fountain displays at Wilhelmshöhe in Kassel right through to the new applications of ductile iron pipe systems in the field of renewable energy. The three hundred year old iron pipes which still feed the fountains to this day are part of the UNESCO World Heritage Site at the Wilhelmshöhe Mountain Park in Kassel which we celebrate in this issue.

The promotion of renewable energy, demonstrated in three separate contributions on the construction of penstock pipelines for hydroelectric power stations, shows the efforts which have been made recently to stem the unbridled use of fossil fuels with their devastating consequences for global climate. And ductile iron pipes are also already playing a major role in the area of solarthermal power generation as foundation piles for the enormous solar reflectors.

Between these two extremes, the report on a main supply pipeline, which had to deal with the constraints of the developing opencast lignite mining industry, bears witness to the problems of a successful turnaround in energy policy.

And not to be forgotten are the trenchless pipe replacement techniques of modern times, illustrated in a report on burst lining.

Overall it is possible to see the concerted efforts towards a sustainable and secure future as the common denominator of the articles in our Issue 48.

We wish you much pleasure in reading the new Issue 48 of **DUCTILE IRON PIPE SYSTEMS**

Yours,



Raimund Moisa



**European Association for
Ductile Iron Pipe Systems**

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme

Von den 300 Jahre alten Gussrohren im UNESCO-Welterbe zu den heutigen Vorstellungen einer nachhaltigen Infrastruktur für die Wasserwirtschaft

Harald Roscher und Jürgen Rammelsberg 11

Ein mit dem Titel „Weltkulturerbe“ geadeltes Denkmal im Herzen Deutschlands mit beeindruckenden Wasserspielen, die durch 300 Jahre alte Gussrohre gespeist werden, ist der Anfangspunkt eines historischen Spannungsbogens, an dessen anderem Ende das heutige System aus duktilen Gussrohren, Formstücken und Armaturen steht. Mag auch der technische Fortschritt zwischen „einst“ und „jetzt“ zu einer beachtlichen Leistungssteigerung geführt haben, ist dennoch allen Gussrohrgenerationen eines gemeinsam geblieben: ihre überlegene Nachhaltigkeit.

Die Renaissance der metallischdichtenden Schieber im Trinkwasserbereich

Frank Endreß 17

Kaum zu glauben, aber doch wahr; ein lange begraben geglaubtes Relikt des letzten Jahrhunderts feiert mit stark kalkabscheidenden Wässern seine Wiederauferstehung: der metallischdichtende Schieber. Mit dem metallischen Schieberkeil, der in einen Schiebersack eintauchen kann, werden verfestigte Inkrustationen aufgebrochen und zerkleinert. Bei Öffnung des Keils werden die Bruchstücke ausgespült. Die übrigen Kriterien entsprechen dem heutigen Stand der Technik: Spindelabdichtung, Korrosionsschutz, versenkte und vergossene Verbindungsschrauben zwischen Ober- und Unterteil.

Absperrklappen „Made in Germany“

Johannes Neubert 19

Ähnlich wie bei den Schiebern gibt es bei der zweiten wichtigen Gruppe der Absperrarmaturen, den Klappen, eine bemerkenswerte Entwicklungsgeschichte im Bereich der Werkstoffe und der Konstruktion. Das „Kleben“ der Gummidichtungen an den Dichtungssitzen aus Messing wurde mit Edelstahldichtungssitzringen abgestellt, die Lagerbuchsen wurden aus einem neuen Verbundwerkstoff mit Teflon hergestellt, die Klappen wurden nun „doppelexzentrisch“ gelagert. Das neue Tieftemperatur-Gusseisen mit Kugelgraphit EN-GJS-400-18LT konnte Anwendungsbereiche erobern, die früher nur der klassische Stahlguss abgedeckt hat.

From the 300-year-old iron pipes at the UNESCO World Heritage Site to the concepts of today – a lasting infrastructure for water management

Harald Roscher and Jürgen Rammelsberg 11

A monument in the heart of Germany with impressive fountains fed by 300-year-old iron pipes, which has been designated a “World Heritage Site”, is the starting point of a fascinating historical story which stretches all the way to the system of ductile iron pipes, fittings and valves which we have today. It may well be that the technical progress between “then” and “now” has led to a remarkable improvement in performance, but there is nevertheless something which all generations of ductile iron pipe have in common: their superior sustainability.

The renaissance of the metallic sealing gate valve in the drinking water sector

Frank Endreß 17

Difficult to believe but it’s true – a relic of the last century long believed dead and buried is celebrating its revival with lime precipitating waters: the metallic sealing gate valve. The metal wedge gate, which can be immersed in a valve sack, enables solid incrustations to be broken up and crushed. When the wedge gate opens, the fragments are flushed out. The other criteria meet modern technical standards: stem seal, corrosion protection and countersunk and sealed connecting bolts between the top and bottom parts.

Butterfly valves “Made in Germany”

Johannes Neubert 19

As with gate valves, there is a remarkable history of development with the second major group of shut-off valves – the butterfly valves – in the area of materials and construction. The “sticking” of the rubber seals to the brass seal seating has been remedied with high-grade steel seal seating rings, the bearing bushes have been produced from a new composite material with Teflon and the disks have now been given a “double eccentric” arrangement. The new low-temperature cast iron with spheroidal graphite EN-GJS-400-18LT could open up new areas of application which were previously only covered by traditional steel casting.

Die Vervollkommnung des Korrosionsschutzes mit der nahtlosen Epoxidharz-Pulverbeschichtung innen und außen macht extrem hohe Nutzungsdauern möglich.

Neue Abwasserleitung aus duktilem Gusseisen am Bachweg in Seon

Roger Saner21

Es gibt im Kanalbau manchmal Randbedingungen, die den Einbau klassischer Kanalbaustoffe nicht mehr zulassen. Geringste Überdeckung bei gleichzeitig geringem Gefälle, Einbaulage zwischen Trinkwasserleitung und Straßenoberfläche, das kann sich für einen Planer zum Albtraum entwickeln. Wenn er dann ein Rohrsystem findet, mit dem er alle Probleme auf einen Streich sicher lösen kann, dann wird er sich später immer wieder dankbar an das duktile Guss-Rohrsystem erinnern, das ihn aus der Zwangslage befreite.

Erneuerung des Verbandskanals DN 800 und DN 1000 des Abwasserzweckverbandes Schwarzbachtal zwischen Bernau und der Kläranlage

Werner Martin und Wolfgang Rink25

Die Erneuerung eines verschlissenen Kanals der Nennweiten DN 800 bis DN 1000 ist für sich genommen schon nicht ganz einfach. Wenn dieser Kanal aber in einer Trinkwasserschutzzone liegt, aus AZ-Rohren besteht und während der Erneuerung ungestört und sicher in Betrieb bleiben muss, dann ist bei allen Beteiligten hohe Professionalität gefragt. Mit duktilen Kanalrohren lässt sich die genannte Aufgabe jedoch elegant und sicher lösen.

Neubau der Trinkwasserversorgungsleitung zwischen Pödelwitz und Neukieritzsch

Matthias Renger, Stefan Präger, Renaldo Moritz und Uwe Hoffmann30

Der Braunkohlentagebau verändert nicht nur das äußere Erscheinungsbild der Landschaft, er zieht auch Veränderungen der gesamten Infrastruktur nach sich. Alte Straßen verschwinden, neue müssen angelegt werden. Zwischen Pödelwitz und Neukieritzsch, südlich von Leipzig, wird für die neue Bundesstraße ein Dammkörper aufgeschüttet, dessen Setzungen noch für längere Zeit wirksam bleiben. Diese Straße nimmt auch die neue Haupttransportleitung zwischen den beiden Orten auf. Es werden Rohrsysteme dafür gewählt, die genügend Reserven für alle damit verbundenen Belastungen – geplante und unvorhergesehene – besitzen, also duktile Guss-Rohrsysteme.

The perfection of the corrosion protection with seamless epoxy resin powder coating inside and out make extremely high working lifetimes possible.

New sewage pipeline in ductile cast iron on the Bachweg in Seon

Roger Saner21

One sometimes comes across constraints in sewer pipeline construction which make the use of traditional building materials impossible. As little cover as possible combined with the smallest gradient possible and an installation position between a drinking water pipeline and the road surface – everything that can create nightmares for a planner. So if he finds a piping system which can solve all his problems at a stroke then he will be forever grateful afterwards when he thinks about the ductile iron pipe system which got him out of a tight spot.

Replacement of the Schwarzbachtal waste water authority's DN 800 and DN 1000 sewage pipeline between Bernau and the sewage treatment plant

Werner Martin and Wolfgang Rink25

The replacement of a worn-out sewer of nominal sizes DN 800 to DN 1000 is in itself no simple thing. But when this sewer is in a drinking water protection zone, when it is made of asbestos cement pipes and when it has to remain undisturbed and securely in operation during the replacement work, then a high degree of professionalism is demanded of all involved. However, with ductile sewage pipes the job could be done elegantly and safely.

Construction of a new drinking water supply pipeline between Pödelwitz and Neukieritzsch

Matthias Renger, Stefan Präger, Renaldo Moritz and Uwe Hoffmann30

Opencast lignite mining not only changes the outward appearance of the landscape, it also involves alterations to the entire infrastructure. Old roads disappear and new ones have to be built. Between Pödelwitz and Neukieritzsch, to the South of Leipzig, an embankment is due to be raised for the new main road, which is going to take quite some time to settle. This road will also take the main water transport pipeline between the two towns. Piping systems need to be selected for it which have sufficient reserves for all the loads associated with this – both planned and unforeseen. That means ductile iron pipe systems.

Neubau der Trinkwasser-Verbindungsleitung vom Pumpwerk Ramstein zum Hochbehälter Dackenheim

Markus Steier 35

Mit einer einzigen 40 Jahre alten Verbindungsleitung aus duktilen Gussrohren DN 300 war die Trinkwasserversorgung von 18.000 Kunden des Zweckverbands Wasserwerk Trier-Land relativ unsicher. Nicht einmal zur Zustandserfassung konnte sie außer Betrieb genommen, geschweige im Fall eines Schadens repariert werden. Eine Reserveleitung wurde dringend erforderlich. Die technischen, wirtschaftlichen und administrativen Randbedingungen zum Bau der Reserveleitung waren extrem schwierig zu meistern: geologische, topografische Anforderungen, Natur- und Denkmalschutz, Belange der Betriebs- und Arbeitssicherheit, nicht zuletzt die Wirtschaftlichkeit führten zum Einbau einer gleich langen redundanten Leitung in anderer Trasse. Nach Fertigstellung der neuen Leitung konnten die alten Rohre endlich untersucht werden. Außer einer Reinigung mit Molch waren keine weiteren Ertüchtigungen erforderlich. Jetzt hat der Zweckverband eine sichere und redundante Verbindung.

Neubau der Hauptversorgungsleitung DN 500 vom HB Bromberg nach Holzgerlingen

Lothar Schütz und Alexander Bauer 40

Eine in die Jahre gekommene Hauptleitung DN 300 war den Anforderungen an Leistungsfähigkeit und betriebswirtschaftliche Vorgaben nicht mehr gewachsen. Sie wurde durch eine moderne Leitung aus duktilen Gussrohren DN 500 ersetzt. Durch gut ausgebildete Mannschaften und moderne Maschinenteknik ist es möglich, auch in ländlichen Regionen hohe Einbaugeschwindigkeiten zu erreichen und so mit dem technisch überlegenen Guss-Rohrsystem eine wirtschaftlich nachhaltige Lösung für den Trinkwassertransport zu erzielen.

Zustandserhebung für das Rohrleitungsnetz der Stadt Wien mit nichtschadensbasierten Daten duktiler Gussrohre

Daniela Fuchs-Hanusch, Franz Weyrer und Christian Auer 45

In einer Großstadt wie Wien versehen seit über 150 Jahren Gussrohre ihren Dienst der Trinkwasserversorgung. Dennoch sind die Kenntnisse über den Zustand des Rohrnetzes stets punktuell – es wird repariert, wenn ein Schaden eingetreten ist. Es wurde der Versuch gewagt, den äußeren Zustand bei jeder sich bietenden Gelegenheit, also z. B. auch beim Herstellen eines

Construction of a new drinking water connecting pipeline from the Ramstein pumping station to the Dackenheim water tower

Markus Steier 35

With a single 40-year-old DN 300 connecting pipeline in ductile iron pipes, the supply of drinking water to 18,000 clients of the Trier water authority was relatively insecure. It was not even possible to take it out of operation in order to produce a status report, let alone carry out repairs in case of damage. A reserve pipeline was urgently required. The technical, economic and administrative constraints for building a second pipeline were extremely difficult to overcome: geological and topographical requirements, the protection of the environment and monuments, the demands of operating and working safety and not least cost effectiveness resulted in the installation of a standby pipeline of the same length along a different route. After the completion of the new pipeline, the old pipes were finally able to be inspected. Apart from cleaning with pigging equipment, no further reinforcement was necessary. Now the water authority has a secure second connection.

Construction of a new DN 500 main supply pipeline from HB Bromberg to Holzgerlingen

Lothar Schütz und Alexander Bauer 40

An ageing DN 300 main pipeline was no longer able to cope with performance requirements and economic specifications and so it has been replaced with a modern pipeline in DN 500 ductile iron pipe. With well-trained teams and modern machine technology it is possible to achieve high pipe-laying speeds even in rural areas, meaning that with the technically superior ductile cast iron pipe system an economically sustainable solution can be found for the transport of drinking water.

Status analysis for the piping network of the city of Vienna using non-damage-based data on ductile iron pipes

Daniela Fuchs-Hanusch, Franz Weyrer und Christian Auer 45

In a large city like Vienna the service of supplying drinking water has been provided by iron pipes for more than 150 years. However, knowledge about the condition of the piping network is always patchy – it is repaired when damage occurs. An attempt has been made to assess and document the external condition as and when the opportunity arises, even when

Hausanschlusses, zu erfassen und zu dokumentieren. Die dabei gewonnenen Zustandsdaten können nun in vielfältiger Weise mit Bodenkarten, Bezirken mit auffällig hohen Schadensraten, Geo-Informationssystemen etc. kombiniert werden. Das Ziel könnte für den Rohrnetzbetreiber in einer optimierten Erneuerungsstrategie liegen, für den Rohrhersteller in einer weiteren Optimierung seiner Schutzsysteme.

Erneuerbare Energien im Land der Fjorde – Hochleistungsanwendung duktiler Gussrohre für Wasserkraftwerke

Marc Winheim 51

Erneuerbare Energie aus Wasserkraft in Norwegen – ein riesiges, noch nicht ausgeschöpftes Potenzial steht bereit, in Pumpspeicherkraftwerken überschüssigen Strom aus Europas Wind- und Solarkraftwerken zu speichern. Mit seiner alpin geformten Berg- und Fjordwelt besitzt das Land in größeren Höhenlagen Wasservorräte, die mittels Triebwasserleitungen auf Turbinen zur Stromerzeugung geleitet werden. Duktile Guss-Rohrsysteme leisten in dieser Technik bereits seit Jahrzehnten einen bedeutenden Beitrag. Der Aufsatz gibt einige grundlegende Informationen zur Ausführung verschiedener Projekte.

Kleinwasserkraftwerk Ossasco – Valle Bedretto

Roger Saner 59

Wieder einmal leisten Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen einen Beitrag zur Erzeugung erneuerbarer Energie in Kleinwasserkraftwerken. Vielfältige technische, wirtschaftliche und ökologische Vorteile bezeugen die überlegene Nachhaltigkeit duktiler Gussrohre und Formstücke im sensiblen Ökosystem zwischen Wallis und Tessin.

Wasserkraftwerk im Tiroler Nauders ist in Betrieb gegangen

Roland Gruber 63

Eine kleine Gemeinde im Dreiländereck Schweiz, Österreich, Italien will seine ausreichend vorhandene Wasserkraft nutzen und mit einem Kleinwasserkraftwerk einen Beitrag zur Erzeugung erneuerbarer Energie leisten. Die topografischen Randbedingungen sind optimal, die Planungen laufen an, doch es braucht 6 Jahre harter Arbeit, um das wirtschaftliche Projekt in die Tat umsetzen zu können. Neben den technischen Details berichtet ein erfahrener Planer auch über die bürokratischen Hürden, die bei derartigen Projekten zu überwinden sind.

making a house connection for example. The status data obtained in this way can now be combined in a variety of ways with soil maps, areas with strikingly high damage rates, geo-information systems, etc. The benefit for the pipe network operator could lie in an optimised replacement strategy and for the pipe manufacturer in a further optimisation of his protection systems.

Renewable energy in the land of the fjords – high performance application of ductile iron pipes for hydroelectric power stations

Marc Winheim 51

Renewable energy from water power in Norway – an immense and not yet fully tapped potential stands ready to store surplus power from Europe’s wind and solar power stations in pumped-storage power plants. With its alpine structure of mountains and fjords, the country has water resources at great altitudes which, by means of penstock pipelines, are routed to turbines to produce power. Ductile iron pipe systems have already been making a significant contribution to this technology for decades. This article gives some basic information on the completion of different projects.

Small hydroelectric power plant at Ossasco, in the Bedretto valley

Roger Saner 59

Once again pipe systems in ductile cast iron are making a contribution to the production of renewable energy in small hydroelectric power plants. A variety of technical, economic and ecological advantages bear witness to the superior sustainability of ductile iron pipes and fittings in the sensitive ecosystem between Valais and Tessin.

Hydroelectric power station in Nauders, Tyrol has gone into operation

Roland Gruber 63

A small community in the tri-border area of Switzerland, Austria and Italy wanted to use its adequate supplies of water power and make a contribution to the production of renewable energy with a small hydroelectric power station. The topographical conditions were perfect, the planning was under way but it took 6 years of hard work to be able to put the commercial project into practice. In addition to the technical details, an experienced planning engineer also reports on the bureaucratic hurdles which need to be overcome with projects of this kind.

Grabenlose Erneuerung einer Feuerlöschleitung mittels Berstlining

Stephan Hobohm und Alexander Bauer 69

Eine Löschwasseranlage in einem Industriehafen, in welchem ständig brennbare Flüssigkeiten und Gase umgeschlagen werden – eine wahre Herausforderung für jede Feuerwehr! Wenn die Löschwasserleitungen im Nennweitenbereich DN 300 bis DN 500 unter Aufrechterhaltung des landseitigen Gütertransports und der Funktionssicherheit der bestehenden Anlage erneuert werden müssen, sind Planer und Bauausführende aufs Höchste gefordert. Die neuen Rohre aus duktilem Gusseisen wurden unter schwierigsten Randbedingungen mit dem Berstlining-Verfahren eingebaut. Die Lektüre lohnt sich, man kann daraus viel lernen!

100 Kilometer duktile Rammpfähle für das CSP-Kraftwerk – KaXu Solar One – in Südafrika

Erich Steinlechner 76

Wüstenregionen mit hoher und dauerhafter Sonneneinstrahlung können für das menschliche Dasein recht quälend sein, für die solarthermische Erzeugung von Energie sind sie dagegen prädestiniert. So einfach die Sache mit dem Parabolspiegel im Sonnengürtel zunächst anmutet, so kompliziert wird die reale Umsetzung: riesige Spiegelflächen müssen gradgenau der Sonne nachgeführt werden, dabei dürfen sie sich unter dem gravierenden Einfluss der stets kräftigen Winde nicht bewegen. Der absolut stabilen Gründung derartiger Parabolspiegel kommt ein entscheidender Einfluss zu, und genau an dieser Stelle betreten duktile Rammpfähle die Bühne: Über 100 km duktile Rammpfähle werden beim ersten solarthermischen Kraftwerk zwischen Pretoria und Johannesburg eingerammt, um einige 10.000 m² Kollektorfläche gegen Winde bis zu 140 km/h zu stabilisieren.

EADIPS®/FGR®-Mitgliedsunternehmen bilden aus

..... 80

Der Fachkräftemangel macht sich auch in der Bauwirtschaft bemerkbar. Deshalb bilden die EADIPS®/FGR®-Mitgliedsunternehmen nicht nur im engeren Umfeld ihrer Produktion, z. B. Gießereimechaniker/-in aus. Sie weiten ihre Ausbildungsaktivitäten sogar in die Berufsfelder aus, in denen ihre Produkte fachgerecht verarbeitet werden sollen, also z. B. zum/zur Rohrleitungsbauer/-in. Diese Ausbildungsgänge sind natürlich eng mit dem Berufsförderungswerk der Bauindustrie verzahnt.

Trenchless replacement of a fire main using the burst lining technique

Stephan Hobohm and Alexander Bauer 69

A fire extinguishing water system in an industrial port in which flammable liquids and gases are constantly being handled – a real challenge for any fire service! When extinguishing water pipelines in the nominal size range DN 300 to DN 500 need to be replaced while maintaining landside goods transport and the functional reliability of existing equipment, planning engineers and contractors are challenged to the extreme. The new pipes in ductile cast iron were installed under the severest constraints using the burst lining process. It's worth a read – there is much to be learned!

100 kilometres of ductile iron driven piles for the CSP power station – KaXu Solar One – in South Africa

Erich Steinlechner 76

Desert regions with high and constant solar radiation can be a real torture for human existence, but they are predestined for the solar thermal generation of energy. The idea of a parabolic reflector in the equatorial sun-belt seems simple at first, but the actual implementation is complicated: gigantic reflector surfaces have to track the sun accurately to the degree, which means that they should not move under the severe influence of the winds which are always powerful here. The absolutely stable foundation of a parabolic reflector of this kind becomes a decisive factor and it is precisely here that ductile driven piles take the stage: more than 100 km of ductile piles are being driven for the first solar thermal power station between Pretoria and Johannesburg in order to stabilise some 10,000 m² of collector surface against winds of up to 140 km/h.

EADIPS®/FGR® member companies are training

..... 80

The shortage of skilled workers is making itself felt in the construction industry. For this reason, EADIPS®/FGR® member companies are not only offering training in the narrower field of their own production, such as foundry mechanics. In fact they are extending their training activities into occupational areas in which their products should be properly processed, such as pipeline constructors for example. Naturally, these training courses are closely linked with the vocational promotion centre of the construction industry.

Von den 300 Jahre alten Gussrohren im UNESCO-Welterbe zu den heutigen Vorstellungen einer nachhaltigen Infrastruktur für die Wasserwirtschaft

Von Harald Roscher und Jürgen Rammelsberg



Bild 1:
UNESCO-Welterbe – Bergpark Wilhelmshöhe in Kassel mit der Herkules-Statue und den Wasserspielen

Quelle: Museumslandschaft Hessen Kassel

1 Bergpark Wilhelmshöhe in Kassel wurde Weltkulturerbe

Am Sonntag, dem 23. Juni 2013 berichteten die Medien, dass der Bergpark Wilhelmshöhe in Kassel mit der Herkules-Statue und den Wasserspielen (**Bild 1**) durch die Jury der UNESCO ins Weltkulturerbe aufgenommen wurde. Zu dieser Würdigung gehören das Riesenschloss (Oktogon, Baubeginn 1701) mit der 8 m hohen Statue des Herkules (1717 vollendet) und die Wasserkaskade.

Auf Anfrage des Museums Kassel an den Vorstand der Frontinus-Gesellschaft e. V. begutachtete H. Roscher die im Oktogon in Betrieb befindlichen Gussrohre und stellte fest:

„Die im Oktogon befindlichen Rohre stammen mit großer Sicherheit aus der Entstehungszeit des Bauwerkes. Es handelt sich um Muffenrohre von etwa 2 m Baulänge, welche ungefähr 300 Jahre alt sind“ [1].

Wie vom Deutschen Nationalkomitee des ICOMOS (International Council on Monuments and Sites), Internationaler Rat für Denkmal-

pflege (Berater und Gutachter der Arbeit des Welterbe-Komitees), zu erfahren war, war die Authentizität der Technik ein wichtiges Kriterium für die positive Empfehlung.

Die gegenwärtigen denkmalpflegerischen Sanierungsmaßnahmen dieses bedeutenden Monuments der Baukunst aus dem Beginn des 18. Jahrhunderts waren Anlass, die Frontinus-Gesellschaft um Hilfe bei der Bewertung von Gussrohren zu bitten. H. Roscher wurde gebeten, ausgebaute schadhafte Rohre hinsichtlich ihres Alters zu begutachten, ebenso die Rohre im Innern des Oktogons. Bereits zu Beginn des Baus, 1704 und 1708, wurde die Errichtung der Kaskaden und des Oberbaus des Oktogons vereinbart. Dadurch ergibt sich die Frage, ob die im Inneren des Oktogons befindlichen Gussrohrleitungen aus dieser oder späteren Bauperioden stammen.

Von Interesse sind gleichzeitig Fragen der Erhaltung bzw. der Sanierung bzw. Erneuerung liegender in Funktion befindlicher Leitungen. Dabei spielt vor allem die Erhaltung der Altrohre als historisches Dokument eine wichtige Rolle.

Zur Begutachtung wurden Ortstermine am 11. März 2010 und am 8. April 2010 vereinbart und sowohl ausgebaute Rohre als auch die im Oktogon befindlichen Rohre durch H. Roscher besichtigt und beurteilt (**Bilder 2 und 3**).

Bild 4 zeigt die zum Zeitpunkt der Begutachtung in der Gärtnerei des Schlossparks Wilhelmshöhe gelagerten Rohrstücke, darunter auch ein liegend in Sandguss gegossenes Rohr mit Schalenbruch.

2 Schriftstück aus dem Archiv der Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme zur Feststellung des Alters der Gussrohre auf der Wilhelmshöhe

Aus dem Archiv der European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS® / Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e. V. konnte H. Roscher das in **Bild 5** gezeigte Schriftstück als Kopie erhalten, aus dem ersichtlich ist, dass bereits im Jahre 1935 Recherchen zu „Altrohren“ durch die Gussrohrindustrie durchgeführt wurden. In einem Schreiben des Preußischen Staatshochbauamtes II (**Bild 5**) wird das Alter der Gussrohre mit mehr als 200 Jahren angegeben [2].



Bild 2:
Muffen-Verbindung einer im Oktogon eingebauten Gussrohrleitung

Quelle: H. Roscher – Aufnahme vom 11. März 2010



Bild 3:
In Betrieb befindliche Gussrohrleitung im Oktogon

Quelle: H. Roscher – Aufnahme vom 8. April 2010



Bild 4:
In der Gärtnerei des Schlossparks Wilhelmshöhe gelagerte Gussrohre

Quelle: Museumslandschaft Hessen Kassel



Preuß. Staatshochbauamt II

Umfaßt die Kreise: Ruffel-Land,
Duligsdorfer und Wollungen, beide Amtsgebiete
Wilhelmshöhe für die Vermessung der Eisen-
Schächter u. Gärten.

Ruffel, den 25. Januar 1935

Zustimmung des 2021. Generals 1932
u. 2021. Generals 1932

Egb.-Nr. /.

Deutscher Gußrohr-Verband
G. m. b. H.
Köln

Betr.: Alte Gußrohrleitungen
der Wasserwerke in Wilhelmshöhe.

Die in den anliegenden Lichtbildern gezeigten zwei Guß-
rohre sind im Jahre 1932 einer Zuflußleitung entnommen
worden, von denen die eine zu dem untersten Wasserbecken
der sogenannten Großen Kaskaden unterhalb des Riesen-
schlosses führt und die andere zu einer alten Wasserleitung
gehört, die den Sichelbacher Sammelteich mit dem Sammel-
teich neben dem Riesenschloß nach dem Grundsatz der kommu-
nizierenden Röhren verbindet. Die beiden Gußrohre stammen
aller Wahrscheinlichkeit nach aus der Zeit der Errichtung
des Riesenschlosses und der Großen Kaskaden (1701-1713).
Der Schöpfer der ganzen Anlage war der Landgraf Karl von
Hessen, sein Architekt war der Italiener Guernieri. Die
Leitung hat also mindestens 220 Jahre lang in der Erde
gelegen und erfüllt heute noch ihren Zweck.

Die zuerst genannte Leitung hat eine ungefähre Länge von
rd. 1 km. Die Erdddeckung der Leitung beträgt etwa 1-1,20 m.



M. J. J.

Regierungsbaurat.

Bild 5:

Schreiben des Preuß. Staatshochbauamts II – Alte Gußrohrleitungen der Wasserwerke in Wilhelmshöhe

Quelle: Einst und Jetzt, Deutscher Gußrohr-Verband G.m.b.H., Köln

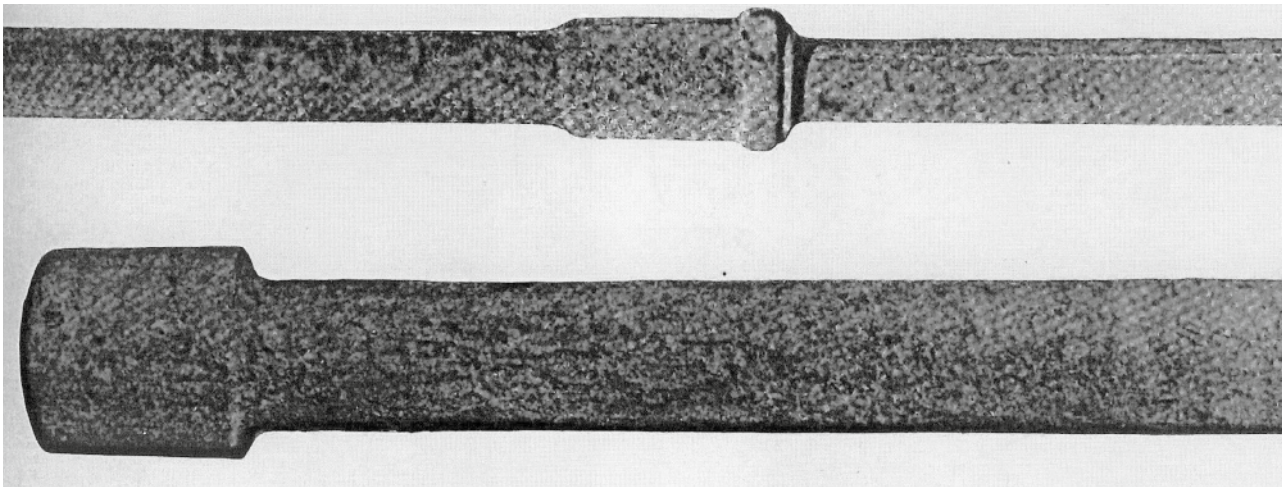


Bild 6:

Freigelegte Gussrohre des Schlosses Wilhelmshöhe von 1713

Quelle: Einst und Jetzt, Deutscher Gussrohr-Verband G.m.b.H., Köln

Dieses Schreiben ist ein besonders wertvolles
Dokument, weil es für die Ermittlung des Alters
der heute noch liegenden Rohre herangezogen
werden kann. **Bild 6** zeigt gusseiserne Rohre
der Wilhelmshöhe [2].

3 Zur weiteren geschichtlichen Entwicklung der Gussrohre

Die älteste Gussrohrleitung, die uns auf deutschem Boden bekannt ist, ist die Wasserleitung von Schloss Dillenburg an der Dill; sie ist um 1455 entstanden. Das **Bild 7** zeigt ein Rohr aus der bis zur Zerstörung des Schlosses im Jahre 1760 benutzten Leitung.

Die ersten größeren, städtischen Wasserleitungsnetze wurden von den Städten London und Wien etwa um 1800 gebaut. In Deutschland entstanden die ersten städtischen Wasserleitungen in Hamburg um 1858 und in Berlin sowie in Darmstadt 1850 bis 1865.

Einen kurzen Abriss über Entwicklungen bei Herstellung und Anwendung von Gussrohren für Wasserleitungen enthält das Kapitel 1 des E-Books „Guss-Rohrsysteme“, aufrufbar auf der Webseite www.eadips.org unter dem Button „Publikationen“ [3].

Die bekanntesten Marksteine lauten:

- 1455 wurde eine der ältesten Gussrohrleitungen gebaut; es handelt sich um die Wasserleitung für das Schloss Dillenburg.
- 1562 entstand in Langensalza eine Wasserleitung zur Versorgung des Jacobi- und Rathausbrunnens.
- 1661 wurde die Schlosswasserleitung von Braunfels errichtet. Die Gussrohre waren bis 1875 in Betrieb und wurden bei Kanalisationsarbeiten im Jahre 1932 ausgebaut.
- 1664-1668 entstand die Wasserleitung im Schlosspark von Versailles zur Speisung der dortigen Wasserspiele (**Bild 8**).
- 1710-1717 Bau der Wasserspiele im Schlosspark Kassel-Wilhelmshöhe mit dem Herkules-Denkmal. Gussrohrleitung zur Versorgung der Wasserspiele mit Wasser. Seit Juni 2013 ist das Herkules-Denkmal mit den Wasserspielen UNESCO-Welterbe.
- 1720 Gussrohrleitung für die Wasserversorgung des Zwingers in Dresden (Weißeritzleitung, **Bild 9**)



Bild 7:
Gussrohr, wie es bis 1760 im Schloss Dillenburg eingebaut war

Quelle: E-Book „Guss-Rohrsysteme“, Ausgabe 10.2013, Bild 1.1



Bild 8:
Gussrohre aus dem Park von Versailles

Quelle: H. Roscher



Bild 9:
Ausgebautes Gussrohr der sogenannten Weißeritzleitung

Quelle: Foto Kästner, Dresden

Für die seit Mitte des 19. Jahrhunderts gebauten städtischen Trinkwasser-Versorgungsnetze stand als Werkstoff fast ausnahmslos das graue Gusseisen zur Verfügung. Später gesellte sich als weiterer Werkstoff der Stahl hinzu. Die BGW-Wasserstatistik (Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e. V.) weist für die Bundesrepublik bis in die 50er Jahre des 20. Jahrhunderts einen Anteil an Gussrohren im liegenden Netz von 85 % aus.

Der Hauptanwendungsbereich der Gussrohre, seit etwa 1960 der Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen sowie Armaturen aus Gusseisen mit Kugelgrafit, liegt auf dem Gebiet der städtischen Wasserversorgung.

Die bedeutenden Schritte im weiteren Verlauf der Entwicklung betreffen den Korrosionsschutz und die Verbindungstechnik, die in der Optimierung der zugfesten Verbindungen für den Einsatz der Rohre bei den grabenlosen Einbautechniken gipfelt. In [4] sind diese Entwicklungsschritte beschrieben, sie werden in Form von Generationen gekennzeichnet.

Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen der 1. Generation sind ab 1968 außen verzinkt und mit einer Deckbeschichtung versehen, innen sind sie mit Zementmörtel ausgekleidet. Die 2. Generation ist außen ab 1979 mit einer Polyethylen (PE)- oder Polyurethan (PUR)-Umhüllung oder mit einer Umhüllung aus faserverstärktem Zementmörtel versehen. Diese Umhüllungen sind für Böden jeder Art geeignet und haben zu einer weiteren Abnahme der ohnehin schon niedrigen Schadensrate geführt [5].

4 Nachhaltigkeit in der Infrastruktur der Wasserwirtschaft – eine Forderung der Neuzeit

Die gegenwärtigen Forderungen gegenüber allen Teilnehmern an wirtschaftlichen Prozessen sind durch den Begriff der Nachhaltigkeit gekennzeichnet. Darunter versteht man im weitesten Sinne die Schonung aller Ressourcen für heutige und künftige Generationen.

Im Einzelnen kann dies sein der ökonomische Aspekt, indem man den Preis einer Investition mit den laufenden Kosten während ihrer gesamten Nutzungsdauer vergleicht, in der Kosten für den Einbau, den Betrieb, die Instandhaltung und die Außerbetriebnahme enthalten sind.

Wegen ihrer langen Nutzungsdauer und ihrer niedrigen Schadensraten zählen duktile Gussrohre und Formstücke der zweiten Generation zu den ökonomisch überlegenen Rohrsystemen der Wasserwirtschaft. Dies wird unterstrichen durch ihre wirtschaftlich günstige Verbindungs- und Montagetechnik, z.B. in unwegsamem Gelände oder bei den grabenlosen Einbauverfahren.

Beim ökologischen Aspekt treten Materialeigenschaften in den Vordergrund. Duktile Guss-Rohrsysteme sind diffusionsdicht, was für den Transport des Trinkwassers, z.B. bei kontaminierten Böden, von Bedeutung ist. Beim Transport von Abwasser hingegen werden Böden und Grundwasser vor schädlichen Inhaltsstoffen geschützt. Auch haben sich die Auskleidungen des Rohrsystems im Sinne der trinkwasserhygienischen Unbedenklichkeit seit Jahrzehnten durchgesetzt.

Ein besonders bedeutender Punkt bei Betrachtung aus ökologischer Sichtweise ist die Tatsache, dass duktile Gusseisen fast ausschließlich aus dem Recycling von Stahl- und Eisenschrott gewonnen wird und dass duktile Gussrohre, Formstücke und Armaturen nach dem Ende ihrer technischen Nutzung komplett wieder recycelt werden können, ohne dass darunter die Materialeigenschaften leiden [6].

Zu den ökonomischen und ökologischen Vorteilen kommt drittens noch ihre technische Überlegenheit: Die Leistungsfähigkeit duktiler Guss-Rohrsysteme stellt höchste Sicherheit in allen Bereichen des Wassertransports her, weil die Komponenten mechanisch stabil gegen höchste Drücke, Längsbiegung und Scheitellasten sind. Dies kann wiederum hohe Einsparungen im Bauzustand zur Folge haben. Diese Eigenschaftskombination führt zu neueren Spezialanwendungen, z. B. Beschneiungssysteme und Wasserkraftanlagen in alpinen Regionen, aber auch bei Feuerlöschleitungen in Verkehrstunneln und Industrieanlagen.

Der Werkstoff duktile Gusseisen erzeugt mit seiner überragenden technischen Leistungsfähigkeit Sicherheit und nachhaltig rechenbare Vorteile für die Wasserwirtschaft. In Verbindung mit seinen ökologischen Eigenschaften und seiner außerordentlichen hohen Lebensdauer ist duktile Gusseisen der einzige Werkstoff in der Wasserwirtschaft, der nachweislich echte Nachhaltigkeit schafft.

5 Schlussbetrachtung

Von den Rohren im 300 Jahre alten Weltkulturerbe in Kassel-Wilhelmshöhe wurde damals verlangt, dass sie gegen diejenigen Innendrucke dicht bleiben, die zum Betrieb der Wasserspiele erforderlich waren. Andere Anforderungen bestanden vermutlich nicht. Die Rohre wurden schon damals als „kostbar“ betrachtet, aber für die gewünschten Drücke gab es nichts anderes als Gussrohre [7].

Die Entwicklungen im Zeitraum von 1710 bis heute sind geprägt durch Verbesserungen des Materials, der Produktionsprozesse, des Korrosionsschutzes und der Verbindungstechnik im Zusammenhang mit fortschrittlichen Einbauverfahren. Am Ende steht der Grundsatz einer gegläckten Anstrengung, mit den Ressourcen heutiger und zukünftiger Generationen schonend zu verfahren.

6 Literatur

- [1] Roscher, H.:
Gutachten zu Gussrohren aus dem Bergpark Kassel-Wilhelmshöhe
2010-04
- [2] Gusseiserne Rohre „Einst - Jetzt“
Deutscher Gussrohr-Verband G.m.b.H.,
Köln
- [3] Webseite der EADIPS®/FGR®,
www.eadips.org, Publikationen,
E-Book „Guss-Rohrsysteme“,
Ausgabe 10.2013, Kapitel 1, S. 1/3

- [4] Roscher, H.:
Rehabilitation von Wasserversorgungsnetzen , 2. Aufl. Berlin 2009, S. 77
- [5] Sorge, H.-C.:
Zustandsbewertung von Gussrohrleitungen anhand materialtechnischer Kenndaten
GUSSROHR-TECHNIK 42 (2008), S. 62
- [6] CEN/TR 16470
Umweltrelevante Aspekte von Rohrleitungssystemen aus duktilem Gusseisen für die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung
[Environmental aspects of ductile iron pipe systems for water and sewerage application]
2013
- [7] Leupold, J.:
Schauplatz der Wasserbaukunst;
Leipzig 1724, S. 78

Autoren

Prof. Dr.-Ing. habil. Harald Roscher
Robert-Siewert-Str. 20a
99425 Weimar/Deutschland
Telefon: +49 (0)36 43/50 13 81
E-Mail: roscher.h@t-online.de

Dr.-Ing. Jürgen Rammelsberg
European Association for Ductile Iron Pipe
Systems · EADIPS® / Fachgemeinschaft
Guss-Rohrsysteme (FGR®) e. V.
Im Leuschnerpark 4
64347 Griesheim/Deutschland
Telefon: +49 (0)61 55/6 05-2 25
E-Mail: rammelsberg@arcor.de

Die Renaissance der metallischdichtenden Schieber im Trinkwasserbereich

Von Frank Endreß

1 Historische Entwicklung der Schieber

Lange Zeit war der metallischdichtende Schieber im Bereich der Trinkwasserversorgung eher ein Relikt aus längst vergangenen Zeiten. So wurden bis in die 1960er Jahre die Standardabsperrramaturen im erdüberdeckten Bereich metallischdichtend ausgelegt (**Bild 1**).

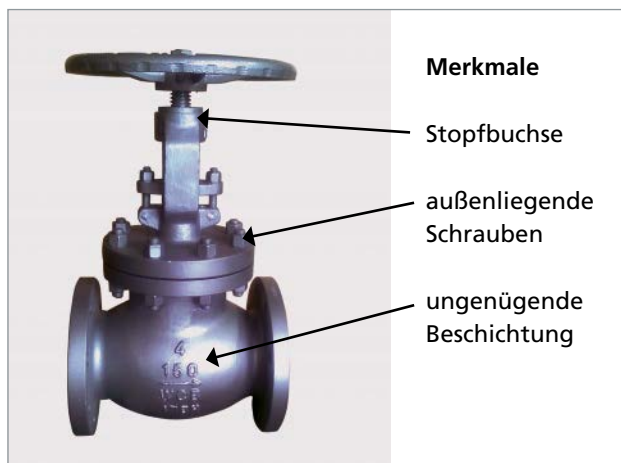


Bild 1:
Metallischdichtender Schieber aus dem Jahr 1965

Danach begann der Siegeszug der weichdichtenden Schieber. So wurde bei den weichdichtenden Schiebern der Keil gummiert, das Gehäuse mit Epoxidharz-Pulver als Korrosionsschutz beschichtet und die Stopfbuchspackung gegen eine O-Ring-Abdichtung getauscht.

2 Schieber der heutigen Generation

Die heute hergestellten Schieber aus Gusseisen mit Kugelgraphit besitzen gegenüber den früher eingesetzten Grauguss-Schiebern den Vorteil einer höheren Bruchfestigkeit und Duktilität des Gehäusewerkstoffes. Der Korrosionsschutz wird

heute erreicht durch das Auftragen von Epoxidharz-Pulver im Wirbelsinterverfahren [1], das eine sehr homogene und porenfreie Beschichtung ergibt; ebenso vorteilhaft ist die Emaillierung. Der Absperrkeil ist mit einer aufvulkanisierten Gummimischung versehen und damit komplett gegen Korrosion geschützt.

Genau hier setzt jetzt aber der mögliche Einsatz eines metallischdichtenden Schiebers an. Viele Betreiber haben Probleme mit erheblichen Inkrustationen in der Rohrleitung und in den Armaturen durch Ablagerungen von:

- Mangan-,
- Eisen-,
- Kalkverbindungen.

Diese Ablagerungen verfestigen sich (**Bild 2**) und können damit die Schließfunktion erheblich beeinträchtigen.

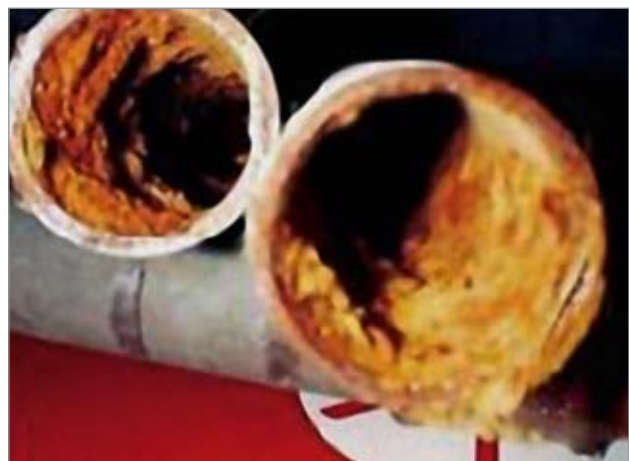


Bild 2:
Beispiel für Inkrustationen in Rohrleitungen

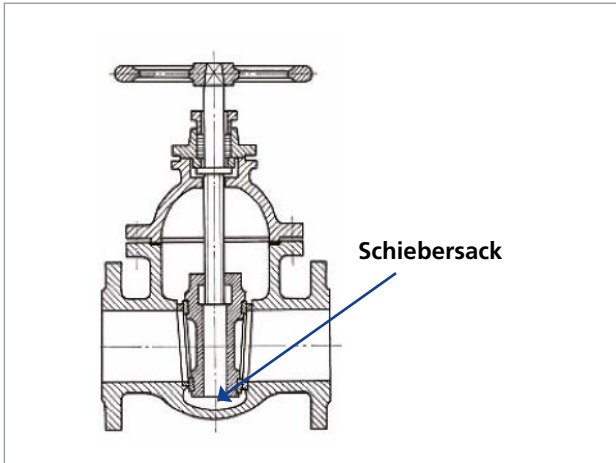
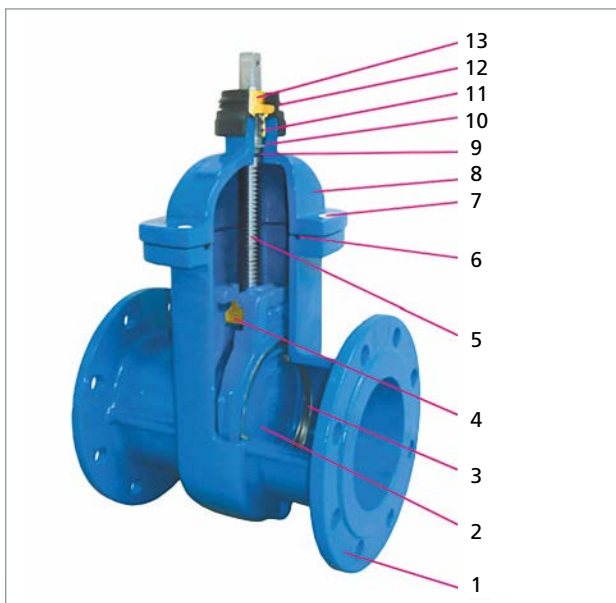


Bild 3:
Schnittdarstellung eines metallischdichtenden Schiebers



Pos.	Bezeichnung	Material
1	Gehäuse	EN-JS1030
2	Keil	EN-JS1030
3	Dichtringe	Messing/Edelstahl
4	Spindelmutter	Messing
5	Spindel	Edelstahl
6	Oberteildichtung	EPDM/NBR
7	Innensechskantschraube	Edelstahl
8	Oberteil	EN-JL1040
9	Rückdichtung	EPDM/NBR
10	Gleitscheibe	Polyamid
11	O-Ringabdichtung	EPDM/NBR
12	Gewintheadapter	Kunststoff
13	Haltering	Messing

Bild 4:
Aufbau eines metallischdichtenden Schiebers neuester Generation

3 Zukunft des metallischdichtenden Schiebers

Der metallischdichtende Schieber stellt bei solchen Einsatzfällen, wo starke Inkrustationen im Spiel sind, ein dichtes Absperren sicher, da er durch seinen metallischen Schließkörper die Ablagerungen aufricht und diese dann weggespült werden. Jeder metallischdichtende Schieber hat einen sogenannten Schiebersack (**Bild 3**). Auch dieser kann sich durch die Inkrustationen zusetzen. Aber auch hier wird durch mehrmaliges Betätigen des Schiebers der schon genannte Effekt erreicht und der Schieber schließt wieder zuverlässig dicht.

4 Konstruktion des metallischdichtenden Schiebers

Der Aufbau der heutigen metallischdichtenden Schieber entspricht dem aktuellen Stand der Technik (**Bild 4**). Alle medium-berührten Teile haben eine Trinkwasser-Zulassung und die Schieber zeichnen sich durch eine sehr lange Lebensdauer aus. So wird die Epoxidharz-Beschichtung mit Mindestschichtdicken von 250 µm aufgebracht, die Dichtbüchse mit Permanent-schmierung versehen und das Oberteil mit versenkten und vergossenen Schrauben ausgelegt. Die innenliegende Spindel verfügt über eine dreifache O-Ring-Abdichtung und die Sitzringe sind wahlweise aus Messing oder auch aus Edelstahl.

Damit steht dem Versorger, unter Berücksichtigung seiner speziellen Wasser-Parameter, eine Armatur zur Verfügung, die eine sichere Funktion über eine lange Lebensdauer verspricht und die damit einen positiven Beitrag zur Schonung des Instandhaltungsbudgets im Tiefbaubereich leisten kann.

Literatur

- [1] E-Book „Guss-Rohrsysteme“
Kapitel 7.2
http://www.eadips.org/ebook_kapitel_7.2
2013-10

Autor

Dipl.-Betriebsw. (FH) Frank Endreß
vonRoll hydro deutschland gmbh
Ferdinand-Lassalle-Straße 16
72770 Reutlingen/Deutschland
Telefon: +49 (0)71 21/43 47 49
E-Mail: frank.endress@vonroll-hydro.de

Absperrklappen „Made in Germany“

Von Johannes Neubert

1 Historischer Rückblick

Die ostsächsische/schlesische Gießerei „Keulahütte“ blickt im 500. Jahr ihrer dokumentierten Geschichte als Eisenproduzent und -verarbeiter auch auf über 100 Jahre als Hersteller von Armaturen zurück. Sie begann im 19. Jahrhundert metallischdichtende Schieber zu produzieren. Spätestens als in der Gründerzeit der Ausbau der europäischen Trinkwassernetze einsetzte, sind Hydranten, sehr früh auch mit automatischer Drainagefunktion, im Sortiment der Vorläufergesellschaft der heutigen „Keulahütte GmbH“ zu finden. Bereits seit fast einem halben Jahrhundert werden am Firmenstandort in Krauschwitz auch weichdichtende Absperrklappen in Flanschbauweise produziert, zunächst in einfach-exzentrischer Ausführung und mit metallischem Gehäuse-Sitzring aus Messing. Typische Probleme jener Zeit wie das gefürchtete „Ankleben“ der damals neu eingeführten Nitrildichtungen an Messingteilen sowie die unzureichende Festigkeit der Messing-Konstruktionsteile wurden durch eine Umstellung des Materials auf rost- und säurebeständige Edelmessing gelöst.

2 Konstruktionsmerkmale von Absperrklappen

Mit der Deutschen Vereinigung erhöhte sich das Tempo der Entwicklung. Die vollständige Neukonstruktion der Absperrklappen in DIN-Baulänge F4, heute GR 14 nach Euronorm wurde zum Grundstein zukünftig erfolgreicher Armaturengenerationen. So haben sich seinerzeit revolutionäre Neuerungen wie die erstmalige Verwendung von Verbundschicht-Lagerbuchsen mit aufgesinterter Polytetrafluorethylen (PTFE)-Schicht im Wasserarmaturenssektor außerordentlich gut bewährt. Die damit ausgerüsteten Schwerarmaturen funktionieren bis zum heutigen Tag ohne Fehler.

In den 90er Jahren wurde die Klappenlagerung auf das Prinzip „Doppelexzentrisch“ umgestellt. Damit konnte der Verschleiß der Dichtgarnitur, vor allem durch das „Freistellen“ der Dichtung beim Öffnen der Absperrklappe, ganz wesentlich minimiert werden. Diese optisch kaum wahrnehmbare Neuerung war ein wichtiger Meilenstein für die Verlängerung der Lebensdauer der inzwischen DIN-DVGW-zertifizierten Armatur.

3 Konstruktionswerkstoff für Absperrklappen

Als Konstruktionswerkstoff für die Absperrklappen hat sich EN-GJS-400-15 durchgesetzt. Dieses moderne Gussmaterial empfiehlt sich für alle Einsatzfälle durch das optimale Verhältnis von Festigkeit und Bruchdehnung. Die Kombination einer Mindestbruchdehnung von 15 % mit einer Zugfestigkeit von mindestens 400 N/mm² ist Basis für folgende Sicherheitsstrategie: Missbräuchliche Überlastung dokumentiert sich durch sichtbare plastische Verformung lange vor dem Bruch. Ähnliche, vom Hersteller ebenfalls gefertigte Werkstoffgüten wie EN-GJS-400-18LT bieten sogar gewährleistete Tieftemperatur-Kerbschlagzähigkeiten. Die Zugfestigkeiten und Bruchdehnungswerte dieser Sorten eines ferritischen Gusseisens mit Kugelgraphit waren früher dem klassischen Stahlguss vorbehalten.

4 Korrosionsschutz – Epoxidharz-Pulverbeschichtung

Bei der Wahl des Korrosionsschutzes setzen immer mehr Anwender auf die Epoxidharz-Pulverbeschichtung. Durch stetige Prozess- und Materialentwicklung hat sich diese Schutzart im Rohrleitungsbau seit langem durchgesetzt. Jedoch erst mit der allseitigen Beschichtung der Armaturenteile lässt sich das volle Potenzial der



Bild 1:

Installation der neuesten Generation von Absperrklappen mit Antrieb/Steuerung in einem skandinavischen Wasserwerk

Epoxidharz-Pulverbeschichtung wecken. In Verbindung mit den Verfahrens- und Qualitätsparametern der Beschichtung ermöglicht dieser sogenannte „Integrale Korrosionsschutz“ heute Lebensdauererwartungen, welche noch vor einer Generation mit normalem Aufwand unerreichbar schienen.

Die konsequente Anwendung dieses Konzeptes bei Absperrklappen ist die vollständige Beschichtung des Gehäusesitzes. Damit entfallen alle unnötigen und fehleranfälligen Unterbrechungen der Schutzschicht. Unabdingbare Voraussetzung für das Beschichten des Klappensitzes ist natürlich die strikte Einhaltung aller Qualitätsparameter. Eine Nennschichtdicke von 250 µm ist sicherzustellen.

In einem Zwangsdurchlauf sind die Armaturenteile allseitig mit höchster Sorgfalt zu strahlen, zu reinigen, zu erwärmen und ohne Zeitverzug zu beschichten. Dies ist die zwingende Voraussetzung für die gewünschten Eigenschaften der Epoxidharz-Pulverbeschichtung:

- hervorragende Haftfestigkeit, technische Diffusionsdichtheit der porenfreien Beschichtung,
- definierte Schlagbeständigkeit qualifiziert die Armaturen auch für raue Betriebsbedingungen,
- sehr gute Beständigkeit gegen Unterrostung der Beschichtung,
- extrem hohe Chemikalienbeständigkeit bei gleichzeitiger Trinkwassereignung,
- professionelle Reparatursets erlauben die Ausbesserung von Schadstellen mit artgleichem Material.

5 Einsatz von Absperrklappen

Die Absperrklappen mit allseitig beschichtetem Armaturengehäuse stehen schon seit 1998 im gesamten Nennweitenbereich, aktuell bis DN 1400, zur Verfügung. Relativ früh konnten große europäische Wasserwerke, beginnend in Skandinavien, für dieses innovative Produkt gewonnen werden (**Bild 1**). Die Erfahrungen der Anwender sind durchweg positiv. Neben der Qualität des Korrosionsschutzes schätzen die Armaturenanwender besonders solche konstruktiven Details wie die PTFE-Auskleidung der komplett isolierten Wellenlager sowie die konsequent korrosionsgeschützten Füge- und Montagebereiche der Armaturen. Ein wichtiger Nutzen dieser Vielfalt von Werkstoffen und Konstruktionen für den Anwender besteht in einer flexiblen Fertigungskette, die in der Lage ist, alle Einzelteile qualitativ hochwertig in eigener Regie und kundenorientiert zu produzieren. Ein Vertrauensbeweis für die technische Kompetenz des Armaturenproduzenten: Immer mehr Kunden beziehen das komplette Produktpaket, bestehend aus Armatur, Getriebe, Elektroantrieb und Steuerung „aus einer Hand“. Dank der engen Kooperation von Armaturenproduzent und Antriebsanbieter können auch komplizierte Projekte problemlos realisiert werden.

Autor

Johannes Neubert
 Keulahütte GmbH
 Geschwister-Scholl-Straße 15
 02957 Krauschwitz/Deutschland
 Telefon: +49 (0)3 57 71/54-2 91
 E-Mail: jneubert@vem-group.com

Neue Abwasserleitung aus duktilem Gusseisen am Bachweg in Seon

Von Roger Saner

1 Ausgangslage

In der Gemeinde Seon im Aargauer Seetal, südlich des Bezirkshauptortes Lenzburg, planten die Technischen Betriebe Seon die bestehenden Werkleitungen im Bachweg zu ersetzen und gleichzeitig den Straßenbelag inklusive der Tragschicht dieser Straße zu erneuern.

Der Generelle Entwässerungsplan (GEP) der Gemeinde Seon aus dem Jahr 2006 weist eine Überlastung sowie einen ungenügenden baulichen Zustand der bestehenden Mischabwasserleitung aus Betonrohren DN 250 und DN 300 aus. Damit die nach GEP benötigte hydraulische Kapazität erreicht wird, war der Querschnitt der bestehenden Abwasserleitung von DN 300 auf DN 350 zu vergrößern. Die bestehende Mischabwasserleitung verläuft parallel zum Straßenrand mit einer minimalen Sohlentiefe zwischen 0,80 m und 1,30 m und einer entsprechend geringen Rohrüberdeckung.

Damit die Abwasserleitungen der bestehenden Gebäude an die neue Leitung angeschlossen werden konnten, musste diese auf mindestens derselben Tiefe wie die alte Leitung zu liegen kommen. Zudem betrug das Längsgefälle der bestehenden Abwasserleitung nur knapp 3 ‰. Wegen des weiterführenden Kanalisationsnetzes und der vorgegebenen Höhenkote beim Anschlusspunkt konnte die neue Leitung kein größeres Gefälle bekommen. Der neue Kanal wird deswegen wie bisher ein sehr geringes Gefälle aufweisen.

2 Kriterien für die Wahl des Rohrwerkstoffes

Die Wahl des richtigen Rohrmaterials für die neue Abwasserleitung wurde also durch die schwierigen örtlichen Gegebenheiten und die technischen Anforderungen zur Bewältigung der anspruchsvollen Einbaubedingungen bestimmt. Weil die Sohle der neuen Leitung in der gleichen Tiefe bleiben sollte, verringerte sich die Rohrüberdeckung bis Oberkante Straßenbelag auf knapp 50 cm. Die hohen Anforderungen der Schweizer Norm SIA 190 [1] an die Rohrstatik ließen sich nur mit Rohren aus duktilem Gusseisen mit ihren vorteilhaften Festigkeitseigenschaften erfüllen.

Wegen des geringen Gefälles der Leitung zwischen 2,7 ‰ und 2,9 ‰ war eine Innenoberfläche gefragt, welche die Schleppkraft in der Freispiegelleitung begünstigt und damit auch den Unterhaltsaufwand durch Spülen der Leitung minimiert.

Alle anderen Werkleitungen im Straßenquerschnitt, also auch die Trinkwasserleitung und eine Meteorwasserleitung, die in einen Vorfluter führt, mussten unterhalb der Schmutzwasserleitung eingebaut werden. Deswegen musste das gewählte Rohrsystem über eine dauerhaft dichte Muffen-Verbindung verfügen, um das Risiko einer Gefährdung durch Kontamination der tieferliegenden Leitungen auszuschließen.

Die Kombination der beschriebenen örtlichen Gegebenheiten schränkte die Materialauswahl bereits sehr stark ein. Nur sehr wenige Rohrmaterialien besitzen die technischen Eigenschaften, mit denen das anspruchsvolle Anforderungsprofil zu erfüllen ist.

3 Entscheidung für Vollschutzrohre aus duktilem Gusseisen

Nach einer Analyse der zwingenden Anforderungen an die neue Abwasserleitung entschieden sich der projektierende Planer und der Bauherr wegen

- der Einbaubedingungen,
- der Betriebssicherheit,
- der Nachhaltigkeit und
- der Investitionssicherheit

für das duktile Gussrohr mit verstärkter Umhüllung nach EN 598 [2]. Der Rohrlieferant bietet mit dem duktilen Gussrohr vonRoll ECOPUR ein sogenanntes Vollschutzrohr an, das dank seiner Auskleidung und Umhüllung mit Polyurethan (PUR) alle Anforderungen an die neue Abwasserleitung perfekt abdeckt:

- Höchste statische Festigkeitseigenschaften (Ringsteifigkeit),
- hydraulisch glatte PUR-Auskleidung mit einem Rauigkeitskoeffizient $k \leq 0,01$ mm, für minimales Gefälle ≤ 3 ‰,
- absolut dichte, aber trotzdem gelenkige Steckmuffen-Verbindung mit bestem Widerstand gegen Wurzeleinwuchs,
- einfache und rasche Montage inkl. Herstellung der Seitenanschlüsse,
- optimaler Korrosionsschutz durch integrale PUR-Umhüllung, in Böden jeglicher Aggressivität einsetzbar.

Die duktilen Gussrohre vonRoll ECOPUR werden nach der EN 598 [2] hergestellt und zeichnen sich durch eine durchgehend porenfreie Polyurethan (PUR)-Auskleidung und eine PUR-Umhüllung aus, die beide auf die gestrahlten Oberflächen aufgebracht werden.

Die PUR-Auskleidung nach EN 15655 [3] ist dank ihrer porenfreien Oberfläche in der Lage, Abwasser jeglicher Art mit pH-Werten von 1 – 14 aufzunehmen. Die spiegelglatte PUR-Oberfläche mit einem Rauigkeitskoeffizienten $k \leq 0,01$ mm verhindert Ablagerungen und Inkrustationen bei geringstem Gefälle. Sollte trotzdem eine Hochdruckspülung notwendig werden, ist die Auskleidung dafür perfekt geeignet. Dies bestätigt der Prüfbericht des anerkannten Prüfinstituts IRO (Institut für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg e.V.), Oldenburg, durch den Nachweis der schadensfreien Hochdruck-Spülbarkeit nach DIN 19523 [4] (**Bild 1**).

Die PUR-Umhüllung nach EN 15189 [5] ist als sogenannte „verstärkte Umhüllung“ gemäß der EN 598, Anhang B.2.3 [2], klassifiziert. Vollschutzrohre vonRoll ECOPUR können somit in Böden aller Korrosionsstufen eingesetzt werden.

Bei geringen Rohrüberdeckungen und den damit verbundenen Einwirkungen aus hohen Verkehrslasten lassen sich mechanische Schäden oder unzulässige Deformationen mit dem Einsatz duktiler Gussrohre mit ihrer hohen Ringsteifigkeit verhindern. Die gelenkig ausgebildeten Steckmuffen-Verbindungen duktiler Gussrohre nehmen Bewegungen im Untergrund auf. Für die gewählten duktilen Gussrohre DN 250 und DN 350 wurde der statische Nachweis der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit nach der Schweizer Norm SIA 190 „Kanalisationen“ [1] bei einer Rohrüberdeckung von lediglich 50 cm problemlos erbracht.

Gültige Werte für die zulässigen Überdeckungshöhen duktiler Gussrohre können auch ohne weitere Berechnungen direkt den Tabellen im Anhang D der EN 598 [2] entnommen werden. Auch hier ist eine Überdeckungshöhe von 50 cm mit einer guten Verdichtung zulässig.

4 Bauausführung

Die neue Abwasserleitung wurde wegen der Höhenlage als letzte Werkleitung im Straßenkörper eingebaut und kam unmittelbar unterhalb der Tragschicht zu liegen.



Bild 1: Einwandfreie PUR-Auskleidung nach der Prüfung zur Ermittlung der Hochdruckstrahlbeständigkeit durch das IRO, Oldenburg: Innenbeschichtung nach stationärer Belastung



Bild 2:
 Seitliche Anschlussleitung eines bestehenden Gebäudes – Anschluss mittels Anbohrsatelstück und Übergangsmanschette Guss-/Kunststoffrohr

Die 6 m langen duktilen Gussrohre wurden ohne Sohlenbeton direkt auf der gut verdichteten Kiessohle des Grabens eingebaut. Die genaue Ausbildung des projektierten Gefälles zwischen 2,7 ‰ und 2,9 ‰ wurde mittels eines automatischen Kanalbaulasers überwacht. Dank der flexiblen und schnell montierbaren Steckmuffen-Verbindung HYDROTIGHT der vonRoll ECOPUR-Vollschutzrohre konnten die Montagearbeiten im Straßenbereich sehr rationell durchgeführt werden.

Seitliche Zulaufleitungen von bestehenden Gebäuden und Straßeneinlaufschächten wurden mittels 90°-Anbohrsatelstücken an die duktilen Gussrohre und Übergangsmanschetten auf die Kunststoffrohre angeschlossen (**Bild 2**). Die integrale PUR-Beschichtung der vonRoll ECOPUR-Rohre erlaubt eine sehr präzise und qualitativ hochwertige Anbohrung. Das Polyurethan weist eine ideale Schichtdicke sowie eine sehr hohe Haftfestigkeit auf dem Gussrohr auf; es braucht nicht abgeschält zu werden. Dies ist auch bei der Verarbeitung von Schnittrohren ein enormer Vorteil. Die Schnittkanten müssen nur noch mit einem 2-Komponenten-Epoxidharz nachbehandelt werden (**Bilder 3 und 4**).

Für die Rohrbettung und die Rohrumhüllung kam sauber abgestufter, gut verdichtbarer Kies zum Einsatz. Sämtliche Kontrollschächte wurden wegen der geringen Schachttiefen in konventioneller Bauweise erstellt (**Bild 5**). Für die Einführung der duktilen Gussrohre in die Schächte wurden Schachtfutter aus duktilem Gusseisen eingesetzt.



Bild 3:
 Kernbohrung in ein vonRoll ECOPUR-Rohr – die Schnittkante wird mit einem 2-Komponenten-Epoxidharz nachbehandelt



Bild 4:
 Montierter Anbohrsatel nach der Behandlung der Schnittkante mit Epoxidharz und montierte Übergangsmanschette auf ein Kunststoffrohr



Bild 5:
 Ortbetonschacht mit Durchlaufrinne und Schachtbankett



Bild 6:
Kontrolle des Gefälles der eingebauten
vonRoll ECOPUR-Rohre

Wieder einmal überzeugte die Montagefreundlichkeit duktiler Gussrohre alle Beteiligte. Der Planer wie auch der Bauunternehmer waren davon beeindruckt, wie einfach, zeitsparend und dadurch kostengünstig die Montagearbeiten der vonRoll ECOPUR-Rohre mit der HYDROTIGHT-Steckmuffen-Verbindung durchzuführen waren (**Bild 6**).

Literatur

- [1] SIA 190; SN 533190: 2000-07
Kanalisationen;
Leitungen, Normal- und Sonderbauwerke
2000-07-01
- [2] EN 598
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus
duktilen Gusseisen und ihre
Verbindungen für die Abwasser-
Entsorgung –
Anforderungen und Prüfverfahren
[Ductile iron pipes, fittings, accessories and
their joints for sewerage applications –
Requirements and test methods]
2007+A1:2009
- [3] EN 15655
Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus
duktilen Gusseisen –
Polyurethan-Auskleidung von Rohren und
Formstücken –
Anforderungen und Prüfverfahren
[Ductile iron pipes, fittings and accessories –
Internal polyurethane lining for pipes and
fittings –
Requirements and test methods]
2009

- [4] DIN 19523
Anforderungen und Prüfverfahren zur
Ermittlung der Hochdruckstrahlbeständig-
keit und -spülfestigkeit von Rohrleitungs-
teilen für Abwasserleitungen und -kanäle
[Requirements and test methods for
determination of the jetting resistance of
components of drains and sewers]
2008-08
- [5] EN 15189
Rohre, Formstücke und Zubehör aus
duktilen Gusseisen –
Polyurethanumhüllung von Rohren –
Anforderungen und Prüfverfahren
[Ductile iron pipes, fittings and accessories –
External polyurethane coating for pipes –
Requirements and test methods]
2006

Autor

Roger Saner
vonRoll hydro (suisse) ag
von roll-strasse 24
4702 Oensingen/Schweiz
Telefon: +41 (0)62/3 88 12-37
E-Mail: roger.saner@vonroll-hydro.ch

Bauherr

Einwohnergemeinde Seon
Max Urech
Betriebsleiter Technische Betriebe
Mühleweg 3
5703 Seon/Schweiz
Telefon: +41 (0)62/7 69 60-00
E-Mail: info@tbseon.ch

Bauingenieur/Planer

Fent AG
Thomas Lanker
Jägersteg 2
5703 Seon/Schweiz
Telefon: +41 (0)62/7 69 66-66
E-Mail: ingenieur@fent.ch

Bauunternehmung/Rohreinbau

Walo Bertschinger AG
Beat Bohren
Hardstrasse 6
5600 Lenzburg/Schweiz
Telefon: +41 (0)62/8 86 00-50
E-Mail: walo.lenzburg@walo.ch

Erneuerung des Verbandskanals DN 800 und DN 1000 des Abwasserzweckverbandes Schwarzbachtal zwischen Bernau und der Kläranlage

Von Werner Martin und Wolfgang Rink

1 Einleitung

Der Abwasserzweckverband Schwarzbachtal entsorgt die Abwässer von 11 Städten und Gemeinden bzw. deren Stadt- oder Ortsteilen mit insgesamt etwa 23.000 Einwohnern im Gebiet zwischen Neunkirchen im Norden und dem Bad Rappenauer Stadtteil Obergimpfern im Süden. Im Zuge der Eigenkontrolle wurden zwischen dem Anschlusspunkt Bernau und der Kläranlage an einem Teilstück des Verbandskanals extreme Schäden (Schadensklassen 0 und 1) festgestellt. Eingebaut sind dort AZ-Rohre (Asbestzement-Rohre), deren Rohrwand vor allem im Sohlbereich durch mechanischen Verschleiß stark beschädigt und wellenförmig fast durchgeschliffen ist. Das AZ-Teilstück DN 800 liegt zwischen dem Anschlusspunkt Bernau und dem Zufluss aus Neckarbischofsheim in der Trinkwasser-Schutzzone III A des Trinkwasserbrunnens Bernau (Zweckverband Wasserversorgungsgruppe Mühlbach). Die Trasse verläuft hier unmittelbar parallel zur Trinkwasser-Schutzzone II. Hinter dem Anschluss des Verbandskanals aus Neckarbischofsheim liegt der Kanal mit der Nennweite DN 1000 AZ im Bereich der Krebsbachkreuzung, kurz vor der Kläranlage, teilweise innerhalb der Trinkwasser-Schutzzone II.

2 Planung

Den Auftrag zur Planung der erforderlichen Sanierungsmaßnahmen bekam das Ing.-Büro für Bauwesen und Umweltschutz Werner Martin in Reichartshausen. Dabei waren folgende Überlegungen von Bedeutung: Bei einer Erneuerung des Kanals in der alten Trasse bzw. bei einer Innensanierung mittels Kurzrohrlinern wäre ein erheblicher Aufwand für eine Wasserhaltung des Abwasserabflusses erforderlich.

Die Baustelle liegt unmittelbar vor der Kläranlage. Der Kanal muss hier die Abwassermengen einschließlich der Regenwetterabflüsse aus dem gesamten Verbandsgebiet transportieren. Diese müssten über einen längeren Zeitraum umgepumpt werden. Bei einem Versagen dieser Wasserhaltung wäre das Grundwasser in der nahe liegenden Trinkwasser-Schutzzone II stark gefährdet. Letztlich führten diese Sachzwänge zu der Entscheidung, den Kanal in neuer Trasse zu ersetzen. Die neue Trasse verkürzt zudem den Kanal im Bereich Bernau (**Bild 1**).

Auf der Strecke selbst konnten die Abstände für die Fertigteilschächte (**Bild 2**) vergrößert werden. Der neue Kanal lässt sich unter laufendem Betrieb des alten Kanals bauen, ohne ihn zu tangieren. Für die Anschlusspunkte am bestehenden Kanal werden Stahlbetonbauwerke (**Bild 3**) angeordnet. Nach Fertigstellung des kompletten neuen Kanals werden in diesen Bauwerken die alten Kanäle aufgebrochen und das Abwasser in den neuen Kanal geleitet. An allen Schachtbauwerken werden die duktilen Kanalrohre mit Schachtanschlussstücken aus duktilem Gusseisen angeschlossen. Diese sind mit dem Profil der TYTON® - Steckmuffe ausgestattet und stellen einen dichten und gelenkigen Anschluss der Kanalrohre an die Bauwerke sicher. Mit dieser Vorgehensweise bleibt die erforderliche Abwasserhaltung auf den kurzen Zeitraum des Umschlusses beschränkt.

Die neuen Kanäle werden mit dem gleichen Gefälle und den gleichen Sohl-tiefen wie bei den bestehenden Kanälen eingebaut. Die Anschlusspunkte Bernau und der Schacht vor dem Hebewerk der Kläranlage geben die Kanal-sohlenhöhen vor (**Bild 4**). Am Anschlusspunkt Bernau wird das Abwasser aus dem Pumpwerk Bernau eingeleitet. Wegen der neuen Kanaltrasse

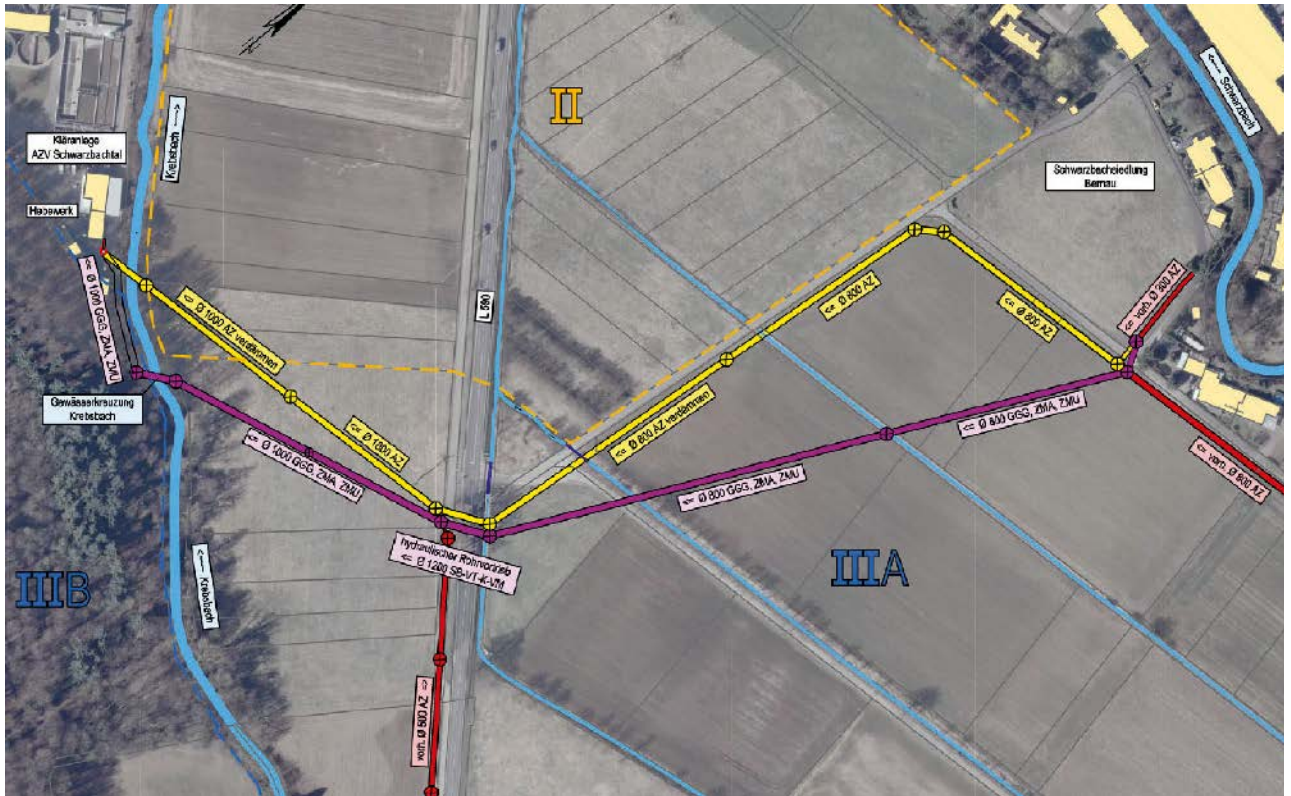


Bild 1:
Übersichtslageplan



Bild 2:
Fertigteilschacht



Bild 3:
Stahlbetonbauwerk

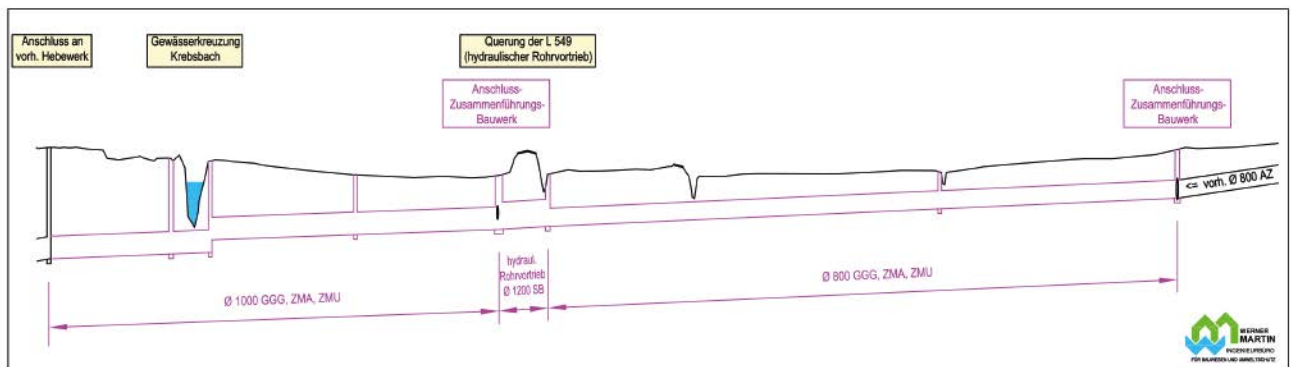


Bild 4:
Längsschnitt

muss der Zuleitungskanal DN 300 auf einem Teilstück von ungefähr 8 m neu angepasst werden. Die Gesamtlänge der neuen Kanaltrasse beträgt 505 m. Davon können 410 m mit geböschter und 95 m mit verbauter Grabenwand eingebaut werden (**Bilder 5 und 6**).

Wegen des ambitionierten Anforderungsprofils der Maßnahme haben Auftraggeber und Planer festgelegt, dass Kanalrohre aus duktilem Gusseisen nach EN 598 [1] mit TYTON® - Steckmuffen-Verbindung ausgeschrieben werden. Außen sind die Rohre mit einem Zink-Überzug und kunststoffmodifizierter Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach EN 15542 [2] geschützt. Sie sind mit Zementmörtel auf Basis Tonerdezement (TZ) ausgekleidet. Die Rohre besitzen große Sicherheitsreserven gegenüber äußeren und inneren Belastungen. Ihre Baulänge von 6 m begrenzt die Anzahl der Steckmuffen-Verbindungen. Die TYTON®-Steckmuffen-Verbindung ist abwinkelbar, kann Längenänderungen aufnehmen, ist dicht bei hohen Innendrücken sowie bei Unterdruck und ist wurzelfest. Sie wirkt als Gelenk (**Bild 7**). Die ZM-U ist beständig gegenüber stark aggressiven Böden und mechanisch hoch belastbar. Im Bettungsmaterial sind Steineinschlüsse bis 100 mm Korngröße zulässig. Die Auskleidung auf Basis TZ ist hoch abriebfest und beständig gegenüber stark aggressiven Abwässern.

3 Bauausführung

Im gesamten Bereich der gewählten Trasse steht bindiger, nicht sehr standfester Boden (Ton, Schwemmlöß) an. Zur Verstärkung des Rohrlagers wurde deswegen in der Grabensohle eine 25 cm dicke, in Geotextil eingepackte Schicht Grobschotter 0/90 mm eingebaut. Für das eigentliche Rohrlager wurde ein Mineralgemisch 0/45 mm verwendet (**Bild 8**). Trotz des teilweise hohen Grundwasserstandes konnten die Kanalrohre überwiegend mit einer offenen Wasserhaltung eingebaut werden. Bis zu einer Rohrgrabentiefe von 3 m konnte der Rohrgraben mit einer Neigung von circa 45° geböschert werden. Für die Kreuzung der Landstraße L 549, unmittelbar vor dem Anschlusspunkt Neckarbischofsheim, wurden 22 m Stahlbetonrohre DN 1200 mit einem hydraulischen Rohrvortrieb eingebaut. Im Verlauf der Kanaltrasse musste der Krebsbach, etwa 45 m oberhalb der bestehenden Kreuzung des vorhandenen AZ-Kanals, mit neuen Kanalrohren DN 1000 gekreuzt werden. Da sich das Gewässer in diesen Bereich tief eingegraben hatte, musste im Kreuzungsbereich das Sohlprofil angehoben werden

(**Bild 9**). Teilweise war wegen der beengten Platzverhältnisse nur ein Arbeiten Vor-Kopf möglich. Die 6 m langen Rohre eignen sich dafür bestens (Auf-/Zu-Methode) (**Bild 10**). Der gewählte Rohraußenschutz ZM-U ermöglicht es, dass das bindige Aushubmaterial für die direkte Rohrumhüllung wieder eingebaut werden konnte (**Bild 10**), wodurch eine mineralische Kapselung als zusätzlicher Grundwasserschutz entstand. Mit dem Wiedereinbau des bindigen Aushubes konnten die Kosten für Abfuhr und Deponierung von verdrängtem Aushub stark reduziert werden.

Eingebaut wurden 279 m Kanalrohre DN 800 und 204 m DN 1000. Die an den Anschlusspunkten erstellten Stahlbetonbauwerke wurden über bzw. auf den vorhandenen Kanälen betoniert. Nach der endgültigen Fertigstellung des neuen Kanals wurden die alten Kanäle in diesen Bauwerken aufgebrochen und das Abwasser in die neuen Kanäle geleitet (**Bild 11**). Dafür war eine Abwasserhaltung in den Verbandskanälen erforderlich, für die nur Druckrohre mit festen Rohrkuppelungen zugelassen waren (**Bild 12**). Weiterhin war für die Auslegung der Anlagen eine hydraulische Berechnung vorzulegen. Oberstes Ziel war, dass während dieser Arbeiten kein Schmutzwasser in den Untergrund gelangt (Wasserschutzgebiet). Die Arbeiten durften nur bei stabiler trockener Witterung in Abstimmung mit dem Kläranlagenpersonal ausgeführt werden. Die Anlagen waren ständig, auch bei Nacht, zu überwachen. Alle zum Umpumpen des Abwassers erforderlichen Anlagenteile (Pumpen, Stromerzeuger, etc.) mussten in doppelter Ausführung vorgehalten werden. Beim Ausfall eines Aggregats musste sichergestellt sein, dass sofort ein Ersatzgerät eingebaut werden konnte. Nach Abschluss der Arbeiten wurden die alten Kanäle verdämmt und die Schächte abgebrochen.

4 Abschließende Bemerkung

Dank der guten und reibungslosen Zusammenarbeit von Auftraggeber, Planer und Bauleitung, Baufirma, Kläranlagenpersonal und Rohrlieferant konnte ein anspruchsvolles Bauwerk in der Trinkwasser-Schutzzone nach der bestandenen Druckprüfung gemäß EN 1610 [3] in der vorgesehenen Bauzeit von September 2012 bis Juli 2013 fertiggestellt und in Betrieb genommen werden.



Bild 5:
Sicherung des Grabens mit Hilfe von Graben-
verbaugeräten



Bild 8:
Rohraufleger mit Mineralgemisch 0/45 mm



Bild 6:
Rohreinbau im verbauten Rohrgraben



Bild 9:
Krebsbachkreuzung mit angehobenem Sohlprofil

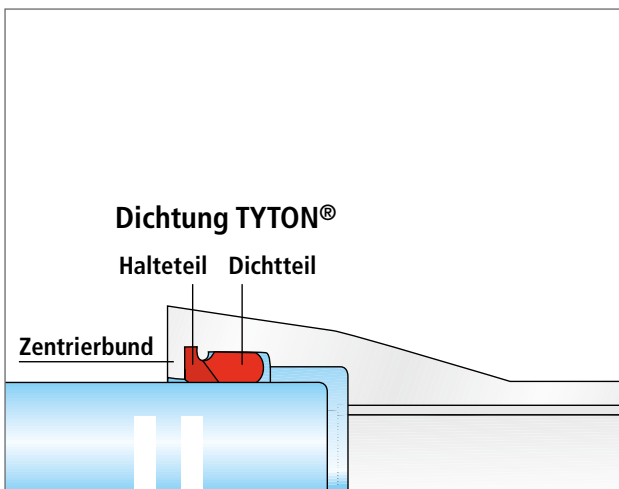


Bild 7:
TYTON® - Steckmuffen-Verbindung



Bild 10:
Mit Aushubmaterial verfüllter Rohrgraben



Bild 11:
Bereits angeschlossenes Schachtbauwerk



Bild 12:
Abwasserhaltung beim Umschluss zum neuen Kanal

Literatur

- [1] EN 598
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für die Abwasserentsorgung – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for sewerage applications – Requirements and test methods] 2007+A1:2009
- [2] EN 15542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings and accessories – External cement mortar coating for pipes – Requirements and test methods] 2008

- [3] EN 1610
Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen [Construction and testing of drains and sewers] 1997

Autoren

Dipl.-Ing. Werner Martin,
Ingenieurbüro für Bauwesen und Umweltschutz
Roter Weg 22
74934 Reichartshausen/Deutschland
Telefon: +49 (0)62 62/92 52-0
E-Mail: info@martin-ib.de

Wolfgang Rink
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar/Deutschland
Telefon: +49 (0)27 76/10 55
E-Mail: w.rink@duktus.com

Auftraggeber

Abwasserzweckverband Schwarzbachtal
Christian May
Alexandergasse 2
74924 Neckarbischofsheim/Deutschland
Telefon: +49 (0)72 63/96 22-0

Planung und Bauleitung

Ingenieurbüro für Bauwesen und Umweltschutz
Werner Martin
Dipl.-Ing. Werner Martin
Roter Weg 22
74934 Reichartshausen/Deutschland
Telefon: +49 (0)62 62/92 52-0
E-Mail: info@martin-ib.de

Bauunternehmung

Reinhard Feickert GmbH
Thorsten Hill
Am Felsenkeller 71 c
99310 Witzleben/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 62 00/6 34-0

Neubau der Trinkwasserversorgungsleitung zwischen Pödelwitz und Neukieritzsch

Von Matthias Renger, Stefan Präger, Renaldo Moritz und Uwe Hoffmann

1 Einleitung

Für alle Angelegenheiten, die in der sächsischen Region Borna (Landkreis Leipzig) mit Trinkwasser und Abwasser zusammenhängen, ist der Zweckverband Wasser/Abwasser Bornaer Land zuständig. Trinkwasserseitig für den ehemaligen Landkreis Borna und abwasserseitig nur für die Stadt Borna mit dem OT Thräna, jedoch ohne die Ortsteile (OT) Wyhra, Zedtlitz, Eula, Haubitz, Gestewitz und Kesselshain (nördlich der B 176).

Zur Bewältigung dieser Aufgaben betreibt der Zweckverband mehr als 750 km Trinkwasserleitungen. Damit werden alle Industrie- und Gewerbestandorte und über 62.000 Einwohner dieser Region mit mehr als 14.000 Kundenanschlüssen versorgt. Das Trinkwasser wird in zwei hochmodernen Anlagen am Standort Borna gewonnen und bereitgestellt, fehlende Mengen liefert die Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH zu. Das Trinkwasser erfüllt jederzeit die Bestimmungen der Trinkwasserverordnung und wird höchsten Anforderungen gerecht.

2 Veranlassung

Mit der Entwicklung des Braunkohlereviere im Südraum Leipzig soll ein neues Abbaufeld entstehen. Die Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG) als Vorhabensträger unterbrach deswegen die zwischen den Ortsteilen Pödelwitz und Neukieritzsch verlaufende Bundesstraße B 176. Mit dem Rückbau der Bundesstraße B 176 wurde unter anderem die in das westliche Versorgungsgebiet führende Trinkwasserhauptversorgungsleitung des Zweckverbandes Wasser/Abwasser Bornaer Land zwischen Neukieritzsch und Pödelwitz unterbrochen.

Als Ersatz wurde eine neue Straßenverbindung in der Kategorie einer Bundesstraße geschaffen, welche die beiden Orte seit dem Oktober 2013 verkehrstechnisch wieder erschließt. Mit dem Entstehen der neuen Bundesstraße B 176 n konnte der Neubau einer Trinkwasserhauptversorgungsleitung in diese komplexe Maßnahme eingebunden werden. Über eine Planfeststellung bestand das Baurecht zum Neubau der Bundesstraße B 176 und im Rahmen dieser Feststellung wurde der Leitungsbau der Trinkwasserversorgung ermöglicht.

3 Planung

Die Planungen zum Neubau der Trinkwasserleitung zwischen Neukieritzsch und Pödelwitz wurden im Auftrag des Zweckverbandes Wasser/Abwasser Bornaer Land durch das Ingenieurbüro UKAM GmbH, Borna, im Zeitraum Januar 2011 bis Januar 2012 erarbeitet. Das Vorhaben war mit seinen Planungsstufen Entwurf und Ausführung in dem Planfeststellungsverfahren „Ersatz der Bundesstraße B 176 Pödelwitz – Neukieritzsch“ integriert.

Unter Beachtung tagebaugeologischer Randbedingungen musste die Planung den Rohrwerkstoff und die Bauverfahrenstechnik festlegen und dabei die noch zu erwartenden Erscheinungen von Resteigensetzungen im Baugrund aus der Tief- und Hochschüttung von Kippenböden berücksichtigen.

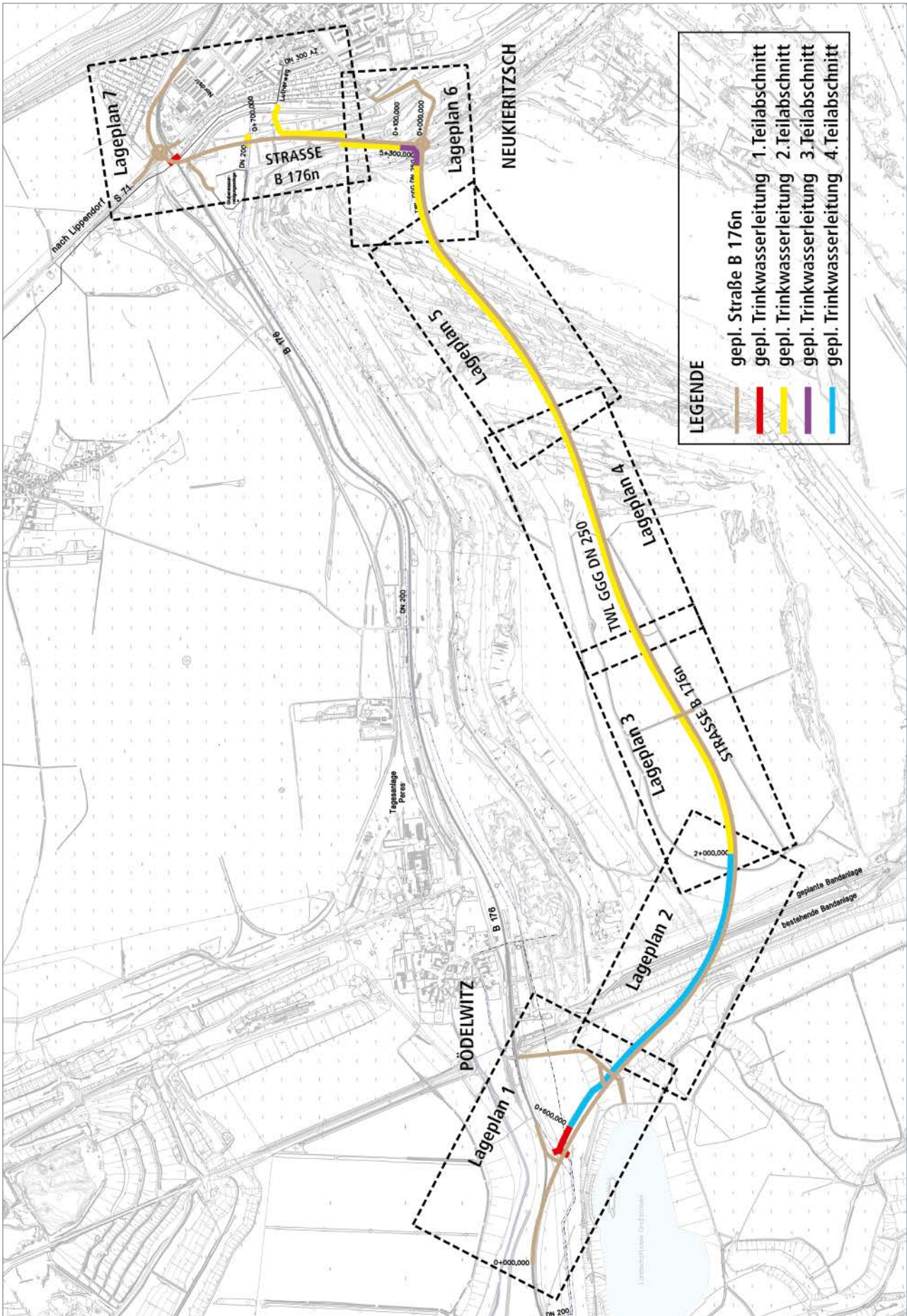


Bild 1: Lageplan mit den einzelnen Rohrleitungsbauelementen zwischen Pödelwitz und Neukieritzsch

Für das ausgewiesene Setzungsgebiet wurden mit der Planung der Trinkwasserleitung zusätzlich spezielle Einbauanforderungen gestellt. Das Rohrsystem muss die zusätzlichen Belastungen, welche auf eine Rohrleitung im Falle von unvorhergesehenen Bodenbewegungen einwirken, über die gesamte technische Nutzungsdauer unbeschadet aufnehmen können.

4 Wahl des Rohrmaterials

Im Trassenbereich der Trinkwasserleitung (**Bild 1**) könnte es laut vorliegendem Baugrundgutachten zu Setzungen des Baugrundes kommen, die im ungünstigen Fall bis zu 30 cm betragen. Als Rohrmaterial kamen duktile Gussrohre (GGG) nach EN 545 [1] mit längskraftschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung als Schub- und Zugsicherung der Nennweite DN 250 zum Einsatz (**Bild 2**). Als äußerer Korrosionsschutz für das Rohrmaterial wurde ein Zink-Aluminium-Überzug (Duktus Zink-Plus) mit 400 g/m² und mit blauer Epoxidharz-Deckbeschichtung gewählt.

Horizontalbewegungen, die in einem Winkel zur Leitungsachse wirken, werden durch die bis 4° abwinkelbare Muffen-Verbindung aufgenommen. Die angesprochene Abwinkelbarkeit bedeutet, bezogen auf eine Rohrlänge von 6 m und 1° Abwinkelung, eine Abweichung von 10 cm von der Achse des zuvor eingebauten Rohres oder Formstückes. Somit steht für die Nennweite DN 250 mit 4° eine mögliche Abweichung von 40 cm zur Verfügung. Setzungen bis zu 30 cm, wie im Baugrundgutachten ausgewiesen, können daher mit dieser Muffen-Verbindung problemlos aufgenommen werden.



Bild 2:
Längskraftschlüssige BLS® - Steckmuffen-Verbindung mit eingelegten Riegeln und Sicherung



Bild 3:
Formschlüssige duktile Gussrohrleitung DN 250 – Betonwiderlager am Bogenformstück nicht erforderlich

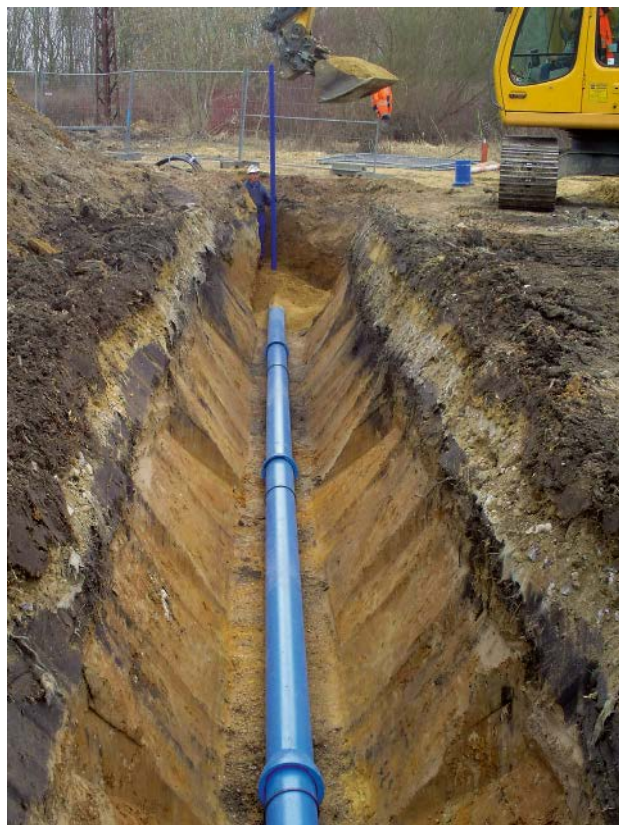


Bild 4:
Einbau der duktilen Gussrohre DN 250 im geböschten Graben

Tabelle 1:

Zulässige Korngrößen des Umhüllungsmaterials nach [3]

Rohrmaterial	Umhüllung	Korngröße rundes Material	Korngröße gebrochenes Material
duktile Gussrohre	Zink/Bitumen Zink/Epoxi Zink-Alu/Epoxi	0–32 mm Einzelkörner bis max. 63 mm	0–16 mm Einzelkörner bis max. 32 mm
duktile Gussrohre	ZM-U	0–63 mm Einzelkörner bis max. 100 mm	0–63 mm Einzelkörner bis max. 63 mm

Es sind also noch zusätzliche Sicherheitsreserven für eventuell größere Setzungen vorhanden. Ein Auseinanderziehen der Rohrverbindungen infolge von Erdsenkungen und damit verbundenen Längenänderungen wird durch das formschlüssige Verbindungssystem dauerhaft vermieden. Bei Steckmuffen-Verbindungen zeigt sich ein weiterer Vorteil: Neben der möglichen Abwinkelbarkeit sind noch axiale Verschiebungen in der BLS® - Steckmuffen-Verbindung infolge von Zerrungen und Pressungen möglich, bis das Schubsicherungssystem verriegelt ist. Damit ist das Auseinanderziehen der Rohrverbindung blockiert. So sind alle Voraussetzungen erfüllt, dass die Leitung auch unter Bergsenkungen dicht bleibt. Je nach Einbaustellung ist eine axiale Verschiebung von circa 10 mm pro Verbindung möglich, bis der Kraftfluss von der Schubsicherungskammer über die Verriegelungselemente zur Schweißbraupe auf dem Spitzende durchgängig geschlossen ist und damit die Axialbewegung in den einzelnen Muffen begrenzt wird. Die formschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen machen Betonwiderlager an Richtungsänderungen überflüssig (**Bild 3**).

5 Baudurchführung

Im II. Quartal 2012 wurde mit dem Bau der etwa 6 km langen Trinkwasserleitung begonnen. Unter der Bauabfolge des Straßenbaus sowie der noch notwendigen Dammliegezeiten des Kippenkörpers liefen die Arbeiten abschnittsweise bis zum III. Quartal 2013. Zur Sicherung des Rohrgrabens kam ein kombiniertes System aus geböschtem und verbautem Graben zum Einsatz (**Bild 4**). Parallel zur Trinkwasserleitung wurde über die gesamte Strecke ein LWL (Lichtwellenleiter)-Steuerkabel im Schutzrohr mit eingebaut. Die Rohre wurden ent-

sprechend den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes W 400-2 [2] in Umhüllungsmaterial gebettet. Die für duktile Gussrohre zulässigen Korngrößen sind der **Tabelle 1** [3] zu entnehmen.

6 Zusammenfassung

Trotz der schwierigen Bedingungen beim Bau auf dem Kippengelände wurde das Projekt termin- und qualitätsgerecht abgeschlossen. Dies war nur durch eine zielorientierte Zusammenarbeit von Auftraggeber, Betreiber, Planer, Bauüberwacher und Bauunternehmen möglich. Mit dem erfolgreich abgeschlossenen Leitungsbau ist eine stabile Trinkwasserversorgung des westlichen Versorgungsgebietes des Zweckverbands Wasser/Abwasser Bornaer Land langfristig gesichert.

Literatur

- [1] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods] 2010
- [2] DVGW-Arbeitsblatt W 400-2
Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) – Teil 2: Bau und Prüfung 2004-09
- [3] Katalog „Duktile Gussrohrsysteme für Trinkwasser“
Herausgeber: Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH, Wetzlar 2013-08

Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Renger
Zweckverband Wasser/Abwasser
Bornaer Land
Zentralgebäude Nr. 1
04552 Borna OT Thräna/Deutschland
Telefon: +49 (0)34 33/50-5 04
E-Mail: zbl@zbl-borna.de

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Präger
Ingenieurbüro UKAM GmbH
Bahnhofstraße 451
04552 Borna/Deutschland
Telefon: +49 (0)34 33/20 95-0
E-Mail: ukam.ib@t-online.de

Dipl.-Ing. Renaldo Moritz
Umwelttechnik & Wasserbau GmbH
Gerhard-Ellrodt-Straße 24
04249 Leipzig/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 41/4 82 15-71
E-Mail: leipzig@umwelttechnik-wasserbau.com

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Hoffmann
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH
Dessauer Straße 225
06886 Lutherstadt Wittenberg/Deutschland
Telefon: +49 (0)34 91/61 36 10
E-Mail: uwe.hoffmann@duktus.com

Bauherr

MIBRAG
Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH
Glück-Auf-Straße 1
06711 Zeitz/Deutschland
Telefon: +49 (0)34 41/6 84-0
E-Mail: info@mibrag.de

Planungsbüro

Ingenieurbüro UKAM GmbH
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Präger
Bahnhofstraße 451
04552 Borna/Deutschland
Telefon: +49 (0)34 33/20 95-0
E-Mail: ukam.ib@t-online.de

Bauunternehmen

Arbeitsgemeinschaft
Umwelttechnik & Wasserbau GmbH
Dipl.-Ing. Renaldo Moritz
Gerhard-Ellrodt-Straße 24
04249 Leipzig/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 41/4 82 15-71
E-Mail: leipzig@umwelttechnik-wasserbau.com

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

Neubau der Trinkwasser-Verbindungsleitung vom Pumpwerk Ramstein zum Hochbehälter Dackenheim

Von Markus Steier

1 Einleitung

Der Zweckverband Wasserwerk Trier-Land beliefert die Ortsgemeinden der Verbandsgemeinde Trier-Land sowie weitere benachbarte Gemeinden mit Trinkwasser. Rund 80% aller Abnehmer werden über die im Jahre 1974 erbaute Verbindungsleitung vom Pumpwerk Ramstein bei Kordel zum Hochbehälter Dackenheim bei Butzweiler versorgt. Da diese Trinkwasserleitung nach fast 40-jährigem Betrieb auf ihren Zustand untersucht werden musste und währenddessen keine alternative Versorgungsmöglichkeit bestand, entschied sich das Wasserwerk, eine neue Leitung zu bauen.

Von den Brunnen im Wassergewinnungsgebiet Kylltal werden über das Pumpwerk Ramstein und die anschließende Druckleitung zum Hochbehälter Dackenheim 18.000 Einwohner zwischen den Flüssen Sauer und Kyll ausschließlich über die Verbindungsleitung Ramstein-Dackenheim versorgt. Vom Zentralhochbehälter Dackenheim verzweigt sich das Verteilungsnetz in mehrere Äste bis zur deutsch-luxemburgischen Grenze.

2 Planung

Zur Wasserförderung von der Kyll nach Dackenheim ist eine Höhe von 270 m auf einer Distanz von 2,5 km zu überwinden. Die Fördermenge beträgt 360 m³/h bzw. max. 4.000 m³/d. Die vorhandene Leitung aus duktilem Gusseisen hat einen Innendurchmesser von 300 mm.

Für eine gründliche Zustandserfassung hätte sie für einen längeren Zeitraum außer Betrieb genommen werden müssen. Dies ist jedoch nicht möglich, weil die Leitung die Lebensader der Trinkwasserversorgung Trier-Land ist. Der

Neubau einer zusätzlichen Verbindungsleitung war daher zwingend erforderlich, damit Untersuchungen an der alten Leitung ermöglicht und bei Schäden oder Engpässen die Versorgung gesichert werden kann.

Die vorhandene Gussleitung war mit nicht längskraftschlüssigen TYTON® - Steckmuffen-Verbindungen gebaut worden. Vor allem im unteren Bereich treten enorme Drücke auf. Deshalb war der Einbau der neuen Leitung in der vorhandenen Trasse ausgeschlossen, um Schäden zu vermeiden, Gefahren bei den Bauarbeiten zu minimieren und die Versorgung sicherzustellen.

Neben der Forderung, den Betrieb der alten Leitung auch während der Bauarbeiten aufrechtzuerhalten, waren im Vorfeld weitere Randbedingungen abzuklären.

Vor allem naturschutzrechtliche Randbedingungen mussten untersucht werden. So führt die Trasse im unteren Bereich durch das FFH (Fauna-Flora-Habitatrichtlinie)-Gebiet „Untere Kyll und Täler bei Kordel“, durch das Landschaftsschutzgebiet „Meulenwald und Stadtwald Trier“ und quert einen Quellbach, der als Biotop nach Bundesnaturschutzgesetz ausgewiesen ist. Darüber hinaus verläuft die Trasse auf gesamter Länge im Trinkwasser-Schutzgebiet „Zweckverband Wasserwerk Kylltal“, im unteren Bereich in der Schutzzone II, im oberen Bereich in der Schutzzone III A.

Die obere Hälfte der Trasse liegt auf einer Hochfläche, auf der sich Reste einer „Römischen Langmauer“ befinden. Diese muss an einer Stelle gequert werden. Hier waren Abstimmungen mit dem Rheinischen Landesmuseum erforderlich.

Weitere Abstimmungen waren zur Trassenführung über den Premiumwanderweg „Römerpfad“ sowie mit der Forstverwaltung zu führen.

Im Rahmen der Vorplanung wurde zunächst das Gelände hinsichtlich möglicher Alternativtrassen mit den Maßgaben untersucht, die vorhandene Leitung so wenig wie möglich zu tangieren und weitestgehend die Zuwegung über vorhandene Wege zu erschließen (**Bild 1**).

Danach wurde die geplante Leitungstrasse vor Ort abgesteckt und vermessen. Damit konnten die Trasse weiter ausgearbeitet und hydraulische Berechnungen angestellt werden. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass die geplante Leitung nahezu die gleiche Länge wie die Vorhandene aufweist. So wurden keine aufwändigen Änderungen an den Pumpen erforderlich.

Die Trasse der neuen Verbindungsleitung verläuft überwiegend in Forst- und Wirtschaftswegen. Zwei Teilstücke von 240 m und 150 m Länge führen durch einen Steilhang mit Steigungen bis zu 60%. Wegen der topografischen Gegebenheiten konnte die vorhandene Leitung nicht vollständig umgangen werden; es ergaben sich vier Leitungskreuzungen und ein 350 m langer paralleler Leitungseinbau.

Neben den Belangen des Natur- und Denkmalschutzes führen auch die geologischen und topografischen Randbedingungen zu zusätzlichen Schwierigkeiten. „Neben der geplanten Leitungstrasse sind im Gelände vermehrt steil abfallende Sandsteinwände und Felssporne zu erkennen“ [1]. Der Projektstandort befindet sich „im Verbreitungsgebiet des Oberen und Mittleren Buntsandsteins, die von glimmerreichen, rotbraunen und violettstichigen Mittel- bis Feinsandsteinen und braunroten Grob- bis Feinsandsteinen gebildet werden“ [1].

„Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden sieben Kleinrammbohrungen durchgeführt, die jeweils durch eine Sondierung mit der schweren Rammsonde ergänzt wurden“ [1]. Dabei wurde der Übergang zum Sandsteinfels teilweise nur in sehr geringer Tiefe unter der Geländeoberfläche festgestellt.

„Wie die vorhandenen Felssporne zeigen, wechselt der Flurabstand des Felshorizontes im Untersuchungsgebiet engräumig“ [1]. Es war zu erwarten, „dass die Festigkeit des Sandsteins mit der Tiefe schnell zunimmt und der zu lösende Fels überwiegend der Bodenklasse 7 zuzuordnen sein wird“ [1].

Nach Erhalt sämtlicher Genehmigungen konnten im Winter 2010/2011 die ersten Rodungsarbeiten an der geplanten Leitungstrasse zur Vorbereitung der eigentlichen Baumaßnahme durchgeführt werden. Zeitgleich wurde die Baumaßnahme ausgeschrieben.

3 Bauausführung

Weil die Trasse zu einem großen Teil durch einen Steilhang mit unzugänglichem Waldgelände verläuft (**Bild 2**), wurden Rohre aus duktilem Guss-eisen DN 300 nach EN 545 [2] mit Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach EN 15542 [3] gewählt. Mit diesem robusten, mechanisch hoch belastbaren Außenschutz ist eine Bettung der Rohre in gebrochenen Materialien mit einem Größtkorn von 100 mm zulässig (**Bild 3**).

Mit der Wiederverwendung des Rohrgraben-aushubs zur Rohrbettung können bedeutende ökonomische und ökologische Vorteile erzielt werden, nämlich mit dem Verzicht auf den Antransport von Rohrbettungsmaterial und den Abtransport überschüssiger Bodenmassen in dem schwer zugänglichen und sehr sensiblen Gelände (**Bild 4**).

Mit dem günstigsten Angebot erhielt die Firma UVB, Universal-Bau GmbH aus Bitburg, den Zuschlag zur Ausführung. Zum Zuge kamen duktile Gussrohre DN 300 der Druckklasse C 50. Im unteren, steilen Leitungsbereich wurde die längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindung BLS[®], Wanddicke K 9, zulässiger Bauteilbetriebsdruck 40 bar, auf einer Länge von 1.500 m eingesetzt. Die restlichen 1.000 m im oberen Bereich wurden mit der reibschlüssigen BRS[®] - Steckmuffen-Verbindung mit einem zulässigen Bauteilbetriebsdruck von 25 bar ausgeführt. Diese beiden Rohrverbindungen haben den Vorteil, dass auf aufwändige Betonwiderlager im Bereich von Bögen weitestgehend verzichtet werden kann (**Bild 5**), womit ebenfalls umfangreiche Betontransporte entfallen.

Im Steilhang erfolgte der Einbau von oben nach unten, und zwar entgegen der gängigen Praxis mit der Muffe bergab. Damit ließen sich die BLS[®] - Steckmuffen-Verbindungen leichter verriegeln und besser „auf Zug“ halten (**Bilder 6 und 7**). In gewissen Abständen wurden zur Vermeidung einer Drainage-Wirkung im Rohrgraben und damit von Erdrutschen Lehmschürzen im Graben eingebaut. Ein Auswaschen und Wegspülen des neu angedeckten Oberbodens wurde mit Hangsicherungen aus Jute-Vlies, das

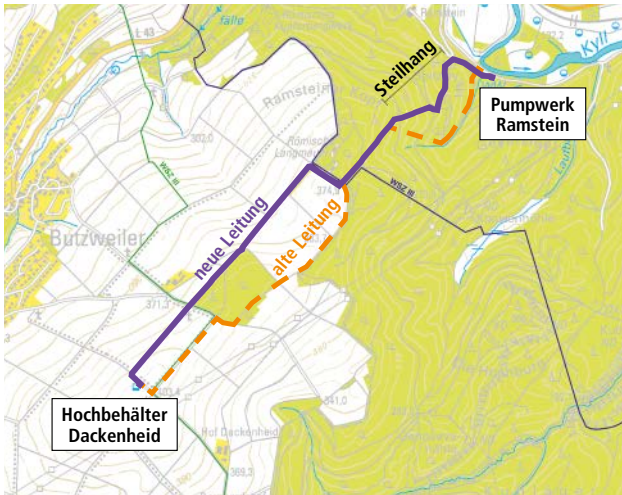


Bild 1:
Übersichtskarte



Bild 2:
Einbau der Rohre in schmaler Trasse im Wald

über Holzpflocke gespannt wurde, verhindert. Die schräg zur Falllinie angeordneten Hangsicherungen wurden im Abstand von etwa 10 m eingebaut und stabilisieren den Steilhang, bis sich die Vegetation wieder ausgebreitet hat (**Bild 8**). Die Arbeiten wurden mit einem Bagger des Fabrikats Komatsu PC228USLC mit einer Motorleistung von 116 kW und einem Gewicht von 23 t ausgeführt. Dieser Bagger ist für Steigungen bis 70 % geeignet.

Zum Fördern des Wassers von der Kyll nach Dackenheim wird eine Förderhöhe von 265 mWS (= 26,5 bar) im Pumpwerk Ramstein aufgebracht. Die Fördermenge beträgt maximal 360 m³/h bzw. 4000 m³/d. Die neue Leitung DN 300 ist 2.420 m lang.



Bild 3:
Einbau der duktilen Gussrohre DN 300 im flachen Bereich

Es folgten noch Umbauarbeiten im Pumpwerk, an zwei vorhandenen Schieberschächten auf der Leitungsstrecke sowie der Neubau eines weiteren Schieberschachtes in der neuen Leitung. Die neue Druckleitung beginnt unmittelbar am Druckstutzen der Pumpen unter dem in den 1930er Jahren erbauten Gebäude. Hierzu wurde die Bodenplatte aufgebrochen und zwei parallel eingebaute Rohre nach außen geführt. Das zweite Rohr dient einer neuen Anbindung der alten Steigleitung. In den vorhandenen Schieberschächten wurden die alten, nicht mehr funktionstüchtigen Schieber ersetzt.

Im Dezember 2011 konnte die neue Leitung nach erfolgreich abgeschlossener Druckprüfung in Betrieb genommen werden. Nach Fertigstellung und Inbetriebnahme der neuen Trinkwasserleitung erfolgte eine Zustandserfassung und -bewertung der alten Leitung im Hinblick



Bild 4:
Tiefbauarbeiten in felsigem Gelände am Steilhang im Wald



Bild 6:
Montage der Steckmuffen-Verbindung mit der Muffe entgegen der Fließrichtung



Bild 5:
Knickpunkt am Übergang der BLS®- Steckmuffen-Verbindung zur BRS®- Steckmuffen-Verbindung



Bild 7:
Duktile Gussrohre DN 300 – Einbau im Graben



Bild 8:
Die Hangsicherung der Trasse aus Jute-Vlies verhindert ein Wegspülen des Oberbodens.

auf eine eventuell erforderliche Sanierung. Hierzu wurden drei Rohrabschnitte der alten Leitung im Bereich des Pumpwerkes und an den beiden Schieberschächten entnommen. Durch das Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen wurden diese Rohrabschnitte auf Beschaffenheit, Werkstoffeigenschaften und Gefüge untersucht. Laut Prüfbericht erfüllen zwei Segmente alle Anforderungen der derzeit gültigen technischen Vorgaben an duktile Gussrohre. Am dritten Abschnitt wurden nur Unregelmäßigkeiten am Schutzüberzug festgestellt. Die mechanischen Werkstoffeigenschaften sind jedoch ohne Mängel.

Bis auf kleinere, feine Ablagerungen konnten bei einer TV-Untersuchung keine Schäden festgestellt werden. Deshalb wurde die alte Rohrleitung lediglich mittels Molch gereinigt und anschließend wieder in Betrieb genommen.

4 Abschließende Bemerkung

Die Rohreinbauarbeiten begannen Anfang Mai 2011. Ein unbezahlbarer Vorteil war die trockene Witterung in den Monaten Mai und Juni 2011, was die Arbeiten erheblich erleichterte. Nach nur zwei Monaten waren die 2.500 m duktile Gussrohre DN 300, auch dank des Arbeitens mit zwei Kolonnen der ausführenden Firma UVB, zwischen dem Pumpwerk Ramstein und dem Hochbehälter Dackenheim eingebaut.

Mit dem positiven Ergebnis der Zustandserfassung an der bestehenden Trinkwasserleitung in Verbindung mit dem vorherigen Neubau einer zweiten Leitung vom Pumpwerk Ramstein zum Hochbehälter Dackenheim wird die Versorgungssicherheit im Gebiet des Wasserwerks Trier-Land wesentlich erhöht und dauerhaft gefestigt.

Literatur

- [1] Geotechnische Stellungnahme, Geopartner GmbH, Trier, 2010-05
- [2] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods] 2010

- [3] EN 15542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings and accessories – External cement mortar coating for pipes – Requirements and test methods] 2008

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Markus Steier
BFH-INGENIEURE GmbH
Wilhelm-Leuschner-Straße 52
54292 Trier/Deutschland
Telefon: +49 (0)6 51/1 47 94-14
E-Mail: markus.steier@bfh-ingenieure.de

Bauherr

Zweckverband Wasserwerk Trier-Land
Jürgen Karst
Bischofstraße 7
54311 Trierweiler/Deutschland
Telefon: +49 (0)6 51/97 98-0
E-Mail: rathaus@trier-land.de

Planer

BFH – INGENIEURE GmbH
Dipl.-Ing. (FH) Markus Steier
Wilhelm-Leuschner-Str. 52
54292 Trier/Deutschland
Telefon: +49 (0)6 51/1 47 49-0
E-Mail: info@bfh-ingenieure.de

Bauunternehmen

UVB Universal-Bau GmbH
Siegfried Gieretz
Alte Röhler Str. 12
54634 Bitburg/Deutschland
Telefon: +49 (0)65 61/94 95-0
E-Mail: info@uvb-bitburg.com

Neubau der Hauptversorgungsleitung DN 500 vom HB Bromberg nach Holzgerlingen

Von Lothar Schütz und Alexander Bauer

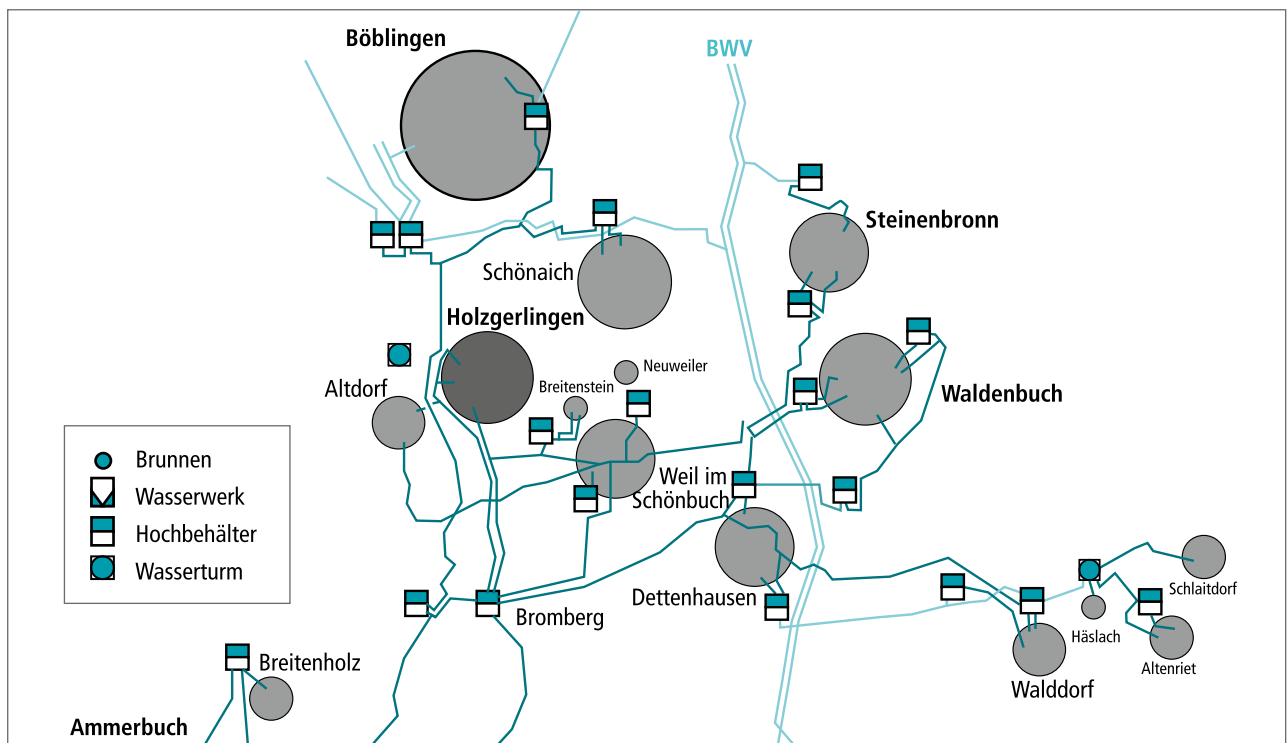


Bild 1:
Lage- und Höhenplan der neuen Hauptversorgungsleitung DN 500, PN 16

1 Planungsansatz

Der Zweckverband Ammertal-Schönbuchgruppe (ASG) versorgt rund 120.000 Menschen mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser. Damit dies auch in Zukunft so bleibt, hat der Verband zwei in die Jahre gekommene Rohrleitungen durch eine neue etwa 4,5 km lange Rohrleitung aus duktilem Gusseisen in der Nennweite DN 500 mit Zink-Plus-Beschichtung ersetzt.

Die alten Rohrleitungen aus Grauguss und Asbestzement waren in DN 300 ausgelegt. Die hydraulischen Berechnungen des mit der Baumaßnahme beauftragten Ingenieurbüros Miltenberger und Schmid GmbH aus Hechingen

ergaben, dass bei einer Länge von fast 4,5 km nur eine Rohrleitung der Nennweite DN 500 ausreicht, um auch in Zukunft noch genügend Reserven für eine eventuelle Verbrauchssteigerung von Trinkwasser in den Mitgliedsgemeinden zur Verfügung zu stellen.

Die neue Trinkwasserversorgungsleitung führt vom Hochbehälter (HB) Bromberg nach Holzgerlingen (**Bild 1**) im Landkreis Böblingen (Baden-Württemberg). Erhebliche Vorplanungen waren dem 1,5 Millionen Euro-Projekt vorausgegangen, nicht zuletzt um sicherzustellen, dass die Gemeinden, der Golfplatzbetreiber und die örtliche Forstverwaltung möglichst wenig beeinträchtigt würden.



Bild 2:
Auslegen der duktilen Gussrohre entlang der Trasse mit dem Schreitbagger

2 Bauausführung

Die Firmen Max Wild GmbH, Berkheim, und Norbert Schütz GmbH & Co. KG, Boos, wurden mit der Ausführung der Arbeiten für den Tief-, Straßen- und Rohrleitungsbau beauftragt (ARGE Wild-Schütz). Die Firma Max Wild GmbH ist für den Erd-, Tief- und Straßenbau zuständig und die Firma Norbert Schütz GmbH & Co. KG für den Rohrleitungsbau.

Anfang Februar 2012 wurde mit dem Einbau der Fallleitung, Höhenunterschied 54 m, begonnen (**Bild 2**). Die Rohre wurden im offenen Rohrgraben eingebaut.

Insgesamt wurden 19.000 m² Humus abgetragen. Allein für den Rohrgraben, in dem die duktile Gussrohrleitung in 1,8 m Tiefe frostsicher liegt, mussten 9.000 m³ Boden ausgehoben werden.

3 Wahl des Rohrwerkstoffes

Bei der Wahl des Rohrleitungswerkstoffes wurde eine objektivierende Methode mit detaillierten Listen von Entscheidungskriterien angewendet. Es wurden drei Listen mit ökonomischen (**Tabelle 1**), technischen (**Tabelle 2**) und ökologischen (**Tabelle 3**) Gesichtspunkten aufgestellt. Das zu wählende Rohrsystem sollte sich an den Bedürfnissen des Zweckverbandes orientieren und eine Komplettlösung für die zu erneuernde Versorgungsleitung bieten.

Tabelle 1:
Ökonomische Kriterien

- Topografische Randbedingungen – Höhe, Länge, Leistung, Fließgeschwindigkeit,
- Druckverhältnisse, Durchflussmengen, geografische Verhältnisse,
- Preis-Leistungs-Verhältnis der Rohrsysteme und Rohrdimensionen,
- technische Nutzungsdauer – Langlebigkeit – Nachhaltigkeit,
- Betriebssicherheit – betriebswirtschaftliche Aufwendungen,
- Verbindungsarten – Flexibilität und Montagezeit,
- aktiver und passiver Korrosionsschutz, mögliche Zusatzkosten,
- Qualität der Bauausführung – Einbau nach Vorgabe des Längsschnittes,
- Anforderungsprofil – Einsatz- und Anpassungsfähigkeit,
- örtliche Anpassung – Baufeld, beengte Verhältnisse,
- Maschinen-, Geräte- und Personaleinsatz,
- Geländestruktur, Grundstücke und Bodenbeschaffenheiten,
- allgemeine Bauzeiten – Jahreszeiten, Dauer des Baufortschrittes,
- Infrastruktur – Verkehr, Vorgaben der Grundbesitzer, andere Medien,
- Planungs- und Ausschreibungsaufwand sowie Bauleitungs- und Aufsichtskosten,
- Aufwendungen für Nachweise, Protokollierungen, Gewährleistungen,
- Zusatzleistungen für indirekte Kosten (Entschädigungen, Ausgleichszahlungen).

Tabelle 2:
Technische Kriterien

- Qualität des Rohrsystems,
- Materialverarbeitung – Beschaffenheit – physikalische u. chemische Eigenschaften,
- aktiver und passiver Korrosionsschutz – Innen- und Außenbeschichtung,
- QS – standardisierte Serienherstellung – Qualitätssicherung und Werksprüfung,
- Verbindungstechnik – Schweiß-Verbindung, Steckmuffen-Verbindung,
- Steckmuffensystem – bewährtes System bis 100 bar Betriebsdruck,
- Steckmuffensysteme eingeteilt nach Druckstufen sowie nach zulässigen Druck- und Zugkräften,
- Abwinkelbarkeit der Verbindungen,
- Rohrlängen – Transport, Lagerung, Verarbeitung auf der Baustelle,
- Einbaugenauigkeit, Einbaugeschwindigkeit, Handhabung der Systemkomponenten,
- Rohrbettung, anstehendes Material, Korngrößen, Rohrumhüllung,
- Anforderungsprofil – Anpassungs- und Leistungsfähigkeit,
- örtliche Anpassung – Baufeld, beengte Verhältnisse,
- Maschinen-, Geräte und Personaleinsatz,
- Geländestruktur, Grundstücke und anstehende Bodenbeschaffenheiten,
- Bauzeiten – Jahreszeiten, Baufortschritt,
- Infrastruktur – Verkehr, Vorgaben, andere Medien.

Tabelle 3:
Ökologische Kriterien

- Materialwirtschaft und Kreisläufe,
- Energieaufwendungen – CO₂-Bilanz,
- Lebensdauer – Langlebigkeit – Nachhaltigkeit – Entwicklung,
- Anforderungsprofil – Einsatzmöglichkeiten – Leistungsfähigkeit,
- örtliche Anpassung – Baufeldbreite, beengte Verhältnisse,
- Geländestruktur, Grundstücke und Bodenbeschaffenheit,
- Bodenverdichtung – Renaturierung, Rekultivierung,
- Bauzeiten – Jahreszeiten, Baufortschritt.

Nach der Bewertung und der Auswertung der aufgeführten Entscheidungskriterien fiel die Wahl des Rohrmaterials auf duktilen Gusseisen. Somit konnte die Rehabilitierung durch Neubau mit duktilen Gussrohren ausgeführt werden. Duktile Guss-Rohrsysteme tragen seit jeher zum Aufbau von zuverlässigen Infrastrukturen bei und haben höchste Maßstäbe in der Trinkwasserversorgung gesetzt.

4 Einbau von Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen

Das duktile Guss-Rohrsystem mit seinen Steckmuffen-Verbindungen ermöglicht in Kombination mit modernen Einbautechniken enorm hohe Tagesleistungen.

Es wurden 4.450 m duktile Gussrohre nach EN 545 [1], PN 16, Wanddicke gemäß Druckklasse C 50, mit einem Zink-Aluminium-Überzug in der Ausführung Zink-Plus (400 g/m²) eingesetzt. Bis auf etwa 500 m wurde beinahe die gesamte Rohrleitung in nicht längskraftschlüssiger Ausführung mit der TYTON® - Steckmuffen-Verbindung ausgeführt (**Bild 3**).

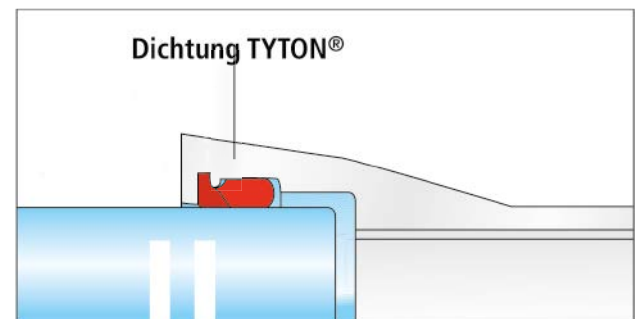


Bild 3:
Nicht längskraftschlüssige TYTON® - Steckmuffen-Verbindung

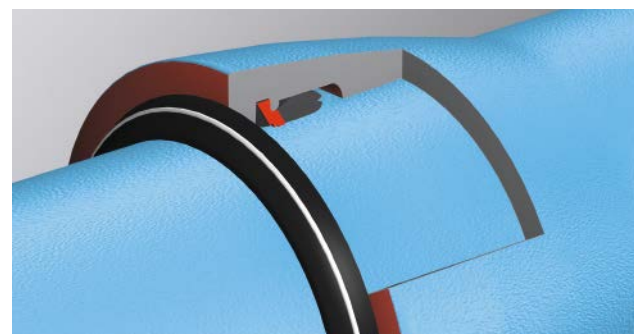


Bild 4:
Längskraftschlüssige BRS® - Steckmuffen-Verbindung

Für den längskraftschlüssigen Teil der Leitung wurde die BRS® - Steckmuffen-Verbindung verwendet. Die BRS® - Steckmuffen-Verbindung (**Bild 4**) ist eine reibschlüssige Verbindung. Die Dicht- und Haltefunktion wird von der TYTON SIT PLUS® - Dichtung übernommen. Die Formstücke in der BRS®-Ausführung sind gemäß EN 14901[2], DIN 3476 [3] und RAL GZ 662[4] innen und außen mit Epoxidharz-Pulver in einer Schichtdicke von 250 µm beschichtet.

5 Die Baumaßnahme

Die neue Rohrleitungstrasse führt durch den Schönbuch und quert den Golfplatz Schönbuch, ehe sie beim Gewerbepark Buch/Sol auf das bestehende Rohrleitungs- und Verteilnetz trifft. Im Rahmen des Einbaus der duktilen Gussrohre waren auch sieben Schachtbauwerke zu erstellen. Wegen der beengten Platzverhältnisse im Bereich des Golfplatzes musste die neue Leitung in einem genau festgelegten Zeitfenster eingebaut werden. Beide ARGE-Partner verfügen über erfahrene, gut ausgebildete Mitarbeiter und über modernste Geräte, teilweise über selbst entwickelte Spezialmaschinen.



Bild 5: Einheben einer Rohr-Etage in den Rohrgraben mit dem innovativen Einbausystem für duktile Gussrohre

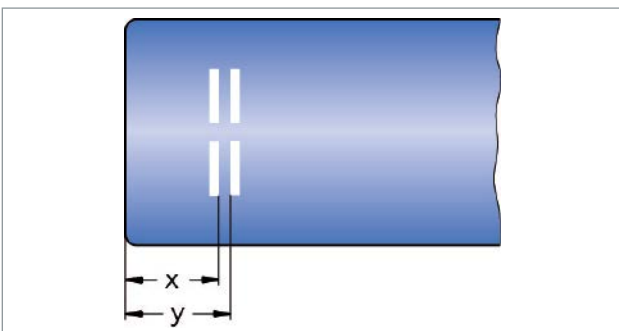


Bild 6: Duktile Gussrohre – Spitze mit Einschubmarkierung

Für den Einbau der duktilen Gussrohre und -formstücke wurde ein Schreitbagger mit einem patentierten Einbaugerät verwendet. Die Aufgaben und Vorzüge dieses Schreitbaggers sind:

- Rohrtransport mittels Schreitbagger auf der Straße,
- vorab Auslegung der Rohrleitung an der Trasse bei beengten Platzverhältnissen,
- Trennen der duktilen Gussrohre,
- schnelle und sichere Bogenmontage,
- sehr gute Kontrolle und Überprüfbarkeit der Rohrverbindung nach der Montage mit dem hydraulischen Einbaugerät,
- Einheben einer Rohr-Etage in den Rohrgraben (**Bild 5**),
- axiales Heben einer Rohr-Etage,
- zielgenaues Einschieben in die Steckmuffe mit anschließender Rück-Verriegelung,
- Einbau eines Passstückes,
- sichere Absenkung des duktilen Gussrohres in den Rohrgraben.

Weitere patentierte Vorteile des halbautomatischen Gussrohr-Einbaugerätes sind:

- Durch Wechseln der Greiferbacken flexibel für alle Rohrdimensionen einsetzbar,
- einfaches, schnelles und sicheres Greifen, Spannen und Halten des Rohres in axialer Rohrlage,
- einfaches und schnelles Zusammenstecken der Rohrverbindung mit Haltebügel und Zugseil,
- für alle Rohre, Formstücke und Passstücke verwendbar,
- Rohreinzug in die Steckmuffe bis zur Einschubmarkierung (**Bild 6**) durch Betätigung des Zugzylinders mit FeinEinstellung der Einschubkräfte,
- Einbau der Rohre mit Rück-Verriegelung von längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen.

6 Fazit

Die Baumaßnahme wurde durch die beteiligten Unternehmen termingerecht und in hervorragender Zusammenarbeit abgewickelt. Die Rohre wurden mit fachkundigem Baustellenpersonal und modernsten Maschinen eingebaut, wodurch sich ein zügiger Fortschritt des Projektes einstellte. Während der laufenden Bauarbeiten war zu jeder Zeit die Trinkwasserversorgung der Kunden durch den Zweckverband Ammertal-Schönbuchgruppe (ASG) sichergestellt.

Literatur

- [1] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen - Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods] 2010
- [2] EN 14901
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Epoxidharzbeschichtung (für erhöhte Beanspruchung) von Formstücken und Zubehörteilen aus duktilem Gusseisen – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings and accessories – Epoxy coating (heavy duty) of ductile iron fittings and accessories – Requirements and test methods] 2006
- [3] DIN 3476
Armaturen und Formstücke für Roh- und Trinkwasser – Korrosionsschutz durch EP-Innenbeschichtung aus Pulverlacken (P) bzw. Flüssiglacken (F) – Anforderungen und Prüfungen [Valves and fittings for untreated and potable water – Protection against corrosion by internal epoxy coating of coating powders (P) or liquid varnishes (F) – Requirements and tests] 1996-08
- [4] RAL GZ 662
Schwerer Korrosionsschutz von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung – Gütesicherung [Heavy duty corrosion protection of valves and fittings by powder coating – Quality assurance] 2008-01

Autoren

Lothar Schütz
Norbert Schütz GmbH & Co. KG
Fellheimer Straße 5
87737 Boos/Deutschland
Telefon: +49 (0)83 35/98 47-0
E-Mail: info@schuetz-boos.de

Alexander Bauer
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar/Deutschland
Telefon: +49 (0)1 60/7 19 76 69
E-Mail: alexander.bauer@duktus.com

Planungsbüro

IMS Ingenieurbüro
Miltenberger und Schmid GmbH
Achalmstraße 66
72379 Hechingen/Deutschland
Telefon: +49 (0)74 71/74 14 49
E-Mail: info@ims-hechingen.de

Bauausführung

Erd-, Tief- und Straßenbau
Max Wild GmbH
Leutkircher Straße 22
88450 Berkheim/Deutschland
Telefon: +49 (0)83 95/9 20-0
E-Mail: info@maxwild.com

Rohrleitungsbau
Norbert Schütz GmbH & Co. KG
Fellheimer Straße 5
87737 Boos/Deutschland
Telefon: +49 (0)83 35/98 47-0
E-Mail: info@schuetz-boos.de

Zustandserhebung für das Rohrleitungsnetz der Stadt Wien mit nichtschadensbasierten Daten duktiler Gussrohre

Von Daniela Fuchs-Hanusch, Franz Weyrer und Christian Auer

1 Von der Schadensstatistik zur Zustandserhebung

Seit mehreren Jahrzehnten werden Rohrrenewungsstrategien überwiegend auf Basis von Schadensraten entwickelt. Schadensfälle werden erhoben, gesammelt und statistisch aufbereitet. Die Analyse der Daten soll eine möglichst genaue Vorhersage der Lebensdauer bzw. von Schadenswahrscheinlichkeiten und der dazugehörigen Betriebszeit ermöglichen. Rohrleitungen sollen so ausgewechselt werden, dass Schadensfälle mit großer Wahrscheinlichkeit noch vermieden werden können, aber das Rohr nicht zu früh erneuert wird.

Zu diesem Zweck wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Rechenmodelle entwickelt, große Verbände wie der DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) und der ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach) haben aufgrund praktischer und theoretischer Erkenntnisse zulässige Schadensraten pro km und Jahr bzw. pro 100 km und Jahr ermittelt und als Richtwerte fixiert. Im Wiener Wasserwerk wird ein Netzinformationssystem mit Schadenserfassung, Datenbanken und GIS (Geoinformationssystem) geführt.

Wie sich ein Rohrleitungssystem im Laufe seiner Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten entwickelt, ist bisher nicht bzw. kaum erforscht gewesen. Dies mag zu einem Großteil an dem hohen technischen und auch finanziellen Aufwand (z. B. Kamerabefahrungen) liegen. Duktile Gussrohre versagen meist durch einen Korrosionsangriff von außen, somit ist eine Kamerabefahrung überflüssig; eine wirtschaftliche Möglichkeit zur Beurteilung der Außenflächen eingebauter Rohre ist bisher nicht bekannt.

Das gesamte Wiener Rohrleitungsnetz hat eine Länge von knapp 3.000 km. Der Anteil duktiler Gussrohre beträgt knapp 60%, was ein großes Interesse am Zustand dieses Rohrtyps begründet (**Bild 1**). Im Laufe der Zeit wurden in Österreich drei verschiedene Korrosionsschutzsysteme für duktile Gussrohre eingesetzt (**Tabelle 1**).

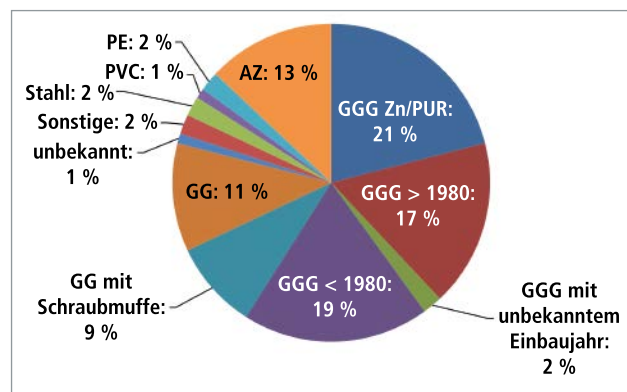


Bild 1: Verteilung der Rohrmaterialien im Leitungsnetz der Wiener Wasserwerke

Quelle: Wiener Wasserwerke

Tabelle 1: Rohrgenerationen nach der Art der Außenbeschichtung

Art der Außenbeschichtung	Jahr
Teer (Teer)	1968–1980
Zink/Bitumen (BitZn)	1981–1995
Zink/Polyurethan (PURZn)	ab 1996

2 Entwicklung der Zustandserhebung – Umsetzung in die Praxis

Im Jahr 2008 haben die Wiener Wasserwerke und die Tiroler Rohre GmbH zusammen mit der TU Wien und der TU Graz erstmals Überlegungen über eine systematische Zustandserhebung des Rohrleitungsnetzes angestellt. Dabei waren folgende Gedanken maßgeblich, die sowohl für den Rohrnetzbetreiber als auch für den Hersteller einen wesentlichen Wissensgewinn versprachen:

- Durch die systematische Zustandserhebung sollen die Erneuerungsstrategien der Wiener Wasserwerke nochmals untermauert bzw. verfeinert werden. Die ältesten duktilen Gussrohre weisen mittlerweile ein Alter von beinahe 50 Jahren auf, die Schadensrate dieser Rohre ist derzeit moderat.
- Es stellt sich die Frage, wie sich die verschiedenen Rohrgenerationen in den nächsten Jahrzehnten weiter entwickeln werden. Der Schwerpunkt der Erneuerung liegt bei den metallischen Werkstoffen bei Rohren aus Grauguss. Für die Planung der nächsten Jahrzehnte ist es wichtig zu wissen, welcher Anteil an duktilen Gussrohren zu welchem Zeitpunkt die Graugussrohre ersetzen wird. Deshalb sind schon jetzt eine Budgetsteuerung und eine zeitgerechte Betrachtung der Erneuerungsmethode besonders wichtig.
- Anhand der Zustandserhebung sollen wesentliche Einflussfaktoren wie die Bettung der Rohre, der Einbau, der Boden usw. systematisch erkannt und bewertet werden.
- Die Tiroler Rohre GmbH hat auch schon in der Vergangenheit zeitraffende Labortests bei der Entwicklung von neuen Beschichtungsgenerationen in Zusammenarbeit mit der TU Wien eingesetzt. Wesentlich für die Aussage der Labortests ist ein Abgleich mit dem Verhalten verschiedener Beschichtungen im realen Einsatz. Es ist zu beachten, dass man im kommunalen Trinkwasserbereich dem Gussrohr eine Lebensdauer von 50 Jahren, sehr oft sogar Einsatzzeiten von 100 Jahren zuordnet. Diese Zeitspanne muss auch der Labortest abdecken.
- Die Erkenntnisse der realen Leistungsfähigkeit der verschiedenen duktilen Gussrohr-Generationen sollen einen wesentlichen Beitrag zur Optimierung und Entwicklung künftiger Beschichtungssysteme liefern.

Es stellte sich dann die Frage, wie man in einem großen Wasserwerk mit einer großen Anzahl beteiligter Personen eine systematische und möglichst objektive Beurteilung des Rohrzustandes erreichen kann.

Man entschied sich für folgendes Vorgehen:

- Es wird bei jeder Rohrfreilegung (z.B. beim Einbau von Hausanschlussleitungen) der Zustand der liegenden duktilen Gussrohre durch einen Mitarbeiter der Wiener Wasserwerke beurteilt und dokumentiert. Der Mitarbeiter hat dafür eine Anleitung mit Musterbeschreibungen und Musterbildern. Anhand dieser Grundlagen dokumentiert und beurteilt der Mitarbeiter den vorgefundenen Rohrzustand: Er stuft das Rohr in die fünf Zustandsklassen
 1. „in Ordnung – keine Auffälligkeiten“,
 2. „leicht korrodiert“,
 3. „stark korrodiert“,
 4. „muldenförmiger Angriff“ oder
 5. „Loch, Schadensfall“ein und fasst das Ergebnis in Gruppen zusammen. Der Fragebogen (**Bild 2**) dient einer objektiven Erhebung des Rohr-/Leitungszustandes.

Zusätzlich wird bei jeder Freilegung eine Fotodokumentation mit Aufnahmen des Rohres, der Künette und des Umgebungsbereiches erstellt.

- Verschiedene Punkte wie Grundwasser, Rohrbettung, Auffälligkeiten usw. werden ebenfalls in der Dokumentation erfasst.
- Der Fragebogen wurde so gestaltet, dass trotz sehr großer Personenzahl (etwa 120 Mitarbeiter sind direkt involviert) eine einfache und vor allem objektive Bewertung sichergestellt werden kann.

Anfang 2009 wurde das Projekt „Zustandserhebung“ in die Praxis umgesetzt und mit der Erhebung der Daten in einem Teil von Wien gestartet, im Laufe des Jahres 2009 wurde die Erfassung der Rohrzustände auf ganz Wien ausgeweitet. Mittlerweile sind knapp 900 Datensätze erhoben, die in einer Datenbank erfasst und statistisch ausgewertet wurden (**Bild 3**).

Allgemeines	Datum (inkl. Uhrzeit)			
	Name des Erhebers			
	Dienstzimmer			
	Adresse der Baustelle			
Rohr	Verlegedatum			
	Durchmesser DN			
				Bitte ankreuzen
	Verbindungstyp	SGTY (TYTON®)		
		SGSM (Schraubmuffe)		
		SGZ, SGZM (Zusicherungstyp ohne bzw. mit Zementmörtel-Auskleidung)		
	Beschichtung	blau oder schwarz		
		zementmörtelumhüllt (ZM-U)		
	optischer Zustand	in Ordnung		
		leicht korrodiert		
stark korrodiert				
muldenförmiger Angriff				
Loch, Schadensfall				
Boden	Umgebungsmaterial des Rohres/ Rohrabschnittes	vorhandenes Aushubmaterial		
		Austauschmaterial		
		Beton		
		Rohr freiliegend		
		Sonstiges		
	Grundwasser	Ja		
		Nein		
Kleingrabungen	Ja			
	Nein			
Sonstiges	Fremdstromquelle	Schiene		
		Sonstiges		
		Nein		
	Infos zum Leitungsstrang	Vorschäden	Ja	
			Nein	
Anmerkungen:				

Bild 2:
Fragebogen (Ausschnitt)
zur Zustandserhebung
Quelle: Wiener Wasserwerke

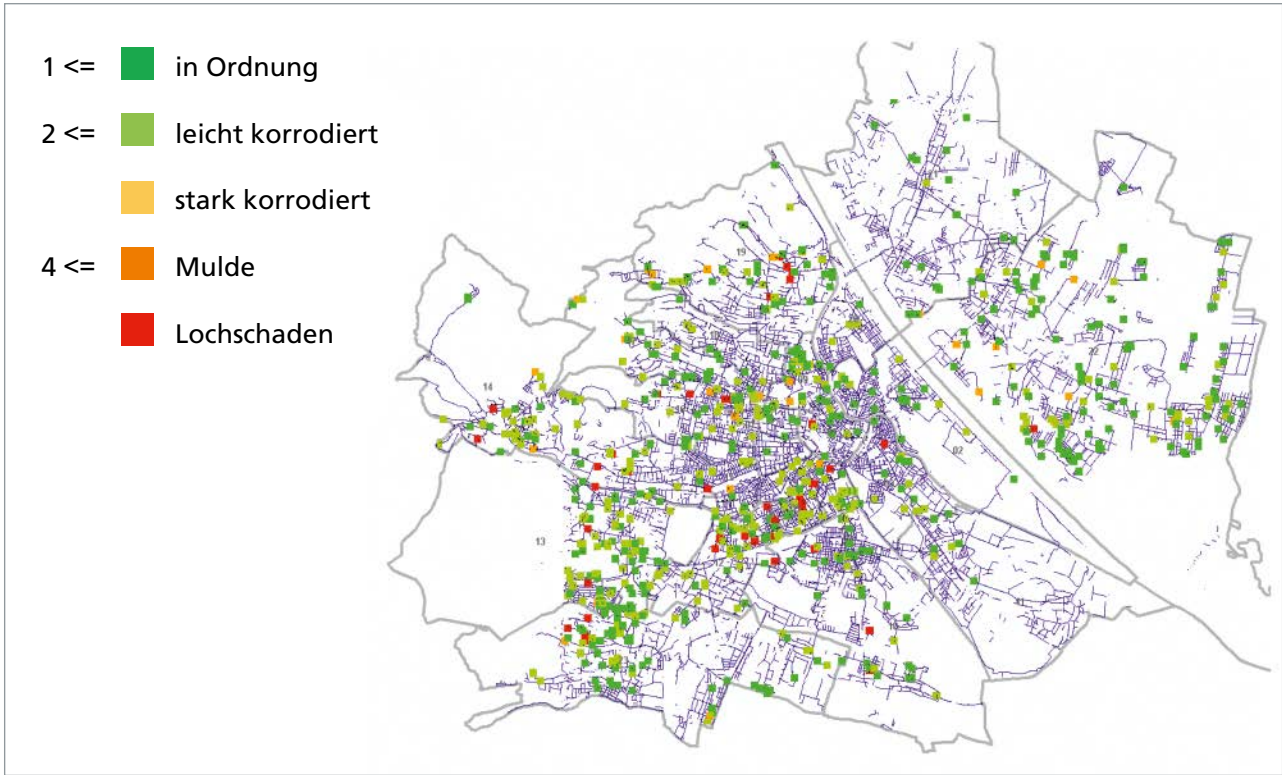


Bild 3:
Verteilung der erfassten Zustands-Bewertungen im Leitungsnetz der Stadt Wien
Quelle: TU Graz

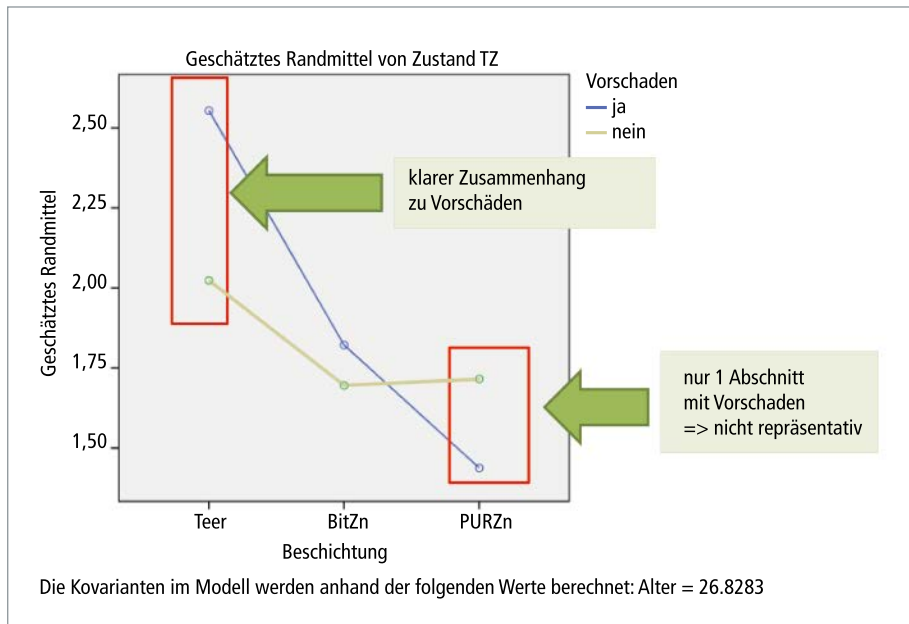


Bild 4: Einfluss des Beschichtungssystems auf die Häufung ungünstiger Bewertungen an Rohren in Leitungsabschnitten mit Vorschäden
Quelle: TU GRAZ

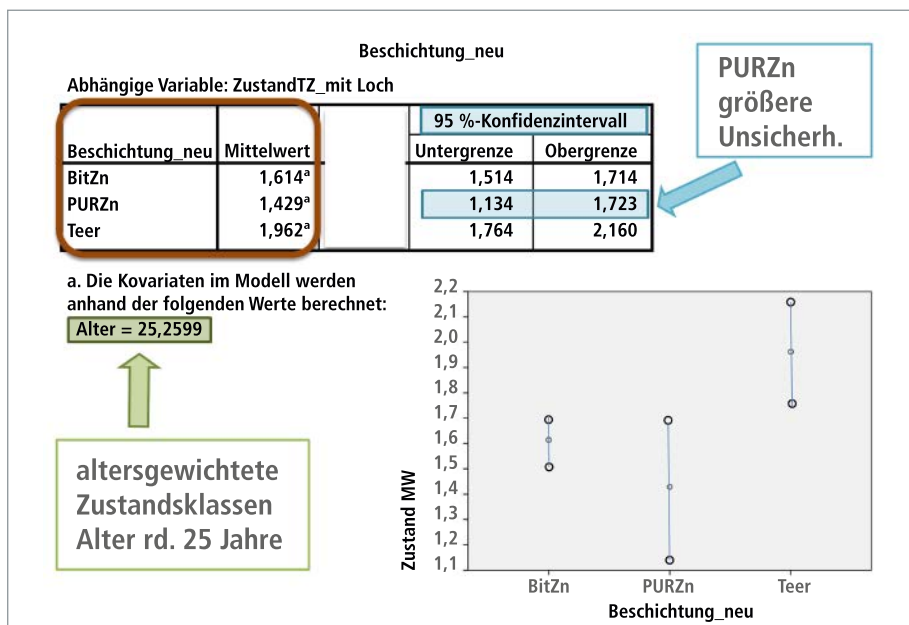


Bild 5: Auf gleiches Alter von 25 Jahren hochgerechneter Notendurchschnitt der drei betrachteten Beschichtungssysteme
Quelle: TU Graz

3 Statistische Aufbereitung der Zustandserhebung

In Zusammenarbeit mit der TU Graz wurde 2012 begonnen, sämtliche erhobenen Daten im GIS einzupflegen und zu verorten. Damit wurde es nun möglich, einen systematischen Abgleich mit der Schadensstatistik fortlaufend durchzuführen und vor allem auch eine saubere statistische Analyse zu integrieren. Der zusätzliche Vorteil liegt darin, dass sämtliche Leitungszustände und Schäden in einer Karte grafisch dargestellt werden und Analysen auch detailgenau mit Kartenmaterial erfolgen können.

Bei den statistischen Auswertungen haben sich verschiedene Erkenntnisse ergeben (**Bild 4**):

- Bei Rohrleitungssträngen (Teer) mit Vorschäden ist generell ein schlechterer Rohrzustand zu erkennen, es zeigt sich statistisch ein signifikanter Einfluss von Vorschäden auf den Leitungszustand. Demnach häufen sich bei den Rohrsträngen, in welchen die alten Beschichtungen auf Teerbasis ohne Zink überwiegen, die schlechten Bewertungen, während bisher unauffällige Leitungsabschnitte mit dem gleichen Schutzsystem auch weiterhin relativ unauffällig bleiben.

Prognostizierte Zustandsmittelwerte je Bezirk 2020

Legende Zustands- entwicklung

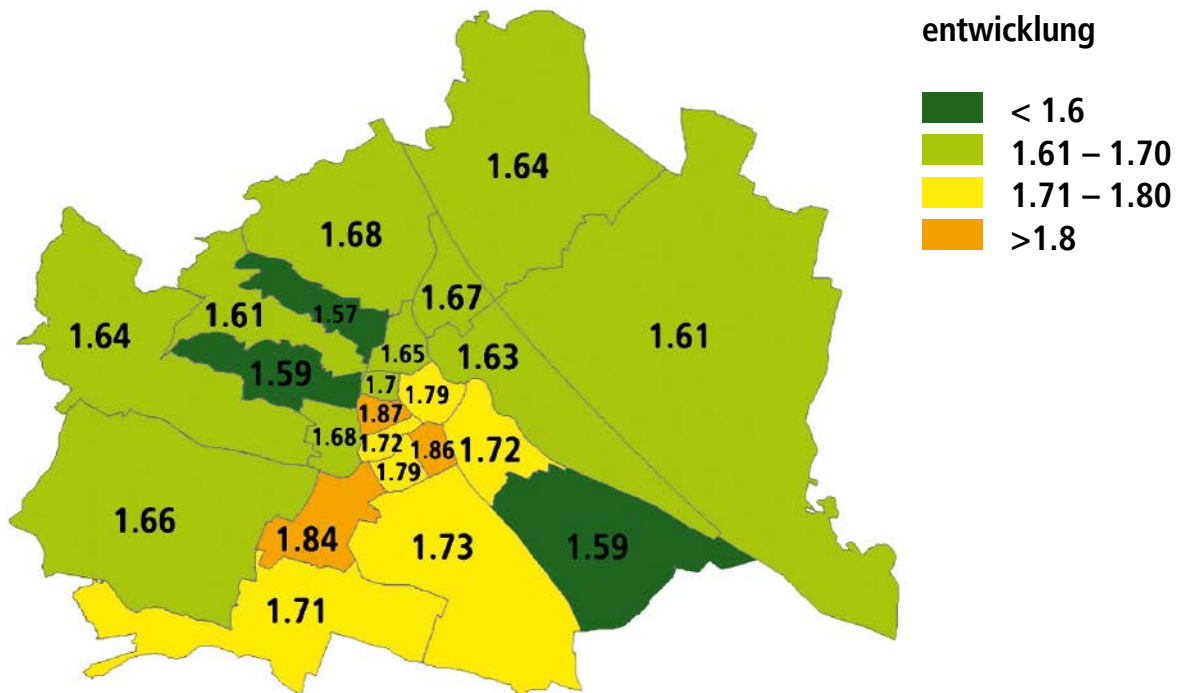


Bild 6:

Für das Jahr 2020 prognostizierte Zustandsmittelwerte in den Wiener Bezirken

Quelle: TU Graz

- Beim System Zink/Bitumen (BitZn), welches ebenfalls über etwa 15 Jahre eingebaut wurde, liegen die Bewertungen schon deutlich besser; eine Häufung schlechter Noten ist weitgehend unabhängig von der Lage des bewerteten Rohres, d. h. eine gefundene Schädigung korreliert weniger stark mit vorangegangenen Schäden am gleichen Leitungsabschnitt.
- Beim jüngsten, seit knapp 17 Jahren eingesetzten System Zink/Polyurethan (PURZn) konnten bisher noch keine Auffälligkeiten entdeckt werden. Nur bei vereinzelt Rohren wurde ein unbedeutender Angriff beobachtet. Statistisch auswertbare Datensätze liegen nicht vor.
- Insgesamt lässt sich ablesen, dass sich die Qualität der Bettung und des Einbaus in den letzten Jahrzehnten verbessert hat.
- Um den Einfluss des Alters der verschiedenen Beschichtungssysteme zu eliminieren, wurde ein Rechenmodell entworfen, das alle Beschichtungssysteme auf ein Alter von ~25 Jahren hochrechnet (**Bild 5**): Danach weist die jüngste Beschichtungsgeneration (Zink/Polyurethan) den besten Notendurchschnitt auf, gefolgt von Zink/Bitumen und Teer. Den größten Schritt brachte die Einführung von Duplex-Beschichtungssystemen (Zink + Deckbeschichtung) im Jahre 1980.
- **Bild 6** prognostiziert für das Jahr 2020 noch keine Auffälligkeiten. Die ältesten duktilen Gussrohre werden dann schon über 50 Jahre alt sein. Die Unterschiede der Durchschnittsnoten in den Bezirken ist u. a. auf die unterschiedlichen Beschichtungen sowie Böden unterschiedlicher Aggressivität in den Bezirken zurückzuführen. Mit der Verdichtung der Daten in den nächsten Jahren werden Prognosen für die nächsten Jahrzehnte möglich sein, ab wann welche Rohre wirtschaftlich getauscht werden können.
- Es konnte eine gute Korrelation der Zustandserhebung mit der Schadensstatistik festgestellt werden. Bezirke und Straßen in Wien, die höhere Schadensraten aufweisen, schneiden auch in der Zustandserhebung schlechter ab.

Tabelle 2:

Auswertung nach der Art der Außenbeschichtung

Art der Beschichtung	Länge (km)	proportionaler Stichprobenanteil	erforderliche Stichprobenzahl	tatsächliche Stichprobenzahl
Teer	627	38 %	288	272
BitZn	536	33 %	246	355
PURZn	481	29 %	221	127
Summe:	1.644	100 %	755	754

Stand: 2013-07

4 Zusammenfassung

Die Zustandserhebung ist bei allen Projektpartnern fest verankert; es wurde beschlossen, die Untersuchungen fortzuführen. Für alle beteiligten Projektpartner (Wiener Wasserwerke, TU Graz, TU Wien und Tiroler Rohre GmbH) hat sich gezeigt, dass die Zustandserhebung einen wesentlichen Erkenntnisgewinn liefert. Es wird aus der Praxis vorhandenes Wissen statistisch untermauert, zusätzlich werden wesentliche Erkenntnisse für die Leitungserneuerung und den Abgleich mit den Labortests (zeitgeraffte Lebensdauertests) geliefert.

Einige wesentliche Aspekte müssen jedoch noch genauer betrachtet werden:

- Ein entscheidender Einfluss, nämlich der des Bodens, konnte statistisch noch nicht exakt genug aufbereitet werden: Seit November 2013 sind jedoch Bodenkarten von ganz Wien vorhanden, die derzeit in die Datenbanken eingepflegt und verortet werden.
- Die neueste Rohrgeneration Zink/Polyurethan (PURZn) weist in den statistischen Auswertungen noch größere Streuungen auf. Hier reicht die Gesamtheit der Erhebungen laut **Tabelle 2** noch nicht aus, um die Streuung auf ein vertretbares Maß zu reduzieren.
- Weitere Einflussfaktoren wie zum Beispiel Kleingrabungen im Bereich von eingebauten Rohren sind wegen zu geringer Anzahl statistisch noch nicht auswertbar und sollen weiter untersucht werden.

Autoren

Ass.-Prof. DI Dr. Daniela Fuchs-Hanusch
Technische Universität Graz,
Institut für Siedlungswasserwirtschaft und
Landschaftswasserbau
Stremayrgasse 10/I
8010 Graz/Österreich
Telefon: +43 (0)3 16/8 73 83 78
E-Mail: fuchs@sww.tugraz.at

Dipl.-Ing. Franz Weyrer
Wiener Wasserwerke
Grabnergasse 4-6
1060 Wien/Österreich
Telefon: +43 (0)1/5 99 59
E-Mail: franz.weyrer@wien.gv.at

Ing. Christian Auer
TRM – Tiroler Rohre GmbH
Innsbrucker Straße 51
6060 Hall i. T./Österreich
Telefon: +43 (0)52 23/5 03-1 15
E-Mail: christian.auer@trm.at

Erneuerbare Energien im Land der Fjorde – Hochleistungsanwendung duktiler Gussrohre für Wasserkraftwerke

Von Marc Winheim



Bild 1:
Tverraga Norwegen

1 Einleitung

Wird von der Batterie Europas gesprochen, dann ist meist Norwegen gemeint. Norwegen, das Land der Fjorde, als Energiequelle (**Bild 1**) oder auch als Energiespeicher wird in einem Atemzug genannt mit CO₂-Reduktion und mit der Erzeugung elektrischer Energie durch Wasserkraftwerke neuester Generation. Hydroelektrische Energie ist in Norwegen der Grundpfeiler der Stromerzeugung und könnte in Zukunft immer bedeutender für die Deckung bzw. Speicherung von elektrischer Energie der gesamten Europäischen Union werden. Die Vorstellungen gehen dahin, dass Überkapazitäten der volatilen Energieträger Wind und

Sonnenkraft von Europäischen Mitgliedsländern nach Norwegen transportiert und mit den im Land der Fjorde vorhandenen Pumpspeicherkraftwerken gespeichert werden. Norwegen verfügt über die Hälfte dieser Speicherkapazität in Europa.

Norwegen ist der sechstgrößte Wasserkraftproduzent der Welt, die Spitze wurde 2011 von China, Brasilien und Kanada angeführt. Laut einer Erhebung des Bundeswirtschaftsministeriums über Wasserkraft aus dem Jahr 2011 sind in Norwegen über 1.250 Wasserkraftwerke installiert. Der weitere Ausbau der Erzeugung erneuerbarer Energien wird von der norwegischen Regierung sehr gefördert. Nach

Prognosen soll bis 2016 der Anteil erneuerbarer Energie verdoppelt werden. Hierzu zählen auch Anlagen mit dem Arbeitsprinzip der Osmose, Gezeiten und Wellenkraft.

Der geringe Strompreis in Norwegen trägt dazu bei, dass vielerorts die Stromverbraucher, wie z. B. Lampen, nicht abgeschaltet werden. Die Beleuchtung bleibt meist auch in Privathaushalten durchgehend angeschaltet. Wegen der geografischen Lage, vor allem im nördlichen Norwegen in der Nähe des Polarkreises, herrscht zwar in den Sommermonaten keine Dunkelheit, dagegen wird es im Herbst und Winter kaum hell. Die Beleuchtung ist dann im Dauereinsatz. Bei den harten und langen Wintern haben die niedrigen Strompreise dazu geführt, dass ein Großteil der Heizungen mit Strom aus Wasserkraft betrieben wird. Daher liegt der spezifische Stromverbrauch in Norwegen weltweit an der Spitze.

1.1 Einteilung von Wasserkraftwerken nach installierter Leistung

Je nach Leistung werden die Kraftwerke eingeteilt in

- Mikrokraftwerk ≤ 100 kW,
- Minikraftwerk 100 kW–1.000 kW (1 MW),
- Kleinkraftwerk 1 MW–10 MW,
- Großkraftwerke > 10 MW.

2 Stromerzeugung durch Wasserkraftturbinen

Niederschlagswasser fließt aus höheren Regionen zu Tal. Seine Energie wird in Wasserkraftanlagen durch Turbinen in mechanische Energie, genauer gesagt in Rotationsenergie, und durch Generatoren in elektrischen Strom umgewandelt.

2.1 Klassische Turbinen Bauarten

2.1.1 Pelton-Turbine

Im Jahre 1879 konstruierte der amerikanische Ingenieur Lester Pelton die Pelton-Turbine, um kleine Wassermengen bei großen Fallhöhen effizient zu nutzen. Das Wasser fließt durch eine oder mehrere regulierbare Düsen und trifft als kreisrunder Strahl mit hoher Geschwindigkeit auf die löffelartigen Laufschaufeln, die paarweise an einem Laufrad angeordnet sind (**Bild 2**). Die Laufschaufeln lenken den Wasserstrahl um und wandeln seinen Impuls in Rotationsenergie um. Wegen der hohen Drehzahl kann das Peltonrad direkt mit der Generatorwelle verbunden sein.



Bild 2:
Laufrad einer Pelton-Turbine



Bild 3:
Laufrad einer Francis-Turbine

2.1.2 Francis-Turbine

Bei Laufkraftwerken und Speicherkraftwerken mit mittleren Durchflussmengen kommen Francis-Turbinen zum Einsatz. Die Francis-Turbine ist der am weitesten verbreitete Turbinentyp. Das Wasser strömt radial an das Leitrad und wird von seinen Leitschaufeln in eine günstige Anströmrichtung auf das Laufrad geleitet (**Bild 3**). Das Francis-Laufrad lenkt mit seinen zahlreichen geschwungenen Schaufeln das Wasser aus der radialen Zuströmung in eine axiale Abströmung um. Gleichzeitig nutzt es den Drall des Wassers, den es im Leitrad erhält, um ein Drehmoment zu erzeugen. Man unterscheidet Francis-Schachtturbinen und Francis-Spiralturbinen.

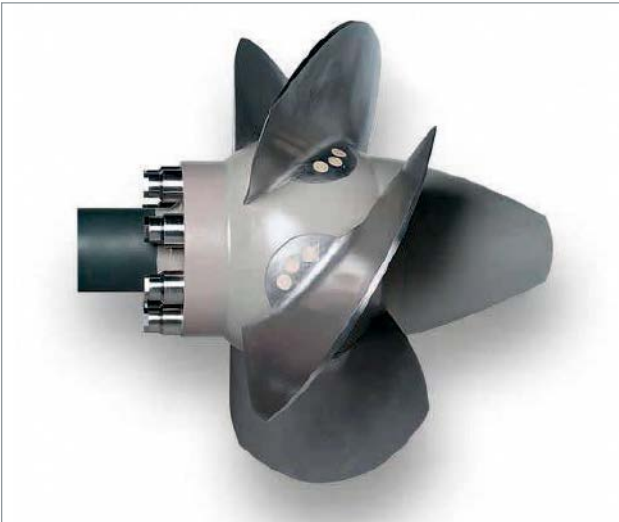


Bild 4:
Laufrad einer Kaplan-Turbine

2.1.3 Kaplan-Turbine

Für die Umwandlung der in Flüssen mit geringen Fallhöhen und großen Wassermengen enthaltenen Energie eignet sich die Kaplan-Turbine. Auf Basis der damals bereits existierenden Francis-Turbine entwickelte der österreichische Professor Viktor Kaplan im Jahre 1913 die nach ihm benannte Kaplan-Turbine. In der ursprünglichen Bauweise strömt das Wasser über einen Schacht radial einem Leitrad zu, wird um 90° umgelenkt und versetzt dann ein Laufrad, das einem Schiffspropeller gleicht, in Umdrehung (**Bild 4**). Eine Besonderheit der Kaplan-Turbine ist ihre Doppelregulierung. Zum einen steuert das Leitrad mit seinen beweglichen Schaufeln den Wasserfluss. Zum anderen sind auch die Schaufeln des Laufrades beweglich gelagert und können hydraulisch angestellt werden.

Die kennzeichnenden Randbedingungen für die Auswahl von Wasserkraftturbinen sind in der **Tabelle 1** zusammengestellt.

Tabelle 1:
Hauptbedingungen zur Auswahl des geeigneten Turbinentyps

Turbinentyp	Pelton	Francis	Kaplan
Fallhöhe	20–1.200 m	1–125 m	2–35 m
Abfluss	20–8.000 l/s	100–20.000 l/s	1.000–200.000 l/s
Wirkungsgrad	85–90 %	85–90 %	85–91 %

Die anfangs beschriebenen Pelton- und Francis-Turbinen arbeiten mit größeren Fallhöhen und benötigen daher eine hochbelastbare Turbinenleitung für die Wasserzufuhr von der höher liegenden Speicherstelle. Für diese Turbinenleitungen haben sich duktile Gussrohre hervorragend bewährt. Für den künftigen Ausbau der Erzeugung erneuerbarer Energie durch Wasserkraft in Norwegen gilt es, die beträchtliche geodätische Höhendifferenz zwischen Hochpunkt (Wasserreservoir) und Tiefpunkt (Turbine) zu nutzen. Die dafür erforderlichen Kraftwerksleitungen sind deswegen meist Hochruckleitungen.

In der Planung befindliche Wasserkraftwerke mit Turbinen, die bis zu einer Leistung eines Kleinkraftwerkes (1 MW bis 10 MW) angesiedelt sind, benötigen meist Triebwasserleitungen in den Nennweiten DN 200 bis DN 1000. Die in Norwegen typischen Höhenunterschiede führen zu Betriebsdrücken zwischen 40 bar bis über 80 bar am Turbineneingang. Duktile Gussrohre nach EN 545 [1] sind für Hochdruckanwendungen hervorragend geeignet und haben sich seit vielen Jahren in diesem Einsatzbereich bewährt.

3 Vorteile duktiler Guss-Rohrsysteme für den Bau und Betrieb von Turbinenleitungen

Duktile Guss-Rohrsysteme zeichnen sich für den Einsatz in Turbinenleitungen durch folgende Vorteile aus:

- Die Wanddicken lassen sich einfach an die vorgesehenen Betriebsdrücke anpassen. Der robuste Werkstoff duktiles Gusseisen weist hohe Sicherheitsreserven gegen Druckstöße auf.
- Der Einbau ist weitestgehend von der Witterung unabhängig.
- Wegen der Robustheit der Rohre und ihrer relativ kurzen Baulänge ist der Einbau in Steilhängen und bei felsigen Untergründen problemlos möglich.

- Die Rohrverbindungen können stark abgewinkelt werden, wodurch sich die Leitung ohne Formstücke der Trasse anpassen lässt.
- Zusätzliche Kräfte an Bögen und abgewinkelten Verbindungen können in den Baugrund abgeleitet werden.
- Bei Verwendung einer Zementmörtel-Umhüllung als Außenschutz kann der anstehende Boden zum Wiederverfüllen verwendet werden, wodurch der Transport von Bettungsmaterial entfällt.

3.1 Verbindungsarten duktiler Guss-Rohrsysteme

Die TYTON® - Steckmuffen-Verbindung (**Bild 5**) ist seit der Einführung 1957 auf dem internationalen Markt die führende Verbindung für Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen. Die profilierte Dichtung besteht aus einer harten und einer weichen Gummimischung. Die Verbindung ist bis maximal 5 ° abwinkelbar, wurzelfest, einfach zu montieren und bleibt bis zum Berstdruck der Rohre dicht. Duktile Rohre und Formstücke mit dieser nicht formschlüssigen Verbindung sind primär für den konventionellen Einbau im offenen Graben konzipiert. Bei TYTON® - Steckmuffen-Verbindungen müssen an Bögen, Abzweigen und Reduzierungen usw. Widerlager vorgesehen werden.

Die BLS® - Steckmuffen-Verbindung (**Bild 6**) ist seit Jahrzehnten bewährt und wird zusammen mit einer TYTON®-Dichtung montiert. Die Verbindung wird, je nach Nennweite und Einsatzart, mit 2 bis 4 Riegeln oder durch Verriegelungssegmente aus Gusseisen längskraftschlüssig verriegelt. Sie ist einfach, schnell und sicher zu montieren, erlaubt hohe zulässige Betriebsdrücke und Zugkräfte und ist universell einsetzbar. Rohre und Formstücke mit dieser Verbindung nehmen sehr hohe zulässige Betriebsdrücke sowie daraus resultierende Kräfte an Bögen, Abzweigen und Reduzierungen usw. auf. Der Bau von Widerlagern lässt sich damit vermeiden, was im alpinen Gelände kostspielige Transporte von Beton erspart.

Turbinenleitungen liegen überwiegend in extremem Gelände mit Steilhängen. Beim Einbau im Steilhang dient die BLS® - Steckmuffen-Verbindung auch als Einbauhilfe: im offenen Graben hangabwärts gebaut, verhindert sie, dass sich die Rohrverbindung beim Einbau auseinanderzieht.



Bild 5:
TYTON® - Steckmuffen-Verbindung nach DIN 28603 [2] – DN 80 bis DN 1000 (nicht längskraftschlüssig)

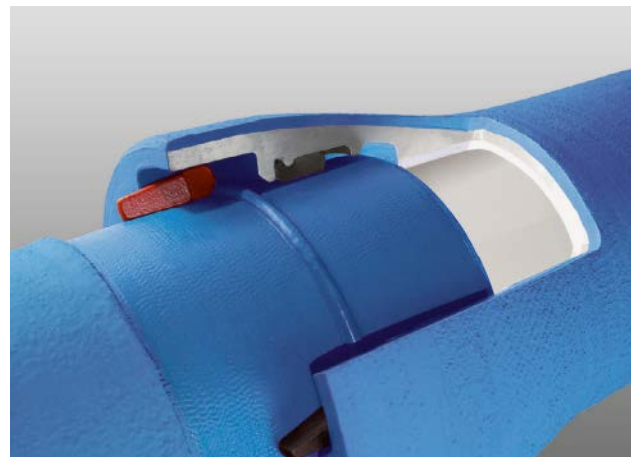


Bild 6:
BLS® - Steckmuffen-Verbindung mit eingelegten Riegeln – DN 80 bis DN 1000 (längskraftschlüssig)

3.2 Zulässige Betriebsdrücke duktiler Guss-Rohrsysteme

Bei Triebwasserleitungen nimmt je nach geodätischer Höhenlage der Betriebsdruck nach unten hin zu. Deshalb kann es wirtschaftlich geboten sein, die Trasse in verschiedene Druckbereiche einzuteilen und die dafür passende Wanddicke des Gussrohres auszuwählen.

Die **Tabellen 2 und 3** zeigen die zulässigen Bauteilbetriebsdrücke (PFA) für die jeweilige Nennweite in Abhängigkeit von der gewählten Rohrverbindung. Hierbei ist zunächst zu bedenken, dass bei Verwendung eines längskraftschlüssigen Systems der zulässige Bauteilbetriebsdruck niedriger ist als bei Rohren mit längskraftfreien Verbindungen.

Tabelle 2:

Zulässige Bauteilbetriebsdrücke PFA von duktilen Druckrohren mit TYTON® - Steckmuffen-Verbindung

DN	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
PFA [bar]	205	177	178	155	138	127	100	98	82	61	76	73	57	43
Abwinkelung [°]	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3	3	3	3

Angeführte PFA für TYTON® - Rohre, nicht für Formstücke

Tabelle 3:

Zulässige Bauteilbetriebsdrücke PFA von duktilen Druckrohren mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung

DN	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
PFA [bar]	100	100	100	100	100	100	100	45	30	40	25	25	25	25
Abwinkelung [°]	5	5	5	5	4	4	4	3	3	2	1,5	1,5	1,5	1,5

Angeführte PFA für BLS® - Rohre, nicht für Formstücke, höhere Drücke auf Anfrage

Der Grund dafür liegt darin, dass bei der längskraftfreien Verbindung an Bögen, Abzweigen, Reduzierungen usw. Betonwiderlager errichtet werden, um resultierende Kräfte aus dem Innendruck in den Baugrund einzuleiten. Die Spannung aus Innendruck ist einachsig und verläuft in Umfangsrichtung. Längsspannungen treten nicht auf.

Beim längskraftschlüssigen System übertragen die Verbindungen die resultierenden Kräfte auf das nächste Rohr, sodass die Gesamtkraft durch Mantelreibung über mehrere Rohre in den Baugrund eingeleitet wird. Der Innendruck erzeugt in diesem Fall einen dreiachsigen Spannungszustand in Umfangs-, Längs-, und Radialrichtung, wodurch sich der PFA verringert.

3.3 Äußerer Schutz durch Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U)

Duktile Gussrohre mit Zementmörtel-Umhüllung (**Bild 7**) nach EN 15542 [3] können in allen Böden nach DIN 50929-3 [4] eingesetzt werden. Die ZM-U verhindert den Zutritt aggressiver Medien zum metallischen Werkstoff und widersteht zudem mechanischen Belastungen bei Transport und Einbau.

Triebwasserleitungen werden häufig im Steilhang eingebaut, hierbei bietet die Zementmörtel-Umhüllung den Vorteil, dass die Herstellung einer sogenannten korrosionsschutzgerechten Bettung (häufig Sand-Kies-Bettung) entfallen kann.

Der anstehende Boden mit Korngrößen bis 63 mm (Einzelkörner bis max. 100 mm) wird zur Wiederverfüllung verwendet. Ein kostspieliger Transport von Aushub- und Bettungsmaterial entfällt somit. Während des Transports zur Einbaustelle schützt die ZM-U mit ihrer hohen Schlagbeständigkeit das duktile Gussrohr im rauen Baustellenalltag. Die Zementmörtelschicht wird auf das außen verzinkte Rohr aufgebracht, die aktive Schutzwirkung des darunter liegenden Zinküberzuges bleibt erhalten.

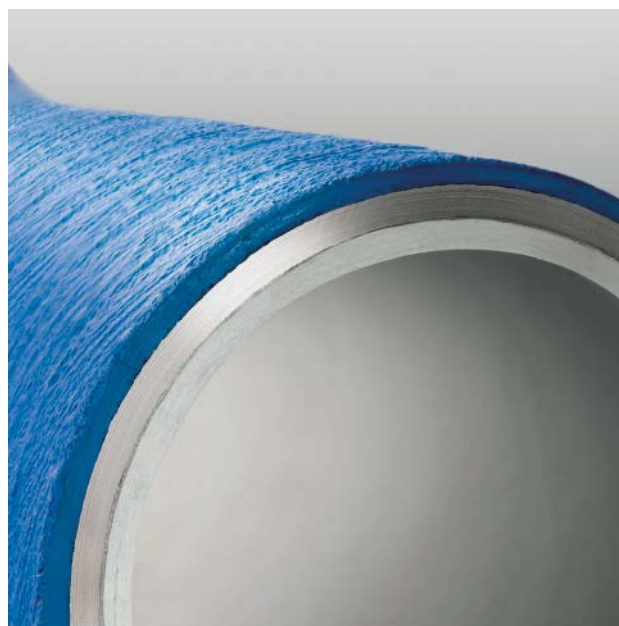


Bild 7: Duktiler Gussrohr mit Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U)

4 Berechnung der zulässigen Drücke von duktilen Gussrohren

4.1 Bewegliche nicht längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindungen

Bei Rohren mit der längskraftfreien TYTON® - Steckmuffen-Verbindung wird der PFA-Wert in Abhängigkeit von Nennweite und Mindestwanddicke mit einer Sicherheit von 3 gegenüber der Zugfestigkeit mithilfe der Gleichung (1) nach EN 545 [1] berechnet. Damit sind die bei Triebwasserleitungen möglichen Druckschwankungen abgedeckt, mögliche Druckstöße werden durch den Einbau so genannter Wasserschlosser oder auch von Absperrarmaturen mit kontrollierter Schließgeschwindigkeit minimiert.

$$PFA = \frac{20 \cdot e_{\min} \cdot R_m}{D \cdot S_F} \quad [\text{bar}] \quad (1)$$

e_{\min}	[mm]	Mindestwanddicke
D	[mm]	mittlerer Rohrdurchmesser ($DE - e_{\min}$)
DE	[mm]	Nennaußendurchmesser des Rohres
R_m	[MPa]	Mindestzugfestigkeit des duktilen Gusseisens (420 MPa)
S_F	[-]	Sicherheitsfaktor (= 3,0)


Entsprechend der Anforderung an bewegliche längskraftschlüssige Verbindungen der EN 545 [1] müssen die Verbindungen unter den ungünstigsten Bedingungen der Grenzabmaße und Abwinkelung bzw. Dezentrierung in Typprüfungen ihre Leistungsfähigkeit nach **Tabelle 4** nachweisen. Dazu wird eine Reihe von mehrstündigen Tests mit einem Rohrtyp durchgeführt. Diese Typprüfung steht dann stellvertretend als Nachweis der Leistungsfähigkeit für ausgelieferte Rohre des gleichen Typs.

Tabelle 4:
Anforderungen an die Funktion nach EN 545 [1]

Art der Druckbelastung	Prüfdruck [bar]
Positiver hydrostatischer Innendruck	1,5 PFA + 5
Negativer Innendruck	- 0,9
Positiver hydrostatischer Außendruck	2,0
Zyklischer hydrostatischer Innendruck – 24.000 Druckzyklen	zwischen PMA und (PMA – 5)

4.2 Bewegliche längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindungen

Der PFA von Rohren mit beweglicher längskraftschlüssiger Steckmuffen-Verbindung kann mit Formel (1) nicht berechnet werden. Hierfür stehen inzwischen moderne Rechenverfahren (z. B. FEM- Analyse) zur Verfügung, jedoch schreibt die Norm in jedem Fall die Typprüfung vor. Sie wird durch ein akkreditiertes Prüfinstitut überwacht und bescheinigt. **Bild 8** zeigt als Beispiel eine Bescheinigung über eine Typprüfung nach DIN EN 545.



Bescheinigung Nr. - DUKTUS 2013 – 00XX Wetzlar, XX.XX.2013

Bescheinigung
über
Typprüfung gemäß DIN EN 545

Prüfgegenstand: Rohre aus duktilem Gusseisen für die Wasserversorgung
Verbindungssystem BLS/VRS-T
Nennweite DN XXX, Nenndruck PN XX
(repräsentativ für den Bereich DN XX - DN XXXX)

Prüfungen: Prüfung der Funktionsfähigkeit gemäß Abschnitt 7.2 der DIN EN 545

Positiver hydrostatischer Innendruck	Prüfdruck: 000,0 bar Prüfdauer: 2 h	Unter Scherlast Unter Abwinkelung: X*	bestanden bestanden
Negativer Innendruck	Prüfdruck: -0,9 bar Prüfdauer: 2 h	Unter Scherlast Unter Abwinkelung: X*	bestanden bestanden
Positiver hydrostatischer Außendruck	Prüfdruck: 2 bar Prüfdauer: 2 h	Unter Scherlast	z.B. (konform)
Zyklischer hydrostatischer Innendruck	24000 Zyklen	Unter Scherlast	z.B. (nicht erforderlich)

Der Sachbearbeiter Leitung Entwicklung Leitung QM

Vorname Nachname Vorname Nachname Vorname Nachname

Die durchgeführten Prüfungen und deren Ergebnisse sind im Prüfbericht xxxxxxxx-000-00-00 dokumentiert.

Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Veröffentlichung und Auszüge bedürfen der schriftlichen Genehmigung der Duktus Rohrsysteme.
Geschäftsführung Ulrich Müller, Stefan Weber | Str.: Wetzlar | Registergericht: Amtsgericht Wetzlar HRB 5608 | Ust-IdNr.: DE 8161991006
Bankverbindung: Commerzbank AG | BLZ 525 400 01 | Konto-Nr.: 48 34 255 100400055154000104004255 00 | BIC COM42133
Deutsche Bank Halle | BLZ 886 7000 00 | Konto-Nr.: 05 44 45 83 00 | IBAN 0547 8827 0000 0544 4583 00 | BIC DDU2333XXX

Bild 8:
Beispiel einer Bescheinigung über eine Typprüfung nach DIN EN 545



Bild 9:
Duktiles Gussrohr im Rohrlager von Tverraga



Bild 10:
Fertiggestellte Steilhangleitung mit längskraftschlüssigen BLS® - Steckmuffen-Verbindungen



Bild 11:
Arbeiten im Steilhang – Vorbereitung der Montage einer BLS® - Steckmuffen-Verbindung

5 Bilder über Triebwasserleitungen in Norwegen

Die **Bilder 9, 10 und 11** zeigen in letzter Zeit ausgeführte Triebwasserleitungen mit duktilen Gussrohren in Norwegen.

Literatur

- [1] EN 545
Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren
[Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods]
2010
- [2] DIN 28603
Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen – Steckmuffen-Verbindungen – Zusammenstellung, Muffen und Dichtungen
[Ductile iron pipes and fittings – Push-in joints – Survey, sockets and gaskets]
2002-05
- [3] EN 15542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren
[Ductile iron pipes, fittings and accessories – External cement mortar coating for pipes – Requirements and test methods]
2008

- [4] DIN 50929-3
Korrosion der Metalle;
Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern
[Corrosion of metals;
probability of corrosion of metallic materials when subject to corrosion from the outside; buried and underwater pipelines and structural components]
1985-09

Autor

Marc Winheim
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH
Anwendungstechnik
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar/Deutschland
Telefon: +49 (0)64 41/49-12 49
E-Mail: marc.winheim@duktus.com

Kleinwasserkraftwerk Ossasco – Valle Bedretto

Von Roger Saner

1 Einleitung

Das Valle Bedretto (Bedrettotal) im Norden des Kantons Tessin reicht von Airolo am Fuß des Gotthard-Passes bis hinauf zum Nufenenpass, dem Übergang in den Kanton Wallis. Das lang gezogene Tal zwischen Gotthard- und Cristallina-Massiv ist im Winter besonders schneereich. Im Sommer ist das Valle Bedretto ein vielseitiges Wander- und Mountainbiking-Gebiet.

2 Projekt Kleinwasserkraftwerk

Die Aktiengesellschaft CEL Bedretto SA hat vom Kanton Tessin die Bewilligung erhalten, die Gewässer des Riale Cristallina in einem Kleinwasserkraftwerk zur Produktion von elektrischer Energie für das Bedrettotal zu nutzen. Die Wasserfassung des neuen Kleinwasserkraftwerkes Ossasco befindet sich auf einer Höhe von 1.544 m ü. d. M., von wo aus das Wasser in einer erdüberdeckten Druckrohrleitung zur Produktionszentrale in Ossasco auf 1.311 m ü. d. M. geführt wird.

Das maximal verfügbare Wasservolumen ist auf $Q = 700$ l/s bei einem maximalen statischen Druck von 23 bar auf Höhe der Turbinenachse beschränkt. Bei der Dimensionierung der Druckleitung war ein Zuschlag von 20% für den Druckstoß zu berücksichtigen. Die Energie wird durch eine mehrdüsig Pelton-Turbine mit vertikaler Achse und anschließender Wasserrückgabe an das Gewässer Riale Cristallina umgewandelt. Die Linienführung der neuen Druckleitung ist im Vorfeld mit Blick auf einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb sorgfältig untersucht worden.

3 Neue Druckleitung vonRoll ECOPUR

Duktile Gussrohre vonRoll ECOPUR mit ihrer technischen Leistungsfähigkeit sind für den Bau von Druckleitungen für Kleinwasserkraftwerke prädestiniert.

Bei der Materialwahl waren für den Bauherrn folgende Kriterien vorrangig von Bedeutung:

- die exzellenten mechanischen und statischen Festigkeitseigenschaften des duktilen Guss-Rohrsystems,
- die flexible längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindung vonRoll HYDROTIGHT,
- die PUR-Auskleidung nach EN 15655 [1] für höchste hydraulische Leistungsfähigkeit und
- der porenfreie PUR-Außenschutz nach EN 15189 [2].

So wurde die neue Druckleitung mit in der Schweiz nach EN 545 [3] hergestellten Vollschutzrohren vonRoll ECOPUR DN 600 ausgeführt. Der hydraulisch nutzbare Innendurchmesser der mit Polyurethan (PUR) ausgekleideten vonRoll ECOPUR-Rohre beträgt bei K 7-Rohren 614,8 mm respektive 610,4 mm bei K 9-Rohren. Zusammen mit der spiegelglatten PUR-Auskleidung (**Bild 1**) mit einem Rauigkeitskoeffizient von $k \leq 0,01$ mm ermöglicht dies einen maximalen Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung in der Produktionszentrale.

Außerdem kamen im Druckleitungssystem die bewährten vonRoll ECOFIT-Formstücke mit Vollschutz-Epoxidharzbeschichtung nach EN 14901 [4] und den erhöhten Anforderungen nach RAL GZ 662 [5] der GSK (Gütegemeinschaft Schwerer Korrosionsschutz von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung e.V.) zum Einsatz.



Bild 1:
Spiegelglatte PUR-Innenbeschichtung, hydraulisch glatt mit einem Rauigkeitskoeffizient von $k \leq 0,01$ mm



Bild 3:
vonRoll ECOPUR-Rohre mit verstärkter Umhüllung (PUR) nach EN 545 [1], sehr widerstandsfähig in felsigem Gelände, geeignet für Korngrößen 0–63 mm, Größtkorn 100 mm, mit Schubsicherungen vonRoll HYDROTIGHT längskraftschlüssig gesichert



Bild 2:
Mannloch für Unterhalt und Revisionsarbeiten im Bau, ausgebildet mit MMA-Stück DN 600/600, mit Epoxidharz beschichtet. Im Endausbau mit Blindflansch DN 600 inkl. Leitblech ausgerüstet

Die neue Druckleitung wurde in zwei Streckenabschnitte mit verschiedenen Druckstufen aufgeteilt. Beim Einlauf in die Druckleitung wird das Wasser mit einem Durchflussmessgerät erfasst, um die effektiv genutzte Wassermenge zu registrieren und die Dichtheit der Druckleitung permanent zu überwachen. In regelmäßigen Abständen sind Kontrollöffnungen angeordnet. Diese wurden mittels MMA-Stücken DN 600/600 ausgebildet (**Bild 2**) und zusätzlich mit Leitblechen ausgerüstet. Damit ließen sich auch hier die Druckverluste auf ein Minimum beschränken. Im oberen Abschnitt, entlang einer Naturstraße mit leichter Neigung und einem max. Betriebsdruck von 5 bar, wurde die Leitung auf einer Länge von 345 m mit vonRoll ECOPUR-Rohren DN 600 in der

Wanddickenklasse K 7 ausgeführt. Wegen des geringen Betriebsdruckes entfielen hier die Schubsicherungen bei den Rohrverbindungen.

Im unteren Abschnitt verläuft die Trasse der Druckleitung vorwiegend in steilem, felsigem Gelände. In diesem Abschnitt mit einem maximalen Betriebsdruck von 23 bar wurden vonRoll ECOPUR-Rohre DN 600 in der Wanddickenklasse K 9 mit formschlüssiger zugfester Verbindung eingesetzt. Die nach EN 545 [3] als verstärkte Umhüllung klassifizierte Polyurethan-Umhüllung (PUR) der Rohre erwies sich in diesem schwierigen Gelände als äußerst widerstandsfähig, es können Korngrößen bis 63 mm, Größtkorn 100 mm, für die Rohrbettung verwendet werden (**Bild 3**). Zur Überwindung einer Steilwand mussten die Rohre in einem im Fels ausgehobenen Kanal oberirdisch auf Stahlkonsolen montiert werden, welche in den Felsen verankert sind. An exponierten Stellen wurde die Leitung einbetoniert.

Die gesamte Leitungslänge von 575 m im Hochdruckbereich wurde mittels formschlüssiger Schubsicherungen vonRoll HYDROTIGHT, Fig. 2805, längskraftschlüssig gesichert (**Bild 4**). Um das Schneiden von Rohren auf der Baustelle zu vermeiden, wurden vom Hersteller Kurzrohre in verschiedenen Längen mit werkseitig applizierten Schweißraupen geliefert. Auch diese Rohre sind vollflächig mit Polyurethan geschützt. Das aufwändige Aufbringen von Schweißraupen und nachträgliches Reparieren der Umhüllung



Bild 4:
Oberirdische Montage der duktilen Gussrohre in der Steilwand im Fels



Bild 5:
Rohreinbau der vonRoll ECOPUR-Vollschutzrohre mittels Baustellen-Drahtseilbahn in steilem, unzugänglichen Gelände



Bild 6:
Lagerplatz der duktilen Gussrohre und Formstücke

auf der Baustelle erübrigte sich damit. Der Vollschutz des Rohrsystems bleibt nach der Montage der vonRoll HYDROTIGHT- Steckmuffen-Verbindung gesichert.

Im steilen und unzugänglichen Gelände kam dem Einbauunternehmen das geringe Gewicht der vonRoll ECOPUR-Vollschutzrohre entgegen, mussten doch die Einbauarbeiten mittels Baustellen-Drahtseilbahn (**Bild 5**) und Helikoptertransporten bewerkstelligt werden.

Nach Abschluss der Rohrmontagearbeiten wurde die Dichtheit des gesamten Druckleitungssystems mit einer 24 Stunden dauernden Dichtheitsprüfung mit Wasser nachgewiesen. Nach 16-monatiger Bauzeit konnte das Kleinwasserkraftwerk im Juni 2012 in Betrieb genommen werden.

Bei diesem Projekt war es für den Bauherrn von Vorteil, dass der Rohrlieferant flexibel mit kurzen Lieferzeiten und Transportwegen (**Bild 6**) agieren konnte.

Literatur

- [1] EN 15655
Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen – Polyurethan-Auskleidung von Rohren und Formstücken – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings and accessories – Internal polyurethane lining for pipes and fittings – Requirements and test methods] 2009
- [2] EN 15189
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Polyurethanummhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings and accessories – External polyurethane coating for pipes – Requirements and test methods] 2007
- [3] EN 545
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods] 2010
- [4] EN 14901
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Epoxidharzbeschichtung (für erhöhte Beanspruchung) von Formstücken und Zubehörteilen aus duktilem Gusseisen – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings and accessories – Epoxy coating (heavy duty) of ductile iron fittings and accessories – Requirements and test methods] 2006
- [5] RAL GZ 662
Schwerer Korrosionsschutz von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung – Gütesicherung [Heavy duty corrosion protection of valves and fittings by powder coating – Quality assurance] 2008-01

Autor

Roger Saner
vonRoll hydro (suisse) ag
von roll-strasse 24
4702 Oensingen/Schweiz
Telefon: +41 (0)62/3 88 12-37
E-Mail: roger.saner@vonroll-hydro.ch

Bauingenieur/Planer

IM Maggia Engineering SA
Josef Burri, Projektleiter
via Stefano Franscini 5
6601 Locarno/Schweiz
Telefon: +41 (0)91/7 56 68-11
E-Mail: info@im-maggia.ch

Wasserkraftwerk im Tiroler Nauders ist in Betrieb gegangen

Von Roland Gruber

1 Einleitung

Sechs lange Jahre musste die Tiroler Dreiländereck-Gemeinde Nauders warten und bangen, bis sie im Dezember 2011 die Genehmigung schwarz auf weiß auf dem Tisch hatte. Die Behörden hatten grünes Licht für das knapp 5 Millionen Euro schwere Kraftwerksprojekt Stiller Bach gegeben. Der Umsetzung des gemeindeeigenen Kleinwasserkraftwerks stand somit nichts mehr im Wege.

Inzwischen sind die Bauarbeiten fast beendet. Die Wasserfassung ist einsatzbereit, die Arbeiten am Maschinenhaus ebenfalls und die Druckrohrleitung aus duktilen Gussrohren (**Bild 1**) ist auch fertiggestellt. Im 4. Quartal 2013 beginnt der Probetrieb. Das Wasserkraftwerk wird im Regeljahr rund 8,5 GWh Strom erzeugen und damit zu den drei größten Kleinwasserkraftwerken im Bezirk Landeck gehören.



Bild 1:
Duktile Gussrohre - Rohrlager für den Bau der Druckrohrleitung des Wasserkraftwerkes Stiller Bach in Nauders

Die Gemeinde Nauders betraute das erfahrene Planungsbüro BERNARD Ingenieure ZT GmbH mit Sitz in Hall i. Tirol mit der Erstellung eines Einreichprojektes, das sich letztlich in der Trassenführung doch markant von den ursprünglichen Kraftwerksplänen der TIWAG (Tiroler Wasserkraft AG) unterscheiden sollte.

2 Triebwasser aus zwei Bächen

Die zentrale Herausforderung lag darin, in den teils schwierigen topografischen Verhältnissen ein wirtschaftliches und dauerhaft wartungsarmes Kraftwerk zu planen. Die Standorte von Wasserfassung und Maschinenhaus waren alternativlos, weil zum einen die Fassung knapp unterhalb des Zusammenflusses von Stiller Bach und Labaubach angeordnet wurde, um möglichst viel Triebwasser nutzen zu können, und weil zum anderen das Krafthaus direkt an der Mündungsstelle des Stiller Bachs in den Inn angelegt werden sollte. Aufwändiger war dagegen die Planung der Trassenführung der rund 1.080 m langen Druckrohrleitung (**Bilder 2 und 3**). Letztlich wurde sie so konzipiert, dass sie im obersten, flachen Teil nach dem Entsan der (**Bild 4**) rund 270 m in der Reschenstraße (B 180) verläuft und davon rund 200 m innerhalb des Galeriebauwerks. Kurz bevor die Galerie in den Tunnel übergeht, wird die Druckrohrleitung aus der Straße geführt und verfolgt von da an die Trasse entlang der etwas ausgesetzten „alten Reschenstraße“. In diesem Bereich erfährt die Trasse eine 90°-Richtungsänderung, um danach über den Steilhang, der Neigungen bis zu 45° aufweist, hinunter bis zum Maschinenhaus am Inn-Ufer zu verlaufen. Zweifellos sollte der Einbau der Druckrohrleitung im Steilhang die wohl größte bauliche Herausforderung des Projektes werden.



Bild 2:
Trassenverlauf der Druckrohrleitung DN 800 des KW Stiller Bach

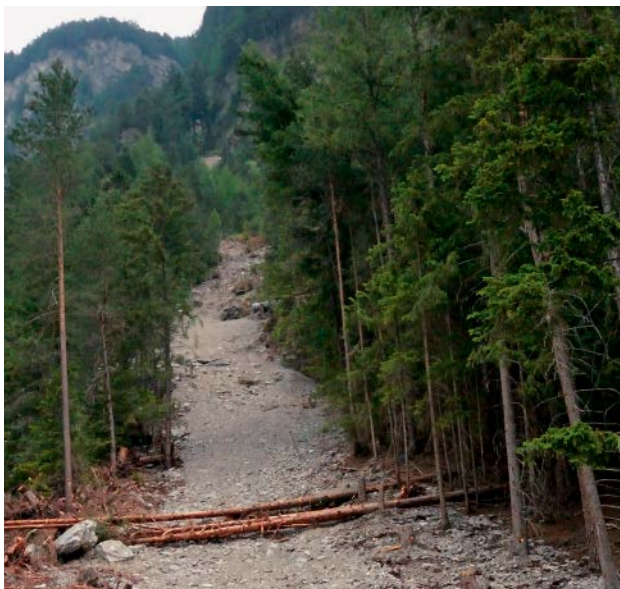


Bild 3:
Leitungstrasse in felsigem Gelände



Bild 4:
Doppelkammer-Entsander am Fassungsbauwerk

3 Wassergüte wird zum Problem

Die Vorzeichen, das Kraftwerksprojekt in einem überschaubaren Zeitrahmen verwirklichen zu können, standen ursprünglich denkbar gut. Schließlich hatten die Betreiber ein sehr ge-

wichtiges Argument auf ihrer Seite: Sämtliche betroffenen Grundstücke gehören der Agrargemeinschaft Nauders. Und da diese von der Gemeinde verwaltet wird, hatte man im Hinblick auf die gesamte Trasse freie Bahn. Doch für die angehenden Wasserkraftbetreiber vom

Dreiländereck war es das erste Projekt dieser Art – und schon bald sollte sich zeigen, dass es nicht so zügig voranging, wie man sich das erhofft hatte. Die behördlichen Anforderungen im Hinblick auf die nutzbare Wassermenge und die Restwasserthematik stellten sich für die beauftragten Planer als aufwändig und zeitintensiv dar – und auch so manch anderer Stolperstein sorgte für Kopfschmerzen bei den Gemeindevätern.

In der Projektierungsphase hat man bei Messungen oberhalb der geplanten Wasserfassung Mängel bei der Wassergüte festgestellt. Offenbar ist es zu einer Belastung des Wassers aus der Kläranlage gekommen, die zu diesem Zeitpunkt ein Problem hatte. Das Ergebnis davon war, dass man ab der Kläranlage bis zur Druckkammer des Entsanders eine zusätzliche Rohrleitung für den Kläranlagenablauf vorgesehen hatte. Diese hätte mit circa 300.000 Euro zu Buche geschlagen und hätte das ganze Projekt in seiner Wirtschaftlichkeit gefährdet. Zum Glück wurde wenig später der Schaden in der Kläranlage behoben, sodass keine Belastungen im Wasser mehr festgestellt werden konnten – und diese zusätzliche Leitung wieder entbehrlich wurde.

4 Nach 6 Jahren am Ziel

Im Herbst 2011 wurde noch einmal gezittert, denn es war zu befürchten, dass sich das Projekt einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) stellen musste; das hätte ohne Zweifel wieder ganz zum Ausgangspunkt der Planung geführt. Von der UVP-Behörde war ein Feststellungsverfahren nach dem UVP-Gesetz 2000 eingeleitet worden, in dessen Verlauf die Meinungen von Amtssachverständigen eingeholt wurden. Daraus war zu entnehmen, dass bei der Wasserfassung – bedingt durch die Sohlentnahme über ein Tiroler Wehr – keinerlei Aufstau entsteht. Zudem wurde festgestellt, dass aus wasserbaulicher Sicht zwischen dem geplanten Kraftwerk Stiller Bach und dem ebenfalls auf Nauderer Gemeindegebiet geplanten Gemeinschaftskraftwerk Inn eine freie Fließstrecke vorliegt. Dies waren letztlich die wesentlichen Argumente, warum keine UVP-Pflicht vorlag.

Damit wurde die letzte große Hürde genommen und am 5. Dezember 2011 war es schließlich soweit: Knapp 6 Jahre nach dem ersten Einreichen des Projektes lag den Gemeindeverantwortlichen der positive Baubescheid für das KW Stiller Bach vor. Es konnte losgehen.

5 Verkehr darf nicht behindert werden

Unter Federführung von BERNARD Ingenieure ZT GmbH wurden in der Folge sämtliche Komponenten des Kraftwerks ausgeschrieben und die Aufträge dafür bis zum Sommer 2012 an die am besten bewerteten Unternehmen vergeben. Bereits im Herbst 2012 wurde noch mit den Vorbereitungen, den Baustelleneinrichtungen und den ersten Bauarbeiten begonnen. Schon bald darauf musste die ganze Baustelle in die Winterpause gehen.

Nauders selbst liegt auf einer Seehöhe von knapp 1.400 m. Die Baustelle wies die typischen Herausforderungen des alpinen Geländes auf, hinzu kam die verkehrsstrategisch bedeutende Lage im Dreiländereck mit den beiden Pässen Reschenpass und Finstermünzpass. Um den Verkehr nicht allzu lange durch die Baumaßnahmen zu behindern, hat die Behörde ein relativ enges Zeitfenster gesetzt. Bis zum verkehrsintensiven Pfingstwochenende musste die Rohrleitung in der B 180 eingebaut und die Bundesstraße wieder zweispurig für den Verkehr freigegeben sein. Das ist dem beauftragten Bauteam innerhalb von 4 Wochen perfekt gelungen.

6 Schutz vor Steinschlag

Eine der bedeutsamsten Aufgaben für die Planer war der Schutz der Bauarbeiter vor Steinschlag, denn mit Ausnahme des Maschinenhausstandortes war über den gesamten Trassenbereich mit dieser Gefährdung zu rechnen. Grund genug für die Behörde, eine geologische Bauaufsicht vorzuschreiben. Diese wurde von der Gemeinde ebenfalls an das Haller Planungsbüro vergeben. Unter anderem wurde von den Behörden gefordert, dass von der geologischen Bauaufsicht die Gefährdungsbereiche kartiert und definiert werden müssen. Im Bereich der „alten Reschenstraße“ wurden vergleichsweise umfangreiche temporäre Steinschlagschutzmaßnahmen errichtet (**Bild 5**). Im Verlauf der Arbeiten an diesen Schutzmaßnahmen wurde eine neue Kluftgasse im Felsen von bislang nicht bekannter Ausdehnung entdeckt. In Hinblick auf das Felssturzereignis von 2011, als etwas nördlich der geplanten Leitungstrasse im Bereich der „alten Reschenstraße“ ein Abbruchvolumen von etwa 150 m³ herunterkam, war dieser neu entdeckten Kluftgasse natürlich höchste Aufmerksamkeit zu schenken. Letztlich wurde entschieden, die betroffene Felspartie durch eine elektronische Risskontrolle mit optisch-akustischer Warneinheit zu überwachen. Diese

Rissüberwachung wurde vom Planungsbüro geliefert, installiert und ausgewertet. Die Funktion und die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahme wurde in der folgenden Bauzeit mehr als einmal bei Steinschlagereignissen bestätigt – und sie trug maßgeblich dazu bei, dass bislang keinerlei Unfälle oder Schäden eingetreten sind.

7 Duktile Gussrohre am besten geeignet

Mit diesen Sicherungsmaßnahmen konnte nun auch der Einbau der Druckrohrleitung im schwierigen Gelände in Angriff genommen werden. Zum Einsatz kamen dabei – wie über die gesamte Trassenlänge – Rohre aus duktilem Gusseisen der Nennweite DN 800, PFA 25 bar (**Bilder 6 und 7**), die innerhalb des Ausschreibungsverfahrens als Variante des Bestbieters gewertet wurden. Von Anfang an war klar, dass das Rohrmaterial duktiles Gusseisen für diesen Einsatzzweck die besten Voraussetzungen mitbringt. Im Hinblick auf den Steilhang wurde auch an Stahlrohre gedacht, doch zum einen hätte man noch eine weitere Firma für die Schweißarbeiten ins Boot holen müssen, und zum anderen war von einer Stahlrohrleitung nicht diese Flexibilität zu erwarten gewesen, wie sie – nicht zuletzt dank einer Speziallösung – mit den duktilen Gussrohren geboten wurde. Rohre aus GFK schieden von vornherein aus, einerseits wegen der hohen Betriebsdrücke und andererseits, weil der Untergrund extrem felsig ist, und daher die Einbettung doch sehr aufwändig gewesen wäre. Außerdem sprach für die duktilen Gussrohre ihre Beweglichkeit in der Muffe, die bis zu $1,5^\circ$ Abwinkelung zulässt. Dadurch lässt sich die gesamte Leitung einfach an diese schwierigen topografischen Verhältnisse anpassen.

8 Kriechhang erfordert flexible Rohrleitung

Besondere Beachtung fand der Vorschlag des Rohrherstellers mit einer Speziallösung, die für die extrem schwierigen geologischen Verhältnisse des Steilhangs konzipiert wurde. Für den Steilhang wurde vom Planer in Zusammenarbeit mit den internen Abteilungen Geologie, Geotechnik und Statik die Anordnung der Festpunkte festgelegt, statisch berechnet und dimensioniert. Im obersten Steilstück wurden zwei Festpunkte im anstehenden Fels verankert. In diesem Bereich ist mit Kriechbewegungen des Hangs zu rechnen, die auch Längsbewegungen in der Druckrohrleitung nach sich ziehen. Für diesen Fall wurden so



Bild 5:
Steinschlagschutzmaßnahmen entlang der Rohrleitungstrasse



Bild 6:
Duktile Gussrohre und Formstücke DN 800, vorbereitet für den Einbau



Bild 7:
Duktile Gussrohre DN 800 mit Zementmörtel-Auskleidung

genannte „Dehnungsstücke“ vom Rohrhersteller geliefert, die diese Kriechbewegungen bis etwa 350 mm aufnehmen können. Konkret zieht es die Leitung bei einer derartigen Bewegung aus der oberen Überschiebmuffe und schiebt sie dafür im selben Ausmaß in jene, die am unteren Festpunkt über eine Schubsicherung

fixiert ist. Auf diese Weise ist eine gewisse axiale Flexibilität der Druckrohrleitung gegeben. Die weiteren drei Festpunkte im Steilhang stehen auf gewachsenem Boden, wo keine derartigen Hangbewegungen zu erwarten sind. Um eventuell auftretende Hangkriechdrücke zu mindern, wurden die Rohre auch mit Rohrschutzvlies umhüllt und die Rohrstöße mit Muffenkonen (Muffenschutzbleche) versehen. Aus planerischer Sicht dienen all diese Maßnahmen dazu, einen dauerhaft wartungsarmen Steilabschnitt auch unter schwierigen geologischen Verhältnissen zu schaffen. Im Steilhang kamen schub- und zuggesicherte duktile Gussrohre mit VRS®-T/BLS® – Steckmuffen-Verbindung zum Einsatz, deren Einbau alles andere als einfach – aber dennoch problemlos – verlief. Nur wenige Fahrer von Schreitbaggern (Spinnenbagger) wagen sich in derartige Steilhänge; ein Spezialist erledigte die Arbeiten souverän gekonnt (**Bild 8**). Die „Spinne“ wurde im steilsten Abschnitt über ein Seil gesichert und die Rohre von einem Spezial-LKW mit 30 m Kranausleger angeliefert. Dank der einfachen Verbindungstechnik der duktilen Gussrohre ging der Einbau recht zügig vonstatten. Probleme traten etwa bei Materiallagerungen neben der Künette auf, die ebenfalls gesichert werden musste.



Bild 8:
Gekonnter Einsatz eines Schreitbaggers mit Bohrmeißel in steilem Gelände



Bild 9:
Exzentrischer Stahlkonus – Übergang von der Druckkammer des Entsanders zur Druckrohrleitung

9 Hochwertige Ausrüstung

Die Druckrohrleitung ist bereits unter der Erde – die Druckprüfung hat stattgefunden. Auch die Wasserfassung mit ihrer stahlwasserbaulichen Einrichtung, die von der Firma GMT-Wintersteller GmbH aus dem Salzburger Kuchl geliefert wurde, ist fertiggestellt. Der Stahlwasserbauer lieferte für das Kraftwerk nördlich des Reschenpasses neben diversen Schützen, dem Rechen für das Tiroler Wehr und dem Feinrechen auch zwei kurze Stahldruckrohrleitungseinheiten mit DN 800 bzw. DN 400; beide Rohrstücke mit Zementmörtel ausgekleidet. Auch die bewährte Teleskoparm-Rechenreinigungsmaschine mit einem Putzhub von 2,7 m stammt aus dem Hause der Firma GMT-Wintersteller GmbH. Der exzentrische Stahlkonus ist eine Sonderanfertigung. Er verjüngt sich auf einer Länge von 2,2 m von DN 1200 auf DN 800. Er bildet den Übergang von der Druckkammer des Entsanders zur Druckrohrleitung (**Bild 9**).

Auch die Arbeiten am Maschinenhaus am Ufer des Inns (**Bilder 10 und 11**) lagen perfekt im Zeitplan, sodass noch im Laufe des Spätsommers 2013 mit der Montage der Maschinen begonnen werden konnte. Der Auftrag für die elektromaschinelle Ausrüstung des Kraftwerks wurde an die Firma Troyer AG aus Sterzing vergeben, die eine vertikalachsige, vierdüsigte Pelton-turbine geliefert hat. Diese ist bei den gegebenen hydraulischen Verhältnissen (Ausbauwassermenge 1,4 m³/s und Nettofallhöhe 185 m) auf 2.260 kW ausgelegt. Um das hochwertige Maschinengespann komplett zu machen, ging der Auftrag für den Generator an das Linzer Motorenunternehmen HITZINGER GmbH. Zusammen wird dieses Duo im Jahr rund 8,5 Millionen kWh sauberen Strom aus dem Stiller Bach erzeugen.

10 Größte Investition der Gemeinde

Noch ist es zu früh für die Betreiber, zu bilanzieren und ein Resümee über das Kraftwerksprojekt zu ziehen. Es gibt ja nicht mehr allzu viele Beispiele, wo eine Gemeinde ganz allein, ohne Partner ein Wasserkraftwerk realisiert. Die Anlage ist eine Investition, die der nächsten Generation in Nauders zugutekommen wird. Immerhin wurden 4,9 Millionen Euro in das Projekt investiert – die bei Weitem größte Einzelinvestition der Gemeinde in den letzten Jahren. Es wird natürlich einige Jahre dauern, bis sich das Investment amortisiert. Aber wenn



Bild 10:
Bau des Maschinenhauses mit beachtlicher Dimension



Bild 11:
Neues Maschinenhaus an der Inn-Mündung



Bild 12:
Zufriedene Gesichter beim Baustellenbesuch –
Vizebürgermeister Helmut Spöttl, Werner Siegele (TRM)
und Bürgermeister Robert Mair v. l.

es einmal abgezahlt ist, kann die Gemeinde nach heutiger Rechnung jährlich mit rund 420.000 Euro Ertrag aus dem Kraftwerk rechnen. Und das ist für eine kleine Gemeinde wie Nauders ein durchaus hoher Betrag. In jedem Fall haben die Gemeindeväter (**Bild 12**) der Dreiländereck-Gemeinde nicht nur Weitblick und Mut zur Initiative bewiesen, sondern auch Hartnäckigkeit und Ausdauer. Und selbige wurde im Frühjahr 2014 belohnt, als das Kraftwerk Stiller Bach zeitgerecht seinen Betrieb aufnehmen konnte.

Autor

Mag. Roland Gruber
Gruber-Seefried-Zek Verlags OG
Lindaustraße 10
4820 Bad Ischl/Österreich
Telefon: +43 (0)62 47/8 47 26
E-Mail: office@zekmagazin.at

Bauherr

Gemeinde Nauders
Vizebürgermeister Helmut Spöttl
Nauders 221
6543 Nauders/Österreich
Telefon: +43 (0)54 73/8 72 13
E-Mail: gemeinde@nauders.tirol.gv.at

Planung

BERNARD Ingenieure ZT GmbH
DI Walter Degenhart
Bahnhofstr. 19
6060 Hall/Österreich
Telefon: +43 (0)52 23/58 40-0
E-Mail: office@bernard-ing.com

Bauunternehmen

Swietelsky Baugesellschaft m.b.H.
Ing. Jürgen Partoll
Industriezone 1
6460 Imst/Österreich
Telefon: +43 (0)54 12/6 53 70
E-Mail: swietelsky.imst@swietelsky.at

Grabenlose Erneuerung einer Feuerlöschleitung mittels Berstlining

Von Stephan Hobohm und Alexander Bauer

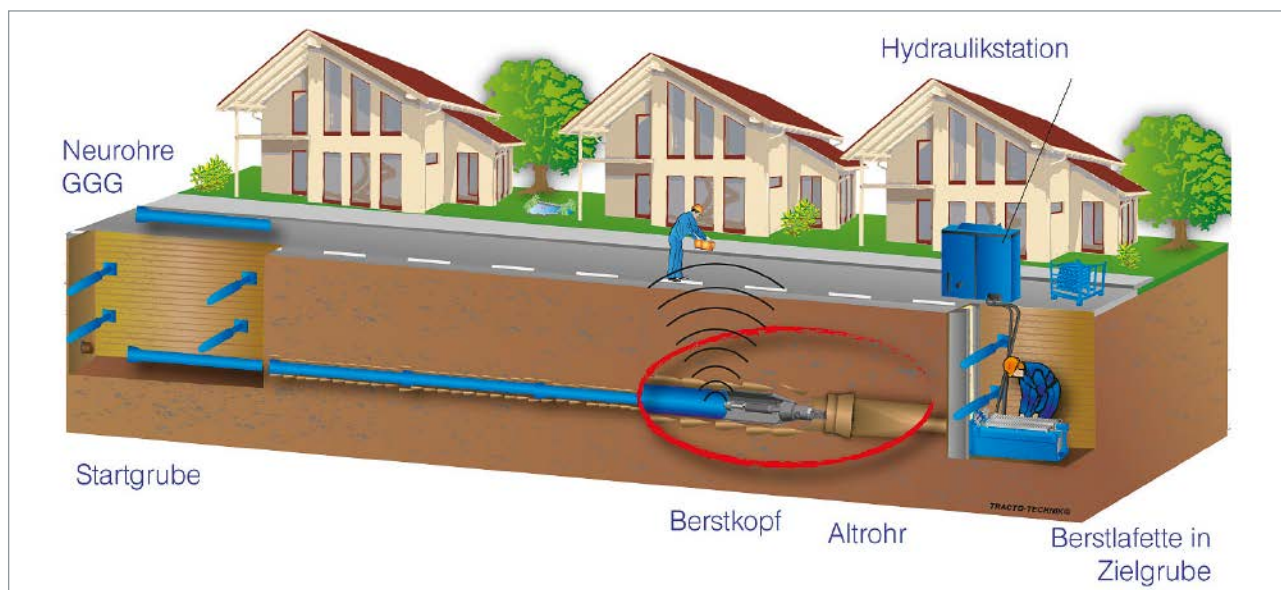


Bild 1:
Schematische Darstellung des Berstlining-Verfahrens
Quelle: TRACTO-TECHNIK, Lennestadt

1 Ausgangslage

Der BASF-Landeshafen Nord in Ludwigshafen ist seit 1976 Umschlagplatz für brennbare Flüssigkeiten wie Naphtha, Methanol und unter Druck verflüssigte Gase. 2008 haben hier 2.536 Tankschiffe angelegt und annähernd 2,86 Mio. t Güter umgeschlagen. Der Hafen dient der BASF hauptsächlich zur Rohstoffversorgung: rund 88 % der Umschlagsmenge sind Einsatzstoffe, nur 12 % der umgeschlagenen Güter verlassen den Hafen. Täglich ist das rund 140.000 m² große Hafenbecken Ziel von im Durchschnitt sieben Schiffen. Von der Leitstelle des Hafens aus überwachen BASF-Mitarbeiter rund um die Uhr mit über zehn beweglichen Kameras den Güterumschlag.

Sollten trotz aller Sorgfalt beim Be- oder Entladen Produkte in das Hafenbecken gelangen oder andere Probleme auftreten, kann der Mitarbeiter von der Leitstelle aus umgehend folgende Sicherheitsmaßnahmen in Gang setzen:

- Druckluft-Ölsperren aktivieren,
- Schlängelleinen als zusätzliche Barriere durch die Werksfeuerwehr installieren lassen,
- mittels Schnellschlusssystem eine Not-Trennung des Produktflusses veranlassen,
- im Brandfall mit Hilfe von Schaum-Wasserwerfern mit dem Löschen beginnen.

Diese Schaum-Wasserwerfer werden seit der Inbetriebnahme des Hafens durch unterirdisch eingebaute Stahlrohrleitungen der Nennweiten DN 300, DN 400 und DN 500 mit Wasser versorgt.

Wegen einer zunehmenden Anzahl von Leckagen entsprach das vorhandene Leitungssystem jedoch nicht mehr den sehr hohen Sicherheitsanforderungen der BASF. Daher entschied man sich für eine Erneuerung der vorhandenen Leitungen.

Hierfür waren jedoch einige Randbedingungen zu beachten. So musste die Versorgungssicherheit der Löschanlagen auch während der Erneuerung sichergestellt sein und die Zufahrt für Werksverkehr und Feuerwehr frei bleiben. Folglich richteten sich die Überlegungen auf eine grabenlose Neulegung des Rohrleitungssystems, um möglichst wenig Verkehrsfläche zu blockieren.

Damit rückte als einzige realistische Möglichkeit das Berstlining (**Bild 1**) in den Vordergrund. Denn nur durch Berstlining kann

- trassengleich ausgewechselt,
- ein Neurohr mit gewünschter Lebensdauer und Druckstufe eingebaut,
- die Verkehrseinschränkungen minimiert und
- die Baukosten in einem angemessenen Rahmen gehalten werden.

2 Planung

Die Planung erfolgte in Eigenregie durch die zuständigen Fachabteilungen der BASF. Die wichtigsten Vorgaben und Randbedingungen, die dabei zu beachten waren, lauteten:

- Die Hauptleitungen mussten weitestgehend in geschlossener Bauweise erneuert werden, um die Verkehrsbeeinträchtigungen möglichst klein zu halten.
- Die abzweigenden Leitungen in Richtung Hydranten konnten in offener Bauweise erneuert werden.
- Die grabenlos zu erneuernden Längen der Hauptleitungen betragen:
 - 110 m DN 300,
 - 580 m DN 400,
 - 1.050 m DN 500.
- Das vorhandene Rohrleitungsmaterial war Stahl (geschweißt), innen roh, außen bituminisiert, Baujahr 1976.
- Alle vorher genannten Hauptrohre waren trassengleich und in gleicher Nennweite zu erneuern.
- Die Rohrdeckung betrug durchschnittlich 2 m bis 2,2 m.

- Der anstehende Boden besteht aus nicht bindigem, teilweise sehr dicht gelagertem Sand. Das gesamte Gelände war Mitte der 70er Jahre aufgespült und aufgeschüttet worden.
- Das Neurohrmaterial musste für einen Betriebsdruck von 16 bar geeignet sein.
- Die Baugruben waren möglichst klein zu halten.
- Haltungslängen bis zu 222 m zwischen den Knickpunkten der Hauptleitungen waren zu erneuern. Zwischen diesen Punkten war von einem gradlinigen Leitungsverlauf auszugehen.
- Knickpunkte und abzweigende Stichleitungen waren in offener Bauweise einzubauen.
- Die Betriebsbereitschaft der Feuerlöschanlage war zu jeder Zeit sicherzustellen.

Unter diesen Vorgaben und Randbedingungen kristallisierte sich relativ schnell die Erneuerung der Hauptleitungen im Berstlining-Verfahren als Mittel der Wahl heraus. Andere Sanierungsmöglichkeiten schieden aus technischen Gründen, z. B. Verlust hydraulischer Leistungsfähigkeit wegen Verringerung des Querschnitts, oder wirtschaftlichen Gründen aus. Mit duktilen Gussrohren war es im Berstlining möglich, die genannten Randbedingungen zu erfüllen.

Berstlining wird zur grabenlosen und trassengleichen Erneuerung von Rohrleitungen eingesetzt. Hierfür wird die vorhandene Altrohrleitung mit einem Berstkopf zerstört, gleichzeitig durch eine Aufweitstufe in das umgebende Erdreich verdrängt und der neue Rohrstrang eingezogen. Man unterscheidet beim Berstlining das dynamische und das statische Verfahren. Das Berstlining wurde in seiner dynamischen Arbeitsweise aus der Bodenrakete mit Aufweitkopf entwickelt und diente ursprünglich der Erneuerung von Abwasserkanälen aus Steinzeug. Bei zu geringen Abständen zu benachbarten Leitungen und Bauwerken waren diese jedoch durch die entstehenden Erschütterungen gefährdet. Einen Ausweg aus diesem Dilemma bietet das statische Berstlining. Hierbei wird ein Aufweitkopf, dessen erste Stufe mit Brechrippen bestückt sein kann, mit stetig und erschütterungsfrei arbeitenden Ziehgeräten durch die Altrohrleitung gezogen und diese dadurch aufgeborsten. Die neuen Rohre werden unmittelbar an den Berst-/Aufweitkopf angekoppelt und in den mit etwa 10% Überschnitt aufgeweiteten Kanal eingezogen.

Beide Berstlining-Verfahren, das statische sowie das dynamische, sind weit verbreitet. Das DVGW-Merkblatt GW 323 [1] regelt die Kriterien des Verfahrens mit den damit verbundenen Anforderungen und Prüfungen (weitere Infos zum Berstlining unter www.infocenter-berstlining.com).

Das Berstlining eignet sich besonders für Altrohre aus sprödem Material wie Asbestzement, Steinzeug oder Grauguss. Aber auch Rohre aus duktilem Gusseisen, oder wie in diesem Fall aus Stahl, können mit dem statischen Verfahren mit Hilfe spezieller Rollenschneidköpfe geborstet werden. Dabei ist eine Nennweitenvergrößerung bis zu zwei Stufen möglich. Bei duktilen Gussrohren muss das Aufweitungsmaß (**Bild 2**) größer als der Muffenaußendurchmesser sein. Über das Aufweitungsmaß (AM) ist, in Anlehnung an das DVGW-Merkblatt GW 323 [1], der benötigte Abstand zu benachbarten Versorgungsträgern und die Überdeckungshöhe zu bestimmen. Folgende Mindestabstände sind nach [1] einzuhalten:

- parallele Leitung: $> 3 \times \text{AM}$, min. 40 cm,
- parallele bruchgefährdete Leitungen $< \text{DN } 200$: $> 5 \times \text{AM}$, min 40 cm,
- parallele bruchgefährdete Leitungen $\geq \text{DN } 200$: $> 5 \times \text{AM}$, min 100 cm,
- kreuzende Leitungen im kritischen Abstand möglichst freilegen,
- Rohrdeckung: $> 10 \text{ AM}$.

Bei dem hier verwendeten Neu-Rohrmaterial handelte es sich um duktile Gussrohre nach EN 545 [2] für Trinkwasser mit formschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung (**Bild 3**) und einer werkseitigen Zementmörtel-Umhüllung (**Bild 4**) nach EN 15542 [3]. Gemäß [1] dürfen beim Berstlining duktile Gussrohre nur mit formschlüssiger Steckmuffen-Verbindung verwendet werden. Ebenso ist hier festgelegt, dass zum Schutz vor mechanischen Belastungen und Beschädigungen des Außenschutzes beim Einzug Rohre mit einer Zementmörtel-Umhüllung einzusetzen sind. Zur Vervollständigung des Außenschutzes im Verbindungsbereich sowie zur Vermeidung des Eintrags von Verunreinigungen in den Spalt zwischen Muffe und Einsteckende muss außerdem eine Kombination aus Gummi- oder Schrumpfmanschette und Schutzkonus aus Stahlblech aufgebracht werden. Die Zementmörtel-Umhüllung ist neben dem für das Berstlining unabdingbaren mechanischen Schutz auch ein hochwertiger Korrosionsschutz. Rohre mit dieser Umhüllung können ohne zusätzliche Sandeinhüllung in Böden beliebiger Art eingebaut werden. Somit ist die Zementmörtel-Umhüllung

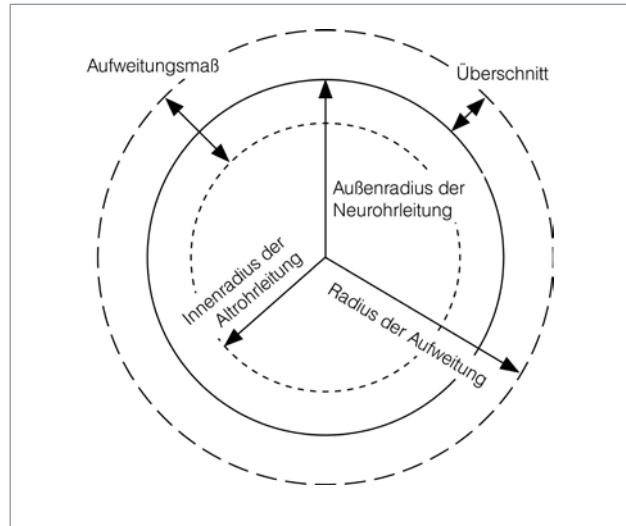


Bild 2:
Aufweitungsmaß

Quelle: DVGW-Merkblatt GW 323

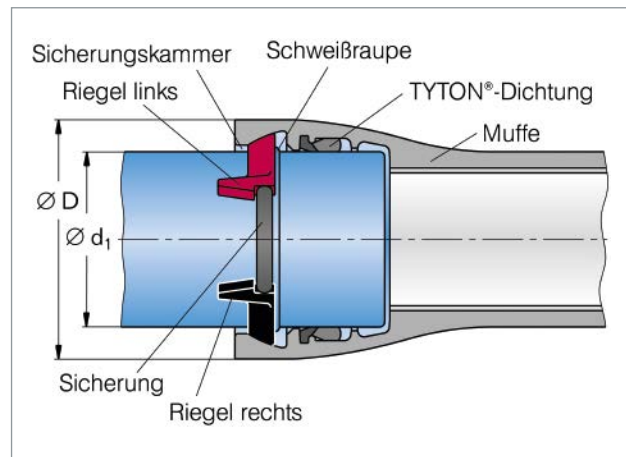


Bild 3:
BLS® - Steckmuffen-Verbindung

Quelle: Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH, Wetzlar

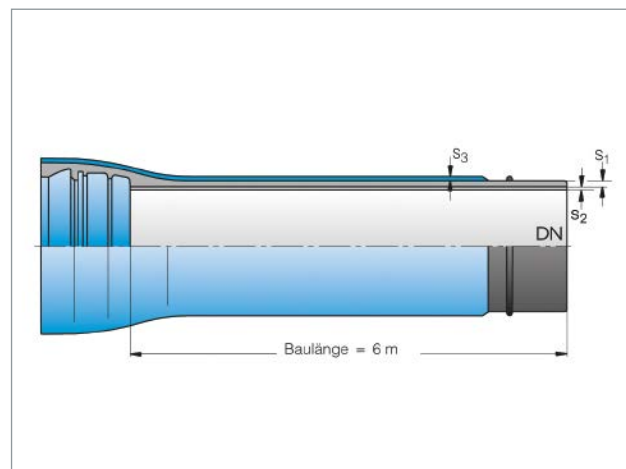


Bild 4:
Duktiles Gussrohr mit Zementmörtel-Umhüllung und BLS® - Steckmuffen-Verbindung

Quelle: Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH, Wetzlar

gleichzeitig ein chemischer und mechanischer Schutz. Die für das beschriebene Projekt relevanten technischen Details der einzubauenden duktilen Gussrohre mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung sind in **Tabelle 1** zusammengestellt.

Die Baulänge der Rohre beträgt 6 m. Zum Lieferumfang der Rohre gehörten jeweils eine TYTON®-Dichtung, vier Riegel, eine Gummimanschette und ein Stahlblechkonus.

3 Bauausführung

Zur Sicherung der Versorgungsbereitschaft der Feuerlöschanlage wurde zuerst als vorbereitende Maßnahme die Notwasserversorgung aufgebaut. Danach begannen die Tiefbauarbeiten. Die beauftragte Firma, Diringer & Scheidel GmbH & Co. KG, Niederlassung Mannheim, war in weiten Teilen der Baumaßnahme mit drei Kolonnen vor Ort – jeweils eine für den Tiefbau, eine für den Rohreinzug und eine für den offenen Rohrleitungsbau sowie für die Zusammenschlüsse zwischen den eingezogenen Rohrabschnitten.

Im ersten Schritt wurden die Baugruben hergestellt. Laut Planvorgaben waren 12 Maschinen- und 11 Montagegruben vorgesehen. Alle wurden

in einer ähnlichen Dimension von 8 m Länge x 2 m Breite ausgeführt. Die Länge wurde einerseits durch die Rohrlänge von 6 m plus Muffe und Arbeitsraum, andererseits durch die Abmessungen der verwendeten Berstanlage inklusive Vorsatzrahmen und Sicherungsbügel bestimmt. Wegen einer parallel laufenden Stahlrohrleitung war die Breite der Maschinengrube begrenzt. Dies hatte auch zur Folge, dass nicht wie geplant eine 250-Tonnen-Anlage zum Einsatz kam, sondern die etwas kleinere 190-Tonnen-Anlage (**Bild 5**). Alle Baugruben wurden mittels Kammerdielenverbau in den vorhandenen aufgeschütteten und recht standfesten Sandboden getrieben. Diese Standfestigkeit bzw. die schlechte Verdrängbarkeit des anstehenden Bodens sollte sich später noch als Hemmschuh für die geplanten Einzugsängen herausstellen. Zwischen den einzelnen Montage- und Maschinengruben waren Abstände zwischen 36 m und maximal 222 m vorgesehen.

So konnte im Mai 2012 mit dem eigentlichen Bersten bzw. Aufschneiden des alten Stahlrohres und dem Einzug der neuen duktilen Gussrohre begonnen werden. Für die zu erwartenden hohen Zugkräfte von bis zu 190 t war es notwendig, Widerlager zur Abstützung der Zugmaschine vorzusehen. Man entschied sich, diese nicht in



Bild 5:
GRUNDOBURST 1900G in der Baugrube
Quelle: BASF SE, Ludwigshafen



Bild 6:
Wiederverwendbares Stahlbeton-Widerlager
Quelle: BASF SE, Ludwigshafen



Bild 7:

Rollenmesser

Quelle: BASF SE, Ludwigshafen



Bild 8:

Aufweitkopf, Zugkraftmesseinrichtung und Zugkopf

Quelle: BASF SE, Ludwigshafen

Tabelle 1:

Maße, Gewichte, zulässiger Betriebsdruck PFA, zulässige Zugkräfte und Montagezeiten der zum Einbau vorgesehenen duktilen Gussrohre

DN	d ₁	D	s ₁	s ₂	s ₃	Gewicht [kg]	PFA [bar]	zul. Zugkraft [kN]	Montagezeit [min]
	[mm]								
300	326	410	5,6	4	5	487,9	40	380	8
400	429	521	6,4	5	5	706,9	30	650	10
500	532	636	7,2	5	5	940,9	30	860	12

Ortbeton auszuführen, sondern eine speziell angefertigte wiederverwendbare Stahlbetonkonstruktion als Widerlager einzusetzen. Dieses war für alle Nennweiten von DN 300 bis DN 500 verwendbar (**Bild 6**).

Anschließend wurde die GRUNDOBURST 1900G inklusive Vorsatzrahmen vor das Widerlager gesetzt und das QuickLock-Gestänge eingeschoben. In der Montagegrube konnte nunmehr das Rollenmesser (**Bild 7**), der Berst- bzw. Aufweitkopf, die Zugkraftmesseinrichtung und der Zugkopf montiert und an das Gestänge gekoppelt werden (**Bild 8**). Die Altröhre aus Stahl wurden zuerst mit einem speziellen Rollenmesser aufgeschnitten und danach aufgeweitet.

Die Aufweitung betrug je nach Nennweite:

- DN 300 —————> 495 mm,
- DN 400 —————> 595 mm,
- DN 500 —————> 695 mm.

Damit war in jeder Nennweite ein Überschnitt über die BLS®-Muffe der Rohre von 10 % bis 15 % gegeben. Zwischen der Aufweitstufe und

dem anschließenden Zugkopf befand sich eine GrundoLog-Zugkraftmesseinrichtung. Dadurch konnte die tatsächlich auf das Rohrmaterial wirkende Zugkraft jederzeit überprüft werden (**Tabelle 1**). Die Daten wurden mittels Kabel zum Datenlogger übertragen, weil die abschirmende Wirkung des vorhandenen Altrohrmaterials eine drahtlose Übermittlung vereitelte.

Der Zugkopf wurde vom Rohrhersteller beigegeben. Er ist das Bindeglied zwischen den Berstwerkzeugen und dem neu einzuziehenden Rohrstrang. Die Verbindung vom Zugkopf zum jeweils ersten Rohr war, wie bei den nachfolgenden Rohren auch, die formschlüssige BLS®-Steckmuffen-Verbindung.

Nachdem die vorbereitenden Maßnahmen abgeschlossen waren, begann der Rohreinzug. Das erste Rohr wurde angekoppelt und eingezogen. Die Rollenmesser schnitten unterdessen das alte Stahlrohr in der Sohle auf, während der Aufweitkopf das Altrohr nach oben aufzog.



Bild 9:
Aufgefaltetes Stahlrohr (Vordergrund) –
leichte Kratzspuren auf der Zementmörtel-Umhüllung
des duktilen Gussrohres (Hintergrund)
Quelle: BASF SE, Ludwigshafen

Nach rund zehn Minuten und sechs gezogenen Metern konnte das nächste Rohr angekoppelt werden. Hierfür wurde eine TYTON®-Dichtung nach DIN 28603 [4] in die Muffe des bereits eingezogenen Rohres eingelegt, das Einsteckende des neuen Rohres eingeschoben, die vier BLS®-Riegel samt Sicherung montiert und der Muffenschutz aus Schrumpfmuffe und Blechkonus aufgebracht. Dieser Vorgang dauerte insgesamt etwa 20 min. Anschließend konnte das angekoppelte Rohr sofort eingezogen werden. Auf diese Weise waren Einbaugeschwindigkeiten von bis zu 72 m (12 Rohre) in 5 Std oder 30 min/Rohr möglich.

Leider stellte sich recht schnell heraus, dass der anstehende Boden nur sehr schwer bis gar nicht verdrängbar war. Dies hatte eine rapide Erhöhung der Zugkräfte und natürlich auch eine Verringerung der Haltungenlängen zur unmittelbaren Folge. Dadurch, dass sich der Boden nur begrenzt verdrängen ließ, wurde das aufgeschnittene Stahlrohr vom Boden auf die Muffen der Gussrohre gedrückt, wodurch Reibung und Zugkraft anstiegen. Eine weitere Anhebung der Zugkraft wurde durch das Auffalten des Stahlrohres hervorgerufen. Dieses Phänomen stellte sich direkt an der Aufweitstufe ein, wo der Aufweitkopf das Alrohr vor sich her schob und wie eine Ziehharmonika auffaltete (**Bild 9**).

Die Addition dieser einzelnen Komponenten führte schnell zum Erreichen der zulässigen oder der durch die Maschinenteknik begrenzten Zugkraft. Diese Umstände halbierten letztlich die durchschnittlichen Einzugslängen im Vergleich zur Planung und verdoppelten damit die Anzahl



Bild 10:
Zusammenschluss mit Abzweigen
Quelle: BASF SE, Ludwigshafen

der Baugruben. Schließlich wurden Haltungenlängen von bis zu 80 m realisiert. Weil für jede neue Haltung die Maschinenteknik neu eingestrichelt werden musste (Dauer rund ½ Tag), verlängerte sich die Bauzeit entsprechend.

Aus jeder Maschinenbaugrube wurde zweimal gezogen – zuerst die Haltung zur einen Seite - dann wurde die Maschine gedreht – anschließend die Haltung zur anderen Seite. So standen sich in den meisten Baugruben zwei BLS®-Einsteckenden gegenüber. Diese mussten nun noch miteinander verbunden werden. Teilweise befanden sich an diesen Stellen auch die Abgänge zu den Stichleitungen, die offen eingebaut wurden. Die einzelnen Haltungen wurden mit dem BRS®-System längskraftschlüssig verbunden. Hierfür wurden zuerst die Einsteckenden der Rohre gekürzt, sodass keine Schweißraupen mehr vorhanden waren. Anschließend konnte der Lückenschluss zum Beispiel mit EU-, MMA- und Pass- und Ausbaustücken vollzogen werden (**Bild 10**).

Nachdem alle Lücken geschlossen und die Stichleitungen eingebaut waren, konnten nun alle Leitungen auf Dichtheit überprüft werden. Da das gesamte Leitungssystem auf einen Betriebsdruck von 16 bar ausgelegt ist, betrug der Systemprüfdruck 21 bar. Die Bauzeit des Projekts betrug ein halbes Jahr.

4 Fazit

Wegen des schlecht verdrängbaren Bodens und der daraus resultierenden Anzahl an Baugruben verlängerte sich die Bauzeit und folglich stiegen auch die Baukosten. Ansonsten verlief die Baumaßnahme weitgehend problemlos. Wie bei allen grabenlosen Einbauverfahren zeigte sich auch hier der alles überragende Einfluss des Baugrundes auf den Erfolg bzw. die Kosten. Im vorliegenden Fall stiegen die Baukosten um etwa 60 % gegenüber der ursprünglich angesetzten Summe. Eine gründliche Planung und ein qualifiziertes Fachunternehmen sind Grundvoraussetzungen für das Gelingen einer Berstliningmaßnahme. Hier musste man den anstehenden Boden hinnehmen; ein offener Einbau schied aus den anfangs genannten Gründen aus.

Das Berstlining ist wegen der geringen Eingriffe in Oberfläche und Verkehr eine interessante Alternative zum konventionellen Einbau im offenen Graben. Gegenüber einer Sanierung (z. B. mittels Inliner) ergibt sich der Vorteil vor allem aus der Tatsache, dass ein genormtes und fabrikmäßig gefertigtes Rohr mit vollem Leistungsumfang (Druck, Statik, Korrosionsschutz, Lebensdauer) eingebaut wird.

Literatur

- [1] DVGW- Merkblatt GW 323
Grabenlose Erneuerung von Gas- und Wasserversorgungsleitungen durch Berstlining – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung
2004-07
- [2] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods]
2010
- [3] EN 15542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings and accessories – External cement mortar coating for pipes – Requirements and test methods]
2008

- [4] DIN 28603
Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen – Steckmuffen-Verbindungen – Zusammenstellung, Muffen und Dichtungen [Ductile iron pipes and fittings – Push-in-joints – Survey, sockets and gaskets]
2002-05

Autoren

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

Alexander Bauer
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH
Sophienstraße 52-54
35576 Wetzlar/Deutschland
Telefon: +49 (0)62 87/92 57 29
E-Mail: alexander.bauer@duktus.com

Planer und Auftraggeber

BASF SE
Carl-Bosch-Straße 38
67056 Ludwigshafen/Deutschland
Telefon: +49 (0)6 21/60-0

Bauunternehmen

Diringer & Scheidel GmbH & Co. KG
Erich Rothkopf
Bereichsleiter Bau
Stiftstraße 18
06844 Dessau-Rosslau/Deutschland
Telefon: +49 (0)3 40/75 00-5 52
E-Mail: erich.rothkopf@dus.de

100 Kilometer duktile Guss-Rammpfähle für das CSP-Kraftwerk – KaXu Solar One – in Südafrika

Von Erich Steinlechner



Bild 1:
CSP-Kraftwerk – Parabolspiegel auf dem Gelände von KaXu Solar One

1 Einsatz duktiler Guss-Rammpfähle

Die Anzahl von Bauprojekten mit duktilen Guss-Rammpfählen hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Wie positiv diese Erfolgsgeschichte des duktilen Pfahlsystems ist, kann an einem Bauprojekt im Land am Kap der Guten Hoffnung, Südafrika, aufgezeigt werden – Abwicklung eines geradezu gigantischen Projektes in der südafrikanischen Region Northern Cape an der Grenze zu Namibia. Hier am Rande der Kalahari-Wüste entsteht ein sogenanntes CSP-Kraftwerk (CSP = Concentrated Solar Power) – KaXu Solar One –, das mit einer Leistung von 100 MW für die Energieversorgung der Metropolen Johannesburg und Kapstadt sorgen wird (**Bild 1**).

2 Die Zusammenhänge

ABENGOA, ein multinationales Unternehmen mit Hauptsitz in Spanien, das mit der staatlichen Industrial Development Corporation (IDC) eine Partnerschaft eingegangen ist, wird das Kraftwerk KaXu die nächsten 25 Jahre betreiben. Mit dem Bau des Kraftwerkes hat ABENGOA seine Tochtergesellschaft ABEINSA EPC beauftragt, die nun seit Beginn des Jahres 2013 in der Nähe von Upington tätig ist. Der südafrikanische Partner des Lieferanten der duktilen Guss-Rammpfähle, die Firma Geopile, wurde von ABEINSA EPC beauftragt, 52.800 Pfahlpunkte für die Stabilisierung der Parabolspiegel des Kraftwerkes herzustellen.

3 Pfahlgründungen begannen im April 2013

Seit April 2013 sind vier Geräte im Einsatz, die eine durchschnittliche Tagesleistung von 300 Stück duktilen Guss-Rammpfählen, PT 118 mm x 6,0 mm mit Pfahllängen von 1,0 m bis 5,0 m, erzielen (**Bilder 2 und 3**). Die Pfahllängen sind sehr unterschiedlich, weil sich das Baufeld über eine Fläche von 3,5 km x 1,5 km erstreckt. Die endgültige Menge wird erst im Dezember 2013 feststehen. Aktuelle Hochrechnungen ergeben derzeit eine Gesamtpfahllänge von rund 103.000 m.

Damit steht schon jetzt fest, dass KaXu Solar One das größte bis dato abgewickelte Projekt mit duktilen Guss-Rammpfählen in Verbindung mit dem österreichischen Pfahllieferanten ist. Umfangreiche Tests waren im Vorfeld erfolgreich durchgeführt worden (**Bild 4**). Geopile hatte die Tragfähigkeit an rund 10 Testpfählen nachgewiesen, die nach dem Zufallsprinzip ausgewählt wurden. Bei diesem Projekt war zum ersten Mal der Lastfall „Zug“ entscheidend, denn die Parabolspiegel, die exakt in Nord-Süd-Richtung aufgestellt werden, haben eine geringe Eigenlast, müssen ihre Ausrichtung aber auch noch bei Windgeschwindigkeiten von 140 km/h halten. Erst bei einer Windgeschwindigkeit von

über 140 km/h begeben sich die riesigen Flächen in eine gesicherte Position. Da diese hohen Windgeschwindigkeiten in Northern Cape keine Seltenheit sind, werden die Parabolspiegel im Ost- und West-Bereich durch fünf Meter hohe Windzäune geschützt (**Bild 5**). So wird die Windgeschwindigkeit reduziert und die Windströmung verwirbelt. Im Nord-Süd-Bereich, wo keine Windzäune errichtet werden können, müssen Erdhügel über eine Länge von 3,5 km und mit einer Höhe bis zu 10 m aufgeschüttet werden. Sie dienen ebenfalls der Verwirbelung der Windströmung, um die Auftriebskraft (Sogwirkung), wie bei einer Flugzeugtragfläche, zu verhindern.

4 Die Herausforderung

„Toleranzen bewältigen“ hieß die Herausforderung. Die Herstellung der Pfähle bei KaXu Solar One wird mit Totalstationen (elektronische Tachymeter) überwacht, die eine Genauigkeit von +/- vier Zentimeter ermöglichen. Das eigentliche Verbindungsglied dabei ist ein Bolzen DN 27, der von Geopile mit einer Genauigkeit von +/- drei Millimetern in Lage und +/- 20 Millimeter in Höhe einbetoniert werden muss. Millimeterarbeit war daher angesagt, denn die



Bild 2:
Vier Baumaschinen zum Abteufen der duktilen Guss-Rammpfähle



Bild 3:
Abtrennen der überzähligen Länge des eingebauten Guss-Rammpfahls

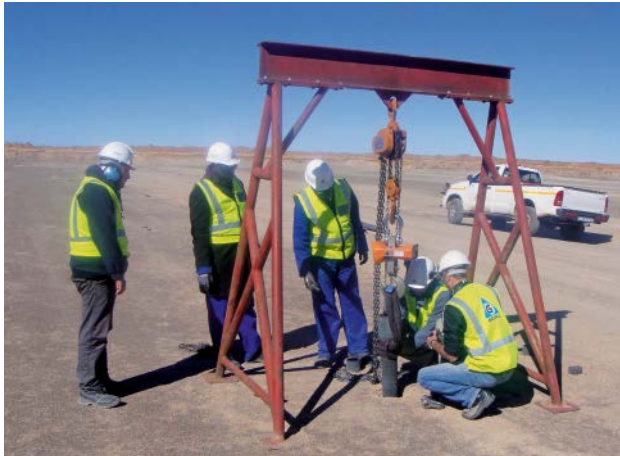


Bild 4:
Prüfung der Tragfähigkeit der duktilen Guss-Ramm-
pfähle anhand von Testpfählen



Bild 5:
Fünf Meter hohe Windzäune schützen die Parabol-
spiegel vor starken Winden

Parabolspiegel als Herzstück der solarthermischen Anlage müssen exakt in Lage und Höhe montiert werden, um eine 100prozentige Effektivität gewährleisten zu können. Die Abweichung von nur 1° reduziert die Leistung um 5%. Die Herstellung der Pfähle verläuft dank einer eingespielten Mannschaft (**Bild 6**) nach Plan und im geforderten Zeitfenster, sodass die Anforderungen an Genauigkeit und Termineinhaltung komplett bewältigt werden konnten.

5 CSP – Concentrated Solar Power

CSP-Anlagen werden im sogenannten Sonnen-gürtel der Erde errichtet und betrieben, denn diese wüstenähnlichen Gebiete besitzen die benötigte hohe direkte Sonneneinstrahlung. Bei der CSP, auch Solarthermie genannt, werden Spiegel eingesetzt, die die Sonnenstrahlen auf ein in dem Receiver-Rohr befindliches Wärmeträgermedium (zumeist thermisches Öl



Bild 6:
Für den Bauerfolg unerlässlich – geschulte Bauarbeiter

oder auch Wasser) um den Faktor 90 konzentrieren. Die gewonnene Energie kann zur Erzeugung von Dampf, Wärme, Kälte oder Elektrizität genutzt werden. Produziert eine CSP-Anlage Elektrizität mithilfe einer angeschlossenen Dampfturbine, wird von einem solarthermischen Kraftwerk gesprochen. CSP bietet ein unendliches Potenzial an aus der Sonne gewonnener thermischer Energie. Die Energie aus CSP-Anlagen kann in Form von Wärme leicht gespeichert und später wieder freigesetzt und konsumiert werden.

6 Ausblick

Südafrika hat sich dazu entschlossen, verstärkt auf dem Gebiet der Solarenergie aktiv zu werden, um die Energieversorgung von fossilen Brennstoffen – und dabei besonders von Kohle – unabhängiger zu machen. Kohlevorkommen sind in Südafrika eher begrenzt vorhanden. Drei entscheidende Faktoren spielen bei solarthermischen Kraftwerken eine Rolle: Sonne, weil Wasser verdampft werden muss, demzufolge ausreichende Mengen an Wasser und eine Sub-Station, um die produzierte Menge an den Endkunden zu bringen. In Südafrika sind ideale Voraussetzungen vorhanden, um diese Art von Kraftwerken ökonomisch zu betreiben.

In der Region Northern Cape an der Grenze zu Namibia scheint die Sonne an 320 Tagen im Jahr und der Oranje River, mit 2.160 km Länge der größte Fluss des Landes, liefert ausreichende Mengen an Wasser.

Mit dem Projekt KaXu Solar One macht das Land einen Anfang bei der Energiegewinnung von morgen. Weitere 100 Kraftwerke sind geplant, nicht nur als CSP sondern auch als klassische Photovoltaik-Anlagen.

Autor

Ing. Dipl.-Betriebsw. Erich Steinlechner MBA
Tiroler Rohre GmbH
Innsbrucker Straße 51
6060 Hall in Tirol/Österreich
Telefon: +43 (0)52 23/5 03-0
E-Mail: Erich.Steinlechner@trm.at

Bauherr

Abeinsa EPC Kaxu (Pty) Ltd
PO Box 3181
8800 Upington/Südafrika

Bauunternehmen

GEOPILE AFRICA (Pty) Ltd
28 Central Road, Sunrella
Lanseria Gauteng/Südafrika

EADIPS®/FGR®-Mitgliedsunternehmen bilden aus

1 Ausbildungsangebot

Die Mitgliedsunternehmen der European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS® / Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e. V., die Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen sowie Armaturen aus Gusseisen mit Kugelgrafit herstellen, sind anerkannte Ausbildungsbetriebe für unterschiedliche Ausbildungsberufe. Die Ausbildung junger Leute genießt einen hohen Stellenwert in den Produktionsfirmen.

So werden zurzeit über 120 Auszubildende verzeichnet. Ausbildungsberufe sind:

- Elektrobetriebstechniker/-in,
- Elektroniker/-in,
- Energieelektroniker/-in,
- Fachinformatiker/-in,
- Formenbauer/-in,
- Gießereimechaniker/-in,
- Industriekauffrau/-mann,
- Industriemechaniker/-in,
- Konstrukteur/-in,
- Logistiker/-in,
- Maschinenbautechniker/-in,
- Maschinen- und Anlagenführer/-in,
- Mechatroniker/-in,
- Polymechaniker/-in,
- Produktionsmechaniker/-in,
- Rohrleitungsbauer/-in,
- Technischer Modellbauer/-in,
- Technischer Produktdesigner/-in,
- Werkzeugmechaniker/-in und
- Zerspanungsmechaniker/-in.

Im Rahmen einer Dualen Hochschulausbildung (DH) werden Studenten in den Fachrichtungen Engineering, Wirtschaftsingenieurwesen und Betriebswirtschaftslehre ausgebildet. Darüber hinaus bieten die EADIPS®/FGR®-Mitgliedsunternehmen Praktikantenplätze für Fachoberschüler (Wirtschaft und Verwaltung) sowie für Studenten der Fachrichtungen Ingenieurwissenschaften und der Betriebswirtschaftslehre an.

In erster Linie sollen Fachkräfte aller Couleur für den Rohrleitungsbau ausgebildet werden, damit sie in ihren weiteren Berufsjahren duktile Guss-Rohrsysteme - Rohre, Formstücke und Armaturen – fachgerecht planen, berechnen, herstellen und einbauen können. Ein weiteres, nicht weniger wichtiges Motiv für diese Art von Ausbildung ist die Bindung von Fachkräften an den Betrieb. Sie sind für das Überleben des Betriebs von überragender Bedeutung.

Für die Ausbildung stellt die EADIPS®/FGR® auf ihrer Webseite www.eadips.org das kostenlose E-Book „Duktile Guss-Rohrsysteme“ zur Verfügung, welches alle relevanten Themen duktiler Guss-Rohrsysteme abhandelt. Weitere Informationen über den praktischen Einsatz duktiler Guss-Rohrsysteme publiziert die EADIPS®/FGR® in ihren einmal im Jahr erscheinenden Jahresheften (siehe www.eadips.org). Aktuelles vermittelt der zehnmal im Jahr erscheinende Newsletter „NEWS GUSS-ROHRSYSTEME“, der über eine Eintragung in der Webseite www.eadips.org zu beziehen ist.

2 Ausbildung zum Rohrleitungsbauer/-in

Als Beispiel eines Ausbildungsberufes wird in Abstimmung mit dem Berufsförderungswerk der Bauindustrie NRW e. V. (**Bild 1**) der Beruf Rohrleitungsbauer/-in vorgestellt. Dieser Ausbildungsberuf kann z. B. in einem Unternehmen erlernt werden, das Armaturen aus Gusseisen mit Kugelgrafit und Formstücke aus duktilem Gusseisen herstellt.



Bild 1:
Logo des Berufsförderungswerks der Bauindustrie NRW e. V.



Bild 2:
Auszubildende im Berufsfach Rohrleitungsbauer/-in

2.1 Aufgaben und Tätigkeiten im Überblick

Der Ausbildungsberuf Rohrleitungsbauer/-in umfasst folgende Aufgaben und Tätigkeiten:

- Anfertigen von Einzelteilen und Montage derselben mit Normrohren, wie z. B. mit duktilen Gussrohren nach EN 545 [1] und EN 598 [2] (**Bild 2**),
- Herstellung und Zusammenbau von Wasser-, Gas- und Erdölleitungen. Hierzu gehört z. B. der Einbau von Verzweigungen oder Absperrvorrichtungen in die zu fertigenden Leitungsabschnitte.
- Durchführung von Dichtheitsprüfungen,
- Erwerb von Kenntnissen über verschiedene Korrosionsschutzarten und deren Einsatz in Böden, zu transportierenden Medien und Wässern.
- Eine weitere Aufgabe ist der Einbau von duktilen Guss-Rohrsystemen in offener und geschlossener Bauweise und das Herstellen von Anschlüssen an andere Rohrwerkstoffe.
- Erlernen werkstoffspezifischer Einbau- und Verbindungstechniken, wie etwa Schweißen, Verschrauben oder Kleben.

Die Arbeit auf der Baustelle beginnt mit dem Aushub des Rohrgrabens. Zunächst beurteilen Rohrleitungsbauer/-innen die Stabilität des Untergrundes und sichern den Graben ab. Beim späteren Auffüllen überwachen sie die Verteilung der Bodenmassen, um ein ungleichmäßiges Absinken des Bodens (Setzungen) zu verhindern.

Sie sind vor allem in der Tiefbauindustrie, z.B. im Kanalbau, im Abwasserleitungsbau oder in der Abwasserbeseitigung sowie im Wasser- und Brunnenbau tätig. Beschäftigungsmöglichkeiten bieten sich außerdem in Unternehmen der Energiegewinnung und -verteilung (Erdöl, Erdgas) sowie der Energieversorgung (Gas, Wasser, Fernwärme). Rohrleitungsbauer/-innen arbeiten überwiegend im Freien auf wechselnden Baustellen.

2.2 Die Ausbildung im Überblick

Rohrleitungsbauer/-in ist ein anerkannter Ausbildungsberuf nach dem Berufsbildungsgesetz (BBiG). Die Ausbildung dauert 3 Jahre. Er ist dem Berufsfeld Bautechnik zugeordnet. Der Monoberuf wird ohne Spezialisierung nach Fachrichtungen oder Schwerpunkten in industriellen und handwerklichen Betrieben der Bau- und Versorgungswirtschaft ausgebildet. Die Ausbildung kennt zwei Stufen: Die 1. Stufe (2 Jahre) dient der Ausbildung zum/zur Tiefbaufacharbeiter/-in. In der 2. Stufe (1 Jahr) wird der Berufsabschluss Rohrleitungsbauer/-in erworben.

Die EADIPS®/FGR® wünscht allen, die in der Ausbildung sind, einen beruflichen Abschluss und Freude an einer Arbeit in der Wasserwirtschaft und im Rohrleitungsbau.

Literatur

- [1] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods] 2010
- [2] EN 598
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für die Abwasser-Entsorgung – Anforderungen und Prüfverfahren [Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for sewerage applications – Requirements and test methods] 2007 + A1:2009

Bildnachweis

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

Layout und Gesamtherstellung

Schneider Media GmbH, Erfurt

Herausgeber und Copyright

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

Redaktionsschluss

14. Januar 2014

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt.
Belegexemplar erbeten.

www.eadips.org



Bild 1:
QR-Code der EADIPS®/FGR® - Website

Haftungsausschluss

Obwohl wir alle Informationen und Bestandteile dieses Jahresheftes nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt haben, haften wir nicht für die Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität und technische Exaktheit der in diesem Jahresheft bereitgestellten Informationen.

Ebenso wenig haften wir für etwaige Schäden, die beim Aufrufen oder Herunterladen von Daten aus diesem Jahresheft durch Computerviren verursacht werden. Wir behalten uns außerdem das Recht vor, jederzeit ohne vorherige Ankündigung, Änderungen oder Ergänzungen der Informationen und Bestandteile dieses Jahresheftes vorzunehmen.

Durch Klicken auf bestimmte Verweise (Hyperlinks), die in unserem Jahresheft enthalten sein können, können Sie diese verlassen. Der Inhalt und die Ausgestaltung sowie etwaige Änderungen der Websites, auf die in unserem Jahresheft verwiesen wird, unterliegen nicht unserer Kontrolle oder unserem Einfluss. Wir haften deshalb nicht für den Inhalt einer fremden Website, auf die in unserem Jahresheft lediglich pauschal verwiesen wird, und auch nicht für auf solchen fremden Websites enthaltene Verweise auf andere Websites.

Vervielfältigung

Textinhalte, Daten, Programme oder Grafiken dieses Jahresheftes dürfen für nicht kommerzielle, private oder ausbildungsbezogene Zwecke nachgedruckt, vervielfältigt oder anderweitig verwendet werden. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass die Informationen nicht modifiziert werden und der Hinweis auf unser Urheberrecht auf jeder Kopie erscheint. Für eine anderweitige Nutzung muss eine vorherige schriftliche Zustimmung von uns eingeholt werden.

Logos der Ordentlichen Mitglieder der EADIPS®/FGR®



Logos der Fördermitglieder der EADIPS®/FGR®





EADIPS®
FGR®

**European Association for
Ductile Iron Pipe Systems**

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme

 Nachhaltig überlegen –
duktile Guss-Rohrsysteme



European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS® /
Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e. V.
Locations of the **full members**

www.eadips.org