

# GUSS-ROHRSYSTEME

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

# 49



Nachhaltig überlegen –  
duktiler Guss-Rohrsysteme



- 4      **Brief des Herausgebers/ Letter from the editor**
- 6      **Schnellübersicht/Abstracts**
- 12     **Grabenlose Erneuerung mit duktilen Kanalrohren DN 300**  
**Erneuerung von Kanalrohren unter Denkmalschutz-Belangen**  
**in grabenloser Bauweise**  
*Von Dirk Müller*
- 17     **Abwasserschieber DN 40 bis DN 400**  
**Eine gut funktionierende Brauerei muss das entstehende Abwasser**  
**perfekt entsorgen können**  
*Von René Pehlke und Thomas Siegmund*
- 20     **Zementmörtel-Auskleidung duktiler Gussrohre**  
**Nachhaltige Schutzwirkung von Zementmörtel-Auskleidungen in Trinkwasser-**  
**leitungen aus duktilem Gusseisen am praktischen Beispiel**  
*Von Florian Häusler und Stephan Hobohm*
- 25     **Neubau einer Trinkwasserleitung DN 150**  
**Erneuerung der Verbindungsleitung von der Seerequelle**  
**bis zum Hochbehälter Eimelrod in Willingen-Eimelrod**  
*Von Ingolf Bittermann und Karl-Wilhelm Römer*
- 29     **Teil-Erneuerung einer Trinkwasserleitung DN 600**  
**Trinkwasserleitung DN 600 in Altsch**  
*Von Werner Siegele und Roland Gruber*
- 32     **Erneuerung mit duktilen Gussrohren DN 700**  
**Duktile Gussrohre als integraler Bestandteil**  
**der Wiener Gürteloffensive**  
*Von Gerald Pasa und Günter Seefried*
- 35     **System von Hausanschluss-Armaturen**  
**Schraubenlose Hausanschluss-Armaturen für die kommunale Wasserversorgung**  
*Von Thomas Kunzmann und Peter Oppinger*
- 39     **Mechanische Verbindungen für die Sanierung**  
**Sanierung der Rohrstrecke 10a des Aggerverbands mit Übergangskupplungen**  
*Von Dieter Wonka, Klaus Eisenhuth und Martin Herker*
- 42     **Neuentwicklung einer doppelzentrischen Absperrklappe**  
**Neue Evolutionsstufe der doppelzentrischen Absperrklappe**  
*Von Robert Kampfl*
- 46     **Austausch von Absperrschiebern**  
**Austausch von Absperrschiebern an den Beispielen**  
**eines Schieberkreuzes und eines Hochbehälters**  
*Von Nobert Knekow und Marc Flore*

- 49**      **Berstlining-Verfahren DN 125**  
**Grabenloser Einbau duktiler Gussrohre im Wildnispark Zürich**  
*Von Roger Saner*
- 54**      **Horizontalspülbohr-Verfahren DN 400**  
**Spülbohren mit Gussrohren im innerstädtischen Bereich**  
*Von Alexander Bauer und Stephan Hobohm*
- 60**      **Druckleitung DN 250**  
**Druckleitung zur Ableitung von Karstwasser im**  
**Zugangsstollen eines neuen Pumpspeicherkraftwerks**  
*Von Roger Saner*
- 67**      **Turbinenleitung DN 800**  
**Eigener Strom für eigene Holzverarbeitung –**  
**Baron Mayr-Melnhof-Saurau setzt auf Energieunabhängigkeit**  
*Von Rudolf Stelzl und Roland Gruber*
- 71**      **Kraftwerksleitung DN 900**  
**Erweiterung des Pumpspeicherwerkes Samina in Liechtenstein**  
*Von Steffen Ertelt*
- 77**      **EADIPS®/FGR® – Hochschullehrerntagung 2014**  
**Duktile Guss-Rohrsysteme –**  
**Lebensdauer und Nachhaltigkeit in der Praxis**  
*Von Jürgen Rammelsberg*
- 81**      **In eigener Sache**  
**Aktualisiertes E-Book der EADIPS®/FGR®**
- 82**      **Impressum**
- 83**      **Logos der Ordentlichen Mitglieder der EADIPS®/FGR®**  
**Logos der Fördermitglieder der EADIPS®/FGR®**





Liebe Leserinnen und Leser,

die EADIPS®/FGR®-Jahreshefte haben sich das Ziel gesetzt, die praktischen Anwendungen duktiler Guss-Rohrsysteme – Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen – und die damit verbundenen Vorteile für den Anwender darzustellen. Das vorliegende Heft 49 mit seinen Beiträgen führt diese Tradition fort.

Duktiles Gusseisen ist ein vergleichsweise junger Rohrwerkstoff, mit dem jedoch viele Entwicklungen der letzten Jahre verbunden sind. Dies betrifft die Verbindungstechnik, z. B. die längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen, welche die Entwicklung der grabenlosen Bauweisen beflügelten. Aber auch die Umhüllungen (Zementmörtel, Polyethylen, Polyurethan, Zinküberzug mit Deckbeschichtung, Epoxidharz, Email) und Auskleidungen (Zementmörtel, Polyurethan, Epoxidharz, Email) vergrößerten den Einsatzbereich des Systems.

Rohrsysteme aus Gusseisen sind robust, langlebig und nachhaltig. Mit dem duktilen Verhalten des Gusseisens zeichnen sich daraus hergestellte Rohre, Formstücke und Armaturen durch Anpassungsfähigkeit, Flexibilität und Sicherheit aus.

Die Verbindungen sind bis zum Berstdruck belastbar, einfach und sicher in der Montage und somit Voraussetzung für kostensparendes Bauen.

Die Auskleidungen und Umhüllungen sind die Basis für eine erhöhte Leistungsfähigkeit beim Transport von Wässern aller Art und für den Einbau in allen Böden. Sie sind die Grundlage für eine 100-jährige Nutzungsdauer des duktilen Guss-Rohrsystems.

Diese überragenden Eigenschaften duktiler Guss-Rohrsysteme leuchten immer wieder bei der Lektüre der Beiträge auf und wollen für Planung und Bauausführung von Leitungsprojekten zu Problemlösungen anregen.

### Duktiles Gusseisen schafft Werte

Viel Freude beim Lesen im neuen Heft 49 **GUSS-ROHRSYSTEME** wünscht Ihnen Ihr

Raimund Moisa



**European Association for  
Ductile Iron Pipe Systems**

**Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme**



Dear Readers,

The aim of the EADIPS®/FGR® annual journals is to illustrate the practical applications of ductile iron pipe systems – pipes, fittings and valves in ductile cast iron – and the advantages which they offer for the user. The contributions in the current issue, number 49, continue this tradition.

Ductile cast iron is a relatively recent material for producing pipes, but it has been the subject of numerous developments over the years. These have often had to do with jointing technique, e.g. restrained push-in joints which have inspired the development of the trenchless installation technique. But coatings (cement mortar, polyethylene, polyurethane, zinc coating with finishing layer, epoxy coating, enamelling) and linings (cement mortar, polyurethane, epoxy coating, enamelling) have also played their part in expanding the range of application of the system.

Pipe systems in cast iron are robust, durable and sustainable. The ductile properties of cast iron mean that the pipes, fittings and valves produced from this material have excellent adaptability, flexibility and security characteristics.

The joints have a loading capacity up to bursting pressure, they are simple and safe to assemble and thus they meet all the requirements for saving costs in construction.

The linings and coatings are the basis for an improved performance in transporting water of all kinds and for installation in all types of soil. In short they are the basis for a century of working life for the ductile iron pipe system.

These outstanding properties of ductile iron pipe systems crop up again and again as we read the articles in this issue and will inspire solutions for problems in the planning and execution of pipeline construction projects.

#### Ductile cast iron creates value

We wish you much pleasure in reading the new Issue 49 of **DUCTILE IRON PIPE SYSTEMS**

Yours



Raimund Moisa



**European Association for  
Ductile Iron Pipe Systems**

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme

### **Erneuerung von Kanalrohren unter Denkmalschutz- Belangen in grabenloser Bauweise**

*Dirk Müller ..... 12*

Die Sanierung eines alten Abwasserkanals (Beton-Ei-Profil) in einem Thermalquellenschutzgebiet und in einem Bodendenkmal aus karolingischer Zeit unter dem Zeitdruck geplanter Feierlichkeiten zum 1200-jährigen Todestag Karls des Großen im Karlsjahr 2014 kann für den verantwortlichen Planer zum Albtraum werden. Um zusätzliche Behinderungen und Verzögerungen durch die stets präsenten Stadtarchäologen zu vermeiden, wurden die Arbeiten in geschlossener Bauweise (Auffahren eines Stollens in Getriebezimmern) unterhalb des archäologisch relevanten Horizonts ausgeführt. Ein gerüttelt Maß an Kooperation und auf drei Meter Länge geschnittene Kanalrohre aus duktilem Gusseisen führten schließlich zum Erfolg.

### **Eine gut funktionierende Brauerei muss das entstehende Abwasser perfekt entsorgen können**

*René Pehlke und Thomas Siegmund ..... 17*

Das Lübzer Pils ist einer der Leuchttürme in der mitteldeutschen Bierlandschaft. Nach erheblichen Investitionen in die fast 140 Jahre alte Brauerei werden von 200 Mitarbeitern jährlich eine Million Hektoliter gebraut. In dieser Zeitspanne sind auch die Anforderungen an die Infrastruktur, vor allem bei der Wasserwirtschaft und im Umweltschutz, gestiegen. Brauereiabwässer mit ihren biochemisch aktiven Inhaltsstoffen verlangen nach ausgeklügelten Werkstofflösungen für die eingesetzten Armaturen. Hier bilden Korrosionsschutz und Beständigkeit der Werkstoffe die Basis für eine dauerhafte Funktionsbereitschaft.

### **Nachhaltige Schutzwirkung von Zementmörtel- Auskleidungen in Trinkwasserleitungen aus duktilen Gusseisen am praktischen Beispiel**

*Florian Häusler und Stephan Hobohm ..... 20*

Es lohnt sich, auch über alte Gewissheiten einmal nachzudenken. Eine solche alte Gewissheit besteht zur Schutzwirkung von Zementmörtel-Auskleidungen duktiler Gussrohre. Dabei verstärken die theoretische Auseinandersetzung mit längst Bekanntem und die praktische Untersuchung an einem Wasserrohr mit 35 Betriebs-

### **Trenchless replacement of sewage pipes and the protection of historical monuments**

*Dirk Müller ..... 12*

The rehabilitation of an old sewer (concrete egg-shaped profile) in a thermal spring protection area and an archaeological monument from the Carolingian period under pressure of time for the planned festivities for the 1200-year anniversary of the death of Charlemagne in 2014 could be a nightmare for the planners in charge. In order to avoid additional obstacles and delays due to the constant presence of urban archaeologists, the work was carried out beneath the archaeologically relevant horizon using the trenchless technique (forepole driving a tunnel). A good measure of cooperation and ductile iron sewage pipes cut to three-metre lengths finally resulted in success.

### **A well-functioning brewery must be able to dispose of its wastewater perfectly**

*René Pehlke and Thomas Siegmund ..... 17*

Lübzer Pils is one of the beacons of the central German beer landscape. After considerable investments in the almost 140 year-old brewery, one million hectolitres a year are now brewed by 200 employees. Over this period, the demands placed on the infrastructure have also increased, above all in matters of water management and environmental protection. Brewery wastewater, with its biochemically active ingredients, requires some sophisticated solutions for the materials of its valves. Corrosion protection and the resistance of materials provide the basis for sustainable operational capability.

### **An example of the sustainable protection offered by cement mortar linings in ductile cast iron drinking water pipelines**

*Florian Häusler and Stephan Hobohm ..... 20*

Sometimes it is also worth thinking about long-held certainties. One such certainty is the protective effect of cement mortar linings of ductile iron pipes. In this case theoretical analysis of long-known facts and a practical examination of a water pipe in operation for 35 years reinforce the certainty that the cement mortar lining

jahren die Gewissheit, dass die Zementmörtel-Auskleidung duktiler Gussrohre nach wie vor der optimale Schutz ist, der mit jedem Betriebsjahr wirksamer wird. Diese Erkenntnis ist deswegen so wertvoll, weil ständige „Innovationen“ z. B. auf dem Gebiet thermoplastischer Kunststoffe eher zur Verunsicherung der Anwender beitragen können.

### **Erneuerung der Verbindungsleitung von der Seerequelle bis zum Hochbehälter Eimelrod in Willingen-Eimelrod**

*Ingolf Bittermann und Karl-Wilhelm Römer .... 25*

Nicht nur in Städten kann bei engen Platzverhältnissen der Rohrleitungsbau schwierig werden. Auch in ländlichen Gebieten, wenn z. B. die Leitungstrasse in einem schmalen Waldweg verläuft, können originelle Ideen zu kostengünstigen Lösungen verhelfen. Bei der Erneuerung einer alten Haupttransportleitung, deren Betrieb während der Bauzeit nicht unterbrochen werden durfte, wurde zunächst eine fliegende Interimsleitung im Bankett des Waldwegs abgelegt. Nach Rückbau der alten Leitung und Neulegung der Rohre konnten die Rohre der Notleitung wieder aufgenommen und auf der zweiten Trassenhälfte mit größerem Platzangebot wiederverwendet werden. Duktile Gussrohre mit zugfester Steckmuffen-Verbindung erlauben derartige kostensparende Verfahren ohne Schwierigkeiten.

### **Trinkwasserleitung DN 600 in Altach**

*Werner Siegele und Roland Gruber ..... 29*

Eine in die Jahre gekommene Haupt-Wasserleitung DN 600 bekommt ein großes Leck, 2.000 m<sup>3</sup> Trinkwasser gehen verloren, aber eine direkte Reparatur der Schadensstelle ist unmöglich, weil die Leitung inzwischen überbaut wurde, und zwar mit den Tribünen-Einrichtungen des örtlichen Fußballstadions. Weil die Leitung ohnehin marode ist, wird sie „verodet“, nachdem ein Bypass gelegt ist. Hier bringen duktile Gussrohre DN 600 mit Zementmörtel-Umhüllung und zugfesten Steckmuffen-Verbindungen in offener Bauweise die erforderliche Flexibilität.

### **Duktile Gussrohre als integraler Bestandteil der Wiener Gürteloffensive**

*Gerald Pasa und Günter Seefried ..... 32*

Wien als traditionsreiche Hauptstadt des ehemaligen Habsburger Reichs ist die Wiege der Normung im Industriezeitalter: hier entstanden 1882 die Rohrnormen, Vorläufer der heutigen Gussrohrnormen. Entsprechend alt sind auch

of ductile iron pipes is, as ever, the best form of protection and one which becomes more effective with every year of operation. This knowledge is very valuable because constant “innovations”, for example in the area of thermoplastics, can tend rather to create uncertainty in the user.

### **Replacement of the pipeline connecting the Seere source to the Eimelrod elevated tank in Willingen-Eimelrod**

*Ingolf Bittermann and Karl-Wilhelm Römer .... 25*

It is not only in cities that tight spaces can cause difficulties for pipeline construction. Even in rural areas when, for example, the route of a pipeline runs along a narrow forest track, original ideas can help create cost-effective solutions. When it came to replacing an old main transporting pipeline it was essential that operation was not interrupted during the work. So first of all an interim pipeline was laid above ground along the shoulder of the forest road. Once the old pipeline had been dismantled and the new pipes had been laid, the pipes of the temporary pipeline could be taken up and used again on the second half of the route where more space was available. Ductile iron pipes with restrained push-in joints permit cost-saving processes of this kind without difficulty.

### **DN 600 drinking water pipeline in Altach**

*Werner Siegele and Roland Gruber ..... 29*

A DN 600 mains water pipeline which has seen better days has developed a major leak. 2,000 m<sup>3</sup> of drinking water are being lost but a direct repair of the damage is impossible because the pipeline has been built over – in fact built over with the stands of the local football stadium. Because the pipeline is ailing anyway it will be “retired” once a bypass has been laid. DN 600 ductile iron pipes with cement mortar coating and restrained push-in joints laid in open trenches will provide the necessary flexibility here.

### **Ductile iron pipes as an integral element of the Vienna “Gürtel ring road offensive”**

*Gerald Pasa and Günter Seefried ..... 32*

As the capital of the one-time Habsburg Empire and rich in tradition, Vienna is the cradle of standardisation in the industrial age: it was here in 1882 that the pipe standards came into being – the forerunners of today’s cast-iron pipe stand-

einige der in den Ringstraßen (Gürtel) liegenden Versorgungsleitungen, die nun unter schwierigsten Randbedingungen zu erneuern sind. Die Wiener Wasserbetriebe (MA 31) setzen voll auf duktile Guss-Rohrsysteme, weil sie während der nächsten 100 Jahre die Oberflächen der meistbefahrenen Straßen Österreichs nicht wieder aufbrechen wollen.

**Schraubenlose Hausanschluss-Armaturen für die kommunale Wasserversorgung**

*Thomas Kunzmann und Peter Oppinger .....35*

Die immer komplexer werdenden Anforderungen an Systemkomponenten für Trinkwassernetze lassen sich exemplarisch an einem ursprünglich simplen Bauteil, der Hausanschluss-Armatur, aufzeigen. Natürlich haben diese Armaturen die Forderung nach Dauerhaftigkeit und Funktionssicherheit zu erfüllen. Dann müssen sie auch auf den unterschiedlichsten Hauptrohr-Werkstoffen anwendbar sein, sie sollten möglichst ohne zusätzliches Werkzeug von Hand im Rohrgraben montierbar und demontierbar sein und sie sollten eine Anbohrung des Hauptohres drucklos oder unter Druck erlauben. Ein pfiffiger System-Baukasten ist das Ergebnis der Entwicklung.

**Sanierung der Rohrstrecke 10a des Aggerverbands mit Übergangskupplungen**

*Dieter Wonka, Klaus Eisenhuth und Martin Herker ..... 39*

Eine AZ-Rohrleitung DN 500 bekommt nach 5 Jahrzehnten Betrieb durch eine in-situ-Auskleidung mit Zementmörtel eine neue Verschleißschicht. Die hierzu alle 120 m angelegten Zugangsöffnungen sind mit Kurzlängen duktiler Gussrohre und Übergangskupplungen wieder verschlossen worden. Hersteller und Anwender „trimmen“ die Übergangskupplungen auf extreme Randbedingungen. Ihr Einsatz auf der Baustelle läuft danach problemlos: ein vorbildliches Beispiel dafür, wie Entwicklungen durch die Zusammenarbeit von Anwender und Hersteller automatisch zum Erfolg werden.

**Neue Evolutionsstufe der doppelzentrischen Absperrklappe**

*Robert Kampfl ..... 42*

Die Evolution hat kein Ende! Jede noch so gute Absperrklappe ist immer noch zu verbessern. So kann mit modernen Rechenprogrammen die Struktur der Klappenscheibe so weit optimiert werden, dass auch bei großen Nennweiten (DN ≥ 600) und Nenndrücken (PN ≥ 25) trotz erhöhter Steifigkeiten der freie Durchflussquer-

ards. And a few of the supply pipelines laid in the ring roads are of a similar age, but they now need to be replaced under the most difficult working conditions. The Vienna water supply department (MA 31) is fully committed to ductile iron pipe systems because it does not want to have to open up the surface of the busiest streets in Austria again for another 100 years.

**Domestic no-screw connection valves for communal water supply**

*Thomas Kunzmann and Peter Oppinger .....35*

An example of the ever more complex requirements being placed on system components for drinking water supplies can be seen on an originally simple component, the domestic connection valve. Naturally these valves must meet the demands of durability and functional reliability. But because they need to be able to be used with the widest variety of main pipe materials, they have to be able to be fitted and removed as far as possible by hand and without any additional tool in the pipe trench and they should allow the main pipe to be drilled whether or not it is pressurised. A smart system construction kit is the result of development.

**Renovating Aggerverband pipeline 10a using adapter couplings**

*Dieter Wonka, Klaus Eisenhuth and Martin Herker ..... 39*

After being in operation for 5 decades, a DN 500 asbestos cement pipeline has been given a new lining by in-situ lining with cement mortar. The access openings created for this every 120 m have been reclosed with short lengths of ductile iron pipes and adapter couplings. The manufacturer and user “trimmed” the adapter couplings to the extreme conditions in the field. After that, their application on site proceeded without problem: a great example of how collaboration between user and manufacturer can automatically bring developments to a successful conclusion.

**New evolutionary stage for the double eccentric butterfly valve**

*Robert Kampfl ..... 42*

Evolution is never-ending! However good a butterfly valve might be, there is always room for improvement. And with modern computer programming the structure of the disc of the butterfly can be optimised to the extent that, even with large nominal sizes (DN ≥ 600) and high nominal pressures (PN ≥ 25) and despite increased de-

schnitt nur minimal verengt wird. Dabei werden die Klappenaugen in die Tragwerksstruktur einbezogen. Die mit numerischen Simulationen gefundenen  $\xi$ -Werte lassen sich in Strömungsver-suchen im Prüffeld verifizieren. Zusätzliche Neu-erungen (z. B. schlagbeständige Emaillierung) und bewährte Konstruktionsdetails (z. B. Poly-gonverbindung zwischen Welle und Klappenscheibe, Schubkurbelantrieb) ergeben eine neue Entwicklungsstufe bei den Absperrklappen.

### **Austausch von Absperrschiebern an den Beispielen eines Schieberkreuzes und eines Hochbehälters**

*Norbert Knekow und Marc Flore ..... 46*

Erst die Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen bilden zusammen mit den Rohren ein brauchbares Komplett-System. Dies wird besonders dann deutlich, wenn in bestehenden Anlagen Reparatur- oder Sanierungsmaß-nahmen durchgeführt werden müssen. Moderne Armaturen sind auf diese speziellen Arbeiten zugeschnitten, z. B. Tausch- und Reparaturschieber mit Losflanschen für den Einbau in einem Hochbehälter oder die Kombination von Form-stücken und Armaturen für ein erdüberdecktes Schieberkreuz. Moderne Verbindungstechnik und vor allem ein Korrosionsschutz auf höchstem Niveau sichern über weitere Jahrzehnte die Funktion der Anlagen.

### **Grabenloser Einbau duktiler Gussrohre im Wildnispark Zürich**

*Roger Saner ..... 49*

Die grabenlose trassengleiche Erneuerung alter Rohrleitungen mit dem statischen Berst-lining-Verfahren hat sich vor allem in inner-städtischer Umgebung durchgesetzt, wo wegen enger Belegung des unterirdischen Leitungs-raums bei gleichzeitiger Verkehrsbelastung das Anlegen offener Gräben immer schwieriger wird. Umso erstaunlicher ist der wirtschaftliche Erfolg einer grabenlosen Erneuerung in einem Naherholungsgebiet bei Zürich. Hier waren es topografische und betriebswirtschaftliche Randbedingungen, die zum Einsatz duktiler Guss-rohre im Berstlining-Verfahren führten.

### **Spülbohren mit Gussrohren im innerstädtischen Bereich**

*Alexander Bauer und Stephan Hobohm ..... 54*

Die Einzelrohrmontage duktiler Gussrohre beim Horizontalspülbohr (HDD)-Verfahren hat sich inzwischen vor allem im innerstädtischen Be-reich unter beengten Platzverhältnissen etabliert.

grees of stiffness, there is only a minimal narrow-ing of the free cross-section. To achieve this, the disc eyes are incorporated into the support struc-ture. The  $\xi$ -values obtained in numerical simula-tions can be backed up by flow tests in the field. With additional innovations (such as impact-resistant enamelling) and proven construction de-tails (such as polygonal couplings between shaft and butterfly disc, slider crank drive) all this adds up to a new development stage for the butterfly valve.

### **Replacement of gate valves – examples in a gate valve cross-fitting installation and an elevated tank**

*Norbert Knekow and Marc Flore ..... 46*

Only valves and fittings in ductile cast iron com-bine with the pipes to form a complete workable system. This becomes particularly apparent when repair or renovation work has to be carried out on existing equipment. Modern valves are tai-lored to suit these special jobs, for example exchange and repair valves with loose flanges for installation in an elevated tank or a combi-nation of fittings and valves for a buried cross-fitting installation. Modern jointing techniques and above all corrosion protection to the highest level safeguard the functioning of equipment for many more decades.

### **Trenchless installation of ductile iron pipes at the Wildnispark Zürich**

*Roger Saner ..... 49*

The trenchless replacement of old pipelines along the same route using the static burst lining process has mainly been carried out in inner-city environments where the creation of open trenches is becoming ever more difficult because of the restricted allocation of space for pipelines underground as well as traffic con-gestion. Thus the economic success of a trench-less replacement in a local recreation area near Zurich is all the more astonishing. In this case it was topographical and economic considerations which led to the use of ductile iron pipes in the burst lining process.

### **Directional drilling with cast-iron pipes in inner-city areas**

*Alexander Bauer and Stephan Hobohm ..... 54*

The single-pipe assembly of ductile iron pipes using the horizontal directional drilling (HDD) technique has become established practice above all in inner-city areas where space is

Gerade bei diesem Verfahren spielen duktile Gussrohre ihre Vorteile, wie kurze Montagezeit bei höchster zulässiger Zugkraft ohne Wartezeiten sowie kleinsten Krümmungsradien, gegenüber jedem Wettbewerbsmaterial gnadenlos aus. Unter Zeitdruck und unter engen innerstädtischen Bedingungen läuft jede Leitungserneuerung fast zwangsläufig auf duktile Gussrohre hinaus!

**Druckleitung zur Ableitung von Karstwasser im Zugangstollen eines neuen Pumpspeicherkraftwerks**  
*Roger Saner* .....60

In der Schweiz mit ihrer für die Gewinnung erneuerbarer Energie auf Basis von Wasserkraft prädestinierten Topografie entsteht zurzeit ein großes Pumpspeicherwerk. Es ist in der Lage, sowohl Strom zu erzeugen als auch für Zeiten mit hohem Bedarf zu speichern. Beim Schildvortrieb des Zugangstollens zur Maschinen- und Transformatorenkaverne mit 8 m Durchmesser wurden zwei Karstwasser-Aquifere angeschnitten, deren jahreszeitlich schwankende Schüttungen abgeleitet werden müssen, damit der Bau des Pumpspeicherwerks fortgeführt werden kann. Die hierfür erforderlichen beiden Rohrleitungen DN 250 aus duktilen Gussrohren wurden im oberen Bereich des Zugangstollens aufgehängt, um den lichten Querschnitt des Stollens so wenig wie möglich zu beeinträchtigen. Dabei wurde auf der Klaviatur der Gussrohrplanung mit zugfesten und längskraftfreien Verbindungen auf einer Trasse mit 24 % Gefälle virtuos gespielt – ein sehr lehrreiches Beispiel dafür, wie man mit duktilen Gussrohren fast alle denkbaren Probleme lösen kann.

**Eigener Strom für eigene Holzverarbeitung – Baron Mayr-Melnhof-Saurau setzt auf Energieunabhängigkeit**  
*Rudolf Stelzl und Roland Gruber* .....67

Ein großes steirisches Wald- und Holzwirtschaftsunternehmen setzt auf erneuerbare Energien. Neben umfangreichen Wäldern gehört zur Gruppe auch ein Wasserlauf, der genügend Gefälle für die Stromgewinnung mit einer Pelton-turbine hat. Bei der Verwirklichung des Projekts Gössbach I wurden alle Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt: Aufstiegshilfen sorgen dafür, dass die stromaufwärts wandernden Fische ungehindert bis zur Quelle kommen können, das Maschinenhaus wurde aus werkseigenem Holz unauffällig und montagefreundlich in die Landschaft integriert, und die Triebwasserleitung wurde natürlich aus dem nachhaltigsten Rohr-

tight. And it is precisely with this technique that ductile iron pipes can proudly show off their advantages, such as short installation times with the maximum permissible tractive force and no waiting times as well as the lowest bend radiuses, as compared with any competing material. Under pressure of time and with restricted inner-city conditions, it is almost inevitable that ductile iron pipes will be the answer whenever a pipeline is to be replaced!

**Pressure pipeline for diverting karst water in the access tunnel of a new pumped-storage power plant**  
*Roger Saner* .....60

In Switzerland, with its topography which is predestined for the production of renewable energy on the basis of hydroelectric power, a large pumped-storage power plant is currently being built. It is capable both of generating power and of storing it for periods of high demand. The shield-driving of the 8 m diameter access tunnel to the machine and transformer cavern cut into two karst water aquifers. The seasonally fluctuating filling of these needs to be diverted so that the construction of the pumped-storage power plant can continue. The two DN 250 ductile iron pipelines required for this were suspended in the upper area of the access tunnel so as to impede the clear cross-section of the tunnel as little as possible. The planning for the iron pipes was a virtuoso performance with restrained and non-restrained joints along a run with a 24 % gradient – a very instructive example of how almost any conceivable problem can be solved with ductile iron pipes.

**Home-produced power for processing home-grown wood – Baron Mayr-Melnhof-Saurau backs energy independence**  
*Rudolf Stelzl and Roland Gruber* .....67

A large Styrian forestry and timber production company is backing renewable energy. As well as woodland, there is also a watercourse which belongs to the group and which has enough of a gradient to be able to generate power with a Pelton turbine. When implementing the Gössbach I project all sustainability aspects were taken into account: fish ladders are provided to help the fish migrating upstream to reach the source unhindered; the machine house, simply built using the company's own wood, blends unobtrusively into the landscape and, naturally, the penstock has been constructed using the most sustainable pipe material – ductile cast

werkstoff, aus duktilem Gusseisen, gebaut. Mit dem eigenerzeugten Strom kann das Sägewerk der Gruppe vollständig energieautark betrieben werden.

### **Erweiterung des Pumpspeicherwerkes Samina in Liechtenstein**

*Steffen Ertelt* .....71

Nach mehr als 60 Betriebsjahren wird im Fürstentum Liechtenstein eine Wasserkraftanlage saniert und gleichzeitig zu einem Pumpspeicherkraftwerk erweitert. Und wieder einmal werden duktile Gussrohre DN 900, PFA = 45 bar, mit längskraftschlüssiger Steckmuffen-Verbindung eingesetzt, weil sie alle Vorteile auf ihrer Seite haben: leichte, schnelle und sichere Montage, grobkörniger Grabenaushub kann an gleicher Stelle wieder eingebaut werden, die Wanddicken können den Drücken je nach Höhenlage angepasst werden. Im Zuge des Ausbaus erneuerbarer Energien ist das nachhaltige duktile Gussrohr der eindeutige Favorit!

### **Duktile Guss-Rohrsysteme – Lebensdauer und Nachhaltigkeit in der Praxis**

*Jürgen Rammelsberg* .....77

Die Wiener Magistratsabteilung MA 31 (Wiener Wasser) war im April 2014 Gastgeber für die Hochschullehrer-Tagung, die die EADIPS®/FGR® zusammen mit der FIHB (Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen e. V.) traditionell alle zwei Jahre veranstaltet. Die Vorträge der Veranstaltung standen unter dem Motto „Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit, Lebensdauer“ und waren geprägt von praxisnahen Erfahrungen der Gastgeber in Wien mit duktilen Guss-Rohrsystemen. Außerdem referierten Fachleute der Rohrhersteller über grabenlose Einbauverfahren sowie Energieeffizienzgewinne bei der Anwendung duktiler Gussrohre.

iron. With home-generated power, the group can operate its sawmill with complete self-sufficiency in energy.

### **Extending the Samina pumped-storage plant in Liechtenstein**

*Steffen Ertelt* .....71

After more than 60 years of operation, a hydro-power station in the Principality of Liechtenstein is being renovated and simultaneously extended to create a pumped-storage plant. And here, once again, DN 900 ductile iron pipes, PFA = 45 bar, with restrained push-in joints are being used because they have all the advantages on their side: simple, fast and secure assembly, coarse-grained excavation material can be put back in the same place, wall thicknesses can be adjusted to the pressures depending on the altitude. When it comes to the development of renewable energy, the sustainable ductile iron pipe is the clear favourite!

### **Ductile iron pipe systems – durability and sustainability in practice**

*Jürgen Rammelsberg* .....77

In April 2014 the Vienna municipal authorities department MA 31 (Wiener Wasser) was the host at the university lecturers conference which EADIPS®/FGR® together with the FIHB (Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen e. V. / association promoting information for lecturers of construction engineering) traditionally organises every two years. Presentations at the event were given under the motto “sustainability, efficiency, durability” and they were highlighted with the practical experiences of the host in Vienna with ductile iron pipe systems. In addition, specialists from the pipe manufacture reported on trenchless installation techniques and energy efficiency gains with the use of ductile iron pipes.

## Erneuerung von Kanalrohren unter Denkmalschutz-Belangen in grabenloser Bauweise

Von Dirk Müller

### 1 Einleitung

Im Jahre 2011 beauftragten die Stadtwerke Aachen Aktiengesellschaft (STAWAG) die Ingenieurbüros AGEVA GmbH & Co. KG und Gell & Partner GbR mit den Planungen für die Erneuerung der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen im sogenannten Pfalzbezirk, dem Herzstück Aachens. Der Pfalzbezirk umfasst den Bereich zwischen Rathaus und Aachener Dom (Katschhof) bis zur Krämerstraße, sowie die Ritterchorus-Straße, die Johannes-Paul-II.-Straße, den Klosterplatz und den Markt. Die Maßnahme wurde in zwei Bauabschnitte aufgeteilt. Der 1. BA umfasste die Kanalarbeiten im Bereich Markt sowie die Fernwärmeleitung parallel zum Rathaus in Richtung Krämerstraße und die Weiterführung bis zum Couven-Museum. Im Jahre 2011 wurden die Arbeiten in offener Bauweise begonnen.

Kurz nach Beginn wurde allen Beteiligten allerdings klar, was es bedeutet, in einem eingetragenen Bodendenkmal Tiefbauaktivitäten durchzuführen.

Der archäologisch überaus wertvolle Pfalzbezirk führte zu einer ständigen Präsenz der Archäologen auf der Baustelle (**Bilder 1 und 2**) und damit zu entsprechend häufigen Bauunterbrechungen beziehungsweise zu komplettem Baustellenstillstand. Die Fertigstellung des wesentlich kleineren 1. BA's in offener Bauweise dauerte demzufolge bis Mitte 2012 und benötigte ein Vielfaches der eigentlich vorgesehenen Bauzeit.

Im Hinblick auf das Karlsjahr 2014, welches für die Stadt Aachen von großer Bedeutung ist, war der Zeitrahmen für den 2. BA klar vorgegeben: Ende 2013 musste er abgeschlossen sein.



**Bild 1:**  
Archäologie in offener Bauweise



**Bild 2:**  
Grabarbeiten bereits dicht unter der Oberfläche

## 2 Ausgangssituation

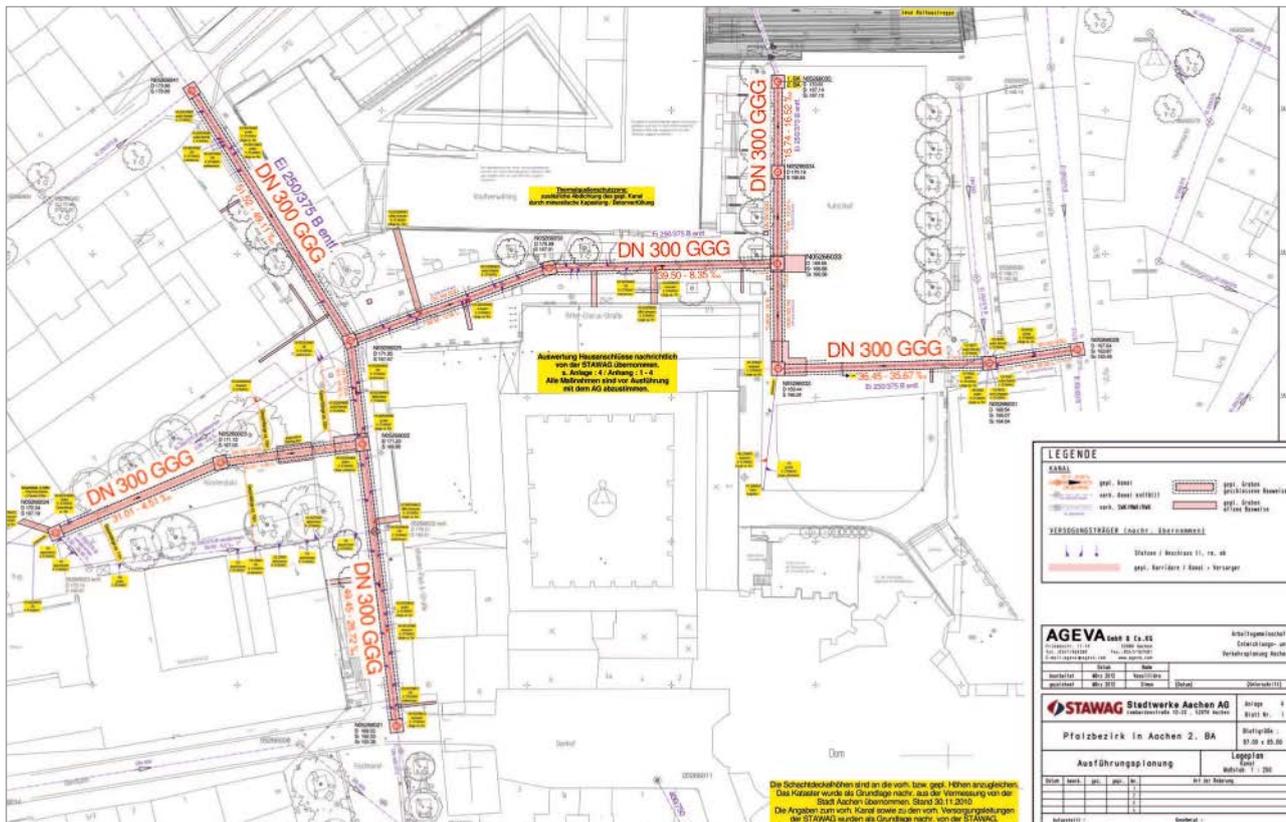
Mit den gewonnenen Erkenntnissen hinsichtlich der Archäologie im 1. BA (Pfalzbezirk) wurde entgegen der ursprünglichen Planung entschieden, den Kanal statt in offener Bauweise in der wesentlich aufwändigeren Stollenbauweise zu erneuern. Durch dieses Verfahren konnten zum einen die bodendenkmalpflegerischen Belange und zum anderen die besonderen Randbedingungen am besten berücksichtigt werden. Hierzu zählte die ebenfalls in zeitlichen Verzug geratene Hochbaubaustelle des Centre Charlemagne am Rande des Baufeldes wegen der Konflikte hinsichtlich Anlieferung/Kranaufstellung. Auch die parallel laufenden umfangreichen Oberflächenumgestaltungen (Ritter-Chorus-Straße, Johannes-Paul-II.-Straße, teilweise Klosterplatz) seitens der Stadt Aachen waren zu berücksichtigen. Alle diese Baumaßnahmen erforderten eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten, um gegenseitige Behinderungen im selben Baufeld möglichst auszuschließen.

Außerdem führten die zahlreichen Veranstaltungen und umliegende andere Baustellen im Innenstadtbereich bei der Aufrechterhaltung der erforderlichen Rettungswege beziehungsweise Feuerwehrezufahrten zu immensen Problemen,

sodass für die vielen Großveranstaltungen auf dem Markt/Katschhof die Baustelle komplett zusammen mit der gesamten Baustelleneinrichtung geräumt werden musste. Sogar die Startbaugruben mussten unter Einhaltung der Belastungsklasse SLW 60 verkehrssicher abgedeckt werden.

Des Weiteren machte ein dichtes Netz von Versorgungsleitungen (vor allem die Fernwärmeleitung zwischen Domininformation und Domschatzkammer sowie in der Ritter-Chorus-Straße), welches sich über weite Bereiche unmittelbar über dem vorhandenen Kanal befand, eine offene Bauweise nahezu unmöglich.

All diese erschwerenden Faktoren mussten bei der Umsetzung des umfangreichen 2. BA's berücksichtigt werden, wobei allein die zeitlich nicht vorhersehbare „archäologische Unbekannte“ den Bauzeitenplan gehörig in Verzug bringen konnte. Der Stollen war demzufolge die einzige Möglichkeit, unter dem Regime all der beschriebenen Randbedingungen die Kanalsanierung bis zum Karlsjahr 2014 fertigzustellen.



**Bild 3:**  
Übersichtsplan – praktisch die gesamte Maßnahme wurde grabenlos durchgeführt

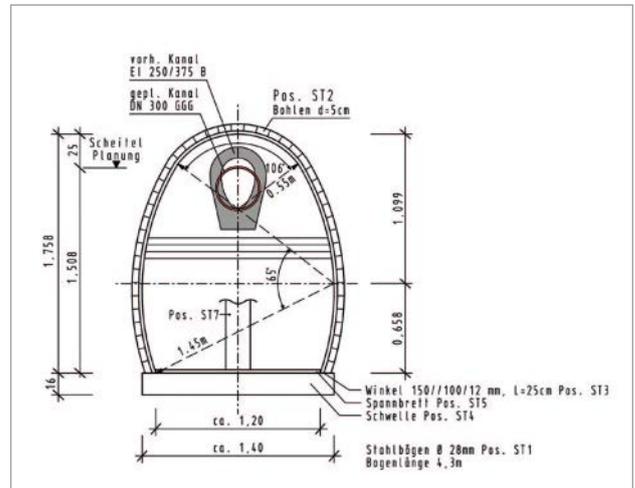
### 3 Neuplanung und Bauphase

Der 2. BA umfasste die Erneuerung der Kanalleitungen auf dem Katschhof bis zum unteren Bereich der Krämerstraße sowie in der Ritterchorus-Straße, der Johannes-Paul-II.-Straße und dem Klosterplatz auf einer Gesamtlänge von etwa 360 m. Das gesamte Stollensystem sollte von vier Spritzbetonstartgruben aus, vorwiegend in der alten Kanaltrasse, hergestellt werden (**Bild 3**). Die einzige Ausnahme war der Klosterplatz. Hier musste zum einen wegen des Baumschutzes und zum anderen wegen der geringen Abstände zu den vorhandenen Gebäuden der Stollen in einer neuen Trasse aufgeföhren werden.

Die zu erneuernden Haltungen bestanden aus Betonrohren mit Eiprofil  $b/h = 250/375$  mm mit Rohrsohlen in Tiefen zwischen 3,2 m bis 5,2 m. Daraus ergaben sich Überdeckungshöhfen der Stollen zwischen 2,6 m bis 4,5 m (**Bild 4**). Hinsichtlich des geplanten Rohrmateriales wurde seitens der STAWAG der Einbau von duktilen Kanalrohren DN 300 mit Zink-Überzug und Epoxidharz-Deckbeschichtung sowie TYTON® - Steckmuffen-Verbindungen vorgegeben, weil das gesamte Sanierungsgebiet im Thermalquellenschutzgebiet liegt. Damit die Rohre (Standardbaulänge 6 m) in die beengten Stollen beziehungsweise in die Spritzbetonstartgruben eingebracht werden konnten, mussten sie auf 3 m Länge geschnitten werden (**Bild 5**). Mit einem Arbeitsraum neben den duktilen Gussrohren DN 300 beziehungsweise den vorhandenen Ei-Profilen von beidseits wenigstens 50 cm im Lichten errechnete sich die lichte Breite des Stollens in Kämpferhöhe zwischen den Ausbaubögen zu etwa 1,4 m. Die lichte Stollenhöhe zwischen UK Stahlbogen und Schwelle beträgt ungefähr 2,0 m, wobei sich die Fließsohle der Rohre etwa 60 cm unter dem First befindet.

Zunächst wurden mit einem gewissen zeitlichen Abstand unter ständiger Begleitung der Archäologen die vier Startgruben in der erforderlichen Tiefe ausgehoben (**Bild 6**). Von ihnen aus lief unter den besonderen Randbedingungen die gesamte Kanalsanierung.

Die genaue Lage der archäologischen Funde, vor allem in Bezug auf den sogenannten Mittelbau aus der Karolingerzeit war nicht bekannt. Deswegen mussten die Schächte sehr vorsichtig und flexibel abgeteuft werden, um unter Umständen in Abstimmung mit der Archäologie Sonderlösungen zu finden. So musste z. B. die Spritzbetonstartgrube 6033 exzentrisch ausgebildet werden, um den Abtrag von karolingischem



**Bild 4:**  
Stollenquerschnitt



**Bild 5:**  
Einfädeln der 3 m-Rohre in den Stollen vom Startschacht



**Bild 6:**  
Startgrube mit karolingischem Mauerwerk



**Bild 7:**  
Vorhandene Leitung im Scheitel des Stollens



**Bild 8:**  
Lagefixierung der fertiggebauten Leitung

Mauerwerk zu minimieren. Vor Abtrag des Mauerwerks wurde seitens der STAWAG zusätzlich zur vorhandenen Dokumentation ein 3D-Laserscanning der Situation durchgeführt. Der notwendige Spritzbeton wurde daraufhin mit einem Trennvlies zum erhaltenswerten Mauerwerk aufgetragen, sodass keine Verbindung zwischen Beton und Mauerwerk entstand. Durch diese Vorgehensweise konnte nachhaltig sichergestellt werden, dass auch bei einer weiteren Erneuerung des Kanals in 70 bis 100 Jahren kein weiterer Substanzverlust zu erwarten ist.

Von den vier Startgruben aus wurden die Stollen, je nach Anforderung, teilweise in Spritzbeton, teilweise mit vorauseilendem Holzverzug in alle Richtungen vorgetrieben. Dadurch konnten archäologisch bedingte Stillstände durch Umsetzen der Kolonne in andere Stollenabschnitte zeitlich abgemildert werden. Wegen der bereits bekannten und von der Stadtarchäologie dokumentierten archäologischen Funde wurden die Stollen möglichst tief angesetzt. Dadurch konnten, in Verbindung mit der Anordnung der neuen Leitung knapp unterhalb des Stollenfirstes, die Stollen im gewachsenen Boden unterhalb der archäologisch relevanten Schichten hindurch erstellt werden, ohne die erhaltenswerte archäologische Substanz zu tangieren.

Beim Bau des Stollens wurde durch die bauausführende Firma Himmel & Hennig Bauunternehmen GmbH die vorhandene Rohrleitung im Scheitel entfernt und durch eine provisorische Wasserhaltung DN 250 ersetzt (**Bild 7**), an die die Hausanschlüsse provisorisch angebinden wurden. Nach Auffahren des Stollens wurde die neue Rohrleitung inklusive einer Lagefixierung (**Bild 8**) eingebracht und die zu übernehmenden Hausanschlüsse angebinden. Im Nachgang zum Stollenbau wurden die Baugruben für die restlichen Schachtbauwerke hergestellt und die Bauwerke eingebracht. Anschließend wurde der Stollen haltungsweise mit Dämmern verfüllt.

#### 4 Fazit

Dank des großen Engagements und der engen Zusammenarbeit aller Beteiligten konnte die Gesamtmaßnahme, einschließlich der Oberflächenumgestaltung durch die Stadt Aachen, rechtzeitig zum Karlsjahr 2014 fertiggestellt werden.

**Autor**

Dipl.-Ing. Dirk Müller  
STAWAG  
Stadtwerke Aachen Aktiengesellschaft  
Lombardenstraße 12-22  
52070 Aachen/Deutschland  
Telefon: +49 (0)241/181-2651  
E-Mail: dirk.mueller@stawag.de

**Bauherr**

STAWAG  
Stadtwerke Aachen Aktiengesellschaft  
Dipl.-Ing. Dirk Müller  
Lombardenstraße 12-22  
52070 Aachen/Deutschland  
Telefon: +49 (0)241/181-2651  
E-Mail: dirk.mueller@stawag.de

**Planung**

AGEVA GmbH & Co. KG  
Dipl.-Ing. (TH) Silvia Vassillièrè  
Friedenstraße 11-13  
52080 Aachen/Deutschland  
Telefon: +49 (0)241/968280  
E-Mail: ageva@agewa.com

Ingenieurbüro Gell & Partner GbR  
Dipl.-Ing. Jürgen Knops  
Hansmannstraße 19  
52080 Aachen/Deutschland  
Telefon: +49 (0)241/9559480  
E-Mail: info@gell-partner.de

**Bauunternehmen**

Himmel & Hennig Bauunternehmen GmbH  
Dipl.-Ing. Patrick Himmel  
Layenmühle  
56281 Schwall/Deutschland  
Telefon: +49 (0)6746/8029836  
E-Mail: patrick.himmel@himmel-hennig.de

---

**Die technische Leistungsfähigkeit duktiler Guss-  
Rohrsysteme gewährleistet höchste Sicherheit in  
allen Bereichen der Wasserwirtschaft!**

# Eine gut funktionierende Brauerei muss das entstehende Abwasser perfekt entsorgen können

Von René Pehlke und Thomas Siegmund

## 1 Einleitung

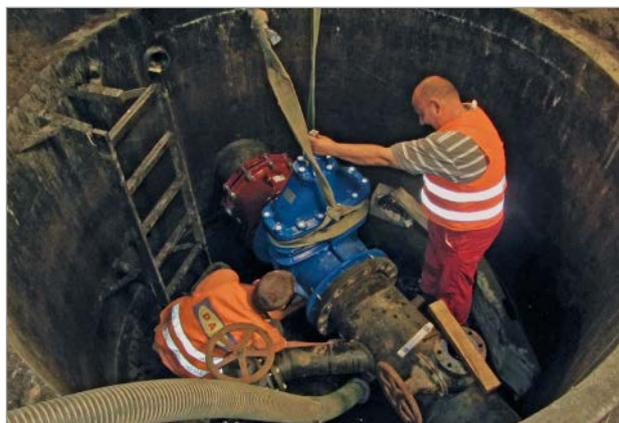
Die Stadt Lübz im südlichen Mecklenburg-Vorpommern hat neben diversen Sehenswürdigkeiten eine besondere Attraktivität zu bieten – ein gutes Bier! Seit 1877 wird in der Brauerei Lübz Bier gebraut. Nach dem Ausbau und erheblichen Investitionen in neue Technik liegt die Jahreskapazität der Brauerei heute bei weit über einer Million Hektolitern. Der Klassiker – das Lübzener Pils – ist eine der bekanntesten Biermarken in Mitteldeutschland.

## 2 Auswechslung eines Schiebers DN 400

Das Wasser wird aus eigenen Brunnen gewonnen, die bis zu 85 m tief in die unteren Grundwasserleiter reichen. Die beim Brauvorgang entstehenden Abwässer werden in einem Misch- und Ausgleichsbecken gesammelt und mit konstanten Parametern in das öffentliche Netz des Eigenbetriebs Abwasser Stadt Lübz eingeleitet. Im August dieses Jahres wurde im Auftrag des Eigenbetriebs Abwasser Stadt Lübz in der Abwasserdruckleitung zur Kläranlage unter anderem in einem Schacht ein Schieber DN 400 erneuert (**Bild 1**), und zwar in dem Übergabeschacht, in welchem die Brauerei Lübz ihr Abwasser in die Druckleitung einleitet. Die Auswechslung erfolgte in der Nacht während des naturgemäß geringen Abwasseranfalls aus der Stadt und war mit der Brauerei abgestimmt.

## 3 Materialien für Abwasserschieber

Für diesen speziellen Einsatzfall kamen Abwasserschieber gemäß prEN 1171 [1] aus duktilem Gusseisen nach EN-GJS-400-15 (GGG 40) kombiniert mit einer hochwertigen Epoxidharz-Pulver-Beschichtung nach RAL - GZ 662 [2]



**Bild 1:**

Erneuerung und Montage eines Abwasserschiebers DN 400 durch Mitarbeiter der Firma DAU Rohrleitungsbau GmbH aus Lübz

sowie einer NBR (Acrylnitril-Butadien-Elastomer)-Gummierung des Schieberkeils zum Einsatz. Besonderes Augenmerk wird bei diesen Schiebern auf die Werkstoffpaarung Spindel (V<sub>4</sub>A X6CrNiMoTi17122 1.4571) und Spindel-mutter (Messing CuZn40Pb2 2.0402.10) gelegt (**Bild 2**), um langfristig geringe Betätigungsmomente zu sichern und keine Ansatzpunkte für Korrosion zuzulassen. Dabei konnte die KEU-LAHÜTTE GmbH auf ihre langjährigen Erfahrungen im Bereich Abwasser zurückgreifen. Das Fertigungsprogramm für Abwasserschieber im Nennweitenbereich DN 40 bis DN 400 sowie Druckbereich bis 16 bar enthält **Tabelle 1**.

Die Anschluss-Varianten der Abwasserschieber nach **Tabelle 1** sind:

- Flansch-Verbindung,
- Steckmuffen-Verbindung TYTON®,
- PE-Einschweißenden.

**Tabelle 1:**

Fertigungsprogramm der Abwasserschleber der KEULAHÜTTE GmbH

Typ	Nennweitenbereich DN	Druckstufen PN	Werkstoff		
			Spindel	Spindelmutter	Gummierung Keil/Dichtung
Abwasser I	DN 40 bis DN 400	≤ PN 16	V2A X20Cr13 1.4021	Messing CuZn40Pb2 2.0402.10	NBR
Abwasser II			V4A X6CrNiMoTi17122 1.4571	Messing CuZn40Pb2 2.0402.10	
Abwasser III			V4A X6CrNiMoTi17122 1.4571	Bronze CuSn12Ni2 2.1060.01	

#### 4 Typ Abwasser III

Wegen einer nicht vorhandenen Normierung von Abwässern ist es für eine langfristige Funktionalität der Armaturen empfehlenswert, immer die Variante Abwasser III einzusetzen. Die von der KEULAHÜTTE GmbH nach den Richtlinien der GSK – Gütegemeinschaft Schwerer Korrosionsschutz [2] – hochwertig ausgeführte Epoxidharz-Pulver-Beschichtung ist für alle Abwässer und Böden geeignet. Dies wurde durch langjährige Praxisuntersuchungen unter Beweis gestellt, unter anderem in Zusammenarbeit mit dem MPA Dortmund. Da auch der wachsende Bedarf im Biogasbereich zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist der Einsatz von Armaturen auch für dieses Medium durch die Variante Abwasser III möglich. Zusätzlich wird in diesem Fall die Armatur entsprechend DIN 3230-5 [3] in den gewünschten Prüfgruppen PG 1, 2 oder 3 mit Wasser und Luft geprüft.

#### 5 Einsatz von Armaturen aus duktilem Gusseisen

Die Stadtwerke Lübz als Betriebsführer des Abwassernetzes sind ein wirtschaftlich erfolgreiches und fest in der Region verwurzelt Unternehmen. Nachdem man 1991 mit der Erdgasversorgung begonnen hatte, bietet der Lübzener Kommunalversorger heute seine Dienste in den Bereichen Gas-, Wasser-, Wärme- und Stromversorgung sowie Abwasserbehandlung an. Die sichere Versorgung von fast 7.000 Einwohnern u. a. mit Trinkwasser und Gas erforderte nach der Gründung der Stadtwerke eine gezielte, systematische Sanierung und darüber hinaus mit der Ansiedlung von Industriebetrieben auch die Erweiterung der Netze.

Der Einsatz von Armaturen aus duktilem Gusseisen bleibt mit dem Ziel einer nachhaltigen Investitionsstrategie als Grundsatzentscheidung weiterhin gültig. Neben dem Abwasserbereich spiegelt sich diese Philosophie auch in Trinkwassernetzen wieder (**Bild 3**).



**Bild 2:** Schnittdarstellung eines Absperrschiebers aus duktilem Gusseisen



**Bild 3:** Einbau einer neuen Trinkwasserleitung DN 150

## Literatur

- [1] prEN 1171  
Industrial valves –  
Cast iron gate valves  
[Industriearmaturen –  
Schieber aus Gusseisen]  
2014
- [2] RAL - GZ 662  
Güte- und Prüfbestimmungen –  
Schwerer Korrosionsschutz von  
Armaturen und Formstücken durch  
Pulverbeschichtung –  
Gütesicherung  
[Quality and test provisions –  
Heavy duty corrosion protection  
of valves and fittings by powder  
coating –  
Quality assurance]  
2008
- [3] DIN 3230-5  
Technische Lieferbedingungen für  
Absperrarmaturen –  
Absperrarmaturen für Gasleitungen  
und Gasanlagen –  
Teil 5: Anforderungen und Prüfungen  
[Technical terms of delivery of valves –  
Valves for gas installations and gas  
pipelines –  
Part 5: Requirements and tests]  
2014-11

## Autoren

Dipl.-Ing. (FH) René Pehlke  
KEULAHÜTTE GmbH  
Geschwister-Scholl-Straße 15  
02957 Krauschwitz/Deutschland  
Telefon: +49 (0)35771/54-0  
E-Mail: keulahuette@vem-group.com

Dipl.-Ing. Thomas Siegmund  
KEULAHÜTTE GmbH  
Geschwister-Scholl-Straße 15  
02957 Krauschwitz/Deutschland  
Telefon: +49 (0)35771/54-0  
E-Mail: keulahuette@vem-group.com

---

**Duktile Guss-Rohrsysteme schaffen nachweislich  
echte Nachhaltigkeit!**

# Nachhaltige Schutzwirkung von Zementmörtel-Auskleidungen in Trinkwasserleitungen aus duktilem Gusseisen am praktischen Beispiel

Von Florian Häusler und Stephan Hobohm

## 1 Einleitung

Der Einsatz von Zementmörtel als innerem Korrosionsschutz von Wasserleitungen aus Gusseisen ist seit etwa 150 Jahren bekannt und hat sich unter physikalischen, mechanischen und hygienischen Gesichtspunkten, aber auch aus korrosionschemischer Sicht, bewährt. Seit Ende der 1960er Jahre werden Gussrohre standardmäßig werkseitig mit Zementmörtel ausgekleidet. Trotz dieser langen Erfahrungszeit ergeben sich in der Praxis immer wieder Fragen rund um die Zementmörtel-Auskleidung, zu ihren Einsatzmöglichkeiten, Einsatzgrenzen und zur technischen Nutzungsdauer. Vor allem um den letzten Punkt, die technische Nutzungsdauer, soll es in diesem Bericht gehen. Anhand eines Beispiels aus der Praxis sollen die Vorteile dieses aktiven Schutzsystems dargestellt werden.

## 2 Die Zementmörtel-Auskleidung

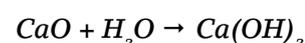
Vor der Einführung der industriell gefertigten Zementmörtel-Auskleidung (ZM-A) waren metallische Rohre innen roh oder nur mit einer dünnen Deckbeschichtung aus Teer oder Bitumen versehen. Bei ungünstigen Wasserqualitäten kam es dabei zu Inkrustationen (**Bild 1**), zur Reduzierung der Rohrquerschnitte und somit zum Verlust der hydraulischen Leistungsfähigkeit. In seltenen Fällen war auch Korrosion möglich. So ist das so genannte „Rostwasser“ auch noch heute bei Rohrbrüchen alter Leitungen zu sehen.



**Bild 1:**  
Graugussrohr von 1930 mit Inkrustationen

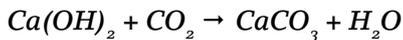
Zur Vermeidung dieser Erscheinungen wurde vor ungefähr 50 Jahren bei den Gussrohren die werkseitige Zementmörtel-Auskleidung eingeführt. Bei der ZM-A spricht man von einem aktiven Korrosionsschutz. Dessen Wirkungsweise beruht im Wesentlichen auf zwei Mechanismen:

1. Zum einen verhindert die ZM-A den direkten Kontakt des Wassers mit der inneren Gussrohrwand (passive Schutzwirkung). Durch die Poren des Zementmörtels diffundiert jedoch ein kleiner Teil des Wassers bis zur inneren Gussrohroberfläche und bewirkt hierdurch den zweiten Schutzmechanismus.
2. Das Wasser ( $H_2O$ ) diffundiert durch die nicht carbonatisierte ZM-A und bildet mit dem freien Kalk ( $CaO$ ) des Zementklinkers Calciumhydroxid ( $Ca(OH)_2$ ).



Das Calciumhydroxid ist stark basisch, erhöht an der Grenzschicht zwischen der ZM-A und dem Gusseisen den pH-Wert auf Werte > 12, und passiviert so das Eisen. Durch diese aktive Schutzwirkung wird Korrosion wirkungsvoll vermieden.

Im Lauf der Zeit wandelt sich das Calciumhydroxid wasserseitig durch das im Wasser enthaltene CO<sub>2</sub> (Kohlenstoffdioxid) zu Calciumcarbonat (CaCO<sub>3</sub>) um.



Damit sinkt der pH-Wert des Zementsteines deutlich ab. An der Grenzfläche zum Trinkwasser ist dieser Effekt durchaus erwünscht, weil der pH-Wert des Trinkwassers nicht beeinflusst werden soll (DVGW-Arbeitsblatt W 346 [1]).

Hinsichtlich der gerade beschriebenen aktiven Schutzwirkung soll jedoch der pH-Wert an der Grenzfläche zwischen ZM-A und Gusseisen möglichst lang auf einem Wert > 12 bleiben. Ob und wie lange dieser Effekt festzustellen ist, wird im folgenden Abschnitt untersucht.

Zementmörtel-Auskleidungen für duktile Gussrohre werden gemäß DIN 2880 [2] hergestellt. Danach werden drei verschiedene Einbringverfahren unterschieden, wobei praktisch nur das Verfahren I (Rotationsschleuderverfahren) und das Verfahren II (Anschleuderverfahren) beziehungsweise eine Mischung aus beiden angewandt werden. Hinsichtlich der zu erwartenden Schutzwirkung sind gemäß DIN 2880 [2] beide Verfahren gleichwertig.

Das Verfahren II bewirkt eine homogene Struktur der Schicht, während sich Auskleidungen nach dem Verfahren I durch eine höhere Dichte bzw. durch eine geringere Porosität auszeichnen.

Für Trinkwasserrohre wird von deutschen Herstellern gewöhnlich ein Hochofen-Zement verwendet. Gemäß DIN 2880 [2] beziehungsweise EN 545 [3] ist unter gewissen Umständen aber auch der Einsatz von Portland-Zement (PZ) oder Tonerde-Zement (TZ) möglich. Tonerde-Zement wird vor allem im Bereich von Wässern mit erhöhter Calcitlösekapazität (D<sub>c</sub>-Wert gemäß DIN 38404-10 [4]) eingesetzt. Da nach der deutschen Trinkwasserverordnung (TrinkwV) [5], [6], [7] im Trinkwasserverteilnetz jedoch ein Calcitlösevermögen von nur 5 mg/l zulässig ist (in Ausnahmefällen 10 mg/l), reichen Zementmörtel-Auskleidungen auf Basis Hochofen-Zement (HOZ) oder Portland-Zement im Allgemeinen aus. Mit erhöhten Calcitlösekapazitäten ist meist bei Rohwässern zu rechnen. Ab einem Wert von circa 15 mg/l sollte statt des Hochofen-Zementes ein Tonerde-Zement eingesetzt werden. Für alle drei Arten gelten jedoch die gleichen Mechanismen des aktiven Korrosionsschutzes.

Die möglichen Einsatzbereiche der verschiedenen Zemente sind in Tabelle E.1 der EN 545 [3] sowie in Abschnitt 7 und Tabelle 5 der DIN 2880 [2] angegeben. Die **Tabelle 1** zeigt für Portland-Zement, sulfatbeständigen Zement und Tonerde-Zement unterschiedliche Wasserparameter als Einsatzbereich an.

**Tabelle 1:**

Einsatzbereiche für Zementmörtel-Auskleidungen gemäß EN 545 [3]

Wasserkennwerte	Portland-Zement	Sulfatbeständiger Zement (einschließlich Hochofen-Zement)	Tonerde-Zement
Mindestwert für pH	6	5,5	4
Maximal-Gehalt (mg/l) für:			
- aggressive Kohlensäure	7	15	unbegrenzt
- Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	400	3.000	unbegrenzt
- Magnesium (Mg <sup>++</sup> )	100	500	unbegrenzt
- Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	30	30	unbegrenzt

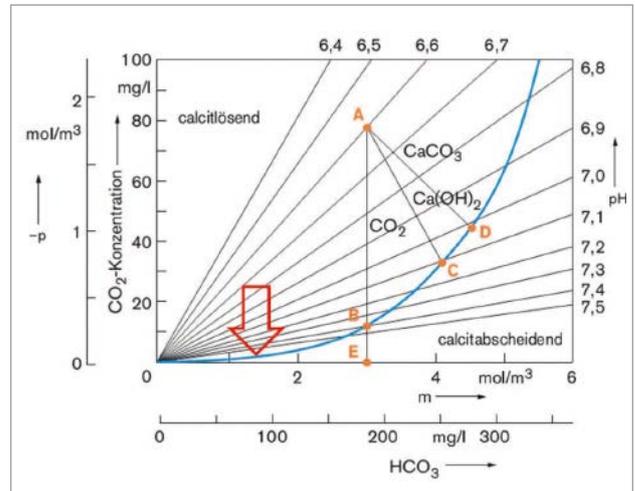
### 3 Nachweis der Schutzwirkung in der Praxis

An einem Abschnitt eines mit Zementmörtel ausgekleideten Gussrohres aus dem Jahre 1979 sollten die bisher beschriebenen Erfahrungen bestätigt werden. Das Rohr hatte zum Zeitpunkt des Ausbaus 35 Jahre Betrieb in einer Trinkwasserleitung DN 125 absolviert.

Das Durchflussmedium war ein Trinkwasser im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht (**Bild 2**). Die Calcitlösekapazität war demnach gleich Null und ein Absanden oder ein Abtrag der ZM-A nicht wahrscheinlich. Die Pufferung des Wassers war mit einem  $m$ -Wert von  $1,35 \text{ mol/m}^3$  als gering bis mittelmäßig einzustufen. Der Gehalt an freier Kohlensäure betrug etwa  $0,5 \text{ mg/l}$ , der pH-Wert  $8,3$ .

Die Zementmörtel-Auskleidung auf Basis Hochofen-Zement war nach dem Verfahren I hergestellt worden. Der Rohrabschnitt mit der ZM-A wurde in zwei Schritten untersucht:

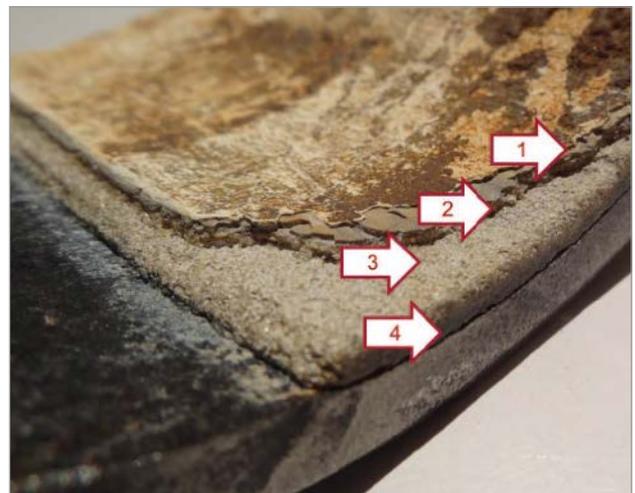
1. Optische Untersuchung:  
Die Schichtdicke der ZM-A betrug  $5 \text{ mm}$  bis  $5,5 \text{ mm}$ . Ein Materialverlust beziehungsweise Absanden war nicht festzustellen. Ablagerungen waren praktisch nicht oder nur in vernachlässigbar kleinen Spuren vorhanden. Nach Aufschneiden des Rohrabschnittes und einer partiellen mechanischen Entfernung der ZM-A konnte auch die Kontaktfläche ZM-A/Gusseisen optisch begutachtet werden. Hier waren nach eingehender Kontrolle der Gussoberfläche keinerlei Korrosionsspuren festzustellen (**Bild 3**). Bei genauerer Betrachtung der freigelegten Gussrohr-Innenoberfläche erkannte man, dass die Haftung des Mörtels an der Gussrohrwand größer ist als die innere Kohäsion des Mörtels: es gelingt nicht, die Mörtelschicht unzerstört von der Rohrwand abzulösen, im Gegenteil, die grenzflächennahe Schicht des Mörtels bleibt an der Rohrinnefläche haften. Es ist ein typisches Charakteristikum der Zementmörtel-Auskleidung duktiler Gussrohre, dass während des Betriebs die Haftfestigkeit der Auskleidung am Untergrund zunimmt. Von keiner anderen Rohrauskleidung ist dieses Verhalten bekannt, das bereits 1969 von Gras [8] beschrieben wurde. Es konnte in der vorliegenden Untersuchung in vollem Umfang bestätigt werden.



**Bild 2:** Tillmannskurve aus dem DVGW-Band 5 – Wasserchemie für Ingenieure (der Pfeil zeigt die Lage des Wassers auf der Tillmannskurve an)



**Bild 3:** Gussrohrabschnitt mit partiell abgetragener Zementmörtel-Auskleidung



**Bild 4:** Schichten der Zementmörtel-Auskleidung

2. Labortechnische Untersuchung:  
Im weiteren Verlauf der Untersuchung wurden die vier Schichten der ZM-A einzeln abgetragen (**Bild 4**) und jeweils auf ihren Carbonatisierungsgrad und damit auf die noch vorhandene aktive Korrosionsschutzwirkung untersucht. **Tabelle 2** zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchung.

**Tabelle 2:**  
Carbonatisierungsgrad der einzelnen Schichten der Zementmörtel-Auskleidung

Schicht	Carbonat (CO <sub>3</sub> ) [%]	Calciumcarbonat (CaCO <sub>3</sub> ) [%]	Freier Kalk (CaO) [%]	Carbonatisierungsgrad [%]
1	58	79	0	100
2	12,7	21,2	13	47
3	5,6	9,3	1,7	77
4	2,4	4	9	20

Es wird ersichtlich, dass der Carbonatisierungsgrad zur Gussrohrwand hin stetig abnimmt. So ist die Schicht 1 (Feinschlämmschicht) durch den CO<sub>2</sub>-Gehalt des Wassers vollständig carbonatisiert. Durch die Carbonatisierung kam es in Schicht 1 zu einem leichten Volumenzunahme und damit einem weitgehenden Verschluss der Poren. Hieraus resultierte eine nahezu vollständige Abschirmung (passiver Schutz) der darunter liegenden drei übrigen Schichten gegen das in der Leitung befindliche Wasser und das darin enthaltene CO<sub>2</sub>. Damit erklärt sich die Abnahme des Carbonatisierungsgrades. Während Schicht 2 noch eine geringe Carbonatisierung aufweist, liegen die Schichten 3 und 4 fast auf dem Niveau einer fabrikneuen ZM-A. Der hier immer noch sehr hohe Gehalt an freiem Kalk (CaO) kann durch Reaktion mit dem in der ZM-A eingeschlossenen Wasser weiterhin Ca(OH)<sub>2</sub> bilden und den pH-Wert über 12 halten. Gleichzeitig wird das Ca(OH)<sub>2</sub> der unteren Schichten daran gehindert durch die bereits fast vollständig dichte Schicht 1 in das Leitungswasser zu diffundieren und seinen pH-Wert zu beeinflussen.

#### 4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Geschwindigkeit der Carbonatisierung von der wasserseitigen Grenzfläche aus in die ZM-A hinein (Richtung Gussrohrwand) hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Feuchtegehalt  
Ein Maximum der Carbonatisierungsgeschwindigkeit stellt sich bei 50–70 % Betonfeuchte ein. Daher carbonatisieren trockene Betone in Innenräumen oder an witterungsgeschützten Einbauorten langsamer als Betone, die der freien Bewitterung ausgesetzt sind. Gleiches gilt aber auch für Zementmörtel-Auskleidungen, die vollständig mit Wasser benetzt oder vollgesogen sind (DVGW-Arbeitsblatt W 346, Abschnitt 4.2.1 [1]).
- w/z-Wert  
Bei einem geringen w/z-Wert ist ebenfalls eine geringere Carbonatisierungsgeschwindigkeit gegeben. Der w/z-Wert einer ZM-A auf Basis HOZ liegt gemäß DIN 2614 [9] bei lediglich etwa 0,35 bis 0,40.
- Porosität des Betons  
Wegen der größeren Oberfläche carbonatisieren poröse Betone schneller als dichte Betone. Durch das Einbringverfahren der ZM-A (Rotationsschleuderverfahren nach DIN 2880 [2]) und die dadurch sehr hohe Verdichtung ist die ZM-A eines Gussrohres nahezu porenfrei und carbonatisiert deswegen langsam.
- Alter des Betons  
Die Carbonatisierungsgeschwindigkeit verringert sich mit zunehmendem Betonalter nach dem Wurzel-Zeit-Gesetz. Das bedeutet, dass mit zunehmendem Alter die Geschwindigkeit der Carbonatisierung abnimmt.

In Abhängigkeit von diesen vier Faktoren kann die Carbonatisierung ab einer gewissen Tiefe zum Erliegen kommen. Dies wurde durch die Untersuchung des Gussrohrabschnittes von 1979 im Wesentlichen bestätigt. Nach den vorliegenden Erkenntnissen ist damit zu rechnen, dass sich die Carbonatisierungstiefe im Zuge der weiteren technischen Nutzungsdauer nicht wesentlich verändern wird. Der aktive Korrosionsschutz wird auf unabsehbare Zeit erhalten bleiben. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Schutzwirkung der Zementmörtel-Auskleidung duktiler Gussrohre während der gesamten Betriebszeit aktiv bleibt. Aktive Schutzsysteme wie die ZM-A bieten in der Praxis Vorteile, vor allem an neuralgischen Punkten, wie Rohrschnitten und Anbohrungen, aber auch bei kleineren Rissen oder Abplatzungen. Durch den aktiven Schutzmechanismus wird im Gegensatz zu passiven Systemen (wie z. B. thermoplastische Auskleidungen) stets ein hervorragender Korrosionsschutz dauerhaft sichergestellt. Unterwanderungen, Rostbildung und daraus resultierende Ablösungen des Schutzsystems werden wirkungsvoll unterbunden.

Ein besonders wichtiger Aspekt betrifft die trinkwasserhygienischen Eigenschaften der Zementmörtel-Auskleidung. Wie die Untersuchungsergebnisse des Schichtaufbaus und der Carbonatisierung zeigen, hat das Trinkwasser ausschließlich mit der vollständig durchcarbonatisierten Grenzschicht der Auskleidung Kontakt. Sie besteht aus inerten Hydraten des Siliziums und des Calciums sowie aus Calciumcarbonat. Der Durchfluss des Trinkwassers durch ein Rohr mit dieser Grenzschicht ist direkt vergleichbar mit der natürlichen Passage eines Wassers durch die Klüfte eines Kalktuffgebirges: ein natürlicherer Weg ist kaum vorstellbar!

Gussrohre und Zementmörtel-Auskleidungen bilden eine ideales, kaum zu übertreffendes System, wenn es um dauerhaften und wirkungsvollen Korrosionsschutz geht. Sinngemäß kann diese Aussage auch auf den äußeren Schutz von Gussrohren mit einer Zementmörtel-Umhüllung übertragen werden [10].

## Literatur

- [1] DVGW-Arbeitsblatt W 346  
Guss- und Stahlrohrleitungsteile mit ZM-Auskleidung – Handhabung  
[Cast iron and steel pipes and components with internal mortar lining – Handling]  
2000-08
- [2] DIN 2880  
Anwendung von Zementmörtel-Auskleidung für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke  
[Application of cement mortar lining for cast iron pipes, steel pipes and fittings]  
1999-01
- [3] EN 545  
Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2010
- [4] DIN 38404-10  
Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Physikalische und physikalisch-chemische Stoffkenngrößen (Gruppe C) – Teil 10: Berechnung der Calcitsättigung eines Wassers (C 10)  
[German standard methods for the examination of water, waste water and sludge – Physical and physico-chemical parameters (group C) – Part 10: Calculation of the calcit saturation of water (C 10)]  
2012-12
- [5] Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)  
Bundesministerium für Gesundheit der Bundesrepublik Deutschland  
2001
- [6] Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)  
Bundesministerium für Gesundheit der Bundesrepublik Deutschland  
2011-11-01
- [7] Zweite Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)  
Bundesministerium für Gesundheit der Bundesrepublik Deutschland  
2012-12-14
- [8] Gras, W.-D.: Eigenschaften und Bewährung von Zementmörtelauskleidungen in gußeisernen Druckrohren  
Fgr-Information 4 (1969), S. 16
- [9] DIN 2614  
Zementmörtelauskleidungen für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke – Verfahren, Anforderungen, Prüfungen  
1990-02
- [10] Rink, W.:  
Untersuchungen an Rohren aus duktilem Gusseisen mit Zementmörtel-Umhüllung nach drei Jahrzehnten Betriebszeit  
[Examination of ductile iron pipes with cement mortar coating after a period of three decades in operation]  
GUSS-ROHRSYSTEME 48 (2011), S. 29 ff.

## Autoren

Florian Häusler  
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH  
Paul-Schneider-Straße 8  
35625 Hüttenberg/Deutschland  
Telefon: +49 (0)172/2312257  
E-Mail: forian.haeusler@duktus.com

Dipl.-Ing. (FH) Stephan Hobohm  
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH  
Sophienstraße 52-54  
35576 Wetzlar/Deutschland  
Telefon: +49 (0)6441/49-1248  
E-Mail: stephan.hobohm@duktus.com

## Erneuerung der Verbindungsleitung von der Seerequelle bis zum Hochbehälter Eimelrod in Willingen-Eimelrod

Von Ingolf Bittermann und Karl-Wilhelm Römer

### 1 Einleitung

Eimelrod ist ein Ortsteil der Gemeinde Willingen/Upland und liegt im Nordwestteil von Hessen. Eimelrod ist ein anerkannter Erholungsort in ländlicher Umgebung mit dörflichem Flair.

### 2 Ausgangssituation

Zur Sicherstellung der Wasserversorgung der Ortsteile Eimelrod und Hemmighausen ist die Verbindungswasserleitung von der Seerequelle zum Hochbehälter (HB) Eimelrod (**Bild 1**) unverzichtbar. Ohne diese Verbindungsleitung können die Ortsteile Eimelrod und Hemmighausen nicht mit Trinkwasser versorgt werden. Die bestehende Quellwasserleitung DN 100 GG von der Seerequelle zum Hochbehälter Eimelrod war stark reparaturbedürftig; jährlich mussten mehrere Rohrbrüche beseitigt werden, was immer mit Versorgungsgängen verbunden war.



**Bild 1:**  
Hochbehälter Eimelrod WSP HB 535, 14 m über NN

Vor allem in den Wintermonaten waren die Reparaturarbeiten sehr schwierig, weil der überwiegende Teil der Verbindungswasserleitung in einem schwer zugänglichen Waldwirtschaftsweg liegt.

### 3 Planung

Der Wasserbeschaffungsverband Upland beauftragte das Ingenieurbüro Oppermann GmbH aus Vellmar mit der Planung sowie der Bau- und Oberbauleitung für die Auswechslung der Verbindungswasserleitung. Die Verbindungswasserleitung ist die Hauptversorgungsleitung der Ortsteile Eimelrod und Hemmighausen. Daher war während der gesamten Bauzeit und bei allen Bauzuständen der Wassertransport aufrecht zu erhalten. Hierbei waren vor allem die Enge und die schwierige Zugänglichkeit des Geländes sowie das nur in einer Richtung mit schweren Baumaschinen zu erreichende Baufeld eine zusätzliche Erschwernis.

Da die bestehende Verbindungswasserleitung in der Mitte des Waldwirtschaftswegs lag (**Bild 2**), konnte bei der geringen Wegbreite mit seitlichem Baumbestand die neue Leitung ohne Außerbetriebnahme der vorhandenen Leitung nicht eingebaut werden. Deswegen wurde im Bereich der bewaldeten Fläche eine etwa 1.200 m lange temporäre oberirdische Notwasserversorgungsleitung geplant. Entsprechend der Planung wurde diese Notwasserleitung DN 150 GGG mit BLS® - Steckmuffen-Verbindungen im Bankettbereich angelegt (**Bild 3**) und außerhalb der bewaldeten Fläche an das vorhandene Netz angeschlossen. Anschließend war geplant, die neue Wasserleitung parallel zur vorhandenen Wasserleitung einzubauen.



**Bild 2:**  
Schwer zugänglicher Waldwirtschaftsweg



**Bild 3:**  
Einbau der Notwasserleitung DN 150 GGG

Die Rohre der Notwasserversorgungsleitung sollten gemäß Planung nach dem Einbau der ersten 1.200 m der erneuerten Verbindungsleitung wieder aufgenommen und außerhalb der bewaldeten Fläche als endgültige Verbindungsleitung zum HB Eimelrod wieder eingebaut werden. Durch die Doppelverwendung von ungefähr 1.200 m Rohrleitung DN 150 GGG sollten Kosten eingespart werden. Die Planung sah weiterhin vor, die Leitung in offener Bauweise zu bauen, da laut Bodengutachten mit Fels zu rechnen war. Der Einsatz einer Fräse zur Herstellung des Rohrgrabens wurde dem Bieter als Nebenangebot freigestellt.

Im Zuge der Bauausführung der Verbindungswasserleitung waren die Sanierung des Quellsammelschachtes Seerequelle sowie Umbauarbeiten am HB Eimelrod geplant.

#### 4 Wahl des Rohrmateriales

Wie erwähnt, sollte die Notwasserleitung auf einer Länge von 1.200 m wieder ausgebaut und wiederverwendet werden. Wegen der schweren Zugänglichkeit des Baufeldes musste die Notwasserleitung nach Rückbau in handhabbaren Längen vorliegen und zum endgültigen Einbau ohne Beschädigung wiederverwendbar sein. Hier fiel die Wahl auf 6 m lange Muffendruckrohre aus duktilem Gusseisen nach EN 545 [1] mit formschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung nach DIN 28603 [2] und dem DVGW-Baumusterzertifikat nach der DVGW-Prüfgrundlage GW 337 [3], [4]. Als Dichtung wird die TYTON®-Dichtung aus EPDM nach EN 681-1 [5] eingesetzt. Als Schutz des Rohrleitungssystems dient ein äußerer Zinküberzug (200g/m<sup>2</sup>) mit Zementmörtel-Umhüllung nach EN 15542 [6] und eine Zementmörtel-Auskleidung auf Basis HOZ nach EN 545 [1]. Für die wiederverwendeten Rohre der Notwasserversorgung wurden neue TYTON®-Dichtungen vorgesehen.

#### 5 Bauausführung

Die geplanten Bauleistungen wurden im April 2012 öffentlich ausgeschrieben. Mit der Ausführung der Arbeiten wurde die Firma Jordan aus Bad Arolsen beauftragt, die als fachkundig und leistungsfähig bekannt ist. Die Arbeiten begannen im Juni 2012 und waren im Oktober 2012 beendet. Wie geplant wurde im ersten Abschnitt die Notwasserversorgung ab Station 0+000 m bis Station 1+200 m hergestellt. Nach Ortung der Bestandsleitung erfolgten der Neubau der Verbindungsleitung und der teilweise Rückbau der alten Wasserleitung (**Bild 4**).



**Bild 4:**  
Rückbau der alten Verbindungsleitung

Für die Herstellung des Rohrgrabens (Rohrüberdeckung 1,5 m) kam in großen Teilbereichen eine Felsfräse zum Einsatz (**Bild 5**). Hierdurch konnte der Aushubboden seitlich im Waldwegbereich gelagert und nach der Rohrlegung wieder eingebaut werden. Der erforderliche Sand für die Rohrbettung wurde auf Lagerflächen im Vorfeld des Baufeldes verteilt und bis zum Einbau zwischengelagert.

Nach abgeschlossenem Rohreinbau des Abschnittes Station 0+000 m bis Station 1+200 m wurde die Notwasserversorgung wieder demonstert. Ab Station 1+200 m bis Station 2+400 m wurden die Rohre der ehemaligen Notwasserversorgung wieder eingebaut (**Bild 6**). Hier wurden die TYTON®-Dichtungen vorsichtshalber erneuert. Die Ausführung der Leistungen erfolgte exakt wie in der Planung vorgesehen. Insgesamt wurde die Verbindungswasserleitung auf einer Länge von 2.900 m erneuert.



**Bild 5:**  
Einsatz einer Felsgrabenfräse

Im Zuge der Bauarbeiten wurden Strom- und Steuerkabel in Leerrohren mit eingebaut und ein Hausanschluss neu hergestellt. Weiterhin wurden Sanierungsarbeiten an der Seerequelle und am HB Eimelrod durchgeführt.

## 6 Schlussbetrachtung

Durch die detaillierte Planung der einzelnen Bauabschnitte/Bauphasen und der Wiederverwendung der Rohre der Notwasserversorgung konnten die Baukosten reduziert werden. Die tatsächlichen Baukosten lagen exakt in Höhe der Auftragssumme.

Mit duktilen Gussrohren wurde die richtige Wahl für das Rohrmaterial getroffen. Die Rohrlängen von 6 m waren trotz der schwierigen Einbausituation gut zu handhaben. Die Wiederverwendung des Rohrmaterials aus der Notwasserversorgung hat sich als praktikabel und kostensenkend erwiesen.



**Bild 6:**  
Einbau der zurückgebauten Notwasserleitung und Kabelleerrohr-Einbau

## Literatur

- [1] EN 545  
Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren]  
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] DVGW-Prüfgrundlage GW 337  
Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen für die Gas- und Wasserversorgung –  
Anforderungen und Prüfungen  
2010-09
- [4] DVGW-Prüfgrundlage GW 337-B1  
Beiblatt 1 zu DVGW-Prüfgrundlage GW 337  
Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen für die Gas- und Wasserversorgung –  
Anforderungen und Prüfungen  
2012-08
- [5] EN 681-1  
Elastomeric seals –  
Material requirements for pipe joint seals used in water and drainage applications –  
Part 1: Vulcanized rubber  
[Elastomer-Dichtungen –  
Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung –  
Teil 1: Vulkanisierter Gummi]  
1996 + A1:1998 + A2:2002 +  
AC:2002 + A3:2005
- [6] EN 15542  
Ductile iron pipes, fittings and accessories –  
External cement mortar coating for pipes –  
Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen –  
Zementmörtelumhüllung von Rohren –  
Anforderungen und Prüfverfahren]  
2008

## Autoren

Dipl.-Ing. Ingolf Bittermann  
Ingenieurbüro Oppermann GmbH  
Adalbert-Stifter-Straße 19  
34246 Vellmar/Deutschland  
Telefon: +49 (0)561/82907-63  
E-Mail: [ingolf.bittermann@oppermann-ingenieure.de](mailto:ingolf.bittermann@oppermann-ingenieure.de)

Karl-Wilhelm Römer  
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH  
Schweinsbühl, Kerbelweg 6  
34519 Diemelsee/Deutschland  
Telefon: +49 (0)5632/922252  
E-Mail: [Karl-Wilhelm.Roemer@duktus.com](mailto:Karl-Wilhelm.Roemer@duktus.com)

## Bauunternehmen

G. Jordan GmbH & Co. KG  
Gerhard Jordan  
Landstraße 40  
34454 Bad Arolsen/Deutschland  
Telefon: +49 (0)5691/3785  
E-Mail: [g.jordankg@t-online.de](mailto:g.jordankg@t-online.de)

# Trinkwasserleitung DN 600 in Altach

Von Werner Siegele und Roland Gruber

## 1 Teil-Erneuerung der Trinkwasserleitung im Altacher Fußballstadion

Im Vorarlberger Altach wurde 2014 das Projekt einer Teil-Erneuerung der Trinkwasserleitung im Bereich des Fußballstadions (**Bild 1**) abgeschlossen. Wegen einer Leckage im unzugänglichen Bereich unterhalb der Tribüne des Altacher Fußballstadions musste ein alter überbauter Leitungsabschnitt stillgelegt und durch einen neuen ersetzt werden. Dabei setzten die Verantwortlichen des Trinkwasserverbandes Rheintal auf die Qualität von duktilen Gussrohren. Der neue „Trinkwasser-Bypass“ im Altacher Fußballareal hat eine Gesamtlänge von etwa 660 m.

Rund 2.000 m<sup>3</sup> Verlust an Trinkwasser war die unerfreuliche Bilanz für den Trinkwasserverband Rheintal. Das Leck der im Erdreich eingebauten Leitung lag direkt unterhalb der Sanitäranlagen des Stadions. Der Trinkwasserverband Rheintal versorgt neben Altach noch die Gemeinden Alberschwende, Dornbirn, Götzis, Hohenems, Lustenau, Mäder und Schwarzach mit Trinkwasser aus einem Pumpwerk im Rhein-

vorland bei Mäder. Pro Tag fördert es zwischen 8.000 m<sup>3</sup> und 14.000 m<sup>3</sup>. Das Jahresgesamtvolumen liegt bei rund 3 Mio. m<sup>3</sup> und wird über etwa 35 km lange Transportleitungen zu den Gemeinden geleitet, die ihre Netze unabhängig vom Verband betreiben.

## 2 Planung und Bauausführung

Die Kosten für eine Reparatur vor Ort wurde vom Trinkwasserverband Rheintal auf 50 T€ bis 60 T€ geschätzt. Dabei war klar, dass man danach immer noch eine alte Rohrleitung hat. So wurde entschieden, das ganze Leitungsstück durch eine Art Bypass mit duktilen Gussrohren DN 600 (**Bild 2**) zu ersetzen, der weitläufig um das Stadion- und Trainingsareal des SCR Altach führt. Die Planungsarbeiten sowie die örtliche Bauaufsicht wurden dem erfahrenen Planungsbüro Adler+Partner Ziviltechniker GmbH, Klaus, übertragen. Die Bauarbeiten übernahm die Baufirma Wilhelm+Mayer Bau GmbH, Götzis. Dank der günstigen Witterungsbedingungen konnte man mit den Bauarbeiten bereits Anfang Februar 2014 beginnen.



**Bild 1:**  
Das Fußballstadion des SCR Altach – Teil-Erneuerung einer Wasserleitung unterhalb der Tribüne



**Bild 2:**  
Duktile Gussrohre DN 600 für den Einbau als Bypass-Leitung

### 3 Optimale Voraussetzungen für den Rohrleitungsbau

Die neue Trasse liegt am Rand einer der am dichtesten besiedelten Gemeinden Vorarlbergs, daher gab es mit den wenigen vorhandenen Einbauten kaum Probleme. Parallel zur neuen Leitung liegt eine Erdgashochdruckleitung, zu der der erforderliche Abstand einzuhalten war. Bei den Grabarbeiten musste das Baggerpersonal auf die nahen Freileitungen achten. Die Böden sind nicht setzungsempfindlich, und das Grundwasser reicht bis zur Grabensohle, sodass sich eine Wasserhaltung erübrigte. Für die duktilen Gussrohre gab es genügend Platz zur Zwischenlagerung. Sie wurden größtenteils konventionell, also in einem Kiesbett im offenen Graben, eingebaut (**Bild 3**). Lediglich im Bereich der Autobahnabfahrt wurde ein 20 m langes Stahlrohr DN 1000 durch das Erdreich gepresst und anschließend die duktilen Gussrohre darin eingeschoben.



**Bild 3:**  
Einbau der duktilen Gussrohre DN 600 im offenen Graben

### 4 Hohe Leitungsflexibilität gefordert

Die neue Versorgungsleitung hat dieselbe Nennweite (DN 600) wie die alte. Die neuen Rohre wurden von der Firma TIROLER ROHRE GmbH – TRM aus Hall i. T. geliefert. Die Steckmuffen-Verbindungen der duktilen Gussrohre sind längskraftschlüssig ausgelegt (BLS®-System). Diese Art der Verbindung stellt nicht nur eine hohe Flexibilität der Leitung sicher, sondern erübrigt auch den Einbau von Betonwiderlagern. Dabei ist das bewährte Verbindungssystem sehr schnell zu montieren. Die eingesetzten Rohre zeichnen sich durch

eine standardmäßige Auskleidung mit Zementmörtel aus, die Voraussetzung für eine lange Lebensdauer ist. Die Auskleidung bewirkt einen aktiven Schutz des Gussrohrmaterials. Weitere Informationen zur Wirkungsweise der Zementmörtel-Auskleidung finden sich auf S. 20 ff in diesem Heft. Eine Zusammenfassung der Projektdaten des Projektes Trinkwasserleitung Altach enthält **Tabelle 1**.

**Tabelle 1:**  
Projektdaten des Projektes Trinkwasserleitung Altach

Projektname	Trinkwasserleitung Altach		
Anwendung	Trinkwasserleitung		
Ort	Altach		
Bauherr	Trinkwasserverband Rheintal		
Baufirma / Bauträger	Wilhelm+Mayer Bau GmbH		
Planer	Adler+Partner Ziviltechniker GmbH		
Gesamtbauzeit Projekt	3 Monate		
Hauptleitungen	Länge: 660 m	Nennweite: DN 600	Wanddicke: K 9
Verbindungselemente	BLS® - Steckmuffen-Verbindung		
Umhüllung	Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U)		
Auskleidung	Zementmörtel-Auskleidung (ZM-A)		
Besondere Anforderungen	Hohe Leitungsflexibilität; keine Betonwiderlager erwünscht		

## 5 Alles erstklassig für den SCR Altach

Anfang April 2014 ging die neue Leitung erstmals in Betrieb. Damit ist Altach wieder bestens für den Spiel- und Stadionbetrieb gerüstet. Der Trinkwasserverband Rheintal ist seit Langem von der Qualität der duktilen Gussrohre überzeugt und stellt mit dieser Maßnahme die Trinkwasserversorgung für die nächsten Jahrzehnte sicher – eine nachhaltige Investition.

### Autoren

Werner Siegele  
TIROLER ROHRE GmbH – TRM  
Innsbrucker Straße 51  
6060 Hall in Tirol/Österreich  
Telefon: +43 (0)5223/503-108  
E-Mail: werner.siegele@trm.at

Mag. Roland Gruber  
Gruber-Seefried-zek Verlags OG  
Lindastraße 10  
4820 Bad Ischl/Österreich  
Telefon: +43 (0)6247/84726  
E-Mail: office@zekmagazin.at

### Bauherr

Trinkwasserverband Rheintal  
Dipl.-Ing. Bruno Fussenegger  
Rathaus  
6850 Dornbirn/Österreich  
Telefon: +43 (0)5572/25475-13  
E-Mail: bruno.fussenegger@dornbirn.at

### Planungsbüro

Adler+Partner ZT GmbH  
Ing. Daniel Gross  
Vorstadt 17  
6833 Klaus/Österreich  
Telefon: +43 (0)5523/62860-0  
E-Mail: office@adlerconsult.com

### Bauausführung

Wilhelm + Mayer Bau GmbH  
Ing. Thomas Ott  
Am Bach 20  
6840 Götzis/Österreich  
Telefon: +43 (0)5523/62081-20  
E-Mail: thomas.ott@wilhelm-mayer.at



**EADIPS®** European Association for  
Ductile Iron Pipe Systems  
**FGR®** Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme

Nachhaltig überlegen –  
duktiler Guss-Rohrsysteme

Duktile Guss-Rohrsysteme  
für die Trinkwasser- und  
Abwasserentsorgung

Ductile iron pipe systems for  
drinking water supply and  
sewerage applications

- Rohre / Pipes
- Formstücke / Fittings
- Armaturen / Valves

[www.eadips.org](http://www.eadips.org)

## Duktile Gussrohre als integraler Bestandteil der Wiener Gürteloffensive

Von Gerald Pasa und Günter Seefried

### 1 Einleitung

In Wien ist die „Gürteloffensive“ voll im Gange. In diesem umfangreichen Sanierungsprojekt werden die zum Teil über 100 Jahre alten Wasserrohrleitungen im inneren und äußeren Gürtel ausgetauscht. Vier Abschnitte im 8., 9., 18. und 19. Bezirk wurden bereits 2012 und 2013 fertiggestellt. 2014 wurden die Wasserrohre im 16. und 17. Bezirk erneuert bzw. saniert (**Bild 1**). Im Trassenbereich am Hernalser-Gürtel kommen dabei auf einer Länge von etwa 700 m duktile Gussrohre zum Einsatz, die einen störungsfreien Versorgungsbetrieb für die nächsten 100 Jahre sicherstellen. Bei einem Verkehrsaufkommen von rund 35.000 Fahrzeugen pro Tag und Fahrtrichtung standen bei der Umsetzung alle beteiligten Firmen, Straßennutzer und Anrainer vor enormen Herausforderungen.



**Bild 1:**  
Austausch von über 100 Jahre alten Gussrohren im Bereich des Hernalser-Gürtels

### 2 Projektbeschreibung

Seit April 2014 liefen die über mehrere Jahre geplanten Sanierungsarbeiten an der Trinkwasserleitung am Wiener Gürtel auf Hochtouren. Dabei wurde die in die Jahre gekommene Leitung in mehreren Abschnitten komplett erneuert. Einer dieser Abschnitte betrifft den Bereich Hernalser-Gürtel. Hier wurden über eine Länge von 2,5 km 700 m duktile Gussrohre eingebaut. Die Projektdaten der Hauptwasserleitung Hernalser-Gürtel enthält **Tabelle 1**.

Die Stadt Wien setzt aus zwei Gründen beim Rohrmaterial auf Gusseisen:

- Betriebssicherheit und Langlebigkeit genießen höchste Priorität bei den Planern. Schließlich gibt es kaum ein vergleichbares Rohrmaterial, das sich über derart lange Zeit bewährt hat. Noch heute sind Wasserleitungen aus Gusseisen nach zum Teil über 100 Jahren in Betrieb.
- Die neu gebaute duktile Gussrohrleitung liefert den rund 136.000 Wienerinnen und Wienern auch in Zukunft ein erstklassiges Trinkwasser.

Der erneuerte Abschnitt ging im Sommer 2014 in Betrieb, im September 2014 waren die Straßenoberflächen wieder hergestellt.

### 3 Mehrjähriges Projekt Gürteloffensive

Ziel des breit angelegten Projektes ist es, alte Wasserleitungsrohre am Gürtel auszutauschen. Während der mehrjährigen Bauzeit laufen die Arbeiten im Jahreswechsel am inneren und äußeren Gürtel.

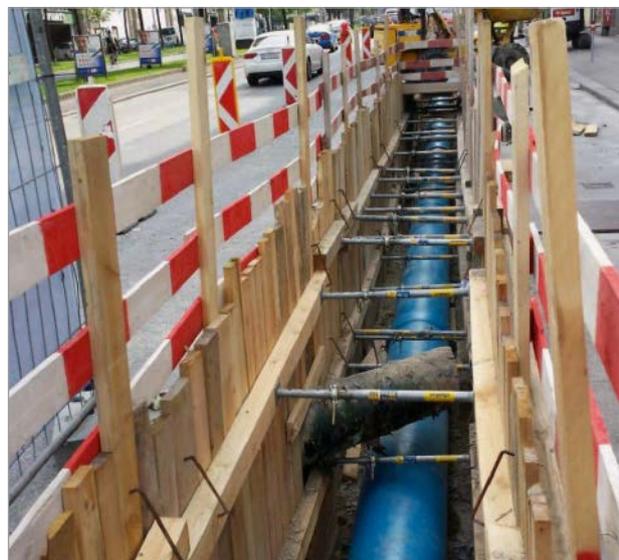
**Tabelle 1:**

Projektdaten der Hauptwasserleitung Hernalser-Gürtel

Anwendung	Erneuerung von teilweise über 100 Jahre alten Gussleitungen		
Ort	Wien, 17. Bezirk		
Bauherr	Wiener Wasser (MA 31)		
Baufirma / Bauträger	Kraft und Wärme - Baumeister Dipl.-Ing. Mörtinger & Co. GmbH, Wien		
Planer	Wiener Wasser (MA 31)		
Gesamtbauzeit Projekt	3 Monate		
Hauptleitungen	Länge: 700 m	Nennweite: DN 700	Druck: max. 25 bar
Verbindungselemente	BLS® - Steckmuffen-Verbindung		
Umhüllung	Zinküberzug mit Epoxidharz-Deckbeschichtung		
Auskleidung	Zementmörtel-Auskleidung		
Besondere Anforderungen	Bauen unter Verkehr; Verkehrskonzept von Wiener Wasser (MA 31)		



**Bild 2:**  
Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses – Umsetzung des Verkehrskonzeptes von Wiener Wasser (MA 31)



**Bild 3:**  
Neu eingebaute duktile Gussrohre DN 700 im Hernalser-Gürtel

Das größte Augenmerk liegt dabei auf dem Straßenverkehr, weil gerade dieser Straßenabschnitt in Wien zu den am stärksten befahrenen Bereichen in ganz Österreich zählt.

Für die beiden 2014 fertiggestellten Abschnitte im 16. und 17. Bezirk hat Wiener Wasser (MA 31) ein spezielles Konzept entworfen, um den Verkehr weitestgehend aufrechterhalten zu können (**Bild 2**). Während der Einbauarbeiten von Anfang Mai bis Mitte August 2014 wurden zwei der vier Spuren des Gürtels gesperrt und durch eine Umleitung ersetzt. Zudem wurde nachts und auch an Wochenenden gearbeitet, damit die Bauzeit so kurz wie möglich blieb.

#### 4 Spezielle Rohre für ein besonderes Projekt

Die von der Firma TIROLER ROHRE GmbH – TRM gelieferten duktilen Gussrohre DN 700 (**Bild 3**) nach EN 545 [1] sind mit Zementmörtel ausgekleidet. Die Zementmörtel-Auskleidung ist für den Transport von Trinkwasser in besonderer Weise geeignet (Informationen zur Zementmörtel-Umhüllung enthält der Beitrag auf Seite 20 ff in diesem Heft). Außen sind die Rohre mit einem Zinküberzug mit Epoxidharz-Deckbeschichtung versehen.

Auf diese Weise sind die Rohre effektiv und auf Jahrzehnte geschützt. Duktile Gussrohre sind diffusionsdicht und ermöglichen einen hygienisch einwandfreien Transport des Trinkwassers.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt für den Einbau duktiler Gussrohre sind Einfachheit und Geschwindigkeit ihres Einbaus als Grundlage für die zügige Abwicklung der Baustelle.

## 5 Fazit

Der Auftraggeber, Wiener Wasser (MA 31), konnte die Gürtelbaustelle Anfang September 2014 planmäßig abschließen, die Oberflächen der Gassen und Straßen wiederherstellen und für den Verkehr freigegeben.

## Literatur

- [1] EN 545  
Ductile iron pipes, fittings, accessories  
and their joints for water pipelines –  
Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus  
duktilen Gusseisen und ihre  
Verbindungen für Wasserleitungen –  
Anforderungen und Prüfverfahren]  
2010

## Autoren

Gerald Pasa  
TIROLER ROHRE GmbH – TRM  
Innsbrucker Straße 51  
6060 Hall in Tirol/Österreich  
Telefon: +43 (0)664/3228835  
E-Mail: gerald.pasa@trm.at

Günter Seefried  
Gruber-Seefried-zek Verlags OG  
Lindaustraße 10  
4820 Bad Ischl/Österreich  
Telefon: +43 (0)6247/84726  
E-Mail: office@zekmagazin.at

# Schraubenlose Hausanschluss-Armaturen für die kommunale Wasserversorgung

Von Thomas Kunzmann und Peter Oppinger

## 1 Einleitung

Der Schutz unserer Umwelt erfordert anspruchsvolle Anlagen- und Prozesstechnik. Damit steigen auch die Anforderungen der Planer und Betreiber von Wasserversorgungsnetzen an die Funktionssicherheit und Zuverlässigkeit der eingesetzten Armaturen. Zusätzlich orientieren sich Planer, Anlagenbauer und Betreiber bei der Auswahl der Armaturen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten verstärkt an universell einsetzbaren Fabrikaten mit Montagevorteilen und einem hohen Maß an Betriebssicherheit. Gleichzeitig stellen sie höchste Anforderungen an Qualität und Bedienungsfreundlichkeit der Armaturen. Alle Bauteile müssen den absolut störungsfreien und vollautomatischen Betrieb ermöglichen. Erdüberdeckte Armaturen wie Hausanschlüsse müssen dauerhaft gegen Korrosion geschützt sein und Dichtheit und Funktion über Jahrzehnte hinweg sicherstellen.

## 2 VAG TERRA®lock Hausanschlusssystem

Um in der heutigen Zeit beim Einbau von Trinkwasserhausanschlüssen den Kundennutzen zu verbessern, genügt es nicht mehr, ausschließlich hochwertige Hausanschluss-Armaturen zu liefern. Heute werden zusätzliche Systemkomponenten auf der Grundlage einer technisch zuverlässigen Hausanschluss-Armatur verlangt. Diese sollen möglichst schnell und einfach mit der Hand (ohne Spezialwerkzeug) zu montieren sein und zudem auch noch vielfältige Kombinationsmöglichkeiten bieten, um die aktuellen technischen Herausforderungen bei Neubau oder Sanierung von Hausanschlüssen optimal zu beantworten.



**Bild 1:**  
VAG TERRA®lock Steck-Verbindung

Die Grundidee für die Verbindung aller Systemkomponenten im VAG TERRA®lock Hausanschlussprogramm liegt in der Modifikation der bekannten und bewährten VAG BAIO®plus Bajonett-Steck-Verbindung. Die daraus weiterentwickelte und patentierte VAG TERRA®lock Steckverbindungstechnik (**Bild 1**) erlaubt die schnelle und einfache Handmontage von Hausanschlüssen im Rohrgraben. Die Verbindung wird durch den flexiblen Sicherungsring zuverlässig gegen unbeabsichtigtes Entriegeln gesichert. Bei Bedarf kann die Steck-Verbindung später einfach von Hand wieder gelöst werden. Diese Technik vermeidet den Werkzeugeinsatz im Rohrgraben und sichert damit wirksam die Unversehrtheit des Korrosionsschutzes.



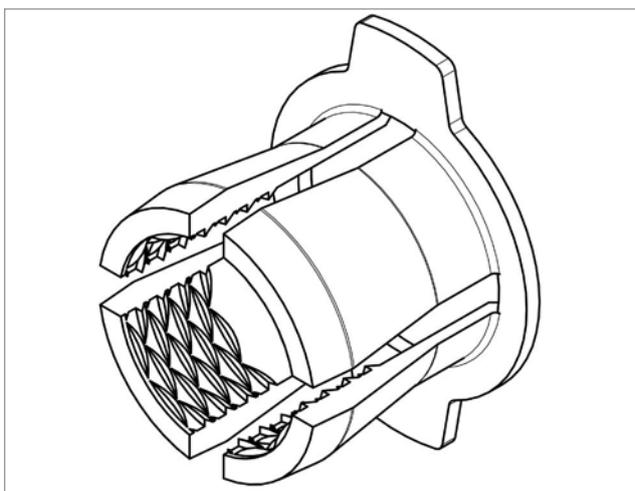
**Bild 2:**  
Korrosion im Gewindebereich einer Hausanschluss-Armatur

Die allseitige Epoxidharz-Pulver-Beschichtung (EP-Beschichtung) nach RAL - GZ 662 [1] (GSK-Qualität) mit Schichtdicken von 250 µm bietet ein Höchstmaß an Korrosionsschutz. Die schraubenlose Verbindungstechnik verhindert wirksam bisherige Korrosionsprobleme im Gewindebereich (**Bild 2**) der Fitting-Verbindung mit der Hausanschluss-Armatur.

Die robusten Gusskomponenten des VAG TERRA<sup>®</sup>lock Systems (**Bild 3**) werden in der werkseigenen Gießerei in hoher Qualität aus dem Werkstoff GGG-40 hergestellt. Die Steck-Verbindung ist absolut zugsicher, beweglich durch Abwinkelbarkeit und zusätzlich in sich seitlich auch schwenkbar. Diese Flexibilität vermeidet zuverlässig Spannungen im Rohrnetz, welche beim Verfüllen des Rohgrabens und Verdichten der Einbettung entstehen können.



**Bild 3:**  
Patentierter VAG TERRA<sup>®</sup>lock Steckfitting



**Bild 4:**  
Zahnabdrücke im PE-Rohr nach einem Zugversuch für Klemmverbinder

Die Schnittstelle des VAG TERRA®lock Systems zum Hausanschlussrohr ist ein technisch neuartiger, patentierter Steckfitting. Das einteilige Gussgehäuse mit allseitiger EP-Beschichtung bewirkt eine stabile Verbindungsstelle zum Hausanschlussrohr. Der patentierte Segmentklemmring ermöglicht eine einfache nachträgliche Demontage der Verbindung von Hand und ohne zusätzliche Hilfswerkzeuge. Die speziell entwickelte Zahnform des Klemmrings reduziert durch Vermeidung umlaufender Riefen die Kerbwirkung an der Rohroberfläche (**Bild 4**).

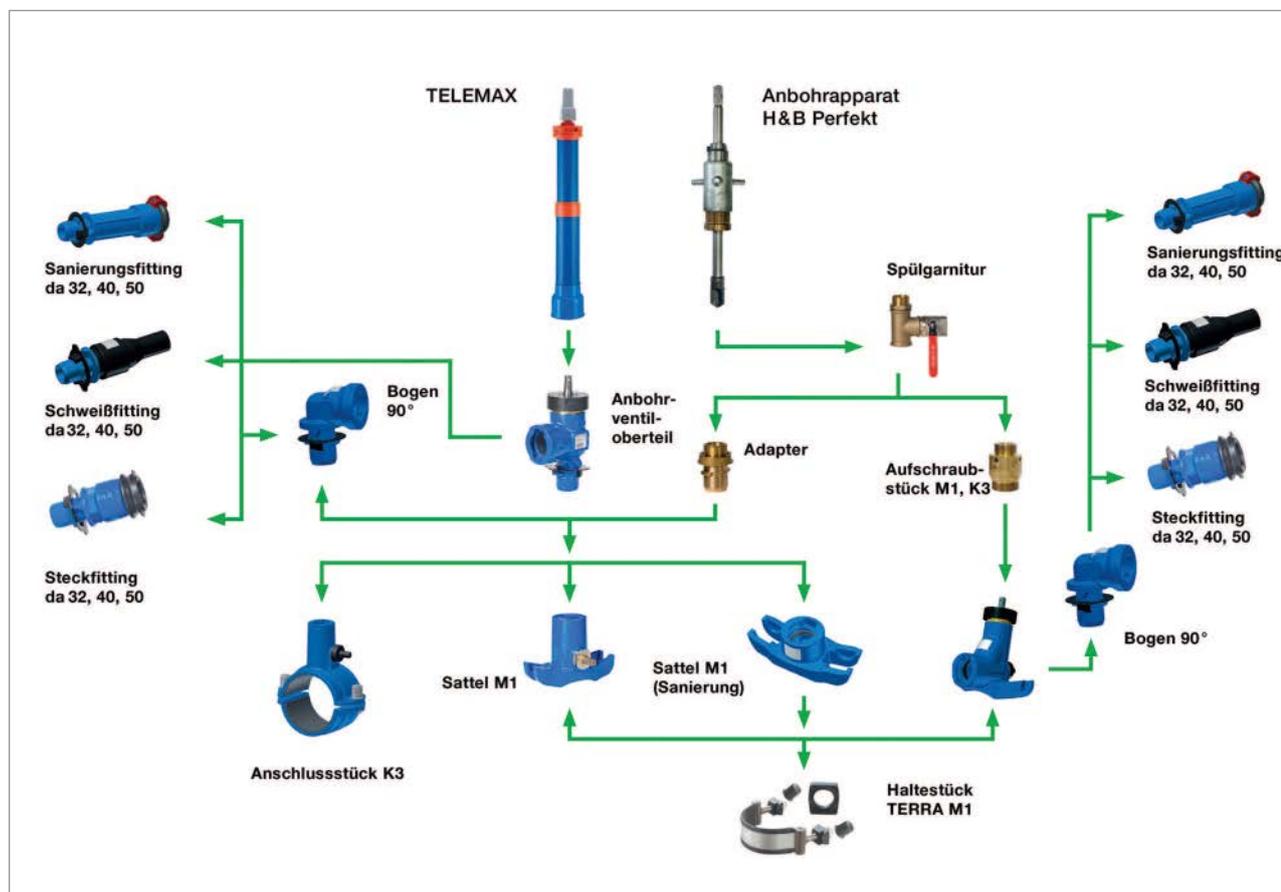
Die vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten aus dem Systembaukasten der VAG TERRA®lock Komponenten bieten einen maximalen Kundennutzen bei

- Neubau von Hausanschlüssen unter vollem Betriebsdruck,
- der Sanierung bestehender Hausanschlussleitungen,
- problematischen Einbausituationen

von Wasser-Hausanschlüssen an Versorgungsleitungen mit dem Anbohrapparat (**Bild 5**).

Die Anschluss- oder Sattelstücke ermöglichen technisch zuverlässige Klemm-Verbindungen mit Versorgungsleitungen aus Guss- oder Stahlrohren sowie PVC- oder PE-Rohren.

Eine integrierte Kugel-Hilfsabsperung lässt den Einbau einer Hausanschlussleitung unter vollem Betriebsdruck zu. Die nachträgliche Sanierung bestehender Altinstallationen bei drucklosen Versorgungsleitungen kann durch kostengünstige Anschluss- und Sattelstücke ohne integrierte Hilfsabsperung unter Verwendung eines speziellen Sanierungsfittings mit Schiebemuffe realisiert werden. Die Schwenkbarkeit der Anbohrventiloberteile erleichtert dabei die einfache und spannungsfreie Anbindung der vorhandenen Hausanschlussleitung. Die vorhandenen Fittingtypen im Programm erlauben eine einfache, zugesicherte Steck-Verbindung der Hausanschlussleitung. Durch geeignete Übergangsadapter können alle bekannten und handelsüblichen Anbohrapparate zur Herstellung des Wasser-Hausanschlusses verwendet werden.



**Bild 5:**  
VAG TERRA®lock Systemprogramm



**Bild 6:**  
Inbetriebnahme einer VAG TERRA®lock Hausanschluss-  
Armatur in Süddeutschland

Je nach Einbausituation und Platzverhältnissen können die Systemkomponenten für eine senkrechte Anbohrung der Versorgungsleitung von oben oder eine horizontale Anbohrung von der Seite verwendet werden. Nach Wahl des Betreibers kann der Wasser-Hausanschluss unter Verwendung der geeigneten VAG TERRA®lock Komponenten mit oder ohne integrierter Hauptabspernung eingebaut werden (**Bild 6**).

### 3 Fazit

Das VAG TERRA®lock System ist eine konsequente Weiterentwicklung der bewährten VAG BAIO®plus Bajonett-Verbindung zur Herstellung von Wasser-Hausanschlüssen an Versorgungsleitungen. Diese Technik ermöglicht eine einfache und funktionssichere Montage und Demontage von Hand. Die patentierte Steck-Verbindung optimiert die Montagesicherheit, vermeidet Fehler und bietet ein Höchstmaß an Korrosionssicherheit und Hygiene in Trinkwasser-Versorgungsleitungen.

### Literatur

- [1] RAL - GZ 662  
Güte- und Prüfbestimmungen –  
Schwerer Korrosionsschutz von  
Armaturen und Formstücken durch  
Pulverbeschichtung –  
Gütesicherung  
[Quality and test provisions –  
Heavy duty corrosion protection  
of valves and fittings by powder  
coating –  
Quality assurance]  
2008

### Autoren

Thomas Kunzmann  
Carl-Reuther-Straße 1  
68305 Mannheim/Deutschland  
Telefon: +49 (0)621/749-1924  
E-Mail: t.kunzmann@vag-group.com

Peter Oppinger  
Carl-Reuther-Straße 1  
68305 Mannheim/Deutschland  
Telefon: +49 (0)621/749-2106  
E-Mail: p.oppinger@vag-group.com

# Sanierung der Rohrstrecke 10a des Aggerverbands mit Übergangskupplungen

Von Dieter Wonka, Klaus Eisenhuth und Martin Herker

## 1 Einleitung und Historie

Das Wasserversorgungsunternehmen „Der Aggerverband“ und dessen Rohrstreckerneuerung RS33 wurden bereits im EADIPS®/FGR®-Jahresheft 47 [1] vorgestellt. Während damals der Austausch der Formstücke und Armaturen beschrieben worden war, steht in diesem Beitrag die Rohrsanierung der Rohrstrecke 10a mit der anschließenden Komplettierung der sanierten Rohrleitung mit duktilen Gussrohren und erforderlichen Übergangskupplungen im Vordergrund.

## 2 Sanierung der Rohrstrecke 10a

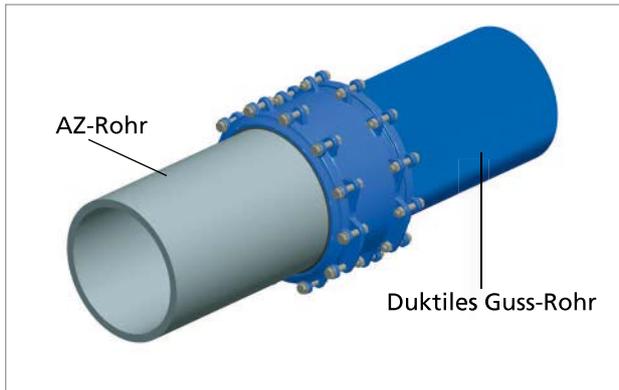
Die Trinkwasserleitung aus AZ-Rohren DN 500 (Baujahr 1967) wird aus Versorgungsgründen mit einer zusätzlichen Verschleißschicht aus Zementmörtel ausgekleidet. Durch diese Leitung werden täglich etwa 6.000 m<sup>3</sup> Wasser vom Wasserwerk Eulenhagen zum Hochbehälter Müllenbach I und II gefördert. Der Zugang für

die Auskleidung kam dadurch zustande, dass aus dem Leitungsbestand alle 120 m ein Rohrstück von je etwa 1,2 m Länge herausgetrennt wurde. Für den abschließenden dauerhaften Verschluss dieser Lücken wurden wegen ihrer überzeugenden Materialeigenschaften duktile Gussrohre gewählt, zumal diese ebenso wie die sanierte Rohrleitung über eine Zementmörtel-Auskleidung verfügen (**Bild 1**).

Die Guss- und AZ-Rohre wurden wegen ihrer unterschiedlichen Außendurchmesser mit gestuften mechanischen Kupplungen U-Flex DN 500 verbunden (**Bilder 2 und 3**). Ihre mechanischen Verbindungen sind auf je einer Seite für die Außendurchmesser der Gussbeziehungsweise der AZ-Rohre ausgelegt. Die klassische Doppelkeilform der Dichtung wurde hierbei bewusst bevorzugt, um den Elastomerwerkstoff ohne Querschnittsverdrehung beidseitig gleichmäßig auf der Rohroberfläche anzupressen. Die Anzahl der Schrauben an den mechanischen Verbindungen bietet gute Aus-



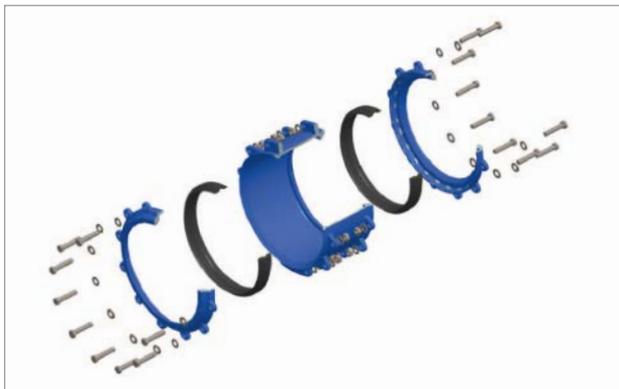
**Bild 1:**  
Verschluss der Altrohrleitung mit einem duktilen Gussrohrstück DN 500 und zwei Übergangskupplungen



**Bild 2:**  
U-Flex DN 500 – Übergang von einem Asbestzement-Rohr auf ein duktiler Guss-Rohr



**Bild 3:**  
Eingebaute Übergangskupplung U-Flex DN 500



**Bild 4:**  
Schnittdarstellung der Explosionszeichnung U-Flex DN 500

gleichsmöglichkeiten für die am alten AZ-Rohr vorhandenen Ovalitäten. Die Trennung der beiden Kupplungsseiten durch Doppelverschraubung (E-Book 08.2014 Guss-Rohrsysteme, Kapitel 10 [2]) verursacht zwar in Fertigung und Montage erhöhten Aufwand, ermöglicht jedoch eine auf das jeweils angeschlossene Rohr abgestimmte Montagekraft, sodass einer-

seits ausgeprägte Oberflächenstrukturen sicher kompensiert, andererseits empfindliche Rohre (z. B. wegen geringer Wanddicken und/oder gealtertem Material) dennoch vor Überlastung geschützt sind (**Bild 4**). Bei Einfachverschraubung mit schwimmend gelagerten Kupplungskörpern und durchgehenden Schrauben, welche ausschließlich in den gegenüberliegenden Pressringen gelagert sind, tritt in beiden mechanischen Verbindungen jeweils die gleiche Axialkraft auf, d. h. bei strukturierten Rohroberflächen in der ersten Verbindung könnten empfindliche Rohre auf der Gegenseite eventuell unnötig stark belastet werden.

Wegen der geringen Querschnittsunterschiede zwischen den beiden Rohrarten sowie der stabilen Rohrbettung des Altrohrbestands konnten in diesem Anwendungsfall beinahe alle mechanischen Verbindungen ausschließlich mit EPDM-Dichtungen (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk) ohne zusätzliche Zugsicherungsmaßnahmen flexibel gestaltet werden, wodurch der empfindliche Altrohrbestand aus Asbestzement (AZ) von zusätzlichen Verspannungen weitestgehend verschont blieb. Da das duktile Gussrohr DN 500 mit seinem kleinstzulässigen Außendurchmesser unter dem freigegebenen Durchmesserbereich der mechanischen Verbindung liegen kann, wurde zur Absicherung der Funktion vor Auftragserteilung der normativ zulässige „worst case“ im Werk des Kupplungsherstellers wie folgt geprüft:

- Ein Einflanschstück (F-Stück) DN 500 wurde auf das nach EN 545 [3] zulässige Minimum des Außendurchmessers DN 500 abgedreht ( $\varnothing 528,2$  mm) und anschließend zusätzlich auf die maximal zulässige Ovalität von 1 % nach EN 545 [3] deformiert. Dieses extreme Einsteckende wurde mit einem der geplanten Kupplung U-Flex DN 500 verbindungstechnisch gleichwertigen mechanischen Flanschadapter E-Flex DN 500 montiert. Die hierbei auftretende axiale Schubkraft wurde mit dem Hydraulikzylinder eines Prüfstands für die in der Serienfertigung obligatorische Dichtheitsprüfung kompensiert (**Bild 5**).

Das nach Einbauanleitung erforderliche Drehmoment von maximal 90 Nm reichte wegen der Extremabmessung des Einsteckendes nicht aus, die Dichtheit an den kleinen Achsen der Ovalität aufrecht zu erhalten. Damit das Schraubenzugmoment der mechanischen Verbindung erhöht werden konnte, musste der Wasserdruck wieder entspannt werden. Ein Nachziehen der Schrauben unter Druck wurde vermieden, weil



**Bild 5:**  
Funktionsprüfung mit E-Flex und Einsteckende mit  
Extremabmessungen

hier abhängig vom Wasserinnendruck, welcher über die Dichtungen auf die Pressringe drückt, unterschiedliche Drehmomente erforderlich sind, d. h. keine konkrete Vorgabe für die drucklose Einbausituation ermittelt werden kann.

Mit dem erhöhten Schraubenanzugsmoment von 110 Nm konnte die Funktionsprüfung nach EN 545 [3] (zwei Stunden hydrostatischer Innendruck von 20 bar) erfolgreich ohne Mängel beendet werden. Die anschließende Serienfertigung der gestuften Kupplungen sowie der Einbau und die Inbetriebnahme der Rohrstrecke verliefen mit Hilfe der umfangreichen Vorarbeiten problemlos.

**Tabelle 1** gibt einen Überblick über die lieferbaren Ausführungen von Flex-Verbindungen DN 500.

**Tabelle 1:**  
Flex-Verbindungen DN 500

	Verbindung 1	Verbindung 2
Kupplungen U-Flex DN 500	dn500-521	
	dn532-550	
	dn564-582	
	dn500-521	dn532-550
	dn532-550	dn564-582
Flanschadapter E-Flex DN 500	dn500-521	Flansch DN 500 PN10
	dn532-550	
	dn564-582	
	dn500-521	Flansch DN 500 PN16
	dn532-550	
	dn564-582	

dn bezeichnet den zulässigen Rohraußendurchmesser [mm]

## Literatur

- [1] Wonka, D., Eisenhuth, K. und Herker, M.:  
Sanierung von Rohrstrecken des Aggerverbandes mit Austausch von Armaturen und Formstücken  
[Pipe runs rehabilitated for the Aggerverband supply utility by replacing valves and fittings]  
GUSS-ROHRSYSTEME 47 (2013), S.15 ff.
- [2] E-Book 08.2014  
Guss-Rohrsysteme, Kapitel 10  
Mechanische Verbindungen –  
Großbereichs-Kupplungen  
und -Flanschadapter  
[Ductile iron pipe systems, chapter 10 –  
Mechanical joints –  
wide-tolerance couplings and flange  
adaptors]  
2014-08
- [3] EN 545  
Ductile iron pipes, fittings, accessories and  
their joints for water pipelines –  
Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke, Zubehörteile  
aus duktilem Gusseisen und ihre  
Verbindungen für Wasserleitungen –  
Anforderungen und Prüfverfahren]  
2010

## Autoren

Dieter Wonka  
Der Aggerverband  
Abteilung Trinkwasser  
Sonnenstraße 40  
51645 Gummersbach/Deutschland  
Telefon: +49 (0)2261/36350  
E-Mail: Dieter.Wonka@aggerverband.de

Klaus Eisenhuth  
Der Aggerverband  
Abteilung Trinkwasser  
Sonnenstraße 40  
51645 Gummersbach/Deutschland  
Telefon: +49 (0)2261/36359  
E-Mail: Klaus.Eisenhuth@aggerverband.de

Martin Herker  
Ludwig Frischhut GmbH & Co. KG  
Konstruktion  
Franz-Stelzenberger-Straße 9-17  
84347 Pfarrkirchen/Deutschland  
Telefon: +49 (0)8561/3008-261  
E-Mail: mherker@talys-group.com

## Neue Evolutionsstufe der doppelzentrischen Absperrklappe

Von Robert Kampfl

### 1 Historie

Die Firma ERHARD GmbH & Co. KG gehört seit mehr als 60 Jahren zu den führenden Herstellern von doppelzentrischen Absperrklappen. Als Armaturenhersteller besitzt ERHARD mehr als 140 Jahre Erfahrung.

Das markante Klappenscheibendesign der neuen ROCO wave, welches der Armatur auch ihren Namen gibt (**Bild 1**), macht die nächste Evolutionsstufe aus.

### 2 Das Wave-Phänomen des Abschlusskörpers

Die Entstehung der doch sehr ungewöhnlichen Kontur geht auf eine Steifigkeitsoptimierung zurück. Diese Optimierung bezieht die bei doppelzentrischen Klappenscheiben üblichen Klappenäugen in die Steifigkeitsbetrachtung mit ein.

Die Klappenäugen bilden bei dem Wave-Design zusammen mit den dazwischen liegenden halbkreisförmigen Verdickungen eine Art Rahmen, der die Steifigkeit der Klappenscheibe erhöht (**Bild 2**).

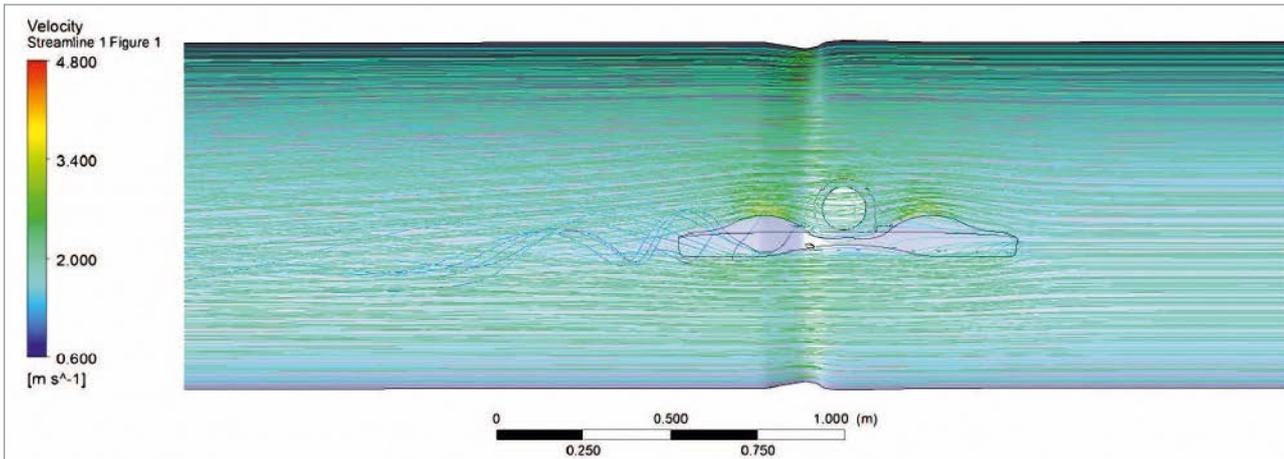
Damit konnte das störende Material zwischen den Klappenäugen entfernt werden. Störend deshalb, weil in diesem Bereich die Einschnürung des Armaturengehäuses zu einer Verengung des freien Strömungsquerschnittes führt. Durch das Entfernen des Materials an der Klappenscheibe wird diese Reduzierung wieder ausgeglichen, wodurch sich eine nahezu konstante Querschnittsfläche im kompletten Bereich der Armatur ergibt. Zusammen mit den großen Sitzdurchmessern ergibt dies hervorragende Durchflusswerte und damit sehr niedrige Betriebskosten der Pumpen. Die Ergebnisse der numerischen Strömungssimulationen (**Bild 3**) wurden in der Praxis des Versuchsfelds verifiziert.



**Bild 1:**  
Die neue Absperrklappe ROCO wave



**Bild 2:**  
Das Wave-Design wurde mit komplexen experimentellen und numerischen Untersuchungen entwickelt



**Bild 3:**  
Strömungssimulation an einer ROCO wave-Absperrklappe



**Bild 4:**  
Skeleton-Klappenscheibe für hohe Druckstufen

Oberhalb der Nennweiten > DN 600 und Druckstufen  $\geq$  PN 25 ändert sich mit dem so genannten Skeleton-Design (**Bild 4**) die Konstruktion. Durch die ausgeklügelte Struktur wird bei einer sehr hohen Steifigkeit ein großer Strömungsquerschnitt erzielt, der auch bei hohen Drücken, bei denen die Klappenscheiben bisher sehr massiv ausgeführt werden mussten, einen hervorragenden  $\xi$ -Wert ermöglicht.

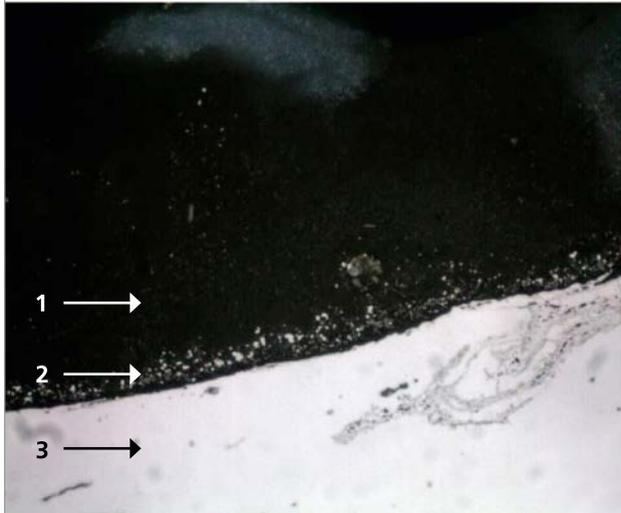
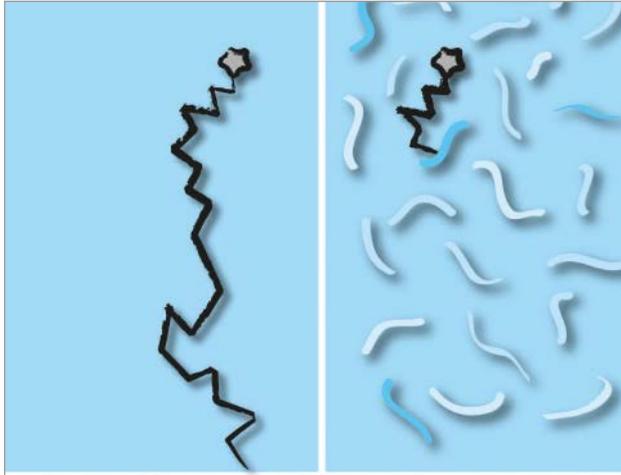
### 3 Korrosionsschutz und Trinkwasserqualität

Die robusteste und energieeffizienteste Armatur ist unbrauchbar, wenn die eingesetzten Materialien nicht optimal auf das abzusperrende Medium abgestimmt sind. Zur Sicherung der Trinkwasserqualität werden bei der ROCO wave nur Werkstoffe eingesetzt, die nach der DVGW-Prüfgrundlage W 363 [1], [2] und dem DVGW-Arbeitsblatt W 270 [3] unter Einbeziehung der EN 1074-2 [4] geprüft sind. Erfüllt die Arma-

tur die Gesamtheit dieser Prüfungen, wird sie zusätzlich mit einem DVGW-Baumusterprüfzertifikat versehen, das nicht nur die einzelnen Werkstoffe, sondern auch die komplette Armatur als trinkwassergeeignet anerkennt. Zur Bewahrung der Trinkwasserqualität gehört auch das Vermeiden von Korrosion. Der korrosionsgefährdete Werkstoff von Gehäuse und Klappenscheibe wird zu 100 % vor dem Medium geschützt. Als Standardschutz wird bei der ROCO wave die bewährte Epoxidharz-Beschichtung, sowie für höhere Ansprüche das speziell für Armaturen entwickelte Pro-Email verwendet (**Bild 5**). Für abrasive Medien, Säuren oder Laugen, die höhere beziehungsweise andere Ansprüche an die Materialien stellen, werden für die ROCO wave weitere geeignete Wellenwerkstoffe und Beschichtungstypen, wie zum Beispiel die Vollgummierung, angeboten.

Der hochlegierte Sonderwerkstoff des Armaturen-sitzes bei nicht emaillierten Armaturen weist bereits in der Standardausführung eine sehr gute Beständigkeit gegen eine Vielzahl von aggressiven Medien auf.

Kritische Bereiche, bei denen es auf höchste Genauigkeit ankommt und an denen daher eine Beschichtung störend wirken würde, werden mit ausgeklügelten Systemen, wie zum Beispiel der patentierten Lagerabdichtung, gegen Korrosion geschützt (**Bild 6**). Ein weiterer Pluspunkt ist die vollständige Kapselung der Klappenaugen mit der bewährten Polygontechnik. Bei dieser Wellen-Naben-Verbindung sind keine zusätzlichen Sicherungselemente notwendig, die eine dauerhaft hermetische Kapselung verhindern würden.



**Bild 5:**  
Während sich kleine Risse in normalem Email ausbreiten können (oben links), stoppen die Fasern des Pro-Emails eine Rissbildung sofort (oben rechts). Das Email geht mit dem Gusseisen eine Verbindung ein (unten) und bildet zwischen der reinen Emailschiicht (1) und dem Gusseisen als Trägermaterial (3) eine Verbund- bzw. Haftzone (2), bei der sich Eisen und Email chemisch und physikalisch verbinden.



**Bild 6:**  
Gekapselte Wellenlagerung der ROCO wave

#### 4 Durchgängiges Design

Die komplette ROCO wave-Produktreihe wurde mit einem einheitlichen Konstruktionsprinzip verwirklicht. Die ROCO wave-Absperrklappen sind von Nennweite DN 150 bis DN 1600 und von den Druckstufen PN 10 bis PN 40 identisch aufgebaut. Konstruktions sprünge werden nur eingesetzt, wenn dadurch eine weitere Optimierung erreicht wird. So zum Beispiel bei der Klappenscheibe, die bei den größeren Nennweiten und Druckstufen in der bereits weiter vorn erwähnten Skeleton-Bauweise hergestellt wird.

Das durchgängige Design wird auch beim Armaturentrieb verwirklicht. Das bekannte Schubkurbelgetriebe SKG wird zukünftig bis zu einem Nenn Drehmoment von 250.000 Nm angeboten (**Bild 7**).

Die hervorragenden Eigenschaften des Schubkurbelgetriebes finden sich zukünftig somit auch bei sehr großen Nennweiten und sehr hohen Druckstufen wieder. Besonders hervorzuheben sind die kinematischen Eigenschaften des Schubkurbelgetriebes, da es durch sein bewährtes Knie-Hebel-System den Drehmomentbedarf der Armatur perfekt imitiert und somit genau dann ein hohes Drehmoment zur Verfügung stellt, wenn es benötigt wird und zwar am Ende des Schließ- beziehungsweise am Anfang des Öffnungsvorganges. Dadurch wird die Gefahr von Druckstößen deutlich minimiert. Wegen des nach EN ISO 5211 [5] durchgehend genormten Antriebsanschlusses können für Armatureneinsätzen, bei welchen die speziellen Eigenschaften des Schubkurbelgetriebes nicht benötigt werden, auch andere Getriebe und Antriebe angebaut werden.



**Bild 7:**  
Schubkurbelgetriebe auch für größere Nennweiten

## 5 Fazit

Die ROCO wave ist mit all ihren Neuerungen eine neue Generation von Absperrklappen. Ihre wichtigsten Eigenschaften sind:

- Energiesparend durch optimierte Klappenscheibenkonstruktion,
- dauerhafter Korrosionsschutz durch gekapselte Klappenaugen und abgedichtete Wellenlagerung,
- genormter Getriebeanschluss nach EN ISO 5211 [5],
- durchgängiges Antriebssystem für optimale Betätigung ohne Druckstöße,
- gegen Ausblasen abgesicherte Antriebswelle nach EN 593 [6],
- Polygonverbindung zur sicheren Übertragung von Drehmomenten,
- DVGW-Zulassung bis DN 1600.

## Literatur

- [1] DVGW-Prüfgrundlage W 363  
Absperrarmaturen, Rückflussverhinderer, Be-/Entlüftungsventile und Regelarmaturen aus metallenen Werkstoffen für Trinkwasserversorgungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen  
2010-06
- [2] DVGW-Prüfgrundlage W 363-B1  
1. Beiblatt zu DVGW-Prüfgrundlage W 363 – Absperrarmaturen, Rückflussverhinderer, Be-/Entlüftungsventile und Regelarmaturen aus metallenen Werkstoffen für Trinkwasserversorgungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen  
2014-09
- [3] DVGW-Arbeitsblatt W 270  
Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung  
[Microbial enhancement on materials to come into contact with drinking water – Testing and assessment]  
2007-11
- [4] EN 1074-2  
Valves for water supply – Fitness for purpose requirements and appropriate verification tests – Part 2: Isolating valves  
[Armaturen für die Wasserversorgung – Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und deren Prüfung – Teil 2: Absperrarmaturen]  
2000 + A1:2004
- [5] EN ISO 5211  
Industrial valves – Part-turn actuator attachments (ISO 5211:2001)  
[Industriearmaturen – Anschlüsse von Schwenkantrieben (ISO 5211:2001)]  
2001
- [6] EN 593  
Industrial valves – Metallic butterfly valves [Industriearmaturen – Metallische Klappen]  
2009+A1:2011

## Autor

Dipl.-Ing. (BA) Robert Kampf  
Ansprechpartner:  
Dipl. Wirtsch.-Ing. (FH) Oliver Appel  
ERHARD GmbH & Co. KG  
Meeboldstraße 22  
89522 Heidenheim/Deutschland  
Telefon: +49 (0)7321/320-177  
E-Mail: oappel@talys-group.com

# Austausch von Absperrschiebern an den Beispielen eines Schieberkreuzes und eines Hochbehälters

Von Norbert Knekow und Marc Flore

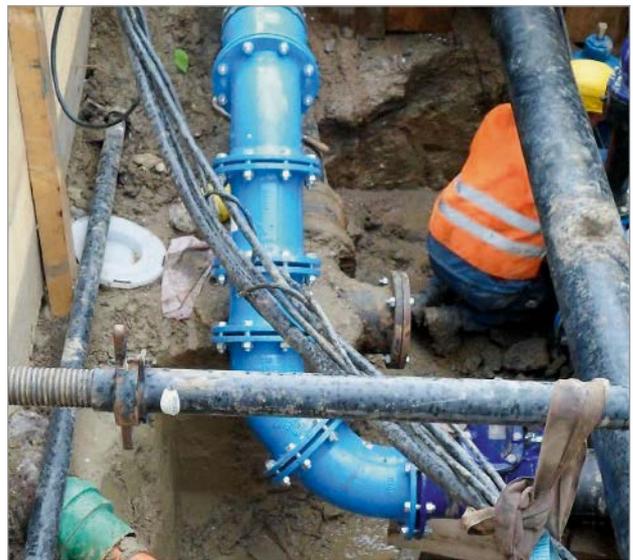
### 1 Erneuerung eines Schieberkreuzes in Erkrath

An der Einmündung der Straße Am Wimmersberg in die Schlüterstraße in der Stadt Erkrath musste ein Schieberkreuz ausgetauscht werden, weil sich die alten Schieber teilweise nicht mehr schließen ließen. Der aktuelle Anlass für den Austausch war die durch die Stadtwerke Erkrath GmbH geplante Zonentrennung der Versorgungsleitungen. Gleichzeitig wurde ein Gas- und Wasser-Hausanschluss erneuert.

Das bisherige Schieberkreuz bestand aus je einem gusseisernen Schieber der Nennweiten DN 200, DN 250 und DN 300, Baujahr um 1952. Die Formstücke aus duktilem Gusseisen für das neue Schieberkreuz sind mit Epoxidharz-Pulver nach GSK-Richtlinie RAL - GZ 662 [1] beschichtet (**Bild 1**), während die Armaturen nach DIN 51178 [2] und nach DEV-Richtlinie [3] emailliert sind.

Bei den Stadtwerken Erkrath GmbH legt man Wert auf den Einbau von Produkten Made in Germany, sodass die Firma Düker GmbH & Co. KGaA als Lieferant in Frage kam.

Zum Einbau kamen drei innen emaillierte Absperrschieber des Typs 4004 in der Ausführung PN 10/16 und den Nennweiten DN 200, DN 250 und DN 300 sowie ein Unterflurhydrant Typ 304. Das Herz des Schieberkreuzes bildet ein innen emailliertes T-Stück DN 300/DN 250/DN 200 (**Bild 2**), hinzu kommen diverse Flansch-Rohre und Formstücke mit Epoxidharz-Beschichtung. Der Anschluss an die bestehende Rohrleitung wurde mit längskraftschlüssigen EU-Stücken (Typ Düker SPEZIAL) mit Schraubmuffen-Verbindungen und Klemmring spezial (**Bild 3**) ausgeführt.



**Bild 1:**  
Duktile Flansch-Formstücke DN 200  
mit Epoxidharz-Beschichtung



**Bild 2:**  
Innen emailliertes T-Stück DN 300/DN 250/DN 200

Der Umbau verlief ohne Komplikationen, sodass die Wasserversorgung im angrenzenden Wohngebiet schnell wiederhergestellt werden konnte.

## 2 Neuer Tausch- und Reparaturschieber im Hochbehälter Wohlhagen der Stadtwerke Brilon AÖR

Die Stadtwerke Brilon AÖR betreiben die Wasseraufbereitungs- und Hochbehälteranlage Wohlhagen mit einem Fassungsvermögen von 2.000 m<sup>3</sup> in der Ortslage Alme. Aus den Tiefbrunnen Alme I und II wird das Grundwasser durch die Aufbereitungsanlage in den Hochbehälter gefördert. Aus dem Hochbehälter werden die Ortslage Alme sowie das Stadtzentrum im Freigefälle versorgt. Der Hochbehälter Wohlhagen ist somit eines der wichtigsten Elemente des Trinkwasserversorgungssystems der Stadt Brilon.

Im Zuge des Austausches eines defekten Absperrschiebers in Kurzbaulänge (F4) in einer starren Rohrleitung ohne Pass- und Ausbaustück fiel sehr schnell die Wahl auf einen Tausch- und Reparaturschieber DN 100, PN 16 (Modell Düker Typ 2004) nach EN 1074-1 [4] und EN 1074-2 [5] mit einer Baulänge (Kurzbaulänge) nach EN 558, Grundreihe 14 [6] (**Bild 4**).

Die Vorteile dieser Armatur liegen in den Losflanschen, welche die Montage erleichtern. Die bereits integrierte Flanschdichtung erlaubt ein kinderleichtes und zügiges Austauschen der Armatur und erspart unnötige Stillstandskosten. Die Zeiten, in denen Armaturen unter Spannung mit Hammer und Meißel auseinander getrieben und dabei meistens der Korrosionsschutz beschädigt wurde, um eine neue Flanschdichtung setzen zu können, gehören somit der Vergangenheit an. Der drehbare Flansch ermöglicht ein optimales Anpassen des Flanschbohrbildes sowie einen sicheren und spannungsfreien Einbau in der Anlage.



**Bild 3:**  
Eingebautes EU-Stück Düker SPEZIAL - Schraubmuffen-System mit Klemmring spezial



**Bild 4:**  
Tausch- und Reparaturschieber DN 100 mit Losflanschen in kurzer Baulänge nach EN 558, Grundreihe 14 [6]

## Literatur

- [1] RAL - GZ 662  
Güte- und Prüfbestimmungen –  
Schwerer Korrosionsschutz von  
Armaturen und Formstücken durch  
Pulverbeschichtung –  
Gütesicherung  
[Quality and test provisions –  
Heavy duty corrosion protection of valves  
and fittings by powder coating –  
Quality assurance]  
2008
- [2] DIN 51178  
Emails und Emailierungen –  
Innen- und außenemailierte Armaturen  
und Druckrohrformstücke für die  
Roh- und Trinkwasserversorgung –  
Qualitätsanforderungen und Prüfung  
[Vitreous and porcelain enamels –  
Inside and outside enamelled valves and  
pressure pipe fittings for untreated  
and potable water supply –  
Quality requirements and testing]  
2009-10
- [3] DEV-Richtlinie  
Qualitätsanforderungen und Prüfvor-  
schriften für emailierte Gussarmaturen  
und Druckrohrformstücke für die Roh-  
und Trinkwasserversorgung  
[Quality requirements and test regulations  
for enamelled cast iron valves and  
pressure pipe fittings for untreated and  
potable water supply]  
2006-09-27
- [4] EN 1074-1  
Valves for water supply –  
Fitness for purpose requirements and  
appropriate verification tests –  
Part 1: General requirements  
[Armaturen für die Wasserversorgung –  
Anforderungen an die Gebrauchstauglich-  
keit und deren Prüfung –  
Teil 1: Allgemeine Anforderungen]  
2000
- [5] EN 1074-2  
Valves for water supply –  
Fitness for purpose requirements and  
appropriate verification tests –  
Part 2: Isolating valves  
[Armaturen für die Wasserversorgung –  
Anforderungen an die Gebrauchstauglich-  
keit und deren Prüfung –  
Teil 2: Absperrarmaturen]  
2000 + A1:2004
- [6] EN 558  
Industrial valves –  
Face-to-face and centre-to-face  
dimensions of metal valves for use in  
flanged pipe systems –  
PN and Class designated valves  
[Industriearmaturen –  
Baulängen von Armaturen aus Metall zum  
Einbau in Rohrleitungen mit Flanschen –  
Nach PN und Class bezeichnete Armaturen]  
2008+A1:2011

## Autoren

Norbert Knekow  
Düker GmbH & Co. KGaA  
Hauptstraße 39-41  
63846 Laufach/Deutschland  
Telefon: +49 (0)6093/87-0  
E-Mail: info@dueker.de

Marc Flore  
Düker GmbH & Co. KGaA  
Hauptstraße 39-41  
63846 Laufach/Deutschland  
Telefon: +49 (0)6093/87-0  
E-Mail: info@dueker.de

## Grabenloser Einbau duktiler Gussrohre im Wildnispark Zürich

Von Roger Saner

### 1 Einleitung

Der am Nordrand von Zürich gelegene Sihlwald ist für die Bevölkerung rund um den Ballungsraum Zürich ein einzigartiger Naturerlebnis- und Erholungsraum. 2008 hat das kantonale Amt für Wald und Natur die revidierte Schutzverordnung Sihlwald veröffentlicht, die den Schutz und die Nutzung des Naturwaldes regelt. Die Stiftung Wildnispark Zürich ist im Auftrag des Kantons Zürich für die Umsetzung dieser Schutzverordnung zuständig.

Der Wildnispark Zürich umfasst mit dem Sihlwald und dem Langenberg sowie einem Besucherzentrum eine einzigartige Kombination von Wald, Wildnis und Tieren. Der 1869 gegründete Wildgarten Langenberg auf dem Gemeindegebiet von Langnau am Albis ist mit rund 80 Hektar der älteste schweizerische Tierpark. Ein Drittel ist durch großzügige und naturnahe Tieranlagen belegt. Die Tiere lassen sich nahezu wie in freier Wildbahn beobachten (**Bild 1**).



**Bild 1:**  
Wildtiergehege Langenberg (Quelle: Wildnispark Zürich)

### 2 Ausgangslage – Trinkwasserversorgung Langenberg

Das zum Wildnispark gehörende Restaurant und weitere Liegenschaften im Gebiet Langenberg wurden bisher durch alte Versorgungsleitungen aus Asbestzement DN 100 bis DN 125 mit Trinkwasser versorgt. Die zuständige Wasserversorgung der Gemeinde Langnau am Albis beabsichtigte, im Zuge der definierten Erneuerungsplanung die bestehenden Leitungen mit einer Gesamtlänge von circa 465 m zu ersetzen. Die topografischen Gegebenheiten der bestehenden Leitungsführung stellen einige Herausforderungen an die Planung und Ausführung des Rohrleitungsbaus. Ein Teil der zu ersetzenden Leitungen beim Wildnispark unterquert einen Kinderspielplatz und anschließend ein Wildtiergehege. Zudem bestand die Auflage, dass während der Bauzeit neben einer funktionierenden Trinkwasserversorgung für Küche und Sanitäranlagen das stark frequentierte Tierpark-Restaurant für die Besucher jederzeit zugänglich sein sollte. Ein weiterer Leitungsabschnitt in der Albisstraße (Hauptstraße) unterquert entlang einer langgezogenen Kurve eine schützenswerte Baumallee (**Bild 2**).

Nach eingehender Überprüfung und Analyse der verschiedenen Bauverfahren war schnell klar, dass in diesen Bereichen anstelle der offenen Bauweise nur die Ausführung in grabenloser Einbautechnik im statischen Berstlining in Frage kommt. Das Berstlining-Verfahren ist für die Erneuerung von nahezu allen gängigen Altrohr-Leitungsmaterialien geeignet, wie beispielsweise Grauguss, Stahl, PE/PVC, Steinzeug und auch Asbestzement.



**Bild 2:**  
Situation Albisstraße – links die zu unterquerende Baumallee



**Bild 4:**  
Steckmuffen-Verbindung HYDROTIGHT – Einzug mit Schutzkone aus Edelstahlblech



**Bild 3:**  
Vollschutzrohre vonRoll ECOPUR DN 125 – Seitlicher Lagerplatz entlang der Albisstraße



**Bild 5:**  
ECOPUR-Rohr mit aufgesetztem Zugkopf und HYDROTIGHT-Steckmuffen-Verbindung

### 3 Vorteile duktiler Gussrohre mit Polyurethan-Umhüllung

Die Verantwortlichen der Wasserversorgung Langnau am Albis setzen in ihrem Trinkwasser-Versorgungsnetz seit Jahren auf die äußerst langlebigen duktilen Gussrohre vonRoll ECOPUR mit verstärkter Umhüllung aus Polyurethan (PUR) nach EN 545 [1]. Auch in diesem Projekt sollten die bewährten ECOPUR-Rohre zum Einsatz kommen.

Die Vollschutzrohre vonRoll ECOPUR verfügen über eine integrale Innen- und Außenbeschichtung aus Polyurethan (PUR) gemäss EN 15655 [2] sowie EN 15189 [3] und sind wegen ihrer mechanisch widerstandsfähigen und glatten PUR-Umhüllung perfekt geeignet für graben-

lose Einbauverfahren (**Bild 3**). Die auftretenden Reibungskräfte zwischen Rohr und Erdreich werden auf ein Minimum reduziert. Zusammen mit der schlanken Muffen-Außenform führt dies zu geringen Einzugskräften.

Die flexibel auslenkbare längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindung vonRoll HYDROTIGHT für grabenlose Einbauverfahren nimmt die auftretenden Kräfte sicher auf und steht für eine schnelle und sehr einfache Montage in den Einzugsgruben. Die Muffen der ECOPUR-Rohre werden beim Einzug mit Schutzkone aus Edelstahlblech geschützt, Gummi- oder Schrumpfmanschetten sind mit der integralen PUR-Beschichtung und der HYDROTIGHT-Steckmuffen-Verbindung nicht notwendig (**Bilder 4 und 5**).

## 4 Bauausführung

In folgenden drei Bereichen sollte die Leitung im Berstlining-Verfahren erneuert werden:

- Durchquerung Wildtiergehege, Orelli-  
straße bis Albisstraße, Länge etwa 115 m,
- Orellistraße (Waldbereich),  
Länge ungefähr 240 m, in drei Etappen,
- entlang der Albisstraße (Hauptstraße),  
Unterquerung Baumallee circa 110 m  
(Bild 2).

Laut Projektplanung sollten von Ende November 2013 bis Anfang Februar 2014 die gesamten Rohrleitungsbauarbeiten mit möglichst geringen Behinderungen und ohne Einschränkungen für den Betrieb und für die Besucher des Tierparks Langenberg ausgeführt und fertiggestellt werden.

Alle Einzugs- und Einbauarbeiten wurden nach den Anforderungen des DVGW-Merkblattes GW 323 [4] sowie den Empfehlungen des SVGW-Regelwerks W4 [5], das die die PUR-Umhüllung nach EN 15189 [3] als ideal für das Berstlining-Verfahren einstuft, geplant und ausgeführt.

Bei feucht kaltem Wetter und Temperaturen um den Gefrierpunkt konnten die Berstlining-Arbeiten pünktlich in Angriff genommen werden (Bilder 6, 7, 8 und 9). Mit der Unterquerung des Wildparkgeheges und den Arbeiten im offenen Graben für den Leitungszusammenchluss im Bereich des Restaurants wurde die erste Bauetappe pünktlich vor Weihnachten 2013 fertiggestellt (Bilder 10, 11 und 12). Ab Mitte Januar 2014 konnten die restlichen vier Berstlining-Abschnitte in der Orellistraße und in der Albisstraße in Angriff genommen werden. Der gesamte Rohreinzug, einschließlich der Arbeiten im konventionellen Einbauverfahren in den Start-, Zwischen- und Zielgruben sowie für die Hausanschlussleitungen, konnte ohne Zwischenfälle termingerecht Anfang Februar 2014 abgeschlossen werden.

Insgesamt wurden etwa 465 m vonRoll ECOPUR-Vollschutzrohre DN 125 in fünf Tagesetappen im statischen Berstlining-Verfahren eingezogen. Nach dem Aufschneiden der Asbestzement-Rohrleitungen mittels Rollenmesser wurden die Einzugskanäle mit einem Aufweitkopf auf 240 mm aufgeweitet und gleichzeitig die neuen vonRoll ECOPUR-Rohre eingezogen. Die höchsten beim Rohreinzug gemessenen Zugkräfte bewegten sich gemäß Online-Messung zwischen 28 kN und maximal 60 kN, bei



**Bild 6:**  
Rohrabsenkung in die Startbaugrube Albisstraße –  
Berstlining im Bereich der Baumallee



**Bild 7:**  
Start Rohreinzug – Aufweitkopf und Zugkopf  
mit Zugkraftmessung



**Bild 8:**  
Berstanlage in der Hauptstraße mit Betonwiderlager  
und Unterfangung



**Bild 9:**  
Einzug der ECOPUR-Rohre in die Startbaugrube



**Bild 11:**  
Zusammenschluss der Rohre der 1. Berstlining-Etappe mit den Rohren, die in offener Bauweise eingebaut wurden



**Bild 10:**  
1. Berstlining-Etappe –  
Unterquerung Spielplatz und Wildtiergehege



**Bild 12:**  
Zugkopf mit ECOPUR-Rohr nach 110 m Rohreinzug –  
Austritt in die Zielbaugrube

zulässigen Maximalzugkräften nach DVGW-Merkblatt GW 323 [4] von 140 kN! Diese sehr geringen Zugkräfte sind unter anderem der glatten PUR-Außenbeschichtung und der schlanken Muffenform (Außendurchmesser = 205 mm) der ECOPUR-Rohre zuzuschreiben.

## 5 Fazit

Durch den Einbau duktiler Gussrohre von Roll ECOPUR im Berstlining-Verfahren konnte die Leitung ohne störende Eingriffe in den gewohnten Lebensraum der Wildtiere sowie ohne Unterbrechungen des Restaurationsbetriebs des Wildnisparks Langenberg erneuert werden. Die kompletten Bauarbeiten einschließlich des Rohreinbaus konnten zur Zufriedenheit aller

Beteiligten, Bauherr, Planer, Bauunternehmer und Leitungsbauer, reibungslos und termingerecht abgeschlossen werden.

Das Projekt Erneuerung Trinkwasserleitung Langenberg in Langnau am Albis hat erneut die Erfahrung bestätigt, dass mit alternativen Einbauverfahren und mit einem innovativen Rohrmaterial auch unter schwierigen topografischen Verhältnissen mit ungünstigen Einbaubedingungen umweltschonend und gleichzeitig wirtschaftlicher als mit konventionellem Einbau gebaut werden kann.

## Literatur

- [1] EN 545  
Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2010
- [2] EN 15655  
Ductile iron pipes, fittings and accessories – Internal polyurethane lining for pipes and fittings – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen – Polyurethan-Auskleidung von Rohren und Formstücken – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2009
- [3] EN 15189  
Ductile iron pipes, fittings and accessories – External polyurethane coating for pipes – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Polyurethanumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2006
- [4] DVGW-Merkblatt GW 323  
Grabenlose Erneuerung von Gas- und Wasserversorgungsleitungen durch Berstlining – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung  
2004-07
- [5] SVGW-Regelwerk W4  
Richtlinie für Wasserverteilung – Planung, Projektierung sowie Bau, Betrieb und Unterhalt von Trinkwasserversorgungssystemen ausserhalb von Gebäuden  
2013-03

## Autor

Roger Saner  
vonRoll hydro (suisse) ag  
von roll-strasse 24  
4702 Oensingen/Schweiz  
Telefon: +41 (0)62/3881237  
E-Mail: roger.saner@vonroll-hydro.ch

## Bauherr

Gemeinde Langnau am Albis  
Wasserversorgung Langnau am Albis  
Peter Stoll  
Birkenstrasse 1  
8135 Langnau am Albis/Schweiz  
Telefon: +41 (0)44/7133383  
E-Mail: wasserversorgung.langnau@bluewin.ch

## Projekt- und Bauleitung

Flütsch Ingenieure AG  
Peter Flütsch  
Peter Decurtins  
Römerstrasse 237  
8404 Winterthur/Schweiz  
Telefon: +41 (0)52/2127000  
E-Mail: winterthur@fliag.ch

## Leitungsbau Berstlining-Verfahren

Tschanz Grabenlos AG  
Rolf Kauer  
Industriestrasse 6  
4542 Luterbach/Schweiz  
Telefon: +41 (0)32/6821919  
E-Mail: rolfkauer@tschanzgrabenlos.ch

## Leitungsbau offene Bauweise

Kaufmann Rohrleitungsbau AG  
Roland Kaufmann  
Sihlwaldstrasse 32a  
8135 Langnau am Albis/Schweiz  
Telefon: +41 (0)43/5401030  
E-Mail: roland.kaufmann@krbag.ch

# Spülbohren mit Gussrohren im innerstädtischen Bereich

Von Alexander Bauer und Stephan Hobohm

## 1 Einleitung

Die FairEnergie GmbH, ein Tochterunternehmen der Stadtwerke Reutlingen GmbH, ist ein regionales Mehrspartenversorgungsunternehmen mit Sitz in Reutlingen. Die FairEnergie GmbH versorgt ihre Kunden mit Strom, Erdgas, Fernwärme und Trinkwasser. Eine der wichtigsten Schlagadern im Netz der FairEnergie GmbH ist die Trinkwasser-Transportleitung DN 400 vom Hochbehälter „Alte Burg“ zum Hochbehälter „Scheibengipfel“. Diese Leitung läuft von Südwesten nach Nordosten quer durch Reutlingen und kreuzt dabei wichtige Hauptverkehrsstraßen und die Eisenbahnstrecke nach Tübingen. Wegen der hohen Bedeutung für die Versorgungssicherheit und der sensiblen Lage im Stadtgebiet entschloss man sich vorsorglich, die vorhandene 70 Jahre alte Stahlrohrleitung in Teilbereichen zu erneuern.

## 2 Planung

Die Planung der Erneuerung für den etwa 400 m langen Abschnitt „Konrad-Adenauer-Straße“ begann im Jahr 2013 und wurde von der Abteilung „Planung Netze und Anlagen“ der FairEnergie GmbH in Eigenregie durchgeführt. Überlegungen, die Leitung in diesem Abschnitt in offener Bauweise auszutauschen, konnten sofort verworfen werden, da sich die fragliche Strecke zum größten Teil unter einer viel befahrenen vierspurigen Hauptverkehrsstraße befindet und zudem drei Gleise der Deutschen Bahn unterquert. Folglich entschied man sich für den Neubau in grabenloser Bauweise.

Im Bereich der Straße kam nur der Einbau mit dem steuerbaren horizontalen Spülbohr-Verfahren (HDD) gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 321 [1] in Frage. Die wesentlichen Vorteile

dieser Bauweise liegen vor allem im geringen Platzbedarf, der daraus resultierenden geringen Beeinträchtigung des Verkehrs und der Anwohner sowie des schnellen Baufortschrittes.

Der Platzbedarf hängt sehr stark vom einziehenden Rohrwerkstoff ab. Die ersten Überlegungen, wieder Stahlrohre einzuziehen, wurden schnell wieder verworfen, weil es im innerstädtischen Bereich schlichtweg unmöglich ist, einen komplett vorgeschweißten 400 m langen Rohrstrang auszulegen, zumal dieser durch die langen Schweiß- und Nachisolierungszeiten über mehrere Tage den Verkehr behindert hätte. Aus dem gleichen Grund wurden Kunststoffrohre verworfen. Für den Anwendungsfall als am besten geeignet stellten sich duktile Gussrohre mit formschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung heraus. Die Vorteile, die sich aus dieser Wahl ergaben, können wie folgt zusammengefasst werden:

- kein Vorstrecken des gesamten Rohrstranges notwendig:  
→ Beim HDD-Verfahren werden duktile Gussrohre überwiegend im Einzelrohrverfahren auf einer Startrampe montiert und anschließend sofort eingezogen.
- geringer Platzverbrauch und geringe Verkehrsbeeinträchtigung während Montage und Einzug:  
→ Es wird lediglich eine 10 m bis 12 m lange Startrampe benötigt, auf der die Rohre montiert werden.
- sehr kurze Montagezeiten:  
→ Übliche Montagezeiten einer BLS® - Steckmuffen-Verbindung betragen je nach Nennweite zwischen 5 min und 15 min inkl. Verbindungsschutz. Für Stahlrohre DN 400 sind ungefähr 4 Stunden pro Verbindung inklusive Nachumhüllung anzusetzen.

- keine Abkühlzeiten nach Montage notwendig:  
→ Im Gegensatz zu Kunststoffrohren können formschlüssige Steckmuffen-Verbindungen nach der Montage sofort zu 100 % mit der vollen zulässigen Zugkraft belastet werden.
- hohe Zugkräfte:  
→ Die zulässige Zugkraft der BLS® - Steckmuffen-Verbindung DN 400 beträgt 650 kN. Nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 321, Tabelle A.4 [1] beträgt die zulässige Zugkraft für Stahlrohre aus St 37 = 425 kN.
- gleichbleibende Zugkräfte auch bei längerer Einzugsdauer und höheren Temperaturen:  
→ Bei Kunststoffrohren sind hier Abschläge vorzunehmen (DVGW-Arbeitsblatt GW 321, Tabelle A.2 [1]).
- geringer Kurvenradius:  
→ Der minimale Radius einer BLS® - Steckmuffen-Verbindung DN 400 beträgt 115 m. Nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 321, Tabelle A.4 [1] beträgt der minimale Kurvenradius bei Stahlrohren aus St 37 203 m.
- bewährter Außenschutz durch Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U):  
→ Die ZM-U ist seit über 35 Jahren eine bei duktilen Gussrohren bewährte Umhüllung für grabenlose Einbauverfahren und/oder aggressive beziehungsweise steinige Böden (EN 545, Abschnitt D.2.3 [2] und DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 [3]).
- umfangreiche Referenzen ausgeführter Rohrleitungsprojekte mit dem HDD-Verfahren:  
→ Referenzen können über den Link [www.duktus.com/de/referenz.html](http://www.duktus.com/de/referenz.html) eingesehen werden.

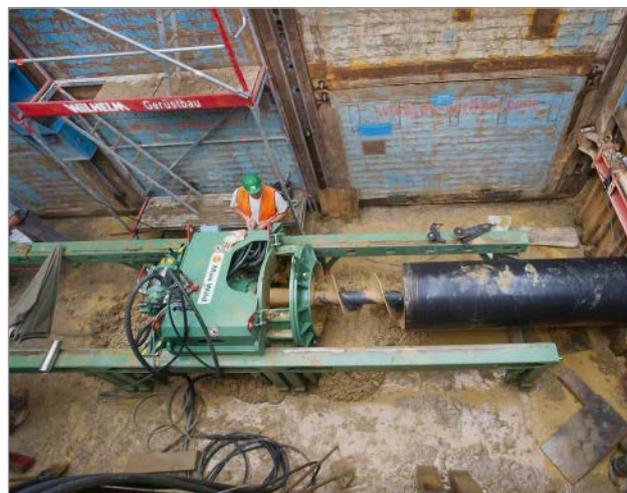
Trotz des geringen Platzbedarfes wurde es notwendig, die Konrad-Adenauer-Straße über eine Länge von etwa 100 m halbseitig zu sperren und den Verkehr jeweils einspurig an der Baustelle vorbeizuführen. Diese Länge wurde benötigt für

- die Aufbereitung der Bohrspülung (**Bild 1**),
- die Zwischenbaugrube (Abzweig zur Durchörterung der Bahnschienen) (**Bild 2**),
- die Startgrube inklusive Startrampe und Rohrlager (**Bild 3**).

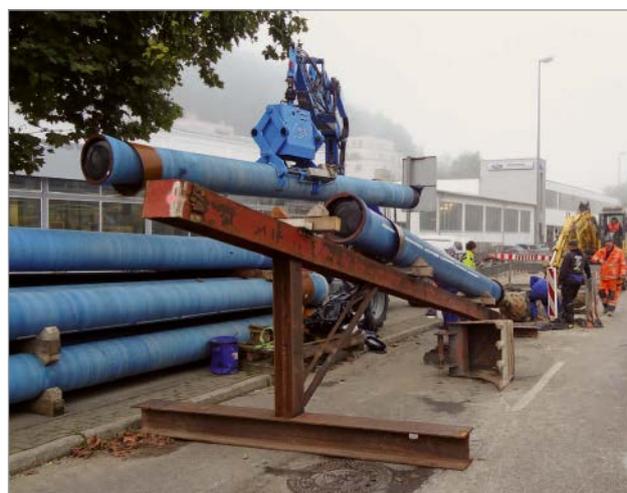
Ursprünglich sollte der Rohrleitungsverlauf zwischen Start- und Zielpunkt der Gesamtmaßnahme möglichst kurz sein. Damit wären die Bahngleise jedoch nicht im rechten Winkel gekreuzt worden. Dies ist aber nach den Gas-



**Bild 1:**  
Mobile Anlage zur Aufbereitung der Bohrspülung



**Bild 2:**  
Vortrieb des Schutzrohres unter die Bahngleise aus der Zwischenbaugrube heraus



**Bild 3:**  
Rohrlager, Startrampe, Startgrube und Zwischenbaugrube



Bodenerkundungen verläuft die Spülbohrung in etwa 8 m Tiefe im Bereich von eigentlich problemlos beurteiltem Lias-Tonstein. Schließlich stellte sich eine Nebenkluff der Achalm-Verwerfung als Grund für die Ablenkung der Bohrung heraus. Nach einigen Versuchen gelang es, die Bohrung von zwei Seiten aus aufzufahren und sich im Bereich der Verwerfung zu treffen.

Anschließend wurde die Pilotbohrung auf 700 mm aufgeweitet, um den benötigten Überschnitt von 30 % sicherzustellen. Der Überschnitt wird bei duktilen Gussrohren immer über den Muffenaußendurchmesser definiert. Die BLS®-Steckmuffe hat bei der Nennweite DN 400 einen äußeren Durchmesser von ungefähr 540 mm inklusive der Zementmörtel-Umhüllung, der Gummimanschette und dem Stahlblechkonus. Gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 321 [1] sind ausschließlich Rohre mit einer formschlüssigen Steckmuffen-Verbindung, wie z. B. die BLS® - Steckmuffen-Verbindung, zu verwenden. Zum Schutz vor Beschädigungen der Rohre beim Einzug sollten diese mit Zementmörtel nach EN 15542 [8] umhüllt sein. Die Verbindungsbereiche sind mit einem geeigneten Schutz zu versehen (Schrumpfmuffe oder Gummimanschette) in Verbindung mit einem mechanischen Schutz, wie einem Blechkonus.

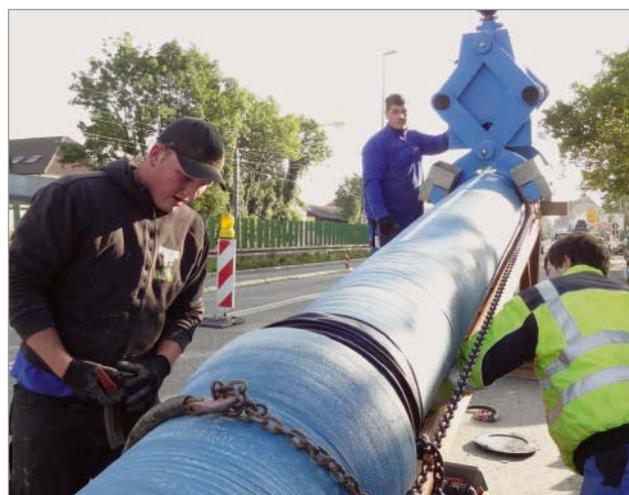
Weiterhin sind hinsichtlich des einzuziehenden Rohrleitungsmaterials die zulässigen Einzugskräfte und die minimal zulässigen Kurvenradien zu beachten. Die für diese Maßnahme errechnete Zugkraft lag zwischen 175 kN und 200 kN. Dies entspricht etwa 40 % des Rohrstranggewichtes. Da die für die BLS® - Steckmuffen-Verbindung zulässige Zugkraft mit 650 kN weitaus höher liegt als die berechneten Werte, konnte sogar auf eine Ballastierung der Rohrleitung verzichtet werden. Duktile Gussrohre sind im Bereich DN 250 bis DN 300 auf Grund ihres Gewichtes praktisch ideal ausballastiert. Größere Durchmesser hingegen schwimmen auf, würden ohne Ballastierung am Scheitel der Bohrung reiben und dadurch die Zugkräfte erhöhen. Bei kürzeren Strecken und nicht allzu großen Nennweiten wird jedoch gerne aus Gründen des schnelleren Baufortschrittes darauf verzichtet. Gerade bei der hier angewendeten Einzelrohrmontage wäre eine Ballastierung sehr hinderlich. Bezüglich des möglichen Kurvenradius konnte man bei der BLS® - Steckmuffen-Verbindung von minimal 115 m ausgehen. Leider stellte sich durch Messung mittels Kreiselkompass heraus, dass durch die Probleme bei der Pilotbohrung dieser Radius mit ungefähr 90 m geringfügig unterschritten wurde. In

enger Abstimmung mit allen beteiligten Parteien entschloss man sich trotzdem für den geplanten Rohreinzug unter Beobachtung der Einzugskräfte.

Der Einzug startete am 24.09.2014 gegen 8 Uhr morgens. Im ersten Schritt wurde der Zugkopf an das erste Rohr montiert und mit dem Zuggestänge gekoppelt (**Bild 5**). Nachdem das erste Rohr ein Stück weit gezogen war, konnte sofort das zweite Rohr montiert werden. Nun konnte die Startrampe genau eingestellt werden. Nachdem die vorbereitenden Maßnahmen abgeschlossen waren, begann der eigentliche Montage- und Einzugsprozess. Es wurde jeweils ein Rohr (Baulänge 6 m) montiert und eingezogen. Weil die Bohrgestänge 5 m lang waren, kam es in regelmäßigen Abständen zu kleinen Unterbrechungen in diesem Ablauf.



**Bild 5:**  
Erstes duktile Gussrohr mit Zugkopf und Zuggestänge



**Bild 6:**  
Montage der BLS® - Steckmuffen-Verbindung auf der Startrampe

Dennoch konnte eine durchschnittliche Montagezeit von 8 min bis 10 min pro Rohr erreicht werden. Die Zeit setzte sich aus etwa 3 min Verbindungsmontage bzw. Verbindungsschutz und 5 min bis 7 min Einzug zusammen (**Bild 6**). Inklusive aller Arbeitsunterbrechungen konnte so das letzte Rohr der rund 370 m langen Leitung nach 8 Stunden, gegen 16 Uhr, eingezogen werden. Die gemessenen Zugkräfte bewegten sich dabei mit 130 kN bis 180 kN im vorab berechneten Bereich. Ein negativer Einfluss aus dem zu geringen Kurvenradius konnte in diesem Zusammenhang nicht festgestellt werden. In die letzte Rohrmuffe wurde vor dem Einzug ein F-Stück mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung und ein X-Stück angebracht. Die so verschlossene Muffe wurde bis in die Zwischenbaugrube gezogen. An dieser Stelle wurde später der Anschluss zur Bahnquerung hergestellt.

Die Bahnanlage wurde im Horizontal-Pressbohr-Verfahren mit einem Stahlschutzrohr DN 800 durchörtert. Die durchschnittliche Vortriebsleistung lag bei rund 10 m pro Tag bei einer Gesamtstrecke von 35 m. Nach erfolgtem Vortrieb wurden hier ebenfalls duktile Gussrohre DN 400 mit formschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung und Zementmörtel-Umhüllung im Relining-Verfahren nach GW 320-1 [7] eingezogen. Blechkonen über den Muffen waren hier nicht notwendig, da die Rohre auf Gleitkufen gelagert waren. Als Letztes erfolgten der Zusammenschluss der beiden Rohrabschnitte und das Setzen des Schachtes auf der nördlichen Seite der Bahnanlage.

#### 4 Zusammenfassung

Insgesamt beliefen sich die Kosten für den Neubau der Trinkwasserleitung mit den Einbindungen und dem Schacht auf knapp 1,3 Mio. Euro. Die gesamte Bauzeit betrug lediglich drei Monate. Wegen der vorhandenen Störung des Untergrundes bestand die größte Herausforderung in der Herstellung einer brauchbaren Pilotbohrung. Der eigentliche Rohreinzug war dann der geringste und technisch einfachste Teil der gesamten Baumaßnahme. Hierdurch konnten duktile Gussrohre einmal mehr ihre deutlichen Vorteile bei innerstädtischen, beengten Platzverhältnissen ausspielen. Der QR-Code weist auf ein Video der Baumaßnahme Konrad-Adenauer-Straße hin (**Bild 7**).



**Bild 7:**  
QR-Code des Videos

#### Literatur

- [1] DVGW-Arbeitsblatt GW 321  
Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren für Gas- und Wasserrohrleitungen – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung  
2003-10
- [2] EN 545  
Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2010
- [3] DVGW-Arbeitsblatt W 400-2  
Technische Regeln Wasserverteilstellenanlagen (TRWV) – Teil 2: Bau und Prüfung  
2004-09
- [4] Gas- und Wasserleitungskreuzungsrichtlinien (GWKR 2012)  
2012-04
- [5] DVGW-Arbeitsblatt GW 304  
Rohrvortrieb und verwandte Verfahren  
2008-12
- [6] DVGW-Arbeitsblatt GW 304-B1  
1. Beiblatt über Bundesfernstraßen und Versorgungsleitungen im DVGW-Arbeitsblatt GW 304:2008-12  
Rohrvortrieb und verwandte Verfahren  
2012-12
- [7] DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1  
Erneuerung von Gas- und Wasserrohrleitungen durch Rohreinzug oder Rohreinschub mit Ringraum  
2009-02
- [8] EN 15542  
Ductile iron pipes, fittings and accessories – External cement mortar coating for pipes – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2008

## **Autoren**

Alexander Bauer  
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH  
Sophienstraße 52-54  
35576 Wetzlar/Deutschland  
Telefon: +49 (0)160/7197669  
E-Mail: alexander.bauer@duktus.com

Dipl.-Ing. (FH) Stephan Hobohm  
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH  
Sophienstraße 52-54  
35576 Wetzlar/Deutschland  
Telefon: +49 (0)6441/49-1248  
E-Mail: stephan.hobohm@duktus.com

## **Bauherr**

FairEnergie GmbH  
Martin Hermle  
Hauffstraße 89  
72762 Reutlingen/Deutschland  
Telefon: +49 (0)7121/582-0  
E-Mail: info@fairenergie.de

## **Generalunternehmer**

GA Energieanlagenbau Süd GmbH  
Schmidener Weg 3  
70736 Fellbach/Deutschland  
Telefon: +49 (0)711/9573-9  
E-Mail: info@ga-eas.de

## **Tiefbau und Spülbohrung**

Max Wild GmbH  
Josef Schad  
Leutkircher Straße 22  
88450 Berkheim/Deutschland  
Telefon: +49 (0)8395/920-0  
E-Mail: info@maxwild.com

## **Rohrmontage**

Norbert Schütz GmbH & Co. KG –  
Rohrleitungs- u. Anlagenbau  
Lothar Schütz  
Fellheimer Straße 5  
87737 Boos/Deutschland  
Telefon: +49 (0)8335/9847-0  
Email: info@schuetz-boos.de

---

**Die Investition in duktile Guss-Rohrsysteme rechnet sich durch niedrige Einbau- und Betriebskosten bei außerordentlich hoher Lebensdauer!**

## Druckleitung zur Ableitung von Karstwasser im Zugangsstollen eines neuen Pumpspeicherkraftwerks

Von Roger Saner

### 1 Kraftwerk Linth-Limmern im Linthal

Im schweizerischen Glarnerland werden im Quellgebiet der Linth die Zuflüsse eines rund 140 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiets zur Stromproduktion mit Wasserkraft genutzt. Die Kraftwerke Linth-Limmern AG ist im Besitz des Schweizer Stromkonzerns AXPO und des Kantons Glarus. Sie betreibt die Kavernenkraftwerke Muttsee und Tierfehd sowie das Kraftwerk Linthal, die 1968 nach elfjähriger Bauzeit in Betrieb genommen worden waren. Im Jahr 2009 wurden die Anlagen erstmalig mit der Fertigstellung und Inbetriebnahme des Pumpspeicherwerks Tierfehd erweitert. Bereits heute sind die Anlagen der Kraftwerke Linth-Limmern ein wichtiger Stützpfeiler der einheimischen Energiequelle Wasserkraft und leisten einen bedeutenden Beitrag zur Stromversorgung der Schweiz.

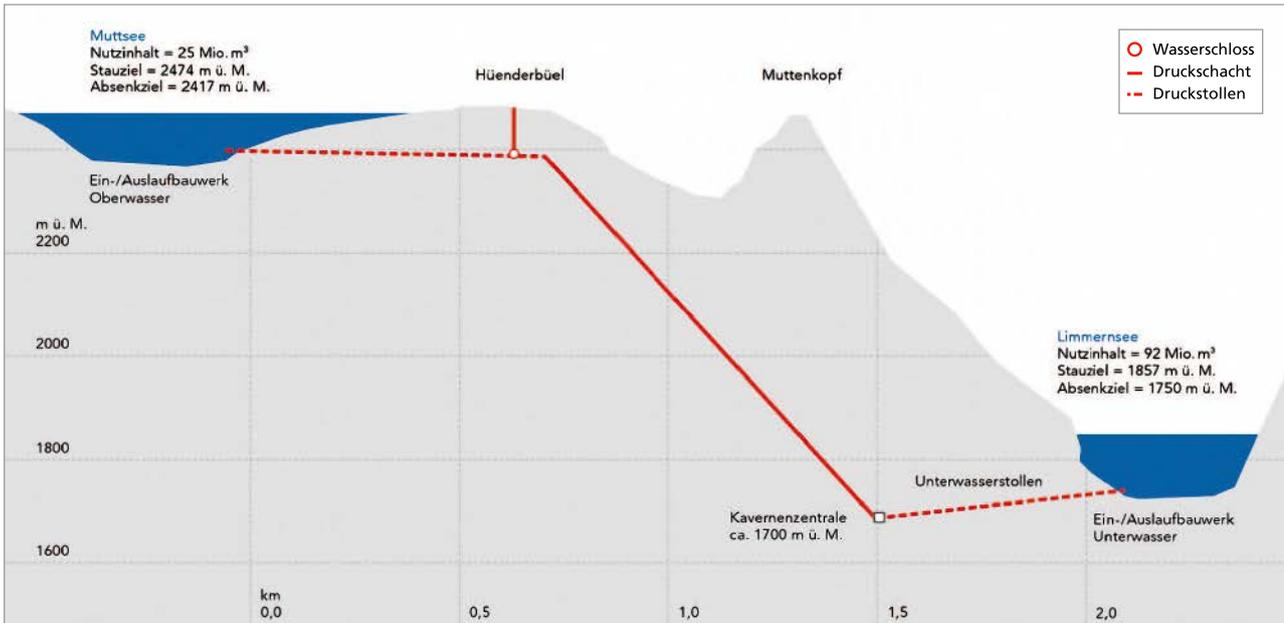
Mit dem Ausbauprojekt Linthal 2015 sollen nun die bestehenden Anlagen mit einem zusätzlichen, leistungsfähigen Pumpspeicherwerk erweitert und optimiert werden. Ein Pumpspeicherwerk hat gegenüber einem reinen Speicherkraftwerk den Vorteil, dass nicht nur zu Spitzenzeiten Strom produziert werden kann, sondern auch Stromüberschüsse in Schwachlastzeiten genutzt werden können. Dazu wird Wasser zum Beispiel nachts in einen höher gelegenen Stausee gepumpt, welches zu einem späteren Zeitpunkt erneut zur Stromproduktion genutzt wird. Mit dem System der Pumpspeicherung kann man also flexibel und in einer umweltfreundlichen Art auf Angebot und Nachfrage im Stromnetz reagieren.

### 2 Linthal 2015 – höchstgelegene Gebirgsbaustelle Europas

Auf der Muttentalp, 2.500 m ü. NN, oberhalb der Glarner Gemeinde Linthal, wird auf Europas höchstgelegener Gebirgsbaustelle mit dem riesigen Pumpspeicherwerk Linthal 2015 ein Jahrhundertwerk errichtet. Die geplanten Investitionskosten für dieses Projekt betragen rund 2,1 Milliarden Schweizer Franken. Nach mehrjähriger Bauzeit soll das neue unterirdisch angelegte Pumpspeicherwerk bereits 2015/2016 in Betrieb gehen. Zur Stromproduktion wird Wasser aus dem ungefähr 1.850 m ü. NN gelegenen Limmernsee wieder in den gut 630 m höher gelegenen Muttsee zurückgepumpt, um es bei Spitzenverbrauchszeiten wieder zur Stromproduktion zu nutzen (**Bild 1**). Dazu wurde der Inhalt des Muttsees durch den Bau einer imposanten, 36 m hohen und 1.025 m langen Stauwand von ursprünglich 9 Mio. m<sup>3</sup> auf 25 Mio. m<sup>3</sup> vergrößert (**Bild 2**). Mit einer Pumpleistung und einer Turbinenleistung von je 1.000 MW wird sich die Gesamtleistung der Anlagen des Kraftwerks Linth-Limmern von 480 MW heute auf 1.480 MW erhöhen, was ungefähr der Leistung des Kernkraftwerks Leibstadt entspricht.

### 3 Zugangsstollen zur Erschließung der Kavernen des neuen Pumpspeicherwerks Linth-Limmern

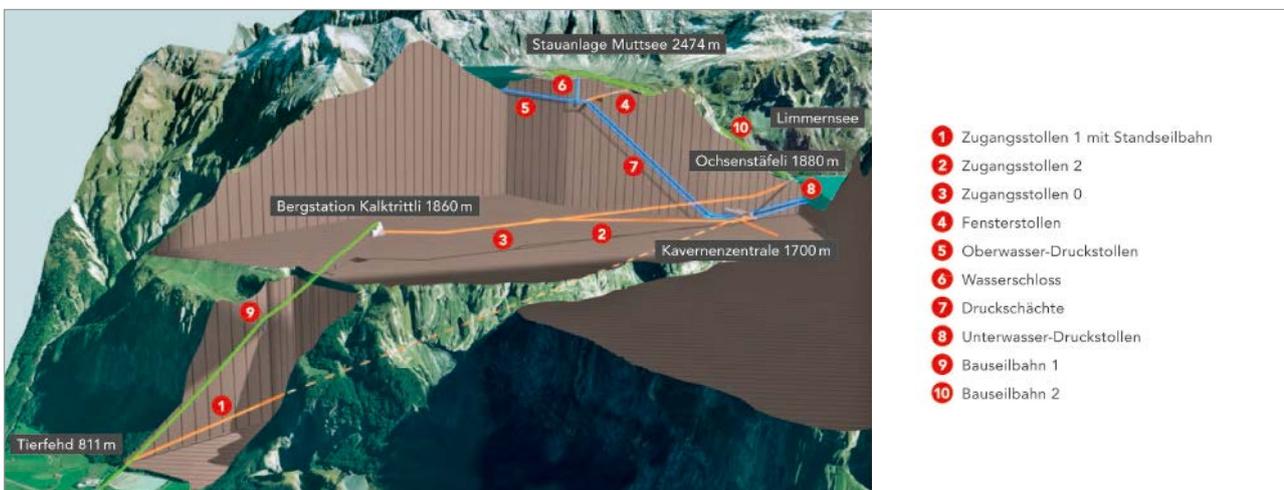
Für die Erschließung der Maschinen- und Transformatorenkaverne des neuen Pumpspeicherwerks Linth-Limmern musste ein Zugangsstollen mit einem Durchmesser von 8 m und einer Länge von rund 4 km von Tierfehd auf 811 m ü. NN bis in die unterirdische Kavernenzentrale auf einer Höhe von rund 1.700 m ü. NN erbohrt werden (**Bild 3**).



**Bild 1:**  
Längsschnitt Mutsee – Limmernsee durch Druckstollen und Druckschacht (Quelle: Axpo Holding AG)



**Bild 2:**  
Fertiggestellte Staumauer Mutsee (Quelle: Axpo Holding AG)



**Bild 3:**  
Schnitt durch den Berg – Zugangsstollen ① (Quelle: Axpo Holding AG)

Der Zugangsstollen wurde für den Transport der großen und schweren Maschinenteile mit einer Standseilbahn ausgerüstet, die im Normalbetrieb für Lasten bis 40 t ausgelegt ist. Es ist aber auch möglich, Sonderlasten bis zu 215 t zu transportieren, wie es für den Einbau der großen Transformatoren notwendig ist.

Der Eingangsstollen und die Kaverne der Talstation wurden im Sprengvortrieb ausgebrochen und mit Spritzbeton gesichert. Den Ausbruch des knapp 3.800 m langen Schrägstollens zur Kaverne Talstation, mit einer konstanten Neigung von 24 % respektive 13,5° (**Bild 4**), schaffte eine 160 m lange und 1.500 t schwere Tunnelbohrmaschine. Der Stollen wurde mit Ankern, Netzen und zwei Lagen Spritzbeton ausgebaut. Das ausgebrochene Gestein (vorwiegend Quintnerkalk) mit einer Gesamtmasse von nahezu 500.000 t wurde größtenteils für Terrainanpassungen an der Talstation Tierfehd verwendet.

#### 4 Druckleitung zur Ableitung von Karstwasser im Zugangsstollen

Im Zuge der Tunnelbohrarbeiten im Schrägstollen wurden bei Tunnelmeter TM 1.279 (links) und bei Tunnelmeter TM 1.285 (rechts) sogenannte Karstwasserquellen angeschnitten, also unterirdische Wasserläufe, welche in verkarstem (durch Kohlensäure verwittertem) Gestein auftreten. Die anfallenden Karstwassermengen unterliegen starken saisonalen Schwankungen und können bis zu 400 L/s betragen. Im Winter sind die Karstwasserquellen in der Regel eingefroren.

Für die Zusammenführung des anfallenden Wassers wurde auf Höhe TM 1.213 ein Sammelbecken gebaut. Die anschließende Ableitung des Karstwassers in einen 300 Höhenmeter tiefer liegenden Schieberschacht im Portalbereich wurde mit zwei übereinander liegenden Druckleitungen DN 250 geplant und ausgeführt. Die eingeschränkten Platzverhältnisse im Lichtraumprofil des Stollens ließen es nicht zu, eine einzige Druckleitung mit grösserem Durchmesser einzusetzen (**Bild 5**).

Wenn im Sammelbecken die anfallende Wassermenge stark ansteigt, wird das überschüssige Wasser nach dem Volllaufen der ersten Leitung via Überfallkante in die zweite Leitung geführt (**Bild 6**). Das im Tal beim Schieberschacht ankommende Karstwasser wird ebenfalls mit einer Druckleitung DN 250 in ein oberhalb des Portals (40 Höhenmeter) liegendes Reservoir



**Bild 4:**  
Übergang Kaverne Talstation zum Schrägstollen



**Bild 5:**  
Fertig montierte Druckleitungen im Schrägstollen  
(mit Gleitkonsolen)



**Bild 6:**  
Anschluss Sammelbecken bei Tunnelmeter TM 1.213

geleitet und für die Turbinenkühlung wieder verwendet. Überschüssiges Wasser wird über die Entleerungsleitung des Reservoirs in den Vorfluter-Kanal geführt. Ist die Kapazität des Reservoirs erschöpft, kann das Karstwasser auch direkt beim Schieberschacht mit einer Entlastungsleitung DN 400 über ein Vereinigungsbauwerk in ein Ausgleichsbecken oder auch in den Vorfluter-Kanal abgelassen werden.

Aufgrund der erschwerten Montagebedingungen im Zugangsstollen – die Leitungen wurden frei hängend seitlich im Tunnelgewölbe montiert – und wegen des maximalen statischen Druckes aus der Höhendifferenz (300 m/30 bar) vom Quellenstich bis zur Talstation, fiel die Wahl des Rohrmaterials für die Druckleitungen auf duktile Gussrohre mit flexiblen Steckmuffen-Verbindungen des schweizerischen Herstellers vonRoll.

Folgende Rohrtypen kamen in den unterschiedlichen Bereichen zum Einsatz:

- Zugangsstollen Sammelbecken bis Zugangsportale – freihängende Doppel-leitung vonRoll DUCPUR DN 250, Klassen K 7, K 9 und K 10, Gesamtlänge etwa 2.500 m,
- Austritt Zugangsstollen bis Schieberschacht sowie Zuleitung Reservoir – erdüberdeckte Leitung vonRoll ECOPUR DN 250, Klasse K 10, Gesamtlänge circa 120 m,
- Entlastungsleitung Schieberschacht bis Vereinigungsbauwerk – erdüberdeckte Leitung vonRoll ECOPUR DN 400, Klasse K 9, Gesamtlänge ungefähr 90 m.

Die Standardrohre vonRoll DUCPUR verfügen über einen Zinküberzug mit Bitumendeckbeschichtung nach EN 545 [1] sowie über eine Innenbeschichtung aus Polyurethan (PUR) gemäß EN 15655 [2]. Die Vollschutzrohre vonRoll ECOPUR sind gemäß den Normen EN 15655 [2] und EN 15189 [3] integral mit Polyurethan (PUR) beschichtet. Sie sind wegen ihrer mechanisch sehr widerstandsfähigen PUR-Umhüllung in allen Arten von Böden einsetzbar und nach EN 545 [1] als Gussrohre mit verstärkter Umhüllung klassifiziert.

Mit der Planung wurde ein für Tunnelbau spezialisiertes Ingenieurbüro beauftragt, welches in diesem Stollenprojekt auf ein selbst entwickeltes, für freihängende Druckleitungen bewährtes Konzept zurückgegriffen hat. Sämtliche auftretenden Ablenkkräfte sollen direkt in das Stollen- gewölbe eingeleitet werden.

Dazu wurden verzinkte Stahlkonsolen mit Gewindestangen direkt im Stollengewölbe verankert und die duktilen Gussrohre darauf montiert. Wegen Unebenheiten und Niveaudifferenzen der Stollenwände mussten die Grundplatten der Stahlkonsolen nach der Montage mit hochfestem Fließmörtel hintergossen werden. Bei Richtungsänderungen in Nischen und alle 60 m auf der geraden Strecke wurden die Stahlkonsolen als Fixpunkte in einer massiven Ausführung angeordnet. Die Verbindung der Rohr- oder Formstückmuffe beim Fixpunkt sowie jeweils zwei Rohrmuffen vor- und nach dem Fixpunkt wurden für die direkte Krafteinleitung in das Stollengewölbe längskraftschlüssig gesichert (**Bilder 7 und 8**).



**Bild 7:** Wanddurchführung durch Stollengewölbe mit Fixpunktconsolen im Eingangsstollen Tierfehd



**Bild 8:** Abschaltung Fixpunktconsolen für das nachträgliche Hintergießen mit Fließmörtel

Dazu kamen die bewährten Schubsicherungen von Roll HYDROTIGHT, Fig. 2806 (**Bild 9**) und Fig. 2807 A (**Bild 10**), zum Einsatz. Somit wird verhindert, dass die duktilen Gussrohre unmittelbar nach der Kraftumlenkung um die Fixpunktconsolen drehend ausbrechen können. Auf der freien Strecke zwischen den Fixpunkten wurden die Stahlkonsolen für die bis 5° auswinkelbaren duktilen Gussrohre als Gleitkonsolen ausgebildet (**Bild 11**). In diesen Bereichen wurden bewusst keine Schubsicherungen eingesetzt, damit die Leitung Längsbewegungen flexibel aufnehmen kann.

## 5 Erschwerte Montage der Karstwasserleitung im Zugangsstollen

Die Doppelleitung musste seitlich im Stollen mit einem Längsgefälle von 24 % auf einer Höhe von ungefähr 2,80 m im Tunnelgewölbe verankert werden. Dabei durfte die Standseilbahn für die Leitungsbauarbeiten nicht zu lange blockiert werden, damit keine Verzögerungen beim Transport der großen Maschinenteile für das Kraftwerk entstehen. Die duktilen Gussrohre gelangten mit der Standseilbahn vom Stolleneingang im Tal zu der jeweiligen Einbaustelle, wo sie sofort unter Mithilfe eines Kleinbaggers auf die vormontierten Stahlkonsolen gelegt wurden (**Bild 12**). Wegen des starken Längsgefälles kamen für die Montagearbeiten auch Hilfsgerüste und Kleinhebebühnen (**Bild 13**) zum Einsatz, die einfach und schnell verschoben werden konnten. Durch die sehr knappe Terminvorgabe der Bauleitung waren die Leitungsbauunternehmen gezwungen, die Rohrmontage im 24-Stunden-Schichtbetrieb mit bis zu sieben Arbeitern je Schicht durchzuführen. Die gesamte Bauzeit für eine Leitung im Schrägstollen dauerte lediglich 10 Tage (die beiden parallel verlaufenden Druckleitungen wurden projektbedingt mit einem zeitlichen Abstand von mehreren Monaten installiert!) Die Montage der Rohre in der Kaverne und im Zugangsstollen im Tal nahm lediglich drei Arbeitstage in Anspruch.

## 6 Fazit

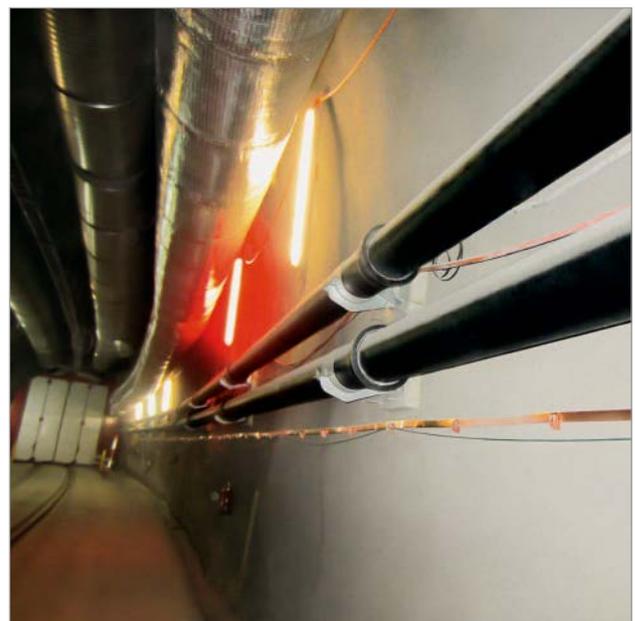
Beim Projekt Linthal 2015 ist die reibungslos funktionierende Erschließung durch den vier Kilometer langen Zugangsstollen sowohl während der Bauzeit als auch anschließend im Betrieb von eminenter Bedeutung. Schwere Maschinenbauteile für das Pumpspeicherkraftwerk können nur mit der installierten Standseilbahn sicher zum Bestimmungsort transportiert



**Bild 9:**  
Steckmuffen-Verbindung mit außenliegender Schubsicherung von Roll HYDROTIGHT – Figur 2806



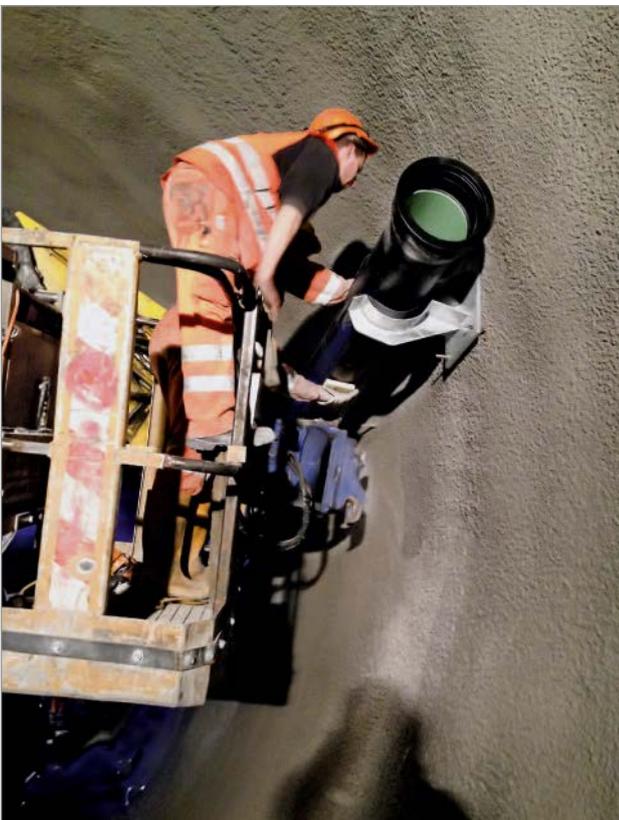
**Bild 10:**  
Steckmuffen-Verbindung mit innenliegender Schubsicherung von Roll HYDROTIGHT - Figur 2807 A



**Bild 11:**  
Mit Fließmörtel hintergossene Gleitpunkte in der Geraden



**Bild 12:**  
Montage der duktilen Gussrohre mit Kleinbagger  
im Schrägstollen



**Bild 13:**  
Montage der duktilen Gussrohre mit Kleinhebebühne  
im Schrägstollen

werden. Leider lassen sich unvorhergesehene Ereignisse im Untertagebau nie restlos ausschließen, was der Anschnitt der Karstwasserquellen allen Beteiligten wieder einmal vor Augen geführt hat. Derartige Zwischenfälle konnten mit dem gezielten Einsatz von hochwertigen Baumaterialien sowie durch erfahrene Ingenieure und Baufachleute gelöst werden.

Im Teilprojekt „Karstwasser-Druckleitung“ haben die duktilen Gussrohre von vonRoll, mit ihren hervorragenden Festigkeitseigenschaften, sicheren längskraftschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen und innovativen Beschichtungen einen wesentlich Beitrag zum sicheren Betrieb des Zugangsstollens im Jahrhundertbauwerk Pumpspeicherwerk Linthal 2015 geleistet.

### Literatur

- [1] EN 545  
Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2010
- [2] EN 15655  
Ductile iron pipes, fittings and accessories – Internal polyurethane lining for pipes and fittings – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen – Polyurethan-Auskleidung von Rohren und Formstücken – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2009
- [3] EN 15189  
Ductile iron pipes, fittings and accessories – External polyurethane coating for pipes – Requirements and test methods  
[Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Polyurethan-Umhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren]  
2006

## **Autor**

Roger Saner  
vonRoll hydro (suisse) ag  
von roll-strasse 24  
4702 Oensingen/Schweiz  
Telefon: +41 (0)62/3881-237  
E-Mail: roger.saner@vonroll-hydro.ch

## **Auftraggeber**

ARGE Zugangsstollen AZL, Linthal  
c/o Wayss & Freytag Ingenieurbau AG  
Bereich Tunnelbau  
Christian Korndörfer  
Eschborner Landstraße 130-132  
60489 Frankfurt am Main/Deutschland  
Telefon: +49 (0)69/7929-443  
E-Mail: christian.korndoerfer@wf-ib.de

## **Planung**

ewp bucher dillier AG Luzern  
Matthias Bucher  
Industriestrasse 6  
6005 Luzern/Schweiz  
Telefon: +41 (0)41/3680777  
E-Mail: matthias.bucher@ewp.ch

## **Leitungsbau Zugangsstollen 1. Etappe**

Baumeler Leitungsbau AG  
Hans Baumeler  
Löwenstrasse 6  
6004 Luzern/Schweiz  
Telefon: +41 (0)41/4103347  
E-Mail: info@baumelerltg.ch

## **Leitungsbau Zugangsstollen 2. Etappe**

Bauunternehmung Vetsch  
Andreas Kasper  
Kantonsstrasse 2  
7252 Klosters Dorf/Schweiz  
Telefon: +41 (0)81/4221448  
E-Mail: andreas.kasper@vetsch-klosters.ch

## **Leitungsbau Außenbereich**

Marti & Co.  
Werner Marti  
Poststrasse 2  
8783 Linthal/Schweiz  
Telefon: +41 (0)55/6431819  
E-Mail: marti&co.sanitaer@bluewin.ch



## Eigener Strom für eigene Holzverarbeitung – Baron Mayr-Melnhof-Saurau setzt auf Energieunabhängigkeit

Von Rudolf Stelzl und Roland Gruber

### 1 Einleitung

Baron Franz VI. Mayr-Melnhof-Saurau hat mit dem Kraftwerk Gössbach 1 ein Projekt umgesetzt, das vollständig auf den Eigenbedarf an Energie ausgerichtet ist. Der erzeugte Strom wird ausschließlich für das in Leoben ansässige Sägewerk verwendet. Beim Bau des Kraftwerks galt es außerdem, die ökologischen Ressourcen des Forstguts nachhaltig zu nutzen.

### 2 Projektbeschreibung

Ausgangssituation und Zielsetzung waren klar formuliert:

- Die Hauptintention bestand darin, bei der Umsetzung eine Nachhaltigkeit durch die Verknüpfung wirtschaftlicher Ergebnisse mit der Nutzung erneuerbarer Energien aus den ökologischen Ressourcen des Forstgutes zu erzielen.
- Das Kraftwerk war so zu gestalten, dass bestehende Fischereirechte nicht verletzt bzw. weitere Synergieeffekte geschaffen werden.

Den Auftrag für die Gesamtplanung und das Baumanagement bekam das Ingenieurbüro für Umwelttechnik, SchueTo-Austria, Herr Dr. Thomas Schützeneder.

### 3 Projektierung des Krafthauses

In den umfangreichen Liegenschaften des Mayr-Melnhof-Besitzes schlummern große Wasserkraft-Potenziale. Es war also an der Zeit, ein eigenes Kraftwerk zu errichten. Nach der Konzeption ging man in die Planungsphase über, um die erforderlichen Genehmigungen zu erwirken. Dabei konnte man auf das technische Know-how des Planungsbüros interTechno

Engineering GmbH zählen, die mit der SchueTo-Austria das gesamte Behördenverfahren begleiteten. Während der Planung im Jahr 2012 änderte man noch die Form des zukünftigen Krafthauses. Von der bereits eingereichten und auch sonst üblichen Kubus-Form mit Flachdach rückte man ab, weil es nicht so ideal in die Landschaft gepasst hätte. Deshalb wurde das Krafthaus im norwegischen Stil gebaut (**Bild 1**). Diese Variante hat den unschätzbaren Vorteil, dass man einen Teil des Daches jederzeit abheben und so die Maschinenanlage für eventuelle Revisions- bzw. Reparaturarbeiten problemlos ein- und ausheben kann. Damit war es 2,5 m kürzer und 3,7 m weniger hoch als ursprünglich geplante Krafthaus und dadurch auch kostengünstiger. Außerdem konnte man für den Holzbau das gesamte Material von rund 63 m<sup>3</sup> in der firmeneigenen Holzfabrik produzieren.

### 4 Pelton-Turbine mit hohem Wirkungsgrad

Beim Bau des Kraftwerks am Gössbach setzte man auf eine vierdüsigige Pelton-Turbine (**Bild 2**) aus dem Hause GLOBAL HYDRO ENERGY GmbH (GHE). Das Regelarbeitsvermögen wird mit 2,34 GWh angegeben. Ein hoher Wirkungsgrad, eine einfache Regelbarkeit des Durchflusses und eine extreme Laufruhe zeichnen die installierte Turbine mit einem Schluckvolumen von 0,75 m<sup>3</sup>/s aus. Neben dem Laufrad enthielt das Auftragspaket noch den Drehstrom-Synchron-Generator von der Firma Hitzinger GmbH, Absperrorgane sowie die Entleerungs- und Bypassleitungen. Die Maschinen-Komponenten wurden im November 2013 geliefert und einen Monat später ging die Erstinbetriebnahme über die Bühne. Das Kraftwerk erbringt eine Leistung von 595 kW.



**Bild 1:**  
Neu errichtetes Krafthaus nach norwegischem Vorbild



**Bild 2:**  
Vierdüsig GHE-Pelton-Turbine mit aufgesetztem Hitzinger-Drehstrom-Synchron-Generator



**Bild 3:**  
Neu eingebaute duktile Gussrohre DN 800 im Bereich der Quelle Maria Kaltenbrunn

## 5 Lokale Firma übernimmt Stahlwasserbau

Die Stahlwasserbauarbeiten wurden von der Firma Mayrhofer Maschinenbau GmbH, Wenigzell, ausgeführt. Die Anlage besteht aus einem Tiroler Rechen, Dotationsregelschieber, Einlaufschütz mit elektromechanischem Antrieb, hydraulischen Spülschütz, notschlusstauglichem Rohrschütz und der Feinrechenreinigungsanlage mit Steuerungstechnik und Hydraulik.

Für das Projekt Kraftwerk Gössbach 1 wurde von der Firma Mayrhofer Maschinenbau GmbH eine neue Rechenreinigungsmaschine entwickelt, die sich neben bewährter Qualität auch durch besondere Wartungsfreundlichkeit auszeichnet. Im Juni 2013 begann man mit den Stahlwasserbauarbeiten, die am Jahresende planmäßig abgeschlossen waren.

## 6 Volle Durchgängigkeit

Bei der Fischaufstiegshilfe entschied man sich für einen naturnahen Beckenpass, über den eine Restwassermenge von 100 L/s abgegeben wird. Zusätzlich werden noch max. 88 L/s dynamisch dotiert. Außerdem wurde der Auslaufkanal in die Ufersicherung integriert, um so die aquatische Durchgängigkeit der errichteten Pendelrampe zu verbessern.

## 7 Einbau von duktilen Gussrohren

Anfang Mai des letzten Jahres begann man mit dem Bau der Turbinenleitung mit einer Gesamtlänge von rund 2.330 m bei einer Bruttofallhöhe von exakt 101,9 m. Die duktilen Gussrohre der Nennweite DN 800 (**Bild 3**) wurden von der Firma TIROLER ROHRE GmbH – TRM geliefert. Die Projektdaten der Turbinenleitung des Kraftwerkes Gössbach 1 enthält **Tabelle 1**.

Die Betreiber setzten dabei auf ein Höchstmaß an Qualität, weil diese lange Rohrleitung im alpinen Gelände eingebaut werden musste. Die TIROLER ROHRE GmbH – TRM entwickelt, produziert und vermarktet hochwertige Systeme aus duktilem Gusseisen für den Wassertransport und für die Tiefgründung von Bauwerken. Die nachhaltigen Eigenschaften des Werkstoffes, innovative Produkttechnologien sowie Kompetenz in den Anwendungsbereichen sind in der Wasserwirtschaft und im Tiefbau gefordert.

Ökologische Kriterien bestimmten die Wahl des Rohrwerkstoffes und die Bauverfahrenstechnik. Die duktilen Gussrohre werden aus Material der Recycling-Industrie, wie zum Beispiel aus Blechpaketen und sortiertem Stahlschrott, hergestellt. Somit weisen sie auch einen geringen ökologischen Fußabdruck auf. Das ausgehobene und gesiebte Erdreich wird als Bettungsmaterial wieder verwendet. Dadurch entfallen zusätzliche LKW-Transporte für Bettungsmaterial.

**Tabelle 1:**

Projektdaten der Turbinenleitung für das Kraftwerk Gössbach 1

Projektname	Kraftwerk Gössbach 1		
Anwendung	Turbinenleitung		
Ort	Leoben		
Bauherr	Baron Franz VI. Mayr-Melnhof-Saurau		
Planer	interTechno Engineering GmbH		
Gesamtbauzeit	7 Monate		
Turbinenleitung	Länge: 2.330 m	Nennweite: DN 800	Wanddicke: K 9
Verbindungselemente	BLS® - und TYTON® - Steckmuffen-Verbindungen		
Umhüllung	Zinküberzug mit Epoxidharz-Deckbeschichtung		
Auskleidung	Portland-Zement (PZ)		
Besondere Anforderungen	Zuverlässiger Hersteller; Lösungsanbieter; Systemlieferant; Haftung		

## 8 Neuer Forstweg und bessere Infrastruktur

Durch die Arbeiten an der Druckrohrleitungstrasse entstand ein Weg bzw. eine neue Forststraße. Sie verläuft größtenteils auf der Rohrtrasse. Im Bereich der Quelle wurde die Guss-Rohrleitung mit zugfesten Verbindungen ausgestattet. Der Unterbau der Forststraße ist mit Geotextil gesichert. Mit der verbesserten Zugänglichkeit können jetzt alle Hänge neben der Straße problemlos bewirtschaftet werden.

Eine spezielle Besonderheit bei der Projektumsetzung war der Rohreinbau oberhalb der bestehenden Heilquelle „Augenbründl“ mit der Wallfahrtskapelle Maria Kaltenbrunn. Die Quelle war stark verunreinigt und ihr Wasser war als Trinkwasser ungeeignet. Im Rahmen des Leitungseinbaus wurde die Heilquelle vollständig saniert.

## 9 Stromversorgung für das Sägewerk

Das Sägewerk arbeitet in einem Drei-Schichtbetrieb und erlaubt deswegen nur sehr kleine Zeitfenster für den Bau der 1,7 km langen Stromleitung. Eingebaut wurden ein System von drei E-Kabeln und eine Leerverrohrung für Lichtwellenleiter. Die Herausforderung bestand darin, den Kabeleinbau im Werksgelände der Mayr-Melnhof-Säge unter Aufrechterhaltung der Produktion durchzuführen.

Mit der erzeugten Elektrizität wird das in Leoben ansässige Sägewerk, die Mayr-Melnhof Holz Holding AG, versorgt. Die gesamte Energieversorgung wurde durch die neue 30-kV-Leitung verbessert. Die Telekom nutzte den Rohrleitungsgraben, um Glasfaser- und Fernmeldekabel einzuziehen.

## 10 Ein Projekt mit zahlreichen Nutzen

Im Herbst 2014 fand die Kollaudierung (Endabnahme) statt. Mit dem Kraftwerk Gössbach 1 in Leoben ist ein Vorzeigeprojekt mit zahlreichen Vorteilen sowohl für den Betreiber als auch für die Bevölkerung entstanden. Baron Franz VI. Mayr-Melnhof-Saurau hat auf seinem Grund ein Wasserkraftwerk errichtet, mit dem er die eigene Holzproduktion umweltfreundlich mit erneuerbarer Energie versorgt. Rund um den Gössbach wurde die Infrastruktur verbessert, sodass der Bevölkerung mit einem wunderschönen Wanderweg auch ein neues Ausflugsziel zur Verfügung steht.

## Autoren

Rudolf Stelzl  
TIROLER ROHRE GmbH – TRM  
Innsbrucker Straße 51  
6060 Hall in Tirol/Österreich  
Telefon: +43 (0)664/8348083  
E-Mail: r.stelzl@aqua-austria.at

Mag. Roland Gruber  
Gruber-Seefried-zek Verlags OG  
Lindaustraße 10  
4820 Bad Ischl/Österreich  
Telefon: +43 (0)664/1150570  
E-Mail: rg@zekmagazin.at

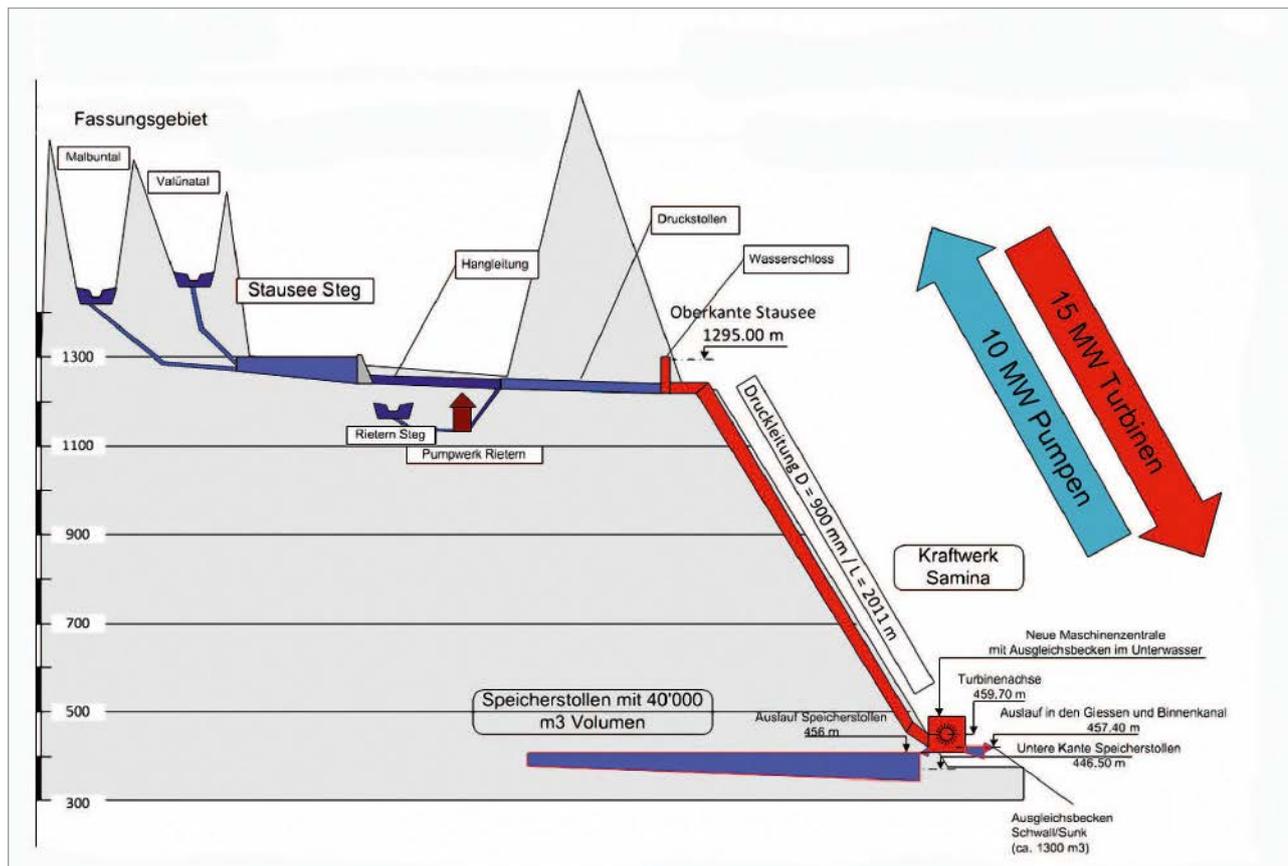
# Erweiterung des Pumpspeicherwerkes Samina in Liechtenstein

Von Steffen Ertelt

## 1 Einleitung

Das Kraftwerk Samina, das grösste Wasserkraftwerk Liechtensteins, wird saniert und zusätzlich um die Funktion der Pumpspeicherung erweitert. Begonnen hat das Projekt im Jahr 2004 mit einer routinemässigen Kontrolle der im Jahr 1948 erbauten Druckleitung, welche von der Apparatekammer in Masescha bis zur Zentrale in der Schwefelstrasse in Vaduz führt. Die bei dieser Untersuchung aufgedeckten

Mängel hätten einer sehr aufwendigen Sanierung bedurft, deren finanzieller und zeitlicher Aufwand in keinem Verhältnis zum Neubau der Druckleitung stand. In ersten, grundlegenden Studien haben die Liechtensteiner Kraftwerke (LKW) mehrere Varianten für die Erneuerung des Kraftwerksparks erarbeitet. Dabei gelangte der Auftraggeber zur Überzeugung, dass neben dem Neubau von Druckleitung und Kraftwerkszentrale einschliesslich der Erweiterung zu einem Pumpspeicherwerk ein wichtiger



**Bild 1:**  
Längenschema – Pumpspeicherwerk Samina in Vaduz

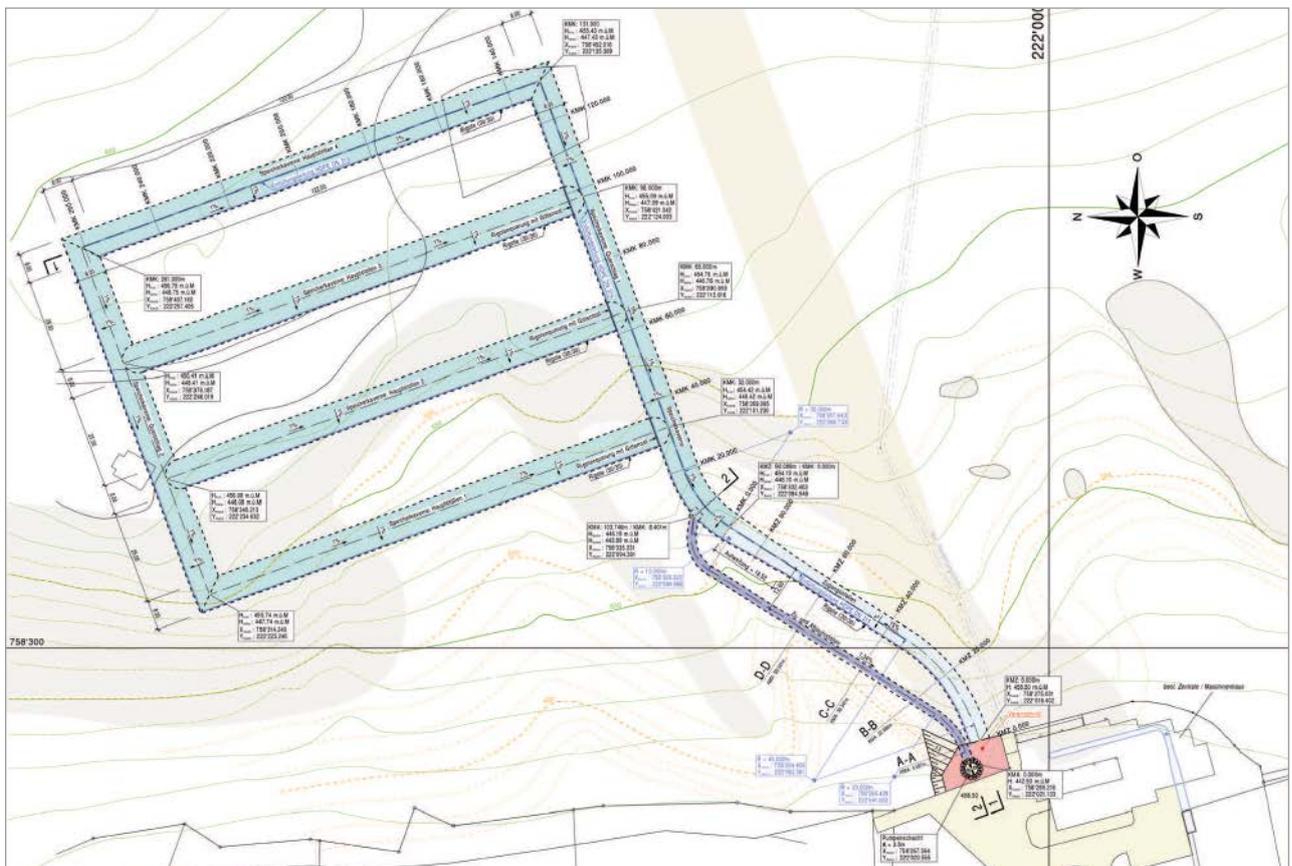
Baustein für die Zukunft der elektrischen Energieversorgung im Fürstentum Liechtenstein entsteht. Die Baukosten für das Gesamtprojekt belaufen sich auf 50 Mio. CHF. Die bestehende Druckleitung DN 750 wurde stillgelegt, demontiert und durch eine neue Rohrleitung ersetzt. Dies hatte den Vorteil, dass keine neuen Flächen/Gebiete beansprucht werden und keine größeren Schwierigkeiten bei den Erdarbeiten zu erwarten waren. Die neue Druckleitung mit einer Gesamtlänge von rund 2.100 m wurde in DN 900 ausgeführt. Die neue Maschinenzentrale im Schwefel Vaduz wird mit zwei Pelton-Turbinen mit einer Leistung von je 7,5 MW ausgestattet. Dazu kommen zwei Druckpumpen mit einer Leistung von je 5 MW, mit denen das Wasser zurück in den Stausee Steg gepumpt wird (**Bild 1**).

Das für das Pumpwerk benötigte Wasser wird nicht wie gewöhnlich in einem offenen Becken gespeichert. Glücklicherweise ist der Fels direkt hinter der Maschinenzentrale zum Bau eines unterirdischen Speicherstollens gut geeignet (**Bild 2**).

## 2 Einsatz duktiler Gussrohre für Kraftwerksleitungen

Eine Wasserkraftanlage braucht eine gewisse Höhendifferenz und eine ausreichende Wassermenge. Wegen dieser Höhendifferenz sind die Triebleitungen meist Hochdruckrohrleitungen. Zudem werden durch extreme Geländebedingungen, wie Steilhänge (**Bild 3**), schwere Zugänglichkeit usw., sehr hohe Anforderungen an das planende Ingenieurbüro, die ausführende Baufirma und vor allem auch an das einzusetzende Rohrmaterial gestellt. Vom Rohrmaterial wird erwartet, dass es die extremen Anforderungen an die Funktionalität und an den Einbau erfüllt sowie eine lange Nutzungsdauer hat.

Duktile Guss-Rohrsysteme nach EN 545 [1] sind für den Bau von Kraftwerksleitungen unter extremen Anforderungen hervorragend geeignet. Der Werkstoff duktiles Gusseisen besitzt hohe Sicherheitsreserven. Die längskraftschlüssigen BLS® - Steckmuffen-Verbindungen (**Bild 4**) sind schnell und unabhängig von der Witterung zu montieren.



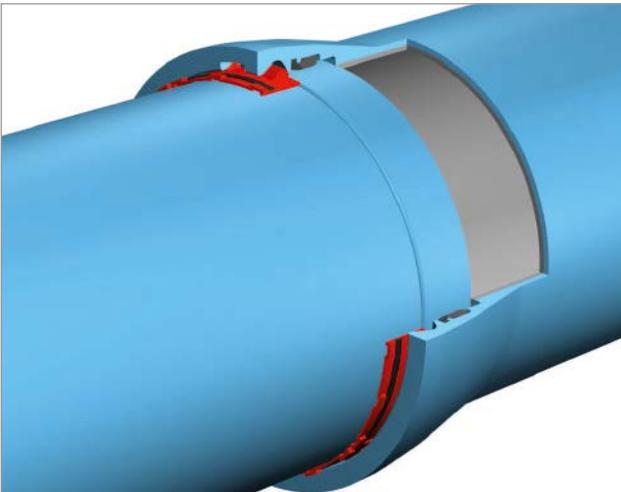
**Bild 2:**  
Speicherstollen mit 40.000 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen



**Bild 3:**  
Steilhang am Pumpspeicherwerk Samina



**Bild 5:**  
Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach EN 15542 [2]



**Bild 4:**  
BLS® - Steckmuffen-Verbindung DN 900



**Bild 6:**  
Werkseitig aufgebrachte Schweißbraupe

Schweißarbeiten und Schweißnahtprüfungen auf der Baustelle entfallen, was sich vor allem in schwer zugänglichen Steilhangbereichen mit extremer Hangneigung als Vorteil mit direkter Zeit- und somit Kostenersparnis herausstellt. Der Rohraußenschutz (**Bild 5**), ein Zinküberzug (aktiv wirkender Rohrschutz) mit Zementmörtel-Umhüllung nach EN 15542 [2], ermöglicht den Einbau der Rohre in Böden beliebiger Aggressivität. Bodenvoruntersuchungen können entfallen. Durch die Faserbewehrung und die PE-Netzbandage ist die Zementmörtel-Umhüllung extrem widerstandsfähig gegenüber mechanischer Beanspruchung. Dadurch können die Rohre mit diesem Rohraußenschutz in den anstehenden grobkörnigen Boden direkt eingebaut werden. Bei der BLS® - Steckmuffen-Verbindung handelt es sich um eine form- und längskraftschlüssige Muffen-Verbindung mit werkseitig aufgebrachter Schweißbraupe (**Bild 6**).

In eine an der Rohrmuffe angegossene Schub-sicherungskammer werden nach dem Einschub des Rohreinsteckendes über spezielle Fensteröffnungen in der Muffenstirn (**Bild 7**) die Verriegelungssegmente eingelegt und gesichert. Bei axialen Zugkräften in der Verbindung, sei es aus dem Innendruck oder aus der Verwendung der Rohre in einem grabenlosen Einziehverfahren, stützt sich die Schweißbraupe an diesen gesicherten Riegeln oder Verriegelungssegmenten und diese wiederum an der Schubsicherungsvorkammer ab. Die Verbindung ist nunmehr dauerhaft längskraftschlüssig gesichert.

Durch eine variable Bemessung der Wanddicke kann jedes Gussrohr und seine längskraftschlüssige BLS® - Steckmuffen-Verbindung individuell den Druckverhältnissen in der Triebwasserleitung angepasst werden.

### 3 Bauausführung eines Teilbereiches mit duktilen Gussrohren

Nach einigen Vorarbeiten wurde mit dem Einbau der Rohre im Bereich der Rohrstellen im Februar 2014 begonnen. Innerhalb der Rohrstellen Masescha (Länge: 160 m) und Wasserschloss (Länge: 80 m) wurden die duktilen Gussrohre alle 3 m auf Auflagerkonsolen montiert und zusätzlich mit Stahlschellen fixiert (**Bilder 8 und 9**).



**Bild 7:**  
Fensteröffnungen der BLS® - Steckmuffen-Verbindung DN 900

Innerhalb der Stollen wurden sie mittels einer speziellen Rollenunterkonstruktion verfahren (**Bilder 10 und 11**). Mit dieser ausgefeilten Transporttechnik und wegen der Unabhängigkeit von der Witterung konnte die Montage innerhalb der Rohrstellen bereits im Mai abgeschlossen werden.

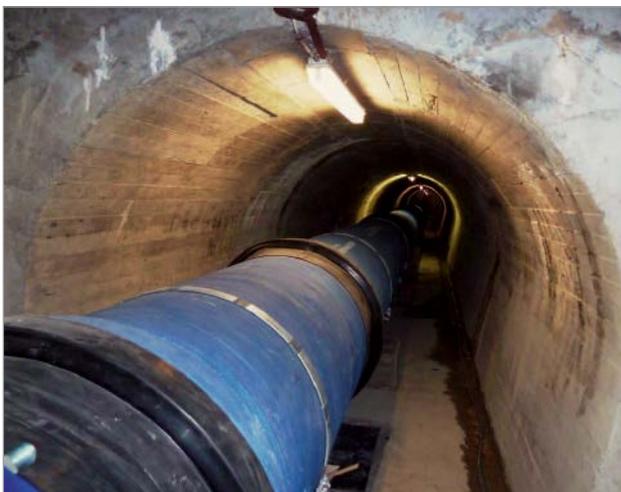
Mit dem Einbau der Rohre im erdüberdeckten Bereich wurde Mitte April 2014 begonnen. Dabei waren die Arbeiten an der neu zu bauenden Druckrohrleitung wegen der topografischen Randbedingungen teilweise sehr anspruchsvoll. So war im Steilhang an manchen Stellen eine Neigung von bis zu 80 % vorhanden. Dabei zeigte sich wieder einmal der besondere Einbauvorteil duktiler Gussrohre, weil ihre BLS® - Steckmuffen-Verbindung das Verbindungsschweißen und die Schweißnahtprüfung auf der Baustelle entfallen lässt (Zeit- und Kostenersparnis).



**Bild 8:**  
Rohrstollen Masescha



**Bild 10:**  
Rollenunterkonstruktion für den Transport der Rohre im Stollen



**Bild 9:**  
Rohrstollen Wasserschloss



**Bild 11:**  
Rohrtransport mittels Transportrollen im Stollen



**Bild 12:**  
Rohrtransport mit Transportseilbahn



**Bild 14:**  
Rohrmontage hangabwärts



**Bild 13:**  
Rohrtransport im Steilhang



**Bild 15:**  
Rohrmontage im Steilhang

Trotzdem war die Einbaumannschaft in diesem Teilstück auf das Höchste gefordert. Wetterumschläge und Schneeeinbrüche erhöhten das Gefahrenpotenzial und führten zwangsläufig zur kurzzeitigen Unterbrechung der Arbeiten.

Zum Transport der Rohre in den Steilhang wurde eigens eine Transportseilbahn errichtet (**Bild 12**). Damit konnten die Rohre bis zu ihren Einbaustellen im Hang transportiert und Rohr für Rohr montiert werden (**Bild 13**).

Im Graben (**Bilder 14 und 15**) wurden die Rohre von oben nach unten (hangabwärts) eingebaut. Diese Vorgehensweise bietet den Vorteil, dass die Schweißraupe und die Verriegelungssegmente der längskraftschlüssigen BLS® - Steckmuffen-Verbindung ständig auf Zug gehalten werden.



**Bild 16:**  
Reinigungs- und Kontrollzugang



**Bild 17:**  
Apparatekommer mit Rohrbruchsicherung

Zusätzlich verhindert dies, dass Gesteinsbrocken in die Rohrleitung fallen, was später zwangsläufig zu einem erhöhten und mühseligen Reinigungsaufwand führen würde.

Im Bereich des Steilhanges ist für Reinigungs- und Kontrollzwecke ein T-Stück DN 900 mit einem Abgang DN 600 angeordnet (**Bild 16**). Im Inneren ist der Abgang mit einem speziellen Leitblech versehen, welches im Rohrscheitel für eine durchgängige Rohrleitungsoberfläche sorgt und Turbulenzen an dieser Stelle verhindert. Im Bereich der Apparatekommer (**Bild 17**) sorgt eine Rohrbruchsicherung für zusätzlich Sicherheit.

## 4 Zusammenfassung

Duktile Gussrohre mit längskraftschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung und Zementmörtel-Umhüllung sind im Anwendungsbereich von Turbinenrohrleitungen wirtschaftlich einsetzbar. Wegen der einfachen und schnellen Montage der Steckmuffen-Verbindungen und der Möglichkeit den Rohrgraben mit dem anstehenden Bodenaushub wieder zu verfüllen (Rohre mit ZM-Umhüllung können in Einbettungsmaterialien mit einem Größtkorn von 100 mm eingebaut werden), ergeben sich erhebliche Einsparungspotentiale. Bei gleich bleibenden Materialeigenschaften beträgt die Nutzungsdauer von duktilen Gussrohren mit Zementmörtel-Umhüllung mehr als 100 Jahre. Der Werkstoff duktiler Gusseisen ist statisch hoch belastbar und besitzt hohe Sicherheitsreserven gegenüber unplanmäßigen Belastungen. Für unterschiedliche Einsatzbereiche können die Rohrwanddicken den Erfordernissen angepasst werden. So wurden für dieses Projekt mit der Nennweite DN 900 u. a. auch längskraftschlüssige duktile Gussrohre mit einer Druckbelastbarkeit bis 45 bar eingebaut.

## Literatur

- [1] EN 545  
Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods [Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren] 2010
- [2] EN 15542  
Ductile iron pipes, fittings and accessories – External cement mortar coating for pipes – Requirements and test methods [Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren] 2008

## Autor

Dipl.-Ing. Steffen Ertelt  
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH  
Sophienstraße 52-54  
35576 Wetzlar/Deutschland  
Telefon: +49 (0)6441/49-1267  
E-Mail: steffen.ertelt@duktus.com

## Duktile Guss-Rohrsysteme – Lebensdauer und Nachhaltigkeit in der Praxis

Von Jürgen Rammelsberg

### 1 Einleitung

Am 28. und 29. April 2014 waren FIHB (Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen e. V.) und EADIPS®/FGR® zu Gast bei der Abteilung MA 31, Wiener Wasser, des Wiener Magistrats. Zum wiederholten Male konnten 14 Hochschullehrer aus Deutschland, Österreich und der Schweiz aus erster Hand die Argumente kennenlernen, die einen großen Wasserversorger dazu bewegen, in seinem Netz die Idee nachhaltigen Wirtschaftens zu verwirklichen.

### 2 Vortragsveranstaltung in der alten Schieberkammer

Die „Alte Schieberkammer“ der Wiener Wasserwerke bot dabei den ideal geeigneten Rahmen für ein Seminar, dessen Vorträge sich dem Motto der Nachhaltigkeit unterordneten. Die Geschichte der Wiener Wasserwerke, dargestellt von **DI Franz Weyrer**, ist idealtypisch für ein Unternehmen, das die Trinkwasserversorgung von 1,8 Mio. Kunden primär als Aufgabe nachhaltiger Daseinsvorsorge ansieht. Die Wiener Wasserwerke sind weder ein privatisiertes Versorgungsunternehmen noch ein kommunaler Eigenbetrieb sondern eine Abteilung des Wiener Magistrats, also der städtischen Verwaltung. Trotzdem sind die Mitarbeiter erfüllt von der Idee langfristigen wirtschaftlichen Handelns.

Das Wasser wird in Karstwasser-Hochquellen in der Steiermark und in Niederösterreich gewonnen und fließt über 200 km lange Hochquellenleitungen (Baubeginn 1873) im freien Gefälle nach Wien. Ein drittes Wasserdargebot entstammt einem Uferfiltrat der Donau.

Das Versorgungsnetz ist in 40 Druckzonen unterteilt. Es besitzt eine Gesamtlänge von 3.000 km, der Gussrohranteil liegt bei 59 % = 1.800 km. Das Energiepotenzial der Hochquellen wird in Trinkwasserkraftwerken genutzt, die mehr Strom erzeugen als innerhalb der Wasserversorgung verbraucht wird. Pumpen sind nicht erforderlich, der Druck der Hochbehälter reicht aus. Das gesamte Leitungsnetz unterliegt dem Ziel höchster Nachhaltigkeit. An der Erarbeitung von Wissen über das Verhalten des Gesamtsystems sind Betreiber, Hersteller und Wissenschaft gemeinsam beteiligt. Ein Schwerpunkt ist dabei die Vorsorge dafür, dass sich Schäden künftig nicht kumulieren, weil dann die Reparaturen nicht mehr bezahlbar sein werden.

Eine beispielhafte Kooperation besteht aus den Partnern

- TIROLER ROHRE GmbH – TRM, Hall i. T. (Herstellung von Rohren und Formstücken, Weiterentwicklung des Korrosionsschutzes, Definition des künftigen Kundenbedarfs),
- TU Wien (Metallurgie, Beschichtungstechnik),
- TU Graz (Statistik, Datenerhebung),
- Magistratsabteilung MA 31 (Wiener Wasser).

Diese vier Partner haben es sich zur gemeinsamen Aufgabe gemacht, aus einer nichtschadenbasierten Zustandserfassung folgende Strategien abzuleiten:

1. Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategie des Versorgungsnetzes unter wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten,
2. Weiterentwicklung des technisch-wirtschaftlich optimalen Außenschutzes duktiler Guss-Rohrsysteme.

Hierzu werden bei jeder Aufgrabung aus unterschiedlichsten Gründen, z. B. bei Anlegen eines neuen Hausanschlusses, Umlegen von Leitungen wegen übergeordneter Tiefbauarbeiten etc., der Zustand der freigelegten Rohre anhand eines standardisierten Fragebogens einheitlich erfasst und bewertet.

Zurzeit sind etwa 1.000 Datensätze mit der Zustandserfassung der Außenoberfläche von aufgegrabenen GGG-Rohren verfügbar. **Frau Ass.-Prof. DI Dr.-techn. Daniela Fuchs-Hanusch**, TU Graz, obliegt nun die umfangreiche statistische Auswertung der im Projekt erhobenen Daten mit dem Ziel, Erkenntnisse und Handlungsanleitungen für die Rohrnetz-Praxis zu gewinnen. Lagen z. B. an einem bestimmten Leitungsabschnitt bereits vor Beginn der Zustandserhebung Vorschäden vor, dann waren auch bei den jüngeren Aufgrabungen vermehrt Korrosionserscheinungen zu beobachten. Das liegt wahrscheinlich daran, dass in derartigen Zonen die äußeren Randbedingungen (Bodenart) für einen bestimmten Beschichtungstyp der Anwendungsbereich überschritten waren. Dies gilt in erster Linie für die organischen Dünnbeschichtungen der ersten Generation („Teer“).

Deutlich wird die Überlegenheit der aktiven Beschichtungen (Zink plus Deckbeschichtung) gegenüber den reinen organischen bituminösen Dünnbeschichtungen („Teer“). Die direkten Folgerungen für die Erneuerungsstrategie des Netzbetriebs liegen auf der Hand: mit erster Priorität müssen die Leitungsabschnitte der Kategorie „Teer“ mit Vorschäden erneuert werden. Die Erhebungen werden fortgesetzt, bei den künftigen Kleingrabungen sollen weitere Parameter, z. B. Bodenkenngrößen aufgenommen werden. Details der Erhebungen sind in [1] veröffentlicht.

Ein weiterer Vortrag aus der MA 31 betraf ein praktisches Problem des Rohrnetzalltages. **Frau DI Anita Peintner MBA** berichtete über die Wartung und Reparatur von Großarmaturen im Bereich des Versorgungsnetzes. Häufig handelt es sich hierbei um äußerst wertvolle und extrem alte Armaturen aus dem 19. Jahrhundert, für die es schon lange keine Ersatzteile mehr gibt. Wichtige Unterlagen für derartige Arbeiten sind die Tabellen mit den neuen und alten Wiener Normalien und den Rohrnormalien von 1882.

Neuere Entwicklungen betreffen die Schieber, die generell bis zur Nennweite DN 600 eingesetzt werden. Erst ab DN 700 werden in Wien

Klappen eingesetzt. Sie sind mit einem Bypass (Umgehung) zum Druckausgleich während des Betätigens versehen, was die Öffnungsmomente verkleinert und damit den Verschleiß vermindert. Undichte Stopfbuchspackungen an alten Armaturen werden bei der Reparatur durch selbst entwickelte Bauteile aus PUR-Elastomeren ersetzt. Darüber hinaus versucht man ein Ersatzteillager zu bilden, indem brauchbare Ersatzteile nach der Demontage gerettet werden.

Die heute eingesetzten Absperrklappen sind doppelzentrisch und weichdichtend. Damit gestaltet sich ihre Wartung einfach, weil nur die Dichtung erneuert und das Getriebe nachgestellt werden muss. Regelbare Ringkolbenventile werden meist am Ausgang der Wasserbehälter eingebaut. Rahmenverträge für die Wartungsarbeiten werden an Fremdfirmen vergeben.

Zwei Beiträge von Referenten der EADIPS®/FGR®-Rohrhersteller rundeten das Vortragsprogramm ab. Zum einen stellte **Dipl.-Ing. Roger Saner**, von Roll hydro (suisse) ag, Oensingen, die PUR-Auskleidung und PUR-Umhüllung als Mittel zur Steigerung der Energieeffizienz von Gussrohrleitungen dar. Dabei zitierte er verschiedene Varianten der Kombination von PUR-Auskleidung nach EN 15655 und PUR-Umhüllung nach EN 15189 anhand dreier Projekte:

#### Projekt 1:

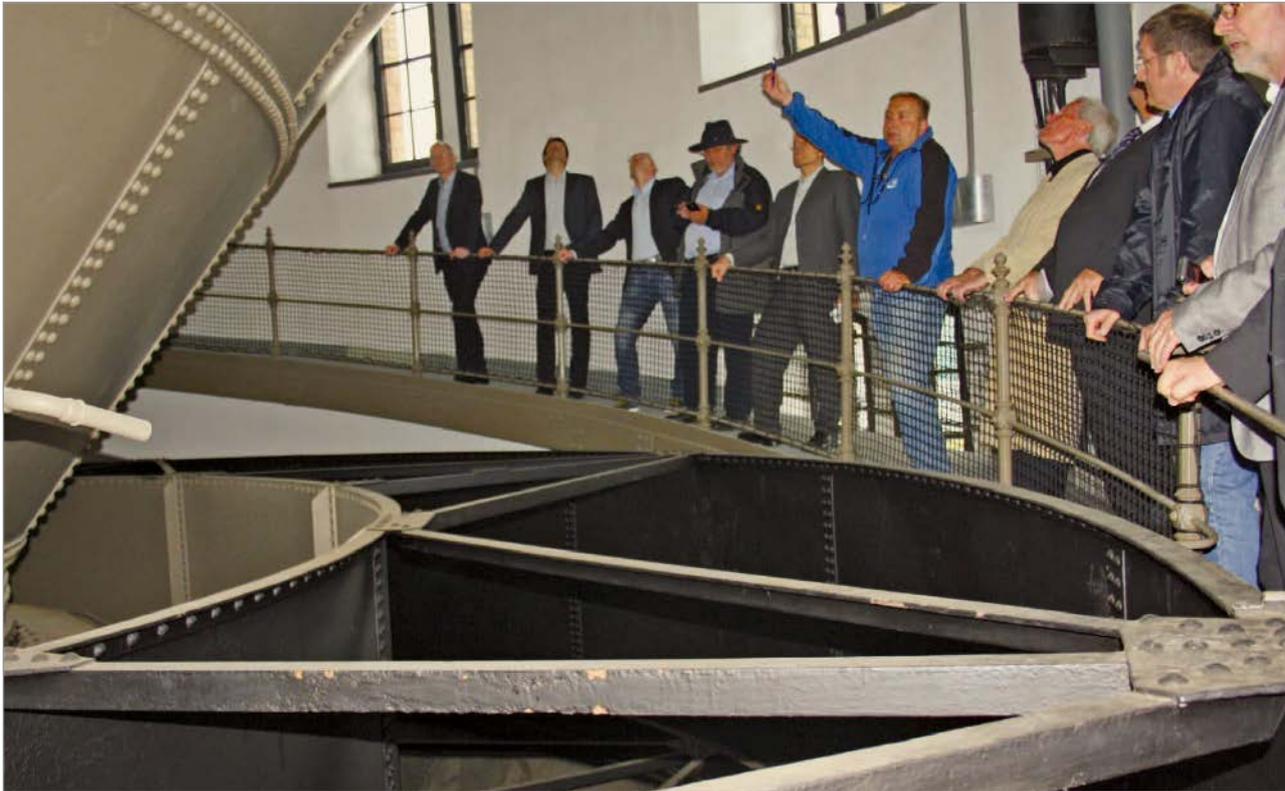
In einem schweizer Einfamilienhaus werden der Abluft und dem Abwasser mit Hilfe duktiler Gussrohre Wärme entzogen und zur Raumheizung und Warmwasserbereitung zurückgewonnen, wodurch das Haus energieautark wurde [2].

#### Projekt 2:

Die Zahl der Kleinwasserkraftwerke nimmt dank der Förderung der erneuerbaren Energien deutlich zu. Vielfältige technische, wirtschaftliche und ökologische Vorteile bezeugen die überlegene Nachhaltigkeit duktiler Gussrohre und Formstücke in dem sensiblen Ökosystem zwischen Wallis und Tessin [3].

#### Projekt 3:

Mit einer 12 km langen Gussrohrleitung wird dem Genfer See Seewasser entnommen. Dessen Wärmeinhalt wird zur weiteren Erwärmung von Wasser verwendet, welches in einem Primärkreislauf zirkuliert und zu den einzelnen Gebäuden geführt wird. Dezentrale Wärmepumpen in jeder Liegenschaft produzieren danach die benötigte Heizwärme [4].



**Bild 1:**  
Besichtigung des Wasserbehälters im Wasserturm am Wienerberg

**Dipl.-Ing. Steffen Ertelt** von der Firma Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH, Wetzlar, gab einen aktuellen Überblick über den Stand der Technik bei den grabenlosen Einbauverfahren duktiler Gussrohre. Wesentliche Merkmale von Rohren für diese Bauverfahren sind die Verbindungstechnik mit Schubsicherungen und der Außenschutz „Zementmörtel-Umhüllung nach EN 15542“ mit hoher mechanischer Belastbarkeit. Hervorzuheben sind

- HDD-Verfahren
  - mit Einzelrohrmontage und
  - Rohrstrang-Einzug,
- Berstlining  
nach DVGW-Merkblatt GW 323,
- Langrohr-Relining  
nach DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1,
- Einpflügen  
nach DVGW-Arbeitsblatt GW 324,
- Press-Zieh-Verfahren  
nach DVGW-Arbeitsblatt GW 322-1.

Für all diese Verfahren liegen mittlerweile umfangreiche Erfahrungen vor, die anhand von vielen Bildern aus der Baustellenpraxis vorgeführt werden konnten.

### 3 Exkursionen und Besichtigungsprogramm

Als Gastgeber der Hochschullehrertagung 2014 hatten die Wiener Wasserwerke MA 31 natürlich mehrere Glanzlichter parat, die sie den Gästen, die ja mehrheitlich die Wasserversorgung und den Wasserbau in Lehre und Forschung vertreten, mit Freude und Begeisterung vorstellten.

Da war zuerst die bereits erwähnte „Alte Schieberkammer“, ein monumentales Bauwerk aus den Jahren 1870 bis 1873. In ihr waren früher die Absperrarmaturen der ersten Hochquellleitung untergebracht. Heute ist sie mit einer Gesamtfläche von 280 m<sup>2</sup> ein gern genutzter Veranstaltungsraum.

Ein weiteres Glanzlicht ist der Wasserturm am Wienerberg, errichtet in den Jahren 1898 und 1899. Er diente bis zum Jahr 1910 vor dem Bau der zweiten Hochquellleitung der Versorgung der höhergelegenen Gebiete des 10. und 12. Bezirks. Das Fassungsvermögen seiner genieteteten Stahltanks betrug 1.000 m<sup>3</sup>. Seit 1956 stillgelegt und 1988 aufwändig restauriert, dient der Hochbehälter am Wienerberg als Raum für Ausstellungen zum Thema Wasser oder andere Veranstaltungen (**Bild 1**).



**Bild 2:**  
Besucherguppe vor dem Portal des Wasserbehälters am Rosenhügel

Der unterirdische Wasserbehälter am Rosenhügel wurde 1873 für die erste Hochquellleitung in Gegenwart des Kaisers Franz Joseph in Betrieb genommen; er dient auch heute noch der Versorgung der tiefer gelegenen Bezirke Wiens (**Bild 2**).

Am Abend bot ein gemeinsames Abendessen in den Wiener „SteirerStuben“ einen idealen Rahmen zur Begegnung und zum Erfahrungsaustausch zwischen den Hochschullehrern und den Fachleuten der EADIPS®/FGR®.

#### **Autor**

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)6155/605-225  
E-Mail: rammelsberg@arcor.de

#### **Literatur**

- [1] Fuchs-Hanusch, D., Weyrer, F. u. Auer, C.: Zustandserhebung für das Rohrleitungsnetz der Stadt Wien mit nichtschadensbasierten Daten duktiler Gussrohre GUSS-ROHRSYSTEME 48 (2014), S. 45
- [2] Saner, R.: Wärmerückgewinnung mit duktilen Gussrohren in einem Wohnhaus GUSS-ROHRSYSTEME 45 (2011), S. 12
- [3] Saner, R.: Kleinwasserkraftwerk Ossasco – Valle Bedretto GUSS-ROHRSYSTEME 48 (2014), S. 59
- [4] Transportleitung für Wärme aus Seewasser in La Tour-de-Peilz am Genfer See NEWS GUSS-ROHRSYSTEME 05.2014

## Aktualisiertes E-Book der EADIPS®/FGR®

Das E-Book der EADIPS®/FGR® soll einen Überblick über duktile Guss-Rohrsysteme geben – Rohre, Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen. Die aktuelle Ausgabe ist das E-Book 08.2014, das in deutscher und englischer Sprache in die Webseite [www.eadips.org](http://www.eadips.org) der EADIPS®/FGR® gestellt ist.



### Änderungen in der deutschsprachigen Ausgabe des E-Books 08.2014

#### Aktualisiert wurden folgende Kapitel:

- 1 – Einführung
- 2 – Der Werkstoff duktiler Gusseisen
- 3 – Herstellung der Rohre, Formstücke und Armaturen

#### Neu eingestellt wurden die Kapitel:

- 7.3 – Absperrarmaturen
- 7.4 – Anbohrarmaturen
- 7.7 – Hydranten

### Änderungen in der englischsprachigen Ausgabe des E-Books 08.2014

#### Neu eingestellt wurden folgende Kapitel:

- 1 – Einführung
- 2 – Der Werkstoff duktiler Gusseisen
- 3 – Herstellung der Rohre, Formstücke und Armaturen
- 7.3 – Absperrarmaturen
- 7.4 – Anbohrarmaturen
- 7.7 – Hydranten

Die EADIPS®/FGR® wird 2015 weitere Kapitel aktualisieren bzw. neu hinzufügen.

Das jeweils aktuelle E-Book kann unter <Publikationen\E-Book> in einem Downloadbereich als PDF heruntergeladen werden. Mit dem kostenlosen Adobe Reader können Sie das Dokument öffnen und für Ihre Recherche die umfangreichen Suchfunktionen der Applikation nutzen. Selbstverständlich können Sie das Dokument auch ausdrucken bzw. Inhalte wie Grafiken, Bilder oder Texte weiterverarbeiten.

Zu **Haftungsausschluss** und **Vervielfältigung** beachten Sie bitte die Hinweise auf Seite 82.

### 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

20. Januar 2015

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt.  
Belegexemplar erbeten.

[www.eadips.org](http://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

