

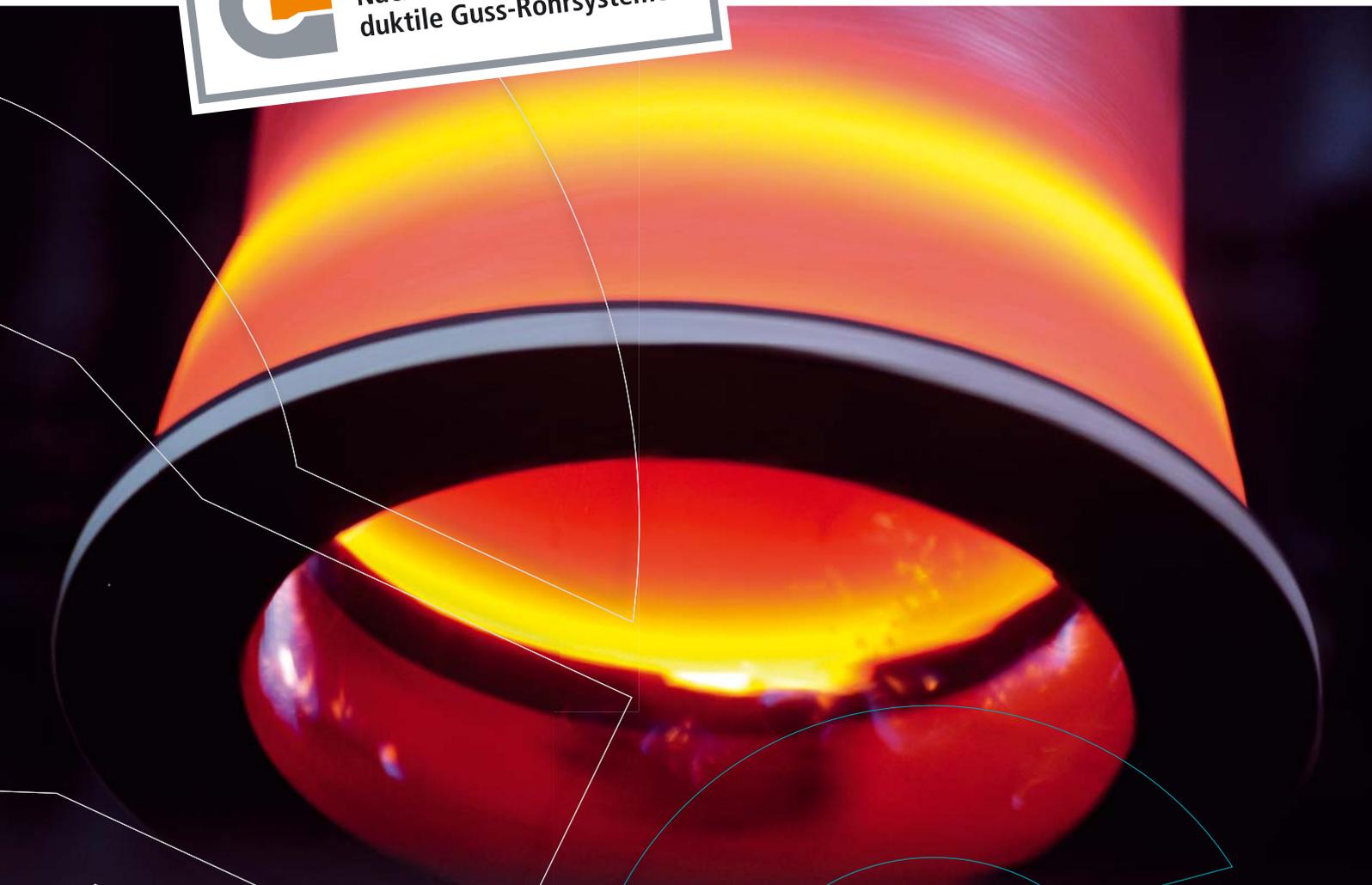
GUSS-ROHRSYSTEME

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

47



Nachhaltig überlegen –
duktiler Guss-Rohrsysteme



- 4 **Brief des Herausgebers/ Letter from the editor**
- 5 **Schnellübersicht/Abstracts**
- 10 **Nachhaltigkeitskriterien duktiler Guss-Rohrsysteme**
Nachhaltig überlegen – duktile Guss-Rohrsysteme
- 12 **Neubau von Wasserleitungen DN 80 bis DN 200**
Albanien braucht Trinkwasserleitungen –
das erste Soft Loan-Projekt in Albanien
Von Andreas Weiler und Claudia Mair
- 15 **Austausch von Armaturen und Formstücken**
Sanierung von Rohrstrecken des Aggerverbands
mit Austausch von Armaturen und Formstücken
Von Dieter Wonka, Klaus Eisenhuth und Martin Herker
- 18 **Löschwasserleitung DN 200**
Durchmesserlinie Zürich – ein Megaprojekt im XL-Format
Von Steffen Ertelt
- 22 **Transportwasserleitungen DN 300 und DN 500**
Transportwasserleitungen in den Luzerner
Autobahntunneln Sonnenberg und Reussport
Von Roger Saner
- 30 **Überflurhydranten DN 80**
Überflurhydranten für das Löschwassersystem
des Jagdbergtunnels
Von Petra Klingebiel
- 32 **Kraftwerksleitung DN 400, PFA 40**
Erneuerung der Druckleitung zum Kraftwerk Giessbach
am Brienersee
Von Wolfgang Rink
- 36 **Triebwasserleitungen DN 500 und DN 600**
Triebwasserleitungen für Kleinwasserkraftwerke
im alpinen Raum
Von Andreas Moser
- 41 **Kraftwerksleitungen DN 500 und DN 600**
Strom aus Wasserkraft
Kraftwerksleitungen aus duktilem Gusseisen –
wichtige Komponenten für die Erzeugung
erneuerbarer Energie
Von Wolfgang Rink

- 46 **Horizontales Spülbohrverfahren DN 300**
Einbau einer Trinkwasserleitung DN 300 mit dem
HDD-Verfahren – Verabschiedung einer
flussüberquerenden Leitungsbrücke in den Ruhestand
Von Marc Winheim
- 50 **Horizontales Spülbohrverfahren DN 500**
Spülbohren mit duktilen Gussrohren –
Verfahrensbeschreibung, Vorteile, Einsatzgrenzen, Beispiele
Von Stephan Hobohm
- 60 **Langrohr-Relining DN 400**
Grabenlose Sanierung mittels Langrohr-Relining
Erneuerung der Hauptwasserleitung HW 1.1 DN 700
zwischen Hattersheim und Frankfurt Sindlingen
Von Alexander Scholz
- 65 **Berstlining DN 400**
Berstlining-Rekord in Österreich
Trinkwasserleitung aus duktilen Gussrohren DN 400
in Linz grabenlos eingezogen
Von Stefan Koncilia
- 69 **Wärmekompensierende Gussrohre**
Vielseitige Praxisanwendungen für
wärmekompensierende Gussrohre
Von Lutz Rau
- 77 **EADIPS®/FGR® - Hochschullehrertagung 2012 in Zürich**
Anwendungen duktiler Guss-Rohrsysteme
in der Energie- und Wasserwirtschaft
Von Jürgen Rammelsberg
- 81 **Impressum**
- 82 **Logos der EADIPS®/FGR® – Mitglieder**
- 83 **In eigener Sache**



Liebe Leserinnen und Leser,

die Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e.V. ist ein Interessensverband der europäischen Hersteller von Rohren, Formstücken und Armaturen aus duktilem Gusseisen. Der Verband wird auch unter dem englischen Namen European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS® geführt. Um den europäischen Gedanken des Verbandes zu stärken, hat er sich eine neue Logo-Typo-Marke mit Unternehmensschriftzug zugelegt. Seit dem 1. Oktober 2012 erscheinen Publikationen, Schulungsunterlagen und Werbeträger mit der neuen Logo-Typo-Marke mit Unternehmensschriftzug.



Mit dem Heft 47 möchten wir Ihnen erneut ausgeführte Rohrleitungsprojekte vorstellen, bei denen duktile Gussrohre, Formstücke und Armaturen eingesetzt wurden. Zu nennen sind Neubauten von Trinkwasser- und Löschwasserleitungen. Auch die Rehabilitierung mit Austausch von Formstücken und Armaturen wird in einem Beitrag vorgestellt. In weiteren Themenschwerpunkten setzen wir uns mit dem Bau von Kraftwerksleitungen, geschlossenen Bauverfahren und dem Einsatz wärmekompensierender Gussrohre auseinander. Ein Bericht über unsere Hochschullehrertagung 2012 in Zürich schließt die Beiträge des Heftes 47 ab. Alle Artikel lassen sich vom Motto der **Nachhaltigkeit** leiten. Ihre Einzelaspekte sind stichpunktartig im Beitrag „Nachhaltig überlegen – duktile Guss-Rohrsysteme“ zusammengefasst.

Viel Freude beim Lesen im neuen Heft 47 **GUSS-ROHRSYSTEME** wünscht Ihnen Ihr

Raimund Moisa



Dear readers,

The European Association for Ductile Iron Pipe Systems (EADIPS®) is an association devoted to promoting the interests of European manufacturers of ductile iron pipes, fittings and valves. The Association also operates under the German name Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e. V. To strengthen the Association's Europe-oriented thinking, it has been given a new logo in the corporate typeface. Publications, training documents and advertising and publicity material have been carrying the new logo in the corporate typeface since 1 October 2012. (logo see left column)

In this 47th issue of the Association's Journal, we would once again like to present to you some of the completed pipeline projects on which ductile iron pipes, fittings and valves have been used. These include new pipelines which have been laid for drinking water and fire-extinguishing water. Another article describes the rehabilitation with replacement of fittings and valves. Some of the other main topics dealt with in our articles are the laying of pipelines for power stations, trenchless installation techniques and the use of pre-insulated ductile iron pipes. The articles in issue 47 conclude with a report on our 2012 Conference for College and University Teachers in Zurich. The theme which emerges from all the articles is **sustainability**. The ways in which they each relate to this subject are brought together as key points in the article entitled "Sustainably superior – ductile iron pipe systems".

I hope you will find plenty to enjoy in the new 47th issue of **DUCTILE IRON PIPE SYSTEMS**.

Yours sincerely,
Raimund Moisa

Albanien braucht Trinkwasserleitungen – das erste Soft Loan-Projekt in Albanien

Andreas Weiler und Claudia Mair 12

Neue Finanzierungslösungen für regionale Infrastrukturprojekte in Entwicklungsländern öffnen den Weg zu nachhaltiger sozialer und wirtschaftlicher Entwicklung in Albanien. Mittels zinsgünstiger staatlicher Darlehen wird so die Grundlage für die Entwicklung ehemals sozialistischer Länder auf europäisches Niveau geschaffen. Am Beispiel einer albanischen Kleinstadt mit einer maroden Wasserversorgung wird aufgezeigt, wie das Österreichische Finanzministerium durch zinsgünstige Darlehen (Soft Loans) zur regionalen Entwicklung beiträgt. Dabei liegt auf der Hand, dass zu einer nachhaltigen Wasserversorgung selbstverständlich duktile Guss-Rohrsysteme gehören.

Sanierung von Rohrstrecken des Aggerverbands mit Austausch von Armaturen und Formstücken

Dieter Wonka, Klaus Eisenhuth und Martin Herker 15

Formstücke aus duktilem Gusseisen, oft fristen sie neben den Rohren ein Schattendasein. Hier spielen sie bei der Erneuerung und Restrukturierung von Armaturen- und Verteilerschächten eine Hauptrolle. Die Flexibilität des Lieferanten wurde z. T. mit Sonderanfertigungen nach Aufmaß im Schacht auf die Probe gestellt. Dabei galten höchste Qualitätsmaßstäbe hinsichtlich der Beschichtung mit Epoxidharzpulver.

Durchmesserlinie Zürich – ein Megaprojekt im XL-Format

Steffen Ertelt 18

Duktile Gussrohre für Feuerlöschleitungen – das ist ein seit Jahrzehnten bewährtes Einsatzgebiet in Industrieanlagen, Straßen- und Bahntunneln. Die Schweizer Bundesbahn, ein auf extreme Sicherheit bedachtes Unternehmen baut im neuen Bahnhofstunnel Zürich Brand- schutzanlagen nach neuesten Vorschriften höchster Sicherheitsstufe – natürlich mit duktilen Gussrohren!

Albania needs pipelines for drinking water – The first soft loan project in Albania

Andreas Weiler and Claudia Mair 12

New solutions to the problem of financing regional infrastructure projects in developing countries are opening the way to sustainable social and economic development in Albania. This is an illustration of how low-interest government loans are laying the foundations for former socialist countries to develop to the general European level. The example of a small Albanian town with a decrepit water supply system is taken to show how the Austrian Ministry of Finance is contributing to regional development by making available the low-interest loans known as soft loans. And if there is a sustainable water supply system, it goes without saying that ductile iron pipe systems are part of it.

Pipe runs rehabilitated for the Aggerverband supply utility by replacing valves and fittings

Dieter Wonka, Klaus Eisenhuth and Martin Herker 15

Ductile iron fittings are things that often lead a rather shadowy existence compared with pipes. Here however is a case where they had a leading role to play in the replacement and restructuring of valve-equipped manholes and manifold chambers. There were times when the supplier's flexibility was put to the test when tailor-made specials were needed in a manhole. The quality standards which the coating of powdered epoxy resin had to meet were very demanding.

Zürich's Durchmesserlinie cross-city rail link – an XL size mega project

Steffen Ertelt 18

Ductile iron pipes for fire-extinguishing water pipelines – a field of application in industrial plants and road and railway tunnels where these pipes have been a success for decades. A primary concern of Swiss Federal Railways is extreme safety, so the company is following the latest specifications and is installing very safe fire protection systems in Zurich's new station tunnel, using of course ductile iron pipes!

Transportwasserleitungen in den Luzerner Autobahntunneln Sonnenberg und Reussport

Roger Saner 22

40 Jahre alte Autobahntunnel der europäischen Nord-Süd-Magistrale in Luzern müssen dem gestiegenen Verkehrsaufkommen und den strengeren Sicherheitsanforderungen angepasst und saniert werden. Die damals in der Fahrbahn untergebrachten Versorgungsleitungen werden jetzt in eigene, neu gebohrte Werkleitungsstollen eingebaut – ein unter den herrschenden geologischen Randbedingungen extrem kompliziertes Unterfangen. Mit duktilen Guss-Rohrsystemen lassen sich derartige Probleme elegant und nachhaltig lösen.

Überflurhydranten für das Löschwassersystem des Jagdbergtunnels

Petra Klingebiel 30

Brandschutzsysteme in Verkehrstunneln sind ohne duktile Guss-Rohrsysteme kaum noch denkbar. Zu den Leitungen aus Rohren, Formstücken und Armaturen werden in den Löschwasser-Entnahmestellen Hydranten benötigt, die im Falle des Jagdbergtunnels an der BAB 4 bei Jena als selbstentleerende Überflurhydranten ausgeführt sind.

Erneuerung der Druckleitung zum Kraftwerk Giessbach am Brienzersee

Wolfgang Rink 32

Eine bestehende Triebwasserleitung musste schnellstens ausgewechselt werden, weil ein Brand im Umspannhaus die gesamte Planung einschließlich der vorgesehenen Leistungssteigerung durcheinander brachte und der Stromproduktionsausfall dennoch minimiert werden sollte. Es war also höchste Flexibilität gefragt, von den Planern, den Rohrleitungsbauern und den Rohrherstellern, eine Herausforderung, die sich mit duktilen Guss-Rohrsystemen hervorragend bewältigen lässt. Die technischen Schwierigkeiten beim Bau der Triebwasserleitung waren enorm. Im Fels verankerte Stahlkonsolen dienen als Fixpunkte für den oberirdisch liegenden, wärmeisolierten Teil der Leitung. Auch der erdüberdeckte Leitungsteil ist mit Fixpunkten im Steilhang gesichert.

Water mains in Lucerne's "Sonnenberg" and "Reussport" autobahn tunnels

Roger Saner 22

40-year-old autobahn tunnels on the European main North-South traffic route in Lucerne are having to be renovated to bring them into line with the greater volume of traffic and with more stringent safety requirements. Back then they were laid in the carriageways but now they are being installed in dedicated, newly bored, services tunnels – a very complicated undertaking given the existing geological constraints. Ductile iron pipe systems are an elegant and sustainable solution to problems of this kind.

Pillar hydrants for the fire-fighting system in the Jagdberg tunnel

Petra Klingebiel 30

It is almost inconceivable nowadays for fire protection systems in road tunnels not to use ductile iron pipe systems. The pipelines consist of pipes, fittings and valves and at the take-off points for the fire-fighting water they need hydrants. In the case of the Jagdberg tunnel on Federal Autobahn 4 near Jena in Thuringia in Germany, these hydrants take the form of self-draining pillar hydrants.

Replacement of the pressure pipeline to Giessbach power station on Lake Brienz

Wolfgang Rink 32

An existing penstock pipeline needed to be replaced in double-quick time because a fire in the transformer building had upset all the planning, including the intended increase in output, but it nevertheless had to be ensured that the breakdown in electricity generation was only minimal. What was therefore needed was the utmost flexibility from the planners, the pipeline installer and the pipe manufacturer, a challenge that could be met supremely well with ductile iron pipe systems. The technical problems in laying the penstock pipeline were enormous, but steel brackets anchored in the rock acted as fixed points for the thermally insulated above ground part of the pipeline. Fixed points were also used to secure the buried part of the pipeline on a steep slope.

Triebwasserleitungen für Kleinwasserkraftwerke im alpinen Raum

Andreas Moser 36

Wieder einmal zeigt uns der alpine Raum seine bevorzugte Stellung, wenn es darum geht, in Kleinwasserkraftwerken Elektrizität für die regionalen Siedlungen zu erzeugen. Wenn auch der Bau der erforderlichen Triebwasserleitungen in felsigem Gelände anspruchsvoller technischer Lösungen bedarf – mit Rohrsystemen aus duktilem Gusseisen lassen sich buchstäblich alle Probleme lösen. Das Besondere dabei ist, dass nicht nur die Erzeugung erneuerbarer Energie eine Aufgabe zur Steigerung der Nachhaltigkeit auf dem Energiesektor bedeutet, sondern dass auch die Rohrsysteme aus duktilem Gusseisen wegen ihrer Langlebigkeit, Sicherheit und günstigen Energiebilanz ihren Beitrag zu nachhaltigem Wirtschaften leisten.

Kraftwerksleitungen aus duktilem Gusseisen – wichtige Komponenten für die Erzeugung erneuerbarer Energie

Wolfgang Rink 41

Vier Triebwasserleitungen in vier verschiedenen Schweizer Kleinkraftwerksprojekten: Das Gemeinsame und im wahrsten Sinne des Wortes Verbindende sind Druckrohre aus duktilem Gusseisen DN 500 und DN 600, Wanddickenklassen K 9 bis K 14, längskraftschlüssige Verbindung Typ BLS®, Außenschutz ZM-U. Transport und Handling im unwegsamen Gelände mit Helikopter, Rohrbettung im felsigen Aushub oder Montage an der steilen Felswand, das sind die Herausforderungen an die Männer der Bauausführung. Hier spürt man die nachhaltige Überlegenheit duktiler Guss-Rohrsysteme!

Einbau einer Trinkwasserleitung DN 300 mit dem HDD-Verfahren – Verabschiedung einer flussüberquerenden Leitungsbrücke in den Ruhestand

Marc Winheim 46

Eine baufällige, für Fußgänger längst gesperrte Fußgängerbrücke über die Marne trug seit Jahrzehnten eine Trinkwasserleitung DN 300 GG, deren Sicherheit inzwischen selbst fraglich geworden war. Da an eine neue Fußgängerbrücke nicht zu denken war, wurde die neue Trinkwasserleitung im HDD-Verfahren mit duktilen Gussrohren DN 300 unter der Marne eingebaut. Dadurch wurden gleich zwei Fliegen mit

Penstock pipelines for small hydroelectric power stations in the Alpine region

Andreas Moser 36

Here once again is evidence of the preferred approach that is adopted in the Alpine region when it is a question of generating electricity in small hydroelectric power stations for the communities in the region. When sophisticated technical solutions are needed for installing the penstock pipelines required in the rocky terrain, ductile iron pipe systems will solve absolutely all the problems. There are two special features in this case. Firstly, the generation of renewable energy is something that has to be done to increase sustainability in the energy field and secondly ductile iron pipe systems, because of their durability, safety and good energy balance, do their bit to allow resources to be managed sustainably.

Ductile iron pipelines for power stations – important components for generating renewable energy

Wolfgang Rink 41

Four penstock pipelines in four different Swiss projects for small hydroelectric power stations: what they have in common and what, in the truest sense of the word, connects them are DN 500 and DN 600 ductile iron pressure pipes of wall thickness classes K 9 to K 14 with BLS® type restrained joints and cement mortar external coating. Transport and handling by helicopter in inaccessible terrain, bedding of the pipes in rocky excavated material and laying in a steep rock wall were the challenges the men of the installing company had to contend with. It gave ductile iron pipe systems a chance to show their sustainable superiority!

Installation of a DN 300 drinking water pipeline by the HDD technique – compulsory retirement for a pipeline bridge crossing a river

Marc Winheim 46

A dilapidated footbridge over the river Marne had been closed to pedestrians but for some decades it had carried a DN 300 cast iron drinking water pipeline, whose safety had now itself become questionable. There was no question of a new footbridge being built so a new drinking water pipeline of DN 300 ductile iron pipes was installed under the Marne by the HDD technique. This killed two birds with one stone:

einer Klappe geschlagen: Das Einbauverfahren ist extrem wirtschaftlich und der Vorteil der gleichmäßig niedrigen Temperatur einer erdüberdeckten Leitung stellte sich automatisch ein.

**Spülbohren mit duktilen Gussrohren –
Verfahrensbeschreibung, Vorteile, Einsatzgrenzen,
Beispiele**

Stephan Hobohm 50

Anhand einiger Beispiele aus der Praxis, aber auch anhand der Weiterentwicklung des Technischen Regelwerks wird der neueste Stand des HDD-Verfahrens mit duktilen Gussrohren beschrieben. Innerhalb von 20 Jahren wurden die Grenzen des Verfahrens von vorsichtigen 60 m DN 150 auf rekordverdächtige 500 m DN 900 hinausgeschoben. Bei der Einzelrohrmontage können duktile Gussrohre dank ihrer schnellen und sicheren Fügetechnik mit formschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen ihre Vorzüge voll ausspielen – kein Wunder, dass das HDD-Verfahren mit duktilen Gussrohren immer beliebter wird.

**Erneuerung der Hauptwasserleitung HW 1.1 DN 700
zwischen Hattersheim und Frankfurt Sindlingen**

Alexander Scholz 60

Vor 100 Jahren in Großstädten gebaute Trinkwasser-Transportleitungen mit zunehmender Schadenshäufigkeit können zum Albtraum der Verantwortlichen in den Versorgungsunternehmen werden. In Frankfurt am Main hat man rechtzeitig Erfahrungen mit der grabenlosen Erneuerung gesammelt, wobei der gesunkene Wasserbedarf meist in geringeren Leitungsquerschnitten resultiert. Damit wird das Langrohr-Relining in den alten Hauptwasserleitungen mit extrem geringem Tiefbauaufwand zur bevorzugten Erneuerungstechnik. Die positiven Erfahrungen mit den robusten und nachhaltigen Guss-Rohrsystemen sprechen sich herum: In vielen anderen Städten arbeitet man ähnlich, weil sich die technische Überlegenheit des Verfahrens wirtschaftlich auszahlt.

**Trinkwasserleitung aus duktilen Gussrohren DN 400
in Linz grabenlos eingezogen**

Stefan Koncilia 65

Die Entwicklung der grabenlosen Einbau- und Erneuerungsverfahren kann man gut an den purzelnden Rekorden ablesen: Mit einem neuen österreichischen Rekord wird in Linz' bester Geschäftsstraße eine alte Graugussleitung DN 400

the installation technique was very economical and the advantage of the consistently low temperature of a buried pipeline was automatically obtained.

**Horizontal directional drilling
with ductile iron pipes – process description,
advantages, fields of application, examples**

Stephan Hobohm 50

The current status of the HDD technique when ductile iron pipes are used is described by reference to some practical examples and to the ongoing development of the technical rules. Over a period of 20 years, the limits of the technique have been advanced from a cautious 60 m of DN 150 to 500 m of DN 900, which is thought to be a record. When assembled one by one, ductile iron pipes are able to show all their advantages thanks to the fast and safe way in which they can be connected by positive locking push-in joints – so it's no wonder that the HDD technique with ductile iron pipes is becoming more and more of a favourite.

**Replacement of the HW 1.1 DN 700 water main
between Hattersheim and the Sindlingen district
of Frankfurt**

Alexander Scholz 60

Water mains which were installed in towns and cities 100 years ago are showing increasingly frequent damage and are becoming a nightmare for the people responsible in water supply companies. In Frankfurt am Main they have quickly gained experience of trenchless replacement, one result they have seen of the drop in demand for water being smaller cross-sections for pipelines. This has turned pipe relining in the old mains into the preferred technique for replacement given the very low cost and complication of the underground work. Word has spread of the good experience they have had with the rugged and sustainable ductile iron systems: a similar procedure is being adopted in many other towns and cities because of the superiority of the technique and how it pays off in economic terms.

**A DN 400 drinking water pipeline of ductile iron pipes
pulled in trenchlessly in Linz**

Stefan Koncilia 65

It's easy to see how trenchless installation and replacement techniques are developing from the records that have been tumbling: an old DN 400 pipeline of grey cast iron has been replaced with ductile iron pipes of the same

durch duktile Gussrohre gleichen Durchmessers im Berstlining-Verfahren erneuert. Die Alternative im offenen Graben hätte eine wochenlange Beeinträchtigung der Geschäfte sowie die temporäre Stilllegung der Straßenbahnlinie bedeutet.

Vielseitige Praxisanwendungen für wärmekompensierende Gussrohre

Lutz Rau 69

Seit Jahrzehnten werden duktile Gussrohre mit einer Wärmedämmung für frostgefährdete Wasserleitungen eingesetzt. Der vorliegende Beitrag fasst in einer umfangreichen Sammlung die unterschiedlichsten Anwendungsbeispiele zusammen und erläutert die planerischen Grundlagen für den Bau von Wasserleitungen in Straßentunneln, an Brücken und Schleusen, also immer dort, wo die Temperaturkonstanz erdüberdeckter Leitungen fehlt.

Anwendungen duktiler Guss-Rohrsysteme in der Energie- und Wasserwirtschaft

Jürgen Rammelsberg 77

Im April 2012 beherbergte die EADIPS®/FGR® in Zürich die in der FIHB organisierten Hochschullehrer des Wasserfachs, der Versorgungstechnik und des Bauwesens, um ihnen das Neueste aus den Bereichen Anwendung, Bauverfahren und Werkstoffeigenschaften bei den duktilen Guss-Rohrsystemen nahe zu bringen. Zürich steht für die internationale Ausrichtung der EADIPS®/FGR®, ist doch das Schweizer Mitglied vonRoll hydro (suisse) ag in der Nähe beheimatet. Vorträge und Führung fanden unter der Obhut der Wasserversorgung Zürich statt.

diameter by the burst lining technique on Linz's premier shopping street. This is a new record for this technique in Austria. The alternative open trench technique would have meant some weeks of disturbance for businesses and shoppers and a temporary suspension of services on the tram line.

A wide range of practical applications for pre-insulated ductile iron pipes

Lutz Rau 69

For decades now ductile iron pipes with thermal insulation have been used for water pipelines at risk of freezing. This article is a wide-ranging collection of examples of highly diverse applications and explains the fundamentals of planning for the installation of water pipelines in road tunnels and on bridges and at locks, i.e. anywhere where the constant temperatures typical of buried pipelines are not present.

Applications of ductile iron pipe systems in the energy and water industries

Jürgen Rammelsberg 77

In April 2012, EADIPS®/FGR® was host in Zurich for an event for college and university teachers organised in the FIHB specialising in the water industry, supply technology and installation. This event allowed them to learn about the latest applications, installation techniques and material properties of ductile iron pipe systems. Zurich was an illustration of the international nature of the EADIPS®/FGR®, its Swiss member vonRoll hydro (suisse) ag also has its headquarters nearby. Papers were given and the event was managed under the aegis of Wasserversorgung Zürich.

Nachhaltig überlegen – duktile Guss-Rohrsysteme

Die EADIPS®/FGR® und ihre Mitgliedsunternehmen haben 2012 eine Kampagne zur Nachhaltigkeitsbeurteilung von duktilen Guss-Rohrsystemen – Rohre, Formstücke und Armaturen – unter dem Motto



umgesetzt. Die in der Fachöffentlichkeit (Messen, Ausstellungen, Kongresse, Jahrestagungen, Schulungen, Vorlesungen) publizierten Nachhaltigkeitskriterien hinsichtlich einer ökologischen, ökonomischen und technischen Bewertung sind in den **Darstellungen 1, 2 und 3** stichpunktartig wiedergegeben.

Dem Leser dieses Heftes sei es anheimgestellt, die publizierten Beiträge jeweils unter den spezifizierten Nachhaltigkeitsaspekten duktiler Guss-Rohrsysteme der **Darstellungen 1, 2 und 3** zu betrachten.

Darstellung 1:

Nachhaltigkeitskriterien duktiler Guss-Rohrsysteme hinsichtlich ökologischer Nachhaltigkeit



Ökologisch überlegen

- Diffusionsdichtigkeit
- Auskleidungen
- Schrott als Grundstoff
- duktiles Gusseisen
- geringe Wartungs- und Reparaturaufwendungen sowie hohe Lebensdauer
- ▶ sichert das Lebensmittel Trinkwasser in allen Boden- und Einbaubedingungen sowie das Grundwasser beim Abwassertransport
- ▶ sichern hygienisch-ökologisch den lebensmittelgerechten Trinkwassertransport
- ▶ minimiert den Verbrauch originärer und fossiler Rohstoffe
- ▶ schont durch Recycling die Ressourcen heutiger und künftiger Generationen
- ▶ minimieren den Ressourcenverbrauch und CO₂-Emissionen

Duktile Guss-Rohrsysteme schaffen nachweislich echte Nachhaltigkeit!

© eadips.org

Darstellung 2:

Nachhaltigkeitskriterien duktiler Guss-Rohrsysteme hinsichtlich ökonomischer Nachhaltigkeit

**Nachhaltig überlegen –
duktiler Guss-Rohrsysteme**

Ökonomisch überlegen

- hohe Einbauproduktivität durch Steckmuffen-Verbindungen
- kein Schweißen erforderlich
- witterungsunabhängiger Einbau
- häufig keine Sandbettung erforderlich
- keine Betonwiderlager erforderlich bei schubgesicherten Verbindungen
- Abwinkelbarkeit der Verbindungen
- großes Formstück- und Armaturenprogramm vermeidet Sonderanfertigungen
- niedrigste Schadensraten
- Nutzungsdauer bis über 100 Jahre

- ▶ reduziert Arbeitskosten
- ▶ reduziert Arbeitskosten
- ▶ reduziert Arbeitskosten
- ▶ senkt Material- und Logistikkosten
- ▶ senkt Material- und Arbeitskosten
- ▶ spart Formstücke
- ▶ reduziert Material- und Arbeitskosten
- ▶ senkt Reparatur- und Wartungskosten
- ▶ minimiert Sanierungsbudgets

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

© eadlips.org

Darstellung 3:

Nachhaltigkeitskriterien duktiler Guss-Rohrsysteme hinsichtlich technischer Nachhaltigkeit

**Nachhaltig überlegen –
duktiler Guss-Rohrsysteme**

Technisch überlegen

- Werkstofffestigkeit
- Außenschutz
- statische Tragfähigkeit
- Verbindung
- duktiler Gusseisen
- Einbau
- längskraftschlüssige Verbindungen
- überlegene Werkstoffeigenschaften

- ▶ erlaubt Betriebsdrücke bis 100 bar
- ▶ weist mechanische und chemische Angriffe ab
- ▶ erlaubt höchste Belastungen in Quer- und Längsrichtung
- ▶ erlaubt Betriebsdrücke bis 100 bar; ist wurzelfest
- ▶ ist nicht brennbar
- ▶ ist ohne Spezialgeräte möglich
- ▶ erlauben höchste Zugkräfte und sind damit ideal für den grabenlosen Einbau
- ▶ erlauben Spezialanwendungen in alpinen Regionen, für Feuerlöschleitungen, Beschneigungssysteme und Wasserkraftanlagen

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

© eadlips.org

Albanien braucht Trinkwasserleitungen – das erste Soft Loan-Projekt in Albanien

Von *Andreas Weiler und Claudia Mair*

1 Trinkwasserleitungen für die Stadt Bilisht

Die Kleinstadt Bilisht mit ihren etwas mehr als 10.000 Einwohnern liegt im Südosten Albaniens an der Grenze zu Griechenland (**Bild 1**). Wie nahezu im ganzen Land ist auch in und um Bilisht die Trinkwasserversorgung unzureichend und muss in den nächsten Jahren erneuert und ausgebaut werden. Nur wenige Stunden am Tag kann die Bevölkerung der Stadt Bilisht mit Trinkwasser aus Rohrleitungssystemen versorgt werden. Eine Sanierung des maroden Leitungsnetzes aus den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts ist dringend notwendig.

Um der wachsenden Bevölkerung von Bilisht eine 24-Stunden-Versorgung mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser zu garantieren, muss das derzeitige Leitungsnetz nicht nur erneuert sondern auch erweitert werden. Die Finanzierung dieses großen Wasserversorgungsprojektes war für die Stadt Bilisht aus eigener Kraft nicht möglich. Eine Lösung für die sichere finanzielle Umsetzung des Megaprojektes bot eine Soft Loan-Finanzierung.



Bild 1: Die Kleinstadt Bilisht liegt im Südosten Albaniens auf einer Hochebene 930 m ü. d. M., dicht an der Grenze zu Griechenland

Mit Soft Loan bezeichnet man ein Darlehen mit einem unter dem üblichen Marktwert liegenden Zinssatz.

2 Soft Loan-Finanzierung

Das österreichische Bundesministerium für Finanzen (BMF) bot eine Finanzierungslösung des Versorgungsprojektes Bilisht im Rahmen des österreichischen Soft Loan-Verfahrens an.

Nach [1] ist das „Ziel des Programms die Unterstützung von Entwicklungsländern bei der Identifikation und Vorbereitung von Projekten, die der nachhaltigen wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung der Länder dienen. Das Programm bietet zu diesem Zweck Unterstützung für Projekt-identifizierende oder -vorbereitende Maßnahmen im Zusammenhang mit Vorhaben in vornehmlich als österreichische Soft Loan-Zielländer (Soft Loan-Zielländer der OECD-Länderkategorie 3–7) definierten Entwicklungsländern gemäß OECD-DAC Liste, die von besonderem wirtschafts- und entwicklungspolitischen Interesse sind“ (z.B. Albanien). „Das Programm kommt in jenen Sektoren zur Anwendung, in denen Projekte grundsätzlich mittels österreichischer Soft Loans finanziert werden“.

Der Vertragspartner dieses Turnkey-Projektes mit einer österreichischen Soft Loan-Finanzierung ist das albanische Ministry of Public Works and Transport – General Directory of Water Supply and Sewerage.

3 Beginn und Vergabe der Baumaßnahme

Für dieses erste derartig finanzierte Infrastrukturprojekt in Albanien waren einige Hürden zu nehmen. Mit Konsequenz und Geduld ist es gelungen, das Bauprojekt im Januar 2012 nach zweijähriger Bearbeitung zu beginnen. Die Umsetzung der Maßnahme zur Sanierung und Ausweitung der Trinkwasserversorgung der Stadt Bilisht samt Umgebung hat nach der Erteilung der Baugenehmigung volle Fahrt aufgenommen.

Vorhergegangen war der Ausschreibungsprozess für dieses Turnkey-Projekt, den die Firma Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH als Generalunternehmer gewinnen konnte.

4 Bauausführung

Das Projekt umfasst neben der Detailplanung (z.B. Nennweiten und Druckstufen), die Lieferung und den Einbau der Materialien des neuen Trinkwassernetzes, die Errichtung eines Labor- und Verwaltungsgebäudes, die Wasseraufbereitung sowie die Errichtung der Pumpstationen und der Wasserreservoirs.

Für das Trinkwasserversorgungsnetz werden 50 km duktile Gussrohre nach EN 545 [2] in den Nennweiten DN 80 (13.788 m), DN 100 (9.720 m), DN 150 (12.966 m) und DN 200 (12.906 m), Druckstufe PN 10, mit längskraftschlüssiger BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung und PUR-Longlife-Deckbeschichtung geliefert. Die PUR-Longlife-Beschichtung ist eine Deckbeschichtung aus Polyurethan nach ÖNORM B 2560 [3].

Vom Generalunternehmer wurden das gesamte duktile Gussrohrmaterial und die duktilen Gussformstücke geliefert (**Bild 2**). Mit der fachkundigen Einweisung des Baustellenpersonals durch den Rohrlieferanten wurde sichergestellt, dass alle Handgriffe beim Einbau der Rohrleitungen fachgerecht ausgeführt wurden (**Bilder 3 und 4**).

5 Projektsteuerung

Vereinbarungsgemäß müssen alle Termine mit dem Bauunternehmen STRABAG AG, Wien (A), und ihrem Subunternehmer, der Firma TREMA Engineering 2 sh.p.k, Tirana (AL), der den Einbau der neuen Wasserleitungen in Bilisht durchführt, abgesprochen und koordiniert werden. Alle duktilen Gussrohre und Formstücke wurden vom österreichischen Rohrhersteller pünktlich geliefert.



Bild 2:

50 km duktile Gussrohre werden für das Infrastrukturprojekt Bilisht nach Albanien geliefert.



Bild 3:

Die Einbauteams erhielten vor Ort in Bilisht Unterweisungen in allen für den Einbau relevanten Themenbereichen.



Bild 4:

Schulung des Aufziehens eines duktilen Gussrohrbogens auf das Spitzende des duktilen Gussrohres

Mit dem Projektcontrolling wurde die Firma HÖCHTL & PARTNER GmbH, Wien (A), betraut, die dafür einen Mitarbeiter permanent vor Ort auf der Baustelle beschäftigte. Für die Überwachung und Abnahme der Leistungen hat der Auftraggeber die Firma ÖSTAP Engineering & Consulting GmbH aus Wien (A) bestellt.

6 Fazit

Die Lieferungen und Bauarbeiten werden bis 2013 fortgeführt (**Bild 5**) – dann soll das Projekt mit einer positiven Endabnahme abgeschlossen werden.

Das Infrastrukturprojekt Trinkwasserversorgung der Stadt Bilisht ist ein gutes Beispiel dafür, dass am Anfang regionaler Entwicklungen eine sichere Versorgung mit dem lebensnotwendigen Trinkwasser steht. Nur so kann ein wirtschaftlicher Aufschwung erreicht werden – duktile Guss-Rohrsysteme leisten dabei ihren nachhaltigen Beitrag.



Bild 5: Ein Großteil der duktilen Gussrohre mit PUR-Longlife-Deckbeschichtung ist bereits eingebaut; 2013 wird das Projekt abgeschlossen.

Literatur

- [1] http://www.bmf.gv.at/WipoEUInt/Exportförderung/SoftLoanProjektvorb_7264/Projektvorbereitungsprogramm_SL_-_final_vers_01-01-09.pdf
- [2] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren
2010

- [3] ÖNORM B 2560
Duktile Gussrohre –
Deckbeschichtung aus Polyurethan oder Epoxidmaterialien –
Anforderungen und Prüfungen
2004

Autoren

Andreas Weiler
Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH
Innsbrucker Straße 51
6060 Hall in Tirol/Österreich
Telefon: +43 (0)52 23/5 03-1 05
E-Mail: andreas.weiler@duktus.com

Claudia Mair
Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH
Innsbrucker Straße 51
6060 Hall in Tirol/Österreich
Telefon: +43 (0)52 23/5 03-1 01
E-Mail: claudia.mair@duktus.com

Bauunternehmen

STRABAG AG
Donau-City-Straße 9
1220 Wien/Österreich

TREMA Engineering 2 sh.p.k
Ilir Trebicka
Rruga Bardhok Biba, Old Tirana Building
Tirana/Albanien
Telefon: +355 4 2266618
E-Mail: trebickailir@tremaengineering2.com.al

Controlling

HÖCHTL & PARTNER GmbH
Dipl.-Ing. Martin F. Höchtel
Münzgasse 3/1
1030 Wien/Österreich
Telefon: +43 1 920 8106
E-Mail: office@hoechtspartner.eu

Überwachung und Abnahme

ÖSTAP Engineering & Consulting GmbH
Dipl.-Ing. Johannes Benda
Heiligenstädter Straße 51/3
1190 Wien/Österreich
Telefon: +43 1 505 2743
E-Mail: office@oestap.at

Sanierung von Rohrstrecken des Aggerverbands mit Austausch von Armaturen und Formstücken

Von Dieter Wonka, Klaus Eisenhuth und Martin Herker

1 Einleitung und Historie

Der Aggerverband bildete sich 1943 als Zusammenschluss von Kreisen, Kommunen und Industriegebieten im Einzugsgebiet der Agger nach den Regeln der damaligen Wasserverbandsordnung.

1992 wurde durch das Land NRW das Aggerverbandsgesetz verabschiedet. Dem Verband wurden damit alle wesentlichen wasserwirtschaftlichen Aufgaben in dem 1.100 km² großen Verbandsgebiet zwischen Wupper und Sieg übertragen.

Der Aggerverband gliedert sich in die Bereiche Talsperren und Fließgewässer, Abwasser sowie Trinkwasser. Zum Bereich Trinkwasser gehören aktuell:

- 2 Wasserwerke für rund 450.000 Einwohner,
- 33 Hochbehälterstandorte mit 45 Behältern,
- 221 km Fernwasserleitung mit
- 86 Übergabestellen an 20 Kommunen bzw. Weiterverteiler,
- 11 Reinwasserpumpwerke und
- 1 Rohwasserpumpwerk.

2 Allgemeines zur Trinkwasserversorgung und zum Fernleitungsnetz des Aggerverbands

Der Aggerverband bereitet jährlich etwa 22 Mio. m³ Oberflächenwasser aus den Trinkwassertalsperren Genkel und Wiehl in zwei Wasserwerken auf. Die Weitergabe an die Kommunen als Endlieferanten erfolgt zum größten Teil aus verbandseigenen Hochbehältern, die wiederum über das verbandseigene Fernleitungsnetz versorgt werden.

Es sind Rohrleitungen mit Nennweiten von DN 150 bis DN 1200 in Betrieb. Das Versorgungsnetz besteht im Bereich DN 150 bis DN 600 unter anderem aus etwa 56 km Rohren aus duktilem Gusseisen und ungefähr 34,5 km Rohren aus Grauguss.

3 Sanierung von Rohrstrecken mit Austausch von Armaturen und Formstücken

Die Sanierungsarbeiten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die planmäßige Sanierung begann bereits 1991 durch In-situ-Auskleidung von Rohrstrecken mit Zementmörtel.
- An allen Hoch- und Tiefpunkten sowie Verteiler- und Übergabeschächten wurden Armaturen und Formstücke ausgetauscht.
- Zur Optimierung des Leitungsnetzes wurden Übergabeschächte zum Teil in Verteilerschächten zusammengelegt, sodass die Schachttanzahl von fünf auf drei reduziert werden konnte.
- Zur Vereinfachung der Installation und Reduzierung der Anzahl an Flansch-Verbindungen wurden bei der Rohrstreckerneuerung RS 33 Formstücke mit Sonderabmessungen nach bauseitiger Vorgabe angefertigt.
- Die auf die vorhandene Einbausituation jeweils angepassten Flanschrohre aus duktilem Gusseisen nach EN 545 [1] wurden von der Firma Ludwig Frischhut GmbH & Co. KG, Pfarrkirchen, als Einzel fertigung mit aufgeschrumpften Schweißflanschen [2, 3] gefertigt.

- Die Mauerflansche, Flanschstutzen und Gewindenaben wurden auf den nach Einbausituation erforderlichen Positionen angebracht [4, 5]. Zusätzlich wurden bis einschließlich DN 300 schraubbare Mauerflansche bauseits montiert (**Bilder 1, 2 und 3**).
- Als Beschichtung wurde eine Epoxidharz-Pulverbeschichtung (Schichtdicke > 250 µm) nach den Anforderungen der Gütegemeinschaft Schwerer Korrosionsschutz von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung e. V. (GSK) gewählt [6].
- Vor dem Beschichten wurden die geschweißten Sonderformstücke im Herstellwerk nach EN 545 [1] auf Dichtheit geprüft.



Bild 1:
Verteiler 1 – interne Messung Rohrbruchüberwachung: geschweißtes Flanschrohr DN 150 mit Anschlussgewinde 2"

Aufgrund der hohen Qualität der verwendeten Komponenten konnte die Rohrleitung nach erfolgreicher Druckprobe ohne Verzögerung planmäßig in Betrieb genommen werden.



Bild 2:
Verteiler 3 – neue Übergabe: Wanddurchführung mittels geschweißtem Flanschrohr DN 250 mit Mauerflansch und Flanschstutzen DN 80



Bild 3:
Verteiler 3 – interne Messung Rohrbruchüberwachung: geschweißtes Flanschrohr DN 200 mit Anschlussgewinde 2"

Literatur

- [1] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duk-
tilem Gusseisen und ihre Verbindungen für
Wasserleitungen –
Anforderungen und Prüfverfahren
2010
- [2] DVS 0602
Schweißen von Gusseisenwerkstoffen
2008-02
- [3] DVS 1502-1
Lichtbogenhandschweißen an Rohren aus
duktilen Gusseisen –
Schweißtechnische Grundsätze
1995-11
- [4] DVS 1502-2
Lichtbogenhandschweißen an Rohren aus
duktilen Gusseisen –
Anschweißen von Teilen aus duktilen
Gusseisen oder aus Stahl
1995-11
- [5] FGR®/EADIPS® 37
Formstücke aus duktilen Gusseisen –
Angeschweißte Anschlüsse –
Maße
2012-02
- [6] RAL GZ 662
Schwerer Korrosionsschutz von
Armaturen und Formstücken durch
Pulverbeschichtung –
Gütesicherung
2008-01

Autoren

Dieter Wonka
Der Aggerverband
Abteilung Trinkwasser
Sonnenstraße 40
51645 Gummersbach/Deutschland
Telefon: +49 (0)22 61/3 63 50
E-Mail: Dieter.Wonka@aggerverband.de

Klaus Eisenhuth
Der Aggerverband
Abteilung Trinkwasser
Sonnenstraße 40
51645 Gummersbach/Deutschland
Telefon: +49 (0)22 61/3 63 59
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)85 61/30 08-2 61
E-Mail: mherker@talys-group.com

Durchmesserlinie Zürich – ein Megaprojekt im XL-Format

Von Steffen Ertelt

1 Einleitung

Die Durchmesserlinie ist die größte innerstädtische Baustelle der Schweiz. Sie verbindet die Bahnhöfe Altstetten, Zürich HB und Oerlikon und bringt dem Hauptbahnhof (HB) Zürich die nötige Entlastung sowie weitere Fahrplanstabilität in der ganzen Schweiz. Herzstück der Durchmesserlinie ist der zweite unterirdische Durchgangsbahnhof Zürich Löwenstrasse. Richtung Westen führen die Gleise der Durchmesserlinie über zwei neue Brückenbauwerke von der Langstrasse bis Zürich Altstetten. Nach Osten hin verlassen die Züge den Durchgangsbahnhof auf zwei Spuren durch den Weinbergtunnel. Der Tunnel mündet nach rund 5 km in den Bahneinschnitt Oerlikon. In Oerlikon erweitern die Schweizerischen Bundesbahnen SBB den Bahneinschnitt sowie den Bahnhof Oerlikon um zwei Gleise [1].

Für den Brandschutz wurde im Weinbergtunnel auf 4,8 km Länge eine Löschwasserleitung aus duktilem Gusseisen installiert.

2 Bau eines Schachtes auf dem Brunnenhofareal

Eine große Herausforderung war der Bau des Weinbergtunnels. Dreizehn Monate nach Baubeginn des Projektes konnte die Tunnelbohrmaschine (TBM) im Oktober 2008 ihre Arbeit aufnehmen. Eine Voraussetzung hierfür war jedoch das Abteufen eines etwa 40 m tiefen Schachtes auf dem Brunnenhofareal mit einem Durchmesser von etwa 23 m. Durch diesen Schacht wurden später auch die duktilen Gussrohre eingebracht. Die **Bilder 1 und 2** geben einen Eindruck von den Dimensionen dieses Schachtes.



Bild 1:
Blick in den Schacht Brunnenhof



Bild 2:
Blick aus dem Schacht
Brunnenhof

3 Einsatz von duktilen Guss-Rohrsystemen für den Brandschutz

Rohre aus duktilem Gusseisen werden seit Jahrzehnten erfolgreich für Löschwasserleitungen eingesetzt. Wichtige Entscheidungskriterien der Auftraggeber bei der Materialauswahl sind zumeist die hohen Sicherheitsreserven des Rohrmaterials duktiles Gusseisen sowie die Belastbarkeit der längskraftschlüssigen Verbindungen bei hohen Innendrücken und möglichen Druckstößen.

Für das Projekt „Durchmesserlinie Zürich“ kamen insgesamt 4.800 m duktile Gussrohre DN 200 nach EN 545 [2] mit längskraftschlüssiger Steckmuffen-Verbindung BLS®/VRS®-T (Bild 3) zum Einsatz. Rohre in dieser Nennweite mit Standardwanddicke (Wanddickenklasse K 9) sind für einen zulässigen Bauteilbetriebsdruck (PFA) von 42 bar ausgelegt.

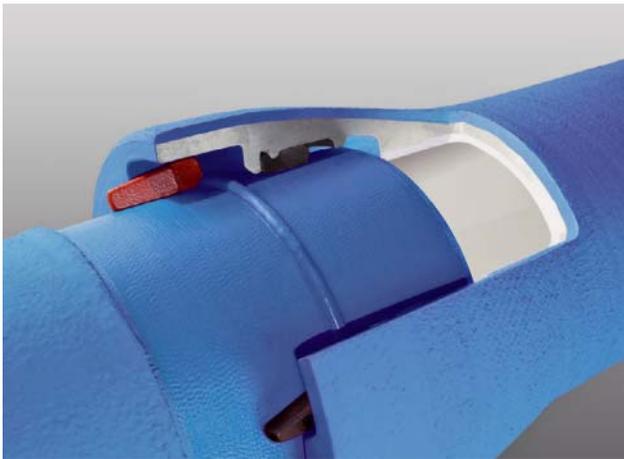


Bild 3:
BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung

Bei der BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung handelt es sich um eine formschlüssige Steckmuffen-Verbindung mit werkseitig aufgebrachtener Schweißraupe (Bild 4).

In eine an der Rohrmuffe angegossene Schubsicherungskammer werden nach dem Einschub des Rohreinsteckendes über spezielle Fensteröffnungen in der Muffenstirn (Bild 5) die Riegel bzw. Verriegelungssegmente eingelegt und gesichert (Bild 6). Bei axialen Zugkräften in der Verbindung, sei es aus dem Innendruck oder aus der Verwendung der Rohre in einem grabenlosen Einziehverfahren, stützen sich die Schweißraupe an diesen gesicherten Riegeln oder Verriegelungssegmenten und diese wiederum an der Schubsicherungskammer ab. Die Verbindung ist nunmehr dauerhaft längskraftschlüssig gesichert, bleibt jedoch gelenkig. Als Rohraußenschutz wurde eine Zementmörtel-Umhüllung nach EN 15542 [3] eingesetzt.



Bild 5:
Fensteröffnungen der längskraftschlüssigen BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung



Bild 4:
Werkseitig aufgebrauchte Schweißraupe

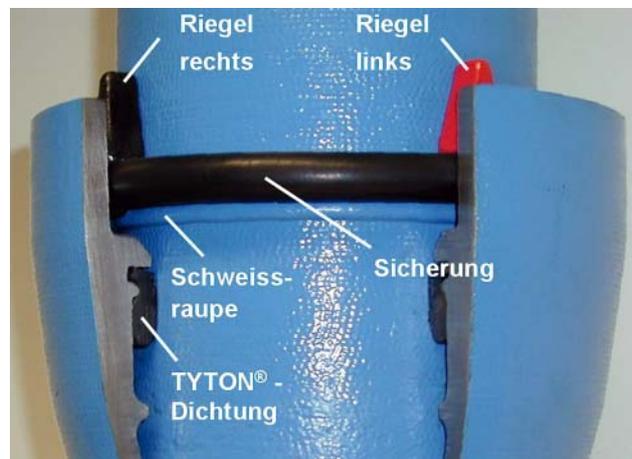


Bild 6:
Eingelegte Riegel mit Sicherung

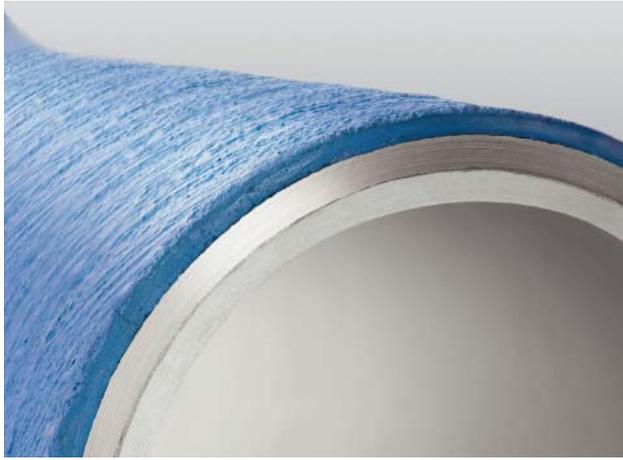


Bild 7:
Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach EN 15542 [3]

Diese Zementmörtelschicht wird auf das außen verzinkte Rohr aufgebracht (**Bild 7**). Der Vorteil dieser mechanisch äußerst robusten Deckbeschichtung besteht darin, dass die aktive Schutzwirkung des darunter liegenden Zinküberzuges erhalten bleibt.

4 Bauausführung

Die Rohrpakete DN 200 wurden mittels Kran in den Schacht eingehoben (**Bild 8**) und auf dem Rohrtransportwagen auf der Tunnelsohle abgelegt (**Bild 9**). Durch diese Transporteinheit konnten die Rohre problemlos im Tunnel transportiert und verstreckt werden (**Bild 10**). Mit dem Bordladekran der Zugmaschine wurden die Rohre in den Rohrleitungskollektor eingehoben (**Bild 10**) und auf den vorhandenen Rohrauflagerungen abgelegt (**Bild 11**).



Bild 8:
Einheben der Rohrpakete DN 200 über die vorhandene Startgrube

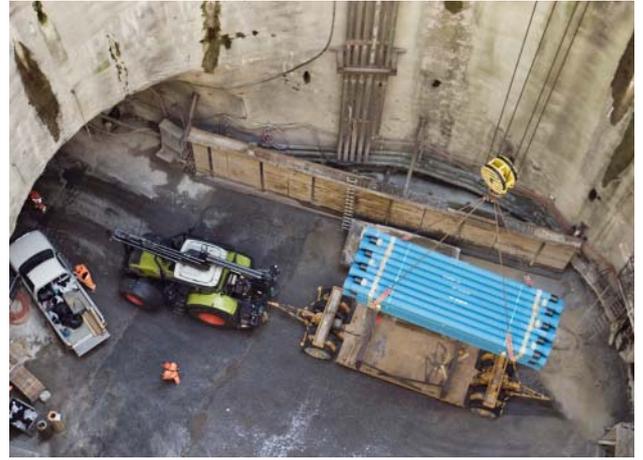


Bild 9:
Ablegen des Rohrpaketes auf dem Rohrtransportwagen



Bild 10:
Zugmaschine mit Kranausleger



Bild 11:
Rohrauflagerung im Kollektor



Bild 12:
Hydrant zur Löschwasserversorgung

Mit dem Transportgurt des Kranauslegers wurde das Rohreinsteckende anschließend in die BLS®/VRS®-T - Muffe eingezogen. Mit dieser unkonventionellen Vorgehensweise erreichte das Rohrleitungsbauunternehmen JMAG aus Sarmenstorf eine Tagesleistung von 250 m bis 300 m. Alle 250 m ist ein Hydrant für die spätere Löschwasserversorgung im Brandfall angeordnet (**Bild 12**). Zusätzlich sind an jedem Notausgang zwei Löschwasseranschlüsse vorgesehen.

Die Wasserbezugsleistung des Löschwassersystems ist auf 2.400 L/min ausgelegt, was eine gleichzeitige Entnahme an zwei Entnahmestellen von 1.200 L/min erlaubt. Das Löschwasser wird durch die Wasserversorgung Zürich (WVZ) und im Bereich des Hauptbahnhofs durch das Wassernetz der SBB in die Leitung eingespeist.

5 Zusammenfassung

Duktile Gussrohre mit BLS®/VRS®-T - Verbindungssystem sind bereits bei vielen Brandschutz-Projekten (z.B. Straßentunnel, Eisenbahntunnel und industriellen Anlagen) eingesetzt worden.

Diese längskraftschlüssige Steckmuffen-Verbindung ist für den Bau von Feuerlöschleitungen universell einsetzbar. Durch ihre Formschlüssigkeit bietet sie ein unvergleichlich hohes Sicherheitspotenzial. So sind in den Nennweiten DN 80 und DN 100 Betriebsdrücke bis zu 100 bar zulässig – und dies sogar bei einer möglichen Abwinkelung von maximal 5°. Eine solche Abwinkelung erlaubt gleichzeitig einen möglichen Kurvenradius von lediglich rund 70 m bei einer Rohrbaulänge von 6 m.



Bild 13:
Eingebauter Rohrleitungsabschnitt mit Kurvenradius – hier werden die S-Bahnen mit 120 km/h vorbeifahren.

Hierdurch kann die Gussrohrleitung harmlos an den Verlauf der Straße, der Brücke oder des Tunnels angepasst werden, wobei sich Formstücke einsparen lassen (**Bild 13**). Der Einbau der Feuerlöschleitung im Weinbergtunnel ist inzwischen abgeschlossen. Sie ist ein wichtiger Bestandteil des Gesamtprojektes. Es verbindet sich mit ihr die Hoffnung, dass der Einsatz dieses Systems zur Brandbekämpfung niemals erforderlich sein möge!

Literatur

- [1] SBB Website – Ausbau Schienennetz, Durchmesserlinie Zürich vom 01.10.2012
- [2] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren 2010
- [3] EN 15542
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)64 41 /49-12 67
E-Mail: steffen.ertelt@duktus.com

Transportwasserleitungen in den Luzerner Autobahntunneln Sonnenberg und Reussport

Von Roger Saner

1 Einleitung

Luzern mit seinen 60.000 Einwohnern ist das Tor zur Zentralschweiz und liegt mitten in der Region Vierwaldstättersee. Jährlich besuchen über 1,8 Millionen Touristen aus aller Welt die Stadt. Weltbekannt ist ihr Wahrzeichen, die historische Kapellbrücke aus dem 14. Jahrhundert, welche vollkommen aus Holz gebaut wurde.

Die ewl energie wasser luzern ist das Versorgungsunternehmen, welches die Stadt und die Region Luzern – fünf Nachbargemeinden und bei Engpässen drei weitere umliegende Wasserversorgungen – mit Trinkwasser, Elektrizität, Erdgas und Wärme versorgt. Über ein 180 km langes Leitungsnetz verteilt ewl jährlich über 10 Mio. m³ Trinkwasser.

Auch aus verkehrstechnischer Sicht liegt Luzern im Herzen der Schweiz, nämlich direkt an der Nord-Süd-Hauptverkehrsachse in Europa, der Autobahn A 2. Diese Route ist der direkte Weg für den Transitverkehr von Deutschland durch die Schweiz nach Italien. Die Autobahn A 2 führt von Basel kommend mitten durch Luzern bis nach Chiasso, zudem übernimmt sie im Norden von Luzern auch den gesamten Zubringer- und Transitverkehr der Autobahn A 14 aus den Regionen Zürich und Zug. Insgesamt liegt das durchschnittliche Verkehrsaufkommen auf der Autobahn A 2 bei 60.000 bis 90.000 Fahrzeugen pro Tag.

Wegen der hohen Überbauungsdichte führen die beiden zwischen 1972 bis 1976 gebauten Stadttunnel Reussport und Sonnenberg den gesamten Verkehr der Autobahn A 2 unterirdisch durch die Stadt Luzern (**Bild 1**).

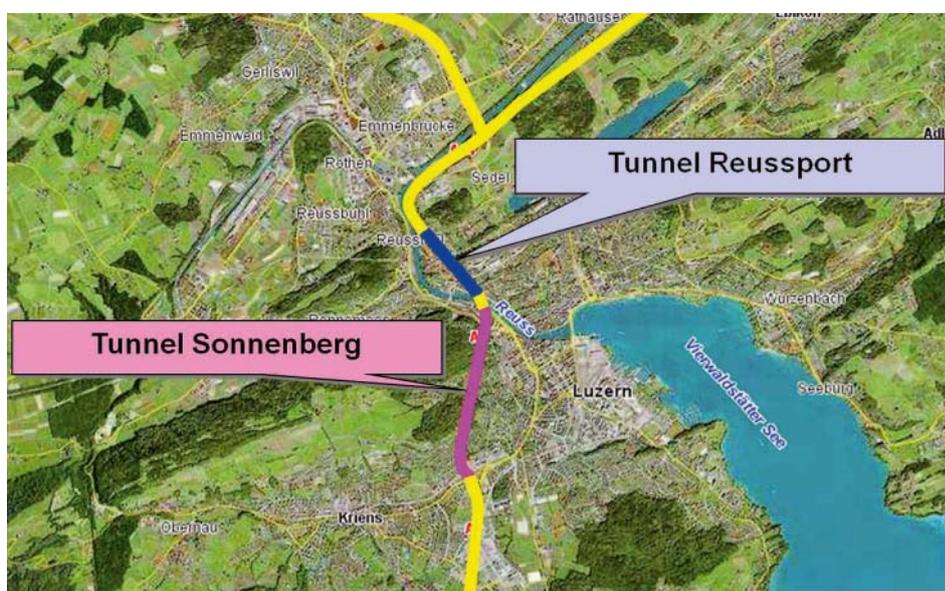


Bild 1:
Verkehrssituation
Stadt Luzern

Wegen des schlechten Gesamtzustands der Fahrbahnen und vor allem der beiden Stadttunnel wird seit 2007 die Autobahn A 2 durch Luzern zwischen Reussegg im Norden und Grosshof im Süden („Cityring“) einer Gesamt-sanierung unterzogen, die 2013 abgeschlossen sein soll.

2 Sonnenbergtunnel als weltweit größter Schutzraum

Die zwischen 1971 und 1976 gebaute Zivilschutzanlage hätte im Ernstfall 20.000 Menschen Schutz geboten – sie war die grösste Zivilschutzanlage der Welt.

Die beiden Autobahntunnel bildeten das Herz der Anlage und wären zum Schutzraum umgebaut worden. Vier Panzertore hätten die Tunnel- eingänge hermetisch abgeriegelt. Jedes Tor wiegt 350 t und hätte dem Explosionsdruck einer Atombombe widerstanden. In einem siebenstöckigen unterirdischen Gebäude über den Tunnelröhren waren das logistische und technische Zentrum sowie ein Notspital untergebracht.

Zwischen 2006 und 2008 wurde die Zivilschutzanlage Sonnenberg verkleinert. Heute würden die Autobahntunnel im Ernstfall nicht mehr zur Schutzanlage umgebaut. Im Zuge der Gesamt-erneuerung „Cityring Luzern“ wurde aber der Blick auf zwei der vier Panzertore (**Bild 2**) und der Zugang zu beiden Umgehungsstollen erhalten und an der Tunnelwand markiert. Ein Schriftzug an der Tunnelwand – «20'000 im Berg» – erinnert die Autofahrer an die frühere Funktion der beiden Tunnelröhren [1].



Bild 2:
Panzertor im Sonnenbergtunnel

3 Ausgangslage bei den bestehenden Werkleitungstrassen in den Stadttunneln

Die Kapazitäten der in den Tunnelquerschnitten angeordneten bestehenden Werkleitungstrassen waren ausgeschöpft und genügten den heutigen Anforderungen nicht mehr. Infolge Versinterung bzw. Korrosion konnten in vielen Fällen die Leitungen und Kabel nicht mehr ausgewechselt werden. Die auf der Zwischendecke des Zuluftkanals liegenden Kabel waren im Ereignisfall stark (brand)gefährdet. Damit genügten die Tunnel nicht mehr den Sicherheitsanforderungen. Außerdem verursachten die unter den Fahrbahnen liegenden Wassertransportleitungen DN 300 und DN 400 des städtischen Versorgungsnetzes der ewl bei Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten regelmäßig Tunnelsperrungen mit massiven Verkehrsproblemen (**Bild 3**).

Für den Einbau der Werkleitungen wurden diverse Lösungsansätze untersucht:

- Umlegung innerhalb der Tunnelröhren,
- Lösungen mit Microtunneling,
- Werkleitungsstollen unterhalb, zwischen und oberhalb der Tunnelröhren.

Schlussendlich wurde aufgrund des großen Bedarfs an Werkleitungen und der Kombination mit der Wasserversorgung die Lösung mit begehbaren Werkleitungsstollen gewählt. Dies hat folgende Vorteile:

- unabhängige Führung sämtlicher Leitungen außerhalb der Tunnelquerschnitte (keine Konflikte zwischen Verkehr und Instandhaltung),
- optimale Zugänglichkeit aller Leitungen,
- Erhöhung der Sicherheit im Brandfall durch Hydranten in allen Querverbindungen.

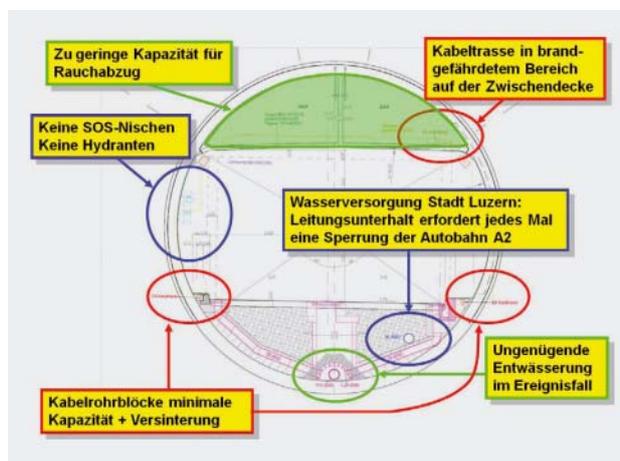


Bild 3:
Ist-Zustand Tunnelröhre

Die Arbeiten für die neuen Werkleitungsstollen mit der Umlegung sämtlicher Werkleitungen der Tunnelröhren mussten zwingend vor Beginn der Gesamtanierung der Autobahn „Cityring Luzern“ abgeschlossen sein. Dies galt auch für die Transportwasserleitungen des städtischen Wasserversorgungsnetzes inklusive für die direkte Erschließung des Reservoirs auf dem Gütsch, einem bekannten Luzerner Ausflugsziel.

4 Neue Werkleitungsstollen Sonnenberg und Reussport

Entlang der beiden Tunnel Sonnenberg und Reussport wurden deshalb mit einer Tunnelbohrmaschine zwei neue Werkleitungsstollen mit einem Durchmesser von 4 m vorgetrieben (Bilder 4 und 5).

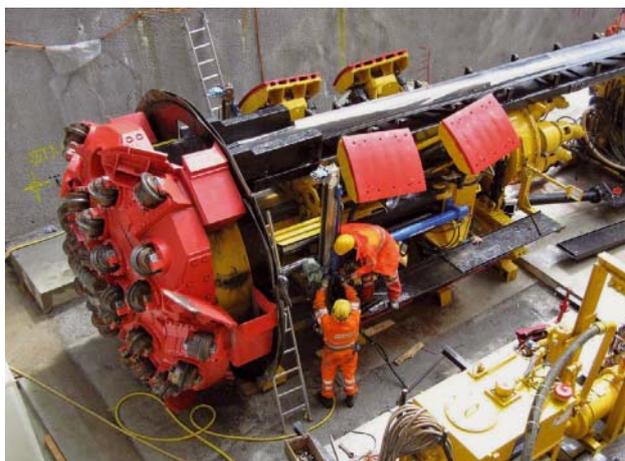


Bild 4:
Tunnelbohrmaschine – Vorbereitung



Bild 5:
Tunnelbohrmaschine – Einsatz

Über vertikale Schächte sind die Werkleitungsstollen mit dem Tunnelsystem verbunden. Die Lage der neuen Werkleitungsstollen ergab sich aus der bestehenden Situation und der komplizierten Geologie des Untergrunds.

Im Abschnitt Sonnenberg verläuft der Werkleitungsstollen oberhalb der Tunnelröhren. Im Bereich über den Querverbindungen zwischen den beiden Tunnelröhren wurde der Stollen lokal aufgeweitet und über Vertikalschächte mit den Querverbindungen verbunden (Bild 6).

Im Abschnitt Reussport verläuft der Werkleitungsstollen unterhalb der Tunnelröhren.

Unterhalb der Querverbindungen zwischen den beiden Tunnelröhren wurde der Stollen ebenfalls aufgeweitet und über Vertikalschächte mit den Querverbindungen verbunden (Bild 7).



Bild 6:
Querschnitt Werkleitungsstollen Sonnenberg



Bild 7:
Verbindungsleitung Stollen zur Querverbindung
Reussporttunnel

5 Projekt Transportwasser- und Hydrantenleitungen

Das Projekt umfasst einerseits den Bau der Transportwasserleitungen in den neuen Werkleitungsstollen und andererseits die Erschließung der Tunnelsysteme mit Hydrantenleitungen über die Vertikalschächte.

Die neuen Transportwasserleitungen stellen also eine Kombination von Wasserversorgungs- und Hydrantenversorgungsleitungen dar. Aufgrund der besonderen Gegebenheiten in den Werkleitungsstollen und wegen der engen Platzverhältnisse in den Vertikalschächten und Querverbindungen fiel die Wahl des Rohrmaterials auf die duktilen Gussrohre von *vonRollecopur*, welche die ewl seit vielen Jahren in ihrem Rohrleitungsnetz erfolgreich einsetzt. Sie haben sich bei der Montage, im Betrieb und bezüglich der sehr langen Nutzungsdauer bewährt.

Vollschutzrohre von *vonRollecopur* aus duktilem Gusseisen mit integraler, porenfreier Innen- und Außenbeschichtung aus Polyurethan sind nach EN 545 [2] als Rohre mit verstärkter Umhüllung klassifiziert und für den Einsatz in allen Einbaubedingungen geeignet. Geradezu prädestiniert ist ihr Einsatz mit den flexiblen, gelenkigen Steckmuffen-Verbindungen als aufgehängte „Freileitung“ in Tunneln und Stollen mit feucht-warmem Klima. Die Vollschutzrohre von *vonRollecopur* können mit dem bewährten *vonRollhydrotight*-Schubsicherungs-

system längskraftschlüssig gesichert werden. Komplettiert wird das System durch die von *Rollecofit*-Formstücke mit integraler Epoxidharz-Beschichtung nach EN 14901 [3] und RAL GZ 662 [4].

Folgende Vorteile vereinfachen die Rohrmontage im Werkleitungsstollen erheblich:

- geringes Gewicht gegenüber anderen Rohrsystemen,
- einfaches Handling und Montage (**Bild 8**),
- minimaler Platzbedarf für die Rohrbearbeitung,
- PUR-Beschichtung muss nicht abgeschält werden,
- Flexibilität bei den Rohrschnitten (keine Schweißraupen notwendig).

In den Werkleitungsstollen und Querverbindungen wurden duktile Gussrohre mit folgender Spezifikation eingesetzt (Hauptmengen):

Teil Sonnenbergtunnel

Transportwasserleitung:

1.500 m *vonRollecopur* DN 500, K 9

Hydrantenleitung:

150 m *vonRollecopur* DN 125, K 9

Teil Reussporttunnel

Transportwasserleitung:

660 m *vonRollecopur* DN 300, K 9

Hydrantenleitung:

100 m *vonRollecopur* DN 125, K 9



Bild 8:
Rohrmontage im Stollen



Bild 9:
Montagestrecke



Bild 10:
Montagestrecke bis R = 200 m

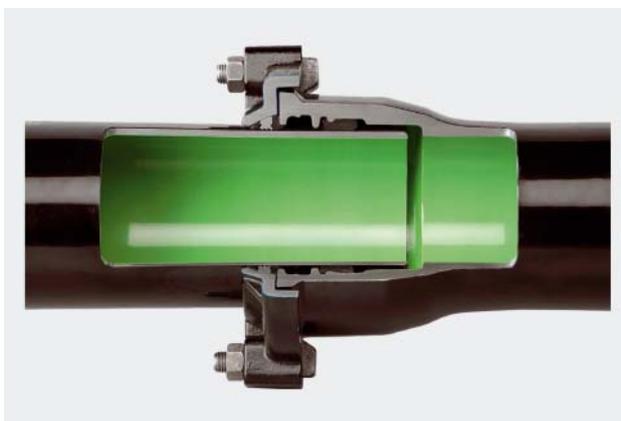


Bild 11:
Figur 2806, vonRollhydrotight - Steckmuffen-
Verbindung mit außenliegender Schubsicherung



Bild 12:
Figur 2807 A, vonRollhydrotight - Steckmuffen-
Verbindung mit innenliegender Schubsicherung

5.1 Transportwasserleitungen

Nach dem Planungskonzept sollten in den Werkleistungsstollen sämtliche auftretenden Kräfte der Druckleitungen direkt in das unbewehrte, zweischalige Tunnelgewölbe eingeleitet werden.

Dazu liegen die duktilen Gussrohre von *Roll-ecopur* auf verzinkten Stahlkonsolen, welche als Kragarme ausgebildet sind (**Bild 9**). Die Stahlkonsolen sind jeweils direkt in der Ortbetoninnenschale verankert. Auf der freien Strecke mit Kurvenradien bis 200 m sind die Stahlkonsolen als sogenannte „Gleitkonsolen“ für die bis 5° auslenkbaren Gussrohre ausgebildet (**Bild 10**). Sie sind für das Eigengewicht der Leitung und die an der Abwinkelung resultierenden Kräfte aus dem Systemprüfdruck STP = 13 bar bemessen. In diesen Bereichen werden bewusst keine Schubsicherungen eingesetzt, damit die Leitung zum Beispiel bei Temperaturschwankungen arbeiten kann. In den Aufweitungen zwischen den Vertikalschächten und den Querverbindungen der Tunnelröhren besteht das Gewölbe aus einer „unruhig“ verlaufenden Spritzbetonschale. Deshalb sind dort die Rohre auf massiven Stahlböcken gelagert, die auf der Ortbetonsohle aufgestellt und als Fixpunkt verankert sind. Die nach den Aufweitungen beim Übergang in die gerade Strecke folgenden und in der Ortbetoninnenschale verankerten Stahlkonsolen sind ebenfalls als Fixpunkte ausgelegt und auf den maximalen Systemprüfdruck STP von 13 bar dimensioniert.

Zudem wurden zur Sicherheit sämtliche Verbindungen der Rohre und Formstücke in den Aufweitungen sowie jeweils zwei Rohre

vor und nach den Aufweitungen mit Schubsicherungen von *Rollhydrotight*, Fig. 2806 (**Bild 11**) und Fig. 2807 A (**Bild 12**), für die direkte Krafteinleitung in den Beton längskraftschlüssig gesichert (**Bild 13**). Dadurch ist gewährleistet, dass im Falle eines Druckschlages die duktilen Gussrohre unmittelbar nach der Kraftumlenkung nicht um die „Gleitkonsolen“ drehend ausbrechen können.

5.2 Hydrantenleitungen

Damit das Wasser in der Transportleitung nicht verkeimt, sind die Hydrantenleitungen mittels Trinkwasserschutzventilen und automatischen, ferngesteuerten Magnetventilschiebern gesichert.

Die Hydrantenleitungen werden ab der Transportwasserleitung in den Aufweitungen direkt durch die neu erstellten, bis 12 m tiefen, vertikalen Verbindungsschächte zu den Querverbindungen der beiden Tunnelröhren geführt. Auch hier sind die von *Rollecopur*-Vollschutzrohre DN 125 auf verzinkten Stahlkonsolen als Fixpunkte für die direkte Krafteinleitung in den Beton befestigt. Zusätzlich sind die Rohre mit längskraftschlüssigen Muffen-Verbindungen mit den Schubsicherungen von *Rollhydrotight* ausgeführt.

In den Querverbindungen im Schachtfußbereich sind an der Hydrantenleitung zur Löschwasserentnahme jeweils temporäre Storz-Anschlüsse montiert (**Bild 14**).

Im Rahmen der Gesamterneuerung der Tunnelsysteme Reussport und Sonnenberg werden diese Hydrantenleitungen später bis in die Fahrräume der Tunnelröhren verlängert (**Bild 15**).



Bild 13:
Aufweitung mit Stahlkonsolen – Endausbau

6 Anschluss der Transportwasserleitung DN 500 innerhalb der Technikzentrale Sonnenberg Nord

Eine spezielle Herausforderung für alle Beteiligten und vor allem für den Leitungsbau war der Anschluss der neuen Transportwasserleitung DN 500 in der Technikzentrale Nord des Sonnenbergtunnels.

Von der bestehenden Leitungstrasse, auf Höhe der Fahrbahnebene in beiden Tunnelröhren, musste die neue Rohrleitung DN 500 vertikal in das bestehende Gebäude der Technikzentrale Nord eingeführt und über eine Distanz von 50 m



Bild 14:
Hydrantenleitung mit temporärem Storzanschluss

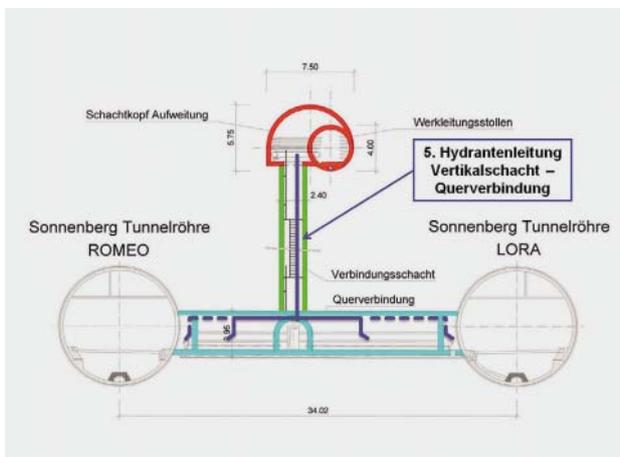


Bild 15:
Querschnitt Werkleitungsstollen mit Hydrantenleitung zu den Tunnelröhren Sonnenberg

durch enge Zellwände hindurch bis zum Eingang des Werkleitungsstollens eingebaut werden (**Bild 16**).

Wegen der ungünstigen Platzverhältnisse und der teilweise schräg im Gefälle verlaufenden Leitungsführung kamen speziell hergestellte Vollschutzrohre mit Flanschen-Verbindung sowie Flanschen-Formstücke von Rollecotit zum Einsatz. Die Flanschenrohre wurden nach Aufmaß am Bau millimetergenau hergestellt und in den Zellwänden passgenau montiert. Wie im Werkleitungsstollen sind sie mittels verzinkten Stahlkonstruktionen als Fixpunkte an den Betonwänden oder der Betondecke befestigt (**Bild 17**).

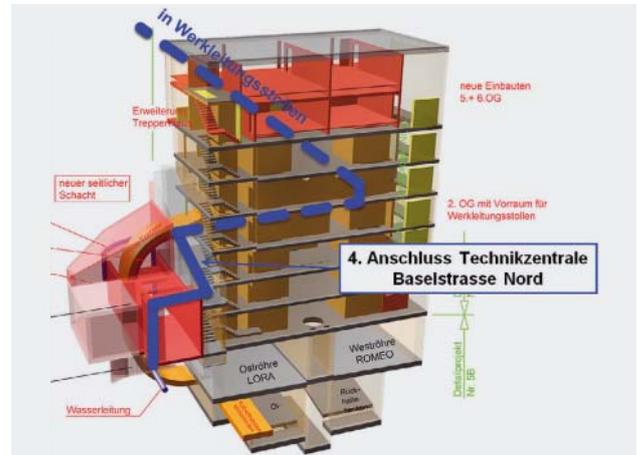


Bild 16:
Querschnitt Technikzentrale Nord

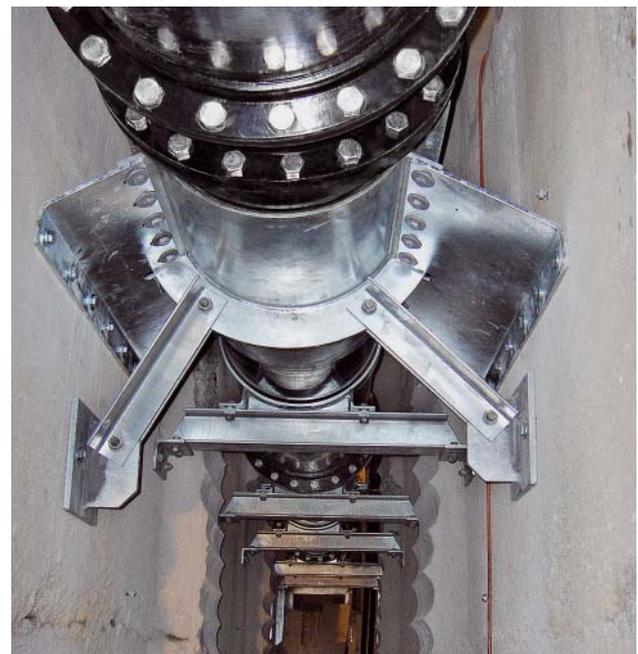


Bild 17:
Leitungsführung durch enge Zellwände hindurch

7 Fazit

Der Bau der beiden neuen Werkleitungsstollen mit der Umlegung sämtlicher Werkleitungen der Tunnelröhren Sonnenberg und Reussport war die Voraussetzung für die Gesamtanierung der Autobahn „Cityring Luzern“.

Die Transportwasserleitungen des städtischen Wasserversorgungsnetzes konnten dank des Einsatzes nachhaltig überlegener duktiler Vollschutzrohre von *Rollecopur* DN 300 und DN 500, Wanddickenklasse K 9, rationell und mit großer Flexibilität gebaut werden.

Besonders die Leitungsführung in der nicht alltäglichen Einbausituation in den Werkleitungsstollen und unter den sehr engen Platzverhältnissen in den Vertikalschächten sowie den Zellwänden der Technikzentrale Sonnenberg Nord stellte hohe Anforderungen an die Montagefreundlichkeit des gewählten Rohrmaterials.

Das Steckmuffen-Vollschutz-Rohrsystem von *Rollecopur* mit verstärkter Umhüllung nach EN 545 [2], innen und außen integral mit Polyurethan beschichtet, gewährleistet höchstwertigen Korrosionsschutz. Es ist resistent gegen feucht-aggressives Tunnelklima sowie auch gegen jede Art von galvanischer Korrosion durch Streuströme und Makroelementbildung.

Literatur

- [1] Bundesamt für Verkehr (ASTRA), «20'000 im Berg»: Zivilschutzanlage im Bild 2 Sonnenbergtunnel, http://www.cityring.ch/2011_09_07_zivilschutzanlage.pdf
- [2] EN 545 Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren 2010
- [3] EN 14901 Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Epoxidharzbeschichtung (für erhöhte Beanspruchung) von Formstücken und Zubehörteilen aus duktilem Gusseisen – Anforderungen und Prüfverfahren 2006

- [4] Güte- und Prüfbestimmungen RAL GZ 662 Schwerer Korrosionsschutz von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung 2008-01

Autor

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

Bauherr

Transportwasser- und Hydrantenleitung

ewl energie wasser luzern
Eidg. Dipl. Haustechnikinstallateur
Guido Huber
Industriestrasse 6
6006 Luzern/Schweiz
Telefon: +41 (0)41/3 69 42 54
E-Mail: info@ewl-luzern.ch

Gesamtprojektleitung

Kanton Luzern
Verkehr und Infrastruktur vif
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Heller
Arsenalstrasse 43
6010 Kriens/Schweiz
Telefon: +41 (0)41/3 18 12 12
E-Mail: vif@lu.ch

Bauingenieur/Planer

ewp bucher dillier AG Luzern
M. Sc. ETH Matthias Bucher
Industriestrasse 6
6005 Luzern/Schweiz
Telefon: +41 (0)41/3 68 07 77
E-Mail: matthias.bucher@ewp.ch

Rohreinbau

Baumeler Leitungsbau AG
Hans Baumeler
Löwenstrasse 6
6004 Luzern/Schweiz
Telefon: +41 (0)41/4 10 33 47
E-Mail: h.baumeler@baumelerltg.ch

Überflurhydranten für das Löschwassersystem des Jagdbergtunnels

Von Petra Klingebiel

1 Geografische Lage des Jagdbergtunnels

Der Jagdbergtunnel ist ein im Bau befindlicher 3,1 km langer Tunnel der Bundesautobahn A 4 westlich von Jena (**Bild 1**), der die Ilm-Saale-Platte, eine Muschelkalk-Formation zwischen den Tälern von Ilm (bei Weimar) und Saale (bei Jena) unterquert. Das Bauwerk ist nach dem 288 m hohen Jagdberg benannt, der sich zwischen Jena-Göschwitz und dem Ostportal befindet.

2 Verbesserung der Verkehrssituation

Mit dem Bau des Tunnels wird ein Engpass auf der bestehenden Autobahn A 4 beseitigt. Die in den 1930er-Jahren gebaute „Reichsautobahn“ entspricht bei einer derzeit gegebenen Verkehrsbelastung von über 50.000 Kfz/Tag nicht mehr den aktuellen Anforderungen.

Strecken mit extremer Steigung, welche die Geschwindigkeit von LKWs enorm sinken lassen und somit den Verkehrsfluss erheblich belasten, ungünstige Sichtverhältnisse in den Kurvenbereichen wegen höhenversetzter Fahrbahnen mit Stützmauern im Mittelstreifen sowie hohe Lärm- und Schadstoffbelastungen für nahe Siedlungsbereiche sowie für das Naturschutz- und Vogelschutzgebiet begründen die Entscheidung für den Tunnelbau. Der anschließende Rückbau der alten Trasse trägt aktiv zum Umweltschutz bei.

3 Bau des Jagdbergtunnels und des Löschwassersystems

Baubeginn für den 3,1 km langen Tunnel war der 25.09.2008. In den nachfolgenden Monaten wurden zwei Tunnelröhren durch den Jagdberg



Bild 1:
Ostportal des Jagdbergtunnels

für einen sechsstreifigen Neubau des Autobahnabschnittes Eisenach-Görlitz der A 4 im Kalotten- und Strossenvortrieb aufgeföhren.

Ein wichtiger Faktor für die hohen Sicherheitsansprüche ist die Sicherstellung des Brand-schutzes in einem solchen Bauwerk. Zur Entnahme von Wasser aus dem installierten Löschwassersystem hat die Keulahütte GmbH im April 2012 die ersten von insgesamt 48 Stück Hydranten geliefert.

4 Überflurhydrant DN 80

Die Überflurhydranten der Keulahütte GmbH sind vom DVGW zugelassene Armaturen. Eingebaut wurden Überflurhydranten der Nennweite DN 80 mit doppelter Absperrung (**Bild 2**). Die Rohrdeckung beträgt 1,25 m (**Bild 3**). Eine Besonderheit ist die Entwässerung der Armatur nach dem Schließen des Hydranten. Durch die werksseitige Vormontage eines

Entwässerungswinkels kann das im Hydranten verbliebene Wasser in das dazu vorgesehene Rohrsystem des Tunnels abgeleitet werden (**Bild 4**).

Bis zum Eröffnungstermin im Jahr 2014 werden durch die Keulahütte GmbH weitere Überflurhydranten nach EN 14384 [1] und EN 1074-6 [2] sowie diverse Formstücke nach EN 545 [3] geliefert.

5 Weitere Anwendungen von Überflurhydranten in Tunneln

Diese im Jagdbergtunnel eingesetzte Variante eines Überflurhydranten mit Entwässerung hat sich bereits in anderen Thüringer Straßentunneln bewährt, so z.B.

- im 1,1 km langen „Pörzbergtunnel“ bei Schaala (**Bild 5**),
- im 1,7 km langen „Schmücketunnel“ bei Sömmerda sowie
- im Tunnelbau der A 4 in der Ortslage Jena und
- im Außenbereich des „Heidkopftunnels“ der Autobahn A 38.

Literatur

- [1] EN 14384
Überflurhydranten
2005
- [2] EN 1074-6
Armaturen für die Wasserversorgung –
Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und deren Prüfung –
Teil 6: Hydranten
2008
- [3] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus
duktilen Gusseisen und ihre Verbindungen
für Wasserleitungen –
Anforderungen und Prüfverfahren
2010

Autorin

Ing. oec. Petra Klingebiel
Keulahütte GmbH
Geschwister-Scholl-Straße 15
02957 Krauschwitz/Deutschland
Telefon: +49 (0) 3 57 71/54-2 60
E-Mail: klingebiel@vem-group.com



Bild 2:
Überflurhydrant mit zwei
Abgängen DN 80



Bild 3:
Überflurhydrant für eine
Rohrdeckung von 1,25 m



Bild 4:
Entwässerung des geschlossenen Hydrantens über
einen Entwässerungswinkel



Bild 5:
Pörzbergtunnel bei Schaala

Erneuerung der Druckleitung zum Kraftwerk Giessbach am Brienersee

Von Wolfgang Rink

1 Einleitung

Das Kraftwerk Giessbach wurde in den Jahren 1948/1949 errichtet und von der Hotel Giessbach AG in Betrieb genommen. Es hat seitdem Strom für die EW Reichenbach Energie AG und seit 1. September 1999 für die Gemeindebetriebe Brienz (GBB) produziert.

Im Jahre 2001 wurde der Gemeinde Brienz für dieses Kraftwerk eine Wasserkraftkonzession für weitere 40 Jahre erteilt.

Ursprünglich war von der GBB geplant, im Jahre 2006 den 78 Jahre alten Maschinensatz (horizontalachsige Peltonturbine mit Generator) zu ersetzen, dessen Druckleitung noch weitere Jahre in Betrieb bleiben sollte. Ein Trafobrand im April 2004 führte dazu, dass die GBB den Ersatz der Maschinengruppe sofort in Angriff nehmen musste, um den Produktionsausfall zu minimieren. Dabei war die Auslegung der neuen Maschinengruppe auf die zukünftige Druckleitung abzustimmen. Im Winter 2004/2005 wurde das Zentralgebäude saniert und an die Erfordernisse der neuen Maschinengruppe angepasst. Ende April 2005, rund ein Jahr nach dem Brand, wurde die Anlage wieder in Betrieb genommen.

Parallel zur Erneuerung der Maschinengruppe beauftragte die GBB die Ingenieurgemeinschaft IUB Ingenieur-Unternehmung AG Bern (Bern)/Huggler + Porta AG (Interlaken), ein Bau- und Auflageprojekt für den Ersatz der Druckleitung zu erarbeiten. Die GBB wollte die Druckleitung im Winter 2010/2011 ersetzen. Aus Gründen des mechanischen Schutzes, des verbesserten Landschaftsbildes und eines geringeren Unterhaltsaufwandes sollte die neue Leitung größtenteils erdüberdeckt sein. Die dadurch

entstehenden Mehrkosten infolge eines vermehrten Aushubes wollte man in Kauf nehmen, weil durch einen geringeren Druckverlust in der neuen Leitung die Stromproduktion gesteigert werden kann. Wegen einer rechtlichen Auseinandersetzung verzögerte sich das Projekt jedoch, sodass die Druckleitung erst im März 2010 ausgeschrieben werden konnte.

2 Planung

Die Druckleitung des KW Giessbach verläuft streckenweise über sehr steiles, bewaldetes Gelände. Rund 12 % der gesamten Leitungslänge entfallen auf Fels- und Steilwände. Die Leitung ist 736 m lang. Die Leitungstrasse hat ein Bruttogefälle von 356,40 m, was einem durchschnittlichen Gefälle von 48,4 % entspricht. Stellenweise ist das Gelände kaum begehbar. Die maximale Nutzwassermenge für die Stromerzeugung beträgt 300 L/s. Die bestehende Leitung DN 300 ist für einen maximalen Druck von 40 bar ausgelegt. Vor 78 Jahren wurden Stahlrohre mit Flansch-Verbindungen eingebaut. Sie sind innen ohne Korrosionsschutz und außen mit einer Grundierung mit Deckanstrich versehen. Zur Aufnahme von temperaturbedingten Längenänderungen sind 17 Expansionsstopfbüchsen angeordnet.

Die Wasserfassung befindet sich in der Giessbachschlucht westlich der Bramisegg. Das erste Teilstück der Leitung, zwischen Wasserfassung und Fixpunkt 3, ist erdüberdeckt. Ab Fixpunkt 3 bis zum Maschinenhaus am Brienersee verläuft sie oberirdisch. Sie ist auf 27 Festpunkten, mehreren Betonriegeln und Stahlfachwerkstützen abgestützt. Vor dem letzten Fixpunkt und dem Einlaufkrümmer verjüngt sie sich auf einen Nenndurchmesser von 220 mm. Bei

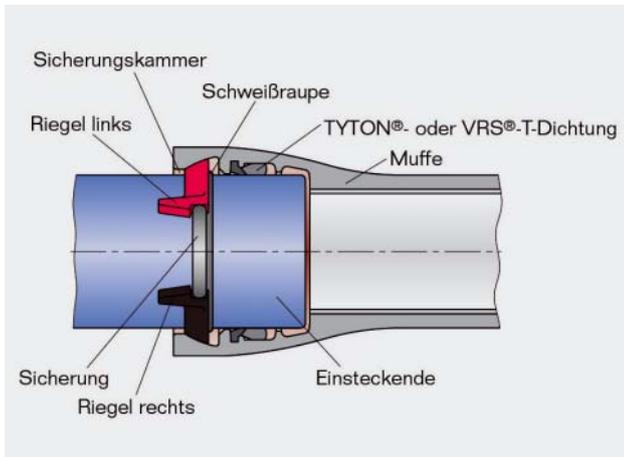


Bild 1:
BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung

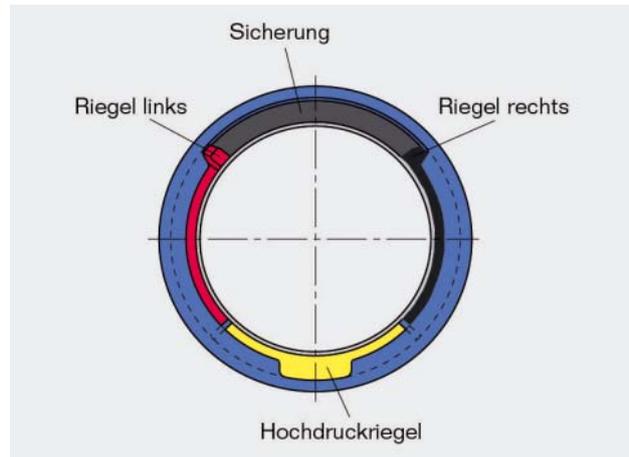


Bild 2:
Anordnung der Riegel bei einer BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung

Störungen, im Revisionsfall oder bei zu wenig Zulauf kann sie über einen Kugelhahn (maximaler Betriebsdruck 40 bar) abgesperrt werden. Die Linienführung der neuen Druckleitung ist bis auf die Höhenlage der erdüberdeckten Leitungsabschnitte identisch mit der bestehenden Trasse. Dies hatte zur Folge, dass die bestehende Druckleitung demontiert werden und die 27 Fixpunkte und Betonstützen zurückgebaut werden mussten.

Auf den obersten 60 m, zwischen dem Rechenhaus und dem Ende der Stützmauer, hat die neue Druckleitung ein minimales Gefälle und eine maximale Druckstufe von 10 bar. Dieser Leitungsabschnitt wird mit GFK-Rohren SN 10.000, DN 500, PN 10, ausgeführt. Der Übergang auf Rohre aus duktilem Gusseisen DN 400 nach EN 545 [1] mit längskraftschlüssigen BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindungen (**Bilder 1 und 2**) liegt am Ende der Stützmauer. Nach dem Wechsel auf Gussrohre verläuft die Leitung in dem sehr steilen, felsigen Gelände bis zum Fixpunkt 7 oberirdisch und wird auf Stahlstützen fixiert. Zwischen den Fixpunkten 7 bis 12 ist der Einbau sowohl erdüberdeckt als auch offen. Die anschließende Strecke kann, ausgenommen ein kurzes dazwischenliegendes Leitungsstück, bis zum Fixpunkt 25 erdüberdeckt ausgeführt werden. Beim Geländeabsturz, direkt vor der Zentrale, stützt sie sich wieder auf Stahlstützen ab.

Die Druckleitung ist in vier Druckstufen unterteilt, diese entsprechen den zunehmend höheren hydrostatischen Belastungen bis zum maximalen Innendruck von 35,4 bar (356,4 m WS). Im unteren Trassenbereich, vor dem Eingang in das Maschinenhaus, ist die Leitung für einen

Betriebsdruck von PFA = 40 bar ausgelegt. Die Peltonturbine mit Strahlablenkern ist so konzipiert, dass bei Notschluss kein Druckstoß auftritt. Der Kugelhahn schließt sehr langsam. Eine größere Druckstoßreserve ist deswegen bei der Dimensionierung der Leitung nicht erforderlich.

Die für die neue Leitung eingesetzten Rohre aus duktilem Gusseisen sind mit Zementmörtel ausgekleidet (ZM-A). Ungefähr 114 m der neuen Leitung werden oberirdisch eingebaut. Die dafür vorgesehenen duktilen Gussrohre haben außen den Standardaußenschutz, einen Zink-Aluminium-Überzug mit einer Deckbeschichtung aus Epoxidharz, und zusätzlich eine Isolierung aus PUR-Hartschaum mit einem Mantelrohr aus PE-HD (**Bild 3**).



Bild 3:
Duktile Gussrohre mit einer zusätzlichen Isolierung aus PUR-Hartschaum und einem PE-HD-Mantelrohr



Bild 4:
Leitungsfixpunkt

Der Außenschutz der Gussrohre für den erdüberdeckten Bereich besteht aus einem Zink-Aluminium-Überzug mit Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach EN 15542 [2].

Weil die neue Gussleitung zum Teil oberirdisch und zum Teil im Rohrgraben mit geringer Erdüberdeckung eingebaut wird, sind zur Lagesicherung 26 Fixpunkte notwendig. Die Fixpunkte werden auf massiven Fels gegründet und, wo erforderlich, mit Felsankern gesichert (**Bild 4**).

3 Bauausführung

Gebaut wurde in den wasserarmen, produktionschwachen Wintermonaten von Januar bis April 2011.

Zum Materialtransport wurde bereits Ende 2010 eine temporäre Transportseilbahn mit einer Tragfähigkeit von 2,5 t bis 3,0 t errichtet. Parallel dazu wurde auf der Leitungstrasse der notwendige Holzeinschlag vorgenommen. Die gesamte Leitungstrasse, ausgenommen der obere Abschnitt zwischen der Wasserfassung und dem Fixpunkt 4, konnte über die Transportseilbahn mit allen notwendigen Materialien und Geräten vom Umschlagplatz her bedient werden. Dank des zentralen Umschlagplatzes war auch ein paralleler Einsatz mehrerer Kolonnen möglich. Nach der Demontage der alten Druckleitung und dem Rückbau der Fixpunkte wurde der Rohrgraben für die neue Leitung ausgehoben. Die Fundamente für die Fixpunkte der neuen Leitung wurden gesäubert und lose Felspartien abgetragen. Anschließend wurde zunächst der etwa 60 m lange Leitungsabschnitt DN 500,



Bild 5:
Einbau der duktilen Gussrohre im Bereich der Zentrale von oben nach unten

PN 10, Länge etwa 60 m, zwischen dem Rechengebäude und dem Ende der Stützmauer montiert. Die neue Druckleitung DN 400 wurde zwischen dem Fixpunkt 5 und dem Fixpunkt 26 (direkt vor der Zentrale) von oben nach unten gebaut (**Bild 5**). Dabei wurde darauf geachtet, dass die Verriegelung der längskraftschlüssigen BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindungen bestehen blieb.



Bild 6:
Mit Rohrschellen am duktilen Gussrohr befestigte Kabelschutzrohre

Gleichzeitig mit der Montage der Druckleitung wurden die Betonfixpunkte erstellt. In den oberirdisch eingebauten Abschnitten wurde pro Rohr eine Stahlstütze angeordnet. Entlang der Druckleitung mussten zwei Kabelschutzrohre mitgeführt werden. Diese sind mittels Rohrschellen an den Gussrohren befestigt (**Bild 6**). In den oberirdischen Abschnitten der Leitung bestehen die Kabelschutzrohre aus Stahl, im erdverlegten aus PE.

Aus Schutz-, Landschafts- und Unterhaltungsgründen musste die Leitung im unteren Abschnitt erdüberdeckt eingebaut werden. Die Überdeckung musste mindestens 30 cm betragen und wurde mit dem anstehenden Aushubmaterial ausgeführt. Der Außenschutz (ZM-U) der Gussrohre hat eine sehr hohe mechanische Festigkeit. In der direkten Rohrabdeckung sind Felsstücke bis 100 mm Durchmesser zulässig. Die BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung ist einfach und schnell zu montieren und bis 3° abwinkelbar. Die Baulänge der Rohre beträgt 6 m. Durch das Abwinkeln der Verbindung lassen sich Mindeststradien von 115 m ausführen. Der Einbau von Bögen kann teilweise entfallen, die Leitung kann optimal dem Geländeverlauf angepasst werden (**Bild 7**).



Bild 7:
Trassenverlauf der Druckrohrleitung DN 400

4 Zusammenfassung

Mit der beschriebenen Baumaßnahme wurde ein anspruchsvolles Bauwerk geschaffen. Rohre aus duktilem Gusseisen mit der längskraftschlüssigen BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung und einer Zementmörtel-Umhüllung haben sich in der Vergangenheit bei einer Vielzahl ähnlicher Projekte bestens bewährt. Die Robustheit der Rohre, eine mehrfache Sicherheit gegenüber den vorhandenen Innendrücken und die große äußere Belastbarkeit sind Garantien für eine hohe Betriebssicherheit und eine lange Nutzungsdauer.

Die gute Zusammenarbeit aller Beteiligten, dem Auftraggeber (Einwohnergemeinde Brienz), dem Planer (Ingenieurgesellschaft IUB-HPAG), dem Auftragnehmer (Implenia AG) und dem Lieferanten des duktilen Guss-Rohrsystems (TMH Hagenbucher AG) machte es möglich, dass die vorgesehene Bauzeit trotz schwierigster Randbedingungen eingehalten werden konnte und die Rohrleitung wie geplant in Betrieb ging.

Literatur

- [1] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren
2010
- [2] EN 15542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtel-Umhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren
2008

Autor

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

Triebwasserleitungen für Kleinwasserkraftwerke im alpinen Raum

Von *Andreas Moser*

1 Kraftwerk Frankbach am Ende des schönen Ahrntales

Seit über 80 Jahren wird im Höhenluftkurort St. Johann im Ahrntal die Kraft des Wassers zur Stromerzeugung genutzt. Am Oberlauf des Frankbachs hatte die Familie Arthur Kirchner ein Kraftwerk errichtet und sorgte so dafür, dass der südtiroler Ort einer der ersten in dieser Gegend war, der mit Strom versorgt werden konnte.

2008 entschloss man sich, die betagte Anlage durch ein neues wesentlich größeres Kraftwerk zu ersetzen. Nach langen Verhandlungen erhielt die private Betreibergesellschaft die Konzession für einen Neubau und die Genehmigung, entsprechend größere Wassermengen aus dem Frankbach zu entnehmen.

1.1 Größere Wassermengen = größere Rohre

Mit der Erhöhung der Wasserentnahme auf 350 L/s waren größere Rohrdimensionen für die Triebwasserleitung verbunden. Es galt, von DN 400 auf DN 600 aufzurüsten. Hinzu kam, dass die bestehende alte Stahlrohrleitung an mehreren Stellen leckte und ein sicherer Betrieb der Anlage nicht mehr gegeben war.

1.2 Komplizierte Geländeverhältnisse

Bodenuntersuchungen im Zuge der Planungsmaßnahmen hatten ergeben, dass nahezu auf der gesamten 1.300 m langen Rohrleitungs-trasse hartes Granitgestein ansteht. Also war bereits im Vorfeld klar, dass man bei den Einbauarbeiten in einigen Teilbereichen nicht ohne Sprengungen auskommen würde, um die Leitung in das Gelände einzupassen.

1.3 Keine Alternative zum duktilen Gussrohr

Angesichts dieser extrem schwierigen Geländeverhältnisse (**Bilder 1 und 2**) war bei der Wahl des Rohrwerkstoffes kein Kompromiss möglich. Die Betreibergesellschaft entschied sich für duktile Gussrohre mit längskraftschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung (**Bilder 3 und 4**). Gemeinsam mit der bauausführenden Firma wurde im Vorfeld an der Auslegung der Leitung gearbeitet.

In den Bereichen, wo Sprengungen unumgänglich waren und deswegen nur grobkörniges Aushubmaterial für die Verfüllung des Rohrgrabens zu Verfügung stand, kamen duktile Gussrohre mit faserverstärkter Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) zum Einsatz (**Bild 5**).

Bei einem Höhenunterschied von 340 m zwischen der Wasserfassung am Oberlauf des Frankbachs bis zum neu errichteten Turbinenhaus hat die neue Triebwasserleitung, Wanddickenklasse K 9 und K 10, einem statischen Betriebsdruck von 34 bar standzuhalten.

Der Einbau der Druckrohrleitung war zwar wegen der schwierigen Topografie und den notwendigen Sprengarbeiten kein Kinderspiel, konnte aber, nicht zuletzt wegen der einfachen Handhabung der BLS®-Druckrohre, ohne Zwischenfall in 10 Wochen durchgeführt werden. Nach erfolgreicher Druckprüfung ging die Leitung im April 2010 in Betrieb, sodass das Kraftwerk Frankbach mit seinen zwei Pelton-turbinen, einer kleineren für den Winterbetrieb (100 KW) und einer größeren für den Sommerbetrieb (800 KW), die 700 Einwohner zählende Gemeinde St. Johann ausreichend mit Energie versorgen kann.



Bild 1:
Einbau der duktilen Gussrohrleitung mithilfe eines Schreitbaggers



Bild 2:
Sehr beengte Platzverhältnisse beim Einbau der duktilen Gussrohre



Bild 3:
Einbau der duktilen Gussrohre DN 600 mit Leerrohren



Bild 4:
Anschluss der Triebwasserleitung an den Entsander mittels F-Stück



Bild 5:
Die Druckrohrleitung durchquert eine gesprengte Felswand.

Der größte Teil der Jahresproduktion von etwa 4 Mio. kWh wird ins öffentliche Netz eingespeist.

1.4 Technische Daten des Kraftwerks Frankbach

- 900 m duktile Gussrohre DN 600, K 9, mit längskraftschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung und Zementmörtel-Auskleidung (ZM-A) sowie einer äußeren Epoxidharz-Deckbeschichtung
- 400 m duktile Gussrohre DN 600, K 10, mit längskraftschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung und Zementmörtel-Auskleidung (ZM-A) sowie einer faserverstärkten Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U)
- Einzugsgebiet: 15 km²
- Nettofallhöhe: 340 m
- Wasserdargebot: 40–350 L/s
- Mittlere Nennleistung: 580 kW
- Jahresproduktion: 4.000 MWh

2 Kraftwerk Himmelreich am Sengesbach in der Gemeinde Freienfeld in Südtirol

Das Bauprojekt umfasst die Errichtung des Wasserkraftwerkes Himmelreich am Sengesbach in der Gemeinde Freienfeld für die Flans Energie GmbH.

Die Bauzeit belief sich auf 12 Monate von Oktober 2009 bis zur Inbetriebnahme im Oktober 2010.

2.1 Schwierige Geländebedingungen

Es wurde teilweise unter schwierigsten Witterungsbedingungen gearbeitet (**Bild 6**).

Die duktilen Gussrohre DN 500 mit längskraftschlüssiger Steckmuffen-Verbindung mussten im steilen unteren Bereich der Triebwasserleitung mit einer eigens errichteten Materialseilbahn an ihren Bestimmungsort gebracht werden (**Bild 7**).

Im oberen Bereich verläuft die Rohrtrasse fast nur im felsigen Terrain (**Bild 8**).

2.2 Duktile Gussrohre alternativlos

Ausschlaggebend für die Wahl des Werkstoffs duktiles Gusseisen für die Triebwasserleitung waren die folgenden Bedingungen:

- Bei diesem Kraftwerk handelt es sich um ein Laufwasserkraftwerk, d.h. es sind weder Staubecken noch Speicher vorgesehen, da immer nur ein Teil der anfallenden Wassermengen genutzt wird.



Bild 6: Schwierigste Einbaubedingungen bei widrigen Wetterverhältnissen



Bild 7: Transport der duktilen Gussrohre mittels Materialseilbahn



Bild 8:
Duktile Druckrohrleitung DN 600
in sehr felsigem Terrain



Bild 10:
Krafthaus in den Steilhang gebaut



Bild 9:
Letztes Gussrohr vor dem Anschluss an das Krafthaus

Die Wasserfassung und das Entsandungsbecken sind unterirdisch angeordnet, wobei die Wasserfassung als „Tiroler Wehr“ und das Entsandungsbecken in Zweibeckenbauweise geplant wurden. Die gewählte Form der Wasserfassung stört den natürlichen Wasserfluss nicht, da der Wasserlauf nicht gestaut wird; außerdem besitzt dieser Fassungstyp einen hohen Selbstreinigungseffekt und benötigt daher nur eine geringe Wartung.

- Die unterirdische Druckrohrleitung mit einer Nennweite von DN 600 bzw. DN 500 und einer Gesamtlänge von ungefähr 1.990 m wird für das Kraftwerk und die Beregnung genutzt. Die Leitung verläuft auf den ersten 1.680 m (DN 600) entlang der bestehenden Trasse des Wald- und Wirtschaftsweges. Der restliche Teil (DN 500) der Druckrohrleitung bis zum Krafthaus ist im landwirtschaftlichen Grün- und Waldgebiet eingebaut worden.
- Das Krafthaus wurde in den Hang hineingebaut (**Bilder 9 und 10**). Nach seiner Fertigstellung sieht man lediglich die Vorderfront und einen geringen Teil der Seitenwände. Das Wasser wird direkt in den Sengesbach wieder zurückgegeben. Es wurden zwei Maschinensätze in Form einer Pelton turbine mit direkt gekoppeltem Generator vorgesehen, um trotz der großen Schwankungen der Triebwassermenge (31–380 L/s) einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erzielen (**Bilder 11 und 12**).



Bild 11:

Übergang von Guss auf das Hosenrohr
mittels Flansch-Verbindung



Bild 12:

Nach dem Hosenrohr verteilt sich das Triebwasser auf
zwei Peltonturbinen

2.3 Technische Daten des Kraftwerks Himmelreich

- 1.680 m duktile Gussrohre DN 600, K 9, mit längskraftschlüssiger BLS® - Steckmuffen-Verbindung und Zementmörtel-Auskleidung (ZM-A) sowie einer äußeren Bitumen-Deckbeschichtung
- 310 m duktiles Gussrohr DN 500, K 10, mit längskraftschlüssiger VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung und Zementmörtel-Auskleidung (ZM-A) sowie einer äußeren Polyurethan-Deckbeschichtung
- Einzugsgebiet: 11,26 km²
- Nennfallhöhe: 346,5 m
- Wasserdargebot: 31-380 L/s
- Mittlere Nennleistung: 640 kW
- Jahresproduktion: 4.512 MWh

Autor

Ing. Andreas Moser
Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH
Innsbrucker Straße 51
6060 Hall in Tirol/Österreich
Telefon: +43 (0)52 23/50 34 53
E-Mail: andreas.moser@duktus.com

Ausführende Firmen Projekt 1 – Kraftwerk Frankenbach

Bauherr

Josef Kirchler
St. Johann Nr. 3
39030 Ahrntal/Italien

Planer

von Pförtl & Helfer GmbH
Ingenieurbüro
Tschermsersweg 1/1
39011 Lana/Italien
Telefon: +39 (0)4 73/56 50 07
E-Mail: info@ingph.it

Baufirma

Brunner & Leiter
Weissenbach Nr. 75/C
39030 Weissenbach/Ahrntal/Italien
Telefon: +39 (0)4 74/68 06 40
E-Mail: info@brunner-leiter.com

Ausführende Firmen Projekt 2 – Kraftwerk Himmelreich

Bauherr

Flans Energie GmbH
Flans 38
39040 Freienfeld/Italien

Planer

Troyer AG – Ernst Troyer Engineering
Karl v. Etzel Straße 2
39049 Sterzing/Italien
Telefon: +39 (0)4 72/76 51 95
E-Mail: info@troyer.it

Baufirma

Bauunternehmen Roland Gufler GmbH
Handwerkerzone 3
39013 Moos in Passeier/Italien
Telefon: +39 (0)4 73/64 85 06
E-Mail: info@roland-gufler.it

Strom aus Wasserkraft

Kraftwerksleitungen aus duktilem Gusseisen – wichtige Komponenten für die Erzeugung erneuerbarer Energie

Von Wolfgang Rink

1 Strom aus Wasserkraft

Die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft ist dort möglich, wo in entsprechender Höhenlage ein genügendes Wasserdargebot zur Verfügung steht und eine ausreichende Fallhöhe zum Kraftwerk vorhanden ist. Die Kraftwerksleistung ist hauptsächlich von der zur Verfügung stehenden Wassermenge und der vorhandenen Fallhöhe abhängig, wobei andere Faktoren, wie z. B. der Wirkungsgrad von Turbine und Generator ebenfalls eine gewisse Rolle spielen. Kraftwerksleitungen sind in der Regel Hochdruckleitungen. Die Schweizer Alpen sind prädestiniert für die Erzeugung erneuerbarer Energie aus Wasserkraft. Sie stellen jedoch wegen ihrer extremen Geländebedingungen sehr hohe Anforderungen an das planende Ingenieurbüro, die ausführende Baufirma und vor allem auch an das einzusetzende Rohrmaterial. Von diesem wird vorausgesetzt, dass es die extremen Anforderungen an die Funktionalität und an den Einbau erfüllt.



Bild 1:
Anpassen der duktilen Leitung an Gelände und Trasse

2 Vorzüge duktiler Guss-Rohrsysteme

Duktile Guss-Rohrsysteme nach EN 545 [1] eignen sich hervorragend für den Bau von Kraftwerksleitungen unter extremen Anforderungen. Die Gründe dafür sind im Besonderen:

- Der robuste Werkstoff duktiles Gusseisen mit großen Sicherheitsreserven,
- höchste Sicherheit durch werkseitig geprüfte Systemkomponenten,
- kein Schweißen auf der Baustelle und Prüfen von Schweißnähten auf der Baustelle (Zeitersparnis),
- mit einem ausgereiften Formstückprogramm können die unterschiedlichen Richtungsänderungen und Anschlüsse von Armaturen und Bauwerken mit einem Werkstoff realisiert werden (**Bild 1**),
- schneller und witterungsunabhängiger Einbau mit der bewährten, längskraftschlüssigen BLS® - Steckmuffen-Verbindung (**Bild 2**),
- die Abwinkelbarkeit der Verbindung bis zu 5° ermöglicht die Einsparung von Bögen und Montagezeit bei Richtungsänderungen, an Bögen und abgewinkelten Verbindungen können zusätzliche Kräfte aus eventuell auftretenden Druckstößen ohne zusätzliche Widerlager direkt in den Baugrund abgeleitet werden (**Bild 3**),
- die werkseitig aufgetragene Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) kann in Böden aller Aggressivitätsstufen eingesetzt werden und hat darüber hinaus eine hohe mechanische Festigkeit; Steine bis Faustgröße sind für die direkte Rohrumhüllung zulässig,
- entsprechend der jeweiligen Betriebsdrücke kann die erforderliche Wanddicke fast beliebig gewählt werden.

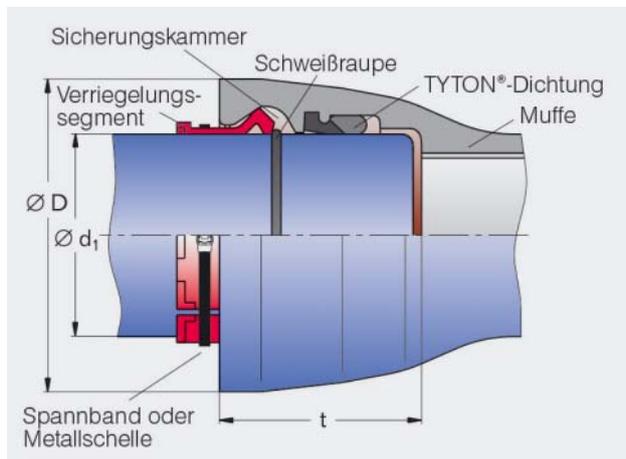


Bild 2:
Längskraftschlüssige BLS® - Steckmuffen-
Verbindung DN 600



Bild 3:
Abwinkeln der duktilen Gussrohrleitung mit einem
längskraftschlüssigen Bogenformstück zum Anpassen
an die Trasse

3 Kraftwerksleitungsprojekte

Nachstehend werden beispielhaft vier Schweizer Kraftwerksleitungsprojekte, ausgeführt in den Jahren 2011 und 2012 im alpinen Gelände, vorgestellt. Die charakteristischen Projektdaten sind in der **Tabelle 1** zusammengestellt.

Tabelle 1:
Zusammenstellung der wichtigsten Projekt-Kenndaten

	Projekt 1 KWL „Sagenbach“	Projekt 2 KWL „Tambobach“	Projekt 3 KWL „Niederbach“	Projekt 4 KWL „Buoholzbach“
Bauherr	Axpo AG, Baden	Alpiq und Gemeinde Splügen	tbgs (Technische Betriebe Glarus Süd), Schwanden	EWN Kantonales Elektrizitätswerk Nidwalden, Stans
Ingenieurbüro	Widmer Ingenieure AG, Chur	Entegra Wasserkraft AG, Chur	Jackcontrol AG, Glarus	IM Maggia Engineering SA, Locarno
Baufirma	Bauunternehmung Vetsch, Klosters	ARGE Mengelt, Splügen/Vitali, Lenzerheide	Tümpi AG Bauunternehmung, Mütlödi	ARGE Arnold AG, Schattdorf / Mathis Sanitär und Heizung AG, Wolfenschiessen
Leitungslänge [m]	912	1.820	1.980	1.980
Nennweite	DN 600	DN 500 und DN 600	DN 600	DN 600
Umhüllung	ZM-U	ZM-U	ZM-U	ZM-U
Steckmuffen-Verbindung	BLS®	BLS®	BLS®	BLS®
Wanddickenklasse	K 9, K 12 und K 14	K 9 und K 12	K 9, K 12 und K 14	K 9 bis K 12
Betriebsdruck [bar]	54	42	45	64
Bauzeit	Juli bis August 2012	August bis November 2011	Dezember 2011 bis April 2012	Juni 2011 bis Dezember 2012

3.1 Projekt 1 – Kraftwerksleitung „Sagenbach“, Tschierschen, Kanton Graubünden

Aufgrund der schwierigen topografischen Verhältnisse der Trasse mussten auf der gesamten Leitungslänge die duktilen Gussrohre mithilfe eines Helikopters, Typ Kamax, transportiert und montiert werden (**Bilder 4 und 5**).



Bild 4:
Kraftwerksleitung „Sagenbach“:
Rohrtransport mit einem Kamax-Helikopter

3.2 Projekt 2 – Kraftwerksleitung „Tambobach“, Splügen, Kanton Graubünden

Auch auf dieser Leitungstrasse war extremes Gelände vorhanden. Es war deswegen auch bei dieser Maßnahme erforderlich, die Rohre auf der gesamten Leitungslänge mithilfe eines Helikopters zu bewegen und zu montieren. Aufgrund der dafür optimalen Rohrlänge von 6 m und der schnell zu montierenden und abwinkelbaren Rohrverbindung konnte dies, wie auch bei Projekt 1, ohne Probleme durchgeführt werden (**Bilder 6, 7 und 8**).



Bild 6:
Kraftwerksleitung „Tambobach“:
Rohrlieferung per Helikopter



Bild 5:
Kraftwerksleitung „Sagenbach“: Montage der duktilen Gussrohre DN 600 in schwierigem Gelände



Bild 7:
Kraftwerksleitung „Tambobach“:
Einschweben eines duktilen Gussrohres am Einbauort



Bild 8:
Kraftwerksleitung „Tambobach“: Unterstützung des Baggers vor Ort beim Einbau der duktilen Gussrohre

3.3 Projekt 3 – Erneuerung Kraftwerksleitung „Niedererbach“, Schwanden, Kanton Glarus

Die bestehende und in die Jahre gekommene Rohrleitung wurde durch eine neue Druckleitung DN 600 ersetzt (**Bild 9**). Durch die neue Leitung ergibt sich wegen des größeren freien hydraulischen Querschnitts eine Leistungssteigerung von mehr als 6%. Die neue Leitung wurde problemlos während der Wintermonate eingebaut. In dieser Zeit wurden Außentemperaturen bis zu -20° gemessen. Der Einbau der Leitung erfolgte konventionell in einem mit Baumaschinen hergestellten Rohrgraben. Seit Mitte Mai ist die Leitung störungsfrei in Betrieb (**Bild 10**).



Bild 9:
Kraftwerksleitung „Niedererbach“:
Ausbau der alten Druckrohrleitung



Bild 10:
Kraftwerksleitung „Niedererbach“:
Offene Bauweise – Einbau der duktilen Gussrohre
DN 600, K 9, mithilfe des Baggers

3.4 Projekt 4 – Kraftwerksleitung „Buholzbach“, Kanton Nidwalden

Im unteren, steilen Geländeabschnitt wurde ein Großteil der Rohre mittels einer Forstbahn eingebaut. Es wurden Tagesleistungen von 120 m erreicht (**Bilder 11, 12 und 13**). Für diese Maßnahme hat die Firma TMH Hagenbucher AG, Zürich, selbst hergestellte spezielle Schnittrohre mit Schweißbraupe zur Verfügung gestellt. Im oberen Bereich wurden die duktilen Gussrohre auf einer Länge von 81 m in eine im massiven Fels hergestellte Bohrung eingezogen.



Bild 11:
Kraftwerksleitung „Buoholzbach“:
Abgeschlossene Vorbereitung zur Montage der
BLS® - Steckmuffen-Verbindung



Bild 13:
Kraftwerksleitung „Buoholzbach“:
Offene Bauweise – Einbau der duktilen Gussrohre
DN 600, K 9, mithilfe des Baggers



Bild 12:
Kraftwerksleitung „Buoholzbach“:
Einblick in die Leitungstrasse – duktile Gussrohre
mit Zementmörtel-Umhüllung

Literatur

- [1] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus
duktilen Gusseisen und ihre
Verbindungen für Wasserleitungen –
Anforderungen und Prüfverfahren
2010

Autor

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

Einbau einer Trinkwasserleitung DN 300 mit dem HDD-Verfahren – Verabschiedung einer flussüberquerenden Leitungsbrücke in den Ruhestand

Von Marc Winheim

1 Einleitung

Die Reise geht nach Frankreich, genauer gesagt in die Region Champagne-Ardenne in den Ort Saint-Dizier mit rund 30.000 Einwohnern. Das beschauliche Städtchen liegt an der Marne, die nach 514 km in der Nähe von Paris in die Seine mündet. Die Trinkwasserleitung zwischen dem Wasserreservoir von Ajots und dem Marne-Boulevard hing unter einer Fußgängerbrücke (**Bild 1**) über die 30 m breite Marne. Wegen ihrer Altersschäden ist diese Brücke als Fußgängerbrücke schon seit Jahren gesperrt. Es wurde befürchtet, dass auch die daran hängende Trinkwasserleitung DN 300 GG nicht mehr ausreichend sicher sein würde.

2 Planung

Die Errichtung einer neuen Fußgängerbrücke mit angehängter Trinkwasserleitung kam für die Stadt Saint-Dizier nicht infrage. Man ent-



Bild 1:
Fußgängerbrücke über der Marne

schied sich daher, die Marne im grabenlosen Einbauverfahren zu unterqueren und dabei die thermischen Vorteile einer erdeingebauten Leitung gegenüber einer frei hängenden Brückenleitung zu nutzen. In der Planungsphase wurde beschlossen, die Marne mit duktilen Gussrohren mit längskraftschlüssiger Steckmuffen-Verbindung im gesteuerten Spülbohrverfahren HDD (Horizontal Directional Drilling) zu unterqueren.

Nach dem ersten Entwurf stand fest, dass die neue Leitung in Abhängigkeit vom Bohrradius eine Länge von etwa 100 m haben muss, um die Anbindungspunkte zu erreichen. Der geplante Bohrradius betrug $R = 115 \text{ m}$ (**Bild 2**). Die längskraftschlüssige Verbindung BLS®/VRS®-T DN 300 erlaubt eine Abwinkelung von 4° , was bei 6 m langen Rohren einem kleinsten Krümmungsradius von 86 m entspricht. Rechnerisch ergibt sich bei einem Radius von

$$R = 115 \text{ m eine Abwinkelung von } \alpha = 2,99^\circ.$$

Berechnung der vorhandenen Abwinkelung jeder Verbindung:

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{L}{R} = \sin^{-1} \frac{6 \text{ m}}{115 \text{ m}} = 2,99^\circ \quad (1)$$

3 Werkstoff

In einem solchen Projekt spielt die Auswahl des geeignetsten Werkstoffes eine entscheidende Rolle. Die Wahl zugunsten von Rohren aus duktilem Gusseisen fiel dabei nicht schwer. Entscheidende Kriterien waren

- hohe Sicherheitsreserven,
- einfache Montage,
- Lieferfähigkeit.

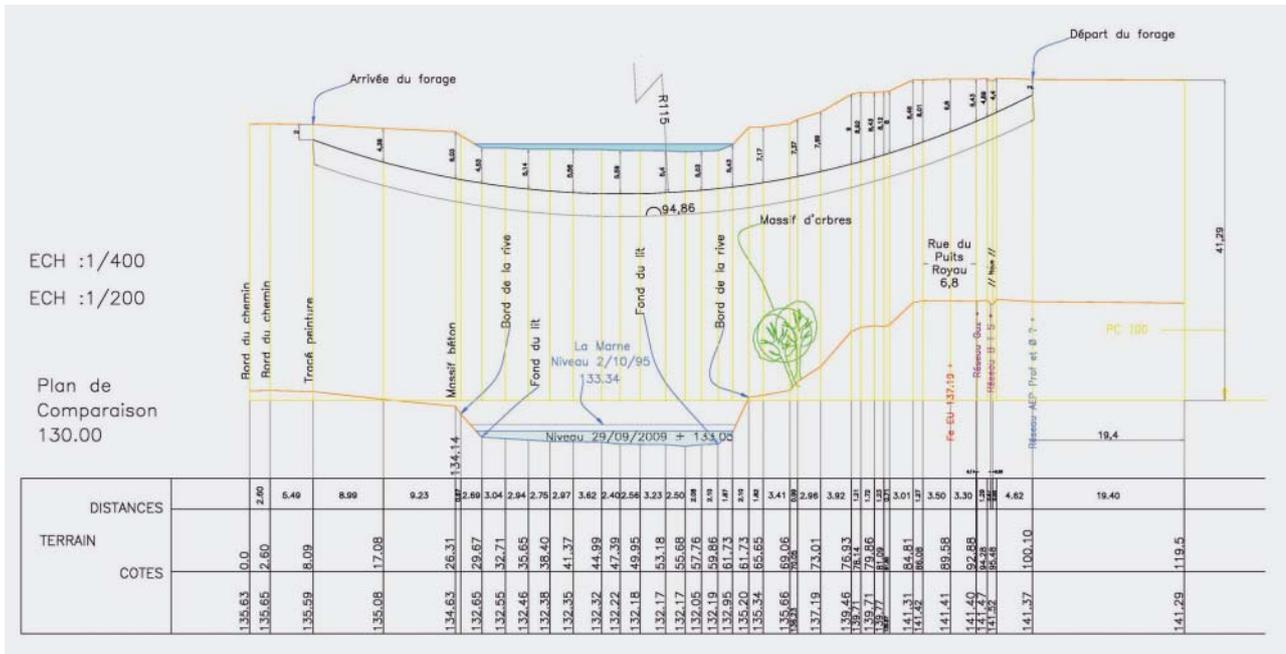


Bild 2:
Zeichnung der Bohrachse

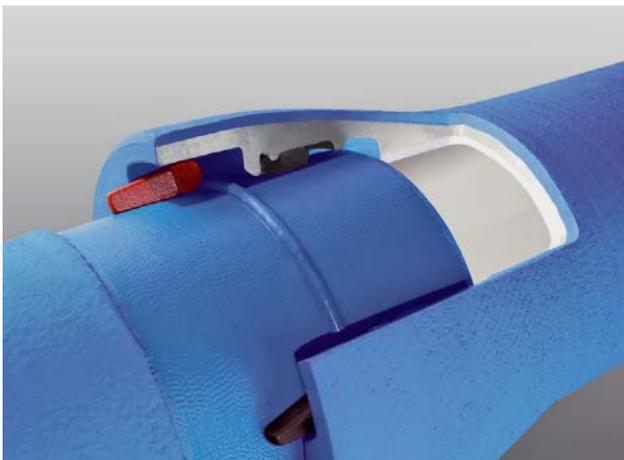


Bild 3:
BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung
mit Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U)



Bild 4:
Rohrstrangvormontage
mit übergeschobenen Blechkonen

Eingesetzt wurden duktile Gussrohre nach EN 545 [1] mit der BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung und Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach EN 15542 [2] als Außenschutz (**Bild 3**). Die Zementmörtel-Umhüllung ist den typischen mechanischen und chemischen Einwirkungen gewachsen.

Die Rohre sind standardmäßig mit Zementmörtel auf Basis von Hochofenzement (HOZ) ausgekleidet. Die rein mineralische Auskleidung ist frei von organischen Zusätzen. ZM-Auskleidungen besitzen eine aktive und passive Schutzwirkung. Die aktive Wirkung beruht auf einem elektrochemischen Prozess. In die Poren

des Zementmörtels dringt Wasser ein, welches durch Aufnahme von freiem Kalk aus dem Mörtel einen pH-Wert > 12 annimmt. In diesem Bereich ist bei Gusseisen keine Korrosion möglich. Die passive Wirkung ergibt sich durch die Barriere zwischen gusseiserner Rohrwand und Durchflussmedium.

4 Durchführung

Nachdem die Rohre die Reise vom Rohrhersteller nach Saint-Dizier hinter sich hatten, wurden die Vorbereitungen für die Montage getroffen. Man hat sich dabei bewusst für eine

Rohrstrangvormontage (**Bild 4**) entschieden, um die Dauer des Einzuges zu verkürzen. Die großzügigen Platzverhältnisse ließen eine vollständige Vormontage des Rohrstranges mit einer Länge von 102 m zu. Für die komplette Montage des Rohrstranges, inklusive Aufbringen der Schrumpfmanschetten und Blechkonen, benötigte die Baufirma lediglich einen Arbeitstag. Zur gleichen Zeit wurde die Pilotbohrung mit einer Spülbohrmaschine mit 40 t Rückzugskraft unter der Marne vorgebracht.

Mit einem speziellen BLS®/VRS®-T - Zugkopf (**Bild 5**) wurde der vormontierte Rohrstrang an das Bohrgestänge angekoppelt. Die Pilotbohrung wurde in einem zweiten Schritt mithilfe eines Aufweitkopfes auf einen Durchmesser von 600 mm gebracht. Der größte Außendurchmesser der Rohre beträgt 410 mm an der Muffenaußenkontur. Der durch den Überschnitt entstandene Ringraum zwischen Bohrkanal und Rohrleitung wurde mit der vorhandenen Bohr-

spülung verfüllt. Zwischen dem Aufweitkopf und dem Zugkopf sorgte ein sogenannter Swivel (Drehgelenk) dafür, dass die Drehbewegung des Bohrgestänges nicht auf den Rohrstrang übertragen wird.

Während des Einziehens des Rohrstranges in das Bohrloch schleiften die Rohre über die Erdoberfläche (**Bild 6**). Hierbei stellte die werkseitig aufgebraachte Zementmörtel-Umhüllung nach EN 15542 [2] ihre hohe mechanische Belastbarkeit eindrucksvoll unter Beweis. Die Geländeoberfläche wies teilweise grobe Steine auf, über die der Rohrstrang gezogen wurde. Diese Steine konnten jedoch keinerlei Beschädigungen an der Rohrumhüllung hervorrufen (**Bilder 7 und 8**).



Bild 5:
Montierter Zugkopf mit Swivel



Bild 7:
Beanspruchte ZM-U-Oberfläche

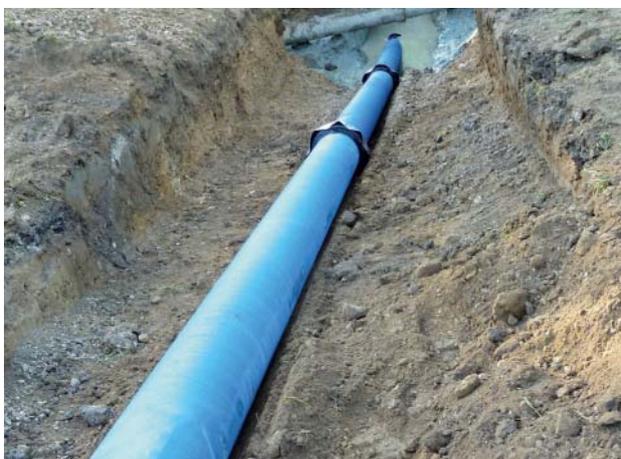


Bild 6:
Einziehen des Rohrstranges



Bild 8:
Stein als Ursache der Beanspruchung

Die zulässige Zugkraft der BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung DN 300 beträgt 380 kN [3]. Wegen der Bohrlochaufweitung auf 600 mm und wegen des relativ großen Bohrradius stieg die an der Maschine gemessene Zugkraft auf nur 200 kN an, sodass sich ein genügender Sicherheitsabstand von der zulässigen Zugkraft einstellte. Der eingezogene Rohrstrang wurde mit 21 bar geprüft und anschließend ins liegende Netz eingebunden.

5 Fazit

Die Baustelle zog das Interesse der Bevölkerung auf sich. Sowohl die Regional- als auch die Fachpresse berichteten von der Unterquerung der Marne mit Rohren aus duktilem Gusseisen im grabenlosen Spülbohrverfahren, das sich nicht nur in Frankreich zunehmend durchsetzt. Vor allem überzeugten die Vorteile der BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung.

Literatur

- [1] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren
2010
- [2] EN 15542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen – Zementmörtelumhüllung von Rohren – Anforderungen und Prüfverfahren
2008
- [3] Duktus-Handbuch – Grabenlose Einbauverfahren mit duktilen Gussrohren
2011-09

Autor

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

Spülbohren mit duktilen Gussrohren – Verfahrensbeschreibung, Vorteile, Einsatzgrenzen, Beispiele

Von *Stephan Hobohm*

1 Vorwort

Die Entwicklung des Spülbohrens (HDD – Horizontal Directional Drilling) ist eng mit Rohren aus duktilem Gusseisen verbunden. Bereits 1993 hatte Nöh [1] in orientierenden Versuchen 60 m lange Leitungen DN 150 mit formschlüssiger Steckmuffen-Verbindung mit dem HDD-Verfahren eingebaut und zur Beurteilung der Beanspruchung ihrer Oberfläche wieder aus dem Bohrkanal herausgezogen. Die hervorragenden Ergebnisse bildeten die Grundlage für einen Doppeldüker (2 x DN 150) von rund 200 m Länge, der 1994 bei Kinheim unter der Mosel, teilweise durch felsigen Untergrund, eingezogen wurde.

Nach diesen positiven Erfahrungen ging es mit der Entwicklung rasant weiter (**Bild 1**). 1996 waren es Rohre DN 500 in Oranienburg [2], 2000 rückt die Marke auf DN 600 [3] und 2003 wurden Rohre DN 700 in den Niederlanden mit dem Horizontal-Spülbohrverfahren eingezogen [4]. Zurzeit steht der Weltrekord für duktile Gussrohre – bezogen auf den Durchmesser – bei etwa 500 m DN 900 in Valencia, Spanien [5]. Der größte bisher in Deutschland eingezogene Düker mit einer Nennweite DN 700 und einer Länge von 486 m wurde im Jahr 2010 in Berlin hergestellt [6].

Parallel verlief die Entwicklung des technischen Regelwerks des DVGW mit dem Arbeitsblatt GW 321 [7].

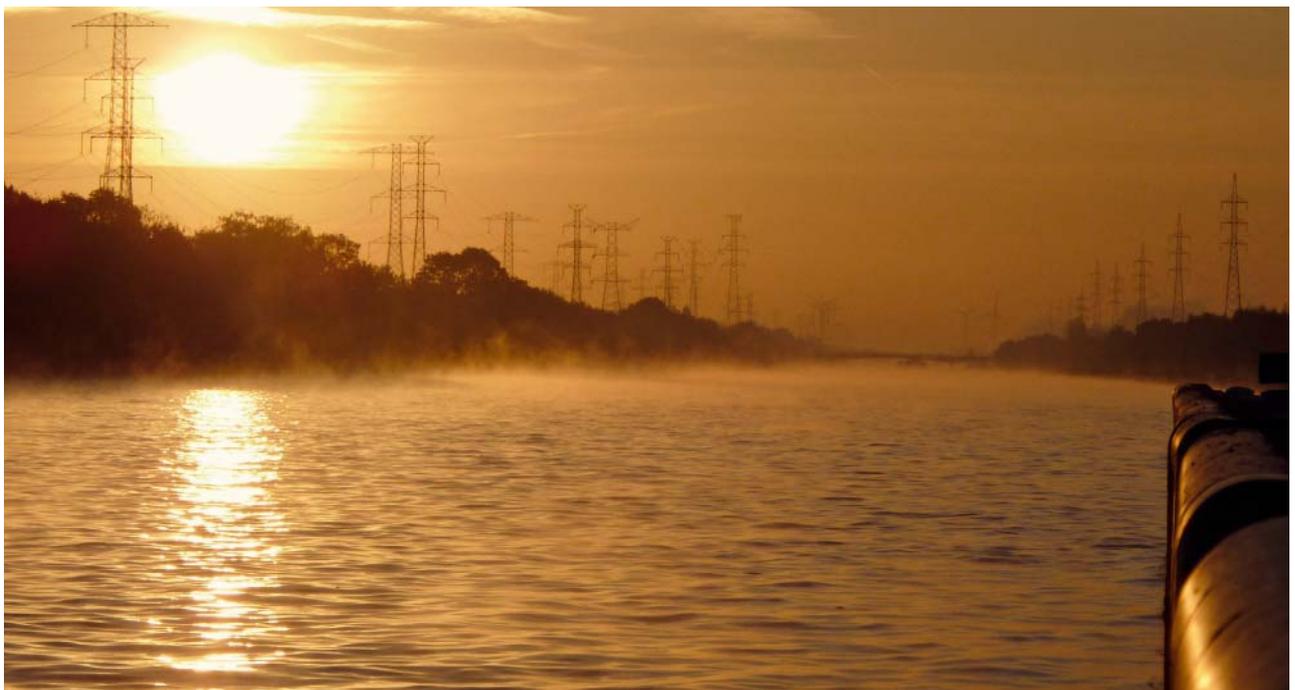


Bild 1:
Albertkanal bei Geel/Belgien vor der Dükerung mit duktilen Gussrohren DN 500

In der internationalen Normung ist das HDD-Verfahren mit duktilen Gussrohren bis DN 1200 festgeschrieben [8].

2 Verfahrensbeschreibung

Das steuerbare horizontale Spülbohrverfahren ist das am weitesten verbreitete grabenlose Verfahren für die Neulegung von Druckrohrleitungen für die Gas- und Wasserversorgung. Das DVGW-Arbeitsblatt GW 321 [7] regelt hierfür die Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung.

Der Arbeitsablauf des Spülbohrverfahrens unterteilt sich in der Regel in die drei aufeinander folgenden Arbeitsschritte:

- Gesteuerte Pilotbohrung,
- Aufweitbohrung(en) und
- Einzug.

3 Pilotbohrung

Sie ist der erste Schritt zur Herstellung eines Bohrkanals von der Startstelle zur Zielgrube, in den der Rohrstrang eingezogen werden kann. Die Pilotbohrung wird mittels eines Bohrkopfes an der Spitze eines Bohrgestänges gesteuert vorgetrieben. Hierbei tritt am Bohrkopf eine wässrige Bentonitsuspension, die sogenannte Bohrspülung, unter hohem Druck aus, die von

der Bohrmaschine durch das Bohrgestänge bis an den Bohrkopf gepumpt wird. Die Bohrspülung dient dem Abtransport des gelösten Materials und zugleich der Stützung des Bohrkanals. Der Bohrkopf ist für alle Bodenarten unterschiedlich ausgebildet (**Bilder 2 und 3**). Bei Sandböden reichen im Allgemeinen die Austrittsdüsen zum Lösen und für den Abtransport des Bohrkleins aus. In felsigen Böden können mit Rollenmeißeln ausgerüstete Bohrköpfe eingesetzt werden. Gesteuert wird die Pilotbohrung durch kontrolliertes Drehen einer abgeschrägten Steuerfläche am Bohrkopf, deren Ausweichbewegung durch Rotation in die gewünschte Richtung gedrängt werden kann. Die Ist-Position des Bohrkopfes wird mittels Funksignalen eines im Bohrkopf untergebrachten Senders oberhalb der Trasse angepeilt. Abweichungen von der Soll-Linie werden durch entsprechende Steuerbewegungen korrigiert. Die Steuerungsgenauigkeit ist heute so hoch, dass es gelingt, Pilotbohrungen nach über 1.000 m Länge in einem nur einen Quadratmeter großen Zielfeld ankommen zu lassen.

4 Aufweitbohrung(en)

Mit der Aufweitbohrung wird die Pilotbohrung, falls erforderlich, in mehreren Schritten mittels geeigneter Werkzeuge auf einen Durchmesser gebracht, der für den Einzug des Medienrohres ausreicht. Hierzu wird an das Pilotgestänge ein



Bild 2:
Vorbereitung zur Pilotbohrung



Bild 3:
Ankunft der Pilotbohrung

Aufweitkopf montiert, dessen Größe und Gestalt sich nach den jeweiligen Bodenverhältnissen und der Dimension des später einzuziehenden Rohres richtet. Der Aufweitkopf (**Bild 4**) wird unter ständiger Rotation durch das Bohrloch gezogen und weitet so die Pilotbohrung auf. Der abgebaute Boden wird mit der Bohrspülung ausgetragen, gleichzeitig stützt sie den Bohrkanal. Der Aufweitvorgang wird mit zunehmend größeren Köpfen solange wiederholt, bis der gewünschte Innendurchmesser des Bohrkanals erreicht ist (**Bild 5**). Der Durchmesser des Bohrkanals richtet sich bei duktilen Gussrohren nach dem Außendurchmesser der Muffe, der Länge der Bohrung und den geplanten Krümmungsradien. Bei geringen Längen und großen Radien beträgt der Überschnitt rund 20 % bis 30 %, bei größeren Längen und geringeren Radien 40 % bis 50 % über dem Außendurchmesser der Muffe.



Bild 4:
Aufweitkopf

Beispiel:

Geel-Westerloo/Belgien Düker Albertkanal 2010

- DN 500
- BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung
- Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U)
- D_a (Muffe inkl. ZM-U): ~ 550 mm
- $D_{\text{Aufweitung}}$: $1,5 \times 550 \text{ mm} = 825 \text{ mm}$
→ gewählt: 900 mm

5 Einzug

Nachdem der Bohrkanal seinen endgültigen Durchmesser erreicht hat, kann der Rohrstrang eingezogen werden. An das immer noch im Bohrkanal befindliche Bohrgestänge wird ein Räumwerkzeug, anschließend ein Drehgelenk, welches das Mitdrehen des Rohrstranges verhindert, und ein auf das einzuziehende Rohrleitungsmaterial abgestimmter Zugkopf montiert. Der Zugkopf wird kraft- und formschlüssig mit dem Rohrstrang verbunden. Die maximal mögliche Länge des einzuziehenden Rohrstranges hängt von den örtlichen Gegebenheiten ab. Hierzu ist es erforderlich, eine Abschätzung der zu erwartenden Zugkraft vorzunehmen. Nach Dr. R. Kögler und Dipl.-Ing. H. Lübbers ist dies mit folgender empirischer Formel möglich:

$$F = (L + D - K) \cdot X \text{ [kN]} \quad (1)$$

F = Zugkraftabschätzung [kN]

L = Bohrungslänge [m]

D = Rohrdurchmesser [mm]

K = Korrekturwert = 500 [kN]

X = Baugrundfaktor

- gut geeignete Böden → X = 0,5
- normale Böden → X = 1,0
- schwierige Böden → X = 1,5

Beispiel:

Geel-Westerloo/Belgien Düker Albertkanal 2010

- DN 500
- Länge: 410 m
- $F = (410 + 500 - 500) \cdot 0,75 = 307 \text{ kN}$
→ erwartete Zugkraft
- Tatsächlich erreichte Zugkraft: 330 kN

Mit dem Ergebnis der Zugkraftabschätzung kann nun in Abstimmung mit den Werten der zulässigen Zugkräfte aus dem DVGW-Arbeitsblatt GW 321 [7], Tabelle A.7, über das Rohrstranggewicht die maximal mögliche Rohrstranglänge bestimmt werden. In der Praxis hat es sich gezeigt, dass die Zugkräfte gewöhnlich im Bereich von 40 % bis 70 % des theoretischen Rohrstranggewichtes liegen.

Um die auftretenden Zugkräfte möglichst klein zu halten, kann es ab der Nennweite DN 300 notwendig werden, das einzuziehende Rohr zu ballastieren. Ohne eine Ballastierung würde das Medienrohr im Bohrkanal aufschwimmen, an seinem Scheitel reiben und somit die auftretenden Zugkräfte erhöhen.



Bild 5:
Ankunft des Aufweitkopfes in der Zielbaugrube

Für die Ballastierung stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Verwendung eines Ballastrohres mit Wasserfüllung.

Dieses Ballastrohr wird in das Medienrohr eingezogen, bevor der eigentliche Einzug beginnt. Die Nennweite des Ballastrohres richtet sich nach dem zu erwartenden Auftrieb durch das Medienrohr. Durch die Ballastierung sollte das Gewicht des Rohrstranges etwas größer oder gleich seinem Auftrieb werden. Die Methode der Ballastierung mittels Ballastrohr wird in [3] eindrucksvoll beschrieben.

2. Füllung des Medienrohres mit Wasser.

Bei duktilen Gussrohren, die meist in Einzelrohrmontage (Abschnitt 6, Rohrleitungsmaterial) eingebaut werden, ist dies die gebräuchlichste Methode. Hierdurch wird jedoch, solange das Medienrohr nicht komplett gefüllt ist, keine gleichmäßige Verteilung der Gewichtskraft erreicht. Das Wasser sammelt sich am tiefsten Punkt

des Medienrohres (gewöhnlich der tiefste Punkt des Dükers) und zieht dies dort nach unten. Somit wird nur an dieser Stelle die entstehende Reibung minimiert.

Eine Ballastierung ab der Nennweite DN 300 ist aber nicht immer notwendig. In Abhängigkeit von Bohrprofil und Länge kann auch bei größeren Nennweiten darauf verzichtet werden. So wurde der Düker unter dem Albertkanal im belgischen Geel mit der Nennweite DN 500 ohne Ballastierung eingezogen. Gleiches gilt z.B. auch für den Düker DN 900 in Valencia und DN 600 in Berlin-Wulheide.

Neben der Zugkraft spielt der geplante bzw. mögliche Radius der Bohrung eine wichtige Rolle. Dieser wird bestimmt durch:

- Bohrgestänge,
- Rohrmaterial und
- Baugrund und örtliche Gegebenheiten.

Die für das HDD-Verfahren mit duktilen Gussrohren einzusetzenden formschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen (z.B. BLS®/VRS®-T) können gemäß GW 321 [7], Tabelle A.7, je nach Nennweite, zwischen 2° und 3° abgewinkelt werden. Das entspricht bei 6 m langen Gussrohren einem minimalen Kurvenradius von 115 m bis 172 m. Je nach Konstruktion sind aber auch davon abweichende zulässige Abwinklungen möglich. So lässt sich die BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung von DN 80 bis DN 150 bis zu 5° abwinkeln. Dies bedeutet einen minimalen Krümmungsradius von lediglich 69 m (**Tabelle 1**).

Bei Raumkurven, also Kurven die sowohl vertikal als auch horizontal verlaufen, errechnet sich der kombinierte Radius wie folgt:

$$R_{comb.} = \sqrt{\frac{R_h^2 \cdot R_v^2}{R_h^2 + R_v^2}} \text{ [m]} \quad (2)$$

Der kombinierte Radius ist kleiner als die einzelnen Radien. Hinsichtlich der Überdeckungshöhe sollte ein Mindestmaß von 5 m bzw. der 10–15fache Rohrdurchmesser nicht unterschritten werden.

Auch während des Einziehens wird Bohrspülung durch das Bohrgestänge gepumpt. Sie tritt am Räumwerkzeug aus, sorgt dabei für den Abtransport des Bohrgutes und verringert gleichzeitig die Reibungskräfte. Die beim Einziehen auf den Neurohrstrang wirkenden Kräfte sind zu messen und zu protokollieren.

6 Rohrleitungsmaterial

Duktile Gussrohre nach EN 545 [9] (Trinkwasser) bzw. EN 598 [10] (Abwasser) sind in besonderer Weise für den grabenlosen Einbau mittels Spülbohrverfahren geeignet. Als erstes maßgebliches Merkmal ist der Rohrwerkstoff selbst zu nennen. Duktiles Gusseisen besitzt die

Tabelle 1:

Technische Daten und Montagezeiten der BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung

DN	Bauteilbetriebsdruck PFA [bar] ¹	zulässige Zugkraft F _{zul.} [kN] ²		mögliche Abwinkelbarkeit der Muffen ³ [°]	minimaler Kurvenradius [m]	Anzahl Monteure	Montagezeit		
		DVGW	Duktus				ohne Verbindungsschutz [min]	bei Verwendung einer Schutzmanschette [min]	bei Verwendung von Schrumpfmanschetten [min]
80 *	110	70	115	5	69	1	5	6	15
100 *	100	100	150	5	69	1	5	6	15
125 *	100	140	225	5	69	1	5	6	15
150 *	75	165	240	5	69	1	5	6	15
200	63	230	350	4	86	1	6	7	17
250	44	308	375	4	86	1	7	8	19
300	40	380	380	4	86	2	8	9	21
400	30	558	650	3	115	2	10	12	25
500	30	860	860	3	115	2	12	14	25
600	32	1.200	1.525	2	172	2	15	18	30
700	25	1.400	1.650	1,5	230	2	16	–	31
800	16	–	1.460	1,5	230	2	17	–	32
900	16	–	1.845	1,5	230	2	18	–	33
1.000	10	–	1.560	1,5	230	2	20	–	35

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

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

³ bei Nennmaß

* Wanddickenklassen K 10



Bild 6:
Duktiles Gussrohr mit ZM-U



Bild 7:
Muffenschutz mit Gummischutzmanschette

Fähigkeit, sehr hohe Belastungen schadlos aufzunehmen. Daher ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Rohrwand durch im Erdreich verborgene Gegenstände beschädigt wird.

Ein weiteres überragendes Merkmal ist der Außenschutz. Duktile Gussrohre für das Spülbohrverfahren sind gemäß GW 321 [7] mit einer mindestens 5 mm dicken faserarmierten Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U) nach EN 15 542 [11] versehen (**Bild 6**). Diese verhindert wirksam eine mechanische Beschädigung des Rohrkörpers und ist in Böden beliebiger Aggressivität einsetzbar [12].

Die dritte Voraussetzung für den Einsatz duktiler Gussrohre beim HDD-Verfahren ist die formschlüssige Steckmuffen-Verbindung. Form- und längskraftschlüssige Verbindungen (z.B. BLS®/VRS®-T) vereinigen Funktionalität, Robustheit sowie einfache, schnelle und sichere Montage. Sie sind innerhalb weniger

Minuten, selbst unter widrigsten Bedingungen, wie Eis und Schnee, ohne großen Aufwand zu montieren und senken so die Stillstandszeiten des Einziehvorgangs bei Teilstrang- oder Einzelrohrmontage auf ein kaum zu unterbietendes Minimum.

Gleichzeitig besitzen sie gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 321 [7] von den üblichen im Wasserleitungsbau verwendeten Rohrwerkstoffen mit die höchsten zulässigen Zugkräfte. Diese zulässigen Zugkräfte stehen unmittelbar nach der Verbindungsmontage ohne Abminderung sofort zur Verfügung. Abkühlzeiten oder Abminderungen der Zugkraft wegen erhöhter Rohrwand- bzw. Umgebungstemperaturen bzw. wegen längerer Einzugszeiten sind bei der Montage von Rohren aus duktilem Gusseisen unbekannt. Zulässige Zugkräfte, Betriebsdrücke und Abwinklungen sind in Tabelle A.7 des DVGW-Arbeitsblattes GW 321 [7] bzw. in den Herstellerkatalogen hinterlegt (**Tabelle 1**). Bei Abwinklungen $\leq 0,5^\circ$ pro Verbindung können die angegebenen Werte um weitere 50 kN angehoben werden.

Die angegebenen Betriebsdrücke und Zugkräfte basieren gewöhnlich auf Wanddicken der Wanddickenklasse K 9 nach EN 545:2006 [13]. Höhere Werte, sowohl für Betriebsdruck als auch für Zugkraft, sind z.B. durch Erhöhung der Wanddickenklasse möglich.

Hinsichtlich des Verbindungsschutzes stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Manschette aus wärmeschumpfendem Material nach DIN 30672 [14] mit Stahlblechkonus oder
- ZM-Schutzmanschette mit Stahlblechkonus (**Bild 7**).

7 Verfahrensvarianten

Die Wahl des Muffenschutzes hängt maßgeblich vom gewählten Einbauverfahren ab.

Rohre aus duktilem Gusseisen können grundsätzlich in zwei Verfahrensvarianten eingezo-gen werden:

1. Rohrstrang- bzw. Teilstrangeinzug oder
2. Einzelrohreinzug.

7.1 Rohrstrang- bzw. Teilstrangeinzug

Für die erste Variante, den Rohrstrangeinzug, spricht, dass ein Rohrstrang zunächst aus einzelnen Rohren zusammengefügt, mit Wasser gefüllt und druckgeprüft wird, bevor er dann in den inzwischen fertig gestellten Bohrkanal

eingezogen wird. Lange Zeit war diese Variante sogar von Bauversicherungen vorgeschrieben worden, weil diese Variante für die sicherste gehalten wurde.

Während des Einzuges wird der Vorgang nur noch für die Zugstangendemontage auf der Maschinenseite kurzzeitig unterbrochen. Diese Zeit muss so kurz wie möglich gehalten werden, damit nicht der Thixotropie-Effekt an der Bohrspülung einsetzt, bei dem sie sich verfestigt. Voraussetzung für dieses Verfahren ist ausreichend Platz zum Aufbau des Rohrstranges oder von nebeneinander liegenden Teilsträngen. Nachteilig wirkt sich das Gesamtgewicht des Rohrstranges aus, welches die erforderlichen Zugkräfte infolge der Reibung des Stranges auf dem Untergrund erhöht. Sie kann z.B. durch mit Gleitmittel eingefettete Blechbahnen vermindert werden, auf denen der Rohrstrang montiert wird. Ebenso lässt sich die Reibung mithilfe von aufgeblasenen Gummirollen verringern. Stehen mit Wasser oder Bentonitsuspension gefüllte Kanäle/Rohrgräben zur Verfügung, kann der Strang darin schwimmen (**Bild 8**).

Werden Rohre durch Schweißen zu Leitungssträngen gefügt, so müssen neben der eigentlichen Schweißzeit zusätzliche Zeiten für das Abkühlen und Prüfen der Schweißung angesetzt werden. Der Fügerrhythmus lässt sich nicht

mit dem Bohrgestängewechsel synchronisieren, weil sich die Bohrspülung durch den Thixotropie-Effekt während dieser Zeit verfestigen würde.

Insgesamt gehen beim Strangeinzug die Vorteile der punktförmigen Baustellen grabenloser Einbauverfahren verloren.

7.2 Einzelrohreinzug

Duktile Gussrohre sind für die zweite Variante, den Einzelrohreinzug optimal geeignet, weil die für das grabenlose Bauen typischen kurzen Gruben ausreichen. Genau hier liegt der Vorteil von duktilen Gussrohren mit formschlüssigen Steckmuffen-Verbindungen. Die Montagedauer dieser Verbindung ist ähnlich kurz wie die Zeit, die für die Demontage des Zuggestänges auf der Maschinenseite benötigt wird. Die Montage einer BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung benötigt, je nach Nennweite, gerade einmal zwischen 5 und 20 Minuten. Dies ist der wesentliche Vorzug von Rohren aus duktilem Gusseisen bei den grabenlosen Einbauverfahren. Der Platzbedarf an der Rohreinzugseite ist nur unwesentlich größer als eine Rohrlänge, meist reichen Baugruben von 7 m bis 8 m Länge aus oder die Rohre werden auf einer Montage rampe gefügt. Die punktuelle Baustelle wird mit diesen Rohren möglich.



Bild 8:
In der Bentonitsuspension schwimmender, vormontierter Rohrstrang



Bild 9:
Montage auf einer Rampe

Es müssen keine Kräfte aus Reibung auf dem Untergrund berücksichtigt werden. Meist kann sogar die nächst kleinere Zugmaschine eingesetzt werden, was ebenfalls positive Auswirkungen auf der Kostenseite zur Folge hat. Die Einzelrohrmontage auf einer Rampe (**Bild 9**) hat zudem den Vorzug, dass die Arbeiten in Augenhöhe, quasi unter Werkstattbedingungen, ausgeführt werden können, was vom ergonomischen Gesichtspunkt von Bedeutung ist. Außerdem ist die Verbindungsmontage auf einer Rampe mit einigem Abstand vom Schmutz und Schlamm hinsichtlich der trinkwasserhygienischen Randbedingungen und der späteren Freigabe von unschätzbarem Vorteil.

Es leuchtet ein, dass der Geschwindigkeitsgewinn der geschilderten Verfahrensvariante nicht durch die Applikation einer wärmeschrumpfenden Manschette zunichte gemacht werden darf. Hier ist die Domäne der einfach und schnell zurückstülpbaren ZM-Schutzmanschette, die mit einem Blechkonus vor den unbekannt Rauigkeiten im Bohrkanal geschützt wird (**Bild 7**). Der Blechkonus wird zusammen mit der ZM-Schutzmanschette vor der Rohrmontage über die Rohrmuffe geschoben und nach Montage der Verbindung in Position gebracht und ggf. umgebördelt.

8 Anforderungen an das Bauunternehmen

Die mit der Ausführung von Spülbohrmaßnahmen beauftragten Unternehmen müssen die erforderliche Befähigung besitzen. Diese gilt als nachgewiesen, wenn das Unternehmen über ein DVGW-Zertifikat nach DVGW-Arbeitsblatt GW 301 [15] bzw. GW 302 [16] in der Gruppe GN 2 verfügt. Darüber hinaus muss das

Unternehmen über eine gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 329 [17] qualifizierte Fachaufsicht verfügen.

9 Fazit

Duktile Gussrohre mit Zementmörtel-Umhüllung und formschlüssiger Steckmuffen-Verbindung sind in ihrer heutigen Form nicht nur für den Einbau im offenen Graben geeignet, sondern darüber hinaus eine interessante Alternative, wenn es um moderne grabenlose Einbauverfahren, wie das steuerbare horizontale Spülbohren, geht. Sie vereinigen einfachste hoch belastbare Verbindungstechnik mit einem den Anforderungen gewachsenen Beschichtungssystem.

Darüber hinaus widersteht das Rohr praktisch allen beim Spülbohren auftretenden externen Belastungen und weist die mit Abstand längste technische Nutzungsdauer aller Rohrwerkstoffe gemäß DVGW-Hinweis W 401 [18] auf.

Duktile Gussrohre sind die erste Wahl, wenn es darum geht, eine nachhaltige Investition zu tätigen. Dass sich diese Tatsache bereits herumgesprochen hat, beweist eine Vielzahl von Objekten, die in den letzten Jahren und Jahrzehnten mittels der steuerbaren horizontalen Spülbohrtechnik ausgeführt wurden.

Die Vorteile von duktilen Gussrohren für das Spülbohrverfahren auf einen Blick:

- Bei jeder Witterung zu montieren,
- Zugkräfte sind unabhängig von der Außentemperatur,
- Zugkräfte sind unabhängig von der Dauer des Einzuges,
- Zugkräfte stehen sofort nach der Montage zu 100 % zur Verfügung,
- sehr hohe zulässige Zugkräfte,
- Montagezeiten pro Verbindung zwischen 5 und 20 Minuten,
- Radien bis zu 69 m möglich (Abwinklung 5°),
- Einzelrohrmontage möglich, dadurch geringer Platzbedarf,
- durch ZM-U ist ein mechanischer und chemischer Schutz gewährleistet,
- extrem lange technische Nutzungsdauer.



Bild 10:

Albertkanal bei Geel /Belgien nach der Dükerung mit duktilen Gussrohren DN 500

Der folgende QR-Code (**Bild 11**) leitet Sie zu einem Video, dass die Spülbohrmaßnahme Albertkanal bei Geel/Belgien DN 500 zeigt (**Bild 10**).



Bild 11:

QR-Code – Spülbohrmaßnahme
Albertkanal bei Geel/Belgien DN 500

Literatur

- [1] Nöh, H.:
Moseldüker Kinheim, grabenloser Einbau von Gussrohrleitungen mit der FlowTex-Großbohrtechnik
GUSSROHR-TECHNIK 30 (1995) S. 25
- [2] Hofmann, U. und Langner, T.:
Einziehen eines 432 m langen Rohrstranges DN 500 mit gesteuerter Horizontalbohrtechnik – ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz in Oranienburg an der Havel
GUSSROHR-TECHNIK 32 (1997) S. 5
- [3] Fitzthum, U., Jung, M. und Landrichter, W.:
Eine Baumaßnahme der besonderen Art: 1.100 m Leitungsbau mit duktilen Gussrohren DN 600 blieb von den Anliegern in Fürth unbemerkt
GUSSROHR-TECHNIK 35 (2000) S. 33
- [4] Renz, M.:
Rekordpremiere mit duktilen Gussrohren DN 700 im Spülbohrverfahren in den Niederlanden
GUSSROHR-TECHNIK 37 (2003) S. 36
- [5] Ertelt, S., Lübbers, H. und Ramón, P.:
Horizontal-Spülbohrung DN 900 – Einbau duktiler Gussrohre mit gesteuerter Horizontalbohrtechnik HDD
GUSSROHR-TECHNIK 42 (2008), S. 90
- [6] Rau, L.:
Horizontales Spülbohrverfahren DN 700 – Größtes Spülbohrprojekt in Deutschland mit duktilen Gussrohren DN 700
GUSS-ROHRSYSTEME Heft 46, S. 61

- [7] DVGW-Arbeitsblatt GW 321
Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren
für Gas- und Wasserrohrleitungen –
Anforderungen, Gütesicherung und
Prüfung
2003-10
- [8] ISO 13470
Trenchless applications of ductile iron
pipes systems –
Product design and installation
2012
- [9] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus
duktilen Gusseisen und ihre
Verbindungen für Wasserleitungen –
Anforderungen und Prüfverfahren
2010
- [10] EN 598
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus
duktilen Gusseisen und ihre Verbindungen
für die Abwasser-Entsorgung –
Anforderungen und Prüfverfahren
2007 + A1:2009
- [11] EN 15 542
Rohre, Formstücke und Zubehör aus
duktilen Gusseisen –
Zementmörtel-Umhüllung von Rohren –
Anforderungen und Prüfverfahren
2008
- [12] DIN 30675-2
Äußerer Korrosionsschutz von
erdverlegten Rohrleitungen;
Schutzmaßnahmen und Einsatzbereiche
bei Rohrleitungen aus duktilen Gusseisen.
1993-04
- [13] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus
duktilen Gusseisen und ihre
Verbindungen für Wasserleitungen –
Anforderungen und Prüfverfahren
2006
- [14] DIN 30672
Organische Umhüllungen für den
Korrosionsschutz von in Böden und
Wässern verlegten Rohrleitungen für
Dauerbetriebstemperaturen bis 50 °C
ohne kathodischen Korrosionsschutz –
Bänder und schrumpfende Materialien
2000-12
- [15] DVGW-Arbeitsblatt GW 301
Qualifikationskriterien für Rohrleitungs-
bauunternehmen
1999-07
- [16] DVGW-Arbeitsblatt GW 302
Qualifikationskriterien an Unternehmen
für grabenlose Neulegung und
Rehabilitation von nicht in Betrieb befind-
lichen Rohrleitungen
2001-09
- [17] DVGW-Arbeitsblatt GW 329
Fachaufsicht und Fachpersonal für steuer-
bare horizontale Spülbohrverfahren;
Lehr- und Prüfplan
2003-05
- [18] DVGW-Hinweis W 401
Entscheidungshilfen für die Rehabilitation
von Wasserrohrnetzen
1997-09

Autor

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

Grabenlose Sanierung mittels Langrohr-Relining Erneuerung der Hauptwasserleitung HW 1.1 DN 700 zwischen Hattersheim und Frankfurt Sindlingen

Von Alexander Scholz

1 Einleitung

Planung, Bau und Betrieb von Versorgungsnetzen ist die Aufgabe der NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH, einem Tochterunternehmen der Frankfurter Mainova AG und den Stadtwerken Hanau. Neben den Sparten Strom, Erdgas und Fernwärme betreibt die NRM ein 2.000 km langes Trinkwassernetz im Bereich des Frankfurter Stadtgebietes.

Dieses Trinkwassernetz unterliegt einem permanenten Alterungsprozess, der besonders bei den sehr alten Leitungen, die zum Teil bereits vor 100 Jahren in Betrieb genommen worden sind, zunehmend zu Altersschäden führt.

Vor diesem Hintergrund saniert die NRM derzeit eine wichtige Hauptwasserleitung zwischen dem Hessenwasser-Pumpwerk Hattersheim und der Frankfurter Innenstadt (**Bild 1**).

2 Projekthintergrund

Wegen der Zunahme von Altersschäden auf dem etwa 17,4 km langen Leitungsabschnitt wurde im Jahr 2008 mit der Sanierung der Hauptwasserleitung begonnen.

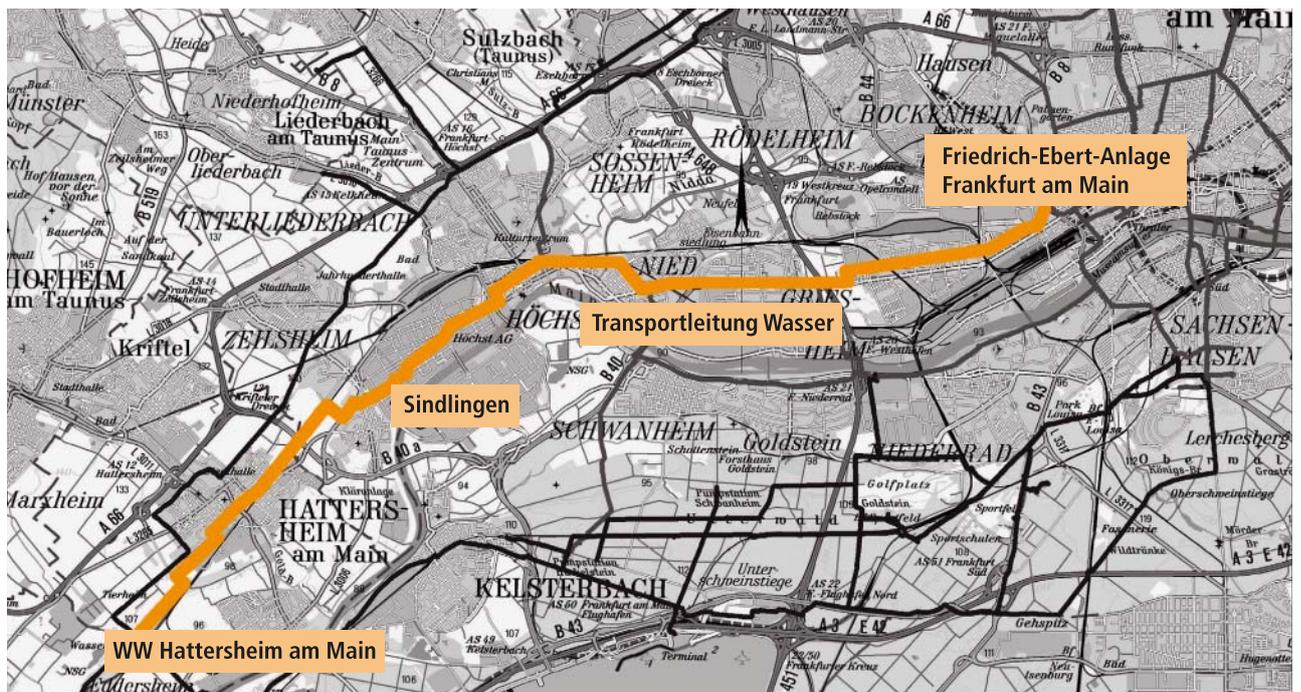


Bild 1:
Projektübersicht – Rehabilitation der HW 1.1 DN 700 [Quelle: NRM]

Die zu sanierende Bestandsrohrleitung ist wie folgt gekennzeichnet:

- Gesamtsanierungsstrecke: 17,4 km
- Baujahr: 1920–1940
- Nennweite: DN 700
- Druckstufe: PN 10
- Material: 6,5 km Grauguss (GG)/
10,9 km Stahl

Derzeit wird der 6. Bauabschnitt von Hattersheim bis zum Frankfurter Stadtteil Sindlingen ausgeführt. Er hat eine Länge von 1.500 m.

2 Bauverfahren und Materialwahl

Die ersten planerischen Schritte begannen im Jahr 2008 mit der grundsätzlichen Überprüfung des notwendigen hydraulischen Leitungsquerschnittes der zu sanierenden Leitungsstrecke. Basierend auf den in den vergangenen Jahren gesunkenen und inzwischen stagnierenden Wasserverbräuchen konnte der Leitungsquerschnitt von DN 700 auf DN 400 reduziert werden.

An diese Querschnittsreduzierung schloss eine weiterführende Machbarkeitsstudie mit einer Variantenuntersuchung an. Hierbei wurden mögliche Sanierungsverfahren und Rohrmaterialien vor dem Hintergrund der projektrelevanten Randbedingungen verglichen. Die Vorteile der grabenlosen Sanierungsvarianten überzeugten vor allem aus technischer und wirtschaftlicher Sicht.

Im Ergebnis wurde für die 17,4 km lange Sanierungsstrecke das Langrohr-Relining mit duktilen Gussrohren DN 400, ZM-A, ZM-U, mit BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindungen (**Bilder 2 und 3**) gewählt. Vor allem die geringen Zeitansätze für die Herstellung der Rohrverbindungen (planerischer Ansatz: ~ 20 min) und die mögliche Abwinkelung von 3° im Bereich der Muffen-Verbindung gaben den Ausschlag für die Verfahrens- und Materialwahl.

Tabelle 1 zeigt für verschiedene Nennweiten die Abmessungen, die Bauteilbetriebsdrücke, die zulässigen Zugkräfte, die zulässigen Abwinkelungen und die Anzahl der Verriegelungselemente.

3 Planung des 6. Bauabschnittes

Der 6. Bauabschnitt erstreckt sich von Hattersheim bis nach Frankfurt-Sindlingen und hat eine Sanierungslänge von ungefähr 1.500 m.

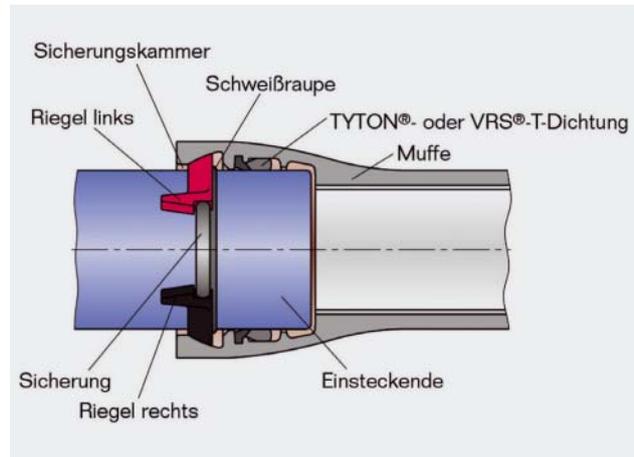


Bild 2:
BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung
[Quelle: Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH]

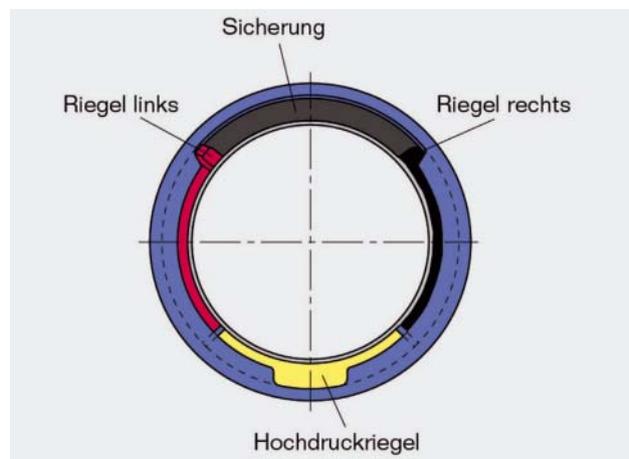


Bild 3:
Formschlüssige BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung
[Quelle: Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH]

Der grundsätzlichen Festlegung hinsichtlich des Sanierungsverfahrens folgend wurde vor dem Hintergrund der Randbedingungen ein 1.314 m langer Reliningabschnitt geplant. Weitere 165 m Sanierungsstrecke wurden aufgrund von Richtungsänderungen in Lage und Höhe in offener Bauweise vorgesehen.

Als wesentlicher Einflussfaktor für Planung und Bauausführung des Reliningteilabschnittes ist die parallel verlaufende Trasse der Deutschen Bundesbahn (Strecke: Frankfurt – Wiesbaden) zu nennen. Hierbei mussten vor allem bei der Planung der Baugruben und bei dem notwendigen Genehmigungsverfahren die Kreuzungsrichtlinien der Deutschen Bahn AG berücksichtigt werden.

Tabelle 1:

Eigenschaften der BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindungen [Quelle: Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH]

DN	d ₁ [mm]	D [mm] ¹	t [mm]	Bauteilbetriebs- druck PFA [bar] ²	Zulässige Zugkraft F _{zul.} [kN] ³	zulässige Abwinkelung [°]	Anzahl der Verriegelungs- segmente
80 ⁵	98	156	127	100/110 ⁴	115	5	2/3 ⁴
100 ⁵	118	182	135	75/110 ⁴	150	5	2/3 ⁴
125 ⁵	144	206	143	63/110 ⁴	225	5	2/3 ⁴
150 ⁵	170	239	150	63/75 ⁴	200	5	2/3 ⁴
200	222	293	160	42/63 ⁴	350	4	2/3 ⁴
250	274	357	165	40/44 ⁴	375	4	2/3 ⁴
300	326	410	170	40	380	4	4
400	429	521	190	30	650	3	4
500	532	636	200	30	860	3	4
600	635	732	175	32	1.525	2	9
700	738	849	197	25	1.650	1,5	11
800	842	960	209	25	1.460	1,5	14
900	945	1.073	221	16/25 ⁵	1.845	1,5	13
1.000	1.048	1.188	233	10/25 ⁵	1.560	1,5	16

¹ Richtwert
² Betriebsdruck (PFA): zulässiger Bauteilbetriebsdruck in bar – Berechnungsgrundlage Wanddickenklasse K 9 bis einschl. DN 250 inkl. Hochdruckriegel
³ Bei geradlinigem Trassenverlauf (max. 0,5° pro Rohrverbindung) können die Zugkräfte um 50 kN angehoben werden. DN 80–DN 250 Hochdruckriegel erforderlich.
⁴ mit Hochdruckriegel
⁵ Wanddickenklasse K 10

Wegen der an die Bestandstrasse angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen mussten ferner die Bedürfnisse der Landwirte planerisch berücksichtigt werden. Dies beeinflusste die Planung der Zufahrts- und Lagermöglichkeiten im Bereich der Baugruben.

Wegen des vorgegebenen Lage- und Höhenverlaufs der Bestandsleitung und wegen der vorhandenen Einbauten musste der Reliningabschnitt in fünf Einziehstrecken untergliedert werden. Für die Einziehstrecken ergeben sich dabei Längen von

- 67 m,
- 255 m,
- 271 m,
- 315 m und
- 406 m.

In der Folge der gewählten Reliningabschnitte mussten acht Baugruben geplant werden. Hierbei ist nach Einbaugruben und in Ziehbaugruben zu unterscheiden.

Die Einbaugruben haben eine Abmessung von etwa 8,5 m Länge und 2,5 m Breite. In den Einbaugruben werden die Rohrleitungen mit einem Hebezeug in die Baugrube eingebracht und über die BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindungen längskraftschlüssig zusammengefügt. Die Ziehbaugruben wurden in den Abmessungen 6,0 m Länge und 2,5 m Breite geplant und dienen zur Aufnahme der hydraulischen Einziehvorrichtung.

Die Baugrubentiefen variierten je nach der Höhenlage der Bestandsleitung zwischen 2,5 m und 3,5 m.

Die fünf Baugruben, die parallel zu dem vorhandenen Bahndamm angeordnet werden mussten, wurden auf erhöhte Lasten bemessen. Im Ergebnis wurde für diese Baugruben ein Spezialelement-Verbau mit zusätzlicher Fußaussteifung spezifiziert.

4 Bauausführung

Im Juli 2012 konnte nach Abschluss der Planungs- und Ausschreibungsphase mit der Bauausführung begonnen werden.

Nach der Außerbetriebnahme der zu sanierenden 1.500 m langen Trinkwasserleitung wurde mit der Einrichtung der Baustelle und der temporären Verkehrssicherung der Baufelder im Bereich der Reliningbaugruben begonnen. Im Anschluss begannen die Tiefbauaktivitäten zur Herstellung der Baugruben und des 165 m langen Leitungsgrabens für den offenen Einbauabschnitt.

Nach der Fertigstellung der Baugruben wurde die Bestandsrohrleitung getrennt und mechanisch gereinigt.

Den eigentlichen Rohreinzug führte eine Kolonne aus fünf Arbeitskräften durch. Die einzuziehenden 6 m langen Rohre wurden mit einem Bagger auf einer rinnenförmigen Hilfskonstruktion in den Baugruben abgelegt. Nach dem genauen Ausrichten des Rohres wurde die Muffen-Verbindung einschließlich ihres Schutzes durch eine Gummimanschette mit einem Blechkonus hergestellt (**Bild 4**). Danach wurde der Rohrleitungsstrang mittels hydraulischer Seilwinde, auf dem Blechkonus schleifend, um weitere 6 m in das Bestandsrohr eingezogen.

Mit dieser Verfahrensweise konnten innerhalb einer Stunde zwischen 18 m bis 24 m Rohrleitung eingebaut werden.



Bild 4:
Herstellung der BLS®/VRS®-T -
Steckmuffen-Verbindung [Quelle: NRM]

Bei Vorbereitung des Einzuges der duktilen Gussrohre DN 400, ZM-A, ZM-U, wurden für den mit 408 m längsten Einziehabschnitt theoretisch Zugkräfte von 45,69 t ermittelt. Diese Zugkraft ergibt sich aus der Anzahl (67 Stück) und dem Gewicht der duktilen Gussrohre DN 400 unter Berücksichtigung der längskraftschlüssigen BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindungen.

Auf dieser Grundlage und unter Annahme einer Abminderung der Zugkräfte wurde vonseiten der beauftragten Baufirma eine hydraulische Winde (**Bild 5**) mit einer maximalen Zugkraft von 40 t und einen maximalen Hubweg von 1,15 m gewählt.



Bild 5:
Hydraulische Zugvorrichtung [Quelle: NRM]

Diese Zugvorrichtung wurde abschnittsweise in die jeweiligen Einziehbaugruben eingebaut und gegen den Baugrubenverbau abgestützt. Der Seilvorrat von 500 m Seil wurde auf einer Bockwinde außerhalb der Baugrube positioniert.

Um die zulässigen Zugkräfte gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1 [1] nicht zu überschreiten, wurde vonseiten der NRM besonderer Wert auf die Messung und die Dokumentation der tatsächlich erreichten Zugkräfte gelegt.

Am Ende konnte für den 408 m langen Reliningabschnitt eine maximale Zugkraft von 183 kN dokumentiert werden. Aus der rechnerischen Ermittlung ergibt sich somit ein Reibbeiwert von ungefähr $\mu = 0,41$. Er liegt damit im Rahmen der bisher gewonnenen Erfahrungen [2, 3].

Die dokumentierten Zugkräfte lagen außerdem weit unter den für die eingesetzte Muffen-Verbindung zulässigen 650 kN (**Tabelle 1**) und den zulässigen 558 kN nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1 [1].

Nach dem Abschluss des Rohreinzugs wurde die Druckprüfung und Desinfektion im Rahmen von zwei Teilabschnitten durchgeführt.

Somit konnten die erneuerten Leitungsabschnitte nach vier Monaten Bauzeit wieder in Betrieb genommen werden. Im Teilbereich des offenen Leitungsabschnittes werden die Oberflächenwiederherstellungsarbeiten noch bis Mitte November 2012 andauern.

5 Zusammenfassung

Zurückgreifend auf die Erfahrungswerte verschiedener grabenloser Sanierungsverfahren im innerstädtischen Bereich der Stadt Frankfurt am Main und auf die darauf aufbauende sorgfältige Planung- und Projektvorbereitung konnte die Basis für eine nahezu optimale Bauausführung geschaffen werden. So wurden die Projektziele hinsichtlich der Qualität, der Termine und der Kosten im Rahmen dieses Projektes erreicht.

In diesem Zusammenhang ist unter anderen die sinnvolle Kombination des eingesetzten Langrohr-Relining-Verfahrens mit den längskraftschlüssigen duktilen Guss-Rohrsystemen hervorzuheben. Die technischen und wirtschaftlichen Verfahrensvorteile lassen sich besonders an der Reduktion der Tiefbaukostenanteile verdeutlichen. So konnten im Vergleich zu konventionellem Rohreinbau im offenen Leitungsgraben etwa 80 % der Tiefbaukostenanteile eingespart werden.

Die Planung und Bauausführung des 6. Bauabschnitts der Sanierung der Hauptwasserleitung HW 1.1 kann als voller Erfolg für die NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH gebucht werden.

Literatur

- [1] DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1
Erneuerung von Gas- und Wasserrohrleitungen durch Rohreinzug oder Rohreinschub mit Ringraum
2009-2
- [2] Schnitzer, G., Simon, H. und Rink, W.:
Langrohrrelining DN 900
in Leipzig Mölkau
GUSSROHR-TECHNIK 39 (2005), S. 20
- [3] Rink, W.:
Langrohrrelining mit duktilen
Gussrohren DN 800
GUSSROHR-TECHNIK 38 (2004), S. 17

Autor

Dipl.-Ing. Alexander Scholz
NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH
Solmsstraße 38
60486 Frankfurt am Main/Deutschland
Telefon: +49 (0)69/2 13 8 18 58
E-Mail: al.scholz@nrm-netzdienste.de

Bauherr

NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH
Dipl.-Ing. Alexander Scholz
Solmsstraße 38
60486 Frankfurt am Main/Deutschland
Telefon: +49 (0)69/2 13 8 18 58
E-Mail: al.scholz@nrm-netzdienste.de

Berstlining-Rekord in Österreich

Trinkwasserleitung aus duktilen Gussrohren DN 400 in Linz grabenlos eingezogen

Von Stefan Koncilia

1 Einleitung

Nun hat auch Österreich seinen „Gabenlos-Rekord“! Im April 2012 wurde in der oberösterreichischen Landeshauptstadt Linz eine Trinkwasserleitung aus duktilen Gussrohren der Nennweite DN 400 im Berstlining-Verfahren eingezogen. Das ist vom Durchmesser her gesehen die bislang größte Maßnahme mit diesem Verfahren in der Alpenrepublik. Das Projekt fand große Beachtung in Fachkreisen und veranlasste die Presse, ausführlich über die Baustelle in der Linzer Landstraße zu berichten. Duktile Gussrohre eignen sich hervorragend für grabenlose Einbauverfahren.

Die gute Zusammenarbeit zwischen dem Auftraggeber, der Linz AG, Abt. Wasser, Linz, dem Bauunternehmen SWIETELSKY-Faber Kanalsanierung GmbH, Leonding, und dem Rohrlieferanten, der Duktus Tiroler Rohrsysteme GmbH, Hall i. T., hat entscheidend zum gemeinsamen Erfolg beigetragen.

2 Sanierungsprojekt mit vielen Herausforderungen

Linz, die drittgrößte Stadt Österreichs, hat im letzten Jahr ein ehrgeiziges Projekt zur Stadtbildgestaltung angestoßen – die Neugestaltung der Landstraße, die als eine der erfolgreichsten Einkaufsstraßen Österreichs gilt. Die 1,3 km lange Shoppingmeile soll noch attraktiver werden und die Besucher zum Flanieren und Kommunizieren einladen.

Es ist nachvollziehbar, dass man zunächst den „Untergrund“ in Ordnung bringen wollte. Deshalb entschied sich die Linz AG als kommunales Versorgungsunternehmen eine nicht

mehr sichere Trinkwassertransportleitung aus Grauguss, die schon einige Jahrzehnte auf dem Buckel hatte, in zwei Abschnitten auf einer Gesamtlänge von 200 m gegen eine neue Leitung aus duktilen Gussrohren auszutauschen. Als wirtschaftlichste, umwelt- und ressourcenschonendste und vor allem verkehrstechnisch beste Variante erwies sich die grabenlose Erneuerung der Trinkwasserleitung im Berstlining-Verfahren [1]. Grundvoraussetzung war nämlich eine zeitliche Limitierung der Tiefbaumaßnahme auf nur drei Tage an einem Wochenende, um die zahlreichen Geschäftsanlieger nicht zu beeinträchtigen. Als Alternative hätte die offene Bauweise bei einer Rohrleitungstiefe von 1,40 m – neben den bekannten Nachteilen – eine wesentliche längere Bauzeit und vor allem die Einstellung des direkt neben der Leitungstrasse verlaufenden Schienenverkehrs zur Folge gehabt (**Bild 1**).



Bild 1: Dank der platzsparenden Baustelleneinrichtung konnte der Straßenbahnverkehr in der Landstraße aufrechterhalten werden.

Berstlining nach GW 323

Statisches Berstlining

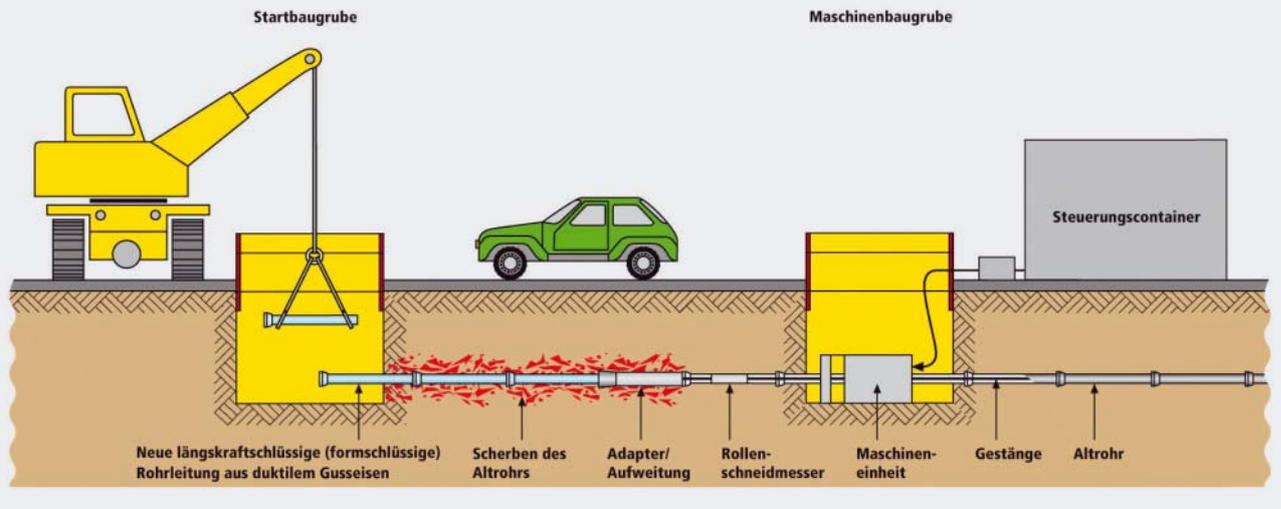


Bild 2:

Schemaskizze des statischen Berstlining-Verfahrens nach GW 323 [1]



Bild 3:

Erstmals kommt in Österreich eine Zuglafette der Firma TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG mit 1.900 kN Zugkraft zum Einsatz.

3 Erneuerung mit dem statischen Berstlining-Verfahren

Da der Rohrquerschnitt DN 400 und die hydraulische Leistung unverändert bleiben sollten, wurde das statische Berstlining-Verfahren gewählt (Bild 2). Damit können in gleicher Trasse gleichgroße oder größere Rohre eingezogen werden. Mit der Durchführung der Arbeiten wurde der österreichische Berstlining-Spezialist, die Firma SWIETELSKY-Faber Kanalsanierung GmbH beauftragt. Um die alte Graugussleitung zu bersten, den Bohrkanal

aufzuweiten und gleichzeitig die duktilen Gussrohre mit Zementmörtel-Umhüllung einzuziehen, war eine Maschinenteknik (Zuglafette) mit entsprechend hohen Zugkräften erforderlich. Eine weitere Forderung war die Messung und Dokumentation der Zugkräfte, weil die duktilen Gussrohre DN 400, K 9, bis maximal 650 kN belastet werden dürfen. Für diese Arbeiten in der Linzer Landstraße wurde erstmals in Österreich eine Zuglafette mit 1.900 kN Zugkraft der Firma TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG eingesetzt (Bild 3).

Die operative Durchführung der Baumaßnahme war eine große Herausforderung. Bei der Erhebung der Fremdeinbauten war nämlich festgestellt worden, dass neben einigen Stromleitungsquerungen parallel zur Wasserleitung eine Gasleitung im Abstand von nur 25 cm verläuft. Die angeordneten Suchschlitze haben das bestätigt. Gemeinsam mit dem örtlichen Gasversorger wurde entschieden, die Berstmaßnahme unter ständiger Überwachung mit Gasspürgeräten auszuführen.

4 Baudurchführung

Zur Durchführung des Berstlining-Verfahrens wird zuerst die Zuglafette in der Maschinenbaugrube installiert und an die Hydraulikantriebsstation angeschlossen. Anschließend wird mit der Lafette das Spezialgestänge durch die alte



Bild 4:
Duktile Gussrohre DN 400 mit Zementmörtel-Umhüllung und BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung in der Baugrube



Bild 6:
Abladen und Einbringen des neuen duktilen Gussrohres DN 400 in die Rohreinbaugrube



Bild 5:
Nach dem Bersten der Altleitung aus Grauguss wird der Bohrkanal auf 610 mm aufgeweitet und gleichzeitig das neue duktile Gussrohr DN 400 eingezogen.



Bild 7:
Ankunft des duktilen Neurohres DN 400, K 9, in der Maschinengrube

Rohrleitung geschoben. In der Rohreinbaugrube montiert man am Gestänge das Berstwerkzeug und den Aufweitkonus mit einem Durchmesser von 610 mm. Mittels eines elektronischen Zugkraftaufzeichnungsgerätes (Grundolog) wird dann das neue Rohr direkt an der Aufweitung befestigt. Der Grundolog verfügt über eine Onlinemessung, die die gemessenen Zugkräfte während des Rohreinzuges direkt an einen Empfänger an die Oberfläche übermittelt. Dadurch ist sichergestellt, dass die zulässigen Zugkräfte der neuen duktilen Gussrohre DN 400 mit BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung nicht überschritten werden (**Bild 4**).

Beim Rückzug birst der mit Schneidmessern bestückte Kopf die alte Graugussleitung auf, die nachfolgende Aufweitung weitet den

entstehenden Kanal auf, in diesem Fall wegen der Muffen des neuen duktilen Gussrohres DN 400 auf 610 mm, und zieht gleichzeitig das neue duktile Gussrohr ein (**Bild 5**). Das duktile Neurohr mit einer Einzellänge von 6 m wurde taktweise in die Rohreinbaugrube eingehoben (**Bild 6**), mittels Riegeln wurde die Längskraftschlüssigkeit hergestellt. Zum Schutz vor den im anstehenden Boden verbleibenden Graugusscherben hat das neue duktile Gussrohr eine Zementmörtel-Umhüllung (ZM-U).

Bild 7 zeigt die Ankunft des neuen duktilen Gussrohres in der Maschinenbaugrube.

5 ZM-U-Rohre bewiesen ihre Robustheit

Die gemessenen und dokumentierten Einzugskräfte lagen mit 500 kN weit unter der zulässigen Belastungsgrenze der BLS®/VRS®-T-Steckmuffen-Verbindung des neuen duktilen Gussrohres DN 400 von 650 kN. Die an der Berstlafette gemessene Gesamtkraft bewegte sich zwischen 1.200 kN und 1.600 kN.

Die dimensionsmäßig größte Berstlining-Baustelle Österreichs konnte wegen der guten Zusammenarbeit der beteiligten Firmen planmäßig in drei Tagen zur vollsten Zufriedenheit aller abgewickelt werden.

Literatur

- [1] DVGW-Merkblatt GW 323
Grabenlose Erneuerung von Gas- und
Wasserversorgungsleitungen durch
Berstlining;
Anforderungen, Gütesicherung und
Prüfung
2004-07

Autor

Ing. Stefan Koncilia
SWIETELSKY-Faber Kanalsanierung GmbH
Haidfeldstraße 44
4060 Leonding/Österreich
Telefon: +43 (0)732/69 71-77 60
E-Mail: s.koncilia@swietelsky-faber.at

Vielseitige Praxisanwendungen für wärmekompensierende Gussrohre

Von Lutz Rau

1 Einleitung

Gusseisen ist nicht nur einer der ältesten Rohrwerkstoffe, sondern gleichzeitig einer der innovativsten. Wurde früher der Werkstoff Grauguss verwendet, findet seit den sechziger Jahren der Werkstoff duktiler Gusseisen seine Anwendung. Der Werkstoff duktiler Gusseisen ist nicht bruchgefährdet, auch nicht bei starken Temperaturunterschieden. Er widersteht hohen statischen und dynamischen Lasten. Ein vollständiges Rohr- und Formstückprogramm für Freispiegel- und Druckleitungen in den Nennweiten DN 80 bis weit über DN 1000 wird hinsichtlich der Auskleidungen, der Umhüllungen und der Schubsicherungen ständig weiterentwickelt. Wegen der vielfältigen Fertigungsmöglichkeiten lassen sich Komplettlösungen für fast jeden Anwendungsfall finden.

Das duktile Guss-Rohrsystem entwickelt sich gemeinsam mit den Ansprüchen aus der modernen Einbaupraxis. Völlig neue Feuerlöschsysteme in Tunneln, grabenlose Einbauverfahren, Beschneiungsanlagen im Gebirge und auch die Nutzung natürlicher Ressourcen zur Stromgewinnung mittels Turbinenleitungen sind bei weitem keine Nischenanwendungen mehr.

Auch der Klimawandel mit extremen Temperaturschwankungen und Starkregenereignissen nach längeren Trockenperioden stellt neue Anforderungen an die Wasserwirtschaft und damit auch an die Bau- und Zulieferindustrie. Leichte, sichere und schnelle Montage vorgefertigter Komponenten sind für wirtschaftliche Bauabläufe unabdingbar.

2 Notwendigkeit von wärmekompensierenden Gussrohren

Eine wichtige Funktion des Erdreichs ist neben dem mechanischen Schutz der Ver- und Entsorgungssysteme in geographischen Bereichen mit starken jahreszeitlichen Temperaturschwankungen, dass das transportierte Medium vor dem Einfrieren bewahrt wird. Auf der anderen Seite wirkt sich die gleichmäßig niedrige Temperatur des umgebenden Erdreichs positiv auf das Trinkwasser aus. Ist die Frostsicherheit der Rohrleitung wegen technischer und konstruktiver Randbedingungen in Bauwerken nicht gegeben, bieten wärmekompensierende Gussrohre (WKG-Rohre) eine elegante und wirtschaftliche Alternative. Die konstruktiven Details des WKG-Rohrsystems sind Abbild von jahrzehntelangen positiven Praxiserfahrungen.

3 Einsatzgebiete für WKG-Rohre

Prinzipiell kann jedes Guss-Rohrsystem auch wärmekompensierend ausgerüstet werden. Das trifft sowohl auf Abwasser-, als auch auf Trink- oder Brauchwassersysteme mit längskraftschlüssigen Verbindungen zu. Es sei aber deutlich darauf verwiesen, dass eine Wärmedämmung allein ohne Begleitheizung ein Einfrieren nicht verhindern, sondern lediglich verzögern kann. Neben den normalen wärme gedämmten Systemen können deshalb bei Bedarf für Leitungen ohne kontinuierlichen Durchfluss beheizbare Systeme in verschiedenen Varianten geliefert werden, wobei die hohe Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffs von Vorteil ist. Planerische Anhaltswerte zu „Stillstandszeiten bei Rohren mit Vollfüllung“ enthält [1]. **Bild 1** zeigt einen schematischen Überblick der Einsatzmöglichkeiten von WKG-Rohren.

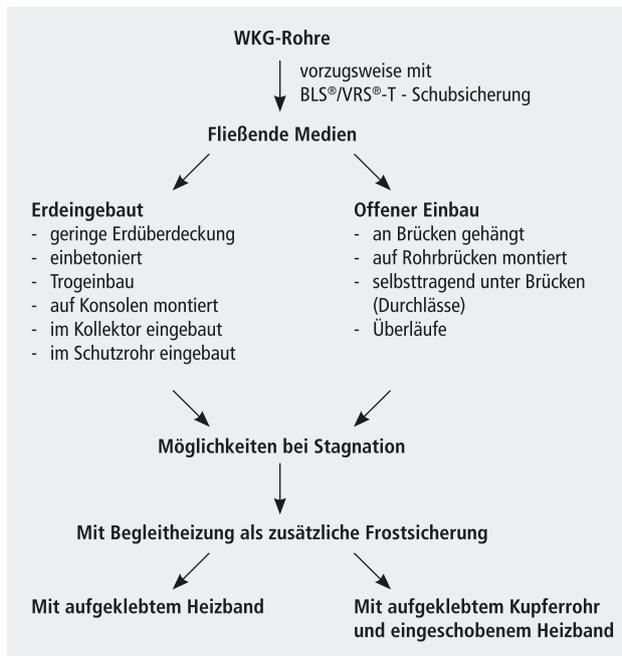


Bild 1:
Schematischer Überblick der Einsatzmöglichkeiten von WKG-Rohren

4 Planerische Vorbereitungen

Neben den technischen Parametern des einzelnen Projekts und den detaillierten Absprachen mit den beteiligten Rechtsträgern ist die Wahl des richtigen Systems wichtig.

Hier bietet es sich von vornherein an, Kontakt mit der Anwendungstechnik des Rohrherstellers bzw. Anbieters des Systems zu suchen und bei einer kostenlosen Beratung über folgende technische Aspekte zu diskutieren:

- Das notwendige Zubehör (z. B. Befestigungen, Schellen, Halterungen, Rohrdurchführungen, Stromanschlüsse bei Begleitheizungen),
- die technischen Parameter (Schubsicherung, Außendurchmesser, Wärmeausdehnungen, eventueller Einbau von Kompensatoren, Entlüftungen, Übergänge zu anderen Rohrwerkstoffen) und auch
- die Einbautechnik (Einschieben, Einheben, Einziehen, Einlegen).

Eine frühzeitige Vorkalkulation und konstruktive Festlegungen für andere Gewerke sind Voraussetzung dafür, dass die Kosten einer technisch anspruchsvollen Maßnahme überschaubar bleiben.

Konstruktive Maßnahmen beim Betonbau führen später zu wenig aufwendigen Nacharbeiten (Aussparungen, Ausnutzung der Muffenabwinkelung bei Brückenwölbung, Vorbereitung für

Halterungen). Vorzugsweise sollten form-schlüssige Schubsicherungen wie die BLS®/VRS®-T - Steckmuffen-Verbindung vorgesehen werden. Je nach Inhaltsstoffen, z. B. Trinkwasser oder Abwasser, verändert das Durchflussmedium in Abhängigkeit von der Außentemperatur, der Fließgeschwindigkeit und der Rohrenweite seine Viskosität und Konsistenz. Der Planer geht vom ungünstigsten Fall aus, z. B. einer Havarie bei längerem Starkfrost (Wochenende, Feiertage) mit daraus resultierendem Stillstand der Leitung über mehrere Tage.

Gerade bei Straßentunneln schleppen ein-fahrende LKW eisige Frostluft nach, wodurch sich in den Tunnelleinfahrtbereichen deutliche Minusgrade einstellen. Wegen des ständigen leichten Windes unter Brücken sind angehängte Leitungen frostgefährdet.

Neben der eingeschränkten Betriebsbereitschaft können später Schäden an Leitungen und Armaturen mit teuren ungeplanten Arbeiten entstehen. Selbst nach Beseitigung der ursächlichen Havarie im Netz lassen sich weitere Störungen nicht ausschließen.

Durch die Volumenzunahme des Wassers beim Gefrieren steigt einerseits der Druck im Netz an, andererseits frieren weitere Netz-teile schneller zu und Bauteile im Netz können durch die Ausdehnung des gefrorenen Rohr-inhalts beschädigt werden.

Beispiele für eingefrorene Leitungen zeigen die **Bilder 2 und 3**.



Bild 2:
Eis in einem eingefrorenen Hydranten

5 Prinzipieller Aufbau eines WKG-Rohres

Für WKG-Rohre und -Formstücke werden serienmäßige duktile Gussrohre gemäß EN 545 [2] oder EN 598 [3] und Muffen-Formstücke mit TYTON® - Steckmuffen-Verbindung mit den entsprechenden Schubsicherungssystemen in einer definierten Schichtdicke mit FCKW freiem PUR-Hartschaum mit einer Gesamtrohr-dichte von 80 kg/m³ ummantelt.

Bei erdüberdeckten Leitungen besteht die äußere Schutzhülle aus HDPE-Rohren nach EN 253 [4]. Leitungen unter Brücken sind entweder mit verzinktem Stahlblech nach EN 1506 [5] oder mit Edelstahlblech ummantelt. Die gleichmäßige Schichtdicke der Wärmedämmung wird durch Plastikkufen als Abstandshalter sichergestellt. Am Muffenende schließt der äußere Mantel mit der Muffenstirn ab, während das Spitzende für die Verbindungsmonatge frei bleibt. Der restliche Zwischenraum wird später mit geschlitzten Schaumstoffringen ausgefüllt und anschließend mit einem Blechmantel oder bei Erdeinbau mit Schrumpfmateri- al verschlossen. Bei Muffen-Formstücken gestaltet sich der Abschluss bündig (**Bild 4**), Flansch-Formstücke müssen wegen der Montierbarkeit der Bolzen generell manuell nachummantelt werden. Notwendige Entlüftungen werden je nach konstruktiven Erfordernissen mittels wärme- gedämmtem Hawlinger (Handentlüftung) geliefert (**Bild 5**). Übergänge auf herkömmliche Gussrohre werden mittels Endkappen aus Schrumpfmateri- al ausgeführt, die auch die Wärmedämmung vor Feuchtigkeit schützen [1].

6 Montage einer WKG-Verbindung

Die Verbindungsmontage unterscheidet sich grundsätzlich nicht von derjenigen handels- üblicher Verbindungen; passend zur zylindrischen Außenkontur können von den Rohr- herstellern spezielle Montagegeräte mitgeliefert werden. Auf der Baustelle können die Rohre mit üblichem Werkzeug auf Maß abgelängt werden (**Bilder 6, 7, 8 und 9**).

7 Einbaubeispiele

7.1 Erdeinbau – Umlegung einer Trinkwasser- leitung über dem Ilsekanal

Im Bereich der Lausitzer Seenlandschaft wird der Großräschener See mit dem Sedlitzer See durch den 1.197 m langen schiffbaren Ilsekanal



Bild 3:
Auseinandergerissene SIT® - Steckmuffen-Verbindung nach Frosteinwirkung bei manuell ummanteltem Rohrstück



Bild 4:
WKG-Bogen DN 500 für den Erdeinbau



Bild 5:
Wärmege- dämmter Hawlinger für die Entlüftung auf einem WKG-Rohr



Bild 6:
Vorbereitung der Montage von WKG-Rohren mit BLS® - Steckmuffen-Verbindung

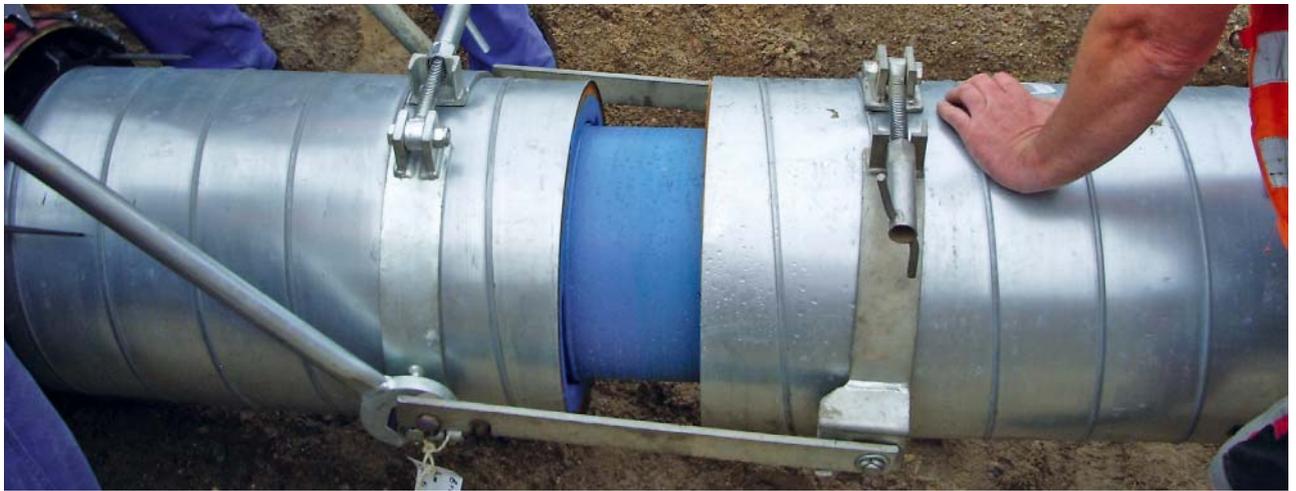


Bild 7:
Zusammenziehen der BLS® - Steckmuffen-Verbindung mit einem Montagegerät



Bild 8:
Einsetzen der geschlitzten Schaumstoffringe im Bereich der Muffen-Verbindung



Bild 9:
Fertig montierter Blechmantel im Bereich der Muffen-Verbindung

verbunden. Unter der Bahnstrecke Cottbus – Senftenberg sowie unter der B 189 verläuft der Ilsekanal auf 226 m Länge in einem schiffbaren Tunnel. In der Tunneldecke musste eine Haupttrinkwasserleitung auf 246 m umgelegt werden. Zur Sicherung der Frostfreiheit beim Einbau in der Tunneldecke wählte man 138 m WKG-Rohre und zwei Bögen DN 500 mit BRS® - Steckmuffen-Verbindung (**Bilder 10 und 11**).

7.2 Berlin Tiergartentunnel

Hier wurden Tunnelsegmente aus Ortbeton gegossen und die Feuerlöschleitungen in der Tunneldecke innerhalb der Bewehrung montiert. Alle 10 m musste die Verbindung zum nächsten Tunnelsegment gelenkig sein (**Bild 12**).

7.3 Trogeinbau im Tunnel mit Begleitheizung – Autobahntunnel unter dem Flughafen Tegel

Eine Trinkwasserleitung DN 125 wurde in einen bereits fertigen Trog im Bordsteinbereich eingebaut und mittels Blechplatten abgedeckt. Für die Möglichkeit der Stagnation bei Vollfüllung musste zur Sicherung des Feuerlöschbedarfs eine Begleitheizung in einem aufmontierten Kupferrohr installiert werden. Deshalb sind zum Verbinden der Heizbänder die Muffen und Einsteckenden kürzer ummantelt (**Bilder 13 und 14**).

7.4 Selbsttragende Rohre bei kurzen Brücken oder Grabendurchlässen

Neuzelle

Vor den Betonbauarbeiten an der Brückenfahrbahn wurde ein WKG-Trinkwasserrohr DN 200 von außen durch die vorgefertigten Seitenöffnungen der Brückenwangen geschoben. Der Zwischenraum zwischen WKG-Rohr und Betonaussparung wurde flexibel ausgeschäumt, der Rohrübergang kurz nach den Betonwangen ist gelenkig ausgeführt (**Bild 15**).

Beeskow, Bahnhofstraße

Nach Abbruch des alten Gewölbekanal wurde die querende Stahlleitung durch eine neue WKG-Leitung DN 200 zwischen den betonierten Brückenwangen ersetzt. Auch hier erfolgte die Umlegung vor dem endgültigen Brückenausbau. Die Rohrdurchführung ist elastisch; das Gelenk ist außerhalb dicht bei den Betonwangen angeordnet (**Bild 16**).



Bild 10:
Projekt Sedlitz – Abladen der WKG-Rohre DN 500 auf der Baustelle



Bild 11:
Projekt Sedlitz – Einbau der WKG-Rohre DN 500 im offenen Rohrgraben



Bild 12:
Berlin Tiergartentunnel – Montage von WKG-Rohren innerhalb der Bewehrung in der Tunneldecke



Bild 13:
Flughafen Berlin Tegel – Rohrabszweig der WKG-
Rohrleitung DN 125; Trogeinbau im Tunnel



Bild 16:
Überquerung einer Vorflut in der Bahnhofstraße in
Beeskow – WKG-Rohre DN 200 mit PE-Ummantelung

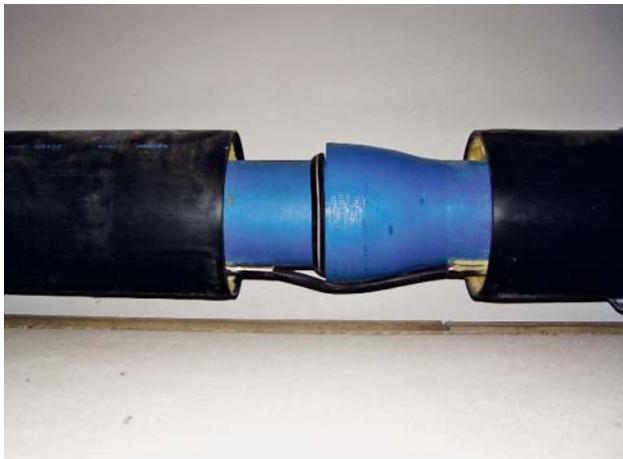


Bild 14:
Flughafen Berlin Tegel – Rohreinbau von WKG-Rohren
DN 125 mit Begleitheizung im Tunnel

7.5 Rohrbrücke DN 250

Potsdam, Glienicke

Als ein Relikt der deutschen Teilung wird die
Brücke noch als Medienbrücke genutzt; die
alten Trinkwasserleitungen aus Stahl wurden
durch WKG-Rohre DN 200 mit Wickelfalzblech
in längskraftschlüssiger Ausführung des Typs
BLS® ersetzt. Die Rohre liegen in Doppelschel-
len auf Konsolen (**Bild 17**).



Bild 15:
Querung einer Vorflut in Neuzelle – WKG-Rohre
DN 200 mit einer Wickelfalzblech-Ummantelung

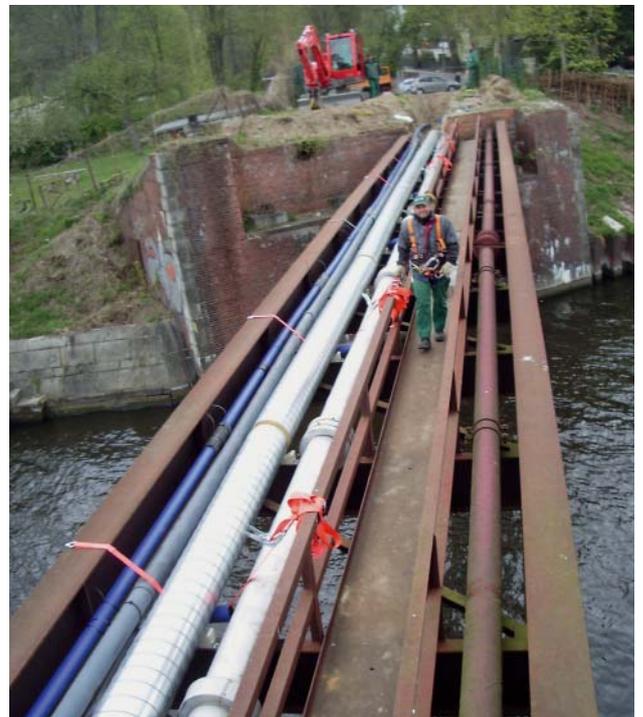


Bild 17:
Medien-Rohrbrücke in Potsdam – WKG-Trinkwasser-
rohre DN 200 mit Wickelfalzblech-Ummantelung

7.6 WKG-Rohre im Schutzrohr

Potsdam, Nesselgrundbrücke

Beim Neubau der Nesselgrundbrücke zwischen Potsdam und Michendorf über den Bahnanlagen war der Neubau einer etwa 80 m langen Trinkwasserhauptleitung DN 300 erforderlich. Aufgrund der besonderen Forderungen der Deutschen Bahn AG hinsichtlich Wasserleitungsquerungen über elektrifizierten Bahnanlagen musste die Leitung längskraftschlüssig und frostsicher im Schutzrohr eingebaut werden. Hier profitierte die bauausführende Firma von der schnellen und sicheren Montage sowie von der Beistellung von Ziehkopf und Einbauwerkzeugen durch den Rohrhersteller. Die Rohre wurden auf vormontierten Gleitkufen eingezogen (**Bild 18**).

Angehängte Leitungen

Mit den **Bildern 19, 20, 21 und 22** werden beispielhaft wärmekompensierende Gussrohrleitungen in Verbindung mit Brücken- und Schleusenbauten vorgestellt.

8 Schlussbemerkung

In vorangegangenen EADIPS®/FGR®-Heften wurde bereits mehrfach über verschiedene WKG-Objekte berichtet, sodass dem Leser damit noch weit mehr Referenzen und Varianten zur Verfügung stehen als im vorliegenden Beitrag angerissen werden können.

Bei umsichtiger Vorbereitung und Beratung können WKG-Rohrsysteme eine optimale und wirtschaftliche Lösung für spezielle Sonderanforderungen bieten. Sie sind sicher, langlebig, durch zahlreiche Objekte als Referenz belegt, leicht und schnell montierbar und bergen ein hohes Sicherheitspotenzial auch unter Extrembelastungen in sich. Die **Bilder 19 bis 22** zeigen Rohrleitungen, die seit Jahren störungs- und wartungsfrei in Betrieb sind; auch dies ein Plus für die robusten WKG-Rohre.



Bild 18:
Einzug von WKG-Rohren DN 300 an der Nesselgrundbrücke

Literatur

- [1] Duktus-Handbuch
Duktile Gussrohrsysteme für Trinkwasser
2012-07
- [2] EN 545
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren
2010
- [3] EN 598
Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für die Abwasser-Entsorgung – Anforderungen und Prüfverfahren
2007 + A1: 2009
- [4] EN 253
Fernwärmerohre -
Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze -
Verbund-Rohrsystem, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen
2009 + prA1: 2011
- [5] EN 1506
Lüftung von Gebäuden –
Luftleitungen und Formstücke aus Blech mit rundem Querschnitt –
Maße
2007



Bild 19:
Schleuse Wernsdorf: unter der Straßenbrücke
angehängte WKG-Doppelleitung



Bild 21:
Schleuse Rathenow: angehängte WKG-Leitung hinter
einer Betonschürze unter der Straßenbrücke



Bild 20:
Schleuse Brandenburg: hinter einer vorgesetzten Tra-
pezblechschürze angehängte WKG-Trinkwasserleitung



Bild 22:
Brücke Hohennauen: angehängte WKG-Leitung ohne
Brückenschürze

Autor

Dipl.-Ing. Lutz Rau
Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH
Verkaufsbüro Berlin
Am Schonungsberg 45
12589 Berlin/Deutschland
Telefon: +49 (0)30/64 84 90 70
E-Mail: lutz.rau@duktus.com

Anwendungen duktiler Guss-Rohrsysteme in der Energie- und Wasserwirtschaft

Von Jürgen Rammelsberg

1 Einleitung

Am 23. und 24. April 2012 war die EADIPS®/FGR® wieder einmal Gastgeber für die Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen (FIHB), um die neusten Entwicklungen der europäischen Gussrohrindustrie vorzustellen. Die wichtigsten Hauptinhalte der traditionsreichen Tagung waren

- neue Einbauverfahren,
- neue Anwendungsbereiche,
- Materialeigenschaften duktiler Gussrohre.

Ihrer internationalen Rolle gerecht wurde die European Association for Ductile Iron Pipe Systems · EADIPS®/Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme (FGR®) e. V. dadurch, dass sie die Tagung im Umfeld ihres Schweizer Mitgliedes vonRoll hydro (suisse) ag in Zürich und Emmenbrücke organisiert hatte. Die Attraktivität dieser Orte ist hoch: 28 Hochschullehrer aus dem deutschsprachigen Raum waren der Einladung gefolgt. Eine besondere Rolle spielte die Wasserversorgung der Stadt Zürich, die ihre Räumlichkeiten für die Fachvorträge zur Verfügung gestellt hatte (**Bild 1**) und zudem den interessierten Gästen auch einen Rundgang durch ihre Aufbereitungsanlagen und Labore unter kundiger Führung ermöglichte. Der Wasserversorgung Zürich sei an dieser Stelle für ihre Gastfreundschaft noch einmal herzlichst gedankt!

Die Wasserversorgung Zürich beliefert insgesamt 891.000 Einwohner in der Stadt und in 67 Gemeinden des Umlandes mit jährlich 55 Mio. m³ Trinkwasser, das zu mehr als zwei Dritteln aus dem Wasser des Zürichsees gewonnen wird. Großes Interesse fanden die bio-

logischen Indikatoren, mit welchen rund um die Uhr die Reinheit des Wassers nach der Aufbereitung kontrolliert wird.

Zu Beginn der Vortragsreihe führte zunächst **Ulrich Päßler**, Vorsitzender des Vorstands der EADIPS®/FGR®, in das Seminar-Programm ein, welches er unter das Motto der überlegenen Nachhaltigkeit duktiler Guss-Rohrsysteme stellte.

Prof. Dr.-Ing. Prof. h. c. Wolfgang Krings, Vorsitzender des Vorstands der FIHB, dankte im Namen der anwesenden Hochschullehrer für die Einladung und betonte die Bedeutung der Hochschullehrertagungen, in welchen die enge Verbindung von Theorie und Praxis für die Ausbildung der jungen Ingenieure gepflegt und vertieft werde.



Bild 1: Aufmerksame Zuhörer bei den Fachreferaten im großen Vortragsaal der Wasserversorgung Zürich

2 Vorstellung der Vorträge

2.1 Transportwasserleitungen DN 500 im Sonnenbergtunnel in Luzern

Roger Saner, vonRoll hydro (suisse) ag, eröffnete die Vortragsreihe mit der Schilderung von Planung und Bau einer Trinkwasserleitung DN 500 aus duktilen Gussrohren der Stadt Luzern. Der Leitungsbau wurde notwendig, als der Sonnenbergtunnel der Autobahn A 2 an die heutigen Anforderungen hinsichtlich Sicherheit, Kapazität und Instandhaltung angepasst werden musste. Mit einem vollständig neuen Konzept wird dabei die Medienleitungsfunktion von der Kraftverkehrsfunktion des Tunnels entflochten, indem ein eigener Werkleitungstollen zwischen zwei Verkehrstunnelröhren angelegt wird (**Bild 2**). In diesem Werkleitungstollen werden alle Leitungen für Trinkwasser, Löschwasser, Oberflächenwasser, Gas, Elektrizität, Kommunikation etc. untergebracht, sodass sie für Wartungsarbeiten jederzeit ohne Verkehrsbeeinträchtigung zugänglich sind. Der Einbau duktiler Gussrohre für Lösch- und Trinkwasser setzt umfangreiches Planungswissen voraus, von dem die Anwendungstechniker der vonRoll hydro (suisse) ag eine gehörige Portion zum Gelingen des Projekts beisteuerten.



Bild 2:
Schematische Darstellung des Werkleitungstollens zwischen den beiden Verkehrstunneln

Die ausführliche Beschreibung des Projekts mit Hintergrundinformationen, technischen Details und Zielen ist im vorliegenden Heft auf Seite 22 zu lesen.

2.2 Der Einfluss von elektrischen Strömen und Schutzmaßnahmen bei Gussrohrleitungen

Den zweiten Vortrag präsentierte **Dr. Markus Büchler** von der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz. Er gab einen informativen Überblick über die elektrochemischen Grundlagen bei den Korrosionsvorgängen von Metallen und leitete daraus die Maßnahmen zur nachhaltigen Betriebssicherheit erdüberdeckter Rohrleitungen ab. Dabei rückte er die bei duktilen Gussrohren seit Jahrzehnten eingeführten und bewährten Umhüllungen in den Vordergrund, mit welchen den Angriffen aus unterschiedlichen Böden und Umgebungsbedingungen begegnet werden kann. Besonders seine verständliche Beschreibung der elektrochemischen Grundlagen fand große Resonanz bei den Hochschullehrern.

2.3 Pfahlfundierte Meteorwasserleitung aus duktilem Gusseisen DN 700 im Grundwasser

Über ein bedeutendes Projekt im Bereich des Schweizer Seelandes referierte **Simon Friedli** von der BSB + Partner, Ingenieure + Planer. Es betraf den Bau einer Meteorwasserleitung unter extrem ungünstigen Baugrundbedingungen. Die Leitung aus duktilen Gussrohren DN 700 mit einem Gefälle von nur 0,3 % liegt zum großen Teil unterhalb des Grundwasserspiegels. In dem äußerst setzungsempfindlichen Baugrund mit eingeschränkter Tragfähigkeit aus Torf, Verlandungssedimenten und Seekreide muss die Leitung auf Gründungspfähle gestellt werden. Die Pfahlgründung reicht bis zur tragfähigen Schotterschicht in 12 m bis 15 m Tiefe. Bei 6 m Baulänge wird nur ein Pfahl pro Rohr benötigt, weil die Längsbiegefestigkeit duktiler Gussrohre derartige Stützweiten problemlos zulässt. Ein weiterer Vorteil bei der Lage im Grundwasser ist die Muffen-Verbindung, die auch bei äußerem Überdruck dicht bleibt. **Bild 3** zeigt die Rohrmontage auf den Pfahlköpfen.

2.4 Triebwasserleitungen

Seit der staatlichen Förderung erneuerbarer Energien erfährt der Bau von Triebwasserleitungen für kleine Wasserkraftwerke einen dramatischen Zuwachs. Die Leistung einer Wasserkraftanlage steigt mit dem Wasserangebot und der Fallhöhe, sodass hohe Betriebsdrücke am Fuß der Triebwasserleitung vom Rohrmaterial sicher beherrscht werden müssen. Ein wichtiger Gesichtspunkt bei den metallischen Rohren aus Stahl oder duktilem Gusseisen ist



Bild 3:
Rohrmontage auf den Pfahlköpfen

ihr bruchmechanisches Verhalten, mit dem im Falle einer dynamisch beanspruchten Fehlstelle das spontane Risswachstum sicher verhindert werden muss.

Bruchmechanische Kennwerte für duktile Gussrohre bei Einsatz im Turbinenleitungsbau auf Basis durchgeführter Versuchsreihen an duktilen Gussrohren

DI Dr. techn. Richard Huber von der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt GmbH – TVFA in Wien demonstrierte anhand bruchmechanischer Untersuchungen an duktilem Gusseisen die besondere Eignung dieses Werkstoffes für den Einsatz im Turbinenleitungsbau. Vor allem ist es den Grafitkugeln zuzuschreiben, dass sie vor dem Bauteilversagen ein stabiles Risswachstum dadurch ermöglichen, dass sie als „Rissbremse“ wirken. Der Werkstoff erreicht mit rein ferritischem Grundgefüge hohe Zähigkeitswerte, womit das Sicherheitskriterium „Leck vor Bruch“ eingehalten wird. Die Ergebnisse bilden inzwischen die Grundlage für einen beispielhaften Zuwachs in der Anwendung duktiler Gussrohre für den Bau von Triebwasserleitungen von Wasserkraftwerken, wie auch auf den Seiten 32, 36 und 41 des vorliegenden Jahreshftes wieder unter Beweis gestellt wird.

Einsatz von duktilen Gussrohren im Hochdruckbereich am Beispiel einer Turbinenleitung DN 400

Zum gleichen Themenkreis referierte **Stephan Hobohm**, Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH, über Planung und Bau einer Turbinenleitung aus duktilen Gussrohren DN 400 in Garmisch-



Bild 4:
Einbau von Turbinenrohren aus duktilem Gusseisen in felsigem Gelände

Partenkirchen. Hervorzuheben ist der robuste Außenschutz aus faserarmiertem Zementmörtel, der einen Einbau in felsigem Untergrund ohne Sandbettung ermöglicht (**Bild 4**).

2.5 Press-/Zieh-Verfahren mit Bodenentnahme – Praxisbericht

Wie innovative Auftraggeber und Bauunternehmer zu neuen Lösungen in der Bauverfahrenstechnik finden, zeigte das Referat von **Franz Schaffarczyk**, Berliner Niederlassungsleiter der Josef Pfaffinger Bauunternehmung GmbH. In seinem Praxisbericht über eine Weiterentwicklung des in Berlin etablierten Press-/Zieh-Verfahrens zur Rohrauswechslung wurde deutlich, dass mit zusätzlicher Bodenentnahme eine beachtliche Nennweitenvergrößerung der neuen Rohrleitung möglich wird. Für diese Entwicklung waren die Berliner Wasserbetriebe AöR, die Firma Josef Pfaffinger



Bild 5:
Preisträger des 2. Preises des GSTT-Awards 2011



Bild 6:
Gäste und Gastgeber bei der Besichtigung der vonRoll casting (emmenbrücke) ag

Bauunternehmung GmbH, Niederlassung Berlin, und die Firma Duktus Rohrsysteme Wetzlar GmbH mit dem 2. Preis des Innovationswettbewerbs 2011 der Deutschen Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen e.V./GERMAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY E.V. (GSTT) ausgezeichnet worden (**Bild 5**).

3 Weiteres Tagungsgeschehen

Das Programm der Hochschullehrertagung 2012 wurde abgerundet durch zwei Exkursionen. Sie führten nach Emmenbrücke zum Besuch der Gießerei vonRoll casting (emmenbrücke) ag (**Bild 6**) und zur Besichtigung eines Teils der Anlagen der Wasserversorgung Zürich. Am Abend boten der in der Züricher Altstadt gelegene Münsterkreuzgang und das „Zunftthaus zur Waag“ 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)61 55/6 05-2 25
E-Mail: rammelsberg@arcor.de

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

15. Januar 2013

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt.
Belegexemplar erbeten.

www.eadips.org



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

Haftungsausschluss

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

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

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

Vervielfältigung

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

Logos der Ordentlichen Mitglieder der EADIPS®/FGR®



Logos der Fördermitglieder der EADIPS®/FGR®



Normen-Datenbank EADIPS®/FGR®



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

**Normen, Richtlinien und technische Regeln
in Verbindung mit duktilen Guss-Rohrsystemen**

letztes Suchergebnis
[Normen suchen](#)
[Alle Normen zeigen](#)

Suche nach Normen und technischen Regeln

Norm

Titel

Ausgabe

Land

Sprache

Keywords

Es sind ausschließlich Begriffe aus untenstehender Tabelle unter Keywords hinterlegt. Wenn Sie nach mehreren Begriffen gleichzeitig suchen, geben Sie diese bitte ohne Kommas und nur mit Leerzeichen getrennt ein.

Deutsch/ german	Englisch/ english	Französisch/ french	Italienisch/ italien
Produktnorm	Product standard	Norme de produit	Norma del prodotto
Wasser	Water	Eau	Acqua
Rohre	Pipes	Tuyaux	Tubi
Formstücke	Fittings	Raccords	Raccordi
Armaturen	Valves		
Abwasser	Wastewater Sewage	Eaux usées	Fogna
Rohre	Pipes	Tuyaux	Tubi
Formstücke	Fittings	Raccords	Raccordi
Armaturen	Valves	Robinetterie	Rubinetteria
Anwendungsnorm	Application standard	Norme d' application	Norma d' applicazione
Wasser	Water	Eau	Acqua
Planung	Planning	Planification	Pianificazione
Bau	Construction Installation	Construction	Costruzione
Prüfung	Testing	Essai	Verifica
Betrieb	Operation	Exploitation	Esercizio
Abwasser	Wastewater Sewage	Eaux usées	Fogna
Planung	Planning	Planification	Pianificazione
Bau	Construction Installation	Construction	Costruzione
Prüfung	Testing	Essai	Verifica
Betrieb	Operation	Exploitation	Esercizio



Bild 1:
QR-Code der EADIPS®/FGR®-
Normen-Datenbank

Die Normen-Datenbank der EADIPS®/FGR® steht auf unserer deutschen und englischen Website, www.eadips.org, unter dem Button „Normung“ all denen zur Verfügung, die nach Normen, Richtlinien und Regelwerken suchen, die in Verbindung mit duktilen Guss-Rohrsystemen zu beachten sind.

Die Normen-Datenbank befindet sich weiterhin im Aufbau.

Haben Sie die Normen-Datenbank geöffnet und klicken auf „Normen suchen“, sehen Sie die nebenstehende Eingabemaske. Um die Suche so einfach und schnell wie möglich zu gestalten, können Sie z.B. über vorgegebene „Keywords“ in vier Sprachen Ihre Normensuche forcieren. Eine vollständige Eingabe ist nicht notwendig. Suchen Sie nach Begriffen, die Ihnen geläufig sind.

Wir hoffen, dass die EADIPS®/FGR® - Normen-Datenbank für Sie bei der Erledigung Ihrer Aufgaben ein praktisches Hilfsmittel ist.



EADIPS®

FGR®

**European Association for
Ductile Iron Pipe Systems**

Fachgemeinschaft Guss-Rohrsysteme



Nachhaltig überlegen –
duktiler Guss-Rohrsysteme

