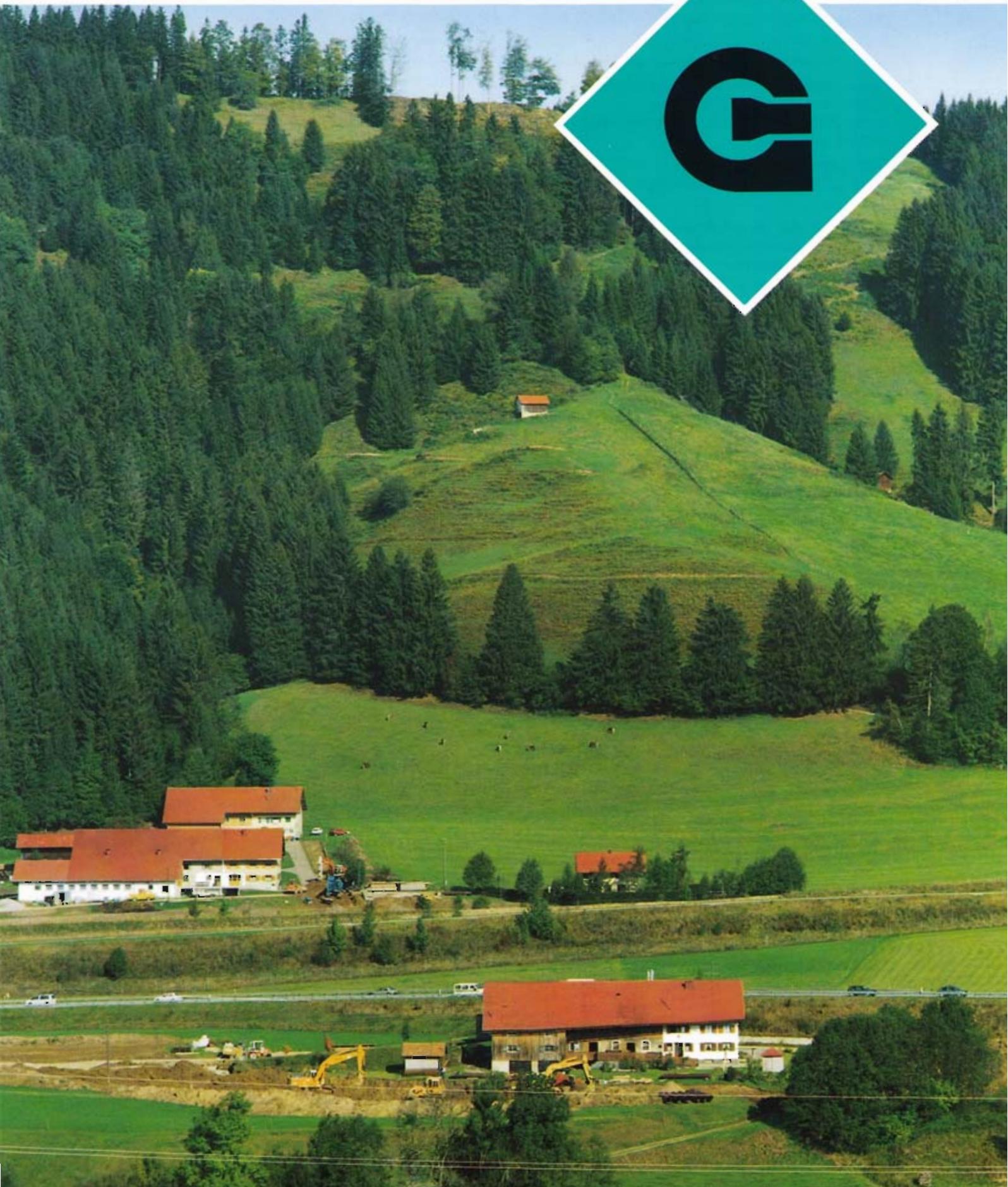


**FGR (29)**

# GUSSROHR-TECHNIK



# INHALT

<b>Einwandiges Abwasserkanalsystem in besonders schutzbedürftigem Trinkwassergewinnungsbereich (Zone II A)</b>	Seite 4	<b>Entwicklung und Baustellenerprobung einer neuen längskraftschlüssigen Steckmuffenverbindung für duktile Gußrohre</b>	Seite 47
Dipl.-Ing. Petra Heinrichs Dipl.-Ing. Dieter Manskopf		Dr.-Ing. Jürgen Rammelsberg Dipl.-Ing. Franz Schmax	
<b>Abwasserkanäle in Trinkwasserschutzgebieten Kanäle aus duktilen Gußrohren Anforderungen und Dichtheitsprüfung mittels Unterdruck</b>	Seite 10	<b>Planung, Bau und Betrieb der Fernleitung vom Hochbehälter Brandhof zum Wasserwerk Sulzfeld</b>	Seite 54
Dipl.-Ing. Peter Brune Dr.-Ing. Jürgen Rammelsberg		Dipl.-Ing. Joachim Rautenberg	
<b>Sicherung der Trinkwasserschutzgebiete für die Wasserversorgung Überraum und Weitnau Doppelrohrleitungen in Trinkwasserschutzgebieten</b>	Seite 16	<b>Planung und Erstellung einer Trinkwasserleitung DN 600 im Vogtland/ Bergen-Plauen</b>	Seite 58
Dipl.-Ing. Peter Freytag Dipl.-Ing. Fritz Schwarzwälder		Dipl.-Ing. Helmut Putz Dipl.-Ing. Rainer Strunz Rudolf Winter	
<b>Entwicklung und Baustellenbeprobung eines neuen Vortriebsrohres aus duktilem Gußeisen</b>	Seite 21	<b>Bildnachweis</b>	Seite 62
Dipl.-Ing. Franz Schmax			
<b>Kläranlagenverbund in Ludwigsburg durch Bau einer Abwasser- und Schlammleitung aus duktilen Gußrohren</b>	Seite 25		
Dipl.-Ing. Hartmut Klein			
<b>Genehmigungs- und Überprüfungs-pflicht von Abwasserkanälen und -leitungen im Vergleich</b>	Seite 30		
Dipl.-Ing. Walter Reinhard			
<b>Historischer Rückblick zur Erinnerung an die 200 Jahre alte Kurfürstliche Gußrohr-Wasserleitung in Koblenz</b>	Seite 34		
Dipl.-Ing. Wolfgang Heuser			
<b>Sicherer Transportweg für das Trinkwasser der Stadt Aschaffenburg und der nordwestlichen Randgemeinden durch den Neubau der „Verbundleitung West“</b>	Seite 38		
Dipl.-Ing. Eduard Klängenmeier			
<b>Wiederherstellung der Valschavielbach- beileitung nach dem Schadensereignis vom 26. Juni 1992</b>	Seite 43		
Dipl.-Ing. Elmar Netzer Ing. Reinhard Schweiger			

## UMSCHLAGBILDER

### Titelbild:

Rohrleitungsbaustelle im Allgäu (zum Beitrag ab Seite 16)

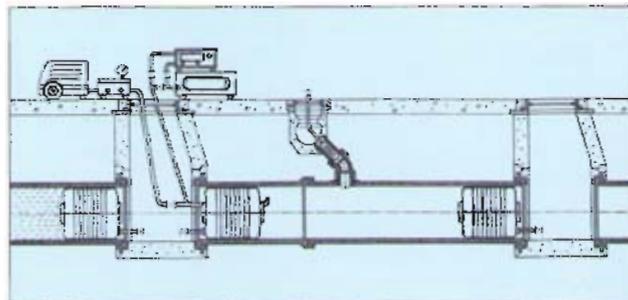
### Rückseite:

Verlegung von Trinkwasserrohren DN 400 für die Versorgung der Kurkliniken in St. Peter-Ording

## ZUM INHALT

### Unterdruckprüfung

In Heft 20 (1985) dieser Zeitschrift wurde erstmals die Unterdruckprüfung von Abwasserleitungen erwähnt. Inzwischen hat sich diese Technik in weiten Bereichen, vor allem bei Leitungen in Schutzgebieten, durchgesetzt. Sie ist mittlerweile Bestandteil der Prüfbestimmungen einiger Bundes-



länder sowie einer in Vorbereitung befindlichen Euronorm. Ein Bericht über den Stand der Dinge ab Seite 10

## Kanalverordnungen

Die Rechtsvorschriften für die Genehmigung und Überprüfung von Abwasserleitungen sind in den einzelnen Bundesländern verschieden. Eine Übersicht über die Gesetze, Regeln und Verordnungen bringt die Dokumentation Seite 30

## Schnelle Arbeit in Österreich

Erfahrungen über die rasche Behebung von Schäden an einer Rohrleitung in Österreich lesen Sie ab Seite 43



## Schnelle Arbeit im Vogtland

Eile geboten war beim Ersatz einer Grauguß-Wasserleitung von 1912 durch eine Leitung aus duktilen Gußrohren bei Plauen im Vogtland. Drei Monate standen für den Bau von ca. 12 km Leitung mit zugehörigen Bauwerken zur Verfügung, und der Termin wurde eingehalten. Näheres ab Seite 58

## Alles beim alten lassen?

Gußrohre stützen sich auf einen jahrzehntelangen technischen Reifeprozess. Das schließt Innovationsschübe nicht aus. Dabei strebt man ein Mehr an Sicherheit oder die Antwort auf neue Anforderungen an.

Das war bei der Gußrohrindustrie z. B. die Umstellung von Grauguß auf duktilen Gußeisen, und ein großer Innovationsschub kam mit der Einführung und der „Modellpflege“ des duktilen Gußrohr-Systems für die Abwasser-Entsorgung.

Eine Innovation, welche die Gußrohr-Industrie schon lange beschäftigt, ist das duktile Vortriebsrohr. Es kommt später als bei manchen Wettbewerbern, dafür aber auch mit besonderen Eigenschaften, siehe den Bericht ab Seite 21.

Und auf Seite 47 stellen wir als weitere Neuentwicklung die längskraftschlüssige Steckmuffenverbindung TKF für Rohre ab DN 400 vor.

Notwendige Innovationen ja, mögliche Innovationen nur dort, wo sie Sinn machen, das ist die Devise der Gußrohrindustrie. So kommt es, daß auch die Rohre mit der TKF-Muffe bis auf den letzten Millimeter denselben Nenn-Außendurchmesser haben, wie er in den „Normalien, gemeinschaftlich aufgestellt vom Verein deutscher Ingenieure und dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern“ von 1882 angegeben ist. Auch das gehört zu dem, was wir unter Kontinuität und Berechenbarkeit verstehen.

## IMPRESSUM

### Herausgeber:

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre  
Sachsenring 2-4 · 50677 Köln  
Tel. (02 21) 3180 65, Fax (02 21) 3162 21

### Erscheinungsweise:

jährlich

### Copyright:

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre  
Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt.  
Belegexemplar erbeten

### Druck:

Formdruck Peter Meyer, Krefeld · Mai 1994

# Einwandiges Abwasserkanal- system in besonders schutzbedürftigem Trinkwasser- gewinnungsbereich (Zone II A)

Von Petra Heinrichs  
und Dieter Manskopf

## 1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Abwasserbeseitigungskonzept der Stadt Aachen für den Aachener Südraum beinhaltet die Entwässerung des Ortsteiles Aachen-Sief. In Sief sind bisher keine öffentlichen Abwasseranlagen vorhanden. Zum Schutz der dort befindlichen Wassergewinnungsgebiete (Pumpwerke Brandenburg und Schmithof) war eine ordnungsgemäße Sammlung und Ableitung der anfallenden Abwässer dringend geboten.

Im Rahmen einer Optimierungsstudie sollte das geeignetste und günstigste Entwässerungssystem für Aachen-Sief gefunden werden. Hierbei waren folgende besonderen Randbedingungen und Gegebenheiten zu berücksichtigen:

- die Lage im Einzugsbereich zweier Wasserschutzgebiete,
- die Lage im Landschaftsschutzgebiet,
- ein ländlich geprägtes und zersiedeltes Einzugsgebiet mit Streusiedlungen und einzelnen Außenliegern, die in die Planung einbezogen werden mußten,
- die Schaffung einer Anschlußmöglichkeit an das städtische Kanalnetz für die belgische Nachbargemeinde Raeren,
- die Übergabe des Abwassers in einen vorhandenen Haupttransportsammler – den sogenannten Iterbachsammler – mit Anschluß an die weitergehende Abwasserreinigungsanlage in Aachen-Brand.

## 2. Örtliche Gegebenheiten

Aachen-Sief besitzt einen ausgeprägt ländlichen Charakter. Das Einzugsgebiet, welches im Westen durch die Staatsgrenze zu Belgien und im Osten durch die Landstraße L 233 begrenzt wird, besteht aus mehreren Streusiedlungen und einzelnen Gehöften (Bild 1).

Ein großer Teil der Flächen wird für die Land- und Forstwirtschaft genutzt. Die Einwohnerzahl beträgt ca. 450, Industrie und Gewerbe sind nicht zu berücksichtigen. Sief selbst hat eine Größe von

ca. 13,4 ha, so daß die Bevölkerungsdichte mit ca. 33 E/ha als äußerst niedrig einzustufen ist.

Naturräumlich gesehen befindet sich Sief am südlichen Rand der Vennfußfläche. Der Untergrund besteht aus einer dichtgedrängten Folge sehr unterschiedlicher Gesteinszonen des Devons und Karbons, die über Schiefer, Sandsteine, Grauwacke, Kalke und Dolomite hinwegreichen. Bei den angetroffenen Grundgebirgsschichten handelt es sich überwiegend um Massenkalk. Er setzt sich aus massigen, meist grauen Riffkalksteinen zusammen, die teilweise als Härtlinge bzw. Schichtrippen bis kurz unter die Geländeoberkante aufragen. Dieser Kalksteinzug befindet sich im Einzugsgebiet des Pumpwerkes Schmithof. Er ist ein Kluft-Grundwasserleiter und besonders schutzbedürftig. So wurden bereits vor geraumer Zeit die Überläufe der vorhandenen Kleinkläranlagen und Dreikammergruben geschlossen. Das gesamte Abwasser aus diesem Gebiet wird seitdem über den sehr kostenintensiven „Kanal auf Rädern“ entsorgt.

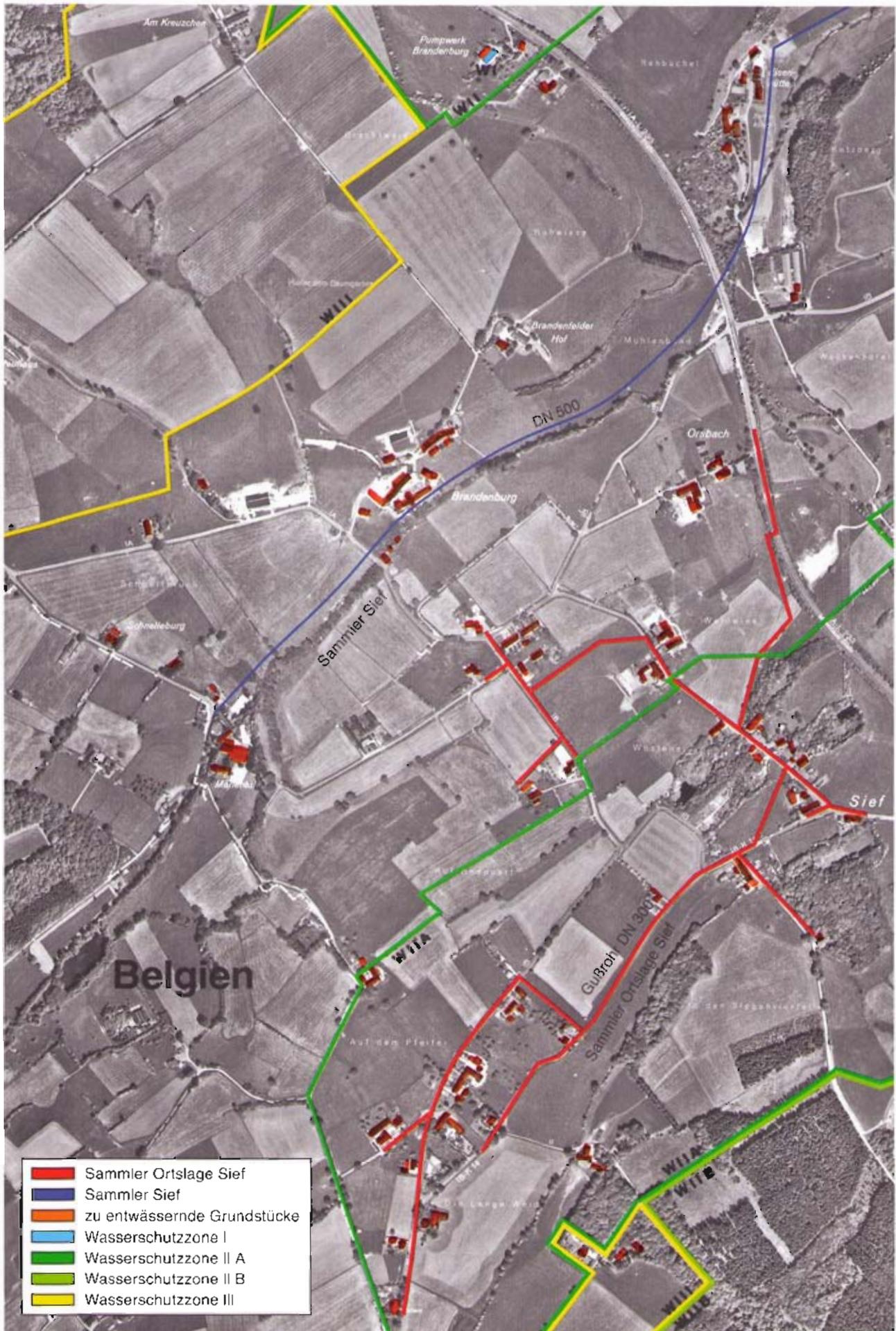
## 3. Anforderungen an das Entwässerungssystem

Wie bereits oben erwähnt, waren bei der Planung besondere Randbedingungen zu berücksichtigen. Das schließlich ausgewählte Entwässerungskonzept kann allen Belangen gerecht werden. Primär hat sich die Planung auf die Notwendigkeit der Dichtheit und jederzeitigen Überprüfbarkeit des Kanalnetzes im Wasserschutzgebiet ausgerichtet. Denn undichte Kanalisationen stellen durch eventuelle Exfiltration von Abwasser ein Gefahrenpotential für die Umwelt dar. Dies gilt insbesondere für das Einzugsgebiet von Wassergewinnungsanlagen. Andererseits mußte hinsichtlich des weitläufig zu entwässernden Gebietes ein noch vertretbarer Kostenrahmen eingehalten werden. Im Einvernehmen mit allen beteiligten Behörden wurde die Variante IV der aufgestellten Optimierungsstudie verwirklicht. Diese sieht eine Schmutzwasserentwässerung vor und ist eine Kombination aus Freispiegelkanalisation und Druckentwässerung.

Auf die Sammlung und Ableitung des Regenwassers wird verzichtet, da das Niederschlagswasser aus dem überwiegend zu Wohnzwecken genutzten Gebiet nur schwach belastet ist. Die Straßen sind nicht ausgebaut. Das Oberflächenwasser der Straßen und Grundstücke kann, wie bisher, über vorhandene Wege-Seitengräben zu den Siefen und Bächen ablaufen bzw. direkt auf den Grundstücken versickern. Hiervon ausgenommen ist lediglich das besonders belastete Oberflächenwasser von befestigten, landwirtschaftlich genutzten Hofflächen (Viehzeit). Dieses Wasser ist zu sammeln und gemeinsam mit dem Schmutzwasser in die Kanalisation einzuleiten.

Das Schmutzwasser wird im „Kerngebiet“ von Sief über eine Freispiegelkanalisation abgeleitet. Die besonders weit abliegenden Einzelhäuser und Gehöfte erhalten den Kanalananschluß über ein Druckentwässerungssystem.

Bild 1: Übersichtsplan



Der Spitzenabfluß bei Trockenwetter, einschließlich 100 % Fremdwasseranteil, beträgt 4,5 l/s. Hinzu kommt bei Regenwetter das Niederschlagswasser der angeschlossenen Hofflächen. Bei einem eventuellen Anschluß von gedrosselftem Mischwasser aus der Gemeinde Raeren erhöht sich die Abwassermenge um ca. 180 l/s.

### Kanäle außerhalb der Wasserschutzzonen

Der Sammler „Sief“, der sich außerhalb der Wasserschutzzonen befindet, besteht aus einem Betonrohr mit fest in der Muffe eingebauter Dichtung und einem Durchmesser von 500 mm. Bei der Dimensionierung wurde hier der Anschluß der belgischen Nachbargemeinde Raeren berücksichtigt. Für die Nebensammler werden wandverstärkte Steinzeugrohre mit einem Durchmesser von 300 mm (einzuhaltender Mindestdurchmesser) eingesetzt. Als Schächte kommen Betonfertigschächte nach DIN 4034 zur Ausführung.

### Kanäle innerhalb der Wasserschutzzonen

Für den Sammler „Ortslage Sief“, der sich zum größten Teil im Einzugsgebiet der Wasserschutzzone II A des Pumpwerkes Schmithof befindet, wurde ein spezielles Kanalsystem entwickelt.

Nach dem ATV-Arbeitsblatt A142 ist das Durchleiten von Abwasser in der Wasserschutzzone II grundsätzlich nicht zulässig. Innerhalb der Schutzzonen von Sief ist jedoch nicht nur das Durchleiten von Abwasser unbedingt erforderlich, zusätzlich muß auch eine Ortsentwässerung mit Hausanschlüssen errichtet werden.

In einem solchen zwingenden Fall stellt dann das ATV-Arbeitsblatt A142 die Bedingung, daß innerhalb des Kanalsystems jederzeit kontrollierbare Schutzmaßnahmen vorzusehen sind, die eine Beeinträchtigung der Gewässer ausschließen. Dies kann entweder durch die Verlegung der Kanäle in einem dichten Mantelrohr (Doppelrohr) oder durch die Verlegung von einwandigen Kanälen mit zusätzlichen Schutzmaßnahmen erreicht werden [1].

Für diese spezielle Maßnahme wurde ein einwandiges Rohrsystem mit duktilen Gußrohren gewählt, das jederzeit während des Betriebes auf Dichtheit geprüft werden kann und auch entsprechende Sicherheiten gegen Tragfähigkeitsversagen aufweist. Die Überprüfung soll routinemäßig jährlich durchgeführt werden. Dabei ist jedoch nicht nur der öffentliche Kanal, sondern es sind auch die Hausanschlüsse zu kontrollieren, die deshalb in Schachtbauwerken in den Hauptkanal einmünden. Der Hauptkanal und die Hausanschlüsse bis zum Haus bestehen aus demselben Rohrmaterial, so daß ein einheitliches und prüfbares Kanalnetz vorhanden ist.

Die Schächte sind wasserdicht und aus einem Stück gefertigt. Es gibt drei verschiedene Schachtausführungen:

1. Schächte mit offenem, geklinkertem Gerinne,
2. Schächte ohne ausgebildetes Gerinne; die Rohrleitung führt durch diese hindurch,
3. Hausanschlußschächte.

Schächte mit offenem Fließgerinne werden außerhalb der Wasserschutzzone oder als Endschächte für die einzelnen Prüfabschnitte eingesetzt, die Schächte mit durchgehender Leitung befinden sich innerhalb eines Prüfabschnittes für die jährlich wiederkehrende Dichtheitsprüfung. Im zuletzt genannten Schachttyp ist der Kanal mit einer ovalen Rohrreinigungsöffnung versehen. Diese wird nur während der Prüfung wasser- und luftdicht mit einem Deckel verschlossen; im normalen Betrieb ist eine Kontrolle über die Öffnung möglich. Schächte, in die ein Hausanschluß mündet, sind so ausgebildet, daß auch die Hausanschlußleitung separat prüfbar ist (Bild 2).

Durch die verschiedenen Schachtausbildungen werden möglichst lange Prüfabschnitte geschaffen. So ist eine rasche und kostengünstige jährliche Prüfung möglich.

Bild 2: Schacht mit geschlossener Rohrdurchführung und Hausanschluß

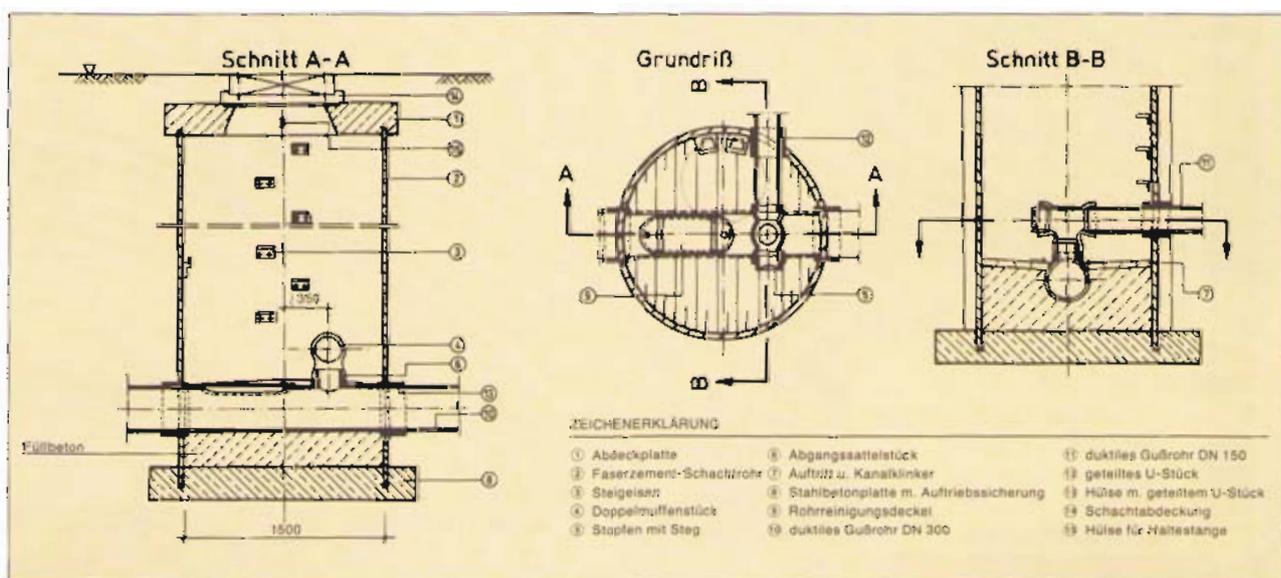




Bild 3: Schacht mit Gerinne

#### 4. Bauausführung/Beschreibung der Rohrleitung und Schächte

Für eine schnelle Kontrolle des Rohrleitungssystems hinsichtlich Dichtheit mit genauesten Meßergebnissen bei minimalem Aufwand bot sich das Vakuum-Verfahren an. Die hinlänglich bekannten und schon des öfteren in dieser Fachzeitschrift [2] beschriebenen Vorteile und Verfahrensweisen der Prüfmethode fanden auch bei dieser Maßnahme großen Anklang, weil sowohl die Prüfwasserbereitstellung und spätere Ableitung desselben als auch zeitaufwendige Rüstzeiten entfielen.

Im Zuge der Maßnahme wurde schon eine Unterdruckprüfung gleichzeitig über 3 Haltungen von insgesamt 145 m erfolgreich durchgeführt. In diesem Gesamtleitungsstrang befinden sich in 2 von

Bild 4: FZ-Schacht in der Fertigung



Bild 5: Schachtanschlußstück mit FZ-Hülse

4 Schächten Reinigungsöffnungen, die bei dem Unterdrucktest geschlossen waren.

Bei dem eingesetzten duktilen Gußrohr der Nennweite 300 mit TYTON-Langmuffe in 6 m Baulänge handelt es sich um ein handelsübliches Rohr nach DIN 19 691 mit Tonerdezementmörtel-Auskleidung und einer Umhüllung aus Zinküberzug und Bitumen-Deckbeschichtung. Es wurden die gegen Abwasser resistenten TYTON-Dichtringe verwendet.

er LKW angelieferten Rohre wurden entlang der Trasse im Gelände gelagert und von dort zum Rohrgraben zur Verlegung transportiert. Die Trasse verlief anfangs längs im Bereich der L 233, um dann in ein leicht hügeliges Wiesengelände abzuknicken. Die Verlegetiefen lagen in diesem Bereich der L 233 bei ca. 2 m und im weiteren Bereich bis zu 4 m. Im Verlauf der Landstraße und einem sich anschließenden kurzen Trassenstück (insgesamt 9 Haltungen) kamen Schächte mit offenem, geklinkertem Gerinne zum Einsatz, da sich dieser Bereich noch außerhalb der Wasserschutzzone befindet (Bild 3).

Die FZ-Schächte DN 1000–1500 wurden auf dem Bauhof der Verlegefirma aus Schachtröhren auf das jeweilige Einbaumaß mit Boden und Auftriebssicherung und den Löchern für die Schachtanschlüsse gefertigt (Bild 4). Bauseits wurden das geklinkerte Gerinne und für die erste Schachtausführung die speziellen Schachtanschlüsse eingebracht.

Aufgrund der relativ geringen Wanddicke der FZ-Schachtröhre im Vergleich zu den relativ breiten, serienmäßigen gußeisernen Schachtanschlußstücken fand eine Verbundtechnik Anwendung. Hierzu wurden von serienmäßigen FZ-Röhren DN 450 mit  $D_a = 500$  mm 120 mm breite Rohrscheiben abgeschnitten. In den Rohrscheiben wurden die gußeisernen Schachtanschlußstücke einseitig außenkantenbündig zentriert. Der Zwischenraum zwischen Schachtanschlußstück und FZ-Hülse wurde mit einem Spezialkleber, vermischt mit Quarzsand – Korngröße max. 4 mm –, ausgegossen (Bild 5).

Das so wasserdicht und fest in die FZ-Hülse integrierte Schachtanschlußstück wurde schließlich in die dafür vorbereitete Schachtröhroffnung bauseits dicht eingeklebt (Bild 6).



Bild 6: FZ-Schacht mit eingeklebtem Schachtanschlußstück

Für die Schächte mit geschlossener Rohrdurchführung (Schachttyp 2), die unmittelbar in den Trinkwassergewinnungsgebieten liegen, wurden zur Aufnahme der gußrohrspezifischen Schachtdurchführungen auch wieder von normalen FZ-Rohren Scheiben abgeschnitten. In diese äußeren Schachtdichtelemente wurde – wie oben beschrieben – jeweils ein Teil eines gußeisernen Überschiebers mit Schraubmuffe, der radial in zwei gleichlange Stücke getrennt wurde, zentrisch eingegossen und dieses „Kombi-Bauteil“ dann in die Schachtbohrung eingeklebt (Bild 7). Die geteilten Überschieber ermöglichen, das Schachtdurchgangsrohr ohne Probleme dicht durch die Schachtwand zu führen.

Bild 7: Rohranschluß mit Schraubmuffe



Über die bewährte Schraubmuffenverbindungstechnik wird eine einwandfreie Abdichtung in diesem Bereich sowohl von außen nach innen als auch umgekehrt erzielt.

Die ovale Rohrreinigungsöffnung (Bild 8) wurde baustellenseits nach eingebautem Rohr oder auf dem Bauhof vor Einbau des Rohres hergestellt. Der die Öffnung verschließende Deckel ist im Betrieb problemlos im Schacht installier- und auch wieder entfernbar.

In der dritten Schachtausführungsart mündet neben der Reinigungs-/Inspektionsöffnung eine Hausanschlußleitung, die ebenfalls aus duktilem Gußrohr, DN 150 mm, besteht. Hierzu bohrte man das Durchgangsrohr mit einer motorisch angetriebenen Bohrkronen an und schraubte das standardmäßige Guß-Sattelstück auf. Auf dieses wurde ein Doppelmuffenstück mit Muffenstutzen gesetzt. Der Weiterbau mit Durchführung des Hausanschlußrohres durch die Schachtwand (siehe Zeichnung) erfolgte nach der schon vorab beschriebenen Art. Für den Betrieb der Leitung verschließt ein Stopfen die offene Seite des Doppelmuffenstückes mit Muffenstutzen. Er kann bei Bedarf zur Prüfung und Säuberung des Hausanschlusses ohne Schwierigkeiten aus der Muffe entfernt werden. Damit die Hausanschlußleitung entweder gemeinsam mit der Hauptleitung oder aber auch separat auf Dichtheit geprüft werden kann, beginnt sie in einem zugänglichen Revisionschacht direkt neben dem Haus.

Die für die Baustelle auf dem Bauhof vorgefertigten Schächte wurden zum Teil stehend, zum Teil liegend – je nach Bauhöhe – zur Baustelle transportiert (Bild 9).

Der Grabenaushub erfolgte mit herkömmlichen Baugeräten. In den Bereichen, in denen anstehender Fels nicht durch einen Bagger aus dem Graben gelöst werden konnte, kam eine von der ausführenden Baufirma entwickelte Felsfräse zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um einen umgebauten O&K-Rh-18-CL-Bagger, der mit zwei ölhdraulisch gesteuerten, rotierenden Fräsköpfen bestückt ist. Auf den beiden halbkugeligen Köpfen befinden sich in Antriebsrichtung nebeneinander jeweils 4 Reihen Fräszähne, die die in dem Rohrgraben befindlichen Felshindernisse in kürzester Zeit aus dem Wege räumten.

Bild 8: Ovale Reinigungsöffnung

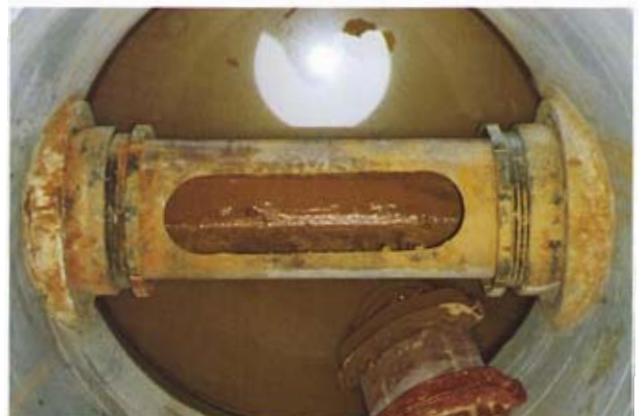




Bild 9: Transport der Schächte

## 5. Technische Daten und Kosten

Technische Daten und Kosten für den Sammler „Ortslage Sief“ im Wasserschutzgebiet:

- Bauherr: Stadt Aachen, Tiefbauamt
- Planung, Bau- und Ing.-Büro H. Berg Oberbauleitung: & Partner GmbH, Aachen
- Bauausführung: Tiefbau Strauff GmbH & Co. KG, Stolberg
- Rohrmaterial: Duktiles Gußrohr DN 300 3970 m  
Duktiles Gußrohr DN 150 760 m
- Schächte: Faserzementschächte: 88 Stück  
Betonfertigteilschächte: 5 Stück
- Baudurchführung: April 1993 bis Oktober 1994
- Gesamtbaukosten: Sammler „Ortslage Sief“ rund 3 700 000,-

Bild 10: Felsfräse



## 6. Zusammenfassung

Sicherlich stellt es von der technischen Seite aus gesehen kein unlösbares Problem dar, Abwasserleitungen durch besonders schutzbedürftige Trinkwassergewinnungsbereiche und ökologisch wichtige Naturgebiete zu führen, ohne diese zu beeinträchtigen. Es gibt Möglichkeiten, solche „Hindernisse“ zu bewältigen, wie z. B. mit einem Doppelrohrsystem, bei dem das innere Rohr das eigentliche Mediumrohr und das äußere ein Schutzrohr darstellt, das bei einem Defekt des Mediumrohres den Eintritt des Mediums in das Erdreich verhindert sowie gleichzeitig auch die äußeren statischen Belastungen aufnimmt. Aber auch hier bleibt die Forderung nach einer wirksamen Kontrolle des Rohrleitungssystems bestehen. Hinzu kommt bei dieser Bauart, daß die Baukosten höher einzuschätzen sind als bei einer wie in Aachen-Sief durchgeführten einwandigen Abwasserkanalausführung.

Bei der zuletzt genannten Methode ist jedoch nicht nur auf die Auswahl des dafür geeigneten Rohrwerkstoffes besonderes Gewicht zu legen, sondern auch auf das Gesamtkonzept und vor allem auf eine problemlose, sichere, schnelle und jederzeit mögliche Überprüfbarkeit auf volle Funktionsfähigkeit – sprich Dichtheit – des Systems. In Aachen-Sief führte diese rationelle Einrohr-Bauausführung letztlich auch zu dem gewünschten, äußerst kostengünstigen Ergebnis.

### Literatur:

- [1] ATV-Arbeitsblatt A 142, Abwasserkanäle und -leitungen im Wassergewinnungsgebiet, 1992
- [2] Gußrohr-Technik, FGR 23, 26, 27.

Bild 11: Felsfräse im Einsatz



Abwasserkanäle in Trinkwasserschutzgebieten

## Kanäle aus duktilen Gußrohren

### Anforderungen und Dichtheitsprüfung mittels Unterdruck

Von Peter Brune und Jürgen Rammelsberg

#### 1. Technisches Regelwerk

Bei der Erstellung des im Oktober 1992 veröffentlichten Weißdrucks des ATV-Arbeitsblattes A 142 „Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten“ [1] wirkten sowohl Fachleute der Abwassertechnischen Vereinigung als auch des DVGW mit. Gegenüber den für „normale“ Abwasserkanäle geltenden, in DIN 4033 [2] bzw. ATV-Arbeitsblatt A 139 [3] gestellten Anforderungen an die Dichtheit und Standsicherheit wurden im ATV-Arbeitsblatt A 142 zusätzliche Anforderungen formuliert:

- Prüfdruck 0,5 bar am höchsten Punkt der Haltung
- 20 % höhere Sicherheit bei der statischen Berechnung
- Druckrohranforderungen: 2,4 bar Prüfdruck für die Rohre
- Rohre geschlossen durch Schächte führen
- Zuläufe nur in Schächten
- Besondere Sorgfalt bei Baustelleneinrichtung und Bauausführung

Bild 1: Zusätzliche Anforderungen für Trinkwasserschutzzone II

Bild 3: Prüfeinrichtung für TYTON-Muffenverbindungen



Einwandige und doppelwandige Kanalrohrsysteme sind grundsätzlich gleichberechtigt.

Ein wichtiger Teil dieser Anforderungen betrifft die Dichtheitskriterien und -prüfungen. Beispiele nennt Bild 2.

- Typprüfdruck im Werk einschl. Verbindung bis 2,4 bar an 10 % einer Lieferung.
- Abnahmeprüfung nach DIN 4033, jedoch mit 0,5 bar Wasserüberdruck am höchsten Punkt der Prüfstrecke.
- Neben der Dichtheitsprüfung an der noch nicht überschütteten Leitung muß nach Abschluß der Baumaßnahme (nach Grabenfüllung) eine Dichtheitsprüfung vorgenommen werden.
- Wiederholungsprüfung alle 5 Jahre.
- Erste Erwähnung einer Prüfung mit Luft (Überdruck oder Vakuum?).

Bild 2: Prüfkriterien Trinkwasserschutzzone II

#### 2. Nachweis der Eignung für das duktile Gußrohr

Obwohl sich das duktile Gußrohr mit Steckmuffenverbindung seit Jahrzehnten in der Wasserversorgung und in der Gasverteilung den Ruf absoluter Dichtheit erworben hatte, wurde die Gesamtheit aller Dichtheitskriterien an einem Großversuchsstand für die Nennweiten 300 und 600 nachgewiesen [4]. Später kamen noch die Nennweite 150 als Hausanschlußleitung mit Anbohrsattel hinzu (Bild 3).

Die wichtigsten Experimente an diesem Versuchsstand waren

- Dichtheit gegen Wasserinnendruck 10 bar
- Dichtheit gegen Luftunterdruck 0,5 bar
- Dichtheit gegen Luftüberdruck 1,13 bar

Bild 4: Eignungsnachweis

Alle Dichtheitskriterien mit Luft wurden unter **Abwinkelungs- und Längsbewegungen** erfüllt. Bei der Dichtheitsprüfung mit Wasserüberdruck kam zu der Abwinkelung und Längsbewegung noch ein **Scherlastversuch** hinzu, mit dem die **Wurzel-**

**festigkeit** nach DIN 4060 nachgewiesen wurde. Für diese Experimente war der Dichtring in der Verbindung künstlich gealtert worden (ungefähr 50 Jahre).

**Fazit der Untersuchungen:**

**Duktile Gußrohre nach DIN 19 690/19 691 mit Steckmuffe nach DIN 28 603 sind als Einwandrohr in Trinkwasserschutzzone II geeignet.**

**3. Neuere Praxisanwendungen**

Wie hat sich das Geschehen auf dem Markt seitdem entwickelt? Zwei wichtige Dinge sind hier festzuhalten:

- Große Infrastruktur-Investition in den neuen Bundesländern, hier hervorgehoben der Neubau und die Sanierung von Abwasseranlagen, z. T. vordringlich in Trinkwassergewinnungsgebieten.
- Rege Kanalbautätigkeit auch in den alten Bundesländern, starke Zunahme des Marktanteils duktiler Gußrohre: in den letzten 4–5 Jahren wurden in Deutschland etwa 3000 km Abwasserleitungen aus duktilem Gußeisen hergestellt (Bild 5).

Gebaut werden Kanäle in Trinkwasserschutzzonen einwandig oder im Doppelrohrsystem, wobei werkstoffreine wie auch -gemischte Bauweisen anzutreffen sind, allerdings überwiegt bei weitem das Einrohrsystem (geschätzt 80–90 %).

**4. Komplett-System aus duktilem Gußeisen**

Für die Anforderung, die Leitung geschlossen durch Schächte hindurchzuführen, wurde der Verschluss für eine Reinigungs- und Inspektionsöffnung



Bild 6: Verschluss einer Inspektions- und Reinigungsöffnung

entwickelt, der ebenfalls druckdicht bis min. 2,4 bar ist und in einem Schacht ohne besondere zusätzliche Anforderungen untergebracht werden kann (Bilder 6 und 7).

Das Hausanschluß-Sattelstück (Bild 8, Seite 12) ist ebenfalls für hohe Dichtheitsanforderungen konzipiert: es ist druckdicht bis zu einem Prüfdruck von 9 bar. Beim Anschluß von duktilen Gußrohren für die Grundstücksentwässerung ist es technisch vertretbar, den Anschluß an den Hauptkanal aus duktilem Gußeisen auch außerhalb von Schächten auf freier Strecke anzuschließen. Selbstverständlich ist das genannte Bauteil einschließlich seiner Verbindung zum Hauptrohr auch dicht gegen Unterdruck, so daß beim Anschluß von Haus- und Grundstücksentwässerungsrohren aus duktilem Gußeisen auch diese in die Dichtheitsprüfung einbezogen werden können.

**5. Anforderungen, Prüftechnik**

**5.1 Prüfmedium Wasser**

Nach DIN 4033 sind neuerlegte, nicht überschüttete Freispigelleitungen mit Wasser als Prüfme-

Bild 5: Marktentwicklung duktiler Abwasserrohre

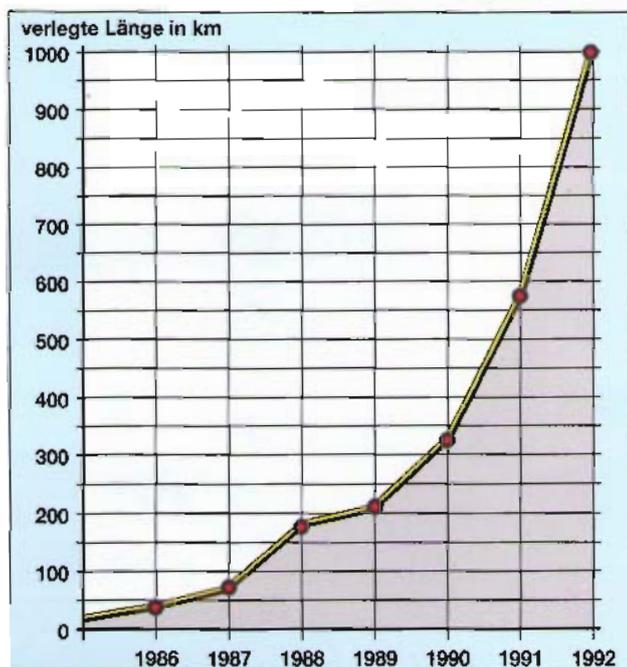
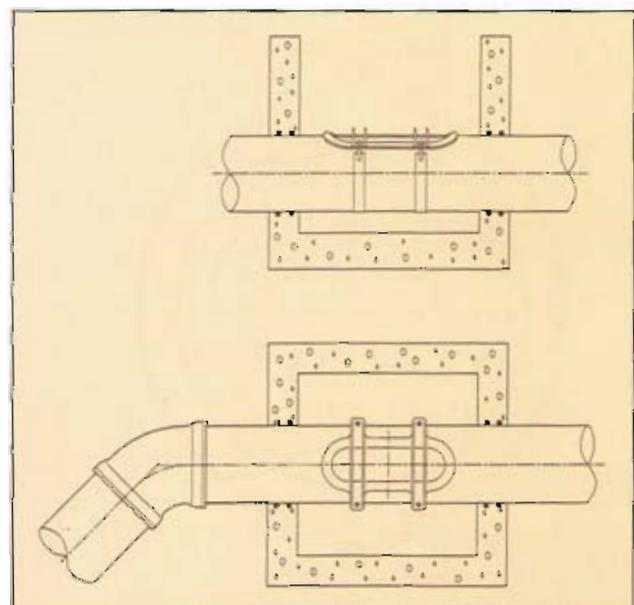


Bild 7: Revisionschacht mit Rohrreinigungsdeckel



dium auf Dichtheit zu prüfen. Dieses einzige genormte und anerkannte Verfahren zur Dichtheitsprüfung neu verlegter Kanäle sieht vor:

Sämtliche Öffnungen des zu prüfenden Leitungsabschnittes einschließlich aller Abzweige und Einmündungen sind wasserdicht und drucksicher abzuschließen. Anschließend wird die Leitung so mit Wasser gefüllt, daß sie luftfrei ist und mit einem Druck von 0,5 bar bei Freispiegelleitungen (Kanäle aus Mauerwerk 0,1 bar), gemessen über dem tiefsten wasserbenetzten Punkt der zu prüfenden Rohrstrecke, bzw. bei Druckleitungen mit dem entsprechenden Prüfdruck beaufschlagt.

Die Leitung gilt als wasserdicht, wenn die Wasserzugabe in l/m<sup>2</sup> benetzter Innenfläche während der Prüfdauer von 15 min die in DIN 4033 für alle Rohrwerkstoffe angegebenen Werte nicht überschreitet und die Rohrverbindungen dicht sind (DIN 4033, Abs. 9.2.2.4). Dabei ist in Abhängigkeit vom Rohrwerkstoff eine unterschiedlich lange Vorfüllzeit einzuhalten.

Eine Zusammenstellung der Wasserzugabewerte nach DIN 4033 enthält Tabelle 1.

Für die in ATV 142 geforderte Wiederholungsprüfung, durchzuführen nach DIN 4033, ergibt sich folgendes Dilemma:

Die in DIN 4033 aufgeführten Wasserzugabewerte dienen der Sättigung unterschiedlich wasseraufnahmefähiger Rohrwerkstoffe; es handelt sich nicht um zulässige Leckagen.

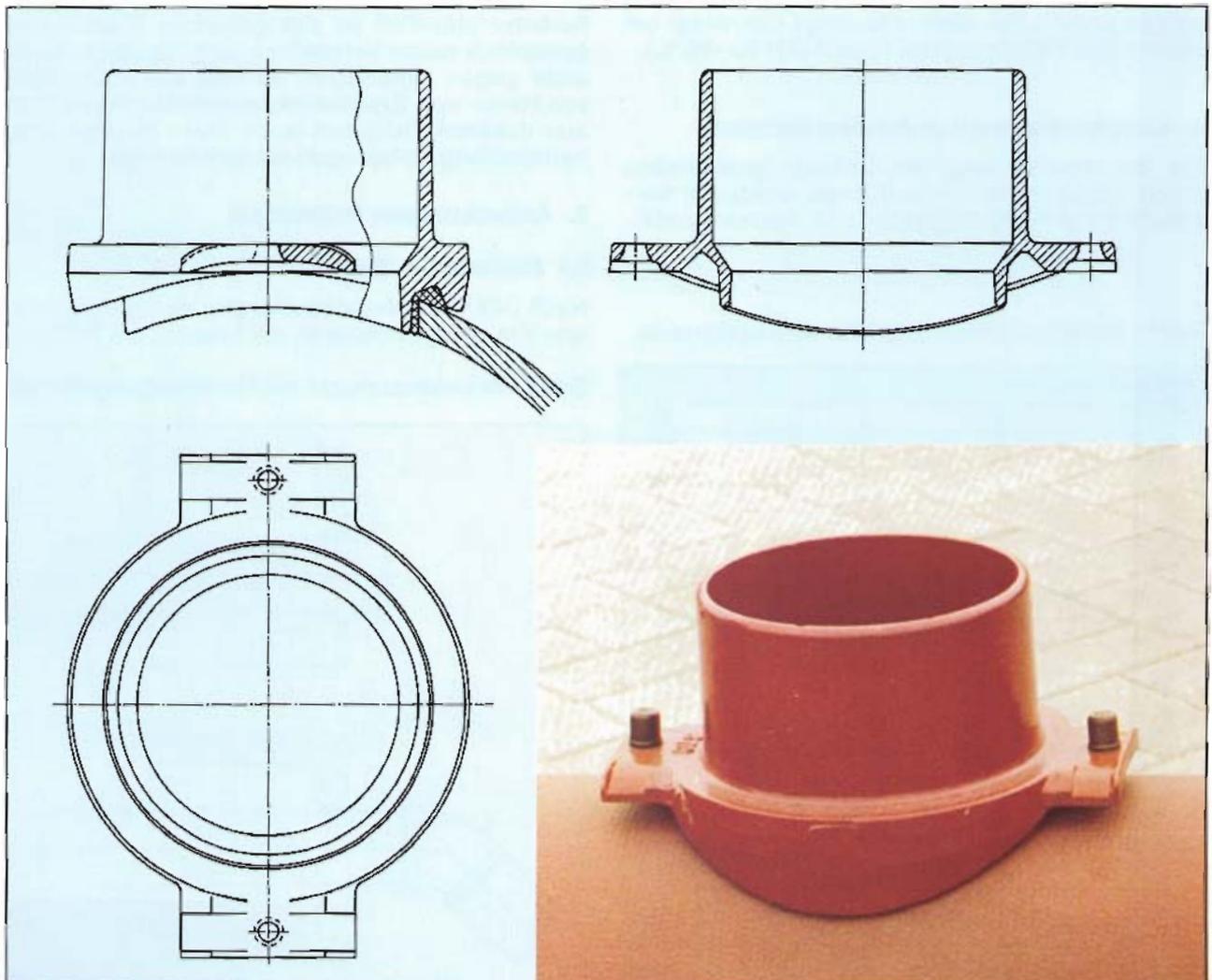
Die Wandung eines als Grenzfall beispielhaft betrachteten Kanals aus Beton, der im Grundwasser liegt und 5 Betriebsjahre hinter sich hat, sollte wassergesättigt sein. Bei einer Dichtheitsprüfung nach DIN 4033 wird der Kanal auch dann als dicht eingestuft, wenn zur Aufrechterhaltung eines konstanten Füllpegels eine Zugabemenge von 0,3 l Wasser/m<sup>2</sup> Oberfläche und 15 Minuten erforderlich sind. Dieses Zugabewasser tritt mit Sicherheit an irgendwelchen Leckstellen aus.

Hochgerechnet auf eine Haltung von 50 m Länge mit einem Durchmesser von 500 mm ergäbe das eine filtrierende Abwassermenge von etwa 2,26 m<sup>3</sup> pro Tag bei 0,5 bar Überdruck. Angesichts dieser Menge liegt es auf der Hand, daß für die Dichtheitsprüfung von bereits verlegten Abwasserkanälen die DIN 4033 nicht in dieser Form benutzt werden kann. Es ist aber unumgänglich, gerade alte Rohrleitungen zu prüfen, da hier vermehrt Undichtigkeiten zu erwarten sind.

## 5.2 Prüfmedium Luft-Unterdruck

Diffusionsdichte Kanalrohre in Kombination mit

Bild 8: Abgangssattelstück



Rohrwerkstoff	Rohrinnenweite (mm)	Wasserzugabe (l/m <sup>2</sup> benetzte Innenfläche)		Prüfdruck (bar)	Vorfüllzeit (h)
Asbestzement	alle	0,02		0,5	1
Beton/Stahlbeton (Ortbeton)	alle	0,30		0,5	24
Beton	Kreisquerschnitte 100 bis 250 300 bis 600 700 bis 1000 über 1000	normale Wanddicke	verstärkte Wanddicke	0,5	24
		Form K, KF	Form KW, KFW		
		0,40	–		
		0,30	0,15		
Eiquerschnitte 500/ 750 bis 800/1200 900/1350 bis 1200/1800	Form EF	–	0,13		
	0,25	–			
	0,20	–			
Gußeisen mit ZM	alle	0,02		0,5	24
Gußeisen ohne ZM	alle	0,02		0,5	1
Kunststoff	alle	0,02		0,5	1
Mauerwerk	alle	0,30		0,1	24
Stahlbeton	Kreisquerschnitte 250 bis 600 700 bis 1000 über 1000	0,15		0,5	24
		0,13			
		0,10			
	sonstige Querschnitte	0,10			
Stahl mit ZM	alle	0,02		0,5	24
Stahl ohne ZM	alle	0,02		0,5	1
Steinzeug	alle	0,10		0,5	1

Tabelle 1: Wasserzugabewerte nach DIN 4033

dichten Rohrverbindungselementen bieten eine wirtschaftliche Möglichkeit einer aussagefähigeren Dichtheitsprüfung mittels Unterdruck (Vakuum). Das von der Halbergerhütte in Zusammenarbeit mit dem Abwasserverband Saar und dem Ingenieurbüro Dumont, Neunkirchen, entwickelte Verfahren ist eine kostengünstige, zeitsparende Lösung und findet häufig bei der Dichtheitsprüfung von Kanälen in Wasserschutzgebieten Anwendung. Die Prüfmethode wurde vielfältig beschrieben [5, 6, 7, 8] und hat bereits Eingang in die Entwürfe von Prüfbestimmungen der Länder Bayern [9] und Thüringen [10] gefunden.

### Verfahrensbeschreibungen der Unterdruckprüfung

Es kommt das vom Gashochdruck bekannte Differenzdruckmeßverfahren in umgewandelter Form einer Unterdruck-Differenzmessung zur Anwendung. Eine schematische Darstellung des Verfahrens zeigt Bild 9.

Die Kanalleitung wird durch Rohrdichtkissen (Blasen) abgedichtet. Diese sind schnell montierbar und für alle Nennweiten bzw. Nennweitenbereiche auf dem Markt verfügbar.

Für eine einwandfreie Abdichtung zwischen Rohrdichtkissen und dem Kanal ist eine abdichtfähige und glatte Innenoberfläche erforderlich. Sehr gut bewährt haben sich hier Rohrstücke mit einer Epoxidharz-Auskleidung.

Ebenso positive Erfahrungen hierzu liegen bei der Abdichtung auf Zementmörtelauskleidungen vor, die mit Wasser gesättigt sind. Bei Erstprüfungen neuer Kanäle wird es deshalb in der Regel ausreichen, die Rohrrinnenwand im Bereich der Abdichtung mit Wasser zu benetzen.

Eine weitere Möglichkeit, den Luftdurchgang durch den Mörtel zu verhindern, besteht in der Füllung des Schachtes mit Wasser bis Rohrscheitel nach Aufblasen der Dichtkissen. Dies bedingt selbstverständlich zusätzliche Abdichtkörper im Zulauf bzw. in der ablaufenden Leitung.

Dieses Verfahren ist ebenfalls für die Abdichtung von Hausanschlußleitungen in Revisionsschächten sowie Straßeneinlaufschächten geeignet, wenn diese in die Dichtheitsprüfung einbezogen werden sollen.

Nachdem die Prüfstrecke durch Aufblasen der Dichtkissen mittels Druckluft (Kompressor oder Druckflasche) wie oben beschrieben abgedichtet ist, wird in dem Kanalinnenraum mit Hilfe einer Injektorpumpe ein Vakuum von 0,5 bar absolut erzeugt (Bild 10).

Für die Evakuierung auf 0,5 bar werden pro 100 m<sup>3</sup> Kanalvolumen ca. 25 min. benötigt. Gleichzeitig mit dem Kanalraum wird eine Referenzdruckflasche, die in einem isolierten Behälter liegt, auf den gleichen Unterdruck gebracht, vor Meßbeginn von diesem getrennt und ein Differenzdruckmeßgerät mit 0,1 mbar/h Anzeigegenauigkeit zwischengeschaltet. Alternativ ist eine Differenzdruckmes-

sung gegen den atmosphärischen Luftdruck möglich. In diesem Fall ist zusätzlich die Messung dieses Luftdruckes erforderlich, um Luftdruckänderungen aus Wetterveränderungen mit in die Beurteilung aufnehmen zu können.

Mit Hilfe des o. a. Differenzdruckmeßgerätes findet nun über den Prüfzeitraum von einer Stunde ein Vergleich des Unterdruckes in der Referenzflasche (oder des atmosphärischen Druckes) mit dem in der zu prüfenden Strecke statt. Die umfangreichen Erfahrungswerte mit diesem Verfahren haben gezeigt, daß ein Wert von 10 mbar/h Druckanstieg in der Regel weit unterschritten wird. Die Gußrohrindustrie hat für ihre Produkte die in Tabelle 2 enthaltenen Grenzwerte festgelegt.

Rohrdurchmesser DN	zul. Druckanstieg pro Std.
DN 100 bis DN 800	10 mbar/h
DN 900 bis DN 1200	7 mbar/h
DN 1400 bis DN 1800	5 mbar/h

Tab. 2: Zulässige Druckanstiegswerte für Kanäle aus duktilen Gußrohren verschiedener Nennweiten

Umfangreiche Erfahrungswerte mit diesem Verfahren haben gezeigt, daß die obigen Grenzwerte, die unabhängig vom Prüfvolumen gelten, weit unterschritten werden. Die Prüfzeit beträgt eine Stunde. Im Einvernehmen mit den Auftraggebern sind Änderungen der Prüfzeit möglich.

### 6. Zusammenfassung, Ausblick

Die enormen Steigerungsraten von 100 % pro Jahr für den Einsatz duktiler Gußrohre im Abwassertransport gelten als Beweis für das Vertrauen, welches die Fachöffentlichkeit in die Dichtheit und Sicherheit des duktilen Kanalrohrsystems setzt. Eine zusätzliche Gewähr für die dauerhafte Sicherheit bietet die von der Gußrohrindustrie ent-

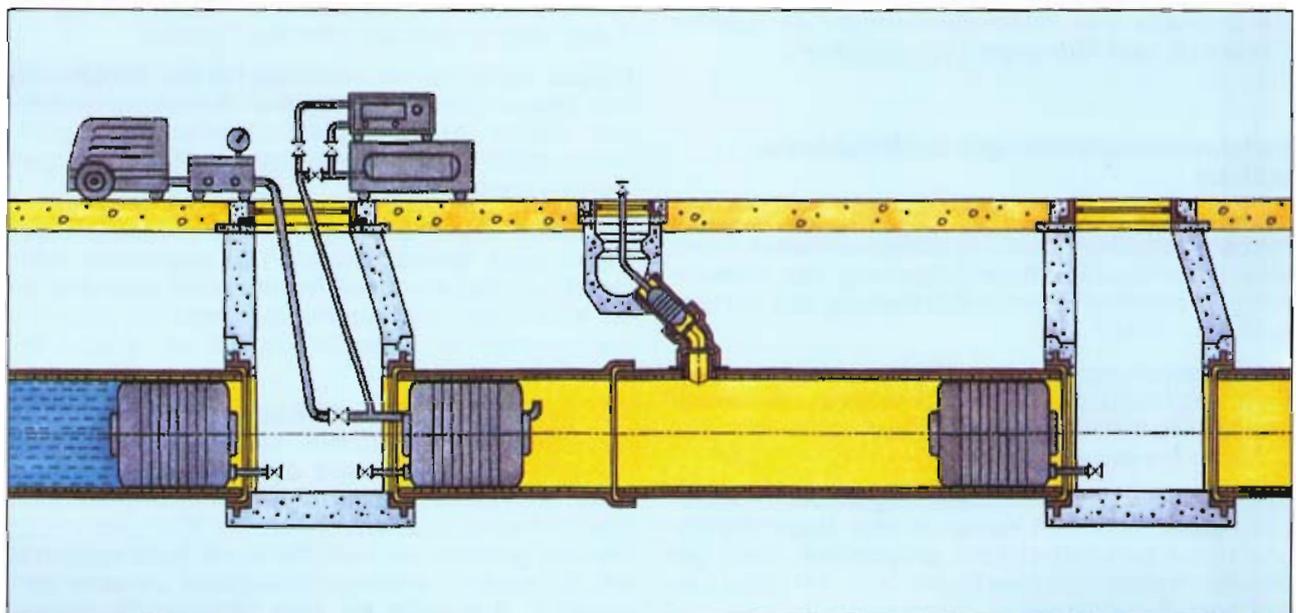


Bild 10: Vakuumpumpe und Unterdruckschreiber wickelte und als Dienstleistung angebotene Unterdruckprüfung duktiler Kanäle, die folgende Vorteile aufweist (Bild 11):

- Schnelle Durchführbarkeit der Dichtheitsprüfung z.B. 100 m<sup>3</sup> Kanalvolumen in 3 Stunden.
- Auf z.T. aufwendige Beschaffung und evtl. anschließende Entsorgung des Prüfwassers kann verzichtet werden.
- Widerlager entfallen.
- Einheitlicher Prüfdruck im Kanal.
- Lange Füllzeiten bis zur Sättigung des Zementmörtels mit daraus resultierender Rückhaltung bzw. Umleitung des Schmutzwassers entfallen.
- Keine Explosionsgefahr durch mögliche Folgen einer versagenden Haltung.
- Die Unterdruckprüfung ist auch bei Minustemperaturen durchführbar.

Bild 11: Vorteile der Unterdruck-Prüfung

Bild 9: Unterdruck-Prüfung



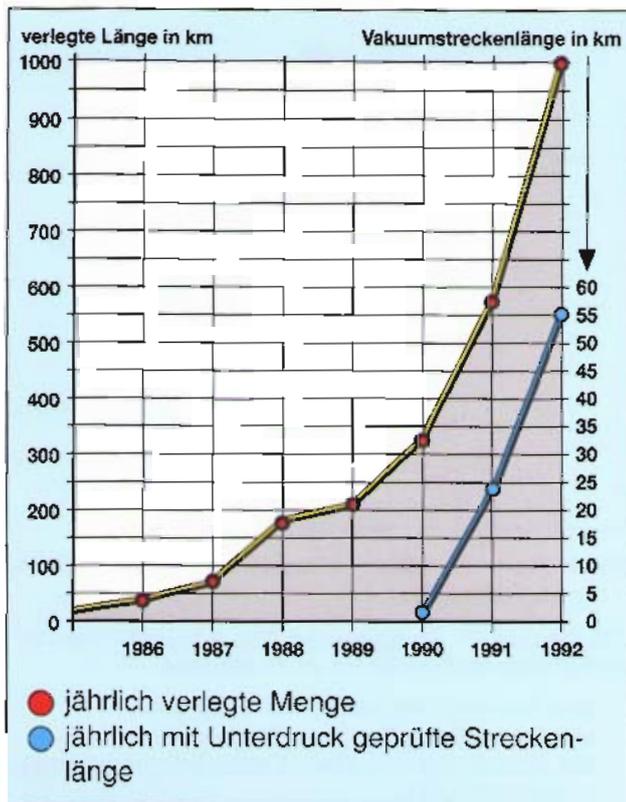


Bild 12: Marktentwicklung duktiler Abwasserrohre

In den letzten Jahren wurden weit über hundert Prüfstrecken nach dem Vakuumverfahren geprüft. Hierbei handelt es sich um Kanalleitungen von DN 150 bis DN 1800. Sowohl an kurzen Prüfstrecken mit 30 Hausanschlüssen bzw. Straßeneinläufen als auch an großen Verbindungssammlern von 3,8 km Länge oder einem Volumen von 2600 m<sup>3</sup> wurde die Vakuumprüfung bereits durchgeführt. Insgesamt wurden mehr als 80 km Kanäle aus duktilen Gußrohren geprüft, von denen 98 % in der Trinkwasserschutzzone II lagen (Bild 12).

Die durchweg positiven Erfahrungen mit dieser Prüfmethode spiegeln sich in den Bemühungen wider, auf europäischer Normungsebene der Luftprüfung den ihr zukommenden Raum zu geben. Dabei ist [11] auch die Möglichkeit der Luftprüfung mit Unterdruck bedacht.

Das Problem der Harmonisierung liegt darin, daß es bis jetzt noch keine Erfahrungen gibt, wie man die drei Prüfmethode

- Wasserüberdruck
- Luftüberdruck
- Luftunterdruck

auf einen für alle Werkstoffe gemeinsamen Nenner bringen kann; in einem BMFT-Forschungsvorhaben soll diese Erfahrungslücke noch geschlossen werden.

Zugespißt liegt das Problem in der Festlegung eines für alle Werkstoffe gleichen Dichtheitskriteriums.

Betrachten wir die in DIN 4033 (Entwässerungskanäle) und in DIN 4279 (Druckrohrleitungen) fixierten Dichtheitskriterien, so finden wir auch jetzt bereits werkstoffabhängige Werte. Ebenso könnte man auch für Kanäle in Trinkwasserschutzzone werkstoffspezifische Dichtheitskriterien ansetzen. Hier werden duktile Gußrohre den höchsten Anforderungen auch auf Dauer gerecht.

## 7. Literatur

- [1] ATV-Arbeitsblatt A 142, Okt. 1992  
Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten
- [2] DIN 4033, Nov. 1979  
Entwässerungskanäle und -leitungen  
Richtlinien für die Ausführung
- [3] ATV-Arbeitsblatt A 139, Okt. 1988  
Richtlinien für die Herstellung von Entwässerungskanälen und -leitungen
- [4] D. Stein, P. Brune, K. Bockermann:  
Das duktile Gußrohrsystem für den Abwassertransport in der Trinkwasserschutzzone II  
fgr 25 (1990), S. 5–9
- [5] H. Hein, A. Schwarz und W. Wagner:  
Dichtheitsprüfungen an Abwasserkanälen mit Unterdruck (Vakuum)  
fgr 23 (1988), S. 9–15
- [6] H. Hein u. M. Walter:  
Unterdruckprüfungen in Abwassersystemen im Grundwasser und im innerstädtischen Bereich  
fgr 26 (1991), S. 35–38
- [7] H. Hein:  
Eine neue Generation von Gußrohren für die Entsorgung  
3R International (1988)
- [8] W. Wagner, H. G. Hein:  
Eignung des Vakuumverfahrens zur Beurteilung der Dichtigkeit in Betrieb befindlicher Kanalisationssysteme  
Korrespondenz Abwasser 7 (1993), S. 1112–1122
- [9] Thüringer Landesanstalt für Umwelt:  
Grundsätze für Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten, Mai 1992
- [10] Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft:  
Prüfung alter und neuer Abwasserkanäle, November 1992
- [11] W. Wagner:  
Dichtheitsprüfung von Abwasserkanälen  
Abwassertechnik 4 (1993), S. 42–49

# Sicherung der Trinkwasserschutzgebiete für die Wasserversorgung Übrerruh und Weitnau

## Doppelrohrleitungen in Trinkwasserschutzgebieten

von Peter Freytag und Fritz Schwarzwälder

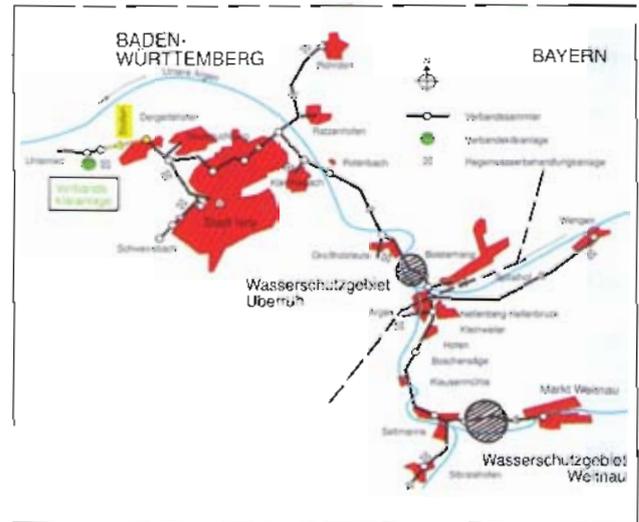


Bild 1: Bereich des Abwasserzweckverbandes Untere Argen

### 1. Allgemeines

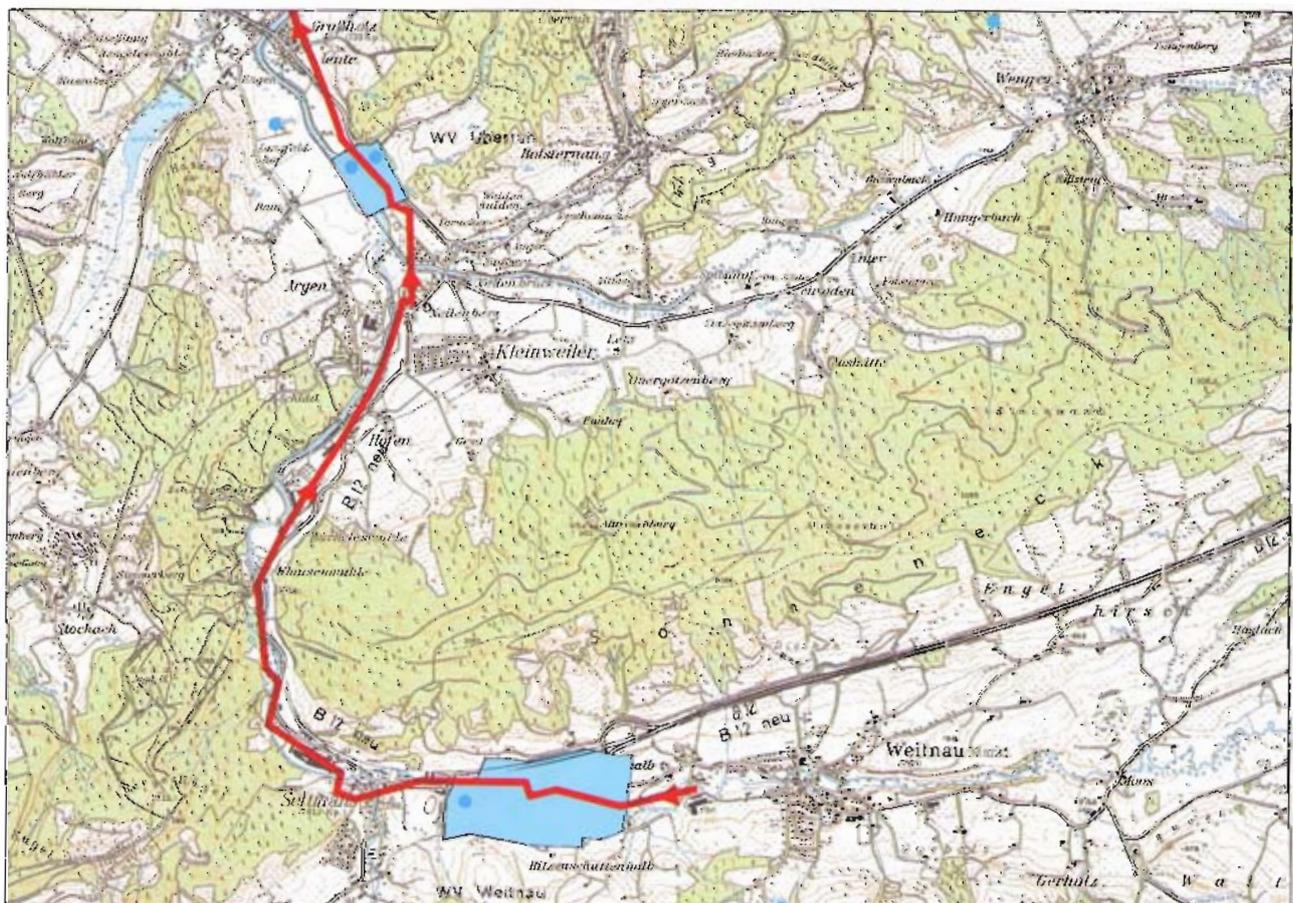
Seit Anfang der 70er Jahre wird in der Raumschaft Isny/Weitnau über die Gründung eines Abwasserzweckverbandes zur Einsammlung und Reinigung der Abwässer aus dem gesamten Gebiet der Allgäuer Voralpen diskutiert. 1986 konnte dann der Abwasserzweckverband Untere Argen gegründet werden (Bild 1). Träger dieses Verbandes sind die Stadt Isny im Landkreis Ravensburg (Baden-Württemberg) und der Markt Weitnau im Landkreis Oberallgäu (Bayern).

Die baulichen Anlagenteile des Abwasserzweckverbandes umfassen im wesentlichen

- den Neubau der Verbandskläranlage,
- die Herstellung der Zuleitungssammler,
- die Erstellung von Regenwasserbehandlungsanlagen (RÜB).

Die Ausbaugröße der Kläranlage entspricht 40.000 Einwohnergleichwerten. Der Entsorgungsbereich gehört zum Einzugsgebiet des Bodensees. Der Vorfluter Untere Argen fließt direkt zum

Bild 2: Trassenführung



Bodensee ab. Er wird gespeist von den drei Quellflüssen, der Wengener, der Weitnauer und der Sibratshofer Argen. An die Reinigungsleistung der Kläranlage sind deshalb entsprechend den einschlägigen Landesrichtlinien und den Richtlinien zur Reinhaltung des Bodensees erhöhte Anforderungen gestellt. Zur Rückhaltung feiner Schlamm-partikel wurde deshalb eine weitergehende Abwasserbehandlung durch eine nachgeschaltete Sandfilteranlage gefordert.

Die länderübergreifende Verbandslösung wurde in einem Staatsvertrag zwischen dem Land Baden-Württemberg und dem Freistaat Bayern geregelt. Zur Finanzierung des Projektes wurden von beiden Ländern im Rahmen der jeweiligen Förderrichtlinien erhebliche Beihilfemittel zur Verfügung gestellt. Die Kostenteilung der Verbandsanlagen, nämlich der Kläranlage und der Zuleitungssammler, erfolgt analog den anteiligen Einwohnergleichwerten bzw. Schmutzfrachtanteilen mit  $\frac{2}{3}$  für die Stadt Isny und  $\frac{1}{3}$  für den Markt Weitnau.

Die zugehörigen Gesamtkosten dieser Verbandsanlagen betragen rd. 100 Mio. DM, wobei der Anteil der Kläranlagenkosten rd. 38 Mio. DM umfaßt. Die Regenwasserbehandlungsanlagen werden durch den jeweiligen Kommunalbereich eigenständig mit unterschiedlichen Förderungen der staatlichen Ebene finanziert.

## 2. Wasserwirtschaftliche Belange

Zielsetzung und wasserwirtschaftliche Notwendigkeit des Gesamtvorhabens ist die Reinhaltung und die Sicherung der bedeutenden Grundwasservorkommen im Einzugsbereich des oberen Argentals östlich von Isny sowie der erforderliche Gewässerschutz und die Reinhaltung des Bodensees.

Grundlage hierfür waren eindeutige Aussagen und Gutachten der Geologischen Landesämter von Baden-Württemberg und Bayern, nach denen

die Einleitung auch von geklärtem Abwasser in den Vorfluter Untere Argen und deren Zuflüsse im Raum Wengen-Weitnau-Isny abzulehnen ist.

Ursache hierfür sind Flußwasserverluste der Seltmanser Argen, der Wengener Argen und der Untere Argen in den Grundwasserstrom der sogenannten Argen-Ach-Rinne oberhalb Isny und das Trockenfallen längerer Flußabschnitte, insbesondere bei der Wengener Argen in Trockenperioden.

Unter diesen Bedingungen war die Entsorgungskonzeption zu entwickeln, um die geklärten Abwässer erst flußabwärts, somit westlich von Isny, in die Untere Argen einzuleiten.

Besondere Aufmerksamkeit erforderte der Bereich bereits bestehender Trinkwasserschutzgebiete. Topographische und räumliche Zusammenhänge sowie die wirtschaftlichen Überlegungen erforderten die Durchquerung zweier ausgewiesener Schutzgebiete mit den Abwasserleitungen.

## 3. Anlagensituation und Anforderungen

Die Teilabschnitte innerhalb der beiden Trinkwasserschutzgebiete für die Wasserversorgung Übrerruh und die Wasserversorgung Weitnau entsprechen einer Gesamtlänge von rd. 1.405 m bei vergleichsweise insgesamt 29,3 km Verbands-sammlernetz. Unterschiedliche Rohrquerschnitte von 300 mm bis 2.400 mm Durchmesser und ein Abwasserstollen mit anteilig ca. 1.100 m Länge bei einem idealisierten Rohrquerschnitt von 2.200 mm stellen das Zuleitungssammlernetz dar. Die hydraulisch erforderlichen Rohrquerschnitte betragen im einzelnen:

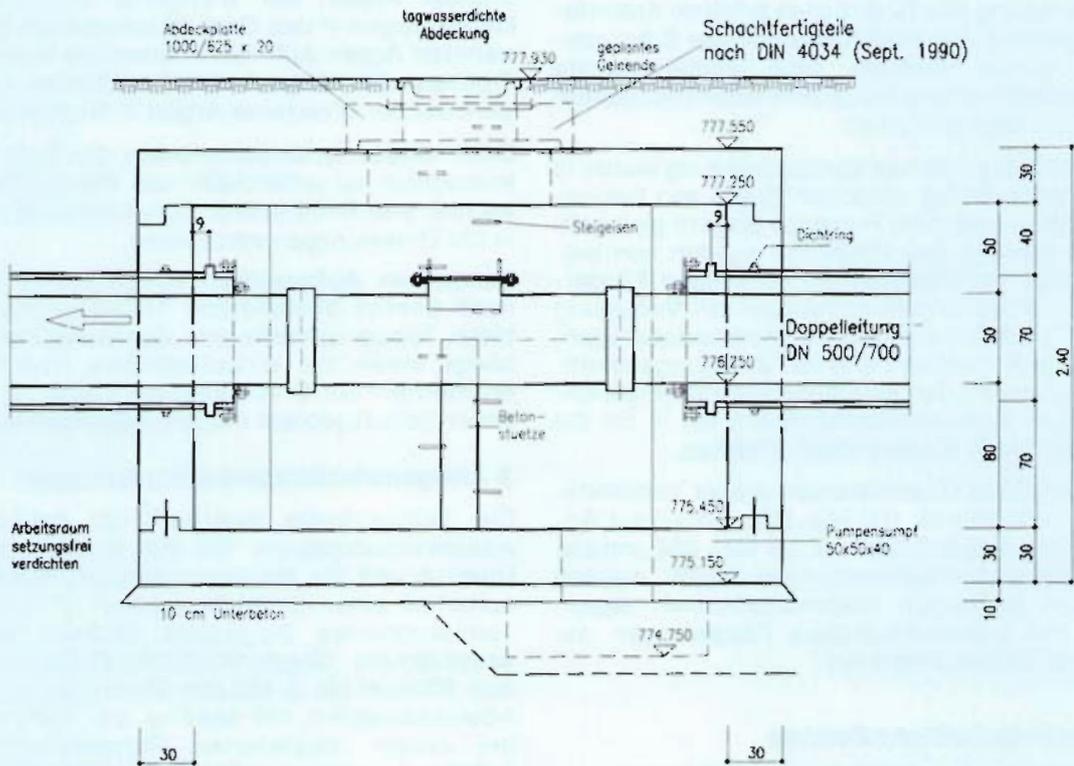
Trinkwasserschutzgebiet	Durchmesser	Länge
Wasserversorgung Übrerruh	700 mm	435 m
Wasserversorgung Weitnau	500 mm	970 m

Die Leitungstrassierung im Bereich des Schutzgebietes Übrerruh konnte ausschließlich in Schutz-

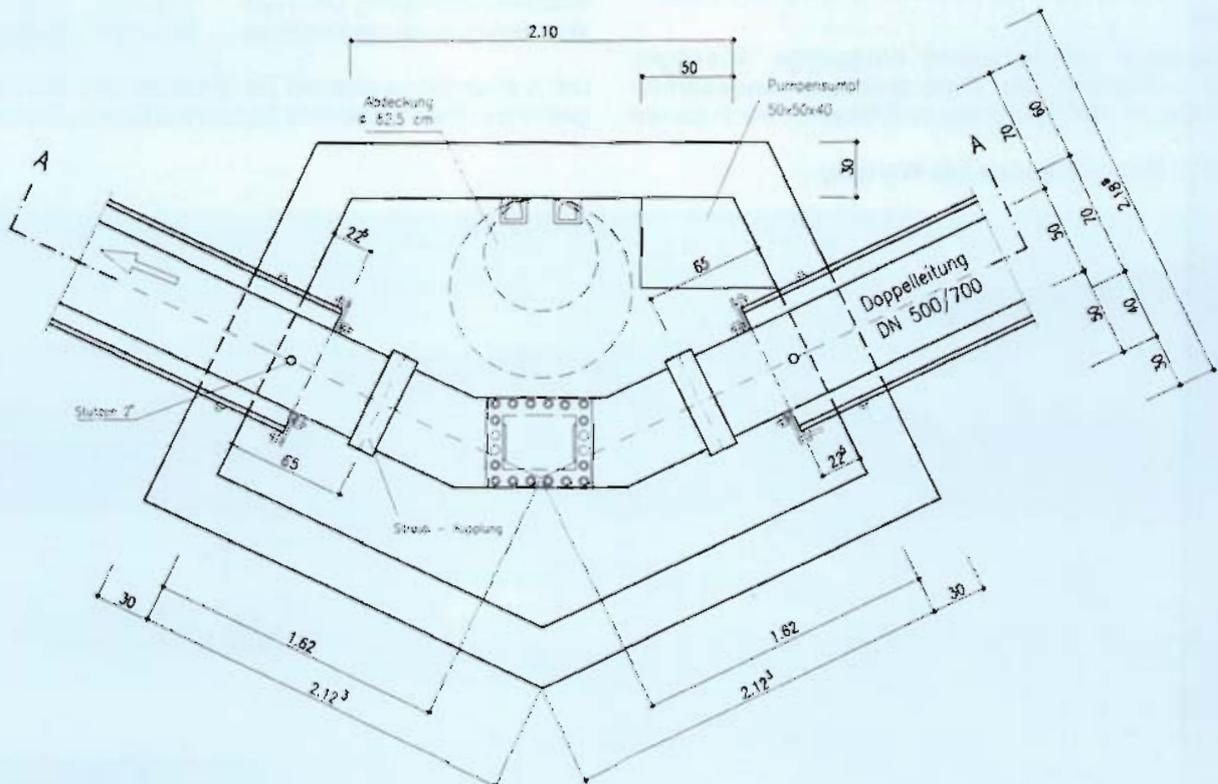
Bild 3: Rohrverlegung bei Weitnau



### Schnitt A - A



### Schacht Nr. 712 Grundriss Winkel 143.21 gon



zone III erfolgen. Der Leitungsverlauf im Bereich des ehemaligen Bahndammes und parallel zur B 12 war topographisch einfach.

Erheblich schwieriger und kostenintensiver war die Leitungstrasse innerhalb der Schutzzone der Wasserversorgung Weitnau. Die topographischen Verhältnisse zwischen Anfangs- und Endpunkt der Leitung im Weitnauer Tal sind äußerst problematisch und erforderten auch im Zusammenhang mit dem Neubauvorhaben der B 12 neu und den zugehörigen Randbereichen umfangreiche Voruntersuchungen und Planungen.

Unterschiedliche Alternativlösungen z. B. mittels Druckrohrleitungen über die Bergflanke des Bereichs Ritzenschattenhalb wurden diskutiert und letztendlich auch aus wasserwirtschaftlichen Gründen nicht realisiert. Die Detailplanung ergab in Abstimmung mit der Wasserwirtschaftsverwaltung in Bayern unter Beachtung der hydrologischen Belange letztendlich eine Freispiegeltrasse, die weitgehend innerhalb der Schutzzone III mit einem nur geringfügigen Leitungsanteil innerhalb der Schutzzone II verläuft.

Auch seitens der Kommune, dem Markt Weitnau, wurde der Freispiegelleitung der Vorrang eingeräumt, um die erheblichen Pumpkosten für den Hauptort des Marktes zu vermeiden.

Voraussetzung für die Durchquerung der Schutzgebiete war die Ausführung der Abwasserleitungen als absolut dichte Doppelrohrleitung mit prüfbarem Ringraum zur jederzeitigen Überprüfung der Dichtheit sowohl des Mediumrohres als auch des Mantelrohres durch Druck- und Sichtprüfungen.

Grundlage hierfür sind die Anforderungskataloge der Wasserwirtschaftsverwaltung unter Einbeziehung der technischen Regelwerke von ATV und DVGW.

Als Mindestanforderungen waren vorgegeben:

- Druckprüfungen = 0,5 bar (Über- und Unterdruck),
- Sichtprüfung,
- Wiederholungsprüfungen, mindestens alle 2 Jahre.

#### 4. System- und Materialwahl

Analog den schwierigen Trassenbedingungen mit Leitungstiefen bis teilweise über 7 m im Bereich der Schutzzone WV Weitnau und einer größtmöglichen Betriebssicherheit in bezug auf den gebotenen Grundwasserschutz war das Leitungskonzept zu entwickeln.

Ausgehend von den grundsätzlichen Bedingungen

- hohe mechanische und statische Beanspruchbarkeit,
- absolute Dichtheit des Systems,
- einfache und jederzeitige Überprüfung während des Betriebes,

wurde ein modifiziertes Doppelrohrsystem mit Ringraum nach Überprüfung unterschiedlicher Anlagensysteme realisiert.

Das Leitungssystem besteht im wesentlichen aus einem geschlossen durchgeführten Mediumrohr mit verschließbaren Reinigungsöffnungen innerhalb der Kontrollschächte (Bilder 4, 5, 6) und einem an den Kontrollschächten unterbrochenen Mantelrohr mit beidseitigen, abnehmbaren Abdichtflanschen (Klemmflanschen) zum Mediumrohr. Für Kontroll- und Prüfzwecke wurden an den jeweiligen Mantelrohrenden ober- und unterseitig verschließbare Rohrstützen vorgesehen (Bilder 7 und 8). Die Rohrstützen ermöglichen die jederzeitige Überprüfung des Ringraumes auf Leckagewasser und das Durchführen von Unterdruckprüfungen. Generell wird die Überprüfung des Leitungssystems mittels Unterdruck bevorzugt. Hier können Mantel- und Mediumrohr während des Betriebes gleichzeitig und zeitsparend überprüft werden.

Die abnehmbaren Abdichtungsflanschen geben bei Bedarf den Ringraum zwischen Medium- und Mantelrohr für optische Kontrollen (Videokamera) frei.

Nach erfolgter Vorauswahl unterschiedlicher Materialien und Materialkombinationen wurde im Rahmen der öffentlichen Ausschreibung die endgültige Materialwahl getroffen. Die alternativ in die Ausschreibung, bei gleichem technischem Stan-



Bilder 4 (links), 5 und 6: Kontrollschacht mit Reinigungsöffnung



Bild 7: Mantelrohr-Ende und Kontrollstutzen, noch offen



Bild 8: Mantelrohr und Stutzen, mit Dichtflansch bzw. Stopfen verschlossen

dard, eingebrachten Materialien „Duktiler Guß“ und „GFK“ ergaben letztendlich die kostengünstigere Materialvariante „Duktile Gußrohre“, für die man sich entschied. Die Anlagendaten sind im einzelnen:

#### WV Überrauch:

Mediumrohr: DN 700  
 Mantelrohr: DN 900  
 Material: Duktile Gußrohre DIN 19 690 mit Innenzementierung auf Tonerdezementbasis

Rohrstandardlänge: 6 m

Steckmuffenverbindung: TYTON nach DIN 28 603

Länge: 435 m

Schächte: 5 Stück (Ortbeton)

#### WV Weitnau:

Mediumrohr: DN 500  
 Mantelrohr: DN 700  
 Material: Duktile Gußrohre DIN 19 690 mit Innenzementierung auf Tonerdezementbasis

Rohrstandardlänge: 6 m

Steckmuffenverbindung: TYTON nach DIN 28 603

Länge: 970 m

Schächte: 12 Stück (Ortbeton)

Für Be- und Entlüftungszwecke sind beim ZS Weitnau in 3 Schächten Belüftungsrohre mit direktem Abgang vom Mediumrohr installiert.

### 5. Bauausführung und Kosten

Die Bauausführung wurde nach öffentlicher Ausschreibung der Firma Hämmerle, Biberach, für den Bereich der Doppelrohrleitung durch das Wasserschutzgebiet Überrauch und der Firma Burgardt, Syrgenstein, für den Bereich der Doppelrohrleitung durch das Wasserschutzgebiet Weitnau im Zuge der jeweiligen Sammlerabschnitte des Zuleitungssammlers Nellenbruck und Weitnau übertragen.

Beide Leitungsabschnitte wurden nach exakten Absteckungs- und Ausführungsplänen vorkonfektioniert und paßgenau hergestellt und ausgeführt.

Trotz schwierigster Bauverhältnisse im Bereich der Wasserversorgung Weitnau konnten die Arbeiten termingerecht durchgeführt werden. Dabei erwies sich das Doppelrohr-System in Gußausführung in der Verlegepraxis als geradezu ideal.

Die durchgeführten Unterdruckprüfungen verliefen ohne Einschränkung schnell und problemlos. Beide Sammlerabschnitte wurden auf die volle Länge an einem Stück geprüft. Verbundleitungen innerhalb der Kontrollschächte von Ringraum zu Ringraum über die eingebauten Prüfstutzen haben dies ermöglicht. Die gleiche Vorgehensweise kann bei den durchzuführenden Wiederholungsprüfungen angewandt werden.

Die anteiligen Baukosten für die Doppelrohrleitungen betragen:

Zuleitungssammler Nellenbruck (Wasserversorgung Überrauch) rd. 1.080.000 DM,

Zuleitungssammler Weitnau (Wasserversorgung Weitnau) rd. 2.630.000 DM.

Trotz des schwierigen Baufeldes und der teilweise sehr großen Rohrgrabentiefe wurden die Bauarbeiten zügig und ohne Probleme abgewickelt. Damit dürfte der höchstmögliche Grundwasserschutz für beide Wasserschutzgebiete erreicht worden sein.

Bild 9: Doppelrohre vor der Verlegung



# Entwicklung und Baustellenbeprobung eines neuen Vortriebsrohres aus duktilem Gußeisen

Von Franz Schmax

## 1. Einleitung

Die grabenlose Verlegung von Rohren im Vortriebsverfahren, in der Fachwelt unter „Micro-Tunnelling“ ein Begriff, gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Berlin nimmt bei der Anwendung dieser neuen Technik in Deutschland eine Sonderstellung ein. Es werden bereits etwa 50 % der drucklos betriebenen Abwasserkanäle in den DN 250–DN 1000 nach diesem Verfahren verlegt.

Unter diesem Gesichtspunkt bestand ein großes Interesse an einem auch für Druckleitungen in der Wasserversorgung als auch bei der Wasserentsorgung einsetzbaren Vortriebsrohr.

Das Vortriebsverfahren stellt verfahrensbedingt

an das Rohr zusätzliche Anforderungen hinsichtlich Belastbarkeit und konstruktiver Ausführung. Dabei ist die Dichtheit der Verbindung bis zum jeweiligen Rohrendruck ebenso wie bei Unterdruck zu erfüllen.

Beste Erfahrungen mit Rohren aus duktilem Gußeisen bei der Verlegung in offener Bauweise, dem grabenlosen Rohrziehverfahren und im Betrieb liegen vor.

Gemeinsam mit den Berliner Wasserbetrieben und der Verlegefirma Gildemeister wurde ein neu entwickeltes Vortriebsrohr aus duktilem Gußeisen erprobt, worüber nachfolgend berichtet wird.

## 2. Beschreibung des Vortriebsverfahrens

Es sind zwei Verfahren üblich, und zwar die Trockenförderung mit Schnecken oder die Naßförderung.

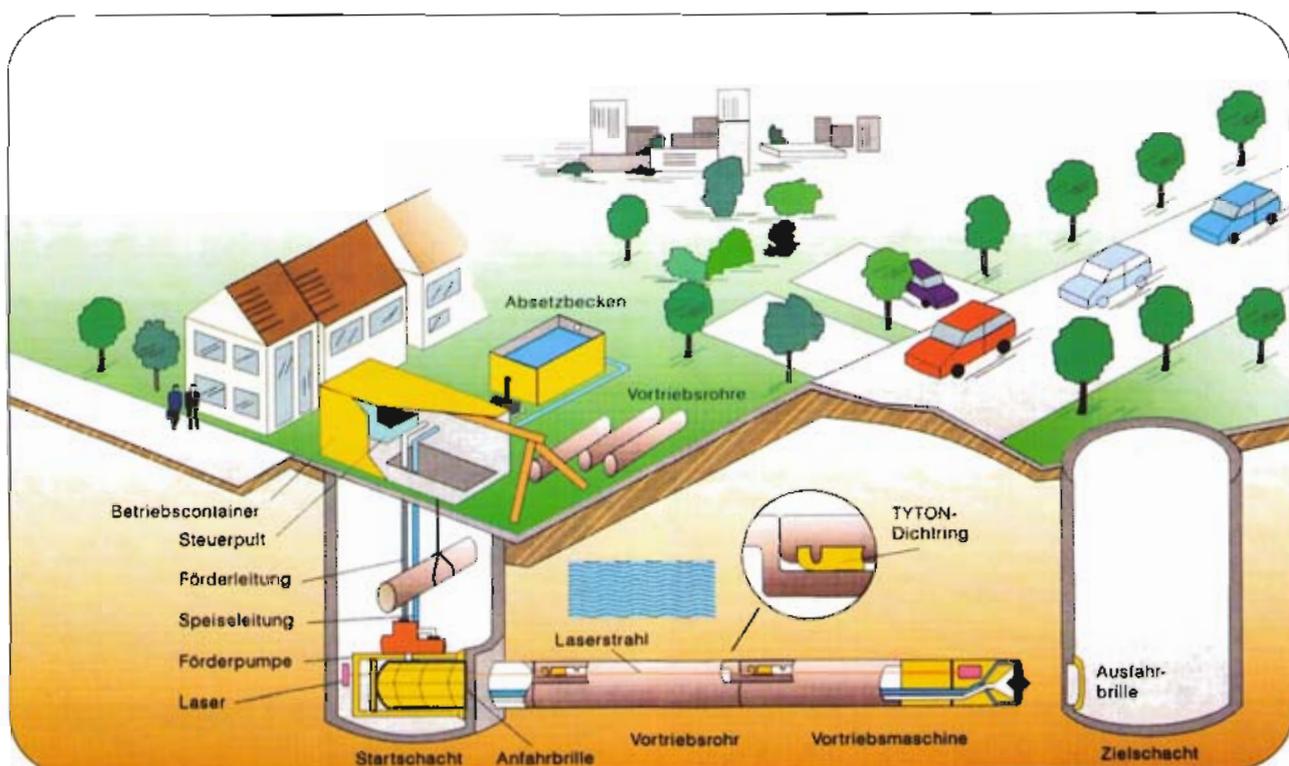
In beiden Fällen werden von einem Startschacht die Produktrohre bei gleichzeitigem Bodenabbau an der Ortsbrust in einen 60–120 m, bei Naßförderung bis 300 m entfernten Zielschacht vorgepreßt. Die Größe der Schächte ist von der Baulänge des Rohres abhängig. So sind z. B. bei 2 m Baulänge Startschächte von 3,2 m und Zielschächte von 2 m im Durchmesser üblich.

Bei der Trockenförderung erfolgt der Bodenabbau durch einen Bohrkopf und Förderschnecken, die vom Startschacht aus angetrieben werden.

Merkmal der Naßförderung ist eine kontinuierlich hydraulische Bodenförderung, wobei der Antrieb des Bohrkopfes in der Vortriebsmaschine erfolgt.

Bei beiden Verfahren sind die Positionen des Bohrkopfes über einen Laser-Richtstrahl steuerbar.

Bild 1: Schematische Darstellung: Vortriebsverfahren mit Naßförderung



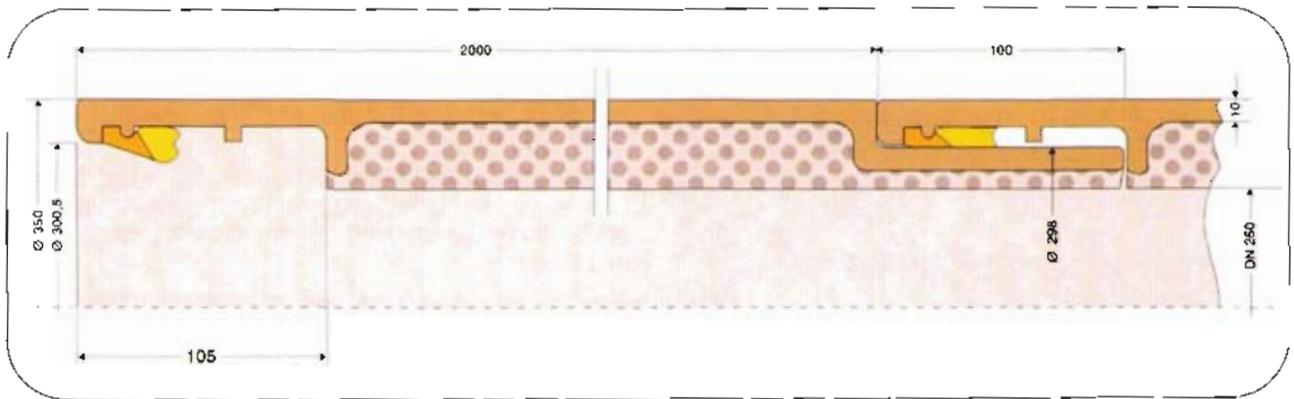


Bild 2: Vortriebsrohr DN 250 aus duktilem Gußeisen

Welches Verfahren zur Anwendung kommt, ist von der Bodenart, dem Grundwasserstand und der vorgesehenen Vortriebslänge abhängig.

Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung der Naßförderung. Die von dem Produktrohr aufzunehmenden Vortriebskräfte können je nach Vortriebslänge, Bauart, Genauigkeit und Kontinuität der Fahrweise sowie Art der Schmierung zur Reibungsminderung und Hohlraumverfüllung sehr unterschiedlich sein.

### 3. Anforderungen Vortriebsrohre

Vortriebsrohre müssen eine glatte und zylindrische Außenform haben und die besonderen Anforderungen bei dem Vortrieb sowie im Betrieb als Leitung erfüllen.

Folgende Regelwerke sind zu beachten:

- ATV-Arbeitsblatt A 161 / DVGW-Merkblatt GW 312 „Statische Berechnung von Vortriebsrohren“
- ATV-Merkblatt M 151 „Allgemeine Grundsätze für Rohrvortriebsverbindungen von Entwässerungskanälen und Leitungen beim Rohrvortrieb“.
- ATV-Arbeitsblatt A 125/DVGW-Merkblatt GW 304 „Rohrvortrieb“.

Bild 3



Bei der Festlegung der Außendurchmesser und Baulänge ist zu empfehlen, die Marktgegebenheiten im Hinblick der vorhandenen Einrichtungen zu beachten.

### 4. Ausführungen des duktilen Vortriebsrohres

Bild 2 zeigt die Ausführungen des im Sandgußverfahren hergestellten Rohres der DN 250 mit 2 m Baulänge. Die Besonderheit liegt in der Außenform des Rohres, d. h. die sonst übliche Glockenform der Muffe ist entfallen. Das Einsteckende ist gekröpft ausgebildet, so daß beim Zusammenfügen der Rohre ein zylindrischer Strang vorliegt. Der Außendurchmesser ist mit 350 mm den üblichen Bohrkopfgrößen für DN 250 angepaßt.

Die Übertragung der Vorprißkräfte wird durch die besondere Gestaltung im Druckbereich auf das duktile Gußeisen im Außenbereich verlagert, d. h. es treten keine zusätzlichen Biegemomente auf. Eine wesentliche Forderung des Marktes wird durch die auch bei Abwinkelung stets unbelastete Stirnseite des Einsteckendes erfüllt.

Die Eigenschaften des duktilen Werkstoffes ermöglichen einen Verzicht auf druckverteilende Preßscheiben zwischen den Druckflächen.

Bei der Wahl der Verbindungsausführung ist das bewährte System der TYTON®-Steckverbindung beibehalten worden.

Bild 4





Bild 5

Das duktile Gußeisen entspricht den Anforderungen gemäß DIN 19 690 bzw. DIN 28 600. Die Zementmörtel-Auskleidung ist nach DIN 2614 ausgeführt, jedoch zum Teil in größerer Schichtdicke. Beim Einsatz für Abwasser wird Tonerdezement und für Trinkwasser Hochofenzement als Bindemittel eingesetzt. In der Standardausführung hat das Rohr einen Zinküberzug mit Deckbeschichtung.

Die Anforderungen nach den ATV/DVGW-Merkblättern werden erfüllt.

Zusammenfassend ist zu sagen:

- Es liegt ein anforderungsgerechtes Vortriebsrohr für Druckleitungen vor.
- Das Rohr ist je nach DN bis 40 bar Betriebsdruck einsetzbar.
- Mit der TYTON®-Verbindung ist auch Dichtheit bei Unterdruck 0,5 bar absolut und Abwinkelbarkeit bis 5° gegeben.
- Die zulässigen Axialkräfte, z. B. 1950 kN bei DN 250, bieten hohe Sicherheitsreserven beim Vortrieb.
- Vortriebsrohre aus duktilem Gußeisen erfordern keine besondere Vorsichtsmaßnahme bei rauhem Baustellenbetrieb.

### 5. Einsatzbereiche und Wirtschaftlichkeit

Druckleitungen werden im Regelfall nicht so tief verlegt wie Freispiegelkanäle, so daß bei günstigen Baustellenbedingungen die Verlegung in herkömmlicher, offener Bauweise sicherlich preisgünstiger ausführbar ist.

Sind bei Baumaßnahmen z. B. historische Stadtkerne, Umweltschutz, intakte Fahrbahnen, Wohnqualität und Geschäftsinteressen der Anlieger zu beachten, so kann die Bilanz anders aussehen.

Die Kostenvorteile der grabenlosen Verlegung für z. B. geringeren Straßenaufbruch und Aushub, Wegfall von Transport und Entsorgung großer Bodenmassen sowie nicht erforderlicher Grundwasserhaltung sind noch kalkulierbar.



Bild 6

Die kostenmäßig nicht zu erfassenden Fakten wie z. B. Wegfall von Straßensperrungen, geringere Unfallgefahren, weniger Lärm- und Emissionsbelastung, verbleibende Zugänglichkeit zu Einfahrten und Schaufenstern, Beibehaltung des Grundwasserstandes und damit Einsparung von Wasser werden in Zukunft mit Sicherheit einen höheren Stellenwert erhalten. Hier ist auf die Ausführungen von K. Möhring [1] bei der breiten Anwendung der grabenlosen Verlegung in Berlin hinzuweisen.

### 6. Erfahrungen aus der Praxis

In Berlin-Heiligensee wurden an 2 verschiedenen Baustellen ca. 350 m der DN 250 vorgepreßt.

Die erste Baumaßnahme war die Neuverlegung eines Kanals in 4,5 m Tiefe und einer Vortriebsstrecke von 122 m. Grundwasser stand ab 2,5 m an.

Der Vortrieb erfolgte aus einem Startschacht von 3,2 m Durchmesser, über dem der Betriebscontainer der Naßförderanlage angeordnet war.

Bild 7



Im Hinblick auf die weitere geplante Baumaßnahme – Verlegung einer Trinkwasserleitung DN 250 – einer Demonstrationsbaustelle zum „Kongreß und Ausstellung Wasser Berlin '93“, wurden bewußt erhöhte Preßkräfte aufgebracht und diese Leitung mit 15 bar Innendruck auf Dichtigkeit geprüft.

Für Testzwecke sind zusätzlich Rohre mit unterschiedlicher Außenbeschichtung durchgepreßt worden, um die Beschaffenheit nach 122 m Vorpressung zu prüfen.

Zusammenfassend ist festzuhalten:

- Das vorgestellte duktile Vortriebsrohr hat die gestellten Anforderungen voll erfüllt.
- Die durchgepreßten Rohre zeigten keine äußeren Veränderungen.
- Im Vergleich mit der TYTON®-Steckverbindung liegt ein anforderungsgerechtes Vortriebsrohr für Druckleitungen vor.
- Die praktische Erprobung hat weitere Erkenntnisse zur Verbesserung des Handlings auf der Baustelle erbracht.

Die Bilder 3–8 zeigen Einzelheiten von dieser Baustelle.

Der positive Verlauf dieses Pilotversuches hat dazu geführt, die ursprünglich geplante Vortriebs-

länge für die folgende Baumaßnahme auf 2 X 110 m zu erhöhen.

Bei dieser Baustelle erfolgte der Vortrieb aus einem rechteckigen Startschacht mit einer Naßförderanlage. Der Betriebscontainer in mobiler Ausführung war hier vor Kopf angeordnet.

Die TV-Kamerabefahrung und Druckprüfung der Leitung mit 15 bar wurden mit positivem Ergebnis durchgeführt.

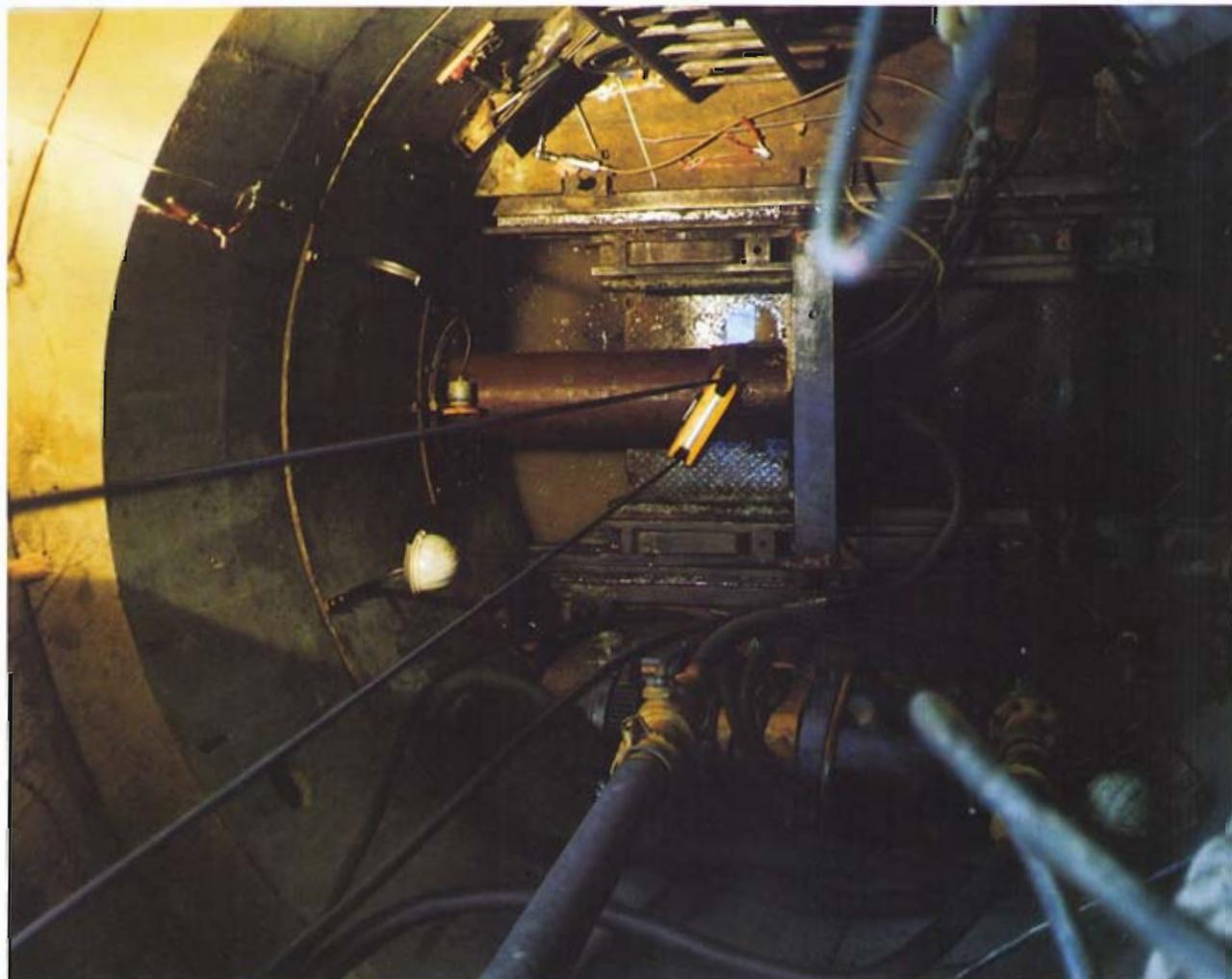
## 7. Ausblick

Es besteht großes Interesse an dieser Neuentwicklung. Eine DN-Erweiterung ist in Vorbereitung. Als nächster Entwicklungsschritt steht die Erprobung bei extremen Bodenverhältnissen an.

## Literatur

- [1] K. Möhring  
„Einsatz von grabenlos arbeitenden Vortriebsmaschinen“  
Wasser und Rohrbau, Heft 5/90
- [2] K. Möhring  
„Entwicklung des Micro-Tunnelings in Berlin“  
Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau,  
Heft 10/93

Bild 8



# Kläranlagenverbund in Ludwigsburg durch Bau einer Abwasser- und Schlammleitung aus duktilen Gußrohren

Von Hartmut Klein

## 1. Kläranlagenverbund statt Kläranlagenausbau

Die Stadt Ludwigsburg (85 000 Einwohner) stand Anfang der neunziger Jahre vor der Aufgabe, die zweitgrößte ihrer drei Kläranlagen, die Kläranlage Eglosheim, wegen unzureichender Reinigungsleistung so auszubauen, daß sie die Anforderungen bezüglich Stickstoffabbau (Nitrifikation und Denitrifikation) erfüllen konnte. Obwohl die Ausbaugröße der Anlage mit ca. 35 000 EGW nicht hätte erhöht werden müssen, war für eine Erweiterung um die erforderlichen Nitrifikations-, Denitrifikations- und Nachklärbecken mit Gesamtkosten von über 15 Mio. DM (Kostenstand 1992) zu rechnen. Hinzu kam, daß die über 20 Jahre alte Schlamm-entwässerungsanlage erneuerungsbedürftig und angesichts fehlender Faulungsanlage nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben war. Die Anlage liegt überdies an einem sehr kleinen, frischwasserarmen Wasserlauf.

Der hohe Mittelbedarf für die Erweiterungsmaßnahmen veranlaßte das Tiefbauamt, nach Alternativen zum geplanten Ausbau der Kläranlage Eglosheim zu suchen.

Die in den Jahren 1984 bis 1988 auf Stickstoff- und Phosphorabbau erweiterte, am Neckar gelegene Kläranlage Hoheneck hatte bei einer Ausbaugröße von 167 000 EGW und einer Auslastung von ca. 70 % noch ausreichende Reservekapazitäten sowohl in der Abwasser- als auch in der Schlammbehandlung. Eine neue Schlammfäulung befand sich in der Planungsphase. Aus diesem Grund bot es sich an, die beiden, ca. 3,5 km Luftlinie voneinander entfernt liegenden Anlagen durch eine Leitung zu verbinden. Eine Ingenieurstudie zeigte auf, daß es möglich war, die gesamte Schlammbehandlung auf der Kläranlage Eglosheim aufzugeben und den Schlamm durch Überleitung auf der Kläranlage Hoheneck mitzubehandeln.

Zwar reichte die hydraulische Kapazität der Kläranlage Hoheneck nicht aus, das gesamte Abwasser aus dem Einzugsgebiet der Kläranlage Eglosheim aufzunehmen, jedoch war es möglich, etwa die Hälfte des zweifachen Trockenwetterabflusses in der Kläranlage Hoheneck zu behandeln, so daß sich die auf der Kläranlage Eglosheim zu

reinigende Wassermenge von 320 l/s auf 165 l/s reduzierte. Für das geforderte Reinigungsziel Nitrifikation und Denitrifikation ( $\text{NH}_4\text{-N} \leq 5 \text{ mg/l}$  und  $\text{N}_{\text{ges}} \leq 18 \text{ mg/l}$ ) waren nach der Studie nur noch Beckenumrüstungen, einige Leitungsverlegungen und maschinentechnische Ausrüstungen erforderlich. Auf Erweiterungsmaßnahmen konnte völlig verzichtet werden.

Am 31.10.1989 hat der Gemeinderat der Stadt Ludwigsburg die Weiterverfolgung dieser Variante beschlossen.

## 2. Entwurfsgrundlagen für die Abwasser- und Schlammleitung

Infolge eines zwischen der Kläranlage Eglosheim (244 m üNN) und der Kläranlage Hoheneck (200,70 m üNN) verlaufenden Höhenrückens war eine Freispiegelleitung, obwohl theoretisch z. B. als Vortriebsstollen möglich, wirtschaftlich nicht realisierbar. Der Baugrund im Bereich der Leitungstrasse besteht überwiegend aus hartem Dolomitgestein mit geringen Überdeckungen. Deshalb kam nur eine Kombination aus Pumpwerk, Druckleitung und Freispiegelleitung in Frage (Bild 1, S. 26).

Die Trasse wurde so gewählt, daß die Leitung fast ausschließlich in öffentlichen Wegen zu liegen kam. Dadurch wurde die Zahl der Einwendungen privater Grundstückseigentümer sehr gering gehalten. Zu queren waren eine Bundesstraße (B27), zwei Landesstraßen (L 1129 und L 1138), eine zweigleisige Bundesbahnstrecke sowie eine unter Schutz stehende vierzeilige Lindenallee im Bereich des Seeschlosses Monrepos. Alle fünf Kreuzungspunkte mußten unterirdisch vorgetrieben werden.

Die Länge der Druckleitung zwischen Pumpwerk und Hochpunkt (275 m üNN) ergab sich zu 1670 m mit einer geodätischen Förderhöhe von maximal 34,00 m, die Länge der Freispiegelleitung zu 2620 m. Der Hochpunkt selbst wurde als Übergabeschacht mit offenem Sohlgerinne ausgebildet.

Eine Besonderheit der gewählten Lösung stellt der Verzicht auf eine zunächst vorgesehene Doppelleitung dar, mit je einer Leitung für Abwasser und für Klärschlamm.

Nach einem gutachterlichen Vorschlag von Prof. Dr. Ing. Krauth von der Universität Stuttgart wurde der Transport von Abwasser und Schlamm in einer gemeinsamen Leitung vorgesehen, da außer einer gewissen Rücklösung von Schlammbestandteilen, die für die Wirksamkeit der auf der Kläranlage Hoheneck bereits betriebenen Denitrifikation durchaus positiv bewertet wurde, keine negativen Auswirkungen zu befürchten waren.

## 3. Bemessungsgrundlagen

Ausgehend von der Zielsetzung, auf der Kläranlage Eglosheim keine Erweiterungen vornehmen zu müssen, waren im Trockenwetterfall 75 l/s und bei Regen bis zu 155 l/s Abwasser zur Kläranlage Hoheneck überzuleiten. Aus den Vorklärbecken waren zusätzlich täglich  $80 \text{ m}^3$  Primär- und Sekundärschlamm zu fördern. Der Schlammförderstrom

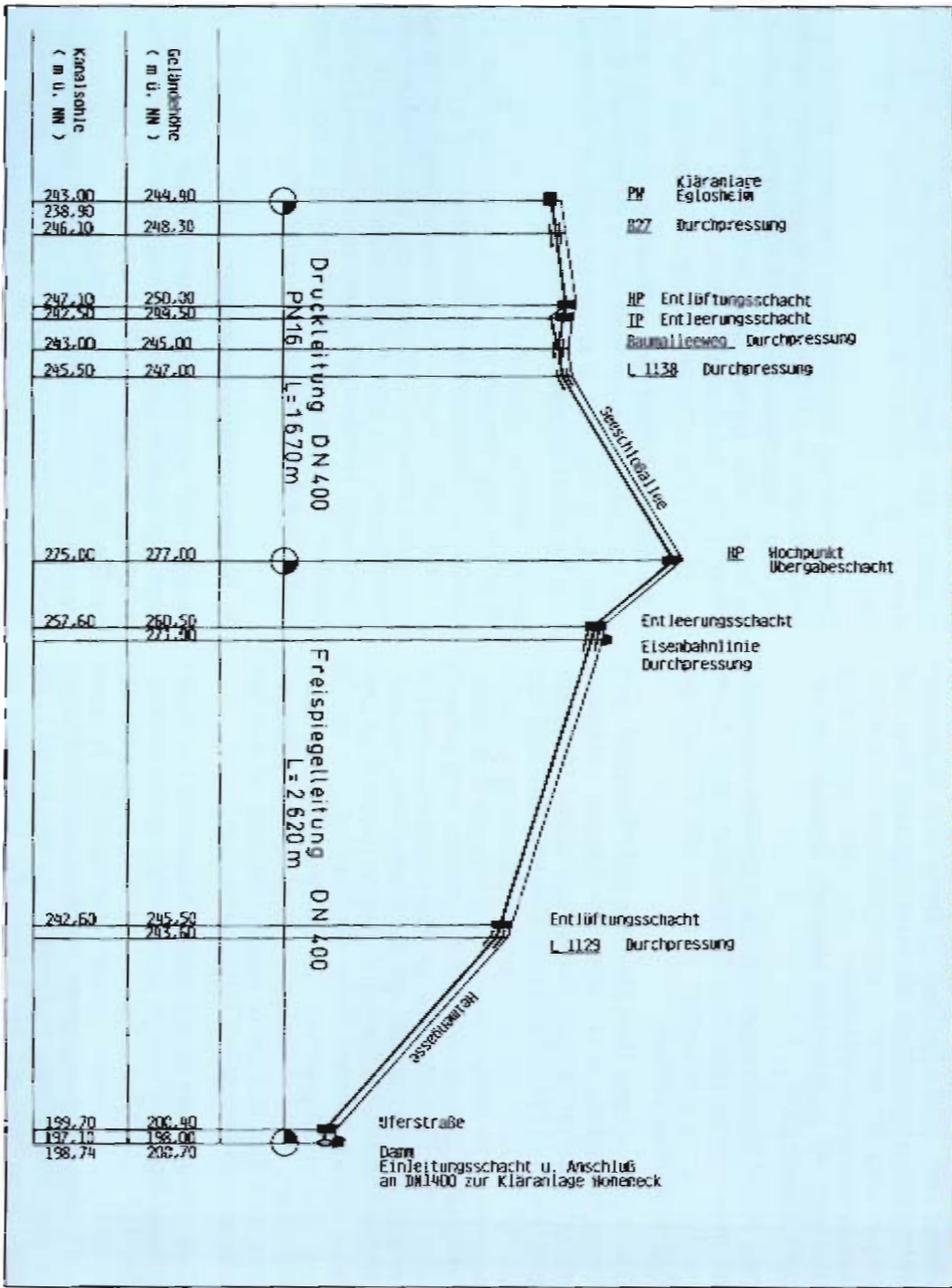




Bild 2: Blick in den Pumpenraum mit den drei trocken aufgestellten Kreiselpumpen.



Bild 3: Die alten Faulbehälter, an deren Stelle das neue Pumpwerk errichtet wurde.

wurde mit 10 l/s angesetzt, wobei mit einer auf täglich ca. 2 Stunden begrenzten diskontinuierlichen Zugabe des Schlammes in die Pumpenvorlage gerechnet wurde. Der maximale Förderstrom wurde zu 180 l/s gewählt. Kleinere Fördermengen als 40 l/s waren nicht vorgesehen, um Fließgeschwindigkeiten unter 0,3 m/s in der Rohrleitung zu vermeiden.

Bei dem gewählten Durchmesser der Druckleitung von DN 400 ergeben sich folgende Fließgeschwindigkeiten:

für $Q_{TW} = 75 \text{ l/s}$	$v = 0,60 \text{ m/s}$
für $Q_{max} = 180 \text{ l/s}$	$v = 1,43 \text{ m/s}$

Diese Geschwindigkeitsspanne wird hydraulisch, energiemäßig und von der Schleppkraft her als günstig angesehen. Unter Berücksichtigung der Druckverluste in der Druckrohrleitung und der geodätischen Höhendifferenz von ca. 34 m ergab sich eine manometrische Förderhöhe einschließlich Druckstoß von maximal 10 bar.

#### 4. Auslegung des Pumpwerks

Unter Beachtung der vorgenannten Abwasser- und Schlammengen und des großen Verhältnisses zwischen Maximal- und Minimalförderung wurden drei baugleiche, stufenlos regelbare Pumpen mit einer Förderleistung von je 20 bis 100 l/s vorgesehen.

Für den Trockenwetterabfluß ist der Solobetrieb einer Pumpe ausreichend. Bei Regenabfluß ist wahlweise Solo- oder Parallelbetrieb zweier Pumpen in beliebiger Kombination möglich. Sollte eine Pumpe ausfallen oder in Reparatur sein, ist mit zwei Pumpen immer die maximale Förderung gewährleistet.

Abwasser und Schlamm werden in eine ca. 42 m<sup>3</sup> große Pumpenvorlage gegeben, so daß die Schalthäufigkeit der Pumpen sehr klein ist. Die Drehzahl der Pumpen wird über Frequenzumformer in Abhängigkeit vom Niveau in der Pumpenvorlage gesteuert.

Zum Einbau kamen drei trocken aufgestellte Einschneffelrad-Kreiselpumpen (Bild 2).

#### 5. Auswahl des Rohrmaterials

Nach den Vorstellungen von Auftraggeber und Planer sollte sowohl für die Druckleitung als auch für die Freispiegelleitung ein Rohrmaterial ausgewählt werden, welches eine hohe Lebensdauer, Korrosionsbeständigkeit, Dichtheit, hydraulische Glätte und Abriebfestigkeit, hohe Druckfestigkeit und Tragfähigkeit, eine einfache und schnelle Verlegung und nicht zuletzt einen günstigen Preis aufweisen sollte.

Bei der Gegenüberstellung verschiedener, eventuell in Frage kommender Werkstoffe fiel die Entscheidung letztlich zugunsten von Rohren aus duktilem Gußeisen mit dem bewährten Korrosionsschutz Zementmörtelauskleidung auf Basis Tonerdezement und Umhüllung aus Zinküberzug mit Bitumen-Deckbeschichtung, weil diese den Vorgaben am nächsten kamen. Bei der zu verlegenden Druckleitung, die nach einer vom Pumpenhersteller durchgeführten Druckstoßberechnung der Druckstufe PN 16 zugeordnet werden mußte, schieden keramische und zementgebundene Werkstoffe von vornherein aus.

Die Freispiegelleitung hätte zwar grundsätzlich mit einem anderen Rohrmaterial erstellt werden können, jedoch sprachen die einfache Verlegungstechnik, die Beständigkeit gegen den durch Faulungs- und Versäuerungs Vorgänge im Abwasser-Schlamm-Gemisch möglichen chemischen Angriff sowie die zu erwartende hohe Dichtheit der TYTON-Steckmuffenverbindung bei einer Abwinkelungsmöglichkeit der Rohre ohne Schacht und Krümmer bis 4° eindeutig für die Verwendung des duktilen Gußrohres in der Ausführung als Abwasserrohr (Druckstufe PN 6) auch bei der Freispiegelleitung.

#### 6. Baudurchführung

Die Bauarbeiten für die Gesamtmaßnahme Pumpwerk und Rohrleitung wurden auf der Grundlage der VOB und des bei der Stadt Ludwigsburg verwendeten „Stuttgarter Leistungsbuches für den Tiefbau, Garten- und Landschaftsbau“ öffentlich ausgeschrieben. Den Auftrag für die Durchführung der Tiefbauarbeiten einschließlich Rohrver-

Bild 1 (links): Lageplan und Längenschnitt der Abwasser- und Schlammleitung (nicht maßstäblich).



Bild 4: Das neue Pumpenhaus.

legung erhielt im Januar 1992 die Firma Heinz Rommel GmbH, Ludwigsburg-Poppenweiler. Zur Verkürzung der Bauzeit waren die Arbeiten am Pumpwerk auf der Kläranlage Eglosheim und die Rohrverlegungsarbeiten parallel durchzuführen.

Das Pumpwerk (Pumpenraum mit Pumpenvorlage) wurde nach Teilabbruch eines bereits früher aufgegebenen Schlammfaulbehälters in dem rechteckigen, unter Geländeoberkante belassenen Faulraum erstellt (Bild 3 und 4). Aushub und Verbau für das ca. 5,90 m tiefe Untergeschoß konnten dadurch entfallen. Über dem Pumpenraum wurde ein Montage- und Schaltraum mit Treppenabgang gebaut. Die Abwasserzuteilung in die Pumpenvorlage erfolgt über ein neu erstelltes rundes Verteilbauwerk.

Die Verlegung der ca. 4,3 km langen Rohrleitung DN 400 erfolgte teils in bituminös befestigten, teils in unbefestigten Feld- und Gehwegen, zu einem kleineren Teil auch in privaten und städtischen Ackerflächen (Bild 5). Dort konnte die Baufirma die Rohre bei einer zuvor mit allen Grundstückseigentümern vereinbarten Baustreifenbreite von 7,50 m bis 10,50 m, auf der der Oberboden abzuschleppen war, im 1,35 m breiten offenen Graben mit Verbau bzw. im abgeböschten Graben verlegen. Der Grabenaushub wurde in aller Regel, auch in den Feldwegen, zur Wiederverfüllung des Rohrgrabens

Bild 5: Duktile Gußrohre vor der Verlegung (zum Teil mit Gleitkufen zum Einzug in ein Schutzrohr versehen).



verwendet. Damit wurde den Anforderungen des Bodenschutzes und der Wirtschaftlichkeit Rechnung getragen. Das duktile Gußrohr wurde, wie im Wasserleitungsbau üblich, auf einem 20 cm starken Flußsandaufleger gebettet und vollständig mit Flußsand umhüllt.

Die Tiefbaufirma, die bei diesem Vorhaben duktile Gußrohre zum erstenmal selbst verlegte, hat bewiesen, daß nach einer kurzen Schulung des verantwortlichen Poliers die Verlegung dieser Rohre problemlos und zügig vonstatten ging. Parallel zu den Rohrverlegearbeiten wurden die in Abschnitt 2 beschriebenen Querungen von drei Straßen, einer Bundesbahnstrecke und einer Baumallee in geschlossener Bauweise durchgeführt. In allen fünf Fällen wurden Schutzrohre, je nach Beschaffenheit des Baugrundes, mit verschiedenen Verfahren vorgetrieben, in die anschließend das duktile Gußrohr auf Gleitkufen eingezogen wurde.

Bei den Vortriebsverfahren handelte es sich teils um bemannte Schildvortriebsverfahren mit einem Schutzrohr aus Stahlbeton DN 1200, teils um unbemannte Verfahren mit Schutzrohren aus Stahlbeton DN 1000, beide jeweils am Vortriebskopf steuerbar. Im Fall der B 27-Unterquerung wurde infolge Auftretens von Fels ein Schutzrohr aus Stahl DN 1100 mittels Bohrverfahren vorgetrieben (Bild 6). Der Ringraum wurde in diesem Fall aus statischen Gründen sowie zur Korrosionsvermeidung beim Stahlrohr mit einem Dämmverpreß.

Richtungsänderungen im Zuge der Leitungstrasse wurden bei Abwinklungen bis 4° über die Muffenverbindung, ansonsten mittels Krümmern zwischen 11° und 45° vorgenommen.

Schachtbauwerke wurden lediglich dort angeordnet, wo aufgrund topografischer Verhältnisse Entlüftungsventile (2 Stück) oder Entleerungsarmaturen (3 Stück) notwendig waren.

Am Hochpunkt, dem Übergang von der Druck- zur Freispiegelleitung, wurde ein Übergabeschacht mit offenem Gerinne erstellt.

Die Bauzeit für die gesamte Leitungsverlegung, einschließlich Wiederherstellung der Wege, betrug weniger als 10 Monate (Februar bis November 1992).

Im bereits früher fertiggestellten Pumpwerk erfolgte im Herbst 1992 die Montage der maschinen- und elektrotechnischen Ausrüstung.

## 7. Dichtheitsprüfung

Entsprechend der Ausschreibung hatte die Baufirma die Garantie für die Dichtheit der Leitung zu übernehmen. Eine sorgfältige Herstellung der Muffenverbindung, d. h. Reinigung der TYTON-Muffe und des Einsteckendes sowie Aufbringen eines speziellen Gleitmittels, ist beim duktilen Gußrohr praktisch die einzige, aber notwendige Voraussetzung bei der Verlegung zur Gewährleistung der Dichtheit.

Die Dichtheitsprüfung sollte nach den Vorstellungen des Auftraggebers erst nach Verfüllung des Rohrgrabens in wenigen Einzelprüfungen erfolgen.

Mit dem zuständigen Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Besigheim einigte man sich auf folgende Prüfungen:

- Die gesamte Druckleitung sollte mittels Wasserdruckprüfung auf ca. 9 bar hydrostatischen Innendruck geprüft werden.
- Die gesamte Freispiegelleitung sollte mittels Unterdruckprüfung (Druckabsenkung in der Leitung auf 0,5 bar) geprüft werden.

Bei der Wasserdruckprüfung wurde die Druckleitung im Pumpwerk und im Übergabeschacht mit je einem Flanschdeckel dicht verschlossen. Die Befüllung mit ca. 210 m<sup>3</sup> Brauchwasser und die Drucksteigerung auf 9,2 bar erfolgte vom Pumpwerk aus. Innerhalb von 3 Stunden blieb der Druck konstant, so daß die Anforderungen an die Dichtigkeit erfüllt waren.

Bei der Dichtheitsprüfung der Freispiegelleitung wurde nach Setzen von zwei Kanalblasen an den jeweiligen Leitungsenden mittels Vakuumpumpe ein Unterdruck von 485 mbar in der Rohrleitung (Volumen 327,6 m<sup>3</sup>) erzeugt. Der Druckanstieg während der einstündigen Prüfzeit betrug weniger als 1 mbar.

Zulässig wäre ein Druckanstieg von max. 10 mbar pro Stunde gewesen. Damit war auch die Dichtigkeit der Freispiegelleitung nachgewiesen. Der Aufwand für die Prüfung war gering.

## 8. Zusammenfassung

Das Tiefbauamt Ludwigsburg konnte durch den Bau einer ca. 4,3 km langen Abwasser- und Schlammleitung die Kläranlage Eglosheim um etwa 50 % der Abwasserfracht entlasten, so daß die Anlage jetzt ohne Erweiterung die gesetzlichen Anforderungen an den Stickstoffabbau erfüllt. Die Schlammbehandlung auf der Kläranlage Eglosheim wurde zugunsten einer zentralen Lösung auf der Kläranlage Hoheneck aufgegeben.

Die Herstellungskosten für die Rohrleitung belaufen sich auf ca. 5 500 000,- DM; die Gesamtkosten des Projekts, einschließlich Pumpwerk und

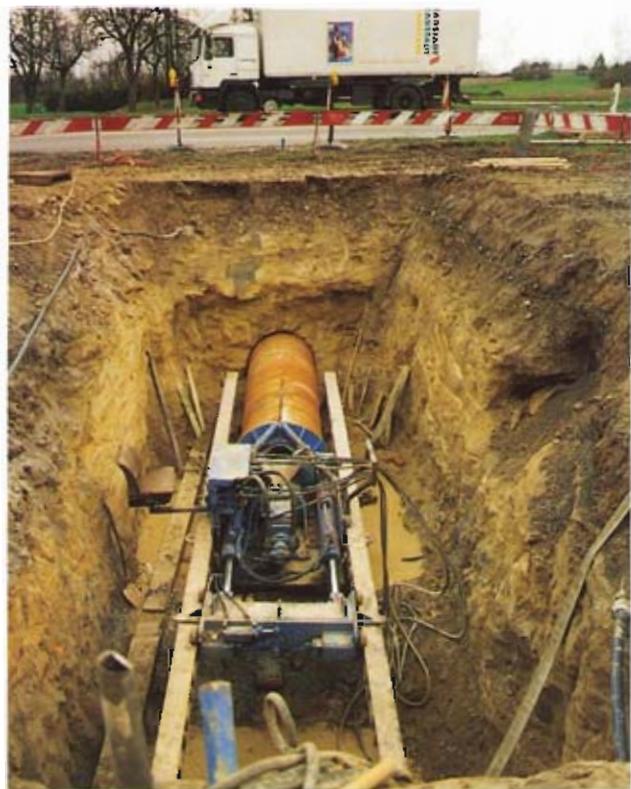


Bild 6: Vortrieb des Stahlschutzrohres DN 1100 unter der B 27.

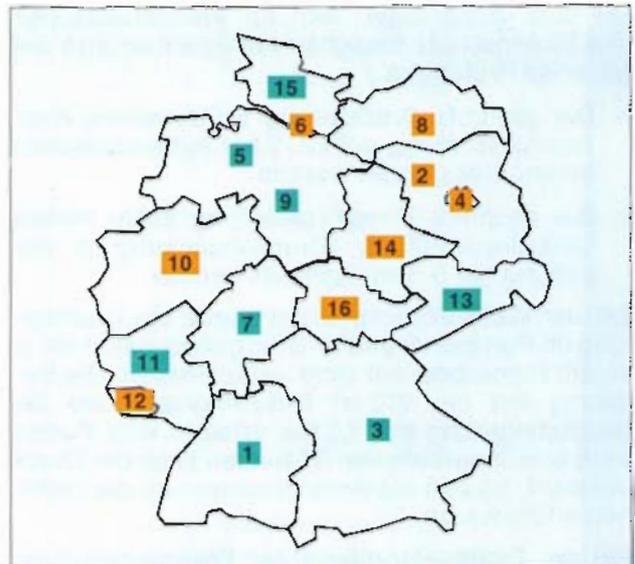
Umbaumaßnahmen auf der Kläranlage Eglosheim, sind mit 8 400 000,- DM veranschlagt.

Die Abwasser- und Schlammüberleitung wurde im April 1993, die auf Nitrifikation und Denitrifikation umgerüstete Kläranlage Eglosheim im November 1993 in Betrieb genommen.

Der durch ein hohes Verhältnis von gereinigtem Abwasser zu Frischwasser geprägte Gründelbach erfährt durch diese Maßnahme eine Verringerung des Abwasserzuflusses um ca. 50 % und der Stickstoffbelastung um ca. 85 %. Negative Auswirkungen auf die Reinigungsleistung der um etwa 10 % höher beaufschlagten Kläranlage Hoheneck sind nicht erkennbar.

# Genehmigungs- und Überprüfungs-pflicht von Abwasserkanälen und -leitungen im Vergleich

Von Walter Reinhard



## Vorwort

Viele unserer Leser befassen sich beruflich ganz oder zum Teil mit der Abwasserentsorgung. Vieles ist auf diesem Gebiet gesetzlich einheitlich geregelt, meist durch Bundesgesetze.

Wo allerdings Landesrecht greifen soll, gibt es auch unterschiedliche Vorschriften.

Einen Überblick über den Stand der Dinge bietet die nachfolgende Zusammenstellung.

## 1. Baden-Württemberg

### 1.1 Wasserrecht

Auszug § 45 e WG BW

(2) Der Bau und der Betrieb einer sonstigen Abwasseranlage sowie die wesentliche Änderung einer solchen Anlage oder ihres Betriebes bedürfen einer wasserrechtlichen Genehmigung. Die Genehmigungspflicht entfällt bei

1. öffentlichen Ortskanalisationen, wenn die Anlagen unter der Leitung eines Bediensteten einer Körperschaft des öffentlichen Rechts oder Zusammenschlüssen von solchen im Behalten mit dem Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz geplant und ausgeführt werden, sofern der Bedienstete Beamter des höheren oder gehobenen bautechnischen Verwaltungsdienstes ist oder die Befähigung für den höheren oder gehobenen bautechnischen Verwaltungsdienst besitzt,
2. nicht öffentlichen Abwasseranlagen für häusliches Abwasser,
3. sonstigen nicht öffentlichen Abwasseranlagen, die ein Prüfzeichen des Instituts für Bautechnik in Berlin haben,

es sei denn, das Vorhaben bedarf auch einer Erlaubnis.

### 1.2 Baurecht

Nach § 53 Abs.1 Ziffer 15 bw BauO sind „Leitungen aller Art“ genehmigungsfrei.

### 1.3 Überprüfungspflicht

Alle öffentlichen Abwasserkanäle sowie nicht-öffentliche Kanäle und -leitungen für Abwasser mit sog. gefährlichen Stoffen unterliegen der Eigenkontrollverordnung vom 9. August 1988 und sind somit alle 10 Jahre auf Dichtheit zu überprüfen.

## 2. Brandenburg

Solange noch kein neues Landeswassergesetz verkündet worden ist, gilt das Wassergesetz der ehemaligen DDR weiter.

Es existiert bisher lediglich ein „Vorschaltgesetz zur Regelung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Wasserrechts“ vom 25. September 1991.

## 3. Bayern

### 3.1 Wasserrecht

Auszug Art. 41 (zu § 18 b WHG) BWG

Bau und Betrieb von Abwasseranlagen

(1) Regeln der Technik im Sinne des § 18 b Abs.1 WHG werden vom Staatsministerium des Innern durch öffentliche Bekanntmachung eingeführt. Es genügt, wenn die Bekanntmachung hinsichtlich des Inhalts auf die Fundstelle verweist.

(2) Entsprechen vorhandene Abwasseranlagen nicht den Anforderungen nach §18 b Abs.1 WHG und nach Abs. 1, so hat der Unternehmer die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen innerhalb einer angemessenen Frist durchzuführen.

### 3.2 Baurecht

Art. 66 Abs.1 Ziff. 4 bay BauO nimmt „haustechnische“ Anlagen, zu denen auch die Anlagen der Grundstücksentwässerung gehören, von der Baugenehmigungspflicht aus (s. auch bereits § 1 Abs. 2 zum Anwendungsbereich der bay BauO).

### 3.3 Überprüfungspflicht

Am 25. Juli 1990 wurden vom Bayerischen Staatsministerium des Innern „Hinweise zur Instandhaltungspflicht und Haftung“ bekanntgegeben. Die Kreisverwaltungsbehörden wurden angewiesen, im Rahmen der Erteilung von Wasserrechtsbescheiden, den Mindestumfang der Untersuchungen gem. Anlagen zum Hinweisblatt den Betreibern von Abwassernetzen aufzugeben.

Bzgl. der Anschlußnehmer an die Ortskanäle wurden die Gemeinden dringend gebeten, ihre Entwässerungssatzungen um eine Verpflichtung zur Vornahme von Dichtheitsprüfungen zu erweitern. Ferner wurde empfohlen, die Muster-EWS entsprechend zu ergänzen.

## 4. Berlin

### 4.1 Wasserrecht

Auszug § 38 BWG

(1) Der Bau und die wesentlichen Veränderungen von Abwasseranlagen bedürfen der Genehmigung der Wasserbehörde.

Dies gilt nicht für Druckrohrleitungen zur Wasserversorgung und für Anlagen für häusliche Abwasser, bei denen der Abwasseranfall zehn m<sup>3</sup> täglich im Jahresdurchschnitt nicht übersteigt.

### 4.2 Baurecht

§ 56 Ziffer 12 Bln BauO macht eine Ausnahme von der Baugenehmigungspflicht nur für „Anlagen zur Beseitigung von Abwasser und Niederschlagswasser in baulichen Anlagen“; außerhalb baulicher Anlagen bleiben Grundleitungen also genehmigungsbedürftig.

### 4.3 Überprüfungspflicht

Nein. Die Überwachung erfolgt jedoch aufgrund der Eigeninitiative der Stadt.

## 5. Bremen

### 5.1 Wasserrecht

Auszug § 138 BWG

(1) Der Bau, die wesentliche Änderung und die Beseitigung von Abwasseranlagen bedürfen der Genehmigung.

### 5.2 Baurecht

Grundstücksentwässerungsleitungen unterliegen uneingeschränkt den allgemeinen baurechtlichen Regeln über die Genehmigungsbedürftigkeit.

### 5.3 Überprüfungspflicht

Nein.

## 6. Hamburg

### 6.1 Wasserrecht

Auszug § 50 HWG

(1) Der Bau, die wesentliche Änderung und Stilllegung von Wasserversorgungsanlagen

und Abwasseranlagen bedürfen der Genehmigung.

### 6.2 Baurecht

Grundstücksentwässerungsleitungen sind genehmigungspflichtig.

### 6.3 Überprüfungspflicht

Nein.

## 7. Hessen

### 7.1 Wasserrecht

Auszug § 50 HWG

(1) Der Bau, die wesentliche Änderung und Stilllegung von Wasserversorgungsanlagen und Abwasseranlagen bedürfen der Genehmigung. Das gilt nicht für

1. Abwasseranlagen, für die ein Prüfzeichen nach § 1 der Prüfzeichenverordnung vom 8. Juni 1982 (GVBl. I S. 146) erteilt worden oder nach § 2 der Prüfzeichenverordnung nicht erforderlich ist,

2. Anschlußkanäle für häusliches Abwasser, die nicht dem allgemeinen Gebrauch dienen,

3. Anschlußkanäle für nicht häusliches Abwasser, das einer Behandlungsanlage zugeführt wird und nicht mit gefährlichen Stoffen belastet ist.

### 7.2 Baurecht

In Hessen ist nach § 89 Abs. 2 Ziffer 1 hess BauO das Auswechseln von Grundstücksentwässerungsleitungen genehmigungsfrei; die erstmalige Verlegung unterliegt dagegen der Genehmigungspflicht.

### 7.3 Überprüfungspflicht

Gemäß Abwassereigenkontrollverordnung (EKVO) vom 22. Februar 1993, Anhang 1 sind öffentliche Kanalisationsanlagen und nichtöffentliche Abwasserkanäle mit gefährlichen Abwasserinhaltsstoffen in 10jährigem Abstand zu überprüfen. Einzelheiten regelt die Verwaltungsvorschrift vom 5. Juni 1993.

## 8. Mecklenburg-Vorpommern

### 8.1 Wasserrecht

§ 38 LWaG vom 30. November 1992

(1) Der Bau und die wesentliche Änderung und Stilllegung von Wasserversorgungsanlagen und Abwasseranlagen bedürfen der Genehmigung.

Das gilt nicht für

2. Anschlußkanäle für häusliches Abwasser, die nicht dem allgemeinen Gebrauch dienen,

3. Anschlußkanäle für nicht häusliches Abwasser, das einer Behandlungsanlage zugeführt wird und nicht mit gefährlichen Stoffen belastet ist.

## 8.2 Überprüfungspflicht

Eine spezielle Überprüfungspflicht besteht noch nicht. § 41 gibt jedoch dem Umweltministerium die Möglichkeit, durch Rechtsverordnung eine Prüfpflicht einzuführen.

## 9. Niedersachsen

### 9.1 Wasserrecht

§ 153 NWG

Bau und Betrieb von Abwasseranlagen

(1) Abwasseranlagen sind unter Berücksichtigung der Benutzungsbedingungen und Auflagen für das Einleiten von Abwasser (§§ 5, 7 und 12) nach den hierfür jeweils in Betracht kommenden Regeln der Technik zu errichten und zu betreiben.

Das Fachministerium kann Regeln der Technik, die der Erfüllung dieser Anforderungen dienen, im Niedersächsischen Ministerialblatt bekanntmachen.

(2) Entsprechen vorhandene Anlagen nicht den Vorschriften des Absatzes 1, so hat der Unternehmer die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. § 12 Abs. 2 und 3 gilt entsprechend.

(3) Der Unternehmer hat sicherzustellen, daß seine Abwasseranlagen durch geeignetes Personal betrieben und gewartet werden.

### 9.2 Baurecht

Nach § 69 Abs. 1 nds BauO in Verbindung mit Ziff. 3.2 des Anhanges zur nds BauO bedürfen u. a. „Leitungen für . . . Abwasser“ keiner Baugenehmigung.

### 9.3 Überprüfungspflicht

Nein.

## 10. Nordrhein-Westfalen

### 10.1 Wasserrecht

Auszug § 58 LWG NRW

Genehmigung von Abwasseranlagen

(1) Die Pläne zur Erstellung oder wesentlichen Veränderung sowie der Betrieb von Kanalisationsnetzen für die öffentliche Abwasserbeseitigung oder die private Abwasserbeseitigung von befestigten gewerblichen Flächen, die größer als drei Hektar sind, bedürfen der Genehmigung durch die nach § 30 Abs. 1 für die Erlaubnis der Abwassereinleitungen aus dem Netz zuständige Wasserbehörde. Ist die der Erstellung oder wesentlichen Veränderung von Kanalisationsnetzen für die öffentliche Abwasserbeseitigung zugrundeliegende Planung bei Inkrafttreten dieses Gesetzes bereits genehmigt, ist lediglich die Genehmigung für den Betrieb dieser Netze einzuholen. Für bei Inkrafttreten dieses Gesetzes bereits bestehende Kanalisationsnetze ist die nach den Sätzen 1 und 2 erforderliche Genehmigung bis spätestens zum

31. Dezember 1989 zu beantragen; die Genehmigung gilt bis zur Entscheidung über den rechtzeitig gestellten Antrag als erteilt.

### 10.2 Baurecht

In § 60 Abs. 2 nw LBO ist bestimmt, daß Anschlußkanäle einer Benutzungsgenehmigung bedürfen.

### 10.3 Überprüfungspflicht

Nein. Selbstüberwachungsverordnung Kanal ist in Vorbereitung. Bisher jedoch an Einsprüchen des Städte- und Gemeindebundes gescheitert.

## 11. Rheinland-Pfalz

### 11.1 Wasserrecht

Auszug § 54 LWG Rh-Pfalz

(1) Bau und Betrieb sowie die wesentliche Änderung von Abwasseranlagen, die für einen Abwasseranfall von mehr als 8 m<sup>3</sup> täglich bemessen sind, bedürfen der Genehmigung. Das gilt nicht für

1. Anlagen zum Sammeln und Fortleiten von Abwasser, wenn die Abwasserbeseitigung in Erfüllung der Abwasserbeseitigungspflicht erfolgt und den Maßgaben der für die Abwassereinleitung geltenden Erlaubnis nach Art, Maß und Zweck entspricht,

2. die der Grundstücksentwässerung dienenden Kanäle, die bestimmungsgemäß an öffentliche Abwasseranlagen angeschlossen werden.

### 11.2 Baurecht

Weder die Errichtung noch die Änderung unterliegen einer besonderen baurechtlichen Genehmigung.

### 11.3 Überprüfungspflicht

Nein.

## 12. Saarland

### 12.1 Wasserrecht

Auszug § 48 SWG

(1) Der Bau und die wesentliche Änderung von Wasserversorgungs- oder Abwasseranlagen bedürfen der Genehmigung durch das Landesamt für Umweltschutz. Dieses entscheidet im Einvernehmen mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde, soweit es sich um ein nach baurechtlichen Vorschriften genehmigungsbedürftiges Vorhaben handelt. Liegt das Vorhaben im Einwirkungsbereich untertägigen Bergbaues, ist die Stellungnahme des Bergbauberechtigten einzuholen und der Genehmigung beizufügen.

(2) Von der Genehmigungspflicht sind ausgenommen:

1. Anlagen, die der Gewässerbenutzung oder der Einhaltung von Benutzungsbedin-

gungen und Auflagen dienen und von der Erlaubnis oder Bewilligung mit erfaßt sind,

2. Abwasseranlagen der Gemeinden im Rahmen ihrer Abwasserbeseitigungspflicht nach § 50 Abs. 1 dieses Gesetzes,

3. private Abwasseranlagen zur Abwasserentsorgung für Schmutzwasser aus Haushaltungen und ähnliches Schmutzwasser, bei denen der Abwasseranfall acht Kubikmeter täglich im Jahresdurchschnitt nicht übersteigt.

### 12.2 Baurecht

§ 57 saarl BauO stellt nur „Anlagen zur Ableitung . . . von häuslichem Schmutzwasser außerhalb von Gebäuden ( 8 m<sup>3</sup>/d) und Anlagen . . . zur Ableitung von Niederschlagswasser von der Baugenehmigungspflicht frei.

Grundstücksentwässerungsleitungen für produktionsspezifische Abwässer sind demnach baugenehmigungsbedürftig, soweit sie nicht wasserrechtlich sanktioniert werden.

### 12.3 Überprüfungspflicht

Nein; jedoch Forderung nach einem Kanalkataster.

## 13. Sachsen

### 13.1 Wasserrecht

Auszug aus § 67 Sächs WG vom 23. Februar 1993

(1) Bau und Betrieb von Abwasseranlagen und überörtlich bedeutsamen Wasserversorgungsanlagen einschließlich der überörtlichen Ver- und Entsorgungsleitungen sowie die wesentliche Veränderung derselben oder ihres Betriebes bedürfen der wasserrechtlichen Genehmigung.

(2) Die wasserrechtliche Genehmigung kann entfallen für unbedeutende Anlagen, insbesondere für

1. Anschlußkanäle für häusliches Abwasser, die nicht dem allgemeinen Gebrauch dienen,

2. Anschlußkanäle für nicht häusliches Abwasser, das einer Behandlungsanlage zugeführt wird und nicht mit gefährlichen Stoffen belastet ist,

3. Anlagen für häusliches Abwasser, die für eine Belastung von weniger als 3 kg biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>) oder 8 m<sup>3</sup> täglich bemessen sind,

4. Abwasseranlagen, die in einem bergrechtlichen Betriebsplan zugelassen werden.

Das gilt nicht für Anlagen in Trinkwasserschutzgebieten.

### 13.2 Überprüfungspflicht

Nein.

## 14. Sachsen-Anhalt

Solange noch kein eigenes Landeswassergesetz verkündet worden ist, existiert das DDR-Wassergesetz weiter.

Eine Verordnung bezüglich der Aufgabe des Vollzuges regelt die vorläufige Wahrnehmung des Vollzuges.

## 15. Schleswig-Holstein

### 15.1 Wasserrecht

Auszug § 36 c LWG

(2) Der Bau und die wesentliche Änderung sonstiger Abwasseranlagen bedarf der Genehmigung. Dies gilt nicht für

1. Anlagen, in denen weniger als 8 m<sup>3</sup> je Tag Schmutzwasser aus Haushaltungen und ähnliches Schmutzwasser behandelt wird,

2. Abwasserbehandlungsanlagen, für die ein Prüfzeichen zu erteilen ist,

3. Anschlußkanäle für häusliches Abwasser, die nicht dem allgemeinen Gebrauch dienen,

4. Anschlußkanäle für nichthäusliches Abwasser, das einer Abwasserbehandlungsanlage zugeführt wird,

5. Kanalisationsnetze für die Niederschlagswasserbeseitigung von befestigten Flächen, die nicht größer als 3 ha sind.

### 15.2 Baurecht

Gemäß § 62 Abs. 1 Ziffer 17 slh BauO bedürfen Abwasserbeseitigungsanlagen keiner Baugenehmigung.

### 15.3 Überprüfungspflicht

Nein.

## 16. Thüringen

Auch in Thüringen gilt das Wassergesetz der ehemaligen DDR weiter, solange kein Landeswassergesetz verkündet worden ist.

Eine Zuständigkeitsverordnung gibt es seit 28. November 1991.

## 17. Resumee

– Der Bau öffentlicher Abwasserkanäle sowie Abwasserkanäle, -leitungen für Abwässer mit gefährlichen Inhaltsstoffen bedarf in den meisten Bundesländern einer wasserrechtlichen Genehmigung.

– Die Errichtung von Grundstücksentwässerungsleitungen unterliegt in weitem Umfang der baurechtlichen Genehmigungspflicht nach den Bauordnungen der Länder.

– Spezielle Rechtsverordnungen zur Pflicht der Inspektion von Abwasserkanälen und -leitungen existieren bisher nur in Baden-Württemberg, Hessen und in gewissem Umfange in Bayern.

Grundsätzlich gilt jedoch, daß auch ohne Überprüfungsverordnung alle Abwasseranlagen den Regeln der Technik entsprechend zu betreiben sind, d. h. daß sie **dicht** sein müssen.

(Stand Oktober 1993)

# Historischer Rückblick zur Erinnerung an die 200 Jahre alte Kurfürstliche Gußrohr-Wasserleitung in Koblenz

Von Wolfgang Heuser

## Einleitung

Die zentrale Trinkwasserversorgung hat den einzelnen Bürger vergessen lassen, welche Mühen frühere Generationen benötigten, um das tägliche Trinkwasser in guter Qualität und ausreichender Menge zu beschaffen.

Die Eindämmung der großen Epidemien, die Verbesserung der Gesundheit der Bevölkerung und die ausreichende Bekämpfung der damaligen Feuersbrünste führten zum Aufbau zentraler Wasserversorgungssysteme.

Heute stehen wir an einer neuen Entscheidung. Wassersparen, Regenwassernutzung und Grau-

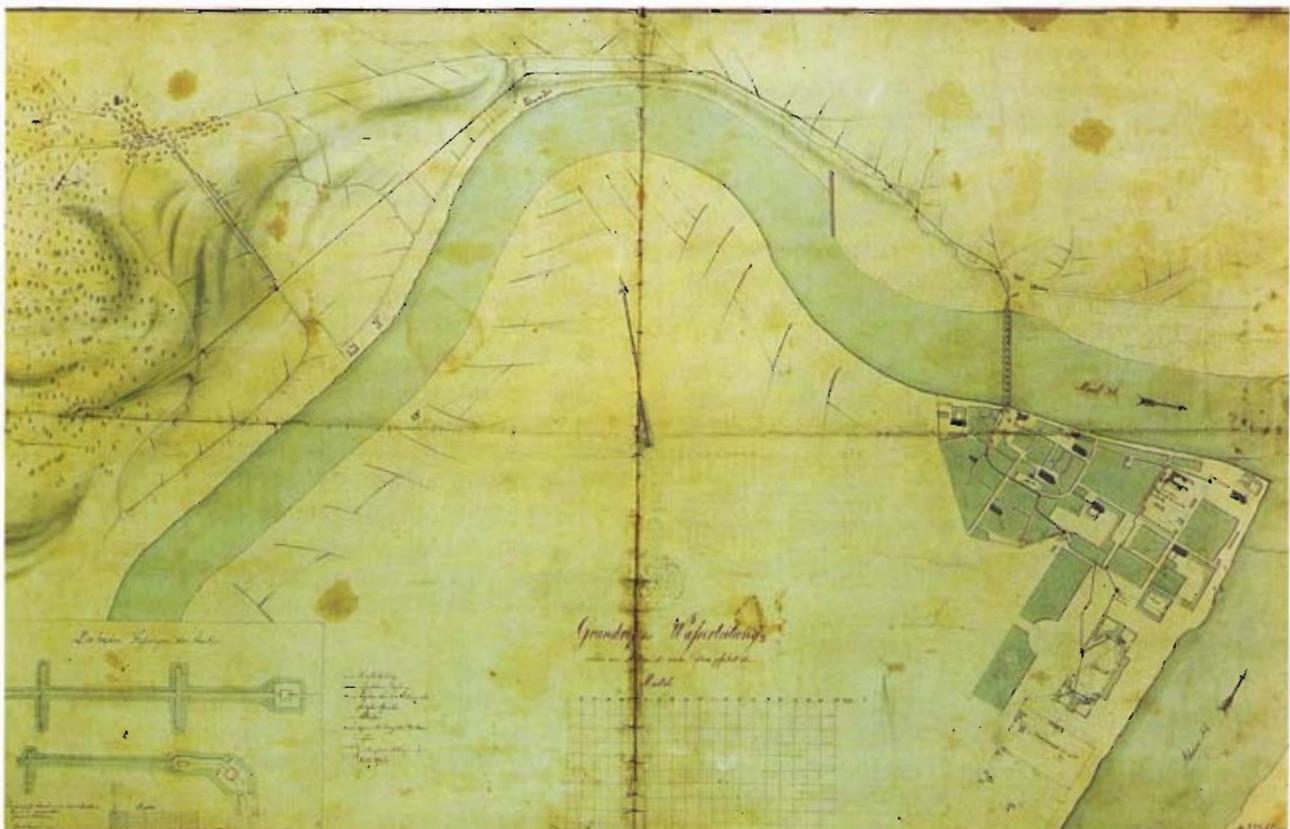
wasserverwendung sind Themen, die eine neue Seite in der Trinkwasserverwendung aufschlagen und die Anlaß bieten, einmal zurückzuschauen, wie das, was wir heute zentrale Wasserversorgung nennen, entstanden ist. Dabei stand damals das Bedürfnis nach Schutz vor Krankheitsübertragungen im Vordergrund.

## Die Versorgungsverhältnisse im Mittelalter

Die Trinkwasserversorgung in der Stadt Koblenz war insbesondere in den Jahren 1544–1548 äußerst schlecht. Die meisten Brunnen, in Kellern und engen Innenhöfen gelegen, waren hygienisch nicht einwandfrei. Das Wasser reichte nicht aus. Die Qualität wurde durch benachbarte Abwasser-Senkgruben beeinträchtigt. Erste Überlegungen zum Bau einer Wasserzuführung von außerhalb der Stadt wurden im Magistrat erörtert.

Es dauerte aber noch viele Jahre, bis 1597 und 98 ein Erschließungsversuch von Wasser oberhalb der Rohrer Höfe außerhalb von Koblenz, bei Metternich gelegen, unternommen wurde. Die hohen Kosten und auch die ablehnende Haltung des damaligen Kurfürsten verhinderten jedoch den Ausbau eines solchen Projektes. Erst 1682 wurde wiederum eine Vorplanung für ein Projekt der sogenannten „Metternicher Leitung“ durch den Kurfürstlichen Brunnenbaumeister Christian, den Hofbaumeister Sebastiani und Matthias Sinziger unter Kurfürst Hugo von Orsbeck vorgelegt. Es kam zu ersten Vermessungen und Kostenschätzungen, aber auch hier scheiterte das Projekt wieder an der Finanzierung. Im Jahre 1700 wiederholte Christian Sinziger diesen Plan, und zwar sollte das Wasser bis Lützelkoblenz in steinernen

Bild 1: Plan der Wasserleitung von Metternich nach Koblenz



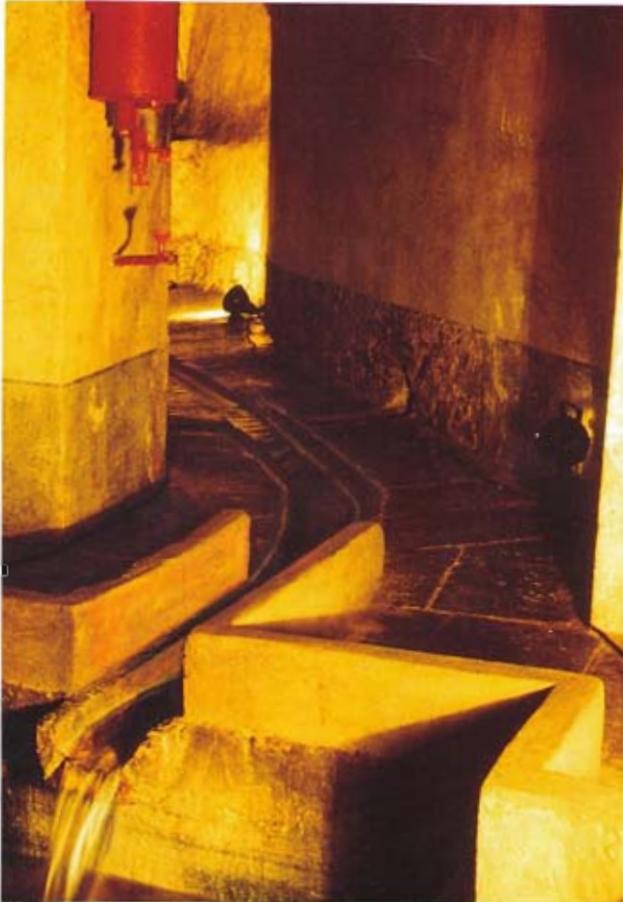


Bild 2: Sammelbecken und Quellzulauf der Geisenbornquelle

Röhren und von dort bis zur Moselbrücke in hölzernen und über die Brücke bis zur Burg bzw. bis zur Hauptwache in Bleiröhren geleitet werden.

1751–1753 bemühten sich Balthasar Neumann und Johannes Seiz um das Zustandekommen einer Leitung, aber auch dieses Projekt scheiterte wiederum am Geldmangel der Stadt. Nur zum Teil nach diesem alten Plan hat dann wirklich der Stadtrat ab 1751 die Arbeiten zur Führung des Metternicher Quellwassers in Auftrag gegeben und die Fassung der Quelle, die Brunnenstuben, an den sogenannten „Metternicher Hecken“ und auf dem Petersberg errichten lassen. Größere Beschaffungsschwierigkeiten waren bei den Röhren zu verzeichnen. Die eigene Verwaltung führte Brände für Tonröhren aus, die allerdings nicht gelangen. Schließlich fehlte wieder das Geld, so daß die Arbeiten 1754 eingestellt werden mußten.

Bild 3: Zeichnung eines gußeisernen Leitungsrohrs von 1783

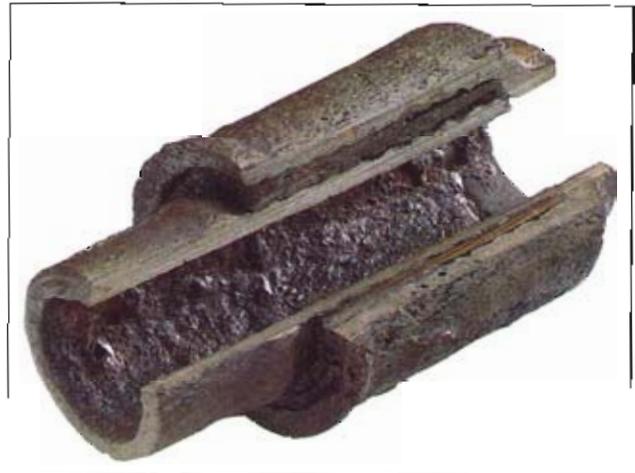
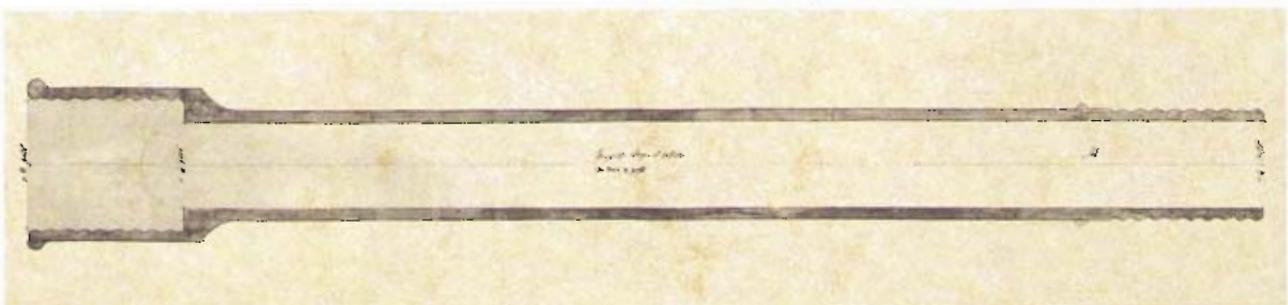


Bild 4: Muffenverbindung vor 200 Jahren

### Frisches Wasser für Koblenz beim Kurfürstlichen Schloßbau

Erst nach weiteren, immer wieder ergebnislosen Versuchen des 18. Jahrhunderts wurde mit dem Neubau eines Kurfürstlichen Schlosses in Koblenz durch den damaligen Kurfürst Clemens Wenzeslaus auch die Wasserversorgungsfrage der Zuleitung von frischem Wasser in die Stadt gelöst.

Die technische Leitung dieses Projektes übernahm Heinrich von Kirn, ein Ingenieurhauptmann und kurfürstlicher Hofbrunnenmeister. Zunächst wurden Grundbesitz erworben, die Quellfassungen ausgebaut und nach einem Modell gebrannte Tonröhren hergestellt, die zur Sammlung des Wassers in Becken aus Marmor und Niedermendiger Hausstein dienten. Eine Trassierung wurde entwickelt (Bild 1), die die Rohrleitung über die sogenannten Rohrer Höfe, über 3 Wassertürme und eine Vielzahl von Schächten bis zur Moselbrücke geleiteten, von dort über die Moselbrücke durch die anschließenden Straßen in einen vormaligen Pulverturm der alten Stadtbefestigung. In diesen Pulverturm wurde ein Wasserreservoir eingebaut, welches ebenfalls mit Marmorplatten ausgelegt war und an die ähnlich gestaltete Speicherung innerhalb der Würzburger Wasserleitung von 1783 erinnerte. Diese hatte der Kurfürst offensichtlich mit seinem Hofbrunnenmeister besichtigt. Aus diesem Reservoir wurde das Wasser in das Schloß geleitet. Die Bauzeit der Leitung von 1783–1786 zeigt, daß es sich um ein für damalige Verhältnisse gewaltiges Projekt gehandelt hat. 1787 wurde die Wasserleitung in Betrieb ge-

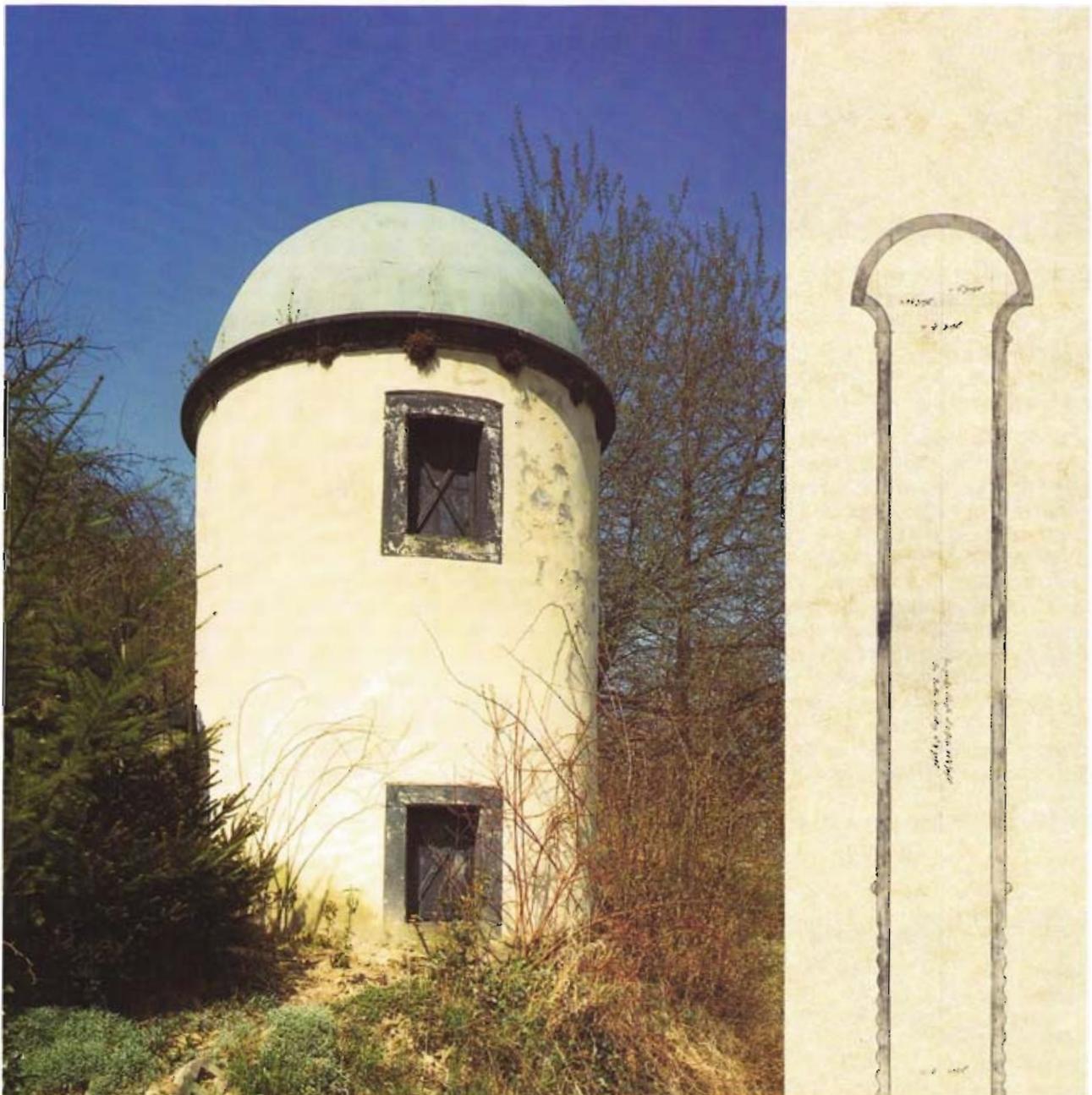
nommen und das Schloß mit Wasser versorgt. Aus Anlaß seines Namenstages am 23. November 1791 übergab der Kurfürst seinen Nachbarn, den städtischen Bürgern, den nach ihm benannten Clemensbrunnen, einen Laufbrunnen mit ursprünglich 4 Sammelschalen und einem grünen Obelisk, als Beitrag zur Wasserversorgung der Stadt. 1805/1806 wurde auf dem zentralen Platz der Stadt, dem Plan, ein neuer Brunnen auf altem Standort errichtet, der ebenfalls an die Wasserleitung angeschlossen wurde und von diesem Zeitpunkt als Laufbrunnen betrieben wurde. 1812 entstand ein weiterer Brunnen auf dem Kastorhof.

Der Kurfürst hat sein Schloß nur kurze Zeit benutzt. Die Französische Revolution brachte auch für das Rheinland Umwälzungen, und in der französischen Zeit wurde die Wasserleitung Staatseigentum. Sie unterstand der Domänenverwaltung.

In dieser Zeit wurden auch mehrere private Häuser an die Wasserleitung angeschlossen, und es gab verschiedene Projekte, städtische Leitungen zu verlegen und das Wasser in Form von Springbrunnen, z. B. im Präfekturgebäude, zu zeigen.

Der französische Präfekt erteilte dem Rat der Stadt den Befehl, für Ausführungs- und Instandsetzungsarbeiten, aber auch für die Verteilung des Wassers auf die Brunnen zum Nutzen der Bürger Sorge zu tragen, da man der Meinung war, daß nicht zuletzt durch den Gebrauch der Leitung diese auch Eigentum der Stadtgemeinde sei. Die Stadt hatte jedoch wieder kein Geld. Die Abwälzung der Kosten auf einen Unternehmer wurde beschlossen und am 7. September 1805 schloß die Gemeinde einen entsprechenden Vertrag ab. Der Unternehmer übernahm die Unterhaltung der Leitung bis zum Clemensbrunnen; die Zweiglei-

Bild 5: Wasserturm zur Be- und Entlüftung mit Zeichnung einer Lüftungsleitung



tungen wurden von den Bewohnern der entsprechenden Stadtviertel übernommen. Da jedoch das Mengendargebot der Metternicher Quellen für eine Gesamtversorgung der damaligen Bebauung nicht ausreichte, ebenso die finanziellen Möglichkeiten der meisten Bürger einen Kostenzuschuß nicht erlaubten, wird man von diesen neuen Möglichkeiten nur wenig Gebrauch gemacht haben.

In der Stadt existierten 1865 34 öffentliche und 514 private Brunnen, die gemeinsam mit dem Dargebot der Metternicher Leitung Trink- und Brauchwasser zur Verfügung stellten. Der Einstieg in die zentrale Wasserversorgung der Stadt erfolgte dann erst 1882 mit Vorprojekten für eine zentrale Wasserversorgung und 1884 mit baureifen Unterlagen, die dann letztlich 1885/86 zum Baubeginn für ein Grundwasserwerk führten.

### Die technische Leistung der Metternicher Leitung

Die bei den Metternicher Hecken gefaßte Quelle wurde im späteren Verlauf „Geisenbornquelle“ genannt. Es handelt sich um eine Stollenfassung mit seitlichen Sammelrinnen und Wasserzuläufen, die in einem Becken zum Absetzen des Sandes gesammelt und von dort in die Leitung eingespeist wird (Bild 2). Die Leitung paßte sich in ihrer Trassierung dem vorhandenen Gelände an, und es wurden insgesamt 3 als Wassertürme bezeichnete Gebäude erstellt, in denen letztlich eine Be- und Entlüftung der Rohrleitung erfolgen konnte (Bild 5). Wichtig und von entscheidender Bedeutung für das Projekt war die Wahl des Materials der Rohrleitung. Die ersten Versuche des Rates der Stadt hatten bei dem hohen Druck zu völligem Versagen der Tonröhren geführt. Deshalb war Hofbrunnendirektor Kirn auch direkt auf Gußrohre ausgewichen und hatte in der Sayner Hütte bei Bendorf entsprechende Rohre anfertigen lassen. Diese hatten eine Baulänge von rund 1,5 m und einen lichten Durchmesser von etwa 80–83 mm (Bild 3). Die Muffen waren rund 180 mm lang, hatten einen inneren Durchmesser von 125 mm (Bild 4).

Die Spitzenden waren 190 mm lang, hatten 9 Querrillen, die auch eine Entsprechung im Muffengrund hatten. Als Dichtungsspalt stand zwischen Spitzende und Muffe ein Abstand von 14–15 mm zur Verfügung. Diese wurden als Stemmuffe abgedichtet. Nach alten Aufzeichnungen wurden dazu Stricke und einzelne, in die Muffen getriebene, eng aneinanderliegende Holzkeile mit einem Ausuß aus einer Harz-Asphaltmasse abgedichtet.



Bild 6: „Schieber“ des 18. Jahrhunderts

An einzelnen Stellen sollen der Überlieferung zufolge die Muffendichtungen auch aus einer Mischung von Kalk und angeblich Quarkkäse hergestellt worden sein. Auf jeden Fall hat die so abgedichtete Muffe sich sehr bewährt. Bei Freilegungen der Leitung 1934 wurde ein sehr guter Zustand des Materials, aber auch eine einwandfreie Dichtung festgestellt. Auch heute, rund 210 Jahre nach dem Beginn der Bauarbeiten, ist noch ein Teilstück der Leitung von ca. 300 m zur vollen Zufriedenheit in Betrieb. Leider enthält das Wasser der Geisenbornquelle viel Nitrat, so daß sie zur normalen Wasserversorgung nicht mehr dienlich ist. Sie wird für Not- und Katastrophenfälle jedoch noch weiterhin vorgehalten.

### Nachsatz

200 Jahre Betrieb einer Wasserleitung im Rahmen einer 2000jährigen Stadtgeschichte. Nicht technischer Defekt, nicht schlechte Ausführung oder Planung, sondern die Bombennächte des Jahres 1944 machten die gut durchdachte und hervorragend ausgeführte Leitung in weiten Teilen unbrauchbar. Die Vergrößerung der Stadt mit Neubaugebieten in den 50er und 60er Jahren verkürzte durch Überbauung die Leitung weiter.

Letztlich blieb es unserer Zeit vorbehalten, die Grundwasserqualität so ungünstig zu beeinflussen, daß die derzeit gültigen Grenzwerte der Trinkwasser-Verordnung überschritten sind und die Quellschüttung nicht mehr genutzt werden kann.

# Sicherer Transportweg für das Trinkwasser der Stadt Aschaffenburg und der nordwestlichen Randgemeinden durch den Neubau der „Verbundleitung West“

Von Eduard Klingemeier

## 1. Einleitung, Allgemeines und Veranlassung des Vorhabens

Die Stadt Aschaffenburg mit ca. 60 000 Einwohnern versorgt außer dem eigenen Versorgungsgebiet (Stadtgebiet) die meisten Randgemeinden um Aschaffenburg mit Trinkwasser. Das Grundwasser wird im Großostheimer Becken aus 9 Vertikalbrunnen zwischen 30 und 60 m Tiefe und aus einem Horizontalbrunnen mit 30 m Tiefe gefördert.

Das Grundwasser entspricht mit Ausnahme des Nitratwertes den Forderungen der Trinkwasserverordnung, weshalb bisher noch keine Wasseraufbereitungsanlage erstellt wurde. Zur Nitrat-senkung befindet sich zur Zeit eine größere Wasseraufbereitungsanlage in der Vorplanung. Ein Teilstrom des gewonnenen Rohwassers wird bereits über eine Aktivkohlefilter-Anlage (AKF) geführt.

Die Grundwasserförderung beträgt im Durchschnitt 22 000 m<sup>3</sup> pro Tag und in Spitzenzeiten bis zu 45 000 m<sup>3</sup> pro Tag. Die Jahresförderung beträgt 8 Mio. m<sup>3</sup>, wobei 6 Mio. m<sup>3</sup> im eigenen Stadtgebiet von Aschaffenburg verteilt werden. 2 Mio. m<sup>3</sup> werden an die Randgemeinden als Großabnehmer geliefert.

Die Stadt Aschaffenburg hat insgesamt 7 Hochbehälter mit einem Gesamtvolumen von 19 150 m<sup>3</sup>. Das Wasser wird durch eine Pumpstation im Anschluß an die Brunnen über das Ortsnetz in die Hochbehälter gefördert. Die Hochbehälter werden dadurch im Gegenbetrieb bewirtschaftet.

Die Gemeinden Stockstadt, Mainaschaff und Kleinostheim sind zur Wasserversorgung voll an das Netz der Stadt Aschaffenburg angeschlossen. Durch die langen Transportwege von den Hochbehältern über das weitverzweigte Rohrnetz bis zu den Übergabesteilen in den Gemeinden kommt es immer wieder bei schwankendem Verbrauch zu Engpässen. Insbesondere sind bei stärkerem Ver-

Bild 1: Trassenverlauf





Bild 2: Bauabschnitt 01, am Niedernberger Weg

brauch die Druckverhältnisse nicht zufriedenstellend.

Die Stadtwerke Aschaffenburg haben deshalb eine frühere Studie des Wasserwirtschaftsamtes Aschaffenburg aufgegriffen und für die „Verbundleitung West“ einen baureifen Entwurf erstellen lassen. Das Versorgungsgebiet, welches an die „Verbundleitung West“ angeschlossen wird, umfaßt im Bereich der Stadt Aschaffenburg die nord-westlichen Stadtteile Strietwald und Damm und die Gemeinden Stockstadt, Mainaschaff und Kleinostheim. Darüber hinaus ist vorgesehen, über die „Verbundleitung West“ Zusatzwasser an die Fernwasserversorgung Spessartgruppe mit Sitz in Alzenau-Hörstein zu liefern. Hierzu ist die Verlängerung der Leitung von Kleinostheim bis zum Wasserwerk der „FWS“ in Hörstein geplant.

## 2. Bemessung der Leitung

Die Leitung wurde für folgende Betriebszustände bemessen:

- a) Förderung vom Wasserwerk in den geplanten Hochbehälter Strietwald mit einer Durchflußmenge von 200 bis 320 l/s
- b) Entnahme aus dem Hochbehälter Strietwald und Pumpenförderung für die Gesamtentnahme von 520 l/s zur Deckung des höchsten Stundenverbrauches

Bei diesen Durchflußmengen wurden Leitungsquerschnitte DN 500/600 gewählt.

## 3. Materialauswahl

Die „Verbundleitung West“ dient der sicheren Wasserversorgung von ca. 41 000 angeschlossenen Einwohnern und der Zusatzwasserlieferung an die „FWS“. Außerdem kommt den zu versorgenden Gebieten mit der ansässigen Industrie besondere Bedeutung zu. Deshalb sind Störungen an der Leitung soweit wie möglich auszuschlie-

Ben. Aus diesem Grund und der gewünschten langfristigen Nutzungsdauer haben die Stadtwerke sich zur Verwendung von duktilen Gußrohren mit Zementmörtelauskleidung und Zementmörtelumhüllung entschieden.

## 4. Trassenverlauf und Bauabschnitte

Es wurde versucht, auf kürzester Strecke die Leitung vom Wasserwerk bis zu den anzuschließenden Gebieten und zu dem geplanten Hochbehälter Strietwald zu führen. Hierbei mußten Zwangspunkte wie Übergabestellen in die Ortsnetze, mögliche Maimkreuzung und sonstige Verkehrskreuzungen (Bundesbahnlinien, Autobahn, B 8) berücksichtigt werden. Vom Wasserwerk bis zum Hochbehälter Strietwald beträgt die Leitungslänge ca. 8550 m. Vom HB-Strietwald zum geplanten Anschluß an das Versorgungsnetz der Stadt Aschaffenburg im OT Strietwald sind weitere 1010 m Leitung zu verlegen. Die Anschlußleitung von der „Verbundleitung West“ bis zum Ortsnetz der Gemeinde Kleinostheim hat eine Länge von 1050 m.

Aufgrund des umfangreichen Gesamtvorhabens wurden zur Bauausführung 5 Bauabschnitte gebil-

Bild 3: Im Bauabschnitt 02





Bild 4: Bauabschnitt 03, Mainedüker

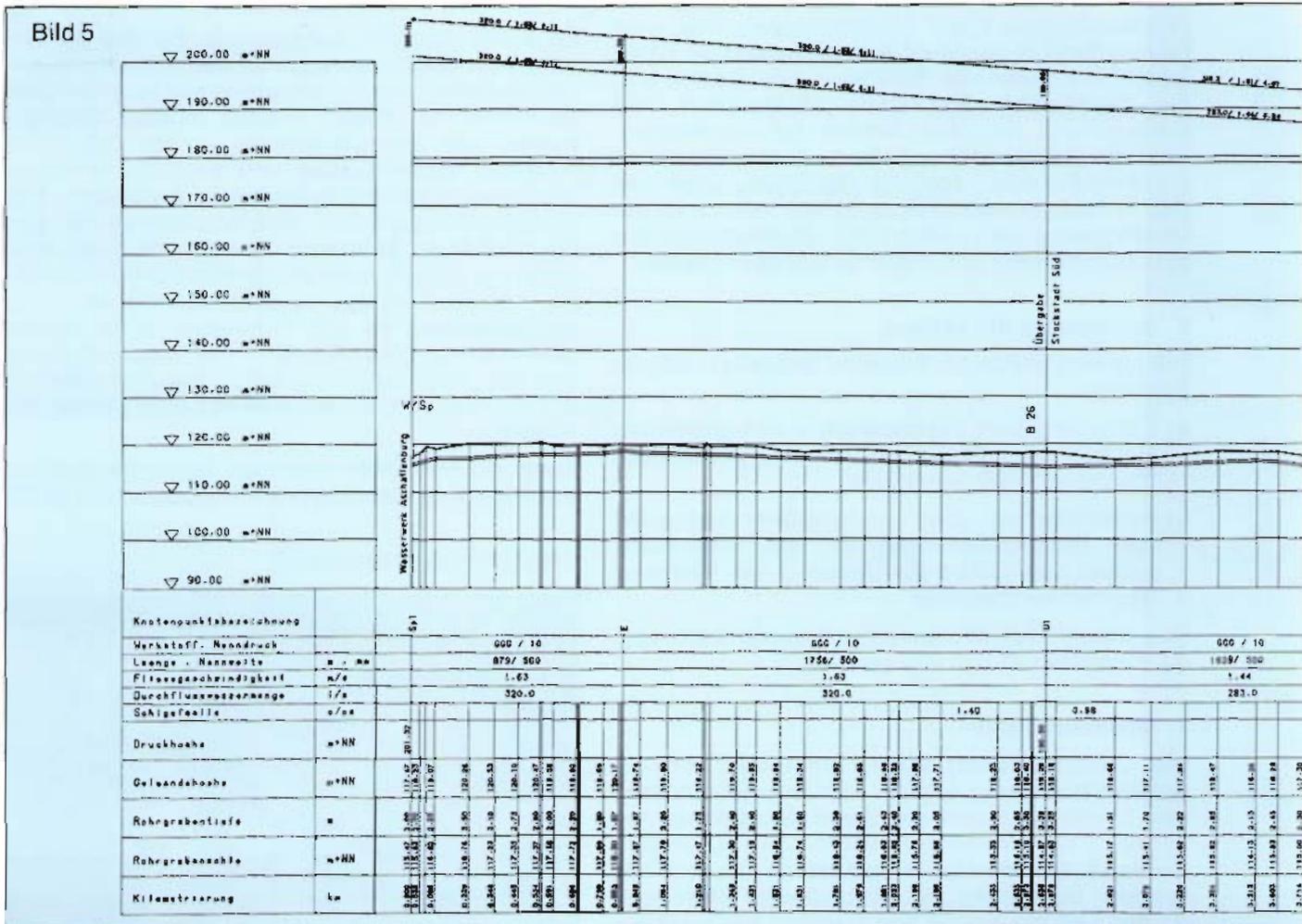


Bild 6: Beim Bau des Mainedükers

det. Am Ende eines jeden Bauabschnittes wurde ein Übergabebauwerk zu den Ortsnetzen erstellt, wodurch eine abschnittsweise Inbetriebnahme der Leitung mit ständigem Durchfluß ermöglicht wurde. Die einzelnen Bauabschnitte sind:

BA 01 – vom Wasserwerk bis zum Übergabebauwerk Stockstadt-Süd.

Verlegt wurden 2650 m Wasserleitung DN 500. Die Trasse führt vom Wasserwerk über den „Niedernberger Weg“ bis zur „Großstheimer Straße“ und weiter durch das Industriegebiet Nilkheim bis zu dem Landschaftspark „Schönbusch“. Danach wird



die B26 unterkreuzt und der Übergabeschacht Stockstadt-Süd mit Einbindung in das Ortsnetz erreicht. Auf dieser Strecke wurde ein Wasserzählschacht, Entlüftungs- und Kreuzungsbauwerk erstellt. Die Bauzeit war von August 1990 bis Mai 1991.

**BA 02 – vom Übergabeschacht Stockstadt-Süd bis Übergabeschacht Stockstadt-Ost**

Verlegt wurden 1600 m Wasserleitung DN 500. Die Trasse führt durch das Industriegebiet Stockstadt und endet am Übergabeschacht Stockstadt-Ost. Auf dieser Strecke wurden ein Wasserzählschacht und ein Entlüftungsbauwerk erstellt. Die Bauzeit betrug ca. 6 Monate von November 1991 bis Mai 1992.

**BA 03 – von Übergabebauwerk Stockstadt-Ost bis Übergabebauwerk Mainaschaff-Süd**

Diese Teilstrecke hat eine Länge von ca. 940 m, auf welcher der Rohrquerschnitt DN 500 beträgt. In diesem Bauabschnitt mußte der Main unterquert werden. Die Arbeiten wurden im Juni 1993 begonnen und waren nach 6 Monaten im November 1993 abgeschlossen.

**BA 04 – Ortsnetz Strietwald bis Abzweigschacht „Verbundleitung West“/Kleinostheim**

Verlegt wurden 1010 m DN 500 und 1200 m DN 600. Auf dieser Strecke wurde die Autobahn A3 unterkreuzt. Die Kreuzung wurde im Durch-



Bild 7: Bauabschnitt 04, Verlegung im Schutzrohrpreßverfahren mit Stahlschutzrohren DN 900 vorgenommen. Die Wasserleitung DN 500 wurde mit Gleitkufen in das Schutzrohr eingezogen. Auf dieser Strecke sind ein Lüftungsbauwerk und ein

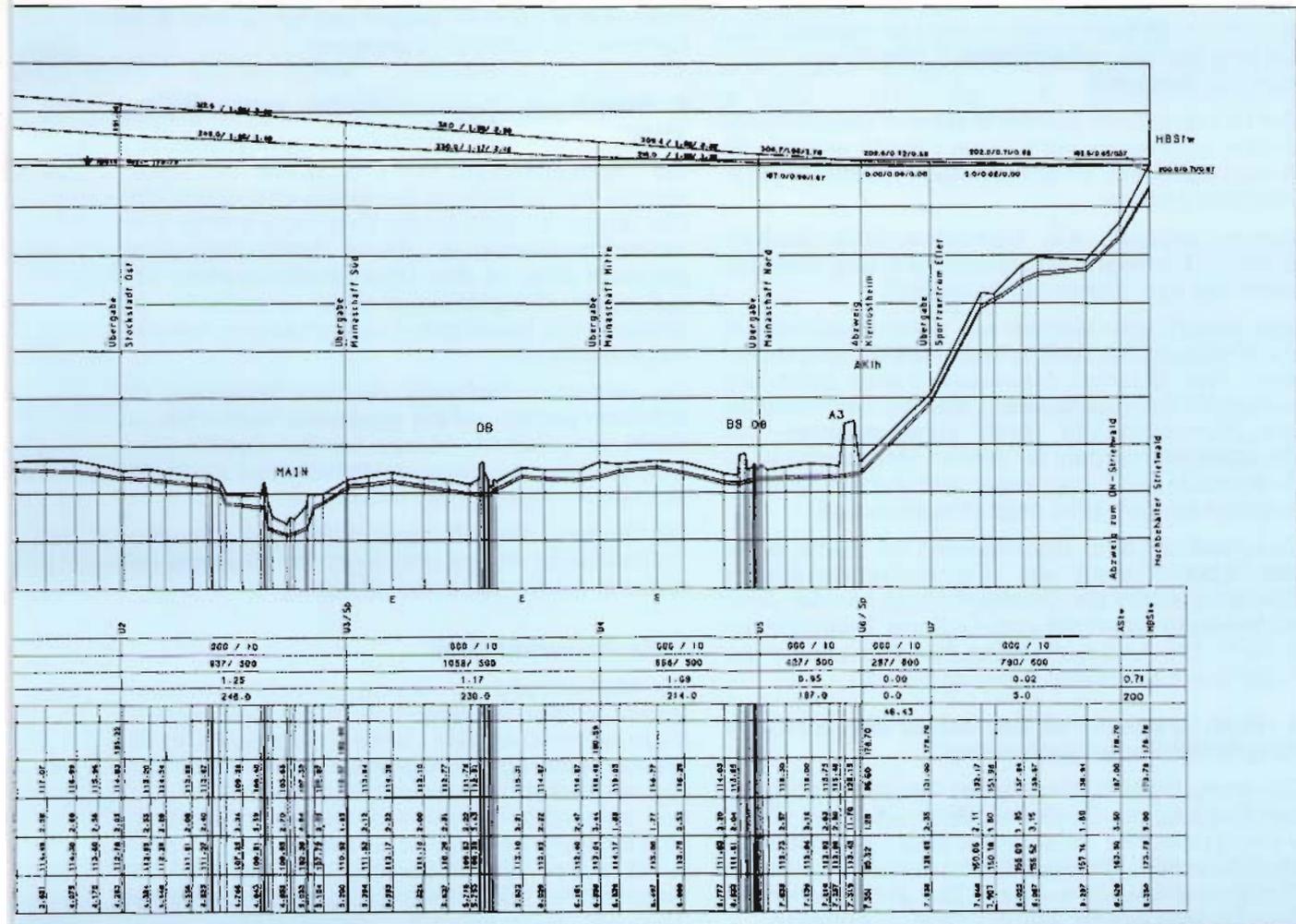




Bild 8: Bauabschnitt 04, Schieberkreuz Strietwald zum Hochbehälter



Bild 9: Bauabschnitt 05, Bachkreuzung mit Schutzrohr

Übergabeschacht am Sportgelände „Eller“ in der Gemeinde Mainaschaff vorhanden. Die Bauzeit erstreckte sich vom Herbst 1992 bis Oktober 1993.

BA 05 – vom Übergabeschacht Mainaschaff-Süd bis zum Abzweigschacht nach Kleinostheim (Ortslage Mainaschaff)

Die Leitungslänge beträgt in diesem Bauabschnitt 2160 m und wurde mit Rohren DN 500 erstellt. An Kreuzungen mit Verkehrswegen mußten vorgenommen werden:

Bundesautobahn A 3, Bundesbahnlinie Aschaffenburg–Frankfurt, Bundesstraße 8 und Bundesbahnlinie Aschaffenburg–Darmstadt.

Alle Kreuzungen wurden wie unter Bauabschnitt 04 (Kreuzung der BAB 3) beschrieben, vorgenommen. Das Ortsnetz Mainaschaff wird durch ein weiteres Übergabebauwerk Mainaschaff-Mitte an die „Verbundleitung West“ angeschlossen. Die Bauarbeiten wurden für diesen Bauabschnitt im September 1993 begonnen und werden voraussichtlich im April 1994 abgeschlossen sein.

Zeitgleich zu dem Bauabschnitt 04 wurde unter der Bauherrschaft der Fernwasserversorgung Spessartgruppe die Anschlußleitung von der „Verbundleitung West“ bis zum Ortsnetz Kleinostheim erstellt. Die Anschlußleitung hat eine Länge von 1050 m und die Rohrdimension DN 500.

#### 5. Noch zu erstellende Baumaßnahmen zur Erzielung der Versorgungssicherheit

Zur endgültigen Sicherung der Wasserversorgung der Gebiete, die durch die „Verbundleitung West“ versorgt werden, ist noch der Bau des geplanten Hochbehälters Strietwald erforderlich. In diesem Zusammenhang ist auch die Zu- und Abgangsleitung DN 600 von ca. 200 m Länge zu erstellen.

Der Hochbehälter Strietwald ist mit einem Volumen von 15 000 m<sup>3</sup> für den Endausbau geplant. Im 1. Bauabschnitt wird der Behälter mit zwei Kammern von je 5000 m<sup>3</sup> erstellt und ist für eine dritte Kammer mit 5000 m<sup>3</sup> vorgesehen.

#### 6. Betrieb und Überwachung der „Verbundleitung West“

Die „Verbundleitung West“ wird von den Stadtwerken Aschaffenburg betrieben und überwacht. Die Wasserabgabe in die Ortsnetze erfolgt über Verbundwasserzähler, die in Schächten untergebracht sind. In den Übergabebauwerken sind außerdem Ringkolbenschieber installiert, mit welchen die jeweiligen Abgabemengen reguliert werden können.

Zur ständigen Überwachung und Steuerung der Schieber werden auf der gesamten Trasse Steuerkabel vorgesehen. Hierzu wurden bereits beim Bau der Wasserleitung entsprechende Leerrohre im gleichen Rohrgraben mitverlegt.

Zur Spülung der Leitung sind an den Tiefpunkten Spülauslässe angeordnet, die in Vorfluter und teilweise in die Kanalisation ableiten.

#### 7. Rechtsverhältnisse

Für das Verlegen der Leitung auf nichtstädtischem Gebiet wurden mit den Gemeinden Nutzungsverträge abgeschlossen, welche Bestandteile der Wasserlieferungsverträge sind. Für alle Kreuzungen mit Verkehrswegen und dem Main wurden mit den zuständigen Behörden Gestattungsverträge geschlossen. Bei Inanspruchnahme von Privatgelände wurde die dingliche Sicherung des Leitungsrechtes durch Eintragung von Grunddienstbarkeiten im Grundbuch vorgenommen.

# Wiederherstellung der Valschavielbach- beileitung nach dem Schadensereignis vom 26. Juni 1992

Von Elmar Netzer  
und Reinhard Schweiger

## 1. Die Anlagenverhältnisse

Die im Jahre 1943 errichtete Valschavielbachbeileitung ist Teil der Oberwasserführung des Rodundwerkes und leitet das Wasser des orographisch rechtsseitig der III gelegenen Valschavielbaches im Gemeindegebiet von Gaschurn in den Freispiegelstollen Partenen-Latschau (Dachrinne) der Oberwasserführung des Rodundwerkes I ein.

Um der Sackungsmasse am Gundalatscherberg, die auch beim Vortrieb des Hangkanales erhebliche Probleme bereitete, auszuweichen, mußte die Trasse der Valschavielbachbeileitung seinerzeit taleinwärts gelegt werden, so daß sie sich mitten durch das heutige Ortszentrum von Gaschurn zieht.

Die Gesamtlänge der Beileitung bis zur Einmündung in den Hangkanal beträgt 1724 m. Die ersten 700 m unmittelbar unterhalb der Bachfassung bestehen aus Spannbetonrohren,  $\varnothing$  1200 mm, daran schließt eine rd. 810 m lange Stahlrohrleitung an, die auf eine Länge von ca. 180 m im Zuge der Errichtung des Gemeindezentrums Gaschurn und der Neuordnung der Zufahrt in die Parzelle Gosta im Jahre 1984 durch eine neue Spannbetonrohrleitung mit einem Innendurchmesser von 2000 mm ersetzt wurde. Im Anschluß an die Stahlrohrleitung wird die Valschavielbachbeileitung mit einem Rohrstollen, in welchem die 204 m lange Spannbetonrohrleitung,  $\varnothing$  1200 mm, verlegt ist, in die Triebwasserführung Partenen-Latschau eingebunden.

Im Bereich der IIIquerung sowie an den beiderseits anschließenden Hängen ist die Stahlrohrleitung einbetoniert worden. Am Ende der Stahlrohrleitung, beim Portal des Stollenfensters 3, ist ein Ringschieber mit einer Nennweite von 800 mm zur Abkoppelung des Dükers von der Triebwasserführung angeordnet.

## 2. Der Rohrbruch

Am 26. Juni 1992 ereignete sich ohne jegliche Vorankündigung ein schlagartiger Bruch der Spannbetonrohrleitung bei Station 680, also knapp vor

dem Übergang in die Stahlrohrleitung in der Parzelle Außergosta.

Durch den Bruch entstand eine 1,20 m lange und 0,80 m breite ovale Öffnung an einem Spannbetonrohr.

## 3. Die Untersuchungen zur Feststellung der Schadensursache

Gleichzeitig mit den Aufräumarbeiten wurden die Untersuchungen über die Ursache des Rohrbruches und die Planungsarbeiten für die Erneuerung der Valschavielbachbeileitung in Angriff genommen.

Materialproben von der Bruchstelle sowie von drei weiteren Stellen der Spannbetonrohrleitung sollten Aufschluß über die Beschaffenheit der Spanndrähte und die Betonqualität geben. Zudem wurden die Rohre an anderen Stellen der Trasse freigelegt, um eine visuelle Inspektion der Rohraußenfläche durchführen zu können, und es wurde, wie bereits früher, in regelmäßigen Abständen eine Innenbefahrung mit einer detaillierten Aufnahme der Spannbetonrohre durchgeführt.

Die Ursachenerhebungen der VIW sowie jene der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt der Universität Wien (TVFA) führten zu folgenden Ergebnissen über den Werkstoffzustand der Spannbetonrohre und über die Bruchursache:

Aus den Untersuchungen mußte der Schluß gezogen werden, daß die bestehende Spannbetonrohrleitung nicht repariert werden kann, sondern durch eine neue Rohrleitung ersetzt werden soll.

## 4. Das Sanierungsprogramm

Es wurden dafür Rohrtypen verschiedenster Hersteller eingehend untersucht. Nach Prüfung aller Angebote wurde der Firma Tiroler Röhren- und Metallwerke AG, Hall in Tirol, der Zuschlag für die Neuerrichtung der Rohrleitung mit duktilen Guß-

Bild 1: Rohrbruchstelle





Bild 2: Ausbau der alten Spannbetonrohre und Vorlagerung der neuen duktilen Gußeisenrohre

eisenmuffenrohren aus nachstehenden Gründen erteilt:

- Robustheit der verwendeten Gußrohre auch gegen äußere Belastungen
- Anwendung der neuartigen und bewährten, festpunktfreien Verlegemethode; dadurch war es möglich, mit nur einem einzigen Festpunkt anstelle der bisher bestehenden neun Krümmerefestpunkte das Auslangen zu finden
- vereinfachter Einbau der Rohre zur Erreichung der geforderten Rohrbettung und Rohrumhüllung
- hohe Korrosionsbeständigkeit der Rohre mit einer äußeren Spritzverzinkung und darüberliegendem Bitumenanstrich sowie 6 mm Zementinnenbeschichtung
- Wegfall von Montageschweißungen der einzelnen Rohrschüsse durch Steckmuffenverbindungen
- geringerer Arbeitsraum für die Verlegung und das Hinterfüllen der Rohre
- sofortige Verfügbarkeit der benötigten Rohre
- kürzester Zeitbedarf für die Fertigstellung der neu einzubauenden Rohrleitung
- Durchführung sämtlicher Nebenarbeiten für den Erdbau und Rekultivierung durch einen Bieter und
- werkmäßig durchgeführte Prüfung jedes einzelnen Rohres mit einem Innendruck von 32 bar für einen zulässigen Betriebsdruck von 20 bar für die verwendete Wanddickenklasse K8, mit einer Nenn-Wanddicke von 13,6 mm der duktilen Gußeisenmuffenrohre GGG 40

Um die verbleibenden Rohrleitungsteile künftig keinen Druckschwankungen auszusetzen, wurde im Bereich unmittelbar nach der Fassung eine Regulierkammer errichtet. Durch das Volumen der Regulierkammer kann der Wasserspiegel mit regelungstechnischen Maßnahmen annähernd konstant gehalten werden.

Dadurch wird das bisher bei bestimmten Wassermengen aufgetretene Einziehen und Entweichen

von Luft in die und aus der Druckrohrleitung verhindert, und dynamische Belastungen werden künftig vermieden.

## 5. Die Bauarbeiten

### 5.1 Wiederherstellung der schadhaften Druckrohrleitung

Bereits einen Tag nach dem Schadensereignis wurden am 27. Juni 1992 alle namhaften Rohrlieferanten in Österreich eingeladen, Angaben über Einheitspreise, Lieferzeiten, Einbaubedingungen und sonstige technische Besonderheiten anzubieten.

Nach eingehender Prüfung aller Angebote konnte am 9. Juli der Vergabeantrag für die Erneuerung der Druckrohrleitung mit duktilen Gußrohren an den Aufsichtsrat gestellt werden. Am 15. Juli wurde der Auftrag an die Tiroler Röhren- und Metallwerke AG, Hall in Tirol, erteilt, am 21. Juli 1992 mit den Erdarbeiten begonnen und am 30. Juli bereits das erste Rohr verlegt.

Durch das neuartige „Ziehverfahren“ (festpunktfreie Verlegemethode) und das „Auf-Zu-System“, in Verbindung mit den für diese Verlegeweise geeigneten duktilen Gußeisenmuffenrohren, war es möglich – trotz beträchtlicher Aushubtiefen von bis zu 6 m – mit einem minimalen Arbeitsstreifen von nur 12 m das Auslangen zu finden. Darüber hinaus konnten durch diese Methode die ansonsten erforderlichen Transporte des Aushubmaterials und die Errichtung zusätzlicher Baustraßen

Bild 3: Verlegung eines 8 m langen Rohrschusses im Anschluß an einen Mannlocheinstieg





Bild 4: Verlegung der neuen duktilen Gußeisen-Rohre im „Auf-zu-System“

gänzlich vermieden werden, so daß dadurch keine Beeinträchtigungen durch Be- und Entladevorgänge und Verfahren des Aushubmaterials auf LKW während der Hauptsaison inmitten der Fremdenverkehrsgemeinde entstanden und eine zusätzliche Lärmbelastung vermieden wurde.

Erhebliche Schwierigkeiten neben den vorerwähnten Aushubtiefen bereitete der Umstand, daß eine Vielzahl von Kabeln und Leitungen den Rohrgraben querte. Dennoch war es möglich,

Bild 5: Korngrößentrennung mittels Sieblöffel für die Hinterfüllung der Rohre



die 8 m langen Rohrschüsse ohne Abbau der Versorgungsleitungen präzise zu verlegen und einzubauen. Die Verbindung der Rohre untereinander erfolgte durch eine speziell ausgebildete Muffe mit einem Gummidichtring, die es erlaubt, gegenseitige Verschiebungen der Rohrenden von maximal 87 mm bei voller Funktionstüchtigkeit aufzunehmen.

Neben fünf neu ausgebildeten Feuerlöschanschlüssen, DN 100 PN 10, wurden zwei Mannlocheinstiege, DN 1000, an der neuen Druckrohrleitung ausgeführt. Bereichsweise wurden eine neue Wasserleitung für die Gemeindewasserversorgung und ein neuer Abwasserkanal im Rohrgraben mitverlegt. Die größte erbrachte Tagesverlegeleistung betrug 49,7 m. In nur 29 Arbeitstagen wurden insgesamt 786 m Rohre eingebaut.

Am 18. September 1992, nicht ganz drei Monate nach dem Schadensereignis vom 26. Juni 1992, konnte, nach erfolgreich abgeschlossener Druckprüfung der neu eingebauten Druckrohrleitung aus duktilen Gußeisenmuffenrohren, die Valschavielbachbeileitung wieder in Betrieb genommen werden.

## 5.2 Umbauarbeiten am Einlauf der Bachfassung

Parallel zu den Bauarbeiten an der Druckrohrleitung wurden auch die Umbauarbeiten im Bereich des Einlaufes der Valschavielbachbeileitung mit der Errichtung der Regulierkammer sowie die zugehörigen elektrotechnischen Installationen für die Wasserstandsmessung und die Regelung des Ringschiebers in Angriff genommen.

Am 22. Juli 1992 wurden die Bauarbeiten für den Bau der Regulierkammer an die Fa. Rinderer vergeben.

Für den Bau der 14,55 m langen und 6,20 m breiten Regulierkammer mußten 360 m<sup>3</sup> Aushubmaterial abgeführt und ca. 80 m<sup>3</sup> Außenwände des Bestandes abgetragen werden.

Im Bereich des Einlaufes der Valschavielbachbeileitung beträgt die größte Höhe der Regulierkammer 7,2 m. Insgesamt vergrößerte sich

Bild 6: Mobile Brechanlage im Einsatz





Bild 7: Sieben des Einbaumaterials für die Bewuchsdecke mittels Rotar-Cleaner

dadurch das zur Verfügung stehende Volumen der Kammern um 230 m<sup>3</sup>.

Besondere Rücksicht beim Bau der Regulierkammer wurde auf die landschaftsgerechte Gestaltung genommen. Die gesamte, in Ortbeton erstellte Regulierkammer ist nach ihrer Fertigstellung und Begrünung von außen nicht mehr einsehbar. Die erforderliche bachseitige Umfassungswand der Kammer wurde dem Altbestand angepaßt und mit einer vorgesetzten Bruchsteinmauer verkleidet.

Durch die Verwendung einer speziell auf die Gegebenheiten abgestimmten Instrumentierung für die Wasserstandserfassung und die Installation der erforderlichen Schalt- und Steuerschränke für die Regulierung des Ringschiebers im bestehenden Wärterhaus konnte auf ein zusätzliches Pegelhaus und eine Steuerkammer verzichtet werden.

Die Fertigstellung der Bauarbeiten an der Regulierkammer erfolgte am 25. August 1992.

Die Restarbeiten und die Rekultivierung im Bereich der Bachfassung wurden Anfang Oktober 1992 abgeschlossen.

## 6. Die Rekultivierung

Ein wesentliches Planungsmerkmal bestand darin, die neue Druckrohrleitung so tief zu verlegen, daß in Hinkunft eine uneingeschränkte Befahrbarkeit bzw. Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen erzielt wird und auch keine Einbuße bei der landwirtschaftlichen Nutzung des Geländestreifens über der Rohrtrasse entsteht.

Große Steine, die beim Aushub für die neue Druckrohrleitung anfielen, wurden mittels einer eigens für diesen Zweck eingesetzten mobilen Brecheranlage zerkleinert. Das Einbaumaterial für die Rekultivierung wurde unter Verwendung moderner Siebanlagen (Sortierlöffel und Rotar-Cleaner), montiert auf Hydraulikbagger, an Ort und Stelle aufbereitet. Dadurch konnten zusätzliche Transporte vermieden werden.

Für die Verbesserung zur späteren landwirtschaftlichen Nutzung wurde den Bereichen mit geringer Mutterbodenaufgabe 1200 m<sup>3</sup> Humus zugeführt.

*Wir danken der Vorarlberger Illwerke AG in Montafon für die Genehmigung zum leicht veränderten Nachdruck dieses Berichts aus ihrer Werkzeitschrift Heft 1/1993.*

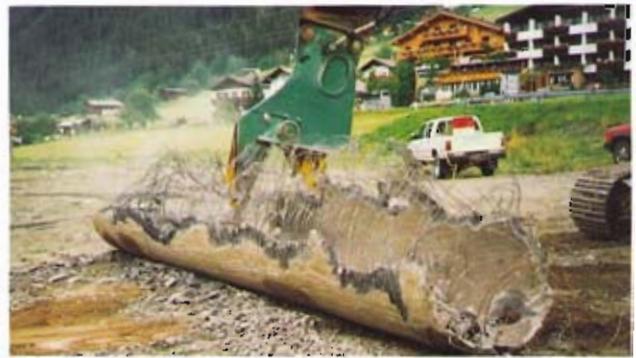


Bild 8: Recycling der Spannbetonrohre mit dem Concrete-Smasher

Die Begrünungsarbeiten wurden im Spritzverfahren, unter Verwendung von Cellugrün und Biodünger, ausgeführt.

Die ausgebauten Rohre wurden einer Wiederverwertung zugeführt. Zum Teil wurden diese für Bachdurchleitungen bei Straßen und Wegen in ländlichem Gebiet eingesetzt. Die restlichen Rohre wurden mit einem Concrete-Smasher zerkleinert und einer Wiederverwendung zugeführt. Die Spanndrähte und Muffenverbindungen wurden getrennt entsorgt.



Bild 9: Überreste des Betonrohres nach der Bearbeitung mit dem Concrete-Smasher

## 7. Schlußbemerkung

Die rasche Schadensbehebung und die Errichtung der neuen Rohrleitung waren nur dank der guten Zusammenarbeit aller Beteiligten – der Gemeinde Gaschurn, der ausführenden Firmen, des Vermuntwerkes, des Werkhofes, der Baupartie, der Vermessung sowie HGV, EMH und BTH – möglich. Nicht zuletzt war die Gemeinde Gaschurn durch die tatkräftige Unterstützung des Herrn Bürgermeisters, des gemeindeeigenen Bauhofes, der Freiwilligen Feuerwehr und der betroffenen Bevölkerung am Erfolg für das gute Gelingen bei der Wiederherstellung der schadhaft gewordenen Druckrohrleitung maßgeblich beteiligt.

# Entwicklung und Baustellenerprobung einer neuen längskraftschlüssigen Steckmuffenverbindung für duktile Gußrohre

Von Jürgen Rammelsberg und Franz Schmax

## 1. Einleitung

Die letzten 20 Jahre haben in der Technologie der Herstellung und Verwendung duktiler Gußrohre eine stetige Verbesserung gebracht (Korrosionsschutz, Verbindungstechnik, neue Anwendungen z. B. im Abwassertransport usw.).

Auf dem Sektor der längskraftschlüssigen Verbindungen liegt die letzte zusammenfassende Veröffentlichung ebenfalls 20 Jahre zurück. [1].

Im Hinblick auf die nicht in allen Details bekannten Baustellen- und späteren Betriebsbedingungen wurde bisher eine Einschränkung des zulässigen Betriebsdruckes von längskraftschlüssigen Verbindungen im Vergleich zu den in DIN 28 610 [2] genormten Betriebsdrücken vorgenommen.

Eine Anfang der 80er Jahre durchgeführte Analyse [3] der damals bekannten und in der Praxis erfolgreich eingesetzten längskraftschlüssigen Verbindungen führte zu einer konstruktiv neuen und über eine Finite-Elemente-Berechnung (FEM) abgesicherten Gestaltung [4].

Die vorliegende Arbeit berichtet über die einzelnen Entwicklungsschritte bis zum heutigen Stand der bisherigen Baustelleneinsätze.

## 2. Technisches Regelwerk

Die derzeit einzige verbindliche Vorschrift zur Gestaltung und Bemessung von längskraftschlüssigen Verbindungen ist das DVGW-Arbeitsblatt GW 368, Stand April 1973 [5].

Hier wird festgelegt, daß alle konstruktiven Elemente mit einer Sicherheit von 1,5 gegen den Grabenprüfdruck zu bemessen sind. Weiterhin dürfen bei diesem Druck keine „unzulässigen“ Verformungen auftreten.

In den vergangenen 20 Jahren sind die heute am meisten gebrauchten Schubsicherungsstrukturen zur Praxisreife entwickelt worden, wobei sich herausstellte, daß die oben genannte Konstruktions-Richtlinie zwei für den praktischen Einsatz wichtige Gesichtspunkte außer acht läßt:

- Paarung von Muffen und Einsteckenden bei allen Toleranzlagen;

- Berücksichtigung der bei Steckmuffenverbindungen gewollten oder ungewollten Abwinkelung.

Diese Anforderungen traten beim Großserieneinsatz aller bekannten Systeme in den Vordergrund und wurden bei der Entwicklung der TKF-Schubsicherung berücksichtigt.

Im Zuge der Internationalen Normung wird derzeit von ISO TC 5/SC2/WG 5 eine Technische Regel „Design Rules for Restrained Joints“ [6] vorbereitet, die das 20 Jahre alte DVGW-Arbeitsblatt GW 368 ablösen wird und dabei den neuesten Wissensstand berücksichtigt; die TKF-Schubsicherung hat mit ihrer Entwicklung diese „Design rules“ bereits vorweggenommen.

## 3. Gestaltung und Konstruktion

Aus den praktischen Verlege-Erfahrungen der vergangenen 20 Jahre hatte sich für eine Neukonstruktion folgendes Lastenheft herauskristallisiert:

1. Eignung für alle Nenndruckstufen nach DIN 28 610 Teil 1, mit Sicherheitsreserven für mögliche höhere Drücke außerhalb der Norm, z. B. Turbinenleitungen.
2. Einsatz im Nennweitenbereich von DN 400 bis DN 1000, falls möglich auch bis DN 1400.
3. Hohe Sicherheit gegen Versagen bei allen zulässigen Toleranzpaarungen von Muffe und Einsteckende, auch bei abgewinkelter Verbindung.
4. Einfache Montage.
5. Möglichkeit der Kontrolle des Dichtringsitzes vor der Verriegelung.
6. Vermeidung des unbeabsichtigten Entriegelns der Verbindung bei mehrfach entgegengesetzten Abwinkelungsbewegungen (z. B. Einziehen von Düchern).
7. Konstruktive Begrenzung der Abwinkelbarkeit.
8. Möglichst geringe Einschränkung der Abwinkelbarkeit der TYTON®-Verbindung.
9. Kostengleichheit gegenüber den bewährten Konstruktionen.

Für die Anforderung 1 des Lastenhefts, die Eignung für alle Druckstufen nach DIN 28 610 Teil 1, stand die Aufgabe einer kerbspannungs-optimierten Gestaltung im Vordergrund. Somit waren vor allem im kraftübertragenden Bereich der Muffe alle abrupten Querschnittsänderungen auszuschließen, wobei für ausreichende tragende Querschnitte zu sorgen war, ohne daß gießtechnische Anforderungen übersehen wurden. Dies bezog sich sowohl auf Schleuderguß-Rohre als auch auf Sandguß-Formstücke.

Durch die Verwendung von außen, durch ein in der Muffenstirn angeordnetes **Fenster** einzeln einschiebbaren, voneinander unabhängigen **Verriegelungssegmenten** wurde es möglich, diese nach der Montage außerhalb der Muffe mittels eines Spannbandes zu arretieren, so daß eine unbeabsichtigte Entriegelung sicher verhindert wurde (Anforderung 5).

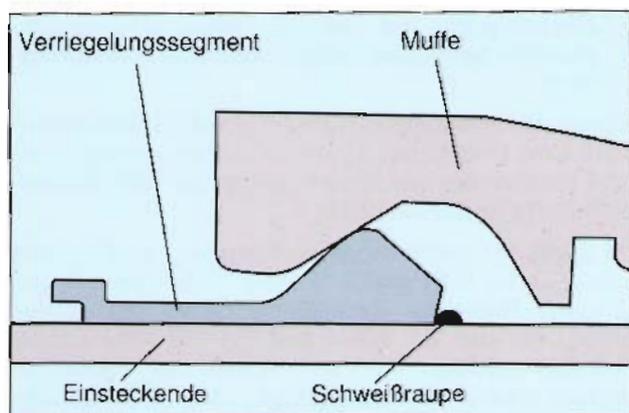


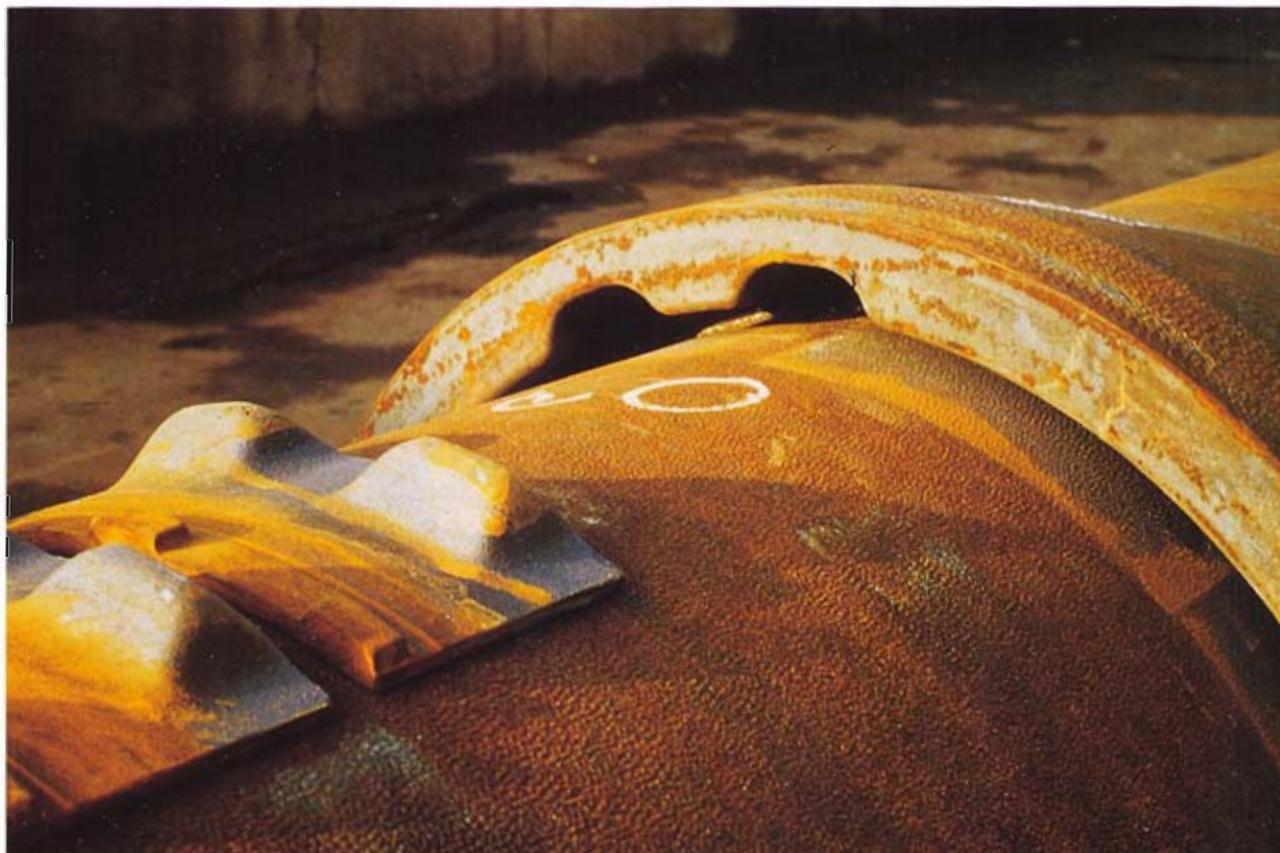
Bild 1: Entwurf DN 800 für die FEM-Berechnung

Damit war auch die Forderung 4 realisierbar, nämlich die Zerlegung des Montagevorganges in zwei getrennte und einzeln kontrollierbare Teilschritte.

Bei verriegelten **Kugelfelenken** kann es bei extremen Toleranzpaarungen sowie bei hohen Drücken infolge elastischer Dehnungen zu Verschiebungen der Kugelmittelpunkte und damit zu nichtlinearen Spannungszuständen an den Kraftübertragungsflächen kommen.

Bei verriegelten **Kegelpaarungen** ist zwar jede Nichtlinearität der Spannung bei allen Toleranzlagen ausgeschlossen, sofern die Verbindung absolut gerade verlegt ist. Dieser Zustand pflegt sich jedoch bei Druckaufgabe zu ändern, weil Bewegungen zur Weckung des passiven Erddruckes in einer abgewinkelten Lage der Verbindung enden.

Bild 2: Verriegelungssegment vor Muffenfenster



Diese Überlegungen zeigen, daß es besonders wichtig ist, den Punkt der Krafteinleitung von der Muffeninnenkontur in das Halte-Element für jede Toleranzpaarung, Abwinkelung und Reckung an einem optimalen Platz, und zwar über den gesamten Umfang, zu fixieren.

Das Prinzip „**Torus\* in Kegel**“ (TKF) stellt die Erfüllung dieser Forderungen sicher. Die Kontur des Halteelements erhält an seiner Kraftübertragungsfläche eine Torus-Teilfläche. Bei Abwinkelungen verändert sich die kreisförmige Berührungslinie der Muffeninnenkontur in eine elliptische („schräger Kegelschnitt“); das Einsteckende ovalisiert sich dabei im elastischen Bereich.

Unter Berücksichtigung dieser Überlegungen wurde zunächst mit DN 800 ein Entwurf für die Berechnung nach der finiten Element-Methode erstellt (Bild 1). Bei diesem Entwurf ist das Einschub-Fenster geteilt und in der Mitte verstärkt, um das Fenster zu verlängern und so mit weniger Verriegelungssegmenten auszukommen. Die Fensterform wurde wiederum unter Berücksichtigung der Kerbspannungen mit weich fließenden Übergängen ausgebildet.

#### Funktion

Bild 2 zeigt ein Verriegelungssegment vor dem Einschubfenster der bereits montierten TYTON®-Verbindung. Bei DN 800 werden zehn Segmente in das Fenster axial eingeschoben und in Umfangs-

\* Torus ist die geometrische Bezeichnung für einen Kreisring mit kreisförmigem Querschnitt

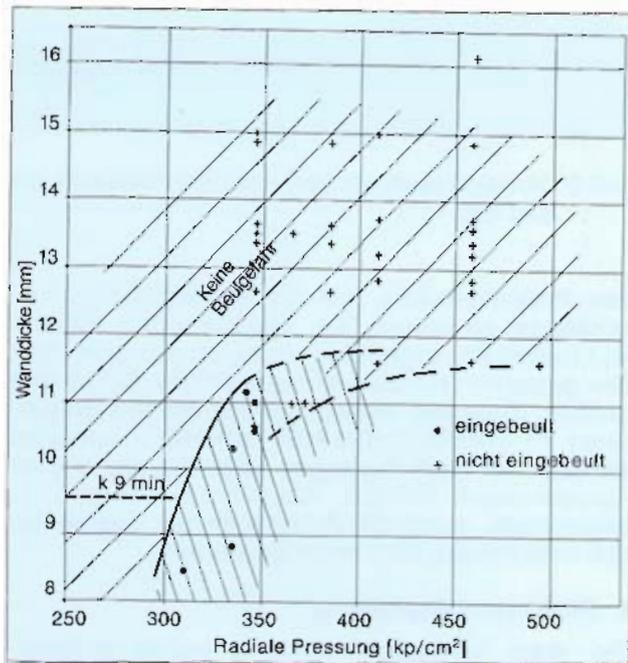


Bild 3: Aufteilung der Kombination Mindestwanddicke/radiale Pressung in Gebiete ohne bzw. mit Beulgefahr bei DN 800

richtung weitergeschoben, bis der ganze Umfang des Verbindungspaltes mit den Segmenten gefüllt ist. Danach wird der gesamte Segmentenring um die Breite eines Höckers in Umfangsrichtung verschoben, so daß ein Höcker hinter dem mittleren Verstärkungsteil des Fensters liegt.

### Berechnung

Als Vergleichsspannung in der Wand des Rohrschafts DN 800, K9, wurde 90 % der 0,2 %-Dehngrenze gewählt; der zugehörige Innendruck beträgt dann 52,4 bar.

Nach DIN 28 610, Teil 1, ist dieses Rohr für einen Betriebsdruck von 25 bar (PN 25) geeignet. Entsprechend DVGW-Arbeitsblatt GW 368 beträgt der Bemessungsdruck 45 bar, und für diese Verhältnisse wurden die Spannungen in der Muffe berechnet.

Einbeulungen am Einsteckende sind nicht zu erwarten, weil

- die Auflagefläche der Segmente sehr groß ist;
- die Torusform der Verriegelungssegmente eine für alle Toleranzpaarungen und Abwinkelungen gleichmäßige Fußbelastung ergibt;
- der wirksame Winkel der Rückhalteammer (geometrischer und Reibungswinkel) so groß gewählt wurde, daß die Radialkräfte im Vergleich zu verriegelten Kugelgelenken, deren geometrischer Rückhalte-Winkel mit zunehmender Nennweite immer flacher wird, kleiner werden.

Bild 3 zeigt die Verhältnisse für DN 800, wo mit einer großen Zahl von Versuchen die Abhängigkeit der Einbeulung der Rohrwand unter der Radiallast der Rückhalteelemente von der Rohrwanddicke untersucht worden war. Aus dem Schaubild mit

der Trennfunktion läßt sich ablesen, daß für die Wanddicke  $K9_{min} = 9,6 \text{ mm}$  die radiale Pressung unter ca.  $300 \text{ N/mm}^2$  liegen muß, damit eine Beulgefahr sicher vermieden wird.

Für die TKF-Konstruktion ergab sich bei DN 800 mit einer angenommenen tragenden Breite von 50 mm und bei einem Innendruck von 52,4 bar eine radiale Pressung von  $251 \text{ N/mm}^2$ . Dieser Wert liegt mit ausreichendem Abstand vom beulgefährdeten Bereich im Bild 3.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde das Beulproblem am Einsteckende nicht in die FEM-Berechnungen einbezogen.

### Experimentelle Bestimmung des Reibbeiwertes

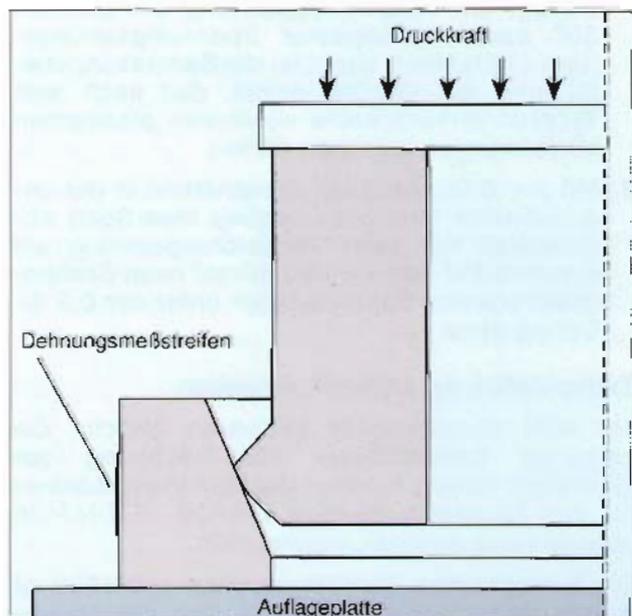
Zur sicheren Abschätzung der Verhältnisse, die maßgeblich von der Höhe des Reibbeiwertes beeinflusst werden, wurde mit dem in Bild 4 skizzierten Simulationsversuch der Reibbeiwert an einem kegelförmig ausgebildeten Ring aus Grauguß gemessen. Die unbearbeiteten Kontaktflächen hatten eine Rauhtiefe von ca.  $180 \mu\text{m}$  (Gußzustand, gestrahlt); es ergab sich ein Reibbeiwert von  $\mu = 0,42$ , der wegen der Rolle des statt GGG eingesetzten Graugusses und wegen der Gleitbehinderung auf der Grundplatte der Versuchseinrichtung auf den Wert von  $\mu = 0,35$  korrigiert wurde.

Zur Schaffung von Sicherheitsreserven in der tatsächlichen, praktischen Belastung wurde die FEM-Rechnung jedoch mit dem üblichen Reibbeiwert (Stahl auf Stahl, bearbeitet, ungeschmiert) von  $\mu = 0,25$  durchgeführt. [7]

Weiter wurden für die FEM-Rechnungen folgende Randbedingungen vorgegeben:

- Spaltverhältnisse:  
Nennspalt und Max-Spalt
- Montagelage:  
gerade  
abgewinkelt

Bild 4: Prüfstücke zur Reibwert-Ermittlung



## Ergebnisse

1. Bei  $\mu = 0,25$  und einem Innendruck von 52,4 bar ist an der gerade verlegten Nennspaltverbindung mit einer örtlichen Spannungsspitze im Bereich des Elements 307 (Fenster-ecke im Bild 5) zu rechnen, die sich infolge nicht-linearer Umlagerung im duktilen Werkstoff von  $373 \text{ N/mm}^2$  auf einen Wert von  $284 \text{ N/mm}^2$  verringert und damit unter der 0,2%-Dehngrenze bleibt. Somit schien das Ziel, eine Schubsicherung zu konstruieren, die an den Bereich des Mindestberstdruckes des Rohres reicht, realisierbar zu sein.

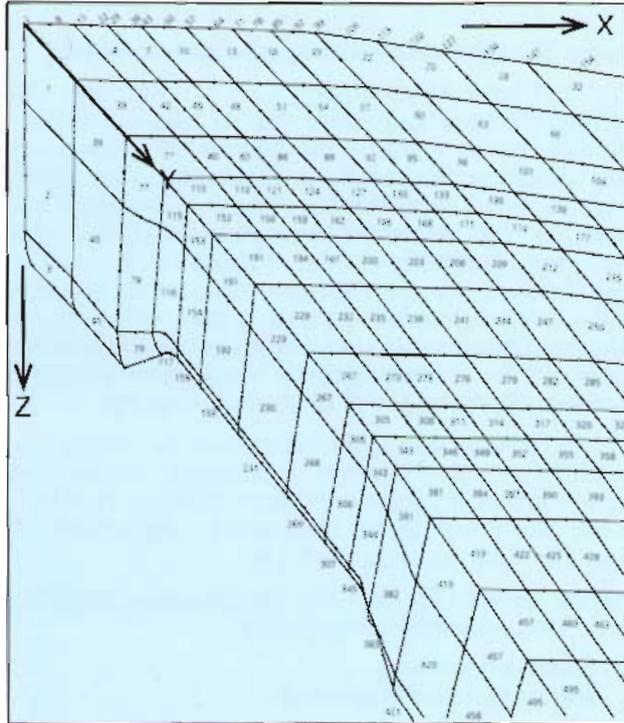


Bild 5: Aufteilung der Muffe in finite Elemente

2. Bei einem Innendruck von 45 bar (Typprüddruck nach GW 368) mit gerader Nennspaltverlegung beträgt die Vergleichsspannung am Element 307 nach nicht-linearer Spannungsumlagerung  $275 \text{ N/mm}^2$ ; damit ist die Bemessungsbedingung des GW 368 erfüllt, daß nach dem Typprüf-Versuch keine sichtbaren plastischen Verformungen auftreten dürfen.
3. Mit  $\mu = 0,25$  bleibt die Konstruktion in der ungünstigsten Verlegebedingung Max-Spalt abgewinkelt mit einer Vergleichsspannung am Element 307 von  $\alpha = 280 \text{ N/mm}^2$  beim Grabenprüddruck von 30 bar deutlich unter der 0,2%-Dehngrenze.

### Extrapolation auf andere Nennweiten

Mit Hilfe rechnerischer Verfahren, welche die eingangs beschriebene FEM-Rechnung zur Grundlage hatten, konnten die Muffenwanddicken für den Nennweitenbereich DN 400 ... DN 1400 überschlägig dimensioniert werden.

Die Extrapolation über Nennweiten  $> \text{DN } 800$  ist wegen der noch nicht durchgeführten, bestätigen-

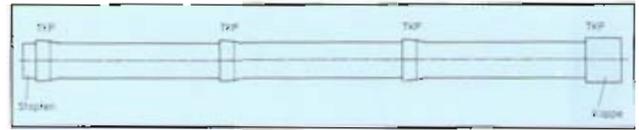


Bild 6: Versuchsaufbau zur Prototypenerprobung DN 400

den Praxisversuche nur als überschlägige Abschätzung zu werten. Sie zeigt immerhin, daß die im Lastenheft vorgegebenen Anforderungen über den gesamten Nennweitenbereich erreichbar sein dürften. Zunächst müssen jedoch die Muffenkonturen im Bereich  $> \text{DN } 800$  konstruktiv gestaltet werden, um auch Aussagen über die wichtigsten Abmessungen (Winkel, Wanddicke, Längen) zu bekommen, damit die Annahmen der Extrapolation eine höhere Sicherheit gewinnen.

## 4. Prototypen-Erprobung

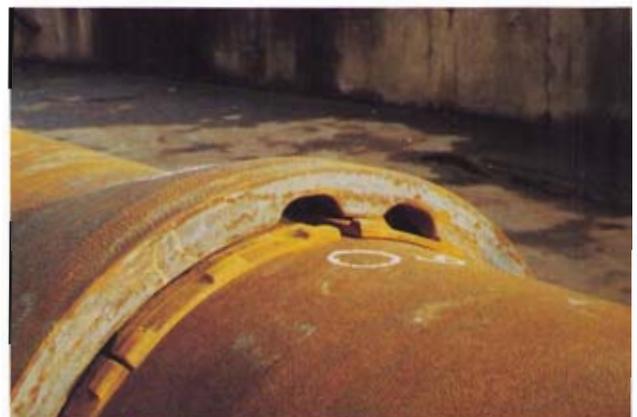
Die erste Versuchseinrichtung wurde entsprechend Bild 6 mit Rohren DN 400 K10 bestückt. Bei der Montage wurden die Einsteckenden bis zum Anschlag der Schweißbraupe gegen den Zentrierbund gedrückt. Anschließend wurden die Verriegelungssegmente eingeschoben. Die Montage war problemlos; der ganze Segmentring ließ sich bei den vorhandenen mittleren Spaltverhältnissen ohne Zusatzwerkzeuge von Hand in die Endposition drehen (Bild 7).

In Innendruckstufen von 5 bar wurde die **Reckung** der Verbindungen beobachtet. Abhängig von den Spaltgrößen ergaben sich etwas unterhalb der theoretisch erwarteten Werte Reckwege zwischen 2 und 7 mm im Bereich des Innendruckes von 10 bis 25 bar.

Die Typprüfung war ausgelegt auf einem Innendruck von 62,4 bar entsprechend einer Spannung in der K9-Rohrwand von 90 %  $R_{p0,2}$ . Die Versuchsrohre mit einer Mindestwanddicke von 7,8 mm lagen im Bereich der Wanddickenklasse K10 mit einem rechnerischen Berstdruck von 112 bar (längskraftfrei).

Zur Nachprüfung der FEM-Rechenergebnisse wurden Dehnungsmeßstreifen im Schubsicherungsbereich appliziert und über die gemessenen

Bild 7: Fertig montierte Verbindung DN 400



Dehnungen die Spannungen in Abhängigkeit vom Wasserinnendruck errechnet. Der instrumentierte Druckversuch wurde in zwei Stufen von 85 bar und 120 bar mit zwischenzeitlicher Demontage und Untersuchung auf etwaige Beschädigungen ausgeführt. Bild 8 zeigt im Vergleich die gemessenen und die per FEM berechneten Spannungen als Funktion vom Innendruck. Bis 85 bar weichen die gemessenen von den errechneten Spannungen nur unwesentlich ab, wobei die Richtigkeit der nicht linear-elastischen Spannungsumlagerung oberhalb der mit 62,4 bar Innendruck geplanten Typprüflast eindrucksvoll bestätigt wird.

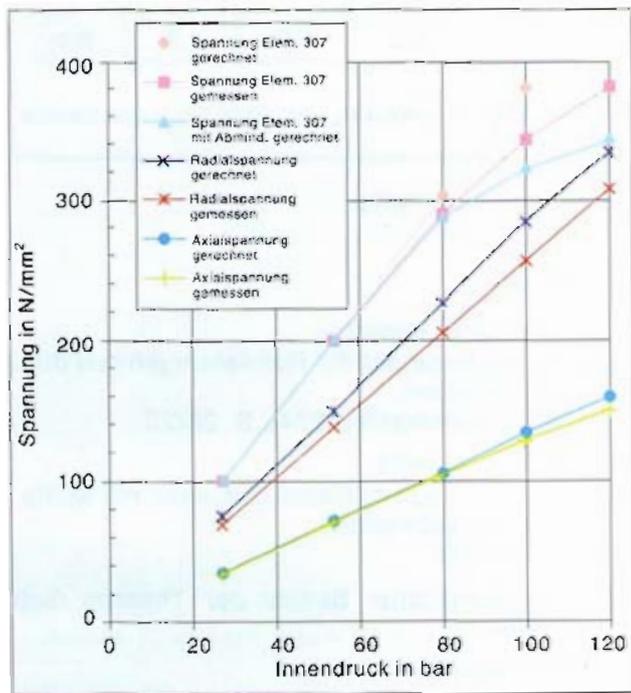


Bild 8: Vergleich der am Element 307 sowie am Rohrschaft in axialer und radialer Richtung gemessenen und gerechneten Spannungen

Bei der zwischengeschalteten Untersuchung auf Schäden wurden max. 0,3 mm tiefe Druckstellen an den Höckern der Segmente beobachtet. Ein zu hartes Segment wies einen Anriß ohne Funktionseinbuße auf.

In der zweiten Druckstufe bis 120 bar rissen zwei weitere Segmente an, die Druckstellen vergrößerten sich nicht erkennbar.

In einer dritten Stufe wurde nun der Druck ohne Weiterführung der Dehnungsmessungen bis 130 bar gesteigert; hier konnte das erste Materialfließen am gleichbleibenden Druck bei laufender Motorpumpe erkannt werden. Bei 140 bar barst ein Rohr mit einem Rundumabriß ca. 0,5 m hinter der Muffe; die an dieser Stelle gefundene kleinste Wanddicke betrug 7,0 mm. Bild 9 zeigt das Versuchsrohr DN 400 nach dem Bersten.

Prototypen der DN 500 wurden zur Serienfreigabe vor der Auslieferung für ein konkretes Projekt auf Montierbarkeit und Belastbarkeit nach GW 368 getestet. Auf die Bestimmung des realen Berstdrucks wurde verzichtet.

Eine weitere Versuchsreihe betraf Prototypen DN 600. Nachdem der Versuch bei einer Belastung mit Wasserinnendruck von 60 bar ohne jede Beschädigung der beanspruchten Teile unterbrochen worden war, wurde danach bis zum Versagensdruck belastet. Es sollte festgestellt werden, welches Bauteil zum Versagen führt.

Die Versuchsrohre waren durch Vorschweißen von TKF-Schubsicherungskammern an normale TYTON<sup>®</sup>-Muffenrohre DN 600 K10 hergestellt worden. Zur Schaffung ungünstiger Verhältnisse wurde die Innenkontur der Rückhalteammer um 0,5 mm größer als die Maximaltoleranz eingestellt. Die Durchmesser der Einsteckenden lagen geringfügig über dem Kleinmaß.

Bei einem Druck von 52 bar riß die angeschweißte Schubsicherungskammer ab, wobei die Verbindung von Anfang an um 1,75° abgewinkelt verlegt war.

Der Versuch, der ohne kostspielige Beschaffung von Betriebsmitteln wie Kokillen und Kernbüchsen einen Überblick über die praktische Belastbarkeit der TKF-Verbindung DN 600 geben sollte, läßt die Annahme zu, daß Rohre mit angegossenen Schubsicherungskammern noch höheren Innendrücken standhalten würden.

Weitere Prototypen-Belastungsversuche betrafen die Nennweite 800. Die Montage verlief wiederum ohne Schwierigkeiten. Die Drucksteigerung in Stufen zu 5 bar zeigte sehr geringe Reckwege. Bei einem Druck von 68 bar versagte eine Verbindung mit einem Rundum-Abriß des Rohrschaftes direkt unter der Schweißbraupe.

Der Versagensdruck von 68 bar bedeutet entsprechend DVGW-Arbeitsblatt GW 368 eine Eignung für den Betriebsdruck PN 32. Rohre DN 800 K10 sind nach DIN 28 610, Teil 1, für PN 25 genormt. Somit kann die TKF-Schubsicherung auch für höhere als genormte Druckstufen eingesetzt werden.

Tabelle 1 (S. 52) enthält alle zusammengefaßten Ergebnisse der Prototypenerprobung für den Nennweitenbereich DN 400 bis 800.

Bild 9: Schubsicherung TKF DN 400 unversehrt nach 140 bar Berstdruck



Nennweite DN	400	500	600	700	800
Schubsicherung geeignet für Nenndruck PN	40	40	32	32	32
Grabenprüfdruck (bar)	45	45	37	37	37
Typprüfdruck (bar)	67,5	67,5	55,5	55,5	55,5
bei Prüfung erreichter Druck (bar)	130*	68	60	geplant	65
theoretischer Berstdruck** für K10 (bar)	82,2	76,5	72,7	n.b.	67,7
gemessener Berstdruck (bar)	140	—	—	geplant	68
zulässiger Nenndruck PN nach DIN 28 610, T1 (K10)	32	32	32	25	25
Abwinkelbarkeit (°)	3	2,5	1,5	1,5	n.b.
<p>* Fließbeginn  ** berechnet nach den zulässigen Radialspannungen längskraftfrei unter Ausnutzung von 90 % <math>R_{p0,2}</math> und Berücksichtigung von 1,5 mm Wellingerzone</p>					

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Prototypenerprobung

## 5. Ersteinsätze in der Baustellenpraxis

Nach den erfolgversprechenden Prototypenerprobungen folgten erste Praxiseinsätze mit intensiver technischer Betreuung durch Baustellenmonteure der Herstellerwerke. In den ersten drei Jahren der praktischen Einführung seit April 1991 sind die Nennweiten 400 bis 600 in den in Tabelle 2 aufgeführten Objekten erprobt worden.

Das Echo der mit der Montage befaßten Fachleute war eindeutig positiv; besonders die Aufteilung in die getrennten Schritte „Herstellung der Verbindung“ und „Verriegelung“ wurde begrüßt. Als weiterer Pluspunkt wird die offensichtliche Robustheit der Konstruktion hervorgehoben.

## 6. Folgerungen

Die ersten bei den Baustelleneinsätzen gemachten Erfahrungen zeigen, daß die Schubsicherung TKF auch in der Praxis einfach und sicher montierbar sowie kostenneutral im Vergleich zu den in den letzten 20 Jahren erprobten und bewährten Konstruktionen ist. Eine Ausweitung der Entwicklung auf die Nennweiten bis DN 1400 ist bei entsprechendem Marktinteresse denkbar.

## 7. Literatur

- [1] A. Wolf u. E. Imhoff:  
Schubsicherungen für Rohrleitungen aus duktilem Gußeisen,  
FGR Information 9 (1974), S. 20/23
- [2] DIN 28 610, Teil 1,  
Druckrohre aus duktilem Gußeisen mit Muffe,  
Anwendungsbereiche  
Januar 1983
- [3] Unveröffentlichter Bericht der Thyssen Guß  
AG 1982
- [4] DP 33 36 844.4
- [5] DVGW-Arbeitsblatt GW 368  
Hinweise für die Herstellung und Einbau von  
zugfesten Verbindungsteilen zur Sicherung  
nichtlängskraftschlüssiger Rohrverbindungen  
April 1973
- [6] Design rules and type testing of restrained  
joint systems for ductile iron pipelines  
ISO TC5/SC2 working group 5
- [7] Hütte I, Berlin 1949, S. 397

DN	Objekt	Länge (m)
400	Fernwasserversorgung Ostharz Elbaue: Erdverlegte Brunnensammel- leitung, Prüfdruck 16 bar, ein MMK 400 x 30°	60
	Ruhrkohle AG Lippe: In vorgepreßtes Stahlschutzrohr eingezogene Grubenentwässerungsleitung	80
500	Gelsenwasser AG Gelsenkirchen: Verkleinerung einer Hauptwasserleitung DN 700 aus Grauguß durch Einziehen einer TKF-schubgesicherten Leitung DN 500. Abwinkelbarkeit bis zu 3°, da genaue Lage der Graugußleitung nicht mehr bekannt.	480
	Oberlichtenau bei Chemnitz	474
	Kläranlage Stendal; PN 10	400
	Bad Wimpfen; Neckar-Düker; PN 10	174
	Aschaffenburg; PN 16; FZM-Umhüllung	960
	Heimenholz (Vereinigte Schweizerische Rheinsaline Riburg); K9 und K10	1 400
	„Ratzerfeld“, Gemeinde Eglisau, Schweiz; K9	3 300
Halle-Neustadt; Verlegung in Sammelkanal; PN 10	550	
600	Neckargemünd; Neubau einer erdverlegten Trinkwasserleitung PN 10	300
	Worms; Trinkwasserleitung PN 10; FZM-Umhüllung; Verbindungsschutz mit Schrumpfschläuchen	540
	Freital bei Dresden; Verlegung im Mantelrohr; PN 25	165
	EV Offenbach; PN 10	60
	Glauchau/Meerane; PN 16	150
	Beesen/Halle; PN 10	600
	Kläranlage Stendal; PN 10	300
	Heimenholz (Vereinigte Schweizer Rheinsaline Riburg); K 9	200
	„Ratzerfeld“, Gemeinde Eglisau (Schweiz)	260

Tabelle 2: Referenzliste mit den wichtigsten Daten der Objekte für die Ersteinsätze der TKF-Schub-  
sicherung;  
bisher verlegte Gesamtlänge: 10 453 m

# Planung, Bau und Betrieb der Fernleitung vom Hochbehälter Brandhof zum Wasserwerk Sulzfeld

Von Joachim Rautenberg

## 1. Vorgeschichte

Die Fernwasserversorgung Franken versorgt seit mehr als 40 Jahren rund 650 Ortschaften Mittel- und Unterfrankens mit Trinkwasser. Das ländlich strukturierte Verbandsgebiet ist 4700 km<sup>2</sup> groß und wird von den Städten Würzburg, Schweinfurt, Erlangen, Ansbach und Dinkelsbühl begrenzt. Die jährliche Wasserabgabe erreicht bis zu 18 Mio. m<sup>3</sup> und wird über ein Leitungsnetz von 1200 km Länge verteilt.

Das verbandseigene Wasserdargebot stammt aus fünf Fassungsgebieten und ist aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten nicht mehr zu erhöhen. Bereits Anfang der 70er Jahre wurde auf der Grundlage eines Gutachtens des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft die Notwen-

digkeit zur Beileitung von Wasser aus Erschließungsgebieten außerhalb des Verbandes erkannt.

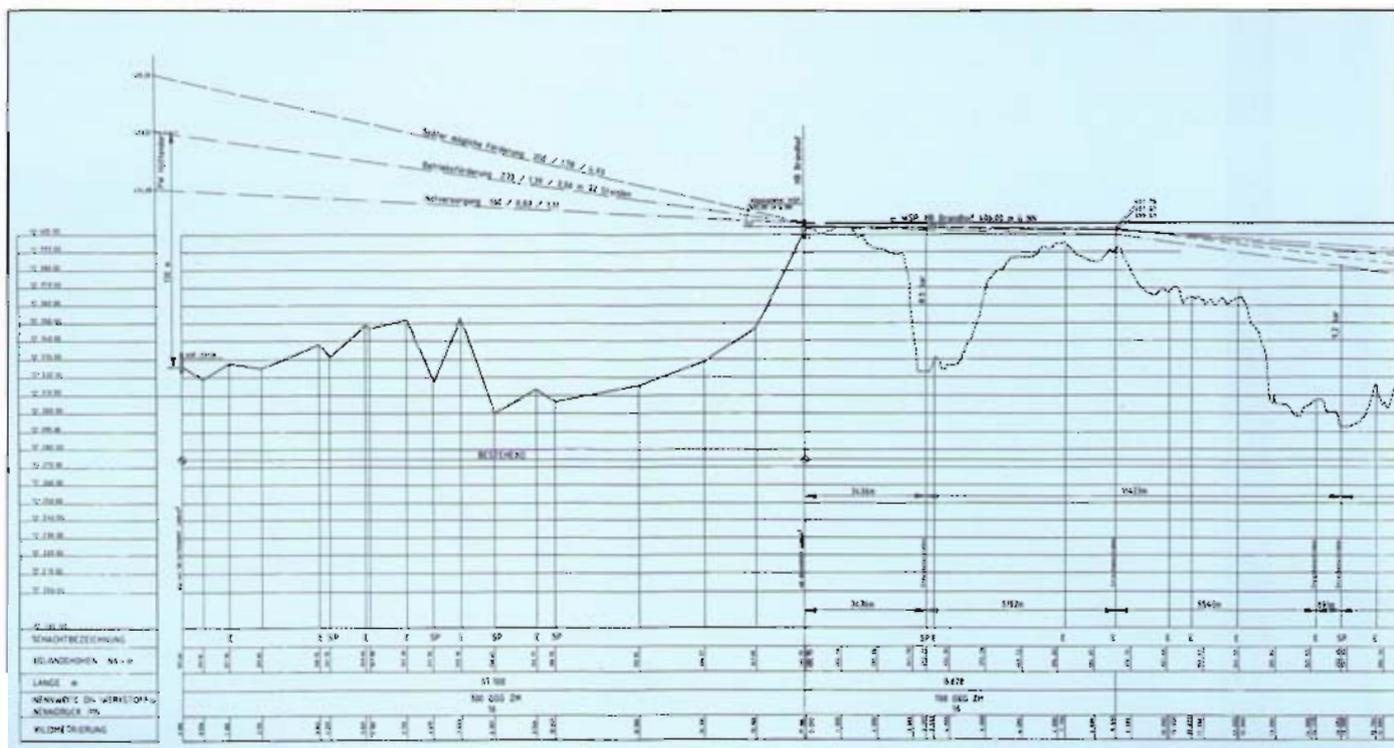
Nachdem in den 80er Jahren auch noch Qualitätsprobleme im größten, stark landwirtschaftlich genutzten Fassungsgebiet im Maintal auftraten, wurde die Planung für eine Beileitung von Fremdwasser in diesem Bereich dringlich. Im Jahr 1987 stimmten alle Beteiligten der Gesamtkonzeption zu, welche vorsah, vom benachbarten Zweckverband Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum insgesamt 7,9 Mio. m<sup>3</sup> Wasser zu beziehen und davon rund 7,0 Mio. m<sup>3</sup> ins Maintal zu leiten. Dort sollte in einem neu zu errichtenden Wasserwerk das aufbereitete Eigenwasser mit dem beileiteten Wasser gemischt werden, um die Mengen- und Qualitätsprobleme zu lösen.

## 2. Planungsphase

Das Verteilungsnetz des Zweckverbandes Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum, der sein Wasser im Lech-Donau-Mündungsgebiet bei Donauwörth gewinnt, endet bei Hüttendorf nahe Erlangen. Die Fernwasserversorgung Franken hatte dort bereits einen Übernahmehälter errichtet und Wasser für die Versorgung des östlichen Verbandsgebietes bis zu ihrem Hochbehälter Brandhof gepumpt. Für die Weiterleitung einer zukünftig wesentlich größeren Wassermenge war das Pumpwerk zu verstärken und eine Transportachse von 52 km Länge vom Hochbehälter Brandhof bis ins Maintal zu bauen.

Die geographischen Voraussetzungen ließen den Bau einer Leitung im freien Gefälle zu. Wegen der Druckstoßproblematik wurden jedoch auch Lösungen untersucht, die Zwischenpumpwerke und Zwischenbehälter vorsahen. Der Leitungsendpunkt im Wasserwerk Sulzfeld liegt 200 m tiefer

Bild 1: Übersicht Längsschnitt der Fernleitung



als der Wasserspiegel des Hochbehälters Brandhof am Leitungsbeginn, so daß auch die Idee einer Energierückgewinnung nahelag. Als Ergebnis umfangreicher Untersuchungen wurde schließlich der Bau einer Falleitung ohne Zwischenbehälter favorisiert, an deren Ende eine druck- und durchflußabhängig gesteuerte Turbine die Druckstoßproblematik beherrschbar machte.

Die Trasse wurde in bestmöglicher Annäherung an die Luftlinie teils entlang der Bundesstraße 8 und parallel zu einer Starkstromfreileitung gewählt. Am durchgeführten Raumordnungsverfahren waren 56 Träger öffentlicher Belange beteiligt. Um die Leitung mit beschränkten persönlichen Dienstbarkeiten im Grundbuch zu sichern, waren Verhandlungen mit 800 Eigentümern von 1131 Grundstücken erforderlich. Zum Ausgleich der bei einem Leitungsbau unvermeidlichen Eingriffe in Natur und Landschaft wurde ein landschaftspflegerischer Begleitplan ausgearbeitet.

Die Planungsarbeiten, die knapp drei Jahre beanspruchten und Ende 1990 abgeschlossen wurden, ergaben für den zunächst angestrebten maximalen Durchfluß von 235 l/s eine 8,6 km lange Teilstrecke DN 700 und eine 43,7 km lange Strecke DN 500, wobei zwei Hochpunkte der Trasse die Leistungsfähigkeit begrenzten.

Bei der Wahl des Rohrleitungsmaterials fiel schon frühzeitig die Entscheidung zugunsten duktiler Gußrohre mit Zementmörtelauskleidung. Um Korrosionsschäden von außen durch die streckenweise aggressiven Bodenverhältnisse vorzubeugen, sollte die Leitung auf der gesamten Länge mit PE-Folie umhüllt und der Boden in der Leitungszone durch Fremdmaterial ersetzt werden.

Da während der Planungsphase der Wasserverbrauch wesentlich deutlicher als erwartet ange-



Bild 2: Rohrverlegung

stiegen war, ergab sich die Notwendigkeit, durch zusätzliche Maßnahmen die Transportkapazität um 25 l/s zu steigern. Von den staatlichen Fachaufsichtsbehörden wurde der Eintiefung der Leitung an den beiden dominierenden Hochpunkten vor einer generellen Nennweitenerhöhung der Vorzug gegeben. Um einen rechnerisch gesicher-

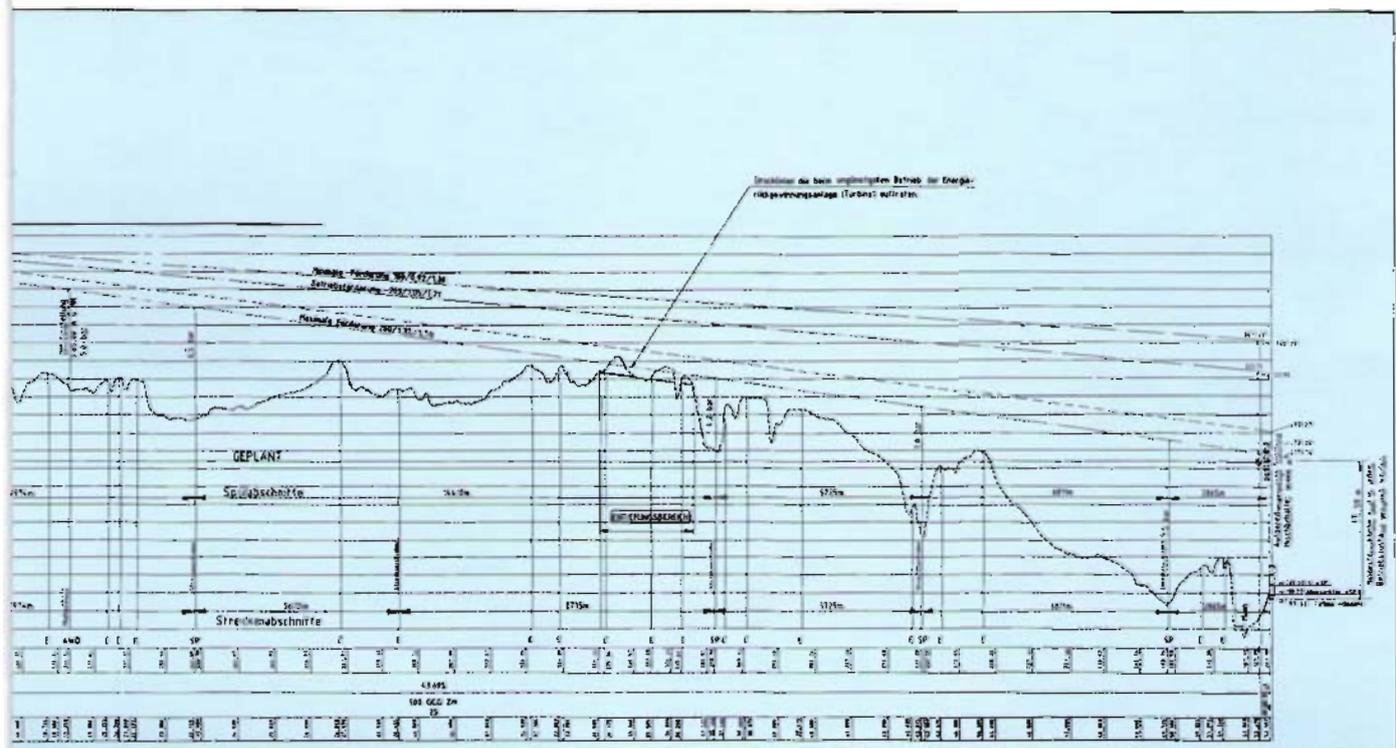




Bild 3: Schachtbauwerk mit durchgeführter Leitung

ten Durchfluß von 260 l/s ohne Unterdruck an den Hochpunkten zu erreichen, mußte demnach die Leitung auf mehrere 100 m Länge in 8 bis 10 m Tiefe verlegt werden. Eine solche Entscheidung konnte durch den Verband nur bei uneingeschränktem Vertrauen in die Dauerhaltbarkeit des Rohrleitungsmaterials mitgetragen werden.

### 3. Bauzeit

Um den Wettbewerb nicht einzuschränken und auch mittelständischen Baufirmen die Möglichkeit zur Beteiligung zu geben, wurde die 52 km lange Gesamtstrecke in zwölf Baulose aufgeteilt. Aufgrund der Submissionsergebnisse erhielten sieben Firmen bzw. Arbeitsgemeinschaften den Zuschlag für den Leitungsbau. Begonnen wurde Mitte April 1990 mit der ersten Teilstrecke der

Nennweite DN 700 am Hochbehälter Brandhof. Neben der Verlegung der Rohre waren in den zwölf Baulosen insgesamt dreißig Entlüftungs-, sechs Spül-, zwei Notversorgungs- und ein Abgasbeschacht zu errichten. Die Schächte wurden aus wasserdichtem Stahlbeton in weitgehend monolithischer Bauweise hergestellt, nachdem die Schachteinbauten bereits beim Rohrleitungsbau montiert worden waren.

Die Unterkreuzung von 22 Straßen, zehn Bächen und der Bundesbahntrasse erfolgte zum größten Teil in durchbohrten oder durchpreßten Stahlmantelrohren. Der Main wurde mittels eines eingeschwommenen und abgesenkten Dükers gekreuzt.

Parallel zur Wasserleitung wurde ein Kabelschutzrohr mit 64 Kabelzugschächten verlegt, in das ein Lichtwellenleiterkabel der verbandseigenen Fernüberwachungs- und Fernsteuerungsanlage eingezogen wurde.

Bereits im Mai 1992 wurden die Bauarbeiten bis zum ersten Notversorgungsschacht auf etwa der halben Strecke fertiggestellt. Die beteiligten Firmen einigten sich darauf, die Spülung und Desinfektion gemeinsam, unter Leitung einer Firma, durchzuführen. Nach Spülung mit dem vierfachen Leitungsinhalt wurde die Desinfektion mit Wasserstoffperoxid durchgeführt, weil dabei eine Neutralisation und deren Überwachung entfällt. Erfreulicherweise war die Leitung auf Anrieb keimfrei und konnte am 11.6.1992 in Betrieb genommen werden.

Als im August 1992 die letzten Bauarbeiten beendet waren, wurde das bewährte Verfahren zur Spülung und Desinfektion mit dem gleichen positi-

Bild 4: Übersichtslageplan der Fernleitung





Bild 5: Rohrgraben im Bereich der Übertiefen

ven Ergebnis wiederholt, und am 1. 10. 1992 konnte die Leitung auf ihrer gesamten Länge in Betrieb gehen.

#### 4. Betriebserfahrung

Mit der Inbetriebnahme war auch die erhöhte Wasserlieferung vom Zweckverband Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum verbunden, was in den Anlagen des Nachbarverbandes die Verstärkung eines Zwischenpumpwerkes und damit die Erhöhung des Durchflusses auf einen Teilabschnitt der Hauptleitung erforderlich machte.

Als Folge daraus wurden in der ersten Betriebswoche erhöhte Trübungen im Wasser registriert, die kurzzeitig den Grenzwert der Trinkwasserverordnung überschritten. Durch intensive Spülungen konnten diese Probleme jedoch rasch beseitigt werden.

Das im Wasserwerk Sulzfeld ankommende Wasser zeigte jedoch weiterhin eine leicht milchige Trübung. Untersuchungen entlang der Transportachse bei wechselnden Durchflußmengen erhärten den Verdacht, daß es sich dabei um „Zementmilch“ handelte. Die Vermutung, daß diese nur im großen Wasservolumen des Sulzfelder Behälters bzw. durch Meßgeräte wahrnehmbaren Trübungen im Laufe der Betriebszeit nachlassen würden, bestätigte sich, und nach etwa dreimonatiger Betriebszeit war keine Trübung mehr feststellbar.

Da sich die Fertigstellung und Inbetriebnahme der Turbine wegen unvorhergesehener strömungstechnischer Probleme am Laufrad erheblich verzögerte, erfolgte die Steuerung der Durchflußmenge in der Beileitung bis Ende 1993 über das

entsprechend bemessene Ringkolbenventil. Die Steuerungskriterien, die auch für den zukünftigen Betrieb der Turbine gelten, sind der Wasserstand im Hochbehälter Brandhof am Leitungsanfang, der Wasserstand im Mischbehälter Sulzfeld am Leitungsende und ein Zufluß im Bereich von 205 l/s bis 235 l/s.

Die Überprüfung der Förderkapazität der Transportachse Brandhof-Sulzfeld bestätigte nicht nur die rechnerische Leistungsfähigkeit von 260 l/s, sondern ergab bei einem Restdruck von 0,2 bar am höchstgelegenen Entlüftungsschacht einen maximalen Durchfluß von 285 l/s. Damit bietet dieses bisher größte Leitungsbauprojekt in der Geschichte der Fernwasserversorgung Franken auch über die Jahrtausendwende hinaus noch Reserven zur Sicherung der Wasserversorgung im nordwestlichen Verbandsgebiet.

#### 5. Zusammenfassung

Wegen Problemen mit der Wassermenge und der Wasserqualität mußte bei der Fernwasserversorgung Franken, als einem der größten nordbayerischen Wasserversorgungsunternehmen, die Beileitung von Fremdwasser ins nordwestliche Verbandsgebiet geplant und realisiert werden.

Für die 52 km lange Trasse aus dem Raum Erlangen bis ins Maintal bei Kitzingen waren umfangreiche technische Untersuchungen und Verhandlungen mit den vom Leitungsbau Betroffenen erforderlich.

In zweieinhalbjähriger Bauzeit konnte der rund 45 Mio. DM teure Leitungsbau von sieben Firmen bzw. Arbeitsgemeinschaften in zwölf Baulosen – ohne Unfälle – erfolgreich realisiert werden.

Die bisherige, rund einjährige Betriebserfahrung hat die geplante Leistungsfähigkeit bestätigt und zu keinen Problemen in hydraulischer Hinsicht geführt. Geringfügige Probleme mit der Wasserqualität (Trübung) lösten sich nach kurzer Betriebszeit. Für die Zukunft bietet das bisher größte Leitungsbauprojekt der Fernwasserversorgung Franken noch Reserven.

Bild 6: Sandumhüllung



# Planung und Erstellung einer Trinkwasserleitung DN 600 im Vogtland/ Bergen-Plauen

Von Helmut Putz, Rainer Strunz und Rudolf Winter

## Einleitung

Die zentrale Wasserversorgung der Stadt Plauen begann im Jahre 1865 mit der Erschließung des Quellgebiets Meßbach. 1874 wurde das Quellgebiet Syrau erschlossen. Durch den starken industriellen Aufschwung der Stadt Plauen gegen Ende des 19. Jahrhunderts, speziell auf dem Gebiet der Textilindustrie, war ein weiterer Wasserbedarf zu verzeichnen. Die Stadt Plauen erschloß das Quellgebiet in Bergen ca. 12 km von Plauen entfernt und verlegte eine Rohrleitung DN 350 aus Grauguß nach Plauen mit einem dazugehörigen Hochbehälter in der Ortslage.

Speziell die Spitzenindustrie der Stadt, der enorme Bevölkerungszuwachs (etwa 110 000 Einwohner), die Entwicklung des Maschinenbaus und der fortschreitende sanitäre Ausstattungsgrad bedingten schon zur Jahrhundertwende weitere Überlegungen der Stadtverwaltung Plauen zur Erschließung von zusätzlichen Wasserdargeboten.

Bild 1: Verlegung DN 600

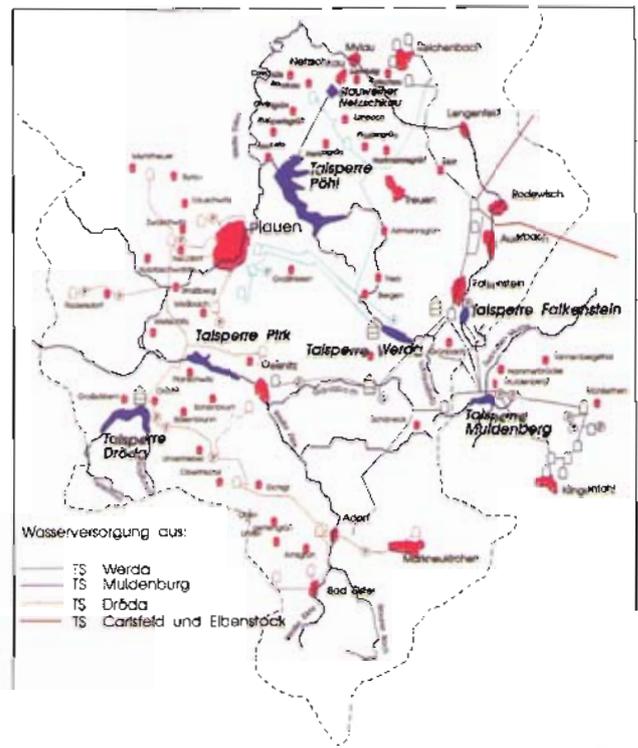


Bild 2: Wasserversorgung aus Talsperren im Vogtland

Bereits 1901 begannen die ersten Vorbereitungsarbeiten, und in den Jahren 1903 bis 1909 wurde hinter dem Quellgebiet Bergen die Geigenbachtalsperre errichtet. Die Talsperre hat einen Inhalt von 3,6 Mio. Kubikmeter. Mit dem Bau der Talsperre wurde die erste Stufe der Trinkwasseraufbereitung unter Zugabe von Tonerde und Soda mit runden Schnellfiltern gebaut. Die Ableitung dieser 6000 m<sup>3</sup>/d erfolgte über die bereits erwähnte Quellgebietsleitung DN 350. 1922 wurde ein Turbinenhaus errichtet, in dem der Vordruck des Talsperreninhaltes über zwei Turbinen (380 Volt) zur Eigenversorgung mit Elektroenergie genutzt wird. Diese damals installierten Turbinen geben noch heute zuverlässig Strom ab.

1912 bis 1915 wurde eine weitere Zuleitung in die Stadt Plauen vom Wasserwerk parallel zur Quellgebietsleitung in DN 550 Grauguß verlegt. 1930 bis 1931 entstand an der Geigenbachtalsperre ein für die damalige Zeit hochmodernes Wasserwerk mit einer Tageskapazität von 22 000 m<sup>3</sup>/d mit offenen Schnellfiltern nach System WABAG unter Zugabe von Kalkmilch. Diese Anlage befindet sich heute noch in einem ausgezeichneten Bauzustand und ist voll funktionsfähig.

Der weit überzogene Wasserbedarf in der DDR-Zeit und die Entscheidung, über Talsperrensysteme großflächig die Versorgung mit Oberflächenwasser zu decken, waren Anlaß, in der Nähe der Stadt Plauen eine weitere Talsperre, die TS Dröda, 1965–1970 entstehen zu lassen mit einem Nutzinhalt von 18,3 Mio Kubikmetern.

(Siehe Bild 2 „Wasserversorgung aus Talsperren im Vogtland“)

Über das Ortsnetz der Stadt Plauen wird nun das Talsperrensystem ausgeglichen. So wird die 1912 gebaute Gußrohrleitung DN 550 nicht nur als

Transportleitung zur Stadt Plauen genutzt, sondern es werden zusätzlich Mengen von ca. 40 l/s aus anderen Talsperrensystemen zur großflächigen Wasserverteilung mit abgeleitet. Die Wassermengen laufen im freien Gefälle.

Diese Gußrohrleitung DN 550 ist in der Bundesstraße Nr. 169 verlegt und unterlag aufgrund der hohen Verkehrsbelastung und einem unterschiedlichen Abbauschicht der Wismut (Bergsenkungsgebiet) einer erhöhten Rohrbruchhäufigkeit.

1990/91 mußte wegen der bereits genannten Gründe und eines äußerst niedrigen Füllstands der Talsperre Dröda in kürzester Zeit diese Leitung teilweise ersetzt werden mit dem Ziel einer neuen Trassenführung und einer erhöhten hydraulischen Kapazität.

In kürzester Vorbereitungszeit wurde als teilweiser Ersatz für beide Graugußleitungen (DN 350 und DN 550) eine neue Leitung mit Rohren aus duktilem Gußeisen DN 600 in Angriff genommen.

### Planung

Nach umfangreichen Studien hinsichtlich Trassenführung, Hydraulik und Materialauswahl unter Berücksichtigung der geografischen und topografischen Gegebenheiten wurde die Versorgungsleitung Bergen/Plauen geplant.

### Kriterien für die Materialauswahl

Die von den Planern festgelegte Trassenführung, die hydraulische Rohrleitungsberechnung (Pumpen-Charakteristik, Druckstöße und Fördermenge), der Korrosionsschutz sowie die Bauzeit setzen bestimmte Randbedingungen für die Auswahl des optimalen Rohrmaterials voraus. Zur Erfüllung dieser Randbedingungen wurde auf folgende Kriterien das Hauptaugenmerk gerichtet:

- Materialkosten haben sich den technischen Anforderungen unterzuordnen.
- Die Verlegung der Rohrleitung muß in einem begrenzten Zeitraum beendet sein.

Bild 3: Doppelleitung DN 600. Auflösung des Winkelpunktes 90° in 2 x 45°



Bild 4: Im Bau befindliche Abgabestation

- Die Rohrleitung muß äußere Lasten wie Überdeckung (bis 6 m) und Verkehr (SLW 60) aufnehmen.
- Äußerer Korrosionsschutz: nach DIN 50 929 Teil 3 ist der Boden in die Bodenklasse III (stark aggressiv) einzustufen.
- Die Rohrleitung muß in allen Teilen über Jahrzehnte eine störungsfreie Nutzung garantieren.

Aufgrund dieser Bedingungen wurde vom Auftraggeber, der EWA AG Chemnitz/Plauen (heutiger ZWAV Plauen), entschieden, für die Trinkwasserleitung Bergen/Plauen duktile Gußrohre nach DIN 28 600 und 28 610 und duktile Formstücke der Druckstufe PN 16 einzusetzen.

### Technische Anforderungen an das Rohrmaterial

- spezifische Eigenschaften bei Transport und Verlegung
- mechanisch-technologische Eigenschaften des Werkstoffes für Rohre, Formstücke und Verbindungselemente
- dynamische Belastbarkeit bei Druckstößen für eine dauerhafte Sicherheit gegen Erreichen der Berstspannung
- gute hydraulische Eigenschaften für optimale Förderung bei geringem Druckverlust
- Korrosionsschutzumhüllung aus Polyethylen

Ausgeschrieben und geliefert wurden duktile Gußrohre mit der TYTON-Langmuffe nach DIN 28 603 der Klasse K8 mit einer Zementmörtelauskleidung nach DIN 2614 und einer Polyethylenumhüllung nach DIN 30 674 Teil 1.

### Verlegung

Nach einer kurzen Planung von Dezember 1991 bis April 1992 konnte am 18. 5. 1992 der erste Spatenstich erfolgen.



Bild 5: Pralltopf

Wegen der relativ eng befristeten Bauzeit von rund 3 Monaten wurde gleichzeitig auf vier Baustellen mit der Verlegung begonnen. Die typische Topografie des Vogtlands stellte die Bauunternehmer vor hohe Anforderungen. Die Rohre und Formstücke sind fachgerecht unter Beachtung der vom Hersteller beigestellten Verlegeanleitungen verlegt worden. Hierbei wurden neben dem Gebrauch von Verlegegeräten die Rohre auf langen Strecken auch mit dem Bagger zusammengeschieben. So konnte eine gute Verlegeleistung erreicht werden. Die Rohr- und Formstückverbindungen wurden im Rohrgraben mit wärmschrumpfenden Manschetten aus strahlenvernetztem Polyethylen nach DIN 30 672 umhüllt.

Die Trassenführung machte es erforderlich, daß Straßen gekreuzt werden mußten. Im Kreuzungsbereich der Straßen wurden die Leitungen im Mantelrohr verlegt. Auf kraftschlüssige Verbindungen innerhalb der Mantelrohre wurde verzichtet, weil die Richtungsänderungen, die unmittelbar hinter dem Mantelrohr vorhanden waren, mit Betonwiderlagern nach DVGW-Merkblatt GW 310 gesichert wurden (Bilder 1 und 3).

#### Kapazitäten und Besonderheiten

Es wurden insgesamt 13 400 m Rohrleitung in den Nennweiten von DN 150–600 verlegt, davon 2700 m als Doppelleitung. An die Hauptleitung DN 600 wurden 4 Abgabestationen für die in der Nähe gelegenen Ortschaften und an den Tiefpunkten 3 Spülstationen angeschlossen (Bild 4).

Der an den Spülstationen anstehende Druck (bis 12,5 bar) muß vor Ablassen des Spülwassers in den Vorfluter vernichtet werden. Dies geschieht in den sog. „Pralltöpfen“ aus nicht rostendem Stahlrohr in einem Durchmesser von 1200 mm mit speziell befestigtem Deckel. In den Pralltöpfen wird der Druck komplett abgebaut und somit das Was-

ser problemlos dem Vorfluter zugeführt (Bilder 5 und 6).

Der am vorhandenen Wasserbehälter anstehende Druck von ca. 4 bar wird zur zusätzlichen Stromerzeugung genutzt. Zu diesem Zweck wurde kurz vor dem Behälter ein weiteres Bauwerk errichtet. Hier wurden der anstehende Wasserdruck und die ständig fließende Wassermenge genutzt, um über



Bild 6: Spülwasser fließt aus einem der Pralltöpfe in den Vorfluter

eine Turbine einen Generator zu betreiben, der zwischen 25 und 50 kW elektrische Leistung erzeugt. Diese Leistung wird zum einen für den

Bild 7: Regelstation



Eigenbedarf des Wasserversorgungsunternehmens verwendet, und zum anderen wird die überschüssige Leistung an das Netz des Energieversorgungsunternehmens verkauft. Diese Anlage ist ein Pilotprojekt in den neuen Bundesländern und wird sich in relativ kurzer Zeit amortisiert haben (Bilder 7 und 8).

#### **Druckprobe**

Die Teildruckprüfungen der einzelnen Lose und die Gesamtdruckprüfung erfolgte nach DIN 2479 Teil 3.

#### **Zusammenfassung**

Die gute Zusammenarbeit zwischen Planung, Bauausführung, Lieferung, Bauaufsicht und technischer Beratung hat einen reibungslosen Bauablauf ermöglicht.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß für die gestellten Aufgaben mit duktilen Gußrohren mit PE-Umhüllung und ZM-Auskleidung auf HOZ-Basis eine optimale Trinkwasserleitung erstellt worden ist.

#### **Literatur**

DIN 50 929 Teil 3  
DIN 28 600 und 28 610  
DIN 28 603  
DIN 2614  
DIN 30 674 Teil 1  
DIN 30 672  
DVGW-Merkblatt GW 310  
DIN 4279 Teil 3

#### **Beteiligt an der Maßnahme**

Bauherr

EWA AG Chemnitz/Plauen, heutiger Zweckverband Wasser und Abwasser, Vogtland – Betrieb Plauen

Planung

Ingenieurbüro Schneider Reuter und Partner



Bild 8: Regelstation mit integrierter Turbine

Bauausführung

Kassecker GmbH, Waldsassen  
Firma Krumpholz & Krumpholz GmbH, Plauen  
Betzold Rohrbau GmbH & Co. KG, Nürnberg  
Tief-, Straßen- und Ingenieurbau GmbH Plauen  
VOBA Bau GmbH, Hammerbrücke

#### **Bildnachweis**

##### **Seite 5, Bild 1:**

Verkleinerung aus der Luftbildkarte 1 : 5000 vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen vom 13. 4. 94 Nr. 168/94.

##### **Seite 16, Bild 2:**

Kartengrundlage Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Nr. 8326. Wiedergabe mit Genehmigung des Bayerischen Landesvermessungsamtes München Nr. 2523/94

##### **Seite 56, Bild 4:**

C/Mairs Geographischer Verlag

---

# Bestellschein

## FGR-Informationen GUSSROHR-TECHNIK

Die Hefte 1 bis 19 sind vergriffen. Die übrigen Ausgaben stellen wir Ihnen bei Bedarf gerne noch zur Verfügung. Bitte benutzen Sie diesen Bestellschein.

---

Bitte übersenden Sie mir kostenlos folgende Ausgaben:

FGR 20:       FGR 21:       FGR 22:       FGR 23:   
FGR 24:       FGR 25:       FGR 26:       FGR 27:   
FGR 28:       FGR 29:

Gewünschtes bitte ankreuzen.

Name: \_\_\_\_\_

in Firma: \_\_\_\_\_

Straße (Fa.): \_\_\_\_\_ (privat): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ort (Fa.): \_\_\_\_\_ (privat): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Bitte nennen Sie immer die Firma, auch wenn Sie Versand an Ihre Privatadresse wünschen.

Falls obige Anschrift sich geändert hat, geben Sie bitte auch die alte Adresse an:

Straße: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_

Ich bin tätig als, bzw. beschäftigt bei:

Leitungsplaner       Genehmigungsbehörde       Hochschullehrer

Leitungsbetreiber       Rohrleger       Student

\_\_\_\_\_







**GUSSROHR-TECHNIK**

**Wasser  
Abwasser  
Gas**

