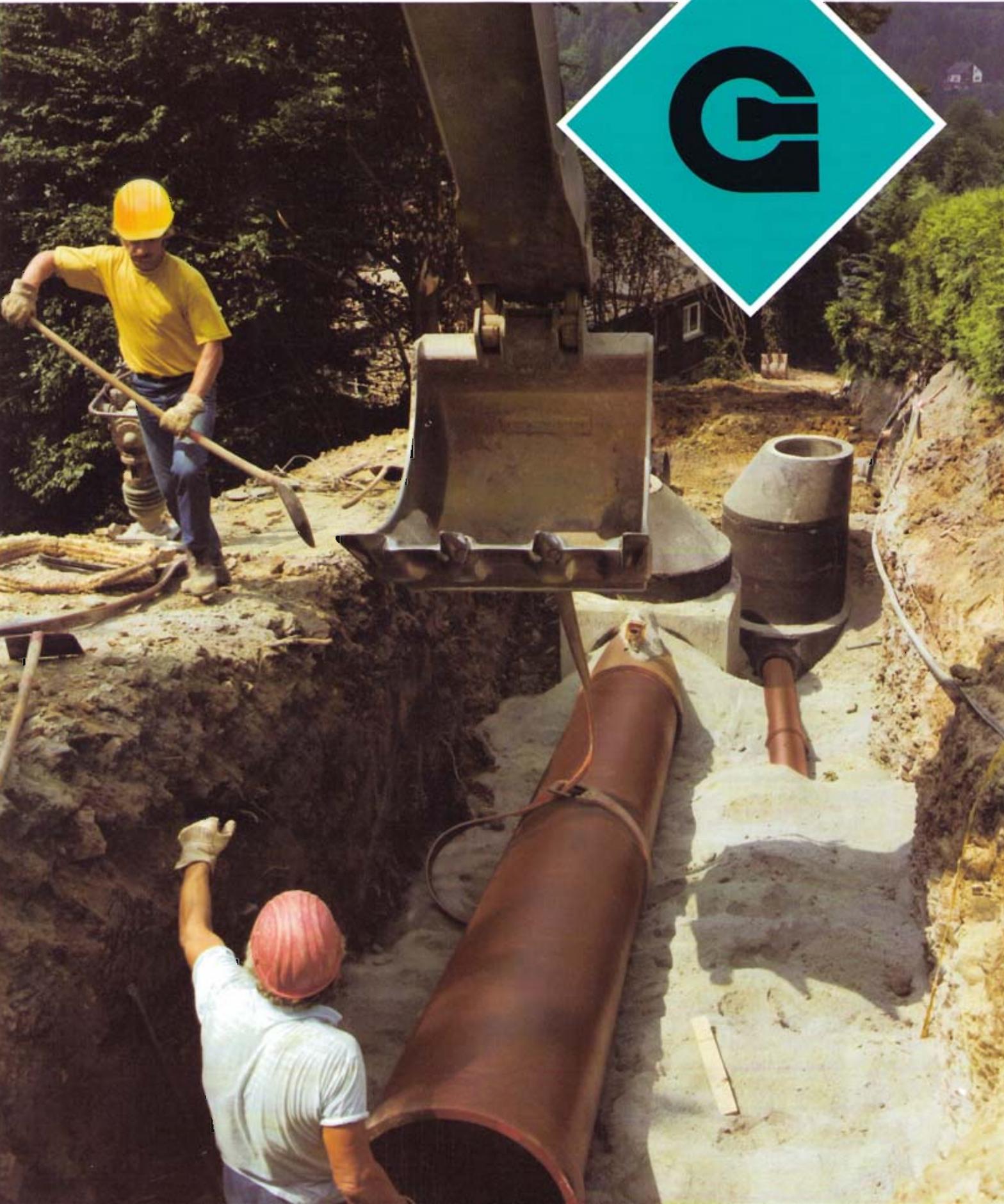


**FGR (28)**

# **GUSSROHR-TECHNIK**



# INHALT

<b>Erweiterung des Umschlagbahnhofes Köln-Eifeltor; Ableitung des Oberflächenwassers</b> Dipl.-Ing. Peter F. Billen Dipl.-Ing. Dieter Manskopf	Seite 4	<b>Erschließung des Gewerbegebiets „Schwabbach-Ost“</b> Dipl.-Ing. Robert Schüz Wolfgang Denner	Seite 29
<b>Das Kanalrohr in der Abwasserbeseitigung:</b> Dipl.-Ing. Manfred Godehardt	Seite 8	<b>Berechnung von eingeedeten duktilen Gußrohren unter Innendruck</b> Dr.-Ing. Hansgeorg Hein	Seite 32
<b>Erschließung eines Wohngebietes im Bereich „Taläcker“, Künzelsau. Verwendung von duktilen Gußrohren im Abwassernetz</b> Dipl.-Ing. Gerold Winter	Seite 12	<b>Richtungweisende Entwässerungstechnik im Gemeindegebiet Windeck/Sieg</b> Dipl.-Ing. Thomas Klapp	Seite 37
<b>Gutachten: Diffusionsverhalten chlorierter und aromatischer Kohlenwasserstoffe durch NBR-Dichtringe in TYTON-Verbindungen</b> Prof. Dr. Knut Bächmann mit einer Vorbemerkung von Dr. Dipl.-Chem. Norbert Klein	Seite 16	<b>Abwasserüberleitung ersetzt Kläranlage. Neues Abwasserbeseitigungskonzept der Stadt Bingen am Rhein</b> Dipl.-Ing. Gunter Herzner	Seite 44
<b>Planung und Erstellung einer Trinkwasserleitung DN 900 aus duktilen Gußrohren in Leipzig – Westringleitung –</b> Dipl. Ing. Henry Simon Petra Simon Rudolf Winter	Seite 19	<b>Ausfallstrategie für ein Abwassertransportsystem der Stadt Bingen</b> Dipl.-Ing. Rudolf Dany	Seite 51
<b>Gutachten: Wechselstrom-Korrosion von erdverlegten Rohrleitungen aus duktilem Gußrohr</b> Dr. Dipl.-Phys. Gerhard Heim Dipl.-Ing. Thomas Heim mit einer Vorbemerkung von Dr. Dipl.-Chem. Norbert Klein	Seite 26	<b>Titelbild:</b> Verlegung duktiler Abwasserrohre DN 250 und DN 700 im Steilhang (33,5 %). Bericht dazu s. S. 37 <b>Rückseite:</b> Schnelle Verlegung mit Hilfe einer Grabenfräse (bis 400 m/d). Bericht s. S. 4	

## IMPRESSUM

### Herausgeber und Copyright:

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre  
Konrad-Adenauer-Ufer 33  
5000 Köln 1 <neue PLZ: 50668>  
Tel. (02 21) 12 50 64, Fax (02 21) 12 45 64

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt  
Belegexemplar erbeten

### Druck:

Formdruck Krefeld, April 1993

## Information

Es ist noch gar nicht so lange her, da genügte das Wissen, welches man in Schule und Studium erworben hatte, für ein ganzes Berufsleben. Heute nennt man für die „Halbwertszeit“ des Ingenieurwissens einen Zeitraum von 15 Jahren und spricht von der Notwendigkeit des lebenslangen Lernens in allen Berufen.

Dazu braucht man Informationen. Sie sollten idealerweise klar und eindeutig sein, befreit von aller Redundanz und leicht zugänglich. Viele Institutionen,

staatliche, private und industrielle, bemühen sich um diese Informationsvermittlung.

Auch der FGR wurde schon frühzeitig, neben anderen Aufgaben, die Funktion einer „Informationsstelle für Gußrohr-Technik“ zugewiesen. Ihre Obliegenheit ist es, das Wissen der Gußrohrindustrie, bereinigt von werksspezifischen Besonderheiten, für Ihren Informationsbedarf aufzubereiten. Dieses Wissen ist umfangreich; unser Stichwortkatalog umfaßt ca. 600 Positionen.



## Ringleitung

Zu den wichtigsten Aufgaben nach 1989 gehörte für die Messestadt Leipzig das Schließen des Trinkwasser-Versorgungsrings. Dabei bereiteten die duktilen Gußrohre keine Schwierigkeiten; wohl aber bewährte sich ostdeutsches Improvisierungskönnen bei der Einbindung in die vorhandenen Leitungsbereiche.

Der Bericht auf

Seite 19



## Gutachten

Bei geschweißten Stahlleitungen kann Wechselstromkorrosion auftreten. Trifft das auch auf eiserne Leitungen mit gummigedichteten Muffen zu? Und wie sieht das bei schubgesicherten Muffenverbindungen aus?

Antworten auf diese Fragen auf Seite 26

## Ableitung

„Woanders werden neue Kläranlagen gebaut, in Bingen wurde eine vorhandene Anlage abgerissen. Aber auch ohne diese ... werden die ... Bedingungen für die Abwasserreinigung erfüllt.“ So beginnt der Beitrag auf

Seite 44



Dieser ausführliche Bericht über die Neuordnung der Abwasserentsorgung im Raum Bingen wird ergänzt durch eine Beschreibung der Ausfallstrategie, mit der die Stadtwerke Bingen auch im Störfall die zuverlässige und umweltschonende Entsorgung aufrecht erhalten wollen. Seite 51

Viele dieser Stichwörter liefert unsere Zeitschrift, deren Nummer 28 Sie gerade vor sich haben. Natürlich ist auch sie einseitig, denn sie beschäftigt sich ausschließlich mit Gußrohren und deren Umfeld. Das ist der Bereich, in dem wir uns auskennen, und in andere wollen wir auch gar nicht eindringen. Das Wissensgebiet der Gußrohr-Technik ist auch so umfangreich genug, wie schon einige Stichwörter aus diesem Heft zeigen: Spannungsberechnungen von eingerdeten Rohren, Wechselstrom-

Korrosion, ja oder nein, Diffusionsverhalten bei AKW und CKW, Trinkwasser-Ringleitung um eine Großstadt, Steilhangleitung im ländlichen Bereich, Entwässerung eines Container-Umschlagbahnhofes und noch einige mehr.

Übrigens, wir würden Ihnen gern die Mannigfaltigkeit unseres Informationspotentials zeigen. Besuchen Sie uns doch auf der IFW in Berlin (26. bis 30. 4.). Sie finden uns in Halle 21 a, Stand 28.

# Erweiterung des Umschlagbahnhofes Köln-Eifeltor; Ableitung des Oberflächenwassers

Von Peter F. Billen und Dieter Manskopf

## 1. Gründe für die Erweiterung

Unter kombiniertem Ladungsverkehr (KLV) versteht man die Beförderung von Ladegut durch verschiedene Verkehrsmittel ohne Wechsel der Ladeeinheit (LE). Das Ziel ist eine ununterbrochene Transportkette vom Verloader zum Empfänger.

An der Schnittstelle Schiene/Straße sind Umschlagbahnhöfe (Ubf) erforderlich.

Die Deutsche Bundesbahn (DB) begann im Jahre 1968 mit der Errichtung des Umschlagbahnhofes Eifeltor im Süden von Köln. Der Anschluß an das Straßennetz erfolgte über die zweispurig ausgebaute Militärringstraße.

Im Jahre 1970 wurden in Köln-Eifeltor 20 000 Ladeeinheiten (LE) umgeschlagen, im Jahre 1989

waren es bereits 213 000. Diese Steigerung konnte nur durch mehrmaligen Ausbau der Anlage ermöglicht werden. Die betriebswirtschaftliche Kapazitätsgrenze von 150 000 LE ist damit allerdings bereits deutlich überschritten. Als Folge machen sich Zeitverzögerungen und Betriebsschwernisse negativ bemerkbar.

Um in Zukunft dem stetig wachsenden Verkehrsaufkommen gerecht zu werden, erweitert die DB seit Anfang 1992 die bestehende Anlage (Bild 1). Planung und Ausschreibung wurden von der Deutschen Eisenbahn-Consulting GmbH, Niederlassung Frankfurt, durchgeführt.

Die erste Baustufe ist im Herbst 1993 beendet. Nach Abschluß der Baustufen 2 bis 4 im Sommer 1996 wird der Umschlag der Ladeeinheiten über zwei Kranbahnanlagen mit einer Nutzlänge von 630 bzw. 700 m erfolgen. Durch den Einsatz von je drei Portalkranen (Stützweite 37,50 m) können dann jeweils vier Umschlaggleise bedient werden. Zusätzlich werden die erforderlichen Straßenverkehrs- und Güterbereitstellungsflächen sowie Abfertigungseinrichtungen entstehen. Die direkte Anbindung an die Bundesautobahn A 4 durch einen Autobahnanschluß befindet sich derzeit in der Planung.

## 2. Entwässerung

Der Ubf Köln-Eifeltor mit einer Gesamtfläche von 22,2 ha liegt teilweise im Grundwassereinzugsgebiet der Wasserwerke Hochkirchen und Efferen. Daher werden hohe Anforderungen an die Entwässerung gestellt.

Der Ubf wird durch ein Trennsystem entsorgt. Das Schmutzwasser aus Büros und Sozialeinrichtungen fließt in die Kanalisation der Stadt Hürth.

Bild 1: Alter und neuer Bereich des Umschlagbahnhofes



Das Gelände des Ubf wird durch drei Hauptsammler entwässert. In vier Stapelbecken (Gesamtvolumen 4440 m<sup>3</sup>) werden die Niederschläge gespeichert. Nach Vorkontrolle des pH-Wertes und der Leitfähigkeit wird das Regenwasser über ein Drosselorgan dem Schlammfang und Koaleszenzabscheider dosiert zugeleitet. Daran anschließend wird eine weitergehende, automatische Wasserkontrolle auf der Basis physikalischer Meßmethoden durchgeführt. Dabei erfolgt eine Untersuchung von Einzel- und Summenparametern (Metalle, Nährstoffe, besondere organische und anorganische Parameter).

Die Oberflächenwässer werden über eine 3,5 km lange Druckrohrleitung (duktiles Gußrohr DN 400) nach Hochkirchen gefördert. Dort erfolgt die Übergabe von maximal 150 l/s in das Kanalnetz der Stadt Köln. Der Betrieb der Pumpe wird sofort unterbrochen, wenn bei den o.g. Kontrollen Kontaminationen festgestellt werden.

### 3. Trassenführung

Von der Pumpstation aus quert die Leitung den Einfahrbereich des Containerbahnhofes und erreicht nach 350 m die Bundesautobahn A4 (Bild 2). Am Fuße der Böschung verläuft sie 2 km parallel zur A4, knickt dann ab und erreicht nach weiteren 1,15 km unter Feldwegen die Einleitungsstelle in Hochkirchen.

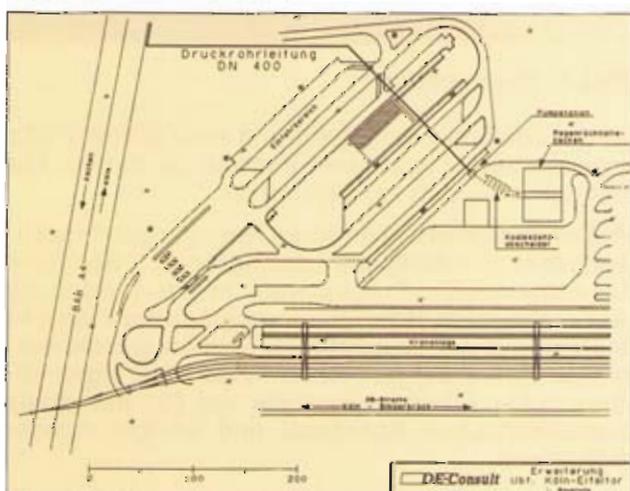


Bild 2: Verlauf der Leitung bis zur BAB

### 4. Rohrmaterialentscheidung

Beim Auftraggeber, Planer und Bauausführenden waren die materialbezogenen Vorstellungen für die Ausführung der Leitung, daß die Rohre eine hohe Lebensdauer, Korrosionsbeständigkeit, Dichtheit, hydraulische Glätte und Abriebfestigkeit, hohe Druckfestigkeit und Tragfähigkeit, Schlagunempfindlichkeit, leichtes Handling und einfache Verlegung und nicht zuletzt einen günstigen Preis haben müßten.

Bei der Gegenüberstellung verschiedener evtl. in Frage kommender Werkstoffe entschied man sich letztlich für Rohre aus duktilem Gußeisen mit dem langjährig bewährten Korrosionsschutz Zementmörtelauskleidung auf Basis Tonerdezement und Umhüllung aus Verzinkung und Bitumendeckbe-



Bild 3: Rohrreinigungs-/Inspektionsdeckel

schichtung, weil diese den Vorgaben am nächsten kamen. Dabei war die Verletechnik für die Bauunternehmung ausschlaggebend. Die einfache Steckverbindung bedeutete eine hohe Verlegegeschwindigkeit.

Für den späteren Betrieb der Leitung bedeutet die Wahl des Abwasserrohrsystems aus duktilem Gußeisen die problemlose Aufnahme von einkalkulierten Druckstößen, die günstige Inspektionsmöglichkeit des „Innenlebens“ der Rohrleitung mit einer Fernsehkamera durch eine bei Bedarf schnell zu öffnende Inspektions-/Reinigungsöffnung und die Möglichkeit, von den Reinigungsöffnungen aus geeignete Rohrreinigungsgeräte in die Leitung einzusetzen.

### 5. Bauzeit, Ausführung

Schon während der Erweiterung des Ubf müssen die versiegelten Bereiche (Straßen und Gleise) entwässert werden. Daher wurde mit den Arbeiten an der Druckrohrleitung bereits Anfang Mai 1992 begonnen.

Die Verlegung der einzelnen an der Trasse verstreuten Rohre wurde mittels Bagger und entsprechendem mechanischen Verlegegerät durchgeführt. Evtl. auf der Baustelle anfallende Paßlängen wurden vor Ort mit den handelsüblichen Geräten hergestellt. Die eigentliche Grabenverlegung der Rohre erfolgte nach DIN 4033. Umlenkungen (Bögen) innerhalb der Rohrleitungsführung wurden durch Betonwiderlager abgefangen.

Ein Novum stellte der Rohrreinigungs-/Inspektionsdeckel aus duktilem Gußeisen dar. Dieser druckdichte Verschluß für Kanalrohre aus duktilem Gußrohr wurde hier erstmals eingebaut (Bild 3).

Die Revisionsöffnungen wurden anhand der vom Hersteller mitgelieferten Verlegeanleitung montiert (Bild 4).

Das Montageverfahren arbeitet mit den üblichen Kernbohrgeräten, mit deren Hilfe die bekannten Hausanschlußsattelstücke montiert werden. In festgelegtem Abstand werden 2 kreisrunde Löcher in das Rohr gebohrt; der entstandene Zwikel wird mit einer Trennscheibe freigeschnitten (Bild 5). Die einzelnen Arbeitsgänge sind auf den

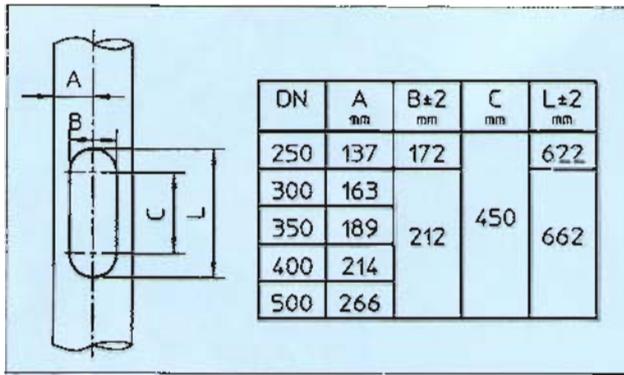


Bild 4: Maßangaben

Bildern zu erkennen. Nach dem Entgraten und Korrosionsschutz der Schnittflächen wird der Deckel auf die Ausnehmung des Rohres gedrückt und mit zwei Spannbügeln auf diesem befestigt (Bild 6 und 7). Der Rohrreinigungsdeckel enthält eine Nut, in der werkseitig ein Rundschnurring aus NBR-Kautschuk (Nitrilbutadien) befestigt ist.



Bild 5: Herstellung des Ausschnittes

Diese Deckelkonstruktion ist für einen Betriebsdruck von 6 bar und analog dazu für einen Prüfdruck von 9 bar ausgelegt. Aufgrund der Geometrie und der Größe der Rohröffnung ist diese ideal geeignet, herkömmliche Fernsehkameras zur Kontrolle und Säuberungsgeräte zum Spülen der Leitung aufzunehmen. In dem vorliegenden Leitungsverlauf sind 19 solcher Inspektionsverschlüsse an exponierten Stellen in dazugehörige

Bild 6: Vor dem Einbau



Bild 7: Endmontage

rende Schächte eingebaut, um eine schnelle und einwandfreie Zugangsmöglichkeit zu haben. Die Schächte wurden vor Ort erstellt.

Außer den Schächten für die Reinigungs-/Inspektionsdeckel enthält die Leitung noch 7 Schächte für automatische Entlüftungen. Hierzu wurden die werkseitig dem Rohrradius angepaßten Flanschstützen auf der Baustelle im Graben auf die verlegten Rohre aufgeschweißt. Das Einbringen der Bohrlöcher erfolgte ebenfalls vor Ort mit einem handelsüblichen Bohrgerät und entsprechender Bohrkronen.

Im Trassenbereich zwischen bewaldetem Gelände und dem Fuß der Autobahn A 4 (Aachen-Köln) mußten die Bundesstraße B 51 und der Damm einer Autobahn-Überführung unterfahren werden (Bild 8).

In diesen Abschnitten wurde die Medium-Leitung DN 400 Rohr für Rohr auf Abstandshaltern durch ein Stahlrohr DN 600 geschoben, das vorgepreßt worden war. Die Enden der Stahlrohrleitung wurden durch Beton und Schrumpfschläuche verschlossen.

Im Bereich des geplanten Autobahnanschlusses von der A 4 zum Umschlagbahnhof wurde die Leitungsverlegung in einem Betonrohr DN 600 auf einer Länge von 170 m vorgenommen. Die Enden der Betonrohr-Leitung sind ebenfalls verschlossen.

Im weiteren Verlauf der Baumaßnahme bot sich für die Erstellung des Rohrgrabens der Einsatz einer



Bild 8: Unterführung der B 51

Felsfräse an. Dieses Gerät wurde von einem auf ihr sitzenden Maschinisten bedient und hob den Rohrgraben bis zur vorgesehenen Tiefe von 1,5 m und einer Breite von 67 cm aus (Bild 9). Der Aushub wurde über in der Maschine integrierte Transportbänder direkt entlang des Grabens gefördert und die Rohre unmittelbar dahinter in den erstellten Graben verlegt. Im Anschluß daran übernahm ein 2. Bagger das Zufüllen des Rohrgrabens. Somit konnte eine Verlegeleistung pro Tag von ca. 400 m erbracht werden.

Das Ende der Leitung mündet in einem Absturzschart von 1,5 m x 2,5 m Grundfläche. Es handelt sich dabei um ein 23-t-Fertigteil, das mittels Auto-kran in die dafür vorbereitete Baugrube gesetzt wurde.

Bild 9: Einsatz der Felsfräse



Bild 10: Trasse entlang der Autobahn

Für die Gesamtbaumaßnahme von einer Länge von 3500 m wurden über 4000 m<sup>3</sup> Erdmassen bewegt, die zum größten Teil wieder eingebaut wurden. Die Bauzeit betrug knapp 3 Monate. Anfänglich war die Baustelle mit einer Kolonne, einem Bagger und einer Raupe, später ab dem Einsatz der Fräse mit 2 Kolonnen (6 Leuten), 2 Baggern und der Raupe besetzt (Bild 10).

Bei der abschließenden einmaligen Gesamt-Druckprobe mit 9 bar bestätigte sich die Dichtheit der einfach zu montierenden TYTON-Verbindung.

Die Planung der Maßnahme wurde von der Deutschen Eisenbahn-Consulting GmbH, Regionalbüro Köln, und die Bauausführung von der Fa. W. Stewering, Borken, durchgeführt.

# Das Kanalrohr in der Abwasserbeseitigung

Von Manfred Godehardt

## Einführung:

In den Wassergesetzen ist bindend vorgeschrieben, daß das Abwasser über dichte Kanäle, die den Regeln der Technik entsprechen müssen, einer Abwasserbehandlungsanlage zuzuführen ist. Abwasser ist im Sinne des Gesetzes Wasser, welches chemisch oder physikalisch verändert ist. Dazu rechnet der Gesetzgeber auch das Niederschlagswasser.

Die Vorschrift, daß Abwasserkanäle dicht zu sein haben, regelt der § 18 b Abs. 1 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Sowohl beim Bau als auch beim Betrieb muß diese Forderung erfüllt sein. Sie wurde erlassen, um sicherzustellen, daß kein Abwasser aus Abwasserleitungen in das Erdreich und dann weiter in das Grundwasser gelangen kann. Bei hohem Grundwasserstand soll verhindert werden, daß dieses als Fremdwasser in die Kanalisation gelangt und dann in der Kläranlage mitbehandelt werden muß.

Die Regeln der Technik schreiben außerdem vor, daß die Kanäle mit einem Mindestgefälle zu verlegen sind, welches verhindern soll, daß die Schmutzstoffe des Abwassers sich ablagern und es zu Rückstau kommt. Dies hätte einen erhöhten Wartungsaufwand (Spülung der Kanäle) zur Folge.

Einen erhöhten und teuren Wartungsaufwand haben alle Betreiber von öffentlichen Kanalnetzen durch defekte und undichte Kanäle. Untersuchungen haben ergeben, daß in den alten Bundesländern ca. 15–20 % der Kanäle erneuert werden müssen, die noch nicht überall untersuchten undichten Kanäle mit ihren gealterten Muffenverbindungen nicht mit eingerechnet. Erst seit einigen Jahrzehnten gibt es Rohre, die ausreichend alterungsbeständige und die volle Dichtheit gewährleistende Muffenverbindungen besitzen.

Ähnlich schlechte Verhältnisse wie bei den öffentlichen Kanälen trifft man bei den Hausanschlußleitungen an. Die Länge dieser Kanäle übertrifft die der öffentlichen.

## Defekte und undichte Kanäle

Undichten und defekten Kanälen ist gemeinsam,

daß bei tieferliegendem Wasserspiegel Abwasser austritt und über das Erdreich in das Grundwasser gelangt. Untersuchungen haben ergeben, daß die Belastungen aus undichten Kanälen denen aus der intensiven Landwirtschaft, der Luft, aus Altlasten und sorglosem Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gleichzusetzen sind.

Deshalb hat der Gesetzgeber die Vorschriften der Wassergesetze verschärft, die alle Betreiber dazu zwingen, ein Sanierungskonzept zur Instandsetzung der defekten und undichten Kanäle aufzustellen. Aufgrund des großen Schadensumfanges ist kein Betreiber in der Lage, sofort alle Schäden zu beheben. Dies ist nur über ein festes Sanierungskonzept über Jahre zu erreichen.

Die früher oft vertretene Ansicht, daß das Grundwasser durch das darüberliegende Erdreich geschützt sei und die Schadstoffe aus dem Abwasser herausgefiltert werden, hat sich leider nicht bestätigt. Inzwischen wurde festgestellt, daß die Grundwasservorkommen mit Schadstoffen jeglicher Art belastet sind, und daß das Grundwasser, welches für Trinkwasserzwecke genutzt wird, erst noch mit erheblichen Aufwendungen aufbereitet werden muß, um die verschärften EG-Vorschriften erfüllen zu können.

Auch die im Abwasser enthaltenen Schadstoffe aus Industrie- und Gewerbebetrieben sowie die im Haushalt verwendeten Chemikalien gelangen immer mehr in das Grundwasser. Hohe Werte an halogenisierten Kohlenwasserstoffen haben bereits in einigen Bereichen zur Stilllegung von Wassergewinnungsanlagen geführt. Auch die beste Überwachung der Indirekteinleiter kann nicht verhindern, daß gefährliche Stoffe in das Abwasser gelangen. Deshalb kann das Ziel nur lauten, die undichten und defekten Rohre im Rahmen eines Programms in einem bestimmten Zeitraum zu sanieren. Das Abwasser gelangt dann dorthin, wo es hingehört, nämlich in die Abwasserreinigungsanlage.

## Bestandsaufnahme

Die Novellierung der Wassergesetze hat dazu geführt, daß die Wasserbehörden die Betreiber der öffentlichen Kanalnetze zu einer Bestandsaufnahme der Kanalnetze und einem Sanierungskonzept aufgefordert haben. Da kein Betreiber in der Lage ist, sein defektes Kanalnetz sofort zu sanieren, ist eine verbindliche Aussage für die Aufsichtsbehörden notwendig. Bei 15–20 % Kanalschäden werden die Städte und Gemeinden für die Sanierung 10–15 Jahre brauchen, um die notwendigen Reparaturen durchzuführen.

Die Zustandserfassung der öffentlichen Kanalnetze hat in den letzten Jahren nahezu jeder Betreiber mittels Fernsehkamera durchgeführt und damit auch eine Aussage über den Zustand der nichtbegehbaren Kanäle erhalten.

Die ermittelten Schäden reichen von einfachen Rissen in den Rohren, ohne daß die Standfestigkeit derselben gefährdet ist, über Zerstörungen des Rohrmantels, bei denen die Standfestigkeit nur noch eine Frage der Zeit ist, bis zu Totaleinbrüchen, wo der Abwasserabfluß bereits stark behindert ist und die Fernsehkamera nicht mehr durchfahren kann.

Die Auswertung der Schäden, aufsteigend in der Reihenfolge ihrer Schwere, ergab folgendes Bild:

- einfache Längs- und Querrisse ohne sichtbare Veränderungen im Abwasserabfluß,
- undichte Muffen und Risse, die zu Grundwassereintritten oder Wurzeleinwuchs geführt haben,
- Längs- und Querrisse, die aus Setzungen stammen und den Abwasserabfluß behindern,
- Zerstörungen des Rohrmaterials, hervorgerufen durch unterschiedliche Setzungen oder durch aggressives Abwasser,
- Einbruch des Kanals und starke Behinderung des Abwasserabflusses.

Für die Sanierung der Kanäle ist es wichtig herauszufinden, was die Ursachen der Schäden waren, damit bei der Wiederherstellung dieselben Fehler vermieden werden. Die Auswertung ergab nahezu überall das gleiche Bild:

- Unsachgemäße Verlegung der Rohre durch falschen Unterbau und ungenügende Verdichtung des wieder einzubauenden Erdreiches,
- Einbau von Rohren mit Materialfehlern,
- Nichtbeachtung der Rohrstatik,
- Einbau schlechten Rohrmaterials und schlechte Wiederherstellung in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg,
- Unsachgemäßes Anschlagen von Rohren für Haus- und Straßenentwässerungsanschlüsse,
- Schäden durch aggressives Abwasser bei Beton- und Asbestzementrohren.

Der überwiegende Teil der Schäden ist auf menschliches Versagen zurückzuführen. Mängel bei der Verlegung und unsachgemäßer Wiedereinbau des Erdreiches sind die Hauptgründe für die später auftretenden Schäden. Diese hätten vermieden werden können, wenn die heute konsequent betriebene Bauüberwachung auch früher angewandt worden wäre. Hinzu kommt die inzwischen überall angewandte Bauabnahme mittels Fernsehkamera, die es nicht geraten sein läßt, bei der Kanalverlegung zu schludern. Aber in den 50er und 60er Jahren, in den Zeiten des Baubooms, wo die meisten Kanalleitungen entstanden, wurde die Bauüberwachung durch die städtischen/gemeindlichen Bauämter nur unzureichend wahrgenommen.

Ältere Rohrleitungen, die zu Anfang unseres Jahrhunderts gebaut worden sind, befinden sich auch heute in den meisten Fällen in einem weit besseren Zustand als die später gebauten. Daraus kann gefolgert werden, daß die Bauüberwachung besser war und besseres Material eingesetzt wurde.

Bei den enorm hohen Kosten, die bei einer Sanierung für die Sperrung der Straße einschließlich der Beschilderung, des Aufbruchs und des Ausbaus mit seinen hohen Deponie- bzw. Recyclingkosten aufzuwenden sind, spielt der Preis für das einzubauende Rohr keine überragende Rolle, im Mittel nur ca. 5 %. Doch allein auf das Rohr kommt es an. Es muß das Abwasser ordnungsgemäß ab-

führen, es muß dicht sein und muß über Jahrzehnte allen wechselnden Anforderungen gewachsen sein. Diese Anforderungen erfüllt in aller Regel nicht das billigste Rohr, sondern bei der Wiederbeschaffung für die Sanierung ist die Lebensdauer ein sehr entscheidendes Kriterium. Mit anderen Worten ist in vielen Fällen das teuerste Rohr das wirtschaftlichste.

### Auswirkungen auf den Betrieb

Jede Störung im Kanalnetz, sei es durch Verstopfungen, Ablagerungen, defekte oder undichte Kanäle, erfordert einen erhöhten Wartungsaufwand. Das gleiche gilt auch für Fehler in hydraulischer Hinsicht, schlecht verlegte Kanäle und falsch hergestellte Hausanschlüsse.

Defekte Kanäle haben zur Folge, daß der Wartungsaufwand des Kanalbetreibers sprunghaft zunimmt. Je mehr mit den modernen Hochdruckspülgeräten die erforderliche Vorflut hergestellt werden muß, desto schneller schreitet bei defekten Kanälen die Zerstörung der Rohre voran. Das anstehende Erdreich wird herausgespült, so daß Hohlräume hinter den Rohren entstehen, die zu weiteren Schäden führen. Ein Teufelskreis beginnt.

Die Kosten für die Unterhaltung steigen von ca. 4 DM/m bei einem Rohr, das in Ordnung ist und einmal pro Jahr zu spülen ist, auf 190 DM/m bei wöchentlich einmal vorzunehmender Spülung (Bild 1).

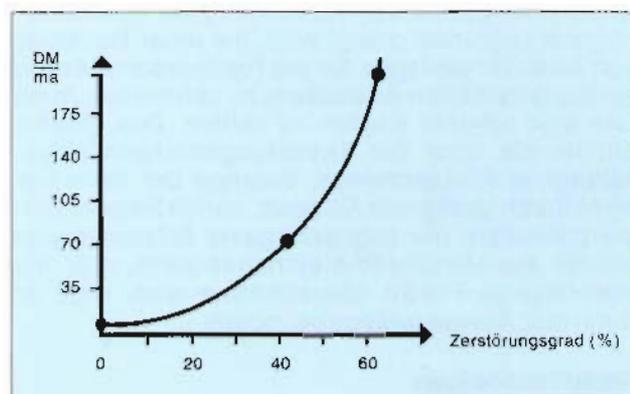


Bild 1: Unterhaltungskosten der Kanäle

Bei entsprechend hohem Grundwasserstand gelangt das Grundwasser über die defekten und undichten Kanäle in das gesamte Kanalnetz. Dies führt zu hydraulischen Überlastungen der Kanäle, der Entlastungsanlagen, Regenbecken und Pumpstationen. Die Folge ist die Nichteinhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte. Im Kanalnetz selbst führen die zusätzlichen Wassermengen zum Teil zu einem schädlichen Rückstau, der sich dann über die Hausanschlußleitung in die Häuser fortpflanzt und zu schädlichen sowie unerwünschten Überflutungen der tiefliegenden Gebäudeteile führt.

Außerdem wird das in die Kanäle eingedrungene Grundwasser, auch als Fremdwasser bezeichnet, der Kläranlage zugeführt. Ein gewisser Anteil wird bei der Auslegung der Kläranlage eingerechnet.

Bei Überschreitung dieses Wertes führt verstärkter Fremdwasserzufluß zu einer Überlastung der einzelnen Beckenteile, was wiederum zur Überlastung der Gesamtanlage führen kann. Daneben muß das Fremdwasser wie das Schmutzwasser behandelt werden, d. h. es fallen erhöhte Pumpkosten an und in der Biologie erhöhte Stromkosten. Bei der weitergehenden Abwasserreinigung (Stickstoff-[N]- und Phosphat-[P]-Elimination) führt die Verdünnung des Abwassers zu viel größeren Beckenvolumen. Wegen der niedrigeren Schmutzfracht des Abwassers, bezogen auf die Wassermenge, benötigen die Bakterien bei der biologischen N- und P-Elimination mehr Zeit, um die gleiche Ablaufqualität zu erreichen. Bei konstanten Beckenvolumen sinkt zwangsläufig die Ablaufqualität.

Eine weitere, wirtschaftlich sehr wichtige Auswirkung hat das Fremdwasser, wenn die Kanäle nicht in der Lage sind (Mischwasserkanalisation), die zusätzliche Wassermenge zur Kläranlage zu führen, sondern das Mischwasser verstärkt über die Entlastungsanlagen abschlagen. Mit diesem Wasser wird auch Schmutzfracht in das Gewässer abgeschlagen, die sowohl im Betrieb bei der biologischen Reinigung fehlt und später bei der Schlammfäulung nicht zur Verfügung steht. Die Folge ist, daß sich bei der Fäulung die erzeugte Gasmenge reduziert, was einen Energieverlust bedeutet. Erhöhte Betriebskosten durch den Zukauf von Fremdstrom sind die Folge.

Das Fremdwasser erhöht gleichfalls die Jahreswassermenge, die der Berechnung der Abwasserabgabe zugrunde gelegt wird, die jeder Betreiber von Abwasseranlagen für die Restverschmutzung seines gereinigten Abwassers zu zahlen hat. Auch hier sind erhöhte Kosten zu zahlen. Das gleiche gilt für die über die Entlastungsanlagen abgeschlagene Wassermenge. Solange der Betreiber nicht durch geeignete Anlagen, sprich Regenreinigungsbecken, die abgeschlagene Schmutzfracht gemäß den Vorschriften einhalten kann, d. h. die zuverlässige Fracht überschritten wird, muß er auch hier Abwasserabgabe zahlen.

### Rechtliche Folgen

Die Betreiber öffentlicher Kanalnetze sind nach den Wassergesetzen verpflichtet, ihr Netz nach den anerkannten Regeln zu errichten und zu betreiben. Wie eingangs bereits erwähnt, ist ein Teil der Kanalnetze nicht in dem vom Gesetzgeber geforderten Zustand, so daß gemäß § 7a Abs.1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) das austretende Abwasser eine unerlaubte Benutzung des Grundwassers darstellt. Das Hessische Wassergesetz fordert, daß schädliche Umwelteinwirkungen durch das Abwasser, die nach den anerkannten Regeln der Technik vermeidbar sind, nicht auftreten dürfen.

Entsprechen die Abwasseranlagen nicht den Regeln der Technik, so hat der Betreiber die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. Die Wasserbehörden legen Fristen fest, innerhalb deren die Maßnahme abgeschlossen sein muß.

Damit hat der Gesetzgeber die Voraussetzung ge-

schaffen, die Betreiber zur Errichtung und ständigen Überwachung der Entwässerungsanlagen anzuhalten. Bei Nichtbeachtung greifen die Strafbestimmungen des Umweltstrafrechtes. Mit der Möglichkeit eines Sanierungsplanes wird der Finanzkraft der Gemeinden Rechnung getragen, da nicht sofort die gesamte Kanalinstandsetzung trotz Gefährdung des Grundwassers erfolgen kann. Aufgrund der hohen Schadensbilanz kann man davon ausgehen, daß es noch 10 Jahre dauern wird, bis die allerschlimmsten und dringendsten Schäden beseitigt sein werden. Dabei sind die eingangs erwähnten undichten Kanäle nicht eingerechnet.

In den neuen Bundesländern ist diese Bilanz noch um vieles schlimmer. Hier sind der Bund und die Länder in der Pflicht, den finanzschwachen Städten und Gemeinden bei der Sanierung ihrer desolaten Kanalnetze zu helfen. Das Tempo der westdeutschen Kanalsanierung würde in Ostdeutschland viel zu lange dauern, da hier ein Nachholbedarf von ca. 30 Jahren besteht. Das Prinzip, die Sanierungskosten über die Kanalgebühr zu finanzieren, wie im Westen praktiziert, läßt sich dort nicht anwenden, da die Betreiber der öffentlichen Kanalnetze derzeit keinesfalls die dafür erforderlichen Kanalgebühren erheben können.

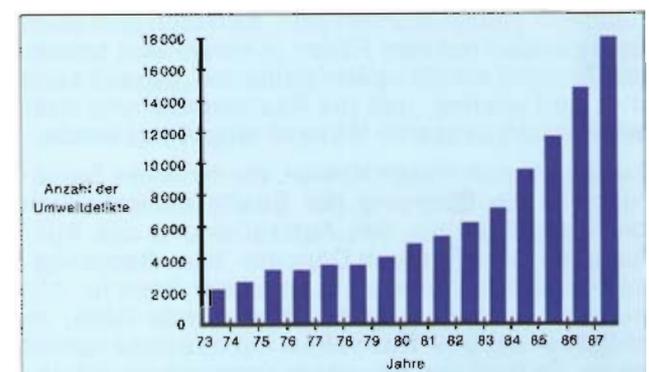
Gleichfalls schlimm ist der Zustand der Hausanschlußleitungen, sowohl in Ost als auch in West. Im Gegensatz zu den öffentlichen Kanälen, deren Sanierung von der Gesamtheit der an das Kanalnetz angeschlossenen Bürger getragen wird, ist bei den Hausanschlüssen der einzelne Eigentümer verantwortlich:

- in rechtlicher Hinsicht, was die Dichtigkeit und den ordnungsgemäßen Betrieb betrifft,
- in finanzieller Sicht, was sich auf die Unterhaltung und Wiederherstellung bezieht.

Mit der Übernahme des Umweltstrafrechtes aus dem WHG, BImSchG und AbfG in das Strafgesetzbuch (StGB) sollte das Bewußtsein der Öffentlichkeit für schädliche Umweltbelastungen geschärft werden. Dies ist inzwischen gelungen, wie die Statistik festgestellter Umweltdelikte zeigt (Bild 2).

Nach den Wassergesetzen ist die unbefugte Gewässerverunreinigung verboten. Der § 324 StGB

Bild 2: Polizeilich festgestellte Umweltdelikte in der Bundesrepublik Deutschland 1973 bis 1987.



stellt diese unter Strafe, wenn der Täter vorsätzlich gehandelt hat. Nach der Rechtsprechung handelt derjenige vorsätzlich, der von einer Gewässerunreinigung weiß, z. B. aus seinen defekten Kanälen, jedoch keine Maßnahmen ergreift, um diese zu beheben. Ebenso verhält es sich bei fahrlässiger Begehungsweise. Die Strafen reichen von Geld- bis zu mehrjährigen Freiheitsstrafen.

### Schlußfolgerungen

Die ordnungsgemäße Ableitung des Abwassers in dichten und einwandfrei verlegten Kanalrohren, wie sie der Gesetzgeber fordert, ist wegen der großen Gefahr, die die Inhaltsstoffe im Abwasser darstellen, verständlich. Deshalb dürfen sich zukünftig die Sünden der Vergangenheit nicht wiederholen. Die gelegentliche Sorglosigkeit bei der Verlegung kann nur durch eine sorgfältige Überwachung überwunden werden. Hier bei den Bauämtern oder den Ingenieurbüros zu sparen, indem zu wenig Personal in der Bauüberwachung eingesetzt wird oder zu wenig Honorar an die Ingenieurbüros gezahlt wird, wäre am falschen Ende gespart. Die enormen Kosten zeigen deutlich, daß eine erneute Sanierung auf Dauer nicht mehr finanzierbar sein wird.

Der Erfolg einer Sanierung hängt entscheidend von der Wahl des richtigen Rohrmaterials ab:

- es muß dauerhaft und widerstandsfähig gegen alle Sorten von Abwasser sein,
- es muß den statischen Anforderungen genügen,
- es muß in seinen Rohrverbindungen absolut dicht sein,
- die Innenwände müssen so glatt sein, daß das Abwasser schnell abfließen kann und keine Verstopfungen bzw. Rückstau entstehen können.

Gerade die absolute Dichtigkeit ist aufgrund der Erfahrungen bei den bestehenden Kanalnetzen eine

ganz wichtige Forderung. Während früher die Rohrhersteller noch nicht in der Lage waren, eine solche Dichtigkeit zu gewährleisten (Dichtung mit Teerstrick war Stand der Technik), hat sich dies grundlegend geändert. Heute werden sichere Muffenverbindungen geliefert, die, wenn sie richtig angewandt werden, kein Abwasser mehr austreten lassen. Bei der Wahl des geeigneten Rohrmaterials ist zu überlegen, daß mit zunehmender Länge des Rohres die Zahl der Muffenverbindungen abnimmt, die immer einen Schwachpunkt in der Kanalisation darstellen.

Nicht in jedem Fall kann jedes Material eingesetzt werden. Bei der Auswahl sollte jedoch auf die Materialien zurückgegriffen werden, bei denen die besten Erfahrungen vorliegen. Der Preis für das Rohr darf letztendlich nicht den Ausschlag geben, auch die Lebensdauer ist in die Entscheidung mit einzubeziehen. Gleichfalls wichtig ist die leichte und anwenderfreundliche Handhabung bei der Verlegung. Nur so ist gesichert, daß der Bauherr ein nach den anerkannten Regeln der Technik verlegtes Rohr erhält, welches den Anforderungen genügt und bei der Unterhaltung des geringsten Aufwands bedarf.

### Literatur:

Abwassertechnische Vereinigung: ATV Merkblatt M 143

Gekeler: Zustandsüberwachung von Kanalisationsanlagen  
ATV Landesgruppentagung 1989

Godehardt: Folgen undichter Kanäle für den Betrieb einer Stadt  
2. Kongreß Leitungsbau, 1989

Godehardt: Ist-Zustand der öffentlichen Kanalisation, Entsorgungspraxis  
Spezial 1990, Nr. 5, S. 9–11

Schmeken: Kanal undicht?  
Entsorgungspraxis 1989, S. 248–255

# Erschließung eines Wohngebietes im Bereich „Taläcker“, Künzelsau – Verwendung von duktilen Gußrohren im Abwassernetz

Von G. Winter

## 1. Vorbemerkung

Die Kreisstadt Künzelsau liegt im Zentrum des Hohenlohekreises und weist derzeit ca. 12 500 Einwohner auf.

Aufgrund der positiven Bevölkerungsentwicklung hat sich die Stadt um Aufnahme in das Wohnungsbau-schwerpunktprogramm des Landes bemüht. Die Aufnahme erfolgte durch das Innenministerium mit Erlaß vom 9. 4. 1990.

Das Erschließungsgebiet „Taläcker“ umfaßt ca. 56 ha und soll etwa 1500 Wohneinheiten (4000

bis 5000 Einwohner) erhalten. Es liegt auf einer Hochfläche (370–410 müNN) westlich von Künzelsau (220 müNN) (Bild 1) und fällt in östlicher Richtung zum Kocher ab. Ca. 12 km Straße sind zur Erschließung des Wohngebietes notwendig, nicht mitgerechnet die Zufahrtstraße zum Gebiet.

Zur Vergabe der Komplett-Erschließung sei erwähnt, daß neben den Tiefbau- und Straßenbauarbeiten auch die Rohrverlege- sowie die Kabelarbeiten ausgeschrieben wurden. Weiterhin die landschaftsgärtnerischen Arbeiten, die Ausstattung der öffentlichen Plätze, der Spiel- und Bolzplätze, Unterführungen sowie ein Regenüberlaufbecken.

Bereits am 25.10.1991 fand der 1. Spatenstich im Erschließungsgebiet „Taläcker“ statt, nachdem die Komplett-Erschließung EG-weit ausgeschrieben und vergeben wurde. Als Fertigstellungstermin für die Gesamtmaßnahme ist der 30. 6. 1994 vereinbart.

Da in diesem Bericht auf die Verwendung von duktilen Gußrohren im Abwassernetz eingegangen wird, sei hier noch erwähnt, daß für die Hoch- und Niederzone der Wasserversorgung ebenfalls duktile Gußrohre verwendet wurden:

Hausanschlußleitungen: PE, hart  
DN 50–DN 90  
ca. 16 km

Hoch-/Niederzone: duktiles Gußeisen  
DN 100–DN 250  
ca. 12 km

Bild 1: Erschließungsgebiet „Taläcker“



## 2. Festlegung der Kanalrohre

Bereits im Vorfeld der Planung fanden Gespräche zwischen der Stadt Künzelsau und dem mit der Planung und Bauleitung beauftragten Ingenieurbüro statt, um eine Entscheidung über das auszu-schreibende Kanalrohr-Material zu treffen.

Aufgrund von finanziellen und wirtschaftlichen Überlegungen wurde vom Ingenieurbüro folgende Ausführung vorgeschlagen und realisiert:

Flächenkanalisation		
duktilen Gußeisen	DN 300	ca. 7 km
Anbohrersattelstücke		
duktilen Gußeisen	DN 150	ca. 700 Stk.
Hausanschlußleitungen		
Steinzeug	DN 150	ca. 4 km
Hauptsammler		
Stahlbeton	DN 400–DN 1200	ca. 4 km

## 3. Verwendete Kanalrohre und Formteile für die Flächenkanalisation

3.1 Kanalrohre aus duktilem Gußeisen nach DIN 19690/19691 für Freispiegel- oder Abwasserdruckleitungen bis 6 bar mit Steckmuffenverbindung (TYTON) nach DIN 28603, einschließlich Dichtring. Innen mit Zementmörtelauskleidung nach DIN 2614, außen spritzverzinkt und mit Bitumen-Deckbeschichtung nach DIN 30674, Teil 3, Muffen- und Einsteckende mit Epoxid-Beschichtung, DN 300, Baulänge 6 m.

3.2 Schachtfertigteile aus Beton mit Steigeisen, einschließlich werkseitig eingesetzter Schachtanschlußelemente für den gelenkigen Anschluß von Rohren aus duktilem Gußeisen, DN 300.

3.3 Anbohrersattelstück 90°, für Freispiegelleitungen, aus duktilem Gußeisen, mit Muffenstützen passend für Steinzeug-Spitzenden, innen und außen mit Epoxid-Beschichtung, einschließlich Dichtring, Schrauben aus nichtrostendem Stahl; ca. 700 Stück entsprechen etwa einem Anschluß alle 10 m.

## 4. Kriterien für die Wahl des Kanalrohres aus duktilem Gußeisen

Aufgrund der vorgegebenen engen Bauzeit war es wichtig, bereits im Stadium der Planung einen zügigen Bauablauf zu ermöglichen. Durch die ausschließliche Verwendung von Fertigteilschächten mit Schachtanschlußstück, entsprechender Abwinkelung und Sohlgerinne kann eine hohe Verlegeleistung erreicht werden, bei gleichzeitiger absoluter Dichtigkeit und hoher Betonqualität der Schächte.

Die nach ATV geforderten gelenkigen Schachtanschlüsse werden durch die bereits im Fertigteilwerk eingebauten Schachtanschlußstücke erreicht (Bild 2). Diese Schachtanschlußstücke entsprechen in ihrem Aufbau der TYTON-Muffe der duktilen Gußrohre; sie ermöglichen bei DN300 eine Abwinkelung der Rohre von 5°. Die Länge der Rohre von 6 m ermöglicht bei entsprechendem Geräteeinsatz ebenfalls eine hohe Tageleistung, was zu einer Verkürzung der Bauzeit führt.



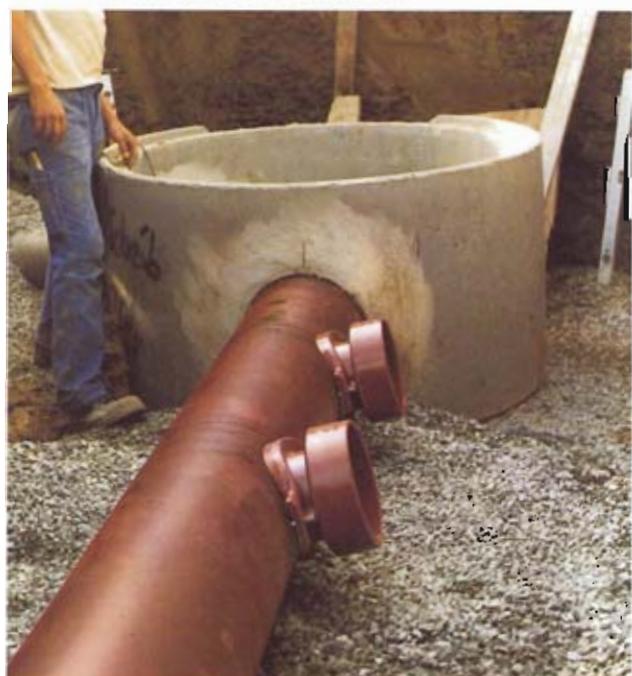
Bild 2: Fertigteilschacht mit TYTON-Schachtanschlußstück

Zudem bewirkt die Robustheit des Zinküberzuges mit Bitumen, daß bei Transport, Lagerung und Verlegung der Rohre keine besonderen Schutzmaßnahmen notwendig sind.

## 5. Erfahrungen im Baustellenbereich

Durch die Verwendung von Fertigteilschächten mit Schachtanschlußstücken in Verbindung mit den 6 m langen Rohren (Bild 3) wurde eine hohe Verlegegeschwindigkeit erreicht. Die Zeitverluste durch das Umhängen der Rohre zum Einfahren in den verbauten Grabenbereich waren gering. Als großer Vorteil erwies sich auch die einfache Rohrverbindung. Die Rohre werden mit Hilfe des Baggerlöffels zusammengeschoben und dabei durch den Zentrierbund der TYTON-Muffe automatisch zentriert. Das Gewicht der langen Rohre war ebenfalls von untergeordneter Bedeutung. Entsprechende Geräte zum Verlegen waren auf der Baustelle, da Grabentiefen von bis zu 12 m im Muschelkalk notwendig waren (Bild 4).

Bild 3: Schacht und duktilen Gußrohr mit montierten Anbohrersattelstücken





1



2

Bildfolge:  
Montage von Anbohrersattelstücken



3



5



4



6

Beim Montieren der Anbohrersattelstücke liegt man mit einer Zeitannahme von 15 min/St. auf der sicheren Seite. Ein Großteil der Kanalkolonnen arbeitete zum ersten Mal mit den Sattelstücken. Nach einer Einweisung auf der Baustelle durch den Rohrlieferanten wurde in kürzester Zeit ein müheloser Umgang mit den Formteilen festgestellt. Immerhin mußten insgesamt rund 700 Anschlüsse hergestellt werden. Zum Anbohren wurden handelsübliche Kernbohrgeräte eingesetzt. Vereinfacht wird das Herstellen der Abzweige durch Sattelstücke dadurch, daß das Anbohren und Montieren außerhalb des Grabens geschehen kann, und somit auch immer in vertikaler Richtung gearbeitet werden kann (s. nebenstehende Bildfolge).

Worauf beim Montieren unbedingt geachtet werden muß ist, daß die blanken Schnittstellen mit Inertol-Poxitar-F eingeschmiert werden, um keine Schwachstellen im Gesamtsystem zu erzeugen.

Dieses Epoxid-Harz wird durch den Lieferanten zur Verfügung gestellt.

Die vorhandene Muffe am Sattelstück ermöglicht einen direkten Übergang auf andere Rohrmaterialien (hier: Hausanschlüsse in Steinzeug).

## 7. Zusammenfassung

Die Anbohrersattelstücke mit Muffe wurden bei der Erschließungsmaßnahme „Taläcker“ in Künzelsau zum ersten Mal in großer Stückzahl eingesetzt.

Das einfache Handling auf der Baustelle, die zuverlässige Dichtheit von 0,5 bar Unterdruck bis 6 bar Überdruck, die Möglichkeit nachträglicher Anschlüsse an jeder gewünschten Stelle zeichnen den Anbohrersattel aus duktilem Gußeisen aus. Obwohl die Kosten des Sattelstückes (Lieferung + Montage) in der Einzelposition recht hoch sind, so werden diese sehr schnell bei der Betrachtung der Kosten des gesamten Netzes relativiert. Nach Aussage von Lieferanten sind die Lieferkosten der Sattelstücke im Moment sogar im Sinken begriffen, da eine günstige Serienproduktion möglich ist.

Im nachhinein betrachtet, wird die Richtigkeit der Entscheidung hinsichtlich Rohrwahl für Hausanschluß/Flächenentwässerung/Hauptsammler bestätigt.

So wurde doch ein Ingenieurbauwerk geplant und geschaffen, welches die finanziellen und die wirtschaftlichen Aspekte sowie die Bauzeitminimierung in idealer Weise vereint.

Bild 4: Verlegung eines Rohres mit zwei montierten Sattelstücken



# Gutachten: Diffusionsverhalten chlorierter und aromatischer Kohlenwasserstoffe durch NBR-Dichtringe in TYTON- Verbindungen

Von Knut Bächmann

## Vorbemerkung von N. Klein

Abwasserkanäle und -leitungen aus duktilem Gußeisen sind sicher und dicht. Diese Feststellung hat sich bei Wasser- und Gasleitungen aus diesem Werkstoff seit über 30 Jahren bestätigt und sollte auch dadurch untermauert werden, daß die Diffusionsdichtheit der TYTON-Verbindung gegenüber abwasserrelevanten Stoffen überprüft wird. Stellvertretend für die Vielzahl der im Abwasser vorkommenden Stoffe wurden sechs Lösemittel (vier CKW und zwei AKW) gewählt, die unter dem Gesichtspunkt der Anwendungshäufigkeit und Menge sowie ihres Gefahrenpotentials vorrangig sind. Es handelt sich dabei um die in den Tabellen des Gutachtens aufgeführten Lösemittel. Diese Lösemittel wurden auch im „Leitfaden für den Umgang mit leichtflüchtigen chlorierten und aromatischen Kohlenwasserstoffen“ des Landes Baden-Württemberg behandelt.

Trotz aller Bemühungen zum sicheren Umgang mit diesen Stoffen kann es zu Unfällen kommen, so daß größere Mengen in das Abwasser gelangen können. In diesen Fällen müssen die Werkstoffe der Abwasserkanäle und -leitungen nicht nur diesen zeitlich begrenzten Belastungen widerstehen, sondern auch so dicht sein, daß keine schädlichen Stoffe in das Erdreich und das Grundwasser gelangen können.

Die Beständigkeit von Abwasserkanälen und -leitungen aus duktilem Gußeisen gegenüber AKW- und CKW-Belastungen im Abwasser sowie ihre Dichtheit bei Anwesenheit von AKW und CKW im Abwasser wurde bereits im FGR-Merkblatt 1/88 beschrieben. Die Beständigkeit der Werkstoffe wurde durch neuere Versuche untermauert:

- Zementmörtel und Gußeisen mit Zementmörtelauskleidung gegenüber CKW-gesättigtem Wasser (Korrosionstechnik Dr. Heim: Gutachten Nr. 1351/4/90)
- NBR-Dichtringe gegenüber CKW-gesättigtem Wasser (MPA NRW Dortmund: Prüfzeugnis Nr. 22 1086 0 88 abgedruckt in der Informationsschrift FGR 24 von 1989)

Die Untersuchungen, die im Rahmen des nachfolgend abgedruckten Gutachtens durchgeführt worden sind, bestätigen die Dichtheit von Abwasserkanälen und -leitungen aus duktilem Gußeisen, besonders im Hinblick auf eine Belastung des Abwassers mit AKW und CKW.

Aus versuchstechnischen Gründen wurde bei den Untersuchungen eine gesättigte Lösung der sechs Lösemittel gewählt. Die Konzentrationen der CKW und AKW stellen dadurch eine Verschärfung der im ATV-Arbeitsblatt A 115 genannten Richtwerte dar; siehe Tabelle 3 des Gutachtens. Weiterhin wurden die Untersuchungen an Verbindungen mit unterschiedlicher Spaltbreite und damit unterschiedlicher Kompression der Dichtringe durchgeführt, weil bei Rohrleitungen mit Muffenverbindungen die Maße der Einsteckenden und Muffen immer eine zulässige Toleranz haben. Abwasserkanäle sind meistens Freispiegelleitungen, so daß die Werkstoffe sowohl mit dem Abwasser als auch mit der Kanalatmosphäre in Berührung kommen. Deshalb wurden bei den Untersuchungen beide Phasen in Betracht gezogen.

Die Untersuchungsergebnisse dieses Gutachtens zeigen, daß Rohrleitungen aus duktilem Gußeisen mit TYTON-Verbindungen und NBR-Dichtringen ein dichtes und sicheres Entwässerungssystem darstellen, wie es besonders für Trinkwasserschutzgebiete gefordert wird.

## Einleitung

An Abwasserkanäle und -leitungen werden, bedingt durch zunehmend mit Schadstoffen belastete Abwässer, hohe Anforderungen bezüglich Dichtheit und Sicherheit gestellt. Die Umweltverschmutzung durch chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) und aromatische Kohlenwasserstoffe (AKW) wurde in den letzten Jahren vielfach diskutiert. Stellvertretend für diese Stoffklassen gelten die sechs in Tabelle 1 aufgeführten Lösemittel.

Das Diffusionsverhalten dieser Stoffe durch Rohrwände wurde bereits untersucht [1], nicht jedoch das Diffusionsverhalten der Verbindungen. In den Erläuterungen von DIN 4060 [2] ist festgehalten, daß für den Bereich der öffentlichen Kanalisation keine nachteiligen Auswirkungen von CKW auf die Dichtmittel zu befürchten sind, weil sie nur in für Dichtmittel völlig belanglosen Mengen abgeleitet werden dürfen. Trotzdem wird immer wieder die Frage gestellt, wie sich die Dichtmittel bei möglichen Unfällen verhalten und ob dabei CKW und AKW in das Erdreich diffundieren können.

Rohrleitungen aus duktilem Gußeisen werden seit Jahrzehnten für den Transport von Wasser und Gas, in jüngerer Zeit zunehmend auch für die Abwasserentsorgung eingesetzt. Sie haben sich als dicht und sicher bewährt.

Die Verbindung der Rohre und Formstücke erfolgt vorwiegend mit der TYTON-Steckmuffenverbindung. Die TYTON-Dichtringe für Gas- und Abwasserleitungen sowie Abwasserkanäle

bestehen aus Nitril-Butadien-Gummi (NBR), bekannt z. B. unter dem Handelsnamen Perbunan. Es wurde für die Abwasserentsorgung also derselbe Dichtungswerkstoff gewählt, der sich in Gasleitungen vor allem wegen der Beständigkeit gegenüber Kohlenwasserstoffen bewährt hat. Darüber hinaus wurde bestätigt, daß TYTON-Verbindungen mit Dichtringen aus NBR gegenüber CKW-gesättigtem Wasser [3] und Raffinerieabwässern [4] beständig sind. In [5] wird über Verhalten von Dichtringen in Gußrohr-Abwasserleitungen – auch bei CKW- und AKW-Belastung – berichtet.

### Problemstellung

Die Beständigkeit von TYTON-Verbindungen mit NBR-Dichtringen gegenüber CKW- und AKW-belasteten Abwässern wurde bereits untersucht. Es fehlte aber bisher eine konkrete Aussage, ob dabei und gegebenenfalls wieviel der in Tabelle 1 aufgeführten Stoffe durch die Dichtringe diffundieren können.

### Versuchsaufbau

Das Gutachten basiert auf der Untersuchungsmethode, die in [1] beschrieben ist. Der Versuchsaufbau ist in Bild 1, die Anordnung zur Probenahme in Bild 2 wiedergegeben.

Bei den Untersuchungen wurden die in Tabelle 1 beschriebenen Konzentrationen von CKW und AKW benutzt, die eine gesättigte, wäßrige Lösung der sechs Stoffe darstellen. Nach [1], Bild 5, reicht sich keiner dieser Stoffe im Muffenspalt an, so daß während der Versuchszeit immer konstante Verhältnisse im Versuchsaufbau herrschten.

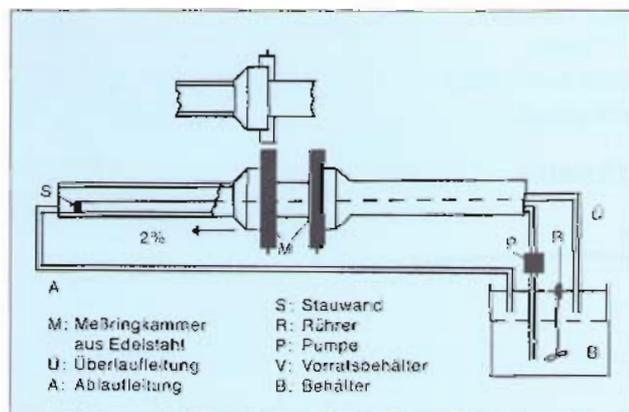
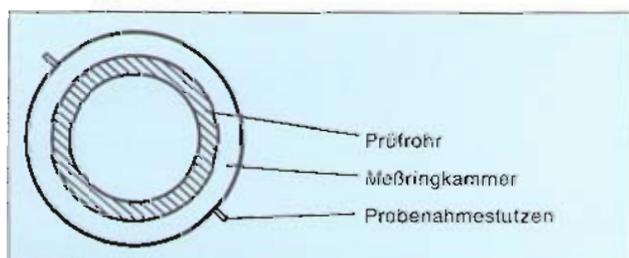


Bild 1: Versuchsaufbau

Bild 2: Anordnung zur Probenahme Meßringkammer



Substanz	Dichte g/ml	Wasserlöslichkeit g/l	Konzentration g/l
Dichlormethan	1,33	16,70	25
1.1.1. Trichlorethan	1,34	4,50	20
Trichlorethen	1,46	1,12	11
Tetrachlorethen	1,62	0,10	1
Toluol	0,87	0,47	5
Xylol	0,87	0,20	2

Tabelle 1: Konzentrationen der verwendeten Substanzen

Es wurden drei Verbindungen mit TYTON-Dichtringen aus NBR geprüft, wobei die Kompression der Dichtringe variiert wurde. Die minimal und maximal zulässige sowie die mittlere Verpressung des Dichtringes wurde durch die entsprechende Auswahl des Muffenspalt erreicht.

Die Bestimmung der eventuell durch die Verbindung diffundierenden Stoffe erfolgte wie in [1] beschrieben. Die Bestimmung wurde über einen Zeitraum von 75 Tagen durchgeführt.

### Ergebnisse

Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgte für jede Verbindung getrennt. Die gemessenen Diffusionsmengen sind aus Tabelle 2 ersichtlich.

Aus Tabelle 2 geht hervor, daß von den untersuchten Stoffen nur Dichlormethan durch die NBR-Dichtringe bei mittlerer und geringer Verpressung meßbar diffundiert. Die Diffusion von Dichlormethan konnte allerdings erst nach 16 Tagen festgestellt werden.

Substanz	min. Verpressung	mittl. Verpressung	max. Verpressung
Dichlormethan	5,9	5,2	<0,5
1.1.1. Trichlorethan	<0,5	<0,5	<0,5
Trichlorethen	<0,5	<0,5	<0,5
Tetrachlorethen	<0,5	<0,5	<0,5
Toluol	<0,5	<0,5	<0,5
Xylol	<0,5	<0,5	<0,5

Tabelle 2: Diffusion von den in Tabelle 1 beschriebenen CKW und AKW durch die NBR-Dichtringe in TYTON-Verbindungen, Diffusionsmenge in µg/d

### Diskussion der Ergebnisse

Es wurde die Diffusion von CKW und AKW aus einer gesättigten, wäßrigen Lösung durch NBR-Dichtringe in TYTON-Verbindungen geprüft. Die Konzentrationen dieser Stoffe waren erheblich höher als die Konzentrationen, die normalerweise im Abwasser auftreten. In Tabelle 3 sind anlehend an [3] die Prüfkonzentrationen und die oberen Grenzwerte nach ATV-Arbeitsblatt A 115 [6] gegenübergestellt. Es handelt sich bei den Prüfkonzentrationen also um Gehalte, die nach Unfällen in die öffentliche Kanalisation gelangen oder in bestimmten gewerblichen bzw. industriellen Abwasserleitungen zur internen Kläranlage auftreten

CKW/AKW	Konzentration der Prüfung	Konzentration max. ATV A 115	$\frac{\text{Konz.}_{\text{Prüf}}}{\text{Konz.}_{\text{ATV}}}$
Dichlormethan	25 000	6,0	4 160
1.1.1. Trichlorethan	20 000	6,3	3 170
Trichlorethen	11 000	6,2	1 770
Tetrachlorethen	1 000	5,8	172
Toluol	5 000	20	250
Xylol	2 000	20	100

Tabelle 3: Konzentrationen der verwendeten Substanzen im Vergleich mit den im ATV-Arbeitsblatt A 115 [6] genannten Richtwerten, Konzentrationen in mg/l

#### Literatur

- [1] K. Bächmann und D. Kubin: Das Diffusionsverhalten chlorierter und aromatischer Kohlenwasserstoffe durch Rohrwände, GWF Wasser – Abwasser 131 (1990), S. 9–12
- [2] DIN 4060 Dichtmittel aus Elastomeren für Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und -leitungen; Anforderungen und Prüfungen
- [3] Untersuchungen über das Verhalten von TYTON-Dichtringen in CKW-gesättigtem Wasser Prüfzeugnis Nr. 22 1086 0 88 MPA NRW, Abdruck und Kommentar in FGR 24 (1989), S. 4–10
- [4] Bericht über die Eignungsprüfung von TYTON-Dichtringen aus Nitrilkautschuk für Raffinerie-Abwasserleitungen, Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe, 16. 9.1975
- [5] H. Nöh und W. Wolf: Verhalten von Dichtringen in Gußrohr-Abwasserleitungen – auch bei CKW-Belastung, FGR 23 (1988), S. 21–28
- [6] ATV-Arbeitsblatt A 115, Januar 1983: Hinweise für das Einleiten von Abwasser in eine öffentliche Abwasseranlage

Prof. Dr. K. Bächmann  
 Fachbereich Chemie  
 Technische Hochschule Darmstadt  
 D-6100 Darmstadt

Prof. Dr. K. Bächmann



können. Unter diesem Gesichtspunkt kann gesagt werden, daß TYTON-Verbindungen mit NBR-Dichtringen in Abwasserleitungen und -kanälen aus duktilem Gußeisen diffusionsdicht sind.

Im übrigen ist festzustellen, daß bei Unfällen die CKW- oder AKW-Verunreinigungen spätestens nach wenigen Tagen aus der Rohrleitung entfernt werden, so daß auch hier ein Diffundieren dieser Substanzen in das Erdreich ausgeschlossen werden kann.

#### Zusammenfassung

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß Abwasserkanäle und -leitungen aus duktilem Gußeisen mit NBR-Dichtringen in TYTON-Verbindungen auch bei starken Verunreinigungen des Abwassers mit CKW und AKW diffusionsdicht sind.

# Planung und Erstellung einer Trinkwasserleitung DN 900 aus duktilen Gußrohren in Leipzig – Westringleitung –

Von Henry Simon,  
Petra Simon  
und Rudolf Winter

## Einleitung

Die Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Leipzig GmbH stellt einen der drei großen Wasserver- bzw. Abwasserentsorger im Land Sachsen dar und ist aus dem damaligen VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung hervorgegangen.

Das Versorgungsgebiet umfaßt den ehemaligen Bezirk Leipzig, den jetzigen Regierungsbezirk einschließlich der Kreise Schmölnn und Altenburg.

Die Aufgaben bestehen in der qualitäts- und bedarfsgerechten Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser sowie der späteren Abwasserentsorgung mit der abschließenden Reinigung.

In der Messestadt sowie im Landkreis Leipzig ist auf einem Gebiet von ca. 393 km<sup>2</sup> die Wasserverteilung für 602 830 Einwohner vorzunehmen.

Das allein nur im Stadt- und Landkreis von Leipzig zu betreuende und instandzuhaltende Rohrnetz beläuft sich auf 2093 km Rohrleitungen der verschiedensten Dimensionen (siehe Übersichtsplan).

Zur Speicherung von Trinkwasser steht derzeit ein Behältervolumen von 150 700 m<sup>3</sup> zur Verfügung.

Die Wassergewinnung erfolgt durch 19 im Umkreis von Leipzig befindliche Klein- und Großwasserwerke, wobei die drei Hauptwerke in Canitz, Thallwitz und Naunhof ca. 110 000 m<sup>3</sup>/d Trinkwasser nach Leipzig fördern.

Die höchste Tagesabgabe wurde am 11. 2. 1991 mit 209 000 m<sup>3</sup>/d gemessen.

Bedingt durch den teilweise starken Rückgang der Industrieproduktion nach der Wiedervereinigung sowie der veränderten Einstellung der Bevölkerung zum Wasserverbrauch nach Einführung der kostendeckenden Wasserpreise (vor 1989 0,16 M/m<sup>3</sup>, 1991 1,60 DM/m<sup>3</sup>) sank der Wasserverbrauch in Leipzig erheblich und stellte den Betrieb vor Probleme.

Mit dem Einsatz des wirtschaftlichen Aufschwungs, insbesondere durch die Ansiedlung

von Gewerbegebieten und neuen Industriestandorten, wurde dieser Zustand beendet.

## Äußere Wasserverteilung

Für die äußere Wasserverteilung der Messestadt Leipzig besteht die Anforderung, Trinkwasser mit hoher Versorgungssicherheit und in ausreichender Menge, Druck und Qualität zu den Abnahmeschwerpunkten der Stadt sowie angrenzenden Versorgungssystemen und Versorgungsgebieten heranzuführen.

Die Leitungssysteme dieser äußeren Wasserverteilung wurden im Zeitraum 1978–1991 realisiert und bilden ein Netz von ca. 46 km Rohrleitung in den Nennweiten 800/900/1000 und 1200 in den Materialarten Spannbeton sowie Stahlrohr Bitumen ausgekleidet.

Die Einspeisung in dieses System erfolgt einerseits durch die im Umfeld der Stadt Leipzig befindlichen Großwasserwerke Canitz/Thallwitz und Naunhof sowie andererseits durch Bezug von Fremdwasser durch die Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz-GmbH mittels mehrerer Abgabestellen in Form von Direkteinspeisung bzw. Übergabe zu Hochbehältern. Die Verbindung von äußerer und innerer Wasserverteilung ist an exponierten Stellen des Gesamtversorgungssystems vorgenommen worden (Bild 1).

Der Ringschluß mit den bereits vorhandenen Leitungsabschnitten der äußeren Wasserverteilung wird über die im nachfolgenden beschriebenen Westringleitung Abschnitt Süd mit dem BA 1–3 vollzogen.

## Planung

Nach umfangreichen Studien hinsichtlich Trassenführung, Hydraulik und Materialauswahl wurde die „Westringleitung“ Abschnitt Süd in 3 Abschnitten geplant.

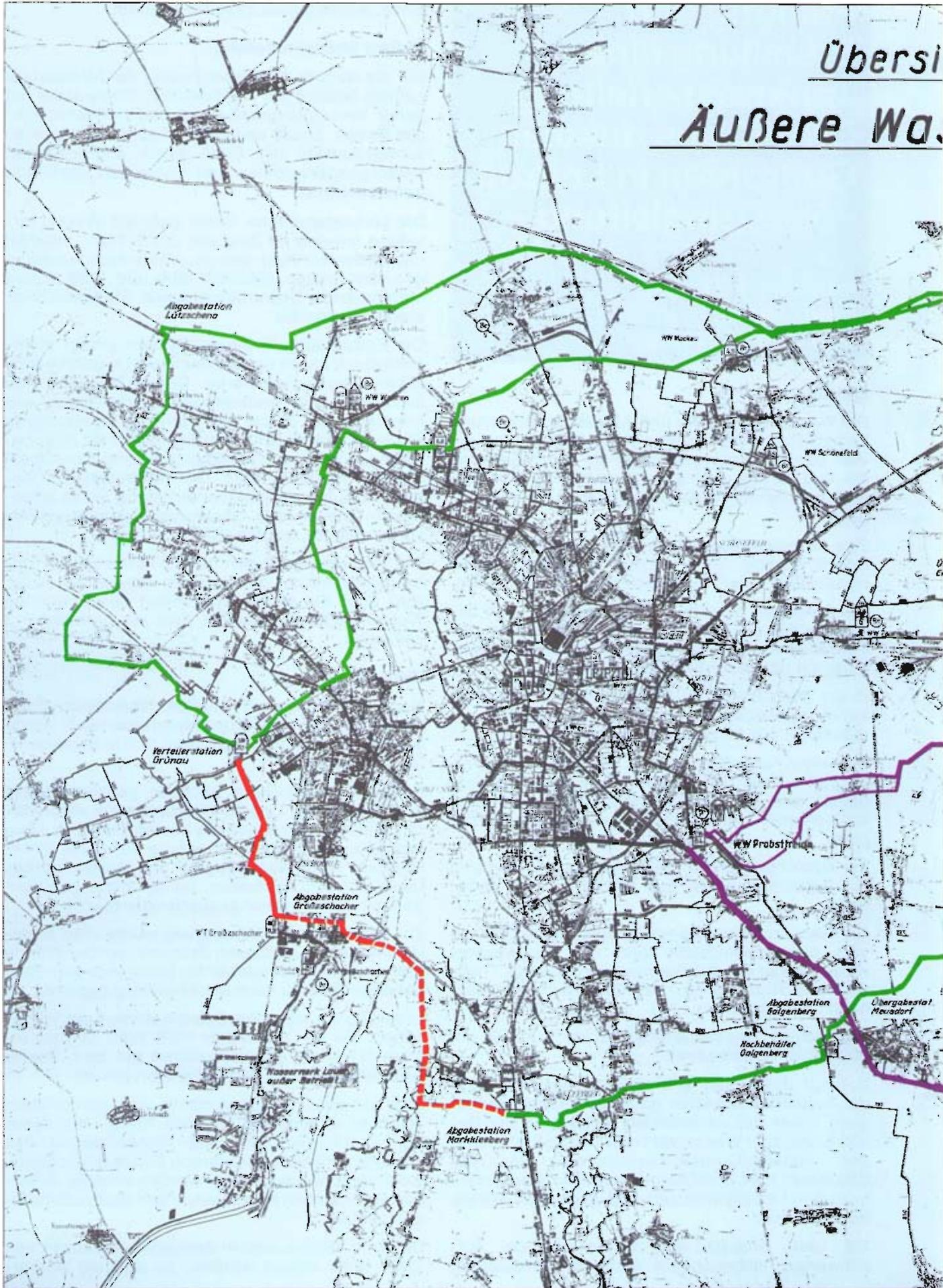
Aufgrund des im Raum Sachsen, genauer gesagt im Gebiet Halle, Leipzig-Bitterfeld stark verbreiteten Braunkohlentagebaues bestand die dringliche Aufgabe, die Wasserversorgung der Stadt Markkleeberg nach dem Wegfall des Wasserwerkes Lauer aufrechtzuerhalten. Diese Leistungen wurden mit dem 1. Planungsabschnitt erbracht.

Zur Sicherung der Versorgung wurde eine Stahlleitung als das zu diesem Zeitpunkt vor der Wende fast einzige Rohrmaterial für Großrohre vom Erdbehälter Wachau nach Markkleeberg geplant.

Ursprünglich war eine Spannbetonleitung vorgesehen, die der ehemalige VEB WAB Leipzig infolge fehlender Baukapazitäten auf dem Sektor Großrohrverlegung nicht bilanziert bekam.

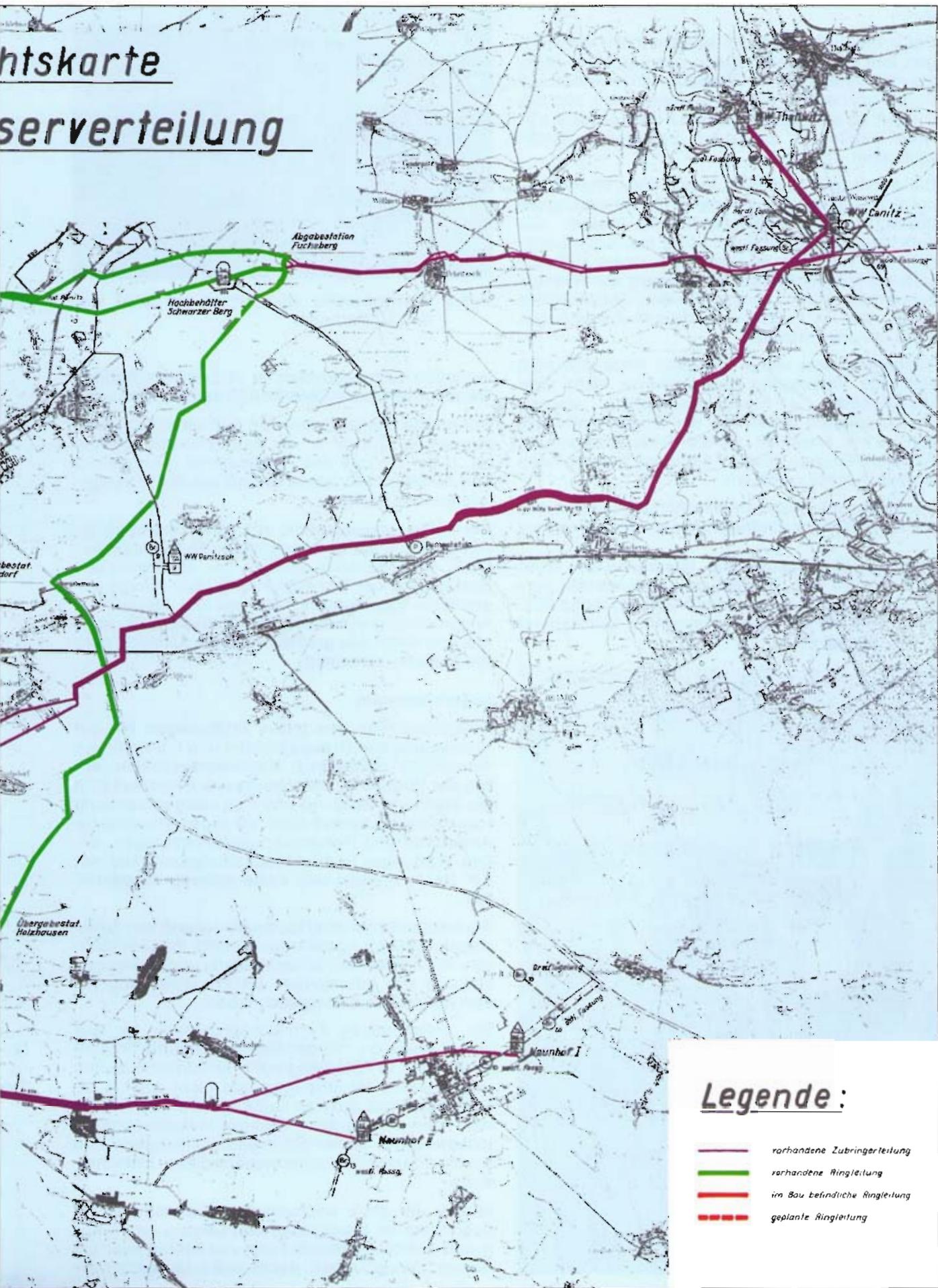
Das war ein Leitungsabschnitt, der zum größten Teil über unbebautes Gelände führte. Nur durch drei Durchörterungen, wie Nichtdükering des Vorfluters Pleiße und Querung Schillerplatz (längste Durchörterung 109 m) wurden erhöhte Anforderungen an den Planer sowie den Bauausführenden gestellt.

Die rund 5800 m sind in zweijähriger Bauzeit von 1987–1988 verlegt worden, so daß die Versor-



# htskarte

## serverteilung



### Legende :

- vorhandene Zubringerleitung
- vorhandene Ringleitung
- im Bau befindliche Ringleitung
- - - geplante Ringleitung

gungssicherheit der Stadt Markkleeberg gesichert war.

Der 2. Planungsabschnitt, welcher in der schwierigen Zeit der „Wende“ durch das Leipziger Ingenieurbüro für Verkehrs-Tiefbau und Umweltschutz GmbH vorbereitet wurde, erstreckt sich von der Druckerhöhungsstation Grünau bis zur Heinrich-Rauh-Straße im Leipziger Stadtgebiet Großzschocher.

Die Wertigkeit dieses 2. Abschnittes wurde dadurch bestimmt, daß einerseits die Notwendigkeit bestand, das schadstoffbelastete Wasser aus dem Wasserwerk Großzschocher durch die Zuführung von Fernwasser abzulösen, sowie andererseits die Möglichkeit der Erweiterung der Wasserversorgung in den Landgemeinden, insbesondere wegen der im Aufbau befindlichen Gewerbegebiete, zu gewährleisten.

Ausgehend von dieser Situation entschloß man sich, die Versorgung des Gebietes nicht über Markkleeberg (1. Planungsabschnitt) abzusichern, sondern direkt von der Druckerhöhungsstation mit Anschluß an die Trinkwasserleitung Radefeld-Grünau eine 3,7 km lange Leitung nach Großzschocher zu bauen.

Der Anschluß an die Druckerhöhungsstation war jedoch nicht ohne Probleme, da mit den neu zu ver-

**Bild 2:** Einbindungsgarnitur, bestehend aus MMA 900 x 900, 2 F 900 mit vormontierten Vor-schweißflanschen und Absperrklappe 900, wird in die bereits getrennte Stahlleitung eingepaßt.



**Bild 3:** Fertiggestellte Einbindung mit Blick auf den Meßschacht.

legenden Leitungssystemen in zwei vorhandene Transportleitungen DN 800/900 einzubinden war.

Der größte Betriebsdurchfluß beträgt in der Westringleitung 1300 m<sup>3</sup>/h; der Betriebsdruck liegt bei ca. 11 bar, so daß das Rohrmaterial, Formstücke und Armaturen für einen Nenndruck PN 16 ausgelegt werden mußten.

Der 3. Planungsabschnitt mit einer Gesamtlänge von ca. 8 km, der den endgültigen Ringschluß darstellt, wird derzeit geplant. Die abschließende Bestätigung der Trassenführung steht infolge ungeklärter Eigentumsverhältnisse der teilweise in Anspruch zu nehmenden Grundstücke z. Zt. noch aus und bildet das größte Hindernis für den weiteren Planungsabschnitt.

#### **Materialauswahl**

Ausgehend von den guten Erfahrungen bei der Anwendung von Graugußrohren und Formstücken hinsichtlich Haltbarkeit, Korrosionsverhalten sowie der Vorteile bei der Verlegung, entschloß sich die Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Leipzig GmbH bereits 1989, Vorzugssortimente für Armaturen und Rohrmaterialien festzulegen, um den Wartungs- und Instandhaltungsaufwand der TW-Netze effektiv und kostengünstig zu gestalten.

Als Hauptrohrmaterial für die Verlegung von Trinkwasserversorgungsleitungen wurde duktiles Gußrohr mit Zementmörtelauskleidung und Außenverzinkung mit bituminöser Deckbeschichtung für den Außenschutz festgeschrieben.

Ein vollständiges Formstückprogramm für alle Nennweiten, die mit der Rohrverbindung TYTON-Muffe bzw. TYTON-Langmuffe verbundene leichte und einfache Verarbeitung und nicht zuletzt die Robustheit des duktilen Gußrohrmaterials mit seinen hervorragenden Festigkeitseigenschaften, insbesondere seiner Scheiteldruckfestigkeit und seiner Flexibilität, untermauert diese Entscheidung.

Infolge der stark wechselnden Bodenstrukturen, besonders im Stadtgebiet von Leipzig (stark aggressive Bestandteile in Form von kontaminiertem Boden, Verkippungen, Asche u. a.), laufen derzei-

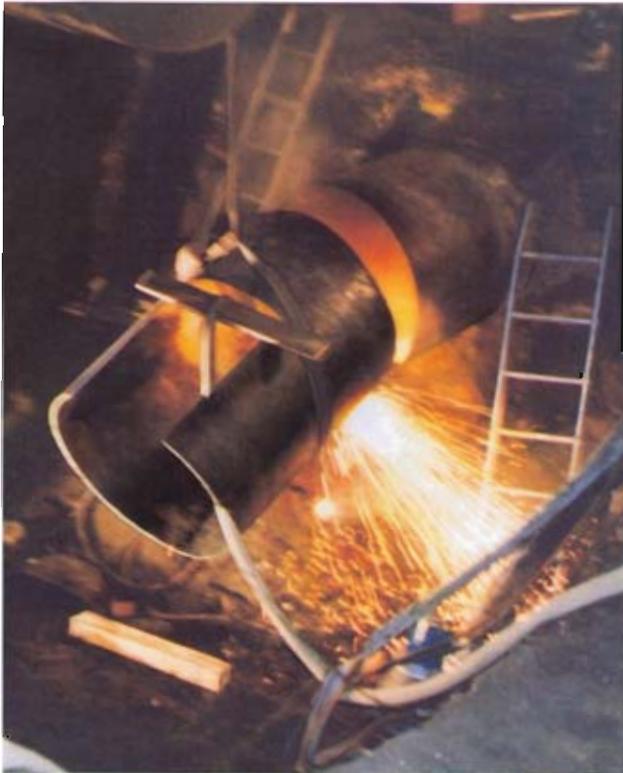


Bild 4: Einbindungsarbeiten während der Nacht

tig Untersuchungen hinsichtlich des Einsatzes eines hochwertigen Außenschutzes, ggf. in Form einer PE-Umhüllung.

#### Realisierung/Bauwerke und Rohrleitung

Ausgehend von den Planungsunterlagen für den 2. Bauabschnitt der Westringleitung erfolgte die Vergabe in vier Baulosen

1. Los: Verteilerstation mit Anschluß an die vorhandenen Rohrsysteme im Bereich Druckerhöhungstation Grünau
2. Los: Rohrleitung DN 900 1,9 km
3. Los: Rohrleitung DN 900 1,8 km

Bild 5: Blick auf die östliche Wand der Verteilerstation mit Austritt der Leitung DN 800 und 900 in schubgesicherten Muffenverbindungen bis zum im Bau befindlichen Streckenwiderlager Mitte des Bildes.



#### 4. Los: Abgabestation Großschocher mit Einbindung in das vorhandene Netz.

Baubeginn war im Mai 1991, die Fertigstellung des Gesamtabschnittes ist bis 15.12.1992 durch die beauftragten Baufirmen vorzunehmen.

Bereits in der Bauanlaufphase wurde zwischen dem Bauherren, Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Leipzig GmbH, dem Bauunternehmer sowie dem Gußrohrlieferanten ein enger Kontakt hergestellt, der bei der relativ komplizierten Rohrtrasse zu beiderseitigem Nutzen war.

#### Verteiler- und Meßstationen:

Die Westringleitung beginnt an einer neu zu errichtenden Verteiler- und Meßstation. Für diese Station waren vier Einbindungen in die vorhandenen Stahlrohrleitungen erforderlich (siehe Bild 2 und 3). Alle Einbindungen konnten nur innerhalb der Nachtstunden durchgeführt werden, um möglichst keine Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung zu bekommen (siehe Bild 4). Diese Einschränkung in der Zeit setzte genaue Planung und Koordinierung der erforderlichen Arbeiten voraus.

Resultierend aus den knappen Einbindungszeiten mußte eine Kombination von Muffen- und Flanschenformstücken gewählt werden, weil das millimetergenaue Einpassen mit vor Ort gefertigten Flanschenpaßstücken aus Zeitgründen nicht möglich war.

Das Kombinieren mit Muffen- und Flanschenformstücken setzte zwangsläufig eine Abstimmung von schubgesicherten Verbindungen und Widerlagern voraus (siehe Bild 5). Dies hatte zur Folge, daß die schubgesicherten Verbindungen millimetergenau eingepaßt und vorgereckt werden mußten, um ungewollte Kräfte in den Winkelpunkten zu vermeiden. Hierzu mußten auf engstem Raum und kurzer Strecke Richtungsänderungen und Etagen in verschiedenen Ebenen ausgeführt werden (Bild 5, 6, 7). Dabei war es nicht immer einfach, Bögen der Nennweite 900 in Zwangslage zu montieren. Besonders bei diesen Gegebenheiten stellte sich die Flexibilität des Gußrohrsystems mit seiner TYTON-Verbindung als Vorteil heraus.

Bild 6: Verteilerstation mit vorbereiteter Fundamentplatte und den montierten Absperrarmaturen





Bild 7: Fertiggestellte Verteilerstation

**Trassenführung:**

Die Trassenführung machte es erforderlich, daß Straßen gekreuzt werden mußten. Die damit verbundenen Richtungsänderungen von 90 Grad bedurften besonderer Sicherungen zur Aufnahme der Kräfte, resultierend aus dem Innendruck. An den Stellen, an denen aus baulichen Gründen keine Betonwiderlager an den Winkelpunkten gesetzt werden konnten, wurden kraftschlüssige Verbindungen gewählt.

Um die Kosten dieser Teilabschnitte in Grenzen zu halten, ist eine Kombination von kraftschlüssigen Verbindungen und Betonstreckenwiderlagern (Bild 8 und 9) gewählt worden.

**Verlegung:**

Die Rohre und Formstücke sind fachgerecht unter Beachtung der vom Hersteller beigestellten Verlegeanleitungen verlegt worden. Hierbei wurden neben dem Gebrauch von Verlegegeräten auch lange Strecken mit dem Bagger zusammengesoben. Somit konnte eine gute Verlegeleistung erreicht werden.

Bild 8: Streckenwiderlager



Bild 9: Streckenwiderlager

**Projektänderung während der Bauzeit:**

Im Kreuzungsbereich mit der Lützener Straße sollte unter Verwendung eines vorhandenen Stahlschutzrohres DN 900 die Lützener Straße gekreuzt werden. Bedingt durch die Abmessung des Stahlschutzrohres mußte das Mediumrohr in diesem Bereich von DN 900 auf DN 800 reduziert werden. Das Stahlschutzrohr endete nach der Straßenbahntrasse unterhalb einer Brücke in der Lützener Straße. In diesem Bereich ist eine Vertikaletage mit einem Niveauunterschied von 8 m erforderlich. Um die Kräfte in der Etage klein zu halten, wurde die reduzierte Strecke DN 800 über die Etage hinaus ausgeweitet. Die hierfür vorhandenen Rohre und Formstücke waren kraftschlüssig ausgebildet (Bild 10).

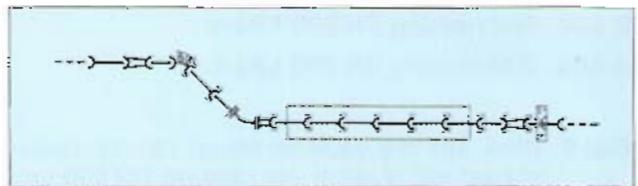


Bild 10: Verlegeplan Vertikaletage

Die Rohre wurden montiert und über eine Umlenkrolle in das Stahlschutzrohr gezogen. Nachdem vier Rohrlängen eingezogen waren, stieg die Kraft, die zum Einziehen benötigt wurde, derartig stark an, daß der Vorgang gestoppt und nach der Ursache gesucht wurde. Es stellte sich heraus, daß das Stahlschutzrohr einen Vertikalknick nach unten aufwies, so daß sich die Rohrstrecke dort festgefahren hatte.

Eine Überprüfung ergab, daß das Stahlschutzrohr auf etwa 10 m eine Abweichung zum Niveau von 45 cm brachte. Das entspricht einem Winkel von etwa 2,5 Grad.

Die maximale Abwinkelung der dort eingesetzten Schubsicherung SV DN 800 läßt eine Abweichung

von 0,3 Grad zu. Das ergibt bei zwei Rohrlängen von je 6 m eine Differenz von maximal 9 cm.

Die eingebrachte Strecke von 4 Rohren wurde wieder herausgezogen, um an dem Stahlschutzrohr eine Niveauekorrektur vorzunehmen.

Nach der Korrektur des Stahlschutzrohres, die sich bedingt aus den Örtlichkeiten äußerst schwierig gestaltete, waren die Versprünge und Abwinkelungen innerhalb des Stahlschutzrohres noch so groß, daß allein aus der Dimensionierung des Gußrohres das Einziehen sich nicht ermöglichte.

Resultierend hieraus wurde in Absprache mit der WAB, Leipzig, der Bauprüfstelle der Wasserwirtschaft Leipzig und dem Leipziger Ingenieur-Büro die Kreuzung mit der anschließenden Etage in Stahl gefertigt.

**Druckprobe**

Die Teildruckproben der einzelnen Lose wurden nach DIN 4279 durchgeführt.

**Zusammenfassung**

Die Verlegung der großdimensionierten Trinkwassertransportleitung durch eng bebautes Stadtgebiet stellt sich in der Bauausführung teilweise recht kompliziert dar, und Änderungen gegenüber den Planungsunterlagen waren notwendig.

Das zum Einsatz gebrachte Gußrohrsystem erlaubte jedoch an vielen Stellen, daß Leitungsquerungen bzw. -kreuzungen ohne größere, unlösbare Probleme realisiert werden konnten.

Die durch die TYTON-Langmuffe mögliche Abwinkelbarkeit (bei DN 900 3°) wurde bei Richtungsänderungen in der Trassenführung berücksichtigt und bewirkte eine Senkung des Formstückeinsatzes.

**Beteiligt an der Maßnahme**

**Bauherr**

Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Leipzig GmbH  
7010 Leipzig, Johannisgasse 9

**Planung**

Leipziger Ingenieurbüro für Verkehrs-, Tiefbau und Umweltschutz GmbH  
7022 Leipzig, Podelwitzer Straße

**Rohrlieferant**

THYSSEN GUSS AG  
Schalker Verein  
Wanner Straße 158-160  
4650 Gelsenkirchen

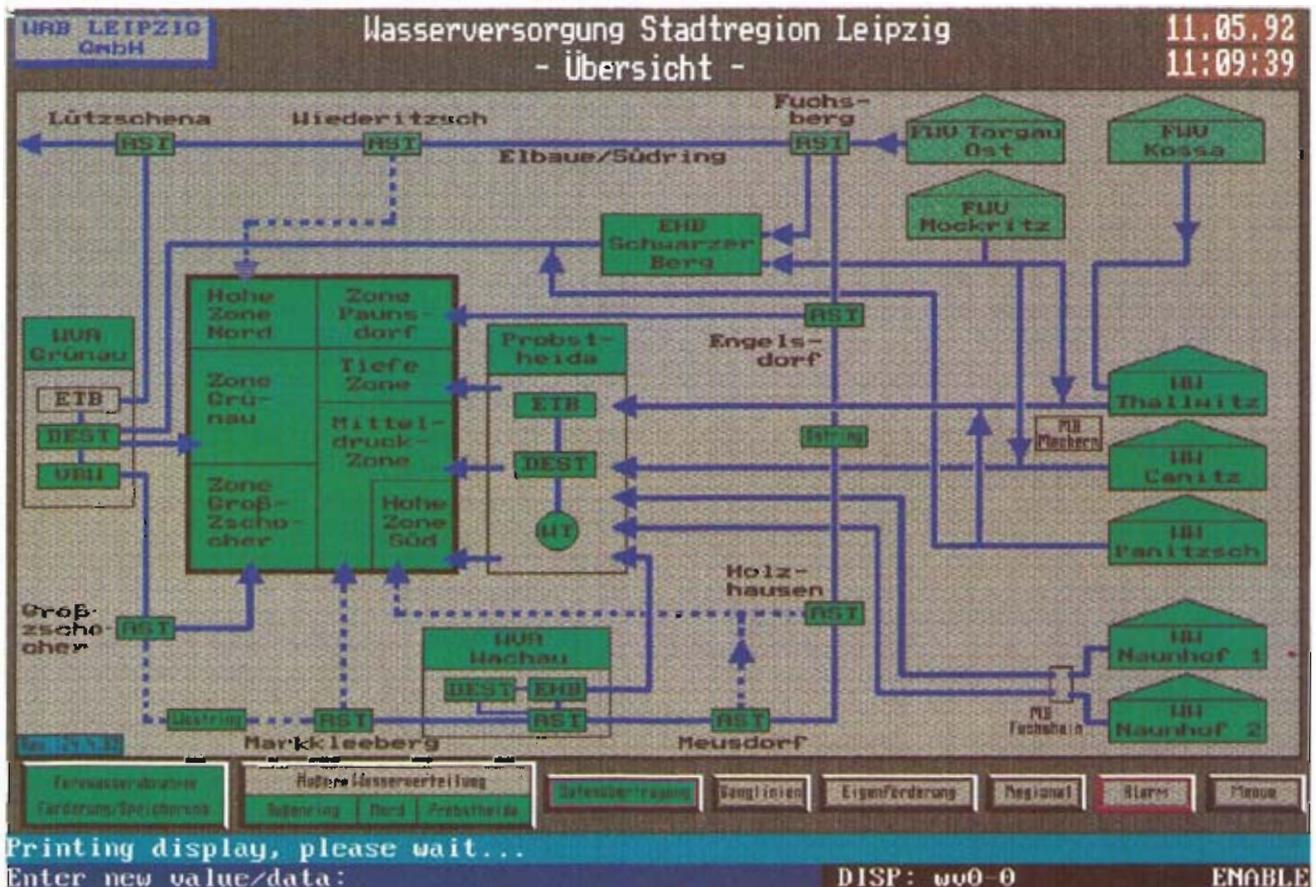
**Bauausführung**

Umwelttechnik & Wasserbau Ostharz GmbH  
3720 Blankenburg, Hüttenstraße 24

Firma Ludwig Pfeifer  
Hoch- und Tiefbau  
7022 Leipzig, Wittenberger Straße 8

Hans Brochier GmbH & Co.  
HNL Leipzig  
7030 Leipzig, Arno-Nitzsche-Straße 43

Bild 11: Übersicht der Wasserversorgung Stadtregion Leipzig



# Gutachten: Wechselstrom- korrosion von erdverlegten Rohrleitungen aus duktilen Gußeisen

Von Gerhard Heim  
und Thomas Heim

## Vorbemerkung von N. Klein

Die Wechselstromkorrosion wurde vor wenigen Jahren an geschweißten Stahlrohrleitungen entdeckt und seit dieser Zeit intensiv erforscht. Die bisher erhaltenen Ergebnisse wurden veröffentlicht und fanden auch Berücksichtigung im Normenwerk.

Erdverlegte Rohrleitungen aus duktilen Gußeisen unterscheiden sich von geschweißten Stahlrohrleitungen durch die Muffenverbindungen und die Korrosionsschutzmaßnahmen.

## Muffenverbindungen

Bei erdverlegten Rohrleitungen aus duktilen Gußeisen befindet sich nach jeder Rohrlänge von etwa 6 m und nach fast jedem Formstück eine Muffenverbindung, heute vorwiegend eine Steckmuffenverbindung. Man unterscheidet dabei drei Fälle:

- Fall 1: Nicht längskraftschlüssige Rohrleitungen

Die meisten Rohrleitungen aus duktilen Gußeisen sind nicht längskraftschlüssige Rohrleitungen. Es handelt sich um Rohrleitungen mit elektrisch isolierenden, gummigedichteten Muffenverbindungen. Dabei kommt heute vorwiegend die TYTON-Verbindung zum Einsatz.

- Fall 2: Durchgehend längskraftschlüssige Rohrleitungen

Für besondere Anwendungen, z. B. in Steilhängen, werden durchgehend längskraftschlüssige Rohrleitungen verlegt. Für Steckmuffenverbindungen haben drei Schubsicherungssysteme Eingang in die Praxis gefunden, vgl. Handbuch Gußrohrtechnik. Dabei ist die Schubsicherung entweder vom Dichtring getrennt oder im Dichtring integriert. Bei durchgehend längskraftschlüssigen Rohrleitungen kann der Längswiderstand erheblich vermindert sein.

- Fall 3: Nicht durchgehend längskraftschlüssige Rohrleitungen

Man versteht darunter Rohrleitungen mit längskraftschlüssigen Verbindungen in kurzen Rohrleitungsbereichen wie bei Formstücken, wo äußere

und innere Kräfte nicht durch ein Widerlager aufgefangen werden können. Ganz allgemein zählen hierzu Rohrleitungen mit längskraftschlüssigen Verbindungen in Rohrleitungslängen bis zu 100 m.

## Korrosionsschutzmaßnahmen

Bei erdverlegten Rohrleitungen aus duktilem Gußeisen kommen als Korrosionsschutzmaßnahmen nach DIN 30675 Teil 2, Tabelle 1, verschiedene Umhüllungen und die korrosionsschutzgerechte Bettung zum Einsatz. Die Umhüllungen sind in DIN 30674 Teil 1 bis Teil 5 beschrieben.

In dem folgenden Gutachten – Nr. 1601/09/92 vom 1. Oktober 1992 wird das Thema Wechselstromkorrosion von zwei Standpunkten aus beleuchtet:

- Längskraftschlüssigkeit
- Umhüllungen

Diese Unterteilung wurde schon früheren Untersuchungen über elektrochemische Einwirkungen auf Rohrleitungen aus duktilem Gußeisen zugrunde gelegt und fand auch Berücksichtigung in DIN 30675 Teil 2.

## Gutachten

Die Firma Halbergerhütte GmbH, Saarbrücken, federführend für die deutschen Gußrohrwerke, beauftragte uns mit einer gutachterlichen Stellungnahme zur Frage der Wechselstromkorrosion von erdverlegten Rohrleitungen aus duktilen Gußeisen.

Veranlassung für diese Stellungnahme sind die an Stahlrohrleitungen mit Schweißverbindungen aufgetretenen Korrosionsangriffe durch Wechselströme [1], [2]. Aufgrund dieser Beobachtungen stellte sich die Frage, ob – gegebenenfalls in welchem Ausmaß und unter welchen Bedingungen – auch bei Rohrleitungen aus duktilen Gußeisen mit gummigedichteten Muffenverbindungen mit Wechselstromkorrosion zu rechnen ist.

Das Ziel der Stellungnahme besteht in der Erarbeitung von Unterlagen, die es ermöglichen, die aus der Praxis kommenden Fragen hinsichtlich der Korrosionsgefährdung durch Wechselströme fachkundig zu beantworten.

Für die Erarbeitung der Stellungnahme können die in [3] beschriebenen grundlegenden Betrachtungen über die Wechselstrom-Beeinflussung von Rohrleitungen durch Hochspannungsfreileitungen ( $f = 50$  Hz) und Bundesbahnstrecken ( $f = 16\frac{2}{3}$  Hz) im Hinblick auf die Gefährdung von Personen durch hohe Wechselspannungen Rohr/Boden  $U_R$  herangezogen werden. Wenn auch die Wechselstromkorrosion direkt durch die Wechselstromdichte bestimmt wird, so bieten die  $U_R$ -Werte nach unseren praktischen Erfahrungen genügend genaue Anhaltspunkte für die Beurteilung der Wechselstromkorrosion. Die Wechselstrom-Beeinflussung ist von folgenden Einflußgrößen abhängig:

Fall	Bemerkung
1	Gußrohrleitungen mit TYTON-Verbindungen, nicht schubgesichert. Als Mittelwert aus früheren Messungen an Wasserleitungsrohren DN 100 wird ein Übergangswiderstand von 60 $\Omega$ /Verbindung angesetzt.
2	Gußrohrleitungen bis DN 300 mit TYTON-Verbindung, durchgehend schubgesichert. Als Richtwert wird ein Übergangswiderstand von $30 \cdot 10^{-3} \Omega$ /Verbindung, entsprechend $5 \cdot 10^{-3} \Omega$ /m verwendet.
3	Gußrohrleitungen bis DN 300 mit TYTON-Verbindung, jedoch in Abständen von jeweils 100 m eine nicht schubgesicherte Rohrverbindung eingebaut. Als Richtwert für Leitungsabschnitte $\leq 100$ m kann $R'_R$ mit $5 \cdot 10^{-3} \Omega$ /m angesehen werden.

Tabelle 1

- a) Elektrische Längsleitfähigkeit der Rohrleitung  
Hierbei muß neben dem Rohrlängswiderstand, der von den Rohrabmessungen abhängig ist, die Auswirkung der gummigedichteten Muffenverbindungen (TYTON-Verbindungen) ohne Längskraftschlüssigkeit (Fall 1), durchgehend längskraftschlüssig (Fall 2) und nicht durchgehend längskraftschlüssig (Fall 3) berücksichtigt werden. Für den Begriff längskraftschlüssig wird im folgenden die Bezeichnung schubgesichert verwendet. In der Tabelle 1 sind die drei möglichen Fälle näher beschrieben.
- b) Art der Rohrumhüllung  
Sie wirkt sich auf den Ausbreitungswiderstand  $r_A$  der Rohrleitung aus. In der Tabelle 2 sind die in Betracht kommenden Umhüllungssysteme aufgeführt.

Polyethylen-Umhüllung, DIN 30674, Teil 1 /4/
Zementmörtel-Umhüllung, DIN 30674, Teil 2 /5/
Zinküberzug mit Deckbeschichtung DIN 30674, Teil 3 /6/
Bitumenbeschichtung, DIN 30674, Teil 4 /7/
PE-Folienumhüllung DIN 30674, Teil 5 /8/

Tabelle 2

- c) Räumliche Lage der Rohrleitung  
in bezug auf die Hochspannungsfreileitungen bzw. die Bundesbahnstrecken.

In [3] sind für extreme Bedingungen maximale Wechsellspannungen  $U_{R,max}$  abgeschätzt worden; die Werte sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Diese Werte sind unter Berücksichtigung der Langzeitbeanspruchung abgeschätzt worden und somit für unsere weiteren Überlegungen von Bedeutung. Die Kurzzeitbeanspruchung braucht nicht berücksichtigt zu werden.

Die  $U_{R,max}$ -Werte der Tabelle 3 sind an Hand der zur Verfügung stehenden mathematischen Beziehungen als Maximalwerte ermittelt worden. Für die Beurteilung einer möglichen Wechselstromkorrosion müssen die mittleren Spannungswerte betrachtet werden, für deren Abschätzung aber keine mathematischen Beziehungen zur Verfügung stehen. Aufgrund unserer praktischen Erfahrungen kann man aber davon ausgehen, daß die mittleren Spannungswerte deutlich niedriger als die in Tabelle 3 aufgeführten  $U_{R,max}$ -Werte sind.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Sachzusammenhänge ergeben sich folgende Aussagen:

#### Fall 1 (ohne Schubsicherung)

Für den Fall 1 werden bei sämtlichen Umhüllungssystemen sehr niedrige Wechsellspannungen in der Rohrleitung induziert, d. h. die Möglichkeit der

Tabelle 3

Art der Umhüllung	Ausbreitungswiderstand $r_A$ in $\Omega \cdot m^2$	$U_{R,max}$ (V) in Abhängigkeit von Schubsicherungszustand, Rohrumhüllung, Wechselstromfrequenz			
		Fall 1 (Rohrleitung nicht schubgesichert)		Fall 2 (Rohrleitung durchgehend schubgesichert)	
		$f = 50$ Hz	$f = 16\frac{2}{3}$ Hz	$f = 50$ Hz	$f = 16\frac{2}{3}$ Hz
a	b	c	d	e	f
Polyethylen	$10^5$	9	2	600	161
Zementmörtel	1 bis 10	9	2	7	2
Zinküberzug mit Deckbeschichtung		9	2	12	3
Bitumen-Beschichtung		9	2	12	3
PE-Folien-Umhüllung	200 <sup>1)</sup>	9	2	30	8

<sup>1)</sup> ohne Fehlstellen

Wechselstromkorrosion kann ausgeschlossen werden. Dieser Sachverhalt ist im wesentlichen auf den Einfluß der elektrisch isolierend wirkenden TYTON-Verbindungen zurückzuführen.

### Fall 2 (durchgehend schubgesichert)

Für den Fall 2 müssen die Umhüllungssysteme differenziert betrachtet werden:

- a) Die induzierten Wechselspannungen sind bei den Systemen Zementmörtel-, Zink+Bitumen- und Bitumen-Umhüllung so niedrig, daß nicht mit einer Wechselstromkorrosion zu rechnen ist. Die niedrigen Wechselspannungen sind hier durch die sehr niedrigen Ausbreitungswiderstände  $r_A$  der mit diesen Systemen umhüllten Rohre bedingt.
- b) bei der PE-Umhüllung werden sehr hohe Wechselspannungen induziert, die in der Größenordnung liegen, wie sie bei Stahlrohrleitungen gefunden wurden [1], [2]. Bei diesem Umhüllungssystem kann demnach Wechselstromkorrosion auftreten. Hier ist der im Vergleich zu den anderen Umhüllungssystemen sehr hohe Ausbreitungswiderstand der mit PE-umhüllten Rohre von entscheidendem Einfluß.
- c) Die Aussage für die PE-Folienumhüllung hängt von dem Vorhandensein von Fehlstellen in dieser Umhüllung ab. Wenn keine Fehlstellen vorhanden sind, so muß wegen des  $r_A$ -Wertes von  $200 \Omega m^2$  mit höheren induzierten Wechselspannungen und somit mit Wechselstromkorrosion gerechnet werden. Diese Aussage gilt in jedem Falle für  $f = 50 \text{ Hz}$ . Sind mehrere Fehlstellen in der Folienumhüllung vorhanden, so treten wegen des niedrigen Ausbreitungswiderstandes  $r_A = 1 \text{ bis } 10 \Omega m^2$  keine hohen Wechselspannungen auf, d. h. die Möglichkeit der Wechselstromkorrosion ist dann nicht gegeben.

### Fall 3 (nicht durchgehend schubgesichert)

wie Fall 1.

### Stellungnahme zur Wechselstromkorrosion

Nach dem derzeitigen Wissensstand sind für Rohrleitungen aus duktilem Gußeisen mit TYTON-Verbindungen folgende Aussagen möglich:

1. Bei Rohrleitungen mit den Umhüllungssystemen Zementmörtel, Zink+Bitumen und Bitu-

men ist – unabhängig von Längsleitfähigkeit der Rohrleitung (Fall 1, 2 und 3) – nicht mit einer Korrosionsgefährdung durch Wechselströme zu rechnen.

2. Bei Rohrleitungen mit PE-Umhüllung ohne Schubsicherungen (Fall 1) und bei Rohrleitungen mit Schubsicherungen, die in Abständen von etwa 100 m eingebaut sind (Fall 3), tritt keine Wechselstromkorrosion auf.
3. Bei Rohrleitungen mit PE-Umhüllung, die durchgehend schubgesichert sind (Fall 2) ist Wechselstromkorrosion möglich. Ob im Einzelfall tatsächlich Wechselstromkorrosion auftritt, kann nur durch Messungen, wie sie z. B. in [1] und [2] beschrieben sind, entschieden werden.
4. Bei Rohrleitungen mit intakter PE-Folienumhüllung ist eine Korrosionsgefährdung durch Wechselströme nicht zu erwarten. Der Einfluß von Fehlstellen in der PE-Folienumhüllung ist nur für den Fall 2 relevant. Hier kann eine Beurteilung, ob Wechselstromkorrosion vorliegt oder nicht, nur durch entsprechende Messungen getroffen werden.

### Schrifttum

- [1] G. Heim und G. Peez, 3R internat. 27 (1988), Heft 5, S. 345/351
- [2] G. Heim und G. Peez, gwf 133 (1992), Heft 3, S. 137/142
- [3] G. Heim und W. D. Gras, fgr 18, Februar 1983, S. 17/31
- [4] DIN 30674, Teil 1, Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen, Polyethylen-Umhüllung, September 1982
- [5] DIN 30674, Teil 2, Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen, Zementmörtel-Umhüllung, Oktober 1992
- [6] DIN 30674, Teil 3, Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen, Zink-Überzug mit Deckbeschichtung, September 1982
- [7] DIN 30674, Teil 4, Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen, Beschichtung mit Bitumen, Mai 1983
- [8] DIN 30674, Teil 5, Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußeisen, Polyethylen-Folienumhüllung, März 1985

Korrosionstechnik

  
Dr. Heim



# Erschließung des Gewerbegebiets „Schwabbach-Ost“

Von Robert Schüz  
und Wolfgang Denner

Die Gemeinde Bretzfeld liegt im Westen des Hohenlohekreises, nahe der Autobahn A6 Heilbronn–Nürnberg, in verkehrsgünstiger Lage. In der jüngeren Vergangenheit entstand eine große Nachfrage nach Gewerbebauland, die durch gemeindeeigene Grundstücke nicht befriedigt werden konnte. Die Gemeinde Bretzfeld (ca. 10 000 Einwohner) entschloß sich deshalb, in ihrem Teilort Schwabbach an verkehrsgünstiger Lage, nahe der Autobahnanschlusßstelle der A6 „Schwab-

bach/Bretzfeld“, das Gewerbegebiet „Schwabbach-Ost“ als zentrales Gewerbegebiet der Gesamtgemeinde auszuweisen. Das ca. 17,5 ha große Gelände liegt zwischen der Ortschaft und der Autobahn und grenzt an die Landesstraßen L 1036 im Norden und L 1089 im Süden an. Der an das Dorfgebiet und ein vorhandenes Gewerbegebiet angrenzende Flächenteil von ca. 12 ha wird als Gewerbegebiet genutzt. Die im Bereich der Autobahntrasse liegenden Flächenteile von ca. 5,5 ha sind Industriegebiete.

Seither war dieses Gelände landwirtschaftlich genutzt. Topographisch bildet es einen sanften Höhenrücken, der nach Norden hin ansteigt. Die Neigungen liegen im Bereich bis zu 10 %. Landschaftsgestaltende und ökologisch bemerkenswerte Gegebenheiten sind die beiden Wasserläufe Moosbach und Schmalbach am Ost- bzw. Südrand des Planbereiches, die durch Renaturierung und intensive Bepflanzung naturnah gestaltet werden. Diese Wasserläufe sind Vorfluter für die Regentlastung aus dem gesamten Plangebiet (ca. 1,77 m<sup>3</sup>/sec.)

Das Gewerbegebiet liegt in einem Wasserschutzgebiet eines Trinkwasserbrunnens, der ca. 1,5 km entfernt ist (Zone 3 A + 3 B). Aus diesem Grunde ist erhöhte Aufmerksamkeit einem dichten Kanalsystem zu schenken. Dies wird zum einen durch die Materialwahl und zum anderen durch beson-

Bild 1: Schwabbach mit dem zukünftigen Gewerbegebiet Ost





Bild 2: Übersicht über das Gewerbegebiet

ders sorgfältiges Verlegen gewährleistet. Zusätzlich ist die absolute Wasserdichtheit durch Druckprobe im gesamten Kanalsystem einschließlich der Schächte nachzuweisen.

Die Bemessung der Kanalrohre und des Regenüberlaufbeckens als Staurohrkanal erfolgte nach den Grundsätzen der Regenwasserbehandlungsrichtlinien des Landes Baden-Württemberg sowie dem Erlaß des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg, für die erhöhte Anforderung der Bemessung und des Betriebs von Regenüberlaufbeckens in besonders schutzbedürftigen Gebieten.

Bild 3: Schachtanschlußring



Hier sind besondere Vorfluterverhältnisse sowie Wassergewinnungsgebiete angesprochen.

Die Rohrdimensionen reichen von Durchmesser 300 mm bis Durchmesser 1200 mm. Probleme gab es bei der Festlegung der Hausanschlüsse, da die Grundstückseinteilung bei der Erschließung noch nicht bekannt war. Die Hausanschlüsse wurden je nach Grundstücksgröße mit Durchmesser 150–300 mm festgelegt. Grundsätzlich wurden die größeren Hausanschlüsse Durchmesser 300 mm an den Kontrollschächten angeschlossen.

Die Ausschreibung des Kanalnetzes erfolgte zum einen in der Kombination Steinzeugrohre bis Durchmesser 300 mm, Stahlbetonrohre Durchmesser 400–1200 mm. Alternativ wurden duktile Gußrohre für Kanalleitungen bis 900 mm Durchmesser ausgeschrieben, die insbesondere in Wasserschutzgebieten eine erhöhte Sicherheit (zugelassen in Wasserschutzzone II als Einrohrsystem) hinsichtlich der Dichtheit gewährleisten.

Die Angebotsprüfung zeigte, daß die duktilen Gußrohre teurer als die Kombination Steinzeug/Stahlbeton waren. Eine Begrenzung der duktilen Gußrohre bis auf den Querschnitt Durchmesser 900 mm ergab, daß so mit einem Mehrpreis von 6 % der Gesamt-Erschließungskosten 98 % der Gesamtlänge des Kanalsystems in duktilem Gußrohr ausgeführt werden können. Voraussetzung für eine derartige Entscheidung war auch eine Bodenerkundung, mit der festgestellt wurde, ob aggressives Grundwasser oder Boden ansteht, was

den Einsatz von duktilen Gußrohren mit zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen in Richtung Korrosionsschutz verbindet. Im vorliegenden Falle war der angetroffene Boden mäßig aggressiv. Für die Gemeinde Bretzfeld war es keine langwierige Entscheidung, für den Schutz ihres Trinkwassers zu diesem Mehrpreis die duktilen Gußrohre als wirtschaftlichste Materialwahl im Wasserschutzgebiet einzusetzen. Zum Einsatz gelangten duktile Gußrohre mit einer Umhüllung gemäß DIN 30674, Teil 3, Zinküberzug mit Deckbeschichtung.

Die bauausführende Firma stellte sich rasch auf die neuen Kanalrohre ein. Es wurden Fertigteil-schächte mit vorbereiteten Schachtböden eingesetzt. Die für die Verlegung der duktilen Gußrohre erforderlichen Schachtanschlußringe wurden in die Fertigteil-schächte (Ausparungen) eingesetzt und auf das duktile Rohr nach dem Verlegen einbetoniert. Die duktilen Gußrohre mußten für den oberen Schachtanschluß am Muffenende abgeschnitten werden.

Positive Folgen der Rohrlänge von 6 m sind die hohe Verlegegeschwindigkeit und die reduzierte Muffenanzahl. Die Rohre passen maßgenau in die vorbereiteten Muffendichtungen, wobei ein entsprechender Druck für den Einschub anzusetzen ist. Die Muffen sind dann ohne Ausnahme dicht.

Die Rohre wurden mit Muschelkalksplitt der Körnung 0 bis 7 mm umhüllt und bis zu 20 cm über Scheitel abgedeckt.

Bild 4: Anbohrersattelstück

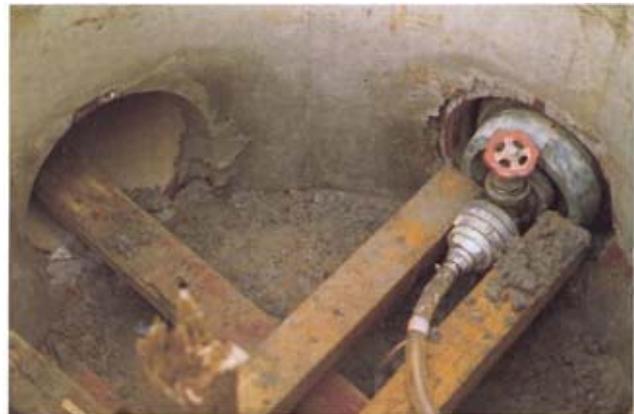
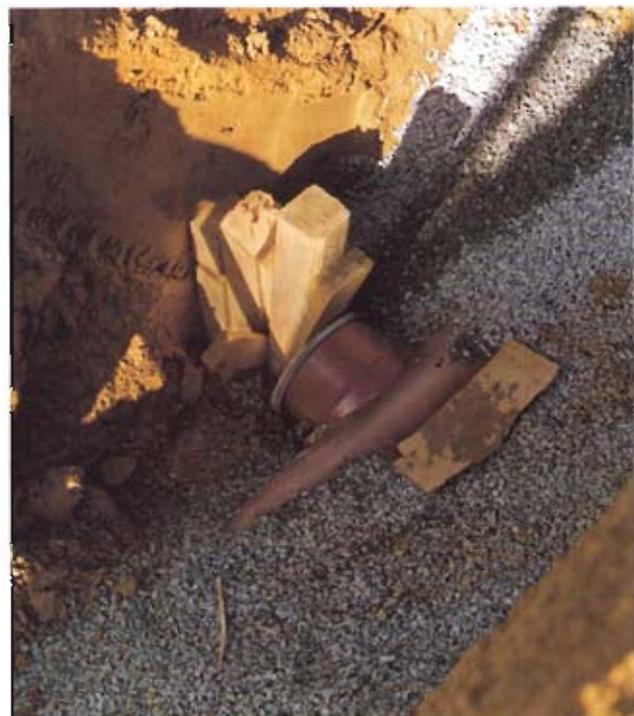


Bild 5: Druckprüfung

Ohne Probleme ist auch die Montage der Sattelstücke für die Hausanschlüsse und Straßeneinläufe. Mit entsprechend leistungsfähigen Kernbohrmaschinen ist ein Anbohren in ca. 5 Minuten durchgeführt. Für das Sattelstück müssen zwei Löcher zusätzlich für die Verschraubungen gebohrt werden. Das komplette Einsetzen eines Sattelstückes dauert ca. 10–12 Minuten und kann außerhalb des Rohrgrabens durchgeführt werden. Die Sattelstücke, Durchmesser 150–200 mm, sind materialbedingt äußerst stabil und sind mit Adapterteilen auch für den Anschluß von Straßeneinläufen verwendbar. Beschädigungen der Zementmörtelauskleidung durch das Bohren wurden nicht festgestellt.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die duktilen Gußrohre von der Materialwahl und der Verletechnik Auftraggeber und Auftragnehmer voll zufriedengestellt haben und daß der Mehrpreis im vorliegenden Falle durch die Vorteile gerechtfertigt ist.

Bild 6: Druckprüfung. Duktiles Kanalrohr mit Anbohrersattelstück



# Berechnung von eingeeordneten duktilen Gußrohren unter Innendruck

Von Hansgeorg Hein

## 1. Allgemeines

Die vorliegende Arbeit entstand in Zusammenhang mit der Erstellung der Europeanorm EN 545 im Technischen Komitee der CEN 203 und ist deshalb unter europäischer Sicht zu sehen.

Dies gilt insbesondere für das Kapitel eingeeordnete Rohre, da hier eine Vielzahl von unterschiedlichen Berechnungsmethoden zu berücksichtigen ist.

Es wird die Ermittlung der Spannungen aus dem Innendruck, aus den äußeren Belastungen sowie deren Überlagerung behandelt.

## 2. Innendruck

Die aus dem Innendruck  $p$  resultierende Umfangsspannung errechnet sich nach der Kesselformel zu

$$\sigma_p = \frac{p \cdot d}{2 \cdot s} \quad (1)$$

mit dem mittleren Rohrdurchmesser  $d$  sowie der Berechnungswanddicke  $s$ .

Begrenzt man die Umfangsspannungen auf die zulässige

$\sigma_p \leq \sigma_{p_{zul}}$ , so erhält man für den zulässigen Betriebsdruck  $p_{zul}$  den Wert:

$$p_{zul} = \frac{2 \cdot s \cdot \sigma_{p_{zul}}}{d} \quad (2)$$

## 3. Äußere Belastung

Hierunter sind im wesentlichen die Verkehrslast  $P_v$  und die Erdlast  $P_E$  zu verstehen.

Die Ermittlung der Spannungen  $\sigma_q$  kann in drei Abschnitte unterteilt werden:

- Ermittlung der Lastgrößen  $q$
- Umsetzung dieser Lasten in Beanspruchungen  $\sigma_q$
- Sicherheitsbetrachtungen.

Nach dem Arbeitsblatt A 127 der ATY hängt das Ergebnis der Berechnungen a und b wesentlich vom Verhältnis der Steifigkeiten von Rohr und Boden – in A 127 VRB genannt – ab.

Dieser Betrachtungsweise konnten einige europäische Länder bezüglich der Lastumsetzung

nicht folgen, so daß hier eine vereinfachte Methode für a eingeführt wird.

## 3.1 Ermittlung der Lastgrößen

### 3.1.1 Erdlast

Die spezifische Erdlast  $p_E$  wird direkt proportional dem über dem Rohr lastenden Erdprisma gesetzt:

$$p_E = \gamma \cdot H \quad (3)$$

$\gamma$  ist das spezifische Bodengewicht,  $H$  die Überdeckungshöhe.

Abweichend von A 127 wird kein Einfluß von VRB und keine seitliche Entlastung durch den aktiven Erddruck berücksichtigt.

### 3.1.2 Verkehrslast

Die spezifische Verkehrslast  $p_v$  wird ebenfalls vereinfacht angesetzt:

$$p_v = \frac{\beta}{H} \left( a - \frac{DN}{b} \right) \quad (4)$$

Der Faktor  $\beta$  berücksichtigt die Art des Fahrzeuges,  $a$  und  $b$  sind empirische Konstanten, die aus den einschlägigen Berechnungsmethoden so ermittelt wurden, daß die Ergebnisse von  $p_v$  auf der sicheren Seite liegen. Diese Formel gilt nicht für Werte  $H < 0,3$  m.

### 3.1.3 Gesamtbelastung

Die spezifische Gesamtlast  $p_E + p_v$  wird dann nach Einsetzen von  $a$  und  $b$  sowie der Dimensionsberücksichtigung

Tabelle 1

DN	$S_R$ (KN/mm <sup>2</sup> )	$\Delta D/D$ (%)
40	112 000	0,50
50	64 000	0,55
60	40 000	0,65
65	32 000	0,70
80	19 200	0,85
100	10 800	1,0
125	6 240	1,25
150	3 760	1,45
200	1 760	1,85
250	1 240	2,20
300	880	2,45
350	704	2,65
400	576	2,90
(450)	488	3,05
500	576	2,90
600	328	3,50
700	272	3,75
800	240	4
900	208	4
1 000	192	4
(1 100)	176	4
1 200	160	4
1 400	144	4
(1 500)	136	4
1 800	128	4
2 000	128	4

$$p_E + p_V = 0,02 H + 0,05 \frac{\beta}{H} \left(1 - 0,02 \frac{DN}{100}\right) \quad (5)$$

in N/mm<sup>2</sup>; H in m.

β hat folgende Zahlenwerte:

0,5 für landwirtschaftliche Nutzflächen

0,75 für Straßen

1,5 für Schwerlastverkehr

Der Stoßbeiwert ist eingeschlossen.

## 3.2 Beanspruchungen

### 3.2.1 Scheitelbeanspruchung, Ringbiegung

In diesem Belastungsfall muß neben den Spannungen auch die Durchmesseränderung ΔD berechnet und berücksichtigt werden.

Da Spannung und Deformation formal zusammenhängen, genügt es, eine von beiden zu berücksichtigen, sofern der andere Grenzwert mit berücksichtigt wurde.

In der nebenstehenden Tabelle 1 sind die zulässigen relativen Deformationen ΔD/D und die Rohrsteifigkeit S<sub>R</sub> (für einen späteren Verwendungszweck) aufgeführt. Die ΔD/D-Werte sind für kleine DN so gewählt, daß die zulässigen Biegespannungen nicht überschritten werden, bei großen DN ist die Grenze durch die zulässige Deformation der Innenzementierung gegeben.

$$S_R = \frac{I \cdot E}{(d/2)^3} \quad (6)$$

Alle Berechnungen der relativen Deformation ΔD/D in den einzelnen Ländernormen lassen sich auf ein Grundmuster zurückführen:

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{m \cdot \Sigma p_i}{S_R + n \cdot E'} \quad (7)$$

E' ist der E-Modul des umgebenden Bodens, S<sub>R</sub> ist der Steifemodul des Rohres, m und n sind Zahlenwerte, die in Tabelle 2 in Abhängigkeit von den Normen der einzelnen Länder aufgeführt sind.

Mit Hilfe der Formeln (5) und (7) lassen sich nun die Grenzüberdeckungshöhen H<sub>min</sub> und H<sub>max</sub> als

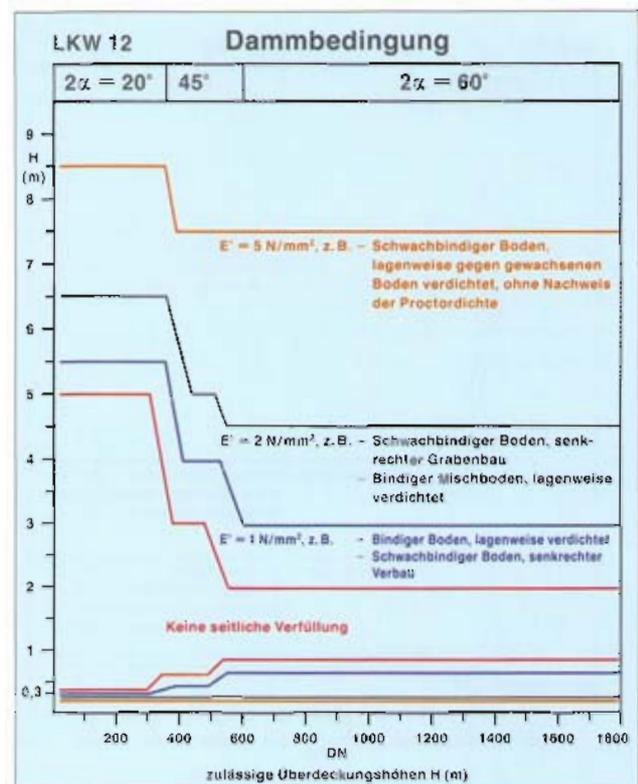


Bild 1

Funktion der Bettung E' ermitteln, indem man  $p_E + p_V = \Sigma p_i$  in (7) einsetzt und nach H auflöst.

Dies führt zu einer quadratischen Gleichung in H für die gesuchten Werte H<sub>min</sub> und H<sub>max</sub>.

In den Bildern 1 und 2 sind diese Werte H<sub>min</sub> und H<sub>max</sub> als Funktion von E' und dem Bettungswinkel für normale Straßen (β = 0,75) und Schwerlastverkehr (β = 1,5) zusammengestellt, und zwar für Nennweitengruppen. Der Wert E' = 0 wurde bewußt eingeführt, um die Tragfähigkeit des Rohres allein zu demonstrieren.

## 4. Überlagerung der Spannungen

### 4.1 Innendruck und Scheitelbelastung

Sowohl die Spannungen aus dem Innendruck, op, als auch die aus der Außenbelastung σq sind Um-

Tabelle 2

Berechnungs-norm	Bettungsf. m		Verlegebeiwert		Belastung		Bodenmodul E'	
	Bez.	Wert	Bez.	Wert	Bez.	Wert	Bez.	Wert
ATV	C <sub>v1</sub>	0,105 ÷ 0,083	Ch <sub>2</sub>	0,066	a <sub>v</sub> -q <sub>u</sub> +p <sub>v</sub>	-	S <sub>Bh</sub>	0,2 ÷ 40
BS	K <sub>x</sub>	0,105 ÷ 0,085	-	0,061	P	-	E'	1 ÷ 20
NF	K <sub>a</sub> -k <sub>12</sub>	0,083 ÷ 0,060	m	0,111	p	-	E'	1 ÷ 5
ANSI	K <sub>x</sub>	0,108 ÷ 0,085	-	0,061	P	-	E'	0,5 ÷ 23

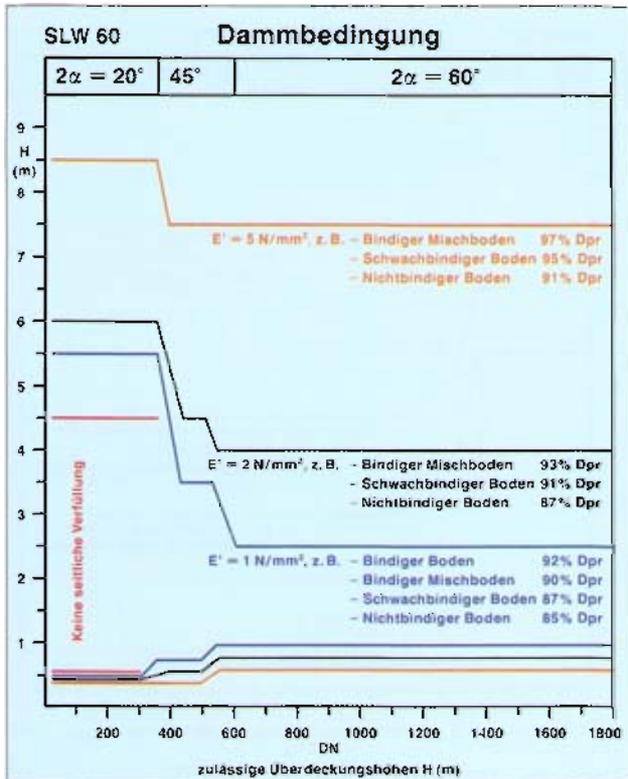
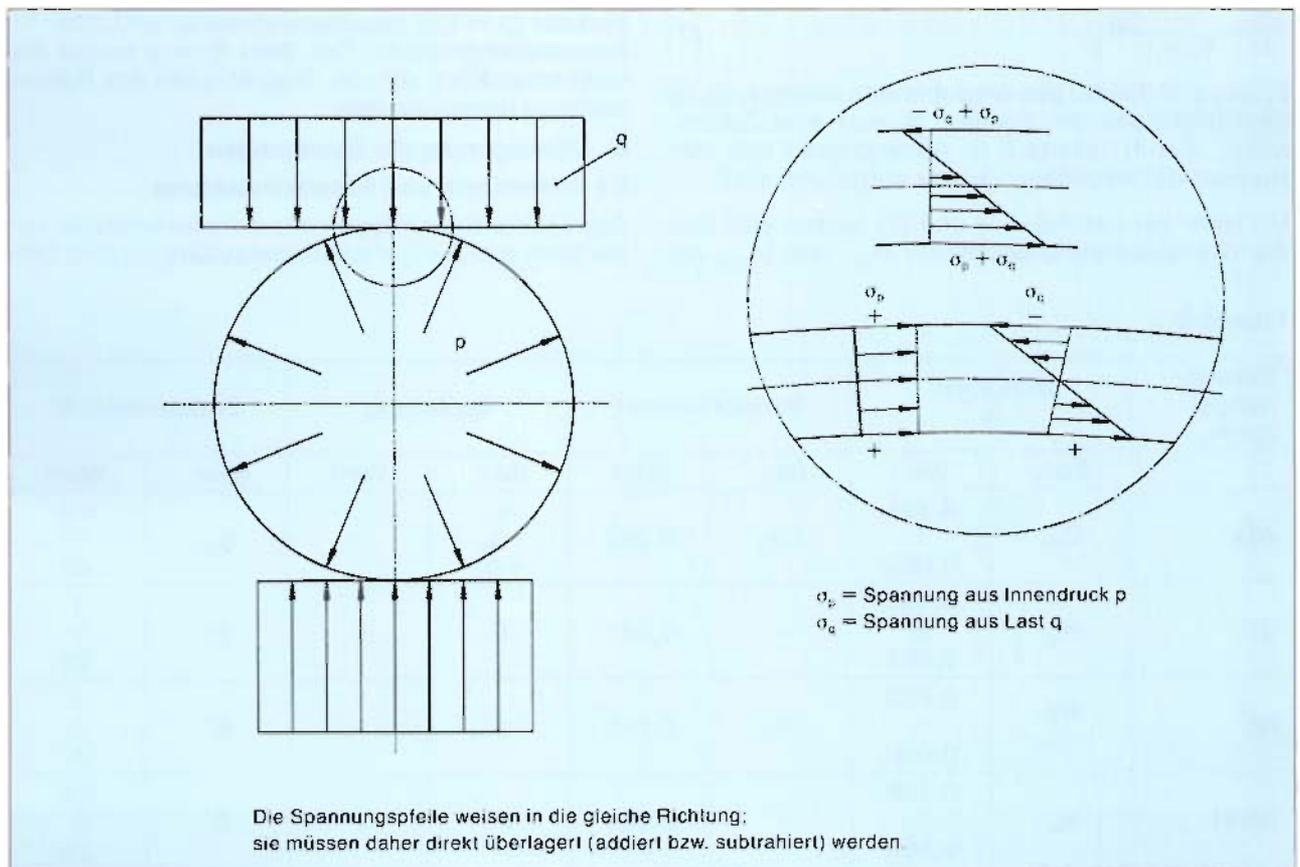


Bild 2

fangsspannungen, wirken in derselben Richtung und müssen daher addiert werden. Zusätzlich erzeugt der Innendruck Biegespannung proportional zur Verformung  $\Delta D/D$ , versucht jedoch das

Bild 3



ovale Rohr zu „runden“ und damit die zusätzliche Spannung zu reduzieren (Bild 3). Die Gesamtspannung in Umfangsrichtung  $\Sigma_{ges}$  errechnet sich zu

$$\sigma_{ges} = \sigma_o + \Psi \sigma q \quad (8)$$

Worin  $\Psi$  ein Faktor zwischen 0 und 1 ist, der wie folgt definiert ist:

$$\Psi = \frac{\Delta d(p)}{\Delta d(p=0)} \quad \text{bzw.} \quad (9)$$

$$\Psi = \frac{S'_R}{S'_R + p/Df} \quad (10)$$

Nach (9) ist  $\Psi$  das Verhältnis der Deformation  $\Delta d$  für den Druck  $p$  und der Deformation für das drucklose Rohr ( $p = 0$ ) bzw. läßt sich  $\Psi$  als Verhältnis von Steifigkeiten  $S'_R$  und Innendrücken  $p$  ausdrücken.

$Df$  ist darin der Deformationsfaktor, der für den Ausnahmefall einer Deformation zur Ellipse den Wert 3 annimmt. Für alle anderen Formen wird der Wert von  $Df$  größer als 3.

In der Schreibweise von A 127 ist

$$Df = \frac{m q v}{C_{V1}} \quad (11)$$

Der Wert hängt vom Aufwagwinkel ab; in dieser Form gilt er nur für die Ellipse.

Die Steifigkeit  $S'_R$  ist wie folgt definiert:

$$S'_R = S_R + n \cdot (E1' + E2') \quad (12)$$

$S_R$  ist wiederum die Rohrsteifigkeit,  $n$  ist der Beiwert  $Ch_2$  aus ATV 127;  $E_1'$  und  $E_2'$  sind die Bodensteifigkeiten neben und über dem Rohr.

Die Formel (8) kann wie folgt interpretiert werden: Für Rohre mit großem  $S_R$  (steife Rohre) wird  $\Psi = 1$  und beide Spannungen müssen in voller Größe addiert werden. Bei Rohren mit kleinem  $S_R$  (weiche Rohre) hängt die Größe von  $\Psi$  wesentlich vom Betriebsdruck  $p$  ab.

- kleiner Betriebsdruck  $\Psi \rightarrow 1$
- hoher Betriebsdruck  $\Psi \rightarrow 0$

#### 4.2 Sicherheitsbeiwert

Im folgenden wird dargelegt, wie sich der Sicherheitsbeiwert, der z. B. nur gegenüber der Belastung aus Innendruck definiert ist, sich durch das Hinzutreten von Spannungen aus der äußeren Belastung ändert.

Bei Rohren aus duktilem Gußeisen muß berücksichtigt werden, daß die Berechnungsfestigkeiten gegen Innendruck,  $\sigma_p$  und gegen äußere Belastung,  $\sigma_q$ , unterschiedlich sind. Es wird deshalb hier der Umweg über die Wanddicken  $s$  für überlagerte Belastung und  $s_0$  für Innendruck allein gewählt. Das Verhältnis  $s/s_0$  gibt dann die relative Änderung des Sicherheitsbeiwertes  $S_0/S$  an.

Mit Hilfe der Formel (1) sowie dem Ausdruck für die Spannungen aus der äußeren Belastung

$$\sigma_q = \frac{m_{qv} \cdot q_v \cdot r^2 \cdot 6}{s^2} \cdot Z \quad (13)$$

$$\text{mit } Z = \frac{S_R}{S_R + Ch_2 \cdot E'} \quad (14)$$

In Bild 4 ist  $\Psi$  als Funktion von  $p/Df$  und  $S'_R$  aufgetragen.

Die Aussage dieses Bildes wird an folgendem Beispiel erläutert:

Unabhängig vom Rohrmaterial muß bei gegebener Belastung der Wert  $S'_R$  für alle Werkstoffe gleich sein; betrachtet sei ein Wert  $S'_R = 0,3$ .

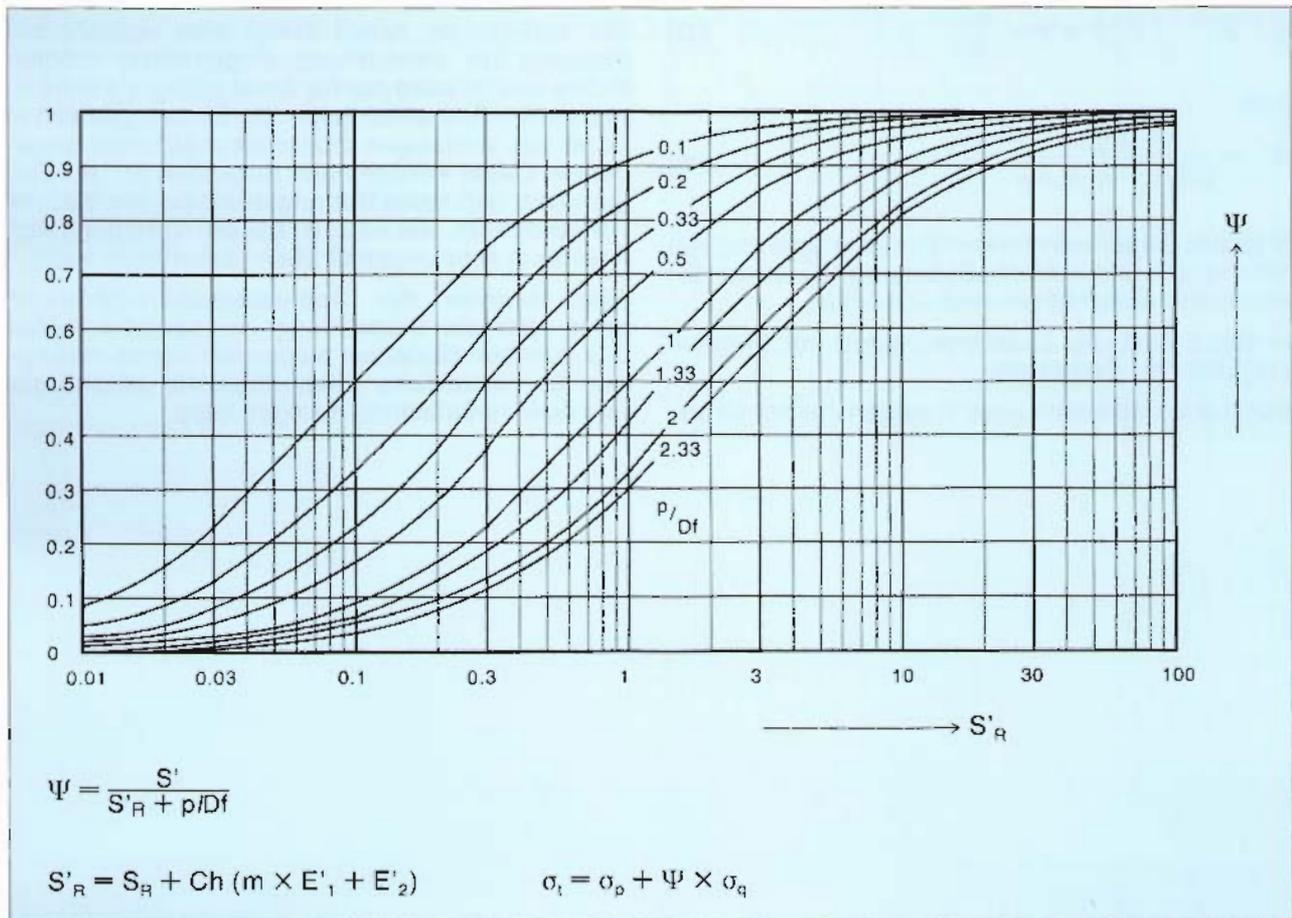
$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \quad p &= 10 \text{ bar} \triangleq 1 \text{ N/mm}^2; Df = 5 \rightarrow p/Df = 0,2 \\ \frac{2}{2} \quad p &= 40 \text{ bar} \triangleq 4 \text{ N/mm}^2; Df = 3 \rightarrow p/Df = 1,33 \\ \Psi &= 0,6 \triangleq 60\% \\ \Psi &= 0,18 \triangleq 18\% \end{aligned}$$

Mit (1), (8) und (13) erhält man für  $s$ :

$$s = \frac{1}{\sigma_p Z} \left[ \frac{p \cdot r}{2} + \sqrt{\left(\frac{p \cdot r}{2}\right)^2 + r^2 \cdot \Psi \cdot Z \cdot 6 \cdot m_{qv} \cdot q_v \frac{\sigma_p Z^2}{\sigma_q Z}} \right] \quad (15)$$

Diese Formel kann durch Einsetzen überprüft werden.

Bild 4



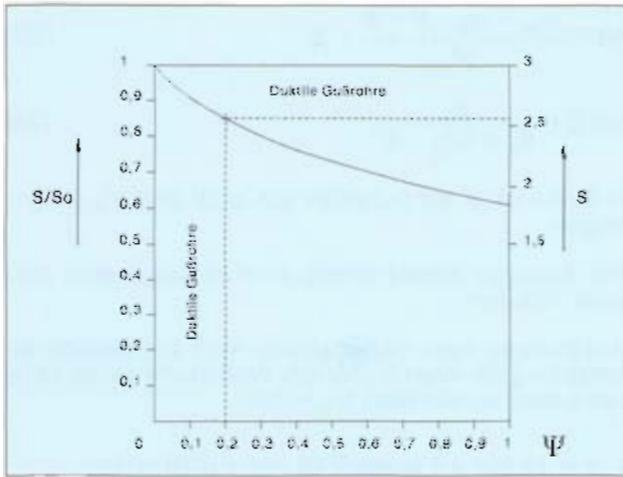


Bild 5

$$1) q_v = 0 \quad s = \frac{p \cdot r}{\sigma p z}$$

$$2) p = 0 \rightarrow \Psi = 1 \quad s = \sqrt{6 \cdot m q_v \cdot q_v \cdot r^2 \frac{1}{\sigma q z}}$$

Mit der Annahme, daß für die Aufnahme der äußeren Belastung auch nur die Wanddicke  $s$  zur Verfügung steht, d. h.

$$S_1^2 = \frac{6 \cdot m q_v \cdot q_v \cdot r^2}{\sigma p z} \cdot Z \quad (16)$$

erhält man für

$$\frac{s}{s_1} = \frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \Psi} = \frac{S_0}{S} \quad (17)$$

bzw.

$$S = \frac{S_0}{0,5 + \sqrt{0,25 + \Psi}} \quad (18)$$

$S$  ist der Sicherheitsbeiwert bei Überlagerung von Innendruck und äußerer Belastung,  $S_0$  ist der Sicherheitsbeiwert bei Innendruck allein.

In Bild 5 sind die Zusammenhänge der Formeln (17) und (18) dargestellt.

Für duktile Gußrohre liegt  $\Psi$  wegen der hohen zu-

lässigen Drücke  $p$  (siehe [10]) bei einem maximalen Wert von etwa 0,2 (Bild 5). Der Sicherheitsbeiwert wird sich in diesem Falle von 3 auf etwa 2,6 – rd. 15 % – reduzieren. Dies wurde in dem Entwurf der EN-Norm für duktile Druckrohre insofern berücksichtigt, als 2 Sicherheitsbeiwerte

$S = 3$  ohne Kenntnis der Druckstoßhöhe  
 $S = 2,5$  wenn Druckstoßhöhe bekannt

eingeführt werden.

Die Überlagerung der Spannungen geht davon aus, daß die Maximalwerte von Innendruck (Druckstoß + Betriebsdruck) und äußerer Belastung (Erdlast und Verkehrslast) zur gleichen Zeit auftreten. Dies ist insbesondere für das gleichzeitige Auftreten von Druckstoß und Verkehrslast sehr unwahrscheinlich, so daß die gewählten Werte für  $S$  gerechtfertigt sind.

Es muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß diese Betrachtungen über die Sicherheit für den Fall angestellt wurden, daß die Leitungen mit dem maximal zulässigen Druck einschließlich Druckstoß betrieben werden.

Wird z. B. eine Leitung aus Rohren aus duktilem Gußeisen – PN 40 – mit 25 bar betrieben, so steigt die Sicherheit  $S$  trotz Überlagerung der äußeren Belastungen von 3 auf 4. Für den Fall, daß die Rohre z. B. nur für einen Betriebsdruck von 10 bar dimensioniert und eingesetzt wären, käme dies in der Höhe des Faktors  $\Psi$  zum Tragen und würde den Sicherheitsbeiwert erheblich reduzieren (siehe Bild 5).

## 5. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit bringt eine vereinfachte Fassung zur Berechnung eingeerdeter duktiler Rohre und ist auch nur für diese gültig. Es werden neben den Betriebsdrücken die Einsatzgrenzen in Form von zulässigen Überdeckungshöhen angegeben. Dabei werden auch Aussagen für den Fall gemacht, daß keine Bettungsreaktion des Bodens vorhanden ist, wie es z. B. bei der Verlegung von Rohren in sehr engen Gräben vorkommen kann.

Eine Analyse der Spannungsüberlagerungen zeigt, daß die Berechnung eingeerdeter Rohre aus duktilem Gußeisen wegen der hohen zulässigen Betriebsdrücke unabhängig für Innendruck und äußere Belastung erfolgen kann.

# Richtungweisende Entwässerungstechnik im Gemeindegebiet Windeck/Sieg

Von Thomas Klapp

## Entwässerungsgebiet

Die Gemeinde Windeck liegt ca. 40 km östlich vom Köln-Bonner Raum, angrenzend an Westerwald bzw. Bergisches Land; ein landschaftlich sehr reizvolles Naherholungsgebiet. Hauptvorfluter ist die Sieg, deren Wasserqualität durch gesteigerte Maßnahmen zur Abwasserreinigung bzw. Abwasserableitung erheblich verbessert werden konnte. Die größte Flächengemeinde des Landes Nordrhein-Westfalen zählt zwischenzeitlich 20 000 Einwohner und besitzt neben einem hohen Freizeitwert auch eine gute Infrastruktur.

## Planung

Hierzu gehören u. a. der Neubau bzw. die Erweiterung von drei Kläranlagen im Gemeindegebiet Windeck sowie die Entwässerung einzelner Ortschaften, für deren Planung, Ausführung und Bauleitung das Ing.-Büro Feldmann GmbH, 5223 Nümbrecht, verantwortlich zeichnet. Es wurde im Jahre 1987 mit der Planung der Ortsentwässerung Windeck-Werfen sowie Windeck-Stromberg beauftragt. Da teilweise bestehende Oberflächenentwässerungskanäle übernommen werden sollten, entschied man sich im Rahmen der Vorplanung für ein Trennsystem als Entwässerungstechnik.

Dabei kommen insgesamt entsprechend den ausgearbeiteten Entwässerungsplanungen ca. 12 500 m Rohrleitung der Nennweiten DN 250–DN 700 zur Ausführung.

## Materialwahl

Im Jahre 1991 wurden die Leistungen zur Ortsentwässerung Windeck-Werfen sowie zur Ortsentwässerung Windeck-Stromberg nach vorliegenden Ausführungsplänen öffentlich ausgeschrieben.

Die Auswahl der zur Ausführung kommenden Rohrmaterialien wurde im Hinblick auf eine langjährig dauerhafte und betriebssichere Rohrleitungstechnik getroffen. Hierzu konnte u. a. ein breit gefächertes Erfahrungsreichtum des mit der Planung und Bauleitung beauftragten Ing.-Büros zur Entscheidungsfindung beitragen.

Im Rahmen der Ausschreibung wurden für die Schmutzwasserkanäle alternativ keramisches Rohrmaterial bzw. duktile Kanalrohre mit Tonerde-Zementmörtelauskleidung angefragt. Des Weiteren wurde für eine Steilstrecke duktiler Gußrohr mit Zementmörtelauskleidung vorgegeben. Der besondere Grund für die Materialwahl Gußrohr im Bereich der Steilstrecke lag im wesentlichen an der Tatsache, daß dieses Rohrmaterial in bezug auf die Abriebfestigkeit sowie besondere Muffenverbindungen bei eventuellen Längskräften entscheidende Vorteile aufweist.

Nach fachtechnischer und wirtschaftlicher Prüfung wurde gemeinsam mit dem Auftraggeber entschieden, auch für die Schmutzwasserkanäle als Rohrmaterial „duktile Kanalrohre mit Zementmörtelauskleidung“ zum Einsatz zu bringen.

## Bauausführung

Die Ausführungsarbeiten zur Herstellung der Trennkanalisation in Material duktilem Guß zeigen gegenüber anderen Rohrmaterialien bei den Verlegearbeiten erhebliche Vorteile.

Aufgrund der Einzelrohrängen von 6,00 m und vor allem aufgrund der hochwertigen Festigkeitseigenschaften, ist eine überaus unproblematische Vorgehensweise beim Einbringen, Verlegen und bei der Bettung der Gußrohre – sogar in extrem beengten und topographisch anspruchsvollen Geländeformationen – möglich.

Um den Forderungen der DIN 4033 (Entwässer-

Bild 1: Rohrverlegung in Windeck-Werfen

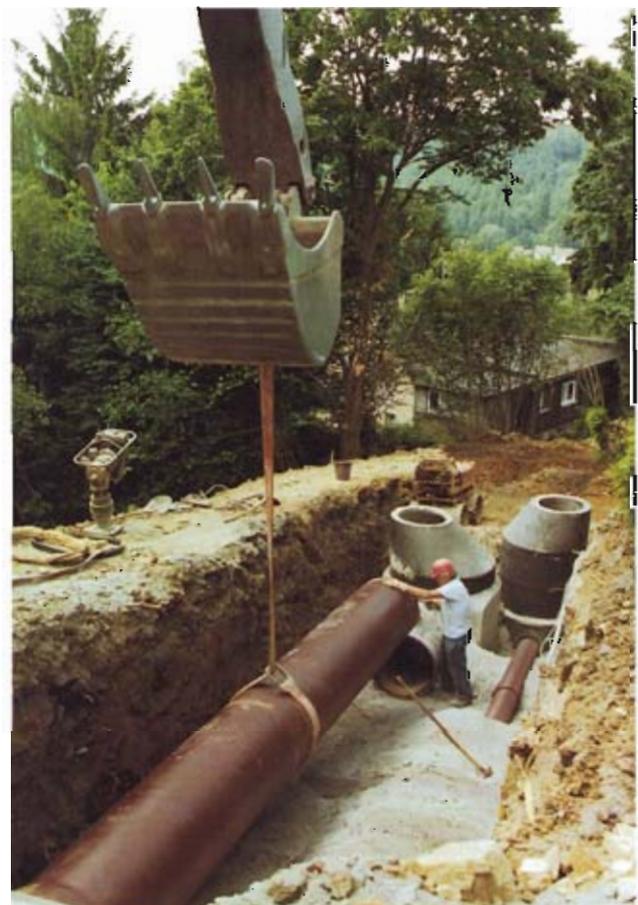
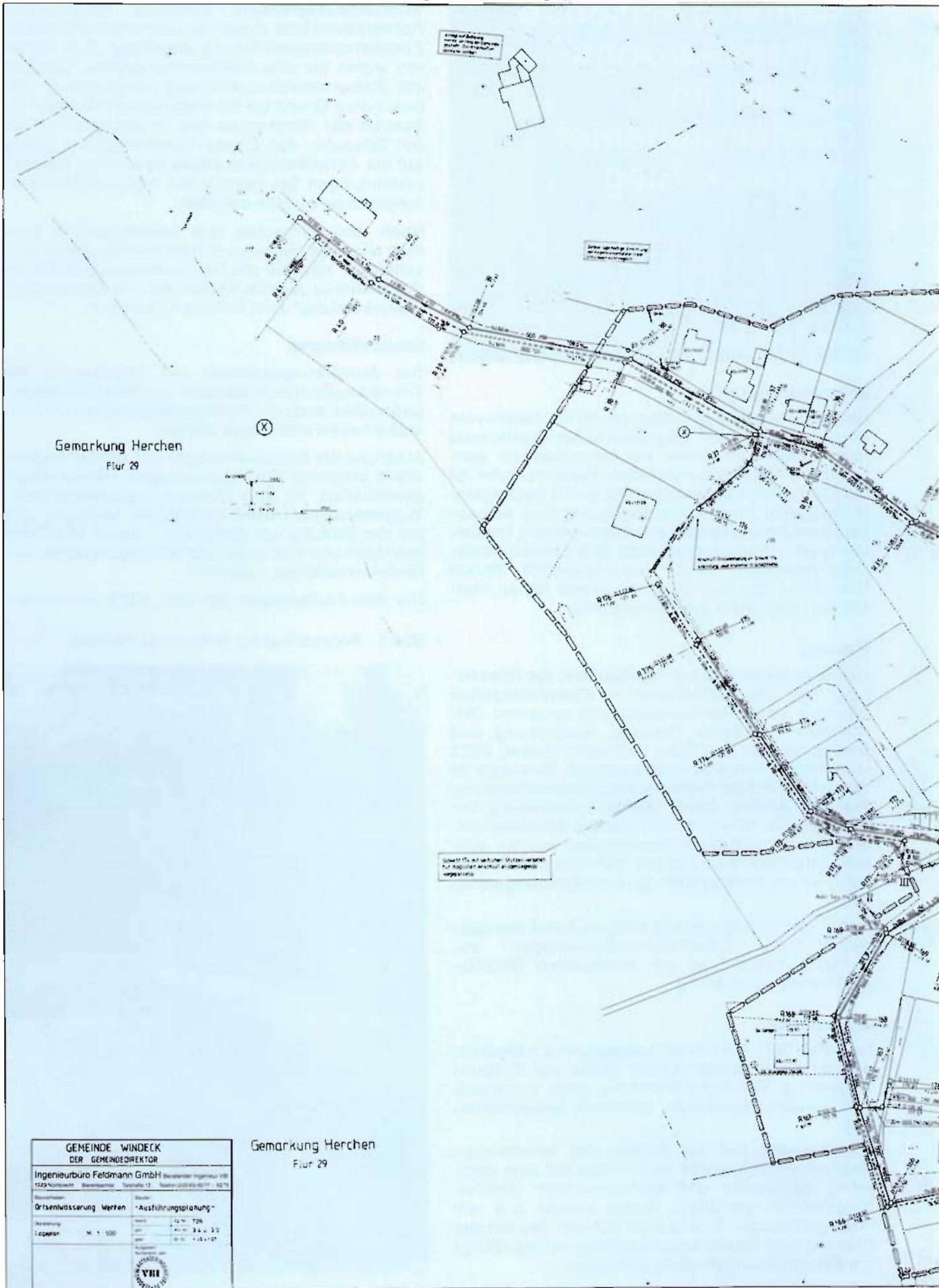


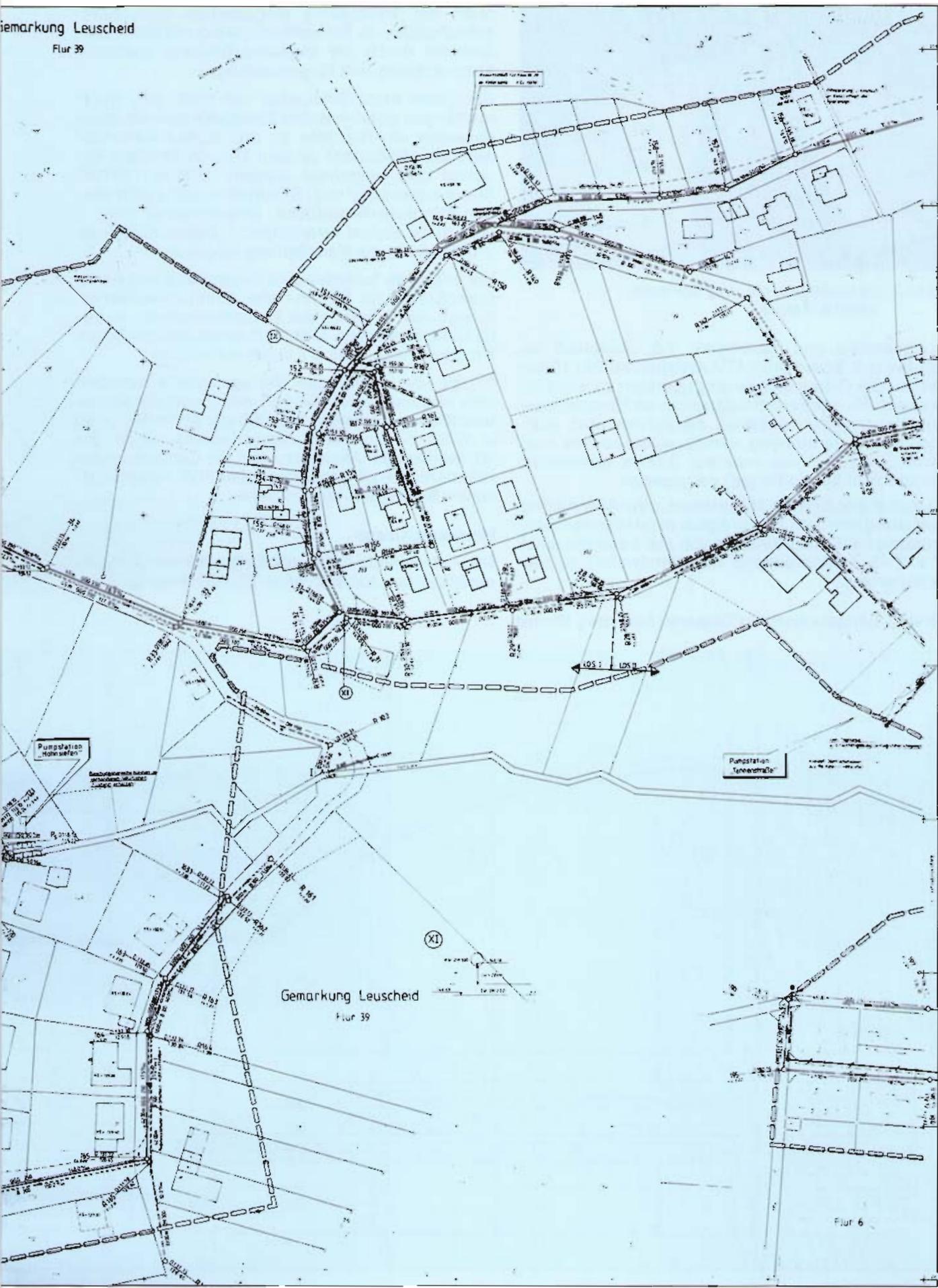
Bild 2: Ausführungsplanung der Ortsentwässerung Werfen – Lageplan



<b>GEMEINDE WINDECK DER GEMEINDEDIREKTOR</b>	
Ingenieurbüro Feldmann GmbH <small>Bundesverband Ingenieure VIB 1529 Nürnberg · Bismarckstr. 12 · Telefon 09243-90711 · 90711</small>	
Bezeichnung:	Ortsentwässerung Werfen
Blatt:	- Ausführungsplanung -
Verdichtung:	1:500
Maßstab:	M 1:1000
	

Gemarkung Herchen  
Flur 29

Gemarkung Leuscheid  
Flur 39



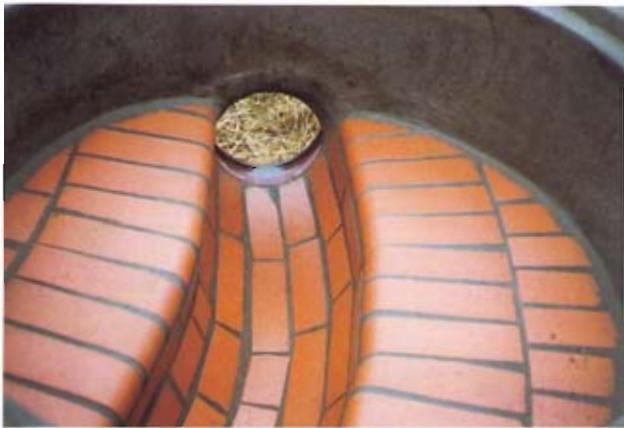
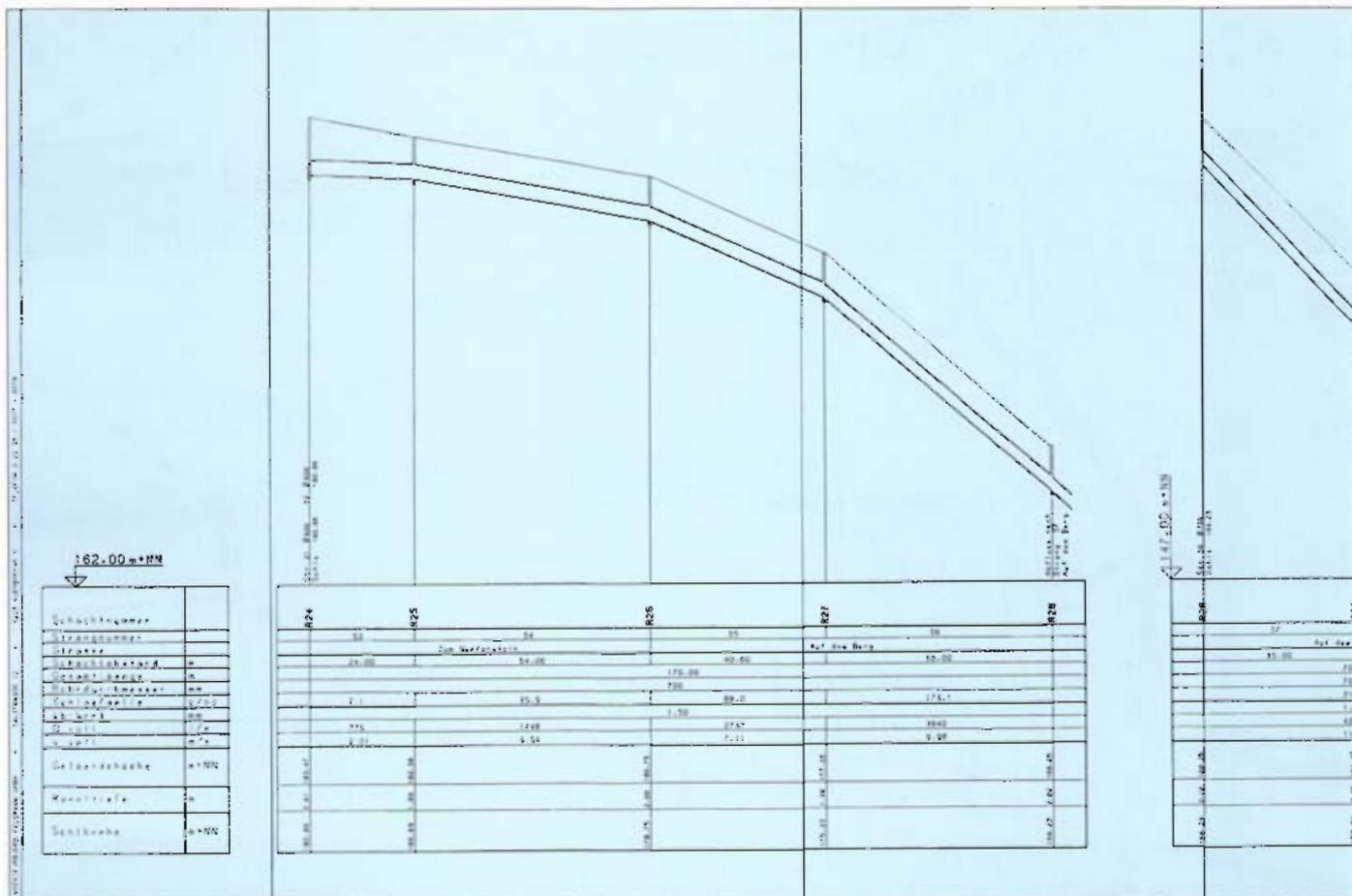


Bild 3: Schachtgerinne und Schachtanschlußstück

rungskanäle und -leitungen) 7.5 „Anschluß an Bauwerke“ sowie dem ATV-Arbeitsblatt 241 (Bauwerke der Ortsentwässerung) gerecht zu werden, wonach für größere Baulängen von Einzelrohren ein Doppelgelenkanschuß empfohlen wird, wurden für die Verbindung zum Schachtbauwerk sog. Kurzrohrstücke von maximal 3,00 m (entspricht halber Rohrgesamtlänge) vorgesehen.

Damit ergibt sich die Möglichkeit, eine Abwinklung aufgrund von sich nachträglich einstellenden Setzungen im Schachtbereich von pro Seite maximal  $2 \times 3^\circ$ – $5^\circ$  (entsprechend der Nennweite) zu gewährleisten.

Bild 4: Längsschnitt der Ortsentwässerung Werfen



Zum einen wird dies durch Anwinkelung im Bereich der werkseitig eingebauten Schachtanschlußstücke im Schachtunterteil ermöglicht, zum anderen durch die Muffenverbindung zwischen Kurzrohrstück und Regelbaulänge.

Sämtliche beim Schneiden von Paß- und Kurzrohrängen entstehenden Teilstücke können somit entweder als Glattrohr an den Schachtunterlauf oder als Muffenrohr an den Schachtoblauf angelegt und eingebaut werden. Mittels TYTON-Kupplungen oder sog. STRAUB-Kupplungen werden Glattrohr-Reststücke, Einpaßstücke oder – falls doch einmal erforderlich – Reparaturstücke druckdicht in die Kanalleitung eingebaut.

Vor allem die fachgerechte Herstellung von Rohranschlüssen für Regen- oder Schmutzwasserleitungen läßt in bezug auf Durchführbarkeit, Handhabung, Festigkeit, Dichtheit sowie den zeitlichen Arbeitsaufwand keine Fragen mehr offen.

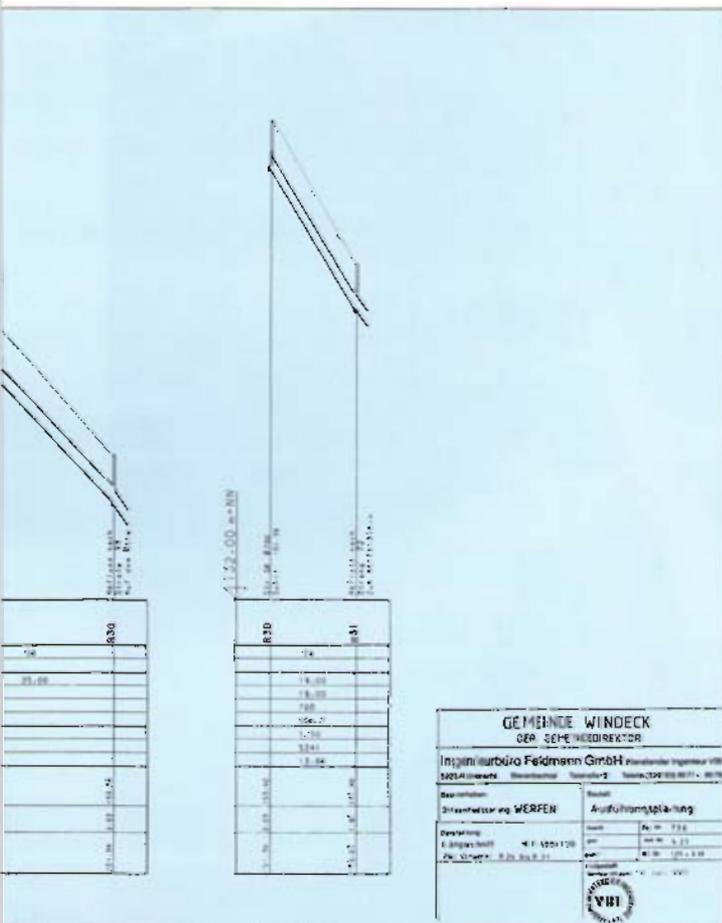
Infolge der erwähnten Verlegevorteile ergeben sich besonders für die von den Baumaßnahmen betroffenen Anlieger in Windeck-Werfen und in Windeck-Stromberg Bauzeiteinsparungen, die letztendlich die Akzeptanz und die Einstellung zur Hilfsbereitschaft gegenüber allen hier verantwortlichen Beteiligten ermöglichen.

### Hausanschlüsse

Die Anbohrtechnik für das Einbauen von Anbohrsatelstücken hat sich ohne Einschränkungen be-



Bild 5: Abladen der duktilen Rohre für die Schmutzwasserleitung



währt. Ein verschiedenartiger Materialwechsel vom Hauptrohr aus läßt sich für die Anschlußleitungen beliebig variieren und problemlos herstellen.

### Dichtheit

Als beeindruckend, auf die Eigenschaft und die eigentliche Funktion der Kanäle hin bezogen, muß das Ergebnis aller bisher durchgeführten Kanal-

Bild 6: Eingebettete Rohrleitung mit Schachtunterteil



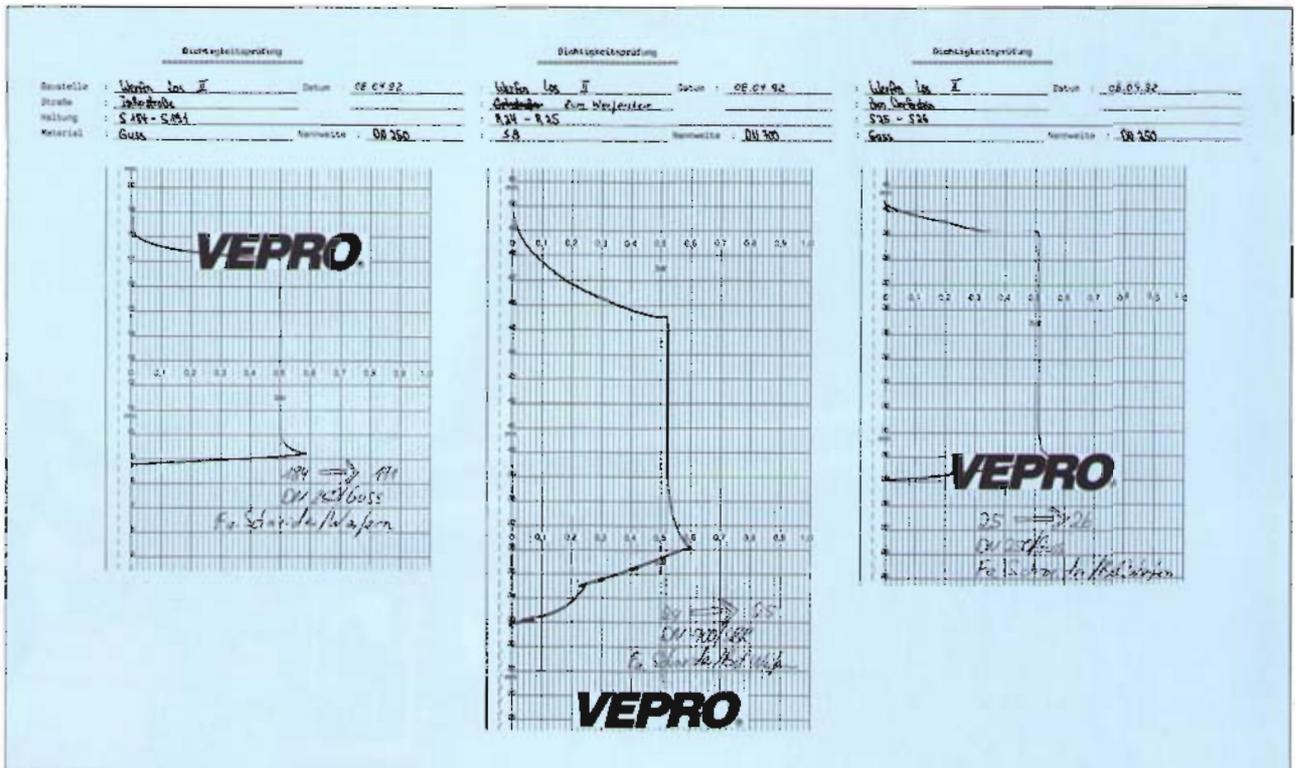


Bild 7: Meßstreifen der Dichtheitsprüfung

dichtheitsprüfungen gewertet werden. Dabei wurde hier erstmals die Dichteigenschaft mit Druckluft anstatt mit Wasser nachgewiesen. Hier-

durch konnten komplette Haltungen, vor allem in Steilstücken, abgedrückt werden. Zum großen Teil wurden hier gleichzeitig entsprechend verschlos-

Bild 8: Verlegung in Windeck-Stromberg



sene Hausanschlußleitungen ebenfalls der Druckprüfung unterzogen.

Ein wesentlicher Vorteil der Dichtheitsprüfung mit Luft besteht in Steilstücken von Kanaltrassen vor allem darin, den aufgebrauchten Prüfdruck gleichmäßig über einen gesamten Haltungsabschnitt aufbringen zu können. Bei einer Wasser-Dichtheitsprüfung kann ein solcher Prüfzustand nicht erreicht werden. Ein weiterer Vorteil ergibt sich bei der Druckprüfung mit Luft vor allem aufgrund der Tatsache, daß eine zeitraubende und aufwendige Kanalbefüllung mit Wasser überflüssig wird. Werden die hier geforderten Sicherheitsbestimmungen eingehalten, die beim Umgang mit Druckluft zu beachten sind, lassen sich mit Hilfe von Meßschreibern genaue Druckprotokolle erstellen, die eine Aussage über das geforderte Dichteverhalten wiedergeben. Wie dem beigefügten Meßstreifen zu entnehmen ist, wurde bei der Prüfung der Kanalhaltung ein Prüfdruck von 0,5 bar über einen Zeitraum von 15 Minuten aufgebracht.

Die Ergebnisse der Druckprotokolle sind bisher uneingeschränkt mehr als zufriedenstellend.

#### **Kosten**

In Anbetracht aller dieser günstigen und im Hinblick auf die geforderte Langlebigkeit bei voller Funktionstüchtigkeit hochwertigen Materialeigenschaften der duktilen Gußrohre sei hier auf die sich daraus ergebenden direkten und indirekten Kosteneinsparungen verwiesen. Sie ergeben sich zwangsläufig „direkt“ aus dem beim Einbau notwendigen Minderaufwand und „indirekt“ durch geringere Wartungsarbeiten.

#### **Zusammenfassung**

Duktile Gußrohre mit Zementmörtelauskleidung als Kanalbaustoffe haben sich bewährt. Überträgt man die Langzeit-Erfahrungen der Trinkwasser-netze, so stellen diese Rohre eine wirtschaftliche Alternative zu der allgemein bekannten Produktpalette dar.

# Abwasserüberleitung ersetzt Kläranlage.

## Neues Abwasserbeseitigungskonzept der Stadt Bingen am Rhein

Von Gunter Herzner

Woanders werden neue Kläranlagen gebaut, in Bingen wurde eine vorhandene Anlage abgerissen. Aber auch ohne diese Kläranlage werden die in letzter Zeit verschärften Bedingungen für die Abwasserreinigung erfüllt. Die im Zuge der Neuordnung der Abwasserentsorgung im Raum Bingen durchgeführten und noch anstehenden Maßnahmen werden im folgenden erläutert.

### Ausgangssituation

In den sechziger Jahren wurden in Bingen nach dem damaligen Standard zwei mechanische Kläranlagen gebaut. Der Standort der größeren Anlage befindet sich am Unterlauf der Nahe im Stadtteil Büdesheim. Seit dem in den achtziger Jahren erfolgten Ausbau zu einer modernen Kläranlage mit biologischer Reinigungsstufe und Schlammbehandlung sind neben den vier Binger Stadtteilen Bingerbrück, Bingen, Büdesheim und Dietersheim die benachbarten Gemeinden Münster-Sarmsheim und Weiler der Verbandsgemeinde Rhein-Nahe sowie die Gemeinden Rümelsheim und Dorsheim der Verbandsgemeinde Langenlonsheim an die Kläranlage angeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch der Abwasserzweckverband Untere Nahe gegründet.

Der Standort der zweiten Kläranlage befindet sich im östlichen Stadtteil Gaulsheim im Rheinvorland. Angeschlossen sind die beiden Stadtteile Kempten und Gaulsheim mit einem größeren Gewerbegebiet und einem in der Erschließung befindlichen Industriegebiet. Während im Bereich des Abwasserzweckverbandes überwiegend nach dem Mischsystem entwässert wird, bestehen in den beiden Stadtteilen Kempten und Gaulsheim Trennkanalesationen. Die Entwässerungsgebiete mit den wesentlichen Abwasseranlagen sind in Bild 1 dargestellt.

Die mechanische Kläranlage Gaulsheim, welche baulich unverändert blieb, genügt schon seit langem nicht mehr den Anforderungen an einen zeitgemäßen Gewässerschutz. Neben dem generellen Anstieg der Schmutzwasserbelastung führte

Bild 1: Übersichtslageplan







Bild 2: Alte Kläranlage, inzwischen zurückgebaut

vor allem die Behandlung von Weinbauabwässern zu betrieblichen Schwierigkeiten und selbst die Reinigungsleistung dieser mechanischen Stufe blieb unzureichend. In Verbindung mit den gestiegenen Anforderungen an die Abwasserreinigung wurde Anfang der achtziger Jahre deutlich, daß die Anlage in dieser Form nicht mehr weiter bestehen bleiben kann. Ursprünglich war an einen Neubau der Kläranlage in Gaulsheim gedacht und es wurde auch mit den Planungen begonnen.

### Planungs- und Entscheidungsphase

Durch die Änderungen der allgemeinen Verwaltungsvorschriften für das Einleiten von Abwasser in Gewässer im Jahre 1987, die im wesentlichen eine Reduzierung der eutrophierenden Nährstoffe Stickstoff und Phosphor vorschrieben, kam hinzu, daß auch die Kläranlage in Büdesheim um die sogenannte 3. Reinigungsstufe erweitert werden mußte. Dies wurde zum Anlaß genommen, den Kläranlagenstandort Gaulsheim neu zu überdenken. In einer intensiven Planungsphase, bestehend aus vergleichenden Variantenuntersuchun-

gen und dynamischen Kostenschätzungen, wurde auch die Möglichkeit überprüft, den Standort Gaulsheim aufzugeben und das dort anfallende Abwasser in einer ca. 5,4 km langen Transportleitung zur Verbandskläranlage Bingen-Büdesheim überzuleiten.

In die Untersuchungen flossen auch mögliche Veränderungen für die südlichen Binger Stadtteile Sponsheim und Dromersheim mit ein, welche dem Abwasserzweckverband Unterer Wiesbach angehören. Hier blieb es bei dem bewährten Entsorgungsverbund und die Verbandskläranlage in Grolsheim wurde 1991/92 vollständig erneuert und am 6. Juli 1992 feierlich in Betrieb genommen.

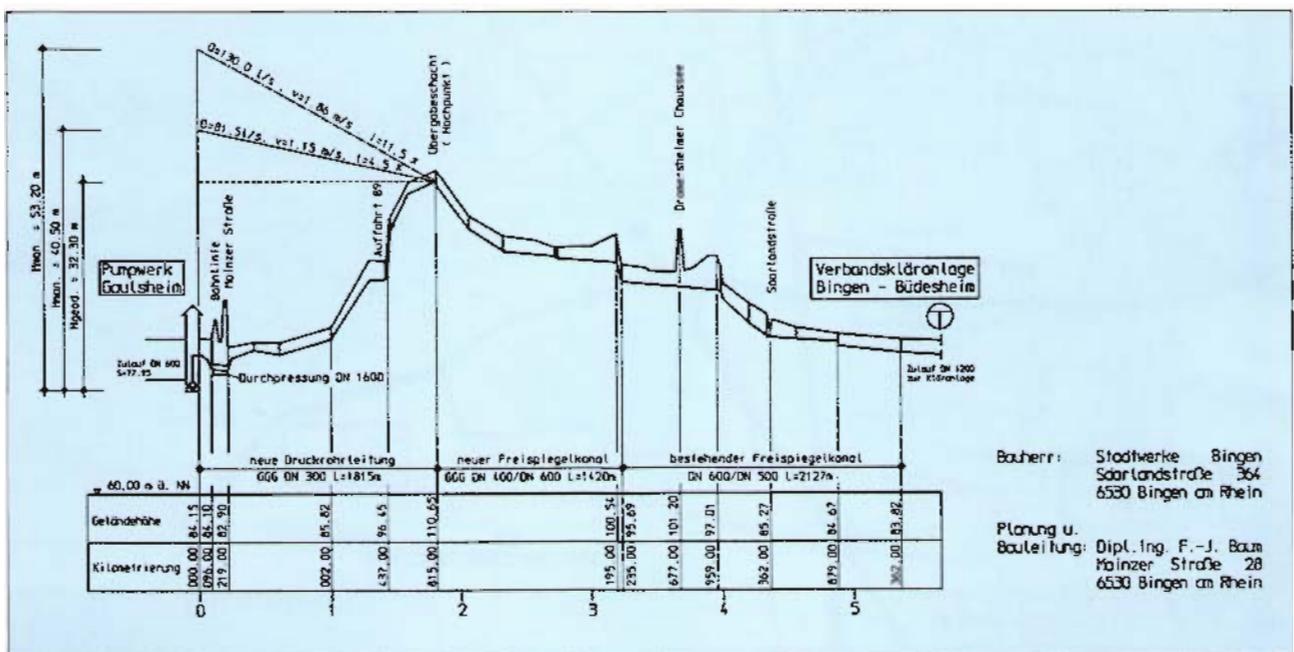
Die Entscheidungsgremien sprachen sich im Jahr 1987 für die wirtschaftlichste Lösung aus: Die Kläranlage Gaulsheim sollte zugunsten der Überleitung des Abwassers zur zentralen Kläranlage in Büdesheim aufgegeben werden.

Diese Entscheidung war sicherlich zukunftsweisend. Zum einen ergeben sich daraus auf Dauer Rationalisierungseffekte im personellen Bereich. Zum anderen brauchen nunmehr die in voraussichtlich immer kürzer werdenden Zeitabschnitten erforderlichen Anpassungen der Reinigungsleistungen an die gesetzlichen Anforderungen künftig nur noch in einer Anlage umgesetzt zu werden. Angemerkt hierzu sei, daß die damit verbundenen wirtschaftlichen Vorteile – auch bei Verbesserungen der Reinigungsleistung hinsichtlich des neuen Abwasserabgabengesetzes – in der vorher erwähnten dynamischen Kostenschätzung noch gar nicht berücksichtigt sind, denn diese konnten damals noch nicht quantifiziert werden.

### Grundzüge der neuen Konzeption

Die Veränderungen in der Abwasserentsorgung betreffen folglich die beiden Komponenten: Abwasserüberleitung mit Abriß der alten Kläranlage und Erweiterung der zentralen Kläranlage. An-

Bild 3: Anschluß Gaulsheim an die Abwasserzweckverbands-Kläranlage Büdesheim  
Übersichtslängsschnitt



stelle der alten Kläranlage wird ein neues Abwasser-Pumpwerk entstehen (s. auch Bild 1, S. 47). An den Ortskanalisationen einschließlich des Entwässerungstiefpunktes werden sich dadurch keine Änderungen ergeben.

Die Entfernung zur zentralen Kläranlage in Büdesheim beträgt gemäß der Trassenführung, vgl. Bild 1, rd. 5,4 km. Die Überleitung läßt sich in 3 Teilabschnitte untergliedern.

Nach knapp 2 km ab dem neuen Pumpwerk ist ein Höhenausläufer des Rochusberges zu überqueren. Hierbei ist allein eine geodätische Höhendifferenz von ca. 32 m zu überwinden. Während auf diesem ersten Abschnitt eine Druckrohrleitung erforderlich ist, kann das Abwasser ab dem Hochpunkt im weiteren Verlauf im freien Gefälle abfließen. Bis zu dem Anschluß an einen bestehenden größeren Kanal mußte hier ein Freispiegelkanal auf rund 1,5 km Länge verlegt werden. Der bestehende Kanal erstreckt sich auf eine Länge von rd. 2,1 km. Die topographischen und hydraulischen Verhältnisse der Überleitung sind in dem Längsschnitt in Bild 2 dargestellt.

Die Wirtschaftlichkeit der neuen Konzeption basiert nicht zuletzt auch auf der Tatsache, daß in Kempten und Gaulsheim nach dem Trennsystem entwässert wird. Dadurch bleibt der Förderstrom im wesentlichen auf das Schmutzwasser – und Fremdwasser – beschränkt.

Bezeichnung	derzeit	geplant
Einwohner	3 050	3 350
Gewerbe	800	1 000
Weinkellereien	7 190	7 150
Weinanbau (Stufe 2 ca. 10 EGW/ha)	1 500	1 500
gepl. Industriegebiet	–	7 000
sonst./Rundung	460	–
Summe	13 000	20 000

Tabelle 1: Belastungswerte E + EGW für Kempten und Gaulsheim

### Problem Fehlschlüsse

Leider ist das Trennsystem nur unvollkommen ausgebildet. Aufgrund diverser Fehlschlüsse in den Grundstücksbereichen werden Drainage-, Niederschlags- und vor allem Grundwasser bei angestiegenem Grundwasserspiegel – korrespondierend mit dem nahen Rhein bei längeren Hochwässern – wegen der besseren Vorflut unberechtigterweise in den Schmutzwasserkanal ein-

geleitet. Die Stadt Bingen ist nunmehr bemüht, diese Fehlschlüsse zu beseitigen. Es muß jedoch zugegeben werden, daß derzeit noch keine geeigneten Untersuchungsmethoden bzw. Technologien bekannt sind, mit denen die versteckt liegenden Fehlschlüsse mit vertretbarem Aufwand aufgefunden werden können.

Angesichts der schnell voranschreitenden Entwicklung der technischen Möglichkeiten zur Kanalüberprüfung und Sanierung ist dieser Problematik hoffentlich bald zu begegnen. Inwieweit die Bürger Verständnis für die mehr oder weniger großen Aufwendungen an den Entwässerungsanlagen in ihren Grundstücksbereichen aufbringen, bleibt noch abzuwarten. Auch die Aufsichtsbehörde drängt in Kenntnis dieser Umstände auf eine Beseitigung der Fehlschlüsse.

### Bemessungsgrundlagen

Die Schmutzwasser-Belastungswerte, ausgedrückt in Einwohner bzw. Einwohnergleichwerte (E + EGW), betragen für das Entwässerungsgebiet von Kempten und Gaulsheim derzeit rd. 13 000 und werden mittelfristig auf 20 000 anwachsen. Auf letzteren Wert hätte eine neue separate Kläranlage ausgebaut werden müssen. Wie sich die Belastung zusammensetzt, geht aus Tabelle 1 hervor.

Spezifisch ist hier der hohe Anteil der Weinkellereien und Winzerbetriebe von ca. 8000 bis 9000 EGW. Diesem Umstand ist bei den sogenannten Weinbau-Kläranlagen besonders Rechnung zu tragen. Merkmal einer solchen Anlage sind die unterschiedlichen Belastungsstufen. Im allgemeinen sind vier Stufen zu berücksichtigen (Tabelle 2).

Zu berücksichtigen sind die Eigenschaften der Weinbauabwässer aber auch bei der Auswahl der Rohrmaterialien, wie wir noch weiter unten sehen werden.

Für die Dimensionierung der Pumpen und der Rohrleitungen sind insbesondere die Abflüsse bzw. Durchflüsse maßgebend. In Tabelle 3 sind die einzelnen Anteile zusammengestellt (s. Seite 48).

Als Bemessungsabfluß wird somit  $Q = 81,5 \text{ l/s}$  angesetzt. Bei dem gewählten Durchmesser der Druckleitung von DN 300 ergibt dieser Durchfluß eine Geschwindigkeit von  $v = 1,15 \text{ m/s}$ . Diese Geschwindigkeit wird hydraulisch, energiemäßig und von der Schleppkraft her als günstig angesehen.

Die hydraulischen Verhältnisse auf der Überleitungsstrecke von Gaulsheim nach Büdesheim gehen aus dem Längsschnitt in Bild 2 hervor. Unter Berücksichtigung der Druckverluste in der Druck-

Tabelle 2: Weinbau-Belastungsstufen

Stufe	Bezeichnung	Belastung EGW/ha	Bemerkung
1	Grundlast	1,5	Bemessungsgröße betrifft nur maschinelle Ausrüstung (Sauerstoffeintrag)
2	Weinlese/Kampagne	10	
3	1. Abstich	30	
4	Maximalwert	60	

Bezeichnung	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /h	l/s
Schmutzwasser Einwohner, Gewerbe, Weinbau	1 000 (12 h/d)	92	26
Fremdwasser (100 %)	1 100 (24 h/d)	46	13
Schmutzwasser	2 052 (20 h/d)	102,6	28,5
Zuschlag für Fremdwasser	346 (24 h/d)	14,4	4
Niederschlagswasser von Verkehrsflächen ca. 1 ha.	108 (15 min./ Ereignis)	36	10*
Summe	4 707	291	81,5

\* Regenspende von 120 l/s/ha wird durch Rückhaltung auf 10 l/s reduziert.

Tabelle 3: Bemessungsabflüsse für Kempten und Gaulsheim

rohrleitung und der geodätischen Höhendifferenz von ca. 32 m ergibt sich eine Förderhöhe von max. ca. 56 m.

### Schmutzwasser-Pumpwerk

Da es sich bei dem Fördermedium um ungeklärtes Rohabwasser handelt, welches sowohl faser- und feststoffhaltige Bestandteile sowie kleinere sperrige Gegenstände enthalten kann, sind hinsichtlich der Verschleißfestigkeit und Durchgängigkeit besonders hohe Anforderungen an die Pumpen zu stellen. Hinzu kommt die in der Abwassertechnik verhältnismäßig hohe Druckstufe von 6 bar. Bei der Auswahl der Pumpen kamen letztendlich nur 3 Typen in Betracht, nämlich die Einkanalradpumpen, Pumpen mit Freistromrädern und Schneckenkanalradpumpen. Diese Pumpen haben max. Förderhöhen von 50 m bis 90 m und recht unterschiedliche Wirkungsgrade von 0,4 bis 0,75. Aufgrund von detaillierten Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen kamen schließlich Einkanalradpumpen zum Einsatz. Zwei Pumpen sind installiert, wobei eine Pumpe allein den Abfluß von 81,5 l/s fördern kann. Bei Parallelbetrieb der Pumpen können ca. 130 l/s gefördert werden. Ein Stellplatz für eine dritte Pumpe wird vorgehalten. Es sei noch angemerkt, daß aus betrieblichen Gründen im Zulauf zum Pumpwerk nur ein Grobrechen mit 100 mm Stababstand und Rechenkorb installiert ist.

Mögliche Störfälle im Betrieb sind untersucht worden (vgl. nachfolgenden Aufsatz „Ausfallstrategie für ein Abwassertransportsystem der Stadt Bingen“). Zur Füllung des dort begründeten Pufferbehälters neben dem Pumpwerk sind zusätzlich 2 Störfallpumpen installiert.

### Materialauswahl für Druckleitung und Freispiegelkanal

Nicht zuletzt die sich wie Horrorszenarien darstellenden Erkenntnisse über den Zustand unserer Kanäle veranlaßten den Bauherrn, der Materialauswahl der Rohrleitungen besonderes Augenmerk zu schenken. Die stets anzustrebende Wirtschaftlichkeit konnte für den Bauherrn nur bedeuten, daß nicht unbedingt der billigste Werkstoff ausgewählt wurde, sondern einer, der auf Dauer dicht und beständig ist. Und dies bei den üblichen und speziellen hydraulischen, mechanischen, biologischen und chemischen Beanspruchungen. Außer den allgemeinen Gesichtspunkten war in diesem Falle insbesondere zu berücksichtigen,

daß ein hoher Anteil von ca. 40 % des Abwassers aus dem Weinbau einschl. Verarbeitung stammt. In Rheinland-Pfalz ist aus hinreichenden Untersuchungen bekannt, daß die weinbaulichen Abwässer durch einen deutlichen Säureanteil charakterisiert sind und aggressiv auf zementgebundene Werkstoffe wirken. Auch wenn in der Überleitung eine Vermischung der häuslichen, gewerblichen und weinbaulichen Abwässer erfolgt und die Indirekteinleiterüberwachung auch hinsichtlich der weinbautreibenden Betriebe praktiziert wird, kann nicht ausgeschlossen werden, daß der hohe Anteil der weinbaulichen Abwässer das Korrosionsverhalten im Innenrohr bestimmt. Man hat es hier in gewissem Umfang mit einem sog. Sonderabwasser zu tun.

Grundsätzlich stehen im Kanalbau metallische (Stahl, Gußeisen), zementgebundene (Stahlbeton, Spannbeton und früher auch Asbestzement), keramische (Steinzeug) Werkstoffe sowie Kunststoffe (PVC, PE, GFK) zur Verfügung. Bei der hier zu verlegenden Druckleitung mit einer Druckstufe von PN 6 mußten die zementgebundenen und keramischen Werkstoffe – sofern es sich nicht um kostspielige Sonderlösungen handelt – von vornherein ausscheiden. Vom Bauherrn wurden duktile Gußrohre (Kanalrohre) mit Zementmörtelinnenauskleidung vorgesehen; hier handelt es sich im wesentlichen um aus der Wasserversorgungstechnik bekannte und bewährte Rohrleitungen. Alternativ wurden Kunststoffrohre in Betracht gezogen. Die endgültige Entscheidung sollte dabei die Ausschreibung bringen.

Bei der Zementmörtelauskleidung sollte als Bindemittel ein Tonerdezement genommen werden. Von diesem versprach man sich infolge seiner Eigenschaft und seines geringen Porenraumes eine gute Korrosionsbeständigkeit gegenüber den aggressiven Abwässern.

Des weiteren ist insbesondere bei längeren Druckleitungen mit zementgebundenen Werkstoffen (hier die ZM-Auskleidung) die von den Faulstoffen im Abwasser hervorgerufene biogene Schwefelsäure-Korrosion zu beachten. Die vorgenannte Zementart soll nach Herstellerangaben auch gegen diesen chemischen Angriff weitgehend beständig sein. Sollten sich hier im Betrieb Bedenken einstellen, so wird entweder eine Druckbelüftung (konstruktiv berücksichtigt) installiert oder das Abwasser wird mit Nitrat geimpt.



Bild 4: Kanalgußrohre DN 600 auf der Trasse der Freispiegelleitung

Entsprechend den durchgeführten Boden- und Laboruntersuchungen war von einer geringen Außenkorrosion auszugehen. Das Herstellerwerk des Kanalrohres hat deshalb eine Bituminierung der werksseitig verzinkten Gußrohre vorgeschlagen. Außerdem sollten die Rohre mit Sandumhüllung verlegt werden.

Bei dem Freispiegelkanal mit den Dimensionen DN 400 und DN 600 kamen hinsichtlich der Druckstufe alle Rohrwerkstoffe in Frage. Die Korrosionsgefährdung durch die sauren Abwässer hätte jedoch bei den zementgebundenen Werkstoffen von vornherein zusätzliche Maßnahmen erfordert. In die engere Wahl kamen deshalb vorzugsweise duktile Kanalrohre sowie alternativ mit Kunststoffen oder Harzen innenbeschichtete Stahlbetonrohre oder Polymerbetonrohre. Für die endgültige Entscheidung sollte auch hier die Ausschreibung abgewartet werden.

#### Ausschreibung, Ausführung und Kosten

Ausgeschrieben und vergeben wurde die Gesamtmaßnahme in 6 Losen. Die ersten drei Lose beinhalten die baulichen Anlagen: die Freispiegelleitung, die Druckrohrleitung sowie das Abwasserpumpwerk.

Die Ausschreibung erbrachte für die Druckrohrleitung DN 300 erwartungsgemäß das duktile Gußrohr (Kanalrohr) als günstigstes Ergebnis. Bei der Freispiegelleitung DN 400 und DN 600 zeigte zwar die Ausschreibung für die Ausführung in Betonkanälen kostenmäßige Vorteile gegenüber der Ausführung in duktilen Gußrohren, aber angesichts der zu fordernden langfristigen Dichtheit des Kanals und der zu transportierenden aggressiven Weinbauabwässer fiel die Entscheidung auch hier zugunsten des duktilen Gußrohres. Somit wurden insgesamt auf der Überleitungstrasse ca. 3400 m duktile Gußrohre der Nennweiten DN 300, DN 400 und DN 600 verlegt (Bild 4).

Seitens der Aufsichtsbehörden wurden für die Ausführung enge Termine gesetzt. Es stand weniger als ein Jahr zur Verfügung, um die gesamte Baumaßnahme zu realisieren, zumindest in ihren wesentlichen funktionell erforderlichen Anlagenanteilen. Der Baubeginn erfolgte im September 1991 und bei raschem Baufortschritt konnte die neue Überleitung bereits im Juli 1992 in Betrieb genom-

Los	Leistungsumfang	TDM einschl. MwSt.
1	<b>Freispiegelleitung</b> 525 m DN 400 GGG 960 m DN 600 GGG 36 St. Schächte	1 025
2	<b>Druckrohrleitung</b> 1 900 m DN 300 GGG Durchpressungen DN 700 (25 m), DN 1 600 (130 m) 12 St. Schächte	2 740
3	<b>Abwasserpumpwerk</b> ca. 1 800 m <sup>3</sup> umbauter Raum Speicherbecken 700 m <sup>3</sup> Abbruch der vorhandenen Kläranlage Außenanlagen	3 815
4	<b>Pumpenanlage</b> 2 St. Einkanalradpumpen für Überleitung, Q = 80 l/s 2 St. Einkanalradpumpen für Füllung Speicherbecken, Q = 120 l/s	440
5	<b>Elektroarbeiten</b> 20 KV-Trafostation Notstromanlage Niederspannungsverteilung Meßanlagen	765
6	<b>Bepflanzung</b>	75
	<b>Baukosten</b>	8 860
7	<b>Nebenkosten</b> Ingenieurhonorare, Gutachten	900
	<b>Gesamtkosten</b>	9 760

Tabelle 4: Kostenzusammenstellung

men werden. Nach der Inbetriebnahme wurden die restlichen Arbeiten, wie Abbruch der alten Kläranlage (Bild 5), Außenanlagen und Bepflanzungen in Angriff genommen.

Einen Blick auf die Baulose und Kosten liefert die nachstehende Tabelle. Obwohl die Maßnahme noch nicht schlußabgerechnet ist, kann von Gesamtkosten von ca. 9,8 Mio. DM ausgegangen werden.

Bild 5: Abbruch des Faulturmes



## Zentrale Kläranlage Bingen-Büdesheim

Diese Abwasserbehandlungsanlage erzielt anerkanntermaßen gute bis sehr gute Reinigungsleistungen. Trotzdem müssen auch hier hohe Investitionen getätigt werden. Ausschlaggebend ist zum einen die Erhöhung der Kapazität auf 80 000 E + EGW durch die Mitbehandlung der Abwässer aus Kempten und Gaulsheim und zum anderen die Implementierung der sog. 3. Reinigungsstufe zwecks Klärung der Nährstoffe Nitrat und Phosphat.

Da die Überleitung der Abwässer aus Kempten und Gaulsheim seit dem Juli 1992 in Betrieb ist, mußten die mechanische und biologische Reinigungsstufe dieser erhöhten Kapazität auch zu diesem Zeitpunkt – spätestens vor Beginn der sog. Weinbaukampagne im September 1992 – realisiert sein. Während die hydraulischen und mechanischen Anlagenteile den zusätzlichen Anforderungen weitgehend entsprachen, mußte im wesentlichen die biologische Reinigungsstufe ausgebaut werden. Dahinter verbirgt sich eine drastische Erhöhung der Sauerstoffzufuhr in die beiden bestehenden Belebungsbecken durch

neue leistungsfähige Turbokompressoren in Verbindung mit zusätzlichen Belüftungseinrichtungen in den Becken.

Im Zusammenhang damit mußte die Stromversorgung einschl. Notstromaggregat sowie die Elektro- und Regelungstechnik im großen Umfang erneuert werden. Diese in einem 1. Bauabschnitt vorgezogenen Maßnahmen wurden 1992 rechtzeitig vor der Kampagne im September 1992 abgewickelt.

Während die Phosphateliminierung als chemische Simultanfällung bereits seit Anfang 1991 in Betrieb ist, stehen für 1993/94 die Bauarbeiten für die Denitrifikation an. Für die aeroben und anaeroben Vorgänge ist ein neues Betonbecken von insgesamt 3000 m<sup>3</sup> Inhalt mit Nebenanlagen erforderlich. Diese Maßnahmen sind im 2. Bauabschnitt zusammengefaßt.

Nach Realisierung dieser vorläufig letzten Maßnahme wird die Stadt Bingen über eine moderne Kläranlage verfügen, die einen gewichtigen Beitrag zum Gewässerschutz und damit zum Umweltschutz leisten wird.

Bildnachweis:

Bild 2: Heinz Bucher, Bingen am Rhein

Bild 4 und 5: Ingenieurbüro Baum, Bingen am Rhein

# Ausfallstrategie für ein Abwasser-transportsystem der Stadt Bingen

Von Rudolf Dany

- Was machen wir, wenn das Abwasserpumpwerk ausfällt?
- Was, wenn ein Störfall in der Abwassertransportleitung auftritt?
- Was, wenn ungeklärtes Abwasser in das Grundwasser oder Vorfluter durch diese Störungen eindringt?
- Liegt hier eine Straftat wegen Gewässerverunreinigung vor?
- Kann das Risiko zur Gewässerverunreinigung durch technische Mittel minimiert werden?

Diese und viele andere Fragen mußten sich Planer und die Stadtwerke Bingen bei der Planung für den Anschluß zweier Stadtteile über eine ca. 1,8 km lange Druckrohrleitung und eine ca. 3,6 km lange Freispiegelleitung an eine Kläranlage stellen. Das Schmutzwasser der Stadtteile (Trennsystem) wird einem Pumpwerk zugeführt und von dort in die Druckrohrleitung eingespeist. Die Druckrohrleitung transportiert das Schmutzwasser von einer geodätischen Höhe von 77,0 m auf 109,0 m NN, und kreuzt dabei die Bundesbahnstrecke Mainz-Bingen und die Landstraße L 419. Nach Überwindung des Hochpunktes wird das Abwasser durch eine Freispiegelleitung der Kläranlage zugeführt. (Genauere Beschreibung der Maßnahme siehe Bericht ab Seite 44.)

Bild 1: Pumpwerk mit Störfallbehälter



## 1. Mögliche Stör- und Schadensfälle

Nachdem die Fachbehörden heute nicht mehr bereit sind, zur Durchführung einer betriebsnotwendigen Reparatur für wenige Stunden ungeklärtes Abwasser in den Vorfluter, hier in den Rhein, ableiten zu lassen, haben wir die möglichen Stör- und Schadensfälle nach Wahrscheinlichkeit und Zeitaufwand zur Schadensbeseitigung aufgelistet (s. Tabelle 1), um entsprechende Gegenmaßnahmen zu planen.

## 2. Gegenmaßnahmen und benötigte Sicherheitsmittel

Die Auflistung der möglichen Stör- und Schadensfälle zeigte uns sehr rasch, welche Gegenmaßnahmen zur Beseitigung bzw. Schadensminimierung getroffen und welche Sicherheitsmittel benötigt werden (s. Tabelle 1 auf S. 52). Aufgabe war es nun, diese Erkenntnis in ein wirtschaftliches Gesamtkonzept umzusetzen und dabei zu beachten, daß das vorhandene Klärpersonal dieses Konzept auch umsetzen kann. In der Tabelle werden die einzelnen Bauteile beschrieben.

### 2.1 Störfallbehälter

Da auf der Zulaufseite des Pumpwerkes ein Notauslauf nicht möglich ist, mußte ein Störfallbehälter (Bild 1) in ausreichender Größe vorgesehen werden. Die Größe des Behälters bestimmt sich aus Zulaufmenge und dem Zeitaufwand für die Beseitigung der Stör- und Schadensereignisse. Die Größe des Behälters kann erheblich reduziert

Bild 2: Pumpenraum



Stör- und Schadensfälle	Gegenmaßnahmen	Benötigte Sicherheitsmittel	Zeitaufwand einzel (h)/Summe (h)	
<b>1. Abwasserdruckleitung</b>				
1.01 Störfall				
- auf der Strecke	- Ortung des Störfalles	- Drucküberwachung in den Kontrollschächten	1,0	5,0
	- Umleitung über fliegende Leitung zwischen zwei Kontrollschächten	- Vorhaltung von 400 m Stahlleitung mit Schnellkupplung, Anschlußmögl. in den Schächten, Schieber	4,0	
- im Schacht	wie vor	- Rohrbruchschellen	unbestimmt	
- Bahnkreuzung	wie vor	wie vor	4,0	4,0
- Kreuzung Landesstraße	- Umleitung auf die Notleitung	Doppelleitung in der Durchpressung, Schieber	1,0	1,0
	- Straßensperrung	Kurzfristige Straßensperrung zumutbar	1,0	4,0
	- Umleitung über fliegende Leitung	sonst wie auf der Strecke	3,0	
	- Reparatur		unbestimmt	
1.02 Verstopfung	wie Störfall			
<b>2. Freispiegelkanal</b>				
2.01 Störfall				
	- Ortung des Störfalles	- Kontrollschächte	1,0	4,0
	- Absperrung des Kanals	- Absperrblasen	0,5	
	- Umpumpen zwischen den Schächten	- Abwasserpumpen, Leitungen, Notstromaggregat (fahrbar)	2,5	
	- Reparatur		unbestimmt	
<b>3. Pumpwerk</b>				
3.01 Stromausfall	Notstrom	Notstromaggregat	0,1	0,1
3.02 Strom- und Notstromausfall	fahrbares Notstromaggregat	Anschlußstecker, Lkw	1,0	1,0
3.03 Pumpenausfall	Zuschaltung Ersatzpumpe Reparatur	Ersatzpumpe, Automatik	0,1	0,1
3.04 Schieber im Zulauf Pumpe	Umpumpen in Störfallbehälter, Schieber austauschen	Absperrblasen, Pumpen Ersatzschieber	2,0	2,0
3.05 Störung Steuerung	Handbetrieb	Anzeige der Störung an den Bereitschaftsdienst	0,5	0,5
3.06 Verstopfung Zulaufleitung Pumpe	Ersatzpumpe einschalten Leitung spülen	Ersatzpumpe	0,5	0,5
3.07 Verstopfung Druckleitung Pumpe	spülen im Störfallbehälter zwischenspeichern	Spülanschluß	4,0	4,0

Tabelle 1: Zeitaufwand zur Schadensbeseitigung

werden, wenn die erforderlichen Ersatzteile und Betriebsmittel vorgehalten und das Klärpersonal entsprechend geschult ist.

Bei einem mittleren Zeitaufwand von 4,0 Stunden und der zu erwartenden Schmutzwassermenge errechnet sich ein Stauvolumen von

$$48,6 \text{ l/s} \times 3,6 \times 4,0 \text{ h} = 699,8 \text{ m}^3$$

Der Störfallbehälter wurde auf 700 m<sup>3</sup> gebaut.

## 2.2 Abwasserpumpwerk

Bei dem Abwasserpumpwerk treten Defekte vorwiegend an Armaturen und Pumpen auf. Daher werden für die eingebauten Armaturen, wie Schieber, Rückschlagklappen usw. Reparatureinheiten vorgehalten.

Diese Einheiten lassen sich innerhalb von ca. 4 h austauschen und erfordern nur dann eine Stilllegung der Förderung, wenn die Einheiten innerhalb des Förderstromes liegen. Wichtig ist es, daß die Rohrleitungen in DIN-Maßen und geflanscht ausgeführt sind.

Eine Pumpenreparatur kann einmal durch Motor- oder Pumpendefekt notwendig werden. Da für die Pumpe eine Reservepumpe betriebsbereit vorhanden ist, kann eine solche Reparatur in der Regel ohne Betriebsunterbrechung erfolgen.

Wird eine Betriebsunterbrechung erforderlich, so wird über die Störfallpumpen das Abwasser im Störfallbehälter zwischengespeichert und nach Beseitigung des Stör- und Schadensfalles dem Pumpwerk wieder zugeführt.

Im einzelnen wurden folgende Sicherheitseinheiten, die in vielen Pumpwerken schon Standard sind, vorgesehen:

- Notstromaggregat
- Ersatzpumpe, betriebsbereit installiert
- Absperrschieber
- Ersatzteile
- Kellerentwässerungspumpe



Bild 3: Schacht für Druckleitung im Bau



Bild 4: Schacht mit angeschlossener Notleitung DN 250

- Elektronische Überwachung von:
  - Überflutung von Schächten und Pumpenraum
  - Trockenlauf
  - Stromausfall
  - Drucküberwachung
  - Stromaufnahme
  - Objektschutz (Einbruch)
- Automatische Meldung der Störungen an den Bereitschaftsdienst

### 2.3 Druckrohrleitung

Ausgehend von der Festlegung, den Förderbetrieb nicht länger als 4 Stunden unterbrechen zu dürfen, wurde für die Druckrohrleitung folgendes Sicherheitskonzept entwickelt: Im Bereich der Druckrohrleitung wurden Schächte im Abstand

von ca. 300 m (s. Bild 3) vorgesehen, die den schnellen Anschluß einer fliegenden Leitung DN 250 PN 6 (s. Bild 4 und 5) gestatten, um dann ein defektes Leitungsstück zwischen 2 Schächten zu überbrücken und außer Betrieb zu nehmen. Dazu werden vor und hinter den Schächten Streckenschieber angeordnet, die bei Bedarf entsprechend geschlossen werden.

In den Schächten können auf die eingebauten T-Stücke Standrohre mit Schnellkupplungsanschlüssen angeflanscht werden. Diese werden mit der fliegenden Leitung aus Stahlberegnungsrohren DN 250 mit Schnellkupplung verbunden (s. Bild 6).

Danach können die Schieber an Anfang und am

Bild 5: Regelschacht Druckleitung mit angeschlossener Notleitung

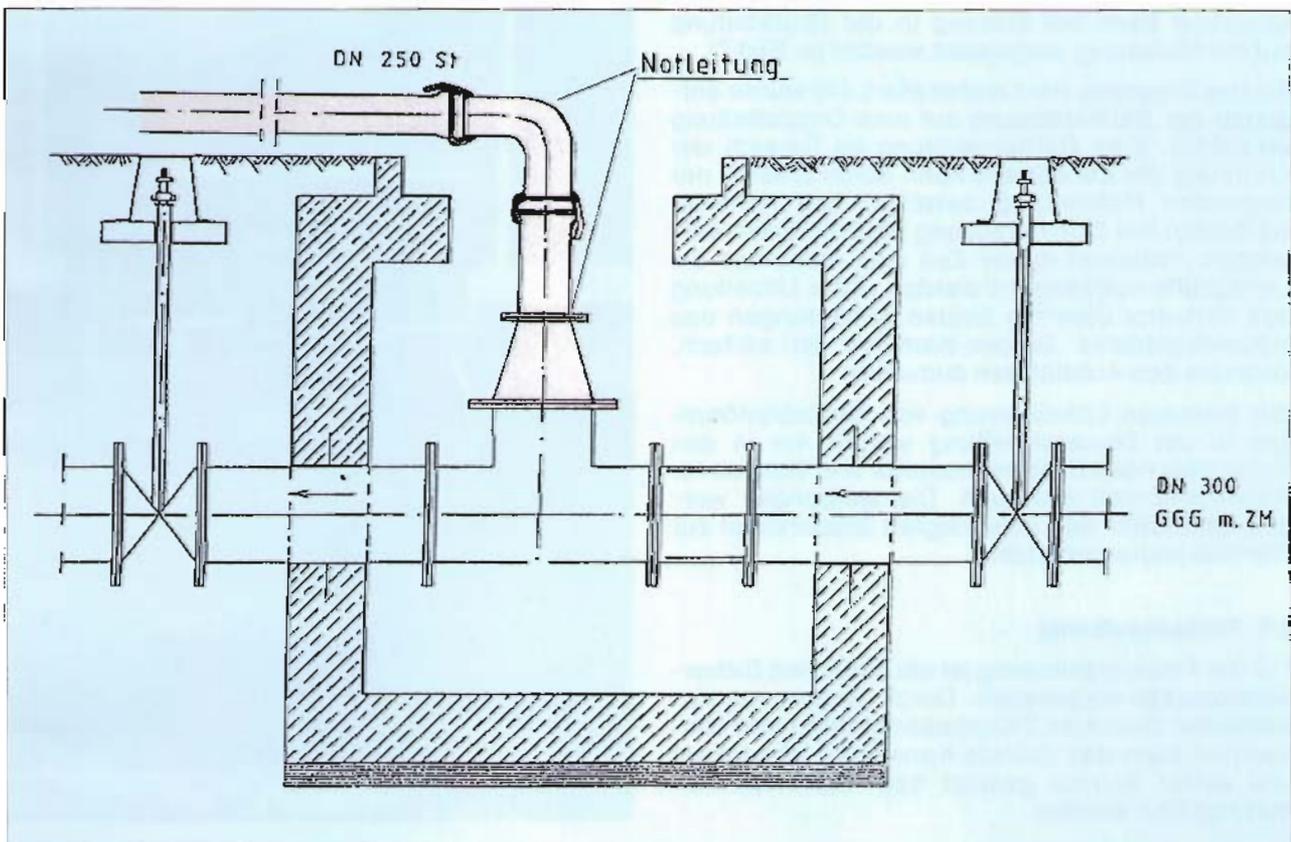




Bild 6: Notleitung zwischen 2 Schächten

Ende der fliegenden Leitung geöffnet und der Förderbetrieb kann wieder aufgenommen werden. Diese Arbeiten können bei Vorhaltung der Notleitungen innerhalb von 4 h durchgeführt werden. Das Abwasser wird während dieser Zeit zwischengespeichert.

Schwieriger gestaltet sich ein Störfall im Bereich der Kreuzung der Bundesbahn und der Landstraße L 419.

Für die Kreuzung der Bundesbahn haben wir uns für eine Doppelleitung DN 250 in der ca. 110 m langen Durchpressung DN 1600 entschlossen. Das Abwasser kann bei Störung in der Druckleitung auf die Notleitung umgeleitet werden (s. Bild 7).

Bei der Kreuzung der Landstraße L 419 wurde entgegen der Bahnkreuzung auf eine Doppelleitung verzichtet. Eine Betriebsstörung im Bereich der Kreuzung der Landstraße kann durch Einsatz der fliegenden Rohrleitung zwischen den Kontrollschächten der Durchpressung DN 700 überbrückt werden. Während dieser Zeit muß allerdings die Landstraße vollgesperrt werden. Eine Umleitung des Verkehrs über die beiden Anbindungen des Industriegebietes Bingen-Kempton ist einfach, kurz und den Autofahrern zumutbar.

Zur besseren Lokalisierung von Betriebsstörungen in der Druckrohrleitung werden wir in den Schächten noch Druckmanometer und Sonden für Wassereintrich einbauen. Die Meldungen werden dann über den mitverlegten Steuerkanal zur Zentrale weitergemeldet.

#### 2.4 Freispiegelkanal

Für die Freispiegelleitung ist ein ähnliches Sicherheitskonzept vorgesehen. Durch Setzen von Kanalblasen zwischen 2 Kontrollschächten und Umpumpen kann das defekte Kanalstück überbrückt und außer Betrieb gesetzt bzw. die Reparatur durchgeführt werden.

### 3. Kosten für das Sicherheitskonzept

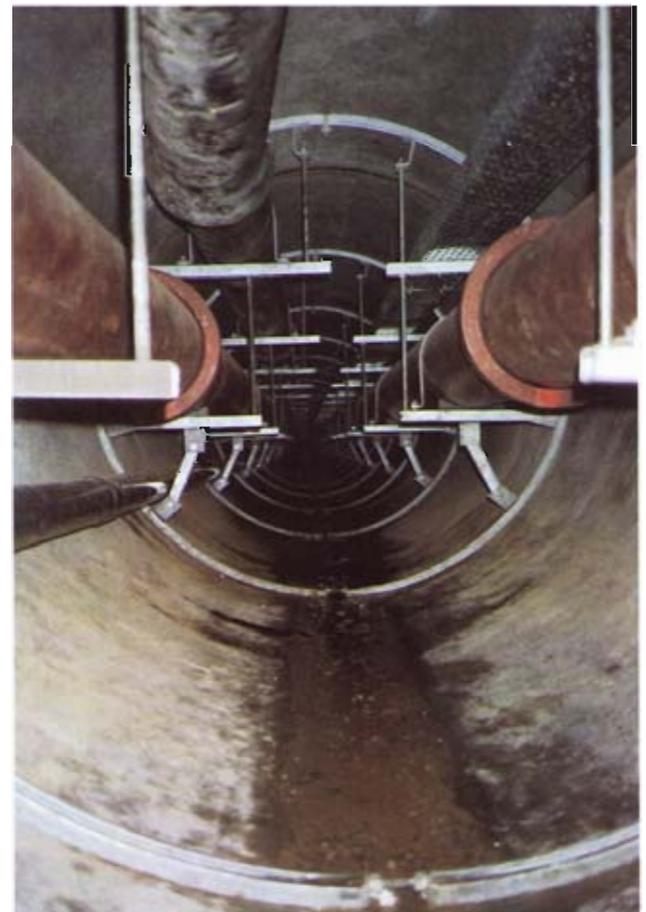
Die Kosten für das Sicherheitskonzept gliedern sich in folgende Bereiche:

1. Druckrohrleitung Schacht, zusätzlich Schieber Doppelleitung DB	DM 77 000,00
2. Freispiegelleitung Absperrblasen	DM 16 000,00
3. Notleitung Beregnungsrohre DN 250 Stahl	DM 75 000,00
4. Pumpwerk Ersatzpumpe, Notstrom- aggregat	DM 230 000,00
5. Störfallbehälter Becken, Pumpen	DM 563 000,00
	<u>DM 961 000,00</u>

### 4. Zusammenfassung

Die Stadtwerke Bingen haben mit Bau der Abwassertransportleitung zum Anschluß der Stadtteile Gaulsheim und Kempton an die Kläranlage Bundesheim eine Ausfallstrategie gewählt, von der sie hoffen, daß im Störfall die Umweltbelastung so gering wie möglich gehalten wird.

Bild 7: Doppelleitung im Bereich der DB-Kreuzung



---

# 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:

Gewünschtes bitte ankreuzen.

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

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

Straße: \_\_\_\_\_

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

Diese Anschrift ist meine Privatadresse       Firmenadresse

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

Straße: \_\_\_\_\_

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

Unsere Anschrift:

**Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre, Sachsenring 2-4, 50677 Köln**







**GUSSROHR-TECHNIK**

**Wasser  
Abwasser  
Gas**

