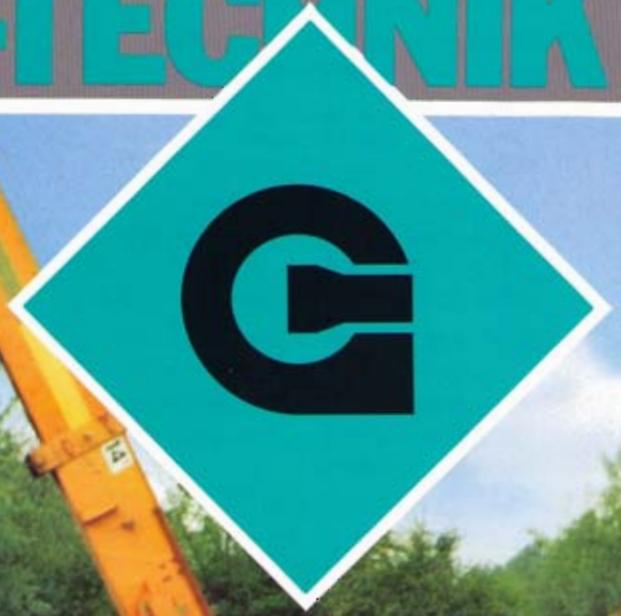


FGR (26)

GUSSROHR-TECHNIK



INHALT

Duktile Gußrohre für Abwasserleitungen im Bergsenkungsgebiet	Seite 4	Duktile Gußrohre – Sicherheit in der Gasversorgung	Seite 24
Dipl.-Ing. Andreas Voit Dipl.-Ing. Josef Pastor Dipl.-Ing. Dieter Manskopf		Dr. Ing. Hansgeorg Hein	
Chiemsee-Ringkanal: Der Einsatz von Kanalrohren aus duktilem Gußeisen im Bereich landverlegter Leitungen	Seite 11	Einsatz von schubgesicherten Gußrohrleitungen unter extrem engen räumlichen Verhältnissen	Seite 28
Dipl.-Ing. Gilbert Schober		Dipl.-Ing. Klaus Otten Rudolf Winter	
Verlegung einer Abwasserdruckleitung DN 300 aus duktilen Gußrohren in einen Fernwärmetunnel	Seite 14	Abwasserentsorgung bei einer Baulanderschließung	Seite 32
Siegmund Stavesand Wolfgang Lütz Rudolf Winter		Dipl.-Ing. Fritz Bosch	
Wärmegeämmte Trinkwasserleitung im Flughafen München II	Seite 17	Unterdruckprüfungen in Abwassersystemen im Grundwasser und im innerstädtischen Bereich	Seite 35
Dipl.-Ing. Dietrich Patze		Dr.-Ing. Hansgeorg Hein Dipl.-Ing. Manfred Walter	
Schmutzwasserentsorgung Flughafen Frankfurt am Main	Seite 21	Innovative Gedanken zur Abwassersituation insbesondere im ländlichen Raum	Seite 39
Neubau einer Verbindungsdruckleitung Ost-West aus duktilen Gußrohren DN 250 mit TYS-K-Schubsicherung		– dargestellt an einem Beispiel der Abwasserentsorgung im Norden von Rheinland-Pfalz (Kreis Altenkirchen/Westerwald)	
Dipl.-Ing. Horst Udo Schäfer		Dipl.-Ing. Heinz-Dieter Scharenberg	

UMSCHLAGBILDER

Die beiden Bilder zeigen die Verlegung von Abwasser-Freispiegelleitungen aus duktilen Gußrohren.

Titelseite: DN 1200 in 11 m Tiefe durch ein Deponiegelände

Rückseite: DN 300 im Feuchtwiesenbereich

IMPRESSUM

Herausgeber:

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre
Konrad-Adenauer-Ufer 33
5000 Köln 1
Tel. (02 21) 12 50 64, Fax (02 21) 12 45 64

Erscheinungsweise:

jährlich

Copyright:

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre
Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt
Belegexemplar erbeten

Druck:

Druckhaus Lübbe, Bergisch Gladbach, April 1991

Rohrleitungen von der Stange?

Keine Rohrleitung ist wie die andere. Was für den Laien nur wie eine Leitung von vielen aussieht, stellt sich für den Fachmann jedesmal völlig anders dar und fordert ihn, sein Wissen und seine Kreativität immer wieder neu. Bei jeder Leitung ist das Können der Fachleute von der Planung bis zum Bau gefragt, um immer wieder neue Lösungen für wechselnde Probleme zu finden.

Hier liegt eine bedeutende Zielsetzung dieser Zeitschrift: Im Wechsel von Erfahrungsberichten, Mitteilungen über Untersuchungsergebnisse und Technologie-Reports möchte sie mit jedem Heft dazu beitragen, die Vielfalt der möglichen Problemlösungen bekannt zu machen. Dabei verschieben sich die Schwerpunkte von Heft zu Heft, aber über mehrere Ausgaben ergibt sich ein komplettes Bild der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Gußrohr-Technik.

Gerade im vorliegenden Heft zeigt sich die Mannigfaltigkeit der Anwendungen. Da

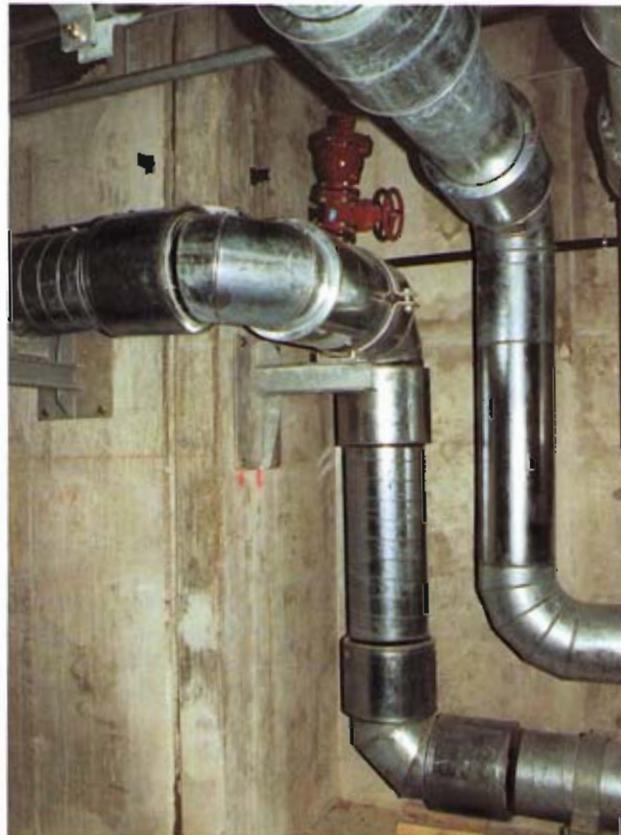
geht es generell um Wasser, Abwasser, Gas, speziell aber um Bodenbewegungen, wärmegeämmte Brückenleitungen, Verlegung im engen Tunnel, Durchgang durch Brandschutzmauern, Wasserversorgung eines Flughafens, Abwasserentsorgung eines Flughafens, Rohre für Gasleitungen, Strangverlegung bei engem Graben, Düker unter dem Hafen, geringe Überdeckungshöhen, Unterdruckprüfungen im Betrieb und außer Betrieb und schließlich Fernsteuerung zur Regelung des gleichmäßigen Abwasserablaufs über Druckleitungen.

Das sind einige eher zufällig herausgepickte Stichwörter aus den Beiträgen dieses Heftes. Und sie zeigen eben: Rohrleitung ist nicht gleich Rohrleitung.

Bergsenkungen und Gußrohre

Abwasserleitungen im bewegten Boden – eine heikle Sache. Da wirken oft Längs- und Querkräfte gleichzeitig; dennoch muß alles dicht bleiben, trotz Durchhänger und Spiel in der Muffe. Duktile Gußrohre sind hier das ideale Material für dichte und sichere Leitungen. Den Bericht über die Verlegung solcher Leitungen finden Sie auf

Seite 4



ren von Hindernissen auf engstem Raum geeignet . . . Mit den entsprechenden Komponenten des duktilen Gußrohr-Systems konnte allen Anforderungen entsprochen werden

Seite 17



Wasser für den Flughafen

Für eine Trinkwasserleitung im neuen Münchener Flughafen wurden u. a. folgende Forderungen aufgestellt: Wärmeisolierend, längskraftschlüssig, schnelle Verbindungen mit Kontrollmöglichkeit, längsbiegesteif, Längenänderungen kompensierend, Möglichkeit nachträglicher Anschlüsse, Brandschutz gewährleistet, zum Umfah-

Guß für Gas

Von der Gasbeleuchtung dank Graugußrohren bis zur heutigen GUSSROHR-TECHNIK war es ein weiter Weg. Auch für Gasleitungen bedeutet die moderne Technologie der duktilen Gußrohre: Sicherheit durch Dichtheit auch unter höchsten Beanspruchungen. Einen Überblick über die aktuelle Technik gibt der Beitrag

Seite 24

Ländliche Abwässer

Der Anschlußgrad an das Kanalnetz nähert sich in den alten Bundesländern der 95%-Marke. Das bedeutet, daß vielfach im ländlichen Bereich für wenige Einwohner relativ große Freispiegelleitungen gebaut werden müssen. Ein Zweckverband im Westerwald ist hier eigene Wege gegangen, um dieses Problem zu lösen. Argumente für eine innovative Technik ab

Seite 39

Duktile Gußrohre für Abwasserleitungen im Bergsenkungsgebiet

Von Andreas Voit,
Josef Pastor
und Dieter Manskopf

Vorbemerkung

Der untertägige Abbau von Mineralien auf großer Fläche führt zwangsläufig dadurch, daß Hohlräume geschaffen werden und damit mechanische Vorgänge in den überlagernden Erdschichten ausgelöst werden, zu Bodenbewegungen an der Tagesoberfläche. So kommt es auch im Ruhrgebiet durch den Kohleabbau zu großflächigen, trogförmigen Absenkungen an der Erdoberfläche (Bild 1).

Davon sind neben den natürlichen, topographischen Gegebenheiten auch künstliche Objekte, wie beispielsweise Gebäude, Verkehrswege und erdverlegte Ver- und Entsorgungsleitungen betroffen; ja auch Schäden gehören zum Alltag.

Da der Absenkungsvorgang an der Erdoberfläche nicht ruckartig, sondern langsam abläuft, führt

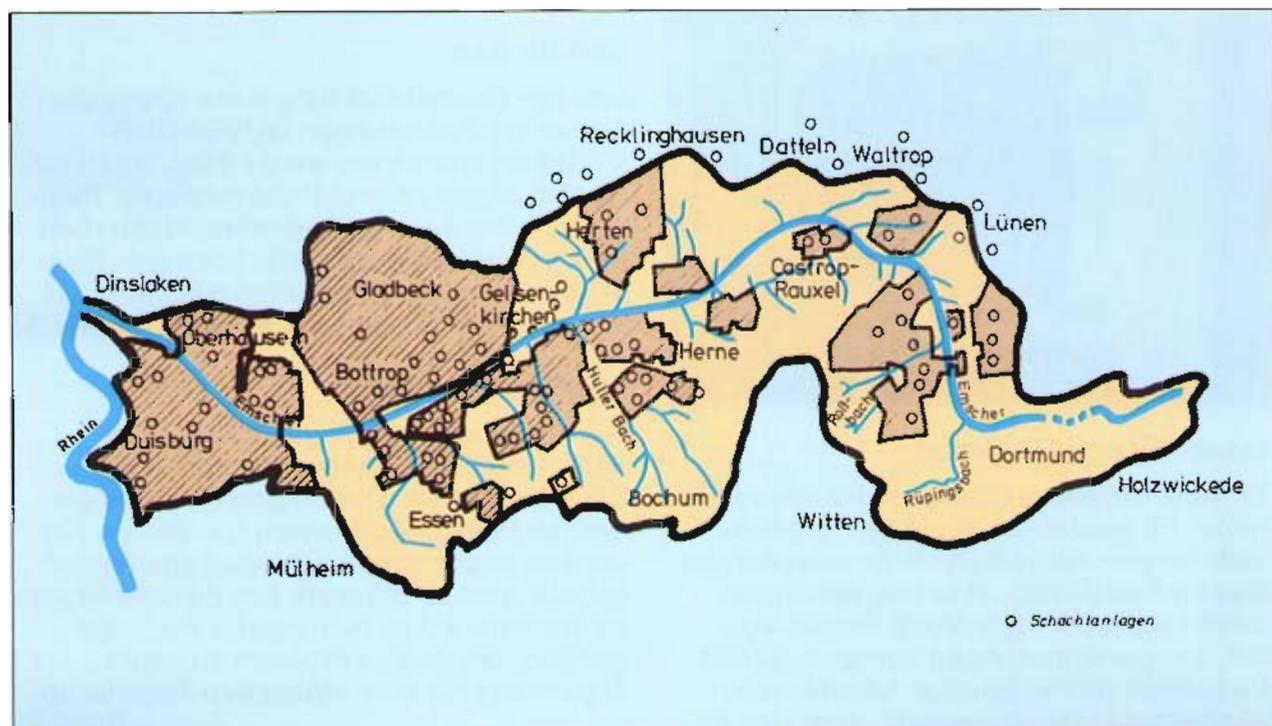
dieser naturgemäß nicht unbedingt zwangsläufig zu Schäden. Es können aber Senken entstehen, aus denen das Wasser nicht mehr natürlich ablaufen kann, was bei unterschiedlichen Senkungen zu Schiefagen und Gefälleverschlechterungen bis hin zur Gefälleumkehr führt. Neben diesen vertikalen Bodenbewegungen treten auch horizontale Verschiebungen auf. An den Rändern der Senkungströge kommt es zu Zerrungen, also Längungen des Erdreiches, in deren Zentrum zu Pressungen oder Verkürzungen.

Um Schäden an Bauwerken und Rohrleitungen gering zu halten, ist der Bergbau bemüht, schon bei der Planung und dem Neubau prophylaktisch tätig zu werden. Dies beginnt bei Bodenbewegungsvorausrechnungen und -analysen auf der Grundlage der aktuellen Abbauplanung und findet ebenso seinen Niederschlag bei der Trassierung und vor allem der Materialwahl.

Folgende Punkte gaben für den Bergbau den Ausschlag, sich für den Einsatz von duktilen Gußrohren zu entscheiden:

1. Das hohe Arbeitsvermögen der Rohre unter Betriebsbedingungen, d. h. die große Sicherheit, die enormen Sicherheitsreserven und die Unempfindlichkeit gegen nicht vorhersehbare und bei der Planung rechnerisch nicht erfaßbare Belastungen jeder Art.
2. Die große Abwinkelbarkeit in den Muffenverbindungen bei absoluter Dichtigkeit gegen inneren und äußeren Überdruck.
3. Der schon bei der Montage einstellbare und später für den Betrieb erwartete axiale positive und negative Bewegungsspielraum in den Rohrverbindungen.
4. Die dichten und unterschiedliche Setzungen

Bild 1: Bergsenkungsgebiete zwischen Duisburg und Dortmund (aus WAZ vom 12. 10. 1989)



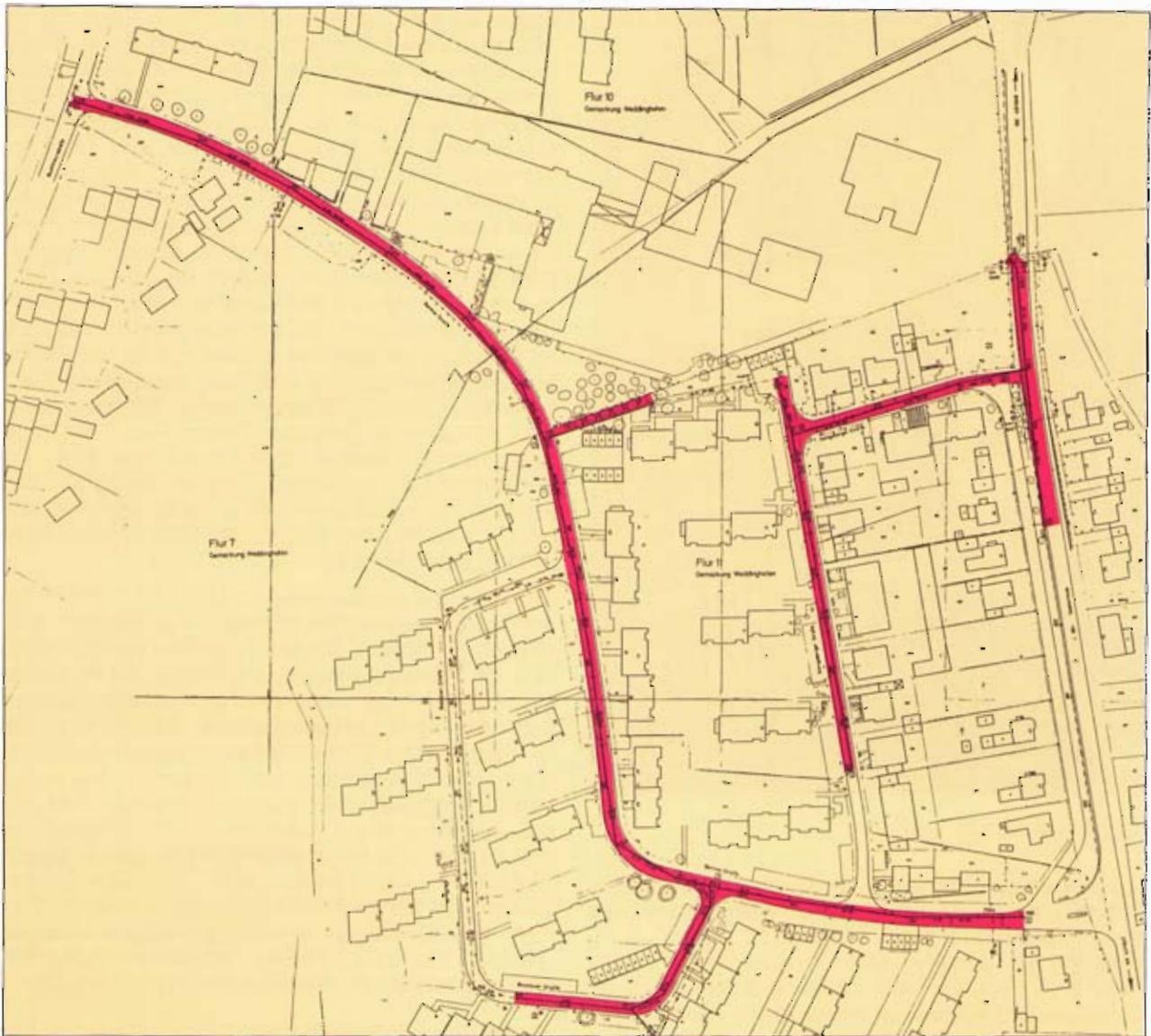


Bild 2: Trassenplan

- von Rohrleitung und Schacht aufnehmenden Schachtanschlüsse.
- 5. Die Wurzelfestigkeit der Verbindungen.
- 6. Die Korrosionsbeständigkeit des kompletten Rohrsystems.
- 7. Die schnelle Montage und beste Instandhaltungsmöglichkeit.

Zustand der Sanierungsmaßnahme

Ein seit knapp 30 Jahren vorhandenes Abwasserrohrnetz in Bergkamen im Stadtteil Weddinghofen wies, wie ausführliche Untersuchungen ergeben hatten, erhebliche Schäden auf, so daß das Mischwasser durch gerissene, geborstene Betonrohre und deren undichte Rohrverbindungen dort in das Erdreich dringen konnte, wo der Grundwasserspiegel unterhalb der Kanalsohle liegt oder umgekehrt Grundwasser in die Leitung infiltrieren konnte – die Schmutzwassermenge je nach Gegebenheit mehr oder weniger vergrößert wurde – und somit zu einer Mehrbelastung der Kläranlagen führte. Um eine Gefährdung des Bodens und

Grundwassers durch die häuslichen Abwässer, die heutzutage mehr oder minder stark durch Haushaltschemikalien belastet sind, zu verhindern, wurde es unumgänglich, im Gebiet der Stadt Bergkamen die Vorflut der vorhandenen Kanalisation verschiedener Straßen zu erneuern (Bild 2).

Bei den zu sanierenden Leitungen handelte es sich um Rohrdimensionen von DN 300, DN 400, DN 500, DN 600, DN 800 und DN 900. Die Rohrnetzlänge betrug 1100 m. Die Rohrverlegetiefen lagen bei knapp 3 m bis 4,50 m. Die Trassen bewegten sich durch zum Teil stark bebaute Straßenbereiche (Schulen, mehrstöckige Reihenhäuser) in unmittelbarer Nähe von Versorgungsträgern wie Wasserleitungen, Strom- und Postkabeln.

Baugrund

Um Kenntnis über die zu erwartenden Boden- und Grundwasserverhältnisse in den Ausbaubereichen zu bekommen, wurden Baugrunderkundungsbohrungen und Grundwasser-Pegelstandsbeobachtungen vorgenommen. Im Bereich der Erkundungsbohrungen fand man unterhalb der Ge-



Bild 3: Grabenverbau

ländeoberfläche aufgefüllten Boden. Der darunter befindliche Baugrund bestand überwiegend aus tonigen Schluffen, Fein- bis Mittelsand, schwachschluffig bis schluffig, Mergel, verwittert bis stark verwittert, fest bis hart. Je nach Zusammensetzung der Böden waren diese in die Bodenklassen 3 bis 5 nach DIN 18 300 [1] einzuordnen. Die Grundwasserstandsbeobachtungen ergaben zum Teil Grundwasserstände ab 1,80 m von Geländeoberkante, zum Teil wechselnd. Das Grundwasser selbst war nicht als betonaggressiv einzuordnen. Die pH-, Sulfat-, Magnesium-, Ammonium- und kalkaggressiven Kohlensäurewerte lagen unter den in DIN 4030 [2] angegebenen Grenzwerten.

Entscheidungsgründe zur Neuverlegung mit duktilen Gußrohren

Der Bauherr, die Bergbau AG Westfalen in Dortmund, in Verbindung (Kostenbeteiligung) mit der Stadt Bergkamen entschied sich zusammen mit dem planenden Ingenieurbüro als Ersatz für die vorhandenen defekten Beton-Rohrleitungen zugunsten von Steckmuffenrohren aus duktilem Gußeisen mit einer Innenauskleidung aus Tonerdezementmörtel wegen seiner exzeptionellen Eigenschaften.

Die 6 m langen Muffenrohre aus duktilem Gußeisen ermöglichten aufgrund der Langmuffe eine nennweitenabhängige axiale Verschiebbarkeit in eingebautem Zustand und zugleich – je nach Nennweite – in jeder Muffe eine Abwinkelung von maximal 5° bei absoluter Dichtheit der Verbind-

ung. Zu den weiteren besonderen Eigenschaften, für die die Verwendung der duktilen Gußrohre in diesem Anwendungsgebiet besonders befürwortet wurde, zählten neben den oben erwähnten Vorteilen auch die hohe statische Belastbarkeit, die große Schlagunempfindlichkeit, das hohe Arbeitsvermögen und die vor allem einfache und schnelle Verlegung. Das Arbeitsvermögen eines Rohres wird für die Praxis dann besonders wichtig, wenn die in einer statischen Berechnung ermittelte Sicherheit z. B. wegen eines Verlegefehlers, einer Änderung der Belastung durch zusätzliche Oberschüttung, Bodenbewegungen wie hier im Bergsenkungsgebiet oder erhöhter Verkehrslast überschritten wird. Ein Rohr mit geringem Arbeitsvermögen bricht unter diesen Voraussetzungen, das duktile Gußrohr aber verformt sich und setzt den erwähnten Unwägbarkeiten sein Arbeitsvermögen entgegen. Dieses Verhalten der duktilen Gußrohre bietet eine zusätzliche Sicherheit, da es bei der statischen Berechnung nicht miteingerechnet wird.

Die Tonerdezementmörtelauskleidung stellt einen hohen Korrosionsschutz gegen aggressive Medien dar, gepaart mit einer großen Abriebfestigkeit. So deckt die Innenbeschichtung pH-Bereiche von 4,5 bis 10 ab und ist resistent gegen starken biogenen Schwefelsäureangriff. Die Innenmuffe und das äußere Rohreinsteckende sind mit einem speziellen Korrosionsschutz versehen. Die in die Muffen eingelegten Perbunan-Dichtringe sind beständig gegen die Einwirkung von CKW-gesättigtem Wasser. Die Rohrverbindung ist zudem gegen Wurzeleinwuchs absolut dicht. Für den Außenschutz des Rohrschaftes genügte – wie die Boden- und Grundwasseruntersuchungen ergeben haben – die serienmäßige Spritzverzinkung mit anschließender bituminöser Deckbeschichtung.

Verlegung und Bauteile

Die Rohre und Zubehöerteile wurden zum Teil auf dem Baustellenlagerplatz der Baufirma und/oder zum Teil entlang der Trasse gelagert. Von hier gelangten sie dann direkt zum Einbau.

Der Start der Bauarbeiten begann an einem vorhandenen gemauerten Schacht, der im Kreuzungsbereich zweier Straßen liegt. Das Bauwerk wurde an der Anschlußseite für die neue Rohrlei-

Bild 4: Verlegearbeiten





Bild 5: Schachtanschluß-Gelenk aus Kurzmuffen-gelenkstück mit Mauerflansch

tion DN900 freigelegt und die Schachtwand für das Gußeisen-Schachtanschlußstück durchbrochen. Im weiteren Verlauf der Arbeiten riß der vor Kopf des Grabens arbeitende Bagger die Straßendecke auf und die vorhandenen schadhaften Rohre DN 600 heraus, kofferte auf ca. 15 m Länge den Graben aus und setzte anschließend den Doppel-Gleitschienen-Verbau (Bild 3).

Zum Bagger hin war der Graben leicht angeschrägt, um von dort das einzubauende Rohr in den Graben bringen zu können. Zur Trockenhaltung der Baugrube mußte das austretende Grundwasser abgepumpt werden. Die Grabensohle wurde mit Sand/Kies 0/16 mm für die weitere Verlegung nach Laser vorbereitet (Bild 4).

Da aufgrund der Dicke des Mauerwerkes und der Schachtinnenausführung des Startschachtes die Verwendung eines normalen Schachtanschlußstückes ausschied, wurde eine Variante eingebaut. Diese Variante bestand aus einem mit einem werkseitig aufgeschweißten Mauerflansch ausgerüsteten Kurzmuffen-Gelenkstück (Bild 5).

In dieses Schachtanschluß-Gelenk wurde ein

Bild 6: Beton-Fertigschacht mit den Schachtanschlußstücken



zweites Kurzmuffenrohr als Doppelgelenk montiert. Im Anschluß an das Doppelgelenk konnte mit dem Einbau des ersten 6 m-Rohres begonnen werden. Hierzu wurde entweder das zu verlegende Rohr mittels eines am Baggerlöffel befestigten Gurtes schräg zwischen den Verbauspindeln auf die Grabensohle vor Ort abgelassen, oder es wurde am angeschrägten Grabenanfang in den Graben gelassen und durch Umhängen des Gurtes und Ausfahren des Baggerarmes über der Sohle in Verlegeposition gebracht, wenn den Graben querende Leitungen oder Kabel im Wege lagen.

Die Verbindung der einzelnen Rohre auf der vorbereiteten Grabensohle geschah mittels Baggerlöffel. Die Rohreinsteckenden wurden so weit in die Rohrmuffen eingeschoben (Markierungsstriche), daß bei den zu erwartenden, späteren bergbaubedingten Erdbewegungen in ihnen genügend Spielraum vorhanden ist, um Schäden und Undichtheiten an der neuverlegten Leitung zu verhindern. Neben der Rohrverlegung wurde gleichzeitig eine Drainageleitung mitgeführt. Die Ummantelung der Rohre geschah mit Sand bis 50 cm über Rohrscheitel. Als Restverfüllung wurde Zechen-Waschberge-Material eingebaut. Das Verfüllen des Grabens und Verdichten des Verfüllmaterials geschah zum Teil direkt nach der Verlegung eines Rohres, so daß anschließend in diesem Bereich mit dem Ziehen des Verbaues schon wieder begonnen werden konnte.

Bei der Gesamtbaumaßnahme wurden 38 Beton-Fertigschächte je nach Zu- und Ablaufleitungsdi-

Bild 7: Schachtaufbau



mension mit lichten Weiten von 1000 bis 1500 mm neu gesetzt. In die kompletten Schachtgrundkörper waren seitens des Schachtherstellers werkseitig die vom Gußrohrhersteller beigestellten Schachtanschlußstücke eingebaut worden (Bild 6).

Der Weiterbau der Schächte bis zur Geländeoberkante erfolgte mit Schachtringen oder einer Stahlbetonplatte und daraufgesetzten Schachtringen, Schachtkonen, Ausgleichringen, Übergangsplatten und Schachtabdeckungen (Bild 7).

An der Zu- und Ablaufseite wurde jeweils an das Schachtanschlußstück – um dem Bergsenkungsgebiet Rechnung zu tragen – ein Rohrgelenkstück montiert.

Das Setzen der Schächte konnte in den meisten Fällen mit dem auf der Baustelle befindlichen Baugerät erfolgen. In speziellen Fällen (konstruktionsbedingte „Übergröße“ und „Übergewicht“ der Schächte) wurde der Einbau der Schachtgrundkörper mit Hilfe eines Autokranes vorgenommen (Bild 8).

Natürlich mußten bei dieser Neuverlegung auch wieder alle vorhandenen Hausanschlußleitungen und Straßenzuläufe in den Nennweiten DN 150 und DN 200 an die duktilen Gußrohre angeschlossen werden. Hierzu fanden zwei Möglichkeiten – abhängig von der Hauptdurchgangs-Nennweite – Anwendung. Bei den Durchgangs-Nenn-

Bild 8: Übergroße bzw. überschwere Schächte setzt ein Autokran



Bild 9: Leitungsrohr mit vormontierten 45°-Abgängen

weiten DN 500 und kleiner wurden Sattelstücke mit 45°-Abgang eingebaut. Dabei wurde für das aus Sattelstutzen mit Unterteil, Aufsatzrahmen und Rahmendichtung bestehende Gußbauteil nach vom Hersteller mitgelieferter Klarsicht-Klebefolie-Schablone, die auf den Rohrkörper aufgeklebt wurde, mit einer handelsüblichen Trennscheibe die entsprechende Ausnehmung herausgeschnitten. Die Ausschnittöffnung wurde an den Rändern entgratet, gesäubert und die Lochschnittflächen wurden mit einem Korrosionsschutzanstrich versehen. Nach dem Einsetzen des Sattelstutzens mit dem Unterteil in die Schnittöffnung und dem Aufsetzen des Rahmens mit der Dichtung wurden das Unterteil und Oberseite miteinander fest verschraubt, so daß dann der Weiterbau, sprich Anschluß, an die vorhandene Hausabflußleitung oder den neu zu verlegenden Straßenzulauf erfolgen konnte.

Die vorab beschriebene Montage wurde entweder direkt im Graben oder außerhalb desselben durchgeführt. Im letztgenannten Fall konnte das

Bild 10: Anbohren des Leitungsrohrs für 90°-Abgänge



Gußhauptleitungsrohr mit den vormontierten Abgängen auf die Grabensohle abgelassen und dort mit dem zuletzt verlegten Rohr verbunden werden (Bild 9).

Bei den Durchgangsnennweiten der Rohre größer als DN 500 wurde ein 90°-Sattel als Abgang eingebaut. Diese Konstruktion bestand im wesentlichen aus einer Sattelplatte mit Abgangsstützen, Bohrlochdichtring und nichtrostenden Spannbändern. Die Anschlußöffnung wurde mit einem mit Benzinmotor getriebenen Bohrgerät mit aufgesetzter Bohrkronen gebohrt (Bild 10).

Auch hier wurden nach dem Entgraten und Säubern des Bohrlochbereiches die Bohrlochschnittflächen mit einem Korrosionsschutzmittel gestrichen. Durch Einlegen der Bohrlochdichtung und Einsetzen des Stutzens in die Anschlußöffnung wurde das Bauteil dann mittels zweier um den Gußrohrschaft liegenden Spannbänder zur dichten Befestigung festgezogen. Die vorhandene Hausabflußleitung wurde mit einem handelsüblichen Anschlußstück verbunden (Bild 11).

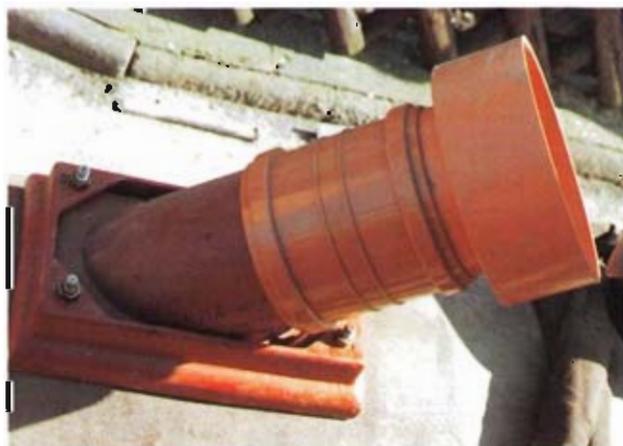
Es kamen insgesamt über 90 Hausabgänge nebst Straßenzuläufen zum Anschluß.

Baustellengesamtablauf und Konsequenzen

Das Grundwasser, die großen Verlegetiefen und der starke Regen beeinflussten während fast der gesamten Bauzeit die Baumaßnahme. Dennoch lag die Bauzeit mit Aufreißen der Straßendecken, Auskoffern des Rohrgrabens, Einbringen der Grabensohle, Verlegung der Leitungen mit den Anschlüssen, Verfüllen der Gräben mit Verdichten des Füllmaterials inklusive Nebenarbeiten wie Versorgungsnotleitungslegung, Umliegen von Trinkwasserleitungen, diversen unvorhersehbaren Leitungserneuerungsarbeiten, Kabelumlagen, Abriß alter, in der Trasse befindlicher Schächte usw. – wenn feiertags- und witterungsbedingte Stillstandszeiten in Abzug gebracht werden – bei nur drei Monaten.

Die während der Rohrverlegung anfänglich kontinuierlich, später nur noch sporadisch durchgeführten Inspektionen der Leitung und vor allem der Rohrverbindungen wurden am Ende der Bau-

Bild 11: 45°-Abgang mit Anschlußstück für die Hausabflußleitung



maßnahme dahingehend durchgeführt, daß das gesamte neuerlegte Leitungssystem mit einer Videokamera durchfahren und begutachtet und, wie nicht anders zu erwarten, abgenommen wurde.

Aufgrund dieser positiven Erfahrungen reifen im Hause der Bergbau AG Überlegungen, für die Gebiete, die bergsenkungsgefährdet sind, bei Sanierungen von vorhandenen Rohrleitungssystemen und bei Rohrverlegung nur noch auf das duktile Gußrohr mit seiner TYTON®-Langmuffe zurückzugreifen. Mit diesem Rohrsystem könnten dann nämlich in Zukunft der Umfang von Schäden und die Regreßansprüche der Leitungsbetreiber – z. B. Gemeinden, Städte, Industrie – auf ein Minimum beschränkt werden.

Zusammenfassung

Untersuchungen des Mischwasserleitungssystems in Bergkamen, Stadtteil Weddinghofen, hatten ergeben, daß ein Teil dieses Systems nach ca. 30 Jahren erhebliche Schäden aufwies, so daß eine Kontaminationszunahme des Bodens und Grundwassers ebenso wie eine Vergrößerung der in das System eindringenden Fremdwassermenge verhindert und zudem noch die nicht mehr vorhandene Vorflut wiederhergestellt werden mußten. Aufgrund der besonderen Anforderungen – Beweglichkeit in den Muffen bei dauerhafter Dichtigkeit, große statische und dynamische Belastbarkeit, Korrosionsbeständigkeit, relativ wenige Verbindungsstellen, schnelle und einfache Verlegung –, die an das neu einzubauende Rohrleitungssystem im Hinblick auf die besonderen bergbaulichen Einflüsse gestellt wurden, entschieden sich die Stadt Bergkamen, die Bergbau AG Westfalen, das Planungsbüro und letztlich die bauausführende Firma für den Einbau von duktilen Abwasserrohren mit TYTON-Langmuffe.

Um sich einen Begriff über die bei dieser Baumaßnahme bewegten Erdmassen zu machen, sei erwähnt, daß ca. 7200 cbm Rohrgrabenaushub anfielen, das Rohrauflagermaterial aus Kies/Sand 0/16 770 cbm und der Füllsand 3200 t betragen. Der Rohrgrabenverbau belief sich auf 8900 m² und die Straßenwiederherstellung lag bei 8300 m².

Die exakte Planung, gute Koordination der betreffenden Stellen untereinander und nicht zuletzt der Einsatz der bauausführenden Fachfirma führten trotz der oben geschilderten Widrigkeiten während der Bauphase bei einer Verlegetiefe von gut 4,50 m und einer Trassenlänge von ca. 1100 m zu einer Bauzeit von nur drei Monaten.

Literatur

- [1] DIN 18 300
VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Erdarbeiten
- [2] DIN 4030 Teil 2
Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase, Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben

Chiemsee-Ringkanal: Der Einsatz von Kanalrohren aus duktilen Gußeisen im Bereich land- verlegter Leitungen

Von Gilbert Schober

1. Örtliche Gegebenheit

Der Chiemsee, das „Bayerische Meer“, ist mit ca. 82 km² Wasserfläche der größte See Deutschlands (Bild 1).

In den letzten Jahrzehnten hat man die Selbstreinigungskraft des Sees überschätzt, die Nährstoffimporte waren zu hoch. Die kleinen örtlichen Klärwerke wurden den steigenden Bevölkerungszahlen und dem expandierenden Tourismus nicht mehr gerecht.

Abhilfe schaffen jetzt der im November 1989 in Betrieb genommene Ringkanal (Bild 2) und begleitende Maßnahmen im gesamten Einzugsgebiet. Anfang der neunziger Jahre wird das ganze Sanierungskonzept abgeschlossen sein. Eines der wichtigsten Umweltschutzprojekte in Europa geht seiner Vollendung entgegen.

Bild 1: Blick über den Chiemsee



2. Das Sanierungskonzept

Das in den Seegemeinden anfallende Abwasser wird über die Ortskanalisationen jeweils einem der zur Ringkanalisation gehörenden Abwasserpumpwerke zugeführt.

Die beiden Spangen des Ringkanales enden in Prien. Von dort aus führt ein Leitungs- und Stollensystem zur zentralen Großkläranlage in der „Flur Stiederling“, Gemeinde Rimsting.

Das dort zu mehr als 95 % gereinigte Abwasser wird dann über einen weiteren Stollen und eine Ableitung bei Stephanskirchen nahe Rosenheim in den Inn geleitet.

Großes Interesse fanden in der Presse die beiden Stollenbauwerke im Bereich der Zu- und Ableitung der Abwässer zur Kläranlage mit einer Gesamtlänge von 7,1 km und die ca. 28 km auf den See-Grund abgesenkten Druckrohrleitungen.

Mit der gleichen Sorgfalt wurden vom Abwasserpumpwerkverband zur Reinhaltung des Chiemsees und dem Planungsbüro Dippold & Gerold, Germering und Prien, auch Materialfestlegungen für die **landverlegten Leitungen** getroffen. Hier entschied man sich in 14 Einzellosen für **duktilen Gußeisen**. Das längste durchgehende Teilstück beginnt in Grabenstätt (DN 350) und führt über Winkl und Übersee (DN 500) weiter in Richtung Bernau.

Eingesetzt wurde das duktile Gußrohr als Beitrag zum Umweltschutz am Chiemsee vorrangig als Druckrohr.

Die Vorteile des Kanalrohres aus duktilen Gußeisen mit seinem TYTON®-Steckmuffensystem ließen sich bei den vorliegenden, zum Teil instabilen Bodenverhältnissen hervorragend nutzen. Außerdem sind Kanalrohre aus duktilen Gußeisen aufgrund der hohen Scherfestigkeiten unempfindlich gegenüber Bodensetzungen.

Treten solche Überbeanspruchungen auf, so baut sie das Rohr durch plastische Verformung ab. Darüber hinaus läßt die Steckmuffen-Verbindung der Kanalrohre Abwinkelungen und Axialbewegungen zu. Als ein wirtschaftlicher Vorteil wurde bei diesem Projekt anerkannt, daß für die Statik des duktilen Kanalrohres weder eine Betonbettung noch eine Betonummantelung erforderlich war. Die Rohrbaulänge von 6 m gewährleistete unter den angetroffenen, mitunter schwierigen Bodenverhältnissen gute Verlegeleistungen.

Die mehr als 13 000 m verlegten Landleitungen aus duktilen Gußrohren in DN 200 bis DN 500 wurden auch für Sondermaßnahmen eingesetzt.

So liegen in Übersee die Druckleitung des Ringkanales und der Freispiegelkanal – beide aus duktilem Guß in DN 500 – im Bereich der Hauptstraße zum Teil nebeneinander in einem gemeinsamen Rohrgraben.

In Seebruck entstand ein Düker aus duktilen Gußrohren mit der zugfesten TIS-K-Verbindung.

An anderer Stelle kreuzt der Ringkanal den Fluß Tiroler Ache. Als Lösungsmöglichkeit bot sich hier der Bau eines Dükers oder einer Rohrbrücke an.

Der Abwasserzweckverband zur Reinhaltung des Chiemsees entschied sich für ein Brückenbauwerk, das in den Chiemsee-Rundweg für Radfahrer eingebunden werden konnte. Die Abwasserdruckleitung DN 400 aus vorisolierten Gußrohren (WKG-Rohre, siehe Bild 3) wurde so unterhalb des Brückenbauwerkes integriert, daß die Brücke den Charakter eines Steges behielt, sich gut in die Umgebung einpaßt und so – von außen unsichtbar – das Bild der Landschaft nicht stört.

Damit die Abwasserdruckrohrleitung in Stillstandszeiten nicht einfriert, erhielten die Kanalrohre aus duktilem Gußeisen bereits werkseitig eine Außenisolierung aus PU-Hartschaum in einem Mantelrohr aus HDPE. Der Außendurchmesser des isolierten Rohres beträgt 560 mm. Die Muffenverbindungen sind mit Schrumpfbandagen abgedichtet.

In den breiten Rohrleitungssätteln sind die WKG-Rohre auf einer doppellagigen Gleitfolie gelagert. Damit erlauben sie, aufgrund unterschiedlicher wärmebedingter Längenänderung, eine Relativbewegung zur Brücke.

Die Berechnung zeigt, daß bei einer Außentemperatur von -20°C das voll gefüllte Kanalrohr DN 400 eine Stillstandszeit von über 150 Stunden

Bild 2: Chiemsee-Ringkanal



erlaubt, bis es zu einem Eisansatz von 25 % des Querschnitts kommt.

Nach der Montage der ca. 80 m langen Brücke aus zwei nebeneinanderliegenden Betonfertigteilträgern blieb zwischen den T-Profilen ein lichter Raum von 1 m, in dem die Rohrleitung unterzubringen war. Das Problem wurde von der Montagefirma durch Einbau von Förderband-Rollen gelöst, über welche ein direktes Einfahren der WKG-Rohre in die vorgesehene Endlage möglich wurde.

Im Abstand von jeweils 6 m wurden die längskraft-

schlüssigen Rohre auf einer an der Brücke angebrachten Tragekonstruktion aufgelegt und befestigt.

3. Zusammenfassung

Das o. g. Planungsbüro und gleichzeitig Verfasser dieses Berichtes ist von der dauerhaften Dichtigkeit des zur Anwendung gekommenen Rohrmaterials bei dieser über die Grenzen von Deutschland hinaus bekannten Großmaßnahme überzeugt.

Die Verlegezeiten wurden in allen Fällen eingehalten, teilweise unterschritten.

Bild 3: Vorisoliertes WKG-Rohr



Verlegung einer Abwasserdruckleitung DN 300 aus duktilen Gußrohren in einem Fernwärmetunnel

Von Siegmund Stavesand,
Wolfgang Lütz
und Rudolf Winter

Einleitung

Für den Ortsteil Emden-Borssum wurde 1960 eine mechanisch biologische Kläranlage in Betrieb genommen. Diese Anlage war zwischenzeitlich durch die rege Bautätigkeit in diesem Ortsteil überlastet. Die Einleitungswerte des Erlaubnisbescheides konnten nur durch den Einsatz von Fällungsmitteln eingehalten werden.

Planung

Die erwähnte Betriebsweise konnte kein Dauerzustand sein; daher wurde die Planung für die Erweiterung des bestehenden Klärwerkes in Auftrag gegeben. Nahezu gleichzeitig wurde ein Bauvorhaben der Preussen Elektra bekannt, nämlich der Vortrieb eines Fernwärmetunnels unterhalb des Emdener Hafens (Bild 1). Dadurch ergab sich für die Stadt Emden die Gelegenheit, auf die Erweiterung der Kläranlage Borssum zu verzichten und durch eine Abwasserdruckrohrleitung das Kanalnetz im Ortsteil Borssum direkt mit dem Hauptklärwerk Larrelt unter Benutzung des erwähnten Fernwärmetunnels zu verbinden. Die Preussen Elektra gestattete der Stadt Emden die Mitbenutzung des Tunnels. Diese Lösung ergab wirtschaftliche und betriebliche Vorteile.

Kriterien für die Materialwahl der Abwasserdruckleitung

Die besondere Situation der Leitungsführung durch den Fernwärmetunnel machte Überlegungen notwendig, die jedes Risiko ausschließen.

Auf die Erfüllung folgender Kriterien wurde das Hauptaugenmerk gerichtet:

- Materialbedingte Kosten haben sich den technischen Anforderungen unterzuordnen.
- Die Rohrleitung darf in keiner Hinsicht während des Betriebes die anderen im Tunnel befindlichen Leitungssysteme behindern oder gefährden.
- Die Rohrleitung muß in allen Teilen geeignet sein, im Laufe der gesamten Nutzungsdauer dem ständigen Wechsel des Mediums und den äußeren Betriebsbedingungen (Wärmschwankungen) ohne Einbuße an Funktionssicherheit standzuhalten.
- Die Rohre müssen sich unter räumlich engsten Verhältnissen verlegen lassen.
- Die Verlegung der Rohrleitung muß in einem begrenzten Zeitraum (3 Wochen Betriebsferien VW) beendet sein.

Aufgrund dieser Bedingungen wurde vom Auftraggeber, dem Tiefbauamt der Stadt Emden, Abt. Stadtentwässerung, entschieden, für die Abwasserdruckleitung duktile Gußrohre und Formstücke der Druckstufe PN 16 einzusetzen.

Technische Anforderungen an das Rohrmaterial

Bezogen auf die gestellten Bedingungen leiten sich folgende technischen Anforderungen ab, die an das Rohrmaterial zu stellen sind:

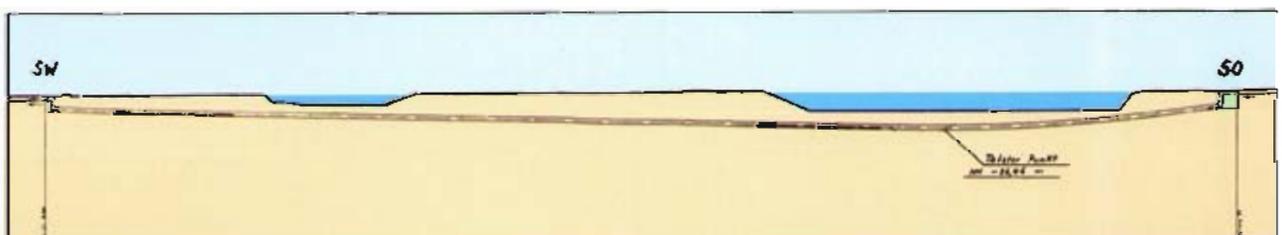
- Spezifische Eigenschaften bei Transport und Verlegung
- Dichtheitsanforderungen an das Leitungssystem
- Mechanisch-technologische Eigenschaften des Werkstoffes für Rohre und Verbindungselemente
- Chemisches Verhalten des Rohrwerkstoffes und der Dichtungen.

Auf eine kraftschlüssige Muffen-Verbindung konnte verzichtet werden, weil in beiden Schächten beim Übergang von der Horizontalen in die Vertikale Widerlagerkonstruktionen untergebracht werden konnten.

Dies brachte den Vorteil, daß die aus den Temperaturschwankungen resultierenden Längenänderungen über die TYTON®-Langmuffe als Kompensator ausgeglichen werden konnten.

Die Höhendifferenz des Tunnelverlaufes von 16 m und die Umgehung eines Pumpensumpfes in der Mitte des Tunnels wurde ohne Formstücke nur durch Ausnutzung der Abwinkelbarkeit der einzelnen TYTON-Verbindungen überbrückt.

Bild 1: Verlauf des Tunnels



Verlegung

Um eine wirtschaftliche Verlegung innerhalb der begrenzten Bauzeit und der beengten Räumlichkeiten durchführen zu können, mußten von der Verlegefirma (Bloem & Jansen GmbH, Georgsheim) Vorrichtungen geschaffen werden, die einen schnellen und reibungslosen Rohrtransport in den Tunnel ermöglichten. Die Rohre oberhalb der Laufroste zu transportieren, war nicht möglich, weil die 6 m langen Rohre nicht zwischen den im Abstand von 4 m angebrachten Trägerkonstruktionen eingefädelt werden konnten. So mußten die Rohre unterhalb der Träger auf der Tunnelsohle eingezogen werden (Bild 2).

Hierfür wurde auf der Ostseite des Tunnels auf der Sohle des Eingabeschachtes eine Montagerampe errichtet (Bild 3 und 4), die unter der gleichen Neigung (ca. 10 %) wie der Tunnel verlief. Auf dieser Montagerampe wurden jeweils 5 Rohre zu einem Rohrstrang vormontiert und auf eigens hierfür konstruierte Transportwagen gesetzt.

Diese Transportwagen waren so konstruiert, daß sie einen exakten Geradeauslauf auf der Tunnelsohle unterhalb der Begehungsroste garantierten.

Bild 2: Schnittbilder des Tunnels

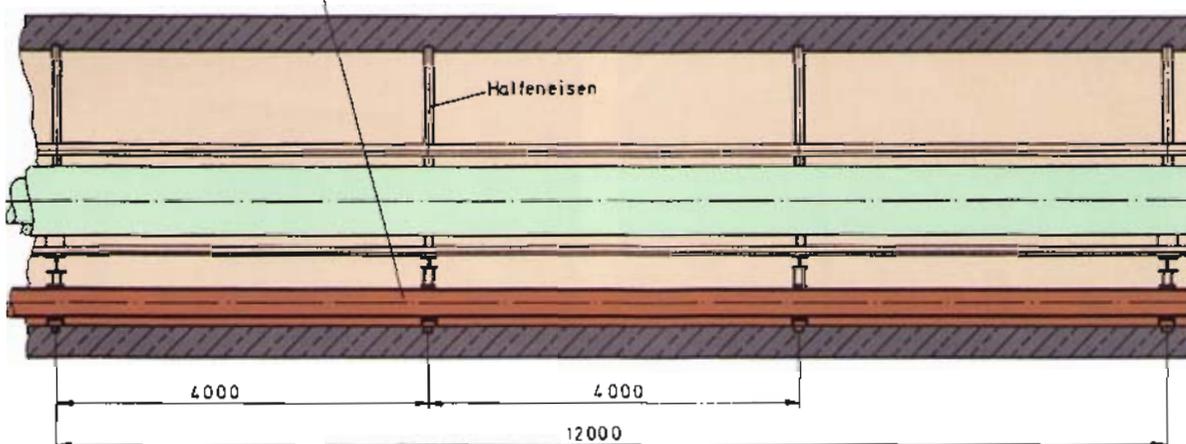
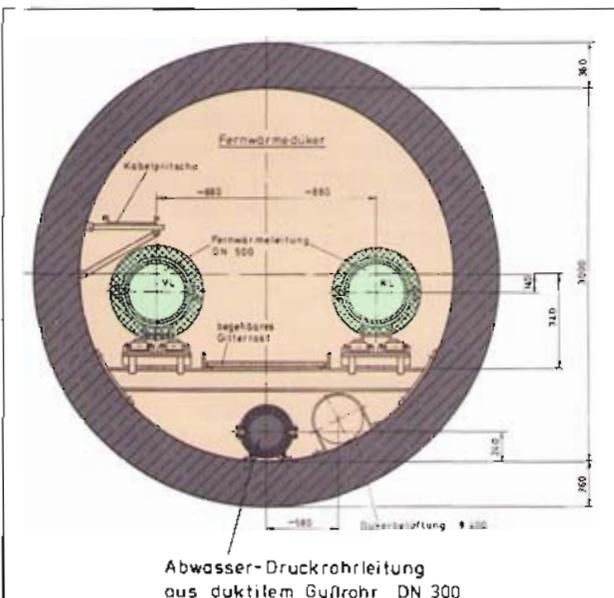


Bild 3: Ankoppeln des vormontierten Rohrstrangs

Der Geradeauslauf wurde vor allem dadurch erreicht, daß der vorauslaufende Transportwagen nur mit einer Lenkrolle bestückt war.

Damit beim Transport des Rohrstranges in den Tunnel die TYTON-Verbindungen sich nicht auseinanderziehen konnten, wurden die zur Erdung an den Verbindungen baustellenseitig aufgeschweißten Gewindesteinhölzer mit einem gekröpften Flacheisen verbunden (Bild 4). So waren die Verbindungen während des Transportes fixiert und brauchten vor Ort nicht mehr korrigiert zu werden.

Die Rohrstränge von jeweils 5 Rohren wurden über 2 selbstgefertigte hydraulische Seilwinden vor Ort gezogen. Dabei war eine der Winden stationär auf der Montagerampe montiert, während die zweite Winde im Tunnel (Bild 5) postiert war. Die im Tunnel postierte Winde wurde nach jedem Vorziehen eines Rohrstranges um die Länge des Rohrstranges versetzt. Das hatte den Vorteil, daß das Seil nicht durch die bereits verlegten Rohre geführt werden mußte.

Zwei Seilwinden waren aus folgenden Gründen erforderlich:

- a) Der Tunnel hatte auf der Eingabeseite eine Neigung von ca. 10 %. Mit der stationären



Bild 4: Einfahren eines Rohrstrangs in den Tunnel

Winde auf der Montagerampe konnten die Rohrstränge abgebremst bis zum Tiefpunkt des Tunnels abgelassen werden. Vom Tiefpunkt aus übernahm dann die mobile Seilwinde das Weiterziehen bis zum bereits verlegten Rohr.

- b) Das Seil der mobilen Winde mußte nach jedem Takt auf der Tunnelsohle (unterhalb der Tragkonstruktionen der Fernwärmeleitung) wieder zur Montagerampe gezogen werden.

Vor Ort brauchte demzufolge nur noch jede 5. TY-TON-Verbindung mit einem Verlegegerät hergestellt zu werden. Für das Demontieren der Transportwagen, das Anbringen der Haltekonstruktionen und die Durchführung kleinerer Hebeleistungen wurde ein kleiner Portalkran oberhalb des Laufrostes mitgezogen (Bilder 6 und 7).

Das Zusammenspiel zwischen Rohrtransport und Verlegung hatte sich nach kurzer Zeit so eingespielt, daß Tagesleistungen von 184 m erreicht wurden und die gesamte Rohrverlegung in 1,5 Wochen beendet war.

Druckprüfung

Die Druckprüfung wurde nach DIN 4279 Teil 1 [1] und Teil 3 [2] ohne Beanstandungen durchgeführt. Der außerhalb des Tunnels aufgebrauchte Wasser-

Bild 5: Mobile Seilwinde vor Ort



Bild 6: Montagearbeiten mit Hilfe des Portalkrans

innendruck betrug 16 bar; das entspricht einem Druck von 19 bar im Tunnelbereich.

Zusammenfassung

Nach Abschluß der Arbeiten konnte festgestellt werden, daß die Verlegung der Druckrohrleitung auch unter umweltrelevanten Aspekten – auf eine zusätzliche Dükerung des Emdener Hafens konnte verzichtet werden – ein Erfolg war.

Die vorgegebene Bauzeit von 3 Wochen konnte durch gute Planung, Organisation und gezielten Einsatz von entsprechenden Hilfsgeräten um die Hälfte verkürzt werden.

Den Erfordernissen der technischen Vorgaben hinsichtlich absoluter Dichtheit und Umweltverträglichkeit wurde Rechnung getragen. Dies ist nicht zuletzt durch die Wahl des Werkstoffes „Duktiles Gußeisen“ sichergestellt.

Literatur

- [1] DIN 4279 Teil 1
Innendruckprüfung von Druckrohrleitungen für Wasser; Allgemeine Angaben
- [2] DIN 4279 Teil 3
Druckrohre aus duktilem Gußeisen und Stahlrohre mit Zementmörtelauskleidung

Bild 7: Verlegtes Rohr mit Haltekonstruktion



Wärmege­däm­mte Trinkwasserleitung im Flughafen München II

Von Dietrich Patze

Auf der größten Baustelle in Europa (Bild 1) wird in wenigen Monaten der neue Großflughafen München II fertiggestellt. Dieser Flughafen findet bereits heute weltweit Beachtung und dient als Vorbild für Baumaßnahmen ähnlicher Größenordnungen.

Bild 1: Baustelle des Flughafens Mitte 1990. Der Verlauf der duktilen WKG-Leitungen ist eingezeichnet (rot = DN 250; grün = DN 200; gelb = DN 100). Größenvergleich: Das Abfertigungsgebäude im Vordergrund ist 1010 m lang.

Für die reibungslose Ver- und Entsorgung der in ihrer Ausdehnung riesenhaf­ten Anlage wurde ein Leitungsnetz von zigtausend Metern verlegt. Mit größter Sorgfalt wurden die günstigsten Leitungstrassen ausgewählt und die Kreuzungspunkte funktionell in optimaler Konstruktion ausgelegt.

Um einen dauerhaften, störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, wurden ausschließlich qualitativ hochwertige Baustoffe verwendet.

Anforderung an das Leitungssystem für Trinkwasser

Im Bereich des Zentralgebäudes und des Terminal I waren die Hauptver- und Entsorgungsleitungen im Rohrkeller zu verlegen. Da hier Heizungsrohre und Lüftungs­kanäle für erhöhte Raumtemperatu­ren sorgen, ist sicherzustellen, daß das Trinkwasser kühl und somit hygienisch einwandfrei an den Zapfstellen zur Verfügung steht. Das Planungsbüro Kacerovsky stellte darüber hinaus folgende Anforderungen an den Werkstoff der Trinkwasserleitung:

1. Die im Rohrkeller auf Konsolen zu verlegende Leitung muß längskraftschlüssig sein, die Rohrverbindung muß eine schnelle Montage erlauben und kontrollierbar sein.



2. Die Wärme-Schutzisolierung muß den nationalen und internationalen Richtlinien der Bauwerksversicherungen entsprechen.
3. Die Formstücke müssen kurze Baulängen haben, um unter beengten Verhältnissen den verwinkelten Kellergängen folgen zu können. Es müssen auch querverlaufende Fremdleitungen und Fluchtwege übersprungen werden können.
4. Die Längsbiegesteifigkeit des Systems soll so groß sein, daß nur wenige Unterstützungen erforderlich sind.
5. Wärmebedingte Längenänderungen sollen vom System aufgenommen werden.
6. Ein nachträglicher Anschluß an die Trinkwasserleitung muß ohne besonderen Aufwand realisierbar sein.
7. Der Rohrkeller ist im Leitungsverlauf durch 26 Brandschutzwände abgeschottet. Im Bereich dieser Brandschutzwände ist für die Rohrleitung ein entsprechender Durchgang zu schaffen, der im Brandfall ein Ausbreiten eines Feuers verhindert.

Das duktile Gußrohr mit Wärmedämmung (WKG)

Nach sorgfältigen Überlegungen entschied sich das planende Ingenieurbüro Kacerovsky für WKG-Rohre aus duktilem Gußeisen. Das sind vorisolierte Rohre, welche in frostgefährdeten Bereichen z. B. freihängend an Brücken oder erdverlegt, mit geringer Überdeckung, eingesetzt werden. Dieses Rohr wird auch als Zuleitung zu Klimaanlage eingebaut, um die Wassertemperaturen voll ausnutzen zu können.

Für das Projekt Flughafen wurden duktile Gußrohre mit der längskraftschlüssigen Rohrverbindung TIS-K (Bild 2) eingesetzt (Formstücke sind mit TIS gesichert), Rohre und Formstücke sind innen mit Zementmörtel ausgekleidet, um gleich-

bleibende hydraulische Eigenschaften sicherzustellen.

Das Gußrohr ist in einem verzinkten Wickelfalzmantelrohr zentrisch gelagert, wobei der Zwischenraum mit einem Polyurethanschaum von der Dichte 80 kg/m^3 ausgeschäumt ist (Bild 3). Der Schaum ist von geschlossener Zellenstruktur und verhindert somit die Aufnahme von Feuchtigkeit.

Die Stärke der Isolierung ist abhängig von den normten Durchmessern der Wickelfalzrohre und beträgt in diesem Falle 50–60 mm. Die Dämmung entspricht den Forderungen für schwerentflammbare Stoffe DIN 4102 Teil 1, Baustoffklasse B 1.

Kenndaten zur Trinkwasserleitung

WKG-Rohre	DN 100/225	85 m
WKG-Rohre	DN 200/355	490 m
WKG-Rohre	DN 250/400	1070 m
WKG-Rohre	DN 300/450	22 m
90 Stück	Doppelmuffenbogen	
12 Stück	Abzweige	
13 Stück	Entleerungen	
13 Stück	Entlüftungen	
26 Stück	Brandschotten	

Zur Bauausführung

Die duktilen Gußrohre haben eine nutzbare Baulänge von 5,95 m. Aufgrund der relativ großen Längsbiegefestigkeit mußte jedes Rohr nur einmal unterstützt werden.

Die Baulängentoleranz der Rohre wurde mit $\pm 10 \text{ mm}$ vorgegeben; dadurch war es möglich, die Rohrhalterungen vorzumontieren, was für einen zügigen Baufortschritt notwendig war. Für Abzweige bzw. Richtungsänderungen bestanden Fixpunkte, die durch Kürzen der Rohre auf der Baustelle eingehalten wurden.

Beim Kürzen der Rohre auf die gewünschte Länge wurde die Außenisolierung an der Schnittstelle ent-

Bild 2: WKG-Rohr mit TIS-K-Verbindung

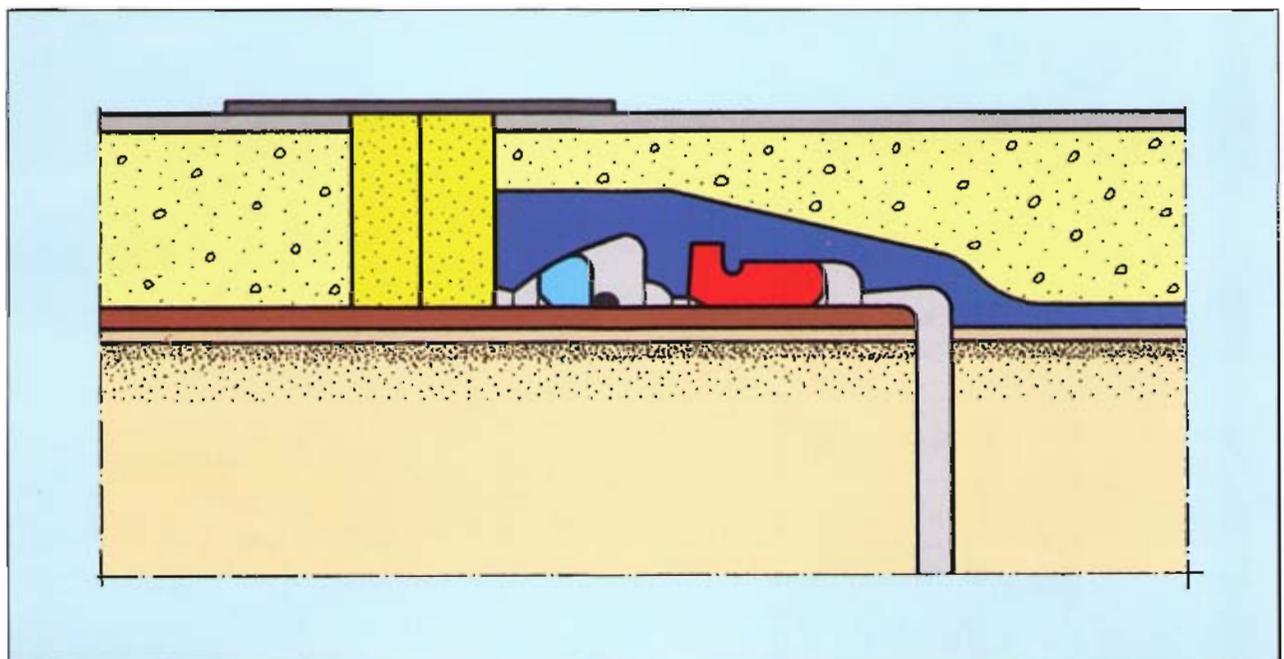




Bild 3: Einbau eines Abzweigformstückes (hier mit der schraubengesicherten TIS-Verbindung). Man erkennt die PU-Ausschäumung.

fernt, so daß mit einem Schnitt zwei einbaufähige Rohrstücke entstanden. Der für die Längskraftschlüssigkeit erforderliche Schweißwulst wurde am Einbauort aufgebracht.

Von den Formstücken waren die Doppelmuffenbögen 90° und 45° vorisoliert (Bild 4). Alle anderen Formstücke wurden nach erfolgter Druckprüfung mit verzinktem Blech ummantelt und vor Ort eingeschäumt.

Die Blechmuffen an den Rohrverbindungen wurden ebenfalls nach Abnahme der Druckprüfung montiert.

Bild 4: Leitungssprung in drei Ebenen (mit vorisoliertem 90°-Doppelmuffenbogen und Entlüftungspunkt)



Die zahlreichen Leitungsetagen werden von dem System genutzt, um die wärmebedingten Längenänderungen durch Pendelbewegung auszugleichen.

Durchgang der Brandschutzmauern

Zur Durchführung der wärmeisolierten Trinkwasserleitung durch die Brandschutzmauern wurden Rohrhülsen einbetoniert. In diesem Bereich wurde die PU-Schaum-Isolierung der WKG-Rohre vollständig entfernt und durch ein Brandschott ersetzt (Bild 5).

Der Zwischenraum von Mediumrohr und Wanddurchführung wurde mit Mineralwolle – Baustoff der Klasse A – fest ausgestopft. Abschließend wurde an der Übergangsstelle eine spezielle

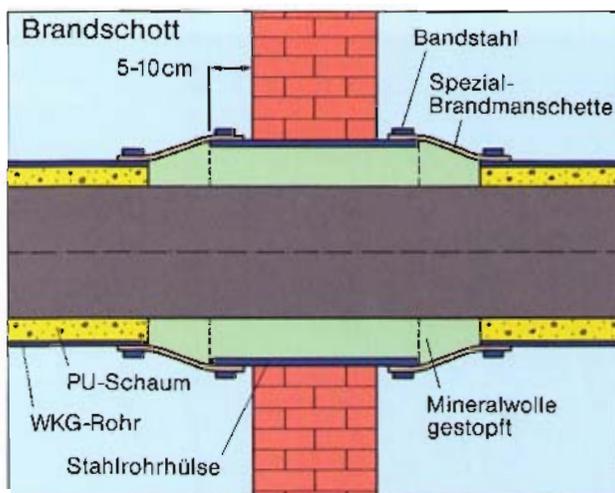


Bild 5: Brandschott

Brandmanschette montiert. Im Brandfall ist somit eine wirkungsvolle Sperre für das Durchschlagen von Flammen wie auch die Ausbreitung von Rauch gegeben.

Entleerungen und Entlüftungen

Die WKG-Leitung wurde mit Rücksicht auf die vielen Hindernisse, die sie umfahren mußte (Bild 6), so verlegt, daß auf der ca. 1700 m langen Strecke je 13 Hoch- und Tiefpunkte entstanden.

Bild 6: Typische Leitungsführung mit Abzweig DN 250/DN 200



Für den Einbau der notwendigen Be- und Entlüftungsorgane sowie der Entleerungen wurden vor Ort Stützen DN 25 und DN 50 auf die duktilen Gußrohre aufgeschweißt. Nach dem Anbringen des Blechmantels wurden auch diese Stützen eingeschäumt.

Stellungnahme zum Projekt

Für die Bauleitung dieser Sonderbaumaßnahmen waren folgende 3 Punkte von besonderer Bedeutung:

- Die Qualität der bauseits aufgetragenen Schweißnähte an Schnittrohren mußte dem Original entsprechen.

- In der Nähe von Formstücken waren grundsätzlich Unterstützungen anzubringen, damit ein Abkippen der Bauteile verhindert wird.
- Bei der Druckprüfung war die Steigerung des Innendruckes langsam vorzunehmen, damit sich das System kontinuierlich auf die endgültige Lage einstellen konnte. Die Rohrschellen waren erst nach der Druckprüfung anzuziehen.

Heute sind die Arbeiten abgeschlossen. Die Leitung ist seit Oktober 1990 in Betrieb. Die anfangs aufgeführten Soll-Vorgaben wurden in allen Punkten erfüllt.

Bewiesen wurde auch, daß mit dem längskraftschlüssigen WKG-Rohr, System TIS-K, ein schneller Baufortschritt möglich ist.

Abfertigungsgebäude und Tower im August 1990



Schmutzwasser- entsorgung Flughafen Frankfurt am Main

Neubau einer Verbindungs-
druckleitung Ost-West aus
duktilen Gußrohren DN 250 mit
TYS-K-Schubsicherung

Von Horst Udo Schäfer

Allgemeines

Ständige Steigerungen beim Passagieraufkommen, hohe Zuwachsraten bei Luftfracht und Luftpost erfordern seitens der Flughafen Frankfurt Main AG einen kontinuierlichen Ausbau der vorhanden Abfertigungsanlagen.

Ein paar Zahlen mögen dies verdeutlichen:

Passagiere	1979	ca.	17,5	Millionen
Passagiere	1989	ca.	26,7	Millionen
Luftfracht	1979	ca.	645 000	Tonnen
Luftfracht	1989	ca.	1 130 000	Tonnen
Beschäftigte	1979	ca.	30 000	
Beschäftigte	1989	ca.	50 000	

Im Jahre 1989 wurde erstmals an vier Tagen eine

Passagierzahl von über 100 000 pro Tag überschritten.

Ein wesentlicher Teilaspekt für die Funktionsfähigkeit eines Weltflughafens ist deshalb eine zuverlässige und gesicherte Abwasserentsorgung.

Vorhandene Situation

Das Gebiet des Flughafens Frankfurt am Main (Bild 1) wird im Trennsystem entwässert. Die Regenwasserableitung erfolgt gedrosselt durch mehrere Rückhaltebecken über einen Vorflutkanal zum Main.

Die Schmutzwasserentsorgung erfolgt getrennt in zwei Teilbereiche über Pumpwerke und Sammelleitungen. Teilbereich 1 erfaßt die Ableitung der Abwässer in die Kläranlage Frankfurt-Niederrad und unterteilt sich in die Teilabschnitte Ost und Lufthansabasis. Im Teilbereich 2 werden die Abwässer unter Zwischenschaltung des Pumpwerks der Stadt Kelsterbach der Kläranlage Frankfurt-Sindlingen zugeführt. Eine Unterteilung erfolgt hier in die Teilabschnitte Mitte, West und Süd.

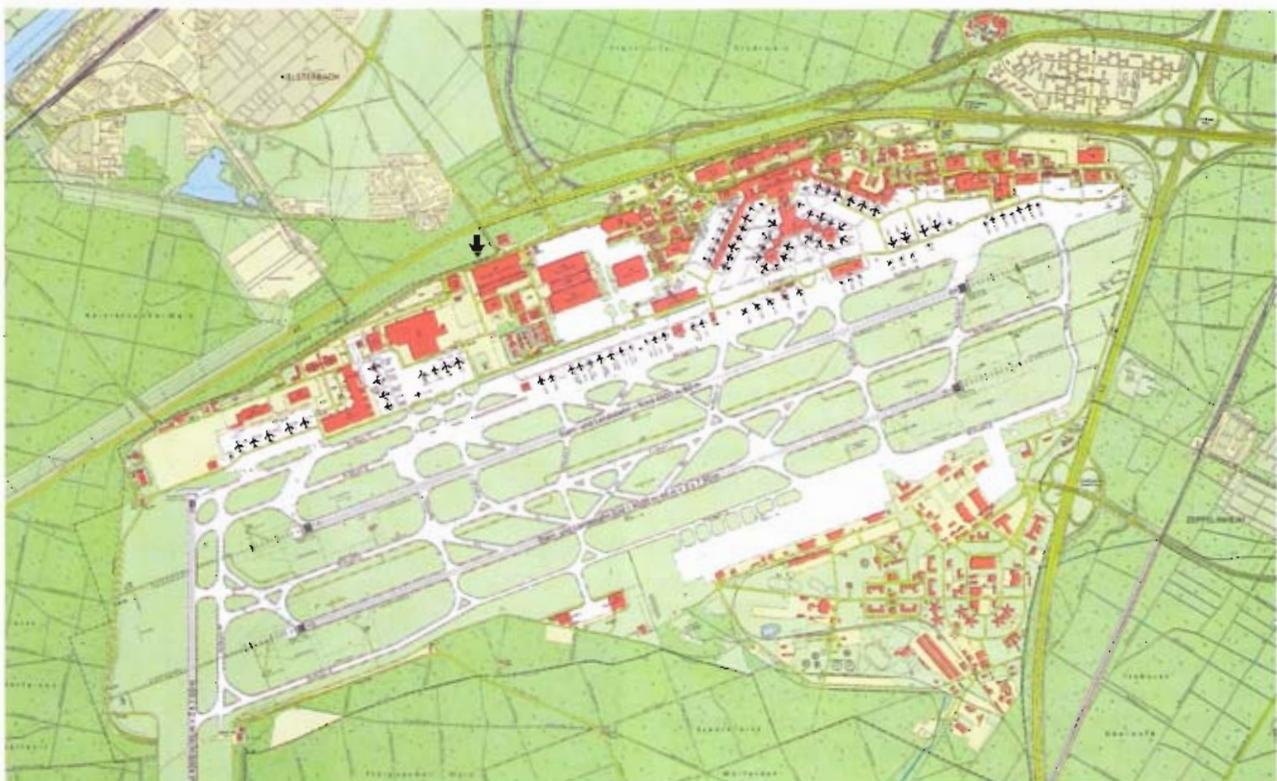
Eine Verbindung zwischen beiden Teilbereichen ist nicht vorhanden.

Planungsgrundlagen

Die umfangreichen Baumaßnahmen zur Erweiterung der Kapazität des Flughafens Frankfurt am Main, insbesondere die bauliche Neugestaltung des Ostbereiches, erforderten eine Überprüfung der vorhandenen Schmutzwasserentsorgungsanlagen in bezug auf Leistungsfähigkeit und Festlegung notwendiger Ausbaumaßnahmen.

Besonderen Aufwand erforderte dabei die Ermitt-

Bild 1: Flughafengebiet



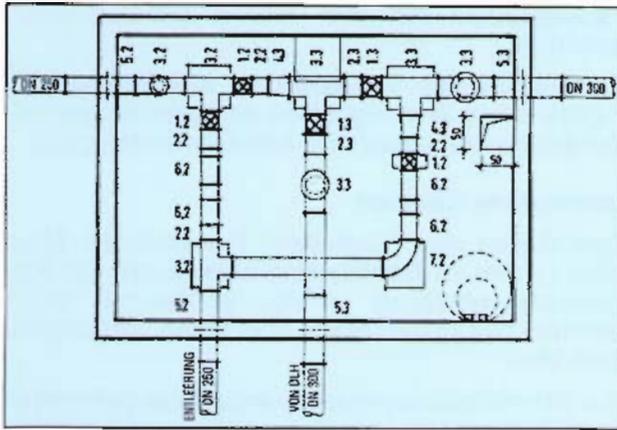


Bild 2: Anschlußschacht an die Druckleitung der Lufthansa-Basis

lung planungsrelevanter Berechnungsgrundlagen. Um für die Hochrechnungen bis zum Jahr 2000 verlässliche Basisdaten zu erhalten, wurden für mehrere Jahre die registrierten Abwassermengen aufgeschlüsselt nach Teilabschnitten in Abhängigkeit von dem jeweiligen Passagieraufkommen berechnet. Parallel dazu erfolgte eine Ermittlung auf der Grundlage der Beschäftigtenzahlen. Die Ergebnisse erlauben eine recht realistische Schätzung der zu erwartenden Jahresschmutzwassermenge. So wird bis zum Jahr 2000 die jährliche Schmutzwassermenge von zur Zeit ca. 1,20 Mio m³ auf ca. 1,50 Mio m³ ansteigen.

Für die Bemessung einzelner Abwasserstränge ist jedoch zusätzlich die Kenntnis der örtlichen und zeitlichen Verteilung des Abwassers erforderlich. Auf der Grundlage der den einzelnen Gebäuden zugeordneten Wasserzählerablesungen konnte eine recht genaue Schätzung der jeweils anfallenden Schmutzwassermengen erfolgen.

Durch die Auswertung der Laufzeitprotokolle der vorhandenen Pumpstationen konnten sowohl mittlere Stundenbelastungen als auch Spitzenbelastungen ermittelt werden.

Erhöhung der Betriebssicherheit

Ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Betriebssicherheit war die Forderung nach einer Verbindung der beiden Entsorgungsteilbereiche. Um bei Störungen, Wartungsarbeiten, Umbau- oder Neuanschlüssen in den Pumpwerken bzw. den zugehörigen Sammlern eine gesicherte Entsorgung des Flughafenbereiches sicherzustellen, ist eine gegenseitige Verknüpfung der Teilbereiche unumgänglich. Durch diese Verbindung besteht die wechselseitige Möglichkeit, Teilabschnitte aus einem Teilbereich dem jeweiligen anderen Teilbereich zuzuordnen.

Im ersten Bauabschnitt wurde deshalb eine Verbindung zwischen der Hebeanlage der Lufthansabasis und der Hebeanlage des Teilabschnittes Mitte hergestellt (Bild 2). Unter Einbeziehung der vorhandenen Druckleitung der Lufthansabasis besteht dadurch eine Verbindung bis zum Hauptpumpwerk des Teilbereiches 1. In einem zweiten Bauabschnitt ist eine Verlängerung bis zum Teilabschnitt West geplant.

Rohrmaterial

Im Flughafenbereich wurden neben dem gesamten Wasserleitungsnetz auch bei mehreren Schmutzwasserleitungen als Rohrmaterial Muffendruckrohre aus duktilem Gußeisen eingesetzt. Aufgrund der sehr guten Erfahrungen wurde auch für die neue Baumaßnahme dieses Rohrmaterial ausgeschieden. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war die schnelle, einfache und sichere Montage im Rohrgraben, auch unter erschwerten Bedingungen, weiter eine hohe Scheiteldruckbelastbarkeit, ein reichhaltiges Formstückangebot sowie die Abwinkelbarkeit im Muffenbereich zur besseren Anpassung der Leitungsverlegung an örtliche Gegebenheiten.

Ausgeschrieben wurden Muffendruckrohre aus duktilem Gußeisen DN 250 nach DIN 19 690, jedoch geeignet für 16 bar Betriebsdruck (21 bar Prüfdruck), mit Steckmuffen-Verbindung nach DIN 28 603 und TYS-K-Schubsicherung. Innen mit Zementmörtel-Auskleidung entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt W 342, außen spritzverzinkt mit bituminöser Deckbeschichtung entsprechend DIN 30 674 Teil 3, Muffen und Einsteckende mit Teer-Epoxid-Beschichtung einschl. Perbunan-Dichtringen.

Ausführung

Die Verlegung der 1970 m langen Schmutzwasserdruckleitung DN 250 mußte größtenteils im Bereich des Airporttringes erfolgen (Bild 3). Der Airporttring ist eine Hauptzubringerstraße für die Passagier- und Frachtandienung mit Anbindungen an die überörtlichen Verkehrsstraßen (s. Pfeil in Bild 1). Daneben dient er als Verteilerschiene für den internen Flughafenverkehr. Selbstverständ-

Bild 3: Verlegung im Airporttring



lich mußten die Bauarbeiten unter Aufrechterhaltung des Verkehrs mit möglichst minimalen Behinderungen durchgeführt werden. Dies bedeutete zwansläufig sehr beengte Bau- und Lagerflächen. Zusätzlich erschwert wurden die Arbeiten durch eine Vielzahl kreuzender Ver- und Entsorgungsleitungen, so daß erst nach umfangreichen Sondierungen die endgültige Trassierung festgelegt werden konnte.

An besonderen Verkehrsknotenpunkten war eine Rohrverlegung in offener Bauweise nicht möglich. So mußten an insgesamt 6 Torzufahrten bzw. Straßenanbindungen Rohrdurchpressungen bzw. Bohrungen mit einer Gesamtlänge von insgesamt 300 m durchgeführt werden. In Abhängigkeit von den jeweiligen Einzellängen und Platzverhältnissen wurden Pressungen und Bohrungen mit Nennweiten zwischen DN 800 und DN 1200 erforderlich.

Aufgrund der topographischen Gegebenheiten sowie bedingt durch Kreuzungen mit vorhandenen Versorgungsleitungen, ergaben sich auf der Gesamtstrecke jeweils zwei Hoch- und Tiefpunkte. Außer im Bereich der Anschlußpunkte wurden auch bei den Tiefpunkten Entleerungsmöglichkeiten an das vorhandene Freispiegelschmutzwassernetz geschaffen (Bild 4). So ist es möglich, bei Überprüfungen oder längeren Betriebspausen die Leitung restlos zu entleeren. Die Hochpunkte werden über automatische Ventile entlüftet.

Zusätzlich zu den Schieberschächten in Ortbetonbauweise wurden 14 Revisionsschächte in Fertigteilbauweise versetzt. Für die Durchführung von

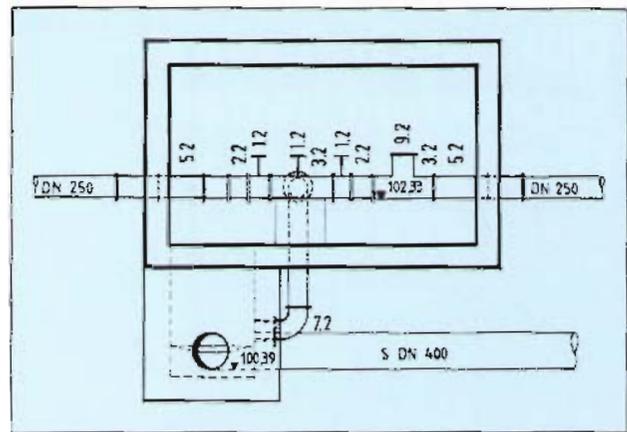


Bild 4: Entleerungsschacht am Tiefpunkt

Wartungsarbeiten wurden T-Stücke DN 250/200 eingebaut. Durch einen Schieber gesichert wurden auf die T-Stücke jeweils X-Stücke mit Übergangskupplung auf A-Schläuche montiert, so daß notwendige Entleerungs- oder Reinigungsarbeiten problemlos durchgeführt werden können. In allen Schächten wurde innen eine wasserdichte Epoxidharzbeschichtung aufgetragen.

Durch die Verwendung von duktilen Gußrohren mit TYS-K-Schubsicherung konnte auch im Bereich von Schutzrohren auf den ursprünglich vorgesehenen Einbau von Flanschenrohren verzichtet werden. Der Rohreinbau erfolgte hier mit Huckenbeck-Transportschellen und seitlichen Führungsschienen. So konnte auch für diese Maßnahme eine wirtschaftliche Lösung gefunden werden.

Duktile Gußrohre – Sicherheit in der Gasversorgung

Von Hansgeorg Hein

Allgemeines

Die Frage der Sicherheit von Gasnetzen macht es notwendig, die neuesten Entwicklungen und Forschungsergebnisse beim Rohr aus duktilem Gußeisen darzulegen.

Ein kurzer Rückblick sei gestattet:

Der Werkstoff Gußeisen ist seit mehr als 500 Jahren für Rohre und Formstücke im Einsatz, und zwar als Grauguß. Die Einführung der Gasbeleuchtung unserer Städte wäre ohne Graugußrohre nicht möglich gewesen.

Das duktile Gußeisen (auch Sphäroguß oder Gußeisen mit Kugelgraphit genannt) wurde ursprünglich in Deutschland entwickelt und nach dem Krieg – von Kanada ausgehend – weltweit eingeführt. Durch Hinzufügen von Magnesium zum flüssigen Eisen wird erreicht, daß sich der Kohlenstoff in Kugelform (sogenannte Sphäroliten) und nicht mehr in Lamellenform ausscheidet.

Dies hat zur Folge, daß der freitragende metallische Querschnitt – das Gefüge – nicht durch eine Vielzahl von an den Enden spitzen Lamellen

durchsetzt und unterbrochen wird, sondern daß der Kohlenstoff die werkstoffmechanisch optimale Kugelform einnimmt, also die geometrische Form, die die geringste Oberfläche im Verhältnis zum Volumen und die relativ geringste Spannungskonzentration aufweist.

Mitte der 50er Jahre wurden die ersten Rohre aus duktilem Gußeisen gefertigt, und es ist nicht verwunderlich, daß die erste aus diesen Rohren gebaute Leitung eine Gashochdruckleitung zur Versorgung der Stadt Weiden in der Oberpfalz war, die heute noch in Betrieb ist und ihre Aufgabe zur vollsten Zufriedenheit erfüllt.

Im Jahre 1967 wurde zwischen dem DVGW und der Gußrohrindustrie vereinbart, für den Einsatz von Gußrohren im Gasnetz nur noch solche aus duktilem Gußeisen zu verwenden.

Die Qualitätssteigerungen beim Übergang von Grauguß auf duktilen Gußeisen wurden in vollem Umfang auf das Rohr übertragen:

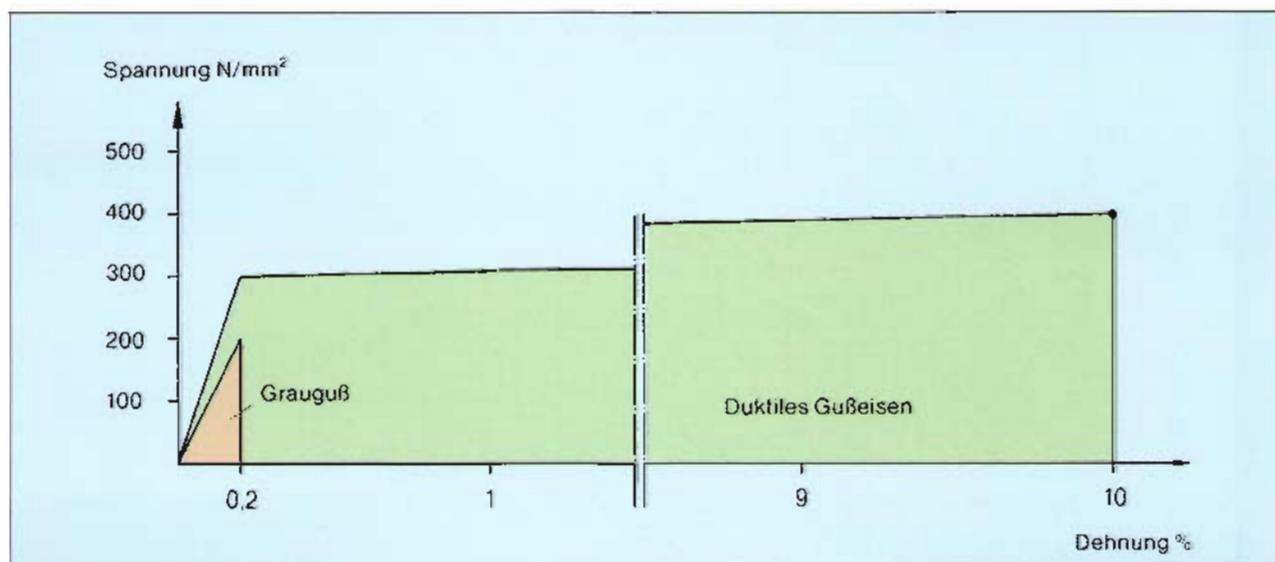
- Die statische Belastbarkeit wurde mehr als verdoppelt.
- Die dynamische Belastbarkeit ist um das 50fache größer geworden.
- Die dynamische Belastbarkeit kann durch das Arbeitsvermögen eines Werkstoffes ausgedrückt werden, und sie ist ein Maß für die Sicherheit, die durch diesen Werkstoff gegeben ist. Das Arbeitsvermögen eines Werkstoffes ist die Fläche unter seiner Kraft-Verformungskurve (Bild 1).

Normen

Abmessungen und technische Lieferbedingungen von Rohren aus duktilem Gußeisen für Gasleitungen sind in den Normen DIN 28 600, DIN 28 610 Teil 1 und Teil 2 festgelegt.

Diese Normen gelten für Rohre der Nennweiten DN 80 bis 600 und lassen Betriebsdrücke bis 16 bar zu, wobei zusätzlich die DVGW-Arbeitsblätter G 461/I und G 461/II zu beachten sind.

Bild 1: Arbeitsvermögen von Gußeisen



Duktile Gußrohre für Gas werden in den Wanddickenklassen K 10, K 9 und K 8 hergestellt und geliefert, wobei die Mindestwanddicke 6 mm beträgt.

In diesen Normen sind ebenfalls die zulässigen äußeren Belastungen festgelegt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Zulässige äußere Belastungen für Rohre aus duktilem Gußeisen

	Wanddickenklasse		
	K 10	K 9	K 8
Überdeckungshöhe (Erdlast)	0,6-10 m	0,6-8 m	0,6-6 m
Verkehrslast (nach DIN 1072)	SLW 60	SLW 60	SLW 60

Diese Werte gelten für übliche Verlegebedingungen ohne besondere Anforderungen an Verdichtung und Bettung, und es ist Längsbiegebelastung infolge nachträglicher Untergrabung der Leitung berücksichtigt.

Neuere Untersuchungen an erdverlegten Gasrohrleitungen [1] und [2] zeigen, daß im Laufe der Zeit im Erdreich mit erheblichen Setzungen des Baugrundes relativ zur Leitung gerechnet werden muß. Danach kann nach W. Hoeller [1] ein Versatz von mehreren Zentimetern beobachtet werden, wenn erdverlegte Leitungen einmal getrennt werden müssen.

In diesem Zusammenhang ist es von großer Bedeutung, daß duktile Gußrohre mit relativ großen Wanddicken ausgeführt werden und so in Zusammenhang mit der hohen Biegefestigkeit solche Setzungen schadlos überstehen.

G. Kiesselbach [2] bemerkt, daß „die infolge von Unebenheiten der Rohrgrabensohle maximalen Längsbiegebeanspruchungen weitaus größer als die durch direkte Lasten ... hervorgerufenen Beanspruchungen, insbesondere in Umfangsrichtung, sind.“

Außenschutz

Die duktilen Rohre haben einen außenseitigen Korrosionsschutz (nach DIN 30 674 T.3) aus Zink mit einer bituminösen Deckschicht. Die Zinkmenge beträgt mindestens 130 g/m². Diese aktive Schutzart bewahrt die sprichwörtliche Robustheit und das baustellenfreundliche Verhalten der duktilen Gußrohre in vollem Umfange.

Der Außenschutz kann durch Transport oder beim Verlegen keine gravierenden Beschädigungen erleiden. Kleine Schrammen werden durch einen elektrochemischen Prozeß „automatisch repariert“; man spricht von einem Selbstheilungsprozeß.

Die Unempfindlichkeit des Außenschutzes und die Tatsache, daß eventuelle Fehlerstellen „regenerieren“, machen das Rohr für eine Verlegung in engen Gräben geeignet. Enge Gräben reduzieren die Rohrleitungskosten wesentlich; Grabensohle und Verfüllung können jedoch nicht mehr kontrolliert werden. Die Verdichtung des Füllmaterials er-

folgt eventuell mangelhaft. Die dadurch bedingten zusätzlichen Belastungen von Werkstoff und Außenschutz müssen vom Rohr selbst übernommen und von Beginn an eingerechnet und berücksichtigt werden.

Bei der Verlegung in engen Gräben bietet das Rohr aus duktilem Gußeisen folgende Vorteile:

- Zusätzliche Biegebeanspruchungen wegen fehlender Bettung und ungleichmäßiger Auflagerung werden sicher durch das Rohrmaterial aufgenommen.
- Steinfreies Aushubmaterial kann direkt wieder verwendet werden, da die metallische Verzinkung sehr widerstandsfähig ist und kleinere Beschädigungen durch einen Selbstheilungsprozeß wieder sicher geschlossen werden.
- Für extreme Bodenverhältnisse kann, entsprechend der Bodengruppe III nach DIN 50 929 T.3, ein zusätzlicher Außenschutz auf Zementmörtelbasis eingesetzt werden, z. B. bei Böden mit Kohle oder Schlackenverunreinigungen oder wenn die Leitung unmittelbar in den Straßenkörper verlegt werden muß.
- Die Verbindung kann auch in engen Gräben so hergestellt werden, daß absolute Dichtheit gewährleistet ist.

Verbindung

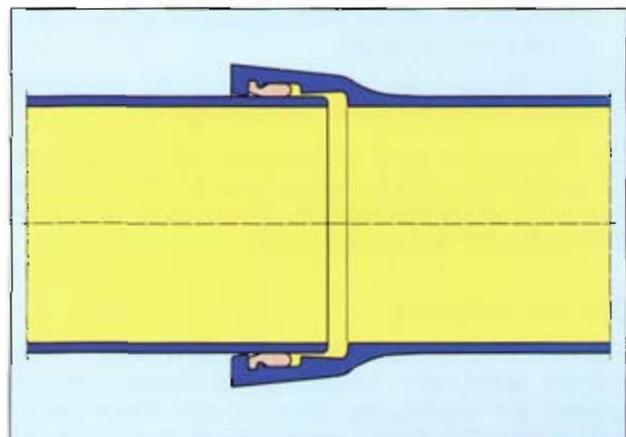
Seit Einführung des duktilen Gußeisens als Rohrwerkstoff hat sich auch die Verbindungstechnik wesentlich geändert.

Neben dem Naturkautschuk (NR) wurde Perbunan (NBR) als Werkstoff für den Dichtring eingeführt. Der wesentliche Schritt war jedoch der Übergang zu einer automatischen Verbindung, der Steckmuffen-Verbindung (Bild 2).

Die bekannten Stopfbuchsenmuffen-, Schraubmuffen- und Expreß-Verbindungen arbeiten mit einem konischen Dichtspalt, in den ein keilförmiger Dichtring mit Hilfe zusätzlicher Verbindungselemente eingepreßt werden muß. Das Maß der Dichtheit hängt dabei von der Größe der Anpressung, d. h. im wesentlichen von der Qualität der Verbindungsherstellung ab.

Die neuen automatischen Steckmuffen-Verbin-

Bild 2: TYTON®-Verbindung



dungen nach DIN 28 603 arbeiten mit parallelen Dichtspalten. Automatisch heißt hier, daß der in die Muffe eingelegte Dichtring durch das Einschieben des Rohreinsteckendes auf eine entsprechende Vorkompression gebracht wird, die in Zusammenwirken mit dem sich überlagernden Innendruck in jedem Druckbereich absolute Dichtigkeit bis zum Bersten des Rohres ergibt (Bild 3). Jede Verbindung ist nach der Montage auf einfache Weise auf den genauen Sitz des Dichtringes zu kontrollieren, was zusätzliche Sicherheit bedeutet.

Diese Verbindungen werden heute überwiegend und für alle Medien eingesetzt. Bis jetzt wurden weltweit etwa 500 Mio automatische Verbindungen ausgeliefert.

Beim Transport von Gasen ist es wichtig, daß das Dichtelement diffusionsdicht ist. Es soll hier auf Versuche hingewiesen werden, die Gaz de France [3] in letzter Zeit an automatischen Verbindungen durchgeführt hat.

In der Tabelle 2 sind die Nennweiten und Prüfdrücke zusammengestellt:

Tabelle 2: Untersuchte Nennweiten und Prüfdrücke

Prüfdruck	DN 100	DN 200	DN 400
10 mbar	*	*	*
600 mbar		*	
6 bar		*	
12 bar	*	*	*

Zur Versuchsdurchführung ist folgendes zu bemerken:

- Die Verbindungstoleranzen waren so gewählt, daß sowohl maximale als auch minimal zulässige Dichtringkompressionen geprüft werden konnten.
- Die Verbindungen waren bis zu den zulässigen Maßen abgewinkelt.
- Die Prüfung wurde zentrisch und dezentriert durchgeführt.
- Das Prüfmedium war Methan.
- Zur Messung der diffundierenden Menge des Methans wurde die Verbindung mit einer äußeren Kammer umhüllt.
- Die Messungen wurden nach der französischen Norm NFA 09-105 durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Es zeigt sich, daß keinerlei Gasverluste – unabhängig von Betriebsdruck, Nennweite und Einbauzustand – aufgetreten sind.

Bau und Verlegung

Für den Bau von Gasleitungen mit duktilen Gußrohren steht ein vollständiges Formstückprogramm zur Verfügung, welches alle Anforderungen erfüllt. Die Rohre sind auf der Baustelle auf

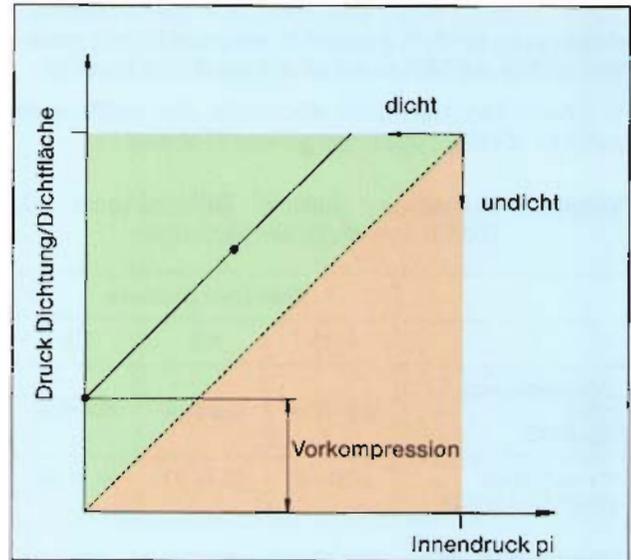


Bild 3: Dichtheitsdiagramm der TYTON-Verbindung

einfache Weise zu kürzen; Hausanschlüsse können durch Schweißen angebracht werden und es sind Anschlüsse in 3 Versionen lieferbar.

Zur Zeit wird eine Verlegetechnik getestet, die es gestattet, Rohre außerhalb des sehr schmalen Grabens zu montieren und dann abzulassen (Bild 4). Mit dieser Methode können die ohnehin niedrigen Verlegekosten duktiler Gußrohre weiter gesenkt werden, zumindest in Gebieten ohne dichte Bebauung, wo z. B. kleinere Siedlungen (Dörfer und Satellitenstädte) über längere Strecken anzuschließen sind.

Die Verlegung ist sehr einfach: Für jeden Bedarfsfall stehen geeignete Verlegegeräte und Methoden zur Verfügung.

Die Verbindung kann auch in längskraftschlüssiger Version ausgeführt werden, sei es zum Bau von speziellen Trassen oder als Ersatz von Widerlagern.

Zusammenfassung

Das Programm Rohre und Formstücke aus duktilen Gußeisen für Gasleitungen bietet Sicherheit, absolute Dichtigkeit und eine einfache Verlegetechnik.

Tabelle 3: Versuchsergebnisse

Nr. des Versuches	NW	Prüfdruck	Versuchstemperatur °C	Ergebnis
1	200	10 mbar	13	dicht
2	200	600 mbar	1	dicht
3	200	6 bar	10	dicht
4	200	12 bar	9	dicht
5	400	10 mbar	9	dicht
6	400	12 bar	4	dicht (*)
8	100	10 mbar	14	dicht
9	100	12 bar	17	dicht

(*) Beim Versuch 6 wurden Spuren von Methan, jedoch unterhalb der Versuchsempfindlichkeit von 0,3 g/Jahr festgestellt.

- Das Rohrmaterial „Duktiles Gußeisen“ ist plastisch verformbar und baut Überbeanspruchungen durch Verformen ab; kein Rohrbruch, keine Undichtheit.
- Der aktive Korrosionsschutz läßt auch bei rauher Baustellenbehandlung keine Folgeschäden zu.
- Die bewegliche automatische Verbindung ist absolut dicht – auch gegenüber Diffusion –, erlaubt eine einfache Anpassung der Leitung an die Trasse und vereinfacht die Verlegung auch bei engen Gräben.
- Ein ausgesuchtes Formstückprogramm erleichtert die Planung und den Bau von Gasleitungen jeder Druckstufe bis PN 16 einschließlich.

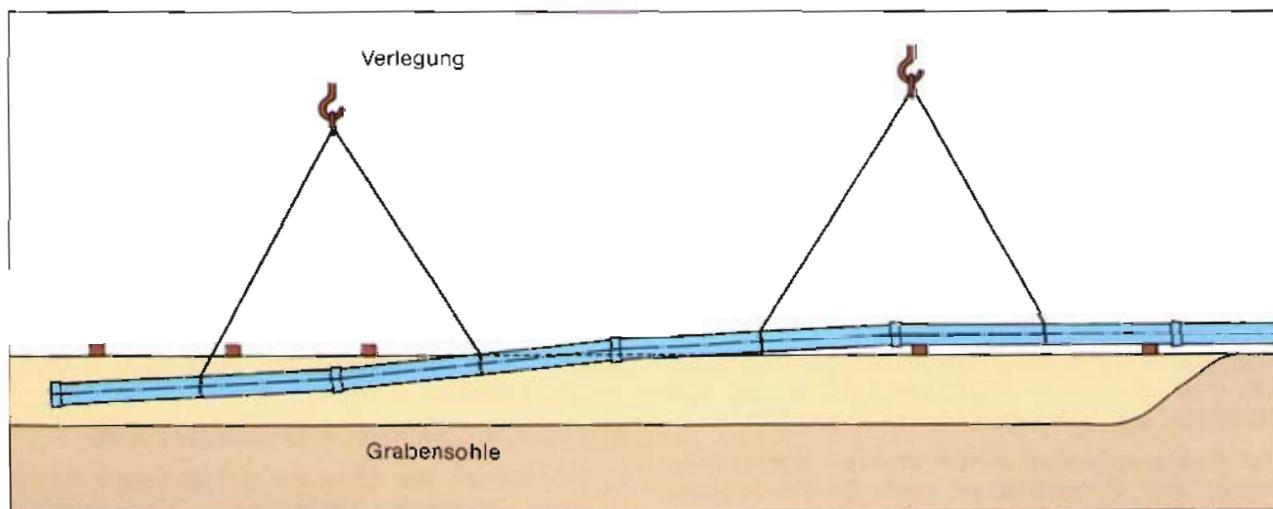
Rohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen haben sich seit Jahrzehnten im Gasleitungsbau be-

währt, und die neuen Erkenntnisse werden helfen, ihren Platz zu sichern.

Literatur

- [1] W. Hoeller
Anpassung von Gasrohrleitungen an die Umgebungsverhältnisse im erdverlegten Zustand.
3 R International 28. Jahrgang, Heft 8
- [2] G. Kiesselbach
Die Belastungs- und Beanspruchungsverhältnisse erdverlegter Gasrohrleitungen.
3 R International 28. Jahrgang, Heft 8
- [3] Gaz de France
Versuchsbericht über die Eignung von duktilen Gußrohren mit Steckverbindungen in Gasleitungen.
Centre d'études et de recherches sur sciences et techniques appliquées (CERSTA).

Bild 4: Ablassen eines vormontierten Rohrstrangs bei sehr schmalen Gräben



Einsatz von schubgesicherten Gußrohrleitungen unter extrem engen räumlichen Verhältnissen

Von Klaus Otten
und Rudolf Winter

Einleitung

Die Stadtgemeinde Bremen, vertreten durch das Amt für Stadtentwässerung und Abfallwirtschaft, stand vor der Aufgabe, in Bremen-Oslebshausen von der Riedemannstraße bis zur Kap-Horn-Straße eine neue Abwasser-Druckrohrleitung der Nennweite DN 400 zu verlegen. An die Leitung mit einer Gesamtlänge von ca. 3 km werden vier Pumpwerke von unterschiedlicher Größe mit den verschiedensten Wassermengen angeschlossen.

Nach den zu erwartenden Betriebsbedingungen einschließlich Druckstoßabschätzung wurde die Druckstufe PN 25 festgelegt.

Aus diesem Grunde wurden Druckrohre aus duktilem Gußeisen mit TYTON®-Verbindung nach DIN 28 600 [1] und DIN 28 610 Teil 1 [2] gewählt.

Die Rohre erhielten einen inneren Korrosionsschutz aus Zementmörtel nach DVGW-Arbeitsblatt W 342 [3] und einen Außenschutz aus Polyethylen-Umhüllung nach DIN 30 674 Teil 1 [4].

Besonderheiten

Für die Dükerung der Schleusenammer Industriehafen Bremen mußte die Abwasserdruckleitung DN 400 vor der Schleusenammer des Hafenbeckens in einem Verteiler (Schieberschacht) über ein aus V4A gefertigtes Hosenrohr auf 2 x DN 250 reduziert werden (Bild 1, s. Seiten 30

Bild 2: Blick in den Vertikalschacht



Bild 3: Übergang vom Vertikal- zum Horizontalschacht

und 31). Die Reduzierung auf 2 x DN 250 war erforderlich, weil die Örtlichkeiten in der Schleusenammer sehr eng sind und die Nennweite DN 400 nicht unterzubringen ist.

Die Engpässe innerhalb des Versorgungsganges setzten besondere Eigenschaften des Rohrwerkstoffes und der Verbindungstechnik voraus. Die übereinander angeordnete Leitungsführung in den Horizontalschächten und die dicht nebeneinander verlaufenden Leitungen in der Vertikalen (Bilder 2 und 3) setzten eine kraftschlüssige Steckmuffen-Verbindung mit folgenden Eigenschaften voraus:

- Absolute Dichtheit bei Druckstufe PN 25
- Möglichkeit der Montage auf engstem Raum ohne spezielles Verlegegerät und jegliche Nachmontage von außen, wie z. B. Anbringen oder Verschrauben zusätzlicher Dicht- oder Schubsicherungselemente.
- Flexibilität der Verbindungen, um kleinere Richtungsänderungen, die sich aus der Zwangslage ergeben, aufzunehmen. Die Reckwege der Schubsicherung müssen sich durch Vorrecken auf nahezu 0 bringen lassen, damit während der Druckprüfungen und auch später im Betrieb keine Verschiebungen der Winkelpunkte (Bögen) entstehen können (Bild 4), die unkontrollierte Kräfte in die Haltekonstruktionen der Vertikalstränge einleiten würden, die gegebenenfalls zur Überbelastung und somit zum Bruch führen könnten.

Alle diese Bedingungen erfüllte die TYTON-Verbindung mit Schubsicherung SV, die bei dieser Baumaßnahme zum Einsatz kam (Bild 5).

Zur Aufnahme des geschlitzten Halteringes erhält die TYTON-Muffe eine Schubsicherungskammer. Bei Rohren ist die Schubsicherungskammer angegossen, bei Formstücken angeschweißt.

Die auf dem Einsteckende aufgebrachte Schweißraupe schiebt sich bei Druckaufgabe gegen den



Bild 4 zeigt die Enge der Räumlichkeit

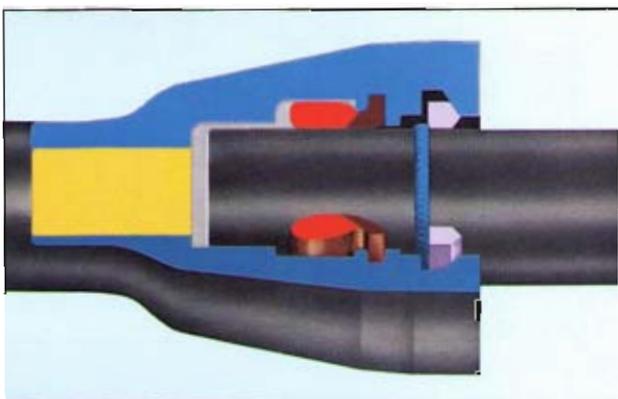
Haltering. Der Haltering wird durch die geometrische Anordnung der Anlagefläche zur Schub- sicherungskammer über die resultierende Kraft zu- sammengedrückt und überträgt so die Schubkraft auf die Muffe.

Bau und Verlegung

Das Einbringen der Rohre in die Schleusen- kammer setzte besondere Maßnahmen voraus. So mußten die Rohre für den unteren Teil der Schleu- senkammer auf der Westseite auf 3m gekürzt werden, um sie durch den Engpaß am Übergang vom Vertikalschacht zum Horizontalschacht durchzubekommen. Außerdem mußten alle auf der Westseite eingebrachten Rohre auf engstem Raum zwischen Schachtwand und Begehungslei- ter durchgefädelt werden, was absolute Präzision und Verständigung zwischen Kranfahrer und Rohrleger voraussetzte.

Das Einsetzen der Rohre in die vorbereiteten Hal- tekonstruktionen und die anschließende Montage der schubgesicherten TYTON-Verbindungen war nur noch Handwerk der Rohrleger und brachte trotz engster Verhältnisse keine Probleme (Bild 6).

Bild 5: Schnittbild der schubgesicherten Steck- muffenverbindung TYTON SV



Am wichtigsten war nach der Montage das Recken jeder Verbindung, um den Schubweg möglichst auf 0 zu bringen.

Druckprüfung

Die abschließende Wasserinnendruckprüfung wurde nach DIN 4279 Teil 1 [5] und Teil 3 [6] durchgeführt.

Zusammenfassung

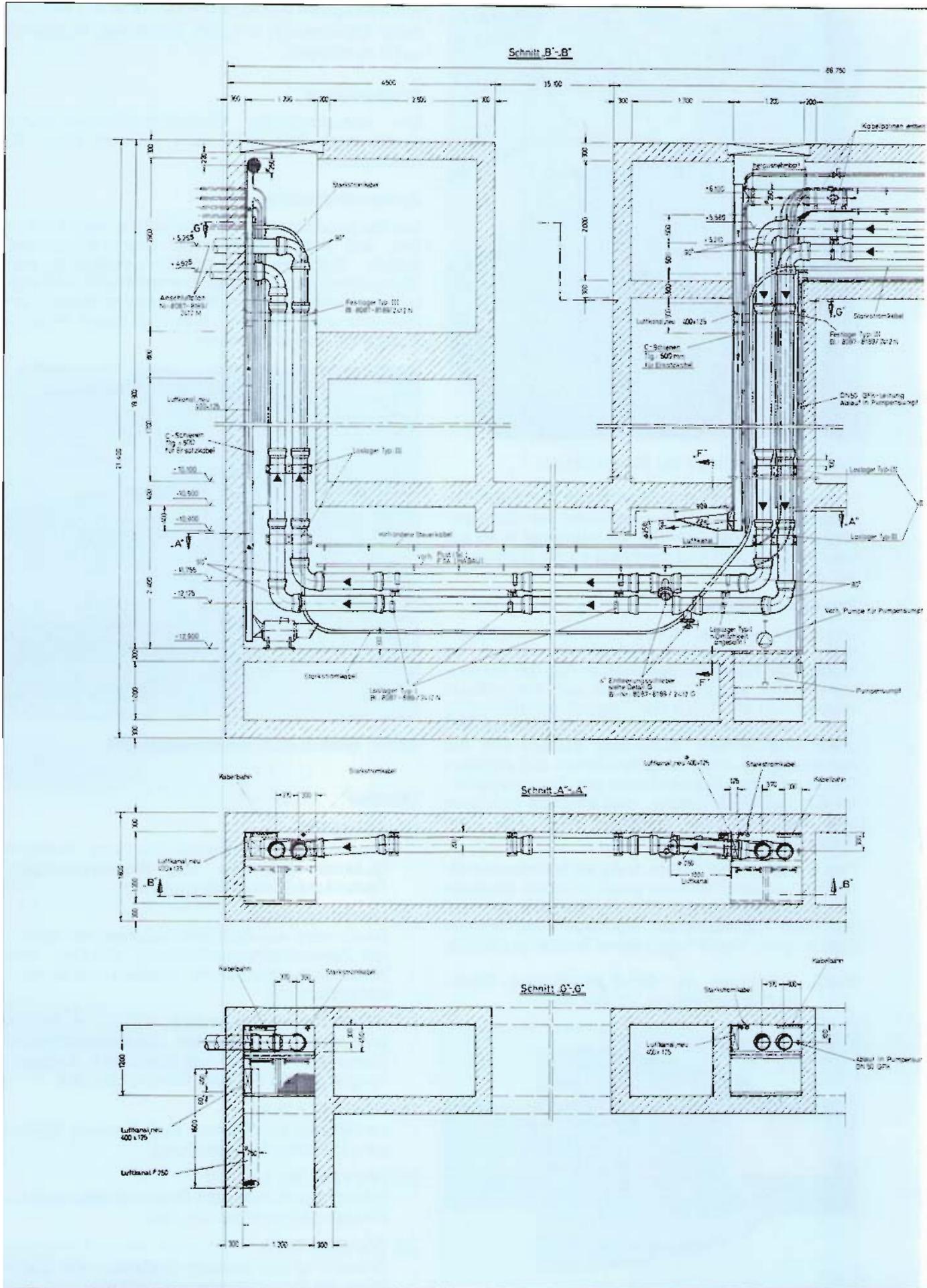
Bei der geschilderten Baumaßnahme wurde deut- lich, daß trotz extrem enger Raumverhältnisse duktile Gußrohre mit TYTON-Verbindung und Schubsicherung SV dank ihrer schnellen und ein- fachen Montage ideale Möglichkeiten bieten, um Rohrleitungen für die verschiedensten Anwen- dungsfälle sicher zu bauen.



Bild 6: Blick in den Horizontalschacht

Literatur

- [1] DIN 28 600
Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen für Gas- und Wasserleitungen; Technische Lieferbedingungen
- [2] DIN 28 610 Teil 1
Druckrohre aus duktilem Gußeisen mit Muffe; mit Zementmörtelauskleidung; für Gas- und Wasserleitungen; Maße, Massen und Anwen- dungsbereiche
- [3] DVGW-Arbeitsblatt W 342
Werksseitig hergestellte Zementmörtelaus- kleidungen für Guß- und Stahlrohre; Anfor- derungen und Prüfungen, Einsatzbereiche
- [4] DIN 30 674 Teil 1
Umhüllung von Rohren aus duktilem Gußei- sen; Polyethylen-Umhüllung
- [5] DIN 4279 Teil 1
Innendruckprüfung von Druckrohrleitungen für Wasser; Allgemeine Angaben
- [6] DIN 4279 Teil 3
Druckrohre aus duktilem Gußeisen und Stahl- rohre mit Zementmörtelauskleidung



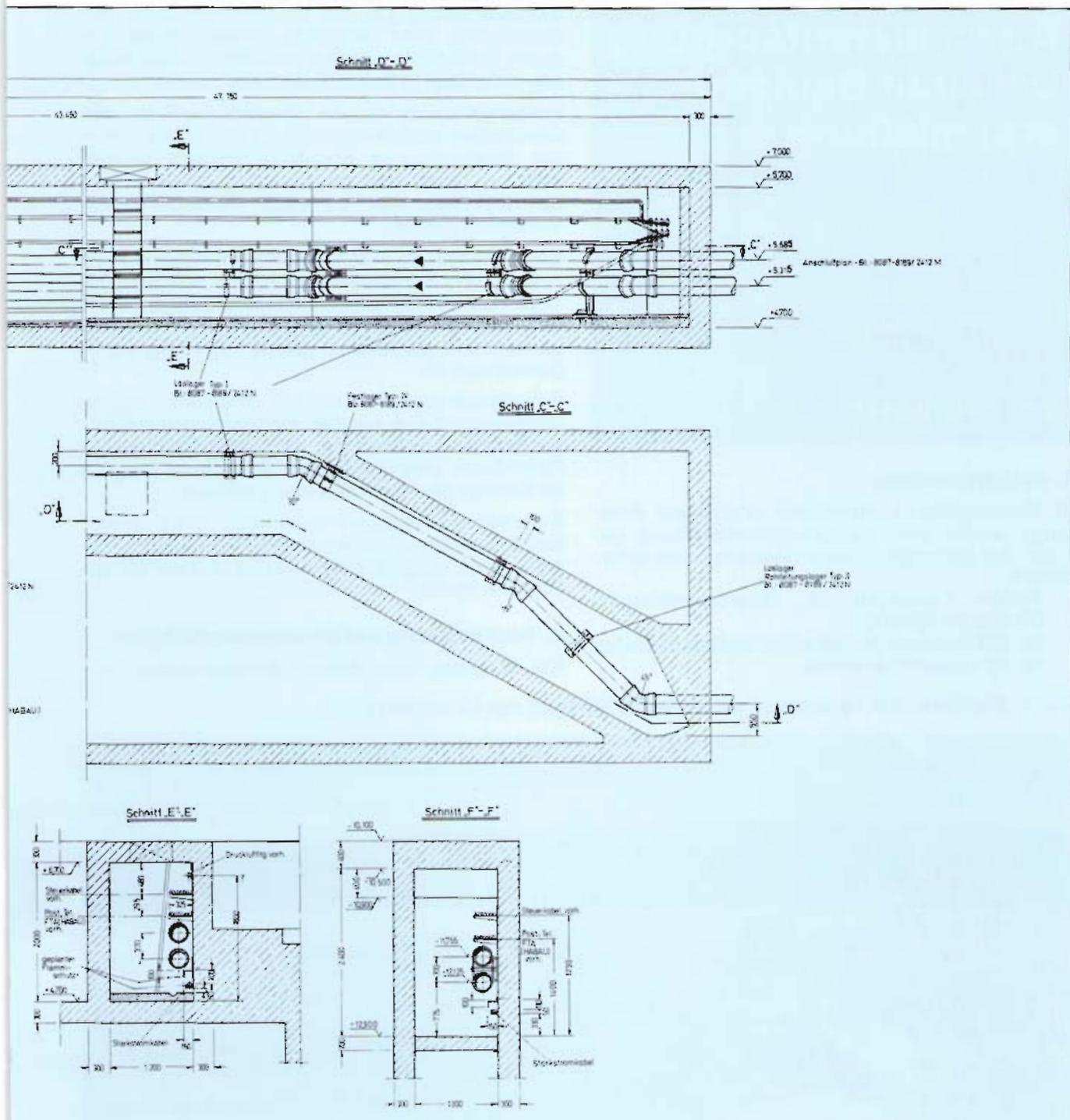


Bild 1 (zum Text S. 28): Die Schnittzeichnungen illustrieren die schwierigen räumlichen Verhältnisse

Abwasserentsorgung bei einer Bauland- erschließung

Von Fritz Bosch

1. Aufgabenstellung

In Memmelsdorf-Lichteneiche (Landkreis Bamberg) wurde eine Baugebieterschließung geplant. Zur Entsorgung dieses Gebiets waren erforderlich:

- 1600 m Leitungen im Nennweitenbereich DN 200 bis DN 800
- ca. 160 Hausanschlüsse nebst Straßeneinläufen
- ca. 80 Schachtbauwerke.

Die Überlegung galt den Zukunftsaussichten der Kanalrohre, denn steigende Umweltbelastungen durch Schadstoffe infolge undichter Kanäle müssen unbedingt in Zukunft vermieden werden.

Weiterhin erwies es sich als problematisch, daß unmittelbar nach Fertigstellung der Kanalisation der Straßenbau in Angriff genommen werden sollte. In dieser Bauphase würden teilweise Erdüberdeckungen von < 1 m über Rohrscheitel zur Verfügung stehen.

Es stellte sich die Frage, ob dieser Problematik innerhalb des Kostenrahmens besser mit zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen zu begegnen wäre, oder ob man mit einem geeigneten Rohrmaterial auskommen kann, das solchen Anforderungen gewachsen ist.

Schadensanalysen an alten Kanälen, welche überwiegend aus spröden Rohrleitungswerkstoffen bestehen, weisen aus, daß neben Brüchen am Rohrkörper eine besondere Schadenshäufigkeit im Bereich der Rohrverbindung vorliegt.

Es erhob sich also die Frage nach einem Rohrmaterial, das unter den genannten Bedingungen absolut dicht, langfristig zuverlässig und wirtschaftlich sein würde.

2. Problemlösung und Entscheidungskriterien

Ein Material, das diesen Anforderungen ent-

Bild 1: Fachbesucher besichtigen ein verlegtes Teilstück des Leitungssystems



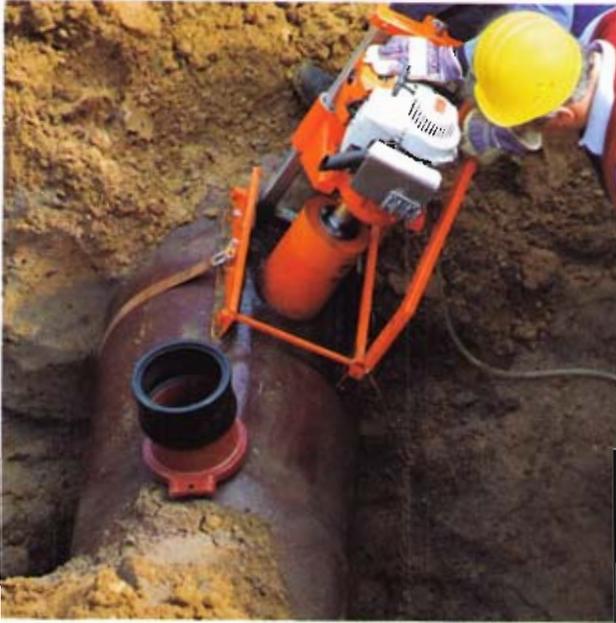


Bild 2: Mit der Bohrkronne wird die Öffnung für das Sattelstück hergestellt...

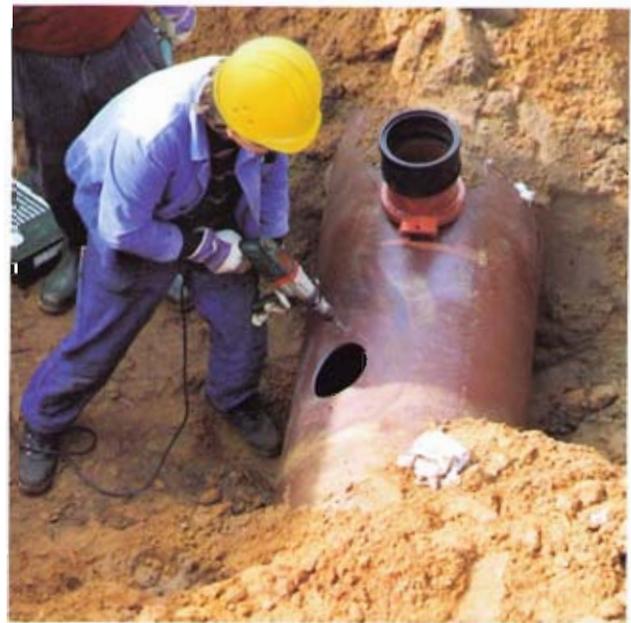


Bild 3: ... dann werden die Schraubenlöcher gebohrt...



Bild 4: ... Dichtung und Anschlußstück aufgesetzt, verschraubt...

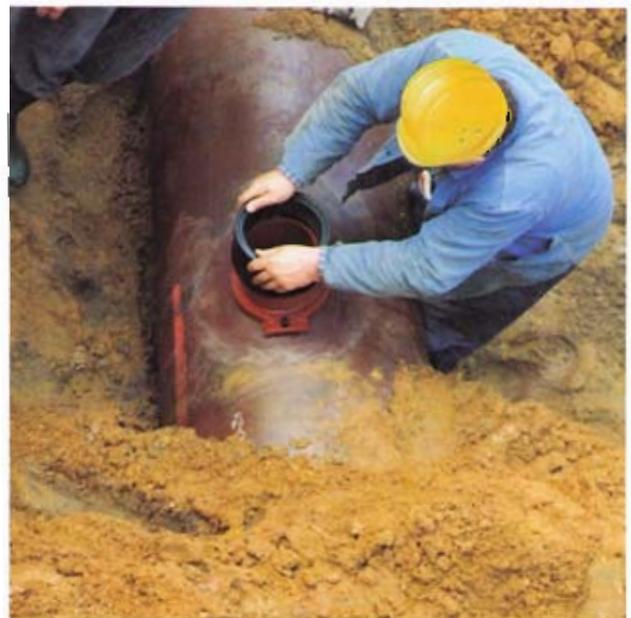


Bild 5: ... und zum Schluß der Anschlußstutzen aufgesetzt

spricht, ist duktiler Gußeisen. Es ist im Gegensatz zu spröden Werkstoffen in der Lage, Belastungen abzubauen, wie sie sich beispielsweise durch hohe oder niedrige Überdeckungen ergeben. Diese Eigenschaft erspart kostenaufwendige Zusatzmaßnahmen. Die automatische Muffenverbindung ist abwinkelbar, damit setzungsunempfindlich und gegen Drücke von außen und innen absolut dicht.

Die Innenauskleidung aus Tonerde-Zementmörtel zeigt sich auch gegen aggressive Abwässer resistent, die serienmäßige Außenverzinkung mit bituminöser Deckbeschichtung bietet einen langfristigen Korrosionsschutz.

Eine weitere Überlegung – aufgrund früherer Er-

fahrungen – kam hinzu: Mit herkömmlichen Werkzeugen können zusätzliche Privatanschlüsse in Eigenleistung am Wochenende oder in Nacht- und Nebelaktionen bei diesem Werkstoff nicht durchgeführt werden, was im Interesse der Sicherheit des öffentlichen Kanals unbedingt anzustreben ist.

Als weiteres Rohrmaterial für die vorliegende Baumaßnahme wurde Steinzeug ausgeschrieben.

Bei allen 20 Angeboten war die Ausführung mit duktilen Gußrohren preisgünstiger.

Dabei spielte es sicher auch eine Rolle, daß Hausanschlüsse und Straßeneinläufe praxisgerecht an jeder erforderlichen Stelle am Rohrschaft mit bauüblichen Anbohrgeräten, unter Verwendung einer



Bild 6: Betonschacht

speziellen Bohrkronen, bzw. mit Trennscheibe zuverlässig im Rohrgraben oder auch außerhalb des Rohrgrabens aufgebracht werden konnten (Bilder 2 bis 5).

Schächte (Bild 6) waren sowohl in Ort beton als auch mit vorgefertigtem Schachtunterteil vorgesehen. In beiden Fällen kamen Schachtanschlußstücke mit Muffe und angegossenem Mauerring zum Einsatz.

3. Ausführung

Der Bau des Kanalsystems ging zügig voran. Die vorgesehene Bauzeit wurde eingehalten. Das duktile Gußrohr mit seiner verlegegünstigen Baulänge (Bild 7) und dem relativ geringen Eigengewicht trug wesentlich dazu bei, ebenso wie die Schachtanschlußstücke, welche die Weiterführung der Rohrleitung einfach und zeitsparend machten.

Auch zeigte es sich, daß die bis dato mit dem Gußrohr im Abwasser noch weitgehend unerfahrenen Bauhandwerker Sattelstücke schon sehr schnell – innerhalb 15 bis 20 Minuten – bei jeder Dimension am Hauptrohr montiert hatten. Neben Anbohrsatelstücken kamen auch solche für rechteckige

Rohrausschnitte zum Einsatz. Das Kanalsystem wurde 1990 ohne Anlaufschwierigkeiten in Betrieb genommen und läuft seither einwandfrei.

4. Zusammenfassung

Die Gemeinde Memmelsdorf hat mit diesem Kanalsystem aus duktilen Gußrohren eine kostengünstige und zukunftssichere Lösung geschaffen. Sie trägt den heutigen Bemühungen des Umweltschutzes Rechnung, denn das Kanalsystem ist von innen und außen belastungssicher und dabei wirtschaftlich.

Bild 7: Die Teilnehmer einer Informationsveranstaltung an der Baustelle konnten sich von der zügigen Verlegung durch die günstigen Baulängen und die einfache Muffenverbindung überzeugen



Unterdruckprüfungen in Abwasser- systemen im Grund- wasser und im innerstädtischen Bereich

Von Hansgeorg Hein
und Manfred Walter

Vorbemerkung

In den Heften FGR 23 und 24 wurde über die Themen

- Dichtheitsprüfung von Abwasserkanälen mit Unterdruck (Vakuum) und
- Wie prüft man Abwasserleitungen, die ein Trinkwasserschutzgebiet kreuzen

berichtet.

Die Prüfung von Abwasserleitungen aus duktilem Gußeisen mittels Unterdruck hat sich so gut bewährt, daß auch kompliziertere Systeme in Angriff genommen werden konnten. Hierzu gehören Leitungen im Grundwasser und im innerstädtischen Bereich.

Grundwasser

In dem folgenden Beispiel handelt es sich um eine Kanalleitung DN 1200, die im Gebiet Wawerner Bruch verlegt wurde. Hierbei wurden 8 Haltungen zu einer Prüfstrecke von 1300 m zusammengefaßt.

Die Verwendung von Gußrohren bietet die Möglichkeit, die Rohrleitung mit Luft im Unterdruckbereich zu prüfen, womit eine wesentlich verschärfte Dichtheitsprüfung gegenüber DIN 4033 gegeben ist. Gegenüber dem bislang üblichen Wasserdruck-Prüfverfahren hat diese Methode den entscheidenden Vorteil, daß sie in wenigen Stunden durchgeführt werden kann. Dies ist ein besonderes Plus für die Wiederholungs-Druckprüfungen, die zukünftig in Zeitabständen von zwei Jahren angestrebt werden.

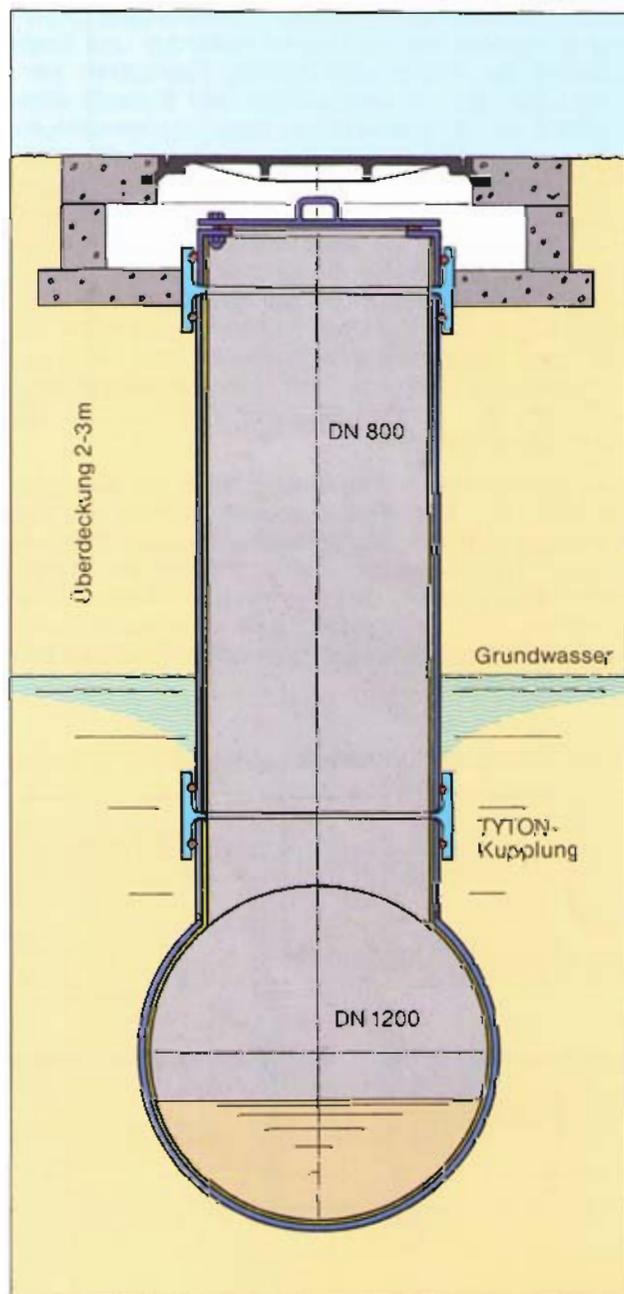
Bei der üblichen Wasserdruckprüfung für Abwasserrohre nach DIN 4033 würde sich das Problem der Bereitstellung nicht unerheblicher Wassermengen von ca. 1500 m³ stellen. Sodann wären im Zeitplan der Druckprüfung für das Füllen und Entleeren der Leitung ca. 15 Stunden einzuplanen. Daran schließt sich die Vorprüfung über 24 Stunden an, und erst dann kann die eigentliche Druckprüfung über 15 Minuten stattfinden. Mit dem notwendigen Verschließen und Wiederöffnen von Ka-

nalabschnitten dauert die ganze Prüfung 2 bis 3 Tage.

Im Gegensatz zu dieser zeitintensiven Prüfmethode wird bei der Unterdruckprüfung der Luftdruck in der Rohrleitung mit einem Volumen von 1500 m³ in 3,5 Stunden auf 0,5 bar abgesenkt. Sodann wird die eigentliche Prüfung innerhalb von 2 bis 3 Stunden durchgeführt. Einschließlich aller erforderlichen Nebenarbeiten muß der Kanal lediglich für 8 bis 12 Stunden außer Betrieb genommen werden.

Die geschlossene Bauweise des Kanals konnte an den Revisionsschächten dadurch beibehalten werden, daß die duktilen Gußrohre eine aufgeschweißte Einstiegsöffnung DN 800 erhielten. Entsprechend der Rohrüberdeckung, die bis zu 3 m beträgt, wurden diese Einstiege durch aufstei-

Bild 1: Schachtausbildung im Grundwasserbereich



gende Rohrschächte verlängert. Der Verschluß wurde als Flanschkonstruktion ausgebildet. Die Einstiegsöffnung wurde durch eine dem Bodenniveau angepaßte Betonplatte, in die ein Kanaldeckel eingelassen ist, geschützt (Bild 1).

Mit dieser leichten Schachtkonstruktion wurde man den vorliegenden instabilen Bodenverhältnissen gerecht. Außerdem konnten die erheblichen Baukosten einer konventionellen Bauweise mit Ortbeton eingespart werden.

Das Kanalsystem aus duktilen Gußrohren ermöglicht die Wiederholungs-Dichtheitsprüfung ohne große Beeinträchtigung des Betriebes.

Innerstädtischer Bereich

Die Dichtheitsprüfung von Abwasserleitungen im innerstädtischen Bereich, d.h. vorwiegend in Straßen mit Bebauung, setzt voraus, daß auch die Straßeneinläufe und die Hausanschlüsse kurzfristig und dicht verschlossen werden können.

Bei den bisher durchgeführten Unterdruckprüfungen wurde die Rohrleitung im Anfangs- und Endschacht der Prüfstrecke mittels Flanschen verschlossen. Da im innerstädtischen Bereich eine Vielzahl von Straßeneinlauf- bzw. Hausanschlußleitungen zusätzlich abzudichten sind, mußte über die Möglichkeit einer schnellen Abdichtung nachgedacht werden. Es hat sich herausgestellt, daß eine Abdichtung mit Hilfe von Dichtkissen sehr vorteilhaft ist: Dichtkissen sind sehr schnell anzubringen und überbrücken bei geringen Eigenabmessungen einen großen Nennweitenbereich, so daß eine Schachteinstiegsöffnung von 62,5 cm Durchmesser ausreicht, um Rohrdichtkissen einzuführen, die eine Abdichtung von Kanälen bis DN 1200 ermöglichen.

Zur einwandfreien Abdichtung wird am Sitz des Kissens ein mit Epoxid beschichtetes kurzes Rohrstück eingesetzt. Versuche an alten Gußleitungen, bei denen der Zementmörtel der Innenauskleidung über den gesamten Rohrfumfang durchfeuchtet ist, zeigen, daß eine Abdichtung auch auf einer behandelten Zementmörtelauskleidung möglich ist.

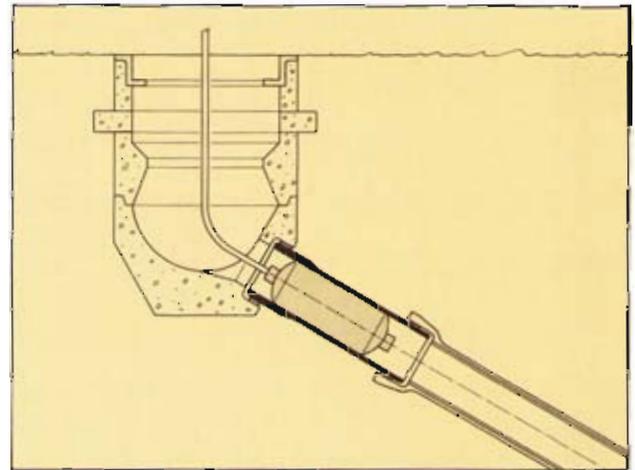


Bild 3: Ausbildung und Absperrung des Straßeneinlaufschachtes

Bild 2 zeigt den Einsatz von Dichtkissen bei einer Wiederholungsprüfung:

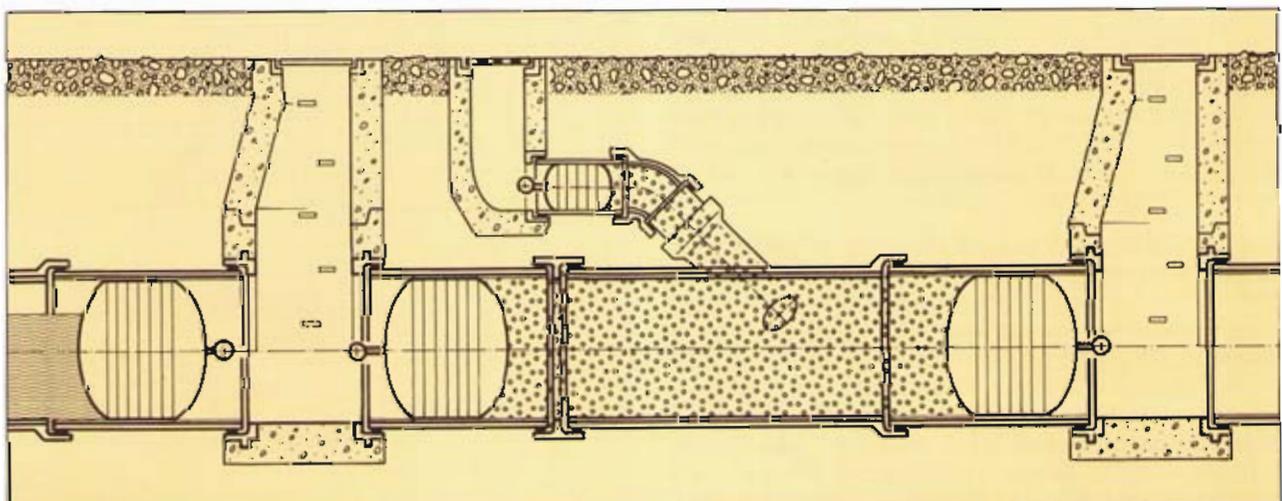
- Mit Hilfe eines Dichtkissens wird das anfallende Wasser in der vor der Prüfstrecke liegenden Haltung zurückgestaut. Durch die anfallende Abwassermenge ist die Prüfzeit begrenzt, so daß eine schnelle Prüfung notwendig wird.
- Zwei Dichtkissen von gleicher Nennweite verschließen die zu prüfende Haltung,
- während ein kleineres Dichtkissen einen Straßeneinlauf abschließt. Einzelheiten sind aus dem Bild 3 ersichtlich.

Im Bild 3 ist auch der Einsatz des Adapterstückes ersichtlich.

Die folgenden Bilder 4 bis 8 zeigen eine Baustelle, auf der Dichtheitsprüfungen an Abwasserleitungen von DN 250 bis DN 900 durchgeführt wurden. Mitgeprüft wurden bis zu 27 Anschlußleitungen pro Prüfstrecke.

Bei einer ähnlichen Baumaßnahme wurden 10 Haltungen von DN 350 bis DN 800 mit 17 Straßeneinläufen DN 150 sowie 4 Einläufen verschiedener

Bild 2: Wiederholungsprüfung mit Unterdruck; Einsatz von Rohrdichtkissen



Durchmesser zur einer Prüfstrecke von insgesamt 714 m zusammengefaßt.

Die 168 m³ wurden innerhalb von 45 Min. auf 0,5 bar evakuiert. Im Anschluß daran erfolgte die 1-stündige Prüfung, während der ein Druckanstieg von unter 2 mbar gemessen wurde. Ein Ergebnis, welches gemessen an den Anforderungen der DIN 4033 um mindestens eine Zehnerpotenz besser ist.

Weitere Anwendungen

Im Jahre 1990 wurden über 20 Prüfungen mit der Unterdruckmethode durchgeführt. Hier konnte nur über zwei von ihnen referiert werden. Unter den 20 Objekten waren solche mit bis zu 1300 m³ Hal tungsvolumen und solche mit mehr als 30 Anschlüssen wie Straßeneinläufe und Hausanschlüsse.



Bild 4: Einbringen einer Dichtblase DN 500 bis DN 1200 in einem Schacht

Bild 5: Verschließen eines Schachteinlaufes mittels Dichtblase



Bild 6: Fixierung einer Dichtblase



Bild 7: Straßeneinlauf – das Einfüllventil zum Setzen des Rohrdichtkisses ist sichtbar – siehe Prinzipbild 3

Bild 8: Verschluß von zwei Anschlüssen mit Preßkolben



Neben dem Setzen von Dichtkissen zum Abdichten wurden auch Preßkolben und Steckscheiben auf ihre Verwendbarkeit geprüft und für gut befunden.

Der Einsatzbereich der Unterdruckmethode ist noch nicht ausgeschöpft. Hinsichtlich der Weiterentwicklung ist vorstellbar, daß bei sehr starkem und dauerndem Abwasseranfall auf folgende Weise vorgegangen werden könnte (siehe Bild 9):

- Das Kernrohr des Dichtkissens bleibt offen, lediglich auf Seite des Sauganschlusses werden die entsprechenden Leitungen dicht durchgeführt.
- Beide Kernrohre werden innerhalb der Leitung mit einem Schlauch von entsprechendem Durchmesser und Festigkeit verbunden.
- Die Druckverhältnisse bei Unterdruck von

0,5 bar wirken so, daß der Schlauch zu einem Rohr aufgeblasen wird und so das anfallende Abwasser weiterleiten kann.

- Der Stau im Schacht läßt das Abwasser weiterfließen, auch wenn die relativ flexible Verbindungsleitung zwischen den Kissen unten auf dem Mediumrohr aufliegt.
- Die Prüfung wird durch den Abwasserfluß nicht behindert.

Schlußbemerkung

Der vorliegende Beitrag berichtet über die Prüfung von Abwasserkanälen mittels Unterdruck unter erschwerten Bedingungen und zeigt weitere Anwendungsmöglichkeiten für den Einsatz von duktilen Kanalrohren auf.

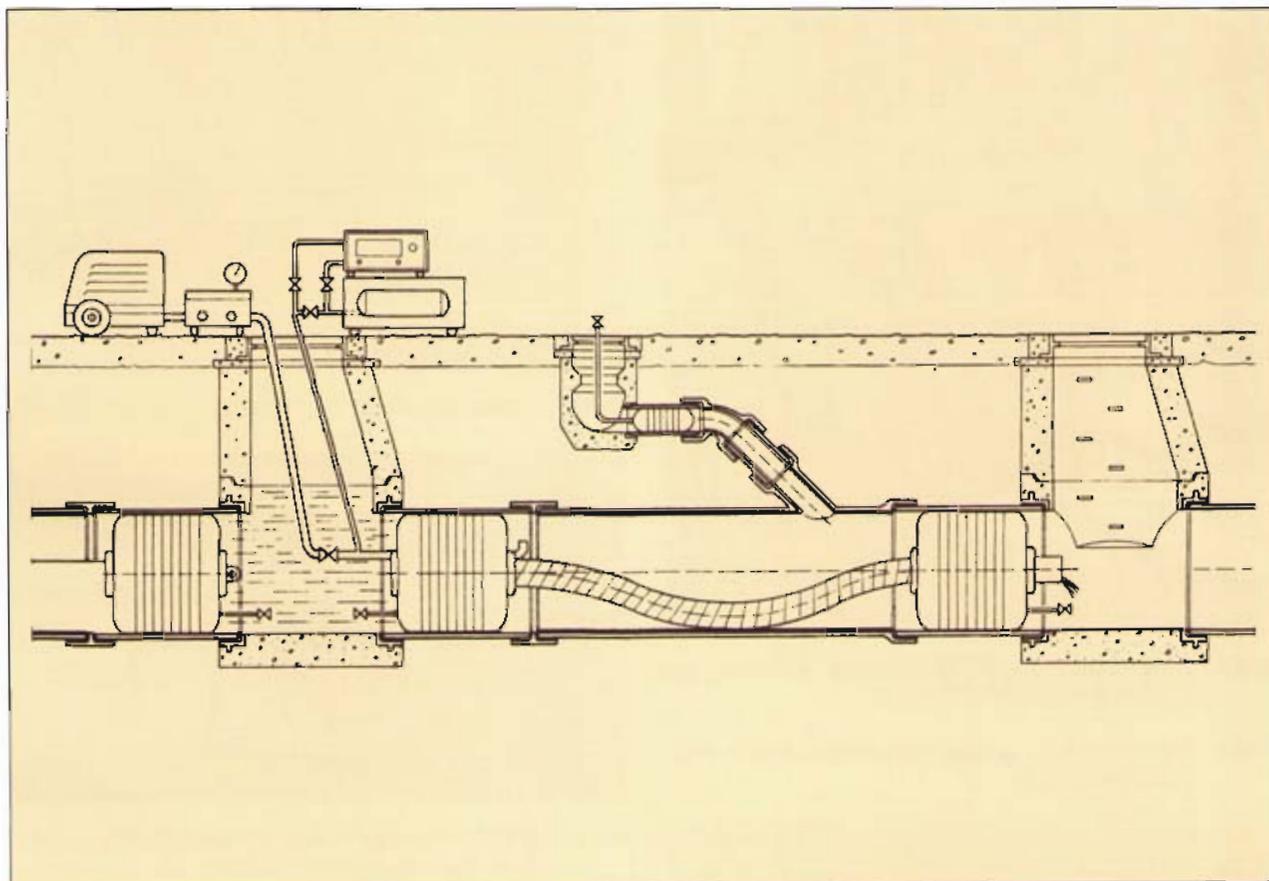


Bild 9: Prüfung einer Haltung mit Unterdruck bei gleichzeitigem Betrieb der Leitung

Innovative Gedanken zur Abwassersituation insbesondere im ländlichen Raum

– dargestellt an einem Beispiel der Abwasserentsorgung im Norden von Rheinland-Pfalz (Kreis Altenkirchen/Westerwald)

Von Heinz-Dieter Scharenberg

1. Vorbemerkung

Der nachfolgende Bericht umschreibt die Erfahrungen des Zweckverbands Wasserversorgung Kreis Altenkirchen (WKA) seit 1985 mit dem Ergebnis, die in Städten und Ballungsräumen erprobten Vorschriften der Abwassersammlung und -ableitung wirtschaftlich zu optimieren, in der geforderten Funktion zu verbessern, Sicherheiten erkennbar zu nutzen, vor allem die Gegebenheiten und Besonderheiten des ländlichen Raumes mit den enormen Transportentfernungen, teils durch größere Wasserschutz-zonen, sinnvoll zu berücksichtigen.

2. Anschlußgrad in der Bundesrepublik Deutschland

Ein wesentliches Ziel des Gewässerschutzes besteht seit dem Umweltprogramm der Bundesre-

gierung von 1971 darin, für alle Gewässer mindestens die Gewässergüteklasse II zu erreichen und für alle Gewässer, deren Güteklasse besser ist, diesen Zustand zu erhalten.

Dieses Ziel, dessen Realisierung ursprünglich bis 1985 vorgesehen war, ist auch heute bei weitem noch nicht erreicht.

Bei der Erreichung dieses Ziels nimmt die Abwasserbeseitigung (Kanalbau) eine herausragende Stellung ein. Aus den Zielplanungen kann ein Zielanschlußgrad von wenigstens 95 % bis zum Jahr 2000 abgeleitet werden. Schätzungen zufolge sind Ende 1987 rund 92,1 % der Bevölkerung bereits an das Kanalnetz angeschlossen.

Aus Tabelle 1 wird deutlich, daß nach Bundesländern erhebliche Unterschiede bestehen. Der Anschlußgrad in der Bevölkerung an die öffentliche Sammelkanalisation in den alten Bundesländern reicht von 81,4 % in Schleswig-Holstein bis 99,1 % in Bremen. Beim Anschlußgrad kann eine erste Tendenz festgestellt werden. Er steigt in der Regel mit zunehmender Bevölkerungsdichte. Einen niedrigeren Wert weisen Flächenstaaten mit geringer Siedlungsdichte auf. Die Stadtstaaten sind dagegen hochgradig kanalisiert, lediglich Baden-Württemberg bildet hier eine Ausnahme.

Weiterhin können aus der Übersicht die verlegten Kanalmeter pro Kopf der an die Kanalisation angeschlossenen Einwohner entnommen werden. Die Werte reichen von 3 m/EW in Hamburg bis 7,4 m/EW in Niedersachsen. In der Tendenz steigen die zu verlegenden Kanalmeter mit fallender Bevölkerungsdichte. Verknüpft man die beiden Tendenzen miteinander, so läßt sich folgende Feststellung treffen: Eine weitere Erhöhung des Anschlußgrades ist nur über die weitere Kanalisierung dünnbesiedelter Gebiete möglich, was wie-

Tabelle 1: Anschlußgrad der Wohnbevölkerung und Kanallänge pro Kopf der an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Einwohner in den alten Bundesländern: Stand 31.12.1983 (Neuere Erhebungen liegen nicht vor; entscheidende Verschiebungen sind nicht zu erwarten).

Land	Wohnbevölkerung	Wohnbevölkerung mit Anschluß an die öffentliche Sammelkanalisation	Anschlußgrad	Kanallänge ¹	Kanallänge pro Kopf ²
	in 1000	in 1000	in v. H.	km	m/EW
Schleswig-Holstein	2 616,6	2 130,7	81,4	13 566,5	6,4
Hamburg	1 609,5	1 519,0	94,4	4 577,5	3,0
Niedersachsen	7 248,5	6 010,6	82,9	44 400,9	7,4
Bremen	676,5	670,8	99,1	2 393,0	3,6
Nordrhein-Westfalen	16 836,5	15 329,8	91,1	67 604,3	4,4
Hessen	5 565,0	5 443,1	97,8	28 175,8	5,2
Rheinland-Pfalz	3 633,5	3 355,3	92,3	19 084,1	5,7
Baden-Württemberg	9 243,3	8 980,8	97,2	47 664,5	5,3
Bayern	10 969,5	9 346,3	85,2	46 941,0	5,0
Saarland	1 052,8	1 037,3	98,5	5 820,2	5,6
Berlin	1 854,5	1 808,2	97,5	5 528,0	3,1
Bundesgebiet	61 306,6	55 531,9	90,6	285 795,8	5,1

1 Kommunale Sammelkanäle und Zuleitungskanäle zu den Kläranlagen

2 Kanallänge pro Kopf der an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Wohnbevölkerung

Quelle: Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Fachserie 19, Reihe 2.1, S. 20 f; eigene Berechnungen.

Tabelle 2: Anschlußgrad der Bevölkerung und Kanallänge pro Kopf der an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Einwohner nach Gemeindeklassen: Stand 31.12.1983 (Neuere Erhebungen liegen nicht vor; entscheidende Verschiebungen sind nicht zu erwarten).

Gemeinden mit ... bis ... Einwohnern	Wohnbevölkerung			Gesamtlänge des Kanal- netzes ¹	Kanallänge pro Kopf ²
	Insgesamt	Darunter an öffentliche Sammelkanalisation angeschlossen			
	in 1000	in 1000	in v. H.	km	m/EW
1-2 999	5 770,3	4 019,3	69,7	34 465,5	8,6
3 000-19 999	19 222,3	16 820,6	87,5	112 460,0	6,7
20 000-99 999	16 044,5	15 011,8	93,6	78 164,3	5,2
> 100 000	20 269,6	19 780,2	97,6	60 706,5	3,1
Bundesgebiet	61 306,7	55 631,9	90,7	285 796,3	5,1

- 1 Sammelkanalisation innerhalb der Gemeinden und Zuleitungskanäle zu den Klärwerken
2 Kanallänge pro Kopf der an die öffentliche Sammelkanalisation angeschlossenen Wohnbevölkerung

Quelle: Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Fachserie 19, Reihe 2.1, 1986, S. 20; eigene Berechnungen.

derum bedeutet: Überproportionale Erhöhung der zu verlegenden Kanalmeter pro Kopf der anzuschließenden Einwohner.

Aus einer Studie des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen wird deutlich, daß in den Jahren von 1958 bis 1975 die erforderliche Kanalisationslänge je neu angeschlossener Einwohner von 3,8 auf 7,8 m/EW, in den folgenden Jahren von 17,5 m/EW (1976–1979) und weiter auf 18,1 m/EW (1980–1983) angestiegen ist. Für die kommenden Jahre kann für weitere Planungen der öffentlichen Kanalisation ein Wert von bis 20 m/EW zugrundegelegt werden.

Der deutliche Anstieg der erforderlichen Kanalisationslänge, bezogen auf die jeweils neu angeschlossenen Einwohner, läßt darauf schließen – wie bereits erwähnt –, daß insbesondere seit 1976 überwiegend weitläufigere (dünnbesiedelte) Wohngebiete neu kanalisiert worden sind.

Dieser Trend wird auch bestätigt durch eine Untersuchung des Anschlußgrades der Bevölkerung

und Kanallänge/EW der an die öffentliche Kanalisation angeschlossenen Einwohner nach Gemeindegrößenklassen (Tabelle 2). Demnach gelten für Gemeindegrößenklassen mit weniger als 3000 Einwohner (ländlicher Bereich) Anschlußgrade von 70 % und für Großstädte über 100 000 Einwohner von 98 %.

Der Zielanschlußgrad für den Zeitraum 1995 bis 2000 kann nach Angaben der Bundesländer – wie Tabelle 3 verdeutlicht – nur über den Ausbau der ländlichen Kanalisation erreicht werden.

3.1 Die Problemstellung

Die spezifischen Kosten je Einwohner steigen mit fallender Siedlungsdichte, wie vorstehend beschrieben.

Die Wirtschaftlichkeit hat demnach bei der Planung von ländlichen Abwasserbeseitigungsanlagen eine besondere Priorität.

Einsparungen an der bisherigen Praxis der Abwassersammlung und -ableitung sind bei Umset-

Tabelle 3: Zielanschlußgrad und Zielreinigungsleistung der öffentlichen Abwasserbeseitigung nach Angaben der Bundesländer

Bundesland	Zielanschlußgrad der Wohnbevölkerung an die öffentliche Sammelkanalisation		Zielreinigungsleistung der auf den Kläranlagen anfallenden Abwässer		
	in v. H.	Zieljahr	biologisch in v. H.	weiter- gehend in v. H.	Zieljahr
Baden-Württemberg	98	1990	85	15	1992
Bayern	90	1995	90	10	1995
Berlin	100	o. J.	0	100	1987
Bremen	100	o. J.	100	k. A.	1984
Hamburg	99	2000	100	0	1987/88
Hessen	99,9	1995	100	0	1995
Niedersachsen	96,1	1998	96,2	k. V.	1998
Nordrhein-Westfalen	95	1995	80	20	1995
Rheinland-Pfalz	95	2010	90	5	2010
Saarland	100	2000-2005	100	n. b.	2000-2005
Schleswig-Holstein	85	1990	n. n.	n. b.	n. n.

o. J. = ohne Jahr k. A. = keine Angabe k. V. = keine Vorgabe n. n. = noch nicht festgelegt n. b. = nicht bekannt

Quelle: GEWOS, (Hrsg.), Bauen und Umweltschutz, Hamburg 1986, Teil C, S. 1-65.

zung der geübten Technik des Sammelns und Transportierens in Städten und Ballungsräumen nur noch im „Pfennigbereich“ denkbar.

Also mußte für den ländlichen Bereich eine **innovative Technik** gefunden werden, um zu weiteren Wirtschaftlichkeitseffekten zu kommen.

Dies gelang 1985 bei dem WKA-Zweckverband, der die Betriebsführung für den Abwasserzweckverband Betzdorf-Kirchen-Daaden übernommen hat.

3.2 Trennsystem/Mischsystem

Das Trennsystem hat sich in der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum bisher nicht durchsetzen können. Dies vor allem, weil ihm höhere Kosten nachgesagt werden.

Ganz im Gegenteil ist das Mischsystem bei der Entsorgung ländlicher Gebiete oft unwirtschaftlicher als die übliche Trennsystemtechnik. Denn durch Vermischung des eigentlichen Abwassers (bei dünner Besiedlung)

- mit Hangwasser
- mit dem Abfluß aus angrenzenden Wald-, Acker- und Weideflächen (Neubaugebiete)
- mit Sickerwasser der Grundstücksdränagen
- mit Quellwasseraustritten bei Wegebau und Hausbau

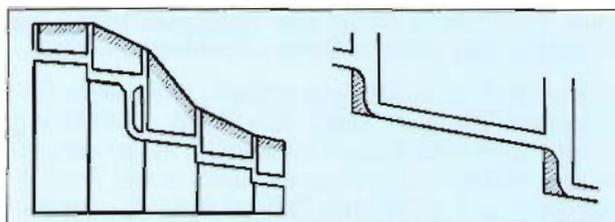


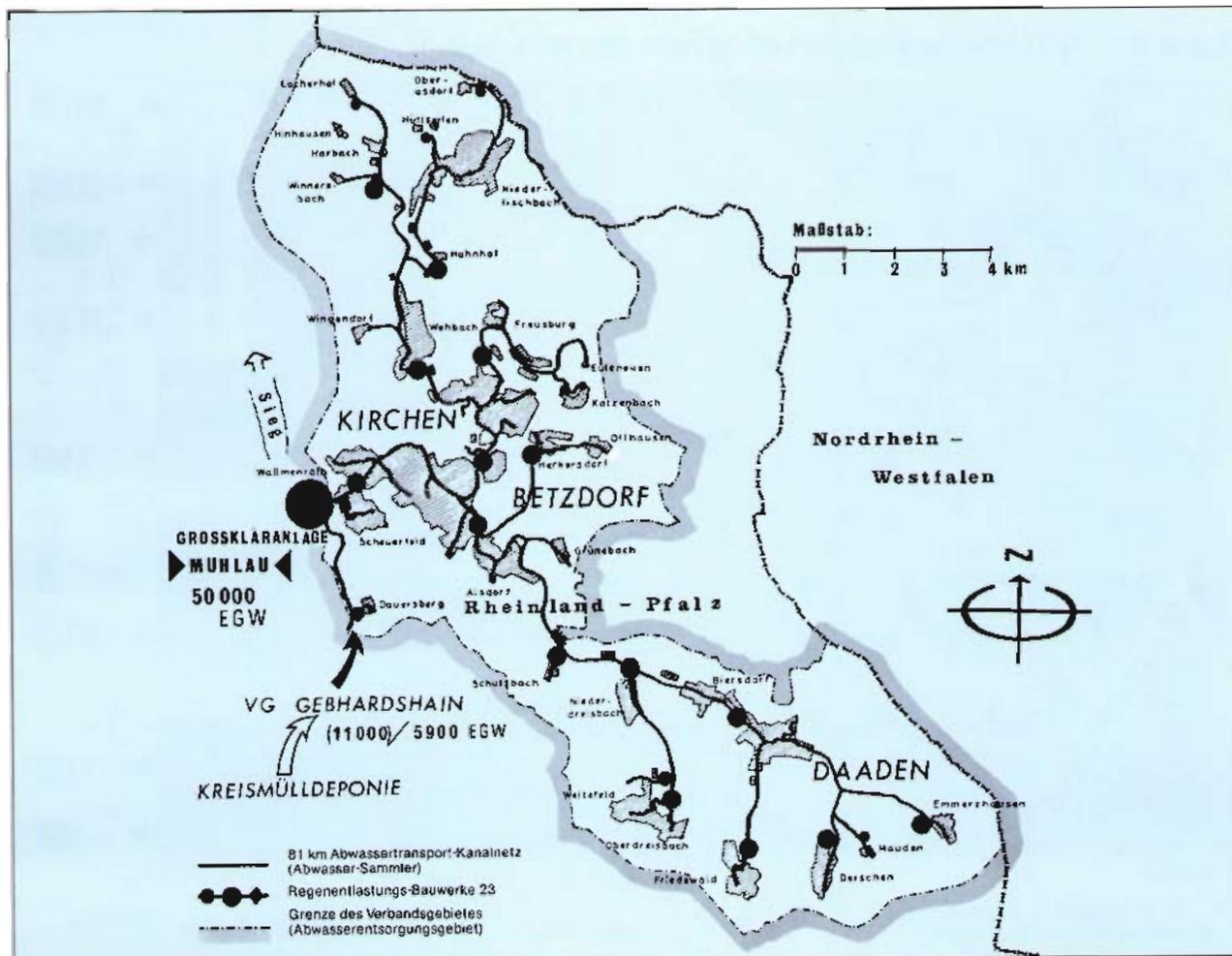
Bild 1: Untersturzschächte

wird **viel** Abwasser erzeugt, das mit erheblichem Aufwand und steigenden Kosten zur Reinigung nach immer strenger werdenden Auflagen des Gewässerschutzes einer biologischen Vollreinigung unterzogen werden soll. Die Schmutzfracht läßt sich wie gewünscht behandeln, aber die Menge fordert Rückhalteraum und damit eine größere Anlagenkapazität zum Abbau der Rückhalte-mengen bei verdünnter Schmutzfracht.

Die Sammler verbinden häufig über mehr als 2 bis 3 km einen Ort mit 200 EW mit dem nächsten mit 500 EW usw.

Die „Mischwasser“-Verbindungssammler im ländlichen Raum, die in den letzten Jahren im Zuge der Zusammenschlüsse zahlreicher Gemeinden und dem Bau größerer Kläranlagen entstanden sind, kosten z. B. in Steilhangelagen mit der Energieumwandlung bei Regenabflüssen viel Geld (z. B. Untersturzschächte in kurzen Abständen, siehe Bild 2). In anschließenden Flachstrecken

Bild 2: Übergemeindliche Abwasserbeseitigung im Norden von Rheinland-Pfalz



aus (Freispiegelgefälle), wobei geringe Tiefpunkte und Hochpunkte bis ca. 4 m in Kauf genommen werden.

Die Muffendichtungen sind gegen Unterdruck sicher und so können auch Drucklinienunterführungen von einigen Metern im Gefälleknickpunkt unberücksichtigt bleiben.

Die Geschwindigkeit sichert auch bei Trockenwetterabfluß, daß rd. 3 km Leitung in einer Stunde durchflossen werden. Dieser schnelle Transport kleiner Mengen ist mit großkalibrigen Kanalschacht-Systemen nicht nachvollziehbar.

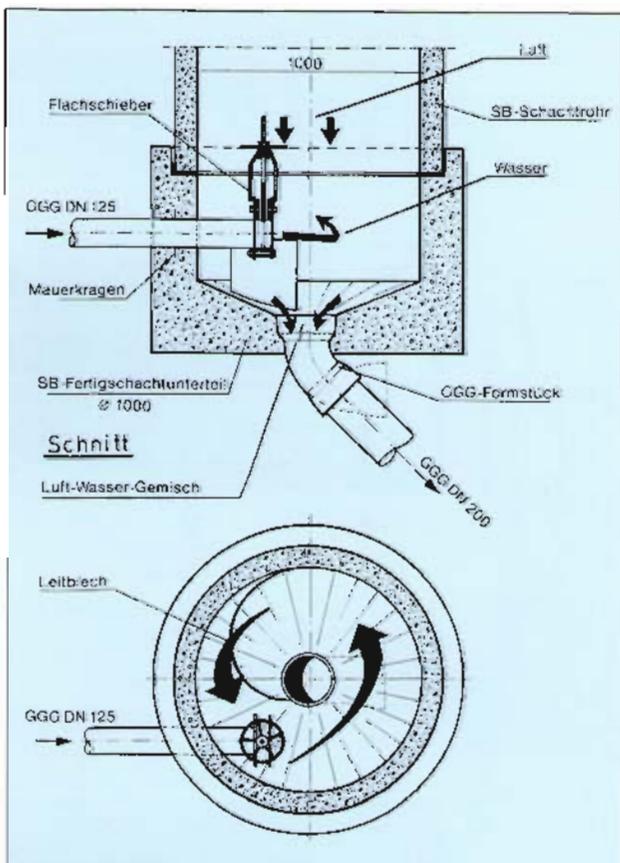
Zur Größenbemessung der Leitung genügt ein Blick in Diagramm 1. Es sind 2 Einwohnerwerte enthalten; rechts am Rand sind die Abwassermengen der angegebenen Einwohner eingestuft bei 14-stündigem Ablauf. Im Diagramm sind die Einwohner bei 24-stündigem Ablauf eingerechnet.

Es ist leicht zu erkennen, daß nicht nur in steilen Mittelgebirgslagen ein Nutzen aus diesem Druckrohrsystem zu ziehen ist, sondern die Vorteile sich noch bis zu 1/2 % (5 ‰) auswirken.

Beim Abwasserzweckverband Betzdorf-Kirchen-Daaden werden die Leitungen ab DN 125 GGG verlegt als Verbindungssammler etwa für Orte bis 2000 Einwohner. Im Diagramm 1 erkennt man, daß das Rohr DN 125 für 1000 oder gar 500 Einwohner noch viel zu groß ist.

Wer jetzt kritisch die Nase rümpft, bedenke bitte:
Eine Pumpleitung zu Berg wird eventuell bei ei-

Bild 3: Energieumwandlungs-Schacht (Sauerstoffeintrag)



nigen hundert Einwohnern nur in DN 100 oder DN 80 verlegt, damit die Leitung freigeblasen werden kann, wegen der großen Füllmenge. Hier müssen selbstverständlich $h_{\text{geod}} + h_{\text{man}}$ durch Elektroenergie überwunden werden.

Bei der Druckrohrleitung „System WKA“ wird die Energie $h_{\text{geod}} - h_{\text{man}}$ genutzt, um z. B. am Ende der Druckleitung eine Sauerstoffanreicherung vorzunehmen (Bild 3).

Die ab 1985 verwendeten duktilen Gußrohre der Wanddickenklasse K 10 erhielten innen eine Zementmörtel-Auskleidung mit hoher Sulfatbeständigkeit.

„Druckrohrleitung“ heißt beim System WKA: Nach unten frei auslaufender kleinkalibriger, immer mit



Bild 4: RÜB unterhalb der Bebauung

mindestens 40 % Füllmenge bei ca. 1,0 m/s Geschwindigkeit über 24 h/d betriebener Verbindungssammler.

Zu dieser Leitung gehört, unterhalb des jeweiligen Einzugsgebietes (Bild 4) angeordnet, ein Regenüberlaufbecken (RÜB), das nach gültigen Richtlinien auf die Größe des Einzugsgebietes dimensioniert wird. Das RÜB stellt dann gleichzeitig den Einlauftrichter für die Druckleitung dar. Dabei sind die „reduzierten Flächen“ älterer Planungen tunlichst zu überprüfen, die Mischwasserzuläufe sind nach den eingangs ausgeführten Kriterien zu reduzieren und wirkliche Einwohnerentwicklung ist auf heutigen IST-Zustand aufzubauen.

Das vom WKA entwickelte Regenüberlaufbecken „System WKA“ (Bild 5) als Mittelpunktbecken (im Mittelpunkt des RÜB befindet sich eine jederzeit begehbare Meß- und Regelstation mit Multifunktionspumpe in Trockenaufstellung, siehe Bild 6) hat den Vorteil, daß ohne kostenaufwendigen Einsatz von Spülfahrzeugen der Speicherraum des RÜB's gereinigt, gespült und evtl. auftretende Verstopfungen durch Rückspülung beseitigt werden können.

Auch eine Mehrleistung der weiterführenden Abwasserdruckleitung durch eine Geschwindigkeitserhöhung im Pumpbetrieb ist durch Änderung von Schieberstellungen möglich. Die gleichmäßige Temperatur in Schaltraum und Rohrkeller wird durch das umgebende Abwasser bestimmt.



Bild 6: Steuerschrank der Meß- und Regelstation im Zentrum des RÜB

4.2 Messen, Steuern, Regeln

Die Meßübertragung und Steuerung ist von dem rechnergesteuerten Leitstellensystem des Klärwerks über Fernmeldekabel und/oder Postmodem möglich. Je nach der momentanen Auslastung der Kläranlage können so Schlamm und Abwasser zurückgehalten oder abgerufen werden.

Eine negative Beeinträchtigung von Wasser oder Schlamm ist nicht zu beobachten.

Die Messung und Regelung der ablaufenden Abwassermenge geschieht entsprechend den angeschlossenen Einwohnern über einen induktiven Durchflußmesser (IDM), der einen elektrisch betriebenen Flachschieber ansteuert.

Ebenso werden die Stauhöhe im Becken und der evtl. Überlauf gemessen. Die Meßwerte werden vor Ort von einem 3-fach-Linienschreiber aufgezeichnet und über Datenfernübertragung zur

rechnergesteuerten Leitstelle des Klärwerkes übermittelt.

Wasserfüllung im Becken und reduzierter Ablauf von 20 % unter dem Sollwert lassen eine Störung erkennen und setzen zur Zentrale einen qualifizierten Alarm ab (nach Dienst zur Rufbereitschaft). Der Schwellwert (hier 20 %) kann nach Bedarf verändert werden.

Im Regenüberlaufbecken wird die komplette Meß- und Regeleinrichtung über eine batteriegepufferte 24 V-Stromversorgung über ein Ladegerät betrieben, um bei evtl. Stromausfällen weiter regeln, melden und steuern zu können.

Ohne den Gleichstrombetrieb ist bei Einhaltung der heutigen Sicherheitsforderung (Fehlerstromschutz) der Betrieb gerade im Sommer (Gewitter) nicht zu gewährleisten.

Die technische Installation dieser RÜB's garantiert im Detail, daß keine Grobstoffe in das abgehende kleinkalibrige Druckrohr gelangen können, die eine Verstopfung herbeiführen könnten. Für alle Fälle ist die Druckrohrleitung aus duktilem Gußeisen in der Lage, jeden Spüldruck, auch aus Hochdruckspülwagen, aufzunehmen und (bisher noch nicht beobachtete) Anlandungen weiter zu transportieren.

Die eingebaute Beckenreinigungsanlage kann durch Schieberumstellung 20 m Druck über dem max. Füllstand des Beckens auf die abgehende Rohrleitung geben.

Das Innere des RÜB „System WKA“ zeigt Bild 7. Zu erkennen sind dabei die Regelentnahme unten und die seit 5 Jahren bei dem WKA obligatorische Obenentnahme vor Vollfüllung und Überlauf. Dadurch werden der Schwimmschlamm, Papier, Plastik und Laub oben abgeschöpft und zur Kläran-

Bild7: Prinzipdarstellung

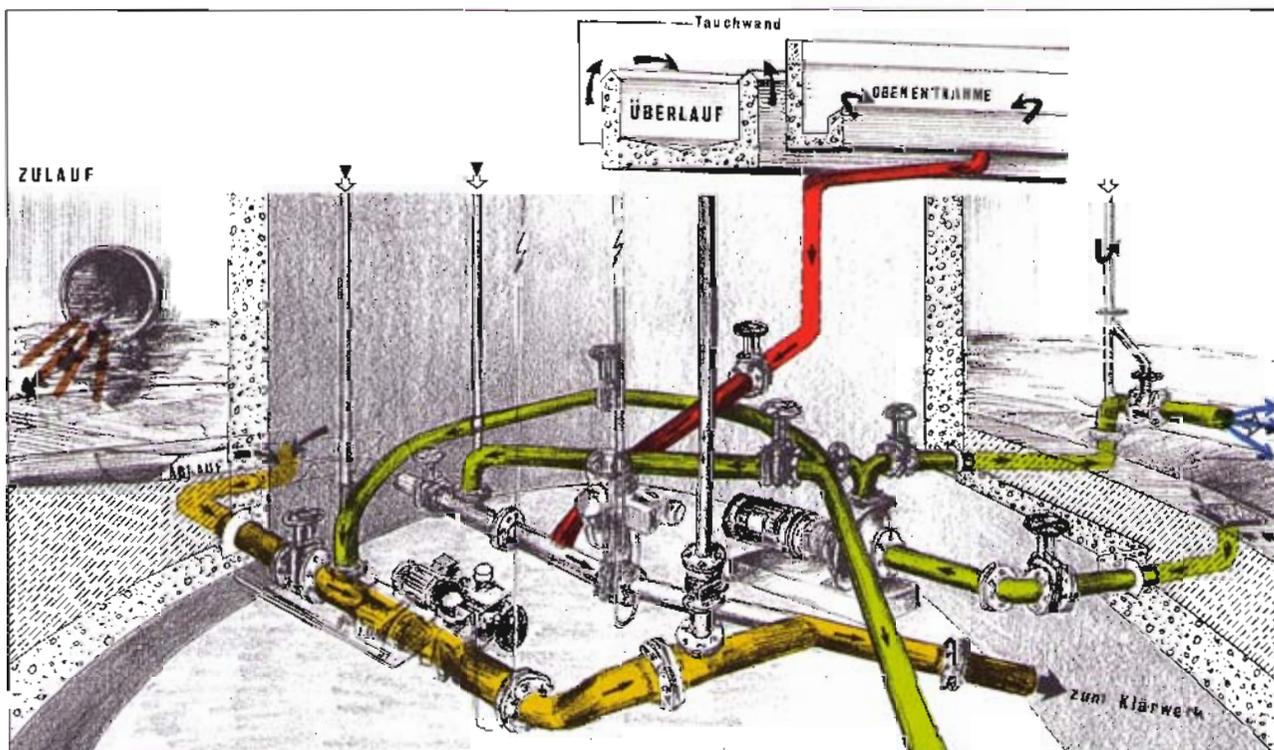




Bild 8: Hauptsammler DN 200 mit Aufnahme

gebracht, bevor der Überlauf hinter der Tauchwand einsetzt. Der Vorgang wird in der Steuerung vor Ort ausgelöst.

4.3 Der Spezialschacht

In den Rahmen der beschriebenen Bemühungen um eine rationelle Abwasserentsorgung gehört

Bild 9: Plan eines Wohngebietes mit WKA-Schächten

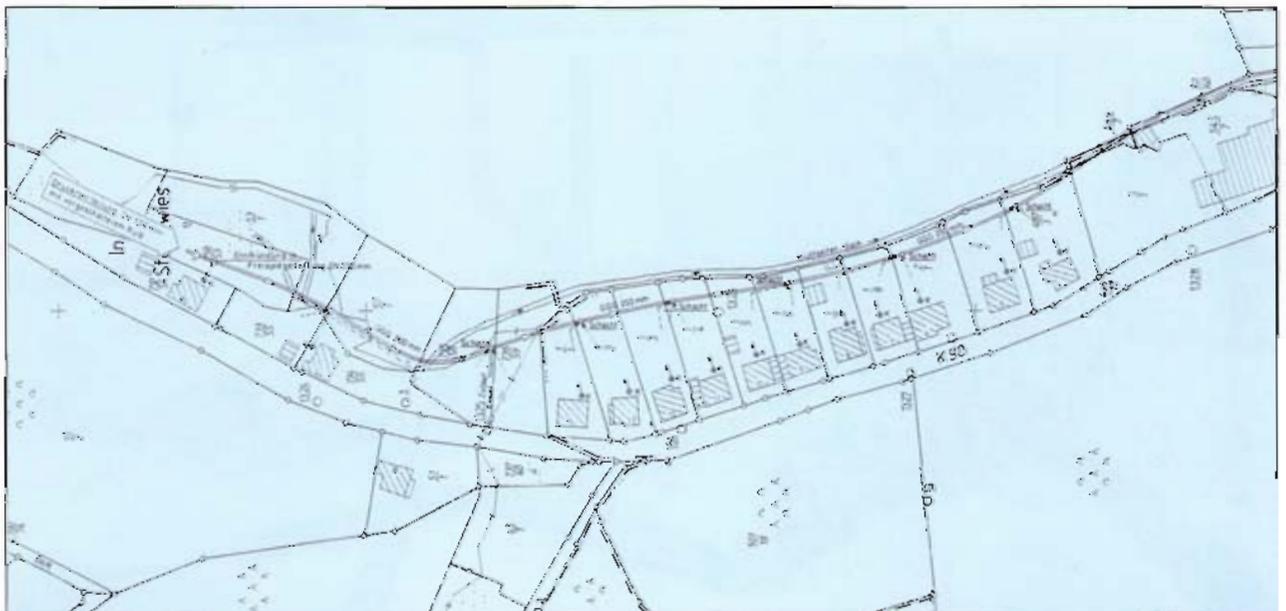


Bild 10: Aufnahmeschacht mit zwei Zuläufen

auch eine besondere Anschlußtechnik für Grundstücke.

Der Grundstücksentwässerungsschacht zur Zulaufsichtkontrolle bei Einlauf in den Hauptsammler ist seit einem Jahr im Einsatz.

Bild 8 zeigt den Hauptsammler DN 200 aus duktilen Gußrohren für ein Wohngebiet mit Aufnahme

einer Druckleitungsentwässerung DN 125 GGG nach RÜB aus einem höher gelegenen Ortsteil (Bild 9).

Mittels MMA-Stück im Sammler wird der Fertigschacht WKA auf den Sammler aufgesteckt (SIT-Verbindung) und nimmt nun die Grundstücksentwässerungen einzeln auf.

Der Schacht hat 1, 2 oder 3 Zuläufe (Bild 10), die über die Grundstücksgrenze hinaus bzw. in Fließrichtung des Sammlers nach oben oder unten durch duktile Gußrohre DN 150 verlängert werden und so satzungsgerecht dem jeweiligen Grundstück an der benötigten Stelle zur Verfügung stehen.

Das System ist preiswert, übersichtlich und verhindert jede Sperrgutzugabe zum Sammler bzw. führt bei Mißbrauch zum Rückstau unmittelbar am Ort des Geschehens. Die Grundstückszulaufmenge und Art des Wassers ist jederzeit durch den Betreiber der Anlage umfassend zu prüfen.

Der Hauptsammler wird nicht mehr „angebohrt“ oder „angeschlagen“ und jeder Hausanschluß ist

durch Kleinkamerabefahrung auf Dichtigkeit und Falschanschluß zu kontrollieren.

5. Ergebnis

Beim Abwasserzweckverband Betzdorf-Kirchen-Daaden sind seit Jahren eine Vielzahl von Verbindungssammlern der beschriebenen Bauart in Betrieb (Bild 11). Sie funktionieren störungsfrei und wartungsarm. Gerade diese Leitungen verkürzen die Transportzeit der Schmutzfracht zum Klärwerk beachtlich, Stoßzeiten werden vermieden.

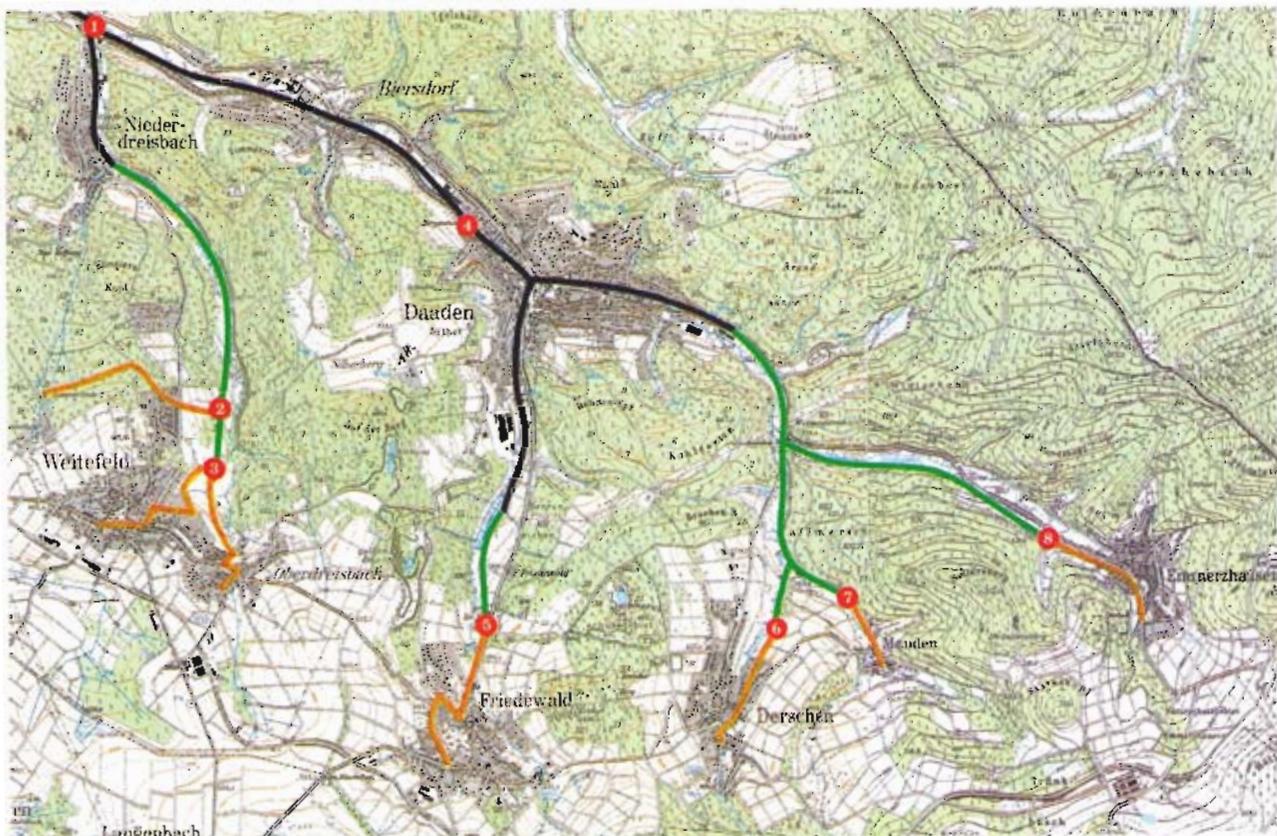
Zu den Kosten ist zu sagen:

Die erwarteten Einsparungen haben sich über Jahre voll eingestellt.

Im Vergleich:

- 1) Verbindungssammler herkömmlich mit RÜ und Freispiegelableitung ab 1000 m bis über 3000 m = 100 % Kostensumme
- 2) Druckrohrleitung mit RÜB „System WKA“ in kompletter Messung, Regelung, Steuerung und Fernüberwachung mit Fernbedienung wie beschrieben = 60 % Kostensumme von Ziffer 1.

Bild 11: Beispiel eines nach dem WKA-System erschlossenen Abwasser-Einzugsgebietes



RÜB	V (m ²)	q _v (Q _s)	Ablauf (mm)	EW ca.
1 Niederdreisbach	2250/1170	2,5	300	2390/10220
2 Weitefeld II	92	2,5	200	180
3 Weitefeld I	390	2,5	250	2060
4 Daaden	1100/635	2,5	200	2945/5770
5 Friedewald	396	2,5	125	1050
6 Derschen	270	2,5	125	955
7 Mauden	70	2,5	125	60
8 Emmerzhausen	175	2,5	125	750

Das bedeutet zum Beispiel:

Herkömmlicher Kanal **mit RÜ ohne RÜB** (RÜB ist aber Forderung der nahen Zukunft – Abwasserabgabe etc. –) für 3 km Leitung (Kontrollen nur durch Befahren der Leitung)

2 Mio DM

Druckrohrableitung **mit RÜB**, Mengemessung etc. (Kontrolle durch Fernüberwachung und Fernbedienung) nach den Ausführungen dieses Berichtes

1,2 Mio DM

Dabei ergeben sich die Zusatznutzen:

- eine druckfeste Leitung bis PN 16 (TYTON-SIT-Verbindung)
- Druckprobe nach DIN 4279 T.3 Wasserleitung
- durch Schweißen und Plasmaschneiden an jeder Stelle zu bearbeiten
- hochbeständig gegen aggressive Medien
- von außen geschützt gegen aggressive Böden
- kleine Richtungsänderungen ohne Formstücke durch Abwinkeln der Rohrverbindungen
- Ersatz von Widerlagern durch zugfeste TYTON-SIT-Verbindung

- eine Verlegung durch Trinkwasserschutzgebiete gewinnt durch die ständige Kontrolle der Leitung an Sicherheit
- hoher Grundwasserstand ist unschädlich
- infolge der flachen Verlegung beeinflussen ungünstige Untergrundverhältnisse den Verlegepreis kaum
- Wiederholungsprüfung ist jederzeit möglich
- minimale Störungen des Landschaftsbildes (Bild 12).

Die jederzeit mögliche Druckprüfung im Betrieb läuft so ab:

- Druckrohr am Ende abschiebern (Schieber ist eingebaut)
- mit Pumpe Druck 20 m über Beckenfüllstand erhöhen
- Schieber im Becken schließen
- Manometer am Druckstutzen der Beckeninstallation beobachten
- Ergebnis auswerten
- beide Schieber öffnen, Regelbetrieb ist hergestellt.

Bild 12: RÜB nach Anpflanzung



Bildnachweis

Seite 17:

Freigabe: Reg. v. Obb. G 4/30944

Foto: Luftbildverlag Hans Bertram

Copyright: Flughafen München GmbH

Seite 20:

Foto: Peter Bock-Schroeder

Copyright: Flughafen München GmbH

Seite 47, Bild 11:

Unmaßstäbliche Verkleinerung aus den Top. Karten 1:25 000, Bl. Nr. 5213 und 5214.

Vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Rheinland Pfalz (TK 5213), Kontroll-Nr. 106/91.

Vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen (TK 5214), Kontroll-Nr. 152/91.

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:

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, Konrad-Adenauer-Ufer 33, 5000 Köln 1



GUSSROHR-TECHNIK

**Wasser
Abwasser
Gas**

