

ROHRE für GAS und WASSER

MIT DEN BESTEN EMPFEHLUNGEN!

HALBERGERHÜTTE
Brebach-Saar

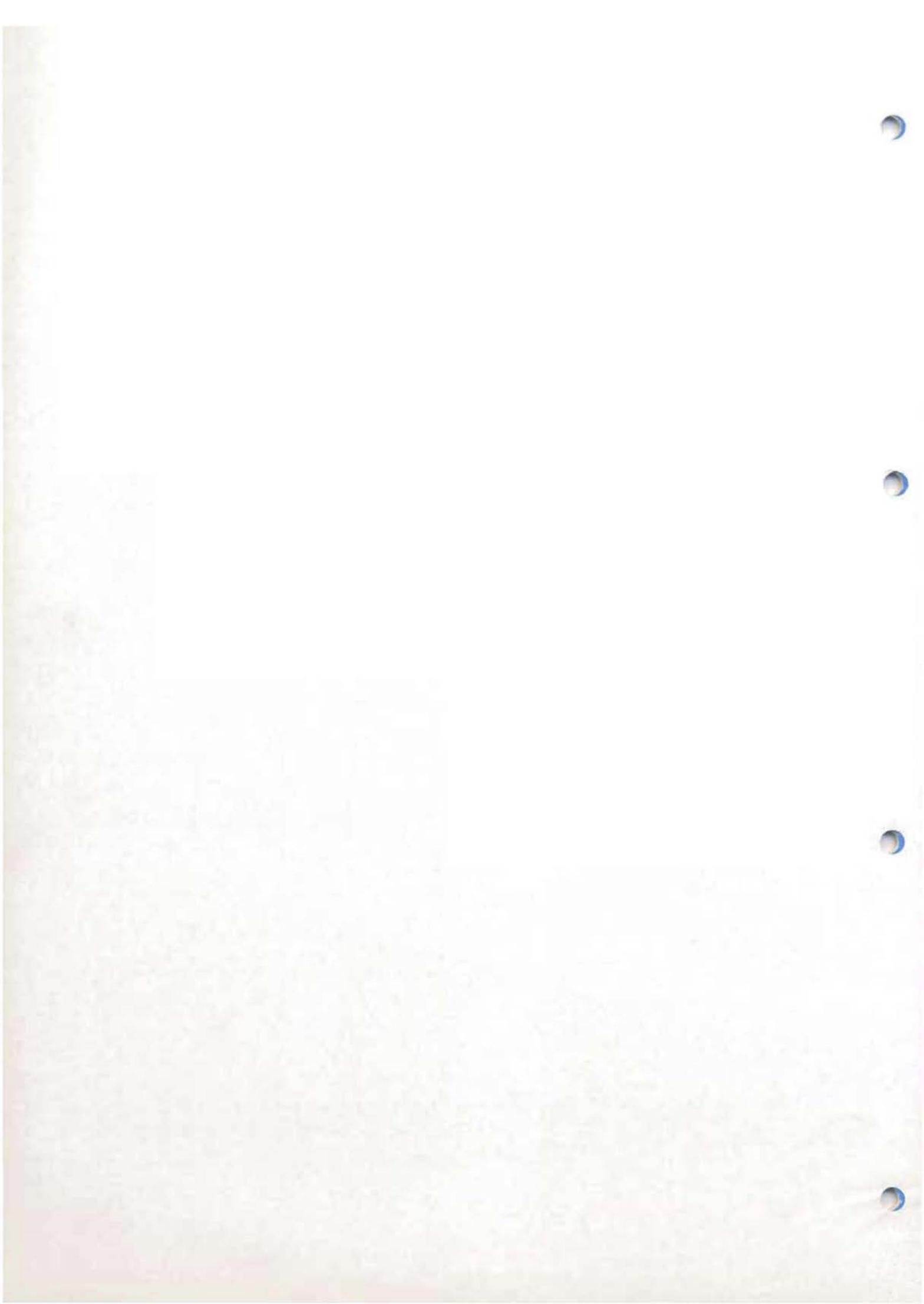
fgr

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre

7

Informationen für das
Gas- und Wasserfach





ROHRE für GAS und WASSER

fgr

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre

7

Informationen für das
Gas- und Wasserfach

Inhalt	Seite
DIPL.-ING. HANS DIETER KUHLMANN Erfahrungsbericht über den Bau der 21 km langen Wassertransportleitung aus duktilen Gußrohren NW 1000 von den Heidewerken nach Hannover	2
DIPL.-ING. OTTO DINTELMANN Duktile Gußrohre großer Nennweiten mit TYTON-Verbindung und deren Verlegung	8
DIREKTOR DIPL.-ING. HANS HÜGELMANN Löschwasser-Düker aus duktilen Gußrohren NW 250 durch die Fulda	12
TECHN. WERKLEITER HANS ZENZ Trinkwasser-Düker aus duktilen Gußrohren NW 500 durch die Mosel	16
ING. (GRAD.) HERMANN WEBER Abwasser-Düker aus duktilen Gußrohren NW 1250 und NW 800 durch die Mosel	18
DIPL.-ING. NORBERT RAFFENBERG Ergebnisse von Berstdruckversuchen an Formstücken aus duktilem Gußeisen	20
FRIEDEL LISTNER Duktile Formstücke mit TYTON-Verbindung und deren Verlegung	29
ING. (GRAD.) RUDOLPH ZIMMER Anschweißen von Anschluß-Stutzen für Hauszuleitungen an duktile Gußrohre	37
DR.-ING. WOLF-DIETRICH GRAS Untersuchungen über den Korrosionseinfluß von Nickel-Schweißzonen an Rohren und Formstücken aus duktilem Gußeisen	31

Titelbild:

Verlegung einer Leitung aus duktilen Gußrohren NW 1000 mit TYTON-Verbindung und Langmuffe. Nach dem Einschleiben des Spitzendes wird mit einem Taster der einwandfreie Sitz des Dichtringes überprüft.

Herausgeber: Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre,
5 Köln 1, Konrad-Adenauer-Ufer 33, Postfach 160 176

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt

Druck: Vulkan-Druck GmbH & Co. KG, Essen

Februar 1972

Erfahrungsbericht über den Bau der 21 km langen Wassertransportleitung aus duktilen Gußrohren NW 1000 von den Heidewerken nach Hannover

Von HANS DIETER KUHLMANN

Die Stadtwerke Hannover AG verlegen erstmals in der Bundesrepublik duktile Gußrohre mit Zementmörtelauskleidung und TYTON-Muffenverbindung der Nennweite 1000.

Allgemeines und Gründe für die Notwendigkeit des Baus sowie Entscheidung über den Werkstoff der Leitung

Im Jahre 1970 stellte sich heraus, daß die einzige im Jahre 1929 bei den Stadtwerken Hannover AG — Wasserwerke — verlegte Stahlleitung, Berkhof I, NW 800, die in der sehr stark befahrenen Bundesstraße 522 von Hannover nach Walsrode liegt, aus betriebstechnischen Gründen saniert bzw. durch eine neue Leitung ersetzt werden mußte. Die Werkleitung war zu sofortigem Handeln gezwungen, da die Berkhof-I-Leitung eine Hauptversorgungsleitung darstellt.

Es ergaben sich zwei Möglichkeiten, das Problem zu lösen:

1. Die gesamte Leitung konnte in zwei Abschnitte geteilt und saniert werden. Erstens in den sehr viel schwierigeren Teil im städtischen Bereich bzw. in der Bundesstraße und zweitens in den in freiem Gelände bzw. in kleineren Ortschaften liegenden Bereich.
2. Es konnte eine Ersatzleitung für die alte Leitung gebaut werden.

Für den im Straßenbereich liegenden etwa 10 km langen Leitungsabschnitt wurde versucht, ein Verfahren zu ermitteln, das es ermöglicht hätte, ein PVC-

oder Stahlrohr kleinerer Nennweite (NW 600 oder NW 500) einzuziehen. Der in freiem Gelände verlaufende Abschnitt hätte dann durch Zementausschleudung (relining) saniert werden können. Da die genaue Lage der Krümmer, sonstiger Formstücke und Armaturen sowohl höhen- als auch lagemäßig in den alten Plänen nicht mehr einwandfrei feststellbar, dies aber für die Ermittlung der Kosten für die Sanierung unbedingt erforderlich ist und außerdem zur Zeit ein praktikables Verfahren fehlt, entschloß sich die Werkleitung zum Neubau einer Transportleitung mit Zementmörtelauskleidung der Nennweite 1000 bei einem Betriebsdruck von 16 kp/cm² (ND 16).

Nachdem dieser Entschluß gefallen war, stellte sich die Frage nach der Wahl des Werkstoffs und der Verbindung für die neue Leitung. Die drei Werkstoffe Stahl, Spannbeton und duktilen Gußeisen standen sich gegenüber.

Es mußte ein Katalog von Fragen untersucht und beantwortet werden, als da sind der Korrosionsschutz, Verlegepreis, das Gewicht und die sich daraus ableitenden Transportkosten, spätere Anbohrungen, die Art der Verbindungen, der Werkstoffpreis.

Das Für und Wider des einen oder anderen Werkstoffes wurde sorgsam abgewogen. Dann fiel die Entscheidung zugunsten des duktilen Gußeisens mit Zementmörtelauskleidung und TYTON-Muffenverbindung auf Grund des sehr günstigen Preises und nicht zuletzt im Hinblick auf die zukünftige Gestaltung der Versorgung der umliegenden Gemeinden. Der Gedanke einer reinen Wassertransportleitung mußte aufgegeben werden, da in Zukunft noch viele Abgänge von der 1000er Leitung vorzusehen sind.

Vorbereitende Planung und Grunderwerb

Es mußten die Fach-, Regional- und Überregionalplanungen vom Verband Großraum Hannover (Körperschaft öffentlichen Rechts), von zwei Regierungspräsidenten, zwei Landkreisen, elf Gemeinden, der Straßenbauverwaltung, der Deutschen Bundesbahn, der Flughafen Langenhagen GmbH, des Kulturamtes (Flurbereinigung), der Organisationen des niedersächsischen Landvolkes sowie sämtlicher Leitungsverwaltungen untereinander abgestimmt werden. Insbesondere mußte auf schon erstellte Flächennutzungs- und Bebauungspläne Rücksicht genommen werden.

Der Trasse wurde eine zügige Linienführung gegeben und diese mit den beteiligten Gemeinden abgesprochen. Es wurden deren Wünsche berücksichtigt und insbesondere auch Wegparzellen benutzt, um möglichst Privateigentum zu schonen. Mit dieser durch mehrere Begehungen festgelegten Trasse konnten die Grundstücksverhandlungen aufgenommen werden. Zwei Teams, bestehend aus einem Planungsingenieur und einem Herrn der Rechtsabteilung, besuchten dabei rund 150 Grundstückseigentümer und Pächter. Diese Form der Grundstücksverhandlungen hat sich sehr gut bewährt, so daß kein Zwangsverfahren nach dem niedersächsischen Wassergesetz durchgeführt werden mußte.

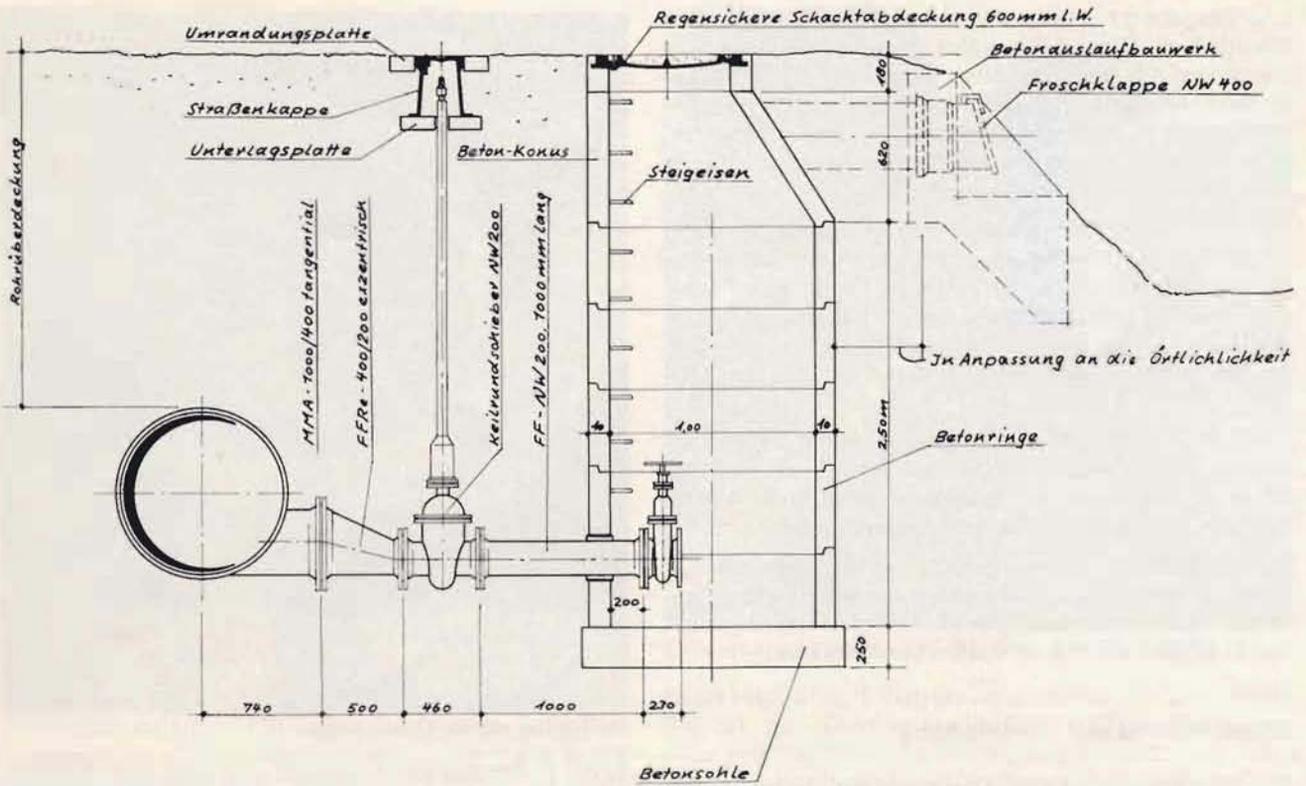
Die Leitung wurde im Grundbuch des betreffenden Amtsgerichts durch Eintragung einer beschränkten persönlichen Dienstbarkeit zugunsten der Stadtwerke Hannover AG gesichert. Die Entschädigung für den 4 m breiten, beiderseits der Leitungsachse verlaufenden Streifen betrug 0,75 DM/m². Der während der Bauarbeiten angerichtete Flurschaden auf dem in Anspruch genommenen 22 m breiten Geländestreifen zur Ablagerung des Mutterbodens und Erdaushubs sowie des Arbeitsraumes ist vor Beginn und nach Beendigung der Bauarbeiten von einem vereidigten landwirtschaftlichen Sachverständigen abgeschätzt worden. Die Stadtwerke Hannover AG haben sich verpflichtet, dieses Gutachten anzuerkennen, ohne einen Obergutachter heranzuziehen.

Falls die durch die Eintragung einer beschränkten persönlichen Dienstbarkeit belastete Parzelle innerhalb einer Frist von acht Jahren nach Abschluß des mit dem Grundstückseigentümer abgeschlossenen Vertrages für eine andere als eine landwirtschaftliche Nutzung, insbesondere für Zwecke der Bebauung oder für andere gewerbliche Zwecke in Anspruch genommen wird und durch diesen anderen Widmungszweck der Eigentümer durch Bestehen der Leitung besonders benachteiligt wird, verpflichten sich die Stadtwerke Hannover AG, eine einmalige Entschädigung nach dem Umfang der eingetretenen Benachteiligung zu zahlen. Ohne diese Vereinbarung, die mit dem niedersächsischen Landvolk ausgehandelt worden ist, wäre sicher keine Einigung mit den Grundstückseigentümern zustande gekommen.

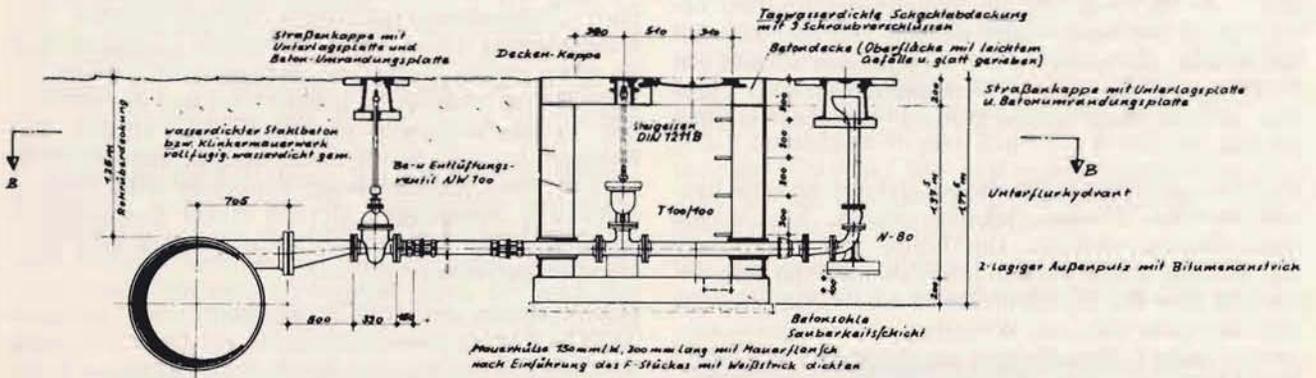
Detailplanung

Nachdem die Wasserwerke die Leitungstrasse festgelegt hatten, wurde ein Ingenieurbüro mit der Detailplanung beauftragt. Dabei war es zunächst erforderlich, Lagepläne im Maßstab 1 : 1000 zu erstellen, um hiermit ein Vermessungsbüro die Trasse abstecken und das Nivellement ausführen zu lassen. Gleichzeitig erhielt eine Firma den Auftrag, auf der gesamten Trassenlänge alle 200 bis 300 m Probebohrungen vorzunehmen, um dem planenden Ingenieur einen Einblick in die Grundwasser- und Bodenverhältnisse zu geben. An Hand der Baugrunduntersuchungen und Vermessungen konnten die entsprechenden Vordersätze für die Massenermittlung errechnet und die Lage des Grundwasserspiegels bestimmt werden. Der Rohrhersteller stellte an Hand von Bodenproben und elektrischen Widerstandsmessungen im Erdreich die Aggressivität des Bodens fest. Diese Untersuchungen führten dazu, daß die Wasserwerke bei stark aggressivem Baugrund — auf der gesamten Strecke rund 2800 m — als Korrosionsschutz außer der Teerung eine zusätzliche äußere Isolierung aus Synoplast — 3 mm stark — gefordert haben.

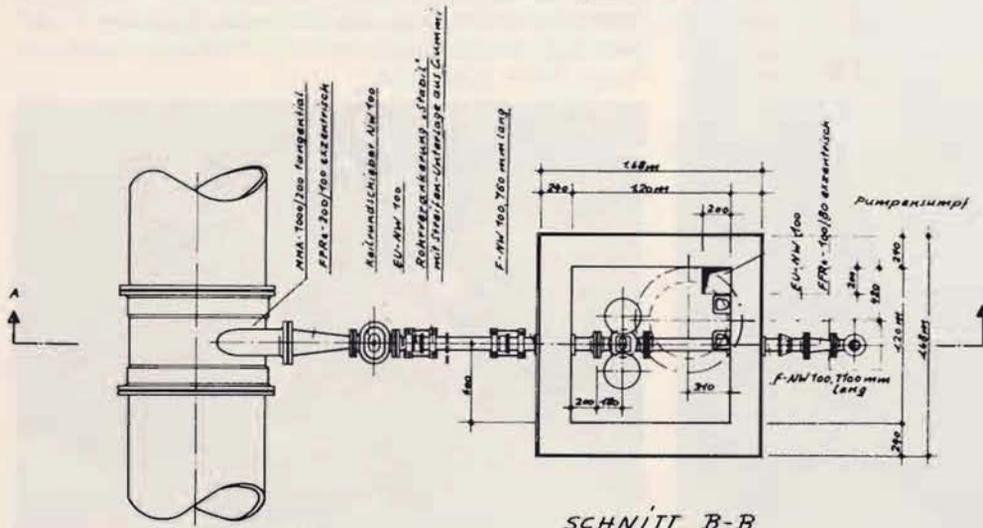
Es wurden Übersichtspläne im Maßstab 1 : 5000 und Lage- und Höhenpläne im Maßstab 1 : 1000 bzw. 1 : 1000/100 hergestellt. Hieraus konnten die benötigten Formstücke und Armaturen entnommen und bestellt werden.



Entleerungsvorrichtung



SCHNITT A-A



SCHNITT B-B

Be- und Entlüftungsvorrichtung

Als Vergabeart wurde die freihändige Vergabe mit öffentlichem Hinweis gewählt. Bei den Stadtwerken Hannover AG hat sich diese Form der Vergabe besonders bewährt, da die Angebotspreise nicht bekanntgegeben werden und der Auftraggeber nach Angebotsabgabe noch mit den Bietern über eventuelle Preisnachlässe verhandeln kann.

Für den 1. Bauabschnitt von rund 10 km Länge einschließlich der Durchpressungen von Autobahn und Flughafenanschlußgleis erhielt eine Firma aus Schleswig-Holstein den Zuschlag, da sie in jedem Baulos und auch für die Durchpressungen der günstigste Bieter mit sogar erheblichem Abstand zu den anderen 20 Bewerbern war.

Der 2. Bauabschnitt ging an eine Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus vier Firmen aus Hannover und der näheren Umgebung. Die Sonderbauwerke (Durchpressungen) führt eine Firma aus Langenhagen durch.

Die Stadtwerke Hannover AG — Wasserwerke — konnten durch diese Konzeption leistungsstarke Bauunternehmen gewinnen, sehr günstige Preise erzielen und das Baurisiko auf ein Minimum beschränken.

Bauausführung und -überwachung

Die Oberbauleitung und Überwachung liegen in den Händen der Stadtwerke Hannover AG — Wasserwerke —, da hierdurch die Belange des Rohrnetzbetriebes am besten gewahrt werden und die während der Bauzeit auftretenden Schwierigkeiten sowohl mit Behörden als auch mit Privateigentümern oder Pächtern schnell und unbürokratisch behoben werden können.

Nachdem die Grundstücksfragen geklärt und die bauausführenden Firmen bekannt waren, konnte die Rohrlieferung erfolgen. Die Rohre und Formstücke wurden von einem Spezialunternehmen vom Herstellerwerk über die Straße direkt an die Trasse gefahren und dort auch nach den Wünschen der Bauunternehmen verstreckt. Beim 1. Bauabschnitt wurden pro Tag 9 Rohre à 6 m angeliefert, so daß nach 10 Monaten alle Rohre an der Trasse lagen.

Bei einer über den Jahresschnitt gerechneten Verlegeleistung von 25 bis 30 m pro Arbeitskolonne und Tag gab es nie Schwierigkeiten bei der Rohrlieferung.



Rohrtrasse



Verlegung mit Hydraulikbagger

Beim 2. Bauabschnitt werden pro Tag und Kolonne Verlegeleistungen von 90 bis 120 m (15 bis 20 Rohre) erreicht. Dies ist auf die wesentlich leichteren Boden- und Grundwasserverhältnisse zurückzuführen. Die Rohrlieferung hatte schon frühzeitig eingesetzt und so einen großen Vorsprung herausgeholt. Da aber an zwei Stellen gleichzeitig gebaut wird und die erwähnten Verlegeleistungen erzielt werden, schmolz der Rohrbestand bedenklich zusammen. In engstem Kontakt mit dem Rohrhersteller konnte erreicht werden, daß durch verstärkte Lieferung dieser Engpaß überwunden wurde und auf der Baustelle noch kein Stillstand eingetreten ist.

Das Verlegen der duktilen Gußrohre NW 1000 mit TYTON-Muffen geschieht schnell und leicht. Das erste in den Rohrgraben gehobene Rohr wird nach der Verlegeanleitung des Herstellerwerkes am Muffenende vorbereitet. Das 2. Rohr wird vom Bagger im Schlupf gehalten und das Spitzende, nachdem es gut gereinigt und mit Gleitmittel bestrichen worden ist, in die Muffe eingeführt.



Verlegung mit Hydraulikbagger



Duktiles Gußrohr mit TYTON-Muffe NW 1000 mit eingelegetem Gummiring und Rohrbürste

Durch zwei seitlich angebrachte um die Muffe des Vorrohres gelegte Hub- oder Kettenzüge wird das Spitzende bis zu den Markierungsstellen in die Muffe gezogen. Während des Einziehens ist immer ein Mann im Rohr, um den Sitz des Dichtringes zu beobachten und mit einem Abstandhalter etwa 1 cm Luft zu geben, damit das Spitzende nicht vollkommen in die Muffe gedrückt wird.

Nachdem die Verbindung hergestellt ist, wird der Sitz des Dichtringes mit einem Taster von außen überprüft.

Während der Bauausführung hat sich gezeigt, daß die Verlegung insbesondere bei schwierigen Bodenverhältnissen (Grundwasser und wasserhaltender Boden) noch dadurch beschleunigt werden kann, wenn das Rohr direkt mit dem Hydraulikbagger, der auch das Rohr in den Graben hebt, in die Muffe geschoben wird.

Es ist höchst selten vorgekommen, daß ein Spitzende nicht in die Muffe geschoben werden konnte. Das Spitzende war bei diesen Fällen entweder mit zuviel Teer überzogen oder unrund, so daß bei Gewaltanwendung der Dichtring hätte beschädigt werden können.

Bekanntlich sind duktile Rohre elastisch und plastisch verformbar. Daher besteht bei unrunder Spitzenden die Möglichkeit, diese mit geeigneten Vorrichtungen vorübergehend für die Dauer der Herstellung der Rohrverbindung zu runden.

Die Formstücke und Armaturen werden mit Stopfbuchsenmuffen bzw. mit Flanschen nach DIN 28505/DIN 28605 nach ND 16 bearbeitet und gebohrt geliefert. Zur Zeit werden erst Krümmer bis NW 600 mit TYTON-Muffen hergestellt. Die zukünftige Entwicklung geht aber dahin, auch Krümmer größerer Nennweiten bis hinauf zu NW 1000 mit TYTON-Muffen auszubilden, um auch hier die Verlegung so einfach und schnell wie möglich und wirtschaftlich zu machen.

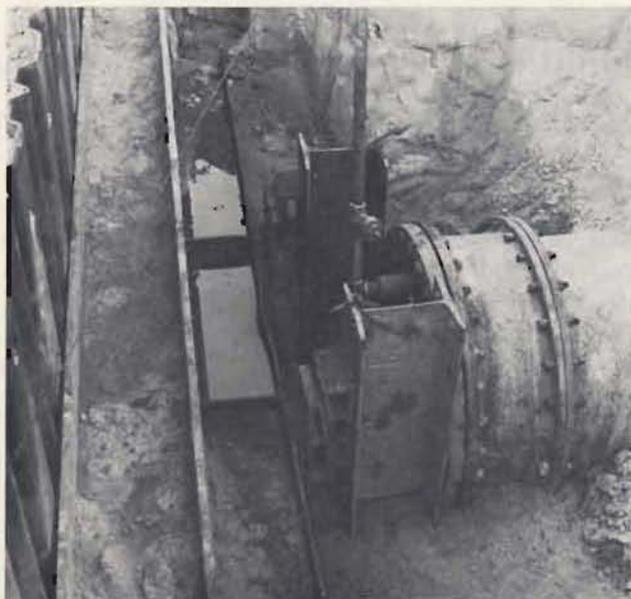
Die Druckprüfung der verlegten Leitung erfolgt nach den „Richtlinien für Druckprüfungen an gußeisernen



Entleerungsvorrichtung mit Hydromaten, Querriegel

Druckrohren“ in Teilstrecken zwischen 800 und 1200 m. Sie ist mit Diagrammschreiber durchzuführen, der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wird. Über jede Druckprüfung ist eine Niederschrift anzufertigen. Die Druckprobe ist mit einem Prüfdruck von 20 kp/cm² über eine Zeitdauer von 24 Stunden so zu führen, daß kein Druckabfall in der Rohrleitung festgestellt werden kann. Bei der Herstellung der Widerlager sind strengste Maßstäbe anzusetzen, da bei der Nennweite 1000 und einem Prüfdruck von 20 kp/cm² rund 180 t Schubkraft in das Erdreich abgeleitet werden müssen. Setzt man die zulässige Bodenpressung mit 1 kp/cm² an, so ergibt sich eine notwendige Anlagefläche gegen den Boden von 18 m².

Bei den ersten Druckprüfungen zeigte sich, daß die Anlagefläche zu klein bemessen war, so daß sich die



Ausbildung eines Widerlagers für die Druckprüfung mit 20 kp/cm²

Widerlager verschoben und die gesamte Druckprüfung mit Entleeren, Füllen usw. wiederholt werden mußte. Jede Wiederholung einer Druckprüfung kostet die bauausführende Firma viel Zeit und Geld, und es sollte deshalb an der sorgfältigen Ausbildung der Widerlager nicht gespart werden.

Zusammenfassung

Während der gesamten Bauzeit konnten alle Druckproben, nachdem die Anlageflächen der Widerlager gegen den Boden entsprechend vergrößert worden sind, erfolgreich beendet werden. Nur eine Muffe auf 10 km Rohrleitung zeigte eine Undichtigkeit, die aber auf einen eindeutigen Verlegefehler zurückzuführen war. Beim Verlegen war nämlich der Dichtring verquetscht und die Muffe offensichtlich mit dem Taster nicht überprüft worden, sonst hätte der Fehler schon vorher entdeckt werden müssen.

Es kann also gesagt werden, daß sich das duktile Gußrohr mit TYTON-Muffe voll bewährt hat und daß sowohl bei der Verlegung als auch bei der Druckprüfung keine Schwierigkeiten aufgetreten sind, die auf das Rohrmaterial oder auf die Rohrverbindung zurückzuführen waren.

Zum Schluß noch ein Wort zu den Kosten: Das gesamte Objekt wird mit rund 13,4 Mio. DM unter der von den Wasserwerken angesetzten Kalkulation liegen. Dies ist sowohl auf die Form der Ausschreibung als auch auf die große Konkurrenz der Baufirmen bei solch einem attraktiven Bauprojekt zurückzuführen. Die nachstehende Tabelle gibt einen guten Einblick

in die Preissituation der in den letzten Jahren bei den Stadtwerken Hannover AG — Wasserwerke — gebauten großen Druckrohrleitungen.

DM/m	Druckrohrleitung aus Grauguß Klasse A u. B Berkhof II ϕ 800 in freiem Gelände rd. 28 km	Druckrohrleitung aus duktilem Gußeisen Heisterberg-leitung ϕ 900 im städt. Bereich rd. 5 km	Druckrohrleitung aus duktilem Gußeisen mit TYTON-Muffenverbindung Berkhof III ϕ 1000 in freiem Gelände rd. 21 km	
	1964—1967	1969	1. Bauabschnitt 1970 bis 1971	2. Bauabschnitt 1971 bis 1972
Rohrmaterial, Formstücke, Armaturen; einschließlich Transport und Ver Streckung	350,—	510,—	380,—	410,—
Bauarbeiten u. Durchpressungen	120,—	590,—	240,—	150,—
Sonstiges: Planung, Vermessung, Probebohrungen, Straßenbauarbeiten, Grunddienstbarkeit, Flurschäden	20,—	50,—	50,—	50,—
Gesamt: DM/m	490,—	1 150,—	670,—	610,—

Duktile Gußrohre großer Nennweiten mit TYTON-Verbindung und deren Verlegung

Von OTTO DINTELMANN

Die TYTON-Verbindung (Bild 1) für gußeiserne Druckrohre ist seit 1956 in der Bundesrepublik Deutschland bekannt. Sie hat sich wegen ihrer Zuverlässigkeit und ihrer einfachen und schnellen Montage schnell durchgesetzt. Bis vor einigen Jahren wurde sie ausschließlich im Bereich bis NW 600 hergestellt und eingesetzt. Ihr Anteil in diesem NW-Bereich beträgt heute in der Bundesrepublik bei Gußrohren 72 %. Die restlichen 28 % bestehen aus Schraub- bzw. Schraublangmuffen- und Stopfbuchsenmuffenrohren. Über die TYTON-Muffenverbindung und die vorliegenden Erfahrungen wurde in mehreren Veröffentlichungen berichtet [1, 2, 3].

Der Bereich von NW 600 an aufwärts war früher der Stopfbuchsenmuffen-Verbindung (Bild 2) vorbehalten. Während man die TYTON-Verbindung als „automatische“ Verbindung bezeichnen kann, ist im Vergleich dazu die Stopfbuchsenmuffen-Verbindung eine „mechanische“ Verbindung. Der Dichtring erfährt seine für die Abdichtung erforderliche Kompression durch den mit Hammerschrauben angezogenen Gegenring. Von der Fertigung her gesehen ist diese Verbindung relativ aufwendig. Die Zahl der Hammerschrauben (zwischen 16 bis 28 Stück je nach NW) sowie die Bohrungen in der Muffe und der Gegenring stellen Kostenfaktoren dar, die sich natürlich im Rohrpreis niederschlagen müssen.

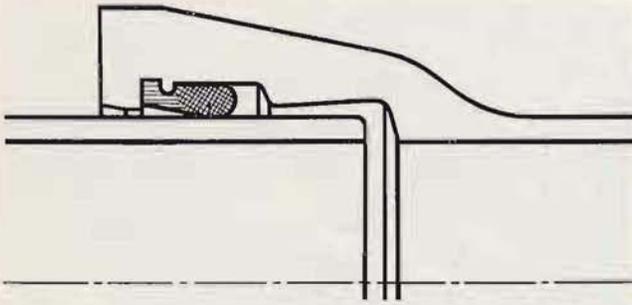


Bild 1: TYTON-Muffenverbindung

Obwohl die Montage der Stopfbuchsenmuffen-Verbindung ebenfalls einfach und sicher ist, ist sie zwangsläufig zeitaufwendiger als die einer TYTON-Verbindung der entsprechenden Nennweite. Vergleichsmontagen haben ergeben, daß eine TYTON-Verbindung höchstens die Hälfte der Zeit — in der Regel waren es 30 bis 40 % — zur Herstellung der Verbindung beansprucht wie eine Stopfbuchsenmuffen-Verbindung.

Nach Einführung und Bewährung des duktilen Gußrohres wurde dieses in zunehmendem Umfang auch für Rohrleitungen im Bereich über NW 600 eingesetzt. Die bis dahin erkannten Vorteile der TYTON-Verbindung gegenüber den mechanischen Verbindungen (Schraubmuffen- bzw. Stopfbuchsenmuffen-Verbindung) im Bereich bis NW 600 waren so bedeutend, daß man sich entschloß, diese Verbindung auch bei den größeren Durchmessern einzusetzen. Ehe man die ersten Rohre der NW 700 im Jahre 1969 verlegte (Bild 3), wurden bei den Gußrohrwerken gründliche



Bild 3: NW 700 — Gelsenwasser

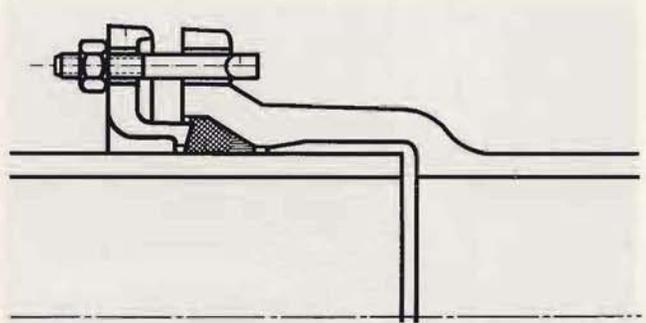


Bild 2: Stopfbuchsenmuffen-Verbindung

theoretische und praktische Untersuchungen und Versuchsreihen durchgeführt.

Es war zu erwarten und hat sich bestätigt, daß die Vorteile der TYTON-Verbindung sowohl vom Rohrpreis als auch von der Verlegung her mit steigendem Durchmesser immer mehr Gewicht erhalten. Die Einführung der TYTON-Verbindung für die größeren Durchmesser stieß bei den Verbrauchern auf keinerlei Schwierigkeit, ein Vertrauensbeweis, der sich auf die guten Erfahrungen bei kleinen und mittleren Nennweiten gründet.

In den Jahren 1970/71 wurden Rohre der NW 700 bis NW 1000 von folgenden Unternehmen verlegt bzw. bestellt:

- NW 700 Gelsenwasser
 - Stadtwerke Hagen
 - Stadtwerke Ludwigshafen
 - Stadtwerke Solingen
 - Stadtwerke Regensburg
 - Salzgewinnungsgesellschaft Solingen
 - Wasserverband Siegerland
 - Zweckverband Hausen
- NW 800 Hamburger Wasserwerke
 - Bayerwerke Dormagen
- NW 900 Stadtwerke Medellin (Kolumbien)
- NW 1000 Wasserwerke Hannover
 - Rhein.-Westf. Wasserwerksgesellschaft mbH., Mülheim (Ruhr)
 - Dortmunder Stadtwerke
 - Wasserwerk des Landkreises Aachen in Brand

Über die umfangreichste Rohrverlegung der oben angeführten Bauvorhaben — rund 21 000 m NW 1000 bei den Wasserwerken Hannover — wird an anderer Stelle dieses Heftes berichtet. Hier sei nur erwähnt, daß erstmalig Rohre NW 1000 mit TYTON-Muffenverbindungen bei Hannover verlegt wurden. Man konnte nicht auf vorliegende Erfahrungen zurückgreifen, vor allem hinsichtlich der zweckmäßigsten Montage. Im Herstellerwerk hatte man eine Methode ausprobiert — Einzug mit Hilfe von zwei seitlich geführten Seilen und Kettenzügen (siehe Bilder 3, 7, 11 und 12) —, die sich als narrensicher und universell anwendbar herausgestellt hat. Nach dieser Methode ist ein großer Teil der Rohrleitungen verlegt worden. Die zu überwindenden Einschubkräfte lagen je nach Nennweite und Dichtspaltverhältnissen zwischen 2000 kp und 8000 kp, wobei letztere den oberen Grenzwert darstellte. Mit zwei Kettenzügen von je



Bild 4: NW 1000 — Wasserwerke Hannover

5 t Zugkraft kam man in allen Fällen zurecht. Bei den meisten Rohrverlegungen von Rohren NW 700 und NW 800 genügten Züge mit je 2,5 t Zugkraft.

Als eine verblüffend einfache und sehr wirtschaftliche Methode hat sich das Eindrücken der zu verlegenden Rohre mit Hilfe eines hydraulischen Baggers dort herausgestellt, wo Erd- und Verlegearbeiten unmittelbar aufeinanderfolgten. Der aushebende hydraulische Bagger drückte, sobald genügend Graben ausgehoben war, mit seinem Löffel das zu verlegenden Rohr langsam in die Muffe. Diese Methode wurde großenteils bei der Verlegung der Rohre NW 1000 beim Wasserwerk Hannover (siehe Bilder 4 und 5) angewendet.

Einige Voraussetzungen sollten dabei allerdings unbedingt eingehalten werden:

1. Das Rohr muß zentrisch im Hebezeug hängend eingeführt werden.
2. Das Eindrücken in die Muffe muß langsam — unter keinen Umständen schlagartig — erfolgen,

Bild 6: NW 1000 — TYTON-Langmuffe
Rhein.-Westf. Wasserwerksgesellschaft, Mülheim

Bild 5: NW 1000 — Wasserwerke Hannover

damit der Dichtring sich entsprechend verformen kann.

3. Nach Herstellung der Verbindung den Sitz des Dichtringes von außen mit Taster prüfen. Der wichtigste Arbeitsvorgang nach Herstellung der Verbindung!

Die zweite große Baumaßnahme der NW 1000 wurde bei der Rhein.-Westf. Wasserwerksgesellschaft mbH., Mülheim, durchgeführt. Hier handelt es sich um die Verlegung von 10 000 m. Da die Rohrleitung in einem vom Bergbau beeinflussten Gebiet verlegt werden mußte, in dem im Laufe der nächsten Jahre durch den Kohleabbau erhebliche Absenkungen zu erwarten sind, die zu Längenänderungen der Rohrleitung bis 1 ‰ und mehr führen können, wurden hier — ebenfalls erstmalig — Rohre der TYTON-Langmuffenverbindung — Zerrung, Pressung oder neutral — wurde nach den Angaben des Bergbaues, der für eine „aufgelöste“ Rohrleitung mit beweglichen Verbindungen plädiert hatte, vorgenommen (Bilder 6 und 7).

Bild 7: NW 1000 — TYTON-Langmuffe
Rhein.-Westf. Wasserwerksgesellschaft, Mülheim



Bild 8: NW 700 — Salzgewinnungsgesellschaft, Solingen

Von zwei weiteren Rohrverlegungen soll kurz berichtet werden, die bezeichnend sind für die Schnelligkeit und Problemlosigkeit der Verlegung von TYTON-Rohren großer Nennweiten.

Die Salzgewinnungsgesellschaft Solingen plant die Verlegung einer 14 km langen Wasserleitung NW 700 parallel zu einer Stahlrohrleitung NW 700 in einem gemeinsamen Rohrgraben. Das mit der Planung und Bauausführung betraute Ingenieur-Unternehmen hatte große Erfahrungen im Pipelinebau, aber nicht mit der Verlegung von Gußrohren. Man befürchtete daher, daß die Verlegung der Gußrohre mit der Stahlrohrverlegung nicht Schritt halten könne und es deswegen zu Verzögerungen in der Bauabwicklung kommen würde. Diese Sorge war unbegründet, wie sich herausstellte, denn es war ohne Schwierigkeiten möglich, mit der Stahlrohrverlegung Schritt zu halten. Es wurden Verlegeleistungen von 300 m am Tag fast regelmäßig erreicht (Bilder 8 und 9).

Die Stadtwerke Hagen hatten eine ca. 3 km lange Wasserleitung NW 700 zu verlegen. Den verantwortlichen Herren des Rohrnetzes war die Montage von TYTON-Verbindungen großer Nennweiten im Herstellerwerk vorgeführt worden. Als bei der Ausschreibung für die Rohrverlegung die Stadtwerke



Bild 10: NW 700 — Stadtwerke Hagen



Bild 9: NW 700 — Salzgewinnungsgesellschaft, Solingen

Hagen keine ihrer Ansicht nach günstigen Preise erhielten, faßte man den Entschluß, die Rohrleitung mit den eigenen Rohrlegern zu verlegen. Die Rohrleger wurden im Herstellerwerk gründlich eingewiesen, und bei der späteren Rohrverlegung merkte man ihnen die Freude, eine so große Leitung selbst zu verlegen, an. Die Erdarbeiten wurden von einem Unternehmen ausgeführt, ein Kranfahrzeug lieh man sich jeweils genau für die paar Stunden, in denen man es für die Rohrverlegung brauchte. Der Ablauf war größtenteils so, daß, sobald 50 bis 60 m Rohrgraben ausgehoben waren, drei Rohrleger mit einem VW-Bus, Seilen und Kettenzügen zur Baustelle fuhren und die Rohre innerhalb von zwei Stunden verlegten. So wurde die Rohrleitung mit dem geringsten Personal- und Kostenaufwand ohne irgendwelche Schwierigkeiten verlegt (Bilder 10 bis 13).

Die in den letzten beiden Jahren durchgeführten Rohrverlegungen von duktilen Gußrohren großer Nennweiten mit TYTON-Verbindungen haben bewiesen, daß

1. der Rohrpreis wesentlich günstiger ist als bei Rohren mit Stopfbuchsenmuffen,
2. die Rohrverlegung schnell, sicher und kostensparend durchgeführt werden kann und sich dadurch sehr günstige Verlegepreise erzielen lassen.



Bild 11: NW 700 — Stadtwerke Hagen



Bild 12: NW 700 — Stadtwerke Hagen



Bild 13: NW 700 — Stadtwerke Hagen

Literatur

- [1] E. Niederschuh:
„Über die Verbindung von gußeisernen Muffendruck-
röhren“
Technische Mitteilungen, Heft 8, August 1959
- [2] G. Hund:
„Untersuchungen und Erfahrungen mit der TYTON-
Verbindung, der neuen Einschubverbindung für guß-
eiserne Druckrohre“
Technische Mitteilungen, Heft 3, März 1961
- [3] E. Niederschuh:
„Die TYTON-Verbindung für gußeiserne Rohre“
FGR-Informationsschrift Nr. 5, Januar 1970

Löschwasser-Düker aus duktilen Gußrohren NW 250 durch die Fulda

Von HANS HUGELMANN

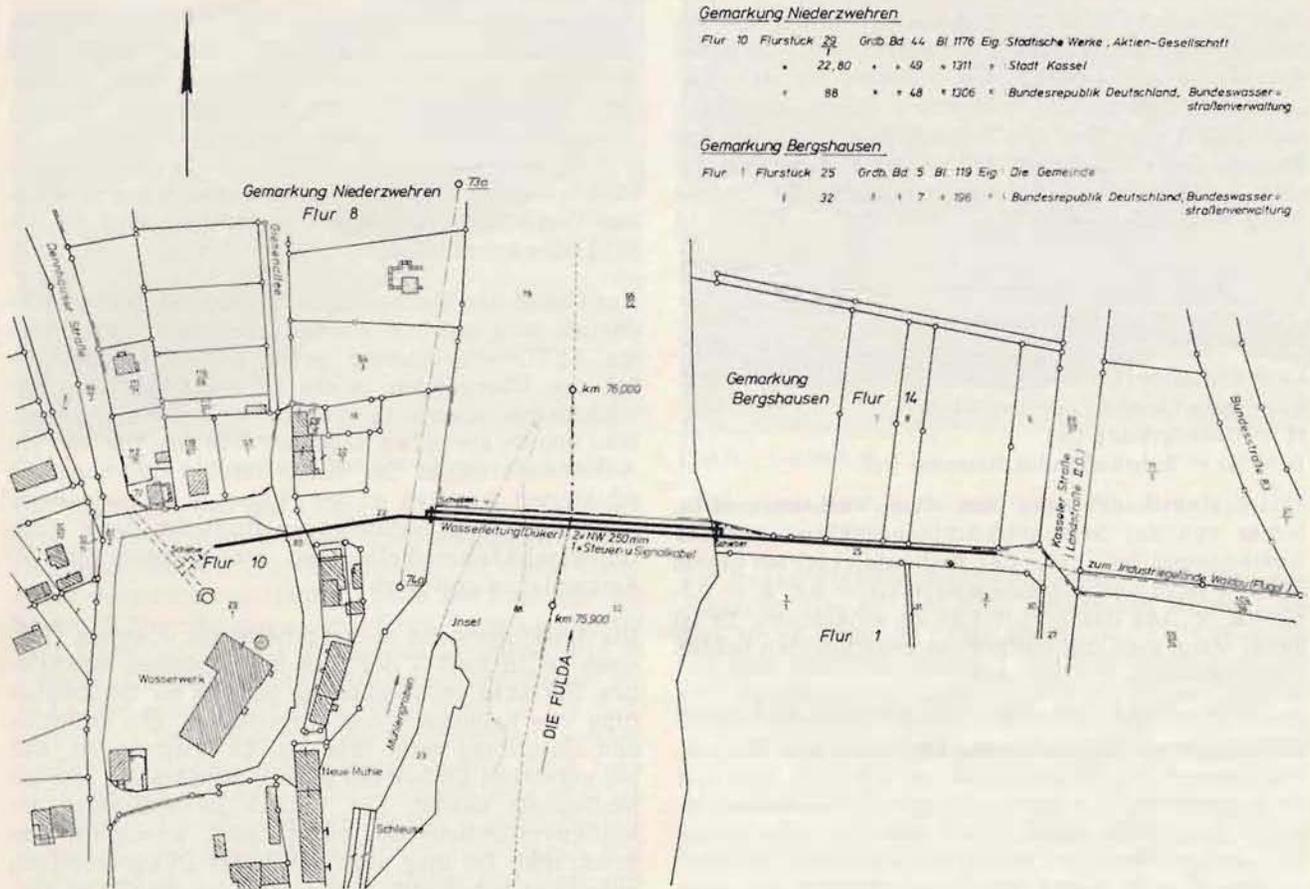
Zur Sicherstellung der Löschwasserversorgung eines neu erschlossenen Industriegebietes östlich der Fulda wurde von der Feuerwehr die Bereitstellung von 3200 l/min gefordert. Diese Menge war durch den Anschluß an das Versorgungsnetz nicht zu gewährleisten, sie konnte nur durch eine Verbindungsleitung NW 250 mit dem am gegenseitigen Flußufer gelegenen Pumpwerk „Neue Mühle“ herangeschafft werden, wobei die Fulda unterhalb eines Wehres und der Untergraben einer Turbinenanlage bei Fluß-km 75,940 gekreuzt werden mußten (Bild 1).

Bei der Wahl des Rohrwerkstoffes, der Rohrverbindung und des Verfahrens der Dükerung waren die besonders gelagerten Verhältnisse zu berücksichtigen.

Der vorgesehene Umbau der neben dem Turbinenwerk gelegenen Schleuse mit dem Zweck der Vergrößerung hat die Vertiefung des Untergrabens und der Flußsohle um 0,7 m zur Folge. Allerdings sind diese Arbeiten erst für das kommende Jahr vorgesehen, was bedeutet, daß der Düker so zu sichern war, daß er durch die Arbeiten an der Flußsohle nicht beein-

trächtigt werden kann. Einmal war also eine ausreichende Verlegetiefe vorzusehen, zum andern war er abzusichern gegen alle Zufälligkeiten, die bei Baggarbeiten am Flußgrund immer einzukalkulieren sind und die zu einer Beschädigung der Lage oder des Rohrmaterials führen könnten. Hinsichtlich der Verlegetiefe war deshalb von seiten des Wasser- und Schiffsamtes die Auflage gemacht worden, daß der Düker 1,5 m unter Flußsohle zu verlegen ist. Die anderen Sicherungsmaßnahmen sind weiter unten aufgeführt.

Das Verfahren der Dükerverlegung wurde durch die zwischen Untergraben und Flußbett liegende Insel bestimmt (Bild 2). Eine Montage des gesamten Dükers auf Schwimmkörpern und Einschwenken in die Trasse war deshalb nicht möglich. Es konnte nur entschieden werden zwischen der Montage auf einer Brücke über der Trasse und Ablassen in die ausgebaggerte Rinne oder Montage an Land in Trassenachse und Einziehen durch die Rinne. Da die starke Strömung den Aufbau einer provisorischen Brücke sehr schwierig gestaltet hätte, wurde das Einziehen der Leitung gewählt.



Gemarkung Niederzwehren

Flur 10 Flurstück 22 Größ. Bd. 44 Bl. 1176 Eig. Städtische Werke, Aktien-Gesellschaft
 * 22,80 * * 49 * 1311 * Stadt Kassel
 * 88 * * 48 * 1306 * Bundesrepublik Deutschland, Bundeswasserstraßenverwaltung

Gemarkung Bergshausen

Flur 1 Flurstück 25 Größ. Bd. 5 Bl. 119 Eig. Die Gemeinde
 * 32 * * 7 * 196 * Bundesrepublik Deutschland, Bundeswasserstraßenverwaltung

Bild 1: Lageplan des Dükers

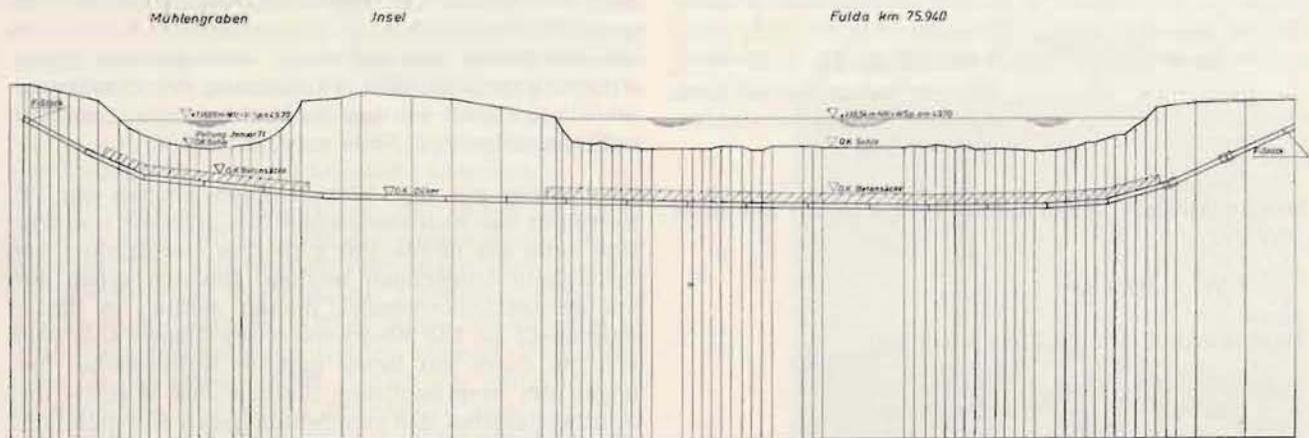


Bild 2: Längenprofil

Vorgesehen wurde, zwei Rohrleitungen NW 250 auf einem Zugblech zu montieren, wobei die Rohre punktweise auf Holz gelagert und verspannt wurden. Sie waren also Biegebeanspruchungen verschiedener Größe bis zum Einebnen der Flußsohle ausgesetzt, vielleicht auch noch weiterhin, wenn nicht die einwandfreie Einbettung gelang. Besonders im Bereich der Insel, wo eine Überdeckung bis zu 5,2 m vorhanden ist, war dies besonders kritisch, da während der Verlegung in der Trasse Wasser stand, dieses dann durch die Wiederauffüllung der Insel verdrängt wurde, ohne daß die einwandfreie Bettung nachge-

prüft werden konnte. Hier ist also, auch auf Dauer, mit großen Biegebeanspruchungen zu rechnen.

Die stark wechselnde chemische Zusammensetzung des Fuldawassers (u. a. NO_3 20—30 mg/l; aggr. CO_2 3—15 mg/l; O_2 10—15 mg/l; Cl^- 40—60 mg/l; pH 6,7—7,1) zeigt alles in allem leicht aggressiven Charakter, weshalb ein Rohrmaterial zu wählen war, das weitgehend korrosionsbeständig ist, zumal bei der zunehmenden Verschmutzung der Wässer eine Vergrößerung der Aggressivitätsneigung nicht auszuschließen ist.

Nach Abwägen aller Möglichkeiten wurden schließlich Rohre aus duktilem Gußeisen mit einfacher Tauchisolierung gewählt. Sie schienen für den vorliegenden Fall als die geeigneten Rohre, besonders hinsichtlich des Festigkeitsverhaltens im kritischen Bereich. Bei einer Rohrüberdeckung von 5 m ist für eine Leitung unter Dammbedingungen die Erdlast (nach Marston)

$$G_e = \lambda_{dl} \cdot \gamma \cdot H \cdot B_1 \quad (\text{t/lfdm})$$

Hierbei ist

λ_{dl} = Erdlastbeiwert

γ = spez. Gewicht der Erdfüllung

H = Überdeckung [m]

$B_1 = d_a$ = Rohraußendurchmesser [m]

λ_{dl} ist einmal abhängig von dem Verhältnis H/B_1 , ferner von der Setzungsdurchbiegezahl r_{sd} und der Ausladungsziffer a. Aus der Rechentafel ist bei einem $H/B_1 = 18,20$ und angenommenen $r_{sd} = 0,8$; $a = 0,8$; $r_{sd} \cdot a = 0,64$ das λ_{dl} mit 1,84 zu entnehmen. Es ist dann, wenn man die Entfernung zwischen den beiden Auflagehölzern = 5 m nimmt,

$$G_e = 1,84 \cdot 1,9 \cdot 5,0 \cdot 0,274 \text{ t/lfdm} = 47,4 \text{ kg/cm}$$

Die Längsbiegebeanspruchung ergibt sich aus

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W}$$

$$M_b = \frac{G_e \cdot l^2}{8} \quad \text{Auflageweite } l = 500 \text{ cm}$$

$$M_b = \frac{47,4 \cdot 500^2}{8} = 1\,480\,000 \text{ cm kp}$$

(bei der hohen Erdlast kann die Rohrfüllung vernachlässigt werden)

Das äquatoriale Widerstandsmoment ist für das Rohr NW 250

$$W = 378 \text{ cm}^3$$

Daraus ergibt sich die Biegespannung

$$\sigma_b = \frac{1\,480\,000}{378} = 3\,920 \text{ kp/cm}^2$$

Sollte es nicht gelingen, die Rohre in diesem Bereich zwischen den Holzauflagen richtig einzubetten, sind sie also einer Biegebeanspruchung ausgesetzt, die im

Zugbereich in Nähe der nach DIN 28600 geforderten Mindestzugfestigkeit von 4000 kp/cm^2 liegt. Eine Sicherheit ist theoretisch deshalb nicht mehr vorhanden. Unter Berücksichtigung der Sicherheit und der damit gegebenen zulässigen Spannung von 1800 kp/cm^2 durfte die nicht unterstopfte Stelle zwischen den Holzauflagen max. nur 3,4 m betragen. Diese unsicheren Verhältnisse waren mit ausschlaggebend für die Wahl des Rohrmaterials.

Auf Grund der Verlegeweise mußten die Rohrverbindungen eine gewisse Beweglichkeit besitzen, welche die TYTON-Verbindung gewährleisten konnte. Die bei den Übergängen in die Ufer notwendigen Abwinkelungen waren in dieser Verbindung gegeben, man konnte also ohne Krümmer arbeiten. Um nun ein Auseinanderziehen der Rohre infolge der oben geschilderten Arbeiten an der Flußsohle zu verhindern, wurden die Rohrverbindungen zusätzlich durch ARS-Universal-Klemmschellen mit wasserfesten Spezial-Reibeinlagen gesichert.

Die Wirkungsweise dieser Schelle aus duktilem Gußeisen ist in Heft 5 der FGR-Informationen beschrieben. Sie ist in der Hauptsache gedacht zur Schubsicherung von Krümmern und Formstücken. Die Funktion und Gestaltung zeigt Bild 3 a. Zu beachten ist, daß bei normalem Einbau der äußere Schellenring fest am Muffenhals ansitzt. Die radiale Beweglichkeit der Muffenverbindung ist jedoch damit wesentlich eingeschränkt. Da dies aber bei dieser Dükerverlegung unbedingt notwendig war, wurde die Schelle so versetzt, daß zwischen Muffenhals und Schelle noch ein Abstand (axial gemessen) von 1 cm vorhanden war (Bild 3 b). Somit war einmal die Möglichkeit des Abwinkelns, zum andern nach einer kurzen Strecke des einkalkulierten Herausziehens eine gewisse Schubsicherung gegeben. Zur Vermeidung des Einschwemmens von Geröll wurden die Verbindungen zusätzlich mit einer Kunststoff-Folie umhüllt (Bild 4).

Gleichzeitig mit den Wasserrohren mußten ein PE-hart-Rohr zur Aufnahme eines Steuerkabels und weitere neun der Größe 110×10 zum Durchziehen von Postkabeln eingezogen werden. Dadurch ergab sich ein ganzes Dükerbündel, dessen Aufbau in Bild 5 dargestellt ist. Die Absicherung des Dükers nach oben erfolgte durch mit Beton gefüllte Nylon-Säcke. Entgegen der ursprünglichen Auflage des Wasser- und Schiffsamtes, daß zum Schutz gegen Ausspülungen bzw. Beschädigungen durch Hochwasser der Düker von oben mit Betonplatten abzudecken ist, konnte entsprechend der technischen Zweckmäßigkeit dieses Verfahren durchgesetzt werden.

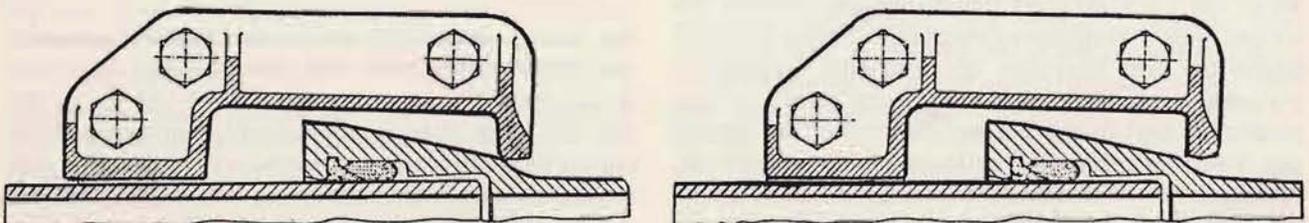


Bild 3: ARS-Universal-Klemmschelle
a) in Normallage

b) beim Dükereinbau



Bild 4: Kunststoff-Folie vor dem Umwickeln der Schelle

Der Zusammenbau des Dükers erfolgte an Land auf dem aus einzelnen Blechen zusammengeschweißten Gleitblech, welches auf der Zugseite mit einem Gleitschuh versehen war (Bild 6). Nach der Montage der beiden Gußrohrleitungen und deren Verankerung auf dem Gleitblech mittels Spannschellen (siehe Bild 4) erfolgte das Füllen und Abdrücken der Rohre auf 16 kp/cm² gemäß DIN 4279, wobei natürlich die Endverschlüsse besonders verankert und versteift werden mußten. Nach der Druckprüfung wurden dann nach Ablassen des Druckes — die Wasserfüllung verblieb im Rohr — die ARS-Schellen mit der Kunststoff-Folie umwickelt und die Kunststoffrohre angebündelt und befestigt (Bild 7). Somit war der Düker zum Einziehen fertig.

Das Beschweren der Rohre mit den betongefüllten Säcken erfolgte erst während des Transportvorganges. Bild 8 zeigt einen gefüllten Nylonsack während des Aufbringens auf den Düker und Bild 9 eine beschwerte Leitungsstrecke vor dem Eintauchen in das Wasser. Beschwerwert wurden nur die Leitungsteile, soweit sie in den Fluß- bzw. Untergrabengrund zu liegen kamen. Die Inselstrecke wurde ausgespart.

Bild 10 zeigt die Dükertrasse; der Düker ist dabei etwa zu zwei Drittel durch die ausgebaggerte Rinne gezogen. Das vollständige Einbringen einschließlich der Beschwerung benötigte ca. 7 Stunden. Ohne die Beschwerung hätte das 126 m lange Dükerbündel in 2 Stunden durchgezogen werden können. Voraussetzung für den reibungslosen Ablauf war natürlich eine einwandfreie und ebene Rohrsohle, deren Zustand und erforderliche Tiefe zuvor laufend abgelotet und kontrolliert worden war. Der Flußgrund bestand aus

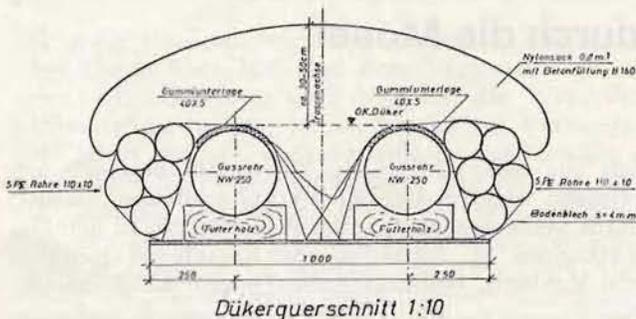


Bild 5: Dükerbündel

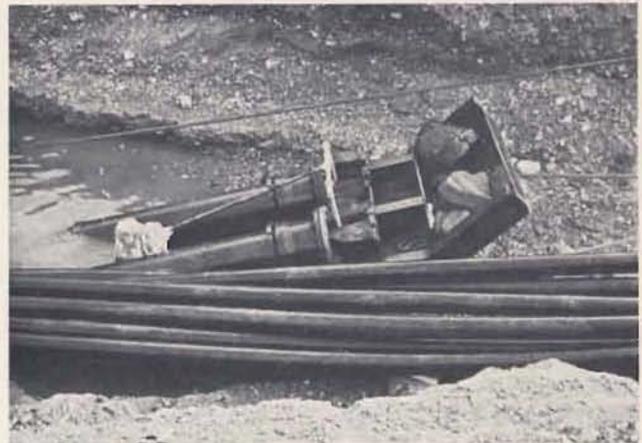


Bild 6: Gleitschuh

Kies- und Kiessanden mit einem Anteil von schlammigem Geschiebe.

Am linken Flußufer mußte bei einer Muffe eine Abwinklung von 6,8° in Kauf genommen werden. Bei dem freien Raum im Muffengrund der TYTON-Muffe und dem bewußten Abstand zwischen Muffenhals und ARS-Schelle hätte unter Zulassung einer leichten Spannungserhöhung am Spitzende max. bis 7,5° abgewinkelt werden können. Trotzdem ist zu empfehlen, dies nicht als die Regel anzusehen, sondern nur im Ausnahmefall eine solch starke Abwinklung zuzulassen und auch nur dann, wenn nicht nachträglich noch mit Setzungen zu rechnen ist, die eine Vergrößerung des Winkels zur Folge haben. Hier könnte es sonst leicht zu unzulässigen Spannungen im Spitzende des eingesteckten Rohres kommen. Auch ist bei solch einer Ausnahme sehr darauf zu achten, daß das Spitzende nicht zu weit eingeführt wird, daß also der erforderliche Spielraum auch wirklich vorhanden ist.

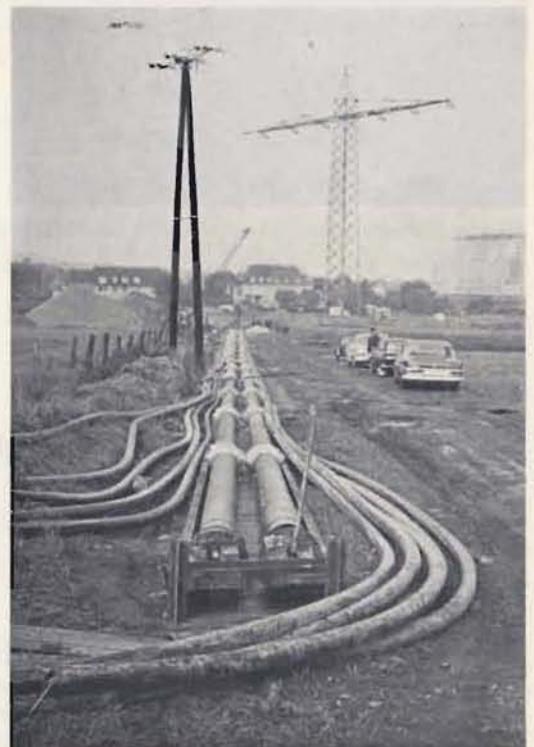


Bild 7: Düker nach der Druckprüfung fertig zum Einfahren

Gleitblech und Verankerungsschellen waren nur Hilfsmittel für die Verlegung. Ein besonderer Korrosionsschutz war also hierfür nicht vorzusehen, da es für den verlegten und eingebetteten Düker ohne Belang ist, wenn diese Teile zerstört werden.

Das Verfüllen der Rinne brachte nur im Bereich der Insel Schwierigkeiten. Hier mußten Kiese sorgfältig eingeschwenkt werden, um aus den oben angeführten Gründen weitgehend eine ausreichende Rohrbettung zu erhalten, was durch Sonden dann auch festgestellt werden konnte.

Nach Beendigung aller Arbeiten wurde der Doppeldüker einer nochmaligen Druckprüfung auf 16 kp/cm^2 unterzogen, wobei keinerlei Undichtheiten festgestellt wurden. Material, Verbindungen und Verlegungsverfahren hatten also voll den Erwartungen entsprochen.



Bild 9: Beschwerter Düker während des Einfahrens



Bild 8: Mit Beton gefüllter Nylonsack



Bild 10: Blick auf die Düker-Trasse

Trinkwasser-Düker aus duktilen Gußrohren NW 500 durch die Mosel

Von HANS ZENZ

Allgemeines

Die langjährige Vorarbeit unter der Federführung des Planungsverbandes Wasserversorgung Rheinhöhen mit den zuständigen Fachbehörden der Wasserwirtschaft führten zu dem Ergebnis: der durch die Geologie grundwasserarme Hunsrück kann nur wirtschaft-

lich aus dem nördlichen „Neuwieder Becken“ ausreichend versorgt werden. Vertiefte Studien, gestützt durch einen großangelegten Pumpversuch in den Gemarkungen St. Sebastian und Kesselheim (nördlich von Koblenz), bestätigten die Theorie der Fachleute. Der Trägerverband „Wasserversorgung Rheinhöhen, Zweckverband“ bildete sich im Mai 1969. Zu diesem

Zeitpunkt lag ein genereller Vorentwurf der Gesamtmaßnahme vor. Für die erste Ausbaustufe waren die baureifen Pläne wasserbehördlich genehmigt.

Planung

Wassergewinnungs- und das wesentliche Versorgungsgebiet des Verbandes werden durch das tief eingeschnittene Moseltal getrennt. Damit war eine Kreuzung der Mosel nicht zu umgehen. Der Standort wurde zunächst auf dem kürzesten Weg zwischen Wasserwerk und Hauptversorgungsachse auf dem Hunsrück gesucht. Die Flußgrunduntersuchungen an dieser Stelle bei Stromkilometer 12 + 035, unterstrom der Insel Ziehfurt bei Winnigen, zeigten für den Dükerbau ein positives Ergebnis. Damit lag die Kreuzungsstelle fest.

Der Moseldüker ist Teil eines ersten Hauptdruckleitungsstranges NW 500, der vom Wasserwerk in der Gemarkung Kesselheim (Rhein) auf rund 14 km Länge über die Gemarkung Bubenheim, Rübenach, Güls, Winnigen und Dieblich zum Hochbehälter „Silberberg“ auf der Dieblicher Höhe führt. Der geodätische Höhenunterschied beträgt ca. 175 m. Der max. Betriebsdruck in dem Moseldüker liegt bei 220 m WS (22 kp/cm^2). Durch Aufstellung von Druckwindkesseln im Wasserwerk wird vermieden, daß auch die größten, nach Pumpenausfall zu erwartenden Druckstöße nicht den max. Betriebsdruck überschreiten. Ungeachtet dessen wurde die Dükerleitung aus Sicherheitsgründen für ND 40 ausgelegt.

Die Kreuzung des Moseltales stellte für den Planer eine interessante Ingenieuraufgabe dar. Am rechten Moselufer schließt sich an die Uferstraße (Bundesstraße 49) ein Steilhang mit rund 32% Gefälle an (siehe Bild 1). Die Schiffsahrtsrinne befindet sich nahe des rechten Ufers, was eine besondere Konstruktion des Dükeranfangs notwendig machte. Von ihr steigt die Flußsohle fast stetig zum linken Ufer, das etwa 90 m entfernt von der linksseitigen B 416 liegt. B 416 und die DB verlaufen an dieser Stelle dicht nebeneinander. Von dieser Bundesbahnlinie bis zur Winninger Höhe stellte das Geländegefälle an die Rohrverlegung keine besonderen Schwierigkeiten. Jedoch mußte unter weitgehender Schonung der Weinberge, d. h. für den Bau „Platzmangel“, Überwindung der Weinbergsmauern (Terrasse) und neu angelegter Wirtschaftswege die Rohrverlegung durchgeführt werden.

Der große Höhenunterschied zwischen Wassergewinnung (70 m über NN) und dem Versorgungsgebiet (max. 400 bis 500 m über NN) hat die Wahl des Rohrmaterials für die Hauptleitungen des Verbandes nicht leicht gemacht. Aufsichtsbehörde und Geschäftsleitung des Verbandes entschieden sich für das duktile Gußrohr. Demzufolge stand der Wunsch nahe, auch den Düker aus gleichem Material zu verlegen. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß die spätere Ausschreibung Varianten in Material und Ausführung zuließ. Das Ergebnis der Submission fiel eindeutig zugunsten des duktilen Gußrohres aus. Mit der Trink-

wasserleitung NW 500 wurden 4 PE-Rohre Da 110 zu einem Dükerbündel vereinigt. Gefordert war vom Wasser- und Schiffsahrtsamt eine Mindestüberdeckung von 2,50 m und keine wesentliche Beschränkung der Schiffsahrt. Geforderter Prüfdruck der Wasserleitung: 32 kp/cm^2 .

Bauausführung

Aufsichtsbehörde und Verband entschieden sich nach der Submission der Dükerarbeiten für eine patentamtlich geschützte Einziehmethode der Firma Meyer, Köln, die die Ausführung der Wasserleitung aus duktilem Gußrohrmaterial mit TYTON-Verbindung erlaubt. Mit Hilfe eines Eimerkettenschwimmbaggers wurde der 3 m tiefe Dükergraben durch den Fluß im Naßbaggerverfahren hergestellt. Die mögliche Abwinkelung der TYTON-Verbindung fordert einen gestreckten Verlauf der Rohrgrabensohle. Der mind. Radius von 300 m durfte nicht unterschritten werden. Am linken Moselufer konnten diese Voraussetzungen erfüllt werden. Dagegen erforderte das steile rechte Moselufer den Einbau eines 30° -Krümmers. Krümmer und das aufsteigende Rohr wurden auf ein Stahlgerüst montiert, das mit dem Dükerzugblech verbunden wurde. Am linken Ufer wurden durch entsprechende Bodenlängs- und -querverschiebungen die Montage- und Ablaufbahn profiliert. Diese ist eine zum Fluß geneigte Ebene, die etwa am Wasserschnitt in die Radien des Rohrgrabens übergeht. Die beschränkte Länge der Montage- und Ablaufbahn erlaubte die Montage des Dükers nur in drei Teilabschnitten von ca. 70 m. Die Teilsektionen wurden unmittelbar nebeneinander ausgelegt, verbunden, mit 32 kp/cm^2 durchgeprüft und für das Einziehen fix und fertig vorbereitet.

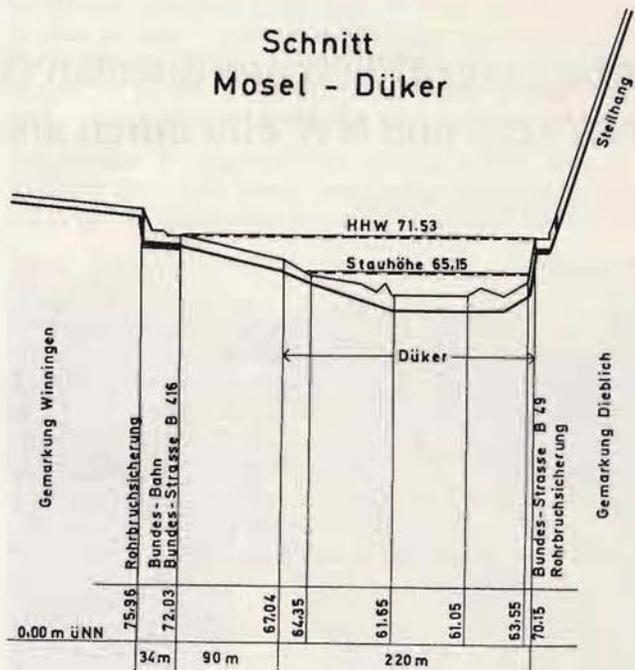


Bild 1

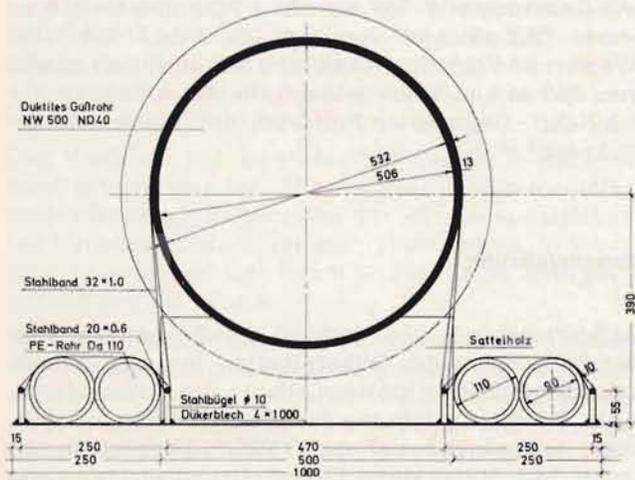


Bild 2

Bei der patentierten Einziehmethode der Firma Meyer werden die 1000 mm breiten und 4 mm starken Einzelbleche auf der Montagebahn ausgelegt und zu einem ca. 70 m langen Zugblech stumpf verschweißt (siehe Bild 2). Im wechselnden Abstand von 2 und 4 m angebrachte Bügel halten das auf hölzernen Auflegesatteln liegende Wasserleitungsrohr fest. Die vier Kabelschutzrohre Da 110 wurden je 2 zu 2 rechts und links der Wasserleitung mit Bügeln auf das Zugblech montiert. Gegen Auftrieb und zum Schutz gegen Ankerwurf wurde das Dükerbündel mit trockenbetongefüllten Jutesäcken abgedeckt. Die 6 m langen duktilen Gußrohre wurden so zu ca. 70 m langen Teilleitungen zusammengebaut. An beiden Enden auf das

Zugblech geschweißte Druckblöcke stützen die Endverschlüsse für die Druckprobe auf Land. Auf der rechten Moselseite wurde eine speziell für das Einziehen von Dükern konstruierte Elektrowinde aufgebaut.

Platzmangel in der Dükerachse erforderte eine Umlenkung des Zugseiles über Rollen. Rillen in der Straßendecke der B 49, durch die das Seil geführt wurde, ermöglichten die Aufrechterhaltung des Straßenverkehrs. Zum Einziehen des Dükers mußte eine Zugkraft von max. 26,8 t aufgebracht werden. Die Einziehggeschwindigkeit betrug 2 m/min. Nach dem Einziehen jeweils einer Teilsektion wurde die nächste, durch mehrere Hilfswinden, seitlich in die verlängerte Dükerachse verschoben. Durch einen Hilfszug erfolgte das Verziehen an die vorherige Teilsektion, so daß die Verbindung sachgemäß durchgeführt werden konnte, wobei das Zugblech zugfest verschweißt wurde.

Der gleiche Vorgang wiederholte sich nach dem Einziehen der zweiten Teillänge. Während des Einziehens war die Wasserleitung zur Kontrolle mit 0,2 kp/cm² Luft gefüllt. Mit 34 kp/cm² bestand die Wasserleitung nach Verfüllen des Rohrgrabens die Gesamtdruckprobe.

Die Arbeiten am Düker wurden Mitte Oktober aufgenommen und so forciert, daß noch vor einem evtl. Hochwasser der Düker (am 21. und 22. Dezember 1970) eingezogen werden konnte. Die abschließende Peilung und Druckprobe des Dükers bestätigten: „Einwandfreie Verlegung.“

Abwasser-Düker aus duktilen Gußrohren NW 1250 und NW 800 durch die Mosel

Von HERMANN WEBER

Einleitung

Die Forderungen für den Umweltschutz zwingen zum Bau größerer und vor allem sicherer Anlagen für die Abwasserbeseitigung. Zur Verhinderung einer Grundwasserverseuchung muß in Zukunft mehr als bisher auf ein einwandfreies und dichtes Kanalnetz geachtet werden. Düker haben innerhalb eines Kanalnetzes eine besondere Bedeutung, da es sich hier um Leitungen mit einem hohen Sicherheitsbedürfnis handelt. Auftretende Schäden lassen sich nur mit enormen Kosten beheben.

Die Stadt Koblenz hat, bedingt durch die besondere Lage zwischen Rhein und Mosel, außer besonders langen Anschlußkanälen zum neu errichteten Zentralklärwerk, mehrere Düker durch Rhein und Mosel zu

verlegen. Der wichtigste Düker mit einer angeschlossenen Fläche von ca. 70 % des Stadtgebietes ist der Moseldüker in unmittelbarer Nähe vom Deutschen Eck.

Planung

Die Bedeutung des Dükers im städtischen Kanalnetz zwang zu einem genauen Studium bereits verlegter Düker, um die wirtschaftlichste und sicherste Bauweise zu finden.

Damit das max. mit 4300 l/s ankommende Abwasser abgeführt werden kann, wurde ein Rohr mit NW 1250 und ein Rohr NW 800 gewählt. Die Mindestdeckung

über den Rohren beträgt nach Vorschrift der Schifffahrtsverwaltung 2,50 m. Hierbei ergaben sich landseitig Aushubtiefen zwischen 12 m und 15 m, zum Teil in Fels. Der Dükerauslauf mündet direkt in ein Pumpwerk. Die Länge zwischen Einlauf und Auslauf beträgt 294 m. Bei Mittelwasser hat die Mosel an der Kreuzungsstelle eine Breite von ca. 100 m.

Das städtische Wasserwerk nahm die Gelegenheit wahr, zusammen mit dem Abwasserdüker 4 Trinkwasserleitungen NW 450 (PE) einzuplanen, und die Bundespost erkannte ebenfalls wirtschaftliche Vorteile und schloß sich mit 6 Kabelschutzrohren NW 125 (PE) der Dükerverlegung an.

Besonderes Augenmerk wurde für die Rohre des Abwasserdükers auf die Wahl des Materials gelegt. Hierbei wurde die Erfüllung folgender Punkte vorausgesetzt:

1. Beständigkeit gegen häusliches Abwasser.
2. Absolute Dichtheit der Rohrverbindungen.
3. Elastizität der Verbindungen und des Werkstoffes, um Setzungen im Flußbereich aufzunehmen.
4. Abriebfestigkeit.
5. Einbaumöglichkeit nach dem Einzugsverfahren ohne Störung der Schifffahrt.

Die bei Abwasserkanälen am meisten verwendeten Baustoffe — Steinzeug und Beton — konnten auf Grund ihres Gewichtes nicht in Betracht gezogen werden. PE- und PVC-Rohre schieden aus, da für die in Frage kommenden Nennweiten kostspielige Ummantelungen gegen Deformierung erforderlich geworden wären.

Von den im Dükerbau gebräuchlichsten Materialien Stahl, Asbestzement und Gußeisen erschien das letztere, besonders als duktiler Gußeisen, für die geforderten Kriterien am geeignetsten. Obwohl bereits im Stadtgebiet an stark beanspruchten Steilstrecken mit schießendem Abfluß Gußrohre ihre hohe Abriebfestigkeit und Beständigkeit bewiesen haben, wurden die duktilen Gußrohre innen mit einer zusätzlichen Schutzschicht versehen, um jegliche Risiken auszuschließen. Diese Schicht besteht bei den Rohren NW 800 aus einem 6,4 mm dicken Spezialmörtel und bei NW 1250 aus einer 1 mm dicken Epoxidharzspachtelung. Da aus produktionstechnischen Gründen die gewünschte Mörtelauskleidung bei den großen Rohren



Bild 1

nicht aufzubringen war, wurde hierfür die auf dem Abwassersektor bewährte Beschichtung mit Epoxidharz gewählt.

Die in der Planung vorgeschriebenen Radien konnten mit gleichen Rohrlängen zu je 7 m und einer Abwinkelung pro Muffe mit 2° ohne zusätzliche Formstücke eingehalten werden.

Bauausführung

Zur Dükermontage stand am linken Moselufer nur ein 120 m langer und ca. 20 m breiter Arbeitsstreifen längs der Dükerrasse zur Verfügung. Das vorgeschriebene Einzugsverfahren zwang zur Aufteilung des 294 m langen Dükers in drei Montageabschnitte zu je 119 m, 56 m und nochmals 119 m. Der Zusammenbau dieser Abschnitte erfolgte auf einer Helling parallel der landseitigen Dükerrasse.

Die Rohre wurden auf einem 4 m breiten zugfesten Rahmen aus Profilstahl aufgesattelt (siehe Bild 1). Die Teilstücke von 119 m und 56 m wurden nach einer Druckprobe mit 2,5 atü in die mit Wasser gefüllte landseitige Baugrube abgelassen. Zur Gewichtsminde rung durch Auftrieb waren die Gußrohre mit Styroporblöcken gefüllt worden.

Für das Verbinden der beiden Stränge wurde der Dükerrahmen an längsseits gelegten Schuten mit Hebezeug angehängen. Das Auflegen der Trinkwasserrohre auf den Rahmen wurde anschließend vorgenommen (siehe Bild 2).

Nach dem Fluten des 175 m langen und ca. 255 t schweren Dükers aus Strang 1 und 2 erfolgte das Einziehen mittels einer Elektrowinde. Nach knapp drei Stunden war der Strang in seine vorgegebene Rinne im Flußbett ohne Behinderung der Schifffahrt eingezogen. Das restliche Teilstück von 119 m wurde nach der Montage und erfolgter Druckprobe ebenfalls zu Wasser gelassen und unter Wasser durch Taucher an den bereits eingezogenen Strang angekuppelt. Die nachfolgende Peilung der Schifffahrtsbehörde und eine Kontrolle im Flußbereich durch Taucher zeigte keine zu beanstandende Abweichung von der Planung.

Die zweite Druckprobe des Dükers ergab, daß die Rohrverbindungen durch den Verlegevorgang keinerlei Schaden genommen hatten und absolut dicht sind.



Bild 2

Zusammenfassung

Für die Abwicklung des gesamten Bauvorhabens hat sich die Wahl von Gußrohren technisch und wirtschaftlich als vorteilhaft erwiesen. Die gewählte Stopfbuchsenmuffenverbindung Expreß hat die beim Einziehen zwangsläufig aufgetretenen Belastungen

ohne Schaden aufgefangen, was die zweite Druckprobe bewiesen hat.

Bei beengten Platzverhältnissen läßt sich ein Gußrohrdüker aus mehreren Teilstücken auch unter Wasser zusammenkuppeln. Durch die Wahl entsprechender Rohrlängen lassen sich die im Dükerbau üblichen horizontalen Krümmungen ohne zusätzliche Formstücke ausführen.

Ergebnisse von Berstdruckversuchen an Formstücken aus duktilem Gußeisen

Von NORBERT RAFFENBERG

Bei der Entwicklung der neuen Formstücke aus duktilem Gußeisen ist eine Reihe von grundsätzlichen Forderungen beachtet worden. Bei diesen Forderungen, die sowohl von seiten der Verbraucher als auch von seiten der Hersteller gestellt wurden, handelt es sich im wesentlichen um folgende: Schaffung werkstoffgerechter und kostengünstiger Formstücke; Typenvereinfachung durch Verzicht auf ungängige Formstücke; Verwendung von Doppelmuffenformstücken; Vereinheitlichung des Formstückprogramms durch Normung; gute Verlegbarkeit und Gewähr für ein einwandfreies Anbringen von Widerlagern bzw. Verankerungen; gleicher Anwendungsbereich für die Formstücke wie für die Rohre. Von ganz besonderer Bedeutung war dabei die letztgenannte Forderung, daß die duktilen Formstücke den gleichen Anwendungsbereich wie die duktilen Gußrohre haben müssen. Hierbei waren vor allem Fragen des Festigkeitsverhaltens und damit auch des Berstdruckverhaltens zu berücksichtigen.

Für die in DIN 28610 (Ausgabe August 1968) genormten duktilen Gußrohre sind — unter Berücksichtigung des Gutachtens der MPA-Stuttgart *) — folgende Nenndrücke (Wasser) festgelegt worden:

- von NW 80 bis NW 150 = 40 kp/cm²
- von NW 200 bis NW 300 = 32 kp/cm²
- von NW 350 bis NW 600 = 25 kp/cm²
- von NW 700 bis NW 1200 = 16 kp/cm².

Die zuvor genannte Forderung nach einem gleichen Anwendungsbereich auch für die duktilen Formstücke ist naturgemäß schon wegen der Betriebssicherheit einer Rohrleitung zu stellen. War von den Muffenverbindungen her, die bei den Formstücken in gleicher Form wie bei den duktilen Gußrohren ausgeführt werden, die Voraussetzung hierfür ohne weiteres gegeben, so mußten jedoch die Körper der duktilen

Formstücke wegen ihrer besonderen Form konstruktiv entsprechend stärker ausgebildet werden als Rohre. So erfolgte vor allem die Dimensionierung der Abzweigformstücke in erster Linie nach Festigkeit Gesichtspunkten, da diese Formstücke durch ihre Konstruktion die am stärksten beanspruchten Stücke darstellen.

Mit Rücksicht auf die duktilen Formstücke mit Flanschen — die duktilen Flansche werden je nach Nenndruck unterschiedlich ausgeführt, wobei lediglich die Stufen ND 10, ND 16, ND 25 und ND 40 genormt sind, jedoch nicht die Stufe ND 32 — wurde statt der bei Rohren im Bereich von NW 200 bis NW 300 festgelegten Stufe ND 32 die nächsthöhere Stufe ND 40 gewählt. Damit ergaben sich für die duktilen Formstücke folgende Nenndrücke (Wasser):

- von NW 80 bis NW 300 = 40 kp/cm²
- von NW 350 bis NW 600 = 25 kp/cm²
- von NW 700 bis NW 1200 = 16 kp/cm².

Mit dieser Nenndruck-Stufung war der Forderung nach einem gleichen Anwendungsbereich wie für die Rohre voll und ganz Rechnung getragen.

Mit der zunehmenden Fertigung duktiler Formstücke nach erfolgter Normung — die duktilen Formstücke sind in DIN 28622 bis DIN 28648 (jeweils Ausgabe November 1970) genormt — tauchte die Frage auf, welche Berstdrücke von den einzelnen Formstücktypen effektiv ausgehalten werden, oder anders ausgedrückt, welche effektiven Sicherheiten gegenüber dem Nenndruck die duktilen Formstücke aufweisen. Zur Beantwortung dieser Frage wurde von den Gußrohrwerken im Jahre 1970 beschlossen, einige Berstdruckversuche an duktilen Formstücken durchzuführen.

Versuchsprogramm

Vor allem unter Berücksichtigung prüftechnischer Gesichtspunkte sowie auch im Hinblick auf aussagefähige Versuchsergebnisse wurde ein Versuchspro-

*) Wellinger, K., und Gaßmann, H.: „Die Berechnung duktiler Schleudergußrohre“; Technisch-wissenschaftliche Berichte der Staatlichen Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart, Heft 65—01.

gramm im Bereich von NW 100 bis NW 400 festgelegt; es umfaßte die nachstehend aufgeführten 28 verschiedenen Formstücke:

EU-Stücke:	NW 100, NW 200, NW 400
MMQ-Stücke:	NW 100, NW 200, NW 300
MMK-Stücke 45:	NW 100, NW 200, NW 400
MMA-Stücke:	NW 100 x 100, NW 200 x 200, NW 400 x 400
MMR-Stücke:	NW 100 x 80, NW 250 x 200
Q-Stücke:	NW 100, NW 200, NW 400
FFK-Stücke 45:	NW 100, NW 200, NW 400
T-Stücke:	NW 100 x 100, NW 200 x 200, NW 400 x 400
FFR-Stücke:	NW 200 x 150, NW 300 x 250
X-Stücke:	NW 100, NW 200, NW 400

Für die Berstdruckversuche wurden jeweils drei Stück der vorgenannten Formstücktypen, also insgesamt 84 Formstücke vorgesehen. Von den Formstücken sind alle wesentlichen technischen Daten (z. B. Abmessungen, Gewichte und Werkstoffkennwerte) ermittelt worden, um erforderlichenfalls nachweisen zu können, daß es sich bei den geborstenen Formstücken um normgerechte Stücke gehandelt hat.

Um die zum Bersten der Formstücke erforderlichen Innendrucke erreichen zu können, mußten für die Abdichtung der Muffen und Flanschen spezielle Vorrichtungen eingesetzt werden.

Versuchsergebnisse

In der nachstehenden Tabelle 1 sind die Berstdrucke in kp/cm^2 der geprüften Formstücke aufgeführt. Bei den in Klammern gesetzten Werten handelt es sich um die maximal erreichten Innendrucke, bei denen die Formstücke aus bestimmten Gründen nicht geborsten werden konnten (siehe hierzu Fußnoten zu Tabelle 1).

Alle erzielten Berstdrucke der vorstehend aufgeführten Formstücke sind in Diagramm 1 erfaßt; die in Tabelle 1 in Klammern gesetzten maximal erreichten Innendrucke der Formstücke, die nicht geborsten werden konnten, wurden dabei nicht berücksichtigt. Aus Diagramm 1 ist ersichtlich, daß die effektiv zum Bersten duktiler Formstücke erforderlichen Innendrucke weit über den für Formstücke in DIN 28622 bis DIN 28648 genormten Nenndrucke (Geraden 1: ND 40 bis NW 300 und ND 25 ab NW 350) und auch noch wesentlich über den rechnerisch ermittelten Mindestberstdrucke der genormten duktilen Gußrohre (Kurve 2) liegen. Für die geborstenen Formstücke ergeben sich je nach Nennweite folgende effektiven Sicherheiten S gegenüber dem Nenndruck:

bei NW 100:	$S \geq 7$
bei NW 200:	$S \geq 4,5$
bei NW 400:	$S \geq 4,4$

Zum Vergleich mit den in Diagramm 1 erfaßten Berstdrucke duktiler Formstücke im Bereich von NW 100 bis NW 400 sind in Diagramm 2 einige an duktilen Gußrohren im Bereich von NW 100 bis NW 500 erzielten Berstdrucke zusammengestellt. Aus Diagramm 2 ist ersichtlich, daß die effektiv zum Bersten

Formstückart	Stück Nr. 1	Stück Nr. 2	Stück Nr. 3	Bemerkung
EU-Stücke				
NW 100	480	500	470	siehe Diagramm 3 und Bild 1
NW 200	310	300	(320) ¹⁾	
NW 400	(240) ²⁾	(240) ²⁾	(250) ²⁾	
MMQ-Stücke				
NW 100	520	415	505	siehe Diagramm 4 und Bild 2
NW 200	250	270	320	
NW 300	200	225	195	
MMK-Stücke 45				
NW 100	480	560	620	siehe Diagramm 5 und Bild 3
NW 200	260	205	305	
NW 400	225	200	150	
MMA-Stücke				
NW 100 x 100	370	380	380	siehe Diagramm 6 und Bild 4
NW 200 x 200	180	190	180	
NW 400 x 400	125	120	130	
MMR-Stücke				
NW 100 x 80	545	530	560	siehe Diagramm 7 und Bild 5
NW 250 x 200	220	255	240	
Q-Stücke				
NW 100	550	540	515	siehe Diagramm 4 und Bild 6
NW 200	265	275	305	
NW 400	110	115	130	
FFK-Stücke 45				
NW 100	500	565	535	siehe Diagramm 5 und Bild 7
NW 200	310	275	280	
NW 400	130	135	120	
T-Stücke				
NW 100 x 100	430	465	435	siehe Diagramm 6 und Bild 8
NW 200 x 200	200	200	210	
NW 400 x 400	110	130	125	
FFR-Stücke				
NW 200 x 150	380	390	400	siehe Diagramm 7 und Bild 9
NW 300 x 250	230	220	230	
X-Stücke				
NW 100	290	310	280	siehe Diagramm 8 und Bilder 10, 11 und 12
NW 200	(165) ³⁾	(65) ⁴⁾	(70) ⁴⁾	
NW 400	(68) ⁴⁾	(65) ⁴⁾	(70) ⁴⁾	

Tabelle 1: Berstdrucke (bzw. maximal erreichte Innendrucke) in kp/cm^2

duktiler Rohre erforderlichen Innendrucke weit über den für Rohre in DIN 28610 genormten Nenndrucke (Geraden 1: ND 40 bis NW 150, ND 32 von NW 200 bis NW 300 und ND 25 ab NW 350) und auch noch wesentlich über den rechnerisch ermittelten Mindestberstdrucke der Rohre (Kurve 2) liegen. Die untersuchten duktilen Formstücke weisen damit vergleichbar hohe Berstdrucke und damit auch vergleichbar hohe Sicherheiten auf wie die duktilen Gußrohre.

- ¹⁾ Bei 320 kp/cm^2 wurde der Versuch wegen Undichtheiten an der Flanschverbindung abgebrochen.
- ²⁾ Bei 240 bzw. 250 kp/cm^2 wurde der Versuch wegen Undichtheiten an der Flanschverbindung (die Flansche hatten sich um 2,1°, 1,6° bzw. 2,7° verbogen) abgebrochen.
- ³⁾ Bei 165 kp/cm^2 wurde der Versuch wegen Undichtheiten an der Flanschverbindung (trotz Anbringung von Vor- und Rücksprung undicht wegen starker Flanschverbiegung) abgebrochen.
- ⁴⁾ Bei 68,65 bzw. 70 kp/cm^2 wurde der Versuch wegen Undichtheiten an der Flanschverbindung (die Flansche hatten sich um 5,2°, 5,5° bzw. 2,8° verbogen) abgebrochen.

Um die einzelnen Formstücktypen bezüglich ihres Berstdruckverhaltens besser beurteilen und vergleichen zu können, sind in den Diagrammen 3 bis 8 die Versuchsergebnisse der einzelnen bzw. vergleichbaren Formstücktypen graphisch dargestellt. In diesen Diagrammen sind nicht nur die effektiven Berstdrücke, sondern auch die in Tabelle 1 in Klammern gesetzten maximal erreichten Innendrucke der Formstücke, die nicht geberstet werden konnten, berücksichtigt worden; letztere sind mit einem nach oben gerichteten Pfeil besonders gekennzeichnet.

In den Diagrammen 1 bis 8 stellen jeweils die Geraden 1 die in DIN 28610 für Rohre bzw. in DIN 28622 bis DIN 28648 für Formstücke genormten Nenndrücke (Wasser) sowie die Kurven 2 die rechnerischen Mindest-Berstdrücke der in DIN 28610 genormten duktilen Gußrohre dar.

Zu Diagramm 8, in dem die Ergebnisse der Berstdruckversuche an duktilen X-Stücken erfaßt sind, sei noch besonders bemerkt, daß lediglich die X-Stücke NW 100 zum Bersten gebracht werden konnten. Das X-Stück NW 200 konnte dagegen — trotz Anbringung von Vor- und Rücksprung — lediglich bis zu einem Wasserinnendruck von 165 kp/cm^2 beaufschlagt werden; sodann traten Undichtheiten an der Flanschverbindung infolge starker Flanschdurchbiegung (siehe Bild 11) auf. Die X-Stücke NW 400 ließen sich — trotz Anbringung einer Eindrehung für Runddichtungen nach DIN 2514 — ebenfalls nicht bersten; es zeigten sich hier bereits bei Wasserinnendrücken von 65 bis 70 kp/cm^2 so starke Flanschverbiegungen (siehe Bild 12), daß die Runddichtungen herausgedrückt wurden.

Die Bilder 1 bis 10 zeigen einige geberstene Formstücke, aus denen das typische Berstdruckverhalten der verschiedenen Formstücke ersichtlich ist. Die Bilder lassen das beachtliche Verformungsvermögen duktiler Formstücke erkennen.

Zusammenfassung

Die duktilen Formstücke sind für den gleichen Anwendungsbereich wie die duktilen Rohre bemessen und genormt worden. Berstdruckversuche an duktilen Formstücken im Bereich von NW 100 bis NW 400 haben gezeigt, daß die effektiv zum Bersten duktiler Formstücke erforderlichen Innendrucke weit über den für Formstücke in DIN 28622 bis DIN 28648 genormten Nenndrücken und auch noch wesentlich über den rechnerisch ermittelten Mindest-Berstdrücken der in DIN 28610 genormten duktilen Gußrohre liegen. Die duktilen Formstücke — selbst die beim Betrieb einer Rohrleitung besonders hoch beanspruchten Abzweigformstücke (z. B. MMA- und T-Stücke) — weisen vergleichbar hohe Berstdrücke und damit auch vergleichbar hohe Sicherheiten auf wie die duktilen Rohre.



Bild 1: EU-Stück NW 200, Berstdruck 310 kp/cm^2



Bild 2: MMQ-Stück NW 300, Berstdruck 200 kp/cm^2

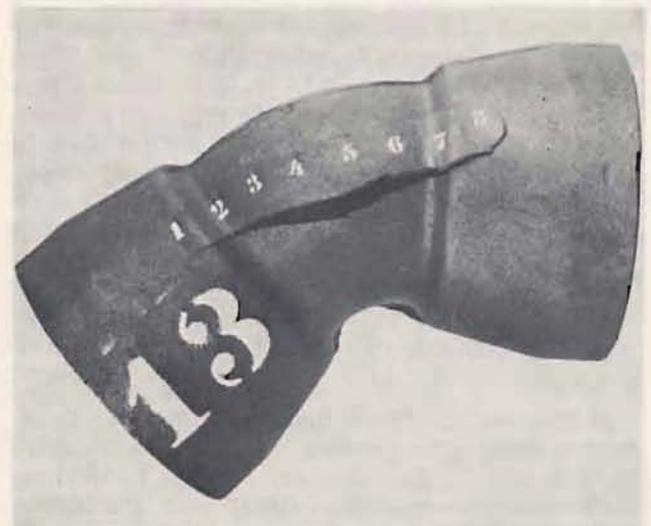


Bild 3: MMK-Stück 45 NW 100, Berstdruck 480 kp/cm^2



Bild 4: MMA-Stück NW 100 x 100, Berstdruck 370 kp/cm²



Bild 6: Q-Stück NW 100, Berstdruck 540 kp/cm²



Bild 5: MMR-Stück NW 250 x 200, Berstdruck 240 kp/cm²



Bild 7: FFK-Stück 45 NW 100, Berstdruck 535 kp/cm²



Bild 8: T-Stück NW 100 x 100, Berstdruck 435 kp/cm²



Bild 10: X-Stück NW 100, Berstdruck 310 kp/cm²

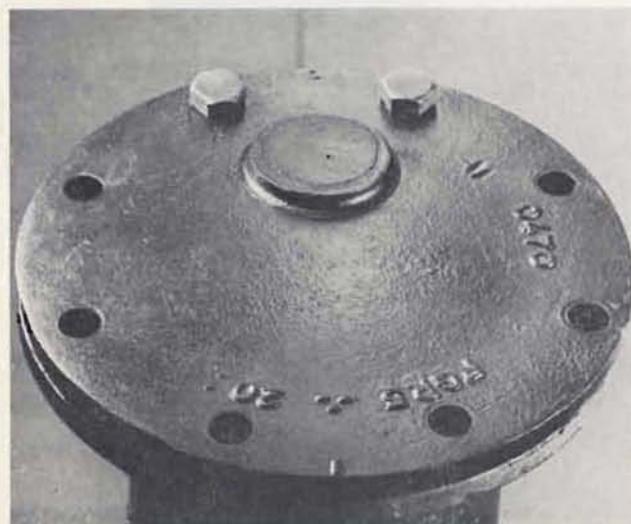


Bild 11: X-Stück NW 200, maximal erreichter Innendruck 165 kp/cm²



Bild 9: FFR-Stück NW 200 x 150, Berstdruck 390 kp/cm²

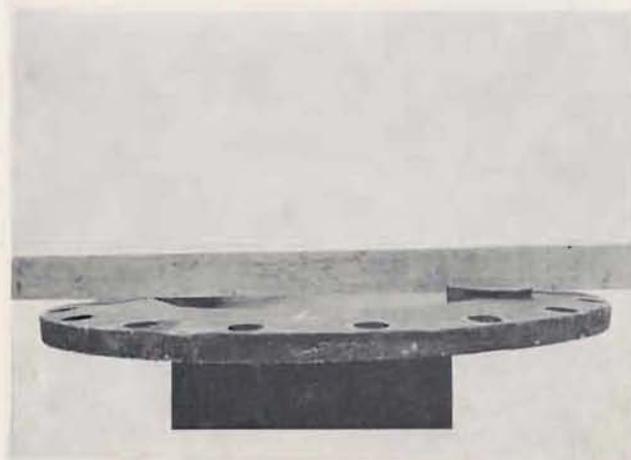


Bild 12: X-Stück NW 400, maximal erreichter Innendruck 65 kp/cm²

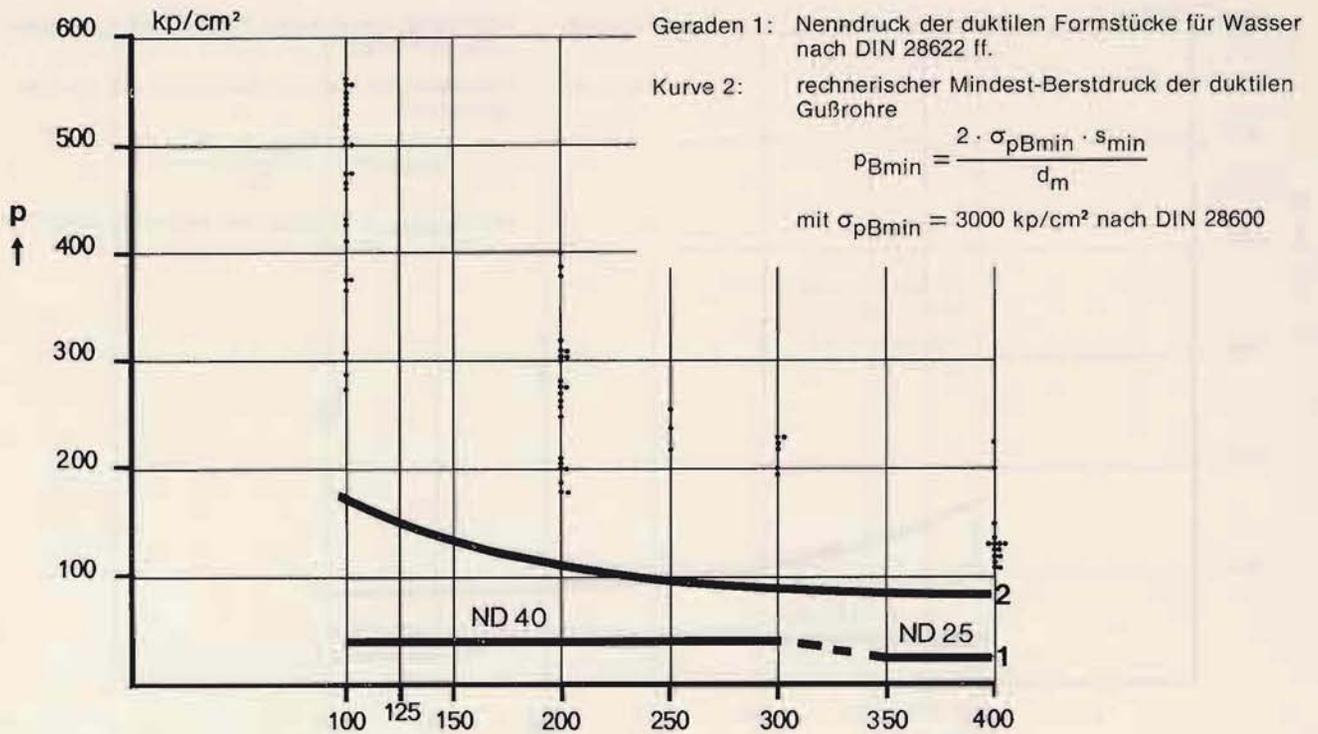


Diagramm 1: Berstdrücke duktiler Formstücke NW 100 bis NW 400 → NW

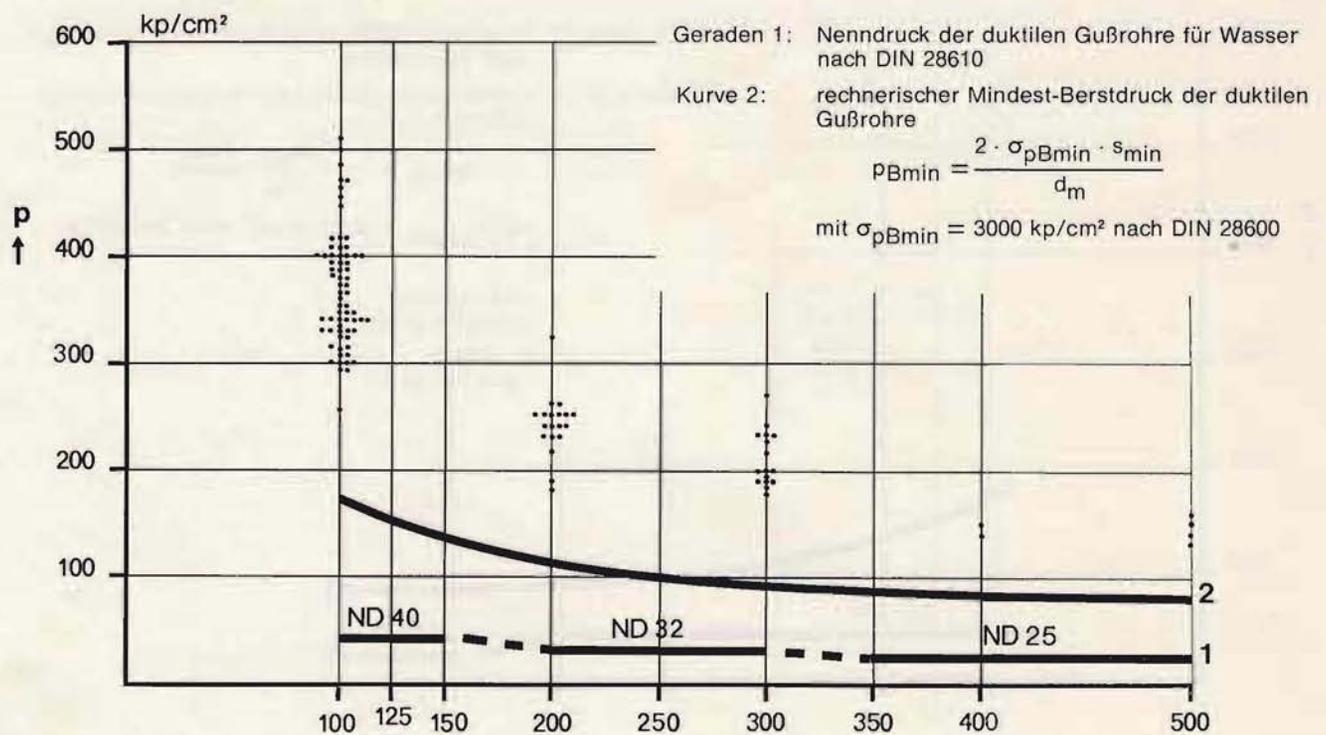


Diagramm 2: Berstdrücke duktiler Gußrohre NW 100 bis NW 500 → NW

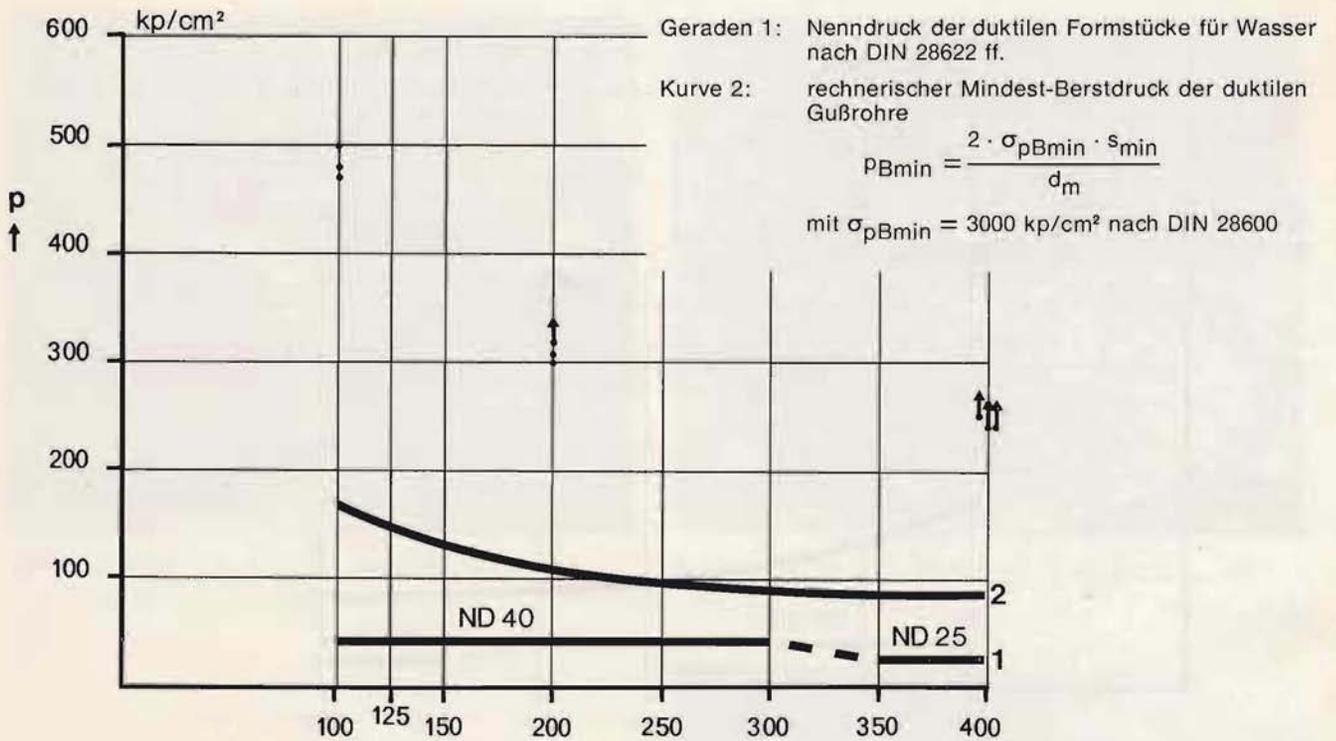


Diagramm 3: Ergebnisse der Berstdruckversuche an duktilen EU-Stücken →NW

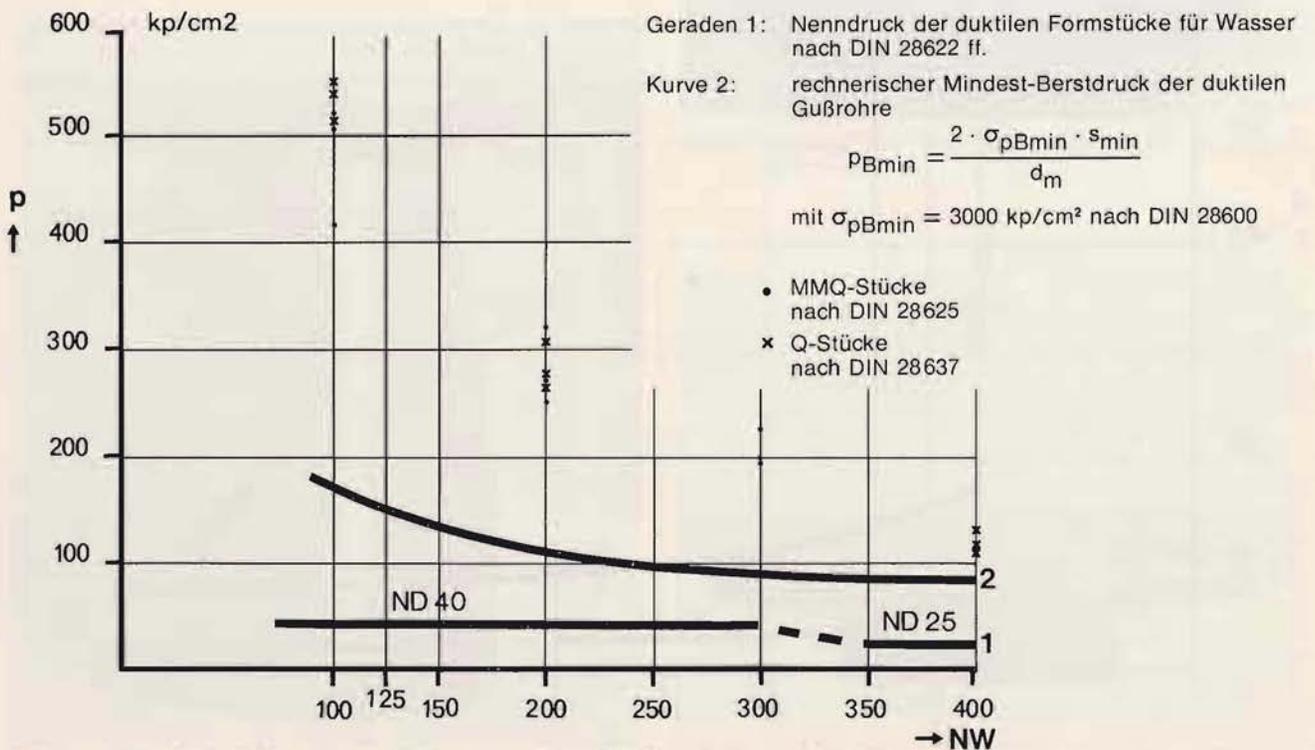


Diagramm 4: Ergebnisse der Berstdruckversuche an duktilen MMQ- und Q-Stücken →NW

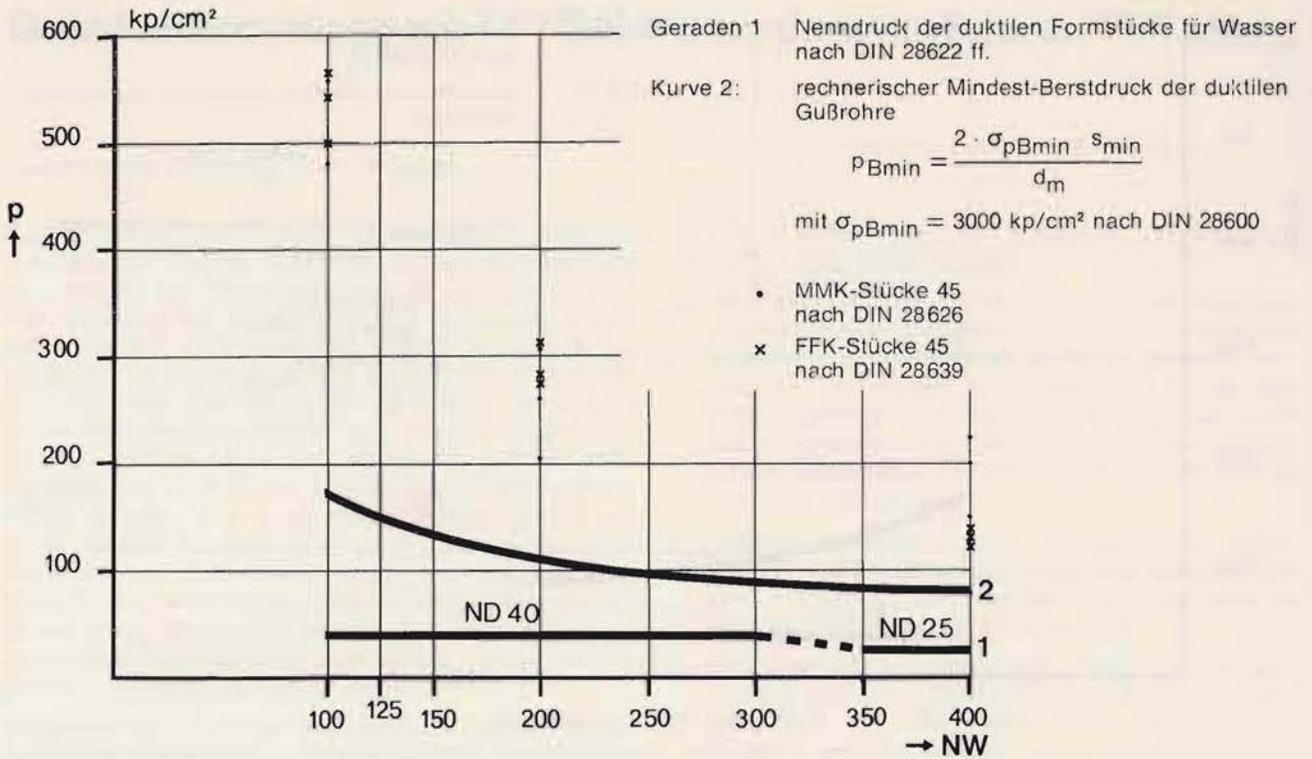


Diagramm 5: Ergebnisse der Berstdruckversuche an duktilen MMK- und FFK-Stücken 45

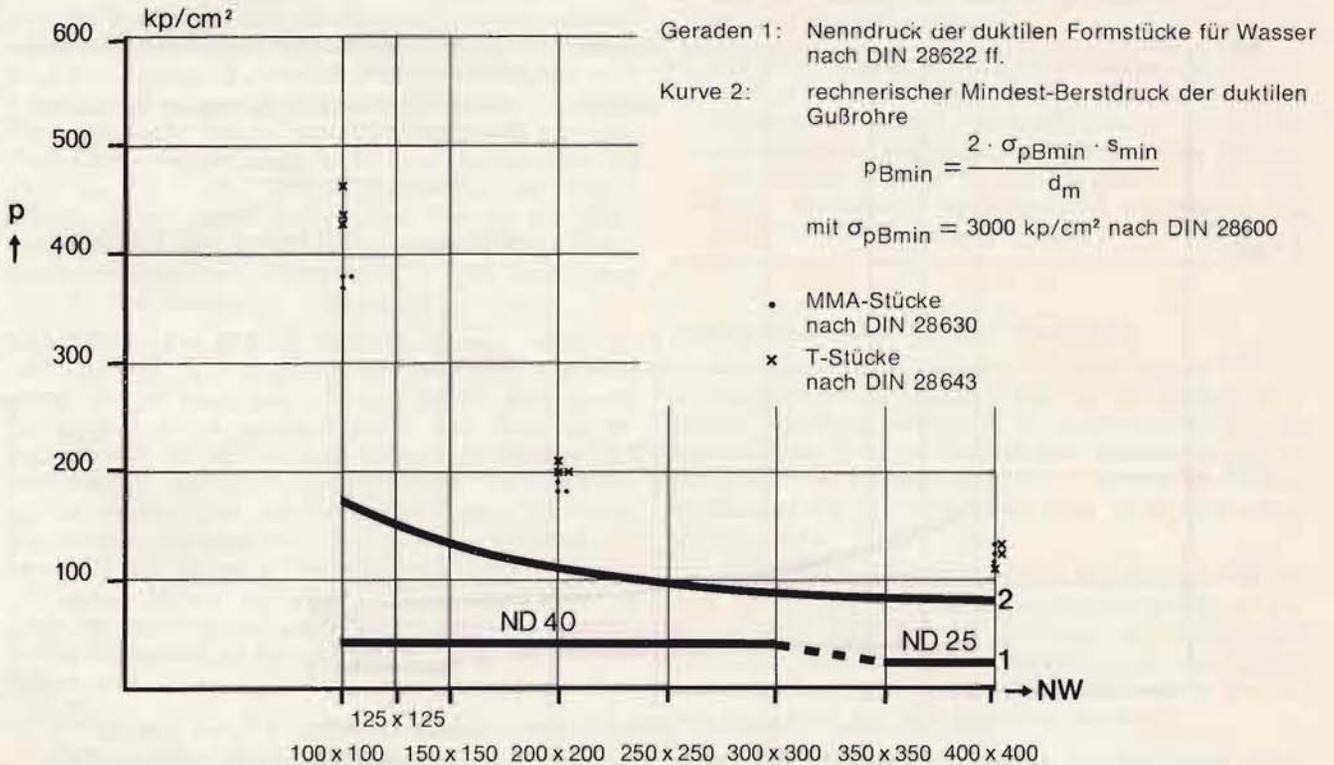


Diagramm 6: Ergebnisse der Berstdruckversuche an duktilen MMA- und T-Stücken

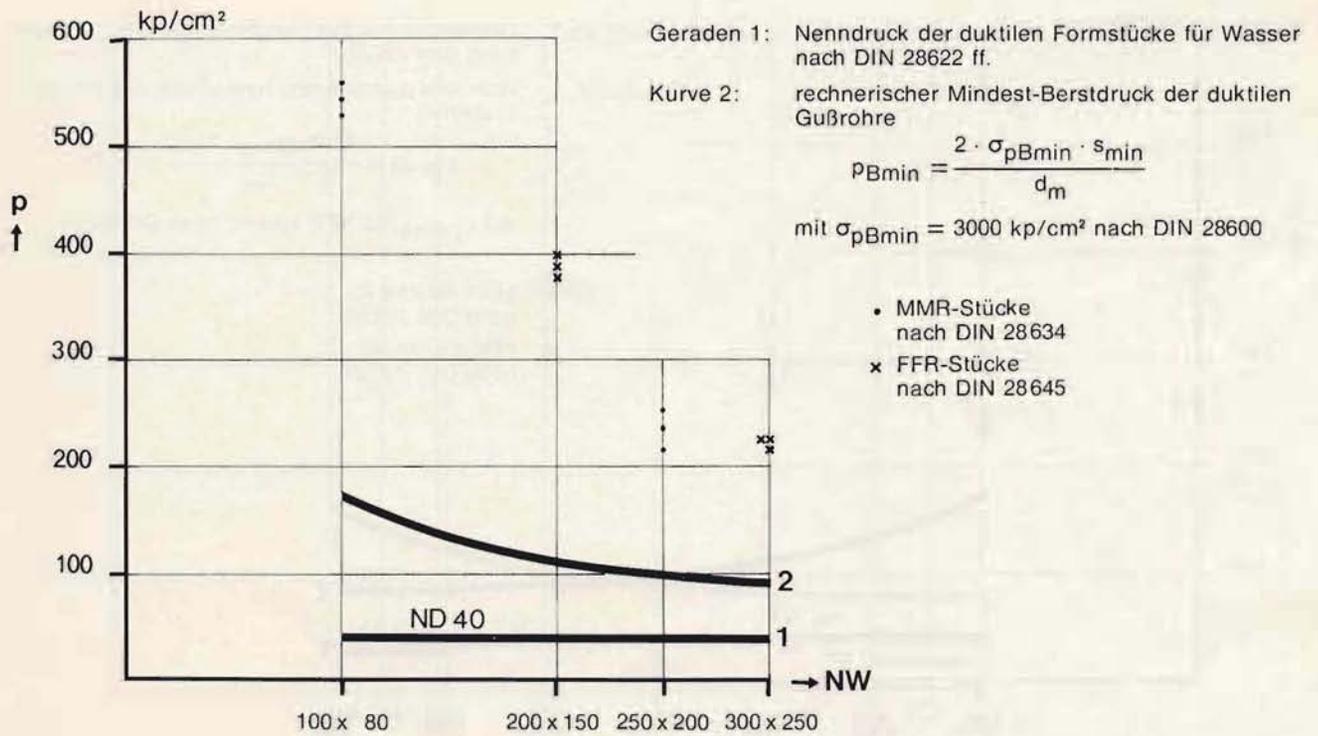


Diagramm 7: Ergebnisse der Berstdruckversuche an duktilen MMR- und FFR-Stücken

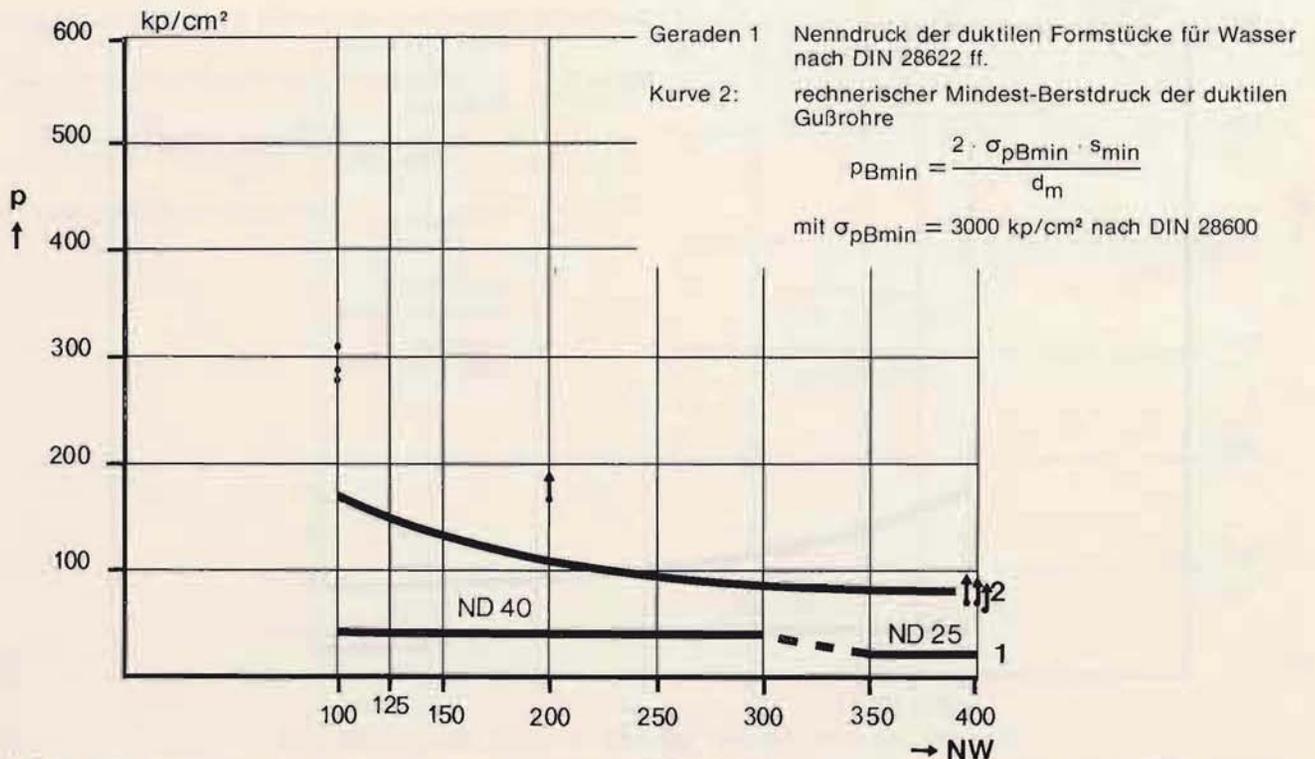


Diagramm 8: Ergebnisse der Berstdruckversuche an duktilen X-Stücken

Duktile Formstücke mit TYTON-Verbindung und deren Verlegung

Von FRIEDEL LISTNER

Formstücke für Gas- und Wasserleitungen sind, abgesehen von einigen Sonderfällen, von der Gußrohrindustrie in der Bundesrepublik bis zum Jahre 1968 aus Gußeisen mit Lamellengraphit (Grauguß) hergestellt worden. Demgegenüber begann bei der Rohrfertigung die Umstellung des Werkstoffes von Grauguß (GG) auf duktilen Gußeisen (GGG) bereits im Jahre 1957. Die Produktion von duktilen Gußrohren steigerte sich im Laufe der Zeit derart, daß seit 1969 praktisch nur noch Rohre aus duktilem Gußeisen gefertigt werden. Die Verbraucher hatten schnell erkannt, welche Vorzüge und völlig neuen Eigenschaften Rohre aus duktilem Gußeisen besitzen. Mit dem dadurch hervorgerufenen ständig steigenden Einsatz dieser Rohre wurde der Wunsch der Verbraucher, zu den duktilen Druckrohren auch duktile Formstücke zu erhalten, naturgemäß immer stärker.

Während bei den Schleudergußrohren die fertigungstechnische Umstellung — abgesehen von den Schmelz- und Behandlungseinrichtungen — relativ einfach dadurch durchgeführt werden kann, daß den Schleudergießmaschinen zur Erzielung einer kleineren Wanddicke geringere Eisenmengen zugeführt werden, benötigt man bei den Formstücken, die nach wie vor im Sandgußverfahren hergestellt werden, neue Formeinrichtungen, um Stücke mit kürzeren Abmessungen und kleineren Wanddicken fertigen zu können. Hierzu waren auch umfangreiche Vorarbeiten erforderlich; letztlich sollten die Vorteile des duktilen Gußeisens — hohe Festigkeit und beachtliches Verformungsvermögen — durch eine optimale Lösung in der Gestaltung der Formstücke ausgenutzt werden. Heute sind diese Arbeiten größtenteils abgeschlossen. Es liegt ein vollständig neues Formstückprogramm aus duktilem Gußeisen vor, das sowohl den Verbrauchern als auch den Rohrlegern Vorteile bietet. Aus den bei den Rohren gewonnenen Erfahrungen hat die Gußrohrindustrie bei der Neuschaffung von duktilen Formstücken die seit 1957 eingeführte TYTON-Verbindung auch bei den Formstücken mit berücksichtigt.

Seit 1969 ist die TYTON-Verbindung auch bei Formstücken, und zwar zunächst bis NW 300, auf dem Markt und erfreut sich immer größerer Beliebtheit. Die Gußrohrindustrie ist bemüht, den Nennweitenbereich, wie in den Normen bereits vorgesehen, bis NW 600 zu erweitern. Entsprechende Versuche bezüglich der Fertigung und Montage wurden mit guten Ergebnissen durchgeführt. Der Monteur im Rohrgraben weiß die Vorteile der duktilen Formstücke, insbesondere solcher mit der TYTON-Verbindung, zu schätzen. Nachstehend seien die wichtigsten vorteilhaften Eigenschaften der duktilen TYTON-Formstücke aufgeführt:

a) Formstücke mit TYTON-Verbindung bieten dem Verbraucher dichte Verbindungen bei einfacher und schneller Montage, hohe Betriebssicherheit

und Kostenersparnisse gegenüber Formstücken mit anderen Verbindungen.

- b) Geringere Baulängen und kleinere Wanddicken gegenüber den Grauguß-Formstücken bringen Gewichtsverminderungen bis zu 50 %. Dadurch werden die Formstücke handlicher und lassen sich leichter verlegen. TYTON-Formstücke sind durch den Wegfall der Schraubringe, die bei der Schraubmuffenverbindung erforderlich sind, noch leichter und auch preisgünstiger.
- c) Duktile Formstücke sind unempfindlich gegen Schlag- und Stoßbeanspruchung, die bei Transport und Verlegung auftreten können. Unangenehme Schäden werden dadurch vermieden.
- d) Richtungsändernde Formstücke bieten bei der Ausführung mit TYTON-Muffen eine große Anlagefläche für das Widerlager; beide Muffenflächen können mit einbezogen werden. Einschaltungsarbeiten sind wegen der glatten Muffenstirnflächen einfach und schnell auszuführen.
- Fehlt es an Platz für Betonwiderlager, wie beispielsweise im Stadtgebiet oder bei mehreren nebeneinanderliegenden Rohrsträngen, so kann — z. B. mit Hilfe von ARS-Universal-Klemmschellen — eine axiale Schubsicherung bewirkt werden. Diese Schellen passen auf Rohre und Formstücke mit TYTON- oder Schraubmuffen-Verbindung. Die Schellen werden zur Zeit im Bereich von NW 100 bis NW 300 hergestellt.
- e) Bei Verwendung von TYTON-Rohren und -Formstücken kann in stark befahrenen Straßen der Rohrgraben erforderlichenfalls sofort nach der Verlegung — noch vor der Druckprüfung — wieder verfüllt werden, da ein Nachdichten, wie teilweise bei anderen Verbindungen erforderlich, bei der TYTON-Verbindung entfällt.

Verlegung duktiler TYTON-Formstücke

In enger Zusammenarbeit haben die der Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre (FGR) angehörenden Werke zweckmäßige Verlegezusatzgeräte entwickelt, die es gestatten, bei Verwendung der bisherigen Grundmontagegeräte, TYTON-Formstücke leicht und sicher zu montieren.

Da die Formstücke im Gegensatz zu den Rohren nur eine kleine Baulänge haben und zum Teil auch gebogen sind, muß bei der Montage der Formstücke besonders darauf geachtet werden, daß die Stücke zentrisch ausgerichtet und genau axial geführt auf die Spitzenden der Rohre aufgezogen werden.

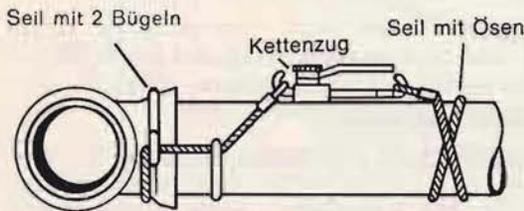
Unter Verwendung der hierfür vorgesehenen Montagegeräte ist dies ohne besondere Mühe zu errei-

chen. Die Art des Formstückes spielt hierbei keine Rolle, da das Montage-seil stets hinter die Formstückmuffe faßt.

Alle zur Verlegung notwendigen Handgriffe und Erläuterungen sind in den Verlegeanleitungen der Herstellerwerke zusammengefaßt. Die TYTON-Verbindung bringt eine Menge Verlegevorteile, die durch Rationalisierung an der Baustelle ausgenutzt werden können. So ist es zweckmäßig, die Muffen außerhalb des Grabens für die Verlegung so vorzubereiten, daß im Graben nur noch die Verbindung durch Zusammenschieben hergestellt werden muß. Ein Monteur übernimmt es, die Muffen der Rohre und Formstücke zu säubern, den Dichtringsitz zu schmieren und den

Dichtring einzulegen. Ist der Boden stark aufgeweicht, empfiehlt es sich, die Muffen dabei auf einen Balken oder ähnliches zu legen, damit die Arbeiten ohne Behinderung durch Schmutz erfolgen können. Zweckmäßigerweise bringt der Rohrleger die notwendigen Hilfsmittel (einen umgebogenen Schraubenzieher und Reinigungspinsel sowie Gleitmittel, Putzwolle und Taster) in einem sauberen Eimer unter und führt diesen von Muffe zu Muffe mit. Nicht allen Rohrlegern ist der richtige Einsatzbereich der von den Gußrohrwerken empfohlenen Verlegegeräte schon bekannt. Aus diesem Grunde soll nachstehende Übersicht hierüber näheren Aufschluß geben (Bild 1—3).

Kettengerät für Formstücke



für Rohre

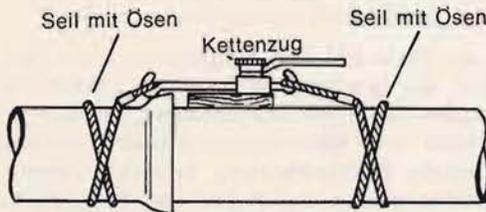


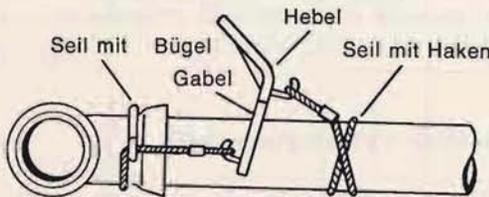
Bild 1: Einbau von TYTON-Formstücken mittels Kettengerät

Anwendungsbereich: Rohre und Formstücke NW 300—600

NW	Kettenzug 2,5 t Gew.	Seil mit Ösen			Seil mit 2 Bügeln			komplett Gew.	
		Φ	Länge	Gew.	Φ	Länge	Gew.		
300	19	9,5	2300	1,0	9,5	2000	3,1	24,1	
350		12,5	2700	1,9	12,5	2000	4,7	27,5	
400				2,2			2300	5,1	28,5
500				2,5			2700	6,1	30,1
600				2,9			3000	6,9	31,7

Bei Bestellung eines kompletten Kettengerätes wird ein Gerät mit 1 Seil mit Bügel und 2 Seilen mit Ösen geliefert.

Gabelgerät für Formstücke



für Rohre

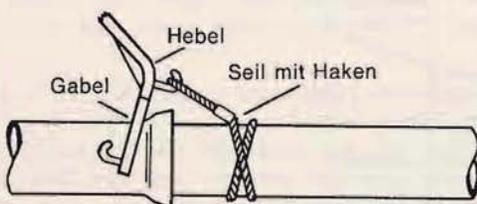


Bild 2: Einbau von TYTON-Formstücken mittels Gabelgerät

Anwendungsbereich:

Rohre NW 150—250
 Abzweige und Durchgänge NW 150—250
 Bogen NW 80—250

NW	Hebel		Gabel Gew.	Seil mit Haken			Seil mit 1 Bügel			kompl. Gew.
	Länge	Gew.		Φ	Länge	Gew.	Φ	Länge	Gew.	
80	1200	6,5	1,6	8	1500	0,8	8	1150	0,9	9,8
100			2,0					1200	1,0	10,3
125			4,2					1500	1,3	1250
150	4,8	1350	1,5	19,3						
200	5,5	1400	1,6	20,1						

Bei Bestellung eines kompletten Gabelgerätes wird jeweils die Ausführung für Formstücke geliefert.

Hebel

Anwendungsbereich Rohre
 Abzweige und Durchgänge

NW 50-125

NW 80-125



Bild 3: Einbau von TYTON-Formstücken mittels Hebel

In der Praxis werden zum Teil TYTON-Rohre ab NW 300 mit den heute üblichen hydraulischen Baggern eingeschoben. Bei unsachgemäßer Handhabung besteht hierbei jedoch die Gefahr, daß der Dichtring durch das zu schnell eingefahrene Rohr aus seinem Sitz herausgeschoben wird und daß dadurch die Dichtheit der montierten Muffe beeinträchtigt werden kann. Es ist daher in jedem Falle darauf zu achten, daß das einzuführende Rohr langsam in die Muffe eingeschoben wird, damit der Dichtring genügend Zeit zum Verformen hat. Auch bei geraden TYTON-Formstücken und -Abzweigformstücken wäre eine Montage mittels Bagger möglich; sie sollte jedoch unterlassen werden, da das relativ kurze Formstück bei einseitig wirkender Einschubkraft verkantet und dadurch eine einwandfreie Montage nicht gewährleistet ist.

Außerstenfalls sollte man, falls einmal kein geeignetes Verlegegerät auf der Baustelle vorhanden ist, den hydraulischen Baggerlöffel lediglich als Widerlager benutzen. Dann kann mit einer einfachen Winde bei Verwendung eines starken Querholzes das gerade

Formstück oder Rohr langsam in die Muffe eingeschoben werden.

Sehr wichtig ist nach erfolgter Montage das Prüfen des Dichtringsitzes mit dem Taster. Diese Prüfarbeit nimmt nur wenige Sekunden in Anspruch, gibt aber dem Rohrleger die Gewähr, die TYTON-Verbindung richtig montiert zu haben.

Beim Abtasten der Verbindung führt man den Taster zwischen Spitzende und Muffenzentrierung so weit in den Muffenspalt ein, bis der Taster gegen die Hartgummikante des Dichtringes stößt. Ist die Eindringtiefe des Tasters am gesamten Umfang gleich groß, so sitzt der Dichtring in der richtigen Lage. Kann man jedoch den Taster auf einer begrenzten Länge am Umfang tiefer — um etwa die doppelte Tiefe — in die Muffe einführen, so ist die Montage nicht sachgemäß erfolgt. Die Verbindung sollte sofort demontiert werden.

Gründe für solche Erscheinungen können sein:

- Ein auf der Baustelle abgeschnittenes Rohr wurde an der Schnittfläche nicht richtig angefast bzw. nicht gut abgerundet.
- Es wurde nicht fluchtend montiert, d. h. die Verbindungsteile sind im abgewinkelten Zustand zusammengeschoben worden.
- Das Reinigen und Schmieren der TYTON-Muffe sowie das Einlegen des Dichtringes ist nicht genau nach Verlegeanleitung durchgeführt worden.

Formstücke mit TYTON-Verbindung sind bei Anwendung einer sachgemäßen Verlegetechnik allen Anforderungen des Rohrnetzbetriebes gewachsen und bieten größtmögliche Sicherheit.

Anschweißen von Anschluß-Stutzen für Hauszuleitungen an duktile Gußrohre

Von RUDOLPH ZIMMER

1. Anschlußmöglichkeiten von Hauszuleitungen

Der Anschluß von Hauszuleitungen an Hauptleitungen aus duktilen Gußrohren konnte in der Vergangenheit ausschließlich mit gummigedichteten Anbohrschellen verschiedener Bauarten hergestellt werden. Da die heute erhältlichen Anbohrschellen sowohl hinsichtlich der Konstruktion als auch hinsichtlich der Werkstoffauswahl dem neuesten Stand der Technik entsprechen und laufend weiter verbessert werden, wird diese Art des Leitungsanschlusses auch in Zukunft ihre Bedeutung behalten.

Insbesondere in der Gasversorgung wird allerdings trotz der grundsätzlichen Bewahrung der Anbohrschellen aus unterschiedlichen Gründen oftmals dem fest mit der Hauptleitung verbundenen, nicht verschiebbaren und nicht gummigedichteten Anschluß, also dem angeschweißten Anschluß-Stutzen der Vorzug gegeben.

2. Schweißen von duktilem Gußeisen

Vor der Entwicklung des duktilen Gußeisens beschränkte sich das Schweißen von Gußeisen mit Lamellengraphit („Grauguß“) auf das „Fertigungsschweißen“, d. h. auf das Ausbessern von Gußstücken, die Oberflächenfehler zeigten, und auf das „Reparaturschweißen“ von Gußstücken, die beschädigt worden waren.

Im gleichen Umfang, wie duktilen Gußeisen auf Grund seiner Zähigkeit und höheren Festigkeit immer weitere Anwendungsgebiete fand, verstärkte sich der Wunsch, duktilen Gußeisen schweißen zu können. Dieser Wunsch erstreckte sich nicht nur auf das Fertigungs- und Reparaturschweißen, sondern vielmehr auch auf das Konstruktionschweißen, dem Verbinden von Teilen aus duktilem Gußeisen untereinander oder z. B. mit Tempergußteilen.

Beim Schweißen von duktilem Gußeisen sind dieselben metallkundlichen Probleme zu lösen wie beim Schweißen von Gußeisen mit Lamellengraphit; wegen der höheren Zähigkeit und Festigkeit des duktilen Gußeisens müssen aber höhere Ansprüche an die Schweißnaht gestellt werden. Unter diesen Gesichtspunkten wurden Verfahren und Schweißzusatzwerkstoffe entwickelt, die es heute ermöglichen, in bestimmten Fällen und gegebenenfalls unter bestimmten Voraussetzungen duktilen Gußeisen zu schweißen oder — treffender gesagt — an duktilem Gußeisen zu schweißen.

Das Gasschmelzschweißen ist bei duktilem Gußeisen für Konstruktionsschweißungen ungeeignet, weil die zu verschweißenden Teile stärker erwärmt werden als beim Elektrolichtbogenschweißen, so daß die wärmebeeinflusste Zone mit darin gegebenen Gefügeveränderungen entsprechend größer ist.

Aus diesem Grund wird weitgehend das Elektrolichtbogenschweißverfahren angewendet, bei dem man für Handschweißungen umhüllte Elektroden verwendet. Um das Wärmeeinbringen gering zu halten, werden Elektroden mit geringem Durchmesser bei möglichst niedrigen Stromstärken verschweißt. Ein weiterer Vorteil des Elektrolichtbogenschweißens besteht darin, daß es bei duktilem Gußeisen auch das Schweißen in Zwangslage bedingt ermöglicht.

Entsprechend den Eigenschaften verschiedener Gußeisensorten wurden arteigene und artfremde Schweißzusatzwerkstoffe mit gleicher Festigkeit und Zähigkeit entwickelt. Für das Schweißen an duktilem Gußeisen empfiehlt es sich beim heutigen Stand der Technik, Nickel-Eisen-Elektroden zu verwenden, die im Schweißgut eine dem Grundwerkstoff vergleichbare Festigkeit ergeben (Tabelle 1).

Tabelle 1: Mechanische Eigenschaften von Schweißverbindungen im Schweißzustand und Zusammensetzung von Schweißgut aus einer 55 % Nickel-Eisen-Elektrode

Mechanische Eigenschaften von Schweißverbindungen im Schweißzustand

Probenform	Zugfestigkeit σ_1 kp/mm ²	Bruchdehnung δ_5 %	Brucheinschnürung ψ %
Bearbeitete	39	4	15
Rundproben	47	6	10
	45	5	12

Zusammensetzung von Schweißgut

Element	C	Si	Mn	Mg	Ti	S	Fe	Ni
Gehalt Gew.-%	1,3	0,3	0,32	0,01	0,22	0,006	43,8	54,0 (Rest)

3. Anschweißen von Anschluß-Stutzen

Das Schweißen von Gußeisenwerkstoffen wird in verschiedenen Veröffentlichungen [1, 2] ausführlich be-

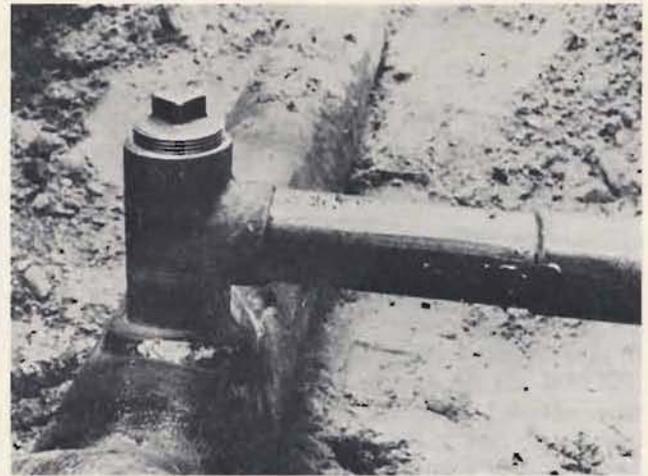


Bild 1: Unter Druck im Graben angeschweißter Stutzen

schrieben. Aus diesem Grund soll nach den einleitenden Erläuterungen hier nur das Anschweißen von Anschluß-Stutzen an duktilen Gußrohren eingehender beschrieben werden.

Wie zuvor erwähnt, besteht insbesondere in der Gasversorgung der Wunsch nach angeschweißten Abgangsstutzen. Deshalb blieb bisher das Anschweißen von Abgangsstutzen auf den für diesen Bereich des Rohrleitungsbaues üblichen Nennweitenbereich begrenzt, d. h. Stutzen mit max. NW 2 1/2" wurden auf duktile Gußrohre NW 80 bis 200 geschweißt (Bild 1).

3.1 Anschluß-Stutzen

Abgesehen von für Versuchszwecke oder für Sonderfälle angefertigten Stücken, stehen heute serienmäßig noch keine Anschluß-Stutzen aus duktilem Gußeisen zur Verfügung. Aus diesem Grund werden zum Anschweißen an duktile Gußrohre zur Zeit vorzugsweise die in der Gasversorgung gebräuchlichen und bewährten Stücke aus schweißbarem, weißem Temperguß verwendet. Diese Teile sind den verschiedenen Erfordernissen entsprechend in vielfältiger Ausführung erhältlich.

3.2 Schweißverfahren

Dünne Wandquerschnitte und die Randzonen dickerer Querschnitte von Teilen aus schweißbarem, weißem Temperguß haben infolge der starken Entkohlung bei der fertigungsbedingten Glühbehandlung ein Gefüge ähnlich unlegiertem Stahl, sind also ferritisch mit kleinen Perlitresten.

Die Anschweiß-Stutzen aus schweißbarem, weißem Temperguß bestehen also unter schweißtechnischen Gesichtspunkten im Vergleich zu duktilem Gußeisen aus einem kohlenstoffarmen Werkstoff, der sich beim Aufschmelzen im Lichtbogen der Schweißelektrode anders verhält als duktilen Gußeisen. Um einerseits diesen Unterschied besser überbrücken zu können und um andererseits die Übergangszone von Schweißgut zu Grundmaterial möglichst schmal zu halten, werden

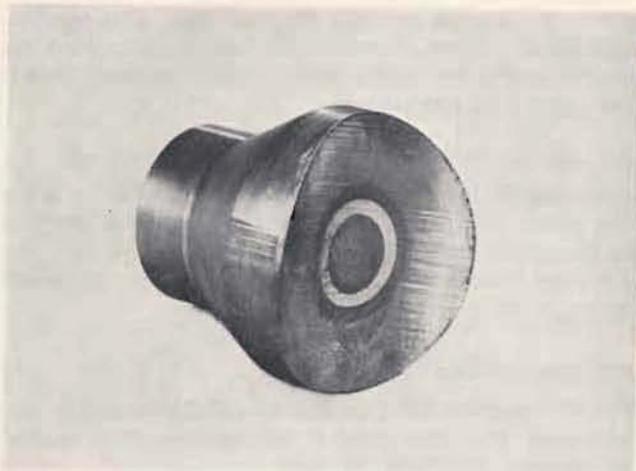


Bild 2: Kupferdorn

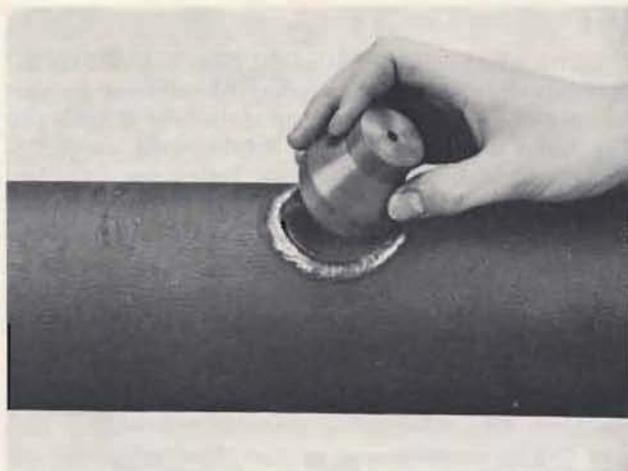


Bild 4: Puffernaht

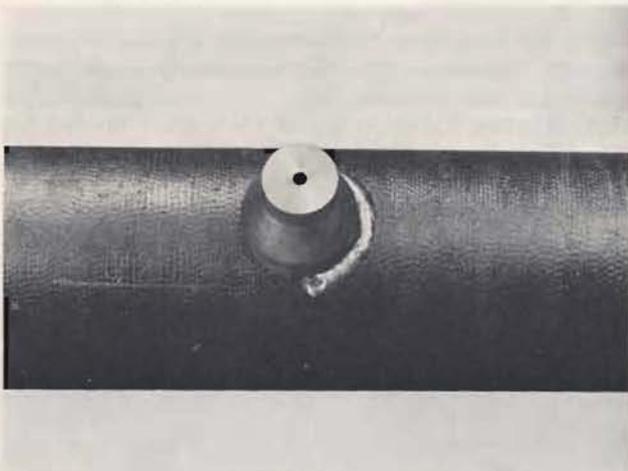


Bild 3: Kupferdorn beim Schweißen der Puffernaht

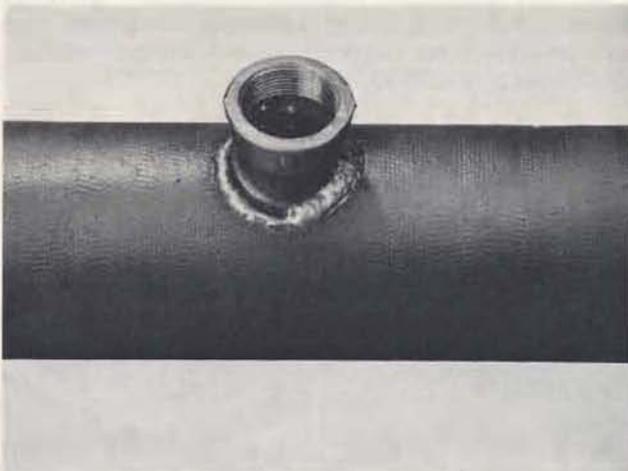


Bild 5: Stutzen beim Verschweißen mit Puffernaht

die Anschweiß-Stutzen nicht unmittelbar, sondern über eine sogenannte Puffernaht mit der Rohrwand verschweißt.

Ein Kupferdorn (Bild 2), dessen Außendurchmesser gleich dem Außendurchmesser des anzuschweißenden Abgangsstutzens ist und dessen Wölbung dem Rohraußendurchmesser entspricht, dient als Führungsvorrichtung beim Schweißen der Puffernaht (Bild 3). Ein Magnet ermöglicht es, den Kupferdorn an jeder beliebigen Stelle des Rohrumfanges haften zu lassen, also z. B. auch seitlich am Rohr. Da die Puffernaht nicht am Kupferdorn anschweißt, kann er nach dem Schweißen ohne Schwierigkeiten abgehoben werden; auf der Rohroberfläche verbleibt eine genau dem Fuß des Anschweiß-Stutzens entsprechende Puffernaht (Bild 4). Der Abgangsstutzen wird dann mit der Puffernaht verschweißt (Bild 5).

Die Schweißstromstärke ist so niedrig wie möglich zu wählen, damit ein weicher Schweißvorgang und ein geringer Einbrand erreicht wird. Hinsichtlich der Stromart und des Polanschlusses sind die einschlägigen Empfehlungen der Elektrodenhersteller zu beachten; es sind Nickel-Eisen-Elektroden erhältlich, die sowohl mit Gleichstrom als auch mit Wechselstrom verschweißt werden können.

Um eine möglichst fehlerlose Schweißverbindung zu erhalten, ist der Vorschub der Elektrodenspitze am

Ende der Schweißnaht zu erhöhen. Dadurch läuft die Schweißnaht allmählich, ohne Bildung eines großen Kraters aus. Bei Unterbrechung der Schweißung und Neuzündung des Lichtbogens sollen der Lichtbogen hinter dem Auslauf der Schweißnaht gezündet und dann die Elektrode zunächst über die auslaufende Schweißnaht zurückbewegt werden, bevor der Schweißvorgang fortgesetzt wird.

Die beim Schweißen entstehenden Schlacken sind mit Meißel und Drahtbürste einfach zu entfernen. Es ist darauf zu achten, daß die Schlacke insbesondere auch bei Schweißunterbrechungen aus Kratern sorgfältig entfernt wird.

Um Reaktionen und damit die Bildung von Poren beim Schweißen zu vermeiden, ist die Rohroberfläche vor Schweißbeginn mit einer Handschleifmaschine, Schaber bzw. Feile und Drahtbürste zu reinigen; Teer und Rost sollen von den zu verschweißenden Teilen entfernt werden.

Die Schweißungen können ohne Vor- und Nachwärmung sowohl an leeren Rohrleitungen als auch an Rohrleitungen, die sich in Betrieb befinden, ausgeführt werden. Lediglich bei Umgebungstemperaturen unter dem Gefrierpunkt empfiehlt es sich, die zu verschweißenden Teile leicht vorzuwärmen.

3.3 Korrosionsschutz

In korrosionschemischer Hinsicht bestehen auf Grund umfangreicher elektrochemischer Messungen in verschiedenen Elektrolytlösungen sowie auf Grund von Versuchen und gesammelten Erfahrungen keine Bedenken, für Schweißarbeiten an Teilen aus duktilem Gußeisen Nickel-Eisen-Elektroden zu verwenden. Ausführliche Erläuterungen zu dieser Frage gibt die Veröffentlichung von W.-D. Gras an anderer Stelle des vorliegenden Informationsheftes Nr. 7.

3.4 Gefüge- und Festigkeitsuntersuchungen

Die beim Schweißvorgang eingebrachte Wärme ruft eine Gefügeveränderung in der Übergangszone der Schweißnaht und damit eine Härtesteigerung hervor. Durch das Elektrolichtbogenschweißen mit geringen Stromstärken wird diese Härtesteigerung auf eine sehr schmale Zone begrenzt, so daß die Schweißverbindungen hinreichend zäh sind.

Die nachstehend beschriebenen Untersuchungen wurden an schweißbaren, weißen Temperguß-Stutzen NW 1 1/2", die auf duktile Gußrohre NW 100 aufge-

schweißt worden waren, durchgeführt. Die wiedergegebenen Bilder, Tabellen und Ergebnisse sind als charakteristische Daten einer umfangreichen Untersuchungsreihe entnommen.

3.4.1 Gefügeuntersuchung

Aus den Bildern 6 bis 9 und aus der Tabelle 2 ist vor allem ersichtlich, daß sich nur eine sehr geringe Einbrandtiefe und in der Übergangszone nur ein schmaler Saum mit Gefügearten größerer Härte ergeben.

3.4.2 Berstproben

Für Stutzen NW 1 1/2" an duktilen Gußrohren NW 100 betragen die Berstdrücke mindestens 300 kp/cm² Wasserdruck.

3.4.3 Biegeproben

Unter gleichzeitigem Wasserinnendruck von 6 kp/cm² wurden angeschweißte Abgangsstutzen einer Biegebelastung entsprechend Bild 10 unterworfen. Erste Undichtheiten haben sich erst nach einer bleibenden Abwinkelung der Stutzen von mindestens 5° ergeben (Tabelle 3).

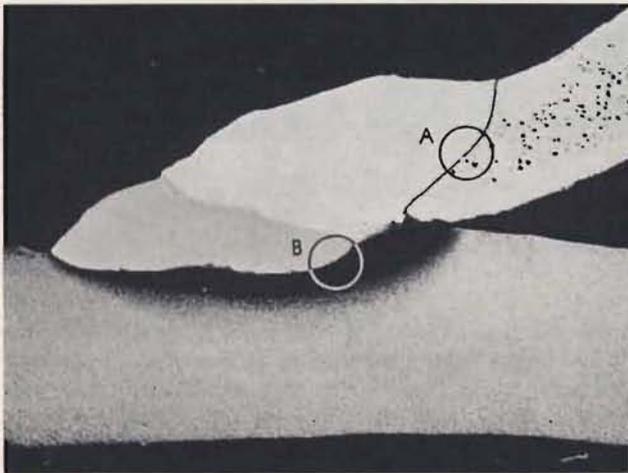


Bild 6: Makroschliff einer Schweißverbindung (x 10)
A = Übergangszone Stutzen-Schweißung
B = Übergangszone Rohr-Schweißung

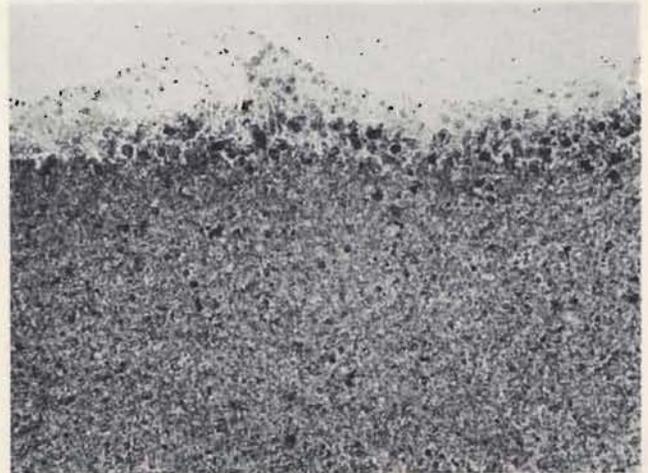


Bild 7: Mikroschliff Übergangszone Rohr-Schweißung (x 200)

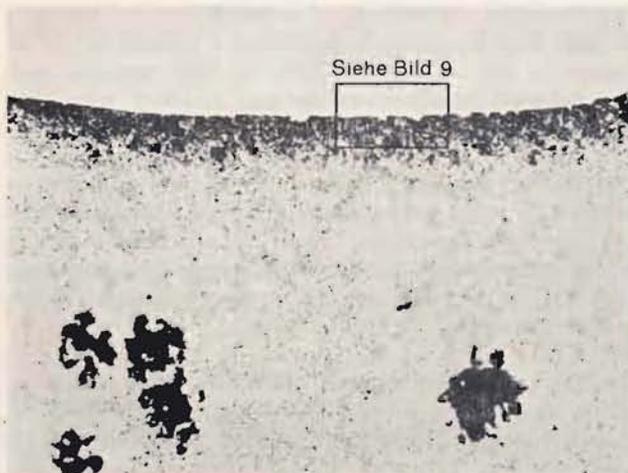


Bild 8: Mikroschliff Übergangszone Stutzen-Schweißung (x 200)



Bild 9: Mikroschliff Übergangszone Stutzen-Schweißung (x 1000)

Tabelle 2: Gefügebeurteilung einer Schweißnaht

Stelle	Graphitausbildung			Gefügeausbildung				
	Kugeln %/o	Knoten %/o	Quasiflakes %/o	Perlit %/o	Ferrit %/o	Zementit %/o	Martensit %/o	Austenit %/o
Rohr	90	10	—	Spuren	100	—	—	—
Stutzen	100 %/o Temperkohleknoten			8	92	—	—	—
Schweiße	stellenweise 100 %/o Kugeln			—	—	—	—	100
Übergang Rohr/ Schweiße 1. Zone	90	10	—	50	—	50	Spuren	—
	(Tiefe der Zone 0,14 *)							
2. Zone	90	10	—	100	Spuren	—	—	—
(Tiefe der Zone 0,28 *)								
Übergang Stutzen/ Schweiße	—	—	—	100	Spuren	—	—	—
	(Tiefe der Zone 0,035 *)							

*) in mm

Tabelle 3: Ergebnisse von Biegeproben

Rohr Nr.	10	11	13 a	12 a	17
Innendruck während der Biegebelastung kp/cm ²	6	6	6	6	6
Belastung des Stutzens bei Undichtheit mkp	388	411	411	322	299
Undicht an:	Schweiße	Gewinde *)	Gewinde *)	Schweiße	Stutzen
Verformung des Stutzens α Grad	6	6	5	5	6

*) an eingeschraubter Stutzenverlängerung

Tabelle 4: Ergebnisse von Schlagbiegeproben

Rohr Nr.	Schlagzahl Stück	max. Fallhöhe mm	Verformung des Stutzens α Grad	Stelle der Undichtheit
14	12	900	14	Stutzen gerissen
14 a	8	700	11	Schweißnaht (Übergangszone Stutzen)
15	11	850	18	Schweißnaht (Übergangszone Rohr, Stutzen aus dem Rohr gebrochen)
16 a	7	650	8	Schweißnaht (Übergangszone Rohr)
18	8	700	11	Stutzen gerissen

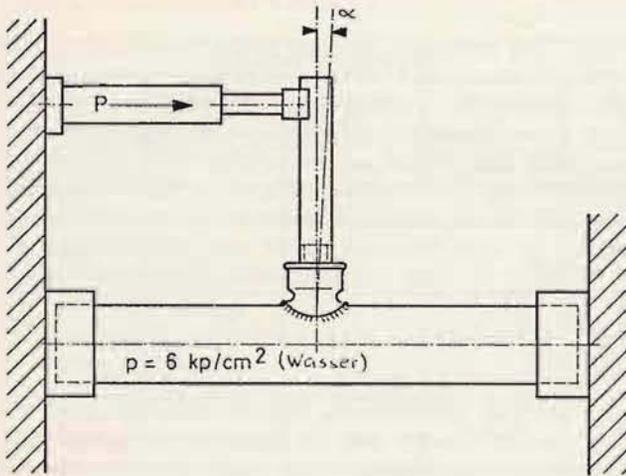


Bild 10: Skizze der Versuchsanordnung für Biegeprobe

3.4.4 Schlagbiegeproben

Ein Fallgewicht von 22,5 kg wurde unter gleichzeitigem Wasserinnendruck so lange auf angeschweißte, verlängerte Abgangsstutzen fallen gelassen (Bild 11), bis Undichtheiten auftraten. Die Fallhöhe betrug bei Schlagbeginn 350 mm und wurde bei jedem Schlag um 50 mm vergrößert. Undichtheiten sind erst nach deutlicher Verformung der Abgangsstutzen aufgetreten (Tabelle 4, Bild 12).

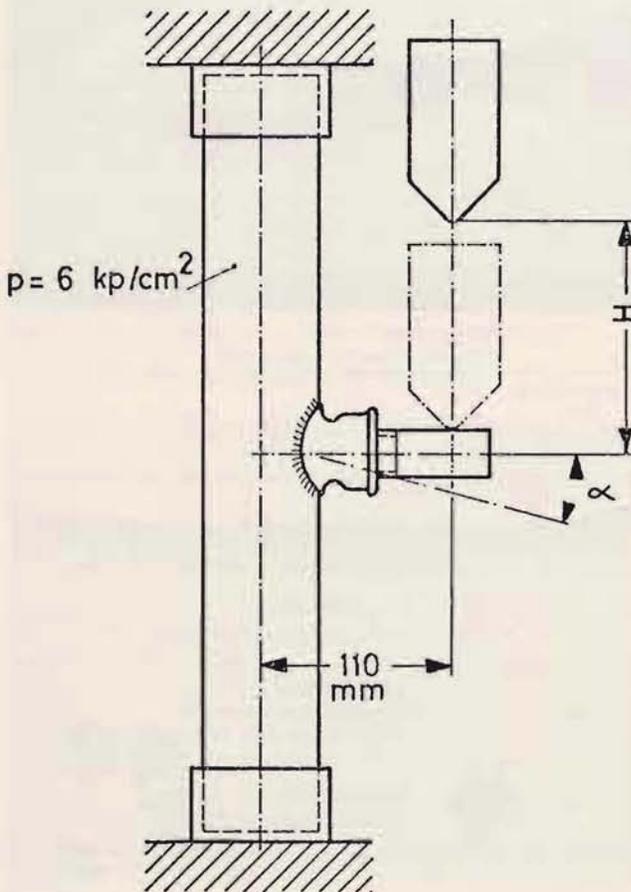


Bild 11: Skizze der Versuchsanordnung für Schlagbiegeprobe

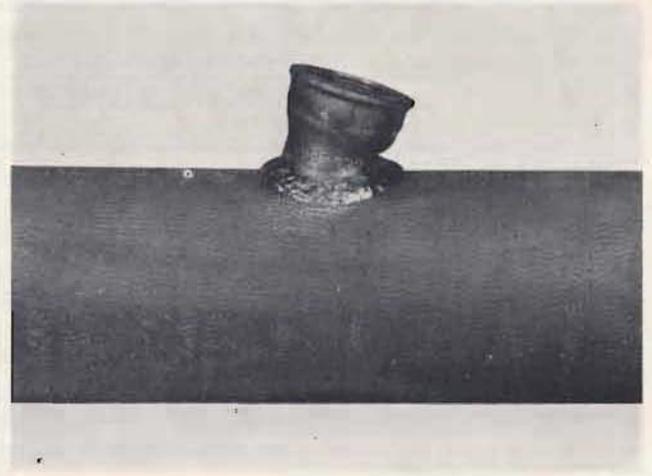


Bild 12: Nach Schlagbiegeprobe verformter, angeschweißter Stutzen

3.4.5 Biegewechselprobe

Zur Erzeugung einer Biegewechselast wurden Rohrstücke mit angeschweißten Abgangsstutzen im Backenfutter einer Drehbank aufgenommen; die notwendige Biegekraft wurde mit Hilfe einer Schraubenfeder über ein Kugellager in den verlängerten, sich drehenden Abgangsstutzen eingeleitet (Bild 13).

Die wichtigste Erkenntnis aus diesen Untersuchungen ist, daß bei einem Biegemoment von 55,5 mkp in der Schweißnaht mindestens 60 000 Lastwechsel erfolgen können, ohne daß ein Bruch entsteht und daß bei höheren Belastungen Brüche ausnahmslos in den angeschweißten Stutzen selbst aufgetreten sind (Tabelle 5, Bild 14).

Aus der einschlägigen Literatur [3] ist zu entnehmen, daß für den Rohrleitungsbau eine Lastwechselzahl von 50 000 ohne Bruch als Mindestforderung zugrunde gelegt werden kann.

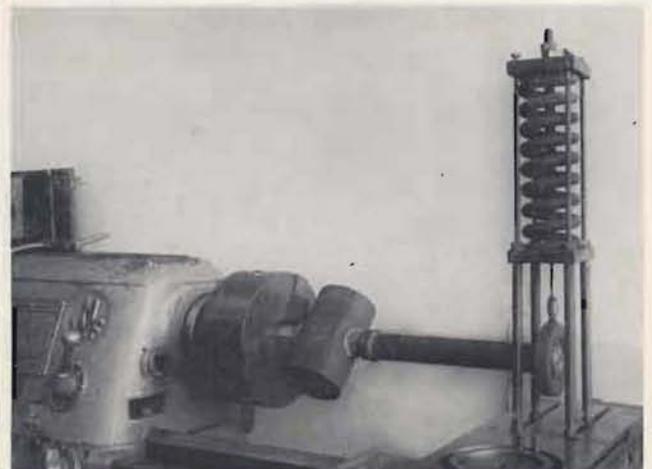


Bild 13: Bild der Versuchsanordnung für Biegewechselprobe

Tabelle 5: Ergebnisse von Biegewechselproben

Ver- such Nr.	Biegemoment mkp		Zahl der Lastwechsel	Befund
	in der Schweiße	im Temper- gußstutzen		
1	31,3	73,1	8 530	Bruch des Temperguß- Stutzens
2	66,7	64,0	14 000	"
3	63,0	60,5	11 250	"
6	55,5	53,2	16 000	kein Bruch
7	55,5	53,2	60 000	"
8	55,5	53,2	60 000	"



Bild 14: Bei Biegewechselprobe gebrochener, angeschweißter Stutzen

4. Zusammenfassung

Nach einem Überblick über die Möglichkeit, Schweißarbeiten nach dem Elektrolichtbogenschweißverfahren mit Nickel-Eisen-Elektroden auszuführen, wird beschrieben, wie Abgangsstutzen aus schweißbarem, weißem Temperguß an duktilen Gußrohren angeschweißt werden können. An Hand von Ergebnissen umfangreicher Untersuchungen wird gezeigt, daß die Schweißverbindungen hinreichend zäh sind.

Literatur

- [1] International Nickel:
„Schweißen von SPHARO-GUSS“;
1. Auflage 1969
- [2] Technische Mitteilung der Zentrale für Gußverwendung,
Düsseldorf:
„Schweißen von Temperguß“;
1. 1971
- [3] K. Wellinger, M. Liebrich:
„Beanspruchung und Widerstandsfähigkeit geschweißter Rohre“;
Rohre — Rohrleitungsbau — Rohrleitungstransport,
H. 6, Jahrgang 2, Dezember 1966

Untersuchungen über den Korrosionseinfluß von Nickel-Schweißzonen an Rohren und Formstücken aus duktilem Gußeisen

Von WOLF-DIETRICH GRAS

R. Zimmer berichtet an anderer Stelle des vorliegenden Informationsheftes Nr. 7 über das Anschweißen von Stutzen an duktile Gußrohre für den Anschluß von Hausanschlußleitungen an Verteilungsleitungen. Das Anschweißen erfolgt mit Nickel-Eisen-Elektroden, und das Schweißgut ist demzufolge hochnickelhaltig. Das Vorhandensein der hochnickelhaltigen Schweißzonen läßt zwangsläufig die Frage aufkommen, ob diese Schweißzonen nicht eine schwerwiegende Kontakt-Korrosion an den geschweißten Werkstücken auslösen können. In der Praxis sind zwar bisher bei ähnlich gelagerten Fällen nie derartige Erscheinungen beobachtet worden, jedoch schien es trotzdem notwendig, sich mit dieser Frage einmal theoretisch und experimentell etwas eingehender auseinanderzusetzen.

Zunächst soll zum besseren Verständnis kurz auf das Wesen der Kontakt-Korrosion, die auch unter dem Begriff Lokalelement-Korrosion bekannt ist, eingegangen werden. Allgemein werden darunter schwerwiegende Korrosionsangriffe an unedlen Metallen bei Kombination mit edlen Metallen verstanden. Dem Rohrnetzingenieur ist diese Erscheinung von der Verbindung einer Guß- oder Stahl-Leitung mit Bauteilen aus Kupfer ohne Zwischenschaltung von Isolierscheiben her durchaus geläufig.

Das Auftreten einer Kontakt-Korrosion ist an drei Voraussetzungen gebunden, und zwar:

- a) die Kombination von zwei Metallen mit einem erheblichen Potentialunterschied,
- b) das Vorhandensein einer metallisch leitenden Verbindung zwischen beiden Metallen,

c) die Anwesenheit einer Elektrolytlösung (z. B. Bodenfeuchtigkeit).

Die Stärke des Korrosionsangriffes am unedleren Metall nimmt dabei mit steigender Potentialdifferenz der gepaarten Metalle und mit steigender Leitfähigkeit des Elektrolyten zu. Sie nimmt ab mit wachsender Entfernung von der Berührungsfläche beider Metalle und mit zunehmender Passivitätsneigung eines der beiden Metalle.

Arten und Umfang der eigenen Prüfungen

Zur Klärung der Frage, ob durch hochnickelhaltige Schweißzonen an duktilen Gußrohren und Formstücken gefährliche Kontakt-Korrosionen ausgelöst werden können, wurden

- einige Schrifttumsunterlagen geprüft,
- elektrochemische Messungen an Proben aus duktilem Gußeisen und Nickel-Schweißzonen (mit 60 bis 80 % Ni) durch Aufnahme sogenannter Stromdichte-Potential-Kurven durchgeführt,
- die Korrosionsbeständigkeit einer geschweißten Gußeisenprobe in künstlichem Meerwasser (DIN 50900) über 100 Tage getestet.

Theoretische Vorbemerkungen zu Stromdichte-Potential-Kurven

Bevor auf die verschiedenen Untersuchungsergebnisse näher eingegangen wird, soll zuerst noch der Charakter und die Aussagekraft von Stromdichte-Potential-Kurven behandelt werden, um die eigenen Meßergebnisse später leichter erklären zu können.

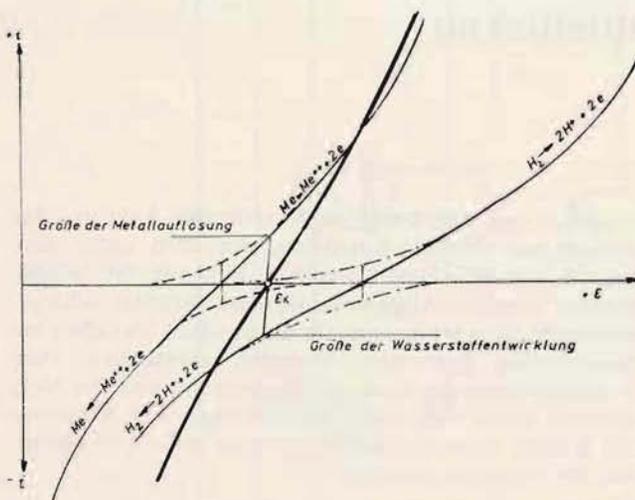


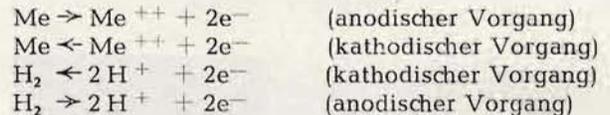
Bild 1: Stromdichte-Potential-Kurven eines Metalls bei Auflösung in Säure

- = resultierende Gesamtstromkurve
- = resultierende Teilstromkurven
- - - = anodische und kathodische Teilreaktions-Stromkurven
- ϵ_k = Korrosionspotential

Unter Stromdichte-Potential-Kurven wird die graphische Darstellung des Korrosionsstromverlaufes beim Polarisieren einer metallischen Elektrode verstanden, und zwar unter Berücksichtigung der verschiedenen anodischen und kathodischen Teilreaktionen an der Elektrode. Das Aussehen derartiger Kurven soll an Hand von Bild 1 näher erläutert werden, in dem Stromdichte-Potential-Kurven für das System

Metall-/Säure-/Metall-Ionen

dargestellt sind. Die vier gestrichelt gezeichneten Kurven geben die Abhängigkeit des Stromflusses vom Potential für folgende 4 Teilvorgänge der Metallumsetzung mit der Säure wieder:



Aus den ersten beiden und den letzten beiden Teilreaktionen lassen sich zwei Gleichgewichtsreaktionen ableiten, denen die dünn ausgezogenen Kurven in Bild 1 entsprechen. Diese beiden Kurven ergeben wiederum als dritte, resultierende Kurve für den Gesamtvorgang die in Bild 1 dick ausgezogene Kurve. Ihr Schnittpunkt mit der Abszisse gibt das Korrosionspotential ϵ_k für die Auflösung des Metalls in der Säure und die zugehörige Ordinate bis zum Schnittpunkt mit der anodischen Teilstromkurve die Größe der Metallauflösung an.

Nunmehr sollen noch kurz die Verhältnisse skizziert werden, sofern nicht ein Metall in Säure aufgelöst wird, sondern zwei Metalle mit unterschiedlichen Potentialen elektrisch miteinander in Verbindung stehen. Dies kann einmal über einen Kurzschlußdraht erfolgen, zum zweiten aber auch dadurch, daß sich beide Metalle auf der Oberfläche ein und derselben Elektrode befinden.

Der Verlauf der Teilstromkurven sowie der resultierenden Stromdichte-Potential-Kurven ist für den Normalfall in Bild 2 a dargestellt. Dabei weisen die Gesamtstromkurven der beiden Metalle „Me 1“ und „Me 2“ einen ausgeprägten aktiven (steilen) Kurvenverlauf auf, und zwischen den beiden Korrosionspotentialen der Metalle (ϵ_{k1} bzw. ϵ_{k2}) besteht ein erhöhter Potentialabstand. Unter dieser Voraussetzung verschiebt sich das Kontakt-Korrosions-Potential des Metalls „Me 1“ von ϵ_{k1} um einen erheblichen Betrag nach ϵ_{kk} , und der Korrosionsstrom steigt nahezu auf den doppelten Betrag an. Es tritt demzufolge eine starke Kontakt-Korrosion am Metall „Me 1“ ein.

Zeigt die Gesamtstromkurve des Metalls „Me 1“ oberhalb des Gleichgewichtspotentials ϵ_{k1} einen teilpassiven, relativ flachen Verlauf (vgl. Bild 2 b), so verschiebt sich das Kontakt-Korrosions-Potential ϵ_{kk} zwar stark zu edleren Werten, der Korrosionsstrom nimmt jedoch infolge des flachen Kurvenverlaufes nur wenig zu. Das bedeutet, daß lediglich eine unbedeutende Lokalelement-Korrosion zu verzeichnen ist.

Hierbei ist darauf hinzuweisen, daß die Auswertung an Hand der Gesamtstromkurven eine erste Näherung darstellt, für ganz exakte Auswertungen muß die Zunahme des Korrosionsstromes aus der Differenz

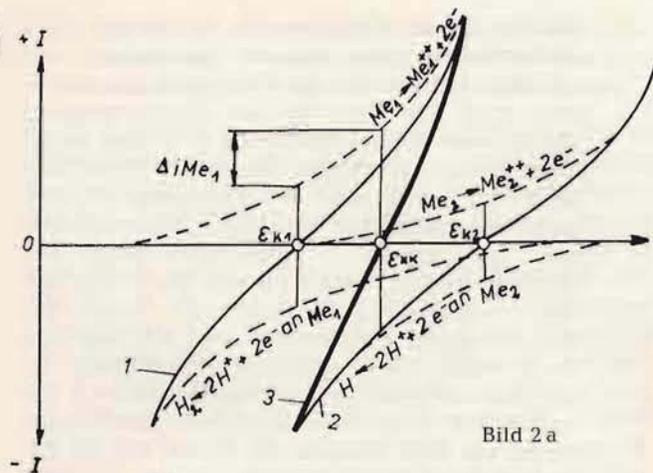


Bild 2 a

- 1 = Gesamtstromkurve Me₁,
- 2 = Gesamtstromkurve Me₂
- 3 = Gesamtstromkurve des Kontaktelementes

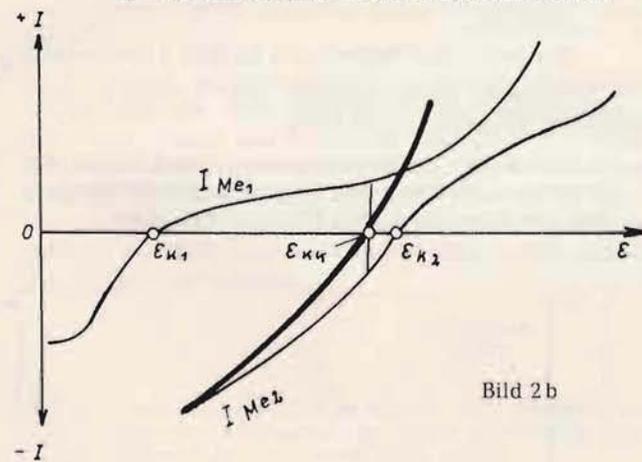


Bild 2 b

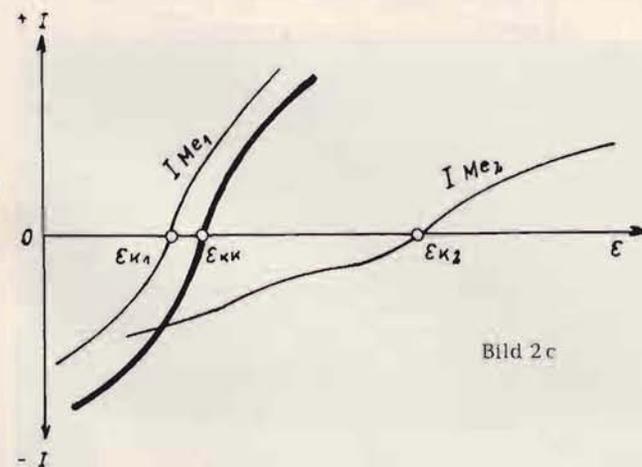


Bild 2 c

Bild 2 a—2 c: Verlauf der Stromdichte-Potential-Kurven bei Lokalelementbildung zweier Metalle

- a = Normalfall (starke Kontaktkorrosion)
- b = flache Me₁-Kurve (schwache Kontaktkorrosion)
- c = flache Me₂-Kurve (schwache Kontaktkorrosion)
- ε_{kk} = Kontaktkorrosions-Potential

des Ordinatenabstandes der anodischen Teilstromspannungskurve an den Potentialen ε_{k1} und ε_{kk} ermittelt werden.

Gleich günstig liegen die Verhältnisse, sofern die Gesamtstromkurve des Metalls „Me 2“ unterhalb des Gleichgewichtspotentials ε_{k2} einen teilpassiven Verlauf zeigt (vgl. Bild 2 c). Das Kontakt-Korrosions-Potential ε_{kk} verschiebt sich unter diesen Bedingungen nur wenig, und der Korrosionsstrom nimmt deshalb unwesentlich zu.

Stromdichte-Potential-Kurven sind somit gut geeignet, um Rückschlüsse auf die Tendenz von Korrosionsprozessen ziehen zu können. Ihre Aussagekraft wird lediglich eingeschränkt, wenn neben der Auflösungsreaktion gleichzeitig auch Sekundärreaktionen, wie z. B. Deckschichtbildungen usw., ablaufen.

Ergebnisse der eigenen Erhebungen und Untersuchungen

An Schriftumsunterlagen wurden verschiedene Abschnitte aus dem Korrosionslehrbuch von F. Tödt [1] herangezogen. In erster Linie interessierten hier die Angaben über Korrosionspotentiale der sogenannten praktischen Spannungsreihen in bestimmten Modellflüssigkeiten. Derartige Modellflüssigkeiten sind z. B. eine Phthalat-Pufferlösung (repräsentativ für Wasser) und Meerwasser (repräsentativ für angreifende Salzlösungen).

Tabelle 1: Angaben über die Potentiale verschiedener Gebrauchsmetalle in bewegtem, luftgesättigtem, künstlichem Meerwasser [1]

Metalle	mV
Nickel (99,6 %)	+ 46
Kupfer	+ 10
Gußeisen (GG 22)	— 350

Wie Tabelle 1 zeigt, besteht in der praktischen Spannungsreihe in Meerwasser zwischen Gußeisen und Reinnickel ein Potentialabstand von ca. 400 mV. Nach der Höhe des Potentialabstandes ließ sich daher auf rein theoretischem Wege die Möglichkeit einer Kontakt-Korrosion nicht restlos ausschließen. Zur umfassenden Klärung der Frage waren spezielle Messungen unumgänglich.

Hierzu diente in erster Linie die vorhin erwähnte Methode der Aufnahme von Stromdichte-Potential-Kurven. Diese Kurven wurden mit Hilfe eines Potentiostaten der Firma Baum, Nürnberg [2], und einer Elektrolysezelle nach W. Koch und H. Sundermann [3] unter folgenden Versuchsbedingungen aufgenommen:

- a) Werkstoffe
 - duktiles Gußeisen
 - Nickelschweißzonen
- b) Elektrolytlösungen
 - künstliches Meerwasser nach DIN 50900 (pH 8, unbelüftet)
 - 0,5 %ige Natriumchloridlösung (pH 5 und 8, unbelüftet)
 - 0,5 %ige Natriumsulfatlösung (pH 5 und 8, unbelüftet)

Anmerkung:

Für die Auswahl der Elektrolytlösungen galt als Gesichtspunkt, daß Chlorid-Ionen auf Nickel aktivierend und Sulfat-Ionen passivierend wirken.

c) Apparaturen

— Potentiostat

Sein prinzipieller Aufbau ist aus Bild 3 ersichtlich. Die Wirkungsweise ist folgende:

Mit dem Potentiostat werden der Elektrode willkürlich Potentiale aufgeprägt. Dies ge-

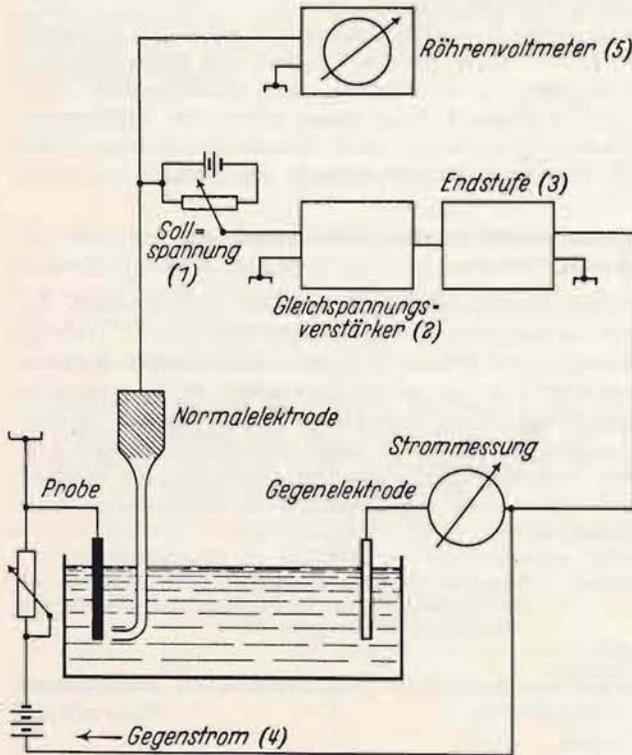


Bild 3: Blockschaltbild des elektronischen Potentiostaten (nach W. Koch und H. Lüdering [2])

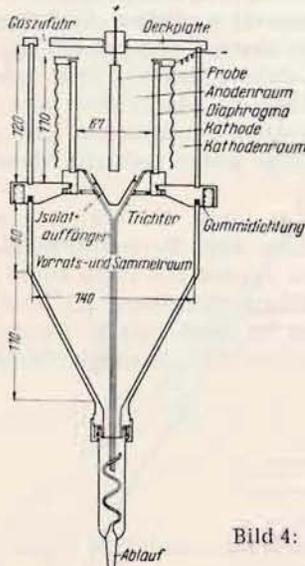
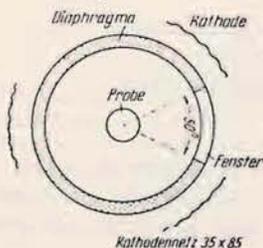


Bild 4: Aussehen der Meßzelle (W. Koch und H. Sundermann [3])



schieht durch elektronische Steuerung eines Elektrolysestromes bis zur Einstellung eines Gleichgewichtes Soll-/Ist-Spannung. Im einzelnen wird das Potential der Probe zunächst gegen eine Normal-Elektrode, z. B. eine gesättigte Kalomelektrode, gemessen. Dieser Ist-Spannung wird eine Soll-Spannung (1) entgegengeschaltet, die an einem Potentiometer mit Spannungsquelle abgegriffen wird. Der Spannungsunterschied zwischen der Probe und der Normal-Elektrode einerseits sowie der Soll-Spannung andererseits wird auf den Eingang eines Gleichspannungs-Verstärkers (2) mit einer 500fach verstärkten Endstufe (3) gegeben. Die Endstufe liefert einen Elektrolysestrom zur Polarisierung der Probe, bis die Ist- und Soll-Spannung einander gleich sind. Im Gleichgewichtszustand verschwindet dann der Spannungsunterschied am Eingang des Gleichspannungs-Verstärkers (2).

— Meßzelle

Die benutzte Meßzelle ist in Bild 4 dargestellt.

Die ermittelten Meßergebnisse sind in Bild 5 und 6 graphisch dargestellt, und zwar:

— in Bild 5 die Teilstromdichte-Potential-Kurve des duktilen Gußeisens und der Nickelschweißzone in den drei obengenannten Elektrolytlösungen,

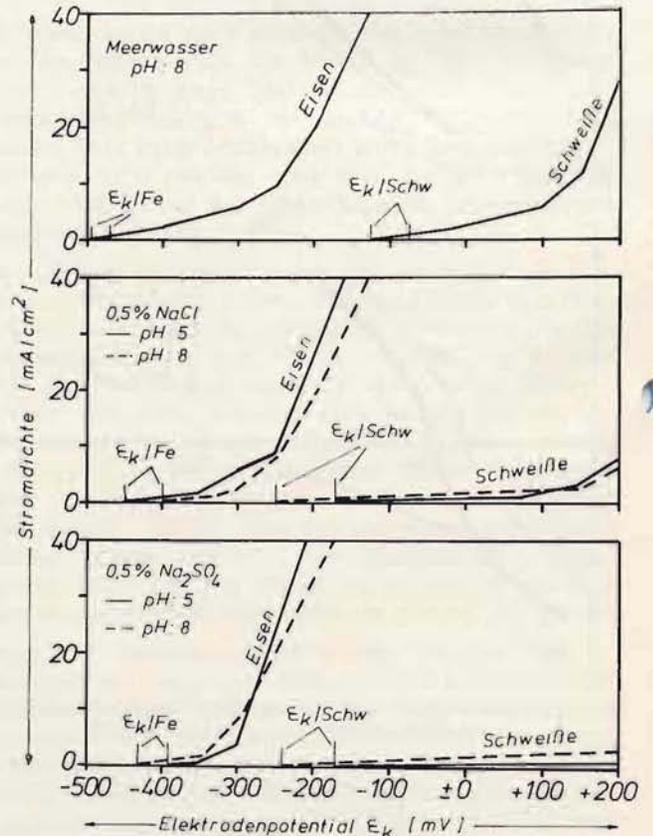


Bild 5: Teilstromdichte-Potentialkurven von duktilem Gußeisen (Fe) und Nickelschweißzone (Schw.) in Meerwasser, 0,5%iger NaCl-Lösung und 0,5%iger Na₂SO₄-Lösung bei pH 5 und 8, unbelüftet
 $\epsilon_{k/Fe}$ = Korrosionspotential des Eisens
 $\epsilon_{k/Schw}$ = Korrosionspotential der Schweißzone

— in Bild 6 der Umfang der Verschiebung des Kontakt-Korrosions-Potentials ϵ_{kk} gegenüber dem Korrosions-Potential $\epsilon_{k/Fe}$ des kontaktfreien Eisens.

Es ist nunmehr zu prüfen, ob in Bild 6 eine starke Differenz zwischen dem Kontakt-Korrosions-Potential ϵ_{kk} des Gußeisens gegenüber dem Korrosions-Potential $\epsilon_{k/Fe}$ des kontaktfreien Gußeisens besteht. Bei der Betrachtung des Bildes 6 fällt zunächst auf, daß es hinsichtlich seines Charakters völlig identisch mit Bild 2 c ist, das als Beispiel für eine unbedeutende Lokalelement-Korrosion aufgeführt wurde. In Bild 6 weisen alle 3 Diagramme übereinstimmend aus, daß das Kontakt-Korrosions-Potential ϵ_{kk} gegenüber $\epsilon_{k/Fe}$ nur geringfügig (ca. 10 bis 20 mV) zu edleren Werten hin verschoben ist. Der Grund liegt in dem sehr flachen Kurvenverlauf der Nickelschweißzone. In Verbindung mit Bild 5 läßt sich feststellen, daß die Korrosionsströme beider Potentiale sich nur unwesentlich voneinander unterscheiden. Daraus ist abzuleiten, daß somit keine Gefahr für eine Lokalelement-Korrosion besteht.

In Ergänzung zu den elektrochemischen Messungen wurde noch ein dreimonatiger Beständigkeitsversuch mit einer Probe aus duktilem Gußeisen mit einer Nickelschweißzone in künstlichem Meerwasser (gemäß DIN 50900) durchgeführt. Die Probe wurde dabei soweit abgelackt, daß jeweils gleich große Reaktionsflächen am Gußeisen und nickelhaltigen Schweißgut zur Verfügung standen.

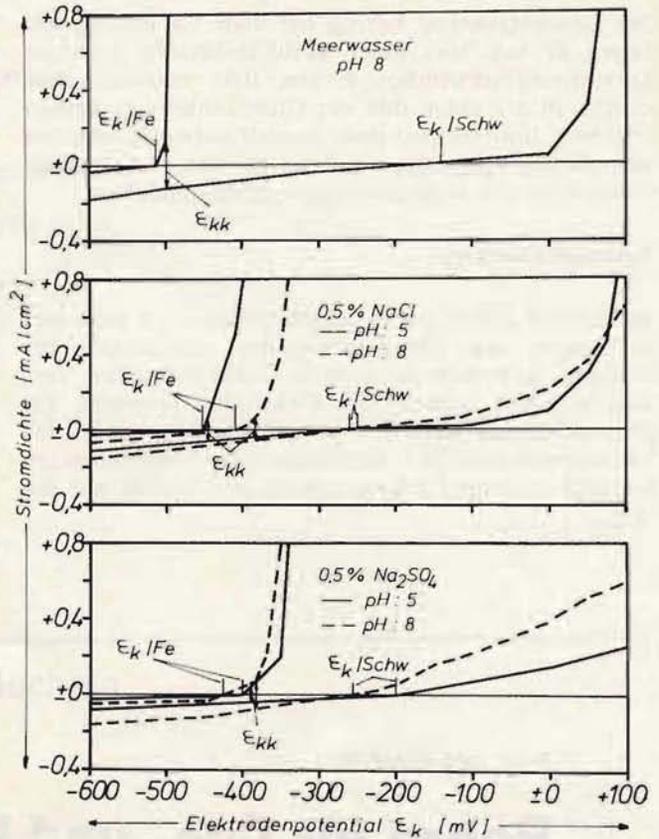
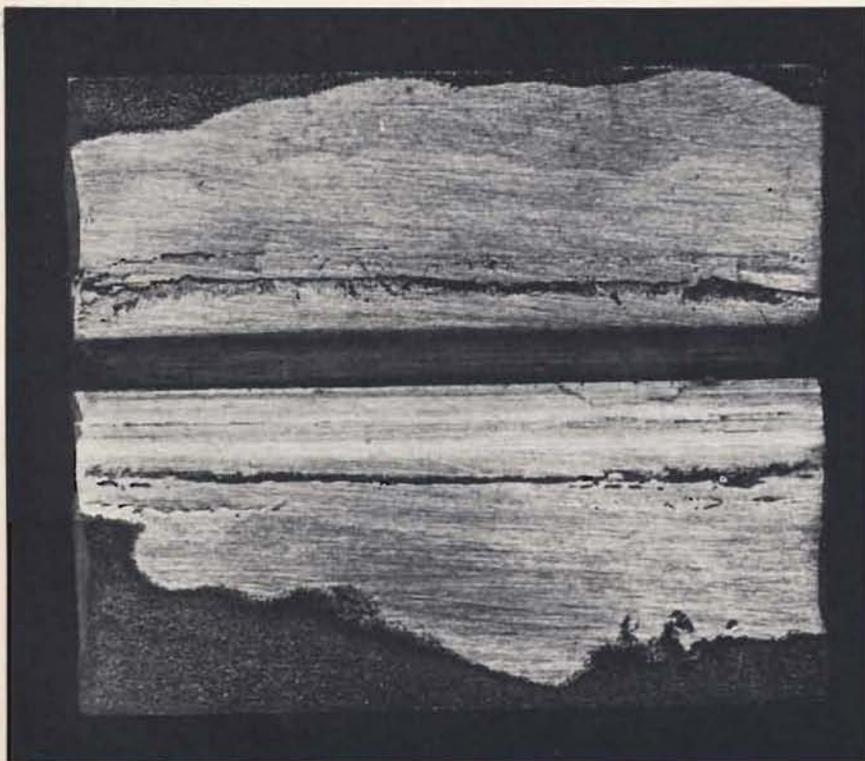


Bild 6: Teilausschnitt der Stromdichte-Potentialkurven von duktilem Gußeisen (Fe) und Nickelschweißzone (Ni-Schw.) in Meerwasser, 0,5 %iger NaCl-Lösung und 0,5 %iger Na₂SO₄-Lösung bei pH 5 und 8, unbelüftet
 $\epsilon_{k/Fe}$ = Korrosions-Potential des kontaktfreien Eisens
 ϵ_{kk} = Kontakt-Korrosionspotential des Eisens

Bild 7: Aussehen der Gußeisenprobe mit nickelhaltiger Schweißzone nach 100tägiger Einwirkung von künstlichem Meerwasser (DIN 50 900)
 — Korrosionsprodukte vorsichtig entfernt —



Grundwerkstoff

Schweiße

Schweiße

Grundwerkstoff

Der Gewichtsverlust betrug bei dem Versuch in 100 Tagen 47 mg, was einer verhältnismäßig geringen Korrosionsgeschwindigkeit von 0,03 mm/Jahr entspricht. Bild 7 zeigt, daß der Gußeisenbereich keinen örtlichen, lochfraßähnlichen Angriff aufweist, sondern sehr flächig abgetragen worden ist. Die nickelhaltige Schweißzone ist nahezu unangegriffen geblieben.

Zusammenfassung:

An anderer Stelle dieses Informationsheftes wird von R. Zimmer über das Anschweißen von Stutzen für Hausanschlußrohre an duktile Gußrohre unter Verwendung von Nickel-Eisen-Elektroden berichtet. Ergänzend hierzu wird in der vorliegenden Arbeit das korrosionschemische Verhalten der entstehenden hochnickelhaltigen Schweißzonen im Hinblick auf die

Gußrohre behandelt. Durch elektrochemische Messungen und einen dreimonatigen Standversuch konnte nachgewiesen werden, daß die hochnickelhaltigen Schweißzonen zu keiner Kontakt-Korrosion an den Rohren führen.

Literatur

- [1] F. Tödt:
„Korrosion und Korrosionsschutz“;
Verlag W. de Gruyter, Berlin 1961, S. 34/36
- [2] W. Koch und H. Lüdering:
„Die Ermittlung von Stromdichte/Spannungskurven mit einem elektronischen Potentiostaten im Hinblick auf die elektrolytische Isolierung“;
Archiv Eisenhüttenwesen 28 (1957) S. 201/06
- [3] W. Koch und H. Sundermann:
„Elektrochemische Grundlagen der Isolierung von Gefügebestandteilen in Stählen“;
Archiv Eisenhüttenwesen 28 (1957) S. 557/66

Aus der Reihe:

„Rohre für Gas- und Wasser - Informationen für das Gas- und Wasserfach“

sind wegen der großen Nachfrage die Hefte 1 bis 4 leider vergriffen. Lediglich bei Nachbestellungen der Ausgaben 5 und 6 können wir noch Ihre Wünsche erfüllen.

Auch vom „**Gußrohrhandbuch II**“ haben wir noch einige Exemplare vorrätig. Auf Wunsch stellen wir Ihnen auch diese gern kostenlos zur Verfügung.

Eine neue Reihe – herausgegeben ebenfalls von der Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre – trägt den Titel: **GUSS für GAS – Informationen – Meinungen – Reportagen**. Sie ist vorzugsweise für den Gasfachmann gestaltet und soll sowohl informieren als auch unterhalten. Auch hiervon stellen wir Ihnen auf Wunsch gern Exemplare zur Verfügung.

Für alle Bestellungen benutzen Sie bitte die anliegenden Bestellformulare.

Bestellschein

„Rohre für Gas und Wasser“ –
Informationen für das Gas- und Wasserfach

Bitte senden Sie mir kostenlos von

Heft 5 _____ Exemplare

Heft 6 _____ Exemplare

Heft 7 _____ Exemplare

Name: _____

Anschrift: _____

(bitte in Druckbuchstaben)



Bestellschein

„Gußrohrhandbuch II
Duktile Gußrohre und Formstücke“

Bitte senden Sie mir kostenlos das Gußrohrhandbuch II

Name: _____

Anschrift: _____

(bitte in Druckbuchstaben)



Bestellschein

„GUSS für GAS“ – Informationen · Meinungen · Reportagen

Bitte senden Sie mir von der Ausgabe 1

_____ Exemplare

Name: _____

Anschrift: _____

(bitte in Druckbuchstaben)



Unsere Anschrift:

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre · 5 Köln 1, Postfach 16 01 76

Information

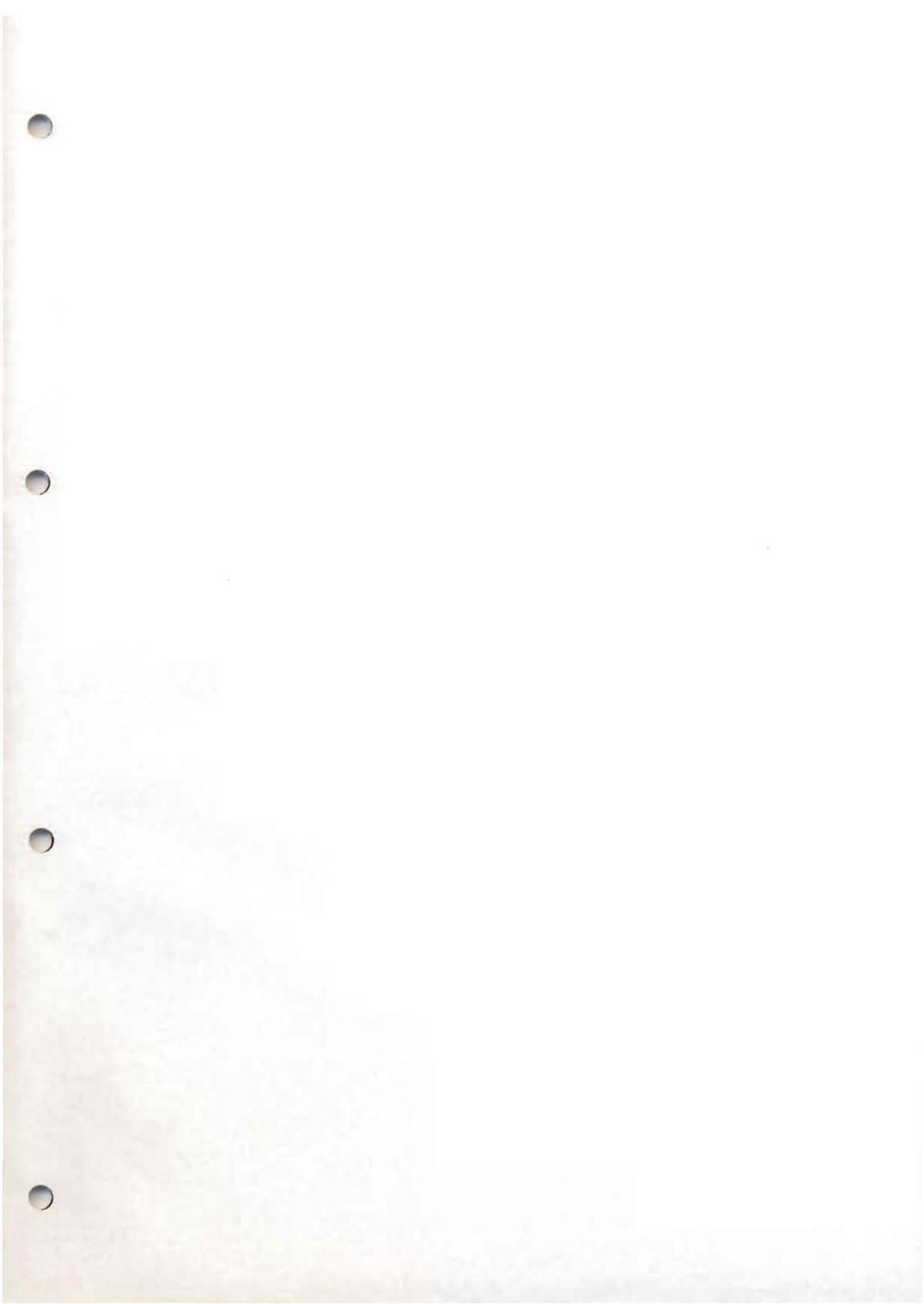
The following information is provided for your reference. It is intended to assist you in understanding the various aspects of the project and the role of the participants. The information is presented in a clear and concise manner, and is intended to be easily accessible to all participants. The information is presented in a clear and concise manner, and is intended to be easily accessible to all participants.

Information

Bitte für Gas- und Wasser
Informationen für
das Gas- und Wasser

Information

The following information is provided for your reference. It is intended to assist you in understanding the various aspects of the project and the role of the participants. The information is presented in a clear and concise manner, and is intended to be easily accessible to all participants.



Reparatur- Fehlannonce

Wer Rohrleitungen plant, tut dies nicht für heute und morgen, sondern für die Belastungen der Zukunft.
Wir bauen schon heute für das 21. Jahrhundert.

Sicherheit geht beim Rohrleitungsbau über alles.
Gibt es ein Rohr, das Reparaturen vermeiden hilft?
Also: keine Reparatur- und Instandsetzungskosten,
kein nachträgliches Aufreißen von Straßen,
keine Verkehrsbehinderungen?

Dieses Rohr gibt es - das duktile Gußrohr.
Es bietet für alle Beanspruchungen optimale Sicherheiten durch seine hervorragenden technischen Eigenschaften:
Zugfestigkeit: mindestens 40 kp/mm²
Streckgrenze: mindestens 30 kp/mm²
Bruchdehnung: mindestens 10%

Wer diese Werte mit anderen vergleicht, weiß,
daß Investitionen in duktilen Gußrohren
Ersparnisse auf lange Sicht bedeuten.
Denn zu den hohen Festigkeiten kommen noch
die Korrosionssicherheit und lange Lebensdauer.

Duktile Gußrohre - Rohre ohne Probleme

duktile

bauen
für das **21.**
Jahrhundert