

ROHRE für
GAS und
WASSER

fgr

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre

Informationen für das
Gas- und Wasserfach

**duktile
duktile**
korrosions- und bruchssicher

„Das kann man nicht verbinden“, sagte man bisher. „Entweder ist ein Rohr vor allem korrosionssicher und daher nahezu unbegrenzt haltbar – oder es ist verformbar und daher vor allem bruchssicher.“

Das sind kaum zu kopelnde Materialeigenschaften.“ Sagte man bisher. Heute ist das anders. Es gibt dieses Rohr und Sie kennen es. Sein Erfolg ist unaufhaltsam. Bis Ende 1966 wurden in der Bundesrepublik bereits mehr als 7 Millionen Meter duktiler Gußrohre

verlegt. Die Gußrohrindustrie, die das Vertrauen der Rohrfachleute besitzt, hat mit dem duktilen Gußrohr wieder einen großen Schritt nach vorn getan. Wer dieses Rohrmaterial vorschreibt, ist ganz sicher: Es wird, ohne aufwendigen Korrosionsschutz, Generationen überdauern: Es wird jeder Erschütterung, jedem Druckstoß widerstehen.

Duktile Gußrohre – Rohre ohne Probleme

ROHRE für
GAS und
WASSER

fgr

Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre

Informationen für das
Gas- und Wasserfach

Inhalt

DR.-ING. ERWIN NIEDERSCHUH

**Erprobung von Gummiringen für Muffenverbindungen
gußeiserner Druckrohre in Gasleitungen**

INSTITUT FÜR GASTECHNIK, FEUERUNGSTECHNIK UND WASSERCHEMIE DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE, VORMALS GASINSTITUT

Gutachten über die Eignung gummigedichteter Gußrohrverbindungen in Gasleitungen

ING. KARL STAHL

Ausführungen und Anwendungsgebiete gußeiserner Stemmuffen-Zusatzdichtungen

ING. R. ZIMMER

Die Möglichkeiten der Verwendung duktiler Gußrohre mit Schraublangmuffe in Bergsenkungsgebieten

DR.-ING. WOLF-DIETRICH GRAS

Korrosionsschutzüberzüge für erdverlegte gußeiserne Druckrohre

Herausgeber: Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre,
5 Köln 18, Kaiser-Friedrich-Ufer 33, Postfach 37

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt

Druck: Druckhaus Deutz GmbH

Erprobung von Gummiringen für Muffenverbindungen gußeiserner Druckrohre in Gasleitungen

Von E. NIEDERSCHUH

1. Die Entwicklung der gummigedichteten Verbindungen

Muffendruckrohre aus Grauguß und duktilem Gußeisen werden nach dem Schleudergießverfahren in Längen bis zu 6 m hergestellt und mittels Verbindungen verschiedener Konstruktion zu einer Rohrleitung zusammengebaut. Da die im Erdreich liegenden Leitungen sich im Betrieb einer Beobachtung entziehen, werden an die Rohrverbindungen hohe Anforderungen gestellt. Sie müssen absolut dicht sein, und zwar nicht nur für die Drücke, für die die Leitung zunächst gebaut wurde, sondern auch für höhere Drücke, die sich aus den im Laufe der Jahre steigenden Durchflüssen ergeben. Weiterhin müssen die Verbindungen in der Lage sein, Bewegungen senkrecht zur Rohrachse aufzunehmen, die durch Verkehrserschütterungen oder sonstige von außen auf das Rohr wirkende Kräfte entstehen, ohne undicht zu werden. Dabei ist eine möglichst weitgehende Auslenkung der Verbindungen erwünscht, damit bei Bodenbewegungen nicht zusätzliche Kräfte auf das Rohr übertragen werden.

Für Gasleitungen verwendete man anfangs die vom Wasserleitungsbau her bekannte Stemmuffenverbindung, die als starre Verbindung angesehen werden kann, da sie bis zu einem gewissen Grad lediglich eine Axialverschiebung zuläßt. Als Dichtungsmittel diente der Hanf- und Teerstrick in Verbindung mit Blei. Eine Beweglichkeit der Verbindung wurde erst durch die Einführung von Gummi aus Naturkautschuk als Dichtungsstoff erreicht.

Im Hinblick auf die Bedeutung der Verbindung für die Sicherheit des Leitungsbetriebes in der Gasversorgung soll die Entwicklung der gummigedichteten Verbindung für den Gastransport kurz betrachtet werden.

Kautschuk findet man im Milchsaft von Bäumen, die in den Tropen wachsen, und wird durch Eintrocknen und Zusatz von Säuren als eine plastische Masse gewonnen. Dieser Rohkautschuk wurde zunächst in der chemischen Industrie als Dichtstoff verwendet. Erst nach der Erfindung der Vulkanisation des Kautschuks um 1840 war die Möglichkeit gegeben, diesen Dichtstoff auch in Rohrverbindungen zum Einsatz zu bringen. Durch die Vulkanisation, einem Vorgang, bei dem der Rohkautschuk unter Beigabe von Schwefel erhitzt wird, erhält der Kautschuk eine Gestaltfestigkeit und ein elastisches Verhalten, das von der Zusammensetzung der Mischung abhängt. Die gute Formbarkeit der unvulkanisierten Mischung gestattete die Herstellung von nahtlosen Ringen.

Man war sich klar darüber, daß mit Rücksicht auf die hohe Lebensdauer der Gußrohrleitungen auch das Dichtungsmaterial die gleiche Lebensdauer haben muß, da die Auswechslung von Dichtungen in erdverlegten Leitungen mit Betriebsunterbrechungen und Kosten verbunden ist. Grundbedingung hierfür ist die

Aufrechterhaltung der chemischen Struktur des Kautschuks, die sich auf die Elastizität des Gummis auswirkt.

In Veröffentlichungen der letzten Jahre findet man häufig den Hinweis, daß für den Gastransport seit dem Jahre 1864 gummigedichtete Verbindungen Verwendung finden. Diese Angaben stützen sich auf eine Mitteilung des Gaswerkes Hanau an den damaligen Deutschen Gußrohrverband. In Wirklichkeit wurden die ersten Versuche mit einer gummigedichteten Verbindung für Muffendruckrohre bereits 1847, und zwar in England, an einer Leitung von 150 mm Durchmesser gemacht. Als Dichtungsmittel fand ein Kautschuk-Rolldichtring Verwendung. Die ersten Versuche in größerem Umfange erfolgten in Deutschland im Jahre 1850 im Versorgungsbereich des Gaswerkes Hanau. Verlegt wurden 13 540 m ebenfalls mit einem Kautschuk-Rolldichtring. Auf Grund der dabei gemachten Erfahrungen folgten weitere Gaswerke dem Beispiel von Hanau. Bis zum Jahre 1860 waren rd. 500 000 m gummigedichteter Leitungen verlegt. Diese Länge erscheint nach heutigen Verhältnissen für einen Zeitraum von zehn Jahren gering. Man darf dabei aber nicht übersehen, daß im Jahre 1826 das erste Gaswerk in Deutschland gebaut wurde, und daß das anfangs von den Gaswerken erzeugte Gas fast ausschließlich Beleuchtungszwecken diente.

Über 60 Jahre wurden Gummiringe nach dem Vulkanisationsverfahren von 1840 in Gußrohrleitungen als Dichtungsmittel für den Transport von Gasen eingebaut und hatten sich gut bewährt, als es im Jahre 1912 gelungen war, mit Hilfe von organischen Vulkanisationsbeschleunigern bei bedeutend niedrigerem Schwefelzusatz die Vulkanisation vorzunehmen, wodurch eine erhebliche Erhöhung der Lebensdauer erreicht werden konnte, die durch zusätzliche Anwendung von Alterungsschutzmitteln eine weitere Steigerung erfuhr. Die Vervollkommnung der Vulkanisation brachte also eine wesentliche Verbesserung sowohl der chemischen als auch der mechanischen Eigenschaften der Gummiringe. Obwohl bereits gute Erfahrungen bei der Verwendung von Gummiringen als Abdichtungsmittel in Gasleitungen aus Gußrohren vorlagen, wurden bei den Stadtwerken Köln in den 20er Jahren eingehende Untersuchungen an Gummiringen nach dem neuen Herstellungsverfahren im fließenden Gasstrom durchgeführt mit dem Ergebnis, daß nach Beendigung der Prüfungen bis auf eine geringfügige Quellung keine Änderung im elastischen Verhalten festzustellen war.

Die Verbindung von gußeisernen Rohren mit der Abdichtung durch einen Rollgummiring, der bei den einzelnen Muffenkonstruktionen im Laufe der Zeit verschiedene Querschnittsformen annahm, wurde im Jahre 1931 durch die Schraubmuffen-Verbindung abgelöst. Die gegenüber den bisher verwendeten gummigedichteten Verbindungen den Vorteil hat, daß sie auch bei

höheren Drücken eine einwandfreie Abdichtung gewährleistet.

Die Qualität der für Dichtringe verwendeten Gummisorten ist in Lieferbedingungen, Prüf- und Gütevorschriften festgelegt, die von der Gußrohrindustrie zusammen mit den Herstellerfirmen erarbeitet worden sind.

Die Beanspruchungen der Gummiringe im praktischen Betrieb einer Rohrleitung sind vielfältiger Art und hängen u. a. von der Muffenkonstruktion, der Montage der Verbindung, dem Druck und der Zusammensetzung des durch die Leitung fließenden Gases ab, die sich ggf. ändern kann.

In Anbetracht des Strukturwandels in der Gaswirtschaft, gekennzeichnet durch die zunehmende Verwendung von Erd-, Erdöl- und Raffineriegasen, hielten es die Gußrohrwerke für notwendig, in einer Reihe von Versuchsleitungen unter ständiger Kontrolle Gummiringe verschiedener Qualität zu erproben. Diese Versuche sollten einmal Aufschluß geben über das Verhalten der Ringe in Hochdruckgasleitungen, aber auch möglichst rasch zu Ergebnissen führen, die es gestatten, Aussagen über das Verhalten der Ringe in Nieder- und Mitteldruckleitungen zu machen. Die Versuche waren also unter erschwerten Bedingungen durchzuführen. Aus diesem Grunde wurde Wert darauf gelegt, die Versuchsleitungen vorwiegend als Hochdruckleitungen zu betreiben.

In die Versuchsgasleitungen wurden neben den normalen Gummidichtringen Sonderausführungen eingebaut, die das Ergebnis eingehender Voruntersuchungen sind. Sie wurden mit dem Ziel entwickelt, eine möglichst hohe Quellbeständigkeit gegenüber Kohlenwasserstoffen mit gutem elastischen Verhalten zu kombinieren. Zwei Ringsorten, die diese Eigenschaften in zufriedenstellender Weise besitzen, sind der Perbunanring und der Polygumring. Der Perbunanring wird aus Perbunan N hergestellt. Perbunan N ist ein Markenname für das Mischpolymerisat von Butadien mit Akrylnitril; die daraus hergestellten Gummimischungen zeichnen sich durch eine gute Quellbeständigkeit gegenüber aliphatischen Kohlenwasserstoffen aus, wobei mit steigendem Akrylnitrilgehalt und damit steigender Quellfestigkeit die elastischen Eigenschaften vermindert werden. Die zur Herstellung der Dichtringe verwendete Kautschukmischung ist auf gute Quellfestigkeit bei gleichzeitigem Vorhandensein der für die Dichtfunktion des Ringes erforderlichen elastischen Eigenschaften abgestimmt.

Beim Polygumring wird das Ziel einer befriedigenden Kombination von Quellfestigkeit und guten elastischen Eigenschaften durch die Verwendung zweier Materialien erreicht. Der Polygumring besteht aus einem normalen Naturgummiring, der auf seiner Hartspitze eine Kappe aus Polyamid (Nylon) trägt. Diese Polyamidkappe schützt die dem geförderten Medium ausgesetzte Seite des Ringes vor der Einwirkung quellend wirkender Substanzen. Polyamid ist gegen aromatische und aliphatische Kohlenwasserstoffe beständig.

Im Hinblick auf die Bedeutung der Ergebnisse dieser Untersuchungen für die Sicherheit des Betriebes von

Gasleitungen mit gummigedichteten Muffendruckrohren wurde das Institut für Gastechnik, Feuerungstechnik und Wasserchemie der Technischen Hochschule Karlsruhe durch Teilnahme an den Aufgrabungen der Versuchsleitungen eingeschaltet. Das Ziel war, auf Grund von Dichtheitsprüfungen durch die zuständigen Technischen Überwachungsvereine und eigenen Beobachtungen des Institutes für Gastechnik beim Ausbau der Gummiringe Unterlagen für die Erstellung eines Gutachtens über die Eignung gummigedichteter Gußrohrverbindungen für den Transport von Gasen verschiedener Zusammensetzung zu schaffen, das im Anschluß an diesen Bericht im vollen Wortlaut abgedruckt ist.

2. Untersuchungen in Versuchsleitungen

In folgenden Hochdruck- und Mitteldruckgasrohrleitungen wurde das Verhalten verschiedener Dichtersorten untersucht:

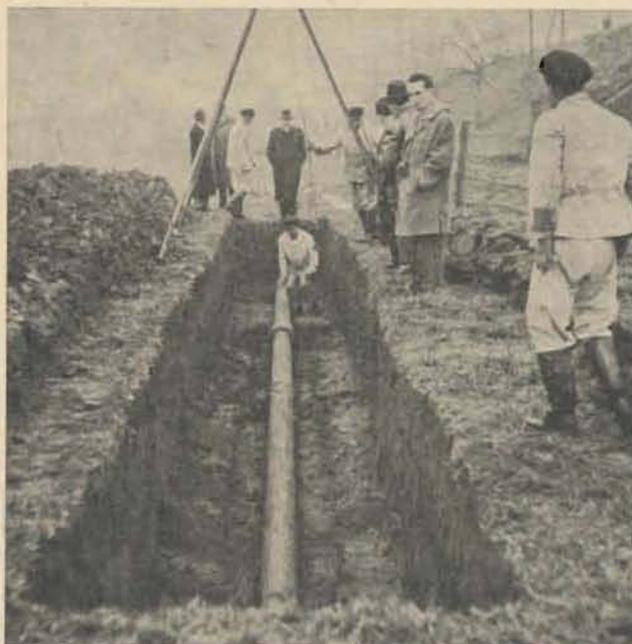


Bild 1: Aufgrabung der Kokereigas-Hochdruck-Versuchsleitung Wetzlar

- I. Kokereigas - Hochdruckleitung Wetzlar, verlegt 1951
- II. Kokereigas-Hochdruckleitung Salzgitter, verlegt 1958
- III. Erdölgas-Hochdruckleitung Salzgitter, verlegt 1960
- IV. Erdölgas-Hochdruckleitung München, verlegt 1962
- V. Erdölgas-Mitteldruckleitung Salzgitter, verlegt 1964

Die Leitung I wurde im Zusammenhang mit der Zulassung von gußeisernen Rohren für den Betriebsdruck von 10 atü bei der Ruhrgas AG in Wetzlar erstellt. Sie besteht aus Graugußrohren NW 200 (Bild 1), hat eine Länge von 1200 m und ist direkt in eine Versorgungsleitung eingebunden. Nach Prüfung der einzelnen Bauabschnitte mit 17 atü Luft wurde die Leitung mit einem Druck von 15 atü Luft durch den

TUV Frankfurt abgenommen und anschließend zunächst mit einem Gasdruck von 3 atü in Betrieb genommen. Nach einem halben Jahr erfolgte die zweite Abnahme durch den TUV mit Gas von 15 atü. Daraufhin wurde der Betriebsdruck auf 6 atü erhöht und nach weiteren 4 Monaten eine erneute Druckprüfung durch den TUV bei 15 atü Gasdruck durchgeführt und nunmehr die Leitung mit wechselnden Drücken bis 10 atü betrieben. Obwohl die Leitung laufend von der Ruhrgas AG auf Dichtheit überwacht worden war, fand noch einmal eine Prüfung durch den TUV statt, der die einwandfreie Dichtheit der Leitung bestätigte. Diese schrittweise und gewissenhafte Inbetriebnahme der Leitung war erforderlich, da es sich um eine Leitung für die öffentliche Gasversorgung handelt, bei deren Ausfall eine Stadt ohne Gas gewesen wäre. Die Leitung wurde in der Zwischenzeit mehrmals an einigen Stellen unter Teilnahme von Herren der Ruhrgas AG geöffnet. Die Gummiringe wurden auf ihren Sitz kontrolliert, ausgebaut und auf ihre Härte, Maße und Gewichte geprüft.

Im Jahre 1959 ließen die Stadtwerke Wetzlar wegen der Verlegung eines Dükers durch die Dill 84 m dieser Leitung vorübergehend ausbauen. Nach Fertigstellung der Bauarbeiten wurden die ausgebauten Graugußrohre durch Rohre aus duktilem Gußeisen mit Tytonverbindungen ersetzt. Die Leitung wird auch heute noch mit wechselnden Drücken betrieben und von der Ruhrgas überwacht.

Das Ergebnis der Untersuchungen an dieser Leitung bildete die Grundlage für die Schaffung von „Richtlinien für Gasrohrleitungen mit mehr als 1 atü Betriebsdruck aus gußeisernen Rohren und Formstücken“ (DVGW-Arbeitsblatt G 461).

Sowohl bei der Schraubmuffenverbindung als auch bei der Tytonverbindung ist die vordere Kante des Gummiringes dem Fördermedium ausgesetzt. Bei der Tytonverbindung besteht dieser Teil des Gummiringes aus einer weicheren, bei der Schraubmuffenverbindung aus einer härteren Gummiqualität. Das Verhalten von Tyton-Gummiringen gegenüber Kokeisgas bei höheren Drücken zu prüfen, war Anlaß zur Verlegung der Leitung II bei der Salzgitter Ferngas AG. Sie war, wie auch die folgenden Versuchsleitungen, als reine Versuchsleitung gebaut und konnte jederzeit von der Hauptleitung getrennt werden, ohne den Durchfluß in dieser zu unterbrechen. Nach einer Wasserdruckprobe von 42 atü wurde eine längere Prüfung mit Luft bis 26,4 atü durchgeführt und dabei die Verbindungen durch Abseifen mit Nekal als dicht befunden. Die Leitung bestand aus duktilen Gußrohren NW 200 und hatte die Form eines „U“ mit Schenkeln von je 70 m Länge (Bild 2). In dem einen Schenkel waren 7 Rohrverbindungen mit einer Abwinkelung von 2°30' bis 7°30' eingebaut. Bemerkenswert an dieser Versuchsleitung ist, daß sie in einem offenen Graben im wesentlichen mit Betonklötzen beschwert in einer Tiefe von nur 0,5 m lag, so daß die Muffen größeren Temperaturschwankungen sowie Feuchtigkeitseinflüssen unterworfen waren. In den Muffenlöchern stand fast regelmäßig Wasser. Die Leitung wurde mit Drücken zwischen 9 und 20 atü betrieben und die Dichtheit der Verbindungen laufend von der Salzgitter Ferngas durch Abseifen der Ver-

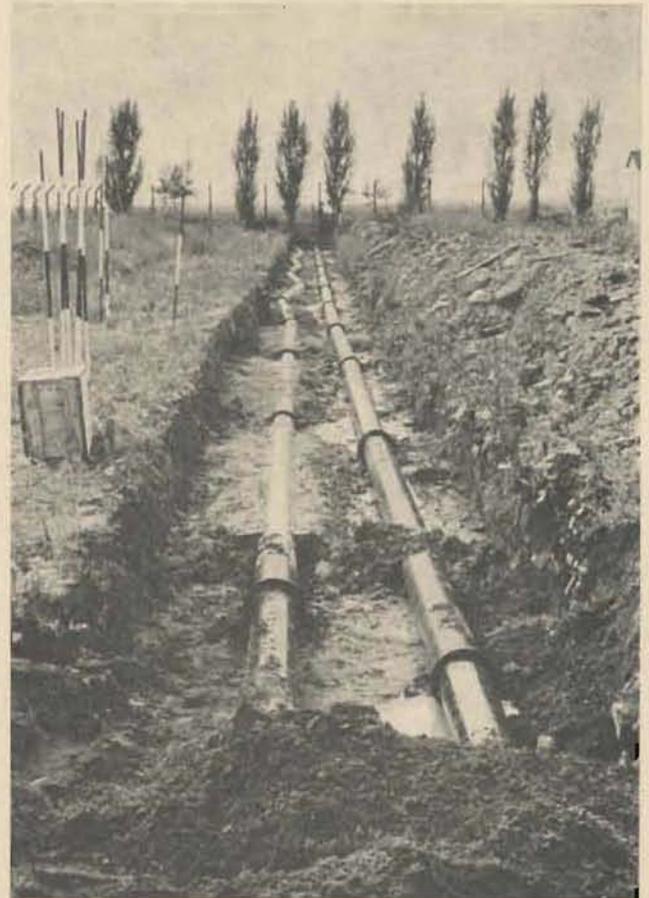


Bild 2: Kokeisgas-Hochdruck-Versuchsleitung Salzgitter

bindungen geprüft. Vor Stilllegung der Leitung — der Platz wurde für andere Zwecke benötigt — fand noch eine Dichtheitsprüfung durch Abseifen der Verbindungen durch den TUV, Hannover, statt. Alle Verbindungen waren dicht. Während der Betriebszeit wurde die Leitung dreimal geöffnet und die ausgebauten Gummiringe einer eingehenden Prüfung hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften unterzogen. Die Leitung III auf dem Hüttengelände der Salzgitter Ferngas liegt parallel zu einer Betriebsleitung und besteht aus duktilen Gußrohren NW 200. Sie wurde mit Drücken zwischen 13 und 35 atü betrieben, bis sie im Jahre 1966 wegen Bereitstellung des Geländes für ein anderes Bauvorhaben ausgebaut werden mußte. In der Zwischenzeit erfolgten zwei Aufgrabungen mit Untersuchungen der dabei ausgebauten Gummiringe. Bei der ersten Aufgrabung wurden zwei Tytonverbindungen mit Naturkautschukringen herausgeschnitten und auf dem Prüffeld der Buderus'schen Eisenwerke in Wetzlar nach 16 Tagen mit Luft von 50 atü abgedrückt. Die Verbindungen waren dicht, woraus zu schließen ist, daß die Elastizität des Gummis erhalten geblieben war. Bei der Aufgrabung der Leitung lagen alle Dichtringe vorschriftsmäßig in den Muffen. Nach Herausnahme der Tyton-Naturkautschuk-Ringe aus den Muffen wurde beim ersten Ausbau ein Verwerfen der Ringe festgestellt, was mit der unterschiedlichen Quellung von Hart- und Weichteil zusammenhängt. Außerdem bildeten sich Bläschen, die aufplatzen. Dieser Vorgang ist rein physikalisch zu

erklären. Durch den hohen Druck waren im Laufe der Zeit Benzinkohlenwasserstoffe in den Gummiringe eindiffundiert. Da die Leitung unmittelbar nach der Druckabsenkung geöffnet und die Gummiringe sofort aus den Muffen genommen wurden, entwichen durch die schnelle Entlastung die in den Gummiringe eingedrungenen Gase unter Bläschenbildung. Dieser Vorgang hat nur rein wissenschaftliches Interesse und keinen Einfluß auf die Dichtheit der Rohrverbindung. Das Herausdiffundieren von Kohlenwasserstoffen kann bei einem in die Dichtkammer eingepreßten Gummiring nie spontan erfolgen. Bestätigt wurde diese Tatsache bei der zweiten Aufgrabung der Leitung. Nach einer Druckprobe mit Erdölgas von 29 atü durch den TÜV Hannover, der eine einwandfreie Dichtheit der Leitung feststellte, blieb die Leitung 4 Tage drucklos. Die eingedrungenen Kohlenwasserstoffe konnten langsam entweichen, und nach der Herausnahme der Gummiringe wurde keine Blasenbildung beobachtet, obwohl diese Ringe zwei Jahre länger in der Leitung eingebaut waren.

Das gleiche Bild ergab sich bei der endgültigen Ausgrabung der Leitung im Jahre 1966, deren Öffnung 8 Tage nach der Stilllegung erfolgte. Acht Verbindungen wurden herausgeschnitten und nach 16 Tagen einer Luftdruckprüfung bei einem Druck von 20 atü unterzogen. Bei der Nachprüfung der Maße, Härte und Gewichte der Gummiringe zeigten sich bei Tytonringen aus Perbunan nur geringe Abweichungen von den ursprünglichen Werten und bei den Polygummiringen praktisch keine Veränderungen, während die Union- und Tytondichtringe aus Naturkautschuk nach der Entnahme aus den Muffen kleine Anrisse zeigten. Diese Anrisse traten teilweise erst nach dem Ausbau auf, teilweise waren sie bereits beim Ausbau sichtbar. Wieweit diese Erscheinung auf Einflüsse der Demontage zurückzuführen ist, ließ sich nicht eindeutig klären.

Die Leitung IV, die aus duktilen Gußrohren NW 200 und NW 150 besteht, liegt in Wolfersberg in der Nähe von München parallel zu einer Stahlleitung in unmittelbarer Nähe einer Erdgassonde. Nach der Montage der Leitung wurde sie mit Luft von 6,1 atü geprüft und die Dichtheit der Leitung durch Abseifen der Verbindungen kontrolliert. Wegen der Zugabe eines Odorierungsmittels, welches das Auffinden von Undichtheiten bei sehr hohen Prüfdrücken erleichtern sollte, war es notwendig, die Leitung noch einmal zu entlasten. Eine erneute Dichtheitsprobe fand bei 22,5 atü ebenfalls unter Abseifen der Verbindungen statt. Auch bei diesem Druck war die Leitung dicht. Anschließend wurde der Rohrgraben verfüllt und die Leitung auf den für die Druckprüfung erforderlichen Druck von 44 atü gebracht. Den Druckversuch führte der TÜV Bayern, München, durch, der die Dichtheit der Leitung bestätigte. Es sei hier besonders hervorgehoben, daß bei allen Dichtheitsprüfungen auch bei einem Druck von 44 atü nicht eine einzige Schraubmuffenverbindung nachgezogen werden mußte.

Nach 1½ Jahren Betriebszeit wurde die Leitung — der Betriebsdruck schwankte zwischen 15 und 25 atü — erstmalig aufgedrungen. Das Öffnen von 10 Schraubmuffen- und 6 Tytonverbindungen erfolgte zwei Tage nach Stilllegung der Leitung. Bereits nach diesen zwei

Tagen waren größere Mengen von den während der Betriebszeit in die Gummiringe eingedrungenen Kohlenwasserstoffen wieder entwichen, so daß keine Blasenbildung nach Herausnahme der Gummiringe eintrat. Die Ringe aus Naturkautschuk wiesen Anrisse auf, die aber nicht in den Dichtflächen lagen.

Erwähnt werden muß, daß sich wegen der geringen Entfernung der Versuchsstrecke von der Erdölgassonde in den Muffen Kondensat sammelte, das, wie die Untersuchung ergab, aus Benzinkohlenwasserstoffen bestand und eine Quellung des Gummis begünstigte.

Im Jahre 1966 wurde die Leitung nach einer Druckprobe durch den TÜV Bayern zum zweiten Male aufgedrungen. Abschriften der Bescheinigungen über die Druckprobe sowohl vor Inbetriebnahme der Leitung als auch vor der zweiten Aufgrabung sind weiter unten auf den Seiten 6, 7 und 8 wiedergegeben. Der Ausbau von je 6 Schraubmuffen und 6 Tytonmuffen erfolgte 14 Tage nach der Stilllegung der Leitung. Da bei der zweiten Aufgrabung festgestellt werden konnte, daß die Ringe aus Naturkautschuk geringere Anrisse zeigten als bei der ersten Aufgrabung, sind also die beobachteten Ribbildungen im Betrieb noch nicht vorhanden gewesen, sondern erst beim Ausbau der Gummiringe entstanden. Die Leitung ist weiter in Betrieb und wird laufend von den Stadtwerken München auf Dichtheit geprüft; über den Muffen sind Riechrohre zur Kontrolle angebracht.

Die Leitung V, in der das gleiche Erdölgas gefördert wird wie in Leitung III, wurde auf dem Hüttengelände der Salzgitter Ferngas für einen Betriebsdruck von 1500 mm WS verlegt. Die Rohre mit Schraubmuffenverbindungen wurden aus duktilem Gußeisen und die Rohre mit Tytonverbindungen aus Grauguß in den Nennweiten 200 hergestellt.

Vor der ersten Öffnung der Leitung im Jahre 1965 wurde die Dichtheit durch Abseifen vom TÜV Hannover festgestellt. Leider mußte diese Leitung sowie auch die Hochdruck-Erdölgas-Versuchsleitung 1966 wegen anderweitiger Inanspruchnahme des Geländes stillgelegt und ausgebaut werden.

Sowohl bei der ersten Aufgrabung als auch bei der endgültigen Außerbetriebnahme der Leitung traten nach dem Herausnehmen der Gummiringe aus den Muffen keine Veränderungen an den Ringen ein. Alle Ringe behielten ihre ursprünglichen Abmessungen.

3. Zusammenfassung

Bis heute wurden viele tausend Kilometer gummi-gedichteter Gußrohrleitungen für Gas verlegt, die mit Naturkautschukringen versehen sind. Die Erfahrungen mit diesen Gußrohrleitungen sind absolut positiv, und es bestehen keine Bedenken, Naturkautschukringe weiterhin zu verwenden.

In Anbetracht des Strukturwandels in der Gaswirtschaft hielten es die Gußrohrwerke für notwendig, in einer Reihe von Versuchsleitungen Gummiringe verschiedener Qualität unter ständiger Kontrolle zu erproben. Dabei interessierte das Verhalten der Naturkautschukringe und einiger neuentwickelter Spezial-Dichtungsringe. Es sind dies Perbunanringe für

Schraubmuffen und Tytonmuffen und Polygumringe für Schraubmuffen, die unter besonderen Umständen eine zusätzliche Sicherheit beim Gasleitungsbetrieb bringen.

Aus den umfangreichen und langjährigen Versuchen geht hervor, daß sich Perbunanringe und Polygumringe in gummigedichteten Gußrohrleitungen beim Transport von Kokerei-, Erd- und Erdölgas unter verschiedenen hohen Drücken (max. 40 atü) einwandfrei verhalten haben und teilweise aufgetretene Kondensate in den Erdgasleitungen keine nachteiligen Auswirkungen auf die Ringe zur Folge haben. Die Versuche erbrachten aber auch den Nachweis, daß Verbindungen mit Naturkautschukringen in den eben genannten Brenngasen selbst bei hohen Drücken dicht sind. Zwischen den beiden Rohrverbindungsarten

(Schraubmuffen und Tyton) wurden keine Verhaltensunterschiede beobachtet.

Bei neu zu verlegenden Gasleitungen bietet der Einbau von Perbunan- und Polygumringen gegenüber dem Naturkautschukring auf Grund ihres chemischen Aufbaues einige Vorteile, jedoch wird auch der Naturkautschukring unter den meisten Belastungsarten seinen Zweck erfüllen.

Im Falle der Umstellung von gummigedichteten Stadtgas- oder Ferngasleitungen auf andere Brenngase, wie z. B. Erdgas, ist nach den Auswertungen der Versuche in den Hochdruck- und Mitteldruckleitungen nicht mit undichten Muffenverbindungen zu rechnen. Diese Feststellung wird durch mehrjährige Erfahrungen bei Umstararbeiten in Deutschland und Holland untermauert.

Anlage 1 gemäß Hinweis Seite 5

Technischer Überwachungs-Verein Bayern e. V.

Hauptstelle: München 23, Kaiserstraße 14/16, Brieffach 46

Bescheinigung über den Druckversuch an der Erdgasversuchsleitung „Wolfersberg“ aus duktilem Gußeisen

Im Auftrage der Luitpoldhütte Aktiengesellschaft, Amberg/Opf., wurde an der Erdgasversuchsleitung bei Wolfersberg am 21. und 22. Mai 1962 durch unseren Sachverständigen Ing. Tiedtke der Innendruckversuch in Anlehnung an Ziffer 4.3 der „Richtlinien für Gasrohrleitungen von mehr als 1 kg/cm² Betriebsdruck aus Stahlrohren mit geschweißten Verbindungen (Richtlinien für Ferngasleitungen), DIN 2470“ durchgeführt.

Hierbei wurde folgendes festgestellt:

1. Die geprüfte Leitung ist von der Firma Ferrum G.m.b.H., München 23, Kaiserstraße 12, erstellt worden und verläuft mit einer Länge von 130,3 m parallel zur Ferngasleitung NW 150 zwischen Wolfersberg und Zorneding der Stadtwerke München (siehe Zeichnung Nr. A/A 120 der Luitpoldhütte A.G., Amberg/Opf.).

2. Technische Daten der Leitung:

Betriebsdruck in atü: 40
 Probedruck in atü: 44,9
 Rohrwerkstoff: duktilem Gußeisen (entsprechend den „vorläufigen techn. Lieferbedingungen für Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen“, Ausgabe Januar 61).
 Rohrhersteller und Lieferer: Luitpoldhütte A.G., Amberg/Opf.

Gesamtlänge der geprüften Leitung: 130,3 m
 Art der Rohre und Abmessungen:

- a) Muffenrohre:
 - 30 Rohre NW 150/0,8 LA je 3,2 m lang
 - 6 Rohre NW 200/0,8 LA je 3 m lang

b) Glattrohre:

- 1 Rohr NW 150/0,8 LA je 4,65 m lang
- 1 Rohr NW 150/0,8 LA je 4,50 m lang
- 1 Rohr NW 150/0,8 LA je 2,60 m lang
- 1 Rohr NW 200/0,8 LA je 2,83 m lang

3. Anzahl und Art der Einbauteile

- 2 Reduzierstücke NW 200/150
- 2 Schieber NW 150
- 3 U-Formstücke NW 150
- 1 U-Formstück NW 200
- 2 Dehnungsausgleicher NW 150

4. Anzahl und Art der Verbindungsstellen

4.1. Leitungsstrang NW 200 (Länge 21,5 m)

- 4.1.1. 6 Tyton-gummigedichtete Steckrohrverbindungen mit sechs Original US-Pipe-Dichtringen.
- 4.1.2. 1 gummigedichtetes Schraubenmuffenverbindungsstück NW 200 (U-Stück) mit zwei Union-Naturgummi-Dichtringen.

4.2. Reduzierstück NW 200/150

- 1 gummigedichtetes Schraubenmuffenreduzierstück NW 200/150 mit zwei Union-Naturgummi-Dichtringen.

4.3. Leitungsstrang NW 150 (Länge 108,8 m)

- 4.3.1. 18 Union-gummigedichtete Schraubrohrverbindungen mit 6 Naturgummi-Dichtringen

- 6 Perbunan-Dichtringen
- 6 Naturgummi-Dichtringen mit Polyamid-Schutzkante
- 4.3.2. 12 Tyton-gummigedichtete Steckrohrverbindungen mit
 - 6 Naturgummi-Dichtringen und
 - 6 Perbunan-Dichtringen
- 4.3.3. 3 gummigedichtete Schraubmuffen-Verbindungsstücke NW 150 (U-Stücke) mit sechs Union-Naturgummi-Dichtringen.

4.4. Dehnungsausgleicher

Die beiden Dehnungsausgleicher sind mit Flansch-Schraubenverbindungen eingebaut.

5. Bauausführung

Firma Ferrum G.m.b.H., München 23, Kaiserstraße 12

Bauleiter: Herr Dipl.-Ing. Ursel

Schachtmeister: Herr Tost

Hilfskräfte: die Herren Kramper, Ölkofner, Augustiner.

6. Bauaufsicht:

Herr Dipl.-Ing. Schaffland (Fa. Luitpoldhütte A.G., Amberg/Opf.)

Herr Dipl.-Ing. Hofer (Fa. Luitpoldhütte A.G., Amberg/Opf.)

Herr Dr. Niederschuh (Verband der Gußrohr-Hersteller)

7. Durchführung und Ergebnis der Prüfung:

Der Druckversuch wurde entsprechend Ziffer 4.3 der vorher genannten Richtlinien durchgeführt. Er erstreckte sich nach Eintritt des Beharrungszustandes vom 21. Mai, 14 Uhr, bis zum 22. Mai 1962, 13 Uhr.

Anfang und Ende des Druckversuches lagen in gleichartig verlaufenden Temperaturkurven bei annähernd gleichen Außentemperaturen.

Der Prüfdruck in der Leitung betrug 44,9 atü.

Der Leitungsstrang war in seiner gesamten Länge in ca. 0,8 m Tiefe im Erdbereich eingebettet.

Die Temperaturschwankungen längs der Leitung und an der Vergleichsflasche wurden während des Versuches an vier Stellen mit Quecksilberthermometern mit Feinteilung gemessen. Hierbei ergab sich folgendes:

Temperaturabfall in der Leitung 0,23° C

Temperaturabfall in der Vergleichsflasche 0,25° C

Druckanstieg in der Leitung gegenüber der Vergleichsflasche 7 mm Hg.

Den Temperaturveränderungen in der Leitung und in der Vergleichsflasche würde ein Druckanstieg in der Leitung von 3 mm Hg entsprechen. Daraus und aus der gemessenen Änderung des Differenzdruckes ergäbe sich für die Leitung ein Druckanstieg von 4 mm Hg.

Da jedoch praktisch ein leitungsseitiger Druckanstieg von 4 mm nicht auftreten kann, ist dieser ermittelte Wert in Messungenauigkeiten zu suchen, die jedoch im Rahmen der zulässigen Toleranz liegen.

Für die Versuchsleitung ergibt sich somit kein tatsächlicher Druckverlust. Im Sinne der Richtlinien für Ferngasleitungen „DIN 2470“ kann die Leitung als dicht bezeichnet werden.

Bemerkung:

Die Versuchsleitung dient zur praktischen Erprobung der gummigedichteten Schraubrohr- und Steckrohrverbindungen im Erdgasbetrieb, wobei die Gummiringe in bestimmten Zeitabständen auf die Beständigkeit gegen Erdgas untersucht werden sollen.

Für die Leitungsrohre und die Einbauteile wurden keine Prüfnachweise vorgelegt.

München, den 17. Juli 1962

Technischer Überwachungs-Verein Bayern e. V.

Abteilung I, Vorprüfungsstelle

Unterschrift

Anlage 2 gemäß Hinweis Seite 5

Technischer Überwachungs-Verein Bayern e. V.

Hauptstelle: München 23, Kaiserstraße 14/16, Brieffach 46

Bescheinigung über den erneuten Druckversuch an der Erdgasversuchsleitung „Wolfersberg“ aus duktilem Gußeisen

Im Auftrage der Luitpoldhütte Aktiengesellschaft, Amberg/Opf., wurde an der Erdgasversuchsleitung bei Wolfersberg am 5. und 6. Mai 1966 ein erneuter Druckversuch in Anlehnung an Ziffer 5.1 der „Richtlinien für Gasrohrleitungen von mehr als 1 atü Betriebsdruck aus Stahlrohren mit geschweißten Ver-

bindungen (Richtlinien für Ferngasleitungen) DIN 2470“ durchgeführt.

1. Ersteller und Leitungsführung

Die geprüfte Leitung ist im Jahre 1962 von der Firma Ferrum GmbH, München 23, Kaiser-

straße 12, erstellt worden und verläuft mit einer Länge von 130,3 m parallel zur Ferngasleitung NW 150 zwischen Wolfersberg und Zorneding der Stadtwerke München (siehe Zeichnung Nr. A/A 120 der Luitpoldhütte AG, Amberg/Opf.).

2. Technische Daten der Leitung

Betriebsdruck in atü: 40

Probedruck in atü: 45

Rohrwerkstoff: duktilen Gußeisen (entsprechend den „vorläufigen techn. Lieferbedingungen für Druckrohre und Formstücke aus duktilen Gußeisen“, Ausgabe Januar 1961)

Rohrhersteller und -lieferer: Luitpoldhütte AG, Amberg/Opf.

Gesamtlänge der geprüften Leitung: 130,3 m

Art der Rohre und Abmessungen:

a) Muffenrohre:

30 Rohre NW 150/0,8 LA je 3,2 m lang

6 Rohre NW 200/0,8 LA je 3 m lang

b) Glattrohre:

1 Rohr NW 150/0,8 LA je 4,65 m lang

1 Rohr NW 150/0,8 LA je 4,50 m lang

1 Rohr NW 150/0,8 LA je 2,60 m lang

1 Rohr NW 200/0,8 LA je 2,83 m lang

3. Anzahl und Art der Einbauteile

2 Reduzierstücke NW 200/150

2 Schieber NW 150

3 U-Formstücke NW 150

1 U-Formstück NW 200

2 Dehnungsausgleicher NW 150

4. Anzahl und Art der Verbindungsstellen

4.1. Leitungsstrang NW 200 (Länge 21,5 m)

4.1.1. 6 Tyton-gummigedichtete Steckrohrverbindungen mit sechs Original US-Pipe-Dichtringen.

4.1.2. 1 gummigedichtetes Schraubenmuffenverbindungsstück NW 200 (U-Stück) mit zwei Union-Naturgummi-Dichtringen.

4.2. Reduzierstück NW 200/150

1 gummigedichtetes Schraubenmuffenreduzierstück NW 200/150 mit zwei Union-Naturgummi-Dichtringen.

4.3. Leitungsstrang NW 150 (Länge 108,8 m)

4.3.1. 18 Union-gummigedichtete Schraubrohrverbindungen mit

6 Naturgummi-Dichtringen

6 Perbunan-Dichtringen

6 Naturgummi-Dichtringen mit Polyamid-Schutzkante

4.3.2. 12 Tyton-gummigedichtete Steckrohrverbindungen mit

6 Naturgummi-Dichtringen und

6 Perbunan-Dichtringen

4.3.3. 3 gummigedichtete Schraubenmuffen-Verbindungsstücke NW 150 (U-Stücke) mit sechs Union-Naturgummi-Dichtringen.

4.4. Dehnungsausgleicher

Die beiden Dehnungsausgleicher sind mit Flansch-Schraubenverbindungen eingebaut.

5. Durchführung und Ergebnis der Prüfung:

Der Druckversuch wurde entsprechend Ziffer 5.1 der Richtlinien durchgeführt. Er erstreckte sich nach Eintritt des Beharrungszustandes vom 5. Mai, 11 Uhr, bis zum 6. Mai 1966, 11 Uhr.

Anfang und Ende des Druckversuches lagen in gleichartig verlaufenden Temperaturkurven bei annähernd gleichen Außentemperaturen.

Der Prüfdruck in der Leitung betrug 45 atü.

Der Anteil des freiliegenden Leitungsstranges, bezogen auf die Gesamtlänge der geprüften Leitung, betrug rd. 0,1 %.

Die Temperaturschwankungen längs der Leitung und in der Vergleichsflasche wurden während des Versuches an vier Stellen mit Quecksilberthermometern mit Feinteilung gemessen. Hierbei ergab sich folgendes:

Temperaturanstieg in der Leitung 0,10° C.

Temperaturabfall in der Vergleichsflasche 0,15° C.

Druckanstieg in der Leitung gegenüber der Vergleichsflasche 28 mm Hg.

Den Temperaturveränderungen in der Leitung und in der Vergleichsflasche würde ein Druckanstieg in der Leitung von 30 mm Hg entsprechen. Daraus und aus der gemessenen Änderung des Differenzdruckes ergibt sich für die Leitung ein tatsächlicher Druckverlust von 2 mm Hg.

Nach Ziffer 5.1.5 der Richtlinien wäre ein Druckabfall von 46 mm Hg zulässig. Die Leitung kann demnach als dicht im Sinne der Richtlinien für Ferngasleitungen „DIN 2470“ bezeichnet werden.

Bemerkung:

Die Versuchsleitung dient zur praktischen Erprobung der gummigedichteten Schraubrohr- und Steckrohrverbindungen im Erdgasbetrieb, wobei die Gummiringe in bestimmten Zeitabständen auf die Beständigkeit gegen Erdgas untersucht werden sollen. Die erneute Druckprüfung erfolgte nach einer Betriebszeit von ca. vier Jahren.

München, den 31. August 1966

Hu/MI

Technischer Überwachungsverein Bayern e. V

Abteilung I, Dampf- und Druckanlagen

Vorprüfungsstelle

Unterschrift

INSTITUT FÜR GASTECHNIK, FEUERUNGSTECHNIK UND WASSERCHEMIE
DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE KARLSRUHE
VORMALS GASINSTITUT

PROF. DR. H. PICHLER
Geschf. Dir. u. Dir. d. Abt. Gastechnik

PROF. DR. R. GÜNTHER
Direktor der Abt. Feuerungstechnik

PROF. DR. J. HOLLUTA
Direktor der Abteilung Wasserchemie

75 KARLSRUHE , den 17.12.1965

Richard-Willstätter-Allee 5 Str./J

Telefon Durchwahl 008/ 2574

Telex 07 826 521

G u t a c h t e n

über die

Eignung gummigedichteter Gußrohrverbindungen
für Gasleitungen

Auftraggeber: Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre, Köln

Die Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre, Köln, ersuchte das Institut für Gastechnik, Feuerungstechnik und Wasserchemie der Technischen Hochschule Karlsruhe um eine Begutachtung von Versuchsergebnissen, die mit Muffendichtungsringen verschiedenartiger Ausführung in Gußrohrleitungen gemacht worden sind, in denen Gas unterschiedlicher Zusammensetzung (Kokereigas, Erdgas, Erdölgas) bei unterschiedlichen hohen Drücken bis max. 40 atü gefördert wird. Es waren Gummiringe der folgenden Ausführungsart über einen Zeitraum von mehreren Jahren zum Einsatz gekommen:

Schraubmuffen-Dichtungsringe UNION in Normalausführung (Naturgummi)

Schraubmuffen-Dichtungsringe UNION aus Perbunan
Schraubmuffen-Dichtungsringe UNION aus Naturgummi mit Polyamid Schutzkappe

TYTON-Dichtungsringe in Normalausführung (Naturgummi)

TYTON-Dichtungsringe aus Perbunan

TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi mit Perbunanüberzug

TYTON-Dichtungsringe aus Butyl-Gummi

Die längsten Erfahrungen liegen mit UNION-Dichtungsringen aus Naturgummi vor, die sowohl in Gasleitungen als auch im Wasserleitungssektor seit über 35 Jahren verwendet werden und sich gut bewährt haben.

Zweck der Untersuchungen mit UNION-Dichtungsringen war, Aufschluß über das Verhalten verschiedener Materialqualitäten in Gashochdruckleitungen zu erhalten.

Die erste Gashochdruck-Versuchsleitung mit UNION-Dichtungsringen ist seit dem Jahre 1951 ununterbrochen in Betrieb.

Für die TYTON-Verbindung, die seit den 50er Jahren zur Verlegung kommt und bisher nur für Wasserleitungen zum Einsatz gelangte, galt es, den Nachweis auch der Eignung für Gasleitungen zu erbringen.

Die erste Versuchsgasleitung mit TYTON-Dichtungsringen wurde im Jahre 1958 in Betrieb genommen.

Schließlich sollten aus den Versuchsergebnissen Schlußfolgerungen über das Verhalten von gummi-gedichteten Gußrohrverbindungen allgemein für liegende und neu zu verlegende Leitungen im Hinblick auf die Umstellung vieler Gasleitungen von Kokereigas auf Erdgas, Erdölgas und Raffineriegas gezogen werden.

Die Versuchsergebnisse sind unter Mitwirkung der Buderus'schen Eisenwerke, Wetzlar, der Halberger Hütte, Brebach, der Luitpoldhütte, Amberg, und der Rheinstahl Hüttenwerke, Werk Schalker Verein, Gelsenkirchen, in Anwesenheit eines Vertreters des Institutes für Gastechnik, Feuerungstechnik und Wasserchemie der Technischen Hochschule Karlsruhe, in Versuchsleitungen erzielt worden, die der Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre, Köln, von der Salzgitter Ferngas GmbH, von der Ruhrgas AG, Essen, und von den Stadtwerken München, in ihrem Versorgungsgebiet zur Verfügung gestellt worden waren.

Die Anfertigung der Lagepläne, der Einbau und Aus-

bau der Muffendichtungen, die Aufnahme und Zusammenstellung der Versuchsergebnisse sowie die Berichtausfertigung erfolgten durch die Gußrohrwerke. Diese Versuchsberichte lagen uns zur Einsicht für die gewünschte Stellungnahme vor.

A) Ruhrgas-Versuchsleitung Wetzlar

Allgemeiner Überblick

Als Versuchsgasleitung diente die Ruhrgasleitung NW 200 von Wetzlar nach Weilburg. Sie war 1950/51 verlegt worden. Die Graugußrohre sind mit UNION-Verbindungen ausgerüstet.

Auf einer Strecke von ca. 1400 m Länge wird die Leitung mit 10 atü betrieben. Genaue Einzelheiten über den Bau und Betrieb dieser Leitung siehe Aufsatz „Verlegung einer Ferngasleitung mit Schleudergußrohren und UNION-Schraubmuffen“ von Dir. Geilenkeuser, Essen, Sonderdruck aus GWF „Das Gas- und Wasserfach“, 94. Jahrgang (1953), Heft 11 (Gas).

Im Mai 1959 wurde in diese Leitung eine Strecke von ca. 80 m duktile Gußrohre NW 200 mit TYTON-Verbindungen eingebaut. Die Dichtungsringe bestehen wie bei den UNION-Verbindungen aus Naturgummi.

In den ersten Jahren wurde die Dichtheit der Rohrverbindungen durch Druckprüfungen des TÜV Frankfurt nachgewiesen.

Um das Verhalten der Gummidichtungen selbst nach längerer Betriebszeit untersuchen zu können, wurde im Jahre 1957 ein erster Ausbau von Rohrverbindungen mit anschließender Untersuchung der Dichtungen vorgenommen. Weitere Aufgrabungen erfolgten in den Jahren 1959 und 1963. Insgesamt sind bisher 21 Dichtungen ausgebaut und eingehend untersucht worden.

Die Aufgrabung im Mai des Jahres 1963 fand in unserer Anwesenheit statt. Es wurden ausgebaut:

- 1 UNION-Dichtungsring, der im Jahre 1951 eingebaut worden war;
- 6 UNION-Dichtungsringe, die im Jahre 1959 eingebaut worden waren;
- 3 TYTON-Dichtungsringe, die im Jahre 1959 eingebaut worden waren, also nach einer Betriebszeit von 4 bzw. 12 Jahren.

Versuchsergebnisse

Die UNION- und TYTON-Dichtungsringe, die ausschließlich aus Naturgummi hergestellt waren, hatten im Kokereigas und seinen Kondensaten eine vollkommene Abdichtung und gute chemische Beständigkeit gezeigt. Analyse des Gases siehe Anlage 2. Die Dichtungsringe lagen ordnungsgemäß in den Muffen und waren voll funktionsfähig. Lediglich dort, wo einige Ringe längere Zeit mit Kondensaten in Berührung gestanden hatten, war eine geringe Quellung zu erkennen. Die ursprünglichen Härten, Maße und Gewichte der eingesetzten Ringe hatten sich nur wenig verändert. Die Meßwerte bewegten sich in den für diese Gummiringe zulässigen Grenzen.

B) Erdgas-Versuchsleitung NW 200 — München

Allgemeiner Überblick

Die Versuchsleitung ist bei Wolfersberg in der Nähe von München in eine Betriebsleitung, die Erdgas (Analyse siehe Anlage 3) nach München fördert, eingebaut. Sie liegt in unmittelbarer Nähe einer Bohrstelle.

Die Versuchsleitung besteht aus duktilen Gußrohren NW 150 und NW 200 und ist ca. 130 m lang. Die Leitung ist für einen Nenndruck von 40 atü ausgelegt, der Betriebsdruck schwankt zwischen 15 und 25 atü. In diese Erdgas-Versuchsleitung waren am 18. 5. 1962 Dichtungsringe von folgenden Gummi-Qualitäten eingebaut worden:

3 UNION-Dichtungsringe NW 200 aus Naturgummi

3 UNION-Dichtungsringe NW 150 aus Naturgummi

6 UNION-Dichtungsringe NW 150 aus Perbunan

6 UNION-Dichtungsringe NW 150 aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe

6 TYTON-Dichtungsringe NW 150 aus Naturgummi

6 TYTON-Dichtungsringe NW 150 aus Perbunan

6 TYTON-Dichtungsringe NW 200 aus Butyl-Gummi

Bei der ersten Aufgrabung am 24. 10. 1963 wurden ohne unser Beisein von jeder Gummiqualität je zwei Dichtungsringe ausgebaut.

Versuchsergebnisse

Alle Verbindungen der Versuchsleitung waren dicht. Das Gas enthielt kondensierte benzin- und flüssiggasähnliche Kohlenwasserstoffe, so daß die Dichtungsringe in ihrer unteren Zone völlig im Kondensat lagen.

Unter dem hohen Druck waren Kondensate in die Dichtungsringe eindiffundiert und hatten zu unterschiedlicher Quellung einiger Gummisorten geführt. Nach ihrem Ausbau haben sich diese aufgenommenen Kohlenwasserstoffe wieder verflüchtigt, und die Quellung der Ringe war weitgehend wieder zurückgegangen.

Die UNION- und TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi und Butyl-Gummi waren durch die Einwirkung der Benzin-Flüssiggas-Kohlenwasserstoffe stark gequollen und wiesen teilweise Anrisse auf (Analyse des Kondensates siehe Anlage 3). Die Regeneration verlief bei den TYTON-Dichtungsringen aus Naturgummi wesentlich schneller und vollständiger als bei den UNION-Dichtungsringen aus Naturgummi und Perbunan und den TYTON-Dichtungsringen aus Butyl-Gummi. Die Anrisse befanden sich ausnahmslos an den Partien der Dichtungsringe, die durch die Volumenzunahme infolge Quellung in den Muffenspalt eingedrungen waren. An den eigentlichen Dichtflächen waren keine Anrisse entstanden.

Bei den Dichtungsringen aus Butyl-Gummi war außerdem durch die Quellung die Festigkeit des Gummis offensichtlich vermindert worden, so daß sich vereinzelt kleine Schichten aus der Spitze des sonst fest geschlossenen Gummiwulstes ablösten.

Die TYTON-Dichtungsringe aus Perbunan waren beim Ausbau unbeschädigt, nur geringfügig verformt und wieder verwendungsfähig.

Die UNION-Dichtungsringe aus Perbunan waren über Teile des Umfanges in den Muffenspalt eingewandert. Sie wiesen aber keine Anrisse auf.

Die UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe hatten ihre ursprüngliche Form behalten. Sie zeigten praktisch keine Veränderungen. Sie waren nicht gequollen und hatten ihre Maße und Gewichte kaum verändert. Ein Ring wies einige kleine Schnittstellen in der Polyamidschutzkappe auf, die auf das sehr große Spaltmaß zurückzuführen sein dürften. (Es wurden nur Rohre mit Maximaltoleranzen verwendet.)

C) Kokereigas-Versuchsleitung Salzgitter NW 200

Allgemeiner Überblick

Die Versuchsgasleitung war im Juni 1958 auf dem Lager Hallendorf der Salzgitter Ferngas GmbH verlegt und am 26. 10. 1958 in Betrieb genommen worden. Der max. Betriebsdruck dieser Leitung, die aus duktilen Gußrohren bestand, betrug 25 atü. Auf einer Länge von 140 m waren 20 TYTON- und 4 UNION-Muffenverbindungen mit Dichtungsringen NW 200 eingebaut. Die UNION-Dichtungsringe waren mit Gleitringen verlegt.

Nach einer Aufgrabung im Jahre 1963 wurden in 4 TYTON-Rohre je 2 Dichtungsringe aus Butyl-Gummi und Perbunan neu eingebaut.

Die Leitung hatte die Form eines „U“ mit parallel nebeneinanderlaufenden, gleichlangen Schenkeln, die in einem offenen Graben von ca. 0,5 m Tiefe verlegt waren. Die Rohre waren also nicht eingerdet und nur mit Betonklötzen beschwert, so daß die Gummidichtungsringe gleichzeitig auch den äußeren Witterungseinflüssen ausgesetzt waren.

Die Benzolgewinnungsanlage war vom 28. 2. bis 3. 3. 1963 außer Betrieb. In dieser Zeit betrug der Benzolgehalt des Gases 40 g/Nm³ gegenüber normal 1,5 bis 3 g/Nm³. Analyse des Gases siehe Anlage 4.

Es wurden ausgebaut:

im Jahre 1959 2 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi,

im Jahre 1960 2 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi,

im Jahre 1963 4 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi.

Die Aufgrabungen und Untersuchungen im Jahre 1963 fanden in unserer Anwesenheit statt.

Da das Gelände von der Salzgitter Ferngas GmbH anderweitig benötigt wird und die Versuchszeit als ausreichend anzusehen ist, wurde im Juli 1965 die Leitung außer Betrieb genommen und sämtliche Verbindungen demontiert. Zu dieser Aufgrabung waren von der FGR die Vertreter des DVGW-Fachausschusses Gasrohrnetz eingeladen worden.

Von den ausgebauten 24 Dichtungsringen waren

4 UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi 6³/₄ Jahre
13 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi 6³/₄ Jahre

2 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi 6 Jahre
 1 TYTON-Dichtungsring aus Naturgummi 4 $\frac{1}{2}$ Jahre
 2 TYTON-Dichtungsringe aus Butyl-Gummi 2 Jahre
 2 TYTON-Dichtungsringe aus Perbunan 2 Jahre
 lang eingebaut.

Vor der Demontage der Leitung fand eine Dichtigkeitsprüfung mit Abseifen der Verbindungen durch den TÜV Hannover statt.

Versuchsergebnisse

Alle Verbindungen waren bei der Druckprobe dicht.

Die Untersuchung der TYTON-Dichtungsringe ergab wie bei den ersten 3 Aufgrabungen, daß sich sämtliche Ringe (Naturgummi, Butyl-Gummi, Perbunan) in einem guten, funktionsfähigen Zustand befanden. Verformungen oder Zerstörungen durch das Kokereigas und dessen Kondensate waren nicht aufgetreten. Lediglich ein Dichtungsring mit 6 $\frac{3}{4}$ jähriger Einbauzeit war am Weichteil leicht angerissen. Die Härte, Maße und Gewichte hatten sich durch die Gaseinwirkung nur unwesentlich verändert.

Die UNION-Dichtungsringe mit 6 $\frac{3}{4}$ jähriger Einbauzeit waren stark deformiert und gequollen.

D) Hochdruck-Erdölversuchsleitung NW 200, Salzgitter

Allgemeiner Überblick

Die Versuchsgasleitung war am 15. 12. 1960 auf dem Hüttengelände von Salzgitter aus duktilen Gußrohren verlegt worden. Sie besteht aus 12 Rohren NW 200 mit UNION-Muffe und 12 Rohren NW 200 mit TYTON-Muffe. Die Leitung war für einen Nenndruck von 40 atü ausgelegt worden und steht unter einem Betriebsdruck, der zwischen 13 und 35 atü schwankt. Das Erdölgas wird vom Feld Meerdorf gefördert. Eine Analyse des Gases ist aus Anlage 5 ersichtlich.

Am 15. 12. 1960 waren in unserer Anwesenheit

9 UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi
 3 UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe
 9 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi
 3 TYTON-Dichtungsringe aus Butyl-Gummi
 in die Muffen eingebaut worden.

Nach der 1. Aufgrabung am 17. 4. 1963 wurden zusätzlich 5 TYTON-Dichtungsringe aus Perbunan eingebaut. Eine 2. Aufgrabung erfolgte am 18. 5. 1965. Beide Aufgrabungen fanden in unserer Anwesenheit statt.

Insgesamt wurden bisher 12 UNION- und 11 TYTON-Dichtungsringe ausgebaut. Hiervon waren:

1 UNION-Dichtungsring aus Naturgummi 4 $\frac{1}{2}$ Jahre
 3 UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi 2 $\frac{1}{2}$ Jahre
 1 UNION-Dichtungsring aus Naturgummi 2 Jahre
 3 UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe 4 $\frac{1}{2}$ Jahre
 3 UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe 2 $\frac{1}{2}$ Jahre
 1 UNION-Dichtungsring aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe 2 Jahre
 2 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi 4 $\frac{1}{2}$ Jahre

2 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi 2 $\frac{1}{2}$ Jahre
 2 TYTON-Dichtungsringe aus Butyl-Gummi 4 $\frac{1}{2}$ Jahre
 3 TYTON-Dichtungsringe aus Butyl-Gummi 2 $\frac{1}{2}$ Jahre
 2 TYTON-Dichtungsringe aus Perbunan 2 Jahre
 lang eingebaut.

Bei der Aufgrabung im Jahre 1963 wurde die Versuchsleitung unmittelbar vor der Demontage entlastet. Das Auseinandernehmen der Verbindungen im Rohrgraben erfolgte durch Auswinkeln der Rohre. Der Ausbau fand bei trockenem, sonnigem Wetter statt.

Zwei TYTON-Verbindungen wurden in montiertem Zustand nach Wetzlar transportiert und 16 Tage nach dem Ausbau in Salzgitter einer Luftdruckprobe mit 50 atü unterzogen.

Vor der 2. Aufgrabung im Jahre 1965 wurde die Versuchsleitung durch den TÜV Hannover einer Druckprobe unterzogen. Die Leitung wurde 4 Tage vor der Demontage entlastet. Die Aufgrabung fand bei regnerischem Wetter statt.

Die Verbindungen wurden abwinklunsgsfrei mit Hilfe einer Demontageschelle auseinandergenommen. Hierdurch sollte erreicht werden, daß die Dichtungsringe bei der Demontage mechanisch weniger stark beansprucht werden, um den wirklichen Einbauzustand möglichst zu erhalten.

Die Aufgrabungsbedingungen sind für die Beurteilung der Dichtungsringe von besonderem Einfluß. Sie wurden deshalb ausführlicher geschildert.

Versuchsergebnisse

Sämtliche Verbindungen der Versuchsleitung waren dicht. Die Muffen enthielten Erdöl-gaskondensat, das unter dem hohen Druck in die Dichtringe eindiffundiert war und zu unterschiedlichen Quellungen geführt hatte. Analyse des Kondensates siehe Anlage 5. Alle Dichtungsringe lagen vorschriftsmäßig in der Muffe und waren voll funktionsfähig.

Die UNION- und TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi und Butyl-Gummi waren durch die Einwirkung des Erdöl-gaskondensates stark gequollen, verbunden mit Härteabfall und Gewichtszunahme, und teilweise angerissen.

Die TYTON-Dichtringe aus Butyl-Gummi waren stärker angerissen, obwohl sie weniger gequollen waren als die Naturgummiringe. Sie regenerierten auch langsamer und unvollständiger.

Bei der 1. Aufgrabung verwarfen sich die TYTON-Dichtungsringe wegen der unterschiedlichen Quellung von Hart- und Weichgummi nach der Herausnahme aus der Muffe. Sowohl am Hart- als auch am Weichgummiteil bildeten sich Bläschen, die aufplatzten und Anrisse zurückließen.

Die von der 1. Aufgrabung in montiertem Zustand nach Wetzlar transportierten 2 TYTON-Verbindungen mit Naturgummi- und Butyl-Gummi-Dichtungsringen waren bei der Druckprobe mit 50 atü Preßluft dicht. Diese Dichtungsringe waren im Vergleich zu den sofort ausgebauten wesentlich weniger gequollen und zeigten gegenüber dem Einbauzustand nur geringe Härte- und Gewichtsabweichungen. Die Ringe ver-

warfen sich nicht und zeigten auch keinerlei Blasenbildung nach der Herausnahme aus der Muffe.

Trotz der z. T. längeren Einbauzeit wiesen die bei der zweiten Aufgrabung ausgebauten Dichtungsringe ein wesentlich besseres Aussehen auf. Die Ringe aus Naturgummi und Butyl-Gummi waren auch weitaus weniger gequollen.

Sämtliche Verbindungen waren bei der Druckprobe dicht. Die Ringe lagen einwandfrei in den Muffen.

Die TYTON-Ringe aus Butyl-Gummi wiesen über den Umfang Anrisse auf. Diese waren im Vergleich zur 1. Aufgrabung nicht stärker. Die TYTON-Ringe aus Naturgummi zeigten kleine Anrisse, die jedoch erst nach der Entnahme aus der Muffe entstanden.

Die TYTON-Ringe aus Perbunan waren nur geringfügig gequollen und hatten ihre Maße und Gewichte nur in geringen Grenzen verändert.

Die mit Gleitringen montierten UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe hatten ihre ursprüngliche Form behalten. Sie zeigten praktisch keine Veränderungen in bezug auf Maße, Härte und Gewichte. Von 7 ausgebauten Ringen waren 3 an der Polyamidschutzkappe leicht angerissen. Bei diesen Ringen handelt es sich um Muster aus ersten Fertigungen.

Die UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi waren durch die Volumenzunahme in den Muffenspalt eingedrungen und wiesen mit einer Ausnahme — diese Verbindung war mit einem Gleitring montiert — Anrisse an der vorderen Hartgummikante auf; z. T. hatte sich die Hartgummikante beim Ausbau vom Weichgummi gelöst. Auch bei den UNION-Dichtungsringen zeigte die 2. Aufgrabung trotz der z. T. längeren Einbauzeit günstigere Versuchsergebnisse als die erste Aufgrabung.

E) Mitteldruck-Erdölgasversuchsleitung NW 200, Salzgitter

Allgemeiner Überblick

Die Versuchsleitung war am 8. 7. 1964 ebenfalls auf dem Hüttengelände von Salzgitter verlegt und anschließend in Betrieb genommen worden.

Die TYTON-Rohre waren aus Grauguß, die UNION-Rohre aus duktilem Gußeisen hergestellt. Die Länge der Leitung betrug etwa 150 m und ihr Betriebsdruck 1500 mm WS. Sie schließt unmittelbar an die Hochdruckleitung an. Es wird das gleiche Erdölgas wie in der Hochdruckleitung gefördert. Lediglich der Druck ist durch einen Regler reduziert.

An Dichtungsringen waren 18 TYTON- und 18 UNION-Ringe aus folgenden Qualitäten eingebaut worden:

- 6 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi
- 6 TYTON-Dichtungsringe aus Naturgummi
mit Perbunanüberzug
am Weichgummiteil
- 6 TYTON-Dichtungsringe aus Perbunan
- 6 UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi
- 6 UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi
mit Polyamidschutzkappe
- 6 UNION-Dichtungsringe aus Perbunan

Am 18. 5. 1965 fand die erste Aufgrabung in unserer Anwesenheit statt. Ausgebaut wurden je 2 Dichtungsringe obiger Qualität, insgesamt 6 TYTON-Dichtungsringe und 6 UNION-Dichtungsringe.

Versuchsergebnisse

Alle Verbindungen der Versuchsgasleitung waren dicht. Die ausgebauten Dichtungsringe befanden sich ausnahmslos in einem einwandfreien funktionsfähigen Zustand. Sie zeigten ein gutes Aussehen und keinerlei Beschädigung durch die Einwirkung des Erdölgases. Die Veränderungen im Gewicht, den Maßen und der Härte waren vernachlässigbar klein. An den beiden TYTON-Dichtungsringen mit Perbunan-Überzug war am äußeren Umfang an der Stoßstelle zum Hartteil vereinzelt eine geringfügige Abtrennung des Perbunanüberzuges zu erkennen, was auf eine mechanische Beanspruchung zurückzuführen ist.

Zusammenfassende Beurteilung

Die sehr umfangreich und über längere Zeit durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß die gummigedichteten Gußrohrverbindungen (Schraubmuffe UNION und TYTON) auch bei sehr hohen Drücken und bei Gasen unterschiedlicher Zusammensetzung und Vorhandensein von Kondensaten einwandfreie und auf die Dauer dichte Verbindungen ergeben haben.

Der zukünftigen allgemeineren Verwendung der TYTON-Verbindung neben der UNION-Verbindung in Gasleitungen steht aufgrund der Versuchsergebnisse nichts im Wege.

Die zum Einsatz gelangten Dichtungsringqualitäten (Naturgummi, Naturgummi mit Perbunanüberzug, Naturgummi mit Polyamidschutzkappe, Perbunan und Butyl-Gummi) haben sich bewährt. Die längsten und umfangmäßig größten Erfahrungen im Versuch und in der Praxis liegen bei den Dichtungsringen aus Naturgummi vor. Die TYTON-Dichtungsringe aus Butyl- und Naturgummi mit Perbunanüberzug sowie die UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe wurden erstmals in den Versuchsleitungen eingesetzt. Die UNION-Dichtungsringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe und aus Perbunan fanden zwischenzeitlich auch in Betriebsleitungen Verwendung und zeigten gute Ergebnisse.

Die Dichtungsringe hatten durch die Gas- und teilweise Kondensateinwirkung in chemischer Hinsicht keine Änderung erfahren. Ein Auflösen oder teilweises Herauslösen von Gummibestandteilen hat nicht stattgefunden. Die bei einzelnen Gummiringarten beobachtete Quellung, verursacht durch Kondensateinwirkung, verbunden mit Härteabfall, Querschnitts- und Gewichtszunahme ist physikalischer Natur. Bei Herausnahme aus dem Kondensat geht die Quellung zurück; die Ringe nehmen wieder ihre Ausgangseigenschaften an. Die Regeneration bei Lagerung in der Atmosphäre verlief anfangs schnell, dann asymptotisch zu den Einbauwerten hin. Die diesbezüglichen Messungen wurden über einen Zeitraum von 3 Monaten nach dem Ausbau laufend vorgenommen.

Starker Kondensatanfall ist bei den Erdöl- und Erdgasversuchsleitungen aufgetreten, die mit einem mittleren Betriebsdruck von über 25 atü gefahren wurden und in Sondennähe liegen. Bei den unter geringerem Druck stehenden Leitungen bzw. bei der Förderung von Kokereigas war bei den Aufgrabungen kein bzw. wenig Kondensat gefunden worden.

Bedingt durch die Quellung, z. T. auch durch mechanische Einwirkung, wiesen mit Ausnahme der TYTON-Dichtungsringe aus Perbunan bei allen übrigen Qualitäten einzelne Ringe Anrisse auf. Ein Teil der Ringe riß erst nach der Herausnahme aus der Muffe in der freien Atmosphäre an. Es hat sich gezeigt, daß die Ausbaubedingungen einen sehr großen Einfluß auf das Aussehen der Dichtungsringe haben. Das Aussehen und Verhalten der Dichtungsringe in montiertem Zustand ist wesentlich günstiger. Die Anrisse befanden sich ausnahmslos an der vorderen Spitze der Ringe, die bei Quellung bzw. durch das Anziehen der Schraubringe in den Muffenspalt eindrang. Sie waren ohne Einfluß auf das Dichtungsvermögen der Ringe.

Die eigentlichen Dichtungsflächen der Ringe waren in allen Fällen unbeschädigt. Hierauf ist es zurückzuführen, daß alle Muffenverbindungen einwandfrei dicht

waren; eine Feststellung, die für den praktischen Betrieb der Leitung von ausschlaggebender Bedeutung ist. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse siehe Anlage 1.

Aus den Versuchsergebnissen kann grundsätzlich abgeleitet werden, daß die seit Jahren in Gasleitungen eingebauten gummigedichteten Gußrohrverbindungen, für die fast ausschließlich Dichtungsringe aus Naturgummi Verwendung fanden, auch bei wechselnden Gasarten ihre Dichtheit nicht verlieren. Im Gegensatz zu Stemmuffenverbindungen ist bei gummigedichteten Gußrohrverbindungen bei einer Umstellung von Kokereigas aus eigener Erzeugung auf Ferngas, bestehend aus zunächst ebenfalls Kokereigas, schließlich aber auch Erdgas, Erdölgas und Raffineriegas, wodurch die zukünftige Gasfortleitung gekennzeichnet ist, mit einem Undichtwerden der Verbindungen nicht zu rechnen. Diese wichtige Erkenntnis ist im übrigen auch aus der Praxis bei bereits erfolgten Umstellungen bestätigt worden.

**Institut für
Gastechnik, Feuerungstechnik und Wasserchemie**
Unterschrift

Anlage 1

Zusammenstellung

Beurteilung von Gummiringen, die aus Versuchsgasleitungen ausgebaut worden sind

Leitung	UNION-Verbindung	TYTON-Verbindung
A) Ruhrgas (Kokereigas-)Leitung NW 200, Wetzlar ND 16 kp/cm ² ; max. Betriebsdruck 10 kp/cm ² Verlegt 1951 / Ausbau 1957, 1959 u. 1963 Einbauzeit: 1 UNION-Ring aus Naturgummi 12 Jahre 2 UNION-Ringe aus Naturgummi 8 Jahre 6 UNION-Ringe aus Naturgummi 4 Jahre 9 UNION-Ringe aus Naturgummi 2 Jahre 3 TYTON-Ringe aus Naturgummi 4 Jahre	Naturgummi Ringe gering gequollen, teilweise deformiert	Naturgummi Ringe gut aussehend, gem. Quellung; Maß-, Härte-, Gewichtsänderungen unbedeutend.
B) Erdgasleitung NW 150/200 München ND 40 kp/cm ² ; max. Betriebsdruck 15—25 kp/cm ² Verlegt 1962 / Ausbau 1963 Einbauzeit: 2 UNION-Ringe aus Naturgummi 1 Jahr 2 UNION-Ringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzk. 1 Jahr 2 UNION-Ringe aus Perbunan 1 Jahr 2 TYTON-Ringe aus Naturgummi 1 Jahr 2 TYTON-Ringe aus Perbunan 1 Jahr 2 TYTON-Ringe aus Butyl 1 Jahr Kondensatanfall	Naturgummi Ringe stark gequollen und angerissen Naturgummi mit Polyamidschutzkappe Ringe gut erhalten; 1 Ring an der Polyamidschutzkappe leicht angerissen Perbunan Ringe mittelstark gequollen	Naturgummi Ringe stark gequollen, teilweise angerissen. Perbunan Ringe gut aussehend; Maß-, Härte- und Gewichtsänderungen unbedeutend. Butylgummi Ringe stark gequollen, angerissen.
C) Kokereigas-Leitung NW 200 Salzgitter ND 40 kp/cm ² ; max. Betriebsdruck 24 kp/cm ² Verlegt 1958 / Ausbau 59,60,63 Außerbetriebnahme 1965 Einbauzeit: 4 UNION-Ringe aus Naturgummi 6 3/4 J. 12 TYTON-Ringe aus Naturgummi 6 3/4 J. 2 TYTON-Ringe aus Naturgummi 6 J. 2 TYTON-Ringe aus Naturgummi 4 1/2 J. 2 TYTON-Ringe aus Butyl 2 J. 2 TYTON-Ringe aus Perbunan 2 J.	Naturgummi Ringe stark deformiert und gequollen	Naturgummi, Butylgummi, Perbunan. Alle Ringe gut aussehend, optisch unverändert; Maß-, Härte- und Gewichtsänderungen unbedeutend.

Leitung	UNION-Verbindung	TYTON-Verbindung
D) Hochdruck-Erdölglas-Leitung NW 200 Salzgitter	Naturgummi	Naturgummi
ND 40 kp/cm ² ; max. Betriebsdruck 30–35 kp/cm ² Verlegt 1960 / Ausbau 1963 u. 1965 Einbauzeit:	Ringe teilweise stark gequollen und verformt; Hartgummikante stellen- weise vom Weichgummitteil gelöst.	Ringe stark gequollen; beim Ausbau 1963 starke Verwer- fungen nach Herausnahme aus der Muffe.
1 UNION-Ring aus Naturgummi 4 1/2 J.	Naturgummi mit Polyamidschutzkappe	Perbunan
3 UNION-Ringe aus Naturgummi 2 1/2 J.	Ringe gut erhalten	Ringe gut aussehend; optisch unverändert. Maß-, Härte- und Gewichtsänder. unbedeutend
1 UNION-Ring aus Naturgummi 2 J.		Butylgummi
3 UNION-Ringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe 4 1/2 J.		wie bei Naturgummi.
3 UNION-Ringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe 2 1/2 J.		
1 UNION-Ring aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe 2 J.		
2 TYTON-Ringe aus Naturgummi 4 1/2 J.		
2 TYTON-Ringe aus Naturgummi 2 1/2 J.		
2 TYTON-Ringe aus Perbunan 2 J.		
2 TYTON-Ringe aus Butyl 4 1/2 J.		
3 TYTON-Ringe aus Butyl 2 1/2 J.		
Kondensatanfall		
E) Mitteldruck-Erdölglas-Leitung NW 200 Salzgitter	Naturgummi, Naturgummi mit Poly- amidschutzkappe, Perbunan	Naturgummi, Naturgummi mit Perbunanüberzug, Perbunan
max. Betriebsdruck 1500 mm WS Verlegt 1964 / Ausbau 1965 Einbauzeit:	Alle Ringe gut aussehend, optisch un- verändert. Maß-, Härte- und Gewichts- änderung vernachlässigbar gering	wie bei UNION-Verbindung.
2 UNION-Ringe aus Naturgummi 10 Monate		
2 UNION-Ringe aus Naturgummi mit Polyamidschutzkappe 10 Monate		
2 UNION-Ringe aus Perbunan 10 Monate		
2 TYTON-Ringe aus Naturgummi 10 Monate		
2 TYTON-Ringe aus Naturgummi mit Perbunanüberzug 10 Monate		
2 TYTON-Ringe aus Perbunan 10 Monate		

Anlage 2

Analyse des Ruhrgases (Kokerei-Ferngas)

CO ₂	2,3 Vol %
C _m H _n	2,2 Vol %
O ₂	0,5 Vol %
CO	6,0 Vol %
CH ₄	24,0 Vol %
H ₂	54,8 Vol %
N ₂	10,2 Vol %
Ho	4650 kcal/Nm ³
Hu	4130 kcal/Nm ³
Wobbezahl	7350
Dichteverhältnis	0,4

Anlage 3

Analyse des Erdgases München

CH ₄	96,0 Vol %
CO ₂	0,22 Vol %
C ₂ H ₆	1,20 Vol %
C ₃ H ₈	0,50 Vol %
iC ₄ H ₁₀	0,15 Vol %
nC ₄ H ₁₀	0,15 Vol %
iC ₅ H ₁₂	0,10 Vol %
nC ₅ H ₁₂	0,01 Vol %
N ₂	1,67 Vol %
	100,00 Vol %

Analyse des Kondensates

Tempe- ratur °C	Destillat- anfall %	Tempe- ratur °C	Destillat- anfall %
40	Siedebeginn	140	86
50	1	150	91
60	4	160	92
70	10	170	94
80	17	180	94,5
90	30	190	95
100	40	200	95,5
110	59	210	96
120	70	220	96,5
130	78	221	Siedeschluß

82% des Produktes destillieren zwischen 60 und 140° C über. Gehalt an aromatischen Kohlenwasserstoffen: 6%, Dichte: 0,725. Das Kondensat besteht aus einem benzinähnlichen Gemisch von vorwiegend gesättigten Kohlenwasserstoffen.

Anlage 4

Analyse des Kokereigases der Ferngas AG Salzgitter

H ₂	48,0 Vol %
CO	8,4 Vol %
CH ₄	24,4 Vol %
C _m H _n	2,6 Vol %
CO ₂	2,8 Vol %

N ₂	13,3 Vol %
O ₂	0,5 Vol %
H ₂ S	0,8 g/100 Nm ³
NH ₃	0,02 g/100 Nm ³
C ₁₀ H ₈	<0,10 g/100 Nm ³
S _{org}	16 g/100 Nm ³
HCN	17 g/100 Nm ³
NO	0,02 cm ³ /Nm ³

Die Schwankungen des Benzolgehaltes lagen zwischen 1,5 und 3,0 g/Nm³. Die Benzolanlage war vom 28. 2. bis 3. 3. 1963 außer Betrieb. In dieser Zeit betrug der Benzolgehalt des Kokereigases 40 g/Nm³.

Anlage 5

Analyse des Erdölgases der Ferngas AG, Salzgitter (Hochdruck-Versuchsgasleitung)

CO ₂	1,0 Vol %
N ₂ '	1,3 Vol %
C ₁	75,6 Vol %
C ₂	11,3 Vol %
C ₃	5,4 Vol %
C ₄	1,0 Vol %
C ₄ N	2,0 Vol %
C ₅	1,0 Vol %
C ₅ N	1,4 Vol %

Analyse des Kondensates (Benzinkohlenwasserstoffe)

	Probe 1	Probe 2
Geruch	nach Benzinkohlenwasserstoffen	
Siedebeginn in °C	128	84
Vol % bis 200° C	40	50
Vol % bis 350° C	76	78

Ausführungen und Anwendungsgebiete gußeiserner Stemmuffen-Zusatzdichtungen

Von K. STAHL

Gußeiserne Versorgungsleitungen für Gas und Wasser sind in vielen Städten seit mehr als 100 Jahren verlegt. Es ist keine Seltenheit, daß Rohre, welche nach alten Werksnormen, Städtenormen oder den Normalien von 1882 gefertigt wurden, noch heute, bedingt durch den dauerhaften Werkstoff Gußeisen, in Betrieb sind.

Beim Beheben von Leckstellen an den Versorgungsnetzen hat man immer wieder festgestellt, daß das Rohrmaterial noch in einem einwandfreien Zustand ist, jedoch die früher ausschließlich angewandte Stemmuffenverbindung in vielen Fällen undicht geworden ist.

In solchen Fällen wurde früher die Rohrleitung außer Betrieb genommen, die alte Verstemmung entfernt, der Muffenspalt gesäubert und neu verstemmt. Um diese zeitraubende Arbeit zu vermeiden, ist man seit Jahrzehnten dazu übergegangen, die Muffen mit einer besonderen Dichtungsmasse zu vergießen. In manchen Fällen hat man aus Sicherheitsgründen die Vergußform so gewählt, daß die Dichtmasse beim Vergießen die ganze Muffe umhüllt. Der Arbeitsvorgang war immer noch sehr zeitaufwendig, der Erfolg von der Zuverlässigkeit der Arbeitskräfte abhängig. Eine andere Möglichkeit, Gasleitungen aus Stemmuffenrohren nachzudichten besteht darin, dem Gas Quellungsmittel beizugeben (Ölnebel) und so eine Dichtwirkung zu erreichen.

Wo die Faserstruktur des Hanfes nicht mehr vorhanden und dessen Quellungsfähigkeit daher nicht mehr gegeben ist, können Emulsionen mit kleinen Feststoffpartikeln zur Anwendung kommen. Die Emulsionen

bilden in den Zwischenräumen des Hanfstrickes feste, elastische Ablagerungen. Beides ist jedoch im allgemeinen nur eine erste Hilfsmaßnahme und stellt auf die Dauer gesehen sicherlich keine befriedigende Lösung dar. Es ist nicht Sinn und Zweck dieses Aufsatzes, die Möglichkeiten der Nachdichtung undicht gewordener Stemmuffenleitungen durch Quell- und Füllmittel näher zu beschreiben.

Die Diskussion über das Nachdichten von Stemmuffen lebte in letzter Zeit wieder auf, da viele Stadtwerke damit beginnen, ihr Gasrohrnetz von Stadtauf Ferngas umzustellen. Hier tritt, sofern das Gas nicht befeuchtet ist, ein Austrocknen der Verstrickung und somit die Gefahr des Undichtwerdens der Verbindungen auf. Außerdem erfolgt die Verteilung von Ferngas unter einem höheren Druck; hinzu kommen noch die Einwirkungen durch die steigende Verkehrsbelastung. Alle diese Faktoren lassen die Stemmuffenverbindungen, insbesondere für Gasleitungen, als unsicher erscheinen, zumal die in solchen Fällen ansteigende Zahl von Leckstellen und somit die erhöhten Gasverluste diese Annahme bestätigen. Aber auch bei Wasserleitungen kann die Verkehrsbelastung zum Undichtwerden alter Stemmverbindungen führen.

Die Versorgungsbetriebe stehen vor der Aufgabe, ihre Verteilernetze sowie die Zuleitungen dauerhaft zu sanieren. Anstelle einer kostspieligen Neuverlegung, wobei bis zu 50 Prozent des vorhandenen Rohrnetzes ersetzt werden müssen, kann man die vorhandenen Stemmuffenverbindungen mittels eigens dazu geschaffenen Zusatzdichtungen systematisch absichern. Hierbei ist es erforderlich, die Muffenverbindungen auf-

zugraben und gründlich zu säubern. Diese Arbeiten können auch in verkehrsreichen Gebieten ohne Unterbrechung des Verkehrs vor sich gehen, was bei einer Neuverlegung nicht immer möglich ist. Weiterhin entsteht bei einer Nachdichtung keine Betriebsunterbrechung, es ist auch nicht nötig, die Anschlüsse für die Verbraucher neu zu installieren.

von den deutschen Gußrohrwerken angebotenen Ausführungen.

Die ersten Anfänge derartiger Zusatzdichtungen sind in den waagrecht geteilten Schutzmuffen (Vh-Stücke) zu sehen (Bild 1). Diese bestehen aus zwei Schalen mit seitlich angegossenen Flanschen. Die beiden Schalenhälften werden über die defekte Verbindung

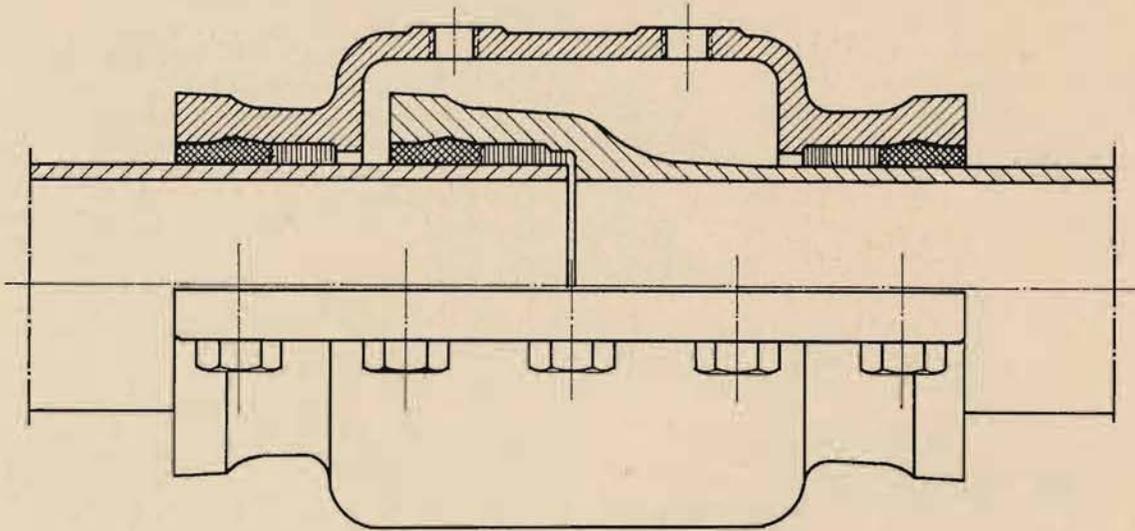


Bild 1

In den letzten Jahren wurden verschiedene Ausführungen der Stemmuffenzusatzdichtungen entwickelt und auf den Markt gebracht. Für viele Konstruktionen wurde ein Schutzrecht erteilt.

Im Rahmen dieses Artikels sollen jedoch nur solche Zusatzdichtungen Erwähnung finden, welche ebenfalls wie die Rohrleitungen selbst aus Gußeisen, Grauguß oder duktilem Gußeisen bestehen und somit unempfindlich gegen Korrosion sind. Ein zusätzlicher Korrosionsschutz der Gußstücke ist durch einen Tauchteerüberzug gegeben. Ausführlich beschrieben und in ihrer Anwendungsweise erläutert werden die zur Zeit

gelegt und nachdem je eine Flachdichtung auf die seitliche Flansche aufgelegt ist, zusammengeschraubt und anschließend die Muffen verstemmt. Die Schutzmuffen bringen zwar schon in manchen Fällen einen Vorteil gegenüber der völligen Neuverstemmung einer verlegten Stemmuffenverbindung, jedoch ist diese Art der Nachdichtung mit erheblichem Kosten- und Zeitaufwand verbunden und daher kaum noch in Anwendung.

Um Arbeitszeit einsparen zu können, wurde eine Sicherungskappe entwickelt (Bild 2). Die Sicherungskappen werden in den NW 80 bis NW 300 für die

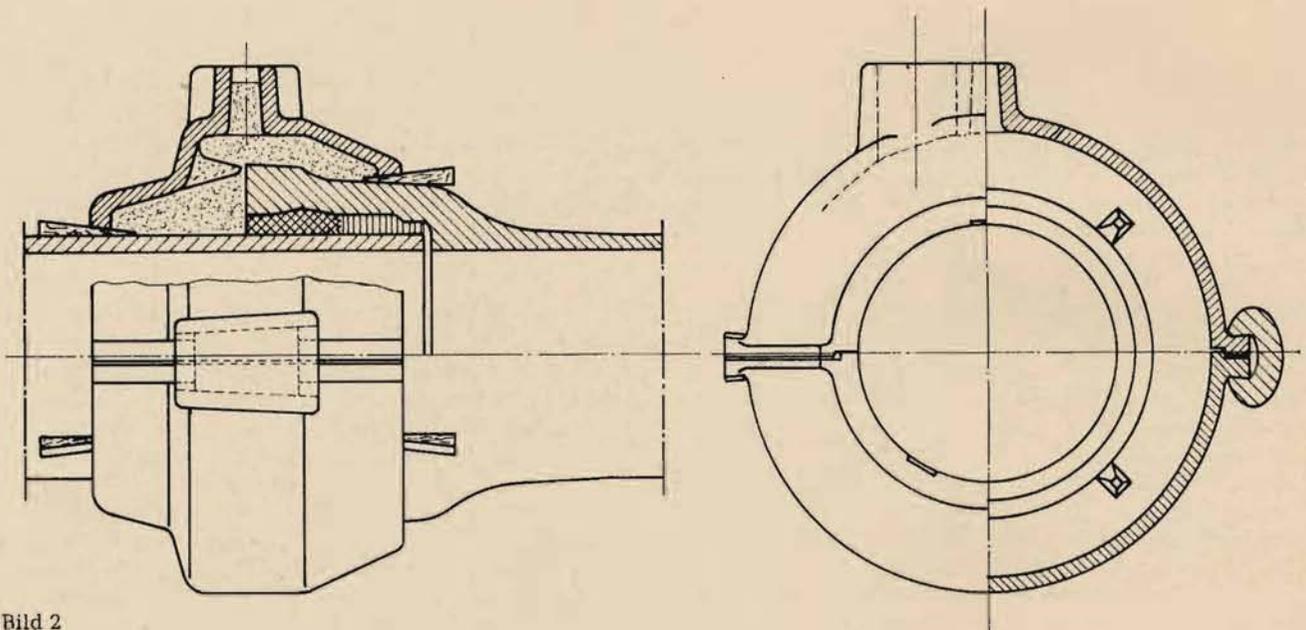


Bild 2

Nachdichtung undichter Stemmuffen in Gasniederdruckleitungen bis zu Drücken von 500 mm WS geliefert. Die Kappen bestehen aus einer Ober- und Unterschale und zwei Klammern. Als Zubehör werden Spezialdichtungsmasse, Spezialvorstreichlack, welcher vor der Montage auf die gereinigten Oberflächen der Stemmuffenverbindung aufgetragen wird, und sechs imprägnierte Hartholzkeile mitgeliefert. Bei der Montage werden die Schalen so über die Muffe gelegt, daß die Distanznocken an der Stirnseite der Muffe anliegen; danach werden die beiden Schalenhälften mittels Klammern gegenseitig verspannt. Vor dem Vergießen sind die Spalte zwischen Gehäuse und Rohr und zwischen den Schalen nach außen hin abzudichten (z. B. mit Lehm), damit die Dichtungsmasse beim Vergießen nicht ausfließt. Nachdem die Baugrube um die Sicherungskappe seitlich

dient bei Typ a ein geteilter Flansch, welcher hinter dem Wulst der Stemmuffe sitzt und durch Schrauben mit dem Druckring verbunden ist. Bei Typ b entfällt dieser geteilte Flansch. Dafür sind die Schrauben mit besonders ausgebildeten Haken versehen, welche sich hinter den Wulst der Muffe krallen und somit das notwendige Gegenlager bilden. Bei einer abgewandelten Form des Types b kommt anstelle der Hakenschauben ein Schraubring zur Anwendung. Bei beiden Typen ist nach dem Säubern der Stemmuffenverbindung die Stirnseite der Muffe zu glätten, d. h. erhabene aufgegossene Schriften, Kennzeichen oder herausragendes Gußblei sind möglichst zu entfernen. Die verschiedenen Ausführungen mit geteiltem Flansch als Gegenlager unterscheiden sich im einzelnen in der Art, wie die geteilten Druck- und Gegenflanschringe zusammengehalten werden, der Quer-

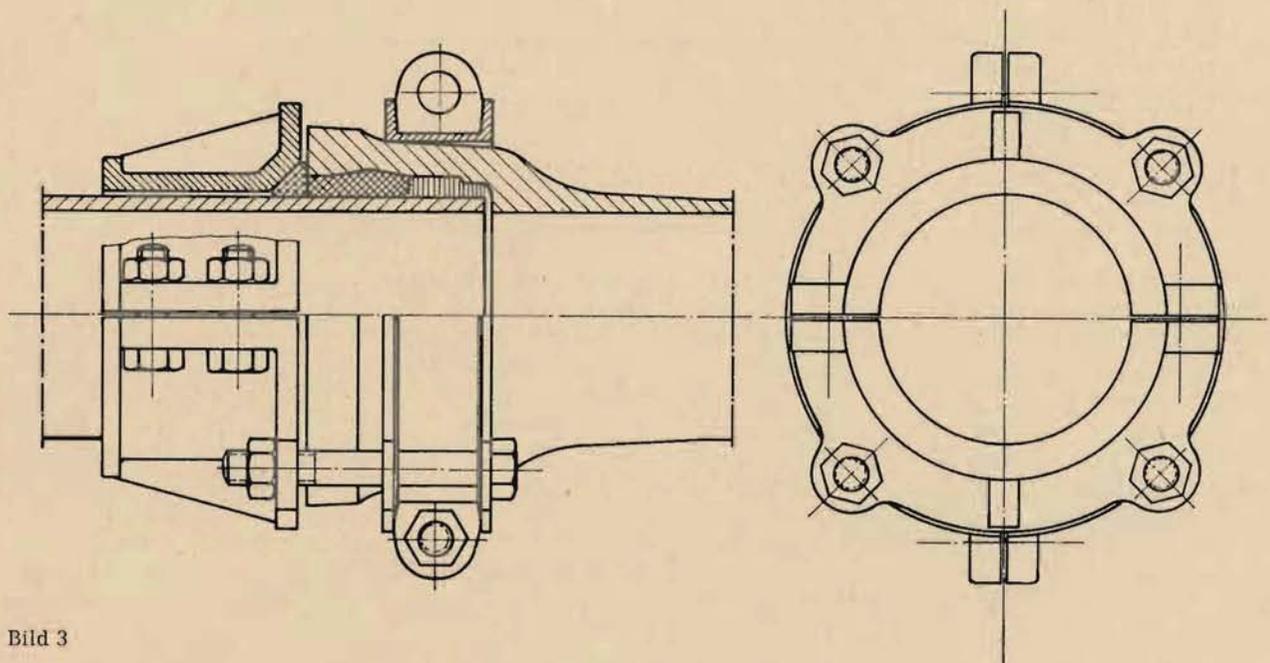


Bild 3

verfüllt und verstampft ist, wird das Gehäuse ausgegossen. Das sich im Gehäuse befindliche gasförmige Medium (Luft, Gas oder Gas-Luft-Gemisch) kann durch eine eigens dafür vorgesehene Öffnung entweichen. Die Dichtungsmasse bleibt elastisch, so daß Bodenbewegungen in gewissen Grenzen abgefangen werden können.

Die beiden vorstehend beschriebenen Spezialstücke sind nur in begrenztem Umfang verwendbar. Aus dieser Situation heraus wurden Zusatzdichtungen entwickelt, die ein universaleres Anwendungsgebiet haben. Bei diesen Zusatzdichtungen lassen sich je nach der Art der Befestigung an der Stemmuffe im wesentlichen zwei Grundtypen (a, b) unterscheiden, die im Prinzip folgenden Aufbau haben: Der geteilte Dichtungsring wird durch einen ebenfalls geteilten Druckring gleichzeitig gegen die Stirnseite der Muffe und gegen das Spitzende des anschließenden Rohres gepreßt. Als Gegenlager für den geteilten Druckring

schnittsform derselben sowie der Querschnittsform des geschlitzten Dichttringes und der Art der verwendeten Schrauben.

Konstruktion und Ausführung von Stemmuffenzusatzdichtungen

Typ a:

Die in Bild 3 gezeigte Ausführung ist eine der ersten Zusatzdichtungen dieser Art. Der Druckring mit der Dichtkammer besteht aus zwei breiten Schalen, welche zusätzlich durch Rippen verstärkt sind. Als Gegenlager dient eine geteilte Rohrschelle mit U-förmigem Querschnitt. An die geteilten Ringe sind seitlich je zwei Flansche angegossen, durch welche sie mittels Stahlschrauben zusammengehalten werden. Die Verspannung der Ringe gegeneinander erfolgt über vier lange axiale Spannschrauben. Hierbei nimmt der vorher über dem Rohr zusammengeklebte Rundschnur die Form der Dichtkammer an und dichtet an der

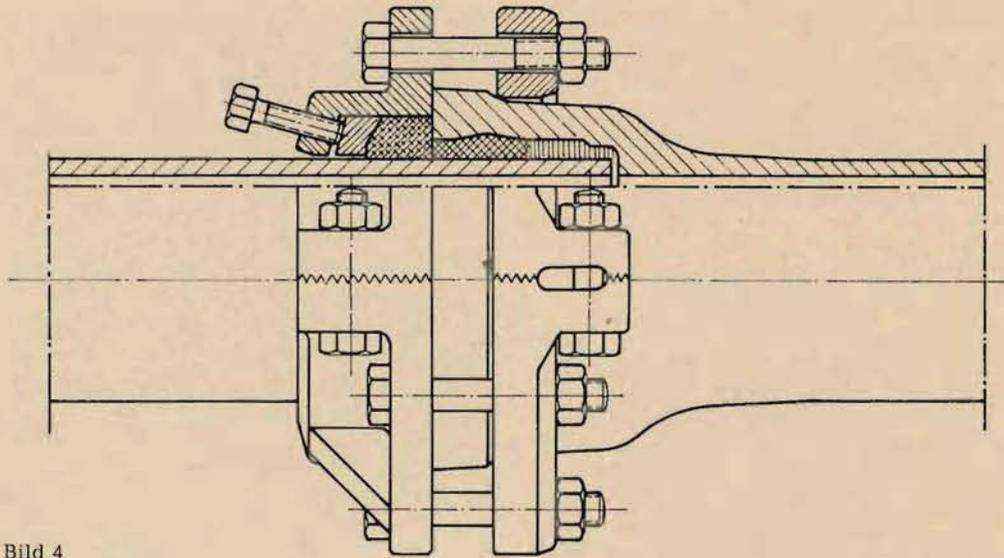


Bild 4

Muffenstirnseite und am Spitzende vermöge seiner Elastizität ab. Diese Ausführung ist als überholt anzusehen und wird daher nicht mehr hergestellt.

Die Stemmuffenzusatzdichtung nach Bild 4 wird in den NW 100 bis NW 300 hergestellt. Sie besteht aus einem Gehäusering mit Dichtkammer und einem darin liegenden Druckring, wobei der Gehäusering mittels Spannschrauben mit dem als Gegenlager ausgebildeten Flanschring verbunden und gleichzeitig gegen die Stirnseite der Muffe gepreßt wird. Flanschring und

Gehäusering werden ungeteilt gegossen, aber dann im Herstellerwerk an den eingegossenen Sprengfugen in zwei Hälften auseinandergesprengt. An den Sprengfugen sind flanschartige Ansätze angegossen, an welchen die auseinandergesprengten Ringe mit je zwei Stahlschrauben wieder zusammengefügt werden. Hierbei bieten die Sprengfugen Gewähr für ein sicheres und genaues Zusammenfügen der Ringhälften. Vor der Montage wird der ungeteilte Druckring durch kurzes, hartes Aufschlagen in den eingegossenen Fugen auseinandergebrochen und in den Gehäusering eingelegt.

Der Gummiring, welcher unter Spannung über dem Rohr verklebt ist, wird durch den Druckring mittels Druckschrauben gegen die Muffenstirnseite und das Rohrende gepreßt.

Die in Bild 5 gezeigte Stemmuffenzusatzdichtung ist in ihrer Konstruktion leicht gehalten und wird von NW 350 bis NW 1200 ausgeführt. Die geteilten Flanschringe überlappen sich an der Teilung, und die Flanschbohrungen sind derart angeordnet, daß vier längere Spannschrauben (Verbindungsschrauben) die geteilten Ringe zusammenhalten. Die Zusatzdichtung ist so zu montieren, daß die Teilfugen des Ringes an der Muffenstirnseite und des Ringes hinter dem Muffenwulst um 90° versetzt sind. Auf dem Markt sind verschiedene Ausführungen dieser Art, die einen sehr ähnlichen Aufbau haben.

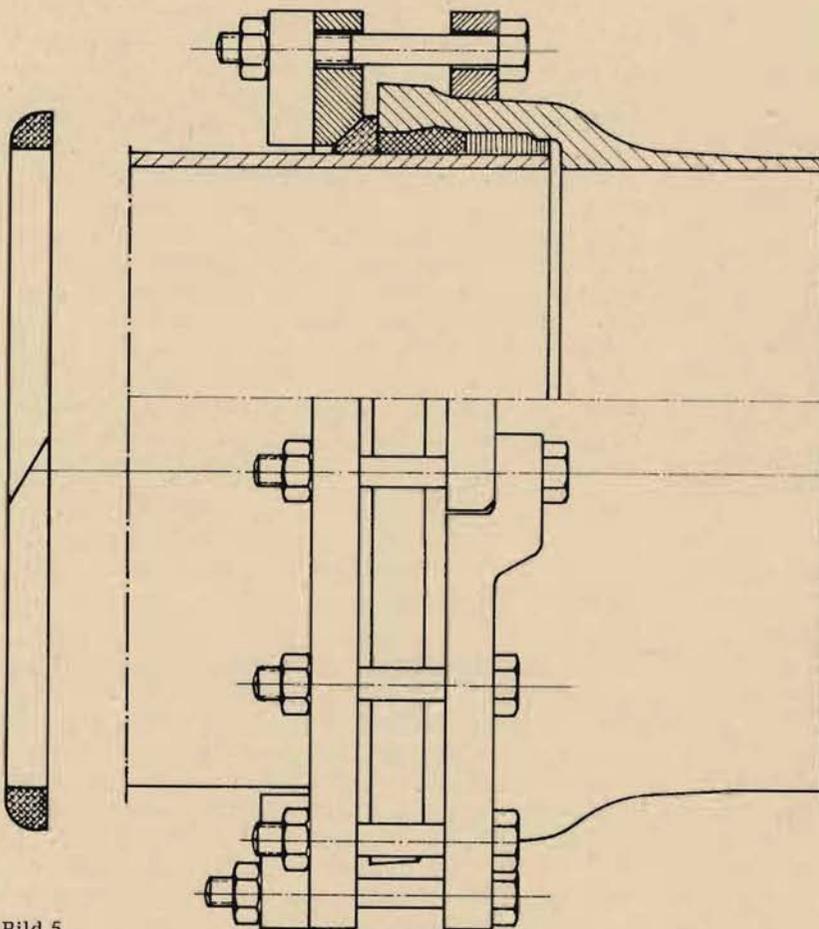


Bild 5

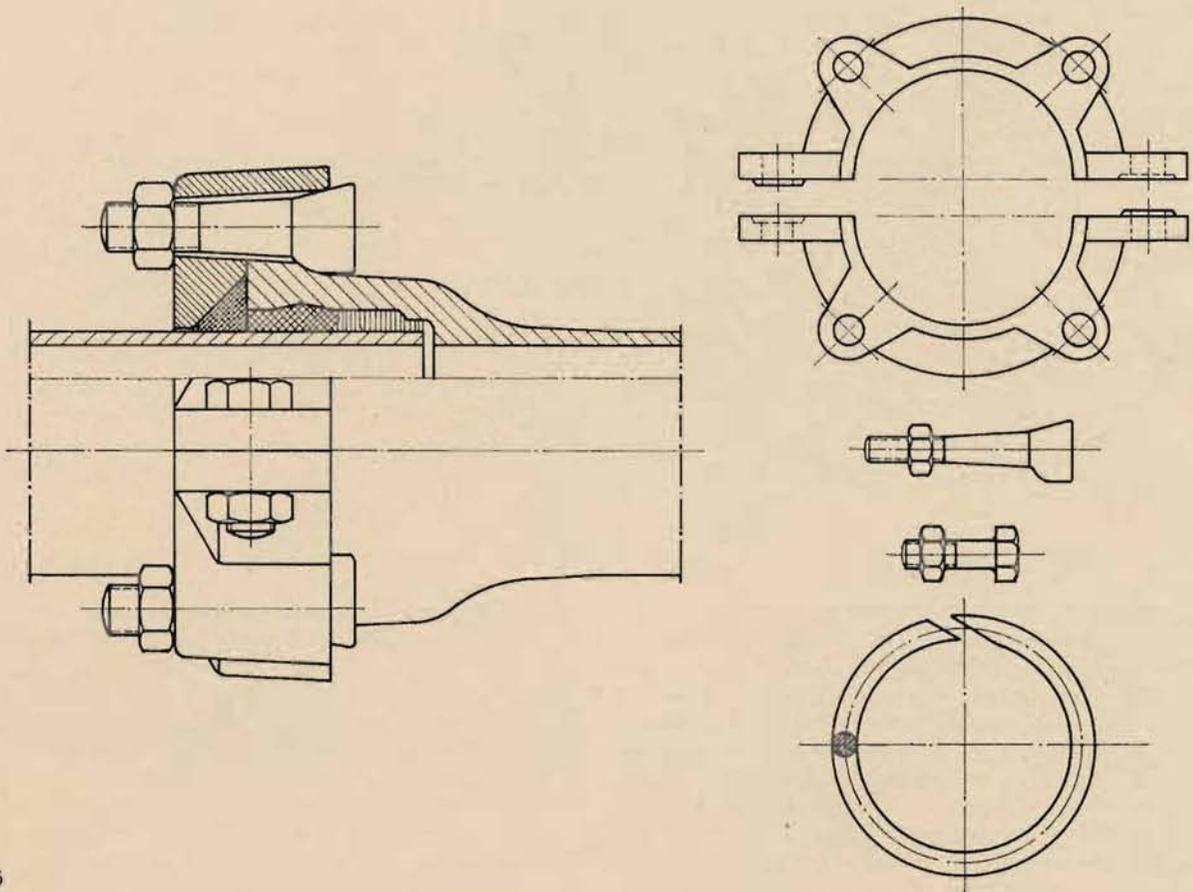


Bild 6

Typ b:

Die Stemmuffenzusatzdichtung, welche in Bild 6 dargestellt ist, wurde 1961 auf den Markt gebracht und ist zur Zeit in den NW 65 bis NW 500, einschließlich der Zwischengrößen NW 175 und NW 225 lieferbar. Die Konstruktion entstand nach Auswertung aller vorgenannten und sonst auf dem Markt befindlichen einschlägigen Erzeugnisse. Bei der Maßfestlegung für die einzelnen Nennweiten wurde besonders darauf geachtet, daß die Zusatzdichtungen universell einsetzbar sind. Um dies zu gewährleisten, sind alle bekannten Normen für Stemmuffenrohre und Firmenkataloge, selbst ältesten Datums mit den hierin aufgeführten Maßen und Toleranzen berücksichtigt worden. So ist also die Gewähr dafür gegeben, daß diese Zusatzdichtungen bei dem größten Teil der verlegten Rohre ohne zeitraubende Nacharbeit montiert werden können. Bei der Konstruktion wurde außerdem von dem Grundsatz der absoluten Zuverlässigkeit und der leichten Handhabung ausgegangen.

Für die Zuverlässigkeit spricht die kompakte Ausführung des Gußkörpers, das große Volumen des Dicht rings und die reichlich bemessenen Schrauben. Der Dichtring wird als schräg aufgeschnittener, in einer Form vulkanisierter Ring mit Kreisquerschnitt geliefert. Bei kleineren Nennweiten ist bei der Montage ein Verkleben der Schnittstelle nicht notwendig. Es ist aber dann darauf zu achten, daß die Teilfuge auf die untere Seite des Rohres zu liegen kommt. Bei dieser Anordnung drücken sich die Enden des Dichtringes von selbst gegeneinander.

Die leichte und unkomplizierte Montage ist durch die wenigen Einzelteile und durch die geschlossene Bauweise gegeben (s. Bild 7). Der geteilte Ring mit Dichtkammer (zwei gleiche Schellenhälften) wird durch zwei verzinkt-chromatierte Schrauben über zwei seitliche Flansche zusammengehalten. Damit die Schellenhälften sich gegeneinander nicht verschieben können, sind die Flansche an den Bohrungen mit ringförmigem Vor- und Rücksprung versehen. Bei der Montage werden die beiden durch eine Flanschschraube lose verbundenen Schellenhälften wie folgt auf das Rohr aufgesetzt. Die obere Schellenhälfte wird um 90° ausgeschwenkt und die untere Schellenhälfte an das Rohr angelegt. Jetzt kann die obere hochgeklappt und in ihre vorgeschriebene Lage zurückgedreht werden, sie gleitet dabei über das Rohr.

Diese Methode gestattet es, daß auch Verbindungen größerer Nennweiten von einem Monteur montiert werden können. Anschließend werden die Flanschschrauben fest angezogen.

Nachdem die zweiteilige Schelle gegen den vor der Muffenstirnseite befindlichen Dichtring geschoben ist, werden die Hakenschauben aus duktilem Gußeisen montiert. Beim kreuzweisen Anziehen der Muttern krallt sich der Kopf der Schrauben hinter den Muffenwulst und stützt sich an einem weit über die Muffe gezogenen Bund der Schelle ab. Diese Konstruktion sieht also für den Schraubenkopf eine fast allseitige Auflage vor und gewährleistet dadurch einen einwandfreien Sitz der Schraube. Durch das Anziehen der Hakenschauben wird der Dichtring gleichmäßig

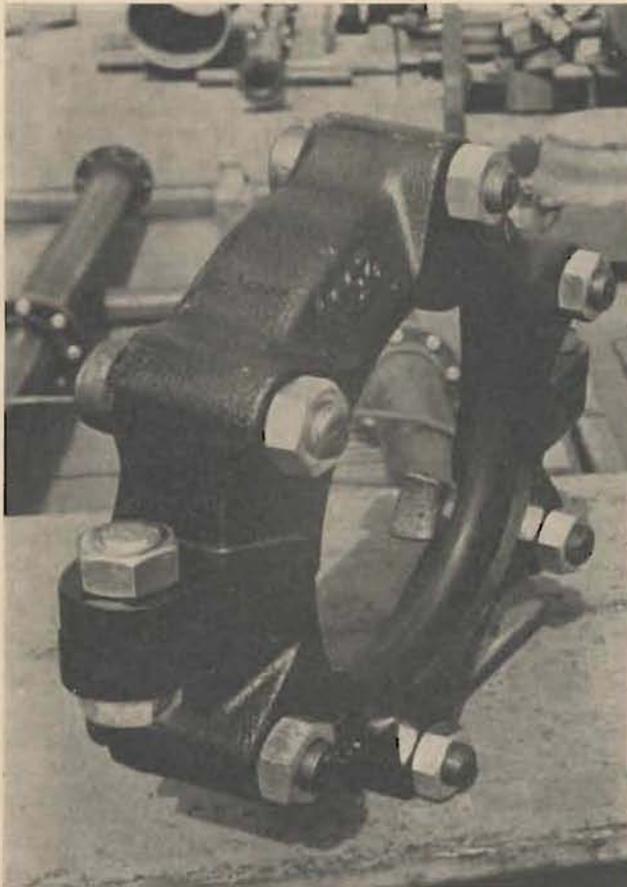


Bild 7

an die Muffenstirn und das Spitzende des Rohres gedrückt. Für den Dichteffekt von mehr als 15 atü ist es im allgemeinen ausreichend, wenn die Hakenschrauben mit 8—10 mkp angezogen werden.

Eine Spezialausführung dieser Stemmuffenzusatzdichtung wurde sogar für die Nachdichtung einer Fernwasserleitung NW 500, ND 16, die man erst nach dem Kriege aus Stahlrohren mit Stemmuffe verlegt hat und die bereits Leckstellen an den Verbindungen zeigte, eingesetzt.

Die Eignung dieser Zusatzdichtung für extreme Belastungen wurde durch gründliche Untersuchungen auf dem Prüfstand erprobt.

Hierzu einige Beispiele:

Die Schelle wurde in Dauerstandsversuchen mit Luft und Wasser abgedrückt.

Man hat Muffen und Spitzenden mit max. und min. Toleranzen abgedichtet.

Die Hakenschrauben wurden solange nachgezogen, bis die Schelle an den taschenförmigen Aussparungen für die Hakenschrauben aufriß. Hierzu waren bei Stemmuffenzusatzdichtungen NW 100 Anzugsmomente zwischen 30 und 35 mkp erforderlich. Dieses Anzugsmoment kann mit einem normalen Schraubenschlüssel an der Baustelle nicht mehr aufgebracht werden.

Bei den Versuchen wurden extrem hohe Innendruckbelastungen bei erhöhten Anzugsmomenten der Ha-

kenschrauben aufgebracht. (Versuchsaufbau s. Bild 8.) Die Montage erfolgte bei ungünstigen Graben- und Witterungsverhältnissen.

Die Prüfstandversuche wurden durch die im Laufe der Jahre auf vielen Baustellen gemachten guten Erfahrungen in bezug auf Handhabung und Zuverlässigkeit der Abdichtung bestätigt.

Seit Anfang 1966 wird die in Bild 9 und 10 dargestellte Neuentwicklung auf dem Markt angeboten.

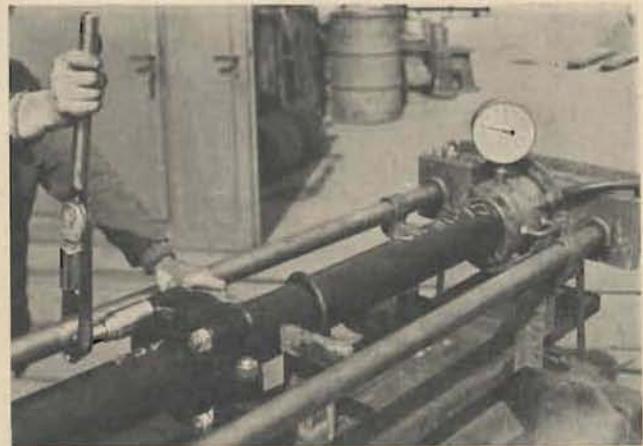


Bild 8

Die Konstruktion entspricht in ihrem Aufbau weitgehend dem Typ b und sieht außer dem Dichtring aus Perbunan nur Gußteile vor. Der Druckring mit Dichtkammer besteht aus Ober- und Unterteil, welche seitliche Klauen zusammenhalten. Der über die Muffe greifende Bund des Druckringes ist mit Innengewinde versehen, in das ein Schraubringsegment eingeschraubt wird. Dieses Segment stützt sich beim Einschrauben gegen den Muffenwulst ab, der Druckring wird dabei gegen die Muffenstirnseite gezogen und erzeugt die erforderliche Pressung für den Dichtring.

Das Schraubringsegment ist konstruktiv an die Schraubringe nach DIN 28 501 angelehnt und so ausgespart, daß es mit der offenen Seite über das Rohr gesteckt werden kann, gleichzeitig aber in Umfangsrichtung noch weit genug in das Gewinde des Druckringes eingreift, um ein ordnungsgemäßes Anziehen zu gewährleisten. Das Anziehen des Segmentes erfolgt, wie bei einem normalen Schraubring, mit Hammer und Hakenschlüssel. Diese Zusatzdichtung wird in den Nennweiten 80 bis 200 hergestellt und hauptsächlich für Gasniederdruckleitungen propagiert.

Auch diese Konstruktion wurde in Versuchen erprobt. Luftdruckprüfungen auf dem Versuchsstand ergaben Dichtheit bei 6 atü.

Die Montage der Stemmuffenzusatzdichtung erfolgt in der Weise, daß zuerst der aufgeschnittene Dichtring vor die Muffenstirnseite gesetzt und zusammengeklebt wird. Hiernach muß die schräge Außenfläche des Dichtringes gut mit einem Gleitmittel gestrichen werden, damit die schrägen Druckflächen des Schalenober- und Unterteiles beim Anziehen des Schraub-

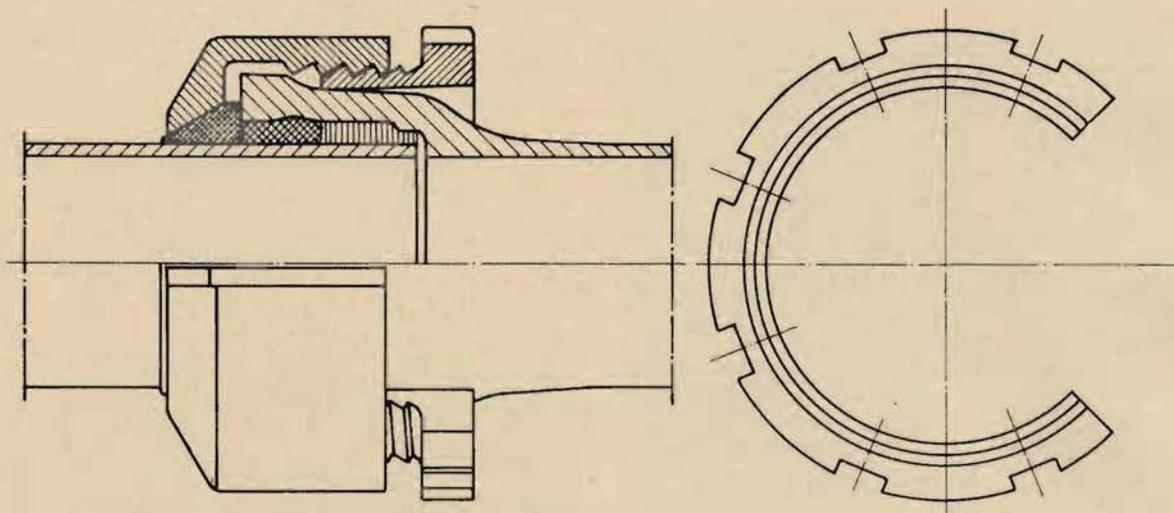


Bild 9

ringes hierauf besser gleiten können. Nun wird das Schellenunterteil an den Dichtring vor die Muffe gelegt und das Oberteil über die Muffe eingeschoben. Sodann erfolgt das Einsetzen des Schraubringes, indem dieser mit der offenen Seite über das Rohr gesteckt und in das zusammengesetzte Ober- und Unterteil eingeschraubt wird. Der Schraubring wird mit dem Hakenschlüssel durch Schläge mit einem Handhammer fest angezogen.

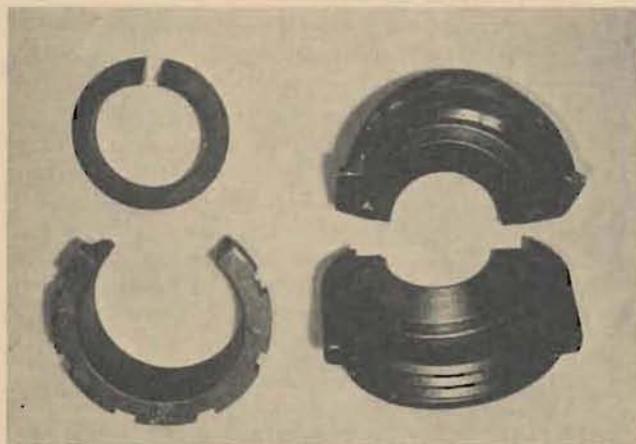


Bild 10

Neuerdings kommt anstelle des Schraubringsegmentes ein entsprechend geteilter Schraubring zur Anwendung. Der Schraubring ist an den Trennstellen mit Sprengnuten versehen und wird durch Aufschlagen getrennt. Die Teilstücke werden bei der Montage zusammengefügt, so daß wieder ein geschlossener

Ring gebildet wird. Diese Änderung hat sich aufgrund von Baustellenerfahrungen als zweckmäßig erwiesen.

Zusammenfassung

Eine Möglichkeit, in den Muffenverbindungen undichte, erdverlegte Stemmuffenrohrleitungen für Gas und Wasser nachhaltig abzudichten, besteht in der Verwendung von sogenannten Stemmuffenzusatzdichtungen. Bei neueren Ausführungen dieser Zusatzdichtungen wird ein aufgeschnittener voluminöser Dichtring aus Gummi (bei Rohrverbindungen bewährte Qualitäten) gleichzeitig gegen die Muffenstirnseite und gegen das Spitzende des anschließenden Rohres gepreßt und so die defekten oder gefährdeten Stemmuffenverbindungen zuverlässig abgedichtet. Die einzelnen Ausführungen unterscheiden sich im wesentlichen darin, wie und durch welche Elemente die Pressung des Dichtringes aufgebracht wird. Im allgemeinen hat man bei der Wahl des Werkstoffes auf eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit geachtet und deshalb in der Regel Guß gewählt (Grauguß, Sphäroguß).

Wie aufgezeigt wurde, stehen also genügend Hilfsmittel in Form von Stemmuffenzusatzdichtungen zur Verfügung, um Versorgungsleitungen aus gut erhaltenen gußeisernen Stemmuffenrohren dauerhaft und sicher an den Muffen nachzudichten oder vorsorglich abzusichern.

Von den der Fachgemeinschaft Gußeiserne Rohre angeschlossenen Gußrohrwerken sind zur Zeit Stemmuffenzusatzdichtungen, wie sie in den Bildern 2, 4, 5, 6 und 9 dargestellt sind, lieferbar.

Die Möglichkeiten der Verwendung duktiler Gußrohre mit Schraublangmuffe in Bergsenkungsgebieten

Mit freundlicher Genehmigung des Verlages Glückauf GmbH nachgedruckt aus „Glückauf“ 103/1966 (Heft 12)

Von R. ZIMMER

Den Versorgungsleitungen muß in Bergsenkungsgebieten eine ganz besondere Beachtung geschenkt werden, da die durch den untertägigen Abbau verursachten Senkungen Bodenverformungen verschiedenster Art auslösen, die die Leitungen unter Umständen recht erheblichen mechanischen Beanspruchungen aussetzen.

Die an der Erdoberfläche auftretenden Bewegungen sind abhängig von der vom Bergbau verursachten Senkungsmulde. Ihre Form wird jedoch von vielen Faktoren beeinflusst, die in der petrographischen Beschaffenheit des Gebirges, der vorherrschenden Tektonik, dem physikalischen Verhalten der Gesteinsschichten und der Böden begründet liegen. Trotzdem zeigt die Senkungsmulde bestimmte charakteristische Ausbildungsmerkmale, die jedoch von Bergbaugebiet zu Bergbaugebiet verschieden, ja sogar innerhalb begrenzter Gebiete oft deutlich abweichende Unterschiede erkennen lassen. Theoretisch läßt sich der Abbaueinfluß an der Tagesoberfläche erfassen, und die Vorausberechnungsverfahren liefern dort, wo die mechanischen Grundlagen durch empirische Beobachtungen gefestigt sind, zuverlässige Werte.

So ist es auf Grund von vorausgehenden Analysen meist möglich, die Trassierung einer erdzuverlegenden Leitung auf den Bergbau abzustimmen bzw. sie in gewissen Grenzen gegen angreifende Verformungen zu schützen. Alle Maßnahmen sind aber zwecklos, wenn sich Ort der Einwirkungszone und Größe der Deformationen nicht vorausbestimmen lassen. Gerade die im saarländischen Bergbaugebiet gemachten Erfahrungen stellen den Bergbautreibenden und auch den Leitungsbauer oft vor schwierige Aufgaben. Der hier mancherorts das Karbon überlagernde Buntsandstein, der zum Teil sehr zu natürlicher Klüftung neigt, und auch die ausgehenden Partien des oberen Westfals D und Stefan A mit ihrem hohen Sandstein- und Konglomeratanteil verstärken die übertägigen Bergschadenseinflüsse meist über das normale Maß hinaus. So sind als Folge dieser Bewegungen Flexuren — d. h. kurzfristige Wechsel von konkav und konvex gekrümmten Bodenschichten auf kleinstem Raume —, treppenförmige Abrisse, offene Bruchspalten, Einbruchstrichter und sonstige Deformationsformen keine Seltenheit.

Bild 1 zeigt solche überdimensionale Schäden einer im Bereich einer tektonischen Störung entstandenen Bruchzone bei Vorhandensein von Buntsandstein. Man versuchte bisher, Zonen dieser Art beim Rohrleitungsbau zu meiden. Die Ausweitung der Versorgungsbereiche und die damit verbundene Verdichtung des Versorgungsnetzes bringt es aber immer häufiger mit sich, die nunmehr auftretenden Probleme anzupacken. Sie werden zur strikten Forderung, wenn die Leitung aus zwingenden Gründen die so gefährdeten



Bild 1: Bruchspalte im saarländischen Kohlenrevier

Gebiete nicht umlaufen kann. Sie lassen sich jedoch lösen, wenn die Bruchspalten sichtbar geworden und zur Ruhe gekommen sind. Erdbautechnisch gibt es dann Möglichkeiten zum Schutze der Leitung, die jedoch meist sehr aufwendig sind und beträchtliche Kosten verursachen. Schwierig wird die Planung dann, wenn der Ort der maximalen Beanspruchung nicht exakt angegeben werden kann — und das ist aus den aufgezeigten physikalischen Gründen meist nicht möglich —, Brucherscheinungen noch nicht sichtbar sind infolge Bewuchses, abgelagerter plastischer Sedimente usw. oder die bereits sichtbaren Brüche noch Bewegungen zeigen.

Aus Kenntnis dieser Schwierigkeiten heraus, die für den Bergbautreibenden allein nicht zu lösen waren, hat die Saarbergwerke AG der Halberger Hütte in Brebach die Anregung gegeben, eine Versuchsreihe mit ihrem duktilen Gußrohr durchzuführen, mit dem Ziel festzustellen, wieweit diese Rohre Bodendeformationen aufnehmen und Freilagern ohne Schäden überbrücken können. Betriebsdruck und Durchsatzmenge sollten dabei nicht verändert werden. In den

nachfolgend gebrachten Ausführungen werden die daraufhin durchgeführten theoretischen und technischen Untersuchungen aufgezeigt.

Versorgungsleitungen, insbesondere solche für den Transport von Wasser, werden überwiegend aus Rohren mit gummigedichteten, beweglichen Verbindungen gebaut. Diese Verbindungen sind in der Regel nicht kraftschlüssig, so daß sich die Rohre auseinanderziehen können, wenn entsprechend große äußere oder innere Kräfte auf sie einwirken und wenn keine Widerlager an den gefährdeten Stellen der Rohrleitung angebracht sind. Solchen äußeren Kräften ist eine Rohrleitung z. B. auch dann ausgesetzt, wenn sie durch Bruchspaltengebiete verläuft und im Bereich der Trassenführung Einbruchtrichter entstehen.

Mit den duktilen Gußrohren stehen dem Verbraucher Rohre zur Verfügung, die nicht nur für hohe Innendrucke geeignet sind, sondern auch unabhängig vom Innendruck erhebliche äußere Kräfte aufnehmen und sich bei Überschreitung der Fließgrenze plastisch verformen können. Da diese Rohre ein höchstes Maß an Sicherheit mitbringen, gilt im Zusammenhang mit den Rohren aus duktilem Gußeisen der Schraublangmuffenverbindung UNION auch für den Fall neues und größeres Interesse, wenn eine Rohrleitung durch Einbruchstrichter gefährdet werden kann.

Ein Vorteil aller beweglichen, gummigedichteten Rohrverbindungen — also auch der Schraublangmuffenverbindung UNION, die im übrigen schon seit mehr als 30 Jahren in Bergbaugebieten erfolgreich angewendet werden — ist es, daß die einzelnen Rohre in den Verbindungen abgewinkelt werden können; ein Vorteil also auch dann, wenn eine Rohrleitung bei der Verlegung den Grabenverhältnissen angepaßt werden muß, oder wenn äußere Kräfte, z. B. durch statische oder dynamische Belastungen, auf die Rohre einwirken. Bei Rohrleitungen ohne bewegliche, abwinkelbare Rohrverbindungen werden durch diese äußeren Belastungen vielfach zusätzliche Spannungen im Rohrwerkstoff hervorgerufen. Eine Voraussetzung dafür, daß Rohre in gummigedichteten

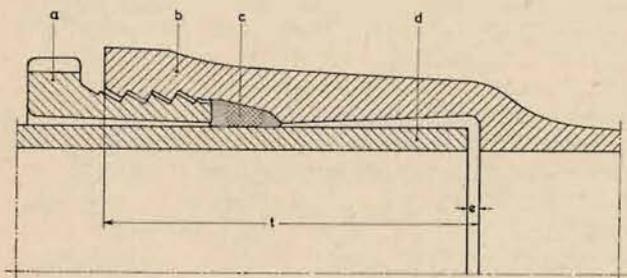


Bild 2: Schraublangmuffenverbindung UNION

- a) Schraubring
- b) Rohrmuffe
- c) Dichtring
- d) Rohrspitzende
- e) Spalt zwischen Rohrspitzende und Muffengrund
- t) Muffentiefe

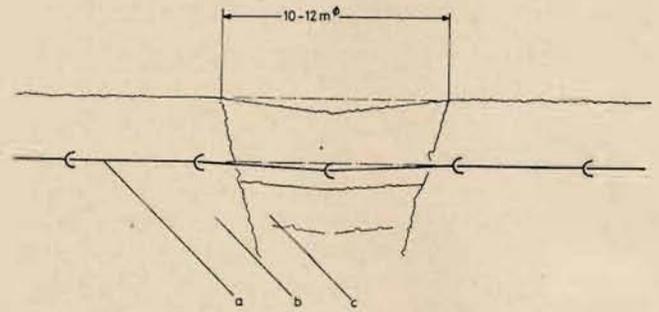


Bild 3: Einbruchtrichter im Bereich einer Rohrleitung

- a) Rohrleitung
- b) Erdreich
- c) Einbruchtrichter

Rohrverbindungen einige Grade abgewinkelt werden können, ist der Spalt, der bei der Verlegung der Rohre zwischen Spitzende und Muffengrund verbleibt (Bild 2).

In Bild 3 ist dargestellt, welche Situation den am Rohrprüfstand durchgeführten Versuchen zugrunde gelegt worden war. Es handelt sich um den Fall, daß im Bereich einer Leitung ein Einbruchtrichter von etwa 10—12 m Durchmesser entsteht. Der ungünstigste Fall für die betroffene Rohrleitung tritt dann ein, wenn eine Rohrverbindung in der Mitte und die beiden benachbarten Rohrverbindungen am Rand des Einbruchtrichters liegen. Das Eigengewicht der frei hängenden Leitung, d. h. die Summe von Rohrgewicht, Wasserfüllung und verbleibender Erdlast, bewirken eine Abwinkelung der Rohrverbindungen; hinzu kommt eine Kraft als Resultierende infolge des herrschenden Betriebsdruckes, die mit größer werdender Abwinkelung wächst.

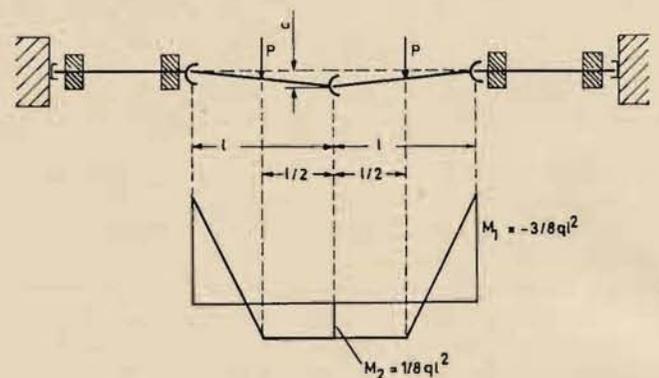


Bild 4: Versuchsanordnung I mit Momentenlinie

In Bild 4 ist die Versuchsanordnung I gezeigt. In den Versuchen mußte hinsichtlich der Praxis insofern eine Änderung getroffen werden, daß die Abwinkelung der Rohre nicht in vertikaler, sondern in horizontaler Ebene vorgenommen wurde (Bild 5). Es wurde deshalb bei der Bestimmung der Querkraft P die Reibung der Rohre auf der Auflage berücksichtigt.

Wie aus der Skizze der Versuchsanordnung I zu ersehen ist, wurde die Abwinkelung durch 2 Querkräfte

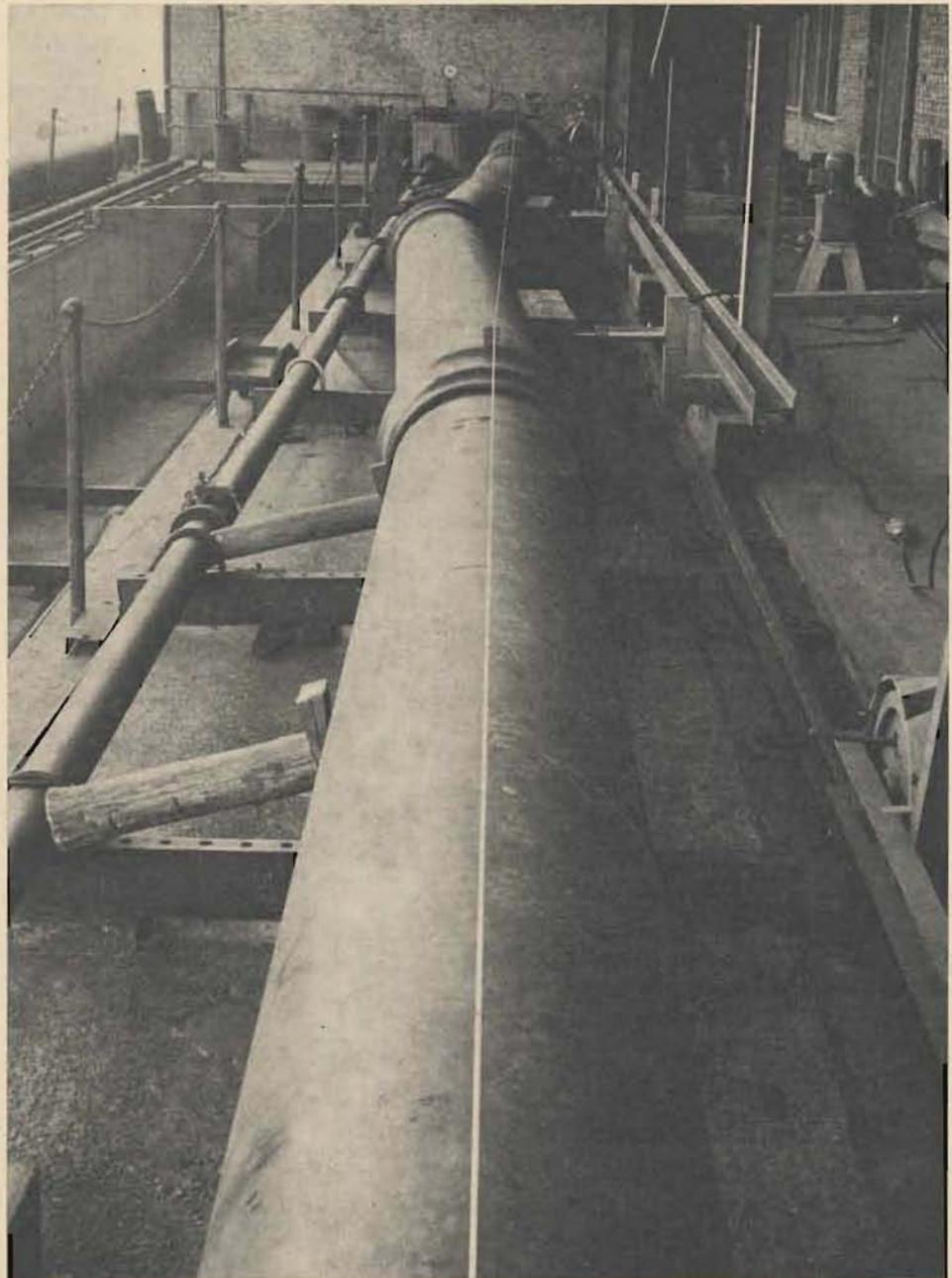


Bild 5: Versuchsanordnung I

bewirkt. Die beiden Querkräfte waren so bemessen, daß jede von ihnen der Kraft entsprach, die in der Praxis auf ein Rohr wirkt. Die verbleibende Erdauf-
last ist, verglichen mit dem Gewicht eines Rohres und der Wasserfüllung, zwar gering, es wurde aber dennoch angenommen, daß eine Erdlast entsprechend einem Schüttwinkel von 45° auf dem Rohrscheitel verbleiben würde.

Damit ergab sich für die Berechnung der einzelnen Querkräfte, die mit hydraulischen Winden über einen 1 m langen Hartholzbalken auf die betreffenden Rohre aufgebracht wurden:

$$P = [G_R + G_W + G_E + (G_R + G_W + G_E) \cdot \mu] \cdot l$$

Dabei bedeuten:

P (kp) Querkraft je Rohr
 G_R (kp/m) Rohrgewicht

G_W (kp/m) Gewicht der Wasserfüllung
 G_E (kp/m) Gewicht der verbleibenden Erdauf-
last
 l (m) Rohrlänge
 μ Haftreibung des Rohres auf Metallauflage
Die Zahlenwerte sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1

NW	GERDE kp/m	GROHR kp/m	GWAS- SER kp/m	G_{ges} kp/m	$R =$ $G_{ges} \cdot \mu$ kp/m	l m	$P =$ $(G_{ges} + R) \cdot l$ kp
300	14	65	76	155	15,5	6	1025
400	24	95	133	252	25,2	6	1665
500	38	130	208	376	37,6	5,5	2275

*) $\mu = 0,1$

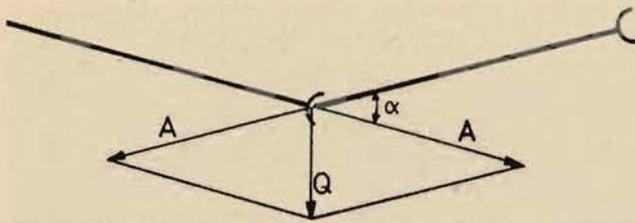


Bild 6: Parallelogramm der Kräfte infolge des Innendrucks zur Ermittlung der resultierenden Kraft

Die Kraft, die die Abwinklung unterstützt und auf Grund des Betriebsdruckes bei Abwinklungen auftritt, berechnet sich zu:

$$Q = 2 A \cdot \sin a/2$$

$$\text{mit } A = p \cdot \frac{D_a^2 \cdot \pi}{4}$$

$$\text{wird } Q = 2p \frac{D_a^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sin a/2$$

Dabei bedeuten (siehe Bild 6):

- Q (kp) Resultierende
- A (kp) axiale Kraft infolge des Innendrucks
- D_a (cm) Rohraußendurchmesser
- p (kp/cm²) Betriebsdruck
- α (°) Abwinklung des Rohrendes in der Rohrverbindung

Die Größe dieser Resultierenden Q bei einem Innendruck von 10 kp/cm² und bei einer Abwinklung von 1 bis 3° ist aus dem Diagramm 1 zu ersehen.

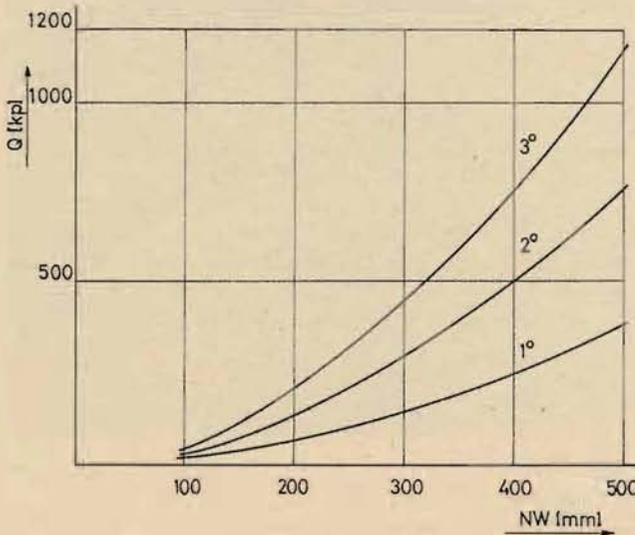


Diagramm 1: Resultierende Kraft Q bei 10 kp/cm² Innendruck in Abhängigkeit der Nennweiten und der Abwinklungen

Bei der Schraubmuffenverbindung UNION wird bis jetzt die Forderung gestellt, daß der Spalt zwischen Muffengrund und Spitzende 1/3 der gesamten Muffentiefe (Bild 2) betragen soll. Diese Forderung ist vor allem für Graugußrohre berechtigt. Das Spitzende kann nämlich bei diesem Spalt zwischen Muffengrund und Spitzende im Falle von Erdverschiebungen beträchtlich in die Rohrverbindung hineingeschoben werden, ehe es schließlich gegen den Muffengrund gepreßt wird und dadurch unter Umständen ein Bruch von Muffe oder Spitzende entsteht. Diese Forderung des über großen Spaltes zwischen Spitzende und Muffengrund verliert dagegen bei duktilen Gußrohren an Bedeutung, weil — wie schon erwähnt — duktiles Gußeisen nicht nur erheblich höhere Festigkeitswerte aufweist als Grauguß, sondern vor allem, weil duktiles Gußeisen unabhängig vom Innendruck bedeutende Spannungen infolge äußerer Belastungen aufnehmen kann und über eine beachtenswerte Verformbarkeit verfügt.

Wird der Spalt zwischen Spitzende und Muffengrund verringert, so stößt bei Abwinklungen das Spitzende zwar bald an den Muffengrund, es wird aber andererseits erreicht, daß das Spitzende weiter aus der Muffe herausgezogen werden kann, ehe es über den Dicht ring rutscht und dann ein Undichtwerden der Rohrverbindung zur Folge hat. Wenn eine so hohe Kraft auf die Rohrverbindung wirkt, daß sich das Spitzende eines duktilen Gußrohres elastisch oder sogar plastisch verformt, dann wird die Abwinklung größer als normal sein. Da sich das Spitzende beim Abwinkeln einseitig in Richtung Muffeneingang bewegt, ist es bei großen Abwinklungen von Vorteil, wenn das Spitzende möglichst weit über den Dichtring hinaus in die Muffe eingeschoben ist; dadurch ist gewährleistet, daß das Spitzende nicht frühzeitig über den Dichtring aus der Muffe herausrutscht und dann eine Undichtheit der Rohrverbindung bewirkt.

Für die Versuche, die an den NW 300, 400 und 500 durchgeführt wurden, wurde, den oben beschriebenen Überlegungen folgend, ein Spalt von e = 5 mm festgelegt (Bild 2), der der Spaltgröße der normalen Schraubmuffenverbindung UNION entspricht. In der Tabelle 2 sind die wichtigsten Daten und Ergebnisse der Versuche entsprechend der in Bild 4 dargestellten Versuchsanordnung I zusammengefaßt. Wie daraus zu ersehen ist, lag die max. aufgebrauchte Querkraft bei allen Nennweiten über der errechneten Querkraft (Tabelle 1). Dabei ergeben sich in den Rohrverbindungen Abwinklungen zwischen 2,2 und 7,2°. Alle Verbindungen waren bei einem Wasserinnendruck von 10 kp/cm² dicht. Dieser Innendruck wurde jeweils

Tabelle 2

NW 300						NW 400						NW 500					
P Mp	p kp/cm ²	c mm	Verb. 1 dicht	Verb. 2 dicht	Verb. 3 dicht	P Mp	p kp/cm ²	c mm	Verb. 1 dicht	Verb. 2 dicht	Verb. 3 dicht	P Mp	p kp/cm ²	c mm	Verb. 1 dicht	Verb. 2 dicht	Verb. 3 dicht
Abstand: Muffengrund — Spitzende ~ 5 mm																	
0	10	0	ja	ja	ja	0	10	0	ja	ja	ja	0	10	0	ja	ja	ja
1,5	10	380	ja	ja	ja	1,5	10	305	ja	ja	ja	2,5	10	215	ja	ja	ja
						2,0	10	320	ja	ja	ja	3,0	10	260	ja	ja	ja

Tabelle 3

	NW 300				NW 400				NW 500			
	Verb. Nr. 1		Verb. Nr. 2		Verb. Nr. 1		Verb. Nr. 2		Verb. Nr. 1		Verb. Nr. 2	
	a	dicht	b	dicht	a	dicht	b	dicht	a	dicht	b	dicht
Leitung aufgehängt, Abstand: Muffengrund — Spitzende ~ 5 mm												
Leitung ohne Wasserfüllung					400		450		320		345	
Leitung mit Wasserfüllung	775	ja	770	ja	565	ja	605	ja	537	ja	535	ja

zu Versuchsbeginn eingestellt und blieb bis zum Ende der einzelnen Versuche bestehen. Die Abwinklungen gingen z. T. über die mit 3° als möglich angegebene Abwinklung hinaus; diese Abwinklung konnte, wie bei der Auswertung der Versuche festzustellen war, vor allem dadurch erreicht werden, daß das Spitzende bis auf einen Spalt von $e = 5$ mm zwischen Spitzende und Muffengrund in die Rohrmuffe eingeschoben worden und daß das duktile Gußeisen bei Überschreitung der Elastizitätsgrenze nicht zu Bruch gegangen war. An den ausgebauten Spitzenden waren geringfügige, die Funktion der Rohre keineswegs beeinflussende, plastische Verformungen erkennbar.

Mit Versuchen nach Versuchsordnung II (Bild 7) sollte gezeigt werden, daß von einer Rohrleitung aus duktilen Gußrohren mit Schraublangmuffenverbindungen noch größere Belastungen ohne Schaden aufgenommen werden können, als sie für den Fall eines Einbruchtrichters und somit für die Versuchsordnung I errechnet worden waren. Entsprechend dieser Versuchsordnung II wurden jeweils aus 3 Rohren bestehende und mit Wasser gefüllte Leitungen der

NW 300, 400 und 500 an ihren Enden auf Stützen aufgelegt (Bild 8) und auf Dichtheit überprüft. Wie aus Tabelle 3 zu entnehmen ist, waren auch in dieser Versuchsreihe alle Verbindungen dicht.

Die Leitungen beider Versuchsordnungen können als belastete Träger betrachtet werden, und zwar die der Versuchsordnung I als zweiseitig eingespannter Träger mit 2 symmetrisch außermittig angreifenden Einzellasten und die der Versuchsordnung II als frei aufliegender Träger mit gleichmäßig verteilter Streckenlast. Um zu zeigen, wieviel mehr die Rohrverbindungen bei der Versuchsordnung II belastet wurden, wurden für die Rohrverbindungen die Momente infolge der Belastung berechnet. Da es sich um geringe Abwinklungen handelt und bei Erreichung der max. Abwinklung die gummigedichtete Rohrverbindung als starre Verbindung angesehen werden darf, wurde die Leitung vereinfachend als ein gerader Balken betrachtet. Während bei der Versuchsordnung I durch die Momente M_1 und M_2 die gemessenen Abwinklungen erreicht wurden, d. h. diese Momente sind in ihrer vollen Größe nur vorübergehend aufgetreten, haben die Momente M_3 und M_4 in der Endlage der Rohrleitung konstant auf Rohre und Rohrverbindungen eingewirkt. Nach Hütte I, 28. Auflage, Seite 887 bzw. 876 ergeben sich folgende Momente, die in den Bildern 4 und 7 ebenfalls eingezeichnet sind:

Versuchsordnung I

$$M_1 = -\frac{3}{8} \cdot q \cdot l^2$$

$$M_2 = \frac{1}{8} q \cdot l^2$$

Versuchsordnung II

$$M_3 = q \cdot l^2$$

$$M_4 = \frac{9}{8} q \cdot l^2$$

Dabei bedeuten:

M (kpm) Moment

q (kp/m) Querkraft je Rohr, bezogen auf 1 m Rohrlänge,

$$\text{nämlich } \frac{P}{l}$$

l (m) Rohrlänge

Die Belastungen der Rohrverbindungen bei der Versuchsordnung II gehen also weit über die Belastungen entsprechend der Versuchsordnung I und somit weit über die Belastungen, die in Wirklichkeit auftreten, hinaus.

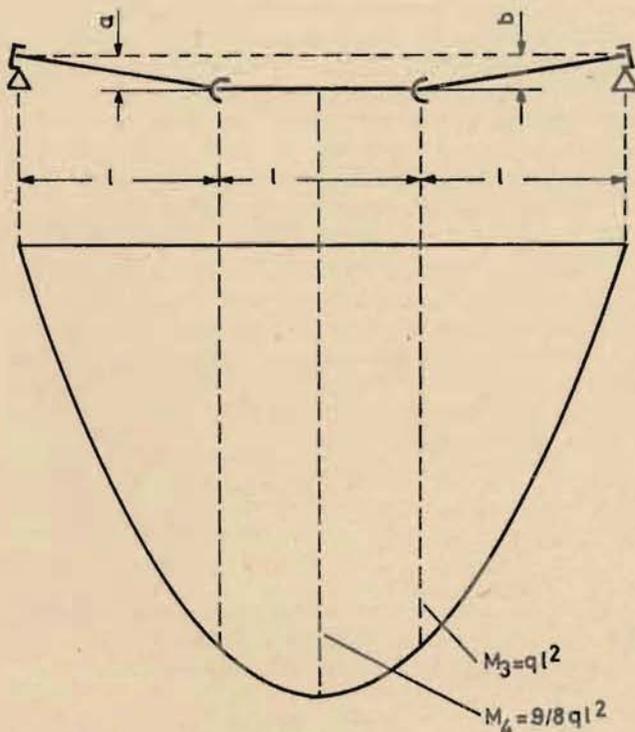


Bild 7: Versuchsordnung II mit Momentenlinie

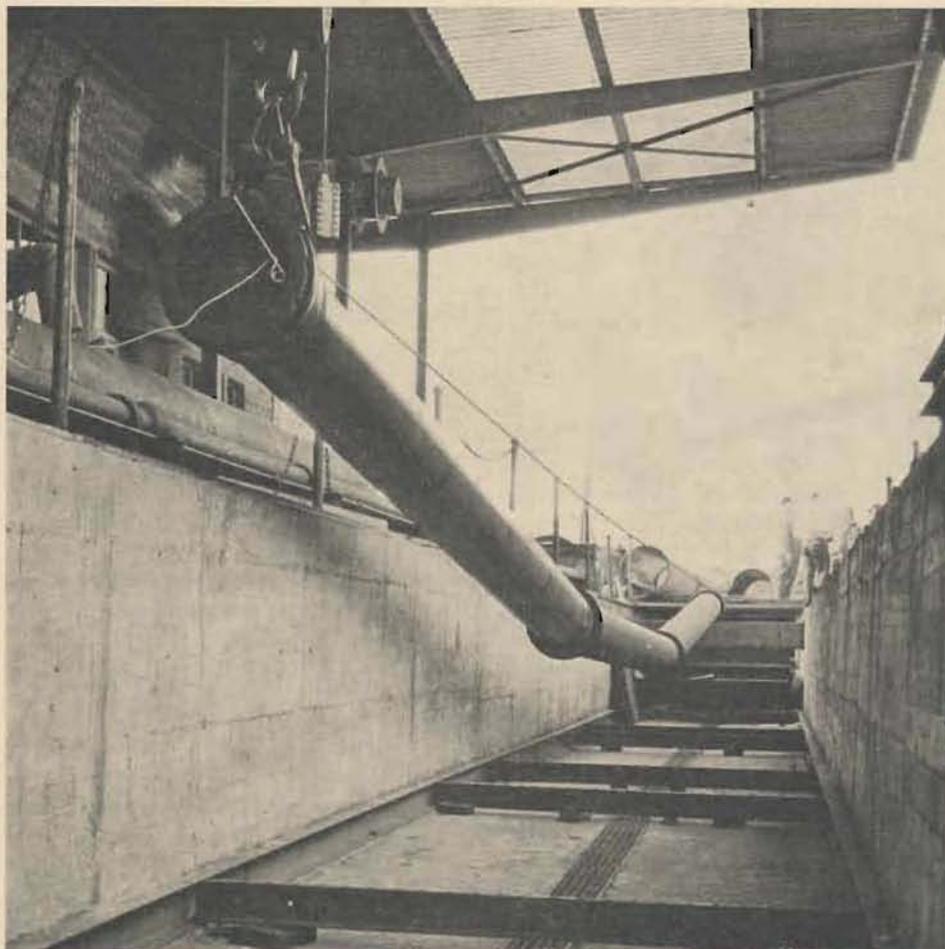


Bild 8: Versuchsanordnung II

Aus den Werten a und b, die der Tabelle 3 entnommen werden können, kann die Abwinklung des Spitzendes in der Rohrverbindung für die Versuchsanordnung II nicht genau errechnet werden, da sich infolge der Belastung die Rohre zwar nur elastisch, aber deutlich durchgebogen hatten.

Zusammenfassung:

Die dargestellten Ergebnisse der Untersuchungen haben sowohl für den Rohrleitungsbauer als auch für den Bergbau ein überraschend mehr als zufriedenstellendes Ergebnis gebracht. Die Versuchsreihe zeigte die maximal ungünstigste Position. In Verbindung mit der Schraublangmuffe UNION liegt hier ein Rohr vor, das eine überaus große Sicherheit im Bergbau-

gebiet garantiert. Es ist insbesondere in der Lage, größere offene Brüche ohne Betriebsstörung so lange zu überbrücken, bis die Auffüllung erfolgt und die Leitung neu gebettet worden ist. Das duktile Rohr wird nach den hier gewonnenen Erkenntnissen auch außerhalb des Steinkohlenbergbaues von Bedeutung sein, insbesondere in Gegenden mit stärkeren rezenten Bodenbewegungen, in Auslaugungsgebieten, in Flußniederungen, in Fließsandzonen und sonstigen, bewegungsanfälligen Bodenschichten.

Es wurde im Rahmen dieser Abhandlung darauf verzichtet, die übrigen Vorteile, die dieses Rohr dem Fachmann und Interessenten bietet, aufzuzeigen. Lediglich die den Bergbau betreffenden Fragen sollten geklärt werden. Die Ergebnisse lassen aber auch die übrigen hier nicht herausgestellten Vorteile mehr als offensichtlich werden.

Korrosions-Schutzüberzüge für erdverlegte gußeiserne Druckrohre

Von Wolf-Dietrich GRAS

Die Rohrnetzfachleute haben den berechtigten Wunsch, daß ihre Gas- und Wasserleitungen nach Möglichkeit eine jahrzehntelange Nutzung ohne Störungen erlauben. Ein wichtiger Beitrag zur Verwirklichung dieses Wunsches kann von den mit der Rohrnetzplanung beauftragten Ingenieuren geleistet werden, wenn sie sich vor Verlegung der Leitungen auch mit den Korrosionsbedingungen und dem zweckmäßigsten Rohrschutzüberzug befassen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Rohrwerkstoff außenseitig den Angriffen des umgebenden Erdreiches und auf der Innenseite den Einwirkungen des durchfließenden Stoffes ausgesetzt ist.

In zahlreichen Fällen ist es heute möglich, sich über den Umfang der korrosionschemischen Belastung des Rohrwerkstoffes ein einigermaßen zutreffendes Bild zu verschaffen. Hinsichtlich der Untersuchung und Bewertung der für den Rohrnetzingenieur wichtigsten Medien, wie Roh-, Brauch- und Trinkwasser sowie Erdböden, sei auf einige maßgebende Unterlagen des Schrifttums [1—7] verwiesen, ohne daß darauf im einzelnen näher eingegangen werden kann.

In dem vorliegenden Bericht werden die derzeit gebräuchlichsten Korrosionsschutzüberzüge für erdverlegte gußeiserne Leitungen, und zwar der Außen- und Innenschutz mit bituminösen Massen sowie die Innenauskleidung mit Zementmörtel behandelt. Die Bezeichnung „bituminöse Massen“ ist als Sammelbegriff für Erzeugnisse üblich, die sowohl auf der Grundlage von Erdölbitumen als auch Steinkohlenteer aufgebaut sind. In der Gußrohrindustrie finden größtenteils Teerpechüberzüge Verwendung. Die Teermassen zeichnen sich durch eine Reihe günstiger Eigenschaften, wie z. B. geringe Wasseraufnahme (< 1 %), gute chemische Beständigkeit, ausgezeichnete Haftfestigkeit auf dem Metalluntergrund, mikrobiologische Beständigkeit usw. aus [8, 9].

Schutzüberzüge für die Rohraußenseite

Bei den Schutzüberzügen für die Rohraußenseite bestehen folgende 3 Gruppen, wobei sich die jeweilige Auswahl des erforderlichen Überzuges nach den korrosionschemischen Eigenschaften des umgebenden Erdreiches richtet:

1. dünne Tauch- oder Spritzüberzüge auf der Grundlage von Steinkohlenteerpech und höher siedenden Lösungsmittelanteilen mit einer Schichtdicke von ungefähr 0,1 mm,
2. dicke Überzüge aus gefüllten Steinkohlenteer-Sonderpechen mit einer Schichtdicke von rd. 3 mm,

3. verstärkte Überzüge, die in ihrem Wirkungsgrad zwischen den Gruppen 1 und 2 stehen und sich je nach Material und Ausführungsart mehr an die eine oder andere Seite anlehnen.

Auf Grund ihres guten Korrosionsverhaltens erhalten gußeiserne Rohre in 80 bis 90% der Fälle lediglich dünne Teerüberzüge gemäß der Gruppe 1. Diese Überzüge werden entweder durch Tauchen der Rohre in heißflüssige Teermassen oder durch Aufspritzen bzw. Aufstreichen kalter Teerlacke nach verschiedenen Verfahren aufgebracht. Die beim Kokereiprozess anfallenden Steinkohlenrohteere sind für die Verwendung als Tauchmassen ungeeignet, für diesen Zweck sind vielmehr sogenannte präparierte Teere erforderlich, die aus Steinkohlenteerpech oder Sonderpechen und hoch siedenden Lösungsmittelfractionen ohne Zusatz von Füllstoffen zusammengesetzt werden. Diese Herstellungsart bedingt, daß die Tauchteere die in DIN 28 500 [10] festgelegten hygienischen Anforderungen erfüllen. Zur Erzielung einer guten Haftfestigkeit und Vermeidung einer Abschreckwirkung durch die kalte Rohrwand müssen beim Tauchverfahren die Rohre entweder vorgewärmt werden oder im Bad bis zur Annahme der Badtemperatur verbleiben. Die dünnen Teerüberzüge haben einmal die Aufgabe, die Dichtflächen an der späteren Rohrverbindungsstelle bei längeren Lagerzeiten vor nachteiliger Oxydation zu schützen. Andererseits üben sie aber auch eine durchaus befriedigende Wirkung bei nicht allzu rasch ablaufenden Korrosionsvorgängen im Erdboden aus und leisten einen echten Beitrag zur Verlängerung der Lebensdauer der Rohre. Ihre Alterung läuft in nicht zu aggressiven Böden nur langsam ab, und es liegen zahlreiche Erfahrungen vor, nach denen die Tauchteerisolierung nach vieljähriger Einwirkungszeit des Erdbodens noch völlig einwandfrei war.

In aggressiven Böden, wie sie z. B. Moor- und Marschböden, anaerobe Tonböden, aufgefüllte Müllböden und dergleichen darstellen [7], ist nach den heutigen Erkenntnissen und den wachsenden Anforderungen im Hinblick auf eine ständige Betriebssicherheit der Leitungen das Aufbringen eines Korrosionsschutzüberzuges mit jahrzehntelanger Wirksamkeit zu empfehlen. Zwar sind bei allen Gußrohrherstellern Unterlagen vorhanden, nach denen gußeiserne Leitungen mit einem einfachen Teerüberzug auch in derartigen Böden über viele Jahrzehnte ihren Dienst getan haben, jedoch sollte aus solchen Erfahrungen keine Allgemeingültigkeit abgeleitet werden.

Als Beispiel für die Beständigkeit tauchgeteeter gußeiserner Leitungen unter ungünstigen Voraussetzungen sei folgendes Untersuchungsergebnis angeführt: In einer rheinischen Großstadt war eine Graugußleitung NW 100 in einem aufgeschütteten aggressiven Mischboden (Eigen-

schaften = Bodenwiderstand 5000 Ohm · cm, Brennstoffasche, anaerobe Korrosion, Bewertungskennziffer nach H. Steinrath [7] zwischen -12 und -16) bis zum ersten Durchbruch immerhin über 64 Jahre im Betrieb.

Für Rohre in aggressiven Böden wird als dicker Korrosionsschutzüberzug der Gruppe 2 meist eine ca. 3 mm starke Schicht aus gefülltem Steinkohlenteer-Sonderpech verwendet. Diese Sonderpeche besitzen einen Brechpunkt von ca. -5°C , einen Erweichungspunkt von ca. 80°C und damit eine sehr große Plastizitätsspanne von nahezu 90°C [9]. Als Füllstoffe kommen nur Mineralstoffe in Frage, die nicht quellen und auch keine sonstigen nachteiligen Wirkungen auf die Wasseraufnahme der Massen ausüben. Die aus Sonderpechen hergestellten Beschichtungsmassen besitzen ausreichende Druckfestigkeit, um den Flächenpressungen des Erdbodens standzuhalten, und bei sachgemäßer Verarbeitung eine gute Standfestigkeit.

Die Pechmassen werden in heißflüssigem Zustand auf die etwa handwarmen Rohre aufgetragen und mit einem Abstreifer geglättet. Als haftvermittelnde Schicht dient der übliche Tauchteer bzw. Teerlacküberzug. Eine Trägereinlage (z. B. Glasvlies) ist auf Grund der Struktur der Massen nicht erforderlich. Es ist selbstverständlich, daß derartige Rohrüberzüge ihrem Verwendungszweck gemäß porenfrei sein müssen, um Korrosionsangriffe mit Sicherheit auszuschließen.

Sonderpeche werden in Deutschland seit ca. 2 Jahrzehnten für Rohrschutzzwecke eingesetzt. Obwohl man auf Grund von Laboratoriumsuntersuchungen auf ein gutes Verhalten der Massen schließen konnte, hat es nicht an Bemühungen gefehlt, ihre Beständigkeit an Betriebsleitungen unter stark aggressiven Bodenverhältnissen zu verfolgen [9]. Aus einer neueren Gemeinschaftsarbeit mit C. Tiedge, Vereinigung für Teerverwertung, und K. Scholz, Fa. Rütgerswerke-Teerverwertung, stehen Untersuchungsergebnisse zur Verfügung [11], wonach z. B. derartige Überzüge nach 15jähriger Einwirkung von stark aggressiven Moor- und Kleiböden eine tadellose Beschaffenheit zeigten. Die physikalischen Kennwerte haben sich nur wenig, und zwar in eine für die Gebrauchseigenschaften günstige Richtung verändert. Der Erweichungspunkt (R. u. K.) ist beispielsweise von rd. 80°C auf 90°C angestiegen. Nach Entfernung des Überzuges zeigten die geprüften Rohre keinerlei Korrosionsangriff.

Sofern die Bodenverhältnisse in ihrer Aggressivität zwischen den Einsatzbereichen der Rohrschutzüberzüge gemäß Gruppe 1 und 2 liegen, können verschiedene verstärkte Überzüge zur Anwendung kommen. Am gebräuchlichsten ist ein ein- oder mehrmaliger Kaltanstrich mit ungefüllten oder auch gefüllten Bitumenlacken auf den dünnen Teerüberzug. Hierdurch werden die Dichtigkeit des Überzuges weiter erhöht und bei entsprechender Materialauswahl auch die physikalischen Eigenschaften des Gesamtüberzuges verbessert. Je nach Materialsorte ergeben sich Schichtdicken zwischen 0,15 und 1,2 mm.

In neuerer Zeit gelangt eine moderne, aus USA stammende Schutzart aus dem Kunststoffgebiet zum Einsatz. Dabei werden die geteerten Rohre beim Ver-

legen mit einer 0,2 mm dicken, lose anliegenden Polyäthylen-Schlauchfolie überzogen und die Enden mit den Nachbarabschnitten durch Klebebänder überlappend verklebt. In Deutschland wurde dieser Rohrschutz bisher bis zur Nennweite 300 herauf angewandt, in Frankreich hat man auch Leitungen mit größeren Nennweiten auf diese Art geschützt. Die in USA von E. F. Wagner [12] erzielten Untersuchungsergebnisse bei Gußrohren und eigene Untersuchungen vermitteln ein durchaus positives Bild. Wagner konnte mit dieser Methode in Schlacken- und Schlickböden während einer Versuchsdauer von ca. 10 Jahren jegliche Korrosion unterdrücken, während die gleichzeitig verlegten, ungeschützten Rohrabschnitte Korrosionsanfressungen über die gesamte Oberfläche und in Tiefen bis zu 2 mm zeigten (vgl. Bild 1a/b). Eigene gleichartige Versuche in drei aggressiven Marsch- und Tonböden bestätigen dieses Ergebnis tendenzmäßig, allerdings sind die Unterschiede im Korrosionsverhalten infolge einer kürzeren Laufzeit von nur drei Jahren verständlicherweise noch nicht so ausgeprägt. Der neuen Schutzart sollte man trotz einer gewissen Zurückhaltung in Verbraucherkreisen und der Tatsache, daß sie nicht ganz den Wirkungsgrad eines völlig dicht anliegenden Überzuges besitzt, mehr zum Durchbruch verhelfen. Die Gußrohrhersteller verfügen bereits über eine Reihe von Erfahrungen über den Verlegevorgang mit Schlauchfolien (auch bei Formstücken), sie sind zur Zeit auch durch ausgedehnte Laboratoriumsuntersuchungen bemüht, den Mechanismus der Schutzwirkung näher aufzuklären.

Schutzüberzüge für die Rohrinneenseite

Für den Innenschutz gußeiserner Druckleitungen sind, von Sonderfällen abgesehen, folgende 2 Gruppen von Rohrüberzügen im Gebrauch:

1. dünne Tauchteerüberzüge, in der gleichen Form wie für den Außenschutz
2. dickere Auskleidungen in einer Stärke von einigen Millimetern.

Die Tauchteerüberzüge werden für alle nichtaggressiven Roh-, Brauch- und Trinkwässer verwendet. Die chemische Zusammensetzung solcher Wässer muß den Bedingungen von DIN 50 930 [3] bzw. 50 931 [4] entsprechen bzw. nicht allzu weit von diesen Zahlenangaben entfernt sein. Eine Tauchteerisolierung kommt auch in Frage für Brenngase der verschiedensten Art, sofern die Rohre für diesen Zweck innen nicht überhaupt roh bleiben.

Die dickeren Auskleidungen gemäß der Gruppe 2 werden für aggressive Wässer eingesetzt, also Wässer, die nicht den eben genannten DIN-Vorschriften 50 930 bzw. 50 931 [3, 4] genügen. Am gebräuchlichsten ist für diesen Zweck heute eine Zementmörtel-auskleidung.

Die Zementmörtelmischung besteht aus Zement, Quarzsand und Wasser. Bei der Rohstoffauswahl finden nur hochwertige Zemente Berücksichtigung. Das als Zuschlag verwendete Quarzsandgemisch ist bezüglich seiner Korngrößenverteilung sorgfältig ausgewählt, um eine gute Umhüllung der einzelnen Sandkörner durch den Zement zu gewährleisten. Die Auskleidung der Gußrohre mit Zementmörtel erfolgt im Schleuderverfahren, wobei auf die eingebrachte Mörtelschicht hohe Zentrifugalbeschleunigungen einwirken. Durch dieses Fertigungsverfahren wird eine gute Verteilung der verschiedenen Kornfraktionen, größtmögliche Verdichtung des Zementmörtels und eine glatte Innenoberfläche der Auskleidung gewährleistet. Die Auskleidung durchläuft dann anschließend durch Lagerung der Rohre in einer Feuchtraumkammer eine Reifungszeit, um ein einwandfreies Abbinden und Altern des Zementes zu ermöglichen.

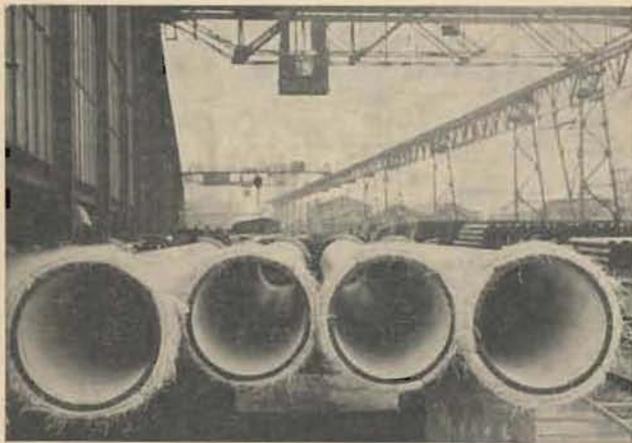


Bild 1: Gußeiserne Druckrohre mit Zementmörtelauskleidung

Bild 1 zeigt einige fertig ausgekleidete Gußrohre. Das Gefüge einer Zementmörtelschicht ist in Bild 2 wiedergegeben, wobei die allseitige Umhüllung der Sandkörner durch Zement deutlich zu erkennen ist.

Zur Wirkungsweise der Zementmörtelauskleidung ist zu sagen, daß sie auf folgenden beiden Faktoren beruht:

- a) mechanische Abschirmung der Gußrohrwandung durch die Schutzschicht
- b) chemische Umsetzungen innerhalb der Auskleidungsschicht und an der Grenzfläche Zementmörtel/Gußeisen.

Die abdeckende Wirkung, welche die hauptsächlichste Einflußgröße darstellt, ist auf Grund der geringen Porosität von ca. 5 bis 12% gegeben. Der Reaktionsablauf wird so stark vermindert, daß z. B. die Ausbildung von Rostknollen völlig unterdrückt wird und der freie Leitungsquerschnitt über die Betriebszeit voll erhalten bleibt.

Eine abgebundene Zementmörtelschicht ist auch bei sehr dichter Struktur nicht völlig undurchlässig für

Wasser. Während des Betriebes der Leitungen löst nun das an der Mörteloberfläche vorbeifließende und in geringen Mengen auch eindiffundierende Wasser die Calciumverbindungen des Zementes langsam heraus. Diese Reaktion erstreckt sich zunächst in erster Linie auf das in den Porenräumen befindliche Kalkhydrat und die ziemlich reaktionsfähige sog. C_3A -Phase (Tricalciumaluminat = $3 CaO \times Al_2O_3$), greift aber mit der Zeit auch auf die anderen Verbindungen, wie z. B. Calciumsilikate usw. über.

Selbst wenn im Verlauf von Jahrzehnten der gesamte Kalkanteil des Zementes herausgelöst wird, erfolgt dies ohne Beeinträchtigung des Verbandes der Auskleidung, da die Reaktionen langsam ablaufen und in den „Mikroporen“ gleichzeitig Umlagerungsprodukte aus volumenmäßig größeren Teilchen (Hydroxyde des Siliziums, Eisens und Aluminiums) entstehen, die zu

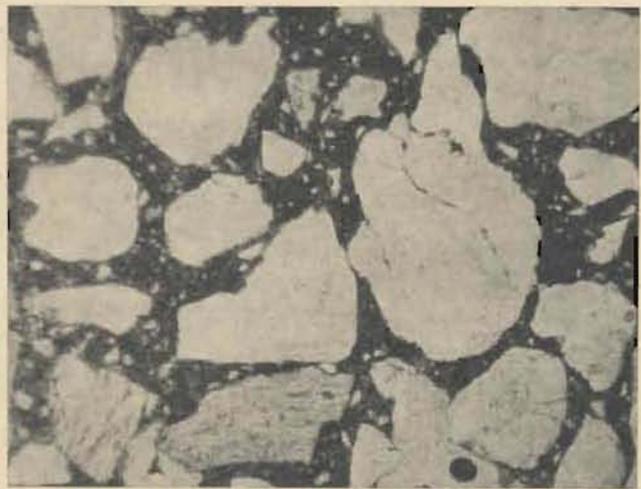


Bild 2: Gefüge der Zementmörtelauskleidung (V = 50:1), helle Flächen = Sandkörner, dunkle Flächen = Zement.

einer Verkittung führen. Als Folgeerscheinung tritt mit zunehmender Betriebszeit der Leitung eine fortschreitende Reaktionserschwerung ein.

Das bis zur Gußrohrwandung hindurchdiffundierende Wasser reagiert auf Grund der durchlaufenen Reaktion alkalisch und ruft unter Einfluß des gleichzeitig anwesenden Sauerstoffs eine Ausfällung der an den Grenzflächen vorhandenen Eisenionen als Eisen(III)-Hydroxyd hervor. Die Folge ist eine vollständige Verzahnung der Gußrohrwandung mit der Zementmörtelschicht im Laufe der Jahre über eine Tiefe von 0,05 bis 0,08 mm.

Gußrohre mit Zementmörtelauskleidung werden heute zum Transport aggressiver Roh-, Brauch- und Trinkwässer in großem Umfang und mit gutem Erfolg eingesetzt. Von ihrem Einsatz ist lediglich in einigen wenigen Ausnahmefällen abzusehen. Zu diesen Ausnahmefällen zählen in erster Linie Wässer, die

- a) sehr weich sind und eine Karbonathärte unter $0,5^{\circ}$ dH besitzen. Diese Wässer enthalten nur sehr

wenig gelöste Bestandteile und lösen daher sehr begerig die Calciumverbindungen des Zementes

b) größere Mengen an freien Säuren anorganischer oder organischer Natur enthalten, so z. B. mehr als 60 mg/l kalkaggressive Kohlensäure

c) größere Mengen an Sulfaten enthalten, wobei aber im Bedarfsfall auf Spezialzemente mit erhöhtem Sulfatwiderstand ausgewichen werden kann. Der Grenzwert für den Übergang auf Spezialzemente ist nicht eindeutig festgelegt, da hierbei noch andere Einflußgrößen, wie z. B. die Wassergeschwindigkeit, zu berücksichtigen sind. In erster Näherung kann der Richtwert von 300 mg/l Sulfat genannt werden,

d) erhöhte Mengen an Sulfiden, Magnesiumsalzen oder Ammoniumsalzen aufweisen. Derartige Wässer treten relativ selten auf und müssen dann von Fall zu Fall beurteilt werden.

Sofern vermutet wird, daß das zu fördernde Wasser den unter Punkt a—d aufgeführten Ausnahmefällen in etwa entspricht, muß an Hand einer möglichst umfassenden Wasseranalyse und den im Schrifttum vorhandenen Auswertrichtlinien [13, 14] entschieden werden, ob mit einem ungünstigen Angriff auf die Zementmörtelauskleidung zu rechnen ist oder nicht.

Außer den bereits genannten Einsatzgebieten ist die Verwendung von zementmörtelausgeschleuderten Gußrohren auch für Meerwasser und in den meisten Fällen für häusliche Abwässer möglich. Bei Meerwasser ist infolge seines hohen Sulfat- und Magnesiumgehaltes (2,5 bzw. 1,3 g/l) der Einsatz von Spezialzementen mit erhöhtem Sulfatwiderstand angebracht.

In den USA werden heute ca. 80% aller Wasserleitungsrohre mit einer Zementmörtelauskleidung geliefert. Dieser Prozentsatz spricht für den hohen Gebrauchswert der Schutzart. In Deutschland erstrecken sich die Erfahrungen an Gußrohren mit Zementmörtelauskleidung über nahezu 3 Jahrzehnte. Aus einer Reihe von Erfahrungsbeispielen sei das nachfolgende Untersuchungsergebnis mitgeteilt:

In einer Betriebsleitung (NW 100) mit weichem Wasser von ca. 3° dH Karbonathärte und ca. 20 mg/l kalkaggressiver Kohlensäure waren zementausgekleidete Gußrohre über 20 Jahre zusammen mit tauchgeteerten Gußrohren eingebaut. Nach Abschluß des Versuchszeitraumes waren in den tauchgeteerten Rohren Rostknollen bis zu 15 mm Stärke vorhanden, während die Zementmörtelauskleidung jegliche Inkrustierung unterdrückt und sich trotz einer Herauslösung von ca. 50% des Kalkgehaltes absolut einwandfrei verhalten hatte.

Zusammenfassung:

Die erdverlegten gußeisernen Druckrohre sind außenseitig den Angriffen des umgebenden Erdreiches und auf der Innenseite den Einwirkungen des durchfließenden Stoffes ausgesetzt. Der erforderliche Rohrschutz sollte im Interesse einer langen Nutzungsdauer

sorgfältig ausgewählt werden, wobei im Zweifelsfall eine Untersuchung der korrosionschemischen Bedingungen ratsam ist.

Bei den Schutzüberzügen für die Rohraußenseite sind in 80—90% der Fälle dünne Teerüberzüge von rd. 0,1 mm Schichtdicke auf Grund des guten Korrosionswiderstandes gußeiserner Rohre ausreichend. In stärker aggressiven Böden sind dagegen verstärkte Überzüge in verschiedenen Ausführungsformen notwendig.

Auf der Rohrinneinnenseite ist der Tauchteerüberzug ebenfalls vielfach ausreichend, für aggressive Wässer werden Auskleidungen, vorzugsweise aus Zementmörtel, empfohlen.

Schrifttum:

- [1] Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung (Ringbuch), Verlag Chemie, Weinheim, 1960
- [2] **K. Höll:** Untersuchung, Beurteilung und Aufbereitung von Wasser, Verlag W. de Gruyter, Berlin, 1960
- [3] DIN 50 930 (Vornorm Jan. 1966): Beurteilung des korrosionschemischen Verhaltens kalter Wässer gegenüber unverzinkten und verzinkten Eisenwerkstoffen
- [4] DIN 50 931 (Entwurf Dez. 1960): Beurteilung des korrosionschemischen Verhaltens warmer Wässer gegenüber unverzinkten und verzinkten Eisenwerkstoffen
- [5] **H. Steinrath:** Die chemische Untersuchung der Böden zur Beurteilung ihres korrosionschemischen Verhaltens, GWF 101 (1960) S. 145/49
- [6] **H. Steinrath:** Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Aggressivität von Böden, zu beziehen über DVGW, Frankfurt
- [7] **H. Steinrath:** Über die Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Eisen und Stahl im Erdboden, GWF 106 (1965) S. 1361/65
- [8] **H. Klas:** Stahlrohrumhüllungen und -Auskleidungen mit bituminösen Massen, GWF 104 (1963) S. 725/29
- [9] **C. Tiedge:** Rohrleitungsschutz mit Steinkohlenteerpech, Z. Straßenbau und Bautenschutz mit Steinkohlenteer, VFT-Sonderheft Juli 1962, S. 13/23
- [10] DIN 28 500 (Oktober 1961): Gußeiserne Druckrohre und Formstücke, Technische Lieferbedingungen
- [11] **K. Scholz und W.-D. Gras:** GWF, demnächst
- [12] **E. F. Wagner:** J. AWWA 1964, Märzheft, S. 361/68
- [13] DIN 4030 (Sept. 1954): Beton in betonschädlichen Wässern und Böden
- [14] **J. Bonzel:** Beurteilungsgrundsätze und technolog. Maßnahmen für Beton in angreifenden Wässern, Betonstein-Zeitung, 1963, S. 633/36

bauen für das 21. Jahrhundert

Hatte Kolumbus Phantasie?

Warum Rohrleitungs-Projekte für morgen
so realistisch und phantastisch zugleich sind.

Wenn Kolumbus 400 Jahre hätte vorausdenken sollen - er hätte weniger Phantasie gebraucht als wir, wenn es nur um 40 Zukunftsjahre geht. Jahr-

hunderte lang hat sich die Welt technisch kaum verändert. Doch in unserem Zeitalter geht es atemberaubend schnell. Wir müssen unsere ganze Phantasie darauf verwenden, um nur wenige Jahrzehnte vorauszuahnen, voranzuplanen. Nicht im kühnsten Traum hätte Kolumbus geglaubt, daß der gleiche Atlantik, für den er 1492 mit seinen Caravellen 70 Tage brauchte, einmal von düsengetriebenen Riesenvögeln in 7 Stunden überquert würde. Und wie wird es im Jahre 2000 sein? Für dieses Jahr 2000 - und für



das ganze 21. Jahrhundert muß jeder vorausdenken, der heute Rohrleitungen - vor allem für Wasser, aber auch für Gas und andere Medien - plant. Wir

können nur erahnen, wie die Welt von morgen sein wird. Was wir ganz bestimmt wissen: Daß enorm viel Wasser gebraucht werden wird, daß große Verantwortung in unserer Hand liegt.

Rohre für das 21. Jahrhundert müssen mit größter Sorgfalt ausgewählt* werden. Das sind wir unseren Nachfolgern schuldig.

*Auswählen heißt: Von den gebotenen Möglichkeiten das Richtige treffen. Wir meinen, nicht der Anschaffungspreis, sondern die Wirtschaftlichkeit auf Dauer entscheidet.

GUSSROHRE VON HEUTE

FACHGEMEINSCHAFT GUSSEISERNE

fgr

SICHERHEIT FÜR MORGEN

ROHRE 5 KOLN 18, SCHLISSFACH 37