

Frank Hennig und Wolfgang Schacht, Leipzig<sup>1</sup>

## Sechs Jahre erfolgreiche Praxis bei der Innenabdichtung alter Gußrohrleitungen in den Energieversorgungsbetrieben der DDR

### 1. Einleitung

Die Umstellung der Gasverteilungsnetze von eigenerzeugtem, feuchtem und aromatenhaltigem Stadtgas auf trockenes, aromatenfreies Fern- und Erdgas bewirkt das Austrocknen der Dichtungsmaterialien in den Muffen und Anbohrschellen der Gußrohrleitungen. Die Folge sind Gasausströmungen, die die Bevölkerung gefährden und hohe ökonomische Verluste verursachen.

Untersuchungen haben ergeben, daß die Austrocknungserscheinungen bereits 3 bis 4 Monate nach der Umstellung ein sprunghaftes Ansteigen der Undichtheiten bewirken.

### 2. Entscheidung über eine Abdichtmethode

Eine wirkungsvolle Methode für die Beseitigung der Undichtheiten wäre die generelle Auswechslung der Gußrohrleitungen gegen Stahl- oder PVC-Leitungen. Die teilweise schon 100 Jahre alten Gußrohrleitungen sind aber materialmäßig noch in einem sehr guten Zustand. Außerdem weisen die Ergebnisse der maschinellen Rohrnetzrechnung aus, daß etwa 70 % der bestehenden Gußrohrleitungen für die Verteilung des künftig zu erwartenden Gasbedarfs ausreichend dimensioniert sind. Für die Auswechslung aller Gußrohrleitungen wäre ein Aufwand an Kosten und Arbeitszeit notwendig, der in den nächsten zehn Jahren und darüber hinaus aus volkswirtschaftlichen Gründen nicht vertretbar ist.

Das Störungsgeschehen nach der Umstellung des Ortsnetzes Cottbus auf trockenes Ferngas aus dem Kombinat „Schwarze Pumpe“ war Veranlassung, im Brennstoffinstitut Freiberg – Forschungsbereich Leipzig – mit hoher Intensität Verfahren zu entwickeln, mit denen die undichten Gußrohrleitungen vollständig und dauerhaft abgedichtet werden können. Es waren Methoden zu finden, mit denen unter geringem Aufwand an Straßen- und Tiefbaukapazität durch einmalige Behandlung eine wirkungsvolle und dauerhafte Abdichtung erzielt wird. Dabei wurde auf Verfahren orientiert, mit denen die Undichtheiten vom Inneren der Leitung her beseitigt werden können.

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Frank Hennig und Dipl.-Ing. Wolfgang Schacht, Brennstoffinstitut Freiberg, Forschungsbereich Leipzig

### 2.1. Verfahren für das Abdichten von Leitungen $\leq$ NW 250

Bei diesem bereits in der Zeitschrift „Energietechnik“ 21 (1971) 4 ausführlich beschriebenen Verfahren wird ein Leitungsabschnitt von 100 bis 200 m Länge aus dem Netz getrennt und nach Reinigung einschließlich der eingebundenen Hausanschlußleitungen vollständig mit einem Dichtstoff gefüllt.

Anschließend wird der Dichtstoff unter Druck in sämtliche Risse und Hohlräume gepreßt. Nach dem Ablassen des in der Leitung verbliebenen Dichtstoffes, einer kurzen Trockenzeit und einer Druckprobe wird der Leitungsabschnitt wieder in das Netz eingebunden.

### 2.2. Verfahren für das Abdichten von Leitungen NW 300 bis 600

Die Anwendung der Technologie der Abdichtung von Leitungen der  $\leq$  NW 250 auf Leitungen großer Durchmesser erfordert entweder die Bereitstellung großer Dichtstoffmengen oder die Möglichkeit der Abdichtung nur sehr kurzer Leitungsabschnitte. Für die Abdichtung eines Leitungsabschnittes NW 600 von 100 m Länge ist ein Behälterfahrzeug mit einem Fassungsvermögen von etwa 28 m<sup>3</sup> notwendig.

Derartige Fahrzeuge sind z. Z. in den Energieversorgungsbetrieben nicht vorhanden.

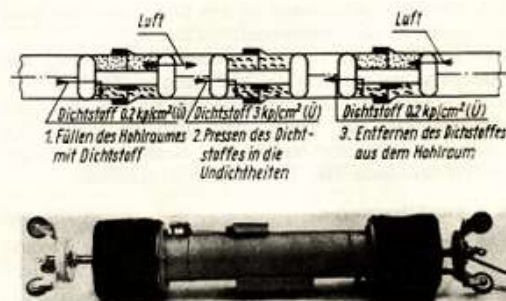


Bild 1. Dichtmehl mit Prinzipskizze für das Abdichten von Leitungen Nennweite  $\geq$  300

Als Alternative zu dem vollständigen Füllen der Leitungen mit Dichtstoff wurde am Brennstoffinstitut Freiberg ein neues Verfahren entwickelt.

Ein sogenannter „Dichtmolch“ (Bild 1) wird mit Hilfe eines Ortungsgerätes (elektromagnetisches Ortungsgerät oder Fernsehkamera) an die Muffe herangefahren. Durch Aufblasen der an seinen beiden Enden befindlichen Manschetten wird ein kleiner Bereich beiderseits der Muffenverbindung von der übrigen Leitung abgetrennt. In diesen Hohlraum wird bei gleichzeitigem Ausblasen der darin befindlichen Luft der Dichtstoff eingefüllt und unter Druck gesetzt. Dabei dringt der Dichtstoff in die Hohlräume der Muffenpackung ein und dichtet diese ab. Nach der Abdrückzeit wird der Dichtstoff aus dem Hohlraum entfernt und der Dichtmolch zur nächsten Muffenverbindung gefahren.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß bei geringem Aufwand an Investitionen und an Dichtstoff eine sichere Abdichtung erreicht wird. Ein Dichtmolch kostet etwa 2 000,- M. Ein Dichtstoffvorrat von maximal 400 l ist ausreichend.

Nachteilig ist die lange Behandlungszeit (Außerbetriebnahme) für jeden Streckenabschnitt. Für das Abdichten einer Muffe muß mit einem Zeitaufwand von durchschnittlich 1,5 Stunden gerechnet werden. Für die Bedienung der Geräte sind 3 Monteure notwendig.

An der Rationalisierung des Verfahrens für die Abdichtung dieser Rohrleitungen wird gearbeitet.

### 2.3. Verfahren für das Abdichten von Leitungen $\geq$ NW 700

Leitungen mit Durchmessern  $\geq$  700 mm können von Monteuren befahren werden. Deshalb ist eine Abdichtung vom Inneren der Leitungen her besonders günstig. Im Brennstoffinstitut Freiberg wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem diese Leitungen durch Anlegen von Innendichtschellen schnell und sicher abgedichtet werden können.

Die Innendichtschelle besteht aus einem speziellen Dichtungsband, das mittels einer Schelle aus Federbandstahl am Muffenspalt fixiert wird. Über ein Spannschloß wird die Schelle so gespannt, daß das Dichtungsband fest an die Rohrwand gepreßt wird. Die eingebaute Innendichtschelle wird abschließend durch ein Beschichtungsmittel versiegelt (Bild 2).

Zwei Monteure benötigen für das Anlegen einer Dichtschelle einschließlich aller Nebenarbeiten etwa 25 min. Nach diesem Verfahren wurde im Jahre 1972 eine Leitung NW 900 von etwa 30 m Länge im Gasverteilungsnetz der GV Berlin erfolgreich abgedichtet. Eine weitere Anwendung ist im Jahre 1974 vorgesehen. Die bisher in der Praxis gewonnenen Erfahrungen erlauben noch keine Verallgemeinerung.

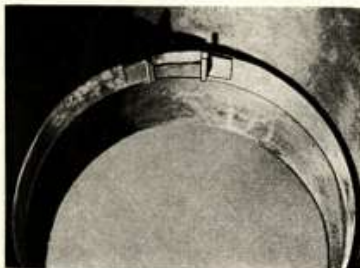
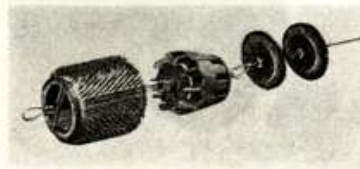


Bild 2. In einem Rohr NW 800 eingebaute Dichtschelle (links)

Bild 3. Schabende Rohrreinigungsgeräte (rechts)



### 3. Reinigung der Leitungen

Im Zuge der Abdichtungsarbeiten ist es günstig, die Leitungen zu reinigen, weil der zu behandelnde Leitungsabschnitt aus dem Netz getrennt wird.

Der Schmutz in Leitungen, in denen trockenes Gas transportiert wird, ist weitgehend ausgetrocknet und läßt sich meist schon mit schabenden Geräten (Bild 3) leicht von der Rohrwand lösen und mit Rohrschrappern (Bild 4) aus der Leitung entfernen. Die Reinigung von Leitungen, in denen feuchtes Stadtgas gefördert wird, ist wesentlich schwieriger, weil durch die öligen und schmierenden Bestandteile in den Ablagerungen die Wirkung der bisher bekannten Reinigungsgeräte stark vermindert werden.

Während der Entwicklung der Abdichtungsverfahren wurden im Brennstoffinstitut Freiberg auch verschiedene Rohrreinigungsgeräte getestet oder selbst entwickelt.

Ausgehend von den in der DDR geltenden gesetzlichen Bestimmungen über die zulässige Verschmutzung von Wasser und Luft wurde auf die Verwendung von Druckluft oder Wasser für die Rohrreinigung verzichtet.

Fest an der Rohrwand haftende Verschmutzungen werden durch rotierende Geräte, die mit gehärteten Schlagrädchen ausgerüstet sind, gelöst und anschließend mit Rohrschrappern aus der Leitung entfernt (Bild 5).

Für das Beseitigen von feinem, staubförmigem Schmutz wird ein Rohrstaubsauger eingesetzt (Bild 6).

Zur abschließenden Begutachtung des Effektes der Rohrreinigung und zur Kontrolle der Rohrinnenwände wurde eine Rohrfernsehkamera entwickelt (Bild 7) (siehe dazu Erläuterungen auf S. 421).

Die Hausanschlußleitungen werden mit rotierenden Reinigungsköpfen, die über eine biegsame Welle angetrieben werden, gereinigt (Bild 8).

### 4. Bisherige Erfahrungen mit den Verfahren der Innenabdichtung

Die guten Erfolge in den Energieversorgungsbetrieben Dresden, Karl-Marx-Stadt und Leipzig haben dazu beigetragen, daß die Verfahren in allen Energieversorgungsbetrieben schrittweise Anwendung gefunden haben.

Bis zum August des Jahres 1974 sind in der DDR etwa 400 km Gußrohrleitungen von innen abgedichtet worden. In den kommenden Jahren werden weitere etwa 150 km/a Gußrohrleitungen saniert. In einigen Energieversorgungsbetrieben wurden für den Bezirksbetrieb zentrale Brigaden gebildet, die ausschließlich mit Abdichtungsarbeiten beauftragt sind. Diese Organisation hat die Effektivität bei der Anwendung des Verfahrens erhöht.

Die anfänglich geäußerten Bedenken über die Dichtheit der behandelten Gußrohrleitungen über mehrere Jahrzehnte können jetzt durch die bereits sechsjährige Erfahrung weitgehend widerlegt werden.

Leitungen, bei denen stündliche Gasverluste vom dreifachen Leitungsinhalt festgestellt wurden, sind jetzt –

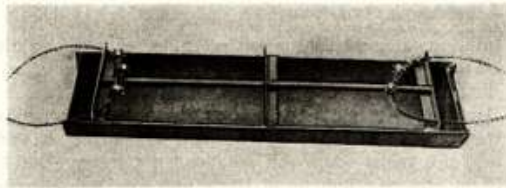


Bild 4. Rohrschraper

fünf Jahre nach der Abdichtung – noch völlig dicht. Es ist bis jetzt kein Fall bekannt, daß Muffen oder Anbohrschellen in sachgemäß abgedichteten Leitungen wieder undicht geworden sind. Auf Grund der in Gasleitungen herrschenden Atmosphäre ist auch auf lange Sicht keine Alterung des Dichtstoffes und als dessen Folge ein Undichtwerden der behandelten Leitungen zu erwarten.

Von besonderer Bedeutung ist es, daß die abgerichteten Leitungen einen höheren Gebrauchswert haben. So werden beispielsweise gegenwärtig einige Kilometer abgedichteter Gußrohrleitungen – der Betriebsdruck betrug vor der Abdichtung 80 bis 150 mm WS (Ü) – mit etwa 3 000 mm WS (Ü) störungsfrei betrieben.

Bereits während der Entwicklung des Verfahrens wurden in Werkstattuntersuchungen eine Vielzahl von Einzelmuffen vor und nach der Abdichtung untersucht. Selbst bei einer Druckbelastung von 10 kp/cm<sup>2</sup> (Ü) waren alle Muffen, an denen vor der Behandlung starke Undichtheiten nachgewiesen wurden, nach der Abdichtung über Zeiträume von mehreren Monaten noch vollständig dicht.

Ein etwa 120 m langer Rohrleitungsabschnitt wurde nach der Abdichtung mit einem Überdruck von 6 kp/cm<sup>2</sup> über einen Zeitraum von 24 h geprüft. Undichtheiten konnten nicht festgestellt werden.

Die Gebrauchswertsteigerung ist besonders im Hinblick auf die für die künftige Verteilung von Erdgas notwendige Druckerhöhung in den Niederdrucknetzen und einer eventuell in Zukunft notwendigen Druckerhöhung zur Steigerung der Transportkapazität der Leitungen von Bedeutung.

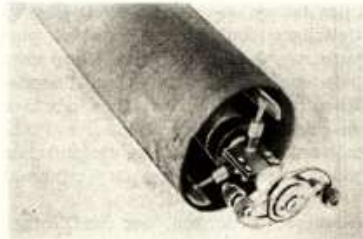


Bild 5. Rotierendes Reinigungsgerät (oben)

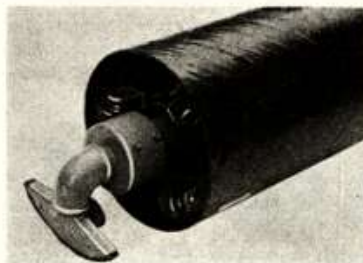


Bild 6. Rohrstaubsauger für das Entfernen von Reststaub (links)

Bild 8. Fräsköpfe für das Reinigen von Hausanschlussleitungen (rechts)

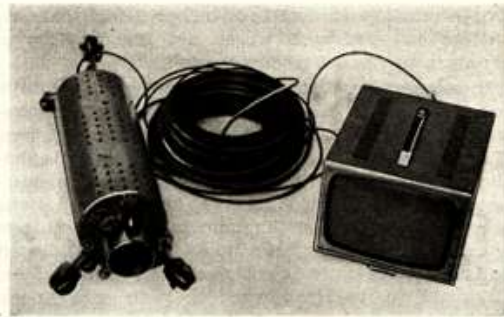


Bild 7. Rohrfernsehkamera mit Monitor und Übertragungskabel

Aus der Praxis konnten außerdem neue Erkenntnisse für die Verbesserung der Verfahrenstechnologie abgeleitet werden. So hat sich beispielsweise gezeigt, daß der Dichtstoff in Leitungen, deren Muffenpackungen in einem guten Zustand sind, längere Zeit unter Druck gesetzt werden muß als in Leitungen mit zerstörten Dichtstrichen. Technologisch günstig ist es, wenn die Abdruckzeit in die Arbeitspause zwischen Schichtende und Schichtbeginn gelegt wird. Der Druck im Leitungsabschnitt muß in dieser Zeit über einen Ausgleichsbehälter (Druckluftflasche mit Druckminderventilen) konstant gehalten werden.

Es hat sich herausgestellt, daß das Einfüllen und Entleeren des Dichtstoffes durch Über- oder Unterdruck, der durch einen auf dem Behälterfahrzeug installierten Kompressor erzeugt werden kann, gegenüber der Verwendung von Förderpumpen wesentlich vereinfacht wird. Dadurch entfallen die Reinigungsarbeiten der Förderpumpe nach jedem Einsatz.

Ein gereinigter Leitungsabschnitt kann an einem Arbeitstag von 2 Arbeitskräften abgedichtet werden. Neben dem Füllen und Entleeren der Leitung müssen diese 2 Arbeitskräfte die Druckprobe vor und nach der Behandlung durchführen. Die Druckprobe vor der Behandlung dient der Feststellung von Rohrschäden, die durch die Innenabdichtung nicht beseitigt werden können und deshalb vor dem Abdichten der Leitung zu reparieren sind. Außerdem gibt diese Prüfung Aufschluß über den technischen Zustand und über die Höhe der Gasverluste in dem abzudichtenden Leitungsabschnitt.

Es hat sich bestätigt, daß der Dichtstoff bei vorschriftsmäßiger Behandlung unbegrenzt einsetzbar ist. Die Möglichkeit der mehrmaligen Anwendung ist von großer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Obwohl in der ursprünglichen Technologie festgelegt war, das Verfahren nur bei Temperaturen  $\geq 5^\circ\text{C}$  anzuwenden, weil der Dichtstoff bei niedrigeren Tempe-

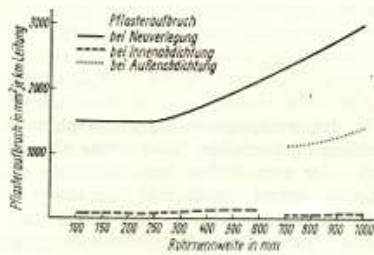
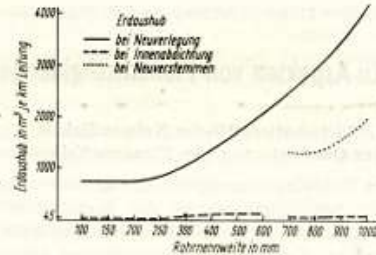


Bild 9. Vergleich des Aufwandes für Straßenbauarbeiten bei Neuverlegung, Innen- und Außenabdichtung (links)

Bild 10. Vergleich des Aufwandes für Erdarbeiten bei Neuverlegung, Innen- und Außenabdichtung (rechts)



peraturen reversibel koagulierte, gibt es bereits erste Ansätze für die Entwicklung einer Technologie für die Abdichtung bei Minustemperaturen.

Die Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit der Innenabdichtung veranlassen die Energieversorgungsbetriebe, in zunehmendem Maße die korrosionsbeständigen, aber undichten Gußrohrleitungen von innen abzudichten und nicht gegen PVC- oder Stahlrohrleitungen auszuwechseln. Dadurch können Arbeitskräfte und Investitionsmittel verstärkt für die Auswechslung zu gering dimensionierter Leitungen oder für den Leitungsneubau eingesetzt werden.

### 5. Ökonomie

Bereits nach den ersten Abdichtmaßnahmen in der Praxis wurden gegenüber einer Leitungsneuverlegung Arbeitszeit- und Kosteneinsparungen von etwa 85 % ermittelt. Diese Einsparungen konnten in einigen Energieversorgungsbetrieben, insbesondere im VEB Energieversorgung Karl-Marx-Stadt, teilweise noch überboten werden. Von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung sind die Materialeinsparungen und die Einsparung an Straßen- und Tiefbaukapazität. Es können etwa 95 % des Kosten- und Arbeitsaufwandes an Straßen- und Tiefbaukapazität eingespart werden.

Die Aufwendungen für die Innenabdichtung und die Leitungsneuverlegung sind in den Bildern 9, 10 und 11 dargestellt. Für Leitungen  $\geq$  NW 700 wurden auch die Aufwendungen bei Außenabdichtung (Neuerstemmen) dargestellt, weil ein Teil dieser Hauptversorgungsleitungen für die Innenabdichtung nicht außer Betrieb genommen werden kann.

Die Innenabdichtung von Gußrohrleitungen ist ein Verfahren, das über lange Zeiträume wirksam ist. Es sollte deshalb aus wirtschaftlichen Gründen vor allem dort angewendet werden, wo eine Auswechslung der Leitung zur Dimensionsverstärkung oder aus anderen Gründen in den nächsten Jahren nicht notwendig ist.

### 6. Zusammenfassung

Im Brennstoffinstitut Freiberg wurden in enger Zusammenarbeit mit den Energieversorgungsbetrieben in den vergangenen Jahren drei Verfahren für die Innenabdichtung alter Gußrohrleitungen und verschiedene Rohrreinigungsgeräte entwickelt. Mit den Verfahren

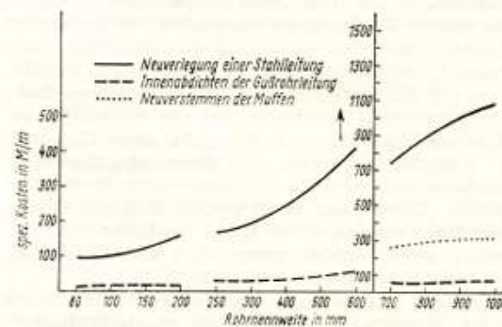


Bild 11. Vergleich des Kostenaufwandes für Neuverlegung, Innen- und Außenabdichtung

werden die Undichtheiten vollständig beseitigt. Im Jahre 1968 wurden die ersten Leitungen erfolgreich abgedichtet. Undichtheiten wurden an diesen Leitungen bisher nicht festgestellt. In den Energieversorgungsbetrieben der DDR wurden bis zum August des Jahres 1974 etwa 400 km Gußrohrleitungen abgedichtet. Nach der Abdichtung können die Leitungen mit höherem Druck als vor der Abdichtung betrieben werden. Das ist besonders hinsichtlich der künftigen Verteilung von Erdgas wichtig.

Bei Anwendung der Verfahren können gegenüber der Neuverlegung von Leitungen etwa 85 % der Kosten und Arbeitszeit eingespart werden.

In Zukunft wird an der weiteren Rationalisierung der Verfahren gearbeitet. Ziel der künftigen Arbeiten ist die Schaffung von Möglichkeiten für die Anwendung der Verfahren auch in Wintermonaten, die Vereinfachung der Einbindungsarbeiten der Rohrleitung und die Verbesserung der Rohrreinigung.

Auf Grund der hohen technischen und ökonomischen Effektivität der Verfahren werden sie in den kommenden Jahren noch eine weitaus größere Bedeutung bei der Sanierung der örtlichen Gasnetze erlangen als bisher.

Manuskripteingang am 22. 1. 1974

ENA 8002