

Untersuchung von faserarmierten Zement- und Zementmörtel-Umhüllungen als Außenschutz für erdverlegte duktile Gußrohre

Dr. G. Heim, Hilden

Die zum Außenschutz von erdverlegten duktilen Gußrohre entwickelten FZ- bzw. FZM-Umhüllungen wurden hinsichtlich ihrer technologischen und korrosionschemischen Eigenschaften im Auftrag der deutschen Gußrohrwerke untersucht. Im Berichtsheft für die GAT sind die wichtigsten Untersuchungsergebnisse dargestellt. Aufgrund dieser Ergebnisse konnten Hinweise für die weitere Entwicklung dieser Umhüllungsart gegeben werden.

Die in Tabelle 1, S. 202, zusammengefaßten technologischen Eigenschaften lassen den Einfluß der Hydratation des Zementmörtels erkennen. Bei unvollständiger Hydratation sind die Druckfestigkeiten zu gering und die Porosität zu groß.

Die unter sehr scharfen Bedingungen durchgeführten Freilagerungsversuche zeigen eine gute Beständigkeit. Die Haftfestigkeitsprüfung ergab im allgemeinen befriedigende Werte mit der Einschränkung, daß hierbei stellenweise eine ungenügende Haftung ermittelt wurde.

Beim Studium des Verhaltens der Umhüllung bei Einwirkung kalkaggressiver Kohlensäure ergaben sich erste Hinweise auf die Notwendigkeit der Versiegelung der Umhüllungen, da ohne Versiegelung Angrifferscheinungen deutlich zu erkennen waren. In den Versuchen zur Feststellung

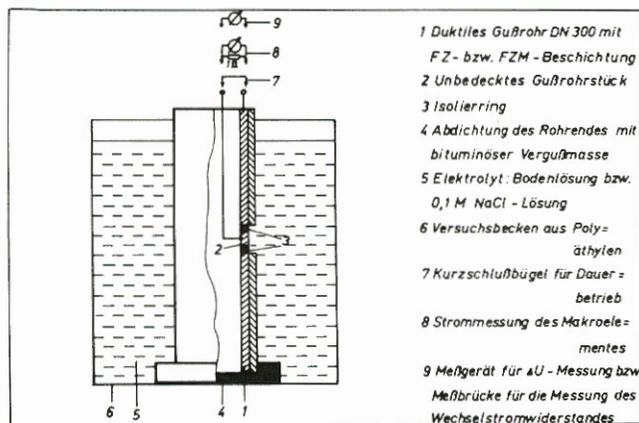


Bild 1: Versuchsanordnung

des elektrochemischen Verhaltens (Makroelement-Bildung) konnte die Notwendigkeit der Versiegelung nachdrücklich bestätigt werden.

Mit der Bildung von Makroelementen ist dann zu rechnen, wenn die FZ- bzw. FZM-Umhüllung trotz ihrer ausgesprochen hohen mechanischen Widerstandsfähigkeit bei außergewöhnlich hohen mechanischen Beanspruchungen verletzt wird. Mit der in Bild 1 gezeigten Versuchsanordnung wurden die in Tabelle 3 S. 208 aufgeführten Eindringraten aus den Strom-Zeit-Kurven ermittelt. Nach Versuchsende konnten sowohl die Eindringraten aus der Dickenabnahme der unbedeckten Gußrohrstücke als auch die Chloridgehalte in den Umhüllungsschichten festgestellt werden. Aus sämtlichen Versuchswerten konnte der wichtige Schluß gezogen werden, daß ohne Versiegelung sehr hohe Korrosionsangriffe durch die Mikroelement-Tätigkeit an den unbedeckten Fehlstellenflächen auftreten. Durch eine gute Versiegelung muß die Sauerstoffzufuhr zu den Gußrohroberflächen soweit gehemmt werden, daß keine großflächigen Kathoden – und damit keine Makroelemente mehr – wirksam sein können. Wenn diese Bedingung erfüllt wird, so besteht – auch in den seltenen Fällen der mechanischen Verletzung der FZ- bzw. FZM-Schichten keine Korrosionsgefahr.

Bei Beachtung und Realisierung der aus den Untersuchungsergebnissen gewonnenen Erkenntnisse möchte ich die FZ- bzw. FZM-Umhüllung als einen sehr guten Außenschutz für erdverlegte duktile Gußrohre bezeichnen.

Diskussionsleiter Dr. Berge, Stuttgart

Vielen Dank, Herr Dr. Heim. Bitte, Herr Dr. Kottmann, setzen Sie dann gleich das Thema fort.

Erfahrungen bei der Herstellung und Verlegung von Rohren mit Rohrumhüllungen aus Zementmörtel

Dr. A. Kottmann, Stuttgart

Meine Herren, ich setze voraus, daß Sie die schriftliche Ausarbeitung gelesen haben und möchte mich auf die Vorführung einiger Dias und wenige Schwerpunkte meines Themas beschränken.

1. Auftragen des Zement-Glasfaser-Gemischs

Sie sehen im Bild einen Arbeiter, der an der Spritzpistole steht. Das Zement-Glasfaser-Gemisch wird auf das Rohr gespritzt. Aus der Düse kommt Wasser und Zement, aus einem Zerhacker die Glasfaser. Sie fällt auf die Rohroberfläche und wird in die Schicht eingelagert.

2. Abschneiden der Rohre

Wenn die Rohre abgelängt werden, ist es notwendig, am Einsteckende die Zement-Glasfaser-Schicht zu entfernen. Man trennt die Schicht mit einer Eisensäge. Weniger bewährt hat sich die Schleifscheibe, denn ein Arbeiter, der die Schleifscheibe hält, ist immer in Gefahr, in das duktile Gußeisen oder in den Stahl einzuschneiden. Durch Klopfen wird die Schicht entfernt, dann besteht die Möglichkeit, in die Muffe einzufahren.

3. Bewittern der Schnittflächen

Dieses Rohr lag nach dem Zerschneiden zwei Jahre im Freien. Sie erkennen die angerostete Schnittfläche des duktilen Gußeisens; Sie beobachten keinerlei Unterrostung und keinerlei Abplatzung, obwohl dieses Rohr zwei Winter und zwei Sommer bewittert wurde; ein Zeichen, daß der Zementaußenschutz sehr gut vor Unterrostung schützt.

4. Bewitterung dünnster Schichten

Als wir die ersten Rohre in Stuttgart mit Zementmörtel-Glasfaser-Gemisch beschichteten, tauchte sofort die Frage auf, wie die glatten Einsteckenden bearbeitet werden sollen. Wir versuchten, diese Rohrenden mit einem dünnen Gemisch aus Zement, Wasser und Ikoment zu beschichten. Die Haftung war gut, die Enden wurden aber so rauh, daß sie in die Tytonmuffe nicht mehr eingeschoben werden konnten. Wir halfen uns durch Abschleifen der Enden mit Glaspapier und erhielten eine glatte Oberfläche. Dieses Rohrende wurde zu stark geschliffen. Sie sehen einzelne Roststellen. Trotz zweieinhalbjähriger Lagerung war diese im Mittel nur 0,5 mm dicke Schicht in der Lage, einwandfrei zu schützen. Sie beobachten keinerlei Unterrostungen.

5. Haftung nach zwei Jahren Erdverlegung

Diese Rohr wurde vor zwei Jahren in Lehm Boden verlegt. Wir haben es ausgegraben und etwa 10 x 10 cm freigeklopft. Die Haftung des Zementmörtels auf dem Rohr aus duktilem Gußeisen ist gut; unter der Zementmörtelschicht war keinerlei Rost festzustellen.

6. Anbohren von Rohren

Wenn Rohre angebohrt werden, muß in der Gasverteilung der Zementmörtel abgeklopft werden. Zementmörtel ist nicht gasdicht. In der Wasserversorgung genügt es, die Zementmörtelschicht und das Rohr aus duktilem Gußeisen zu durchbohren und eine gummigedichtete Schelle aufzusetzen. Zunächst wird diese Verbindung in der Regel leicht undicht sein. Erstaunlicherweise dichtet sie sich innerhalb von wenigen Tagen selbst.

7. Verformungsverhalten eines Rohres mit äußerer Zementmörtelbeschichtung und Zementmörtelauskleidung

Bei der Ovalisierung dieses Rohrs hat weder die äußere Schicht noch die innere Schicht gelitten. Zementmörtel ist im Elastizitätsbereich etwa zehnmal elastischer als Guß und Stahl. Zusammendrückung und spätere Reckung hinterlassen keine sichtbaren Spuren.

8. Anbohrschellen – Länge der Bügel

Als die ersten Rohre mit Zementmörtel beschichtet wurden, mußten auch die Bügel der Anbohrschellen länger werden. Verschiedene Hersteller liefern Bügel für zementmörtelbeschichtete Rohre. Dieser Bügel ist längenverstellbar. Durch das Herausnehmen eines Gliedes wird er für die ungeschützten Rohre passend durch das Einstecken eines Gliedes für die neuen Rohre.

Ich hoffe, daß ich mit diesen Hinweisen genügend Ansätze für eine Diskussion vermittelt habe. Wir stehen vor einer neuen Technik, die Jahre zuvor unmöglich schien. Sie ist noch nicht zur Perfektion entwickelt, hat aber alle Aussichten, in wenigen Jahren einen wesentlichen Marktanteil zu erringen.

Diskussionsbeiträge

Diskussionsleiter Dr. Berge, Stuttgart

Dann wollen wir uns jetzt der Zementummörtelung zuwenden. Hier müssen wir einmal eine Ausnahme von unserer Regel der strengen zeitlichen Begrenzung machen. Es liegt eine Wortmeldung von Herrn Dr. Gras vor vom Thyssen Schalker Verein, der Sorge hat, daß durch den Vortrag von Herrn Dr. Kottmann andere Rohr-ummüllungen zu stark abgewertet werden. Nun ja, das Bessere ist des Guten Feind. Wir wissen natürlich noch nicht, was das Bessere ist, aber wir wollen hier doch auch fair genug sein und andere Umhüllungen noch zu Wort kommen lassen.

Dr. Gras, Gelsenkirchen

Dem gedruckten Referat von Herrn Dr. Kottmann ist zu entnehmen, daß eine Polyethylen-Umhüllung der duktilen Gußrohre mit einer Schichtdicke von 2 – 3 mm für ihn unter Stuttgarter Aspekten nicht die nach allen Richtungen hin befriedigende Problemlösung beinhaltet hätte. Zur Sicherstellung einer umfassenden Information der hier anwesenden Tagungsteilnehmer möchte ich daher auch die Beweggründe von Thyssen-Schalke Verein für die Einführung der großtechnischen Fertigung Polyethylen-umhüllter Gußrohre erläutern und das Qualitätsniveau dieses hochwertigen Schutzsystems unter Einbeziehung einiger Verlegegesichtspunkte kurz darstellen.

Beweggründe für die neue Schutzart

Leitgedanke von Herrn Dr. Kottmann bei der Suche nach einer außenseitigen Sonderbeschichtung war, daß die anzustrebende Lösung auf bewährten Verfahren aufbauen und möglichst wenig Unsicherheiten beinhalten sollte. Genau die gleichen Überlegungen waren bei Thyssen Schalke Verein das letztlich maßgebendste Entscheidungskriterium für den Übergang von der über 3 Jahrzehnte eingesetzten 3 mm dicken Teersonderpech-Beschichtung auf die Polyethylen-Umhüllung.

Für derartige Entscheidungsfindungen gibt es verschiedene Wege. Ein sehr moderner Weg ist die Durchführung sogenannter Entscheidungsanalysen, wobei dieser Weg allerdings mit einigen nicht zu unterschätzenden Problemen behaftet ist; hier möchte ich Herrn Dr. Kottmann voll beipflichten. Gleichgültig, welcher Weg beschritten wird, sollte man sich immer vor Augen halten, daß den mechanischen Eigenschaften im Hinblick auf die Beanspruchung der Rohre bei Lagerung, Transport und Verlegung heute zweifellos eine wesentlich größere Bedeutung zukommt als in früheren Jahrzehnten, letzten Endes aber Korrosionsschutzüberzüge zur Debatte stehen.

Auf dieser eben genannten Ausgangsbasis wurden bei Thyssen Schalke Verein Risikobetrachtungen ausgeführt, in die schwerpunktmäßig ca. 12 korrosionsschutzseitige und ca. 5 mechanische Kriterien sowie die Wissens- und Referenzbasis über die Langzeitleistungsfähigkeit unter den gegebenen Beanspruchungsbedingungen eingeflossen sind. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung gezielter Kundenwünsche sind wir zu dem in mehreren Stufen erarbeiteten Schluß gekommen, daß eine Polyethylen-Umhüllung die insgesamt bestehenden Anforderungen aus der Rohrleitungspraxis am weitestgehenden abdeckt und die geringsten Unsicherheiten beinhaltet. Es dürfte Einigkeit bestehen, daß es technisch und kostenmäßig unmöglich ist, einen Rohrschutzüberzug zu finden, der jede der vielfältigen Anforderungen in absolut idealer Weise abdeckt. Die Polyethylen-Umhüllung hat sich in der Rohrleitungspraxis sehr gut bewährt, dies ist in den maßgebenden Veröffentlichungen der Fachliteratur nachzulesen.

Produktdarstellung und Verlegehinweis

Nun einige Worte zum Qualitätsniveau der Polyethylen-Umhüllung von duktilen Gußrohren. Diese Umhüllung entspricht bis auf einige wenige gußrohrspezifische Abweichungen den seit 1974 verbindlichen Anforderungen von DIN 30 670. Die in

dieser Vornorm festgelegten Kriterien für die fertige Umhüllung sind in Bild 1 zusammengestellt und dazu die Kennwerte der von Thyssen Schalker Verein gelieferten Polyethylen-Umhüllung sowie zum Vergleich die Werte der Teerpech-Dickbeschichtung aufgeführt.

Die Schichtdicken entsprechen der Normalreihe gemäß DIN 30 670. Die Umhüllung ist funkendicht bei der Porenprüfung mit 25 kV Prüfspannung und besitzt einen um 3 Zehnerpotenzen höheren Umhüllungswiderstand als die Teerpech-Umhüllung. Der Eindruckwiderstand ist gegenüber dem Teerpech um den Faktor 100 höher, wie Sie aus dem anschließend gezeigten Bild noch erkennen werden. Die Schälfestigkeit ist erheblich höher, als bei Teerpech-Umhüllungen und liegt in

	Kenngrößen	Anforderungen n. Arbeitsbl. GW 6 bzw DIN 30 670	
		Teersonderpech	Polyäthylen
Korr-Schutz Eigensch.	Schichtdicke	3mm (min. 2,5mm)	min. 1,8-30mm (DN!)
	porenfrei	bei 20 KV	bei 25KV
	Umhüllungswiderstand	$> 10^5 \text{ Ohm} \cdot \text{m}^2$	$> 10^8 \text{ Ohm} \cdot \text{m}^2$
mechan. Eigenschaften	Eindruckwiderstand	max. 10 mm bei 0,25 N/mm ² u. 25°C	$\leq 0,3 \text{ mm}$ bei 10 N/mm ² u. 25 °C
	Schäl- festigkeit	nur qualitative Prüfung	$\geq 20 \text{ N/cm}$ Streifenbreite
	Reiß- dehnung	keine Festlegung möglich	min. 200 %
	Schlag- beständigkeit	max. 65cm ² Abplatzun- gen bei 1 Schlag (ca 15Nm)	< 2 Funkendurchschläge bei 100 Schlägen (10-15 Nm)

Bild 1: Qualitäts-Anforderungen an Rohrumhüllungen aus Polyethylen bzw. Teersonderpech.

der Mitte zwischen den beiden Ausführungsarten A und B der noch gültigen Vornorm DIN 30 670. Bei den Kennwerten der Schlagbeständigkeit kommt die Leistungsfähigkeit des Polyethylens gleichenfalls zum Ausdruck. Bei gleicher Schlagarbeit dürfen beim Polyethylen bei 100 Schlägen höchstens 1 Funkendurchschlag auftreten, während beim Teersonderpech bereits bei einem einzigen Schlag sichtbare Fehlstellen und Abplatzungen von ca. 8 x 8 cm zulässig sind.

In Bild 2 sind eigene Messungen über die Warmdruckfestigkeit des Teersonderpechs und Polyethylens in Abhängigkeit von der Temperatur und der Druckbelastung gegenübergestellt.

Aus den beiden gezeigten Bildern ist abzuleiten, daß die Polyethylen-Umhüllung die auf Grund eigener Vorstellungen und von Wünschen der Rohrverwender anzustrebende Verbesserung der mechanischen Widerstandsfähigkeit gegenüber der bei hochsommerlichen Temperaturen etwas anfälligen Teerpech-Umhüllung erbracht hat. Hinsichtlich weiterer Einzelheiten sei auf die spezielle Veröffentlichung von W. D. Gras, J. Rammelsberg, J. Weidelt in der Zeitschrift gwf-wasser/abwasser 120 (1979) S. 468/75 verwiesen.

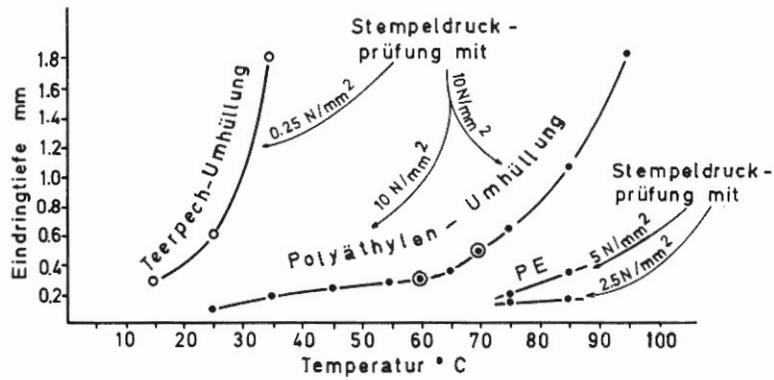


Bild 2: Eindruckfestigkeiten von Umhüllungen aus gefülltem Teerpech und Polyethylen auf duktilen Gußrohren in Abhängigkeit von der Belastung und Temperatur. Die mit • gekennzeichneten Werte sind der Literatur (1) entnommen.

Beim Rohrverbindungsschutz wurde nach einer technisch einwandfreien Lösung gesucht, bei der nach Möglichkeit stoffgleiches Material, unkomplizierte Verarbeitung im Rohrgraben und Nichtbeeinträchtigung der Beweglichkeit der Muffenverbindungen in optimaler Weise zusammentreffen. Wir empfehlen deshalb die Ver-

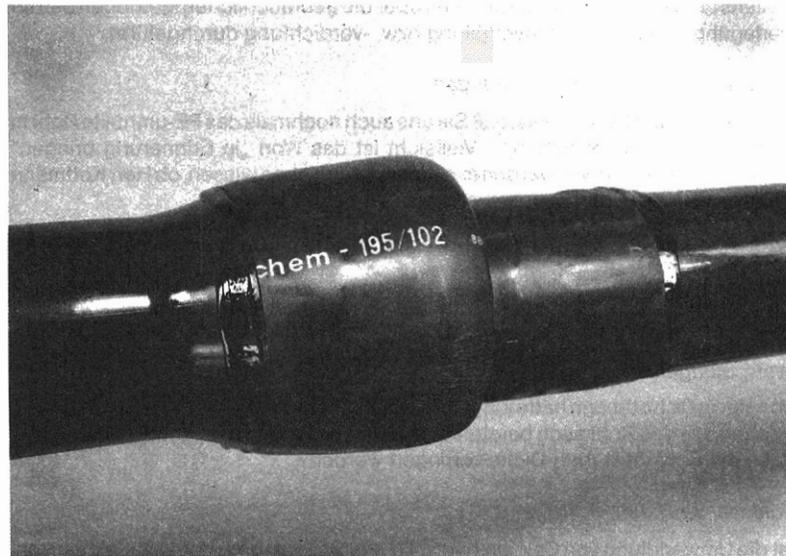


Bild 3: Muffenverbindung DN 100 mit Nachisolation durch einen Schumpfschlauch aus vernetztem Polyethylen.

wendung von Schrumpfschläuchen aus vernetztem Polyethylen. Das Fabrikat erfüllt die Qualitätsanforderungen von DIN 30 672 und besitzt das DVGW-Anerkennungszeichen. Bild 3 zeigt eine derart geschützte Rohrverbindung. Es gibt auch Versorgungsunternehmen, die für den Verbindungsschutz Bindensysteme einsetzen. Hinsichtlich der Verlegung der Rohre gelten die Festlegungen in DIN 19 630 und der speziellen Verlegevorschrift des Lieferwerkes. Beim Kürzen der Rohre läßt sich die Polyethylen-Umhüllung vom neuzuschaffenden Einsteckende gut entfernen, wenn die Umhüllung mit einer weichen Propangasflamme etwas angewärmt wird. Das Setzen von Anbohrschellen kann unabhängig davon, ob das Transportmedium Gas oder Wasser ist, ohne vorheriges Abschälen des Umhüllungsmaterials vorgenommen werden. Der Dichtring sitzt unmittelbar auf der Polyethylen-Umhüllung.

Die Gewichtserhöhung der Rohre der Wanddickenklasse K10 durch die Polyethylen-Umhüllung beträgt – in Absolutwerten ausgedrückt – nur 3 bis max. 4%. Wenn also nach Abschluß der derzeitigen Neubearbeitung von DIN 28 600 und 28 610 Rohre mit geringeren Wanddicke in größerem Umfang als bisher gewünscht werden, so wird die daraus resultierende Gewichtsverminderung nahezu voll für die leichtere manuelle Handhabung der Rohre zum Tragen kommen.

Die mechanische Beanspruchbarkeit des Polyethylens wird den üblichen Anforderungen der Rohrleitungspraxis voll gerecht. Daher ist in den Fachveröffentlichungen nachzulesen, daß Verletzungen nur sehr selten vorkommen. Von diesem Tatbestand konnten wir uns im Zuge einer anfänglichen Betreuung der Verlegung von Polyethylen-geschützten Gußrohren durch werkseigene Ingenieure und Techniker überzeugen. Außerdem wurden gezielte Recherchen bei von uns belieferten Versorgungsunternehmen über die gebräuchlichen Methoden bei der Verlegung und Rohrgrabenverfüllung bzw. -verdichtung durchgeführt.

Diskussionsleiter Dr. Berge, Stuttgart

Schönen Dank, Herr Dr. Gras, daß Sie uns auch nochmals das PE-umhüllte Rohr in Erinnerung gebracht haben. – Vielleicht ist das Wort „in Erinnerung bringen“ schon eine Wertung. Wir werden in einigen Jahren eben wissen, ob Herr Kottmann einen Irrweg der Technik aufgezeigt hat.

Bez, Sindelfingen

Sind alle Fragen im Zusammenhang mit der Alkalibeständigkeit von Glasfasern abschließend geklärt?

Weis, Stuttgart

Von Herrn Dr. Kottmann hätte ich gerne erfahren, ob etwa 5 mm Zementmörtel ausreichen, um das Rohr auch bei stärksten Beanspruchungen zu schützen. Wennja, kann die Schicht in ihrer Dicke verringert werden?

Töniges, Sinsheim

Ist die Umwandlung von Calciumhydroxid und Calciumbikarbonat in Calciumkarbonat, also die Karbonisation, unter dem Einfluß der Luftkohlendioxid bei längerer Lagerung im Freien von Bedeutung für die Korrosionsbeständigkeit von mit FZ oder FZM beschichteten Rohren?

Dr. Kottmann, Stuttgart

Herr Bez fragte nach der Alkalibeständigkeit der Glasfaser. Als wir vor zwei Jahren die ersten Umüllungen herstellten, war uns klar, daß Lauge ein Feind der Glasfaser ist. Wir hätten sehr gern eine Steinwollefaser verwendet, sie war aber zu dem Zeitpunkt nicht auf dem Markt und wird auch heute noch nicht angeboten. Es gibt eine englische Glasfaser, die alkalibeständiger ist als die z. Z. verwendete deutsche Glasfaser. Wir entschieden uns für die deutsche Faser, weil sie leicht zu beschaffen war. Die Überprüfung der Rohre, die bereits zwei Jahre im Boden oder zweieinhalb Jahre im Freien liegen, zeigte, daß die Glasfaser keine sichtbaren Veränderungen aufweist. Ob unter dem Mikroskop nicht sichtbare Veränderungen erfolgt sind, haben wir nicht untersucht. Ich glaube, daß das Problem Glasfaser kein Problem ersten Ranges, sondern ein Problem dritten Ranges ist. Wir haben ihm deshalb keine allzu große Beachtung mehr geschenkt.

Herr Weis fragt, ob etwa 5 mm Dicke für die Zementmörtelbeschichtung allen Beanspruchungen gerecht werden. Wir sind heute der Auffassung, daß 5 mm auch bei härtester Beanspruchung ausreichen, selbst wenn Sie die Rohre in Schotter legen oder wenn Sie Steine darauf werfen. Alle Schlagversuche zeigten, daß die 5 mm dicke Beschichtung nicht durchgeschlagen wird. Die TWS ließen im Laufe dieses Jahres einen Kilometer Stahlrohr DN 200 mit Zementmörtel beschichten. Diese Beschichtung war 2,5 – 4 mm dick. Die Rohre wurden ohne Beanstandung verlegt. Ich bin auf Grund dieses Versuchs der Auffassung, daß wir auch mit einer etwas dünneren Schicht zurechtkommen könnten. In Zukunft wird die Schichtdicke etwas zurückgehen, um Gewicht zu sparen.

Dr. Heim, Hilden

Die Frage der Karbonatisierung muß selbstverständlich beachtet werden. Wenn der Mörtel ganz durchkarbonatisiert ist, geht die hohe Alkalität verloren, die eine Voraussetzung für den Korrosionsschutz darstellt. Ich habe die FZ-Schicht der mir zur Untersuchung angelieferten Rohre hinsichtlich der Karbonatisierung untersucht und hierbei eine vollkommene Durchkarbonatisierung festgestellt. Worauf dieser Befund beruht kann nicht gesagt werden; vielleicht hängt er damit zusammen, daß es sich um FZ-Beschichtungen aus der ersten Produktion handelt. Ich bin aber sicher, daß man auch mit einem Kolloid-Mörtel dichte FZ-Schichten, die nicht vollkommen durchkarbonatisieren, herstellen kann. Mit einer geringen Oberflächenkarbonatisierung bis etwa 1 mm Tiefe muß man immer rechnen. Aber dies hat bei Schichtdicken von 5 mm keinen nachteiligen Einfluß.

Funk, Freiburg

Ich möchte, weil Herr Kottmann nicht darauf eingegangen ist, zu dem, was Herr Dr. Gras sagte, noch erwähnen, daß im Augenblick ja eine Arbeitsgruppe tätig ist, die sowohl die PE- wie auch die FZ- und die FZM-Beschichtung für duktile Rohre bewertet. Während die technologischen und korrosionschemischen Eigenschaften der PE-Umhüllung schon längst bekannt und in DIN 30 670 festgehalten sind, liegen hinreichende Erkenntnisse für die FZ- und FZM-Umhüllung noch nicht vor. Deswegen wurde auch das Büro Dr. Heim beauftragt, sich mit einigen grundsätzlichen Fragen zu beschäftigen. Auch Herr Dr. Kottmann kann aus der Stuttgarter Sicht bereits auf erste Erfahrungen zurückgreifen.

Die FZ- wie auch die FZM-Umhüllung ist in technologischer wie in korrosionschemischer Hinsicht an und für sich ganz gut weggekommen. In beiden Referaten wurde allerdings dem Makroelement bzw. dem Beton/Bodenelement sehr große Beachtung zugemessen. Es wurde festgestellt, daß keine Gefahr besteht, solange keine Fehlstellen auftreten. Treten solche aber auf, dann entstehen elektrische Elemente. Je kleiner die Fehlstelle, desto stärker ist der Stromfluß von der Anode zur größeren alkalischen Umgebung. Bei Versiegelung der Betonumhüllung kommt ein solcher Stromfluß nicht zustande; ohne Versiegelung können solche Fehlstellen zur schnellen Durchrostung führen.

Meine Frage: Sollte man nicht von vornherein auf das glatte Rohr eine Versiegelung aufbringen und dann erst den Betonschutz? Allerdings könnte dadurch die bisher festgestellte gute Haftung zwischen Rohr und Betonmantel verlorengehen.

Sie, Herr Dr. Kottmann, haben bisher keinen nachteiligen Einfluß der noch relativ ungeschützten Formstücke innerhalb Ihrer Leitungen festgestellt. Ich glaube die Zeit von etwa 2 Jahren reicht für eine abschließende Beurteilung noch nicht aus. Ich bin der Meinung, daß langfristig gesehen hier doch Schäden auftreten können. Auch für Formstücke muß deshalb künftig eine wirksame Versiegelung gefordert werden.

Im übrigen dürften wir als Verbraucher davon ausgehen, daß die Rohrersteller zusammengehen und die Vorteile, die für die FZ- und FZM-Umhüllung von den beiden Referenten genannt wurden, in einer einheitlichen Lösung zusammenfassen, die den Anforderungen der Verbraucher am nächsten kommt.

Reichert, Bretten

Herr Dr. Kottmann, welche Anstriche mit welcher Schichtdicke sind am besten für die Versiegelung von Zementmörtelumhüllungen geeignet, um die Sauerstoffdiffusion zur Kathode zu hemmen?

Gestatten Sie mir bitte noch eine Zusatzfrage: Aus Ihrem Referat im Berichtsheft habe ich entnommen, daß der kathodische Korrosionsschutz in dichtgelegten Straßen im Versorgungsgebiet der TWS-AG nur noch beschränkt zum Einsatz kommt. Bedeutet dies, daß die TWS-AG im Niederdrucknetz vom PE-umhüllten Stahlrohr Abstand nimmt? Wenn ja, welchem Rohr wird dann der Vorzug gegeben?

Bierer, Stuttgart

Allgemein ist heute bekannt, daß Stahlrohrleitungen im Boden, die Kontakte mit der Stahlbewehrung im Beton haben, infolge der Ausbildung des Beton/Bodenelements erheblich korrosionsgefährdet sind. Meine Frage : Läßt sich dieses inzwischen erkannte Problem im Bereich von Betonbauwerken – z. B. Wasserbehälter, Kraftwerke u.s.w. – durch Verwendung von Rohren mit Zementmörtelaußenschutz lösen?

Dr. Heim, Hilden

Bevor ich auf die Frage der Versiegelung eingehe, möchte ich noch darauf hinweisen, daß ich Versuche mit Fehlstellenflächen von 1 cm² und 100 cm² durchgeführt habe. Auch bei Fehlstellenflächen von 100 cm² treten infolge örtlicher Konzentra-

tion des Korrosionsangriffes hohe Angriffstiefen auf. Es sind sowohl bei 1 cm² als auch bei 100 cm² Fehlstellenflächen starke örtliche Angriffstiefen aufgetreten.

Die Frage ob man die Versiegelung direkt auf das Rohr auftragen kann, kann ich bejahen. Ich möchte Ihnen sagen, daß ich im Anschluß an die Untersuchungen, die in meinem GAT-Bericht beschrieben sind, mit weiteren Versuchen zum Studium der Versiegelung beauftragt worden bin. Wenn diese Untersuchungen auch noch nicht abgeschlossen sind, so lassen doch die bisherigen Ergebnisse den Schluß zu, daß das Problem der Versiegelung gut gelöst werden kann.

Dr. Kottmann, Stuttgart

Herr Funk fragte, ob Formstücke eines Tages ebenfalls geschützt werden müssen. Die Erfahrung zeigt, daß Formstücke weit weniger korrosionsgefährdet sind als Rohre aus duktilem Gußeisen. Ich vertrete dennoch die Auffassung, daß in Zukunft auch die Formstücke geschützt werden sollten. Wenn die Rohre mit Zement beschichtet worden sind und zugfeste Verbindungen eingebaut werden, die elektrischen Strom leiten, sollte man ein elektrochemisches Element zwischen beschichtetem Rohr und unbeschichtetem Formstück auf jeden Fall verhindern. Wir können dies nur, indem wir nichtleitende Verbindungen einbauen oder die Formstücke beschichten. Zweckmäßig wäre, beides zu tun.

Dr. Heim, Hilden

Zur Frage der Schichtdicke der Versiegelung möchte ich sagen, daß verschiedene Versiegelungsmaterialien, wie z. B. Epoxidharz, Polyurethan, untersucht werden. Neben der Frage der Schichtdicke werden auch die Fragen der Applikation und der Kosten geprüft. Zur gegebenen Zeit wird hierüber berichtet werden.

Dr. Kottmann, Stuttgart

Wie stehen die TWS zum kathodischen Korrosionsschutz im Stadtröhrennetz? Wir schützen zur Zeit etwa 1000 km Stahlrohrleitungen mit bitumiöser Umhüllung oder mit PE-Umhüllung kathodisch. Die bisherige Arbeit zeigt, daß kathodischer Korrosionsschutz in der Stadt selbst außerordentlich schwierig wird. Die große Zahl der elektrisch leitenden Verbindungen ist schwer überschaubar. Wir haben daraus den Schluß gezogen, keinen kathodischen Korrosionsschutz im dicht vermaschten alten Stadtröhrennetz einzurichten. Netzteile, die kathodisch geschützt sind, werden wir voraussichtlich weiterhin mit Rohren, die PE-Umhüllung tragen, bauen. Netzteile, die voraussichtlich nie kathodischen Schutz erhalten, wollen wir in Zukunft mit Rohren, die eine Umhüllung aus Zementmörtel tragen, ausrüsten. Die Umhüllung aus Zementmörtel ist in steinigem Boden besser geeignet. Sie wird sich innerhalb des Stadtgebietes mit größter Wahrscheinlichkeit durchsetzen.

Dr. Heim, Hilden

Die Frage von Herrn Bierer nach der Vermeidung der Beton/Bodenelemente durch Anwendung von Zementmörtel-Umhüllungen möchte ich wie folgt beantworten:

Für das Auftreten dieser Elemente muß eine Potentialdifferenz zwischen Stahl im Beton und Stahl im Boden vorhanden sein. Die gleiche Voraussetzung gilt natür-

lich auch für den Werkstoff duktilen Gußeisen. Wenn die Gußrohroberfläche lückenlos mit Zementmörtel bedeckt ist, kann theoretisch keine Potentialdifferenz und damit auch kein Element auftreten. In wieweit diese Überlegungen richtig sind, muß durch Versuche geklärt werden.

Diskussionsleiter Dr. Berge, Stuttgart

Die Antwort von Herrn Dr. Kottmann bezüglich der Verwendung beider Umhüllungen im Stuttgarter Netz ist ja auch zugleich ein verbindliches Wort gegenüber Herrn Dr. Gras, daß auch bei uns noch beide Umhüllungen in Frage kommen.

von Baeckman, Essen

Vielleicht darf ich die Anfragen, die sich an beide Herren richten, an Herrn Dr. Heim zuerst und dann auch an Herrn Dr. Kottmann, zusammen hier vortragen. Die erste Frage befaßt sich mit der Versiegelung oder der Beschichtung. Wir haben gehört, daß sie unbedingt notwendig ist, um das Korrosionselement Stahl/Mörtelschicht gegen Stahl im Kontakt mit dem Boden aufzuheben. Insofern stimmen diese Untersuchungen ja durchaus mit den Untersuchungen von Herrn Kruse vom MPA in Dortmund überein. Wenn nun die Untersuchungen von Herrn Dr. Heim ergeben, daß eine oberflächliche Beschichtung, die ja sehr dünn ist, praktisch keine Erhöhung des elektrischen Widerstandes bedeutet, dann heißt das doch auch – wenn leitende Muffenverbindungen oder schubgesicherte Verbindungen vorliegen – daß erhebliche Streuströme von elektrischen Bahnen auftreten können. Wir kennen das von den bitumenumhüllten Leitungen, die bei sehr schlechter Umhüllung bis zu 100 A Strom geführt haben. Nun beherrschen wir mit dem zuletzt erwähnten kathodischen Korrosionsschutz auch solche Ströme, so daß also durch Streustromableitung immerhin die Streustromgefährdung für die eigene Leitung aufgehoben werden kann. Aber ich darf daran erinnern, daß die Stromdichten, die kreuzende fremde Leitungen beeinflussen, so groß sind, daß hier ernste Probleme zu befürchten sind.

Weiter hätte ich noch eine Frage zur Versiegelung: Herr Dr. Heim hat gesagt, daß dadurch die Sauerstoffdiffusion begrenzt wird. Es ergibt sich ein negatives Potential, so daß das Korrosionselement nicht wirksam wird. Ich möchte gerne wissen, wie das Potential dann wohl liegt. Ich darf darauf hinweisen, daß die Untersuchungen ja nur im Labor in Bodenlösungen gemacht worden sind oder in entsprechenden Elektrolytlösungen, daß in der Praxis im Erdboden aber Messungen vorliegen, wo die Werte – auch in versiegelten zementmörtelumhüllten Leitungen – etwa bei $-0,2$ bis $-0,3$ V/Cu So₄ liegen. Das würde ja heißen, daß auf die Dauer die Diffusionssperre überhaupt nicht wirksam wird und das Korrosionselement weiterwirkt.

Meine Frage an Herrn Dr. Kottmann betrifft die Kosten. Wieviel kostet ungefähr die Zementmörtelumhüllung je m² oder, wenn Sie das nicht gerne angeben möchten, wieviel ist sie denn wohl billiger als die PE-Umhüllung.

Nun zu Ihrer Tabelle 4. Sie haben dort keinen Punkt für die Korrosionsgefährdung durch die Makroelementbildung aufgenommen. Also müssen Sie sicher sein, daß später keine Beschädigungen auftreten werden oder die Versiegelung so dick ist, daß sich die Elementbildung nicht ausbildet. Ich meine, man muß in der Tabelle doch eine Gefährdung durch Beschädigung berücksichtigen.

Und zum letzten Punkt: Kathodischer Korrosionsschutz. Was Sie gesagt haben, ist durchaus richtig, gilt aber für alte Rohrleitungen und bereits verlegte Netze. Wenn aber heute neue Rohrleitungen verlegt oder auch nur 100 m oder ein paar hundert Meter Rohrleitung ausgewechselt werden, dann besteht doch die Möglichkeit, Insolierflansche und PE-umhüllte Rohre mit ganz kleinen Schutzströmen von $10\mu\text{A}/\text{m}^2$, einzubauen und den kathodischen Schutz mit geringem Aufwand zu installieren. Ferner gibt es heute Richtlinien, an Kreuzungen mit sehr geringem Abstand Kunststoffplatten unterzubringen. Daher besteht auch nicht mehr in dem großen Maße die Gefahr, daß metallene Kontakte entstehen. Ich möchte also doch meinen, daß die Polyethylenumhüllung große Vorteile hat, weil sie die Option auf einen späteren kathodischen Schutz offenhält.

Und ein letzte Bemerkung gestatten Sie mir bitte zu dem Diskussionsbeitrag von Herrn Dr. Gras: Eine 0,5 kg-Magnesiumsonde kostet etwa 30 DM. Wenn man eine Kunststoffumhüllung verwendet, wäre es damit wirtschaftlich möglich, jede Korrosionsgefährdung auch an Fehlstellen auszuschalten.

Dr. Thon, Sinsheim

In den Vorträgen und auch in den Berichten von Herrn Dr. Heim und Herrn Dr. Kottmann ist über den Grund der ganzen Bemühungen um einen wirksamen Außenschutz der duktilen Gußrohre nichts gesagt worden. Dieser Grund liegt in den Korrosionsschäden, die in den letzten Jahren vor allem in Südwestdeutschland bekannt geworden sind. Die Fernwasserversorgung Rheintal hat Anfang dieses Jahres ihren ersten Schaden gehabt und dann in Zusammenarbeit und mit Unterstützung der Gußrohrindustrie eine Strecke von 560 m Leitung DN 150 ausgebaut und genau den Korrosionszustand untersucht. Das ist die erste Untersuchung dieser Art. Bisher sind nur Versuchsstücke und einzelne Schadrohre untersucht worden. Hier ist also eine 5 Jahre lang betriebene Leitung ausgebaut und minutiös untersucht worden. Die Ergebnisse waren recht interessant, sie sollen in Kürze veröffentlicht werden. Ich möchte einiges davon erwähnen. Wir haben die Strecke über den eigentlichen Schadbereich auf 560 m ausgedehnt, um einen repräsentativen Querschnitt zu schaffen. Etwa zwei Drittel dieser Strecke sind Böden, die nach der Bewertung aus dem Arbeitsblatt GW 9 mit -4 bis -7 als im unteren Bereich des Aggressiven betrachtet werden. Es sind Auelehme, Lößlehme, tonige Verwitterungsböden, also Böden, die wir in Südwestdeutschland sehr häufig, wenn nicht in der Regel antreffen, vor allem wenn wir durch das freie Gelände gehen – bindige Böden, als Sammelbegriff, die bisher eigentlich nicht als besonders gefährlich angesehen wurden. In diesen Böden sind in den Jahren 1965 bis 1973 – vor Einführung der Spritzverzinkung – duktile Rohre meist ohne besondere Schutzmaßnahmen verlegt worden. Aus dieser Zeit stammen die Rohre, die wir dort eingebaut hatten – sie waren also nicht spritzverzinkt. Wir hatten nach fünf Jahren die erste Durchrostung in einer Strecke, in der im Untergrund Torf vorkam, die also stark aggressiv war. Bei den 60 Rohren, die in mäßig aggressivem bindigem Boden lagen, war kein Rohr ohne einen Korrosionsschaden von mindestens 10% der Wandstärke. Zwei von den 60 Rohren hatten Korrosionstiefen von 38% der Wandstärke. Es handelt sich immer um Muldenkorrosion. Sie können also davon ausgehen, daß das schlechteste Rohr von diesen 60 in weiteren 10 Jahren durchgerostet wäre und daß dies beim besten noch 45 Jahre gedauert hätte. Das hat die Annahmen voll bestätigt, die wir aus besonderem Anlaß bei der FWR im Frühjahr

zusammen mit den Korrosionsfachleuten von TWS Stuttgart und von den Röhrenwerken getroffen haben. Wir messen duktilen Röhren aus der Produktion vor der Einführung der Spritzverzinkung eine Lebensdauer von 15 Jahren im ungünstigen und von 50 Jahren im günstigen Fall zu, auch in solchen Böden, die wir als nicht besonders gefährlich angesehen haben. Das möchte ich als das Ergebnis dieser sehr sorgfältigen Untersuchung in den Raum stellen, aber ich möchte auch eines dazu sagen: Wir haben in vergangenen Frühjahr eine Umlegung wegen Kanalarbeitsarbeiten durchführen müssen. Dabei haben wir 54 m Gußrohre aufnehmen können und dann auch genauso untersucht, die zwar auch schon fünf Jahre im Boden lagen, aber aus einer der ersten spritzverzinkten Lieferung stammten. Wir haben an diesen Röhren keine Korrosionserscheinungen festgestellt. Wir können also davon ausgehen, daß die Spritzverzinkung eine spürbare Verlängerung der Lebensdauer bewirkt. Das wird die Bemühungen um den mechanisch festeren Außenschutz nicht erübrigen, aber es tröstet uns doch etwas, daß dieses Problem der Korrosionsschäden sich auf eine begrenzte, wenn auch in unserem Fall recht erhebliche Menge von verlegten Rohre bezieht.

Diskussionsleiter Dr. Berge, Stuttgart

Schönen Dank, Herr Dr. Thon. Das war also wohl eine Bestätigung, daß man immer nach neuen Möglichkeiten suchen muß.

Niemetz, Filderstadt

Herr Dr. Heim, Herr Dr. Kottmann, welchem zusätzlichen Korrosionsschutz im Muffenbereich bei duktilen Gußrohren mit FZ- oder FZM-Beschichtung wird der Vorzug gegeben? Herr Dr. Heim stellt in seinen Ausrührungen fest, daß die Versiegelung noch zu verbessern sei, und die Makroelementversuche zeigten, daß unbedeckte Gußrohroberflächen einer Korrosion unterliegen. Herr Dr. Kottmann erwähnt in seinem Beitrag, daß eine Gummimanschette, die mit größerer oder kleinerer Spannung, je nach Toleranz des Rohres, aber ohne Haftung auf der ZM-Beschichtung aufliegt, als Vervollständigung des Rohraußenschutzes eingesetzt werden kann. Stellt nicht die ohne Haftung anliegende Gummimanschette potentielle Fehlstellen in der Rohrbeschichtung dar? Warum sollte das Wasser unter der versiegelten abgedichteten FZM-Beschichtung in die Hohlräume eindringen, wenn gerade zwischen diesen ohne Haftung anliegenden Gummimanschetten und der abgedichteten FZM-Beschichtung kapillare Hohlräume bestehen? Verschiedene Versuche in früherer Zeit bei Röhren mit rauher Oberfläche haben gezeigt, daß bei zyklischen Prüfungen mit unterschiedlichem äußerem Wasserstand das eingesickerte Wasser einem regen Wechsel unterliegt.

Pucknat, Hannover

Gestatten Sie mir bitte eine Frage an Herrn Dr. Gras. Hannover verlegt duktile Gußrohre mit Schraubmuffenverbindungen. Ein besonderes Problem bei der Verlegung ist folgendes: Im Mittel entfallen auf 100 verlegte ganze Rohrlängen im innerstädtischen Bereich wegen der schwierigen Verlegeverhältnisse ca. 30 bis 40 Rohrschnitte. Es müssen also in erheblichem Umfang Rohrschnitte durchgeführt werden, die durch das Zubereiten der Spitzenden (Abschälen der Isolierung) zusätzlich zu den normalen Verlegekosten weitere Kosten verursachen. Meine

Frage: Arbeiten Sie an einer Lösung zum Einführen von nicht abisolierten Spitzen-
den in den Gummiring? Wann kann mit einer Lösung gerechnet werden?

Prof. Dr. Meyer, Heidelberg

Zahlreiche Stahl- und Spannbetonbauwerke beweisen, daß zementgebundene Massen Stahl über Jahrzehnte sicher vor Korrosion schützen. Diese Tatsache sollte man nicht übersehen, wenn man die Schutzwirkung organischer Massen mit der von zementgebundenen Massen vergleicht, deren Stärke zweifellos in der Erzeugung einer über Jahrzehnte hinweg stabilen Passivschicht auf der Stahloberfläche liegt.

Der von Herr Dr. Kottmann beschrittene Weg, faserbewehrte, zementgebundene Massen als äußere Korrosionsschutzschicht für Stahl- und Gußrohre einzusetzen, ist meiner Ansicht nach Erfolg versprechend, weil solche Massen sich heute ausreichend schlagzäh, zugfest und dehnfähig herstellen lassen. Sie bleiben bei günstiger Zusammensetzung auch in relativ geringer Dicke weitgehend rißfrei. Die Haftung am Stahl läßt sich durch Zusätze steigern, wenn dies notwendig sein sollte. Die absehbare Kostenentwicklung bei den Kunststoffen wird mit hoher Wahrscheinlichkeit die bereits heute vorhandene wirtschaftliche Überlegenheit der zementgebundenen Massen noch verstärken.

Ob solche günstig aufgebauten und bei mechanischer Beanspruchung widerstandsfähigen Beschichtungen aus Faserbeton noch eine Versiegelung benötigen, bedarf meiner Ansicht nach noch einer ergänzenden Untersuchung. Ich werde mich dieserhalb mit Herrn Dr. Heim in Verbindung setzen.

Zementgebundene Massen sind im allgemeinen außerordentlich dauerhaft. Nur bestimmte Wässer und Böden können solche Massen angreifen. Hier gilt es, die aus anderen Bereichen der Zementanwendung vorliegenden Erfahrungen im Hinblick auf die Betonzusammensetzung und zusätzliche Schutzmaßnahmen zu nutzen.

Dr. Gras, Gelsenkirchen

Das Schneiden der Rohre in Stadtgebieten ist ein generelles Problem und zunächst mal unabhängig von der Umhüllung. Das aufgeworfene Problem ist nicht neu und wir haben es in einzelnen Gesprächen schon erörtert. Wir sind dankbar für Hinweise aus der Praxis. Sie können sicher sein, daß Ihre Anregung sofort aufgegriffen worden ist und an ihr gearbeitet wird.

Dr. Heim, Hilden

Herr von Baeckmann hat eine ganze Reihe von Fragen gestellt. Auf zwei Fragenkomplexe möchte ich wie folgt antworten: Bei Streustrombeeinflussung hängt die Stromaufnahme durch eine Rohrleitung u. a. vom Umhüllungswiderstand und vom elektrischen Längswiderstand ab. In meinem Bericht habe ich darauf hingewiesen, daß die FZ- bzw. FZM-Umhüllungen einen niedrigen Umhüllungswiderstand haben. Hierdurch wird die Stromaufnahme begünstigt. Rohrleitungen mit Tyton-Verbindungen haben wegen der elektrischen Isolierwirkung dieser Rohrverbindung einen hohen Längswiderstand, dh. die Stromaufnahme wird im allgemeinen praktisch gleich Null sein. Bei schubgesicherten Rohrverbindungen ist

der Längswiderstand gering, dh. hier ist die Möglichkeit einer Stromaufnahme gegeben.

In meinem Bericht habe ich darauf hingewiesen, daß man in solchen Fällen Streustromschutzmaßnahmen, wie z. B. die Streustromableitung, anwenden muß.

Zur Frage der Potentialeinstellung bei Anwendung der Versiegelung kann ich sagen, daß durch die Versiegelungsschicht die Sauerstoffzufuhr zu den Kathoden stark gehemmt wird. Allgemein ist bekannt, daß die Potentiale mit zunehmender Hemmung der Sauerstoffzufuhr immer negativer werden. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Potentialverschiebung der Kathoden in negativer Richtung bis zu den Potentialwerten der Anoden erfolgte. Hierdurch besteht keine Potentialdifferenz zwischen Kathoden und Anoden mehr, dh. der Makroelementstrom geht auf den Wert Null zurück. Die gemessene Potentialwerte lagen im Endzustand bei etwa -800 mV gegen die Kupfersulfat-Elektrode. Es ist bekannt, daß bei derart negativen Potentialen die Korrosionsgeschwindigkeit vernachlässigbar gering ist. Diese Tatsache ist Ihnen aus der kathodischen Schutztechnik bekannt.

Dr. Kottmann, Stuttgart

Kosten: Die TWS bezahlen für den Quadratmeter Zementmörtelbeschichtung zur Zeit etwas über DM 10,-. Die Kosten für eine Polyethylenumhüllung liegen um DM 20,-. Genauere Angaben sind im Moment nicht möglich.

Makroelemente: Herr von Baeckmann sprach das Problem Makroelemente an. Ich habe in Tabelle 4 für Makroelemente keine negativen Bewertungszahlen eingesetzt, weil ich der Überzeugung bin, daß mit Hilfe einer Versiegelung das Problem Makroelement zu beherrschen ist. Herr Dr. Heim hat soeben dasselbe gesagt.

Kathodischer Korrosionsschutz von neuen Netzteilen und Einlegen von Kunststoffplatten: Wir schützen längere durchgehende Leitungen kathodisch. Bei Kreuzungen legen wir durchweg Kreuzungsschalen ein, um leitende Verbindungen zu verhindern. Dennoch bestehen Bedenken, Strecken in der Größenordnung von 100 m, die im Netz integriert sind, mit einer Magnesiumanode zu schützen, weil wir keine Möglichkeit sehen, einen sicheren Schutz mit bis zu 1000 Magnesiumanoden aufrecht zu erhalten.

Herr Dr. Thon hat dankenswerterweise die Ursache des gesamten Problems noch einmal angesprochen. Ursache war die Korrosion der Rohre aus duktilem Gußeisen. Wir waren plötzlich gezwungen, eine Lösung zu finden. Ich glaube, es ist gelungen, in den letzten zwei Jahren vernünftige Lösungen zu erarbeiten.

Dr. Heim, Hilden

Herr Niemetz hat die Frage nach der Korrosion im Muffenbereich gestellt. Zu dieser Frage wurde ich mit weiteren Untersuchungen beauftragt, die zur Zeit noch nicht abgeschlossen sind. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse deutet sich jetzt schon als Ergebnis an, daß die Korrosionsgefahr im Muffenbereich unter den Gummimanschetten vernachlässigbar gering ist. Nach Abschluß dieser Untersuchungen wird hierüber zur gegebenen Zeit berichtet werden.

Holtschulte, Dortmund

Die Ausführungen von Herrn Prof. Meyer veranlassen mich, einige Worte zu sagen. Herr Dr. Kottmann hat in seinen schriftlichen Ausführungen gesagt: „Wir stehen am Anfang einer Entwicklung.“ Ich möchte, daß wir es genau so sehen. Wir sollten Herrn Dr. Kottmann dankbar sein, daß er die hier angesprochenen Fragen angepackt hat, daß sie aufgeworfen worden sind und daß sie derzeit untersucht werden. Aus den kritischen Fragen ist festzustellen, daß man sich mit diesem Problem noch weiter beschäftigen muß. Wir sprechen z. B. von Faserzement (FZ), von Faserzementmörtel (FZM) und von kolloidalem Beton. Es sind m. E. die Begriffe genau abzuklären, da man sich darüber im klaren sein muß, worüber man spricht. Weiterhin bin ich der Meinung, das es nach Möglichkeit nur einen Außenschutz aus Beton geben sollte. Ob FZ oder FZM, das muß die Zukunft zeigen.

Wir haben z. Zt., das hat Herr Funk bereits gesagt, einen Ausschuß im DVGW, der sich mit den Fragen des Rohraußenschutzes durch Beton beschäftigt. Sie wissen, daß auf dem Wassersektor die Zementmörtelauskleidung für den Innenschutz schon seit langem praktiziert wird, und zwar mit sehr großem Erfolg. Die Erfahrungen, die wir mit dem Innenschutz haben, sollten für den Außenschutz mitberücksichtigt werden, wobei man die Unterschiede sehr deutlich sehen muß. Vor einer Euphorie bezüglich des Rohraußenschutzes aus Beton, wie sie hier zumindest in den Ausführungen von Herrn Prof. Meyer zum Ausdruck kam, möchte ich zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch dringend warnen.

Diskussionsleiter Dr. Berge, Stuttgart

Vielen Dank für diese Stellungnahme von Herrn Holtschulte als Obmann des Hauptausschusses Wasserverteilung.

Dintelmann, Gelsenkirchen

Ich möchte Herrn Dr. Kottmann nur darüber informieren, daß der Preis der PE-Umhüllung in der gleichen Größenordnung liegt, die er eben für FZM genannt hat.

Böhme, Köln

Wir haben ja jetzt sehr viel über die Werkstoffeigenschaften des neuen Außenschutzes gehört. Ich möchte noch kurz die Frage der Verlegung ansprechen. Ich glaube, wir haben gerade auch durch die Diskussion gemerkt: Alle Beteiligten werden hier mit neuen Dingen konfrontiert – Sie als Versorgungsunternehmen, aber auch unsere Rohrleitungsbauunternehmen. Wir vom Rohrleitungsbauverband stehen in engem Kontakt mit den Rohrherstellern und haben uns über die technischen Neuerungen informiert. Ich möchte aber Sie, Herr Dr. Kottmann, noch fragen, ob Sie mit mir darin übereinstimmen, daß gerade diese neue Technologie eine noch sorgfältigere Rohrverlegung erfordert und daß für diese Arbeiten nur entsprechend qualifizierte Firmen herangezogen werden sollten, daß aber das Überprüfungsverfahren nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 301 dafür eine Gewähr gibt, die entsprechenden Firmen auszuwählen.

Egner, Villingen-Schwenningen

Herr Dr. Kottmann, die Stadtwerke Villingen-Schwenningen waren durch die Korrosionserscheinungen beim duktilen Gußrohr in der gleichen Lage wie Sie und haben kurzfristig umgestellt. Seit 11/2 Jahren verlegen wir das zementummantelte, mit Glasfaser verstärkte Gußrohr. Je nach der Muffenart – ob Tyton- oder Schraubmuffe – isolieren wir mit Warmbitumen nach. Die Tyton-Muffe wird mit einem Bitumen-Dreieckband (Tockband) nachisoliert. Bei der Schraubmuffe wird mit einer 4 mm starken glasfaserverstärkten Warmbitumenbinde nachisoliert.

Die Leitungen erhalten somit die gleiche Nachisolation, wie das bei uns im Gasrohrnetz verwendete PE-umhüllte Stahlrohr.

Dr. Kottmann, Stuttgart

Ich habe noch die Frage von Herrn Böhme zu beantworten. Rohrleitungsbau ist eine Aufgabe für Fachleute. Der Einsatz von Nichtfachleuten erhöht den Umsatz, weil bereits in einigen Jahren erneuert werden muß, aber schädigt den Ruf des Produkts und den Ruf des Faches; er verursacht für den Bauherrn und Betreiber völlig unnötige Kosten.

Vielen Dank für den Hinweis von Herrn Egner. Sie sehen, daß in einem Werk mittlerer Größe klar erkannt worden ist: Die Muffe muß umhüllt werden, denn eine Rohrleitung aus zementmörtelgeschützten Röhren mit nicht umhüllten Muffen bedeutet eine Fehlinvestition, die zwar nicht sofort sichtbar wird, die sich aber in 15 – 20 Jahren durch Korrosionen bemerkbar machen dürfte.

Diskussionsleiter Dr. Berge, Stuttgart

Schönen Dank, Herrn Dr. Kottmann, Herrn Dr. Heim und den Diskussionsrednern. Ich glaube, wir werden hierüber anderorts einiges zu diskutieren haben. Jetzt darf ich Sie, Herr Gäfner, um Ihr Kurzreferat bitten.