

**Ummantelungen aus  
Faser-Zement-Mörtel –  
Ein mechanischer Schutz  
für kunststoffumhüllte  
Stahlleitungsrohre**

**Sonderdruck 006**

# Ummantelungen aus Faser-Zement-Mörtel – Ein mechanischer Schutz für kunststoffumhüllte Stahlleitungsrohre

Hans Jürgen Kocks; Hauke Joens; Carsten Reekers

*Der Einsatz von Faserzementmörtel als mechanischer Schutz für kunststoffumhüllte Stahlrohre ist heute eine immer häufiger gefragte Alternative zu der in Normen und Richtlinien geforderten Sandbettung von Rohrleitungen (1 – 6). Dabei sind nicht nur rein wirtschaftliche Aspekte, sondern auch technische Vorteile bestimmend in der Entscheidung für diese Form des mechanischen Schutzes. Sowohl die möglichen Anforderungen als auch die Produktionsüberwachung lagen bisher im Verantwortungsbe- reich des Herstellers. Zukünftig werden im DVGW-Arbeitsblatt GW 340 die Mindestanforderungen einer Zementmörtelumman- telung und die erforderlichen Prüfungen festgelegt. Im folgenden werden die Prüfungen und Anforderungen des neuen Arbeitsblat- tes anhand von Produktionsbedingungen und Anwendungsbei- spielen diskutiert und kommentiert.*

## 1. Einleitung

Stahlleitungsrohre für Trink- und Abwasser sowie für brennbare Flüssigkeiten und Gase sind außen standardmäßig durch ein Dreischichtsystem, bestehend aus einer Epoxidharzgrundierung, einem Kleber und der Polyethylenumhüllung, geschützt (7). Diese Korrosionsschutzumhüllung ist entsprechend DIN 30675 Teil 1 in allen Böden beständig (2). Als Ergänzung für den äußeren Korrosionsschutz wird schon seit einigen Jahren erfolgreich die (F)aser-(Z)ement-(M)örtel-Ummantelung eingesetzt (Bild 1). Im Bereich der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung sind die Stahlrohre innen zusätzlich mit einer Zementmörtelaus- kleidung versehen (8).

Entsprechend den Normen und DVGW-Richtlinien sowie den Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten müssen kunst- stoffumhüllte Rohre in steinfreies Material gebettet werden, um Beschädigungen des Korrosionsschutzes zu verhindern. So kamen aus dem Anwenderkreis Anregungen, die „Bettung“ mit

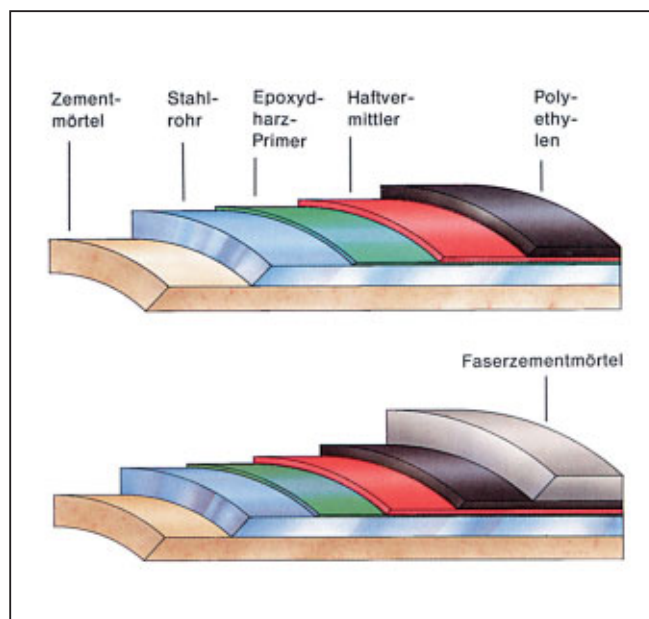


Abb. 1: Werkstoffverbund Stahlleitungsrohr

dem Korrosionsschutz der Rohre in Form einer Zementmörtel- ummantelung zu verbinden. Hierbei standen zunächst mögliche Kosteneinsparungen durch die entfallende Sandbettung im Vor- dergrund. Es ergeben sich jedoch gerade aus technischer Sicht noch weitere Vorteile für die mit Faserzementmörtel umhüllten Stahlleitungsrohre.

### 1.1 Technische Vorteile einer FZM-Ummantelung

Die technischen Vorteile der FZM-ummantelten Rohre liegen in der mechanischen Schutzwirkung bei allen Transportvorgängen, insbesondere an Baustellen und während des Einbaus. Bei Ver- legemaßnahmen in steinigem und felsigen Böden ist die FZM- Ummantelung einer Sandbettung weit überlegen. Eine Sandbet- tung kann ohne zusätzliche Maßnahmen mit der Zeit aufgrund der guten Drainagewirkung ausgeschwemmt werden. Das ursprünglich als Bettung dienende feinkörnige Material wird in solchen Fällen schon nach wenigen Jahren durch den anstehen- den ggf. steinigem und damit für Kunststoffumhüllungen proble- matischen Boden verdrängt, während eine FZM-Ummantelung auf dem Rohr verbleibt. Diese Drainagewirkung ist es auch, die in landwirtschaftlich genutzten Flächen und Naturschutzgebieten bei der Wegerechtsbeschaffung häufig Schwierigkeiten bereitet.

Nicht zu Unrecht wird vermutet, daß durch die in Sandbettung verlegten Rohrleitungen die Bodencharakteristik durch eine geänderte Wasserführung in unzumutbarer Weise verändert wird. Derartige Einflüsse sind unter Einsatz einer FZM-Umman- telung nicht zu befürchten. Desweiteren besteht die für den Anwender interessante Möglichkeit, gebrochenes und damit auch scharfkantiges Recyclingmaterial als Grabenfüllung einzu- setzen. Auch nach der Inbetriebnahme der Rohrleitung bietet die FZM-Ummantelung, beispielsweise bei späteren Aufgrabungen durch andere Unternehmen, einen entsprechenden mechani- schen Schutz.

### 1.2 Wirtschaftliche Vorteile der FZM-Ummantelung

Die technischen Möglichkeiten liefern gleichzeitig die Basis für eine wirtschaftliche Betrachtung der FZM-Ummantelung. Die grundsätzliche Funktion des Faserzementmörtels als mechani- scher Schutz vermeidet generell aufwendige Reparaturen der Korrosionsschutzumhüllungen. Im Vergleich zur üblichen Bettung der Rohre sind nicht allein die Einsparungen der Sandkosten zu sehen: Aufgrund der entfallenden Sandbettung wird eine gerin- gere Rohrgrabentiefe benötigt. Dies ist insbesondere bei der Ver- legung in steinigem oder gar felsigem Gelände von Bedeutung. Es entfallen Transportkosten für den Sand und das ausgetauschte Bodenmaterial. Durch die fehlenden Transportvorgänge an der Baustelle ergeben sich schmalere Arbeitsstreifen und damit geringere Flurschäden. Nicht zu unterschätzen sind in einigen Bereichen die eingesparten Deponiekosten für das ausgetauschte Bodenmaterial. Diesen wirtschaftlichen Vorteilen stehen zusätzliche Kosten beim Transport durch höhere Gewichte und größere Außendurchmesser sowie Aufwendungen für die Vervoll- ständigung der Ummantelung an der Baustelle gegenüber. Ein allgemein gültiger Kostenvergleich zwischen Sandbettung und FZM-Ummantelung ist äußerst schwierig, da je nach Verlege- maßnahme insbesondere auch regional unterschiedliche Rand- bedingungen zu berücksichtigen sind.

### 1.3 DVGW-Arbeitsblatt GW 340

Die Sicherung der o.g. Vorteile sowie die grundsätzliche Forde- rung einer Vergleichbarkeit der FZM-Ummantelungen unter- schiedlicher Hersteller durch festgelegte Mindestanforderungen waren Ausgangspunkt für die Erstellung des DVGW-Arbeitsblat- tes GW 340. Dabei wurden nicht nur die verschiedenen Produk- tionsverfahren, sondern auch die vielfältigen anwendungstech- nischen Möglichkeiten berücksichtigt. So unterscheidet das DVGW-Arbeitsblatt GW 340 zwei Ausführungen (N, S) der Ummantelung: Die Sonderausführung (S) zeichnet sich im

Gegensatz zur Normalausführung (N) durch den Haftverbund zwischen Kunststoffumhüllung und Zementmörtel aus. Hier nennt das Arbeitsblatt drei Möglichkeiten, den Verbund zwischen Kunststoffumhüllung und Zementmörtel zu realisieren:

1. die Profilierung der Kunststoffumhüllung
2. den Einsatz eines Haftvermittlers
3. den Zusatz von Haftvermittlern in die Betonmatrix

Die Sonderausführung wird im Falle besonderer mechanischer Beanspruchungen, wie sie beispielsweise bei der grabenlosen Rohrverlegung auftreten, eingesetzt. Es war naheliegend, zur Bearbeitung einer Richtlinie für Zementmörtelummantelungen die DIN 2614 (Zementmörtelauskleidungen für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke) zugrunde zu legen. Es zeigte sich jedoch, daß im Gegensatz zur Zementmörtelauskleidung fertigungstechnische Besonderheiten in der Produktionsüberwachung von Zementmörtelummantelungen zu berücksichtigen sind.

## 2. Fertigung FZM-umhüllter Stahlrohre

Die FZM-Ummantelung besteht aus den Komponenten Zement, Sand und Wasser sowie weiteren Betonzusatzstoffen und Betonzusatzmitteln. Die Zemente müssen der DIN 1164 Teil 1 entsprechen (9). Als Zuschläge dürfen nur saubere, ungebrochene Quarzsande nach DIN 4226 Teil 1 eingesetzt werden (10). Das Zugabewasser sollte ein Trinkwasser sein oder eine trinkwasserähnliche Qualität mit einer maximalen Leitfähigkeit von 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aufweisen. Die Betonzusatzstoffe und Betonzusatzmittel müssen der DIN 1045 entsprechen (11).

Aufgrund der Alkalität des Zementmörtels ist die Verseifungsbeständigkeit organischer Betonzusatzstoffe nachzuweisen. Als Armierung dienen Kunststoff- oder Glasfasern und eine Bandage aus alkalibeständigem Material. Auch für Glasfasern bzw. unter Einsatz einer Bandage auf Glasbasis ist ein Nachweis der Alkalibeständigkeit zu erbringen.

### 2.1 Ummantelung von Stahlrohren mit FZM

Vor der Ummantelung erfolgt eine 100 %ige Prüfung der Korrosionsschutzumhüllung mit Hochspannung (Porentest). Eventuell vorgefundene Fehlstellen werden ausgebessert. Die einzelnen Komponenten der Ummantelung werden in einem geeigneten Mischer zu Mörtel verarbeitet und anschließend einer Mörtelpumpe zugeführt. Der Mörtel wird über eine Flachdüse auf das sich drehende Rohr aufgebracht (Bild 2). Gleichzeitig wird eine Bandage in die Mörtelschicht eingearbeitet, die einerseits als Schalung für den frischen Zementmörtel dient und andererseits im ausgehärteten Zustand die Funktion einer Armierung übernimmt. Nach DVGW-Arbeitsblatt GW 340 ist eine Mörtelschichtdicke von mindestens 7 mm vorgeschrieben. Die fertig umhüllten Rohre werden ca. 24 Stunden bei Raumtemperatur gelagert. Nach der Endbearbeitung und Markierung der Ummantelung werden die Rohre dem Freilager zugeführt.

Die Lagerungsbedingungen sind ein wesentlicher Unterschied in der Herstellung von Zementmörtelauskleidungen nach DIN 2614 und FZM-Ummantelungen nach DVGW-Arbeitsblatt GW 340.

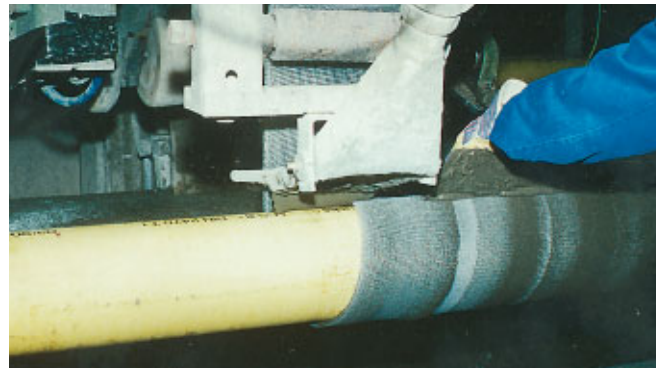


Abb. 2: Umhüllung der Rohre mit Zementmörtel

Zementmörtelauskleidungen härten in der Produktion durch eine Wärmebehandlung oder durch das Verschließen der Rohre unter einem gleichbleibenden Feuchtigkeitsangebot aus. Unter Einsatz einer für Zementmörtelauskleidungen üblichen Mörtelrezeptur, bestehend aus Sand, Zement und Wasser, würde die Zementmörtelummantelung austrocknen und an Festigkeit verlieren. Aus diesem Grund sind die Rezepturen für FZM-Ummantelungen durch den verstärkten Einsatz von Betonzusatzstoffen, Betonzusatzmitteln und anderen Materialien, die zur Verbesserung des Wasserrückhaltevermögens beitragen, deutlich komplexer.

### 2.2 Produktionsüberwachung

Die Grundlage der Qualitäts- und Produktionsüberwachung von Zementmörtelummantelungen ist eine zertifizierte Mörtelrezeptur, die definierte mechanische und hygienische Eigenschaften der FZM-Ummantelung für den Anwender sicherstellt (Tabelle 1). Die hygienische Prüfung des Zementmörtels ist ein Eignungsnachweis dieser Ummantelung für den Einsatz in Trinkwasserschutzgebieten. Auf diese über die Zertifizierung festgelegte Rezeptur mit ihren Kennwerten ist die Produktionsüberwachung ausgerichtet.

Bei der Frischmörtelanalyse ist zu berücksichtigen, daß aufgrund des Bestimmungsverfahrens im ermittelten Zementanteil Mörtelzusätze wie Kalk oder beispielsweise Füller enthalten sind. Da die Mörtelzusätze im allgemeinen eine mit dem Zement vergleichbare Korngrößenverteilung aufweisen, können diese nicht über eine Siebung, wie sie zur Frischmörtelanalyse vorgeschrieben ist, erfaßt werden. Die korrekte Dosierung ist nur indirekt über die zusätzlich durchgeführte Bestimmung anderer, durch diese Zusätze beeinflusster Mörtel Eigenschaften, wie das Ausbreitmaß oder die Biegezug- und Druckfestigkeiten, kontrollierbar. Die Ergebnisse der Produktionsüberwachung sollten innerhalb vertretbarer Toleranzen mit den Ergebnissen der zertifizierten Rezeptur übereinstimmen (Tabelle 2).

Weitere Punkte der Produktionsüberwachung betreffen die Endkontrolle der ausgehärteten Ummantelung. Nach der ca. 24stündigen Lagerung folgt eine Endkontrolle mit der Überprüfung von Schichtdicke, Oberflächenbeschaffenheit und Endenausführung (Tabelle 3).

Tab. 1: Anforderungen des Arbeitsblattes GW 340 – Mörtelzertifizierung –

zertifizierte Mörtel Eigenschaften	Anforderungen nach GW 340	Kennwerte der zertifizierten Rezeptur
Druckfestigkeit (am Rohr)	mind. 25 N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )
Schlagbeständigkeit	mind. 150 N/m	Biegezugfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )
Biegebarkeit	Abplatzungen sind bei einer Biegung von 1° pro Biegeschritt nicht zulässig. Ovalität max. 4 %	Ausbreitmaß (cm)
		Fasergehalt (f) g/kg
Scherfestigkeit (Ausf. S)	mind. 50 N/cm <sup>2</sup>	Wasser/Zement-Wert (w)
Hygienische Eignung	Prüfung nach W 270	Sand/Zement-Wert (v)

**Tab. 2:** Anforderungen des Arbeitsblattes GW 340 – zulässige Abweichungen von der zertifizierten Mörtelrezeptur –

Produktionsüberwachung (Rezepturüberwachung)	zul. Abweichung von der zertifizierten Rezeptur	Prüfumfang
Druckfestigkeit	± 7.5 N/mm <sup>2</sup>	wöchentlich
Biegezugfestigkeit	± 1.5 N/mm <sup>2</sup>	wöchentlich
Ausbreitmaß	± 2.5 cm	wöchentlich
Fasergehalt (f)	± 10 %	wöchentlich
Wasser/Zement-Wert (w)	± 10 %	wöchentlich
Sand/Zement-Wert (v)	± 10 %	wöchentlich

**Tab. 3:** Anforderungen des Arbeitsblattes GW 340 – Überwachung der fertigen Ummantelung –

Produktionsüberwachung – Endkontrolle	Anforderungen	Prüfumfang
Oberflächenbeschaffenheit (Abweichung bis zum tiefsten Punkt)	bis DN 200, max. 2 mm > DN 200 bis DN 400, max. 3 mm > DN 400, max. 4 mm	10 % der Lieferung
Schichtdicke	mind. 7 mm	10 % der Lieferung
Endenausführung	Endenfreiheit der Polyethylenhülle: bis DN 500, mind. 75 mm ab DN 500, mind. 100 mm Abschrägung < 45°	10 % der Lieferung

### 3. Einbau FZM-ummantelter Stahlrohre

Ein wesentlicher Vorteil der zusätzlichen FZM-Ummantelung ist die Verlegung ohne die in den Normen und Richtlinien geforderte Sandbettung. Bei der Verlegung ist generell zu berücksichtigen, daß in der offenen Bauweise verdichtungsfähiges Grabenmaterial in der Leitungszone vorhanden ist. Bei der Erstellung der Rohrgräben wird häufig das Grabenmaterial vorsortiert, wobei der feinkörnige, verdichtbare Bodenanteil separat abgelegt und beim späteren Verfüllen des Grabens zur Bettung der Rohrleitung verwendet wird.

Beim Verschweißen der Rohre im Graben ist auf eine ausreichende Kopflochgröße zu achten, die nicht nur die Nachumhüllung mit Korrosionsschutzbinden oder Schrumpfschläuchen, sondern auch die Vervollständigung der Zementmörtelummantelung im Verbindungsbereich zuläßt. Der vorgeschriebene Porentest beschränkt sich auf den Nachumhüllungsbereich, da die Rohre vor der Ummantelung beim Hersteller auf Fehlstellen geprüft werden.

Bei der Verlegung im Pipelineverfahren werden die Rohre neben dem Grabenrand verschweißt und vollständig nachumhüllt. Das Absenken einer FZM-ummantelten Rohrleitung erfordert im Vergleich zu polyethylenumhüllten Rohrleitungen ohne Ummantelung keine zusätzlichen Vorkehrungen. Die Zementmörtelummantelung kann aufgrund der elastischen Biegung des Rohres stellenweise feine Risse aufweisen. Diese Risse beeinträchtigen jedoch nicht die mechanische Schutzwirkung der Ummantelung. Die Bildung solcher Risse wird auch ohne Biegebeanspruchung insbesondere bei warmer Witterung beobachtet. Die Ursachen sind einerseits das Schwinden des Mörtels und andererseits die unterschiedliche Wärmeausdehnung von Stahl, Kunststoff und Zementmörtel.

Für die Montage von Anbohrarmaturen oder die Fertigung von Schnittrohren muß der Zementmörtel partiell entfernt werden. Mit einem Trennschleifer kann der Zementmörtel bei Schnittrohren nach einem Radial- und einem Längsschnitt am Rohrende oder zur Montage von Anbohrarmaturen durch zwei Radialschnitte und einen Längsschnitt leicht mit einem Hammerschlag vom Rohr gelöst werden. Diese Schnitte werden mit einer Tiefe von ca. 3 bis 5 mm ausgeführt, um die im Oberflächenbereich der Ummantelung liegende Bandage zu trennen. Seit einiger Zeit

sind auch Anbohrarmaturen erhältlich, die direkt auf die Zementmörtelummantelung montiert werden können. Bei Wasserrohrleitungen besteht die Möglichkeit, die Montage auch unter Druck auszuführen. Diese Anbohrarmaturen dichten den Bereich zwischen Stahlwand und Armatur gas- und wasserundurchlässig ab (Bild 3).



**Abb. 3:** Dichtungshülse der Anbohrarmatur

#### 3.1 Nachumhüllung auf der Baustelle

Bei der Nachumhüllung der Verbindungsbereiche entsprechend DVGW-Merkblatt GW 15 ist zu beachten, daß die üblicherweise eingesetzten Materialien nach DIN 30672 in Form von Binden oder Schrumpfschläuchen nicht auf dem Zementmörtel aufliegen dürfen (12) (13). Zur Vervollständigung der Mörtelschicht im Verbindungsbereich der Rohre stehen unterschiedliche Systeme zur Verfügung.

Nach DVGW-Arbeitsblatt GW 340 können dazu sowohl Trockenmörtel als auch Zementbandagen eingesetzt werden. Der Trockenmörtel wird beispielsweise zum Vergießen als komplettes Gebinde angeboten, das alle Komponenten wie Zement, Sand, Fasern und in getrennter Verpackung die erforderliche Wassermenge enthält. Für den Verbindungsbereich werden Kartonagen als verlorene Schalungen mitgeliefert, die, über Klebebänder im



Verbindungsbereich fixiert, den fließfähigen Mörtel aufnehmen. Bei diesem System ist der Nachumhüllungsbereich bereits nach 3 Stunden belastbar (Bild 4a).



**Abb. 4a und 4b:** Gießmörtel und Zementbinde zur Vervollständigung der FZM-Umhüllung

Die Bandagen bestehen aus einem mehrlagigen zementmörtelbeschichteten Kunststoffgewebe. Die Bandage wird vor dem Wickeln mit Wasser vollständig durchtränkt. Nachdem unter leichtem Druck das überschüssige Wasser aus der Bandage entfernt wurde, kann diese unter Zug mit einer Überlappung von 60 % in einem Arbeitsgang gewickelt werden (Bild 4b). Auch dieses schnell abbindende Mörtelsystem ist, wie der Gießmörtel, nach 3 Stunden ausgehärtet. Während die Zementbinde überwiegend für Bögen, Steckmuffenverbindungen und Formteile eingesetzt wird, dient der Gießmörtel zur Vervollständigung der Ummantelung im Bereich der Schweißverbindungen.

### 3.2 Herstellung von Feldbögen

Die Zementmörtelummantelung erlaubt die für Polyethylen umhüllte Stahlrohre bekannte Herstellung von Feldbögen. Für den entsprechenden Halt der Ummantelung auf den Rohren sorgen die außenliegende Bandage und die Fasern in der Zementmatrix. Aufgrund der Biegebarkeit dieser Rohre sind in der Vergangenheit Rohrleitungen vollständig ohne Formteile verlegt worden (Bild 5). Für die polyethylenumhüllten und zusätzlich mit Zementmörtel ummantelten Rohre gilt bei der Herstellung von Feldbögen das VDTÜV-Merkblatt 1054 (14). Zementmörtel ausgekleidete Rohre sind für die Herstellung von Feldbögen nicht geeignet.

Nach DVGW-Arbeitsblatt GW 340

*... sind Maschinen zu verwenden, die für die zu biegende Abmessung eine ausreichende Stabilität haben, so daß eine gleichmäßige gute Biegebelastung gewährleistet ist. Biegeschuh, Matrize und Klemmschuh müssen größer sein als der Außendurchmesser der umhüllten Rohre. Für größere Abmessungen als DN 400 ist ein Biegemandrel (lang) vorzusehen. ...*



**Abb. 5:** FZM-ummüllte Gasleitung mit Feldbögen

*... Für die Feldbiegearbeiten beim Rohrleitungsbau mit FZM-ummantelten Rohren sollte nach Möglichkeit immer die gleiche Personengruppe herangezogen werden, die auch bei den ersten Probiegeungen beteiligt war. Im allgemeinen werden bei einem Bauvorhaben im Zuge der allgemeinen Überwachung durch Sachverständige die ersten gebogenen Rohrkrümmer und später nur noch Stichproben kontrolliert. In Grenzfällen entscheidet der Sachverständige über die Verwendung der Bögen. ...*

Die Abwinkelung darf nach VDTÜV-Merkblatt 1054, bezogen auf einen Biegeschritt, nicht mehr als 1,5° betragen. Für die FZM-Ummantelung ist im DVGW-Arbeitsblatt eine Abwinkelung von < 1° vorgeschrieben. Ein Biegeschritt entspricht dem Außendurchmesser in mm, wobei der Biegeschritt 300 mm nicht unterschreiten soll. Die Abweichung zwischen dem maximalen und dem minimalen Durchmesser (Ovalität) im Krümmungsbereich darf nicht mehr als 4 % betragen; Beulen und Falten sind nicht zulässig.

### 3.3 Seeverlegung von FZM-ummantelten Rohren

Ein besonders erfolgreiches Einsatzgebiet für die FZM-ummantelten Rohre ist die Seeverlegung. Beispielhaft ist hier die Verlegung einer Hochdruckleitung im Jahre 1996 durch den Zeller See zu nennen. Auftraggeber war die Salzburger Ferngas AG, die Planung hatte das Ingenieurbüro AIP aus Salzburg übernommen; ausführendes Unternehmen war die Fa. Riepl. Die Leitung DN 300 verbindet das Südufer mit dem Nordufer des Zeller Sees. Es wurden polyethylenumhüllte Rohre der Stahlgüte StE 360.7 nach der früher gültigen DIN 17172 mit einer Wanddicke von 7,1 mm und der FZM-Ummantelung mit einer Schichtdicke von mind. 7 mm eingesetzt (15).



**Abb. 6:** Montagebühne am Zeller See

Die Rohre wurden auf einer Montagebühne am Südufer des Zeller Sees zu 112 m langen Rohrsträngen verschweißt und fertig nachumhüllt (Bild 6). Strangweise erfolgte anschließend die vorgeschriebene Druckprüfung. Die Rohrstränge wurden aneinandergeschweißt und über Rollen in den See eingeschwommen. Zur Überwindung des Auftriebs wurde der Rohrstrang mit Gewichten versehen. Bei dieser Verlegemaßnahme diente die FZM-Ummantelung in erster Linie dem mechanischen Schutz.



Abb. 7: FZM-Umhüllungen mit der Sonderschichtdicke von 50 mm



Abb. 8: FZM-umhüllte Rohre in der Karibik

Die FZM-Ummantelung kann auch, wie im Fall der 1991 in der Karibik zwischen Pointe a Pitre auf Guadeloupe und der kleinen Nachbarinsel Desirade verlegten 15 km langen Trinkwasserrohrleitung, zusätzlich als Auftriebssicherung eingesetzt werden. Es handelt sich hier um die Rohrdimension DN 250 mit einer Wanddicke von 9,3 mm und der Stahlgüte X 52 nach API 5L (16). Die 14 m langen Rohre sind zementmörtel ausgekleidet und mit Polyethylen umhüllt. Die Schichtdicke der zusätzlichen FZM-Ummantelung beträgt zur Überwindung des Auftriebs und Sicherung der Rohrleitung in der starken Meeresströmung 50 mm (Bild 7). Jedes dieser etwa 2100 kg schweren Rohre wurde auf einem Verlegeschiff miteinander verschweißt und nachumhüllt. Für die Verlegung bis in eine Tiefe von immerhin 80 m mußte der gesamte Strang zur Vermeidung der Schlaufenbildung unter Zug gehalten werden (Bild 8). Für die Verlegung war die CMTM, ein französisches Unternehmen mit Hauptsitz in Marseille, verantwortlich, Auftraggeber war die Inselverwaltung von Guadeloupe.

Das DVGW-Arbeitsblatt GW 340 sieht in der Standardausführung für die Zementmörtelummantelungen eine Schichtdicke von mind. 7 mm vor. In Absprache mit dem Kunden kann die Schichtdicke jedoch zur Auftriebssicherung oder im Falle außerordentlicher mechanischer Beanspruchung deutlich erhöht werden.

Der Erfolg der FZM-Ummantelung in der grabenlosen Rohrverlegung begann bereits Ende der 80er Jahre mit der Durchörterung von Produktrohren insbesondere im Bereich von Straßenzügen mit Vortrieblängen, die in der Regel deutlich unterhalb von 100 m blieben. Bild 9 zeigt den steigenden Verbrauch an Haftvermittler als Maß für die in der Sonderausführung gefertigten Rohrlängen und damit die wachsende Bedeutung dieser Verlegetechnik.

### 3.4 FZM-Ummantelung in der grabenlosen Rohrverlegung

Der Erfolg der FZM-Ummantelung in der grabenlosen Rohrverlegung begann bereits Ende der 80er Jahre mit der Durchörterung von Produktrohren insbesondere im Bereich von Straßenzügen mit Vortrieblängen, die in der Regel deutlich unterhalb von 100 m blieben. Bild 9 zeigt den steigenden Verbrauch an Haftvermittler als Maß für die in der Sonderausführung gefertigten Rohrlängen und damit die wachsende Bedeutung dieser Verlegetechnik.

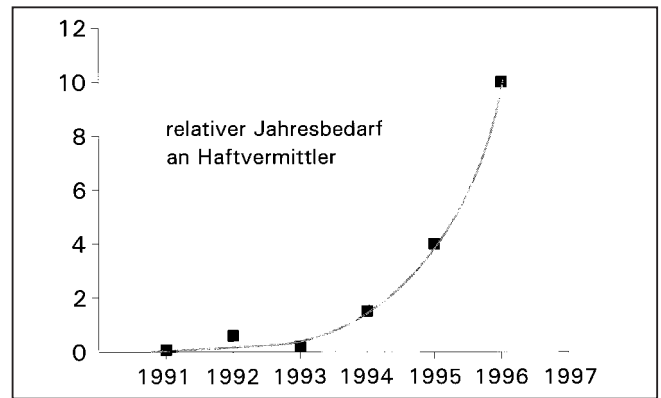


Abb. 9: Verbrauch an Haftvermittler

Heute werden z. B. mit dem Horizontalspülbohrverfahren problemlos viele hundert Meter Rohrlänge in einem Strang grabenlos verlegt. Ein besonders interessantes Projekt war die Querung der Mosel zwischen Alf und Bullay mit einer Gashochdruckleitung DN 200. Auftraggeber war die Saarferngas AG, das ausführende Unternehmen die Fa. Flowtex. Die Leitung war für einen Betriebsdruck von 67 bar vorgesehen. Die hier eingesetzte Werkstoffgüte StE 290.7 sowie die Rohrwanddicke von 6,3 mm erlauben immer-

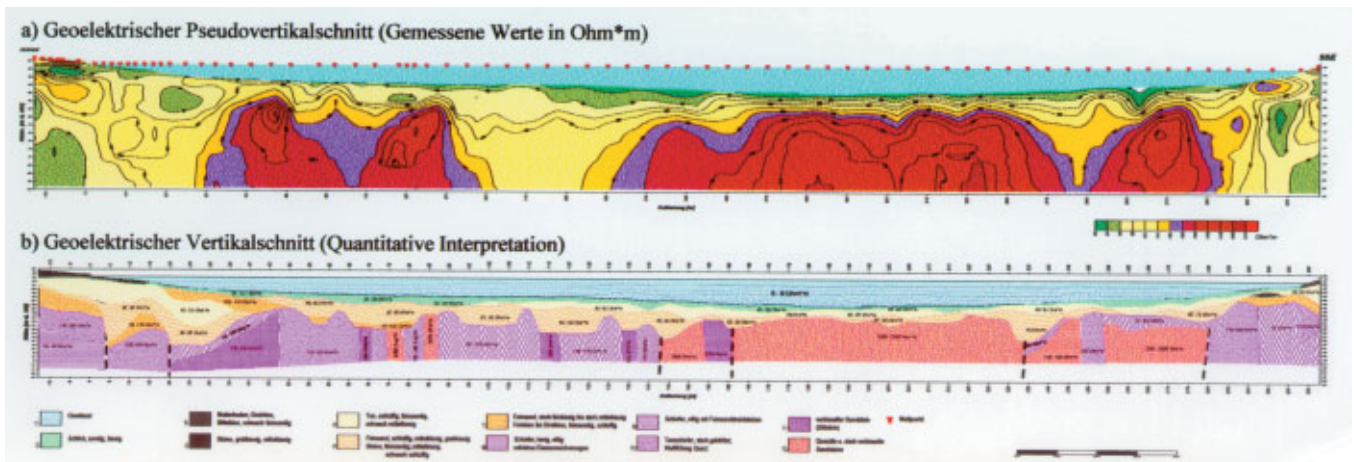


Abb. 10: Geologisch/geoelektrische Untersuchung der Rohrtrasse unter der Mosel



hin Betriebsdrücke bis 105 bar; so daß durch eine Erhöhung des Förderdrucks noch deutliche Reserven bleiben. Für dieses Vorhaben wurde die Polyethylenummüllung der Hochdruckleitung mit einer Zementmörtelummantelung in der Sonderausführung mit Haftvermittler versehen. Zu Beginn dieses Projektes stand eine geologische/geoelektrische Untersuchung der vorgesehenen Trasse unter der Mosel (Bild 10).

Bei diesen Untersuchungen zeigte sich, daß im Verlauf des vorgesehenen Bohrkanals auf einer Länge von etwa 80 m sehr harter Quarzit durchquert werden mußte.



**Abb. 11:** Bohrergerät für die Zugkraft von 400 t

Die Bohrung wurde, entsprechend dem zulässigen Biegeradius des Bohrgestänges, in einem Radius von 900 m mit einer Endtiefe von 12 m unter der Flußsohle ausgeführt. Für dieses Projekt wurde ein Bohrergerät mit einer Zugkraft von 400 t eingesetzt (Bild 11). Nach der Pilotbohrung erfolgte die zweimalige Aufweitung des etwa 370 m langen Bohrkanals bis auf einen Durchmesser von 440 mm. Der Außendurchmesser der Rohrleitung betrug 248 mm. Das gelöste Bodenmaterial wurde durch eine Bentonitsuspension aus dem Bohrkanal gespült. Mit Hilfe einer Aufbereitungsanlage konnte die Bentonitlösung für weitere Spülzwecke aufgearbeitet werden. Der Rohrstrang wurde für die Verlegung komplett verschweißt, die Rohrverbindungen mit Korrosionsschutzbinden nachumhüllt und die Zementmörtelummantelung mit Hilfe eines Vergußmörtels vervollständigt. Im Verlauf von 6 Stunden wurde der Rohrstrang in den Bohrkanal eingezo-gen (Bild 12). Da diese Hochdruckleitung im Betrieb kathodisch geschützt wird, konnte nach dem Einziehen der Rohrleitung ein Einspeiseversuch vorgenommen werden. Es zeigte sich, daß die Umhüllung in einwandfreiem Zustand war.

#### Literaturhinweise

- (1) DIN 19630; Richtlinien für den Bau von Wasserrohrleitungen; Technische Regel des DVGW; Ausgabe 08/1982
- (2) DIN 30675 T 1; Äußerer Korrosionsschutz von erdverlegten Rohrleitungen; Schutzmaßnahmen und Einsatzbereiche bei Rohrleitungen aus Stahl; Ausgabe 09/1992
- (3) DVGW-Arbeitsblatt G 462 I; Errichtung von Gasleitungen bis 4 bar Betriebsdruck aus Stahlrohren; Ausgabe 09/1976  
DVGW-Arbeitsblatt G 462 II; Gasleitungen aus Stahlrohren von mehr als 4 bar bis 16 bar Betriebsdruck; Errichtung; Ausgabe 01/1985
- (4) DVGW-Arbeitsblatt G 463; Gasleitungen aus Stahlrohren von mehr als 16 bar Betriebsdruck; Errichtung; Ausgabe 07/1989
- (5) TRBF 301; Richtlinie für Fernleitungen zum Befördern gefährdender Flüssigkeiten – RFF Ausgabe 04/1982
- (6) TRBF 302; Richtlinie für Verbindungsleitungen zum Befördern gefährdender Flüssigkeiten – RVF; Ausgabe 09/1982
- (7) DIN 30670; Polyethylen-Umhüllung von Stahlrohren und -formstücken; Ausgabe 04/1991
- (8) DIN 2614; Zementmörtelauskleidungen für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke; Ausgabe 02/1990

Das DVGW-Arbeitsblatt GW 340 fordert für die Zementmörtelummantelung in der Sonderausführung eine Scherfestigkeit von mind. 50 N/cm<sup>2</sup>. Die hier eingesetzten Zugkräfte von 4 bis 5 t ergeben, bezogen auf die Rohrlänge und die damit zur Verfügung stehende Gesamtfläche, Scherkräfte, die scheinbar weit unterhalb des im DVGW-Arbeitsblatt angegebenen Mindestwertes liegen. Bei einer theoretisch gleichmäßigen Scherbeanspruchung der gesamten Ummantelung ergibt sich für den Rohrstrang DN 200 mit einer Länge von 370 m eine mögliche Zugkraft von 12900 t. Eine solche Betrachtungsweise ist jedoch unsinnig, da



**Abb. 12:** Einzug des Rohrstranges

die im Arbeitsblatt geforderte Scherfestigkeit auf die während des Einziehvorganges auftretenden lokalen Beanspruchungen der FZM-Ummantelung im Rohrkanal ausgelegt ist.

## 4. Schlußbemerkung

Der Erfolg der FZM-Ummantelung von Stahlleitungsrohren ist primär das Ergebnis einer jahrelangen Zusammenarbeit von Planern, Betreibern, Verlegern und Rohrerstellern. Diese Zusammenarbeit prägte die Entwicklung und damit die erreichte Anwendungsvielfalt dieser mechanischen Schutzmaßnahme. Das gemeinsame Gespräch lieferte auch die wesentlichen Eckpunkte des zukünftigen DVGW-Arbeitsblattes zur Ummantelung von Stahlleitungsrohren mit Zementmörtel. Der offizielle Entwurf wird voraussichtlich im Juli 1997 als Gelbdruck erscheinen.

- (9) DIN 1164 T 1; Portland-, Eisenportland-, Hochofen- und Traßzement; Begriffe, Bestandteile, Anforderungen, Lieferung; Ausgabe 03/90
- (10) DIN 4226 T 1; Zuschlag für Beton; Zuschlag mit dichtem Gefüge; Begriffe, Bezeichnung und Anforderungen; Ausgabe 04/83
- (11) DIN 1045; Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung; Ausgabe 07/88
- (12) DVGW-Merkblatt GW 15; Nachumhüllung von Rohren, Armaturen und Formteilen; Ausbildungs- und Prüfplan; Ausgabe 11/1989
- (13) DIN 30672 T 1; Umhüllungen aus Korrosionsschutzbinden und wärmeschrumpfendem Material für Rohrleitungen für Dauerbetriebstemperaturen bis 50 °C; Ausgabe 09/91
- (14) VDTÜV-Merkblatt 1054; Richtlinien für die Herstellung und Prüfung kaltgebogener Rohre für Fernleitungen; Ausgabe 08/1977
- (15) DIN 17172; Stahlrohre für Fernleitungen für brennbare Flüssigkeiten und Gase; Technische Lieferbedingungen; Ausgabe 05/78
- (16) API Spec 5L; Specification für Line Pipe; Ausgabe 04/95

Sonderdruck aus: bbr Wasser und Rohrbau. Ausgabe 8/97.  
Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH + Co. KG, Köln



Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe

Salzgitter Mannesmann Line Pipe GmbH  
In der Steinwiese 31 | 57074 Siegen  
Telefon: 0271 691-0 | Telefax: 0271 691-299  
info@smlp.eu | www.smlp.eu



**PRO AQUA STAHLROHRE**  
*Jedem Druck gewachsen*