

# Wassertransportleitungen aus Stahl – Besonderheiten und Vorteile in Planung und Ausführung

Sonderdruck 003



Der



## **Zweckverband Wasser und Abwasser Vogtland**

baut mit Fördermitteln der Bundesrepublik  
Deutschland und des Landes Sachsen

die

## **Wasserfernleitung Muldenberg – Schöneck – Siebenbrunn**

### **Projektsteuerung:**



Sächsische Entwicklungsgesellschaft  
Loschwitzer Str. 15 · 01309 Dresden

### **Entwurfsverfasser und örtl. Bauüberwachung:**

Ing.-Consult Schöll + Partner  
Niederlassung Waldsassen  
Leuthnerstr. 7 · 95652 Waldsassen  
Herr R. Steppan – Tel: 096 32/10 80

### **Bauoberleitung:**

Zweckverband Wasser/Abwasser  
Vogtland                      Oberbauleitung  
Hammerstr. 28 · 08523 Plauen  
Frau Dipl.-Ing. (TU) I. Heitel  
Tel: 0 37 41/4 02-2 23

### **Bauausführung:**

ARGE Fernleitung  
UTR GmbH, 08606 Schönbrunn  
VOBA Bau GmbH, 08269 Hammerbrücke  
VSTR GmbH, 08228 Rodewisch  
TSI GmbH, 08525 Plauen

### **Subunternehmer:**

Horizontalbohrungen  
Eckert Erdbau, 97922 Lauda-Königshofen  
Schweißarbeiten:  
Hofer Schweißtechnik, 95111 Rehau

# Wassertransportleitungen aus Stahl – Besonderheiten und Vorteile in Planung und Ausführung

C. Reekers; R. Steppan; H. J. Kocks<sup>1</sup>

*Der Einsatz von Stahlrohren für den Transport von Wasser und Gas bietet mit den heute gebräuchlichen Korrosionsschutzsystemen sowohl bei der Verlegung als auch im späteren Betrieb für den Betreiber ein hohes Maß an Sicherheit. Diese Sicherheit beruht einerseits auf dem erreichten technischen Niveau der werkseitig hergestellten Auskleidungen und Umhüllungen, andererseits aber auch auf den Möglichkeiten des kathodischen Korrosionsschutzes bei geschweißten und damit längsleitfähigen Rohrverbindungen. Dabei wird die Rohrleitung insbesondere bei Aufgrabungen Dritter im Falle durchgehender Beschädigungen aktiv geschützt. Durch entsprechende Messungen sind Fehlstellen jederzeit zu lokalisieren und können gezielt ausgebessert werden. So kann auch nach Jahren des Betriebes relativ leicht eine Aussage über den Zustand der Leitung gewonnen werden. In diesem Beitrag sollen am Beispiel eines Projektes die Besonderheiten und Vorteile der Wassertransportleitung aus Stahl in Planung und Ausführung vorgestellt und diskutiert werden.*

## 1. Einleitung

Mit Blick auf den Ausbau der Infrastruktur und damit der wirtschaftlichen Entwicklung des oberen Vogtlandes wurde im Auftrag des Staatlichen Umweltamtes Plauen 1993 eine Betriebswasserbilanz für dieses Versorgungsgebiet, das die Gemeinden Adorf, Saalig, Hermesgrün, Wohlach und Schöneck umfaßt, erstellt. Die Studie zeigte, daß der zukünftige Wasserbedarf dieses Versorgungsgebietes durch die derzeit zur Trinkwassergewinnung genutzte Talsperre Dröda mit ihren Zuleitungen nicht ausreichend gedeckt werden kann. Ein weiteres Problem stellt die Abhängigkeit dieses Versorgungsgebietes von nur einer Talsperre zur Wassergewinnung dar, so daß im Falle einer Havarie die Trinkwasserversorgung nicht gesichert ist.

Die Stadt Schöneck mit den Ortsteilen Eschenbach, Gunzen, Kottenheide und Schilbach hat ca. 3800 Einwohner. Mit einer Bevölkerungsdichte von 84 E/km<sup>2</sup> entspricht die Stadt Schöneck dem Typus einer bevölkerungsarmen Großflächengemeinde. Die eigentliche Stadt Schöneck hat kleinstädtischen Charakter und die verbleibenden Ortsteile dörflichen Charakter. Zur wirtschaftlichen Basis der Stadt zählen ca. 70 gewerbliche Betriebe. In der Stadt sind weiterhin 44 Handelsunternehmen ansässig. Der Tourismus stellt eine

bedeutende Einnahmequelle dar und soll ausgebaut werden. In Schöneck sowie allen Ortsteilen gibt es landwirtschaftlichen Erwerb, wobei der überwiegende Teil der Landwirtschaftsfläche intensiv genutzt wird. Die Stadt Schöneck ist seit 1962 „staatlich anerkannter Erholungsort“. Zur touristischen Infrastruktur zählen u. a. das Freibad, Naherholungsgebiete, Wander- und Radwege, Loipen, Lifte, Sportplätze usw. Das städtische Entwicklungskonzept sieht die Entwicklung der Stadt Schöneck als Luftkur- und Fremdenverkehrsort vor. Die Ausweisung sowie Bereitstellung der dazu benötigten Flächen zum Aufbau und zur Erweiterung der zugehörigen Infrastruktur ist vorgesehen.

Eine ähnliche Situation ergibt sich für die Gemeinde Adorf. Neben dem bisherigen Ortsnetz waren bei der Beurteilung der Versorgungssituation mit Trinkwasser das neue Krankenhaus sowie die geplanten Gewerbegebiete zu berücksichtigen. Aufgrund der Fertigstellung der Zentralkläranlage ist auch hier die Voraussetzung für eine sprunghafte Entwicklung des Gewerbes und des Fremdenverkehrs geschaffen.

Die Gemeinden Saalig, Hermesgrün, Breitenfeld und Wohlach haben ländliche Struktur mit großen landwirtschaftlichen Betrieben.

Nach der Prüfung mehrerer Varianten entschied sich der Zweckverband Wasser/Abwasser Plauen für die Anbindung dieses Versorgungsgebietes an die Talsperre Muldenberg über eine 16 km lange Fernleitung von Muldenberg über Schöneck nach Siebenbrunn, einem Stadtteil der Gemeinde Adorf. Mit dem damit verbundenen Neubau der Trinkwasseraufbereitungsanlage in Muldenberg wurde auch die Grundvoraussetzung für die Bereitstellung der erforderlichen Wassermengen in der von den EU-Richtlinien und der Trinkwasserverordnung geforderten Qualität geschaffen.

Bauherr und Betreiber dieser Fernleitung ist der Zweckverband Wasser/Abwasser Vogtland (ZWAV), die Projektsteuerung unterlag der sächsischen Entwicklungsgesellschaft (SEG) und das Planungsbüro Ing.-Consult Schöll + Partner mit der Niederlassung in Waldsassen wurde mit der Planung und Bauüberwachung beauftragt.

## 2. Besonderheiten bei der Planung

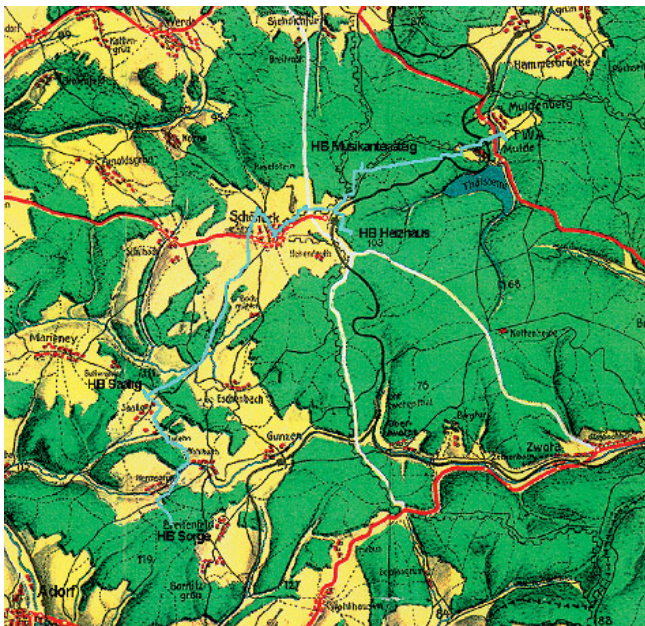
In der Planung und Ausführung waren Gegebenheiten zu berücksichtigen, die später insbesondere die Auswahl des Rohrwerkstoffes beeinflussten. Grundlage für die Planung waren das geologische Gutachten über den Trassenverlauf und der landschaftspflegerische Begleitplan. Auf eine Umweltverträglichkeitsprüfung im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens konnte aufgrund der geplanten Verlegung im Trassenverlauf einer alten Trinkwasserversorgungsleitung verzichtet werden.

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. (FH) Carsten Reekers, Dr. rer. nat. Hans-Jürgen Kocks, Röhrenwerk Gebr. Fuchs GmbH, Siegen R. Steppan, Ing. Consult Schöll + Partner, Niederlassung Waldsassen

## 2.1 Trassenverlauf

Der Bauanfang befindet sich nördlich der Talsperre Muldenberg nahe der Kreisstraße K 323 (**Abb. 1**). Die Leitungssohle liegt auf 685,95 m ü. NN. Nach Unterquerung der Kreisstraße nimmt die Leitung einen südöstlichen Verlauf und unterquert die Staatsstraße S 302. Nachdem im weiteren Verlauf auch die Bahnlinie Chemnitz-Adorf unterquert wird, erfolgt eine Richtungsänderung nach Südwesten. Der weitere Verlauf orientiert sich an der S 302, bis die Leitung in südöstlicher Richtung in eine Waldschneise abschwenkt. Knapp 300 m führt die Leitung entlang der Bahnlinie Chemnitz-Adorf, dann verläuft sie weiter bis zum Hochbehälter Schöneck Musikantensteig (1. Abgabepunkt der Leitung). Von hier aus werden zwei Paralleleitungen (die Fernleitung und eine Versorgungsleitung) nach Schöneck geführt. Die Verlegung erfolgt entlang von Waldschneisen / Waldwegen, wobei es zu Richtungsänderungen nach Süden, dann nach Westen und schließlich wieder nach Süden kommt. Dann wird innerhalb des Straßenbereiches der Muldenberger Straße (S 302) verlegt.

Im Stadtgebiet von Schöneck werden die Leitungen zuerst unter dem Bahngelände hindurch, der geplanten Gewerbeerschließungsstraße entlang und weiter bis zum Hochbehälter Heizhaus geführt. Von dort führen die Leitungen dieselbe Trasse wieder zurück bis zur S 302. In der S 302 verlaufen sie nun weiter durch die Stadt Schöneck. Auf einer Streckenlänge von 165 m verläuft die Fernleitung im Grünstreifen neben der Oelsnitzer Straße (S 302), bevor sie diese unterquert. Im weiteren Verlauf folgt die Leitung einem Feldweg nach Südwesten. Von dort verläuft die Fernleitung durch feuchtes Grünland und Acker in südlicher Richtung bis zur Straße nach Schilbach (K 316), wo sich auch der Entnahmepunkt Schilbach befindet.

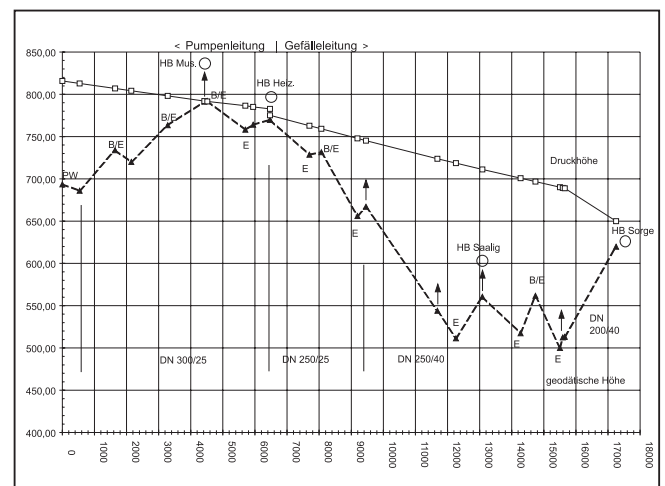


**Abb. 1:** Trassenverlauf der Fernleitung Muldenberg – Schöneck – Siebenbrunn

Weiter in südlicher Richtung stößt die Fernleitung auf die Straße K 324 und verläuft in bzw. neben dieser Straße in Richtung Saalig, wobei auch zwei Bäche gequert werden. Nach der zweiten Bachquerung verläuft die Leitung südwestlich (teils durch landwirtschaftlich genutzte Flächen, teils in einer Waldschneise), bis sie auf die Straße von Saalig nach Marieney stößt. Hier zweigt eine Leitung Richtung Hochbehälter Saalig ab, wobei die K 324 gequert wird. An Saalig vorbei führt sie Richtung Wohlbach, ein Stück entlang der Straße von Wohlbach in Richtung Hermsgrün, dann südlich weiter den Eisenbach querend zur Entnahmestelle Wohlbach-Hermsgrün-Breitenfeld. Dann verläuft die Leitung südwestlich der schmalen Straße folgend, danach in südöstlicher Richtung in Forstwegen, Waldwegen und Waldschneisen bis zum Bauende beim geplanten Hochbehälter Sorge.

## 2.2 Betriebsparameter

Bedingt durch die topographischen Gegebenheiten wird die Fernleitung in zwei Abschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt ist als Pumpenleitung der Dimension DN 300 ausgelegt und verbindet das Pumpwerk der TWA Muldenberg mit dem Hochbehälter Heizhaus in Schöneck, welcher als Durchlaufbehälter konzipiert ist (**Abb. 2**).



**Abb. 2:** Längsschnitt der Fernleitung

Die Leitung liegt etwa 1,3 bis 3,5 m unter Geländeoberkante und ist für die Nenndruckstufe PN 25 ausgelegt. Dabei ist eine Höhendifferenz von rund 100 m zu überwinden. Der zweite Leitungsabschnitt vom HB Heizhaus bis zum HB Sorge ist als Gefälleleitung vorgesehen. Hier werden etwa 300 m Höhendifferenz überwunden. Es kommen Leitungen der Dimensionen DN 250 und DN 200 in den Druckstufen PN 25 und PN 40 zum Einsatz.



## 2.3 Bodenverhältnisse

Der Untersuchungsbereich der Leitungstrasse liegt im Gebiet metamorph gefalteter, paläozoischer Sedimente und Vulkanite. Beim Trassenabschnitt Muldenberg-Schöneck handelt es sich um Phyllite mit Quarzitlagen und Diabasen des Vogtländischen Kambriums mit geringer Lockersteinbedeckung, die u.a. aus Schluff mit Beimengungen von Tonen besteht. Streckenweise gibt es auch Torfvorkommen. Im Bereich von Straßen und Forstwegen sind auch Auffüllungen anzutreffen. In den Talauen wurde Lockergestein mit teils mehr als 4 m Mächtigkeit angetroffen, welches überwiegend aus wasserführendem Kies besteht. Beim Festgestein handelt es sich um geschieferten Phyllit, stellenweise treten harte Einlagerungen (Quarzit, Diabase) auf. Beim Trassenabschnitt Schöneck – Bauende sind im Bereich von Feldrainen, Straßengräben und unbefestigten Wegen gering mächtige Humusböden anzutreffen. Die Festgesteinsuntersuchung ergab hier Phyllit, Tonschiefer und untergeordnet auch Quarzite, Spilite und Diabase. Die Gesteine sind angewittert. Auf dem Festgesteinsuntergrund liegt eine bis zu 3 m mächtige Lockergesteins- und Deckschicht vor, die aus tonig, kiesig, sandig und gering steinigem Schluff besteht. Es handelt sich um Verwitterungslehme und Hangschutt. In den Talauen sind moorige, anmoorige, nasse und generell saure Böden ausgebildet.

Die abschließende Bewertung der Bodenverhältnisse nach DIN 18300 ergab für die Baggerarbeiten bis zu einer Bautiefe von 1,50 m zu 72 % die Bodenklasse 5 und zu 28 % die Bodenklassen 6 und 7 /1/. Die Untersuchung des anstehenden Bodens nach DVGW Arbeitsblatt GW 9 ergab eine Bewertungszahl von „-28“ entsprechend der Bodenklasse III (stark aggressiv) /2/.

## 2.4 Grundwasser

Im Talauenbereich der Mulde (Bauanfang) wurde Grundwasser ab 1,7 m u. G. angetroffen. Im weiteren Verlauf der Trasse wurden an der Basis der Lockergesteine geringe Mengen an Grundwasser vorgefunden. Bei 1,5 m Bautiefe wird sich die Leitung teilweise im Grundwasserschwankungsbereich befinden. Im Trassenabschnitt Schöneck-Bauende fanden sich in den Talauen des ‚Tiefen Grabens‘ und des Eisenbaches Grundwasserstände von 0,5 – 1,3 m u. G., im Bereich Birkenhäuser stieg das Grundwasser nach dem Bohren auf 0,2 m unter dem Gelände an. Bei den geplanten Arbeiten in der Talaue ist mit Grundwasserzutritt im Bachniveau zu rechnen.

## 2.5 Ökologische Gesichtspunkte

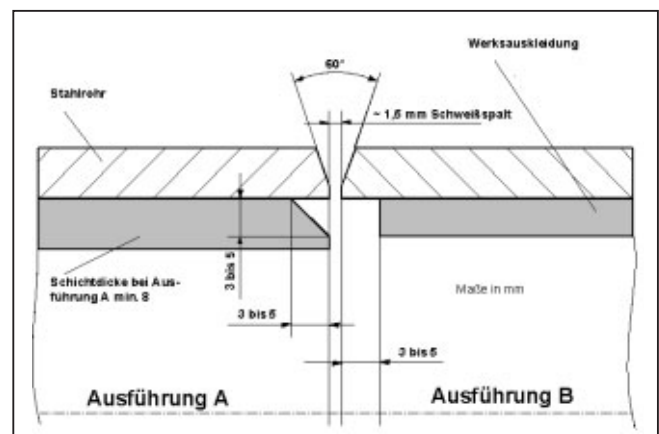
Die gesamte Trinkwasserleitung verläuft im Naturpark „Erzgebirge-Vogtland“, überwiegend in der Schutzzone II. Südlich der Straße Hermsgrün – Wohlbach verläuft die Trinkwasserleitung im Landschaftsschutzge-

biet „Oberes Vogtland“. Auf großen Streckenabschnitten (ca. 5,5 km) wird die Leitung in Wegen/Schneisen zumeist durch Nadelforste verlegt. Landwirtschaftlich genutzte Flächen (Äcker / Grünland) sind im Verlauf von etwa 8,8 km der Trasse betroffen. Feuchtes, höchstens extensiv genutztes Grünland wird von der Trinkwasserleitung auf einer Strecke von zusammen ca. 380 m durchquert.

Die baubedingten Beeinträchtigungen mit Auswirkungen auf die Landschaftspotentiale sind nach dem landschaftspflegerischen Begleitplan auf ein Minimum zu beschränken. Störungen des Boden-Wasserhaushaltes sind durch eine geringe Dimensionierung und weitgehende Verwendung des zuvor ausgehobenen Bodenmaterials zur Verfüllung zu minimieren. Die Bodenschädigungen durch den Baubetrieb sind auf schmale Arbeitsstreifen zu beschränken. Der Eingriff in die vorhandene Vegetation muß durch eine entsprechende Leitungsführung in Schneisen, entlang von Straßen und Wegen, so gering wie möglich bleiben.

## 3. Auswahl des Rohrwerkstoffes

Für die Trinkwasserleitung wurden Stahlleitungsrohre in Einzellängen von 16 m mit Zementmörtelauskleidung und Polyethylenumhüllung sowie einer Faserzementmörtelummantelung als Schutz vor mechanischen Beschädigungen ausgewählt. Die Zementmörtelauskleidung ist an den Rohrenden entsprechend Ausführung B der DIN 2614 für die Stumpfschweißverbindung gefertigt (**Abb. 3**)/3/.



**Abb. 3:** Endenausführung nach DIN 2614

Der verbleibende Spalt von etwa 5 bis 10 mm wird nach Beurteilung der Wasseranalyse aus Muldenberg durch Deckschichtbildung nach Inbetriebnahme geschützt /4/5/6/7/. Die Polyethylenumhüllung nach DIN 30670 wird entsprechend DIN 30675 T.1 in Böden jeder Aggressivitätsstufe eingesetzt und ist somit für die hier vorliegenden Bodenverhältnisse bestens geeignet /8/9/. Diese Vorteile der Polyethylenumhüllung werden durch den Einsatz des kathodi-

schen Korrosionsschutzes ergänzt /10/. Die hier eingesetzte Schweißverbindung erlaubt aufgrund ihrer Längsleitfähigkeit die Nutzung dieser zusätzlichen Korrosionsschutzmaßnahme, die gleichzeitig mehrere Vorteile für den Betreiber bietet:

1. Die Rohrleitung kann schon kurze Zeit nach der Verlegung auf Schäden hin untersucht, Fehlstellen können lokalisiert und im Rahmen der Gewährleistung nachgebessert werden.
2. Die Rohrleitung ist jederzeit insbesondere bei späteren Aufgrabungen im Trassenbereich geschützt. Die Leitung kann auch nach Abschluß solcher Arbeiten kontrolliert werden.
3. Auch nach Jahrzehnten des Betriebes kann der Zustand des äußeren Korrosionsschutzes ohne Aufgrabungen durch Messungen kontrolliert und damit die Funktionstauglichkeit der Leitung beurteilt werden.

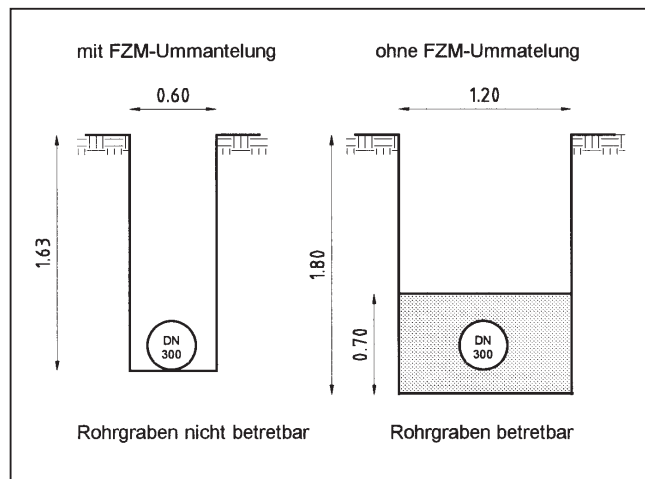
Die Faserzementmörtelummantelung kommt insbesondere den Anforderungen des landschaftspflegerischen Begleitplans entgegen. Sie bietet Schutz vor mechanischen Beschädigungen der darunter liegenden Korrosionsschutzumhüllung sowohl während der Verlegung, als auch im späteren Betrieb. /11/.

Die Faserzementmörtelummantelung erlaubt das Verfüllen des Rohrgrabens mit dem anstehenden Boden ohne zusätzliche Sandbettung. Der empfindliche Bodenwasserhaushalt dieses Gebietes wird somit aufgrund der entfallenden Drainagewirkung des Sandbettes nicht verändert.

Die Möglichkeit der Pipelineverlegung faserzementmörtelummantelter Stahlrohre, d.h. das Verschweißen und Nachumhüllen der Stahlrohre vor dem Absenken am Grabenrand, ermöglicht einerseits den schnellen und sicheren Einbau der Leitung und andererseits die für das Landschaftschutzgebiet vorgeschriebene Verlegung mit äußerst schmalen Arbeitsstreifen. Ohne Faserzementmörtelummantelung sind zwangsläufig sehr breite Arbeitsstreifen erforderlich, da diese gleichzeitig für den Antransport von Sand auszulegen sind. Die Vernichtung von Gehölzen und die Zerstörung offener Biotope, sowie die zusätzliche Verdichtung des Bodens durch die schweren Transportfahrzeuge kann somit durch die Pipelineverlegung und die Faserzementmörtelummantelung auf ein Minimum beschränkt werden. Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden kaum notwendig. Es findet lediglich eine Rekultivierung der durch die Baumaßnahmen betroffenen Flächen mit Zuführung in ihre frühere Nutzung statt. Streckenstationen und Schieber werden in das Landschaftsbild eingepaßt. Diese Vorteile des Stahlrohres sind jedoch nicht nur aus ökologischer Sicht, sondern auch unter wirtschaftlichen Aspekten von großer Bedeutung.

Die **Abbildung 4** zeigt einen Vergleich aus den Planungsunterlagen der erforderlichen Rohrgrabenabmessungen (ohne Mutterboden) für eine stumpfnah-

geschweißte Stahlrohrleitung mit Faserzementmörtelummantelung in Pipelineverlegung gegenüber einer Steckmuffenleitung ohne zusätzliche Ummantelung. Während der Rohrgraben in der Pipelineverlegung nicht betreten wird, müssen Steckmuffenrohre in einem betretbaren Graben montiert werden.



**Abb. 4:** Vergleich der Grabenbreiten

Grundsätzlich beschränkt sich damit beim Stahlrohr in der Pipelineverlegung der erforderliche Verbau auf die Arbeitsbereiche, in denen einzelne Rohrstränge im Graben miteinander verbunden werden. Bei der Steckmuffenrohrverlegung muß der gesamte Graben mit einem Verbau versehen sein. Im Falle der Pipelineverlegung wird der Rohrgraben zwangsläufig schmaler und aufgrund der eingesetzten FZM-Ummantelung nicht so tief ausgeführt. Die dabei eingesparten Erdbewegungen reduzieren deutlich die Verlegekosten.

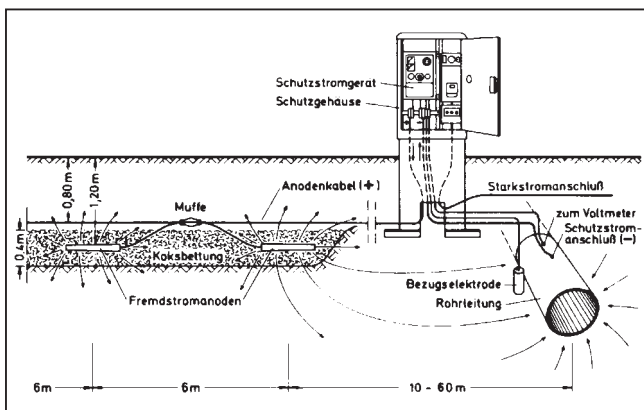
Ein wesentlicher Aspekt ist die Einsparung des ansonsten erforderlichen Bodenaustausches in der Leitungszone. Der anstehende Boden, größtenteils die Bodenklasse 5, eignet sich keinesfalls zur direkten Auflagerung einer polyethylenummüllten Leitung. In felsigem und steinigem Untergrund ist der Rohrgraben nach DIN 19630 tiefer auszuheben und der Mehraushub sowie der Bereich in der Leitungszone sind durch eine steinfreie Schicht zu ersetzen /12/.

Bei einer zusätzlichen Ummantelung der Rohrleitung mit Faserzement kann dieser Arbeitsgang entfallen. Allerdings ist auch hier dafür Sorge zu tragen, daß die gesamte Leitung satt aufliegt und punktuelle Lasteintragungen nicht auftreten. Für einen Bodenaustausch in der Leitungszone wären ca. 0,75 m³ Bettungsmaterial pro lfd. Meter Rohrgraben im verdichteten Zustand erforderlich. Bei einer Gesamtlänge von rund 16 km ergibt sich ein Bedarf von mehr als 10000 m³ steinfreiem Material. Dieses wäre mit hohen Kosten verbunden, da die nächste Kiesgrube in einer Entfernung von über 100 Kilometern liegt.

Ein weiterer Punkt aus baulicher Sicht ist das mögliche Ausschwemmen der Sandbettung infolge von Grund- und Sickerwasser. Ohne zusätzliche Maßnahmen kann das feinkörnige Material mit der Zeit ausgetragen werden. Das ursprünglich als Bettung dienende Material wird in solchen Fällen schon nach wenigen Jahren durch den anstehenden, steinigen Boden verdrängt, während eine FZM-Ummantelung auf dem Rohr verbleibt.

#### 4. Der kathodische Korrosionsschutz

Die Grundlage zur Planung und Errichtung kathodischer Korrosionsschutzanlagen für erdverlegte Stahlrohrleitungen ist das DVGW-Arbeitsblatt GW 12 /13/. Dieses aktive Schutzverfahren nutzt die Abhängigkeit der Korrosionsgeschwindigkeit vom elektrochemischen Potential der Stahlrohrleitungen. Durch das Einbringen eines ausreichend hohen kathodischen Schutzstromes in das Stahlrohr wird das Potential so weit in negative Richtung verschoben, bis eine Korrosion praktisch nicht mehr stattfindet. Die Schutzanlage setzt sich aus den folgenden Elementen zusammen (**Abb. 5**):



**Abb. 5:** Aufbau einer Korrosionsschutzanlage

- Netzanschluß (220 V)
- Gleichrichter zur Lieferung des Schutzstromes
- Fremdstromanoden mit Kokseinbettung zur Einleitung des Schutzstromes in den Erdboden
- Elektrische Verbindungen zur Rohrleitung und zu den Fremdstromanoden
- Meß- und Kontrollpunkte für Potentialmessungen

Mit einer Schutzanlage bestehend aus Netzanschluß, Gleichrichter und Fremdstromanoden können bei der heutigen Qualität der Rohrumhüllungen bis zu 100 km Rohrleitung kathodisch geschützt werden. Da die Fernleitung im Ortsnetz Schöneck durch einen Streckenabschnitt aus Gußrohren unterbrochen wird, mußten in diesem Projekt zwei Schutzanlagen eingeplant werden. Trotzdem liegen die zusätzlichen Kosten für diese Schutzanlagen bei etwa 2 % der

gesamten Baukosten. Für die Betriebskosten kann der Strombedarf vernachlässigt werden. Mit dem Hersteller der KKS-Anlage wurde ein Wartungsvertrag vereinbart, der einen jährlichen Aufwand von 3000 DM für den gesamten Streckenabschnitt von 16 km bedeutet.

#### 5. Rohrverlegung

Bei der Verlegung von Wasserleitungen sind grundsätzlich die DIN Normen und Richtlinien des DVGW zu beachten. Projektgebunden waren zusätzlich auch die Vorgaben der unteren Wasserbehörde in der wasserrechtlichen Genehmigung zu berücksichtigen. Diese Vorgaben sind bereits bei der Einrichtung der Baustelle, der Erstellung des Arbeitsbereiches im Trassenverlauf aber auch während der Bauphase und nach Beendigung der Baumaßnahme wirksam. Zur Verlegung waren nur Unternehmen zugelassen, die nach DVGW-Arbeitsblatt GW 301 zertifiziert sind /14/. Im Trassenbereich der Fernleitung von Muldenberg nach Siebenbrunn waren vier Unternehmen tätig:

- 1) Fa. VOBA Bau GmbH, Hammerbrücke
- 2) Fa. TSI GmbH, Plauen
- 3) Fa. STR GmbH, Rodewisch
- 4) Fa. UTR GmbH, Schönbrunn

##### 5.1 Einrichtung der Baustelle und des Arbeitsstreifens

Mit der Einrichtung der Baustelle mußten aufgrund der Arbeiten in der Schutzzone I und II besondere Maßnahmen insbesondere zum Gewässerschutz getroffen werden. Alle Baustellenfahrzeuge durften nur mit Biodiesel und Bioöl betrieben werden. Zum Schutz vor Leckagen mußte an der Baustelle Ölbindemittel bevorratet werden. In der Schutzzone I waren die Zuflüsse zur Talsperre vorsorglich mit abnahmepflichtigen Ölsperren zu versehen. Jeder Arbeitnehmer mußte nachweislich (Baustellentagebuch) über die Besonderheiten beim Arbeiten in Trinkwasserschutzgebieten unterrichtet werden. In bestimmten Bereichen der Trasse durfte nur in der Zeit von September bis April gearbeitet werden, da hier Bekassinen, eine inzwischen äußerst seltene Sumpfvogelart, beheimatet sind.

Vor der Erstellung der Arbeitsstreifen wurden die angrenzenden Baumbestände gegen mechanische Beschädigungen geschützt (**Abb. 6**). Der Arbeitsstreifen konnte aufgrund der Verlegetechnik im gesamten Bereich der Trasse auf eine Breite von etwa 6 m begrenzt werden (**Abb. 7**). Die oberen Bodenschichten wurden dazu sorgfältig auf eine Seite geschoben. Dann erfolgte das Auslegen der einzelnen Rohre entlang des späteren Rohrgrabens (**Abb. 8**).





**Abb. 6:** Schutz vorhandener Baumbestände



**Abb. 8:** Auslegen der Rohre



**Abb. 7:** Arbeitsstreifen

## 5.2 Das Schweißen der Rohre und Armaturen

Für das Verschweißen der Rohre wurde nur Personal zugelassen, das Befähigungsnachweise entsprechend EN 287 Teil 1 vorweisen konnte (Abb. 9) /15/. Die Schweißverbindung der Wasserleitungsrohre erfolgt in gleicher Weise wie im Falle der Gasleitungsrohre. Aufgrund der Zementmörtelauskleidung muß der Schweißer jedoch mit einem im Vergleich zum Gasrohr ungewohnten Schweißgeräusch rechnen. Aus diesem Grunde mußte jeder Schweißer vor Aufnahme seiner Tätigkeit an der Baustelle Probenschweißungen absolvieren. Zum Verschweißen der Rohre wurden für die Wurzelschweißung Zelloseelektroden mit möglichst geringem Durchmesser gewählt. Der Schweißstrom liegt im unteren Bereich, so daß die Innenkanten bei der Wurzellage gerade erfaßt werden. Der Energieeintrag soll dabei so gering wie möglich bleiben. Während beim Gasrohr das Verschweißen in der Regel zuerst von oben nach unten erfolgt, wird beim Wasserrohr zuerst der untere Bereich verschweißt, um Verunreinigungen des Schmelzbades durch herabfallende Zementpartikel auszuschließen.





**Abb. 9:** Verschweißen der Rohre

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden 30 % der Schweißnähte stichprobenartig einer Röntgenprüfung unterzogen. Nach dem Erkalten des Verbindungsbereiches wurden kaltverarbeitbare Korrosionsschutzbinden gemäß DIN 30672 zur Nachumhüllung aufgebracht /16/. Die Stahlrohroberfläche wird dazu mit Butylkautschuk grundiert und anschließend mit einer Korrosionsschutzbinde überlappend umwickelt. Für die Nachumhüllung wurde Personal eingesetzt, das einen Befähigungsnachweis entsprechend DVGW-Merkblatt GW 15 vorweisen konnte /17/. Der mechanische Schutz durch die Faserzementmörtelummantelung wurde im Verbindungsbereich durch Zementbinden oder Gießmörtel vervollständigt.

### 5.3 Erstellen des Rohrgrabens und Absenken der Leitung

Der Rohrgraben wird in einer Breite von 60 bis 80 cm und einer mittleren Tiefe von 1,8 m ausgehoben. Stellenweise erschwerte der anstehende Felsboden die Arbeiten und mußte durch einen Felshammer gelöst werden. Die Grabensohle wurde so vorbereitet, daß die FZM-umhüllten Rohre plan aufliegen. In den Talauen mußte der Graben durch entsprechende Maßnahmen von nachfließendem Wasser freigehalten werden. Für das Verschweißen der Teilstränge wurden Kopflöcher vorbereitet, die durch einen entsprechenden Verbau gesichert waren. Die Teilstränge wurden mit zwei bis drei Baggern in den Graben abgesenkt (**Abb. 10**). Die dabei auftretende Durchbiegung der Teilstränge liegt innerhalb des zulässigen elastischen Bereiches. Der zulässige Biegeradius ergibt sich aus dem 500-fachen des Rohraußendurchmessers und ermöglicht damit eine Richtungsänderung der 16 m Rohrlängen um max. 6° (**Abb. 11**).



**Abb. 10:** Absenken eines Leitungsabschnittes

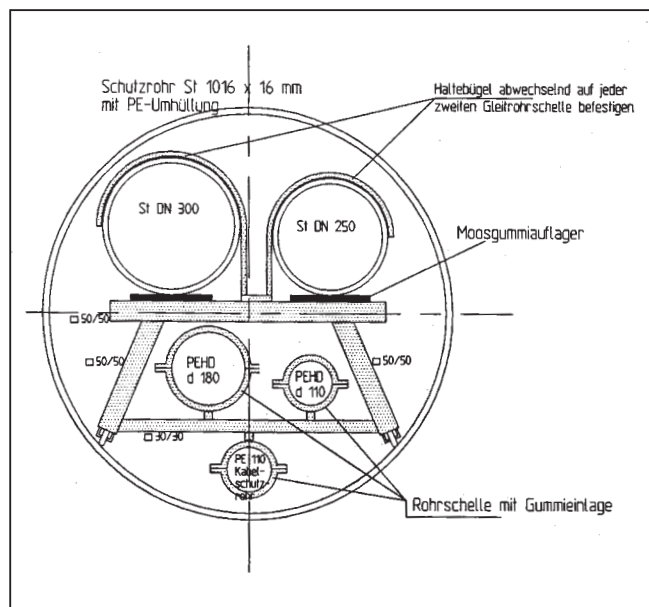
Größere Richtungsänderungen können nur durch entsprechende Formteile realisiert werden, wie sie beispielsweise auch nach der Unterquerung des Bahndammes in Schöneck eingesetzt wurden (**Abb. 12**). Derartige Unterquerungen wurden immer in Schutzrohren ausgeführt. Die Rohre sind innerhalb des Schutzrohres entsprechend gesichert (**Abb. 13**). Nach Abschluß der Arbeiten wurde der Graben mit dem vorhandenen Aushubmaterial verfüllt und verdichtet. Aufgrund der FZM-Umhüllung konnte auf die zur Vermeidung einer Drainagewirkung geforderten Querriegel verzichtet werden.



**Abb. 11:** Richtungsänderung unter Ausnutzung der elastischen Biegung



**Abb. 12:** Unterpressung eines Bahndammes



**Abb. 13:** Auflagerung der Produktröhre im Schutzrohr

## 5.4 Desinfektion und Druckprüfung

Nach Abschluß der Verlegetätigkeiten wurde die Leitung abschnittsweise gespült und einer Druckprüfung entsprechend DIN 4279 T. 3 unterzogen /18/. Die Desinfektion der Leitung erfolgte nach DVGW-Arbeitsblatt W 291 /19/. Laut den Vorgaben der unteren Wasserbehörde mußte für das Spülen und Desinfizieren Reinwasser eingesetzt werden. Die Spül- und Desinfektionswässer durften anschließend unter gewissen Voraussetzungen in die vorhandenen Wasserläufe eingeleitet werden. Dabei war zu berücksichtigen, daß die Einleitung nicht schwallartig, sondern kontrolliert durchgeführt wurde.

Die Einleitung war untersagt für die Zeit des Hochwassers oder bei Gewässervereisung. Vor dem Einleiten des Wassers war durch Wasseranalyse sicherzustellen, daß ein pH-Wert im Bereich von 6.5 und 8.5 eingehalten wurde. Zur Desinfektion durften nur chlorfreie Wirkstoffe verwendet werden. Die Wirkstoffkonzentration konnte durch die Wahl einer Portlandzementmörtelauskleidung deutlich reduziert werden /20/21/. Nach der Desinfektion wurde zum Entleeren der Leitung der noch verbliebende Wirkstoffgehalt im Wasser ermittelt.

## 6. Zusammenfassende Betrachtungen

Die Fernleitung von Muldenberg über Schöneck nach Siebenbrunn einem Stadtteil der Gemeinde Adorf dient der Anbindung des Versorgungsgebietes „Oberes Vogtland“ an die Talsperre in Muldenberg zur Sicherung der Trinkwasserversorgung der nächsten Jahrzehnte. Der Bau dieser Leitung war aufgrund der Trassenführung im Naturpark „Erzgebirge – Vogtland“ und im Landschaftsschutzgebiet „Oberes Vogtland“ enormen Auflagen zum Schutz der Flora und Fauna unterworfen. Durch die Verlegung fasierzementmörtelummantelter Stahlrohre im Pipelineverfahren konnte der Eingriff in die Ökologie dieser Region auf ein Minimum beschränkt werden.

Stahlrohrleitungen mit Polyethylenumhüllung haben sich in Kombination mit dem kathodischen Korrosionsschutz in allen Bereichen der Sicherheitstechnik ausgezeichnet bewährt. Dieses sicherheitstechnische Niveau läßt sich, wie dieses Projekt anschaulich zeigt, in wirtschaftlicher Form auch auf Fernleitungen für Trinkwasser übertragen. Der kathodische Korrosionsschutz bietet dem Betreiber als Ergänzung zum passiven Schutz auch nach Jahrzehnten noch die Möglichkeit, durch relativ einfache und kostengünstige Messungen den Zustand seiner Rohrleitung in der gesamten Länge beurteilen zu können.



## 7. Literatur

- [1] DIN 18300; Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen; Erdarbeiten; Ausgabe 1992
- [2] DVGW Arbeitsblatt GW 9; Beurteilung von Böden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen und Behälter aus unlegierten und niedrig legierten Eisenwerkstoffen, Ausgabe 03/1986
- [3] DIN 2614; Zementmörtelauskleidungen für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke; Ausgabe 02/1990
- [4] Igelbrink, E. A.; Erkenntnisse und Erfahrungen für das Stumpfschweißen von Stahlrohren mit Zementmörtel-Auskleidung bis zum Rohrende, DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 64, ersch. 1989, S. 257 – 274
- [5] Schumacher H.; Korrosionsverhalten an Stumpfschweißverbindungen und Spalten bei ZM-Stahlrohren; DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 64, ersch. 1989, S. 277 – 283
- [6] Gierig, M., Schretzenmayr, G., Schwenk, W.; Erfahrungen mit Zementmörtel ausgekleideten Stahlrohren für den Transport von weichen und saurem Rohwasser einer Talsperre, gwf Wasser/Abwasser 10/94, S. 573 – 580
- [7] Kocks, H. J; Gonska, U.; Verbindungstechniken für Stahlrohre – Eine Synthese technischer Möglichkeiten und Vorgaben der betrieblichen Praxis, Sonderdruck aus: Sichere Ver- und Entsorgung durch Rohrleitungen, Schriftenreihe aus dem Institut für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg, Band 11, 1997
- [8] DIN 30670; Polyethylen-Umhüllung von Stahlrohren und -formstücken; Ausgabe 04/1991
- [9] DIN 30675 T 1; Äußerer Korrosionsschutz von erdverlegten Rohrleitungen; Schutzmaßnahmen und Einsatzbereiche bei Rohrleitungen aus Stahl; Ausgabe 09/1992
- [10] Schreyer A.; Der kathodische Korrosionsschutz in der Trinkwasserversorgung, gwa 08/1997, S. 551 – 555
- [11] Kocks, H.J.; Joens, H.; Reekers, C.; Ummantelungen aus Faserzementmörtel – Ein mechanischer Schutz für kunststoffumhüllte Stahlleitungsrohre, bbr 08/1997, S. 32 – 38
- [12] DIN 19630; Richtlinien für den Bau von Wasserrohrleitungen; Technische Regel des DVGW; Ausgabe 08/1982
- [13] DVGW Arbeitsblatt GW 12; Planung und Errichtung kathodischer Korrosionsschutzanlagen für erdverlegte Lagerbehälter und Stahlrohrleitungen, Ausgabe 04/1984
- [14] DVGW Arbeitsblatt GW 301; Verfahren für die Erteilung der DVGW-Bescheinigung für Rohrleitungsbauunternehmen, Ausgabe 08/1977
- [15] DIN EN 287-1; Prüfung von Schweißern, Schmelzschweißen, Ausgabe 04/1992
- [16] DIN 30672; Umhüllungen aus Korrosionsschutzbinden und wärmeschrumpfenden Material, Ausgabe 09/1991
- [17] DVGW Merkblatt GW 15; Nachumhüllung von Rohren, Armaturen und Formteilen; Ausbildungs- und Prüfplan, Ausgabe 11/89
- [18] DIN 4279 T 3; Innendruckprüfung von Druckrohrleitungen für Wasser, Druckrohre aus Duktilem Gußeisen und Stahlrohre mit Zementmörtelauskleidung, Ausgabe 06/1990
- [19] DVGW Arbeitsblatt W 291; Desinfektion von Wasserversorgungsanlagen; Ausgabe 04/1986
- [20] Hohoff, A., Radke, E., Schwenk, W.; Das Verhalten von Zementmörtelproben für die Auskleidung von Trinkwasserrohren hinsichtlich der Chlorzehrung, gwf Wasser/Abwasser, Heft 2/1984, S. 57 – 65
- [21] Völkel, M.; Maurer, W.; Reichert, J.K.; Untersuchungsmethodik zur Quantifizierung der Chlorzehrung, gwf - Wasser/Abwasser, 11/1993





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*