

# Die Polyamidumhüllung – Eine Lösung für die Pflugverlegung von Stahlrohrleitungen

Von Stephan Maier, Hans-Jürgen Kocks

**ZUSAMMENFASSUNG:** Die Polyethylenumhüllung als Korrosionsschutz für Rohrleitungen aus Stahl ist seit Jahrzehnten Stand der Technik. Regelwerke fordern als mechanische Schutzmaßnahme die Sandbettung oder für nicht konventionelle Verlegebedingungen den alternativen Einsatz beispielsweise einer Zementmörtelummantelung oder einer GfK-Umhüllung. Jede dieser Sonderlösungen hat für die Praxis Vor- und Nachteile, die je nach Anwendungserfahrung zwangsläufig Entscheidungen für oder gegen eine der Ausführungen beeinflussen. In diesem Spektrum möglicher Sonderlösungen ist zukünftig als weitere Alternative auch die Umhüllung aus Polyamid zu berücksichtigen. Der vorliegende Beitrag beschreibt den Einsatz der Polyamidumhüllung als Verschleißschutz bei der Verlegung im Pflugverfahren.

## EINLEITUNG

Als kommunaler Zweckverband beliefert die Wasserversorgung Bayerischer Wald (WBW) über 100 Städte, Märkte und Gemeinden im Bayerischen Wald sowie im ostbayerischen Donau- und Isarraum mit Trinkwasser. Das Versorgungsgebiet des Zweckverbandes umfasst ca. 8.800 km<sup>2</sup> (Gesamtfläche von Niederbayern ca. 11.000 km<sup>2</sup>). Die WBW ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts und wird von den Landkreisen Cham, Deggendorf, Dingolfing-Landau, Freyung-Grafenau, Passau, Regen, Straubing-Bogen und der großen Kreisstadt Deggendorf getragen.

Im Zuge eines aufgelegten Sanierungs- und Ausbauprogramms der WBW soll die Versorgungssicherheit für ca. 100.000 Einwohner rechts der Donau erhöht werden. Das Projekt mit einem Kostenumfang von ca. 5 Mio. € umfasst die Verlegung einer rund 9,5 km langen Stahlrohrleitung DN 300 im Landkreis Dingolfing-Landau sowie den Bau eines neuen Hochbehälters bei Reißing im Landkreis Straubing-Bogen. Erstmals in Deutschland ist bei einem Wasserleitungsprojekt eine völlig neue Verlegetechnik für Stahlrohre zum Einsatz gekommen. Die ausführenden Fachfirmen aus Niederbayern Max Streicher, Deggendorf und Josef Pfaffinger, Passau haben dabei einen lasergesteuerten „Raketenpflug“ eingesetzt. Aufgrund der Bodengegebenheiten hatten sich die beiden Unternehmen schon in der Planungsphase entschieden einen großen Teil der Gesamtstrecke mittels Pflugverfahren, einem grabenlosen Bauverfahren, zu verlegen. Als Planer war das Ingenieurbüro Stelzenberger & Scholz aus Mamming im Landkreis Dingolfing Landau beteiligt. Dank der Verlegetechnik konnte der für den Zeitraum April-August 2011 disponierte Leitungsbau bereits im Juli abgeschlossen werden. Angesichts der mit dem Pflugverfahren verbundenen Vorteile wie

- » schneller Baufortschritt,
- » kleine Arbeitsräume,
- » Erhalt der Bodencharakteristik oder
- » minimale Belastungen für die Umwelt

konnte der Auftraggeber leicht überzeugt werden, die Kombination aus konventioneller Verlegung und Pflugverfahren in die engere Wahl zu ziehen. Ein großer Teil der 95 betroffenen Grundstückseigentümer sind Landwirte, die nicht nur während der geplanten Bauzeit möglichst ungehindert ihre Felder bestellen wollen. Darüber hinaus besteht natürlich der Wunsch, dass die Kulturböden möglichst unberührt bleiben. Diesen Wünschen kommt das Pflugverfahren sehr entgegen. Weitgehend gerade Leitungsabschnitte und ein steinfreier feiner Boden bieten beste Voraussetzungen für das Pflugverfahren. Für diese Verlegeweise ist etwa die Hälfte der geplanten Leitungstrasse vorgesehen. Diese wurde in 21 Einzelabschnitte mit einer maximalen Einziehlänge von 760 m unterteilt. Da die Pflugverlegung nicht nur technische und ökologische Vorteile bietet, sondern aufgrund der minimierten Grabungsaktivitäten auch erhebliche Kosteneinsparungen ermöglicht, erhielt das Konsortium aus den oben genannten Firmen den Zuschlag für das anspruchsvolle Projekt.

## DIE ROHRAUSFÜHRUNG

Für die geplante Trinkwassertransportleitung wurde eine Stahlrohrausführung in Einzelrohrlängen von 16 m mit Zementmörtelauskleidung und verstärkter Polyethylenumhüllung gewählt. Es handelt sich um Rohre der Dimension DN 300 mit einem Nennaußendurchmesser von 323,9 mm und einer Wanddicke von 4,5 mm. Mit dieser Wanddicke sind die Rohre bei der vorgesehenen Mindestreckgrenze von 355 N/mm<sup>2</sup> für einen maximal möglichen Betriebsdruck von 60 bar vorgesehen. Die Zementmörtelauskleidung wurde für die Stumpfschweißverbindung an den Rohrenden entsprechend Typ C3 nach Anhang A der DIN EN 10298 (ehem. Ausführung B der DIN 2614) vorbereitet [1, 2]. Der verbleibende Spalt von etwa 5 bis 10 mm wird nach der Inbetriebnahme durch Deckschichtbildung geschützt.

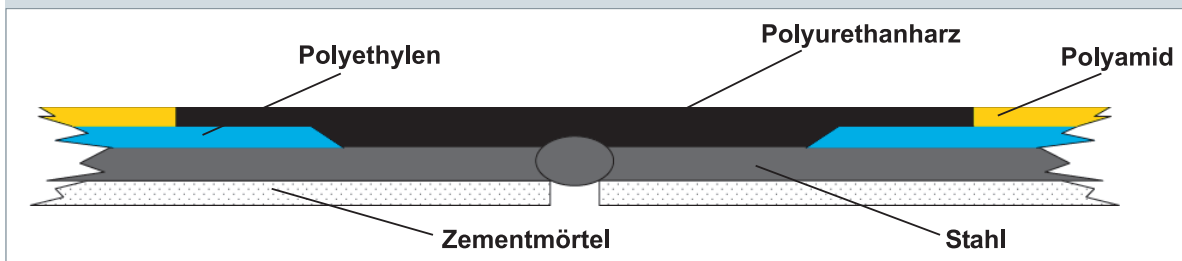


BILD 1: Schichtaufbau der polyamidumhüllten Rohrausführung im Verbindungsbereich



BILD 2: Rohrende der polyamidumhüllten Rohrausführung



BILD 3: Verbindungsbereich mit Polyurethannachumhüllung

Die Polyethylenumhüllung nach DIN 30670 kann entsprechend DIN 30675 T.1 in Böden jeder Aggressivitätsstufe eingesetzt werden [3, 4]. Diese Vorteile der Polyethylenumhüllung werden durch den Einsatz des kathodischen Korrosionsschutzes ergänzt. Die Schweißverbindung erlaubt aufgrund ihrer Längsleitfähigkeit den Einsatz dieser zusätzlichen Korrosionsschutzmaßnahme, die dem Betreiber gleichzeitig mehrere Vorteile bietet:

- » Die Rohrleitung kann schon kurze Zeit nach der Verlegung auf Schäden hin untersucht, Fehlstellen können lokalisiert und repariert werden.
- » Die Rohrleitung ist jederzeit insbesondere bei späteren Aufgrabungen im Trassenbereich geschützt. Die Leitung kann auch nach Abschluss der Arbeiten Dritter gezielt kontrolliert werden.
- » Auch nach Jahrzehnten des Betriebes kann der Zustand des äußeren Korrosionsschutzes ohne Aufgrabungen durch Messungen erfasst und damit die Funktionstauglichkeit der Leitung beurteilt werden.

Für den Bereich nicht konventioneller Verlegeverfahren wie der Pflugtechnik wurde die zementmörtel ausgekleidete und polyethylenumhüllte Rohrausführung durch die zusätzliche Polyamidumhüllung als Schutz vor mechanischen Beschädigungen ergänzt [5]. Die Endenausführung dieser Umhüllungskombination aus Polyethylen und Polyamid wurde dazu mit Blick auf die geplante Polyurethannachumhüllung optimiert (Bild 1 und Bild 2).

## DAS RAKETENPFLUGVERFAHREN

Im Rahmen dieses Projektes ist erstmalig in Deutschland eine zementmörtel ausgekleidete Stahlrohrleitung der Dimensi-

on DN 300 mit dem Pflugverfahren verlegt worden. Die Rohre wurden dazu in der Leitungstrasse zu Strängen verschweißt und anschließend zum Einzug auf Rollenböcken gelagert. Zur Nachumhüllung wurden die Verbindungsbereiche gestrahlt und mit Schalungen zur Aufnahme der Polyurethanvergussmasse versehen (Bild 3).

Für die Verlegung kommt eine 480 PS starke Winde mit einer Zugkraft von max. 220 t zum Einsatz. Diese Winde zieht den Verlegepflug, der das Rohr auf eine Verlegetiefe bis maximal 2,5 m bringt. Das Rohr wird dazu an einem Aufweitkopf fixiert (Bild 4). Die Pflugspitze räumt und formt den Hohlraum sowie die Sohle für den Rohrstrang. Die Baulänge der Aufweiteinheit wird dabei genutzt um ein möglichst ebenes Auflager zu gestalten.

Beim Pflügen wird die Lage des Rohres in Bezug auf Verlegetiefe bzw. Seitenversatz und die aktuelle Zugkraft über einen mobilen Leitstand verfolgt und protokolliert. Im Vorfeld wurde dazu der geplante Trassenverlauf aufgenommen und die sich daraus ergebenden Vergleichsdaten in das Mess- und Steuersystem eingepflegt. Unter Berücksichtigung der Biegeradien und der maximal zugelassenen Zugkräfte ist so eine technisch einwandfreie Rohrverlegung entlang dem geplanten Trassenverlauf und vorgesehenem Verlegeniveau sichergestellt. Unter Berücksichtigung des zulässigen Biegeradius von 190 m kann diese Rohrausführung mit einer möglichen Zugkraft von 100 t belastet werden. Diese Zugkräfte wurden jedoch selbst bei einer Einziehlänge von 760 m nicht erreicht. Die maximale Zugkraft lag nie über 60 t. Dabei spielen einerseits die Bodenverhältnisse, andererseits aber auch die geringe Gleitreibung der Polyamidumhüllung eine wesentliche Rolle. Die abschließend durchgeführten Polarisationsstrommessungen zeigen, dass die Umhüllungen den Einzug unbeschädigt überstanden haben.



Verlegeflug und Zugeinheit

BILD 4:  
 Pflugverlegung der Wassertransportleitung DN 300 mit Polyamidumhüllung

Zugkopf

Aufweiteinheit

Pflügen des Rohrstranges

### ZUSAMMENFASSENDE BETRACHTUNGEN

Für den Bau einer Wassertransportleitung des Zweckverbandes Bayrischer Wald konnte in einem Teil der geplanten Leitungstrasse das Pflugverfahren zum grabenlosen Einzug von vorgefertigten Leitungssträngen eingesetzt werden. Die Vorteile der Pflugtechnik äußern sich nicht nur durch weniger Lärm und Staub, schmale Arbeitsstreifen und nur geringfügige Veränderungen der Bodenstrukturen, sondern auch durch eine Reduktion der Verlegekosten um bis zu 30 %, aufgrund der eingesparten Bauzeiten. Im Falle der gepflügten Strecken konnten so etwa 20.000 m<sup>3</sup> Aushub vermieden werden.

Der Erfolg nicht konventioneller Verlegeverfahren, zu denen auch die Pflugtechnik zählt, hängt maßgeblich vom störungsfreien Baufortschritt und damit von der Widerstandsfähigkeit der Umhüllungen gegenüber lokalen Einwirkungen während des Einziehvorganges ab. Speziell für solche Anwendungsfälle wurde die Polyamidumhüllung für Stahlleitungsrohre entwickelt. Die etwa 2 mm dicke Polyamidschicht dient dabei als Verschleißschuttschicht. Die erforderliche mechanische Beständigkeit bleibt jedoch nicht auf die Werksumhüllung beschränkt. Auch die Baustellennachumhüllung muss den Belastungen während des Einzuges gewachsen sein. Ohne diesen Systemgedanken, ist die Entwicklung eines werksseitig eingebrachten Verschleißschutzes ohne praktischen Wert. Im Zuge dieses Projektes konnte die Wirksamkeit der Kombination aus

Polyamidumhüllung und der Nachumhüllung auf Polyurethanbasis unter Beweis gestellt werden.

### Danksagung

Für die Realisierung dieses Projektes danken wir den an Planung und Bau beteiligten Unternehmen, den Firmen Josef Pfaffinger und Max Streicher, dem Planungsbüro Stelzenberger und Scholz sowie namentlich dem Werkleiter Dipl.-Ing. Baudirektor Hermann Gruber, Werkleiter der Wasserversorgung Bayrischer Wald für die Bereitstellung der interessanten Randinformationen zu diesem Projekt.

### LITERATUR

- [1] DIN EN 10298 „Stahlrohre und Formstücke für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen – Zementmörtel-Auskleidung; Deutsche Fassung EN 10298:2005“
- [2] DIN 2614 „Zementmörtelauskleidungen für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke; Ausgabedatum“ (1990-02)
- [3] „Umhüllung von Stahlrohren und -formstücken mit Polyethylen“ (1991-04)
- [4] „Äußerer Korrosionsschutz von erdverlegten Rohrleitungen; Schutzmaßnahmen und Einsatzbereiche bei Rohrleitungen aus Stahl“ (1992-09)
- [5] Hartmann, M.; Kocks, H.-J.: Polyamid – ein neuer Werkstoff für die Umhüllung von Stahlrohren; 3R international 50 (2011) Nr. 4-5, S. 292-298

### AUTOREN



**STEPHAN MAIER**  
 Salzgitter Mannesmann Line Pipe GmbH, Siegen  
 E-Mail: stephan.maier@smlp.eu



**DR. HANS-JÜRGEN KOCKS**  
 Salzgitter Mannesmann Line Pipe GmbH, Siegen  
 Tel. +49 271 691 170  
 E-Mail: hans-juergen.kocks@smlp.eu