

3R INTERNATIONAL

Zeitschrift für die Rohrleitungspraxis

Erneuerung der NATO-Pipeline Kehl-Tübingen

Dipl.-Ing. (FH) Michael Rozic, Dipl.-Ing. Michael Bick

erschienen in **3R international 1-2/2005**

Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Kontakt: N. Hülsdau (Tel. 0201/82002-33, E-Mail: n.huelsdau@vulkan-verlag.de)



Bild 1: Pipelinetrasse im Schwarzwald an der B 500

Fig. 1: Pipeline route along the B 500 highway in the Black Forest

Höchste Sicherheitsanforderungen unter alpinen Bedingungen

Erneuerung der NATO-Pipeline Kehl-Tübingen

Ultra-high safety requirements under alpine conditions

Renewal of the Kehl-to-Tübingen NATO pipeline

Die bestehende Leitung ging im Jahre 1989 wegen Ablauf der Errichtungserlaubnis außer Betrieb. Mit ihrer Erneuerung wird die seither bestehende Lücke des ca. 11.500 km umfassenden Central Europäischen Pipeline Systems (CEPS) geschlossen.

Das 98,3 km lange baden-württembergische Teilstück der Leitung verläuft von Kehl durch das Rheintal über den Hochschwarzwald bis nach Bodelshausen bei Tübingen.

Eine besondere Herausforderung für die Planer war der im Planfeststellungsverfahren geforderte Sicherheitsbeiwert von 2,4 für Wasserschutzgebiete. Diesem hat man mit eigens entwickelten technischen Spezifikationen Rechnung getragen.

Nach Beginn der Bauarbeiten im Frühjahr 2004 bereitete die Verlegung durch ein Wohngebiet und insbesondere im Hochschwarzwald, wo teilweise an Steilhängen nur 3 m Arbeitsstreifen zur Verfügung stand, große Probleme. Mit der planmäßigen Fertigstellung wird im Februar 2006 gerechnet.

Operation of the existing pipeline was discontinued in 1989, due to the expiry of the construction permit. Its replacement closes the gap existing up to now in the approx. 11,500 km Central European Pipeline System (CEPS).

The 98.3 km long section of the pipeline within the boundaries of Baden-Württemberg runs from Kehl through the Rhine valley and the Black Forest high plateau to Bodelshausen, near the town of Tübingen.

A particular challenge to the planners was the Safety Coefficient of 2.4 demanded in the planning approval procedure for water catchment areas. This requirement was met by means of individually developed technical specifications.

Following the start of construction activities in the spring of 2004, installation of the pipeline through a residential area and, in particular, across the Black Forest plateau, where only 3 m of working space was available on some steep slopes, presented great problems. On-time completion in February, 2006 is nonetheless anticipated.



**Dipl.-Ing. (FH)
Michael Rozic**

Staatliches Hochbauamt Baden-Baden, Referat POL
Tel. +49(0)7221/7003-362
E-Mail:
michael.rozic@babad.fv.bwl.de



Dipl.-Ing. Michael Bick

Mannesmann Line Pipe GmbH, Hamm
Tel. +49(0)2381/420-712
E-Mail: michael.bick@mannesmannlinepipe.com

Verlauf der NATO-Pipeline Kehl-Tübingen

Die NATO-Pipeline Kehl-Tübingen ist ein Teilstück eines rund 11500 km umfassenden Central Europäischen Pipeline Systems (CEPS). Sie dient dem sicheren Transport von Kraftstoffen wie Kerosin, Benzin und Diesel für militärische Zwecke und ist das zurzeit fehlende Teilstück der Strecke Marseille-Phalsbourg-Kehl-Tübingen-Aalen-Neuburg.

In Bodersweier bei Kehl beginnend, führt die Trasse durch das Rheintal über den Schwarzwald (Hornisgrinde) (**Bild 1**) weiter durch das Neckartal nach Bodelshausen bei Tübingen. Insgesamt wird ein Höhenunterschied von rund 900 m überwunden. Um die Kavitation am Hochpunkt zu verhindern und um die geforderte Durchflussmenge zu erreichen, wurde eine Zwischenpumpstation (Elsaweg) geplant. Die technischen Daten zur Leitung und zu den Durchflussprodukten sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

Die Leitung führt durch mehrere Wasserschutzgebiete, Naturschutzgebiete und durch ein Heilquellenschutzgebiet, in dem Heilwasser kommerziell gewonnen wird.

Im Naturschutzgebiet „Wilder See/Hornisgrinde“ wurde von der Naturschutzbehörde eine Umtrassierung der bestehenden Trasse von rund 4 km Länge gefordert.

Sicherer Transport durch Fernleitung

Wie sicher und somit auch umweltschonend der Fernleitungsbetrieb in heutiger Zeit ist, wird deutlich, vergleicht man das bei Unfällen ausgetretene und nicht wiedergewonnene Produkt aus Fernleitungen und anderen Transportmedien [2].

Demnach ist die Verlustmenge bei Pipelines mit 0,08 m³/Milliarde transportierter Tonnen und Kilometer Förderstrecke im Vergleich zu 18,66 m³/Milliarde transportierter Tonnen und Kilometer Transportstrecke im

Straßenverkehr wesentlich geringer. Dies entspricht einer Sicherheit von ca. 250 % gegenüber dem Straßentransport.

Um hier ein noch höheres Maß an Sicherheit zu erlangen, hat man in Zusammenarbeit mit dem TÜV Süd eigens technische Spezifikationen als Ausschreibungsgrundlage erstellt:

Sogenannte TS-M (Technische Spezifikationen Maschinenbau): Hier wurden aus allen betroffenen Regelwerken jeweils die schärfsten Kriterien, engsten Toleranzen und ausführlichsten Prüfkataloge zusammengetragen [4].

Es wurden Stahlrohre L 290 NB gemäß DIN EN 10208-2 mit Polypropylen-Ummantelung gewählt. Polypropylen (PP) hat gegenüber dem Polyethylen (PE) den Vorteil, dass es sich bei Spannungsrissen unempfindlich verhält. Üblicherweise wird PP im Bereich von Produktenrohrpressungen und Horizontal-Bohrungen (HDD) oder beim Langrohrrelining eingesetzt, denn hier dürfen die zwangsläufig beim Rohrvortrieb entstehenden Kräfteinwirkungen, die wiederum Spannungen und Verletzungen an der Werksumhüllung verursachen, nicht bis auf den Stahlmantel durchgehen.

In Wasserschutzgebieten und in Bereichen in denen aufgrund beengter Verhältnisse ein Sandtransport nicht oder nur schwer möglich ist, kommt Rohr mit einer zusätzlichen Faserzement (FZM)-Ummantelung zum Einsatz (Bild 2). Um die Sicherheit gegen mechanische Beschädigungen noch zu erhöhen, wurde statt der Standardschichtdicke von 12 mm eine FZM-Manteldicke von 20 mm gewählt.

Alle Schweißnähte werden einer Durchstrahlungsprüfung unterzogen.

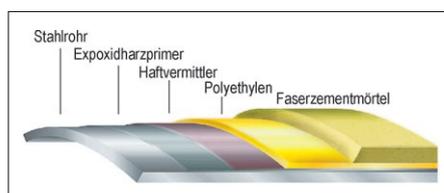
Garantienähte (bei z. B. Einbindungen) werden zusätzlich Ultraschall geprüft und einer Oberflächenrissprüfung unterzogen.

Bei der Schweißnahtumhüllung fiel die Entscheidung auf eine mit Butylkautschuk beschichtete Schrumpfmanschette der Fa. Vogelsang. Der Butylkautschuk ist dauerhaft zäh-elastisch und soll somit die nach dem Aufbringen der Manschette noch vorhandenen Hohlräume im Laufe der Zeit selbsttätig schließen.

Standardmäßig wird die gesamte Leitung kathodisch gegen Korrosion geschützt.

Bild 2: Schematischer Aufbau FZM-N (Quelle: FR)

Fig. 2: Schematic structure of FZM-N (Source: FR)



Tab. 1: Technische Daten zur Pipeline und zu den Medien, die in der Pipeline transportiert werden

Table 1: Technical data for the pipeline and the fluids to be transported in it

Durchflussprodukte, Technische Daten	
Gefahrenklasse	A 1 bis A III
Flammpunkt:	<21 °C / >55 °C
Dichte bei 15 °C	720 kg/m ³ bis 860 kg/m ³
Kinematische Viskosität	0,65 bis 4,0 x 10 ⁻⁶ m ² /s
Technische Daten der Pipeline	
Länge	98,3 km
DN 250	273 mm Außendurchmesser
Wanddicken	8 mm Sicherheitsbeiwert 2,0, 10 mm Sicherheitsbeiwert 2,4
Betriebsdruck	80 bar
Durchsatz	150000 t/a
Volumenstrom	250 m ³ /h (bezogen auf Diesel)
Regelüberdeckung	1,20 m
Fördermedien	Kerosin, Dieseldieselkraftstoff, Benzin.

Bild 3: Haubenkanal in den Neckarhängen im Heilquellenschutzgebiet

Fig. 3: Dome-configuration duct in the Neckar valley slopes in the catchment area of the local healing spring

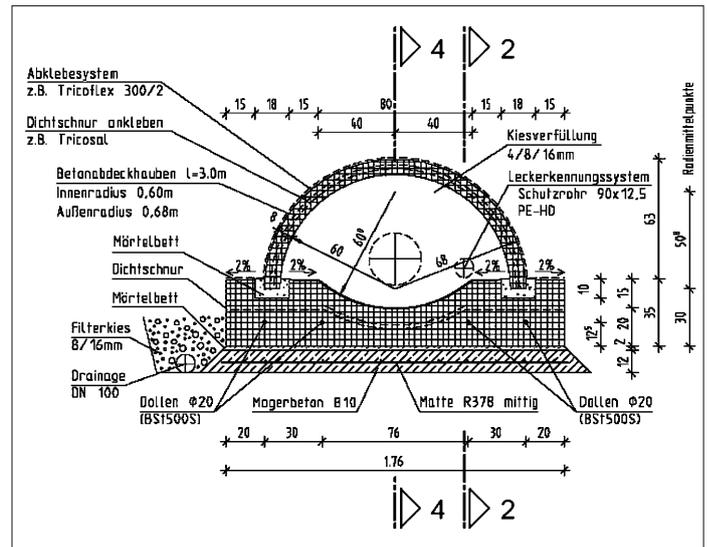


Bild 4: Verlegung der Fertigteile des Sicherheitskanals in den Neckarhängen

Fig. 4: Installation of completed safety-channel components in the Neckar valley slopes



Bild 5: Für die Nassverlegung vorbereiteter Neckardüker im Heilquellen-Schutzgebiet mit Sicherheitsausrüstung

Fig. 5: Neckar culvert prepared for wet installation in the catchment area of the healing spring, with safety equipment

Bild 7: Einzelrohrverlegung im Hochschwarzwald mit aufbereitetem Weg

Fig. 7: Installation of individual pipes on the prepared route on the Black Forest high plateau



In Wasserschutzgebieten wird nach Auflage der Genehmigungsbehörde zusätzlich ein Leckerkennungs- und Ortungssystem (LEOS) der Fa. Framatome eingesetzt.

Zur Erlangung der höchsten Sicherheit in einem Heilquellenschutzgebiet wurde die Kombination PP-/FZM-LEOS sowie die Verlegung der Pipeline in einem gedichteten Betonhaubenkanal gewählt (**Bild 3**).

Der Kanal besteht aus einem wasserundurchlässigen Betonunterteil und einer halbrunden Abdeckung. Der Zwischenraum wird gleichmäßig mit einer Einkorn-Kiesmischung 4/8/16 verfüllt. Hiermit wird sichergestellt, dass sogar geringste Leckagen, die bis zur Dedektion durch das LEOS nicht vermeidbar sind, in zwei eigens gebaute Auffangbecken geleitet werden und so auf keinen Fall im Untergrund versickern.

Nach der Stressdruckprobe und nach Fertigstellung wird zur Abnahme eine Ultraschalluntersuchung mit einem intelligenten

Molch durchgeführt. Erfahrungen aus zahlreichen Leitungssanierungen in der Vergangenheit zeigten, dass dieses Untersuchungsverfahren präzise jede vorhandene Ungänge am Rohrblech wie Korrosionen, Walzfehler, Unregelmäßigkeiten bei den Wanddicken, Laminationen und Einbeulungen feststellt und lokalisiert.

Rohrbedarf

Insgesamt werden 99000 m Rohre mit dem Außendurchmesser 273,1 mm und Wanddicken zwischen 8 und 10 mm benötigt.

Als Lieferanten qualifizierten sich im Rahmen einer durch den Auftragnehmer durchgeführten Ausschreibung die beiden Stahlrohrhersteller Mannesmann Line Pipe in Hamm/Westf. sowie Röhrenwerk Gebr. Fuchs in Siegen.

Aus beiden Werken wurden sowohl Rohre mit 3-Lagen-Polypropylen-Umhüllung als auch Rohre mit 3-Lagen-Polypropylenumhüllung plus Faserzement FZM-N gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 340 geliefert.

Der Bau

Während sich die Verlegearbeiten in den flachen Gebieten problemlos gestalteten, stellte sich als erstes Problem die Andienung der Baustelle der Neckarhänge heraus. In Anbetracht der Steigung bis zu 28°, der Länge von 400 m und der Verlegung der schweren Betonfertigteile fiel die Entscheidung auf den Einsatz einer Transportseilbahn.

Die als Dichtungssystem ausgebildeten Fertigteile wurden mit geringsten Toleranzmaßen gefertigt, hier war große Sorgfalt bei der Verlegung gefordert (**Bild 4**). Zur Vermeidung von Korrosionen der Verbindungsstellen wurden Edelstahl- statt Baustahl-Dollen eingesetzt.

Die nächsten Überlegungen gingen dahin, wie das Leckerkennungs- und Ortungssystem mit seinem empfindlichen „Schnüffelschlauch“ ohne Beschädigungen bei der Nassverlegung der Dükerbauwerke eingebaut werden konnte. Die Entscheidung fiel auf die zusätzliche Verwendung eines PE-Schlauches - wie er z. B. im Wasserleitungsbau verwendet wird. Um die Dedektion des „Schnüffelschlauches“ nicht zu behindern, wurde der PE-Schlauch rundum gelocht. Aufgesattelt ist das Leckerkennungs- und Ortungssystem in **Bild 5** erkenntlich.

Eine besondere Herausforderung für Planer und Ausführende war die ca. 10 km lange Strecke im Hochschwarzwald. Die ursprüngliche Leitung, auf dem Bergkamm verlegt, ist jetzt Naturschutzgebiet und wurde für die Erneuerung nicht mehr genehmigt. Es blieb nur die Verlegung in die Steilhänge: Hier bot sich die Mitbenutzung vor-

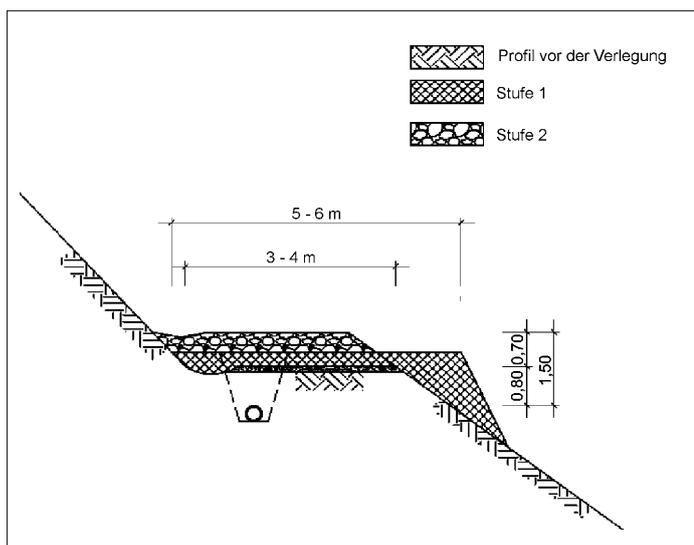


Bild 6: Schemaskizze Wegbearbeitung im Hochschwarzwald

Fig. 6: Schematic of route preparation in the Black Forest high plateau area

handener Wanderwege an. Diese waren jedoch im Mittel nur 3 bis 4 m breit. Eine Pipelineverlegung erschien der ausführenden Firma unmöglich. Nach langen Überlegungen wurde gemeinsam ein Konzept zur Bewältigung dieser Stecken entwickelt (**Bild 6**). Dabei waren folgende Zwangspunkte unbedingt einzuhalten: Zum Arbeiten werden mindestens 5 bis 6 m Arbeitsstreifen benötigt, die Leitung muss in Wegen 1,50 m Überdeckung vorweisen, und sie darf bei Regenfällen und Rutschungen nicht freigespült werden. Somit war Bedingung, die Leitung in den gewachsenen Boden bzw. Fels mit mindestens 80 cm Überdeckung zum ursprünglichen Weg einzubauen.

Damit überhaupt gefahrlos gearbeitet werden konnte, wurde dieser zur Erlangung einer breiteren Fahrspur aufgeschottert (Stufe 1). Anschließend konnte die Leitung weitestgehend in Einzel- und Doppellängen eingebaut werden. Die Verwendung von FZM-Rohren machte die erforderlichen Sandtransporte überflüssig (**Bild 7**).

In einer 2. Stufe wurden die Wege in ihrer ursprünglichen Breite, jedoch ca. 70 cm höher neu angelegt. Um Erosionen durch Wasser zu vermeiden, wurde ein Spitzgraben, mit Folie ausgelegt, hergestellt und in Abständen von 50 m Wasserdurchlässe angeordnet. Querungen von Steilhängen in der Falllinie, teilweise bis zu 40° Neigung, waren nur mit Spezialgeräten, sogenannten Schreitbaggern zu bewältigen. Um hier die durch die Leitung auftretenden Längskräfte abzufangen und Erosionen vorzubeugen, wurden in Abständen von 5 m Betonriegel eingebaut: Auch hier hat sich der Einsatz von FZM-ummanteltem Rohr gut bewährt.



Bild 8: Schreitbagger bei der Rohrverlegung

Fig. 8: Walking excavator during installation of pipes

Bild 8 zeigt den Schreitbaggereinsatz im Steilhäng bei Mühlen.

Hohe Emotionen löste die Erneuerung der Pipeline bei den Anwohnern im Wohngebiet von Obertalheim aus. Hier hatte sich im Laufe der Zeit das Wohngebiet bis an die Grenzen des Schutzstreifens heranentwickelt. Alle Hinweise auf das vorhandene dinglich gesicherte Leitungsrecht konnten die Betrof-

fenen nicht beruhigen, hatten sie doch gehofft, dass das Wohngebiet im Horizontalbohrverfahren unterfahren werden könnte, was jedoch technisch nicht möglich war. Verständlicherweise war dennoch der Unmut groß, als gepflegte Gartenanlagen mit Mauern, Zäunen und gesamter Bepflanzung dem Erdboden gleich gemacht wurden (**Bild 9**).

Literatur

- [1] Wassergesetz Baden-Württemberg §108 a Abs. 2 in Verbindung mit §75 Abs. 1 Satz 1 2. Halbsatz Landesverwaltungsverfahrensgesetz
- [2] Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) zur Erneuerung der Treibstoff-Fernleitung zwischen Kehl und Tübingen. Erläuterungsbericht mit Ergänzungen im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens Stand 2001
- [3] „Lagerung und Transport wassergefährdender Stoffe (LTWS)“ Ergebnisbericht zur Statistik der Unfälle bei der Lagerung und beim Transport wassergefährdender Stoffe – Beirat beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ausschuss „Statistik“. Ergebnisbericht zur Statistik der Unfälle bei Lagerung und beim Transport wassergefährdender Stoffe)
- [4] TS-M 1 (BAD) Rohr aus Stahl für den Anwendungsbereich nach TRbF 301 vom 05.06.2002



Bild 9: Obertalheim Rohrgrabenarbeiten im Wohngebiet

Fig. 9: Obertalheim: Installation of buried pipes in a residential area