Spülbohrung mit PE-Großrohren unter der Spree

Die LEAG (ehemals Vattenfall Europe Mining AG) beauftragte Ende 2015 die TrappInfra Rohrbau Welzow GmbH mit der Errichtung eines großdimensionierten, zweiröhrigen Dükers unter der Spree. Die Entscheidung fiel auf eine grabenlose Verlegung von zwei PE-Großrohrleitungen in d_a 1400 mm und d_a 1200 mm. Das anspruchsvolle Horizontal-Spülbohrverfahren (HDD-Verfahren) führte die darauf spezialisierte, niederländische Visser & Smit Hanab als Subunternehmer aus. Die Verlegung dieser Rohrleitungen stellte aufgrund ihrer Dimension eine Weltpremiere dar.

Mit dem Horizontal-Spülbohrverfahren wurden zwei jeweils ca. 210 m lange Bohrungen unter der Spree mit höchster Präzision ausgeführt.

Die heutige Lausitz Energie Bergbau AG betreibt in der Nähe von Spremberg das Braunkohlekraftwerk „Schwarze Pumpe“ mit einer Nennleistung von 1.600 MW. Die benötigte Braunkohle wird u. a. im benachbarten Braunkohletagebau Nochten abgebaut. Da das zu fördernde Braunkohleflöz tiefer als der natürliche Grundwasserpegel liegt, ist eine Absenkung des Grundwasserstandes im Bereich des Tagebaues notwendig. Das geförderte Grund- bzw. Grubenwasser wird in zwei parallelen, erdverlegten GFK-Leitungen vom Tagebau zur Grubenwasseraufbereitungsanlage und anschließend u. a. zum Kraftwerk Schwarze Pumpe als Kühlwasser gefördert. Die Leitung Nochtener Wasser 1 (DN 1200) wurde 1998 und die Leitung Nochtener Wasser 2 (DN 1100) 2012 in Betrieb genommen. Im Bereich der Ortschaft Spreewitz überquerten die beiden Leitungen auf einer Rohrbrücke die Spree. Das geförderte Grubenwasser wird als Kühl- und Betriebswasser im Kraftwerk Schwarze Pumpe sowie in dem anliegenden Industrieunternehmen und als Trinkwasser in benachbarten Kommunen verwendet.

Problemstellung

Mehrere Hochwasser in den Jahren 2010, 2012 und 2013 im Bereich der genannten Rohrbrücke bei Spreewitz führten an einem GFK-Bogen der Leitung Nochtener Wasser 1 zu einem Rohrbruch. Eine grundlegende Reparatur der vorhandenen GFK-Leitungen wäre sehr zeitaufwendig und würde den Braunkohletagebau zu stark beeinträchtigen – eine Außerbetriebnahme der Rohrleitungen ist nur für wenige Tage möglich. Andererseits stellen die provisorischen Reparaturen auf Dauer auch keine sichere Lösung dar, zumal der Tagebau Nochten nach heutigen Erkenntnissen noch ca. 30 Jahre weiter zu entwässern ist. Des Weiteren ist zu beachten, dass sowohl die Schadensstelle als auch die gesamte Rohrbrücke in einem Landschaftsschutzgebiet und Überschwemmungsbereich der Spree liegen.

Untersuchungen an der Rohrbrücke haben darüber hinaus ein teilweises Anheben der Brückenpfeiler ergeben. Neben anderem führte die Verformung der Auflager zur Deformation der Leitung und somit vermutlich auch zu einer Überbeanspruchung der GFK-Rohre. Eine aufwendige Reparatur der Schadensstelle hätte die Gefahr weiterer Schäden an anderen Stellen im Bereich der Rohrbrücke nicht ausschließen können.

Lösungsvarianten

Um einen weiteren sicheren Betrieb der beiden Rohrleitungen zu ermöglichen, musste eine wirtschaftliche und dauerhafte Lösung erarbeitet werden, die bei der Umsetzung den Tagebaubetrieb möglichst wenig beeinträchtigt und die eine technisch sichere Lösung unter Beachtung der zu erwartenden Nutzungsdauer darstellt. Im Vorfeld der technischen Bearbeitung wurde dafür eine Variantenuntersuchung mit vier verschiedenen Lösungsansätzen durchgeführt. Untersucht wurden der Teil-/Neubau der Rohrbrücke mit zugehörigen Rohrleitungsprovisorien und der Neubau eines Dückers im Microtunneling- und HDD-Verfahren. Erforderliche Baugrunduntersuchungen wurden im Vorfeld durchgeführt und in der weiteren Planung untersetzt.

Auslegung und Planung

Die wirtschaftlichste und am besten umsetzbare Lösung war eine Neuverlegung im HDD-Verfahren mit Rohren aus PE 100-RC. Rohre aus PE 100-RC sind gegenüber dem vorliegenden Grubenwasser dauerhaft korrosionsbeständig. Durch ihre hohe Flexibilität können Spülbohrungen auch mit geringen Verlegeradien ausgeführt werden. Mögliche Setzungen könnten durch zulässige Verformungen der Rohre aufgenommen werden, ohne dass Schäden in Folge von Rissen oder Brüchen zu befürchten sind. AGRULINE-Rohre aus PE 100-RC erfüllen alle Anforderungen und sind für grabenlose Verlegetechniken gemäß der PAS 1075 geprüft und zugelassen.

Die Vorteile des HDD-Verfahrens im vorliegenden Fall sind der vergleichsweise schonende Eingriff in Natur und Umwelt und der geringste Tiefbauanteil mit Wasserhaltung. Ein zügiges Genehmigungsverfahren und ein kalkulierbares Baugrundrisiko haben die Entscheidung zu diesem Verfahren unterstützt. Durch die Entscheidung, eine komplett erdverlegte Leitung zu errichten, konnte die Rohrbrücke außer Betrieb genommen werden. Somit wurde auch die Gefahr von äußeren Beeinflussungen wie Vandalismus und Einwirkungen in Folge von Temperaturschwankungen reduziert. Da die bestehende Leitung während der Bauphase weiter betrieben werden konnte, musste kein Provisorium errichtet werden, sodass auch kein Eingriff im direkten Gewässerbereich für den Neubau erfolgte. Auf beiden Seiten standen ausreichende Flächen für die Anbindung zur Verfügung.

» Das Dükern von PE-Rohren in d_a 1400 mm und d_a 1200 mm stellte eine Weltpremiere dar. «

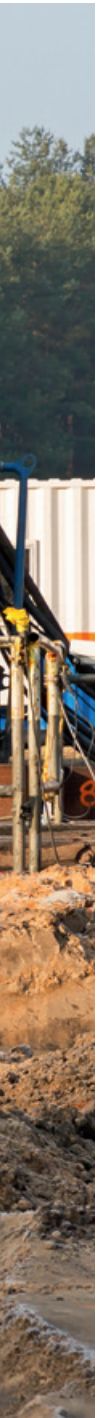

Abb.: Stefan Kaul

Abb. 1 – Der Räumer im Vordergrund machte den Weg für die PE 100-RC-Leitung frei.

Die Nachteile des gewählten Einbauverfahrens bestanden in der größeren Rohrleitungslänge und einem hohen Aufwand für die Wasserhaltung während des Einbaus der Anschlussleitungen von der Spülbohrung bis zur bestehenden Leitung. Die Ausschreibung wurde in drei Abschnitte unterteilt:

- Herstellung der Spülbohrung für beide Leitungen, d_a 1400 und d_a 1200 mm,
- Herstellung der beidseitigen Anbindung der Leitung Nochtener Wasser 1 DN 1200 an die Bestandsleitung,
- Herstellung der beidseitigen Anbindung der Leitung Nochtener Wasser 2 DN 1100 an die Bestandsleitung.

Die Dimensionierung der Rohrleitung im Bereich der Spülbohrung mit einer Tiefenlage von ca. 6,5 m unter der Sohle der Spree ergab, dass ein Rohr in der Wanddickenreihe SDR 17 zum Einsatz kommen musste. Um ein Beulen der Leitung zu verhindern, mussten die Leitungen im Bereich unter der Spree dauerhaft mit Wasser gefüllt sein.

Durchführung

LEAG beauftragte die TrappInfra Rohrbau Welzow GmbH mit der Ausführung der gesamten Baumaßnahme. Für die Lieferung und Baustellenbetreuung war die FRANK GmbH verantwortlich. Die Produktion der AGRULINE-PE-100-RC-Rohre und Heizwendelformteile erfolgte durch die AGRU Kunststofftechnik GmbH. Die FRANK KUNSTSTOFFTECHNIK GmbH war für die Auslegung und Fertigung der Bögen, Abzweige und Sonderflanschverbindungen verantwortlich. Den Auftrag zur Durchführung der HDD-Spülbohrung erhielt die niederländische Visser & Smit Hanab.

Für die Spülbohrung wurde jeweils ein Strang für beide Abmessungen d_a 1200 mm und d_a 1400 mm von ca. 220 m aus Stangen à 13 m vorgeschweißt. Um die Zugkraft der Stränge mit einem Gewicht von bis zu 76 t zu reduzieren, wurden die Rohre vor dem Einzug auf Rollenböcke positioniert. Das Dükern von PE-Rohren in dieser Größenordnung stellte eine technische Weltpremiere dar, niemals zuvor war etwas Vergleichbares versucht worden.

Auf dem Gebiet der Horizontalspülbohrung hat Visser & Smit Hanab große Erfahrung. Eine PE-Leitung in der Dimension d_a 1400 mm hatten aber auch die Experten noch nie im Spülbohrverfahren verlegt. In einem ersten Schritt realisierte die Baustellenmannschaft die beiden Pilotbohrungen vom West- zum Ostufer der Spree. Mit einer der modernsten Horizontal-Spülbohranlagen, die Bohrungen mit einem Durchmesser zwischen 30 und 180 cm vorantreiben und Zugkräften von bis zu 450 t standhalten kann, wurde ein unterirdischer Kanal gebohrt. Visser & Smit Hanab führte den aus mehreren Bohrstangen zusammengesetzten Bohrstrang mit einem Kreiselkompass zentimetergenau an der Solltrasse entlang. Die Spree wurde dabei mit der

Abb. 2 – Aufgrund ihrer Flexibilität passte sich die AGRULINE-Pipeline beim Einziehen zentimetergenau dem Austrittswinkel des Bohrlochs an.

relativ geringen Überdeckung von nur 6,5 m unterquert, wodurch sich die Länge der Bohrung auf ca. 210 m reduzierte. Die Sedimente des Bohrkerns beförderte eine Spezialflüssigkeit (Bohrspülung), der sogenannte „Drillmix“, aus dem Bohrloch herauf.

Bohrloch auf 1.778 mm aufgeweitet

Nach der Unterquerung der Spree wurde das Pilotbohrloch in nur einem Schritt auf 1.778 mm (Bohrung 1 für Rohr d_a 1400 mm) aufgeweitet. Dazu zog das Team den Bohrstrang mit dem am Ende befestigten, rotierenden Räumwerkzeug Stange um Stange zurück. Der „Fly-Cutter“, ein mit Düsen und Zähnen bestücktes Werkzeug, fraß sich in ständiger Rotation durch den anstehenden Boden. Während dieses Vorganges musste der Bohrstrang am Standort des Bohrgerätes (Westseite) laufend verkürzt und an der Ostseite Stange um Stange verlängert werden. Bentonit (eine Mischung aus Wasser und Ton) diente zum Abtransport des Bohrkerns, zur Stabilisierung des Bohrloches sowie zur Reduktion von Reibungskräften. Das im zweiten Bohrloch verbliebene Bohrgestänge wurde als Rückführleitung zur Wiederaufbereitung der Bohrspülung genutzt. Ein aufwendiger Aufbau einer Rückführleitung für die Bohrspülung zur Separieranlage konnte damit entfallen.

Nachdem das Bohrloch durchgängig über den gewünschten Durchmesser verfügte, konnte mit dem Einzug der vorgefertigten und überprüften PE-Rohrleitung begonnen werden. Dafür wurde die vorgeschweißte, 220 m lange und 1.400 mm dicke Leitung an einen geschossförmigen „Ziehkopf“ angeschraubt, der mittels eines Wirbels mit dem am Bohrstrang montierten Räumer verbunden war (Abb. 1). Der Wirbel zwischen Ziehkopf und Räumer verhinderte die Rotation der einzuziehenden Großrohrleitung. Die größte Herausforderung kam gleich zu Beginn: Die riesige Leitung musste ins Bohrloch „eingefädelt“ werden. Dazu hob die Baustellenmannschaft den vordersten Teil der vor dem Bohrloch platzierten Pipeline an und zog sie gleichzeitig in Richtung Bohrloch. Die Rohrleitung glitt in die Spülung der Bohrlochgrube und passte sich von selbst zentimetergenau an den Austrittswinkel des Bohrlochs an (Abb. 2). Nachdem die ersten Meter der Rohrleitung im mit Bohrspülung gefüllten Bohrloch verschwunden waren, wurde das Mediumrohr vom Bohrstrang Stange für Stange ins Bohrloch gezogen. Um ein Aufschwimmen zu verhindern, wurde die Leitung direkt beim Einzug mit Wasser gefüllt. Gleichzeitig konnte somit der Beuldruck deutlich reduziert und somit die notwendige Wanddicke der Leitung reduziert werden. Der Rekordspülbohrvorgang konnte erfolgreich abgeschlossen werden.

Nach dem Einzug des Medienrohres erfolgte eine Prüfung des Rohrinnendurchmessers. Diese wurde mit einer Messplatte mit dem geplanten Innendurchmesser durchgeführt. Beide Innendurchmesser wurden zweifelsfrei nachgewiesen. Auch der Nachweis der Beulfreiheit des Rohres konnte bei beiden Rohrleitungen nachgewiesen werden. Um Wasserwegsamkeiten im Gebirge zu vermeiden, musste der Ringraum wirksam verschlossen werden. Es erfolgte der Einbau eines speziellen Dämmers. Um den Dämmer wirksam einbringen zu können, wurden während des Medienrohreinzuges drei Rohre mit unterschiedlichen Längen gleichzeitig mit dem Medienrohr in das Bohrloch eingezogen. Der Dämmer konnte über diese Rohre an verschiedenen Stellen in den Ringraum eingebracht werden, bis er an den Bohrenden an die Oberfläche trat. Die Menge des Dämmers entspricht der Menge der Bohrspülung. Durch die höhere Dichte des Dämmers füllte sich der Ringraum kontinuierlich vom tiefsten zum höchsten Punkt der Bohrung.

Abb. 3 – Visser & Smit Hanab fädelte die 220 m langen Großrohrleitungen problemlos unter der Spree hindurch und stellte damit einen neuen Rekord auf.

Anbindung an bestehende Leitung

Nach der Spülbohrung erfolgte zuerst die Anbindung einer der beiden Leitungen an die bestehende erdverlegte GFK-Leitung. Aufgrund der notwendigen Verfügbarkeit der Leitung stand für die Umbindung an beiden Enden nur ein Zeitfenster von insgesamt sechs Tagen Anlagenstillstand zur Verfügung. In dieser Zeit mussten die bestehende Leitung entleert, getrennt und der letzte Abschnitt der neuen PE-Leitung an den bereits vorgeschweißten Abschnitt angeschweißt werden sowie der Anschluss an die bestehende Leitung erfolgen. Um den Anschluss an bereits bestehende Flansche an der GFK-Leitung ausführen zu können, lieferte FRANK Sonderflansche aus PE 100-RC mit Flanschanschluss DN 1200 und Rohrleitungsanschluss d_a 1400 x 83 mm. Da für die letzten Schweißungen das Heizelementstumpfschweißverfahren nicht möglich war, wurden AGRU-Heizwendelmuffen der Größe d_a 1400 mm eingesetzt.

Fazit

Eine Weltpremiere hatte ihren erfolgreichen Abschluss gefunden. Neben den technischen Vorteilen der Just-in-Time produzierten PE 100-RC Rohre, ermöglichte die detaillierte Projektierung, die pünktliche Lieferung sowie die enge Baustellenbetreuung die Einhaltung des sehr knappen Zeitplans. Die Pilot- und Erweiterungsbohrungen sowie das Einziehen der Rohre konnten in nur zehn Tagen realisiert werden.

Autoren

Harald Bachinger
AGRU Kunststofftechnik GmbH
Pesendorfer Str. 31
4540 Bad Hall (Österreich)
Tel.: +43 7258 790-0
bah@agru.at
www.agru.at

Stefan Kaul
FRANK GmbH
Starkenburgstr. 1
64546 Mörfelden-Walldorf
Tel.: 06105 4085-187
s.kaul@frank-gmbh.de
www.frank-gmbh.de