

Close-Fit-Lining in sensiblem Wasserschutzgebiet – Sanierung einer Brunnenleitung mit umweltschonender Methode

In der Gemeinde Bodenwöhr in der Oberpfalz wurden im Frühjahr 2013 die Brunnenleitungen im Ortsteil Erzhäuser saniert. Die **alten Asbestzementleitungen** waren aufgrund des niedrigen Wasser-pH-Werts mit den Jahren brüchig geworden, Muffenverbindungen lösten sich teilweise auf. Bei den Sanierungsarbeiten in der Wasserschutzzone kam die umweltschonende **Close-Fit-Lining-Methode** zum Einsatz.

von: Markus Warmuth-Baron (Mennicke Rohrbau GmbH) & Klaus Hilchenbach (egeplast international GmbH)



Quelle: egeplast international GmbH



Quelle: egeplast international GmbH

▲ **Abb. 1:** Einzug des egeliners durch kleine Baugruben unter beengten Verhältnissen

► **Abb. 2:** Der gefaltete egeliners im Altrohr

Rehabilitationsverfahren, wie zum Beispiel das Rohrrelining, sind schon seit Jahrzehnten im Einsatz, können jedoch aus Platzgründen oder aufgrund der erheblichen hydraulischen Reduzierung des Querschnittes nicht überall angewendet werden. Insbesondere in den Ballungszentren, aber auch in ökologisch sensiblen Gebieten wie Wasserschutzzonen, werden Rehabilitationsverfahren benötigt, die einen Einbau auch unter engen Platzverhältnissen und unter der Beibehaltung eines größtmöglichen hydraulischen Querschnittes ermöglichen. Aufwendige Aufgrabungen von ganzen Trassenverläufen sind mangels Platz oder wegen der strengen Umweltauflagen häufig kaum möglich. Zu den Rehabilitationsverfahren, die diesen Ansprüchen gerecht werden, gehört die Close-Fit-Lining-Methode. Im vergangenen Jahr kam sie bei einem anspruchsvollen Sanierungsprojekt im Naturpark Oberer Bayerischer Wald zum Einsatz.

Leitungssanierung in ökologisch sensibler Umgebung

Das Einsatzgebiet in der oberpfälzischen Gemeinde Bodenwöhr ist ein Erholungsgebiet mit zahlreichen Seen, Flüssen und Weihern. Aus-

gewiesene Natur- und Wasserschutzzonen sollen das wertvolle Ökosystem des Naturparks bewahren. Wie fast überall in Bayern wird auch im Bayerischen Wald Grundwasser über Brunnen aus regionalen Grundwasservorkommen gewonnen. Die Bodenschichten über dem Grundwasser und vor allem die belebte Bodenzone (Humus) bieten üblicherweise guten Schutz. Diese Schutzwirkung wird allerdings nur dann entfaltet, wenn ihre Wirksamkeit nicht durch Aufgrabungen vermindert oder durch starke Verunreinigungen überfordert wird. Im Bereich der unmittelbaren und näheren Umgebung von Trinkwassergewinnungspunkten werden daher Wasserschutzgebiete eingerichtet, in denen die Nutzung mehr oder weniger stark reglementiert oder eingeschränkt ist. Ein solches Schutzgebiet befindet sich auch im Ortsteil Erzhäuser, wo im Frühjahr 2013 die umfassende Sanierung der Brunnenleitungen anstand.

Marode Leitungen durch „saurer“ Wasser

Das Wasser in dieser Gegend zeichnet sich durch einen sehr niedrigen Härtegrad, einen geringen Kalkgehalt und einen hohen Anteil an freier Kohlensäure aus, weshalb man hier von

aggressivem beziehungsweise „saurer“ Wasser spricht. Bei Untersuchungen wurden pH-Werte gemessen, die unterhalb des in der Trinkwasserverordnung definierten sogenannten Indikatorparameterwert-Bereiches zwischen 6,5 und 9,5 liegen. Obgleich der niedrige pH-Wert „saurer“ Wasser zumeist – und so auch in diesem Fall – natürlich und geogen bedingt ist, verursachen sie durch das Auflösen von Calciumcarbonatanteilen (Kalk) in zementgebundenen Werkstoffen langfristig Schäden an Rohrleitungen, Installationen und Bauwerken. Im Wasserschutzgebiet Erzhäuser wurden vor allem die Muffenverbindungen der verlegten Asbestzementrohrleitungen angegriffen, sodass permanent die Gefahr von Rohrbrüchen bestand und die Versorgungssicherheit nicht mehr gewährleistet war.

Der örtliche Wasserversorger Zweckverband zur Wasserversorgung der Nord-Ost Gruppe beauftragte deshalb die Mennicke Rohrbau GmbH in Arbeitsgemeinschaft mit der PRS Rohrsanierung GmbH mit den Sanierungsarbeiten. Die reglementierte Nutzung und die strengen Umweltschutzaufgaben, die bei Arbeiten in einer Wasserschutzzone gelten, forderten von den Baufirmen eine maßgeschneiderte Lösung. So sind insbesondere Erdaufbrüche und die Verwendung wassergefährdender Stoffe nur unter strengen Auflagen erlaubt. Das wurde bei der Baustellenplanung berücksichtigt. Um eine Verschmutzung des Bodens beispielsweise durch Ölverluste zu verhindern, wurden alle Baugeräte grundsätzlich durch zusätzliche Ölwannen gesichert. Bei der Auswahl des Verfahrens zur Sanierung der Trinkwasserleitungen entschied sich das Unternehmen für das bodenschonende und ökologisch verträgliche PE-Relining ohne Ringraum (Close-Fit-Lining) nach DVGW-Arbeitsblatt GW 320-2. Bei dem Bauverfahren in weitgehend geschlossener Bauweise müssen nur punktuell Baugruben ausgehoben werden (Abb. 1). Mutterboden und Ressourcen werden geschont und die umliegende Natur nicht unnötig belastet.

Versorgungssicherheit auch während der Sanierung gewährleistet

Zu Beginn der Bauarbeiten wurden zehn Baugruben erstellt, in denen die bestehenden Leitungen freigelegt wurden. Die Größe der Startgruben richtet sich nach dem Mindestbiegeradius der einzuziehenden Liner, die Größe der Zielbaugrube nach dem Platzbedarf der Zugeinrichtung, mit welcher der Liner in die Altrohre eingezogen wird. Ein großer Vorteil des Close-fit-Verfahrens im Vergleich zum Rohrstrangrelining ist der geringere Biegeradius des Close-Fit-Liners. Dadurch verringern sich die Größe der Baugruben und somit der Tiefbauaufwand sowie damit verbundene Kosten und Beeinträchtigungen erheblich. In diesem Fall wurden Baugruben von jeweils rund 4 Metern Länge erstellt. Breite und Tiefe variierten je nach Bedarf und Position der Leitungen zwischen 1,5 Metern und 2,0 Metern beziehungsweise 1,30 Metern und 2,00 Metern.

Da es die oberste Maßgabe des Bauherren war, die Versorgungssicherheit des Hochbehälters jederzeit sicherzustellen, wurden nicht alle Brunnen und Leitungen gleichzeitig außer Betrieb genommen, sondern abschnittsweise so gearbeitet, dass die Versorgung durch die bestehende Altleitung und die bereits neu installierten Leitungsabschnitte stets gewährleistet werden konnte. Auf den Einsatz eines Provisoriums wurde bewusst verzichtet, da es erfahrungsgemäß stets das Risiko einer Havarie birgt. Auch bei technisch einwandfreier Arbeit und hochwertigem Material ist eine Beschädigung provisorischer Leitungen, beispielsweise durch Vandalismus, Unachtsamkeit, Baustellen- oder Anliegerverkehr, nicht auszuschließen.

Die alten Asbestzementleitungen wurden nach einem definierten Verfahren der BGI 664 beziehungsweise der TRGS 519 getrennt. Ziel dieser Verfahren ist es, das Freiwerden von Asbestfasern zu vermeiden. Aus diesem Grund wurde als Schneidwerkzeuge

eine langsam laufende Kompressorsäge verwendet. Zudem wurde der Schnittbereich permanent mit entspanntem Spülwasser besprüht, um frei werdende Staubpartikel zu binden. Nach dem Trennen der einzelnen Leitungsabschnitte wurden die Rohrleitungen mithilfe einer optischen Inspektion auf mögliche Hindernisse, Verunreinigungen und Schäden überprüft, die Altleitungen anschließend mit Gummischeiben von allen Ablagerungen gereinigt und eine Kalibrierung durchgeführt.

In die so vorbereiteten Leitungen konnte dann der Liner mittels einer Seilwinde eingezogen werden. Dabei musste auf eine kontinuierliche Geschwindigkeit ohne ruckartige Änderungen der Zugbeanspruchung geachtet werden. Insgesamt wurden über 1.000 Meter PE 100 egeliner DN 300 und 450 Meter egeliner DN 200 verlegt (Abb. 2).

Platzsparend und flexibel – der Close-Fit-Liner

Die speziell für die Verformungsverfahren genutzten Lining-Rohre werden bei der Produktion zunächst standardmäßig extrudiert. PE-HD-Rohre bilden aufgrund des chemischen und physikalischen Aufbaus eine innere Struktur, bei der die langen Molekülketten des Polyethylens eine Überstruktur in Form von Kristallen und Lamellen bilden. Sobald das neue, noch runde Rohr auf eine Temperatur abgekühlt ist, bei der sich diese Struktur herausgebildet hat, wird es zu einem „U“ verformt. Durch das Falten des Rohres wird zwangsweise eine neue Überstruktur geschaffen, wodurch gezielt Spannungen in das Rohr eingebaut werden. Anschließend wird diese neue Struktur des gefalteten Rohrs durch sehr schnelles Abkühlen „eingefroren“. Der vorgeformte Liner wird auf Trommeln gewickelt und so auf die Baustelle geliefert (Abb. 3). Durch die Querschnittsreduzierung von bis zu 40 Prozent können je nach Durchmesser sehr große Längen auf eine Trommel gewickelt wer-



Quelle: egeplast international GmbH

Abb. 3: Der vorgeformte Liner auf eine Trommel gewickelt.

den. **Tabelle 1** gibt einen Überblick über die erhältlichen Dimensionen und die entsprechenden Sanierungsbereiche.

Das gefaltete, unter Spannung gesetzte Rohr ist bestrebt, wieder den spannungsfreien, runden Zustand vor dem Falten einzunehmen. Es wird hier vom „Memory-Effekt“ gesprochen, da das Rohr sich an seine runde Form vor dem Verformen „erinnert“ und bestrebt ist, diesen Ausgangszustand wieder herzustellen. Die „eingefrorenen“ Spannungen des Liners können aber erst durch Erhitzen auf eine Temperatur oberhalb der Einfriertemperatur wieder vollständig freigesetzt werden (Reversionsprozess).

Über eine mobile Dampfanlage wird Heißdampf mit einer Temperatur von ca. 120 °C erzeugt, der nach dem Einzug in den Close-Fit-Liner

eingeleitet wird. Der Wärmeübertrag auf das Rohr erfolgt durch das Freiwerden von Wärme im Rahmen des Dampfkondensationsprozesses. Der Reversionsprozess kann in zwei Ablaufphasen aufgeteilt werden. In der ersten Phase wird das vorverformte Lining-Rohr unter geringem Innendruck langsam auf die materialspezifisch erforderliche Temperatur von ca. 80 °C aufgeheizt. In der zweiten Ablaufphase wird je nach Dimension und Wandstärke mit Drücken zwischen 4 bar und 6,6 bar zurückgerundet (**Abb. 4**). Der maximale Innendruck muss so lange aufrechterhalten werden, bis das Lining-Rohr ausreichend rückgekühlt ist. Nach erfolgter Bedampfung und Abkühlung liegt das neue Rohr ohne Ringspalt an der Innenwand des Altrohres an und kann in das bestehende Leitungssystem eingebunden werden (**Abb. 5**).

Der Anschluss auf der Baustelle in Bodenwöhr erfolgte mit handelsüblichem PE-Rohr, das sich hinsichtlich des Außendurchmessers vom Reliningrohr unterscheidet. Als Verbindungstechnik wurden Schweißmuffenverbindungen verwendet, für die Übergänge wurden spezielle Relining-Schweißmuffen teilweise mit Stützhülsen eingesetzt.

Innendruckprüfung mit dem Kontraktionsverfahren

Sobald ein Leitungsabschnitt saniert war, wurde eine Druckprüfung durchgeführt. Da Close-Fit-Liner aus Polyethylen viskoelastisches Verhalten mit charakteristischen Dehnungen aufweisen, sind die üblichen Druckverlustverfahren nicht geeignet. DIN EN 805 bzw. das DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 sehen daher für diese Rohrmaterialien das Kontraktionsverfahren vor. Bei diesem Verfahren werden innerhalb dreier Prüfschritte (Vorprüfung, Integrierte Druckabfallprüfung, Hauptprüfung) automatisiert verschiedene Prüfphasen durchlaufen.

Vorprüfung

Nach dem luftfreien Füllen (Spülgeschwindigkeit > 1 ms) der Leitung mit Wasser erfolgte eine einstündige Entspannungszeit durch Öffnen der Absperrarmatur am Hochpunkt der Anlage. Dabei darf keine Luft in die Leitung eintreten. Die Leitung wird verschlossen, der Systemprüfdruck innerhalb von zehn Minuten aufgebracht und durch ständiges Nachpumpen über eine Zeit von 30 Minuten gehalten. Danach erfolgt eine einstündige Entspannungsphase, in der der Druck in der Leitung um maximal 20 Pro-

Quelle: egeplast international GmbH

Tabelle 1: Dimensionen und Sanierungsbereiche

DN/OD [mm]	Wandstärke SDR 17 [mm]	Sanierungsbereich [mm]	Maximal auftrommelbare Länge [m]
100	5,9	97-102	2.000
145	8,6	140-147	910
150	8,9	145-152	850
200	11,8	194-204	460
250	14,8	241-253	300
300	17,7	289-303	250
350	20,6	340-357	150
400	23,6	385-404	130
432	25,5	426-432	130



Abb. 4: Der egeplaster gefaltet (a) und geformt (b)

Abb. 5: egeplaster nach dem Aufdampfen

zent des Prüfdrucks sinken darf. Nach Abschluss einer erfolgreichen Vorprüfung kann die Hauptprüfung erfolgen.

Hauptprüfung mit integrierter

Druckabfallprüfung

Durch eine schnelle Druckabsenkung in weniger als zwei Minuten lässt sich die Dehnung der Rohrleitung unterbrechen. Der Druck muss während der gesamten Prüfzeit lückenlos aufgezeichnet und der nach der Druckabsenkung eintretende Druckanstieg während der halbstündigen Kontraktionszeit überwacht werden. Als ausreichende Luftfreiheit gilt, wenn das abgelassene Wasservolumen kleiner oder gleich dem höchstzulässigen Wasservolumen ist. Die geprüfte Rohrleitung gilt als dicht, wenn sich im Verlauf der halbstündigen Prüfzeit eine leicht steigende bis gleich bleibende Druckänderung ergibt.

Alte Leitungen wie neu verlegt

Vor der Inbetriebnahme der neuen Leitungsabschnitte erfolgte eine strenge bakteriologische Untersuchung und Desinfektion. Um die Leitungen schon während der Bauphase so sauber wie möglich zu halten und jegliches Eindringen von Fremdstoffen zu verhindern, wurden die Rohrleitungen bei jeder Arbeitsunterbrechung und nach Abschluss der Verlegearbeiten druckdicht verschlossen. Dies ist eine unab-

dingbare Voraussetzung, um bei der Spülung und anschließenden Desinfektion einen schnellen und nachhaltigen Erfolg zu erzielen.

Der Desinfektion ging eine Spülung der neuverlegten Leitung mit hygienisch einwandfreiem Wasser (grundsätzlich Trinkwasserqualität) voraus, um eventuelle Verunreinigungen, die trotz aller Vorsichtsmaßnahmen im Zuge der Rohrverlegung in die Leitung gelangt sein konnten, wieder zu entfernen. Nach der Spülung erfolgte eine Desinfektion mit einem Desinfektionsmittel auf Basis von Wasserstoffperoxid. Da es beim Zersetzungsprozess in Wasser und Sauerstoff zerfällt und keine belastenden Nebenprodukte entstehen, gilt es als sehr umweltfreundlich und kann auch in einem Wasserschutzgebiet ohne Neutralisation in das öffentliche Kanalnetz, den Vorfluter oder zur Versickerung ins Erdreich eingeleitet werden.

Nach der Desinfektion erfolgte eine erneute Spülung der Rohrleitung und anschließend eine Probenentnahme, die in einem akkreditierten Labor auf Keime und andere Inhaltsstoffe untersucht wurde. Da die Proben jeweils den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung entsprachen, konnten die Leitungsabschnitte stückweise wieder freigegeben werden. Seit Juli 2013 fließt das Wasser im Wasserschutzge-

biet Erzhäuser wieder durch intakte Leitungen, die durch die Sanierung mit der Close-Fit-Lining-Methode die Qualität und Widerstandsfähigkeit einer Neuverlegung aufweisen. ■

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Markus Warmuth-Baron ist Leiter der Rohrreparatur bei Mennicke Rohrbau GmbH.

Dipl.-Ing (FH) Klaus Hilchenbach ist Produktmanager für Close-fit-Systeme. Er betreut im Hause egeplast den egeplaster und ist zudem als Vertriebsingenieur im internationalen Bereich tätig.

Kontakt:

Dipl.-Ing. (FH) Markus Warmuth-Baron
Mennicke Rohrbau GmbH
Mühlackerstr. 17
97520 Rötthlein
Tel.: 09723 93408-13
E-Mail: mwarmuth@mennicke.de
Internet: www.mennicke.de

Dipl.-Ing (FH) Klaus Hilchenbach
egeplast international GmbH
Robert-Bosch-Str. 7
48268 Greven
Tel.: 02575 9710-272
E-Mail: klaus.hilchenbach@egeplast.de
Internet: www.egeplast.de