



SWAGELINING®

ROHRREDUKTIONSVERFAHREN – SCHWEIZWEIT ERSTMALS IN BERN EINGESETZT

Die Sanierung von Wasserleitungen ist für Städte eine Daueraufgabe mit entsprechender Kostenfolge. Erstmals in der Schweiz kam in der Stadt Bern ein neues Verfahren zum Einsatz. Dabei wurde der Verkehrsfluss deutlich weniger beeinträchtigt und die Bauarbeiten nahmen nur die Hälfte der üblichen Zeit in Anspruch.

Alexandra Jäggi*, Energie Wasser Bern

RÉSUMÉ

SWAGELINING®

À l'automne 2017, Energie Wasser Bern a appliqué pour la première fois en Suisse le procédé Swagelining lors des travaux de rénovation des conduites d'eau potable en fonte grise DN300 de la Weissensteinstrasse à Berne, laquelle est très fréquentée.

Le procédé de regarnissage (relining) sans espace annulaire (technique close-fit) utilisé avec succès dans les années 90 à l'étranger exploite la viscoélasticité du polyéthylène (PE). Le tube lining PE sous tension constante est tracté au moyen d'une matrice conique et son diamètre extérieur est réduit par formage à froid afin d'insérer le nouveau tube dans l'ancien tube. Le processus d'insertion est achevé lorsque le tube lining PE, qui a un diamètre extérieur réduit, parvient à la fosse d'arrivée. À la fin de l'action de traction, le train de tubes lining PE se détend à nouveau en raison de l'élasticité du matériau (effet memory) et se met parfaitement en place (close-fit) le long de la paroi intérieure de l'ancien tube. Le raccordement du tronçon de tuberie rénové au réseau existant a pu être assuré sans problème malgré la diminution irréversible du diamètre extérieur de 3 à 4%. Des manchons d'électrosoudage fabriqués sur mesure ont été utilisés ainsi qu'un système de raccordement traditionnel de type topload pour deux hydrants. Le procédé Swagelining utilisé pour la première fois a été absolument convaincant grâce à une bonne préparation et une mise en œuvre irréprochable. Un autre avantage essentiel de ce procédé sans excavation est l'importante réduction des entraves à la circulation routière, tant dans leur étendue que dans la durée.

SWAGELINING® – EIN NOVUM FÜR DIE SCHWEIZ

Energie Wasser Bern (ewb) stellt als selbstständiges, öffentlich-rechtliches Unternehmen die Versorgung der Stadt Bern und der umliegenden Gemeinden mit Strom, Erdgas, Biogas und Wasser sicher. Zu den Kunden des Unternehmens zählen rund 70 000 Haushalte, 8000 KMU sowie 100 Grosskunden. Ebenso verwertet der städtische Energieversorger Abfall zu Energie, bietet Dienstleistungen im Bereich der Elektro- und Erdgasmobilität an und baut in der Stadt Bern das Glasfasernetz aus.

Nebst dem Ausbau des gesamten Versorgungsnetzes gehört auch der Unterhalt der bestehenden Netze und Leitungen ins Aufgabengebiet des städtischen Gesamtenergiedienstleisters. Koordiniertes, emissionsarmes Vorgehen ist – insbesondere im stark beanspruchten städtischen Raum – ein Muss. Entsprechend werden vor allem für die Sanierungen von Trinkwasserleitungen bevorzugt grabenlose Verfahren angewendet. Diese überzeugen mit einer deutlich geringeren Beeinträchtigung des Verkehrs und einer kürzeren Bauzeit als Sanierungen in offener, konventioneller Bauweise.

Für Sanierungsarbeiten am Wasserleitungssystem bei der Weissensteinstrasse wurde im Herbst 2017 erstmals das sogenannte Swagelining®-Verfahren eingesetzt (Fig. 1). Unterhalb der stark befahrenen Strasse mussten 360 Meter Grauguss-Trinkwassertransportleitung DN300 sowie zwei Hydrantenanschlüsse aus dem Jahr 1959 erneuert werden.

* Kontakt: alexandra.jaeggi@ewb.ch

ZUSTANDSORIENTIERTE SANIERUNG

Das Stadtberner Trinkwasserleitungsnetz baut sich im Wesentlichen aus Duktulgussrohren, Graugussleitungen, HDPE-Kunststoffrohren und Stahlrohren mit Rohrdurchmessern von DN100 bis DN600 auf. Das Durchschnittsalter der verschiedenen Leitungstypen beträgt 33 Jahre für die Stahlrohre, 16 Jahre für die HDPE-Kunststoffrohre, 25 Jahre für die Duktulgussrohre und 59 Jahre für die Graugussleitungen.

Gerade Graugussleitungen sind – aufgrund von belastungsbedingtem Erschütterungen – anfällig für Rohrbrüche mit grossem Schadenausmass. Durch eine konsequent fortgeschriebene Rohrschadenstatistik wird der Zustand des gesamten Netzes jedoch seit 1991 aussagekräftig dokumentiert, sodass das Leitungsnetz zustandsorientiert, abschnittsweise saniert werden kann. Tritt Sanierungsbedarf auf, muss dieser nach Dringlichkeit und unter Abwägung technischer sowie wirtschaftlicher Kriterien innert nützlicher Frist erfolgen. Die Beanspruchung der über dem Trasse liegenden Verkehrswege ist dabei ein wesentliches Kriterium für die gewählte Sanierungsmethode.

Entsprechend kamen für die Sanierung des Trinkwasser-Hauptleitungsab-

schnitts an der Weissensteinstrasse nur grabenlose Verfahren infrage. Auf ein herkömmliches Relining konnte nicht zurückgegriffen werden, weil durch den Ringspalt der Innendurchmesser und damit die hydraulische Leistung der neuen Leitung zu klein geworden wäre. Das ansonsten bewährte Berstlining-Verfahren wurde ebenfalls verworfen, da das Risiko von Kollateralschäden an den querenden Werkleitungen und die Gefahr von Belagsverwerfungen zu gross waren. Der Einsatz eines GFK-Liners wurde aufgrund bisheriger Erfahrungen verworfen, ausserdem wollte man im Trinkwassernetz keinen weiteren Leitungswerkstoff einsetzen. Beim U-Liner war die Belastung, der das Rohrmaterial durch die unterschiedlichen Verformungsmethoden ausgesetzt ist, ausschlaggebend für den Verzicht. Da keines der bestehenden Verfahren die Kriterien überzeugend erfüllte, entschied sich Energie Wasser Bern für das im Ausland bereits seit den 90er-Jahren erfolgreich eingesetzte, in der Schweiz erstmalig angebotene Reduktionsverfahren, das sogenannte Swagelining®.

Die Sanierung von Altrohrleitungen durch Swagelining® gehört zu den Reliningverfahren ohne Ringraum, der sogenannten Close-fit-Technik. Die Methode wurde ursprünglich von *British Gas*

entwickelt und patentiert, um undichte Gasleitungen zu sanieren. Das Verfahren nutzt die Viskoelastizität von Polyethylen (PE). Dabei wird ein PE-Liningrohr unter konstanter Zugspannung durch ein konisches Gesenk gezogen und durch Kaltverformung so weit im Aussendurchmesser reduziert, dass das Neurohr in das Altrrohr gezogen werden kann. Der Einziehvorgang wird beendet, wenn das im Aussendurchmesser reduzierte PE-Liningrohr in der Zielgrube angekommen ist. Nach Ende der Zugwirkung dehnt sich, durch die Elastizität des Materials (Memory-Effekt), der PE-Liningrohrstrang wieder aus und legt sich passgenau («close fit») an die Innenwandung des Altrrohres an.

NAHTLOSE ANSCHLUSSARBEITEN

Vor dem Beginn der Einzugsarbeiten sind einige zwingende Vorbereitungsarbeiten notwendig (Fig. 2-5): Zuerst braucht es eine sorgfältige Schadensanalyse des Altröhres mittels Kamerainspektion. Dabei wird auch dessen intakte Eigenstatik überprüft. Hindernisse wie Armaturen, querschnittsreduzierende Ablagerungen und ähnliches müssen protokolliert und vorgängig entfernt werden. Unmittelbar vor dem Einzug ist eine mechanische Rohrreinigung inklusive abschliessen-

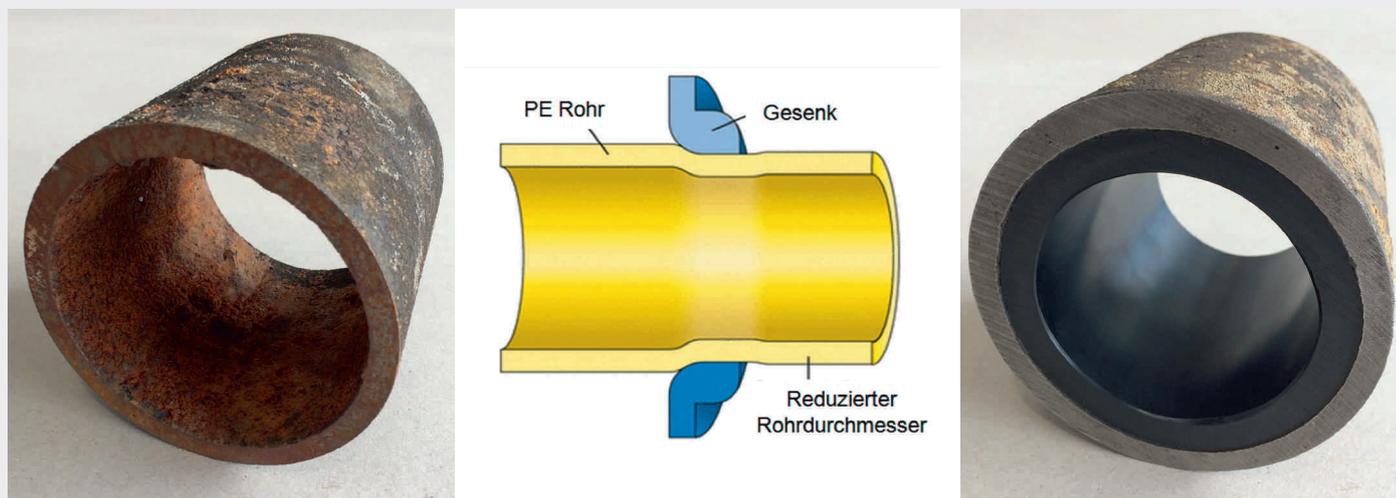


Fig 1 Links: Sanierungsbedürftiges Altrohr. Mitte: Beim Reduktionsverfahren wird das PE-Rohr durch Zugkraft gleichmässig im Durchmesser reduziert und in die Altleitung unter permanenter Zuglast eingezogen. Rechts: Nach erfolgtem Einzug wird die Zugspannung abgebaut und der im Querschnitt reduzierte Rohrstrang formt sich, aufgrund des Memory-Effektes von PE, in seine Ursprungsform zurück und legt sich close-fit an die Innenseite des Altröhres an. Die Auswirkungen auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Rohrs durch die Reduktion des Innendurchmessers wird durch den deutlich geringeren Strömungswiderstand des PE-Rohrs im Vergleich zum alten Gussrohr wettgemacht. (Quelle: Simona AG)

A gauche: Ancien tube nécessitant une rénovation. Au milieu: Le procédé permet de réduire de manière uniforme le diamètre du tube PE par l'application d'une force de traction et d'insérer celui-ci dans l'ancien tube grâce à l'effort de traction continu. A droite: Une fois l'insertion effectuée, la tension est réduite et le tubage de diamètre réduit reprend sa forme d'origine grâce à l'effet mémoire du PE et se s'insère parfaitement (close-fit) sur la paroi intérieure de l'ancien tuyau. Les effets de la réduction du diamètre intérieur sur les performances hydrauliques du tube sont compensés par la résistance à l'écoulement nettement plus faible du tube en PE par rapport à l'ancien tube en fonte.



Fig. 2 Der vorgeschweisste Rohrstrang aus Polyethylen wird für den Einzug vorbereitet.
Le train de tubes présoudés en polyéthylène est préparé pour l'insertion.

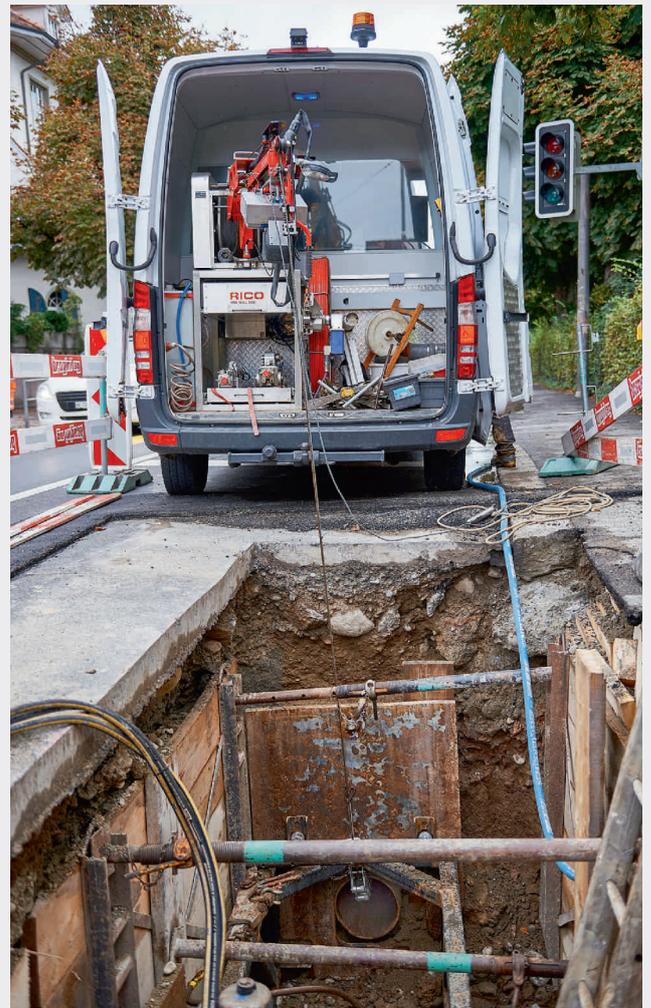


Fig. 4 Vor dem Einzug werden die Innenwände des Altrohrs mit einer Kamera überprüft.
Avant l'insertion, les parois intérieures de l'ancien tube sont examinées à l'aide d'une caméra.



Fig. 3 Mittels Heizelementstumpfschweissen entsteht aus einzelnen Rohren ein langer Druckrohrstrang.
Le soudage bout à bout à élément chauffant permet d'obtenir une longue ligne de tubes sous pression.

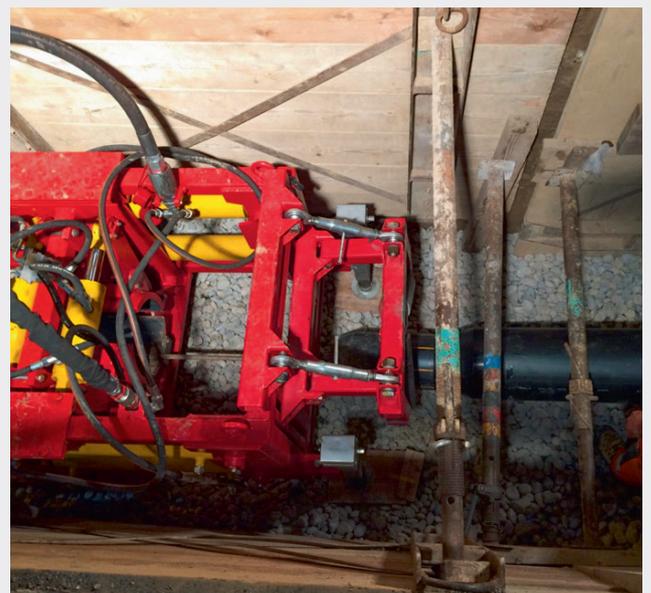


Fig. 5 Durch Kaltverformung wird der Durchmesser des neuen Mediumrohres temporär um 14 Prozent reduziert.
Le diamètre du nouveau tube est réduit temporairement de 14% par déformation à froid.



Fig. 6 Der Strang wird vor der Platzierung im alten Rohr durch ein konisches Gesenk gezogen. Im Bild: die Kabelrolle.

Le tubage est tiré à travers d'une matrice conique avant d'être placé dans l'ancien tube. Sur la photo: bobine de câble.



Fig. 7 Der Rohrstrang (links) hängt am Kabel der Zugmaschine für den Einzug ins Altrrohr (rechts).

Le train de tubes (à gauche) est suspendu au câble du tracteur pour être inséré dans l'ancien tube (à droite).

EINE SCHWEIZER LÖSUNG

Die Sanierungsarbeiten an der Weissensteinstrasse wurden von der *Frutig Leitungsbau GmbH*, Mühlethurnen, durchgeführt, die das Rohrreduktionsverfahren zusammen mit der *Simona AG Schweiz* für den Schweizer Markt implementiert hat. «Bedingung für die Markteinführung in der Schweiz war eine 'Schweizer Lösung': Zusammenarbeit zwischen Schweizer Spezialtiefbauunternehmung, Schweizer Maschinenhersteller und einem in der Schweiz etablierten Rohrersteller, welcher die kunststofftechnischen Anforderungen an die PE-Liningrohre kennt und bereits Erfahrungen auf dem Gebiet vorweisen kann. Im Bereich der SVGW-Zertifizierungsvorgaben waren keine Anpassungen notwendig, da das Swageliningverfahren nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW320-2 (Rehabilitation von Gas- und Wasserrohrleitungen durch PE-Relining ohne Ringraum) reglementiert und ebenfalls in den SVGW-Richtlinien W4 beschrieben ist. Gleiches gilt für das qualitativ hochwertige PE 100 Liningrohr», erklärt *Michel Schwarb*, *Simona AG*. «Da es kaum Nachschlagwerke für die Berechnungsgrundlagen des Verfahrens gibt, wurde in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) im Rahmen einer Bachelor-Thesis das zeitabhängige Rückstellverhalten von Kunststoffen untersucht, berechnet, simuliert und durch Laborversuche verifiziert. Die so erhaltenen Daten wurden anschliessend durch reale Feldversuche in Zusammenarbeit mit der Firma *Rudolf Frutig Leitungsbau GmbH* und der *Simona AG* geprüft und bestätigt», umschreibt Schwarb die geleisteten Entwicklungsarbeiten.

Aufgrund der erarbeiteten Berechnungstabellen kann heute der Aussendurchmesser des – bei Bedarf spezialgefertigten PE-Liningrohres – auf Basis des Innendurchmessers des Altröhres, der Einzugsgeschwindigkeit, der Einzugstemperatur und der vorherrschenden Spannungen berechnet werden.

der Kamerainspektion erforderlich. Erst dann kann mit den konkreten Einzugsarbeiten begonnen werden. Beim Sanierungsprojekt in der Weissensteinstrasse in Bern wurde der Querschnitt des Neurohres für die Dauer des Einzuges von 315 mm auf ca. 286 mm reduziert (Fig. 5). Dazu wurde das Rohr mit einer Geschwindigkeit von 60 bis max. 90 m/h durch den Konus gezogen. Während des Einziehvorgangs stand das Rohr unter einer maximalen Zugspannung von 13 Tonnen (bei einer maximal zugelassenen Zugkraft von 17,3 Tonnen) (Fig. 6 und 7). Nach Erreichen der Zielgrube wurde die Zugkraft entspannt und der Aussendurchmesser vergrösserte sich wieder. Da sich der Aussendurchmesser des eingezogenen PE-Rohrs auch nach Abschluss des Rohreinzugs nicht komplett zurückstellt, liegt der Rohraussendurchmesser ausserhalb des Standardbereichs. Diese irreversible Verformung des Aussendurchmessers, verursacht durch den viskosen Anteil des Rohrmaterials, liegt zwischen 3 und 4%. Die im Aussendurchmesser unterschiedlichen Rohre konnten beim Sanierungsprojekt an der Weissensteinstrasse dank dem Einsatz von spezialgefertigten Elektroschweissmuffen des Typs PE 100 SDR11 jedoch problemlos ausgeglichen werden. Für den Anschluss der beiden Hydranten wurden anstelle der Elektroschweissmuffen herkömmliche Anschlusssattel des Typs *Topload* verwendet (Fig. 8 und 9).



Fig. 8 Innen wie aussen werden beim PE-Rohr die Schweisswulste mit Spezialwerkzeug entfernt.

A l'intérieur comme à l'extérieur, les pertes de soudure sont éliminées dans le tube PE au moyen d'un outil spécial.

FAZIT – WENIGER AUFWAND DANK SWAGELINING®

Die Erfahrung an der Weissensteinstrasse in Bern zeigt: *Swagelining*® verringert den Aufwand für die Sanierung von Graugussleitungen beträchtlich. Die Bauzeit konnte im vorliegenden Fall um gut die Hälfte von voraussichtlich neun Wochen im kon-

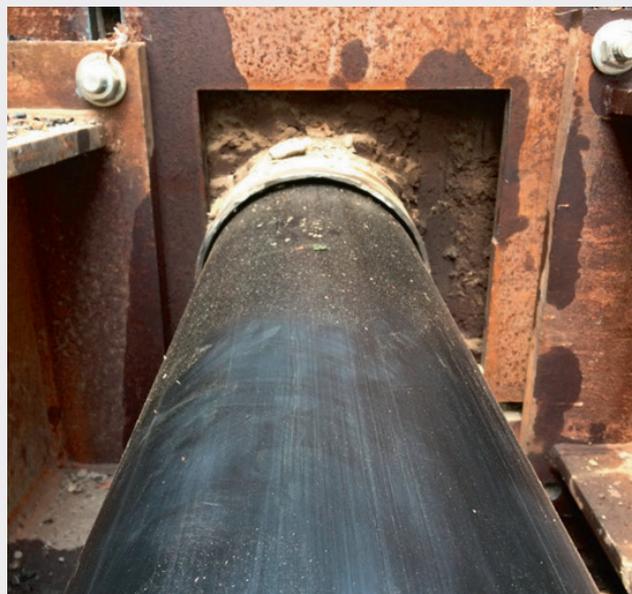


Fig. 9 Nach dem Einzug dehnt sich das PE-Rohr bis zur Innenwand des Altröhres aus.

Après l'insertion, le tube PE se dilate jusqu'à la paroi intérieure de l'ancien tube.

ventionellen Bau, auf vier Wochen mit dem gewählten Verfahren reduziert werden. Da für eine Sanierungsstrecke von 360 Metern lediglich zwei Zuggruben von 4,5 auf 2 Meter, eine 12 Meter lange und 2 Meter breite Einzugsgrube sowie eine Grube von 1,2 auf 2 Meter für den Hydranten notwendig waren, konnten die Verkehrsbehinderungen auf der Kantonsstrasse substantiell reduziert werden.

pr | award | 2017/18

Machen Sie mit! – Participez! – Partecipate!

www.svgw.ch/praward
www.ssige.ch/praward-fr
www.ssigga.ch/praward-it



pr | award | Wasser

Landiert im Jahr 2012 vom
 Schweizer Verein des Gas- und Wasserfachmannen
 Distributeurs d'eau romands
 Associazione A...