Druckrohrsanierung im PE Close-Fit-Verfahren

Vortragender | Autor: Dipl.-Ing. Matthias Koroschetz | Ludwig Pfeiffer Hoch- und Tiefbau GmbH

Die Rehabilitation von Druckrohrleitungen hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Mittlerweile gehören verschiedene Verfahren zum Portfolio einer Vielzahl von Anwendern. Ebenso ist auf Bauherrenseite die Offenheit gegenüber diesen Technologien gestiegen, nicht zuletzt durch standardisierte Abläufe, vorgegebene Qualitätssicherungsmaßnahmen und durchgehende Dokumentation der Sanierungstechnologien.

Besondere Einsatzfälle insbesondere bei der Rehabilitation von Trinkwasser- und Abwasserdruckleitungen haben die Weiterentwicklung hinein in größere Dimensionen und für unzugängliche Bereiche befördert. Einsatzgrenzen verschieben sich und größere Sanierungslängen können erreicht werden. Durch große Sanierunsgslängen oder schwierige örtliche Gegebenheiten haben sich die Close-Fit-Verfahren als wirtschaftliche Alternative zu der Erneuerung von Druckrohrleitungen etabliert.

Über den derzeitigen Stand der technischen Möglichkeiten, Verfahrensabläufe und Randbedingungen berichtet dieser Beitrag.

1. Die PE-Close-Fit-Verfahren – Überblick

Beim Einsatz von Rehabilitationsverfahren ohne bleibenden Ringraum kann im Altrohr ein größtmöglicher Querschnitt erzielt und damit die hydraulische Kapazität der Rohrleitung weitestgehend erhalten bzw. durch die geringere Rauhigkeit des PE-HD-Inliners sogar verbessert werden. Der Inliner besitzt einen nahezu kraftschlüssigen Kontakt zum Altrohr, d. h. Längsbewegungen in der Close-Fit-Lage werden minimiert. Ein Verdämmen bei nicht tragfähigen Altrohren erübrigt sich. Außer beim SUBLINE-Verfahren und in Abhängigkeit der eingesetzten SDR-Klasse kann der Inliner die Standardlasteinflüsse aufnehmen.

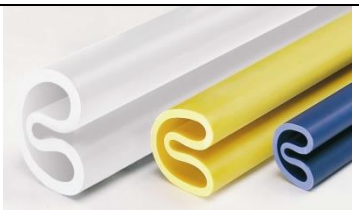
Zum Einsatz kommen PE-HD-Rohrmaterialen, derzeit meist PE 100, oft in Standardabmessungen. Somit vereinfachen sich Anbindungen der Sanierungsstrecken an die vorhandenen Leitungsabschnitte, da Verbindungstechnologien und Bauteile verwendet werden können, die aus dem traditionellen Rohrleitungsbau bekannt sind. Weiterhin führt der Einsatz dieses Werkstoffes zu der Aussage, die rehabilitierte Rohrleitung besitzt Neurohrqualität bezogen auf die prognostizierte Lebensdauer.

Die allgemeinen Vorteile der grabenlosen Sanierungs- bzw. Rehabilitationstechnologien wie geringer Tiefbauaufwand und damit einhergehend eine geringe Beeinflussung von Verkehr, Anwohnern und Umwelt, kürzere Bauzeiten, Nutzung vorhandener Leitungstrassen, Erhaltung von Oberflächenbefestigungen, Gleisanlagen usw. sind bei diesen Verfahren natürlich genauso zutreffend.

Bei der Entscheidung für ein PE-HD-Close-Fit-Verfahren ist allerdings auch zu beachten, das bei späteren Anbindungen an den sanierten Abschnitt mit einem höheren Aufwand zu rechnen ist, da die Rohrschale des Altrohres zunächst ohne Beschädigung des PE-HD-Inliners entfernt werden muss. Mit den entsprechenden Spezialwerkzeugen ist dies aber ebenfalls fachtechnisch einwandfrei möglich.
Man unterscheidet die PE-HD-Close-Fit-Verfahren nach Art der Verringerung des äußeren Rohrdurchmessers um den notwendigen Freiraum für den Einzug in die Altleitung herzustellen, in Reduktionsverfahren und Verformungsverfahren.

Die bekannten und auch durch LUDWIG PFEIFFER in den aufgeführten Dimensionen praktisch angewendeten PE-Close-Fit-Verfahren für die Druckrohsanierung sind:

- DYNTEC
- ROLL-DOWN
- C-Liner bzw. U-Liner
- SUBLINE

DYNTEC Reduktionsverfahren Rohrstrang DN 100 – DN 1200 SDR 11- SDR 26	
ROLL-DOWN Reduktionsverfahren Rohrstrang DN 100 – DN 500 SDR 11 – SDR 26	
C-LINER bzw. U-LINER Verformungsverfahren Trommelbund DN 150 – DN 400 SDR 17 – SDR 26	
SUBLINE Verformungsverfahren Rohrstrang DN 150 – DN 1600 SDR 26 – SDR 80	

Durch klare Vorgaben für Ausführung und Dokumentation im technischen Regelwerk, z.B. durch das DVGW Arbeitsblatt GW 320-2 oder die Technische Richtlinie TR 202 der ÖGL, Zusatzqualifikation der ausführenden Unternehmen, Schulung und Ausbildung des Personals können auch die PE-Close-Fit-Verfahren eine durchgängige Qualitätssicherung aufweisen.

1.1. Close-Fit-Verfahren Compact Pipe

Compact Pipe ist ein Sanierungsverfahren zur grabenlosen Sanierung defekter Trinkwasser-, Abwasser-, Gas- und Industrierohrleitungen aus herkömmlichen Werkstoffen wie Guss, Stahl, Steinzeug oder AZ. Dabei ist es durch seinen geringen Platzbedarf optimal für den innerstädtischen Einsatz geeignet. In Abhängigkeit vom Durchmesser können mit dem Compact-Pipe-Verfahren Rohrleitungen mit einer Länge bis zu 600m am Stück saniert werden. Es gehört zur Untergruppe der Verformungsverfahren der Close-Fit-Verfahren.
Bei dem von der Fa. Wavin entwickelten Verfahren wird ein rundes PE-Rohr während des Extrusionsprozesses C-förmig axial verformt und dadurch der Querschnitt erheblich verringert (Bild 1).

Abbildung 1:

Verformtes Compact Pipe Rohr

1.1.1. Verfahrensablauf Compact Pipe

Vorbereitende Maßnahmen

Nach Festlegung der technologisch und wirtschaftlich sinnvollen Sanierungsabschnitte werden die Baugruben für den Rohreinzug vorbereitet.

Zu beachtende Randbedingungen dabei sind:

- Baugrubenanordnung an Armaturengruppen, Richtungsänderungen oder Etagen in der zu sanierenden Rohrleitung, Abzweigen usw.
- Erforderliche Baugrubengröße unter Beachtung der notwendigen Arbeitsraumbreiten, des erforderlichen Platzes für die Leitungseinbindung bzw. den Einbau von Formstücken, im Baugrund vorhandene Fremdleitungen
- Stellflächen für das zum Einbau notwendige Equipment
- Verkehrssituationen

Wie bei den meisten Close-Fit-Verfahren erfolgt nach Trennung und Ausbau von Rohrleitungs- und Armaturengruppen in den Baugruben eine Kamerabefahrung und die mechanische Reinigung der Altrohrleitung mit Kratzern und Schwabbern in Verbindung mit einer Hochdruckreinigung.

Nach erneuter Kamerabefahrung zur Feststellung des Reinigungsergebnisses erfolgt die Kalibrierung mittels Kaliberkörper, zur Bestimmung des minimalen Innendurchmessers. (Bild 2).

Abbildung 2:

Kaliberkörper

Verlegung des Compact Pipe Rohres

Nach Vorbereitung der entsprechenden Rohrtrommel, des Herstellens einer Seilverbindung, des Aufbaues einer Zugwinde, des Aufstellens des Trommelwagens und des Einbaues von Einführhilfen wird nach Montage eines Zugkopfes der gefaltete, werkseitig hergestellte Rohrstrang in das zu sanierende Altrohr eingezogen.
Nach dem Einzug werden die Rohrenden mit den entprechenden Armaturen und den Temperaturfühlern für den Reversionsprozess verbunden.
Daran schließt sich der Reversionsprozess an, der aus den 3 Phasen *Aufheizen, Aufweiten* und *Abkühlen* besteht. Dabei wird das eingezogene Rohr mit Dampf erwärmt und nimmt seine ursprünglich runde Form (Memory – Effekt) wieder an. Unter Einwirkung von Druckluft während des Abkühlens legt sich das Compact Pipe Rohr wieder eng an die Altrohrwandung an (Close-Fit-Lage).

Verbindungen und abschließende Arbeiten

Zum Herstellen von Rohrverbindungen, dem Einbau von Formstücken, Abzweigen usw. ist es in der Regel notwendig, das rückverformte Compact Pipe Rohr mit einem Expander schrittweise auf Originalabmessung (da) aufzuweiten. In dieser Stellung wird das Rohrende mittels einer Edelstahlstützhülse fixiert und der Weiterbau bei Druckrohrleitungen in der offenen Baugrube z. B. mit Elektroschweißmuffen fortgesetzt.

Nach Druckprobe, ggf. Desinfektion usw. ist die Rehabilitation abgeschlossen. Die Dokumentationsunterlagen werden nach Vorgabe des ÖGL TR 202 bzw. DVGW-Arbeitsblattes GW 320-2 erstellt.

1.2. Close-Fit-Verfahren DynTec

Ursprünglich in England von British-Gas zur Sanierung von Graugußleitungen als Swagelining-Verfahren entwickelt und eingesetzt, führte das Swagelining-Verfahren mit Wärmeeintrag (das so genannte Hot-Swage) danach lange Zeit ein Schattendasein. Durch die Entwicklung der Werkstoffe war die Verbesserung des Verfahrens zum Cold-Swage möglich, was die Bedeutung dieser Technologie innerhalb der Rehabilitationsverfahren deutlich stärken konnte. Eine Weiterentwicklung der Maschinentechnik führte dann zur Entwicklung des DYNTEC-Verfahrens Die Einsatzgrenzen verschoben sich zu größeren Durchmessern (derzeit bis DN 1200) und großen Einzugslängen (bis 1000 m).

1.2.1. Verfahrensablauf DynTec

Vorbereitende Maßnahmen

Zunächst erfolgen die Festlegung sinnvoller Sanierungsabschnitte und damit die Lage der Start- und Zielbaugruben und ggf. erforderlicher Zwischenbaugruben (Bild 3).

Abbildung 3:

Baugrube DynTec im Gelände

Zu beachtende Randbedingungen dabei sind:

- Baugrubenanordnung an Armaturengruppen, Richtungsänderungen oder Etagen in der zu sanierenden Rohrleitung, Abzweigen usw.
- Erforderliche Baugrubengröße unter Beachtung der erforderlichen Widerlager für die Zugeinrichtung und das DYNTEC-Rig, Mindestbiegradien des PE-HD-Inliners, Platzbedarf für einzubauenden Baugruppen und Anbindeformstücke, im Baugrund vorhandene Fremdleitungen
- Platzbedarf und Möglichkeit zur Lagerung und Transport des Neurohrstranges
- Verkehrssituationen

Nach Trennung und Ausbau von Rohrleitungs- und Armaturengruppen in den Baugruben erfolgen eine Kamerabefahrung und die Reinigung der Altrohrleitung. Meist ist eine mechanische Reinigung mit Kratzern (Bild 6) und Schwabbern in Verbindung mit Hochdruckreinigung ausreichend, in Einzelfällen bei besonders festen Inkrustationen macht sich eine zusätzliche Höchstdruckreinigung erforderlich. Eine metallisch blanke und trockene Oberfläche ist dabei nicht erforderlich, es ist lediglich der zum Einzug erforderliche Mindestquerschnitt notwendig. Einragende Stutzen, durchhängende Schweißnähte o. ä. müssen mittels Fräsroboter entfernt werden.

Nach erneuter Kamerabefahrung zur Feststellung des Reinigungsergebnisses erfolgt die Kalibrierung mittels Probekörper, der auf den Einzugsdurchmesser abgestimmt ist.

Auswahl des Neurohres und Herstellung des Rohrstranges

Charakteristisch für das DYNTEC-Verfahren ist die Auswahl der Abmessung für das PE-HD-Neurohr mit einem Übermaß gegenüber dem Innendurchmesser des Altrohres. Dies ist notwendig, damit eine spätere Close-Fit-Lage erreicht werden kann. Dabei kann die Anwendung von Standardabmessungen möglich sein (z. B. Altrohr DN 700 → Auswahl Neurohr PE-HD 710 x 42,1 SDR 17) oder auch das Extrudieren eines Rohres mit Sondermaßen (z. B. Altrohr DN 1050 → Auswahl Neurohr PE-HD 1060 x 62,3 SDR 17). Auf die Produktion von Rohren mit Sonderabmessungen sind mittlerweile fast alle namhaften Hersteller von PE-HD-Rohren eingerichtet.

Mittels Heizelementstumpfschweißung wird auf der Baustelle ein Rohrstrang hergestellt. Hier ist insbesondere ein hoher Qualitätsanspruch an die Ausführung der Schweißarbeiten zu stellen. Sollten die Platzverhältnisse vor Ort die Herstellung des kompletten Rohrstranges nicht ermöglichen, kann dieser auch in Teilen hergestellt werden und während oder kurz vor dem Einzug zum Gesamtstrang verschweißt werden. Dazu ist eine kurzfristige Unterbrechung des Einzugsvorganges problemlos möglich.

Die Entfernung der äußeren Schweißwülste ist erforderlich, das Entfernen der inneren Schweißwülste ist möglich. Am Beginn des Rohrstanges wird ebenfalls im Stumpfschweißverfahren ein Zugkopf angebracht (Bild 4).

Abbildung 4:

Zugkopf DynTec

Reduktion und Einzug des Rohrstranges

Die Reduktion des Außendurchmessers des PE-HD-Rohrstranges zur Ermöglichung des Einzugs in das Altrohr erfolgt mit dem in der Startbaugrube installierten sog. DYNTEC-Rig (Bild 10). Das darin installierte und auf den entsprechenden Durchmesser abgestimmte DIE (Gesenk) reduziert den Außendurchmesser des PE-HD-Neurohres um 8 bis 12 %. Unmittelbar nach Durchfahren des DIE`s erweitert sich der Außendurchmessers des PE-HD-Inliners wieder um ca. 3 bis 5 %, um mit diesem Einzugsdurchmesser in das Altrohr eingezogen zu werden.

Hat der PE-HD-Inliner seine Endlage erreicht, so wird die Zugkraft langsam auf Null reduziert. Über einen Zeitraum, der ja nach Dimension, Wandstärke und Witterung bis zu 48 Stunden sein kann, legt sich der PE-HD-Inliner an das Altrohr Close-Fit an. Unter Druckbeaufschlagung mit Wasserfüllung kann dieser Vorgang beschleunigt werden.
Für den Einzugsvorgang sind erhebliche Zugkräfte erforderlich. Diese werden mit hydraulisch angetriebenen Zugeinrichtungen, welche aus dem Berstlining-Verfahren bekannt sind, auf den Rohrstang übertragen. Zur Übertragung der Zugkräfte auf den Strang werden sowohl Gestänge als auch Spezialseile eingesetzt. Von besonderer Wichtigkeit ist hier die permanente Überwachung und Dokumentation der Zugkräfte, um eine Überbeanspruchung des PE-HD-Rohres zu verhindern. So war z. B. beim Einzug eines PE-HD-Rohres 400 x 36,3; SDR 11 eine Zugkraft bis zu 310 kN erforderlich, die max. zulässige Zugkraft ist für diese Abmessung mit 415 kN angegeben. Die Einzugsgeschwindigkeiten beträgt dimensionsunabhängig 1 bis 3 m/min. Während des Einzugsvorganges bleibt der Inliner ständig unter Zugspannung, auch während evtl. Einzugstops zum Verschweißen von vorbereiteten Teilsträngen.

Verbindungen und abschließende Arbeiten

Zum Herstellen der Netzverbindungen, Einbau von Formstücken, Abzweigen usw. ist es meist notwendig, den PE-HD-Inliner mit einem Expander schrittweise auf Originalabmessung (da) auf zu weiten (Bild 5 und Bild 6). In dieser Stellung wird das Rohrende mittels einer Edelstahlstützhülse fixiert und der Weiterbau in der offenen Baugrube z. B. mit Elektroschweißmuffen fortgesetzt.

Abbildung 5:

Einsatz Expander

Abbildung 6:

Endgültige Close Fit Lage

Nach Druckprobe, ggf. Desinfektion usw. ist die Rehabilitation abgeschlossen. Die Dokumentationsunterlagen werden nach Vorgabe des DVGW-Arbeitsblattes GW 320-2 erstellt.

1.3. Technische Entwicklung und Ausblick

Für die Weiterentwicklung der Verfahren auch im Hause LUDWIG PFEIFFER gemeinsam mit Rohr- und Maschinenherstellern aber auch verschiedenen Bauherren seien folgende Schwerpunkte genannt:

- Verbesserung von Verbindungstechnologien
- Nachträgliche Anbindungen/ Abzweige auf installierte PE-HD-Liner
- Einsatz von Seilanlagen als Zugeinrichtungen, dadurch einfacherer Umgang mit Ausknickungen in der Altrohrachse
- Logistik/ Umgang und Transport mit vorgefertigten Inlinersträngen, insbes. in verkehrsreichen Innenstadtlagen
- Einsatz in nicht oder schlecht zugänglichen Gebieten (Bild 7 und Bild 8)

Abbildung 7:

Hubschraubereinsatz auf einer DynTec Baustelle

Abbildung 8:

Schreitbaggereinsatz auf einer DynTec Baustelle

Literatur, Quellen

Heinz W. Richter; Instandsetzung von Rohrleitungen; Vulkanverlag Essen; 2004
DVGW-Arbeitsblatt GW 320-2; Rehabilitation von Gas- und Wasserleitungen durch PE-Relining ohne Ringraum; dvgw; 2000
Abbildungen: Ludwig Pfeiffer Hoch- und Tiefbau GmbH & Co. KG, Wavin GmbH

Autor: **Dipl.-Ing. Matthias Koroschetz**
Ludwig Pfeiffer Hoch- und Tiefbau GmbH & Co. KG
Grabenweg 68
6020 Innsbruck
www.ludwigpfeiffer.com