



Relining for District Heating

SANIERUNG VON FERNWÄRMENETZEN MIT SCHLAUCHLINERN

Testbaustelle mit dem AGFW, Beispiele aus der Praxis, Erkenntnisse, Möglichkeiten und Einsatzgrenzen



BETEILIGTE FIRMEN



Pressure Pipe Relining Sweden AB

Gemeinschaftsunternehmen von Oxeon AB, BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG und PPR Deutschland GmbH

oxeon

Herstellung der
Kohlefaserverstärkung
TeXtreme®



Serienfertigung
des Schlauchliners



Vertrieb in der
DACH-Region



EXKLUSIVER EINBAUPARTNER IN DEUTSCHLAND



KURT Kanal- und
Rohrtechnik GmbH

kurt-chemnitz.de



BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG



Innovativer **Systemanbieter**
auf dem Gebiet der **grabenlosen
Rohrsanierung**
sowie der **Herstellung von
Rohrschutzmantelungen**
auf Basis von Verbundwerkstoffen

TEXTREME®: ANWENDUNGSBEREICHE



TeXtreme[®]
Spread Tow Fabrics for ultra light composites



Sanierung von Fernwärmenetzen mit Schlauchlinern

- Fernwärme ist in vielen Ländern ein wichtiges Standbein in der Wärmeversorgung. Für diesen Teil der überwiegend unterirdischen Infrastruktur gab es bis zum Juni 2021 kein grabenloses Sanierungsverfahren. Im Sanierungsfall mussten die Rohre in offener Bauweise erneuert werden. Die mehr als zehn Jahre andauernde Entwicklungsarbeit der Firma Pressure Pipe Relinig Sweden AB (PPR) mündete schließlich in der Marktreife eines Schlauchliners für Fernwärmeleitungen. Unter dem Produktnamen **CarboSeal®** kam der neue Liner erstmals in Schweden zum Einsatz.
- Das Projekt zur Entwicklung des Fernwärmeliners wurde 2010 in Schweden gestartet. **CarboSeal®** besteht aus ultradünnem Gewebe, das aus Kohlefasern hergestellt wird. Nachdem die Materialauswahl für den Schlauchliner **CarboSeal®** erfolgte und erste Muster erfolgreich manuell gefertigt wurden, konnte die Firma **BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG** in 2017 mit seiner mehr als 25-jährigen Kompetenz als Schlauchlinerhersteller für die Serienfertigung des Schlauchliners unter kontrollierten Werksbedingungen gewonnen werden.
- Für **CarboSeal®** werden ein hochtemperaturbeständiges, zweikomponentiges, wärmehärtendes Epoxidharz und das Carbongewebe als Trägermaterial verwendet. Die Kohlefaser bietet die Möglichkeit, die temperaturbedingte Längenausdehnung des Liners der des zu sanierenden Stahlrohres anzupassen. Relativbewegungen finden daher zwischen dem Liner und dem Stahlrohr nicht oder nur in extrem geringem Ausmaß statt. Im Veltener Werk der BKP Berolina wird das Kohlefasergewebe mit dem Epoxidharz beschichtet und zu einem Schlauch gefaltet. Der Aufbau mit Innen- und Außenfolie basiert weitgehend auf dem des bekannten Berolina-Liners zur Sanierung von Freispiegelleitungen. Nach einer kurzen Reifephase wird das Produkt eingefroren.
- Bei Temperaturen zwischen -15 und -25 Grad Celsius ist der Liner über mehrere Monate lagerfähig.



EINBAU

Virtuelle Baustelle: Was ist ein Liner und wie wird er installiert (Beispiel Freispiegelleitung)

<https://www.youtube.com/watch?v=P7gexZ0kTI0>





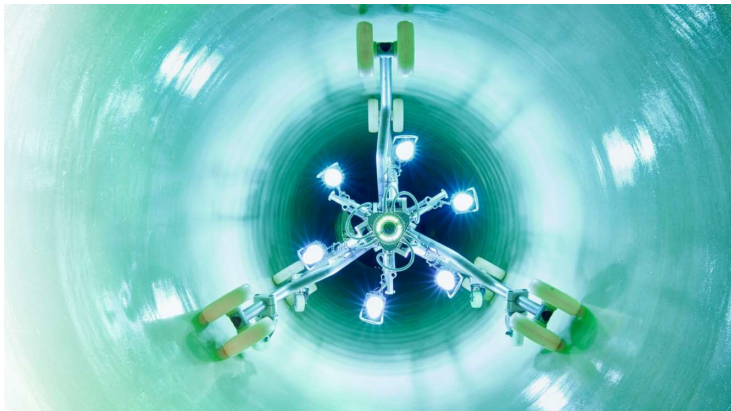
DER WELTWEIT ERSTE SCHLAUCHLINER FÜR FERNWÄRMELEITUNGEN



- Hochtemperatur-Epoxidharz + Kohlefaser = keine Hydrolyse
- Entwickelt für DN 100 bis 800
- Aktuell verfügbar von DN 100 bis DN 500 (→ 650)
- Beständig gegen Wassertemperaturen von bis zu 130°C
- Ausgelegt für 16 Bar Innendruck, → Konstruktion kann für höhere Drücke angepasst werden
- Werksseitige Tränkung, gekühlt einbaufertig geliefert → keine Imprägnierung auf der Baustelle

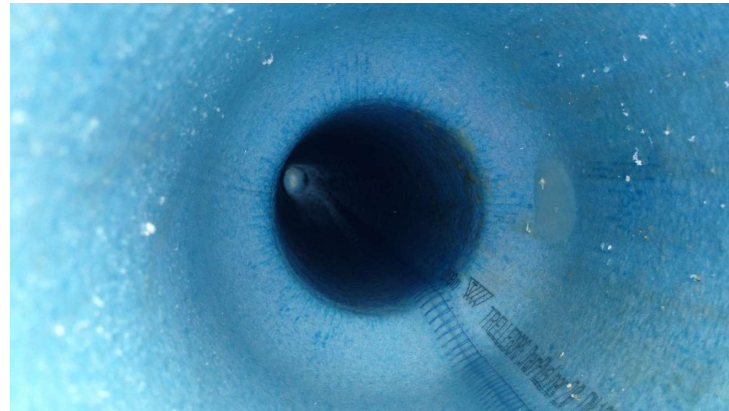


TRADITIONELLE SCHLAUCHLINER



Dampf- oder UV-lichthärtende Polyester-/ Glasfaser-/ Filz-Liner

- Sind nicht temperaturbeständig



Dampf- oder UV-lichthärtende Polyester-/ Glasfaser-/ Filz-Liner

- Sind nicht korrosionsbeständig

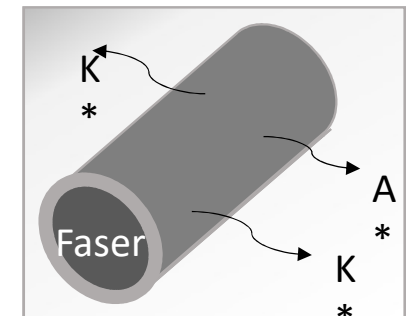
2010 - 2013
Harzentwicklung



PROBLEME MIT FASERMATERIALIEN

- Masseverlust beim Eintauchen in kochendes Wasser
- Masseverlust führt zu Mikrorissen und Oberflächenfehlern an Fasern, die das Material verspröden
- Bis zu 75% Festigkeitsverlust nach dreitägigem Eintauchen
- In Verbundmatrix verschlechtert sich Haftung zwischen Harz und Faser erheblich
- Da Massenverlust von der Oberfläche der Fasern aus erfolgt, versagt der Verbund vollständig
- Andere Mineralfasern zeigen ähnliche Eigenschaften
- Aramidfasern nehmen Wasser auf und dehnen sich aus → Risse und Undichtigkeiten

2013 - 2016
Fokus auf die
Verstärkungsfaser



LÖSUNGSANSATZ: CARBONFASER?

2013 - 2016
Fokus auf die
Verstärkungsfasern



- Keine Reaktion mit kochendem Wasser
- Kein Festigkeitsverlust
- Kein Verlust der Oberflächeneigenschaften der Fasern
- Anpassung des Längenausdehnungskoeffizienten des Liners an das Stahlrohr



HOFOR, Kopenhagen
1x 170 Meter
Carbonfaser-Liner
Einzug mittels Winde



2013 - 2016
Fokus auf die
Verstärkungsfaser



LANGZEITVERSUCHE

2016 - 2019
Entwicklung
des Prozesses

- Rohrabschnitte vom Projekt HOFOR in Kopenhagen
- 2 Jahre in Gebrauch



LANGZEITVERSUCHE

2016 - 2019
Entwicklung
des Prozesses

- Probengewinnung
- Mikroskopie
Untersuchungen am Liner
und Stahlrohr



LANGZEITVERSUCHE



2016 - 2019
Entwicklung
des Prozesses

- Keine Neigung zu Rissen
- Keine galvanische Korrosion zwischen Stahl und Carbon-Liner
- Keine Delamination



TESTBAUSTELLE MIT DEM AGFW



AGFW

Teststrecke
(40 m) mit
CFK-Liner in
Neumünster

FWLINER

Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Der AGFW beschäftigt sich seit Jahren mit den Möglichkeiten und Grenzen vor Ort härtender Schlauchlinersanierungen in Fernwärmeleitungen
- Testleitung DN 250 (Stadtwerke Neumünster) des vom BMWK geförderten Forschungsvorhabens wurde nicht vollständig genutzt → Chance für CarboSeal®



TESTBAUSTELLE MIT DEM AGFW



- März 2022: CarboSeal®-Installation auf einer 40 m langen Teststrecke in Neumünster



TESTBAUSTELLE MIT DEM AGFW



- Vor Installation: Rohrstrang wurde mit Fehlstellen versehen (z.B. defekte Schweißnähte, Korrosionsschäden versehen – axial sowie radial)



TESTBAUSTELLE MIT DEM AGFW



TESTBAUSTELLE MIT DEM AGFW



- Einbringen des Carbonliners



- Dampfaushärtung



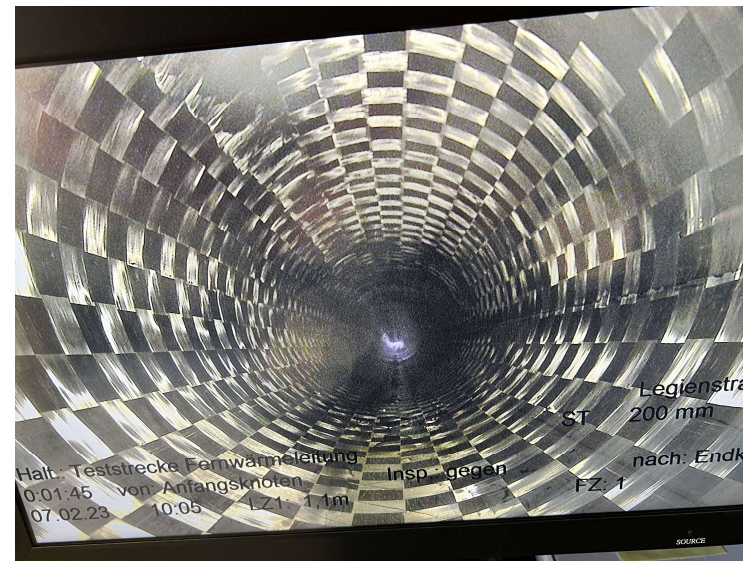
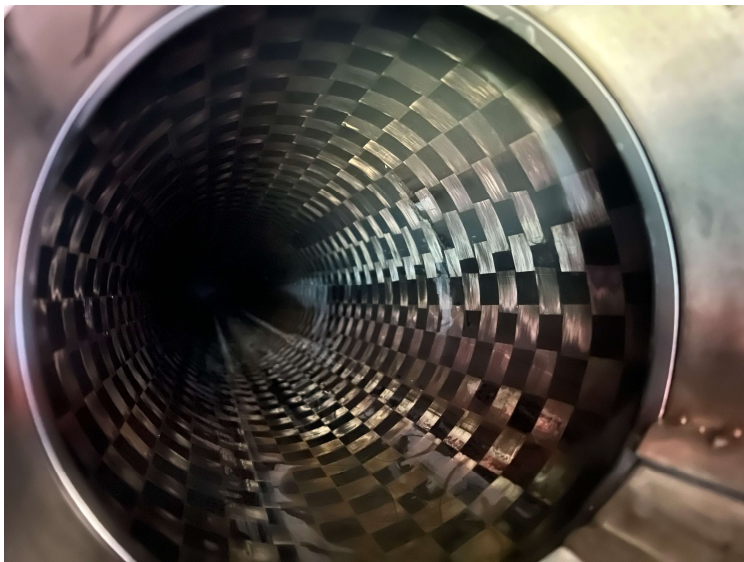
TESTBAUSTELLE MIT DEM AGFW



- CarboSeal® nach dem Einbau
- Nach Anbringen der Linerendmanschetten und Verschließen der Rohrzugangsöffnungen Anschluss an das Fernwärmenetz
- Betrieb unter Normalbedingungen des Fernwärmenetzes in Neumünster



TESTBAUSTELLE MIT DEM AGFW

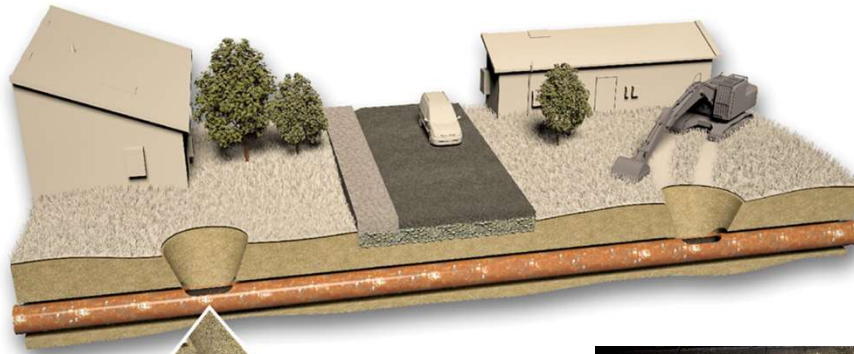


- Inspektion des Rohrabschnitts im Februar 2023: weder an Beschaffenheit des Liners noch an anderen den Einbau betreffenden Parametern konnten Veränderungen oder Auffälligkeiten festgestellt werden



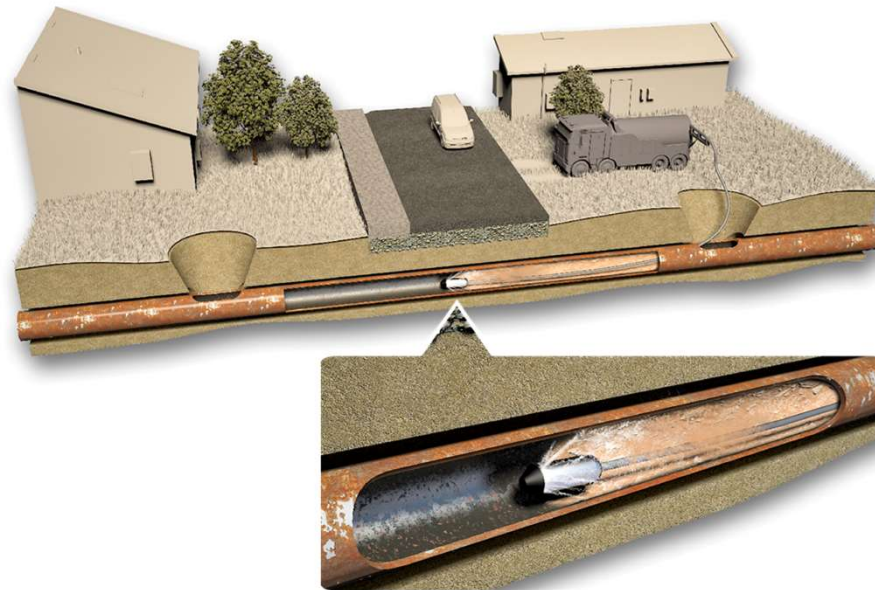
EINBAUMETHODE

- Zugang durch vorhandene Schächte/Bauwerke oder kleine Baugruben
- Kein vollständiger axialer Schnitt der Rohrleitung erforderlich → es werden nur **>700 mm große Öffnungen** hergestellt, um die notwendige Reinigung und den Zugang zur Leitung zu ermöglichen



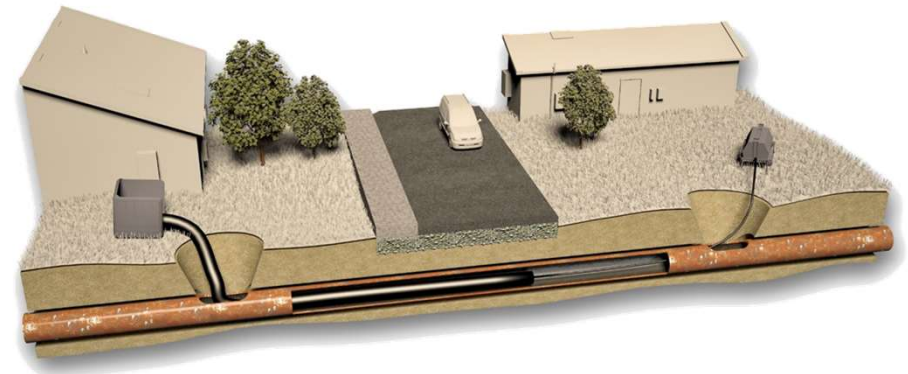
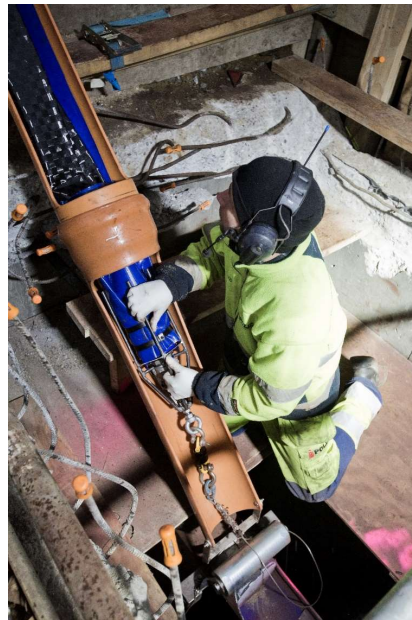
EINBAUMETHODE

- Rohrreinigung durch Hochdruckwasserspülung und/oder Molchen
- Anschließende TV-Untersuchung



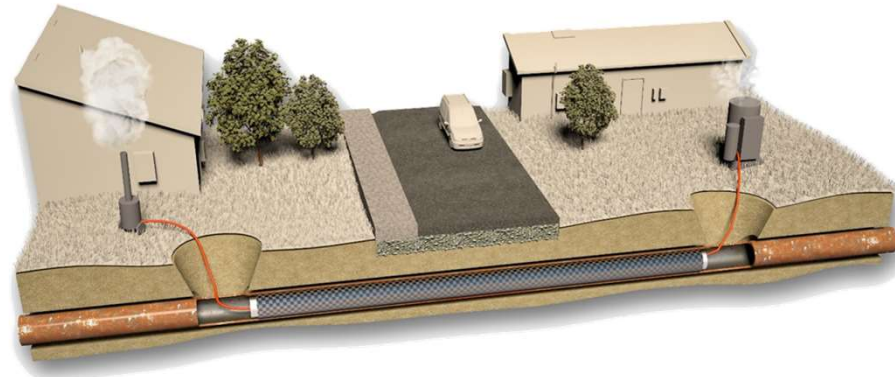
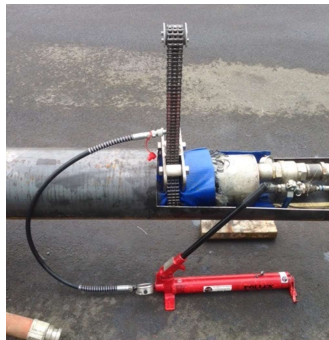
EINBAUMETHODE

- Der Liner wird mittels einer Winde in die Rohrleitung eingezogen
- Zur Reduktion der Einzugskräfte und Schonung des Linermaterials kann eine Einzugsfolie verwendet werden



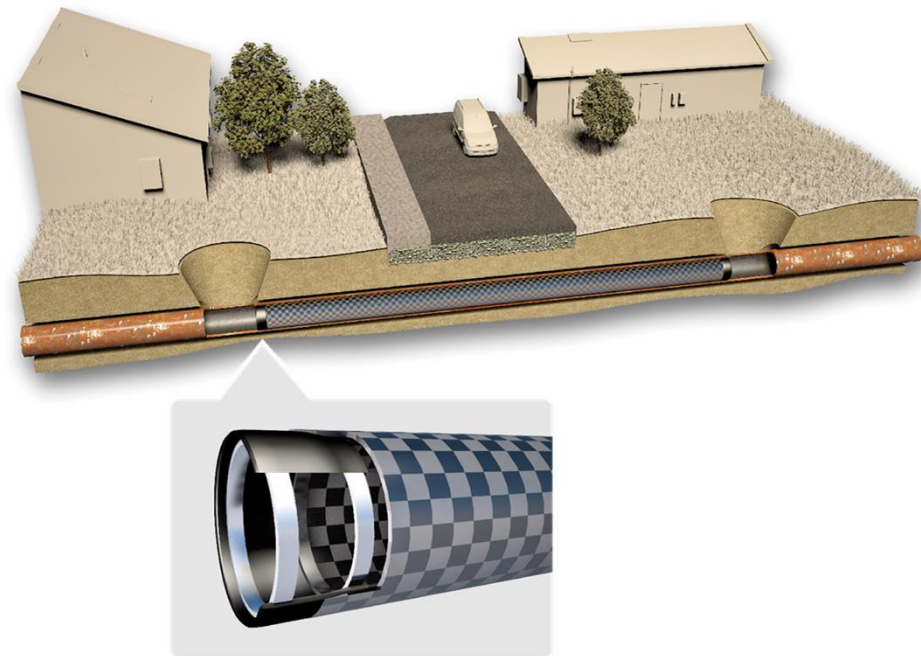
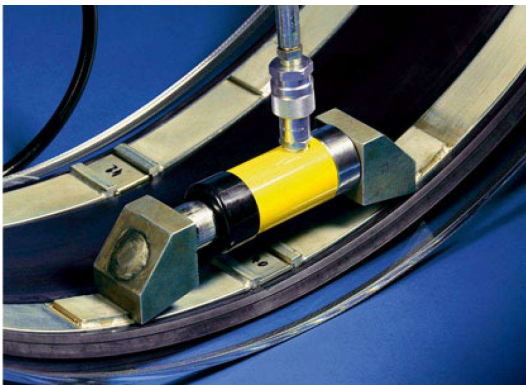
EINBAUMETHODE

- Aushärten des Liners mit kontrolliertem Heißdampf
- Es werden ca. 2 bar Druck benötigt, um die Aushärtetemperatur zu erreichen



EINBAUMETHODE

- Anbindung des fertigen Kohlefaserliners
- an das Rohrleitungssystem mittels Liner-Endmanschette



Installationen bereits in 7 Ländern

- Mittlerweile wurden CarboSeal®-Liner der Nennweiten von DN 100 bis DN 500 mit einer Rohrlänge von bis zu 128 m in sieben Ländern installiert. Dazu gehören Deutschland, Dänemark, Großbritannien, Litauen, Österreich, Schweden und Südkorea.
- **In KW 24 Einbau bei Mainova in Frankfurt. Bei Interesse an einem Baustellenbesuch: Bitte bei mir melden!**



DN 500 128 m Länge A 44 bei Aachen



DN 500 128 m Länge A 44 bei Aachen



ERKENNTNISSE



- Kurze Bauzeit, schnelle Wiederinbetriebnahme
- Geringer Platzbedarf
- Kaum Beeinträchtigungen der Umgebung
- Gut planbarer Bauablauf
- Unabhängig von Baugrund oder kreuzender Infrastruktur
- nahezu keine Belastung durch Staub, Lärm oder zusätzlichen Baustellenverkehr
- Flexibilität beim Einbau und der Terminplanung



MÖGLICHKEITEN



- Entwickelt für DN 100 bis 800 (derzeit bis DN 500)
- Hält bis zu 130°C und Innendruck von 16 bar stand (Anpassung der Konstruktion bei höheren Drücken)
- Hydrolysebeständig; keine Verluste der Fasereigenschaften
- Geringe Oberflächenrauigkeit und geringe Wanddicke → Durchflusskapazität wird erhalten oder sogar erhöht
- Schonung von Umwelt und Umgebung, CO₂-Ausstoß bis zu 90 Prozent reduziert (vgl. offene Bauweise)



MÖGLICHKEITEN



- Platzbedarf für Maschinenteknik ist deutlich geringer
- schnellere Baufortschritte, kürzere Planungs- und Genehmigungsphasen, geringere Beeinträchtigungen umliegender Infrastrukturen
- erhebliche finanzielle Einsparpotentiale hinsichtlich Bodenaushub und Wiederherstellung der Oberflächen



EINSATZGRENZEN

- Eignung fast ausschließlich für Sanierung gerader Leitungen (projektbezogene Machbarkeitsprüfung von Bögen bis zu 12 Grad möglich)
- Grabenlose Einbindung von Abzweigen aktuell (noch) nicht möglich
- Wärmeisolation des Altrohres kann nicht verbessert werden



WARUM CARBOSEAL®?

- Liner trägt alle Einwirkungen auf das Altrohr und saniert es vollständig
- Abschnitte von mehreren hundert Metern können an einem Arbeitstag instandgesetzt werden
- unterirdisches Rohrsystem wird ohne Störung der angrenzenden Infrastruktur erneuert
- Verkehr, Geschäfte und öffentliches Leben bleiben während Installationsprozesses weitestgehend unbeeinflusst.



WARUM CARBOSEAL®?



Schnelle, kosteneffiziente und nachhaltige Lösung zur Sanierung von Fernwärmeleitungssystemen



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!



MARCO WARKOTZ-GRUBER

Tel.: +49 50 33 - 91 60 455

Mobil: +49 171 - 88 28 099

E-Mail: mwg@pprdeutschland.de

www.carboseal.com/de

www.pprdeutschland.de



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

