



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



## BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG



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

## GFK-Rohrummantelung: Baustellenbilder



# EXKLUSIVER EINBAUPARTNER IN DEUTSCHLAND

---



KURT Kanal- und  
Rohrtechnik GmbH

[kurt-chemnitz.de](http://kurt-chemnitz.de)



# TEXTREME®: ANWENDUNGSBEREICHE

---



# TEXTREME®: ANWENDUNGSBEREICHE



**TeXtreme**<sup>®</sup>  
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 ultradünne 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
- 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





# MEILENSTEINE: ENTWICKLUNG DES WELTWEIT ERSTEN FERNWÄRME-SCHLAUCHLINERS



Pilotinstallationen:

2013





2016



**VATTENFALL** 

2017

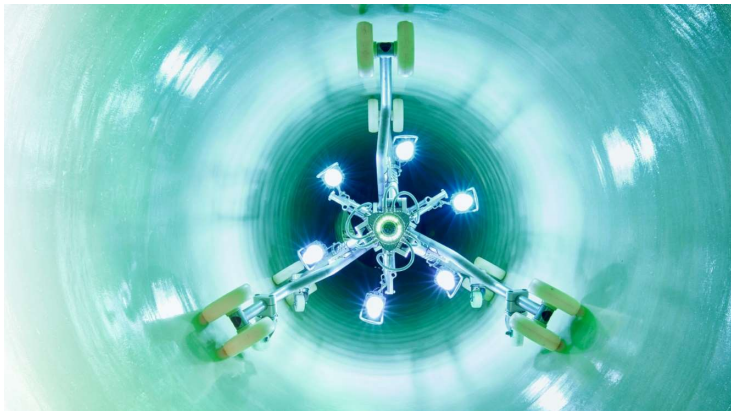






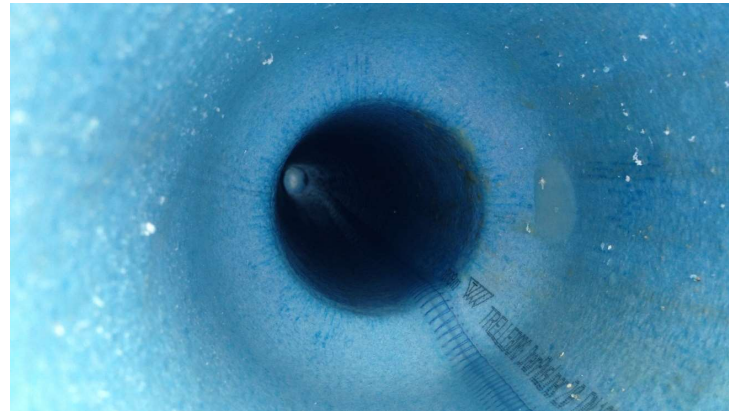
# TRADITIONELLE SCHLAUCHLINER

---



## 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

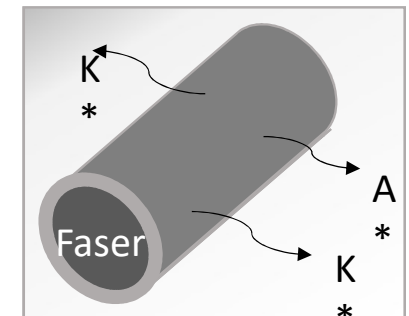


# PROBLEME MIT FASERMATERIALIEN

---

- 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

---



- 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

---



- Einringen des Carbonliners

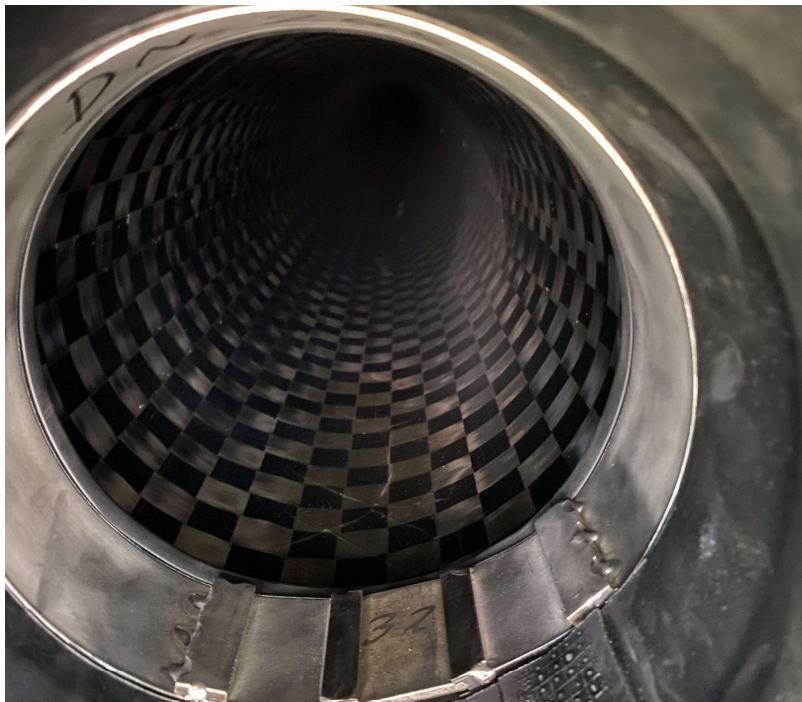


- Dampfaushärtung



# TESTBAUSTELLE MIT DEM AGFW

---

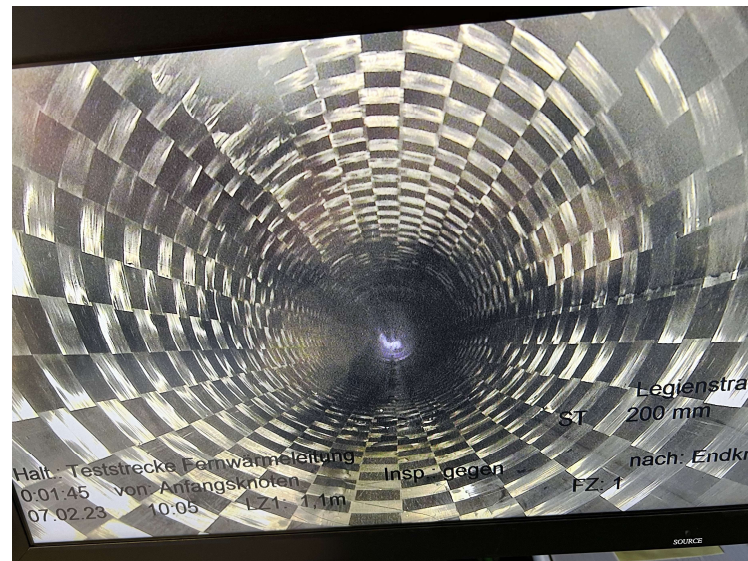
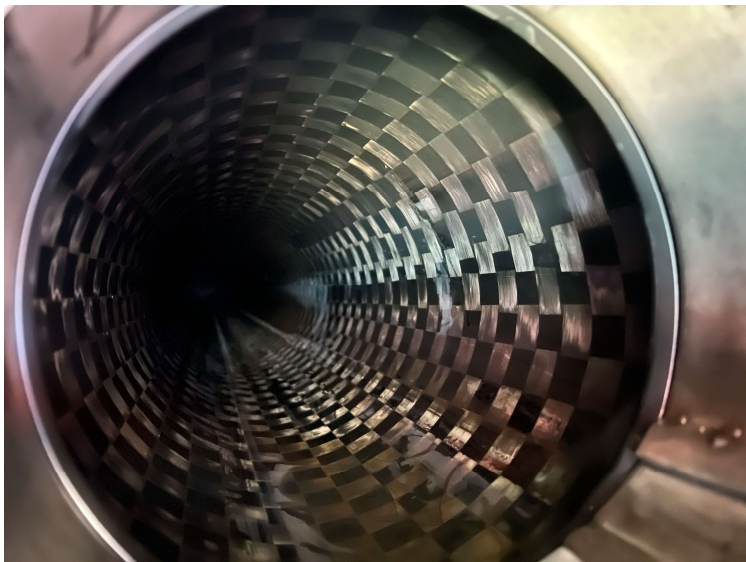


- CarboSeal® nach dem Einbau
- Nach Anbringen der Linerendmanschetten und Verschließen der Rohrzugangsöffnungen Anschluss an das Fernwärmenetz
- Betrieb unter Normalbedingungen des Fernwärmenetzes in Neumünster



# 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



# VIDEO: TESTSTRECKE IN NEUMÜNSTER

---

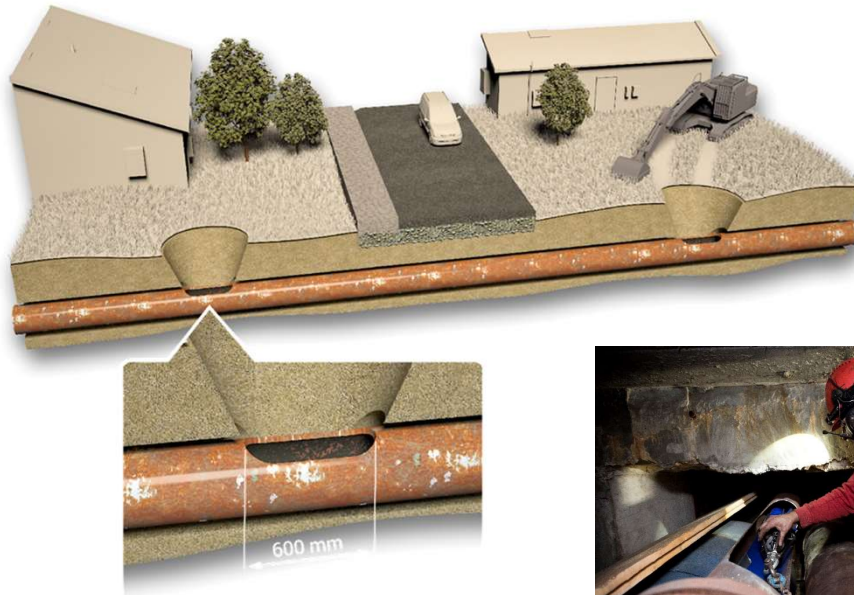
Testbaustelle Neumünster

<https://www.youtube.com/watch?v=2jtLpsBMKvk>



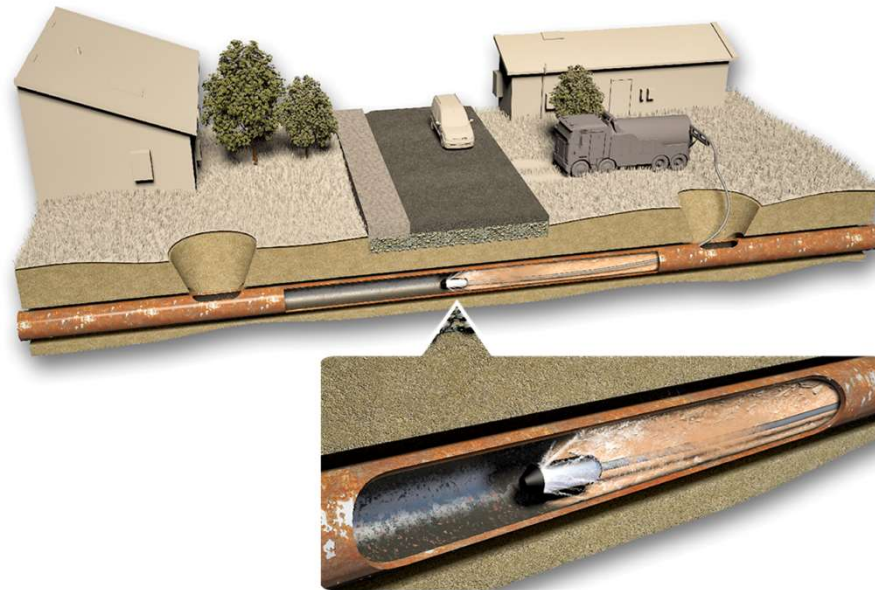
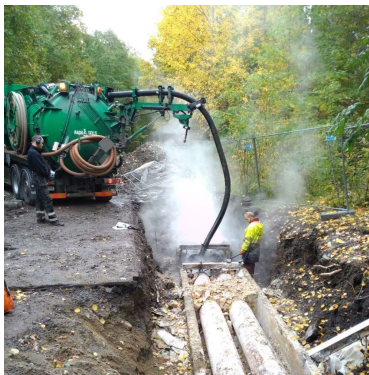
# EINBAUMETHODE

- 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

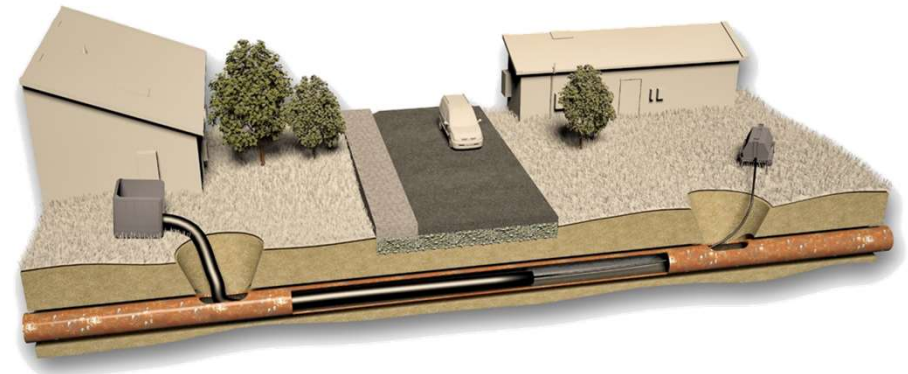
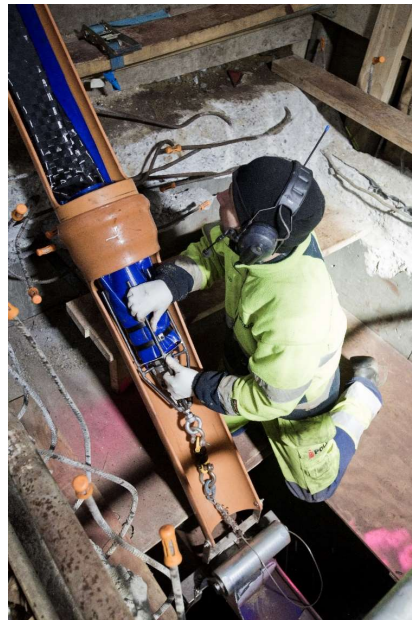
- Rohrreinigung durch Hochdruckwasserspülung und/oder Molchen
- Anschließende TV-Untersuchung



# EINBAUMETHODE

---

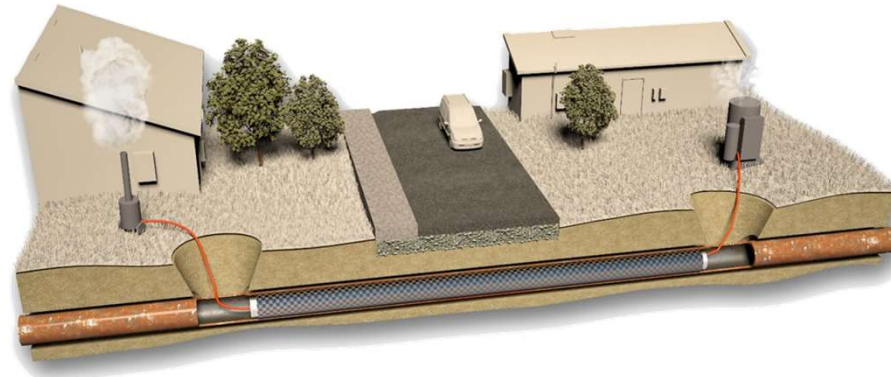
- Der Liner wird mittels einer Winde in die Rohrleitung eingezogen
- Zur Reduktion der Einzugskräfte und Schonung des Linermaterials kann eine Einzugsfolie verwendet werden



# EINBAUMETHODE

---

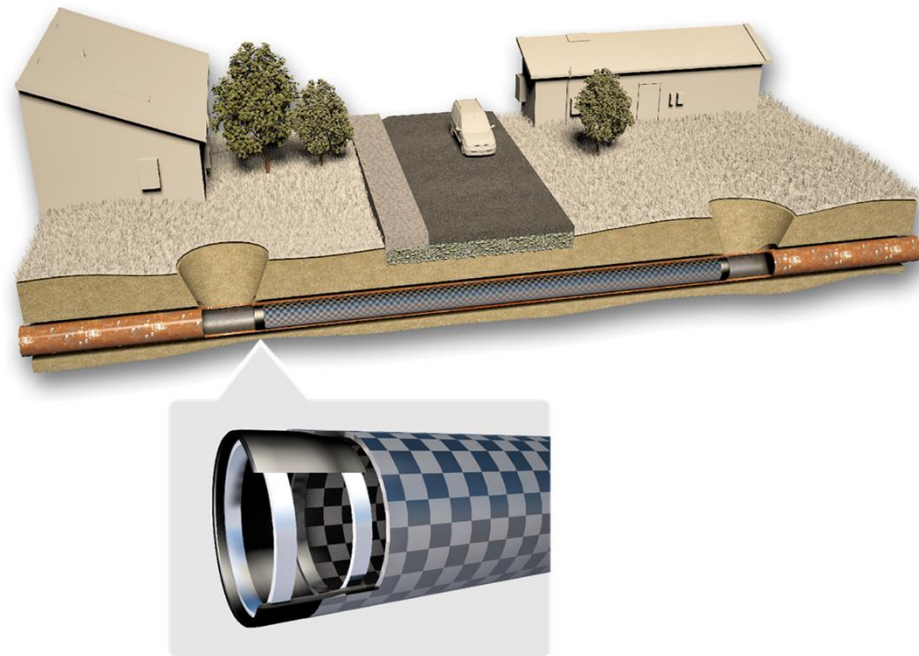
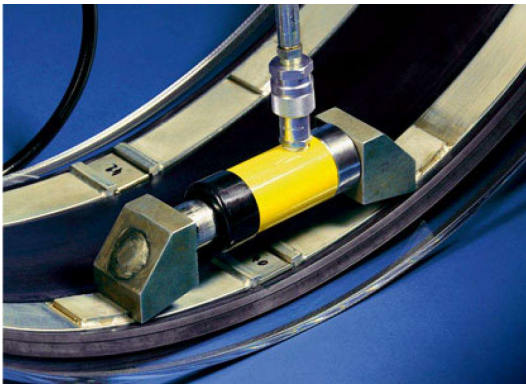
- Aushärten des Liners mit kontrolliertem Heißdampf
- Es werden ca. 2 bar Druck benötigt, um die Aushärtetemperatur zu erreichen





# 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, CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zu 90 Prozent reduziert (vgl. offene Bauweise)



# MÖGLICHKEITEN

---



- Platzbedarf für Maschinentechnik 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®?

---

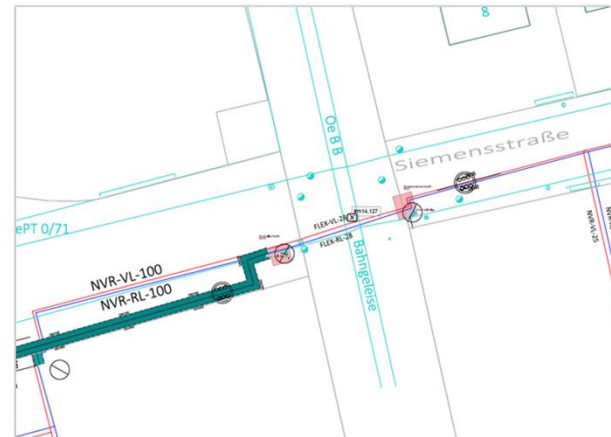
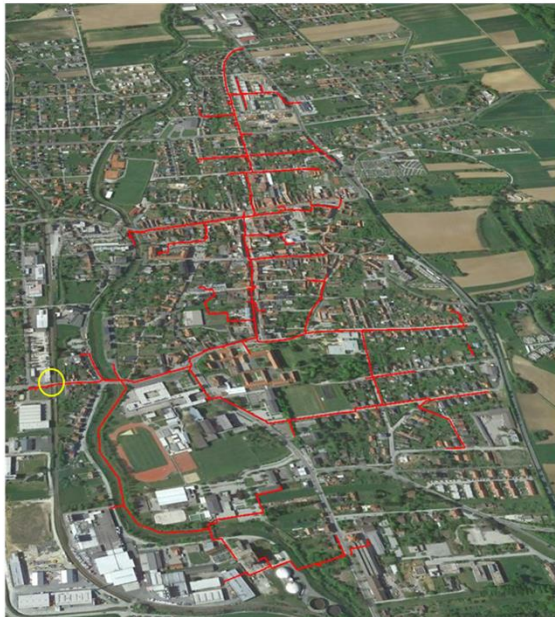


Schnelle, kosteneffiziente und nachhaltige Lösung zur Sanierung von Fernwärmeleitungssystemen



# WARUM CARBOSEAL®? Aussagen eines Netzbetreibers

Netzlänge: 14.200trm  
Alter: Mitte der 60er -größtenteils bereits saniert  
Anzahl d. Hausanschlüsse: 269 Stk.

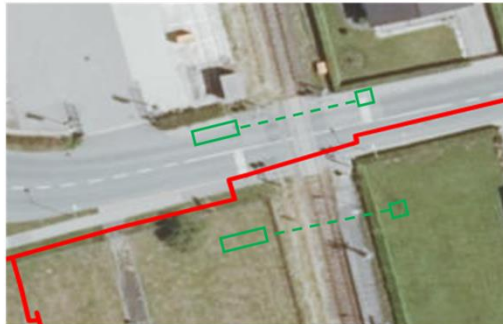


ursprünglich Verlegung einer vorisolierten Leitung DN 100 unter der Bahntrasse in Stahl- Hüllrohr  
Nach einem Rohrschaden wurde ein flexibles Rohr DN 28 eingeschoben  
Durch geringen Durchmesser keine Möglichkeiten für Netzerweiterungen



# WARUM CARBOSEAL®? Aussagen eines Netzbetreibers

Ziel war es eine Dimensionsvergrößerung im Bereich der Bahntrasse zu erhalten



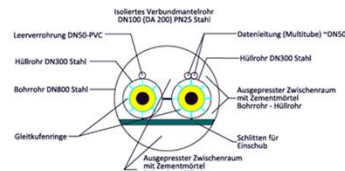
Varianten Horizontalbohrung

Die vorhandenen Rohrstücke konnten aus dem Hüllrohr nicht gezogen und nicht ausgetauscht werden  
Somit müsste eine neue Horizontalbohrung umgesetzt werden

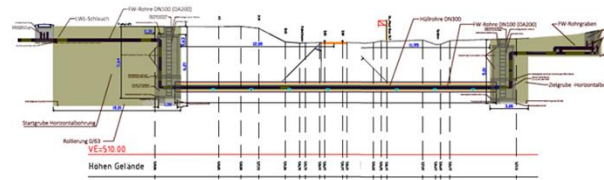
Für eine parallele Bohrung im öffentlichen Gut wären Sondernutzungen und Straßensperren, über Privatgrundstücke Dienstbarkeiten erforderlich

Für die Umsetzung der Horizontalbohrung grundsätzlich erforderlich:

- Genehmigungsverfahren bei den ÖBB
- Start-Zielgrube für Bohrerät bzw. Bohrung mit Baugrubensicherung
- Bohrung mind. 3m unter Gleisoberkante
- eventuell Kriegsreliktesondierung vor Umsetzung
- bodenmechanische Untersuchungen und Berechnungen
- Baufeldfreimachung, Umlegungen von Fremdleitungen
- ÖBB, Sicherungsposten
- Außerbetriebnahme von Netzteilen und Kundenanschlüsse bei Umsetzung an der selben Stelle



Beispiel Hüllrohr



Beispiel Horizontalbohrung, Längsschnitt



# LEITUNGSSANIERUNG MIT INLINER

## Überlegungen zur Umsetzungsentscheidung

Kelag Energie & Wärme ist immer interessiert innovativen neue Lösungen im Bereich des Fernwärmebaus kennenzulernen.

Die heute vorgestellte Methode ermöglicht es, innerhalb kürzester Zeit Fernwärmerohre zu sanieren- wenn entsprechende Rahmenbedingungen vorherrschen.

### Sanierung in Rekordzeit

innerhalb von zwei Tagen konnte das Netz durch diese Methode unter einer stark frequentierten Bahnlinie wiederinstandgesetzt werden. Inkl. einer zusätzlich geplanten Leitungsauswechslung mit klassischen Methoden konnten die Arbeiten innerhalb von 10 Tagen abgeschlossen werden.

### Fazit

Die grabenlose Methode bringt kaum Auswirkungen auf die unmittelbare Umgebung.

Auf umständliche und langwierige Genehmigungsverfahren, um Straßen aufzugraben und Buslinien sowie den Verkehr umleiten zu können, konnte verzichtet werden.

Gegenüber einer klassischen Methode konnte eine Zeitersparnis inkl. der erforderlichen Genehmigungsverfahren von mind. 6 Monaten und eine deutliche Kosteneinsparung erreicht werden.

Die Methode wurde zum ersten Mal in Österreich eingesetzt. Die Kelag Energie & Wärme sieht in diesem Verfahren ein Potenzial, das künftig vermehrt, vor allem in schwer zugänglichen Trassenbereichen, bei Querungen von kritischer Infrastruktur, eingesetzt werden kann.



# 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](mailto:mwg@pprdeutschland.de)

[www.carboseal.com/de](http://www.carboseal.com/de)

[www.pprdeutschland.de](http://www.pprdeutschland.de)



# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

---

