

Fortschritte & Erfahrungen im grabenlosen Sanieren von FW-Leitungen mit Schlauchlinern

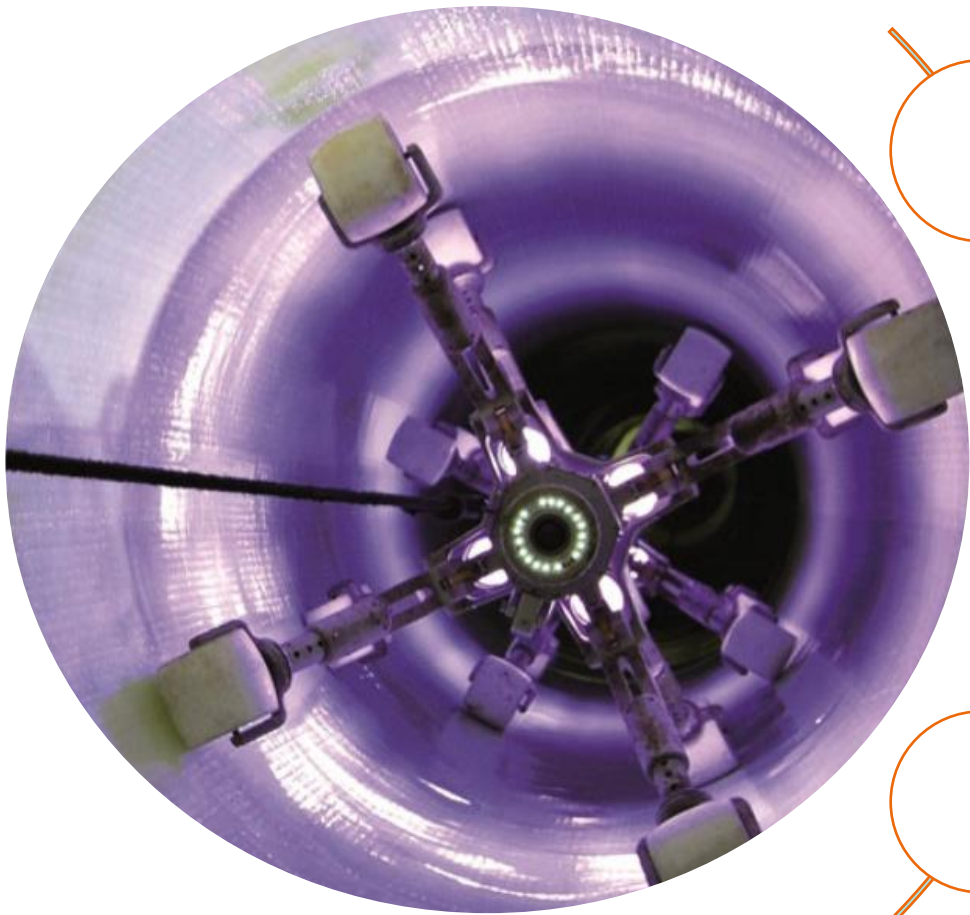
38. Oldenburger Rohrleitungsforum 2026 –
Alt und Neu -Strategien für Netze von morgen

Tillmann Deselaers | Oldenburg | 05. Februar 2026

- » **AGFW-Forschungsaktivitäten im Bereich Schlauchliner**
- » **Erfahrungen aus dem Teststreckenbetrieb**
- » **Fernwärmeliner in KMR unter Temperaturbelastung**
 - **Längenänderung von KMR unter Temperaturbelastung**
 - **Kontaktverhalten**
 - **Zeitlicher Versatz der Erwärmung**
 - **Kritischste Betriebspunkte für Liner in KMR**
- » **Seitenabgang**
- » **Zulassung & Prüfverfahren**
- » **Praxiserfahrungen**
- » **Fazit & Ausblick**

AGFW-Forschungsaktivitäten im Bereich Schlauchliner

Sanierung von Fernwärme-Verteilleitungen durch GFK-Druckschlauch-Liner im Bestand und bei innovativen Verlegesystemen



Bei für anderen erdverlegten Leitungssystemen bereits etablierte Technologie

Potenzial als zeit- und kostensparende Alternative für kurzfristige „Problemstellen“

Geringe Beeinflussung der direkten Umgebung (Lärm, Verkehr, CO₂)

Breite Anwendung nur durch passende Eignungsnachweise und technische Entwicklungen möglich



„Möglichkeiten und Grenzen der Fernwärme-Leitungssanierung durch Systeme aus vor Ort erhärtenden Schlauchlinern“

- » **Förderkennzeichen:** 03ET1457A
- » **Laufzeit :** 01.06.2017 – 28.02.2022

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ergebnisse



- » Anpassung des im Ab- und Trinkwasserbereich bewährte Sanierungsverfahren der vor Ort härtenden Schlauch-Liner aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (**GFK**) an die deutlich höheren Anforderungen bei der Sanierung von Fernwärmeleitungen.
- » Identifikation passender Materialien.
- » Nachweis zur prinzipiellen Eignung eines GFK Liners als Sanierungsverfahren in bestehenden Fernwärmenetzen [1]



Verbundvorhaben: EnEff: Wärme: SaniFern - Sanierung von Fernwärme-Verteilleitungen durch GFK-Druckschlauch-Liner im Bestand und bei innovativen Verlegesystemen

» **Projektlaufzeit:** 01.04.2022 – 31.12.2025

» **Förderkennzeichen:** 03EN3052 A

» **Gefördert durch:**



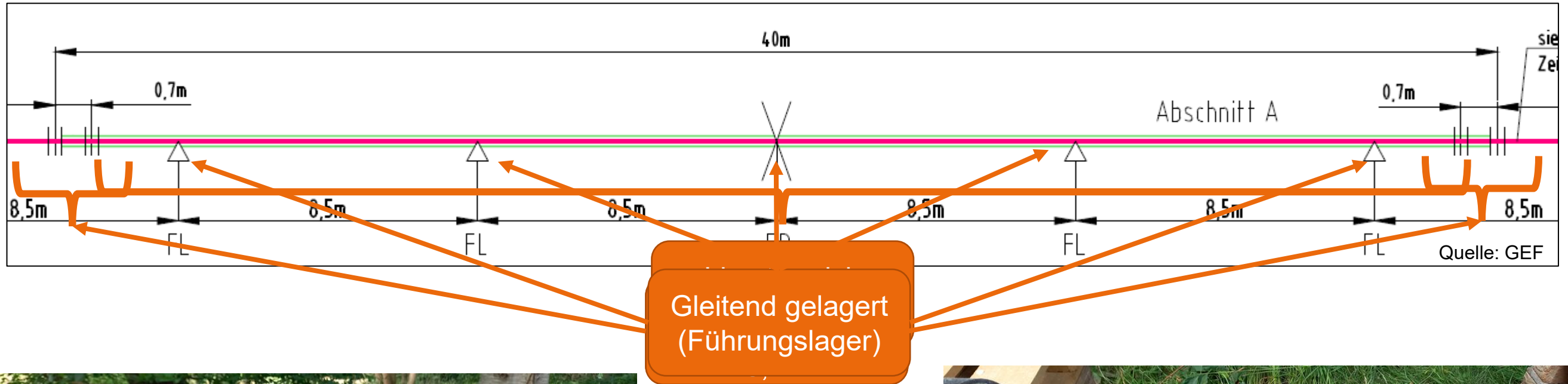
» **Projektpartner:**





Erfahrungen aus dem Teststreckenbetrieb

» Abschnitt A, Linerbereich 40 m, Führungslager



Gleitend gelagert
(Führungslager)

Simulierte
Fehlstellen

Außenkorrosion

Schweißnaht



Ziele der Teststrecke

- » Ergänzende praxisnahe Belastungsprobe zur Validierung der Laborergebnisse
- » Erkenntnisse für Baustellenablauf und praktische Herausforderungen
- » Möglichst große wärmeinduzierte Verschiebungen der Stahlrohre
- » Prüfung der Dichtheit an Fehlstellen

Testbetrieb mit CarboSeal®

- » Zwischen 03/2022 – 07/2024 Teststreckenbetrieb mit CarboSeal
 - Große Temperaturbelastungen bei IBN von $T_U < 0^\circ\text{C}$ auf T_{VL}
 - Visuelle Inspektionen unauffällig und ohne Beanstandung
 - Videodokumentation von Einbau und Kamerabefahrungen nach 11 und 24 Monaten im Betrieb unter www.agfw.tv

Nach über 2 Jahren im Betrieb, ist keine Leckagen an den Schadstellen aufgetreten und die visuellen Inspektionen ergaben keine Veränderungen oder gar Beschädigungen des CarboSeal Liners

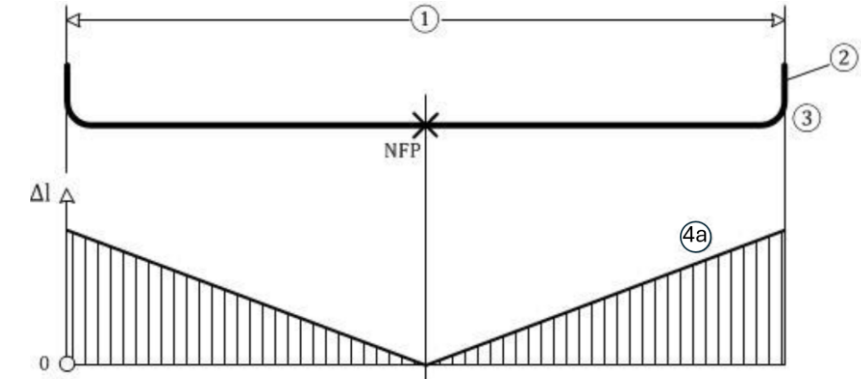
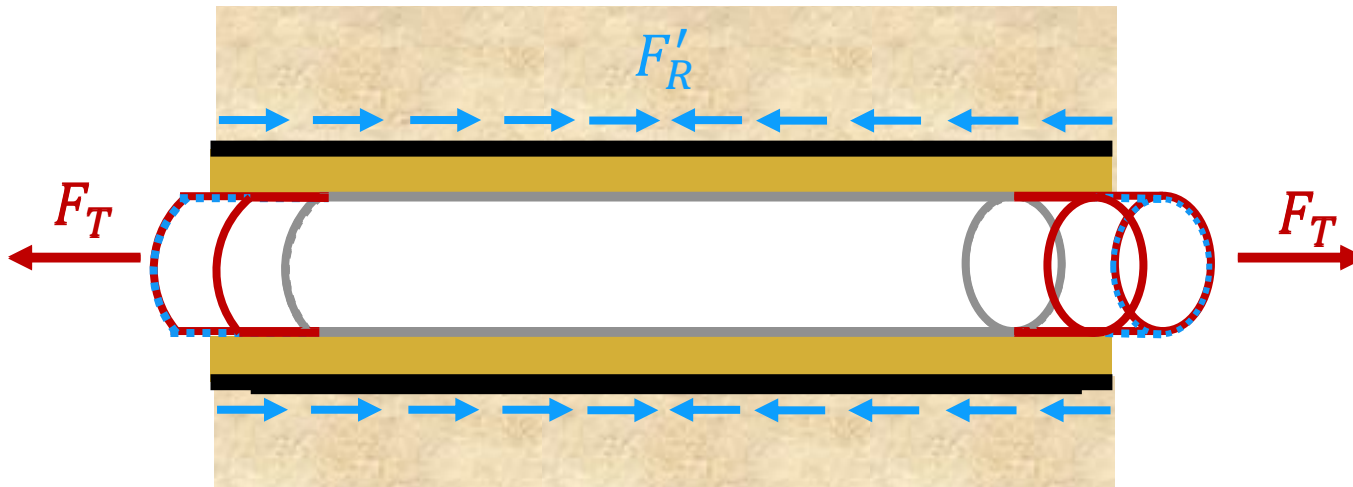


Fernwärmeliner in KMR unter Temperaturbelastung

Längenänderung Reibungsfrei gelagerte Leitung

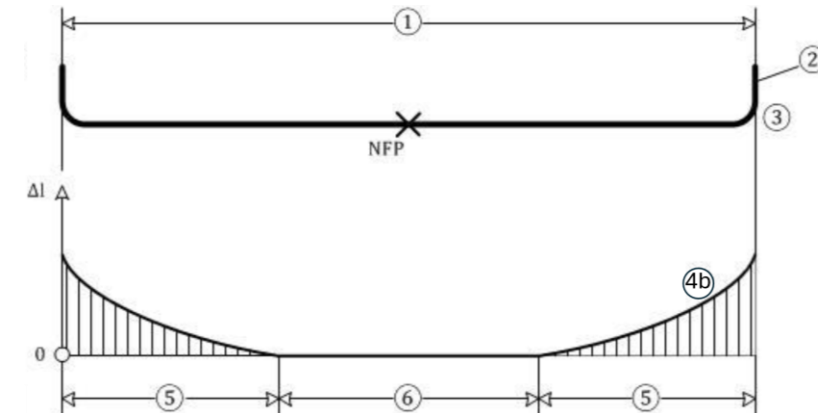


Längenänderung erdverlegter Leitungen



Legende

- ① Länge des geraden Rohrleitungsabschnittes
- ② Rohrleitungsabschnitt
- ③ Brechpunkt, ersatzweise auch freies Rohrleitungsende
- ④a Theoretische Längenänderung infolge Temperaturänderung ohne Reibung
- ④b Längenänderung bei behinderter Dehnung
- ⑤ Gleitbereich
- ⑥ Haftbereich
- NFP Natürlicher Festpunkt
- Δl Längenänderung

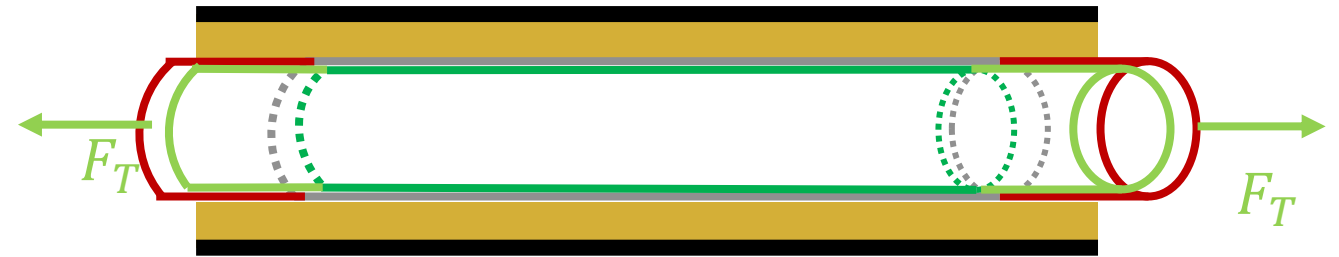


Quelle: AGFW FW 401-2; 2021-02

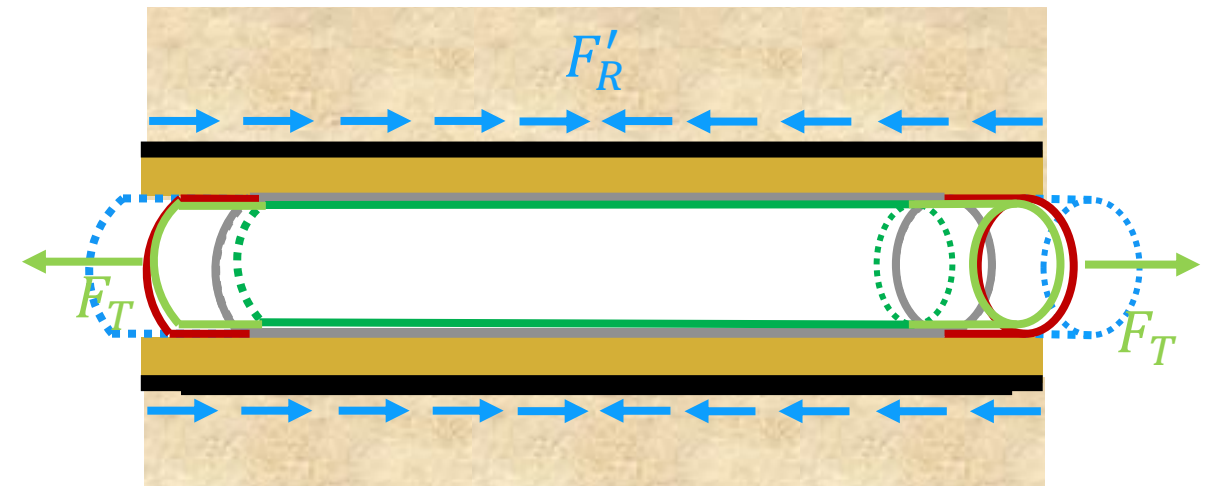
Weitere Bestandteile durch Innendruck und Querkraft aus Querschenkel werden in dieser vereinfachten Darstellung vernachlässigt. Weitere Erklärungen und Berechnungsvorgaben sind in AGFW FW401- 10 zu finden. [4,5]

- » Die Wärmeausdehnungskoeffizienten von Stahl, Karbon, Glas und Kunststoff unterscheiden sich deutlich
- » Der Wärmeausdehnungskoeffizient von Verbundwerkstoffen (wie Faserkunststoffe) lassen sich (in gewissen Grenzen und Richtungsabhängig) designen (bspw. durch Anordnung, Menge und Verarbeitung der Fasern).
- » Reibung zwischen Stahl und Liner schränkt die Relativverschiebung ein
- » Liner und Stahlrohr sind nicht verklebt
- » Kontaktfläche ist Materialabhängig
- » Relativverschiebung muss bei Liner-Endmanschette beachtet werden

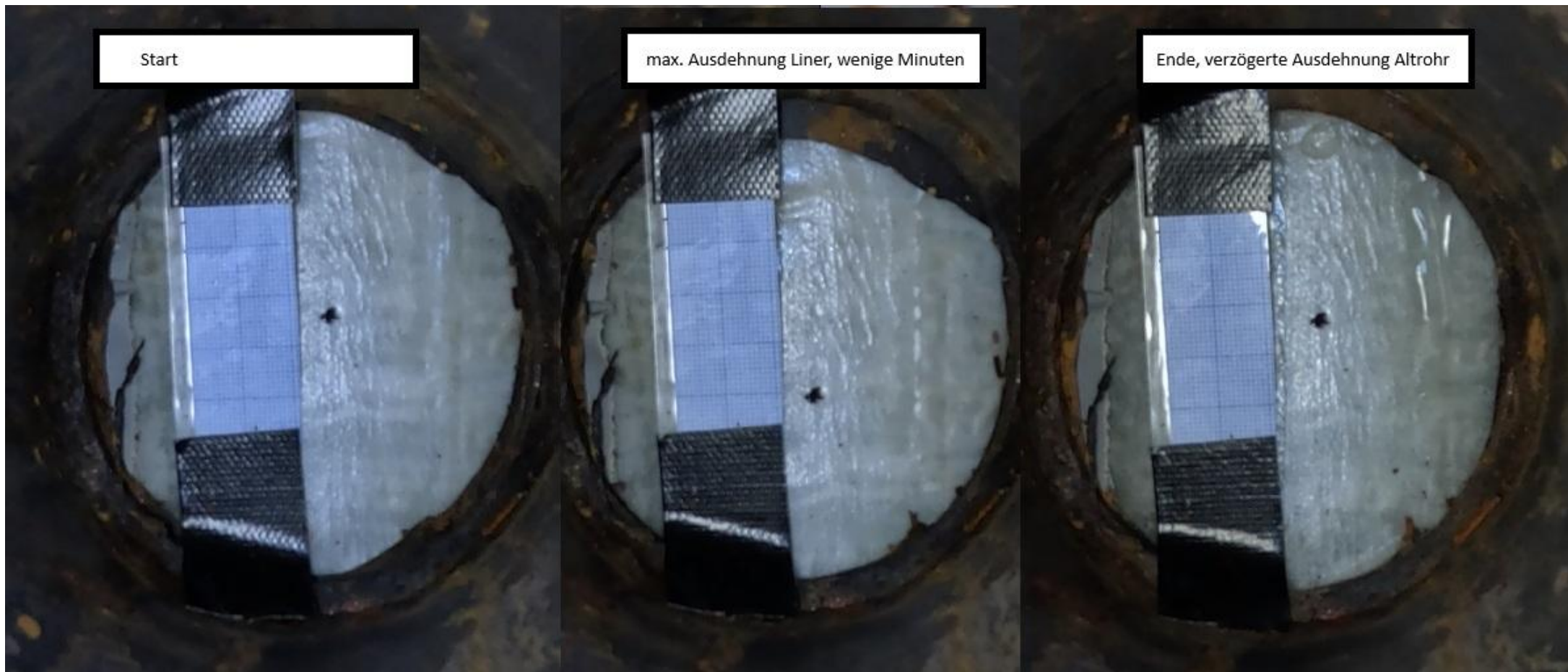
» Längenänderung Reibungsfrei gelagerte Leitung



» Längenänderung erdverlegter Leitungen



- » Erwärmen von innen nach Außen
- » Beispiel GFK Liner

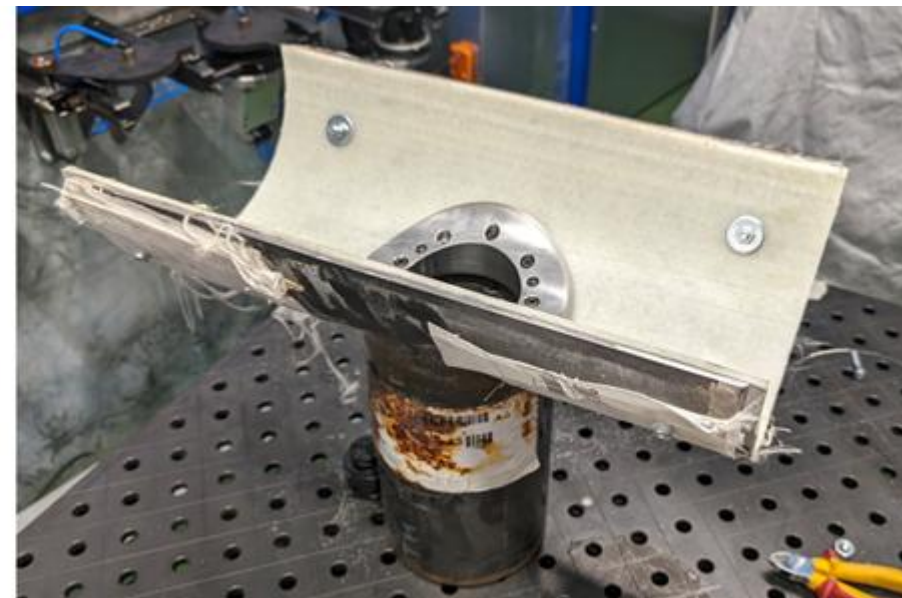
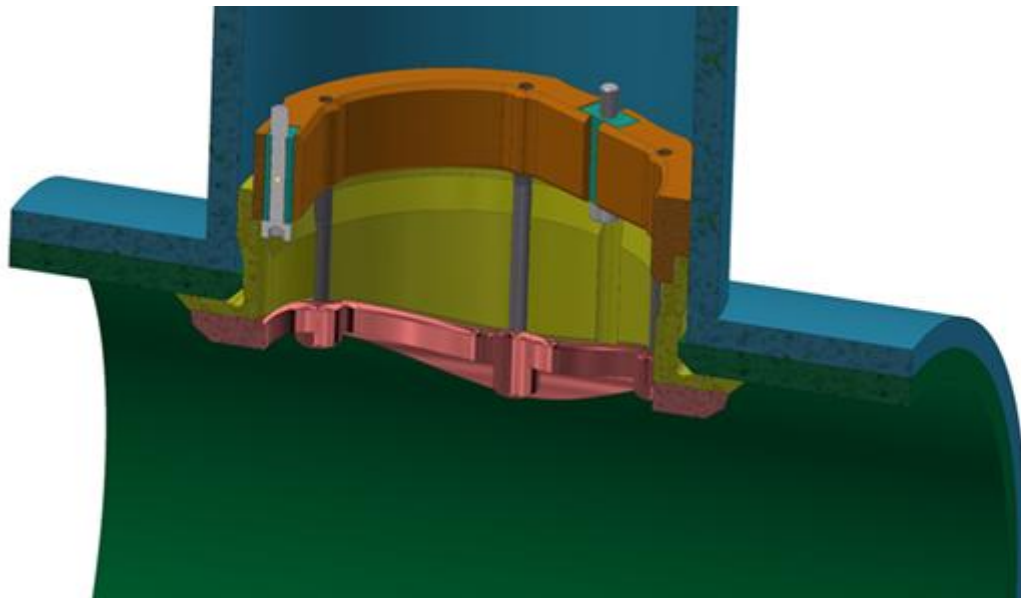


- » Inbetriebnahme
- » Erdgebettete Liner



Seitenabgang

- » Einschränkungen für die grabenlose Sanierung ist der Ausschluss von Abzweigen.
- » Freischneiden von Seitenabgängen durch den Liner keine Schwierigkeit
- » Abdichtung ist die Herausforderung
- » Dichtelement Prototyp entwickelte durch das ICM - Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.



Bilder [7]

- » **Entwicklung unter Ursprünglicher Anforderung:**
 - Der Liner liegt Kraftschlüssig am Stahlrohr
 - Keine Relativbewegung

- » **Konstruktive Anpassung lösen das Problem für das Dichtelement**

- » **Seitabgang ist nun mit Relativbewegung ein neuer Fixpunkt für den Liner**
 - Punktuelle Belastung des Liners
 - Möglicherweise neue Belastungsgrenzen

- » **Muss sowohl im Haftbereich als auch im Gleitbereich möglich sein [6]**



Seitenabgänge sind Teil noch laufender Untersuchungen

Zulassung & Prüfverfahren

- » **Applus+ IMA entwickelte Prüfverfahren zum Eignungsnachweis von Linern für Fernwärmebedingungen**
- » **Herstellerneutral und Technologieoffen**
- » **Die Möglichen Prüfungen, relevante Kennwerte und Anforderungen werden derzeit bei AGFW im PK Fernwärmeliner konsolidiert und für die Regelwerkserstellung vorbereitet.**
- » **Prüfungen betreffen Gesamtbauteil sowie einzelne Bestandteile**
- » **Angelehnt an bestehende Prüfverfahren von Linern (DIN 11297-4) mit Erweiterungen der Anforderungen von Fernwärme netzen.**

Entwurf Zertifizierungsprogramm für FW-Liner

Tabelle A: Grundcharakterisierung / Grundlagenprüfungen am Liner nach DIN EN ISO 11297-4:2018-09

Pos.	Eigenschaft	Anforderung	Parameter	Prüfgrundlage
A.1	Kurzzeit-Bruchkraft (Zug) in Liner-Wand in Umfangsrichtung	Angebener Wert in N/mm, d. h. höchste Zugkraft je Rohr-Längeneinheit in Umfangsrichtung	Nach ISO 10487:2018, 5.3.6, beschränkt auf Verfahren A	ISO 8521:2009, Verfahren A
A.2	Spezifische Anfangs-Ringsteifigkeit, S_0	Angebener Wert, mindestens jedoch 750 N/m ² *	Nach ISO 11296-4:2018, Tabelle 5	
A.3	Kurzzeit-Biegemodul ³ , E_0	Angebener Wert in MPa		
A.4	Biegefestigkeit beim ersten Bruch ³ , σ_b	Angebener Wert in MPa		
A.5	Biegedehnung beim ersten Bruch ³ , ϵ_b	Angebener Wert, mindestens jedoch 0,75 %		
A.6	Längszugfestigkeit beim Bruch, σ_t	Angebener Wert in MPa		
A.7	Bruchdehnung im Zugversuch	Angebener Wert, mindestens jedoch 1,0 %		
A.8	Langzeit-Berstdruck ^{6, 9} , $p_{0,0,lin}$	Angebener Wert, mindestens jedoch 0,25 MPa (2,5 bar) ⁶	Endkappen Anzahl und freie Länge der Prüfkörper Umgebungsmedium — außen: — innen: Prüfkörper-Durchmesser und -Konstruktion	Typ 1 oder Typ 2 ISO 10487:—, 5.3.7.3 und 5.3.7.4 Wasser oder Luft Wasser Siehe Fußnote ¹
A.9	Kriechfaktor (trocken) ⁹ , $\alpha_{k,trocken}$	Angebener Wert	Nach ISO 11296-4:2018, Tabelle 6	ISO 7509 mit Extrapolation und Bestimmung von 95 % LCL nach ISO 10928 (siehe Bild 2)
A.10	Langzeit-Biegemodul unter trockenen Bedingungen ⁹ , $E_{k,trocken}$	Angebener Wert in MPa		
A.11A	Kriechfaktor (feucht) ⁹ , $\alpha_{k,feucht}$	Angebener Wert		
A.12A	Langzeit-Biegemodul unter feuchten Bedingungen ⁹ , $E_{k,feucht}$	Angebener Wert in MPa		
A.13	Langzeit-Biegefestigkeit unter trockenen Bedingungen ⁹ , $\sigma_{k,trocken}$	Angebener Wert in MPa nach XX Jahren	Zusammensetzung der Prüflüssigkeit Relative Luftfeuchtigkeit Richtung der Prüfung	Keine (50 ± 5) % Längsrichtung
A.14A	Langzeit-Biegefestigkeit unter feuchten Bedingungen ⁹ , $\sigma_{k,feucht}$	Angebener Wert in MPa nach XX Jahren	Zusammensetzung der Prüflüssigkeit Richtung der Prüfung	Wasser Längsrichtung

Quelle: Applus IMA - Erarbeitung SaniFern 17.06.2025

Fazit & Ausblick

Fazit

- » Gute Sanierungslösung, wenn offene Bauweise nicht möglich ist
- » Liner (CFK) sind funktionsfähig und im Einsatz
- » Einsatz unter extremen Bedingungen möglich
- » Herausforderungen liegen in der statischen Betrachtung
- » Prüfverfahren sind entwickelt
- » Mehr und mehr Einsatz in der Praxis

Ausblick

- » Seitenabgänge aktuell in der Erprobung
- » GFK-Liner sind noch in der Entwicklung



- » [1] Grimm, S., Below, H., Bringezu, A., Brüggemann, T., David, A., Huther, H., Kessenich, M., Lohmeyer, D., Lorenz, R., Richter, S., Selle, R., Stoltenberg, J. u. Wylezek, M. (Hrsg.): "EnEff:Wärme - FW-Liner: Möglichkeiten und Grenzen der Fernwärme-Leistungssanierung durch Systeme aus vor Ort erhärtenden Schlauch-Linern". Abschlussbericht des Verbundforschungsvorhabens "FW Liner". Forschung und Entwicklung / AGFW, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK, Heft 62, Frankfurt am Main: AGFW Projektgesellschaft für Rationalisierung Information und Standardisierung mbH 2022
- » [2] Quernheim, L. u. Gottschalk, M.: Sanierung von Fernwärmenetzen mit Schlauchlinern - Testbaustelle mit dem AGFW, Beispiele aus der Praxis, Erkenntnisse, Möglichkeiten und Einsatzgrenzen, 2023
- » [3] SWN Stadtwerke Neumünster Beteiligungen GmbH: Technische Anschlussbedingungen Heizwasser (TAB). Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme der SWN Stadtwerke Neumünster GmbH (4 bar-/16 bar-Netz), 2024. https://swn.net/fileadmin/user_upload/Fernwaerme/Dokumente/TAB_Fernwaerme_31.07.2024.pdf, abgerufen am: 02.10.2025
- » [4] AGFW FW 401-2; 2021-02. Arbeitsblatt: Kunststoffmantelrohre (KMR) als direkt erdverlegte Rohrsysteme für Fernwärmenetze
- » [5] AGFW FW 401-10; 2021-02. Arbeitsblatt: Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme
- » [6] AGFW FW 401-09. Arbeitsblatt: Kunststoffmantelrohre (KMR) als Verlegesystem der Fernwärme
- » [7] Grimm, S.: Vortrag „Aktuelles aus dem F&E Vorhaben „SaniFern““ im Seminar „Grabenlose Sanierung durch Inliner in der Fernwärme?“, Neumünster 2024

darum fernwärme ...

denn sie ist stubenrein und hilft,
CO₂ zu vermeiden.

fernwärme 
rein ins haus.

www.fernwaerme-info.eu



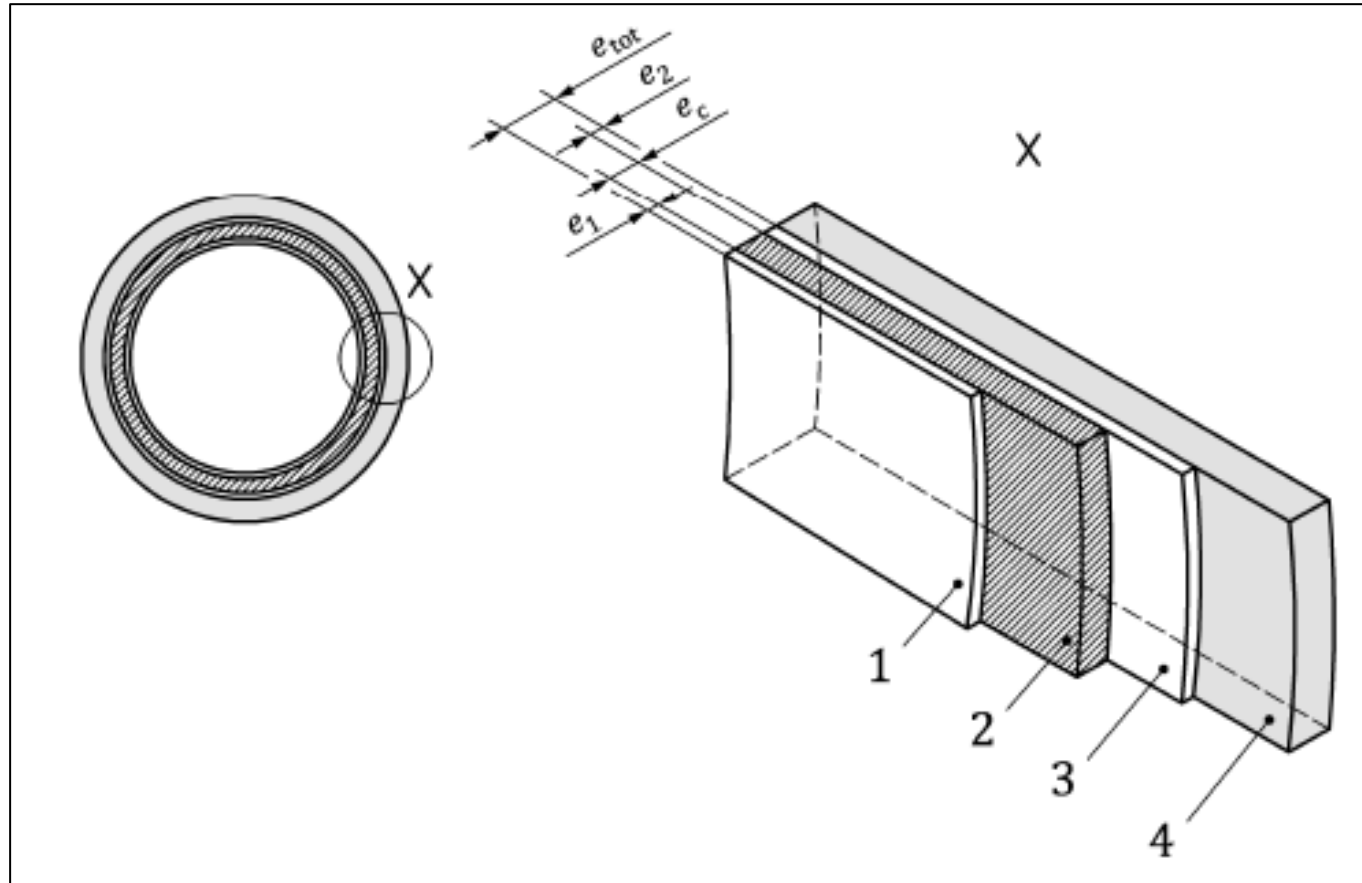
Tillmann Deselaers

**Forschung &
Entwicklung**

t.deselaers@agfw.org
069/6304-285

Backup

Grundlagen Liner



Quelle: RSV-Merkblatt 1.2 Renovierung von Abwasserdruckleitungen mit Druckschlauchlinern
(in Anlehnung an ISO 11296-4:2018-09)

Legende

1. innere Schutzschicht
(Innenfolie oder
Innenschlauch)
2. Laminat (Harz mit
Glasfaserverstärkung)
3. äußere Schutzschicht
(Außenfolie oder
Außenschlauch)
4. vorhandene Rohrleitung