

Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlrohre



BRUGG
Pipes

is^oplus

LOGSTOR

Flexible Rohrsysteme

Die flexiblen Rohrsystemen sind im Wesentlichen in folgende Kategorien aufgeteilt:

- Systeme mit Mediumrohren aus geglähten Stahl- o. Kupferrohren (z. B.: Stahlflexrohre)
- Systeme mit gewellten Edelstahl-Mediumrohren
- Systeme mit gewellten Medium- und Mantelrohren aus Edelstahl



AluFlex

Stahl/Cu gegläht

CrNi-Stahl

CrNi-Stahl

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

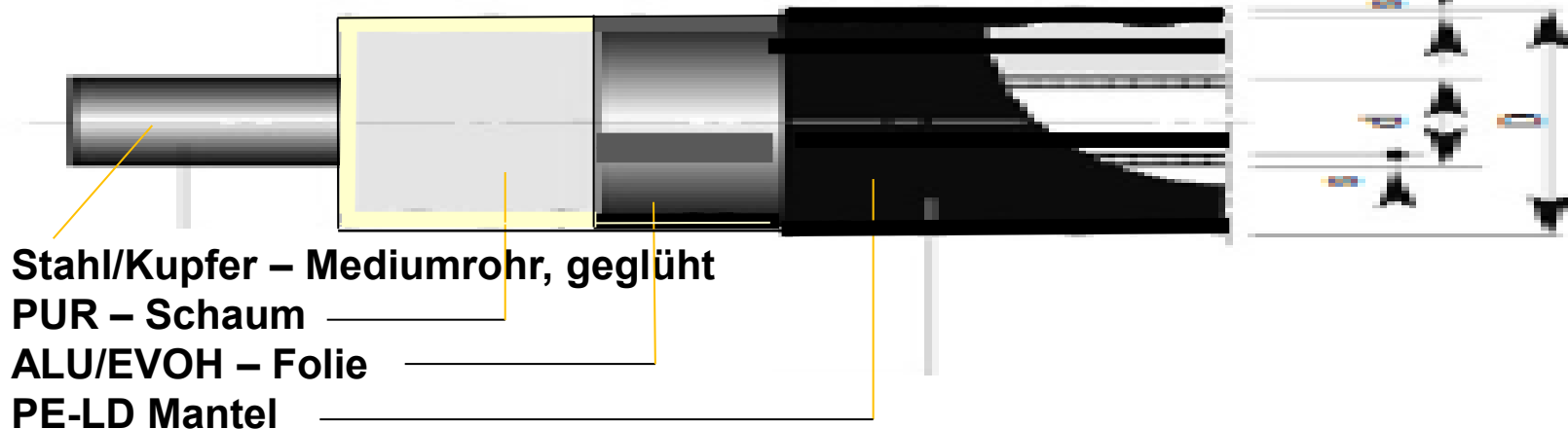
Flexible Rohrsysteme

Einsatz- und Anwendungsmöglichkeiten

- **Systeme mit Stahl- und Kupferrohren**
- **Medienrohr = Weichstahl / Weichkupfer**
- **Dämmung = PUR Schaum**
- **Mantelrohr = LDPE**
- **Betriebstemperatur = 120°C; bis 130 °C peak**
- **Betriebsdruck = 16 bar**



Das flexible Rohrsystem mit Stahl- oder Kupfermediumrohr



| | |
|-------------------------|--|
| Mediumrohr | Weichkupfer, SF-Cu F22 nach Din 1787 geschweisste oder nahtlose Weichstahlrohre St35.8-1 nach DIN 17157, St 34-2 nach DIN 2394, E215+N |
| Mantelrohr | Polyethylen (LD-PE) nahtlos extrudiert ggf. mit Diffusionssperre |
| Wärmeisolierung | Polyurethan-Schaum (PUR), Dichte 60 kg/m ³ |
| Rohrverbinder | Lötfittinge, Schweißfittinge, Klemmverbinder |
| zul. Betr.-Temp. | Dauerbetriebstemp. max. zul. 120°C |
| zul. Betr.-Druck | max. 16 bar, |
| zul. Medien | Cu - Heizwasser, Kaltwasser, Brauchwasser, Stahl – nur Heizwasser |

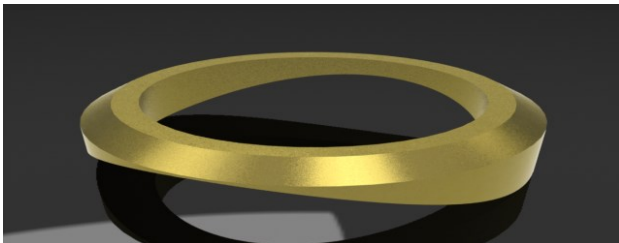
Besonderheiten Stahlflex, Kupferflex

Sind spätere Trassenabgänge aus dem Stahlflex zu erwarten, sollten andere Rohrsysteme gewählt werden.

Stahl-Cuflexrohre sind nicht selbstkompensierend. Sie müssen ebenso kompensiert werden wie KMR.

Bedingt durch die geringe Wandstärke der geglähten Stahlflexrohre sind Abzweige von z.B. KMR- Verteilleitungen mit einem Übergangsstück (KMR) auszuführen, um die Tragfähigkeit der Abzweigstelle zu erhöhen.

Mindestanforderung bei geringer Rohrdehung: Abzweige sind mit einem Kragenstück hier Weldolet zu verstärken.



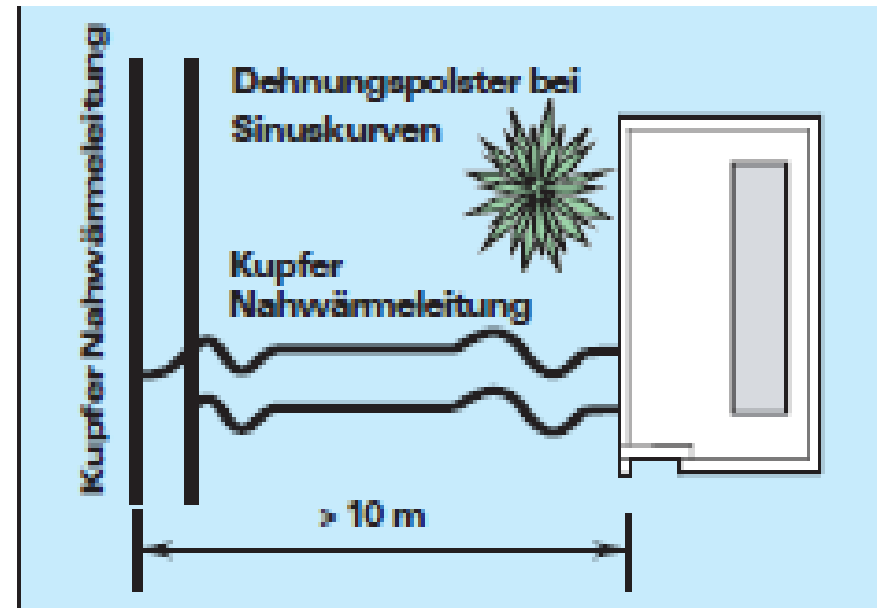
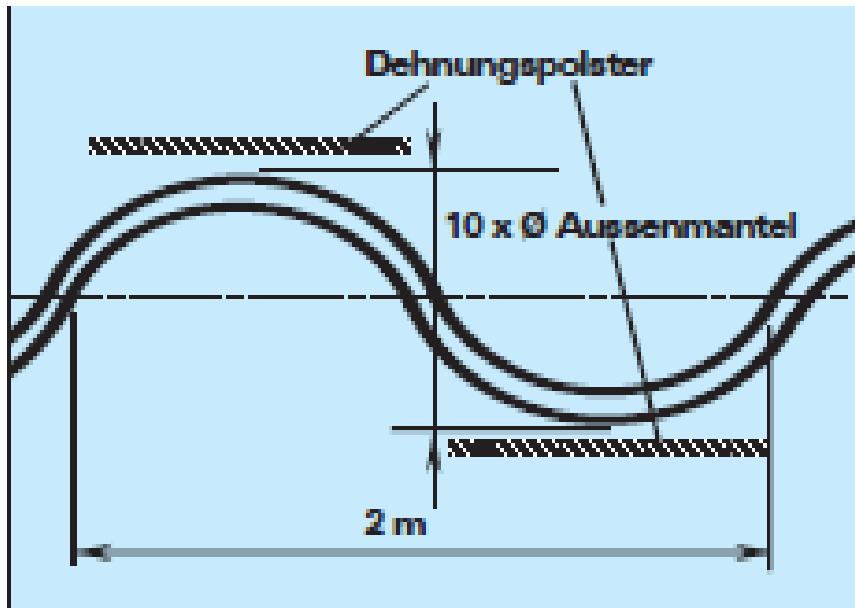
Teilauszug AGFW FW 420

Flexible Rohrsysteme



Verlegevorschriften für den Übergang Cu/St-Flexrohrleitung auf Kunststoffmantelrohr

Bei Verlegelängen über 5 m müssen die abzweigenden Cu/St-Flexleitungen vorerst in Sinusform gebogen werden (Bogenlänge: $L = 2$ m, Amplitude: $10 \times$ Aussendurchmesser der Rohrleitung).



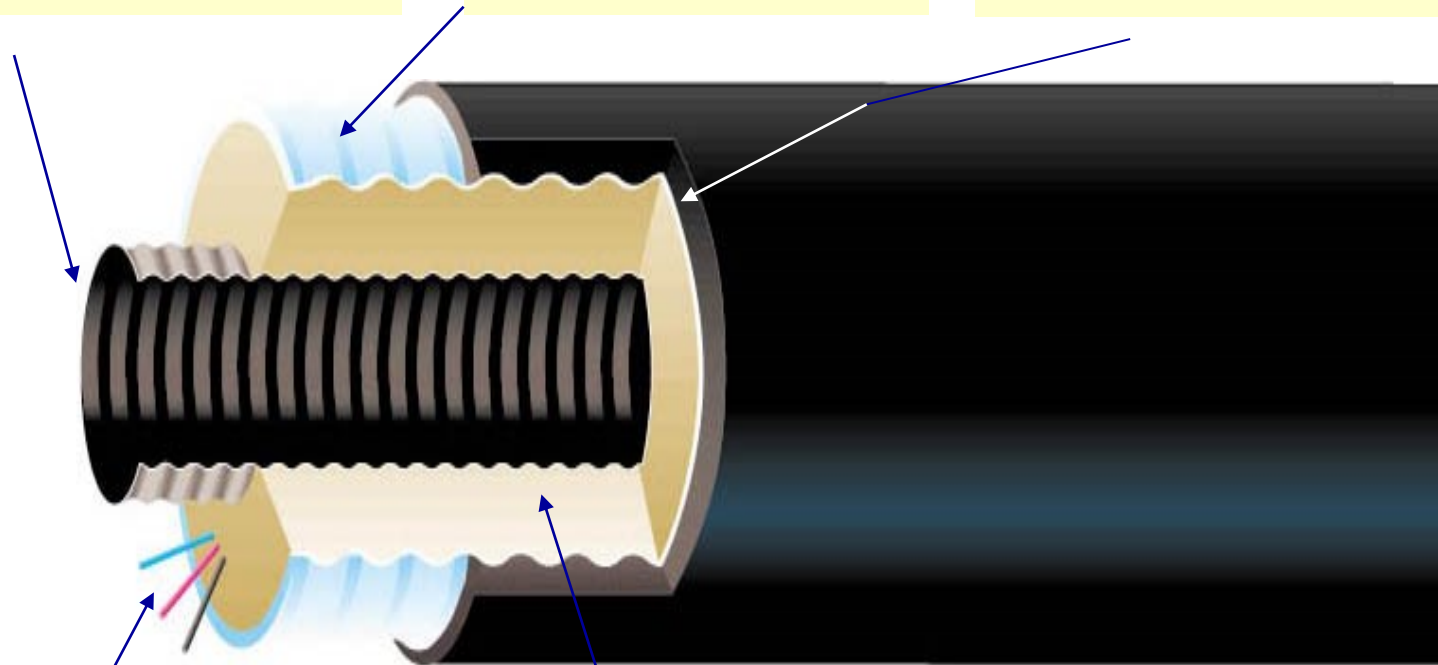
Produktaufbau Stahlmantelrohr flexibel



Edelstahlmediumrohr gewellt

Stahlmantelrohr gewellt

Polymerschicht und PE – Mantel



Überwachungsadern

Isolierschaum

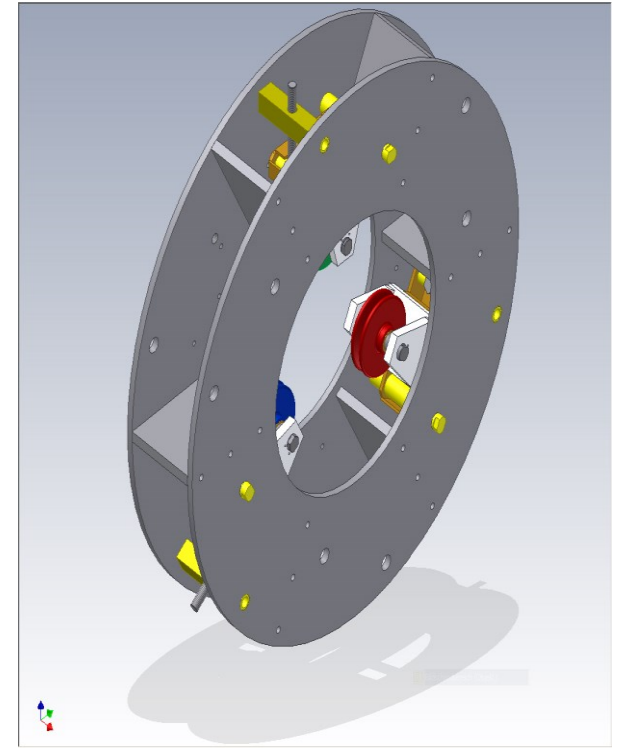
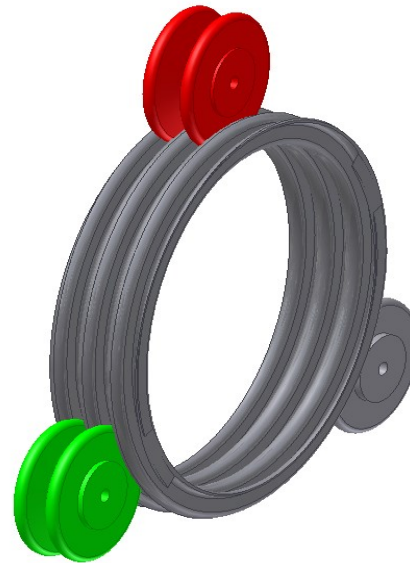
| Widerstandswerte | | | | | |
|------------------|--------|-------|--|------------|-------------|
| | | | | Rot + Grün | Weiß + Grün |
| FHK | | Ohm/m | | Brandes | Nordisch |
| 30/91 | DN 20 | 6,32 | | 6,3 | 55mOhm/m |
| 39/116 | DN 25 | 6,73 | | 6,8 | 60mOhm/m |
| 60/148 | DN 50 | 7,45 | | 7,5 | 66mOhm/m |
| 75/171 | DN 65 | 7,82 | | 7,8 | 69mOhm/m |
| 98/171 | DN 80 | 11,09 | | 11 | 100mOhm/m |
| 127/220 | DN 100 | 10,82 | | 11 | 100mOhm/m |
| 147/220 | DN 125 | 14,17 | | 14 | 125mOhm/m |
| 200/310 | DN 150 | 15,94 | | 16 | 140mOhm/m |

Flexible Rohrsysteme



Flexible Edelstahlrohre

Herstellung



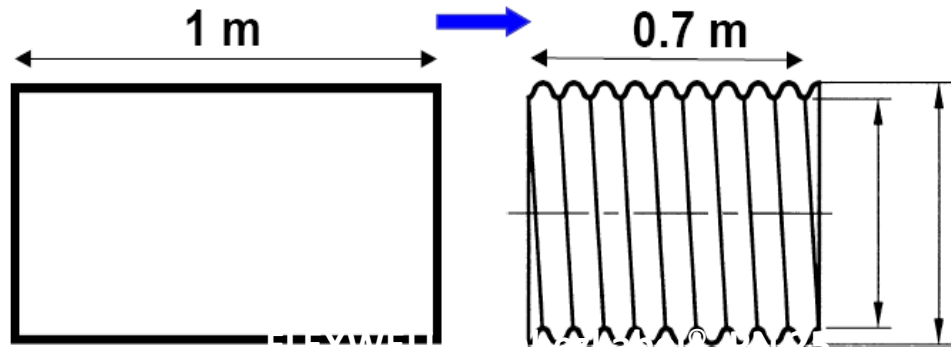
Flexible Rohrsysteme



Edelstahlrohr spiralgewellt

Herstellung spiralgewellter CrNi-Edelstahlrohre

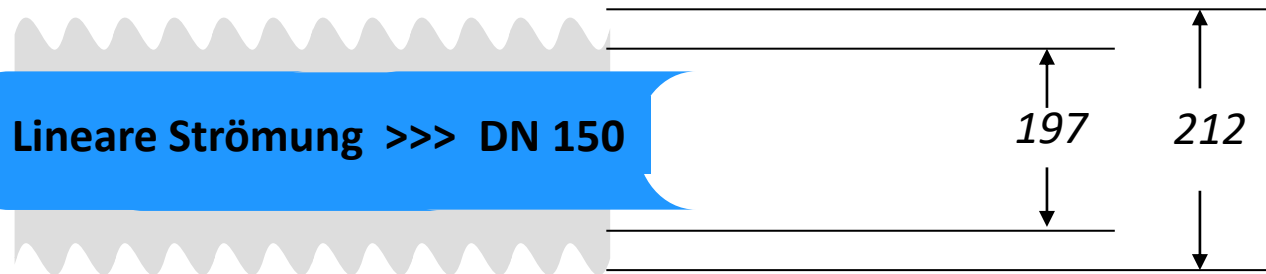
Aus einem glattwandigen Rohr wird das spiralgewellte Rohr geformt.



Beispiel: Mediumrohr Typ \emptyset 198/212 entspricht DN 32 (z.B.: Typ 200/310)

Beispiel:

Lineare Strömung >>> DN 150





Flexible Rohrsysteme

Edelstahlrohre gewellt



Herstellung spiralgewellter CrNi- Stahlrohre

Prüfverfahren

- ° Wirbelstromprüfung (*)
- ° Dichtigkeitsprüfung mit Helium
- ° Zeitstandsprüfung mit Druckluft
- ° Berstdruckprobe ca. 200 bar
- ° Metallographische Prüfung der Schweissnaht

(*Magnetische Induktion durch eine mit Wechselstrom führende Spule)



Flexible Rohrsysteme / D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme



Spiralgewellte CrNi-Edelstahl-Mediumrohre

Eigenschaften

Flexibel

Selbstentlüftend

Selbstkompensierend

Diffusionsdicht (Mediumrohr)

„Endlos“



Materialspezifikation Mediumrohr

Austenitischer CrNi- Stahl

Anerkannte Werkstoffe für Heizwasser, Brauchwasser, Trinkwasser

Stahlbezeichnung mit dem EN- Kurznamen und der Werkstoff-Nr.

z.B.: Werkstoffnummer 1.4404

z.B.: Werkstoffnummer 1.4301

EN **X2CrNiMo17-12-2**

EN **X5CrNi18-10**

(Trinkwassergeeignet)

- a) **X = Kennbuchstaben für legierte Stähle**
- b) **einer Zahl die dem 100 fachen des mittleren Massenanteils an Kohlenstoff entspricht**
- c) **den chemischen Symbolen der Legierungselemente**
- d) **Zahlen, die in der Reihenfolge der Legierungselemente deren mittlere Massenanteile angeben.**

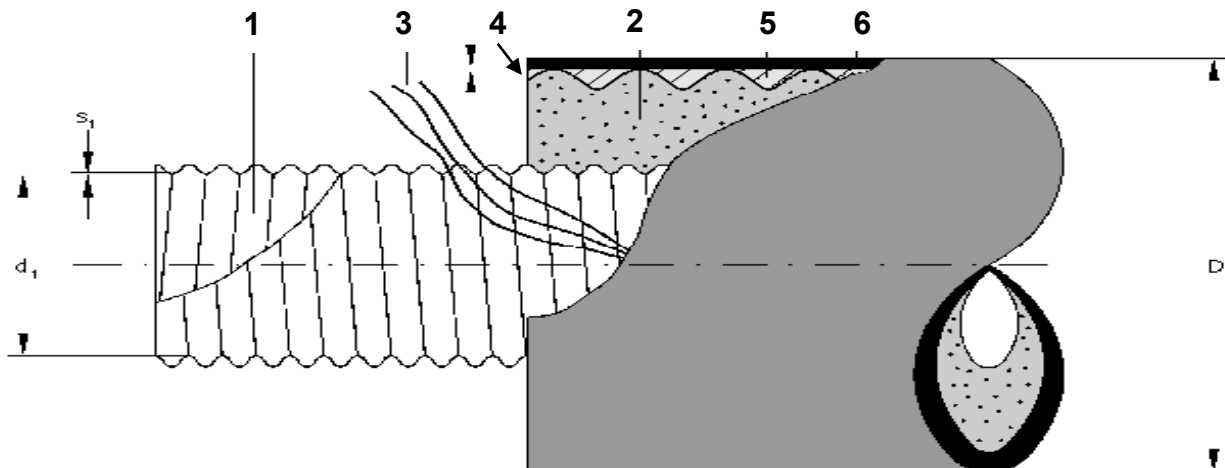
Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre

Das flexible Stahlmantel-Rohrsystem mit doppelten Korrosionsschutzmantel

- 1) Mediumrohr austenitischer CrNi-Stahl EN X2CrNiMo17-12-2 W.-Nr.: 1.4404
Mediumrohr austenitischer CrNi-Stahl EN X5CrNi18-10 W.-Nr.: 1.4301
- 2) Dämmung Hartschaum flexibel PUR-System bis $T_{Bmax} -170^{\circ}$ bis $+150^{\circ}$ C
- 3) 3 x Überwachungsadern 1 x Cu isoliert, 1 x Cu blank, 1 x CrNi isoliert/perforiert 0,5 mm²
- 4) Stahlmantelrohr gewellt CrTi-Stahl EN X2CrTi12 W.-Nr.: 1.4512
- 5) 2-fach aufextrudierte Polymer-Schicht dauerelastisch (Bitumen-Kautschuk-Masse)
- 6) Außenmantel aus Polyäthylen 2YM2 (PE) nach VDE 0209, nahtlos extrudiert



Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme

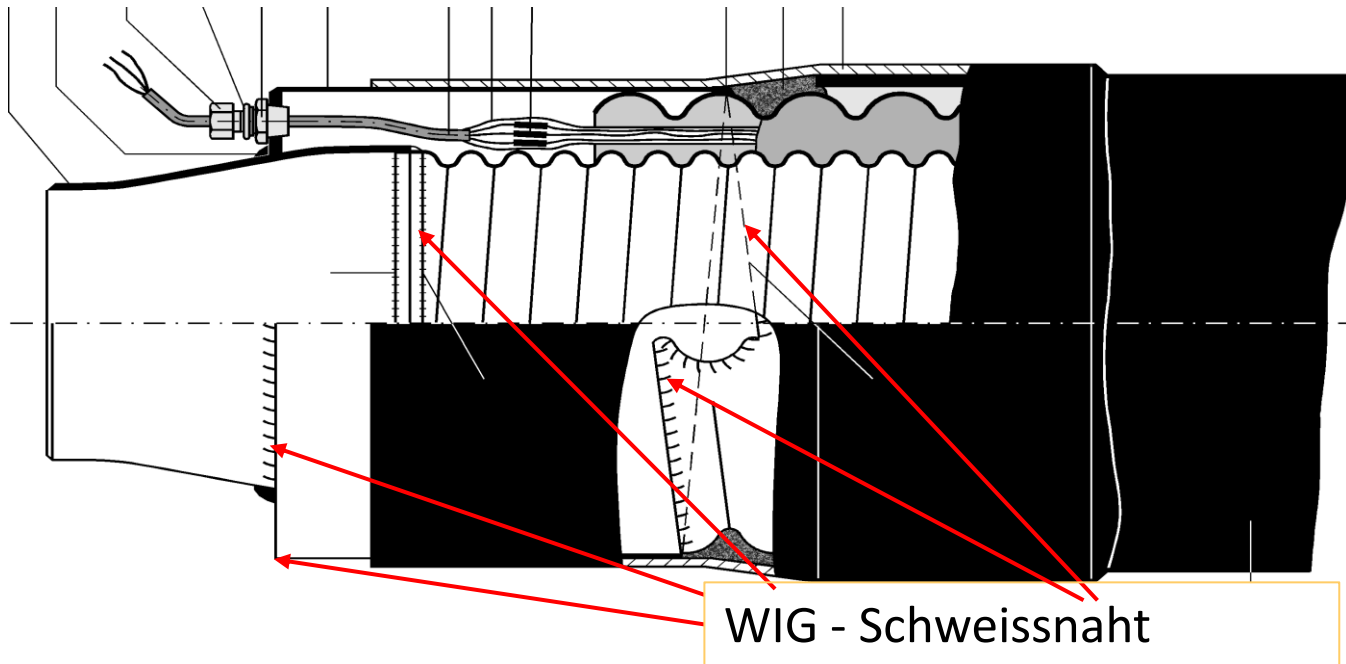


Flexible Stahlmantelrohre

Diffusionsdicht

Das Mediumrohr und das Mantelrohr sind zu 100 % diffusionsdicht.

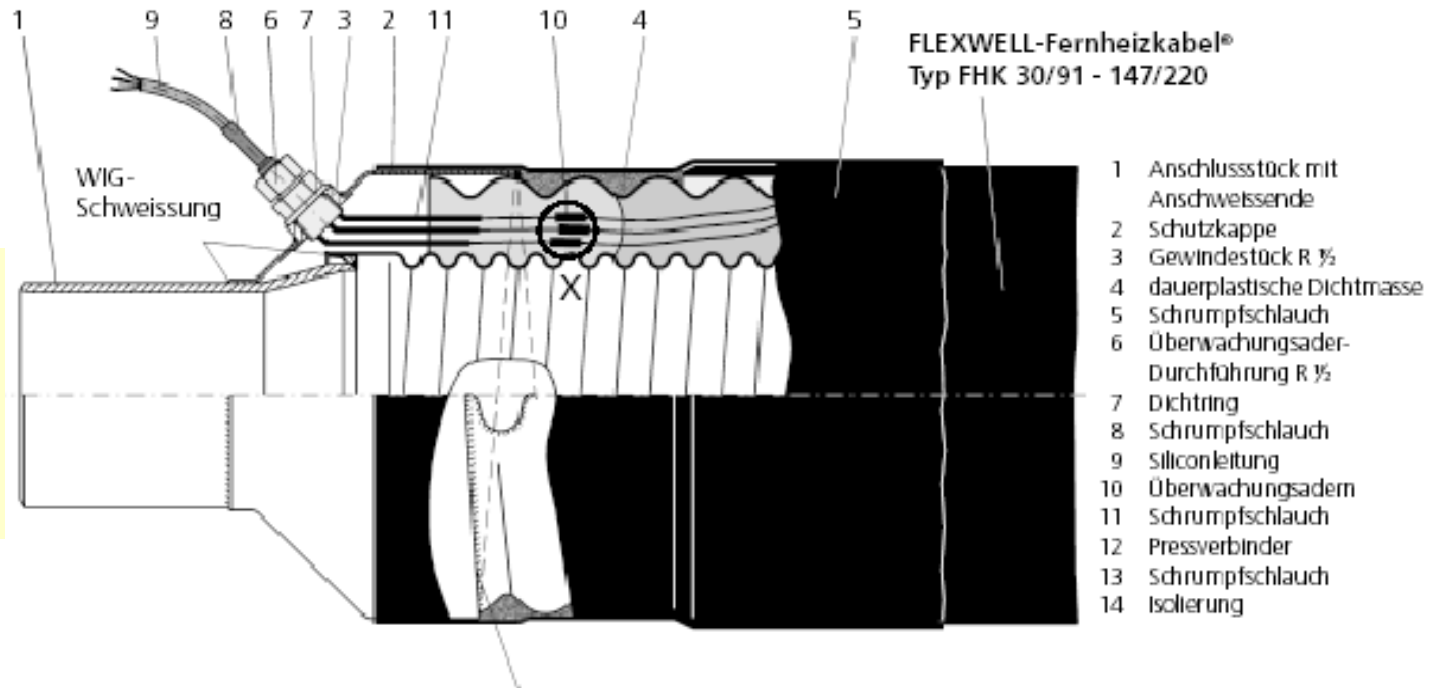
Aufgrund der Diffusionsdichtigkeit ist dieses Stahlrohrsystem auch in außerordentlich sensiblen Bereichen einsetzbar.



Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre



**FLEXWELL-
Fernheizkabel**

**Anschlußverbindung
100 % diffusionsdicht
verschweißt**

Flexible Rohrsysteme

Flexible Stahlmantelrohre

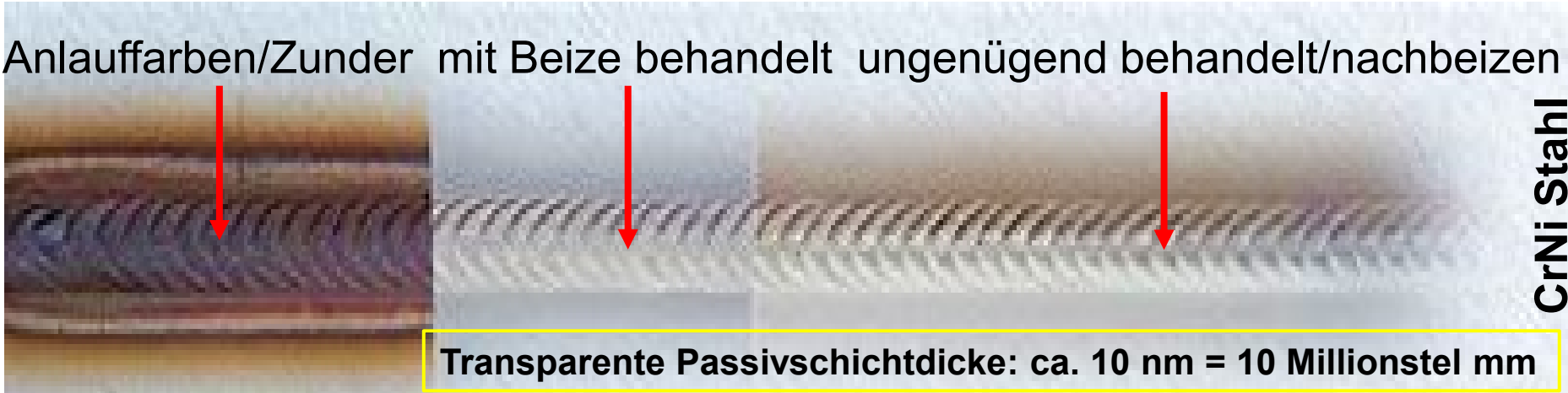
Herstellen der Anschlußverbindung Typ FHK 200/310



Herstellen der Anschlußverbindung Typ FHK 200/310

Schweißvorgaben- Beizen und Passivieren der CrNi-Schweißnaht

Anlauffarben/Zunder mit Beize behandelt ungenügend behandelt/nachbeizen



Beachte: Beizen ist die chemische Abtragung der oxidierten Oberfläche.

Die Beizen, meist Pasten, basieren auf Fluss- und Salpetersäure.

Der beim Beizen mit Säuren entstehende gasförmige Wasserstoff löst die vorhandene Zunder- bzw. Anlauffschicht auf.

Nach dem Beizen wird die Schweißnaht gebürstet und mit viel kaltem Wasser müssen alle Beizrückstände komplett entfernt werden!

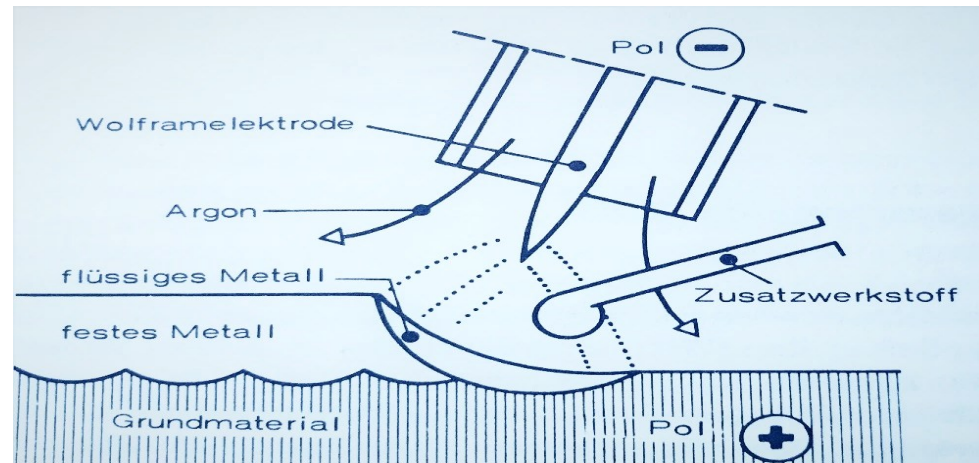
Die neu entstehende Passivschicht schützt das Metall vor Korrosion.

Flexible Rohrsysteme



Schweißen von CrNi-Stahl im WIG-Verfahren

- ° Geringes Wärmeeinbringen = geringer Verzug, Verzunderung, Oxidation
- ° Dünne Bleche mit genügend Heftstellen (25-50 mm Abstand)
- ° Dicke Bleche mit starken Heftstellen aufgrund Werkstückverzug
- ° Metallisch blanke, fettfreie, saubere, oxid- und zunderfreie Nahtkanten
- ° Als Schutzgas vorzugsweise Schweißargon (99,95 %)
- ° Wurzelschutz mit Argon oder Argon-Wasserstoff-Mischgas
- ° Genormter Schweißzusatz
- ° Schweißnähte von Oxiden befreien
- ° Anlauffarben entfernen



Flexible Stahlmantelrohre

Herstellen der Anschlußverbindungen

Schweißbeignung der CrNi-Stähle

CrNi-Stahl läßt sich sehr gut schweißen. Die häufig üblichen Verfahren des Schmelz- und Widerstandsschweißen kommen zum Einsatz, ausgenommen das Gasschweißen ($C_2H_2 + O$).

Der Schweißzusatzwerkstoff entspricht in modifizierter Form dem des Grundwerkstoffes.

Beim Schweißen von CrNi-Stahl ist zu beachten:

- ° Der Wärmeausdehnungskoeffizient ist ca. 50 % grösser
- ° Die Wärmeleitfähigkeit ist ca. 50 % geringer
- ° Der elektrische Widerstand ist ca. sechsmal grösser

Dieser Umstand wirkt sich auf die Wahl des Schweißverfahrens aus und erfordert Schweißungen mit deutlich geringerer Stromstärke und optimierter Schweißgeschwindigkeit.

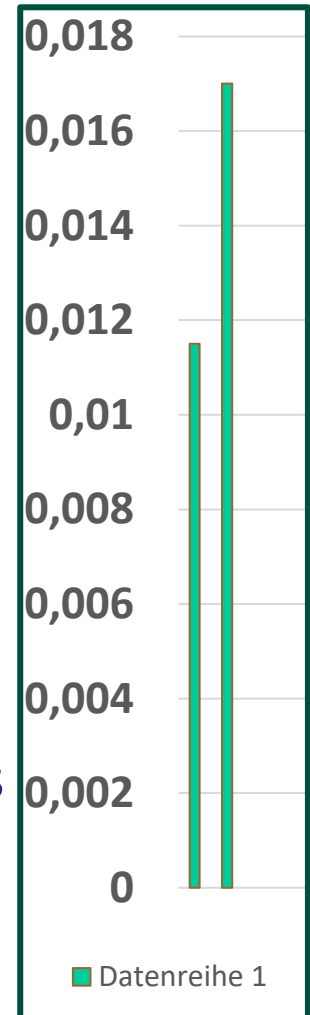
Flexible Stahlmantelrohre

CrNi-Stähle - Wärmeleitfähigkeit und Wärmeausdehnung

- Die Wärmeleitfähigkeit beträgt nur ca. 1/3 bis 1/2 verglichen mit anderen Stählen/Eisen.
- Die Wärmeausdehnung von CrNi-Stahl ist ca. 50% höher als bei gering legiert. Stahl.

Ein Stahlstab mit 1 m Länge dehnt sich bei 1 Grad Celsius Temperaturerhöhung um $11,5 \cdot 10^{-6}$ m
= 11,5 MikroMeter = **0,0115 mm**

Ein CrNi-Stab mit 1 m Länge dehnt sich bei 1 Grad Celsius Temperaturerhöhung um ca. **0,017 mm**



Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre

Diffusionsdicht

Schädigung des PUR-Hartschaumstoffs durch oxidativen Abbau.

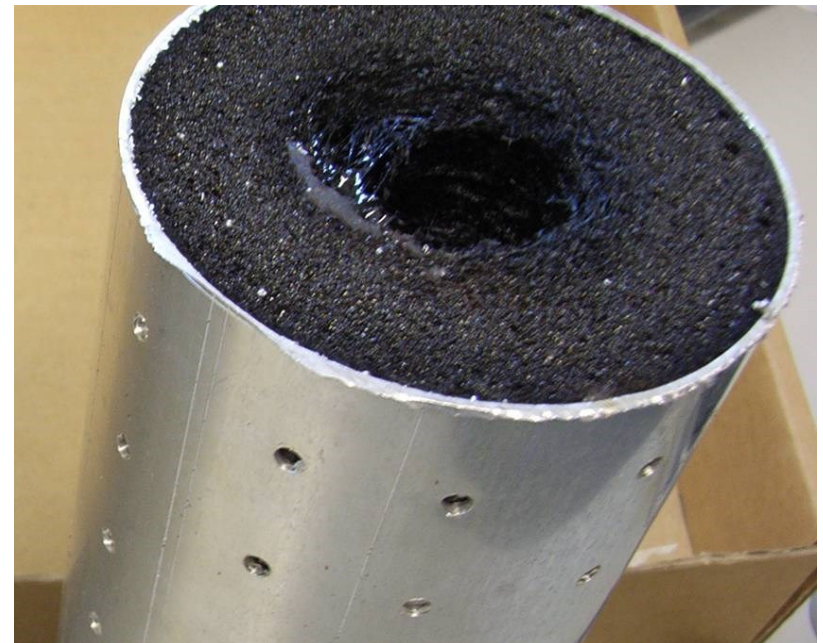
Versuchsreihe: Flaschenversuch des IPF Dresden

Probe 1 : **DIFFUSIONSDICHT**
nach 6 Wochen bei 170 °C



Quelle IPF Dresden

Probe 2 : **DIFFUSIONSOFFEN**
nach 4 Wochen bei 170 °C



Quelle IPF Dresden

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

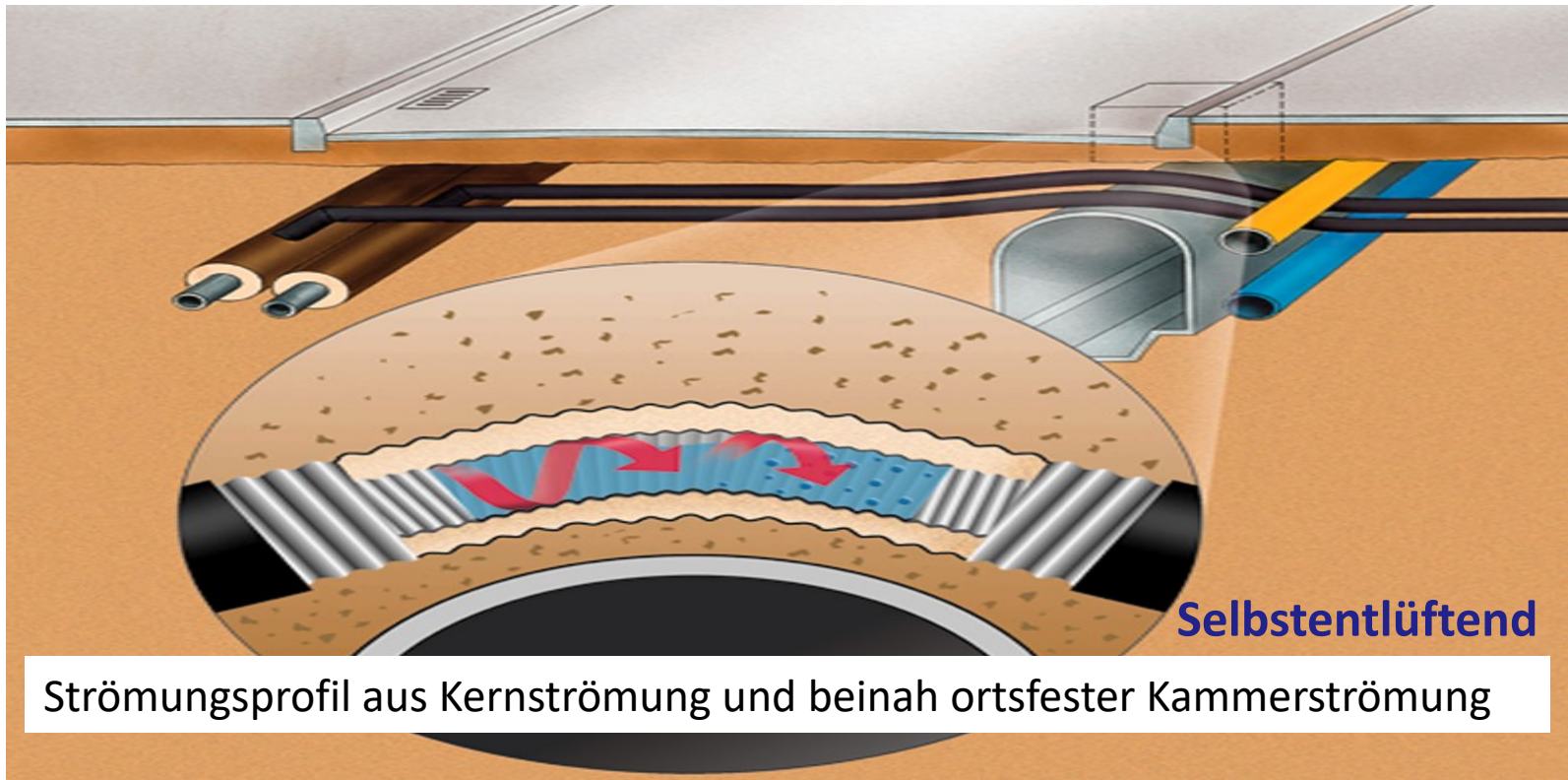
Flexible Rohrsysteme



Eigenschaften spiralgewellter CrNi-Edelstahlrohre

Selbstentlüftend

Aufgrund des optimierten spiralgewellten Rohrprofils wird die eingeschlossene Luft, auch aus den Leitungshochpunkten, ausgetragen. Auf Entlüftungen im Trassenverlauf kann weitgehend verzichtet werden.



Strömungsprofil aus Kernströmung und beinahe ortsfester Kammerströmung

Flexible Rohrsysteme



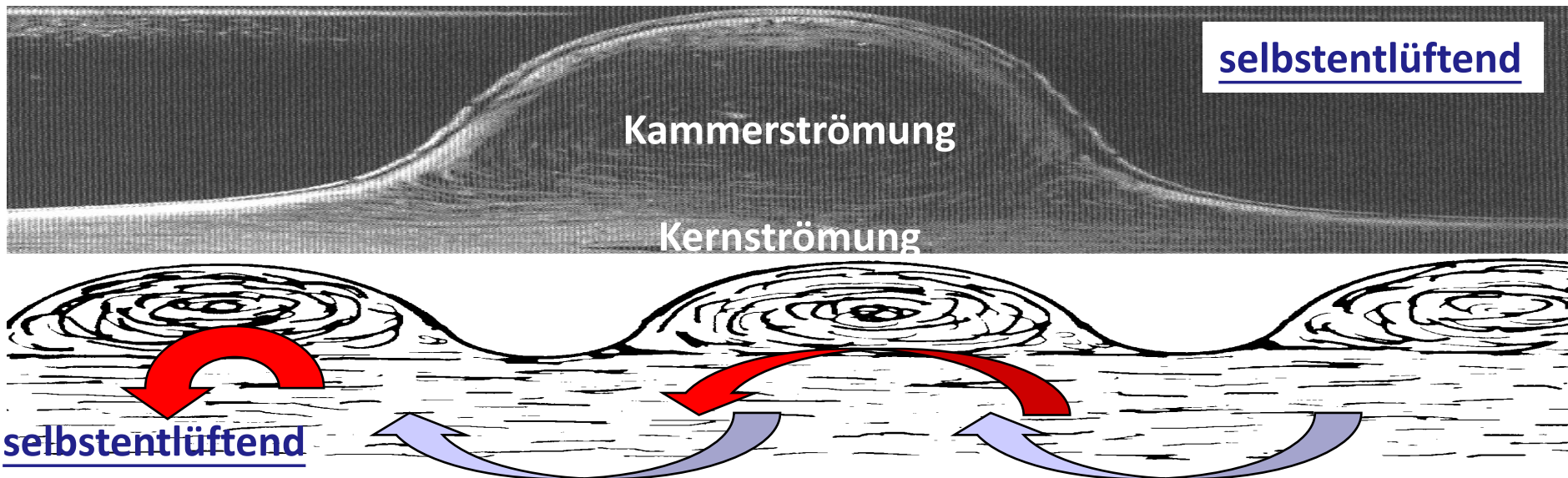
Entlüftung innerhalb spiralgewellter metallischer Rohre

Das Strömungsprofil besteht aus Kernströmung und beinahe ortsfester Kammerströmung.

Ein Primärwirbel füllt nahezu die gesamte Wellkammer aus, übrig bleiben nur geringe Zonen von der Rückströmung in Wandnähe.

Hier lösen sich kleine Strömungsballen aus der Kammerströmung und treten in die Kernströmung ein.

Damit findet ein stetiger geringfügiger Austausch innerhalb der Wellkammerströmung statt.



Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

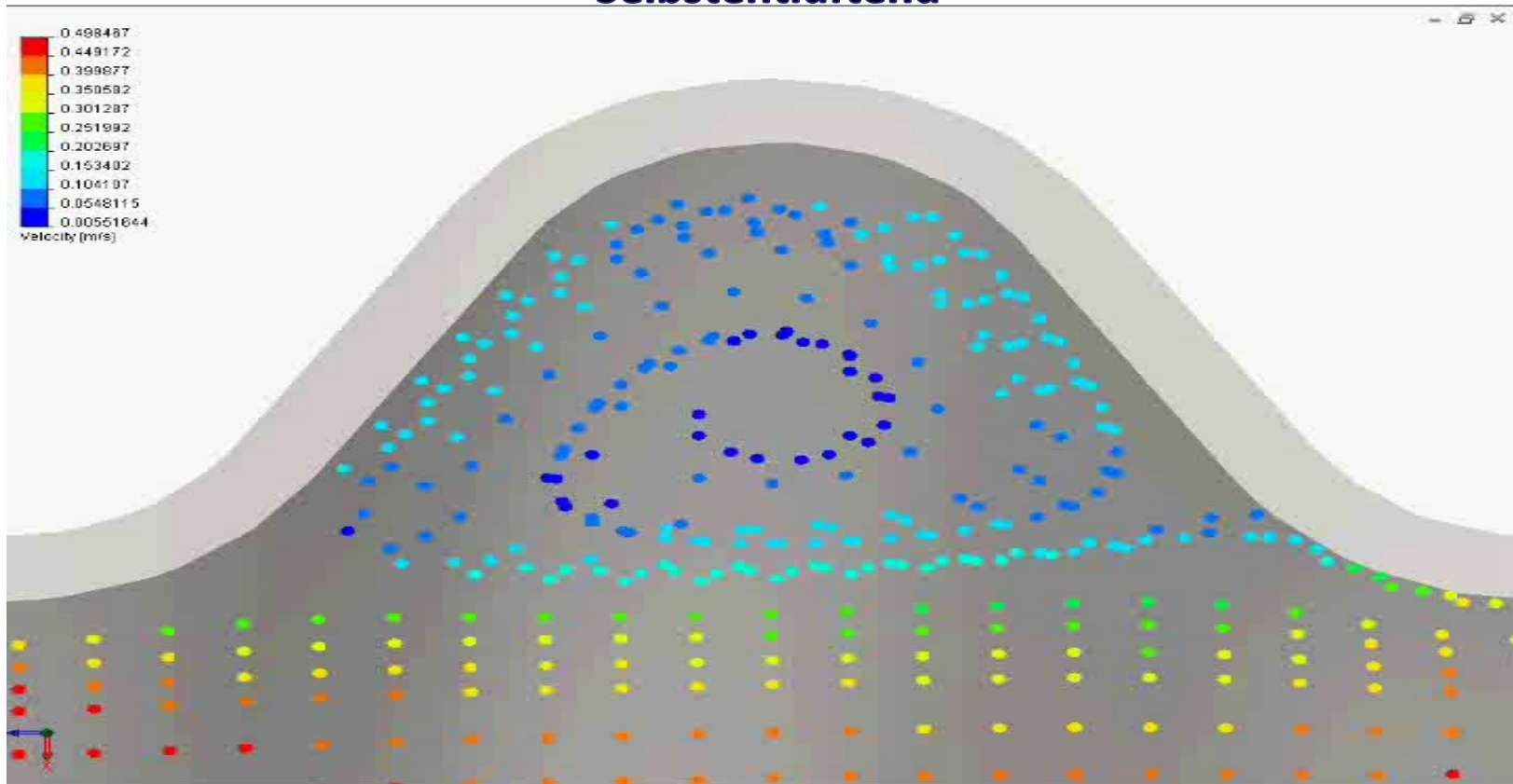
Flexible Rohrsysteme



Eigenschaften spiralgewellter CrNi-Edelstahlrohre

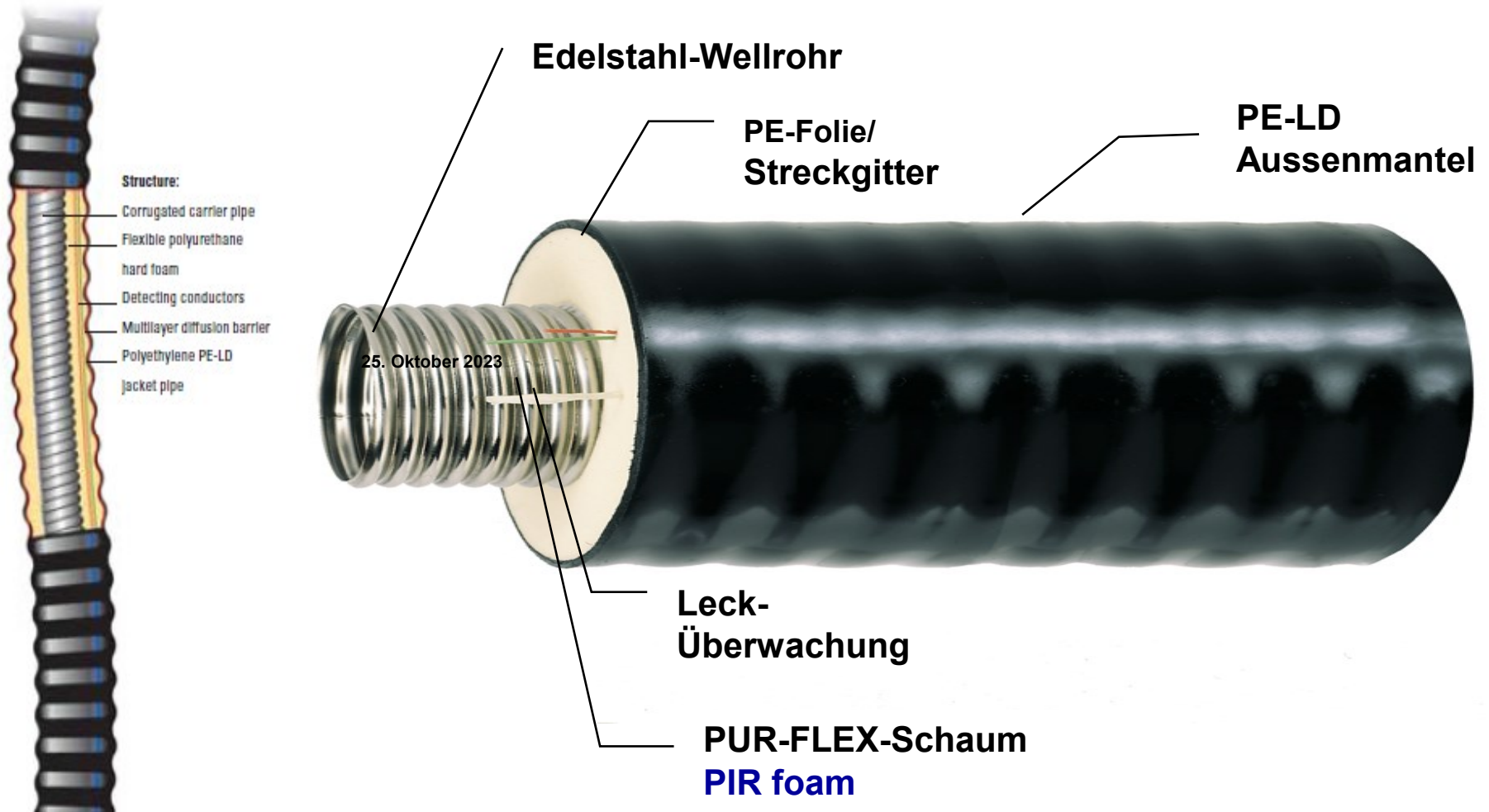
Edelstahlrohre mit optimierter Spiralwellung sind: flexibel + selbstkompensierend

Selbstentlüftend



Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

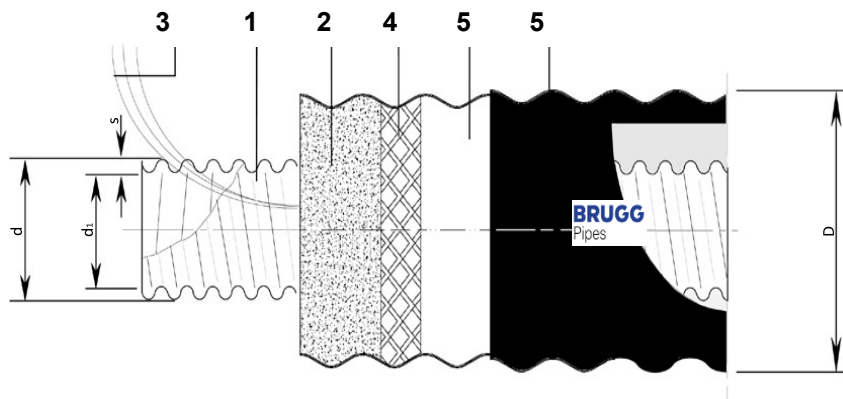
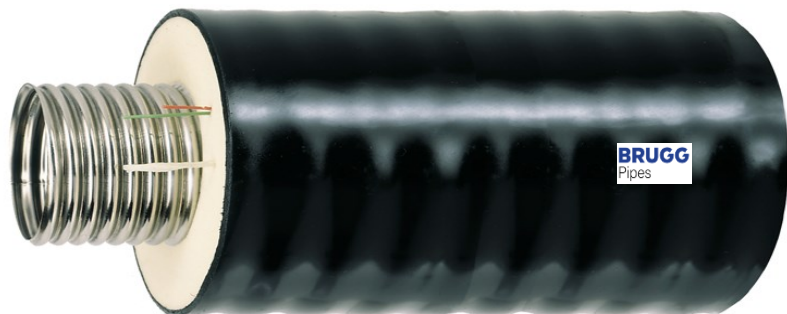


Flexible Rohrsysteme

Edelstahl- Mediumrohr gewellt mit LDPE- Mantelrohr



- 1) Mediumrohr > austenitischer CrNi-Stahl EN X5CrNi18-10 W.-Nr.: 1.4301
- 1.1) Mediumrohr > austenitischer CrNi-Stahl EN X2CrNiMo 17-12-2 W.-Nr.: 1.4404
- 2) Dämmung Hartschaum flexibel > PUR-System bis 150° C, PIR-System T_{\max} 180° C (gleit.)
- 3) Überwachungsadern > 1 x Cu isoliert, 1 x Cu blank, 1 x CrNi isoliert/perforiert 0,5 mm²
- 4) Mechanische Armierung > Streckmetallgitter Stahl
- 5) Schutzmantel > Mehrschichtverbundfolie und LDPE nahtlos extrudiert



z.B.: CASAFLEX® Fernwärmerohr / PN 25 / UNO- oder DUO-Rohr

Die technische Rohrkonstruktion und auch Komponenten können je nach Hersteller variieren!

Rohrsortiment siehe Hersteller!

PIR= Polyisocyanurat

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

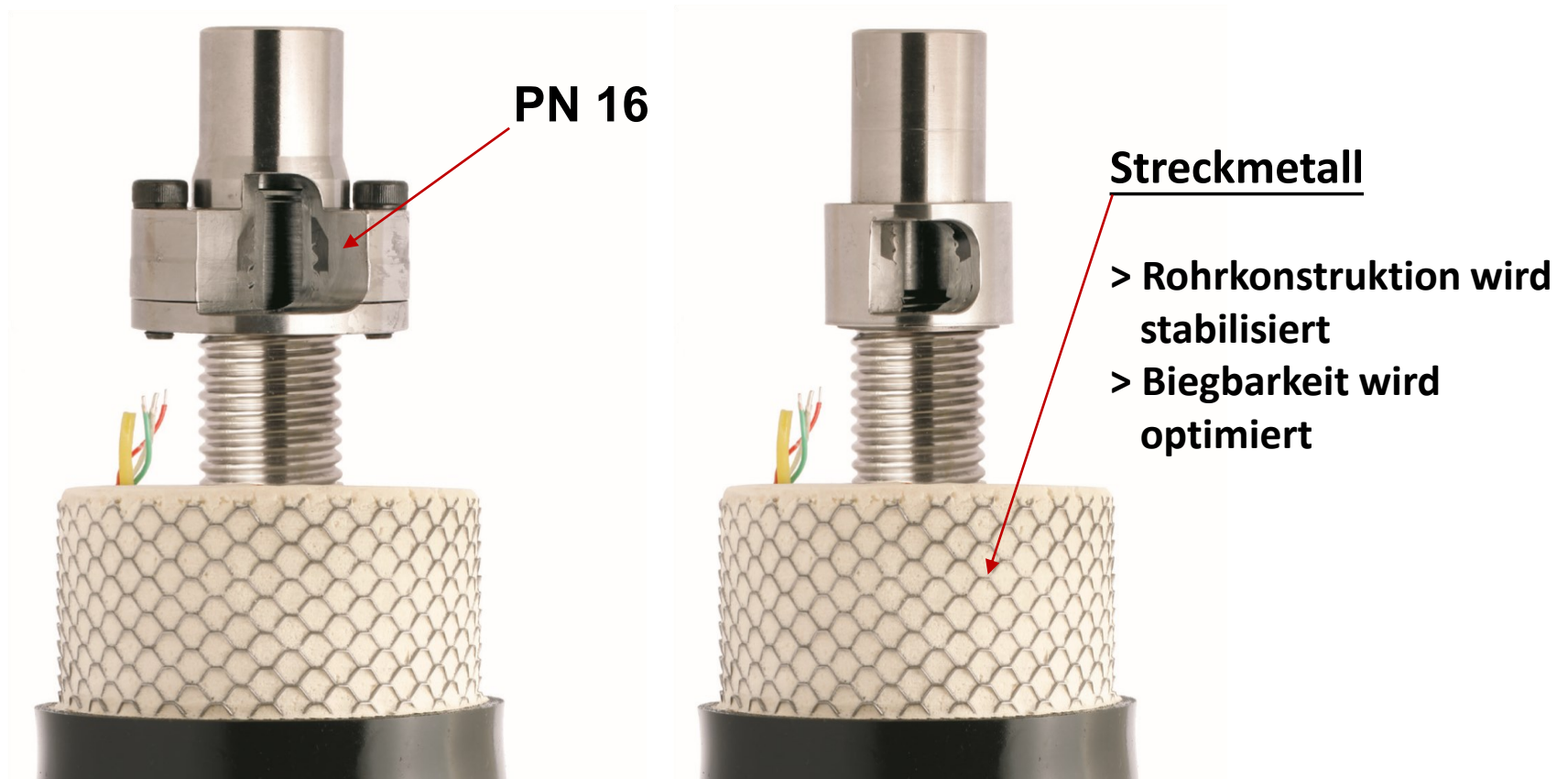
ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme



Edelstahl-Mediumrohr gewellt mit LDPE-Mantelrohr

Anschlußverbindungen für flammlose Montage



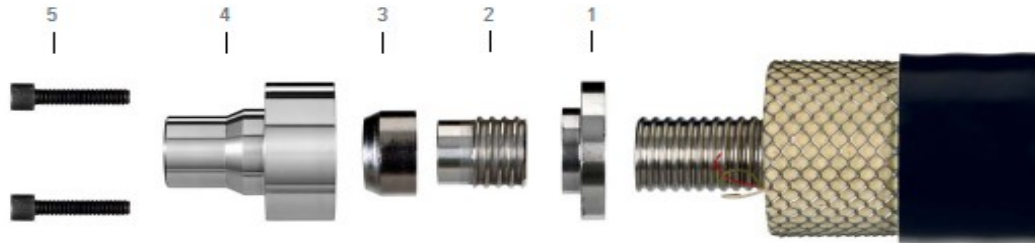
Sortiment der Anschlußkomponenten und Montageanweisungen siehe Hersteller!

Flexible Rohrsysteme



Montageanleitung CASAFLEX® -Fernwärmeleitung

Anschlussverbindung (AV) Typ UNO

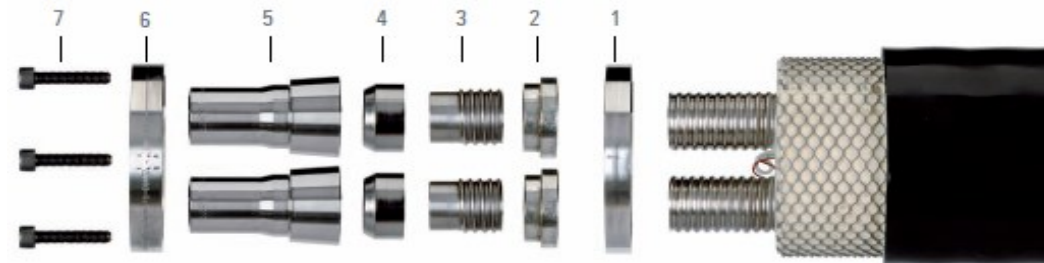


DE

- 1 Druckring
- 2 Stützring
- 3 Graphit-Dichtring
- 4 Anschlussstück
- 5 Innensechskantschrauben

EN

- 1 Pressure ring
- 2 Back-up ring
- 3 Graphite sealing ring
- 4 Connection piece
- 5 Allen screws



DE

- 1 Pressplatte
- 2 Druckringe
- 3 Stützringe
- 4 Graphit-Dichtringe
- 5 Anschlussstück
- 6 Konusplatte
- 7 Innensechskantschrauben

EN

- 1 pressure plate
- 2 pressure rings
- 3 back-up ring
- 4 graphite sealing ring
- 5 connection piece
- 6 cone plate
- 7 hexagonal socket head screw

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme



Edelstahl-Mediumrohr gewellt mit LDPE- Mantelrohr

Anschlußverbindungen für flammlose Montage PN 16



Flexible Rohrsysteme



Edelstahl-Mediumrohr spiralgewellt

Umhüllung aus Streckmetall und flexiblen LDPE-Mantel



f
l
e
x
i
b
e
l
"e
n
d
l
o
s
"

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme



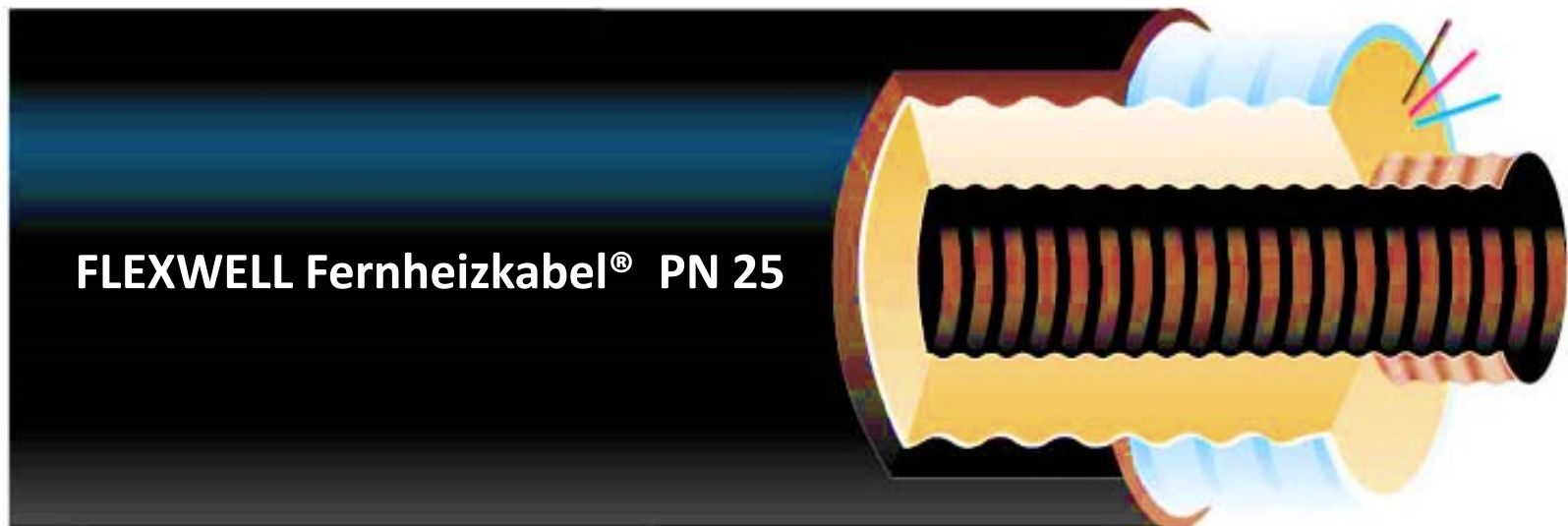
Flexible Stahlmantelrohre

Ein bewährtes Wellrohrsystem mit Stahlmantel und mehrschichtigen Korrosionsschutzmantel erlaubt die besondere Eignung für:

- geringe Überdeckung aufgrund der belastbaren stabilen Gesamtkonstruktion
- große Verlegetiefe und Bodensenkungsgebiet
- Rohr-Relining-Verfahren
- grabenloses Richtbohren (HDD), auch ohne Verwendung von Leerrohren
- Pflug- und Fräsverfahren - Einpflügen von flexiblen Rohren
- schwierige Rohrtrassen (Flexibilität) ohne Muffen und Verbindungsstellen
- Einsatz in Wasserschutzgebieten, Flüssen, Düker usw. (diffusionsdicht)
- Brandschutzrohr *ohne Korrosionsschutzmantel*
(in Bereichen mit Brandschutzauflagen, z.B. Aufzugschacht)

Flexible Stahlmantelrohre

Rohrsysteme mit spiralgewellten Edelstahl-Mediumrohren und spiralgewellten Edelstahl-Mantelrohren



Der äußere mehrschichtige Schutzmantel aus Polyment und LDPE bietet durchgehenden Korrosionsschutz und zusätzlichen mechanischen Schutz.

Rohrsortiment und Spezifikation siehe
Hersteller!

Flexible Rohrsysteme

Flexible Stahlmantelrohre

Einflügen flexibler Rohre



Flexibel

Bildquelle: BildX21.de-ReinerFreese

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre

Selbstkompensierend



1927



Heute



Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre Selbstkompensierend



System-Umstellung

Vorhandene Dampfleitungen werden zu Leerrohren umgewidmet.
Zur Aufnahme der Wärmedehnung sind Kompensatoren, Dehnungsschenkel ect.
nicht erforderlich. Eingebrachtes Rohr DN 150/315, Länge 215 m.

Flexible Rohrsysteme



Leerrohrverlegung und Rohr-Relining

Ersatz alter oder schadhafter Fernwärmesysteme durch flexible Stahlmantelrohrsysteme

Selbstkompensierend



In existierende KMR- oder PE-Leitungen können ohne größeren Tiefbauaufwand neue flexible Rohrleitungen eingezogen werden. Vorzüglich sollte hierzu ein robustes Rohrsystem zum Einsatz kommen.

Flexible Rohrsysteme

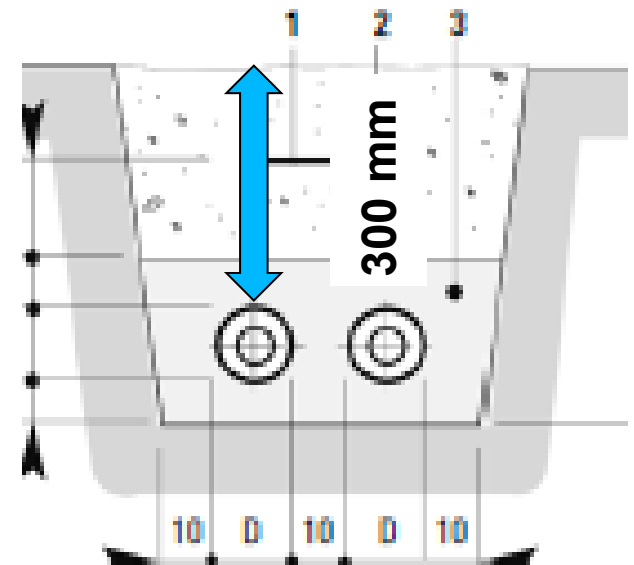


Flexible Stahlmantelrohre

Hoch belastbar

Auf dem Rohrscheitel belastbar nach SLW 60 (max. Verkehrsbelastung)

Geringe Überdeckungshöhen von nur ca. 300 mm sind ausreichend.



Siehe Gutachten Dr. Ing. Veenker/
Überdeckungshöhen FLEXWELL-Fernheizkabel

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre

Flexible Stahlmantelrohre DN 150/315

Verlegelänge 220 m ohne Dehnungsausgleich, ohne Muffen, geringe Überdeckung



Verlegung innerhalb
eines abgedeckten
Kanals (800 x 500)

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

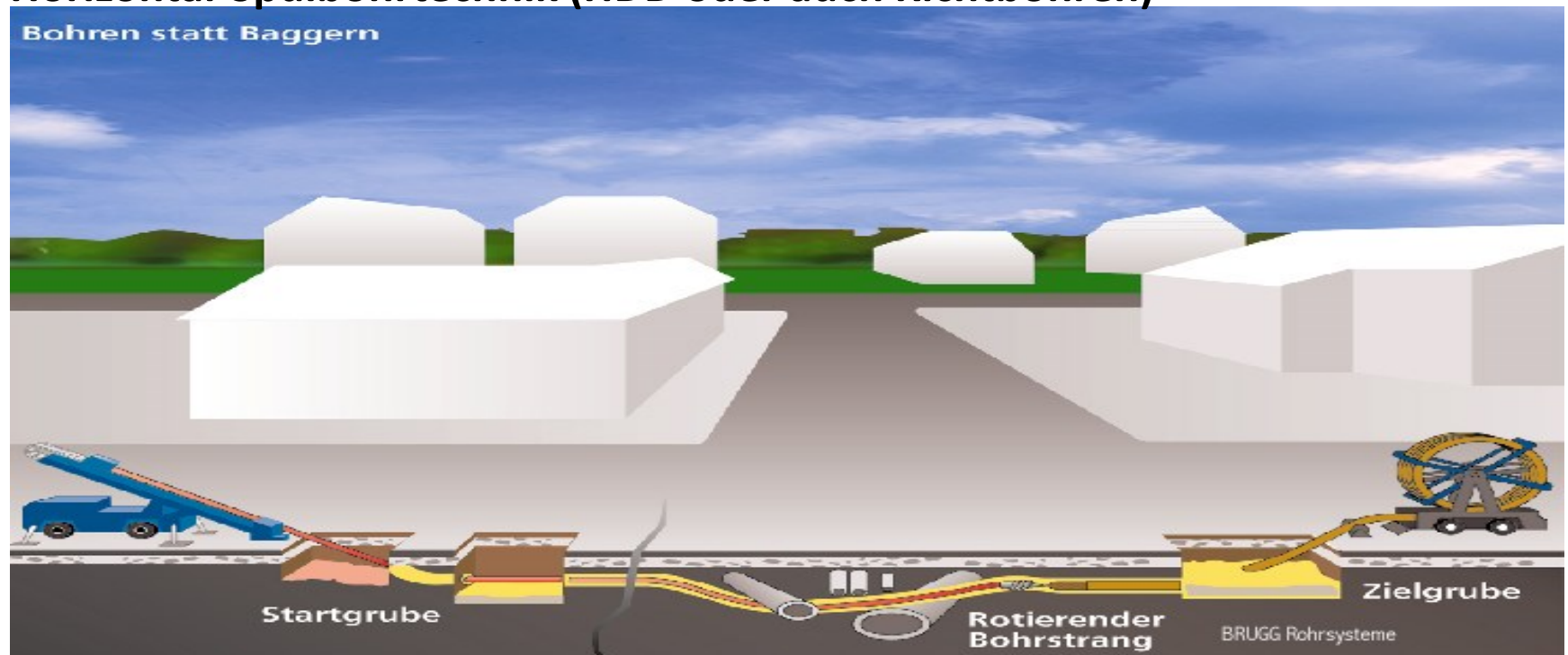
Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre

Grabenlose Verlegung mit flexiblen Stahlmantelrohren

Eine bevorzugte Lösung für grabenlose Rohrverlegung bietet die bewährte Horizontal-Spülbohrtechnik (HDD oder auch Richtbohren)



Flexible Stahlwellmantelrohre werden ohne zusätzliche Schutzrohre direkt in die Bohrung gezogen.

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre

Rohrverlegung mittels Horizontal-Spülbohren (Richtbohren)

Die Anforderungen an das Rohrsystem sind gegenüber einer herkömmlichen Grabenverlegung höher einzustufen.



Das flexible Stahlmantelrohr \varnothing 320 mm, Länge 300 m, Mediumrohr aus CrNi-Stahl, wird in den vorbereiteten Bohrkanal gezogen.

Ein zusätzliches Schutzrohr ist nicht erforderlich.

Sonderfälle

.z.B.: das Bentonit kann die Bohrung nicht ausreichend auskleiden (Wassereinbruch) oder Bohrung durch Felsgestein

Flexible Rohrsysteme



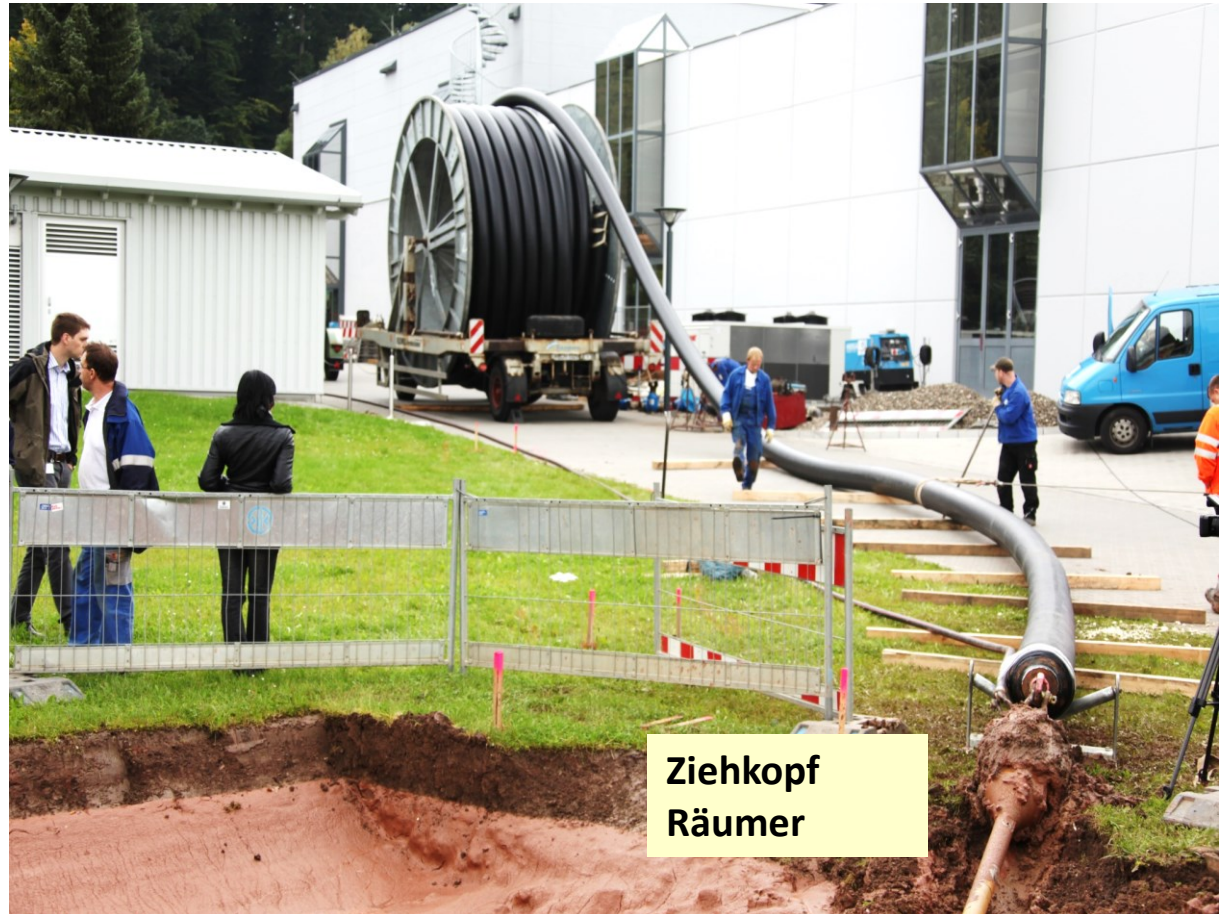
Flexible Stahlmantelrohre

Horizontal-Spülbohren

Rohrlänge 300 m , Rohr- \varnothing 320 mm, Bohrlänge 225 m, Bohrung- \varnothing 500 mm



Bohranlage während des Ziehvorganges an der Startgrube



Ziehkopf
Räumler

Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre

Eigenschaften

Flexibel

Selbstentlüftend

Selbstkompensierend

Diffusionsdicht

Hoch belastbar (z. B. Erddruck auf Rohre)

Robust (Stahlmantel plus dreischichtigen Korrosionsschutz)

„Endlos“

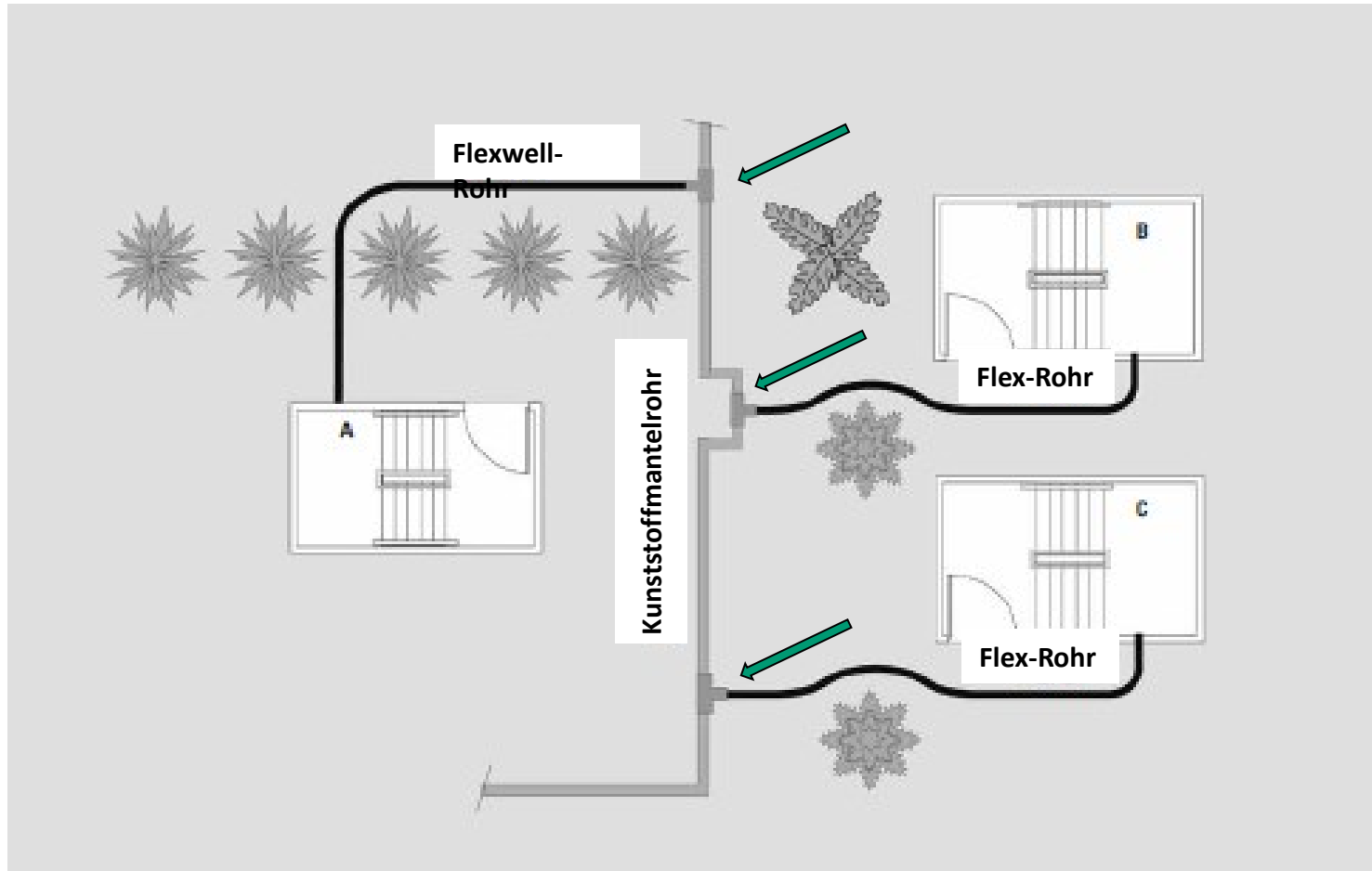
Flexible Rohrsysteme



Flexible Stahlmantelrohre

Rohrstatik

Anbindung flexibler Rohrleitungen an starre Rohrsysteme



Flexible Rohrsysteme / Referent D. Klapper

ExpertenForum Fernwärme 2023 – Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Flexible Rohrsysteme

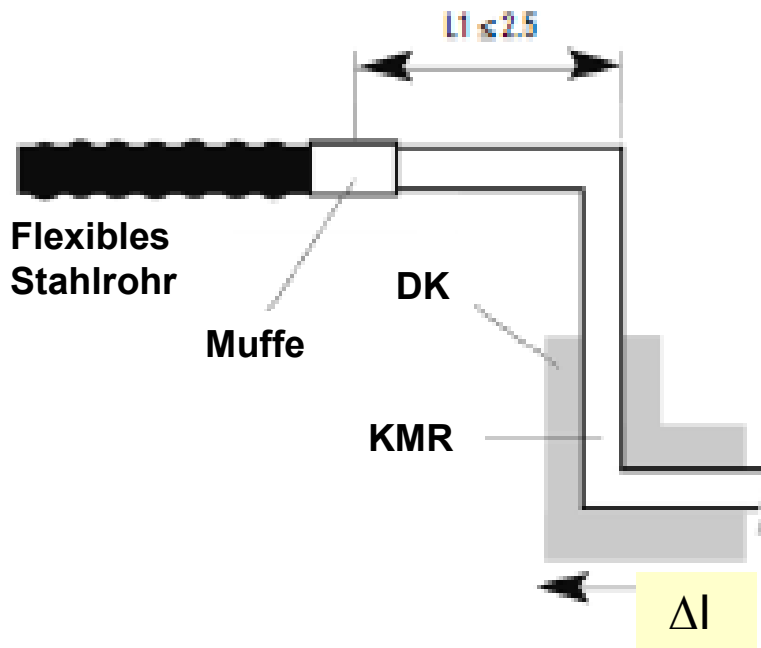


Flexibles Stahlmantelrohr

Rohrstatik

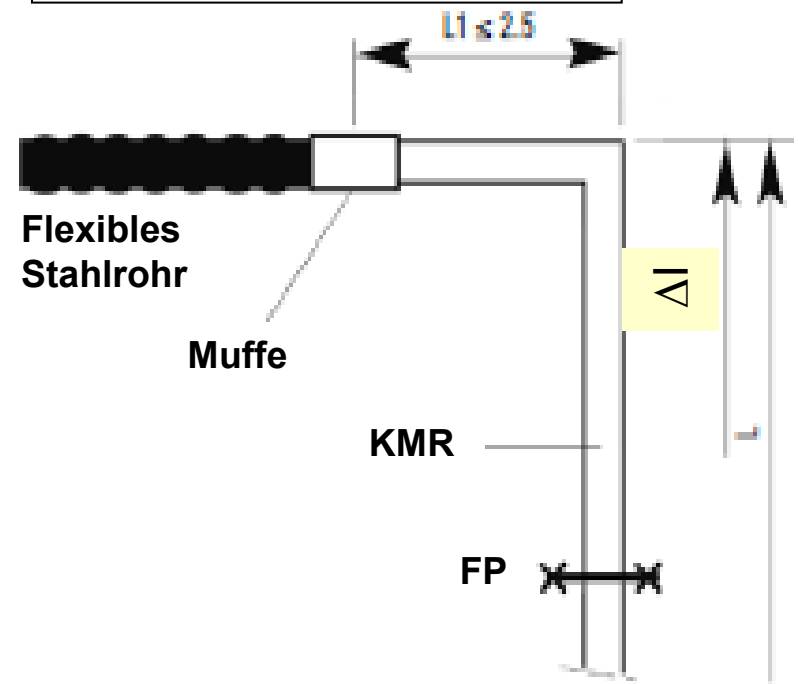
Verlegehinweis für die Anbindung flexibles Stahlrohr an Kunststoffmantelrohr

Übergang mit Z-Bogen



**Statische Auslegung des Z-Bogens
nach Ausdehnungsgrösse Δl**

Übergang mit Festpunkt



Ist die Rohrlänge L resp. Δl grösser als für L zulässig, muss ein Festpunkt eingebaut werden!

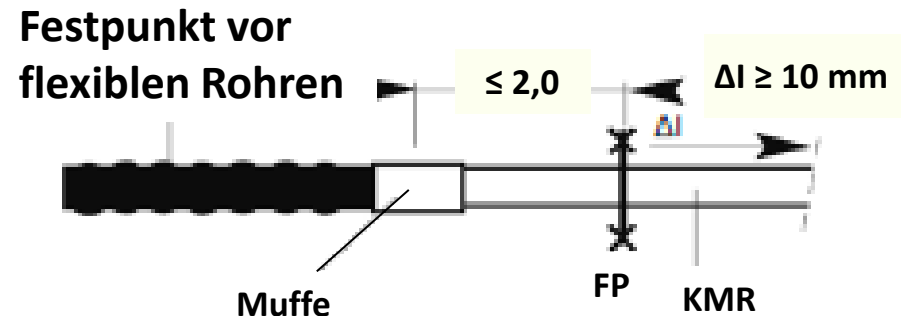
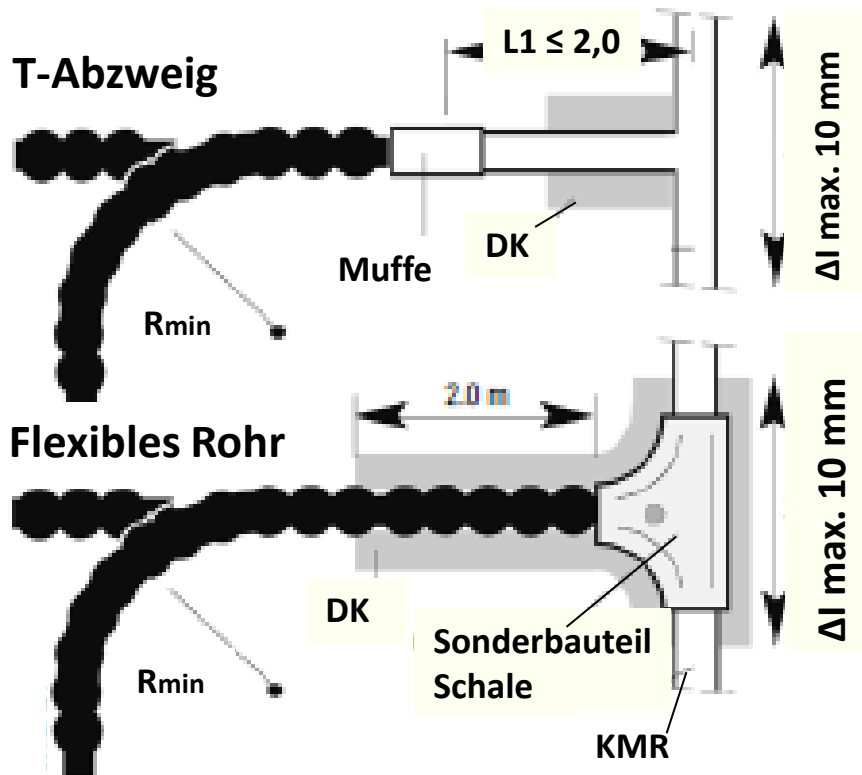
Flexible Rohrsysteme



Flexibles Stahlmantelrohr

Rohrstatik

Verlegehinweis für die Anbindung flexibles Stahlrohr an Kunststoffmantelrohr



Die Ausdehnung Δl des KMR, infolge Temperaturerhöhung, kann nicht von der flexiblen Leitung kompensiert werden. Einbau eines Festpunktes ist notwendig!

Die Querdehnung Δl darf nur soviel betragen, dass die Dehnung durch den Abgang $L1$ und der flexiblen Leitung aufgenommen werden kann!

Flexible Rohrsysteme



Flexible metallische Rohrsysteme Sicherer Transport von warmen und kalten Liquiden

