

COOL-FIT 4.0

Planungsgrundlagen



COOL-FIT 4.0	1
Planungsgrundlagen	1
1 Allgemeine Informationen	3
2 Systemspezifikation	4
3 Technische Details	6
3.1 COOL-FIT 4.0 Rohre und Fittings.....	6
3.2 COOL-FIT Werkzeuge.....	13
4 Dimensionierung und Auslegung	15
4.1 Allgemeine Angaben zur Dimensionierung und Verlegung von Kunststoff-Rohrleitungen ..	15
4.2 COOL-FIT 4.0 Druck-Temperatur Diagramm.....	15
4.3 Der Werkstoff Polyethylen (PE).....	17
4.4 Brandverhalten und Brandschutzmassnahmen.....	18
4.5 Hydraulische Auslegung.....	21
4.6 Nomogramm zur vereinfachten Ermittlung von Durchmesser und Druckverlust.....	23
4.7 Druckverluste.....	24
4.8 Dimensionsvergleich COOL-FIT 4.0.....	27
4.9 Z-Mass Methode.....	27
4.10 Längenänderung und Biegeschenkel.....	30
4.11 Installation.....	34
4.12 Rohrschellenabstände und Befestigung von Rohrleitungen.....	36
4.13 Schläuche.....	40
4.14 Untergrundverlegung.....	40
4.15 COOLING Tool-Box.....	42
5 Verlegung und Verbindung	43
5.1 Verbindung von COOL-FIT 4.0.....	43
5.2 Drucktest.....	54
5.3 Innendruck- und Dichtheitsprüfung.....	54
5.4 Inbetriebnahme mit sekundären Kälteträgern.....	57
6 Transport, Handhabung, Lagerung	58
6.1 Transport.....	58
6.2 Lagerung.....	58
6.3 Umwelt.....	58

1 Allgemeine Informationen

COOL-FIT 4.0 ist ein vollständig vorisoliertes Kunststoff-Rohrleitungssystem für Sekundär-Kühlkreisläufe, die mit Wasser, Sole oder Glykol Lösungen betrieben werden. Das System kann dank seiner Isolationsstärke von 40 mm in Industriekühlsystemen mit Medientemperaturen unter 0°C und Klimakühlsystemen, mit Medientemperaturen über 0 °C eingesetzt werden.

Das COOL-FIT 4.0 System basiert auf den bewährten und kaltschlagzäh, korrosionsfreien PE-Rohren und -Fittings. Die glatte innere Oberfläche der Medienleitung sorgt für sehr geringe Druckverluste. Die geringe Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffs und die hochwertige Dämmung garantieren niedrige Energie- und Betriebskosten über die gesamte Lebensdauer des Systems. Dank der 3-in-1-Bauweise – Medienleitung / Isolation / robuster Aussenmantel – sind die Installationszeiten sehr kurz.

Alle Komponenten sind vorisoliert oder werden mit einfach montierbaren Isolationshalbschalen geliefert. Die COOL-FIT 4.0 Werkzeuge ermöglichen die schnelle und sichere Installation der Systeme.



Das COOL-FIT 4.0 System wird unter anderem in den folgenden Anwendungsgebieten eingesetzt:

-
- | | | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| • Früchte- und Gemüseverarbeitung | • Klimaanlagen | • Rechenzentren |
| • Bäckereien | • Flughäfen | • Hotels |
| • Fleisch- und Fischverarbeitung | • Wohngebäude | • Einkaufszentren |
| • Kältelager | • Krankenhäuser | • Sportzentren / Freizeitanlagen |
| • Brauereien und Kellereien | • Industriegebäude | • Bildungseinrichtungen |
| | | • Banken / Öffentliche Einrichtungen |
-

2 Systemspezifikation



Spezifikation		COOL-FIT 4.0
Materialien ¹⁾	Medienrohr	PE100
	Isolation	GF-HE Schaum, halogenfrei, geschlossenporig
	Aussenmantel	Rohr PEHD Fitting GF-HE
Dimension		d32DN25 - d225DN200
Verbindungstechnik		Elektroschweissen
Nenndruck ²⁾	16 bar, SDR11	d32DN25 – d110DN100
	10 bar, SDR17	d160DN150 – d225DN200
Temperatur	Medium	-50 °C bis +60 °C
	Umgebung	-30 °C bis +60°C
Isolation	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{20^\circ\text{C}}$	0.022 W/mK (d32-d110); 0.026 W/mK (d160-d225)
	GF-HE Schaum	0.38 W/mK
	PE-Mantel & Innenrohr	
	Dichte	$\geq 70 \text{ kg/m}^3$
	Schaumzellengrösse	max. $\varnothing 0.5 \text{ mm}$
Mechanische Festigkeit (der Isolation)	Nominale Stärke GF-HE	40 mm
	Axiale Scherfestigkeit	$\geq 0.12 \text{ N/mm}^2$
	Druckfestigkeit	$\geq 0.3 \text{ N/mm}^2$

Spezifikation	COOL-FIT 4.0	
Farbe	Aussenmantel	Schwarz
Gewicht (ohne Flüssigkeit)	Rohr d32	1.41 kg/m
	Rohr d110	6.20 kg/m
	Rohr d225	16.6 kg/m
Sauerstoffdiffusion bei <14.5° C	ISO 17455	≤ 0.32 mg/(m² d)
Brandklasse		Normalentflammbar
Umwelt	Beständigkeit	Feuchtigkeits- und dampfdicht
	Ozonabbaupotenzial ODP (Ozone Depleting Potential)	Null
Normen und Richtlinien	EN ISO 15494	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für industrielle Anwendungen – Polybuten (PB), Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) – Anforderungen an Rohrleitungsteile und das Rohrleitungssystem – Metrische Reihen
	ISO 7	Gewindeverschraubungen
	EN ISO 16135	Industriearmaturen – Kugelhähne aus Thermoplasten
	EN ISO 16136	Industriearmaturen – Absperrklappen aus Thermoplasten
	EN ISO 16137	Industriearmaturen – Rückflussverhinderer aus Thermoplasten
	EN ISO 16138	Industriearmaturen – Membranventile aus Thermoplasten
	EN ISO 16871	Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme – Kunststoffrohre und Formstücke – Verfahren zur Einwirkung von direkter (natürlicher) Verwitterung
	EN ISO 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
Produktdeklarationen	Greenbuilding	nach: DGNB 2015 DGNB 2012 BREEAM 2016 LEED 2009 LEED v4

1) Alle drei Werkstoffe sind mechanisch fest miteinander verbunden.

2) Bei 20 C, Medium Wasser

3 Technische Details

3.1 COOL-FIT 4.0 Rohre und Fittings

3.1.1 COOL-FIT 4.0 Rohre



Die COOL-FIT 4.0 Innenrohre sind aus PE100 gefertigt. Die Isolation aus hocheffizientem GF-HE Hartschaum hat eine Wärmeleitfähigkeit λ von 0.022 W/mK (d32-d110) bzw. 0.026 W/mK (d160-d225). Die Rohre sind geschützt durch einen schlagfesten und wetterbeständigen PE-Mantel.

Alle drei Werkstoffe sind fest miteinander verbunden, um gute Isolationseigenschaften und eine geringe thermische Dehnung, bzw. Kontraktion für das System zu gewährleisten.

Die Rohre sind in 5 m Länge erhältlich deren freie Rohrenden bereits auf die Verbindung mit COOL-FIT 4.0 Fittings vorbereitet sind.

Medienrohr d x e (mm)	Medienrohr di (mm)	Aussenmantel D x e1 (mm)	Freie Rohrenden (mm)	Gewicht		Volumen (l/m)	Isolationsstärke (mm)	Wärmedurchgangskoeffizient (U) (W/m K)
				leer (kg/m)	/ m Wasser (kg/m)			
32 x 2.9	26.2	90 x 3	36	1.41	1.95	0.54	26	0.13
40 x 3.7	32.6	110 x 3.4	40	2.05	2.88	0.83	31.6	0.14
50 x 4.6	40.8	110 x 3.4	44	2.22	3.53	1.31	26.6	0.18
63 x 5.8	51.4	125 x 3.8	48	2.99	5.06	2.07	27.2	0.21
75 x 6.8	61.4	140 x 4.0	55	3.76	6.72	2.96	28.5	0.23
90 x 8.2	73.6	160 x 4.0	62	4.82	9.07	4.25	31	0.24
110 x 10	90	180 x 4.0	72	6.50	12.86	6.36	31	0.28
160 x 9.5	141.0	250 x 5	90	9.95	25.56	15.61	40	0.37
225 x 13.4	198.2	315 x 6	110	16.60	47.45	30.85	39	0.50

d	Nominaler Aussendurchmesser PE-Medienrohr
di	Nominaler Innendurchmesser PE-Medienrohr
D	Nominaler Aussendurchmesser PE-Aussenmantel
e, e1	Nominale Wandstärke

Energieeinsparverordnung EnEV

COOL-FIT 4.0 erfüllt die Spezifikationen der Energieeinsparverordnung EnEV 2014 für Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen.



Bitte kontaktieren Sie GF beim Einsatz von COOL-FIT 4.0 gemäss Spezifikation der EnEV2014 für Heizleitungen

3.1.2 COOL-FIT 4.0 Fittings

Allgemeines

Die Medienleitung und die Isolation der COOL-FIT 4.0 Fittings erfüllen dieselben Spezifikationen wie die der COOL-FIT 4.0 Rohre. Die COOL-FIT 4.0 Fittings basieren auf ELGEF Elektroschweissfittings, die auch in anderen Anwendungen seit Jahren erfolgreich eingesetzt werden. Sie garantieren eine einfache und sichere Verbindung.

Die vorisolierten Fittings COOL-FIT 4.0 werden in zwei Typen unterschieden:



Typ A:
Elektroschweissfittings mit integrierten Widerstandsdrähten für direkte Elektroschweissverbindung Rohr-zu-Fitting.



Typ B:
Stutzenfitting mit freien Enden für die Rohr-zu-Fitting Verbindung mit COOL-FIT 4.0 Elektroschweissfittings.

Winkel 90° und Reduktion als Beispiel

Nützliche Funktionen:



Schweissanzeige

Die Schweissanzeige steht nach dem abgeschlossenen Schweißprozess hervor. Sie zeigt an, ob die Schweißung erfolgt ist.



Dichtlippe

Die Dichtlippe dichtet die Isolation zwischen Rohr und Fitting feuchtigkeites- und dampfdicht ab. Sie fügt sich beim Zusammenschieben über das Rohr und dichtet mechanisch ab.



Beschriftung

Die Fittings sind mit einer abriebfesten Beschriftung versehen.



Tracecode

Mittels des Traceability Codes können relevante Produktdaten bis zur Herstellung zurückverfolgt werden.



Winkelmarkierung

Durch Markierungen an den Enden der Fittings und auf dem Rohr, kann die Verbindung von Rohr und Fitting optimal ausgerichtet werden.

Verbindung

Rohre und Fitting

Die Fittings Typ A sind mit integrierten Widerstandsdrähten ausgestattet, die beim Schweissvorgang über Schweisskontakte an den Fittings mit elektrischem Strom beaufschlagt werden. Dadurch wird die Innenseite des Fittings erhitzt und verbindet sich an der Schmelzzone mit dem Medienrohr.

Die Fittings Typ B haben an deren Ende nicht-isolierte, freie Stutzen. Sie können mittels Fittings Typ A mit einem Rohr verbunden werden.

Fitting und Fitting

Die Verbindung zweier COOL-FIT 4.0 Fittings Typ A erfolgt mit Hilfe eines kurzen COOL-FIT 4.0 Rohrstücks. Für sehr kompakte Anwendungen stehen COOL-FIT 4.0 Doppelnippel zur Verfügung.

Die Verbindung zweier COOL-FIT 4.0 Fittings Typ B erfolgt mit Hilfe eines Fittings Typ A.

Ebenso möglich ist die direkte Verbindung eines COOL-FIT 4.0 Fittings Typ A und eines COOL-FIT 4.0 Fittings Typ B.

Komponenten



COOL-FIT 4.0 Elektroschweissmuffe

COOL-FIT 4.0 Elektroschweissmuffen werden zur Verbindung von Rohren und anderen Komponenten mit freien Enden wie Fittings Typ B, Ventile und Übergangsfittings verwendet.



COOL-FIT 4.0 Winkel 45° und COOL-FIT 4.0 Winkel 90° (siehe oben Abschnitt „Allgemeines“)



COOL-FIT 4.0 T90° egal und COOL-FIT 4.0 T90° reduziert

Die T-Stücke 90° egal und -reduziert des Typ A weisen, gleich wie die Elektroschweissmuffe, Widerstandsdrähte für die Elektroschweissung auf. Die mittleren Abgänge können mit den Fittings Typ A verbunden werden, sodass jegliche Kombinationen realisierbar sind.



COOL-FIT 4.0 Reduktion

Mittels der COOL-FIT 4.0 Reduktion kann der Durchfluss der Ausgangsdimension um bis zu 5 Dimensionsgrößen verringert werden (z.B. von d225 auf bis zu d63).



COOL-FIT 4.0 Doppelnippel

COOL-FIT 4.0 Doppelnippel dienen der direkten und kompakten Verbindung von Fitting-zu-Fitting des Typ A.

Kombination von T90° und Reduktion

Soll in einem System eine Durchflussreduktion am mittleren Abgang eines T-Stücks erfolgen, ist je nach Dimension entweder ein COOL-FIT 4.0 T90° reduziert oder ein COOL-FIT 4.0 T90° reduziert / egal in Verbindung mit einer COOL-FIT 4.0 Reduktion zu verwenden:

Abgang \ Durchgang	40	50	63	75	90	110	160	225
32	X	X	X	○	○	○	○	○
40		X	X	○	○	○	○	○
50			X	○	○	○	○	○
63				△	△	△	△	△
75					△	△	□	□
90						△	△	△
110							△	△
160								△

- △ T90°- reduziert
- X T90°- egal + Reduktion Typ A
- T90°- reduziert mit Abgang d63 + Reduktion Typ A
- T90°- reduziert mit Abgang d90 + Elektroschweissmuffe d90 + Reduktion Typ B

Zubehör



Isolation der Schweisskontakte

Werden mit jedem Fitting mitgeliefert. Verhindern die mögliche Entstehung einer Kältebrücke an den Schweisskontakten. Die Isolationen können ebenso als Hilfsmittel zur Überprüfung dienen, dass eine Verbindung geschweisst wurde.



Abdichtschellen

Das Anbringung von Abdichtschellen wird bei vertikal verlaufenden Ausseninstallation unter Witterungseinflüssen um die obere Dichtlippe der Fittings empfohlen.



Abdichtband

Als Alternative zu den Abdichtschellen dient das Abdichtband der Abdichtung der oberen Dichtlippe der COOL-FIT 4.0 Fittings bei vertikal verlaufenden Ausseninstallationen unter Witterungseinflüssen.



Isolationsübergang

Der Isolationsübergang dient der feuchtigkeits- und dampfdichten Abdichtung der Schnittstelle beim Übergang von COOL-FIT 4.0 Fitting auf COOL-FIT 2.0 Rohr.



Klebstoff

Zum stirnseitigen Verkleben der Isolationen von Übergangsfittings mit der Isolation der flexiblen Schläuche.



Abdeckband

Optional als Abdeckung von manuell bearbeiteten Schnittkanten sowie nach dem Verkleben der Isolationen von Übergangsfittings mit der Isolation der flexiblen Schläuche.

3.1.3 COOL-FIT 4.0 Ventile



Die auf das System COOL-FIT 4.0 ausgelegten Kunststoff-Ventile mit PE100-Stutzen, basieren auf dem bestehenden ABS Ventilsortiment von Georg Fischer Piping Systems. Die mit den Ventilen gelieferten Isolationshalbschalen bestehen aus einer Isolationsschicht aus PE- / GF-HE Schaum mit schützendem PE Aussenmantel. Die Dichtflächen der Isolationshalbschalen garantieren eine widerstandsfähige wasser- und dampfdichte Isolation durch das Design. Ein zusätzliches Verkleben oder abdichten mit Klebeband ist nicht notwendig.

Kondensationsdichtes Verschliessen der vorisolierten Halbschalen erfolgt über das Verpressen der Halbschalen gegeneinander. Dies wird über mitgelieferte wiederverschliessbare Spannbänder aus Kunststoff (d32DN25 – d63DN50) und Edelstahl (d75DN65 – d225DN200) ermöglicht. Ein unkomplizierter Zugang an das Ventil ist durch die einfache Montage und Demontage der vorisolierten Halbschalen somit gewährleistet.

Der isolierte Kugelhahn aus ABS ist in den Dimensionen d32DN25 – d90DN80 erhältlich. Für die Dimensionen d110DN100 – d225DN200 sind Absperrklappen-Sets verfügbar die sich aus Klappe, Vorschweissbund, Losflansch PP-St, Schraubensätze und Isolationshalbschalen zusammensetzen.

Die Ventile sind jeweils verfügbar als handbetätigte und elektrisch angetriebene Version.

Die elektrischen verwendeten elektrischen Antriebe (EA) bieten folgende Vorteile:



- Positionsrückmeldung via Relais (Auf/ Zu/ Mitte)
- Heizelement zur Vermeidung von Kondenswasser
- Optische Stellungsanzeige mit LED Statusüberwachung
- Ansteuerungsmöglichkeit für eine 3. Position zwischen „Auf“ und „Zu“
- Relaisausgang für „Betriebsbereit“ und 7-Segment Fehleranzeige
- Integrierte Handnotbetätigung mit magnetischer Fixierung
- Lange Lebensdauer dank robuster Bauart und Auswahl bester Elektronik
- Flexible Zusammenstellung dank modularem Aufbau
- Zahlreiche Überwachungs- und Steuerungsmöglichkeiten
- Einfache Handhabung

3.1.4 COOL-FIT 4.0 Übergangsfittings, Flanschverbindungen



Die Übergangsfittings und Flanschverbindungen ermöglichen den Übergang auf andere Systeme. Diese können sowohl aus Metall als auch aus Kunststoff sein. Die mit den Übergangsfittings und Vorschweissbunden gelieferten Isolationshalbschalen bestehen aus einer Isolationsschicht aus PE- Schaum mit schützendem PE Aussenmantel und garantieren eine widerstandsfähige wasser- und dampfdichte Isolation.

	Dimension	Material	Gewindetyp / Anschluss / Lochkreis
Übergangsfittings zu Metall*	d32 – d63 1/2" – 2"	PE – Edelstahl,	Aussengewinde NPT) Innengewinde, NPT) Überwurfmutter (G)
Übergangsfittings zu iFIT oder Sanipex MT	d32	Edelstahl/ Messing	iFIT, Sanipex MT
Verschraubung Kunststoff*	d32 – d110	PE – PE, PE – ABS	Schweisstützen Klebemuffe
Vorschweissbund (Flanschverbindung)	d32 – d225	PE	Passend zu Lochkreis PN16/PN10

3.1.5 COOL-FIT 4.0 Flex Schläuche



Die flexiblen Schläuche aus EPDM ermöglichen eine bewegliche Anbindung an Geräte, wie z.B. Kälteaggregate und Gebläsekonvektoren. Zudem kann ein Flex Schlauch als Kompensator für Ausdehnung oder Kontraktionen innerhalb des Systems verwendet werden. Der reissfeste, schützende Gewebemantel und die NBR Isolation ($\lambda_{10^\circ\text{C}} \leq 0.035 \text{ W/mK}$) sorgen für langanhaltend gute Isolationswirkung. Durch die vielseitigen Anschlussmöglichkeiten, ist die Systemanbindung gewährleistet: G-Gewinde (Aussengewinde + lose Mutter mit Dichtung).

3.1.6 COOL-FIT 4.0 Installationsfittings Typ 313



Die Installationsfittings dienen dazu, verschiedene Sensortypen wie Druck- oder Temperatursensoren mit dem System zu verbinden. Der Anschluss des Sensors erfolgt über 1/2" oder 3/4" Innengewinde Rp oder NPT.

Die Isolation besteht aus hocheffizientem (GF-HE) Hartschaum und bietet hervorragende Isolationseigenschaften.

3.2 COOL-FIT Werkzeuge



Elektroschweissmaschinen

Elektroschweissmaschinen werden für die Verbindung der COOL-FIT 4.0 Komponenten benötigt. Das Sortiment beinhaltet monovalente und polyvalente Schweißmaschinen, welche zuverlässig und einfach zu bedienen sind.

Georg Fischer Piping Systems empfiehlt Elektroschweissmaschinen der Serie MSA zu verwenden.



Lange Schweißadapter

Die langen Schweißadapter dienen als Verlängerung der Schweißstecker von Elektroschweissmaschinen. Die grössere Adapterlänge ist, im Vergleich zu den Standardadaptern, an die Dämmung der COOL-FIT 4.0 Elektroschweißfittings angepasst.



Y-Kabel Set für COOL-FIT Festpunkte

Halbiert die Schweißzeit der COOL-FIT Festpunkte.



Montagehilfe

The COOL-FIT 4.0 Montagehilfe ermöglicht ein vereinfachtes Aufbringen der COOL-FIT 4.0 Fittings auf das COOL-FIT 4.0 Rohr. Die Montagevorrichtungen weiten die vorgespante Dichtlippe und ermöglichen dadurch ein einfaches Aufschieben des Fittings auf das Rohr.



Abisolier- und Schälwerkzeug - handbetätigt

Das Abisolier- und Schälwerkzeug dient der Vorbereitung von gekürzten COOL-FIT 4.0 Rohren auf das Elektroschweißen. Das Werkzeug entfernt Schaum und Aussenmantel und schält zugleich die Oberfläche des Medienrohrs ab. Mit der spanabhebenden Bearbeitung der Schweißzone wird die eventuell vorhandene Oxidschicht entfernt. Das Werkzeug gibt es in zwei Ausführungen:

1. Für die Dimensionen d32 – d90, 2. Für die Dimensionen d110 – d225.



Automatisches Abisolier- und Schälwerkzeug

Das automatische Abisolier- und Schälwerkzeug dient ebenfalls der Vorbereitung gekürzter COOL-FIT 4.0 Rohre auf das Elektroschweißen. Durch die Kompatibilität zu gängigen Akkuschaubern bietet es eine komfortable und kräfteschonende Ergänzung zum handbetätigten Werkzeug. Das automatische Werkzeug ist als Set erhältlich das die Dimensionen d32-d63 abdeckt.



Festhaltevorrichtung

Während des Schweißprozesses treten Kräfte auf, die das Rohr aus dem Fitting bewegen können. Daher wird die Befestigung der Anordnung mit Festhaltevorrichtungen empfohlen. Die Bewegung der Rohre wird dadurch verhindert, sodass sie ihre Ausrichtung beibehalten.

Mittels des Gelenks können auch Einstellungen für Winkel und Reduktionen vorgenommen werden. Je nach Rohrlänge können 2 oder 4 der glasverstärkten Kunststoff-Halterungen verwendet werden. Das Gestänge besteht aus verzinktem Stahl. Die Spannbänder sind im Lieferumfang enthalten, ein T-Adapter kann optional hinzubestellt werden.

4 Dimensionierung und Auslegung

4.1 Allgemeine Angaben zur Dimensionierung und Verlegung von Kunststoff-Rohrleitungen

Bei der Auslegung und der Installation von thermoplastischen Rohrleitungssystemen muss berücksichtigt werden, dass Kunststoffe unterschiedliche physikalische Eigenschaften im Gegensatz zu Metall haben. Obwohl das COOL-FIT 4.0 ein sehr robustes System ist, sollte bei der Handhabung und beim Transport mit Sorgfalt gearbeitet werden, um jegliche Schäden zu vermeiden.

Georg Fischer Piping Systems entwickelt und verkauft seit mehr als 50 Jahren verschiedene Kunststoffrohrleitungssysteme, an die sehr hohe Anforderungen gestellt werden, wie z.B. optimale Isolationseigenschaften bei Einsatz in Kühlanwendungen. Erfahrungswerte haben gezeigt, dass Kunststoff eine wirtschaftliche und zuverlässige Alternative zu Metall bietet, wenn Planer und Installateure die Ratschläge aus den technischen Unterlagen berücksichtigen. Bei der fachgerechten Erstellung von Kunststoffrohrleitungssystemen ist es beispielsweise erforderlich, dass sich das Rohrsystem bewegen kann, um Längenänderungen sicher aufzunehmen. Diese Längenänderungen entstehen unter dem Einfluss von Temperaturschwankungen und Druckänderungen. Zur sicheren Aufnahme dieser Längenänderungen ist der Einsatz von Rohrhaltern erforderlich, die diese Bewegung zulassen.

Die folgenden technischen Informationen enthalten die notwendigen grundsätzlichen Informationen, um eine wirtschaftliche und problemlose Installation und den dauerhaften Betrieb zu gewährleisten. Dieses Kapitel enthält jedoch nicht alle Einzelheiten. Für nähere Informationen oder wenn Sie spezifische Fragen haben, wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen Georg Fischer Piping Systems Vertreter. Zusätzliche Informationen erhalten Sie auf der Website von GF.

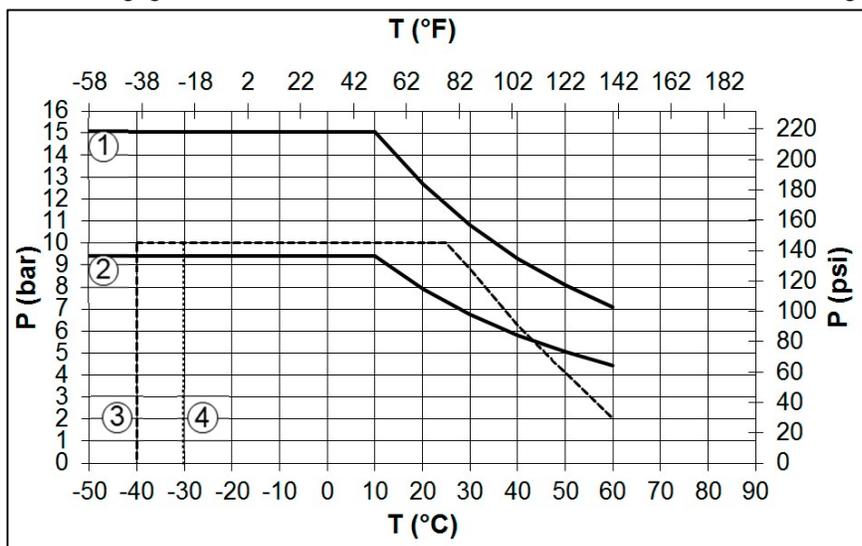
4.2 COOL-FIT 4.0 Druck-Temperatur Diagramm

Die Druckbelastbarkeit für thermoplastische Rohre wird für Wasser bei +20 °C angegeben. Bei höheren Temperaturen ist darauf zu achten, dass der Betriebsdruck reduziert werden muss.

Das Diagramm zeigt für COOL-FIT 4.0 Rohre und Fittings den maximal erlaubten Druck bei verschiedenen Temperaturen bis zur maximal erlaubten Medientemperatur von +60 °C. Die Tabelle basiert auf einer Umgebungstemperatur von +20 °C. Ein Sicherheitsfaktor von 1.6 ist in allen Berechnungen mit einer minimalen Lebensdauer von 25 Jahren miteinbezogen worden.

4.2.1 Druck-/ Temperaturgrenzen für COOL-FIT 4.0 Rohre, Fittings, Ventile – Kühlmedium Wasser

Anwendungsgrenzen für COOL-FIT 4.0: 25-Jahres-Werte unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors 1.6.



P Zulässiger Druck (Bar, psi)
T Temperatur (°C, °F)
C Sicherheitsfaktor

- ① COOL-FIT 4.0 Rohr und Fitting d32–d110, C1.6, SDR11
- ② COOL-FIT 4.0 Rohr und Fitting d160–d225, C1.6, SDR17
- ③ COOL-FIT 4.0 Kugelhahn PN10
- ④ COOL-FIT 4.0 Absperrklappe PN10

COOL-FIT 4.0

Dimensionierung und Auslegung

4.2.2 Einfluss von Kälte-trägern mit Frostschutzzusätzen

Bei Temperaturen unter 0 °C muss ein Frostschuttmittel im Wasser benutzt werden, um bei Anlagenstillstand ein Gefrieren des Wassers zu verhindern.

COOL-FIT 4.0 ist im Allgemeinen resistent gegenüber sekundären Kälte-trägern wie Glykol- und Solelösungen. Bei einigen Kälte-trägern ist je nach Art und Mischungsverhältnis ein Abminderungsfaktor notwendig. Der zulässige Betriebsdruck wird abweichend zur wassergültigen Druck-Temperatur-Kurve nach unten korrigiert.

Abminderungsfaktoren	COOL-FIT 4.0 Rohr und Fitting	COOL-FIT 4.0 Ventile
Anorganische Solelösungen	F = 1	F = 1
Organische Solelösungen	F = 1	F = 1.25
Glykollösungen (max. 50 %)	F = 1.1	F = 1.7

Zur Berechnung wird folgende Formel verwendet:

$$P_{AF} = \frac{P_w}{AF}$$

P_{AF} Zulässiger Druck mit Abminderungsfaktor
 P_w Zulässiger Druck für Wasser als Medium
 AF Abminderungsfaktor

4.2.3 Glykollösungen

COOL-FIT 4.0 kann mit Glykollösungen bis zu einer Konzentration von max. 50 % verwendet werden. Folgende Frostschuttmittel können hinsichtlich chemischer Beständigkeit mit dem COOL-FIT 4.0 System eingesetzt werden:

Handelsname	Hersteller	Typ
Antifrogen N	Clariant	Ethylenglykol
Antifrogen L	Clariant	Propylenglykol
Showbrine Blue Showa standard EG brine	Showa Brine	Ethylenglykol
Tyfocor L	Tyfo	Propylenglykol
Tyfocor	Tyfo	Ethylenglykol
DOWFROST	DOW	Propylenglykol
Zitrec FC	Arteco	Propylenglykol
Zitrec LC	Arteco	Propylenglykol
Zitrec MC	Arteco	Ethylenglykol
Neutroge Neo	Climalife Dehon	Ethylenglykol
Friogel Neo	Climalife Dehon	Propylenglykol
DOWTHERM SR-1	DOW	Ethylenglykol

Bei Verwendung anderer Kälte-träger wird empfohlen die Kompatibilität von COOL-FIT 4.0 mit Georg Fischer Piping Systems abzuklären.



Beispiel - In Wasser gelöstes Glykol

Bei Wasser-Glykol-Mischung $\leq 50\%$ beträgt der Abminderungsfaktor für das Druck-Temperatur-Diagramm = 1.7 (für COOL-FIT 4.0 Ventile). Somit reduziert sich bei +10 °C, bei einer minimalen Lebensdauer von 25 Jahren der zulässige Betriebsdruck auf wie folgt:

$$P_{AF} = \frac{10 \text{ bar}}{1.7} = 5.88 \text{ bar}$$

4.2.4 Organische Solelösungen

Diese Medien sind gewöhnlich Kaliumformiate oder Kaliumacetate: Wässrige Lösungen mit niedrigerer Viskosität bei niedrigen Temperaturen. COOL-FIT 4.0 kann mit den untenstehenden Medien benutzt werden. Es müssen die Herstelleranweisungen des Mediums befolgt werden.

Handelsname	Hersteller	Typ
Antifrogen KF	Clariant	Solelösung
Zytrec S-55	Frigol	Solelösung
Temper ¹⁾	Temper	Solelösung
Hycool	Addcon	Solelösung

¹⁾ Bitte GF kontaktieren



Detaillierte Informationen zu Beständigkeit und Abminderungsfaktoren, siehe allgemeine Planungsgrundlagen Industrie unter Chemische Beständigkeit.

4.3 Der Werkstoff Polyethylen (PE)

Der für das System COOL-FIT 4.0 dominierende Werkstoff ist Polyethylen (PE). Da die medienberührenden Innenrohre aus PE-100 bestehen, sind dessen Materialeigenschaften von besonders hoher Relevanz.

4.3.1 Eigenschaften von PE (Richtwerte)

Eigenschaft	PE 100-Wert ¹	Einheit	Prüfnorm
Dichte	0.95	g/cm ³	EN ISO 1183-1
Streckspannung bei 23 °C	25	N/mm ²	EN ISO 527-1
Zug-E-Modul bei 23 °C	900	N/mm ²	EN ISO 527-1
Charpy-Kerbschlagzähigkeit bei 23 °C	83	kJ/m ²	EN ISO 179-1/1eA
Charpy-Kerbschlagzähigkeit bei -40 °C	13	kJ/m ²	EN ISO 179-1/1eA
Kristallitschmelzpunkt	130	°C	DIN 51007
Wärmeleitfähigkeit bei 23 °C	0.38	W/m K	EN 12664
Wasseraufnahme bei 23 °C	0.01 - 0.04	%	EN ISO 62
Farbe	9,005	-	RAL
Sauerstoffindex (LOI)	17.4	%	4589-1

¹ Typische, am Werkstoff gemessene Kennwerte, sollten nicht für Berechnungen verwendet werden.

4.3.2 Allgemeine Informationen

Alle Polymere, die aus Kohlenwasserstoffen der Formel C_nH_{2n} mit einer Doppelbindung (Ethylen, Propylen, Buten-1, Isobuten) aufgebaut sind, werden mit dem Sammelbegriff Polyolefine bezeichnet. Zu ihnen gehört auch Polyethylen (PE). Dabei handelt es sich um einen teilkristallinen Thermoplasten. Polyethylen ist wohl der bekannteste Kunststoff. Die chemische Formel lautet: -(CH₂-CH₂)_n. Polyethylen ist ein umweltverträgliches Kohlenwasserstoffprodukt. PE zählt, wie auch (PP), zu den unpolaren Werkstoffen. Es ist daher in üblichen Lösungsmitteln nicht löslich und kaum quellbar. PE-Rohre können daher nicht durch Kleben mit Fittings verbunden werden. Die werkstoffgerechte und geeignete Verbindungsmethode ist das Schweißen.

Die grösste Verbreitung im Rohrleitungsbau hat PE für den Bau von erdverlegten Gas- und Wasserleitungen gefunden. In diesem Anwendungsbereich ist Polyethylen in zahlreichen Ländern zum dominierenden Werkstoff geworden. Aber auch in der Haustechnik und im industriellen Rohrleitungsbau werden die Vorteile dieses Werkstoffs genutzt.

Vorteile von PE

- Geringes Gewicht
- Ausgezeichnete Flexibilität
- Gute Abriebbeständigkeit (Abrasionsbeständigkeit)
- Korrosionsbeständigkeit
- Duktile Brucheigenschaften
- Hohe Schlagzähigkeit auch bei sehr niedrigen Temperaturen
- Gute chemische Beständigkeit
- Schweissbar

4.3.3 Chemikalien-, UV- und Witterungsbeständigkeit sowie Abrasionsbeständigkeit



UV- und Witterungsbeständigkeit

Polyethylen ist aufgrund des verwendeten schwarzen Pigments sehr witterungsbeständig. Auch bei längerer Einwirkung von Sonnenstrahlung, Wind und Regen ist der Werkstoff bedenkenlos einsetzbar.



Chemische Beständigkeit

Polyethylen zeigt eine gute Beständigkeit gegen ein breites Spektrum an Medien. Für detaillierte Informationen ist die ausführliche Liste der chemischen Beständigkeit von Georg Fischer Piping Systems zu beachten oder direkt an die zuständige von Georg Fischer Piping Systems zu wenden.



Abrasionsbeständigkeit

PE besitzt eine exzellente Beständigkeit gegen abrasive Beanspruchung. Deshalb findet man PE-Rohrleitungssysteme in zahlreichen Anwendungen zur Beförderung von Feststoffen und feststoffhaltigen Medien. Für viele Anwendungen zeigt sich PE besonders gegenüber Metallen als vorteilhaft.

4.3.4 Thermische und Elektrische Eigenschaften



Einsatzgrenzen

Die Einsatzgrenzen des Werkstoffs richten sich einerseits nach den Versprödungs- und Erweichungstemperaturen und andererseits nach Art und Dauer der Anwendung. Details sind den jeweiligen Druck-Temperatur-Diagrammen zu entnehmen.



Elektrische Eigenschaften

Polyethylen ist, wie die meisten Thermoplaste, nicht leitend. Das bedeutet, dass in Systemen aus PE keine elektrolytische Korrosion stattfindet. Jedoch müssen die nicht leitenden Eigenschaften in Betracht gezogen werden, da sich beim Rohr elektrostatische Ladungen aufbauen können. Polyethylen hat ein gutes elektrisches Isoliervermögen. Der spezifische Durchgangswiderstand beträgt $3.5 \times 10^{16} \Omega\text{cm}$, der spezifische Oberflächenwiderstand $10^{13} \Omega$. Dies muss für Anwendungen berücksichtigt werden, bei denen Entzündungs- oder Explosionsgefahr besteht.

4.4 Brandverhalten und Brandschutzmassnahmen

4.4.1 Brandlast

d/D (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	160/250	225/315
Brandlast COOL-FIT 4.0 Rohre (kWh/m)	15.1	21.9	24.3	33.1	41.8	53.7	69.7	110.4	188.5

4.4.2 Brandschutzklassen nach EN13501-1 und britischen Bauvorschriften

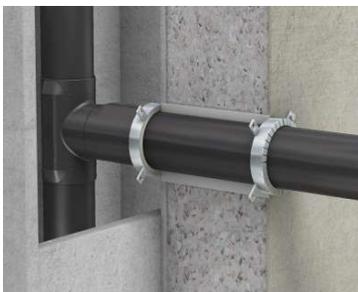
	COOL-FIT 4.0	COOL-FIT 4.0/Mineralwolle ²
		
EN 13501-1	E	A2 _L
VKF	RF3 _{cr} ³	RF1
BS 5422:2009 ¹	National Class 3	National Class 0

¹ Prüfverfahren gemäss BS 476-6 und BS 476-7

² Typ: Rockwool 800

³ RF3 für d≥d160/D250

4.4.3 Brandabschottungen



Um brennbare Rohre durch Brandabschottungen zu führen, deren sichere Funktion nicht beeinträchtigt werden darf, sind Brandschutzmanschetten zu verwenden, die den lokalen Anforderungen und Gesetzgebung entsprechen.

Die Brandabschottungen mit folgenden europäischen technischen Bewertungen wurden positiv mit COOL-FIT 4.0 getestet

Brandabschottung	Hersteller	Zulassung	Dimension
ROKU ® AWM II	Rolf Kuhn GmbH	ETA 11/0208	d40, d50, d90
BIS Pacifyre ® AWM II	Walraven	ETA 11/0208	d40, d50, d90
CP644	Hilti	ETA 10/0404	folgt

Systembeschreibung

Die oben aufgeführten Brandschutzmanschetten bestehen aus einem Metallgehäuse, das im inneren in mehreren Lagen mit hochwirksamem, intumeszierendem Material ausgekleidet ist. Im Brandfall erzeugt das aufschäumende Material einen starken Blähdruck und verschliesst die Öffnung im Mauerwerk / der Decke wähen 90 - 120 min gegen den Übertritt von Feuer und Rauch. Bei Wänden ist auf jeder Seite eine Manschette zu montieren, an Decken nur auf der Unterseite.



Einsatzbereiche

- Abschottung von Kunststoffrohren bis max. Ø 400 mm in Massivwänden, leichten Trennwänden und Massivdecken
- Für Kunststoffrohre, Mineralfaserverstärkte Kunststoffe, Kunststoffverbundrohre
- Für isolierte und unisolierte Kunststoffrohre und schallentkoppelnde Abwasserrohre geeignet

Minimalabstände

Öffnungsgröße	<= 20 x 20 cm	<= 40 x 40 cm	> 40 x 40 cm
zu anderen Rohrabschottungen	10 cm	10 cm	20 cm
zu anderen Öffnungen	10 cm	20 cm	20 cm

4.4.4 Lösungen für Fluchtwege



Innerhalb von Fluchtwegen dürfen nur nichtbrennbare Systeme installiert werden. Die Fa. Rockwool bietet mit Rockwool 800 eine Umhüllung aus Steinwolle, die auf Kunststoffrohren als brandschutztechnische Kapselung für Flucht- und Rettungswege eingesetzt werden kann. Diese Lösung darf auf Rohren mit maximal 160 mm Aussendurchmesser angewendet werden.

Detaillierte Produktinformationen über Rockwool 800 siehe www.rockwool.de

4.5 Hydraulische Auslegung

4.5.1 Bestimmung des Rohrdurchmessers ausgehend von der Durchflussmenge

In einer ersten Annäherung kann der notwendige Rohrquerschnitt zur Beförderung einer bestimmten Durchflussmenge mit Hilfe der folgenden Formel ermittelt werden:

$$d_i = 18.8 \cdot \sqrt{\frac{Q_1}{v}} \quad \text{oder} \quad d_i = 35.7 \cdot \sqrt{\frac{Q_2}{v}}$$

v	Fliessgeschwindigkeit (m/s)
d _i	Rohrinnendurchmesser (mm)
Q ₁	Durchflussmenge (m ³ /h)
Q ₂	Durchflussmenge (l/s)
18.8	Umrechnungsfaktor für Einheiten Q1 (m ³ /h)
35.7	Umrechnungsfaktor für Einheiten Q2 (l/s)



Beispiel zur Berechnung des Innendurchmessers d_i ausgehend von der Durchflussmenge

COOL-FIT 4.0	SDR17
Durchflussmenge Q ₂	55 l/s
Übliche Fliessgeschwindigkeit v	1.5 m/s

$$d_i = 35.7 \cdot \sqrt{\frac{55}{1.5}} = 216.2 \text{ mm}$$

Ein Rohr mit d225/D315 wird verwendet. Nachdem der Innendurchmesser so ermittelt wurde, wird mit der folgenden Formel die tatsächliche Fliessgeschwindigkeit bestimmt:

$$v = 354 \cdot \frac{Q_1}{d_i^2} = 1.8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{oder} \quad v = 1275 \cdot \frac{Q_2}{d_i^2} = 1.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

v	Fliessgeschwindigkeit (m/s)
d _i	Rohrinnendurchmesser (mm)
Q ₁	Durchflussmenge (m ³ /h)
Q ₂	Durchflussmenge (l/s)
354	Umrechnungsfaktor für Einheiten Q1 (m ³ /h)
1275	Umrechnungsfaktor für Einheiten Q2 (l/s)

4.5.2 Bestimmung des Rohrdurchmessers ausgehend von der Kühlleistung

In einer ersten Annäherung kann der notwendige Rohrquerschnitt zur Erzeugung einer bestimmten Kühlleistung mit Hilfe der folgenden Formel ermittelt werden:

$$d_i = 18.8 \cdot \sqrt{\frac{(Q_L \cdot 3600)}{\Delta T \cdot c \cdot \rho}}{v}$$

d _i	Rohrinnendurchmesser (mm)
Q _L	Kühlleistung (kW)
ΔT	Temperaturdifferenz Vorlauf – Rücklauf (K)
c	Spezifische Wärmekapazität (kW*s/(kg*K))
ρ	Dichte des Mediums (kg/m ³)
v	Fliessgeschwindigkeit (m/s)



Beispiel zur Berechnung des Innendurchmessers d_i ausgehend von der Kühlleistung mit Wasser als Medium

Kühlleistung Q_L	2000 kW
spez. Wärmekapazität Wasser (20 °C) c	4.187 kJ/(kg*K)
Dichte Wasser (20 °C) ρ	998.2 kg/m ³
Temperaturdifferenz ΔT	10 K
Fliessgeschwindigkeit v	1.5 m/s

$$d_i = 18.8 \cdot \sqrt{\frac{2000 \cdot 3600}{10 \cdot 4.187 \cdot 998.2}} = 18.8 \cdot \sqrt{\frac{172.3}{1.5}} = 201.5 \text{ mm}$$

Die Fliessgeschwindigkeit ist entsprechend dem vorgesehenen Zweck der Rohrleitung zu schätzen. Als Richtwert für die Fliessgeschwindigkeit gelten die nachstehenden Angaben.

Flüssigkeiten

- $v = 0.5 - 1.0$ m/s für die Saugseite
- $v = 1.0 - 3.0$ m/s für die Druckseite

Bei dem auf diese Weise ermittelten Rohrdurchmesser sind die hydraulischen Verluste noch nicht enthalten. Sie müssen gesondert berechnet werden. Dafür dienen die nachfolgenden Abschnitte.

(m ³ /h)	(l/min)	(l/s)	(m ³ /s)
1.0	16.67	0.278	2.78×10^{-4}
0.06	1.0	0.017	1.67×10^{-5}
3.6	60	1.0	1.00×10^{-3}
3600	60 000	1000	1.0

Konvertierungstabelle mit Einheiten der Durchflussmenge.

4.5.3 Zusammenhang Aussendurchmesser – Innendurchmesser

Zur Ermittlung des Aussendurchmessers mittels Innendurchmesser und SDR kann die folgende Formel verwendet werden:

$$d = d_i \cdot \frac{SDR}{SDR-2}$$

4.5.4 Korrelation Medienrohr Aussendurchmesser – Innendurchmesser

d_i (mm)	26.2	32.6	40.8	51.4	61.4	73.6	90	141.0	198.2
d (mm)	32	40	50	63	75	90	110	160	225

4.6 Nomogramm zur vereinfachten Ermittlung von Durchmesser und Druckverlust

Mit dem nachfolgenden Nomogramm wird die Ermittlung des erforderlichen Durchmessers vereinfacht. Ausserdem kann damit der Druckverlust der Rohre pro Meter Rohrlänge abgelesen werden.

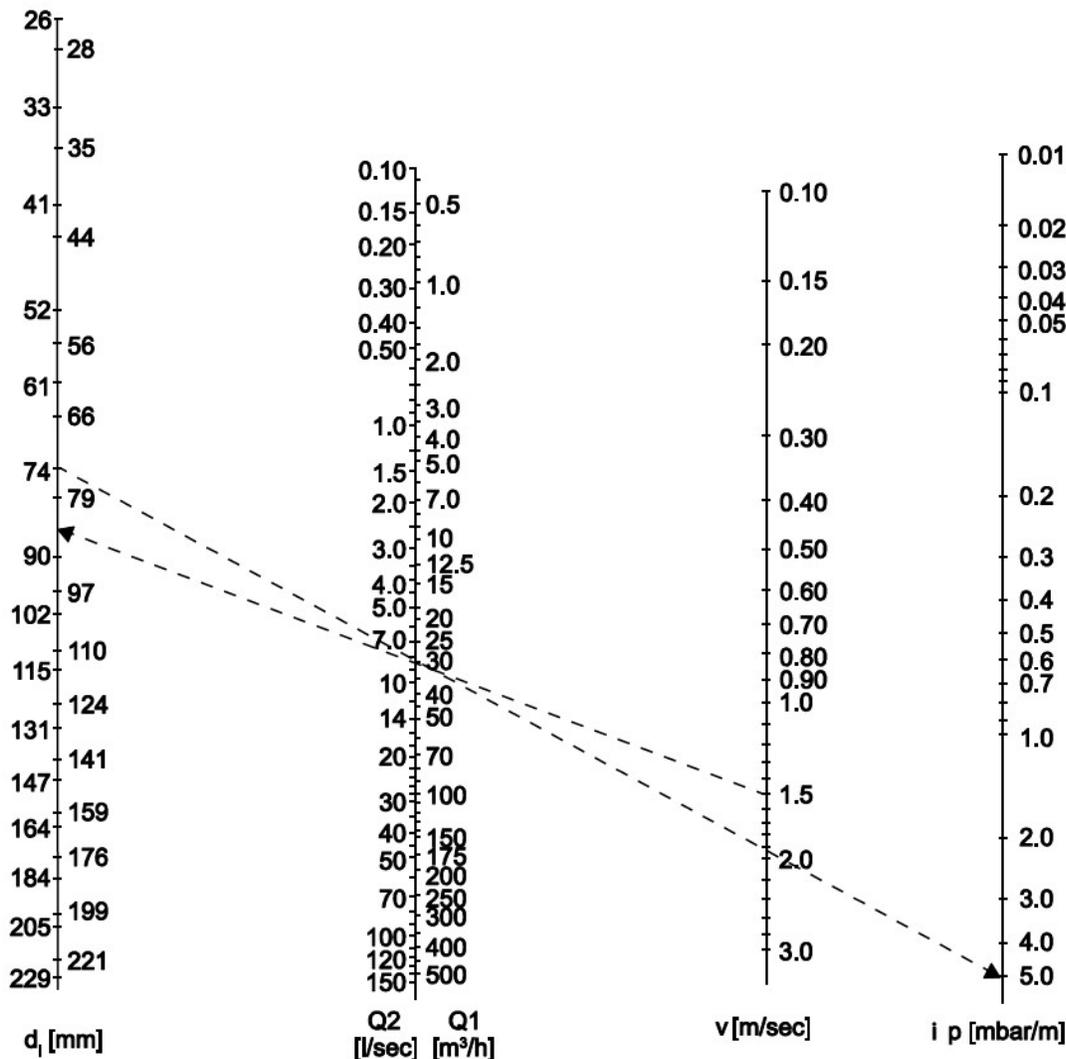


Der ermittelte Druckverlust aus dem Nomogramm gilt nur für die Dichte eines Durchflussstoffs von 1000 kg/m^3 , z. B. Wasser. Weitere Druckverluste von Fittings, Ventilen etc. sind gemäss den nachfolgenden Angaben ebenfalls zu berücksichtigen.

4.6.1 Anwendung des Nomogramms

Ausgehend von der Fliessgeschwindigkeit von 1.5 m/s wird eine Linie durch die gewünschte Durchflussmenge (z. B. $30 \text{ m}^3/\text{h}$) bis zur Achse mit einem Innendurchmesser von d_i ($\approx 84 \text{ mm}$) gezogen. Hier wird ein in der Nähe liegenden Durchmesser (74 mm bei SDR11) ausgewählt und eine 2. Linie zurück durch die gewünschte Durchflussmenge bis zur Druckverlustachse Δp (5 mbar pro Meter Rohr) gezogen.

4.6.2 Nomogramm für COOL-FIT 4.0 nach dem metrischen System



Detaillierte Informationen zur Ermittlung von Durchmesser und Druckverlust, siehe Allgemeine Planungsgrundlagen Kapitel „Hydraulische Auslegung und Druckverluste von metrischen, industriellen Rohrleitungssystemen“.

4.7 Druckverluste

4.7.1 Druckverluste in geraden Röhren

Bei der Ermittlung der Druckverluste in geraden Rohrstrrecken wird zwischen laminaren und turbulenten Strömungen unterschieden. Massgebend ist dabei die sogenannte Reynoldszahl (Re). Der Wechsel von laminar zu turbulent erfolgt bei der kritischen Reynoldszahl $Re_{krit} = 2320$.

Laminare Strömung tritt in der Praxis insbesondere beim Transport von viskosen Medien wie Schmierölen auf. In den meisten Anwendungsfällen, so auch bei wässrigen Durchflusstoffen, handelt es sich um turbulente Strömungen mit einer wesentlich gleichmässigeren Geschwindigkeitsverteilung über dem Rohrquerschnitt als bei der laminaren Strömung.

Der Druckverlust in einer geraden Rohrstrrecke ist umgekehrt proportional zum Rohrdurchmesser und ermittelt sich wie folgt:

$$\Delta p_R = \lambda \cdot \frac{L}{d_i} \cdot \frac{\rho}{2 \cdot 10^2} \cdot v^2$$

Δp_R	Druckverlust in der geraden Rohrstrrecke (bar)
λ	Rohrreibungszahl = 0.02
L	Länge der geraden Rohrstrrecke (m)
d_i	Innendurchmesser der Rohrleitung (mm)
ρ	Dichte des Durchflusstoffs (kg/m^3) ($1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3$) für Wasser $20^\circ C = 998.2 kg/m^3$
v	Fließgeschwindigkeit (m/s)



Für praxisbezogene Überschlagsrechnungen (d.h. glatte Kunststoffrohre und turbulente Strömung) genügt es, die hydraulischen Verluste von geraden Rohrleitungsstrrecken mit $\lambda = 0.02$ zu ermitteln.

4.7.2 Druckverluste in Fittings

Widerstandsbeiwert

Die Druckverluste sind vom Fittingtyp sowie vom Strömungsverlauf im Fitting abhängig. Als Berechnungsgrösse dient der sogenannte Widerstandsbeiwert (ζ -Wert).

Formstück Typ	Widerstandsbeiwert ζ	
Winkel 90°	1.2	
Winkel 45°	0.3	
T-Stück ¹⁾	1.3	
Reduktion (Verengung)	0.5	
Reduktion (Aufweitung)	1.0	
Muffen, Flanschverbindungen, Übergangsfittings	d32: 0.8 d40: 0.7 d50: 0.6	d63: 0.4 d75: 0.3 d90-d225: 0.1

¹⁾ Für eine detaillierte Betrachtung muss bei einem T-Stück zwischen Stromvereinigung und Stromtrennung unterschieden werden. Die Literatur nennt dazu Werte für ζ bis zu einem Maximalwert von 1.3. Da in der Regel der Anteil des T-Stückes am gesamten Druckverlust einer Rohrleitung sehr klein ist, genügt es in den meisten Fällen mit $\zeta = 1.3$ zu rechnen.

Berechnung des Druckverlusts

Für die Berechnung des Druckverlusts aller Fittings einer Rohrleitung ist die Summe aller Einzelverluste, d. h., die Summe aller ζ -Werte, zu ermitteln. Der Druckverlust kann dann unmittelbar mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\Delta p_{Fi} = \sum \zeta \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 10^5} \cdot \rho$$

Δp_{Fi}	Druckverlust aller Fittings (bar)
$\sum \zeta$	Summe aller Einzelverluste
v	Fließgeschwindigkeit (m/s)
ρ	Dichte des Fördermediums in kg/m^3 ($1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3$)

4.7.3 Druckverluste in Ventilen

Der k_v -Wert ist ein praktisches Mittel, um hydraulische Durchflussberechnungen für Ventile durchzuführen. Er berücksichtigt alle internen Widerstände und hat sich in der praktischen Anwendung bewährt. Er ist definiert als die Durchflussmenge in Liter pro Minute bei einem Druckverlust von 1 bar über dem Ventil. In den technischen Daten der Georg Fischer Piping Systems Ventile befinden sich sowohl die k_v -Werte als auch Druckverlustdiagramme. Aus letzteren kann der Druckverlust direkt abgelesen werden. Analog kann der Druckverlust auch aus dem k_v -Wert wie folgt berechnet werden:

$$\Delta p_{Ar} = \left(\frac{Q}{k_v} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{1000}$$

Δp_{Ar} Druckverlust des Ventils (bar)
 Q Durchflussmenge (m³/h)
 ρ Dichte des Fördermediums (kg/m³) (1 g/cm³ = 1000 kg/m³)
 k_v Ventilkennwert (m³/h)

Kv 100-Werte

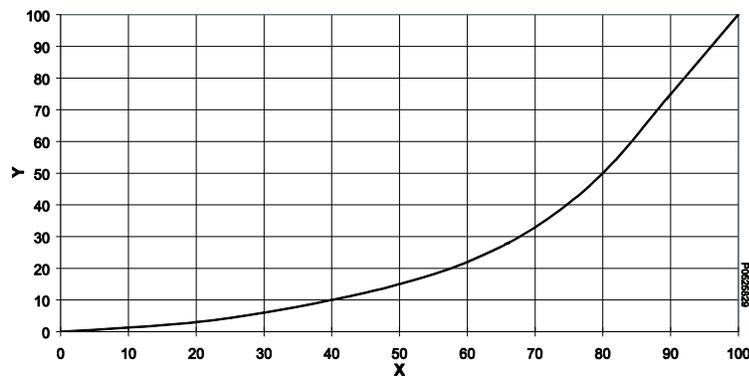
DN (mm)	Zoll (inch)	d (mm)	Kv 100 (l/min)	Cv 100 (gal/min)	Kv 100 (m ³ /h)
25 ¹	1	32	700	49.0	42
32 ¹	1 ¼	40	1000	70.0	60
40 ¹	1 ½	50	1600	112.0	96
50 ¹	2	63	3100	217.1	186
65 ¹	2 ½	75	5000	350.0	300
80 ¹	3	90	7000	490.0	420
100 ²	4	110	6500	455	390
150 ²	6	160	16600	1162	1000
200 ²	8	225	39600	2772	2380

¹ COOL-FIT 4.0 Kugelhahn

² COOL-FIT 4.0 Absperrklappe

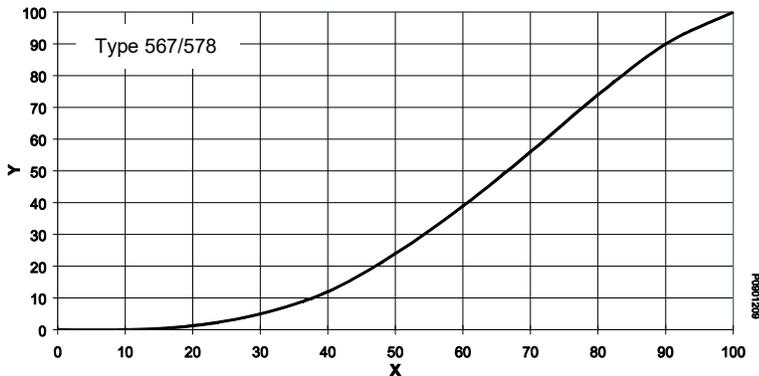
Durchfluss-Charakteristik Kugelhahn

X Öffnungswinkel (%)
 Y k_v , Cv Wert (%)



Durchflusscharakteristik Absperrklappe

X Öffnungswinkel (%)
 Y Kv, Cv Wert (%)



4.7.4 Druckdifferenz aus dem statischen Druck

Wird die Rohrleitung senkrecht verlegt, muss bei nicht geschlossenen Systemen die geodätische Druckdifferenz dazu gerechnet werden. Diese Druckdifferenz errechnet sich wie folgt:

$$\Delta p_{\text{geod}} = \Delta H_{\text{geod}} \cdot \rho \cdot 10^{-4}$$

Δp_{geod} geodätische Druckdifferenz (bar)
 ΔH_{geod} Höhenunterschied in der Rohrleitung (m)
 ρ Dichte des Mediums (kg/m^3) ($1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$).



Bei geschlossenen Systeme muss die geodätische Druckdifferenz nicht berücksichtigt werden

4.7.5 Summe der Druckverluste

Die Summe aller Druckverluste der Rohrleitung ergibt sich aus:

$$\sum \Delta p = \Delta p_R + \Delta p_{\text{Fi}} + \Delta p_{\text{Ar}} + \Delta p_{\text{geo}}$$



Beispiel zur Druckverlustberechnung

Das nachfolgende Beispiel zeigt den Berechnungsablauf zur Ermittlung der Druckverluste einer Rohrleitung.

COOL-FIT 4.0 Rohrleitung	d40 mm	Anzahl Fittings	12 x Winkel 90°
SDR11 - Durchflussmenge	1.5 l/s		4 x Winkel 45°
Medium	Wasser		3 x T-Stücke
Dichte des Mediums	1.0 g/cm^3		3 x Verschraubungen
Länge gerade Rohrstrecken	15 m		2 x Flanschverbindungen
Höhenunterschied	2.0 m		1 x Kugelhahn, 80 % geöffnet

Die Wanddicke dieser Rohrleitung errechnet sich mittels SDR wie folgt:

$$e = \frac{d}{\text{SDR}} = \frac{40 \text{ mm}}{11} = 3.6 \text{ mm}$$

Der Innendurchmesser der Rohrleitung ergibt sich aus:

$$d_i = d - 2 \cdot e = d - \frac{2 \cdot d}{\text{SDR}} = 32.8 \text{ mm}$$

Mit der gewünschten Durchflussmenge von 1.5 l/s ergibt sich eine Strömungsgeschwindigkeit von:

$$v = 1275 \cdot \frac{Q_2}{d_i^2} = 1275 \cdot \frac{1.5 \text{ m}}{32.8^2 \text{ sec}} = 1.78 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

Druckverlust	Formel
Druckverlust der geraden Rohrstrecken	$\Delta p_R = 0.02 \cdot \frac{15}{32.8} \cdot \frac{1000}{2 \cdot 10^2} \cdot 1.78^2 = 0.14 \text{ bar}$
Druckverlust der Fittings inkl. Verbindungen	$\Sigma \zeta = (12 \cdot 1.2) + (4 \cdot 0.3) + (3 \cdot 1.3) + (5 \cdot 0.7) = 23$
	$\Delta p_{Fi} = 23 \cdot \frac{1.78^2}{2 \cdot 10^5} \cdot 1000 = 0.36 \text{ bar}$
Druckverlust des Ventils, 80 % geöffnet. Aus dem Durchflussdiagramm für Kugelhähne Typ 546, ergibt sich bei 80 % Öffnungswinkel ein prozentualer Kv-Wert von 50 %, also 50 % vom Kv-Wert von 100: 0.5 x 60 m³/h (Durchflussmenge 1.5 l/s = 5.4 m³/h)	$\Delta p_{Ar} = \left(\frac{5.4}{0.5 \cdot 60} \right)^2 \cdot \frac{1000}{1000} = 0.03 \text{ bar}$
Druckverlust durch den Höhenunterschied	$\Delta p_{geod} = 2.0 \cdot 1000 \cdot 10^{-4} = 0.2 \text{ bar}$
Gesamter Druckverlust der Rohrleitung	$\Sigma \Delta p = 0.14 \text{ bar} + 0.36 \text{ bar} + 0.03 \text{ bar} + 0.2 \text{ bar}$ $\Sigma \Delta p = 0.73 \text{ bar}$

Formeln zur Berechnung der Druckverluste

4.8 Dimensionsvergleich COOL-FIT 4.0

COOL-FIT 4.0		Nichtrostende Stahlrohre		
d (mm)	d _i (mm)	DN	Inch	d _a (mm)
32	26.2	25	1	33.7
40	32.6	32	1 ¼	42.4
50	40.8	40	1 ½	48.3
63	51.4	50	2	60.3
75	61.4	65	2 ½	75.3
90	73.6	80	3	88.9
110	90	90	4	114.3
160	141.0	150	6	168.3
225	198.2	200	8	193.7

d Nominaler Aussendurchmesser PE-Medienrohr
d_i Nominaler Innendurchmesser Medienrohr

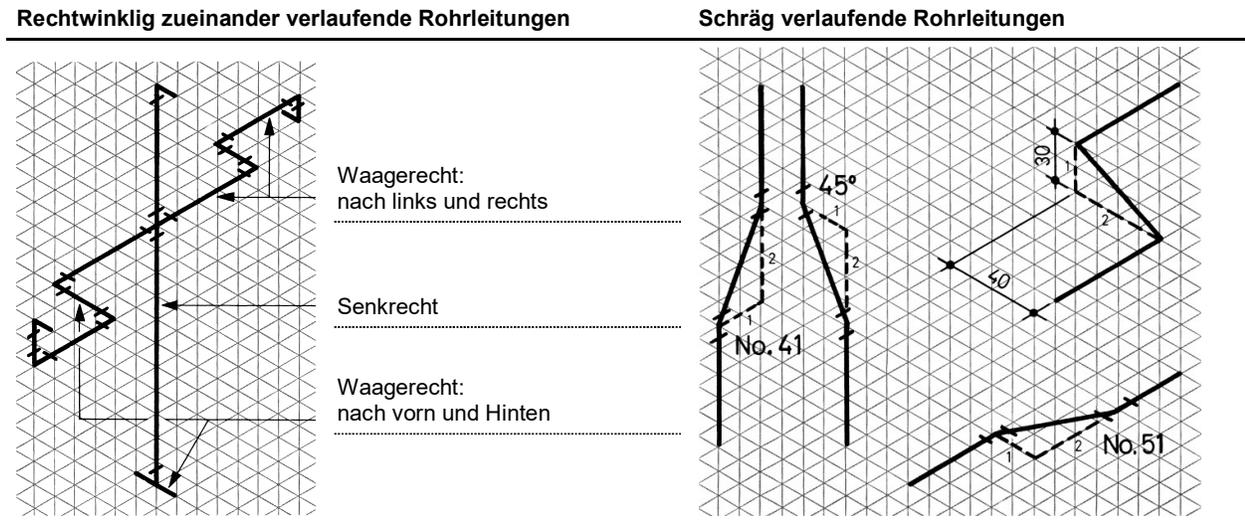
4.9 Z-Mass Methode

Überblick

Wettbewerbsdruck und hohe Lohnkosten zwingen dazu, rationell zu installieren. Die Georg Fischer Piping Systems Montagemethode bietet dazu hervorragende Möglichkeiten. Anstelle des mühsamen und zeitaufwendigen Zuschneidens eines Rohrs nach dem andern erlaubt dieses Verfahren ein schnelles und insbesondere auch genaues Zuschneiden ganzer Rohrgruppen nach Zeichnung oder Aufmass.

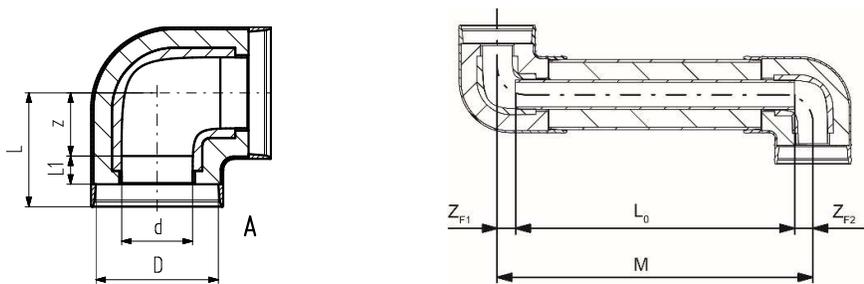
Im Unterteilungsblatt von Georg Fischer Piping Systems können die jeweilige Rohrgruppe mit den zugehörigen Baumassen und den Zuschnittslängen eingetragen werden, siehe Abschnitt 4.9.2 Unterteilungsblatt, Seite 29.

Dabei sind die folgenden Zeichnungsregeln zu beachten:



Für die Ermittlung der Rohrzuschnittlängen werden die z-Masse der Fittings benötigt. Diese sind in den jeweiligen Lieferprogrammen und im Online-Katalog zu finden. Die Länge des zuzuschneidenden Rohrs ergibt sich gemäss nachfolgenden Skizzen aus dem Mass Mitte-Mitte-Fitting, vermindert um die z-Masse der im Bereich des betreffenden Rohrs angeordneten Fittings

**4.9.1 Vorgehensweise
Elektroschweissen**



Formel zur Bestimmung der benötigten Rohrlänge

$$L_0 = M - Z_{F1} - Z_{F2}$$

- L₀ Zu schneidende Rohrlänge
- M Distanz zwischen den Achsen der Fittings
- Z_{F1} z-Mass Fitting 1
- Z_{F2} z-Mass Fitting 2



Beispiel

Dimension	d32/D90
Mitte-Mitte-Abstand M	1000 mm
z-Mass Winkel 90° Z _{F1}	20 mm
z-Mass Winkel 90° Z _{F2}	20 mm

M = 1000 mm; L₀ = ?

L₀ = 1000 mm - 20 mm - 20 mm = 960

4.10 Längenänderung und Biegeschenkel

4.10.1 Einführung

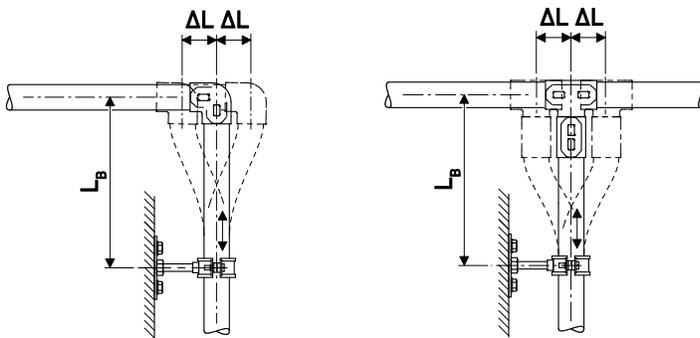
Längenänderung ΔL und Biegeschenkel L_B - Allgemeines

Die Längenänderung thermoplastischer Kunststoffe als Folge von Temperaturschwankungen ist grösser als die metallischer Werkstoffe. Bei Rohrleitungen, die ausserhalb des Erdrereichs, vor der Wand sowie in Schächten verlegt sind, ist es mittels geeigneter Massnahmen notwendig, Längenänderungen so aufzufangen, dass keine überlagerten Zusatzbeanspruchungen entstehen. Insbesondere bei Rohrleitungen, die durch wechselnde Betriebstemperaturen beansprucht werden.

Zur Aufnahme der Längenänderung kommen folgende Möglichkeiten in Betracht:

- A Biegeschenkel
- B Flexible Schläuche
- C Kompensatoren

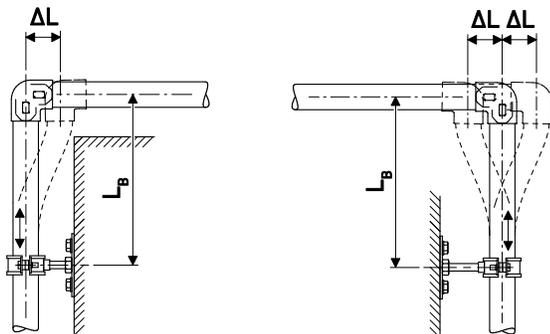
Die gebräuchlichste, einfachste und wirtschaftlichste Lösung ist der Biegeschenkel. Die Bemessung und Anordnung werden daher besonders ausführlich behandelt.



ΔL Längenänderung
 L_B Biegeschenkel

Grundlagen

Aufgrund der hohen Elastizität von Kunststoffen ist die günstige Möglichkeit gegeben, Längenänderungen durch elastische Ausfederungen von dafür vorgesehenen Abschnitten der Rohrleitung aufnehmen zu können. Die Länge des Biegeschenkels wird im Wesentlichen vom Durchmesser des Rohrs und der Grösse der aufzunehmenden Längenänderung bestimmt.

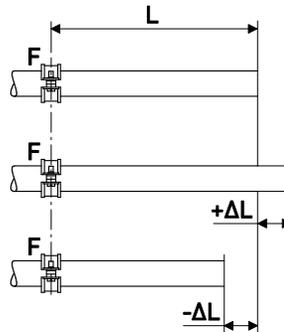


Natürliche Biegeschenkel ergeben sich stets an Richtungsänderungen sowie an Abzweigungen. Die Bewegung des Biegeschenkels L_B als Auswirkung einer Längenänderung ΔL darf in dem dafür in Betracht kommenden Bereich weder durch unnachgiebig angeordnete Rohrschellen noch durch Mauervorsprünge, Stahlträger oder dergleichen behindert werden.

4.10.2 Berechnung von Längenänderung

Zur Bestimmung der **Längenänderung durch Temperatureinwirkung** ΔL (mm) des COOL-FIT 4.0 Rohrs müssen die folgenden Temperaturen bekannt sein:

- Installationstemperatur
- Minimale Medientemperatur
- Maximale Medientemperatur
- Minimale Umgebungstemperatur
- Maximale Umgebungstemperatur



F Festpunkt L Leitungslänge



Die nachfolgenden Tabellen enthalten Längenänderungen bei unterschiedlichen Medientemperaturen für bestimmte Bedingungen. Zur Ermittlung der Längenänderung für andere Bedingungen steht die COOLING Tool-Box zur Verfügung. Wenden Sie sich hierfür an Ihre GF Vertretung oder besuchen Sie www.gfps.com

Anwendungsbeispiel:

Installationstemperatur	25 °C
Min Umgebungstemperatur	25 °C konstant
Max Umgebungstemperatur	25 °C konstant
Min Medientemperatur	Siehe Tabelle
Max Medientemperatur	25 °C

Längenänderung ΔL (mm) bei 20° C Medientemperatur

L (m)	25	50	100	150
d32 mm	-5	-10	-20	-30
d40 mm	-5	-11	-22	-33
d50 mm	-7	-14	-29	-43
d63 mm	-8	-17	-33	-58
d75 mm	-9	-18	-36	-66
d90 mm	-10	-20	-40	-72
d110 mm	-11	-23	-45	-81
d160 mm	-10	-21	-42	-63
d225 mm	-12	-24	-47	-71

Längenänderung ΔL (mm) bei 15° C Medientemperatur

L (m)	25	50	100	150
d32 mm	-11	-21	-42	-63
d40 mm	-11	-23	-46	-69
d50 mm	-15	-30	-61	-91
d63 mm	-17	-35	-69	-104
d75 mm	-19	-38	-75	-113
d90 mm	-21	-42	-84	-125
d110 mm	-23	-47	-94	-140
d160 mm	-22	-43	-86	-129
d225 mm	-24	-48	-97	-145

COOL-FIT 4.0

Dimensionierung und Auslegung

Längenänderung ΔL (mm) bei 10° C Medientemperatur

L (m)	25	50	100	150
d32 mm	-17	-33	-66	-100
d40 mm	-18	-36	-72	-109
d50 mm	-24	-48	-95	-143
d63 mm	-27	-54	-108	-161
d75 mm	-29	-58	-117	-175
d90 mm	-32	-64	-129	-193
d110 mm	-36	-72	-144	-215
d160 mm	-33	-66	-133	-199
d225 mm	-37	-74	-148	-222

Längenänderung ΔL (mm) bei 5° C Medientemperatur

L (m)	25	50	100	150
d32 mm	-23	-46	-93	-139
d40 mm	-25	-50	-101	-151
d50 mm	-33	-66	-131	-197
d63 mm	-37	-74	-148	-222
d75 mm	40	-80	-160	-240
d90 mm	44	-88	-176	-264
d110 mm	49	-97	-195	-292
d160 mm	-45	-91	-181	-272
d225 mm	-50	-100	-200	-301

Längenänderung ΔL (mm) bei 0° C Medientemperatur

L (m)	25	50	100	150
d32 mm	-30	-60	-121	-181
d40 mm	-33	-65	-131	-196
d50 mm	-42	-85	-169	-254
d63 mm	-47	-95	-190	-285
d75 mm	-51	-102	-205	-307
d90 mm	-56	-112	-224	-336
d110 mm	-62	-124	-247	-371
d160 mm	-58	-115	-230	-346
d225 mm	-63	-127	-254	-381

Längenänderung ΔL (mm) bei -5° C Medientemperatur

L (m)	25	50	100	150
d32 mm	-37	-75	-150	-225
d40 mm	-41	-81	-162	-243
d50 mm	-52	-104	-208	-313
d63 mm	-58	-116	-233	-349
d75 mm	-63	-125	-250	-375
d90 mm	-68	-137	-273	-410
d110 mm	-75	-150	-300	-449
d160 mm	-70	-140	-280	-421
d225 mm	-77	-154	-307	-461

Längenänderung ΔL (mm) bei -10° C Medientemperatur

L (m)	25	50	100	150
d32 mm	-45	-90	-180	-270
d40 mm	-49	-97	-195	-292
d50 mm	-62	-124	-245	-373
d63 mm	-69	-138	-276	-414
d75 mm	-74	-148	-296	-445
d90 mm	-81	-161	-322	-483
d110 mm	-88	-176	-352	-528
d160 mm	-83	-165	-331	-496
d225 mm	-90	-180	-361	-541

Längenänderung ΔL (mm) bei -15° C Medientemperatur

L (m)	25	50	100	150
d32 mm	-53	-106	-211	-317
d40 mm	-57	-114	-228	-342
d50 mm	-72	-145	-289	-434
d63 mm	-80	-160	-320	-481
d75 mm	-86	-171	-343	-514
d90 mm	-93	-186	-372	-558
d110 mm	-101	-202	-405	-607
d160 mm	-95	-190	-381	-571
d225 mm	-104	-207	-414	-621

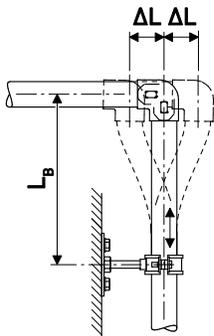
L Verlegte Rohrlänge

4.10.3 Biegeschenkel für COOL-FIT 4.0

Biegeschenkel L_B

Die Werte für L_B (cm) können für ein gegebenes ΔL (mm) und die jeweilige Rohrdimension der nachstehenden Tabelle entnommen werden:

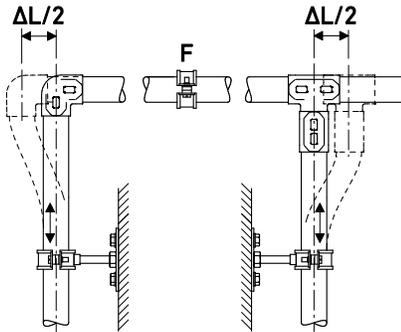
Biegeschenkel L_B (cm)													
ΔL (mm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300
d32 mm	78	110	135	156	174	191	206	221	234	247	302	349	427
d40 mm	86	122	149	172	193	211	228	244	259	273	334	386	472
d50 mm	86	122	149	172	193	211	228	244	259	273	334	386	472
d63 mm	92	130	159	184	206	225	243	260	276	291	356	411	503
d75 mm	97	138	168	195	218	238	257	275	292	308	377	435	533
d90 mm	104	147	180	208	233	255	275	294	312	329	403	465	570
d110 mm	110	156	191	221	247	270	292	312	331	349	427	493	604
d160 mm	130	184	225	260	291	318	344	368	390	411	503	581	712
d225 mm	146	206	253	292	326	357	386	413	438	461	565	653	799



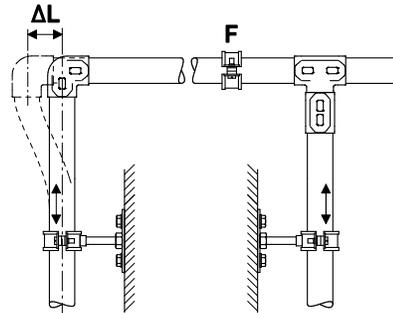
4.11 Installation

4.11.1 Hinweise zur Verlegung

Die Längenänderungen von Leitungsabschnitten sollten stets eindeutig durch die Anordnung von Festschellen gesteuert werden. Durch vorteilhafte Platzierung einer Festschelle ist es möglich, die Längenänderung von Leitungsabschnitten aufzuteilen, siehe folgende Beispiele:

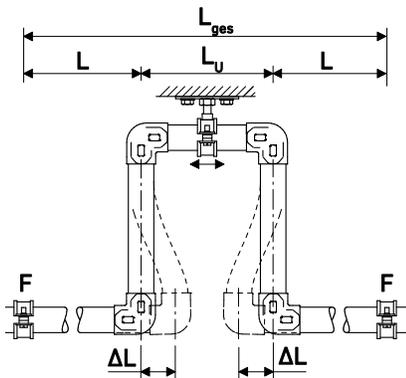


Empfohlene Verlegung



Ungünstige Verlegung

Sofern an einer Richtungsänderung oder an einer Abzweigung ein Biegeschenkel nicht angeordnet werden kann oder aber grössere Längenänderungen im Verlauf gerader Rohrleitungsabschnitte aufzunehmen sind, können auch Dehnungsbögen installiert werden. Die Längenänderung ist in diesem Fall auf zwei Biegeschenkel aufzuteilen.



Durch die Biegebeanspruchung kann es bei mechanischen Verbindungen zu Undichtigkeiten kommen.

Im Bereich von Biegeschenkeln und Dehnungsbögen keine Verschraubungen oder Flanschverbindungen einsetzen.

4.11.2 Vorspannung

In besonders schwierig gelagerten Fällen mit grossen und nur in einer Richtung wirkenden Längenänderungen ist es auch möglich, den Biegeschenkel bei der Verlegung vorzuspannen, um damit kurze Baumasse für L_B zu erreichen. Das folgende Beispiel soll dieses Verfahren näher erläutern:



Beispiel

Leitungsabschnitt L	25 m
Durchmesser	d225/D315 mm
Installationstemperatur	25 °C
Min Umgebungstemperatur	25 °C konstant
Max Umgebungstemperatur	25 °C konstant
Min Medientemperatur	10 °C
Max Medientemperatur	25 °C

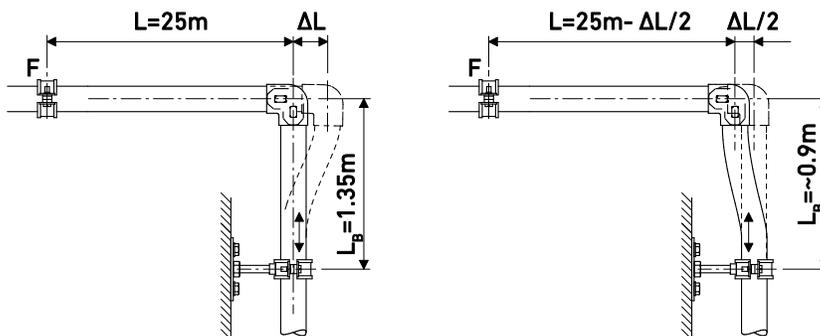
Längenänderung aus Tabelle oder COOLING Tool-Box:

$$-\Delta L = 39 \text{ mm}$$

Biegeschenkel zur Aufnahme der Längenänderung von $\pm \Delta L = 40 \text{ mm}$ nach Tabelle L_B (mm)
= 2920 mm

Wird hingegen der Biegeschenkel auf $\Delta L/2$ vorgespannt, verkürzt sich der notwendige Biegeschenkel auf ein Mass von 2060 mm. Die Längenänderung, ausgehend von der 0-Lage, beträgt dann $\pm \Delta L/2 = 39/2 = 19.5 \text{ mm}$.

Durch die Vorspannung eines Biegeschenkels kann bei beengten Platzverhältnissen die Länge des Biegeschenkels verkürzt werden. Durch vorgespannte Biegeschenkel wird die Ausbiegung verringert und dadurch das optische Bild der Leitungsanlage verbessert.



4.12 Rohrschellenabstände und Befestigung von Rohrleitungen

4.12.1 Allgemein

Installation von Kunststoffrohrleitungen

COOL-FIT 4.0 Rohrleitungen sind unter Verwendung von geeigneten Rohrunterstützungen zu installieren. Dabei dürfen die Rohre nicht unter zu grosser Spannung stehen. Speziell COOL-FIT 4.0 Ventile müssen spannungsfrei installiert werden.

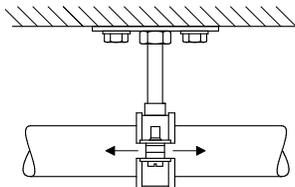


Dank den ausgezeichneten Isolationseigenschaften der COOL-FIT 4.0 Rohre und dem harten Aussenmantel, können Standard-Rohrschellen mit Hartkunststoffeinlage verwendet werden. Spezielle Isolationsrohrschellen oder Kälteschellen sind nicht notwendig.

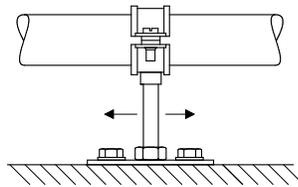
4.12.2 Anordnung von Losschellen

Was ist eine Losschelle?

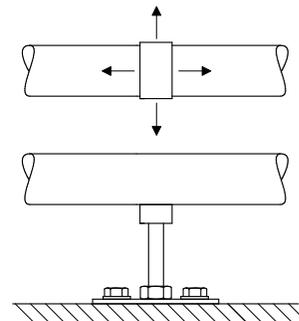
Eine Losschelle ist eine Rohrleitungsbefestigung, die eine axiale Verschiebung des Rohrs erlaubt. Damit wird eine spannungsfreie Kompensation von Längenänderungen ermöglicht, die durch Temperaturänderungen oder andere Betriebsbedingungen hervorgerufen werden.



Axiale Verschiebung des Rohres in der Rohrschelle.

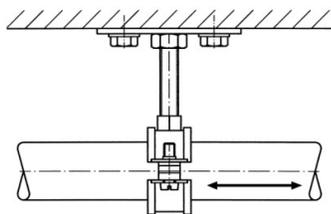


Rohrschelle fest auf dem Rohr montiert, axiale Verschiebung in der Aufhängung der Rohrschelle.



Verschiebung der Rohrleitung in 2 Achsen.

Der Innendurchmesser der Rohrschelle muss im befestigten Zustand grösser als der Rohraussendurchmesser sein, um die Längenänderung der Leitung an den dafür bestimmten Stellen nicht zu behindern. Die Kanten der Innenseite der Rohrschelle müssen so ausgebildet sein, dass eine Beschädigung der Rohroberfläche nicht möglich ist.

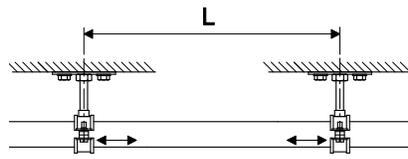


Abstandhalter verhindern Einklemmen des Rohrs

Eine andere Möglichkeit besteht in der Verwendung von Rohrschellen, die mittels Abstandhaltern in den Schrauben ein Einklemmen des Rohrs verhindern.

Die axiale Bewegung der Rohrleitung darf nicht durch neben der Rohrschelle angeordnete Fittings oder sonstige Durchmesseränderungen behindert werden. Eine Bewegung der Leitung in mehrere Richtungen wird durch Gleitschellen oder Pendelschellen ermöglicht. Ein Gleitschuh, der am Fuss der Rohrschelle angebracht ist, erlaubt auf einer ebenen Unterstütsungsfläche beliebige Verschiebungen. Gleit- oder Pendelschellen werden im Bereich von Richtungsänderungen der Leitung an solchen Stellen notwendig, an denen eine Verschiebbarkeit sichergestellt werden muss.

4.12.3 Rohrschellenabstände



L Rohrschellenabstand

Die Rohrschellenabstände wurden für Medium Wasser unter Zugrundelegung einer bestimmten, für zulässig angesehenen Durchbiegung des Rohres zwischen zwei Schellen ermittelt.

Die Rohrschellenabstände von COOL-FIT 4.0 Rohren sind unabhängig von Druck und Temperatur konstant.

Rohrschellenabstände L für COOL-FIT 4.0

d/D (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	160/250	225/315
L (mm)	1800	1950	1950	2000	2100	2150	2300	2600	2850

Die Rohrschellenabstände aus der Tabelle können im Fall vertikaler Leitungen um 30 % erhöht werden, dazu werden die angegebenen Werte mit 1.3 multipliziert.

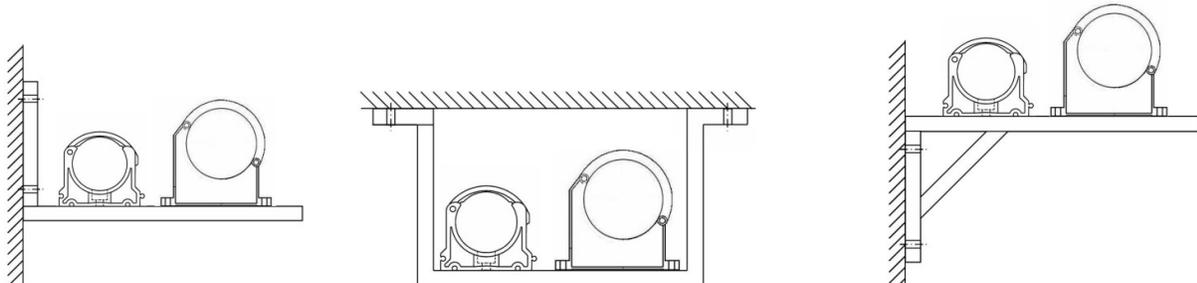
KLIP-IT Rohrschellen

Diese Rohrhalter sind sehr stabil und bestehen aus Kunststoff. Sie ermöglichen die Anwendung nicht nur bei rauen Betriebsbedingungen, sondern auch dann, wenn Rohrleitungen in Bereichen verlegt werden, in denen sie äusseren Einwirkungen aggressiver Atmosphäre oder Medien ausgesetzt sind. Rohrhalter und Rohrklemmen von Georg Fischer Piping Systems sind für alle verwendeten Rohrwerkstoffe geeignet.

KLIP-IT Rohrklemmen nicht als Festpunkt verwenden!



Ab der Dimension D90 müssen die KLIP-IT Rohrklemmen stehend montiert werden, siehe folgende Montagebeispiele.



4.12.4 Anordnung von Festpunkten

Als Festpunkt wird eine Rohrbefestigung bezeichnet, die Bewegungen des Rohrs in jede Richtung unterbindet. Die Aufgabe eines Festpunkts ist es, die durch Veränderungen der Temperatur verursachte Längenänderung in eine gezielte Richtung zu lenken und die Spannung zu minimieren.



Festpunktausführung

Das Rohr darf nicht durch Einklemmen in der Rohrschelle fixiert werden. Dadurch können Deformation und Beschädigungen des Rohrs auftreten – Schäden, die manchmal erst sehr viel später sichtbar werden.



Damit die aus Längenänderungen der Rohrleitung entstehenden Kräfte aufgenommen werden können, muss die Rohrschelle stabil sein und gut befestigt werden. Pendelschellen oder KLIP-IT Rohrklemmen sind als Festpunkte ungeeignet.

4.12.5 COOL-FIT 4.0 Festpunkt



Feste Rohrbefestigungen für COOL-FIT werden mittels der speziellen COOL-FIT Festpunkte hergestellt. Das Produkt besteht aus Schweissbändern und Rohrschellen. Elektroschweissbänder als unlösbare Verbindungen, übertragen die im Rohr auftretenden Kräfte auf den Festpunkt. Die mitgelieferten Rohrschellen dienen dem Aufbau des Schweissdrucks während der Montage der Schweissbänder und der Stabilität im Betrieb. Beim Schweißen sind die Geräte MSA 2.X, 4.X, MSA 250, 300, 350, 400 oder ein handelsübliches 230-V-Elektroschweißgerät mit Schweissdaten-Erfassung zu verwenden. Bei Verwendung eines MSA Elektroschweißgeräts von Georg Fischer Piping Systems, sind die Y-Kable mit der Code-Nr: 790.156.031 einzusetzen.

Bei der Auslegung der Festpunkte sind die maximal zulässigen Kräfte aus der folgenden Tabelle zu beachten.

Durchmesser (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	d160/D250	d225/D315
Maximal zul. Kraft (kN)	2.0	3.0	5.0	8.0	10	10	10	10.0	10.0



COOL-FIT 4.0 Festpunkte müssen anwendungsbezogen berechnet werden. Rohr-Befestigungsschellen und Abspannpakete sind nicht im Lieferumfang enthalten.

Lieferumfang



Nr.	Bezeichnung
1	Rohrschellen zum Aufbau des Schweissdrucks
2	Elektroschweissband

Y-Kabel Set für COOL-FIT Festpunkte

Zur Verkürzung der Installationszeit können Y-Kabel verwendet werden, die Schweissadapter sind hier bereits integriert. Da die Elektroschweissbänder immer aus einem Paar bestehen, können diese mittels der Y-Kabel parallel geschweisst werden, wodurch sich die Schweisszeit auf die Hälfte verkürzt.

4.12.6 Starre Verlegung



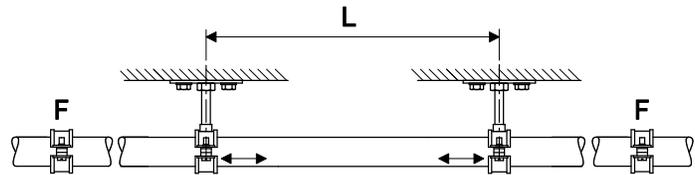
Rohrleitungen, die axial fest eingespannt und fest verlegt sind, müssen auf ihre Knicksicherheit untersucht werden. In den meisten Fällen führt diese Untersuchung zu einer Reduktion des maximalen Innendrucks und einer Verkürzung der Unterstützungsabstände. Ausserdem sind die Kräfte, die auf die Festpunkte wirken, zu berücksichtigen.

COOL-FIT 4.0 Rohre und Fittings sind für eine axial fest eingespannte Verlegung geeignet.

Die Werte für die auf die Festpunkte wirkenden Kräfte sowie die resultierenden maximalen Rohrschellenabstände können aus den folgenden Tabellen entnommen werden.

Anwendungsbeispiel:

Installationstemperatur	25 °C
Min Umgebungstemperatur	25 °C konstant
Max Umgebungstemperatur	25 °C konstant
Min Medientemperatur	Siehe Tabelle
Max Medientemperatur	25 °C



Festpunktkräfte F und maximale Rohrschellenabstände L bei 15° Medientemperatur

d/D (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	160/250	225/315
F (kN)	0.42	0.67	0.98	1.53	2.12	3.05	4.5	6.51	12.72*
L (mm)	1800	1950	1900	2000	2100	2150	2200	2600	2850

* max zul. Kraft für COOL-FIT Festpunkt überschritten

Festpunktkräfte F und maximale Rohrschellenabstände L bei 5° Medientemperatur

d/D (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	160/250	225/315
F (kN)	0.97	1.53	2.27	3.55	4.93	7.09	10.49*	15.12*	29.59*
L (mm)	1800	1950	1900	2000	2100	2150	2200	2600	2850

* max zul. Kraft für COOL-FIT Festpunkt überschritten

Festpunktkräfte F und maximale Rohrschellenabstände L bei -5° Medientemperatur

d/D (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	160/250	225/315
F (kN)	1.62	2.57	3.84	6.01	8.36	12.03*	17.81*	25.65*	50.27*
L (mm)	1800	1950	1900	2000	2100	2150	2200	2600	2850

* max zul. Kraft für COOL-FIT Festpunkt überschritten

Festpunktkräfte F und maximale Rohrschellenabstände L bei -15° Medientemperatur

d/D (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	160/250	225/315
F (kN)	2.38	3.77	5.66	8.88	12.34*	17.78*	26.34*	37.9*	74.38*
L (mm)	1800	1950	1900	2000	2100	2150	2200	2600	2850

* max zul. Kraft für COOL-FIT Festpunkt überschritten



Beim Bedarf einer starren Montage einer Rohrleitung die Ventile und mechanische Verbindungen enthält, sowie bei Überschreitung der maximal zulässigen Kraft des Festpunkts bitte GF kontaktieren

4.13 Schläuche

Montage von Elastomer Schlauchleitungen

Um Funktionsfähigkeit von Schlauchleitungen sicherzustellen und deren Verwendungsdauer nicht durch zusätzliche Beanspruchung zu verkürzen, ist folgendes zu beachten:

- Schlauchleitungen müssen so eingebaut werden, dass ihre natürliche Lage und Bewegung nicht behindert wird.
- Schlauchleitungen dürfen beim Betrieb durch äussere Einwirkung grundsätzlich nicht auf Zug, Torsion und Stauchung beansprucht werden, sofern sie nicht dafür speziell konstruiert wurden.
- Der kleinste vom Hersteller angegebene Biegeradius des Schlauches darf nicht unterschritten werden.
- Insbesondere hinter der Einbindung ist ein Abknicken zu vermeiden.
- Vor der Inbetriebnahme Überprüfung der lösbaren Verbindungen auf festen Sitz.
- Bei sichtbaren äusserlichen Beschädigungen ist die Schlauchleitung nicht in Betrieb zu nehmen
- Die Anschlussarmaturen sind fest miteinander zu verschrauben

Bestimmungsgemässe Verwendung der Schlauchleitung

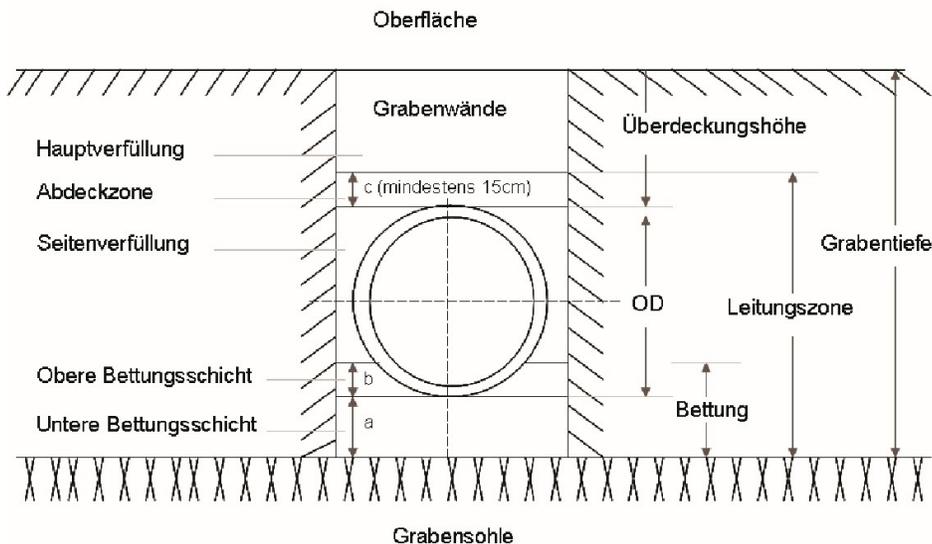
- Druck: max. zulässigen Betriebsüberdruck und Betriebsunterdruck nicht überschreiten
- Temperatur: max. zulässige Temperatur in Abhängigkeit vom Medium nicht überschreiten

Lagerung

- Kühl, trocken und staubarm lagern; direkte Sonnen- oder UV-Einstrahlung vermeiden; in der Nähe befindliche Wärmequellen abschirmen; Schlauchleitungen dürfen nicht mit Stoffen in Kontakt kommen, die eine Schädigung bewirken können.
- Schläuche und Schlauchleitungen sind spannungs-knickfrei und liegend zu lagern

4.14 Untergrundverlegung

COOL-FIT 4.0 kann für unterirdische Verlegung verwendet werden. Für den Bau des Rohrgrabens und für die Verlegung der Rohre gelten die nationalen Verlegerichtlinien. Erdverlegte Leitungen sollten in mindestens 1 m tiefe verlegt werden, bei Frostgefahr entsprechend tiefer. Die Rohrdeckung (Überdeckungshöhe) muss nach lokalen Richtlinien für Kunststoffrohrleitungen bestimmt werden. Die Grabensohle ist so herzustellen, dass die Rohrleitung gleichmässig aufliegt. Die Rohre sind in ein Sandbett zu legen und vor scharfen Steinen und Geröll zu schützen. Der Sand ist gut zu verdichten.



Die Leitungszone muss entsprechend den Planungsanforderungen und der statischen Berechnung ausgeführt werden. Als Bettung wird der Bereich zwischen Grabensohle und Seitenverfüllung bezeichnet. Durch den Bodenaustausch muss ein tragfähiger Untergrund sichergestellt werden. Für normale Bodenverhältnisse gibt die EN 1610 eine Mindestdicke für den Bereich der unteren Bettung mit $a = 150$ mm an. Neben der Mindestdicke werden auch entsprechende Anforderungen an die Baustoffe gestellt, die für die Bettung eingesetzt werden müssen.

Es dürfen keine Baustoffe mit Bestandteilen verwendet werden, die grösser als die folgenden Bereiche sind:

- 22 mm bei $DN \leq 200$

Die obere Schichtdicke b ergibt sich aus der statischen Berechnung. Ausserdem ist darauf zu achten, dass unter dem Rohr keine Hohlräume entstehen. Die Rohrbettung hat die Aufgabe, alle Belastungen, die das Rohr tragen muss, sicher und gleichmässig in den Baugrund abzuleiten. Deshalb muss das verlegte COOL-FIT 4.0 Rohr auf der ganzen Länge aufliegen. Die obere Begrenzung der Leitungszone ist in der EN 1610 mit 150 mm über dem Rohrscheitel bzw. 100 mm über der Rohrverbindung festgelegt. Beim Einbau der Abdeckung und der darüber liegenden Bodenschichten ist sicherzustellen, dass dem Rohr durch das Einfüllen und Verdichten kein Schaden zugefügt werden kann.

COOL-FIT Rohre haben eine höhere Steifigkeit und ein höheres Gewicht als unisolierte Rohre. Die Rohre sollten daher immer im Graben verbunden werden, um unnötige Belastungen auf die COOL-FIT Fittings zu vermeiden.

Bei einer Strassenunterführung muss zwingend eine Berechnung auf der Grundlage z.B. der ATV-A127 durchgeführt werden, da hier die Belastung z.B. durch LKW's entsprechend berücksichtigt werden muss.



Zur Unterstützung bei statischen Berechnungen und für weitere Informationen zur Erdverlegung wenden Sie sich bitte an den technischen Vertrieb von GF Rohrleitungssysteme.

4.15 COOLING Tool-Box

Die COOLING Tool-Box von Georg Fischer Piping Systems unterstützt bei der Dimensionierung und Auslegung des Sekundär-Kreislaufs.

Die COOLING Tool-Box enthält folgende Berechnungsfunktionen:

- Ausdehnung
- Biegeschenkellänge
- Energieeinsparung
- Aussentemperaturen
- Rohrdimensionierung
- Druckverluste
- Taupunkt inklusive Isolationsstärke
- Rohschellenabstände
- Zeit zum Einfrieren
- Gewichtsvergleich
- CO₂ Foot-Print



Die gebräuchlichsten Kälte-träger sind in der COOLING Tool-Box bereits hinterlegt. Es berechnet sämtliche Systemkomponenten, wie Rohre, Fittings und Ventile. Die Menüführung steht in mehreren verschiedenen Sprachen zur Verfügung. Ein System lässt sich so effizient und optimiert auslegen.

Mit der Funktion „Vergleich“ kann ein COOL-FIT System mit einem Stahl, Edelstahl oder Kupfersystem verglichen werden.



COOLING Tool-Box: Wenden Sie sich hierfür an Ihre GF Vertretung oder besuchen Sie www.gfps.com

5 Verlegung und Verbindung

5.1 Verbindung von COOL-FIT 4.0



Allgemeine Hinweise und Informationen zu Elektroschweißen siehe Planungsgrundlagen Kapitel "Verbindungstechnik", Abschnitt „Elektroschweisssverbindung“.

5.1.1 Verarbeitungshinweise

Die Qualität der Schweißung wird massgeblich durch die sorgfältige Ausführung der vorbereitenden Arbeiten bestimmt. Der Schweißbereich ist vor ungünstigen Witterungseinflüssen wie Regen, Schnee oder Wind zu schützen. Zulässiger Temperaturbereich für die Verarbeitung ist -10 °C bis +45 °C. Die nationalen Richtlinien sind zu berücksichtigen. Bei direkter Sonneneinstrahlung kann durch Abschirmen des Schweißbereichs ein ausgeglichenes Temperaturprofil auf dem ganzen Rohrumfang erreicht werden. Es ist besonders darauf zu achten, dass die Elektroschweißmaschine und der Schweißbereich unter gleichen klimatischen Bedingungen positioniert sind.

5.1.2 Durchführung der Elektroschweißung

Schweißbereich schützen

Die zu verschweißenden Flächen am Rohr und am Fitting sind vor Schmutz, jeglichen Fetten, Ölen und Schmiermitteln sorgfältig zu schützen. Es darf nur Tangit PE Reiniger zur Reinigung verwendet werden.



Keine Fette (z. B. Handcreme, ölige Lappen, Silicon etc.) dürfen in die Schweißzone gelangen!

1. Produkte unmittelbar vor der Montage aus der Verpackung nehmen, ohne die Schweißflächen zu berühren.

Gegebenenfalls Rohr mit Abisolier- und Schälwerkzeug für Schweißverbindung vorbereiten (Abisolieren, Schälen und Mantelschneiden) und anschliessend überprüfen, ob der Spanabtrag 0.2 – 0.4 mm beträgt und der minimal zulässige Aussendurchmesser nach Abschälen des Rohres eingehalten wird:

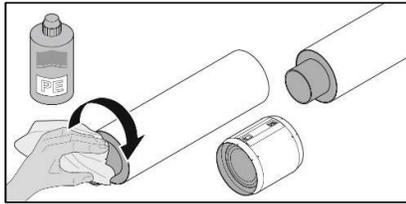


COOL-FIT 4.0 Ventile und COOL-FIT 4.0 Fittings (Typ B, Doppelnippel und Übergangsfittings) müssen nicht geschält werden.

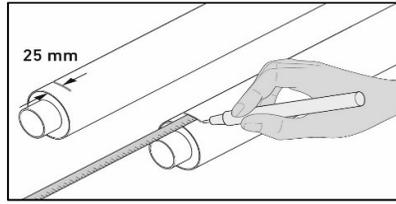
Minimal zulässiger Rohraussendurchmesser des Medienrohrs nach Abschälen für COOL-FIT 4.0

d/D (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	160/250	225/315
Min. d (mm)	31.5	39.5	49.5	62.5	74.4	89.4	109.4	159.4	224.4

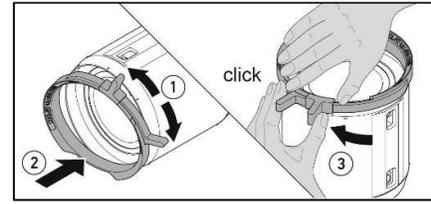
2. Reinigen und Montage zur Schweissvorbereitung



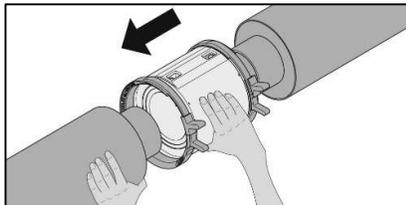
Schritt 1
Schweissflächen von Rohr und Fitting mit Henkel Tangit KS Reiniger und fusselfreiem, unbedrucktem und sauberem Tuch in Umfangsrichtung reinigen.



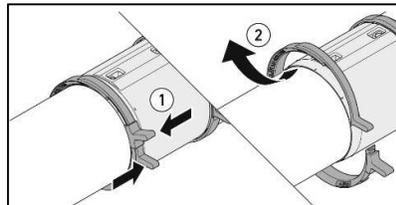
Schritt 2
Markierung am Mantelrohr im Abstand von 25mm anbringen.



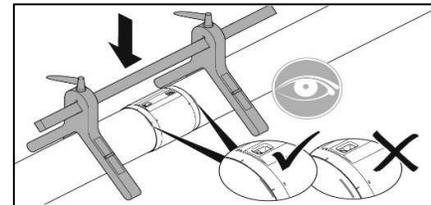
Schritt 3
Weiten Sie die Dichtlippen der Fittings mit den Montagehilfen



Schritt 4
Rohr in Rohrschellen einlegen, spannungsarm ausrichten und Fitting bis auf Anschlag aufs Rohr aufschieben

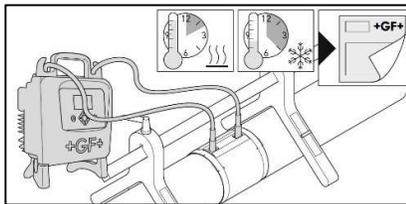


Schritt 5
Montagehilfen entfernen

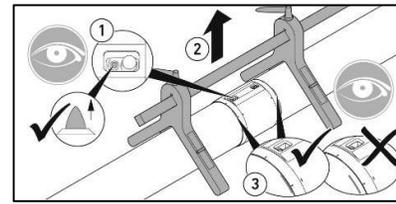


Schritt 6
Auf Spannungsfreiheit achten und Rohre und Fitting gegen Lageveränderung sichern. Einstecktiefen prüfen

3. Schweissprozess



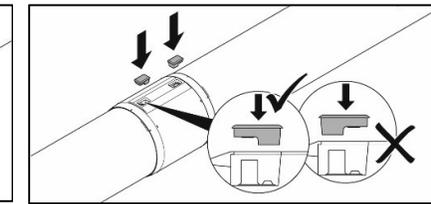
Schritt 1
Schweissen gemäss Bedienungsanleitung des Schweissgerätes. Verwenden sie lange Schweissadapter (790128035). Schweiss- und Abkühlzeit beachten



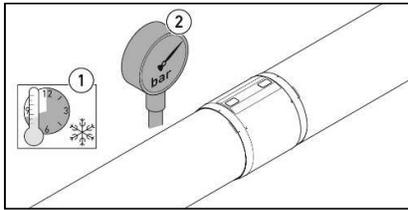
Schritt 2
Während und nach dem Schweißen die Schweissanzeige an den Elektroschweis fittings kontrollieren sowie die Meldungen auf dem Display des Schweissgerätes beachten. Anschliessend Fitting mit folgenden Informationen versehen:

- Datum
- Schweißer/
Schweisnummer
- Uhrzeit nach Ende
Abkühlzeit

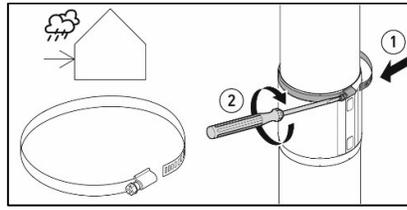
Festhaltevorrichtung nach Abkühlzeit entfernen



Schritt 3
Nach dem Schweißprozess die Isolation der Schweisskontakte anbringen, Festhaltevorrichtung entfernen



Schritt 4
Druckprüfung nach Abkühlzeit
gemäss Tabelle durchführen.



Schritt 5 (optional)
Anbringen und Festziehen der
Abdichtschellen um die obere
Dichtlippe, bei vertikal verlaufenden
Ausseninstallationen

Alternativ zur Abdichtschelle kann
unter der oberen Dichtlippe das
COOL-FIT 4.0 Abdichtband mit
25mm Breite verwendet werden.

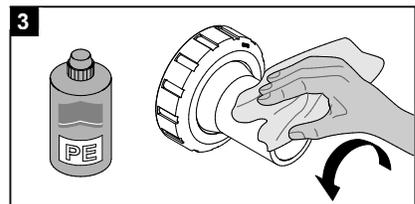
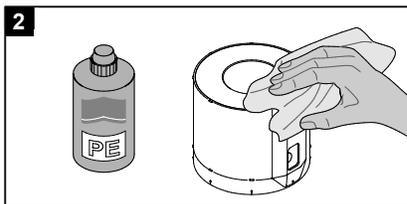
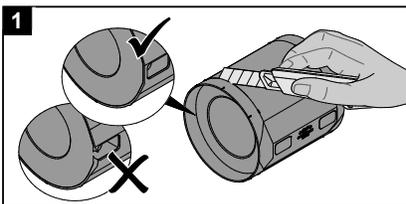
Abkühlzeiten bis zum Entfernen der Haltevorrichtung sowie der Druck- /Dichtheitsprüfung

d (mm)	Abkühlzeit bis zum Entfernen der Haltevorrichtung [min.]	Abkühlzeit bis zur Systemdruckprüfung bei ≤ 6 bar [min.]	Abkühlzeit bis zur Systemdruckprüfung bei ≤ 18 bar [h]
32	10	15	3
40	10	20	5
50	10	20	5
63	10	20	5
75	15	25	6
90	20	35	8
110	30	50	8
160	45	90	8
225	45	90	9.5

Die angegebenen Werte gelten für die Prüfung mit einer Flüssigkeit mit einer Temperatur von ≤ 20°C. Für eine Prüfung mit Gas wird eine Abkühlzeit von 12 Stunden empfohlen.

5.1.3 Ventile und Flanschverbindungen

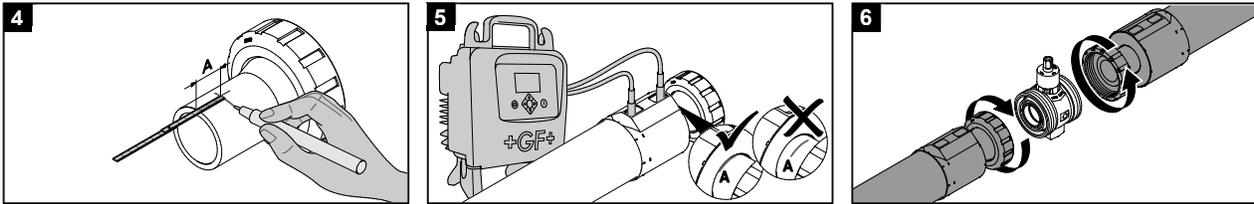
1. Vorbereitung Fitting – Dichtlippe einseitig entfernen, Dichtflächen reinigen



Für die Verbindung mit einem Ventil oder Vorschweissbund, wird die Dichtlippe am Fitting ventileseitig entfernt. Anschliessend werden die Dicht- und Schweissflächen mit Henkel KS Reiniger gereinigt.

2. Standardverschweissung

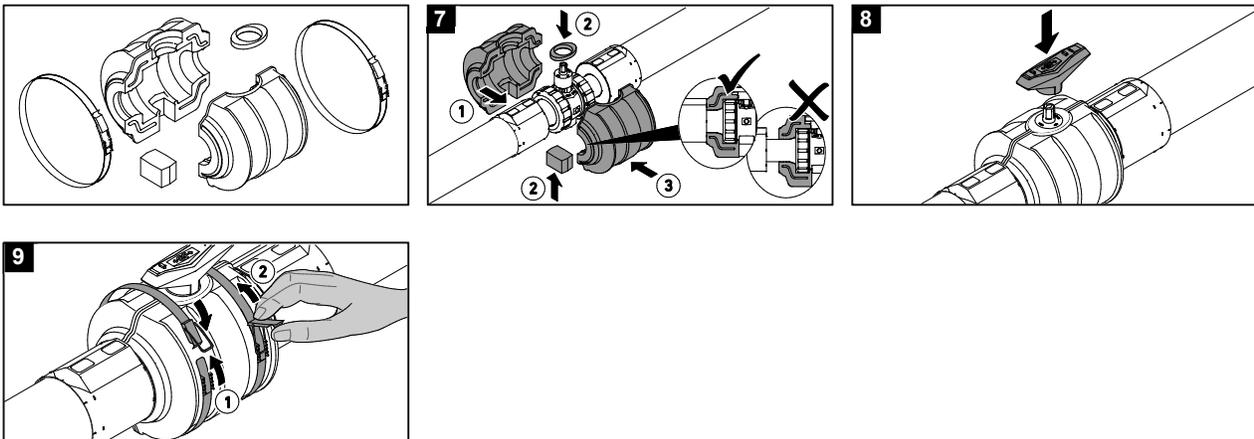
Anschlusssteile ohne Ventil montiert, beidseitig verschweissen.



Für COOL-4.0 Komponenten sind folgende Einstecktiefen A einzuhalten:

d/D (mm)	32/90	40/110	50/110	63/125	75/140	90/160	110/180	160/250	250/315
L1 (mm)	36	40	44	48	55	62	72	90	110

3. Montage der Ventilisolation



Weitere Hinweise sind zu finden in der Montageanleitung „COOL-FIT 2.0/ 4.0 Isolation für Kugelhahn und Absperrklappe“.



Bei COOL-FIT 4.0 Absperrklappen und Flanschverbindungen wird ein Nachziehen der notwendigen Anzugsdrehmomente empfohlen.

5.1.4 Kompakte Verbindung Fitting-zu-Fitting

Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann eine Fitting-zu-Rohr-zu-Fitting Verbindung mit einem kurzen vorisolierten Rohrstück realisiert werden. Das Abisolierwerkzeug ermöglicht das Abisolieren einer minimalen Rohrlänge von ~110mm für Rohrdimensionen d32-d90, bzw. 170mm für Rohrdimensionen d110-d225.

Für kompakte Fitting-zu-Fitting Verbindungen stehen COOL-FIT 4.0 Doppelnippel zur Verfügung.



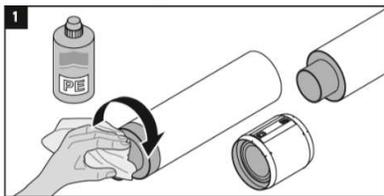
Kurze Verbindungen Fitting-zu-Rohr-zu-Fitting ab d75mm, lassen sich einfach unter Verwendung eines unisolierten Rohres PE100 SDR11 zusammen mit einem von der Abisolierung eines Rohrstück stammenden Isolationsstück durchführen:

Nach dem Schälen der Oxidschicht des unisolierten PE Rohres wird das Isolationsstück übergeschoben und mit den entsprechenden Fittings Typ A verschweisst.

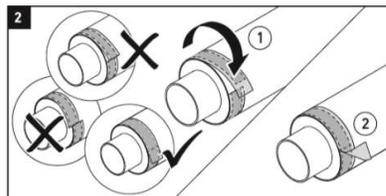
d	d75	d90	d110	d160	d225
L (mm)	165	186	216	270	330

L : Länge des benötigten unisolierten PE100 SDR11 Rohrstücks

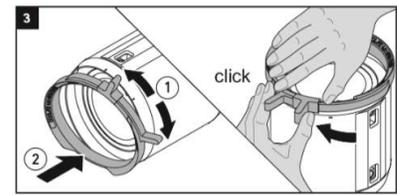
5.1.5 Montage von Abdichtband und Isolationsübergang



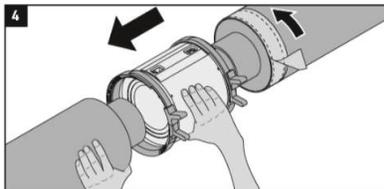
Schritt 1
Zusätzlich zu den Schweissflächen, ebenfalls den Rohraussenmantel reinigen



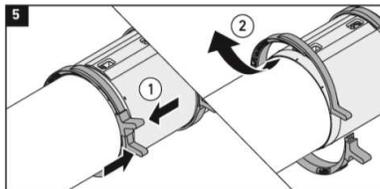
Schritt 2
Abdichtband/ Isolationsübergang ohne Versatz auf Stoss anbringen und Liner abklappen



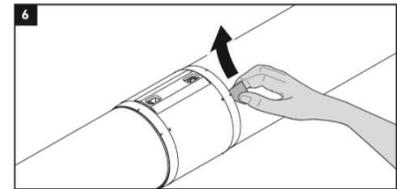
Schritt 3
Weiten Sie die Dichtlippen der Fittings mit den Montagehilfen



Schritt 4
Wahlweise den Fitting bzw. das mit Abdichtband/ Isolations übergang versehene Rohr beim Zusammenschieben leicht drehen



Schritt 5
Montagehilfen entfernen

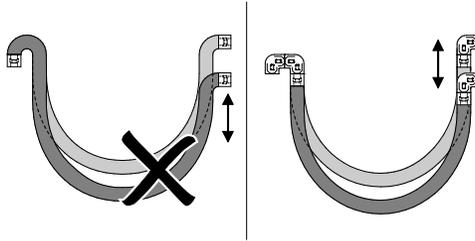


Schritt 6
Nach Entfernen der Montagehilfe, Liner abziehen

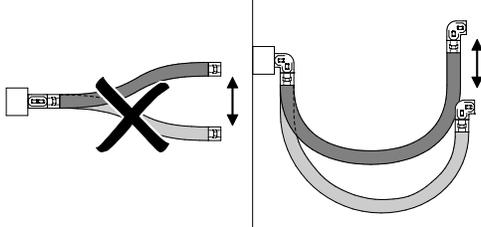
5.1.6 Schläuche

Zur Sicherstellung der Funktionalität flexibler Schlauchverbindungen sind folgende Einbau- und Handhabungshinweise zu beachten.

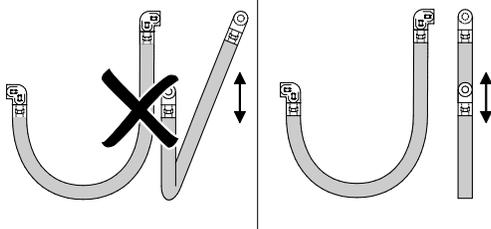
Einbau- und Handhabungshinweise (Falsch / Korrekt)	Beschreibung
	Schlauchleitung in ausreichender Länge konzipieren, um eine Unterschreitung des Mindestbiegeradius zu vermeiden.



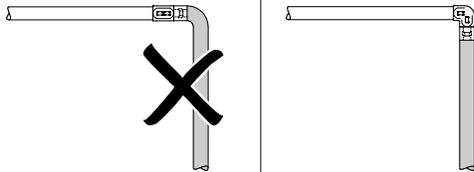
Übermässiges Verbiegen der Schläuche vermeiden, Winkel benutzen.



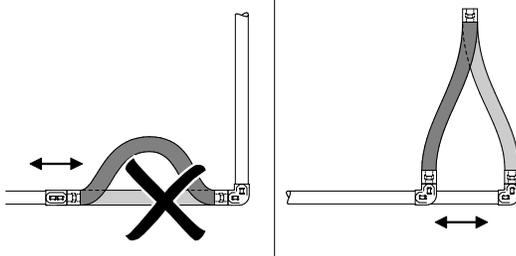
Wechselnde Biegebeanspruchung und zu starke Biegung hinter der Armatur vermeiden, Winkel verwenden.



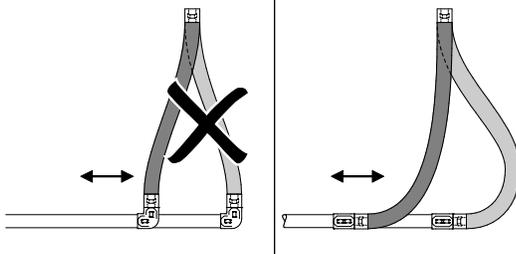
Bei grossen axialen Dehnungen müssen die Bewegungsrichtung und Schlauchachse in einer Ebene liegen, um Torsion zu vermeiden.



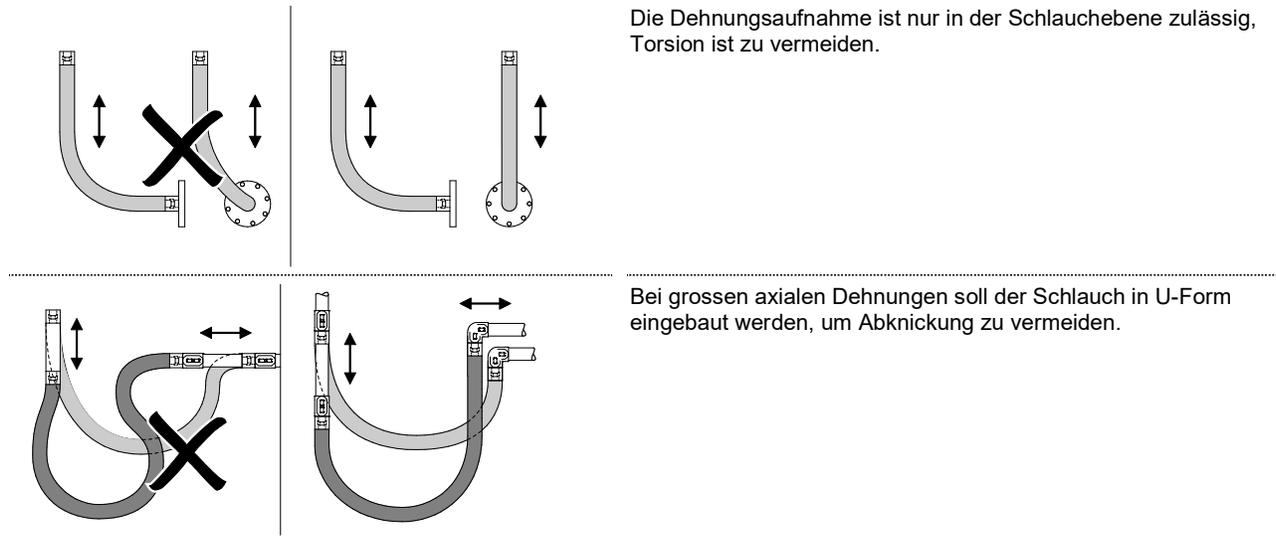
Zu starke Biegebeanspruchung durch Verwendung von Rohrbögen vermeiden.



Soll der Schlauch Dehnungen aufnehmen, muss er quer zur Dehnungsrichtung eingebaut werden.



Bei grossen lateralen Bewegungen ist der Einbau im 90° Winkel vorzusehen.



5.1.7 Übergangsfittings

Das Fitting Sortiment von Georg Fischer Piping Systems enthält verschiedene Übergangs- und Gewindefittings für den Anschluss von Kunststoff-Rohrleitungsteilen an Rohre, Formstücke oder Ventile aus Metall (oder umgekehrt). Die Abdichtung im Rp, R oder NPT Metallgewinde kann wahlweise mit Hanf oder PTFE-Band erfolgen, wenn das Gegenstück nicht aus Kunststoff ist. GA und G werden durch eine Flachdichtung abgedichtet. Der Vorteil einer G-GA Verbindung besteht durch radiale und torsionsfreie Ein- und Ausbaumöglichkeit.

Neben dem klassischen Übergang auf Metallrohrleitungen können die Fittings ebenfalls als Manometeranschluss verwendet werden.



Zum Vermeiden elektrochemischer Korrosion sind bei Stahlübergängen vorzugsweise Edelstahl-Anschlusselemente zu verwenden.

Kombination G- und R-Gewinde

Die Verbindung eines zylindrischen Rohraussengewindes G nach EN ISO 228-1 mit einem zylindrischen Rohrrinnengewinde Rp nach ISO 7-1 dichtet nur in Einzelfällen unter besonders günstigen Umständen zuverlässig ab und ist daher nicht zu empfehlen.

5.1.8 Anbringen der Isolation der Übergangsfittings

Nach der erfolgten Schweissverbindung der Übergangsfittings mit den COOL-FIT 4.0 Fittings Typ A und der mechanischen Verbindung des Metallanschlusselements mit der Gegenkomponente können die mitgelieferten Isolationshalbschalen angebracht werden. Die Montage der Isolationshalbschalen erfolgt in gleicher Weise wie die Isolationshalbschalen der Ventile. Im Unterschied zur Montage von Ventil- und Flanschisolationen kann hierzu beim entsprechenden COOL-FIT 4.0 Fitting Typ die Dichtlippe belassen werden und muss nicht entfernt werden.

5.1.9 Verbinden der Isolation von Übergangsfittings mit der Isolation flexibler Schläuche

Die radiale, stirnseitige Verbindung der Isolation kann wahlweise mit Klebeband oder mit Klebstoff erfolgen.

Verarbeitungshinweise zum Klebstoff:

Vor Gebrauch den Klebstoff mit dem enthaltenen Borstenpinsel gut aufrühren. Vorwiegend dünner Streichauftrag mit dem Borstenpinsel auf beide zu verklebende Flächen. So beträgt der Verbrauch ca. 0.2 – 0.25kg/m².

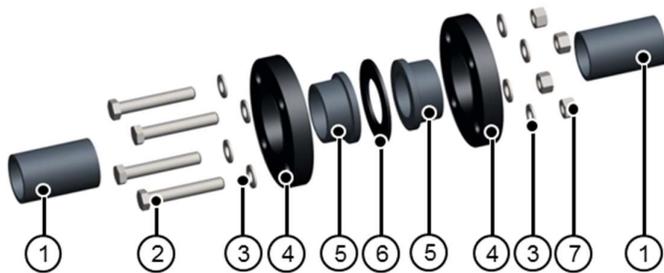
Je nach Temperatur und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen beträgt die Abluftzeit und offene Zeit zwischen 3 und 15 Minuten.

Bei der Verklebung muss der Klebstoff noch eine Klebrigkeit zeigen, darf aber bei der „Fingerprobe“ keine Fäden mehr ziehen. Die Verklebungen sind nicht unter Spannung sondern gestaucht durchzuführen. Die Klebeflächen sind kurz und kräftig zusammendrücken.

Die günstige Temperatur für Lagerung und Verarbeitung sollte im Bereich zwischen +15 und +25 °C liegen. Unter 10 °C sollte der Klebstoff nicht verarbeitet werden.

5.1.10 Flanschverbindungen

Es sind Flansche mit ausreichender thermischer und mechanischer Stabilität zu verwenden. Diese Anforderungen erfüllen die verschiedenen Flanschtypen von Georg Fischer Piping Systems. Die Dichtungsabmessungen müssen mit dem Aussen- und Innendurchmesser des Vorschweissbunds bzw. der Bundbuchse übereinstimmen. Bei Unterschieden von mehr als 10 mm zwischen den Innendurchmessern von Dichtung und Bund kann es zu Störungen an der Flanschverbindung kommen.



Nr.	Bezeichnung
1	Rohr
2	Schraube
3	Unterlegscheibe
4	Flansch
5	Bundbuchse/Vorschweissbund
6	Flanschdichtung
7	Mutter

Empfohlener Losflansch für COOL-FIT 4.0 Flanschverbindungen

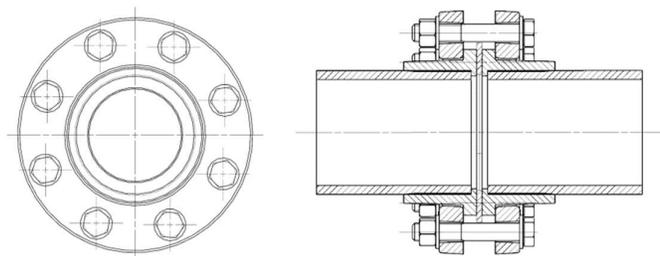
Flansch- verbindung	Eigenschaften
PP-Stahl Flansch	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der Stahleinlage sehr robust und steif • Korrosionsfreier Kunststoffflansch aus Polypropylen PP-GF30 (glasfaserverstärkt) mit Stahleinlage • Hohe chemische Beständigkeit (hydrolysebeständig) • UV-stabilisiert

Herstellen von Flanschverbindungen

Bei der Herstellung von Flanschverbindungen sind folgende Punkte zu beachten:

Ausrichtung der Schrauben ausserhalb der beiden Hauptachsen

- Bei waagrecht verlaufenden Rohrleitungen ist die gezeigte Ausrichtung der Schrauben ausserhalb der Hauptachsen (siehe folgende Abbildung) von Vorteil, da bei möglichen Undichtigkeiten an der Flanschverbindung das Medium nicht unmittelbar über die Schrauben läuft.



Flansch mit Hauptachsen (Mittig, gekreuzt)

- Vorschweissbund, Dichtung sowie Losflansch müssen zentrisch zur Rohrachse ausgerichtet sein.
- Vor dem Aufbringen der Schraubenvorspannung müssen die Dichtflächen planparallel zueinander ausgerichtet sein und eng an der Dichtung anliegen. Das Beiziehen schlecht ausgerichteter Flansche mit den dadurch entstehenden Zugspannungen ist unter allen Umständen zu vermeiden.

Auswahl und Handhabung von Schrauben

- Die Länge der Schrauben ist so zu wählen, dass das Schraubengewinde bei der Mutter nicht mehr als 2 bis 3 Gewindegänge übersteht. Sowohl am Schraubenkopf als auch bei der Mutter sind unbedingt Scheiben unterzulegen. Bei der Verwendung zu langer Schrauben ist die anschliessende Montagemöglichkeit der Isolationshalbschalen nicht sichergestellt.
- Um die Verbindungsschrauben leichter festzuziehen und sie nach längerer Betriebszeit leichter zu lösen, das Gewinde z. B. mit Molybdänsulfid bestreichen.
- Anziehen der Schrauben unter Verwendung eines Drehmomentschlüssels
- Die Schrauben müssen über Kreuz gleichmässig angezogen werden: Zunächst die Schrauben von Hand anziehen, sodass eine gleichmässige Anlage der Dichtflächen gegeben ist. Dann alle Schrauben diagonal auf 50 % des erforderlichen Drehmoments, danach auf den Endwert anziehen. Die empfohlenen Schraubenanzugsdrehmomente sind in der Tabelle zusammengestellt.
- In der Praxis können sich Abweichungen davon ergeben, z. B. durch die Verwendung schwergängiger Schrauben oder durch nicht fluchtende Rohrachsen. Auch die Shore-Härte der Dichtung beeinflusst die notwendige Anzugskraft.
- Es wird empfohlen, die Anzugsmomente 24 Stunden nach Montage entsprechend den vorgegebenen Werten zu kontrollieren und ggf. nachzuziehen. Auch dabei ist immer über Kreuz zu arbeiten.
- Nach der Druckprüfung sind die Anzugsmomente in jedem Fall zu kontrollieren und ggf. nachzuziehen.



Weitere Informationen zu Flanschverbindungen siehe DVS 2210-1 Beiblatt 3.



Im Bereich von Biegeschenkeln und Dehnungsbögen sollen keine Verschraubungen oder Flanschverbindungen eingesetzt werden, da es sonst durch die Biegebeanspruchung zu Undichtigkeiten kommen kann.

Richtwerte für Schraubenanzugsmomente für metrische (ISO) Flanschverbindungen hergestellt mit Losflanschen PP-Stahl

Die angegebenen Anzugsdrehmomente werden von Georg Fischer Piping Systems empfohlen. Bereits mit diesen Anzugsmomenten ist eine ausreichende Dichtheit der Flanschverbindung gewährleistet. Sie weichen von den Angaben in der DVS 2210-1 Beiblatt 3 ab, welche als obere Grenzwerte zu verstehen sind. Die einzelnen Komponenten der Flanschverbindung (Bundbuchsen, Vorschweissbunde, Flansche) von Georg Fischer Piping Systems sind für diese oberen Grenzwerte dimensioniert.

Rohraussendurchmesser d (mm)	Nenn Durchmesser DN (mm)	Schraubenanzugsdrehmoment MD (Nm)		
		Flachring maximaler Druck 10 bar / 40 °C	Profildichtung maximaler Druck 16 bar	O-Ring maximaler Druck 16 bar
d32	DN25	15	10	10
d40	DN32	20	15	15
d50	DN40	25	15	15
d63	DN50	35	20	20
d75	DN65	50	25	25
d90	DN80	30	15	15
d110	DN100	35	20	20
d160	DN150	45	25	25
d225	DN200	70 ¹⁾	45	35

¹⁾ Maximaler Betriebsdruck 6 bar

Richtwerte für Schraubenanzugsmomente für ISO-Flanschverbindungen

Schraubenlängen

In der Praxis ist es oftmals schwierig, die richtige Schraubenlänge für Flanschverbindungen festzulegen. Sie leitet sich aus den folgenden Parametern ab:

- Dicke der Unterlegscheiben (2x)
- Höhe der Mutter (1x)
- Dicke der Dichtung (1x)
- Flanschdicke (2x)
- Bunddicke (Bundbuchse bzw. Vorschweissbund) (2x)
- Einbaulänge des Ventils, falls vorhanden (1x)

Aufgrund der verwendeten Isolation muss sichergestellt sein, dass die verwendeten Schrauben nicht zu lang gewählt werden, da sonst die Isolationsschalen nicht montiert werden können.

Die nachfolgende Tabelle soll eine Hilfe zu Ermittlung der notwendigen Schraubenlänge geben.



Gemäss der DVS 2210-1 soll die Schraubenlänge bei Flanschverbindungen so bemessen sein, dass 2 bis 3 Gewindegänge über die Mutter überstehen.



Online-Tool „Schraubenlängen und Anzugsmomente“ auf www.gfps.com/tools

Für eine isolierte Flanschverbindung von COOL-FIT Vorschweissbund-zu-COOL-FIT Vorschweissbund mit PP Stahl Losflanschen können folgende Schrauben verwendet werden:

Dimension	d32	d40	d50	d63	d75	d90	d110	d160	d225
Schrauben	M12x80	M16x80	M16x90	M16x90 oder M16x100	M16x100	M16x100	M16x100	M16x200	M20x220

5.1.11 Installationsfittings (für Sensoren)

Die Sensoren werden mit einem geeigneten Werkzeug so weit in die Installationsfittings eingedreht, bis noch ca. 1 bis 2 Gewindegänge sichtbar sind. GF empfiehlt zum Dichten PTFE-Band zu verwenden. Alternativ können auch

Gewindedichtfaden Henkel Tangit Uni-Lock oder Loctite 55 bzw. Gewindedichtpaste Loctite 5331 eingesetzt werden. Dabei die entsprechenden Verarbeitungsrichtlinien des Herstellers beachten. Bei Verwendung anderer Dichtmittel ist unbedingt die Verträglichkeit mit PE Kunststoff abzuklären.

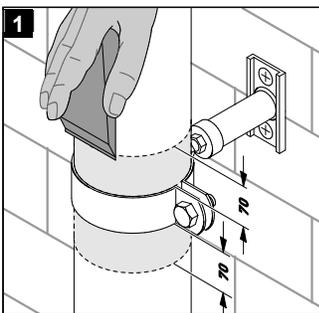
Bei horizontalem Einbau der Installationsfittings ist darauf zu achten, dass der Sensor in 1 bis 5 Uhr oder 7 bis 11 Uhr Position steht.



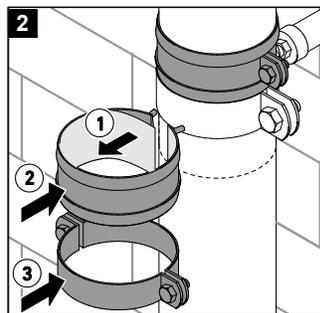
Hanf als Dichtmittel ist zu vermeiden. Benetztes Hanf quillt auf und kann sowohl Kunststoffittings wie Sensoren beschädigen.

5.1.12 Installation von Festpunkten

Die COOL-FIT Rohrleitung muss mit einer handelsüblichen Festpunktschelle in der vorgesehenen Einbausituation montiert sein.

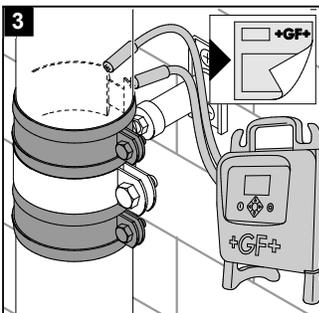


Schritt 1
Oberste Oxidschicht des PE Mantelrohres mit einem Rohrschaber entfernen.

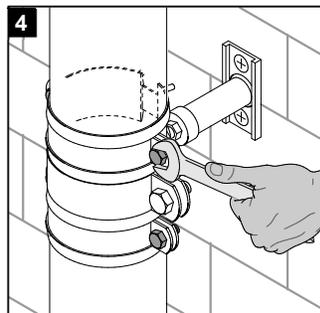


Schritt 2
Gelbes Schutzband von den Schweissbändern entfernen. Anschliessend die Schweissbänder um COOL-FIT Rohr anbringen und mit den mitgelieferten Rohrschellen befestigen.

Hinweis: Der benötigte Schweissdruck auf das saubere und trockene COOL-FIT Rohr wird durch Anziehen der Rohrschellen erreicht. Es ist darauf zu achten, dass zwischen Festpunktschelle und Schweissband keine Lücken sichtbar sind.



Schritt 3
Schweissen der Schweissbänder mit dem COOL-FIT Rohr gemäss Bedienungsanleitung des Elektroschweisgeräts. Zum Schweissen entweder Schweissadapter oder Y-Kabel mit integrierten Schweissadaptern verwenden.



Schritt 4
Nachziehen der Rohrschelle nach 10 min.

5.2 Drucktest

Innendruckprüfung

Für Innendruckprüfung und Inbetriebnahme gelten für COOL-FIT 4.0 die gleichen Bedingungen wie für das nicht-isolierte ecoFIT-System (PE).

5.3 Innendruck- und Dichtheitsprüfung

5.3.1 Einführung in die Druckprüfung

Übersicht der verschiedenen Prüfverfahren

Prüfverfahren	Innendruckprüfung			Dichtheitsprüfung
	Wasser	Gas ¹	Druckluft ¹	Gas/Luft (ölfrei)
Art	Inkompressibel	Kompressibel	Kompressibel	Kompressibel
Prüfdruck (Überdruck)	P_p (zul) bzw. $0.85 \cdot P_p$ (zul)	Betriebsdruck + 2 bar	Betriebsdruck + 2 bar	0.5 bar
Gefährdungspotential während der Druckprüfung	Gering	Hoch	Hoch	Gering
Aussagekraft	Hoch: Nachweis der Druckfestigkeit inkl. Dichtheit gegen Prüfmedium	Hoch: Nachweis der Druckfestigkeit inkl. Dichtheit gegen Prüfmedium	Hoch: Nachweis der Druckfestigkeit inkl. Dichtheit gegen Prüfmedium	Gering

¹ Die entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen sind zu beachten. Weitere Details können der DVS 2210-1 Beiblatt 2 entnommen werden.

Für Dichtheits- und Druckprüfungen gibt es eine Vielzahl von internationalen und nationalen Normen und Richtlinien.

Zweck einer Druckprüfung:

- Druckfestigkeit des Rohrleitungssystems sicherstellen
- Dichtheit gegenüber dem Prüfmedium nachweisen.

Üblicherweise handelt es sich bei der Innendruckprüfung um eine Wasserdruckprüfung und nur in Ausnahmefällen (unter Berücksichtigung besonderer Sicherheitsmassnahmen) um eine Gasdruckprüfung mit Luft oder Stickstoff.

Wasser ist ein inkompressibles Medium. Bei einer Leckage während der Prüfung wird wenig Energie freigesetzt. Deshalb ist das Gefährdungspotential wesentlich geringer als bei mit einem kompressiblen Medium wie z.B. Druckluft.

5.3.2 Innendruckprüfung mit Wasser oder einem anderen inkompressiblen Prüfmedium

Die Innendruckprüfung bildet den Abschluss der Verlegearbeiten und setzt eine betriebsfertige Rohrleitung bzw. betriebsfertige Prüfabschnitte voraus. Die Beanspruchung durch den Prüfdruck soll den experimentellen Nachweis der Betriebssicherheit darstellen. Dabei basiert der Prüfdruck nicht auf dem Betriebsdruck, sondern auf der Innendruckbelastbarkeit, ausgehend von der Rohrwanddicke.

Den nachfolgenden Angaben liegt das Beiblatt 2 zur DVS 2210-1 zugrunde. Damit werden die Angaben in der DVS 2210-1 komplett ersetzt. Die Anpassungen wurden notwendig, da die Bezugsgrösse „Nennndruck (PN)“ für die Bestimmung des Prüfdrucks ($1.5 \cdot PN$, bzw. $1.3 \cdot PN$) überwiegend wegfällt und durch SDR ersetzt wird. Zudem folgt eine kurzzeitige Überbeanspruchung bis hin zur Verkürzung der Lebensdauer, wenn im Verlauf der nennndruckabhängigen Innendruckprüfung die Rohrwandtemperatur $T_R = 20 \text{ °C}$ um mehr als 5 °C überschritten wird.

Daher werden die Prüfdrücke abhängig vom SDR und von der Rohrwandtemperatur ermittelt. Als Prüfspannung wird der Wert von 100 h aus dem Zeitstanddiagramm zugrunde gelegt.

Prüfparameter

Die nachfolgende Tabelle gibt Empfehlungen zur Durchführung der Innendruckprüfung

Gegenstand	Vorprüfung	Hauptprüfung
Prüfdruck p_p (abhängig von der Rohrwandtemperatur und vom zulässigen Prüfdruck der eingebauten Komponenten, siehe Abschnitt „Bestimmung des Prüfdrucks“)	$\leq P_p$ (zul)	$\leq 0.85 P_p$ (zul)
Prüfdauer (abhängig von der Länge der Rohrleitungsabschnitte)	$L \leq 100$ m: 3 h 100 m < $L \leq 500$ m: 6 h	$L \leq 100$ m: 3 h 100 m < $L \leq 500$ m: 6 h
Kontrollen während der Prüfung (Prüfdruck- und Temperaturverlauf sind zu protokollieren)	mind. 3 Kontrollen verteilt auf die Prüfdauer mit Wiederherstellen des Prüfdrucks	mind. 2 Kontrollen verteilt auf die Prüfdauer ohne Wiederherstellen des Prüfdrucks

Vorprüfung

Die Vorprüfung dient dazu, das Rohrleitungssystem auf die eigentliche Prüfung (Hauptprüfung) vorzubereiten. Im Verlauf der Vorprüfung wird sich im Rohrleitungssystem ein Spannungs-Dehnungs-Gleichgewicht in Verbindung mit einer Volumenzunahme einstellen. Dabei kommt es zu einem werkstoffabhängigen Druckabfall, der ein wiederholtes Nachpumpen zur Wiederherstellung des Prüfdrucks sowie häufig ein Nachziehen der Flanschverbindungsschrauben erforderlich macht.

Als Richtwerte für den dehnungsbedingten Druckrückgang bei Rohrleitungen gelten:

Werkstoff	Druckabfall (bar/h)
COOL-FIT 4.0	1.2

Hauptprüfung

Im Rahmen der Hauptprüfung kann bei etwa gleichbleibenden Rohrwandtemperaturen ein wesentlich geringerer Druckabfall erwartet werden, so dass sich ein Nachpumpen erübrigt. Die Kontrollen können sich auf die Dichtheit der Flanschverbindungen und eventuelle Lageveränderungen der Rohrleitung konzentrieren.

Zu beachten bei Kompensatoren

Wenn Kompensatoren in die zu prüfende Rohrleitung eingebaut sind, so hat dies Auswirkungen bzgl. den zu erwartenden Axialkräften auf die Festpunkte der Rohrleitung. Durch den höheren Prüfdruck gegenüber dem Betriebsdruck werden auch die Axialkräfte auf die Festpunkte entsprechend höher. Dies muss bei der Auslegung der Festpunkte berücksichtigt werden.

Zu beachten bei Ventilen

Befindet sich ein Ventil am Ende einer Rohrleitung (End- oder Abschlussventil), so muss das Ventil und damit das Rohrleitungsende mittels Blindflansch oder Kappe abgeschlossen werden. Dadurch wird verhindert, dass durch unbeabsichtigtes Betätigen des Ventils Medium austreten kann, bzw. das Innere des Ventils verunreinigt wird.

Füllen der Rohrleitung

Bevor mit der Innendruckprüfung begonnen werden kann, sind die folgenden Punkte zu prüfen:

1. Die Installation wurde gemäss den vorliegenden Plänen durchgeführt.
2. Alle Druckentlastungen und Rückschlagklappen wurden in Durchflussrichtung montiert.
3. Alle Endventile wurden geschlossen
4. Alle/Die Ventile vor Geräten wurden als Sicherheit gegen Druck geschlossen.
5. Eine Sichtkontrolle von allen Verbindungen, Pumpen, Messgeräten und Tanks wurde durchgeführt.
6. Die Wartezeit nach der letzten Schweißung/Klebung wurden eingehalten

COOL-FIT 4.0

Verlegung und Verbindung

Danach kann die Rohrleitung vom geodätisch tiefsten Punkt aus gefüllt werden. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Entlüftung zu legen. Dazu sind möglichst an allen Hochpunkten der Rohrleitung Entlüftungen vorzusehen, die beim Füllen des Systems geöffnet sein müssen. Die Spülgeschwindigkeit muss mindestens 1 m/s betragen.

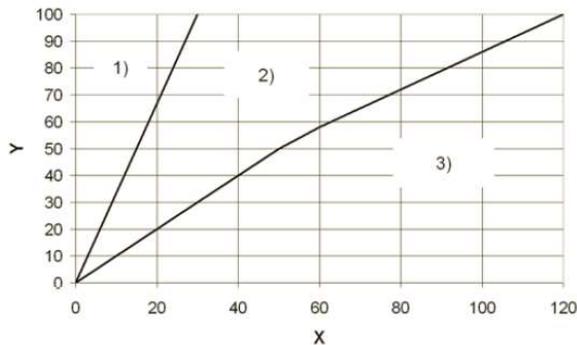
Anhaltswerte für die Füllmenge zeigt die nachfolgende Tabelle:

d (mm)	V (l/s)
≤ 90	0.15
110	0.3
160	0.7
225	1.5

Zwischen dem Füllen und Prüfen der Rohrleitung ist ausreichend Zeit zu lassen, damit die im Rohrleitungssystem befindliche Luft über die Entlüftungen entweichen kann: ca. 6 bis 12 Stunden, abhängig von der Nennweite.

Aufbringen des Prüfdrucks

Der Prüfdruck wird gemäss dem Diagramm aufgebracht. Dabei ist darauf zu achten, dass die Drucksteigerungsrate keine Druckschläge verursacht.



Y Prüfdruck (%)

X Zeit zur Prüfdrucksteigerung (min)

1) Drucksteigerungsrate bis d110DN100 mm

2) Bereich der Drucksteigerungsraten zwischen d110DN100 und d400DN400 mm

3) Richtwerte der Drucksteigerungsrate d500DN500 und höher ist: d500/DN500 (bar/10 min)

Bestimmung des Prüfdrucks

Der zulässige Prüfdruck errechnet sich nach folgender Formel:

$$P_p(\text{zul}) = \frac{1}{\text{SDR}} \cdot \frac{20 \cdot \sigma_v(T, 100 \text{ h})}{S_p \cdot A_G}$$

$\sigma_v(T, 100 \text{ h})$

Zeitstandfestigkeit für die Rohrwandtemperatur (bei $t = 100 \text{ h}$)

S_p

Mindestsicherheitsfaktor zur Zeitstandfestigkeit

A_G

verarbeitungs- oder geometriespezifischer Faktor, der den zulässigen Prüfdruck mindert

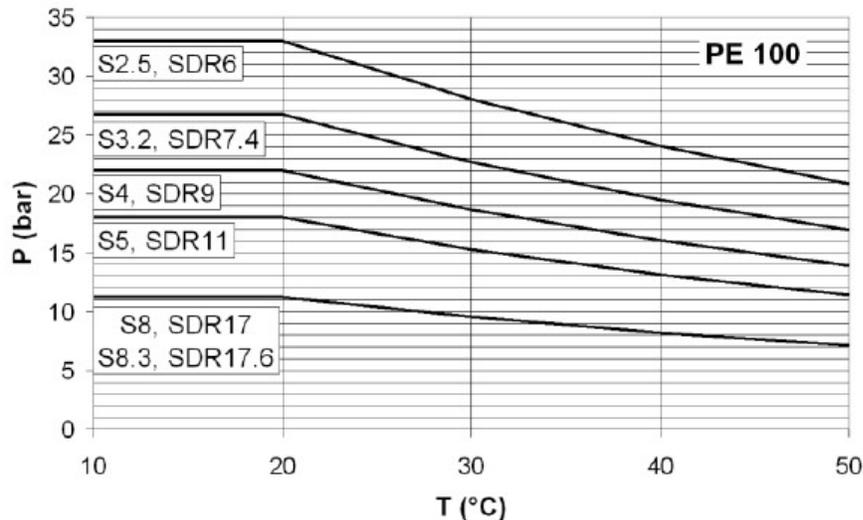
T_R

Rohrwandtemperatur: Mittelwert aus Temperatur des Prüfmediums und der Rohroberfläche

Werkstoff	S_p Mindestsicherheitsfaktor
COOL-FIT 4.0 Rohre und Fittings (PE100)	1.25
COOL-FIT 4.0 Ventile (ABS)	1.6

Zur Vereinfachung können aus den folgenden Diagrammen die zulässigen Prüfdrücke entnommen werden.

P Zulässiger Prüfdruck (bar)
T Rohrwandtemperatur (°C)



Kontrollen während der Prüfung

Während der Prüfung müssen die folgenden Messgrößen lückenlos protokolliert werden:

7. Innendruck am absoluten Leitungstiefpunkt
8. Medium- und Umgebungstemperatur
9. Zugeführte Wassermenge
10. Abgeführte Wassermenge
11. Druckabfallraten

5.4 Inbetriebnahme mit sekundären Kälte-trägern

Sekundäre Kälte-träger wie Glykollösungen dürfen nur in flüssiger, vorgemischter Form in das COOL-FIT 4.0 Rohrleitungssystem eingefüllt werden. Das Einfüllen sollte langsam stattfinden von dem untersten Punkt des Systems, um die Entlüftung des Rohrleitungssystems an seinem höchsten Punkt zu ermöglichen.

Befüllen- und Entlüftung

Es ist wichtig, Luft aus allen Rohrleitungsteilen zu entfernen. Der Entlüftungsprozess läuft wie folgt ab:

- Die Anlage muss langsam aufgefüllt werden.
- Manuelle oder automatische Entlüftungsgeräte müssen am höchsten Punkt der Anlage montiert werden.
- Lange horizontale Leitungen sollten mit einem leichten Gefälle montiert werden.
- Die Rohrleitungsführung sollte so gewählt werden, dass keine Luftpolster eingeschlossen werden können.
- Installation eines Entlüfters mit einer Flüssigkeitssäule als Reserve.
- Beachten Sie die spezifischen Herstelleranleitungen der verwendeten Flüssigkeiten bezüglich Füllen

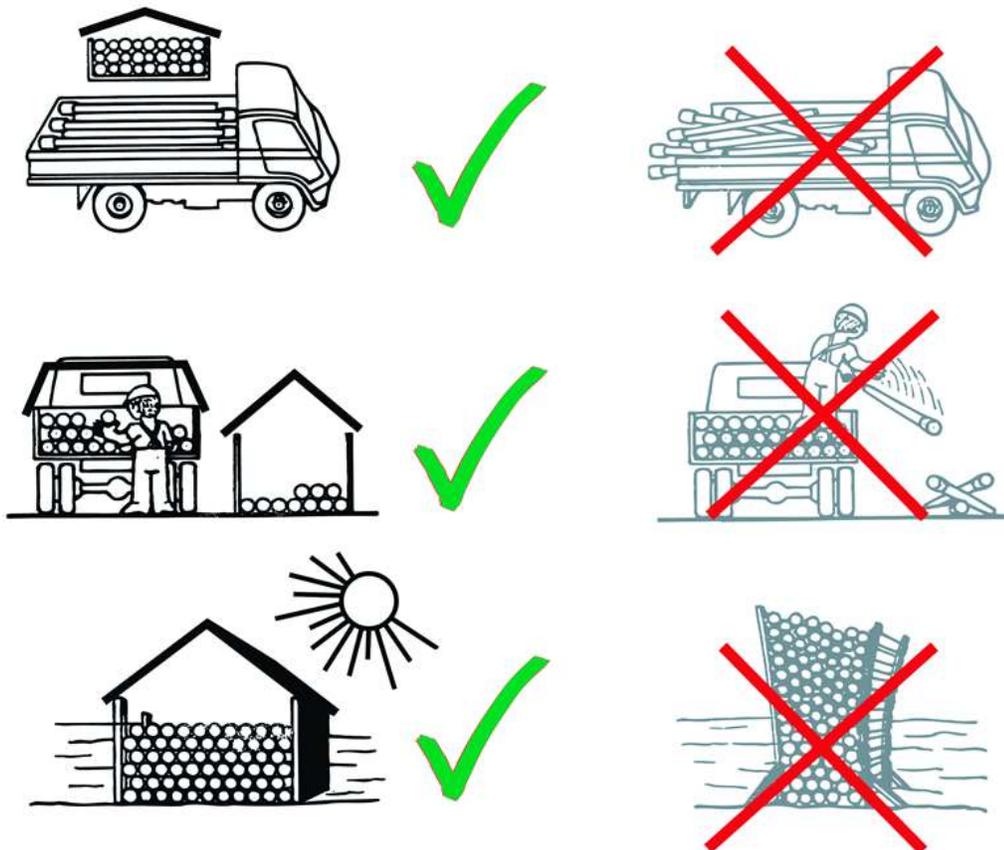
6 Transport, Handhabung, Lagerung

6.1 Transport

Auf LKWs / in Crates, manueller Transport

6.2 Lagerung

Alle Kunststoffrohre, einschliesslich die vorisolierten Kunststoffrohre des Systems COOL-FIT 4.0, müssen auf eine flache Oberfläche ohne scharfe Kanten gestapelt werden. Während der Handhabung muss darauf geachtet werden, dass der Aussenoberfläche des Rohrs keinen Schaden zugefügt wird, z. B. beim Entlangziehen am Boden). Rohrübergänge bei der Lagerung müssen vermieden werden, da dies ein Verbiegen der Rohre verursachen würde.



6.3 Umwelt

Die Werkstoffe, die für COOL-FIT 4.0 benutzt werden, sind wiederverwendbare Werkstoffe. Georg Fischer Piping Systems verfolgt das Ziel, den Kundenwünschen bezüglich Umwelt zu entsprechen. ODP- und GWP-Werte und Prüfberichte liegen für COOL-FIT 4.0 Rohre vor.



Weitere Informationen auf www.coolfit-georgfischer.com