



TECHNISCHES HANDBUCH

**FRABOPRESS C-STEEL** **M**

PRESSFITTINGS AUS GALVANISIERTEM KOHLENSTOFFSTAHL

# FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO

M

## FRABOPRESS C-STEEL BIG-SIZE

Pressfittings aus galvanisiertem Kohlenstoffstahl



### INHALTSVERZEICHNIS

3	BESCHREIBUNG
3	VORTEILE
4	TECHNISCHE DATEN
5	DER C-STAHL
	Material
6	DICHTRING – O-RING
7	VERWENDBARE ROHRE
8	MARKIERUNG
8	PRESSWERKZEUG/PRESSBACKEN
	Geeignete und empfohlene Installationswerkzeuge
11	VERLEGE- UND MONTAGEANLEITUNG
	Technische Hinweise für die Verlegung und Montage
	Technische Hinweise für die Verlegung und Montage von BIG-SIZE
	Biegen der Rohre
	Verlegemaße
	<b>EINSATZGEBIETE UND VERLEGEPROBLEME</b>
17	EINSATZGEBIETE
19	KONDENSATE
19	FROST UND FROSTSCHUTZMITTEL
19	DRUCKLUFTFILTERUNG
20	MECHANISCHE VIBRATIONEN
20	WÄRME
20	KORROSIONSSCHUTZ
	Elektrochemische Spannungsreihe
	Innenkorrosion
	Streuströme und Erdung
24	WÄRMEAUSDEHNUNGEN
	Berechnung eines Dehnungsschenkels
	Anordnung der Befestigungsschellen
26	DRUCKVERLUSTE
	Kontinuierliche Druckverluste
	Lokale Druckverluste
28	ABNAHMEPRÜFUNG
	Prüfung und Inbetriebnahme von Heizungsanlagen
	<b>ANHANG</b>
29	GARANTIE

## BESCHREIBUNG

### FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M

C-Stahl-Pressfittings mit besonders korrosionsbeständiger galvanischer Verzinkung und Hochleistungsdichtring aus **EPDM**. Entspricht den Anforderungen nach **UNI 11179** und ist mit der roten Markierung versehen, die darauf hinweist, dass keine Eignung für Trinkwasser-Installationen vorliegt. Geeignet zum Verpressen mit M-Pressbacken.

### FRABOPRESS C-STEEL BIG-SIZE

C-Stahl-Pressfittings mit großem Durchmesser (> 76 mm), besonders korrosionsbeständiger galvanischer Verzinkung und Hochleistungsdichtring aus **EPDM**. Entspricht den Anforderungen nach **UNI 11179** und ist mit der roten Markierung versehen, die darauf hinweist, dass keine Eignung für Trinkwasser-Installationen vorliegt. Geeignet zum Verpressen mit M-Pressbacken.

Pressenden mit Durchmessern 76, 89 und 108 haben die M-Kontur und sollen mit entsprechenden Werkzeugen verpresst werden. Pressenden mit kleineren Durchmessern können sowohl die V- als auch die M-Kontur haben. Diesbezüglich prüfen Sie bitte in unserem Katalog oder in den Maßblättern die Baureihen AC0131 und ACM131, sowie AC0243 und ACM243.

### FRABOPRESS C-STAHLOHRE IN STANGEN

C-Stahlrohr, innen und außen oder nur außen verzinkt, elektrogeschweißt (ohne Schweißzusätze) im Hochfrequenz-Induktionsverfahren, äußere Schweißnaht geglättet. Zerstörungsfreie Prüfung von 100% der Rohre – Wirbelstromprüfung nach **UNI EN ISO 10893** zum Nachweis der Dichtheit.

### FRABOPRESS C-STAHLOHRE IN STANGEN MIT UMMANTELUNG

C-Stahlrohr, innen und außen verzinkt, elektrogeschweißt (ohne Schweißzusätze) im Hochfrequenz-Induktionsverfahren, äußere Schweißnaht geglättet, durch eine Ummantelung aus Polypropylen (PP) geschützt. Zerstörungsfreie Prüfung von 100% der Rohre – Wirbelstromprüfung nach **UNI EN ISO 10893** zum Nachweis der Dichtheit von ummantelten, außen nicht lackierten Rohren.

## VORTEILE

- Einfaches und schnelles Verlegen
- Hohe Beständigkeit gegen Salznebel
- Idealer Werkstoff zur Einsparung von Kosten bei der Verwirklichung der Anlage
- Geringe Wärmeausdehnung der Anlage
- Breites Einsatzgebiet
- Rohre mit unlackierter Oberfläche für eine optimale Haftung des O-Rings
- Totale Schutzverzinkung (sowohl innen als auch außen)

**Im Text dieses Handbuchs sind die Verweise auf die nationalen italienischen Produkt- und Installationsnormen aufgeführt. Die Verweise auf die nationalen Normen anderer Länder (z. B. Deutschlands) sind nur zur Information aufgeführt.**

**Für diesbezügliche detaillierte Informationen wenden Sie sich bitte an den technischen Kundendienst der Firma Fra.Bo S.p.A.**

## TECHNISCHE DATEN

### KONFORMITÄTSDATEN

Die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M** eignen sich zur Verwirklichung von Pressverbindungen an „nackten“ oder ummantelten verzinkten Stahlrohren für die große Mehrheit thermohydraulischer Installationen. Die C-Stahl-Pressfittings werden nach **EN 10226-1** hergestellt.

### KONSTRUKTIONSDATEN






Lieferbares Sortiment: 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54 mm für die Serie **FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M**  
76,1, 88,9 et 108 mm für die Serie **FRABOPRESS C-STEEL BIG-SIZE**

Kontur des Fittings: Die von **FRABO** eingesetzte Kontur für die Serie **FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M** ist optimal, um Dichtheit und Standfestigkeit der Rohr-Fitting-Verbindung zu gewährleisten.

Für die Serie **FRABOPRESS C-STEEL BIG SIZE** ist aufgrund der von **FRABO** angewendeten Kontur (für M-Pressbacken) der Einsatz von im Handel erhältlichem Hochleistungswerkzeug vorgesehen, um sie entsprechend der höheren Robustheit des Fittings mit großem Durchmesser fest zu verpressen.

O-Ring: Das Fitting ist bereits mit einem O-Ring (schwarz aus **EPDM** und gelb aus **HNBR**) versehen, um bei jeder Anwendung maximale Schnelligkeit und Sicherheit zu gewährleisten.

### TECHNISCHE DATEN DER FITTINGS

ANWENDUNG	FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M		FRABOPRESS C-STEEL BIG SIZE	
	Max. Druck in bar	Max. Temp. in °C	Max. Druck in bar	Max. Temp. in °C
 Heizungsanlagen	16	0° / +110°C	10	0° / +110°C
 Kühlanlagen *	16	-10° / +110°C	10	-10° / +110°C
 Entölte Druckluftanlagen (Ölrückstand <5 mg/m <sup>3</sup> )	16	30°C	10	30°C
 Druckluftanlagen (Ölrückstand >5 mg/m <sup>3</sup> ) (mit O-Ring aus FKM)	16	30°C	-	-
 Sprinkler **	16	30°C	10	30°C

\* Etwaige in den Kühlmitteln enthaltene Zusätze müssen mit den O-Ringen aus EPDM kompatibel sein

\*\* Nasssprinkler-Brandschutzanlagen. Für weitere Informationen in Bezug auf Brandschutzanwendungen werden Sie sich bitte an die technische Abteilung.

TECHNISCHE DATEN DER ROHRE			
EIGENSCHAFTEN	ROHRE C-STEEL	UMMANTELTE CSTEEL-ROHRE *	AUSSEN VERZINKTE CSTEEL-ROHRE
Schutzummantelung	Nicht vorhanden	PP	Nicht vorhanden
Material	1.0220 (E260)	1.0220 (E260)	1.0220 (E260)
Verzinkung	Feuerverzinktes Blech	Feuerverzinktes Blech	Elektrolytisch, nur außen
Schutzverzinkung	Innen und außen	Innen und außen	Nur außen
Schweißverfahren	Äußere Schweißnaht geglättet	Äußere Schweißnaht geglättet	Äußere Schweißnaht geglättet

\*Die Ummantelung stellt keine Wärmedämmung dar, sondern dient bei Anwendungen, die dem Regen und der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, oder unterirdischer Verlegung als Korrosionsschutz.

## DER C-STAHL

Unter den für den Anlagenbau eingesetzten metallischen Werkstoffen ermöglicht der Kohlenstoffstahl **FRABOPRESS C-STEEL M** eine schnelle und äußerst kostengünstige Verwirklichung von Anlagen. Die Rohre und Fittings des **FRABOPRESS C-STEEL M** Systems werden aus warmgewalzten Bandblechen gefertigt. Die strenge Kontrolle von 100% der Rohre und das sorgfältige Verzinkungsverfahren machen die mit diesem System hergestellten Verbindungen sicher und zuverlässig.

C-Stahl kann in verschiedenen Einsatzgebieten verwendet werden, wie beispielsweise geschlossenen Heizungsanlagen, Druckluftanlagen und Brandschutzanlagen (Sprinkleranlagen). Auf Grund der höheren Oxidationsneigung im Vergleich zu konventionellen Metallen wie Edelstahl und Kupfer empfiehlt es sich bei einer Unterputzverlegung, C-Stahlrohre mit Schutzummantelung zu verwenden.

Die Serie der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** zeichnet sich durch eine spezielle, besonders beständige galvanische Verzinkung aus. Diese Behandlung erhöht die Oxidationszeiten durch normale korrosive Stoffe beträchtlich. Auch die C-Stahlrohre, ummantelt und nicht ummantelt, werden gemäß höchster Qualitätsstandards gefertigt: Die rote Markierung auf den Fittings weist darauf hin, dass dieses System **NICHT** für den Einsatz mit Trinkwasser geeignet ist.

## WERKSTOFF

### FITTINGS FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M UND C-STEEL BIG-SIZE

Die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** aus schutzverzinktem Kohlenstoffstahl sind mit einem schwarzen Hochleistungsdichtring aus **EPDM** versehen.

### ROHRE FRABOPRESS C-STEEL

Sie sind aus schutzverzinktem (sowohl innen als auch außen, oder nur außen), im Hochfrequenzinduktionsverfahren elektrogeschweißtem C-Stahl (nicht legiertem Stahl mit geringer Wandstärke entsprechend EN 10305-3) gefertigt, die äußere Schweißnaht ist geglättet.

Die Rohre sind in 6 Meter langen Stangen in der Ausführung mit Polypropylen-Ummantelung (PP) und ohne Ummantelung erhältlich (Die Ummantelung stellt keine Wärmedämmung dar, sondern dient bei Anwendungen, die dem Regen und der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, oder unterirdischer Verlegung als Korrosionsschutz).

Die optimale Verzinkung der Rohre und der Fittings stellt uns ein komplettes System (Rohre und Fittings) mit guter Korrosionsbeständigkeit zur Verfügung: so gewährleistet der verzinkte Stahl bei gelegentlicher, kurzfristiger Korrosionsgefahr aufgrund der Feuchtigkeit die Unversehrtheit und eine lange Lebensdauer. Immer wenn eine erhöhte Korrosionsgefahr besteht, muss der verzinkte Stahl zusätzlich geschützt werden.

#### Für Brandschutzanlagen:

Klasse A der Materialien – DIN 4102, Teil 1, nicht entzündbare Fittings und Rohre:

- **FRABOPRESS C-STEEL M** mit Rohr ohne Ummantelung, innen und außen verzinkt

Für weiterführende Informationen in Bezug auf den Einsatz der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** für Brandschutzanwendungen werden Sie sich bitte an die technische Abteilung.

WASSERINHALT DER ROHRE	
Durchmesser x Stärke [mm]	Wasserinhalt (l/m)
15,0 x 1,2	0,125
18,0 x 1,2	0,191
22,0 x 1,5	0,283
28,0 x 1,5	0,491
35,0 x 1,5	0,804
42,0 x 1,5	1,194
54,0 x 1,5	2,042
BIG SIZE	BIG SIZE
76,1 x 2,0	4,081
88,9 x 2,0	5,658
108,0 x 2,0	8,491

## FRABOPRESS C-STEEL M FITTINGS DICHRING – O-RING



Die Serie **FRABOPRESS C-STEEL M** ist mit einem schwarzen Dichtring aus **EPDM** versehen. Die hohe Leistungsfähigkeit und das sehr gute Verhalten dieses Werkstoffs gegenüber Alterung, Ozon, Sonnenlicht, Witterungseinflüssen, alkalischen Stoffen und zahlreichen chemischen Zusammensetzungen ermöglicht einen sicheren und dauerhaften Einsatz in unterschiedlichen Privat- und Industrieanwendungen.

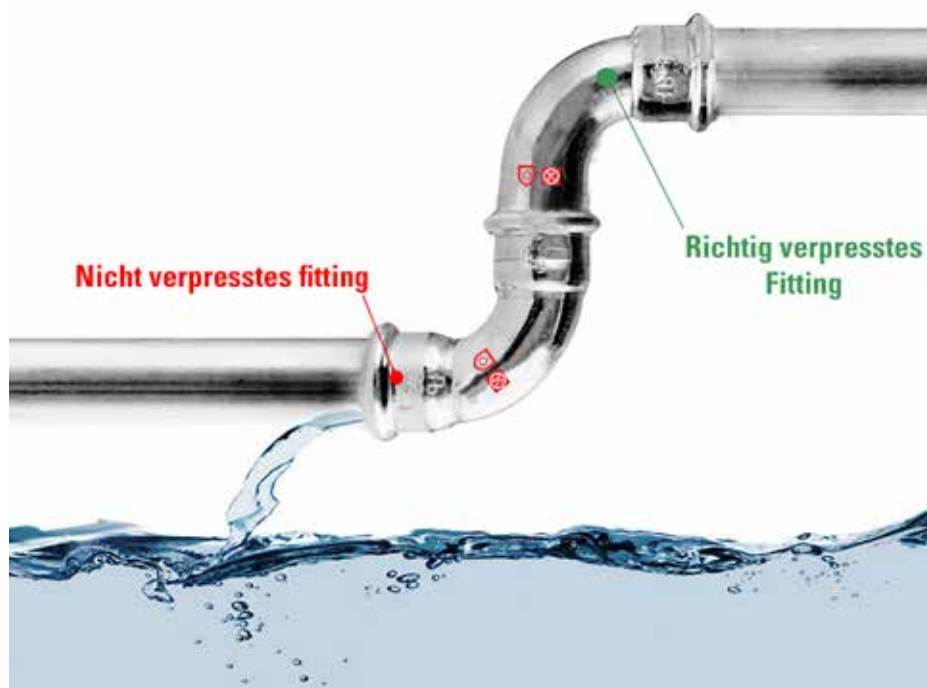
Die maximale Betriebstemperatur, der diese Dichtringe standhalten, beträgt 110 °C.

Der O-Ring aus **EPDM** entspricht der europäischen Norm EN 681-1. Das Polymer **EPDM** der Serie **FRABOPRESS C-STEEL M** ist nicht beständig gegen brennbare Gase, Öle, Benzin, Terpentin und Brennstoffe im Allgemeinen.

Falls Flüssigkeiten befördert werden müssen, die mineralische Öle enthalten (Heizöl, Gasöl usw.) oder bei Installationen, die hohen Betriebstemperaturen ausgesetzt sind (bis 160°C bei ständigem Einsatz oder kurzfristigen Temperaturspitzen bis 200°C), liefert **FRABO** für diese Einsatzgebiete geeignete Dichtringe aus FKM.

Für andere Flüssigkeiten als Heizungswasser und ähnlichem ist es möglich, sich für direkte Rückfragen an die technische Kundenberatung der Firma **FRABO** zu wenden.

## SECURFRABO



Die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M** sind mit dem innovativen Sicherheitssystem **SECURFRABO** ausgestattet, mit dem gegebenenfalls nicht verpresste Fittings erfasst werden. Das System **SECURFRABO** wird mit einer Elastomer-Dichtung gefertigt, deren patentierte Geometrie an den Stellen, an denen die Verbindung nicht verpresst wurde, Flüssigkeit austreten lässt.

Bei der Prüfung der Anlage kann man dank **SECURFRABO** schnell die Stelle erkennen, an der keine Verpressung ausgeführt wurde, und dementsprechend eingreifen. Dadurch wird die Gefahr von Fehlern oder Versäumnissen gesenkt, die Dichtheit der Anlage mit der Zeit beeinträchtigen können.

## VERWENDBARE ROHRE

Die Fittings und Rohre aus C-Stahl des Systems **FRABOPRESS C-STEEL M** eignen sich zur Verwirklichung von Heizungsanlagen, geschlossenen Anlagen, Druckluft- und Brandschutzanlagen (Sprinkler-Anlagen) und werden den folgenden Anforderungen gerecht:

- Aus C-Stahl gefertigte Fittings mit Elastomer-Dichtelementen aus **EPDM**.
- Aus C-Stahl gefertigte, innen und außen verzinkte Rohre, elektrogeschweißt, äußere Schweißnaht geglättet gemäß EN 10305 in der Ausführung mit Polypropylen-Ummantelung und ohne Ummantelung, oder mit elektrolytischer Außenverzinkung.

Bei der Installation können mit dem **FRABOPRESS C-STEEL M** System von der Norm EN 10305-3 vorgesehenen Rohre verpresst werden, die in Tabelle angegebenen Stärken haben.

STÄRKEN FÜR HEIZUNGS- UND KÜHLANLAGEN							
Außendurchmesser des Rohrs [mm]	15	18	22	28	35	42	54
Mindeststärke [mm]	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Die angegebenen Stärken müssen als Bezugsmaße angesehen werden, um eine problemlose Verbindung zu erzielen.

## MARKIERUNG

Die Markierung der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** ermöglicht ein leichtes Erkennen der Fittings und liefert nützliche Informationen bezüglich des Einsatzgebietes.

Die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** sind durch eine rote Markierung gekennzeichnet, die einen durchgestrichenen Wasserhahn darstellt und angibt, dass sie **NICHT** zur Beförderung von Trinkwasser geeignet sind (KEIN Trinkwasser).

Die Markierung sieht, neben dem Nenndurchmesser des Fittings und dem Zeichen des Herstellers, die folgende Angabe vor:



**KEIN TRINKWASSER:** diese gibt an, dass die für die Fittings aus C-Stahl vorgesehenen Rohrtypen nicht für Einsatzgebiete mit Trinkwasser verwendet werden dürfen.

Die **ROTE FARBE** ermöglicht ein einfacheres Erkennen.



Die mit dem **SECURFRABO**-System versehenen Fittings erkennt man am Symbol

## LAGERUNG

Obschon das Rohr verzinkt ist, muss es vor Feuchtigkeit und Berührung mit Wasser, das zu Stagnationen in der Lagerungsverpackung führen könnte, geschützt werden. Es empfiehlt sich, das Rohrbündel an einem trockenen Ort zu lagern und etwas zu lösen, um der etwaigen Bildung von Zinkblumen vorzubeugen.

## PRESSWERKZEUG/PRESSBACKEN

Das Installationswerkzeug für die Produkte **FRABOPRESS C-STEEL M** besteht aus einem Set aus elektronisch gesteuerten elektromechanischen Geräten. Für ein Verzeichnis der erhältlichen Werkzeuge auf dem neuesten Stand bitte auf die Preisliste in Papierform oder die Website [www.frabo.com](http://www.frabo.com) Bezug nehmen.

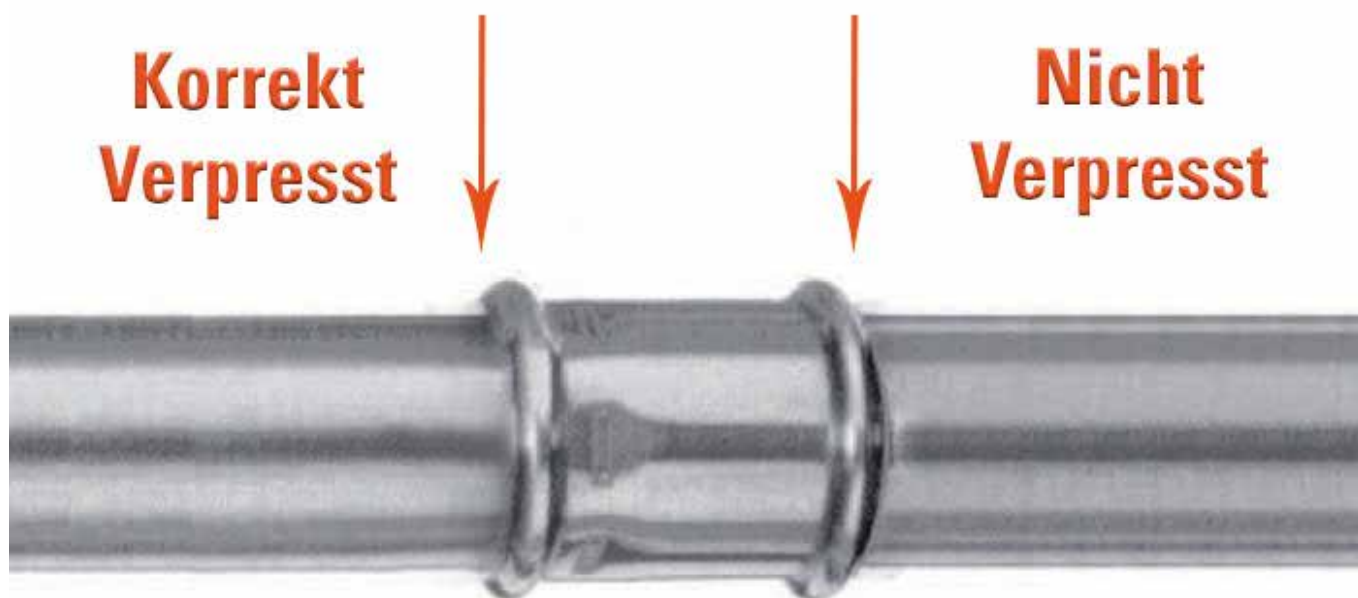
Die Presswerkzeuge stellen dank der Verformung des Fittings und der Rohrleitung eine langlebige, dauerhaft dichte und unlösbare Verbindung her.

Um zu erfahren, wie das Presswerkzeug richtig eingesetzt wird, verweisen wir auf die Betriebsanleitung des Geräts.

In Abbildung ist ein klares Beispiel der Beschaffenheit der Verformung dargestellt.







Ein besonderes Merkmal der von **FRABO** gelieferten elektrischen Presswerkzeuge ist die Optimierung der Presskraft je nach dem zu verpressendem Nenndurchmesser.

Für die größeren Durchmesser (42, 54, 76,1, 88,9 und 108) bietet das **FRABOPRESS C-STEEL**-System an Stelle der konventionellen Pressbacken Schlingen an, welche dieselbe Funktion erfüllen. (Abb. 1)



Abbildung 1 – Schlinge und entsprechender Adapter

## GEEIGNETE UND EMPFOHLENE EINBAUWERKZEUGE

Für die Installation der **FRABOPRESS C-STEEL M** Fittings können Original-Pressbacken von **FRABO** oder Backen derselben Kontur eingesetzt werden ("M").

Im Handel ist heutzutage eine große Anzahl an Presswerkzeugen verschiedener Werkzeughersteller erhältlich, die zur Installation der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** eingesetzt werden können.

Zur Vereinfachung listen wir nachfolgend die Mindestanforderungen an die Presswerkzeuge auf:

- Minimale Presskraft des Elektrowerkzeugs: 32 kN bei Standard-Presswerkzeugen, 19 kN bei kompakten Presswerkzeugen (bis Durchmesser 28)
- Kontur der für die **FRABOPRESS C-STEEL M**-Fittings geeigneten Backen

## WERKZEUG FÜR FRABOPRESS C-STEEL BIG-SIZE

Für die großen Durchmesser bietet **FRABO** ein Elektrowerkzeug mit angemessenen Funktionen und speziellen Schlingen mit den entsprechenden Abmessungen an, um eine optimale Pressqualität zu gewährleisten.

Die Kräfte und die Schlingenkonturen wurden so entwickelt, dass der Druck gleichmäßig auf das Fitting verteilt wird. Die Mindestpresskraft des Elektrowerkzeugs beträgt 45 kN.

### ACHTUNG

Mit Ausnahme der Fälle, in denen der Presswerkzeughersteller ausdrücklich die Kompatibilität seines Elektrowerkzeugs mit Pressbacken anderer Hersteller erklärt, ist der Einsatz von Pressbacken einer anderen Marke als der des Elektrowerkzeugs nicht zulässig.

Die Schlinge bietet den Vorteil eines geringeren Platzbedarfs beim Aufsetzen und Verpressen und gewährleistet eine Installation mit optimaler Koaxialität zwischen Rohrleitung und Fitting.

Das von **FRABO** gelieferte Elektrowerkzeug ist auch für andere Presssysteme einsetzbar, wenn es mit den entsprechenden Pressbacken ausgerüstet wird.



## VERLEGE- UND MONTAGEANLEITUNG FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M



**1**  
Schneiden Sie das Rohr senkrecht ab (mit einem Rohrschneider oder einer feinzackigen Stahlsäge).



**2**  
Entgraten Sie das Rohr innen und außen.



**3**  
Kontrollieren Sie, ob der O-Ring korrekt eingesetzt ist.



**4**  
Stecken Sie das Rohr bis zum Anschlag in den Fitting.



**5**  
Markieren Sie das Rohr in der Anschlagposition.



**6**  
Setzen Sie die geeignete Pressbacke für das Presswerkzeug an und drücken Sie den Fixierstift bis zum Anschlag hinein.



**7**  
Öffnen Sie die Pressbacke und setzen Sie sie dann senkrecht auf den Fitting.



**8**  
Führen Sie die Verrpressung durch. Die Pressbacke muss sich komplett schließen.

## TECHNISCHE HINWEISE FÜR DIE VERLEGUNG UND MONTAGE

Das **FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M** System ist eine optimale Lösung zur Verwirklichung einer Vielzahl von Anlagentypen. Eine sachgerechte Installation hängt von der bei der Montage der einzelnen Komponenten verwendeten Sorgfalt, der Einhaltung der Normen und der Berücksichtigung einiger einfacher technischer Hinweise ab.

### ABLÄNGEN DES ROHRS

Die in Verbindung mit den **FRABOPRESS C-STEEL SECURFRABO M** Fittings verwendeten C-Stahlrohre müssen mit einem Rohrschneider abgelängt werden, dessen Funktionstüchtigkeit im Vorfeld überprüft worden ist. Durch Einsatz dieses Werkzeugs erhält man einen rechtwinkligen Schnitt ohne Gratbildung. Natürlich können die Rohre auch mit anderen Systemen abgelängt werden, was jedoch nicht empfehlenswert ist.

In jedem Fall müssen die Rohre unbedingt entgratet und kalibriert werden. Die mit Polypropylen ummantelten Rohre müssen abgemantelt werden. Dieser Vorgang kann durch ein handelsübliches Abmantelwerkzeug erleichtert werden.

### ENTGRATEN DES ROHRS

Die Rohrenden sind nach dem Ablängen auf das gewünschte Maß innen und außen stets sorgfältig zu entgraten. Dieses Verfahren ist unbedingt erforderlich, wenn zum Ablängen Systeme eingesetzt werden, die zu einer Gratbildung führen, wie z.B. Hand- oder Elektrosägen. Das Entfernen etwaig zurückbleibender Späne vermeidet mögliche Beschädigungen des O-Rings beim Einschieben des Rohrs in das Fitting.

### EINSTECKTIEFE

Um sich der richtigen Einstecktiefe des Rohrs in das Fitting absolut sicher sein zu können, genügt es, zuvor die Einstecktiefe auf dem Rohr zu markieren, oder sicherzustellen, dass das Rohr bis zum Anschlag in die Verbindungsmuffe des Fittings eingeschoben wird. Bei Schiebefittings, d.h. Fittings ohne Anschlag in der Muffe, oder in jedem Fall für eine bessere Qualität der Arbeit wird empfohlen, die Einstecktiefe auf dem Rohr zu markieren, um das richtige Einschieben des Rohrs auch visuell prüfen zu können.

### KONTROLLE

Bevor weitere Schritte unternommen werden, sollte das Fitting auf das Vorhandensein und die ordnungsgemäße Anordnung des O-Rings und daraufhin auf dessen Funktionstüchtigkeit und Sauberkeit überprüft werden.

### VERPRESSEN

Um eine sachgerechte Pressverbindung herzustellen, muss ein entsprechendes batteriebetriebenes oder mit Strom versorgtes Werkzeug verwendet werden. Für jeden verwendeten Rohrdurchmesser müssen die geeigneten Pressbacken eingesetzt werden, um eine vollkommen dichte Verbindung zu gewährleisten.

Um eine sachgerechte Pressverbindung herzustellen, das Fitting in die Pressbacke einsetzen und das Werkzeug rechtwinklig zum Rohr halten.

Sicherstellen, dass die toroidale Kammer des Fittings (in der sich der O-Ring befindet) richtig in der entsprechenden Nut der Pressbacke sitzt. Daraufhin mit dem Verpressen der Verbindung beginnen. Die Presszange führt die Verformung automatisch zu Ende.

## VERLEGE- UND MONTAGEANLEITUNG FRABOPRESS C-STEEL BIG-SIZE



1  
Schneiden Sie das Rohr senkrecht zu seiner Achse mit einem umlaufenden und für das Material geeigneten Rohrschneider ab.



2  
Als Alternative können Sie das Rohr senkrecht zu seiner Achse mit einer feinzackigen Säge abschneiden.



3  
Kontrollieren Sie, ob der O-Ring korrekt eingesetzt ist.



4  
Stecken Sie das Rohr bis zum Anschlag in den Fitting.



5  
Markieren Sie das Rohr in der Anschlagposition.



6  
Öffnen Sie dann die Pressbacke mit Kette und setzen Sie sie dann senkrecht auf den Fitting.



7  
Haken Sie das Elektroventil mit dem Adapter an der Kette ein und beginnen Sie mit der Pressung. Die Kette muss sich komplett schließen.



8  
Nach der Pressung können Sie der Adapter öffnen und von der Kette abtrennen, die auf dem Teil zurückbleibt.

Die Installationsabfolge des Produkts FRABOPRESS C-STEEL BIG-SIZE wurde unter Verwendung einer NOVOPRESS ECO3 Maschine, eines NOVOPRESS ZB321-Adapters und einer Schlinge mit Durchmesser 76,1 mit M-Kontur gefertigt. ADAPTER FÜR DURCHMESSER 108

ACHTUNG: Die Installation eines Fittings FRABOPRESS C-STEEL BIG-SIZE mit Durchmesser 108 mit demselben NOVOPRESS Werkzeug hätte ein wiederholtes Verpressen mit derselben Schlinge unter Verwendung des Adapters ZB321 und danach des Adapters ZB322 erfordert.



## TECHNISCHE HINWEISE FÜR DIE VERLEGUNG UND MONTAGE VON BIG-SIZE

Das System **FRABOPRESS C-STEEL BIG-SIZE** stellt eine ausgezeichnete Lösung für die Errichtung von Anlagen mit hoher Durchflussmenge dar. Eine sachgerechte Installation hängt von der bei der Montage der einzelnen Komponenten verwendeten Sorgfalt, der Einhaltung der Normen und der Berücksichtigung einiger einfacher technischer Hinweise ab.

### ABLÄNGEN DES ROHRS

Die mit den Fittings **BIG-SIZE** verwendeten Rohre müssen rechtwinklig zur Rohrachse abgelängt werden. Aufgrund der Abmessungen muss man die Unversehrtheit des Rohrs sorgfältig überprüfen, das keine gequetschten Stellen aufweisen darf. Von der Verwendung von Winkelschleifern wird abgeraten, da sie eine übermäßige Gratbildung verursachen. In jedem Fall müssen die Rohre unbedingt entgratet und kalibriert werden.

### ENTGRATEN DES ROHRS

Die Rohrenden sind nach dem Ablängen auf das gewünschte Maß innen und außen stets sorgfältig zu entgraten. Dieses Verfahren ist unbedingt erforderlich, wenn zum Ablängen Systeme eingesetzt werden, die zu einer Gratbildung führen, wie z.B. Hand- oder Elektrosägen. Deshalb wird für diesen Vorgang der Einsatz von professionellem Werkzeug (z.B. spezifische elektrische Entgrater) empfohlen. Das Entfernen etwaig zurückbleibender Späne vermeidet mögliche Beschädigungen des O-Rings beim Einschieben des Rohrs in das Fitting.

### EINSTECKTIEFE

Um sich der richtigen Einstecktiefe des Rohrs in das Fitting absolut sicher sein zu können, genügt es, zuvor die Einstecktiefe auf dem Rohr zu markieren, oder sicherzustellen, dass das Rohr bis zum Anschlag in die Verbindungsmuffe des Fittings eingeschoben wird. Bei Schiebefittings, d.h. Fittings ohne Anschlag in der Muffe, oder in jedem Fall für eine bessere Qualität der Arbeit wird empfohlen, die Einstecktiefe auf dem Rohr zu markieren, um das richtige Einschieben des Rohrs auch visuell prüfen zu können. Um das Einschieben des Rohrs in das Fittings zu erleichtern, wird die Verwendung von Gleitmitteln empfohlen.

### KONTROLLE

Bevor weitere Schritte unternommen werden, sollte das Fitting auf das Vorhandensein und die ordnungsgemäße Anordnung des O-Rings und daraufhin auf dessen Funktionstüchtigkeit und Sauberkeit überprüft werden. Kratzer oder Schnitte auf den Rohren, die nach dem Einsetzen mit dem Dichtring übereinstimmen könnten, sollten nicht vernachlässigt werden, da die Dichtheit in diesem Fall auch nach einem korrekten Verpressen nicht gewährleistet werden könnte.

### VERPRESSEN

Um eine sachgerechte Pressverbindung herzustellen, muss ein entsprechendes batteriebetriebenes oder mit Strom versorgtes Werkzeug verwendet werden. Für jeden verwendeten Rohrdurchmesser müssen die geeigneten Pressbacken eingesetzt werden, um eine vollkommen dichte Verbindung zu gewährleisten.

Um eine sachgerechte Pressverbindung herzustellen, das Fitting in die Pressbacke einsetzen und das Werkzeug rechtwinklig zum Rohr halten.

Sicherstellen, dass die toroidale Kammer des Fittings (in der sich der O-Ring befindet) richtig in der entsprechenden Nut der Schlinge sitzt. Daraufhin mit dem Verpressen der Verbindung beginnen. Die Presszange führt die Verformung automatisch zu Ende.

Stellen Sie sicher, dass die Position der Pressmaschine sich auf einer Achse mit der Schlinge befindet und im rechten Winkel zum Rohr steht, um übermäßige Belastungen zu vermeiden, die das Werkzeug beschädigen könnten (Bruch der Pressbacken oder des Presswerkzeugs).

Neben den Qualitätspressmaschinen enthält der Katalog von **FRABO** ein Modell, das für ein effizientes, sicheres Verpressen mit elektronischen Sensoren versehen ist. Für nähere Informationen bezüglich der Anwendung und Instandhaltung wird auf die Handbücher der einzelnen Maschinen verwiesen.

## BIEGEN DER ROHRE

Das Sortiment der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** beinhaltet Kurven sowie 45° und 90° Bögen, welche Richtungsänderungen ermöglichen, ohne dass das Rohr gebogen werden muss.

**Vom Biegen dieser Rohre wird stark abgeraten, da es beim Einsatz von ungeeigneten Verfahren oder Werkzeugen dazu kommen kann, dass das Rohr gequetscht und dadurch die Sicherheit beeinträchtigt wird.**

Manchmal kann es jedoch sein, dass ein Kaltbiegen des Rohrs erforderlich ist. Zur Durchführung dieser Art von Verfahren wird auf jeden Fall empfohlen, ein geeignetes Rohrbiegewerkzeug zu verwenden.

Der minimale Biegeradius (R) lässt sich aus der nachstehenden Gleichung ableiten:

$$R = 6 \times D$$

wobei D der Durchmesser des Rohrs ist

Stets vermeiden, Kurven mit einem minimalen Radius zu biegen, der unter dem angegebenen Radius liegt.

**Anm.: Es ist nützlich, die Anordnung der Schweißnaht zu überprüfen, bevor das Rohr gebogen wird.**

**Das Warmbiegen unter Einsatz eines Acetylenbrenners oder sonstigen Werkzeugs ist absolut unzulässig.**

**Ferner ist es erforderlich, einen Mindestabstand zur am Rohr ausgeführten Biegung für die Installation der Fittings einzuhalten (Abb. 2).**

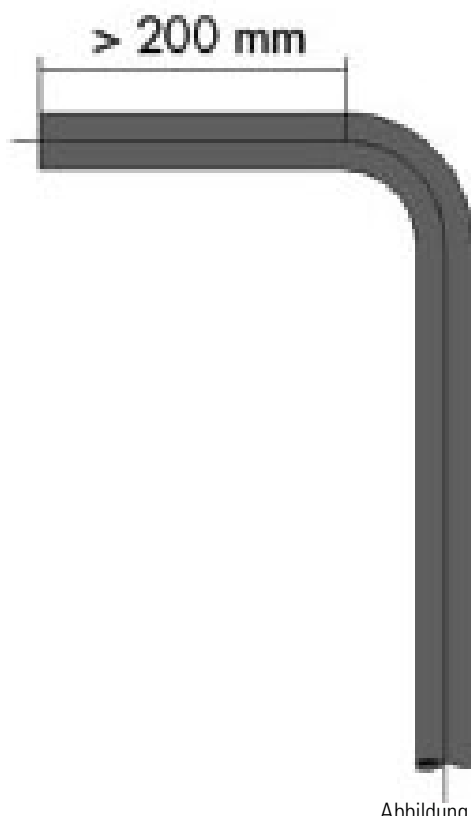



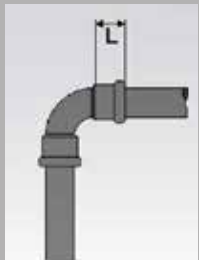
Abbildung 2

**BEI DEN MIT DEN FITTINGS FRABOPRESS BIG-SIZE VERWENDBAREN DURCHMESSERN IST DAS BIEGEN NICHT ERLAUBT.**

## VERBINDUNGSMASSE

Die Installationsmaße und die Verbindungstoleranzen wurden mit besonderer Aufmerksamkeit geplant und entwickelt, um höchste Sicherheit der Verbindung zu gewährleisten.

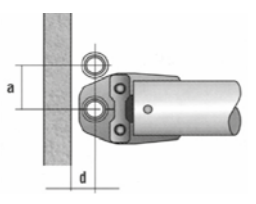
In Tabelle sind die Einstecktiefen entsprechend der Durchmesser aufgeführt.

	Nenndurchmesser [ mm ]		Big size	Nenndurchmesser [ mm ]	
		L [ mm ]			L [ mm ]
	15	21		76,1	50
	18	22		88,9	55
	22	23		108	70
	28	24			
	35	25			
	42	35			
	54	39			

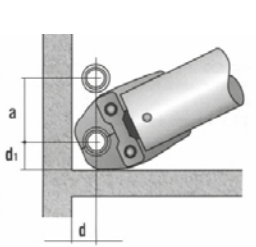
## VERLEGEMASSE

Der Einsatz der Technik des Kaltverpressens bietet einen großen Vorteil in Bezug auf die erforderliche Zeit beim Herstellen der Verbindungen. Um das sachgerechte Verlegen zu erleichtern, können die nachstehend aufgeführten Fälle nützlich sein, die klar und deutlich die minimalen Verlegemaße darstellen, durch die ein einfaches und komplikationsfreies Verlegen ermöglicht wird.

Die Abstände zu Wänden, Ecken und für die Installation der Leitungen erforderlichen Mauerschlitzen können den nachfolgenden Zeichnungen und Tabellen entnommen werden:

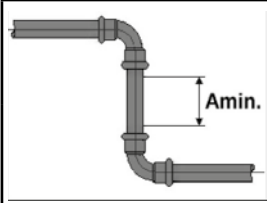
	Nenndurchmesser in mm											
	15	18	22	28	35	42 Schlinge	54 Schlinge	76,1 Schlinge	88,9 Schlinge	108 Schlinge		
	d mm	20	22	25	25	30	75	85	110	120	140	
	a mm	56	60	65	75	83	115	120	140	150	170	

Mindestmaße der in der Wand verlegten Leitungen

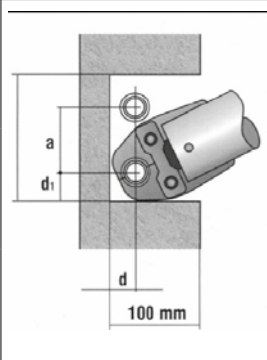
	Nenndurchmesser in mm											
	15	18	22	28	35	42 Schlinge	54 Schlinge	76,1 Schlinge	88,9 Schlinge	108 Schlinge		
	d mm	31	31	31	31	31	75	85	110	120	140	
	a mm	80	80	80	80	84	75	85	110	120	140	
d1 mm	28	28	35	35	44	115	120	140	150	170		

Mindestmaße der in der Nähe von Ecken verlegten Leitungen

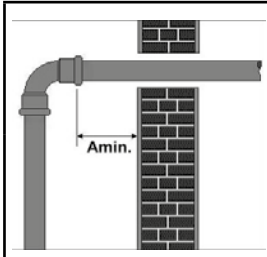


	Nenndurchmesser in mm	15	18	22	28	35	42	54	76,1 Schlinge	88,9 Schlinge	108 Schlinge
	A mm	20	25	30	30	35	40	45	45	45	50

Mindestabstand zwischen zwei Pressfittings

	Nenndurchmesser in mm	15	18	22	28	35	42 Schlinge	54 Schlinge	76,1 Schlinge	88,9 Schlinge	108 Schlinge
	d mm	31	31	31	31	31	75	85	110	120	140
	a mm	80	80	80	80	84	75	85	140	150	170
	c mm	155	161	173	181	206	265	290	350	390	450
	d1 mm	28	28	35	35	44	115	120	140	150	170

Mindestmaße der in Mauerschlitzten oder Führungen verlegten Leitungen

	d mm	15-108
	A mm	50

Mindestabstand zwischen Fitting und Mauer für Wanddurchführungen

**KOMPAKTE PRESSMASCHINEN**

Im Handel sind auch kleinere Presswerkzeuge erhältlich mit Pressbacken, die nur wenig Platz benötigen. Dadurch ist es möglich, die beim Verpressen vorgesehenen Vorgänge noch müheloser durchzuführen.

## EINSATZGEBIETE UND VERLEGEPROBLEME

### TYPISCHE EINSATZGEBIETE

Die Pressfittings **FRABOPRESS C-STEEL M** eignen sich für vielfältige Einsatzgebiete:

- NICHTTRINKWASSERANLAGEN
- HEIZUNGSANLAGEN und KÜHLANLAGEN
- Leitungen für DRUCKLUFT und INERTGASE
- BEHANDELTES WASSER
- BRANDSCHUTZ (Sprinkleranlagen)

### SPEZIELLE EINSATZGEBIETE

Für spezielle Einsatzgebiete ist die Verwendung des entsprechenden roten O-Rings aus **FKM** erforderlich, der als Extrazubehör erhältlich ist.

- HEIZÖLE

### NICHTTRINKWASSER UND BEHANDELTES WASSER

Die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** lassen sich einfach für vielfältige Einsatzgebiete in geschlossenen Nichttrinkwasseranlagen einsetzen und gewährleisten eine sehr hohe Zuverlässigkeit. **FRABOPRESS C-STEEL M** ist auch zur Verwirklichung von Regenwasser-Nutzungsanlagen einsetzbar.

## HEIZUNGSANLAGEN/KÜHLANLAGEN

Die Vorteile des Einsatzes der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** bei der Verwirklichung von Heizungs- und Kühlanlagen sind vielfältig. Die schnelle Verwirklichung der Anlage, die einfache Verlegung und die Gewährleistung absoluter Dichtheit sind das Ergebnis einer sorgfältigen Planungsarbeit.

**FRABOPRESS C-STEEL M** sind auf für Heizungsanlagen geeignet, in denen Glykol als Frostschutzmittel in Standardanteilen eingesetzt wird.

Aufgrund der breiten Auswahl an handelsüblichen Produkten und Zusätzen bitten wir Sie, die Kompatibilität zwischen dem Frostschutzmittel und dem Material, aus dem die Rohre, Dichtungen und Fittings bestehen, zu überprüfen. Wenden Sie sich bei Bedarf bitte an die technische Abteilung.

## DRUCKLUFTANLAGEN

Druckluft wird vielfach in allen Industriezweigen eingesetzt und seine Einsatzgebiete sind unzählig. Die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** eignen sich dank der schnellen Installation ideal zur Verwirklichung von Druckluftanlagen. Die Verwirklichung der Anlage beginnt an der Anschlussstelle des Verdichters (nach der Öl- und Kondenswasser-Filterstation) und reicht bis zur Einsatzstelle; der maximale Betriebsdruck sollte nicht über 16 bar liegen.

## BRANDSCHUTZ

Die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** stimmen mit der Klasse 1 der Norm **UNI 11179** überein (die den Einsatz in Brandschutzanlagen vorsieht).

Das System **FRABOPRESS C-STEEL M** ist insbesondere für den Einsatz in Sprinkler-Anlagen (mit Wasser betrieben) geeignet, wie in der Norm **UNI 12845** vorgesehen ist. Dank dem einfachen Anschluss und dem breiten Artikelangebot (z.B. Kreuze und T-Stücke mit Gewinde für die Befestigung der Sprinkler-Verteiler) ist das System **FRABOPRESS C-STEEL M** bei der Umsetzung dieser Brandschutzanlagen besonders praktisch und schnell. Aufgrund der Dichtheitsgarantie bei einem Druck bis zu PN 16 bar (bis 54 mm Durchmesser) sind sie auch für Sprühwasseranlagen (Sprinkleranlagen) geeignet.

Klasse A der Materialien – DIN 4102, Teil 1, nicht entzündbare Fittings und Rohre:

- **FRABOPRESS C STEEL M** mit Rohr ohne Ummantelung

Klasse B der Materialien – DIN 4102, Teil 1, entzündbare Rohre:

- **FRABOPRESS C STEEL M** mit ummanteltem Rohr - mit ungefähr 1 mm starker Kunststoffummantelung  
Für weiterführende Informationen in Bezug auf den Einsatz der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** für Brandschutzanwendungen werden Sie sich bitte an die technische Abteilung.

## SPEZIELLE EINSATZGEBIETE

### HEIZÖLE

Bei Industrieanwendungen, in denen die Beförderung von Heizölen erforderlich ist, wird der Einsatz der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** mit rotem O-Ring aus **FKM** empfohlen. Die eingesetzte, spezielle Mischung macht diesen O-Ring gegenüber gewöhnlichen Heizölen beständig. Für spezielle Einsatzgebiete wird empfohlen, sich an die technische Kundenberatung der Firma **FRABO** zu wenden.

## VERLEGEPROBLEME

Dieses Handbuch liefert einen kurzen Überblick über die häufigsten Verlegeprobleme. Die angesprochenen Themenbereiche verfolgen vor allem das Ziel, die Aufmerksamkeit des Planers gegenüber den häufigsten Verlegeproblemen, auf die man stoßen kann, zu steigern, um die Verwirklichung von sicheren und zuverlässigen Anlagen zu gewährleisten. Es wird demnach auf ausführlichere Abhandlungen und die Volltexte der einschlägigen Bestimmungen verwiesen, um die in diesem Handbuch angesprochenen Themenbereiche zu vertiefen.

## KONDENSATE

Den Übergang von Dampf zu einer Flüssigkeit nennt man Kondensation: Wenn ein starker Temperaturunterschied zwischen dem dampfförmigen Stoff (z.B. in der Luft vorhandenes Wasser) und einer kälteren Wandung auftritt, kann es passieren, dass sich ein Kondensat bildet.

Kondensate in Metallleitungen können zu Oxidation und Korrosionsströmen führen, die über die Zeit die Dichtheit und die Zuverlässigkeit der Anlage beeinträchtigen könnten.

Im Fall einer Wasserleitung, die in der Nähe einer Wärmequelle vorbeiführt, sollten zur Vermeidung der Kondensatbildung im betroffenen Bereich besser mit Dämmstoffen ummantelte Rohre verwendet werden. Bei Anlagen, die gekühltes Wasser führen, sollten gut isolierte Leitungen verwendet werden, um die Kondensatbildung zu reduzieren.

## FROST UND FROSTSCHUTZMITTEL

Bekanntermaßen dehnt sich Wasser beim Gefrieren aus. Das kann zum Bruch von Tanks oder zu Verformungen in den Anlageabschnitten führen, in denen die Ausdehnung des Wassers behindert ist.

Beim Einsatz von Pressfittings in Anlagen, die Temperaturen nahe dem Nullpunkt ausgesetzt sein könnten, mit entsprechender etwaiger Bildung von Eis, wird empfohlen, die Anlage zu entleeren (zur Kaltprüfung der Anlage kann Druckluft oder Inertgas eingesetzt werden).

Die starken, durch ein etwaiges Vereisen verursachten Beanspruchungen der Rohrleitung könnten sich auch negativ auf die Dichtheit des Fittings auswirken, dessen Leistungsfähigkeit verringern und zu unerwünschten Lecks führen.

In diesen Fällen empfiehlt sich der Einsatz von Frostschutzsystemen, mit dem Ziel, den Kreislauf in der Anlage auch bei niedrigen Temperaturen zu gewährleisten.

## ZUSÄTZE

Beim Einsatz von Korrosions- oder Frostschutzzusätzen wird empfohlen, sich an die technische Kundenberatung der Firma **FRABO** zu wenden, um deren Eignung zu erfragen. Die chemische Zusammensetzung des Zusatzes könnte über die Zeit die Funktionstüchtigkeit des Dichtelements verringern und dadurch dessen Lebensdauer und Zuverlässigkeit beeinträchtigen.

## DRUCKLUFTFILTERUNG

Es ist wichtig, in einer Druckluftanlage eine angemessene Filterung vorzusehen, da Druckluft oftmals eine große Menge an Verunreinigungen enthält.

It is recommended to use **FRABOPRESS C-STEEL M** fittings downstream from the compressor (after the filtering and condensate-collection units) so that the compressed air is conveyed in a safe and protected system, and with oil residues that do not damage the coupling elements. It is always recommended to provide filtering stations to minimize the circulation of contaminants.

Der in der Druckluft enthaltene Wasserdampf ist die bedeutendste Verunreinigung der Luft und wirkt als Katalysator: In Form von Kondensat verbindet er sich mit Schwebestoffen und bildet abrasive und korrosive Schlämme. Sofern die ölhaltigen Stoffe in hohen Konzentrationen vorliegen sollten (Ölrückstand ÜBER 5 mg/m<sup>3</sup> (Klasse 5 nach ISO 8573-1:2001), empfiehlt es sich, die im **FRABO** Katalog aufgeführten roten O-Ringe aus **FKM** zu verwenden.

## MECHANISCHE VIBRATIONEN

Die mechanischen Beanspruchungen und die Vibrationen, die auf eine Anlage einwirken, können diese über die Zeit weniger zuverlässig machen. In diesen Fällen sind mechanische Trennvorrichtungen zu verwenden, um die Vibrationsquelle vom Rest der Anlage zu trennen, und die Rohrbefestigungsbügel aufmerksam zu platzieren, um die Auswirkungen der Vibrationen zu reduzieren.

Die Rohrsysteme an und für sich sollten keine Vibrationen erzeugen oder Lärm verbreiten. Dennoch können sie von anderen Ursachen (Geräte, Motoren) erzeugte Vibrationen und Geräusche übertragen, es wird daher empfohlen, sie mechanisch zu trennen und gegen Lärm zu isolieren

## WÄRME

Wenn die Temperatur des Fluids während des Betriebs sehr hoch ist, oder die Anlage in der Nähe von Wärmequellen (Heizkesseln/Solarzellen/Industrieprozessen mit hohen Temperaturen usw.) angeordnet ist, sollte auf einen entsprechenden Schutz vor Wärme geachtet werden.

Deshalb empfiehlt sich bei Temperaturen der beförderten Fluids über 110°C spezielle und besonders leistungsstarke O-Ringe zu verwenden. Bei **FRABO** ist ein roter O-Ring aus **FKM** erhältlich, der Temperaturen bis zu 160°C bei ständigem Einsatz und kurzfristigen Temperaturspitzen bis zu 200°C standhält. Wenn die Anlage in der Nähe von Wärmequellen angeordnet ist, sollten ferner Isolierummantelungen, auch um die Bildung etwaiger Kondensate zu reduzieren, und ummantelte Rohre verwendet werden.

## KORROSIONSSCHUTZ INNENKORROSION

In geschlossenen Anlagen findet normalerweise kein Sauerstoffaustausch statt, weshalb keine Korrosionsgefahr besteht. Kleine Mengen an Sauerstoff können jedoch während des Befüllens oder beim Nachfüllen in die Anlage gelangen, wobei die Auswirkung dieser Zusätze aber nahezu gleich Null ist, da die Menge an Sauerstoff gegenüber der gesamten Metalloberfläche im Inneren der Rohrleitung normalerweise vernachlässigt werden kann.

## AUSSENKORROSION

Die Rohre/Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** sind durch Verzinkung gegen Außenkorrosion geschützt. Sollte die Feuchtigkeit jedoch die Möglichkeit haben, über einen längeren Zeitraum auf die Komponenten des Systems einzuwirken, können Außenkorrosionserscheinungen auftreten.

Die PP-Ummantelung bietet einen wirksamen zusätzlichen Schutz gegen die Außenkorrosion, was die Rohre **FRABOPRESS C-STEEL M** angeht, während die Fittings mit den folgenden einfachen Verfahren geschützt werden können:

- Ummantelungen mit isolierenden Materialien aus geschlossenporigem Schaumelastomer
- Korrosionsschutzbandagen
- Lackierungen.

**ACHTUNG:** Ummantelungen aus Filz sind nicht zulässig, da dieses Material Feuchtigkeit aufnimmt und speichert und dadurch die Korrosion begünstigt

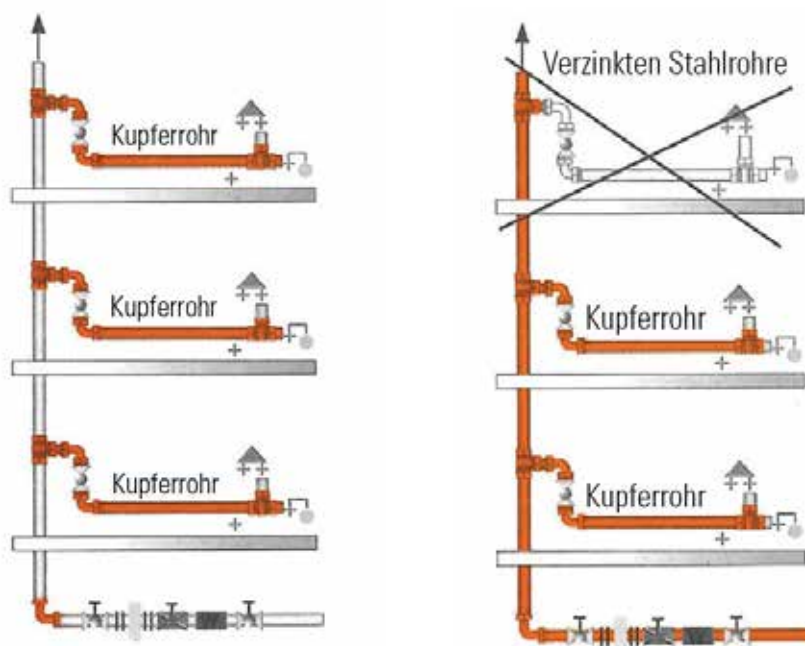
**ACHTUNG:** Das Verlegen in korrosiven Umgebungen ist zu vermeiden (z.B. Fußböden in direktem Kontakt mit dem Erdreich).

## GEMISCHTE INSTALLATIONEN

Jedes Mal wenn die Verwirklichung einer Mischinstallation erforderlich ist, wird empfohlen, die grundlegenden Regeln zu beachten, um Korrosionsphänomene zu vermeiden. Die Kontaktkorrosion tritt auf, wenn sich zwei Werkstoffe mit sehr unterschiedlichem elektrochemischem Potenzial in Gegenwart eines aggressiven Elektrolyten (normalerweise Wasser) (elektrisch) berühren. Das weniger edle Metall, also das mit dem negativeren Potenzial, unterliegt dem Korrosionsangriff mit einem Intensitätsfaktor, der proportional zum Verhältnis zwischen den Bereichen der zwei Metalle ist. Der für die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** verwendete Kohlenstoffstahl ist ordnungsgemäß zu installieren, um das Auftreten von Korrosionsphänomenen zu vermeiden, die auf das oben beschriebene Phänomen zurückzuführen ist.

Das System **FRABOPRESS C-STEEL M** für geschlossene Anlagen (d.h. ohne Sauerstoff) kann gemeinsam mit anderen Materialien wie Kupfer und Kupferlegierungen verwendet werden; es wird jedoch empfohlen, keine verzinkten Stahlkomponenten nach (in Flussrichtung der Flüssigkeit) Leitungen aus Kupfer oder Kupferlegierungen zu installieren (siehe Abbildungen).

Weitere Informationen über die Vorgangsweisen im Fall von Installationen mit unterschiedlichen Materialien erhält man durch Einsichtnahme in die Norm UNI EN 12502-3:2005.



Die Verantwortung für die Auswahl und die Ausführung des Korrosionsschutzes liegt beim Planer und/ oder beim Installateur, der die in Bezug auf die Umgebung, in der die Rohrleitung verlegt werden soll, wirksamsten Schutzmethoden erwägen muss.

## STREUSTRÖME UND ERDUNG

Diesen Fällen beginnt die Korrosion außen am Rohr und weist einen konischen Krater auf, dessen Spitze (Loch) nach innen zeigt. Um Streustromkorrosion auftreten zu lassen, muss ein Gleichstrom vorhanden sein, der auf das Metall einwirkt und es zur Anode und damit zur Opferanode werden lässt.

Die sogenannten Streuströme sind in Wahrheit Ströme, die auf Grund fehlender Isolierung ins Erdreich gelangen und in andere Metallstrukturen eindringen, auf die sie treffen (z.B. eine Sanitäranlage), einen Teil davon als Leiter nutzen und daraufhin wieder ins Erdreich abfließen. Um in ein Versorgungsnetz eindringen zu können, müssen die Streuströme eine Stelle finden, an der die normale Schutzummantelung der Rohre und Fittings beschädigt ist oder fehlt. Als erstes müssen die metallischen Anlagen geerdet werden (siehe CEINormen) und, dementsprechend, müssen etwaige Ströme über die dafür vorgesehenen Spannungsableiter abgeleitet werden, wodurch, da die Streustromkorrosion genau an der Stelle auftritt, an der Strom aus dem System austritt, gegebenenfalls nur der Spannungsableiter davon betroffen ist. Ferner kommen im Allgemeinen in normalen Haushalten keine Gleichstromgeräte zum Einsatz, wohingegen der Wechselstrom keine nennenswerten Auswirkungen hat.

Der elektrische Widerstand, den die gebräuchlichen Zementmörtel bieten, in denen die Rohre üblicherweise eingebettet werden, ist sehr hoch. In unter Putz verlegten Anlagen empfiehlt sich zum besseren Schutz der Einsatz von ummantelten Rohren, der auch vom von den Rohrummantelungen gebotenen elektrischen Widerstand gegeben ist.

## WÄRMEAUSDEHNUNGEN

Wie bei allen Arten von Rohrleitungen, aus denen ein Versorgungsnetz aufgebaut ist, müssen auch mit dem **FRABOPRESS C-STEEL M** System die auf Grund der Zunahme bzw. der Abnahme des beförderten Fluids auftretenden, thermisch bedingten Längenänderungen berücksichtigt werden. Um diese Längenänderungen zu kompensieren, muss demnach auf einen entsprechenden Ausdehnungsraum, das richtige Setzen von Fest- und Gleitpunkten und den Einsatz etwaiger Dehnungsausgleicher geachtet werden.

Zuerst muss bestimmt werden, welche Längenänderung für einen bestimmten Rohrleitungsabschnitt  $[\Delta L]$  bei einem bestimmten Temperatursprung  $[\Delta T]$  zu erwarten ist.

Die nachfolgende Gleichung dient zur Berechnung dieser Variablen:  $\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$

Mit  $\Delta L$ : Gesamtlängenänderung [m]

L: Länge des betrachteten Abschnitts [m]

$\alpha$ : linearer Ausdehnungskoeffizient von C-Stahl (0.000012 K<sup>-1</sup> zwischen 25 und 100°C)

$\Delta T$ : Temperatursprung [°C], d.h. die Differenz zwischen maximaler und minimaler Betriebstemperatur

Zum Beispiel: Bei einer geraden, 40 Meter langen Rohrleitung aus C-Stahl, die bei einer Umgebungstemperatur von 5 °C verlegt wird und eine Betriebstemperatur von bis zu 85 °C erreichen kann, ergibt sich die folgende Längenänderung:

$$\Delta L = 40 \text{E } 0,000012 \cdot (85-5) = 0,0384 \text{ m, also } 38 \text{ mm}$$

Wenn die Rohrleitung zwischen zwei festen Geräten verlegt ist (z.B.: Pumpe und Wärmetauschbatterie) und einen begrenzten Durchmesser hat (z.B. 18 x 1,0), würde in Folge der Ausdehnung vermutlich nur eine Biegung am Rohr mit schädlichen Beanspruchungen für etwaig dazwischen liegende Bauteile (Ventile oder sonstiges) auftreten.

Wenn das Rohr hingegen einen größeren Durchmesser hat (z.B. 54 x 1,5) und demzufolge weniger elastisch ist, könnten hohe axiale Beanspruchungen auftreten. Denn als Folge der Ausdehnung bildet sich eine Beanspruchung, die sich mit der nachstehenden Formel ausdrücken lässt:  $\delta = \epsilon \cdot E$

mit  $\epsilon = \Delta L / L = \alpha \cdot \Delta T$

$E = 190.000 \text{ N/mm}^2$  für C-Stahl

Daraus folgt:

$$\delta = 0.000012 \cdot (85-5) \cdot 190.000 = 182.4 \text{ N/mm}^2$$

Zuletzt kann durch die folgende Gleichung die vom Rohr auf die an den Enden angeordneten Geräte ausgeübte Beanspruchung berechnet werden:  $F = \delta \cdot S$

wobei S der Anschnitt des Rohrs ist, der mit der nachstehenden Gleichung berechnet wird:

$$S = \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4 = \pi \cdot (54^2 - 51^2) / 4 = 247.40 \text{ mm}^2$$

Durch Ersetzen erhält man:

$$F = 182.40 \cdot 247.40 = 45.125 \text{ N} \text{ ein Wert, der eine gewisse Auswirkung hat.}$$

Obiges zeigt auf, dass die Wärmeausdehnungen zu Verformungen und Beanspruchungen der Rohre und Kräften an den Rohrenden führen.

Daraus ergibt sich, dass, wenn der betrachtete Abschnitt nicht geradlinig ist, die Verformungen der Rohrleitung je nach Geometrie des Schlitzes derart sein können, dass es zu gefährlichen Beanspruchungen von charakteristischen Punkten, wie Bögen, Abzweigungen, Enden usw. kommen kann.

Man beachte, dass dieselben Beanspruchungen, die für positive  $\Delta T$  berechnet wurden, auch für negative  $\Delta T$  berechnet werden können (z.B. Kaltwasserleitungen, die zwischen 10 und 15°C verlegt werden, jedoch Witterungseinflüssen wie Kälte und Frost ausgesetzt sind). In diesem Fall ändern die berechneten Formeln das Vorzeichen und aus Druckbeanspruchungen werden Zugbeanspruchungen, mit der möglichen Gefahr, dass das Rohr aus der Pressverbindung rutscht.

C-STAHL	5,8
KUPFER	8,4
MEHRSCHICHT	13
KUNSTSTOFF	40 und mehr

Tabelle 6.1 – Ausdehnung in mm für ein 10 Meter langes Rohr bei einer Änderung des Materials mit T50°

Wie man aus der Grafik ersehen kann, ermöglicht die Qualität der Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** zusammen mit den geringen Wärmeausdehnungen der C-Stahlrohre die Verwirklichung von sicheren und langlebigen Anlagen auch bei Temperaturschwankungen.



L [mm]	$\Delta t$ [°K]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20
2	0,24	0,48	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68	1,92	2,16	2,40
3	0,36	0,72	1,08	1,44	1,80	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60
4	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80
5	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00
6	0,72	1,44	2,16	2,88	3,60	4,32	5,04	5,76	6,48	7,20
7	0,84	1,68	2,52	3,36	4,20	5,04	5,88	6,72	7,56	8,40
8	0,96	1,92	2,88	3,84	4,80	5,76	6,72	7,68	8,64	9,60
9	1,08	2,16	3,24	4,32	5,40	6,48	7,56	8,64	9,72	10,80
10	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60	10,80	12,00
11	1,32	2,64	3,96	5,28	6,60	7,92	9,24	10,56	11,88	13,20
12	1,44	2,88	4,32	5,76	7,20	8,64	10,08	11,52	12,96	14,40
13	1,56	3,12	4,68	6,24	7,80	9,36	10,92	12,48	14,04	15,60
14	1,68	3,36	5,04	6,72	8,40	10,08	11,76	13,44	15,12	16,80
15	1,80	3,60	5,40	7,20	9,00	10,80	12,60	14,40	16,20	18,00
16	1,92	3,84	5,76	7,68	9,60	11,52	13,44	15,36	17,28	19,20
17	2,04	4,08	6,12	8,16	10,20	12,24	14,28	16,32	18,36	20,40
18	2,16	4,32	6,48	8,64	10,80	12,96	15,12	17,28	19,44	21,60
19	2,28	4,56	6,84	9,12	11,40	13,68	15,96	18,24	20,52	22,80
20	2,40	4,80	7,20	9,60	12,00	14,40	16,80	19,20	21,60	24,00
21	2,52	5,04	7,56	10,08	12,60	15,12	17,64	20,16	22,68	25,20
22	2,64	5,28	7,92	10,56	13,20	15,84	18,48	21,12	23,76	26,40
23	2,76	5,52	8,28	11,04	13,80	16,56	19,32	22,08	24,84	27,60
24	2,88	5,76	8,64	11,52	14,40	17,28	20,16	23,04	25,92	28,80
25	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00
26	3,12	6,24	9,36	12,48	15,60	18,72	21,84	24,96	28,08	31,20
27	3,24	6,48	9,72	12,96	16,20	19,44	22,68	25,92	29,16	32,40
28	3,36	6,72	10,08	13,44	16,80	20,16	23,52	26,88	30,24	33,60
29	3,48	6,96	10,44	13,92	17,40	20,88	24,36	27,84	31,32	34,80
30	3,60	7,20	10,80	14,40	18,00	21,60	25,20	28,80	32,40	36,00

Tabelle 6.2 – Gesamtlängenänderungen  $\Delta L$  – [mm] für C-STAHL (linearer Ausdehnungskoeffizient gleich  $12 \cdot 10^{-6}$ )

## BERECHNUNG EINES DEHNUNGSSCHENKELS

Nicht immer können die thermisch bedingten Längenänderungen durch die normale Konfigurierung des Versorgungsnetzes kompensiert werden, in dem die verschiedenen Änderungen der Strecke tatsächlich als Kompensatoren wirken können.



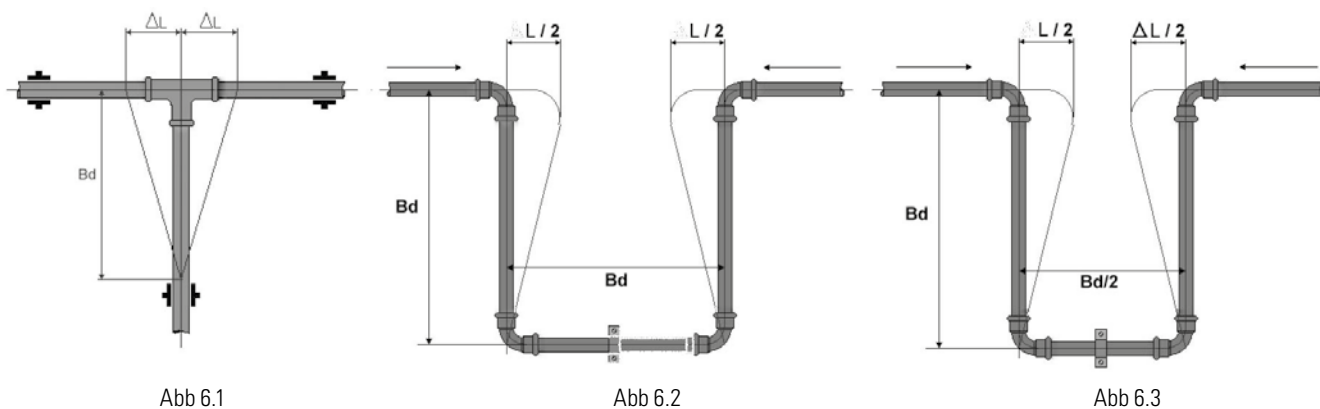
Manchmal ist es erforderlich, genaue Dehnungsschenkel einzuplanen und zu berechnen, oder, in aufwändigeren Fällen, [W]-Rohr-Kompensatoren, die aus entsprechend geformten Rohren oder den normalen Fittings verwirklicht werden. Mit der nachstehenden Gleichung lässt sich der Dehnungsschenkel von Abb. 6.1 in mm bestimmen:

$$Bd = k * \sqrt{(de - \Delta L)}$$

wobei: k: Werkstoffkonstante  
de: Außendurchmesser des verwendeten Rohrs  
 $\Delta L$ : Ausdehnung, die kompensiert werden muss

Das von der soeben aufgeführten Formel gelieferte Ergebnis lässt sich auch durch den Einsatz von Nomogrammen erzielen, die den Rohrdurchmesser, die Verlängerung, die kompensiert werden muss, und den Wert des Dehnungsschenkels [Bd] in Zusammenhang bringen.

Im Fall von großen Ausdehnungen empfiehlt sich oftmals der Einsatz von Kompensationsabschnitten, wie in den nachfolgenden Abbildungen gezeigt.



Die angesprochenen Ausdehnungskompensatoren können normalerweise auf der Baustelle auf der Grundlage der Ausdehnung realisiert werden, die kompensiert werden muss. Sie nehmen jedoch häufig viel Platz in Anspruch und sind aus ästhetischen Gründen manchmal unerwünscht. Eine Alternative dazu sind Balgkompensatoren.

Zur Bemessung des Balgkompensators müssen die folgenden Daten in Betracht gezogen werden:

- Rohrdurchmesser
- Maximaler Betriebsdruck
- Prüfdruck der Anlage
- Betriebstemperaturen (min. und max.)
- Ausdehnung, die absorbiert werden muss
- Gewünschte Lebensdauer des Kompensators (Zyklusanzahl)

Bei Einsatz dieser Bauteile ist besondere Aufmerksamkeit auf das Verlegen der Rohrführungen und der Bügel in der Nähe des Ausdehnungskompensators zu richten, um zu gewährleisten, dass das Bauteil die Kompensierung frei durchführen kann.

Die handelsüblichen Balgkompensatoren lassen sich mit den **FRABOPRESS C-STEEL M**-Fittings durch Einsatz normaler Gewindestücke verbinden.

Es empfiehlt sich also, von Fall zu Fall die entsprechenden Veröffentlichungen und technischen Spezifikationen der Hersteller derartiger Vorrichtungen zu konsultieren.

## ANORDNUNG DER BEFESTIGUNGSSCHELLEN

Um die Ausdehnungen der Anlage bestmöglich handhaben zu können, ist es wichtig, besonders auf die Anordnung der Befestigungsschellen zu achten. Auf diese Weise hat die Anlage die Möglichkeit, sich problemlos ausdehnen zu können, ohne dass es zu Verformungen kommt, die Dichtheit der Verbindungen beeinträchtigen könnten.

1. Niemals Befestigungsschellen, die einen Festpunkt bilden, in der Nähe eines Fittings anordnen. (Abb. 7.4)
2. Es ist auch darauf zu achten, dass die Gleitschellen nicht derart angeordnet werden, dass sie sich wie Festpunkte verhalten (Abb. 7.5)
3. Wenn gerade Leitungsabschnitte ohne Ausdehnungskompensatoren vorliegen, kann, um möglichen Verformungen vorzubeugen, auch nur ein einziger Festpunkt installiert werden. An allen übrigen Befestigungspunkten sind Gleitschellen anzubringen. Dieser Punkt sollte soweit wie möglich in der Mitte des geraden Leitungsabschnitts angeordnet werden (Abb. 7.6). Auf diese Weise wird die durch die Ausdehnung hervorgerufene Verlängerung auf beide Richtungen verteilt und die Länge des erforderlichen Dehnungsschenkels halbiert.

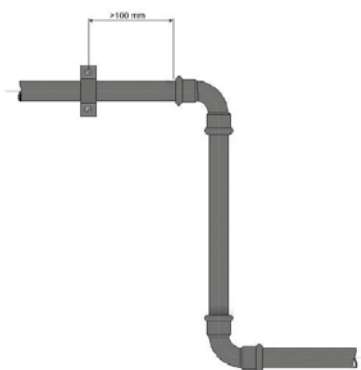


Abb. 7.4

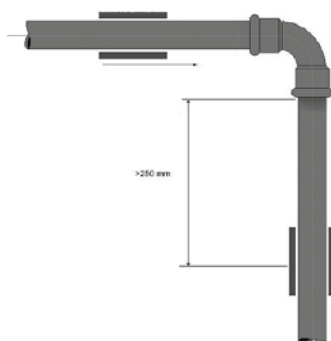


Abb. 7.5



Abb. 7.6

Als allgemeine Regel gilt, Befestigungsschellen aus Stahl mit Gummihalierungen zu verwenden; diese Art von Befestigungen ermöglicht die Isolierung und die Dämpfung etwaiger Reibungsgeräusche und Vibrationen und verbessert das Verhalten der gesamten Anlage gegenüber Beanspruchungen.

## DRUCKVERLUSTE

Alle über ein Rohrnetz beförderten Fluide werden beim Durchfluss durch kontinuierliche und lokale Widerstände behindert, die normalerweise als Druckverluste bezeichnet werden. Wir unterscheiden zuerst kontinuierliche Druckverluste von lokalen Druckverlusten.

### KONTINUIERLICHE DRUCKVERLUSTE

Die Berechnung des Gesamtwiderstands einer geraden Rohrleitung erhält man ganz einfach über den Einheitswert des Rohrwiderstands, der dann mit der Gesamtlänge der Rohrleitung multipliziert werden muss. Die Berechnung wird normalerweise unter Zuhilfenahme geeigneter Diagramme durchgeführt. Dank dieser Hilfsmittel lässt sich der einheitliche Druckverlust [R] und der Geschwindigkeitswert in [m/s] für eine festgelegte Wasserfördermenge bestimmen.

Nachdem der Wert für R bestimmt worden und die Länge des Netzes in effektiven oder äquivalenten Metern bekannt ist, kann der Wert des Gesamtdruckverlusts des Abschnitts berechnet werden. Die einheitlichen Widerstandswerte [R] verändern sich mit der Veränderung der Temperatur und der Geschwindigkeit des beförderten Fluids, weshalb der Einsatz eines geeigneten Diagramms erforderlich ist.

Ebenso beeinflussen auch etwaige Zusätze, die dem Wasser beigemischt werden, wie handelsübliche Frostschutzmittel, den Wert des einheitlichen Widerstands und erfordern demnach angemessene Korrekturen.

## LOKALE DRUCKVERLUSTE

Die nachfolgende mathematische Formel dient der Berechnung des lokalen Druckverlusts:

$$\Delta P_i = \Sigma \xi \cdot v^2 \cdot \gamma / 2g$$




where: v: Strömungsgeschwindigkeit des Fluids [m/s]

g: Fallbeschleunigung [m/s<sup>2</sup>]

γ: poids spécifique du fluide [kg/m<sup>3</sup>]

ξ: Koeffizient des lokalen Widerstands

Der Einfachheit halber kann das Verfahren der äquivalenten Meter angewandt werden, d.h. es wird der Wert der fiktiven Länge einer geraden Rohrleitung mit gleichem Durchmesser, der den gleichen Druckverlustwert erzeugt, zu Grunde gelegt. Das bedeutet, dass zur tatsächlichen Länge des Netzes alle äquivalenten Längenwerte für alle Fitting-Typen der Tabelle 8.1 addiert werden.

EQUIVALENT LENGTH IN METERS							
Außendurchmesser des Rohrs	Wassertemperatur [°C]	T-Stück			Kurve	Reduzierstück	
						D1/D2=2	D1/D2=3
15	10	0,04	0,57	0,51	0,22	0,10	0,11
	40	0,05	0,65	0,59	0,24	0,12	0,13
	70	0,05	0,74	0,65	0,27	0,13	0,14
18	10	0,05	0,73	0,63	0,25	0,16	0,15
	40	0,06	0,88	0,75	0,31	0,19	0,18
	70	0,07	0,93	0,82	0,34	0,19	0,18
22	10	0,07	0,97	0,82	0,34	0,20	0,19
	40	0,08	1,10	0,96	0,40	0,24	0,22
	70	0,09	1,20	1,10	0,45	0,25	0,23
28	10	0,10	1,30	1,00	0,47	0,28	0,27
	40	0,12	1,60	1,30	0,56	0,33	0,30
	70	0,12	1,70	1,50	0,61	0,34	0,31
35	10	0,13	1,80	1,50	0,60	0,38	0,35
	40	0,15	2,00	1,70	0,71	0,45	0,42
	70	0,16	2,30	2,00	0,80	0,48	0,44
42	10	0,16	2,20	1,90	0,74	0,48	0,45
	40	0,18	2,50	2,20	0,87	0,54	0,51
	70	0,20	2,90	2,50	0,97	0,57	0,54
54	10	0,22	3,10	2,70	1,00	0,75	0,63
	40	0,24	3,60	3,20	1,20	0,87	0,72
	70	0,26	4,00	3,40	1,30	0,87	0,71



















Innendurchmesser der C-Stahlrohre		8-16 mm	18-28 mm	35-54 mm
Art des lokalen Widerstands	Bildzeichen			
Absperrventil, gerade		10	8	7
Absperrventil, schräg		5	4	3
Schieber mit reduzierten Durchgang		1,2	1	0,8
Schieber mit vollem Durchgang		0,2	0,2	0,1
Kugelhahn mit reduzierten Durchgang		1,6	1	0,8
Kugelhahn mit vollem Durchgang		0,2	0,2	0,1
Drosselklappe		3,5	2	1,5
Rückschlagventil		3	2	1
Heizkörperventil, gerade		8,5	7	6
Heizkörperventil, abgewinkelt		4	4	3
Träger, gerade		1,5	1,5	1
Träger, rechtwinklig		10		1
Vierwegeventil		10		4
Dreiwegeventil		10		
Durchgang durch einen Heizkörper		10		
Durchgang durch einen Heizkessel		10		
Kollektor		10		
Erweiterung des Schnitts		10		

Tabelle 8.2 Werte des Koeffizienten des lokalen Druckverlusts  $\xi$  (Anlagenkomponenten)

Die so bestimmte fiktive Länge muss mit dem Wert des einheitlichen Druckverlusts multipliziert werden, wodurch man den Gesamtwiderstand des Kreislaufs erhält.

Diese Vorgehensweise ermöglicht die Berechnungen enorm zu beschleunigen, worunter jedoch die Genauigkeit des berechneten Druckverlustwerts etwas leidet, da es sich um einen Näherungswert handelt.

## ABNAHMEPRÜFUNG

Die im Wohnbau eingesetzten Techniken tendieren immer mehr zum Einsatz von unter Putz verlegten Rohrleitungen und Fittings, so dass die Anlage und ihre Komponenten nicht sichtbar sind.

Die Fittings **FRABOPRESS C-STEEL M** können unter Putz verlegt werden, sofern Sie angemessen gegen Korrosion geschützt werden.

Diesbezüglich ist es erforderlich, die Anlage zu prüfen, bevor sie in die Gebäudestruktur eingegliedert wird.

Die Prüfung, die auch von nahezu allen Regeln der Technik vorgesehen ist, verfolgt zwei genaue Ziele:

- zu prüfen, dass keine Lecks an den Verbindungsstellen vorhanden sind;
- sicherzustellen, dass die Wärmeausdehnungen keine Probleme verursachen.

Diesbezüglich erscheint es uns notwendig, die Prüfverfahren für die unterschiedlichen Installationsarten zu bestimmen.

## PRÜFUNG UND INBETRIEBNAHME VON HEIZUNGSANLAGEN

Heizungsanlagen werden normalerweise durch Unterputz-Verlegung der Rohrleitungen verwirklicht. Vor Fertigstellung der Maurerarbeiten müssen einige Tests durchgeführt werden, um die Dichtheit aller Verbindungen zu überprüfen.

Sehen wir uns diese Prüfungen im Detail an:

1. Dichtheitsprüfung umgehend nach dem Verlegen mit einem Druck von 10 N/cm<sup>2</sup> über dem normalen Betriebsdruck; geprüft wird die Dichtheit der Verbindungen nach Beanspruchung über einen Zeitraum von nicht unter 15 Min.
2. Durchfluss
3. Zirkulationsprüfung
4. Dehnungsprüfung mit Wasserzirkulation bei 95 °C
5. Zweite Dichtheitsprüfung wie zuvor

## GARANTIE

Die Produktion der Firma **FRABO** zeichnet sich durch die hochwertige Qualität aus, die dank der langjährigen Erfahrung im Bereich der Systeme für thermohydraulische Anwendungen erreicht wurde. Die Zertifizierung nach **ISO 9001** und die unzähligen Qualitätszeichen, mit denen ihre Produkte ausgezeichnet sind, sind ein direkter Beweis dafür.

Unter Bezugnahme auf die gefertigten Produkte erklärt die Firma **FRABO**, dass sie im Rahmen der zivilrechtlichen Haftung eine Haftpflichtversicherung abgeschlossen hat, durch die Schäden aufgrund von verdeckten Mängeln für eine Dauer von 10 Jahren gedeckt sind.

Unerlässliche Bedingung für die Gültigkeit der Garantie ist die fachgerechte Verwendung der Produkte gemäß der Spezifikationen der Firma **FRABO** sowie die Einhaltung der anwendbaren technischen Vorschriften. Die Garantie erstreckt sich nicht auf Installationen, die nicht sachgemäß bzw. nicht fachgerecht ausgeführt worden sind.

**Die Firma FRABO teilt mit, dass bei einem bedeutenden Versicherungsunternehmen eine Unternehmenshaftpflichtversicherung abgeschlossen wurde, die auch die erweiterte Produkthaftung mit einschließt.**

**Für eine aktuelle Liste der Zertifizierungen, der technischen Dokumentation und der Erklärungen wird auf die Website [www.frabo.com](http://www.frabo.com) verwiesen**



**FRA.BO s.p.A.**

FIRMENSITZ Via Cadorna, 30 - 25027 Quinzano d'Oglio (BS) - Italy

PRODUKTIONSEINHEIT Via Circonvallazione, 7- 26020 Bordolano (CR) - Italy

T +39 030 99 25 711 F +39 030 99 24 127 @ info@frabo.com W www.frabo.com