



TECHNISCHES HANDBUCH

**FRABOPRESS H2O SECURFRABO**

PRESSFITTINGS AUS KUPFER UND BRONZE

# FRABOPRESS H2O SECURFRABO

Pressfittings aus Kupfer und Bronze



## INHALTSVERZEICHNIS

3	BESCHREIBUNG
3	VORTEILE
3	TECHNISCHE DATEN
4	MATERIALIEN
	Kupfer
5	FITTING FRABOPRESS H2O SECURFRABO KUPFER/BRONZE
	Dichtring - O-Ring
	Verwendbare Rohre
	Kupferrohre in Rollen
	Markierung
8	PRESSWERKZEUG/PRESSBACKEN
	Geeignete und empfohlene Installationswerkzeuge
10	VERLEGE- UND MONTAGEANLEITUNG
	Technische Hinweise für die Verlegung und Montage
	Biegen der Rohre
	<b>EINSATZGEBIETE UND VERLEGEPROBLEME</b>
14	EINSATZGEBIETE
16	LEGIONELLEN
18	KONDENSATE
18	FROST UND FROSTSCHUTZMITTEL
18	WÄRME
19	DRUCKLUFTFILTERUNG
19	KORROSIONSSCHUTZ
	Galvanische Kontaktkorrosion
	Innenkorrosion
	Streuströme und Erdung
21	WÄRMEAUSDEHNUNGEN
	Berechnung eines Dehnungsschenkels
	Anordnung der Befestigungsschellen
27	DRUCKVERLUSTE
	Kontinuierliche Druckverluste
	Lokale Druckverluste
30	ABNAHMEPRÜFUNG
	Prüfung und Inbetriebnahme von Heizungsanlagen
	Prüfung und Inbetriebnahme von Sanitäreanlagen
	<b>APPENDICE</b>
31	GARANTIE
31	ZERTIFIZIERUNGEN UND ERKLÄRUNGEN ZUM PRODUKT

## BESCHREIBUNG

### FRABOPRESS H2O SECURFRABO KUPFER/BRONZE

Pressfittings aus hochreinem Kupfer (**Cu-DHP**) (CW024A) und Bronze für hochreine Gussteile, mit Hochleistungsdichtring aus **EPDM**, für den Einsatz mit Trinkwasser und zum Verpressen mit V-Pressbacken geeignet.

## VORTEILE

- Einfaches und schnelles Verlegen
- Hohe hydraulische und mechanische Festigkeit (V-Kontur mit Rohreinführungsschiene)
- Edles Material (Kupfer), bakteriostatisch

## TECHNISCHE DATEN

### KONFORMITÄTSDATEN

Die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** eignen sich zur Verwirklichung von Pressverbindungen an Hochleistungskupferrohren für die große Mehrheit thermohydraulischer Installationen (Rohrleitungen nach EN 1057).

Die Kupferfittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** entsprechen der Norm UNI 11065 und werden unter sorgfältiger Auswahl der Rohstoffe gefertigt und intern mit der höchsten Qualität bearbeitet.

Die Gewindefittings werden aus mit den EN 1982-Normen konformer Bronze hergestellt und verfügen über Gewinde, die den Normen UNI EN 10226-1 entsprechen.

### KONSTRUKTIONSDATEN

Lieferbares Sortiment: 12, 15, 18, 22, 28, 35, 42, 54 mm

**Kontur des Fittings:** Die von **FRABO** eingesetzte Kontur (V-Pressbacken) für die Serie **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** ermöglicht ein Verpressen an 3 Punkten und ist somit optimal, um Dichtheit und Standfestigkeit der Rohr-Fitting-Verbindung zu gewährleisten. Die überstehende Muffe des Fittings ermöglicht eine sichere, problemlose Installation, da Abweichungen von der Einführungslinie des Rohrs in das Fitting, die Dichtung beschädigen und die Dichtheit beeinträchtigen könnten, vermieden werden.

**Fittingbauweise:** Fitting zeichnet sich durch eine besonders hohe Wandstärke aus, um bei jedem Einsatz die bestmöglichen Leistungen zu gewährleisten.

**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 DER FITTINGS			
ANWENDUNG		FRABOPRESS H2O SECURFRABO	
		P <sub>max</sub> (bar)	T <sub>max</sub> °C
	Sanitäre Wasseranlagen/ Heizungsanlagen	16	0°/+110°C
	Trinkwasseranlagen	16	0°/+110°C
	Kühlanlagen	16	-10°/+110°C
	Entölte Druckluftanlagen (Ölrückstand <5 mg/m <sup>3</sup> )	16	30°C
	Druckluftanlagen (Ölrückstand >5 mg/ m <sup>3</sup> ) (mit O-Ring aus FKM)	16	30°C
	Öle (mit O-Ring aus FKM) *	16	30°C
	Solaranlagen (mit O-Ring aus FKM) *	6	160°C
	Dampfanlagen (mit O-Ring aus FKM) *	1	120°C
	Sprinkleranlagen	16	30°C
	Sprinkler		

\* Sie müssen eine grüne O-Ringe FKM verwenden

## MATERIALIEN



### FRABOPRESS H2O SECURFRABO KUPFER

Sie werden mit desoxidiertem Kupfer mit hohem Reinheitsgrad (Cu-DHP) entsprechend der Norm EN 1412 gefertigt.



### FRABOPRESS H2O SECURFRABO BRONZE

Sie werden aus einer Bronzelegierung mit hohem Technologiegehalt und geringem Bleigehalt entsprechend der Norm EN 1982 gefertigt.

## KUPFER

Kupfer kommt dank seiner ausgezeichneten chemischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften in häuslichen Gasanlagen und in zahlreichen thermischen Anlagen zum Einsatz.

Kupfer ist ein absolut hygienisches und bakteriostatisches Material. So bekämpft Kupfer die Bildung von krankheitserregenden Bakterien, insbesondere der Legionellen, die sich vor allem in Warmwasserrohren bilden und beim Duschen eingeatmet und somit verbreitet werden.

Der Einsatz von Kupfer für die Trinkwasserverteilung ist mittlerweile seit Jahrzehnten in den fortschrittlichsten Ländern verbreitet und getestet. Die Kupferfittings werden mit automatischen industriellen Technologien unter strengen Qualitätskontrollen produziert.

Bei Kontakt mit sauerstoffreichem Wasser wird Kupfer mit einer dünnen Kupferoxidschicht überzogen, die Zerstreuung der Metallionen verhindert und vor Lochkorrosion schützt.

Dank der Polierbehandlung der Oberfläche wird der Glanz des Fittings gesteigert, das dadurch ein besseres Aussehen und eine höhere Qualität erhält.

Kupfer, das zu den edelsten Materialien zählt, ist seit jeher ein wertvolles Material, das aufgrund seiner Merkmale gerne von den Planern und Installateuren für Heizungsanlagen eingesetzt wird.

## DICHTRING – O-RING

Die Serie **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** ist mit einem schwarzen Dichtring aus **EPDM** versehen. Die hohen Leistungen und das ausgezeichnete Verhalten dieses Werkstoffs gegenüber Alterung, Ozon, Sonnenlicht, Witterungs- und Umwelteinflüssen, alkalischen Stoffen und zahlreichen chemischen Zusammensetzungen ermöglicht in den meisten Privat- und Industrieanwendungen einen sicheren und dauerhaften Einsatz. Die maximale Betriebstemperatur, der diese Dichtringe standhalten, beträgt 110 °C.



Der O-Ring aus **EPDM** entspricht der europäischen Norm **EN 681-1**, hat die wichtigsten europäischen Zertifizierungen für die Eignung für den Einsatz im Hygiene- und Ernährungsbereich erhalten und ist gemäß den gesetzlichen Vorgaben in Italien (Ministerialverordnung N. 174 vom 6. April 2004). Das Polymer **EPDM** ist nicht gegenüber brennbaren Gasen, Ölen, Benzin, Terpentin und Brennstoffen im Allgemeinen beständig.

Falls Fluide befördert werden müssen, die mineralische Öle enthalten (Heizöl, Gasöl usw.), liefert **FRABO** einen für diese Einsatzgebiete geeigneten roten Dichtring aus **FKM**.

Für andere Flüssigkeiten als Trinkwasser, Wasser für Heizungsanlagen und ähnliches kann man eine direkte Anfrage an die technische Kundenberatung der Firma **FRABO** stellen.

## VERWENDBARE ROHRE

Die Umsetzung von Anlagen mit Kupferrohren beruht auf der Norm UNI EN 1057.

Das System **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** eignet sich für die Verbindung von Kupferrohren (in Stangen oder Rollen) gemäß Norm EN 1057.

**In der Tabelle 2.2 führen wir zur Information die mechanischen Eigenschaften der Kupferrohre gemäß Norm EN 1057 an.**

ZUSTAND	Außendurchmesser Nennabmessung mm		Zugfestigkeit Rm Mpa	Reißdehnung A%	Härte HV5
	Min	Max	Min	Max	
R220 (weich)	6	54	220	40	von 40 bis 70
R250 (halbhart)	6	66,7	250	30	von 75 bis 100
	6	159		20	
R290 (hart)	6	267	290	3	min 100

Tabelle 2.2

Wir erinnern daran, dass in Trinkwasseranlagen nur Rohre installiert werden dürfen, deren Innenfläche entsprechend behandelt worden ist: In jedem Fall dürfen nur qualitativ hochwertige Rohre installiert werden, die ausdrücklich für den Transport von Trinkwasser geeignet sind.

Bei der Installation von sanitären Wasseranlagen und Heizungsanlagen können mit dem **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** System alle von der Norm EN 1057 vorgesehenen Rohre verpresst werden, die in Tabelle 2.3 angegebenen Stärken haben.

ROHRDURCHMESSER	R220 (weich)	R250 (halbhart)	R290 (hart)
	Mindeststärke (mm)	Mindeststärke (mm)	Mindeststärke (mm)
12	1,0	1,0	1,0
15	1,0	1,0	1,0
18	1,0	1,0	1,0
22	1,0	1,0	1,0
28	X	1,0	1,0
35	X	1,2	1,0
42	X	1,5	1,5
54	X	1,5	1,5

Tabelle 2.3

Für Anlagen zur Beförderung von sanitärem Warm- und Kaltwasser in Ländern außerhalb Italiens ist auf die spezifischen Produkt- und Installationsnormen bzw. Arbeitsblätter Bezug zu nehmen.

## KUPFERROHRE IN ROLLEN

Um auch bei der Verwendung der praktischen, in Rollen gelieferten Kupferrohre (die bekanntlich weicher als die Version in Stangen sind) eine ausgezeichnete Dichtheit zu gewährleisten, wird empfohlen, die Kalibrierung zu überprüfen und zu kontrollieren, dass an der vom Pressen betroffenen Stelle keine Verformungen bestehen.

## MARKIERUNG



Die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** sind an der hellblauen Kennzeichnung und am Symbol **SECURFRABO** zu erkennen.

Die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** 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.

### FITTING RICHTIG VERPRESST

Wenn das Wasser in der Anlage zirkuliert, lassen sich keine Undichtigkeiten beobachten

exklusiv   
einzigartig 



### UNVERPRESSTER FITTING

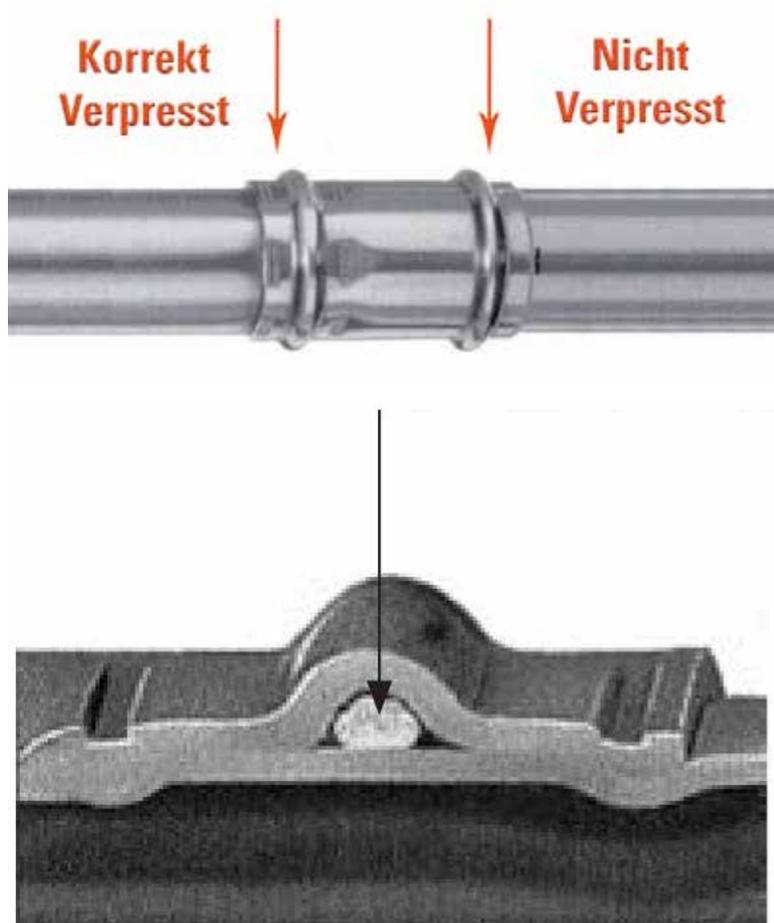
Wenn Wasser in die Anlage eingeleitet wird, sieht man, dass aus dem unverpressten Fitting Wasser austritt.

## APRESSWERKZEUGE/PRESSBACKEN

Das Installationswerkzeug für die Pressfittings aus Kupfer und Bronze besteht aus einem Set aus elektronisch gesteuerten elektromechanischen Geräten. Für ein Verzeichnis der erhältlichen Werkzeuge auf dem neuesten Stand und die Anforderung einer detaillierten Anleitung, wie diese zu verwenden sind, bitte auf den Katalog 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.

In der nachfolgenden 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 und 54) bietet das System **FRABOPRESS** an Stelle der konventionellen Pressbacken Schlingen an, welche dieselbe Funktion erfüllen. (Abb. 1)

Abbildung 1 – Schlinge und entsprechender Adapter

## GEEIGNETE UND EMPFOHLENE INSTALLATIONSWERKZEUGE

Für die Installation der Pressfittings aus Kupfer und Bronze können Original-Pressbacken von **FRABO** oder Pressbacken derselben Kontur eingesetzt werden (V).

Im Handel ist heutzutage eine große Anzahl an Presswerkzeugen verschiedener Werkzeughersteller erhältlich, die zur Installation der Pressfittings eingesetzt werden können.

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

- Minimale Presskraft des Elektrowerkzeugs: 32 kN für die Metallsysteme über Durchmesser 28 bis Durchmesser 54
- Kontur der für die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** geeigneten Backen
- Durchmesser des Verriegelungsbolzens der Pressbacke: 14 mm
- Minimale Breite der Nut der Pressbacke: 33 mm
- Unterbrechungsfreier Pressvorgang – nach dem Starten des Pressvorgangs lässt sich die Zange nicht vom Teil entfernen, das noch nicht vollkommen verpresst worden ist (ohne ein entsprechendes Verfahren, wie beispielsweise das Drücken der Not-Aus-Taste).

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

### 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.

### KOMPAKTE PRESSMASCHINE

Heutzutage sind im Handel kompakte Pressmaschinen erhältlich, die dank der besseren Handlichkeit eine bequemere Installation ermöglichen. Die Mindestpresskraft des für Durchmesser bis 28 mm (Metall) geeigneten Elektrowerkzeugs beträgt ungefähr 19 kN.



## VERLEGE- UND MONTAGEANLEITUNG FRABOPRESS H2O SECURFRABO



**1**  
Das Stahlrohr rechtwinklig ablängen (mit Rohrschneider oder feinzahniger Stahlsäge)



**2**  
Das Rohr innen und außen entgraten



**3**  
Den korrekten Sitz des O-Rings überprüfen



**4**  
Das Rohr bis zum Anschlag in das Fitting schieben



**5**  
Die Einstecktiefe auf dem Rohr markieren



**6**  
Die für das Presswerkzeug geeignete Pressbacke einsetzen und den Verriegelungsbolzen bis zum Anschlag einschieben



**7**  
Die Pressbacke öffnen und senkrecht auf das Fitting aufsetzen



**8**  
Den Pressvorgang auslösen. Der Pressvorgang wird vollautomatisch ausgeführt. Die Pressbacke muss sich komplett schließen



**9**  
Nach dem Verpressen kann die Pressbacke geöffnet werden.

## TECHNISCHE HINWEISE FÜR DIE VERLEGUNG UND MONTAGE

Das System **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** 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 Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** verwendeten Kupferrohre 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 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 Einschleiben 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 Einschleiben des Rohrs auch visuell prüfen zu können.

### KONTROLLE

Bevor weitere Schritte unternommen werden, ist es erforderlich, das Fitting auf das Vorhandensein und die ordnungsgemäße Anordnung des O-Rings und daraufhin auf dessen Funktionstüchtigkeit und Sauberkeit zu überprüfen.

### 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.

## BIEGEN DER ROHRE

Das Sortiment der Pressfittings aus Kupfer und Bronze beinhaltet Kurven sowie 45°- und 90°-Bögen, welche Richtungsänderungen ermöglichen, ohne dass das Rohr gebogen werden muss. 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 den nachstehenden Gleichungen ableiten:

$$R = 3,5 \times D \text{ per } D \leq 18 \text{ mm}$$

$$R = 5,5 \times D \text{ per } D \geq 18 \text{ mm}$$

wobei D der Durchmesser des Rohrs ist

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

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

**Ferner ist es erforderlich, einen Mindestabstand zur am Rohr ausgeführten Biegung einzuhalten**

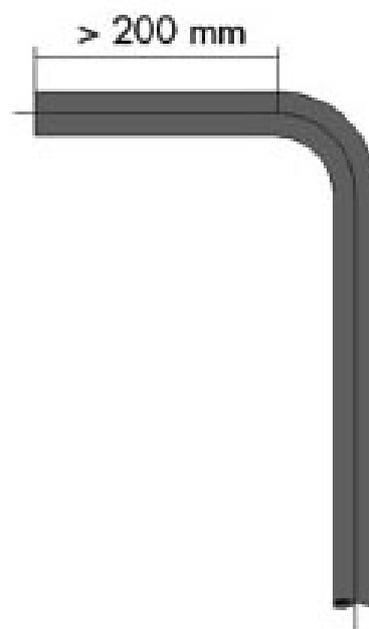


Abbildung 4.1

## VERBINDUNGSMASSE

Die Installationsmaße und die Verbindungstoleranzen wurden mit besonderer Aufmerksamkeit geplant und entwickelt, um höchste Sicherheit der Verbindung zu gewährleisten. In Tabelle 2.1 sind die Einstecktiefen entsprechend der Durchmesser aufgeführt.

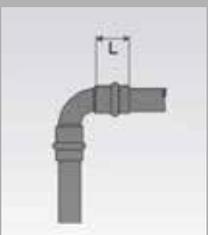
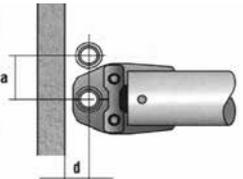
	Nenn- durch-	L
	messer [mm]	[ mm ]
	12	15
	15	21
	18	22
	22	23
	28	24
	35	25
	42	35
	54	39

Tabelle 2.1

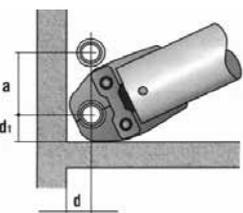
## VERLEGEMASSE

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.

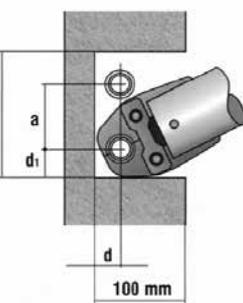
Die Abstände zu Wänden, Ecken und für die Installation der Leitungen erforderlichen Mauerschlitzen können den nachfolgenden Zeichnungen und Tabellen entnommen werden:

	Nenndurchmesser in mm	12	15	18	22	28	35	42 Schlinge	54 Schlinge
	d mm	20	20	22	25	25	30	75	85
	a mm	56	56	60	65	75	83	115	120

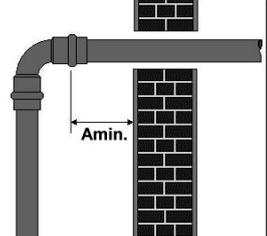
Mindestmaße der in der Wand verlegten Leitungen

	Nenndurchmesser in mm.	12	15	18	22	28	35	42 Schlinge	54 Schlinge
	d mm	31	31	31	31	31	31	75	85
	a mm	80	80	80	80	80	84	75	85
	d1 mm	28	28	28	35	35	44	115	120

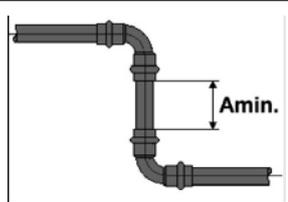
Mindestmaße der in der Nähe von Ecken verlegten Leitungen

	Nenndurchmesser in mm	12	15	18	22	28	35	42 Schlinge	54 Schlinge
	d mm	31	31	31	31	31	31	75	85
	a mm	80	80	80	80	80	84	75	85
	c mm	155	155	161	173	181	206	265	290
	d1 mm	28	28	28	35	35	44	115	120

Mindestmaße der in Mauerschlitzen oder Führungen verlegten Leitungen

	d mm	12-54
	A mm	50

Mindestabstand zwischen Fitting und Mauer für Wanddurchführungen



Nenndurchmesser in mm	12	15	18	22	28	35	42	54
A mm	10	10	15	20	20	25	30	35

Mindestabstand zwischen zwei Pressfittings

#### ANMERKUNG KOMPAKTE PRESSMASCHINEN

Im Handel sind auch kleinere Presswerkzeuge oder Presswerkzeuge mit entsprechenden Gelenken erhältlich, mit denen die beim Verpressen vorgesehenen Vorgänge noch müheloser durchzuführen sind.

## EINSATZGEBIETE UND VERLEGEPROBLEME TYPISCHE EINSATZGEBIETE

Die Pressfittings aus Kupfer und Bronze eignen sich für vielfältige Einsatzgebiete:

- TRINKWASSERANLAGEN
- NICHTTRINKWASSERANLAGEN
- HEIZUNGSANLAGEN und KÜHLANLAGEN
- DRUCKLUFTANLAGEN
- SCHIFFBAU
- BEHANDELTES WASSER
- BRANDSCHUTZ

### SPEZIELLE EINSATZGEBIETE

- SOLARANLAGEN mit bereits auf der Serie **SOLARPRESS** (für Solarzellen) montierten grünen Dichtungen
- HOCHTEMPERATUR- INDUSTRIEANLAGEN (HT)/Dampfanlagen mit optionalen grünen Dichtringen
- HEIZÖLANLAGEN mit roten Optional-Dichtringen

## TRINKWASSERANLAGEN

Die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** stehen für ein sicheres, vorteilhaftes System für alle Anwendungen im Trinkwasserbereich. Das Fitting hat die wichtigsten Kompatibilitätstests für den Einsatz in Trinkwasseranlagen bestanden. Die Kupferfittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** sind optimal für den Einsatz in diesen Bereichen, da Kupfer ein besonders bakteriostatisches Metall mit erwiesenen Hygieneigenschaften ist. Der verwendete O-Ring ist für Trinkwasser zertifiziert, da er die Zulassungskriterien gemäß den gesetzlichen Vorgaben in Italien (Ministerialverordnung des Gesundheitsministeriums 174 vom 6. April 2004) erfüllt.

## NICHTTRINKWASSER UND BEHANDELTES WASSER

Die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** lassen sich einfach für vielfältige Einsatzgebiete in Nichttrinkwasseranlagen einsetzen und gewährleisten eine vollkommene Zuverlässigkeit.

Neben den Leitungen für Brauchwasser sind in diesem Zusammenhang Anlagen für behandeltes Wasser, enthärtetes Wasser, destilliertes Wasser, Osmosewasser, entkarbonisiertes Wasser, entmineralisiertes und entionisiertes Wasser zu nennen.

**FRABOPRESS H2O SECURFRABO** ist auch zur Verwirklichung von Regenwasser-Nutzungsanlagen einsetzbar.

## HEIZUNGSANLAGEN / KÜHLANLAGEN

Die Vorteile des Einsatzes der Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** 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.

Dank dem Einsatz von Hochqualitätsmaterialien gewährleisten die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** auch in der Nähe von Heizkesseln oder Boilern eine ausgezeichnete Dichtheit. Die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** sind auch für Heizungsanlagen geeignet, in denen Glykol als Frostschutzmittel in Standardanteilen eingesetzt wird. Für Anlagen mit höheren Betriebstemperaturen (Solaranlagen, Industrieanlagen, Dampfanlagen usw.) ist ein besonderer, grüner O-Ring aus **FKM** erhältlich, der Temperaturen bis zu 160 °C bei ständiger Benutzung standhält (Serie **SOLARPRESS**).

## DRUCKLUFTANLAGEN

Druckluft wird vielfach in allen Industriezweigen eingesetzt und seine Einsatzgebiete sind unzählig. Die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** eignen sich zur Verwirklichung von Druckluftanlagen mit einem maximalen Betriebsdruck von 16 bar.

## SCHIFFBAU

Das System **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** ist im Schiffbau verwendbar. Es eignet sich insbesondere für die Fälle, in denen Robustheit und einfache Installation nötig sind, wie zum Beispiel für die Leitung von Kühlwasser oder Wasser für die Sanitär- und Brandschutzanlagen im Schiffsinneren.

## BRANDSCHUTZ

Die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** können für die Verwirklichung von Brandschutzanlagen entsprechend den Normen UNI EN 12845 (April 2007) - Fixe automatische Sprinkler-Feuerlöschanlagen sowie UNI 10779 - Anlagennetze verwendet werden. Es wird empfohlen, sich an die technische Kundenberatung der Firma **FRABO** zu wenden, um die Eignung in speziellen Fällen individuell zu überprüfen.

## SPEZIELLE EINSATZGEBIETE

### SOLARANLAGEN

**SOLARPRESS** ist die Kupferfittinglinie mit speziellem grünen O-Ring aus **FKM** für Anwendungen mit hoher Betriebstemperatur wie zum Beispiel Solaranlagen oder Thermokaminöfen. Die Fittings **SOLARPRESS** halten Temperaturen bis 160 °C bei ständigem Einsatz und kurzfristigen Temperaturspitzen bis 200 °C stand und können in mit Frostschutzmittel in Standardanteilen geschützten Anlagen verwendet werden.

Die Produktpalette **SOLARPRESS** umfasst die Durchmesser 15, 18, 22, 28, 35. Für die anderen Abmessungen (bis 54) stellt **FRABO** O-Ringe in grüner Farbe zur Verfügung. In jedem Fall wird die größtmögliche Vorsicht beim Einfügen eines O-Rings in die Fittings empfohlen. Der Einsatz von Werkzeug, das schneiden könnte (wie Schraubenziehern, Scheren usw.), sollte vermieden werden, da die für diese Anlagen typische Wärmeausdehnung auch kleinste Schnitte zu Tage bringt.

## INDUSTRIEANLAGEN MIT HOHEN TEMPERATUREN (HT)/DAMPFANLAGEN

Die Pressfittings aus Kupfer und Bronze sind durch die Verwendung der im **FRABO**-Katalog erhältlichen grünen O-Ringe aus **FKM** für die Verwirklichung von Industrieanlagen mit hohen Temperaturen und für Dampfanlagen geeignet. Die Beständigkeit gegenüber hohen Temperaturen (160 °C) dieses speziellen O-Rings und die optimale Planung der Fittings ermöglichen in zahlreichen Industriebereichen einen sicheren Einsatz. Der maximale Druck in Dampfanlagen beträgt 1 bar und die Temperatur 120 °C.

## HEIZÖLE

Bei Industrieanwendungen, in denen die Beförderung von Heizölen erforderlich ist, wird der Einsatz der Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** mit rotem O-Ring in **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.**

**Anm.: DER O-RING AUS FKM IST NICHT FÜR DEN KONTAKT MIT TRINKWASSER GEEIGNET.**

## 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.

## LEGIONELLEN

Stagnierendes Wasser fördert in den sanitären Anlagen häufig die Vermehrung der Legionellen. Legionellen sind in Quellen einschließlich Thermalquellen, in Flüssen, Seen, Dampf und Böden zu finden. Aus diesen Bereichen gelangen sie in künstliche Bereiche wie die städtischen Wasserleitungen und Anlagen der Gebäude wie Behälter, Rohre, Brunnen und Schwimmbecken.

Die Legionella ist ein Bakterium, von dem mehr als 40 Arten bekannt sind. Die gefährlichste Art verursacht eine schwere Lungenentzündung, mit der ungefähr 90 % aller Legionärskrankheitsfällen in Verbindung gebracht werden. Ihr Name stammt von einer akuten Epidemie, von der 1976 eine Gruppe Veteranen der American Legion bei einem Treffen in einem Hotel in Philadelphia betroffen waren und die 34 Tote und 221 Ansteckungsfälle verursachte. Unter Bedingungen wie stagnierendem Wasser mit Temperaturen zwischen 25 und 42 °C sowie sauren, alkalischen Umgebungen mit Ablagerungen und Sedimenten wird die Proliferation besonders begünstigt.

Installationen, in denen Wasser versprüht wird, wie etwa Klimaanlage oder Warmwassernetze in den Wasser- und Sanitäreanlagen, sind Orte, die Verbreitung der Bakterien begünstigen.

Kritische Bereiche der Wasser- und Sanitäreanlagen bestehen auch in den Leitungen, vor allem, wenn sie obsolet sind oder Ablagerungen aufweisen, sowie geschlossene Abschnitte, Speichertanks, Boiler, Duschköpfe und Anschlüsse an das Wassernetz. Auch Wassersysteme für Notfälle wie Dekontaminationsduschen, Augenwaschstationen und Sprinkler-Feuerlöschanlagen können Orte der Proliferation darstellen. Auch in Sprudelbecken wurden Legionellen entdeckt. Bei Anlagen, die zerstäubtes Wasser mit hoher Geschwindigkeit versprühen, können die Bakterien durch aufsteigende Wasserblasen oder feines Aerosol an die Luft abgegeben werden. Einige Fälle der Legionärskrankheit wurden mit Zierbrunnen in Verbindung gebracht, in denen das Wasser in die Luft gesprüht wird oder auf eine Grundfläche zurückfällt. Brunnen mit intermittierendem Betrieb sind einer höheren Kontaminationsgefahr ausgesetzt. Zu den weiteren Anlagen mit einem hohen Legionellenrisiko gehören die Kühltürme mit offenem sowie mit geschlossenem Kreislauf, in deren Nähe sich Luftaufnahme- oder -ansaugungskanäle befinden. Auch Klimaanlage wie Luftbefeuchter/Kühlanlagen, Vernebler und Versprüher sollten beachtet werden.

Zur Bekämpfung der Vermehrung der Legionellen muss in erster Linie der Planung und einer sorgfältigen Verwaltung und Wartung hohe Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bezüglich der Wasseranlagen wird empfohlen, Rohrleitungen mit Blindkappen oder ohne Umlauf, Stauungsbildungen, übermäßig lange Rohre, den Kontakt zwischen Wasser und Luft sowie die Wasseransammlung in unversiegelten Behältern zu vermeiden und regelmäßig eine einfache Reinigung vorzusehen.

Man hat festgestellt, dass sich Legionellen bei Rohren und Fittings aus Kupfer nicht so leicht vermehren. Man sollte immer vermeiden, dass das Wasser in gewissen Bereichen stagniert, indem die Anlage richtig bemessen wird und das Wasser darin gut zirkuliert. Falls möglich, sollte man wie nachfolgend erläutert Behandlungsstationen vorsehen.

Falls dies möglich ist, ist eine Wärmebehandlung empfehlenswert, indem man das Wasser bei einer Temperatur über 60 °C beibehält, da die Legionella unter diesen Umständen unwirksam gemacht wird, bzw. ein Thermoshock, indem man die Wassertemperatur 3 Tage lang mindestens 30 Minuten am Tag bis zu den Wasserhähnen auf 60-70 °C bringt.

Bei Verwendung von Kupfer (im Unterschied zu den gewöhnlichen Kunststoffen) kann man ohne Bedenken einen Thermoshock zur Beseitigung der Legionellen in den Anlagen anwenden.

Eine weitere Behandlung besteht in der ständigen Chlorung: Dabei wird Chlor in Form von Kalziumhypochlorit oder Natriumhypochlorit in die Anlage eingeführt, bis die Restkonzentration des Desinfektionsmittels zwischen 1 und 3 mg/l beträgt. Verwendet werden kann auch Chlordioxid, das eine ständige Desinfektion mit mäßigen Chlorrückständen ermöglicht und die Trinkwasserqualität beibehält, während es den Biofilm (natürliches Habitat der Legionellen) entfernt – mit sowohl zeitlich, als auch örtlich bezüglich der Distanz von der Einspritzstelle langer Reichweite (empfohlene Werte 0,2-0,4 mg/l), keine Unterprodukte erzeugt (z. B. THM), vor Ort mit entsprechenden Generatoren, deren Produktionskapazität der zu desinfizierenden Anlage angemessen ist, erzeugt wird und bei den genannten Konzentrationen die Rohre nicht angreift. Mit den von Speziallampen erzeugten UV-Strahlen können die Bakterien abgetötet werden, außerdem können die Legionellen durch die Kupfer/Silber-Ionisation oder mit Wasserstoffperoxid und Silber reduziert werden. Abschließend möchten wir das Ozon und die endständigen Filter nennen: Dank der Eigenschaften von Ozon werden alle Makromolekularstrukturen der Zellen (Schimmel, Bakterien, Hefepilze usw.) tiefgehend verändert, und bei Verwendung von endständigen Filtern, die direkt an der Abnahmestelle angebracht werden, wird eine mechanische Barriere (0,2\_μm) gebildet, die Bakterien abhält (sie müssen regelmäßig ersetzt werden).

## 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 die Leitungen und Rohrverbindungen im betroffenen Bereich zur Vermeidung der Kondensatbildung besser mit Dämmstoffen ummantelt werden.

Bei Anlagen, die gekühltes Wasser führen, sollten an den Wänden, die an die Leitungen und Rohrverbindungen grenzen, entsprechende Isolierungen vorgesehen 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.

Auch bei Solaranlagen wird die Verwendung von Frostschutzsystemen empfohlen, um die Anlage im Winter angemessen zu schützen.

## 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 das Dichtelement beschädigen und dadurch dessen Lebensdauer und Zuverlässigkeit beeinträchtigen.

## 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 95 °C spezielle, besonders leistungsstarke O-Ringe zu verwenden. Bei FRABO ist ein grüner 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 verwendet werden, auch um die Bildung etwaiger Kondensate zu reduzieren.

## DRUCKLUFTFILTERUNG

Druckluft enthält oftmals eine große Menge an Verunreinigungen, die Maschinen und nicht zuletzt das Endprodukt beschädigen könnten. Die Verunreinigung ist vornehmlich auf drei Hauptquellen zurückzuführen: Die Umgebung (aus der sie entnommen wird), der Verdichter (Werkstoffe, Schmierung usw.) und die Lagertanks. Es wird empfohlen, die Fittings FRABOPRESS H2O SECURFRABO nach dem Verdichter einzusetzen (nach den Filter- und Kondensatsammelstationen), um die Beförderung der Druckluft in einer geschützten und sicheren Anlage mit Öls Spuren zu gewährleisten, die Verbindungsteile nicht beschädigen.

Es empfiehlt sich, immer Filterstationen einzuplanen, um die Zirkulation von Verunreinigungen weitest möglich zu verringern. Außerdem ist der in der Druckluft enthaltene Wasserdampf die bedeutendste Verunreinigung der Luft und wirkt als Katalysator: In Form von Kondensat verbindet er sich mit Schwebstoffen 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 wird der Einsatz von Befestigungsbügeln empfohlen, die Vibrationen möglichst abschwächen und ausgleichen.

Falls möglich mechanische Trennvorrichtungen verwenden, um die Vibrationsquelle vom Rest der Anlage zu trennen.

## KORROSIONSSCHUTZ KORROSION AUFGRUND EINES GALVANISCHEN KONTAKTS

Die direkte Verbindung von Materialien mit unterschiedlichem elektrochemischem Potential in Präsenz eines Elektrolyts wie Wasser verursacht eine Kontaktkorrosion, die das elektrochemisch weniger edle Material betrifft. In den Wasser- und Heizungsanlagen kann diese Situation zum Beispiel bei der Verbindung zwischen Kupfer und verzinktem Stahl auftreten, das sich in der Reaktion als Anode verhält. Aufgrund seiner Position auf der elektrochemischen Spannungsreihe zählt Kupfer zu den Edelmetallen. In Wahrheit kann eine galvanische Korrosion bei Verbindung dieser zwei Elemente nicht so einfach und direkt ausgelöst werden, da die Präsenz von Sauerstoff O<sub>2</sub> im gasförmigen Zustand, die grundlegend ist, in den Heizanlagen irrelevant ist (einige Bruchteile eines ppm) und Korrosionserscheinungen ohne Sauerstoff praktisch nicht vorkommen. Folglich hat die Position von Kupfer gegenüber anderen Metallen keinen Einfluss auf die Auslösung eventueller Korrosionserscheinungen aufgrund eines galvanischen Kontakts. In den Sanitäreanlagen dagegen ist der Sauerstoffgehalt im Wasser hoch (nahe des Sättigungswerts) und wird von genauen gesetzlichen Verfügungen geregelt.

In diesen Anlagen gilt der Grundsatz, dass die Komponenten aus Kupfer und Kupferlegierungen des Systems **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** nach eventuellen anderen Komponenten aus weniger edlen Metallen zu installieren sind (in der Richtung des Wasserabflusses). So können zum Beispiel Kupfernetze von einem mit der Serie Frabopress C-Steel gefertigten Netz aus verzinktem Stahl abgezweigt werden. Das Gegenteil sollte vermieden werden, insofern man ein Verbindungsglied dazwischen setzt, das einen derartigen Widerstand einfügt, der in Bezug auf die Leitfähigkeit von Wasser die Korrosionsgeschwindigkeit des verzinkten Stahls auf Null setzt, z. B. ein nichtleitendes Verbindungsglied.

In den Abbildungen 5.1 und 5.2 sind zwei Beispiele für die Ableitung von mit unterschiedlichen Materialien gefertigten Netzen abgebildet.

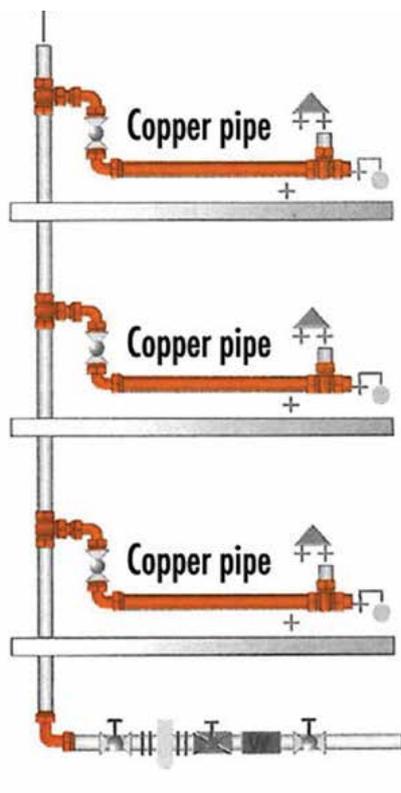


Figure 5.1

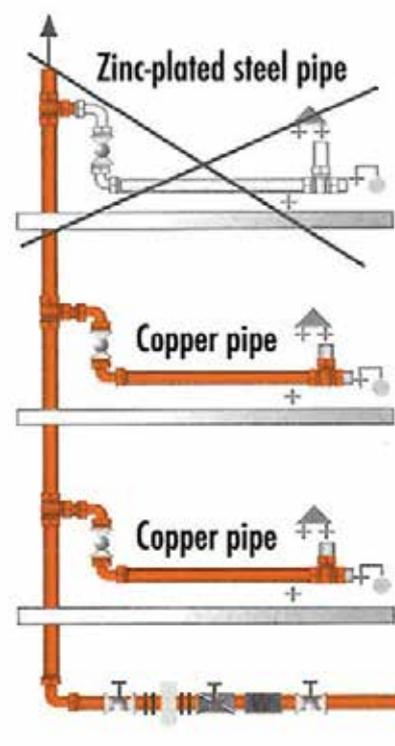


Figure 5.2

Einen weiteren bedeutenden Faktor bildet das bestehende Verhältnis zwischen der Oberfläche des edleren Metalls zur Oberfläche des weniger edlen Metalls; je höher dieses Verhältnis ist, desto höher könnte die Korrosionsgeschwindigkeit sein. Um ein Beispiel zu nennen: Eine kleine Komponente wie ein Messingventil, das auf eine Leitung aus verzinktem Stahl montiert wird, verursacht kaum nennenswerte Korrosionserscheinungen am Rohr.

In einer aus Kupferrohren gefertigten Anlage dagegen korrodieren die aus weniger edlen Metallen hergestellten Komponenten sehr schnell, wodurch sich das Wasser färbt.

Verlängerungen oder Verbindungen aus verzinktem Stahl sollten daher möglichst vermieden und Kupfer- oder Bronzefittings an ihrer Stelle verwendet werden. Der direkte Kontakt zwischen Kupfer und seinen Legierungen mit rostfreiem Stahl (Serie **FRABOPRESS 316**) bedingt keine besonderen Probleme mit der galvanischen Kontaktkorrosion: Auch wenn die zwei Materialien ein unterschiedliches Potential aufweisen, sind sie in der elektrochemischen Spannungsreihe sehr nahe.

## INNENKORROSION

Die Bestandteile des Systems **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** sind aus desoxidiertem Phosphorkupfer mit Trinkwassereignung gefertigt, dessen Merkmale innerhalb der von den gültigen Vorschriften festgelegten physikalischen und chemischen Grenzwerte liegen.

Bei sauerstoffhaltigem Wasser hängt die Wirkung der Korrosion auf die Kupferfittings und -rohrleitungen deutlich von der Qualität der Innenfläche ab.

Die Pressfittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** garantieren aufgrund der Korrosionsschutzbehandlung einen wirksamen Schutz vor Tiefenkorrosion.

Mit den Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO**, die sich der Presstechnik bedienen, wird außerdem gewährleistet, dass bei Trinkwasserinstallationen die durch die Schweißphase bedingte Gefahr einer Tiefenkorrosion vermieden wird. So kann die Auswirkung von Temperaturen über 400 °C, die bei der Hartlötung unvermeidlich sind, unter ungünstigen Umständen zu einem offensichtlichen Anstieg der Korrosionsgefahr führen.

Durch die Installation von Pressfittings werden alle negativen Auswirkungen aufgrund der Hitze vermieden. Beim Einsatz in Wasserbehandlungsanlagen sind die Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** außerdem mit allen häuslichen Wasserbehandlungen (Enthärter) vereinbar und auch bei entkarbonisiertem, entmineralisiertem oder destilliertem Wasser korrosionsbeständig.

Um die Anlage vor der Korrosion zu schützen, müssen die Beschränkungen des Salzgehalts entsprechend den Normen und Regelungen bezüglich des Trinkwassers eingehalten werden:

- Sulfationen < 240 mg/l
- Nitrationen < 50 mg/l
- Natriumionen < 150 mg/l

## STREUSTRÖME UND ERDUNG

Die auf Streuströme zurückzuführende Korrosion ist in Wahrheit sehr selten und lässt sich sofort erkennen. In 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 CEI-Normen) und, dementsprechend, müssen etwaige Ströme über die dafür vorgesehenen Spannungsableiter abgeleitet werden, wodurch, da die Streustromkorrosion genau an der Stelle auftritt, an der 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 zusätzlich zum von den Rohrummantelungen gelieferten elektrischen Widerstand sehr hoch.

## WÄRMEAUSSDEHNUNGEN

Wie bei allen Arten von Rohrleitungen, aus denen ein Versorgungsnetz aufgebaut ist, müssen auch mit dem System **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** die auf Grund der Zunahme bzw. der Abnahme der Temperatur 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 Kupfer (0,0000168 K<sup>-1</sup> zwischen 25 °C und 100 °C)

$\Delta T$  Temperaturdifferenz [° C] oder die Differenz zwischen den maximalen und minimalen Betriebstemperatur

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

$$\Delta L = 40 \cdot 0.0000168 \cdot (85-5) = 0.0538 \text{ m also } 54 \text{ mm}$$

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:  $\delta = \epsilon \cdot E$

$$\text{mit } \epsilon = \Delta L / L = \alpha \cdot \Delta T$$

$$E = 132.000 \text{ N/mm}^2 \text{ bei hartem Kupfer}$$

Daraus folgt:

$$\delta = 0.0000168 \cdot (85-5) \cdot 132.000 = 177.41 \text{ N/mm}^2$$

Zu bemerken ist, dass dieser Wert nicht vernachlässigt werden kann, da er mehr als 60 % der Mindestzugfestigkeit bei Bruch (290 N/mm<sup>2</sup>) darstellt.

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:

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

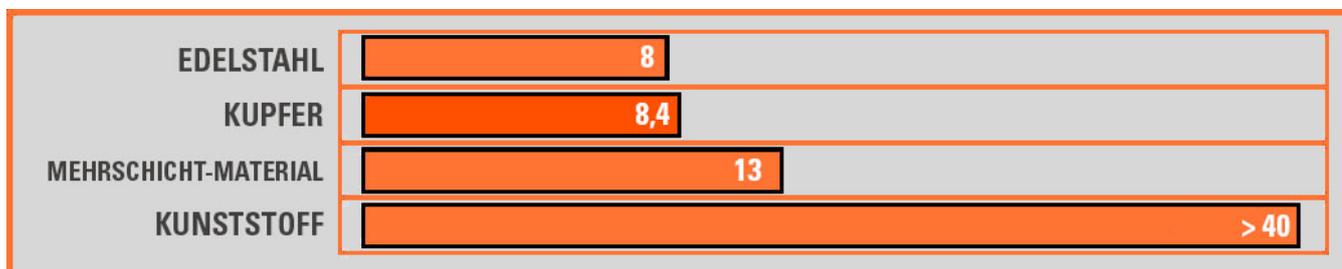
Durch Ersetzen erhält man:

$$F = 177.41 \cdot 247.40 = 43.891 \text{ N ein Wert, der eine gewisse Auswirkung hat.}$$

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.



Ausdehnung in mm für ein 10 Meter langes Rohr bei einer Änderung des Materials

Wie in der Grafik abzulesen ist, ermöglicht die Qualität der Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** Kupfer gemeinsam mit der geringen Wärmeausdehnung der Kupferrohre die Umsetzung von sicheren und auch bei Temperaturänderungen auf Dauer stabilen Anlagen.

L [mm]	$\Delta t$ [°K]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0,17	0,34	0,50	0,67	0,84	1,01	1,18	1,34	1,51	1,68
2	0,34	0,67	1,01	1,34	1,68	2,02	2,35	2,69	3,02	3,36
3	0,50	1,01	1,51	2,02	2,52	3,02	3,53	4,03	4,54	5,04
4	0,67	1,34	2,02	2,69	3,36	4,03	4,70	5,38	6,05	6,72
5	0,84	1,68	2,52	3,36	4,20	5,04	5,88	6,72	7,56	8,40
6	1,01	2,02	3,02	4,03	5,04	6,05	7,06	8,06	9,07	10,08
7	1,18	2,35	3,53	4,70	5,88	7,06	8,23	9,41	10,58	11,76
8	1,34	2,69	4,03	5,38	6,72	8,06	9,41	10,75	12,10	13,44
9	1,51	3,02	4,54	6,05	7,56	9,07	10,58	12,10	13,61	15,12
10	1,68	3,36	5,04	6,72	8,40	10,08	11,76	13,44	15,12	16,80
11	1,85	3,70	5,54	7,39	9,24	11,09	12,94	14,78	16,63	18,48
12	2,02	4,03	6,05	8,06	10,08	12,10	14,11	16,13	18,14	20,06
13	2,18	4,37	6,55	8,74	10,92	13,10	15,29	17,47	19,66	21,84
14	2,35	4,70	7,06	9,41	11,76	14,11	16,46	18,82	21,17	23,52
15	2,52	5,04	7,56	10,08	12,60	15,12	17,64	20,16	22,68	25,20
16	2,69	5,38	8,06	10,75	13,44	16,13	18,82	21,50	24,19	26,88
17	2,86	5,71	8,57	11,42	14,28	17,14	19,99	22,85	25,70	28,56
18	3,02	6,05	9,07	12,10	15,12	18,14	21,17	24,19	27,22	30,24
19	3,19	6,38	9,58	12,77	15,96	19,15	22,34	25,54	28,73	31,92
20	3,36	6,72	10,08	13,44	16,80	20,16	23,52	26,88	30,24	33,60
21	3,53	7,06	10,58	14,11	17,64	21,17	24,70	28,22	31,75	35,20
22	3,70	7,39	11,09	14,78	18,48	22,18	25,87	29,57	33,26	36,96
23	3,86	7,73	11,59	15,46	19,32	23,18	27,05	30,91	34,78	38,64
24	4,03	8,06	12,10	16,13	20,16	24,19	28,22	32,26	36,29	40,32
25	4,20	8,40	12,60	16,80	21,00	25,20	29,40	33,60	37,80	42,00
26	4,37	8,74	13,10	17,47	21,84	26,21	30,58	34,94	39,31	43,68
27	4,54	9,07	13,61	18,14	22,68	27,22	31,75	36,29	40,82	45,36
28	4,70	9,41	14,11	18,82	23,52	28,22	32,94	37,63	42,34	47,04
29	4,87	9,74	14,62	19,49	24,36	29,23	34,10	38,98	43,85	48,72
30	5,04	10,08	15,12	20,16	25,20	30,24	35,28	40,92	45,36	50,40

## 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, [Ω]-Rohr-Kompensatoren zu verwenden, 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 Nomo-grammen erzielen, die den Rohrdurchmesser, die Verlängerung, die kompensiert werden muss, und den Wert des Dehnungsschenkels [Bd] in Zusammenhang bringen.

Die unmittelbarste Lösung besteht darin, auf die Längenwerte des Dehnungsschenkels Bezug zu nehmen, die der Tabelle 6.4 zu entnehmen sind.

Auch in diesem Fall hängt der Längenwert der Liste von den unterschiedlichen zu kompensierenden Dehnungswerten des Außendurchmessers des verwendeten Rohrs ab. In Tabelle 6.4 werden die Längenwerte des Dehnungsschenkels eines quadratischen Omega-Bogen-Kompensators angeführt, wie er in Abb. 6.2 dargestellt wird.

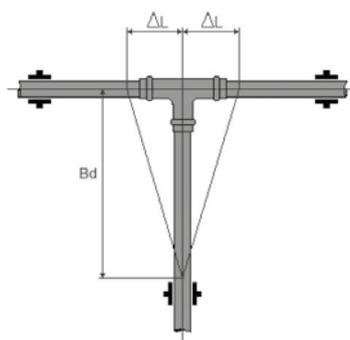


Abbildung 6.1

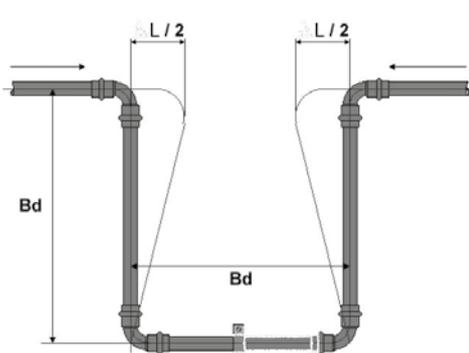


Abbildung 6.2

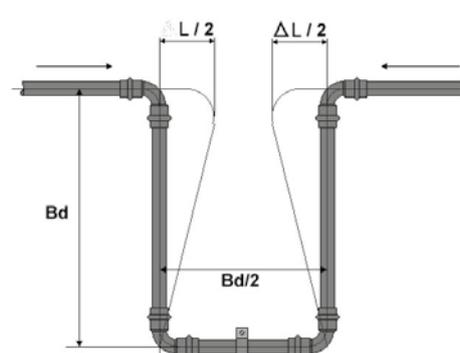


Abbildung 6.3

### LÄNGE DES DEHNUNGSSCHENKELS BD [MM]

AUSSENDURCHMESSER DES KUPFERROHRS [MM]	Ausdehnung, die kompensiert werden muss $\Delta L$ [mm]									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
12	637	901	1103	1274	1424	1560	1685	1801	1911	2014
15	712	1007	1233	1424	1592	1744	1884	2014	2136	2252
18	780	1103	1351	1560	1744	1911	2064	2206	2340	2467
22	862	1220	1494	1725	1928	2112	2281	2439	2587	2727
28	973	1376	1685	1946	2175	2383	2574	2752	2918	3076
35	1088	1538	1884	2175	2432	2664	2878	3076	3263	3439
42	1191	1685	2064	2383	2664	2918	3152	3370	3574	3768
54	1351	1911	2340	2702	3021	3309	3574	3821	4053	4272

Tabelle 6.4 - Quadratischer Omega-Bogen

In Tabelle 6.5 werden die Längenwerte des Dehnungsschenkels eines rechteckigen Omega-Bogen-Kompensators angeführt, wie er in Abb. 6.3 dargestellt wird.

LÄNGE DES DEHNUNGSSCHENKELS BD [MM]										
Außendurchmesser des Kupferrohrs [mm]	Ausdehnung, die kompensiert werden muss $\Delta L$ [mm]									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
12	735	1039	1273	1470	1643	1800	1944	2078	2205	2324
15	822	1162	1423	1643	1837	2012	2174	2324	2465	2598
18	900	1273	1559	1800	2012	2205	2381	2546	2700	2846
22	995	1407	1723	1990	2225	2437	2632	2814	2985	3146
28	1122	1587	1944	2245	2510	2750	2970	3175	3367	3550
35	1255	1775	2174	2510	2806	3074	3320	3550	3765	3969
42	1375	1944	2381	2750	3074	3367	3637	3888	4124	4347
54	1559	2205	2700	3118	3486	3818	4124	4409	4677	4930

Tabelle 6.5 - Rechteckiger Omega-Bogen

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 den 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 Fittings **FRABOPRESS H2O SECURFRABO** 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

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.

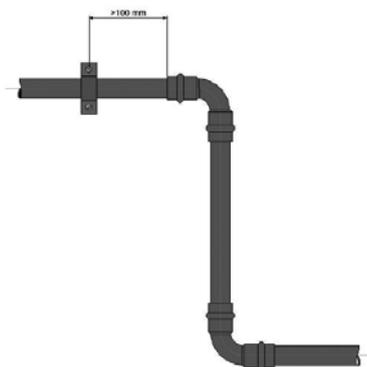


Abbildung 7.4

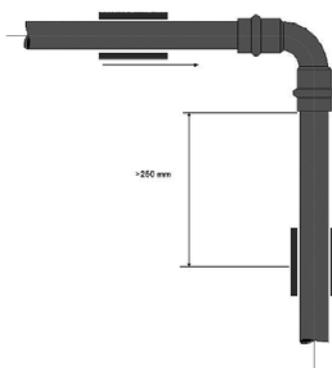


Abbildung 7.5



Abbildung 7.6

Als allgemeine Regel gilt, Befestigungsschellen aus Kupfer zu verwenden, bzw. Gummihalierungen zu verwenden, falls diese aus Stahl sind. Diese Art von Befestigungen ermöglicht die Isolierung der zwei Metalle 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 Rohrwidestands, 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:

$$\Delta P_{\xi} = \sum \xi \cdot v^2 \cdot \gamma / 2g$$

wobei:  $v$  = Strömungsgeschwindigkeit des Fluids [m/s]

$g$  = Fallbeschleunigung [m/s<sup>2</sup>]

$\gamma$  = Spezifisches Gewicht des Fluids [kg/m<sup>3</sup>]

$\xi$  = 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 Längewerte für alle Fitting-Typen der Tabelle 8.1 addiert werden.

Entsprechende Länge in Metern							
AUSSENDURCH- MESSER DES ROHRS	Wassertem- peratur [°C]	T-Stück			Curve	Reduzierstück	
						D1/D2=2	D1/D2=3
12	10	0,03	0,43	0,36	0,16	0,09	0,08
	40	0,04	0,53	0,47	0,19	0,11	0,10
	70	0,04	0,57	0,51	0,21	0,12	0,11
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	0,54	0,45
	40	0,18	2,50	2,20	0,87	0,57	0,51
	70	0,20	2,90	2,50	0,97	0,75	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 Kupfer Rohre		8-16 mm	18-28 mm	35-54 mm	>54 mm	
Art des lokalen Widerstands	Bildzeichen					
Absperrventil, gerade		10	8	7	6	
Absperrventil, schräg		5	4	3	3	
Schieber mit reduzierten Durchgang		1,2	1	0,8	0,6	
Schieber mit vollem Durchgang		0,2	0,2	0,1	0,1	
Kugelhahn mit reduzierten Durchgang		1,6	1	0,8	0,6	
Kugelhahn mit vollem Durchgang		0,2	0,2	0,1	0,1	
Drosselklappe		3,5	2	1,5	1	
Rückschlagventil		3	2	1	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					3	
Durchgang durch einen Heizkessel					3	
Kollektor					2	
Erweiterung des Schnitts					1	

Tabelle 8.2 Werte des Koeffizienten des lokalen Druckverlusts  $\gamma$  (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 H2O SECURFRABO** können problemlos unter Putz verlegt werden, insofern dies auf Installationen in Wasser- oder Heizungsanlagen beschränkt ist.

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 nach Beanspruchung der Verbindungsstellen und einem Zeitraum von mindestens 15 Min.
2. Durchfluss
3. Zirkulationsprüfung
4. Dehnungsprüfung mit Wasserzirkulation bei 95 °C
5. Zweite Dichtheitsprüfung wie zuvor

## PRÜFUNG UND INBETRIEBNAHME VON SANITÄRANLAGEN

Auch für Sanitäranlagen ist die mittlerweile verbreitete Praxis, die Leitungen unter Putz zu verlegen, zu berücksichtigen.

In diesem Fall muss allerdings besondere Aufmerksamkeit angewendet werden, da neben der Dichtheitsprüfung der Anlage für eine fachgerechte Installation folgende Vorgänge vorzusehen sind:

1. Vorangehende Reinigung der Rohre, d. h. Beseitigung der Fremdkörper vor der Anbringung der Armaturen;
2. längere Reinigung mit installierten Armaturen;
3. Desinfektion mit gasförmigem Chlor oder Natriumhypochloritlösung;
4. Endspülung mit Trinkwasser.

Neben diesen Vorgängen, die natürlich zur Schaffung der bestmöglichen hygienischen Bedingungen im Leitungsinnen dienen, müssen die Dichtheitsprüfungen an der Anlage durchgeführt werden, die in den folgenden Punkten zusammengefasst werden können:

1. Hydraulische Kaltprüfung, die vor der Montage der Armaturen und vor den Mauerarbeiten am gesamten Warm- und Kaltwasserverteilungsnetz durchzuführen ist, wobei die Leitungen mindestens vier Stunden ununterbrochen unter einen Druck, der 1,5 Mal dem Betriebsdruck entspricht (mindestens 6 bar), gesetzt werden;

2. Hydraulische Warmprüfung, die ausschließlich an den Warmwasserverteilungsleitungen mit zentralisierter Erzeugung bei Betriebsdruck für mindestens zwei Stunden ohne Unterbrechung und bei einer Ausgangstemperatur, die mindestens um 10 °C über der maximalen Temperatur liegt, durchzuführen ist;
3. Umlauf- und Isolierungstests des Warmwassernetzes mit Nullförderung, die möglichst in der kältesten Zeit des Jahres durchgeführt werden sollten. Der Test wird als positiv erachtet, falls eine Differenz unter oder gleich 2 °C zwischen der Ausgangstemperatur vom Warmwassererzeugungssystem und der Temperatur an der entferntesten Stelle festgestellt wird.
4. Kaltwasserdurchsatztest, indem man 30 Minuten lang ununterbrochen alle vorgesehenen Verteileröffnungen gleichzeitig in Funktion setzt.
5. Warmwasserdurchsatztest, indem man mehr als 60 Minuten lang alle Verteileröffnungen mit der Ausnahme von einer in Funktion setzt.
6. Überprüfung der Warmwasserdurchsatzfähigkeit. Bei diesem Test müssen alle Verteileröffnungen gleichzeitig in Funktion sein.

## 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 S.p.A.**, 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