

Planungsgrundlagen

**INSTAFLEX**  
**Technisches Handbuch**



**+GF+**

**JRG**



# Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel</b>	<b>Seite</b>
Einleitung	3
Allgemeine Informationen	15
Werksstoffe	21
Zulassungen	35
Technische Regeln und Normen	39
Verbindungstechnologie	57
Chemische Widerstandsfähigkeit	119
Systemtechnik und Anwendungstechnik	123
Rohrnetzdimensionierung und Druckverlustbestimmung (CH, D, A, UK)	205
Druckprüfung	255
Druckluftanwendungen	261
Gewährleistung	289
Formelzeichen und Einheiten	293



# Einleitung

	Seite
<b>Vorwort</b>	4
<b>Übersicht</b>	5
<b>Georg Fischer</b>	6
<b>GF Piping Systems</b>	7
<b>Haustechnik Systeme von GF Piping Systems (GFPS)</b>	
-- INSTAFLEX, hautnahe Vorteile einer zeitgemässen Trinkwasserinstallation	8
<b>Qualitätsmanagement, Umwelt, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz</b>	
-- Ökologie / Recycling	11
<b>Weiterbildung</b>	13

## Einleitung

### Vorwort

Nichts ist so wichtig bei der Verlegung von Rohrleitungssystemen wie die Zuverlässigkeit der einzelnen Komponenten und deren fachgerechte Installation. Mit unseren Produkten tragen wir entscheidend zur Sicherheit von Anlagen und Prozessen bei. Für praktisch alle Ihre Anwendungen haben wir dabei die passende Lösung. Die vorliegenden Planungsgrundlagen sollen für Sie bei der Auswahl und Anwendung der Produkte von GF Piping Systems eine wertvolle Hilfe sein.

GF Piping Systems besitzt über 50 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und Anwendung von Rohrleitungssystemen aus Kunststoff. Dieses Wissen möchten wir Ihnen auf dem aktuellen Stand der Technik zur Verfügung stellen. Unsere Mitarbeiter haben mit grösstmöglicher Sorgfalt die Dokumentation zusammengestellt, um Ihnen eine optimale Unterstützung zu bieten. Wir möchten Ihnen Sicherheit und Zuverlässigkeit durch fachgerechten Einsatz der Produkte von GF Piping Systems gewährleisten. Aber nichts ist so gut, dass es nicht noch besser sein könnte: Ihre Anregungen und Wünsche sind uns immer willkommen.

Eine informative Lektüre wünscht Ihnen

Georg Fischer JRG AG

## Übersicht



In diesem technischen Handbuch finden Sie alle wichtigen Angaben für Planung, Produktauswahl, Verarbeitung, Verlegung und Inbetriebnahme von Druckrohrleitungen in der Gebäudetechnik.

Diese Angaben basieren auf entsprechenden internationalen ISO- und EN-Normen, verschiedenen nationalen Normen und den DVS-Richtlinien (Deutscher Verband für Schweißen) sowie Angaben von Rohstoffherstellern.

Darüber hinaus sind auch die Ergebnisse aus umfangreichen internen Untersuchungen und Prüfungen mit eingeflossen.

Das Handbuch soll dem Planer und dem Installateur als Hilfsmittel dienen, um das komplexe System "Rohrleitungen" richtig auszulegen und zu installieren.

Angaben zu Produkten für industrielle Rohrleitungssysteme sind in einem separaten technischen Handbuch zusammengefasst.

Über metallische Rohrleitungen für Tempergussfittings, PRIMOFIT und WAGA (Verbindungen von glattendigen Metall- und Kunststoffrohren) geben die GF Kataloge Auskunft.

Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrer zuständigen Ländervertretung.

Diese Publikation enthält keine Garantiezusagen, sondern soll lediglich technische Informationen vermitteln. Wir verweisen auf unsere allgemeinen Verkaufsbedingungen.

## Georg Fischer

### Georg Fischer

#### Adding Quality to People's Lives

Menschen in aller Welt dürfen von Georg Fischer einen wichtigen Beitrag zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse von heute und morgen erwarten.

#### Comfort

Die zuverlässige Versorgung mit sauberem Wasser wird zu einer zentralen Herausforderung. **GF Piping Systems** erleichtert weltweit die Versorgung mit Trinkwasser und ermöglicht den sicheren Transport von Flüssigkeiten in der Industrie.



#### Mobility

Die Mobilität der Menschen wächst, und mit ihr wachsen die Ansprüche an Komfort und Sicherheit im Fahrzeug. **GF Automotive** ermöglicht mit hoch beanspruchbaren Gussteilen aus Leichtmetall und Eisen den Bau von leichteren Personenwagen und Nutzfahrzeugen.



#### Precision

Die Serienproduktion von Konsumgütern und hochwertigen Präzisionsteilen erfordert anspruchsvolle Fertigungstechnologien. **GF Agie Charmilles** bietet die Maschinen und Systemlösungen an, mit denen die erforderlichen Formen, Werkzeuge und Teile hergestellt werden.



## GF Piping Systems

GF Piping Systems ist eine der drei Unternehmensgruppen des Georg Fischer Konzerns und weltweit führender Anbieter von Rohrleitungssystemen aus Kunststoff und Metall.

Wir entwickeln, produzieren und vermarkten Rohrleitungssysteme für den sicheren Transport von Flüssigkeiten und Gasen.

GF Piping Systems führt über 100'000 Produkte im Sortiment für unterschiedlichste Anwendungen und Spezialgebiete: von Rohren über Rohrverbindungen zu Ventilen und Durchflussmessgeräten bis hin zu entsprechenden Verbindungstechnologien. Für alle Anwendungen zum Transport von Flüssigkeiten und Gasen stehen Ihnen massgeschneiderte Lösungen zur Verfügung, sei es für die Haustechnik, die Wasser- und Gasversorgung oder die Industrie.

### **Rundum-Service**

Produktionsstätten in Europa, Asien und USA befinden sich in der Nähe der Kunden und erfüllen lokale Anforderungen. Die Komponenten und Systeme sind auf die in den einzelnen Absatzmärkten gültigen Normen ausgerichtet und werden im akkreditierten Prüflabor getestet.

Verkaufsgesellschaften in 12 Ländern und Vertretungen in weiteren 80 Ländern sichern den Kundenservice rund um die Uhr.

Eine internationale Logistik, e-commerce und Informationstechnologie stellen einen schnellen Vertrieb und Service sicher.

### **Wir sind Ihr Partner für den sicheren Transport von Flüssigkeiten und Gasen.**

Die Anforderungen an Rohrleitungssysteme sind so verschieden und anspruchsvoll wie deren Anwendungen. Hier finden Sie ausgewählte Marktsegmente, in denen wir Ihnen Lösungen anbieten. Unser breites Sortiment ermöglicht zudem zahlreiche weitere Anwendungen. Fragen Sie uns.

### **Ein Hersteller - ein Partner: GF Piping Systems**

Alles aus einer Hand: Rohre, Fittings, Verbindungstechnik, Armaturen oder Mess- und Regeltechnik – GF Piping Systems bietet Ihnen One-stop-shopping weltweit.

### **Top Qualität**

Profitieren Sie von der Qualität unserer Produkte. 50 Jahre Know-how in der Produktion und Entwicklung, strengste Qualitätskontrollen, hoch qualifizierte Mitarbeiter und ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess bilden die Grundlage dafür.

### **Beschaffung vor Ort**

Unser weltweites Netz eigener Vertriebsgesellschaften und Handelspartner ermöglicht Ihnen einen schnellen Zugriff auf unsere Qualitätsprodukte. Wir unterstützen und beraten Sie kompetent vor Ort.

## Haustechnik Systeme von GF Piping Systems (GFPS)

### INSTAFLEX, hautnahe Vorteile einer zeitgemässen Trinkwasserinstallation

#### INSTAFLEX - das Material

Das System INSTAFLEX wird aus dem Kunststoff Polybuten gefertigt – der ideale Werkstoff für eine Trinkwasserinstallation. Er wurde speziell für Anwendungen in der Haustechnik entwickelt.

Von allen Kunststoffen hat Polybuten die geringste Ausdehnung. Die geringen Ausdehnungskräfte (30 mal geringer als Stahl und 10 mal geringer als Verbundrohr) bewirken, dass das Material die Ausdehnung in sich selbst aufnehmen kann.

Das spart Ausdehnungsschenkel oder Kompensatoren und ermöglicht den Einsatz von handelsüblichen Befestigungen. Damit kann auch bei geringen Platzverhältnissen eine saubere und ansprechende Installation ausgeführt werden.

- Platz sparende Installation
- Keine Wartung
- Einfache Installation
- Die Flexibilität von Polybuten erlaubt kleine Richtungsänderungen ohne Formstücke. Das spart zusätzliche Teile und wertvolle Zeit auf der Baustelle.
- Auch bei tiefen Temperaturen bleibt Polybuten flexibel und einfach in der Verarbeitung.
- Vorgefertigte Steigstränge können aufgerollt und auf der Baustelle einfach und schnell im Schacht verlegt werden.
- Lange Haltbarkeit durch hohe chemische Beständigkeit

#### Kunststoffrohre - die moderne Alternative zu Stahl und Kupfer

##### Umwelt

Der Werkstoff Polybuten hat eine hervorragende Ökobilanz. Er lässt sich z. B. in Lärmschutzwänden wiederverwenden. Dadurch werden Ressourcen geschont.

Im Vergleich zu Stahl und Kupfer ist zur Herstellung von Kunststoff viermal weniger Energie notwendig. Das schont die Umwelt.

##### Ablagerungsfrei

- INSTAFLEX ist eine absolut korrosionsfreie Trinkwasserinstallation. Auch nach längeren Betriebsunterbrechungen ist das Wasser von gleichbleibender Qualität.



- Mit INSTAFLEX garantiert GF Piping Systems kalkfreie Leitungen für Trinkwasser. Die glatte Oberfläche von Polybuten verhindert Ablagerungen im System. Die Rohrleitungen haben immer vollen Durchgang und gewährleisten einen gleich bleibenden hohen Komfort.



#### Schallhemmend

Polybuten hat von allen Rohrleitungssystemen den geringsten Schallgeschwindigkeitswert. Er ist z. B. zehnmal geringer als bei Stahl. Dank der hervorragenden Schallreduktion ist ein guter Schlaf auch dann garantiert, wenn das Schlafzimmer direkt an das Badezimmer angrenzt.

#### INSTAFLEX - das Rohrleitungssystem

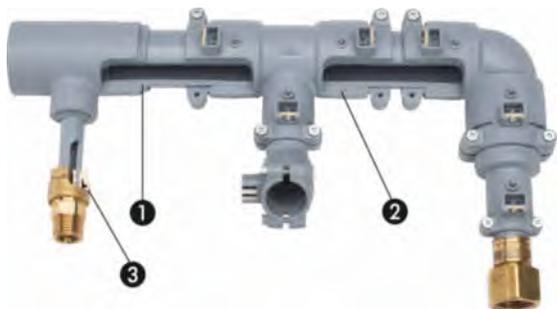
INSTAFLEX zeichnet sich durch eine grosse Dimensionsbandbreite aus (d16 mm bis d225 mm). Das garantiert einen durchgängigen Einsatz vom Einfamilienhaus bis zum Flughafen oder Hochsee-Luxus-Liner.

Die Rohre d16 bis d25 mm können auch als Rohr-in-Rohr-System geliefert werden. Das System besteht aus einem Mediumrohr in einem Schutzrohr. Bei einer Beschädigung des Mediumrohres, z. B. durch anbohren, kann dieses problemlos ausgewechselt werden, ohne die Wand aufzustemmen.

## Verbindungstechnologien für einfachste Verarbeitung

Durch die bewährte z-Mass-Methode von Georg Fischer kann kostengünstig in der Werkstatt vorgefertigt werden. Auf der Baustelle können ganze Bauteile (z. B. Verteilbalken im Keller) so in kürzester Zeit installiert und knappe Bauzeiten problemlos eingehalten werden.

INSTAFLEX bietet für jede Anwendung die optimale Verbindungstechnologie:



- Klemmverschraubung d16 - d110 (3) als Anschluss und Übergang auf andere Materialien
- Muffenschweisss-Verbindung d16 - d110 (1) als kostengünstige Variante in der Vorfertigung
- Elektroschweisssfitting d16 - d225 (2) für die schnelle und sichere Verbindung auf der Baustelle

### Schweisprozess

Die Heizwendelschweissung (HWS), auch als Elektroschweissung bekannt, läuft über die gesamte Schweisszeit in einem kontrollierten Prozess ab. Durch die sichtbaren Schweissindikatoren ist ein Fitting jeder Zeit als verschweisst erkennbar.



Nicht verschweisster Fitting



Heizwendelschweissung (HWS)

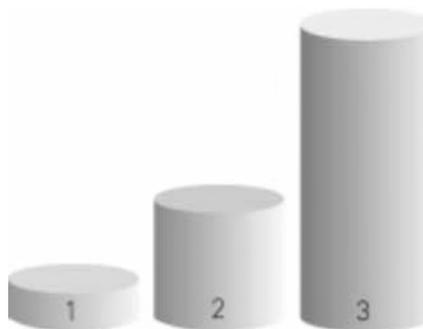


Verschweisster Fitting

### Weniger ist hier mehr

#### Gewicht

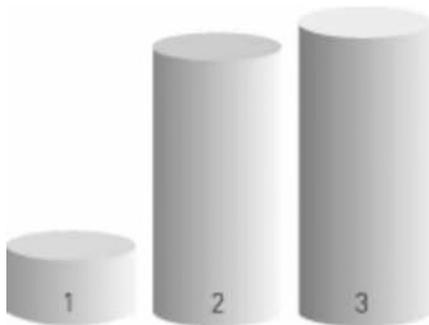
Ein weiterer Vorteil von Kunststoff ist das geringe Gewicht. Das erleichtert die Handhabung und den Transport erheblich. Im Gegensatz zu Metallsystemen kann auf einen Kran verzichtet werden.



Systemgewicht im Vergleich  
1 Polybuten 173 kg  
2 Kupfer 519 kg  
3 Stahl 1268 kg

#### Energie

Der Energieäquivalenzwert enthält sämtliche Prozessenergien, die vom Rohstoff bis zur Fertigung der Rohre, der Formteile und der Wärmedämmung benötigt werden. Ebenso die Energiemengen für die Bereitstellung der Hilfsstoffe der Verbindungstechnik.



Energieäquivalenzwerte im Vergleich  
1 Polybuten 7730 MJ  
2 Kupfer 3179 MJ  
3 Stahl 34173 MJ

## Hygiene

Wasser ist unser wertvollstes und am strengsten überwachtetes Lebensmittel. Im Gegensatz zu Metallen, welche Kupferionen, Nickel oder Korrosionsablagerungen an das Wasser abgeben können, gibt Polybuten keinerlei Geschmacks- oder Schadstoffe frei. INSTAFLEX ist in hygienischer und gesundheitlicher Hinsicht absolut unbedenklich für den Einsatz in der Trinkwasserversorgung.

## Die Vorteile von INSTAFLEX in der Anwendung

- Kostengünstig in der Vorfertigung
- Sicher und schnell in der Verarbeitung
- Lange Lebensdauer
- Breites Produktsortiment
- Korrosionsfrei
- Inkrustationsfrei
- Schallhemmend
- Hygienisch einwandfrei
- Hervorragende Ökobilanz

**Wählen Sie Komfort - wählen Sie INSTAFLEX!**

## Qualitätsmanagement, Umwelt, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Qualität, Umwelt, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz besitzen im Konzern Georg Fischer seit jeher einen hohen Stellenwert. Dies zeigt sich auch daran, dass unsere Produkte eine sehr gute Ökoeffizienz erreichen. Die Produkte werden leistungsfähiger bei gleich bleibenden oder reduzierten Umweltauswirkungen in der Herstellung und der Nutzungsphase. Kunststoffrohrleitungssysteme von GF Piping Systems sind Leichtgewichte beim Transport, korrosionsbeständig und langlebig. Sie schützen das kostbare Gut Wasser von der Quelle bis zum Endverbraucher.

### Umfassendes Qualitätsmanagement

Leistungsfähige Managementsysteme sind eine Grundvoraussetzung, um Geschäftsprozesse steuern und permanent verbessern zu können. Sie stellen stabile Prozesse, anhaltend hohe Produktqualität sowie nachhaltigen Geschäftserfolg sicher. Alle Produktionsgesellschaften sowie die meisten Vertriebsgesellschaften von GF Piping Systems sind nach ISO 9001:2000 zertifiziert. Das heisst, ein aktives Qualitätsmanagementsystem stellt sicher, dass alle Geschäftsprozesse stabil ablaufen und ständig überwacht und verbessert werden. Sie können auf allen Stufen ein durchgehendes Qualitätsmanagement von uns erwarten:

- Leistungsfähige Forschung und Entwicklung
- Modernste Fertigungstechnik in unseren Werken mit integrierter Qualitätssicherung
- Akkreditiertes Prüflabor nach ISO/IEC 17025.

Das zertifizierte Qualitätsmanagementsystem ist ein unerlässlicher Schritt zu unserem obersten Ziel: Kundenzufriedenheit.

### Zertifizierte Managementsysteme

Leistungsfähige Managementsysteme sind eine Grundvoraussetzung, um Geschäftsprozesse steuern und permanent verbessern zu können. Sie stellen stabile Prozesse, anhaltend hohe Produktqualität sowie nachhaltigen Geschäftserfolg sicher. Alle Produktionsgesellschaften sowie die meisten Vertriebsgesellschaften von GF Piping Systems sind nach ISO 9001:2000 sowie nach ISO 14001:2004 zertifiziert. Bis 2011 werden alle Produktionsstandorte zusätzlich nach OHSAS 18001 (Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz) zertifiziert sein. Das heisst, ein aktives Managementsystem stellt sicher, dass alle Geschäftsprozesse stabil ablaufen und ständig überwacht und verbessert werden.

### Qualitätsmanagement

Sie können auf allen Stufen ein durchgehendes Qualitätsmanagement von uns erwarten:

- Sorgfältig ausgewählte, zuverlässige Lieferanten
- Leistungsfähige Forschung und Entwicklung
- Modernste Fertigungstechnik in unseren Werken mit integrierter Qualitätssicherung
- Akkreditiertes Prüflabor nach ISO/IEC 17025.

### Umweltmanagement

Mit unserem Umweltmanagement wollen wir:

- Umweltrelevante Fragen professionell behandeln
- Risiken beherrschen
- Die Umweltaspekte unserer Prozesse, Produkte und Dienstleistungen kontinuierlich bewerten und verbessern.

Zertifizierte Managementsysteme sind ein unerlässlicher Schritt zu unserem obersten Ziel: Kundenzufriedenheit.

### Kundenzufriedenheit

Ihre Erfahrungen mit unseren Produkten und Dienstleistungen helfen uns, Ihren direkten Nutzen laufend zu verbessern und schnell auf Ihre Anforderungen zu reagieren. Dafür stehen unsere Mitarbeiter mit ihrem Wissen und ihrer Erfahrung bereit. Für Ihre Zufriedenheit bieten wir all das und mehr:

- Umfassende Systeme für die verschiedenen Anwendungen
- Hochwertige, zuverlässige Produkte
- Grosses Dienstleistungsangebot mit Kundenberatung, Kundens Schulung, Vermietung von Schweißgeräten, Planungshilfen etc.
- Erfüllen der verschiedenen technischen Anforderungen wie internationale Normen, länder- und anwendungsspezifische Zulassungsbestimmungen
- Leistungsfähige Logistik.

### Ökologie / Recycling

#### Sauberes Trinkwasser

Eine der wertvollsten Ressourcen ist sauberes Wasser. Die sichere Versorgung aller Menschen mit Trinkwasser ist deshalb eine zentrale Herausforderung. GF Piping Systems leistet einen Beitrag zur weltweiten Infrastruktur für die Wasserversorgung und -aufbereitung. Der Transport von Wasser muss kontaminationsfrei erfolgen, die Systeme müssen sicher und kostengünstig sein und die Regelarmaturen zuverlässig und leicht bedienbar. GF Piping Systems wird all diesen Anforderungen durch leckfreie, leichtgewichtige, korrosionsbeständige und langlebige Kunststoff-Rohrleitungssysteme gerecht.

#### Ökoeffiziente Produkte

Die mehr als 50 Jahre lange Anwendungserfahrung mit Kunststoffrohrleitungssystemen stellt GF Piping Systems seit jeher auch in den Dienst einer sauberen Umwelt. Ein Beispiel dafür ist das vollständig vorisolierte System COOL-FIT für sekundäre Kühl- und Tiefkühlrohrleitungsanlagen. Es verbindet ökologische mit ökonomischen Vorteilen.

Weitere Beispiele sind:

- Doppelrohrsysteme von GF Piping Systems für eine erhöhte Sicherheit von Mensch und Umwelt beim Transport von aggressiven Flüssigkeiten
- Bessere Energiebilanz von Kunststoffen im Vergleich zu alternativen Rohwerkstoffen.

### **Mehrwert für unsere Kunden**

Unser Ziel ist es, Kundenanforderungen betreffend umweltverträglicher Produkte und Dienstleistungen verstehen und erfüllen zu können und somit ein kompetenter Partner für umweltbewusste Kunden zu sein. Dies erreichen wir einerseits durch umweltverträgliche Produktgestaltung und Produktionsprozesse, andererseits auch durch den intensiven Dialog mit unseren Kunden, um ihre Bedürfnisse kennenzulernen und unsere Marktleistungen darauf abzustimmen.

## Weiterbildung

### Investieren Sie in die Weiterbildung Ihrer Mitarbeiter

Qualifizierte Mitarbeiter gehören zu den Erfolgsfaktoren eines Unternehmens. Darum empfehlen wir regelmässige Schulungen der Mitarbeiter, um immer auf dem neuesten Stand der Technik zu sein.

GF Piping Systems bietet massgeschneiderte Schulungen und Kurse an. In unseren hauseigenen Schulungsräumen wird nicht nur theoretisches Wissen vermittelt, sondern auch Wert auf die praktische Anwendung gelegt.



### Wir bieten Ihnen ein interessantes Trainingsprogramm

GF Piping Systems als kompetenter System- und Lösungsanbieter bietet Ihnen Kurse und Schulungen mit Fokus auf Vermittlung von Produktwissen und Anwendungs-Know-how, wichtige Verkaufsargumente für die unterschiedlichen Kundenbedürfnisse.

Die Verbindungstechnologien sowie die Steuer-, Mess- und Regeltechnik entwickelt sich stetig weiter. Um auf dem neuesten Stand zu bleiben, bedarf es permanenter Weiterbildung. GF Piping Systems leistet hier einen wesentlichen Beitrag. Fachleute aus der Versorgung, der Haustechnik oder der Industrie – alle profitieren von den Kursen und Schulungen, die auf die einzelnen Marktsegmente und Applikationen ausgerichtet sind.

### Kursangebot

Für Verkäufer, Installateure, Planer und Anlagenbauer haben wir ein massgeschneidertes Programm. Neben der Theorie legen wir grossen Wert auf die Praxis. Die angebotenen Basis-, Advanced- und Master-Kurse bauen inhaltlich aufeinander auf.



Bis zu 100 Teilnehmer gleichzeitig können in unseren erstklassig eingerichteten Praxisräumen sehr praxisnah ausgebildet werden. Bei der Auswahl des Trainers beraten wir uns mit unseren Kollegen aus dem Vertrieb, um den für Sie geeignetsten Trainer zu finden.

Weitere Informationen über unser aktuelles Trainingsprogramm erhalten Sie von Ihrem zuständigen Verkaufsberater.



# Allgemeine Informationen

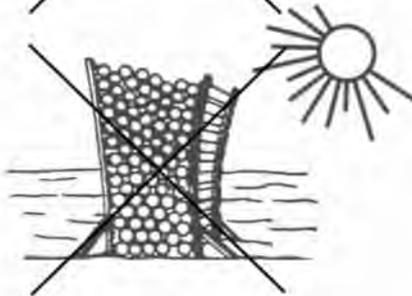
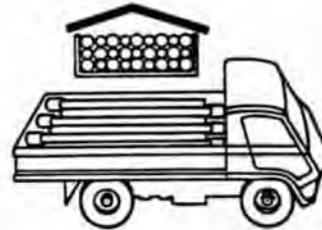
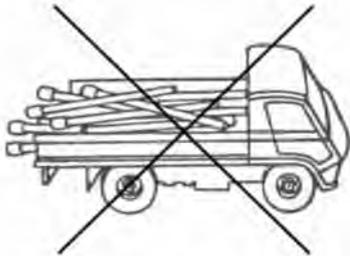
	Seite
<b>Der Umgang mit Kunststoffrohren und Formteilen</b>	16
<b>Kunststoff Grundlagen</b>	17
<b>Planungskriterien für Kunststoff-Rohrleitungssysteme</b>	18
<b>Wesentliche Merkmale der Kunststoffe</b>	19

## Allgemeine Informationen

### Der Umgang mit Kunststoffrohren und Formteilen

#### Transport und Lagerung von Kunststoffrohren

FALSCH	RICHTIG
--------	---------



Kunststoffe reagieren bei niedrigen Temperaturen empfindlich auf Schlagbeanspruchung oder Quetschungen. Die Temperaturgrenze ist abhängig vom jeweiligen Werkstoff.

PVC-C	0°C
PP-R	- 10 °C
PB	- 10 °C



Kunststoffrohre und Kunststoffformteile sind vor direkter Sonneneinstrahlung und äusseren Einflüssen zu schützen. Direkte Sonneneinstrahlung, Schlag- und Druckbelastungen sind zu vermeiden. Die Rohre und Formteile sind bis zur Verarbeitung in der Verpackung zu belassen. Nicht im Freien lagern.

## Kunststoff Grundlagen

### Was sind Polymere?

Polymere sind organische Verbindungen, die durch Umwandlung von Naturstoffen (z. B. Naturkautschuk, Cellulose) oder durch Synthese aus Erdölderivaten gewonnen werden. Sie bestehen vor allem aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Je nach Typ können in die Polymerkette zusätzlich Halogene (Chlor, Fluor), Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel eingebaut sein. Polymere sind sogenannte Makromoleküle. Ein Makromolekül besteht aus mehr als 1000 Grundbausteinen, den Monomeren.

### Eigenschaften der Kunststoffe

Kunststoffe werden anhand ihrer Eigenschaften in drei Hauptgruppen eingeteilt:

#### Thermoplaste

z. B. PB, PE, PVC

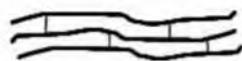
- linear oder verzweigt
- mehrfach aufschmelzbar
- löslich, quellbar
- plastisch formbar



#### Elastomere

z.B. NBR, EPDM

- schwach vernetzt
- nicht schmelzbar
- nicht löslich, nicht quellbar
- nicht plastisch formbar



#### Duroplaste

z. B. PUR, Epoxy

- stark vernetzt
- nicht schmelzbar
- nicht löslich, nicht quellbar
- nicht plastisch formbar



Im Rohrleitungsbau werden hauptsächlich Thermoplaste eingesetzt, die mittels Spritzgießen und Extrusion zu Fittings und Rohren verarbeitet werden. Elastomere finden ihre Anwendung als Dichtungswerkstoff in Schraub-, Flansch- und Steckverbindern. Duroplaste kommen z. B. als Isolierschäume oder in GFK-Linern (z. B. mit Glasfasermatten umwickelte Thermoplastrohre) zum Einsatz.

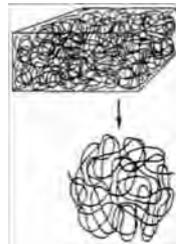
Bei den Thermoplasten, also den schmelzbaren Vertretern der Kunststoffe, werden wiederum zwei Untergruppen unterschieden:

### Amorphe Thermoplaste

Bei den amorphen (griech. «ohne Gestalt») Thermoplasten liegen die Polymerketten als ungeordnete, ineinander verschlaufte Knäuel vor.

Typische Vertreter sind PVC und ABS. Diese Kunststoffe

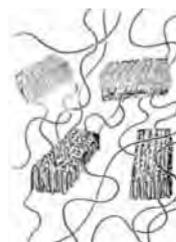
sind durch Lösungsmittel gut lös- und quellbar und werden im Rohrleitungsbau deshalb durch Kleben verbunden.



### Teilkristalline Thermoplaste

Die teilkristallinen Thermoplaste enthalten neben den ungeordneten auch stark geordnete Bereiche, in denen sich die Ketten zu kristallähnlichen Strukturen anordnen.

Zu den teilkristallinen Thermoplasten gehören die Polyolefine wie Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polybuten (PB). Unter anderem aufgrund der teilkristallinen Struktur sind diese Kunststoffe weniger gut in Lösungsmitteln quell- und lösbar. Deshalb werden Rohrleitungen aus teilkristallinen Werkstoffen in der Regel mittels Schweißen verbunden.



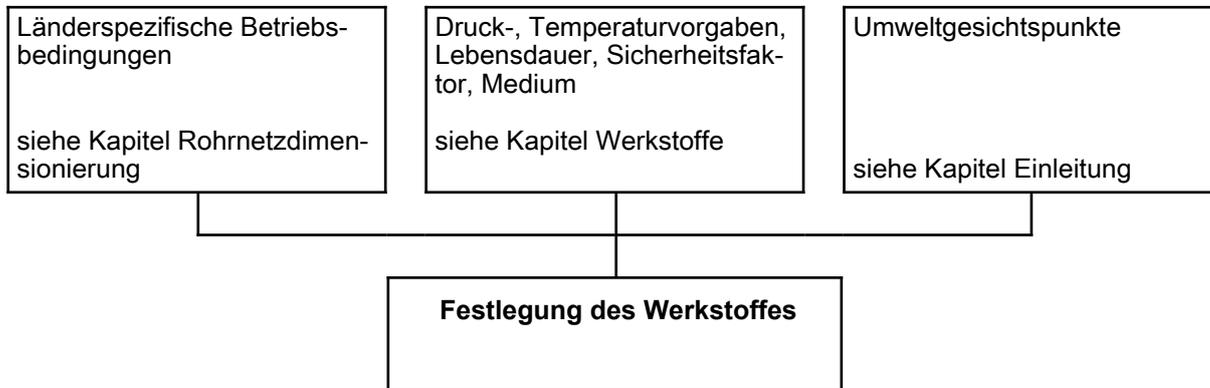
### Mechanische Eigenschaften von Kunststoffen

Die mechanischen Eigenschaften von Kunststoffen, hierbei vor allem die der Thermoplaste, sind temperaturabhängig. Bei tiefen Temperaturen werden die Ketten unbeweglich und spröde was zu erhöhter Bruchempfindlichkeit führt. Bei höheren Temperaturen werden die Ketten beweglicher, wodurch der Werkstoff an Zähigkeit gewinnt. Gleichzeitig nehmen jedoch Festigkeit und Steifigkeit ab. Sowohl die Versprödungs- als auch die Erweichungstemperatur sind dabei für die einzelnen Kunststofftypen charakteristisch und von deren molekularem Aufbau abhängig.

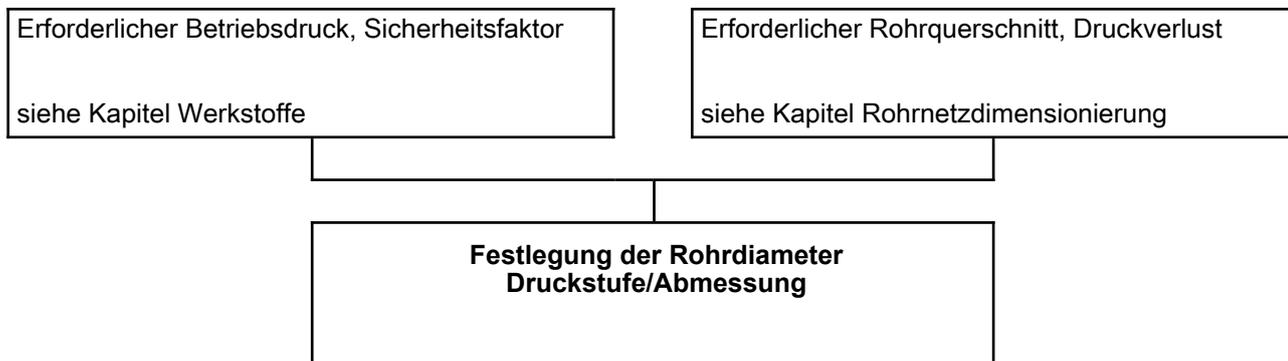
Kunststoffe neigen ausserdem zum Kriechen, d.h. zu fortschreitender Verformung unter Last. Die mechanischen Eigenschaften sind also nicht nur temperatursondern auch zeitabhängig. Für die Anwendung im Rohrleitungsbau werden die Werkstoffe deshalb nach ISO 9080 auf ihre Zeitstandinnendruckfestigkeit geprüft. Dabei werden die maximalen Einsatztemperaturen und Spannungen für eine Lebensdauer von 50 Jahren ermittelt.

# Planungskriterien für Kunststoff-Rohrleitungssysteme

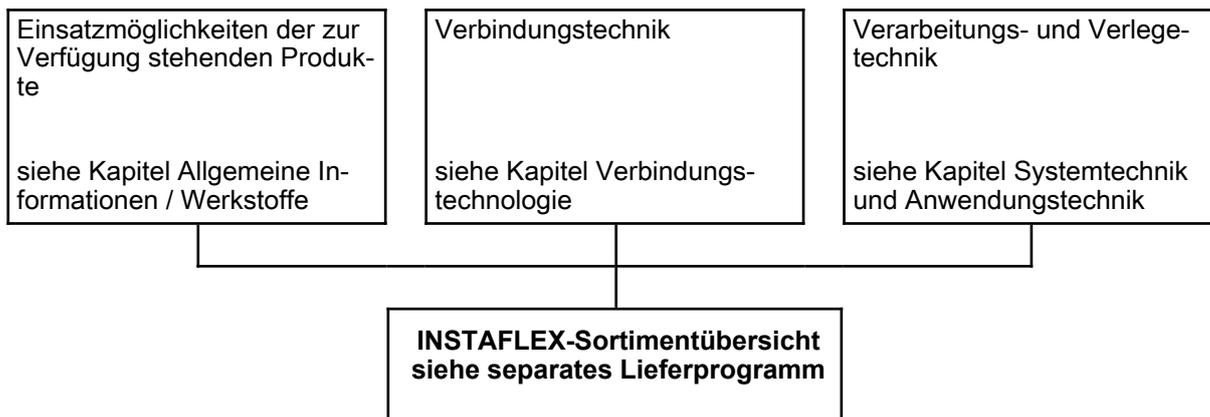
## Kriterien für die Werkstoffwahl



## Kriterien für die Dimensionierung



## Kriterien für die Produktwahl



## Wesentliche Merkmale der Kunststoffe



**Niedrige Dichte = geringes Gewicht**  
Kunststoffe z. B. PB = 0,94 g/cm<sup>3</sup>  
(Kupfer 8,9 g/cm<sup>3</sup>)



**Chemische Widerstandsfähigkeit = keine metallanalogue Korrosion**  
Beim Einbau verschiedener Metalle kann es zu einer elektrochemischen Korrosion im Leitungssystem kommen. Bei Kunststoff ist dies nicht der Fall.



**Heisswasser- und Druckbeständigkeit**  
Einige Kunststoffe erfüllen die in der heutigen Haustechnik geforderten Normen für Trinkwasserleitungen.



**Geringe Wärmeleitfähigkeit = kleine Wärmeverluste**  
Kunststoffe sind schlechte Wärmeleiter, dagegen aber gute Isolatoren.

- PB 0,19 W/mK (nach ASTM E1530)
- PE 0,37 W/mK
- Cu 400 W/mK
- St 50 W/mK



**Schwitzwasserbildung**  
Dank der geringen Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffes bildet sich weniger Kondenswasser als bei Metallrohren.



**Abriebfestigkeit**  
Kunststoffleitungen haben eine bis zu viermal grössere Abriebfestigkeit als Stahlleitungen.



**Dichtheit von Verbindungen**  
Kunststoffe lassen sich schweissen, kleben und klemmen. Schweissverbindungen können ohne Zusatzstoffe absolut dicht hergestellt werden.



**Schallübertragung**  
Polybuten besitzt einen niedrigen Elastizitätskoeffizient (E-Modul). Dadurch ist eine geringe Körperschallübertragung gewährleistet.



**Glatte Oberfläche**  
Die glatte Oberfläche bewirkt geringe Druckverluste und geringe Inkrustation.



**Ausdehnung**  
Kunststoffe reagieren auf Temperaturänderungen stärker als Metalle. Die Längenausdehnung von Kunststoffen ist ca. 10 mal grösser als die von Stahl.



**Brandverhalten**  
Kunststoffe sind brennbar. Die Klassifizierung erfolgt nach dem üblichen Baustoff-Brandtest.



**Nicht elektrisch leitend**  
Für Potentialausgleich nicht verwendbar.



**Sonnenbestrahlung**  
Kunststoffe sind gegen UV-Strahlen empfindlich und müssen gegen solche geschützt werden.





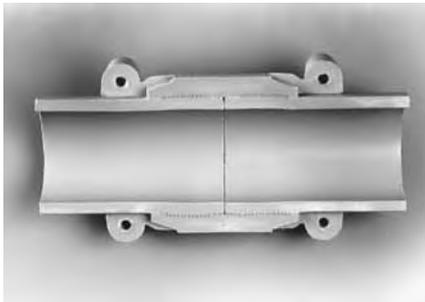
## Werkstoffe

### Der Werkstoff Polybuten (PB)

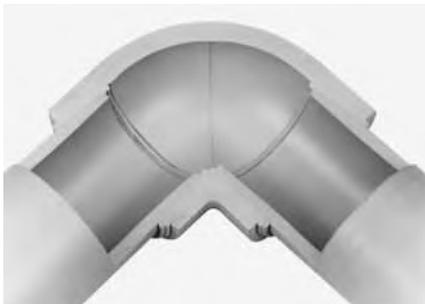
#### Allgemeines

Polybuten (PB) ist ein Thermoplast aus der Gruppe der Polyolefine. Es handelt sich um einen teilkristallinen Werkstoff. Die hohe Flexibilität, Temperaturbeständigkeit und Zeitstandfestigkeit machen diesen Werkstoff nahezu ideal für den Einsatz von Kalt- und Warmwasserleitungen. PB entsteht durch Polymerisation des 1-Butens (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>). Es handelt sich um Ketten aus gleichen Grundbausteinen (Monomere). PB zählt, wie auch Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP), zu den unpolaren Werkstoffen.

Die werkstoffgerechte und geeignete Verbindungsmethode für PB ist das Schweißen. Bei Druckrohrleitungen kommen das Heizwendelschweißen (HWS), auch als Elektroschweißen bezeichnet, und das Heizelement-Muffenschweißen (HMS) zum Einsatz.



Heizwendelschweißen bzw. Elektroschweißen



Heizelement-Muffenschweißen

Die Zeitstandfestigkeit wurde durch Langzeitprüfungen entsprechend EN ISO 9080 und mit dem Wert MRS 14 (minimum required strength) zertifiziert.

Das von GF Piping Systems für Haustechnik Anwendungen eingesetzte Polybuten zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Hohe Zeitstandfestigkeit
- Gute Korrosionsbeständigkeit
- Hohe Flexibilität
- Hohe Wärmealterungsbeständigkeit
- Hohe Spannungsrisssbeständigkeit
- Hohe Schalldämmung

#### Werkstoffeigenschaften von Polybuten

Eigenschaften	Wert	Einheit	Prüfnorm
Dichte	0,94	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
Schmelzindex MFI 190/2.16	0,4	g/10 min	EN ISO 1133
Streckspannung bei 23 °C	20	MPa	EN ISO 527-1
Reissdehnung bei 23 °C	300	%	EN ISO 527-1
Biege-E-Modul bei 23 °C	450	MPa	ISO 178
Kerbschlagzähigkeit bei 23 °C	37	kJ/m <sup>2</sup>	EN ISO 179/1eA
Kerbschlagzähigkeit bei 0 °C	20	kJ/m <sup>2</sup>	EN ISO 179/1eA
Kugeldruckhärte (132 N)	43	MPa	EN ISO 2039-1
Wärmeausdehnungskoeffizient	0,13	mm/mK	ASTM D696
Wärmeleitfähigkeit bei 23 °C	0,19	W/mK	ASTM E1530
Wasseraufnahme bei 23 °C	0,01-0,04	%	EN ISO 62

#### Mechanische Eigenschaften

Polybuten (PB) besitzt mit ca. 50 % im Vergleich zu den anderen Polyolefinen nur eine geringe Kristallinität und ist dadurch sehr flexibel und robust. Diese Eigenschaften sind für die Vorinstallation von Steigleitungen sehr vorteilhaft. Der Werkstoff besitzt eine sehr gute Zeitstandfestigkeit bei hohen Temperaturen und unter Dauerbelastung. Dies erlaubt noch hohe Drücke bei relativ geringen Wandstärken.

Das Langzeitverhalten bei Innendruckbeanspruchung wird durch das Zeitstandsdiagramm, basierend auf Norm EN ISO 15494, dargestellt. Daraus leiten sich die Anwendungsgrenzwerte für Rohre und Fittings ab, die im Druck-Temperatur-Diagramm für PB dargestellt sind, siehe Diagramm Seite 4 in diesem Kapitel.

#### Chemikalien-, Witterungs- und UV-Beständigkeit

Polybuten (PB) ist unpolar und daher sehr beständig gegen den Angriff durch Chemikalien.

Für detailliertere Informationen beachten Sie bitte das Kapitel Chemische Widerstandsfähigkeit oder wenden Sie sich an eine unserer Niederlassungen. Bei der Lagerung oder Verwendung im Freien wird PB, wie die meisten Natur- und Kunststoffe, vor allem durch die kurzwelligen UV-Anteile der Sonnenstrahlung unter Beteiligung des Luftsauerstoffs (Photooxidation) geschädigt.

Kunststoffrohre und Kunststoffformteile sind vor direkter UV-Strahlung zu schützen. Die Rohre und Formteile sind bis zur Verarbeitung in der Verpackung zu belassen. Nicht im Freien lagern. Siehe hierzu auch Kapitel Allgemeine Informationen.

## Thermische Eigenschaften

### Schlagzähigkeit und Steifigkeit

Generell ist Polybuten (PB) bei Temperaturen von -10 °C bis 95 °C einsetzbar. Unter 0 °C sinkt die Schlagzähigkeit dieses Materials etwas ab. Dagegen ist die Steifigkeit bei niedrigen Temperaturen umso höher. Wie bei jedem anderen Rohrwerkstoff muss verhindert werden, dass das Medium gefriert, weil dadurch das Rohrsystem beschädigt werden kann. Bitte beachten Sie hierzu das Druck-Temperatur-Diagramm besonders für die maximale Einsatztemperatur.

### Längenausdehnung

Wie alle Thermoplaste weist PB einen kleineren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten auf als Metalle. Dieser beträgt 0,13 mm/mK. Die daraus resultierenden Kräfte sind bei PB jedoch um ein Vielfaches geringer als bei Metallen. Siehe hierzu auch Kapitel «Systemtechnik und Anwendungstechnik».

### Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit beträgt 0,19 W/m K (ASTM C177). Durch die daraus resultierende Isolation ist ein PB-Rohrleitungssystem im Vergleich zu Metallen wie Kupfer energetisch deutlich wirtschaftlicher.

## Brandverhalten

Polybuten (PB) gehört zu den brennbaren Kunststoffen. Der Sauerstoffindex beträgt 19%. Unter 21% gilt ein Kunststoff als brennbar.

Nachdem die Flamme entfernt wird, tropft und brennt PB ohne zu russen weiter. Bei der Verbrennung von PB entstehen primär Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Wasser.

Laut UL94 (Test zur Brennbarkeit von Kunststoffen) ist PB als ein langsam brennender Kunststoff bei der Horizontalbrennprüfung (HB) eingestuft.

Gemäss DIN 4102-1 wird PB als B2 (normal entflammbar) und entsprechend der EN 13501-1 als E-d2 klassifiziert.

In der französischen Klassifizierung von Baustoffen entspricht Polybuten M3 (mittelmässig entflammbar). Nach ASTM D 1929 entzündet sich PB bei 360 °C selbst. Im Brandfall wird dieser Kunststoff mit Sprühwasser, Schaum oder Kohlendioxid gelöscht.

## Elektrische Eigenschaften

Da Polybuten (PB) unpolar ist, verhält sich PB als ausgezeichneter Isolator. Äussere Verunreinigungen, Oxidation oder Witterung verschlechtert die Isolationswirkung wesentlich. Sonst ist die elektrische Leitfähigkeit nahezu unabhängig von Temperatur und Frequenz. Der spezifische Durchgangswiderstand beträgt  $>10 \times 10^{16}$   $\Omega \text{cm}$ , die Durchschlagfestigkeit 75 kV/mm.

## Physiologische Eigenschaften

Das von GF Piping Systems verwendete Material erfüllt die Rezepturanforderungen der einschlägigen lebensmitteltechnischen Bestimmungen.

## Glossar

### Dichte

Die Dichte eines Körpers ist der Quotient aus seiner Masse  $m$  durch sein Volumen  $V$ .

### Härte

Die Härte beschreibt die Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen eines Körpers. Sie wird in der Regel anhand der Eindringtiefe gemessen, ein belasteter Körper mit einer spezifischen Geometrie in dem Werkstoff hinterlässt.

### Melt Flow Index (MFI)

Der Melt Flow Index (MFI) gibt einen Hinweis auf die Fließfähigkeit der Polymerschmelze. Er hängt von der Kettenlänge und der Anzahl an Verzweigungen ab. Gemessen wird die Masse, die in 10 Minuten bei 190 °C durch ein Gewicht von 5 kg durch eine definierte Düse gedrückt wird.

### Festigkeit

Die Festigkeit ist der Widerstand eines elastischen Körpers gegen Verformung.

### Wärmeleitfähigkeit

Unter Wärmeleitfähigkeit versteht man den Energietransport innerhalb eines Stoffes in Abhängigkeit von Temperatur und Oberfläche.

### Wärmeausdehnungskoeffizient

Der Wärmeausdehnungskoeffizient gibt an, wie sich ein Stab von einem Meter nach der Temperaturveränderung um 1 °C in der Länge verändert, gemessen in Millimetern.

### Zähigkeit

Die Zähigkeit beschreibt die Bruchbeständigkeit eines Materials bei schlagartiger Belastung. Sie ist definiert als die Energiemenge, die das Material an seinem geringsten Querschnitt aufnehmen kann, bevor es bricht. Ermittelt wird sie durch einen Kerbschlagtest nach Charpy.

### Biege-E-Modul

Das Biege-E-Modul gibt Auskunft über die Steifigkeit eines Materials. Es ist definiert als die Steigung der Spannungs-Dehnungskurve im linearen Bereich.

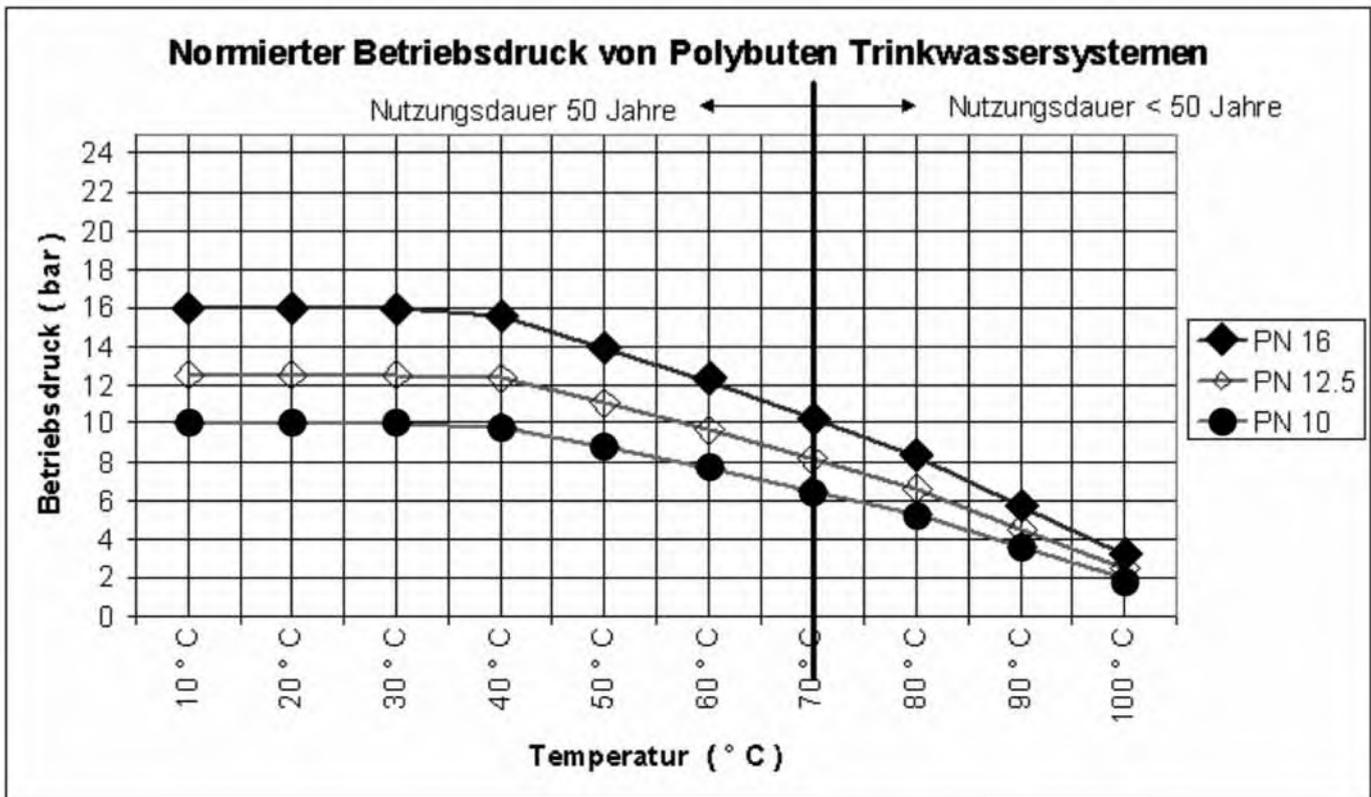
### Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit ist die höchste Zugspannung, die ein Material aushalten kann, bevor es bricht. Die Dehnung vor dem Bruch heisst Reiss- oder Bruchdehnung.



## Zeitstand-Innendruck-Diagramm von Polybuten

### Normierter Betriebsdruck von Polybuten-Trinkwassersystemen



Für die Betriebssicherheit und die Lebensdauer (Nutzungsdauer) ist die Wahl des Werkstoffes und der Druckstufe der Rohrleitungsteile sehr wichtig. Ausserdem müssen Sie Betriebstemperatur, Fördermedien und Dauer der Beanspruchung beachten.

Die Produkte INSTAFLEX d16 bis d110 haben einen Nenndruck von PN 16 und INSTAFLEX BIG d125 bis d225 fallen unter PN 10. Das Druck-Temperaturdiagramm zeigt eine Nutzungsdauer von 50 Jahren für den Trinkwasserbereich. Im Diagramm ist ein Sicherheitsfaktor SF = 1,5 bereits berücksichtigt.

#### Beispiel für INSTAFLEX d16 bis d110 (PN 16)

Betriebstemperatur: 70°C

Druckstufe: PN 16

Aus dem Diagramm abgelesener Betriebsdruck: 10 bar

#### Bestimmung der Rohrwandstärke sowie der Rohrdruckklasse

Für die Berechnung der Wandstärke von Rohren aus Polybuten (PB), die durch Innendruck beansprucht werden, wird die Kesselformel verwendet:

$$s = \frac{p \times d \times SF}{(20 \times \delta_B) + (p \times SF)}$$

- s = Rohrwandstärke [mm]
- p = Betriebsdruck bei 20 °C [bar]
- d = Rohraussendurchmesser [mm]
- $\delta_B$  = Vergleichsspannung
- SF = Sicherheitsfaktor von 1,5

Allen in Normen festgelegten Rohrabmessungen liegt diese Berechnungsformel zugrunde. Laut DIN-, EN- und ISO-Norm gibt der **Nenndruck PN** (Pressure Nominal) den zulässigen Betriebsdruck in bar bei 20 °C an. Im Rahmen der Europäischen Systemnormung werden zukünftig neue Begriffe zusätzlich verwendet werden.

#### Beispiel

Nenndruck PN 16 bedeutet, dass ein Rohr dieser Druckklasse bei 20 °C mit 16 bar Druck belastet werden kann.

In der Sanitärinstallationstechnik werden Rohre und Formteile nicht nach dem Nenndruck, sondern über **länderspezifischen Bau- und Prüfvorschriften** geregelt. Sie gewährleisten den sicheren Einsatz in der warm- und kaltgehenden Trinkwasserverteilung.

Die entscheidenden Anforderungen an den Werkstoff sind nicht der Nenndruck, sondern der Betriebsdruck und die Lebensdauer.

**Beispiel**

Bei einem Betriebsdruck von 10 bar und einer Lebensdauer von 50 Jahren darf die Betriebstemperatur maximal 70 °C betragen. Der Sicherheitsfaktor von 1,5 ist dabei bereits berücksichtigt.

**Rohrdaten der INSTAFLEX-Rohre**

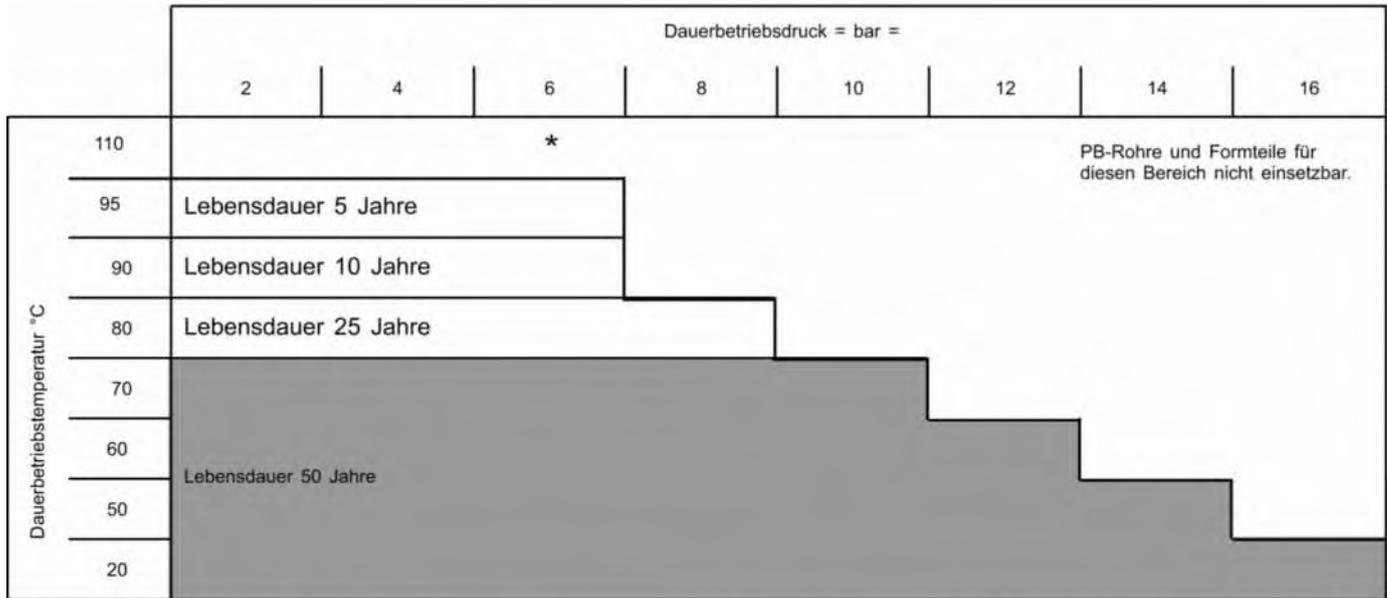
Nennweite DN [mm]	Rohraussendurchmesser d [mm]	Rohrwanddicke s [mm]	Rohrinnendurchmesser d <sub>i</sub> [mm]	Gewicht [kg/m]	Wasservolumen [l/m]
12	16	2,2	11,6	0,088	0,10
15	20	2,8	14,4	0,141	0,16
20	25	2,3	20,4	0,152	0,33
25	32	2,9	26,2	0,254	0,53
32	40	3,7	32,6	0,392	0,83
40	50	4,6	40,8	0,610	1,31
50	63	5,8	51,4	0,969	2,07
65	75	6,8	61,4	1,354	2,96
80	90	8,2	73,6	1,960	4,25
100	110	10,0	90,0	2,920	6,36
125	125	11,4	102,2	3,950	8,20
160	160	14,6	130,8	6,460	13,40
225	225	20,5	184,0	12,700	26,60

**Rohrrauhigkeitsfaktor k = 0,007**  
 für Polybuten nach DIN 1988

**Einsatzbereich von INSTAFLEX-Rohren und -  
 Formteilen d16 - d225**

**Sanitär**

INSTAFLEX wird in der Trinkwasserinstallation für Kalt- und Warmwasserleitungen eingesetzt. Die geforderten länderspezifischen Betriebsbedingungen werden nicht nur erreicht, sondern übertroffen.



Bei der Berechnung der Lebensdauer wurde ein Sicherheitsfaktor von  $SF = 1,5$  berücksichtigt.

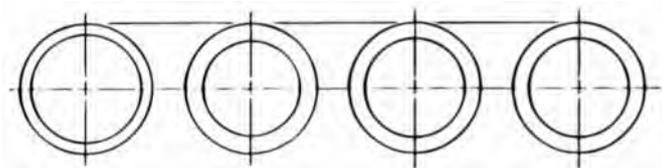
\* Kurzzeitige Belastungen der Rohre  $d 16$  und  $d 20$  bis  $110\text{ °C}$  sind möglich.

### Rohrwandstärke «s»

Die Rohrwandstärke wird aus der Vergleichsspannung, dem Rohraussendurchmesser und dem zulässigen Betriebsüberdruck bei  $20\text{ °C}$  bestimmt.

Bezogen auf die  $20\text{ °C}$ -Kurve bei einer Lebensdauer von 50 Jahren mit einbezogenem Sicherheitsfaktor. Vergleich von in der Haustechnik eingesetzten Trinkwasserleitungsrohren.

**Beispiel für Rohr d 40 mit DVGW/ SVGW-Zulassung**

Rohrwerkstoff	PB (Polybuten)	PE-X (Polyethylen, vernetzt)	PP-R CT (Polypropylen, ungeordnet, temperaturstabilisiert)	PVC-C (Polyvinylchlorid, nachchloriert)	
Rohrabmessung d 40 x	3,7	5,5	4,5	4,5	[mm]
Rohrinnendurchmesser	32,6	29,0	31,0	31,0	[mm]
Rohrinnenfläche	834	660	754	754	[mm <sup>2</sup> ]
Nenndruckstufe	PN 16	PN 20	PN 20	PN 25	
					
Fliessgeschwindigkeit bei V = 2,0 l/s	2,4	3,0	2,7	2,7	[m/s]
Druckverlust bei V = 2,0 l/s	18,4	32,5	23,6	23,6	[mbar/m]
<b>DN Nenndurchmesser</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	[mm]

**PN 16 bedeutet:**

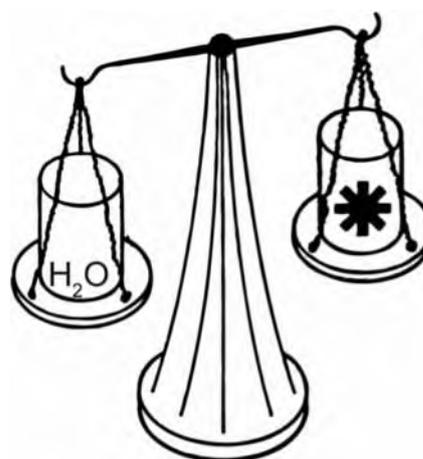
Zulässiger Betriebsüberdruck von 16 bar bei 20 °C und einer Lebensdauer von 50 Jahren unter Annahme eines einheitlichen Sicherheitsfaktors von 1,5 für alle Materialien.

**Druckluft**

INSTAFLEX ist bei der Anwendung im Druckluftbereich für den Temperaturbereich zwischen 0 und 80 °C ausgelegt. Der maximal zulässige Betriebsdruck bei 20 °C beträgt 16 bar bei eingerechnetem Sicherheitsfaktor von 1,5.

**Polybuten im Vergleich zu anderen Stoffen**

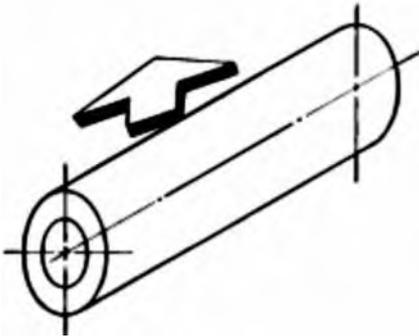
Dichte «ρ»	[g/cm <sup>3</sup> ] [kg/dm <sup>3</sup> ]
Polybuten (PB)	0,94
Polyethylen, vernetzt (PE-X)	0,94
Polypropylen, ungeordnet (PP-R)	0,90
Polyvenylchlorid, nachchloriert (PVC-C)	1,55
Wasser	1,00
Stahl	7,85
Kupfer	8,89



Die Dichte eines Körpers ist der Quotient aus seiner Masse m durch sein Volumen V:

$$\rho = m/V$$

Wärmeleitfähigkeit «λ»	[W/mK]
PB	0,19
PE-X	0,41
PP-R	0,24
PVC-C	0,14
Verbundmaterial	0,43
Wasser	0,58
Stahl	42 bis 53
Kupfer	407,10



Unter der Wärmeleitfähigkeit versteht man den Energietransport innerhalb eines Stoffes in Abhängigkeit der Differenz von der Rohrrinnen- zur Rohrausentemperatur und der Rohrwandstärke.

Wärmeausdehnung «α»	[mm/mK]
PB	0,13
PE-X	≈ 0,20
PP-R	0,18
PVC-C	0,08
Verbundmaterial	0,026
Wasser	-
Stahl	0,012
Kupfer	0,018
Edelstahl	0,017

Elastizitätsmodul «E»	[MPa] [N/mm <sup>2</sup> ]
PB	450
PE-X	600
PP-R	800
PVC-C	2500
Verbundmaterial	70000
Wasser	-
Stahl	210000
Kupfer	120000

Das E-Modul ist das Verhältnis von der Spannung zur Dehnung im noch elastischen Bereich des Werkstoffes.

Je kleiner das E-Modul, desto flexibler der Werkstoff. Mit zunehmender Grösse des E-Moduls wird der Werkstoff biegesteifer.

### Bestimmung der Länge des Biegeschenkels

Die erforderliche Länge des Biegeschenkels wird gemäss der folgenden Formel bestimmt:

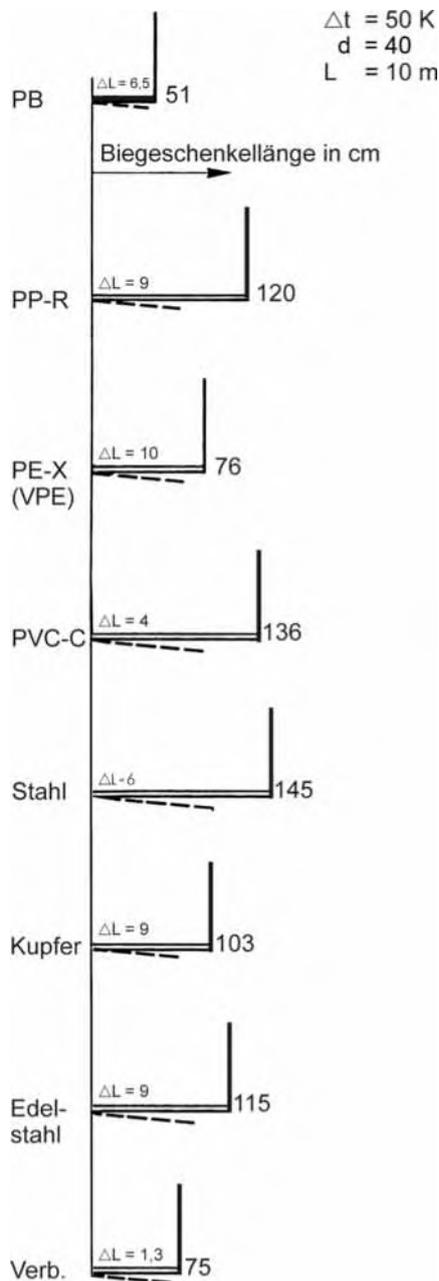
$$L_b = \sqrt{\frac{3 \cdot d_a \cdot \Delta L \cdot E_{cm}}{\sigma_b}}$$

Dabei bedeuten:

- $d_a$  = Rohraussendurchmesser (mm)
- $\Delta L$  = Längenänderung (mm)
- $E_{cm}$  = mittlerer Biegebiegemodul
- $\sigma_b$  = zulässiger Biegespannungsanteil

### Beispiel:

#### Bestimmung der Biegeschenkelänge



- $\Delta t$  = Temperaturdifferenz [K]  
 DN = Nenndurchmesser [mm]  
 L = Dehnungsschenkellänge [mm]  
 $\Delta L$  = Thermisch bedingte Längenänderung [mm]

### Verbindungssysteme

So wichtig wie das Leitungsrohr und dessen Rohrwerkstoff sind die Verbindungstechnik und der Werkstoff der metallischen Formteile.

Das Zusammenspiel verschiedener Faktoren wie zu hohe oder zu tiefe pH-Werte, Chloride, freie Kohlensäure, korrosive Nitrat- und Sulfationenkonzentrationen führen zu immer aggressiveren Wässern. Dies erhöht das Korrosionsrisiko bei metallischen Werkstoffen.

Herkömmliche Installationssysteme aus metallischen Werkstoffen wie Stahl, verzinktem Stahl, Kupfer und mit Abstrichen aus Edelstahl sind in vielen Bereichen und Regionen wegen sich ständig ändernder Wasserqualität nicht immer einsetzbar bzw. nicht mehr zulässig.

INSTAFLEX trägt dieser Entwicklung Rechnung. Alle Formteile sind aus hochwertigem **CR-Pressmessing** gefertigt. CR-Messing ist nach der Norm ISO 6509 korrosionsbeständig und entspricht damit international dem höchsten Standard. CR-Messing ist in den mechanischen Eigenschaften sogar dem Rotguss überlegen.

Bei einem **stoffschlüssigen** Verbindungssystem, wie beim INSTAFLEX-Heizwendel- und Muffenschweißsystem, aus dem analogen Polybuten (PB) für Rohre und Formteile sind Korrosionsprobleme ebenso ausgeschlossen.

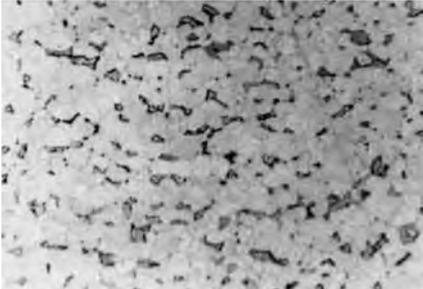
### Eigenschaften verschiedener Werkstofflegierungen

Werkstoff	Gussmessing GK-Cu Zn 37 Pb	CR-Pressmessing Cu Zn 39 Pb 2	CR-Messing Cu Zn 36 Pb 2 As	Rotguss G-Cu Sn 5 Zn Pb	Edelstahl 1.4301
Normen	DIN EN 1982	DIN EN 12420	DIN EN 12164 DIN EN 12165	DIN EN 1982	
Härte HB 10 (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 70	80 - 100	≥ 70	≥ 60	130 - 180
Zugfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 280	370 - 440	≈ 280	≥ 240	>500
Bruchdehnung (%)	>20	≈ 30	≈ 30	>16	≈ 50
Streckgrenze (N/mm <sup>2</sup> )	>90	280 - 360	≈ 200	>90	>200
Korrosionsresistenz	gering	erreicht nicht ganz ISO 6509	resistent nach ISO 6509	resistent nach ISO 6509	resistent nach ISO 6509
Abrasionsverhalten	nicht so gut	gut	gut	nicht gut	gut

## Gefügedarstellung verschiedener Werkstofflegierungen

### Messing

Das dichte und sehr homogene Gefüge von **entzinkungsbeständigem CR-Pressmessing** trägt entscheidend zur ausgezeichneten Dichtheit und hohen Festigkeit der Formteile bei.



CR-Pressmessing, dichtes homogenes Gefüge

Die Zugfestigkeit von Warmpressteilen aus **CuZn39Pb2 CR-Messing** liegt bei mindestens 360 N/mm<sup>2</sup>, bei einer Bruchdehnung von mindestens 20% und einer Härte HB von 75. Die 0,2 % Dehngrenze liegt bei mindestens 110 N/mm<sup>2</sup>.

Bei Warmpressteilen aus CuZn36Pb2As **entzinkungsbeständigem CR-Messing** liegt die Zugfestigkeit bei mindestens 280 N/mm<sup>2</sup>, bei einer Bruchdehnung von mindestens 30 % und einer Härte HB von 70. Die 0,2 % Dehngrenze liegt bei mindestens 90 N/mm<sup>2</sup>. Bauteile, z.B. Armaturenanschlüsse, aus Messing sind somit mechanisch hoch beanspruchbar.

### Rotguss

Die Zugfestigkeit von Gussteilen aus **G-CuSn5ZnPb Rotguss** liegt bei mindestens 220 N/mm<sup>2</sup>, bei einer Bruchdehnung von mindestens 16 % und einer Härte HB von 60. Die 0,2 % Dehngrenze liegt bei mindestens 90 N/mm<sup>2</sup>.

Das nadelige und grobe Gefüge von Formteilen aus Rotguss oder Gussmessing erhöht die Gefahr von Undichtheiten vor allem bei mechanischen Belastungen.



Rotguss, nadeliges grobes Gefüge

Die geringere Verformbarkeit von Rotguss gegenüber Messing führt dazu, dass unter Baustellenbedingungen mit hohem mechanischen Belastungen mit Rissbildung zu rechnen ist.

Hohe Festigkeit, gute Verformbarkeit und ein robustes Verhalten unter Baustellenbedingungen zeichnen **CR-Messing** und **entzinkungsbeständiges CR-Messing** gegenüber **Rotguss** aus.

**INSTAFLEX-Metall-Fittings sind aus entzinkungsbeständigem CR-Messing hergestellt.**

## Korrosionsverhalten

### Entzinkung

In weichen chloridhaltigen Wässern neigt Messing zur Entzinkung. Für derartige Wässer wird entzinkungsbeständiges CR-Messing eingesetzt. Die Entzinkungsbeständigkeit von CR-Messing wird durch ISO 6509 nachgewiesen. Ausserdem hat eine über 20-jährige Erfahrung mit CR-Messing die Resistenz gegenüber diesen Wässern bestätigt.

Entzinkungsbeständiges CR-Messing ist in Bezug auf die Entzinkung dem Rotguss gleichzusetzen.

### Spannungsrissskorrosion

Neben der Entzinkung kann bei Messing noch Spannungsrissskorrosion auftreten. Spannungsrissskorrosion tritt auf, wenn mindestens eine der folgenden vier Bedingungen vorliegt:

- ein gegenüber Spannungsrissskorrosion anfälliger Werkstoff
- innere/äussere Zugspannungen am Bauteil
- korrosives Medium, z.B. Ammoniak
- Feuchtigkeit

Quellen:

- Bericht der EMPA, Eidgenössischen Materialprüfanstalt
- Bericht Gütegemeinschaft messing

Spannungsrissskorrosion tritt bei Rotguss in Verbindung mit Trinkwasser sehr selten auf, kann jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden.

### Verringerung von Spannungsrissskorrosion

INSTAFLEX-Formteile werden einem thermischen Entspannungsprozess (Spannungsarmglühen) unterzogen. Entzinkungsbeständiges Messing ist aufgrund seiner unterschiedlichen Materialzusammensetzung gegenüber Messing nicht nur gegen Entzinkung, sondern auch gegen Spannungsrissskorrosion wesentlich verbessert. Bei INSTAFLEX wird ausschliesslich entzinkungsbeständiges Messing verwendet.

### Zusammenfassung

In der Gesamtheit der Eigenschaften, in der richtigen Auslegung der Konstruktion und in der optimalen Auswahl der Werkstofflegierung sind Bauteile aus Messing und vor allem solche aus **entzinkungsbeständigem CR-Messing**, denen aus Rotguss in der traditionellen Sanitäranwendung überlegen.

INSTAFLEX-Bauteile sind aus entzinkungsbeständigem CR-Pressmessing hergestellt.

### Weitere bei INSTAFLEX verwendete Werkstoffe

Alle mit dem Trinkwasser in Berührung kommenden Anlagenteile sind Bedarfsgegenstände im Sinne der Lebensmittelgesetzgebung.

## Kupferlegierungen

Messing ist eine Kupfer-Zink-Legierung. Messing gilt als korrosionsbeständiger und erosionsbeständiger Werkstoff. Im Bereich der Trinkwasserverteilung kommt Messing vorwiegend für Formteile zur Anwendung, die nicht mit dem Medium in Berührung kommen. Materialbezeichnung gemäss DIN 17660: Cu Zn 39 Pb 3

Entzinkungsbeständiges **CR-Messing** ist in Verbindung mit Trinkwässern mit tiefen pH-Werten gegen Entzinkung beständig, und durch die Zusammensetzung des Material auch weniger anfällig auf Spannungsrissskorrosion.

Materialbezeichnung gemäss DIN 12164: CR-Cu Zn 36 Pb 2 As

### Nichtmetallische Werkstoffe

Die eingesetzten nichtmetallischen Werkstoffe müssen den KTW-Empfehlungen des deutschen Bundesgesundheitsamtes (BGA) entsprechen.

Elastomere sind gummiartige Kunststoffe und werden vorwiegend als Dichtungen eingesetzt. Bei INSTAFLEX kommen Elastomere bei der Abdichtung von lösbaren Verschraubungen und bei Ventilen zum Einsatz.

**EPDM** ist die Abkürzung für Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk. Die bei INSTAFLEX eingesetzten EPDM-Dichtungen entsprechen den KTW-Empfehlungen und sind bei konstanter Betriebstemperatur von 90 °C mit kurzzeitigen Überlagerungen bis 120 °C einsetzbar. Standardmässig sind INSTAFLEX-Bauteile mit EPDM-Dichtungen ausgerüstet.

**NBR** (Nitril-Kautschuk) ist bis zu einer konstanten Betriebstemperatur von 90 °C mit kurzzeitiger Überlagerung bis 120 °C einsetzbar.





# Zulassungen

## INSTAFLEX

### Zulassungsbedingungen

Verteilsysteme für Trinkwasser unterliegen der Zulassung bzw. der Registrierung durch die länderspezifischen Vereinigungen des Gas- und Wasserfaches.

Durch die Zulassung bzw. Registrierung ist gewährleistet, dass die anerkannten Regeln der Technik zur Anwendung kommen und auch eingehalten werden. Sie verpflichten den Systemhersteller im Rahmen eines Massnahmenkataloges zur Qualitätssicherung und zur laufenden lückenlosen Eigenüberwachung der Produktion.

Ausserdem wird eine Fremdüberwachung durch ein anerkanntes Prüfinstitut vorgeschrieben. Die Eigen- sowie die Fremdüberwachung sichern die Qualität der Produkte.

### Übersicht der länderspezifischen Normen

Land	Prüfgrundlagen	Institut
<b>Australien</b>	AS/NZS 4129 MP 52-Spec 435 MP 52-Spec 012	<b>SAI Global</b>
<b>Belgien</b>	ATG 05/1871	<b>BUtgb UBAtc</b>
<b>Deutschland</b>	Arbeitsblatt W 544 Arbeitsblatt W 534 DIN 16968/16969 DIN 16831	<b>DVGW</b>
<b>Frankreich</b>	Avis Technique 14/07-1177	<b>CSTB</b>
<b>Grossbritannien</b>	British Standards BS 6920 BS7291-2 Water Regulations (WRAS)	<b>BSI</b>
<b>Holland</b>	KIWA ATA / BRL 536C	<b>KIWA</b>
<b>Österreich</b>	ÖNORM EN ISO 15876 Richtlinie W 38	<b>ÖVGW</b>
<b>Portugal</b>	ISO 9001 EN ISO 15876-1 bis 5 CEN ISO/TS 15876-7	<b>SGS</b>
<b>Schweden</b>	NKB Product Rules No. 3 BBR 3 BVL	<b>SITAC</b>
<b>Schweiz</b>	Bau- und Prüfvorschriften W/TPW 129, SN EN ISO 15876	<b>SVGW</b>
<b>Spanien</b>	UNE-EN ISO 15876-1: 2004 UNE-EN ISO 15876-2: 2004	<b>AENOR</b>

Technische Regeln und Prüfgrundlagen beschreiben den Stand der Technik.

Die vom DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.) festgelegten **Einsatzparameter** für Rohrsysteme in der Trinkwasserinstallation sind:

- Temperatur 70 °C
- Druck 10 bar
- Lebensdauer 50 Jahre
- Sicherheitsfaktor 1,5

Im Rahmen der Nationalen Umsetzung der Internationalen Norm ISO 15876 muss der Hersteller für sein Rohrsystem die entsprechenden Anwendungsklassen mit den Randparametern angeben. Diese sind für INSTAFLEX:

- 16 und 20 mm: Klassen 1/2/4/5–10 bar
- ab 25 mm: Klassen 1/2/4–10 bar, Klasse 5–8 bar

## Zulassungen INSTAFLEX

Land	Institut	Reg. Nr.	Bemerkungen
Australien	SAI	SUK 01923	d16 - d110
Belgien	UBATc	05/1871	d16 - d110
Deutschland	DVGW	DW-8501AT2528 DW-8501AT2529 DW-8501AQ3144  DW-8501AW0424	d16 - d50 HWS/HMS d63 - d110 HWS/HMS d16 - d20 Klemmverbinder d25 - d63 Klemmverbinder
England	BSI WRAS	KM39698 0805500	d16 - d32 PB - Material
Frankreich	CSTB	CSTBat-33-1177 CSTBat-78-1177 CSTBat-109-1177 CSTBat-147-1177	d16 - d110
Holland	KIWA	K 48336, 48341, 48377	d16 - d110
Österreich	ÖVGW	W1.119	d16 - d110
Portugal	SGS	Beantragt	d16 - d110
Schweden	SITAC	0273/97	d16 - d110
Schweiz	SVGW VKF	8703-1961 Z16819	d16 - d110 Brandschutz Zulassung
Spanien	AENOR	001/004170 Beantragt	d16 - d25 d32 - d110

## Schiffsbau

China	CCS	HBTO3170142	d16 - d110
Bureau Veritas	BV	12232/BO BV	d16 - d225
German Lloyds	GL	74455-96HH 21049-04HH	d16 - d225 Norma Kupplungen
Italien	RINA	MAC187203CS Beantragt	d16 - d110 d125 - d225
Lloyd's Register	LR	02/20008_E2	d16 - d225
Norwegen	DNV	K3207 K3208 K3209 beantragt	d16 - d110 d16 - d110 d16 - d110 d125 - d225
Russland	RMROS	04.00058.250	d16 - d110
USA	ABS	04-LD465502-3PDA	d16 - d110



# Technische Regeln und Normen

	Seite
<b>Allgemein</b>	40
<b>INSTAFLEX</b>	42

## Technische Regeln und Normen

### Allgemein

#### Normen und Vorschriften

Die Grundlagen der Wasserfachleute sind die jeweiligen länderspezifischen Normen und Vorschriften.

Bis zur Schaffung einer einheitlichen **«Europäischen Technischen Regel für die Sanitärinstallation»** behalten die länderspezifischen **«Anerkannten Regeln der Technik»** ihre Gültigkeit.

Technische Regeln für die Wasserinstallation in:

<b>Deutschland</b>	<b>DIN 1988 (TRWI)</b> <b>DIN EN 806</b>
<b>Schweiz</b>	<b>SVGW Leitsätze W3</b> <b>SN EN 806</b>
<b>Österreich</b>	<b>Ö-NORM B5155</b> <b>Ö-NORM EN 806</b>
<b>Grossbritannien</b>	<b>Wassergesetzgebung</b> <b>BS 6920-1</b> <b>BS EN 806</b>

Mit diesen Anforderungsvorgaben werden zugleich die rechtlichen Grundlagen zwecks Beurteilung von hygienischer und technischer Eignung von Bauteilen und Werkstoffen in Erinnerung gerufen. Hinsichtlich Eignungsnachweis und Produkte-Identifikation werden dem Produzenten die Kennzeichnungspflicht und dem Anlagenhersteller die Pflicht nur gekennzeichnete Produkte zu verwenden auferlegt.

Für den Bau von Trinkwasseranlagen sind folgende Normen und Vorschriften zu berücksichtigen:

#### Deutschland DIN/DVGW

- DIN 1988 (TRWI)  
DIN EN 806
- DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
- DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen  
DIN EN 13238
- EnEv Energieeinsparverordnung

#### Schweiz SVGW

- Leitsätze W3 für die Erstellung von Wasserinstallationen
- SIA 181 Schallschutz im Wohnungsbau
- SN EN 806 Teil 1: SIA 385301
- SN EN 806 Teil 2: SIA 385302

#### Grossbritannien BS

- BS 5955-8  
Bestimmungen für die Installation von thermoplastischen Rohren und Formteilen für Hausinstallationen: Trinkwasser-, Warmwasser-, Heizungsanlagen.

## Prüfungen und Gütesicherung

Qualität und ihre Sicherung ist oberstes Gebot im Hause GF Piping Systems!

Normen, externe und interne Prüfrichtlinien beschreiben im wesentlichen die Anforderungen und Gütesicherung von Rohren, Verbindungen und Rohrleitungsteilen. Die durchzuführenden Prüfungen zielen, neben der Kontrolle der Masshaltigkeit, auch auf die Feststellung und Überwachung einer Qualität, die eine ausreichende Sicherheit für eine Gebrauchsdauer des Systems von 50 Jahren sicherstellt.

Die hygienische Eignung der Rohre und Komponenten als Leitungswerkstoff für das Lebensmittel Nummer 1 «Trinkwasser» wird durch Fremdprüfungen nach den entsprechenden Richtlinien nachgewiesen. Durch anerkannte, neutrale Prüfstellen wird diese Eignung des Materials PB ständig überwacht. Nur erfolgreich geprüfte und qualitätsüberwachte Rohre und Fittings dürfen vom Hersteller mit dem entsprechenden Prüfzeichen gekennzeichnet werden.



### Zertifikat

Die SQS bescheinigt hiermit, dass nachstehend genanntes Unternehmen über ein Managementsystem verfügt, welches den Anforderungen der nachfolgend aufgeführten normativen Grundlagen entspricht.

**Georg Fischer**  
**Rohrleitungssysteme AG**  
**CH-8201 Schaffhausen**

#### Zertifizierter Bereich

Georg Fischer Rohrleitungssysteme AG, Schaffhausen  
Georg Fischer Rohrleitungssysteme (Schweiz) AG,  
Verkaufsgesellschaft  
Georg Fischer Wavin AG, Schaffhausen und Sulingen  
Georg Fischer Haustechnik AG, Schaffhausen  
Georg Fischer Fluorpolymer Products GmbH,  
Ettenheim

#### Tätigkeitsgebiet

Die Unternehmensgruppe Rohrleitungssysteme entwickelt, produziert und vertreibt Komponenten und Systeme aus Kunststoff oder Metall zur Durchleitung, Förderung, Steuerung, Messung und Regelung von Flüssigkeiten und Gasen und bietet dazu umfassende Problemlösungen und entsprechende Dienstleistungen an

#### Normative Grundlagen

**ISO 9001:2008** Qualitätsmanagementsystem  
**ISO 14001:2004** Umweltmanagementsystem

Schweizerische Vereinigung für  
Qualitäts- und Managementsysteme SQS  
Bernstrasse 103, CH-3052 Zollikofen  
Angabedatum: 28. Mai 2009

Dieses SQS-Zertifikat ist Gültigkeit  
bis und mit 27. Mai 2012  
Scope-Nummer 14  
Registrierungs-Nummer 10684



INSTAFLEX-Rohre und Fittings werden durch die anerkannte Prüfstelle «SKZ» in Würzburg und weitere Institute qualitätsgeprüft und überwacht. Der Eignungsnachweis bezieht sich auf eine Gebrauchsdauer von 50 Jahren, bezogen auf die jeweiligen länderspezifischen Betriebsbedingungen.

ISO- und DIN-Normen sowie bestehende Prüfrichtlinien verpflichten den Hersteller im Rahmen des Massnahmenkataloges der Qualitätssicherung, neben der periodisch durchgeführten **Fremdüberwachung** durch die

Prüfinstitute, zur laufenden statistischen Auswertung der vorgeschriebenen produktionsbegleitenden Prüfungen. Diese lückenlose **Eigenüberwachung** durch strenge Kontrollen ist dabei das Fundament der Qualitätssicherung.

**Prüfrichtlinien:**

<b>Deutschland</b>	DVGW	Arbeitsblatt W534
		W544/W270
		DIN 16968 und 16969 DIN 16831/DIN 50930
	KTW	Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes (BGes. BL. Jg. 1977, 1 und 2 Mitt. ff.)
<b>Schweiz</b>	SVGW	Bau- und Prüfvorschriften W/TPW 129 W/TPW 143
<b>Österreich</b>	ÖVGW	Richtlinie W38 ONEN 15876
<b>Niederlande</b>	KIWA	BRL-K 536/01
<b>Belgien</b>	UBAtc	ATG 92/1871
	BUtg b	
<b>Frankreich</b>	SOCO-TEC	C.S.T.B. Nr.: 09.24
<b>Grossbritannien</b>	WRc	Genehmigung nach British Standard BS 6920

**Betriebsbedingungen**

Die zulässigen Dauerbetriebsdrücke der INSTAFLEX-Rohre und Formteile entsprechen im Kaltwasserbereich ihren Nenndrücken (PN).

**d16 bis 110 entspricht PN 16**  
**d125 bis 225 entspricht PN 10**

Die Anforderungen bezüglich Druck und Temperatur, die an Rohre und Fittings für eine **fiktive Betriebsdauer von 50 Jahren** mit eingerechnetem **Sicherheitsfaktor von 1,5** gestellt werden, sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

**Deutschland - DVGW (DIN 1988/Teil 2)**

Medium	Betriebsüberdruck [bar]	Temperatur [°C]	jährl. Dauer [h/a]
Kaltwasser	0 bis 10 (schwankend)	bis 25*	8760
Warmwasser	0 bis 10 (schwankend)	bis 60	8710
		bis 85	50

\* Bezugstemperatur für die Zeitstandfestigkeit: 20 °C

**Schweiz - SVGW (Leitsätze W3)**

Medium	Beanspruchungsdauer	Temperatur [°C]	Betriebsdruck [bar]
Kaltwasser	Dauerbetrieb	20	10
Warmwasser	Dauerbetrieb	60	10
Ausserordentliche Belastung kumuliert über die Lebensdauer des Systems	1000 h	95	10

**Hygienische Unbedenklichkeit**

Der Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit und damit die Eignung für Trinkwasserleitungen im Kalt- und Warmwasserbereich ist für Polybuten-Rohre erbracht. Durch Prüferzeugnis der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe ist nachgewiesen, dass Rohre aus Polybuten den KTW-Empfehlungen des deutschen Bundesgesundheitsamtes (BGA) entsprechen.

Der Eignungsnachweis hinsichtlich der Werkstoffzusammensetzung qualifiziert das System INSTAFLEX als «Bedarfsgegenstand» im Sinne des Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetzes.

Die KTW-Leitlinie dient zur Hygienischen Beurteilung von organischen Materialien, die in Kontakt mit Trinkwasser kommen. Dazu wurden folgende Bundesgesundheitsblätter veröffentlicht:  
2005 48: 1409-1415  
2007 50: 1180-1181  
2008 51: In Vorbereitung, Aktueller Stand: 14.04.2008

**Deutschland**

Kunststoffe im Lebensmittelverkehr, Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes; Hrsg. R. Frank und H. Mühl-schlegel, Carl Heymanns Verlag KG, Köln, Berlin, Bonn, München.

LMBG (Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-gesetz) vom 15.08.1974; BGesundhBL T 1, S. 1945 ff.

**Österreich**

Gemäss Bescheid Zl. IV-445.850/2-6/86 des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz sowie Untersuchungsbericht kl. 1399/6-87 der Umweltschutzanstalt, Körperschaft des öffentlichen Rechts.

**Grossbritannien**

Gemäss WRC nach BS 6920-1 für nichtmetallische Produkte zum Fördern von Wasser, welches für den menschlichen Bedarf bestimmt ist, mit Bezug auf deren Einfluss auf die Wasserqualität.

## INSTAFLEX

### Brandverhalten und Brandschutz

#### Brandschutzmassnahmen

INSTAFLEX-Rohre aus Polybuten (PB) gehören nach den **VKF**-Bestimmungen zu den Baustoffen der Brandkennziffer **4.2** (normalentflammbar) und sind in der Schweiz somit zugelassen.

#### BZ-Nr.: Z 16 819

In Deutschland sind Polybuten(PB)-Rohre nach **DIN 4102**, Teil 11 der **Brandschutzklasse B2** zugeordnet.

Sind bei Wand- und Deckendurchführungen von Rohren ab **d32** brandschutztechnische Massnahmen erforderlich, dürfen nur Brandschutzabschottungen mit einer entsprechenden Zulassung verwendet werden.

Bei unter Putz verlegten Leitungen sind in der Regel keine besonderen Brandschutzmassnahmen zu treffen. Es sind die länderspezifischen Anforderungen einzuhalten.

\* Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen in der Schweiz

#### Verhalten bei Brand

##### Schweiz

Unter Einwirkung von offenem Feuer brennt Polybuten mit heller Flamme, die nach Entfernung der Zündquelle selbständig weiterbrennt. Die Brandgase und Rauchschwaden riechen nach Wachs und Paraffin. Nach Erlöschen der Flamme riecht es nach gelöschter Kerze.

##### Deutschland

Die Entstehung toxischer sowie korrosiver Verbrennungsprodukte ist bei Polybuten aufgrund der Tatsache, dass Halogene im Molekülaufbau fehlen, unmöglich.

#### Feuerlöschleitungen

Beim Einsatz von PB-Rohren als Feuerlöschleitungen sind die örtlichen feuerpolizeilichen Bestimmungen zu berücksichtigen.

Nach den SVGW Leitsätzen W3 müssen Feuerlöschleitungen aus nichtbrennbarem Material erstellt oder nach **EI 30 (nbb)** feuerhemmend verlegt werden:

- Unter Putz
- In einen Schacht mit Brandschottung
- Bei offener Montage eine Mindestisolierung mit einer Brandbeständigkeit von EI 30 (nbb)

#### Bedingungen laut EI 30 (nbb)

Das brandschutzisolierte, wassergefüllte PB-Rohr muss so geschützt sein, dass bei einem sogenannten Normbrand die Temperatur an der Kälteseite der Isolation (Innenseite) von 140 °C in 30 Minuten nicht erreicht wird. Die Leitung muss nach 30 Minuten noch betriebsfähig sein.

#### Beispiel für die Isolation gemäss Brandschutzregister VKF

Bei EI 30 (nbb) werden Halbschalen mit passendem Durchmesser aus Steinwolle versetzt angeordnet und gestossen, die Fugen verklebt und mit Bindedraht gebunden.

#### TA-Nr.: 4062

F	Tragende und raumabschliessende Bauteile/ Unterdecken/Verkleidungen/ Dämmschichtbildende Anstriche
T	Bewegliche Abschlüsse
R	Rauch- und flammendichte Abschlüsse
K	Brandschutzklappen
S	Abschottung
A	Aufzugsschachttüren

#### Rohrverlegung in Verbindung mit Bitumen

Wenn INSTAFLEX auf lösungsmittelhaltigen Bitumenbahnen verlegt wird oder mit lösungsmittelhaltigem Bitumenanstrich in Kontakt kommt, muss das Bitumen vollkommen abgetrocknet sein.

Es sind die Herstellerangaben zu beachten.

In bestimmten Fällen müssen INSTAFLEX-PB-Rohre mit lösungsmittelbeständigen, Aluminium-kaschierten Dämmungen geschützt werden.

## Rohrverlegung in Verbindung mit Heissasphalt-Estrich

Wenn INSTAFLEX unter Heissasphalt-Estrichen verlegt wird, müssen die Rohre besonders geschützt werden, da diese Estriche mit einer Temperatur von ca. 250 °C verlegt werden. Dazu werden INSTAFLEX-Rohre auf der Rohbetondecke verlegt und mit einer mindestens 10 mm dicken Dämmstoffkörnung (z. B. Perlitegestein) bedeckt. Eine aus Perliten und Fasern bestehende Dämmplatte muss auf die Schüttung aufgelegt werden. Erst danach kann die Fläche betreten und der Heissasphalt aufgetragen werden.

## Potentialausgleich

Nach DIN VDE 0100-540 wird ein Potentialausgleich zwischen allen Arten von Schutzleitern und vorhandenen «leitfähigen» Rohrleitungen gefordert. INSTAFLEX ist kein leitfähiges Rohrleitungssystem und kann deshalb nach DIN VDE 0100 nicht zum Potentialausgleich genutzt werden.

## Schutz des Trinkwassers

Wenn alle Bestimmungen der länderspezifischen Technischen Regeln für die Erstellung von Trinkwasseranlagen eingehalten werden, so ist sichergestellt, dass die an die Trinkwassergüte gestellten Anforderungen von der Übergabestelle bis zu Entnahmestelle erfüllt werden.

Es muss sichergestellt werden, dass weder eine Beeinträchtigung (1) des Trinkwassers noch eine Gefährdung (2) des Verbrauchers auftreten kann.

## Ursachen für eine Beeinträchtigung oder Gefährdung des Trinkwassers

1. Rückfliessen von verunreinigtem Wasser
2. Verbindung mit Nichttrinkwasseranlagen (3)
3. Äussere Einwirkungen (4)
4. Werk-, Betriebs- und Hilfsstoffe
5. Stagnation (5)
6. Unsachgemässe und mangelhafte Wartung

### (1) Beeinträchtigung:

Veränderung des Trinkwassers ohne gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers

### (2) Gefährdung:

Veränderung des Trinkwassers mit gesundheitsschädigender Auswirkung

### (3) z. B. Regenwasseranlagen

### (4) z. B. Durchführung durch Schächte oder Gruben

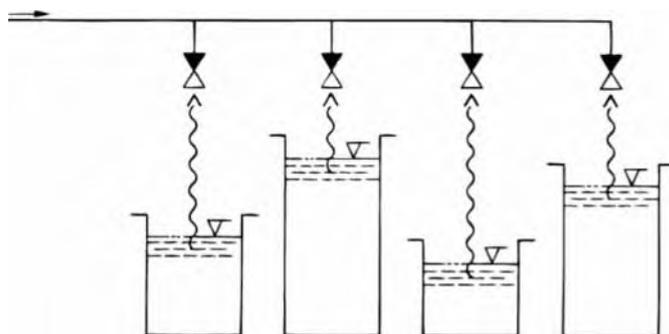
### (5) Aus hygienischen Gründen wird empfohlen, bei einer 4-wöchigen Stagnation eine Spülung der Leitung vorzunehmen.

## Sicherungsmaßnahmen gegen Rückfliessen von verunreinigtem Wasser

Die Sicherungseinrichtungen müssen Rückfliessen verhindern.

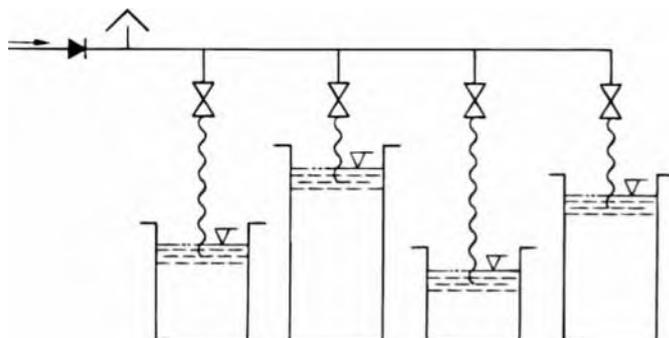
## Einzelsicherung

Bei der Einzelsicherung wird jede Entnahmestelle und jeder Apparat, von denen eine Gefährdung oder Beeinträchtigung durch verändertes Trinkwasser ausgehen kann, **einzeln** gesichert.



## Sammelsicherung

Bei der Sammelsicherung werden mehrere oder alle Entnahmestellen und Apparate, von denen eine Gefährdung oder Beeinträchtigung durch verändertes Trinkwasser ausgehen kann, durch eine Sicherung **gemeinsam** gesichert.



## Schallschutz

### Gültige Normen

<b>Deutschland</b>	DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
<b>Schweiz</b>	SIA 181	Schallschutz im Wohnungsbau

### Massnahmen

Für den vorbeugenden Schallschutz bei Sanitäreanlagen hat eine geeignete **Grundrissplanung** die grösste Bedeutung. Wenn keine Ausführungsfehler vorliegen, ist sie von allen Schallschutzmassnahmen noch immer am wirksamsten und verursacht keine besonderen Kosten. Dabei kommt es auf eine schalltechnisch vorteilhafte Anordnung der Räume zueinander sowie der Anordnung von Armaturen und Rohrleitungen und den sanitären Einrichtungsgegenständen an.

Darüber hinaus besteht die Anforderung, dass **Wände** zu schutzbedürftigen Räumen, an denen Leitungen (Wasser- und Abwasserleitungen), Armaturen oder sanitäre Einrichtungsgegenstände befestigt werden, ohne besonderen Nachweis der Eignung eine flächenbezogene Masse (Flächengewicht) von 220 kg/m<sup>2</sup> haben müssen. Siehe Schalldämmmasse gebräuchlicher Baustoffe.

Die wichtigste Massnahme für den aktiven Schallschutz der Wasserinstallation ist die Verwendung **geräuscharmer Armaturen**. Das sind jene der Armaturengruppe I, mit einem Armaturengeräuschpegel nach DIN 52218 von  $L_{AG} \leq 20 \text{ dB(A)}$ .

Bei Körperschallübertragung ist die Schallgeschwindigkeit im **Werkstoff** ein sehr wichtiges Kriterium. Sie steht im Zusammenhang mit Dichte und Elastizitätsmodul des Werkstoffes. Mit Kunststoffrohren ergeben sich niedrige Schallgeschwindigkeiten, deshalb ist INSTAFLEX für den Schallschutz der Wasserinstallation sehr günstig.

## Schalldämmmasse gebräuchlicher Baustoffe

Steinsorte	Wand- dicke	Stein- Rohdich- te	Flächen- gewicht mit Mör- tel ohne Putz	Bewerte- tes Schall- dämm- mass	Flächen- gewicht mit Putz 1x1,5 cm	Bewerte- tes Schall- dämm- mass	Flächen- gewicht mit Putz 2x1,5 cm	Bewerte- tes Schall- dämm- mass
	[cm]							
Bims-Voll- steine und Blähton z.B. Liapor	9,5	1100	104,5	37	119,5	38	134,5	40
	11,5		126,5	39	141,5	40	156,5	41
	17,5		192,5	44	207,5	44	222,5	45
	24,0		264,0	47	279,0	48	294,0	49
	30,0		330,0	50	345,0	50	360,0	51
Bims-Hohl- blocksteine und Blähton z.B. Liapor	17,5	1100	192,5	44	207,5	44	222,5	45
	24,0		264,0	47	279,0	48	294,0	49
	30,0		330,0	50	345,0	50	360,0	51
	36,5		401,5	52	416,5	53	431,5	53
Hochloch- ziegel (Kleinfor- mat)	11,5	1400	161,0	42	176,0	43	191,0	44
	17,5		245,0	46	260,0	47	275,0	48
	24,0		336,0	50	351,0	51	366,0	51
	30,0		420,0	53	435,0	53	450,0	54
Leichtziegel (Grossfor- mat)	11,5	1200	138,5	40	153,0	41	168,0	42
	17,5		210,0	45	225,0	45	240,0	46
	24,0		288,0	48	303,0	49	318,0	50
	30,0		360,0	51	375,0	51	390,0	52
Poren-Zie- gel, z.B. Po- roton, Uni- por, Pori- Klimaton	11,5	1000	115,0	38	130,0	39	145,0	40
	17,5		175,0	43	190,0	44	205,0	44
	24,0		240,0	46	255,0	47	270,0	48
	30,0		300,0	49	315,0	49	330,0	60
Gasbeton- steine, z.B. Ytong, Hebel	10,0	800	80,0	33	95,0	36	110,0	37
	12,5		10,0	36	115,0	38	130,0	39
	15,0		120,0	38	135,0	40	150,0	41
	20,0		160,0	42	175,0	43	190,0	44
	25,0		200,0	44	215,0	45	230,0	46
	30,0		240,0	46	225,0	47	270,0	48
	36,0		292,0	48	307,0	49	322,0	50
Kalksand- steine, Voll- steine	11,5	1750	201,0	44	216,0	45	231,0	46
	17,5		306,0	49	321,0	50	336,0	50
	24,0		420,0	53	435,0	53	450,0	54
	30,0		525,0	55	540,0	56	555,0	56
Lochsteine	11,5	1500	172,5	42	187,5	43	202,5	44
	17,5		262,5	47	277,5	48	292,5	48
	24,0		360,0	51	375,0	51	390,0	52
	30,0		450,0	54	465,0	54	480,0	54
	36,0		547,5	56	562,5	56	577,5	56
Ziegelvoll- stein	11,5	1800	207,0	44	222,0	45	237,0	46
Beton	10,0	2350	235,0	46				

<sup>1)</sup>z. B. Gipsputz 1,0 kg/dm<sup>3</sup> Rohdichte (DIN 4109 Teil 3)  
Putzdicke 1,5 cm = 15 kg/m<sup>2</sup>, beidseitig = 30 kg/m<sup>2</sup>

<sup>2)</sup>z. B. Kalkputz/Kalkzementputz 1,8 kg/dm<sup>3</sup> Rohdichte  
Putzdicke 1,5 cm = 25 kg/m<sup>2</sup>, beidseitig = 50 kg/m<sup>2</sup>

Quelle: DIN 1055 sowie Herstellerangaben

### Geräuschverhalten von INSTAFLEX-Ventilen aus Polybuten (PB)

Das Armaturengeräusch der INSTAFLEX-Ventile aus Polybuten ist kleiner als 20 dB (A). Damit entsprechen sie nach DIN 52218 den Anforderungen der geräusch-  
armen **Armaturengruppe I**.

Dimension DN/d [bar/mm]	Armaturengeräusch $L_{AG}$ [dB (A)] bei 3 bar Fließdruck
15/20	über 10
20/25	über 10
25/32	12
32/40	über 10
40/50	12
50/63	13

### Schallgeschwindigkeiten in Werkstoffen

	Dichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]	Schallgeschw. [m/s]
<b>Stahl</b>	7,95	210000	6000
<b>Kupfer</b>	8,9	120000	3900
<b>PB</b> (Polybuten)	0,94	450	620
<b>PVC-C</b> (Polyvinylchlorid, nachchloriert)	1,56	3500	2350
<b>PE-X</b> (Polyethylen, vernetzt)	0,95	600	800
<b>Weichgummi</b>	0,90	90	320

### Wärmedämmung von Trinkwasserleitungen

Die Wärmedämmung des Systems erfolgt nach den Anforderungen der DIN 1988 (Trinkwasser kalt) und der Energieeinsparverordnung EnEV (Trinkwasser warm).

#### Deutschland

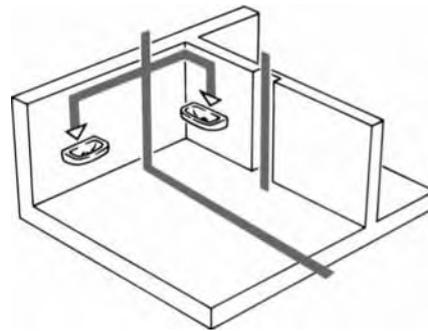
#### Dämmung von Kaltwasserleitungen (DIN 1988-2)

Kaltgehende Trinkwasserleitungen sind in ausreichendem Abstand zu Wärmequellen anzuordnen. Lässt sich dies nicht durchführen, so sind die Leitungen so zu dämmen, dass die Wasserqualität durch Erwärmung nicht beeinträchtigt wird. Gleichzeitig sind kaltgehende Trinkwasserleitungen vor Tauwasserbildung zu schützen.

Die angegebenen Mindestdicken der Dämmschicht beziehen sich auf eine Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ . Für andere Wärmeleitfähigkeiten müssen die Dicken der Dämmschicht umgerechnet werden. Nach DIN 1988-2 sind folgende Dicken der Dämmschicht von Trinkwasserleitungen (kalt) zu berücksichtigen:

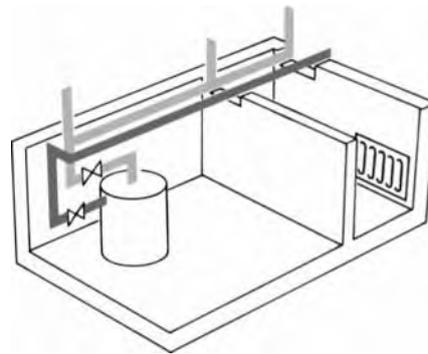
#### Einbausituation I 4 mm Mindestdicke der Dämmschicht

- Rohrleitung frei verlegt, in nicht beheiztem Raum (Keller)
- Rohrleitung auf der Betondecke
- Rohrleitung im Kanal, ohne warmgehende Leitung
- Rohrleitung im Mauerschlitze, Steigleitungen



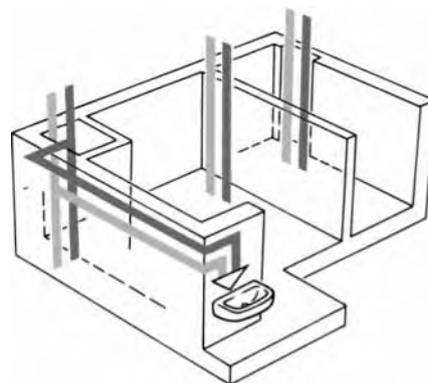
#### Einbausituation II 9 mm Mindestdicke der Dämmschicht

- Rohrleitung frei verlegt, in beheiztem Raum



#### Einbausituation III 13 mm Mindestdicke der Dämmschicht

- Rohrleitung im Kanal, neben warmgehender Leitung
- Rohrleitung in Wandaussparung, neben warmgehender Leitung



#### Dämmung von Warmwasserleitungen nach der EnEV (Energiesparverordnung)

Zur Begrenzung der Wärmeabgabe sind Wärmeverteil- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen zu dämmen.

Leitungen von Zentralheizungen, die sich in beheizten Räumen oder in Bauteilen zwischen beheizten Räumen **eines Nutzers** befinden und deren Wärmeabgabe durch Absperrorgane beeinflusst werden kann, müssen nicht isoliert werden. Dies gilt auch für Warmwasserlei-

tungen bis zu einem Innendurchmesser von 22 mm, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen, noch mit elektrischer Begleitheizung ausgestattet sind.

Obwohl der Verordnungstext der EnEV in diesem Fall eine Dämmung der Trinkwasserinstallation nicht zwingend fordert, sollte aus folgenden Gründen trotzdem gedämmt werden:

- Verringerung der Wärmeabgabe
- Schalldämmung
- Schutz der Rohrleitungen

Die angegebenen Mindestdicken der Dämmschicht beziehen sich auf eine Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ . Für andere Wärmeleitfähigkeiten müssen die Dicken der Dämmschicht umgerechnet werden. Die Dicken der Dämmschicht für Warmwasserleitungen gemäss EnEV sind aus Tabelle 1 zu entnehmen:

**Tabelle 1:**

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/mK
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern.	½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach Inkrafttreten dieser Verordnung in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	½ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fussbodenaufbau	6 mm

Bei anderen Rohrdämmstoffanordnungen als bei einer kreisrunden Dämmung (z. B. exzentrisch) muss eine gleichwertige Begrenzung der Wärmeabgabe wie nach Tabelle 1 sichergestellt werden.

#### Schweiz

Warmwasserleitungen sind nach dem kantonalen Energie- bzw. Baurecht zu dämmen.

#### Grossbritannien

Die Dämmung des Installationssystems ist nach Teil 2 der Bauvorschriften durchzuführen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass angemessene Vorkehrungen zu treffen sind. Es gilt zu beweisen, dass der maximale Wärmeverlust unter dem Wert liegt, welcher im Non-Domestic Heating Compliance Guide steht.

#### Zirkulationsleitungen

##### Schweiz

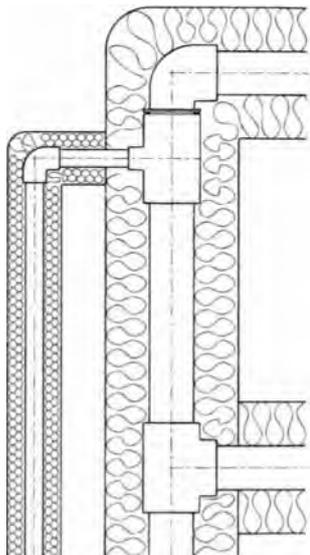
Warmwasser- und Zirkulationsleitungen sind nach dem kantonalen Energiegesetz zu dämmen.

#### Deutschland

Warmwasser- und Zirkulationsleitungen sind nach der Energieeinsparverordnung EnEV zu dämmen. Eine Zirkulationsleitung wird nach DIN 1988 und W 551/W 552/W 553 berechnet und geregelt.

#### Konventionelle Doppelleitung

Beide Leitungen müssen separat isoliert und befestigt werden.

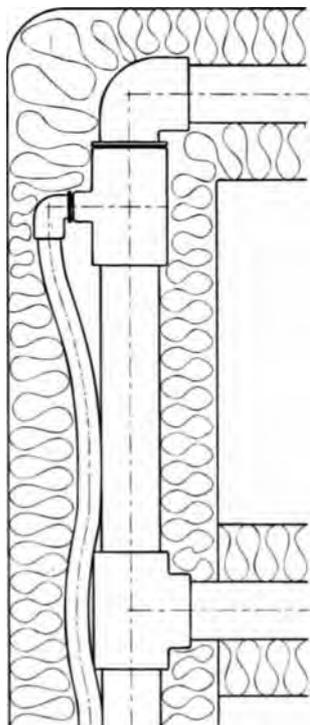


Warmwasserleitung und Zirkulationsleitung als Doppelleitung

### Rohr-an-Rohr-Leitungsführung

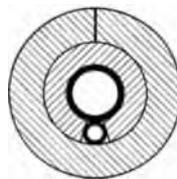
Beide Leitungen benötigen nur eine Isolation und Befestigung. Dadurch entsteht ein kleinerer Aufwand und somit geringere Kosten. Berechnungen ergaben ca. 30 % weniger Wärmeverluste gegenüber der konventionellen Lösung.

Quelle: SIA-Ing. Karl Bösch, Schweiz

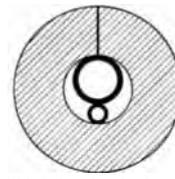


Warmwasserleitung und Zirkulationsleitung als Rohr-an-Rohr-Leitungsführung

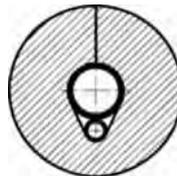
### Beispiele für Rohr-an-Rohr-Leitungsführung



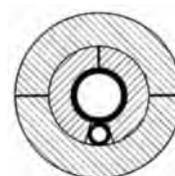
2-fache weiche Isolation aus Polyethylen (PE)



Weiche Isolation aus Polyethylen (PE)



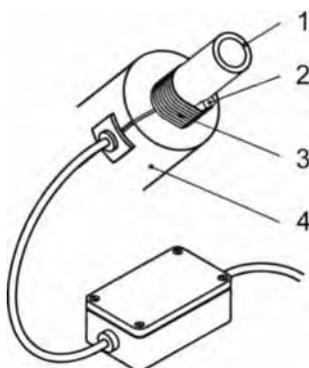
Anorganische Isolation aus Glaswolle mit Draht gebunden



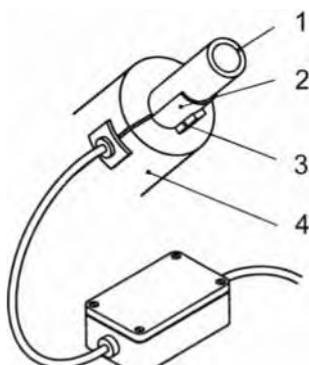
Hartschaumisolation aus Polyethylen (HDPE) mit Draht gebunden oder ummantelt

## Begleitheizung

Selbstregulierende Heizbänder, deren Oberflächentemperatur 65 °C nicht überschreitet, können auf Rohre angebracht werden. Das Heizband muss auf die Wassertemperatur abgestimmt werden. Zur besseren Wärmeübertragung muss das Heizband auf ganzer Länge mit einem breiten Aluklebeband möglichst vollflächig anliegend auf dem Mediumrohr befestigt werden. Bei Leitungen mit Tragschalen muss das Heizband auf der Tragschale befestigt werden.



1 INSTAFLEX-Rohr  
2 Heizband  
3 Aluklebeband  
4 Isolierung



1 INSTAFLEX-Rohr  
2 Tragschale  
3 Heizband  
4 Isolierung

Bei der Montage von Heizbändern an INSTAFLEX-Rohren sind die Verlegerichtlinien der Begleitheizungshersteller zu beachten. Das Heizband darf nicht doppelt oder mehrfach auf dem INSTAFLEX-Rohr installiert werden. Dies gilt auch bei Verwendung einer Tragschale.

## Trinkwassererwärmer

### Durchlauferhitzer

Die für das System zuträglichen Maximaltemperaturen für den Dauerbetrieb sind mit den Betriebsbedingungen genannt.

Der Einsatz von Durchlauferhitzern im Zusammenhang mit INSTAFLEX-Rohren ist geprüft und zulässig. Thermisch oder elektronisch gesteuerte Geräte sind hydraulisch gesteuerten vorzuziehen, da diese Geräte vereinzelt unkontrolliert nachheizen. Dadurch kann INSTAFLEX überhitzt werden.

Mit elektronisch gesteuertem Durchlauferhitzer der Firmen **STIEBEL ELTRON**, **VAILLANT** und **AEG** können die Vorteile eines modernen Kunststoffrohrleitungssystems, wie **INSTAFLEX**, ohne Einschränkung genutzt werden. Versuche mit AEG-Durchlauferhitzern in unserem Versuchslabor zeigten auch bei Betriebsstörungen (kurzzeitige Überhitzung, Luft einschüsse im Wärmetauscher etc.) keine negativen Auswirkungen auf INSTAFLEX.

Die sicherheitstechnische Ausrüstung von Trinkwassererwärmungsanlagen wurde laut **Beschluss des DVGW-FA W 5.01 vom 11.11.1991** in die DIN 1988, Teil 2 im Abschnitt 6.2.2 aufgenommen.

Die Anforderungen an die sicherheitstechnische Ausrüstung von Trinkwassererwärmungsanlagen ist in DIN EN 60335-1, Teil 1 festgelegt. Für Elektro-Trinkwassererwärmer gelten zusätzlich folgende Normen:

- VDE 0700-1, Teil 1
- DIN EN 603352-2-15/VDE 0700-15, Teil 15
- DIN EN 60335-2-24/VDE 0700-24, Teil 24
- DIN EN 60335-2-35/VDE 0700-35, Teil 35
- DIN EN 60335-2-80/VDE 0700-80, Teil 243

Zum Schutz der Rohrwerkstoffe und Verbindungen sind bei Trinkwassererwärmern, Temperaturregler oder Sicherheitstemperaturbegrenzer einzusetzen, bei denen nachgewiesen ist, dass an keiner Stelle und zu keiner Zeit, auch nicht durch Nachheizen, eine Wassertemperatur von 95 °C überschritten wird. Bei hydraulisch gesteuerten Geräten muss die Abschaltautomatik sicherstellen, dass keine Drücke über 10 bar durch Nachheizeffekte entstehen können.

### Schwitzwasserbildung

Nach DIN 1988, Teil 2 kann bei Rohrleitungen mit einer geeigneten Umhüllung, z. B. Rohr-in-Rohr, auf einen Schutz vor Schwitzwasserbildung verzichtet werden. INSTAFLEX-Rohre aus Polybuten werden von der Dimension d16 bis zur Dimension d25 als Rohr-in-Rohr-System angeboten.

### Grundlagen zur Bestimmung der Schwitzwasserbildung auf Rohren

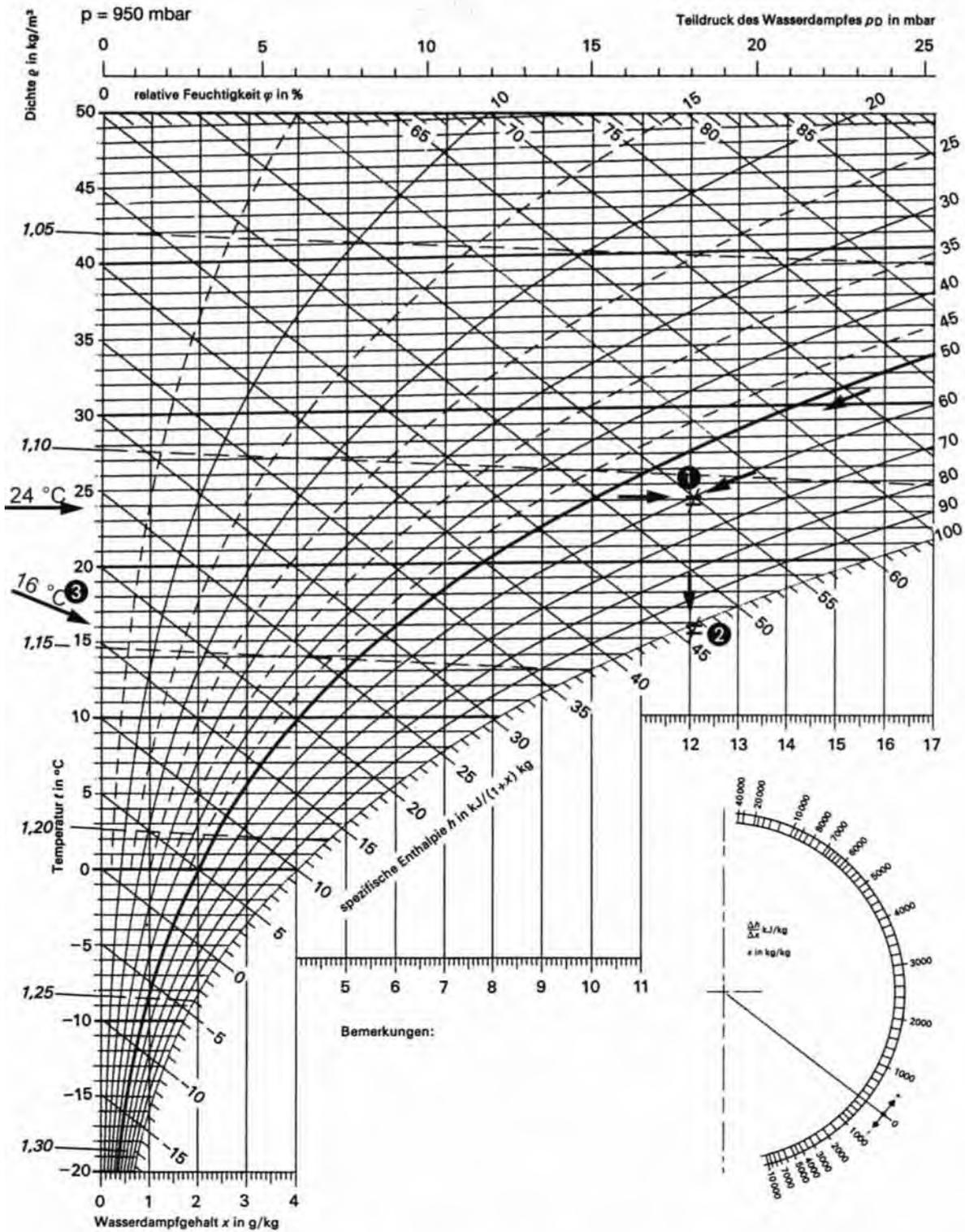
Das h-x-Diagramm (Mollier-Diagramm) für feuchte Luft gibt an wie hoch der Wassergehalt der Luft abhängig von Temperatur und Druck ist.

$h$  = Enthalpie

$x$  = Wassergehalt in der Luft

$H$  = 540 m über Meer

### H - x Diagramm



Beispiel:  
Wassertemp.  $16 \text{ °C}$   
Lufttemp.  $24 \text{ °C}$   
Luftfeuchte  $60\%$

- Bemerkungen:
- 1 Schnittpunkt von  $24 \text{ °C}$  Lufttemp. und  $60\%$  Luftfeuchte bilden.
  - 2 Schnittpunkt auf  $100\%$  relativer Luftfeuchtigkeit bilden. Senkrecht unter Schnittpunkt 1
  - 3 Mindest-Rohroberflächentemperatur, ansonsten Schwitzwasserbildung.

## Rohroberflächentemperatur

d40		Rohraussentemperatur [°C]														
W a s s e r t e m p e r a t u r	22	18,8	19,1	19,5	19,8	20,1	20,4	20,7	21,1	21,4	21,7	22,0	22,6	23,3	23,9	24,5
	21	18,2	18,5	18,8	19,1	19,4	19,7	20,1	20,4	20,7	21,0	21,3	22,0	22,6	23,2	23,7
	20	17,5	17,8	18,1	18,4	18,7	19,1	19,4	19,7	20,0	20,3	20,6	21,3	21,9	22,5	23,2
	19	16,8	17,1	17,4	17,7	18,1	18,4	18,7	19,0	19,3	19,6	20,0	20,6	21,2	21,9	22,5
	18	16,1	16,4	16,7	17,1	17,4	17,7	18,0	18,3	18,6	19,0	19,3	19,9	20,5	21,2	21,8
	17	15,4	15,7	16,1	16,4	16,7	17,0	17,3	17,6	18,0	18,3	18,6	19,2	19,9	20,5	21,1
	16	14,7	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	17,0	17,3	17,6	17,9	18,5	19,2	19,8	20,4
	15	14,1	14,4	14,9	15,0	15,3	15,6	16,0	16,3	16,6	16,9	17,2	17,9	18,5	19,1	19,8
	14	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	15,0	15,3	15,6	15,9	16,2	16,5	17,2	17,8	18,4	19,1
	13	12,7	13,0	13,3	13,6	14,0	14,3	14,6	14,9	15,2	15,5	15,9	16,5	17,1	17,8	18,4
	12	12,0	12,3	12,6	13,0	13,3	13,6	13,9	14,2	14,5	14,9	15,2	15,8	16,4	17,1	17,7
	11	11,3	11,6	12,0	12,3	12,6	12,9	13,2	13,5	13,9	14,2	14,5	15,1	15,8	16,4	17,0
	10	10,6	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,9	13,2	13,5	13,8	14,4	15,1	15,7	16,4
	9	10,0	10,3	10,6	10,9	11,2	11,5	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,8	14,4	15,0	15,7
	8	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1	12,4	13,1	13,7	14,4	15,0
	7	8,6	8,9	9,2	9,5	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,8	12,4	13,0	13,7	14,3
6	7,9	8,2	8,5	8,9	9,2	9,5	9,8	10,1	10,4	10,8	11,1	11,7	12,4	13,0	13,6	
5	7,2	7,5	7,5	8,2	8,5	8,8	9,1	9,4	9,8	10,1	10,4	11,0	11,7	12,3	12,9	
4	6,5	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4	8,8	9,1	9,4	9,7	10,4	11,0	11,6	12,3	
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	26	28	30
		Lufttemperatur [°C]														

### Beispiel:

Rohr aus Polybuten: 40 x 3,7

Wassertemperatur: 16 °C

Lufttemperatur: 24 °C

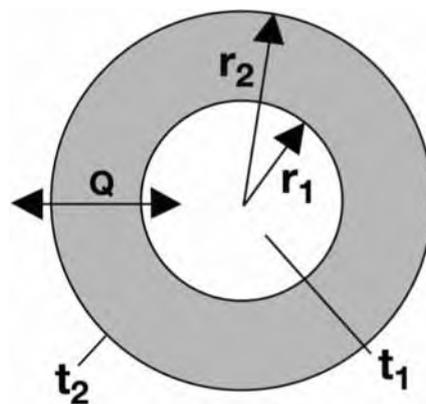
Luftfeuchte: 60 %

Aus h-x-Diagramm abgelesene Mindest-Rohroberflächentemperatur 15,5 °C

Die aus der Rohroberflächentemperatur-Tabelle abgelesene Temperatur von 18,5 °C ergibt im Vergleich mit der Mindest-Rohroberflächentemperatur, dass keine Schwitzwasserbildung auftreten kann.

Für andere Rohrabmessungen aus dem INSTAFLEX-System sind die Daten bei GF Piping Systems nachzufragen.

### Berechnung der Rohroberflächentemperatur



$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot l \cdot (t_1 - t_2)}{\ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{l}{\alpha_K \cdot r_2}}$$

$$t_2 = t_1 - \frac{Q \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}}{2 \cdot \pi \cdot l \cdot \lambda}$$

- Q = Wärmestrom [W]
- l = Rohrlänge [m]
- t<sub>1</sub> = Wassertemperatur [°C]
- t<sub>2</sub> = Rohroberflächentemperatur aussen [°C]
- t<sub>L</sub> = Lufttemperatur [°C]
- α<sub>K</sub> = Wärmeübergangszahl [W/m<sup>2</sup> \* K], ermittelt aus Messungen
- λ = Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes [W/m \* K]
- r<sub>1</sub> = Rohrrinnenradius [m]
- r<sub>2</sub> = Rohraussenradius [m]

### Oberflächentemperatur verschiedener Rohre1

	Pb		Stahl		Kupfer	
Wärmeleitfähigkeit λ [W/m * K]	0,19		67		372	
Wärmeübergangszahl [W/m <sup>2</sup> * K]	25		25		25	
Lufttemperatur t <sub>L</sub> [°C]	20		20		20	
Wassertemperatur t <sub>1</sub> [°C]	10	60	10	60	10	60
Rohrdimension	d40 x 3,7		d42 x 3,25		d35 x 1,5	
Rohroberflächen- temperatur t <sub>2</sub> [°C]	13	47	10	60	10	60

### Berechnung der Wärmeabgabe ungedämmter Rohre aus Polybuten

$$k_R = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_i \cdot d_i} + \frac{1}{\alpha_a \cdot d_a} + \frac{1}{2 \cdot \lambda} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i}}$$

#### Beispiel:

Ungedämmtes PB-Rohr d40 x 3,7

α<sub>i</sub> = 6000 W/m<sup>2</sup>K

α<sub>a</sub> = 10 W/m<sup>2</sup>K

λ = 0,19 W/mK

- k<sub>R</sub> = Wärmedurchgangszahl [W/mK]
- α<sub>i</sub> = Wärmeübergangszahl innen (Wasser-Rohr) [W/m<sup>2</sup>K]
- α<sub>a</sub> = Wärmeübergangszahl aussen (Rohr-Luft) [W/m<sup>2</sup>K]
- d<sub>a</sub> = Rohraussendurchmesser [m]
- d<sub>i</sub> = Rohrrinnendurchmesser [m]
- λ = Wärmeleitfähigkeit von Polybuten [W/mK]

$$k_R = \frac{\pi}{\frac{1}{6000 \cdot 0.0326} + \frac{1}{10 \cdot 0.04} + \frac{1}{2 \cdot 0.19} \cdot \ln \frac{0.04}{0.0326}} = 1.18 \frac{W}{mK}$$

$$\dot{Q} = k_R \cdot (T_a - T_i)$$

$\dot{Q}$  = Wärmeverlust (Wärmeabgabe)

T<sub>a</sub> = Umgebungstemperatur

T<sub>i</sub> = Mediumtemperatur

T<sub>a</sub> = 20°C

T<sub>i</sub> = 60°C

Temperaturdifferenz ΔT = 40K

$$\dot{Q} = 1.03 \cdot (60 - 20) = 41.2 \frac{W}{m}$$

## Wärmeabgabewerte verschiedener ungedämmter INSTAFLEX-Rohre

Rohr- durch- messer	$\Delta T$	(t <sub>1</sub> -t <sub>2</sub> )	20	30	40	50	60	70	k <sub>R</sub>
	16	11,6	8,98	13,47	17,97	22,46	26,95	31,44	0,449
20	14,4	10,91	16,37	21,83	27,28	32,74	38,20	0,546	
25	20,4	14,06	21,09	28,11	35,14	42,17	49,20	0,703	
32	26,2	17,52	26,29	35,05	43,81	52,57	61,34	0,876	
40	32,6	21,16	31,74	42,32	52,90	63,48	74,06	1,058	
50	40,8	25,48	38,22	50,96	63,71	76,45	89,19	1,274	
60	51,4	30,61	46,92	61,22	76,53	91,84	107,14	1,531	
75	61,4	35,10	52,64	70,19	87,74	105,29	122,84	1,755	
90	73,6	40,02	60,03	80,04	100,05	120,06	140,07	2,001	
110	45,98	45,98	68,97	91,96	144,95	137,94	160,93	2,299	
d <sub>a</sub> [mm]	d <sub>i</sub> [mm]	Q [W/m]						[W/m K]	

Wärmeverlust Q [W/mk]

Werte für das Material Polybuten

$$\alpha_i = 6000 \text{ W/m}^2\text{k}$$

$$\alpha_a = 10 \text{ W/m}^2\text{k}$$

$$\lambda_R = 0,19$$

$$\lambda_D = 0,0025 \text{ W/mk}$$

Fluidtemperatur von 5-12 °C

Raumtemperatur mit maximaler Feuchte von 75 % r. F.

$$\Delta T = \text{Temperaturdifferenz [K]}$$

$$d_a = \text{Rohraussendurchmesser [mm]}$$

$$d_i = \text{Rohrinnendurchmesser [mm]}$$

$$Q = \text{Wärmeverlust (Wärmeabgabe) [W/m]}$$

$$k_R = \text{Wärmedurchgangszahl [W/mK]}$$

$$\alpha_i = \text{Wärmeübergangszahl innen [W/m}^2\text{k]}$$

$$\alpha_a = \text{Wärmeübergangszahl aussen [W/m}^2\text{k]}$$

$$\lambda_R = \text{Wärmeleitfähigkeit von Polybuten [W/mk]}$$

$$\lambda_D = \text{Wärmeleitfähigkeit der Dämmung [W/mk]}$$

## Isolationsdicken von Kaltwasserleitungen aus Polybuten zur Vermeidung von Kondensat

Dimension	Raumtemperatur [°C]					
	15	20	25	30	35	40
d16 x 2,2	10	10	20	20	20	30
d20 x 2,8	10	10	20	20	20	30
d25 x 2,3	10	10	20	20	20	30
d32 x 2,9	10	10	20	20	20	30
d40 x 3,7	10	10	20	20	30	30
d50 x 4,6	10	10	20	20	30	30
d63 x 5,8	10	20	20	30	30	30
d75 x 6,8	10	20	20	30	30	30
d90 x 8,2	10	20	20	30	30	30
d110 x 10,0	10	20	20	30	30	30

## Spülen von Trinkwasserleitungen

Nach EN 806, DIN 1988, wie auch nach den Leitsätzen W3 des Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) müssen Trinkwasserleitungen gründlich gespült werden, um Rückstände wie Rost, Späne, Reste von Schneidöl und Flussmittel zu entfernen.

Dazu müssen die Leitungen mit einem Luft-Wasser-Gemisch intermittierend unter Druck mit Trinkwasser gespült werden. Diese Art der Spülung ist aus korrosionstechnischen Gründen bei **metallenen Leitungen** zwingend notwendig.

Bei dem korrosionssicheren Trinkwasserverteilsystem INSTAFLEX, bei dem für die Schweiss-, Klemm- und Steck-Pressverbindung keine Hilfsstoffe, wie z.B. Schneidöl, Flussmittel oder Klebstoff, zum Einsatz kommen, ist diese Art der geforderten kostenintensiven Spülung nicht notwendig.

Eine Durchspülung der Leitung aus hygienischen Gründen muss jedoch durchgeführt werden. Dazu wird das System mit Trinkwasser gefüllt und dann alle Auslaufarmaturen geöffnet. Siehe auch Kapitel Desinfektion von Trinkwasseranlagen.

### **Deutschland**

Informationen zu den Vorgaben entnehmen Sie bitte dem ZVSHK-Merkblatt Hinweise zur Durchführung von Spülverfahren für Trinkwasserinstallationen, die nach TRWI DIN 1988 erstellt sind.

### **Desinfektion von Trinkwasseranlagen**

Entscheidend für die einwandfreie Qualität des Trinkwassers von der Gewinnung bis zum Verbraucher ist, dass das Wasser auf seinem Weg zum Verbraucher nicht verunreinigt wird. Das Arbeitsblatt W291 des DVGW-Regelwerkes (Deutsche verkehrswissenschaftliche Gesellschaft) beschreibt die Desinfektion von mit dem Trinkwasser in Berührung kommenden Teilen, wie z. B. Rohrleitungen. Die Folgen einer Infektion des Trinkwassers mit pathogenen Keimen kann derart verheerende Folgen haben, dass jedes vermeidbare Risiko auch tatsächlich vermieden werden muss.

Die sachgemäße Desinfektion von Trinkwasseranlagen ist für die sichere Einhaltung der strengen mikrobiologischen Grenz- und Richtwerte der Trinkwasserverordnungen eine wichtige Voraussetzung.

Bei den Desinfektionsmitteln handelt es sich um Gefahrstoffe für die Gesundheit und die Umwelt, deren Einsatz auch unter den Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes und der umweltverträglichen Entsorgung sorgfältig geplant und vorbereitet werden muss.

### **Mögliche Desinfektionsmittel**

Natriumhypochlorit	NaOCl
Wasserstoffperoxid	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Kaliumpermanganat	KMnO <sub>4</sub>
Kalziumhypochlorit	Ca(ClO) <sub>2</sub>

Die Desinfektion von Rohrleitungen kann im Standverfahren oder während der Druckprobe durchgeführt werden. Beim Standverfahren verweilt die Desinfektionslösung mind. 12 Stunden in der Rohrleitung. Die Druckprobe wird mit desinfektionsmittelhaltigem Wasser durchgeführt. Durch den erhöhten Druck kann die Desinfektionslösung in die vorhandenen Poren und Spalten eindringen.

Nach der Desinfektion der Rohrleitungen muss gründliche gespült werden. Vor Inbetriebnahme der Anlage ist sicherzustellen, dass die Grenzwerte, des im Trinkwasser befindlichen Desinfektionsmittel, nicht überschritten werden.

**Richtwerte für die Desinfektion von Trinkwasser  
nach EU-Richtlinie von 15. Juli 1980**

Lfd Nr.	Bezeichnung	Zulässige Zugabe [mg/l]	Grenzwerte nach Aufbereitung [mg/l]	berechnet als	Reaktionsprodukte	
					Grenzwerte nach Aufbereitung [mg/l]	berechnet als
1	Chlor Natrium-, Calcium-, Magnesium-, hypochlorit Chlorkalk	1,2	0,3	freies Chlor	0,01	Trihalogen- methane
2	Chlordioxid	0,4	0,2	ClO <sub>2</sub>	0,2	Chlorit
3	Ozon	10	0,05	O <sub>3</sub>	0,01	Trihalogen- methane

# Verbindungstechnologie

Seite

---

## **Nicht lösbare Verbindungen**

-- Klemmverbindung	58
-- Muffenschweissen (HMS)	65
-- Heizwendelschweissen (HWS)	84
-- Fehler beim Schweissen	109

---

## **Lösbare Verbindungen**

-- Flanschverbindungen	117
------------------------	-----

# Verbindungstechnologie

## Nicht lösbare Verbindungen

### Klemmverbindung

#### Die INSTAFLEX-Klemmverbindung (KV) von d16 bis d110

##### Anwendungsbereich

- Verbindung von PB-Rohren von d16 bis d110 mm Durchmesser;
- Übergänge vom Kunststoffrohr auf Metallleitungen oder Armaturenanschlüsse;
- Sofortige Belastung der Verbindung und Leitung nach der Montage mit Druck und Temperatur.

##### Anforderungsprofil

Ein Klemmverbinder muss

- kunststoffgerecht,
- funktionssicher,
- wirtschaftlich

ausgeführt sein.

Der Begriff kunststoffgerecht bedeutet für uns, dass die kunststoffspezifischen Eigenschaften wie

- Kerb- und Kriechverhalten,
- Biege- und Warmfestigkeit,
- Wärmeausdehnung,
- Fabrikationstoleranzen

berücksichtigt werden.

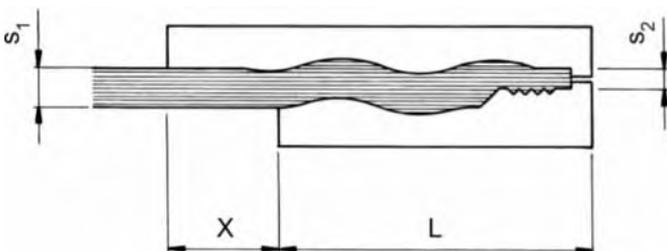
Ein wesentlicher Faktor im Hinblick auf die kunststoffgerechte Klemmverbindung ist die Unterteilung dieser Verbindung in einen

- Haltebereich und in einen
- Dichtebereich.

Diese Unterteilung wirkt sich positiv auf das Kerbverhalten des Kunststoffes aus.

Im **Haltebereich**, also im Bereich, wo das Kunststoffrohr durch Montage- und Verlegekräfte am grössten belastet ist, befindet sich ein abgerundetes wellenförmiges Profil, worin das Kunststoffrohr schadlos und kerbungssicher gegen Auszug verankert wird.

Im **Dichtebereich** haben wir ein kantiges, sägeartiges Profil, das sich in das Rohr eingräbt und somit dauerhafte Abdichtung gewährleistet.



Mit den langen Einstecktiefen unserer Klemmverbinder beugen wir vor allem dem Kriechverhalten des Kunststoffrohres vor. Denn lange Einstecktiefen erzeugen grosse Pressflächen, und grosse Pressflächen ziehen kleine Flächenpressungen nach sich.

Der Wärmeausdehnung wird durch die Reduzierung der Wandstärke, vor allem bei grösseren Rohrdimensionen ab d40, Rechnung getragen. Durch die Verringerung der Wandstärke wird auch die Wärmeausdehnung verkleinert, dies kommt wiederum dem Kriechverhalten des Kunststoffes entgegen.

##### Funktionssicherheit

Unter der Funktionssicherheit verstehen wir eine dauerhaft dichte Verbindung zwischen Kunststoffrohr und Klemmverbindungskörper, ohne O-Ringe oder andere Elastomer-Dichtungen, bezogen auf die fiktive Lebensdauer des Systems von 50 Jahren.

Unter dem Begriff Funktionssicherheit verstehen wir auch eine einfach zu montierende Klemmverbindung ohne Spezialwerkzeuge (z.B. Drehmomentschlüssel).

Ziehen Sie die Überwurfmutter fest an. Eine Beschädigung des Kunststoffrohres durch übermässiges Anziehen der Spannelemente ist ausgeschlossen.

Ferner verstehen wir unter Funktionssicherheit eine auf die Baustelle montagefertig angelieferte Klemmverbindung, die somit Montagefehler ausschliesst.

Schlüsselweiten:

d16 = SW 24

d20 = SW 27

Auch der Übergangsbereich vom Kunststoffrohr auf einen Metallbereich (Armaturenanschluss, Metallgewinde usw.) fällt bei uns unter den Begriff der Funktionssicherheit.

##### Wirtschaftlichkeit

Unter der Wirtschaftlichkeit verstehen wir eine einfache, montagefertig angelieferte, in jeder Lage ohne Spezialwerkzeuge zu montierende, dauerhaft dichte Klemmverbindung.

Die Wirtschaftlichkeit eines Klemmverbinders muss im Zusammenspiel von Kaufpreis und Montagefreundlichkeit betrachtet werden, denn die Lohnkostenanteile sind heute gegenüber dem Materialkostenanteil um ein Wesentliches höher. Es ist deshalb umso wichtiger, dass ein Klemmverbinder montagefertig auf der Baustelle ankommt und somit einfach, schnell und sicher zu montieren ist.

##### Bewährt und sicher

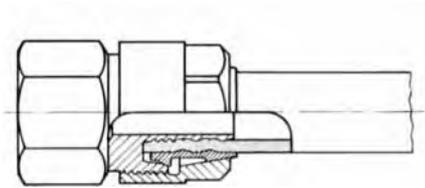
Die INSTAFLEX-Klemmverbinder sind nach den Gesichtspunkten

- kunststoffgerecht,
- funktionssicher,
- wirtschaftlich

entwickelt worden.

Dies bedeutet:

- Berücksichtigung des Kriechverhaltens durch Funktionstrennung in Halte- und Dichtebereich
- Berücksichtigung des Kerbeverhaltens durch wellenförmiges Halteprofil
- Eine dauerhaft dichte Verbindung ohne O-Ringe
- Übergänge von Kunststoff auf Metall mit Klemmverbindern
- Einfache, schnelle und sichere Montage ohne Spezialwerkzeuge



KV: d16/d20

## Montage der INSTAFLEX-Klemmverbindung d16 und d20

Die **INSTAFLEX-Systemwerkzeuge** ermöglichen die kunststoffgerechte Verarbeitung und dienen damit der Montagesicherheit. Das optimale Handling fördert die rationelle Montage.



INSTAFLEX-Systemwerkzeuge:

- Ratschenschlüssel (d16 = SW24, d20 = SW27)
- Montagezange
- Schutzrohrschneider



Schneiden Sie das Leitungs- und Schutzrohr mit der Rohrschere ab.



Verwenden Sie zum Kürzen des Schutzrohrs ausschliesslich den Schutzrohrschneider, um das Leitungsrohr nicht zu beschädigen.

## Handhabung des Schutzrohrschneiders

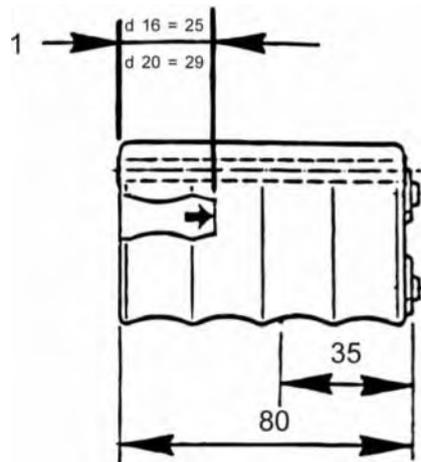
Für das sichere Abtrennen des Schutzrohres, bei innenliegendem Leitungsrohr, ist der Schutzrohrschneider ein unerlässliches Hilfsmittel. Verwenden Sie zum Kürzen des Schutzrohres ausschliesslich den Schutzrohrschneider, um das Leitungsrohr nicht zu beschädigen. Folgende Leitungsdimensionen können mit dem Schutzrohrschneider abgeschnitten werden:

- d16/d20 mm
- d25 mm

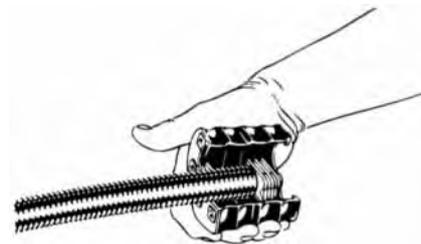
Kürzen Sie das Schutzrohr mit dem Schutzrohrschneider entsprechend des Armaturenanschlusses:

- 35 mm für Einzelarmaturenanschluss
- 80 mm für Doppelarmaturenanschluss

Die Abschnittslängen sind am Schutzrohrschneider markiert:

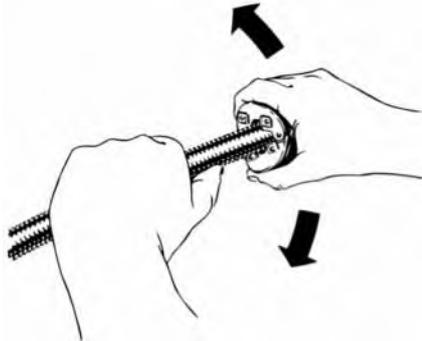


- 1 Markierung zum Anzeichnen von d16/d20 der Einstecktiefe
- 35 Markierung für Einzelarmaturenanschluss
- 80 Gesamte Länge für Doppelarmaturenanschluss

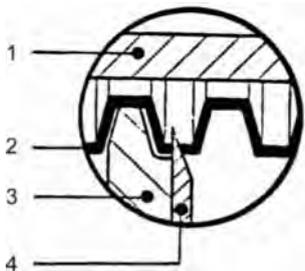


Setzen Sie den Schutzrohrschneider gerade in die Schutzrohrrinne ein.

Drücken Sie dazu die Schneidebacken leicht zusammen und bewegen Sie den Schutzrohrschneider hin und her. Das abgetrennte Schutzrohrstück können Sie mit dem Schneider oder von Hand abdrehen.



Schneidevorgang



- 1 Leitungsröhr
- 2 Schutzrohr
- 3 Führung
- 4 Messer



Zeichnen Sie die Einstecktiefe entsprechend des Leitungsröhres an:

- d16 = 25 mm
- d20 = 29 mm

Die Einstecktiefen sind am Schutzrohrschneider markiert.



Stecken Sie das Leitungsröhr bis zur Markierung der Einstecktiefe mit der Montagezange oder von Hand in den Klemmverbinder ein.



Halten Sie den Klemmverbinder mit einem Rohrnippel, während Sie die Überwurfmutter mit dem passenden Ratschenschlüssel (d16 = SW 24, d20 = SW 27) fest anziehen. Der Klemmring ist danach bei der Dimension 16 bis 2 mm sichtbar.



Resultat: Sie haben die Klemmverbindung angeschlossen.

## Montage der INSTAFLEX-Klemmverbindung d25 bis d50



Längen Sie das Rohr rechtwinklig ab.



Zeichnen Sie die Einstecktiefe an:

- d25 = 14 mm
- d32 = 17 mm
- d40 = 19 mm
- d50 = 21 mm



Schieben Sie das Rohr bis zum Muffen-  
grund auf den Fitting.



Ziehen Sie die Verschraubung mit zwei  
geeigneten Zangen an.



Resultat: Sie haben die Klemmverbin-  
dung angeschlossen.

### Montage der INSTAFLEX-Klemmverbindung d63 und d75



Längen Sie das Rohr rechtwinklig ab.



Fasen Sie das Rohrende mit Anfaswerkzeug an.



Schieben Sie den Flansch und den Klemmring über das Rohr. Schlagen Sie den Stützring komplett in das Rohr ein.



Schieben Sie das Rohr mit Stützring komplett in den Verschraubungskörper.



Führen Sie den Klemmring und den Flansch zum Verschraubungskörper.



Achten Sie darauf, die Schrauben gleichmässig anzuziehen, so dass sich die Teile nicht verkanten können. Ziehen Sie die drei Schrauben an, um den Flansch form-schlüssig mit dem Verschraubungskörper zu verbinden.



Resultat: Sie haben die Klemmverbindung angeschlossen.

## Montage der INSTAFLEX-Klemmverbindung d90 und d110



Längen Sie das Rohr rechtwinklig ab.



Fasen Sie das Rohrende mit Anfaswerkzeug an.



Schieben Sie den Flansch, den Klemmring, den Stützring und den O-Ring in dieser Reihenfolge auf das Rohr.



Schlagen Sie den Stützring komplett in das Rohr ein.



Schieben Sie das Rohr mit den Einzelteilen bis auf den Grund des Verschraubungskörpers ein.



Achten Sie darauf, die Schrauben gleichmäßig anzuziehen, so dass sich die Teile nicht verkanten können. Ziehen Sie die drei Schrauben an, um den Flansch formschlüssig mit dem Verschraubungskörper zu verbinden.



Resultat: Sie haben die Klemmverbindung angeschlossen.

## Muffenschweissen (HMS)

### Die INSTAFLEX-Heizelement-Muffenschweissverbindungen (HMS) von d16 bis d110

#### Grundlagen

Aufbauend auf jahrzehntelange Erfahrung im Schweißen von Kunststoffen ist es GF Piping Systems gelungen, auch für Polybuten (PB) die Schweißverbindung als sichere, stoffschlüssige Rohrverbindung für die Sanitärinstallationspraxis zu entwickeln.

INSTAFLEX-Fittings und -Rohre erfüllen die jeweiligen länderspezifischen Anforderungen. Für INSTAFLEX-Rohre und -Formteile wird das gleiche PB-Material verwendet. Dadurch ist die ideale Voraussetzung für eine stoffschlüssige Schweißverbindung gegeben.

#### Das Heizelement-Muffenschweiss(HMS)-Verfahren

Beim HMS werden Rohr und Formteil überlappend und ohne Verwendung von Zusatzstoffen verschweisst. Rohrende und Formteilmuffe werden mit Hilfe eines muffen- bzw. stutzenförmigen Heizelementes auf Schweißtemperatur erwärmt und anschliessend verbunden. Die Masse von Rohr, Formteilmuffe und Heizelement sind so aufeinander abgestimmt, dass sich beim Fügen ein Fügedruck aufbaut.

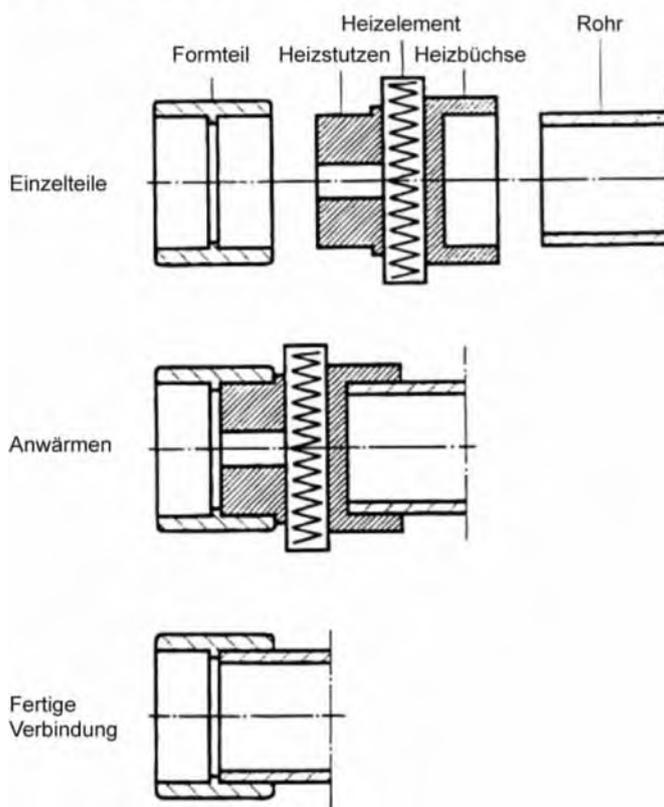
Die Schweißtemperatur beträgt  $260 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $250 \text{ }^\circ\text{C}$ ). HMS kann bis einschliesslich Rohraussendurchmesser d63 mit angeschrägten Rohrenden von Hand durchgeführt werden.

#### Erforderliche Werkzeuge

Die erforderlichen Geräte und Maschinen zur Erstellung von HMS-Verbindungen wie für das Heizwendelschweissen müssen den Richtlinien DVS 2208, Teil 1 entsprechen.

Neben dem Kunststofffrohrscheider wird zur Schweißvorbereitung ein Rohranfaswerkzeug benötigt. Für das HMS werden ein elektrisch beheiztes und elektronisch geregeltes Handschweißgerät und/oder eine Schweißmaschine benötigt. Sofern die Geräte, Maschinen sowie Heizbüchse und -stutzen der DVS Richtlinie 2208 entsprechen, mit allen handelsüblichen Werkzeugen durchführbar.

## Schweissablauf



### INSTAFLEX-Schweißwerkzeuge für das HMS

Die INSTAFLEX-Schweißwerkzeuge sind spezifisch auf das Rohrleitungssystem **INSTAFLEX** ausgelegt. Diese Spezifizierung der Werkzeuge bringt in den Bereichen

- Rohraufnahme,
- Heizelement und
- Anschlagssystem

entscheidende Vorteile, die für eine

- kunststoffgerechte,
- funktionssichere und
- wirtschaftliche

Schweißverbindung von grösster Wichtigkeit sind.

## Handscheissgerät (HSG)



Das Handscheissgerät wird elektrisch beheizt (230 V/50 Hz), mit einer Leistung von 800 W. Der Scheisspiegel ist auch in einer 110 V/60 Hz Version für England erhältlich. Die elektronische Temperaturregelung sorgt für gleichbleibende Temperatur an den Heizwerkzeugen.



1 Rot  
2 Grün

Die Temperatur kann über eine Regelschraube nachjustiert werden. Der Status ist an der roten und der grünen Kontrollleuchte erkennbar.

- Rot und Grün brennen  
Gerät heizt auf
- Rot brennt, Grün blinkt  
Gerät ist auf Schweisstemperatur
- Rot brennt, Grün ist aus  
Temperatur zu hoch, Gerät regelt automatisch nach unten

## Scheissmaschine (SM)

Besonders vorteilhaft erweist sich der Einsatz der Scheissmaschine beim Verarbeiten von INSTAFLEX in der Vorfabrikation.



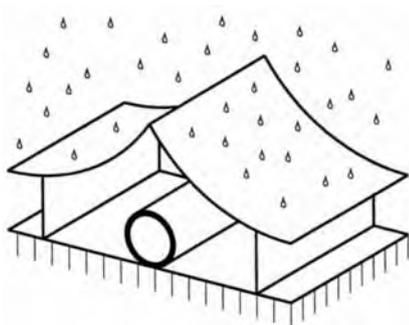
- 1 Prismaspanner für Rohre und Formteile d16 - d63
- 2 Rundspannvorrichtung für Formteile bis d63
- 3 Aufnahme für Handheizelement
- 4 Anschlagknopf für Grundeinstellung
- 5 Drehknopf für Anschlagssystem
- 6 Handrad zum Bewegen der Schlitten

Die elektrischen Funktionen sind identisch mit denen des Handscheissgerätes, die Leistung beträgt ebenfalls 800 W. Einfache Handhabung und eine spezielle Formteilaufnahme für spannungsarmes Scheissen machen die Maschine zu einem wertvollen Hilfsmittel bei der Verarbeitung.

## Schweissvorbereitung d16 bis d110

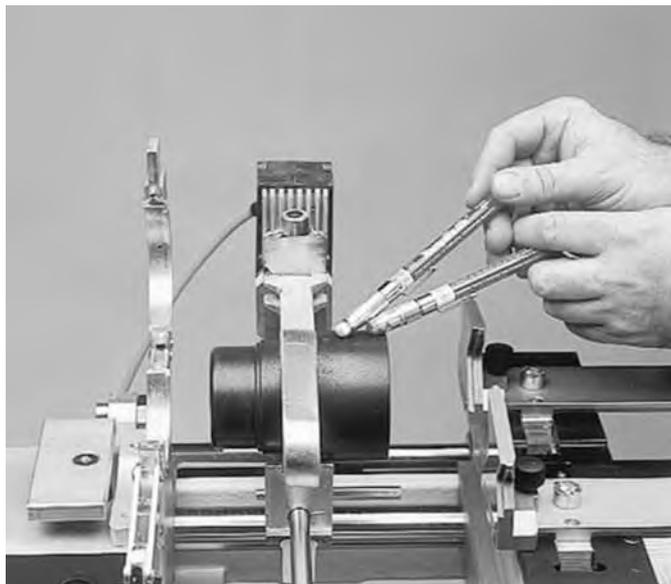
### Schweissvorbereitung

Schützen Sie das Schweissgerät und den Schweissbereich vor Nässe- und Schmutzeinwirkung.



### Periodische Temperaturkontrolle

Stellen Sie die Schweisstemperatur am Heizelement auf 260 °C ein. **INSTAFLEX** benötigt für die Heizelement-Muffenschweissung eine Temperatur zwischen 250 °C und 270 °C. Sie können die Schweisstemperatur an der Aussenseite der Heizbuchse mit Thermochromstiften prüfen. Diese Prüfung muss, dies gilt besonders bei starken Witterungseinflüssen, periodisch wiederholt werden.



Temperaturprüfung

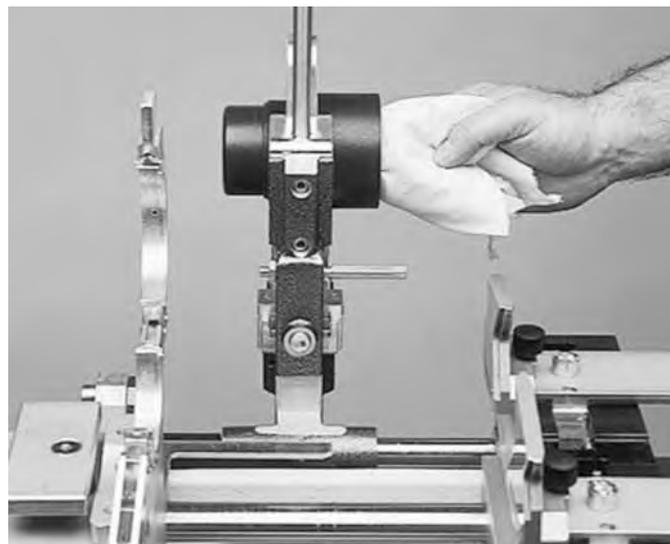
Die richtige Temperatur des Heizelements ist erreicht, wenn der 253 °C - Stift an der Aussenseite der Heizbuchse abschmilzt und der 274 °C - Stift nicht abschmilzt. Sie können die Muffenschweissung bei Einhaltung der Schweissparameter bis zu Umgebungstemperaturen von -10 °C ausführen.

### Reinigen Heizmuffe und -stutzen

Reinigen Sie die Heizbuchse und den Heizstutzen nach jeder Schweissung mit einem sauberem nichtfaserndem, trockenem Papier **ohne** Reinigungsmittel.

### Achtung:

Es besteht Verbrennungsgefahr. Heizwerkzeuge sind bis 270 °C heiss.



Reinigung

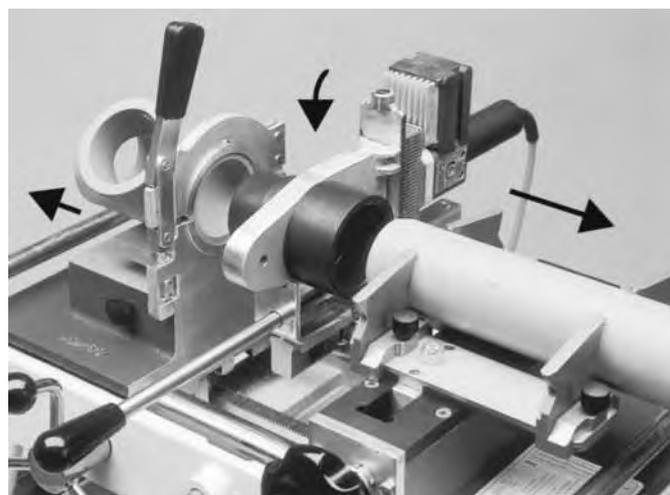
### Hinweis:

Beschädigte oder verschlissene Heizbuchsen können zu Schweissfehlern führen. Bitte tauschen Sie die Heizbuchsen aus oder senden Sie sie zur Neubeschichtung an GF Piping Systems zurück.

### Kontrolle der Schweissmaschine

Bevor Sie mit der Schweissarbeit beginnen ist die Justierung der Schweissmaschine zu prüfen. Hierbei sind von besonderer Bedeutung:

- axiales Fluchten der Spanneinheiten von Formteil und Rohr mit Heizstutzen und Heizbuchse und
- die richtige Einstellung der Endanschläge.



### Rohre abtrennen

Trennen Sie die Rohre rechtwinklig ab.

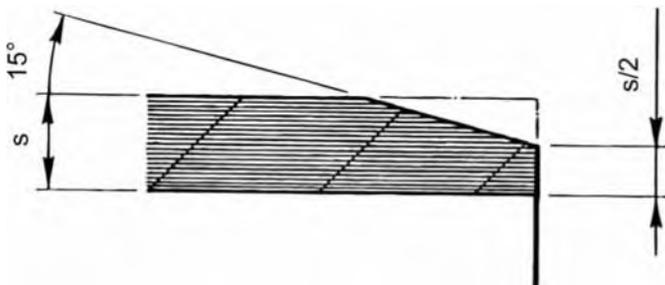


### Anfasen der Rohrenden

Fasen Sie die zu verschweisenden Rohrenden ab der Dimension d25 an. Dadurch gewährleisten Sie ein sicheres Einführen des Rohres in die muffenförmige Heizbuchse. Zusätzlich reduzieren Sie durch das Anfasen die Kraft, die beim Einschieben des kalten Rohres in die Heizbuchse nötig ist. Fasen Sie die Rohrenden unter einem Winkel von 15° bis zur halben Wanddicke an.

#### Achtung:

Bearbeiten Sie Rohre mit den Dimensionen d16 und d20 nicht.



Anfasen

### Reinigen von Formteil und Rohr

Reinigen Sie die Verbindungsflächen der zu verschweisenden Teile - Formteil und Rohrende - unmittelbar vor dem Beginn des Schweißens. Benutzen Sie zum Reinigen ein saugfähiges, nichtfaserndes Papier und Reinigungsmittel **Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023**. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier.



Reinigung des Rohrendes



Reinigung des Formteils

Ein Markieren zum Ausrichten von Formteil und Rohr ist bei INSTAFLEX nicht nötig, da folgende Markierungen werkseitig aufgebracht sind:

Rohr	Linienmarkierung
Formteil	Markierung alle 45°

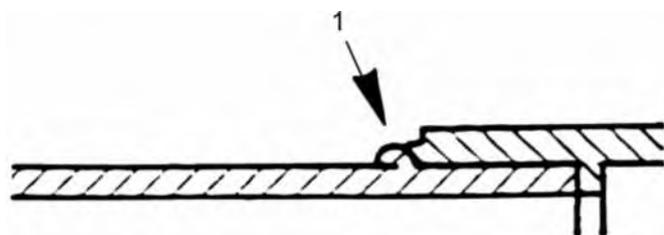
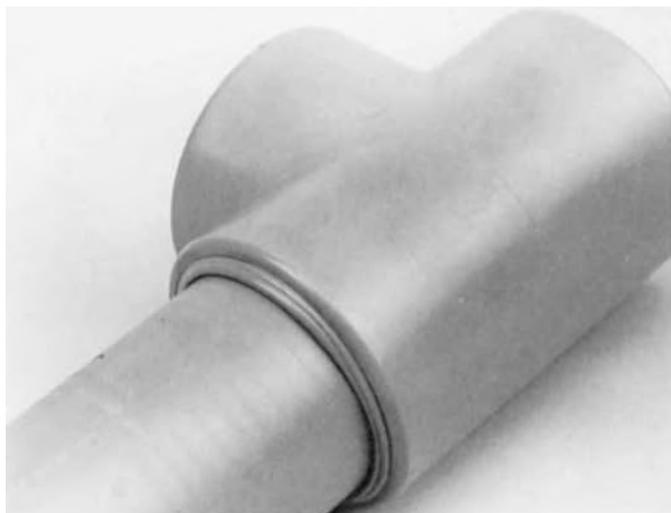


### Schweissparameter

Rohraussendurchmesser	Minimum Wandstärke	Einsteck- und Füge-tiefe (Schweis-slänge)	Anwärmzeit	Haltezeit	Abkühlzeit
d [mm]	s [mm]	[mm]	t [s]	t1 [s]	t2 [min]
16	2,0	15	5	15	2
20	2,0	15	6	15	2
25	2,3	18	6	15	2
32	2,9	20	10	20	4
40	3,7	22	14	20	4
50	4,6	25	18	30	4
63	5,8	28	22	30	6
75	6,8	31	26	60	6
90	8,2	36	30	75	6
110	10	42	35	90	6

#### Kontrolle der Schweissung

Prüfen Sie den äusseren Wulst der Schweissnaht. Der Schweisswulst muss auf dem ganzen Umfang vorhanden sein.



1 Schweisswulst

#### Druckprobe

Bis zum Beginn der Druckprüfung müssen alle Schweissverbindungen völlig abgekühlt sein. Im Minimum ist eine Wartezeit von **einer Stunde** nach Beendigung des letzten Schweissvorganges einzuhalten.

#### Anforderung an den Schweißer der Rohre

Jeder Schweißer muss ausgebildet sein. Die nötige Qualifikation kann durch eine Kunststoffschweißerprüfung bei einem fachspezifischen Institut, z. B. SKZ-Würzburg, sinngemäss wie in DVS 2212 beschrie-

ben, erworben werden. Kontaktieren Sie Ihre lokale GF Verkaufsgesellschaft für genauere Informationen.

Für das Verschweissen von INSTAFLEX-Rohren und INSTAFLEX-Formteilen wird auch ein spezielles Trainingsprogramm von GF Piping Systems angeboten.

**Verbindliche Handhabung und Sicherheitshinweise entnehmen Sie der «Anleitung für die PB-Heizelement-Muffenschweissung».**

## Ausführung der Handschweissung d16 bis d63

### Reinigung von Formteil und Rohr

Reinigen Sie die Verbindungsflächen der zu verschweissenden Teile - Formteil und Rohrende - unmittelbar vor dem Beginn des Schweissens. Benutzen Sie zum Reinigen ein saugfähiges, nichtfaserndes Papier und Reinigungsmittel **Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023**. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier.



Reinigung des Rohrendes



Reinigung des Formteils

### Einstecktiefe markieren

Zeichnen Sie die Einsteck- und Fügetiefe entsprechend des Rohres an. Achten Sie darauf, dass der Markierungsstrich beim Anwärmen und Fügen sichtbar bleibt.

Rohrdimension d [mm]	Einsteck- und Fügetiefe (Schweisslänge) [mm]
16	15
20	15
25	18
32	20
40	22
50	25
63	28



Anzeichnen der Einsteck- und Fügetiefe

Bei allen INSTAFLEX-Formteilen ist die Einstecktiefe auch auf dem Formteil markiert.

### Rohrende und Formteilmuffe anwärmen

Schieben Sie Rohrende und Formteilmuffe auf Heizmuffe bzw. Heizstutzen ohne Verdrehen und nicht zu schnell auf (Material schmilzt langsam auf).

Die Anwärmzeit beginnt, wenn Rohr und Formteil ganz in die Heizmuffe ein- bzw. auf den Heizstutzen aufgeschoben sind. Nach dem Anwärmen ziehen Sie Formteil und Rohr **langsam** und ohne Verdrehen von den Heizwerkzeugen ab.



Rohrdimension d	Anwärmzeit t
[mm]	[s]
16	5
20	6
25	6
32	10
40	14
50	18
63	22

### Fügen von Rohr und Formteil

Fügen Sie Formteil und Rohr nach dem Anwärmen sofort und ohne Verdrehen axial zusammen. Achten Sie auf die Halte- und Abkühlzeit. Verdrehen Sie während und nach dem Fügen nicht die Teile.

**Die Markierung muss immer sichtbar bleiben!**



Fügen von Formteil und Rohr

Rohrdimension d	Haltezeit	Abkühlzeit Minimum
[mm]	[s]	[min]
16	15	2
20	15	2
25	15	2
32	20	4
40	20	4
50	30	4
63	30	6

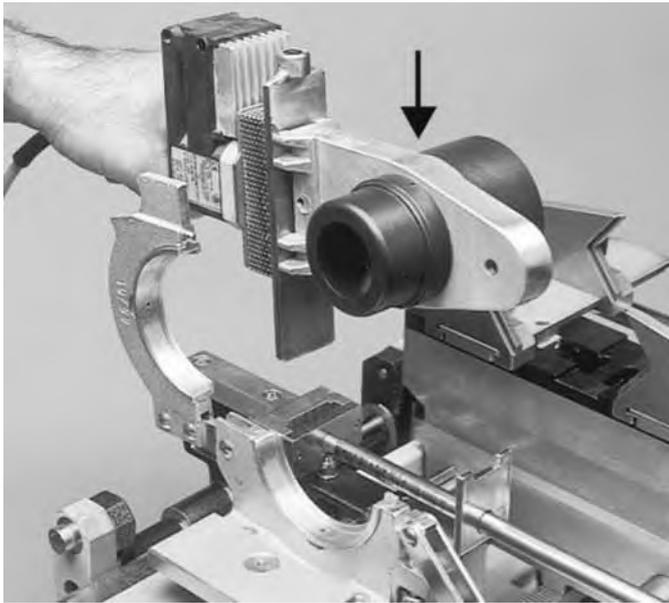
#### Haltezeit:

Während dieser Zeit müssen die gefügten Teile (Formteil und Rohr) verdrehsicher festgehalten werden.

#### Abkühlzeit:

Die verschweissten Teile (Formteil und Rohr) dürfen erst nach Ablauf der Abkühlzeit durch die weiteren Verlegearbeiten beansprucht werden.

## Maschinenschweissung d16 bis d63



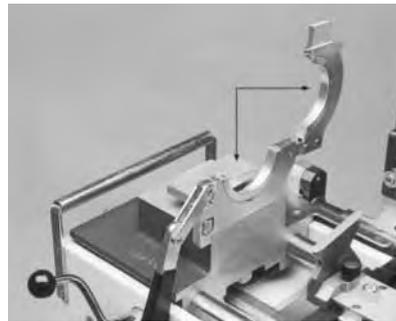
Stecken Sie das Handschweissgerät in die vorgesehene Halterung ein.



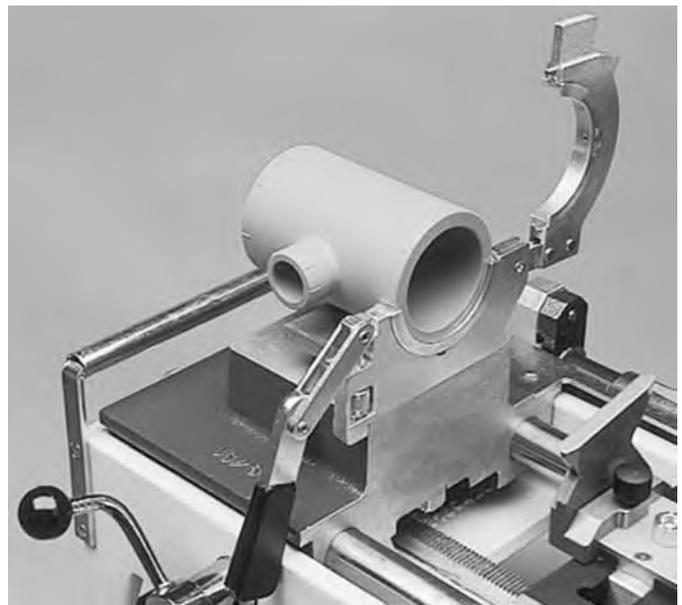
Fixieren Sie das Handschweissgerät mit dem Griffhebel.



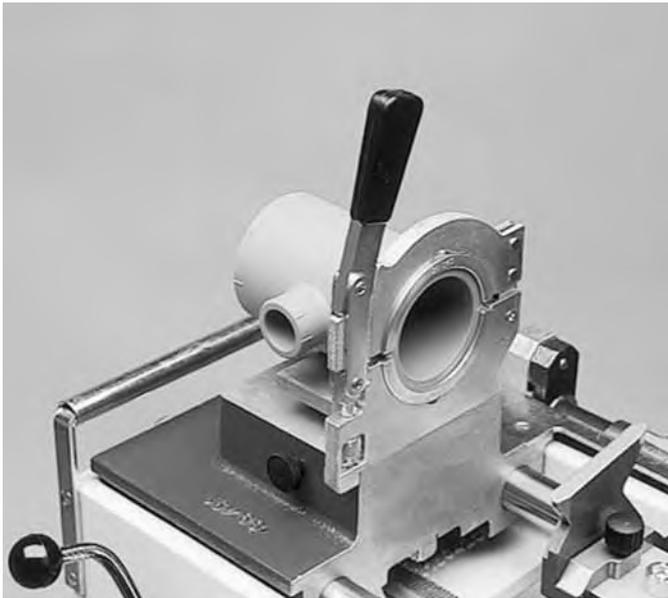
Stellen Sie das Anschlagssystem auf die zu verschweisende Dimension ein.



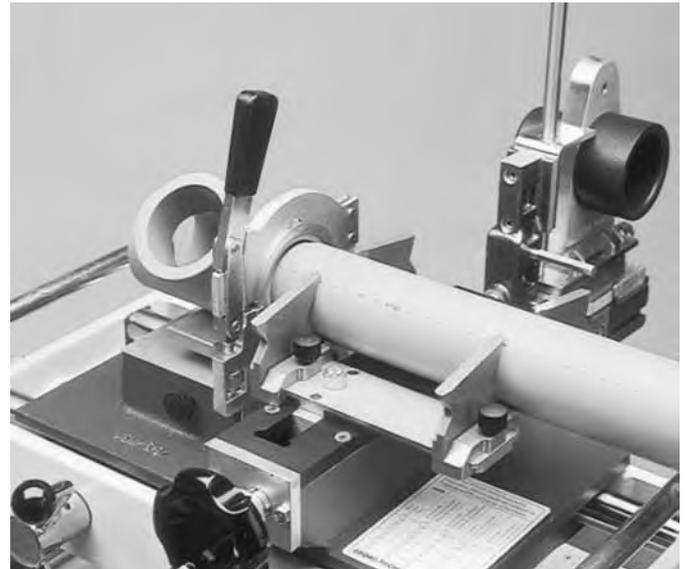
Setzen Sie die Formteil-Spannschalen in der jeweilig benötigten Dimension in die Halterung ein.



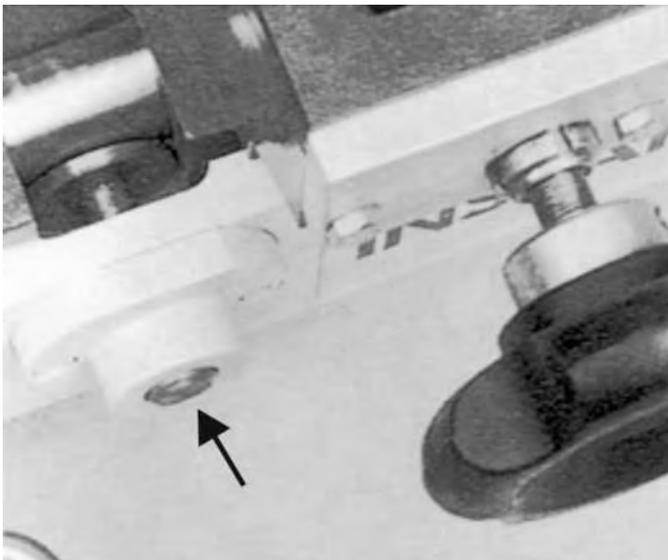
Legen Sie das Formteil in die Aufnahme ein.



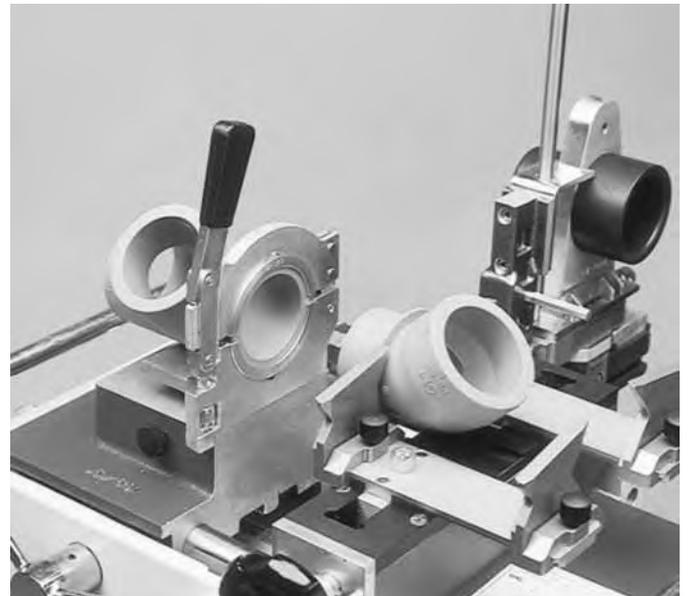
Fixieren Sie das Formteil in der Aufnahme.



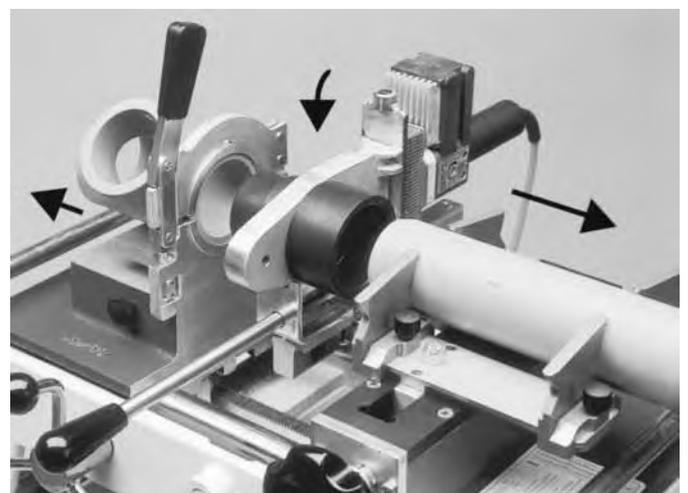
Schieben Sie das Rohr bündig in das Formteilende ein und fixieren Sie es im Prismaspanner.



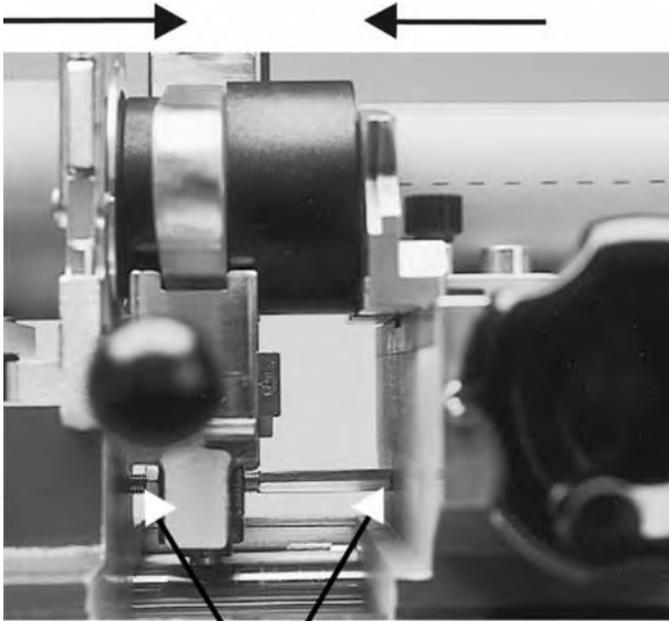
Drücken Sie den Anschlagknopf und fahren Sie die Schlitten mit dem Handrad auf Anschlag zusammen.



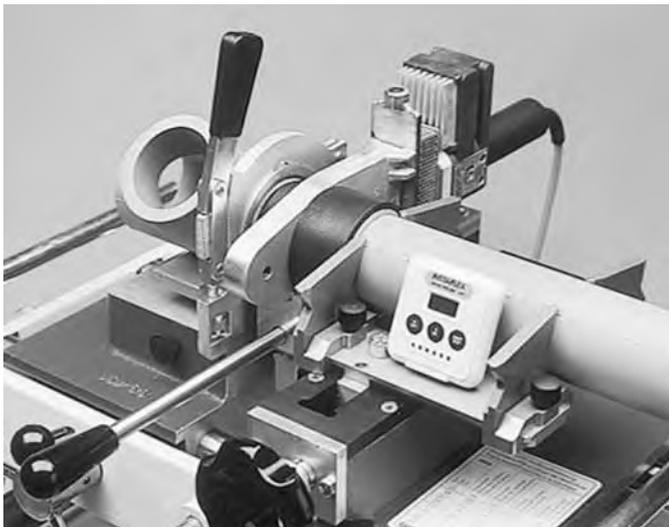
Sie können auch Formteile in den Prismaspanner spannen. Dadurch können auch sehr enge Formteilkombinationen geschweisst werden.



Fahren Sie die Schlitten mit Rohr und Formteil auseinander und schwenken Sie das Heizelement ein.



Wärmen Sie Rohrende und Formteilmuffe an. Schieben Sie Rohrende und Formteilmuffe dazu langsam auf Heizmuffe bzw. Heizstützen auf. (Material schmilzt langsam auf). Fahren Sie beide Schlitten auf Anschlag zusammen.



Die Anwärmzeit beginnt, wenn Rohr und Formteil ganz in die Heizmuffe ein- bzw. auf den Heizstützen aufgeschoben sind.

Rohrdimension d [mm]	Anwärmzeit [s]
16	5
20	6
25	6
32	10
40	14
50	18
63	22



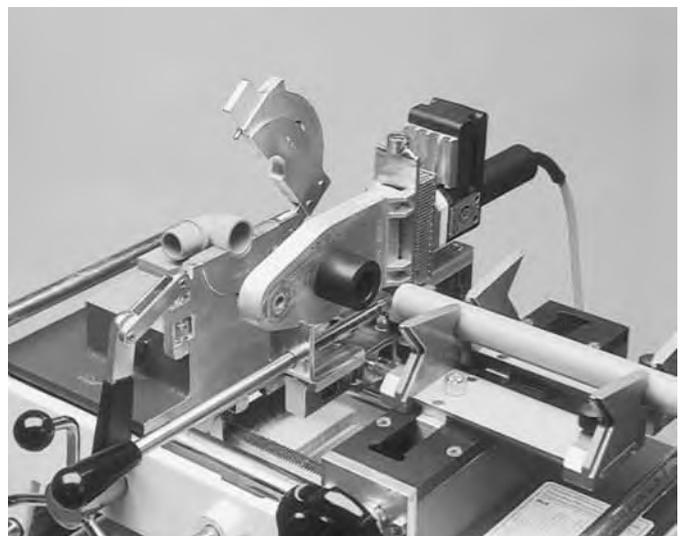
Nach dem Anwärmen ziehen Sie Rohr und Formteil langsam von den Heizwerkzeugen ab, schwenken das Heizelement aus und fügen Rohr und Formteil sofort zusammen. Achten Sie auf die Halte- und Abkühlzeit.

**Haltezeit:**

Während dieser Zeit müssen die gefügten Teile (Formteile und Rohr) in der Maschine eingespannt bleiben.

Rohrdimension d [mm]	Haltezeit [s]	Abkühlzeit Minimum [min]
16	15	2
20	15	2
25	15	2
32	20	4
40	20	4
50	30	4
63	30	6

### Dimensionswechsel

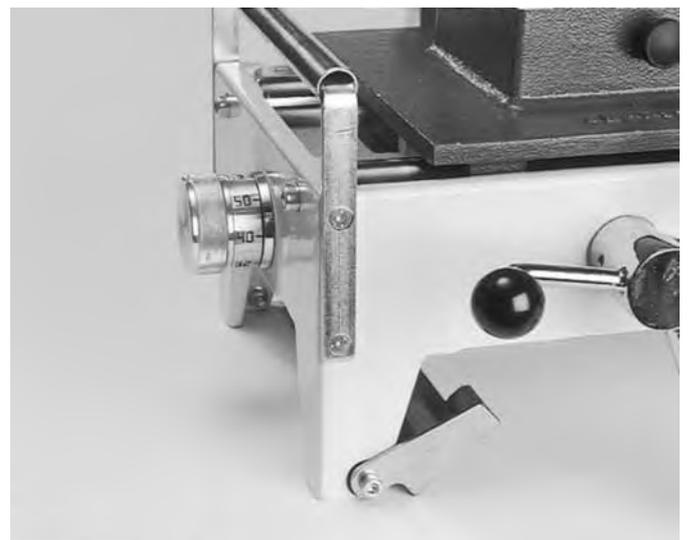
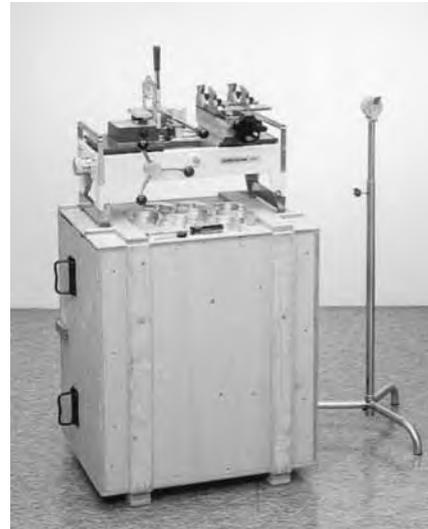


**Achtung:** Verbrennungsgefahr!

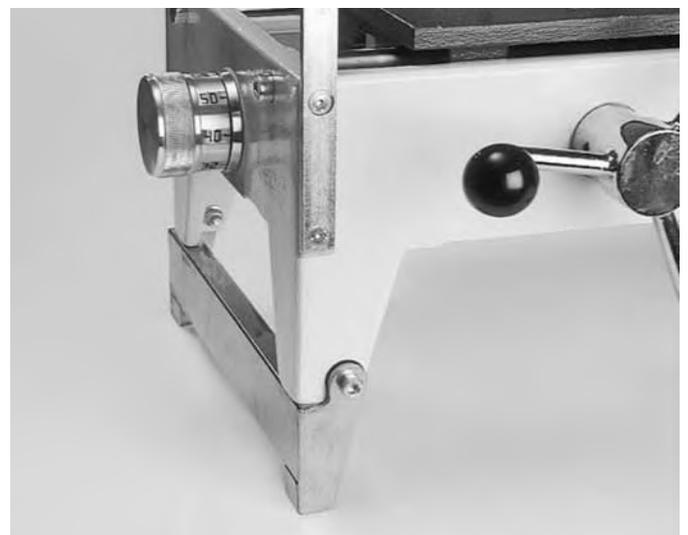
Entfernen Sie die Heizmuffe und der Heizstutzen vom Handschweiss-Spiegel und ersetzen Sie sie durch die Heizstutzen und Heizmuffe in der jeweiligen Dimension. Bei der Formteilaufnahme werden die Spannschalen ausgewechselt. Der Prismaspanner ist unabhängig von der Dimension.

**Transporthinweis**

Klappen Sie die Maschinenfüsse zum Transport der Maschinen in der zugehörigen Holzkiste um. Die Holzkiste kann auch als Arbeitstisch benutzt werden.



Transportstellung der Füsse



Arbeitsstellung der Füsse

**Schweisprotokoll**

Schweisprotokolle sind bei Anforderung auszustellen.  
Muster siehe Folgeseite.



## Aufschweiss-Sättel d50 bis d110

### Montageanleitung Aufschweiss-Sättel Dimensionen d50 bis d110



Auswahl der Bohrerdimension:

- Ein Bohrer für Abgang: 20, 25, 32
- Ein Bohrer für Abgang: 40, 50



Heizbuchsen für die jeweilige Dimension



Markieren Sie die Bohrstelle.



Setzen Sie ca. 15 bis 20 cm neben der Bohrstelle eine Rohrschelle, damit das Rohr sich während der Montage nicht ausbiegen kann.



Durchbohren Sie die Rohrwand mit dem Bohrer-Code: 761 068 033. Benutzen Sie eine drehzahlgeregelte Bohrmaschine mit 300–350 U/Min.

**Wichtig:**

Durchbohren Sie die Rohrwand im rechten Winkel.



Fassen Sie die Bohrung an. Dadurch lässt sich die Heizbuchse im nächsten Arbeitsschritt leichter in die Bohrung einführen.



Reinigen Sie das Rohr und die Bohrung mit Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier.



Reinigen Sie den Aufschweiss-Sattel mit Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier. Achten Sie darauf, dass Sattel- und Rohrdimension übereinstimmen.



Montieren Sie die Heizbuchsen auf den Schweiss-Spiegel.



Schieben Sie den Aufschweiss-Sattel und das Rohr gleichzeitig auf die Heizbuchsen. Anwärmzeiten siehe Tabelle 1.



1 Schmelzwulst  
Nach dem Anwärmen von Rohr und Sattel hat sich am Rohr um die Bohrung eine gleichmässige Schmelzwulst gebildet.



Nach dem Abziehen von den Heizbuchsen drücken Sie sofort den Aufschweiss-Sattel in das Rohr. Achten Sie darauf, den Sattel dabei nicht zu verdrehen. Halte- und Abkühlzeiten siehe Tabelle 1.



Reinigen Sie nach jeder Schweissverbindung die Heizbuchsen. Für die nächste Schweissverbindung darf kein Polybuten auf den Heizbuchsen sein.



Resultat: Der Sattel ist auf das Rohr geschweisst.



Sie können an den Schweiss-Sattel variable Anschlüsse anbringen.

## Aufschweiss-Sättel d125 bis d225

### Montageanleitung Aufschweiss-Sättel Dimension d125 bis d225

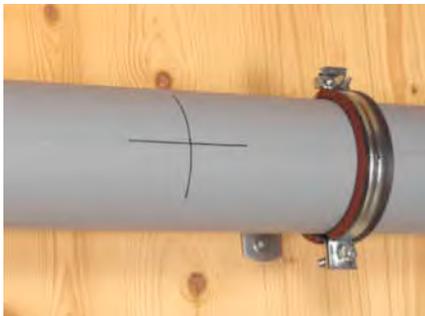


Auswahl der Bohrerdimension:

- Ein Bohrer für Abgang: 20, 25, 32
- Ein Bohrer für Abgang: 40, 50



Heizbuchsen für die jeweilige Dimension



Markieren Sie die Bohrstelle.



Durchbohren Sie die Rohrwand mit einem Bohrer. Benutzen Sie eine drehzahl-geregelte Bohrmaschine mit 300–350 U/Min.

**Wichtig:**

Durchbohren Sie die Rohrwand im rechten Winkel.



Fassen Sie die Bohrung um 3–4 mm an. Dadurch lässt sich die Heizbuchse im nächsten Arbeitsschritt leichter in die Bohrung einführen.



Reinigen Sie das Rohr und die Bohrung mit Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier.



Reinigen Sie den Aufschweiss-Sattel mit Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier. Achten Sie darauf, dass Sattel- und Rohrdimension übereinstimmen.



Montieren Sie die Heizbuchsen auf den Schweiß-Spiegel.



Schieben Sie den Aufschweiss-Sattel und das Rohr gleichzeitig auf die Heizbuchsen. Anwärmezeit siehe Tabelle 2.



1 Schmelzwulst  
Nach dem Anwärmen von Rohr und Sattel hat sich am Rohr um die Bohrung eine gleichmässige Schmelzwulst gebildet.



Nach dem Abziehen von den Heizbuchsen drücken Sie sofort den Aufschweiss-Sattel in das Rohr. Achten Sie darauf, den Sattel dabei nicht zu verdrehen. Halte- und Abkühlzeiten siehe Tabelle 2.



Reinigen Sie nach jeder Schweissverbindung die Heizbuchsen. Für die nächste Schweissverbindung darf kein Polybuten auf den Heizbuchsen sein.



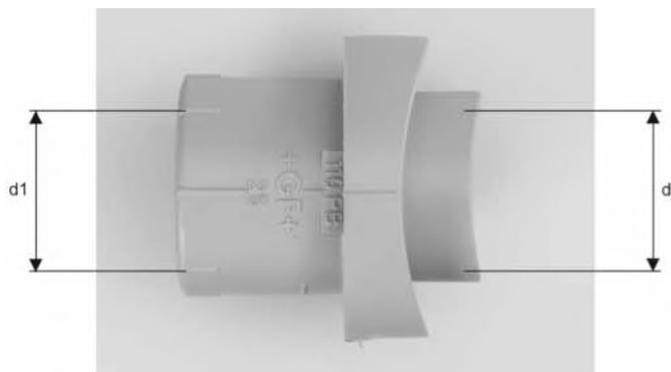
Resultat: Der Sattel ist auf das Rohr geschweisst.



Sie können an den Schweiss-Sattel variable Anschlüsse anbringen.

## Aufschweiss-Sättel Schweisszeiten

### Schweisszeiten



**Tabelle 1:**

Dim. d - d1 [mm]	Temp. [°C]	Aufschweiss-Sattel auf Rohr			Rohr in Aufschweiss-Sattel		
		Schweisszeit			Schweisszeit		
		Anwärmzeit [s]	Haltezeit [s]	Abkühlzeit Min.	Anwärmzeit [s]	Haltezeit [s]	Abkühlzeit Min.
50 - 20	260	22 - 24	30	4	6	15	2
50 - 25	260	22 - 24	30	4	6	15	2
50 - 32	260	22 - 24	30	4	10	20	4
63 - 20	260	22 - 24	30	4	6	15	2
63 - 25	260	22 - 24	30	4	6	15	2
63 - 32	260	22 - 24	30	4	10	20	4
75 - 20	260	24 - 26	30	4	6	15	2
75 - 25	260	24 - 26	30	4	6	15	2
75 - 32	260	24 - 26	30	4	10	20	4
90 - 20	260	26 - 28	30	4	6	15	2
90 - 25	260	26 - 28	30	4	6	15	2
90 - 32	260	26 - 28	30	4	10	20	4
110 - 20	260	28 - 32	30	4	6	15	2
110 - 25	260	28 - 32	30	4	6	15	2
110 - 32	260	28 - 32	30	4	10	20	4

**Tabelle 2:**

125 - 32	260	29 - 33	30	4	10	20	4
125 - 40	260	31 - 35	30	4	14	20	4
125 - 50	260	31 - 35	30	4	18	30	4
160 - 32	260	28 - 30	120	4	10	20	4
160 - 40	260	42 - 45	120	4	14	20	4
160 - 50	260	42 - 45	120	4	18	30	4
225 - 32	260	25 - 30	120	4	10	20	4
225 - 40	260	45 - 50	120	4	14	20	4
225 - 50	260	45 - 50	120	4	18	30	4

## Aufschweiss-Sättel Abstände

### Abstände der Aufschweiss-Sättel

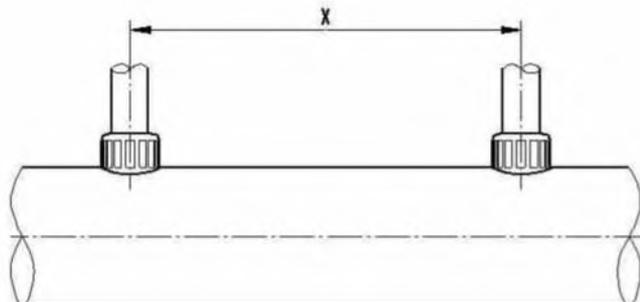
Bei der Positionierung der Aufschweiss-Sättel auf dem INSTAFLEX-Rohr müssen Sie folgende Abstände berücksichtigen:

- Abstand zwischen zwei Aufschweiss-Sätteln
- Abstand der Aufschweiss-Sättel über den Umfang
- Abstand zwischen Aufschweiss-Sattel und Fitting

Achten Sie ausserdem darauf, dass die Satteldimensionen rohreseitig mit der Rohrdimension übereinstimmt.

### Abstand zwischen zwei Aufschweiss-Sätteln

Der minimale Abstand  $X$  zwischen zwei Aufschweiss-Sätteln muss mindestens **30 mm** betragen. Diese Angabe ist gültig für die Rohrdimensionen 50–225 mm mit allen Abgängen. Für die Ermittlung des Abstandes wurden an den eingeschweissten Sätteln Berst- und Pulsationsprüfungen durchgeführt.

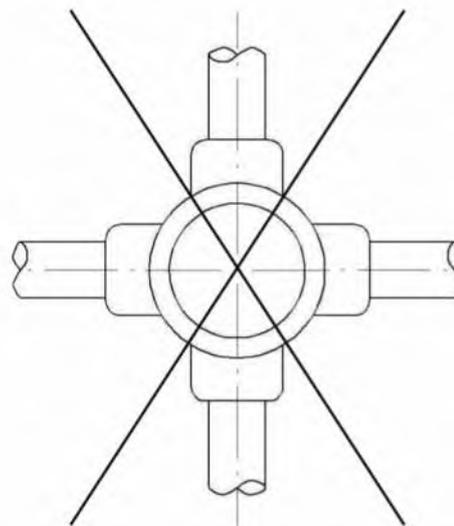


Zulässig

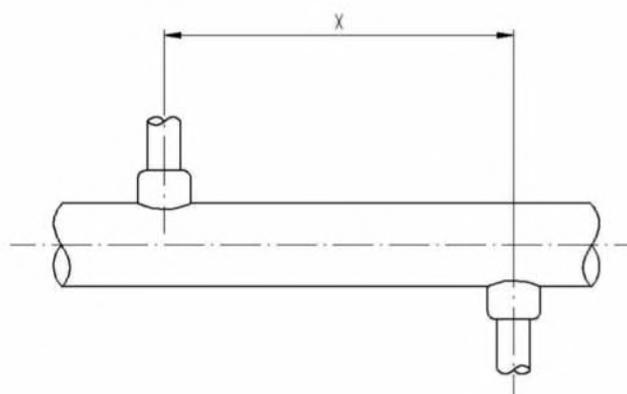
### Abstand der Aufschweiss-Sättel über den Umfang

#### Rohrdimension d50 bis d90

Wurde an dem Rohr ein Aufschweiss-Sattel eingeschweisst, ist es unzulässig über den Umfang an dieser Stelle einen weiteren oder mehrere Aufschweiss-Sättel einzuschweissen. Alternativ kann mit einem Mindestabstand  $X$  von 30 mm über den Umfang erneut ein Sattel eingeschweisst werden. Diese Angabe ist gültig für die Rohrdimensionen 50 bis 90 mm mit einem Abgang d20, d25 und d32 mm.



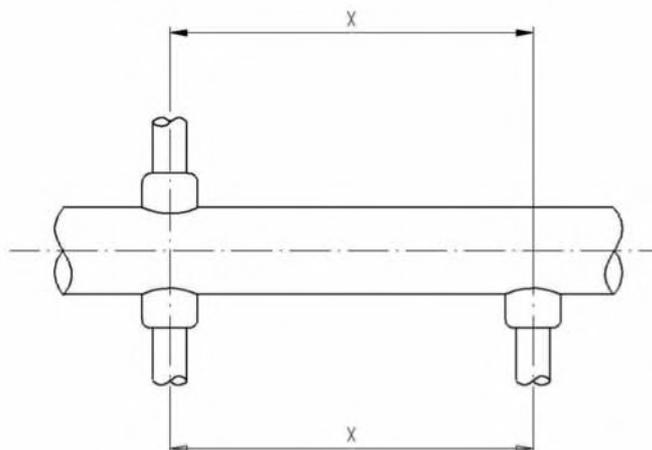
Nicht zulässig!



Zulässig

#### Rohrdimension d110 bis d225

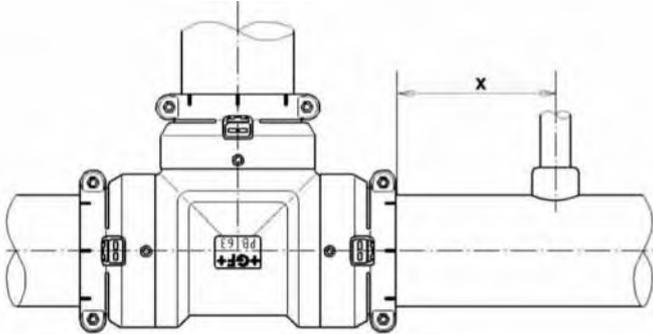
Wurde bei den Dimensionen d110 bis d225 an dem jeweiligen Rohr ein Aufschweiss-Sattel eingeschweisst, **ist es zulässig** über den Umfang um 180° versetzt einen weiteren Aufschweiss-Sattel einzuschweissen. Der Mindestabstand von  $X = 30$  mm von Sattel zu Sattel ist auch hier zwingend einzuhalten. Es ist unzulässig mehr als 2 Sättel über den Umfang einzuschweissen.



Zulässig

### Abstand zwischen Aufsweisss-Sattel und Fitting

Der minimale Abstand X zwischen Aufsweisss-Sattel und Fitting muss mindestens 30 mm betragen. Diese Angabe ist gültig für die Dimensionen 50–225 mm unabhängig von der Dimension des Abganges.



Zulässig

## Heizwendelschweissen (HWS)

### Die INSTAFLEX-Heizwendelschweiss(HWS)-Verbindung von d16 bis d110

Für INSTAFLEX-Rohre und -Formteile wird das gleiche Polybuten(PB)-Material verwendet. Dadurch ist die ideale Voraussetzung für eine stoffschlüssige Schweissverbindung gegeben.

#### Allgemeine Anforderungen

INSTAFLEX-HWS-Formteile aus PB sind für Betriebsdrücke bis 16 bar bei 20 °C und 10 bar bei 70 °C geeignet. Die jeweiligen länderspezifischen sowie die für eine stoffschlüssige Verbindung notwendigen Anforderungen wurden bei der Entwicklung berücksichtigt.

#### Das Heizwendelschweiss(HWS)-Verfahren

Beim Heizwendelschweissen werden Rohr und Formteil überlappend und ohne Verwendung von Zusatzstoffen verschweisst. Die zum Verschweissen von Rohr und Formteil benötigte Wärme wird mit Hilfe der in der Muffe eingebetteten Widerstandsdrähte eingebracht.

Die geregelte Zufuhr elektrischer Energie erfolgt über das **INSTAFLEX HWSG-3-Schweisgerät**. Der zum Schweissen erforderliche Schweissdruck wird durch die masslich aufeinander abgestimmten INSTAFLEX-Rohre und INSTAFLEX-HWS-Formteile erreicht. Rohre und Formteile können nicht mit anderen Systemen kombiniert werden.



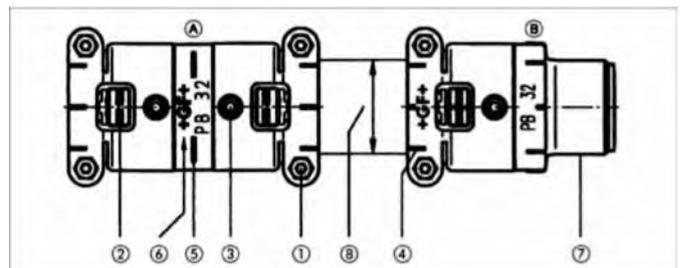
### INSTAFLEX-HWS-Formteil

Bei der Entwicklung der INSTAFLEX-Heizwendelschweiss(HWS)-Muffe mussten die spezifischen Gegebenheiten des Haustechnik-Rohrleitungsbaus berücksichtigt werden:

- Verzicht auf Haltevorrichtungen
- Möglichst keine Rohrendenbearbeitung
- Kein axiales Verschieben der Rohre bei der Montage
- Einfache funktions- und bedienungssichere Kabelverbindung
- Gut sichtbare Kennzeichnung und Schweissanzeige
- Einfacher Übergang von Heizwendel- auf Heizelement-Muffenschweissen

Alle diese Forderungen waren Grundlage bei der Entwicklung der INSTAFLEX-HWS-Formteile. Darüber hinaus wurden auch die Vorteile der INSTAFLEX-Heizelement-Muffenschweiss-Formteile mit berücksichtigt.

#### Merkmale der INSTAFLEX-HWS-Formteile

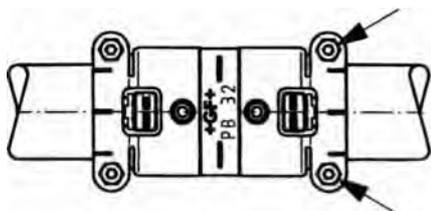


- 1 Integrierte Rohrfixierung
- 2 Kodierter Ein-Stecker-Anschluss für das Schweißkabel
- 3 Optische Schweissanzeige
- 4 Gradmarkierung (alle 45°) für Bauteilkombinationen
- 5 Einstecktiefenmarkierung
- 6 Bezeichnung für Hersteller, Werkstoff und Dimension
- 7 Stutzen für Heizelement-Muffenschweissung
- 8 Formteilinnendurchmesser, ausgelegt als Überschiebmuffe

## Vorteile der INSTAFLEX- Heizwendelschweiss(HWS)-Formteile

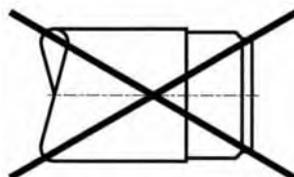
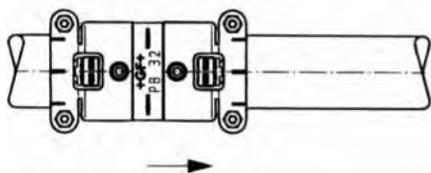
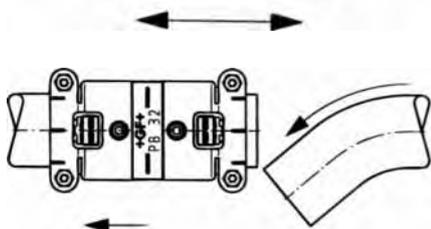
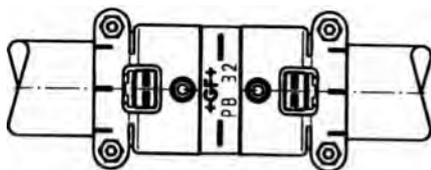
### Integrierte Rohrfixierung

Durch die im Formteil integrierte Rohrfixierung kann beim Verschweissen auf zusätzliche Haltevorrichtungen verzichtet werden. Besonders bei schlecht zugänglichen Orten der Leitungsführung (störende Heizungsrohre, Lüftungskanäle) wie im Sanierungsbereich ist der Wegfall von Haltevorrichtungen ein entscheidender Vorteil.



### Überschiebmuffe

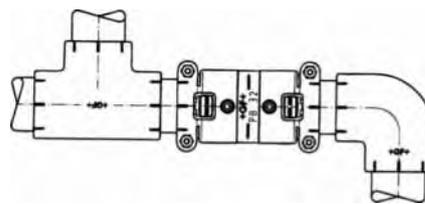
Die Masse der INSTAFLEX-Rohre und -HWS-Formteile sind aufeinander abgestimmt. Die HWS-Muffen ist als Überschiebmuffe ausgebildet und der Mittenanschlag muss noch ausgebrochen werden, aber eine spanabhebende Bearbeitung der Rohrenden ist nicht nötig.



**Achtung!**  
Die HWS-Muffe darf nicht zum Längenausgleich verwendet werden. Beide Rohrenden müssen bis zum Anschlag in die Muffe eingeschoben werden.

### Formteilmarkierungen

Die auf dem Formteil aufgebrachte Gradmarkierung (alle 45°) erlaubt das positionsgenaue Verbinden von vorgefertigten Leitungskombinationen.



## INSTAFLEX HWSG-3-Schweißgerät



Das INSTAFLEX HWSG-3-Schweißgerät ist speziell auf die Verschweissung der INSTAFLEX-Heizwendelschweissfittings mit Rohr konzipiert.

### Die Merkmale des INSTAFLEX HWSG-3-Schweißgerätes sind:

- Erkennung der angeschlossenen Dimension durch Messung des elektrischen Widerstandes
- Fehler durch falsches Einstellen von Parametern sind ausgeschlossen
- Vollautomatischer Schweißprozess
- Beginn und Ende des Schweißprozesses werden akustisch und visuell übermittelt
- Störung des Schweißprozesses wird angezeigt
- Gleichzeitige Schweißung drei unterschiedlicher Dimensionen möglich



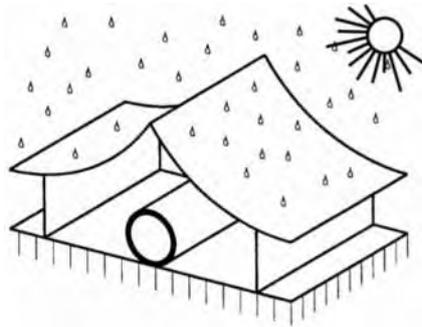
HWS-Fittinge

### Schweissparameter

Rohraussen- durchmesser d [mm]	Einstecktiefe l		Schweisszeit t [s]
	Muffe [mm]	Formteil [mm]	
16	38	38	37
20	40	40	47
25	42	42	55
32	42	42	70
40	47	47	120
50	49	49	145
63	51	51	180
75	67	67	185
90	74	74	200
110	80	80	210

### Schweissvorbereitung

Schützen Sie das Schweißgerät und den Schweißbereich vor Nässe- und Schmutzeinwirkung.



Trennen Sie die Rohre rechtwinklig ab und entgraten Sie sie innen.

Fasen Sie die Rohrenden **nicht** an! Verwenden Sie den Rohrschneider für Kunststoffrohre.



Reinigen Sie die Verbindungsflächen der zu verschweißenden Teile - Formteil und Rohrende - unmittelbar vor dem Beginn des Schweißens. Benutzen Sie zum Reinigen ein saugfähiges, nichtfaserndes Papier und Reinigungsmittel **Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023**. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier.



Reinigung des Formteils



Reinigung des Rohrendes

### **Einstecktiefe markieren**

Zeichnen Sie die Einsteck- und Fügetiefe entsprechend an beiden Rohren an. Achten Sie darauf, dass der Markierungsstrich beim Fügen sichtbar bleibt.

**Keinen Fettstift verwenden.**

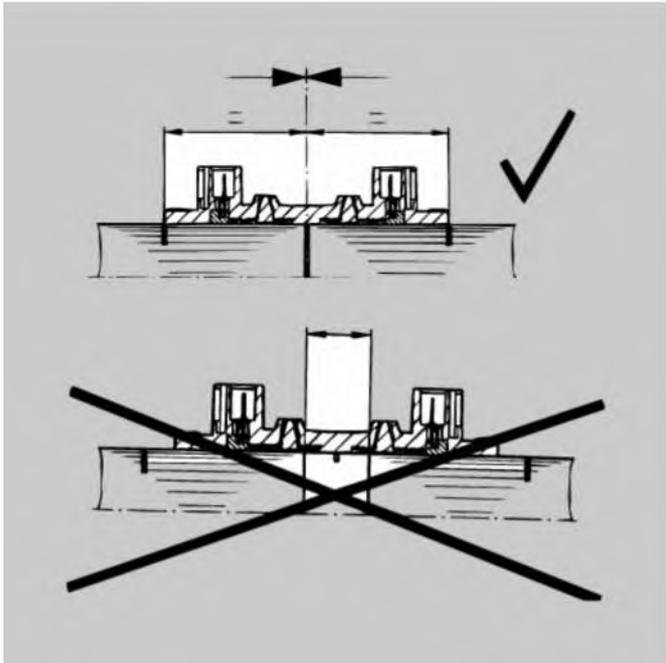


Stecken Sie die Rohre bis zur Markierung in das Formteil. Achten Sie darauf, dass die Rohre stirnseitig in der Mitte der Muffe zusammenstossen. Ziehen Sie die Schrauben der integrierten Rohrfixierung abwechselnd fest an.

### **Hinweis:**

Bei einer Rohroberflächentemperatur von über 40 °C und der damit verbundenen Ausdehnung lässt sich das Formteil, aufgrund der notwendigen engen Toleranzen, erschwert auf das Rohr aufschieben.





Rohre müssen in der Mitte der Muffe zusammenstossen

### Schweissung «starten»

Schliessen Sie das Schweißgerät am Netz an.

Stecken Sie das Schweißkabel am Formteil ein. Sie können bis zu drei Schweissungen gleichzeitig ausführen.

Starten Sie die Schweissung mit der Taste:



Rohrdimension d [mm]	Schweiszeit t [s]	Abkühlzeit t <sub>1</sub> [min]
16	37	2
20	47	2
25	55	2
32	70	4
40	120	4
50	145	4
63	180	6
75	150	6
90	200	6
110	210	6

Während des Schweißprozesses dürfen die zu verschweisenden Teile - Formteil und Rohr - nur mit den aus der vorschriftsmässigen Verlegung (Leitungsfixierung) auftretenden Kräften belastet werden.

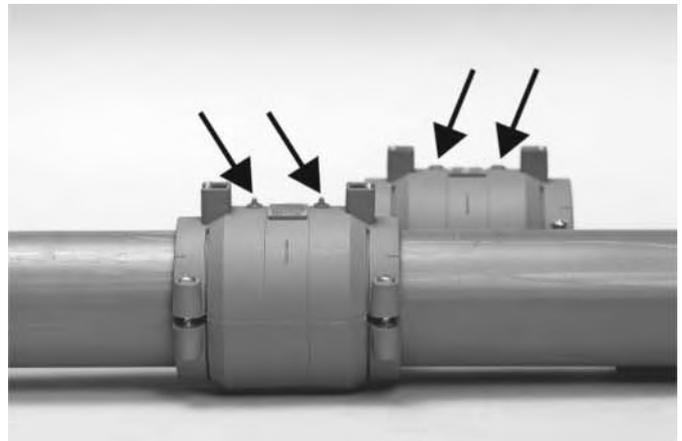


### Abkühlzeit:

Die verschweissten Teile - Formteil und Rohr - dürfen erst nach Ablauf der Abkühlzeit durch die weiteren Verlegearbeiten beansprucht werden.

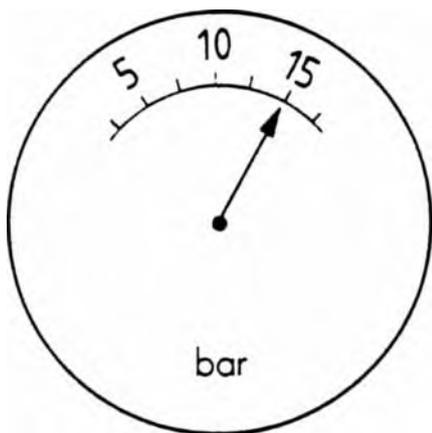
### Kontrolle der Schweissung

Kontrollieren Sie die Schweissung durch die optische Schweissanzeige. Eine verschweisste HWS-Muffe ist an einem austretenden Materialstift erkennbar.



### Druckprobe

Zum Beginn der Druckprobe müssen alle Schweissungen völlig abgekühlt sein. Halten Sie eine Wartezeit von mindestens **einer Stunde** nach dem Beenden des letzten Schweißvorganges ein.



Siehe hierzu auch Kapitel Druckprüfung.

### Funktionen des INSTAFLEX HWSG-3-Schweisssgerätes

Damit das Schweisssgerät fehlerfrei funktioniert müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

Netzspannung	min. 185 V	max. 264 V
Netzfrequenz	min. 47 Hz	max. 65 Hz
Temperatur	min. -15°C	max. 40°C

Diese Grössen werden vom Schweisssgerät während des Schweissvorganges permanent geprüft. Bei Abweichungen wird der Schweissprozess unterbrochen und die Kontrollleuchte **Störung** blinkt auf.

### Funktionsbeschreibung INSTAFLEX HWSG-3-Schweisssgerät

1. Schliessen Sie das Gerät ans Netz an. Alle Kontrollleuchten leuchten zwei Sekunden auf. Die Anzeige Netz leuchtet auf:



2. Schliessen Sie das Schweisskabel an das entsprechende Formteil an. Die Kontrollleuchte Bereit leuchtet auf:



Jeder angeschlossene Schweisskanal erkennt unabhängig das angeschlossene Formteil und dessen Dimension. Es können bis zu drei Schweissungen in unterschiedlichen Dimensionen gleichzeitig ausgeführt werden. Schweisskanäle, die nicht angeschlossen sind, sind während des Schweissprozesses blockiert (stromlos).



3. Starten Sie den Schweißprozess mit der Taste:



Die Anzeige Schweißen blinkt und ein Signalton ertönt zu Beginn des Schweißprozesses:



Die Anzeige Bereit des angeschlossenen Schweißkanals leuchtet:



Zum Stoppen der Schweißung drücken Sie die Taste:



**Achtung:**

Der Vorgang kann danach nicht fortgesetzt werden und die Schweißung ist nicht vollständig.



4. Die Schweißung ist nach Ablauf der längsten Schweißzeit beendet. Ein Signalton ertönt und die Kontrollleuchte Ende leuchtet auf:



Die Anzeige 'Bereit der Kanäle mit kürzeren Schweißzeiten' (unterschiedliche Dimensionen) erlischt, wenn die Schweißung beendet ist:



5. Trennen Sie das Schweißkabel vom Formteil. Die Anzeige Netz leuchtet auf:



Alle drei Schweißkanäle sind für die nächste Schweißung frei gegeben.



### Technische Daten

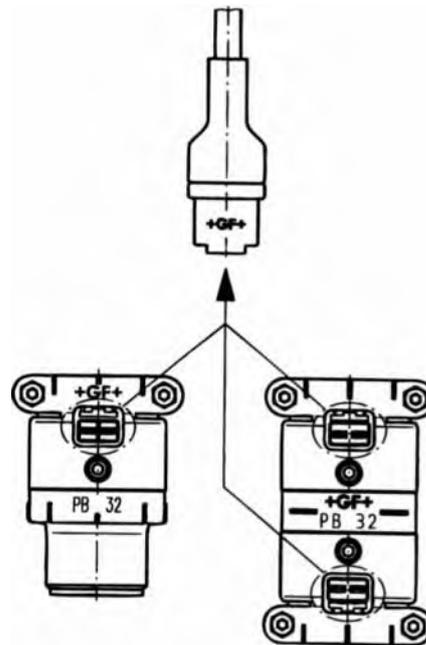
Spannung:	$U_{\text{Prim}}$	230 V
	$U_{\text{Sek}}$	185 V
Frequenz:	50/60 Hz	
Strom:	$I_{\text{Prim}}$	7.5 A
	$I_{\text{Sek}}$	3 x 2.5 A
Leistung:	$P_{\text{Prim}}$	25 - 1400 W
Geräte-Nr.		

### England:

Spannung:	$U_{\text{Prim}}$	110 V
	$U_{\text{Sek}}$	185 V
Frequenz:	60 Hz	
Strom:	$I_{\text{Prim}}$	13 A
	$I_{\text{Sek}}$	3 x 2.5 A
Leistung:	$P_{\text{Prim}}$	1500 W
Geräte-Nr.		

### Formteilanschluss

Die Kodierung in der Steckerpartie jedes HWS-Formteils übermittelt dem Schweißgerät das angeschlossene Formteil und dessen Dimension.



Anschlüsse der HWS-Formteile

### Reinigung

Reinigen Sie das Gerät bei Verschmutzung mit einem feuchten Lappen. Benutzen Sie für die Frontplatte und die Schilder nur Alkohol oder Spiritus, **keinen** Verdünnern oder Lösungsmittel verwenden.

## Fehlermeldungen

Ursache	Behebung
<b>1. Anschliessen des Gerätes ans Netz</b>	
Alle Kontrollleuchten blinken: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzspannung liegt nicht im vorgesehenen Bereich (185–264 V)</li> <li>• Umgebungstemperatur zu hoch oder zu tief (-15– +40 °C)</li> </ul>	Andere Stromquelle wählen. Gerät vor Kälte- oder Wärmequelle schützen.
Keine Anzeige: <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Netzspannung</li> <li>• Gerätefehler</li> </ul>	Netz-Sicherung kontrollieren. Gerät austauschen. Gerät durch GF Piping Systems oder Servicestelle kontrollieren lassen.
<b>2. Anstecken des Schweisskabels an das Formteil</b>	
Kontrollleuchte «Bereit» leuchtet nicht: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Defektes Schweisskabel</li> <li>• Defektes Formteil</li> </ul>	Kabel austauschen. Formteil austauschen.
<b>3. Kontrollleuchte «Störung» blinkt</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht erkennbare Ursache nach Punkt 1 und 2</li> </ul>	Gerät austauschen. Gerät durch GF Piping Systems oder Servicestelle kontrollieren lassen.
<b>4. Schweissabbruch</b>	
Kontrollleuchte «Störung» blinkt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formteiltrennung vom Schweisskabel</li> <li>• Änderung der zulässigen Netzspannung</li> <li>• Änderung der zulässigen Umgebungstemperaturen</li> </ul>	Schweisskabel vom Formteil trennen. Netzkabel vom Netz trennen. <b>Schweissung nach mindestens einer Stunde Wartezeit nochmals durchführen.</b> Bei anhaltender Störung: Defektes Gerät austauschen. Gerät durch GF Piping Systems oder Servicestelle kontrollieren lassen.

Verbindliche Handhabung und Sicherheitshinweise sind aus der Anleitung für die PB-Heizwendelschweissung d16–d110 mit HWSG-3 zu entnehmen.

## INSTAFLEX BIG

### Montageanleitung der INSTAFLEX Heizwendelschweiss(HWS)-Verbindung von d125 bis d225

#### Montage HWS-Muffen INSTAFLEX BIG



Längen Sie das Rohr rechtwinklig ab.



Hobeln Sie die oberste Schicht in einem Durchgang mit Schälwerkzeug ab.

#### Schällängen für Elektromuffenschweissungen

Dimension	Schällänge	Längenbedarf total (mit Schälwerkzeug)	Breite des Schälwerkzeuges
			
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
d125	90	190	360
d160	95	190	380
d225	110	210	450



**Reinigung der Muffe**  
Reinigen Sie die Verbindungsflächen der Muffe und des Rohrendes. Benutzen Sie zum Reinigen ein saugfähiges, nichtfaserndes Papier und Reinigungsmittel **Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023**. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier.



**Reinigung des Rohrendes**  
Reinigen Sie die Verbindungsflächen der Muffe und des Rohrendes. Benutzen Sie zum Reinigen ein saugfähiges, nichtfaserndes Papier und Reinigungsmittel **Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023**. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier.



Zeichnen Sie die Einsteck- und Fügetiefe entsprechend des Rohres an. Achten Sie darauf, dass der Markierungsstrich während dem Schweißen sichtbar bleibt.



Schieben Sie die Muffe auf das Rohr.



Fixieren Sie die Muffe mit dem Spannbänder auf dem Rohr.



Schliessen Sie die Schweißkabel des MSA 250 Ex Multi Plus an die Elektroschweißmuffe an.



Scannen Sie die Codierung mit Barcodeleser ein. Dadurch werden die Schweißdaten an das Schweißgerät übermittelt.

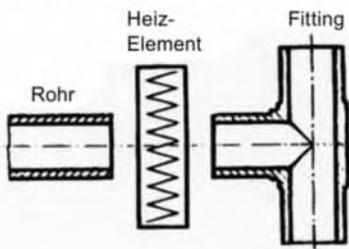


Starten Sie den Schweißprozess.

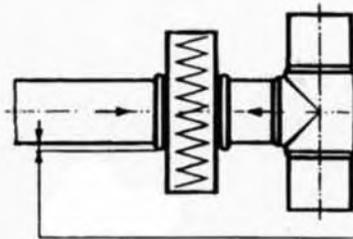
## Stumpfschweißen

### Heizelement für Stumpfschweißung

#### Prinzip des Schweißverfahrens

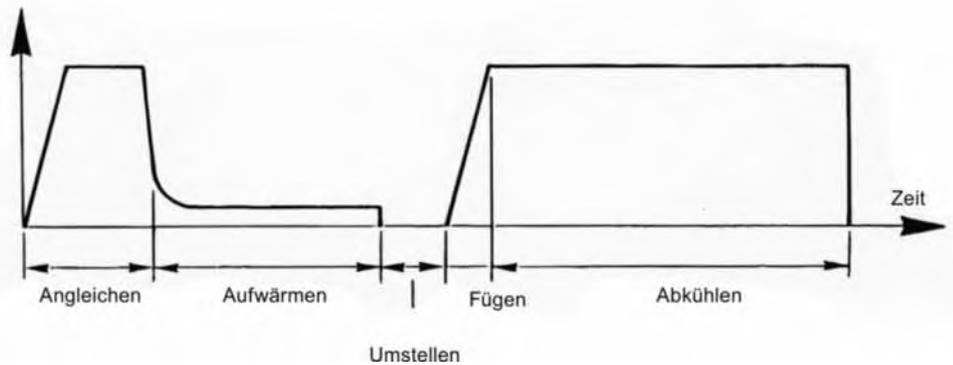
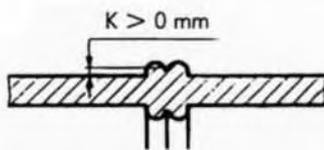
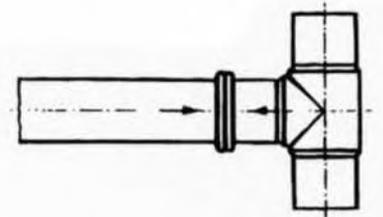


#### Angleichen und Aufwärmen



Angleichzeit:  
bis zur Wulstbildung von 0.5 to  
1.5 mm

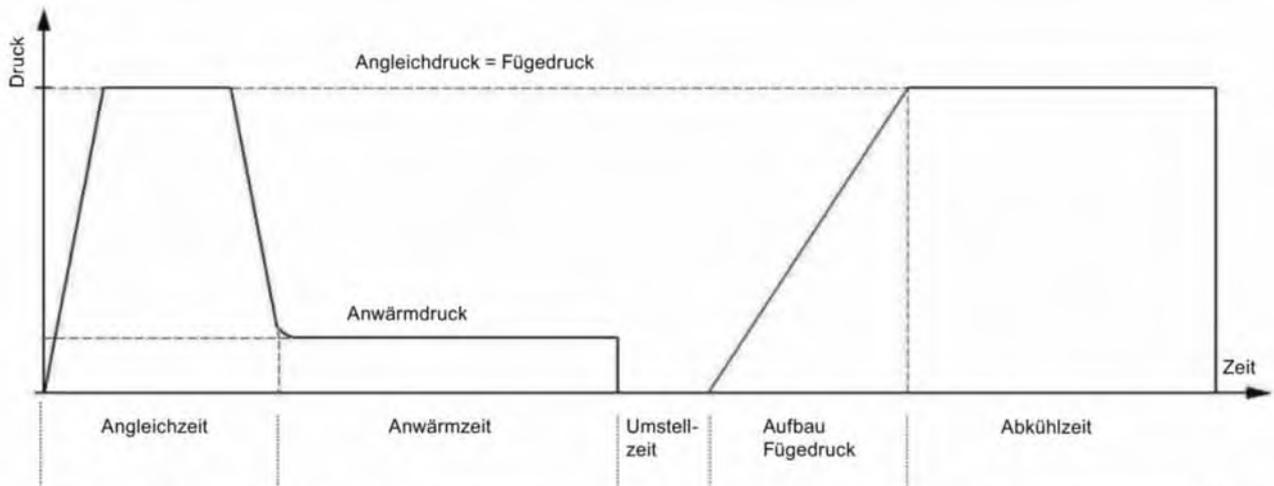
#### Fügen und Abkühlen



Die Schweißfläche entspricht der Kreisringfläche des Rohres. Damit entspricht die Festigkeit des Rohres der Festigkeit der Schweißnaht. Dadurch verliert das Rohr aber an Festigkeit, wenn die Schweißparameter gering abweichen.

Schweißungen dürfen nur durch von GF Piping Systems **ausgebildete Personen** oder Personen mit entsprechender Urkunde durchgeführt werden. Jede Schweißung muss mit einem Schweißprotokoll dokumentiert werden.

**Schweiss-Parameter für GF SG 315**



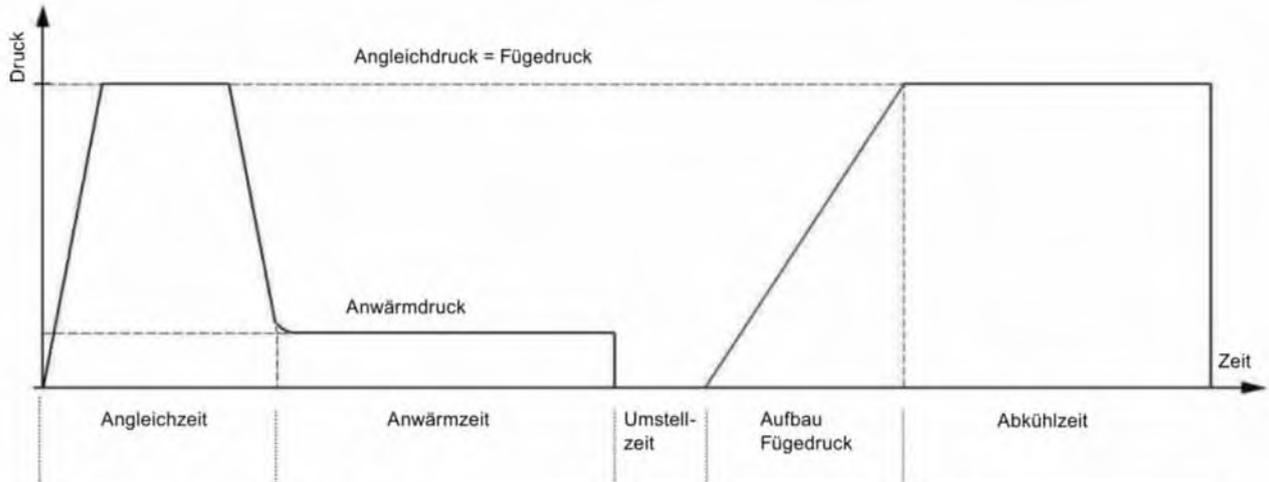
Rohr- dimension dxs  [mm]	Anleichdruck $p = 0,1 \text{ N/mm}^2$		Anwärmdruck $p = 0,01 \text{ N/mm}^2$		max. Umstellzeit [sec]	Aufbauzeit Fügedruck [sec]	Fügedruck $p = 0,1 \text{ N/mm}^2$	
	Anleich- druck [daN]	Wulst- höhe [mm]	Anwärm- druck [daN]	Anwärm- zeit [sec]=[min]			Anleich- druck [daN]	Kühlzeit [min]
<b>110x10.0</b>	31	1	3	95=1.35	6	8-12	31	10-16
<b>125x11.4</b>	41	1	4	95=1.35	6	8-12	41	10-16
<b>160x14.6</b>	67	1	7	145=2.25	7	10-15	67	17-24
<b>225x20.5</b>	132	1.5	13	220=3.40	8	10-15	132	20-30

Heizelementtemperatur  $260 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$

Addieren Sie die Fügekraft zum Bewegungswiderstand des Schlittens.

Wird eine andere Stumpfschweißmaschine als GF SG 315 verwendet, müssen die definitiven Werte auf die jeweilige Schweißmaschinenausführung angepasst werden. Siehe auch Stumpfschweißparameter auf den folgenden Seiten. Sie können unsere GF Schweißmaschinen auch mieten. Bitte kontaktieren Sie hierzu Ihren zuständigen Verkaufsberater oder die Georg Fischer Haustechnik AG, Abteilung CSO. Tel. +41 (0)52 631 36 59, Fax +41 (0)52 631 28 57.

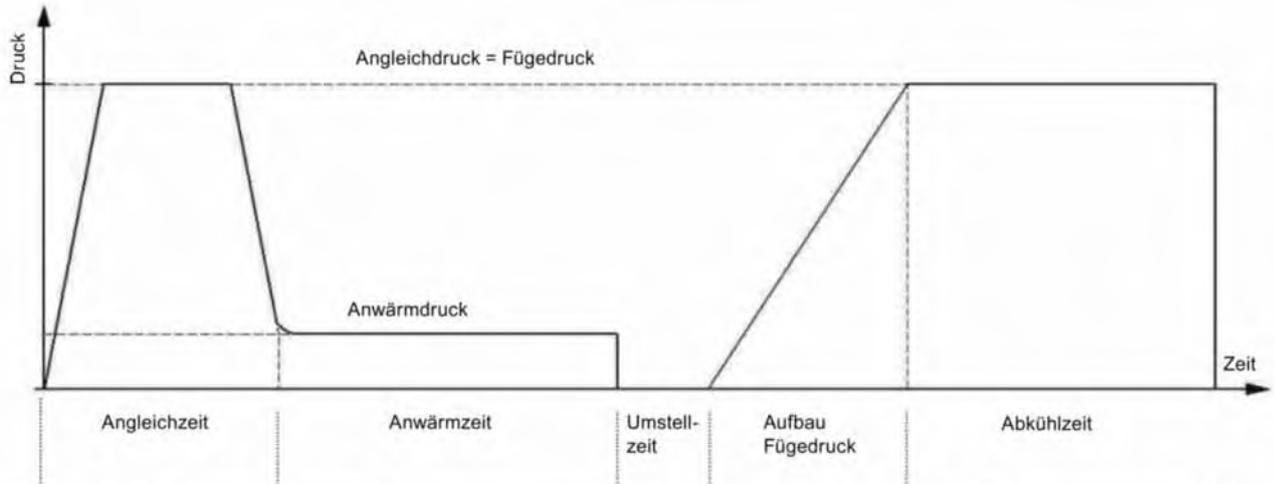
**Stumpfschweißparameter für GF 160, TM 160, KL 160**



Rohr- dimension dxs  [mm]	Angleichdruck $p = 0,1 \text{ N/mm}^2$		Anwärmdruck $p = 0,01 \text{ N/mm}^2$		max. Umstellzeit [sec]	Aufbauzeit Fügedruck [sec]	Fügedruck $p = 0,1 \text{ N/mm}^2$	
	Angleich- druck [daN]	Wulst- höhe [mm]	Anwärm- druck [daN]	Anwärm- zeit [sec]=[min]			Angleich- druck [daN]	Kühlzeit [min]
<b>110x10.0</b>	9	1	1	95=1.35	6	8-12	9	10-16
<b>125x11.4</b>	12	1	1	95=1.35	6	8-12	12	10-16
<b>160x14-6</b>	19	1	2	145=2.25	7	10-15	19	17-24

Heizelementtemperatur  $255 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$   
Addieren Sie die Fügekraft zum Bewegungswiderstand  
des Schlittens.

**PB Stumpfschweissparameter für GF 250, GF 314,  
KL 250, KL 315, TM 250, TM 315**



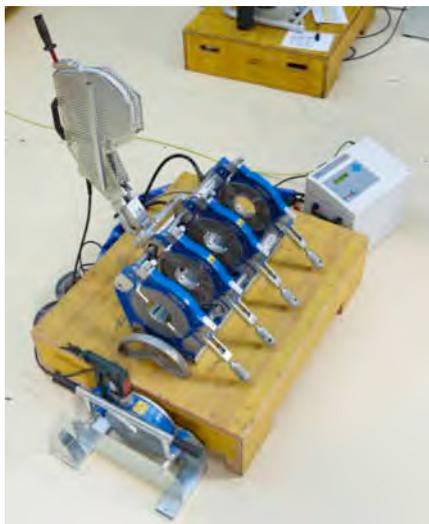
Rohr- dimension dxs  [mm]	Anleichdruck $p = 0,1 \text{ N/mm}^2$		Anwärmdruck $p = 0,01 \text{ N/mm}^2$		max. Umstellzeit [sec]	Aufbauzeit Fügedruck [sec]	Fügedruck $p = 0,1 \text{ N/mm}^2$	
	Anleich- druck [daN]	Wulst- höhe [mm]	Anwärm- druck [daN]	Anwärm- zeit [sec]=[min]			Anleich- druck [daN]	Kühlzeit [min]
<b>110x10.0</b>	6	1	1	95=1.35	6	8-12	6	10-16
<b>125x11.4</b>	8	1	1	95=1.35	6	8-12	8	10-16
<b>160x14-6</b>	13	1	1	145=2.25	7	10-15	13	17-24
<b>225x20.5</b>	26	1.5	3	220=3.40	8	10-15	26	20-30

Heizelementtemperatur  $225 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$

Addieren Sie die Fügekraft zum Bewegungswiderstand des Schlittens.

### Montage der Stumpfschweisverbinding

Schweismaschine: GF 250  
Steuereinheit: Suvi 400



Komplette Schweisseinheit, bestehend aus Schweißmaschine GF 250, Steuereinheit Suvi 400, Hobel und Schweisspiegel



Schalten Sie die Steuereinheit Suvi 400 mit dem Gerätehauptschalter an der rechten Geräteseite ein.



Auf dem Display erscheint: Start Schweißen Starttaste. Drücken Sie die grüne Taste I.



Auf dem Display erscheint: GF250CNC 1531.

	Erklärung
GF250	Bezeichnung der Schweißmaschine
CNC	Steuereinheit Suvi 400
1531	Maschinennummer

Wenn die Maschine abgeschaltet war z.B. am Morgen, drücken Sie die graue Taste I. Dadurch wird der Schweisspiegel eingeschaltet.



Prüfen Sie die Einstellungen. Wenn die Einstellungen richtig sind, bestätigen Sie mit der grünen Taste Enter.



Wählen Sie das verwendete Material mit den blauen Pfeiltasten.  
Bei INSTAFLEX BIG wählen Sie PB.

	Material
PB	Polybuten
PP	Polypropylen
HDPE	PE hoher Dichte
PE 80	Polyethylen 80
PE 100	Polyethylen 100



Bestätigen Sie mit der grünen Taste Enter.



Wählen Sie die Rohrdimension mit den blauen Pfeiltasten.



Bestätigen Sie mit der grünen Taste Enter.



Auf dem Display blinkt: Druckstufe: SDR 11, S 5. Die Druckstufe gibt an, für welchen Druck das Rohr ausgelegt ist. INSTAFLEX Big = PN10



Auf dem Display erscheint: Wandstärke. Wenn die Wandstärke richtig ist, bestätigen Sie mit der grünen Taste Enter.



Auf dem Display erscheinen die folgenden Angaben: Das Material, die Dimension und die Druckstufe. Prüfen Sie die Angaben.



Auf dem Display erscheint: Daten o.k.? Bestätigen Sie mit der grünen Taste Enter.



Schrauben Sie die Fixier-  
vorrichtungen für Rohr / Fitting  
der passenden Dimension in  
die Spannvorrichtung ein.



Spannen Sie die Rohre und / oder Fit-  
tings in die Fixier-  
vorrichtung ein.



Auf dem Display erscheint: Rohr(e) einspannen. Bestätigen Sie mit der grünen Taste Enter.



Auf dem Display erscheint: Bewegungsdruck messen. Drücken Sie die grüne Taste > bis die rote Kontrollleuchte in diesem Feld leuchtet.



Auf dem Display blinkt abwechselnd: Hobel einlegen und Stirnseite hobeln.



Legen Sie den Hobel in die Schweissvorrichtung ein und schalten Sie den Antrieb des Hobels ein.

**Achtung:**  
Der Hobel startet erst, wenn der Arbeitsschritt auf der Steuereinheit bestätigt wird.



Auf dem Display erscheint: Stirnseiten glätten. Drücken Sie die grüne Taste > bis die rote Kontrollleuchte in diesem Feld leuchtet. Wenn auf beiden Rohrenden ein Hobelspan ohne Unterbrechungen abgehobelt wurde, bestätigen Sie mit der grünen Taste > bis die rote Kontrollleuchte in diesem Feld leuchtet.



Auf dem Display erscheint: Hobel entfernen. Der Hobelvorgang ist beendet und der Hobel schaltet automatisch ab. Wenn der Hobel abgeschaltet ist, nehmen Sie ihn aus der Schweissvorrichtung und stellen ihn zurück in die dafür vorgesehene Haltevorrichtung.



Auf dem Display erscheint: Versatz ok <JA>+ Auffahren. Der Versatz zwischen den Rohren oder Rohr und Fitting ist kleiner als >1 mm. Drücken Sie die grüne Taste Enter. Ist der Versatz <1 mm zwischen den Rohrenden oder Rohr und Fitting können Sie die Rohrenden auffahren, die Rohre verdrehen, so dass der Versatz 1 mm ist.



Auf dem Display erscheint: Einspannkontr. Drücken Sie die grüne Taste >. Das Schweissgerät führt eine automatische Kontrolle der Einspannung durch.



Auf dem Display erscheint: Gereinigt? <Ja>.



Reinigen Sie die Verbindungsflächen der zu verschweißenden Teile - Fitting und Rohrende. Benutzen Sie zum Reinigen ein saugfähiges, nichtfaserndes Papier und Reinigungsmittel **Tangit KS-Reiniger, Art.-Nr. 799 298 023**. Entfernen Sie die Reinigungsflüssigkeit restlos mit dem Reinigungspapier.



Schwenken Sie das Heizelement ein.

**Achtung:**  
Verbrennungsgefahr. Das Heizelement hat eine Temperatur von 260 °C.



Auf dem Display erscheint: Gereinigt? Bestätigen Sie mit der grünen Taste Enter.



Auf dem Display erscheint: Schweissung starten. Drücken Sie die grüne Taste >bis die rote Kontrolllampe in diesem Feld leuchtet. Die beiden Rohre oder das Rohr und das Fitting fahren zusammen.



Auf dem Display erscheint: Heizelement einschwenken.



Warten Sie bis sich auf beiden Seiten am Schweisssspiegel eine Wulst von etwa 1 mm Höhe gebildet hat.



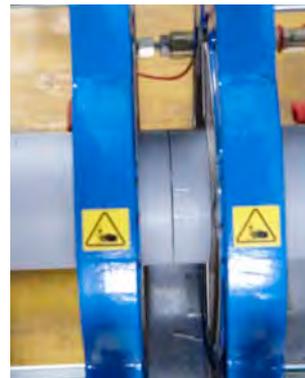
Auf dem Display erscheint: Wulsthöhe: 1.0mm erreicht. Diese Angabe muss durch den Schweißer optisch kontrolliert werden. Bestätigen Sie mit der grünen Taste Enter. Das Schweissgerät senkt den Anpressdruck auf den Schweissspiegel.



Das Schweissgerät beginnt zu piepsen. Nach 10 Sekunden nehmen Sie den Schweissspiegel aus der Schweissvorrichtung und stellen ihn zurück in die dafür vorgesehene Haltevorrichtung.

**Achtung:**

Verbrennungsgefahr. Das Heizelement hat eine Temperatur von 260 °C.



Das Schweissgerät fährt die Rohre oder Rohr und Fitting zusammen. Die Abkühlzeit beginnt.



Auf dem Display wird angezeigt, wenn die Abkühlzeit beendet ist. Drücken Sie die grüne Taste Enter. Das Schweissgerät entlastet die Schweissung.



Entnehmen Sie die verschweissten Rohre oder Rohr und Fitting. Resultat: Sie haben eine Stumpfschweissverbindung geschweisst.

**Schweisprotokoll**

Schweisprotokolle sind bei Anforderung auszustellen.

Muster siehe Folgeseite.



## Funktionsprüfung HSWG-3

## Wartung HWSG – 3

### Checkliste für Funktionstest HWSG durch den Anwender

Firma: \_\_\_\_\_

Strasse: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

Prüfer: \_\_\_\_\_

Serie-Nr.: \_\_\_\_\_

Prüfung/Test	Ja	Nein <sup>1</sup>
• Leuchten beim Einschalten alle LEDs ca. 2 Sekunden auf?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Ertönt beim Einschalten ein langer und ein kurzer Piepton?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Beim Anschliessen des Fittings meldet LED „Bereit“ und ertönt ein kurzer Piepton? ( <b>Test mit allen Anschlüssen einzeln durchführen</b> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kann die Schweissung mit der „Start“-Taste gestartet werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Blinkt während des Schweissvorgangs die LED „Schweissen“?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kann die ausgelöste Schweissung vollständig durchgeführt werden und leuchtet am Schluss die LED „Ende“, ertönt am Schluss zugleich ein kurzer Piepton und sind nach erfolgreicher Verschweissung alle LED „Bereit“ erloschen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Geht das Gerät auf „Störung“ beim Einschalten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Geht das Gerät auf „Störung“ beim Start des Schweissvorganges?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Geht das Gerät auf „Störung“ während des Schweissvorganges?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Wackelkontakte im Netzkabel (Stecker und Kabeleinführung kontrollieren durch Bewegen des Kabels?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Wackelkontakte im Schweisskabel (Kontaktstifte im Stecker und Kontaktstifte im Anschlussstecker für Fittings durch Bewegen des Kabels kontrollieren)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Gerät mechanisch in Ordnung (Frontfolie und Gehäuse nicht gebrochen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Zyklische Wartung bei offizieller Servicestelle durchgeführt (vor max. 2 Jahren)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hat es lose Teile im Inneren des Gerätes (schütteln)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen vom Prüfer: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Datum/Visum des Prüfers: \_\_\_\_\_

**Unterhalt:** Gerät bei Verschmutzung mit feuchtem Lappen reinigen. Gehäuse, Frontplatte und Schilder nur mit Alkohol oder Spiritus reinigen, keinen Verdünner oder Lösungsmittel benutzen.

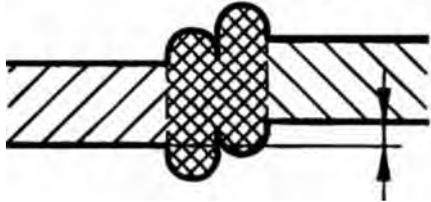
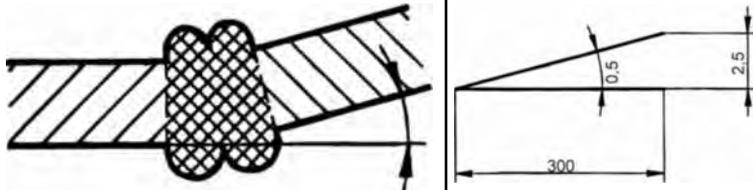
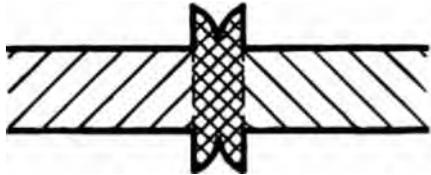
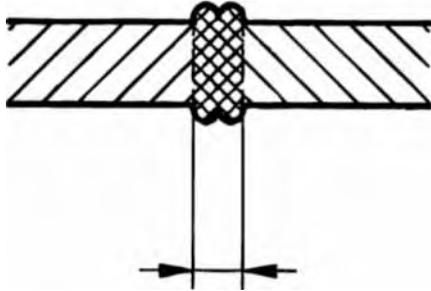
<sup>1</sup> Kann die Fehlermeldung/Ursache nicht selbst behoben werden, ist das HWSG-Gerät unverzüglich an Brütsch Elektronik AG, Nüsatzstrasse 11, CH-8248 Uhwiesen, inkl. Prüfbericht und Lieferschein zur Wartung zu senden.

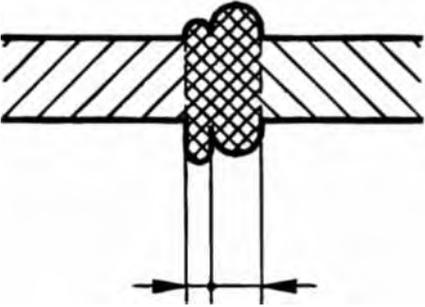
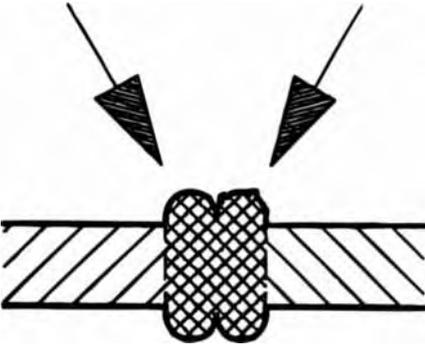
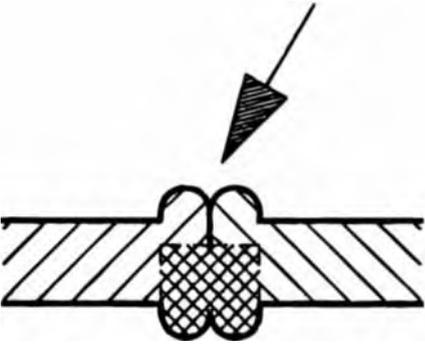
## Fehler beim Schweißen

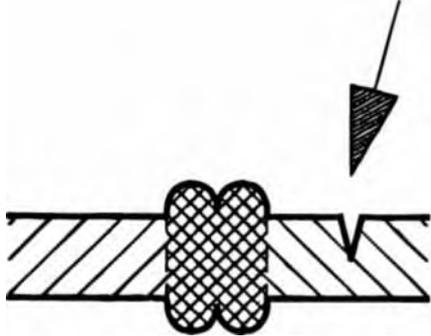
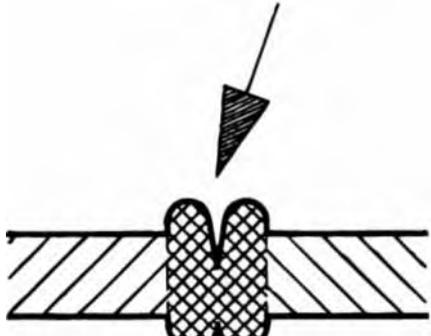
### Hinweise zum Befund von Schweißverbindungen

Hinweise auf die Güte von Schweißverbindungen ergeben sich auf der Baustelle durch die Druckprüfung und die Inaugenscheinnahme der Verbindungen.

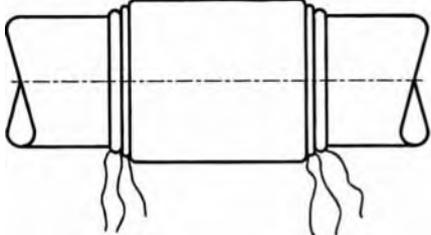
### Fehler und deren Behebung beim Heizelement-Stumpfschweißen

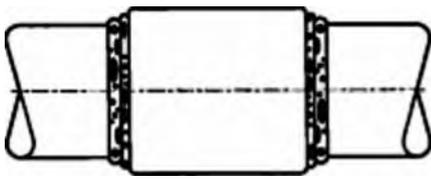
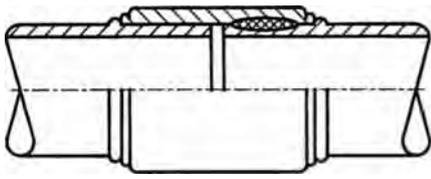
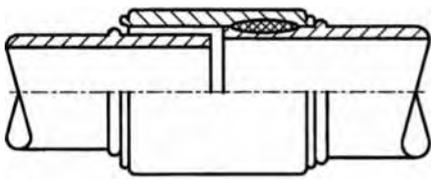
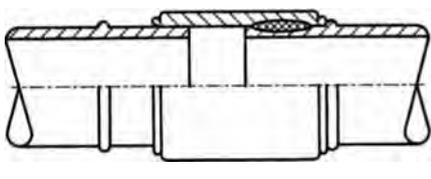
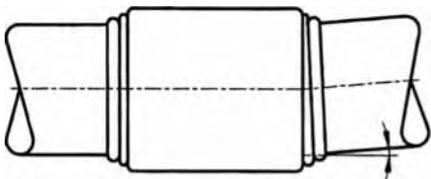
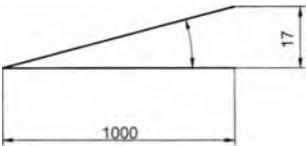
Merkmale/Beschreibung	Ursache	Behebung
<p>1. Versatz der Fügeflächen</p>  <p>Fügeflächen sind zueinander versetzt</p>	<p>Einrichtungsfehler</p> <p>Spannvorrichtungen</p> <p>unrunder Rohrquerschnitt</p>	<p>Maschine einrichten.</p> <p>Spannvorrichtungen überprüfen.</p> <p>Rohre rundspannen.</p>
<p>2. Winkelabweichung</p> 	<p>Einrichtungsfehler</p>	<p>Maschine einrichten.</p>
<p>3. Schmäler überhöhter Wulst</p> 	<p>überhöhter Fügedruck</p>	<p>Einstellung der Maschine überprüfen.</p> <p>Umrechnung überprüfen.</p> <p>Fügedruck der Maschine überprüfen.</p>
<p>4. Mangelhaft ausgebildeter Schweisspunkt</p>  <p>zu breit oder zu schmal ausgebildeter Schweisswulst</p>	<p>falsche Anwärmzeit</p> <p>falsche Temperatur am Heizelement</p> <p>falscher Fügedruck</p>	<p>Anwärmzeiten überprüfen.</p> <p>Temperatur am Heizelement überprüfen.</p> <p>Einstellung der Maschine überprüfen.</p>

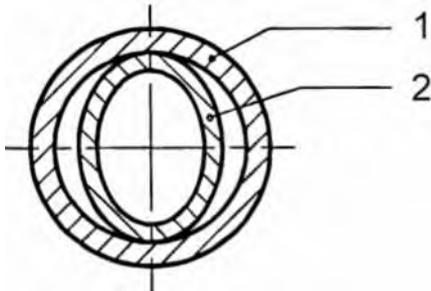
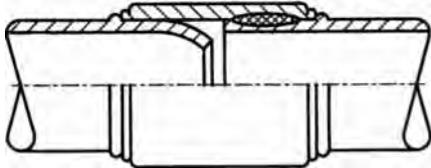
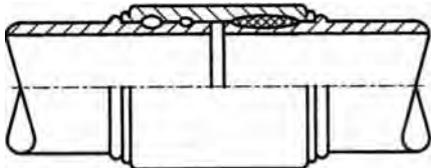
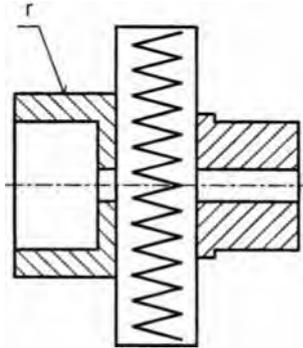
<p>5. Ungleichmässiger Schweisswulst</p> 	<p>mangelhafte Schweissgeräte</p> <p>Fehler bei der Vorbereitung der Naht</p>	<p>Einrichtung der Maschine überprüfen.</p> <p>Rohr rechtwinklig abtrennen. Fügflächen planhobeln.</p>
<p>6. Thermische Schädigung</p>  <p>hochglänzende Oberfläche mit Blasen- oder Knötchenbildung</p>	<p>zu hohe Temperatur am Heizelement</p> <p>zu lange Anwärmzeit</p>	<p>Temperatur am Heizelement überprüfen.</p> <p>Anwärmzeit überprüfen.</p>
<p>7. Bindungsfehler in der Fügeebene</p>  <p>örtlich oder flächig ungenügende Bindung</p>	<p>zu kurze Anwärmzeit</p> <p>zu geringer Fügedruck</p> <p>zu tiefe Temperatur am Heizelement</p>	<p>Anwärmzeit überprüfen.</p> <p>Einstellung der Maschine überprüfen.</p> <p>Temperatur am Heizelement überprüfen.</p>

<p>8. Kerben und Riefen am Rohr, längs oder quer zur Schweissnaht verlaufend</p> 	<p>Spannwerkzeug der Maschine unsachgemässer Transport  Fehler bei der Vorbereitung der Schweissnaht</p>	<p>Spannwerkzeug überprüfen.  Auf sachgemässen Transport achten.  Rohrrand vor der Schweissung überprüfen. Nur geeignete Werkzeuge verwenden.</p>
<p>9. Bindungsfehler durch Wulstkerben</p>  <p>örtliche Kerbung im Schweisswulst</p>	<p>zu geringer Fügedruck  zu kurze Anwärmszeit zu kurze Abkühlzeit  Fehler bei der Vorbereitung der Schweissnaht</p>	<p>Einstellung der Maschine überprüfen.  Anwärmszeit überprüfen.  Haltezeit und Abkühlzeit einhalten.  Nur geeignete Werkzeuge verwenden.</p>

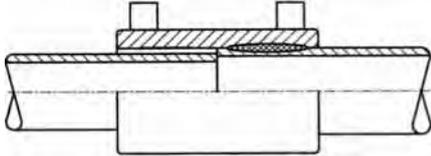
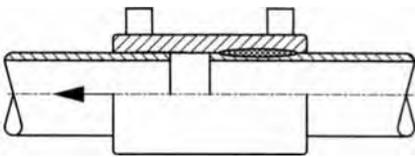
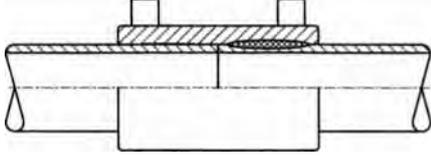
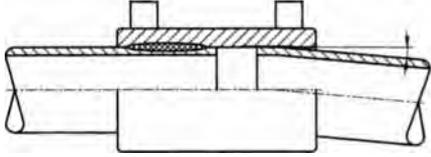
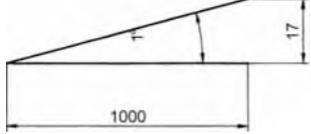
### Fehler und deren Behebung beim Hezelement-Muffenschweissen

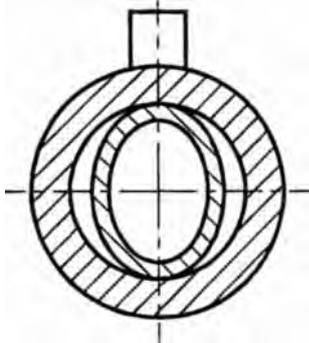
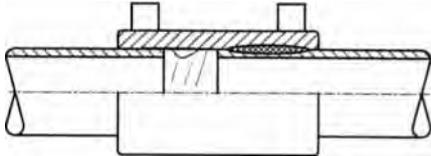
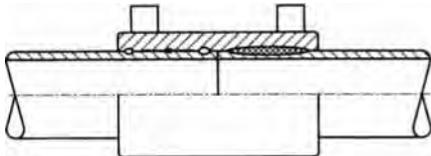
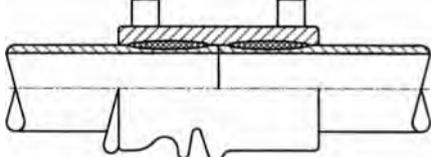
Merkmale/Beschreibung	Ursache	Behebung
<p>1. Fehlerhafte Schweisswulstausbildung</p>  <p>unterschiedliche Wulstausbildung oder nicht vorhandene Wülste</p>	<p>unzulässige Toleranzen oder schräg gefügt  zu lange Anwärmszeit  zu hohe oder zu niedrige Temperatur beim Schweissen</p>	<p>Masse von Rohr, Formteil, Heizmuffe und -stutzen überprüfen.  Anwärmszeit überprüfen.  Temperatur auf der Heizmuffe überprüfen.</p>
<p>2. Fadenbildung am Schweisswulst</p> 	<p>zu niedrige Temperatur beim Schweissen  zu kurze Anwärmszeit  zu schnelles Abziehen von den Heizwerkzeugen</p>	<p>Temperatur auf der Heizmuffe überprüfen.  Anwärmszeit überprüfen.  Teile langsamer von den Heizwerkzeugen abziehen.</p>

<p>3. Verschmutzte Schweisswulst</p>  <p>Verfärbung der Schweisswülste</p>	<p>zu lange Anwärmzeit</p> <p>verschmutzte Heizmuffe und -stutzen (verbranntes Material)</p> <p>verschmutzte Fügeflächen</p>	<p>Anwärmzeit überprüfen.</p> <p>Heizbüchse und Heizdorn vor jeder Schweissung reinigen.</p> <p>Rohr und Formteil vor dem Schweissen reinigen.</p>
<p>4. Bindefehler durch ungenügende Verschmelzung</p>  <p>örtlich oder flächig unvollständige Schweissung mit Trennung in der Fügefläche</p>	<p>falsche Werkstoffpaarung</p> <p>verschmutzte Heizmuffe und -stutzen (verbranntes Material)</p> <p>verunreinigte Fügeflächen</p> <p>zu geringe Temperatur</p>	<p>Nur gleiche Werkstoffe miteinander verbinden.</p> <p>Heizbüchse und Heizdorn vor jeder Schweissung reinigen.</p> <p>Rohr und Formteil vor dem Schweissen reinigen.</p> <p>Heizbuchsen festschrauben.</p>
<p>5. Bindefehler durch ungenügende Formschlüssigkeit</p>  <p>örtliche, flächige axiale oder umlaufende Kanalbildung</p>	<p>Kerben in der Rohroberfläche</p> <p>unzulässige Toleranzen</p> <p>falsche mechanische Bearbeitung</p> <p>Rohr nicht fluchtend eingeschoben</p>	<p>Rohr vor dem Schweissen überprüfen.</p> <p>Masse von Rohr, Formteil, Heizmuffe und -stutzen überprüfen.</p> <p>Bearbeitungswerkzeuge überprüfen.</p> <p>Aufspannvorrichtung der Maschine überprüfen.</p>
<p>6. Bindefehler durch unvollständigen Rohreinschub</p>  <p>ungenügende Schweissnahtlänge mit ungenügender Bindung</p>	<p>Rohr wurde zu kurz eingeschoben</p> <p>axiale Bewegung während der Haltezeit</p> <p>zu lange Umstellzeit</p> <p>zu kurze Anwärmzeit</p> <p>Temperatur am Heizelement zu tief</p>	<p>Einstecktiefe auf dem Rohr markieren und einhalten.</p> <p>Haltezeit einhalten. Rohr und Formteil gegen Axialbewegung sichern.</p> <p>Rohr und Formteil nach dem Abziehen von den Heizwerkzeugen sofort zusammenfügen.</p> <p>Anwärmzeit überprüfen.</p> <p>Temperatur der Heizbüchse überprüfen.</p>
<p>7. Winkelabweichungen (zulässig bis 1°)</p>  <p>örtlich oder flächig unvollständige Bindung</p>	<p>Einrichtungsfehler der Schweissmaschine</p> <p>nicht rechteckige Rohrenden</p> 	<p>Einrichtung der Maschine überprüfen.</p> <p>Rohrenden mit dem Rohrschneider rechteckig abschneiden.</p>

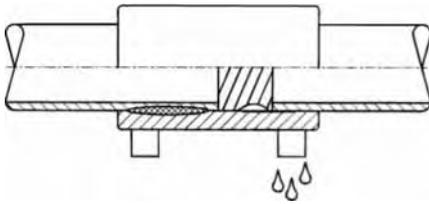
<p>8. Bindefehler durch Deformation</p>  <p>unrunde Rohre schliessen nicht dicht</p>	<p>ovale Rohre durch falsche Lagerung</p> <p>zu geringer Krümmungsradius des Ringbundes oder ungeeignete Einspannvorrichtung</p> <p>quetschen der Rohrenden beim Abschneiden</p>	<p>vor dem Schweissen Rohrenden auf Unrundheit prüfen und kalibrieren oder runddrücken.</p> <p>Druckbelastungen vermeiden. Rohre fachgerecht lagern.</p> <p>Systemgerechte Werkzeuge (Maschine/Geräte) verwenden.</p> <p>Schneidewerkzeug überprüfen.</p>
<p>9. Eingeengter Rohrquerschnitt</p> 	<p>zu hohe Temperatur beim Schweissen</p> <p>zu lange Anwärmzeit</p> <p>zu hoher Fügedruck</p> <p>zu weiter Rohreinschub beim Erwärmen oder Fügen</p>	<p>Temperatur der Heizbüchse überprüfen.</p> <p>Anwärmzeit überprüfen.</p> <p>Masse von Rohr, Formteil, Heizmuffe und -stutzen überprüfen.</p> <p>Einstecktiefe auf dem Rohr markieren und einhalten.</p>
<p>10. Poren durch Fremdkörpereinflüsse</p>  <p>örtliche oder flächig unvollständige Bindung</p>	<p>Dampfbildung während des Schweissens (nasse Rohre)</p> <p>verschmutzte Heizwerkzeuge</p> <p>äussere Einflüsse</p>	<p>Rohre vor dem Schweissen reinigen.</p> <p>Heizstutzen und -muffe vor dem Schweissen reinigen.</p> <p>Schweisszonen während des Schweissprozesses gegen äussere Einflüsse schützen.</p>
<p>11. Temperatur zu hoch oder zu niedrig</p> 	<p>Temperatur zu hoch oder zu tief</p> <p>Heizwerkzeuge liegen nicht vollflächig auf</p> <p>Heizwerkzeuge sind locker</p> <p>Spannungsschwankungen im Stromnetz</p> <p>verschmutzte Heizwerkzeuge</p>	<p>Temperatur korrigieren.</p> <p>Oberflächen der Heizwerkzeuge und des Heizschwertes überprüfen.</p> <p>Heizwerkzeuge festschrauben.</p> <p>Schweissgeräte an separate Zuleitung anschliessen.</p> <p>Heizstutzen und -muffe vor dem Schweissen reinigen.</p>

## Fehler und deren Behebung beim Heizwendelschweissen

Merkmale/Beschreibung	Ursache	Behebung
<p>1. Bindefehler durch ungenügende Formschlüssigkeit</p>  <p>örtliche, flächige, axiale oder umlaufende Kanalbildung</p>	<p>Kerben in der Rohroberfläche oder Rohr stark unrund</p> <p>unzulässige Toleranzen</p> <p>falsche mechanische Bearbeitung</p>	<p>Rohr vor dem Schweißen überprüfen.</p> <p>Masse am Rohr kontrollieren.</p> <p>Bearbeitungswerkzeuge überprüfen.</p>
<p>2. Bindefehler durch ungenügende Formschlüssigkeit</p>  <p>Rohr gleitet aus</p>	<p>Fixierung der Rohre in der Muffe oder Schweißdruck fehlt</p>	<p>Fixierung der Rohre anbringen oder überprüfen.</p>
<p>3. Bindefehler durch ungenügende Verschmelzung</p> 	<p>falsche Werkstoffpaarung</p> <p>verunreinigte Schweißflächen</p> <p>defektes Schweißgerät oder nicht kompatibles Schweißgerät</p>	<p>Nur gleiche Werkstoffe miteinander verbinden.</p> <p>Rohr und Formteil vor dem Schweißen reinigen.</p> <p>Gerät überprüfen. Systemgerechte Geräte verwenden.</p>
<p>4. Winkelabweichung (zulässig 1°)</p> 	<p>Einrichtungsfehler</p> <p>Belastung während des Schweißvorganges</p> 	<p>Einspannvorrichtung überprüfen. Rohrenden mit dem Rohrschneider rechtwinklig abschneiden.</p> <p>Belastungen während des Schweißens vermeiden.</p>

<p>5. Bindefehler durch Deformation</p>  <p>unrunde Rohre schliessen nicht dicht</p>	<p>ovale Rohre durch falsche Lagerung</p> <p>zu geringer Krümmungsradius des Ringbundes oder ungeeignete Einspannvorrichtung</p> <p>quetschen der Rohrenden beim Abschneiden</p>	<p>vor dem Schweißen Rohrenden auf Unrundheit prüfen und kalibrieren oder rundrücken.</p> <p>Druckbelastungen vermeiden. Rohre fachgerecht lagern.</p> <p>Systemgerechte Werkzeuge (Maschine/Geräte) verwenden.</p> <p>Schneidewerkzeug überprüfen.</p>
<p>6. Bindefehler durch unvollständigen Rohreinschub</p>  <p>nicht aneinander oder am Anschlag anliegende Rohrenden</p>	<p>zu kurzer Rohreinschub</p> <p>schräge Rohrenden</p>	<p>Einstecktiefe auf dem Rohr markieren und einhalten.</p> <p>Rohrenden mit dem Rohrschneider rechtwinklig abschneiden.</p>
<p>7. Bindefehler durch Fremdstoffeinschlüsse</p>  <p>Anhäufung von Poren, Trennung in der Fügefläche</p>	<p>verunreinigte Oberflächen</p> <p>Wasserdampf- oder Gasbildung während des Schweißens</p>	<p>Rohre und Formteil vor dem Schweißen reinigen.</p> <p>Nur trockene Rohre und Formteile verschweißen.</p> <p>Bei Reparatur: Leitungen vor dem Schweißen entleeren und Schweißzone vor Nässe- und Schmutzeinwirkung schützen.</p>
<p>8. Schweissanzeige wird nicht sichtbar</p>	<p>Toleranzfehler von Rohr oder Formteil, kein Fügedruck vorhanden, unrunde Rohre, zu geringe Einstecktiefe oder ungenügende Formschlüssigkeit</p> <p>defektes Schweißgerät</p>	<p>Masse Rohr- und Formteil überprüfen.</p> <p>Siehe weitere Merkmale - Ursache - Behebung</p> <p>Schweißgerät überprüfen.</p>
<p>9. Thermische Schädigung</p>  <p>starker Materialaustritt am Formteil, Deformationen am Formteil und/oder am Rohr</p>	<p>Überlange Schweisszeit</p> <p>falsche Wahl der Dimension am Gerät</p> <p>sofortiges Wiederholen des Schweißvorganges</p>	<p>Gerät überprüfen.</p> <p>Einstellung überprüfen, siehe oben.</p> <p>Schweißung nur nach der Empfehlung des Herstellers wiederholen.</p>
<p>10. Störungsanzeige oder Meldungen am Schweißgerät</p>	<p>defektes Schweißgerät oder Unterlagen des Herstellers beachten</p>	<p>Angaben am Gerät oder Unterlagen des Herstellers beachten. Gerät durch GF Piping Systems oder Servicestelle reparieren lassen.</p>

11. Undichtheit am Steckkontakt



Mediumaustritt durch den Stecker

nicht eingehaltene Einstecktiefe des Rohres in die Muffe oder Widerstandsdraht schmilzt sich frei und kommt mit dem Medium in Berührung, dabei entsteht eine Kapillarwirkung

Einstecktiefe auf dem Rohr markieren und einhalten.  
Rohrenden mit dem Rohrschneider rechtwinklig abschneiden.

## Lösbare Verbindungen

### Flanschverbindungen

#### Verbindung: Kunststoff/Kunststoff

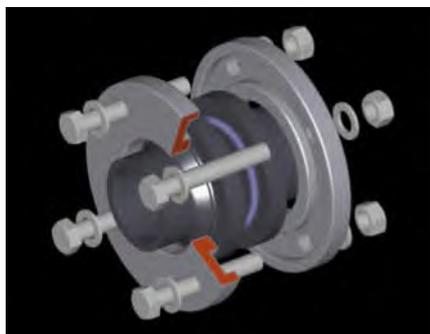
Lösbare Verschraubungen oder Flanschverbindungen mit einem Dichtungsring (O-Ring) verbinden Kunststoffrohre sowie Kunststoffrohre mit Armaturen (Ventile, Pumpen) bis zu einer Dimension von

- d63 mm bei Verschraubungen und
- d225 mm bei Flanschverbindungen.

Verbinden eines Flansch mit einem O-Ring erfordert nicht viel Kraft. Deshalb empfehlen wir Ihnen einen Drehmomentschlüssel zu benutzen, um die Schrauben nicht zu stark anzuziehen. In der folgenden Tabelle sind die Richtwerte für die Schraubenbefestigung von Flanschverbindungen mit O-Ring oder Flanschdichtung abzulesen:

Rohraussen- durchmesser	[mm]	20	25	32	40	50	63
Drehmoment	[Nm]	10	15	15	20	25	35

Rohraussen- durchmesser	[mm]	75	90	110	125	160	225
Drehmoment	[Nm]	40	40	50	50	60	75



#### Verbindung: Kunststoff/Metall

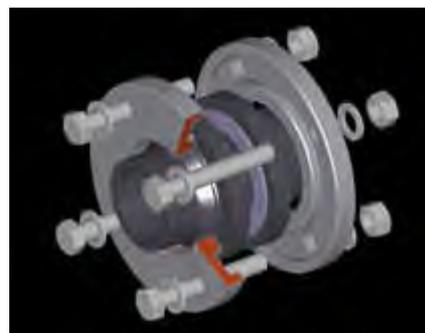
Für den Übergang von Kunststoff zu Metall werden normalerweise Flanschverbindungen mit Dichtungen (O-Ring) verwendet, da die Dichtflächen der Metallflansche üblicherweise gerillt sind.

Benutzen Sie einen Drehmomentschlüssel, um Flansche oder Bundbuchsen zusammen zu verschrauben. In der folgenden Tabelle sind die Richtwerte für die Schraubenbefestigung von Flanschdichtung abzulesen:

Rohraussen- durchmesser	[mm]	20	25	32	40	50	63
Drehmoment	[Nm]	10	15	15	20	25	35

Rohraussen- durchmesser	[mm]	75	90	110	125	160	225
Drehmoment	[Nm]	40	40	50	50	60	75

#### Flanschdichtung





# Chemische Widerstandsfähigkeit

	Seite
-- Einleitung	120
-- Chemisch-physikalische Widerstandsfähigkeit von Polybuten (PB)	120
-- Rohrverbindungen	120
-- Dichtungswerkstoffe (Elastomere)	120
-- Das Korrosionsverhalten von Kupfer und Kupferlegierungen gegenüber verschiedenen Stoffen	120
-- Chemische Widerstandsfähigkeit	122

## Chemische Widerstandsfähigkeit

### Einleitung

Kunststoffe sind Werkstoffe des modernen Rohrleitungsbau. Kunststoffrohre haben sich nicht nur bei Wasser, sondern auch bei stark korrosiven Medien bestens bewährt.

Chemikaliengemische wirken in Interaktion ihrer Bestandteile anders auf den Kunststoff. Daraus können Abweichungen der Angaben für die Einzelbestandteile resultieren. Wir stehen auch jederzeit für eine persönliche Beratung zur Verfügung.

### Chemisch-physikalische Widerstandsfähigkeit von Polybuten (PB)

Die chemisch-physikalische Widerstandsfähigkeit von Polybuten (PB) entspricht weitgehend jener der von Polyolefinen (teilkristalline Thermoplaste).

Im Einzelfall bitten wir Sie, den Einsatz von INSTAFLEX im Nicht-Trinkwasserbereich mit ihrem Verkaufsberater abzuklären.

### Rohrverbindungen

#### INSTAFLEX-Muffenschweiss(MS)-Verbindungen

INSTAFLEX-Muffenschweissverbindungen weisen die gleiche chemisch Resistenz auf wie INSTAFLEX-Rohre.

#### INSTAFLEX-Heizwendelschweiss(HWS)-Verbindungen

INSTAFLEX-HWS-Verbindungen sind grundsätzlich bei allen polybuten-kompatiblen Medien verwendbar. Siehe auch in den Tabellen Chemische Widerstandsfähigkeit. Polybuten darf bei nachfolgend aufgeführten Medien nicht verwendet werden:

- Bromwasserstoff	HBr
- Fluorwasserstoff (Flusssäure)	HF
- Kieselfluorwasserstoffsäure (Fluorkieselsäure)	H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>
- Chlorwasserstoff (Salzsäure)	HCl
- Hypochlorsäure (Unterchlorige Säure)	HOCl- wässrig

Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Befindet sich die Substanz nicht auf der Liste, setzen Sie sich bitte mit ihrem Verkaufsberater in Verbindung.

### Werkstoff für metallische Rohrverbindungen

Medienkontakt hat bei INSTAFLEX folgender metallischer Werkstoff:

Legierung	Messing, entzinkungsbeständig
DIN	EN 12134, EN 12165, EN 12168, EN 12420
Kurzbenennung	CuZn 36 Pb 2 As (CR-Messing)

Der in obiger Tabelle aufgeführte Werkstoff ist in Wasserverteilungen der Haustechnik einsetzbar. Dieser Werkstoff entspricht den länderspezifischen Richtlinien für Trinkwasserinstallationen.

Für andere, nicht haustechnische Trinkwasseranlagen ist die Verwendung des angegebenen Werkstoffes zu prüfen.

### Flansch- und Verschraubungsverbindungen

Bei Flansch- und Verschraubungsverbindungen muss der Werkstoff der Dichtungselemente berücksichtigt werden.

Siehe auch in der Tabelle Chemische Widerstandsfähigkeit.

### Dichtungswerkstoffe (Elastomere)

Die Lebensdauer von Dichtungswerkstoffen kann in je nach Betriebs- und Beanspruchungsbedingungen stark von der des Rohrwerkstoffes abweichen.

Bei Druckluftanwendungen mit mineralölhaltiger Luft müssen EPDM-Dichtungen gegen solche aus NBR ausgetauscht werden.

Dichtwerkstoff	Allgemeine chemisch-physikalische Widerstandsfähigkeit	Max. Betriebstemperatur
<b>EPDM</b> Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	Resistent gegen aggressive, oxidierende Medien Nicht resistent gegen Kohlenwasserstoffe, Öle und Fette	90 °C (kurzzeitig 120 °C)
<b>NBR</b> Nitril-Kautschuk	Resistent gegen Kohlenwasserstoffe, Öle und Fette Nicht resistent gegen oxidierende Medien	90 °C (kurzzeitig 120 °C)

### INSTAFLEX-Ventile

INSTAFLEX-Ventile aus Polybuten sind einsetzbar in Wasserverteilungen der Haustechnik.

### Das Korrosionsverhalten von Kupfer und Kupferlegierungen gegenüber verschiedenen Stoffen

Neben den günstigen physikalischen und mechanischen Eigenschaften ist die Korrosionsbeständigkeit einer der Hauptgründe für die vielseitige Verwendung von Kupferlegierungen.

Das Korrosionsverhalten von Metallen hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Dies macht allgemeine Angaben, die für alle möglichen Betriebsbedingungen gültig sind, oft unmöglich. Neben Art und Reinheitsgrad des angreifenden Stoffes sind vor allem dessen Konzentration und Temperatur von grossem Einfluss auf den Korrosionsverlauf. Durchflussgeschwindigkeit und Strömungsverhältnisse von Flüssigkeiten sind bei der Beurteilung der Eignung eines Werkstoffes ebenfalls zu berücksichtigen.

Besondere Bedeutung kommt bei der Korrosion von Kupfer und Kupferlegierungen dem Sauerstoff oder oxydierenden Agentien (Chemikalien) zu. Diese verstärken besonders in sauren Lösungen den Angriff auf das Metall. Die nachstehende, vorwiegend der Literatur entnommene Tabelle über die relative Korrosionsbeständigkeit von Kupfer und seinen wichtigsten Legierungen gegenüber 170 verschiedenen Stoffen basiert auf Resultaten aus Versuchen im Labor, betrieblichen Erfahrungen und allgemeinen Kenntnissen über Korrosionsvorgänge.

Die Liste gibt einen allgemeinen Hinweis auf die Verwendbarkeit von Kupfer und Kupferlegierungen ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Ausserdem sollen Schadensfällen verhütet werden, die infolge falscher Werkstoffwahl auftreten können. Die Angaben gelten nur bei üblichen Betriebsbedingungen und sind keine unbeschränkte Empfehlung. In bestimmten Fällen ist es unumgänglich ausser den üblichen Prüfungen im Labor auch umfangreiche praktische Versuche unter möglichst betriebsähnlichen Bedingungen durchzuführen. Nur dadurch kann eine absolut sichere Prognose zum Korrosionsverhalten des Mediums gestellt werden.

Die Zeichen in der Korrosionstabelle haben folgende Bedeutung:

- + beständig
- o bedingt beständig (Einsatz muss abgeklärt werden)
- nicht beständig

## Chemische Widerstandsfähigkeit

Chemischer Angriff					Widerstandsfähigkeit										
Angreifendes Medium	Chemische Formel	Siedepunkt °C	Konzentration	Temperatur °C	PB	EPDM	NBR	Messing	Keramik	Hastelloy	PEEK	Ryton	Stainless Steel (1.4401)	Titan	
Ethylenglykol, technisch rein	HO-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	198	techn. rein	20	++	++	++								
				40		++	++								
				60		++	++								
				80		++	-								
				100		-									
Pressluft, ölhaltig				20	-	++	O								
				40											
				60											
				80											
				100											
Propylenglykol, techn. rein	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	188	techn. rein	20	++	++	++								
				40		++	++								
				60		++	++								
				80		++	-								
				100		-									
Sauerstoff, Gas	O <sub>2</sub>		techn. rein	20	++	O									
				40		++									
				60		O									
				80											
				100											
Stickstoff	N <sub>2</sub>	Gas		20	++	++	++								
				40		++	++								
				60		++	++								
				80		++	O								
				100		O									

# Systemtechnik und Anwendungstechnik

	Seite
<b>Allgemein</b>	124
<b>INSTAFLEX</b>	125

# Systemtechnik und Anwendungstechnik

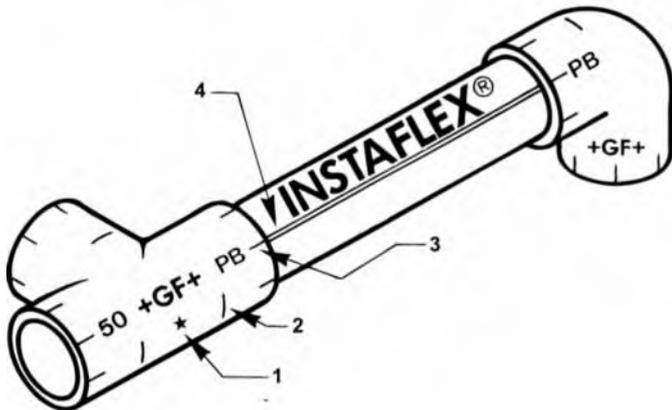
## Allgemein

### INSTAFLEX-Formteile für die Muffenschweissung

Die Gestaltung der Formteile mit

- Gradeinteilung,
- Einstecktiefenmarkierung,
- Produkt-Identifikation und
- Rohr-Längsmarkierung

erlaubt Ihnen ein noch schnelleres und wirtschaftlicheres Arbeiten mit dem INSTAFLEX-Installationsystem.



- 1 Bezeichnung mit Hersteller, Dimension, Werkstoff, Produktionscode
- 2 Einstecktiefenmarkierung (Schweissslänge)
- 3 Gradmarkierung (alle 45°), für Bauteilkombinationen
- 4 Rohr-Längsmarkierung

Gradmarkierung und Rohr-Längsmarkierung erleichtern Ihnen das Erstellen von Bauteilkombinationen. Ein zeit-  
aufwendiges Anzeichen von Formteil und Rohr entfällt.  
Somit ermöglichen Ihnen die Markierungen ein genaueres Arbeiten.



#### Einstecktiefenmarkierung (Schweissslänge)

Die Markierung der Einstecktiefe auf dem Rohr verhindert bei sachgemäßem Schweissvorgang die Bildung einer Innenwulst in der Schweisszone. Durch die Einstecktiefenmarkierung können Sie bei der Installation das z-Mass MBT 140 DE anwenden.

## INSTAFLEX

### Polybuten-(PB)-HWS-Formteile, HWSG-3



#### Formteile für das Heizwendelschweissen (HWS)

Das Formteilsortiment INSTAFLEX-HWS besteht aus einem kompletten Fittingprogramm in den Dimension von d16 bis d110. Die einzelnen Formteile können Sie dem Liefersortiment entnehmen. Die Formteile sind so konzipiert, dass jeder Rohranschluss separat zu verschweissen ist. Eine integrierte Haltevorrichtung, ein codierter Steckeranschluss, eine Gradmarkierung sowie visuelle Schweissanzeige und Einstecktiefenmarkierung ermöglichen Ihnen als Anwender ein **individuelles Arbeiten je nach Baufortschritt oder Vorfertigungsphase**. Ein elektrischer Schraubendreher und das Heizwendelschweißgerät HWSG-3 sind die Arbeitswerkzeuge für die HWS-Formteile von INSTAFLEX.



#### Heizwendelschweißgerät HWSG-3

Das INSTAFLEX HWSG-3 mit drei unabhängigen Schweißkanälen ermöglicht Ihnen das individuelle Abschweissen von Formteilen und Muffen. Sie können **unabhängig vom Formteilty** gleichzeitig drei in ihrer

**Dimension unterschiedliche Schweissungen durchführen**. Mit Hilfe der kodierten Formteile erkennt das Schweißgerät den Typ des Formteil und dessen Dimension. Somit entfällt die Eingabe von Schweißdaten und der Prozess des Schweißens läuft vollautomatisch per Knopfdruck.

Der jeweilige Schweissfortschritt wird Ihnen über Kontrollleuchte angezeigt und durch ein akustisches Signal unterstützt.



**SCHNELL - SICHER - WIRTSCHAFTLICH** die moderne Installationstechnik mit INSTAFLEX



## Stockwerksinstallation

Trinkwasser komfortabel im Haus zu verteilen, ist heute eine anspruchsvolle Disziplin. INSTAFLEX ist für diese hohen Anforderungen, die an eine Trinkwasserinstallation im Neubau wie auch im Sanierungsbereich gestellt werden, bestens geeignet.

### Leitungsführung

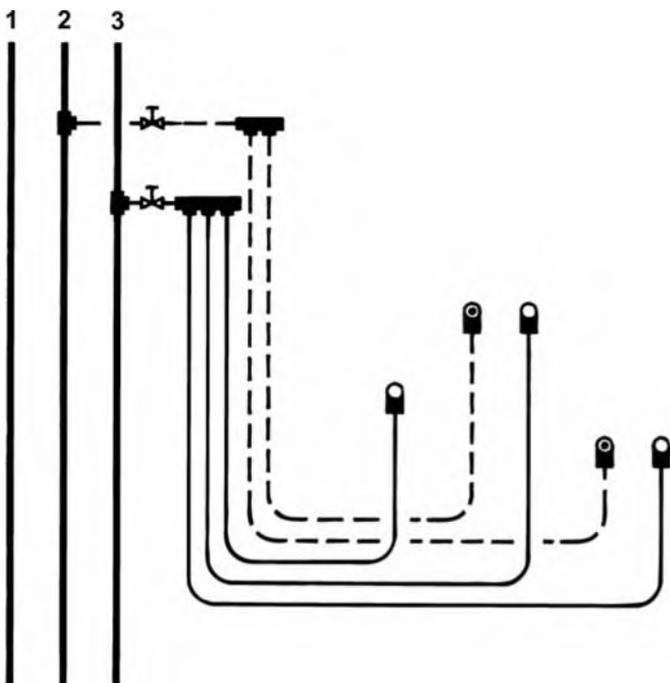
Leitungsführungen sind mit den flexiblen Rohren aus Polybuten (PB) im Ringbund, sowie mit INSTAFLEX-Stangenrohren möglich. Dabei ist es unerheblich, ob Sie das Rohr-in-Rohr-System oder die traditionelle Verlegetechnik verwenden.

INSTAFLEX bietet mit entsprechend ausgerichteten Systemkomponenten die optimale Lösung für unterschiedlichste Anforderungen: vom Ein- und Zweifamilienhaus über sozialen Wohnungsbau bis hin zu gehobeneren Ansprüchen im Wohnungsbau.

Die optimale Trinkwasserverteilung im Stockwerk ermöglichen Einzelleitung, Strangleitung, Ringleitung, T-Stück-Verzweigung sowie Strangleitung mit Zirkulation in Verbindung mit den jeweils zugehörigen Formteilen.

### Einzelleitung

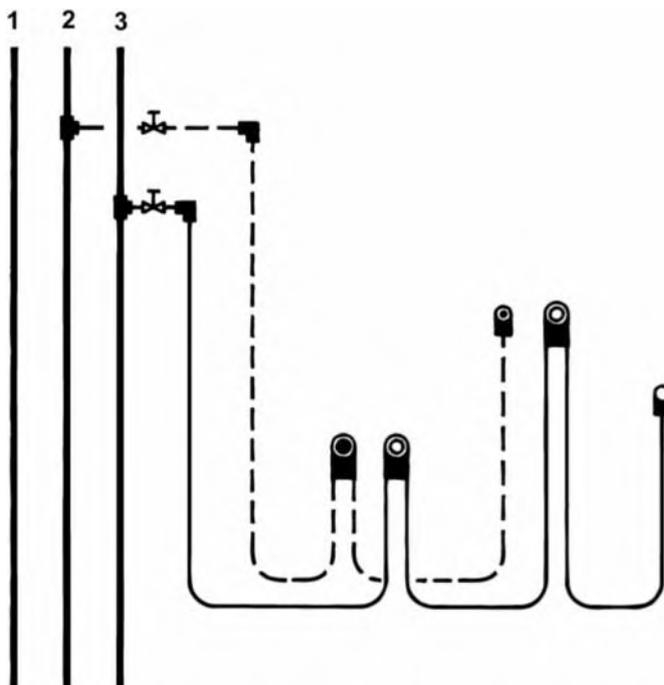
- Unkomplizierte Planung
- Einfachste Druckverlustbestimmung und Dimensionierung
- Einzelne Versorgung der Zapfstelle mit separater Leitung
- Niedrige Druckverluste
- Wirtschaftliche Ausstosszeiten und hoher Komfort
- Einzelarmaturenanschlüsse
- Unproblematische Auswechslung des Mediumrohres durch Rohr-in-Rohr-System möglich
- Keine Verbindungsstellen im Fussboden



- 1 Zirkulationsleitung
- 2 Warmwasserleitung
- 3 Kaltwasserleitung

### Strangleitung

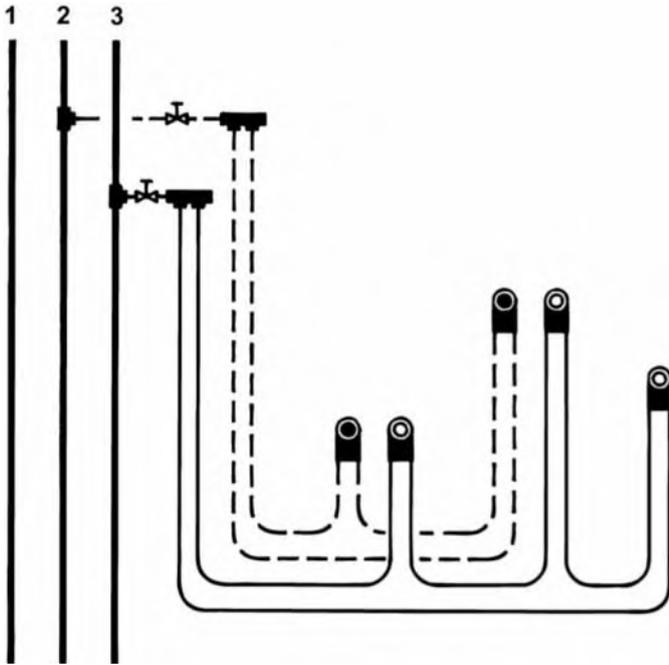
- Versorgung mehrerer Zapfstellen mit einer Leitung
- Reduzierter Rohrverbrauch
- Einzel- und Doppelarmaturenanschlüsse



- 1 Zirkulationsleitung
- 2 Warmwasserleitung
- 3 Kaltwasserleitung

### Ringleitung

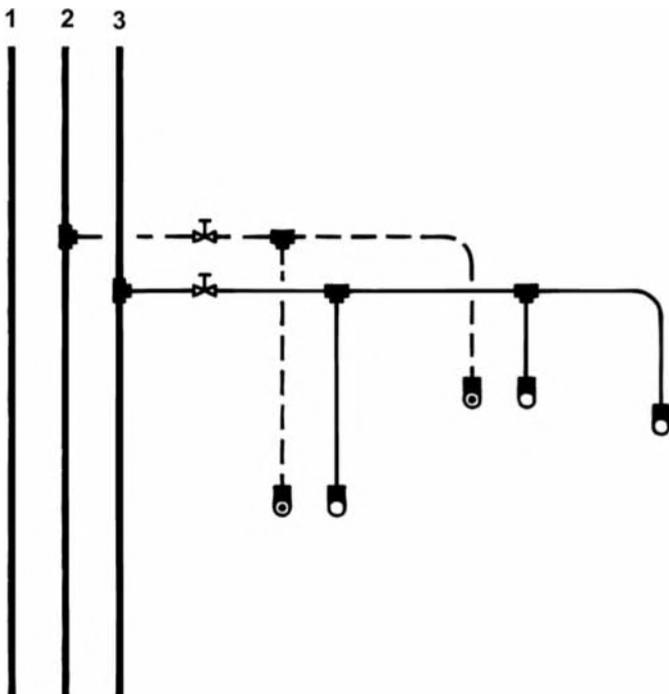
- Versorgung jeder Zapfstelle von zwei Seiten
- Kein Stagnationswasser
- 1/3 geringere Druckverluste als bei Strangleitung
- Doppelarmaturenanschlüsse



- 1 Zirkulationsleitung
- 2 Warmwasserleitung
- 3 Kaltwasserleitung

#### T-Stück-Verzweigung

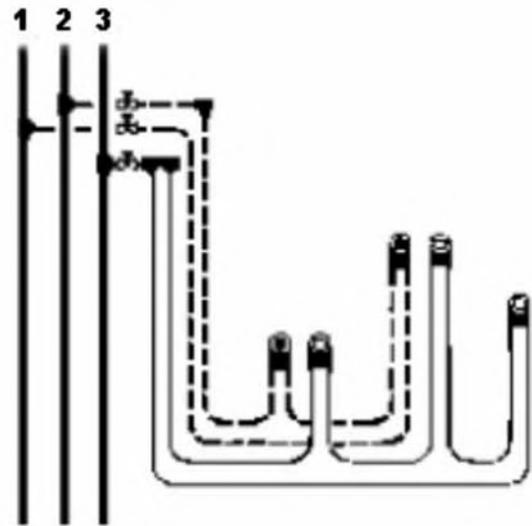
- Versorgung mehrerer Zapfstellen mit einer Leitung
- Geringer Platzbedarf für Rohrlage
- Bei Sanierung Verlegung in vorhandenen Schlitzen
- Formteile in Schweiss- und/oder Klemmausführung
- Einzelarmaturenanschlüsse
- Reduzierter Rohrverbrauch



- 1 Zirkulationsleitung
- 2 Warmwasserleitung
- 3 Kaltwasserleitung

#### Strangleitung mit Zirkulation

- Möglichkeit der legionellen sicheren Betriebsweise
- Hoher Komfort
- Warmwasser bis vor die Zapfstelle



- 1 Zirkulationsleitung
- 2 Warmwasserleitung
- 3 Kaltwasserleitung

#### Leitungsführung für grosse Entnahmearmaturen

Entnahmearmaturen mit einem Auslaufvolumenstrom von  $V_R > 0.4 \text{ l/s}$  können mit einer parallel geführten Zuleitung der Dimension d16 angeschlossen werden. Die parallel geführte Zuleitung (2 x d16) weist im Vergleich zur Einzelleitung mit der nächsthöheren Dimension (d20) zirka 20 % niedrigere Druckverluste auf. Sie ist somit überall dort von Vorteil, wo nur niedrige Versorgungsdrücke verfügbar sind.

#### Beispiel:

##### Entnahmearmatur

$V_R = 0.6 \text{ l/s}$

##### Einzelleitung d20

$\Delta P_R = 110 \text{ mbar/m}$

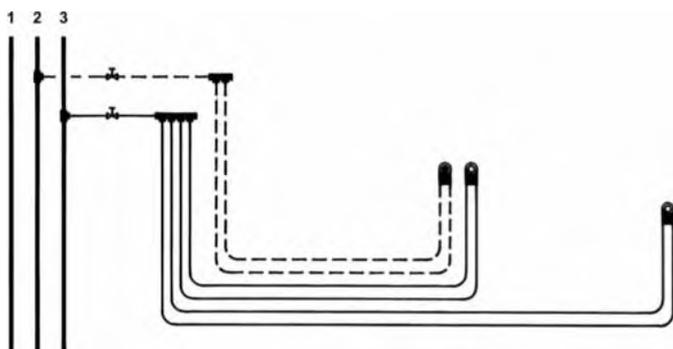
##### Doppelleitung 2 x d16

( $V_R = \text{je } 0.3 \text{ l/s}$ )

$\Delta P_R = 90 \text{ mbar/m}$

Differenz  $\approx 20 \%$

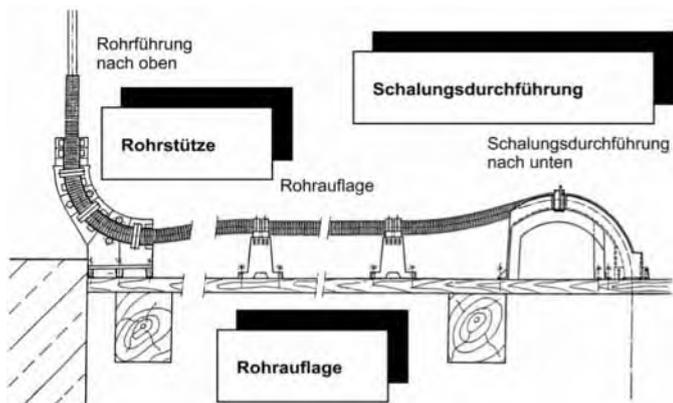
## Verlegung der Leitungen in der Rohbetondecke



- 1 Zirkulationsleitung
- 2 Warmwasserleitung
- 3 Kaltwasserleitung

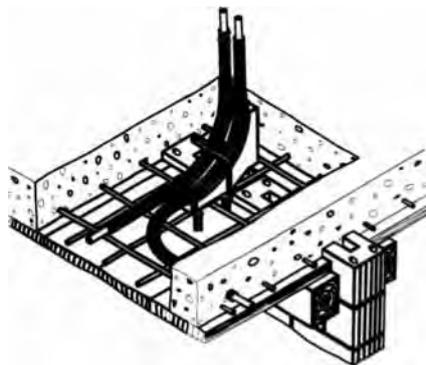
Neue Entwicklungen eröffnen dem Planer oder Installateur neue Perspektiven. So leisten sie nicht nur einen Beitrag zur Rationalisierung, sondern verbessern auch die Gebrauchstüchtigkeit. Ein Beispiel dafür ist das Rohr-in-Rohr-System für Rohbetondecken. Es vereinfacht die Installation erheblich und verkürzt damit die Montagearbeit. Das Einlegen in die Rohbetondecke hat sich als eine der vorteilhaftesten Verlegemethoden in der Praxis bewährt.

Der wesentliche Vorteil der Rohr-in-Rohr-Systeme ist die Trennung des mediumführenden Leitungsrohres vom umschliessenden Baukörper durch das Schutzrohr. Wenn Sie fachgerecht montieren, die Biegeradien einhalten und die bereitgestellten Verlegehilfsmittel verwenden, ist eine mechanische Beschädigung der Leitungsrohre ausgeschlossen. Falls ein Rohr ausgewechselt werden soll, ist dies jederzeit möglich.



### Rohrstütze

Die Rohrstützen verwenden Sie, indem Sie die Rohre (d16, d20) in die Stützen einlegen und mit der Klammer fixieren. Zur weiteren Fixierung der Rohre nach oben können Sie einen Armierungsstab (Durchmesser 10 mm) in die Rohrstütze einstecken. Sie können mehrere Rohrstützen nebeneinander positionieren. Achten Sie dabei auf einen Abstand von 45 mm.



Artikel-Nr. 760 853 399

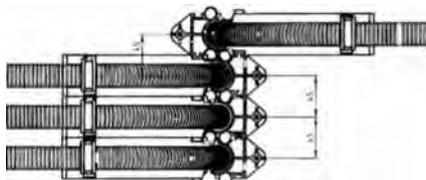
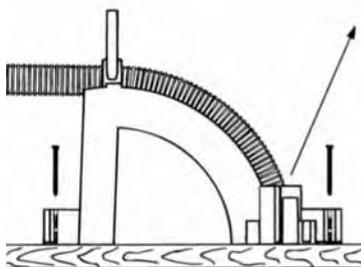
### Rohrauflage

Rohrauflagen dienen als Abstandhalter für die Schutzrohre sowie Leitungsrohre und sichern den Abstand von der Schalung. Gleichzeitig kennzeichnen sie den Leitungsverlauf in der Decke. Diese Rohrauflage bewahrt Sie davor, die Leitungen von unten anzubohren.



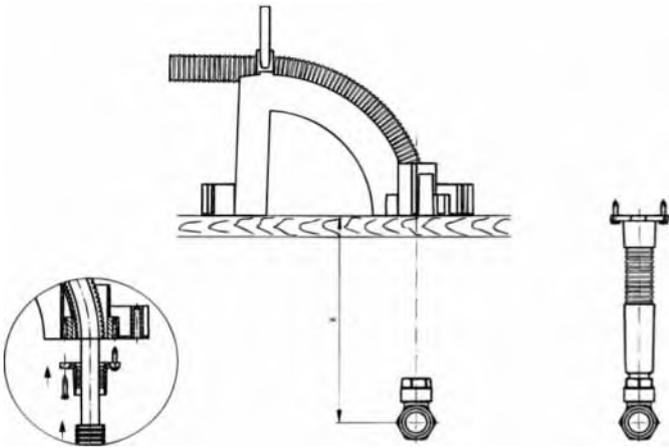
Artikel-Nr. 760 853 759

### Schalungsdurchführung



Artikel-Nr. 760 853 300

Verschliessen Sie das Schutzrohrende mit der Tülle (rot/grün), die im Rohrkarton beiliegt. Legen Sie das Rohr (d16 oder d20) in die Führung ein und fixieren Sie es mit der Klammer. Sie können mehrere Führungen im Abstand von 45 mm nebeneinander, in gleicher oder gegenläufiger Richtung zusammenstecken.

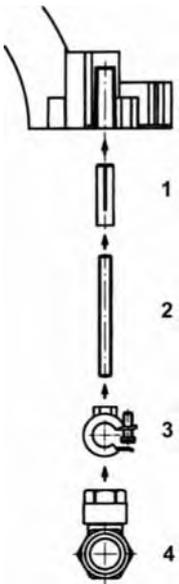


### Kupplung

d16 Artikel-Nr. 760 853 316

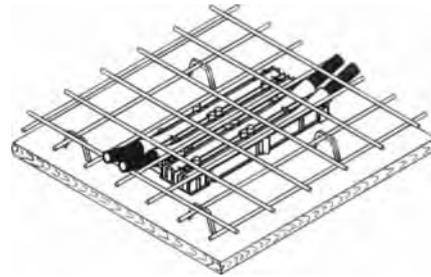
d20 Artikel-Nr. 760 853 753

Nachdem Sie die Deckenschalung entfernt haben, ziehen Sie das Mediumrohr um die benötigte Rohrlänge (x) bis zum Verteiler nach. Binden Sie danach das Schutzrohr mit der passenden Kupplung an.



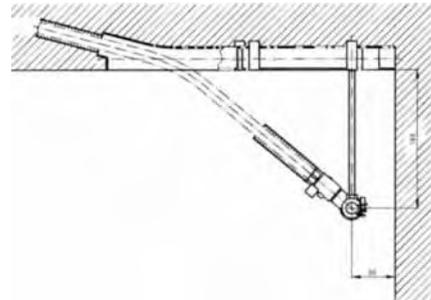
- 1 Metalldübel M8
- 2 Gewindestange M8
- 3 Rohrschelle
- 4 Verteiler

### Schalungskasten



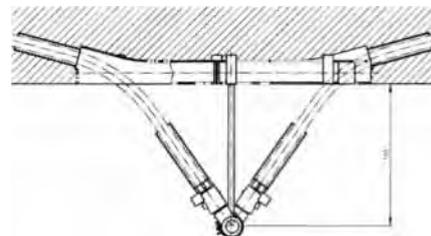
Sie können Rohre d16 und d20 direkt mit dem Schutzrohr in den Schalungskasten einschieben. Im Unterschied dazu können Sie Rohr d25 nur ohne Schutzrohr einschieben. Sie können mehrere Schalungskästen im Abstand von 45 mm nebeneinander, in gleicher oder gegenläufiger Richtung, zusammenstecken. Nageln Sie den Schalungskasten mit den beiliegenden Nägeln direkt unter der Unterarmierung auf die Schalung.

### Anordnung der Verteiler bei einseitiger Rohrführung



Nachdem Sie die Deckenschalung entfernt haben, können Sie das Leitungsrohr nach unten am Verteiler anschliessen. Die Verteilerbefestigung ist analog zu der bei der Schalungsdurchführung.

### Anordnung der Verteiler bei gegenläufiger Rohrführung



Artikel-Nr. 760 853 299

Befestigen Sie den Verteiler, indem Sie in die dafür vorgesehenen Öffnungen Metalldübel M8 einsetzen. Fixieren Sie den Verteiler anschliessend mit INSTAFLEX-Rohrschellen und Gewindestangen M8.

### Verlegung der Leitungen auf der Rohbetondecke

Wenn Sie Leitungen auf einem tragenden Untergrund (Betondecke) verlegen, welcher der Aufnahme eines schwimmenden Estrichs dient, müssen Sie die Anforderungen nach **DIN 18202** berücksichtigen.

Vermeiden Sie Schallbrücken und/oder Schwankungen in der Estrichdicke.

Wenn Sie Rohrleitungen auf tragendem Untergrund oder in der Isolation verlegen, müssen Sie diese formbeständig einbetten oder mit Befestigungselementen fixieren. Schaffen Sie durch einen Ausgleich wieder eine ebene Oberfläche zur Aufnahme der Dämmschicht.

Wenn Sie zwei Rohre in der Isolation mit formbeständiger Abdeckung parallel anordnen, sind die Anforderungen an den Trittschallschutz zu erfüllen.

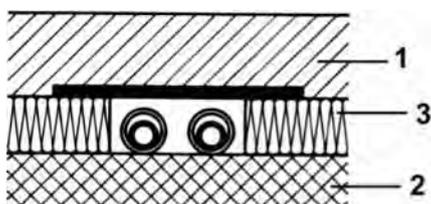
Sie können den Verlauf der Leitungen bereits bei der Vorbereitung berücksichtigen, indem Sie bei der Planung Aussparungen in der Rohbetondecke zur Aufnahme der geplanten Leitungsstrasse vorsehen. Die Leitungen können dann in diesem Kanal problemlos die Decke durchqueren.

Wenn Sie Leitungen im Leitungskanal auf der Rohbetondecke oder in der Isolation verlegen, dann müssen Sie beim Verlegen ein Schutzrohr verwenden. Anders ist es bei Leitungen, die über der Isolation direkt in den Estrich analog zur Fussbodenheizung eingebettet werden. Dort können Sie sie ohne Schutzrohr verlegen.

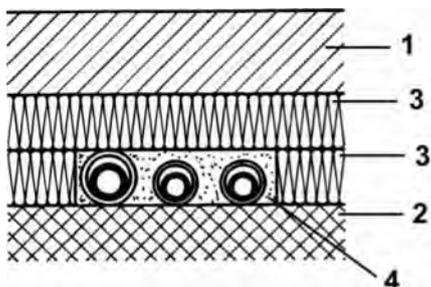
Falls Sie für den Überzugsboden ein anderes Material verwenden, z. B. Heissasphalt, dann stellen Sie sicher, dass die in oder unter der Isolation verlegten Kunststoffrohre nicht beschädigt werden.

Die Anforderungen an die Dämmung aus **DIN 1988-2** für Kaltwasser und die **Energieeinsparverordnung (EnEV)** für Warmwasser sind zu erfüllen.

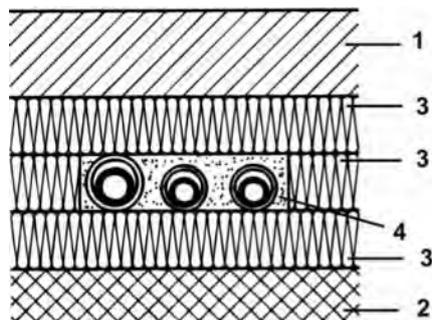
#### Beispiele:



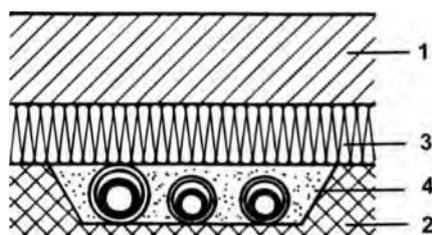
Verlegung der Leitungen auf der Rohbetondecke in der Dämmschicht mit formbeständiger Abdeckung



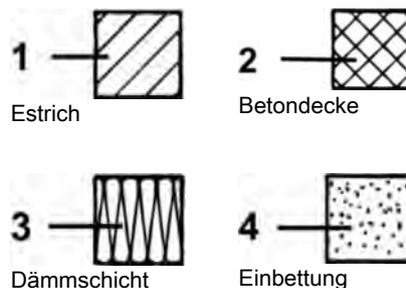
Verlegung der Leitungen auf der Rohbetondecke in der Dämm- oder Ausgleichschicht mit formbeständiger Einbettung



Verlegung der Leitungen inmitten der Dämmschicht mit formbeständiger Einbettung



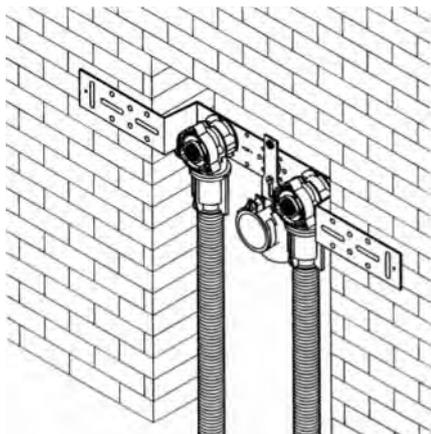
Verlegung der Leitungen im Deckenkanal mit formbeständiger Einbettung



#### Verlegung der Leitungen im Mauerwerk (Schlitzmontage)

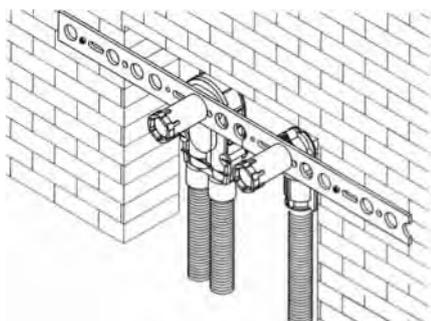
Obwohl geltende Vorschriften der Schlitzmontage entgegenstehen, ist diese im Modernisierungs- und Sanierungsbereich noch immer anzutreffen. Im Neubaubereich wird diese Methode vor allem dann angewendet, wenn Leitungen auf oder in der Rohbetondecke verlegt werden. Hier empfiehlt sich die Montage im Mauerschlitz bzw. in der Wandaussparung.

Falls auch Sie diese Methode anwenden, vermeiden Sie waagrecht verlaufende Mauerschlitze.



Ein Sortiment an optimalen Montagehilfsmittel erlaubt Ihnen die rationelle Befestigung von Armaturenanschlüssen im Mauer Schlitz oder in der Wandaussparung.

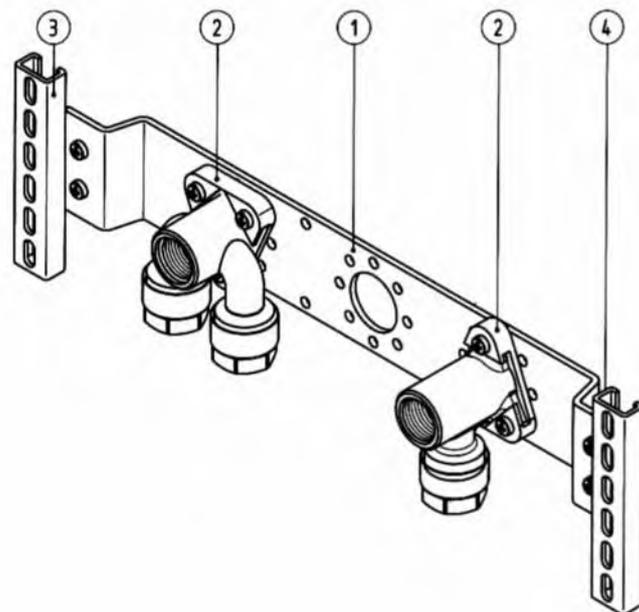
Wenn Sie das Rohr-in-Rohr-System verwenden, erübrigt sich ein nachträgliches Schützen des Leitungsrohres gegenüber dem Mauerwerk. Berücksichtigen Sie aber auch hierbei die Anforderungen an die entsprechenden Dämmvorschriften.



### Verlegung der Leitungen in Leichtbauwänden

Wenn Sie Stockwerksleitungen in Leichtbauwänden oder Holzwänden installieren, gilt besondere Vorsicht. Es treten Kräfte durch die Benutzung der Armaturen auf. Deshalb ist es notwendig, dass Sie diese Kräfte über den Armaturenanschluss ausreichend sicher in das Ständerwerk einleiten bzw. übertragen.

Es ist erforderlich, dass Sie das Rohr-in-Rohr-System in den Hohlräumen zweckmässig mit dem entsprechenden Befestigungsmaterial sichern.



### INSTAFLEX

- 1 Distanzhalter
- 2 Armaturenanschlüsse

### Wandhersteller

- 3 Befestigungsschiene
- 4 Befestigungsglasche

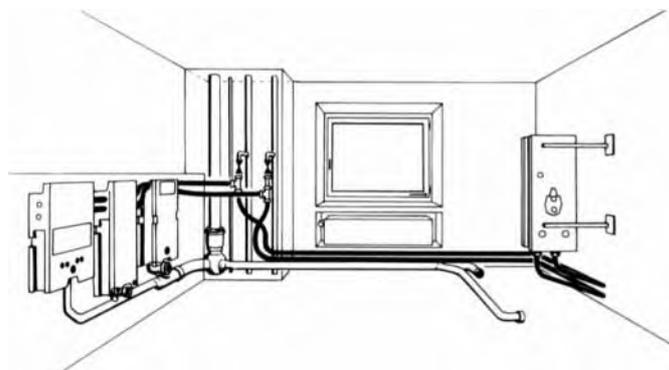
### Achtung:

Montieren Sie beim Installieren von Armaturenanschlüssen in Leichtbauwänden oder Holzwänden nur Armaturenanschlüsse **ohne** Gehäuse am Distanzhalter.

Zum Befestigen der Armaturenanschlüsse benötigen Sie eine Kombination von INSTAFLEX-Montagezubehör und Zubehör des Wandherstellers.

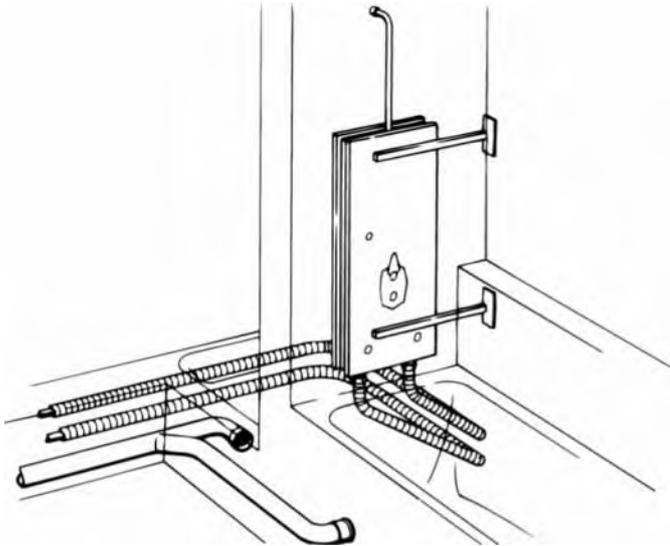
### Vorwandinstallation mit Installationsblöcken

Die an der Installationswand befestigten Bausteine können Sie wie auch die Armaturenanschlüsse mit Einzel-, Strang- oder Ringleitungen anschliessen. Mit den entsprechenden INSTAFLEX-Systemteilen können Sie alle handelsüblichen Installationsbausteine anschliessen.

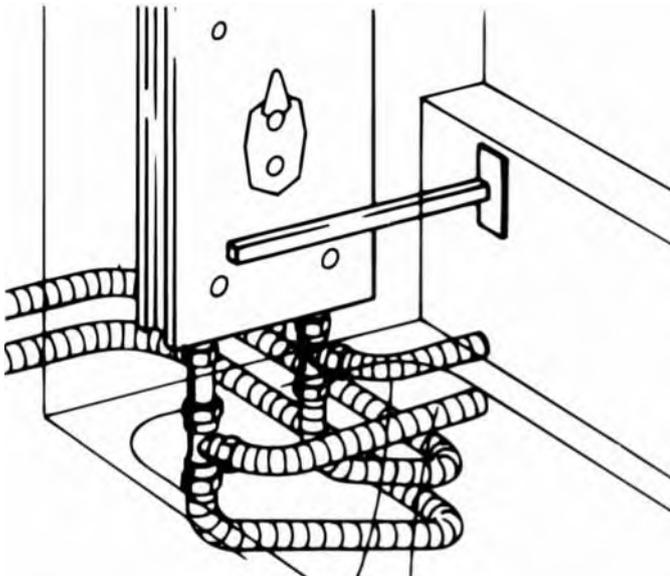


Zweizeilige Anordnung mit zentraler Steigzone

## Verrohrung als Einzel- und Strangleitung



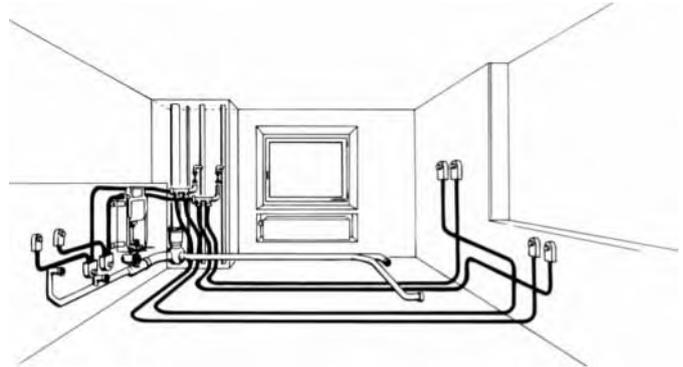
Bausteinanschluss mit Einzelleitung



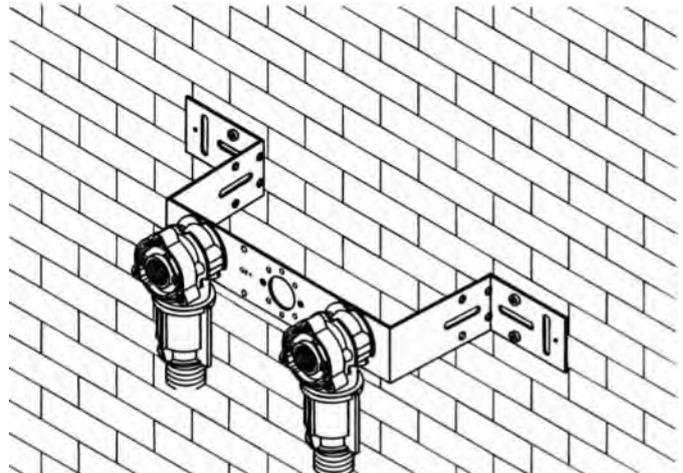
Bausteinanschluss mit Strangleitung (T-Verzweigung)

## Vorwandinstallation konventionelle Ausführung

Bei der konventionellen Vorwandinstallation verlegen Sie die INSTAFLEX-Leitungsrohre im Schutzrohr auf der Installationswand und befestigen sie mit entsprechendem Material (Briden oder Ähnliches). Die Armaturenanschlüsse befestigen Sie im Abstand der Vormauerung auf der Installationswand. Verwenden Sie dazu das zum System gehörende Befestigungsmaterial.

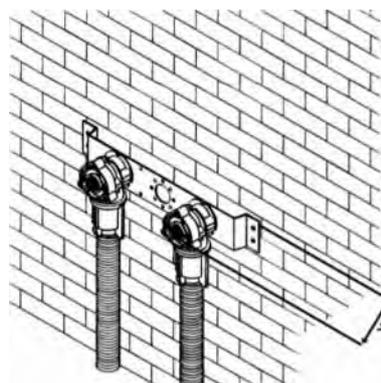
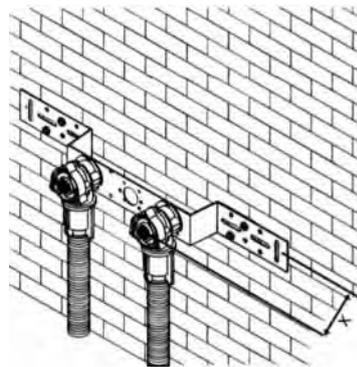


INSTAFLEX-Vorwandinstallation in 2-zeiliger Installationsanordnung mit zentralem Leitungsschacht

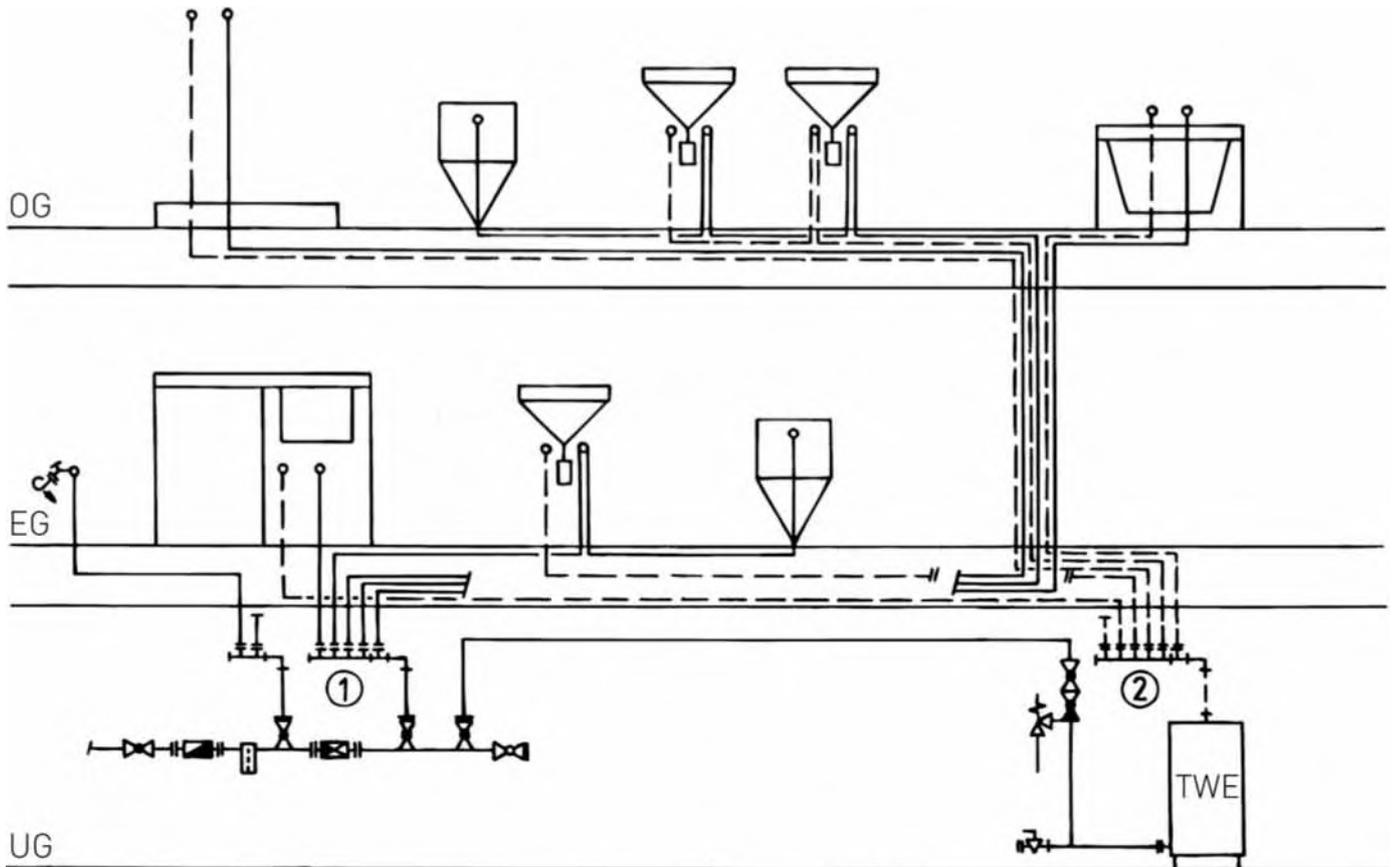


INSTAFLEX-Armaturenanschlüsse einfach und doppelt mit zugehörigem Befestigungsmaterial für die Vorwandinstallation

Maximales Vormauerungsmass  $x = 17,5$  cm



## Anordnung der Stockwerksverteiler



①

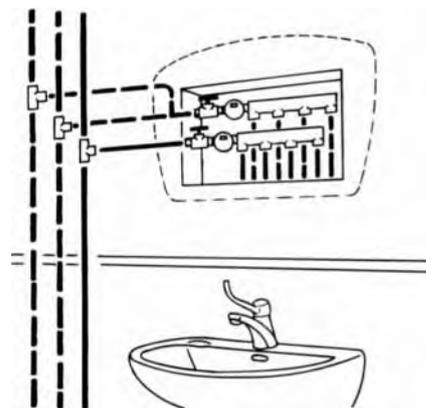
②

- 1 Kaltwasserverteiler
- 2 Warmwasserverteiler

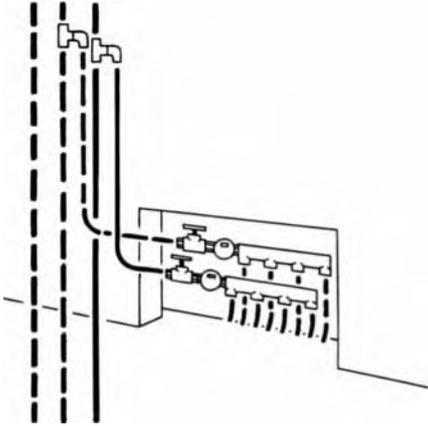
### Beispiele:

Bei Ein- und Zweifamilienhäuser ist es vorteilhaft, die Verteiler bei dem Rohr-in-Rohr-System im Keller anzuordnen. Achten Sie darauf, dass der Warmwasserverteiler möglichst nahe beim Trinkwassererwärmer (TWE) platziert wird. Je kürzer die Verbindungsleitungen zwischen Verteiler und TWE sind, desto kürzer ist auch die Ausstosszeit des abgekühlten Stagnationswassers. Sie verringern damit den Wasser- und Wärmeverlust.

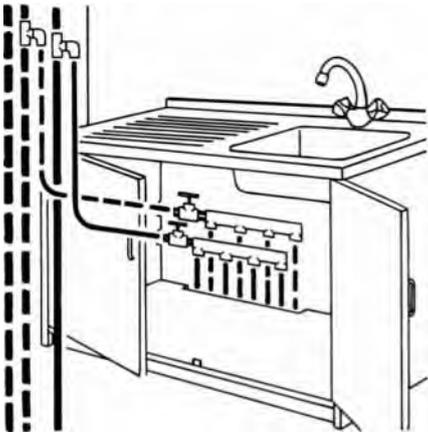
Mehrfamilienhäuser oder ähnliche Gebäude mit Verteileranordnung innerhalb der Wohnungen oder Räumlichkeiten werden für gewöhnlich zentral mit Warmwasser versorgt. Wir empfehlen daher, die Verteiler möglichst nahe am Verbraucher zu platzieren. Auch die Warmwasserzirkulation kann nahe an die Verbraucher geführt werden. Verlegen Sie die Stichleitungen vom Verteiler zum Verbraucher so kurz wie möglich. Damit verkürzen Sie die Ausstosszeiten und verringern Wasser- und Wärmeverluste.



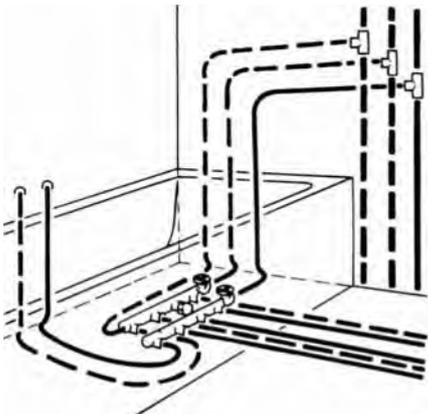
Anordnung der Verteiler in vorgeplanter Nische hinter dem Spiegel



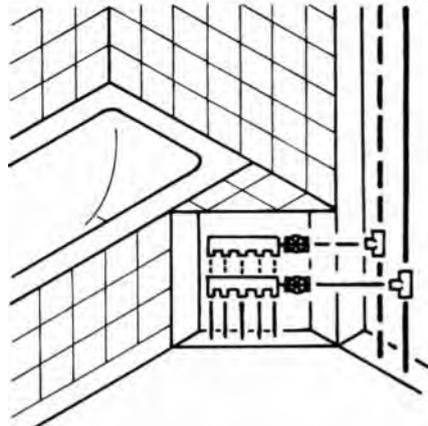
Anordnung der Verteiler in der Wand mit oder ohne Verteilerkasten, Zugang über Revisionsrahmen



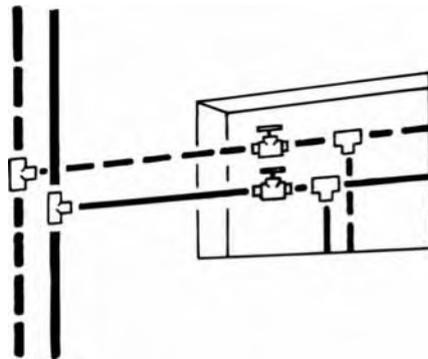
Anordnung der Verteiler unter der Küchenspüle oder im Wandschrank, leichter Zugang



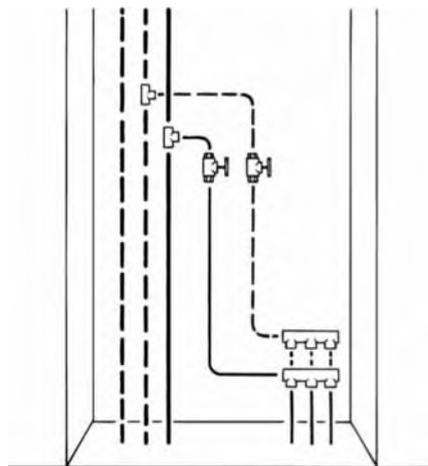
Anordnung der Verteiler in der Badewannenabmauerung oder unter der Badewanne, Zugang über Revisionsöffnung



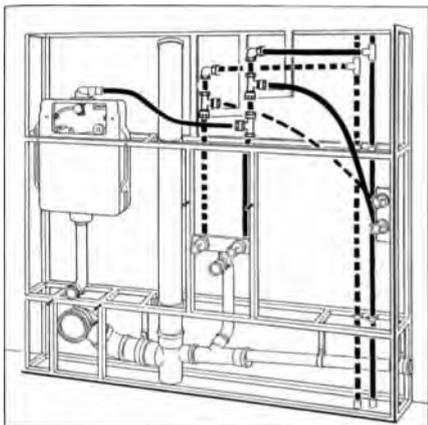
Anordnung der Verteiler in der Wanddecke zur Badewanne ergibt zusätzlich Ablagefläche



Anordnung der Verteiler in Hotelzimmern oder ähnlichen Räumlichkeiten

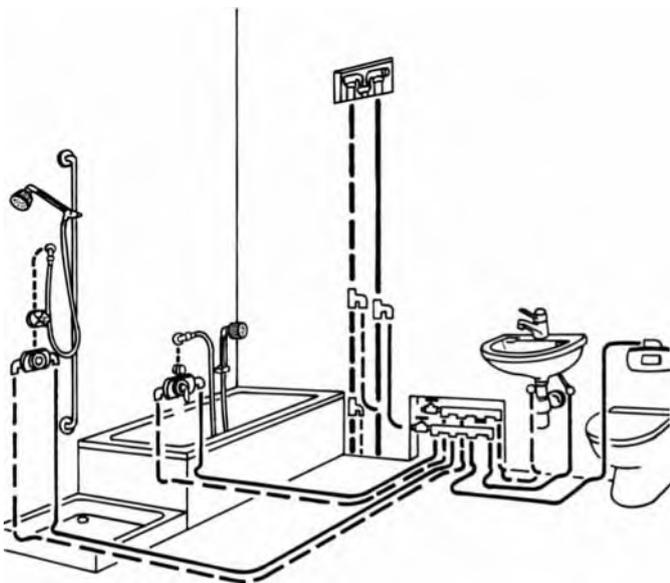


Anordnung der Verteiler im Installations-schacht mit Unter-Putz-Ventil

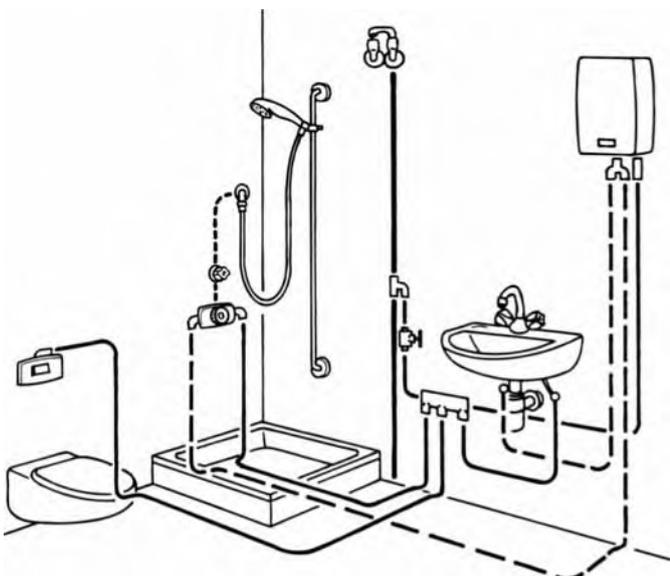


Anordnung der Verteiler in Rahmenelementen

### Warmwasserversorgung



Verteilung bei zentraler Warmwasserversorgung in einer Wohnung



Verteilung bei dezentraler Warmwasserversorgung in einer Wohnung, z. B. mit Durchlauferhitzer

### Armaturen- und Apparateanschlüsse

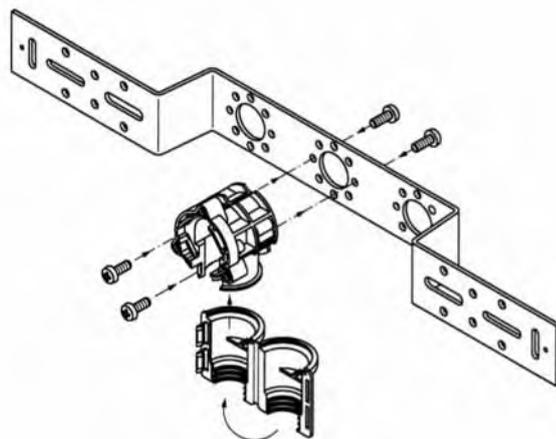
Ein wichtiges Verbindungsglied zwischen dem Kunststoffleitungsrohr und dem Verbraucher ist der Armaturen- und Apparateanschluss.



Diese Anschlüsse schaffen einen sicheren Übergang zum Verbraucheranschluss. Mit unseren verschiedenen Ausführungen der Anschlüsse werden wir den Anforderungen der unterschiedlichen Anschlussarten gerecht. INSTAFLEX-Armaturenanschlüsse erfüllen die Anforderungen des Marktes: ob Unter- oder Auf-putz-, Vorwand- oder Schlitzmontage, Mauerwerk, Holz- oder Gipswände, Element- oder Rahmenbauweise.

**Verwenden Sie im Trockenbau keine Armaturenanschlüsse mit Gehäuse.**

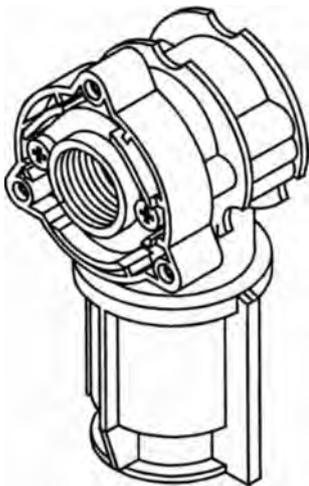
Anschlüsse in Einfachausführung



INSTAFLEX-Armaturenanschluss mit einteiligem Distanzhalter für Schlitzmontage

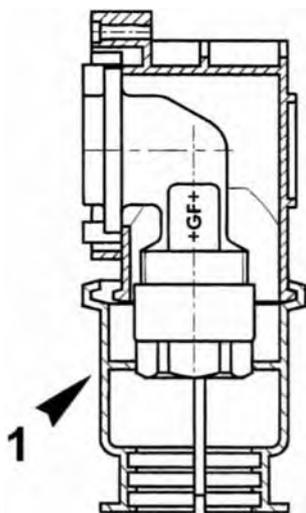
## Armaturenanschluss einfach und doppelt mit Gehäuse

### Armaturenanschluss mit Gehäuse für die Unter- Putz-Montage



Anforderungen:

- Unter-Putz(UP)-Einsatz
- Anschlusswinkel auswechselbar in Verbindung mit Rohr-in-Rohr-System
- Vormontage auf einem Distanzhalter
- Einfache und schnelle Montage
- Sichere Verbindung vom Kunststoffrohr zur Armatur



- 1 Sie können das Gehäuse erst schliessen, wenn das Rohr installiert ist.

Gehäuseoberteil = blau

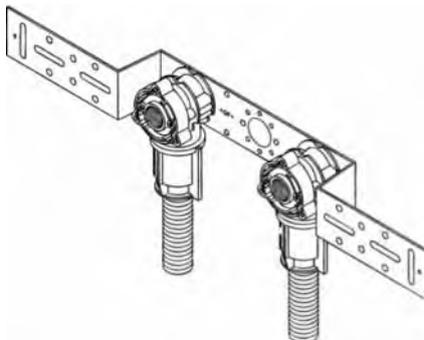
Gehäuseunterteil = lichtgrau

Der INSTAFLEX-Armaturenanschluss mit Gehäuse besteht im wesentlichen aus drei Teilen,

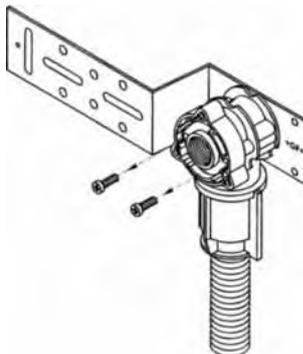
1. Dem Anschlusswinkel mit der bewährten, patentierten INSTAFLEX-Klemmverbindung. Er wird werksseitig im Gehäuseoberteil für Sie vormontiert.
2. Dem Gehäuseoberteil. Befestigen Sie es direkt auf dem Distanzhalter, um den Anschlusswinkel gegenüber dem Mauerwerk abzudecken. Ausserdem bewahren Sie dadurch die Auswechselbarkeit der Rohrleitung bei mechanischer Beschädigung.
3. Dem Gehäuseunterteil. Es dient zur Verankerung des Schutzrohres, zur Abdeckung der Klemmverbindung gegenüber Mörtel und anderen Baustoffen sowie als Sicherung gegen unmontierte Klemmverbindungen.

Der INSTAFLEX-Armaturenanschluss mit Gehäuse vereint somit alle an ihn gestellten Anforderungen. Sie gewährleisten die Auswechslung bei Hohlraumverlegung, indem Sie das Schutzrohr gerade aus dem Armaturenanschluss führen und vor der ersten Richtungsänderung eine Befestigung setzen.

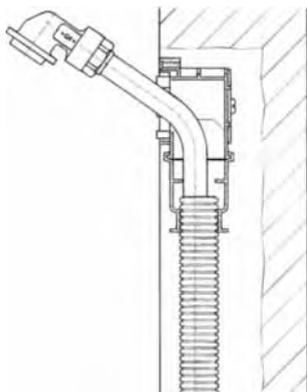
#### Beispiel:



UP-Einsatz im Mauerwerk bei Schlitzmontage



Die Auswechselbarkeit des Anschlusswinkels ist nach fertiger Montage gewährleistet.

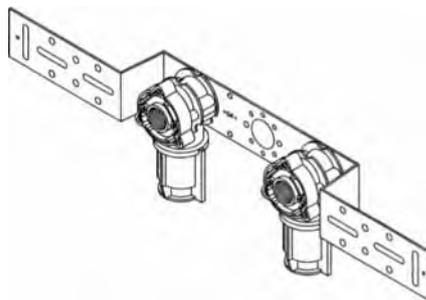


Nachdem Sie die zwei Befestigungsschrauben entfernt haben, können Sie den Anschlusswinkel nach vorne aus dem Gehäuse herausnehmen.

**Achtung:**

Einen Doppelanschluss können Sie nur auswechseln, indem Sie das Mauerwerk öffnen. Im Trockenbau dürfen Sie keine vormontierten Armaturenanschlüsse mit Gehäuse auf die Halter montieren. Es besteht die Gefahr, dass der Anschluss abbricht.

**Montage**



Jedem Produkt liegt eine Montageanleitung in der Verpackung bei.

Schrauben Sie die Armaturenanschlüsse nur mit den beigefügten Schrauben auf den Distanzhalter.

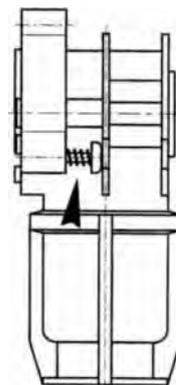
**Achtung:**

Verwenden Sie für Leichtbau- oder Holzwände keine Armaturenanschlüsse mit Gehäuse.

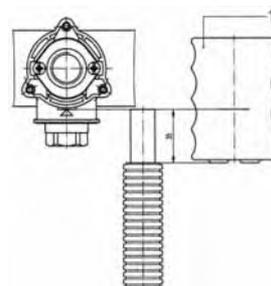
Schrauben Sie die Armaturenanschlüsse mit den vormontierten Schrauben im Gehäuseoberteil an.

Fixieren Sie danach die Anschlussgruppe im Mauer-schlitz.

Lösen Sie das Gehäuseunterteil vom Oberteil, so dass die Klemmverschraubung sichtbar wird.

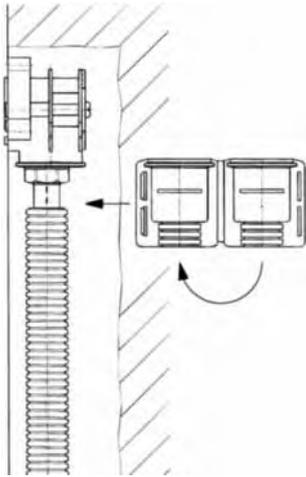


Schneiden Sie das Leitungsrohr auf Höhe der Markierung (Pfeil) am Gehäuseoberteil ab. Kürzen Sie anschliessend das Schutzrohr um 35 mm mit dem INSTAFLEX-Schutzrohrschneider.



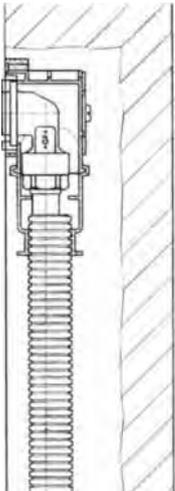
1 INSTAFLEX-Schutzrohrschneider

Stecken Sie das Leitungsrohr in die vormontierte Klemmverbindung ein und ziehen Sie die Überwurfmutter fest an.

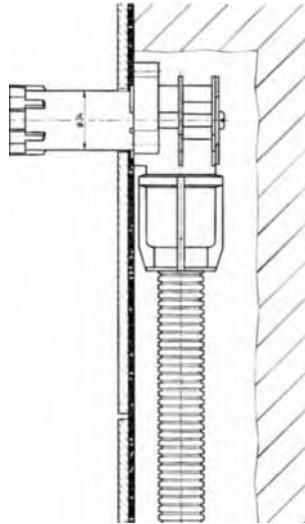


Setzen Sie das Gehäuseunterteil auf und schliessen Sie es. Nur wenn die Überwurfmutter richtig montiert ist, können Sie das Gehäuseunterteil schliessen.

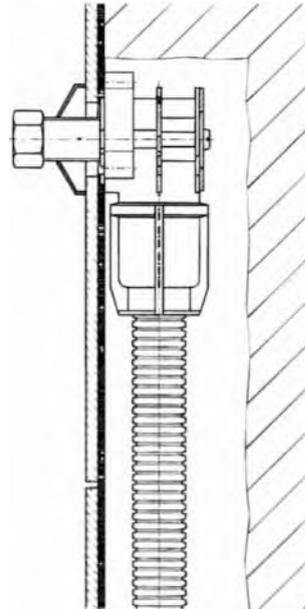
**Durch diesen Sicherungsmechanismus erübrigt sich eine nachträgliche Sichtkontrolle.**



Verschliessen Sie das 1/2"-Anschlussgewinde mit dem INSTAFLEX-Abpresszapfen. Der Abpresszapfen dichtet direkt auf dem Formteil ab. So entfällt ein zusätzliches Eindichten zum Abpressen. Gleichzeitig dient der Abpresszapfen als Schutz beim Verputzen und Fliesen der Wand.



Problemlos decken Sie die Wandöffnung des Abpresszapfens (34 mm) durch die Rosette der Armatur (50 mm) ab.

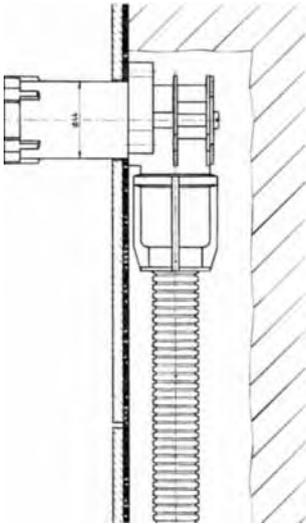


Falls Sie den Anschlusswinkel auswechseln wollen, ist es notwendig die Öffnung der Wand im Minimum auf 44 mm zu vergrössern.

Vergrössern Sie die Öffnung der Wand, indem Sie einen Abpresszapfen mit 44 mm oder grösser einsetzen.

**Achtung:**

Wählen Sie die Grösse der Abdeckrosette entsprechend grösser als der Abpresszapfen. Bei einem 44 mm Abpresszapfen brauchen Sie eine 60 mm Abdeckrosette.



Benutzen Sie für die genaue Montagefolge der Armaturenanschlüsse die Montageanleitung, die der Verpackung beiliegt.

**Armaturenanschlüsse mit Gehäuse einfach**



Anschlussgehäuse auf den Distanzhalter aufschrauben und in Mauer-  
aussparung befestigen.



Schutzrohrhalter öffnen, Leitungsrohr einstecken, Klemmverbindung montieren, Schutzrohrhalter einschnappen.

**Armaturenanschlüsse mit Gehäuse doppelt**



Anschlussgehäuse auf den Distanzhalter aufschrauben und in Mauer-  
aussparung befestigen.

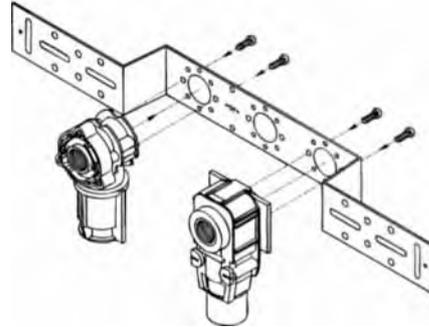


Schutzrohrhalter öffnen, Leitungsrohr einstecken, Klemmverbindung montieren, Schutzrohrhalter einschnappen.

**Montage der Armaturenanschlüsse mit blauem Gehäuse**

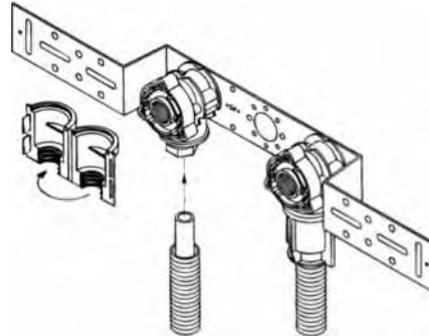
Im Mauerwerk

**Armaturenanschluss einfach**



d16 - 1/2"-Gewinde  
d20 - 1/2"-Gewinde

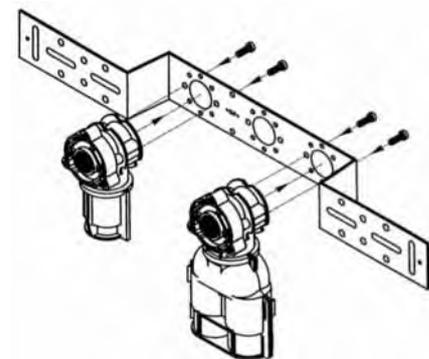
Schrauben Sie den Armaturenanschluss auf den Distanzhalter.



d16 - 1/2"-Gewinde  
d20 - 1/2"-Gewinde

Lösen Sie den Schutzrohrhalter und montieren Sie das Leitungsrohr in der Klemmverbindung. Lassen Sie abschliessend den Schutzrohrhalter einschnappen.

**Armaturenanschluss doppelt**



mit 1/2"-Gewinde

Die Montage erfolgt analog zum Armaturenanschluss einfach.

## Montage der Armaturenanschlüssen an der Holzschalung



Befestigungsteller mit 55 mm x 1/2" Durchmesser



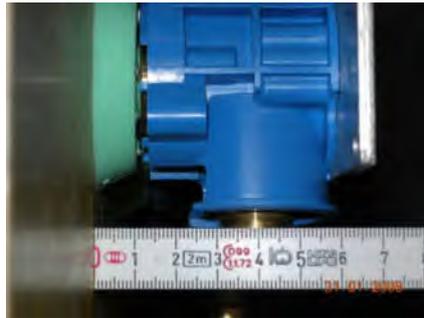
Markieren Sie die eingeschraubte Position am Armaturenanschluss sowie am Befestigungsteller.



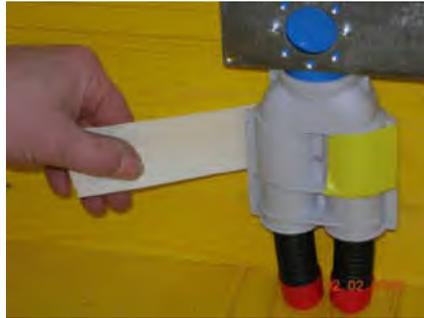
Zeichnen Sie die Hilfslinien an und befestigen Sie den Befestigungsteller mit vier Nägeln.



Schrauben Sie den Armaturenanschluss auf den Befestigungsteller.



Achten Sie darauf, dass die Einbaumaße der Abbildung entsprechen.



Schliessen Sie die Rohre an und montieren Sie den Distanzhalter. Danach wickeln Sie das Gehäuse des Armaturenanschlusses sorgfältig dünn mit Klebeband ein.

### Nach dem Betonieren



Nach dem Entfernen der Schalung



Ausdrehen mit passendem Flacheisen 5 x 25 mm



Resultat, wenn zuviel eingewickelt



Resultat, wenn nicht eingewickelt

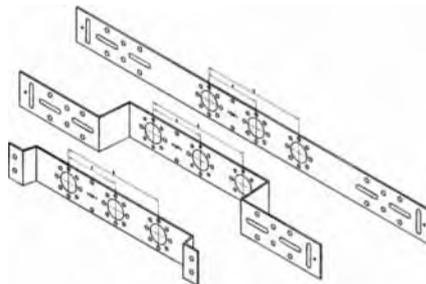
### Befestigung für Armaturenanschlüsse in Sichtbeton



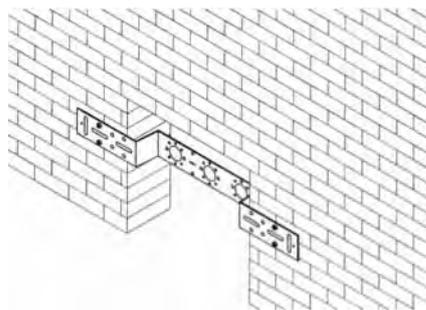
Befestigung mit angenagelten Befestigungstellern aus Kunststoff und Distanzhalter aus Metall.  
Wenn Sie Sichtbeton verwenden, nageln Sie den Befestigungsteller aus Kunststoff an und verwenden Sie einen Distanzhalter aus Metall.

### Befestigungszubehör

Befestigen Sie Auslaufarmaturen an Badewannen, Duschen und Waschtischen so, dass ihre Funktion nicht beeinträchtigt wird. Dazu verankern Sie die Armaturenanschlüsseinheiten als Festpunkt mit dem Mauerwerk mit Hilfe von Distanzhaltern.

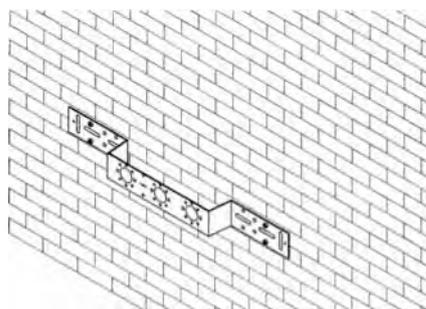


Distanzhalter übernehmen einerseits die Befestigung der Armaturenanschlüsse und deren Verankerung mit dem Mauerwerk, andererseits sichern sie die Einhaltung der Anschlussstichmasse der Armaturen. Das Anschlussstichmass bezeichnet den Abstand zwischen Kalt- und Warmwasseranschluss.



Distanzhalter gekröpft bei Schlitzmontage

Zahlreiche Ausführungen von Distanzhaltern ermöglichen Ihnen die Verankerung von Armaturenanschlüssen in den verschiedensten Wandkonstruktionen.



Distanzhalter gekröpft bei Vormauerung

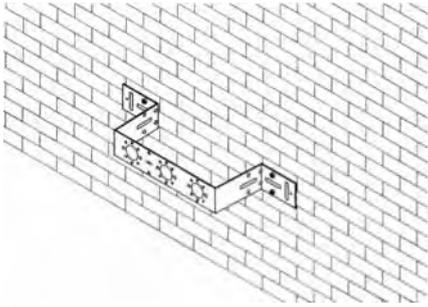
### Verwendung der Distanzhalter

**Abstand 153 (150)**  
für Badewannen-, Duscharmaturen und anderes

**Abstand 100**  
für Durchlauferhitzer, Speicher und anderes

**Abstand 80**  
für Säulenwaschtische

**Einfachhalter**  
für Auf-Putz (AP)-Spülkästen, Waschmaschinen und anderes

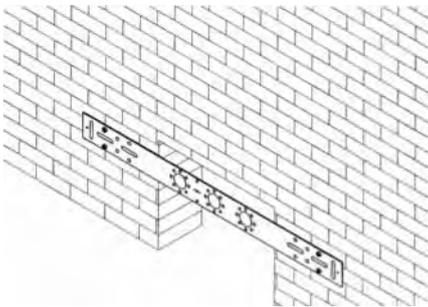


Distanzhalter bei Vormauerung

**Hinweis:**

Verwenden Sie bei der Vormauerung einen flachen Distanzhalter, so dass Sie das Vorwandmass (X) selbst abbiegen.

Maximalmass 17,5 cm



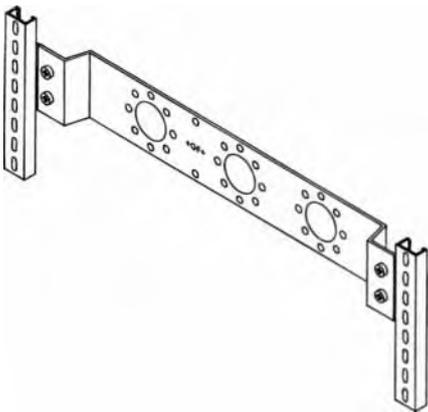
Distanzhalter flach bei Schlitzmontage

Für Knauf-, Rigips- und Glock-Ständerwände wurde ein separater Distanzhalter konzipiert, der auf die von den Ständerwandherstellern mitgelieferten Befestigungselemente angepasst ist.

**Achtung:**

Bei dem Distanzhalter für Knauf-, Rigips-, Glock-Ständerwände nur Armaturenanschlüsse **ohne** Gehäuse verwenden.

Siehe auch in den Unterlagen der Hersteller von Ständerwänden.



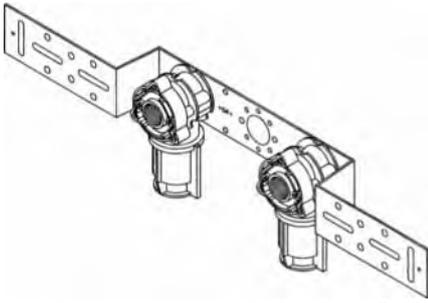
**INSTAFLEX-Distanzhalter sind aus einem Stück gefertigt, sie verringern den Montageaufwand und vereinfachen den Montageablauf.**

Bei der Installation von Armaturenanschlüssen auf Montageschienen kann die Montageschiene beliebig oft verwendet werden.

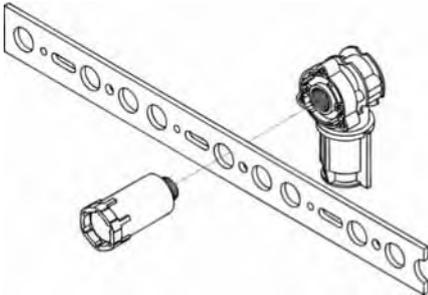
Hierbei ist zu beachten, dass die Schiene nach dem Ausmauern der Mauerschlitze, jedoch vor dem Verputzen der Wand entfernt wird.

Der Montageablauf wird erweitert und der Montageaufwand vergrößert.

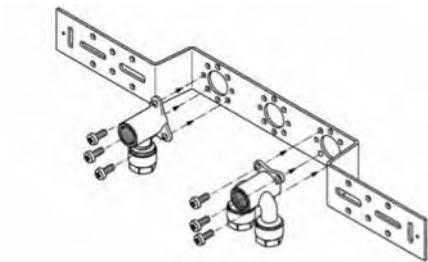
## Armaturenanschlüsse und deren Befestigung



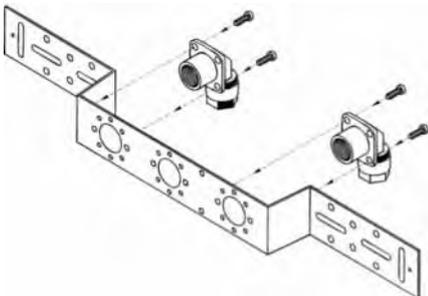
Armaturenanschluss einfach mit Gehäuse bei Schlitzmontage



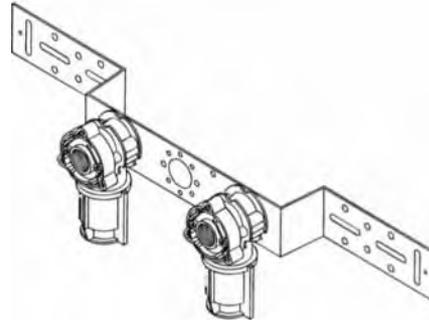
Armaturenanschluss einfach mit Gehäuse bei Schlitzmontage mit Montageschiene



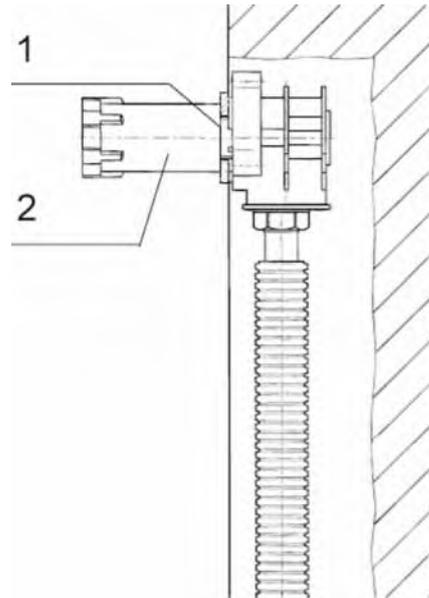
Armaturenanschlüsse einfach und/oder doppelt ohne Gehäuse bei Schlitzmontage, Befestigung am Distanzhalter mit Gewindeschrauben M6 x 20



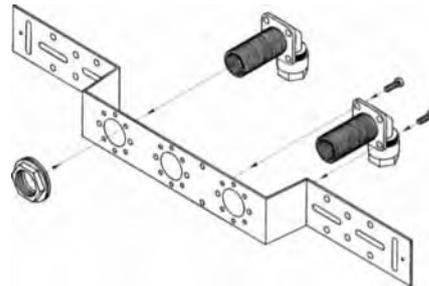
Armaturenanschlüsse mit Flansch bei Vormauerung, Befestigung am Distanzhalter mit Gewindeschrauben M6



Armaturenanschlüsse einfach und/oder doppelt mit Gehäuse bei Vormauerung



1 Montageschiene  
2 Abpresszapfen  
Befestigen Sie den Armaturenanschluss mit dem Abpresszapfen an der Montageschiene.



Armaturenanschlüsse mit Flansch ohne Gehäuse bei Schlitzmontage oder Vormauerung, Befestigung am Distanzhalter mit Gewindeschrauben M6 oder mit Überwurfmutter 3/4"

**Achtung:**  
Schützen Sie Armaturenanschlüsse ohne Gehäuse gegenüber dem Mauerwerk, indem Sie sie mit Filzbinden oder Schaumstoffisolationen umwickeln.

## Ablaufhalter

Wenn Sie Standbatterien über Eckenventile anschließen, berücksichtigen Sie den Ablauf bei der Montage der Armaturenanschlüsse, z.B. bei Waschtischen und Küchenspülen

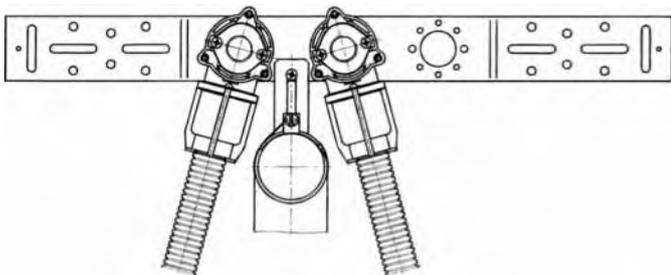
Je nach Art des Waschtisches (mit oder ohne Säule) liegt das Stichmass der Anschlüsse zwischen 80 und 153 mm.

Befestigen Sie den Ablaufhalter auf dem Distanzhalter mit einer Gewindeschraube M6.

### Achtung:

Gleiche Anordnung gilt auch beim Armaturenanschluss doppelt.

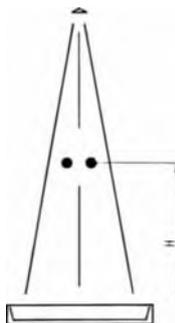
Montieren Sie den Ablaufhalter mit einem Stichmass von 80 mm. Sie können die Armaturenanschlüsse mit Gehäuse um 17,5 bzw. 35° schräg stellen. Der Ablaufhalter können Sie zwischen 60 und 80 mm unterhalb der Anschlüsse montieren.



## Masse für die Montage

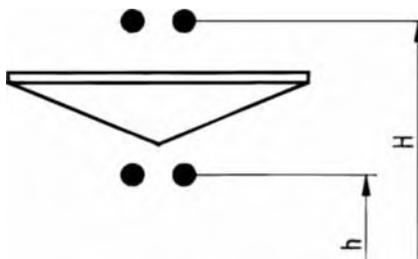
### Achtung:

Messen Sie die Montagemasse immer ab der Oberkante des Fertigbodens.



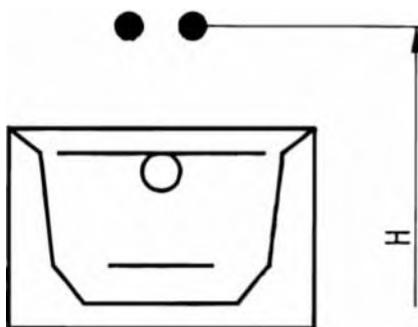
Dusche  
H = 116–120 cm  
Anschlussstichmass 150 (153)

Bitte Angaben der Duschen-Hersteller beachten



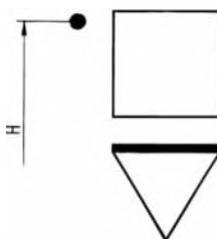
Waschtisch und K-Spüle  
H = 101 cm  
h = 55 cm  
Anschlussstichmass 80–150 (153)

Bitte Angaben der Waschtische-Hersteller beachten

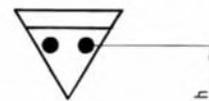


Badewanne  
H = 71 cm  
Anschlussstichmass 150 (153)

Bitte Angaben der Badewannen-Hersteller beachten



Spülkasten Aufputz und Bidet  
H = 75 cm  
h = 10–15 cm  
h = 10–15 cm-  
Anschlussstichmass 150 (153)



Bitte Angaben der Spülkästen- und Bidets-Hersteller beachten

### **Anschluss für Unter-Putz-Spülkasten, einfach und doppelt**

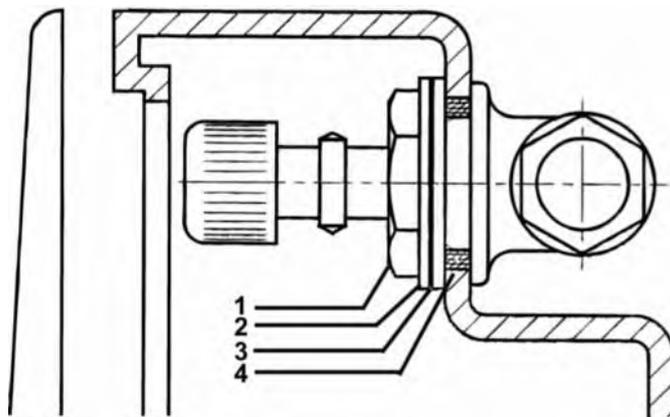
**Beim Unter-Putz-Spülkasten ist der Anschluss nicht auswechselbar.**

#### **Anschluss mit INSTAFLEX**

Montieren Sie bei einem Unter-Putz (UP)-Spülkasten den Anschluss für das Absperrventil ausserhalb des Spülkastens.

Stecken Sie den Einzel- bzw. Doppelanschluss in die am Spülkasten vorgesehene Montageöffnung (35 mm) und befestigen Sie ihn von innen mit dem zugehörigen Befestigungszubehör.

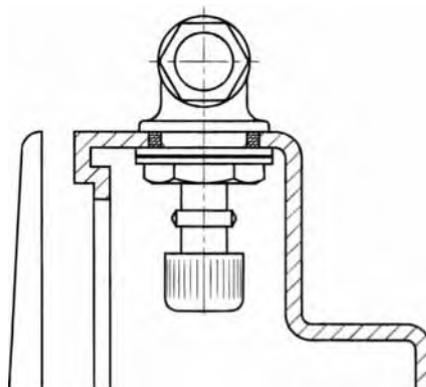
#### **Montage von hinten**

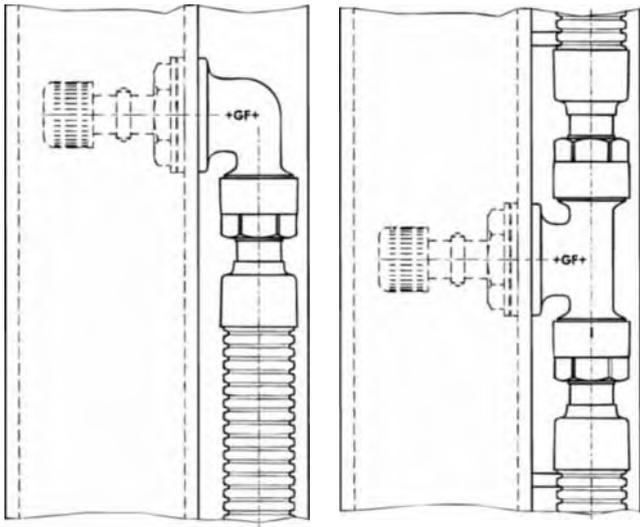


- 1 Mutter
- 2 Zwischenring
- 3 Dichtung
- 4 Gehäuse

Montieren Sie das Eckregulierventil ausserhalb des Spülkastens in den Armaturenanschluss (einfach oder doppelt). Zum Fixieren des Anschlusses können Sie eine Befestigungsmutter (1") über das Eckregulierventil schieben.

#### **Montage von oben**





Schützen Sie den Armaturenanschluss gegenüber dem Mauerwerk, indem Sie ihn mit einer Schaumstoffisolation abdecken.

### Auswechselbarkeit von Stockwerksleitungen

Im Gegensatz zu Installationen mit biegesteifen Leitungsrohren bietet das INSTAFLEX-Rohr eine passende Alternative. Das flexible Rohr-in-Rohr-System können Sie so verlegen, dass das mediumführende Rohr im Falle einer mechanischen Beschädigung (z. B. durch Anbohren) einfach ausgewechselt werden kann.

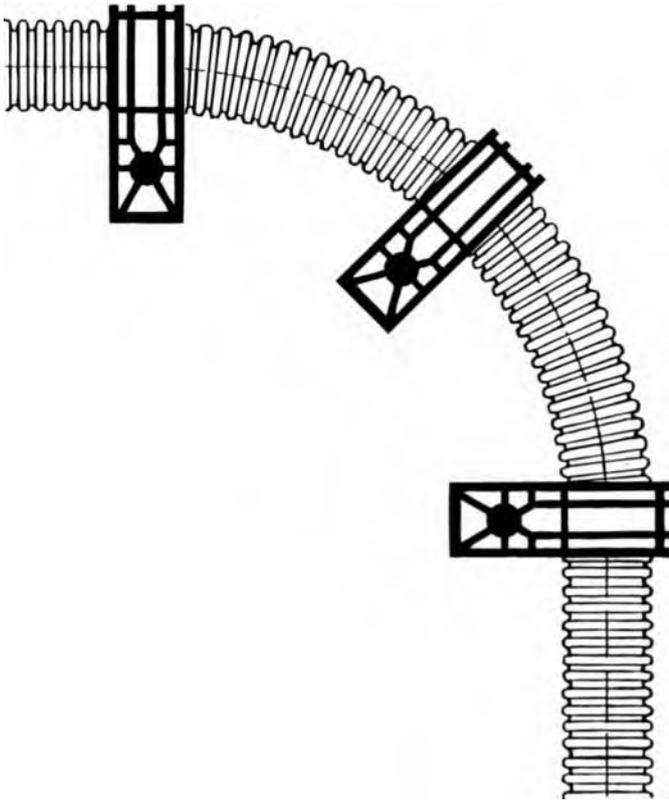
Um die Auswechselbarkeit zu garantieren, beachten Sie folgende Hinweise:

Schmutz, Steinsplitter, Zementschlamm usw. dürfen nicht in den Ringspalt zwischen Medium- und Schutzrohr eindringen. Verhindern Sie dies, indem Sie folgend aufgeführte INSTAFLEX-Montage- und Verlegehilfsmittel verwenden und fachgerecht montieren:

- INSTAFLEX Schalungskasten  
Artikel-Nr. 760 853 299
- INSTAFLEX Schalungsdurchführung  
Artikel-Nr. 760 853 300
- INSTAFLEX Rohrstütze  
Artikel-Nr. 760 853 399
- INSTAFLEX Tülle für Schutzrohr  
Artikel-Nr. 760 854 986 d16 rot  
Artikel-Nr. 760 854 987 d16 grün  
Artikel-Nr. 760 854 988 d20 rot  
Artikel-Nr. 760 854 989 d20 grün

Überschreiten Sie bei der Montage eines Leitungsschnittes nicht den **minimalen Biegeradius von  $R = 10 \times d$**  (d16, d20, d25, d32) zwischen zwei Anschlüssen. Wenn mehr als 4 Richtungsänderungen beim Verlegen notwendig sind, sollten Sie die Biegeradien grösser wählen. Damit sichern Sie die einfache Auswechselbarkeit.

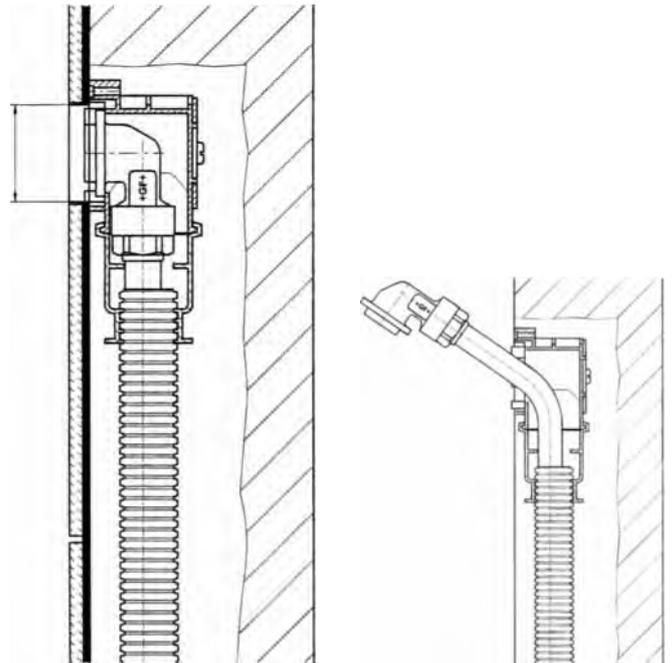
Wenn Sie das Rohr-in-Rohr-System verwenden, sollten Sie die im Schutzrohr verlegten Rohre ausreichend befestigen, vor allem im Bogenbereich und in den Hohlräumen.



**Rohrbefestigung** in Hohlräumen, um die Austauschbarkeit zu gewährleisten:  
Befestigen Sie den Rohrbogen mit mindestens zwei bis drei Briden. Gerade Rohre befestigen Sie im Abstand von 1 bis 1,5 m.

Montieren Sie Verteiler zugänglich. Wenn Sie ihn unter Putz verlegen, empfehlen wir Ihnen Revisionsöffnungen.

**Armaturenanschlüsse** sind auf eine maximale Einbautiefe von 60 mm begrenzt. Die Einbautiefe wird von der Vorderkante des Wandbelages bis zur Hinterkante des Anschlusses gemessen. Zur Auswechslung des Einzel- und Doppelanschlusses ist eine Wandöffnung von 55 respektive 70 mm nötig.



Nachdem Sie die zwei Befestigungsschrauben entfernt haben, können Sie den Anschlusswinkel nach vorne aus dem Gehäuse herausnehmen.

**Achtung:**

Einen Doppelanschluss können Sie nur auswechseln, indem Sie das Mauerwerk öffnen.

**SVGW-Vorschriften** (Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches) zur Austauschbarkeit von INSTAFLEX-Leitungen nach der **Richtlinie W 3**

Die Installation von Kunststoff-Rohrsystemen hat grundsätzlich nach den Leitsätzen für die Erstellung von Trinkwasserinstallationen W 3 sowie den Herstellerangaben zu erfolgen.'

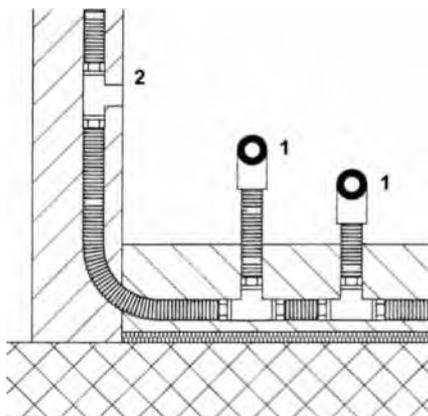
### Verlegevorschriften (SVGW-W 3)

- I. Bei der Verlegung von flexiblen Rohr-in-Rohr-Systemen in massiven Decken- und Wandkonstruktionen (Beton) müssen die Rohre auswechselbar und die Lage der Verbinder von aussen erkennbar sein.<sup>2</sup>
- II. Biegesteife Rohre dürfen nicht einbetoniert werden.
- III. Unter Putz verlegte Kunststoffrohre und zugehörige Verbinder (geklemmt oder geschweisst) müssen mit einer Umhüllung versehen sein, die die Systemteile vor mechanischer und chemischer Beschädigung schützt.
- IV. **Klemmverbinder dürfen unter Putz eingesetzt werden.** Sie dürfen im Estrich und in nicht Betonwänden verlegt werden, ohne dass sie von aussen erkennbar sind.<sup>3</sup>

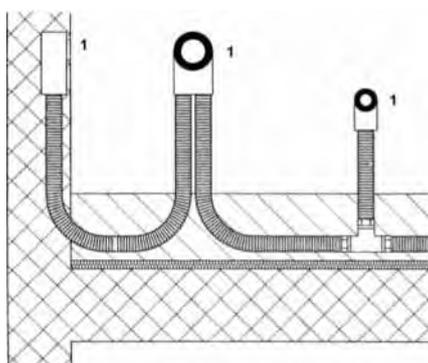
<sup>1</sup> SVGW-W 3 Art. 4.120

<sup>2</sup> SVGW-W 3 Art. 4.620

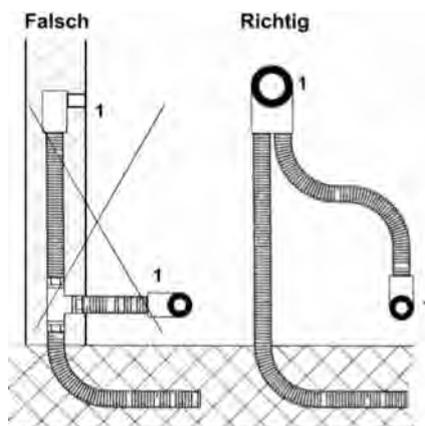
<sup>3</sup> SVGW-W 3 Art. 5.100



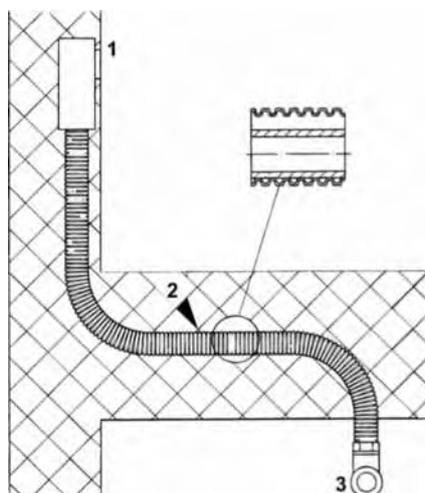
2 Armaturenanschluss ohne Gehäuse



1 Armaturenanschluss mit Gehäuse



Armaturenanschlüsse in Wänden ohne Armierung können mit oder ohne Gehäuse ausgeführt werden.



1 Armaturenanschluss mit Gehäuse  
2 Rohr  
3 Verteiler



Estrich oder Wand ohne Armierung



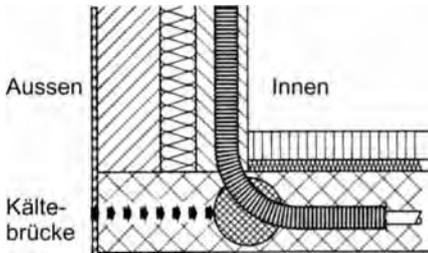
Betonwand oder -decke mit Armierung

### Frostsichere Leitungsführung

Ein wichtiger Grundsatz der frostsicheren Sanitärinstallation in beheizten Gebäuden ist die Platzierung der Leitungen in Bereichen der Baukonstruktion. Dort herrschen erwartungsgemäss stets Temperaturen oberhalb 0 °C. Wenn Sie nur teilweise gegen diesen Grundsatz verstossen, besteht die Gefahr des Einfrierens der Rohrleitungen bei Wasserstagnation.

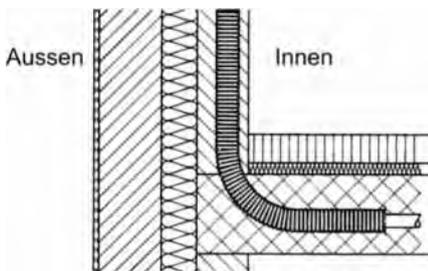
Entleeren Sie frostgefährdete Installationen bei Temperaturen unter 0 °C. Eisbildung in Wassersäcken ist für unsere INSTAFLEX-Rohre unproblematisch.

Teilbereiche der Baukonstruktion, z. B. Randzone von Kellerdecken, Garagen, Einfahrten usw., können Temperaturen unterhalb 0 °C erreichen. Beugen Sie durch entsprechende Leitungsführung im **frostfreien** Bereich der Baukonstruktion einer Einfriergefahr vor.



**Falsch**

Installationstechnisch falsche Lösung. Die eingelegte Leitung ist durch die Kältebrücke frostgefährdet.



**Richtig**

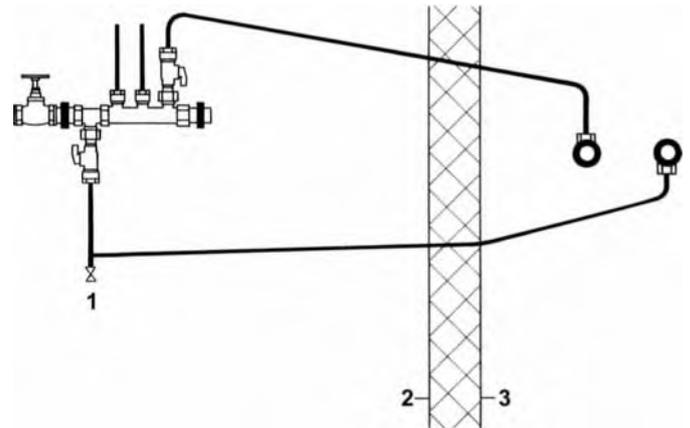
Installationstechnisch richtige Lösung. Die eingelegte Leitung ist im Warmbereich verlegt.

**Entleerung von Leitungen**

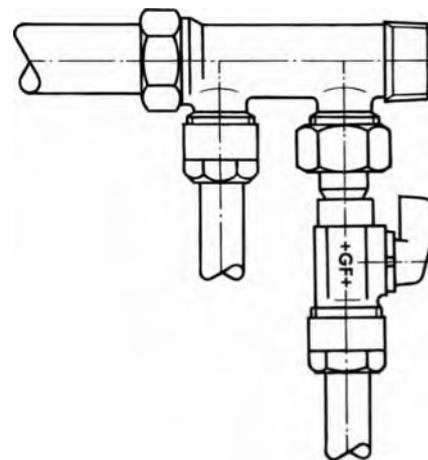
Wenn Sie Leitungen verlegen, die nur zeitweise benutzt werden und der Frostgefahr ausgesetzt sind, versehen Sie die Leitungen mit Absperr- und Entleervorrichtungen, wie z. B. Leitungen zu unbeheizten Nebenräumen, Gärten, Aussenhöfen.

Bei frostgefährdeten Leitungen können Sie die Möglichkeit zur Entleerung herstellen, indem Sie die betroffenen Leitungen als Einzelzuleitung in ganzer Länge mit Kontergefälle zur Auslaufarmatur oder zum Leitungsanschluss verlegen.

Wenn Sie stattdessen Sackleitungen verlegt haben, entleeren Sie die Leitungen durch Ausblasen mit Druckluft oder durch Absaugen.



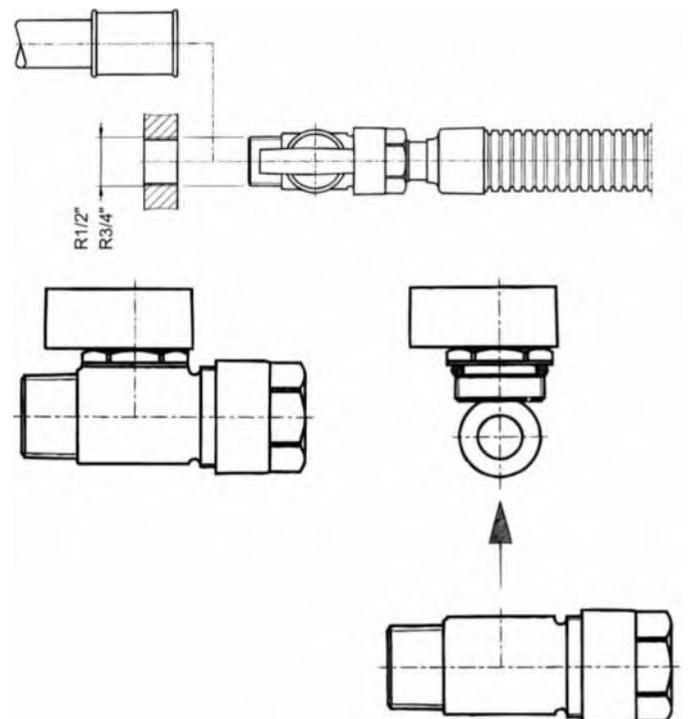
- 1 Entleerung
- 2 Innen
- 3 Aussen



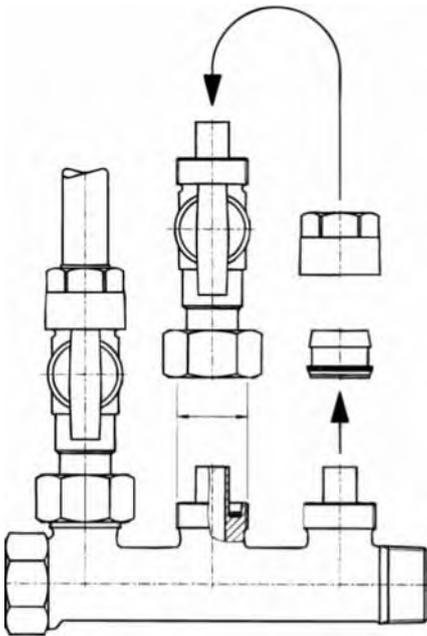
Verteiler mit Ventil

**Ventile aus Metall**

**1. Übergang mit Aussengewinde**



## 2. Übergang auf Klemmverbindungen



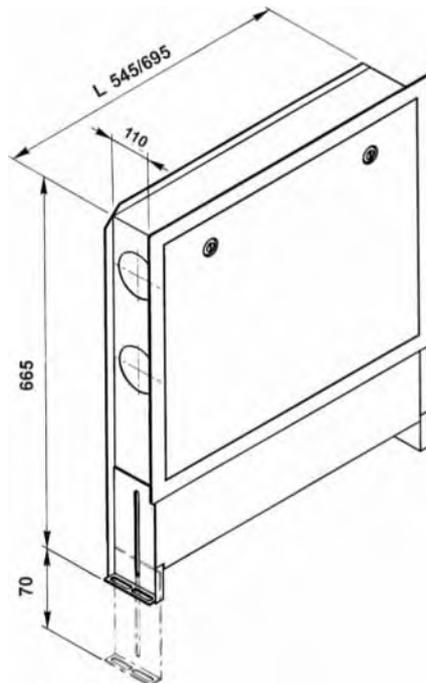
Anschlüsse an INSTAFLEX-Klemmverbindungen (z. B. Verteiler)  
Lösen Sie die Überwurfmutter und den Klemmring von der Klemmverbindung und setzen Sie sie auf den Übergang auf. Schrauben Sie den Übergang auf die freie Klemmverbindung mit der Dichtung auf.

### Montage des Verteilerkastens

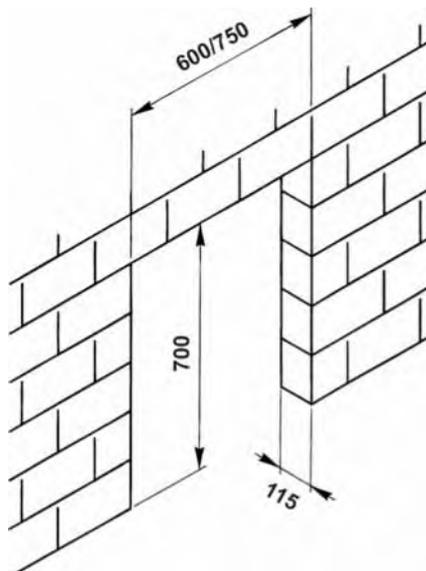
#### Massangaben



Rohrführung



Verteilerkasten

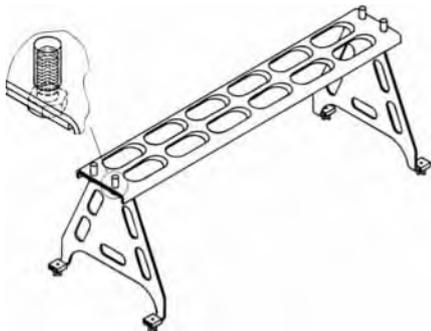


Maueraussparung

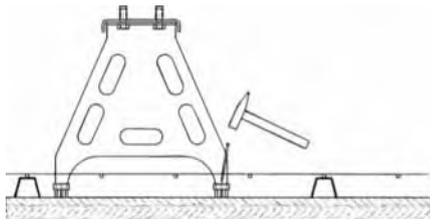
### Montage der Rohrleitung



Verschrauben Sie Träger und Rohrführung miteinander.

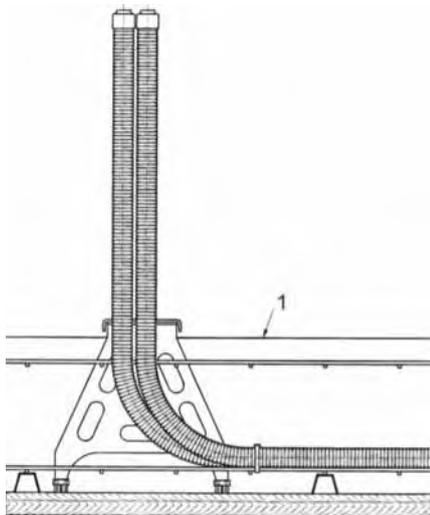


Schützen Sie das Schraubengewinde mit der Abdeckkappe.



Nageln Sie die komplette Rohrführung auf die Schalung auf.

### Montage des Verteilerkastens nach dem Betonieren der Rohbetondecke



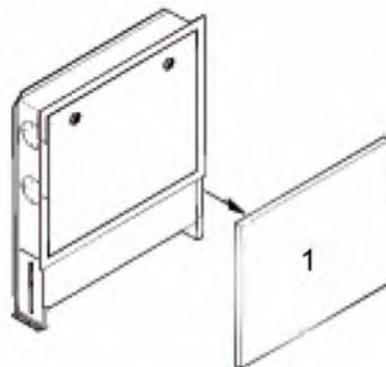
**1** Oberkante der Betondecke  
Verlegen Sie die Rohre auf der Armierung und führen Sie sie durch die Rohrführung nach oben.



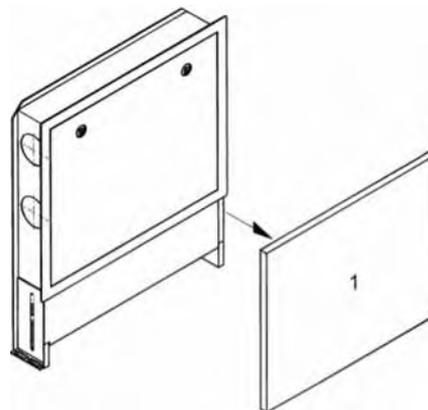
Nach dem Betonieren entfernen Sie die Gewindeabdeckung. Setzen Sie den Verteilerkasten auf die Rohrführung auf und verschrauben Sie ihn.



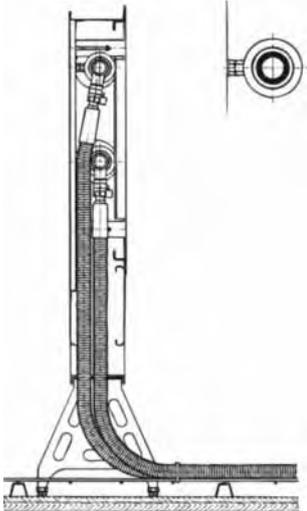
Der Verteilerkasten kann gegenüber der Rohrführung  $\pm 15$  mm verschoben werden.



**1** Verpackungskarton  
Nehmen Sie den Verpackungskarton vom Verteilerkasten ab.



**1** Verpackungskarton  
Demontieren Sie den Abdeckrahmen mit Tür vom Verteilerkasten.

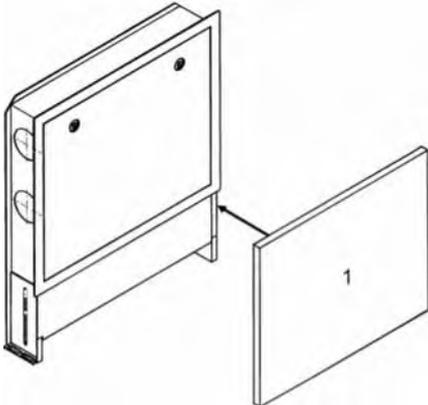


Rohrschelle mit M8-Gewinde

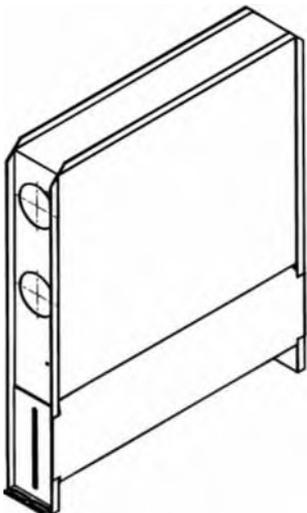
**Das übrige Befestigungsmaterial liegt bei.**

**Achtung:**

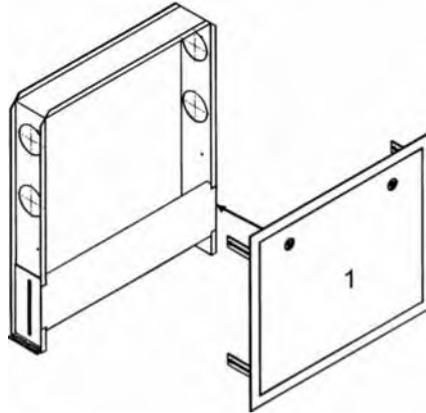
Montieren Sie erst den Verteiler in den Verteilerkasten und schliessen Sie die Rohre an. Danach schweissen Sie die Rohre am Verteiler ein, bevor Sie den Armaturrenanschluss anbinden.



1 Verpackungskarton  
Setzen Sie den Verpackungskarton in den Kasten ein.

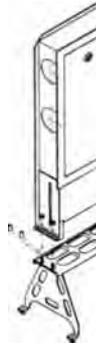


Der Verpackungskarton schützt den Kasten samt Inhalt während der Bauphase.



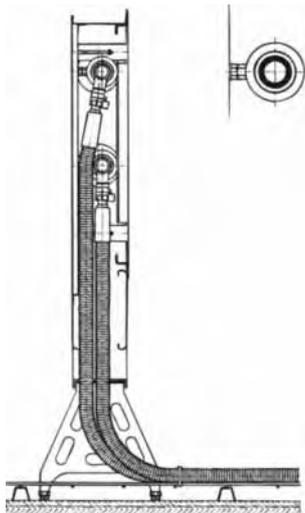
1 Abdeckrahmen mit Tür  
Setzen Sie den lackierten Abdeckrahmen mit Tür bei der Fertigmontage wieder ein.

**Montage des Verteilerkastens vor dem Betonieren der Rohbetondecke**



Setzen Sie den vormontierter Verteilerkasten auf die Rohrführung auf und befestigen Sie ihn.





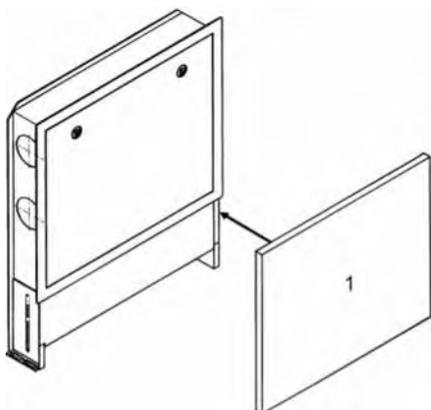
**Achtung:**

Schweißen Sie erst die Rohre am Verteiler ein, bevor Sie den Armaturenanschluss anbinden.

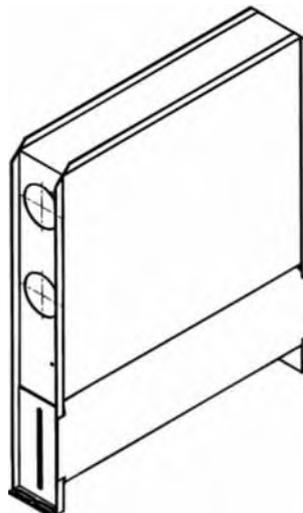
Verlegen Sie die Rohre auf die Armierung. Führen Sie die Rohre durch die Rohrführung in den Verteilerkasten und schliessen Sie sie am Verteiler an.

**Achtung:**

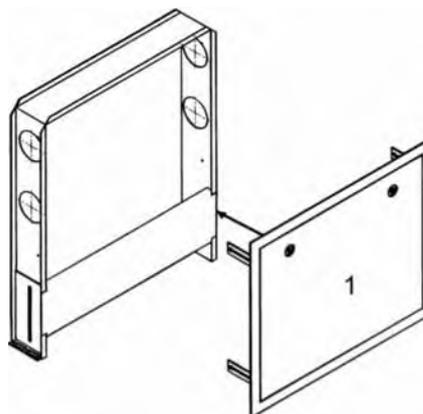
Stecken Sie lange Schutzrohrhüllen zur Beschriftung der Leitung auf, bevor Sie die Rohre am Verteiler anschliessen.



**1** Verpackungskarton  
Setzen Sie den Verpackungskarton in den Kasten ein.

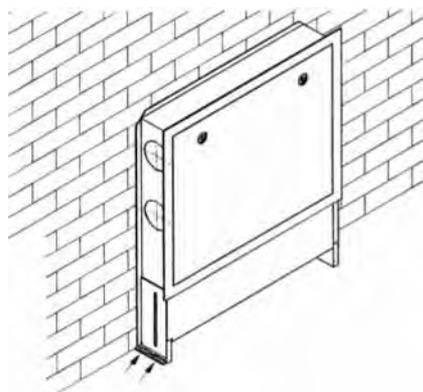


Der Verpackungskarton schützt den Kasten samt Inhalt während der Bauphase.

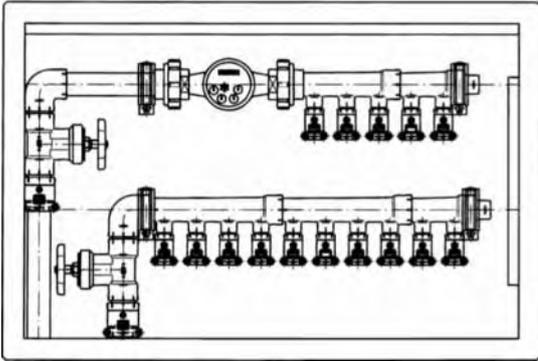


**1** Abdeckrahmen mit Tür  
Setzen Sie den lackierten Abdeckrahmen mit Tür bei der Fertigmontage wieder ein.

**Montage des Verteilerkastens auf der Rohbetondecke**

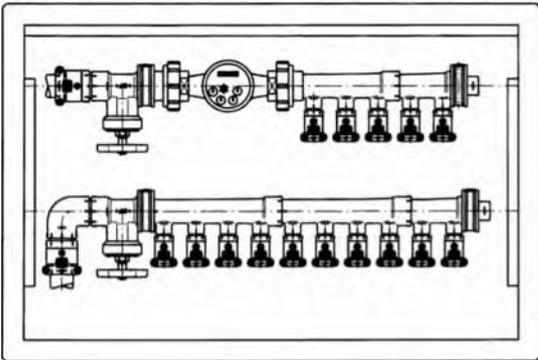


Setzen Sie den Verteilerkasten auf die Rohbetondecke auf und befestigen Sie ihn. Montieren Sie die Rohre wie zuvor beschrieben.

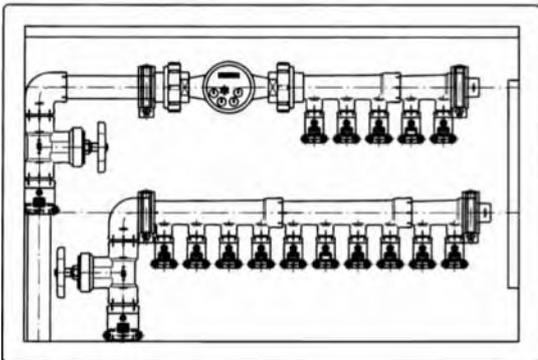


Verteileranordnung mit und ohne Wasserzähler, Eingang von unten oder seitlich möglich.  
Die Befestigungsschienen sind individuell verstellbar.

### Anordnung der Verteiler im Kasten

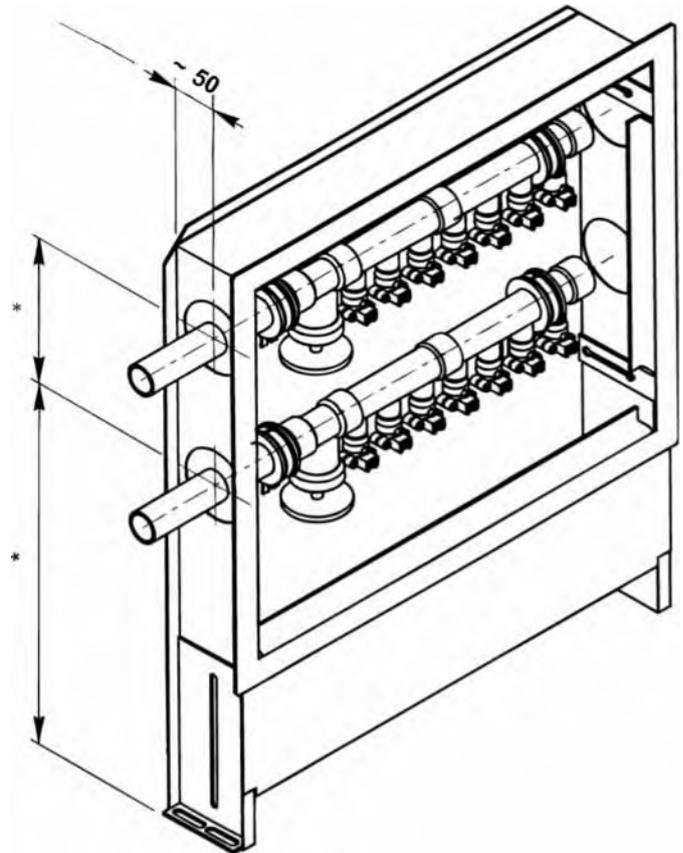


Verteileranordnung mit und ohne Wasserzähler, Eingang nur von unten, Ventile horizontal



Verteileranordnung mit und ohne Wasserzähler, Eingang von unten, Ventile senkrecht

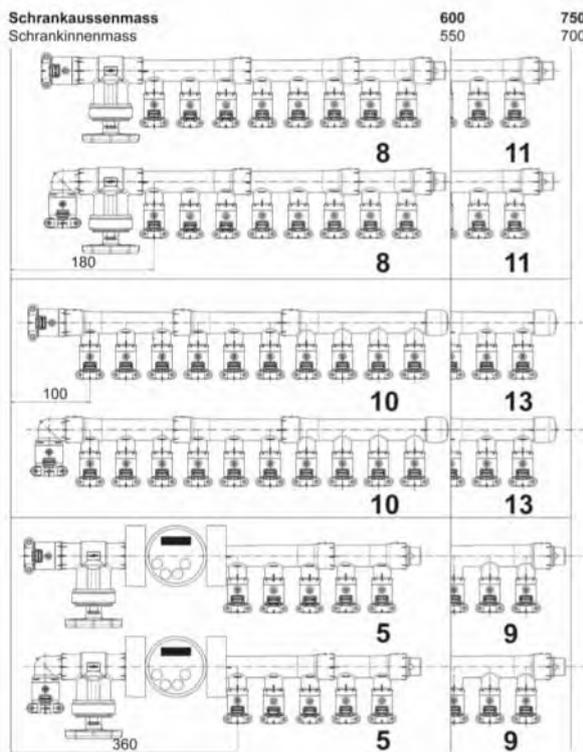
### Einbaumasse



\* Seitenwand kann variabel geöffnet werden.

### Verteileranordnung im Verteilerschrank

Anzahl Abgänge je nach Schrankgröße für PB-Verteiler d25 sowie Metallverteiler 3/4" und 1"



Schrankausenmass:	600	750
Verteiler mit Ventil	8	11
Nur Verteiler	10	13
Verteiler mit Ventil und Wasserzähler	5	9

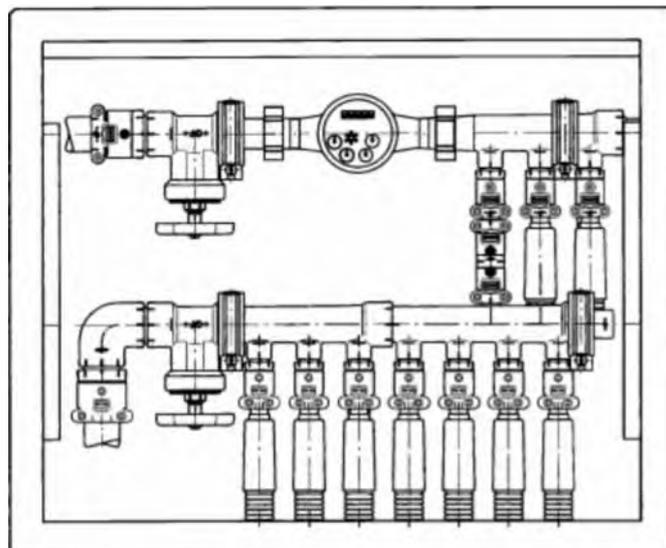
**Beispiel:**  
Verteiler 5-fach mit Warmwasserzähler und Ventil  
Lösung = Kastengröße 600 mm

Anzahl der Verteilerabgänge im Kasten

#### Kastengröße

600	780	
7	9	Verteiler mit Ventil
5	8	Verteiler mit Ventil und Wasserzähler
9	12	Nur Verteiler

### Auswechslung eines Rohres im Verteilerkasten



Schneiden Sie das betreffende Rohr ca. 5 cm unterhalb des Verteilerabganges ab.  
Wechseln Sie das Rohr aus, indem Sie ein neues Rohr einziehen. Verbinden Sie die Rohre danach mit der Heizwendelschweissmuffe.

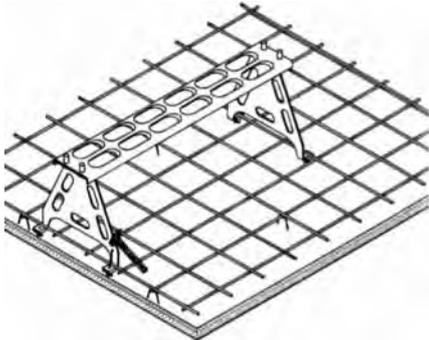
Bei einer allfälligen Rohrauswechslung ist die entsprechende Leitung erkennbar.

**Beschriften Sie die Verbraucher auf der Tülle.**

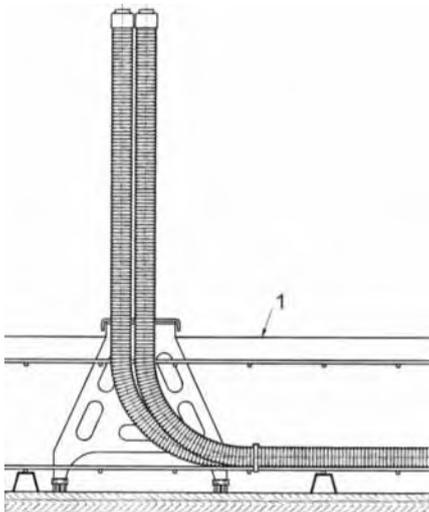
## Verlegung von INSTAFLEX-Rohrleitungen in der Rohbetondecke

### Träger

Befestigen Sie den Verteilerkastenträger auf der Schalung.

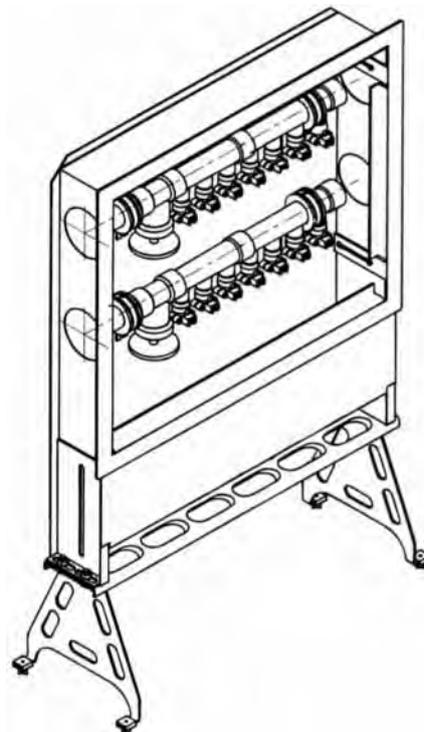


Verlegen Sie die Rohre auf der Armierung und führen Sie sie durch den Träger nach oben.



1 Oberkante der Betondecke

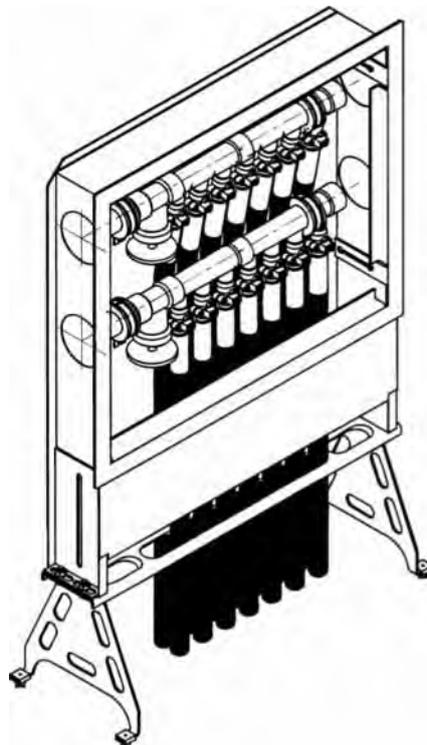
Setzen Sie den vormontierten Verteilerkasten auf den Träger auf und befestigen Sie ihn.



Führen Sie die Leitung in den Verteilerkasten ein und kürzen Sie das Schutzrohr mit dem Schutzrohrschneider. Setzen Sie nun die Schutzrohrtülle auf (Tülle kann beschriftet werden). Schliessen Sie das Rohr am Verteiler an (Klemm- oder Schweissverbindung).

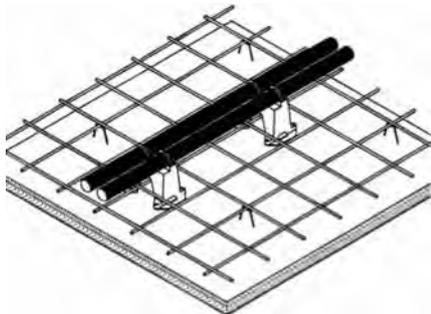
### Achtung:

Schweissen Sie erst die Rohre am Verteiler ein, bevor Sie den Armaturenanschluss anbinden.



### Rohrauflage d16/d20

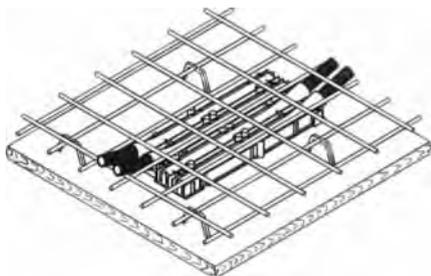
Sie können Beschädigungen beim Einbringen von Haltelementen in die Betondecke vorbeugen, indem Sie die Rohrauflage verwenden. Damit werden die Leitungen von der Unterarmierung abgehoben.



### Schalungskasten d16/d20/d25

Wenn Sie Leitungen durch die Betondecke nach unten führen wollen, empfehlen wir eines Schalungskastens einzusetzen.

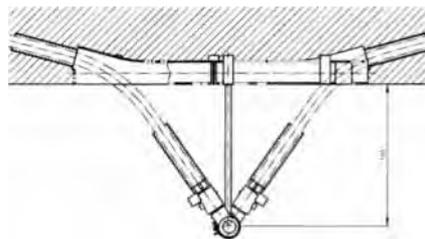
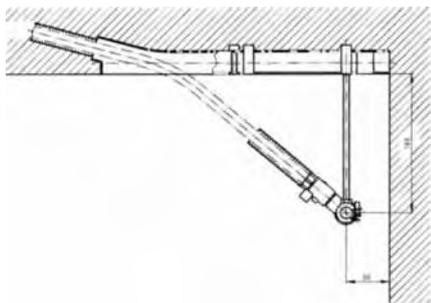
Befestigen Sie den Schalungskasten direkt unter der Unterarmierung auf der Schalung.



Sie können Rohre d16 und d20 direkt mit dem Schutzrohr in den Schalungskasten einschieben. Im Unterschied dazu können Sie Rohr d25 nur ohne Schutzrohr einschieben. Sie können mehrere Schalungskästen im Abstand von 45 mm nebeneinander, in gleicher oder gegenläufiger Richtung, zusammenstecken.

Nageln Sie den Schalungskasten mit den beiliegenden Nägeln direkt unter der Unterarmierung auf der Schalung.

Nachdem Sie die Deckenschalung entfernt haben, können Sie das Leitungsrohr nach unten am Verteiler anschliessen. Die Verteilerbefestigung ist analog zu der Verteilerbefestigung bei nachfolgenden Schalungsdurchführung.



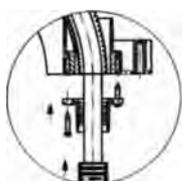
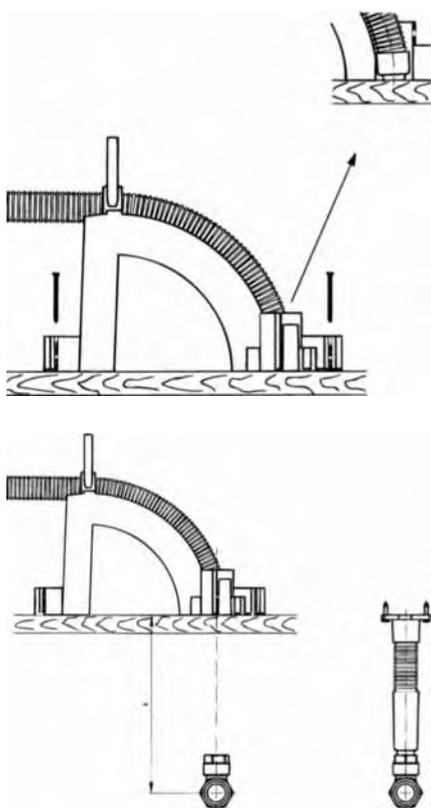
## Schalungsdurchführung

Verschließen Sie das Schutzrohrende mit der Tülle (rot/grün), die in der Verpackung beiliegen. Legen Sie das Rohr (d16 oder d20) in die Führung ein und fixieren Sie es mit der Klammer. Sie können mehrere Führungen im Abstand von 45 mm nebeneinander, in gleicher oder gegenläufiger Richtung zusammenstecken.

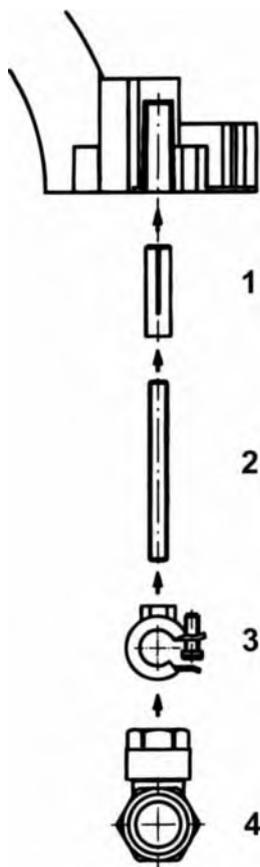
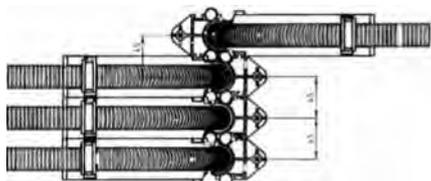
Nachdem Sie die Deckenschalung entfernt haben, ziehen Sie das Mediumrohr um die benötigte Rohrlänge (x) bis zum Verteiler nach.

Binden Sie danach das Schutzrohr mit der passenden Kupplung an.

Befestigen Sie den Verteiler, indem Sie in die dafür vorgesehenen Öffnungen Metalldübel M8 einsetzen. Fixieren Sie den Verteiler anschliessend mit INSTAFLEX-Rohrschellen und Gewindestangen M8.



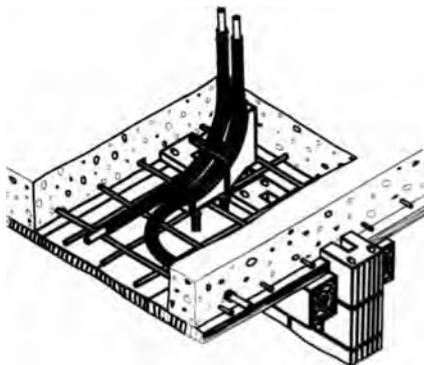
Kupplung  
d20 = Artikel-Nr.  
760 853 753  
d16 = Artikel-Nr.  
760 853 316



- 1 Metalldübel M8
- 2 Gewinde-stange M8
- 3 Rohrschelle
- 4 Verteiler

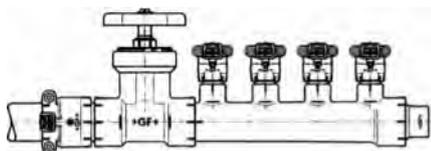
## Rohrstütze

Die Rohrstütze verwenden Sie, indem Sie die Rohre (d16, d20) in die Stütze einlegen und mit der Klammer fixieren. Zur weiteren Fixierung der Rohre nach oben können Sie einen Armierungsstab (Durchmesser 10) in die Rohrstütze einstecken. Sie können mehrere Rohrstützen nebeneinander positionieren. Achten Sie dabei auf einen Abstand von 45 mm.

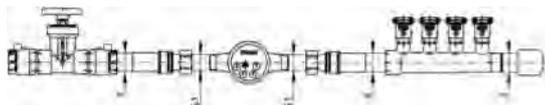


## Vorgefertigte Verteilergruppen

### Wohnungsverteiler

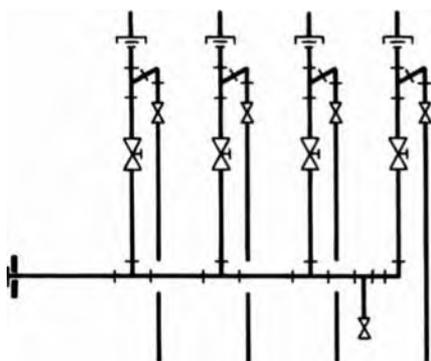


Ein Wohnungsverteiler besteht aus INSTAFLEX-Ventil mit HWS-Übergang und einem Mehrfachverteiler mit HWS-Übergängen.



Eine zweite Variante besteht aus INSTAFLEX-Ventil mit Auf-Putz-Wasserzähler und einem Mehrfachverteiler. Die Übergänge erfolgen mit Wasserzählerverschraubungen.

### Kellerverteiler

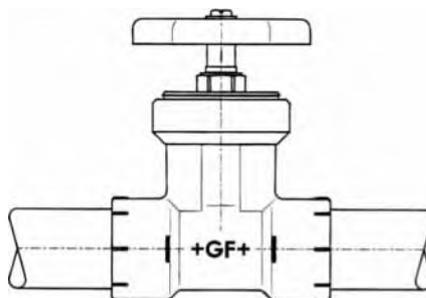


Ein Kellerverteiler enthält Absperr- und Entleerungsarmaturen sowie Verschraubungsabgänge. Der Eingang ist mit Flanschanschluss.

**Optimales Arbeiten auf der Baustelle durch gezielte Vorfertigung!**

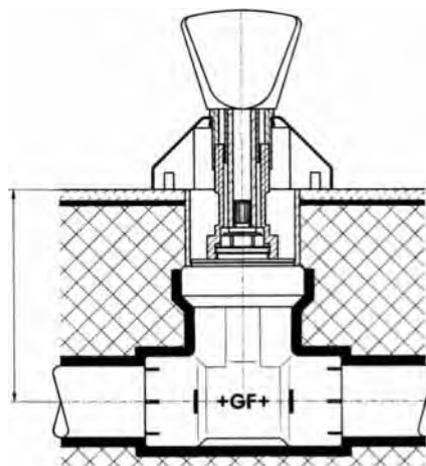
## INSTAFLEX-Ventil Produktbeschreibung

Der Ventilaufbau entspricht in Form und Gestaltung einem «Gradsitzventil», jedoch mit vollem Durchgang. Dadurch ist es auch einem «Schrägsitzventil» entsprechend.



Ventil mit Handradbetätigung, d20 bis d32

**Achtung:**  
Setzen Sie das Ventil mit Handradbetätigung nicht als Auslaufarmatur oder Entleerungsventil ein.



Wenn das Ventiloberteil entsprechend ausgebildet ist, können Sie eine Betätigung mit Handrad bzw. den Einsatz einer handelsüblichen Unter-Putz(UP)-Betätigung ermöglichen.

UP-Betätigungen von H. und F. Grohe, Hansa u. a. sind aufsetzbar.

Der Ventilaufbau basiert auf der Bauart eines Schiebers mit direkter Abdichtung der Schieberzunge im Ventilkörper. Dadurch ist eine beliebige Durchflussrichtung des Mediums möglich. Ist der Durchflussquerschnitt voll geöffnet bei nicht steigender Ventilschneidspindel, so ist der Charakter eines Freiflussventils gewährleistet. Durchflussgeschwindigkeiten bis maximal 5 m/s\* sind somit zulässig. Durch die 90° zur Durchflussrichtung angeordnete Ventilbetätigung ist der Einsatz als **Strangabsperr-** wie auch als **UP-Ventil** gegeben. In beiden Fällen können Sie das Ventiloberteil auswechseln.

\*nach DVGW DIN 1988



Ventil mit Handradbetätigung, d40 bis d63

Ventile mit Entleerung sind beidseitig mit  $\frac{1}{4}$ "-Gewinden ausgelegt, so dass Sie handelsübliche Entleerventile einsetzen können.

Der Gewindeeinsatz ist drehbar. Somit ist der Auslaufstutzen des Entleerventils immer in die gewünschte Richtung drehbar, unabhängig von der Einbausituation.

## Technische Angaben INSTAFLEX-Ventile d20 - d63

- Durchflusswerte (siehe Kapitel Rohrnetzdimensionen)
- Dichtungen  
Die eingesetzten Dichtungen aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (**EPDM**) entsprechen den KTW-Empfehlungen (Kunststoffe im Trinkwasser) und sind bei konstanter Betriebstemperatur von 90 °C einsetzbar. Kurzzeitige Überlagerung bis 120 °C ist möglich.  
**Achtung:**  
In Verbindung mit Ölen ist EPDM nur bedingt einsetzbar.
- Geräuschverhalten  
Das INSTAFLEX-Ventil entspricht den Anforderungen nach **DIN 52218**. Es gilt somit als geräuscharme Armatur und wird der **Armaturengruppe 1** zugeordnet.  
 **$L_{AG} < 20 \text{ dB (A)}$**

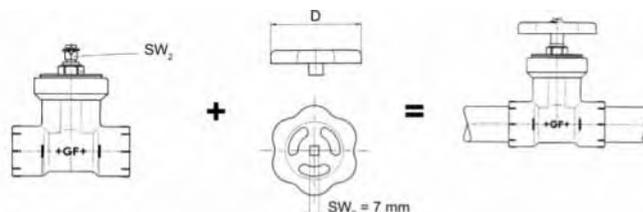
Prüfzeugnis-Nummer des DIBt-Berlin PA-IX 7010/I

## Montage- und Einbauanleitung

### 1. Strang-/Verteilerventil

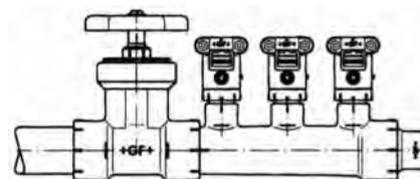
Bei der Auf-Putz-Montage mit Handradbetätigung können Sie das Ventil als Strangabspernung sowie als Verteilerabspernung einsetzen.

Die Ventile sind mit einem anthrazitfarbenen Handrad bestückt. Die beigelegten Scheiben (rot/grün) dienen der Kennzeichnung für Warmwasser oder Kaltwasser.



Schweißen Sie die Rohre und/oder Verteiler direkt in den Verteilerkörper ein. Befolgen Sie dabei die Schweißanleitung.

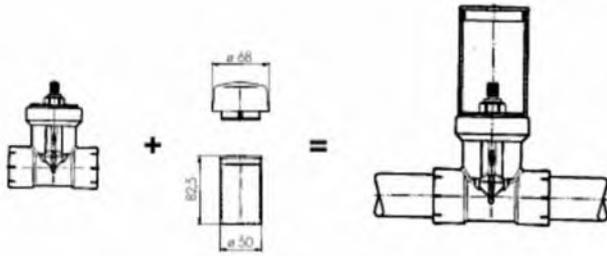
Das Ventil ist mit der INSTAFLEX-Schweißmaschine analog zu den Formteilen verschweisbar.



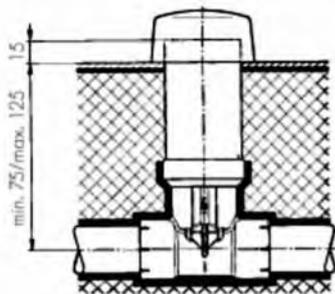
### 2. Unter-Putz-Ventil ohne direkte Betätigung

Achten Sie beim UP-Ventil darauf, dass der Ventilkörper durch äussere Einwirkungen (Mauerwerk) nicht beschädigt wird. Dies gilt auch für das INSTAFLEX-Rohr.

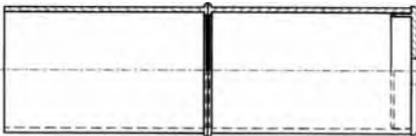
Bevor Sie das Ventil einbauen, stecken Sie die Schutzhülse des UP-Satzes auf das Ventil auf. Die Einbautiefe des Ventils in der Wand liegt zwischen 75 und 125 mm.



Schneiden Sie die Schutzhülse 15 mm überstehend zur Fertigwand ab und stecken Sie die verchromte Abdeckkappe auf.

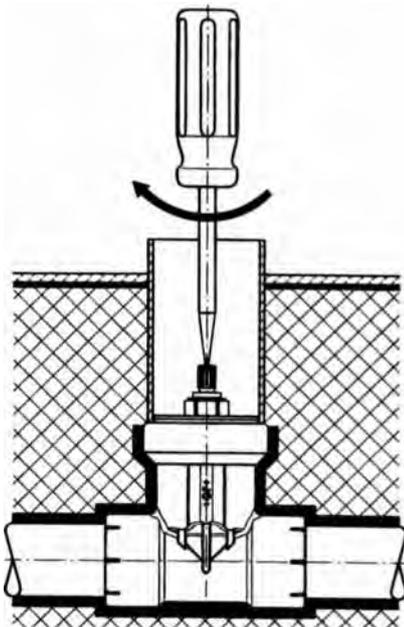


Wenn die Einbautiefe grösser als 125 mm ist, verlängern Sie die Schutzhülse. Dazu können Sie zwei Schutzhülsen zusammenschweißen.



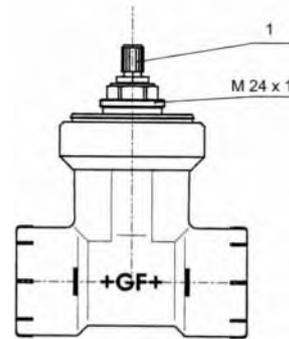
Schutz gegen äussere Beschädigung, z. B. durch Ummantelung oder Isolation

Betätigen Sie das Ventil mit Hilfe eines Schraubendrehers.



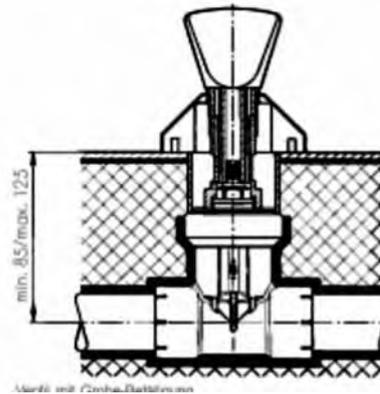
### 3. Unter-Putz-Ventil für direkte Betätigung

Beim UP-Ventil für direkte Betätigung ist das Ventiloberteil auf handelsübliche Betätigungen verschiedener Hersteller (Hansa, Grohe u. a.) ausgerichtet. Das Ventiloberteil verfügt über eine Ventilspindel mit einer Riefenverzahnung von 8 x 20 Zähnen und ein Befestigungsgevinde M24 x 1.



1 Riefenverzahnung  $\varnothing$  8 x 20 Zähne

Bevor Sie das Ventil einbauen, stecken Sie die Schutzhülse des UP-Satzes auf das Ventil auf. Die Einbautiefe ist abhängig vom eingesetzten Betätigungselement.

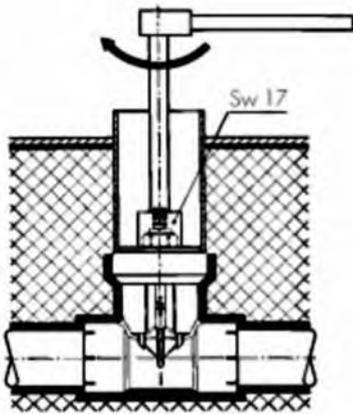


Schneiden Sie die Schutzhülse bündig zur Fertigwand ab. Montieren Sie anschliessend das entsprechende Betätigungselement nach Anleitung des Herstellers.

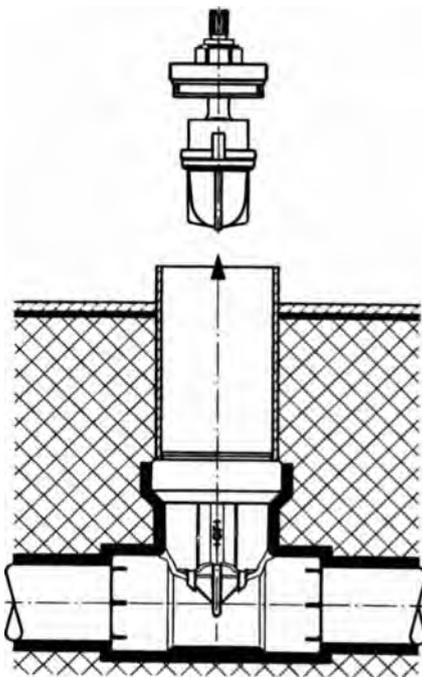
Die Einbautiefe variiert je nach Art des Betätigungselements. In der Regel liegt sie zwischen 85 und 125 mm.

### 4. Auswechseln des Oberteils

Das Ventiloberteil ist bei UP-Einsatz durch die Schutzhülse auswechselbar. Bevor Sie das Ventiloberteil demontieren, entfernen Sie die Abdeckung bzw. das Betätigungselement. Bauen Sie das Ventiloberteil mit einem Sechskant-Steckschlüssel SW 17 aus.

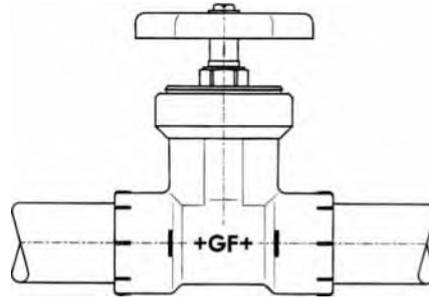


Siehe auch Montageanleitungen der Hersteller.



## Applikationen

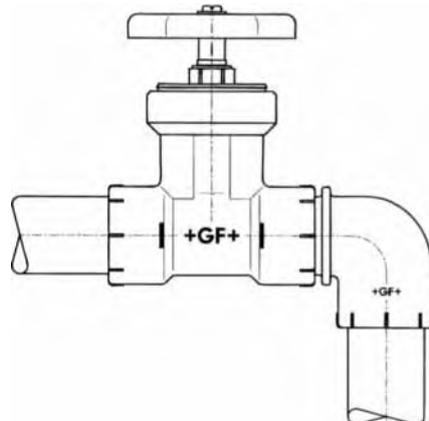
### 1. Anordnung als Strangabspernung d20 bis d63



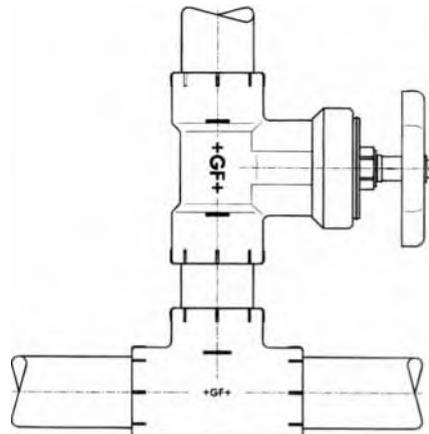
Strangventil horizontal

**Alle Ventile sind in Muffenschweiss- oder Heizwendelschweissausführung erhältlich.**

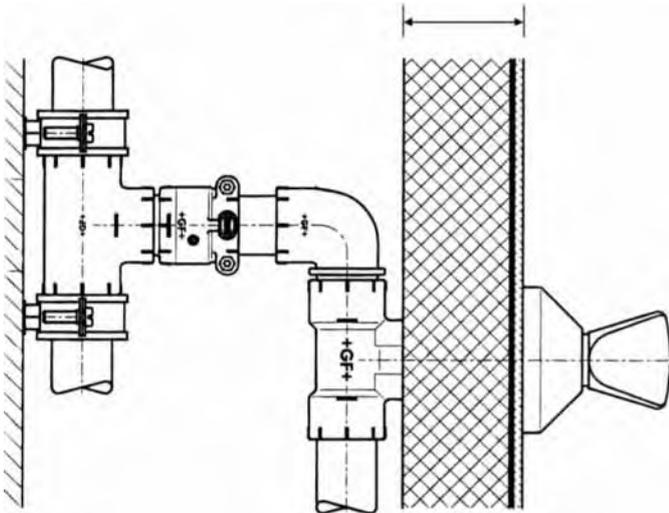
- Keine Einschränkung der Einbausituation
- Vertikaler und horizontaler Einbau
- Hängendes oder stehendes Oberteil
- Beliebige Durchflussrichtung
- Auf-Putz(AP)- oder Unter-Putz(UP)-Montage
- Rohre, Verteiler und Formteile direkt einschweisbar



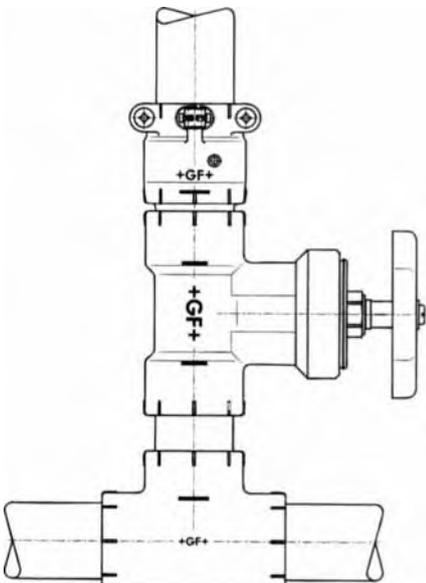
Strangventil mit direkt eingeschweisstem Formteil



Strangventil vertikal

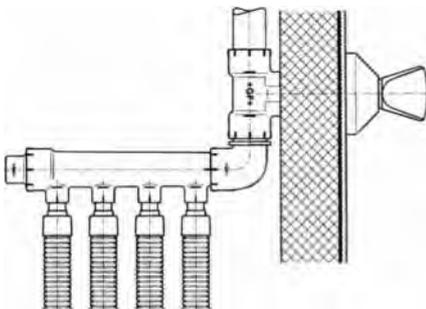


Strangventil bei Steigleitungsabgang, UP-Montage inkl. Befestigung

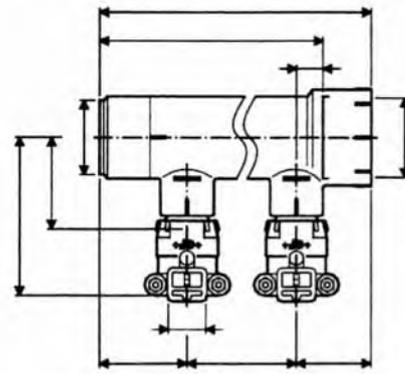


Strangventil mit HWS-Übergang, z. B. bei Steigleitungen

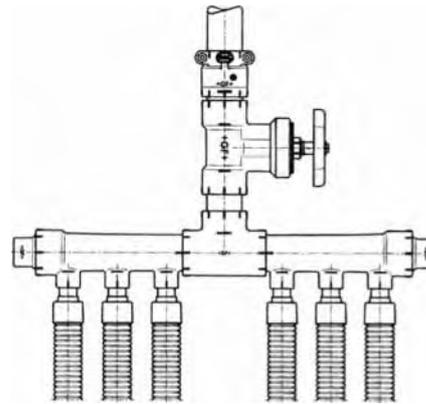
## 2 . Anordnung mit PB-Verteiler d25/d32



UP-Ventil mit Verteiler im Leitungsschacht

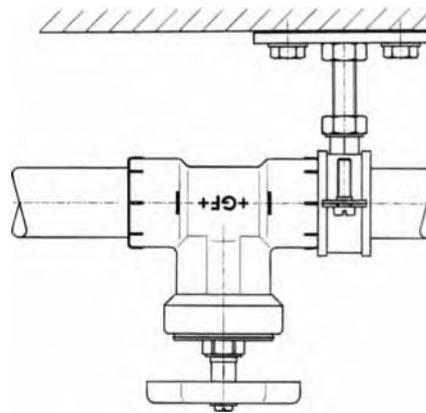


Ventil mit mehreren Verteilern

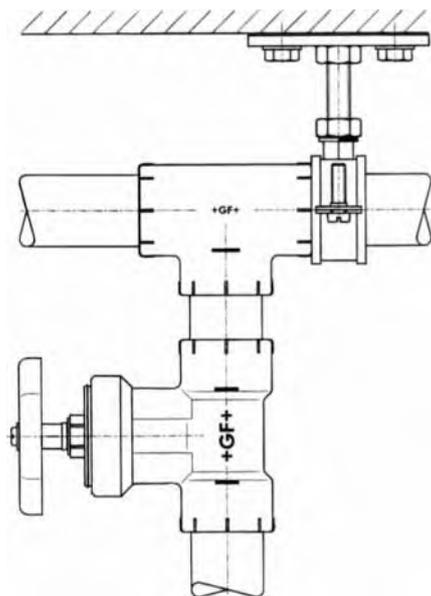


Ventil mit Handrad, HWS-Übergang, Doppelverteiler

## 3. Befestigung bei Strangmontage d20 bis d63



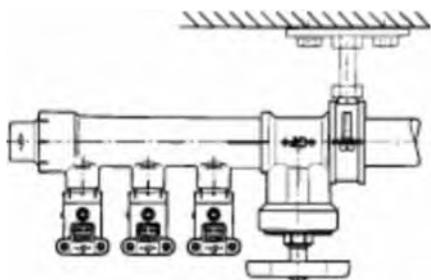
Achten Sie bei der Befestigung des Ventils darauf, die auftretenden Kräfte bei Betätigung des Ventils nicht auf die Rohrleitung zu übertragen. Leiten Sie die Kräfte stattdessen über die Befestigung ab. Sie sollten deshalb eine doppelseitige Befestigung mit zwei Rohrschellen bevorzugen. Das Ventil kann somit auch als **Fixpunkt** eingesetzt werden.



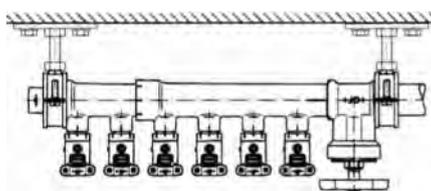
Befestigung mit handelsüblichen Rohrschellen

Siehe auch INSTAFLEX-Lieferprogramm.

#### 4. Befestigung mit PB-Verteiler d25

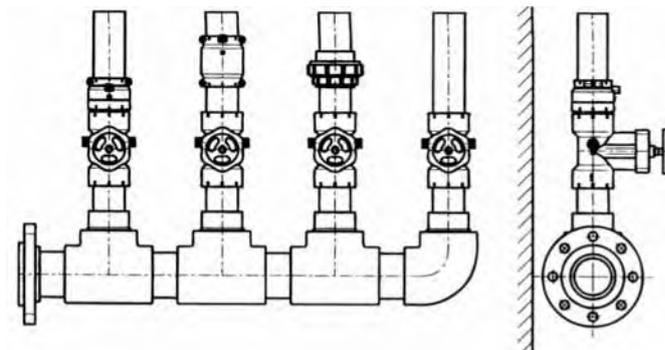


Beim Einsatz mit Verteiler ist die Anordnung der Befestigung von der Anzahl der Verteilerabgänge abhängig.

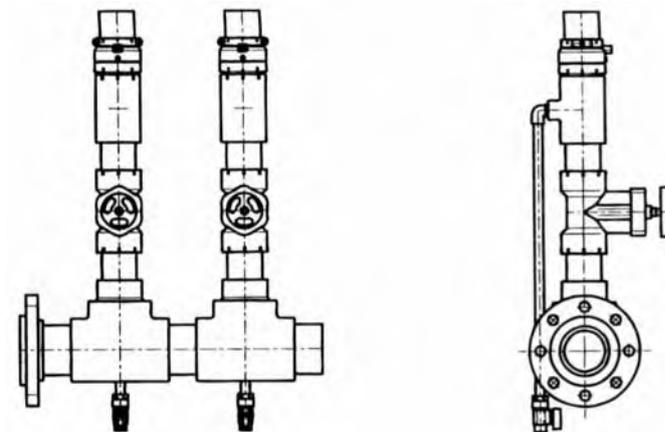


Falls Sie einen kurzen Verteiler mit bis zu drei Verteilerabgängen verwenden, genügt die Befestigung am Ventil. Bei mehreren Abgängen am Verteiler sehen Sie eine separate Verteilerbefestigung vor.

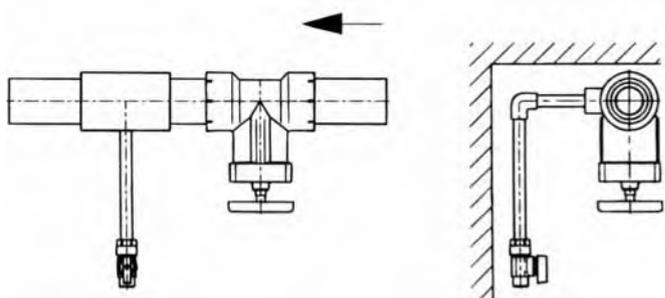
#### Anwendungsbeispiele für PB-Ventile bei Kellerverteilern



Kellerverteilbatterie mit INSTAFLEX-Ventilen bis d63, mit Entleerungsarmatur und verschiedenen Rohrschlüssen



Kellerverteilbatterie mit INSTAFLEX-Ventilen ohne Entleerung, Entleerung wird separat geführt.



Strangabspernung mit INSTAFLEX-Ventilen ohne Entleerung, Entleerung wird separat geführt  
– Anwendung bei durchgehender Wärmedämmung.

## Verschraubung für Ventilübergänge

Mit der **INSTAFLEX-Ventil-Übergangverschraubung** können Sie Batterieventile, Absperrventile, Rückflussverhinderer sowie Sicherheitsgruppen aus Metall mit Aussengewinde für Rohrverschraubungen (G) dauerhaft und dicht anschliessen.

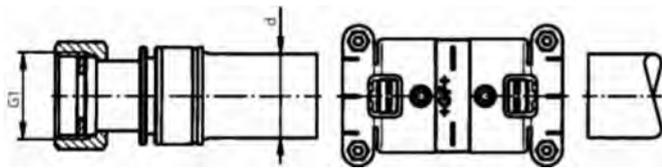
Die Aussengewinde für **Metall**-Rohrverschraubungen weichen jedoch um eine Gewindedimension von den Aussengewinden für **Kunststoff**-Rohrverschraubungen ab.

### Beispiel:

Verschraubung DN25

- Metall 1"  
Gewinde **G1½"**
- Kunststoff (Polybuten) d32  
Gewinde **G 2"**

Der auftretende Dimensionssprung im Verschraubungsgewinde (G) ist von der unterschiedlichen mechanischen Festigkeit der Werkstoffe (Metall/Kunststoff) abhängig.



Die INSTAFLEX-Ventil-Übergangverschraubung besteht aus einem **Zwischenring**, einer **Überwurfmutter** und einer **Bundbuchse**.

Der Zwischenring dient zur Überbrückung des Durchmessers der unterschiedlichen Verschraubungsgewinde ( $G_1 - G$ ). Die anderen zwei Teile benötigen Sie für die Muffenschweissung mit Dichtung.

## Übergangverschraubung für das Heizwendelschweissen

Besondere Merkmale:

**Einfache Montage** – Sie benötigen keine Spezialwerkzeuge.

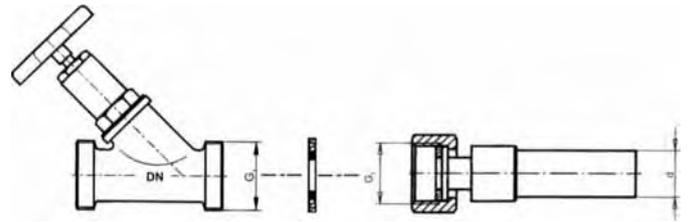
**Wirtschaftlich im Einsatz** – Ihr Arbeitsaufwand ist erheblich geringer.

### Technische Angaben

Die Ventil-Übergangverschraubung besteht aus einer PB-Bundbuchse mit Nut und O-Ring, einer Messing-Überwurfmutter und einem Messing-Zwischenring (vernickelt). Somit entspricht der Aufbau im wesentlichen einer INSTAFLEX-Übergangverschraubung.

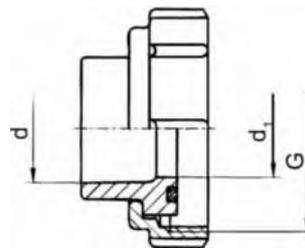
Die Abmessungen sind auf die marktüblichen Schrägsitz- und Batterieventile sowie Sicherheitsarmaturen angepasst.

Bei nicht passenden Gewinde( $G_1$ )-Rohr(d)-Kombinationen können Sie dies über einzuschweisende Reduktionen eventuell kompensieren, siehe Applikationen.



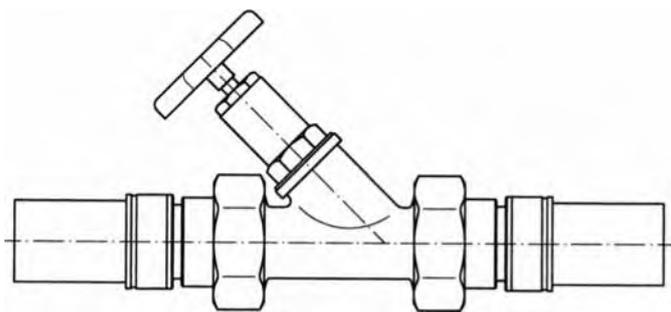
DN	d	G <sub>1</sub>
12	16	¾"
15	20	¾"
15	20	1"
20	25	¾"
20	25	1"
20	25	1¼"
25	32	1"
25	32	1¼"
25	32	1½"
32	40	1¼"
32	40	1½"
32	40	2"
40	50	1¾"
40	50	2¼"
50	63	2¾"
50	63	2¾"

Für spezielle Anwendungen (siehe Applikationen) können Sie auch die Messing-Überwurfmutter mit der PB-Bundbuchse als direkten Anschluss verwenden.

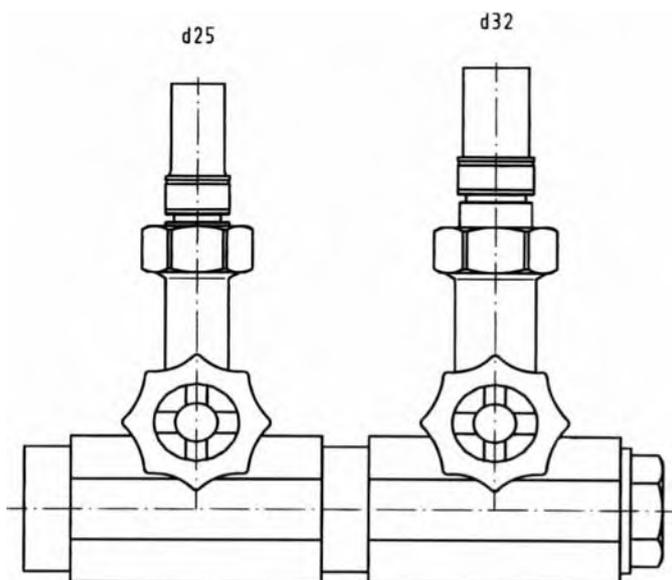


d	G	d <sub>1</sub>
16	1	13
20	1¼	16
25	1½	21
32	2	28
40	2½	36
50	2¾	45
63	3¾	57

## Applikationen

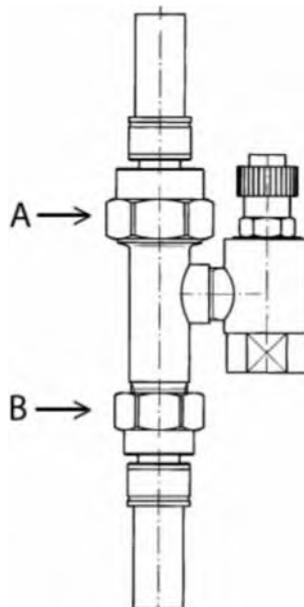


Anschluss eines Schrägsitzventils mit zwei Ventil-Übergangverschraubungen



Anschluss von Batterieventilen mit der Ventil-Übergangverschraubung

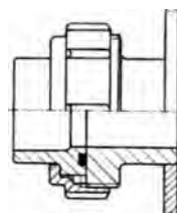
Änderungen von Durchmessern erreichen Sie durch Einschweissen von Reduktionen.



Anschluss einer Sicherheitsgruppe mit Ventil-Übergangverschraubung und Übergangverschraubung mit Rohringengewinde (Rp-Gewinde)

### Beispiel:

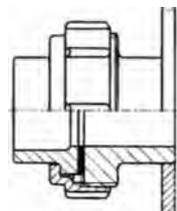
A d25 - G1 1/4  
B d25 - Rp 3/4



Behälteranschlüsse

Direktanschluss erfolgt mit Überwurfmutter und Bundbuchse **mit** Nut und O-Ring.

Achten Sie darauf, dass die O-Ring-Abdichtung der Bundbuchse vollflächig aufliegt.



Anschlüsse an Behälter und Armaturen (Filter, Druckreduzierventil (DRV))

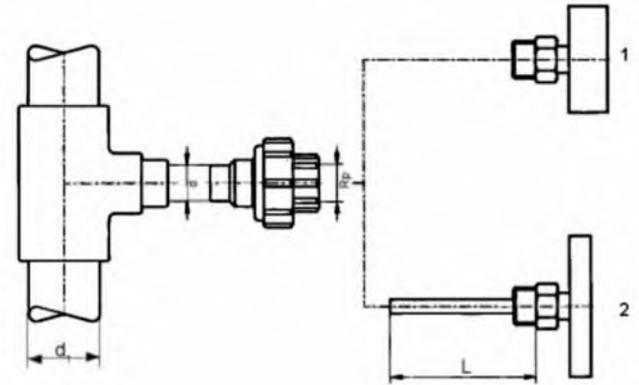
Direktanschluss erfolgt mit Überwurfmutter und Bundbuchse **ohne** Nut und O-Ring.

- Einsatz nur für Kaltwasser
- Abdichtung mit Weichgummidichtung

**Achtung:**

Dieser Anschluss **unterliegt nicht** der **INSTAFLEX-Systembindung** und ist somit **nicht geprüft und zugelassen**.

**Übergangverschraubung für Mano- und Thermometer**



- 1 Manometer
- 2 Thermometer

d	Rp
20	1/2
25	3/4
32	1

Die Länge (L) der Tauchhülse ist von der Dimension der Rohrleitung abhängig.

Der Durchmesser (d) der Tauchhülse darf maximal 12 mm betragen.

d1	L(mm)
25	≈ 70
32	≈ 70 - 80
40	≈ 90 - 110
50	≈ 100 - 120
63	≈ 110 - 140
75	≈ 150 - 190
90	≈ 170 - 210
100	≈ 180 - 240

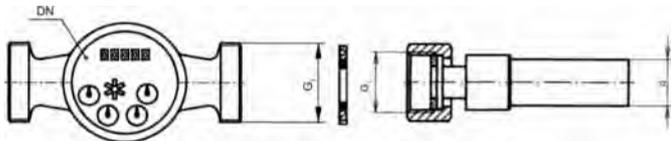


Mit Hilfe der Übergangverschraubung wird ein sicherer Einbau von Thermometer und Manometer im Rohrleitungssystem gewährleistet.

## Verschraubung des Wasserzählers

Die **INSTAFLEX-Wasserzählerverschraubung** ist das ideale Verbindungsglied zwischen handelsüblichen Wasserzählern und dem INSTAFLEX-Absperrventil bzw. -Verteiler. Einfache und rationelle Montage erleichtert Ihnen die Arbeit.

### Übergangverschraubung für die Heizwendelschweissung



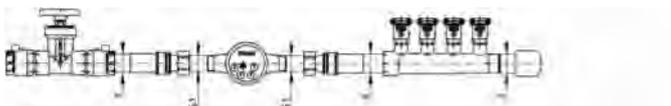
DN	-	G <sub>1</sub>
15 (1/2)	-	3/4
20 (3/4)	-	1
20(3/4)	-	1

G <sub>1</sub>	-	d
3/4	-	25
1	-	25
1	-	25

Verschraubung mit Muffe oder Stutzen

### Applikationstipp

Die Übergangverschraubung ist auf der einen Seite mit flachdichtendem Gewinde und auf der anderen Seite mit einer PB-Bundbuchse (Muffe) ausgeführt. Mit den vorhandenen Varianten an Verschraubungen können Sie unterschiedliche Dimensionen kombinieren.



Vormontierte Einheit mit INSTAFLEX-Ventil, Wasserzähler, INSTAFLEX-Verteiler und Heizwendelschweiss-Übergängen

### Entleerarmaturen

Befestigen Sie das Entleerventil so, dass durch dessen Betätigung die zugehörige INSTAFLEX-Leitung nicht beschädigt werden kann.



**Befestigen Sie Entleerventile immer direkt mit einer Rohrschelle!**

## Trinkwassererwärmer

### Boiler

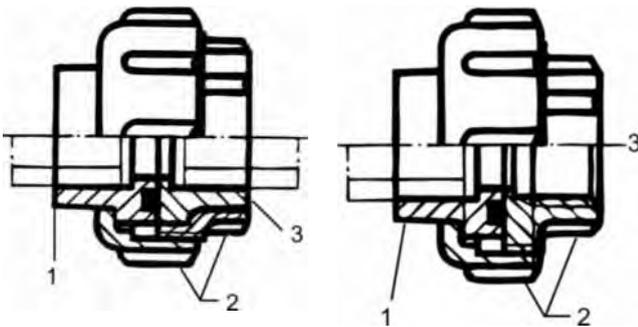
Funktionsgerecht und anwenderfreundlich ausgelegte Anschlusselemente erleichtern Ihnen das Anschliessen von Warmwasserboilern (WW-Boiler).

Schliessen Sie die **Sicherheitsgruppe** je nach Bauart mit Ventil- oder Polybuten-Übergangsverschraubung an.

Am Eingang des **Kaltwasserboilers** (KW-Boiler) wird vorzugsweise ein Buntmetall-T-Stück montiert. Somit können Sie den Entleerungshahn direkt einschrauben. Die Zuleitung wird über eine Übergangsverschraubung mit Aussengewinde angeschlossen.

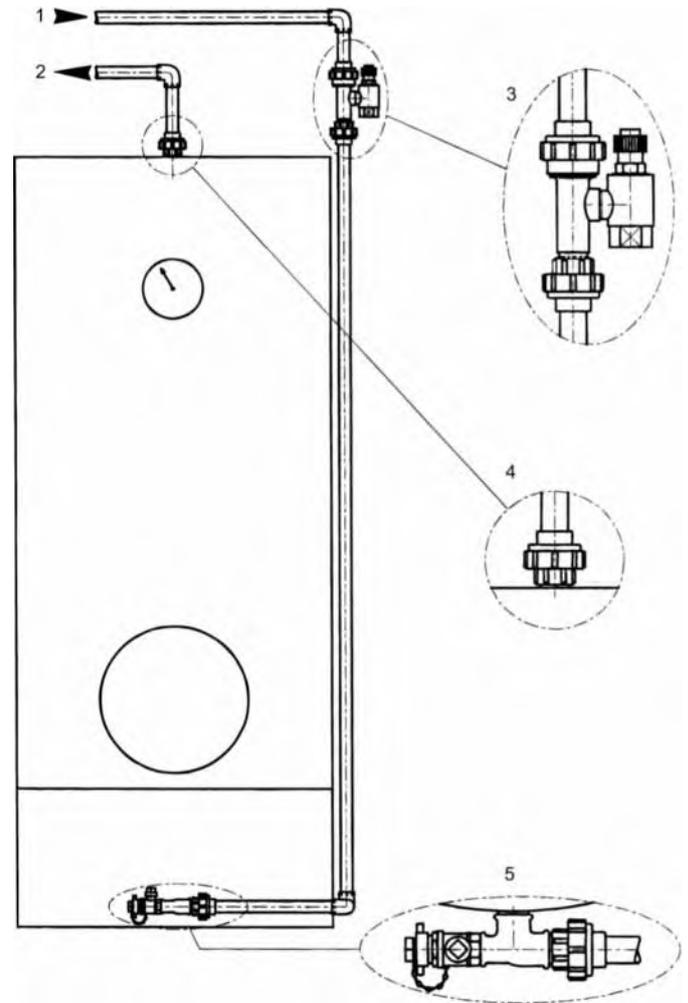
Den Ausgang vom **WW-Boiler** sowie die **Zirkulationsleitung** schliessen Sie mittels Übergangsverschraubung mit Innengewinde am Boiler an.

Die Übergangsverschraubungen gewähren eine schnelle, einfache und sichere Anschlusstechnik an Boiler und Apparate. Die INSTAFLEX-Verschraubung bietet aufgrund ihrer ausgereiften Technik ein Höchstmass an Sicherheit.



- |      |                |
|------|----------------|
| 1 PB | 1 PB           |
| 2 MS | 2 MS           |
| 3 PB | 3 Innengewinde |

Das eigentliche Verbindungsgewinde ist bei allen Verschraubungen ein Metallgewinde. Auch bei der Verschraubung mit zwei Schweissenden.



- 1 KW-Zulauf
- 2 WW-Ausgang
- 3 Sicherheitsgruppe
- 4 Boilerausgang, Zirkulationsanschluss
- 5 Boilereingang

### Kellerverteil- und Steigleitungen

#### Thermisch bedingte Längenänderung

Bei der Planung und Verlegung von Kellerverteilungen und Steigleitungen mit INSTAFLEX-Rohren und -Formteilen ist neben den bautechnischen Anforderungen auch die thermisch bedingte Längenänderung zu berücksichtigen.

Alle Rohrwerkstoffe dehnen sich aufgrund von physikalischen Gesetzmässigkeiten bei Erwärmung aus und ziehen sich bei Abkühlung wieder zusammen. Dieses Materialverhalten müssen Sie bei der Installation von Trinkwasserleitungen berücksichtigen.

Die thermisch bedingte Längenänderung entsteht durch wechselnde Umgebungs- und Betriebstemperaturen. Bei der Montage berücksichtigen Sie dies in Bezug auf:

1. Leitungsverlegung
2. Starre Montage

Bei **sichtbarer** Leitungsführung bei INSTAFLEX-Rohrleitungen erreichen Sie eine gradlinige Leitung durch Verwendung von Tragschalen.

## Leitungsverlegung mit Biegeschenkeln

Die flexiblen INSTAFLEX-Rohre ermöglichen die Aufnahme der thermisch bedingten Längenänderung einer Trinkwasserleitung durch **kurze Biegeschenkel**.

Um ein Auslenken der Rohrleitungen nicht zu behindern, montieren Sie im Bereich der Biegeschenkel keine Tragschalen.

Biegeschenkel bzw. Dehnungsausgleiche können Sie auf verschiedene Arten verwenden:

### I. Klassische Anordnung von Biegeschenkeln

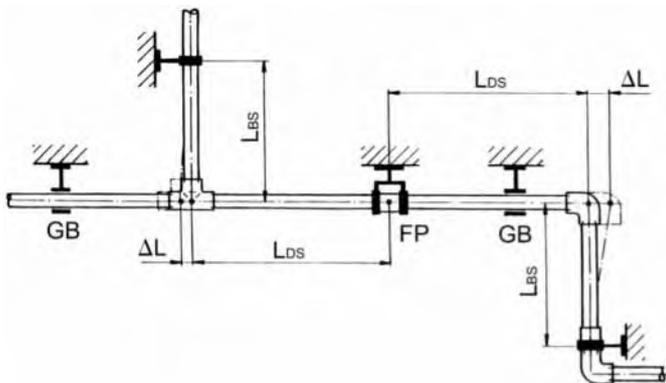
$\Delta L$  = Thermisch bedingte Längenänderung

$L_{DS}$  = Länge des Dehnungsschenkels

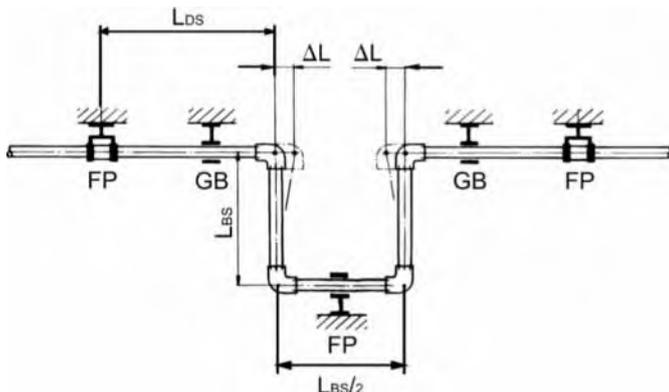
FP = Fixpunkt

GB = Gleitbefestigung

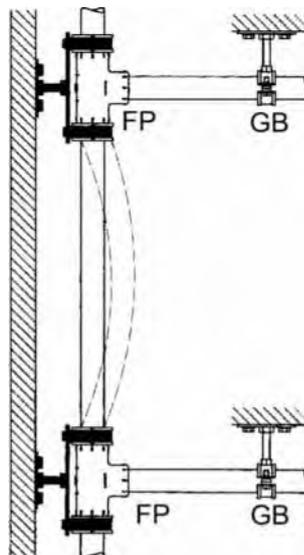
$L_{BS}$  = Länge des Biegeschenkels



### II. Dehnungsbogen



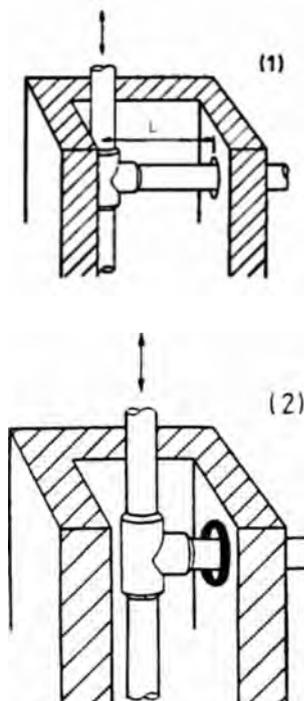
### III. Biegeschenkel durch seitliches Ausweichen des Rohres

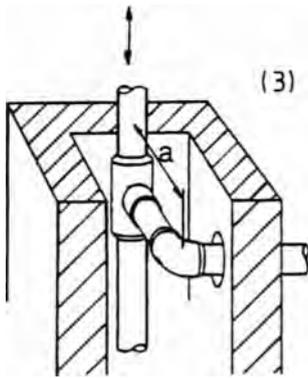


### IV. Anordnung von Biegeschenkeln in Schächten

Wenn Sie bei Stockwerksabzweigungen in Schächten angeordnete Steigleitungen verwenden, stellen Sie sicher, dass die abzweigende Leitung entsprechend der Längenänderung der Steigleitung ausreichend ausfedern kann. Es gibt 3 Möglichkeiten, wie Sie dies umsetzen:

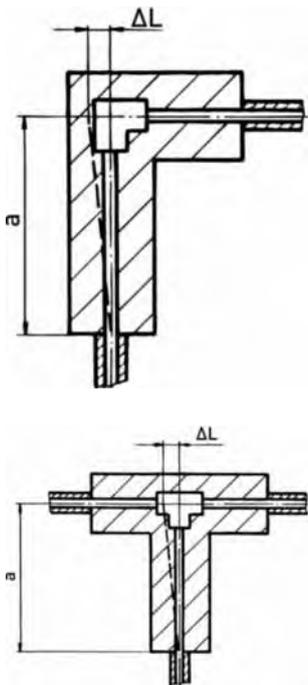
- Günstige Platzierung der Steigleitung im Schacht (1)
- Entsprechend gross bemessener Wanddurchbruch für die abzweigende Leitung (2)
- Einbau eines Federschenkels (3)



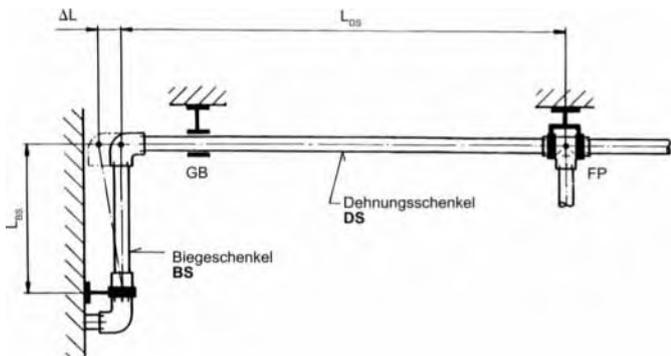


### V. Anordnung von Biegeschenkeln bei Unter-Putz Verlegung

Wenn Sie Leitungen in ihrer vollen Länge unter Putz verlegt haben, sind diese mit handelsüblichem Dämmmaterial entsprechend den jeweiligen Vorschriften zu dämmen. Umhüllen Sie die Biegeschenkel mit elastischem Material (Mineralwolle, Schaumstoff oder ähnlichem), so dass die Längenänderung nicht behindert wird. In der Regel ist die benötigte Dämmstoffdicke für die erforderliche Wärmeausdehnung ausreichend.



### Grafische Bestimmung der Biegeschenkellänge



## INSTAFLEX-Rohr

Die thermisch bedingte Längenänderung  $\Delta l$  bestimmen Sie aus der Temperaturdifferenz  $\Delta \vartheta$  und der Dehnungsschenkellänge  $L_{DS}$ .

Die Biegeschenkellänge  $L_{BS}$  bestimmen Sie aus Längenänderung  $\Delta l$  und Rohraussendurchmesser  $d$ .

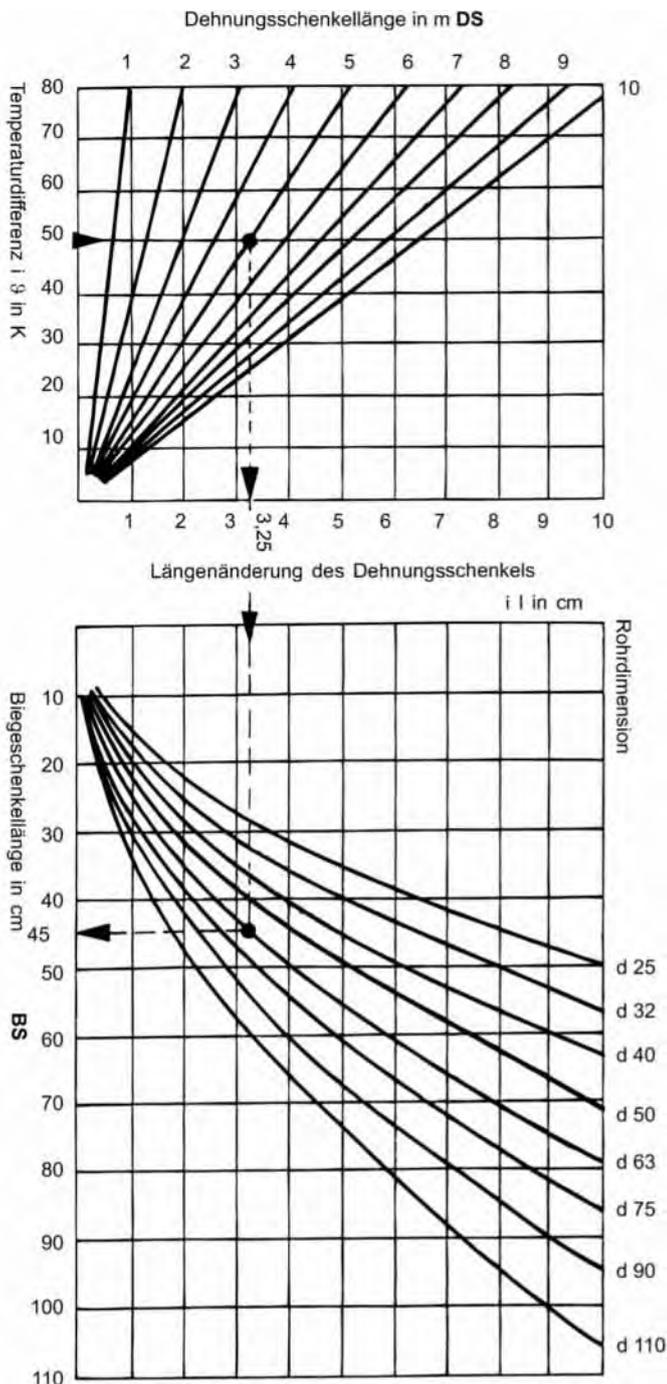
### Beispiel:

$L_{DS} = 5 \text{ m}$   
 $\Delta \vartheta = 50 \text{ K}$   
 $d_a = 63 \text{ mm}$

**$L_{BS} = 45 \text{ cm}$**

Siehe nachfolgendes Diagramm.

### Diagramm zur Ermittlung der Biegeschenkellänge



## Rechnerische Bestimmung der Biegeschenkellänge

### Berechnung der Längenänderung $\Delta L$

Die thermisch bedingte Längenänderung berechnen Sie mit folgender Formel:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T$$

$\Delta L$  = Thermisch bedingte Längenänderung [mm]

$\alpha$  = Längenausdehnungskoeffizient [mm/mK]

$L$  = Länge der Rohrleitung [m]

$\Delta T$  = Temperaturdifferenz [K]

### INSTAFLEX-Rohre

$\alpha = 0,13 \text{ mm/mK}$  entspricht  $1,3 \times 10^{-4} \text{ mm/mmK}$

### Berechnung der Biegeschenkellänge

Die Mindestlänge des Biegeschenkels berechnen Sie mit folgender Formel:

$$L_{BS} = \sqrt{\frac{3 \cdot d_a \cdot \Delta L \cdot E_{cm}}{\sigma_b}}$$

Dabei bedeuten:

$d_a$  = Rohraussendurchmesser (mm)

$\Delta L$  = Längenänderung (mm)

$E_{cm}$  = mittlerer Biegekriechmodul

$\sigma_b$  = zulässiger Biegespannungsanteil

### Berechnungsbeispiel:

Die Länge der Rohrleitung beträgt 5 m. Die thermisch bedingte Längenänderung dieser Rohrstrecke soll durch einen Biegeschenkel aufgenommen werden. Die Temperaturdifferenz zwischen der Einbautemperatur und der maximalen Betriebstemperatur beträgt 50 K. Bei dieser Berechnung wird das PB-Rohr 63 x 5,8 mm mit einem Aussendurchmesser von 63 mm verwendet.

### Ermittlung der Biegeschenkellänge:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T$$

$$\Delta L = 0,13 \text{ (mm/mK)} \times 5 \text{ m} \times 50 \text{ K}$$

$$\Delta L = 32,5 \text{ mm Längenänderung}$$

Zur vereinfachten Ermittlung der erforderlichen Biegeschenkellänge kann das Diagramm zur Ermittlung der Biegeschenkellänge verwendet werden.

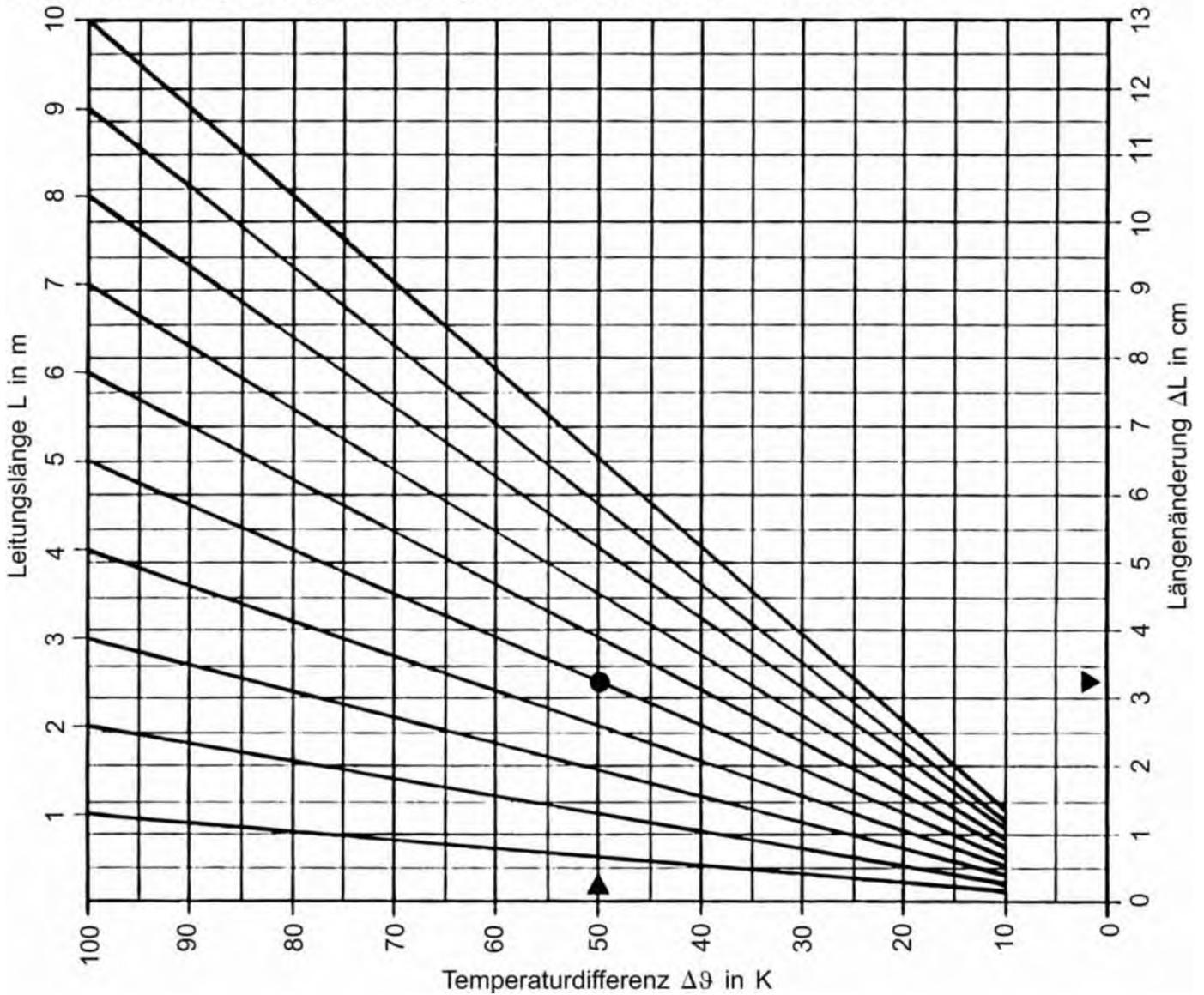
### $L_{BS} = 45 \text{ cm}$ Länge des Biegeschenkels

Vergleicht man dieses Ergebnis mit dem Ergebnis eines Metallrohres gleicher Dimension, wird bei dem Metallrohr der Biegeschenkel deutlich grösser ausfallen. Die Erklärung dafür ist die wesentlich höhere Werkstoffkonstante  $C$  bei Metallrohren als bei einem Polybuten-Rohr.

**Thermisch bedingte Längenänderung  $\Delta L$  [cm] für  
INSTAFLEX-PB-Rohr**

Rohrl. [m]	Temperaturdifferenz $\Delta$ [K]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,1	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13
0,2	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,16	0,18	0,20	0,23	0,26
0,3	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39
0,4	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52
0,5	0,06	0,13	0,20	0,26	0,33	0,39	0,46	0,52	0,59	0,65
0,6	0,08	0,16	0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,62	0,70	0,78
0,7	0,09	0,18	0,27	0,36	0,46	0,55	0,64	0,73	0,82	0,91
0,8	0,10	0,21	0,31	0,42	0,52	0,62	0,73	0,83	0,94	1,04
0,9	0,12	0,23	0,35	0,47	0,59	0,70	0,82	0,94	1,05	1,17
1,0	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,30
2,0	0,26	0,52	0,78	1,04	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60
3,0	0,39	0,78	1,17	1,56	1,95	2,34	2,73	3,12	3,51	3,90
4,0	0,52	1,04	1,56	2,08	2,60	3,12	3,64	4,16	4,68	5,20
5,0	0,65	1,30	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85	6,50
6,0	0,78	1,56	2,34	3,12	3,90	4,68	5,46	6,24	7,02	7,80
7,0	0,91	1,82	2,73	3,64	4,55	5,46	6,37	7,28	8,19	9,10
8,0	1,04	2,08	3,12	4,16	5,20	6,24	7,28	8,32	9,36	10,40
9,0	1,17	2,34	3,51	4,68	5,85	7,02	8,19	9,36	10,53	11,70
10,0	1,30	2,60	3,90	5,20	6,50	7,80	9,10	10,40	11,70	13,00

**Thermisch bedingte Längenänderung  $\Delta L$  in cm für INSTAFLEX-PB-ROHR**



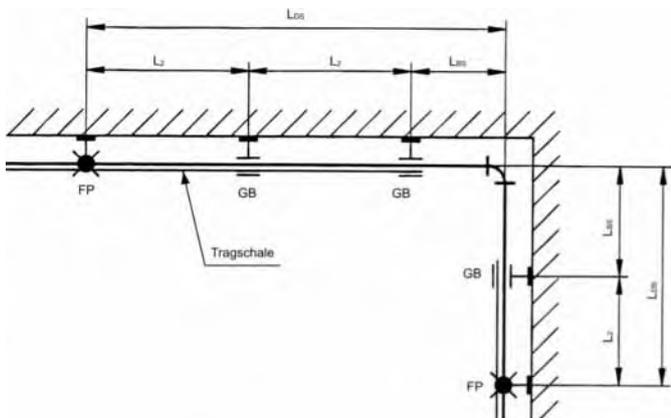
**Anordnung und Abstände der Rohrschellen bei Biegeschenkelmontage**

Ordnen Sie die Rohrschellen so an, dass die auftretenden Längenänderungen nicht behindert werden. Achten Sie auch bei Wand- und Deckendurchbrüchen darauf, dass die Leitungen ausfedern können. Bei längeren Leitungen können Sie die Längenänderung durch den Einsatz von geeigneten Fixpunkten unterteilen und damit besser abfangen.

**Tabelle zu Ermittlung der Rohrschellenabstände**

Rohrdim.  d x s	PB-Rohr					
	Kaltwasserleitung bis 20 °C			Warmwasserleitung über 20 °C		
	ohne Tragschalen	mit Tragschalen		ohne Tragschalen	mit Tragschalen	
	L <sub>1</sub> [cm]	L <sub>2</sub> [m]	Rohrbin- der	L <sub>1</sub> [cm]	L <sub>2</sub> [m]	Rohrbin- der
16 x 2,2	50			35		
20 x 2,8	60	ca. 1,5 - 2 m	0,5 m	40	ca. 1,5 - 2 m	0,25 m
25 x 2,3	70			45		
32 x 3,0	80			50		
40 x 3,7	80	ca. 1,5 - 2 m	0,75 m	50	ca. 1,5 - 2 m	0,5 m
50 x 4,6	100			60		
63 x 5,8	125			75		
75 x 6,8	150			90		
90 x 8,2	180	ca. 1,5 - 2 m	0,75 m	110	ca. 1,5 - 2 m	0,5 m
110 x 10,0	200			130		
125 x 11,4	200			150		
160 x 14,6	200	2 m	0,75 m	190	ca. 2 m	0,5 m
225 x 20,5	200			190		

Fixpunktabstand individuell nach Baustellensituation.  
Für d90 bis d110 sind im INSTAFLEX-Lieferprogramm keine Tragschalen vorhanden.



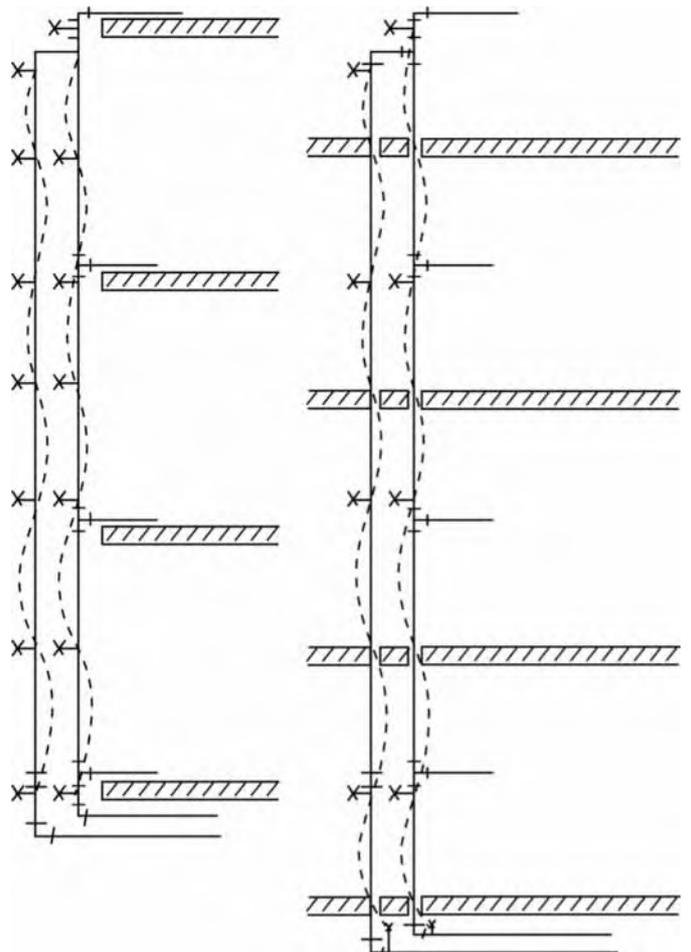
PB-Trinkwasserleitung mit PB-Rohr und Tragschale

FB = Fixpunkt

GB = Gleitbefestigung

Wie in obenstehender Zeichnung abgebildet, montieren Sie im Bereich der Biegeschenkel keine Tragschale, damit ein Auslenken der Rohrleitungen nicht behindert wird.

### Befestigungstechnik der Steigleitung im Schachtbereich



### Voraussetzungen:

- Stellen Sie mit geeigneten Rohrbefestigungen sicher, dass am untersten und obersten T-Stück (Geschossabgang) ein Fixpunkt entsteht.

#### Definition Fixpunkt:

Befestigung, die ein axiales Verschieben des Rohres und der Rohrschelle in jeglicher Richtung (Stoss- und Zugkräfte) verhindert.

- Platzieren Sie die Rohrbefestigungen unmittelbar bei jedem Geschossabgang (oberhalb bzw. unterhalb des T-Stückes).
- Wenn sich der Geschossabgang auf Höhe der Raummitte (ca. 0,4 m) befindet, genügt eine Rohrbefestigung pro Geschoss.
- Wenn sich das T-Stück auf Höhe der Oberkante (OK) der Rohrdecke befindet, ist eine zweite Befestigung vorzusehen.
- Versehen Sie die WW-Steigleitungen nur mit flexiblen Dämmungen (z. B. Armaflex, Glas- bzw. Steinwolle oder Ähnliches).

### Erfahrungen (Versuchs- und Praxisgestützt):

Dank ihrer Flexibilität biegen warmgehende INSTAFLEX-Rohre ohne grosse Axialschubkräfte leichtgängig aus. Diese Leichtgängigkeit gewährleisten Sie, indem Sie möglichst flexible Dämmungen einsetzen. Die Dämmung bietet zusätzlich Schutz vor eventueller mechanischer Beschädigung.

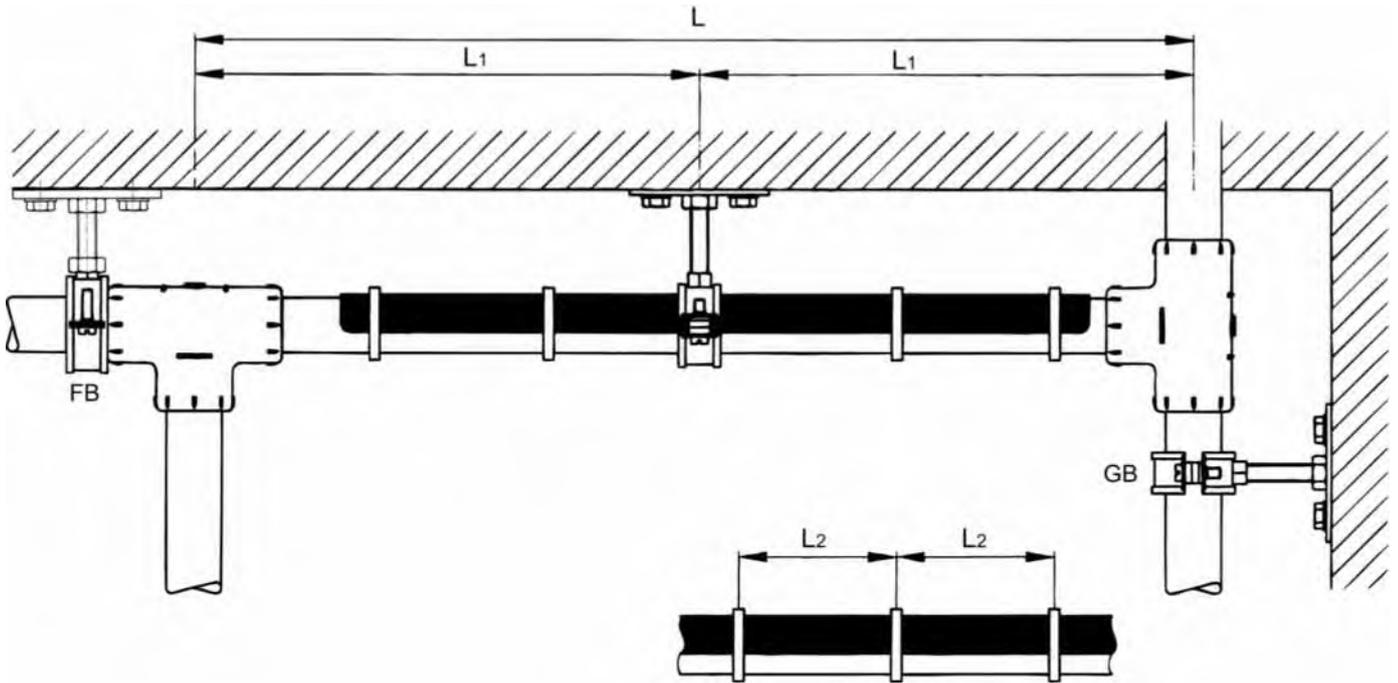
### Grundsatz:

In Schächten geführte Steigleitungen erlauben die Übernahme der Wärmedehnung durch «Ausbiegenlassen» der INSTAFLEX-Rohre über die Geschosshöhe. Diese Ausbiegungen ergeben keine negativen Materialbeeinträchtigungen beim Werkstoff Polybuten, unabhängig ob eine, zwei oder mehr Rohrbefestigungen angebracht sind.

### Starre Montage – Verlegung ohne Rohrsausdehnung

Eine starre Montage ist eine geradelinige Rohrleitung zwischen zwei Fixpunkten, bei der das Rohr seitlich nicht auslenken kann. Die temperaturbedingte Längenänderung wird im INSTAFLEX-Rohr aufgenommen. Die thermisch bedingten Ausdehnungskräfte des Rohres werden über den Fixpunkt auf das Bauwerk übertragen.

Bei **INSTAFLEX-Rohren** ist die starre Montage nur in Verbindung mit Tragschalen möglich. Die Kräfte, die dabei auf den Fixpunkt wirken, sind vom Rohrquerschnitt, der Temperaturdifferenz und dem Rohrwerkstoff abhängig. Sie sind aber wesentlich höher als bei der Montage mit Biegeschenkel. Deshalb benötigen Sie bei grösseren Wand- und Deckenabständen eine zusätzliche Halterkonstruktion.



**Verwendung von Tragschalen bei Fixpunktmontage**

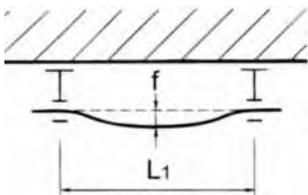
Wenn ein seitliches Auslenken der INSTAFLEX-Rohre nicht gewünscht ist, können Sie die INSTAFLEX-Rohre mit Klip-Tragschalen verlegen. Durch die Tragschale wird das Rohr um ca 60 % umschlossen und ein Ausbiegen des INSTAFLEX-Rohres wird verhindert. Auch die thermisch bedingte Längenänderung wird verringert. Wenn Sie das INSTAFLEX-Rohr mit Klip-Tragschale installieren, muss es um 25 cm überlappen. Nur dadurch ist eine thermisch bedingte Längenänderung möglich.

**Anordnung und Abstände der Rohrschellen starrer Montage**

Rohrdim. d mm	Fixpunkt- abstand L	Befestigungs- abstand L <sub>1</sub> KW	Rohrbinder- abstand L <sub>2</sub> KW	Befestigungs- abstand L <sub>1</sub> WW	Rohrbinder- abstand L <sub>2</sub> WW
16/20/25	individuell nach	1.5 - 2.0 m	0.5 m	1.5 - 2.0 m	0.25 m
32/40/50	Baustellen-situa- tion	1.5 - 2.0 m	0.75 m	1.5 - 2.0 m	0.5 m
63/75/90/110					

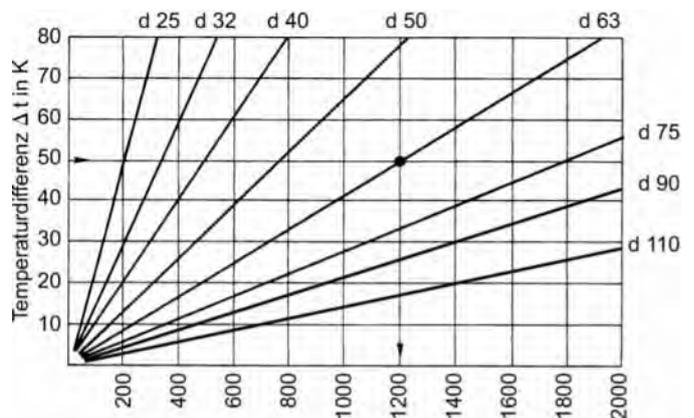
### Auslenkung von gradlinigen PB-Warmwasserleitungen [mm]

Befestigungsabstand $L_1$ in mm	d							
	40	50	63	75	90	110	125	160
500	2.5							
600	3.5	3.0						
750	6.0	4.5	3.5					
900	9.0	6.5	5.0	4.5				
1100		11.0	8.0	6.5	5.5			
1300			11.5	9.0	7.5	6.0		
1500				13.0	10.0	8.0	7.0	
1700					12.0	9.0	8.0	6.5
1900						10.5	9.0	7.0



Für d90 und d110 sind im INSTAFLEX-Lieferprogramm keine Tragschalen vorhanden.

### Auftretende Dehnungskräfte auf den Fixpunkt bei Temperaturdifferenzen



### Rohrdehnungskraft $F_R$ in N

Bei der starren Montage werden die auftretenden Dehnungskräfte von der Fixpunktbefestigung auf das Bauwerk übertragen.

### Beispiel:

Die Temperaturdifferenz zwischen der Einbautemperatur und der Betriebstemperatur beträgt 50 K. Das verwendete INSTAFLEX-Rohr hat die Dimension 63. Aus dem vorhergehenden Diagramm kann eine Dehnungskraft von 1200 N herausgelesen werden.

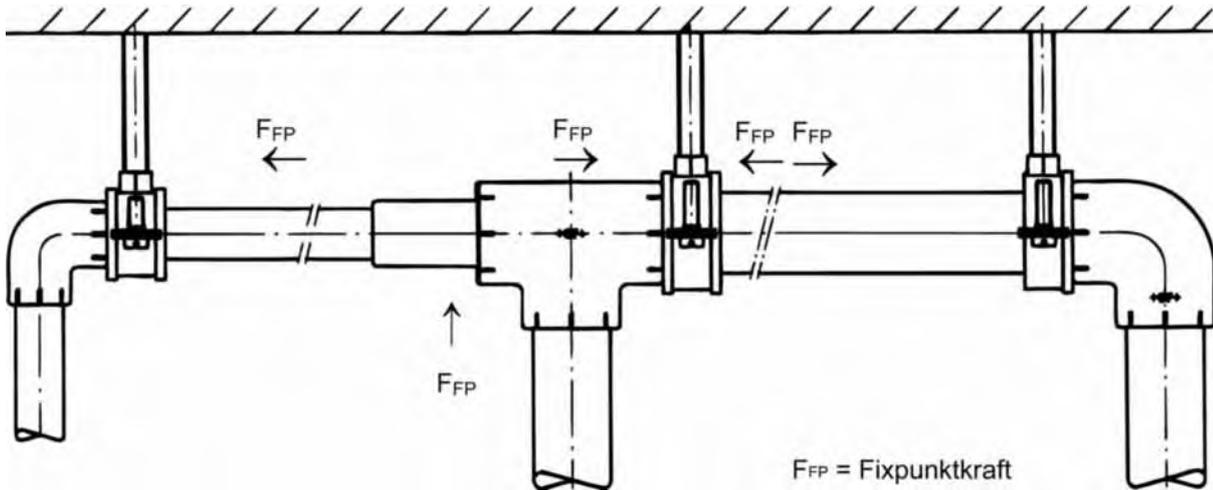
$F_{FP}$  = Fixpunktkraft

$F_R$  = Rohrdehnungskraft

$F_R = F_{FP} = 1200 \text{ N}$

Ausführlichere Informationen zur Berechnung der Dehnungskräfte finden Sie unter dem Titel "Längenänderung".

Die bei der starren Montage anfangs auftretenden Dehnungskräfte wandeln sich mit der Zeit in Zugkräfte um. Diese Umwandlung ist von der Beanspruchung durch den Temperaturwechsel abhängig. Deshalb achten Sie bei der Auslegung der Fixpunktbefestigung darauf, dass nicht nur Dehnungs-, sondern auch Zugkräfte aufgenommen werden müssen.

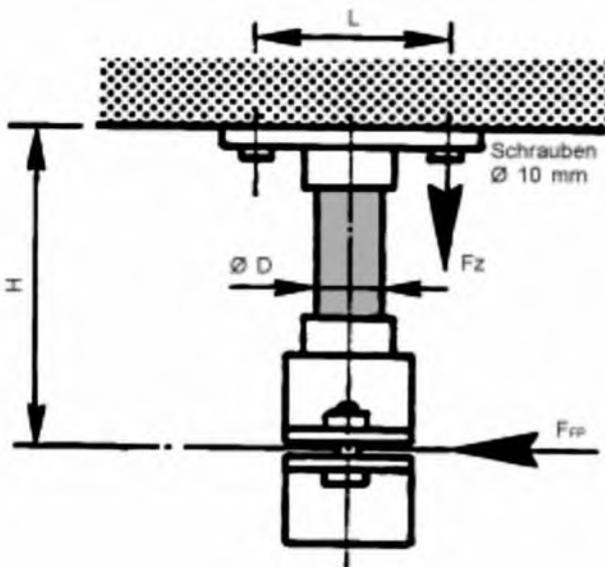


d 16-d 63

Bei Leitungsreduzierungen um zwei oder mehr Dimensionen im Durchgang, sollten Sie die Reduzierstelle mit einem Fixpunkt befestigen.

### Berechnung der Fixpunktbefestigung

$$F_Z = (F_{FP} \times H) / (L \times X)$$



- D** = Durchmesser der Befestigung
- H** = Decken- bzw. Wandabstand der Leitung
- L** = Schraubenabstand
- X** = Anzahl der auf Zug belasteten Schrauben
- F<sub>FP</sub>** = Fixpunktkräfte (N)
- F<sub>Z</sub>** = Schrauben- bzw. Dübelhaltekraft (N)

### 2-Loch-Grundplatte

$$x = 1$$

### 4-Loch-Grundplatte

$$x = 2$$

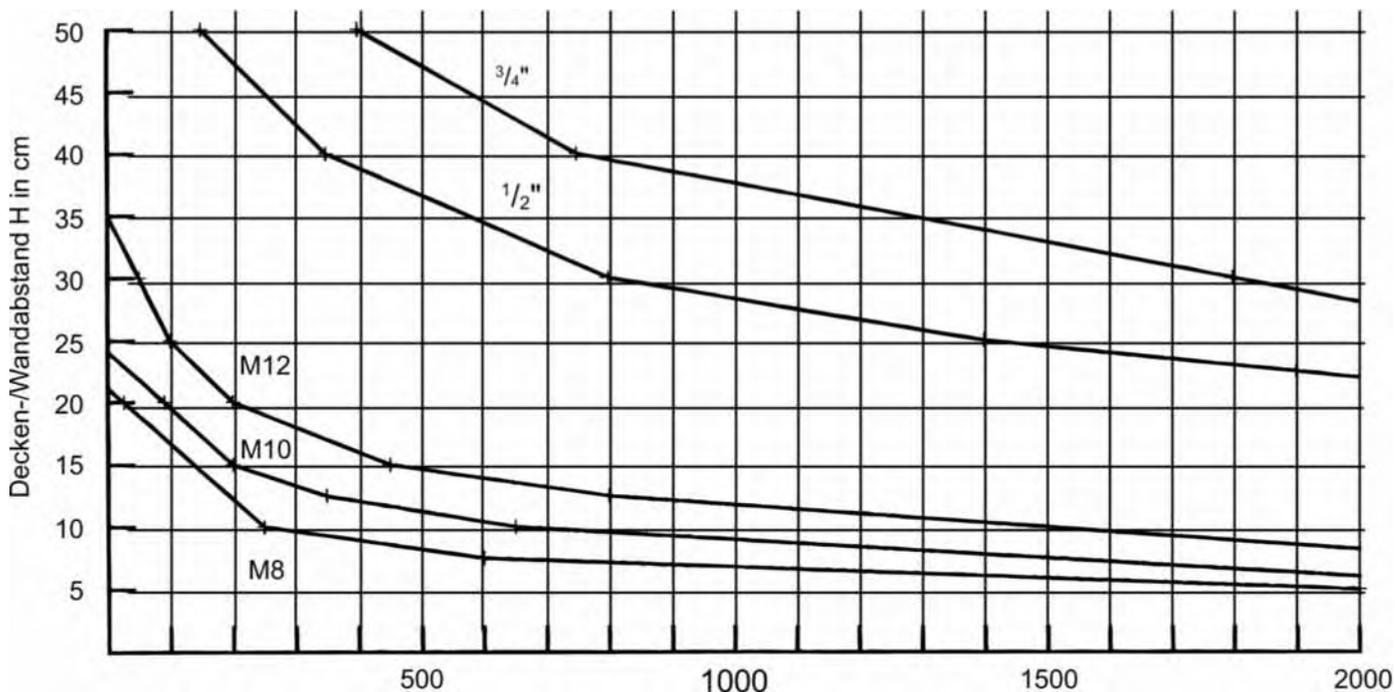
### Beispiel:

$$F_Z = (1200 \text{ N} \times 20 \text{ cm}) / (12 \text{ cm} \times 2) = 1000 \text{ N}$$

Haltekraft pro Schraube

$$F_Z = 1000 \text{ N}$$

### Auswahl des Befestigungsdurchmessers (D) der Rohrschelle auf der Grundplatte



Die angegebenen Durchmesser im Diagramm sind Richtwerte, bezogen auf eine Durchbiegung von ca. 5 mm.

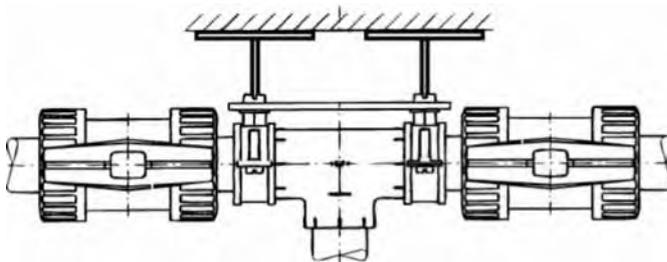
Für genaue Berechnungen berücksichtigen Sie die Angaben der Rohrschellenhersteller.

### Ausführung von Fixpunkten und Gleitbefestigungen

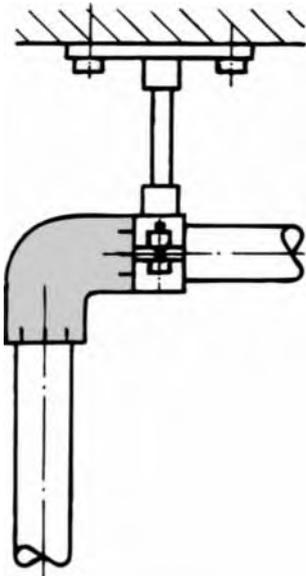
#### Anordnung von Fixpunktbefestigung «FP»

Fixpunkte lenken thermisch bedingte Ausdehnungen der Leitungen gezielt in eine gewünschte Richtung. Sie sollten sie immer bei einem Formteil anordnen und dieses beidseitig abstützen.

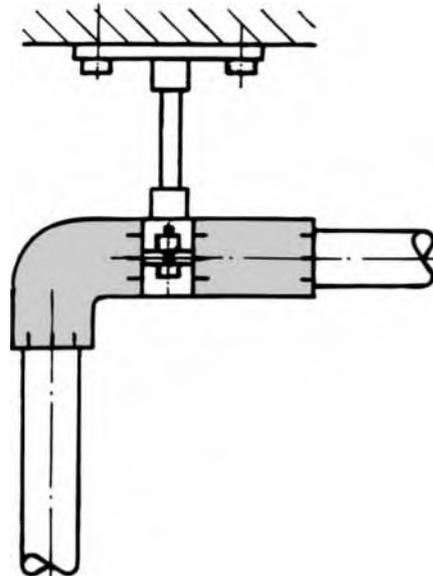
Nachfolgend sind einige Beispiele der Montage von Fixpunkten dargestellt:



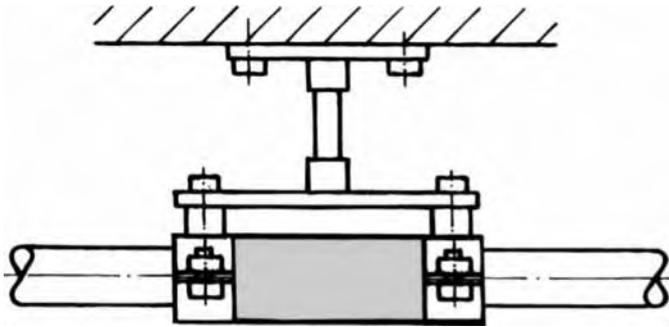
bis d63



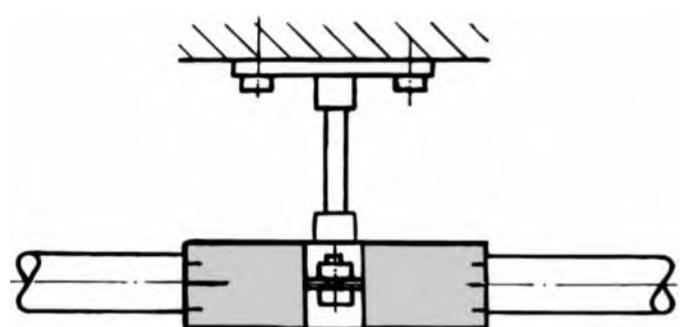
bis d63



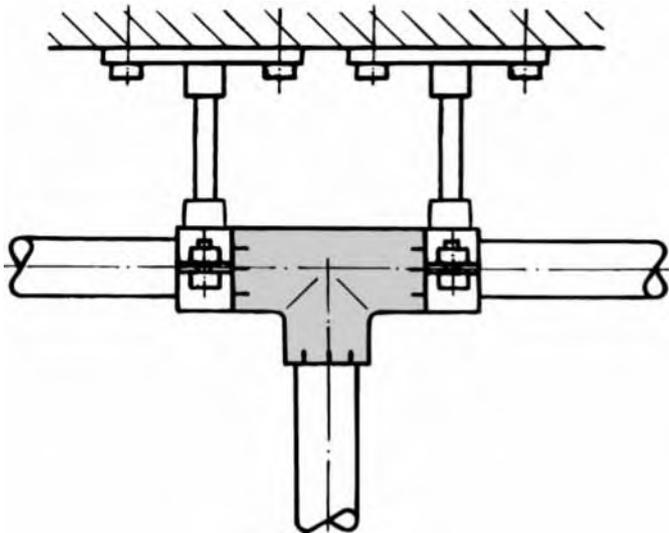
ab d75



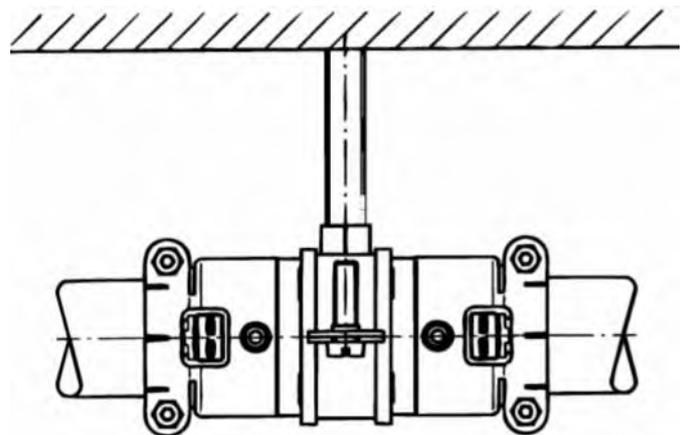
bis d63



ab d75



ab d75



Fixpunkt mit halben HWS-Muffen  
Lieferung auf Anfrage.

**Wenn Sie Metallventile bis d63 einsetzen, empfehlen wir die Befestigung mit 2 Rohrschellen.**  
**Wenn Sie Metallventile ab d75 einsetzen, befestigen Sie die Ventile direkt an der Armatur.**

### Auslegung der Fixpunkte für die starre Montage von Warmwasserleitungen (d16-d63)

Decken- abstand in cm	d25	d32	d40	d50	d63
bis 10	M8	M8	M10	M10	1/2 "
bis 15	M10	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "
bis 20	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "
bis 25	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "
bis 30	1/2 "	1/2 "	1/2 "	1/2 "	3/4 "
bis 35	1/2 "	1/2 "	1/2 "	3/4 "	3/4 "
bis 40	1/2 "	1/2 "	3/4 "	3/4 "	3/4 "
bis 45	1/2 "	3/4 "	3/4 "	3/4 "	3/4 "
bis 50	1/2 "	3/4 "	3/4 "	3/4 "	3/4 "

Ab einer Dimension  $\geq d75$  kontaktieren Sie unseren technischen Berater.

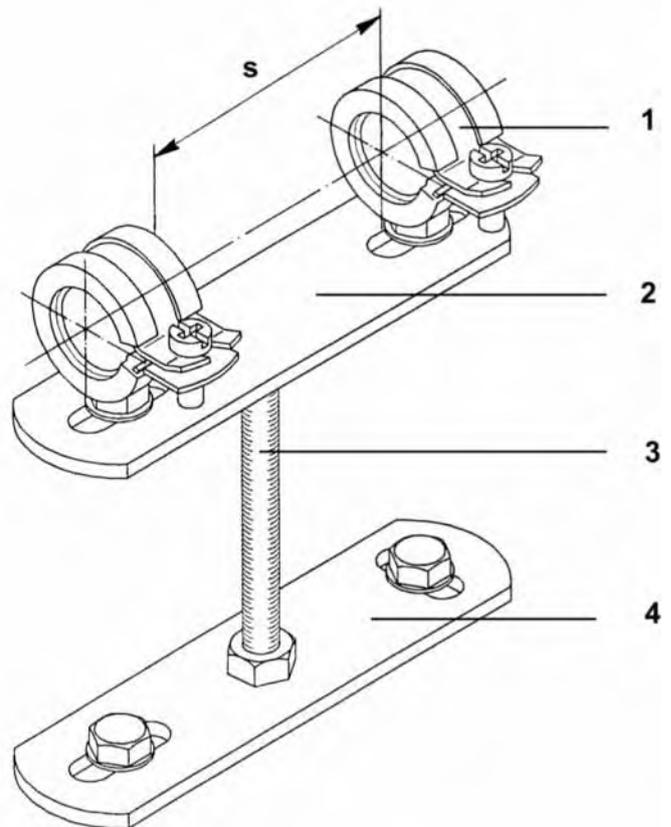
#### Grundsätzliches:

Wegen der geringen Ausdehnungskräfte von PB genügen bis d63 handelsübliche Rohrschellen (RS) mit Gummieinlagen. Ziehen Sie diese aber immer satt an.

#### Empfehlungen:

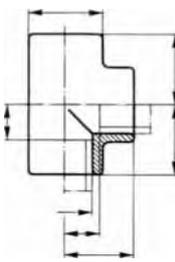
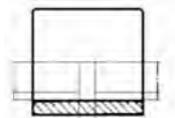
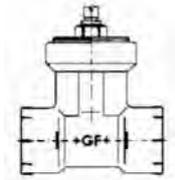
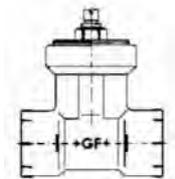
- Installieren Sie sichtbare und horizontale Leitungen immer mit Tragschalen.
- Befestigen Sie INSTAFLEX-Leitungen immer mit satt angezogenen RS mit Gummieinlage und Gewindestange (mind. M8).
- Ordnen Sie Muffen, Armaturen usw. unmittelbar bei einer Rohrschelle an, damit keine Unterbrechungen der Tragschale auftreten.
- Befestigen Sie Clip-Tragschalen immer bündig aneinander.
- Andere Tragschalen sollten immer ca. 25 cm überlappt und mittels Kabelbinder verbunden werden.
- Bei langen Leitungen empfehlen wir, die Rohrschellen mittels einer Schnur vorher auszurichten.

### Gestaltung der Fixpunkte



- 1 Rohrschelle
- 2 Trägerplatte
- 3 Gewindestange
- 4 Grundplatte

**Auswahl der Trägerplatte (Tabelle 1)**

			Rohrdimension d							
			d16	d20	d25	d32	d40	d50	d63	d75
			Trägerplatten-Nr.							
Muffen-	T egal, T red.		1	1	2	2	2	3	3	4
schweiss-	Muffe		1	1	1	1	1	1	1	2
formteile	PB-Ventile			2	2	2	3	3	4	
HWS-	T egal, T red.		2	3	3	3	4	4	4	
Formteile	Muffe		1	1	2	2	2	2	3	4

**Ermittlung des Rohrschellenabstandes (Tabelle 2)**

Trägerplatten-Nr.	1	2	3	4
Rohrschellenabstand s	33 - 63	64 - 94	97 - 125	132 - 162

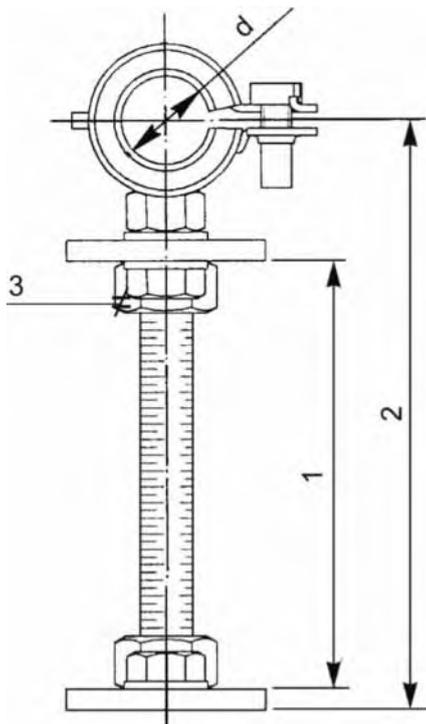
**Beispiel:**

An dem T-Stück d40 soll ein Fixpunkt montiert werden. Aus Tabelle 1 lesen Sie heraus, dass die Trägerplatte Nr. 2 benötigt wird. In Tabelle 2 wird für die Trägerplatte Nr. 2 ein Rohrschellenabstand im Bereich von 64 - 94 mm angegeben.

### Auswahl der Gewindestange

Decken- abstände	INSTAFLEX-Rohrdimension						
	d16	d20	d25	d32	d40	d50	d63
10 cm	<b>M10</b>						
15 cm							
20 cm	$\frac{1}{2}$ "						
25 cm							
30 cm	$\frac{3}{4}$ "						
35 cm							
40 cm							

Beachten Sie, dass sich sämtliche Angaben dieser Tabelle auf eine Temperaturdifferenz von 60 K beziehen.



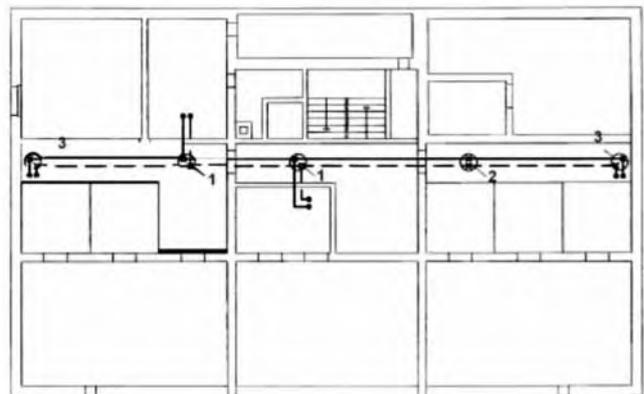
- 1 Gewindestangenlänge L
- 2 Achsabstand A
- 3 Reduzierstück M10 -  $\frac{1}{2}$ "

$$1 = 2 - x$$

bei Gewindestange	x	
	M10	$\frac{1}{2}$ "
16	27	49
20	31	53
Rohrschellen- durchmesser	25	33
32	38	60
40	42	64
d	50	68
63	53	75
75	60	82

### Starre Montage

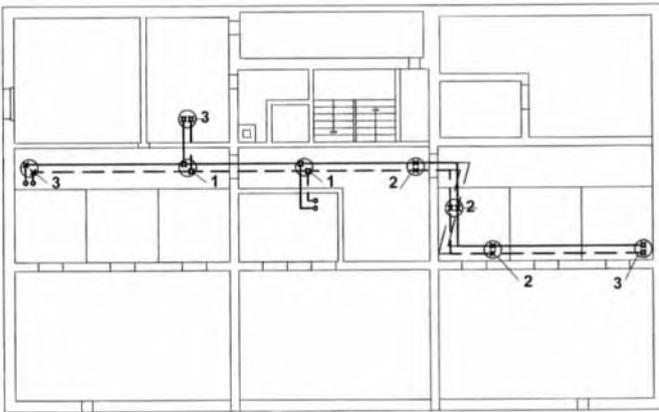
Die drei aufgeführten Grundrisse zeigen mögliche Platzierungen von Fixpunkten.



- 1 Montage an T-Stück
- 2 Montage in der Leitungsstrecke
- 3 Montage bei Richtungsänderung

Bei der Kellerverteilung verwenden Sie die starre Montage nur mit Tragschale und ordnen die Fixpunkte bei Abzweigen und in der Leitungsstrecke an.

### Starre Montage und Biegeschenkel



Leitungen von Kellerverteilern können Sie teilweise starr und teilweise mit Biegeschenkeln montieren. Ordnen Sie die Fixpunkte bei Abzweigen und in der Leitungsstrecke an.

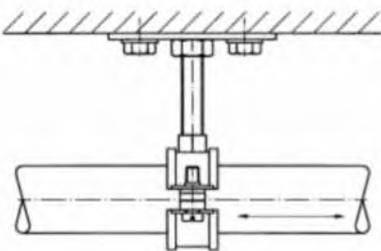
**Achtung:**

Montieren Sie im Bereich von Biegeschenkeln keine Tragschalen, damit ein Auslenken der Rohrleitung nicht verhindert wird.

**Gleitbefestigung (GB)**

Gleitbefestigungen ermöglichen Ihnen die Bewegung der Rohrleitung in axialer Richtung. Achten Sie dabei auf eine verkantungsfreie Rohrführung. Verwenden Sie nur Rohrschellen und Befestigungsmaterialien die folgende Eigenschaften erfüllen:

- Für Kunststoffrohre geeignet
- Schalldämmende Rohrschelleneinlagen vorhanden Wählen Sie die Grösse der Rohrschelle passend zur Rohrdimension, damit während des Betriebes ein gleichmässiges Gleiten gewährleistet ist. Somit wird ein Herausziehen der Rohrschelleneinlage verhindert.



### Durchmesser und Abstände von Rohrschellen für INSTAFLEX-Formteile

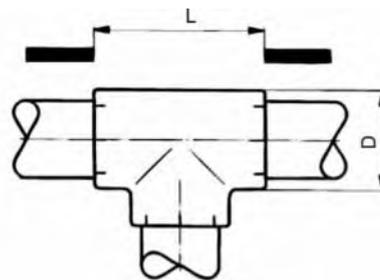
**INSTAFLEX-Rohre**

- d16
- d20
- d25
- d32
- d40
- d50
- d63
- d75
- d90
- d110

Rohrdurchmesser entspricht dem Rohrschellendurchmesser

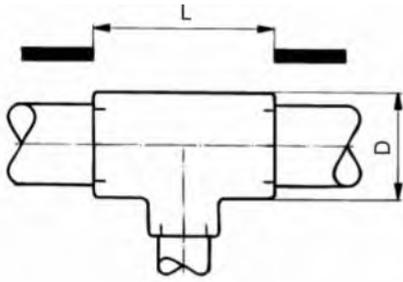
**INSTAFLEX-Formteile mit Heizelement-Muffenschweissverbindung**

**T 90° egal**



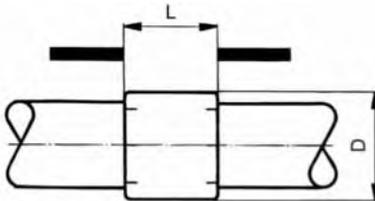
Dimension	D	L
16	22	50
20	26	56
25	32	64
32	40	76
40	51	88
50	64	102
63	81	124
75	91	150
90	112	176
110	132	210

**T 90° reduziert**



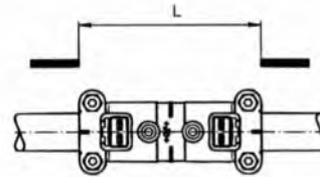
Dimension	D	L
20-16-20	26	56
20-16-16	26	56
20-20-16	26	56
25-16-25	32	64
25-20-25	32	64
25-20-20	32	64
25-25-20	32	64
32-16-32	40	76
32-20-32	40	76
32-25-32	40	76
40-16-40	51	88
40-25-40	51	88
50-16-50	64	102
50-25-50	64	102
63-16-63	81	124
63-25-63	81	124

**Muffe**



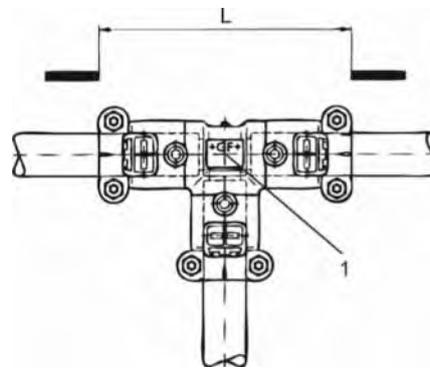
Dimension	D	L
16	22	33
20	26	33
25	32	39
32	40	43
40	51	48
50	64	54
63	81	60
75	91	69
90	110	80
110	133	94

**INSTAFLEX-Formteile mit HWS-Verbindung  
Muffe**



Dimension	L
16	76
20	80
25	85
32	85
40	95
50	99
63	102
75	134
90	147
110	160

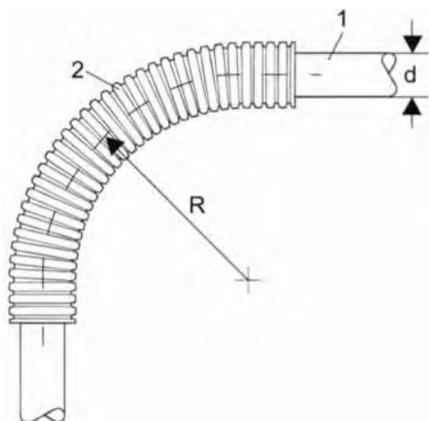
**T 90° egal  
T 90° reduziert**



Dimension	L
16	94
20	108
25	116
32	120
40	138
50	156
63	1172
75	224
90	254
110	292

### Biegeradien für PB-Rohre

Biegen Sie INSTAFLEX-Rohre d16, d20 und d25 immer **kalt**. Die werkstoffgerechte Ausführung erfordert hierzu einen Mindestbiegeradius.



INSTAFLEX-Rohre	Mit Biegewerkzeug (90 °) 5xd		Von Hand gebogen (90 °) 10xd	
Rohrabmessung	Biegeradius R mm	Bogenmass B mm	Biegeradius R mm	Bogenmass B mm
16	80	125	128	201
20	100	157	160	251

INSTAFLEX-Rohre	Mit Biegewerkzeug (90 °) 8xd		Von Hand gebogen (90 °) 10xd	
Rohrabmessung	Biegeradius R mm	Bogenmass B mm	Biegeradius R mm	Bogenmass B mm
25	200	314	250	392
32	256	402		

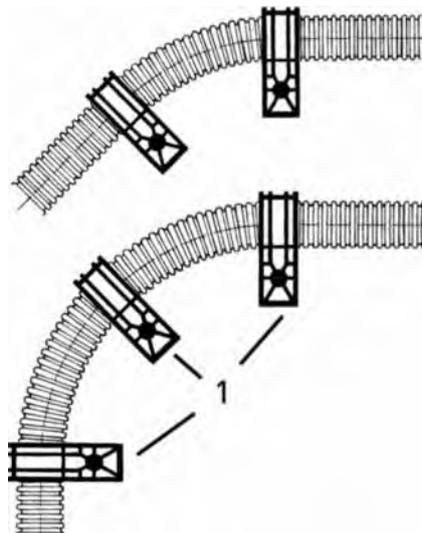
INSTAFLEX-Rohre	Mit Biegewerkzeug (90°) 35xd bei <b>+10 °C</b>	
Rohr-abmessung	Biegeradius R mm	Bogenmass B mm
40	1400	2198
50	1750	2748
63	2205	3462
75	2625	4121
90	3150	4946
110	3850	6045

INSTAFLEX-Rohre	Mit Biegewerkzeug (90°) 20xd bei <b>+20 °C</b>	
Rohrabmessung	Biegeradius R mm	Bogenmass B mm
40	800	1256
50	1000	1570
63	1260	1978
75	1500	2355
90	1800	2826
110	2200	3454

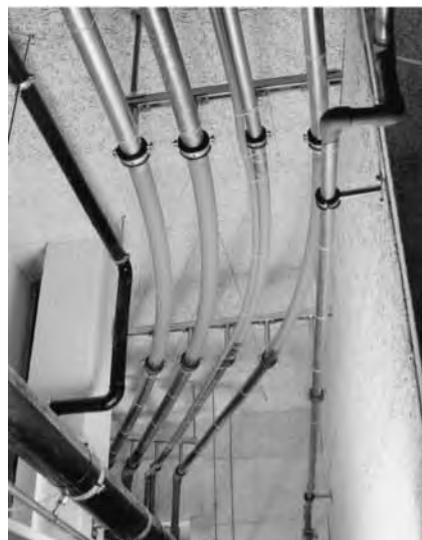


Stellen Sie beim Übergang von der Fussbodenebene in die Wandebene bzw. bei Übergängen in den Wandebenen sicher, dass der Mindestbiegeradius eingehalten werden kann.

- Der Mindestbiegeradius bezieht sich auf die Rohrmitte.
- Sie dürfen die Mindestbiegeradien nicht unterschreiten.
- Achten Sie darauf, dass nach dem Biegen keine Eindrücke oder Stauchungen vorhanden sind.
- **Das Warmbiegen von PB-Rohren ist nicht zulässig.**
- Zum Biegen der Rohre können auf dem Markt erhältliche Rohrführungsbogen verwendet werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die hier angegebenen Biegeradien eingehalten werden und das Rohr bei der Montage nicht beschädigt oder geknickt wird.
- Die angegebenen Temperaturen gelten nur für den Biegevorgang.
- Ab der Dimension d40 dürfen die Rohre nach dem Biegen nicht unmittelbar mit dem Prüfdruck beaufschlagt werden. Die Wartezeit bei einer Rohrtemperatur von 10 °C beträgt 48 Stunden. Bei einer Rohrtemperatur von 20 °C beträgt die Wartezeit 18 Stunden.
- Werden die Rohre nur kurzfristig gebogen, z. B. zum Einbringen des Rohres in einen Schacht dürfen die Rohre bei einer Umgebungstemperatur von 10 °C mit einem Biegeradius von mindestens 15xd gebogen werden. Bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C beträgt der mindestens kurzfristige Biegeradius 9xd.



1 Rohrbefestigung im Bogenbereich  
d16 R = 130 mm  
d20 R = 160 mm  
d25 R = 200 mm



## Längenänderung

Es ist ein Naturgesetz, dass sich alle festen Körper bei Erwärmung mehr oder weniger ausdehnen und bei Abkühlung wieder zusammenziehen.

Ein Stab mit der **Ursprungslänge**  $L_0$  zeigt bei Erwärmung um eine **Temperaturdifferenz**  $\Delta$  eine **Längenänderung**  $\Delta L$  an.

Der thermisch bedingte **Längenausdehnungskoeffizient**  $\alpha$  gibt den Wert der Verlängerung bei einer Temperaturerhöhung um 1 K für einen 1 m langen Stab an.

$\Delta L$  = Temperaturbedingte Längenänderung  
L = Rohrlänge

Der mittlere lineare Ausdehnungskoeffizient für:

### INSTAFLEX-PB-Rohre

$\alpha = 0,13 \text{ mm / mK}$   $1,3 \times 10^{-4} \text{ mm/mm K}$

Die thermisch bedingte Längenänderung berechnen Sie mit folgender Formel:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta$$

## Berechnungen an der Rohrleitung

### Ermittlung der Rohrdehnungskräfte bei «starrer Montage»

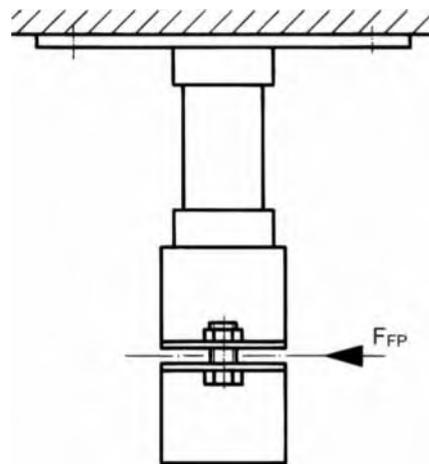
$$F_R = A_R \times E \times \epsilon$$

Beim Lastfall Wärmedehnung ist  $\epsilon = \alpha \times \Delta$ .

### Ermittlung der Fixpunktkräfte bei Biegeschenkelmontage

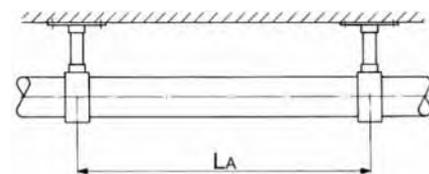
$$F_R = \frac{12 \times \Delta L \times E \times J_R}{L_{BS}^3}$$

$$J_R = (d_a^4 - d_i^4) \times \frac{\pi}{64}$$



### Ermittlung der Rohrstützweiten

$$L_A = 0,916 \times \sqrt[3]{\frac{E \times J_R}{q}}$$



### Ermittlung der Biegespannung

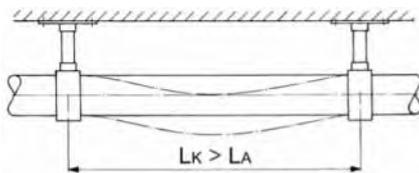
$$\delta_B = \frac{q \times L_A^2}{8 \times W_R}$$

$$W_R = \frac{(d_a^4 - d_i^4)}{d_a} \times \frac{\pi}{32}$$

### Ermittlung der zulässigen Knicklänge für fest eingespannte Rohrstrecken

$$L_K = 3,17 \times \frac{\sqrt{J_R}}{5 \times A_R}$$

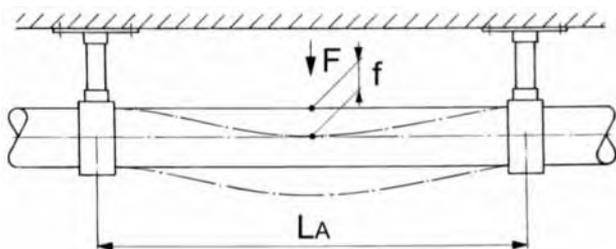
$L_K$  mit Mindestsicherheitsfaktor von  $S_K = 2$   
 $L_K$  grösser als  $L_A$



Wenn Sie Rohrleitungen so verlegen, dass eine axiale Ausdehnung nicht möglich ist, so muss die ermittelte Rohrstützweite  $L_A$  mit der zulässigen Knicklänge  $L_K$  verglichen werden.

$L_A$  darf nicht grösser als  $L_K$  sein.

$\alpha$	Längenausdehnungskoeffizient	m/mK mm/mmKN
$F_R$	Dehnungskraft des Rohres	N
$\Delta L$	Längenänderung des Dehnungs-schenkels	mm
E	E-Modul	N/mm <sup>2</sup>
$\varepsilon$	verhinderte Längendehnung, Berechnung der verhinderten Längendehnung immer nur auf <b>einen</b> Meter Rohrlänge	
$A_R$	Rohrringfläche	mm <sup>2</sup>
$L_{BS}$	Länge des Biegeschenkels	mm
$J_R$	Trägheitsmoment des Rohres	mm <sup>4</sup>
$L_A$	Abstand der Rohrhalterung	mm
q	Streckenlast, Gewicht des Rohres inkl. Inhalt	N/mm
$W_R$	Widerstandsmoment des Rohres	mm <sup>3</sup>
$L_K$	zulässige Knicklänge	mm
da	Rohraussendurchmesser	mm
di	Rohrinnendurchmesser	mm
$\Delta\vartheta$	Temperaturdifferenz	K
$\delta_B$	Biegespannung	N/mm <sup>2</sup>



Durchbiegung  $\varepsilon$  von frei aufgehängten Rohrleitungen

$$f = \frac{F \times L_A^3}{48 \times E \times J_R}$$

F	Belastung	N
L	Länge des Rohres	mm
$\sigma_a$	Axialspannung	N/mm <sup>2</sup>

Axialspannung aus verhinderter Längenänderung

$$\sigma_a = \frac{\Delta L \times E}{L}$$

### Berechnungsbeispiel:

Rohrdehnungskraft  $F_R$  / Fixpunktkraft  $F_{FP}$

Ausgewählte Rohrdimension: 63 x 5,8

E-Modul: 450 N/mm<sup>2</sup>

$\alpha$ : 0,13 mm/mK

$\Delta\psi$ : 50 K

### 1. Rohrdehnungskraft F :

$$F_R = A_R \times E \times \varepsilon$$

$$= \frac{(d_a^2 - d_i^2) \times \pi}{4} \times E \times \alpha \times \Delta\psi$$

$$F_R = \frac{(63^2 \text{ mm}^2 - 51.4^2 \text{ mm}^2) \times \pi}{4} \times 450 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0.13 \frac{\text{mm}}{\text{m K}} \times 50 \text{ K}$$

$$F_R = 3047 \text{ N}$$

Rohrdehnungs-kraft = Fixpunkt-kraft	Rohrart	Ver-hält-nis-faktor	Dimension
$F_{FP} = F_R = 3047 \text{ N}$	INSTAFLEX-PB-Rohr	1,0	d63 x 5,8
$F_{FP} = F_R = 8814 \text{ N}$	PE-X-Rohr	2,9	d63 x 8,6
$F_{FP} = F_R = 12462 \text{ N}$	PP-R-Rohr	4,1	d63 x 10,5
$F_{FP} = F_R = 17446 \text{ N}$	PVC-C-Rohr	5,7	d63 x 7,1
$F_{FP} = F_R = 52576 \text{ N}$	Verbundrohr	17,3	ø 50 x 4
$F_{FP} = F_R = 81808 \text{ N}$	Stahlrohr	26,9	2" (60, 3/53)
$F_{FP} = F_R = 35286 \text{ N}$	Kupferrohr	11,6	ø 54 x 2
$F_{FP} = F_R = 58290 \text{ N}$	Edelstahlrohr	19,1	ø 54 x 2

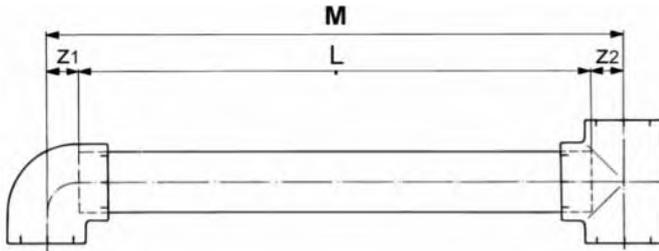
Bei PB-Rohren aus dem INSTAFLEX-System sind die Rohrdehnungskräfte bzw. die Fixpunktkräfte um ein vielfaches geringer als bei anderen Werkstoffen, siehe vorhergehende Tabelle.

## Montagemethode mit z-Mass

### Einführung

z-Mass und einheitliches Messverfahren sind der Kern der Montage-Methode von GF Piping Systems. Das z-Mass ist das Konstruktionsmass des Installateurs. Mit dessen Hilfe ermittelt er rechnerisch leicht die genaue Rohrlänge zwischen Formteil und/oder Armaturen. Grundlage für Bestimmung und Anwendung des z-Masses bildet der Grundsatz:

**Einheitliches Messen**  
**Mitte - Mitte = M**



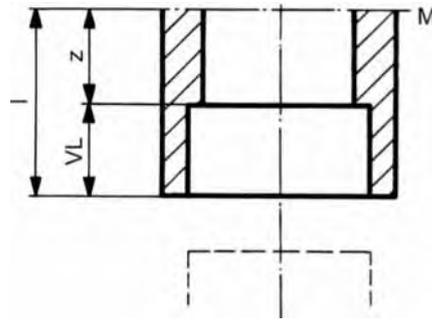
Als Basis für effiziente Planung, Arbeitsvorbereitung und Vorfertigung bringt diese Methode dem zukunftsorientierten Verarbeiter beachtliche Arbeitserleichterungen und Einsparungen:  
Georg Fischer ermöglicht:

- Vorfertigung in Serie
- Rationellen Einsatz von Material, Arbeitskräften und Maschinen
- Abkürzungen der Montagezeiten
- Anpassung an den Baufortschritt
- Weitgehende Unabhängigkeit von Bauterminen
- Bessere Voraussetzungen zur Ausführung auswärtiger Objekte
- Bessere Voraussetzungen zur Ausführung von Altbau-Sanierungen
- Genauere Arbeit bei weniger Aufwand
- Gleichbleibende Qualität



### Massbezeichnung am Formteil Muffe

Formteil mit Innenverbindungsende:



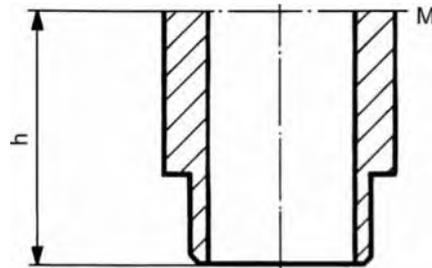
- l Baulänge des Formteiles mit Muffe
- h Baulänge des Formteiles mit Stutzen
- z z-Mass
- VL Länge der Verbindungen

$$z = l - VL$$

Das z-Mass errechnet sich als Differenz aus der Baulänge l und der Verbindungslänge VL.

### Stutzen

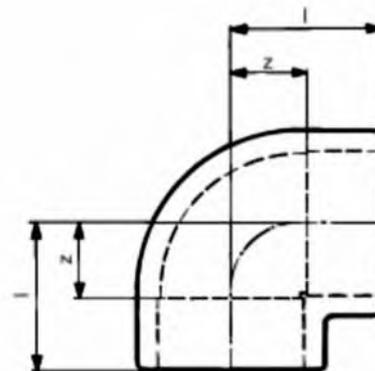
Formteil mit Aussenverbindungsende:



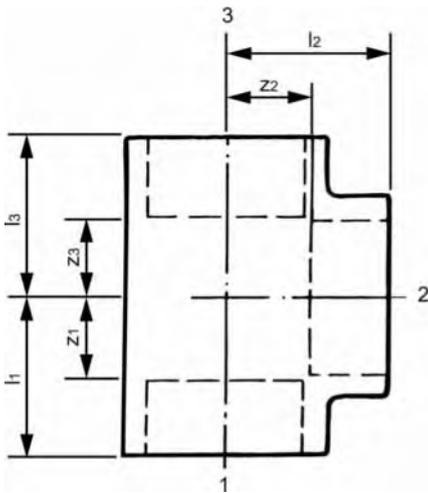
h = Bauhöhe des Formteiles

Innenverbindungsenden werden im weiteren als **Muffen** und Aussenverbindungen als **Stutzen** bezeichnet.

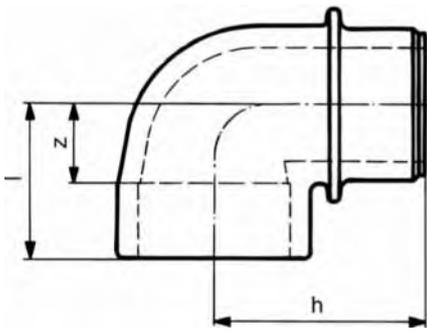
Winkel 90° mit zwei Innenverbindungsenden (Muffen):



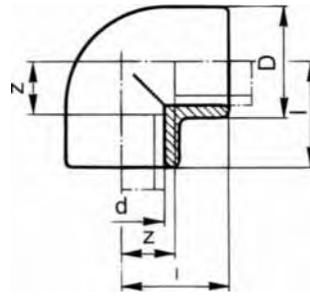
T-Stück allseitig egal, bzw. im Abgang oder Durchgang reduziert:



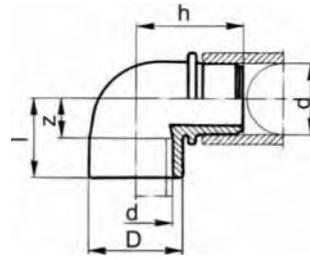
Winkel 90° mit Innen- und Aussenverbindungsenden (Muffe - Stutzen (M-S)):



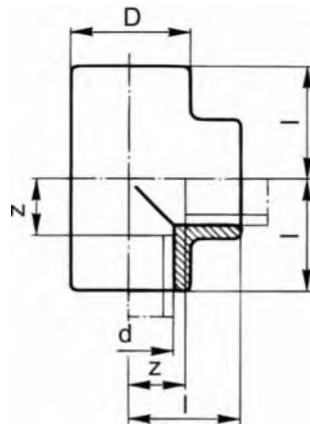
### z-Masse für Muffenschweissformteile



Winkel 90°



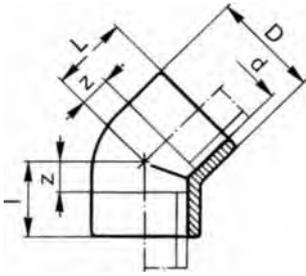
Winkel 90° M-S



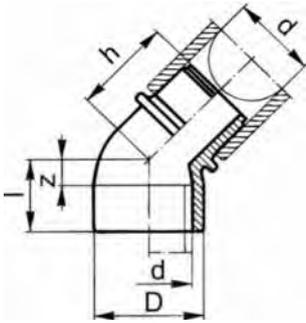
T-egal 90°

Dimension	Masse			
	z	h	l	D
16	10	34	2	22
20	13	36	28	26
25	14	44	32	32
32	18	50	38	40
40	22	58	44	51
50	26	70	51	64
63	34	82	62	81
75	44	-	75	91
90	52	-	88	112
110	63	-	105	132

Alle Masse in mm

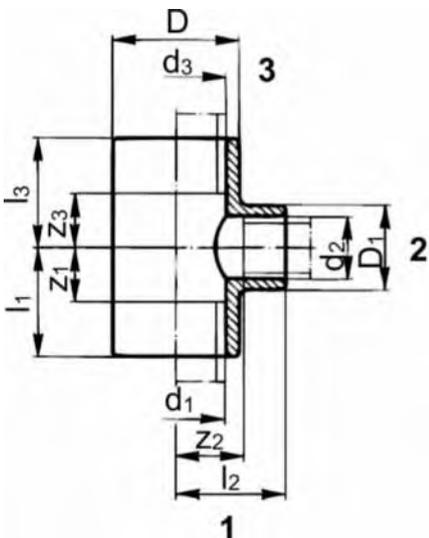


Winkel 45°



Winkel 45° M-S

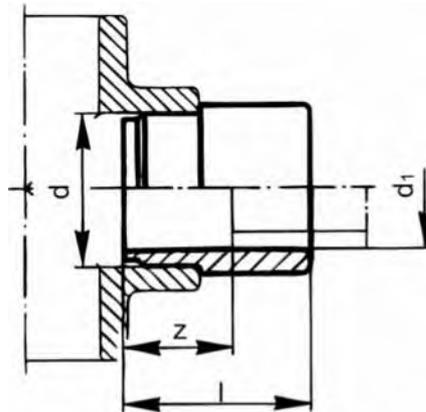
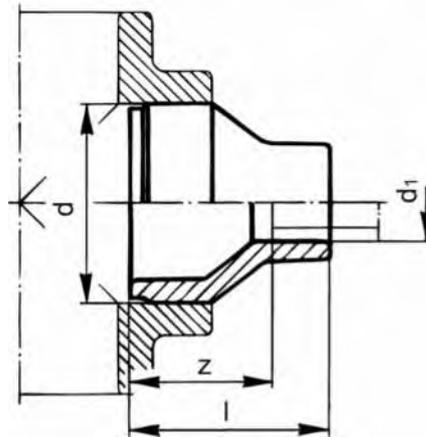
Dimension	Masse				
	d	z	h	l	D
16	6	29	21	22	
20	7	30	22	26	
25	7	35	25	32	
32	10	40	30	40	
40	12	46	34	51	
50	14	53	39	64	
63	17	62	45	81	
75	20	-	51	92	
90	22	-	58	109	
110	26	-	68	134	



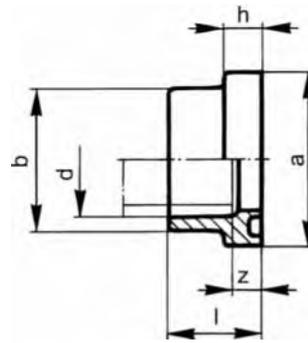
T-red. 90°

Dimension	Masse					
	d <sub>1</sub> -d <sub>2</sub> -d <sub>3</sub>	z <sub>1</sub> /z <sub>3</sub>	z <sub>2</sub>	l <sub>1/3</sub>	l <sub>2</sub>	D
20-16-20	13	13	28	28	26	22
20-16-16	13	13	28	28	26	2
20-20-16	13	13	28	28	26	26
25-16-25	14	17	32	32	32	26
25-20-25	14	17	32	32	32	26
25-20-20	14/17	17	32	32	32	26
25-25-20	14	17	32	32	32	32
32-16-32	18	23	38	38	40	26
32-20-32	18	23	38	38	40	26
32-25-32	18	20	38	38	40	32
40-25-40	22	26	44	44	51	34
50-25-50	26	33	51	51	64	34
63-25-63	34	44	62	62	81	34

Reduktionen



Dimension $d - d_1$	Masse	
	z	l
20-16	15	30
25-16	18	33
25-20	18	33
32-20	25	40
32-25	22	40
40-20	27	42
40-25	24	42
40-32	22	42
50-20	40	55
50-25	37	55
50-32	35	55
50-40	33	55
63-20	43	58
63-25	40	58
63-32	38	58
63-40	36	58
63-50	33	58
75-63	39	67
90-63	46	74
90-75	43	74
110-63	58	86
110-75	55	86
110-90	50	86

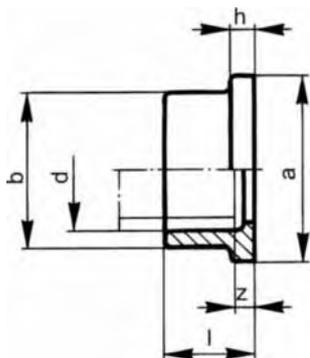


Bundbuchse mit Nut

Dimension d	flach		mit Nut	
	z	l	z	l
16	5	20	8	23
20	5	20	8	23
25	5	23	8	26
32	5	25	8	28
40	5	27	10	32
50	5	30	10	35
63	5	33	10	38
75	4	35	9	40
90	6	42	11	47
110	7	49	13	55

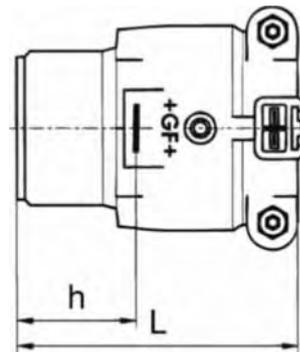
Alle nicht aufgelisteten Formteile und übrige Masse finden Sie im INSTAFLEX-Lieferprogramm oder in der Preisliste

### Bundbuchsen



Bundbuchse flach

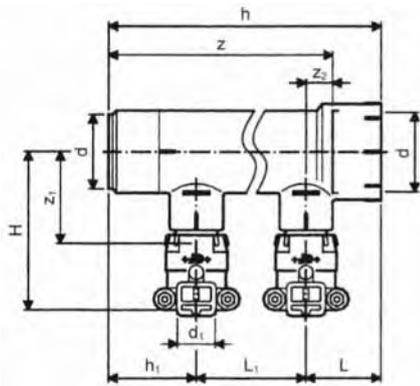
### Heizwendelschweiss-Übergang



Stützen für Muffenschweißungen

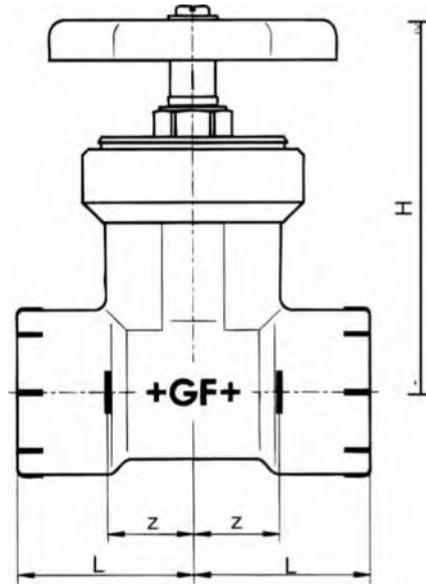
Dimension d	h	L
16	23	60
20	22	61
25	25	67
32	29	71
40	32	79
50	36	85
63	43	94

**Verteiler aus Polybuten**



d-d <sub>1</sub>		L	L <sub>1</sub>	h	h <sub>1</sub>	H	z	z <sub>1</sub>	z <sub>2</sub>
25-16	1-fach	31	-	63	32	60	<b>45</b>	<b>36</b>	<b>13</b>
25-20	1-fach	39	-	78	39	64	<b>60</b>	<b>35</b>	<b>21</b>
25-16	2-fach	31	45	108	32	60	<b>90</b>	<b>36</b>	<b>13</b>
25-16	3-fach	31	45	153	32	60	<b>135</b>	<b>36</b>	<b>13</b>
25-16	4-fach	31	45	198	32	60	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>13</b>

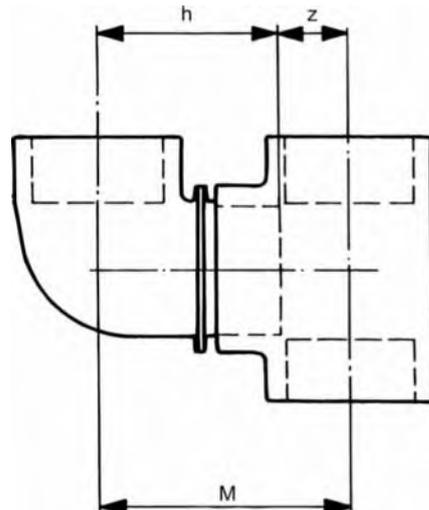
**Ventil aus Polybuten**



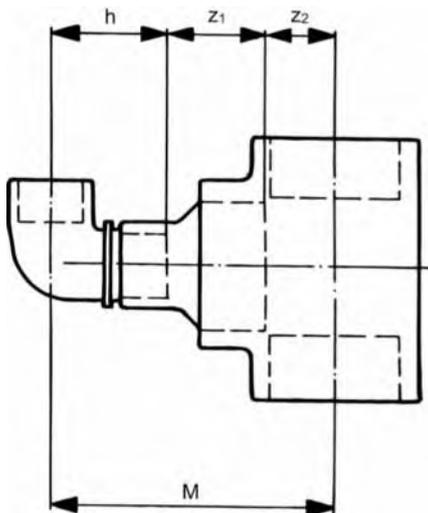
Dimension d	L	z	H
20	40	<b>25</b>	86
25	40	<b>22</b>	86
32	43	<b>23</b>	91
40	55	<b>33</b>	155
50	60	<b>35</b>	155
63	75	<b>47</b>	155

**Anwendungsbeispiele**

(M als zwangsläufiges oder variables Mass)



Durch die direkte Verbindung zweier Formteile (Muffe/Stutzen) ergibt sich ein **dimensionsbedingtes Mass «M»**.



**Beispiel:**

Winkel 90° Muffe - Stutzen d25

h = 44 mm

Reduktion: d63 - d25

z<sub>1</sub> = 40 mm

T-Stück d63 egal

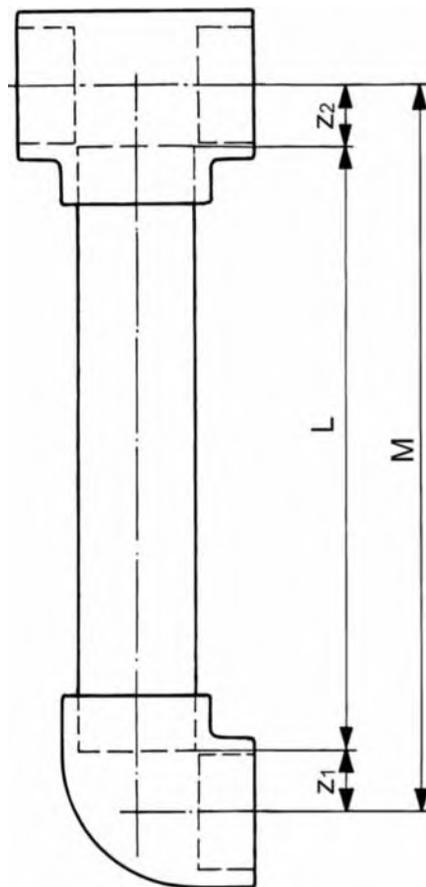
z<sub>2</sub> = 34 mm

$$M = h + z_1 + z_2$$

$$M = 44 \text{ mm} + 40 \text{ mm} + 34 \text{ mm}$$

$$M = 118 \text{ mm}$$

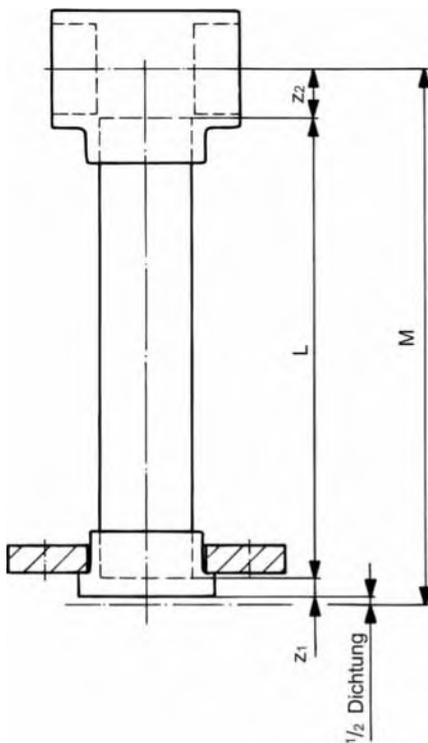
Entnehmen Sie die z-Masse aus dem entsprechenden INSTAFLEX-Lieferprogramm



Bei «M» als anlagenbezogenes Achsmass bringen Sie zwei Formteile mit einem Rohrstück der Länge L auf das ermittelte Mass.

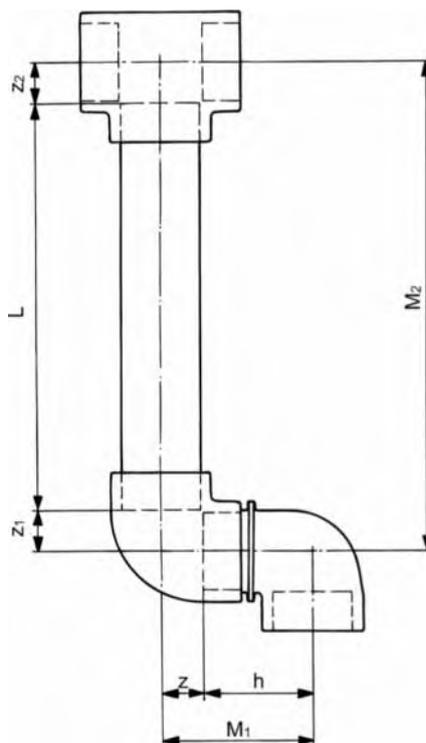
$$M = L + z_1 + z_2$$

$$L = M - (z_1 + z_2)$$



$$M = L + z_1 + z_2 + \frac{1}{2} \text{ Dichtung}$$

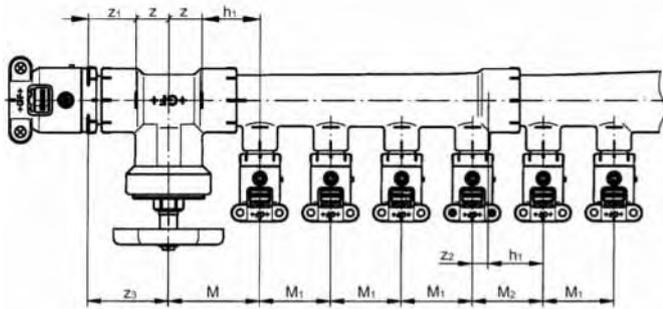
$$M = L - z_1 - z_2 - \frac{1}{2} \text{ Dichtung}$$



$$M_1 = h + z$$

$$M_2 = L + z_1 + z_2$$

$$L = M_2 - z_1 - z_2$$



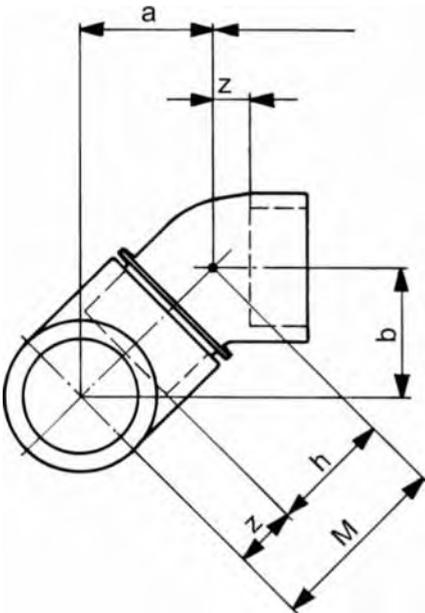
$$z_3 = z_1 + z$$

$$M = z + h_1$$

$$M_1 \text{ (bei d16)} = 45 \text{ mm}$$

$$M_2 = z_2 + h_1$$

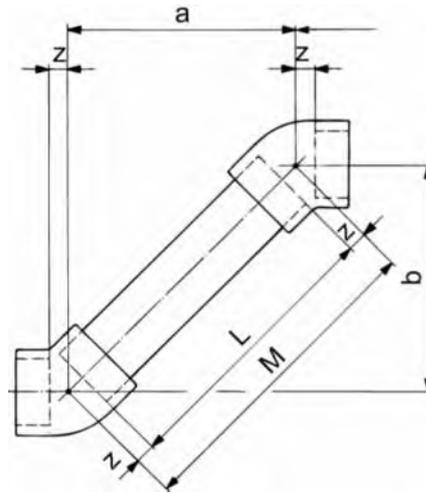
$$M_2 = 13 \text{ mm} + 32 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$



An schrägen Verschränkungen lassen sich mit dem Mass «M» ( $M = z + h$ ) und den Winkelgraden entsprechenden Faktoren die Masse a und b rechnerisch bestimmen.

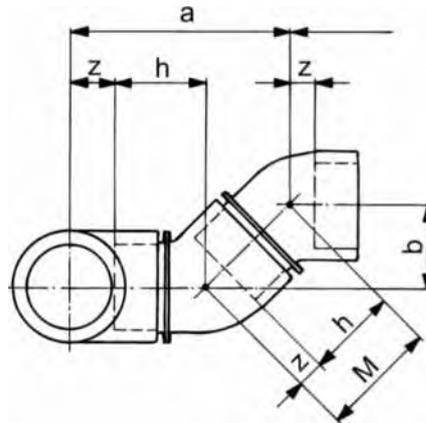
**Winkel 45°**  
 $M = h + z$   
 $a \text{ bzw. } b = M \times 0,707$

**Beispiel:**  
 T-Stück d63 egal + Winkel 45° Muffe - Stutzen d63  
 $z = 34 \text{ mm}$                        $h = 62 \text{ mm}$   
 $M = h + z$   
 $M = 62 \text{ mm} + 34 \text{ mm} = 96 \text{ mm}$   
 $a = 96 \text{ mm} \times 0,707 = 68 \text{ mm}$



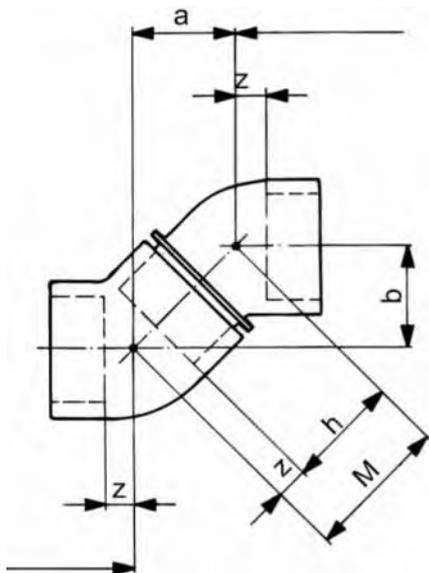
**Winkel 45°**  
 $M = a \text{ bzw. } b \times 1.414$   
 $M = L + 2z$   
 $L = M - 2z$

**Beispiel:**  
 Winkel 45° d63  
 $M = 2 \text{ m}$   
 $M = L + 2z$   
 $L = M - 2z$   
 $L = 2 \text{ m} - 2 \times 17 \text{ mm} = 1,96 \text{ m}$   
 $a = M/1.414 = 2 \text{ m} / 1,414 = 1,41 \text{ m}$



**Winkel 45°**  
 $M = h + z$   
 $b = M \times 0,707$   
 $a = M \times 0,707 + (z_1 + h_1)$

**Beispiel:**  
 Winkel 45° Muffe - Stutzen d63  
 $z = 17 \text{ mm}$   
 $h = 62 \text{ mm}$   
 $M = h + z$   
 $M = 62 \text{ mm} + 17 \text{ mm} = 79 \text{ mm}$   
 $b = 79 \text{ mm} \times 0,707 = 56 \text{ mm}$   
 $a = 79 \text{ mm} \times 0,707 + 34 \text{ mm} + 62 \text{ mm} = 152 \text{ mm}$



**Winkel 45°**

$$M = z + h$$

$$a \text{ bzw. } b = M \times 0,707$$

**Beispiel:**

Winkel 45° Muffe - Stutzen d63

Z = 17 mm

Winkel Muffe - Stutzen 45° d63

h = 62 mm

M = z + h

M = 17 mm + 62 mm = 79 mm

a = M x 0,707

a = 79 mm x 0,707 = 56 mm

### Die Rohrleitungsskizze

Im Rahmen der Montagemethode von GF Piping Systems sind Strangschemata und Grundrisszeichnungen für die schnelle Durchführung der Vorbereitungs- und Montagearbeiten ungeeignet.

Der Verlauf der Rohrleitungen soll auf einfache Art dargestellt werden, zweckmässig und übersichtlich. Die Skizzen dafür können vom Praktiker auf dem Bau selbst angefertigt werden.

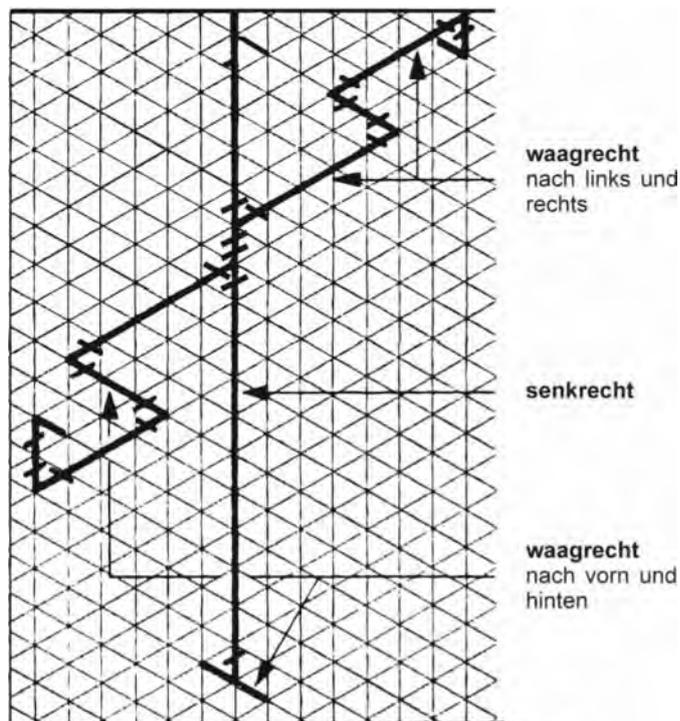
Diese Darstellungsart ermöglicht Ihnen, die Skizzen schnell und direkt an der Einbaustelle oder nach Plan anzufertigen. Sie benötigen keine weiteren Hilfsmittel wie Lineal, Winkel usw. Das geplante Leitungssystem mit allen erforderlichen Formteilen, Armaturen usw. ist immer klar erkennbar.

### Rohrleitungsskizze 30° (Raumschema)

Sie wird bewusst nicht massstäblich gezeichnet. Das heisst, dass Sie lange Rohrstücke verkürzt und, kurze Rohrstücke meist etwas länger zeichnen.

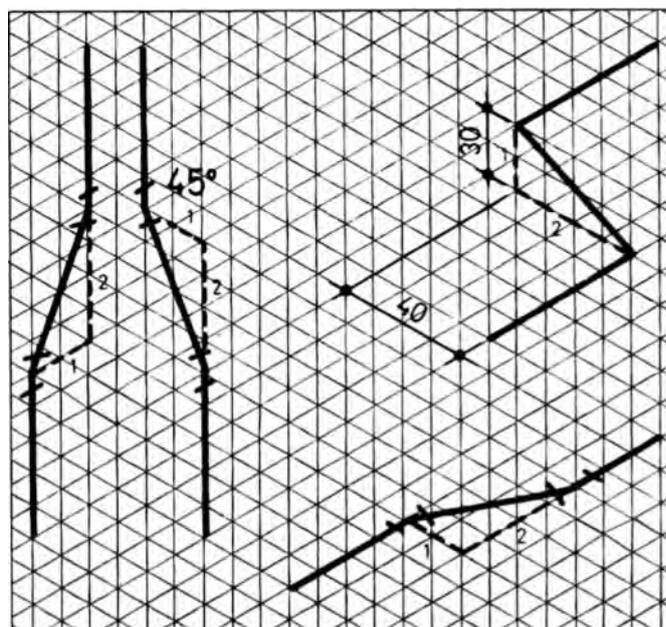
Auf diese Weise können Sie auch umfangreichere Leitungssysteme auf einem A4-Blatt darstellen.

Zeichnen Sie rechtwinklig zueinander verlaufende Rohrleitungen wie folgt:



Die Richtungsänderungen von schräg zueinander verlaufenden Rohrleitungen stellen Sie unabhängig von Winkeln und Massen im Verhältnis 2:1 oder 1:2 dar. Sie bestimmen die Richtungsänderung genauer, indem Sie ein Hilfedreieck einzeichnen. Die Abweichung legen Sie fest, indem Sie die Sorte des Fittings (Katalognummer oder Winkel) oder die Bemessung angeben.

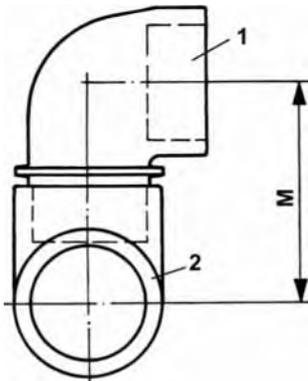
Fittings bzw. Dichtungsstellen markieren Sie mit einem kleinen Querstrich und Armaturen mit den entsprechenden Normsymbolen.



### Formteilkombinationen

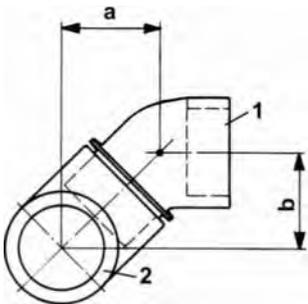
#### Formteile mit Muffenschweissverbindungen

Alle Masse in mm



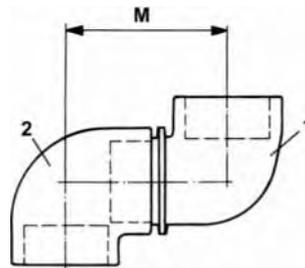
1 Winkel 90°  
2 Muffe - Stutzen

Dimension d	M
16	44
20	49
25	58
32	68
40	80
50	96
63	116



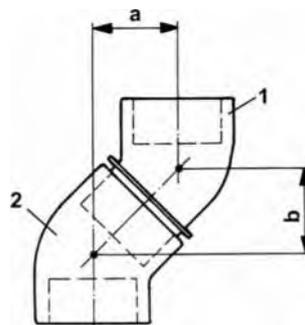
1= Winkel 45°, Muffe - Stutzen  
2= Winkel 90°, T-Stück egal

Dimension d	a/b
16	27
20	30
25	35
32	41
40	48
50	56
63	68



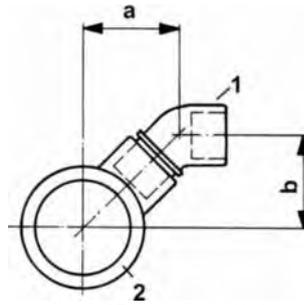
1 Winkel 90°, Muffe - Stutzen  
2 Winkel 90°

Dimension d	M
16	44
20	49
25	58
32	68
40	80
50	96
63	116



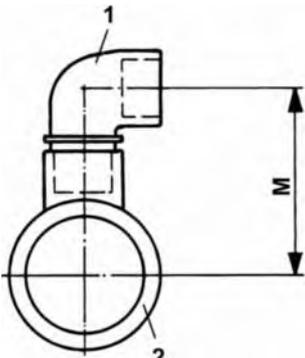
1 Winkel 45°, Muffe - Stutzen  
2 Winkel 45°

Dimension d	a/b
16	27
20	30
25	35
32	41
40	48
50	56
63	68



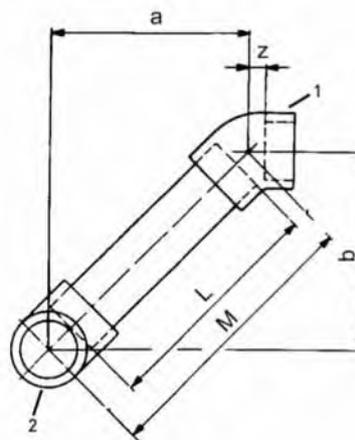
1 Winkel 45°, Muffe - Stutzen  
2 T-Stück red

Dimension d	M min.	a/b
20-16-20	42	30
20-20-16	43	30
25-16-25	46	32
25-20-25	47	33
25-25-20	49	35
32-16-32	52	37
32-20-32	53	37
32-25-32	55	39
40-16-40	58	41
40-25-40	61	43
50-16-50	65	46
50-25-50	68	48
63-16-63	76	54
63-25-63	79	56



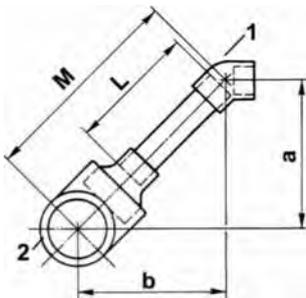
1 Winkel 90°, Muffe - Stutzen  
2 T-Stück red

Dimension d	M min.
20-16-20	47
20-20-16	49
25-16-25	51
25-20-25	53
25-25-20	58
32-16-32	57
32-20-32	59
32-25-32	64
40-16-40	63
40-25-40	70
50-16-50	70
50-25-50	77
63-16-63	81
63-25-63	88



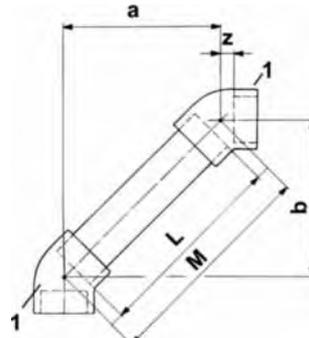
1 Winkel 45°  
2 T-Stück egal

Dimension d	a/b	M min.	L
16	39	55	39
20	42	60	40
25	47	66	45
32	55	78	50
40	64	90	56
50	71	100	60
63	85	120	69
75	99	140	76
90	117	165	91
110	138	195	106



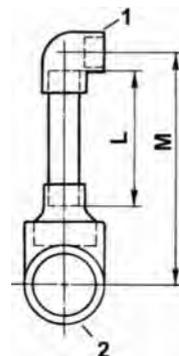
1 Winkel 45°  
2 T-Stück egal / Reduktion

Dimension d	a/b	M min.	L
20-16	52	73	39
25-16	54	77	39
25-20	55	78	39
32-25	66	94	47
40-32	74	105	51
50-40	92	130	59
63-50	103	145	64
75-63	120	170	70
90-75	138	195	81
110-90	163	230	96



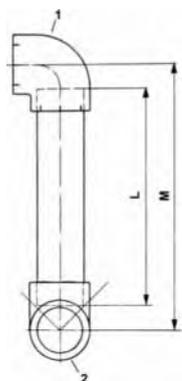
1 + 2 Winkel 45°

Dimension d	a/b	M min.	L
16	35	50	38
20	37	52	38
25	42	60	46
32	50	70	50
40	57	80	56
50	60	85	57
63	71	100	66
75	85	120	80
90	95	135	91
110	113	160	108



1 Winkel 90°  
2 T-Stück egal / Reduktion

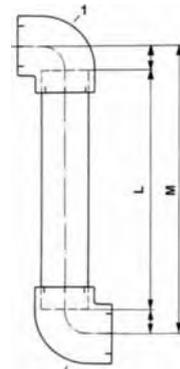
Dimension d	M min.	L
20-16	78	40
25-16	82	40
25-20	85	40
32-25	102	48
40-32	115	53
50-40	140	59
63-50	160	67
75-63	195	78
90-75	225	88
110-90	270	106



1 Winkel 90°  
2 T-Stück egal

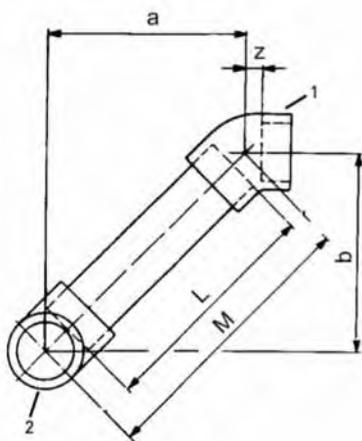
Dimension d	M min.	L
16	60	40
20	66	40
25	76	48
32	88	52
40	100	56
50	115	63
63	140	72
75	165	77
90	195	91
110	230	104

### Rohrlängen bei definiertem Achsabstand



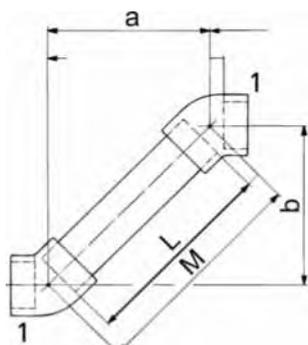
1 + 2 Winkel 90°

	Dimension d									
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
	Rohrlänge L									
80	60	54	52	44	-	-	-	-	-	-
100	80	74	72	64	56	-	-	-	-	-
120	100	94	92	84	76	68	-	-	-	-
150	130	124	122	114	106	98	82	-	-	-
180	160	154	152	144	136	128	112	92	-	-
210	190	184	182	174	166	158	142	122	106	-
250	230	224	222	214	206	198	182	162	146	124



1 Winkel 45°  
2 T-Stück egal

	Dimension d										M
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	
	Rohrlänge L										
80	97	93	92	85	79	73	-	-	-	-	113
100	125	121	120	113	107	101	90	-	-	-	141
120	154	150	149	142	136	130	119	106	-	-	170
150	196	192	191	184	178	172	161	148	138	123	212
180	238	234	233	226	220	214	203	190	180	165	254
210	281	277	276	269	263	257	246	233	223	208	297
250	337	333	332	325	319	313	302	289	279	264	353



1 + 2 Winkel 45°

	Dimension d										M
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	
	Rohrlänge L										
80	1011	99	99	93	89	85	79	-	-	-	113
100	129	127	127	121	117	113	107	101	97	-	141
120	158	156	156	150	146	142	136	130	126	118	170
150	200	198	198	192	188	184	178	172	168	160	212
180	242	240	240	234	230	226	220	214	210	202	254
210	285	283	283	277	273	269	263	257	253	245	297
250	341	339	339	333	329	325	319	313	309	301	353

# Rohrnetzdimensionierung und Druckverlustbestimmung (CH, D, A, UK)

	Seite
<b>Allgemein</b>	
-- Anhang	235
<b>INSTAFLEX</b>	253

# Rohrnetzdimensionierung und Druckverlustbestimmung (CH, D, A, UK)

## Allgemein

### Grundlagen zur Bestimmung des Druckverlustes

Die Grundlage zur Bestimmung des Druckverlustes in INSTAFLEX-Rohrleitungssystemen bilden die jeweiligen Leitsätze bzw. Technischen Regeln zur Erstellung von Trinkwasser-Installationen in den betreffenden Ländern.

**Örtliche Bestimmungen sind immer einzuhalten. Weiterhin ist das nationale Vorwort der EN-806 - T3 einzuhalten.**

### Leitsätze bzw. Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen

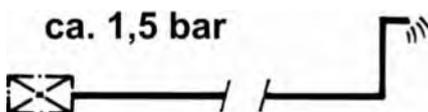
Land	Leitsätze bzw. Technische Regeln
Schweiz	SVGW/W3 2000, EN 806-3
Deutschland	DVGW/DIN 1988, TRWI Teil 3, EN 806-3
Österreich	ÖVGW/ÖNORM B 2531 Teil 2, EN 806-3
England	C.I.B.S.E. Guide 4, BS 6700:2006, EN 806-3

Bei Wohngebäuden mit Normalinstallation bis zur Rohrdimension d50 (DN 40) kann nach unserer Erfahrung die vereinfachte INSTAFLEX-Rechenmethode angewendet werden. Bei grossen Gebäuden wie Krankenhäuser, Schulen, Hotels usw. oder bei Rohrdurchmessern >d50 sollten Sie immer eine Berechnung des Druckverlustes durchführen.

### Vereinfachte Rechenmethode zur Druckverlustbestimmung in Leitungssystemen

Die Basis für die Berechnung des Druckverlustes nach der vereinfachten Rechenmethode bildet die Bestimmung der Rohrweiten.

Die Bestimmung der Rohrweiten nach **Tabelle 1** Seite 3 in der Stockwerksverteilung und den Steigsträngen ist eine Annäherungsrechnung. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die vereinfachte Rechnung bei einer Normalinstallation in Wohngebäuden für Rohrdimensionen d16-d50 (DN 40) ausreichend genau ist.



Bei richtiger Auslegung der Rohrweiten können Sie davon ausgehen, dass ein Druckverlust von 1,5 bar nicht überschritten wird. Dies gilt für die gesamte Installation, ausgehend vom Wasserzähler bzw. Druckreduzierventil bis zur letzten Entnahmestelle.

### Bestimmung der Rohrweite

Bestimmen Sie die Rohrweite mit den nachfolgenden Tabellen 1 und 2. Um die Bestimmung der Rohrweite durchzuführen, benötigen Sie die Belastungswerte (BW) der einzelnen Teilstrecken. Diese entsprechen den länderspezifischen Berechnungsdurchflüssen, Durchflussstärken oder Belastungswerten von Armaturen und Apparaten. Weitere Informationen dazu finden Sie unter Leitsätze oder Technische Regeln.

#### 1 Belastungswert (BW) entspricht 0.1 l/s

Der Wert der Gesamtbelastung einer Teilstrecke ergibt sich aus der Summierung der Einzelbelastungswerte, die Sie den Teilstrecken zugeordnet haben.

**Tabelle 1:**  
**Belastungswerte (BW) und Rohrweiten für IN-STAFLEX-Rohre und -Formteile**

1* Max. Anzahl BW	3	4	5	8	25	55	180	500	1100
2** grösster Einzel-BW			4	5					
Rohr-ø d <sub>a</sub> x s	16 x 2,2			20 x 2,8	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8
Rohr-ø d <sub>i</sub>	11,6			14,4	20,4	26,2	32,6	40,8	51,4
max. Rohrlänge [m]	9	5	4						
Rohrinhalt [l/m]	0,10			0,16	0,33	0,53	0,83	1,31	2,07
Armaturen	½"			½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"

Angaben zur Tabelle 1:

1\* Max. Anzahl BW – Es darf kein grösserer Volumenstrom in der Summe der Apparate angeschlossen werden.

2\*\* grösster Einzel-BW – Es darf kein Einzelverbraucher angeschlossen werden, der einen grösseren Volumenstrom benötigt.

### Anwendung

Die Belastungseinheiten (BE) für gleiche Apparate unterscheiden sich in den unterschiedlichen Ländern. Um die Rohrweite mit Tabelle 1 zu bestimmen, entnehmen Sie die Belastungswerte (BW) der Auflistung der Tabelle 2.

In dieser Berechnungsmethode ist die Gleichzeitigkeit bereits berücksichtigt.

**Tabelle 2: Belastungswerte pro Anschluss**

Verwendungszweck: Anschlüsse ½"	Volumenstrom pro Anschluss		Anzahl Belastungswerte pro Anschluss BW
	[l/s]	[l/min]	
Handwaschbecken, Waschrinne, Waschtisch, Bidet, Spülkasten, Getränkeautomat	0,1	6	1
Spülbecken, Ausgussbecken, Entnahmearmatur für Balkon und Terrasse, Coiffeurbrause, Haushaltgeschirrspülmaschine, Waschtrog	0,2	12	2
Dusche	0,3	18	3
Spülbecken für Gewerbe, Stand- und Wandausguss, Badewanne, Waschautomat bis 6 kg, Urinoir-Spülung automatisch, Geschirrbrause	0,4	24	4
Entnahmearmatur für Garten und Garage	0,5	30	5
<b>Verwendungszweck: Anschlüsse ¾"</b>			
-Spülbecken für Gewerbe, Badewanne -Dusche, Entnahmearmatur für Garten und Garage	0,8	48	8

### Berechnungsformeln

#### Druckverlustbestimmung für Leitungsrohre

$$\Delta p_R = \frac{\lambda \cdot l \cdot \rho \cdot v^2 \cdot 100}{2 \cdot d_i} \text{ [mbar]}$$

Δp = Druckverlust [mbar]

ζ = Verlustbeiwert (Zeta-Wert) für Formteile

λ = Verlustbeiwert (Lamda-Wert) für Leitungsrohre

Die Widerstandszahl  $\lambda$  ist eine Verhältnissgrösse. Sie hängt von der Reynolds-Zahl (Re-Zahl) und der Rauigkeit des Rohres ab. Für überschlägige Berechnungen können Sie  $\lambda = 0,025$  annehmen. Bis  $Re = 2300$  verläuft die Strömung im geraden Rohr mit glatten Wänden laminar. Im laminaren Bereich gilt für die Widerstandszahl:

$$\lambda = 64 / RE$$

$l$  = Länge des Leitungsrohres [m]

$d_i$  = Rohrrinnen- $\emptyset$  (d-2s) [mm] \*1

$\rho$  = spez. Gewicht von Wasser bei:

$$18 \text{ °C} = 998,5 \text{ kg/m}^3$$

$$60 \text{ °C} = 983,2 \text{ kg/m}^3$$

$$80 \text{ °C} = 971,8 \text{ kg/m}^3$$

$v$  = Fließgeschwindigkeit [m/s]

$$v = \frac{\dot{V} \cdot 4000}{d_i^2 \cdot \pi}$$

$\dot{V}$  = Volumenstrom [l/s]

\*1 auch für Formteilmrechnungen

\*2 Berechnungsgrundlage für Formteile und Leitungsrohre

Stoffwerte von Wasser		
	Dichte $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Kinematische Viskosität [m <sup>2</sup> /s]
10 °C	999,6	$1,31 \times 10^{-6}$
60 °C	983,2	$0,52 \times 10^{-6}$
80 °C	971,8	$0,37 \times 10^{-6}$

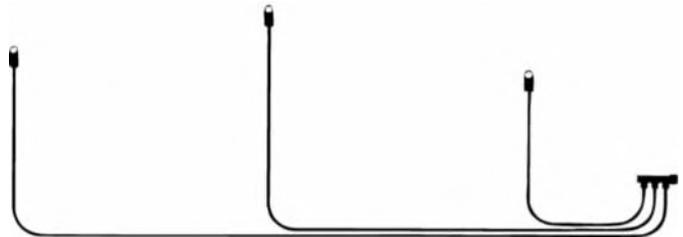
## Stockwerksverteilung

### Leitungssysteme und Druckverlustbestimmung für die Stockwerksverteilung

Mit den **Tabellen 2 bis 4** bestimmen Sie den durchflus-sabhängigen Druckverlust in den Leitungen des Stockwerkverteilers. Massgebend für die Druckverlustbestimmung ist nur der «hydraulische, ungünstige Fließweg».

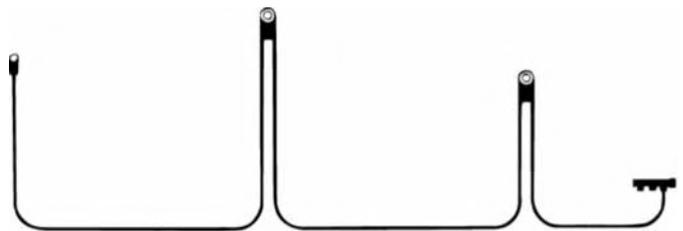
Entnehmen Sie die Belastungseinheiten (BW) für Armaturen und Apparate aus Tabelle 2.

### Einzelleitungen



Einzelleitungen versorgen jeweils nur eine Wasserentnahmestelle ab dem Verteiler. Sie können den Druckverlust direkt in Tabelle 3 und 4 ablesen.

### Strangleitungen



Strangleitungen versorgen mehrere Wasserentnahmestellen ab Verteiler. Aufgrund der Reihenschaltung der Entnahmestellen kommt es zu einer Summierung der Druckverluste.

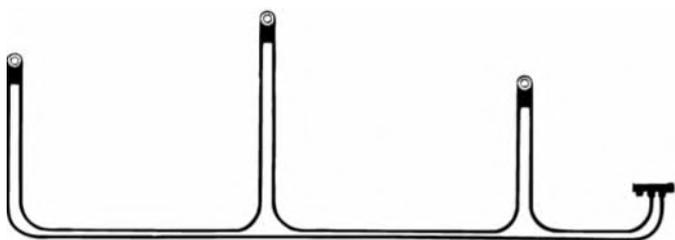
Wenn Sie die der Armatur mit der grössten Belastungseinheit am Anfang des Stranges anordnen, ergibt dies wesentlich niedrigere Druckverluste als in umgekehrter Reihenfolge.

Der Druckverlust in Strangleitungen wird mit dem Spitzendurchfluss berechnet. Diese Berechnung sieht eine reduzierte Gleichzeitigkeit vor. Das bedeutet, dass nicht alle Entnahmestellen eines Fließweges zur selben Zeit und über die gleiche Zeitspanne benutzt werden.

Den **Spitzendurchfluss (s)** ermitteln Sie mit Hilfe der entsprechenden Gleichzeitigkeitsdiagramme oder Berechnungsformeln sowie aus den jeweils zutreffenden Technischen Regeln und der Summe der Belastungseinheiten.

Siehe **Tabelle 2** und **Diagramm 1** in diesem Kapitel.

### Ringleitungen



Ringleitungen versorgen mehrere Wasserentnahmestellen ab Verteiler. Der Unterschied zur Strangleitung ist jedoch, dass der Entnahmestelle von zwei Seiten Wasser zugeführt wird.

In der Ringleitung herrscht ein um ca. 70 % niedrigerer Druckverlust als bei Strangleitungen. Zur Druckverlustberechnung betrachten Sie die Ringleitung trotzdem als Strangleitung mit nur einer Einspeisung. Wenn Sie den errechneten Druckverlust mit **0,3** multiplizieren, erhalten Sie das Ergebnis für den Druckverlust der Ringleitung.

### Druckverluste in Rohrschleifen

Die Druckverlustwerte der nachfolgenden Tabellen 3 und 4 beinhalten die Einzelwiderstände für Richtungsänderungen, Armaturenanschlüsse und Verteiler.

**Tabelle 3: Druckverluste für INSTAFLEX-Rohrschleifen d16 x 2,2, Schleifenlänge 1 - 9 m**

V	V	Schleifenlänge l [m]										
		1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9
[l/s]	[m/s]	Druckverlust der Rohrschleifen [mbar]										
0,07	0,7	17	21	24	28	31	38	45	52	57	66	72
0,10	0,9	32	38	45	51	57	70	83	96	109	121	134
0,13	1,2	54	64	74	84	94	114	134	154	174	194	214
0,15	1,4	72	85	98	111	124	150	177	203	229	255	281
0,20	1,9	129	150	172	194	216	259	303	346	390	433	477
0,22	2,1	156	182	208	234	259	311	363	415	467	518	570
0,25	2,4	200	232	265	297	329	394	459	524	589	653	718
0,30	2,8	274	319	364	409	454	544	634	723	813	903	993
0,35	3,3	375	434	494	553	612	731	850	969	1088	1206	1325
0,40	3,8	490	566	642	717	793	944	1096	1247	1398	1549	1700
0,50	4,7	746	860	973	1087	1200	1428	1655	1882			

**d16 x 2.2, Schleifenlänge 10 - 20 m**

V	V	Schleifenlänge l [m]										
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
[l/s]	[m/s]	Druckverlust der Rohrschleifen [mbar]										
0,07	0,7	79	86	93	100	107	114	121	128	135	141	148
0,10	0,9	147	160	173	185	198	211	224	237	249	262	275
0,13	1,2	234	254	274	294	314	334	354	374	394	414	434
0,15	1,4	307	333	359	385	411	438	464	490	516	542	568
0,20	1,9	520	564	607	651	694	738	781	825	868	912	955
0,22	2,1	622	674	726	777	829	881	933	985	1036	1088	1140
0,25	2,4	783	848	913	977	1042	1107	1172	1237	1301	1366	1434
0,30	2,8	1083	1173	1263	1353	1443	1533	1622	1712	1802	1892	1982
0,35	3,3	1444	1563	1682	1800	1919						
0,40	3,8	1852	2003									
0,50	4,7											

**Tabelle 4: Druckverlustwerte für INSTAFLEX-Rohrschleifen d20 x 2,8, Schleifenlänge 1 - 9 m**

V	V	Schleifenlänge l [m]										
		1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9
[l/s]	[m/s]	Druckverlust der Rohrschleifen [mbar]										
0,07	0,4	6	8	9	10	11	14	16	19	21	24	26
0,10	0,6	12	14	17	19	21	26	31	35	40	44	49
0,13	0,8	20	24	27	31	35	42	49	57	64	71	78
0,15	0,9	26	31	36	40	45	54	64	73	82	91	101
0,20	1,2	46	53	61	69	76	92	107	123	138	153	169
0,22	1,4	55	64	73	82	91	110	128	146	165	183	201
0,25	1,5	70	81	93	104	116	138	161	184	207	230	252
0,30	1,8	100	115	131	147	163	194	226	258	289	321	352
0,35	2,1	134	155	176	196	217	259	300	342	384	425	467
0,40	2,5	174	200	226	253	279	332	385	438	491	544	597
0,50	3,1	268	307	347	386	426	505	584	663	742	821	900
0,60	3,7	384	439	494	549	604	714	824	934	1045	1155	1265
0,70	4,3	516	589	661	734	807	953	1099	1245	1391	1536	1682
0,80	4,9	666	759	852	946	1039	1225	1411	1597	1783	1969	

**d20 x 2.8, Schleifenlänge 10 - 20 m**

V	V	Schleifenlänge l [m]										
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
[l/s]	[m/s]	Druckverlust der Rohrschleifen [mbar]										
0,07	0,4	29	31	34	36	39	41	44	46	49	51	54
0,10	0,6	54	58	63	67	72	77	81	86	90	95	100
0,13	0,8	86	93	100	108	115	122	130	137	144	151	159
0,15	0,9	110	119	129	138	147	157	166	175	184	194	203
0,20	1,2	184	200	215	230	246	261	277	292	307	323	338
0,22	1,4	220	238	256	274	293	311	329	348	366	384	403
0,25	1,5	275	298	321	344	366	389	412	435	458	480	503
0,30	1,8	384	416	447	479	510	542	574	605	637	668	700
0,35	2,1	508	550	592	633	675	716	758	800	841	883	924
0,40	2,5	650	703	755	808	861	914	967	1020	1073	1126	1179
0,50	3,1	980	1059	1138	1217	1296	1375	1454	1533	1612	1691	1171
0,60	3,7	1375	1485	1705	1815	1925						
0,70	4,3	1828	1974									
0,80	4,9											

## SVGW Norm



### Auszüge aus Leitsätzen und Normen SVGW Leitsätze W 3

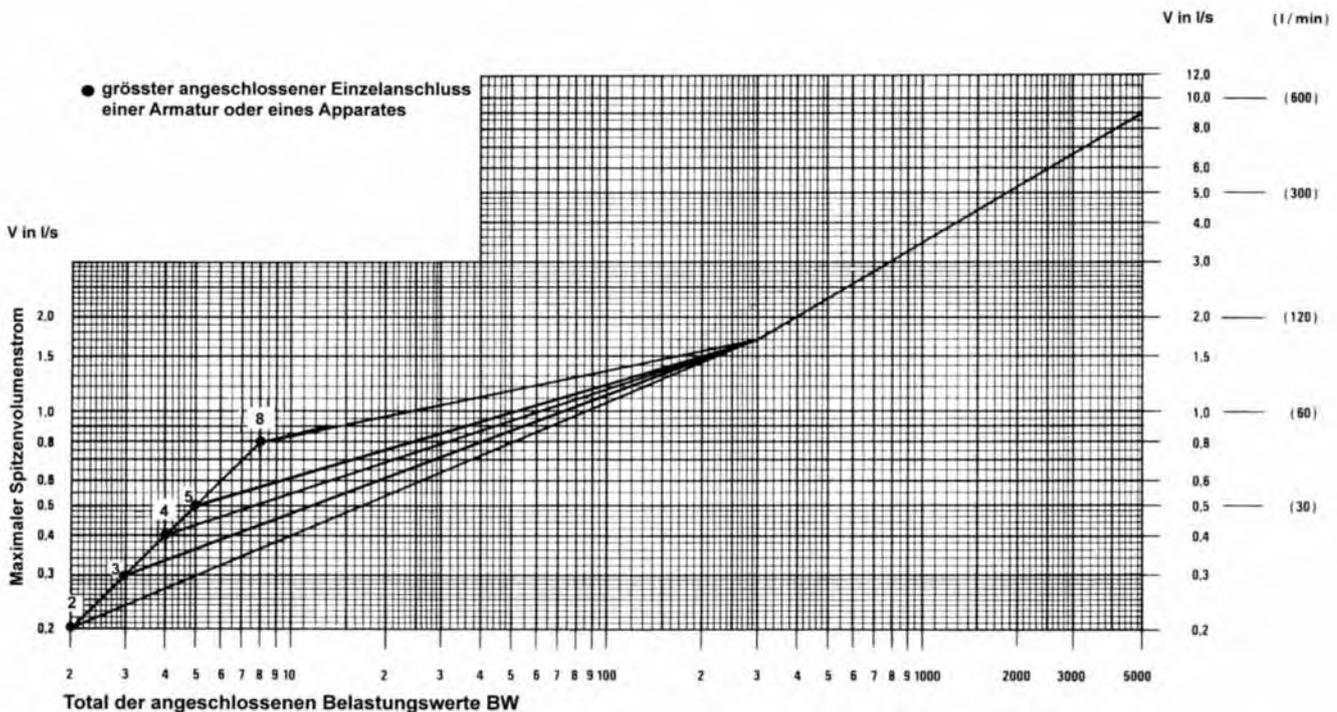
Die Leitsätze W 3 bilden die Grundlage für die Dimensionierung der Rohrnetze und die Bestimmung der Druckverluste im Geltungsbereich des SVGW.

Grundsatzaussagen aus W 3:

- Bei einem Ruhedruck der Anlage unter 2 bar ist der rechnerische Nachweis zu erbringen, dass an jeder Entnahmestelle ein Fließdruck von mindestens 1 bar gewährleistet ist.
- Der Ruhedruck an der Entnahmestelle sollte 5 bar nicht übersteigen.
- Der maximal zulässige Druckverlust für die gesamte Anlage nach dem Wasserzähler bzw. Druckreduzierventil darf 1,5 bar nicht übersteigen.

In den Tabellen 1 und 2 sind die BW für Anschlüsse von Armaturen und Apparaten aufgeführt, sowie das Diagramm zur Ermittlung des Spitzendurchflusses in Abhängigkeit der BW-Zahl einer gesameten Leitung.

### Diagramm 1



## Verteilleitungen

**Druckverlustbestimmung für Verteilleitungen aus Polybuten (PB)** in den Rohrdimensionen d25 x 2,3 / d32 x 2,9 / d40 x 3,7 / d50 x 4,6 / d63 x 5,8 / d75 x 6,8 / d90 x 8,2 und d110 x 10.

Der Druckverlust  $\Delta p_{VL}$  der Verteilleitungen wird durch Addition der einzelnen Druckverluste  $\Delta p_{TS}$  der zugeordneten Teilstrecken gebildet.

Zur Druckverlustbestimmung ermitteln Sie den Spitzendurchfluss  $V_s$  aus der jeweiligen Teilstrecke, wobei Sie den Gesamt-Belastungswert (BW) unter Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors ermitteln. Die Gesamt-BW entnehmen Sie der **Tabelle 2**.

Mit Hilfe von **Diagramm 1** ermitteln Sie den maximalen Spitzenvolumenstrom. Im Anhang dieses Kapitels finden Sie die Tabelle Druckverlust und Fließgeschwindigkeit. Damit können Sie mit dem Wert des maximalen Spitzenvolumenstroms den Druckverlust je Dimension aus der Tabelle herauslesen.

Im nächsten Berechnungsschritt benötigen Sie die Leitungslänge des Rohres je nach Dimension mit den entsprechenden äquivalenten Rohrlängen der Fittings (Tabelle 11, 12 und 13 im Anhang). Diese Werte addieren Sie und multiplizieren sie mit dem aus Tabelle 1 ermittelten Druckverlust.

Als Alternative und für grosse Fittingdurchmesser können Sie die unten stehende Formel verwenden, womit Sie den Druckverlust des Fittings errechnen:

$$\Delta p_{fi} = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times w^2$$

$\Delta p_{fi}$  = Druckverlust Fitting [mbar]

$\zeta$  = Zeta-Wert Fitting

$\rho$  = Dichte [kg/m<sup>3</sup>]

$w$  = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

### Beispiel:

$\zeta$  Winkel 90° = 0,7

$\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$

$w = 0,5 \text{ m/s}$

$$\Delta p_{fi} = 0,7 \times \frac{999,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2} \times 0,5^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$\Delta P_{fi} = 87,5 \text{ Pa} = 0,87 \text{ mbar}$

### Umrechnung des Fitting Druckverlustes in Rohrmeter

Gehen Sie wie folgt vor:

Aus Tabelle:

Der Druckverlust der Dimension d125 mm mit einer Strömungsgeschwindigkeit  $w = 0,5 \text{ m/s}$  ist **0,266 mbar/m**.

$$\frac{0,87 \text{ mbar}}{0,266 \frac{\text{mbar}}{\text{m}}} = 3,27 \text{ m}$$

### Diagramm 1

Spitzenvolumenstrom [l/s] in Funktion zum Total der angeschlossenen Belastungswerte BW für Normalinstallationen. Die Grösse der Rohrleitungen, die für den Transport des Mediums zum Verbraucher benötigt wird, ermitteln Sie mit Hilfe des Diagrammes 1.

## Gesamtinstallation

### Druckverlust der Gesamtinstallation und Einstellung des Druckreduzierventiles

Der Druckverlust für die Gesamtinstallation setzt sich aus dem Druckverlust des Stockwerks  $\Delta P_{ST}$  und dem Druckverlust der Verteilleitung  $\Delta P_{VL}$  zusammen.

Hierbei wird nur die Stockwerks- und Verteilleitung mit dem grössten Druckverlust berücksichtigt.

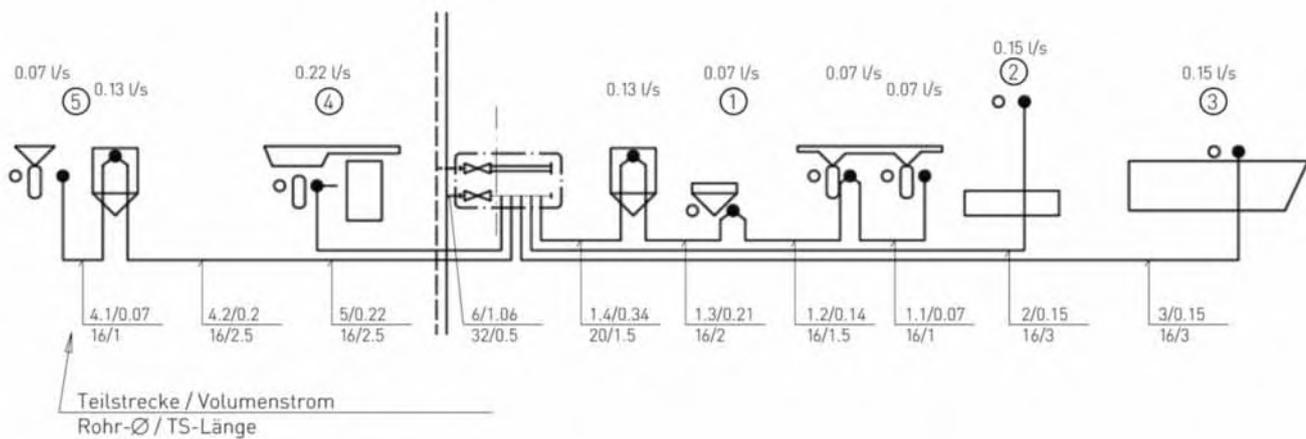
Der Gesamtdruckverlust  $\Delta P_{Inst}$  bezieht sich auf das Leitungssystem nach dem Wasserzähler bzw. Druckreduzierventil bis zur letzten Wasserentnahmestelle.

Für die Einstellung des Druckreduzierventiles addieren Sie zum Gesamtdruckverlust  $\Delta P_{Inst}$  noch den erforderlichen Fließdruck an der entferntesten Armatur und den geodätische Höhenunterschied zwischen Druckreduzierventil und höchster Entnahmestelle dazu.

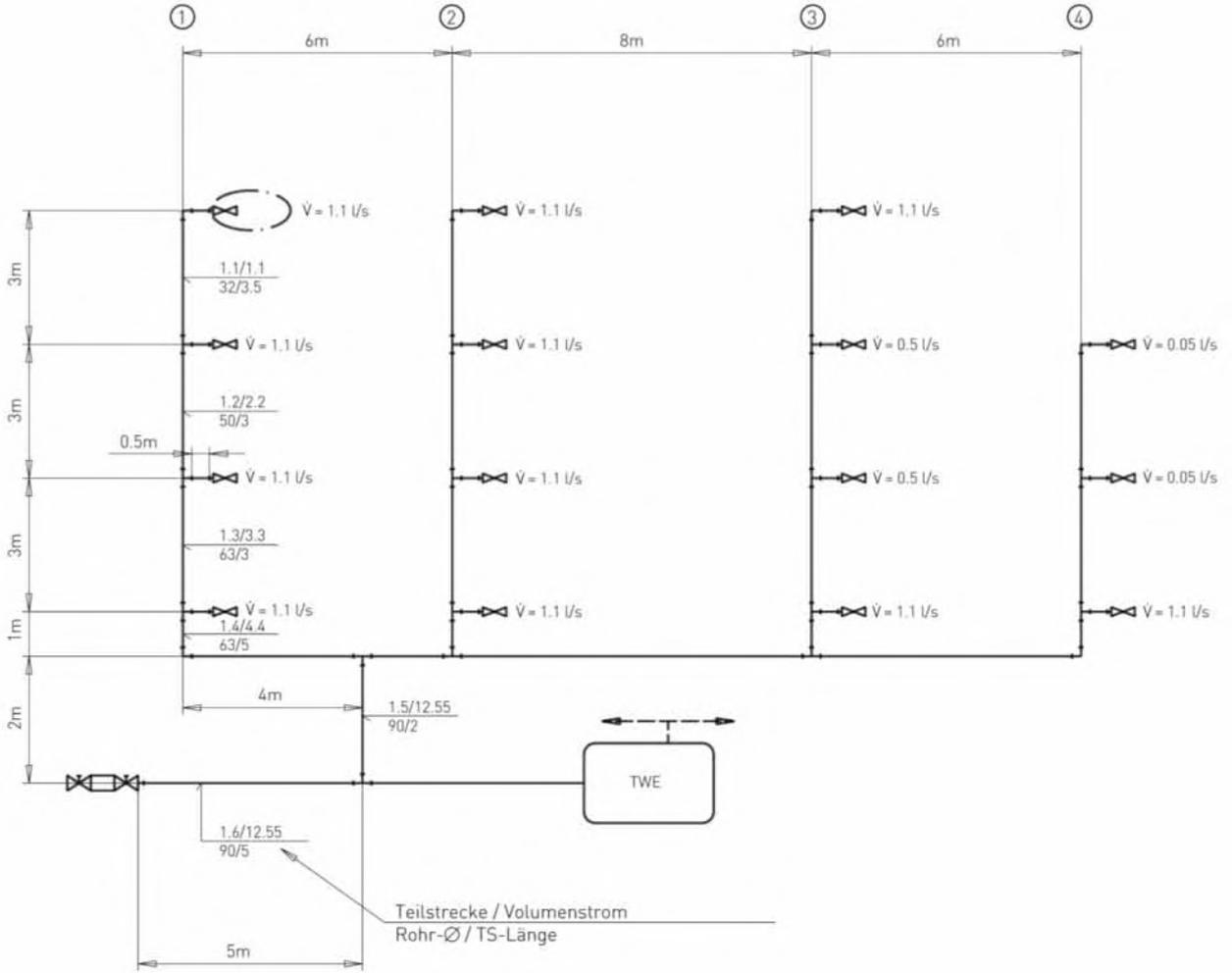
### Berechnungsbeispiel 1 und Formblatt

#### Berechnungsbeispiel 1: Grundlage nach SVGW Leit-sätzen W 3

#### Wohnungsverteilung



**Verteil- und Steigleitungen**





Bauvorhaben: Wohnungsverteilung			Bauarbeiter: xxxxxx											Datum: xxxx	Visum: xxxx	Blatt: xx					
Aus dem Rohrplan			Druckverlust-Berechnung											Bemerkungen				Legende			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											
Teil- strecke TS	k BE	f s l/s	Länge TS m	Nenn-Ø Rohr d	i p Rohr- mbar/m	Fitting- zuschlag m	k Rohr- länge m	i p TS mbar													
1.1	1	0,10	1,0	16x2,2	-	-	-	32,0													
1.2	2	0,20	1,5	16x2,2	-	-	-	150,0													
1.3	3	0,24	2,0	16x2,2	-	-	-	246,0													
1.4	4	0,27	1,5	16x2,2	-	-	-	267,0													
								—E	695,0												
2	3	0,30	3,0	16x2,2	-	-	-	454,0													
3	4	0,40	3,0	16x2,2	-	-	-	793,0													
4	4	0,40	2,5	16x2,2	-	-	-	717,0													
5.1	1	0,10	1,0	16x2,2	-	-	-	32,0													
5.2	2	0,20	2,5	16x2,2	-	-	-	194,0													
								—E	226,0												
<b>Gesamt Druckverlust für Strang-Nr.: 3</b> $\Delta P_{ST} = 793,0$ mbar											<b>GF Piping Systems</b>										

## ÖNORM B 2531, Teil 2 ÖVGW



Die ÖNORM B 2531, Teil 2 bildet die Grundlage für die Druckverlustbestimmung im Geltungsbereich des **ÖVGW**.

**Tabelle 8** zeigt die **Durchflussstärken Q** und die zugehörigen **Belastungswerte (BW)** für Armaturen und Apparate auf.

$$1 \text{ BW} = 16 \times Q^2$$

Die Gleichzeitigkeit wird mittels der Formel

$$Q_G = 0,25 \times \sqrt{Z}$$

bestimmt. Z steht dabei für die Summe aller einer Teilstrecke zugeordneter **BW**.

**Tabelle 5: Durchflussstärken Q und Belastungswerte BW häufig vorkommender Arten von Entnahmestellen**

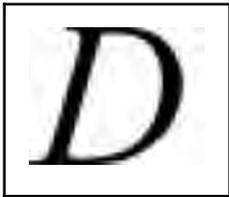
Art der Entnahmestelle	BE nach IN-STAFLEX	Q* [l/s]	BW
Auslaufventil NW 10	2,5	0,250	1,00
Auslaufventil NW 15	4,0	0,400	2,50
Auslaufventil NW 20	10,0	1,000	16,00
Auslaufventil NW 25	15,0	1,500	36,00
Spülkasten, Bidets, Urinal u. dgl.	1,25	0,125	0,25
Auslauf über Handwaschbecken, Waschtisch und dgl.	1,75	0,175	0,50
Auslauf über Küchenspülbecken, Abwäsche	2,5	0,250	1,00
Auslauf für Geschirrspül- und Waschmaschine für Haushalt	2,5	0,250	1,00
Brause NW 10 (Handbrause)	1,75	0,175	0,50
Brause NW 15	2,5	0,250	1,00
Auslauf über Badewanne inkl. Brause	4,0	0,400	2,50
Durchlauferhitzer bis 17,4 kW <sup>1)</sup>	1,75	0,175	0,50
Durchlauferhitzer bis 22,6 kW <sup>2)</sup>	2,5	0,250	1,00
Druckspüler NW 15	6,0	0,600	6,00
Druckspüler NW 20	8,0	0,800	11,00
Auslauf für Geschirrspül- und Waschmaschine im Gewerbe	4,0	0,400	2,50

<sup>1)</sup>früher 250 kcal/min

<sup>2)</sup>früher 325 kcal/min

\* Gesamtdurchflussstärke, Warm- und Kaltwasser zusammen

## DIN 1988 TRWI, Teil 3 DVGW



Die DIN 1988 TRWI, Teil 3 bildet die Grundlage für die Dimensionierung und Berechnung von Rohrleitungssystemen im Geltungsbereich des **DVGW**.

**Tabelle 6** zeigt die Richtwerte für **Mindestfließdrücke** und **Berechnungsdurchflüsse**  $V_R$  gebräuchlicher Trinkwasserentnahmestellen.

**Diagramm 2** gibt Aufschluss über den Spitzendurchfluss  $V_s^*$  in Abhängigkeit des Summendurchflusses  $k V_R$  für verschiedene Gebäudearten.

\*) Gleichzeitigkeit

**Tabelle 6: Richtwerte für Mindestfliessdrücke und Berechnungsdurchflüsse gebräuchlicher Trinkwasserentnahmestellen**

Mindestfliessdruck P min FI	Art der Trinkwasserentnahmestelle		Berechnungsdurchfluss bei der Entnahme von:			
			Mischwasser *)		nur kaltem oder er- wärmten Trinkwas- ser	
			V <sub>R</sub> kalt [l/s]	V <sub>R</sub> warm [l/s]	V <sub>R</sub> [l/s]	
[bar]						
0,5	Auslaufventile ohne Luftsprudler **)	DN 15	-	-	0,30	
0,5		DN 20	-	-	0,50	
0,5		DN 25	-	-	1,00	
1,0		mit Luftsprudler	DN 10	-	-	0,15
			DN 15	-	-	0,15
1,0	Brauseköpfe für Reinigungs- brausen	DN 15	0,10	0,10	0,20	
1,2	Druckspüler nach DIN 3265 Teil 1	DN 15	-	-	0,70	
1,2	Druckspüler nach DIN 3265 Teil 1	DN 20	-	-	1,00	
0,4	Druckspüler nach DIN 3265 Teil 1	DN 25	-	-	1,00	
1,0	Druckspüler für Urinalbecken	DN 15	-	-	0,30	
1,0	Haushaltsgeschirrspülmaschi- ne	DN 15	-	-	0,15	
1,0	Haushaltsgeschirrspülmaschi- ne	DN 15	-	-	0,25	
1,0	Mischbatterie für Brausewan- nen	DN 15	0,15	0,15	-	
1,0	Badewannen	DN 15	0,15	0,15	-	
1,0	Küchenspülen	DN 15	0,07	0,07	-	
1,0	Waschtische	DN 15	0,07	0,07	-	
1,0	Sitzwaschbecken	DN 15	0,07	0,07	-	
1,0	Mischbatterie	DN 20	0,30	0,30	-	
0,5	Spülkasten nach DIN 19 542	DN 15	-	-	0,13	
1,0	Elektro-Kochendwassergerät	DN 15	-	-	0,10 ***)	

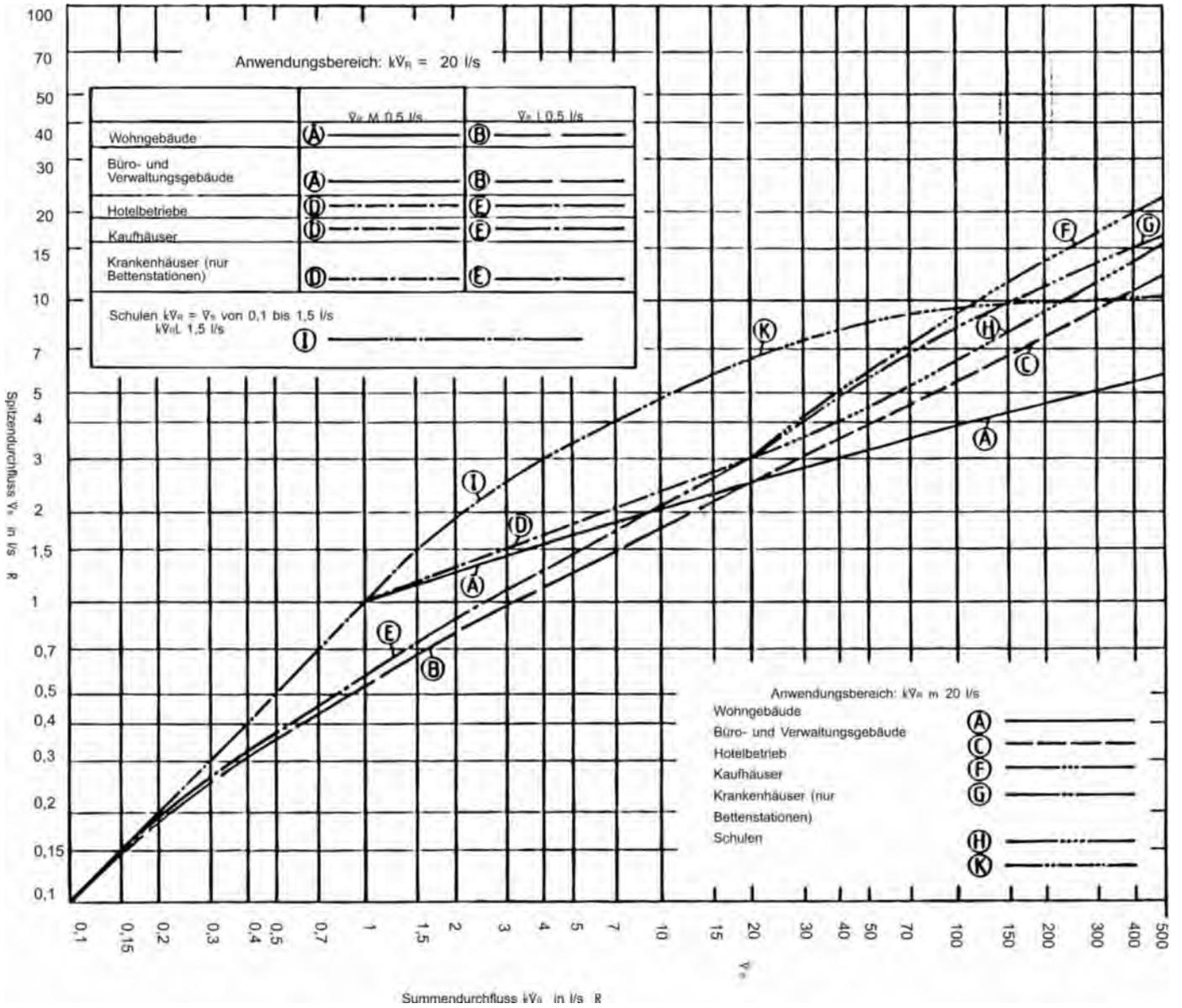
\*) Den Berechnungsdurchflüssen für die Entnahme von Mischwasser liegen für kaltes Trinkwasser 15 °C und für erwärmtes Trinkwasser 60 °C zugrunde.

\*\*) Bei Auslaufventilen ohne Luftsprudler und mit Schlauchverschraubung wird der Druckverlust in der Schlauchleitung (bis 10 m Länge) und im angeschlossenen Apparat (z. B. Rasensprenger) pauschal über den Mindestfliessdruck berücksichtigt. In diesem Fall erhöht sich der Mindestfliessdruck um 1,0 bar auf 1,5 bar.

\*\*\*) Bei voll geöffnete Drosselschraube.

Anmerkung: In der Tabelle nicht erfasste Entnahmestellen und Apparate gleicher Art mit grösseren Armaturendurchflüssen oder Mindestfliessdrücken als angegeben sind nach Angaben der Hersteller bei der Ermittlung der Rohrdurchmesser zu berücksichtigen.

Diagramm 2



## Spitzenvolumenstrom Vs in Abhängigkeit vom Summendurchfluss

Tabelle 7: Fließgeschwindigkeiten

Leistungsabschnitt	max. Fließgeschwindigkeit bei Fließdauer	
	m 15 min [m/s]	L 15 min [m/s]
Hausanschlussleitungen	2	2
Bei Verwendung von druckverlustarmen Armaturen (Schieber/Schrägsitzventil)	5	2
Bei Verwendung von Armaturen mit erhöhtem Druckverlust (Gradsitzventil)	2,5	2
Zirkulationsleitung	-	0,5

Empfohlene max. Fließgeschwindigkeiten:

PB = 5,0 m/s

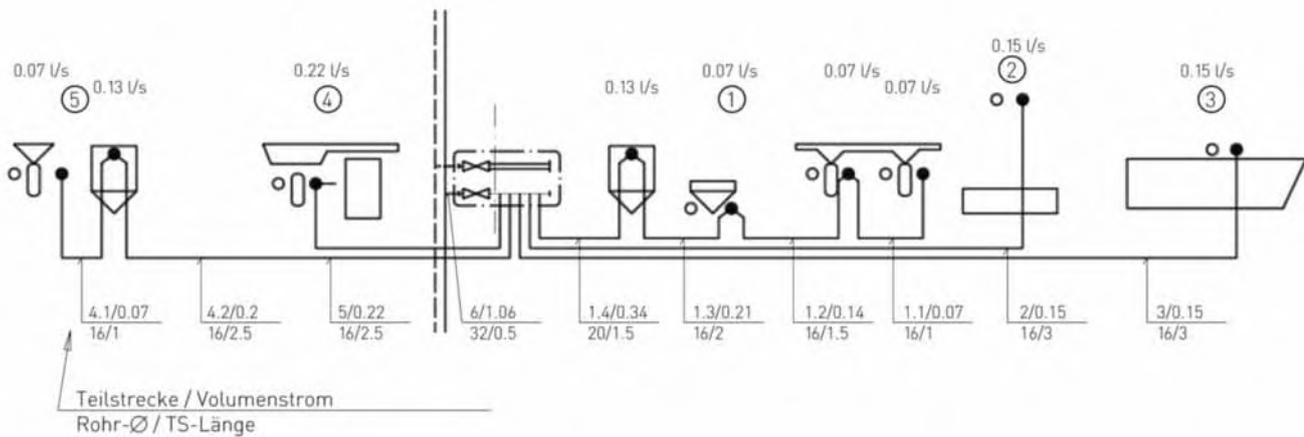
Cu = 2,5 m/s

Stahl verz. = 2,0 m/s

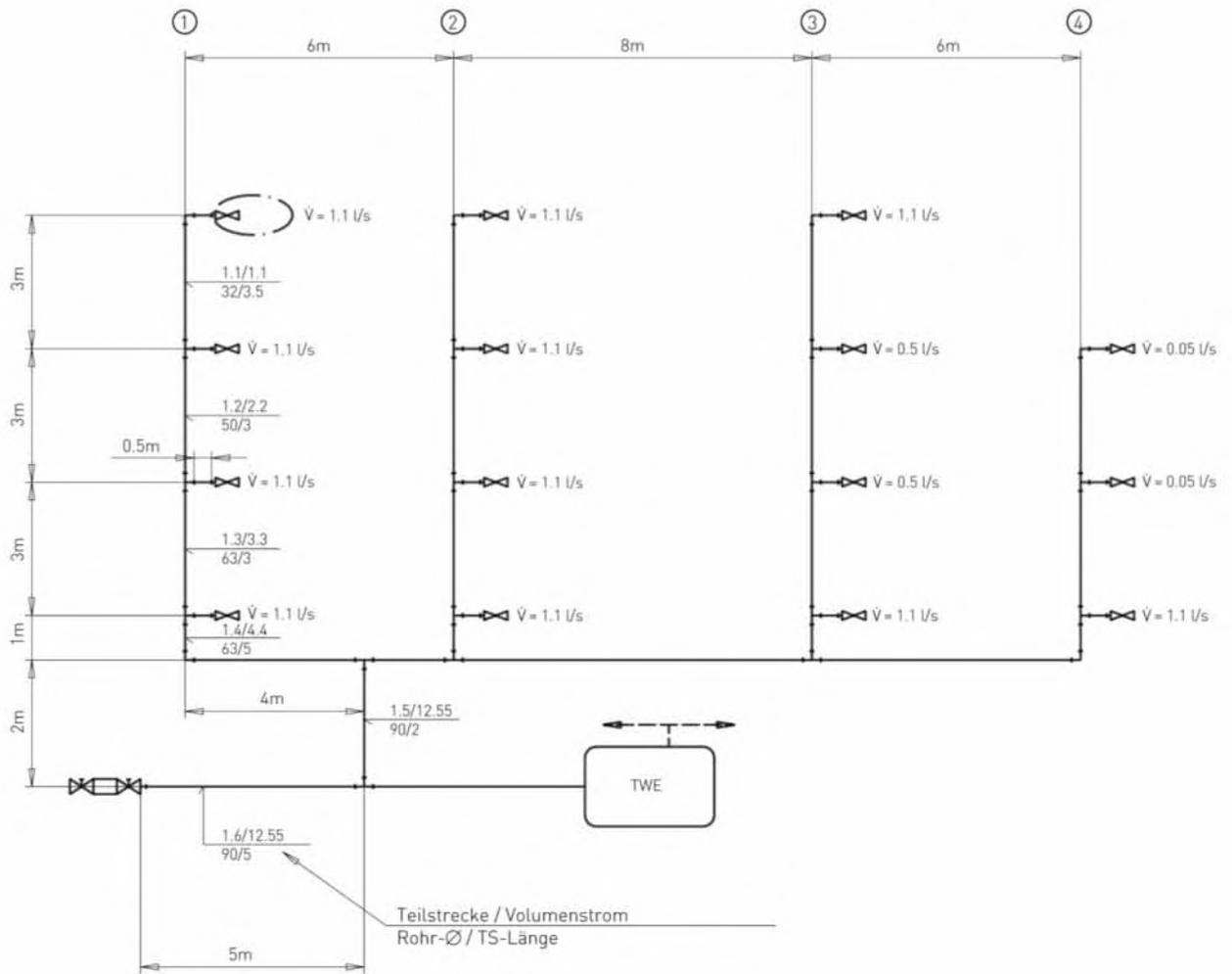
## Berechnungsbeispiel 2 und Formblätter

Grundlage nach DVGW Deutschland,  
Technische Regeln DIN 1988 TRWI

Wohnungsverteilung



## Verteil- und Steigleitungen







## Auszüge aus Leitsätzen und Normen in Grossbritannien und Nordirland



Der Water Regulations Guide, C.I.B.S.E Guide C4 und British Standard BS 6700:2006 bilden die Grundlage für die Rohrleitungsdimensionierung und Druckverlustbestimmung in Großbritannien und Nordirland.

Die Erlaubnis, Auszüge aus dem BS 6700:2006 zu benutzen, wurde durch BSI erteilt. British Standards sind vom BSI Online Shop [www.bsigroup.com/shop](http://www.bsigroup.com/shop) in PDF Format oder Hardcopy erhältlich oder durch den BSI Customer Services Tel: +44 (0)20 8996 9001, Email: [cservices@bsigroup.com](mailto:cservices@bsigroup.com) (nur Papier).

Tabelle 8 (P1 aus BS 6700:2006) legt die empfohlenen Volumenstromwerte für die Entnahmestelle (Warm- und Kaltwasser) fest.

**Tabelle 8:**

Entnahmestelle	Volumenstrom [l/s]	
	Design Wert	Minimaler Wert
WC-Spülkasten (in 2 Minuten füllend)	0,13	0,05
WC-Spülrinne (jedes WC) (siehe NOTIZ 2)	0,15	0,10
Urinal-Spülung (einzelne Positionen)	0,004	0,002
Waschbecken	0,15	0,10
Handwaschbecken (Säulenarmatur)	0,10	0,07
Handwaschbecken (Spray oder Mixsprayarmatur)	0,05	0,03
Bidet	0,20	0,10
Badewanne (G ¾)	0,30	0,20
Badewanne (G 1)	0,60	0,40
Dusche (siehe NOTIZ 3)	0,20	0,10
Ausgussbecken (G ½)	0,20	0,10
Ausgussbecken (G ¾)	0,30	0,20
Ausgussbecken (G 1)	0,60	0,40
Waschmaschine (siehe NOTIZ 1)	0,20	0,15
Geschirrspülmaschine (siehe NOTIZ 1)	0,15	0,10
Urinal-Spülung automatisch	1,5 max.	1,2 min.
Urinal-Spülkasten	0,3 max.	0,15 min.

NOTIZ 1: Der Hersteller sollte immer für die benötigten Volumenstromwerte kontaktiert werden, wenn die Waschmaschinen und Geschirrspüler für mehr als einen Haushalt sind.

NOTIZ 2: WC-Spülrinnen werden empfohlen, wenn die erwartete Nutzung der WCs mehr als einmal pro Minute ist.

NOTIZ 3: Der Volumenstrom für die Duschen ist abhängig vom Typ. Für Auskunft kontaktieren Sie den Hersteller.

Im Allgemeinen werden Installationen mit Warm- und Kaltwasser so bestimmt und installiert, dass für jede geöffnete Armatur der benötigte Volumenstromwert aus **Tabelle 8** erhältlich ist. Dies trifft auch für jede geöffnete Armaturengruppe zu, bei der der Gesamtverbrauch nicht 0,3 l/s überschreitet.

Bei gleichzeitigem Ausstoss sollte der Volumenstrom für jegliche geöffnete Armaturen nicht weniger sein als die Werte aus **Tabelle 8**.

Belastungseinheiten sind Faktoren, welche die Durchflussgeschwindigkeit der Armatur, der Nutzungsdauer und Nutzungshäufigkeit einkalkulieren. Die Anzahl jeder Entnahmestelle aus Tabelle P1, in Einbezug der Rohrlänge, muss mit den Belastungseinheiten aus **Tabelle 9** (P2 per BS 6700:2006 multipliziert werden).

**Tabelle 9:**

Art der Entnahmestelle	Belastungseinheiten (BE)
WC-Spülkasten	2
Waschbecken ½ - DN15	1,5 - 3
Badewanne ¾ - DN25	10
Badewanne 1	22
Dusche	3
Ausgussventil	3
Ausgussventil	5
Waschmaschine oder Geschirrspülmaschine ½ - DN15	3

NOTIZ 1: WC-Spülkästen mit einfacher oder doppelter Spülung haben die gleichen Belastungseinheiten.

NOTIZ 2: Die Belastungseinheiten von Waschbecken beziehen sich auf Waschbecken mit Säulenarmaturen. Die grösseren Belastungseinheiten finden in Situationen wie Schulen und Büros ihre Anwendung. Denn dort gibt es eine Stosszeit der Nutzung. Wenn Sprayarmaturen installiert sind, wird ein gleichzeitiger Verbrauch von 0,04 l/s angenommen.

NOTIZ 3: Urinal-Spülkästen haben einen sehr niedrigen Verbrauch und werden meistens ignoriert.

NOTIZ 4: Entnahmestellen für Industrieanwendungen oder mit Nutzungsstosszeit sollten so einkalkuliert werden, dass 100 % des Durchflusses zum gleichzeitigen Verbrauch addiert werden.

Die Polybuten-Rohrdimensionen können mit Hilfe der Tabelle 1 berechnet werden, indem man die maximale Anzahl der Belastungseinheiten benutzt.

Notiz: Für ungefähre Rohrdimensionen, 1 BE aus Tabelle 9 ist gleich 3 Verbrauchseinheiten(DU/BW).

**Tabelle 10 Druckverlust pro Meter INSTAFLEX-Rohr  
(nach C.I.B.S.E. C4 2007) für Wasser bei 20 °C**

Druck- verlust [Pa/m]	Ge- schwin- digkeit [m/s]	Rohrdimension [mm]									Ge- schwin- digkeit [m/s]	
		16	20	25	32	40	50	63	75	90		110
0,1					0,001	0,000	0,006	0,016	0,033	0,068	0,139	
0,2					0,002	0,005	0,012	0,032	0,066	0,114	0,168	
0,3				0,001	0,003	0,007	0,019	0,048	0,095	0,122	0,215	
0,4				0,001	0,004	0,010	0,025	0,065	0,095	0,145	0,255	
0,5				0,002	0,005	0,012	0,031	0,079	0,100	0,166	0,292	0,05
0,6				0,002	0,006	0,015	0,038	0,079	0,112	0,185	0,325	
0,7			0,001	0,002	0,007	0,017	0,044	0,079	0,122	0,203	0,356	
0,8			0,001	0,003	0,008	0,020	0,051	0,081	0,133	0,220	0,385	
0,9			0,001	0,003	0,010	0,023	0,057	0,087	0,142	0,236	0,412	
1,0			0,001	0,004	0,011	0,025	0,063	0,092	0,152	0,251	0,439	
1,5			0,002	0,006	0,016	0,038	0,063	0,118	0,193	0,319	0,556	
2,0		0,001	0,003	0,008	0,022	0,050	0,073	0,140	0,229	0,378	0,657	
2,5		0,001	0,004	0,010	0,027	0,050	0,083	0,160	0,261	0,430	0,748	
3,0		0,001	0,004	0,012	0,033	0,050	0,093	0,178	0,291	0,478	0,831	
3,5		0,001	0,005	0,014	0,039	0,053	0,102	0,195	0,318	0,523	0,908	0,15
4,0		0,002	0,006	0,016	0,040	0,058	0,110	0,211	0,344	0,565	0,981	
4,5		0,002	0,007	0,018	0,040	0,062	0,118	0,227	0,396	0,605	1,040	
5,0		0,002	0,008	0,020	0,040	0,066	0,126	0,241	0,392	0,643	1,110	
5,5		0,003	0,008	0,022	0,040	0,070	0,133	0,255	0,414	0,680	1,170	
6,0		0,003	0,009	0,024	0,041	0,074	0,140	0,268	0,436	0,715	1,230	
6,5		0,003	0,010	0,026	0,043	0,078	0,147	0,281	0,457	0,748	1,290	
7,0		0,003	0,011	0,028	0,045	0,081	0,154	0,294	0,477	0,781	1,350	
7,5		0,004	0,012	0,030	0,047	0,085	0,160	0,306	0,496	0,813	1,400	
8,0		0,004	0,012	0,031	0,049	0,088	0,166	0,317	0,515	0,843	1,50	
8,5		0,004	0,013	0,031	0,051	0,091	0,172	0,329	0,533	0,873	1,510	
9,0		0,005	0,014	0,031	0,053	0,094	0,178	0,340	0,551	0,902	1,560	
9,5		0,005	0,015	0,031	0,054	0,098	0,184	0,351	0,569	0,931	1,600	
10,0	0,05	0,005	0,016	0,031	0,056	0,101	0,190	0,362	0,586	0,958	1,650	0,30
12,5		0,007	0,020	0,031	0,064	0,115	0,216	0,411	0,666	0,108	1,880	
15,0		0,008	0,024	0,035	0,072	0,128	0,240	0,457	0,739	1,200	2,080	
17,5		0,009	0,025	0,039	0,079	0,140	0,263	0,499	0,807	1,310	2,270	
20,0		0,011	0,025	0,042	0,085	0,151	0,284	0,539	0,872	1,420	2,450	
22,5		0,012	0,025	0,045	0,091	0,162	0,304	0,577	0,932	1,520	2,620	
25,0		0,014	0,025	0,048	0,097	0,173	0,323	0,613	0,990	1,610	2,780	
27,5		0,015	0,026	0,051	0,103	0,182	0,342	0,647	1,040	1,700	2,930	
30,0		0,016	0,028	0,053	0,108	0,192	0,359	0,680	1,090	1,790	3,080	0,50
32,5	0,15	0,018	0,029	0,056	0,113	0,201	0,376	0,712	1,140	1,870	3,220	
35,0		0,019	0,030	0,059	0,118	0,210	0,393	0,743	1,190	1,950	3,360	
37,5		0,019	0,032	0,061	0,123	0,219	0,408	0,773	1,240	2,030	3,490	

40,0	0,019	0,033	0,063	0,128	0,227	0,424	0,801	1,290	2,100	3,620
42,5	0,019	0,034	0,066	0,133	0,235	0,439	0,830	1,330	2,170	3,740

		Rohrdimension [mm]										
		Volumenstrom [l/s]										
Druck- verlust [Pa/m]	Ge- schwin- digkeit [m/s]	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	Ge- schwin- digkeit [m/s]
45,0		0,019	0,035	0,068	0,137	0,243	0,454	0,857	1,380	2,250	3,860	
47,5		0,019	0,036	0,070	0,142	0,251	0,468	0,884	1,420	2,320	3,980	
50,0		0,019	0,038	0,072	0,146	0,258	0,482	0,910	1,460	2,380	4,100	
52,5		0,019	0,039	0,075	0,150	0,266	0,495	0,935	1,500	2,450	4,210	
55,0		0,019	0,040	0,077	0,154	0,273	0,509	0,961	1,540	2,510	4,320	
57,5		0,019	0,041	0,079	0,158	0,280	0,522	0,985	1,580	2,580	4,430	
60,0		0,020	0,042	0,081	0,162	0,287	0,535	1,000	1,620	2,640	4,540	
62,5		0,020	0,043	0,083	0,166	0,284	0,547	1,030	1,660	2,700	4,640	
65,0		0,021	0,044	0,085	0,170	0,300	0,560	1,050	1,700	2,760	4,750	
67,5		0,021	0,045	0,086	0,174	0,307	0,572	1,070	1,730	2,820	4,850	
70,0		0,022	0,046	0,088	0,177	0,314	0,584	1,100	1,770	2,880	4,950	
72,5		0,022	0,047	0,090	0,181	0,320	0,596	1,120	1,800	2,940	5,040	
75,0		0,023	0,048	0,092	0,185	3,260	0,607	1,140	1,840	2,990	5,140	
77,5		0,023	0,049	0,094	0,188	0,332	0,619	1,160	1,870	3,050	5,230	
80,0		0,024	0,050	0,096	0,192	0,339	0,630	1,180	1,910	3,100	5,330	
82,5		0,024	0,051	0,097	0,195	0,345	0,641	1,200	1,940	3,160	5,420	
85,0		0,025	0,052	0,099	0,199	0,351	0,652	1,220	1,970	3,210	5,510	
87,5		0,025	0,053	0,101	0,202	0,356	0,663	1,240	2,010	3,260	5,600	
90,0		0,025	0,054	0,102	0,205	0,362	0,674	1,260	2,040	3,310	5,690	
92,5		0,026	0,054	0,104	0,209	0,368	0,680	1,280	2,070	3,360	5,780	
95,0		0,026	0,055	0,106	0,212	0,374	0,700	1,300	2,100	3,420	5,860	
97,5		0,027	0,056	0,107	0,215	0,379	0,710	1,320	2,130	3,470	5,950	
100		0,027	0,057	0,109	0,218	0,385	0,720	1,340	2,160	3,510	6,030	1,00
120		0,030	0,063	0,121	0,242	0,427	0,790	1,490	2,390	3,890	6,670	
140		0,033	0,070	0,133	0,265	0,466	0,870	1,620	2,610	4,240	7,270	
160	0,30	0,036	0,075	0,143	0,286	0,503	0,930	1,750	2,810	4,570	7,820	
180		0,039	0,081	0,153	0,306	0,538	1,000	1,870	3,000	4,870	8,350	
200		0,041	0,086	0,163	3,250	0,571	1,050	1,980	3,180	5,170	8,850	1,50
220		0,044	0,091	0,172	0,343	0,603	1,110	2,090	3,360	5,450	9,330	
240		0,046	0,095	0,181	0,360	0,633	1,170	2,190	3,520	5,720	9,780	
260		0,048	0,100	0,189	0,377	0,662	1,220	2,300	3,680	5,970	10,200	
280		0,050	0,104	0,198	0,393	0,690	1,270	2,390	3,840	6,220	10,600	
300		0,052	0,109	0,206	0,409	0,718	1,320	2,490	3,990	6,470	11,000	
320		0,054	0,113	0,213	0,424	0,744	1,370	2,580	4,130	6,700	11,400	
340		0,056	0,117	0,221	0,439	0,770	1,420	2,660	4,270	6,930	11,800	
360		0,058	0,121	0,228	0,454	0,795	1,470	2,750	4,410	7,150	12,200	2,00
380	0,50	0,060	0,124	0,236	4,680	0,820	1,510	2,830	4,550	7,360	12,500	
400		0,062	0,128	0,243	0,481	0,844	1,550	2,920	4,680	7,570	12,900	
420		0,064	0,132	0,249	0,495	0,867	1,600	3,000	4,800	7,780	13,300	

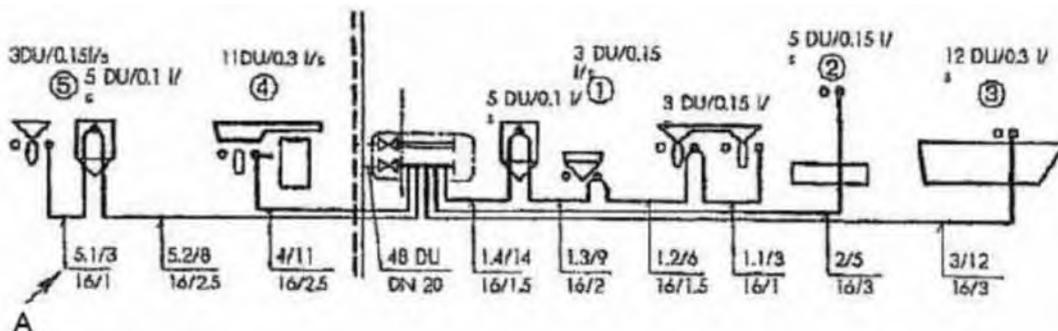
440	0,066	0,135	0,256	0,508	0,890	1,640	3,070	4,930	7,980	13,600
460	0,067	0,139	0,263	0,521	0,913	1,680	3,150	5,050	8,180	13,900
480	0,069	0,142	0,269	0,534	0,935	1,720	3,230	5,170	8,370	14,300
500	0,071	0,146	0,275	0,546	0,956	1,760	3,300	5,290	8,560	14,600

Druck- verlust [Pa/m]	Ge- schwin- digkeit [m/s]	Rohrdimension [mm]										Ge- schwin- digkeit [m/s]
		Volumenstrom [l/s]										
		16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	
520		0,072	0,149	0,282	0,558	0,977	1,800	3,370	5,400	8,750	14,900	
540		0,074	0,152	0,288	0,570	0,998	1,840	3,440	5,520	8,930	15,200	
560		0,076	0,156	0,294	0,582	1,010	1,880	3,510	5,630	9,110	15,500	
580		0,077	0,159	0,300	0,594	1,030	1,910	3,580	5,740	9,280	15,800	
600		0,079	0,162	0,305	0,605	1,050	1,950	3,650	5,850	9,460	16,100	
620		0,080	0,165	0,311	0,616	1,070	1,990	3,720	5,950	9,630	16,400	
640		0,082	0,168	0,317	0,627	1,090	2,020	3,780	6,060	9,800	16,700	
660		0,083	0,171	0,322	0,638	1,110	2,060	3,850	6,160	9,960	17,000	
680		0,085	0,174	0,328	0,649	1,130	2,090	3,910	6,260	10,100	17,200	
700		0,086	0,177	0,333	0,660	1,150	2,120	3,970	6,360	10,200	17,500	
720		0,087	0,180	0,339	0,670	1,170	2,160	4,040	6,460	10,400	17,800	
740		0,089	0,182	0,344	0,681	1,190	2,190	4,100	6,560	10,600	18,100	
760		0,090	0,185	0,349	0,691	1,200	2,220	4,160	6,650	10,700	18,300	3,00
780		0,091	0,188	0,354	0,701	1,220	2,250	4,220	6,750	10,900	18,600	
800		0,093	0,191	0,359	0,711	1,240	2,290	4,280	6,840	11,000	18,800	
820		0,094	0,193	0,364	0,721	1,260	2,320	4,330	6,940	11,200	19,100	
840		0,095	0,196	0,369	0,731	1,270	2,350	4,390	7,030	11,300	19,300	
860		0,097	0,199	0,374	0,740	1,290	2,380	4,450	7,120	11,500	19,600	
880		0,098	0,201	0,379	0,750	1,310	2,410	4,510	7,210	11,600	19,800	
900		0,099	0,204	0,384	0,759	1,320	2,440	4,560	7,300	11,800	20,100	
920		0,101	0,207	0,389	0,769	1,340	2,470	4,620	7,390	11,900	20,300	
940		0,102	0,209	0,394	0,778	1,350	2,500	4,670	7,470	12,000	20,600	
960		0,103	0,212	0,398	0,787	1,370	2,530	4,730	7,560	12,000	20,800	
980		0,104	0,214	0,403	0,796	1,390	2,560	4,780	7,650	12,300	21,000	
1000		0,106	0,217	0,408	0,805	1,400	2,590	4,830	7,730	12,400	21,300	
1100		0,112	0,229	0,430	0,849	1,480	2,730	5,090	8,140	13,100	22,400	
1200	1,00	0,117	0,240	0,451	0,891	1,550	2,860	5,340	8,540	13,700	23,500	
1300		0,123	0,251	0,472	0,932	1,620	2,990	5,580	8,920	14,400	24,500	
1400		0,128	0,262	0,492	0,971	1,690	3,110	5,810	9,280	14,900	25,500	
1500		0,133	0,272	0,511	1,000	1,760	3,230	6,030	9,640	15,500	26,500	
1600		1,380	0,282	0,530	1,040	1,820	3,350	6,250	9,980	16,100	27,400	
1700		1,430	0,292	0,548	1,080	1,880	3,460	6,460	10,300	16,600	28,300	
1800		0,148	0,302	0,566	1,110	1,940	3,570	6,660	10,300	17,100	29,200	
1900		0,152	0,311	0,584	1,150	2,00	3,680	6,860	10,900	17,600	30,000	
2000		0,157	0,320	0,600	1,180	2,060	3,780	7,050	11,200	18,100	30,900	

### Berechnungsbeispiel 3 und Formblätter

Grundlage nach BS 6700:2006 und Water Regulations Guide

Wohnungsverteilung



**Teilstrecke / Anzahl DU (BW)**

**Rohr - ø / Teilstrecke Länge**

DU = Dusche

BW = Belastungswert

1 BE entspricht 3 DU (BW)







## Anhang

### Tabellen und Diagramme zur Rohrleitungsdimensionierung und Druckverlustbestimmung

#### Rohrdaten

Rohrdimension [mm]	Wanddicke [mm]	Innendurchmesser [mm]	Wassermenge [l/m]	Länge der Stange [m]	Rohrgewicht (leer) [kg/m]	Rohrgewicht mit 20 °C Wasser [kg/m]
16	2	11,6	0,10	5,8	0,0088	0,1088
20	2,8	14,4	0,16	5,8	0,141	0,301
25	2,3	20,4	0,33	5,8	0,152	0,482
32	2,9	26,2	0,53	5,8	0,254	0,784
40	3,7	32,6	0,83	5,8	0,392	1,222
50	4,6	40,8	1,31	5,8	0,610	1,920
63	5,8	51,4	2,07	5,8	0,969	3,039
75	6,8	61,4	2,96	5,8	1,354	4,314
90	8,2	73,6	4,25	5,8	1,960	6,210
110	10,0	90,0	6,36	5,8	2,920	9,280
125	11,40	102,20	8,20	5,8	3,95	12,10
160	14,60	130,80	13,40	5,8	6,46	19,86
225	20,50	184,00	26,60	5,8	12,70	39,30



### Druckverluste und Fließgeschwindigkeiten

#### INSTAFLEX-Rohre aus PB nach DIN 16968 und DIN 16969. Rohrserie S 3,2 (ISO 4065)

Rohrreibungsdruckgefälle R und rechnerische Fließgeschwindigkeit v in Abhängigkeit vom Spitzenvolumenstrom  $V_s$

Spitzenvolumenstrom $V_s$ [l/s]	PB-Rohr DN12/d16 x 2,8 di=11,6 mm V=0,16 l/m		PB-Rohr DN15/d20 x 2,8 di=14,4 mm V=0,16 l/m	
	R [mbar/m]	v [m/s]	R [mbar/m]	v [m/s]
0,01	0,3	0,1	0,1	0,1
0,02	0,8	0,2	0,3	0,1
0,03	1,6	0,3	0,6	0,2
0,04	2,6	0,4	0,9	0,2
0,05	3,9	0,5	1,4	0,3
0,06	5,3	0,6	1,9	0,4
0,07	6,9	0,7	2,5	0,4
0,08	8,7	0,8	3,1	0,5
0,09	10,7	0,9	3,8	0,6
0,10	12,8	0,9	4,6	0,6
0,15	26,1	1,4	9,3	0,9
0,20	43,5	1,9	15,4	1,2
0,25	64,8	2,4	22,8	1,5
0,30	89,9	2,8	31,6	1,8
0,35	118,8	3,3	41,6	2,1
0,40	151,3	3,8	52,9	2,5
0,45	187,4	4,3	65,4	2,8
0,50	227,2	4,7	79,1	3,1
0,55	270,5	5,2	94,0	3,4
0,60			110,1	3,7
0,65			127,3	4,0
0,70			145,8	4,3
0,75			165,3	4,6
0,80			186,1	4,9
0,85			208,0	5,2
0,90				
0,95				
1,00				
1,05				
1,10				
1,15				
1,20				
1,25				
1,30				

**INSTAFLEX-Rohre aus PB nach DIN 16968 und 16969. Rohrserie S 5 (ISO 4065)**

Rohrreibungsdruckgefälle R und rechnerische Fließgeschwindigkeit v in Abhängigkeit vom Spitzenvolumenstrom  $V_s$

Spitzenvolumenstrom $V_s$ [l/s]	PB-Rohr DN12/d16 x 2,8 di=11,6 mm V=0,16 l/m		PB-Rohr DN15/d20 x 2,8 di=14,4 mm V=0,16 l/m	
	R [mbar/m]	v [m/s]	R [mbar/m]	v [m/s]
0,05	0,3	0,2	0,1	0,1
0,10	0,9	0,3	0,3	0,2
0,15	1,8	0,5	0,6	0,3
0,20	2,9	0,6	0,9	0,4
0,25	4,3	0,8	1,4	0,5
0,30	5,9	0,9	1,9	0,6
0,35	7,8	1,1	2,4	0,7
0,40	9,9	1,2	3,1	0,8
0,45	12,2	1,4	3,8	0,8
0,50	14,7	1,5	4,5	0,9
0,55	17,4	1,7	5,4	1,0
0,60	20,3	1,8	6,3	1,1
0,65	23,5	2,0	7,3	1,2
0,70	26,8	2,1	8,3	1,3
0,75	30,3	2,3	9,4	1,4
0,80	34,1	2,4	10,6	1,5
0,85	38,0	2,6	11,8	1,6
0,90	42,2	2,8	13,0	1,7
0,95	46,5	2,9	14,4	1,8
1,00	51,0	3,1	15,8	1,9
1,05	55,8	3,2	17,2	2,0
1,10	6,7	3,4	18,7	2,1
1,15	65,8	3,5	20,3	2,2
1,20	71,1	3,7	21,9	2,3
1,25	76,6	3,8	23,5	2,4
1,30	82,3	4,0	25,3	2,4
1,35	88,2	4,1	27,1	2,5
1,40	94,2	4,3	28,9	2,6
1,45	100,5	4,4	30,8	2,7
1,50	106,9	4,6	32,8	2,8
1,55	113,5	4,7	34,8	2,9
1,60	120,4	4,9	36,8	3,0
1,65	127,4	5,0	38,9	3,1
1,70			41,1	3,2
1,75			43,3	3,3
1,80			45,6	3,4
1,85			48,0	3,5

Rohrnetzdimensionierung und Druckverlustbestimmung (CH, D, A, UK)  
Allgemein

1,90			50,4	3,6
1,95			52,8	3,7
2,00			55,3	3,8
2,05			57,9	3,9
2,10			60,5	4,0
2,15			63,1	4,0
2,20			65,8	4,1
2,25			68,6	4,2
2,30			71,4	4,3
2,35			74,3	4,4
2,40			77,2	4,5
2,45			80,2	4,6
2,50			83,2	4,7
2,55			86,3	4,8
2,60			89,5	4,9
2,65			92,7	5,0
2,70			95,9	5,1

Spitzenvolumenstrom $V_s$ [l/s]	DN32/d40 di=32,6 mm V=0,83 l/m		DN40/d50 di=40,8 mm V=131 l/m		DN50/d63 di=514 mm V=2,07 l/m		Spitzenvolumenstrom $V_s$ [l/s]
	R [mbar/m]	v [m/s]	R [mbar/m]	v [m/s]	R [mbar/m]	v [m/s]	
0,1	0,1	0,1	0,0	0	0,0	0,0	5,1
0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	5,2
0,3	0,6	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	5,3
0,4	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2	5,4
0,5	1,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	5,5
0,6	2,1	0,7	0,7	0,5	0,2	0,3	5,6
0,7	2,8	0,8	1,0	0,5	0,3	0,3	5,7
0,8	3,6	1,0	1,2	0,6	0,4	0,4	5,8
0,9	4,4	1,1	1,5	0,7	0,5	0,4	5,9
1,0	5,3	1,2	1,8	0,8	0,6	0,5	6,0
1,1	6,3	1,3	2,1	0,8	0,7	0,5	6,1
1,2	7,3	1,4	2,5	0,9	0,8	0,6	6,2
1,3	8,5	1,6	2,9	1,0	1,0	0,6	6,3
1,4	9,7	1,7	3,3	1,1	1,1	0,7	6,4
1,5	11,0	1,8	3,7	1,1	1,2	0,7	6,5
1,6	12,3	1,9	4,2	1,2	1,4	0,8	6,6
1,7	13,7	2,0	4,6	1,3	1,5	0,8	6,7
1,8	15,2	2,2	5,1	1,4	1,7	0,9	6,8
1,9	16,8	2,3	5,7	1,5	1,9	0,9	6,9
2,0	18,4	2,4	6,2	1,5	2,0	1,0	7,0
2,1	20,1	2,5	6,8	1,6	2,2	1,0	7,1
2,2	21,9	2,6	7,4	1,7	2,4	1,1	7,2
2,3	23,7	2,8	8,0	1,8	2,6	1,1	7,3
2,4	25,6	2,9	8,6	1,8	2,8	1,2	7,4
2,5	27,6	3,0	9,3	1,9	3,1	1,2	7,5
2,6	29,6	3,1	10,0	2,0	3,3	1,3	7,6
2,7	31,7	3,2	10,7	2,1	3,5	1,3	7,7
2,8	33,9	3,4	11,4	2,1	3,7	1,3	7,8
2,9	36,2	3,5	12,2	2,2	4,0	1,4	7,9
3,0	38,5	3,6	12,9	2,3	4,2	1,4	8,0
3,1	40,9	3,7	13,7	2,4	4,5	1,5	8,1
3,2	43,3	3,8	14,5	2,4	4,8	1,5	8,2
3,3	45,8	4,0	15,4	2,5	5,0	1,6	8,3
3,4	48,4	4,1	16,2	2,6	5,3	1,6	8,4
3,5	51,0	4,2	17,1	2,7	5,6	1,7	8,5
3,6	53,7	4,3	18,0	2,8	5,9	1,7	8,6
3,7	56,5	4,4	18,9	2,8	6,2	1,8	8,7
3,8	59,4	4,6	19,9	2,9	6,5	1,8	8,8
3,9	62,3	4,7	20,8	3,0	6,8	1,9	8,9
4,0	65,2	4,8	21,8	3,1	7,1	1,9	9,0
4,1	68,3	4,9	22,8	3,1	7,4	2,0	9,1
4,2	71,4	5,0	23,8	3,2	7,8	2,0	9,2

Rohrnetzdimensionierung und Druckverlustbestimmung (CH, D, A, UK)  
Allgemein

4,3	74,5	5,2	24,9	3,3	8,1	2,1	9,3
4,4			26,0	3,4	8,5	2,1	9,4
4,5			27,0	3,4	8,8	2,2	9,5
4,6			28,2	3,5	9,2	2,2	9,6
4,7			29,3	3,6	9,5	2,3	9,7
4,8			30,4	3,7	9,9	2,3	9,8
4,9			31,6	3,7	10,3	2,4	9,9
5,0			32,8	3,8	10,7	2,4	10,0

Spitzenvolumenstrom $V_s$ [l/s]	DN40/d50 di=40,8 mm V=1,31 l/m		DN50/d63 di=51,4 mm V=2,07 l/m	
	R [mbar/m]	v [m/s]	R [mbar/m]	v [m/s]
0,1	34,0	3,9	11,0	2,5
0,2	35,3	4,0	11,4	2,5
0,3	36,5	4,1	11,9	2,6
0,4	37,8	4,1	12,3	2,6
0,5	39,1	4,2	12,7	2,7
0,6	40,4	4,3	13,1	2,7
0,7	41,7	4,4	13,5	2,7
0,8	43,1	4,4	14,0	2,8
0,9	44,5	4,5	14,4	2,8
1,0	45,9	4,6	14,9	2,9
1,1	47,3	4,7	15,3	2,9
1,2	48,7	4,7	15,8	3,0
1,3	50,2	4,8	16,2	3,0
1,4	51,7	4,9	16,7	3,1
1,5	53,2	5,0	17,2	3,1
1,6	54,7	5,0	17,7	3,2
1,7	56,2	5,1	18,2	3,2
1,8			18,7	3,3
1,9			19,2	3,3
2,0			19,7	3,4
2,1			20,2	3,4
2,2			20,7	3,5
2,3			21,3	3,5
2,4			21,8	3,6
2,5			22,3	3,6
2,6			22,9	3,7
2,7			23,5	3,7
2,8			24,0	3,8
2,9			24,6	3,8
3,0			25,2	3,9
3,1			25,7	3,9
3,2			26,3	4,0
3,3			26,9	4,0
3,4			27,5	4,0
3,5			28,1	4,1
3,6			28,7	4,1
3,7			29,4	4,2
3,8			30,0	4,2
3,9			30,6	4,3
4,0			31,2	4,3
4,1			31,9	4,4
4,2			32,5	4,4
4,3			33,2	4,5

Rohrnetzdimensionierung und Druckverlustbestimmung (CH, D, A, UK)  
Allgemein

---

4,4			33,9	4,5
4,5			34,5	4,6
4,6			35,2	4,6
4,7			35,9	4,7
4,8			36,6	4,7
4,9			37,3	4,8
5,0			37,9	4,8

---

Spitzenvolumenstrom $V_s$ [l/s]	DN65/d75 di=61,2 mm V=2,94 l/m		DN80/d90 di=73,6 mm V=4,25 l/m		DN90/d110 di=90,0 mm V=6,36 l/m	
	R [mbar/m]	v [m/s]	R [mbar/m]	v [m/s]	R [mbar/m]	v [m/s]
0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
1,0	0,3	0,3	0,1	0,2	0,0	0,1
1,5	0,5	0,5	0,2	0,4	0,1	0,2
2,0	0,9	0,7	0,4	0,5	0,2	0,3
2,5	1,3	0,8	0,5	0,6	0,3	0,4
3,0	1,8	1,0	0,8	0,7	0,3	0,5
3,5	2,4	1,2	1,0	0,8	0,4	0,6
4,0	3,1	1,4	1,3	0,9	0,5	0,6
4,5	3,8	1,5	1,6	1,1	0,6	0,7
5,0	4,6	1,7	1,9	1,2	0,7	0,8
5,5	5,4	1,9	2,2	1,3	0,8	0,9
6,0	6,4	2,0	2,6	1,4	0,9	0,9
6,5	7,4	2,2	3,0	1,5	1,0	1,0
7,0	8,4	2,4	3,4	1,6	1,2	1,1
7,5	9,6	2,5	3,9	1,8	1,3	1,2
8,0	10,7	2,7	4,4	1,9	1,4	1,2
8,5	12,0	2,9	4,9	2,0	1,5	1,3
9,0	13,3	3,1	5,4	2,1	1,6	1,4
9,5	14,7	3,2	6,0	2,2	1,7	1,5
10,0	16,2	3,4	6,6	2,4	1,9	1,6
10,5	17,7	3,6	7,2	2,5	2,2	1,7
11,0	19,3	3,7	7,8	2,6	2,5	1,7
11,5	20,9	3,9	8,5	2,7	2,8	1,8
12,0	22,6	4,1	9,2	2,8	3,2	1,9
12,5	24,4	4,2	9,9	2,9	3,5	2,0
13,0	26,2	4,4	10,6	3,1	3,8	2,0
13,5	28,1	4,6	11,4	3,2	4,1	2,1
14,0	30,0	4,8	12,2	3,3	4,4	2,2
14,5	32,1	4,9	13,0	3,4	4,8	2,3
15,0	34,1	5,1	13,8	3,5	5,2	2,4
15,5			14,7	3,6	5,5	2,4
16,0			15,6	3,8	5,8	2,5
16,5			16,5	4,0	6,1	2,6
17,0			17,4	4,1	6,5	2,7
17,5			18,4	4,2	6,8	2,7
18,0			19,4	4,3	7,2	2,8
18,5			20,4	4,4	7,6	2,9
19,0			21,4	4,5	8,0	3,0
19,5			22,4	4,6	8,3	3,1
20,0			23,5	4,7	8,7	3,1
20,5			24,6	4,8	9,1	3,2
21,0			25,7	4,9	9,5	3,3
21,5			26,9	5,1	9,8	3,4

Rohrnetzdimensionierung und Druckverlustbestimmung (CH, D, A, UK)  
Allgemein

22,0					10,2	3,5
22,5					10,6	3,5
23,0					11,0	3,6
23,5					11,4	3,7
24,0					11,8	3,8
24,5					12,3	3,8
25,0					13,1	3,9
26,0					14,2	4,1
27,0					15,1	4,2
28,0					16,3	4,4
29,0					17,8	4,6
30,0					19,7	4,7

## Druckverlust und Fließgeschwindigkeiten INSTAFLEX

d <sub>1</sub> x s d <sub>2</sub>	125 x 11,4 102,2		160 x 14,6 130,8		225 x 20,5 184,0	
Q [l/s]	v [m/s]	dp [mbar/m]	v [m/s]	dp [mbar/m]	v [m/s]	dp [mbar/m]
0,5	0,061	0,007				
0,63	0,077	0,01				
0,08	0,098	0,016	0,060	0,005		
1,0	0,122	0,023	0,074	0,0071		
1,25	0,152	0,034	0,093	0,011		
1,6	0,195	0,053	0,119	0,016	0,060	0,003
2	0,244	0,078	0,149	0,024	0,075	0,005
2,5	0,305	1,116	0,186	0,036	0,094	0,007
3,15	0,384	0,174	0,234	0,054	0,118	0,011
4	0,488	2,266	0,298	0,082	0,150	0,016
5	0,610	0,396	0,372	0,12	0,188	0,024
6,3	0,768	0,598	0,469	0,183	0,237	0,036
8	0,975	0,919	0,595	0,281	0,301	0,055
10	1,219	1,373	0,744	0,419	0,376	0,081
12,5	1,524	2,056	0,930	0,625	0,470	0,121
16	1,95	3,219	1,191	0,976	0,602	0,089
20	2,438	4,836	1,488	1,463	0,752	0,282
25	3,048	7,279	1,861	2,195	0,940	0,422
31,5			2,344	3,347	1,185	0,641
40			2,977	5,188	1,504	0,989
50					1,880	1,486
63					2,369	2,270
80					3,009	3,521

d<sub>i</sub> = Innendurchmesser  
s = Rohrwandstärke  
d<sub>a</sub> = Aussendurchmesser  
Q = Durchflussvolumen [l/s]  
v = Durchflussgeschwindigkeit [m/s]  
dp = Druckverlust [mbar/m]

Die Tabelle zeigt die Berechnung bei einer Wassertemperatur von 10 °C auf. Für höhere Temperaturen muss der Druckverlust dp mit dem Faktor k multipliziert werden (siehe nebenstehende Tabellen).

Temperatur [°C]	Faktor k
10	1
20	0,958
30	0,925
40	0,896
50	0,878
60	0,580

### Druckverluste in Fittings

Die untenstehende Tabelle zeigt die äquivalente Länge der Druckverluste in Fittings auf. Die äquivalente Länge ist die Länge eines Rohres, welches den gleichen Druckverlust produzieren würde wie der entsprechende Fitting.

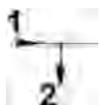
**Tabelle 11: Äquivalente Rohrlängen für INSTAFLEX-Klemmverbindungsformteile**

Artikel	PB-Rohrdimension «d»									
	16	20	25	32	40	50	63	75		
	Äquivalente Rohrlängen [m]									
Übergänge, Muffen, Kupplungen	0,7	1,3	1,2	1,4	1,4	1,6	2,0	2,4		
Armaturenanschlüsse/ Winkel/Bogen 90°	1,3	1,5	4,3							
Armaturenanschlüsse/ T-egal										
1-3	0,9	1,2	1,7							
1-2	2,2	3,0	4,2							
T-reduziert	Es ist immer der Verlustbeiwert des Abganges in Fließrichtung (1-2 oder 1-3) vom T-egal zu berücksichtigen.									
T-Übergang	Für den Abgang 2 ist nur der Verlustbeiwert des einzuschraubenden Teils zu berücksichtigen									



**Tabelle 12: Äquivalente Rohrlängen für INSTAFLEX-Heizwendelschweiss- und Muffen-Schweissformteile**

Artikel	PB-Rohrdimension «d»									
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
	Äquivalente Rohrlängen [m]									
Winkel 90°	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,7	2,1	2,6	3,2
Winkel 45°	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,4
T-egal	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,3	3,2	4,2	5,4	6,6
T-egal	0,7	0,9	1,2	1,7	2,1	2,7	3,7	4,8	5,9	7,0
T-reduziert	Es ist immer der Verlustbeiwert des Abganges in Fließrichtung (1-2 oder 1-3) vom T-egal zu berücksichtigen.									



Nicht erfasst werden T90°-Durchgang, Muffen, Reduktionen, Verschraubungen wegen zu geringer Rohrlängenwerte.

Äquivalente Rohrlänge  $\hat{=}$  dem Druckverlust vom Fitting im Verhältnis der angegebenen Rohrmeter mit einem bekannten Volumenstrom.

**Beispiel:**

Rohr d16 x 2,2 V = 0,4 l/s=151,3 bar/m  
151,3 x 1,3 = Druckverlust von einem Armaturenanschluss

## Äquivalente Rohrlängen für INSTAFLEX BIG Fitting

Tabelle 13:

Rohrdimension (DN, mm)		125				160				225			
v [m/s]		0,5	1	2	3	0,5	1	2	3	0,5	1	2	3
Druckverlust Rohr [mbar/m]  		0,266	0,919	3,219	7,279	0,183	0,625	2,195	5,188	0,121	0,422	1,486	3,521
	Verlustbeiwert 	Äquivalente Rohrlängen [m]											
Winkel 90 °	0,7	3,27	3,81	4,35	4,33	4,78	5,60	6,38	6,07	7,23	8,29	9,42	8,94
Winkel 45 °	0,4	1,88	2,18	2,48	2,47	2,73	3,20	3,64	3,47	4,13	4,74	5,38	5,11
T egal	1,3	6,11	7,07	8,07	8,03	8,88	10,40	11,84	11,27	13,43	15,40	17,49	16,61
Reduktion													
225-160	0,5	2,35	2,72	3,11	3,09	3,41	4,00	4,55	4,34	5,16	5,92	6,73	6,39
160-125	0,5	2,35	2,72	3,11	3,09	3,41	4,00	4,55	4,34	5,16	5,92	6,73	6,39
125-110	0,5	2,35	2,72	3,11	3,09	3,41	4,00	4,55	4,34	5,16	5,92	6,73	6,39



## Druckverluste in INSTALFLEX-Absperrventilen

Tabelle 14:



Artikel  
Ventil aus PB

Volumenstrom [l/s]	Druckverlust $\omega p$ [mbar]						
	Dimension DN						
	12	15	20	25	32	40	50
0,22		5,4	1,0	-			
0,25		6,9	1,6	-			
0,30		10,0	2,4	1,0			
0,35		13,6	3,2	1,4			
0,40		17,7	4,2	1,9			
0,45		22,5	5,3	2,4			
0,50		27,7	6,6	3,0			
0,55		33,6	8,0	3,6			
0,60		40,0	9,5	4,3			
0,65		46,8	11,0	5,0			
0,70		54,4	13,0	5,8	1,6		
0,80		71,0	16,8	7,6	2,1		
0,90		90,0	21,3	9,6	2,6		
1,00		111,0	26,3	12,0	3,3		
1,10		134,2	31,8	14,4	4,0		
1,20			37,8	17,1	4,7		
1,30			44,4	20,1	5,5		
1,40			51,5	23,3	6,4		
1,50			59,0	26,7	7,3	0,9	2,5
1,75			-	36,4	10,0	1,2	3,4
2,00				47,5	13,0	1,6	4,4
2,25				60,2	16,5	2,0	5,6
2,50				74,3	20,4	2,5	6,9
2,75				90,0	24,7	3,0	8,4
3,00				107,0	29,4	3,6	10,0
3,20				121,7	33,4	4,1	11,4
3,40				137,4	37,7	4,6	12,8
3,60				154,0	42,3	5,2	14,4
3,80				171,6	47,1	5,8	16,0
4,00				190,1	52,2	6,4	17,8
4,2					57,5	7,0	19,6
4,4					63,1	7,7	21,5
4,6						8,5	23,5
4,8						9,2	25,6
5,0						10,0	27,7

5,2						10,8	30,0
5,4						11,6	32,4
5,6						12,5	35,8
5,8						13,4	37,3
6,0						14,4	40,0
6,5						16,9	46,9
7,0						19,5	54,4
7,5							62,4
8,0							71,0
8,5							80,2
9,0							89,9
9,5							100,1
10,0							111,0
kv-Wert		180	370	550	1050	3000	1800
Rohr-ø d	16	20	25	32	40	50	63

kv-Wert = Durchflusskoeffizienz [m³/h]: Mass zur Auswahl und Dimensionierung eines Ventils, um den gewünschten Durchfluss einer Flüssigkeit oder eines Gases zu erzielen

**Dimension**  
**d20 bis d63**  
**DN15 bis DN50**

Druckverlustberechnung:

$$\Delta p = \left( \frac{\dot{V} \times 60}{kv} \right)^2 \times \rho$$

**kv = 550**

bedeutet, ein Volumenstrom von 550 l/min bei einem Druckverlust von 1000 mbar

$$\dot{V} = \frac{kv}{60} \times \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$$

**Beispiel:**

$$\Delta p = \left( \frac{\dot{V} \times 60}{kv} \right)^2 \times \rho$$

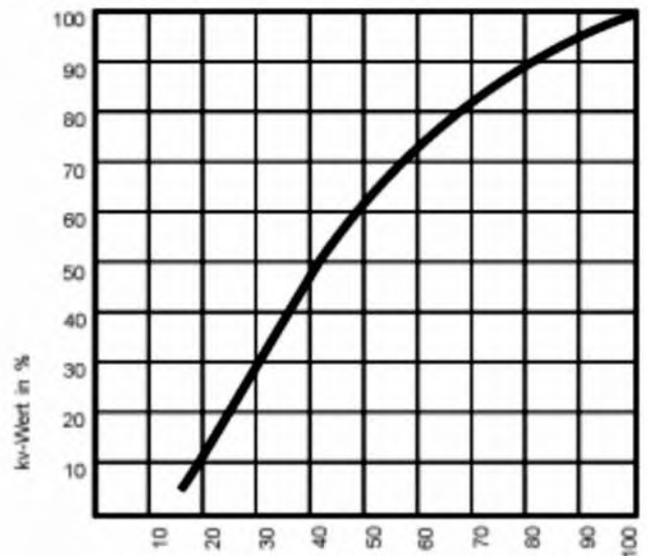
Volumenstrom V = 2,0 l/s

Druckverlust Δp = 47,5 mbar

ρ von Wasser bei 18 °C = 998,5 kg/m³

$$= \left( \frac{2,0 \times 60}{550} \right)^2 \times 998,5$$

### Durchflusscharakteristik



Spindelhub in %  
10 % Spindelhub entsprechen ½ Spindelumdrehung

**Verlustbeiwerte  $\zeta$  (Zeta) für Einzelwiderstände  
in INSTAFLEX-Formteilen**

Einzelwiderstand	vereinfachtes Symbol	Verlustbeiwert* $\zeta$
Richtungsänderung durch Winkel bis 45°		0,4
Richtungsänderung durch Winkel grösser als 45° bis 90°		0,7
Stromtrennung, Abzweig		1,3
Stromtrennung, Abzweig und Durchgang		1,4
Stromtrennung		1,5
Ventile aus Polybuten	 d20 d25 d32  d40 d50 d63	0,50 0,55 0,65  0,45 0,15 0,95

Nicht erfasst werden wegen zu geringer Werte T 90°-Durchgang, Muffen, Reduktionen, Verschraubungen.

Bei reduzierten T-Formstücken ist immer der kleinste Durchmesser in Fliessrichtung massgebend für die Berechnung.

\* Richtwerte nach DIN 1988

## INSTAFLEX

### Ausstosszeiten für INSTAFLEX d16 x 2,2 und d20 x 2,8

Tabelle 15:

Leitungslänge d16 x 2,2							Wasserinhalt pro m 0,10 l	
Leitungslänge [m]	Durchfluss [l/s]							
	0,07	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,50	
	Ausstosszeiten [s]							
2	2,8	2,0	1,3	1,0				
4	5,7	4,0	2,7	2,0	1,6	1,3		
6	8,6	6,0	4,0	3,0	2,4	2,0	1,2	
8	11,4	8,0	5,3	4,0	3,2	2,7	1,6	
10	14,3	10,0	6,7	5,0	4,0	3,3	2,0	
12	17,1	12,0	8,0	6,0	4,8	4,0	2,4	
14	20,0	14,0	9,3	7,0	5,6	4,7	2,8	
16	22,8	16,0	10,7	8,0	6,4	5,6	3,2	
18	25,7	18,0	12,0	9,0	7,2	6,0	3,6	
20	28,6	20,0	13,3	10,0	8,0	6,7	4,0	
22	31,4	22,0	14,7	11,0	8,8	7,3	4,4	
24	34,3	24,0	16,0	12,0	9,6	8,0	4,8	
26	37,1	26,0	17,3	13,0	10,4	8,7	5,2	
28	40,0	28,0	18,7	14,0	11,2	9,3	5,6	
30	42,8	30,0	20,0	15,0	12,0	10,0	6,0	

#### Rohrinhalt «V» pro m INSTAFLEX-Rohr

d16 x 2,2 = 0,10 l/m  
 d20 x 2,8 = 0,16 l/m  
 d25 x 2,3 = 0,33 l/m  
 d32 x 2,9 = 0,53 l/m  
 d40 x 3,7 = 0,83 l/m  
 d50 x 4,6 = 1,31 l/m  
 d63 x 5,8 = 2,07 l/m  
 d75 x 6,8 = 2,96 l/m  
 d90 x 8,2 = 4,25 l/m  
 d110 x 10,0 = 6,36 l/m

\*Ausstosszeit ist die Zeit in Sekunden bis der komplette Rohrinhalt ausgetauscht wurde. Dient für die Berechnung von der Zeit, die das Warmwasser braucht bis es vom Verteiler bis zum Verbraucher strömt.

#### Berechnung der Ausstosszeit «t»

$$t = \frac{V \times L}{\dot{V}}$$

V = Rohrinhalt [l/m]  
 L = Rohrlänge [m]  
 $\dot{V}$  = Durchfluss [l/s]  
 t = Ausstosszeit [s]

#### Beispiel:

(d32)

$$t = \frac{0,53 \frac{l}{m} \times 8m}{0,6 \frac{l}{s}}$$

t = 7 s

## Ausstosszeit

Tabelle 16:

Leitungslänge d20 x 2,8						Wasserinhalt pro m 0,16 l			
Leitungslänge [m]	Durchfluss [l/s]								
	0,07	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,50	0,60	1,00
	Ausstosszeiten [s]								
2	4,6	3,2	2,1	1,6	1,3	1,1			
4	9,1	6,4	4,3	3,2	3,6	2,1	1,3	1,1	
6	13,7	9,6	6,4	4,8	3,8	3,2	1,9	1,6	1,0
8	18,3	12,8	8,5	6,4	5,1	4,3	2,6	2,2	1,3
10	22,8	16,0	10,7	8,0	6,4	5,3	3,2	2,7	1,6
12	27,4	19,2	12,8	9,6	7,7	6,4	3,8	3,2	1,9
14	32,0	22,4	15,0	11,2	9,0	7,5	4,5	3,7	2,2
16	36,6	25,6	17,1	12,8	10,2	8,5	5,1	4,3	2,6
18	41,1	28,8	19,2	14,4	11,5	9,6	5,8	4,8	2,9
20	45,7	32,0	21,3	16,0	12,8	10,7	6,4	5,3	3,2
22	50,3	35,2	23,5	17,6	14,1	11,7	7,0	5,9	3,5
24	54,8	38,4	25,6	19,2	15,4	12,8	7,7	6,4	3,8
26	59,4	41,6	27,7	20,8	16,8	13,8	8,4	6,9	4,2
28	64,0	44,8	29,9	22,4	18,0	15,0	9,0	7,5	4,5
30	68,6	48,0	32,0	24,0	19,2	16,1	9,6	8,0	4,8

# Druckprüfung

	Seite
<b>Druckprüfung nach GF Piping System Werksvorschrift</b>	256
<b>Druckprüfungsprotokoll für Kunststoffrohrleitungssysteme</b>	257
<b>Druckprüfung nach DVGW/ZVSHK (DIN 1988)</b>	258
<b>Druckprüfung nach British Standard</b>	259
<b>Druckprobenprotokoll für die Trinkwasseranlage nach ZVSHK</b>	260

## Druckprüfung

### Druckprüfung nach GF Piping System Werksvorschrift

#### Anmerkungen zur Druckprüfung

##### Durchführung

1. Beaufschlagen Sie langsam mit Druck auf 15 bar, 10 Minuten stehen lassen.
2. Lassen Sie Druck ab auf 0 bar, 5 Minuten stehen lassen.
3. Beaufschlagen Sie langsam mit Druck auf 15 bar, 10 Minuten stehen lassen.
4. Lassen Sie Druck ab auf 0 bar, 5 Minuten stehen lassen.
5. Beaufschlagen Sie langsam mit Druck auf 15 bar. Schliessen Sie das System mit einem Absperrorgan.
6. Nach 60 Minuten lesen Sie den Systemdruck ab und tragen ihn ins Protokoll ein.
7. Danach senken Sie den Druck auf 3 bar.
8. Nach 90 Minuten lesen Sie den Druck am Manometer ab und tragen ihn ins Protokoll ein.

#### **Der Druck muss am Ende der Prüfung bei/über 3 bar liegen.**

Der Druckanstieg über 3 bar ist von der Leitungslänge und der Verlegeart abhängig und ist deswegen nicht genau definiert.

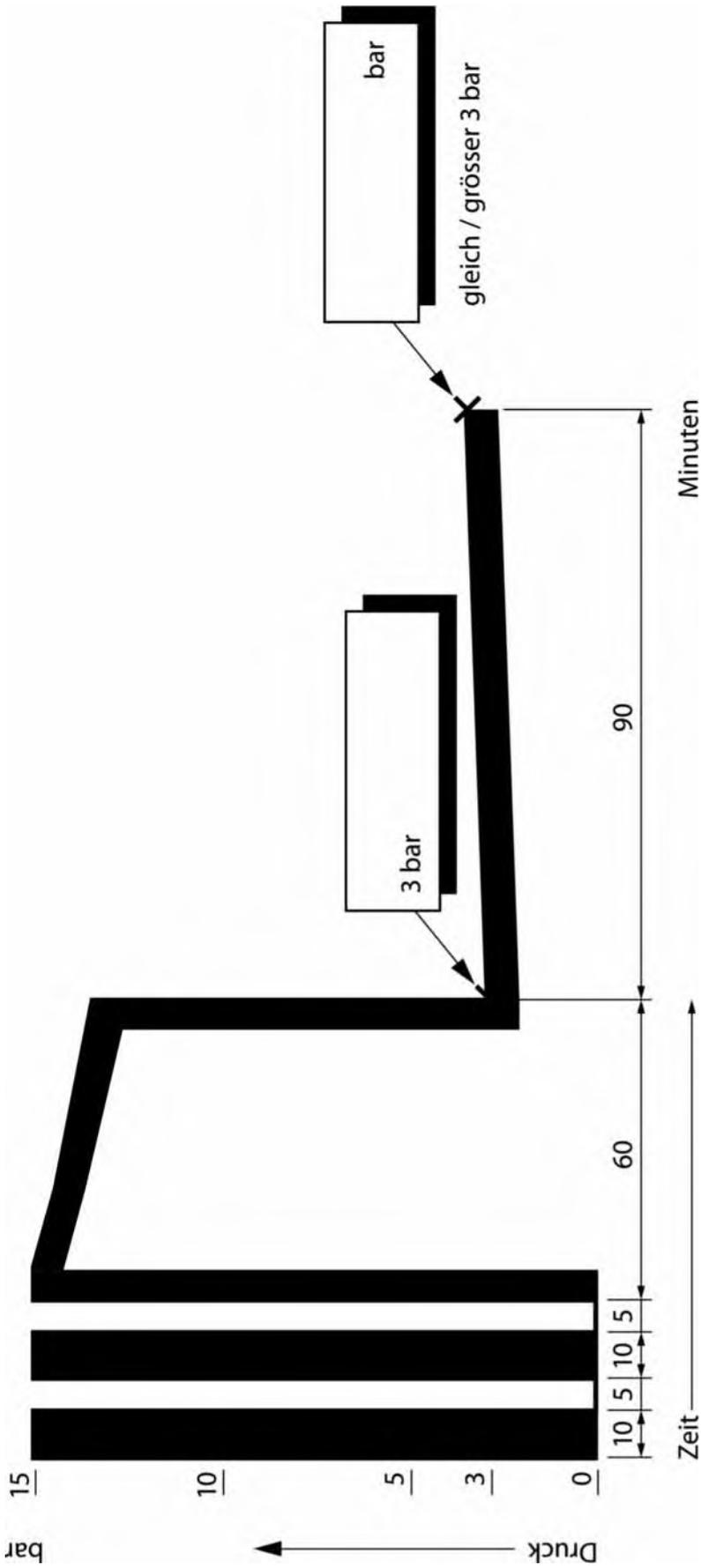
Die einzelnen Verteilkreise für Trinkwasser sind separat zu prüfen. Kaltwasser- und Warmwasserverteilkreise sind separat zu prüfen, ebenfalls die KW-Steigleitung sowie die WW-Steigleitung inkl. Zirkulation.

Um Zeit einzusparen, können mehrere Verteilkreise für Trinkwasser gleichzeitig geprüft werden. Nach der dreimaligen Druckaufgabe auf 15 bar wird das System mit einem Absperrorgan geschlossen und die Druckpumpe kann entfernt werden. Der nächste Verteilkreis kann nach gleichem Muster unter Druck gesetzt werden, somit ist eine kontinuierliche Durchführung der Druckprüfung möglich. Der Zeitaufwand wird somit beschränkt.

#### **Geräte** (nach DVGW - DIN 1988)

Verwenden Sie Druckmessgeräte, die das einwandfreie Ablesen einer Druckänderung von **0,1 bar** gestatten.

## Druckprüfungsprotokoll für Kunststoffrohrleitungssysteme



## Druckprüfung nach DVGW/ZVSHK (DIN 1988)

Trinkwasserleitungen sind nach Fertigstellung, einer Druckprobe zu unterziehen. Diese Druckprüfung ist durchzuführen, solange die Leitungen noch sichtbar sind.

Der Prüfdruck muss das 1,5 fache des Betriebsdruckes bzw. mindestens 15 bar betragen.



Um eine einwandfreie Prüfung durchzuführen, füllen Sie die Installation langsam und entlüften sie wieder vollständig. Setzen Sie für die Prüfung geeichte Messgeräte ein, auf denen Druckänderungen von 0,1 bar ablesbar sind.

Beachten Sie, dass eine Temperaturänderung um 10 K eine Änderung des Prüfdruckes zur Folge hat. Je nach Grösse der Anlage sind Änderungen um bis zu 2 bar und mehr möglich.

Die Druckprüfung besteht aus zwei Prüfabschnitten:

1. Vorprüfung
2. Hauptprüfung

### Druckprüfung erfolgt:

- Bei Klemmverbindungen **sofort** nach der letzten Verbindung
- Bei Schweissverbindungen frühestens **1 Stunde** nach der letzten Schweissung

### Folgende Technische Regeln und Normen sind bei der Druckprüfung zu beachten:

#### Deutschland

Druckprüfung nach DVGW / ZVSHK (DIN 1988)

Druckprüfung DVGW nach DIN 1988 - 2 TRWI

#### Schweiz

Druckprüfung nach SVGW Leitsätze W 3

#### Druckprobe nach ZVSHK

#### Durchführung einer Druckprüfung mit Luft oder inerten Gasen für Trinkwasser-Installationen nach DIN 1988 - 2 (TRWI)

#### Achtung:

Wenn eine Druckprüfung mit Wasser nur mit unverhältnismässig hohem Aufwand oder überhaupt nicht möglich ist, kann in Ausnahmefällen eine Druckprüfung mit ölfreier Druckluft oder mit inerten Gasen durchgeführt werden.

#### Ausnahmefälle sind:

- Rohrleitungsanlagen, die nicht vollständig entleert werden können und durch die kritische Dreiphasengrenze Wasser, Werkstoff, Luft erhöhter Anfälligkeit für örtliche Korrosion unterliegen.
- Rohrleitungsanlagen, bei denen aus Gründen von Frosteinwirkung eine Druckprüfung mit Wasser nicht durchgeführt werden kann.
- Vorfertigung von Leitungsteilen in Werkstätten.
- Rohrleitungsanlagen, die aus Baufortschrittsgründen einer Druckprobe unterzogen werden müssen, jedoch noch nicht mit der Hauptleitung verbunden sind.

Druckprüfungen mit Luft oder inerten Gasen sind aufwendiger als Druckprüfungen mit Wasser. Deshalb sind sie detailliert in der Leistungsbeschreibung aufzuführen.

#### Die Sicherheitsvorschriften, wie sie unter Punkt 3 im ZVSHK-Merkblatt aufgeführt sind, müssen unbedingt eingehalten werden.

Die Prüfung wird unterteilt in **Festigkeits-** und **Dichtheitsprüfung**.

Siehe auch entsprechendes Merkblatt vom ZVSHK D-53757 St. Augustin Druckprüfungs-Protokoll, Seite #.

#### Dichtheitsprüfung:

Vor der Festigkeitsprüfung wird die Dichtheitsprüfung mit einem **Druck von 110 mbar** durchgeführt. Die Prüfzeit beträgt **pro 100 Liter Rohrleitungsvolumen 10 Minuten**.

#### Die Festigkeitsprüfung:

Wird mit erhöhtem Druck durchgeführt.

**Bis DN50 mit 3 bar**

**Über DN50 mit 1 bar**

Bei Rohrsystemen aus Kunststoff ist vor Beginn der Prüfzeit der Beharrungszustand abzuwarten. Die Prüfzeit beträgt nach Aufbringen des Prüfdruckes **pro 100 Liter Rohrleitungsvolumen 10 Minuten**.

Verwendbare Medien für die Druckprüfung:

- ölfreie Druckluft
- inerte Gase, z. B. Stickstoff, Kohlendioxid

## Druckprüfung nach British Standard

### Druckprüfung

Die Druckprobe basiert auf den Vorschriften des Schedule 2, Teil 4 der Water Supply (Water Fittings) Regulations 1999, Regierungsrichtlinien zu den Vorschriften sowie Empfehlungen der Wasserindustrie zum Einhalten der Vorschriften.

Die komplette Installation ist nach der Fertigstellung, einer Druckprobe zu unterziehen. Diese Druckprüfung ist durchzuführen, solange die Leitungen noch sichtbar sind. Der Prüfdruck für alle Rohre, Fittings und Verbindungen muss einen internen Prüfdruck von **1,5fach des maximalen Betriebsdruckes der Installation** betragen.

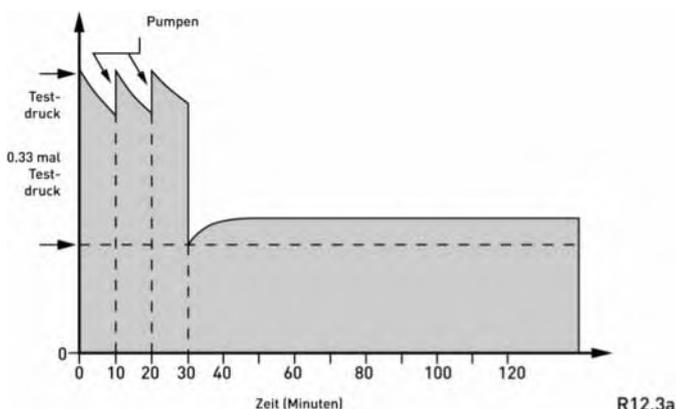
### Druckprobe

Überirdisch verlegte Rohrleitungssysteme sind nach der Fertigstellung, einer Druckprobe zu unterziehen. Unterirdische Rohrsysteme sollten abschnittsweise einer Druckprobe unterzogen werden, bevor sie gefüllt werden. Wenn bei der Überprüfung Defekte als Testresultat deutlich werden, sollten Sie diese beheben und das System erneut testen.

Diese Bedingung ist für Systeme mit Kunststoffrohren erfüllt, wenn einer der folgenden Tests ein entsprechendes Ergebnis liefert.

### Test A

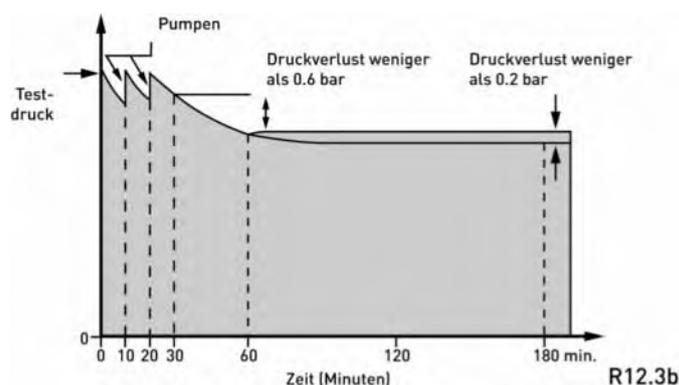
1. Setzen Sie das komplette System einem internen Testdruck aus, welcher durch kontinuierliches Pumpen für 30 Minuten gehalten wird. Danach wird der Test ohne weiteres Pumpen durchgeführt.
2. Der Druck im System wird langsam auf ein Drittel des Testdruckes reduziert.
3. Der Druck darf über die nächsten 90 Minuten nicht fallen. Somit werden Lecks ausgeschlossen. Wenn der Druck doch fällt, wurde ein Leck nachgewiesen. Oder nach Absatz 3.1.12.3.4 (Test procedure A) des BS 6700:1997.



R12.3a

### Test B

1. Setzen Sie das komplette System einem internen Testdruck aus, welcher durch kontinuierliches Pumpen für 30 Minuten gehalten wird. Danach wird der Druck im Protokoll notiert und der Test ohne weiteres Pumpen durchgeführt.
2. Beobachten Sie, ob der Druckverlust nach weiteren 30 Minuten weniger als 0,6 bar ist.
3. Wenn der Druckverlust nach weiteren 120 Minuten weniger als 0,2 bar ist, sind keine Lecks im System vorhanden. Oder nach Absatz 3.1.12.3.4 (Test procedure B) des BS 6700:1997.



R12.3b

In Systemen mit Kunststoffrohren dehnen sich mit steigendem Druck die Rohre durch ihre Elastizität marginal über den Aussendurchmesser aus. Wenn das Pumpen gestoppt wird, verringert sich dadurch der Druck. D. h., der Druck kann nicht für längere Zeit gehalten werden, wie es bei starren Rohren der Fall ist. Die beiden Testmethoden A und B sind entwickelt worden, um diesem Problem entgegen zu wirken. (Siehe Diagramme R12.3a und R12.3b).

Für mehr Information über Druckproben verweisen wir auf den BS 6700:1997.

### Achtung:

Führen Sie die Druckprobe bei Klemmverbindungen sofort nach der letzten Verbindung durch. Bei Schweissverbindungen muss mindestens 1 Stunde gewartet werden.

## Druckprobenprotokoll für die Trinkwasseranlage nach ZVSHK

Bauvorhaben: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Auftraggeber, vertreten durch: \_\_\_\_\_

Auftragnehmer/verantwortlicher  
Fachmann, vertreten durch: \_\_\_\_\_

Werkstoff des Rohrleitungssystems: \_\_\_\_\_

Verbindungsart: \_\_\_\_\_

Anlagendruck: \_\_\_\_\_ bar

Umgebungstemperatur \_\_\_\_\_ °C. Temperatur vom Prüfmedium \_\_\_\_\_ °C

Prüfmedium  ölfreie Druckluft  Stickstoff  Kohlendioxid  \_\_\_\_\_

Die Trinkwasseranlage wurde als  Gesamtanlage  in ..... Teilabschnitten geprüft

Alle Leitungen sind mit metallenen Stopfen, Kappen, Steckscheiben oder Blindflanschen geschlossen.  
Apparate, Druckbehälter oder Trinkwassererwärmer sind von den Leitungen getrennt.  
Eine Sichtkontrolle aller Rohrverbindungen auf fachgerechte Ausführung wurde durchgeführt.

**Dichtheitsprüfung**

Prüfdruck 110 mbar  
Prüfzeit je 100 Liter Leitungsvolumen 10 Minuten

Leitungsvolumen  Liter Prüfzeit  Minuten

Temperaturabgleich und Beharrungszustand bei Kunststoffwerkstoffen wird abgewartet, danach beginnt Prüfzeit.

Während der Prüfzeit wurde kein Druckabfall festgestellt.

**Festigkeitsprüfung mit erhöhtem Druck**

Prüfdruck  $\leq 50$  DN max. 3 bar,  $> 50$  DN max. 1 bar

Prüfzeit je 100 Liter Leitungsvolumen 10 Minuten Prüfzeit  Minuten

Temperaturabgleich und Beharrungszustand bei Kunststoffen wird abgewartet, danach beginnt Prüfzeit.

Während der Prüfzeit wurde kein Druckabfall festgestellt.

Das Rohrleitungssystem ist dicht.

\_\_\_\_\_  
Ort

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
(Auftraggeber bzw. Vertreter)

\_\_\_\_\_  
(Auftragnehmer bzw. Vertreter)

# Druckluftanwendungen

	Seite
<b>Allgemein</b>	262
<b>Kriterien einer Druckluftleitung</b>	263
<b>Luftmenge</b>	264
<b>Betriebsdruck</b>	265
<b>Einteilung einer Druckluftanlage</b>	266
<b>Werkstoffauswahl/Systemauswahl</b>	270
<b>Leistungsplanung und –verlegung</b>	275
<b>Dimensionierung</b>	281
<b>Sanierung bestehender Anlagen</b>	288

# Druckluftanwendungen

## Allgemein

### Planungskriterien für Druckluftleitungen

#### Kriterien für die Werkstoffauswahl

Länderspezifische Betriebsbedingungen

Druck- und Temperaturvorgaben, Lebensdauer,  
Öle, Zusätze, Medium  
Siehe Kapitel «Planungskriterien für Druckluftlei-  
tungen»

**Festlegung des Werkstoffes**

#### Kriterien für die Dimensionierung

Erforderlicher Betriebsdruck  
siehe Kapitel «Betriebsdruck»

Erforderlicher Rohrquerschnitt, Druckverluste  
Siehe Kapitel «Dimensionierung»

**Festlegung des Rohrdurchmessers**

## Kriterien einer Druckluftleitung

Eine Druckluftleitung ist eine Energieleitung, die verdichtete atmosphärische Luft möglichst verlustfrei vom Erzeuger zum Verbraucher transportieren soll.

Atmosphärische Luft ist chemisch gesehen ein Gasgemisch, bestehend aus Stickstoff ( $\approx 78\%$ ), Sauerstoff ( $\approx 21\%$ ) und Argon ( $\approx 1\%$ ) sowie Spuren von Kohlendioxid und anderen Gasen.

Die Druckluftleitung soll die Druckluft vom Erzeuger zum Verbraucher leiten, ohne Reduzierung

- der Luftqualität und
- der Luftmenge.

Unnötig hohe Qualitätsansprüche und zu grosse Auslegung verteuern die Druckluft. Deshalb ermitteln Sie vor dem Auslegen den genauen Bedarf. Die benötigte Luftqualität bestimmt die Art der Aufbereitung und den Rohrwerkstoff der Verteilleitungen.

### Luftqualität

Die Anwendungsrichtlinien mit den empfohlenen Güteklassen nach ISO 8573.1 und Pneurop 6611 basieren auf der Klassifizierung für

- die Teilchengrösse,
- den höchsten Ölgehalt und
- den Drucktaupunkt.

Klasse	Maximale Teilchengrösse	Maximale Teilchendichte	Drucktaupunkt	Höchster Ölgehalt	Wassergehalt maximaler Drucktaupunkt	
	[ $\mu\text{m}$ ]	[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]			[ $^\circ\text{C}$ ]	[ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]
1	0,1	0,1	-70	0,01	-70	-40
2	1	1	-40	0,1	-40	-20
3	5	5	-20	1,0	-20	2
4	15	nicht spezifiziert	+3	5,0	+3	10
5	40	10	+7	25,0	+7	-

Der Drucktaupunkt bestimmt den höchsten zulässigen Wassergehalt der Luft.

- 40  $^\circ\text{C} \triangleq 0,177 \text{ g}/\text{m}^3$

- 20  $^\circ\text{C} \triangleq 0,88 \text{ g}/\text{m}^3$

2  $^\circ\text{C} \triangleq 5,57 \text{ g}/\text{m}^3$

10  $^\circ\text{C} \triangleq 9,36 \text{ g}/\text{m}^3$

Die Qualitätsanforderungen an die Druckluft richten sich nach dem Einsatzgebiet. Die Qualität ist vom Druckluftzeuger zu erbringen und darf durch das Verteilernetz nicht gemindert werden.

### Klasse:

1. z. B. Fotoindustrie
2. z. B. Luftfahrt
3. z. B. Verpackungsindustrie
4. z. B. allgemeine Industrie
5. z. B. Bergbau

## Luftmenge

Die benötigten Luftmengen werden durch die zu versorgenden Verbraucher definiert.

Luft- und somit Energieverluste, die durch Undichtheiten im Verteilernetz und an den Maschinen auftreten, führen zu hohen unnötigen Betriebskosten.

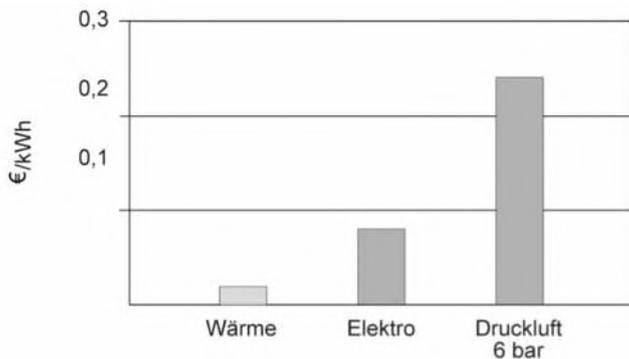
Leckagen können nicht komplett beseitigt werden. Sie vermindern die Wirtschaftlichkeit und sollten soweit wie möglich minimiert werden.

### Wirtschaftlich vertretbare Verluste von der Gesamtanlage

kleine Netze	max. 5 %
mittlere Netze	max. 7 - 8 %
grosse Industrienetze	15 %

Für Kesselanlagen sind die länderspezifischen Vorschriften zu beachten.

### Druckluft – eine teure Energieform



Die Leckagemengen in sanierungsbedürftigen Druckluftanlagen verteilen sich zu  $\approx 30\%$  auf das Netz und zu  $\approx 70\%$  auf Schläuche und Werkzeuge.

Lochdurchmesser [mm]	Luftverlust [l/s] bei		Leistungsbedarf für die Verdichtung [kWh] bei	
	6 bar	12 bar	6 bar	12 bar
1	1,2	1,8	0,3	1,0
3	11,1	20,8	3,1	12,7
5	30,9	58,5	8,3	33,7
10	123,8	235,2	33,0	132,0

Um  $1 \text{ m}^3$  Luft auf 6 bar zu verdichten, werden 0,075 kWh benötigt.

Leckmessungen sind am einfachsten mittels Druckbehälterentleerung durchzuführen.

$$\dot{V} = \frac{V_B \cdot (p_A - p_E)}{t}$$

$V_B$  = Behältervolumen

$p_A$  = Anfangsdruck

$p_E$  = Enddruck

$t$  = Messzeit

$\dot{V}$  = Leckagevolumen (l/min)

## Betriebsdruck

Jeder Druckluftverbraucher (Maschine oder Werkzeug) benötigt neben der Luftqualität und der Luftmenge einen bestimmten Betriebsdruck.

Ein zu niedriger Betriebsdruck, 5 bar anstatt 6 bar, mindert die Leistung einer Maschine oder eines Werkzeugs um ca. 30 %. Eine um 1 bar höhere Verdichtung erzeugt zusätzliche Kosten von ca. 10 %.

Ein zu grosser Druckabfall vom Erzeuger zum Verbraucher entsteht durch zu kleine Rohrquerschnitte, durch Engstellen in der Leitung.

Der Druckabfall vom Erzeuger (Kessel) zum Verbraucher sollte 0.1 bar nicht übersteigen (ohne Filter und Trockner).

$$\Delta p_{\text{Netz}} \leq 0.1 \text{ bar}$$

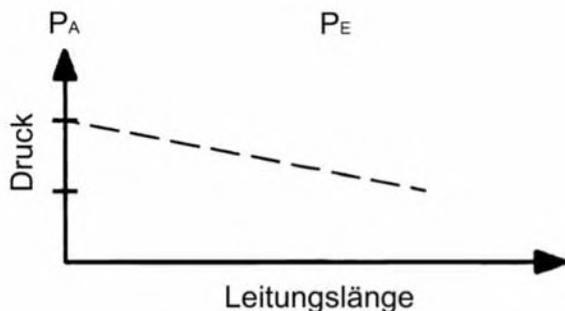
### Definition des Druckes:

Druck = Kraft/Fläche

$$p = F/A$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

Jede Rohrleitung bietet der durchströmenden Luft einen Widerstand. Der Widerstand ist abhängig von der Oberflächenrauigkeit des Rohres, von der Leitungslänge und von der Strömungsgeschwindigkeit.



### Betriebsdruck

Lackiererei	4 bar
Druckluft-Schrauber	6 bar
LKW-Reifen	8 bar
Hebebühne	12 bar

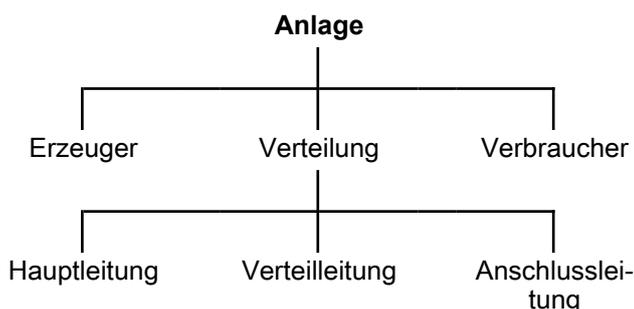
## Einteilung einer Druckluftanlage

Eine Druckluftanlage wird in drei Segmente unterteilt

- in Erzeugung
- in Verteilung
- in Verbraucher

Die Verteilung gliedert sich wiederum in

- Hauptleitung
- Verteilleitung
- Anschlussleitung



### Erzeuger

Zeitgemässe Erzeugerstationen werden heute als massgeschneiderte Komplettlösungen von verschiedenen Herstellern angeboten. Die Anlagen berücksichtigen die Anforderungen an die Luftqualität und zu welcher Zeit welche Luftmenge mit welchem Betriebsdruck benötigt wird.

Die Druckluftherzeugung unterteilt sich in

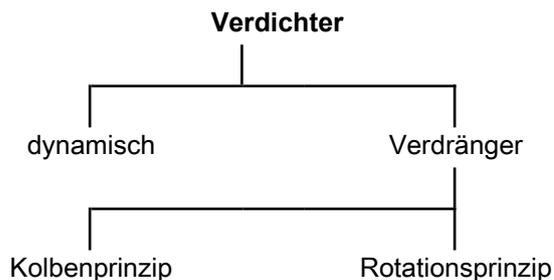
- Herstellung
- Aufbereitung
- Lagerung

### Herstellung

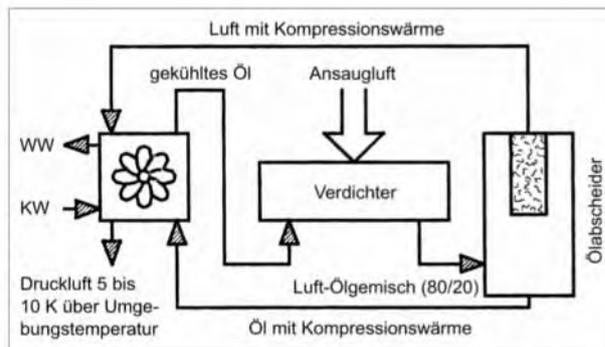
Die Druckluftherstellung erfolgt mittels Luftverdichtern (Kompressoren). Diese lassen sich in dynamische und in Verdrängungsverdichter unterteilen. Die Verdrängungsverdichter teilen sich wiederum in Rotations- und Kolbenverdichter auf. Bei den dynamischen Verdichtern wird Bewegungsenergie in Druckenergie umgewandelt (z. B. Flugzeugtriebwerk).

Moderne Herstellungsanlagen sind heute mit Wärmerückgewinnung ausgerüstet. Die einem Kompressor zugeführte elektrische Energie wird fast vollständig in Wärme umgewandelt. Bei optimaler Wärmenutzung können bis zu 90 % der zugeführten elektrischen Leistung zurückgewonnen werden.

Bei den Verdrängungsverdichtern wird ein Volumen zusammengedrückt (z. B. Luftpumpe).



### Prinzip der Herstellung mit Wärmerückgewinnung



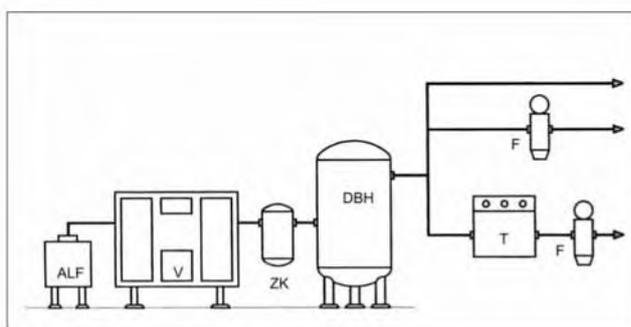
### Aufbereitung

Je nach geforderter Druckluftqualität bedarf es einer bestimmten Aufbereitung. Die Aufbereitung gliedert sich in Reinigung (Filter), Trocknung sowie Öl- und Wasserabscheidung.

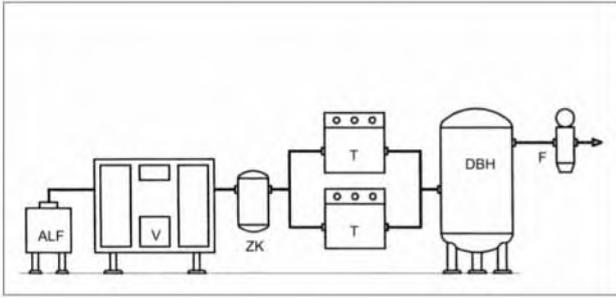
### Lagerung

Der Druckbehälter ist die Pufferstation zwischen Verdichter und Verteilernetz. Die Anordnung des Druckbehälters kann vor oder nach der Aufbereitung erfolgen. Sie ist davon abhängig, ob für alle Verbraucher die gleiche oder eine unterschiedliche Luftqualität erforderlich ist.

### Prinzipien einer Druckluftherzeugung



Druckluftverteilung unterschiedlicher Qualitätsstufen



Druckluft einer Qualitätsstufe

- ALF = Ansaugluftfilter
- V = Verdichter
- ZK = Zyklonabscheider
- DBH = Druckbehälter
- F = Filter
- T = Trockner

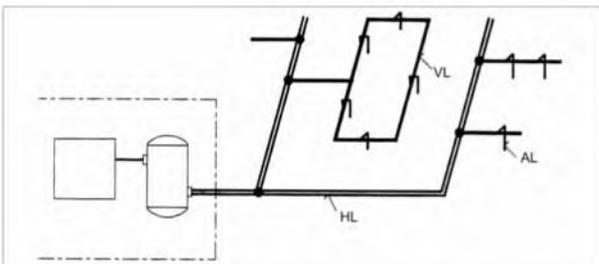
### Verteilung

Das Druckluftnetz unterteilt sich in

- Hauptleitung (HL),
- Verteilleitung (VL) und
- Anschlussleitung (AL).

Wir empfehlen, das Rohrnetz den Anforderungen entsprechend nach Funktion und Einsatz in Segmente aufzuteilen.

Um Leckagen in der Verteilung zu minimieren, sollten Sie Rohrverbindungen stoffschlüssig ausführen und wenn möglich auf Verschraubungen und Flanschverbindungen verzichten. Klemmverbindungen für Kunststoffrohre sollten druck- und vakuumdicht ausgelegt sein und ohne Elastomerdichtungen abdichten.

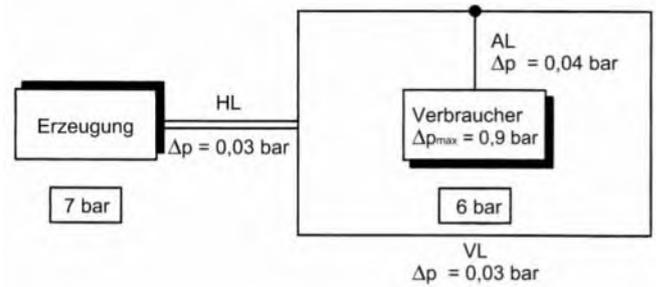


Bei optimal ausgelegten Druckluftnetzen unterteilt man den Druckabfall in

- 0,03 bar für die HL,
- 0,03 bar für die VL und
- 0,04 bar für die AL.

Der **Gesamtdruckverlust** der Anlage inklusive Filter, Abscheider, Trockner, Wartungseinheiten und Anschlussschläuche sollte **0,1 bar** nicht überschreiten.

$$\Delta p_{\text{Netz}} \leq 0,1 \text{ bar}$$



$$\Delta p_{\text{Ges.}} \leq 1,0 \text{ bar}$$

Der Druckabfall vom Druckbehälter bis zum Verbraucheranschluss sollte 0,1 bar nicht überschreiten.

Bei einem Betriebsdruck des Verbrauchers von 6 bar muss die Erzeugerstation mit 7 bar gefahren werden.

### Hauptleitung (HL)

Die Hauptleitung verbindet die Erzeugerstation (Kompressorenraum) mit dem Verteilernetz. Die Hauptleitung sollte so dimensioniert sein, dass für zukünftige Erweiterungen Reserven vorhanden sind.

Der Druckabfall in der Hauptleitung sollte  $\Delta p_{\text{HL}} \leq 0,03 \text{ bar}$  nicht überschreiten.

### Verteilleitung (VL)

Die Verteilleitung verteilt die Luft innerhalb eines Verbraucherabschnittes. Sie kann als Stich- oder Ringleitung bzw. als Ringleitung mit integrierten Stichleitungen ausgelegt werden.

In Maschinenhallen ohne spezifische Anforderungen an die Druckluftverteilung werden Ringleitung bevorzugt. Wenn Leitungen auf Maschinen- oder Anlagengruppen ausgelegt sind, ist es vorteilhaft, kleinere Ringleitungen zu verwenden. Wo dies nicht möglich ist und nur eine grosse Ringleitung verlegt werden kann, ist es sinnvoll, diese mit Stichleitungen zu versehen.

Durch gezielten Einsatz von Absperrarmaturen können für Wartungs- und Erweiterungsarbeiten einzelne Leitungssegmente abgesperrt werden.

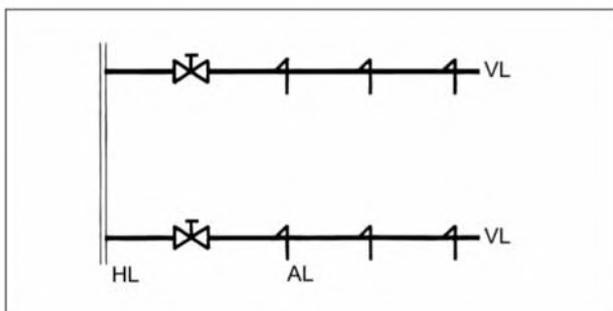
Bei Leitungen mit spezifischen Vorgaben für Maschinengruppen oder Fertigungsstrassen werden auch einzelne Stichleitungen ausgeführt. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn Produktionsprozesse und -anlagen (Montagelinien) öfter umgestellt werden müssen. Somit ändert sich auch immer die Infrastruktur.

Der Druckabfall in der Verteilleitung sollte  $\Delta p_{\text{VL}} \leq 0,03 \text{ bar}$  nicht überschreiten.

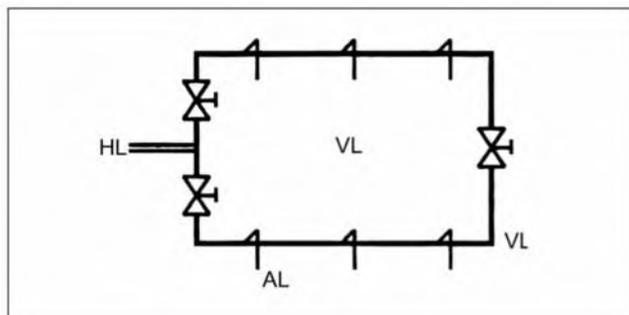
Nennweite (NW) der **HL** oder **VL** bei einer Länge von bis zu 100 m und einem Betriebsdruck von 6 bar.

Q [l/s], [m³/min]	DN [mm]	PB/PE d [mm]
233/14,0	90	110
135/8,1	75	90
100/5,0	63	75
53,3	50	63
30/1,8	40	50
15/0,9	32	40
10/0,6	25	32

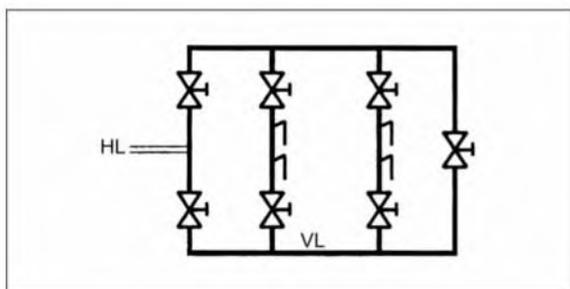
Stichleitung:



Ringleitung:



Ringleitung mit Stichleitungen:



### Anschlussleitung (AL)

Die Anschlussleitung ist die Verbindung zwischen Verteilung und Maschinen- oder Anlagenzapfstelle. Die Anbindung der Anschlussleitung an der Verteilung ist von der Luftqualität abhängig. Bei nicht getrockneter

Luft sollte die Anschlussleitung oben aus der Verteilung geführt werden. Damit soll vermieden werden, dass Kondensat mit der Luft austritt. Bei trockener Luft kann die Anschlussleitung direkt nach unten geführt werden.

Anschlussleitungen sollten an ihrem Ende immer mit einer Absperrarmatur versehen sein. Bei Einzelanschlüssen kann die Absperrung in das weiterführende Anschlussformteil integriert sein. Bei Gruppenanschlüssen über Verteiler empfiehlt es sich, eine separate Absperrung in die Leitung zu integrieren.

Bei direktem Anschluss einer Maschine oder Produktionseinheit an die Verteilung empfiehlt es sich, die Absperrarmatur mit einem elektrisch betätigten Antrieb zu versehen. Beim Abschalten der Maschine wird somit auch die Luftzufuhr unterbrochen. So werden Luftverluste durch Leckagen innerhalb der Maschine vermieden.

Der Druckabfall der Anschlussleitung sollte  $\Delta p_{AL} \leq 0,04$  bar nicht überschreiten.

Q [l/s], [m³/min]	DN [mm]	PB d [mm]
<b>0,42/0,25</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
<b>9,2/0,55</b>	<b>15</b>	<b>20</b>

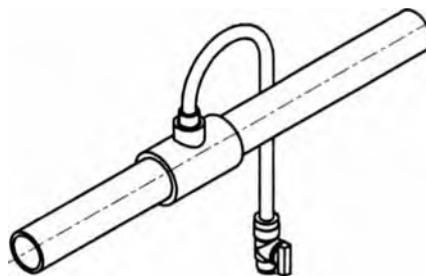
L = 10 m/p = 6 bar

Nennweiten (NW) der **AL** bei einer Länge von 10 m und einem Betriebsdruck von 6 bar.

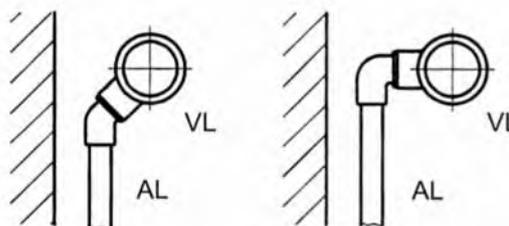
Q [l/s], [m³/min]	DN [mm]	PB d [mm]
<b>16,6/1</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
<b>33,3/2</b>	<b>25</b>	<b>32</b>

L = 10 m/p = 6 bar

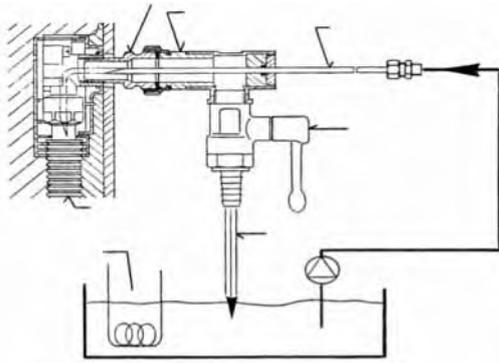
Anbindung der Anschlussleitung bei nicht getrockneter Luft:



Anbindung bei trockener Luft:



Gruppenanschluss mit Absperrung:



## Werkstoffauswahl/Systemauswahl

Anforderungen an eine Druckluftleitung:

- dicht
- wartungsfrei
- ausreichend dimensioniert

Die Rohrmaterialien für Druckluftleitungen lassen sich in zwei Gruppen einteilen: **Metallwerkstoffe** und **Kunststoffwerkstoffe**.

Werkstoffe aus Metall:

- Stahl
- Kupfer
- Edelstahl

Werkstoffe aus Kunststoff:

- Polybuten (PB)
- Polyethylen (PE)
- Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)

Aufgrund der steigenden Qualitätsansprüche in der Drucklufttechnik hinsichtlich Sauberkeit, leichter Montage und einfacherer Wartung werden Rohrsysteme aus Kunststoff immer populärer.

Einen idealen Werkstoff für Druckluftleitungen gibt es generell nicht. Die jeweils gestellten Anforderungskriterien bestimmen den Werkstoff.

### Wichtige Auswahlkriterien:

- Einsatzort
- Druck-/Temperaturgrenzen
- Lebensdauer
- Sicherheit
- Verbindungstechnik
- Verlegetechnik
- Dimensionierung
- Sortiment

Im Regelfall sollte für eine Druckluftinstallation immer nur ein Rohrsystem zum Einsatz kommen, um vor allem den Korrosionsproblemen von Metallsystemen vorzubeugen. Mischsysteme aus Kunststoff und Metall sind diesbezüglich problemlos.

**Wir von GF Piping Systems empfehlen aufgrund unserer jahrzehntelangen Erfahrung im Rohrleitungsbau für Druckluftleitungen die Werkstoffe**

- **Polybuten PB und**
- **Polyethylen PE.**

## Auswahlkriterien

### Einsatzort

#### Polybuten PB

Der Grossteil der Druckluftnetze, **über 80 %**, ist in Werk- und Produktionshallen sowie innerhalb von Gebäuden verlegt. Somit kann von einer Umgebungstemperatur von 15 bis 25 °C ausgegangen werden. Es ist jedoch zu beachten, dass in Werkhallen mit Glasdächern bei Sonneneinstrahlung Temperaturen von bis zu 50 °C und höher auftreten.

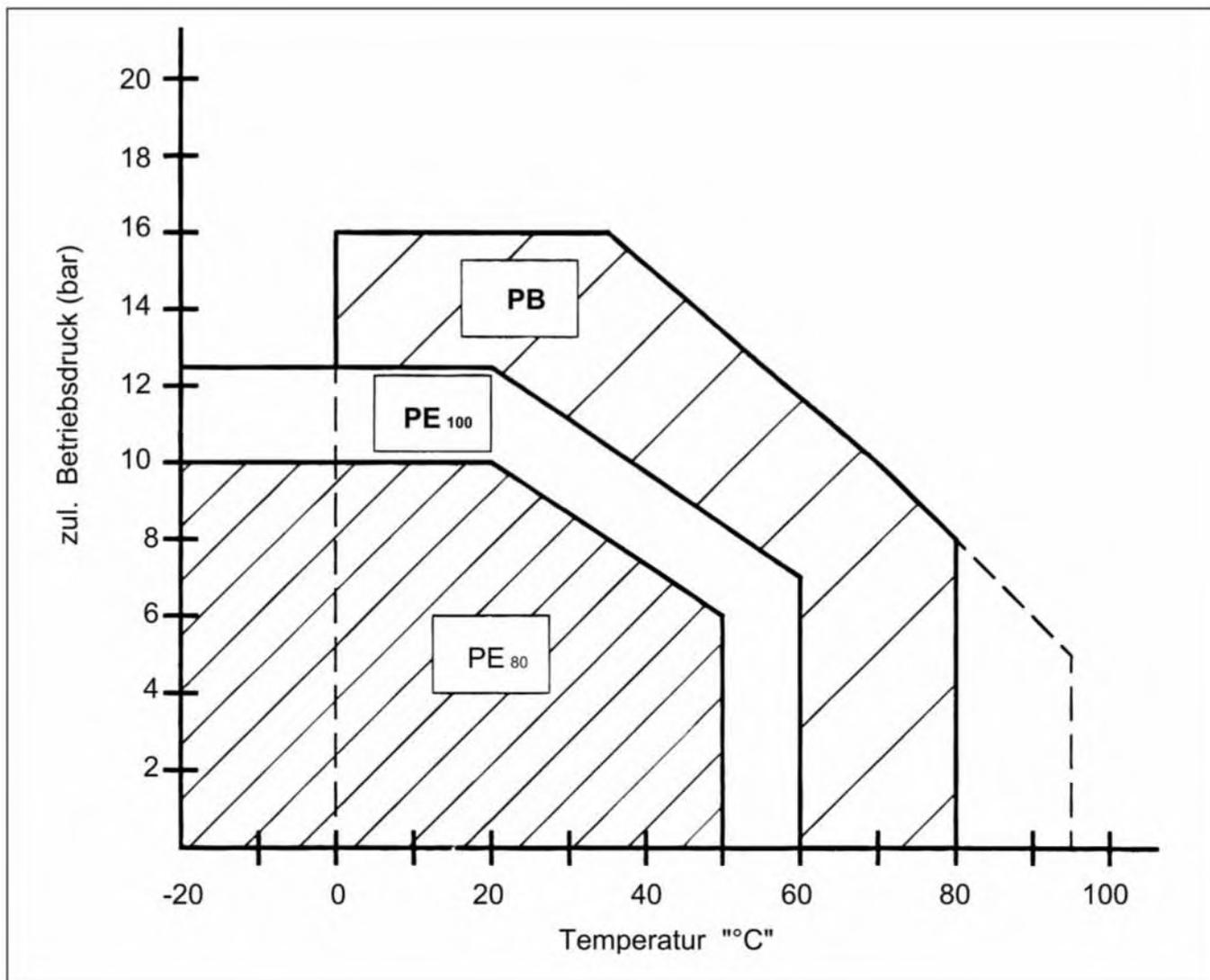
### Druck-/Temperaturgrenzen/Lebensdauer

#### Druck-/Temperaturgrenzen

Das nachfolgend aufgeführte Diagramm zeigt die Einsatzgrenzen der von uns empfohlenen Werkstoffe Polybuten (PB) und Polyethylen (PE).

#### Lebensdauer

Die **Lebensdauer** der Systeme wurde auf **25 Jahre** berechnet, wobei ein **Sicherheitsfaktor** von **1,5** für die Festlegung des zulässigen Betriebsdruckes berücksichtigt wurde.



Die Einsatzgrenzen wurden aus den entsprechenden Zeitstanddiagrammen der einzelnen Werkstoffe ermittelt.

Für PB und PE wurde jeweils die **Rohrserie S5** nach **ISO 4065** zugrunde gelegt. Daraus ergeben sich folgende Rohrabmessungen:

d16	x 2,2
d20	x 2,3
d25	x 2,3
d32	x 2,9
d40	x 3,7
d50	x 4,6
d63	x 5,8
d75	x 6,8
d90	x 8,2
d110	x 10,0

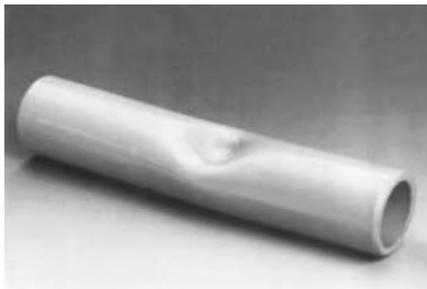
Für weitere Berechnungen des effektiven Sicherheitsfaktors in Abhängigkeit von dem tatsächlichen Betriebsdruck, siehe Einteilung der Drucklage und Verteilung.

### Sicherheit

Unter dem Begriff «Sicherheit» sind mehrere Aspekte zu betrachten, wie z. B.:

- **Bruchverhalten**
- **Beständigkeit** gegenüber UV-Strahlung und Kompressorölen
- **Korrosion**
- **Brandverhalten**

Im Gegensatz zu Wasser ist Druckluft komprimierbar. So kommt es bei mechanischer Beschädigung der Leitung zur explosionsartigen Entspannung. Es ist daher ausserordentlich wichtig, dass von einer durch mechanische Einwirkung beschädigte Druckluftleitung keine Gefahren für die Umgebung ausgehen. In der Drucklufttechnik und bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt sollten nur Kunststoffwerkstoffe für Rohre mit **duktilen Bruchverhalten** eingesetzt werden.



**Duktiles Bruchverhalten** liegt dann vor, wenn bei gewaltsamer Beschädigung einer Leitung und somit verbundener explosionsartiger Entspannung der Druckluft **keine Splitterbildung** entsteht. Somit geht keine unmittelbare Gefahr für die Umgebung aus.

**Die Grenztemperatur für duktilen Bruchverhalten liegt für Polybuten (PB) bei  $\leq -5\text{ °C}$  und für Polyethylen (PE) bei  $\leq -40\text{ °C}$ .**

In einem Druckluftnetz ist immer mit Spuren von Kompressoröl und Kondensat zu rechnen. Im Hinblick auf eine lange Lebensdauer der Anlage und der damit verbundenen Zuverlässigkeit muss der eingesetzte Rohrwerkstoff den Belastungen aus dem Betrieb standhalten.

#### **Ölresistenz von Polybuten (PB) und Polyethylen (PE)**

Mineralöle, esterhaltige Öle sowie Öle mit Anteilen von aromatischen Aminen haben je nach Konzentration negative Einflüsse auf die Lebensdauer der Kunststoffe.

#### **Achtung:**

Stellen Sie sicher, dass bei der Verwendung von INSTAFLEX für Druckluftleitungen nur ölfreie Luft in das Rohrleitungssystem gelangt.

Die Werkstoffe PB und PE bieten den Vorteil, dass sie gegen Korrosionsangriffe von innen und aussen beständig sind. Feuchte und korrosive Atmosphäre führt bei Stahlleitungen unweigerlich zu Korrosion von aussen, Restfeuchte in der Druckluft führt zu Korrosion von innen.

Rohrsysteme aus **PB** und **PE** sind **korrosionssicher**, so dass die Qualität der zu befördernden Luft nicht beeinträchtigt wird.

**PB** und **PE** sind Kunststoffe der **Brandklasse B2** nach DIN 4102 (normalentflammbar).

Unter Einwirkung von offenem Feuer brennen PB und PE mit heller Flamme. Die Brandgase riechen nach Wachs und Paraffin. Bei Polyolefinen wie PB und PE ist aufgrund der nichtvorhandenen Halogene (Chlor) die Entstehung von toxischen sowie korrosiven Verbrennungsprodukten ausgeschlossen, anders als bei PVC und PVC-C.

**Wir empfehlen beim Einsatz von Polybuten (PB) und/oder Polyethylen (PE) das Verteilnetz möglichst ölfrei zu betreiben.**

## **Verbindungstechnik**

**Druckluftnetze müssen dicht sein**, um Verlustmengen und damit verbundene Kosten zu vermeiden. Undichte Stellen entstehen in einem Druckluftnetz vorwiegend in den Verbindungsstellen.

Leitungsrohre und Formstücke sollten **stoffschlüssig** verbunden werden, z. B. durch Schweißen. Unter einer stoffschlüssigen Verbindung versteht man eine direkte homogene Bindung zwischen Rohr- und Formteil, ohne Zusatzstoffe. Diese Verbindung kann nur zerstörend gelöst werden.

Heizwendelschweissung, PB und PE:

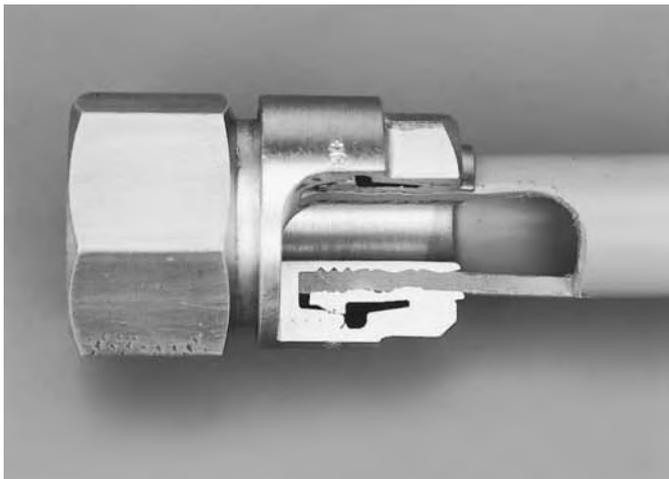


Muffenschweissung, PB und PE:



**Klemmverbindungen** für Kunststoffrohre sollten dauerhaft **druck- und vakuumdicht** sein. Die Abdichtung zwischen Rohr und Formteil sollte **ohne Elastomerdichtungen** erzielt werden.

Die patentierte **INSTAFLEX-Klemmverbindung** für PB-Rohre ist aufgrund der **DVGW-Registrierung** und der dazu notwendigen Prüfungen nach Arbeitsblatt W534 eine dauerhaft dichte Verbindung.



Die bei Metallrohrleitungen üblichen Verbindungen wie Gewindeverbindungen mit Hanfabdichtung, Pressverbindungen mit Elastomerdichtung, Verschraubungen und Flanschverbindungen mit Flachdichtungen führen aufgrund der heute üblichen **«trockenen»** Druckluft nach bestimmten Betriebszeiten zu Leckagen.

Dort wo Verschraubungen oder Flanschverbindungen unumgänglich sind (Behälteranschlüsse), sollten diese so ausgeführt werden, dass Dichtungen problemlos ausgewechselt werden können.

#### Vibrationen

Vibrationen sind der Ursprung der meisten Unregelmäßigkeiten in einem Druckluftnetz.

Es ist daher sinnvoll, ein Leitungssystem einzusetzen, das die Fortpflanzung von Vibrationen verhindert. Polybuten (PB)-Rohrsysteme sind gegenüber Metallrohrsystemen flexibel und können somit als vibrationslose Rohrsysteme bezeichnet werden.

#### Verlegetechnik

Die Verlegetechnik wird hier nur unter dem Aspekt «Werkstoffauswahl» betrachtet.

Die von uns empfohlenen Kunststoffrohre aus Polybuten (PB) und Polyethylen (PE) im Druckluftbereich sind um **ca. 80% leichter** gegenüber Stahlrohren nach DIN 2440. Durch die Flexibilität und das geringe Gewicht ergeben sich für Kunststoffrohre neue Perspektiven in der Verlegetechnik.

Einfache und schnelle Verlegung, geringerer Befestigungsaufwand und rationelle Vorfertigung sind ausschlaggebend für **günstige Installationskosten**.

Durch das geringe Gewicht der Rohre und Formteile können die Druckluftleitungen in oder an bestehenden **Kabelkanälen** verlegt und befestigt werden.

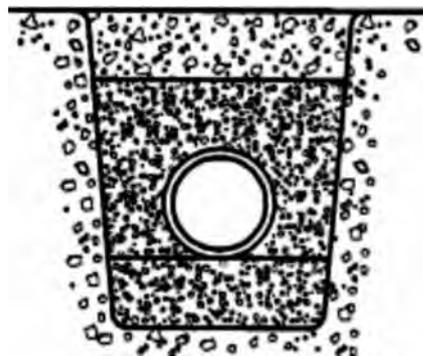


Je nach Rohrdimension können die Leitungen mit **Rohrklips** oder **Kabelbindern** befestigt werden.

Da Kunststoffe nicht elektrisch leiten, ist die Verlegung im Kabelkanal eine besonders komfortable Alternative.

Bei der Verlegung in explosionsgeschützten Räumen ist darauf zu achten, dass sich Kunststoffrohre bei entsprechender Luftfeuchtigkeit statisch entladen.

Bei der Verlegung im Erdreich eignen sich Kunststoffrohre besonders, weil kein Korrosionsschutz notwendig ist. Die entsprechenden Verlegerichtlinien (Sandbett usw.) sind jedoch einzuhalten.



#### Dimensionierung

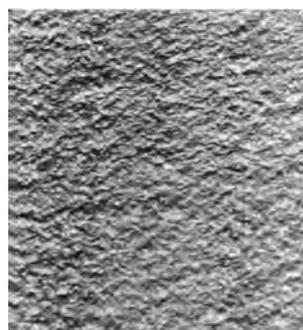
Eine Druckluftleitung ist eine **Energieleitung** und sollte deshalb sorgfältig dimensioniert werden.

Wenn aus Unkenntnis nach «Wasserleitungsgesichtspunkten» dimensioniert wird, vernichten die Druckluftleitungen über 50 % der Energie, bevor sie beim Verbraucher ankommt.

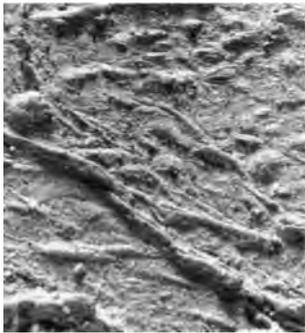
Kunststoffrohre aus **Polybuten (PB)** und **Polyethylen (PE)** transportieren Druckluft wirtschaftlicher als Stahlrohre aufgrund der günstigeren Eigenschaften. Die glatte Oberfläche der **Kunststoffrohre** mit  $k = 0,007$  (Stahlrohr  $k = 0,15$ ) gestattet bei gleichem Rohrrinnenquerschnitt einen höheren Luftdurchsatz bei gleichen Druckverhältnissen.

$k$  = Rauigkeitsfaktor des Rohres

Oberfläche eines Kunststoffrohres:



Oberfläche eines Stahlrohres:



Sortiment



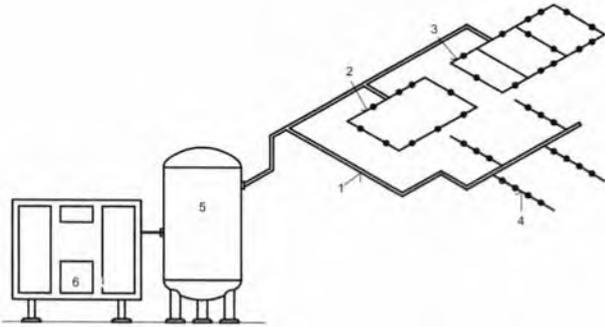
Das INSTAFLEX-Polybuten(PB)-Rohrleitungssystem zeichnet sich durch ein ausgewogenes Sortiment aus: Rohre von d16 bis d225, flexibel und in Stangen, Formteile und Anschlusselemente.

Vor allem die **Heizwendelschweissmuffen** und **Formteile** erleichtern dem Installateur die Montage der Leitungen mit Hilfe der produktkodierten Steckeranschlüsse und dem somit einfachst zu bedienendem Schweißgerät.

## Leitungsplanung und -verlegung

Bei der Leitungsplanung ist es wichtig, die bauseitigen Gegebenheiten genau zu kennen. Die Bündelung von Energieleitungen in oder auf gemeinsame Trägerelemente senkt Montagezeiten und Kosten. Da Kunststoffleitungen ca. 80 % leichter sind als Metalleitungen, ist auch der Befestigungsaufwand dementsprechend geringer.

Als erstes sollte Sie bei der Planung eine schematische, isometrische Zeichnung der Anlage erstellen.



- 1 = Hauptleitung (HL)
- 2 = Verteilung (VL-Ring)
- 3 = Verteilung (VL-Ringleitung mit Querspangen)
- 4 = Verteilung (VL-Stichleitung)
- 5 = Druckbehälter
- 6 = Verdichter

Wenn sich Druckluftleitungen im Bereich von Durchfahrtstellen, im Schwenkbereich von hängenden Lasten und ähnlichen Gefahrenzonen befinden, ist bei der Planung darauf zu achten, dass Druckluftleitungen gegen mechanische Beschädigung und Schlag- oder Stossbelastung geschützt werden.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass Kunststoffrohre auf Temperaturänderungen mit Ausdehnung oder Schrumpfung reagieren. Bei Druckluftleitungen sind die Temperaturschwankungen nur auf die Umgebungstemperatur zurückzuführen.

Generell stehen für die Verlegung von **Polybuten (PB)**- und **Polyethylen (PE)**-Leitungen zwei Verlegearten zur Disposition.

### 1. Biege- oder Federschenkelmontage

Hierbei wird der thermisch bedingten Längenänderung Rechnung getragen.

### 2. Starre Montage

Hierbei muss das Rohr die thermisch bedingte Längenänderung in sich aufnehmen.

### Achtung:

Bei der Planung sollten die Haupt-, Verteil- und Anschlussleitungen einzeln betrachtet werden.

### Hauptleitung (HL)

Wir empfehlen für Hauptleitungen, bis d63 (d75) die starre Montage anzuwenden. Dimensionen ab d75 sollten mit Biege- oder Federschenkelmontage ausgeführt werden.

Fixpunkte sollten Sie so wählen, dass möglichst das Abgangs-T-Stück zur Verteilung fixiert wird.

Am HL-Abgang sowie an Verzweigungen sollte immer ein Absperrorgan plaziert werden. So können einzelne Netzteile stillgelegt werden, ohne dass der Gesamtbetrieb gestört wird.

### Bestimmung des Biegeschenkels:

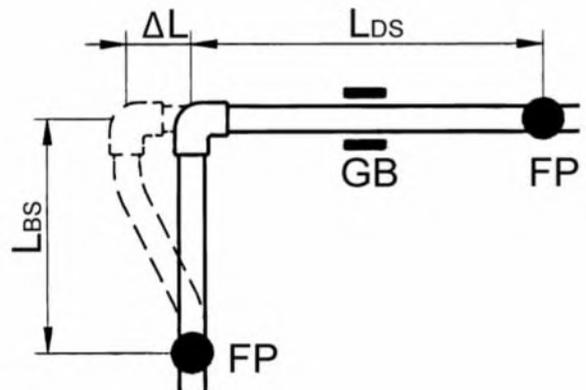
$$L_{BS} = C \cdot \sqrt{\Delta L \cdot d}$$

<b>C</b> für	PB	=	10
	PE	=	27
	St	=	91

$$\Delta L = L_{DS} \times \alpha \times \Delta \vartheta$$

<b>α</b> für	PB	=	0,130 mm/mK
	PE	=	0,200 mm/mK
	St	=	0,012 mm/mK

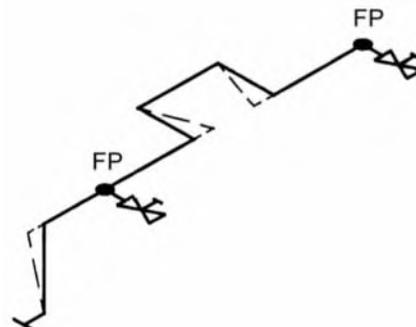
### Richtungsänderung:



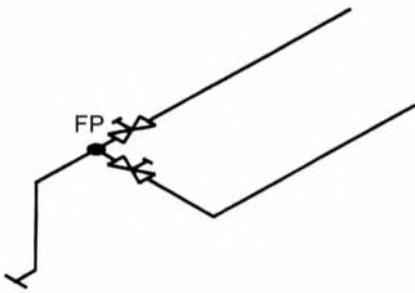
FP = Fixpunkt  
GB = Gleitbefestigung

<b>ΔL</b>	=	Längenänderung
<b>L<sub>DS</sub></b>	=	Länge des Dehnungsschenkels
<b>L<sub>BS</sub></b>	=	Länge des Biegeschenkels
<b>α</b>	=	Wärmedehnungskoeffizient
<b>d</b>	=	Rohraussendurchmesser
<b>C</b>	=	Werkstoffkonstante
<b>Δϑ</b>	=	Temperaturdifferenz

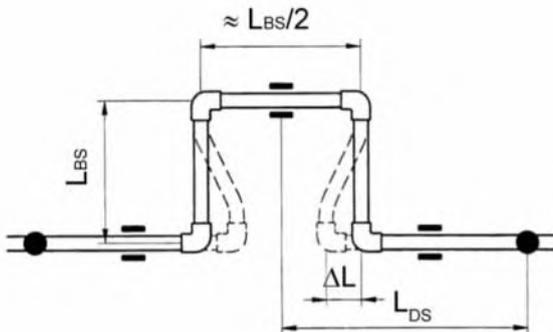
### HL-Abgänge zur Verteilung:



HL-Verzweigung:



Dehnungsbogen:



**Beispiel:**  
 Biegeschenkelbestimmung

- $L_{DS} = 20 \text{ m}$
- $\Delta\vartheta = 20 \text{ K}$
- Rohr = d32

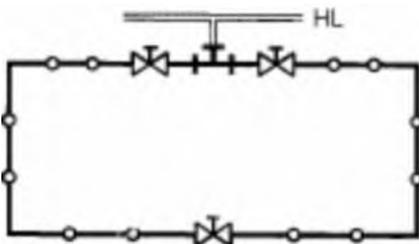
$$L_{BS} = C \cdot \sqrt{L_{BS} \cdot \alpha \cdot \Delta\vartheta \cdot d}$$

- $L_{BS}$  für PB = 32 cm
- $L_{BS}$  für PE = 108 cm
- $L_{BS}$  für St = 91 cm

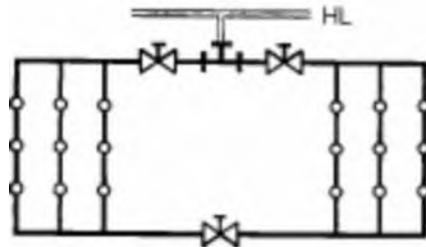
**Verteilung (VL)**

Die drei vorwiegenden Leitungsführungsprinzipien für Verteilungen:

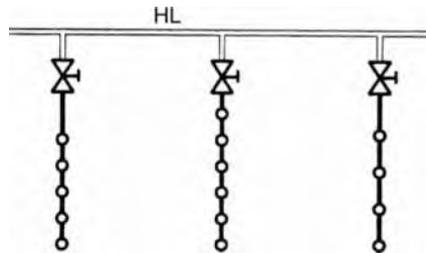
Ringleitung



Ringleitung mit Querspannen



Sticleitungen

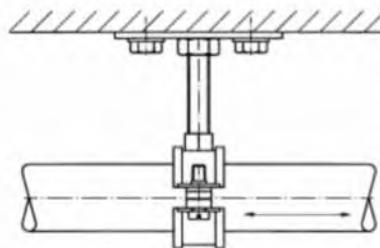


Durch geschickte Anordnung der Absperrorgane können einzelne Verteilungszonen stillgelegt werden, ohne den kompletten Betrieb zu unterbrechen. Die Unterteilung der Verteilungen (Ring- und Sticleitungen) muss den jeweiligen Gegebenheiten und Anforderungen angepasst werden.

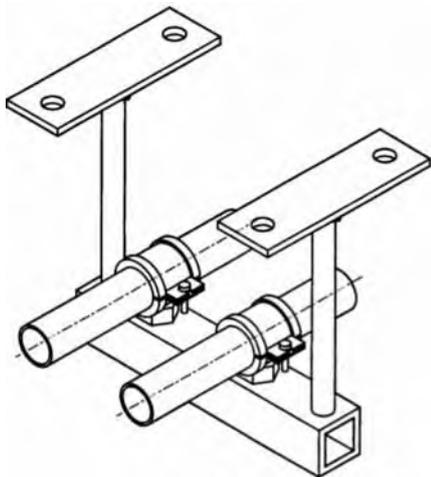
Bei der Leitungsverlegung der Verteilungen ist darauf zu achten, dass bestehende Trägersysteme anderer Energieleitungen mitbenutzt werden. Die Verlegung der Verteilung in oder an **Elektrokabelkanälen** ist die einfachste und rationellste Art der Verlegung. Da Kunststoffe nicht elektrisch leitend sind, gibt es keine Beeinträchtigungen.

**Befestigungsarten**

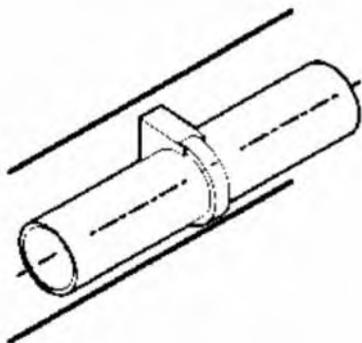
Normale Befestigung an Decken, Wänden oder anderen Trägern mit Rohrschellen:



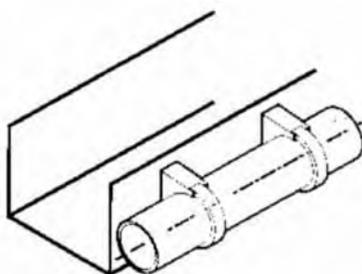
Befestigung auf/an Leitungsstrassierungen mit Rohr-  
schellen:



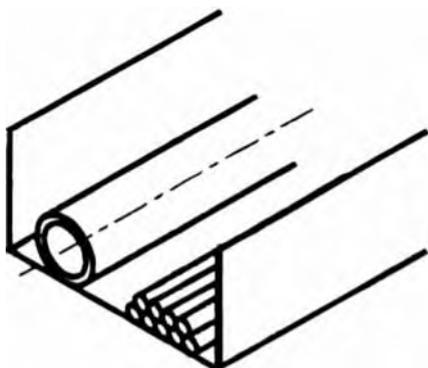
Befestigung mit Rohrklips:



Befestigung am Kabelkanal mit Rohrklips:



Verlegung im Kabelkanal:



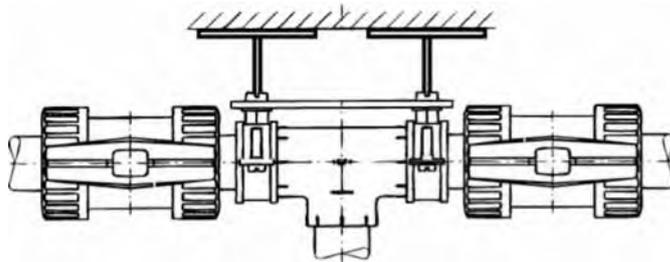
Im Kabelkanal kann die Leitung mit Ka-  
belbindern befestigt werden.

### Starre oder flexible Rohrmontage

Je nach Verlegetechnik, starr oder flexibel, ist die richti-  
ge Anordnung von Fixpunkten sehr wichtig.

Bei **Stichleitungen** sind Fixpunkte, wenn nötig, entspre-  
chend den örtlichen Gegebenheiten anzuordnen.

Bei **Ringleitungen** sind Fixpunkte am Ringeingang, bei  
Absperrorganen und je nach Gegebenheit auch bei den  
Knotenpunkten der Querspangen anzuordnen.



Fixpunkt beim Ringeingang

### Achtung:

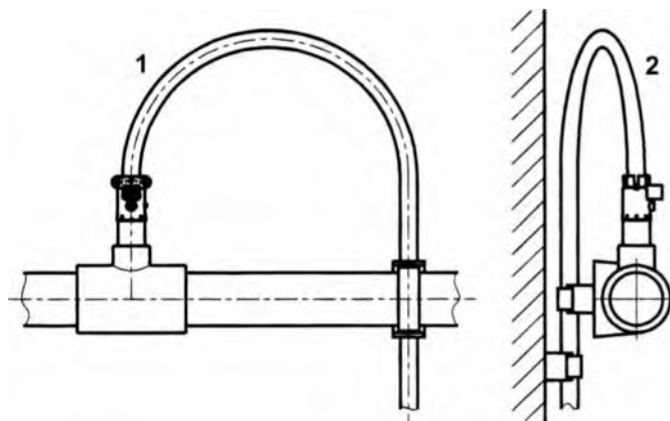
In der Leitung montierte Ventile oder Apparate, sind  
sie gesondert zu befestigen.

### Anschlussleitung (AL)

Die Art der Anbindung der Anschlussleitung (AL) an die  
Verteilleitung (VL) ist von der Luftqualität und von der  
Dimension der Anschlussleitung abhängig.

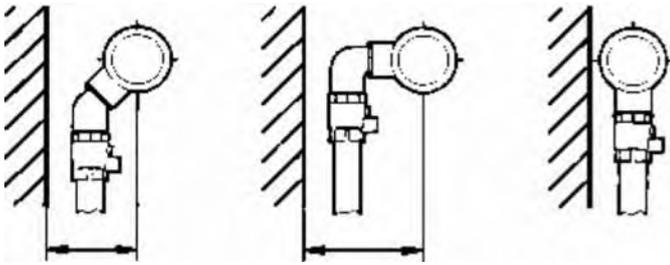
Bei **feuchter Druckluft** sind AL von oben an die VL an-  
zubinden.

Bei **trockener Druckluft** können die AL beliebig an die  
VL angebunden werden.



- 1 Schwanenhals mit Polybuten (PB)-Rohren Dimension d16 und d20
- 2 - T-Stück mit HWS-Abgang-PB  
- Rohr 16 x 2,2 oder 20 x 2,8 kann als Schwanenhals gebogen werden  
- Biegeradius mind. 8 x d

**Achtung:**  
Für Werkstoffe wie z. B. PE muss der Schwanenhals zusammengesetzt werden.



### Anbindung der AL mit d16 oder grösser

Zur Anbindung der Anschlussleitung empfehlen wir, den Abgang der Verteilleitung mit einem Heizwendelschweiss-Übergang zu versehen. Dies verkürzt und vereinfacht die Montage.

Der Anschlussknotenpunkt für Maschinen-, Geräte- oder Apparate am Ende der Anschlussleitung kann als Einzel- oder Mehrfachknoten ausgeführt werden.

### Mehrfachknotenpunkt

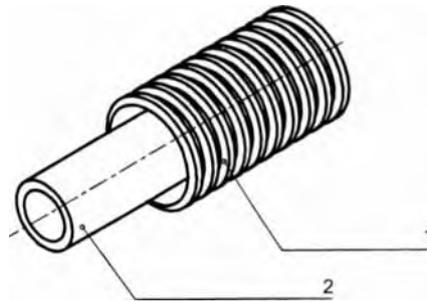
INSTAFLEX-Ventil und -Verteiler:



Verteiler aus Buntmetall mit Anschlussgewinden G 1/2", Verteilerbefestigung mit Rohrschellen oder Rohrklips

Wenn Sie Anschlussleitungen im **nicht sichtbaren Bereich** verlegen wollen, z. B. in Labor-, Schulungs- und Versuchsräumen, bietet das **INSTAFLEX-Rohr-in-Rohr-System** mit **Polybuten-Rohren** einen weiteren Nutzungsvorteil. Das Schutzrohr trennt, isoliert und schützt das Mediumrohr vom umschliessenden Baukörper, egal ob die Verlegung im Mauerschlitz oder hinter einer Wandverkleidung ausgeführt wird.

Ein breites Sortiment an Anschlussformteilen mit entsprechendem Montage- und Befestigungsmaterial steht Ihnen für diesen Anwendungsbereich im INSTAFLEX-Lieferprogramm zur Verfügung.



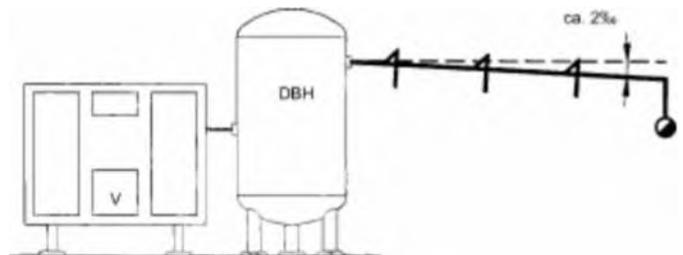
1 Schutzrohr  
2 PB-Mediumrohr d16/d20/d25



### Besondere Verlegefälle

Wenn Druckluftnetze in der Aufbereitung **ohne Trockner** arbeiten, müssen die Haupt- und Verteilleitungen mit **ca. 2 % Gefälle** verlegt werden. Am Leitungsende ist ein Kondensatableiter zu montieren.

Wenn Druckluftnetze **mit trockener Druckluft** betrieben werden, können die Leitungen horizontal verlegt werden.

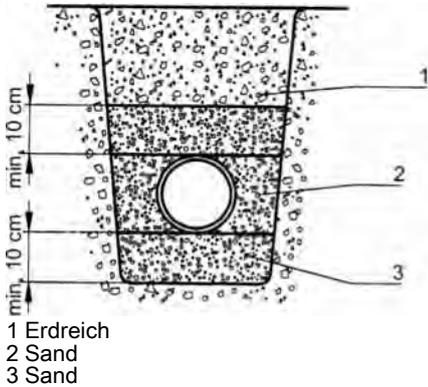


### Erdverlegung

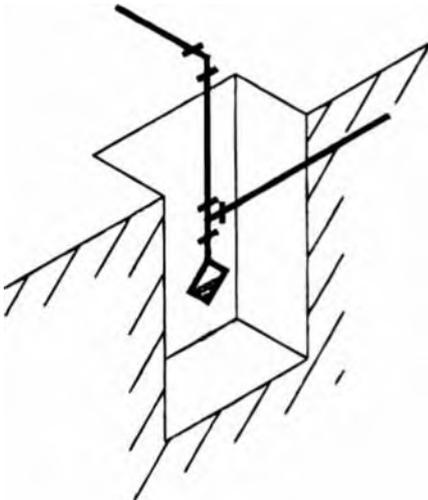
Polybuten (PB)-Rohre eignen sich wegen ihrer Korrosionsbeständigkeit auch für die Erdverlegung.

Bei der Erdverlegung sind die Leitungen in frostsicherer Tiefe zu verlegen. Steine und andere scharfe Gegenstände müssen entfernt werden. Die Grabensohle wird mit ca. 10 cm Sand oder ähnlichem feinkörnigem Material ausgelegt. Auch die Aufschüttung, die mit der Lei-

ung in Berührung kommt, sollte mit dem gleichen Material wie die Grabensohle ausgefüllt sein. Das Rohr sollte nochmals mindestens 10 cm mit dem feinkörnigen Material überdeckt sein, bevor die Erdschicht darüber kommt.

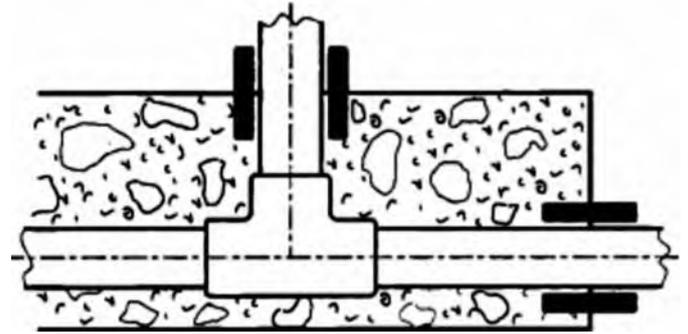
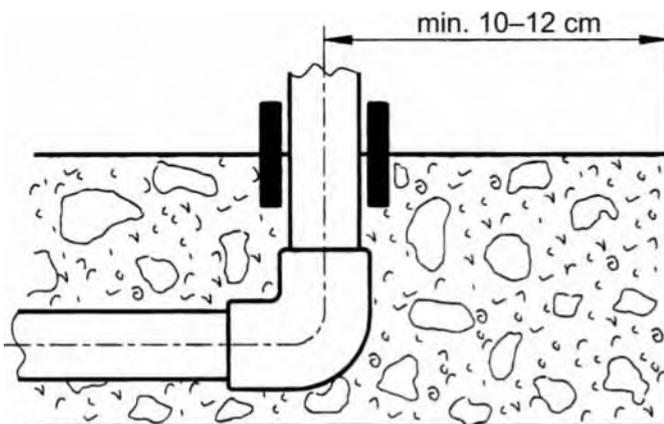


Wegen möglicher Kondensatbildung bei erdverlegten Leitungen sollte an einem niedrigen Punkt ein Wasserabscheider vorgesehen werden.

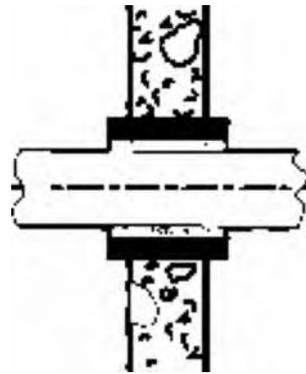


### Kanalverlegung

Wenn bei der Verlegung in Bodenkanälen mit einer Betonschüttung geschlossen wird, ist darauf zu achten, dass die Leitungen formschlüssig umschlossen werden. Bei Ein- und Ausführung der Leitungen schützen Sie diese gegen Beschädigung durch entsprechende Massnahmen.



Bei Decken- oder Wanddurchführungen ist die Leitung durch eine Hülse oder durch Isolationsmaterial vom Baukörper zu trennen. Die Hülse sollte beidseitig am Baukörper vorstehen.



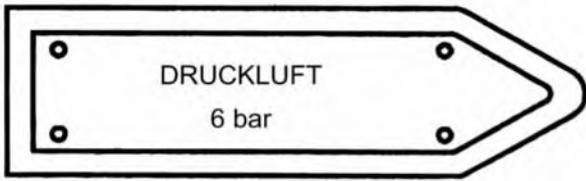
### Kennzeichnung

Nach **VEG 1 § 49** und **DIN 2403** sind Rohrleitungen zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung mit der Art des Durchflussmediums ist unerlässlich im Interesse der Sicherheit und der wirksamen Brandbekämpfung.

Die Kennzeichnung erfolgt

- am Anfang und am Ende der Rohrleitung,
- an Abzweigungen und Durchführungen und
- an Armaturen.

Medium	Gruppe	Farbe-RAL-
Wasser	1	grün 6018
<b>Druckluft</b>	<b>3</b>	<b>grau 7001</b>
Gas	4/5	gelb 1012
Säure	6	orange 2000
Laugen	7	violett 4001
Sauerstoff	0	blau 5015
Dampf	2	rot 3003



## Dimensionierung

Die **Energieträger «Druckluftleitung»** muss sorgfältig dimensioniert und berechnet werden.

**Eine Druckluftleitung ist keine Wasserleitung.**

Wenn eine Druckluftleitung nach den Wasserleitungsprinzipien berechnet wird, weist sie Energieverluste von  $\geq 50\%$  auf.

Für die Dimensionierung müssen die drei Hauptfaktoren bekannt sein:

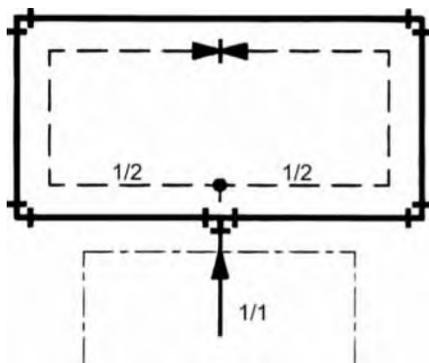
1. Netzkonzept
2. Leitungswerkstoff
3. Gesamtluftbedarf

### Netzkonzept

Ein Netz besteht aus:

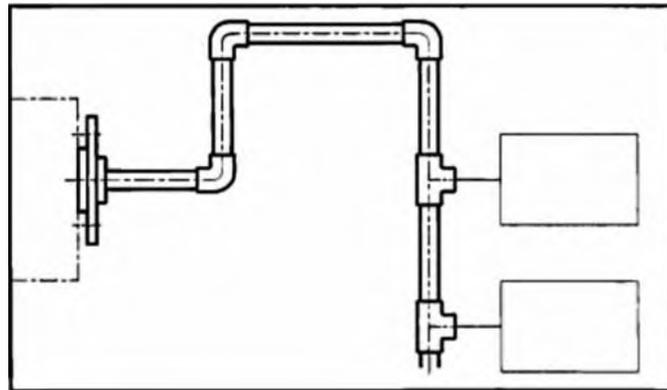
- **Anschlussleitung**, maximaler Druckabfall von  $\Delta p \leq 0,04$  bar  
Verbindung zwischen Verteilleitung und Verbraucheranschluss
- **Verteilleitung**, maximaler Druckabfall von  $\Delta p \leq 0,03$  bar  
als Ringleitung oder als Stichleitung ausführbar

Ringleitungen haben gegenüber Stichleitungen den Vorteil, dass sie ein doppelt so grosses Leistungsvermögen aufweisen. Wir empfehlen sie besonders, wenn die Verbraucher möglichst gleichmässig verteilt sind.



Die Ringleitung wird in der Mitte aufgeteilt und mit der halben Nennlänge und dem halben benötigten Luftbedarf berechnet, analog einer Stichleitung.

- **Hauptleitung**, maximaler Druckabfall von  $\Delta p \leq 0,03$  bar  
Verbindung zwischen Druckbehälter und Verteilleitung



In der Hauptleitung sammelt sich die gesamte Luftmenge der angeschlossenen Verteilleitungen.

Hauptleitungen sind meistens nicht sehr lang. Sie sollten diesen Bereich etwas grosszügiger dimensionieren und Reserven einbauen, um eventuell spätere Erweiterungen abzufangen und Kosten zu sparen.

### Leitungswerkstoff

Vor der Dimensionierung ist unbedingt die Werkstoffauswahl zu treffen, da sie einen entscheidenden Faktor bei der Berechnung des Druckverlustes darstellt. So ist die Rohrrinnenoberfläche eine wichtige Grösse, rauh bei Stahl ( $k = 0,15$ ) oder glatt bei Kunststoff ( $k = 0,007$ ). Die Rohrwanddicke ( $s$ ) bei Kunststoffrohren ist abhängig von der Werkstofffestigkeit bei Temperaturbelastung. Bei gleichen Anwendungsbedingungen (z. B.  $20\text{ °C}/16\text{ bar}/\text{NW } 25$ ) weist ein Polybuten-Rohr einen Aussendurchmesser von  $d_{32}$  auf, ein Polyethylen-Rohr jedoch einen von  $d_{40}$  aufgrund der benötigten grösseren Wanddicke.

### Gesamtluftbedarf

Der Luftbedarf wird aus den Angaben der angeschlossenen Geräte, Apparate und Maschinen ermittelt und addiert.

Damit das Leitungsnetz jedoch nicht unnötig überdimensioniert wird, ist der **Nutzungsgrad** zu ermitteln und entsprechend zu berücksichtigen.

**Wir empfehlen, bei der Bestimmung des benötigten Luftbedarfs Zuschläge und Reserven einzuplanen.**

**Zuschläge für:**

- Leckagen	10 %
- Fehleinschätzungen	10 %
- Reserven	mit Betreiber abklären

**Beispiel:**

Ermittlung des Gesamtluftbedarfs

Maschinen-Nummer	1	2
Luftbedarf <b>V [l/min]</b>	300	500
Anzahl Maschinen <b>n</b>	2	1
Nutzungs- grad <b>η = %</b>	50	25
Luftbedarf <b>V [l/min]</b>	300	125
Gesamtluftbedarf	<b>425 l/min</b>	

$$V = \dot{V} \times n \times \eta$$

Luftbedarf einschliesslich Zuschläge

**V = 600 l/min**

**Formblatt 1** zur Bestimmung des Gesamtluftbedarfs  
siehe INSTAFLEX.

# INSTAFLEX

Ermittlung des Gesamtluftbedarfs										Formblatt Nr. 1
Werkzeug/Maschine <b>Nr.:</b>										
Versorgungsdruck <b>P<sub>u</sub></b>										
Luftbedarf <b>V̇ (l/min)</b>										
Anzahl Maschinen <b>n</b>										
Nutzungsgrad <b>η (%)</b>										
Benötigter Luftbedarf <b>l/min</b>										
<b>V = V̇ x n x η</b>										
(Beispiel siehe Seite 12.27)										
<b>Gesamtluftbedarf</b>										
Σ										l/min
Objekt: _____	Erstellt von: _____				Datum: _____				Visum: _____	

## Leitungsdimensionierung

Durch die Netzkonzipierung ergeben sich die Längen von Anschluss-, Verteil- und Hauptleitung. Die eingesetzten Formteile (Winkel/T-Stücke/u.a.) und Armaturen werden entsprechend ihrem äquivalenten Rohrlängenwert der Leitungslänge hinzuaddiert.

Die Vordimensionierung der Leitung kann mit Hilfe der **Tabelle 1** vorgenommen werden.

Die maximalen Durchflussmengen der verschiedenen Rohrdurchmesser bei unterschiedlichem Betriebsdruck basieren auf einem Druckverlust von 0,03 bar bei 100 m Leitungslänge.

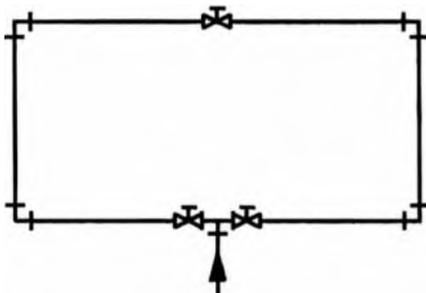
**Tabelle 1**

Betriebsdruck [bar]	4	6	8	10	12	16
Rohr- $\varnothing$	Max. Durchflussmenge [m <sup>3</sup> /min]					
16	-	-	-	-	0,10	0,15
20	-	-	-	0,18	0,20	0,25
25	0,20	0,28	0,30	0,34	0,38	0,45
32	0,48	0,55	0,62	0,70	0,75	0,85
40	0,78	0,90	1,00	1,30	1,50	1,70
50	1,40	1,75	2,00	2,20	2,60	3,00
63	2,50	3,25	3,80	4,20	4,60	5,20
75	4,10	5,00	6,00	7,00	7,50	8,20
90	7,00	8,10	9,95	11,00	12,50	14,00
110	11,50	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00

Rohrlänge L = 100 m  
Druckverlust  $\Delta p$  = 0,03 bar

$$1 \text{ m}^3/\text{min} \triangleq 1000 \text{ l/min} = 16,7 \text{ l/s}$$

Äquivalente Rohrlängen für Formteile siehe **Tabelle 2** des Unterabschnitts «Nomogramm».



**Beispiel:**

VL = 110 m  
p = 0,03 bar  
p = 6,0 bar  
V = 4500 l/min

Verteilleitung	<b>d75</b>	L = 110 m
1 T-Stück		2,5 m
4 Winkel 90°		6,0 m
3 Kugelhähne		ca. 1,6 m
<b>Gesamtlänge</b>		<b>120,1 m</b>

Aus Tabelle 1 ergibt sich bei einem Betriebsdruck von 6 bar und einem Luftbedarf von 4500 l/min (4,5 m<sup>3</sup>/min) ein Rohrdurchmesser von **d75**.

$$1 \text{ bar} \triangleq 10^5 \text{ Pa}$$

## Nomogramm

Das nachfolgende Nomogramm dient zur Ermittlung des Rohrdurchmessers bei Druckluftleitungen aus PB und PE-HD. Es ist ein schneller und einfacher Weg zur Ermittlung der richtigen Rohrabmessung.

### Vorgehensweise:

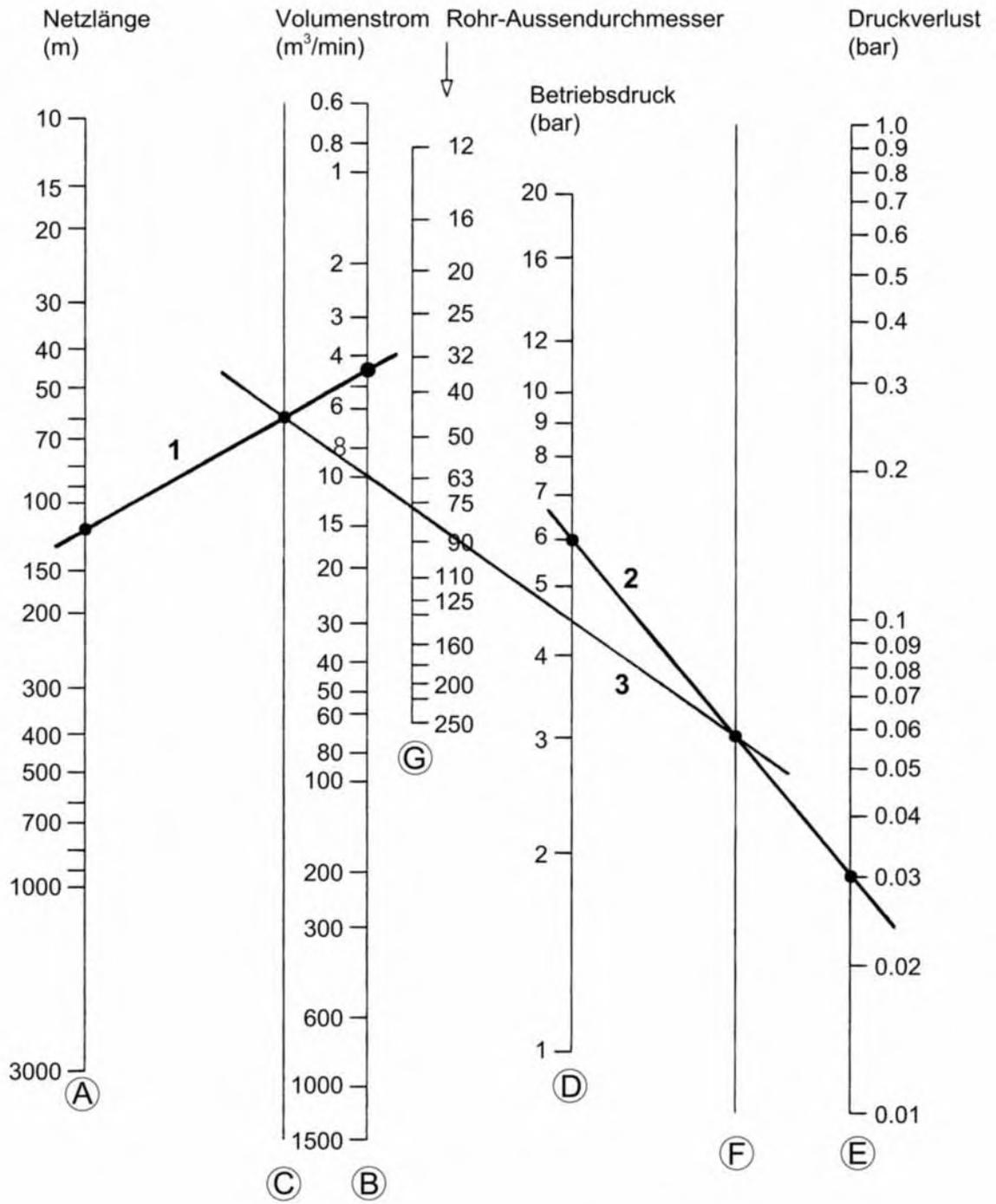
1. Bestimmen Sie Rohrlänge [m] **A** und Durchflussmenge [m<sup>3</sup>/min] **B** und verbinden Sie sie mit Linie **1**.
2. Verbinden Sie Druckverlust [bar] **E** und Betriebsdruck [bar] **D** mit Linie **2**.
3. Verbinden Sie die beiden Schnittpunkte **1/C** und **2/F** mit Linie **3**.
4. Der Schnittpunkt der Linie **3** mit **G** zeigt die Rohrabmessung auf.

### Beispiel:

L = 120 m  
V = 4,5 m<sup>3</sup>/min  
 $\Delta$  = 0,03 bar  
p = 6 bar

**Ergebnis Rohrabmessung: d = 75**

### Nomogramm zur Ermittlung des Rohrdurchmessers bei Druckluftleitungen aus PB (PN 16) und PE-HD

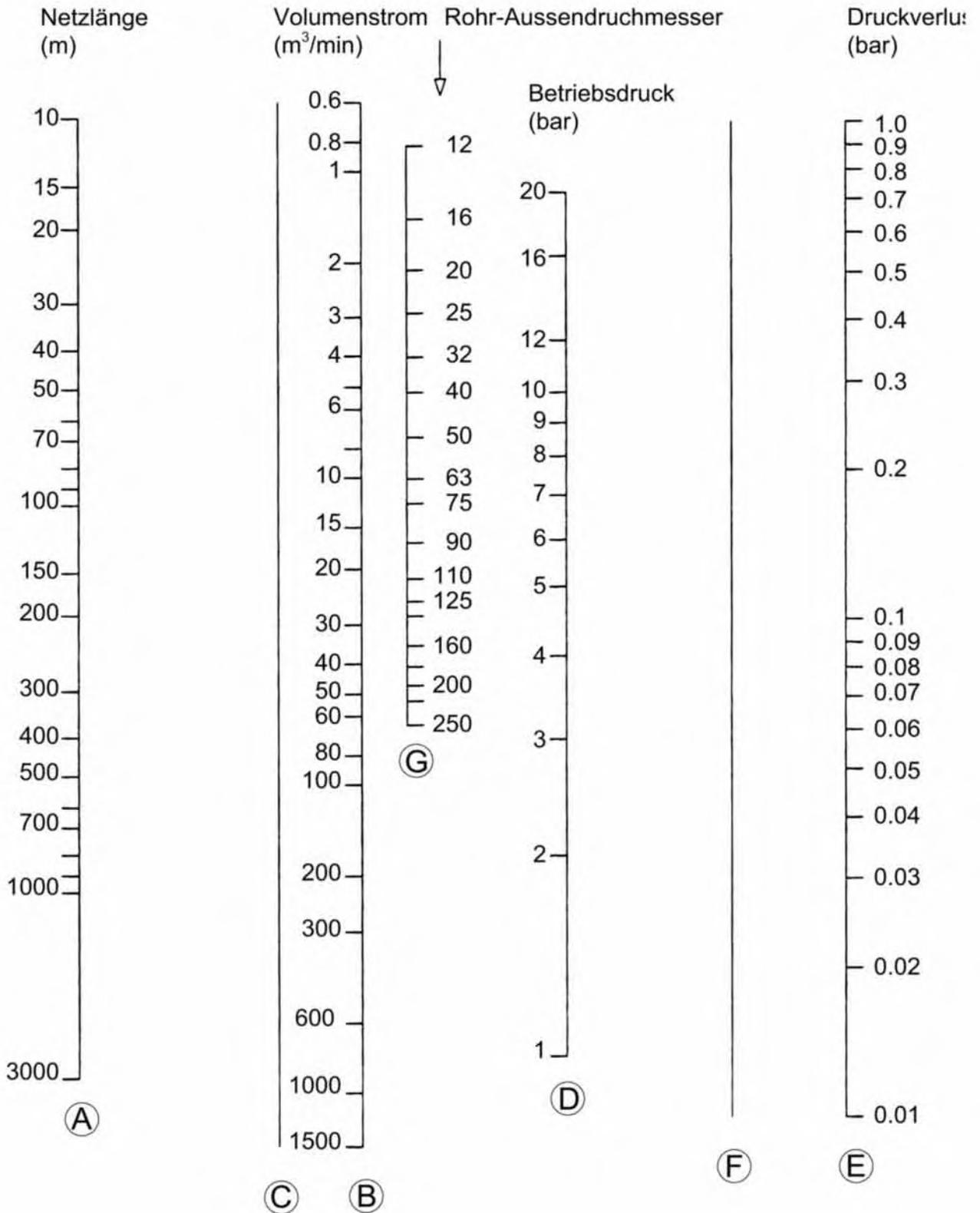


**Tabelle 2**

Äquivalente Rohrlängen für Formteile und Armaturen aus Kunststoff (Polybuten/Polyethylen)

Rohr-ø A	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
<b>Formteile</b> Winkel 90° 	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00	1,25	1,50	1,80	2,50
Winkel 45° 	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,75	0,9	1,25
T-Stück Durchgang 	0,10	0,15	0,15	0,20	0,25	0,35	0,45	0,60	0,75	1,00
T-Stück Abzweig 	0,50	0,65	0,80	1,00	1,25	1,50	1,90	2,30	2,90	3,50
T-Stück Trennung 	0,65	0,80	1,00	1,25	1,50	1,80	2,10	2,50	3,10	3,80
Reduktion 	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,70	0,90	1,20	1,50	1,90
Schwanen- hals-Ab- gang 	0,70	0,85	1,00	-	-	-	-	-	-	-
<b>Armaturen</b> Kugelhahn/ PB-Schie- ber 	-	0,16	0,18	0,20	0,24	0,28	0,40	0,52	0,65	0,80
Membran- ventil 	-	0,90	1,20	1,60	2,10	2,60	3,30	4,10	5,00	6,20

### Nomogramm zur Ermittlung des Rohrdurchmessers bei Druckluftleitungen aus PB (PN 16) und PE-HD (PN 10)



## Sanierung bestehender Anlagen

Für den Betreiber einer Druckluftanlage sind die wirtschaftlichen Daten der Anlage von entscheidender Wichtigkeit.

Zwei Faktoren stehen dabei im Vordergrund:

- Druckverluste
- Leckageverluste

### Druckverluste

Wenn aufgrund von Berechnungsfehlern oder Investitionskosteneinsparung zu kleine Dimensionierungen gewählt werden, erhöhen sich die Druckverluste. Somit führt es auch zu erhöhten Energiekosten bei der Bereitstellung der Druckluft.

Im nachfolgenden Beispiel sind die erhöhten Energiekosten für die Kompensation des Druckverlustes aufgezeigt.

Betriebsdruck	6 bar
Netzlänge	200 m
Volumenstrom	12 m <sup>3</sup> /min

DN <sub>R</sub>	Druckabfall Δp [bar]	Energiekosten EUR p.a.
<b>90</b>	<b>0,04</b>	<b>200,00</b>
70	0,2	800,00
50	0,86	4400,00

Wie lange es dauert, bis sich die etwas höheren Investitionskosten der grösseren Leitung im Vergleich zu den erhöhten Energiekosten der kleineren Leitung lohnen, ist eine einfache Rechnung.

**Einsparungen bei den Erstellungskosten werden durch die hohen Folgekosten schnell aufgebraucht.**

### Leckageverluste

Man sollte unbedingt wissen, wo und wieviel der produzierten Druckluft auf der Strecke zwischen Erzeuger und Verbraucher verloren geht.

Kleinere Leckagen sind meist nur unter Einsatz von Lecksuchsprays zu orten, wohingegen grössere Leckstellen aufgrund von Zischgeräuschen einfacher zu orten sind.

Für die Ermittlung des Leckagevolumens kommt hauptsächlich die Messmethode **Druckbehälterentleerung** oder **Einschaltzeitmessung** des Kompressors zum Einsatz.

### Druckbehälterentleerung

Der Druckbehälter (V<sub>B</sub>) wird mit einem beliebigen Druck (p<sub>A</sub>) gefüllt. Dann wird die Zeit (t) gemessen, in der der Behälterdruck auf einen Druck (p<sub>E</sub>) absinkt.

### Beispiel:

$$\begin{aligned} V_B &= 1000 \text{ l} \\ p_A &= 8 \text{ bar} \\ p_E &= 6 \text{ bar} \\ t &= 5 \text{ min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{V} &= \text{Leckagevolumen} \\ &= (\text{l/min}) \end{aligned}$$

$$\dot{V} = \frac{V_B \cdot (p_A - p_E)}{t}$$

$$\dot{V} = \frac{1000 \text{ l} \cdot (8 - 6)}{5 \text{ min}} = 400 \text{ l/min}$$

Damit nur die Leckagen des einzelnen Netzes gemessen werden, schliessen Sie die Absperrorgane am Ende der Anschlussleitungen.

# Gewährleistung

Seite

---

## **Qualität, Umwelt und Soziales**

-- Einleitung	290
-- Qualitätssicherung auf allen Stufen	290
-- Umwelt	290
-- Soziales	290

## Gewährleistung

### Qualität, Umwelt und Soziales

#### Einleitung

Qualität, Umwelt und Soziales genießen im Georg Fischer Konzern einen sehr hohen Stellenwert. Von den rund 12 000 Mitarbeitern arbeiteten per Ende 2005 über 90 Prozent in Konzerngesellschaften, deren Qualitätsmanagements nach international anerkannten Standards wie ISO 9001 zertifiziert sind. Wir verschaffen uns und unseren Kunden Wettbewerbsvorteile mit bedarfsgerechter, konstanter Qualität und ständigen Verbesserungen der Geschäftsprozesse.

Unsere Produkte erreichen eine immer höhere Ökoeffizienz und bei gleich bleibenden oder reduzierten Umweltauswirkungen in der Herstellung und der Nutzungsphase werden die Produkte leistungsfähiger. Die Rohrleitungssysteme aus Kunststoff von GF Piping Systems sind Leichtgewichte beim Transport, korrosionsbeständig und langlebig. Sie schützen das kostbare Gut Wasser von der Quelle bis zum Endverbraucher.

#### Qualitätssicherung auf allen Stufen

##### Verbesserungsprozess

Ihre Erfahrungen mit unseren Produkten und Dienstleistungen helfen uns, um Ihren direkten Nutzen laufend zu verbessern und schnell auf Ihre neuen Anforderungen zu reagieren. Dafür stehen unsere Mitarbeiter mit ihrem Wissen und ihrer Erfahrung.

##### Kundenzufriedenheit

Für Ihre Zufriedenheit bieten wir all das und mehr:

- Umfassende Systeme für die verschiedensten Anwendungen
- Hochwertige, zuverlässige Produkte
- Grosses Dienstleistungsangebot: Kundenberatung und -schulung, Vermietung von Schweißmaschinen, Planungshilfen
- Erfüllen der verschiedenen technischen Anforderungen: Internationale Normen, länder- und anwendungsspezifische Zulassungsbestimmungen
- Leistungsfähige Logistik

##### Qualität planen, herstellen und überprüfen

Sie können auf allen Stufen ein durchgehendes Qualitätsmanagement von uns erwarten.

- Leistungsfähige Forschung und Entwicklung
- Modernste Fertigungstechnik in unseren Werken mit integrierter Qualitätssicherung
- Akkreditiertes Prüflabor nach ISO/IEC 17025

Ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001:2000 ist ein wichtiger Schritt zu unserem obersten Ziel – Kundenzufriedenheit.

#### Umwelt

##### Anwendungen mit Know-how für eine saubere Umwelt

Unsere jahrzehntelange Erfahrung mit Anwendungen von Kunststoffrohrleitungssystemen stellen wir seit jeher auch in den Dienst einer sauberen Umwelt.

- ABS für den Einsatz von umweltfreundlichen Kühlmitteln in Kälteanlagen
- Rohr-in-Rohr-Systeme für eine erhöhte Sicherheit von Mensch und Umwelt beim Transport von aggressiven Flüssigkeiten
- Bessere Energiebilanz von Kunststoffen im Vergleich zu alternativen Rohrwerkstoffen

##### Mehrwert für den Kunden

Unser Ziel ist es, Kundenanforderungen betreffend umweltverträglicher Produkte und Dienstleistungen verstehen und erfüllen zu können. Wir wollen ein kompetenter Partner für umweltbewusste Kunden sein.

Dies erreichen wir einerseits durch umweltverträgliche Produktgestaltung und Produktionsprozesse, andererseits durch den intensiven Dialog mit unseren Kunden. Unser Bestreben ist es, ihre Bedürfnisse kennenzulernen und unsere Marktleistungen darauf abzustimmen.

##### Umweltmanagement

Mit unserem Umweltmanagement wollen wir

- umweltrelevante Fragen professionell behandeln,
- Risiken beherrschen und
- Prozesse, Produkte und Dienstleistungen kontinuierlich bewerten und verbessern.

Die **Zertifizierung nach ISO 14001** ist nur der Anfang. Wir fühlen uns verpflichtet, unsere Umweltleistung laufend zu bewerten und zu verbessern.

#### Soziales

Zum Jahresende 2005 wurden erstmals auf Konzernebene detaillierte Daten zur Zusammensetzung der Belegschaft, zu den Anstellungsbedingungen, zur Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz sowie zu Training und Mitarbeiterentwicklung systematisch erhoben und konsolidiert. Dieses Projekt wird vom Corporate Sustainability Officer geleitet, der in dieser Funktion direkt an den Leiter des Konzernstabes Unternehmensentwicklung und damit an ein Mitglied der Konzernleitung rapportiert. Die Resultate bildeten die Grundlage für Zielbestimmungen und allfällige Massnahmen bei GF Piping Systems.

##### Mitarbeitende

Qualifizierte, gut ausgebildete und engagierte Mitarbeiter sind ein zentraler Erfolgsfaktor für GF Piping Systems. Interessante Aufgaben, zielgerichtete Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, faire Entlohnung und gute Sozialleistungen sind ebenso bedeutend wie der verantwortungsbewusste Umgang mit den Mitarbeitenden. Dies gilt auch in einem wettbewerbsintensiven und wirtschaftlich anspruchsvollen Umfeld.

##### Weiterbildung

Die Ausbildungs- und Entwicklungsprogramme von GF Piping Systems reichen von der Lehrlingsausbildung über Angebote für die Mitarbeitenden und die Führungskräfte bis hin zu Seminaren für das Senior Management. Durch die zielgerichtete Entwicklung halten wir

unsere Mitarbeiter fit und sichern deren berufliche Chancen wie auch unsere Wettbewerbsfähigkeit.

**Mitarbeiterbefragungen**

Georg Fischer überprüft in seinen Konzerngesellschaften regelmässig die Zufriedenheit der Mitarbeiter mit ihren Arbeitsbedingungen. Eine grosse Bedeutung für die Verbesserung von Arbeitsprozessen im Konzern hat auch das seit Jahren mit Nachdruck betriebene Ideenmanagement.

Nahezu an allen Standorten wurden Verbesserungen der Arbeitsbedingungen wie dem Einsatz von Hebehilfen, Reduzierung von Lärm- und Partikelemissionen, ersetzen oder reduzieren von Gefahrstoffen umgesetzt.



# Formelzeichen und Einheiten

Seite

---

## Si-Einheiten

-- Si Basiseinheiten	294
-- International festgelegte Vorsätze	294
-- Grössen und Einheiten	295

---

## Umrechnungstabellen

-- Viskositäten	297
-- Fördervolumen	297
-- Druck und Druckhöhen	298

# Formelzeichen und Einheiten

## Si-Einheiten

### Si Basiseinheiten

Si-Einheiten (frz.: *Système international d'unités*) sind die sieben Basiseinheiten mit den entsprechenden Basisgrößen und die aus ihnen abgeleiteten Einheiten, das heisst mit dem Zahlenfaktor 1 abgeleitet.

Basisgrösse		Si-Basiseinheiten	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Länge	l	Meter	m
Masse	m	Kilogramm	kg
Zeit	t	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke	I	Ampere	A
Thermodynamische Temperatur	T	Kelvin	K
Stoffmenge	n	Mol	mol
Lichtstärke	I <sub>n</sub>	Candela	cd

### International festgelegte Vorsätze

Bedeutung	Vorsatz		Faktor als	
	Name	Zeichen	Zehnerpotenz	Dezimalzahl
Trillionenfach	Exa	E	10 <sup>18</sup>	= 1 000 000 000 000 000 000
Billiardenfach	Peta	P	10 <sup>15</sup>	= 1 000 000 000 000 000
Billionenfach	Tera	T	10 <sup>12</sup>	= 1 000 000 000 000
Milliardenfach	Giga	G	10 <sup>9</sup>	= 1 000 000 000
Millionenfach	Mega	M	10 <sup>6</sup>	= 1 000 000
Tausendfach	Kilo	k	10 <sup>3</sup>	= 1 000
Hundertfach	Hekto	h	10 <sup>2</sup>	= 100
Zehnfach	Dekia	da	10 <sup>1</sup>	= 10
Zehntel	Dezi	d	10 <sup>-1</sup>	= 0.1
Hundertstel	Zenti	c	10 <sup>-2</sup>	= 0.01
Tausendstel	Milli	m	10 <sup>-3</sup>	= 0.001
Millionstel	Mikro	μ	10 <sup>-6</sup>	= 0.000 001
Milliardenstel	Nano	n	10 <sup>-9</sup>	= 0.000 000 001
Billionstel	Piko	p	10 <sup>-12</sup>	= 0.000 000 000 001
Billiardenstel	Femto	f	10 <sup>-15</sup>	= 0.000 000 000 000 001
Trillionstel	Atto	a	10 <sup>-18</sup>	= 0.000 000 000 000 000 001

## Grössen und Einheiten

Grösse	Formelzeichen	Si-Einheiten	zulässige Einheiten ausserhalb des Si	Umrechnung in die zugehörige Si-Einheit und Beziehungen	nicht mehr zulässige Einheiten und Umrechnungen
Länge	l	m (Meter)			1" (Zoll) = 0,0254 m 1 sm (Seemeile) = 1852 m
Fläche	A	m <sup>2</sup> (Quadratmeter)			1 b (Barn) = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup> 1 a (Ar) = 10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup> 1 ha (Hektar) = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> qm, qdm, qcm usw. Name erlaubt, Zeichen nicht erlaubt
Volumen	V	m <sup>3</sup> (Kubikmeter)	l (Liter)	1 l = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>	
Raumwinkel	Ω	sr (Steradian)		1 sr = 1 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1° (Quadrantgrad) = 3,046 · 10 <sup>-4</sup> sr 1 g (Quadrantgon) = 2,467 · 10 <sup>-4</sup> sr
Zeit	t	s (Sekunde)	min (Minute) h (Stunde) d (Tag)	1 min = 60 s 1 h = 3600 s 1 d = 86400 s	
Frequenz	f	Hz (Hertz)		1 Hz = 1/s	
Drehzahl, Umdrehungsfrequenz	n	s <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup> U/min	1 min <sup>-1</sup> (1/60) s <sup>-1</sup> 1 U/min = 1 (1/min)	
Geschwindigkeit	v	m/s	km/h	1 km/h = (1/3,6) m/s	
Beschleunigung	g	m/s <sup>2</sup>		Normal-Fallbeschleunigung g <sub>n</sub> = 9,80665 m/s <sup>2</sup>	1 Gal (Gal) = 10 <sup>-2</sup> m/s <sup>2</sup>
Masse	m	kg (Kilogramm)	t (Tonne)	1 t = 10 <sup>3</sup> kg	1 q (Zentner) = 50 kg
Dichte	ρ	kg/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup> kg/l	1 t/m <sup>3</sup> = 1000 kg/m <sup>3</sup> 1 kg/l = 1000 kg/m <sup>3</sup>	
Trägheitsmoment	J	kg · m <sup>2</sup>			1 kp · m s <sup>2</sup> = 9,81 kg · m <sup>2</sup>
Kraft	F	N (Newton)		1 N = 1 kg · m/s <sup>2</sup>	1 dyn (Dyn) = 10 <sup>-5</sup> N 1 p (Pond) = 9,80665 · 10 <sup>-3</sup> N 1 kp (Kilopond) = 9,80665 N
Drehmoment	M	N · m			1 kpm = 9,80665 Nm
Druck	p	Pa (Pascal)	bar	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> 1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa	1 atm = 1,01325 bar 1 at = 0,980665 bar 1 Torr = 1,333224 · 10 <sup>-3</sup> bar 1 m WS = 98,0665 · 10 <sup>-3</sup> bar 1 mm Hg = 1,333224 · 10 <sup>-3</sup> bar

Mechanische Spannung	$\sigma$	N/m <sup>2</sup> Pa		1 N/m <sup>2</sup> = 1 Pa	1 kp/m <sup>2</sup> = 9,80665 N/m <sup>2</sup> 1 kp/cm <sup>2</sup> = 98,0665 · 10 <sup>-3</sup> N/m <sup>2</sup> 1 kp/mm <sup>2</sup> = 9,80665 · 10 <sup>-6</sup> N/m <sup>2</sup>
Dynamische Viskosität		Pa · s		1 Pa · s = 1 N · s/m <sup>2</sup>	1 P (Poise) = 10 <sup>-1</sup> Pa · s
Kinematische Viskosität		m <sup>2</sup> /s		1 m <sup>2</sup> /s = 1 Pa · s · m <sup>3</sup> /kg	1 St (Stokes) = 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s
Arbeit Energie	W E	J (Joule)	eV (Elektronvolt) W · h	1 J = 1 Nm = 1 Ws 1 W · h = 3,6 KJ	1 cal = 4,1868 J 1 kpm = 9,80665 J 1 erg = 10 <sup>-7</sup> J
Elektrizitätsmenge	Q	C (Coulomb)		1 C = 1 A · s	
Elektrische Spannung	U	V (Volt)		1 V = 1 W/A	
Elektrische Stromstärke	I	A (Ampere)			
Elektrischer Widerstand	R	Ω (Ohm)		1 Ω = 1 V/A	1 Ω abs = 1 Ω
Leistung	P	W (Watt)		1 W = 1 J/s = 1 Nm/s 1 W = 1 V · A	1 PS = 735,498 W 1 kcal/h = 1,163 W 1 kpm/s = 10 W
Elektrische Kapazität	C	F (Farad)		1 F = 1 C/V	
Magnetische Feldstärke	H	A/m			1 Oe (Oersted) = 79,5775 A/m
Magnetischer Fluss	Φ	Wb (Weber)		1 Wb = 1 V · s	1 Mx (Maxwell) = 10 <sup>-8</sup> Wb
Magnetische Flussdichte	B	T (Tesla)		1 T = 1 Wb/m <sup>2</sup>	1 G (Gauss) = 10 <sup>-4</sup> T
Induktivität	L	H (Henry)		1 H = 1 Wb/A	
Elektrischer Leitwert	G	S (Siemens)		1 S = 1/Ω	
Thermodynamische Temperatur	T	K (Kelvin)		Δ 1 °C = Δ 1 K 0 °C = 273,15 K	
Celsius Temperatur	t, δ	°C (Grad Celsius)		Δ 1 °C = Δ 1 K 0 K = -273,15 °C	
Wärmekapazität	C	J/K			1 Kcl/grad = 4,1868 · 10 <sup>3</sup> J/K 1 Cl (Clausius) = 4,1868 J/K

## Umrechnungstabellen

### Viskositäten

Kine-matische Viskosität Centistokes Dichte	Absolute Viskosität Centipoise	Grad Engler	Sekunden Saybolt Universal (SSU)	Sekunden Redwood 1 (Standard)	Sekunden Saybolt Furol	Sekunden Ford Cup Nr. 4	Grad Barbey	Sekunden Cup Nr. 15	Absolute Viskosität Poise Dichte 1,0	Kine-matische Viskosität m <sup>2</sup> /s
1,0	1,0	1,0	31	29	--	--	--	--	0,01	1,0 x 10 <sup>-6</sup>
2,0	2,0	1,1	34	30	--	--	3640	--	0,02	2,0 x 10 <sup>-6</sup>
3,0	3,0	1,2	35	33	--	--	2426	--	0,03	3,0 x 10 <sup>-6</sup>
4,0	4,0	1,3	37	35	--	--	1820	--	-	4,0 x 10 <sup>-6</sup>
5,0	5,0	1,39	42	38	--	--	1300	--	0,05	5,0 x 10 <sup>-6</sup>
6,0	6,0	1,48	45,5	40,5	--	--	1085	--	0,06	6,0 x 10 <sup>-6</sup>
7,0	7,0	1,57	48,5	43	--	--	930	--	0,07	7,0 x 10 <sup>-6</sup>
8,0	8,0	1,65	53	46	--	--	814	--	0,08	8,0 x 10 <sup>-6</sup>
9,0	9,0	1,74	55	48,5	--	--	723	--	0,09	9,0 x 10 <sup>-6</sup>
10	10	1,84	59	52	--	--	650	--	0,10	1,0 x 10 <sup>-5</sup>
20	20	2,9	97	85	15	--	320	--	0,2	2,0 x 10 <sup>-5</sup>
40	40	5,3	185	163	21	--	159	--	0,4	4,0 x 10 <sup>-5</sup>
60	60	7,9	280	245	30	18,7	106	5,6	0,6	6,0 x 10 <sup>-5</sup>
80	80	10,5	370	322	38	25,9	79	6,7	0,8	8,0 x 10 <sup>-5</sup>
100	100	13,2	472	408	47	32	65	7,4	1,0	1,0 x 10 <sup>-4</sup>
200	200	26,4	944	816	92	60	32,5	11,2	2,0	2,0 x 10 <sup>-4</sup>
400	400	52,8	1888	1632	184	111	15,9	18,4	4,0	4,0 x 10 <sup>-4</sup>
600	600	79,2	2832	2448	276	162	10,6	26,9	6,0	6,0 x 10 <sup>-4</sup>
800	800	106	3776	3264	368	217	8,1	35	8,0	8,0 x 10 <sup>-4</sup>
1000	1000	132	7080	4080	460	415	6,6	68	10	1,0 x 10 <sup>-3</sup>
5000	5000	660	23600	20400	2300	1356	1,23	240	50	5,0 x 10 <sup>-3</sup>
10000	10000	1320	47200	40800	4600	2713	--	481	100	1,0 x 10 <sup>-2</sup>
50000	50000	6600	236000	204000	23000	13560	--	2403	500	5,0 x 10 <sup>-2</sup>

Absolute Viskosität (Centipoise) = Kinematische Viskosität (Centistokes) x Dichte  
Über 50 Centistokes - Umrechnung auf SSU à SSU = Centistokes x 4,62

### Fördervolumen

m <sup>3</sup> /h	l/min	l/s	m <sup>3</sup> /s	Imp. gal/min	US gal/min	cu. ft./h	cu. ft./s
1.0	16.67	0.278	2.78 x 10 <sup>-4</sup>	3.667	4.404	35.311	9.81 x 10 <sup>-3</sup>
0.06	1.0	0.017	1.67 x 10 <sup>-5</sup>	0.220	0.264	2.119	5.89 x 10 <sup>-4</sup>
3.6	60	1.0	1.00 x 10 <sup>-3</sup>	13.20	15.853	127.12	3.53 x 10 <sup>-2</sup>
3600	60000	1000	1.0	13200	15838	127118	35.311
0.2727	4.55	0.076	7.58 x 10 <sup>-5</sup>	1.0	1.201	9.629	2.67 x 10 <sup>-3</sup>
0.2272	3.79	0.063	6.31 x 10 <sup>-5</sup>	0.833	1.0	8.0238	2.23 x 10 <sup>-3</sup>
0.0283	0.47	0.008	7.86 x 10 <sup>-6</sup>	0.104	0.125	1.0	2.78 x 10 <sup>-4</sup>
101.94	1699	28.32	2.83 x 10 <sup>-2</sup>	373.77	448.8	3600	1.0

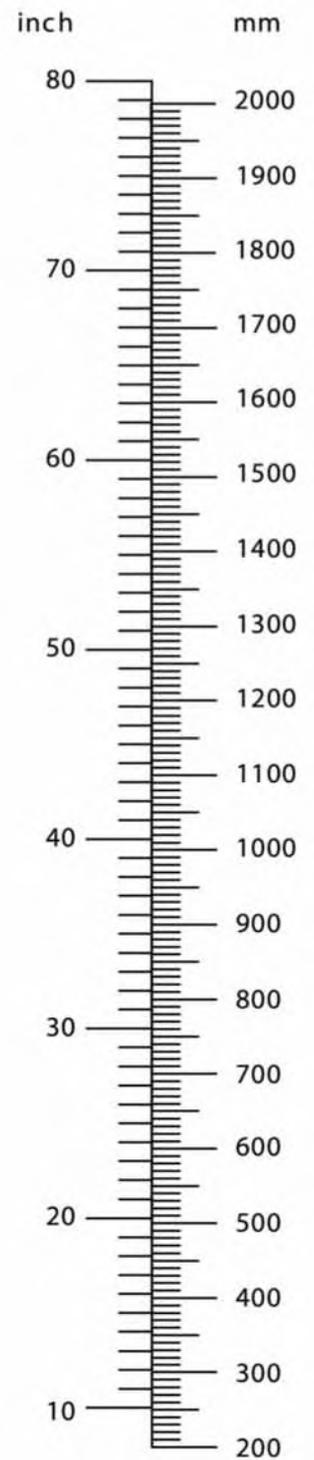
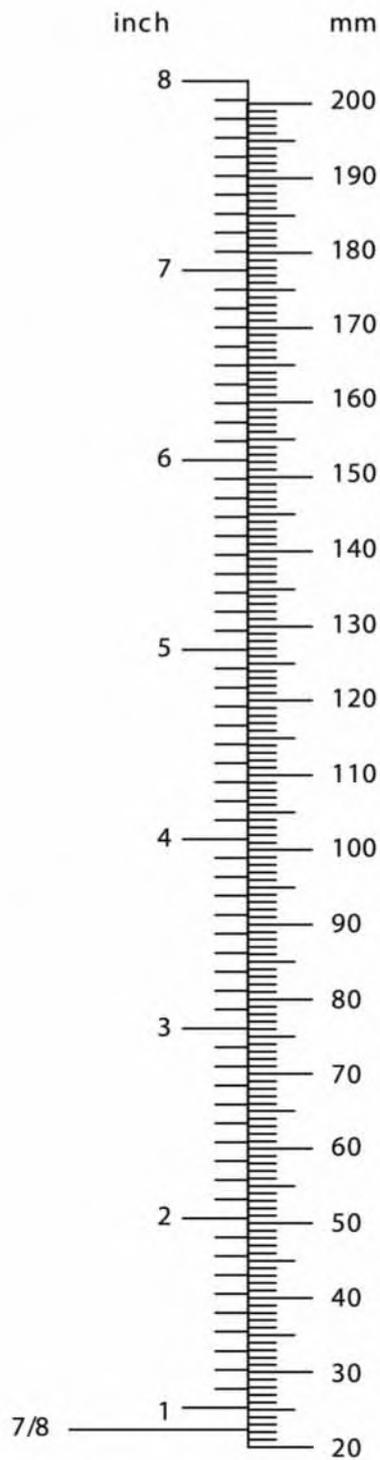
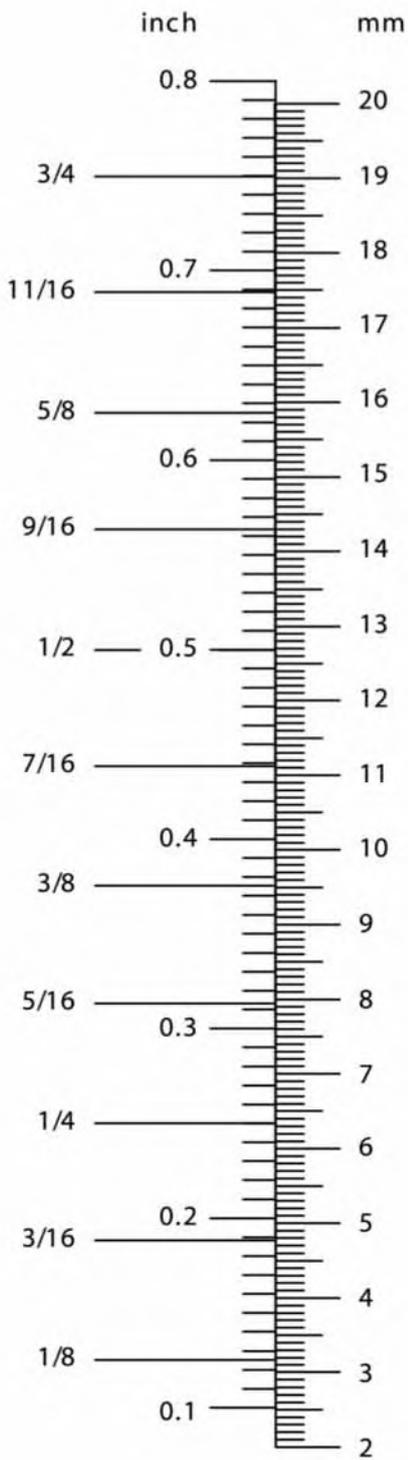
gal/min = gallone per minute  
1 Imp.gal  $\approx$  4,55 Liter  
1 US.gal  $\approx$  3,79 Liter  
cu. ft./h = cubic foot per hour  
cu. ft./s = cubic foot per second

### Druck und Druckhöhen

bar	kg/cm <sup>2</sup>	lbf/sq. in.	atm	ft H <sub>2</sub> O	m H <sub>2</sub> O	mm Hg	in. Hg	kPa
1,0	1,0197	14,504	0,9869	33,455	10,197	750,06	29,530	100
0,9807	1,0	14,223	0,9878	32,808	10	735,56	28,959	98,07
0,0689	0,0703	1,0	0,0609	2,3067	0,7031	51,715	2,036	6,89
1,0133	1,0332	14,696	1,0	33,889	10,332	760,0	29,921	101,3
0,0299	0,0305	0,4335	0,0295	1,0	0,3048	22,420	0,8827	2,99
0,0981	0,10	1,422	0,0968	3,2808	1,0	73,356	2,896	9,81
$13,3 \times 10^{-4}$	0,0014	0,0193	$13,2 \times 10^{-4}$	0,0446	0,0136	1,0	0,0394	0,133
0,0339	0,0345	0,4912	0,0334	1,1329	0,3453	25,40	1,0	3,39
$1,0 \times 10^{-5}$	$10,2 \times 10^{-6}$	$14,5 \times 10^{-5}$	$9,87 \times 10^{-6}$	$3,34 \times 10^{-4}$	$10,2 \times 10^{-5}$	$75,0 \times 10^{-4}$	$29,5 \times 10^{-5}$	1,0

kg/cm<sup>2</sup> = metric atmosphere  
lbf/sq. in. = pound (force) per square inch (GB)  
atm = international standard atmosphere  
mm Hg = Millimeter Quecksilbersäule

**Umrechnung inch/mm**



### Werkstoffe

ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol
CR	Chloropren-Kautschuk, z. B. Neopren
EPDM	Ethylen-Propylen-Kautschuk
FPM	Fluor-Kautschuk, z. B. Viton
Ms	Messing
NBR	Nitril-Kautschuk
NR	Natur-Kautschuk
PB	Polybuten
PE	Polyethylen
PE-X	Vernetztes Polyethylen
PP	Polypropylen
PTFE	Polytetrafluorethylen, z. B. Teflon
PVC	Polyvinylchlorid
PVC-C	Polyvinylchlorid nachchloriert (erhöhter Chlorgehalt)
PVC-U	Polyvinylchlorid Weichmacher-frei
PVDF	Polyvinylidenfluorid
TG	Temperguss
UP-GF	Ungesättigtes Polyesterharz, glasfaserverstärkt

### Masse und Einheiten

Masse sind in mm oder Zoll angegeben und gelten als Nominal- oder Richtmasse.

# Schlagwortliste

	Seite		Seite
Ablaufhalter	144	Längenänderung	189
Allgemein	22	Mechanische Eigenschaften von Kunststoffen	17
Armaturenanschlüsse	143	Mechanische Eigenschaften von PB	22
Aufschweiss-Sättel	77, 80, 81, 82	Merkmale der Kunststoffe	19
Befestigungszubehör	141	Messing	31
Begleitheizung	49	MFI	24
Betriebsbedingungen	41	Montage der Armaturenanschlüsse mit blauem Gehäuse	139
Biegeradien	187	Montagemasse	144
Biegeschenkelbestimmung	29	Normen und Vorschriften	40
Bitumen	42	Physiologische Eigenschaften	23
Brandverhalten	23	Planungskriterien	18
Brandverhalten und Brandschutz	42	Potentialausgleich	43
Chemische Beständigkeit	22	Prüfungen und Gütesicherung	40
CR Messing	31	Qualitätsmanagement	11
Dichte	24, 29	Rechnerische Bestimmung der Biegeschenkellänge	172
Druckprüfungsprotokoll	257	Recycling	11
Duroplaste	17	Rohrdaten PB	27
Dämmung	44	Rohrdruckklasse	26
E-Modul	29	Rohroberflächentemperatur	51
Einlegehilfen	150	Rohrstütze	158
Einsatzbereich PB-Rohre und Formteile	27	Rohrwanddicke	28
Elastomere	17	Rotguss	31
Elektrische Eigenschaften	23	Schallschutz	44
Feuerlöschleitungen	42	Schalungsdurchführung	158
Formteilkombinationen	199	Schutz des Trinkwassers	43
GF Piping Systems	7	Schweissparameter	69
Heissasphalt-Estrich	43	Schwitzwasserbildung	49
Hygienische Unbedenklichkeit	24, 41	Spülen	54
Härte	24	Steifigkeit	24
INSTAFLEX	8	Thermische Eigenschaften	23
INSTAFLEX BIG	93	Thermoplaste	17
Isolationsdicken von Kaltwasserleitungen aus Polybuten	54	Trinkwassererwärmer	49, 169
Kellerverteil- und Steigleitungen	169	Umgang mit Kunststoffrohren und Formteilen	16
Korrosion	33	UV-Beständigkeit	22
Leitungsverlegung mit Biegeschenkel	170		

# Schlagwortliste

	Seite
Verteiler	150
Wartung HWSG3	106
Was sind Polymere	17
Wassermesserverschraubung	168
Weiterbildung	13
Wärmeabgabe von Polybuten (PB)- Rohren	53
Wärmeausdehnung	29
Wärmeausdehnungskoeffizient	24
Wärmeleitfähigkeit	29
Wärmeleitung	24
z-Mass-Montagemethode	191
Zeitstand Innendruck	25
Zirkulationsleitungen	47
Zug- E-Modul	24
Zugfestigkeit	24
Zulassungen INSTAFLEX	36
Zulassungsbedingungen	36
Zusammenfassung	33
Zähigkeit	24
Ökologie	11
Übergangverschraubung	167
Übersicht Planungsgrundlagen	5



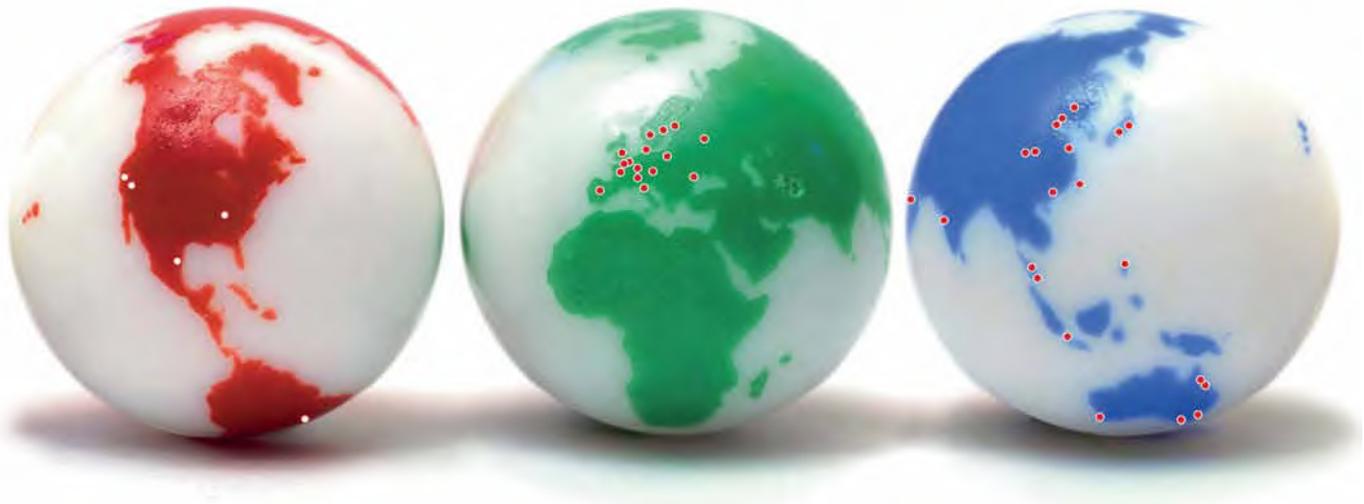




# GF Piping Systems → weltweit für Sie da

Unsere Verkaufsgesellschaften und Vertreter vor Ort bieten Ihnen Beratung in über 100 Ländern.

[www.piping.georgfischer.com](http://www.piping.georgfischer.com)



Die technischen Daten sind unverbindlich. Sie gelten nicht als zugesicherte Eigenschaften oder als Beschaffenheits- oder Haltbarkeitsgarantien. Änderungen vorbehalten. Es gelten unsere Allgemeinen Verkaufsbedingungen.

## Adding Quality to People's Lives

### Headquarter Building Technology

Georg Fischer JRG AG  
4450 Sissach/Schweizland  
Phone +41(0)61 975 22 22  
[info@jrg.ch](mailto:info@jrg.ch)  
[www.jrg.ch](http://www.jrg.ch)

### Australia

George Fischer Pty Ltd  
Riverwood NSW 2210 Australia  
Phone +61(0)2 9502 8000  
[australia.ps@georgfischer.com](mailto:australia.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.com.au](http://www.georgfischer.com.au)

### Austria

Georg Fischer  
Rohrleitungssysteme GmbH  
3130 Herzogenburg  
Phone +43(0)2782 856 43-0  
[austria.ps@georgfischer.com](mailto:austria.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.at](http://www.georgfischer.at)

Georg Fischer Fittings GmbH

3160 Traisen  
Phone +43 (0)2762 90300  
[fittings.ps@georgfischer.com](mailto:fittings.ps@georgfischer.com)

### Belgium/Luxembourg

Georg Fischer NV/SA  
1070 Bruxelles/Brüssel  
Phone +32(0)2 556 40 20  
[be\\_ps@georgfischer.com](mailto:be_ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.be](http://www.georgfischer.be)

### Brazil

George Fischer Ltda  
04795-100 São Paulo  
Phone +55(0)11 5687 1311  
[br.ps@georgfischer.com](mailto:br.ps@georgfischer.com)

### China

Georg Fischer Piping Systems Ltd  
Shanghai  
Pudong, Shanghai 201319  
Phone +86(0)21 58 13 33 33  
[china.ps@georgfischer.com](mailto:china.ps@georgfischer.com)  
[www.cn.piping.georgfischer.com](http://www.cn.piping.georgfischer.com)

### Denmark/Iceland

Georg Fischer A/S  
2630 Taastrup  
Phone +45 (0)70 22 19 75  
[info.dk.ps@georgfischer.com](mailto:info.dk.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.dk](http://www.georgfischer.dk)

### France

Georg Fischer SAS  
95932 Roissy Charles de Gaulle Cedeu  
Phone +33(0)1 41 84 68 84  
[fr.ps@georgfischer.com](mailto:fr.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.fr](http://www.georgfischer.fr)

### Germany

Georg Fischer GmbH  
73095 Albershausen  
Phone +49(0)7161 302-0  
[info.de.ps@georgfischer.com](mailto:info.de.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.de](http://www.georgfischer.de)

Georg Fischer JRG GmbH  
86633 Neuburg/Donau  
Phone +49(0)8431 5817-0  
[info@jrg.de](mailto:info@jrg.de)  
[www.jrg.de](http://www.jrg.de)

### India

Georg Fischer Piping Systems Ltd  
400 076 Mumbai  
Phone +91 224007 2001  
[in.ps@georgfischer.com](mailto:in.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.in](http://www.georgfischer.in)

### Italy

Georg Fischer S.p.A.  
20063 Cernusco S/N (MI)  
Phone +3902 921 861  
[it.ps@georgfischer.com](mailto:it.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.it](http://www.georgfischer.it)

### Korea

Georg Fischer Piping Systems  
Guro-3 dong, Guro-gu, Seoul, Korea  
Phone +82(0)2 2081 1450  
Fax +82(0)2 2081 1453  
[kor.ps@georgfischer.com](mailto:kor.ps@georgfischer.com)

### Middle East

Georg Fischer Piping Systems  
Dubai, United Arab Emirates  
Phone +971 4 289 49 60  
[info.export@georgfischer.com](mailto:info.export@georgfischer.com)  
[www.export.georgfischer.com](http://www.export.georgfischer.com)

### Netherlands

Georg Fischer N.V.  
8161 PA Epe  
Phone +31(0)578 678 222  
[nl.ps@georgfischer.com](mailto:nl.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.nl](http://www.georgfischer.nl)

### Norway

Georg Fischer AS  
1351 Rud  
Phone +47(0)67 18 29 00  
[no.ps@georgfischer.com](mailto:no.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.no](http://www.georgfischer.no)

### Russia

Georg Fischer Piping Systems  
Moscow 125047  
Phone +7 495 258 60 80  
[ru.ps@georgfischer.com](mailto:ru.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.ru](http://www.georgfischer.ru)

### Singapore

Georg Fischer Pte Ltd  
528 872 Singapore  
Phone +65(0)67 47 06 11  
[sgp.ps@georgfischer.com](mailto:sgp.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.com.sg](http://www.georgfischer.com.sg)

### Spain/Portugal

Georg Fischer S.A.  
280046 Madrid  
Phone +34(0)91 781 98 90  
[es\\_ps@georgfischer.com](mailto:es_ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.es](http://www.georgfischer.es)

### Sweden/Finland

Georg Fischer AB  
12523 Älvsjö-Stockholm  
Phone +46(0)8 506 775 00  
[info.se.ps@georgfischer.com](mailto:info.se.ps@georgfischer.com)  
[www.georgfischer.se](http://www.georgfischer.se)

### Switzerland

Georg Fischer  
Rohrleitungssysteme (Schweiz) AG  
8201 Schaffhausen  
Phone +41(0)52 631 30 26  
[ch.ps@georgfischer.com](mailto:ch.ps@georgfischer.com)  
[www.piping.georgfischer.ch](http://www.piping.georgfischer.ch)

### United Kingdom/Ireland

George Fischer JRG SA  
6962 Viganello/Lugano  
Phone +41(0)91 972 26 26  
[jrg.ti@jrg.ch](mailto:jrg.ti@jrg.ch)  
[www.jrg.ch](http://www.jrg.ch)

### International

Georg Fischer  
Piping Systems (Switzerland) Ltd.  
8201 Schaffhausen/Schweizland  
Phone +41(0)52 631 30 03  
Fax +41(0)52 631 28 93  
[info.export@georgfischer.com](mailto:info.export@georgfischer.com)  
[www.export.georgfischer.com](http://www.export.georgfischer.com)