

# Verbindungstechnik

## Allgemeines

### DVGW-Arbeitsblatt GW 2

Die Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs (DVGW) erarbeitet seit 1859 anerkannte Regeln der Technik für die Gas- und Wasserinstallation.

Für das Verbinden von Kupferrohren in Gas- und Wasserinstallationen gilt das DVGW-Arbeitsblatt GW 2. Für andere Anwendungsbereiche kann im Bedarfsfall auf diese Grundsätze zurückgegriffen werden.

### Messen nach der Z-Maß-Methode

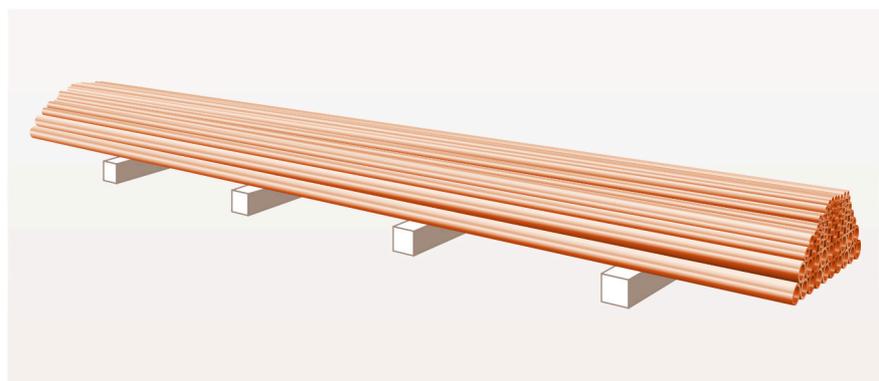
Die Z-Maß-Methode wird vor allem zur Vorfertigung auf Grundlage von technischen Zeichnungen eingesetzt. Die Zuschnittslänge eines Rohrabschnitts ergibt sich aus dem Abstand der Mittellinien abzüglich der Z-Maße der beiden Fittings. Die Z-Maße werden den technischen Unterlagen der Fitting-Hersteller entnommen.



**Bild 4.** Beispiel Z-Maß-Methode

### Transport und Lagerung

Eine fachgerechte Ausführung beinhaltet auch, dass Rohrleitungen auf der Baustelle ordnungsgemäß und vor Verschmutzung geschützt gelagert werden.



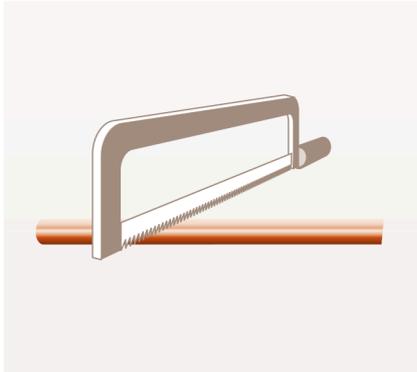
**Bild 5.** Lagerung von Stangenrohren

### Druckprobe und Spülen

Verbindungsstellen werden nach der Druckprobe überbaut. In vielen Fällen müssen druckempfindliche Armaturen und Apparate von der Druckprobe ausgenommen und nachträglich installiert werden. Beim Spülen der Leitungen ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass empfindliche Armaturen und Apparate, die ohnehin werkseitig geprüft und in sauberem Zustand geliefert werden, vom Spülen ausgenommen werden.

## Vorbereitung der Verbindungsstelle

Die fachgerechte Vorbereitung der Verbindungsstelle ist bei allen Verbindungstechniken von entscheidender Wichtigkeit für ein gutes Arbeitsergebnis. Das Verbinden von Kupferrohren hat sich seit vielen Jahrzehnten in der Praxis bewährt. Fachgerecht ausgeführte Verbindungsstellen sind dauerhaft dicht und bieten Verarbeitern und Planern eine hohe Sicherheit.



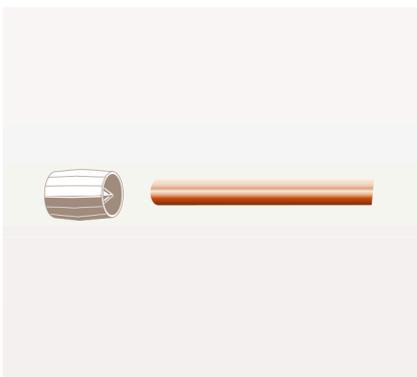
**Bild 6.** Trennen mit der Bügelsäge

Kupferrohre werden vorzugsweise mit der Bügelsäge rechtwinklig abgelängt.

Bei der Verwendung eines Rohrschneiders muss zur Verminderung von Gratbildung und Einschnürungen darauf geachtet werden, dass das Schneidrad scharf ist und mit geringem Vorschub gearbeitet wird.

### Trennen

Trennen mit Trennschneider (Flex) ist nicht zulässig!



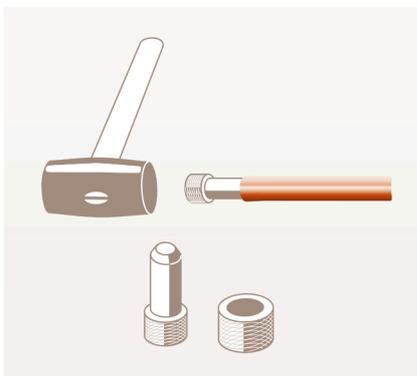
**Bild 7.** Entgraten

Das Entgraten erfolgt innen und außen und ist sorgfältig auszuführen. Sofern beim Trennen ein Außengrat entsteht, muss dieser entfernt werden, damit beim Kapillarlöten die erforderliche Lötspaltgeometrie erhalten bleibt und Press- und Steckverbinder unversehrt aufgeschoben werden können.

### Entgraten

Innen und außen!

Sauber entfernte Innengrate sind Bestandteil einer fachgerechten Ausführung.



**Bild 8.** Kalibrieren

Beim Verlegen und Trennen von weichen Kupferrohren können Querschnittsverformungen nicht ausgeschlossen werden. Zur Gewährleistung der für eine fachgerechte Verbindung erforderlichen Rundheit müssen die Rohrenden von Ringrohren immer kalibriert werden.

### Kalibrieren

Weiche Kupferrohre werden immer kalibriert.

Halbharte Stangenrohre werden nur dann kalibriert, wenn eine offensichtliche Querschnittsverformung vorliegt. Das Kalibrieren erfolgt erst mit dem Dorn, dann mit dem Ring. Alternativ können Kalibrierzangen verwendet werden.

## Pressen

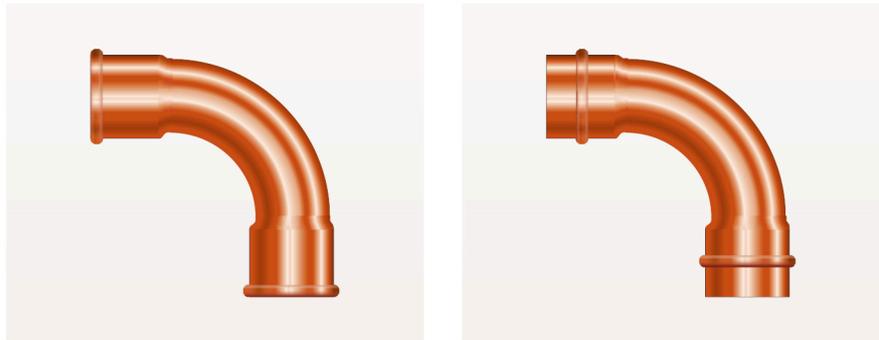
Pressverbindungen in der Kupferrohrinstallation haben sich in der Vergangenheit als dauerhaft und zuverlässig erwiesen.

In Trinkwasser- und Gasinstallationen sind Pressfittings mit DVGW-Zeichen vorgeschrieben.

Markenkupferrohre von Wieland sollten grundsätzlich nur in Kombination mit DVGW-geprüften Fittings verpresst werden. Es müssen die Angaben des jeweiligen Fittingherstellers berücksichtigt werden. Dies gilt auch für weitere Anwendungen wie z. B. Gas- oder Ölinstallationen, für die spezielle Pressfittings oder Dichtelemente angeboten werden.

Alle Kupferrohre von Wieland dürfen als Stangenrohre sowie als weiche Ringrohre ohne Stützhülsen verpresst werden.

Am Markt haben sich zwei Systeme durchgesetzt, die sich durch die Form der Presskontur unterscheiden. Markenkupferrohre von Wieland können mit beiden Systemen ohne Einsatz von Stützhülsen kombiniert werden.

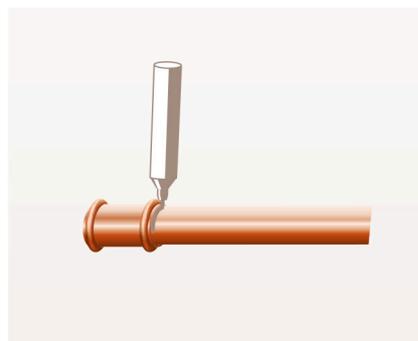


**Bild 9.** Presskonturen der beiden am Markt vertretenen Systeme

## Presswerkzeuge

Presszangen aller namhaften Hersteller sind einsetzbar. Die Angaben der Hersteller zu Kompatibilität von Presszange, Pressbacken und Fitting sind zu beachten.

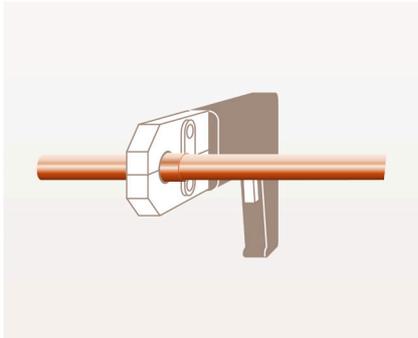
## Arbeitsablauf



**Bild 10.** Einstecktiefe anzeichnen

Am entgrateten Rohr wird vor dem Verpressen die Einstecktiefe angezeichnet. So kann beim Pressvorgang sicher erkannt werden, dass das Rohr vollständig eingeführt ist. Das Entgraten der Rohre ist unter allen Umständen sorgfältig auszuführen.

Pressfittings sind vor der Nutzung auf den korrekten Sitz des Dichtelementes zu überprüfen. Öl oder Gleitmittel dürfen nicht verwendet werden. Erdgedeckte Gasleitungen dürfen nicht mittels Pressverbinden verbunden werden.



**Bild 11.** Pressvorgang

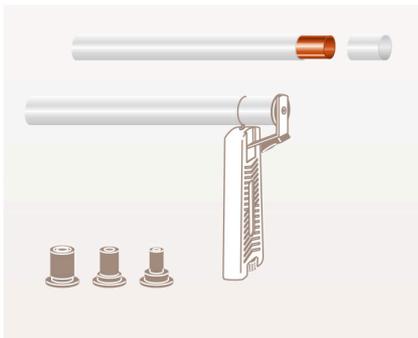
Das Verpressen erfolgt ohne Unterbrechung in einem Zug.

Verpresste Verbindungen sollten darüber hinaus (z. B. mit einem wasserfesten Stift) gekennzeichnet werden, um eine nachträgliche Kontrolle zu vereinfachen.

Für die innenverzinnnten Rohre des COPATIN®-Systems für die Trinkwasserinstallation kommt ausschließlich die Pressverbindung mit verzinnnten COPATIN®-Pressfittings zum Einsatz.

Beim Trennen, Entgraten, Kalibrieren und Verpressen von COPATIN® bestehen keine Unterschiede zu anderen Wieland-Markenrohren. Die Abmantlung des Schutzmantels an der Verbindungsstelle erfolgt mit dem COPATIN®-Abmantelungswerkzeug.

### Pressverbindungen des COPATIN®-Systems



**Bild 12.** COPATIN®-Abmantelungswerkzeug mit Führungssegmenten

Mit dem COPATIN®-Abmantelungswerkzeug ergibt sich automatisch die richtige Einstecktiefe für COPATIN®-Pressfittings. Zur riefenfreien Abmantlung ist auf eine korrekte Einstellung des Schneidmessers zu achten.



## Weichlöten

Lötverbindungen mit Kapillarlötfittings sind in der Installationstechnik seit vielen Generationen als sichere Verbindungstechnik bekannt. Die zulässigen Betriebstemperaturen weichgelöteter Rohrleitungen betragen zwischen -10°C und 110°C.

Weichlötverbindungen sind bis zu Außendurchmessern von 108 mm möglich, jedoch stellt das Weichlöten von Abmessungen > 54 mm besondere Anforderungen an die Geschicklichkeit und Wärmeführung.

### Kapillarlötfittings



### Weichlote, Flussmittel und Weichlotpasten

Weichlote, Flussmittel und Weichlotpasten sollten immer das DVGW-Zeichen und das RAL-Gütezeichen tragen.



DV-0101 AU xxxx

Kapillarlötfittings sind nach DIN EN 1254 genormt. In Verbindung mit Markenkupferrohren von Wieland sollten nur Kapillarlötfittings verwendet werden, die das RAL-Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. tragen. Für Trinkwasser ist zusätzlich das DVGW-Zeichen vorgeschrieben.

Als Weichlote kommen die vollständig bleifreien Zinn-Kupfer- und Zinn-Silber-Legierungen nach DIN EN 29453 zum Einsatz. Zugehörige Flussmittel sind nach DIN EN 29454 genormt. Zusätzlich zum DVGW-Zeichen sollten auch Lote und Flussmittel das RAL-Gütezeichen tragen.

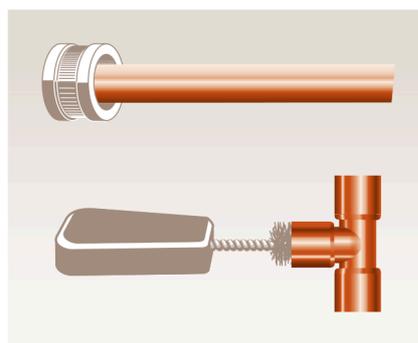
Beim Weichlöten werden statt Flussmittel sehr häufig Weichlotpasten eingesetzt, die aus einem Gemisch aus Weichlot und Flussmittel bestehen. Weichlotpasten sollten zusätzlich zum DVGW-Prüfzeichen mit dem RAL-Gütezeichen gekennzeichnet sein.

Weichlote	S-Sn97Cu3	S-Sn97Ag3
Schmelzbereich	230 – 250°C	221 – 230°C
Zugelassene Flussmittel	3.1.1 3.1.2 2.1.2	

**Tabelle 1.** Weichlote nach DIN EN 29453, Flussmittel nach DIN EN 29454

### Arbeitsablauf

Namhafte Hersteller erlauben z. T. bereits die Verwendung ihrer Fittings ohne vorheriges Reinigen, wenn diese direkt der Verpackung entnommen werden.



**Bild 14.** Reinigen der Lötflächen

Die Lötflächen der Rohrenden (außen) und Fittings (innen) sind metallisch blank zu reinigen. Reinigungsrückstände sind zu entfernen. Das Flussmittel oder die Weichlotpaste wird auf das entgratete (sofern erforderlich kalibrierte) und gereinigte Rohrende dünn aufgetragen. Fittings sind niemals von innen zu bestreichen.

Für eine saubere Lötstelle ist nach dem Einführen das Entfernen von überschüssigem Flussmittel auf der Außenseite zu empfehlen.

Das Weichlöten erfolgt bei Arbeitstemperaturen von 220°C bis 250°C. Als Arbeitsgeräte werden handelsübliche Propan-Luft-Brenner oder elektrische Widerstandslötgeräte eingesetzt. Zur Vermeidung von Überhitzungen ist von Propan-Sauerstoff- oder Acetylen-Sauerstoff-Brennern abzusehen.



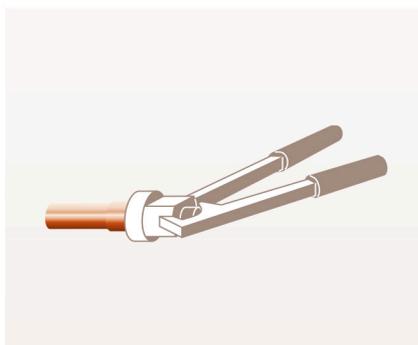
**Bild 15.** Weichlöten

Fitting und Rohr werden mit neutraler Flamme erwärmt. Die Arbeitstemperatur ist erreicht, wenn die Weichlotpaste silberfarben aufschmilzt. Das Lot wird am Werkstoff bei abgewendeter Flamme abgeschmolzen bis ein Löttring am Fittingrand sichtbar wird. Nach dem Erkalten wird die Verbindungsstelle mit einem feuchten Lappen gereinigt.

Bei zu hoher Erwärmung (grünliche Flammenfärbung) verbrennt das Flussmittel und das Lot kann nicht benetzen.

Muffenverbindungen gleichen Durchmessers und einstufige Reduzierungen dürfen auch ohne Verwendung von Kapillarlötfittingen hergestellt und weichgelötet werden. Als Werkzeuge werden so genannte Muffenzangen oder Expander verwendet. In Trinkwasserinstallationen ist bis einschließlich 28 mm Außendurchmesser nur das Aufmuffen im kalten Zustand zulässig.

### Handwerklich gefertigte Muffen



**Bild 16.** Handwerkliches Herstellen von Muffen

Auf Gleitmittel beim Aufmuffen sollte verzichtet werden. Bei weichgelöteten Muffen sind Mindesteinstecktiefen nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 einzuhalten, die bei Verwendung von Werkzeugen namhafter Hersteller jedoch i. d. R. eingehalten werden.

Weichgelötete Kupferrohrverbindungen sind dauerhaft dicht und halten hohen Drücken stand.

In Abhängigkeit von Betriebstemperatur und Außendurchmesser ergeben sich für weich- und hartgelötete Verbindungen bei Verwendung von Kapillarlötfittingen die im folgenden Bild dargestellten maximalen Druckstufen.

### Drücke und Temperaturen

Betriebstemperatur (°C)	Betriebsüberdruck in bar für Rohraußendurchmesser (mm)		
	6 bis 28	35 bis 54	64 bis 108
30	25	25	16
65	25	16	16
110	16	10	10

**Tabelle 2.** Zulässige Betriebsdrücke für weich- oder hartgelötete Kupferrohrleitungen bei Verwendung von Fittings nach DIN EN 1254, Teil 1.

Für Anwendungsfälle mit größeren Betriebsüberdrücken und höheren Betriebstemperaturen sind die Empfehlungen der Hersteller von Loten, Flussmitteln und Fittings zu berücksichtigen oder fittinglose Verbindungen zu wählen.

## Hartlöten

In Trinkwasserinstallationen ist das Hartlöten nur bei Rohren der Abmessung > 28 mm anzuwenden.

Das Hartlöten wird über den Anwendungsbereich des Weichlöten hinaus auch bei Mediumtemperaturen < -10°C sowie > 110°C eingesetzt. Die maximalen und minimal möglichen Temperaturen richten sich hierbei nach den Angaben der Lothhersteller.

### Kapillarlötfitings



Für Kapillarlötfitings zum Hartlöten gelten nach DIN EN 1254 dieselben Anforderungen wie beim Weichlöten. Zusätzlich sind in dieser Norm spezielle Fittings mit verringerter Einstecktiefe genormt, die nur zum Hartlöten verwendet werden. In Verbindung mit Markenrohren von Wieland sollten nur Kapillarlötfitings verwendet werden, die das Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. tragen. In Trinkwasser-, Gas- und Flüssiggasinstallationen ist das DVGW-Zeichen vorgeschrieben.

### Hartlote und Flussmittel

Hartlote sind in DIN EN 1044 beschrieben. Sofern ein Flussmittel erforderlich ist, wird beim Hartlöten immer FH 10 verwendet, das für Arbeitstemperaturen von bis zu 800°C zugelassen ist. Beim Hartlöten von Kupfer-Kupfer-Verbindungen ist bei Verwendung von phosphorhaltigem Lot kein Flussmittel erforderlich, da der Phosphor die Funktion des Flussmittels erfüllt.

Hartlote und Flussmittel sollten das DVGW-Zeichen und das RAL-Gütezeichen tragen.

Neben dem DVGW-Zeichen sollten auch Lote und Flussmittel das RAL-Gütezeichen tragen.



Hartlote	CP 203	CP 105	AG 106	AG 104	AG 203
Art	Phosphorlote		Silberlote		
Schmelzbereich (°C)	710 – 890	645 – 825	630 – 730	640 – 680	675 – 735
Zugelassenes Flussmittel	FH 10 *				

\*nicht bei Cu-Cu und Phosphorlot

**Tabelle 3.** Hartlote nach DIN EN 1044, Flussmittel nach DIN EN 1045. Phosphorlote dürfen nicht in korrosiver Atmosphäre (z. B. Tieraufzuchtbetriebe) verwendet werden.

### Werkzeuge

Zum Hartlöten werden Acetylen-Sauerstoff-Brenner eingesetzt, für kleinere Abmessungen können auch Propan-Sauerstoff-Brenner verwendet werden. Die folgende Tabelle gibt Hinweise zur Auswahl von Brennergröße und Manometerdruck.

Brennerart	Brennergröße	Außendurchmesser	Acetylen Druck in bar	Sauerstoff Druck in bar
Anwärm Brenner	3	12 – 22 mm		2,5
	4	28 – 35 mm	0,3 – 0,5	2,5 – 3,0
	6	≥ 42 mm		bis 5,0
Schweißsätze	2 – 4	12 – 22 mm	0,3 – 0,5	2,5
	4 – 6	28 – 54 mm		3,0

**Tabelle 4.** Auswahl und Einsatz von Acetylen-Sauerstoff-Brennern

### Arbeitsablauf

Nach dem Entgraten und Kalibrieren kann auch beim Hartlöten auf das metallische Reinigen der Lötflächen (Fitting innen, Rohr außen) nicht verzichtet werden. Beim Einsatz von Flussmittel wird dieses nur auf das Rohrende, nicht in den Fitting, aufgetragen. Die Verbindungsstelle wird in der Streuf Flamme zunächst gleichmäßig auf Arbeitstemperatur (Dunkelrotglut) erwärmt.

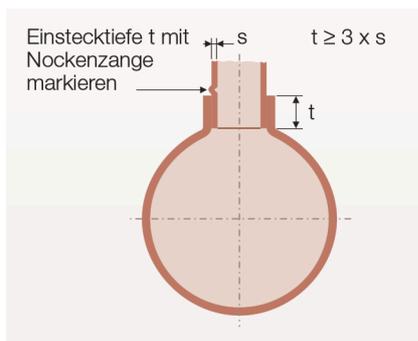
**Bild 17. Hartlöten**

Das Lot wird in der Streuflamme angesetzt und abgeschmolzen, bis der Lötspalt gefüllt ist. Bei großen Rohrdurchmessern kann die Lötnaht umlaufend gezogen und das Lot zonenweise abgeschmolzen werden. Abschließend werden Flussmittelreste z. B. mit der Drahtbürste entfernt.

Muffen und Abzweige (T- und Schrägabgänge) dürfen beim Hartlöten auch ohne Fittings hergestellt werden. Das handwerkliche Herstellen von Abzweigen erfolgt dabei unter Verwendung von speziellen Werkzeugen, mit denen das Durchgangsrohr ausgehast wird. In Trinkwasserinstallationen gilt das Hartlötverbot bis einschließlich 28 mm (kleinstes abzweigendes Rohr), in Gasinstallationen dürfen nur Muffen handwerklich hergestellt werden.

### Handwerklich gefertigte Muffen und Abzweige

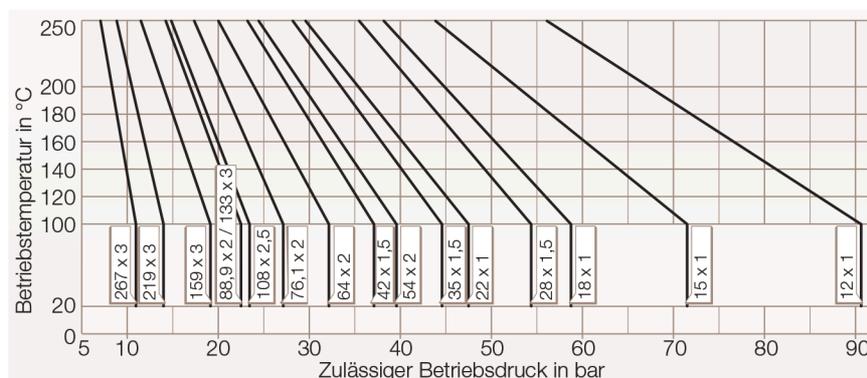
In Gasinstallationen dürfen Abzweige nur mit Fittings ausgeführt werden.

**Bild 18. Einstecktiefe markieren**

Am abzweigenden Rohr wird die Einstecktiefe mit der Nockenzange markiert. Die Mindest-Überlappungslänge beträgt bei Muffen das Dreifache der Wanddicke, mindestens jedoch 5 mm. Bei Abzweigen muss die Überlappungslänge mindestens dem Dreifachen der Wanddicke des abzweigenden Rohres entsprechen.

Die maximalen Drücke und Temperaturen bei Verwendung von Kapillarlötfittingen sind in Tabelle 2 angegeben. Für handwerklich hergestellte Muffen und Abzweige sind die zulässigen Betriebsdrücke im folgenden Bild dargestellt.

### Drücke und Temperaturen

**Bild 19. Zulässige Betriebsdrücke von fittinglos hartgelöteten Kupferrohrleitungen in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur (S = 4)**

Wenn zur Aufrechterhaltung einer blanken Rohroberfläche unter Schutzgas gelötet wird, sollten auch flussmittelfreie Lote (CP 105 oder CP 203) bevorzugt verwendet werden.

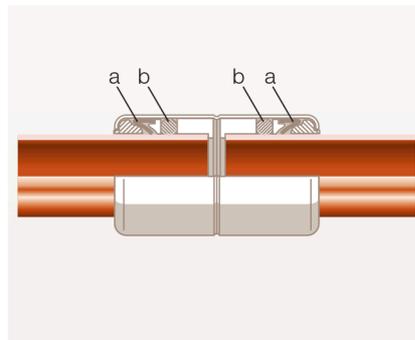
### Löten unter Schutzgas

## Steckverbindungen

Steckfittings stellen eine neuere Entwicklung in der Verbindungstechnik dar. Markenkupferrohre von Wieland der Zustände weich, halbhart und hart dürfen mit allen normgerechten Steckfittings verbunden werden.

Hinweise darüber, ob mit dem jeweiligen Steckfitting eine als dauerhaft dicht klassifizierte und damit überbaubare Verbindung hergestellt werden kann, sind den Herstellerangaben zu entnehmen.

Steckfittings ermöglichen eine zeitsparende Montage ohne Hilfsenergie und können z. B. bei Erweiterungen vorteilhaft eingesetzt werden.



**Bild 20.** Schnittansicht eines Steckfittings

Wesentliche Bestandteile von Steckverbindern sind ein Haltering (a) und ein Dichtelement (b) – ähnlich wie bei Pressfittings.

### Arbeitsablauf

Die Vorbereitung der Verbindungsstelle erfolgt in gleicher Weise wie bei den übrigen Verbindungstechniken. Das Außenentgraten ist von besonderer Bedeutung.

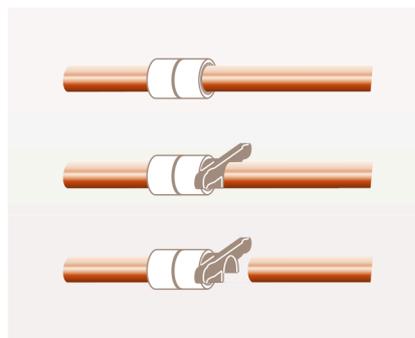
Hinweise über den Einsatz von Stützhülsen bei Ringrohren sind den Angaben der Fittinghersteller zu entnehmen.

Vor dem Zusammenfügen wird der korrekte Sitz des Dichtelementes überprüft und die Einstecktiefe angezeichnet. Fitting und Rohr werden ohne Verwendung von Öl oder Gleitmitteln unter leichtem Drehen ineinander geschoben.

In Verbindung mit Ringrohren kann der Einsatz von Stützhülsen erforderlich sein. Entsprechende Hinweise müssen den Angaben des jeweiligen Fittingherstellers entnommen werden.

### Lösen von Steckverbindungen

Steckverbindungen können meist mit Hilfe von Spezialwerkzeugen demontiert werden. Die Art und Häufigkeit des Lösen von Steckverbindungen hängt vom jeweiligen Fabrikat ab und ist den Herstellerunterlagen zu entnehmen.



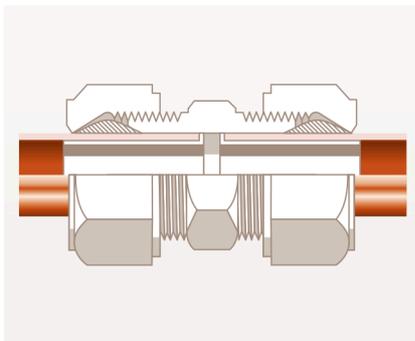
**Bild 21.** Nachträgliches Lösen einer Steckverbindung

Die passenden Werkzeuge für das nachträgliche Demontieren liefern Steckfitting-Hersteller.

## Lösbare Verbindungen

Lösbare Verbindungen werden vor allem zum Anschluss von Apparaten und Armaturen wie z. B. bei Pumpen, Wärmetauschern, Speichern oder Heizkörpern benötigt, damit diese ausbaubar bleiben. Sie können auch als gewöhnliche Rohrleitungsverbindung verwendet werden. Auch bei lösbaren Verbindungen ist eine fachgerechte Vorbereitung der Verbindungsstelle von großer Wichtigkeit. Lösbare Verbindungen dürfen nicht unter Putz und nicht für die Erdverlegung verwendet werden, ggf. sind Revisionsöffnungen vorzusehen.

Metallisch dichtende Klemmringverbindungen können für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden. Aufgrund der metallischen Dichtung verfügen sie über eine hohe Temperaturbeständigkeit.

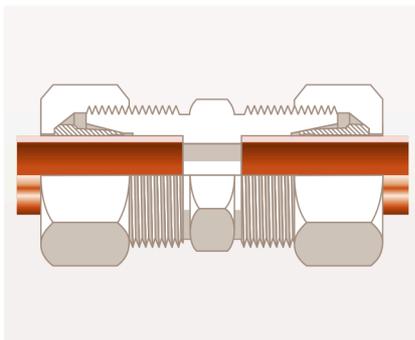


**Bild 22.** Klemmringverbindung (Darstellung mit Stützhülsen)

Beim Verbinden von Ringrohren müssen Stützhülsen verwendet werden.

Klemmringe sind nach dem Lösen nicht wieder verwendbar.

Schneidringverbindungen werden in der Installationstechnik normalerweise nur in Heizölinstallationen bis zu Abmessungen von 28 x 1,5 mm eingesetzt.

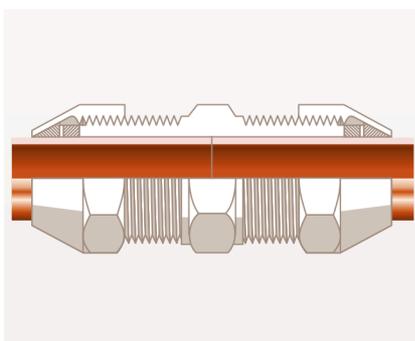


**Bild 23.** Schneidringverbindung

Beim Verbinden von Ringrohren müssen Stützhülsen eingesetzt werden.

Schneidringe sind nach dem Lösen nicht wieder verwendbar.

Weichdichtende Klemmverschraubungen werden bevorzugt für den Anschluss von Sanitärarmaturen verwendet.



**Bild 24.** Weichdichtende Klemmverschraubung

Weichdichtende Klemmverschraubungen müssen zugänglich bleiben und dürfen nicht überbaut werden. Stützhülsen sind nicht erforderlich.

## Klemmringverbindungen

Für Trinkwasser und Gas nur mit DVGW-Prüfzeichen

Bei weichen Rohren Stützhülsen verwenden.

## Schneidringverbindungen

In Trinkwasser- und Gasleitungen ist ihre Verwendung verboten.

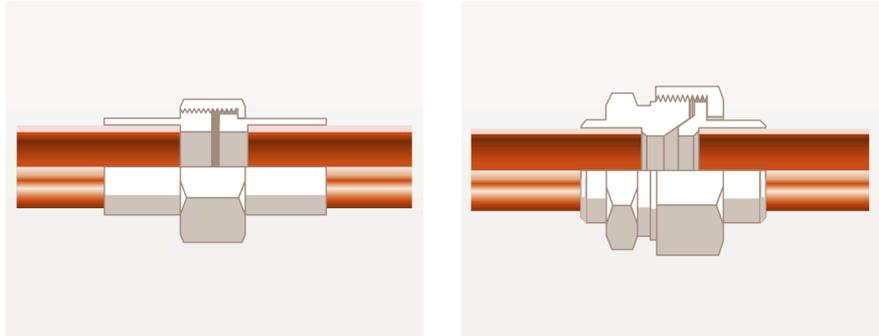
Bei weichen Rohren Stützhülsen verwenden.

## Klemmverschraubung (weichdichtend)

Weichdichtende Klemmverschraubungen müssen zugänglich bleiben und dürfen nicht überbaut werden.

## Verschraubungen

Rohrverschraubungen können flachdichtend oder metallisch dichtend ausgeführt sein. Bei den metallisch dichtenden Verschraubungen unterscheidet man die Bauformen konisch/konisch und konisch/kugelig.



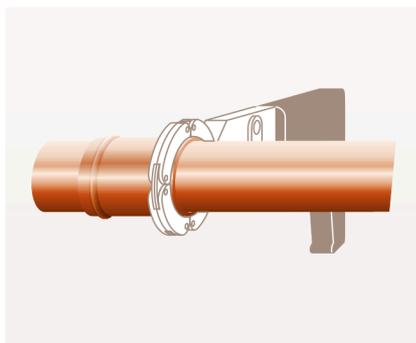
**Bild 25.** Flach- und konisch dichtende Verschraubungen

## Hinweise zum Verbinden großer Abmessungen

Als Rohrleitungen großer Abmessungen werden die Dimensionen von 64 mm bis 267 mm Außendurchmesser bezeichnet. So werden z. B. in Ausschreibungen alle Form- und Verbindungsstücke einzeln ausgeschrieben und nicht als prozentualer Zuschlag behandelt. Löt- und Pressfittings stehen bis 108 mm, z. T. sogar bis 159 mm zur Verfügung. Größere Abmessungen werden durch Schweißen oder durch Flansche verbunden.

## Pressen

Pressfittings sind bis 108 mm verfügbar. Der Arbeitsablauf unterscheidet sich dabei prinzipiell nicht von dem kleinerer Abmessungen. Hinsichtlich der Eignung von Presswerkzeugen auch für größere Abmessungen sind die Herstellerangaben zu beachten.



**Bild 26.** Verpressen von Rohren großer Abmessung mit Presskette

## Kapillarlöten

Das Weichlöten von großen Abmessungen bis 108 mm erfordert besonderes Geschick bei der Wärmezufuhr und wird in der Praxis sehr selten eingesetzt. Für das Hartlöten werden hingegen Fittings bis 159 mm angeboten. Das Löten kann dabei zonenweise umlaufend erfolgen. Für eine ausreichende Wärmezufuhr wird ggf. mit einem Vorbrenner oder mit mehreren Brennern gearbeitet.

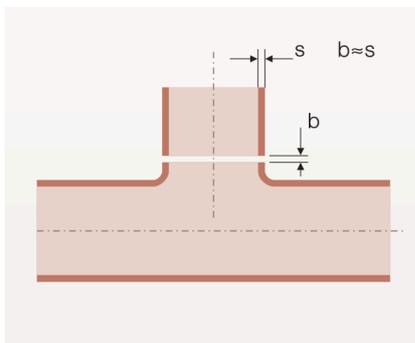
## Schweißen

Für das Schweißen ist eine Wanddicke von mindestens 1,5 mm erforderlich. Somit können Kupferrohre theoretisch ab 28 x 1,5 mm geschweißt werden. In der Praxis wird das Schweißen jedoch erst bei großen Abmessungen

angewendet, insbesondere wenn keine Löt- oder Pressfittings mehr zur Verfügung stehen.

Als Schweißzusätze dürfen SG-CuAg und SG-CuSn verwendet werden. Flussmittel sind beim Schweißen nicht erforderlich, es können jedoch Flussmittel auf der Grundlage von Borverbindungen eingesetzt werden (FH 21 oder FH 30).

Das Schweißen von Kupfer erfolgt als Schutzgasschweißen (MIG oder WIG) oder als Gasschmelzschweißen mit Acetylen-Sauerstoff-Brenner. Wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit von Kupfer kann es bei großen Abmessungen vorteilhaft sein, mit einem zweiten Brenner zu arbeiten.



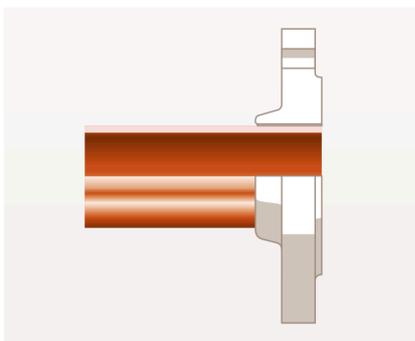
**Bild 27.** Stumpfnah

Als Nahtform wird beim Schweißen die Stumpfnah (I-Naht) gewählt. Für Bögen stehen Einschweißbögen zur Verfügung, T- und Schrägabgänge werden durch Aushalsungen hergestellt.

Das Schweißen von abnahmepflichtigen Leitungen (z. B. Gasleitungen) darf nur durch einen geprüften Schweißer ausgeführt werden (Schweißprüfung nach DIN EN ISO 9606-3).

Soll beim Schweißen eine Innenverzunderung verhindert werden, wird mit einem Stickstoff-Wasserstoff-Gemisch (Formiergas) gearbeitet. Dies ist in Bereichen außerhalb der Haustechnik von Bedeutung, so z. B. in der Labortechnik.

Flanschverbindungen kommen u. a. im Verteilerbau zum Einsatz und werden sowohl im Sinne einer lösbaren Verbindung, z. B. für den Anschluss von Pumpen oder Armaturen, oder in seltenen Fällen auch als Rohrleitungsverbindung eingesetzt. Flanschverbindungen können in drei verschiedenen Formen hergestellt werden. Flansche mit Pressanschluss werden zuerst geflanscht und dann gepresst.



**Bild 28.** Flansch mit Lötflansch aus Rotguss

Weitere Flanschverbindungen können hergestellt werden:

- mit glattem Lötband aus Rotguss und losem Flansch
- mit Vorschweißbördel aus Kupfer und losem Flansch (handwerklich umgebördelte Rohrenden sind hierbei nicht zulässig)

Rohrkupplungen bieten den Vorteil, dass die Verbindung ohne Hilfsenergie hergestellt werden kann. Rohrkupplungen sind nur für das Verbinden von Stangenrohren des Zustandes ziehhart (R 290) zugelassen.

## Zusatzstoffe

## Abnahmepflichtige Schweißverbindungen

## Schweißen unter Einsatz von Formiergas

## Flanschverbindungen

## Rohrkupplungen

# Verarbeitung

## Kaltbiegen von SANCO®-Installationsrohren

Die hervorragenden Biegeeigenschaften von Wieland-Markenkupferrohren werden von Verarbeitern seit langem geschätzt. Während Ringrohre auch ohne Biegegeräte per Hand gebogen werden können, wird das Biegen von Stangenrohren immer mit Werkzeug ausgeführt.

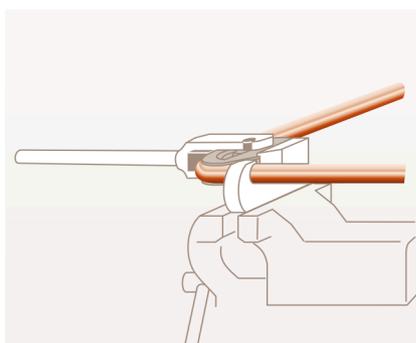
### Biegeradius

Beim Biegen dürfen die im Folgenden angegebenen kleinstmöglichen Biegeradien nicht unterschritten werden. Der Biegeradius bezieht sich auf die Mittellinie des Rohres, die so genannte neutrale Achse, und hängt sowohl vom Kupferrohr-Außendurchmesser  $d_a$  als auch vom Biegeverfahren ab.

### Biegen mit Biegewerkzeug

Die 1999 neu eingeführten halbharten Stangenrohre weisen weiter verbesserte Biegeeigenschaften auf, so dass SANCO®-Installationsrohre bei geringerem Kraftaufwand bis 28 x 1,5 mm kalt gebogen werden dürfen.

Für das Biegen von Kupferrohren ist eine große Auswahl an Biegewerkzeugen verfügbar, die jeweils für verschiedene Anwendungen konzipiert sind. Es sind daher die Herstellerangaben zu beachten. Dies gilt auch für die zugehörigen Biegesegmente, die ebenfalls in verschiedenen Ausführungen und mit unterschiedlicher Kennzeichnung am Markt erhältlich sind.



**Bild 29.** Biegen mit Biegewerkzeug

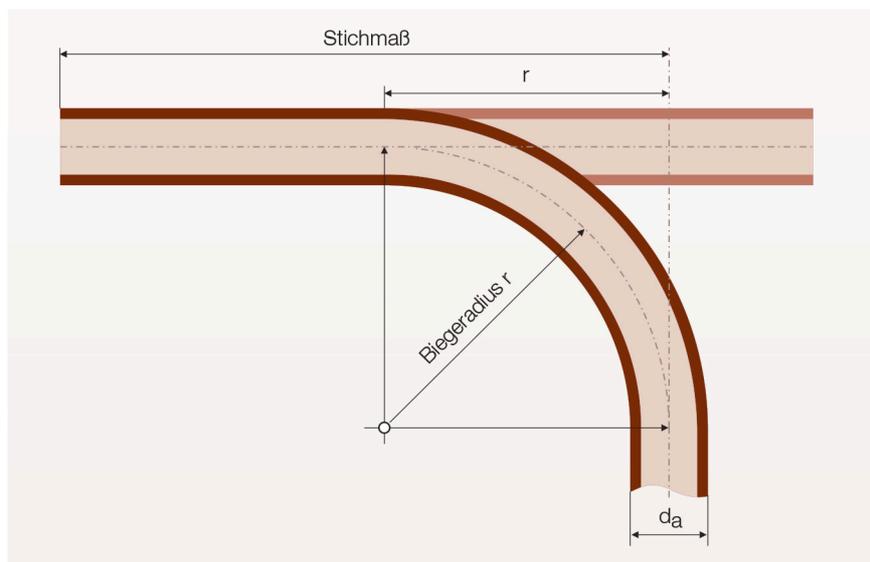
Anforderungen an die Biegeeigenschaften von Kupferrohren sind Bestandteil der DIN EN 1057. Für die Gas- und Trinkwasserinstallation sind die zulässigen Biegeradien im DVGW-Arbeitsblatt GW 392 festgelegt. In Tabelle 5 sind die kleinstmöglichen Biegeradien für SANCO®-Installationsrohre von Wieland angegeben.

			
	Abmessung (mm)	Von Hand	Mit Werkzeug
6 x 1			30 mm
8 x 1			35 mm
10 x 1			40 mm
12 x 1		6 bis 8 · $d_a$	45 mm
15 x 1			3 bis 6 · $d_a$
18 x 1			70 mm
22 x 1			77 mm
28 x 1,5			114 mm

**Tabelle 5.** Kleinste Biegeradien beim Biegen von SANCO®-Installationsrohr mit Werkzeug gemäß DIN EN 1057 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392

Für das maßgerechte Biegen wird bei den meisten Biegewerkzeugen der Beginn des Bogens auf dem Rohr markiert, indem vom Stichmaß der Biegeradius subtrahiert wird. Nach dem Biegevorgang liegt so bei einem 90°-Bogen die Mittellinie des Rohres genau auf dem Stichmaß. Die gestreckte Länge eines 90°-Bogens beträgt hierbei ca. 1,5 r.

### Maßgerechtes Biegen



**Bild 30.** Maßgerechtes Biegen

Weiche Ringrohre können ohne Werkzeug von Hand gebogen werden. Die Biegeradien sollten dabei das 6- bis 8fache des Rohr-Außendurchmessers nicht unterschreiten.

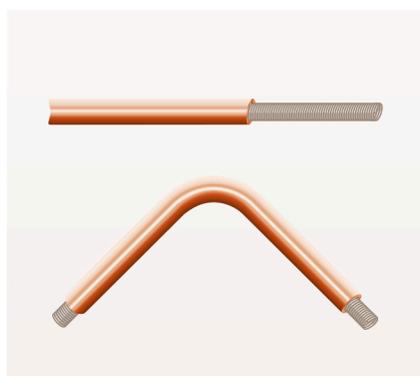
Die erreichbaren Biegeradien hängen auch von der Geschicklichkeit des Verarbeiters ab. In jedem Fall ist darauf zu achten, dass keine Querschnittsverengungen, Falten oder Knicke entstehen.

Unterstützend können Biegefedern eingesetzt werden, die noch kleinere Biegeradien ermöglichen. Für das Biegen von SANCO®-Rohr können sowohl Außen- als auch Innenbiegefedern verwendet werden.

Innenbiegefedern sind insbesondere beim Biegen von ummantelten Ringrohren vorteilhaft.

### Biegen von Hand

Kleinster Biegeradius:  
6facher Außendurchmesser



**Bild 31.** Biegen von Hand mit Innenbiegefeder