Deutsches Kupferinstitut
Copper Alliance

Die fachgerechte Kupferrohr-Installation

Eigenschaften · Verarbeitung · Verwendung

ZENTRALVERBAND
Sanitär Heizung Klima

Inhaltsverzeichnis

1. Kupferrohre 5

1.1 Kupferrohre nach DIN EN 1057 5
1.2 Kupferrohre für die Gas- und Trinkwasser-Installation nach DIN EN 1057 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392 5
1.3 Kupferrohre nach DIN EN 1057 und GW 392 mit Gütezeichen RAL 5
1.4 Qualitätsprüfungen 5
1.5 Kennzeichnung 6
1.6 Werkseitig vorummantelte Kupferrohre 7
1.7 Dünnwandige Kupferrohre mit festhaftendem Kunststoffmantel 8
1.8 Bestellbeispiele 8

2. Fittings 9

2.1 Kapillarlötfittings nach DIN EN 1254-1 und -4 9
2.2 Qualitätsprüfungen für Kapillarlötfittings 10
2.3 Pressfittings 10
2.4 Pressfittings nach E DIN 2549 mit DVGW-Prüfung 11
2.5 Steckfittings nach prEN 1254-6 mit DVGW-Prüfung 12
2.6 Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2. 13
2.7 Schweißbogen nach DIN 2607 13
2.8 Lösbare Verbindungen 13
2.9 Ergänzende Hinweise 14

3. Lote, Flussmittel und Schweißzusätze 16

3.1 Lote und Flussmittel 16
3.2 Weichlote nach DIN EN ISO 9453 16
3.3 Flussmittel für Weichlote nach DIN EN 29454-1 16
3.4 Weichlötpasten 16
3.5 Hartlote nach DIN EN ISO 17672 17
3.6 Hartlöt-Flussmittel nach DIN EN 1045 17
3.7 Schweißzusätze 17

4. Verarbeitungs- und Verbindungstechniken 18

4.1 Kaltbiegen von Kupferrohren, Abmessungsreihe DVGW-Arbeitsblatt GW 392 18
4.2 Vorbereiten der Kupferrohre für alle Verbindungstechniken 18
4.3 Vorbereitungen bei Lötverbindungen (Hart- und Weichlöten) 19
4.3.1 Flussmittel 19
4.3.2 Weichlöten 20
4.3.3 Hartlöten 20
4.4. Handwerklich gefertigte Abzweige und Muffen 20
4.4.1 Lötverbindungen bei handwerklich gefertigten Abzweigen und Muffen 21
4.5 Schweißverbindungen 21
4.6 Pressverbindungen 22
4.7 Steckverbindungen 22
4.8 Klemmringverbindungen 23

5. Betriebstemperaturen und Betriebsdrücke 24

6. Allgemeine Anforderungen an Installationen 26

6.1 Leitungsführung 26
6.1.1 Erdverlegte Trinkwasserleitungen 26
6.1.2 Erdverlegte Gasleitungen 26
6.1.3 Erdverlegte Flüssiggassleitungen 26
6.1.4 Erdverlegte Ölleitungen 26
6.2 Korrosionsschutz 26
6.2.1 Erdverlegte Leitungen 27
6.2.2 Freiverlegte Außenleitungen 27
6.2.3 Innenleitungen 28
6.2.4 Kupferrohre unter Putz 28
6.3 Wärmeschutz 29
6.4 Befestigung 29
6.5 Schallschutz 29
6.6 Brandschutz 30
6.7 Temperaturbedingte Längenausdehnung 30
6.8 Verlegung im Mauerwerk und auf Rohbetondecken 33
6.9 Altbaumodernisierung 33
6.10 Vorfertigung 33

7. Einsatzbereich Trinkwasser-Installation 34

7.1 Trinkwasser 34
7.2 Einsatzbereiche für Kupfer nach DIN 50930-6 34
7.3 Planungsgrundlagen 35
7.4 Zirkulationsleitungen 36
7.5 Zusammenbau von Kupfer mit anderen Werkstoffen 36
7.6 Dichtheitsprüfung 37
7.7 Spülen und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen 38
7.8 Übergabe, Betriebsanleitungen 38

8. Einsatzbereich Heiz- und Kühlsysteme 39

8.1 Planungsgrundlagen 39
8.2 Zusammenbau von Kupfer mit anderen Werkstoffen 39
8.3 Offene Wasser-Kühlsysteme 39
8.4 Dichtheitsprüfung 39

9. Einsatzbereich Brennstoffversorgung 40

9.1 Erdgas 40
9.2 Flüssiggas 40
9.3 Heizöl 41

10. Weitere Einsatzbereiche 42

10.1 Solarthermie 42
10.2 Regenwassernutzungsanlagen 42
10.3 Löschwasserleitungen 42
10.4 Technische Druckluft 42
10.5 Medizinische Gase 42
10.6 Technische Gase 43
10.7 Betriebswässer 43
10.8 Abwasser- Druckleitungen von Abwasserhebeanlagen 43

11. Normen und Regelwerke 44

Index 46

DKI-i158-02/2019

Einleitung

Kupfer ist der bevorzugte Werkstoff in der Sanitär- und Heizungstechnik, nicht zuletzt wegen seiner langen Haltbarkeit und gesundheitlichen Unbedenklichkeit. Es ist ein zeitgemäßer Werkstoff, der allen Anforderungen an nachhaltiges Bauen gerecht wird und durch ökologischen Vorteile überzeugt.

Im Gegensatz zu vielen anderen Materialien eignet sich Kupfer dank seines breiten Eigenschaftsspektrums für alle Einsatzbereiche in der Hausinstallation. Nicht nur für Trinkwasser- und Heizungsleitungen wird Kupfer eingesetzt; gerade bei hohen Anforderungen an die Sicherheit wie bei der Gasversorgung oder bei außergewöhnlichen Temperaturbeanspruchungen wie beispielsweise in Solaranlagen wird heute fast ausschließlich Kupfer als Werkstoff für Versorgungsleitungen in Gebäuden verwendet.

Für den Einsatz von Kupfer sprechen außerdem seine leichte Verarbeitbarkeit und die nahezu uneingeschränkte Kompatibilität der einzelnen Bauteile untereinander.

Die universelle Einsetzbarkeit von Kupfer in der Versorgungstechnik, die es so bei keinem anderen Werkstoff gibt, bestimmt die Anzahl der zu beachtenden Regelwerke. Dabei sind weder mehr Regelwerke zu beachten als bei anderen Werkstoffen, noch sind die Verarbeitungstechniken komplizierter. Kupferanwendungen sind lediglich vielfältiger.

Dieser Informationsdruck soll dem Planer und Installateur als Hilfe dienen. Er enthält die wichtigsten Aussagen aus den einschlägigen Regelwerken, ohne jedoch vollständig sein zu können. Sollten weiterführende Fragen bestehen, können die technischen Beratungen der Rohr- und Fittinghersteller sowie das Deutsche Kupferinstitut kontaktiert werden.

1. Kupferrohre

1.1 Kupferrohre nach DIN EN 1057
Die Anforderungen an Kupferrohre für Installationszwecke werden in DIN EN 1057 'Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für Wasser- und Gasleitungen für Sanitärinstallationen und Heizungsanlagen' beschrieben.
Diese Norm beschreibt die Anforderungen an die Eigenschaften, die Zusammensetzung, die Lieferbedingungen und die Prüfung von nahtlosen Rundrohren aus Kupfer mit einem Außendurchmesser von 6 bis 267 mm.

Wesentliche Anforderungen der DIN EN 1057 an die Eigenschaften der Kupferrohre sind die Zuordnung von Außendurchmessern und Wanddicken, eingeengte Außendurchmessertoleranzen für die Kapillarlötung, einheitliche Festigkeitszustände und Lieferlängen, die Kennzeichnung der Rohre sowie der einzusetzende, einheitliche Werkstoff Cu-DHP (Werkstoffnummer CW024A, sauerstofffreies Kupfer, das mind. 99,90 % Kupfer und Silber sowie zwischen 0,015 % und 0,040 % Phosphor enthält).

Kupferrohre nach DIN EN 1057 sind universell einsetzbar und können beispielsweise in folgenden Bereichen eingesetzt werden:

- Trinkwasserverteilsysteme für kaltes und erwärmtes Trinkwasser
- Heizungs- und Kühlsysteme einschließlich Fußboden-, Wand- und Deckenheizsysteme
- Verteilung gasförmiger und flüssiger Brennstoffe
- Solaranlagen
- Löschwasserleitungen und Sprinkleranlagen
- Anlagen für betriebliche Druckluft
- Regen- und Betriebswässer
- Abwasserentsorgung (z. B. Druckleitungen für Abwasserhebeanlagen)

Bezüglich weiterer Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen ist Rücksprache mit den Herstellern zu nehmen.

1.2 Kupferrohre für die Gas- und Trinkwasser-Installation nach DIN EN 1057 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392
Generell gilt, dass Werkstoffe, Bauteile und Apparate für die Trinkwasser-Installation im Rahmen der EU-Bauproduktenverordnung und, soweit verfügbar, in Übereinstimmung mit harmonisierten europäischen Normen oder europäischen technischen Zulassungen (ETA) mit 'CE' gekennzeichnet sein müssen. Liegen beide Prüfkriterien für ein Produkt (noch) nicht vor, so muss die Kennzeichnung den nationalen Normen (z. B. DIN EN 1057) und dem DVGW-Regelwerk (z. B. DVGW GW 392) entsprechen.

Im DVGW-Arbeitsblatt GW 392 'Nahtlosgezogene Rohre aus Kupfer für Gas- und Trinkwasser-Installationen; Anforderungen und Prüfungen' sind die notwendigen Eigenschaften von für diese Einsatzbereiche vorgesehenen Kupferrohren beschrieben.

1.3 Kupferrohre nach DIN EN 1057 und GW 392 mit Gütezeichen RAL
Die Gütebedingungen RAL-RG 641/1 'Güte- und Prüfbestimmungen (Gütebedingungen) für das Gütezeichen Kupferrohr/RAL' der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. enthalten gegenüber der Norm DIN EN 1057 ergänzende Anforderungen und Vorschriften zur Prüfung solcher Rohre. Das Gütezeichen kann für Kupferrohre für die Trinkwasserinstallation und die Heizungsinstallation vergeben werden.

1.4 Qualitätsprüfungen
In DIN EN 1057 sind neben der Produktbeschreibung weitreichende Prüfanforderungen enthalten.

Geprüft werden:

- Werkstoffzusammensetzung
- mechanische Eigenschaften
- Maße und Grenzmaße
- Fehlerfreiheit
- Oberflächenbeschaffenheit
- Biegeverhalten
- Aufweitverhalten
- Bördelverhalten

Güte- und DVGW-geprüfte Rohre unterliegen z. T. strengeren und zusätzlichen Anforderungen. So darf z. B. die quantitativ gemessene Kohlenstoffmenge auf der Innenoberfläche fabrikneuer Rohre in Ringen 0,10 mg/dm^2 nicht überschreiten (DIN EN 1057: 0,20 mg/dm^2). Bei Rohren in geraden Längen ist der Restgehalt des für die Fertigung notwendigen Ziehmittels für Rohre bis einschließlich 54 mm auf 0,2 mg/dm^2 begrenzt.

Das DVGW-Arbeitsblatt GW 392 und die Gütebedingungen der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. verlangen eigene Überwachungsprüfungen der Rohrhersteller mit Dokumentation, für die ein Mindestumfang festgelegt ist. In jährlichen Überwachungsprüfungen durch neutrale Prüfstellen werden zusätzlich Rohre überprüft, wobei auch kontrolliert wird, ob die Eigenüberwachungen im vorgeschriebenen Umfang durchgeführt wurden.

Lieferform	Außendurchmesser	Festigkeitszustand	Lieferlänge
in Ringen*	6 - 22 mm	R220 (weich)	25 oder 50 m
gerade Längen	12 - 28 mm	R250 (halbhart)	5 m
gerade Längen	6 - 133 mm	R290 (hart)	5 m
	159, 219, 267 mm	R290 (hart)	5 m

Tabelle 1.1 Lieferformen von Kupferrohren nach DIN EN 1057

* Ringaußendurchmesser 500 - 900 mm

Gas- und Trinkwasser-Installation mit DVGW-Prüfzeichen nach Arbeitsblatt GW 392				Andere Anwendungen (z. B. Heizung)
Stangen			Ringe	Ringe
Durchmesser x Wanddicke im mm				
12 x 1	42 x 1,2	133 x 3	12 x 1	12 x 0,7
15 x 1	54 x 1,5	159 x 3	15 x 1	14 x 0,8
18 x 1	64 x 2	219 x 3	18 x 1	
22 x 1	76,1 x 2	267 x 3	22 x 1	
28 x 1	88,9 x 2			
35 x 1,2	108 x 2,5			

Tabelle 1.2 Wesentliche Abmessungen von Kupferrohren nach DIN EN 1057 mit RAL-Gütezeichen für die Gas- und Trinkwasser-Installation und für andere Anwendungen (z. B. Heizung)

- Rohre vom Ring sind jeweils blank, vorummantelt oder wärmegedämmt erhältlich
- Stangenrohre 12 - 54 mm sind außerdem mit Wärmedämmung 100% EnEV erhältlich

1.5 Kennzeichnung

Von 10 bis 54 mm Durchmesser müssen die Rohre im Abstand von höchstens 600 mm wiederkehrend über ihre Länge gekennzeichnet sein.
Rohre mit einem Durchmesser von 6 mm bis unter 10 mm oder über 54 mm müssen zumindest an beiden Enden in ähnlicher Weise sichtbar gekennzeichnet sein.

Zumindest folgende Angaben müssen bleibend angebracht werden:

- EN 1057
- CE
- Kennzeichen des Herstellers
- Herstelldatum -
  Jahr und Quartal (I bis IV) oder
  Jahr und Monat (1 bis 12)

Des Weiteren sind folgende Kennzeichnungen dauerhaft oder bleibend anzubringen:

- Außendurchmesser und Wanddicke
- Kennzeichnung halbharter Rohre durch das Zeichen |-|-|

Rohre nach DVGW-Arbeitsblatt GW 392 sind ergänzend folgendermaßen zu Kennzeichnen:

- DVGW-Prüfzeichen und Registernummer des Herstellers 'DV-7204-YZ-XXXX'

Bild 1.1 Kennzeichnungsbeispiele von Kupferrohren nach DIN EN 1057 mit RAL-Gütezeichen und DVGW-Kennzeichnung (1485)

Auf Rohren mit RAL-Gütezeichen ist außerdem folgende Kennzeichen anzubringen:

- vereinfachtes RAL-Gütezeichen (Bild 1.2)
- Herstellungsland (Länderkürzel)

Weitere Kennzeichnungen, wie beispielsweise herstellerspezifische Marken- oder Produktnamen, sind natürlich ebenso zulässig (Bild 1.1).

Bild 1.2 Gütezeichen RAL der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V., rechts das vereinfachte Gütezeichen RAL (0477 A)

1.6 Werkseitig vorummantelte Kupferrohre

Nach DIN EN 13349 'Vorummantelte Rohre aus Kupfer mit massivem Mantel' müssen werkseitig mit Kunststoff ummantelte Kupferrohre gemäß DIN EN 1057 beschaffen sein und die Ummantelung muss mindestens folgende dauerhafte Kennzeichnungen aufweisen (Bild 1.1):

- Kennzeichen des Herstellers
- EN 13349
- Außendurchmesser und Wanddicke des Kupferrohres ohne Mantel
- Festigkeitszustand bei halbharten Rohren
- Herstelldatum -
  Jahr und Quartal (I bis IV) oder
  Jahr und Monat (1 bis 12)

Die Kennzeichnung mit dem Herstelldatum kann jedoch entfallen, wenn Rohr und Ummantelung vom selben Hersteller stammen. Des Weiteren ist die Angabe der Brandklasse der Ummantelung üblich.

2. Fittings

1.7 Dünnwandige Kupferrohre mit festhaftendem Kunststoffmantel
Kupferrohre dieses Typs besitzen ein dünnwandiges Mediumrohr aus Kupfer Cu-DHP, das mit einem festhaftendem Kunststoffmantel verbunden ist.
Die Rohre sind ausschließlich im Festigkeitszustand 'weich' in Form von Ringen erhältlich.
Der Glattmantel aus Kunststoff dient als mechanischer Schutz während Transport, Lagerung und Verarbeitung und übernimmt beim Biegen des Rohres eine Hilfsfunktion.

Kupferrohre mit festhaftendem Kunststoffmantel können vielfältig eingesetzt werden, z. B. in der Heizungstechnik als Flächenheizrohre oder zur Bauteilaktivierung.
Für den Einsatz im Trinkwasserbereich können Kupferrohre mit festhaftendem Kunststoffmantel nach DVGW-Prüfgrundlage VP 652 geprüft und zugelassen werden. So geprüfte Rohre müssen demnach dauerhaft mit folgenden Angaben fortlaufend und in Abständen von höchstens 1 m gekennzeichnet werden:

- DVGW-Zertifizierungszeichen mit Registriernummer
- Herstellername oder Herstellerkennzeichen
- Rohrabmessung (Außendurchmesser und Wanddicke)
- Rückverfolgbarkeitscode

Das Verbinden der flexiblen Kupferrohre erfolgt mit vom Rohrhersteller gelieferten oder freigegebenen Verbindern wie z. B. Pressfittings.

1.8 Bestellbeispiele
Kupferrohre für die Trinkwasser- und Gasinstallation
500 m Kupferrohr in geraden Längen (Stangenrohr) nach DIN EN 1057 mit einem Außendurchmesser von 28 mm und einer Wanddicke von 1,0 mm im Festigkeitszustand R250 (halbhart) mit DVGW-Prüfzeichen und mit RAL-Gütezeichen:

„500 m Kupferrohr DIN EN 1057 – R250 – 28 x 1,0 mm – 5 m Stange mit DVGW-Prüfzeichen und mit RAL-Gütezeichen"

Kupferrohre für Heizungsanlagen
500 m Kupferrohr in Ringen nach DIN EN 1057 mit einem Außendurchmesser von 14 mm und einer Wanddicke von 0,8 mm im Festigkeitszustand R220 (weich) mit RAL-Gütezeichen: „500 m Kupferrohr DIN EN 1057 – R220 – 14 x 0,8 mm – 50 m Ringe mit RAL Gütezeichen"

Werkseitig vorummantelte Kupferrohre nach DIN EN 13349 für die Trinkwasser-Installation
250 m Kupferrohr in geraden Längen (Stangenrohr) nach DIN EN 1057 im Festigkeitszustand R290 (hart) mit werkseitiger Vorummantelung nach DIN EN 13349, Außendurchmesser des Kupferrohres 15 mm, Wanddicke 1 mm, mit DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen:

„250 m Kupferrohr DIN EN 1057 – R290 – 15 x 1,0 mm – 5 m Stange mit DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen – mit werkseitig aufgebrachtem Kunststoff-Stegmantel nach DIN EN 13349"

Kupferrohre mit festhaftendem Kunststoffmantel für die Trinkwasser-Installation
100 m Kupferrohr mit festhaftendem Kunststoffmantel mit einem Außendurchmesser von 16 mm und einer Wanddicke von 2 mm mit DVGW-Prüfzeichen:

„100 m flexibles Kupferrohr mit festhaftender Kunststoffummantelung aus PE-RT – R220 – 16 x 2,0 mm – 100 m Ringe mit DVGW-Prüfzeichen".

Abmessung mm	Wanddicke Kupferrohr mm	Ringlänge m
14 x 2	0,30	100
16 x 2	0,35	100
18 x 2	0,35	100
20 x 2	0,50	50
26 x 3	0,50	50

Tabelle 1.3 Lieferformen und Abmessungen, Kupferrohre mit festhaftendem Kunststoffmantel

Für Installationsrohre aus Kupfer nach DIN EN 1057 kommen hauptsächlich folgende Form- und Verbindungsstücke zum Einsatz:

- Kapillarlötfittings nach DIN EN 1254-1, -4 und -5 sowie den DVGW-Prüfgrundlagen GW 6 und 8
- Pressfittings nach DIN 2459 und den DVGW-Prüfgrundlagen W 534 (Trinkwasser) bzw. G 5614 (Gas)
- Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2 und DVGW-Prüfgrundlage W 534
- Steckfittings nach prEN 1254-6 und DVGW-Prüfgrundlage W 534
- Bogen aus Kupfer zum Einschweißen nach DIN 2607

2.1 Kapillarlötfittings nach DIN EN 1254-1 und -4
Kapillarlötfittings sind universell einsetzbar und können beispielsweise in folgenden Bereichen eingesetzt werden:

- Trinkwasserverteilsysteme für kaltes und erwärmtes Trinkwasser
- Heizungs- und Kühlsysteme einschließlich Fußboden-, Wand- und Deckenheizsysteme
- Verteilung gasförmiger und flüssiger Brennstoffe
- Solaranlagen
- Löschwasserleitungen und Sprinkleranlagen
- Druckluftanlagen
- Regen- und Betriebswässer
- Abwasser (z. B. Druckleitungen für Abwasserhebeanlagen)

Bezüglich weiterer Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen ist Rücksprache mit den Herstellern zu nehmen.

Die entsprechenden Anforderungen an die Fittings werden in den Regelwerken DIN EN 1254-1 (Kapillarlötfittings), DIN EN 1254-4 (Übergangsfittings), den DVGW-Prüfgrundlagen GW 6 und GW 8 sowie den Güte- und Prüfbestimmungen RAL RG 641/4 der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. beschrieben.

Fittings nach den o. a. Normen sind für Kupferrohrabmessungen von 6 bis mindestens 108 mm Anschlussdurchmesser und mit Gewinde-Anschlussgrößen nach DIN EN 10226 von R/Rp 1/8 bis R/Rp 4 lieferbar
(R = Außengewinde, Rp = Innengewinde).

Kapillarlötfittings werden in der Regel aus dem sauerstofffreiem Kupfer Cu-DHP oder Kupferlegierungen hergestellt, die sowohl den Anforderungen der DIN 50930-6 als auch der UBA-Liste „Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe in Kontakt mit Trinkwasser" entsprechen müssen.

Kapillarlötfittings sind für alle Lötverbindungstechniken bei Installationsrohren nach DIN EN 1057 verwendbar.

Um die Kapillarwirkung sicherzustellen, sind enge Fertigungstoleranzen für die Anschlussdurchmesser der Innen- und Außenlötenden festgelegt. Die maximale Einstecktiefe wird durch einen Rohranschlag begrenzt.

Fittings müssen allgemein – soweit es die Größe des Fittings ermöglicht – mit dem Herstellerzeichen oder -namen und den Anschlussdurchmessern, mindestens jedoch mit dem Herstellerzeichen, dauerhaft und lesbar gekennzeichnet werden (Bild 2.1).

Fittings nach DIN EN 1254 werden durch Angabe des Typs, DIN EN 1254, der Bestellnummer und der Anschlussgröße bezeichnet.

Bild 2.1 Kennzeichnungsbeispiel eines gütegeprüften Kapillarlötfittings mit RAL-Gütezeichen (3502 A)

Die Anschlussgröße benennt den Außendurchmesser des zugehörigen Rohres, bei Gewindeanschlüssen zusätzlich das Gewindemaß.

Bei reduzierten Fittings wird erst der größere, dann der kleine Anschlussdurchmesser benannt.
Bei T-Stücken ist mit der jeweils größeren Abmessung des Durchganges zu beginnen, an zweiter Stelle wird die Abmessung des Abzweiges genannt (Bild 2.2).

Bei Übergangsfittings mit Löt- und Gewindeanschluss wird erst der Anschlussdurchmesser des Lötendes, dann die Gewindegröße benannt (z. B. 15 x ½").

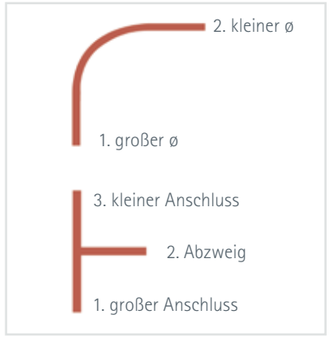

Bild 2.2 Normgerechte Bezeichnung von Fittings (3500)

2.2 Qualitätsprüfungen für Kapillarlötfittings
In Anlehnung an die Anforderungen an die Innenoberflächen von Rohren werden auch in DIN EN 1254-1 Anforderungen an die Beschaffenheit der Innenoberflächen von Kupferfittings gestellt.
In dieser Norm ist deshalb festgelegt, dass sie – wie die Rohre – frei von Kohlenstofffilmen sein müssen und die Menge des Ziehmittelrestgehalts (als Kohlenstoff bestimmt) den Wert 1,0 mg/dm^2 nicht überschreiten darf.

Die Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. vergibt auch ein **Gütezeichen RAL für 'Kapillarlötfittings aus Kupfer für Kupferrohr'**, nicht jedoch für Kapillarlötfittings aus Rotguss und Übergangsfittings aus Kupfer und Rotguss.

Die in diesen Gütebedingungen enthaltenen Anforderungen an die Beschaffenheit der Innenoberfläche sind schärfer gefasst als in DIN EN 1254-1. So wird neben der Freiheit von Kohlenstoff filmen gefordert, dass der Ziehmittelrestgehalt (als Kohlenstoff bestimmt) den Wert von 0,5 mg/dm^2 (DIN EN 1254-1: 1,0 mg/dm^2) nicht überschreiten darf.

Damit sind die geprüften Fittings im Hinblick auf die Abwesenheit von Kohlenstofffilmen den Kupferrohren gleichwertig. Wie es auch bei den Kupferrohren üblich ist, erfolgt eine regelmäßige Fremdüberwachung und laufende Fertigungskontrolle der Fittings durch neutrale Prüfstellen, wie dies in den Gütebedingungen der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. vorgeschrieben ist. Gütegeprüfte Fittings führen auf der Verpackung das Gütezeichen und auf jedem einzelnen Fitting selbst das vereinfachte Gütezeichen (Bild 1.2).

Fittings nach den DVGW-Prüfgrundlagen GW 6 und GW 8 für den Einsatz in Gas- und Trinkwasser-Installationen müssen mit dem Herstellerzeichen oder -namen und den Anschlussdurchmessern, mindestens jedoch mit dem Herstellerzeichen, dauerhaft lesbar gekennzeichnet werden.

Sie sollen (Kapillarlötfittings aus Rotguss und Übergangsfittings aus Kupfer und Rotguss) bzw. können (Kapillarlötfittings aus Kupfer) darüber hinaus mit den Buchstaben 'DVGW' gekennzeichnet sein; andernfalls gilt das Firmenzeichen. In den Katalogen und Verkaufsunterlagen sind die Fittings, die ein DVGW-Prüfzeichen besitzen, deutlich zu kennzeichnen.

Bestellbeispiel für Kapillarlötfittings
T-Stück mit reduziertem Durchgang von Anschluss 22 auf 18 mm und mit Abzweig 15 mm, Bestellnummer 5130, mit RAL-Gütezeichen und DVGW-Prüfzeichen:

„T DIN EN 1254-1 - 5130 - 22-15-18 mit DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen"

2.3 Pressfittings
Pressfittings sind vielfältig einsetzbar und können unter anderem in folgenden Bereichen eingesetzt werden:

- Trinkwasserverteilsysteme für kaltes und erwärmtes Trinkwasser
- Heizungs- und Kühlsysteme einschließlich Fußboden-, Wand- und Deckenheizsysteme
- Verteilung gasförmiger Brennstoffe*
- Solaranlagen*
- Löschwasserleitungen 'nass'
- Anlagen für betriebliche Druckluft
- Regenwassernutzungsanlagen

* Spezielles Dichtelement für diesen Einsatzbereich erforderlich

Für viele weitere Anwendungsgebiete können Pressfittings entsprechend den jeweiligen Herstellerangaben oftmals ebenso verwendet werden.
Bezüglich dieser weiteren Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen ist stets Rücksprache mit dem jeweiligen Hersteller zu nehmen.

2.4 Pressfittings nach DIN 2459 mit DVGW-Prüfung
Pressfittings für den Einsatz in **Kalt- und Warmwasserverteilsystemen** müssen in Deutschland zusätzlich den Anforderungen der **DIN 2459** und der DVGW-Prüfgrundlage **W 534** entsprechen; für den Einsatz in **Gasleitungen** ist die Eignung nach DVGW-Prüfgrundlage **G 5614** nachzuweisen.

Die Prüfungen nach diesen Prüfgrundlagen erfolgt mit DVGW-geprüften Kupferrohren nach DVGW-Arbeitsblatt GW 392 in den dort vorgesehenen Festigkeitsstufen.

Kupferrohre nach DIN EN 1057 aller Festigkeitsstufen und in den Abmessungen von 12 bis 108 mm können mit Pressfittings aus Kupfer- und Kupferlegierungen verbunden werden.

Die Abdichtung der Verbindung erfolgt über einen Elastomer-Dichtring (O-Ring), wobei die Kraftschlüssigkeit über eine geringfügige Verformung des Fittings und des Rohres sichergestellt wird.
Pressverbindungen an Kupferrohren können mittels zwei verschiedener sog. 'Konturen' über drei oder zwei Ebenen hergestellt werden (Bilder 2.3 und 2.4).

DVGW-geprüfte Pressfittings können in Trinkwasser- und Heizungssystemen bis 110 °C und 16 bar sowie in Gasinstallationen eingesetzt werden.
Für Gasinstallationen bis PN 5 sind Pressverbinder nach DVGW Prüfgrundlage G 5614 besonders gekennzeichnet.

Für frei verlegte Gas-Außenleitungen ist die Pressverbindung bis zum Nenndruck PN 5 einsetzbar.

Für Innenleitungen in Räumen, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, müssen die Pressfittings eine höhere thermische Belastbarkeit aufweisen.

Die Kennzeichnung des Fittings mit 'GT/X' gibt Aufschluss darüber, bis zu welchem Nenndruck X (1, 4 oder 5 bar) dieser Fitting bei Innenleitungen verwendet werden darf.

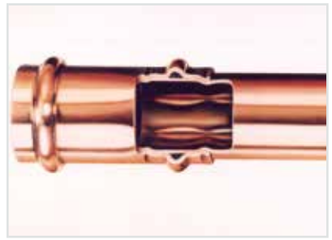

Bild 2.3 Pressverbindung, Verpressung über drei Ebenen (5123)

Bild 2.4 Pressfitting, Verpressung über zwei Ebenen (6113)

Anwendung	Regelwerk	Betriebstemperatur	Elastomer
Trinkwasser	DIN EN 806, DIN 1988	< 85 °C	EPDM
Heizung / Kühlung	DIN 18380, DIN EN 14336	< 110 °C	EPDM
Erdgas	TRGI (DVGW G600)	-20° - 70 °C	HNBR
Flüssiggas	TRF	-20° - 70 °C	HNBR
Heizöl*	DIN 4755, TRÖI	< 40 °C	HNBR
Solarthermie	DIN EN 12975, DIN EN 12976	< 200 °C	FKM
Fernwärme	DIN 4747, TAB FW-Versorger	< 140 °C	FKM
Druckluft, ölfrei	ISO 8573		EPDM
Druckluft, ölhaltig	ISO 8573		HNBR
Regenwasser	DIN 1989- 1		EPDM
Löschwasserltg. `nass	DIN 14462		EPDM

Tabelle 2.1 Anwendungsgebiete von Pressfittings (Auswahl) und zugehörige Elastomertypen

* in Verbindung mit entsprechender bauaufsichtlicher Zulassung

Die universelle Einsetzbarkeit von Pressverbindungen erfordert in vielen Fällen die Verwendung von für den jeweiligen Einsatzbereich maßgeschneiderten Elastomerdichtungswerkstoffen. Um eine entsprechende Betriebssicherheit erreichen zu können, ist für bestimmte Anwendungen der Einsatz von spezifischen Dichtelementen notwendig, die i. d. R. auch farblich gekennzeichnet sind (Tabelle 2.1).

Bestellbeispiele
„Bestell-Nr. des Herstellers, T-Stück aus Kupfer 22-15-18, geprüft nach DVGW-Arbeitsblatt W 534 mit DVGW-Prüfzeichen"
„Bestell-Nr. des Herstellers, Übergangsstück aus bleifreiem Rotguss 22 x ¾", geprüft nach DVGW-Arbeitsblatt W 534 mit DVGW-Prüfzeichen"

2.5 Steckfittings nach prEN 1254-6 mit DVGW-Prüfung

Steckfittings nach prEN 1254-6 können eingesetzt werden für Kalt- und Warmwasserverteilsysteme (einschließlich Regenwassernutzung), Heizungs- und Kühlsysteme und Druckluftanlagen bis zu einem Betriebsdruck PN 16.

Die Prüfung nach DVGW-Arbeitsblatt W 534 (erkennbar an der DVGW-Kennzeichnung) bekundet die Verwendbarkeit der Fittings in Trinkwasser-Installationen.

Obwohl Steckfitting-Verbindungen bei allen auf dem Markt erhältlichen, für Kupferrohre vorgesehenen Systemen mit geeignetem Spezialwerkzeug demontiert werden können, sind diese Verbindungen gemäß den geltenden Regeln als 'dauerhaft dicht' klassifiziert, so dass auch eine Verwendung unter Putz möglich ist.

Steckfittings können mit Kupferrohren aller Festigkeitsstufen (weich, halbhart, hart) nach DIN EN 1057 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392 verwendet werden.

Sowohl bei der Modernisierung, als auch bei der Erstellung von Neuanlagen ermöglichen Steckfittings eine Montage ohne spezielle Maschinen oder Werkzeuge wie z. B. Lötbrenner.

Bestellbeispiel
Reduziertes Steckfitting-T-Stück für die Trinkwasser-Installation:
„Bestell-Nr. des Herstellers, T-Stück 28 x 22 x 28, geprüft nach DVGW W 534"

Bild 2.5 Steckfitting aus Kupfer (7000)

2.6 Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2

Metallisch dichtende Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2 können eingesetzt werden in:

- Trinkwasserverteilsystemen für kaltes und erwärmtes Trinkwasser
- Heizungs- und Kühlsystemen
- Erdgasleitungen*
- Solaranlagen
- Heizölleitungen bis DN 25
- Anlagen für betriebliche Druckluft und technische Gase
- Regenwassernutzungsanlagen

* bis 28 mm einschließlich, jedoch nicht als Verbindung für fortlaufende Leitungen

Für alle weiteren Anwendungsgebiete sind die jeweiligen Herstellerfreigaben zu beachten.

Klemmringverschraubungen (Bild 2.6) nach DIN EN 1254-2 sind für Kupferrohre nach DIN EN 1057 bis zur Nennweite 108 mm lieferbar.

Sie sind beispielsweise auch in Erdgasinstallationen bis einschließlich 28 mm z. B. als Anschlussübergang einsetzbar, in Flüssiggasinstallationen jedoch nicht. Gewindeübergänge gewährleisten die Kompatibilität zu anderen Verbindungssystemen. Diese Anschlussgewinde entsprechen der Norm DIN EN 10226-1 (kegeliges Außengewinde/zylindrisches Innengewinde).

Die Kennzeichnung erfolgt dauerhaft und lesbar mit dem Herstellernamen oder -zeichen und dem Anschlussdurchmesser (Rohraußendurchmesser) bzw. der Gewindegröße. Nach Bedarf oder Zweckmäßigkeit können weitere Zeichen aufgebracht sein.

Klemmringverschraubungen werden bezeichnet durch die Angabe des Typs (Formbezeichnung), der Artikel- oder Bestellnummer und den Anschlussabmessungen.

Bestellbeispiele
„T-Stück, Bestell-Nr. des Herstellers, Abmessung 15 x 15"
„Reduziertes T-Stück, Bestell-Nr. des Herstellers, Abmessung 22 x 15 x 22"

Bild 2.6 Klemmringverschraubung nach DIN EN 1254-2 (6053)

2.7 Schweißbogen nach DIN 2607

Schweißfittings können prinzipiell in allen Anwendungsbereichen eingesetzt werden, in denen die Verwendung von Kupferrohren generell zugelassen ist und in denen die Verbindungstechnik 'Schweißen' angewendet werden darf.

Bestellbeispiel
Einschweißbogen 90° zum Verbinden von Kupferrohren nach DIN EN 1057 der Abmessung 133 x 3,0 mm:

„Einschweißbogen aus Kupfer 90° nach DIN 2607 für Kupferrohre nach DIN EN 1057 - 133 x 3,0"

2.8 Lösbare Verbindungen

Mit Ausnahme der Klemmringverschraubungen werden lösbare Verbindungen im Allgemeinen für Armaturen- und Geräteanschlüsse sowie für die Verbindung von Kupferrohren mit Rohren aus anderen Werkstoffen verwendet. Alle lösbaren Verbindungen und deren Einsatzgebiete sind in Tabelle 2.2 aufgeführt.

Bei Rohrverbindern, die bei den vorgesehenen Beanspruchungen nicht zugfest sind (z. B. weich dichtende Klemmverschraubungen), ist durch geeignete Rohrführung oder Anordnung von Festpunkten sicherzustellen, dass die Rohrenden nicht aus dem Verbinder heraus gleiten können. Weichdichtende lösbare Verbindungen in Gasleitungen nach TRGI müssen stets zugänglich sein. Bei Unterputzverlegungen sind Revisionsöffnungen vorzusehen.

Werden weiche Rohre (vom Ring) mit Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2 verbunden, so sind die Rohrenden von innen mit Stützhülsen zu verstärken.

Für andere Arten von Klemmringverbindungen (z. B. Heizkörperanschlusssysteme) sind hinsichtlich des Einsatzes von Stützhülsen in Verbindung mit harten oder halbharten Rohren die jeweiligen Angaben des Fittingherstellers zu beachten.

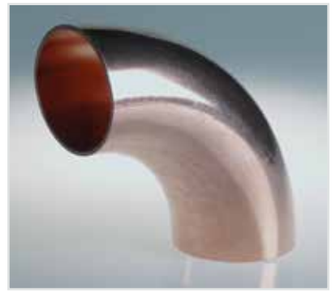

Bild 2.7 Schweißbogen DIN 2607 (5448)

Rohrkupplungen für glatte Rohrenden werden nur für Rohre im Festigkeitszustand hart R290 angewendet.

Als Flanschverbindungen sind zulässig:

- Flanschverschraubung mit Lötflansch aus Rotguss
- Flanschverbindung mit Vorschweißbördel aus Kupfer und losem Flansch aus Rotguss oder Stahl
- Flanschverbindungen mit glattem Lötbund aus Rotguss und losem Flansch aus Rotguss oder Stahl
- Gewindeflansch aus Rotguss

Handwerklich umgebördelte Rohrenden als Flanschbord sind nicht zugelassen.

lösbare Verbindung	Anwendungsbereich Trinkwasser	Erdgas/TRGI	Heizung	Heizöl
Verschraubung konisch-kugelig-flachdichtend	innerhalb v. Gebäuden ohne Einschränkung	ohne Einschränkung	ohne Einschränkung	nur bis DN 25
Klemmringverschraubung met. dichtend[1]	mindestens mit Herstellerzeichen	nur mit DVGW-Prüfzeichen	ohne Einschränkung	nur bis DN 25
Klemmringverschraubung weich dichtend[2]	mindestens mit Herstellerzeichen	nur mit DVGW-Prüfzeichen	ohne Einschränkung	nur mit DVGW-Prüfzeichen, nur für Armaturen- und Geräteanschlüsse
Rohrkupplung[3] DIN 3387-1	nur mit DVGW-Prüfzeichen	nur DVGW-registriert	ohne Einschränkung	nicht zugelassen
Flansch	ohne Einschränung	nur Flansche aus Rotguss	ohne Einschränkung	ohne Einschränkung

Tabelle 2.2 Ausgewählte lösbare Verbindungen und deren Einsatzbereiche

[1] Bei Rohren im Festigkeitszustand weich (R220, Ringrohre) nur mit Stützhülsen
[2] muss zugänglich verlegt sein
[3] nur für Rohre im Festigkeitszustand hart (R290, Stangenrohre)

2.9 Ergänzende Hinweise

In der fachgerechten Hausinstallation müssen alle zum Einsatz vorgesehenen Rohre, Fittings, Lote und Flussmittel nach den anerkannten Regeln der Technik beschaffen sein, insbesondere im Trinkwasserbereich ist diese Vorgabe durch den Gesetzescharakter der Trinkwasserverordnung (TrinkwV2001) rechtlich bindend. Das Zeichen einer anerkannten Prüfstelle (dies sind DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen) bekundet, dass diese Voraussetzungen erfüllt sind.
Für Verarbeiter, Planer und Bauherrn ergibt sich daraus die dringende Empfehlung, nur gütegesicherte und DVGW-geprüfte Kupferrohre, Fittings, Lote und Flussmittel (s. auch Kapitel 3) zu verwenden.

Darüber hinaus haben zahlreiche Hersteller Haftungsübernahmevereinbarungen mit den Interessenverbänden von Handwerk und Industrie (ZVSHK, VDKF, BTGA) für Kupferrohre und -fittings abgeschlossen.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die jeweiligen Verarbeitungstechniken für Kupferrohre in Kurzform beschrieben und erläutert.

Für das Verbinden von Kupferrohren in der Gas- und Flüssiggasinstallation nach TRGI und TRF sowie in der Trinkwasser-Installation nach DIN EN 806 und DIN 1988 gelten die im DVGW-Arbeitsblatt GW 2 'Verbinden von Kupferrohren' festgeschriebenen Bestimmungen.

Für alle anderen Anlagen wie Heizungsanlagen, Ölleitungen, Druckluftanlagen usw. ist die Anwendung des GW 2 nicht zwingend vorgeschrieben.
Die Festlegungen dieses Arbeitsblattes sind jedoch als anerkannte Regel der Technik für das Verbinden von Kupferrohren anzusehen und damit auch für diese Einsatzgebiete anwendbar.

Zusätzlich sind im Video „Verbinden von Kupferrohren" des Deutschen Kupferinstituts die einzelnen Techniken im Bild wiedergegeben.

Anwendung	Verbindungstechnik Weichlöten	Hartlöten	Pressen	Klemmen	Stecken	Schweißen
Trinkwasser	✓	✓ ≥ 35 mm	✓	✓	✓	✓ ≥ 35 mm
Heizung/ Kühlung	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Erdgas	-	✓	✓	≤ 28 mm	-	✓
Flüssiggas	-	✓[1] ≤ 35 mm	✓	-	-	✓
Solarthermie	-	✓	✓	✓	-	✓
Heizöl	-	✓ ≤ 28 mm	✓[2]	✓ ≤ 28 mm	-	✓
Druckluft	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Regenwasser	✓	≥ 35 mm	✓	✓	✓	✓ ≥ 35 mm
Löschwasser 'nass'	-	✓	✓[3]	✓[3]	✓[3]	✓
Abwasser	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabelle 2.3 Übersicht der zugelassenen Verbindungstechniken in der Kupferrohr-Installation (Die jeweiligen Herstellerangaben zu Betriebstemperaturen und -drücken sind zu beachten!)

[1] Mitteldruckleitungen (> 0,1 bar) sind ab DN 40 zu schweißen
[2] in Verbindung mit entsprechender bauaufsichtlicher Zulassung
[3] in Verbindung mit entsprechender bauaufsichtlicher Zulassung auch für Feuerlöschleitungen 'nass-trocken' und 'trocken'

3. Lote, Flussmittel und Schweißzusätze

Weichlot DIN EN ISO 9453		Sn	Cu	Ag	Schmelzbereich
		Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%	°C
402	(S-Sn97Cu3)	Rest	2,5-3,5	-	227-310
702	(S-Sn97Ag3)	Rest	-	2,8-3,2	221-224

Tabelle 3.1 Weichlote nach DVGW GW 2 für die Kupferrohr-Installation

3.1 Lote und Flussmittel
Lote und Flussmittel werden als geprüfte Produkte gemäß den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes GW 7 und den Prüfbestimmungen der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. angeboten.

Die für die verschiedenen Installationen zugelassenen Lote (Hartlote, Weichlote) werden entsprechend den unterschiedlichen Schmelztemperaturen eingeteilt (siehe Tabellen 3.1 und 3.2). Die hygienischen Anforderungen an Trinkwasser-Installationen und insbesondere die Arbeitsschutzrichtlinien lassen den Einsatz kadmium- bzw. bleihaltiger Lote nicht zu. Bei der Auswahl der Lote für die einzelnen Anwendungsgebiete sind die Regelwerke wie das DVGW-Arbeitsblatt GW 2 zu beachten (s. Kapitel 4).

3.2 Weichlote nach DIN EN ISO 9453
Weichlote sind in DIN EN ISO 9453 genormt. Die Zusammensetzungen verschiedener Weichlote für die Kupferrohr-Installation sind in Tabelle 3.1 wiedergegeben.

Bestellbeispiel
für ein gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW2 in der Trinkwasser-Installation zugelassenes Weichlot mit RAL-Gütezeichen:

„Weichlot DIN EN ISO 9453, 402 (S-Sn97Cu3) mit RAL-Gütezeichen"

3.3 Flussmittel für Weichlote nach DIN EN 29454-1
Flussmittel für Weichlötverbindungen sind in DIN EN 29454-1 genormt.
Die Flussmittelverpackung (Dose oder Tube) muss folgende Angaben enthalten:

- Hersteller- und Lieferantenzeichen
- Bezeichnung des Produkts
- Flussmittel-Typ, Kurzzeichen und Kennzeichnung n. DIN EN 29454-1
- Chargen-Nummer
- DVGW-Zeichen und -nummer
- Hinweis auf Trinkwassereignung
- Kennzeichnung bzgl. rechtlicher Verordnungen und sicherheitstechnischer Aspekte

Bestellbeispiel für ein Weichlötflussmittel des Typs 3.1.1 für die Trinkwasser-Installation:
„Flussmittel DIN EN 29454, Typ 3.1.1 mit DVGW-Prüf- und RAL-Gütezeichen"

3.4 Weichlötpasten
Weichlötpasten bestehen aus den Einzelkomponenten Weichlot (pulverförmig) und Flussmittel sowie einem Bindersystem, so dass eine cremige Paste entsteht, die mind. 60 Gew.-% Lot enthalten muss. Die Pasten tragen Kennzeichnungen gemäß den Prüfbestimmungen des DVGW und der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V..

Bei Bestellung einer Weichlotpaste müssen das Kurzzeichen (**DIN EN ISO 9453**, siehe **Tab. 3.1**) und der Metallgehalt (min. 60 %) in Gew.-% ergänzt werden.
Eine zusätzliche Sicherheit erreicht man durch Verwendung von Flussmitteln oder Pasten, die das RAL-Gütezeichen tragen

Bestellbeispiel:
„Weichlotpaste DIN EN ISO 9453, 402 (**S-Sn97Cu3**) mit einem Flussmittel 3.1.1 nach DIN EN 29454-1, 97 % Zinn und 3 % Kupfer, mit DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen"

Art des Lotes	Lot	Schmelzbereich °C	Flussmittel	Wirkbereich °C
Weichlot	402 (S-Sn97Cu3) 702 (S-Sn97Ag3)	227-310 221-224	3.1.1 3.1.2 2.1.2	150-400
Hartlot	CuP 179[1]	710-890	FH 10[2]	550-800
	CuP 279[1]	645-825		
	Ag 134	630-730		
	Ag 145	640-680		
	Ag 244	675-735		

Tabelle 3.3 Nach DVGW GW 2 zugelassene Kombinationsmöglichkeiten von Lötverfahren und wasserlöslichen Flussmitteln

[1] Phosphorhaltige Hartlote sind nicht für den Einsatz in korrosiver Umgebung (z. B. schwefelwasserstoffhaltige Atmosphären in der Landwirtschaft oder Industrie) zugelassen.
[2] Bei phosphorhaltigen Loten sind für Verbindungen Kupfer-Kupfer keine Flussmittel erforderlich. Für Verbindungen Kupfer-Messing/Rotguss muss jedoch stets ein Flussmittel eingesetzt werden.

Hartlot DIN EN ISO 17672 Alte Bezeichnung DIN 8513		CuP 179 L-CuP6	CuP 279 L-Ag2P	Ag 134 L-Ag34Sn	Ag 145 L-Ag45Sn	Ag244 L-Ag44
Cu	Gew.-%	Rest	Rest	35,0-37,0	26,0-28,0	29,0-31,0
Ag		-	1,5-2,5	33,0-35,0	44,0-46,0	43,0-45,0
Zn		-	-	25,5-29,5	23,5-27,5	24,0-28,0
Sn		-	-	2,0-3,0	2,0-3,0	-
P		5,9-6,5	5,9-6,7	-	-	-
Schmelzbereich	°C	710-890	645-825	630-730	640-680	675-735

Tabelle 3.2 Hartlote nach DVGW GW 2 für die Kupferrohr-Installation

3.5 Hartlote nach DIN EN ISO 17672
Hartlote werden in DIN EN ISO 17672 beschrieben.
Der Einsatz des Hartlötens im Trinkwasserbereich muss gemäß DVGW- Arbeitsblatt GW 2 erfolgen (Hartlötverbot ≤ 28 mm).
Die Zusammensetzung der Lote ist in Tabelle 3.2 aufgeführt.

Bestellbeispiel für ein nach DVGW-Arbeitsblatt GW2 zugelassenes Kupfer-Phosphor-Hartlot:

„Hartlot DIN EN ISO 17672, CuP 179 mit RAL-Gütezeichen"

3.6 Hartlöt-Flussmittel nach DIN EN 1045
Die Flussmittelverpackung (Dose oder Tube) muss folgende Angaben enthalten:

- Hersteller- und Lieferantenzeichen
- Bezeichnung des Produkts
- Flussmittel-Typ, Kurzzeichen und Kennzeichnung n. DIN EN 1045
- Chargen-Nummer
- DVGW-Zeichen und -nummer
- Hinweis auf Trinkwassereignung
- Kennzeichnung bzgl. rechtlicher Verordnungen und sicherheitstechnischer Aspekte

3.7 Schweißzusätze
Schweißzusatzwerkstoffe für das Schweißen von Kupferrohren sind in DIN EN ISO 24373 beschrieben.

Der Einsatz des Schweißens im Trinkwasserbereich muss gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 2 erfolgen (Hartlötverbot ≤ 28 mm). Die Zusammensetzung der für Installationszwecke geeigneten Schweißzusätze ist in Tabelle 3.3 aufgeführt.

Schweißzusatz DIN EN ISO 24373	Kurzzeichen chemisch	Schmelzbereich °C	Verwendung
Cu 1897	CuAg1	1070-1080	Gasschweißen WIG-Schweißen MIG-Schweißen
Cu 1898	CuSn1	1020-1050	

Tabelle 3.4 Schweißzusätze nach DVGW GW 2 für das Schweißen von Kupfer

4. Verarbeitungs- und Verbindungstechniken

4.1 Kaltbiegen von Kupferrohren, Abmessungsreihe nach DVGW-Arbeitsblatt GW 392

Ringrohre – ohne Werkzeuge
Kupferrohre in Ringen im Festigkeitszustand R220 (weich) können mit und ohne Werkzeug gebogen werden. Der Biegeradius beim Biegen ohne Werkzeug liegt erfahrungsgemäß beim sechs- bis achtfachen des Rohraußendurchmessers. Entscheidend bei der Wahl des Biegeradius ist, dass es im Bereich der Biegung keine unzulässigen Querschnittsverengungen, Faltenbildung bzw. Knicke gibt. Dies gilt grundsätzlich auch beim Biegen mit Werkzeug. Kupferrohre mit Kunststoff-Stegmantel oder werkseitig wärmegedämmte Ringrohre können ebenfalls gebogen werden, wobei hier besonders sorgfältig gearbeitet werden muss, denn ein Knick ist unter dem Dämmmantel nicht immer erkennbar.

Ringrohre – mit Werkzeugen
Werden kleinere Biegeradien als das Sechs- bis Achtfache des Rohraußendurchmessers gewünscht, so steht dem Verarbeiter ein entsprechendes Angebot an Biegewerkzeugen namhafter Hersteller zur Verfügung. Einige dieser Werkzeuge sind von den Herstellern auch zum Biegen von mit Kunststoff-Stegmantel ummantelten Rohren entwickelt worden.
Wichtig ist hierbei, dass der Stegmantel beim Biegen nicht reißt. Es sollten deshalb für diesen Anwendungsbereich nur Werkzeuge eingesetzt werden, bei denen am Gleitschuh keine scharfen Kanten vorhanden sind, die den Mantel beschädigen könnten.
Bei wärmegedämmten Ringrohren ist der Dämmmantel vor dem Biegen im Bereich des Bogens zu entfernen.

Stangenrohre
Kupferrohre in gestreckten Längen im Festigkeitszustand R290 (hart) können bis zur Abmessung 18 mm unter Einhaltung des Mindestbiegeradius mit geeigneten Werkzeugen gebogen werden. (Mindestbiegeradien siehe Tabelle 4.1). Wichtig ist auch hier, dass die Bogen frei von Gleitlinienbildung, Rissen, Falten und Knicken sind.

Rohraußendurchmesser	Radius der neutralen Achse in mm	
	Hart R290	Halbhart R250
8	35	35
10	40	40
12	45	45
15	55	55
18	70	70
22	-	77
28	-	114

Tabelle 4.1 Biegeradien nach DVGW GW 392 für Stangenrohre bei handwerklicher Verarbeitung

Kupferrohre in Stangen im Festigkeitszustand R250 (halbhart) sind bis zur Abmessung 28 mm einschließlich biegbar (DVGW-Arbeitsblatt GW 392, Mindestbiegeradien siehe Tabelle 4.1).

4.2 Vorbereiten der Kupferrohre für alle Verbindungstechniken

Unabhängig von der im Einzelnen angewendeten Verbindungstechnik sind übereinstimmende Vorbereitungen der Kupferrohre notwendig.

Die Vorbereitung beginnt mit dem **Ablängen** der Rohre. Die Rohre müssen rechtwinklig zur Rohrachse getrennt werden.
Bei Verwendung eines Rohrabschneiders muss darauf geachtet werden, dass die Schneidräder scharf sind und dass nur mit geringem Vorschub gearbeitet wird. Nur so sind insbesondere bei weichen Rohren Verformungen der Rohrenden weitgehend zu vermeiden. Ringrohre sollten daher möglichst mit einer feinzahnigen Metallsäge getrennt werden.

Nach dem Trennen sind die Rohrenden **innen und außen zu entgraten**. Stehen gelassene Innengrate bewirken Druckverluste durch Querschnittsverengung. Außengrate können bei Press- und Steckfittings das Dichtelement beschädigen. Weiterhin können Innengrate zu starken Verwirbelungen in Warmwasser-Zirkulationssystemen und nachfolgend u. U. zu Schäden durch Erosion führen.

Die Rohrenden weicher Ringrohre müssen **kalibriert** werden, um die für alle Verbindungstechniken erforderlichen Außenabmessungen zu erhalten. Dazu müssen Kalibrierdorn und Kalibrierring nacheinander und nicht gleichzeitig in bzw. auf das Rohrende getrieben werden.

Bild 4.1 Kalibrierdorn und Kalibrierring (3520)

Rohraußendurchmesser	Einstecktiefe	max. Lötspaltbreite[1]	min. Lötspaltbreite[1]
mm	mm	mm	mm
6	5,8	0,10	0,01
8	6,8		
10	7,8		
12	8,6		
15	10,6		
18	12,6		
22	15,6	0,12	0,01
28	18,4		
35	23,0	0,15	0,015
42	27,0		
54	32,0		
64[2]	32,5	0,205	0,015
76,1[2]	33,5		
88,9[2]	37,5		
108[2]	47,5		

Tabelle 4.2 Min. Einstecktiefe und max. Lötspaltbreite für Kapillarlötverbindungen (DIN EN 1254-1)

[1] bei zentrischer Lage des Außenlötendes im Innenlötende
[2] Das Weichlöten stellt bei diesen Abmessungen besondere Anforderungen an die Wärmeführung

4.3 Vorbereitungen bei Lötverbindungen (Hart- und Weichlöten)

Die Lötflächen der Rohrenden und Fittings sind metallisch blank (schmutz- und oxidfrei) zu machen. Für das Reinigen sind metallfreie Reinigungsvliese, Schmirgelleinen feiner Körnung oder Ring- und Rundbürsten mit Drahtborsten aus Messing oder Edelstahl geeignet. Reinigungsbedingte Rückstände sind zu entfernen.

Beim Weich- und Hartlöten von Kupferrohren wird die Kapillarlöttechnik angewandt. Das heißt: Der Lötspalt muss gleichmäßig und so eng sein, dass ein Kapillareffekt möglich ist und das Lot auch gegen die Schwerkraft in den Spalt eindringt. Dies ist bei Verwendung von Installationsrohren nach DIN EN 1057 in Verbindung mit Lötfittings nach DIN EN 1254 infolge der eng aufeinander abgestimmten Maßtoleranzen gegeben.

Die Durchmesserdifferenz zwischen Innen- und Außenlötende beträgt min. 0,02 mm und max. 0,3 mm bis zu einem Außendurchmesser von 54 mm, bei größeren Abmessungen max. 0,4 mm. Daraus ergibt sich bei zentrischer Lage des Außenlötendes im Innenlötende eine Lötspaltbreite von 0,01 - 0,2 mm. Die Lötbohrung darf zur Rohrachse jedoch nicht versetzt sein.

Die fachgerechte Vorbereitung und Durchführung der Lötung ist von wesentlichem Einfluss auf die spätere Betriebssicherheit der Anlage. Bei Verbindung von werkseitig ummantelten oder wärmegedämmten Kupferrohren sind die Herstellerhinweise zu beachten. Verbindungsstellen sind hier nach der Druckprüfung nachzudämmen.

4.3.1 Flussmittel

Beim Weichlöten ist immer Flussmittel zu verwenden; Beim Hartlöten von Kupfer an Kupfer mit phosphorhaltigen Hartloten (CuP-Lote) ist kein Flussmittel notwendig, da der Phosphor als Flussmittel wirkt. Werden jedoch Bauteile aus Kupfer mit solchen aus Kupferlegierungen oder Bauteile aus Kupferlegierungen untereinander verbunden, ist ein Flussmittel zu verwenden (FH 10).

Ein Überhitzen des Flussmittels beim Lötvorgang ist zu vermeiden, da es sonst unwirksam wird. Wichtig ist, dass das Flussmittel nur dünn auf das Außenlötende des Rohres/Fittings aufgestrichen wird, damit nicht mehr als nur ein technisch unvermeidbarer Anteil des Flussmittels ins Leitungsinnere gelangt. Dieser Anteil wird bei Flussmitteln nach DVGW-Prüfgrundlage GW 7 durch Spülen wieder entfernt.

Von Außenoberflächen sollten Flussmittelreste aus optischen Gründen nach dem Löten entfernt werden, um die Bildung grüner Korrosionsprodukte zu vermeiden (es handelt sich hierbei nicht um Grünspan!).
Das Entfernen kann bei Weichlötflussmitteln z. B. mit einem feuchten Lappen erfolgen, bei Hartlötflussmitteln aufgrund ihres glasurartigen Charakters z. B. mit einer Messingbürste.
Erfahrungsgemäß haben äußerlich nicht entfernte Flussmittel keinen Einfluss auf die spätere Betriebssicherheit der Installation.

4.3.2 Weichlöten
Weichlötverbindungen dürfen in Kalt- und Warmwasser- sowie in anderen Rohrsystemen mit Betriebstemperaturen bis zu 110 °C eingesetzt werden.

Gas-, Flüssiggas-, Öl- und Löschwasserleitungen dürfen nicht weich gelötet werden. Kupferrohre für Flächenheizungen sind (wenn gelötet wird) ebenfalls durch Hartlöten zu verbinden.

In Trinkwasser-Installationen dürfen nur Weichlote nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 verwendet werden (Kapitel 3).
Für andere Installationen (z. B. Heizung) ist die Verwendung dieser Lote aus Gründen der Vereinfachung und zur Vermeidung von Verwechslungen dringend zu empfehlen.

Weichlötverbindungen sind immer mit Flussmitteln auszuführen. Das Weichlot ist ohne unmittelbare Flammeneinwirkung an der auf Löttemperatur erwärmten Lötstelle aufzuschmelzen.
Der Einsatz einer Weichlotpaste (Gemenge aus pulverisiertem Weichlot und Flussmittel) vereinfacht die richtige Dosierung von Flussmittel und zeigt dem Verarbeiter durch die farbliche Veränderung der Paste von grau nach silber (Schmelzen des Lotes) die richtige Arbeitstemperatur an.

Auch die Weichlotpaste wird nur dünn auf das Außenlötende (und nicht zusätzlich in den Fitting!) aufgebracht. Nach dem Erreichen der Arbeitstemperatur muss zusätzlich zur Paste ein Festlot gleicher Zusammensetzung des Lotanteils in der Paste zugeführt werden, um die ausreichende Füllung des Kapillarspaltes zu erreichen.

4.3.3 Hartlöten
Das Hartlöten darf in Trinkwasser-Installationen nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 nur bei Rohren ≥ 35 mm Außendurchmesser angewendet werden.
Die Anmerkungen der europäischen Informationsnorm DIN EN 12502-2 zum Hartlöten finden in Deutschland keine Anwendung, da hier das nationale Arbeitsblatt GW 2 eindeutige Regelungen vorgibt.

Heizungsleitungen können unabhängig von deren Abmessung hartgelötet werden.
Bei Flächenheizungen sowie technischen und medizinischen Gasversorgungsanlagen und Solaranlagen mit Temperaturen > 110 °C ist bei Verwendung der Lötverbindung ausschließlich das Hartlöten anzuwenden.
Gas-, Flüssiggas-, und Ölleitungen müssen ebenfalls hartgelötet werden.

In Trinkwasser- und Gas-Installationen müssen Hartlote nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 verwendet werden (Kapitel 3). Für andere Installationen (z. B. Heizung) ist die Verwendung dieser Lote aus Gründen der Vereinfachung und zur Vermeidung von Verwechslungen dringend zu empfehlen.

Im Gegensatz zum Weichlöten werden beim Hartlöten nicht immer Flussmittel verwendet und die Lotzufuhr erfolgt in der Streuflamme der kirschrot glühenden Werkstücke.

Am Markt werden auch hoch silberhaltige Hartlotstäbe angeboten, die mit Flussmittel

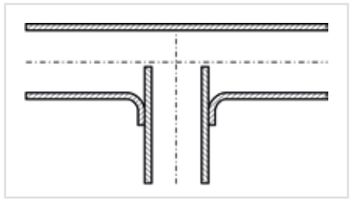

Bild 4.2 Querschnittsverengung durch zu tief eingestecktes Abgangsrohr (3523)

umhüllt sind. Diese Flussmittelmenge reicht bei größeren Rohrabmessungen (ab > 22 mm) meist nicht aus, so dass die Verbindungsstellen für fachgerechte Hartlötverbindungen zusätzlich durch dünnes Auftragen auf das Rohrende mit Flussmittel versehen werden müssen.

4.4. Handwerklich gefertigte Abzweige und Muffen
Die Einsatzbereiche handwerklich gefertigter Abzweige und Muffen sind im folgenden Abschnitt und in Tabelle 4.3 wiedergegeben und unbedingt zu beachten.
Des Weiteren ist in Trinkwasser-Installationen das Verbot des Ausglühens zum Aufmuffen und Aushalsen im Abmessungsbereich bis einschließlich 28 mm zu beachten.

Das handwerkliche Herstellen von T- und Schrägabgängen beginnt mit dem Bohren eines Loches in die Wand des durchgehenden Rohres. Dann wird im Bereich des Lochrandes das Material weichgeglüht und anschließend manuell mit einem Aushalshaken oder mit Spezialwerkzeugen in einem oder zwei Arbeitsgängen ausgehalst, so dass die Überlappungslänge das Dreifache der Wanddicke des abzweigenden Rohres beträgt, mindestens aber 5 mm. Das abzweigende Rohr muss mindestens eine Nennweite kleiner als das Hauptrohr sein.

Bei der Herstellung von Lötmuffen und Aushalsungen mittels Spezialwerkzeugen für Trinkwasserleitungen ist auf ein Gleitmittel zwischen Werkzeug und Rohrmaterial in jedem Falle zu verzichten. Wie in Kapitel 1 erläutert, können fetthaltige Gleitmittel beim Hartlöten in kohlenstoffhaltige Filme umgewandelt werden und im Kaltwasser zu korrosionskritischen Bedingungen führen. Beim Anpassen des Abgangrohres ist darauf zu achten, dass der Querschnitt des Hauptrohres nicht durch Unrundheit oder zu weites Einführen des Abgangrohres verengt wird (Bild 4.2). Vor dem Löten muss die Aushalsung kalibriert und die Verbindungsstelle ausgerichtet werden.

4.4.1 Lötverbindungen bei handwerklich gefertigten Abzweigen und Muffen
Der Stumpfstoß der Fügeteile ist bei Lötverbindungen generell unzulässig.
Bei handwerklich gefertigten Abzweigen darf nicht weichgelötet werden, sie müssen hartgelötet werden.

In Trinkwasser-Installationen ist das Hartlötverbot bis einschließlich 28 mm zu beachten! Heizungsinstallationen dürfen in allen Abmessungen ohne Kapillarlötfittings hartgelötet werden.

In Trinkwasser- und Heizungsleitungen können Muffenverbindungen gleichen Durchmessers und einstufige Reduzierungen ohne Verwendung von Kapillarlötfittings auch weich gelötet werden.
Voraussetzung hierfür ist, dass die handwerkliche Herstellung der Innenlötenden (Aufmuffung) mit geeigneten Werkzeugen erfolgt, dass auf Gleitmittel zwischen Werkzeug und Rohr verzichtet wird und dass das Rohr zum Aufmuffen nicht wärmebehandelt wird (DVGW-Arbeitsblatt GW 2).

Für Weichlötverbindungen bei Muffen und einstufigen Reduzierungen müssen Lötspalt und Einstecktiefe festgelegten Werten entsprechen. Für Hartlötverbindungen ist nach GW 2 eine Einstecktiefe vom dreifachen der Wanddicke, mindestens aber 5 mm einzuhalten.
Die praktischen Erfahrungen haben gezeigt, dass Einstecktiefen von 7 bis 10 mm optimal sind. Näheres regelt das DVGW-Arbeitsblatt GW 2.

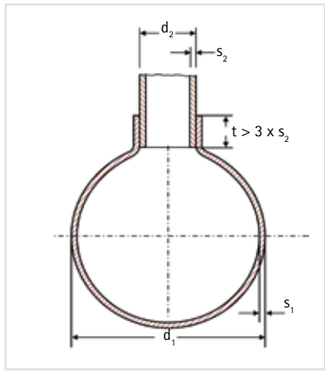

Bild 4.3 Mindesteinstecktiefe bei fittinglos hergestellten T-Abgängen (3569)

In **Gasinstallationen** sind T- und Schrägabgänge sowie Reduzierungen immer unter Verwendung von Kapillarlötfittings nach DIN EN 1254 auszuführen - handwerklich hergestellte Muffen-Verbindungen nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 sind zulässig!
In **Flüssiggas- und Ölinstallationen** sind alle Lötverbindungen unter Verwendung von Kapillarlötfittings nach DIN EN 1254 auszuführen.

Lötverbindungen in Leitungen zur Fortleitung brennbarer oder giftiger Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten dürfen allgemein nur bis zur Abmessung 35 (DN 32) ausgeführt werden, darüber hinaus ist zu schweißen.

Regenwasserinstallationen, Betriebs- und Kühlwässer sind bezüglich der Verbindungstechnik wie Trinkwasser-Installationen, Solaranlagen wie Heizungsinstallationen zu handhaben.

4.5 Schweißverbindungen
Schweißverbindungen können in allen einschlägigen Anwendungsbereichen eingesetzt werden, wobei in Trinkwasser-Installationen die Beschränkungen des DVGW-Arbeitsblatts GW 2 (Hartlöten und Schweißen nur für Rohre ≥ 35 mm) zu beachten sind.

In Trinkwasser- und Gasinstallationen ist nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 für das Schweißen von Kupferrohren eine Wanddicke von mindestens 1,5 mm vorgeschrieben.

Das Schweißen von Gasleitungen und Leitungen in abnahmepflichtigen Anlagen ist durch einen geprüften Schweißer (Schweißerprüfung nach DIN EN ISO 9606-3) auszuführen.

Für Rohre über 108 mm Außendurchmesser werden nicht mehr alle Bauformen von Lötfittings angeboten. Außerdem weisen Rohre dieser Abmessungen nicht mehr die für die Bildung eines Kapillarlötspalts erforderlichen engen Maßtoleranzen auf. Sie werden daher vorzugsweise miteinander verschweißt.

Bei der Schweißverbindung ist der Stumpfstoß als Nahtform zu wählen. Wird die Durchmesseranpassung bei Reduzierungen durch einseitiges Einziehen des Rohres ausgeführt, so sollte bei waagerecht verlegten Leitungen die Einziehung in der unteren Rohrhälfte angeordnet werden, da andernfalls die Möglichkeit besteht, dass sich im Bereich der Einziehung Luftblasen bilden. T- und Schrägabgänge sind durch Aushalsen - wie im vorangegangenen Kapitel für Hartlötverbindungen beschrieben - herzustellen.
An die Aushalsung, deren Durchmesser auf das abzweigende Rohr abzustimmen ist, wird das abzweigende Rohr mit Stumpfstoß angeschweißt.

Für das Schweißen von Kupferrohren kommen im Wesentlichen das WIG- (Wolfram-Inertgas), das MIG- (Metall-Inertgas) und das Gasschmelzschweißen mit Acetylen-Sauerstoffflamme in Frage. Als Schweißzusatzwerkstoffe sind Schweißdrähte nach Tabelle 3.4 zu wählen.

Anwendung	Regelwerk	Art der Lötverbindung					
		Fittings nach DIN EN 1254		handwerklich hergestellte Muffenverbindung		handwerklich hergestellter T- und Schrägabgang	
		Lötverfahren		Lötverfahren		Lötverfahren	
		weich	hart	weich	hart	weich	hart
Trinkwasser	DIN EN 806 DIN 1988 DVGW GW 2	✓	≥ 35 mm	≤ 28 mm	≥ 35 mm	-	≥ 42 mm[1]
Heizung/Solar		bis 110 °C	✓	✓	✓	-	✓
Erdgas	TRGI DVGW GW 2	-	✓	-	✓	-	-
Flüssiggas[2]	TRF DVGW GW 2	-	≤ 35 mm[3]	-	-	-	-
Heizöl	DIN 4755 TRÖl	-	✓	-	-	-	-

Tabelle 4.3 Auflistung der wichtigsten Regelwerke zum Einsatz von Lötverbindungen (Weitere Einsatzgebiete und Verbindungen sind den entsprechenden Kapiteln zu entnehmen)

[1] Hartlöten erst ab ≥ 35 mm, Abzweig muss eine Dimension kleiner als Durchgang sein!
[2] Für das Hartlöten von Rohrleitungen, die von einem Sachverständigen zu prüfen sind, ist eine zusätzliche Verfahrenslöterprüfung notwendig
[3] Mitteldruckleitungen (> 0,1 bar) sind ab DN 40 zu schweißen

4.6 Pressverbindungen
Pressfittings können u. a. in den in Kapitel 2.3 genannten sowie in weiteren, beim jeweiligen Hersteller zu erfragenden Anwendungen eingesetzt werden.
Bei der Verarbeitung der Pressfittings ist stets die Montageanweisung des jeweiligen Herstellers einzuhalten.

Im Wesentlichen gelten die folgenden Hinweise:
Die Pressfittings sind vor der Nutzung auf den korrekten Sitz und Unversehrtheit des Dichtelements zu überprüfen.
Die Rohrenden dürfen keine Reste von Graten, scharfen Kanten oder Verschmutzungen (z. B. durch Mörtel) aufweisen, damit beim Aufschieben des Pressfittings auf das Rohr keine Beschädigung des Dichtelements eintreten kann.

Das Verpressen hat gemäß der Montageanweisung des Herstellers zu erfolgen. Weiterhin ist es erforderlich, die Einsteckstiefe des Fittings z. B. mit einem Stift am Rohr zu markieren. Durch die Markierung am Rohr ist eine optische Kontrolle der Einstecktiefe vor der Verpressung möglich. Stützhülsen müssen auch beim Verpressen weicher Kupferrohre nicht verwendet werden.

4.7 Steckverbindungen
Verbindungen mittels Steckfittings können in Trinkwasser-, Heizungs- und Wasserkühlsystemen sowie für Druckluftleitungen eingesetzt werden.

Die Rohre sind auch hier wie bei den vorab beschriebenen Verbindungstechniken entsprechend vorzubereiten (innen und außen Entgraten, ggf. Kalibrieren).

Ebenso ist auch der Steckfitting vor der Montage auf den korrekten Sitz und Sauberkeit des Dichtelements zu überprüfen.

Zusätzlich ist es hilfreich, die Einstecktiefe des Fittings am Rohr zu markieren, so dass eine optische Kontrolle der fertigen Verbindung möglich ist.

Wie Klemmringverschraubungen sind auch Steckverbinder für die Verwendung unter Putz geeignet.

4.8 Klemmringverbindungen
Klemmringverschraubungen können gemäß den Herstellerangaben für viele Hausinstallationssysteme angewandt werden (Kapitel 2) und werden als Verschraubung vormontiert geliefert.

Die entgrateten und von Verschmutzungen gereinigten Rohrenden werden bis zum Anschlag in die Verschraubung eingeschoben, die Überwurfmutter handfest verschraubt und der Dichtanzug anschließend nach Vorgabe des Herstellers mit handelsüblichem Werkzeug (z. B. Rollgabelschlüssel) ausgeführt; Große Rohrzangen dürfen nicht verwendet werden!

Bei diesem Vorgang wird der Klemmring zwischen Rohr, Fittingkörper und Überwurfmutter durch Verformung verklemmt und stellt eine dauerhaft feste und metallisch dichtende Verbindung her, die auch für die Verwendung unter Putz geeignet ist. Das Benetzen des Klemmrings mit einem DVGW-geprüften, nicht aushärtenden Dichtmittel erleichtert die metallische Abdichtung.

Werden weiche Kupferrohre vom Ring mit Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2 verbunden, so sind die Rohrenden von innen mit Stützhülsen zu verstärken (Kapitel 2). Beim Verbinden harter oder halbharter Kupferrohre sind hinsichtlich der Verwendung von Stützhülsen die Angaben des Fittingherstellers zu beachten.

Schneidringverschraubungen dürfen in der Gas- und Wasserinstallation nicht verwendet werden.

5. Betriebstemperaturen und Betriebsdrücke

Weichgelötete Kupferrohrleitungen können bis zu einer Temperatur von 110 °C dauerbelastet werden. Eine kurzzeitige Überschreitung dieser Temperatur (Störfall) hat keinen negativen Einfluss auf die Dichtheit oder Festigkeit.

Rohre, die werkseitig mit einem Kunststoff-Stegmantel umhüllt oder wärmegedämmt sind, können Betriebstemperaturen bis 100 °C ausgesetzt werden. Bei Solaranlagen können im Bereich des Kollektors höhere Temperaturen auftreten. Dies ist bei der Planung und Ausführung zu beachten.

Bei höheren Betriebstemperaturen kann unter Berücksichtigung der für den Einsatzfall geltenden Regelwerke hartgelötet, geschweißt, geklemmt oder gepresst (mit geeignetem Dichtelement!) werden.

Die Werte des max. zulässigen Betriebsdruckes von Kupferleitungen werden durch die Rohrhersteller bereitgestellt. Die Tabelle 5.1 zeigt hierzu eine Übersicht. Die Berechnung der Betriebsdrücke und Wanddicken erfolgt nach den AD 2000-Merkblättern B0 'Berechnung von Druckbehältern' und B1 'Zylinder und Kugelschalen unter innerem Überdruck'. Die Festigkeitsstufen der Rohre (weich/halbhart/hart) haben keinen Einfluss auf die max. zulässige Druckbelastbarkeit, da aus Sicherheitsgründen alle Berechnungen auf den weichen Werkstoffzustand bezogen werden müssen. Die zu erwartende Verringerung der Festigkeit durch Wärmebehandlungen (Löten, Schweißen) wird damit im Voraus berücksichtigt und bleibt so ergebnisneutral.

Der **zulässige Betriebsdruck eines Rohres** berechnet sich nach der folgenden Gleichung:

$$p_B = \frac{20 \cdot R_m \cdot t}{(d_a - s) \cdot S}$$

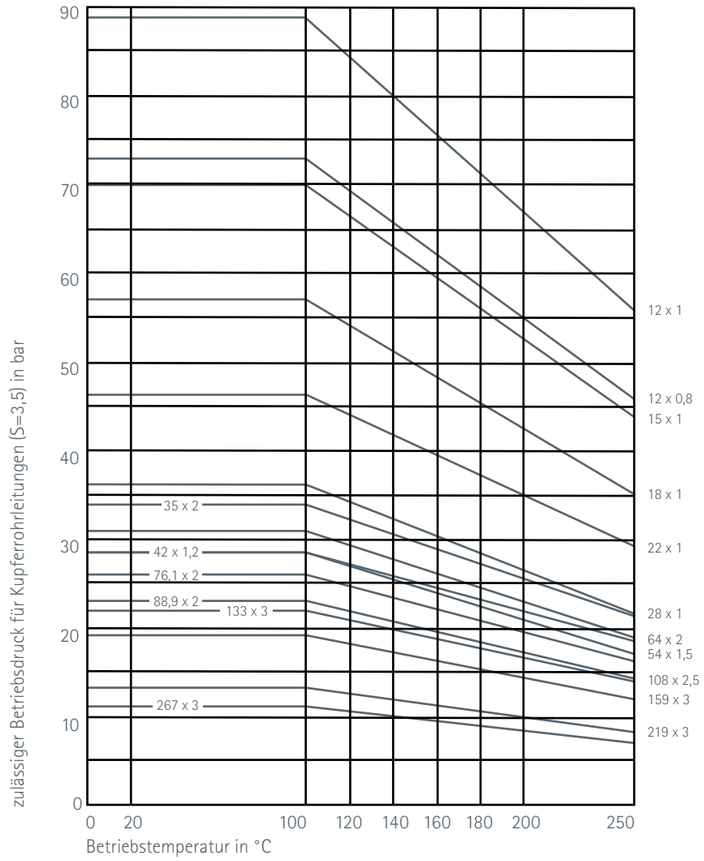

Bild 5.1 Zulässige Betriebsdrücke von Kupferrohrleitungen (Sicherheit S=3,5) in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur (3504)

Es bedeuten:

p_B	zulässiger Betriebsdruck in bar, physikalisch auf eine ganze Zahl gerundet
20	Berechnungskonstante mit der Einheit bar/MPa, (entspricht bar x mm²/N)
R_m	Zugfestigkeit/Werkstoffzustand des Rohres in MPa (entspricht N/mm²)
t	Wanddicke in mm *
d_a	Außendurchmesser in mm
S	Sicherheitsbeiwert **

* Hierfür ist gemäß aktueller Fassung von AD2000 B0 die minimale Wanddicke einzusetzen, die sich aus den Rohrspezifikationen unter Beachtung der betragsmäßig größtmöglichen Toleranz auf die Wanddicke ergibt. (Anmerkung: Im Sinne AD2000 B1 ist t definiert als t = s – c1, sodass sich die nominale Wanddicke s mit s = t + c1 berechnet.)

** Bei unbehandelten Teilen, geschweißten Nähten und hartgelöteten Rundnähten (z. B. Kombination Rohr/Lötfitting) ist nach AD 2000-Merkblatt B0 bei nahtlosen Kupferrohren unter Innendruckbeanspruchung mit einem Sicherheitsbeiwert S=3,5 zu rechnen (einheitliche Definition der Verwendung von Sicherheitsbeiwerten gemäß VdTÜV AK AD2000 W 6/2 Kupferwerkstoffe vom 08.06.2016). Für längsnahtgelötete Behälter aus Cu-DHP bzw. weitere andere Ausführungen ist ein Sicherheitsbeiwert von S=4 anzusetzen.

Entsprechend umgeformt berechnet sich die Wanddicke:

$$t = \frac{d_a \times p_B}{\left(20 \times \frac{R_m}{S}\right) + p_B}$$

Hinweis: Für dauerhafte Betriebstemperaturen über 100 °C sind niedrigere Werte für die Zugfestigkeit (Rm) einzusetzen Aus Bild 5.1 ist zu erkennen, dass die in Hausinstallationen zu erwartenden Temperaturen praktisch ohne Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften der Kupferrohre sind. Die Betriebstemperatur darf bei Kupferrohren und -fittings aus Cu-DHP 250 °C nicht überschreiten. Genaue Daten sind der entsprechenden Fachliteratur und dem AD 2000-Merkblatt W 6/2 (Werkstoffe für Druckbehälter, Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen) zu entnehmen.

Kapillarlötfittings mit Gütezeichen und/oder DVGW-Zeichen sind bauteilgeprüft. Die zulässigen Betriebsdrücke der Verbindungsstellen - je nach Lötart, Betriebstemperatur und Abmessung - sind in DIN EN 1254-1 festgelegt und erfassen in vollem Umfang die üblichen Betriebsbedingungen der Haustechnik (Tabelle 5.2). Die Verwendung von Fittings bei höheren Drücken und Temperaturen erfordert stets die Freigabe durch den Fittinghersteller.

Eine fachgerecht ausgeführte Weichlötverbindung ist dicht und hält hohen Drücken stand. Bei einem Berstdruckversuch riss das Rohr und nicht die Lötnaht (Bild 5.2).

Bild 5.2
Weichgelötete Rohrkombination 22 x 1 mm nach einer Berstdruckprobe von 280 bar (1063)

Rohrabmessung	Gewicht	Inhalt	Rohrlänge	Zulässiger Betriebsdruck
mm	kg/m	l/m	m/l	bar
12 x 1	0,308	0,079	12,73	89
15 x 1	0,391	0,133	7,53	70
18 x 1	0,475	0,201	5,00	57
22 x 1	0,587	0,314	3,18	46
28 x 1	0,755	0,531	1,88	36
35 x 1,2	1,134	0,835	1,20	34
42 x 1,2	1,369	1,232	0,81	28
54 x 1,5	2,202	2,043	0,49	28
64 x 2	3,467	2,827	0,35	31
76,1 x 2	4,144	4,083	0,25	26
88,9 x 2	4,859	5,661	0,18	22
108 x 2,5	7,374	8,332	0,12	23
133 x 3	10,904	12,668	0,08	22
159 x 3	13,085	18,385	0,05	19
219 x 3	18,118	35,633	0,03	13
267 x 3	22,144	53,502	0,02	11

Tabelle 5.1 Gewicht, Inhalt und Betriebsdrücke von ausgewählten Kupferrohren nach DIN EN 1057. Die Werte des maximal zulässigen Betriebsdrucks beziehen sich immer auf den Werkstoffzustand R200 (ausgeglüht) und die jeweilige Abmessung, berechnet mit 3,5-facher Sicherheit nach AD2000-Merkblatt B0/B1. Werte gültig bis 100 °C Betriebstemperatur. Bei Betriebstemperaturen > 100 °C bis 250°C ist der zulässige Betriebsdruck temperaturabhängig neu zu berechnen.

Lötverfahren	Betriebstemperatur max. °C	Betriebsüberdruck für Außendurchmesser bar		
		6-28 mm	35-54 mm	64-108 mm
Weichlöten/ Hartlöten	30	25	25	16
	65	25	16	16
	110	16	10	10

Tabelle 5.2 Zulässige Betriebsdrücke für Kupferrohrleitungen in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur bei Verwendung von Fittings nach DIN EN 1254-1

Die Wahl des Lötverfahrens ist abhängig vom Anwendungsbereich und den geltenden Vorschriften. Die Verwendbarkeit von Lötfittings bei höheren Innendrücken und/oder Temperaturen ist ggf. möglich und kann unter Angabe der genauen Betriebsbedingungen beim jeweiligen Hersteller erfragt werden.

6. Allgemeine Anforderungen an Installationen

6.1 Leitungsführung
Alle Leitungen einer Hausinstallation müssen grundsätzlich so angeordnet werden, dass jederzeit und ohne größere Schwierigkeiten die Art der Leitung erkennbar ist.

Es empfiehlt sich daher, bei größeren Anlagen mit zahlreichen Leitungen die unterschiedlichen Durchflussstoffe farblich entsprechend DIN 2403 zu kennzeichnen.
Bei kleineren Anlagen mit einer verhältnismäßig geringen Anzahl unterschiedlicher Durchflussstoffe können auch Hinweisschilder an den Absperreinrichtungen angebracht werden. Durch beide Maßnahmen können Bedienungsfehler durch ein schnelles Auffinden der entsprechenden Leitungen vermieden werden.

Werden Leitungen für verschiedene Durchflussstoffe übereinander angeordnet, so müssen die Leitungen, bei denen die Gefahr einer Schwitzwasserbildung besteht, zu unterst verlegt werden.
Diese Anordnung muss bei Gasleitungen in jedem Falle – also auch bei Kupferrohren – eingehalten werden, obwohl Kupferrohre durch Schwitzwasser nicht gefährdet sind.
Werden Rohrleitungen für verschiedene Gase übereinander parallel geführt, wie z. B. in Krankenhäusern oder Laboratorien, so muss das leichtere Gas stets über dem schwereren Gas geführt werden.

6.1.1 Erdverlegte Trinkwasserleitungen
Erdverlegte Trinkwasserleitungen sind in frostfreier Tiefe zu verlegen. Von den meisten Wasserversorgungsunternehmen (WVU) wird heute eine Verlegetiefe von mindestens 1,5 m gefordert.

Leitungen sind im Erdreich nach den in DIN EN 805 festgelegten technischen Regelungen zu verlegen, d. h. die Leitung muss im Rohrgraben auf ihrer ganzen Länge aufliegen.

Um eine Beschädigung der Rohrleitung zu vermeiden, müssen das Auflager und die Grabenfüllung bis zu einer Höhe von 30 cm über Rohrscheitel frei von Steinen sein.

Die Verfüllung ist lagenweise einzubringen und ausreichend zu verdichten. Es empfiehlt sich, beim Verfüllen des Grabens ein Trassenband als Warnhinweis für spätere Erdarbeiten einzulegen.

Erdverlegte Trinkwasserleitungen sind möglichst gradlinig, rechtwinklig zur Grundstücksgrenze und auf dem kürzesten Wege zu verlegen.
Sofern eine Trinkwasserleitung in der Nähe einer Abwasserleitung (bis zu 1 m Abstand), verlegt ist, muss die Trinkwasserleitung nach DIN 1988-100 oberhalb der Abwasserleitung liegen. Zu anderen Rohrleitungen und Kabeln darf ein Abstand der Rohraußenflächen von 0,2 m nicht unterschritten werden.
Können die genannten Sicherheitsabstände nicht eingehalten werden, so müssen besondere Schutzmaßnahmen (z. B. Verlegung der Trinkwasserleitung in einem Schutzrohr) getroffen werden.
Trinkwasserleitungen dürfen verständlicherweise nicht durch Fäkalien- und Sickergruben, Schächte der Grundstücksentwässerung, Abflusskanäle und dergleichen geführt werden.

6.1.2 Erdverlegte Gasleitungen
Für erdverlegte Gasleitungen gelten prinzipiell die gleichen Grundsätze wie oben für Trinkwasserleitungen dargelegt. Für das Herstellen und Verfüllen der Rohrgräben gilt sinngemäß das DVGW-Arbeitsblatt G 461-2. Erdverlegte Gasleitungen dürfen nicht überbaut werden. Ist dies jedoch in Ausnahmefällen unumgänglich, so gilt ebenso wie für Gebäudeeinführungen DVGW-Arbeitsblatt G 459-1.

6.1.3 Erdverlegte Flüssiggasleitungen
Erdverlegte Flüssiggasleitungen müssen nach TRF eine Mindestüberdeckung von 60 cm haben.
Sie dürfen nicht in Humus- oder Schlackenerde verlegt werden, sondern sind allseitig mindestens 10 cm in Sand zu betten. Es muss sichergestellt sein, dass sie nicht durch mechanische Belastung beschädigt werden können. Sie dürfen nicht überbaut werden.
Der Abstand zu Elektroleitungen muss mindestens 80 cm betragen, bei geschützter Verlegung, z. B. unter Abdecksteinen, sowie zu Steuer- und Fernmeldeeinrichtungen kann dieser Abstand auf 30 cm verringert werden. Die Lage der Leitungen muss durch dauerhafte Hinweisschilder gekennzeichnet oder in einem maßstäblichen Rohrnetzplan aufgezeichnet sein.

6.1.4 Erdverlegte Ölleitungen
Erdverlegte Ölleitungen sind nach TRÖl und DIN 4755 gegen mögliche Beschädigungen, z. B. durch chemische oder mechanische Einflüsse zu schützen.
Sie müssen in flüssigkeitsdichten Schutzrohren verlegt sein. Undichtigkeiten der Ölleitung müssen leicht erkennbar sein. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn das Schutzrohr mit Gefälle zu einer Kontrollstelle verlegt wird.

6.2 Korrosionsschutz
Die hohe Beständigkeit des Werkstoffes Kupfer gegen Außenkorrosion macht Korrosionsschutzmaßnahmen meist entbehrlich. In einigen Fällen sind nach DIN 50929 aber auch Kupferrohrleitungen gemäß dem entsprechenden Regelwerk gegen äußere Korrosionseinflüsse zu schützen.

6.2.1 Erdverlegte Leitungen
Nach DIN EN 805, DIN EN 806-2 und DIN 1988-200 sowie TRGI und TRF sind **erdverlegte Trinkwasser-, Erdgas-, und Flüssiggasleitungen** grundsätzlich zu schützen. So z. B. durch werkseitigen Korrosionsschutz durch Kunststoffummantelung der Rohre in den Anforderungen nach DIN EN 12068, Beanspruchungsklasse B.

Nach **TRGI** gilt wegen des Fehlens einer eigenen Prüfnorm für werkseitig kunststoffummantelte Kupferrohre diese Forderung als erfüllt, wenn der Kunststoffmantel den Anforderungen der DIN EN 12068 in der Beanspruchungsklasse B in folgenden Punkten entspricht: Porenfreiheit, spezifischer Umhüllungswiderstand, Eindruckwiderstand, Schlagbeständigkeit, Reißdehnung und Reißfestigkeit.
Ferner müssen vorummantelte Kupferrohre den in DIN EN 13349 geforderten Herstelleigenschaften entsprechen.

Bei Verwendung dieser Rohre ist im Bereich der Verbindungsstellen darauf zu achten, dass diese sorgfältig – wie nachfolgend für den nachträglichen Korrosionsschutz beschrieben – nachisoliert werden.

Je nach Temperaturbeanspruchung und Materialart müssen die Produkte zum Nachisolieren den Anforderungen der DIN EN 12068 Tabellen 1-7 entsprechen.
Weiterhin ist auch ein nachträglicher Korrosionsschutz durch Korrosionsschutzbinden und Schrumpfschläuche in der Beanspruchungsklasse A für nicht korrosive Böden bzw. in der Beanspruchungsklasse B für korrosive Böden möglich. Da aber in der Regel die Korrosivität von Böden nicht bekannt ist, empfiehlt sich grundsätzlich Korrosionsschutzmaßnahmen der Beanspruchungsklasse B zu wählen. Für Armaturen, Rohrverbindungen und Formstücke können auch Schrumpfschläuche der Klasse C verwendet werden.

Bei **erdverlegten Trinkwasserleitungen** muss die Bildung galvanischer Elemente vermieden werden. Daher sind, sofern es sich um durchgehende metallene Leitungen handelt, im Gebäude Isolierstücke nach DIN 3389 einzubauen.
Diese Isolierstücke müssen mit dem DIN-DVGW-Prüfzeichen und der Registernummer sowie der Kennfarbe „grün" für den Einsatzzweck „Wasser" gekennzeichnet sein. Es ist selbstverständlich streng darauf zu achten, dass die elektrische Trennung der Isolierstücke nicht, z. B. durch falsch durchgeführten Potenzialausgleich, aufgehoben wird. Dies gilt insbesondere beim Einbau elektrischer Betriebsmittel (z. B. Motorschieber) in solche erdverlegten Rohrleitungen.

Der Werkstoff Kupfer weist zwar in Erdböden im Allgemeinen eine gute Korrosionsbeständigkeit auf. Da bestimmte Böden jedoch auch gegenüber Kupfer korrosiv wirken können, z.Bsp. torfhaltige Böden, wird empfohlen, generell einen äußeren Korrosionsschutz anzubringen.

DIN 1988-200 schreibt zur Vermeidung von Elementbildung mit Rohrleitungen aus unedleren Werkstoffen wie z. B. Stahl aber vor, Kupferrohre als zusätzliche Sicherheit zu der elektrischen Trennung durch die Isolierstücke mit Kunststoffen zu umhüllen. Derartige Kunststoffumhüllungen sollen wie oben beschrieben beschaffen sein.

Für **erdverlegte Erdgasleitungen** ist in der TRGI ebenfalls der Einbau von Isolierstücken nach DIN 3389 für den Durchflussstoff „Gas" zwingend vorzusehen.
Sie müssen mindestens mit „G" gekennzeichnet sein. Isolierstücke von Innenleitungen müssen thermisch höher belastbar sein und die Kennzeichnung „GT" tragen.
Auch bei Gasleitungen wird zusätzlich zur elektrischen Trennung eine Kunststoffumhüllung der erdverlegten Kupferleitung entsprechend den obigen Ausführungen gefordert.

Erdverlegte Flüssiggasleitungen sind analog zu Erdgasleitungen ebenso mit einer Korrosionsschutzumhüllung gleichen Typs zu versehen.

6.2.2 Freiverlegte Außenleitungen
Freiverlegte Außenleitungen aus Kupfer benötigen in der Regel keinen äußeren Korrosionsschutz. Nur dort, wo dieser dennoch notwendig ist (z. B. in besonders aggressiver Atmosphäre), können Korrosionsschutzbeschichtungen (Anstrichsysteme) in Anlehnung an DIN EN ISO 12944 oder auch vorummantelte Kupferrohre verwendet werden.

Freiverlegte Außenleitungen für Erdgas müssen nach TRGI wegen der hohen sicherheitstechnischen Anforderungen auch bei Kupfer einen Schutz vor Außenkorrosion aufweisen.
Dieser ist entweder wie oben oder wie für erdverlegte Außenleitungen beschrieben, durchzuführen.
Erdgasleitungen sind zusätzlich gegen mechanische Beschädigungen und bei feuchten Gasen gegen Frosteinwirkung zu schützen. Sinngemäß gilt dies auch für **freiverlegte Flüssiggas-Außenleitungen.**

6.2.3 Innenleitungen

Freiverlegte Innenleitungen aus Kupfer benötigen im Allgemeinen und auch in Nassräumen keinen Korrosionsschutz. Andere Maßnahmen, wie z. B. Schwitzwasserschutz, Schutz vor Erwärmung oder Wärmeverluste usw. können aufgrund von Regelwerken (DIN EN 806, DIN 1988, EnEV) notwendig sein.

Für die Fälle, in denen Kupferrohrleitungen und Verbindungsstellen in aggressiver Atmosphäre verlegt werden, sind diese wie erdverlegte Leitungen zu schützen. Alternativ können bei Innenleitungen auch Korrosionsschutzbinden und Schrumpfschläuche in der Beanspruchungsklasse A verwendet werden.

Aggressive Atmosphäre herrscht z. B. in Batterie- oder Galvanikräumen, aber auch in deutlich ammonium-, nitrit- oder sulfidhaltiger Umgebung. Solche Umgebungsbedingungen können in landwirtschaftlichen Stallungen, in der Tierkörperverwertung infolge Umsetzung von Eiweißprodukten oder im Bereich von Faulgasen (z. B. aus Abwasserleitungen) vorliegen.

Die Verarbeitung von phosphorhaltigen Loten sollte in schwefelhaltigen Medien grundsätzlich vermieden werden, da diese Legierungen durch den Schwefel angegriffen und zerstört werden. In diesen Fällen kommen Hartlote mit hohem Silberanteil (vgl. Kapitel 3) zum Einsatz.
Bei unklaren Bedingungen sollte der Kontakt zu beratenden Stellen aufgenommen werden, um die Lotauswahl auf die besonderen Atmosphären abzustimmen.

Flüssiggas-Innenleitungen aus Kupfer benötigen keinen zusätzlichen Korrosionsschutz, es sei denn, die Rohre werden wie zuvor beschrieben in Räumen mit aggressiver Atmosphäre verlegt.

Frei verlegte **Innenleitungen** aus Kupferrohr für **Heizöl** bedürfen in der Regel ebenfalls keines zusätzlichen Korrosionsschutzes.

Bei Verlegung in aggressiver Atmosphäre ist, wie auch zuvor beschrieben, ein Schutz gegen Außenkorrosion entsprechend den obigen Ausführungen durchzuführen.

Werden Ölleitungen mit Anlageteilen aus elektrochemisch unedleren Werkstoffen wie z. B. Stahl verbunden, so müssen wegen der Gefahr einer galvanischen Elementbildung diese durch Isolierstücke voneinander getrennt werden. Entsprechendes gilt für Isolierung von Rohren gegen Halterungen. Der Einbau von Isolierstücken darf dann selbstverständlich nicht erfolgen, wenn die Leitungen durch eine gemeinsame kathodische Korrosionsschutzanlage geschützt sind.
Die Leitung ist auch dann mit einer kathodischen Korrosionsschutzanlage zu schützen, wenn sie mit einem Behälter verbunden ist, der seinerseits kathodisch geschützt ist.

6.2.4 Kupferrohre unter Putz

Kupferrohre unter Putz, die in direktem Kontakt mit Mörtel, Kalk oder Gips stehen, benötigen in der Regel keinen speziellen Korrosionsschutz. Schallschutz, Wärmedämmung und -ausdehnung sind jedoch stets zu beachten.

Eine Ausnahme besteht für den Fall, dass die mit dem Kupferrohr in Kontakt stehenden Baustoffe ammoniumhaltige Zusätze wie z. B. Abbindeverzögerer enthalten.

Alle Rohrleitungen – auch solche aus Kupfer – sollten nicht der ständigen Einwirkung von Feuchtigkeit ausgesetzt sein. Besteht die Gefahr einer ständig feuchten Umgebung (z. B. im Fußbodenbereich von Hallenschwimmbädern, in Saunaräumen etc.), so sind die Kupferrohre gegen Außenkorrosion wie unter 6.2.1 beschrieben zu schützen.

	Art der Leitung/Armatur	Mindestdämmdicke für WLF 0,035 W/m*K
		mm
1	< 22 mm Innendurchmesser	20
2	> 22 mm Innendurchmesser < 35 mm	30
3	> 35 mm Innendurchmesser < 100 mm	wie Innendurchmesser
4	> 100 Innendurchmesser	100
5	Leitungen/Armaturen gem. 1-4 in Verteilern, Durchbrüchen, in Kreuzungs- und Verbindungsbereichen	50% der Anforderungen 1-4
6	Heizungsleitungen gem. 1-4 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	50% der Anforderungen 1-4
7	Heizungsleitungen nach 6 im Fußbodenaufbau	6
8	Kälteverteilungsleitungen & Armaturen von RLT- und Kälte-/Klimaanlagen	6

Tabelle 6.1 Dämmung von Heizungsleitungen und Armaturen nach EnEV*

* Bei der Dämmung von Kalt- und Warmwasserleitungen sind die Anforderungen gem. DIN 1988-200 zu beachten.

6.3 Wärmeschutz

Um die Wärmeverluste aus warmgehenden Rohrleitungen (Heizung, erwärmtes Trinkwasser) zu minimieren, sind stets die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) und der DIN 4108 (Wärmeschutz im Hochbau) zu beachten.

Die Anforderungen zur Begrenzung der Wärmeabgabe von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen sind in der EnEV beschrieben (Tabelle 6.1). Wird mit Materialien gedämmt, deren Wärmeleitfähigkeit von dem in der EnEV genannten Wert abweicht, sind die Mindestdicken der Dämmschichten entsprechend umzurechnen.

Verschiedene Hersteller bieten werkseitig wärmegedämmte Kupferrohre an, die zu 50 % bzw. 100 % nach EnEV gedämmt sind und durch hohe Wärmedurchgangswiderstände der Dämmung besonders kleine Manteldicken aufweisen (siehe Bild 6.1).

Nach DIN 4108 muss der Mindestwärmeschutz an jeder Stelle des Gebäudes vorhanden sein.

Leitungen für kaltes Trinkwasser sind so anzuordnen, dass die Qualität des Trinkwassers nicht durch die Wärmebeeinflussung der Umgebung beeinträchtigt wird.
Somit sind entsprechend den Anforderungen der DIN 1988-200 in der Regel auch Kaltwasserleitungen zu dämmen.

Generell müssen die vorgesehenen Dämmstoffe bei den zu erwartenden Betriebstemperaturen beständig sein. Das Dämmmaterial muss vor Feuchtigkeitseinfluss geschützt sein, da sonst die Dämmeigenschaften nachteilig beeinflusst werden.
Kaltwasserleitungen sind vor Tauwasserbildung zu schützen. Ein Schutz hiervor ist dann nicht erforderlich, wenn das Rohr eine geeignete Umhüllung (z. B. werkseitige Kunststoffummantelung) aufweist.
Rohrleitungen in Kühlwassersystemen sind generell mit speziellen, tauwasserabweisenden und für diesen Einsatzzweck freigegebenen Dämmstoffen von ausreichender Stärke zu versehen.

Weitere Details können auch der ZVSHK-Fachinformation 'Dämmung von Sanitär- und Heizungsrohrleitungen' entnommen werden.

6.4 Befestigung

Prinzipiell dürfen Rohrleitungen und insbesondere Gas- und Wasserleitungen weder an anderen Leitungen befestigt, noch als Träger für andere Leitungen oder Lasten verwendet werden.

In wasserführenden Leitungen muss die Befestigung außerdem den Schallschutz (Kapitel 6.5) gewährleisten; in warmwasserführenden Leitungen muss zusätzlich die Wärmedehnung der Rohrleitungen berücksichtigt werden (Kapitel 6.7).
Bei Auswahl und Anordnung der Rohrbefestigungen ist auf diese Anforderungen zu achten. Die Abstände der Rohrschellen für wasserführende Leitungen sind in Tabelle 6.2 aufgeführt.
Rohrbefestigungen für Gasleitungen müssen nach TRGI brandsicher ausgeführt sein. Kunststoffdübel dürfen daher für Gasleitungen nur verwendet werden, wenn im Brandfall die mechanische Festigkeit der Rohrleitung nicht eingeschränkt wird (z. B. bei gepressten Kupferleitungen).
Bei hartgelöteten Gasleitungen sind immer Dübel aus Metall zu verwenden.
Rohrschellen und Schrauben müssen in jedem Fall nicht brennbar (also aus Metall) sein.

6.5 Schallschutz

Rohrleitungen sind in bestimmten, in DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau) festgelegten Fällen zur Minderung der Schallübertragung zu dämmen.

Geräusche in Trinkwasserleitungen entstehen üblicherweise nicht in den Rohrleitungen, sondern in den Armaturen und Sanitärgegenständen.
Sie können aber durch die Rohrleitungen auf andere Bauteile übertragen werden. Rohrummantelungen (z. B. werkseitige Kunststoffummantelung), Rohrschellen mit Gummieinlagen sowie weitere bautechnische Maßnahmen vermeiden derartige Vorgänge.

Rohrleitungen im Mauerwerk und im Fußbodenaufbau müssen gegen Körperschallübertragung gedämmt sein und dürfen die Trittschalldämmung des Fußbodens nicht beeinträchtigen.

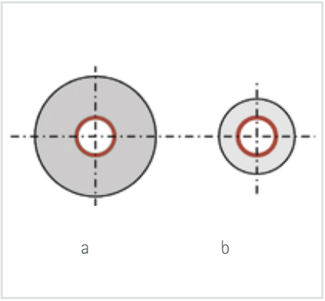

Bild 6.1 Vergleich des Platzbedarfs von werkseitig und bauseits wärmegedämmten Kupferrohren (6366)

a - Rohr 15 x 1 mm mit handelsüblicher Wärmedämmung λ = 0,040 W/m*K
b - Rohr 15 x 1 mm mit werkseitiger Wärmedämmung λ = 0,025 W/m*K

Rohr ø mm	12-15	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108-159
Abstand m	1,25	1,5	2,0	2,25	2,75	3,0	3,5	4,0	4,25	4,75	5,0

Tabelle 6.2 Befestigungsabstände wasserführender Kupferrohrleitungen (Herstellerangaben)

6.6 Brandschutz

Das Brandverhalten von Installationsbauteilen wird in DIN 4102 bzw. in DIN EN 13501-1 klassifiziert:

Kupfer als Metall entspricht der Klasse A1 – nicht brennbar.

Die Brandschutzvorschriften werden in den einzelnen Landesbauordnungen festgelegt. Besonders bei der Überbrückung von Brandabschnitten sind diese zu beachten.
Im Hochbau müssen alle brennbaren Baustoffe mindestens der Brandklasse B2 nach DIN 4102 bzw. der Klasse E nach DIN EN 13501-1 entsprechen und mit ihrer Brandklasse gekennzeichnet sein.
Rohrleitungen sind im Sinne dieser Verordnungen Baustoffe. Somit müssen Kunststoffmäntel und Wärmedämmungen der Rohre mindestens der Brandklasse B2 nach DIN 4102 bzw. der Brandklasse E nach DIN EN 13501-1 entsprechen und gekennzeichnet sein.

Für Leitungen, die brennbare Medien führen, sind besondere bautechnische Maßnahmen zu berücksichtigen.
Nach TRGI wird bei Leitungen, die in Installationsschächten angeordnet werden, bei der Durchführung durch feuerbeständige Decken und Wände auf die bauaufsichtlichen Brandschutzbestimmungen verwiesen.

In Treppenräumen 'notwendiger Treppen' dürfen nach TRGI Gasleitungen nur angeordnet werden, wenn sie unter Putz ohne Hohlraum oder in einem längsgelüfteten Schacht, der keinen Luftaustausch mit dem Treppenraum hat und aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht, verlegt werden. Von dieser Bestimmung ausgenommen sind Wohngebäude mit geringen Höhen und maximal zwei Wohnungen.

Werden Gasleitungen auf Putz verlegt, müssen die Rohrbefestigungen aus nicht brennbaren Stoffen bestehen.
Die Anordnung der Befestigungselemente ist so zu wählen, dass die Befestigung der Rohrleitung auch dann noch gewährleistet ist, wenn im Brandfall die Festigkeit der Lötverbindungen nicht mehr in vollem Umfang gegeben ist. Bei allen Montagearbeiten – insbesondere bei Arbeiten in bewohnten Gebäuden – sind die Belange des Brandschutzes zu berücksichtigen.
Ebenso sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

Im Hinblick auf die Brandverhütung ist in bewohnten Räumen den kalten Verbindungstechniken (Pressen, Klemmen, usw.) der Vorzug zu geben bzw. bei Lötverbindungen ist die Verwendung elektrischer Widerstandslötgeräte für das Weichlöten besonders zweckmäßig.

6.7 Temperaturbedingte Längenausdehnung

Ein Meter Kupferrohr dehnt sich unabhängig vom Rohrdurchmesser bei einer Temperaturerhöhung von 100 K um ca. 1,7 mm aus (Bild 6.2).

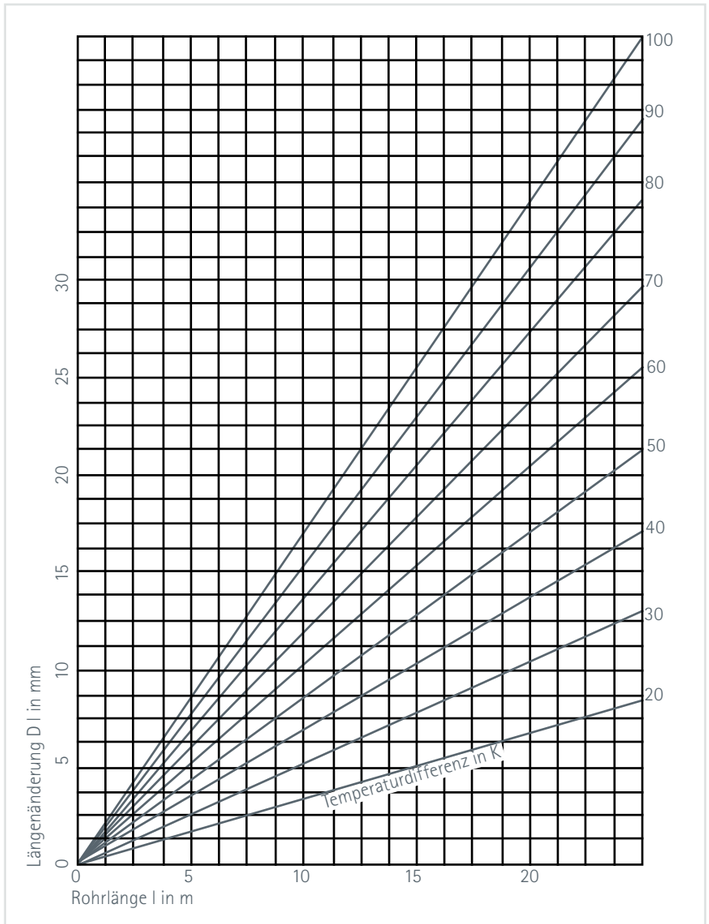

Bild 6.2 Temperaturbedingte Längenausdehnung von Kupferrohren in Abhängigkeit von der Rohrlänge (3679)

Wird diese Tatsache bei der Installation von warm- oder heizwasserführenden Leitungen nicht beachtet und den Rohren keine Dehnungsmöglichkeit gegeben, so kann es durch die auftretenden Spannungen zu Rissbildungen im Rohr, im Fitting oder in der Verbindungsstelle und damit zur Undichtigkeit kommen.
Auch Schädigungen der Bausubstanz können prinzipiell nicht ausgeschlossen werden.

Als Grundregel für die Berücksichtigung der Wärmedehnung gilt:
Zwischen zwei Festpunkten muss dem Rohr eine Dehnungsmöglichkeit gegeben werden. Bei kürzeren Leitungsabschnitten kann die erforderliche Dehnungsmöglichkeit meist durch eine sinnvolle Rohrführung und richtige Anordnung der Rohrschellen geschaffen werden (Bild 6.3).

In Rohrschellen, Wand- und Deckendurchführungen muss sich das Rohr ebenfalls gleitend bewegen können. Der Anordnung der Festpunkte kommt besondere Bedeutung zu (Bild 6.4).

Reichen bei geraden Rohrstrecken zwischen zwei Festpunkten die Bewegungsmöglichkeiten aufgrund der Rohrführung nicht aus, so sind zusätzliche Dehnungselemente in Form von Ausdehnungsbogen oder Kompensatoren einzubauen (Bild 6.5).

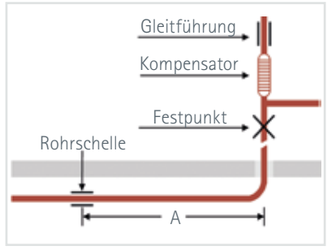

Bild 6.3 Rohrschellenabstand bei Wand- und Deckendurchführungen (4760)

Etagenbogen können zum Dehnungsausgleich genutzt werden, wenn die Länge der Rohrschenkel den für das Maß A in Tabelle 6.3 angegebenen Wert nicht unterschreitet. Da Dehnungsbogen die thermisch bedingten Längenänderungen nur in begrenztem Umfang aufnehmen können, müssen Mindestabstände für deren Anordnung eingehalten werden.

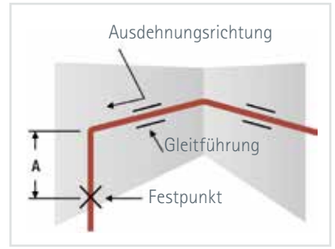

Bild 6.4 Anordnung von Rohrschellen bei Umführungen (3533)

Rohr ø	thermisch bedingte Ausdehnung Δ l			
	5 mm	10 mm	15 mm	20 mm
mm	kompensierbar durch Mindestschenkellänge A in mm			
12	475	670	820	950
15	530	750	920	1060
18	580	820	1000	1160
22	640	910	1110	1280
28	725	1025	1250	1450
35	810	1145	1400	1620
42	890	1250	1540	1780
54	1010	1420	1740	2010
64	1095	1549	1897	2191
76,1	1195	1689	2069	2389
88,9	1291	1826	2236	2582
108	1423	2012	2465	2846

Tabelle 6.3 Dehnungsaufnahme durch Schenkellänge A in Abhängigkeit von der Rohrabmessung (**Bilder 6.3** und **6.4**)

Tabelle 6.4 gibt die Dehnungsaufnahme von Ausdehnungsbogen in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser an.

Kompensatoren sind Dehnungsausgleicher, die besonders bei Platzmangel vorteilhaft sind. Sie sind meist nur in axialer Richtung beanspruchbar und bedürfen einer Führung, um Überbeanspruchung zu vermeiden. Die Einbauhinweise der Hersteller sind zu beachten (Bild 6.6).

Bei der Verwendung von Kompensatoren mit Führungsteil aus Kupfer und Dehnungsausgleicherteil aus nichtrostendem Stahl ist bei Weichlötverbindungen ein Flussmitteleintrag in innenliegende Ausgleichsteile aus nichtrostendem Stahl aus Korrosionsschutzgründen unbedingt zu vermeiden.

Bei Unterputzinstallationen ist zu beachten, dass die Dehnungsstellen nicht fest eingeputzt werden. Bogen oder Abgänge sind mit geeignetem Dämmstoff zu umhüllen. Diese Anforderung ist durch Wärmeschutz- und Schallschutzmaßnahmen in der Regel meist erfüllt.

In Flächenheizungen mit üblichen Heizungswassertemperaturen (bis zu ca. 50 °C Vorlauftemperatur) können die Rohrschlangen aus werkseitig ummantelten Kupferrohren im Allgemeinen ohne besondere Vorkehrungen zur Dehnungsaufnahme in die Lastverteilschicht (Estrich) eingebettet werden, wenn die Rohrlänge zwischen zwei Bogen 5 m nicht überschreitet.

Bei höheren Vorlauftemperaturen oder Rohrlängen über 5 m zwischen zwei Bogen müssen die Bogen mit elastischem Material gepolstert werden.
Bei der Verlegung von Fußbodenheizungen sind ergänzend stets die Angaben der Systemhersteller zu beachten.

	Dehnungsaufnahme Δ l in mm							
Rohr ø mm	12	25	38	50	75	100	125	150
	Bestimmungsmaß R* des Dehnungsausgleichers in mm							
12	195	281	347	398	488	562	627	691
15	218	315	387	445	548	649	709	772
18	240	350	430	495	600	700	785	850
22	263	382	468	540	660	764	850	930
28	299	431	522	609	746	869	960	1056
35	333	479	593	681	832	960	1072	1185
42	366	528	647	744	912	1055	1178	1287
54	414	599	736	845	1037	1194	1333	1463
64	450	650	801	919	1126	1300	1453	1592
76,1	491	709	874	1002	1228	1418	1585	1736
88,9	531	766	944	1083	1327	1532	1713	1877
108	585	844	1041	1194	1463	1689	1888	2068

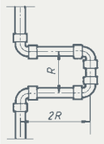

Tabelle 6.4 Bestimmungsmaß R von Dehnungsausgleichern aus Kupferrohr in Abhängigkeit von der Dehnungsaufnahme
* Näherungsgleichung

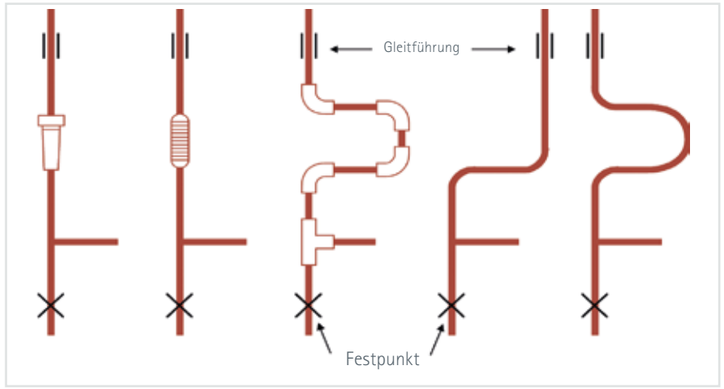

Bild 6.5 Ausdehnungsmöglichkeiten bei Rohrleitungen (4761)

Bild 6.6 Axialkompensator mit Pressanschluss (7001)

6.8 Verlegung im Mauerwerk und auf Rohbetondecken
Bei Verlegung im Mauerwerk muss zwischen bauseitig geplanten (also z. B. im Verband gemauerten) Aussparungen und nachträglich hergestellten Durchbrüchen und Schlitzen unterschieden werden.

In beiden Fällen ist die DIN 1053 (Mauerwerk) zu beachten. Da meist nicht die erforderlichen Schlitztiefen verfügbar sind, ist in diesen Fällen der Vorwandinstallation der Vorzug zu geben. Informationen hierzu sind unter anderem dem ZVSHK-Merkblatt 'Vorwandinstallation' zu entnehmen.

In den Fällen, in denen eine Vorwandinstallation nicht zu realisieren ist, kann durch die Verwendung werkseitig gedämmter Kupferrohre mit ihren verhältnismäßig geringen Außendurchmessern eine Verlegung oftmals noch möglich sein. Rohrleitungen in Wänden und Decken sind mit geeigneten, elastischen Umhüllungen zu versehen, um eine schallschutztechnische Entkopplung zwischen Rohr und Baukörper zu erzielen. Werkseitig ummantelte oder wärmegedämmte Kupferrohre erfüllen diese Forderung.

Werden Rohrleitungen auf Rohbetondecken verlegt, so muss der Fußbodenaufbau nach DIN 18560 (Estriche) ausgeführt werden.

Des Weiteren muss der nach DIN 4108 und EnEV vorgeschriebene Wärmeschutz eingehalten werden, einschließlich der Schallschutzforderungen nach DIN 4109. DIN 18560-2 enthält eine Reihe von Vorschriften über die Verlegung von Rohren auf Rohbetondecken, auf die schwimmende Estriche aufgebracht werden. Danach dürfen Rohbetondecken keine punktförmigen Erhebungen, Rohrleitungen oder ähnliches aufweisen, die zu Schallbrücken und/oder Schwankungen in den Estrichdicken führen können. Ebenso müssen Rohrleitungen, die auf tragendem Untergrund verlegt sind, fixiert sein.

Weitere Voraussetzungen für ausreichenden Schallschutz sind die fachgerechte Verlegung der Dämmschichten, deren Abdeckung mit PE-Folie und die richtige Estrichausführung nach DIN 18560.

Bezogen auf das Trittschallverhalten gilt, dass die Dämmwirkung eines schwimmenden Estrichs nur erreicht ist, wenn der Estrich keine feste Verbindung zu der Rohdecke, z. B. über die Rohrleitung aufweist. Die Trittschalldämmung darf ohne gesonderten Nachweis des ausreichenden Schallschutzes nicht unterbrochen werden. Bei anderen Ausführungen ist der besondere Nachweis in Bezug auf die Trittschalldämmung vom Dämmstoffhersteller einzuholen.

An Wänden und anderen senkrechten, den Estrich durchdringenden Bauteilen, z. B. Rohrleitungen, sind vor dem Einbringen des Estrichs zur Vermeidung von Schallbrücken Randdämmstreifen oder elastische Umhüllungen einzubringen. Bei Gussasphalt muss der Randdämmstreifen hitzebeständig sein.

6.9 Altbaumodernisierung
Durch geringe Außendurchmesser und zeitsparende Verlegetechniken eignen sich Kupferrohre besonders für die Renovierung oder Erweiterung bestehender Anlagen.

Hierbei erleichtert oftmals eine Vorwandinstallation die Einhaltung der Regeln der Technik hinsichtlich der Bauwerksstatik, des Wärme-, Schall- und Brandschutzes, da das Mauerwerk weitgehend unbeschädigt bleibt. Bei einer nachträglichen Unterputzverlegung ist dagegen die Einhaltung dieser Regeln sehr aufwendig und mitunter gar nicht möglich.
Ringrohre eignen sich besonders für den nachträglichen Einbau innerhalb von Wohnungen, da sie leicht zu biegen sind und sich einfach den bestehenden baulichen Gegebenheiten anpassen lassen. Sie sind leicht verdeckt zu verlegen, z. B. hinter Sockelleisten.

Stangenrohre (also Rohre in gestreckten Längen) als Steige- und Verteilleitungen haben (bei warmgehenden Leitungen insbesondere dann, wenn sie mit einer werkseitig ummantelten Wärmedämmung versehen sind) geringe Außendurchmesser und somit einen verringerten Platzbedarf. Für die Errichtung einer Installationswand oder den Einsatz von Installationsbausteinen bieten sich Kupferrohre besonders auch wegen ihrer geringen Außendurchmesser und ihrer guten Biegbarkeit an.

6.10 Vorfertigung
Werkstattmäßige Vorfertigungen eignen sich bei größeren Bauvorhaben mit mehreren Bädern und Küchen gleichen Grundrisses und als objektbezogene, vorgefertigte Teile für Bauvorhaben jeder Größe.

Die Z-Maß-Methode ermöglicht dabei eine Rationalisierung durch serienmäßige Vorfertigung. Es ist jedoch zu beachten, dass die Z-Maße der Fittings herstellerspezifisch sind.

Bei der werkstattmäßigen oder industriellen Vorfertigung von Installationsbausteinen herrschen in der Regel günstigere Arbeitsbedingungen als auf der Baustelle. Dies kann bei Anwendung geeigneter Werkzeuge und Maschinen zu anderen Arbeitsweisen bei der Herstellung von Verbindungen führen als im DVGW-Arbeitsblatt GW 2 beschrieben.

7. Einsatzbereich Trinkwasser-Installation

7.1 Trinkwasser
Trinkwasser ist in der deutschen Trinkwasserverordnung definiert als „alles Wasser, im ursprünglichen Zustand oder nach Aufbereitung, das zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen und Getränken oder insbesondere zu den folgenden anderen häuslichen Zwecken bestimmt ist:

- Körperpflege und -reinigung,
- Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln in Berührung kommen,
- Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen.

Dies gilt ungeachtet der Herkunft des Wassers, seines Aggregatzustandes und ungeachtet dessen, ob es für die Bereitstellung auf Leitungswegen, in Tankfahrzeugen, in Flaschen oder anderen Behältnissen bestimmt ist."

In § 4 (Allgemeine Anforderungen) fordert die TrinkwV außerdem:
„Trinkwasser muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit insbesondere durch Krankheitserreger nicht zu besorgen ist. Es muss rein und genusstauglich sein. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn bei der Wasseraufbereitung und der Wasserverteilung mindestens die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden und das Trinkwasser den Anforderungen der §§ 5 bis 7 entspricht (Anm.: mikrobiologische und chemische Parameter)."

Alle zum Einsatz in Trinkwasseranlagen vorgesehenen Bauteile **müssen** somit nach den anerkannten Regeln der Technik beschaffen sein, da die TrinkwV gesetzescharakter hat. Das Zeichen einer anerkannten Prüfstelle auf den Bauteilen wie Rohre und Fittings (dies sind DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen) bekundet, dass diese Voraussetzungen erfüllt sind. Für Verarbeiter, Planer und Bauherrn ergibt sich daraus die dringende -Empfehlung, nur gütegesicherte und DVGW-geprüfte Produkte zu verwenden.

Die Definition des Trinkwassers bezieht sich stets auf kaltes und erwärmtes Trinkwasser.

Die Anforderungen an ein Trinkwasser sind somit generell an allen Zapfstellen einzuhalten, die der Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch dienen. Diese Anforderungen können mit Bauteilen aus Kupfer und Kupferwerkstoffen bei sachgerechtem Einsatz sicher eingehalten werden.

Ein Wasser mit einem pH-Wert kleiner pH 6,5 darf nach TrinkwV und unabhängig vom Werkstoff prinzipiell nicht zur Trinkwasserversorgung verwendet werden. Solche Wässer kommen insbesondere bei der Eigenwasserversorgung über Hausbrunnen vor. Der Betreiber eines Hausbrunnens muss selbst dafür sorgen, dass das Brunnenwasser regelmäßig kontrolliert und gegebenenfalls auch zu Trinkwasser aufbereitet wird, denn auch Brunnenwässer, die ausschließlich für den privaten menschlichen Genuss und Gebrauch verwendet werden, unterliegen den Vorgaben der Trinkwasserverordnung.

Die Verwendung von Kupferrohren für die Trinkwasserinstallation ist in sauren Wässern nicht zulässig (s. auch Kapitel 7.2).

Entspricht das für den Gebrauch bestimmte Wasser nicht den Vorgaben der Trinkwasserverordnung, muss eine geeignete Wasserbehandlung erfolgen (z. B. mittels Belüftung, Aufhärtung und/oder Alkalisierung).

Wenn aus technischen Gründen eine Teilenthärtung des Wassers durchgeführt wird, ist darauf zu achten, dass auch das teilenthärtete Wasser den Vorgaben der Trinkwasserverordnung entspricht. Dazu ist neben der Enthärtung in einigen Fällen auch eine Anhebung des pH-Wertes notwendig.

7.2 Einsatzbereiche für Kupfer nach DIN 50930-6
Die in der TrinkwV erwähnten 'allgemein anerkannten Regeln der Technik' werden für den Einsatz von metallenen Werkstoffen durch DIN 50930-6 repräsentiert.

Bauteile aus Kupfer und Kupferwerkstoffen können in allen Trinkwässern eingesetzt werden, wenn die Anforderungen der DIN 50930-6 eingehalten sind.
Demnach kann Kupfer ohne weitere Einzelfallprüfung eingesetzt werden, wenn

- der pH-Wert des Trinkwassers größer oder gleich pH 7,4 ist, oder
- im Bereich von pH 7,0 bis kleiner pH 7,4 der TOC-Wert 1,5 mg/l (g/m³) nicht übersteigt.

Dabei ist der TOC-Wert das Maß für die Gesamtmenge an organischem Kohlenstoff im Wasser. Diese Angaben können den Auflistungen der Wasserdaten entnommen werden, die von den Versorgungsunternehmen auf Nachfrage kostenlos zur Verfügung gestellt werden. Eine spezielle Wasseruntersuchung ist daher für die Beurteilung der Einsatzbereiche nicht erforderlich.

Gern sehen die Rohr- und Fittinghersteller sowie das Deutsche Kupferinstitut die Wasserdaten durch und beurteilen sie schnell und kostenlos - auch im Hinblick darauf, ob ein Trinkwasser gemäß Verordnung vorliegt oder nicht.

Ist beabsichtigt, Bauteile aus Kupfer und Kupferwerkstoffen außerhalb der genannten Einsatzbereiche einzusetzen, so kann eine Einzelfallprüfung (z. B. nach DIN EN 15664) durchgeführt werden.
Bauteile aus Messing (Kupfer-Zink-Legierungen) und Rotguss (Kupfer-Zinn-Zink-Legierungen), die den in der DIN 50930-6 beschriebenen Anforderungen entsprechen (erkennbar an der DVGW-Kennzeichnung), unterliegen keinen hygienisch bedingten Einsatzbeschränkungen.

7.3 Planungsgrundlagen
Trinkwasseranlagen sind nach TrinkwV gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik DIN EN 806 und DIN 1988 (TRWI) zu planen, auszuführen und zu betreiben. Als Trinkwasseranlagen gelten alle Rohrleitungs- und/oder Apparatesysteme, die der Fortleitung, Speicherung, Behandlung und dem Verbrauch des Trinkwassers dienen und die an eine zentrale und/oder an eine Eigen- bzw. Einzelwasserversorgung angeschlossen sind (s. 7.1).

Für die Ermittlung der Rohrdurchmesser ist das differenzierte Verfahren nach DIN 1988-300 anzuwenden. Für 'Normalinstallationen' (Gebäude mit bis zu 6 Wohneinheiten) darf die Bemessung auch nach dem in DIN EN 806-3 aufgeführten, vereinfachten Verfahren (Belastungswerte) unter Berücksichtigung der dort festgelegten Randbedingungen erfolgen. Das differenzierte Verfahren liefert jedoch oftmals verlässlichere Ergebnisse und berücksichtigt somit funktionale und hygienische Belange besser.

Gesichtspunkte, die bei der Installation, der Inbetriebnahme und beim Betrieb beachtet werden müssen, sind im Folgenden aufgeführt.

Für das Verbinden von Kupferrohren in Trinkwasser-Installationen gelten verbindlich die in DIN EN 806-4 und im DVGW-Arbeitsblatt GW 2 festgeschriebenen Regelungen. Diese Regelungen sind auch im Kapitel 4 des vorliegenden Drucks aufgeführt und erläutert.
Die kleinste zulässige Nennweite für Rohre in der Trinkwasser-Installation ist nach DIN 1988-300 die Nennweite DN 10 (Kupferrohr 12 mm). Der vielfach verwendeten Rohrabmessung 15 x 1 ist dort die Nennweite DN 12 zugeordnet.
In Trinkwasser-Installationen muss nach DIN 1988-200 generell unmittelbar nach der Wasserzähleranlage ein Filter nach DIN EN 13443-1 eingebaut werden.
Wasser, das lange Zeit in Leitungsanlagen und Apparaten steht, kann unabhängig vom eingesetzten Werkstoff seine Trinkwasserqualität verlieren.
Aus diesem Grund sind die Leitungsführungen so kurz wie möglich zu halten.

Überdimensionierungen sind zu vermeiden und nicht genutzte Bereiche sind abzutrennen (Tabelle 7.1).

Dauer der Abwesenheit	Maßnahme vor Antritt der Abwesenheit	Maßnahme bei der Rückkehr
> 3 Tage	**Wohnungen:** Schließen der Wohnungsabsperrung	Öffnen der Wohnungsabsperrung Wasser 5 Min. fließen lassen
	Einfamilienhäuser: Schließen der Absperrung hinter dem Wasserzähler	Öffnen der Absperrung Wasser 5 Min. fließen lassen
> 4 Wochen	**Wohnungen:** Schließen der Wohnungsabsperrung	Öffnen der Wohnungsabsperrung Spülen der Hausinstallation
	Einfamilienhäuser: Schließen der Absperrung hinter dem Wasserzähler	Öffnen der Absperrung Spülen der Hausinstallation
> 6 Monate	Schließen der Hauptabsperrung Entleeren der Leitungen	Öffnen der Hauptabsperrung Spülen der Hausinstallation

Tabelle 7.1 Maßnahmen, die unabhängig vom Rohrwerkstoff bei längerer Stagnation des Trinkwassers in der Hausinstallation zu ergreifen sind (ZVSHK-Merkblatt ‚Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen)

7.4 Zirkulationsleitungen
Nach DIN 1988-300 sollten bei der Bemessung der Rohrnennweiten für Zirkulationsleitungen Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,2 - 0,5 m/s angenommen werden.
Diese Geschwindigkeiten reichen in jedem Fall für einen optimalen Wasserwechsel und den Ausgleich der in den Rohrleitungen entstehenden Wärmeverluste aus. Es ist technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll, größere Wassermengen als erforderlich umzuwälzen.

Eine Begrenzung der Fließgeschwindigkeit auf die oben genannten Werte trägt gleichzeitig zur Vermeidung von Erosion bei. Lediglich in Ausnahmefällen kann eine maximale Fließgeschwindigkeit von 1,0 m/s in pumpennahen Zirkulationsleitungen notwendig sein (DIN 1988-300).

In verzweigten Zirkulationssystemen ist immer ein hydraulischer Abgleich der einzelnen Stränge untereinander vorzusehen. Hierzu werden meist spezielle, thermisch auslösende Strangregulierventile verwendet (Bild 7.1).

Die Berechnungen zum hydraulischen Abgleich (Anlagenkennlinie) bilden die Grundlage für die Auswahl einer geeigneten Zirkulationspumpe (Pumpenkennlinie), weshalb hierauf in keinem Fall verzichtet werden kann!

Die Temperatur von erwärmtem Trinkwasser muss innerhalb des zirkulierenden Rohrsystems mindestens 55 °C betragen. Ausnahmen bilden hier Trinkwasseranlagen, die höhere Temperaturen zwingend erfordern. Zirkulationssysteme kleiner Anlagen können mit einer zeitgesteuerten Einrichtung zur Abschaltung der Zirkulationspumpen versehen sein, wobei die Abschaltung max. 6 Stunden betragen darf.

Bild 7.1 Strangregulierventil für Zirkulationen (2967 A)

7.5 Zusammenbau von Kupfer mit anderen Werkstoffen
Der Einsatz verschiedener Werkstoffe in einem Trinkwasser-Rohrsystem entspricht nach DIN EN 806-4 den Regeln der Technik.

Kupfer, Kupferlegierungen und Edelstahl können problemlos miteinander kombiniert werden; hingegen sind bei Anwesenheit von verzinkten Stahlbauteilen einige Besonderheiten zu beachten.

Die bei Kupferrohren insbesondere während des anfänglichen Betriebs durch Schutz- und Deckschichtbildungsvorgänge in geringen Mengen in Lösung gehenden Kupferionen können in nachgeschalteten Rohrleitungen aus verzinktem Stahl sog. 'kupferinduzierten Lochfraß' auslösen. Daher ist in Trinkwasserleitungen stets die so genannte Fließregel einzuhalten: Kupferrohre sind – in Fließrichtung des Wassers gesehen – stets nach Bauteilen aus verzinktem Stahl einzubauen.

Die Rezirkulation von Wasser aus Kupferleitungen und Bauteilen und Apparaten mit wasserberührten Flächen aus Kupferwerkstoffen in den Bereich von verzinkten Leitungen ist durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden (z. B. Verwendung von Rückflussverhinderern).

Bei Kaltwasserleitungsanlagen kann diese Fließregel durch geeignete Vorgehensweisen immer eingehalten werden: Bei Kellerverteilungs- und Steigleitungen aus verzinktem Stahlrohr können z. B. die Stockwerksleitungen in Kupfer ausgeführt werden.
Auch in Anlagen für erwärmtes Trinkwasser mit einem Kaltwasseranschluss und einem Trinkwassererwärmer aus verzinktem Stahl können anschließend Kupferrohre verwendet werden, wenn keine Zirkulation besteht (Rezirkulation ist, wie oben erwähnt, zu verhindern).

Besteht der Trinkwassererwärmer aus verzinktem Stahl und ist an diesen eine Zirkulationsleitung aus Kupfer angeschlossen, so ist die Fließregel verletzt worden.

In diesem Fall ist der Trinkwassererwärmer durch Innenbeschichtung (z. B. Emaille) und zusätzlichen kathodischen Korrosionsschutz gegen Schäden zu schützen.
Die sogenannten Opferanoden des kathodischen Korrosionsschutzes sind entsprechend den Angaben der Geräteher-steller regelmäßig zu warten bzw. zu erneuern.

Werden Werkstoffe unterschiedlichen freien Korrosionspotenzials wie z. B. Kupfer und verzinkter Stahl so zusammengebaut, dass sie sich direkt berühren, kann an dem elektrochemisch unedleren Werkstoff Stahl theoretisch Kontaktkorrosion auftreten. In der Praxis hat die Kontaktkorrosion jedoch kaum Bedeutung.

Seit Jahrzehnten werden Armaturen aus Kupferwerkstoffen wie Ventile, Wasserzähler usw. in Rohrleitungen aus verzinktem Stahl eingebaut, ohne dass dadurch bedingte Korrosionsschäden in größerem Umfange bekannt geworden sind.
Hierbei spielen die konstruktiven Verhältnisse, insbesondere das Flächenverhältnis von edleren zu unedleren Werkstoffen, eine Rolle. Je kleiner dieses Verhältnis ist, desto geringer ist die Schadenswahrscheinlichkeit.

7.6 Dichtheitsprüfung
Alle Arten von fertiggestellten Rohrleitungsanlagen müssen auf Dichtheit überprüft werden. Die Prüfung muss zu einem Zeitpunkt erfolgen, an dem alle Verbindungsstellen noch zugänglich und nicht verdeckt sind. Für Trinkwasserleitungen ist die Druckprobe im ZVSHK-Merkblatt 'Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder Wasser' geregelt.

Grundsätzlich sollte an Trinkwasser-Installationen vorzugsweise eine trockene Dichtheitsprüfung gemäß ZVSHK-Merkblatt mit ölfreier Druckluft oder Inertgas (z. B. Stickstoff) durchgeführt werden. Dies ist insbesondere für hygienisch sensible Bereiche von Bedeutung, da stagnierendes Wasser durch mögliche Keimvermehrung u. U. auch die späteren hygienischen Eigenschaften des Rohrsystems in Frage stellen kann. Eine trockene Druckprobe schließt derartige Probleme von vornherein aus.
Für vorgefertigte Baugruppen, die nach der Fertigstellung und Druckprüfung längere Zeit zwischengelagert werden, ist demnach ausschließlich die trockene Druckprüfung empfehlenswert.

Bei der **trockenen** Druckprobe nach ZVSHK wird zunächst eine Dichtheitsprüfung mit einem Prüfdruck von 150 hPa (150 mbar) und einer Prüfzeit von mindestens 120 Minuten durchgeführt. Bei Rohrleitungen mit einem Leitungsvolumen über 100 Liter muss die Prüfzeit je weitere 100 Liter Volumen um 20 Minuten erhöht werden.
Der Dichtheitsprüfung folgt eine Belastungsprüfung mit einem Prüfdruck von höchstens 0,3 MPa (3 bar)bei Nennweiten bis einschließlich DN 50. Nennweiten größer DN 50 sind mit maximal 0,1 MPa (1 bar) zu prüfen.
Nach Aufbringen des Prüfdrucks beträgt die Prüfzeit 10 Minuten. Undichtigkeiten machen sich teilweise schon akustisch bemerkbar. Entstehen Schwierigkeiten bei der Ortung der undichten Stellen, so ist die Anwendung der bei Gasleitungen üblichen Hilfsmittel wie Besprühen oder Bepinseln aufschäumender Lösungen möglich. Wird eine trockene Druckprüfung durchgeführt, so ist besonders auf die Vermeidung möglicher Unfallgefahren zu achten (keine Kunststoff-Baustopfen verwenden!).

Eine Dichtheitsprüfung **mit Wasser** darf nur unmittelbar vor der Inbetriebnahme der Installation durchgeführt werden.
Es muss gewährleistet sein, dass der Haus- oder Bauwasseranschluss vorab gespült und vom zuständigen Wasserversorger für den Betrieb freigegeben wurde.
Ist eine sofortige Inbetriebnahme nicht möglich, so muss die Anlage vollständig befüllt verwahrt werden. In diesem Fall ist bis zur Inbetriebnahme in regelmäßigen Abständen (mindestens alle sieben Tage) ein vollständiger Wasseraustausch in der gesamten Installation sicherzustellen und zu dokumentieren.
Prüfungen mit Wasser sind grundsätzlich nur über hygienisch einwandfreie Komponenten und mit filtriertem Trinkwasser durchzuführen (Filter nach DIN EN 13443-1). Es ist für eine vollständige Entlüftung der Anlagenteile zu sorgen.

Trinkwasser-Installationen sind im Rahmen einer Dichtheitsprüfung mit Wasser mit dem 1,1-fachen des höchstmöglichen Betriebs-überdruckes (11 bar) zu prüfen.
Innerhalb einer Prüfzeit von 30 Minuten darf kein Druckabfall am Prüfdruckmessgerät, das ein einwandfreies Ablesen einer Druckänderung von 0,1 bar zulassen muss, feststellbar sein.
Sofern zwischen Füllwassertemperatur und Umgebungstemperatur der Rohrleitung eine Differenz von etwa 10 K oder mehr vorliegt, ist nach dem Aufbau des Prüfdruckes eine Wartezeit von etwa 30 Minuten für den Temperaturausgleich einzuhalten.

Wurden in der Trinkwasser-Installation Pressfittings mit dem Merkmal ‚unverpresst undicht' verwendet, so müssen die Leitungen vor der eigentlichen Dichtheitsprüfung zur Lokalisierung unverpresst undichter Verbindungen einer 15-minütigen Vorabprüfung mit Drücken entsprechend den jeweiligen Herstellerangaben (in der Regel max. 0,6 MPa/6 bar) unterzogen werden.

Im ZVSHK-Merkblatt 'Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder Wasser' sind Vordrucke von Druckprobenprotokollen und weitere detaillierte Hinweise zum Einsatz der verschiedenen Prüfverfahren enthalten.

8. Einsatzbereich Heiz- und Kühlsysteme

Grundsätzlich sind alle Trinkwasserleitungen unabhängig von der Art des verwendeten Werkstoffes nach ihrer Fertigstellung gründlich mit filtriertem Trinkwasser (Filter nach DIN EN 13443-1) zu spülen.

Prinzipiell können zwei Spülmethoden angewendet werden, die im ZVSHK-Merkblatt 'Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen' beschrieben sind.

Das Spülverfahren mit Wasser kann immer angewendet werden, insbesondere aber auch dann, wenn bereits Armaturen in den Trinkwasserleitungen vorhanden sind, wie z. B. nach einer trockenen Druckprobe.

Das Spülverfahren mit Luft-Wasser-Gemisch sollte dann angewendet werden, wenn beim Spülen mit Wasser keine ausreichende Spülwirkung zu erwarten ist.

Für eine uneingeschränkte Betriebssicherheit müssen durch das Spülen folgende Resultate erreicht werden:

- Reinigung der Rohrinnenoberflächen
- Sicherung der Trinkwassergüte
- Vermeidung von Korrosionsschäden
- Vermeidung von Funktionsstörungen an Armaturen und Apparaten

Wurde eine trockene Dichtheitsprüfung durchgeführt, so sind die Leitungen in trockenem Zustand zu verwahren und das Spülen hat erst unmittelbar vor der Erstbefüllung / Inbetriebnahme zu erfolgen.

Nach einer Dichtheitsprüfung 'nass' ist das in den Rohren verbliebene Wasser immer mit einer Wasserspülung auszuspülen, um einwandfreie hygienische Verhältnisse zu gewährleisten.

In Kupferrohr-Installationen können beide Spülverfahren – fachgerechte Anlagenplanung vorausgesetzt – angewendet werden. Bei der Wahl des Spülverfahrens sind die werkvertraglichen Bedingungen, die Anforderungen des Anlagenbetreibers sowie die Herstelleraussagen und die Erfahrungen des Installateurs zu berücksichtigen.

Lange Stagnationszeiten sind, unabhängig vom verwendeten Werkstoff, aus hygienischen Gründen immer zu vermeiden. Daher ist bei zu erwartenden, längeren Stillstandszeiten stets eine trockene Dichtheitsprüfung mit Erstbefüllung und Spülung unmittelbar vor Inbetriebnahme durchzuführen.

Die Übergabe der Trinkwasser-Installation erfolgt auf der Grundlage eines Betriebs- und Einweisungsprotokolls.
ZVSHK-Betriebsanleitungen für Trinkwasseranlagen, die zum Abnahmezeitpunkt an den Bauherren übergeben werden, enthalten jeweils ein Inbetriebnahme-, Einweisungs- und Druckprobenprotokoll (ggf. mit dem Nachweis der einwandfreien Wasserbeschaffenheit) sowie Hinweise für den Betreiber hinsichtlich Instandhaltungs-, Inspektions- und Wartungsmaßnahmen. Der Betreiber ist insbesondere darauf hinzuweisen, dass er ab Übergabe für einen regelmäßigen und vollständigen Austausch des Trinkwassers an allen Entnahmestellen zu sorgen hat und dass er verantwortlich für regelmäßige Inspektionen und Wartungen der Anlagen ist.
Neben der Betriebsanleitung sollte dem Betreiber bei der Übergabe ein Wartungsvertrag für die Trinkwasseranlage angeboten werden.

Für den Einsatz in Heizungsanlagen sind grundsätzlich zunächst alle im Kapitel 1 aufgeführten Kupferrohre geeignet.

Neben den für den Trinkwasserbereich vorgesehenen Abmessungen nach DVGW GW 392 kommen hier auch Kupferrohre mit anderen Wanddicken (blank, ummantelt) und/oder werkseitig aufgebrachter Wärmedämmung zum Einsatz.

Ergänzend zur 'klassischen' Heizungsinstallation werden Kupferrohre in den letzten Jahrzehnten auch in Kühldecken, Flächenheizungen (Fußboden-, Wand- und Deckenheizungen) und für solare Anwendungen eingesetzt.

Heizungsleitungen können hart- und weichgelötet (letzteres nur bei Dauertemperaturen bis 110 °C), gepresst, geklemmt, gesteckt oder ab einer Wanddicke von 1,5 mm auch geschweißt werden.

Die beim Verlegen von Heizungsleitungen zu beachtenden Besonderheiten sind in den vorangegangenen Kapiteln erläutert; insbesondere sind die Kapitel 6.3 (Wärmeschutz) und Kapitel 6.7 (Temperaturbedingte Längenausdehnung) sorgfältig zu beachten.

Kupferrohre für Flächenheizungen (z. B. Fußbodenheizungen, Bild 8.1) sind, falls gelötet wird, entsprechend den Verlegeanweisungen der Hersteller durch Hartlöten zu verbinden. Außerdem kann die Presstechnik angewendet werden.

Für Fußbodenheizungen in Zementestrichen sind werkseitig ummantelte Kupferrohre zu verwenden.
In Estrichen aus Gussasphalt können nur blanke Kupferrohre verwendet werden.
Für Wand- und Deckenheizungen können ummantelte, prinzipiell aber auch blanke Kupferrohre unter Putz verlegt werden.

Da in geschlossenen, nahezu sauerstofffreien (Sauerstoff < 0,1 g/ m^3) Heizwasserkreisläufen nach VDI 2035 keine Korrosion auftreten kann, ist die Verwendung von Kupfer auch bei gleichzeitiger Verwendung anderer metallischer Werkstoffe (z. B bei der Sanierung von alten Stahlinstallationen) problemlos möglich.

In fachgerecht ausgeführten Warmwasser-Heizungsanlagen besteht nach VDI 2035 bei gemeinsamer Installation von Kupferrohren und Rohren sowie Anlagenteilen aus anderen metallenen Werkstoffen (z. B. schwarzer Stahl) keine Korrosionsgefahr.

Der für die Korrosion wichtige Reaktionspartner Sauerstoff wird schon bei der ersten Aufheizung des Wassers thermisch ausgetrieben.

Er entweicht bei der Entlüftung der Anlage. Verbleibende Sauerstoffreste werden durch die Metalloberfläche gebunden. Eine mögliche Zufuhr von Sauerstoff, z. B. durch undichte Stopfbuchsen, muss durch sachgemäße Installation (z. B. Bemessung und Wartung des Ausgleichsgefäßes) verhindert werden.

Bei größeren Heizsystemen lässt sich ein Sauerstoffeintrag nicht immer mit Sicherheit vermeiden. VDI 2035 gibt Hinweise für die dann zu ergreifenden Maßnahmen (z. B. chemische Sauerstoffbindung).

Gleiches gilt sinngemäß meist auch für die Kreisläufe von Wasser-Kühlsystemen, sofern es sich um geschlossene Systeme mit eigener Druckhaltung und ohne ständigen Sauerstoffeintrag handelt.

Ist in Kühlsystemen hingegen mit einem andauernden Sauerstoffeintrag in das Kühlwasser zu rechnen (z. B. über einen offenen Kühlturm o. ä.), so sind diese Leitungen analog zu den in Trinkwasser-Installationen geltenden Anforderungen zu behandeln.
Eine Mischinstallation ist hier nur eingeschränkt möglich (s. Kapitel 7) und Kupferrohre sind entsprechend den im DVGW-Arbeitsblatt GW 2 enthaltenen Vorgaben zu verbinden.

Bild 8.1 Herstellen einer Hartlötverbindung in einer Kupferrohr-Fußbodenheizung (2657)

Wasserbeaufschlagte Kühlleitungen unterscheiden sich grundlegend von Kältemittelleitungen!
Die hierbei zu beachtenden Besonderheiten sind dem Informationsdruck „i.164 - Kupferrohre in der Kälte-Klimatechnik, für technische und medizinische Gase" des Deutschen Kupferinstituts zu entnehmen.

Heizungsleitungen (und ähnliche Leitungen wie z. B. Kühlwassersysteme) sind nach DIN 18380 (VOB Teil C) und DIN EN 14336 (Heizungsanlagen in Gebäuden) mit dem 1,3-fachen des Gesamtdruckes der Anlage (min. aber 1 bar Überdruck) zu prüfen.
Möglichst unmittelbar nach der Kaltwasserdruckprüfung ist durch Aufheizen auf die höchste, der Berechnung zugrunde gelegte Heizwassertemperatur zu prüfen, ob die Anlage auch bei Höchsttemperatur dicht bleibt.

Bei besonderen Anforderungen können Heizungsanlagen alternativ auch einer trockenen Dichtheitsprüfung analog zu Trinkwasser-Installationen (s. Kap. 7.6) unterzogen werden. Auch hierzu sind vom ZVSHK entsprechende, detaillierte Druckprobenprotokoll-Vordrucke erhältlich.

9. Einsatzbereich Brennstoffversorgung

9.1 Erdgas
Erdgas-Installationen sind nach DVGW-TRGI 'Technische Regeln für Gasinstallationen' zu erstellen.

Demnach sind für Gasleitungen Kupferrohre nach DIN EN 1057 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392 bis zur Abmessung 267 x 3 mm zugelassen (Kapitel 1).

Sie können nach der Hauptabsperreinrichtung sowohl für freiverlegte und erdverlegte Außenleitungen, als auch für Innenleitungen verwendet werden.

Für das Verbinden von Kupferrohren in der Gas-Installation gilt DVGW-Arbeitsblatt GW 2. Danach ist das **Weichlöten** von Gasleitungen **verboten**.

Kupferrohre für die Gasinstallation dürfen unter Berücksichtigung der Mindestbiegeradien nach DVGW-Arbeitsblatt GW 392 mit geeigneten Werkzeugen gebogen werden.
Die fittinglose Arbeitstechnik darf nur auf die Muffen-Verbindung gleichen Durchmessers angewendet werden.
T-und/oder Schrägabgänge sowie Reduzierungen sind mit Fittings auszuführen. Die in Kapitel 4 ausführlich dargelegten Bestimmungen und Hinweise hierzu sind, ohne Ausnahme, auf erdgasführende Rohrleitungen anzuwenden.

Rohrleitungen aus Kupfer für frei- und erdverlegte Außenleitungen müssen mit einem äußeren Korrosionsschutz versehen sein.
Zugelassen sind sowohl Rohre mit werkseitiger Kunststoffumhüllung, als auch Rohre mit nachträglichem Korrosionsschutz (Korrosionsschutzbinden, Schrumpfschläuche), wenn für beide Fälle die Anforderungen der DIN EN 12068 erfüllt sind (bauaufsichtliche Zulassung erforderlich).

Der Zusammenbau von Kupfer mit anderen Werkstoffen ist in der Gas-Installation unproblematisch. Die verschiedenen, nach DVGW-TRGI zugelassenen Werkstoffe dürfen in beliebiger Reihenfolge eingebaut werden. Die in Kapitel 6 aufgeführten Sachverhalte sind auch bei Gasinstallationen zu beachten.
Erdgasleitungen nach TRGI sind mit Luft oder einem inerten Gas wie z. B. Stickstoff oder trockenem Kohlendioxid (niemals jedoch Sauerstoff!) zu prüfen. Vorprüfung, Hauptprüfung und die erforderliche Anzeigegenauigkeit der Messgeräte sind in der TRGI eindeutig festgelegt.

Die ZVSHK-Betriebsanleitung 'Gasinstallationen' enthält ein Formular eines Druckprobenprotokolls. Die Inbetriebnahme ist ebenfalls in TRGI geregelt.

9.2 Flüssiggas
Flüssiggasanlagen werden nach Druckbehältervolumen, Betriebsdruck der Rohrleitungen sowie Aggregatzustand des Gases in den Rohrleitungen unterschieden. Je nach Anlagentyp werden auch unterschiedliche Anforderungen an den Einsatz von Kupferrohren gestellt.

Für Flüssiggas-Versorgungsanlagen mit Gasflaschen oder ortsfesten Behältern mit **nicht mehr als 3 t** Fassungsvermögen, in denen **Gas in gasförmigem Zustand** verteilt wird, gelten die 'Technischen Regeln Flüssiggas' (TRF).
Die TRF unterscheidet außerdem zwischen Niederdruck-Rohrleitungen mit Betriebsdrücken **< 0,1 bar** (in der Regel 50 mbar) und Mitteldruckleitungen mit Betriebsdrücken **> 0,1 bar**.

Generell sind in allen Fällen Kupferrohre nach DIN EN 1057 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392 in den dort aufgeführten Abmessungen mit RAL-Gütezeichen (s. Kapitel 1) zugelassen.

Für Kupferrohre **> DN 100** ist in Flüssiggasleitungen mit max. Betriebsdrücken **> 0,5 bar** zum Nachweis der Eignung zusätzlich ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 erforderlich.

Für Kupferrohre der Festigkeitsstufe **R290** (hart, in Stangen) in den Abmessungen **> DN 25** sind in Anlagen mit Betriebsdrücken **> 0,5 bar** ergänzend die Anforderungen des VdTÜV Werkstoffblatts 410 hinsichtlich Kennzeichnung und Materialprüfung zu erfüllen. Auch hier ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 notwendig.

Flüssiggasanlagen mit einem **Betriebsdruck > 0,1 bar**, deren Behälter ein Fassungsvermögen von mehr **als 3 t** aufweisen, oder bei denen das Gas in flüssigem Zustand befördert wird oder in mehreren Druckbehältern vorgehalten wird, unterliegen speziellen, über die TRF hinausgehenden Vorgaben.

Prinzipiell gelten auch hier die oben genannten Einsatzkriterien für Kupferrohre in Mitteldruckleitungen, jedoch dürfen Rohre der Festigkeitsstufe R290 (hart) nur verwendet werden, wenn deren Hersteller im Beiblatt des VdTÜV-Werkstoffblatts 410 aufgeführt ist.

Die Kombination verschiedener Werkstoffe ist auch in Flüssiggasleitungen (analog zu Erdgas) uneingeschränkt möglich.

Als Rohrverbinder können in allen Flüssiggasanlagen analog zu Erdgassystemen u. a. Kapillarlötfittings, DVGW-geprüfte Pressfittings und Glattrohrverbinder nach DIN 3387-1 eingesetzt werden (s. Kapitel 2).

Bezüglich der Verlegung, Installation und des Korrosionsschutzes von Flüssiggasleitungen sind die Anforderungen der TRGI analog anzuwenden (s. a. Kapitel 4 und 6).

Die durch den Anlagenersteller vor der Abnahme und Inbetriebnahme durchzuführende Festigkeitsprüfung (Druckprüfung) hat nach TRF mit dem 1,1-fachen des zulässigen Betriebsüberdruckes, mindestens aber mit 1,0 bar, unter Einbeziehung aller Ausrüstungsteile (jedoch ohne Druckregler und Gaszähler) mittels Luft oder Inertgas zu erfolgen.

Hinweise zur je nach Anlagentyp notwendigen Abnahme der Anlagen durch Sachkundige oder Sachverständige sind im Detail der TRF zu entnehmen.

9.3 Heizöl
Für die Erstellung und den Betrieb von Heizölanlagen sind nach DIN 4755 (Technische Regel Ölfeuerungsinstallation) und TRÖl (Technische Regeln Ölanlagen) Kupferrohre für Heizöl EL zugelassen.

Es dürfen nur Rohre nach DIN EN 1057 in den Festigkeitszuständen R220 und R250 (weich und halbhart) mit RAL-Gütezeichen verwendet werden.
Sie können unter Verwendung von Kapillarlötfittings oder Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254 ohne weiteren Eignungsnachweis eingesetzt werden. Für Pressfittings muss eine bauaufsichtliche Zulassung vorliegen.
Lötverbindungen sind bis DN 25 (Rohrabmessung 28 mm) und PN 10 unter Verwendung von Kapillarlötfittings zugelassen. Lötverbindung sind in Heizölleitungen **stets hart zu löten**.
Als Lote und Hilfsstoffe können die im DVGW-Arbeitsblatt GW 2 aufgeführten Materialien verwendet werden (s. Kapitel 3 und 4).
Schneidringverschraubungen sind als Verbindungselement über DN 32 nicht zulässig; es müssen immer Stützhülsen verwendet werden.

Flansch-, Schraub-, Schneidring- und Pressverbindungen sind in unterirdischen Leitungsabschnitten nicht zulässig.
Generell gilt: Verbindungselemente zwischen einzelnen Rohren müssen so ausgeführt sein, dass eine sichere Verbindung und die Dichtheit gewährleistet ist. Die Anzahl von lösbaren Verbindungen sollte möglichst gering sein und alle Verbindungen müssen längskraftschlüssig ausgeführt sein. Letzteres gilt u. a. für Hartlöt-, Press- oder Schweißverbindungen.

Bei der Verlegung sind die in Kapitel 6 enthaltenen Ausführungen zu beachten.

Heizölleitungen müssen nach DIN 4755 einer Druck- und Funktionsprüfung sowie weiteren Prüfungen unterzogen werden. Alle ölführenden Leitungen einschließlich der Absperrorgane sind nach dem Einbau vom Ersteller der Anlage einer Druckprüfung mit Luft bzw. inertem Gas mit dem 1,1-fachen Betriebsdruck oder einer Flüssigkeitsdruckprüfung mit dem 1,3-fachen Betriebsdruck, jedoch mit mindestens 5 bar, auszusetzen.

10. Weitere Einsatzbereiche

10.1 Solarthermie
Kupferrohre und -fittings eignen sich u. a. durch ihre Temperatur- und UV-Beständigkeit in besonderem Maße für thermische Solaranlagen und die Verteilung des so erwärmten Wassers im Haus.

Hinsichtlich der Verbindungstechniken ist bei thermischen Solaranlagen zu beachten, dass bei den dort üblicherweise anzutreffenden Temperaturen von > 110 °C auf das Weichlöten zu verzichten ist und eine andere zulässige Verbindungstechnik (z. B. Hartlöten, Klemmringverbindung, Pressen mit speziellem, hoch temperaturbeständigen Dichtelement) gewählt werden muss.

Detaillierte Informationen zu allen wichtigen Fragenstellungen sind im kostenlosen Informationsdruck 'i.160 – Die fachgerechte Installation von thermischen Solaranlagen' enthalten.

10.2 Regenwassernutzungsanlagen
Die Verwendung von Kupferrohren nach DIN EN 1057 und Fittings nach DIN EN 1254 bzw. DVGW-Arbeitsblatt W 534 in Betriebswasserleitungen von Regenwassernutzungsanlagen entspricht dem Stand und den Regeln der Technik. Zwar kann Regenwasser auch pH-Werte unter 7 aufweisen, aber da an Regenwasser keine hygienischen Anforderungen gestellt werden, dürfen Kupferrohre dennoch eingesetzt werden (die Anforderung an den pH-Wert vgl. 7.2 gilt nur für die Nutzung als Trinkwasser).

Die Verarbeitung hat sich auch hier an den Vorgaben für Trinkwasser-Installationen zu orientieren, obwohl Regenwasser nicht als Trinkwasser genutzt werden darf.
Somit sind auch in Regenwassernutzungsanlagen die Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes GW 2 hinsichtlich Verbindungs- und Biegetechniken zu berücksichtigen (s. a. vorangegangene Kapitel).

In DIN 1989-1 (Regenwassernutzungsanlagen – Teil 1: Planung, Ausführung Betrieb und Wartung) sind konkrete Hinweise zu Planung, Bau, Betrieb und Wartung dieser Anlagen gegeben.

10.3 Löschwasserleitungen
In Feuerlöschleitungen nach DIN 1988-600 und DIN 14462 sind Kupferrohre nach DIN EN 1057 uneingeschränkt verwendbar.

Für Löschwasserleitungen „nass" können mit Ausnahme des Weichlötens sämtliche hier genannten Verbindungstechniken zum Einsatz kommen.
In Löschwasseranlagen „trocken" und „nass/trocken" sind Press-, Klemm- und Steckverbindungen dann zulässig, wenn die zu verwendenden Bauteile auf ihre Einsetzbarkeit in Wasserlöschanlagen (Sprinkler-Trockenanlagen und Sprühwasser-Löschanlagen) von einer anerkannten Prüfstelle geprüft und für geeignet erklärt wurden.

10.4 Technische Druckluft
Kupferrohre nach DIN EN 1057 können in Rohrleitungssystemen für technische Druckluft uneingeschränkt eingesetzt werden (Einschränkungen für medizinische oder andere Anwendungen mit besonderen Anforderungen an die Reinheit sind zu beachten!).
Hinsichtlich der Verbindungstechniken kann das DVGW-Arbeitsblatt GW 2 angewendet werden.

Die im Kapitel 5 aufgeführten Betriebsdrücke für Kupferrohre nach DIN EN 1057 und Fittings nach DIN EN 1254 sind zu beachten.
Bei der Planung sind prinzipiell die anerkannten Regeln der Technik für gasführende Rohrleitungen (z. B. Druckgeräterichtlinie usw.) anzuwenden. Weitere Besonderheiten können bei den Herstellern und beim Deutschen Kupferinstitut erfragt werden.

10.5 Medizinische Gase
Die Verwendung von Kupferleitungen in zentralen medizinischen und technischen Gasversorgungsanlagen in Krankenhäusern oder Kliniken ist die Regel. Der Einsatz von Kupferrohren in medizinischen Versorgungseinheiten wird außerdem in DIN EN ISO 7396-1 (Rohrleitungssysteme für medizinische Druckgase und Vakuum) als 'die Regel' bezeichnet und somit dringend empfohlen.

In Anlagen zur Verteilung von Gasen für medizinische Zwecke, zur Verteilung von Druckluft zum Antrieb von chirurgischen Instrumenten und für Vakuumleitungen sind ausschließlich Kupferrohre nach DIN EN 13348 (Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für medizinische Druckgase und Vakuum) einzusetzen.

Für Rohrverbindungen sind in diesen Anlagen Kapillarlötfittings nach DIN EN 1254-1, -4 und -5 zu verwenden.

Kupferrohre nach DIN EN 13348 sind bis zum Außendurchmesser 108 mm erhältlich und werden zur Sicherstellung der Reinheit der Innenoberflächen jeweils an beiden Enden durch Kappen oder Stopfen verschlossen geliefert. Zusätzlich ist durch die Verpackung der Lose ein wirkungsvoller Schutz der Rohre gewährleistet.

Kupferrohre nach DIN 13348 sind (ähnlich wie Installationsrohre nach DIN EN 1057) in Abständen von höchstens 600 mm wiederkehrend mindestens mit folgenden Angaben dauerhaft gekennzeichnet:

- EN 13348
- Außendurchmesser x Wanddicke
- Kennzeichen des Herstellers
- Herstelldatum: Jahr und Quartal (I bis IV) oder Jahr und Monat (1 bis 12)

Rohrleitungen für medizinische Zwecke sind nur durch Hartlöten oder Schweißen unter Schutzgas zu verbinden.

Weitere Hinweise hierzu sind dem kostenlosen Informationsdruck 'i.164 – Kupferrohre in der Kälte-Klimatechnik, für technische und medizinische Gase' des Deutschen Kupferinstituts zu entnehmen oder bei den Beratungsdiensten der Hersteller zu erfragen.

10.6 Technische Gase
Für viele technische Gase (und Druckluft) können Kupferrohre nach DIN EN 1057 eingesetzt werden.

Für bestimmte Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Reinheit der Gase (Reinstgase) wie z. B. Anlagen zur Verteilung von Gasen für Laborzwecke oder für bestimmte Produktionsprozesse müssen jedoch Kupferrohre nach DIN EN 13348 oder nach DIN EN 12735-1 (Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte- und Klimatechnik, Rohre für Leitungssysteme) eingesetzt werden.

Als Rohrverbinder kommen meist Kapillarlötfittings nach DIN EN 1254-1, -4 und -5 zum Einsatz, wobei die Rohrleitungen hier stets unter Schutzgas hartzulöten sind.
Des Weiteren können Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2 verwendet werden.
Der Einsatz von Pressfittings ist dann zulässig, wenn die Beständigkeit des Dichtelements gegenüber der jeweiligen Gasart gegeben ist.
Klärung kann hier durch Rückfrage beim jeweiligen Hersteller oder durch Beachtung der zum Fitting zugehörigen technischen Dokumentation geschaffen werden.
Auch zu diesem Einsatzbereich sind weiterführende Hinweise dem kostenlosen Informationsdruck 'i.164 - Kupferrohre in der Kälte-Klimatechnik, für technische und medizinische Gase' zu entnehmen.

10.7 Betriebswässer
Unter Betriebswässern versteht DIN 4046 „... gewerblichen, industriellen, landwirtschaftlichen oder ähnlichen Zwecken dienendes Wasser mit unterschiedlichen Güteeigenschaften, worin Trinkwassereigenschaft eingeschlossen sein kann".

Für viele dieser Betriebswässer können Kupferrohre und Fittings ebenfalls eingesetzt werden. Die Rohr- und Fittinghersteller sowie das Deutsche Kupferinstitut nehmen für den Anwender anhand von Wasseranalysedaten (Parameter gemäß DIN EN 12502-1) kostenlos eine Einzelfallprüfung der zum Einsatz vorgesehenen Wässer vor.

10.8 Abwasser–Druckleitungen von Abwasserhebeanlagen
Für Druckleitungen von Abwasserhebeanlagen können alle Rohrarten und Werkstoffe verwendet werden, die gegenüber dem abzuleitenden Abwasser beständig sind und den jeweiligen Pumpendrücken standhalten. In der Praxis werden oftmals auch Rohrsysteme aus der Trinkwasser-Installation eingesetzt.

Für die Ableitung von fäkalienhaltigen Abwässern und Regenwasser sind Kupferrohre nach DIN EN 1057 uneingeschränkt geeignet. Bei fäkalienfreien Abwässern ist eine Einzelfallprüfung durch den Rohrhersteller anhand von Angaben zu den angeschlossenen Geräten und Apparaten notwendig.
Die für Trinkwasser-Installationen zugelassenen Verbindungstechniken können sinngemäß angewendet werden.
Für die Ableitung von nicht neutralisierten Kondensaten aus Brennwertgeräten und Abwässern aus Fettabscheideranlagen sind Kupferrohre grundsätzlich nicht geeignet.

11. Normen und Regelwerke

DIN EN 1057 Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für Wasser- und Gasleitungen in Sanitärinstallationen und Heizungsanlagen
DIN EN 13349 Vorummantelte Rohre aus Kupfer mit massivem Mantel
DIN EN 12735-1 Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte- und Klimatechnik; Rohre für Leitungssysteme
DIN EN 13348 Kupfer und Kupferlegierungen - Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für medizinische Gase oder Vakuum
DVGW GW 392 Nahtlosgezogene Rohre aus Kupfer für Gas- und Trinkwasser-Installationen; Anforderungen und Prüfungen
DVGW VP 652 Kupferrohrleitung mit fest haftendem Kunststoffmantel für die Trinkwasser-Installation
RAL-RG 641/1 Güte- und Prüfbestimmungen (Gütebedingungen) für das Gütezeichen 'Kupferrohr/RAL' der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V.

DIN 2459 Unlösbare elastomergedichtete Verbinder aus Metall für metallene Rohrleitungen in der Trinkwasser-Installation
DIN 2607 Rohrbogen aus Kupfer zum Einschweißen
DIN 3387-1 Lösbare Rohrverbindungen für metallene Gasleitungen; Glattrohrverbindungen
DIN EN 1254-1 Kupfer- und Kupferlegierungen; Fittings; Kapillarlötfittings für Kupferrohre (Weich- und Hartlöten)
DIN EN 1254-2 Kupfer- und Kupferlegierungen; Fittings; Klemmverbindungen für Kupferrohre
DIN EN 1254-4 Kupfer- und Kupferlegierungen; Fittings; Fittings zum Verbinden anderer Ausführungen von Rohrenden mit Kapillarlötverbindungen oder Klemmverbindungen
DIN EN 1254-5 Kupfer und Kupferlegierungen; Fittings; Fittings mit geringer Einstecktiefe zum Verbinden mit Kupferrohren durch Kapillar-Hartlöten
DVGW GW 6 Löt-, Übergangs- und Gewindefittings aus Kupfer und Kupferlegierungen in der Gas- und Trinkwasser-Installation

DVGW GW 8 Kapillarlötfittings aus Kupfer in der Gas- und Trinkwasser-Installation
DVGW G 5614 Unlösbare Rohrverbindungen für metallene Gasleitungen; Pressverbinder
DVGW W 534 Rohrverbinder und Rohrverbindungen
Kupfer und Kupferlegierungen; Fittings; Einsteckfittings
RAL-RG 641/4 Güte- und Prüfbedingungen (Gütebedingungen) für Kapillarlötfittings aus Kupferrohren in Erweiterung des Gütezeichens 'Kupferrohr/RAL'

DIN EN 1045 Hartlöten - Flussmittel zum Hartlöten; Einteilung und technische Lieferbedingungen
DIN EN 29454-1 Flussmittel zum Weichlöten; Einteilung und Anforderungen; Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung
DIN EN ISO 17672 Hartlöten; Lote
DIN EN ISO 9453 Weichlote; Chemische Zusammensetzung und Lieferformen
DIN EN ISO 24373 Schweißzusätze; Massivdrähte und -stäbe zum Schmelzschweißen von Kupfer und Kupferlegierungen; Einteilung
DVGW GW 7 Lote und Flussmittel zum Löten von Kupferrohren in der Gas- und Trinkwasser-Installation
RAL-RG 641/2 Güte- und Prüfbestimmungen (Gütebedingungen) für Hartlote und Hartlotflussmittel in Erweiterung des Gütezeichens 'Kupferrohr/RAL'
RAL-RG 641/3 Güte- und Prüfbestimmungen (Gütebedingungen) für Weichlote, Weichlötflussmittel und Weichlotpasten in Erweiterung des Gütezeichens 'Kupferrohr/RAL'

DIN EN ISO 9606-3 Prüfung von Schweißern; Schmelzschweißen; Kupfer und Kupferlegierungen
DIN EN 10226-1 Rohrgewinde für im Gewinde dichtende Verbindungen; Kegelige Außengewinde und zylindrische Innengewinde; Maße, Toleranzen und Bezeichnung
DVGW GW 2 Verbinden von Kupferrohren für Gas- und Trinkwasser-Installation innerhalb von Grundstücken und Gebäuden

AD 2000 B0 Berechnung von Druckbehältern
AD 2000 B1 Zylinder und Kugelschalen unter innerem Überdruck
AD 2000 W6/2 Werkstoffe für Druckbehälter, Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen
VdTÜV-Werkstoffblatt 410 Installationsrohre, nahtlosgezogen aus Cu-DHP R290

DIN 1053 Mauerwerk
DIN 2403 Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff
DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (div. Teilnormen)
DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden (div. Teilnormen)
DIN 4109 Schallschutz im Hochbau (div. Teilnormen)
DIN 18560 Estriche im Bauwesen
DIN 30672 Organische Umhüllungen für den Korrosionsschutz von in Böden und Wässern verlegten Rohrleitungen für Dauerbetriebstemperaturen bis 50 °C ohne kathodischen Korrosionsschutz; Bänder und schrumpfende Materialien
DIN 50929-2 Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Installationsteile innerhalb von Gebäuden
DIN 50929-3 Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern
DIN EN 12068 Kathodischer Korrosionsschutz - Organische Umhüllungen für den Korrosionsschutz von in Böden und Wässern verlegten Stahlrohrleitungen im Zusammenwirken mit kathodischem Korrosionsschutz; Bänder und schrumpfende Materialien
DIN EN 12501-1 Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe; Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und Speichersystemen; Allgemeines
DIN EN 12502-2 Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe; Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und Speichersystemen; Einflussfaktoren für Kupfer und Kupferlegierungen

DIN EN ISO 12944 Beschichtungsstoffe; Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
EnEV Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung)

Trinkwasser-Installation
DIN 1988-100 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Schutz des Trinkwassers
DIN 1988-200 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe
DIN 1988-300 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Ermittlung der Rohrdurchmesser
DIN 1988-600 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Feuerlösch- und Brandschutzanlagen
DIN 50930-6 Korrosion der Metalle; Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer; Beeinflussung der Trinkwasserbeschaffenheit
DIN 18381 VOB-C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden
DIN EN 805 Wasserversorgung; Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
DIN EN 806-1 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Allgemeines
DIN EN 806-2 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Planung
DIN EN 806-3 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Berechnung der Rohrinnendurchmesser, vereinfachtes Verfahren
DIN EN 806-4 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Installation
DIN EN 806-5 Techn. Regeln für Trinkwasser-Installationen; Betrieb und Wartung
DIN EN 13443-1 Anlagen zur Behandlung von Trinkwasser innerhalb von Gebäuden; Mechanisch wirkende Filter; Filterfeinheit 80 µm bis 150 µm; Anforderungen an Ausführung und Sicherheit, Prüfung

DIN EN 15664-1 Einfluss metallischer Werkstoffe auf Wasser für den menschlichen Gebrauch, Dynamischer Prüfstandversuch für die Beurteilung der Abgabe von Metallen; Auslegung und Betrieb
TrinkwV Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
ZVSHK-Merkblatt Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder Wasser
ZVSHK-Merkblatt Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen
ZVSHK Betriebsanleitung Trinkwasser-Installation
ZVSHK Wartungsvertrag Trinkwasser-, Entwässerungs- und Gasanlagen

DIN 4747-1 Fernwärmeanlagen; Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze
DIN 18380 VOB-C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
DIN EN 14336 Heizungsanlagen in Gebäuden; Installation und Abnahme der Warmwasser-Heizungsanlagen
EnEV Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden; Energieeinsparverordnung
VDI 2035 Blatt 2 Vermeidung von Schäden in Warmwasserheizungsanlagen - Heizwasserseitige Korrosion

DIN 4755 Ölfeuerungsanlagen; Technische Regel Ölfeuerungsinstallation (TRÖ)
DIN 3387-1 Lösbare Rohrverbindungen für metallene Gasleitungen; Glattrohrverbindungen
DIN 3389 Einbaufertige Isolierstücke für Hausanschlussleitungen in der Gas- und Wasserversorgung; Anforderungen und Prüfungen
DVGW G 459-1 Gas- und Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 4 bar; Planung und Errichtung

DVGW G 461-2 Errichtung von Gasleitungen mit Betriebsdrücken von mehr als 4 bar bis 16 bar aus Druckrohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen
TRGI (DVGW G 600) Technische Regeln für Gasinstallationen
TRF Technische Regeln Flüssiggas
TRÖl Technische Regeln Ölanlagen
ZVSHK Betriebsanleitung Gas-Installation
ZVSHK Wartungsvertrag Trinkwasser-, Entwässerungs- und Gasanlagen

DIN 14462 Löschwassereinrichtungen; Planung und Einbau von Wandhydrantenanlagen und Löschwasserleitungen
DIN 1989-1 Regenwassernutzungsanlagen; Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung
DIN 4046 Wasserversorgung; Begriffe
DIN EN 10204 Metallische Erzeugnisse, Arten von Prüfbescheinigungen
DIN EN 12056-4 Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden; Abwasserhebeanlagen; Planung und Berechnung
DIN EN 12975 / DIN EN 12976 Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile (div. Teilnormen)
DIN EN ISO 7396-1 Rohrleitungssysteme für medizinische Gase; Rohrleitungssyteme für medizinische Druckgase und Vakuum
ISO 8573 Compressed Air; Contaminants and Purity Classes

Index

A
Abgleich 30
Abmessungen 6, 7, 9, 16, 17, 33, 34
Abwässer 36
Abzweige 17
Aggressive Atmosphäre 23
Aushalsungen 17
Außenleitungen 9, 23, 34

B
Befestigung 25
Betriebsdrücke 20, 21, 35
Betriebstemperatur 10, 20, 21
Betriebswässer 5, 8, 36
Biegen 7, 15
Brandverhalten 25

C
Cu-DHP 5, 7, 8, 20

D
Dehnungsausgleicher 27
Dichtheitsprüfung 31, 32, 33
DIN 50930-6 8, 29

E
Eigenwasserversorgung 29
entgraten 15
Erdgas-Installationen 34
erdverlegte 22, 23, 34

F
Flächenheizungen 16, 17, 27, 33
Flanschverbindungen 11
Fließgeschwindigkeit 30
Fließregel 31
Flüssiggas-Installationen 34
Flüssiggasleitungen 22, 23, 35
Flussmittel 12, 13, 14, 16, 17

G
Gasleitungen 5, 9, 11, 18, 22, 23, 25, 31, 34
Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. 5, 6, 8, 9, 13, 34
Gütezeichen 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 21, 29, 34

H
Hartlote 13, 14, 17, 23
Hartlötverbindungen 17, 18
Heizungsanlagen 5, 7, 33

I
Inbetriebnahme 3, 30, 31, 32, 34
Innenleitungen 9, 23, 24, 34

K
Kapillarlötfittings 8, 9, 17, 18, 21, 35, 36
Kennzeichnung 5, 6, 9, 10, 13, 14, 23, 29, 36
Klemmringverschraubungen 8, 10, 11, 19, 35, 36
Kompensatoren 26, 27
Korrosionsschutz 22, 23, 24, 31, 34
Kühlwasser 33

L
Längenausdehnung 3, 26, 33
lösbare Verbindungen 11
Löschwasserleitungen 5, 8, 9, 16, 35

M
Mauerwerk 25, 28
medizinische Druckgase 36
Messing 13, 16, 29

P
Pressfittings 8, 9, 10, 19, 35, 36

Q
Qualitätsprüfungen 5, 8

R
Regenwassernutzungsanlagen 9, 10, 35
Rohrkupplungen 11
Rotguss 8, 9, 10, 11, 13, 16, 29

S
Schallschutz 24, 25, 28
Schneidringverschraubungen 19, 35
Schwefel 23
Schweißfittings 11
Schweißverbindungen 18, 35
Spülverfahren 32
Stagnation 30, 32
Steckfittings 8, 10, 15, 19
Stützhülsen 11, 19, 35

T
technische Druckluft 35
technische Gase 10, 36
thermische Solaranlagen 35
TOC-Wert 29
Trinkwasser 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 22, 24, 29, 30, 31, 32, 33, 35
Trinkwasserleitungen 17, 22, 23, 25, 31, 32
trockene Dichtheitsprüfung 31, 32

U
unter Putz 10, 19, 24, 25, 33

V
vorummantelte Kupferrohre 6

W
Wärmedehnung 25, 26
Wärmeschutz 24, 27, 28, 33
Weichlote 13, 16, 38
Weichlötpasten 13
Weichlötverbindungen 13, 16, 17, 27

Z
Zirkulationsleitungen 30

Impressum

Herausgeber

Deutsches Kupferinstitut

Heinrichstraße 24
40239 Düsseldorf
Telefon: +49 211 239 469 0
Fax: +49 211 239 469 10
info@copperalliance.de
www.kupferinstitut.de

Bildnachweis
Aurubis AG
Buntmetall Amstetten GmbH
Gebr. Kemper GmbH & Co. KG
KME Germany GmbH & Co. KG
LEONI Draht GmbH
Piel & Adey GmbH & Co. KG
Swissmetall AG

Überarbeitete Fassung Februar 2019

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks und der fotomechanischen oder elektronischen Wiedergabe, vorbehalten.

Copyright © 2019. Deutsches Kupferinstitut

Deutsches
Kupferinstitut
Copper Alliance

Heinrichstraße 24
40239 Düsseldorf

Telefon: 0211 239 469 0
Fax: 0211 239 469 10

info@copperalliance.de
www.kupferinstitut.de