



Die fachgerechte Kupferrohr- Installation

Erstellt in Zusammenarbeit mit dem
Zentralverband Sanitär Heizung Klima,
St. Augustin

Informationsdruck i. 158

Herausgeber:

Deutsches Kupferinstitut
Auskunfts- und Beratungsstelle
für die Verwendung von
Kupfer- und Kupferlegierungen.

Am Bonneshof 5
40474 Düsseldorf
Telefon: (0211) 4 79 63 00
Telefax: (0211) 4 79 63 10
info@kupferinstitut.de
www.kupferinstitut.de

Layout und Umsetzung:

Solarpraxis AG
© 2001

Überarbeitete Auflage 03/2003

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

Die fachgerechte Kupferrohr-Installation

Inhalt:

Einleitung	2	4.	Planung und Verlegung	22
1. Rohre, Fittings, Löthilfsmittel	3	4.1	Zirkulationsleitungen	22
1.1 Rohre	3	4.2	Leitungsführung	22
1.1.1 Kupferrohre nach DIN EN 1057	3	4.3	Schutz der Kupferrohrleitungen vor Außenkorrosion	23
1.1.2 Kupferrohre nach DIN EN 1057 mit Prüfzeichen	4	4.4	Wärmeschutz	25
1.1.3 Kupferrohre nach DIN EN 1057, Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. und DVGW-Arbeitsblatt GW 392 – Qualitätsprüfungen	4	4.5	Schallschutz	25
1.2 Fittings	5	4.6	Brandschutz	26
1.2.1 KapillarlötfitTINGS nach DIN EN 1254-1	5	4.7	Wärmedehnung	27
1.2.2 PressfitTINGS nach DVGW-Arbeitsblatt W 534	6	4.8	Befestigung	28
1.2.3 Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2	7	4.9	Verlegung im Mauerwerk und auf Rohbetondecken	29
1.2.4 SchweißfitTINGS nach DIN 2607	7	4.10	Altbaumodernisierung	29
1.2.5 SteckfitTINGS	7	4.11	Vorfertigung	30
1.2.6 Lösbare Verbindungen	7	4.12	Zusammenbau von Kupfer mit anderen Werkstoffen	30
1.3 Weich- und Hartlote, Flussmittel	8	4.12.1	Trinkwasser- Installationen	30
1.3.1 Weichlote nach DIN EN 29453	8	4.12.2	Heizungsanlagen	31
1.3.2 Flussmittel für Weichlote nach DIN EN 29454-1	9	4.13	Druckprüfung, Spülen	31
1.3.3 Weichlotpasten	9	4.13.1	Trinkwasserleitungen	31
1.3.4 Hartlote nach DIN EN 1044	9	4.13.2	Gasleitungen	32
1.3.5 Flussmittel für Hartlote DIN EN 1045	9	4.13.3	Heizungsleitungen	32
2. Verarbeitungs- und Verbindungstechniken	10	4.13.4	Ölleitungen	32
2.1 Biegen von Kupferrohren	10	4.13.5	Flüssiggas	32
2.2 Vorbereiten der Kupferrohre für alle Verbindungstechniken	11	4.14	Übergabe, Betriebsanleitungen	32
2.3 Weich- und Hartlötverbindungen	11	5.	Literatur, Normen und Regelwerke	33-35
2.4 Pressverbindungen	12	6.	Index	36
2.5 Klemmringverschraubungen	13			
2.6 Schweißverbindungen	13			
2.7 Handwerklich gefertigte Abzweige und Muffen	13			
2.7.1 Lötverbindungen bei handwerklich gefertigten Abzweigen und Muffen	14			
2.8 Betriebstemperaturen und Betriebsdrücke	15			
3. Anwendungsgebiete	17			
3.1 Trinkwasser- Installation	17			
3.1.1 Trinkwasser	17			
3.1.2 Einsatzbereiche DIN 50930-6	17			
3.1.3 Planung, Bau, Betrieb	18			
3.2 Regenwassernutzungsanlagen	18			
3.3 Betriebswässer	18			
3.4 Abwasserentsorgung – Druckleitungen von Abwasserhebeanlagen	18			
3.5 Heizungsinstallation	18			
3.6 Solarthermie	19			
3.7 Heizölleitungen	19			
3.8 Gasinstallation	20			
3.8.1 Erdgas	20			
3.8.2 Flüssiggas	20			
3.8.3 Medizinisch-technische Gase	21			
3.8.4 Druckluft	21			

Einleitung

Kupferrohre in Hausinstallationssystemen haben in Deutschland nach Angaben des ZVSHK (Juni 1996) einen Marktanteil von ca. 60 %.

Dieser hohe Anteil ist auf die positiven Eigenschaften des Werkstoffs zurückzuführen: Kupferrohre und Fittings lassen sich leicht und in vielfältiger Weise verarbeiten, gewähren Sicherheit durch Langzeiterfahrungen sowie Innovation und brauchen trotz ihres „edlen“ Charakters einen Kostenvergleich mit anderen Werkstoffen nicht zu scheuen.

Gütegeprüfte Kupferrohre, Fittings (immerhin ca. 1600 verschiedene!) sowie Lote und Flussmittel diverser Hersteller können frei miteinander kombiniert werden. Dies hat den Vorteil, dass sich die Lagerkosten verringern und die Verfügbarkeit an nahezu allen Orten in Deutschland gewährleistet ist.

Die universelle Einsetzbarkeit von Kupfer in der Haustechnik, 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 Sonderdruck soll dem Planer und Installateur als Hilfe dienen. Er enthält die wichtigsten Aussagen aus Regelwerken, DVGW-Arbeitsblättern und anderen Schriften, ohne jedoch vollständig zu sein. Sollten Sie weitere Fragen haben, können Sie sich mit den technischen Beratern der Rohr- und Fittinghersteller sowie mit dem Deutschen Kupferinstitut in Verbindung setzen.

Wir helfen Ihnen gerne!

Bild 1: Kennzeichnungsbeispiele gütegeprüfter Rohre mit dem vereinfachten Gütezeichen RAL und mit DVGW Prüfzeichen. (Deutsches Kupferinstitut A 1485)



1. Rohre, Fittings, Löt Hilfsmittel für die Kupferrohr-Installation

1.1 Rohre

Die Anforderungen an Kupferrohre für Installationszwecke werden in folgenden Regelwerken beschrieben:

- DIN EN 1057 „Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für Wasser- und Gasleitungen für Sanitärinstallationen und Heizungsanlagen“
- DVGW-Arbeitsblatt GW 392 „Nahtlosgezogene Rohre aus Kupfer für Gas- und Trinkwasser-Installationen und nahtlosgezogene, innenverzinnete Rohre aus Kupfer für Trinkwasser-Installationen; Anforderungen und Prüfungen“
- RAL-RG 641/1 Güte- und Prüfbestimmungen (Gütebedingungen) für das Gütezeichen „Kupferrohr/RAL“ der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V.

1.1.1 Kupferrohre nach DIN EN 1057

Diese Norm beschreibt nahtlose Rundrohre aus Kupfer mit einem Außendurchmesser von 6 mm bis 267 mm. Sie werden beispielsweise in folgenden Bereichen eingesetzt.

- Kalt- und Warmwasser-Verteilungssysteme (einschließlich Regenwassernutzung)
- Warmwasser-Heizungssysteme (einschließlich Flächenheizungen und Solarsystemen)
- Verteilung gasförmiger und flüssiger Hausbrennstoffe
- Abwasserentsorgung (z. B. Druckleitungen für Abwasserhebeanlagen)
- Druckluftanlagen
- Solaranlagen
- Kühlwässer
- Betriebswässer

Bezüglich weiterer Einsatzbereiche und ihrer Einsatzgrenzen ist Rücksprache mit den Herstellern zu nehmen. Wesentliche Anforderungen an Kupferrohre und deren Eigenschaften sind:

- Zuordnung von Außendurchmessern und Wanddicken (Tabelle 1-3)
- eingeeigte Außendurchmessertoleranzen für die Kapillarlötung
- nur ein Werkstoff – sauerstoffreies Kupfer – der Bezeichnung Cu-DHP (oder CW 024 A), der zu mind. 99,90 % aus Kupfer, Silber sowie zwischen 0,015 % und 0,040 % Phosphor besteht.
- einheitliche Festigkeitszustände (Tabelle 1)
- einheitliche Lieferlängen (Tabelle 1)
- Kennzeichnung der Rohre von 10 mm bis 54 mm im Abstand von höchstens 600 mm wiederkehrend über ihre Länge und dauerhaft. Rohre mit einem Durchmesser von 6 mm bis 10 mm oder über 54 mm müssen zumindest an beiden Enden in ähnlicher Weise sichtbar gekennzeichnet sein.

Bild 2: Gütezeichen RAL der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V., rechts das vereinfachte Gütezeichen RAL (Deutsches Kupferinstitut A 0477)



Zumindest folgende Angaben müssen dauerhaft angebracht werden:

- EN 1057
- Außendurchmesser × Wanddicke
- Kennzeichen des Herstellers
- Herstellerdatum – Jahr + Quartal (I bis IV) oder Jahr + Monat (1 bis 12)
- Kennzeichnung halbharter Rohre durch folgendes Zeichen: „H“

Zusätzlich für RAL-Güterohre:

- vereinfachtes Gütezeichen (Bild 2)
- Herstellungsland in deutscher Sprache

zusätzlich für Rohre nach DVGW-Arbeitsblatt GW 392:

- DVGW-Prüfzeichen und Registrierungsnummer des jeweiligen Herstellers – „DV-72XX-YZ-XXXX“

Weitere Kennzeichnungen, wie beispielsweise Marken- oder Produkt-namen sind zulässig (Bild 1).

Tab. 1: Lieferform/Außendurchmesser/Festigkeitszustand/Lieferlänge für Rohre nach DIN EN 1057

Lieferform	Außendurchmesser in mm	Zustand R _m MPa*	Lieferlänge
in Ringen**	6 bis 22	R220 (weich)	25 m oder 50 m
gerade Längen	12 bis 28	R250 (halbhart)	5 m
gerade Längen	6 bis 133	R290 (hart)	5 m
	159, 219, 267	R290 (hart)	3 m oder 5 m

* 1 MPa entspricht 1 N/mm²

** Ringaußendurchmesser 500 bis 900 mm

Tab. 2: Abmessungen von Kupferrohren nach DIN EN 1057 mit DVGW-Prüfzeichen und RAL Gütezeichen für die Trinkwasser- und Gasinstallation

Rohre in geraden Längen* (Durchmesser × Wanddicke in mm)	Rohre in Ringen* (Durchmesser × Wanddicke in mm)
12 × 1**	12 × 1
15 × 1**	15 × 1
18 × 1**	18 × 1
22 × 1**	22 × 1
28 × 1,5**	
35 × 1,5	
42 × 1,5	
54 × 2	
64 × 2	
76 × 2	
88,9 × 2	
108 × 2,5	
133 × 3	
159 × 3	
219 × 3	
267 × 3	

* einige dieser Abmessungen sind auch als ummantelte, wärmegeämmte und/oder innenverzinnte Kupferrohre erhältlich

** sind auch als halbharte Kupferrohre erhältlich

1.1.2 Kupferrohre nach DIN EN 1057 mit Gütezeichen RAL

Die Gütebedingungen 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 (Tabelle 2) und die Heizungsinstallation (Tabelle 3) vergeben werden.

Bestellbeispiele für Trinkwasser und Gasinstallation

für 500 m Kupferrohr in geraden Längen (Stangenrohr) nach DIN EN 1057 mit einem Außendurchmesser von 28 mm und einer Wanddicke von 1,5 mm im Festigkeitszustand R290 (hart) mit DVGW-Prüfzeichen und mit RAL-Gütezeichen:

„500 m Kupferrohr DIN EN 1057 – R290 – 28 × 1,5 mm – 5 m Stange mit DVGW-Prüfzeichen und mit RAL Gütezeichen“

für 500 m Kupferrohr in Ringen nach DIN EN 1057 mit einem Außendurchmesser von 15 mm und einer Wanddicke von 1,0 mm im Festigkeitszustand R220 (weich) mit DVGW-Prüfzeichen und mit RAL-Gütezeichen:

Tab. 3: Abmessungen von dünnwandigen Kupferrohren nach DIN EN 1057 mit RAL Gütezeichen für die Heizungsinstallation

Rohre in geraden Längen* Durchmesser in mm	Rohre in Ringen* Durchmesser in mm
12 × 0,7	10 × 0,6
15 × 0,8	12 × 0,6
18 × 0,8	12 × 0,7
22 × 0,9	14 × 0,8
28 × 1,0	15 × 0,7
35 × 1,0	18 × 0,8
42 × 1,0	
54 × 1,2	

* einige dieser Abmessungen sind auch als ummantelte bzw. wärmegeämmte Kupferrohre erhältlich

„500 m Kupferrohr DIN EN 1057 – R220 – 15 × 1,0 mm – 50 m Ringe mit DVGW-Prüfzeichen und mit RAL Gütezeichen“

Bestellbeispiele für Heizungsrohre

für 500 m Kupferrohr in geraden Längen (Stangenrohr) nach DIN EN 1057 mit einem Außendurchmesser von 22 mm und einer Wanddicke von 0,9 mm im Festigkeitszustand R290 (hart) mit RAL-Gütezeichen:

„500 m Kupferrohr EN 1057 – R290 – 22 × 0,9 mm – 5 m Stange mit RAL Gütezeichen“

für 500 m Kupferrohr in Ringen nach DIN EN 1057 mit einem Außendurchmesser von 15 mm und einer Wanddicke von 0,7 mm im Festigkeitszustand R220 (weich) mit RAL-Gütezeichen:
 „500 m Kupferrohr EN 1057 – R220 – 15 × 0,7 mm – 50 m Ringe mit RAL Gütezeichen“

1.1.3 Kupferrohre nach DIN EN 1057, Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. und DVGW-Arbeitsblatt GW 392 – Qualitätsprüfungen

Gegenüber der Norm DIN 1786 wurden in die Norm DIN EN 1057, zusätzlich zu der Produktbeschreibung, weiterreichende Prüfanforderungen aufgenommen. Geprüft werden:

- Werkstoffzusammensetzung
- mechanische Eigenschaften
- Maße und Grenzmaße
- Fehlerfreiheit
- Oberflächenbeschaffenheit
- Biegeverhalten
- Aufweitverhalten und
- 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/dm² nicht überschreiten (DIN EN 1057 – 0,20 mg/dm²).

Bei Rohren in geraden Längen ist der Restgehalt des für die Fertigung notwendigen Ziehmittels für Rohre bis einschließlich 54 mm auf 0,2 mg/dm² begrenzt.

Das DVGW-Arbeitsblatt GW 392 und die Gütebedingungen der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. verlangen eigene Überwachungsprüfungen der Rohrerhersteller 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.

1.2 Fittings

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

- Kapillarlöt fittings nach DIN EN 1254-1 und DVGW-Arbeitsblätter GW 6 und GW 8
- Pressfittings nach DVGW-Arbeitsblatt W 534
- Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2 und DVGW-Arbeitsblatt W 534
- Bogen zum Einschweißen nach DIN 2607

Gewinde DVGW-geprüfter (GW 6) Form- und Verbindungsstücke werden in folgenden Normen beschrieben:

- für Anschlussgewinde:
ISO 7/1
DIN 2999-2
DIN EN 1254-4
- für Befestigungsgewinde:
DIN ISO 228-1, 2

1.2.1 Kapillarlöt fittings nach DIN EN 1254-1

Kapillarlöt fittings können eingesetzt werden für:

- Kalt- und Warmwasser-Verteilungssysteme (einschließlich Regenwassernutzung)
- Warmwasser-Heizungssysteme (einschließlich Flächenheizungen)
- Gas- und Ölleitungen
- Abwasserentsorgung (z. B. Druckleitungen für Abwasserhebeanlagen)
- Druckluftanlagen
- Solaranlagen

Bezüglich weiterer Einsatzbereiche und ihrer Einsatzgrenzen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.

Kapillarlöt fittings sind für alle Lötverbindungen bei Installationsrohren aus Kupfer nach DIN EN 1057 verwendbar. Die Anforderungen an Kapillarlöt fittings werden in folgenden Regelwerken beschrieben:

- DIN EN 1254-1: Kapillarlöt fittings für Kupferrohre

- DIN EN 1254-4: Fittings zum Verbinden anderer Ausführungen von Rohren mit Kapillarlötverbindungen oder Klemmverbindungen (Anschlussgewinde für Übergangsfittings)
- DIN EN 723: Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs auf der Innenoberfläche von Kupferrohren oder Fittings durch Verbrennen
- DVGW-Arbeitsblatt GW 6 Kapillarlöt fittings aus Rotguss und Übergangsfittings aus Kupfer und Rotguss; Anforderungen und Prüfbestimmungen
- DVGW-Arbeitsblatt GW 8 Kapillarlöt fittings aus Kupferrohren; Anforderungen und Prüfbestimmungen
- „Gütesicherung Kupferrohr, Erweiterung auf Kapillarlöt fittings aus Kupferrohren, Güte- und Prüfbestimmungen“ RAL RG 641/4 der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V., die das Gütezeichen RAL vergibt.

Fittings nach DIN EN 1254-1 sind für Kupferrohrabmessungen von 6 bis 108 mm Anschlussdurchmesser und Gewinde-Anschlussgrößen R/Rp 1/8" bis R/Rp 4" lieferbar (R = Außengewinde, Rp = Innengewinde).

Die Fittings sind aus sauerstofffreiem Kupfer (Cu-DHP) oder aus Rotguss (G-CuSn5ZnPb) hergestellt. Andere Werkstoffe/ Kupferlegierungen, die gleiche Gebrauchseigenschaften aufweisen, können verwendet werden.

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

Fittings nach DIN EN 1254 werden durch Angabe des Typs, DIN EN 1254, der Bestellnummer und der Anschlussgröße bezeichnet. Die Anschlussgröße benennt den Außendurchmesser des zugehörigen Rohres und bei Gewindeanschlüssen zusätzlich die Gewindegröße. Bei reduzierten Fittings wird erst der große, 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 (s. Bild 3).

Bei Übergangsfittings mit Löt- und Gewindeanschluss wird erst der Anschlussdurchmesser der Lötstelle, dann die Gewindegröße benannt, z. B. 15 x 1/2". Fittings müssen – 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 (s. Bild 4).

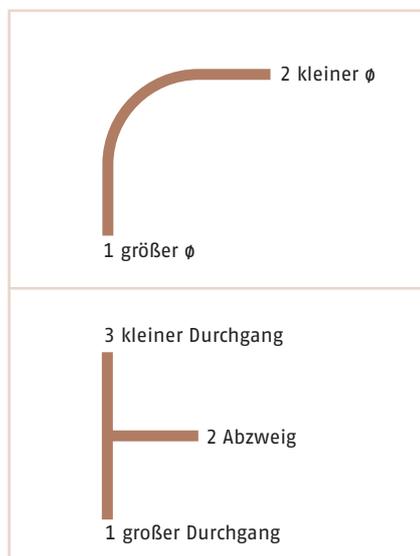
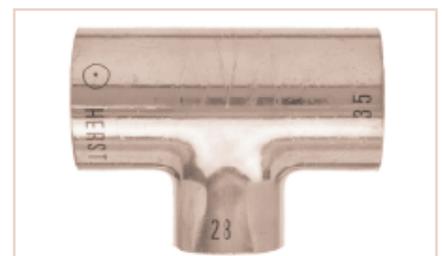


Bild 3: Normgerechte Bezeichnung von Fittings (Deutsches Kupferinstitut A 3500)

Bild 4: Kennzeichnungsbeispiel eines gütegeprüften Fittings mit Gütezeichen RAL (Deutsches Kupferinstitut A 3502)



Qualitätsprüfungen von Fittings nach DIN EN 1254-1, DVGW und Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V.

In Anlehnung an die Anforderungen an Innenoberflächen bei Rohren werden auch in DIN EN 1254-1, Anforderungen an die Beschaffenheit der Innenoberflächen von Fittings gestellt. In dieser Norm ist deshalb festgelegt, dass sie – wie die Rohre – frei von Kohlenstofffilmen sein müssen und die Menge des Ziehmittelgehalts – als Kohlenstoff bestimmt – den Wert $1,0 \text{ mg/dm}^2$ nicht überschreiten darf.

Fittings müssen nach den DVGW-Arbeitsblättern GW 6 und GW 8 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 Kupferrohren) 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.

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 Kohlenstofffilmen gefordert, dass gleichzeitig der Ziehmittelrestgehalt – als Kohlenstoff bestimmt – den Wert von $0,5 \text{ mg/dm}^2$ (statt $1,0 \text{ mg/dm}^2$ DIN EN 1254-1) 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 4).

Bestellbeispiele für ein T-Stück mit reduziertem Durchgang vom Anschlussdurchmesser 22 mm auf 18 mm und mit einem Abzweig des Anschlussdurchmessers 15 mm, Bestellnummer 5130, mit DVGW-Prüfzeichen und mit RAL-Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V.:

T DIN EN 1254-1 – 5130 – 22-15-18 mit DVGW-Prüfzeichen und mit RAL-Gütezeichen für einen Übergangsnippel mit Innenlötende 22 mm und Außengewinde $\frac{3}{4}$ ", Bestellnummer 4243g mit DVGW-Prüfzeichen:

Übergangsnippel DIN EN 1254-1 – 4243g – 22 – $\frac{3}{4}$ " mit DVGW-Prüfzeichen

1.2.2 Pressfittings

Pressfittings nach DVGW-Arbeitsblatt W 534 müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- für Kalt- und Warmwasser- Verteilungssysteme DVGW Arbeitsblatt W 534 und GW 392
- für Gasinstallationen DVGW-Prüfgrundlage VP 614 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392

Für weitere Anwendungsgebiete wie beispielsweise Heizungs- und Regenwassernutzungsanlagen, Druckluft-, Abwasser- und Solaranlagen gelten die Herstellerangaben.

Kupferrohre der Abmessungen 12 mm–108 mm können mit Pressfittings aus Kupfer- und Kupferlegierungen verbunden werden (Bild 5). Voraussetzung ist, dass die Pressfittings den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 534 bzw. der DVGW Prüfgrundlage VP 614 entsprechen und dass die Prüfungen mit Kupferrohren nach dem DVGW-

Arbeitsblatt GW 392 in den dort vorgesehenen Festigkeitsstufen durchgeführt wurden. Sie müssen ein DVGW-Prüfzeichen besitzen. Für innenverzinnete Kupferrohre werden auch verzinnete Pressfittings angeboten.

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 Rotguss $22 \times \frac{3}{4}$ ", geprüft nach DVGW-Arbeitsblatt W 534 mit DVGW-Prüfzeichen



von oben nach unten:

Bild 5: Pressfitting mit DVGW-Zulassung

Bild 6: Klemmringverschraubung mit DVGW-Zulassung

Bild 7: Einschweißbogen

1.2.3 Klemmringverschraubungen metallisch dichtend nach DIN EN 1254-2

Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254-2 und DVGW-Arbeitsblatt W 534 können eingesetzt werden in:

- Kalt-, Warmwasser- und Gasverteilungssystemen (nach DVGW Arbeitsblatt GW 2)
- Ölinstallationen bis DN 25

Für weitere Anwendungsgebiete wie beispielsweise Heizungs- und Regenwasserinstallationen, Druckluft-, Abwasser- und Solaranlagen gelten die Herstellerangaben.

Klemmringverschraubungen – metallisch dichtend – gehören zur Gruppe der lösbaren Verbindungen für glatte Rohrenden (Glattrohrverbinder). Sie müssen folgende Anforderungen und Prüfungen der Normen und Regelwerke erfüllen:

- DIN EN 1254-2: Fittings, Klemmringverbindungen für Kupferrohre
- DIN 3387-1: Lösbare Rohrverbindungen für metallene Gasleitungen, Glattrohrverbindungen
- DVGW-W534: Rohrverbinder und Rohrverbindungen

Klemmringverschraubungen (s. Bild 6) sind nach DIN EN 1254-2 für Kupferrohre nach DIN EN 1057 bis zur Nennweite 108 mm lieferbar; es sind aber in jedem Fall die einschlägigen Vorgaben und Regelwerke zu beachten. So sind sie z. B. in Erdgasinstallationen nur bis einschließlich 28 mm einsetzbar, in Flüssiggasinstallationen jedoch nicht.

Gewindeverbindungen gewährleisten die Kompatibilität zu anderen Verbindungssystemen. Diese Anschlussgewinde entsprechen den Normen ISO 7 bzw. DIN 2999 – kegeliges Aussengewinde/zylindrische 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.

Bestellbeispiel für Trinkwasser und Gasinstallationen

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

- T-Stück, Bestell-Nr. des Herstellers, Abmessung 15 × 15
- Reduziertes T-Stück, Bestell-Nr. des Herstellers, Abmessung 22 × 15 × 22

1.2.4 Schweißfittings nach DIN 2607

Schweißfittings können eingesetzt werden für:

- Kalt- und Warmwasser-Verteilungssysteme (einschließlich Regenwassernutzung)
- Warmwasser-Heizungssysteme (einschließlich Flächenheizungen)
- Gas- und Ölinstallationen
- Abwasserentsorgung (z. B. Druckleitungen für Abwasserhebeanlagen)
- Druckluftanlagen
- Solaranlagen

Bezüglich weiterer Einsatzbereiche und ihrer Einsatzgrenzen ist Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.

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

- Einschweißbogen aus Kupfer 90° nach DIN 2607 für Kupferrohre nach DIN EN 1057 133 × 3,0.

1.2.5 Steckfittings

Steckfittings können eingesetzt werden für:

- Kalt- und Warmwasserverteilsysteme (einschließlich Regenwassernutzung)
- Warmwasser-Heizungssysteme
- Druckluftanlagen bis PN 16

Obwohl Steckfitting-Verbindungen bei allen auf dem Markt erhältlichen, für Kupferrohre vorgesehenen Systemen mit geeignetem Spezialwerkzeug gelöst werden können, sind diese Verbindungen gemäß DIN 1988 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/oder DVGW-Arbeitsblatt GW 392 verwendet werden.

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

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

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

1.2.6 Lösbare Verbindungen

Die Anwendungsgebiete dieser Verbindungen sind der Tabelle 4 (nächste Seite) zu entnehmen.

Mit Ausnahme der Klemmringverschraubungen werden diese Verbindungen im allgemeinen für Armaturen- und Geräteanschlüsse sowie für die Verbindung von Kupferrohren mit Rohren aus anderen Werkstoffen verwendet. Die Verbindungsarten und deren Einsatzgebiete sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Soweit Rohrverbindungsstücke zur Anwendung kommen, die bei den zu erwartenden Betriebsbeanspruchungen nicht zugfest sind (z. B. weichdichtende Klemmverschraubungen), ist durch geeignete Rohrführung oder Anordnung von Festpunkten dafür Sorge zu tragen, dass die Rohrenden nicht aus dem Rohrverbindungsstück herausgleiten können.

Werden weiche Rohre mit Klemmringverschraubung verbunden, so sind die Rohrenden von innen mit Stützhülsen zu verstärken.

Rohrkupplungen werden nur für Rohre im Festigkeitszustand hart R290 angewendet.

Als Flanschverbindungen sind zulässig:

- Flanschverschraubung mit Lötflansch aus Rotguss,
- Flanschverbindung mit Vorschweißbördel aus Kupfer und loseem Flansch aus Stahl,
- Flanschverbindungen mit glattem Lötbund aus Rotguss und loseem Flansch aus Stahl.

Tab. 4: Ausgewählte lösbare Verbindungen (weitere Arten und Einsatzgebiete sind den entsprechen den Kapiteln zu entnehmen)

Handwerklich umgebördelte Rohrenden als Flanschbörd sind nicht zulässig.

Weichdichtende lösbare Verbindungen müssen stets zugänglich sein. Bei Unterputzverlegungen sind Revisionsöffnungen vorzusehen.

1.3 Weich- und Hartlote, Flussmittel

Die Lote und Flussmittel werden als geprüfte Produkte gemäß den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes GW 7 und den Prüfbestimmungen der Gütegemeinschaft Kupferrohr angeboten. Die für die verschiedenen Installationen zugelassenen Lote (Hartlote, Weichlote) werden entsprechend den unterschiedlichen Schmelztemperaturen eingeteilt (siehe Tab. 5 a und 5 b).

Die hygienischen Richtlinien der Trinkwasser-Installation 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 (vergl. auch Kap. 2 und 3).

1.3.1 Weichlote nach DIN EN 29453

Die Weichlote sind nach DIN EN 29453 und die zugehörigen Flussmittel nach DIN EN 29454-1 genormt. Die Zusammensetzung des Weichlotes ist in der Tabelle 5 a) wiedergegeben.

Bestellbeispiel für ein in der Trinkwasser-Installation zugelassenes Weichlot gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW2 mit RAL-Gütezeichen: Weichlot DIN EN 29453, S-Sn97Cu3 mit RAL-Gütezeichen

Verbindungsart	Anwendungsbereich			
	Trinkwasser	Erdgas nach TRGI-Bereich	Heizungs-Installation	Öl
konisch/ konische bzw. konisch/ kugelig oder flachdichtende Verschraubung	innerhalb von Gebäuden ohne Einschränkung	ohne Einschränkung	ohne Einschränkung	nur bis DN 25
Klemmringverschraubung metall. dichtend ¹ registriert	mindestens mit Herstellerzeichen	nur, wenn DIN/DVGW- oder DVGW-	ohne Einschränkung	nur bis DN 25
Klemmringverschraubung weichdichtend ²	mindestens mit Herstellerzeichen	nur mit DVGW- Prüfzeichen	ohne Einschränkung	nur mit DVGW- Prüfzeichen, nur für Armaturen- und Geräteanschlüsse
Rohrkupplungen ³	nur mit DVGW- Prüfzeichen	nur DVGW- registriert	ohne Einschränkung	nicht zugelassen
Flanschverbindung	ohne Einschränkung	⁴	ohne Einschränkung	ohne Einschränkung

¹ bei Ringrohren nur mit Stützhülsen

² muss zugänglich verlegt sein

³ nur für Stangenrohre, Festigkeitszustand R290 (hart)

⁴ nur Flansche aus Rotguss

Tab. 5 a): Weichlote für die Kupferrohrinstallation

Lote nach DIN EN 29453	Sn*	Cu*	Ag*	Schmelzbereich (°C)
S-Sn97Cu3	Rest	2,5-3,5	-	230-250
S-Sn97Ag3	Rest	-	3,0 - 3,5	221-230

* Angaben in Gew.-%

Tab. 5 b): Hartlote für die Kupferrohr-Installation

Hartlot nach DIN EN 1044 (DIN 8513)	Cu*	Ag*	Zn*	Sn*	P*	Schmelzbereich (°C)
CP 203 (L-CuP6)	Rest	-	-	-	5,9-6,5	710-890
CP 105 (L-Ag2P)	Rest	1,5- 2,5	-	-	5,9-6,7	645-825
AG 106 (L-Ag34Sn)	35,0-37,0	33,0-35,0	Rest	2,5-3,5	-	630-730
AG 104 (L-Ag45Sn)	26,0-28,0	44,0-46,0	Rest	2,5-3,5	-	640-680
AG 203 (L-Ag44)	29,0-31,0	43,0-45,0	Rest	-	-	675-735

* Angaben in Gew.-%

Tabelle 6: DVGW zugelassene Flussmittel in Bezug zu den einzelnen Loten (vergl. Tabelle 5 a + b)

Art des Lotes	Zusammensetzung der Lote	Schmelzbereiche (°C)	Flussmittel	Wirkbereich (°C)
Weichlote	S-Sn97Cu3	230 – 250	3.1.1	150 – 400
	S-Sn97Ag3	220 – 230	3.1.2	
			2.1.2	
Hartlote	CP 203 (L-CuP6)	710 – 890	FH 10*	550 – 800
	CP 105 (L-Ag2P)	645 – 825		550 – 800
	AG 106 (L-Ag34Sn)	630 – 730		550 – 800
	AG 104 (L-Ag45Sn)	640 – 680		550 – 800
	AG 203 (L-Ag44)	675 – 735		550 – 800

* Bei Kupfer-Phosphor-Loten sind für Verbindungen von Kupfer an Kupfer keine Flussmittel erforderlich.
Bei Verbindungen von Kupfer an Messing oder Rotguss muss jedoch ein Flussmittel eingesetzt werden.

1.3.2 Flussmittel für Weichlote nach DIN EN 29454-1

Die Flussmittelverpackung (Dose oder Tube) muss folgende Angaben enthalten:

- Hersteller- und Lieferantenzeichen
- Bezeichnung des Produktes
- Flussmittel-Typ, Kurzzeichen und Kennzeichnung nach DIN EN 29454-1
- Chargen-Nummer
- DVGW-Prüfzeichen und Registernummer
- Hinweise auf die Tauglichkeit für Trinkwasser-Installation
- Kennzeichnung bzgl. rechtlicher Verordnungen und sicherheitstechnischer Aspekte

Bestellbeispiel für ein Weichlotflussmittel des Typs 3.1.1 für die Trinkwasser-Installation: Flussmittel DIN EN 29454, Typ 3.1.1 mit DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen.

1.3.3 Weichlotpasten

Weichlotpasten 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.

Bestellbeispiel:

Bei Bestellung einer Weichlotpaste müssen das Kurzzeichen (DIN EN 29453, vergl. Tab. 6) und der Metallgehalt (mindst.

60 %) in Gew.-% ergänzt werden. Eine zusätzliche Sicherheit erreicht man durch Verwendung von Flussmitteln oder Pasten, die das RAL-Gütezeichen besitzen.

Beispiel:

Weichlotpaste DIN EN 29543, S-Sn97Cu3 mit einem Flussmittel DIN EN 29454-1, 97% Zinn und 3% Kupfer, 3.1.1, mit DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen.

1.3.4 Hartlote nach DIN EN 1044

Hartlote werden durch die Norm DIN EN 1044 und Flussmittel nach DIN EN 1045, beschrieben. Der Einsatz der Hartlote im Trinkwasserbereich muss in Abstimmung mit den Regeln des GW2 erfolgen (Hartlötverbot bis zur Rohrabmessung 28 x 1,5 mm einschließlich). Die Zusammensetzungen der Lote sind in Tabellen 5 b aufgeführt.

Bestellbeispiel für ein nach DVGW-Arbeitsblatt GW2 zugelassenes Kupfer-Phosphor-Hartlot: Hartlot DIN EN 1044, CP 203 mit RAL-Gütezeichen

1.3.5 Flussmittel für Hartlote nach DIN EN 1045

Die Flussmittelverpackung (Dose oder Tube) muss folgende Angaben enthalten:

- Hersteller- und Lieferantenzeichen
- Bezeichnung des Produktes
- Flussmittel-Typ, Kurzzeichen und Kennzeichnung nach DIN EN 1045

- Chargen-Nr.
- DVGW-Prüfzeichen und Registernummer
- Hinweise auf die Tauglichkeit für Trinkwasser-Installation
- Kennzeichnung bzgl. rechtlicher Verordnungen und sicherheitstechnischer Aspekte

Bestellbeispiel für ein Hartlötflussmittel, das für die Trinkwasser-Installation zugelassen ist: Flussmittel DIN EN 1045, FH 10 mit DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen.

In der fachgerechten Kupferrohrinstallation müssen die zum Einsatz vorgesehenen Rohre, Fittings, Lote und Flussmittel nach den anerkannten Regeln der Technik beschaffen sein (AVB-WasserV § 12 Absatz 4, Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser). Das Zeichen einer anerkannten Prüfstelle (dies sind DVGW – Prüfzeichen und RAL Gütezeichen) bekundet, dass diese Voraussetzungen erfüllt sind (DIN 1988-2). Für Verarbeiter, Planer und Bauherren ergibt sich daraus die dringende Empfehlung, nur gütegesicherte und DVGW-geprüfte Kupferrohre, Fittings, Lote und Flussmittel zu verwenden. Darüber hinaus haben zahlreiche Hersteller Haftungsübernahmevereinbarungen mit dem ZVSHK für Kupferrohre und -fittings abgeschlossen. →

2. Verarbeitungs- und Verbindungstechniken

→ *Nachstehend werden die jeweiligen Verarbeitungstechniken in Kurzform beschrieben und erläutert.*

Für das Verbinden von Kupferrohren in der Gas- und Flüssiggasinstallation nach TRGI '86/'96 und TRF 1996 sowie der Trinkwasser-Installationen nach DIN 1988 gelten die im DVGW-Arbeitsblatt GW 2 „Verbinden von Kupferrohren für die Gas- und Wasserinstallation innerhalb von Grundstücken und Gebäuden“ festgeschriebenen Bestimmungen.

Für alle anderen Anlagen wie Heizungsanlagen, Ölleitungen, Druckluftanlagen usw. ist die Anwendung des GW 2 nicht 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. Weiterhin ist das DVS-Merkblatt 1903, Teil 1 und Teil 2, zu beachten.

Zusätzlich sind im Deutsches Kupferinstitut-Video „Verbinden von Kupferrohren“ die einzelnen Techniken im Bild wiedergegeben.

Tab. 7: Biegeradien für Stangenrohre nach DVGW-Arbeitsblatt GW 392

Rohr-Außendurchmesser d	Radius der neutralen Achse (Maße in mm)	
	Hart R 290	Halbhart R 250
8	35	35
10	40	40
12	45	45
15	55	55
18	70	70
22	–	77
28	–	114

2.1 Biegen von Kupferrohren (kalt), Abmessungsreihe nach DVGW Arbeitsblatt GW 392

Ringrohre – ohne Werkzeuge

Kupferrohre in Ringen, 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 wärmegeämmte 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 den wärmegeämmten Ringrohren ist der Dämmmantel vor dem Biegen im Bereich des Bogens zu entfernen.

Stangenrohre

Kupferrohre in gestreckten Längen, Festigkeitszustand R 250 (halbhart) und R 290 (hart), können bis zur Abmessung 18 × 1,0 mm unter Einhaltung des Biegeradius entsprechend DIN EN 1057 mit geeigneten Werkzeugen gebogen werden. Mindestbiegeradien siehe Tabelle 7. Wichtig ist auch hier, dass die Bögen frei von Gleitlinienbildung, Rissen, Falten und Knicken sind.

Kupferrohre in Stangen im Festigkeitszustand R 250 (halbhart) sind bis zur Abmessung 28 × 1,5 mm (einschließlich) biegebar (Anhang zum DVGW-Arbeitsblatt GW 392). Die Mindestbiegeradien sind in der Tabelle 7 aufgeführt.

2.2 Vorbereiten der Kupferrohre für alle Verbindungstechniken

Unabhängig von den einzelnen Verbindungstechniken sind zum Teil 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.

Nach dem Trennen sind die Rohrenden innen und außen zu **entgraten**. Stehengelassene Innengrate bewirken Druckverluste durch Querschnittsverengung. Außengrate können das Dichtelement bei Pressfittings beschädigen.

Weiterhin können Innengrate der Rohrenden zu starken Verwirbelungen vor allem in Warmwasserzirkulationssystemen und nachfolgend u. U. zu Schäden durch Erosionskorrosion führen, oder in Trinkwasserleitungen für kaltes Wasser die Entstehung von Lochkorrosion (siehe hierzu Deutsches Kupferinstitut; Sonderdruck s.177) begünstigen.

Die Rohrenden weicher Ringrohre müssen **kalibriert** werden, um den erforderlichen Kapillarspalt zu erhalten. Dazu müssen Kalibrierdorn und Kalibrierring nacheinander und nicht gleichzeitig in bzw. auf das Rohrende getrieben werden.

Bild 8: Kalibrierring und Kalibrierdorn (Deutsches Kupferinstitut A 3520)



Tab. 8: Mindesteinstecktiefe und max. Lötspaltbreite für Weichlötverbindungen (DIN EN 1254-1).

Rohr-Außen-durchmesser (mm)	Einstecktiefe (mm)	max. Lötspaltbreite ^{1, 2} (mm)	min Lötspaltbreite ^{1, 2} (mm)
6	5,8	0,10	0,01
8	6,8		
10	7,8		
12	8,6		
15	10,6		
18	12,6	0,12	0,01
22	15,6		
28	18,4	0,15	0,015
35	23,0		
42	27,0		
54	32,0		
64 ³	32,5		
76,1 ³	33,5	0,205	0,015
88,9 ³	37,5		
108,0 ³	47,5		

¹ gilt für Hart- und Weichlöt

² bei zentrischer Lage des Außenlötendes (Rohres) im Innenlötende

³ Das Weichlöten stellt bei diesen Durchmessern besondere Anforderungen an die Wärmeleitung

2.3. Weich- und Hartlötverbindungen – Lötnahtvorbereitung

Die Lötflächen der Rohrenden und Fittings sind **metallisch blank** (Schmutz- und oxidfrei) zu machen. Für das Reinigen sind metallfreie Reinigungsvliese, Schmirgelleinen (Körnung 240 oder feiner) oder Ring- und Rundbürsten mit Drahtborsten geeignet. Reinigungsbedingte Rückstände sind zu entfernen.

Beim Weich- und Hartlöten von Kupferrohren mit Fittings 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 (vergl. Kap. 2.1). Dies ist bei Verwendung von Installationsrohren nach DIN EN 1057 in Verbindung mit Lötfittingen nach DIN EN 1254-1 infolge der aufeinander abgestimmten Maßtoleranzen von Lötfittingen und Rohren gegeben.

Die Durchmesserdifférenz zwischen Innen- und Außenlötende beträgt minimal 0,02 mm und maximal 0,3 mm bis zu einem Außendurchmesser von 54 mm, bei darüberliegenden Abmessungen maximal 0,4 mm. Daraus ergibt sich bei zentrischer Lage des Außenlötendes im Innenlötende eine Lötspaltbreite von 0,01 bis 0,2 mm. Die Lötbohrung darf zur Rohrachse nicht versetzt sein und muss einen über die gesamte Überlappungslänge gleichmäßigen Lötspalt sicherstellen.

Die fachgerechte Vorbereitung und Durchführung der Lötung ist von wesentlichem Einfluss auf die spätere Betriebssicherheit der Anlage.

Bei Verbindung von werkseitig ummantelten oder wärmedämmten Kupferrohren sind die Herstellerhinweise zu beachten. Verbindungsstellen sind hier nach der Druckprüfung nachzudämmen (vergleiche u. a. Kap. 4.2 und 4.3). →

→ Flussmittel

Beim Weichlöten ist immer Flussmittel zu verwenden; beim Hartlöten von Kupfer/Kupfer mit Kupfer-Phosphorloten ist kein Flussmittel notwendig, da das Phosphor als Flussmittel wirkt. Werden jedoch Bauteile aus Kupfer mit solchen aus Messing oder Rotguss durch Löten miteinander verbunden, ist ein Hartlötflussmittel zu verwenden. (vergl. Tabelle 6).

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 *oder* des Fittings aufgestrichen wird, damit nicht mehr als nur ein geringer, technisch nahezu unvermeidbarer Anteil des kaltwasserlöslichen Flussmittels ins Leitungsinere gelangt. Dieser Anteil wird jedoch bei Flussmitteln nach DVGW-Arbeitsblatt GW 7 durch Spülen wieder entfernt.

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

Weichlöten

Weichlötverbindungen dürfen in Kalt- und Warmwasser- sowie in Heizungsleitungen mit Betriebstemperaturen bis zu 110 °C eingesetzt werden. Gas-, Flüssiggas- und Ölleitungen dürfen nicht weich gelötet werden. Nach Herstellerangaben sind Kupferrohre für Flächenheizungen durch Hartlöten zu verbinden.

Für Trinkwasser-Installationen dürfen nur die Weichlote nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 verwendet werden (Tab. 5 a). 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 Flammenwirkung an der auf Löttemperatur erwärmten Lötstelle aufzuschmelzen. Anschließend ist nach dem Erkalten die Lötstelle mit einem feuchten Tuch von überschüssigem Flussmittel zu reinigen. Erfahrungsgemäß haben nicht entfernte Flussmittel jedoch keinen Einfluss auf die Betriebssicherheit der Installation.

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 silbrig (Schmelzen des Lotes) die richtige Arbeitstemperatur an.

Wie Flussmittel wird die Weichlotpaste 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 wie das Lot in der Paste zugeführt werden, um die ausreichende Füllung des Kapillarspalt zu erreichen.

Hartlöten

Hartlötverbindungen dürfen in **Trinkwasser-Installationen nur bei Rohren der Abmessung größer 28 mm** (nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2) – sowie in Heizungsleitungen unabhängig von deren Abmessungen – eingesetzt werden. Bei Flächenheizungen sowie technischen und medizinischen Gasversorgungsanlagen und Solaranlagen mit Temperaturen > 110 °C ist bei Verwendung dieser Verbindungstechnik ausschließlich das Hartlöten anzuwenden.

Gas-, Flüssiggas¹ – und Ölleitungen dürfen keinesfalls weichgelötet werden.

Für hartgelötete Trinkwasser-Installationen (nur größer 28 × 1,5 mm erlaubt) müssen Hartlote nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 verwendet werden (Tab. 5 b). 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 (vergl. „Flussmittel“) und die Lotzufuhr erfolgt in der Streuflamme der kirschrot glühenden Werkstücke. Vom Markt werden auch hoch silberhaltige Hartlotstäbe angeboten, die mit Flussmittel umhüllt sind. Diese Flussmittelmenge reicht bei größeren Rohrabmessungen (zumeist > 22 mm) nicht aus. Für eine fachgerechte Hartlötverbindung mit diesen Stäben muss dann die Verbindungsstelle zusätzlich – durch dünnes Auftragen des Flussmittels auf das Rohrende – mit Flussmittel versehen werden.

2.4 Pressverbindungen

Pressverbindungen können in Trinkwasser-Installationen und Heizungssystemen bis 110 °C und 16 bar sowie in Gasinstallationen eingesetzt werden. Für Gasinstallationen bis PN 5 sind Pressverbinder nach DVGW Prüfgrundlage VP 614 mit besonderer Kennzeichnung zu verwenden.

Für den Einsatz weiterer Anwendungen (z. B. Ölleitungen, Solaranlagen, Druckluftanlagen, Sprinkleranlagen) sind die Herstellerangaben zu beachten. Bei der Verarbeitung der Pressfittings ist stets die Montageanweisung des jeweiligen Pressfittingsherstellers zu beachten. Im wesentlichen gelten die folgenden Hinweise: Die Pressfittings sind vor der Nutzung auf den korrekten Sitz des Dichtelements zu überprüfen. Die Rohrenden dürfen keine Reste von Graten oder Verschmutzungen z. B. durch Mörtel aufweisen, damit beim Aufchieben des Pressfittings auf das Rohr keine Beschädigung des Dichtelements auftreten kann. Das Verpressen hat gemäß der Montageanweisung des Pressfitting-Herstellers zu erfolgen. Weiterhin ist es erforderlich, die Einstecktiefe 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 sind nicht notwendig.

¹ Mitteldruckleitungen mit Nennweiten größer DN 32 sind gemäß TRF 1996 und TRR 100 zu schweißen.

Tab. 9: Schweißzusatzwerkstoffe nach DIN 1733 für das Schweißen von Kupfer

Schweißzusatzwerkstoff	Zusammensetzung	Schmelzbereich (°C)	Verwendung
SG-CuAg	99 % Cu, 1 % Ag	1070 bis 1080	Gasschweißen, WIG-Schweißen, MIG-Schweißen
SG-CuSn	98 % Cu, 1 % Sn	1020 bis 1050	

Flussmittel sind nicht generell erforderlich – es können jedoch Flussmittel auf der Basis von Borverbindungen (z. B. FH 21 oder FH 30) verwendet werden.

2.5 Klemmringverschraubungen

Klemmringverschraubungen können gemäß den Herstellerangaben für nahezu alle Hausinstallationssysteme angewandt werden (vergl. Kap. 1.2.3) 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. eines Rollgabelschlüssels) ausgeführt. 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 Unterputz-Installationen geeignet ist. Werden weiche Kupferrohre mit Klemmringverbindungen verbunden, so sind die Rohrenden von innen mit Stützhülsen zu verstärken.

Schneidringverschraubungen dürfen in der Gas- und Wasserinstallation nicht verwendet werden (vgl. auch Abschnitt 3.5.2 „Heizölleitungen“).

2.6 Schweißverbindungen

Entsprechend DVGW-Arbeitsblatt GW 2 wird die Schweißverbindung an Kupferrohren im Allgemeinen erst ab einer Rohrwanddicke von 1,5 mm angewendet. Schweißverbindungen können eingesetzt werden in:

- Trinkwasser-Installationen (beachte DVGW-Arbeitsblatt GW 2)
- Heizungssysteme
- Gas- und Ölleitungen
- Abwasserentsorgung (z. B. Druckleitungen für Abwasserhebeanlagen)
- Druckluftanlagen
- Solaranlagen
- Regenwassernutzungsanlagen

Bei Trinkwasser- und Gasinstallationen ist gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 2 (s.o.) für das Schweißen von Kupferrohren eine Rohrwanddicke von mindestens 1,5 mm vorgeschrieben. Das Schweißen von Gasleitungen und Leitungen in abnahmepflichtigen Anlagen ist durch einen geprüften Schweißer (Schweißprüfung nach DIN EN ISO 9606-3) auszuführen.

Für Rohrabmessungen über 108 mm Außendurchmesser werden keine Kapillarlötfittings mehr angeboten. Rohre dieser Abmessungen weisen daher auch nicht mehr die für die Bildung eines Kapillarlötpaltes erforderlichen engen Maßtoleranzen des Außendurchmessers auf. Sie werden daher vorzugsweise durch Schweißen miteinander verbunden. Bei der Schweißverbindung ist der Stumpfstoß

(I-Naht nach DIN 8552-3) als Nahtform zu wählen. Wird die Durchmesseranpassung bei erforderlichen Reduzierungen durch einseitiges Einziehen des Rohres ausgeführt, so sollte bei waagrecht 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 unter Kap. 2.7 für Hartlötverbindungen beschrieben – herzustellen. An die Aushalsung – deren Durchmesser auf das abzweigende Rohr abzustimmen ist – ist das abzweigende Rohr mit Stumpfstoß anzuschweißen.

Für das Schweißen von Kupferrohren kommen im wesentlichen das WIG-Schweißen (Wolfram-Inertgas-Schweißen), MIG-Schweißen (Metall-Inertgasschweißen) und das Gasschmelz-Schweißen mit Sauerstoff/Acetylenflamme in Frage. Als Schweißzusatzwerkstoffe sind Schweißdrähte nach Tabelle 9 zu wählen.

2.7 Handwerklich gefertigte Abzweige und Muffen

Die möglichen Einsatzbereiche handwerklich gefertigter Abzweige und Muffen sind in Kap. 2.7.1 und in Tabelle 10 wiedergegeben und unbedingt zu beachten.

Des Weiteren ist bei Trinkwasser-Installationen das Verbot des Ausglühens zum Aufmuffen und Aushalsen im Abmessungsbereich bis einschließlich $28 \times 1,5 \text{ mm}$ 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 und mit Spezialwerkzeugen in einem oder zwei Arbeitsgängen ausgehalst, dass die Überlappungsgänge das Dreifache der Wanddicke des abzweigenden Rohres beträgt, mindestens aber 5 mm. Das Abgangsrohr muss mindestens eine Nennweite kleiner als das Hauptrohr sein. →

Tab. 10: Tabellarische Auflistung der wichtigsten Regelwerke für Installationen zum Einsatz von Weich- und/oder Hartloten in Beziehung zu ausgewählten Lötverbindungen. (Weitere Verbindungsarten und Einsatzgebiete sind den entsprechenden Kapiteln zu entnehmen).

Anwendung	Regelwerk	Art der Lötverbindung					
		Fittings nach DIN EN 1254-1		handwerklich hergestellte Muffenverbindung ³		handwerklich hergestellte T- und Schrägabgänge	
		Lötverfahren:		Lötverfahren:		Lötverfahren:	
		weich	hart	weich	hart	weich	hart
Trinkwasser ¹	DIN 1988, DVGW-Arbeitsblatt GW 2	x	x (nicht $\leq 28 \times 1,5$ mm)	x ² (nicht $\leq 28 \times 1,5$ mm)	x (nicht $\leq 28 \times 1,5$ mm)	-	x (nicht $\leq 42 \times 1,5$ mm) ⁴
Heizung/Solar		x (bis 110 °C)	x	x	x	-	x
Gas	TRG 1 '86, DVGW-Arbeitsblatt GW 2	-	x	-	x	-	-
Flüssiggas ⁵	TRF 1996, DVGW-Arbeitsblatt GW 2	-	x	-	-	-	-
	TRR 100	-	x (nicht über $35 \times 1,5$ mm) ⁶	-	-	-	-
Heizöl	TRbF, DIN 4755-2	-	x	-	-	-	-

¹ Für Trinkwasser-Installationen sowie analog für Abwässer und Regen-, Betriebs- und Kühlwasser ist zu beachten, dass die Abmessungen bis $28 \times 1,5$ mm einschließlich nicht hartgelötet oder ausgeglüht werden dürfen. (siehe Anwendungshinweise des Abschnittes 3.1)

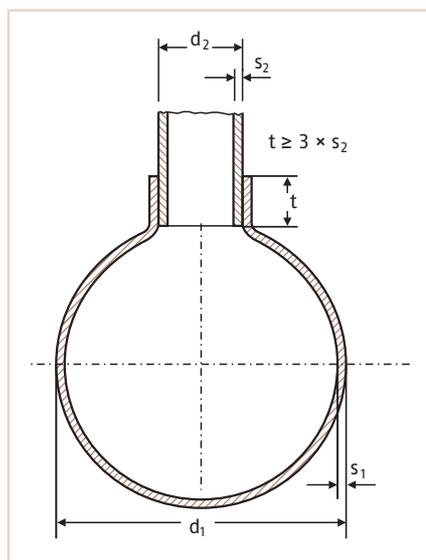
² Die Anwendungshinweise und Einschränkungen in Abschnitt 2.7.1 sind zu beachten.

³ Bei Trinkwasser-Installationen ist bei weichen Rohren auch das „kalte“ Aufmuffen zulässig.

⁴ Der Durchmesser des abzweigenden Rohres muss kleiner als der Durchmesser des Durchgangs sein. Da im Trinkwasser das Hartlöten von Rohren der Abmessung bis einschließlich $28 \times 1,5$ mm verboten ist, muss das abzweigende Rohr $\geq 35 \times 1,5$ mm sein.

⁵ Für die Verlegung von Rohrleitungen, die vom Sachverständigen zu prüfen sind, ist gemäß TRR 100 eine zusätzliche Verfahrenslöterprüfung notwendig.

⁶ größere Nennweiten müssen geschweißt werden.



→ Bei der Herstellung von Löt muffen und Aushalsungen mittels Spezialwerkzeugen für Trinkwasserleitungen ist auf ein Gleitmittel zwischen Werkzeug und Rohrmaterial in jedem Falle zu verzichten. Wie in Ziffer 1.1.3 erläutert, können sonst beim Hartlöten die fetthaltigen Gleitmittel 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 10) Vor dem Löten muss die Aushalsung kalibriert und die Verbindungsstelle ausgerichtet werden.

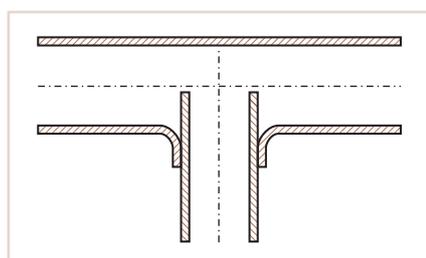


Bild 9: Mindesteinstecktiefe bei fittinglos hergestellten T-Abgängen (Deutsches Kupferinstitut A 3569)

Bild 10: Querschnittsverengung durch zu tief eingestecktes Abgangsrohr (Deutsches Kupferinstitut A 3523)

2.7.1 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, wobei bei Trinkwasser-Installationen das Hartlötverbot bis einschließlich $28 \times 1,5$ mm zu beachten ist.

Heizungsinstallationen dürfen unabhängig von der Abmessung ohne Kapillarlötfittings hartgelötet werden.

In Trinkwasser- und Heizungsleitungen können Muffenverbindungen gleichen Durchmessers und einstufige Reduzierungen ohne Verwendung von Kapillarlötfittings auch weich gelötet werden. Wichtige Hinweise hierzu:

- Die handwerkliche Herstellung der Innenlötenden (Aufmuffungen) muss mit geeigneten Werkzeugen erfolgen.
- Auf Gleitmittel zwischen Werkzeug und Rohr ist auf jeden Fall zu verzichten.

- Weichglühen zum Aufmuffen des Rohrmaterials ist in Trinkwasser-Installationen nicht zulässig (s. DVGW-Arbeitsblatt GW 2, Abschnitt 4)

Für Weichlötverbindungen bei Muffen und einstufigen Reduzierungen müssen Lötspalt und Einstecktiefe festgelegten Werten entsprechen (s. a. Tabelle 1, GW 2). Für Hartlötverbindungen ist nach GW 2 eine Einstecktiefe vom Dreifachen der Rohrwanddicke, 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 (Ausgabe 01/96).

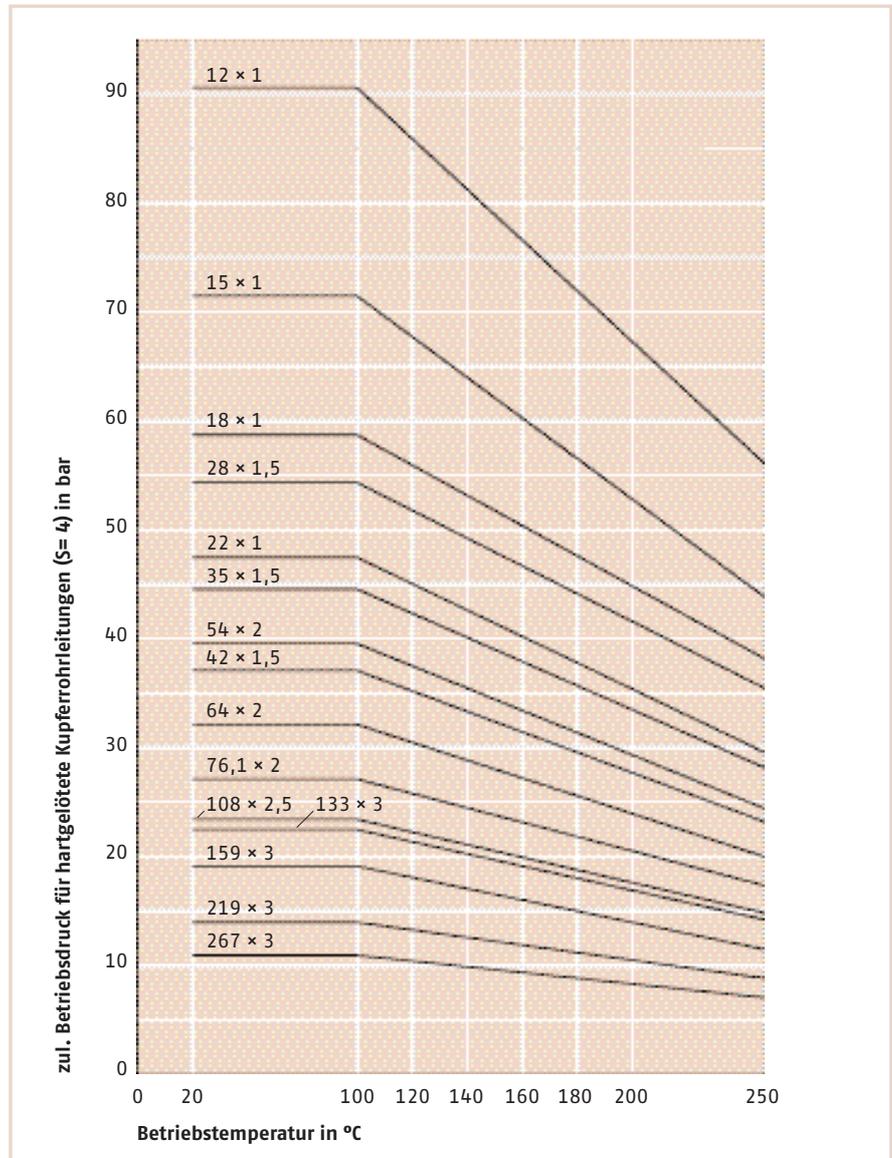
In **Gas-, Flüssiggas- und Ölinstallatio-**nen ist als Lötverbindung nur die Hartlötverbindung zulässig. Lötverbindungen für **Leitungen nach TRR 100** dürfen nur bis zur Abmessung 35 × 1,5 (DN 32) ausgeführt werden, darüber hinaus ist zu schweißen.

In **Gasinstallationen** sind T- und Schrägabgänge, sowie Reduzierungen immer unter Verwendung von KapillarlötfitTINGS nach DIN EN 1254 auszuführen (handwerklich hergestellte Muffenverbindungen nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 sind zulässig).

In **Flüssiggas- und Ölinstallationen** sind alle Lötverbindungen unter Verwendung von KapillarlötfitTINGS nach DIN EN 1254 auszuführen.

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

Bild 11: Zulässige Betriebsdrücke von hartgelöteten Kupferrohrleitungen (Sicherheit $S = 4$) in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur (vergl. auch Tab. 11) – (Deutsches Kupferinstitut 3504)



2.8 Betriebstemperaturen und Betriebsdrücke

Die zulässigen Betriebsdrücke ändern sich in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur, sind aber in erster Linie abhängig von der Verbindungsart. Aus Bild 11 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 (AD Merkblatt W 6/2).

Weichgelötete Kupferrohrleitungen können bis zu einer Temperatur von 110°C dauerbelastet werden. Eine kurzzeitige Überschreitung dieser Temperatur

(Störfall) hat keinen negativen Einfluss auf die Dichtigkeit/Festigkeit. Bei höheren Betriebstemperaturen kann hartgelötet, geschweißt, geklemmt oder gepresst (mit geeignetem Dichtelement!) werden. Rohre, die werkseitig mit einem Kunststoff-Stegmantel umhüllt oder wärme gedämmt 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.

Die Berechnung der Betriebsdrücke und Wanddicken erfolgt nach den AD-Merkblättern B0 „Berechnung von Druckbehältern“ und B1 „Zylinder und Kugelschalen unter innerem Überdruck“.

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

$$p_B = \frac{20 \times R_m \times s}{(d_o - s) \times S}$$

Gleichung (1)

Es bedeuten:

p_B = höchstzulässiger Betriebsdruck in bar

20 = Berechnungskonstante mit der Dimension (bar × mm²)/N

R_m = Zugfestigkeit in N/mm²

s = Wanddicke in mm

d_o = Außendurchmesser in mm

S = Sicherheitsbeiwert

Entsprechend Gleichung (1) ist die **Wanddicke:**

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

Kapillarlötfittings mit Gütezeichen und/oder DVGW-Zeichen sind bauteilgeprüft. Zulässige Betriebsdrücke der Verbindungsstellen – je nach Lotart, Betriebstemperatur und Abmessung – sind in DIN EN 1254-1 festgelegt und erfassen in vollem Umfang die üblichen Betriebsbedingungen der Haustechnik (Tabelle 12). Für die Anwendung bei höheren Betriebsdrücken und höheren Betriebstemperaturen oder bei industrieller Anwendung empfiehlt DIN EN 1254 Hinweise der Fittings- und Lothersteller einzuholen.

Eine fachgerecht ausgeführte Weichlötverbindung ist dicht und hält hohen Drücken stand. Bei einem Berstdruckversuch riss das Rohr und nicht die Lötnaht (Bild 12).

Tab. 11: Gewicht, Inhalt und Betriebsdrücke von ausgewählten Kupferrohren nach DIN EN 1057. Gerechnet wurde mit der Zugfestigkeit $R_m = 200 \text{ MPa}$ (= 200 N/mm²) für den weichen (ausgeglühten) Werkstoff und für Temperaturen bis 100 °C.

Rohrabmessung (Außendurchmesser × Wanddicke in mm)	Gewicht in kg/m	Inhalt in l/m	Rohrlänge pro Liter in m/l	zulässiger Betriebsdruck in bar	
				Sicherheit 3,5 ¹	Sicherheit 4 ²
6 × 1	0,140	0,013	79,58	229	200
8 × 1	0,196	0,028	35,37	163	143
10 × 1	0,252	0,050	19,89	127	111
12 × 1	0,308	0,079	12,73	104	91
15 × 1	0,391	0,133	7,53	82	71
18 × 1	0,475	0,201	5,00	67	59
22 × 1	0,587	0,314	3,18	54	48
28 × 1,5	1,110	0,491	2,04	65	57
35 × 1,5	1,410	0,804	1,24	51	45
42 × 1,5	1,700	1,195	0,84	42	37
54 × 2	2,910	1,963	0,51	44	38
64 × 2	3,467	2,827	0,35	37	32
76,1 × 2	4,144	4,083	0,25	31	27
88,9 × 2	4,859	5,661	0,18	26	23
108 × 2,5	7,374	8,332	0,12	27	24
133 × 3	10,904	12,668	0,08	26	23
159 × 3	13,085	18,385	0,05	22	19
219 × 3	18,118	35,633	0,03	16	14
267 × 3	22,144	53,502	0,02	13	11

¹ Der Sicherheitsbeiwert $S = 3,5$ gilt für das nahtlosgezogene Rohr ohne Lötverbindungen und für geschweißte Rohrleitungen.

² Für Leitungen einschließlich fittinglos hartgelöteter Verbindungsstellen ist nach AD-Merkblatt W 6/2 mit der Sicherheit $S = 4$ zu rechnen.



Bild 12: Weichgelötete Kupferrohrkombination, Abmessung: 22 × 1 mm, nach einer Berstdruckprobe von 280 bar (Deutsches Kupferinstitut A 1063)

Tab. 12: Zulässige Betriebsdrücke für Kupferrohrleitungen in Abhängigkeit von Betriebstemperatur und Lötverfahren bei Verwendung von Fittings nach DIN EN 1254-1.

Art der Lötung ^{1,2}	Betriebstemperatur	Betriebsüberdruck in bar für Rohraussendurchmesser ² (mm)		
		6 bis 28	35 bis 54	64 bis 108
Weichlöten/ Hartlöten	30	25	25	16
	65	25	16	16
	110	16	10	10

¹ Die Wahl ist abhängig vom Anwendungsbereich und den geltenden Vorschriften.

² Für Anwendungsfälle mit größeren Betriebsüberdrücken und höheren Betriebstemperaturen sind Weichlot-/Hartlotlegierungen mit geeigneten Flussmitteln nach den Empfehlungen des Lot- oder Fitting-Herstellers zu verwenden.

3. Anwendungsgebiete

Kupferrohre und Fittings werden u. a. für folgende Installationssysteme eingesetzt:

- Trinkwasser-Installationen
- Heizungsinstallationen (inkl. Fußboden- und Wandheizungen)
- Heizölinstallationen
- Erdgasinstallationen
- Flüssiggasinstallationen
- Solaranlagen
- Feuerlöschleitungen
- Regenwassernutzungsanlagen
- Betriebswässer
- Medizinisch-technische Gase/Reinstgase
- Druckluftanlagen
- Abwasserentsorgung (z. B. Druckleitungen für Abwasserhebeanlagen)

Bezüglich weiterer Einsatzbereiche und ihrer Einsatzgrenzen ist Rücksprache mit den Rohr- und Fittingherstellern oder dem Deutschen Kupferinstitut zu halten.

In der Folge wird nur auf Besonderheiten bei den jeweiligen Anwendungsgebieten eingegangen, wobei einige der Hinweise unter Berücksichtigung der jeweiligen technischen Regel sinngemäß auch auf andere, hier nicht aufgeführte Installationen übertragbar sind.

3.1 Trinkwasser- Installation

3.1.1 Trinkwasser

Trinkwasser ist in DIN 4046 definiert als „Für menschlichen Genuss und Gebrauch geeignetes Wasser mit Güteeigenschaften nach den geltenden gesetzlichen Bestimmungen...“. Diese gesetzlichen Bestimmungen sind insbesondere die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sowie die anerkannten Regeln der Technik DIN 2000 und DIN 2001.

Die Definition des Trinkwassers bezieht sich auf kaltes und erwärmtes Trinkwasser. Seit dem in Kraft treten der neuen Trinkwasserverordnung im Januar 2003 sind die Anforderungen an ein Trinkwasser generell an allen Zapfstellen einzuhalten, die der Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch dienen, und nicht wie bisher an der Übergabestelle an den Verbraucher. Diese Anforderungen können mit Bauteilen aus Kupfer und Kupferwerkstoffen bei *sachgerechtem* Einsatz eingehalten werden.

Ein Wasser mit einem pH-Wert kleiner pH 6,5 darf aus Gesundheitsgründen und unabhängig vom Werkstoff prinzipiell nicht als Trinkwasser 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 und -fittings für die Trinkwasserinstallation ist in diesen sauren Wässern nicht zulässig (vergl. 3.1.2). Entspricht das für den menschlichen Genuss und 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 auch eine Anhebung des pH-Wertes notwendig.

3.1.2 Einsatzbereiche DIN 50930-6

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/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/l m^3) 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 50931-1 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.

Gleiches gilt für innenverzinnte Kupferrohre und -fittings – ihr Einsatz ist ohne Einschränkung in allen Trinkwässern gemäß Trinkwasserverordnung möglich. Auch hier bekundet eine DVGW-Kennzeichnung, dass die Verzinnung den Regelwerken entspricht.

3.1.3 Planung, Bau und Betrieb

Trinkwasseranlagen sind gemäß AvB-Wasser nach DIN 1988 (TRWI) auszuführen. Als Trinkwasseranlagen gelten nach DIN 1988-1, alle Rohrleitungs- und/oder Apparatesysteme, die z. B. der Fortleitung, Speicherung, Behandlung und dem Verbrauch des Trinkwassers dienen und die an eine zentrale und/oder an eine Eigen- bzw. Einzelwasserversorgung angeschlossen sind. Die genaue Abgrenzung ist in der Norm festgelegt.

Darüber hinaus sind bei Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasser-Installationen unabhängig vom Rohrwerkstoff besondere Anforderungen zu berücksichtigen, die zum Beispiel in den DVGW-Arbeitsblättern W 551 „Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums“, W 552 „Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums, Sanierung und Betrieb“ und W 553 „Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwasser-Erwärmungsanlagen“ wiedergegeben sind.

Die zum Einsatz vorgesehenen Bauteile müssen nach den anerkannten Regeln der Technik beschaffen sein (AVB-Wasser V § 12 Absatz 4, Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser). Das Zeichen einer anerkannten Prüfstelle (dies sind DVGW-Prüfzeichen und RAL Gütezeichen) bekundet, dass diese Voraussetzungen erfüllt sind (DIN 1988-2). Für Verarbeiter, Planer und Bauherrn ergibt sich daraus die dringende Empfehlung, nur gütegesicherte und DVGW-geprüfte Produkte zu verwenden (siehe auch Ziffern 1.1.3 und 1.2.1).

Die kleinste zulässige Nennweite für Rohre in der Trinkwasser-Installation ist nach DIN 1988-3, die Nennweite DN 10 (Kupferrohr 12 × 1). Der vielfach verwendeten Kupferrohrabmessung 15 × 1 ist dort die Nennweite DN 12 zugeordnet.

Für das Verbinden von Kupferrohren in Trinkwasser-Installationen gelten verbindlich die im DVGW-Arbeitsblatt GW 2 festgeschriebenen Regelungen. Diese Regelungen sind auch im Kapitel 2 des vorliegenden Druckes aufgeführt und erläutert.

Bestimmungen und technische Gesichtspunkte, die bei der Rohrführung, Rohrbefestigung, Inbetriebnahme der Anlage usw. aufgrund der zahlreichen Regelwerke beachtet werden müssen, sind in Kapitel 4 enthalten. Mit Ausnahme der Ziff. 4.11.2, die nur für Heizungsanlagen gilt, sind alle in Kapitel 4 enthaltenen Ausführungen bei der Verlegung von Kupferrohren für Trinkwasser-Installationen zu beachten.

3.2 Regenwassernutzungsanlagen

Die Verwendung von Kupferrohren nach DIN EN 1057 und Fittings nach DIN EN 1254 bzw. DVGW-Arbeitsblatt W 534 (vergl. Kap. 1.2) in Betriebswasserleitungen von Regenwassernutzungsanlagen entspricht dem Stand und den Regeln der Technik. 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 bei Regenwasseranlagen die Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes GW 2 hinsichtlich Verbindungs- und Biegetechniken zu berücksichtigen (vergl. Kap. 2).

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

3.3 Betriebswässer

Unter Betriebswässern versteht die 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 kostenlos eine Einzelfallprüfung der zum Einsatz vorgesehenen Wässer vor.

3.4 Abwasserentsorgung – Druckleitungen von Abwasserhebeanlagen

Druckleitungen für Abwasserhebeanlagen sind nach DIN EN 12056-4 auszuführen. Nach der Norm wird unterschieden in fäkalienhaltige und fäkalienfreie Abwasserhebeanlagen.

Für fäkalienhaltige Abwässer sind Kupferrohre nach DIN EN 1057 geeignet; bei fäkalienfreien ist eine Einzelfallprüfung durch den Rohrhersteller notwendig. Druckleitungen können hart- und weichgelötet werden, außerdem können die anderen Verbindungstechniken des DVGW-Arbeitsblattes GW 2 sinngemäß angewendet werden.

3.5 Heizungsinstallation

Für den Einsatz in Heizungsanlagen sind Kupferrohre nach DIN EN 1057 geeignet. Neben den für den Trinkwasserbereich vorgesehenen Abmessungsbereich mit Wanddicken von mindestens 1,0 mm (Tab. 2) kommen hier auch Kupferrohre mit verringerten Wanddicken (blank, ummantelt) oder werkseitiger Wärmedämmung zum Einsatz (Tab. 3).

Neben der „klassischen“ Heizungsinstallation werden Kupferrohre verstärkt in Flächenheizungen (Fußboden- und Wandheizungen), Kühldecken und bei solaren Anwendungen eingesetzt. Da in geschlossenen, nahezu sauerstofffreien (Sauerstoff < 0,1 g/m³) Systemen 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.

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. Für das Verlegen von Heizungsleitungen aus Kupferrohr gelten, mit Ausnahme der Ziff. 4.11.1 (Fließregel) und der Ziff. 4.12 (Druckprüfung, Spülen, Übergabe), alle im Kapitel 4 gemachten Ausführungen.

Kupferrohre für Flächenheizungen (z. B. Fußbodenheizungen, Bild 13) sind, falls gelötet wird, entsprechend den Verlegeanweisungen der Hersteller durch Hartlöten zu verbinden. Für diesen Anwendungsbereich empfiehlt es sich, werkseitig ummantelte Rohre zu verwenden (vergl. 4.6 „Wärmedehnung“). Eine Ausnahme besteht bei Estrichen aus Gussasphalt. Hier können nur blanke, aber keine werkseitig ummantelten Kupferrohre verwendet werden.

Bei anderen Flächenheizsystemen (Wand, Decke usw.) können Kupferrohre prinzipiell auch blank (vergl. 4.2 „Außenkorrosion“ und 4.6 „Wärmedehnung“) unter Putz verlegt werden.

3.6 Solarthermie

Kupferrohre und Fittings eignen sich u. a. durch ihre Temperatur- und Lichtbeständigkeit in besonderem Maße für Solarsysteme und die Verteilung des so erwärmten Wassers im Haus (s. a. Deutsches Kupferinstitut-Informationsdruck i.160 „Die fachgerechte Installation von thermischen Solaranlagen“). Wenn allerdings, wie im Solarbereich möglich, Temperaturen von > 110 °C auftreten, muss auf das Weichlöten verzichtet und eine andere der zulässigen Verbindungstechniken (z. B. Hartlöten, Klemmringverschraubungen, Pressen mit einem temperaturbeständigen Dichtelement, vergl. 1.2.1 bis 1.2.5) gewählt werden.

Bild 13: Verlegen einer Fußbodenheizung mit Kupferrohren (Deutsches Kupferinstitut A 3525)



3.7 Heizölleitungen

Für die Erstellung und den Betrieb von Heizölanlagen sind nach TRbF 50 „Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten; Rohrleitungen“, Kupferrohre für leichtes Heizöl 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 Kapillarlötfitings oder Klemmringverschraubungen nach DIN EN 1254 ohne weiteren Eignungsnachweis eingesetzt werden.

Lötverbindungen sind bis DN 25 und PN 10 unter Verwendung von Kapillarlötfitings zugelassen. Als **Lötverbindung** ist in Heizölleitungen nur die **Hartlötverbindung** zulässig. Als Lote und Hilfsstoffe können die im DVGW-Arbeitsblatt GW 2 aufgeführten Materialien verwendet werden (s. Kapitel 1.3.4 und 1.3.5 sowie Tabelle 6). Auch hinsichtlich der Ausführung der Ver-

bindungen ist das Arbeitsblatt GW 2 zu beachten. Schneidringverschraubungen sind als Verbindungselement über DN 32 nicht zulässig.

Generell gilt: Verbindungselemente zwischen einzelnen Rohren müssen so ausgeführt sein, dass eine sichere Verbindung und ihre Dichtheit gewährleistet ist. Die Anzahl von lösbaren Verbindungen sollte möglichst gering sein und alle Verbindungen müssen längskraftschlüssig ausgeführt sein. Letzteres gilt u. a. für Schweiß- oder Hartlötverbindungen.

Heizölleitungen müssen nach DIN 4755-2 einer Druck- und Funktionsprüfung sowie weiteren Prüfungen unterzogen werden. Hinsichtlich der Verlegung der Rohrleitungen sind die in Kapitel 4 enthaltenen Ausführungen zu beachten.

3.8 Gasinstallation

3.8.1 Erdgas

Gasinstallationen sind nach DVGW-TRGI '86/'96, „Technische Regeln für Gasinstallationen 1986, Ausgabe 1996“ zu erstellen. Danach sind für Gasleitungen Kupferrohre nach DIN EN 1057 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392 bis zur (theoretisch möglichen) Abmessung 267×3 mm zugelassen (vgl. Tabelle 2). Sie können nach der HAE (Hauptabsperrereinrichtung) sowohl für freiverlegte und erdverlegte Außenleitungen als auch für Innenleitungen verwendet werden.

Rohrleitungen aus Kupfer für frei- und erdverlegte Außenleitungen müssen mit äußerem Korrosionsschutz versehen sein. Zugelassen sind sowohl Rohre mit werkseitiger Kunststoffumhüllung, als auch Rohre mit nachträglichem Korrosionsschutz (Korrosionsschutzbinden, Schrumpfschläuche), wenn die **Anforderungen der DIN 30672 für die Beanspruchungsklasse B** erfüllt sind (Gutachten für Zulassung erforderlich).

Für das Verbinden von Kupferrohren gilt DVGW-Arbeitsblatt GW 2. Danach ist das Weichlöten bei Gasleitungen verboten. 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 2 ausführlich dargelegten Bestimmungen und Hinweise hierzu sind, ohne Ausnahme, auf erdgasführende Rohrleitungen anzuwenden. Der Zusammenbau von Kupfer mit anderen Werkstoffen ist in der Gasinstallation unproblematisch. Die verschiedenen, nach DVGW-TRGI '86/'96 zugelassenen Werkstoffe dürfen in beliebiger Reihenfolge eingebaut werden. Die in Kapitel 4 aufgeführten Sachverhalte sind mit Ausnahme der Kapitel 4.3 und 4.4 auch bei Gasinstallationen zu beachten.

Kupferrohre für die Gasinstallation dürfen unter Berücksichtigung der Mindestbiegeradien nach DVGW-Arbeitsblatt GW 392 mit geeigneten Werkzeugen gebogen werden

3.8.2 Flüssiggas

Bei Flüssiggasinstallationen werden je nach Druckbehältervolumen, Betriebsdruck der Rohrleitungen sowie Aggregatzustand in den Rohrleitungen unterschiedliche Anforderungen an Kupferrohre gestellt:

1. Für Flüssiggasinstallationen in der Haustechnik mit 50mbar Betriebsdruck (Niederdruck) gelten die TRF 1996 „Technische Regeln Flüssiggas 1996“. Kupferrohre nach DIN EN 1057 sind mit Mindestwanddicken gemäß TRF 1996, Pkt. 5.2.1.1, für Flüssiggasleitungen zugelassen. Kupferrohre mit DVGW-Zeichen erfüllen diese Bedingungen. Bei Kupferrohren $< DN 100$, die mit dem Zeichen EN 1057 und dem Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. bzw. DVGW-Zeichen gekennzeichnet sind, ist ein Abnahmeprüfzeugnis nach 3.1 B nach DIN EN 10204 nicht erforderlich. Diese Anlagen sind von einem Sachkundigen zu prüfen.
2. Flüssiggasinstallationen mit einem Betriebsdruck $> 0,1$ bar (Mitteldruck), deren Druckbehälter ein Fassungsvermögen von nicht mehr als 3 t aufweist und in denen das Gas im gasförmigen Zustand befördert wird, unterliegen neben den Regelwerken, wie in diesem Kapitel unter Punkt 1 aufgeführt, außerdem der TRR 100 bzw. Druckbehälterverordnung §30a (1). Kupferrohre der Festigkeitsstufe R290 (hart) in Stangen dürfen nur verwendet werden, wenn deren Hersteller im Bleiblat das VdTÜV Werkstoffblatt 410 aufgeführt sind. Diese Rohre müssen gemäß VdTÜV Werkstoffblatt 410 in allen Abmessungen gekennzeichnet sein und es muss ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 B nach DIN EN 10204 hierfür vorliegen. Diese Anlagen sind von einem Sachkundigen zu prüfen.

3. Flüssiggasinstallationen mit einem Betriebsdruck $> 0,1$ bar (Mitteldruck), deren Druckbehälter ein Fassungsvermögen von *mehr als 3 t* aufweist oder wenn das Gas in flüssigem Zustand befördert wird oder mit mehreren Druckbehältern, unterliegen neben den Regelwerken, wie unter Pkt. 1 aufgeführt, außerdem der TRR 100 bzw. Druckbehälterverordnung §30a (2) + (3). Kupferrohre der Festigkeitsstufe R290 (hart) in Stangen dürfen nur verwendet werden, wenn deren Hersteller im Beiblatt des VdTÜV Werkstoffblatt 410 aufgeführt sind. Die Güteeigenschaften von Kupferrohren in Ringen und Stangen für diese Anwendungen müssen durch ein Abnahmeprüfzeugnis (3.1B) nach DIN EN 10204 nachgewiesen werden und die Kupferrohre sind nach den AD-Merkblättern der Reihe W bzw. dem VdTÜV-Werkstoffblatt 410 zu kennzeichnen. Diese Anlagen sind von einem Sachverständigen zu prüfen.

3.8.3 Medizinisch-technische Gase

Die Nutzung von medizinisch-technischen Gasen, Reinstgasen und Druckluft gehört in Krankenhäusern, Laboratorien und anderen technischen Einrichtungen heute zum Standard. An diese Anlagen werden besondere Anforderungen gestellt, die z. B. in den Normen **DIN EN 737** „Rohrleitungssysteme für medizinische Gase“ und **DIN EN 793** „Besondere Anforderungen für die Sicherheit von medizinischen Versorgungsleitungen“ wiedergegeben sind.

Für viele technische Gase und Druckluft können Kupferrohre nach **DIN EN 1057** eingesetzt werden. In der Einleitung zu **DIN EN 1057** wird dazu ausgeführt: „Auf diese Norm darf Bezug genommen werden, wenn Rohre für andere Zwecke oder für den Transport anderer Medien vorgesehen sind. In solchen Fällen können besondere Anforderungen (für Festlegungen, Aufmachung oder Liefervereinbarungen) zwischen Käufer und Lieferer vereinbart werden.“

Für bestimmte Anwendungen mit höheren Anforderungen an die Reinheit der Rohrleitungen wie z. B. Anlagen zur Verteilung von Gasen für medizinische Zwecke, Luft zum Antrieb von chirurgischen Instrumenten oder Vakuumsysteme kommen Kupferrohre nach **DIN EN 13348** („Kupfer und Kupferlegierungen; Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für medizinische Gase oder Vakuum“; 2001-11) zum Einsatz.

Kupferrohre nach **DIN EN 13348** sind bis zum Außendurchmesser 54 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 zu kennzeichnen:

- **EN 13348**
- Außendurchmesser x Wanddicke
- Kennzeichnung des Zustandes halbhart durch folgendes Zeichen „|–|“
- Kennzeichen des Herstellers
- Herstellungsdatum: Jahr und Quartal (I bis IV) oder Jahr und Monat (1 bis 12)

Als Lötverbindung ist das Hartlöten (Kupfer-Phosphor-Lote: Tab. 5b) ohne die Verwendung von Flussmitteln zu wählen. Nach **ISO 7396** ist das Löten unter Schutzgas zur Vermeidung von Zunderschichten im Inneren der Rohre vorgeschrieben. Für den notwendigen Einsatz von Flussmittel bei der Verbindung von Kupfer und Messing oder Rotguss ist dafür zu sorgen, dass kein Flussmittel ins Rohrinne gelangt. Weitere Informationen zu Kupferrohren, Fittings und den zulässigen Verbindungstechniken bei medizinisch-technischen Gasversorgungsanlagen und Reinstgasanlagen sind bei den Beratungsdiensten der Hersteller oder beim Deutschen Kupferinstitut zu erfragen.

3.8.4 Druckluft

Kupferrohre nach **DIN EN 1057** können in Rohrleitungssystemen für technische Druckluft uneingeschränkt eingesetzt werden (Einschränkungen für medizinische Anwendungen im vorhergehenden Kapitel sind zu beachten!). Hinsichtlich der Verbindungstechniken kann das **DVGW-Arbeitsblatt GW 2** angewendet werden.

Die im Kapitel 2.8 aufgeführten Betriebsdrücke für Kupferrohre nach **DIN EN 1057** und für Kapillarlötfittings **DIN EN 1254** sind zu beachten.

Weitere mögliche Verbindungstechniken und betriebstechnische Besonderheiten können bei den Herstellern erfragt werden.

Bei der Planung sind die anerkannten Regeln der Technik insbesondere **DIN 1988 (TRWI)**, **DVGW-TRGI '86/'96** und **TRF** zu beachten.

4. Planung und Verlegung

In **Trinkwasser-Installationen** muss nach DIN 1988-2, bei metallenen Werkstoffen unmittelbar nach der Wasserzähleranlage ein Filter nach DIN 19632 eingebaut werden.

Rohrleitungen sind möglichst nicht in Außenwänden zu verlegen.

Wasser, das lange Zeit in Leitungsanlagen und Apparaten steht, kann unabhängig vom eingesetzten Werkstoff seine Trinkwasserqualität verlieren (DIN 1988-4, Ziff. 3.5). Aus diesem Grund sind die Leitungsführungen so kurz wie möglich zu halten. Überdimensionierungen sind zu vermeiden (DIN 1988-3) und nicht genutzte Bereiche sind abzutrennen (DIN 1988-4).

4.1 Zirkulationsleitungen

Nach DIN 1988-3 und DVGW-Arbeitsblatt W 553 „Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen“ sollten bei der Bemessung der Rohrnennweiten für Zirkulationsleitungen Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,2 und 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 Erosionskorrosion bei.

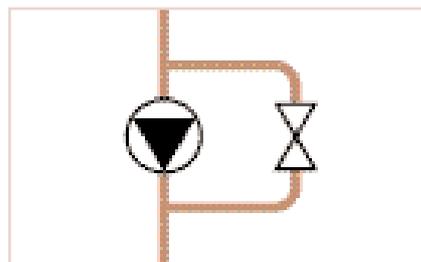
Lediglich in Ausnahmefällen kann eine maximale Fließgeschwindigkeit von 1,0 m/s in pumpennahen Zirkulationsleitungen notwendig sein (vergl. DVGW-Arbeitsblatt W 553).

In bereits bestehenden Anlagen, in denen Umwälzpumpen mit zu großer Förderhöhe eingesetzt wurden und ein Pumpenaustausch nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen möglich ist,

Tabelle 13: Maßnahmen, die unabhängig vom Werkstoff nach DIN 1988 (vor allem nach Teil 4 + 8) bei längerer Stagnation des Trinkwassers in der Hausinstallation zu ergreifen sind

Dauer der Abwesenheit	Maßnahmen vor Antritt der Abwesenheit	Maßnahmen bei der Rückkehr
> 3 Tage	Wohnungen: Schließen der Stockwerksabspernung	Öffnen der Stockwerksabspernung Wasser 5 Min. fließen lassen
	Einfamilienhäuser: Schließen der Absperrarmatur hinter der Wasserzähleranlage	Öffnen der Absperrarmatur Wasser 5 Min. fließen lassen
> 4 Wochen	Wohnungen: Schließen der Stockwerksabspernung	Öffnen der Stockwerksabspernung Spülen der Hausinstallation
	Einfamilienhäuser: Schließen der Absperrarmatur hinter der Wasserzähleranlage	Öffnen der Absperrarmatur Spülen der Hausinstallation
> 6 Monate	Schließen der Hauptabspernarmatur, Entleeren der Leitungen	Öffnen der Hauptabspernarmatur Spülen der Hausinstallation
> 1 Jahr	Abtrennen der Anschlussleitungen an der Versorgungsleitung	Benachrichtigen von WWU und/oder Installateur, Wiederanschluss an die Versorgungsleitung

Bild 14: Bypass zur Verringerung der Zirkulationswassermenge



kann die Zirkulationswassermenge durch Einbau eines einstellbaren Bypasses zur Pumpe nachträglich verringert werden (Bild 14).

Die Drosselarmatur ist dann so weit zu öffnen, bis im Bereich der entferntesten Zapfstelle die Temperatur in der Zirkulation um maximal 5 K tiefer liegt als am Ausgang des Trinkwasser-Erwärmers (vergl. DVGW-Arbeitsblatt W 551 „Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums“).

4.2 Leitungsführung

Alle Leitungen der Hausinstallation sollen 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 Absperrreinrichtungen angebracht werden.

Durch beide Maßnahmen können Bedienungsfehler durch ein schnelles Auffinden der entsprechenden Leitungen vermieden werden.

Werden Leitungen für verschiedene Durchflussstoffe übereinander angeordnet, so sollen die Leitungen, bei denen die Gefahr einer Schwitzwasserbildung besteht, unten verlegt werden. Diese Anordnung muss demnach 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 – z. B. in Krankenhäusern und Laboratorien – muss das leichtere Gas stets über dem schwereren Gas geführt werden.

Erdverlegte Trinkwasserleitungen sind in frostfreier Tiefe zu verlegen. Während früher eine Tiefe von 0,8 m als frostfrei angesehen wurde, wird heute von den meisten Wasserversorgungsunternehmen (WVU) eine Verlegetiefe von mindestens 1,5 m gefordert.

Leitungen sind im Erdreich nach den in DIN 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 evtl. 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 nach DIN 1988-2, die Trinkwasserleitung 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 im Schutzrohr – getroffen werden. Trinkwasserleitungen dürfen verständlicherweise nicht durch Fäkalien- und Sickergruben, Schächte der Grundstücksentwässerung, Abflusskanäle und dergleichen geführt werden.

Für erdverlegte Gasleitungen gelten prinzipiell die gleichen Grundsätze wie oben für Trinkwasserleitungen dargestellt. 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.

Erdverlegte Flüssiggasleitungen müssen nach TRF 1996 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 bei 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 aufzeichnet sein.

Erdverlegte Ölleitungen sind nach TRbF 50 und DIN 4755-2, 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.

4.3 Schutz der Kupferrohrleitungen vor Außenkorrosion

Die hohe Beständigkeit des Werkstoffes Kupfer gegen Außenkorrosion macht Korrosionsschutzmaßnahmen meist entbehrlich.

In einigen Fällen sind aber auch Kupferrohrleitungen gegen äußere Korrosionseinflüsse (vergl. DIN 50929-1-3) zu schützen (DIN 1988, DVGW-TRGI '86/'96, TRF):

a) Nach DIN 1988, TRGI und TRF sind erdverlegte Leitungen grundsätzlich zu schützen. So z. B. durch **werkseitigen Korrosionsschutz** durch die Kunststoffummantelung der Rohre in den Anforderungen nach DIN 30672, Beanspruchungsklasse B.

Nach TRGI '86/'96 gilt wegen des Fehlens einer eigenen Anforderungs- und Prüfungsnorm für werkseitig kunststoffummantelte Kupferrohre diese Forderung als erfüllt, wenn der Kunststoffmantel die Anforderungen der DIN 30672 in der Beanspruchungsklasse B in folgenden Punkten erfüllt: Porenfreiheit, spezifischer Umhüllungs-widerstand, Eindruckwiderstand, Schlagbeständigkeit, Reißdehnung und Reißfestigkeit.

Kupferrohre mit PVC-Stegmantel, die diesen Anforderungen genügen, sind lieferbar. Bei Verwendung dieser Rohre ist im Bereich der Verbindungsstellen darauf zu achten, dass diese sorgfältig – wie nachfolgend für den nachträglichen Korrosionsschutz beschrieben – nachisoliert werden.

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. →

→ **b) Freiverlegte Außenleitungen** aus Kupfer benötigen in der Regel keinen äußeren Korrosionsschutz. Nur dort, wo dieser dennoch notwendig ist, kommen Korrosionsschutzbeschichtungen (Anstrichsysteme) in Anlehnung an DIN EN ISO 12944-1-8, in Frage.

Bei **Innenleitungen** können auch Korrosionsschutzbinden und Schrumpfschläuche in der Beanspruchungsklasse A 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 in Erdböden im Allgemeinen eine gute Korrosionsbeständigkeit auf. Ausnahmen, in denen ein äußerer Korrosionsschutz erforderlich wird, sind die selten vorkommenden korrosiven Böden (z. B. torfhaltige).

DIN 1988-7, schreibt aber zur Vermeidung von Elementbildung mit Rohrleitungen aus unedleren Werkstoffen wie z. B. Stahl vor, als zusätzliche Sicherheit zu der elektrischen Trennung durch die Isolierstücke, die Kupferrohre mit Kunststoffen zu umhüllen. Derartige Kunststoffumhüllungen sollen wie unter a) beschrieben beschaffen sein.

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

Freiverlegte Außenleitungen für Gas müssen jedoch wegen der hohen sicherheitstechnischen Anforderungen auch bei Kupfer einen Schutz vor Außenkorrosion aufweisen (TRGI '86/'96). Dieser ist entweder wie oben unter a), oder wie unter b) für Außenleitungen beschrieben, durchzuführen. Insbesondere Gasleitungen sind zusätzlich gegen mechanische Beschädigungen und bei Feuchtgasen – gegen Frosteinwirkung zu schützen.

Für die Fälle, in denen **Kupferrohrleitungen und Verbindungsstellen in aggressiver Atmosphäre** verlegt werden, sind diese wie unter a) beschrieben zu schützen. Aggressive Atmosphäre herrscht z. B. in Batterie- und 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 vorliegen. Die Verarbeitung von CuP-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. Tab. 5 b) zum Einsatz. Bei unklaren Bedingungen sollte der Kontakt zu beratenden Stellen aufgenommen werden, um die Lotauswahl auf die besonderen Atmosphären abzustimmen.

Kupferrohre **unter Putz**, die in direktem Kontakt mit Mörtel, Kalk oder Gips stehen, benötigen aus Korrosionsschutzgründen in der Regel keinen Korrosionsschutz (Schallschutz, Wärmedämmung u. a. sind jedoch zu beachten). Eine Ausnahme besteht für den Fall, dass die mit dem Kupferrohr in Kontakt stehende Mischung ammoniumhaltige Zusätze, wie z. B. Abbindeverzögerer, Schnellbinder oder evtl. auch Frostschutzzusätze², enthält. 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 a) und b) beschrieben zu schützen.

Für **erdverlegte Gasleitungen** ist in der TRGI ebenfalls der Einbau von Isolierstücken nach DIN 3389, jedoch für den Durchflusstoff „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 Ausführungen unter a) gefordert.

Flüssiggasleitungen aus Kupfer benötigen als freiverlegte Innenleitungen keinen zusätzlichen Korrosionsschutz, es sei denn, die Rohre werden wie zuvor beschrieben in Räumen mit aggressiver Atmosphäre verlegt. Sinngemäß gilt dies auch für freiverlegte Außenleitungen. Erdverlegte Flüssiggasleitungen sind mit einer Korrosionsschutzumhüllung zu versehen, wie in a) beschrieben.

Ölleitungen aus Kupferrohr bedürfen in der Regel keines zusätzlichen Korrosionsschutzes. Bei Verlegung in aggressiver Atmosphäre ist, wie auch zuvor beschrieben, ein Schutz gegen Außenkorrosion entsprechend den Ausführungen nach a) oder b) 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

² Frostschutzzusätze, Abbindeverzögerer und Schnellbinder mit Ammoniak abspaltenden Bestandteilen sind zwar denkbar, aber nicht gebräuchlich. Frostschutzzusätze enthalten meist – wie auch Schnellbindemittel – Chloride. Bei großflächiger Einbettung von Kupferrohrleitungen in stark chloridhaltigen Baustoffen ist aber kein Korrosionsschutz erforderlich.

Tab. 14: Wärmedämmung von Rohrleitungen nach EnEV

EnEV-Anforderung	Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke Dämmung (bei Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK)
100%	1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
	2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
	3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
	4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
50%	5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1-4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen in Zeile 1-4
	6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1-4, die nach in Kraft treten dieser Verordnung (02-2002) in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden	1/2 der Anforderungen in Zeile 1-4
6 mm	7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm

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.

4.4 Wärmeschutz

Um die Wärmeverluste aus warmgehenden Rohrleitungen (Heizung, erwärmtes Trinkwasser) zu minimieren, sind 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 Anhang 5 der EnEV beschrieben (s. Tabelle Nr. 14). 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 isolierte Kupferrohre an, die zu 50 % bzw. 100 % nach EnEV gedämmt sind und durch niedrige λ -Werte der Dämmung besonders kleine Manteldicken aufweisen (siehe Bild 20).

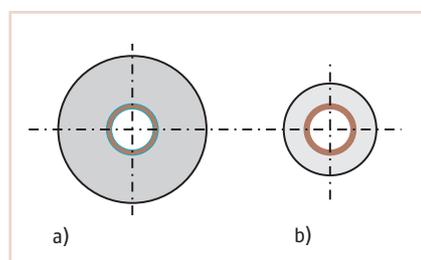
Die Temperatur des erwärmten Trinkwassers ist möglichst auf 60 °C zu begrenzen. Dies gilt nicht für Brauchwasseranlagen, die höhere Temperaturen zwingend erfordern. Systeme mit Zirkulationsleitungen müssen mit einer selbsttätig wirkenden Einrichtung zur

Abschaltung der Zirkulationspumpen versehen sein. 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. Sollte dies nicht möglich sein, so sieht DIN 1988-2 auch eine Dämmung der Kaltwasserleitungen vor.

Generell müssen die vorgesehenen Dämmstoffe bei den zu erwartenden Betriebstemperaturen beständig sein. Das Dämmmaterial muss vor Feuchtigkeitseinfluss geschützt sein, da sonst

Bild 20: Vergleich des Platzbedarfs von werkseitig wärmedämmten mit bauseits wärmedämmten Kupferrohren



a) Rohr 15 × 1 mm mit handelsüblicher Wärmedämmung. $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$

b) Rohr 15 × 1 mm mit werkseitiger Wärmedämmung. $\lambda = 0,025 \text{ W/mK}$

die Dämmeigenschaften nachteilig beeinflusst werden. Gegebenenfalls sind die Kaltwasserleitungen vor Tauwasserbildung zu schützen. Die Norm stellt ausdrücklich fest, dass ein Schutz vor Tauwasserbildung dann nicht erforderlich ist, wenn das Rohr eine geeignete Umhüllung (z. B. beim Rohr-im-Rohr-System; werkseitig ummantelte Kupferrohre gelten als Rohr-im-Rohr-System) aufweist.

4.5 Schallschutz

Rohrleitungen sind in bestimmten Fällen, die in DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau) festgelegt sind, zur Minderung der Schallübertragung zu dämmen. Geräusche in Trinkwasser-Installationen 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. werkseitig ummantelte Kupferrohre), Rohrschellen mit Gummieinlagen sowie weitere bautechnische Maßnahmen vermeiden, dass Armaturengeräusche über die Rohrleitungen auf die Wände übertragen werden. Rohrleitungen im Mauerwerk und besonders im Fußboden müssen gegen Trittschall und Körperschallübertragung gedämmt sein (siehe hierzu auch 4.8).

Rohrleitungen dürfen die Trittschalldämmung eines Baukörpers nicht beeinträchtigen.

4.6 Brandschutz

Das Brandverhalten wird in DIN 4102, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen klassifiziert:

Klasse A: Nicht brennbare Baustoffe

Klasse B: Brennbare Baustoffe

B1: schwerentflammbar

B2: normalentflammbar

B3: leichtentflammbar

Die Brandschutzvorschriften werden in den einzelnen Landesbauordnungen festgelegt. Im Hochbau müssen alle brennbaren Baustoffe mindestens der Brandklasse B2 entsprechen und mit ihrer Brandklasse gekennzeichnet sein (DIN 4102-11, „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Rohrmantelungen, Rohrabschottungen, Installationsschächten und -kanälen sowie Abschlüssen ihrer Revisionsöffnungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“ sowie die Bauordnungen einzelner Bundesländer).

Rohrleitungen sind im Sinne dieser Verordnungen Baustoffe. Kunststoffmäntel und Wärmedämmungen der Rohre müssen somit mindestens der Brandklasse B2 entsprechen und gekennzeichnet sein (Aufdruck: DIN 4102-B2). Metalle, also auch Kupfer, entsprechen der Klasse A und sind nicht brennbar. Werden Brandabschnitte von Leitungen überbrückt, so sind die diesbezüglichen Bestimmungen der jeweiligen Bauordnungen der Länder zu beachten. 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 Treppenträumen „notwendiger Treppen“ dürfen nach TRGI Gasleitungen nur angeordnet werden, wenn sie unter Putz ohne Hohlraum verlegt werden oder in einem längsgelüfteten Schacht, der keinen Luftaustausch mit dem Treppenraum hat und aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht. Von dieser Bestimmung ausgenommen sind Wohngebäude mit geringen Höhen und maximal zwei Wohnungen.

Tab. 15: Schenkellänge A in Abhängigkeit von der Rohrabmessung und der Ausdehnung (siehe Bilder 15 und 16)

Rohr außen- durchmesser in mm	thermisch bedingte Rohrausdehnung Δl von			
	5 mm	10 mm	15 mm	20 mm
	kompensierbar durch Mindestschenkellänge A (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
133	1579	2233	2735	3158
159	1727	2442	2991	3453
219	2026	2866	3510	4053
267	2237	3164	3875	4475

Tab. 16: Bestimmungsmaß R von Dehnungsausgleichern aus Kupferrohr für verschiedene Außendurchmesser in Abhängigkeit von der Dehnungsaufnahme (Deutsches Kupferinstitut A 4762)

	Außen- durchmesser in d_a (mm)	ermittelte Dehnungsaufnahme Δl (mm)							
		12	25	38	50	75	100	125	150
		Bestimmungsmaß R* der Dehnungsausgleicher (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
	133	649	937	1155	1325	1623	1874	2095	2295
	159	710	1025	1263	1449	1775	2049	2291	2510
	219	833	1202	1482	1700	2083	2405	2689	2945
	267	920	1328	1637	1878	2300	2655	2969	3252

* Näherungsgleichung

Werden Gasleitungen auf Putz verlegt, müssen die Rohrbefestigungen (einschließlich der Dübel) 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. Der Verband der Schadensversicherer e.V. Köln hat ein Merkblatt „Richtlinien für den Brandschutz im Betrieb“ herausgegeben, mit dessen Inhalt jeder auf der Baustelle Tätige vertraut sein sollte. Ebenso sind die Unfallverhütungsvorschriften UUV VBG 15 zu beachten.

Im Hinblick auf die Brandverhütung ist in bewohnten Räumen den kalten Verbindungstechniken nach DVGW-Arbeitsblatt GW 2 den Vorzug zu geben bzw. bei Lötverbindungen ist die Verwendung elektrischer Widerstands-lötgeräte für das Weichlöten besonders zweckmäßig.

4.7 Wärmedehnung

Ein Meter Kupferrohr dehnt sich – unabhängig vom Rohrdurchmesser – bei einer Temperaturerhöhung von 100 K um ca. 1,7 mm aus (Bild 15).

Wird diese Tatsache bei der Rohrinstallation von warmwasser- 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 nicht ausgeschlossen werden.

Als Grundregel für die Beachtung 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 16). In den Rohrschellen und in Wand- oder Deckendurchführungen muss sich das Rohr ebenfalls gleitend bewegen können. Der Anordnung der Festpunkte kommt besondere Bedeutung zu (Bild 17).

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 18). Ausdehnungsbogen können sowohl über den Handel bezogen als auch selbst angefertigt werden.

Bild 15: Längendehnung von Kupferrohren durch Temperaturerhöhung in Abhängigkeit von der Rohrlänge (Deutsches Kupferinstitut 3679)

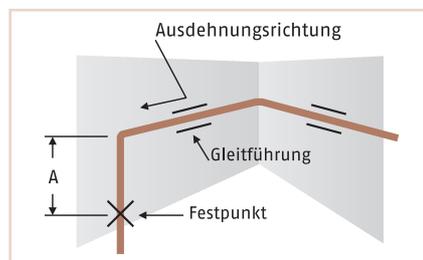
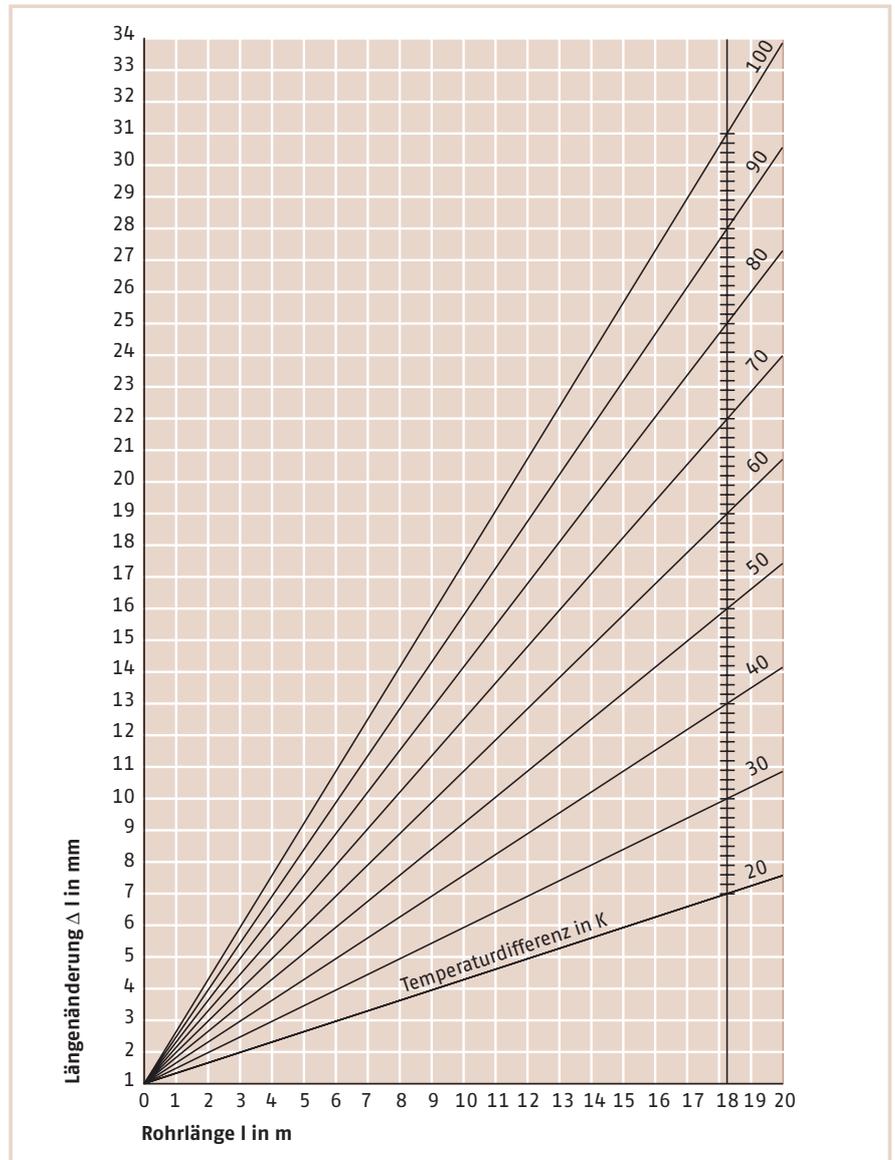


Bild 16: Anordnung von Rohrschellen bei Umführungen (Deutsches Kupferinstitut A 3533)

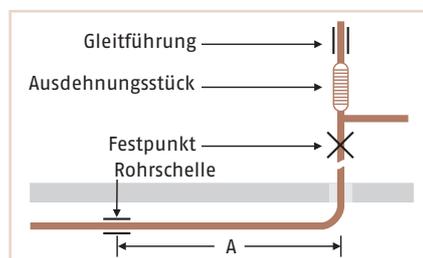


Bild 17: Rohrschellenabstand bei Wand- und Deckendurchführungen (Deutsches Kupferinstitut A 4760)

Bild 18: Ausdehnungsmöglichkeiten bei Rohrleitungen (Deutsches Kupferinstitut A 4761)

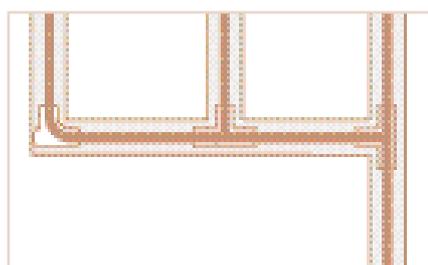
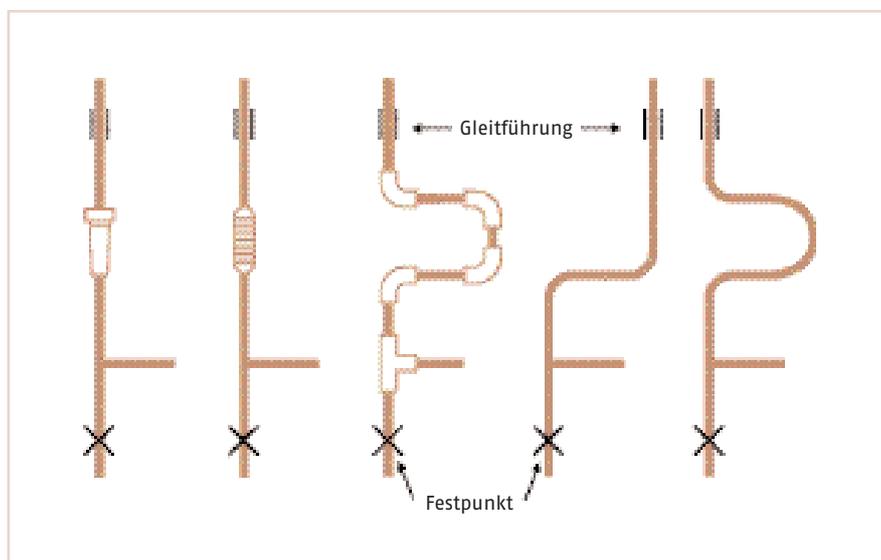


Bild 19: Bei Unterputzverlegung sind Abzweige und Richtungsänderungen auszupolstern (Deutsches Kupferinstitut 3534)

Etagenbogen können zum Dehnungsausgleich genutzt werden, wenn die Länge der Rohrschenkel den für das Maß A in Tabelle 14 angegebenen Wert nicht unterschreitet. Da Dehnungsbogen die thermisch bedingten Längenänderungen nur in begrenztem Umfang aufnehmen können, müssen Mindestabstände für deren Anordnung eingehalten werden.

Tabelle 15 gibt die Dehnungsaufnahme von Ausdehnungsbogen in Abhängigkeit von dem Rohrdurchmesser an.

Kompensatoren sind Dehnungsausgleicher, die besonders bei Platzmangel vorteilhaft sind.

Sie sind meist nur in axialer Richtung beanspruchbar und bedürfen eines Führungsrohres. Sie dürfen nicht überbeansprucht werden. Die Einbauhinweise der Hersteller sind zu beachten. Bei der Verwendung von Kompensatoren mit Führungsteil aus Kupfer und Dehnungsausgleicherteil aus nichtrostendem Stahl ist bei der Verbindung durch Weichlöten zu vermeiden, dass das Chlorid im Flussmittel an innen liegenden Ausgleichsteilen aus nichtrostendem Stahl zu Korrosionsschäden führen kann.

Bei Unterputzinstallationen ist zu beachten, dass die Dehnungsstellen nicht fest eingeputzt werden. Bögen oder Abgänge sind mit geeignetem Dämmstoff zu umhüllen (Bild 19). Diese Anforderung an die Wärmedehnung sind durch Wärmeschutz- und Schallschutzmaßnahmen bereits 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 Lastverteilungsschicht (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. Für die Erstellung von Fußbodenheizungssystemen sind die Angaben der Systemhersteller zu beachten.

4.8 Befestigung

Gas- und Wasserleitungen dürfen 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 4.4) gewährleisten; in warmwasserführenden Leitungen muss die Wärmedehnung der Rohrleitungen berücksichtigt werden (siehe Kapitel 4.6). Bei Auswahl und Anordnung der Rohrbefestigungen ist auf diese Anforderungen zu achten.

Das Angebot reicht von Kunststoffbügelclips und -sockelschellen für kleinere Durchmesser bis zu Befestigungssystemen als Festpunkte oder mit Gleitführung für größere Abmessungen. Rohrbefestigungen müssen bei wasserführenden Leitungen mit einer Schalldämmung versehen sein (meist Gummieinlage). Die Abstände der Rohrschellen für wasserführende Leitungen sind in Tabelle 16 aufgeführt.

Rohrbefestigungen für Gasleitungen müssen nach TRGI brandsicher ausgeführt sein. Kunststoffhalterung und -dübel dürfen daher für Gasleitungen nicht verwendet werden. Die Halterungen und Dübel müssen aus Metall sein.

Tab. 17: Richtwerte für Befestigungsabstände wasserführender Kupferrohrleitungen nach DIN 1988-2, Tabelle 2

Außendurchmesser in mm	12	15	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108	133	159
Befestigungsabstand in m	1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50	4,00	4,25	4,75	5,00	5,00	5,00

4.9 Verlegung im Mauerwerk und auf Rohbetondecken

Bei Verlegung im Mauerwerk muss zwischen der Leitungsverlegung in bau-seitig geplanten, also z. B. im Verband gemauerten Aussparungen und der Leitungsverlegung in nachträglich her-gestellten Durchbrüchen und Schlitzen unterschieden werden. In beiden Fällen ist die DIN 1053 zu beachten. Da jedoch die DIN 1053 oftmals nicht die erforderlichen Schlittiefen zulässt, ist in diesen Fällen der Vorwandinstalla-tion der Vorzug zu geben.

Informationen zur Anwendung der Vorwandinstallation sind unter anderem dem ZVSHK Merkblatt „Vorwandinstalla-tion“ (1993) zu entnehmen.

In den Fällen, in denen eine Vorwand-installation nicht zu realisieren ist, wird durch die Verwendung werkseitig gedämmter Kupferrohre mit ihren verhältnismäßig geringen Aussen-durchmessern die Verlegung in Decken oftmals noch möglich.

Rohrleitungen in Wänden und Decken sind mit geeigneten, elastischen Um-hüllungen zu versehen, um eine weit-gehende Entkopplung zwischen Rohr und Baukörper zu erzielen. Werkseitig ummantelte oder wärmegeämmte Kupferrohre erfüllen diese Forderung.

Werden Rohrleitungen auf Rohbeton-decken verlegt, so muss der Fußboden-aufbau nach DIN 18560 (Estriche im Bauwesen) ausgeführt werden.

Des weiteren muss der nach DIN 4108, der Wärmeschutzverordnung und der Heizungsanlagen-Verordnung vorge-schriebene Wärmeschutz eingehalten werden, einschließlich der Schall-schutzforderungen nach DIN 4109. Die 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 auf-weisen, die zu Schallbrücken und/oder Schwankungen in der Estrichdicke führen können.

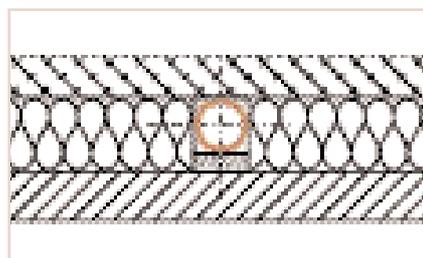
Nach DIN 18560-2, müssen Rohrleitun-gen, die auf tragendem Untergrund verlegt sind, fixiert sein (Bild 21).

Weitere Voraussetzungen für ausreichenden Schallschutz sind die fachgerechte Verlegung der Dämm-schichten, deren Abdeckung mit PE-Folie und die richtige Estrichausführung nach DIN 18560. Bezogen auf das Trittschallverhalten gilt, dass die Dämm-wirkung 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 ausreichen-den Schallschutzes nicht unterbrochen werden.

Bei anderen Ausführungen ist der besondere Nachweis in Bezug auf die Trittschalldämmung vom Dämmstoff-hersteller einzuholen.

An Wänden und anderen senkrechten, den Estrich durchdringenden Bauteilen, z. B. Rohrleitungen, sind vor dem Einbringen des Estrichs zur Vermeidung von Schallbrücken Dämmstreifen (Randdämmstreifen) einzubringen. Bei Gussasphalt muss der Randdämm-streifen gussasphaltaufliegend sein.



4.10 Altbaumodernisierung

Durch geringe Außendurchmesser und zeitsparende Verlegetechniken eignen sich Kupferrohre besonders für die Renovierung oder Erweiterung beste-hender Anlagen.

Hierbei erleichtert oftmals eine Vor-wandinstallation die Einhaltung der Regeln der Technik hinsichtlich der Bauwerksstatik, des Wärme-, Schall- und Brandschutzes, da das Mauerwerk weitgehend unbeschädigt bleibt. Bei einer nachträglichen Unterputzverle-gung ist dagegen die Einhaltung dieser Regeln sehr aufwendig und mitunter gar nicht möglich.

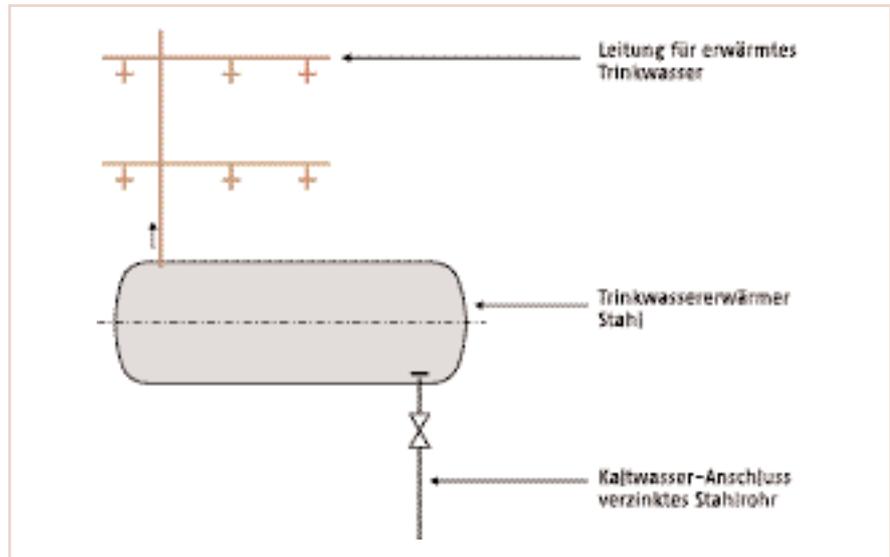
Ringrohre eignen sich besonders für den nachträglichen Einbau innerhalb von Wohnungen, da sie leicht zu biegen sind und sich einfach den bestehen-den baulichen Gegebenheiten anpassen lassen. Sie sind leicht verdeckt zu verlegen, z. B. hinter Sockelleisten o. Ä.

Stangenrohre (also Rohre in gestreck-ten Längen) als Steige- und Verteillei-tungen 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 Installationsbau-steinen (siehe Kap. 4.9) bieten sich Kupferrohre besonders auch wegen ihrer geringen Außendurchmesser und ihrer guten Biegebarkeit an.

Bei speziellen Fragestellungen emp-fiehlt es sich, entweder die technische Kundenberatung der Rohrersteller, das Deutsche Kupferinstitut oder die Beratungsstellen der Landes-Fachver-bände Sanitär, Heizung, Klima anzu-sprechen.

Bild 21: Verlegung einer Rohrleitung inner-halb der Wärme- und Trittschalldämmung (Deutsches Kupferinstitut A 3536)

Bild 22: Verteilung für erwärmtes Trinkwasser aus Kupferrohr ohne Zirkulation – keine Korrosionsgefahr für den Stahlspeicher. (Deutsches Kupferinstitut A 2894)



4.11 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 herstellerspezifisch sind.

Installationsbausteine werden als Wandelement mit Abfluss und Versorgungseinheit vorgefertigt. Sie werden je nach Standort der einzelnen Objekte am Bau angeordnet. Sämtliche Regeln der Technik, die beim Herstellen konventionell erstellter Anlagen beachtet werden müssen, gelten selbstverständlich auch beim Einbau von Installationsbausteinen.

Bei der werkstattmäßigen Vorfertigung solcher Installationsbausteine 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.

4.12 Zusammenbau von Kupfer mit anderen Werkstoffen

4.12.1 Trinkwasser-Installationen

Bei gemeinsamer Installation von Rohren aus Kupfer und solchen aus verzinktem Stahl in einer Anlage sind aufgrund des unterschiedlichen Verhaltens dieser Werkstoffe die folgenden Gesichtspunkte zu beachten.

Im Trinkwasser ist – im Gegensatz zum Heizungswasser –, immer gelöster Sauerstoff enthalten. Der Werkstoff Kupfer reagiert mit diesem, wobei sich im Normalfall zunächst eine Schutzschicht aus Kupfer(1)-Oxid bildet. Anschließend erfolgt in der Regel eine Deck-schichtbildung, meist aus basischen Kupfercarbonaten.

Bei diesen Schichtbildungsvorgängen werden immer kleinste Mengen von Kupfer im Wasser gelöst. Kommt Kupfer im gelösten Zustand mit verzinktem Stahl in Kontakt, so zementiert es dort aus, wobei das unedlere Zink oder

Eisen in Lösung geht. Durch das aus-zementierte Kupfer kann es in solchen nachgeschalteten Leitungen oder Anlagenteilen zu kupferinduziertem Lochfraß kommen (s. DIN 50930-3). Daher ist in Trinkwasserleitungen stets die sogenannte 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 verhindern, z. B. Verwendung von Rohrschleifen, Schwerkraftbremsen, Rückflussverhinderern (DIN 1988-7).

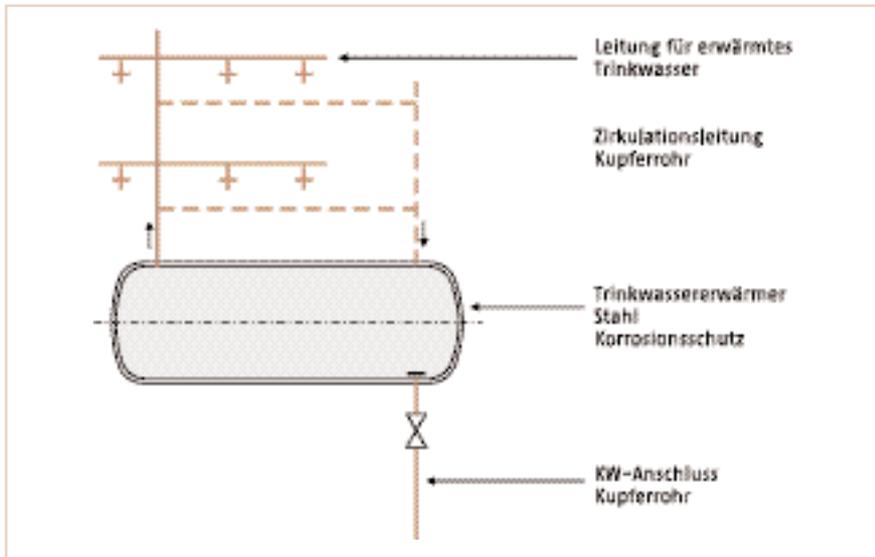
Bei Kaltwasserleitungsanlagen kann diese Fließregel durch geeignete Vorgehensweisen immer eingehalten werden: Bei Kellerverteilungs- und Steigleitungen aus verzinktem Stahlrohr können z. B. die Stockwerksleitungen in Kupfer ausgeführt werden.

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) (Bild 22).

Besteht der Trinkwassererwärmer aus Stahl und ist an diesen eine Zirkulationsleitung aus Kupferrohren und -fittings angeschlossen (Bild 23), ist die Fließregel verletzt worden. In diesem Fall ist der Trinkwassererwärmer gegen Korrosionsschäden zu schützen. Der Schutz wird durch Überzüge nach DIN 4708 (z. B. aus Emaille oder Kunstharz) erreicht, wobei wegen stets vorhandener Fehlstellen in der Beschichtung ein zusätzlicher anodischer Schutz vorzusehen ist. Diese sogenannten Opferanoden sind entsprechend den Angaben der Gerätehersteller 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 – im Beispiel an dem verzinkten Stahl – Kontaktkorrosion auftreten. In der Praxis hat die Kontaktkorrosion keine Bedeutung. Seit Jahrzehnten werden Armaturen wie Ventile, Wasserzähler usw. in Rohrleitungen aus verzinktem Stahl eingebaut, ohne dass dadurch bedingte Korrosionsschäden in größerem Umfang bekannt geworden sind. Hierbei spielen die konstruktiven Verhältnisse, insbesondere das Flächenverhältnis vom elektrochemisch edleren Werkstoff zum unedleren Werkstoff eine Rolle. Je kleiner dieses Verhältnis ist, desto geringer ist die Schadenswahrscheinlichkeit.

Bild 23: Verteilung für erwärmtes Trinkwasser mit Zirkulation, Kaltwasseranschluss mit Kupferrohr – Korrosionsgefahr für den ungeschützten Stahlspeicher (Speicher muss geschützt werden). (Deutsches Kupferinstitut A 2895)



4.12.2 Heizungsanlagen

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 – der 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 Ausgleichgefäßes) verhindert werden.

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

4.13 Druckprüfung, Spülen

Fertiggestellte Rohrleitungsanlagen müssen auf Dichtheit überprüft werden. Diese Prüfung muss zu einem Zeitpunkt erfolgen, zu dem die Verbindungsstellen noch zugänglich und nicht verdeckt sind. Dies gilt auch bei nichtwerkseitig wärmegeprägten oder mit Korrosionsschutzumhüllungen versehenen Rohrleitungen.

4.13.1 Trinkwasserleitungen

Bei Trinkwasserleitungen ist die **Druckprüfung** in DIN 1988-2, Ziff. 11, geregelt. Sie ist mit filtertem Trinkwasser durchzuführen (Filter nach DIN 19632, unter Durchlassweite zwischen 80 und 120 µm). Es ist für eine vollständige Entlüftung der Anlagenteile zu sorgen. Trinkwasser-Installationen sind mit dem 1,5-fachen des höchstmöglichen Betriebsüberdruckes abzudrücken. Innerhalb einer Prüfzeit von 10 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 Temperatureausgleich einzuhalten.

Sind längere Stillstandszeiten zwischen der Druckprobe und der ersten Nutzung der Installation zu erwarten, oder fällt die Stillstandszeit in eine Frostperiode, kann eine trockene Dichtheitsprüfung mit ölfreier Druckluft oder einem inerten Gas wie Stickstoff o. Ä. durchgeführt werden.

Hierbei sollte ein Prüfdruck von höchstens 3 bar aufgebracht werden. 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 solche trockene Druckprüfung durchgeführt, so ist besonders auf die Vermeidung möglicher Unfallgefahren zu achten (z. B. keine Kunststoffstopfen verwenden).

Für vorgefertigte Bauteile, die nach der Fertigstellung und Druckprüfung längere Zeit zwischengelagert werden, ist die trockene Druckprüfung besonders empfehlenswert. Da diese Druckprüfung dann in der Werkstatt durchgeführt wird, lassen sich Unfallgefahren durch geeignete Maßnahmen leicht ausschließen. In der ZVSHK-Betriebsanleitung „Trinkwasser-Installationen“ ist ein Formular eines Druckprobenprotokolls enthalten. Weitere Hinweise sind dem ZVSHK-Merkblatt „Dichtigkeitsprüfung mit Luft“ zu entnehmen.

Spülen der Trinkwasser-Installation

Grundsätzlich sind alle Trinkwasserleitungen unabhängig von der Art des verwendeten Werkstoffes nach ihrer Fertigstellung gründlich zu spülen. Für eine uneingeschränkte Betriebssicherheit müssen folgende Resultate erreicht werden:

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

Diese Anforderungen werden von zwei Spülmethoden erfüllt, und zwar:

- Spülverfahren mit Luft-Wasser-Gemisch (DIN 1988-2, Abschnitt 11.2).
- Spülverfahren mit Wasser (ZVSHK-Merkblatt)

Tab. 18: Alternative Vorgehensweisen bei Druckprüfung, Spülen, Übergabe und Inbetriebnahme bei Trinkwasser- Installationen

Druckprüfung, Spülen, Übergabe	
bei zügigem Baufortschritt	bei langen Zeiträumen zwischen Druckprüfung und Inbetriebnahme
Variante 1 (nass)	Variante 2 (trocken)
1. Feinfilter einbauen	1. Dichtheitsprüfung der Leitung mit inertem Gas (z. B. ölfreier Luft, Stickstoff) 3 bar, auch abschnittsweise, je nach Baufortschritt
2. Erstbefüllung der Leitungen mit filtriertem Trinkwasser und vollständig entlüften	2. Feinfilter einbauen
3. Druckprobe durchführen	3. Erstbefüllung der Leitungen mit filtriertem Trinkwasser kurz vor beabsichtigter Betriebsübergabe der Installation
4. Spülen der Installation mit filtriertem Trinkwasser <i>entsprechend</i> ZVSHK-Merkblatt	
5. Rohrleitungen entlüften und befüllt unter Druck stehen lassen (Entleerung bzw. Teilentleerung vermeiden)	
6. Betriebsübergabe der Anlage mit Einweisung des Bauherren und Hinweis auf DIN 1988-8 (Vermeidung von längeren Stillstandszeiten)	

Für Kupferrohrinstallationen können beide Spülverfahren – TRWI-gerechte Anlagenplanung vorausgesetzt – angewendet werden. Bei der Wahl des Spülverfahrens sind die werkvertraglichen Bedingungen, die Anforderungen des Anlagenbetreibers sowie die Herstellerangaben und die Erfahrungen des Installateurs zu berücksichtigen.

Wird eine Dichtheitsprüfung mit inertem Gas durchgeführt, muss das Spülen nach der Erstbefüllung und vor der Inbetriebnahme vorgenommen werden.

Inbetriebnahme der Trinkwasser-Installation

Sind längere Stillstandszeiten zwischen Fertigstellung und Inbetriebnahme zu erwarten, sind die Leitungen nach der Druckprobe und dem Spülen befüllt verschlossen bis zur Inbetriebnahme stehenzulassen. Lange Stagnationszeiten sind, unabhängig vom verwendeten Werkstoff, aus hygienischen Gründen zu vermeiden. Bei der Inbetriebnahme ist dann das Stagnationswasser mit einer Wasserspülung auszuspülen, um einwandfreie hygienische Verhältnisse zu gewährleisten. Fällt die Stillstandszeit in die Frostperiode, so ist bei befülltem Leitungssystem durch eine Baubeheizung Frostschäden vorzubeugen. Ist dies nicht möglich, so sind die Leitungen zu entleeren. Für die restlose Entleerung der Leitung ist bereits vom Planer eine entsprechende Leitungsführung vorzusehen.

4.13.2 Gasleitungen

Gasleitungen sind nach TRGI mit Luft oder einem inertem Gas wie z. B. Stickstoff, Kohlendioxid (nicht Sauerstoff) o. Ä. abzudrücken. Vorprüfung, Hauptprüfung und die erforderliche Anzeigenauigkeit der Messgeräte sind im Abschnitt 7 der TRGI eindeutig festgelegt. Die ZVSHK-Betriebsanleitung Gasinstallationen enthält ein Formular eines Druckprobenprotokolls. Die Inbetriebnahme ist in der TRGI, Abschnitt 8, geregelt.

4.13.3 Heizungsleitungen

Heizungsleitungen sind nach VOB Teil C und DIN 18380 mit dem 1,3-fachen des Gesamtdruckes der Anlage, mindestens aber 1 bar Überdruck zu prüfen. Möglichst unmittelbar nach der Kaltwasserdruckprüfung ist durch Aufheizen auf die höchste der Berechnung zugrunde gelegten Heizwassertemperatur zu prüfen, ob die Anlage auch bei Höchsttemperatur dicht bleibt.

4.13.4 Ölleitungen

Heizölleitungen müssen nach DIN 4755-2, Ziffer 4.1, 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.

4.13.5 Flüssiggas

Druckprüfungen für Flüssiggas-Rohrleitungen sind nach TRF Band 1 Abschnitt 9.4.2.1 „Druckprüfung mit Luft oder Stickstoff“ und dem 1,1-fachen des zulässigen Betriebsüberdruckes, mindestens aber mit 1 bar, unter Einbeziehung der Ausrüstungsteile durchzuführen.

4.14 Übergabe, Betriebsanleitungen

Im Rahmen der werkvertraglichen ordnungsgemäßen Erstellung einer Gas- oder Wasserinstallation bedarf es zur Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik auch der Erfüllung der Forderungen der DIN 18381 (VOB Teil C). Diese DIN fordert, dass Unterlagen, wie z. B. Protokolle und Anleitungen mitgeliefert werden und dass das Bedienungs- und Wartungspersonal eingewiesen wird.

In Teil 8 der DIN 1988 „Betrieb der Anlage“ wird ausführlich dargestellt, wie Betriebssicherheit, Funktionsfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit einer ordnungsgemäß erstellten Trinkwasser-Installation auf Dauer aufrechterhalten werden können.

Die ZVSHK-Betriebsanleitungen für Gas- und Trinkwasseranlagen, die zum Abnahmezeitpunkt an den Bauherren übergeben werden, enthalten jeweils ein Inbetriebnahme-, Einweisungs- und Druckprobenprotokoll, sowie Hinweise für den Betreiber und Instandhaltungsmaßnahmen und einen Inspektions- und Wartungsplan.

Neben den Betriebsanleitungen sollten dem Betreiber Wartungsverträge für die Trinkwasser- und Gasanlagen bei der Übergabe der Anlage angeboten werden. Hierfür stellt der ZVSHK seinen Mitgliedsbetrieben Formularemuster von Wartungsverträgen mit allen wesentlichen Teilen dieser Anlage zur Verfügung. Ein Schema für die Vorgehensweise bei Druckprüfung, Spülen, Übergabe und Inbetriebnahme gibt Tabelle 16.

5. Literatur, Normen und Regelwerke

[1] B. Winkler: Korrosion und Korrosionsschäden an Kupfer und Kupferwerkstoffen. Deutsches Kupferinstitut-Sonderdruck s. 177

DIN EN 723 Kupfer und Kupferlegierungen – Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs auf der Innenoberfläche von Kupferrohren oder Fittings durch Verbrennen (1996–10)

DIN EN 737-3 Rohrleitungssysteme für medizinische Gase – Teil 3: Rohrleitungen für medizinische Druckgase und Vakuum (enthält Änderung A1:1999) (2000–01)

DIN EN 793 Besondere Anforderungen für die Sicherheit von medizinischen Versorgungseinheiten (1998–07)

DIN EN 805 Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden (2000–03)

DIN 1053-1 Mauerwerk – Teil 1: Berechnung und Ausführung (1996–11)

DIN 1053-3 Mauerwerk; Bewehrtes Mauerwerk; Berechnung und Ausführung (1990–02)

DIN EN 1044 Hartlötten – Lötzusätze (1999–07)

DIN EN 1045 Hartlötten – Flussmittel zum Hartlötten – Einleitung und technische Lieferbedingungen (1997–08)

DIN EN 1057 Installationsrohre aus Kupfer, nahtlosgezogen (1996–05)

DIN EN 1254-1 Kupfer- und Kupferlegierungen; Fittings; Teil 1: Kapillarlöt-fittings für Kupferrohre (Weich- und Hartlötten) (1998–03)

DIN EN 1254-2 Kupfer- und Kupferlegierungen; Fittings; Teil 2: Klemmverbindungen für Kupferrohre (1998–03)

DIN EN 1254-4 Kupfer- und Kupferlegierungen; Fittings; Teil 4: Fittings zum Verbinden anderer Ausführungen von Rohrenden mit Kapillarlötverbindungen oder Klemmverbindungen (1998–03)

DIN 1733-1 Schweißzusätze für Kupfer und Kupferlegierungen. Zusammensetzung, Verwendung und Technische Lieferbedingungen (1988–06)

DIN EN 1982 Kupfer und Kupferlegierungen – Blockmetalle und Gussstücke (1998–12)

DIN 1988-1 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Allgemeines; Technische Regel des DVGW (1998–12)

DIN 1988-2 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW (1998–12)

DIN 1988-2 Beibl. 1 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Zusammenstellung von Normen und anderen Technischen Regeln über Werkstoffe, Bauteile und Apparate, Technische Regel des DVGW (1998–12)

DIN 1988-3 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW (1998–12)

DIN 1988-4 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte, Technische Regel des DVGW (1998–12)

DIN 1988-5 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Druckerhöhung und Druckminderung, Technische Regel des DVGW (1998–12)

DIN 1988-6 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Feuerlösch- und Brandschutzanlagen, Technische Regel des DVGW (2002–05)

DIN 1988-7 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Vermeidung von Korrosionsschäden und Steinbildung, Technische Regel des DVGW (1998–12)

DIN 1988-8 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Betrieb der Anlagen, Technische Regel des DVGW (1998–12)

DIN 1989-1 Regenwassernutzungsanlagen; Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung (2002–04)

DIN 2000 Zentrale Trinkwasserversorgung Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser. Planung, Bau und Betrieb der Anlagen (2000–10)

DIN 2001 Eigen- und Einzeltrinkwasserversorgung. Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser. Planung, Bau und Betrieb der Anlagen (1983–02)

DIN 2403 Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff (1984–03)

DIN 2607 Rohrbogen aus Kupfer zum Einschweißen (2002–05)

DIN ISO 228-1 Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen, Teil 1: Maße, Toleranzen und Bezeichnung (2001–04)

DIN 2999-1 Whitworth-Rohrgewinde für Gewinderohre und Fittings; Zylindrisches Innengewinde und kegeliges Außengewinde; Gewindemaße (1983–07)

DIN 2999-2 Whitworth-Rohrgewinde für Gewinderohre und Fittings; Zylindrisches Innengewinde und kegeliges Außengewinde; Lehrensystern und Handhabung der Lehren (1973–08)

DIN 3387-1 Lösbare Rohrverbindungen für metallene Gasleitungen; Glatrohrverbindungen (1991–01)

DIN 3389 Einbaufertige Isolierstücke für Hausanschlussleitungen in der Gas- und Wasserversorgung; Anforderungen und Prüfungen (1984–08)

DIN 4046 Wasserversorgung; Begriffe. Technische Regel des DVGW (1983–09)

DIN 4102-2 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen (1977–09)

DIN 4102-11 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Rohrummantelungen, Rohrabschottungen, Installations-schächte und -kanäle sowie Abschlüsse ihrer Revisionsöffnungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen (1985–12)

DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau (mehrere Teilnormen)

DIN 4109 Schallschutz im Hochbau (mehrere Teilnormen)

DIN 4708-1 Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Begriffe und Berechnungsgrundlagen (1994–04)

DIN 4755-2 Ölfeuerungsanlagen. Heizöl-Versorgung, Heizölversorgungsanlagen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung (1984–02)

DIN 8552-3 Schweißnahtvorbereitung; Fugenformen an Kupfer und Kupferlegierungen; Gasschmelzschweißen und Schutzgasschweißen (1982–07)

DIN EN ISO 9606-3 Prüfung von Schweißern; Schmelzschweißen; Teil 3: Kupfer und Kupferlegierungen (1999–06)

DIN EN 10204 Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen (enthält Änderung A1:1995) (1995–08)

DIN EN 12056-4 Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden. Teil 4: Abwasserhebeanlagen, Planung und Berechnung (2001–01)

DIN EN 12164 Kupfer und Kupferlegierungen; Stangen für die spanende Bearbeitung (2000-09)
DIN EN 12168 Kupfer und Kupferlegierungen – Hohlstangen für die spanende Bearbeitung (2000-09)
DIN EN ISO 12944 Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teile 1-8 (1998-07)
DIN EN 13348 Kupfer und Kupferlegierungen – Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für medizinische Gase und Vakuum (2001-11)
DIN V 17900 (Vornorm) Kupfer und Kupferlegierungen – Übersicht über Zusammensetzungen und Produkte (1999-03)
DIN 18 560-1 Estriche im Bauwesen; Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfung (1992-05)
DIN 18 560-2 Estriche im Bauwesen; Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche) (1992-05)
DIN 19630 Richtlinien für den Bau von Wasserrohrleitungen; Technische Regel des DVGW (1982-08)
DIN 19632 Mechanisch wirkende Filter in der Trinkwasser-Installation; Anforderungen, Prüfungen; Technische Regel des DVGW (1987-04)
DIN EN 29453 Weichlote; Chemische Zusammensetzung und Lieferformen (1994-02)
DIN EN 29454-1 Flussmittel zum Weichlöten; Einteilung und Anforderungen; Teil 1: Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung (1994-02)
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 (2000-12)
DIN 50929-1 Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Allgemeines (1985-09)
DIN 50929-2 Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Installationsteile innerhalb von Gebäuden (1985-09)

DIN 50929-3 Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern (1985-09)
DIN 50930-3 Korrosion der Metalle; Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wasser; Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit feuerverzinkter Eisenwerkstoffe (1993-02)
DIN 50930-5 Korrosion der Metalle; Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wasser; Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit von Kupfer und Kupferlegierungen (1993-02)
DIN 50930-6 Korrosion der Metalle; Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wasser; Beeinflussung der Trinkwasserbeschaffenheit (2001-08)
ISO 7-1 Rohrgewinde für im Gewinde dichtende Verbindungen. Teil 1: Masse, Toleranzen und Berechnungen (1994-05)
ISO 7-2 Rohrgewinde für im Gewinde dichtende Verbindungen. Teil 2: Prüfung mittels Grenzlehren (2000-09)
ISO 7396-1 Rohrleitungssysteme für medizinische Gase – Teil 1: Rohrleitungen für medizinische Druckgase und Vakuum (2002-09)

DVGW-Regelwerk

TRGI Technische Regeln für Gasinstallationen (1986/96)
GW 2 Verbinden von Kupferrohren für die Gas- und Wasserinstallation innerhalb von Grundstücken und Gebäuden (2002-06)
GW 6 Kapillarlöt fittings aus Rotguss und Übergangsfittings aus Kupfer und Rotguss; Anforderungen und Prüfbestimmungen (1996-01)
GW 7 Flussmittel zum Löten von Kupferrohren für Gas- und Wasser-Installationen; Anforderungen und Prüfungsbestimmungen für die Eignungsprüfung (1992-09)
GW 8 Kapillarlöt fittings aus Kupferrohren; Anforderungen und Prüfbestimmungen (1996-01)

GW 392 Nahtlosgezogene Rohre aus Kupfer für Gas- und Trinkwasser-Installationen und nahtlosgezogene, innenverzinnete Rohre aus Kupfer für Trinkwasser-Installationen; Anforderungen und Prüfungen (2002-06)
W 534 Rohrverbinder und Rohrverbindungen (1995-09)
W 551 Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums (1993-03)
W 552 Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Sanierung und Betrieb (1996-04)
W 553 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen (1998-12)
G 459-1 Gas- und Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 4 bar; Planung und Errichtung (1998-07)
G 461-2 Errichtung von Gasleitungen mit Betriebsdrücken von mehr als 4 bar bis 16 bar aus Druckrohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen (1981-11)
VP 614 Unlösbare Rohrverbindungen für metallene Gasleitungen; Pressverbinder (2001-10)

Andere

RAL-RG 641/1 Güte- und Prüfbestimmungen (Gütebedingungen) für das Gütezeichen „Kupferrohr/RAL“ der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. (1998-06)
RAL-RG 641/2 Güte- und Prüfbestimmungen (Gütebedingungen) für Hartlote und Hartlotflussmittel in Erweiterung des Gütezeichens „Kupferrohr/RAL“ der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. (1993-07)
RAL-RG 641/3 Güte- und Prüfbestimmungen (Gütebedingungen) für Weichlote, Weichlotflussmittel und Weichlotpasten in Erweiterung des Gütezeichens „Kupferrohr“ der Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. (1994-01)
RAL-RG 641/4 Gütegesicherung Kupferrohr – Erweiterung auf Kapillarlöt fittings aus Kupferrohren – Güte- und Prüfbestimmungen (1994-01)
AD-Merkblatt B0 Berechnung von Druckbehältern (1995-01)
AD-Merkblatt B1 Zylinder und Kugelschalen unter innerem Überdruck (1986-06)

AD-Merkblatt W 6/2 Werkstoffe für Druckbehälter – Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen (1988-05)

DVS-Merkblatt 1903 Teil 1, Lötten in der Hausinstallation; Kupfer; Anforderungen an Betrieb und Personal (2002-10)

DVS-Merkblatt 1903 Teil 2, Lötten in der Hausinstallation; Kupfer; Rohre und Fittings; Lötverfahren; Befund von Löt-nähten (2002-10)

TRbF 50 Technische Regeln für brenn-bare Flüssigkeiten; Rohrleitungen (2002-6)

TRF Technische Regeln für Flüssiggas (1996)

UVV VGB 15 Unfallverhütungs-Vorschrift; Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren (1993-01)

VDI 2035-2 Vermeidung von Schäden in Warmwasserheizanlagen – Wasserseitige Korrosion (1998-09)

VdTÜV-Werkstoffblatt 410
Installationsrohre, nahtlosgezogen aus Cu-DHP R290 (2001-03)

AVBWasV Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (1980-06)

TrinkwV 2001 Verordnung über die Qualität von Wasser für den mensch-lichen Gebrauch (2001-05)

VdS 2000 VdS Schadenverhütung, Richtlinien für den Brandschutz im Betrieb (2000-08)

ZVSHK Betriebsanleitungen „Trinkwas-ser-Installation **DIN 1988** (TRWI)“

ZVSHK Betriebsanleitungen „Gas-Installation **DVGW-TRGI 86/96**“

ZVSHK **Wartungsvertrag für Trinkwas-ser-, Entwässerungs- und Gasanlagen**

Anlage 1: Trinkwasseranlagen; Rohrlei-tungen und allgemeine Armaturen

Anlage 2: Trinkwasseranlagen; Beson-dere Armaturen und Apparate

Anlage 3: Entwässerungsanlagen, Schmutzwasser

Anlage 4: Entwässerungsanlagen Regenwasser

Anlage 5: Gasanlagen; Rohrleitungen und Armaturen

Anlage 6: Störungsbeseitigung zwischen zwei Wartungen

ZVSHK Merkblatt „Durchführung einer Druckprüfung mit Druckluft oder inerten Gasen für Trinkwasser-Installationen nach **DIN 1988** (TRWI)“ (1995-01)

ZVSHK Merkblatt „Hinweise zur Durch-führung von Spülverfahren für Trink-wasser-Installationen, die nach TRWI DIN 1988 erstellt sind“ (1993-03)

Index

A

Abmessungen 4
Abwasserentsorgung 13, 16
Abzweige 13
Anforderungen an Kupferrohre 3
anodischer Schutz 30
Anschlussgröße 5
Ausglühen 13
Aushalsen 13
Außenleitungen 24

B

Befestigung 28, 29
Betriebsdruck 14, 15, 20
Betriebstemperatur 15, 16
Betriebswässer 18
Biegen von Kupferrohren 10
Bögen zum Einschweißen 5
Brandschutz 26, 29
Brunnenwasser 17

C

Cu-DHP 3, 19

D

Dämmstoffe 25
Dehnungselemente 27
Dichtigkeitsprüfung 31
DIN 50930-6 17
Drosselarmatur 22
Druckbehälter 20
Druckluft 21
Druckluftanlagen 13
Druckprüfung 11, 19, 31, 32
DVGW-Prüfzeichen 3

E

Einsatzbereiche 17
Einschweißbogen 6, 7
Einstecktiefe 5, 15
entgraten 11
Enthärtung 17
Entlüftung 32
Erdgas 20
erdverlegte Trinkwasserleitungen 23, 24

F

Festpunkte 7, 27, 28
Filter 22, 31
Flächenheizungen 18, 28
Flanschverbindungen 7
Fließgeschwindigkeiten 22
Fließregel 19, 30
Flüssiggas 12, 15, 20, 32
Flüssiggasinstallation, 20
Flüssiggasleitungen 23, 24
Flussmittel 8, 9, 12
Förderhöhe 22
Fußboden- und Wandheizungen 18

G

Gas- und Wasserinstallation 13
Gasinstallation 15, 20
Gasleitungen 22, 23, 24, 26, 28, 32
Gasversorgungsanlagen 12
gedämmte Kupferrohre 29
Glattrohrverbinder 7
Gleitführung 28
Gussasphalt 29
Gütegemeinschaft Kupferrohr e.V. 4
Gütezeichen 3, 4

H

Hartlote 9
Hartlöten 12, 19, 21
Hartlötverbot 9, 14
Heizölleitungen 19
Heizungsanlagen 31
Heizungsinstallation 15, 18
Heizungsleitungen 19, 32
Heizungssysteme 13

I

Inbetriebnahme 32
Isolierstücke 24

K

kalibrieren 11, 14
Kaltwasserleitungen 25
Kaltwasserleitungsanlagen 30
Kapillarlöttechnik 11
kathodischer Korrosionsschutz 25
Kennzeichnung 3, 7, 21
Klemmringverschraubungen 5, 6, 7, 13, 19
Kompensatoren 27
Kontaktkorrosion 30
Körperschall 25
Korrosionsschutz 20, 23, 24, 31
Kühldecken 18
Kühlwasser 15

L

Längendehnung 27
Legionellen 18
lösbare Verbindungen 7
Lote 8
Lötspalt 11

M

Maßtoleranzen 11
Messing 17, 21
MIG-Schweißen 13
Mitteldruck 20
Muffen 13

N

Nennweite 18
Niederdruck 20

O

Ölinstallationen 15
Ölleitungen 12, 13, 23, 24, 32
Opferanoden 30

P

pH-Wert 17
Potenzialausgleich 24
Pressen 19
Pressfittings 6

R

RAL 3, 4
Randdämmstreifen 29
Reduzierungen 14
Regenwasserinstallationen 15
Regenwassernutzungsanlagen 13, 18
Rohrabschneider 11
Rohrabschottungen 26
Rohrleitungen 20
Rotguss 5, 12, 17, 21

S

Schallschutz 25, 29
Schmelztemperaturen 8
Schneidringverschraubungen 13, 19
Schutzgaslöten 21
Schweißfittings 7
Schweißverbindungen 13
Schwerkraftbremsen 30
Schwitzwasser 22
Schwitzwasserschutz 24
Solaranlagen 12, 13, 15, 19
Spülen 12, 19, 31, 32
Stagnation 22, 32
Stahl 18, 30
Stützhülsen 7, 12, 13

T

Tauwasserbildung 25
technische Gase 21
TOC-Wert 17
Trinkwasser- Erwärmungsanlagen 18
Trinkwasser- Installation 8, 12, 13, 14, 15, 17, 22
Trinkwassererwärmer 30
Trinkwasserleitungen 31
Trittschall 25
Trittschalldämmung 29

U

Übergangsfittings 5
ummantelte Kupferrohre 23, 25
Umwälzpumpen 22
Unfallverhütungsvorschriften 26
Unter- Putz- Verlegung 24, 26, 29

V

Verlegung im Mauerwerk 29
Vorfertigung 30
Vorwandinstallation 29

W

Wärmedehnung 27
Wärmeleitfähigkeit 25
Wärmeschutz 25, 29
Wärmeverluste 25
Warmwasserleitungen 25
Wartungsverträge 32
Weichglühen 15
Weichlote 8
Weichlöten 12, 19, 20
Weichlotpaste 9, 12
WIG-Schweißen 13

Z

Zirkulation 30
Zirkulationsleitungen 22, 25
Zirkulationssysteme 18

**Auskunfts- und Beratungsstelle
für die Verwendung von
Kupfer und Kupferlegierungen**

Am Bonneshof 5
40474 Düsseldorf
Telefon: (0211) 4 79 63 00
Telefax: (0211) 4 79 63 10
info@kupferinstitut.de

www.kupferinstitut.de

┌

┐

└

┘