



Deutsches
Kupferinstitut
Copper Alliance

Die fachgerechte Kupferrohr-Installation

Lehrerbegleitheft

Vorwort

Herausgeber:

Deutsches Kupferinstitut

Heinrichstraße 24
40239 Düsseldorf
Telefon: 0211 239469-0
Telefax: 0211 239469-10
info@copperalliance.de
www.kupferinstitut.de

Überarbeitete Auflage 2019

Bildnachweis:

Deutsches Kupferinstitut

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

Wir danken der ICA (International Copper Association, New York) und der Gütegemeinschaft Kupferrohre e. V., Düsseldorf, für die besondere Unterstützung bei der Herausgabe dieser Broschüre.

Umschlaggestaltung:

dws Werbeagentur GmbH
Philosophenweg 31-33
47051 Duisburg
Telefon: 0203 31800-0
Telefax: 0203 31800-27
www.dws.de
mail@dws.de
© 2019

Das Deutsche Kupferinstitut hat sich im Rahmen seiner vielfältigen Aufgaben zum Ziel gesetzt, auf dem Gebiet der Nachwuchsförderung den neuesten Stand des Wissens über die Verarbeitung und Verlegung von Kupfer-Installations-systemen zu vermitteln.

Mit dem 1975 erstmalig aufgelegten Lernprogramm „Die fachgerechte Kupferrohrinstallation“ gab das Deutsche Kupferinstitut eine zielgruppenorientierte und moderne Ausbildungshilfe speziell für Lernende im Gas- und Wasserinstallateurhandwerk und im Zentralheizungs- und Lüftungsbauerhandwerk heraus.

Nach über 25jährigem Einsatz mit einer Reihe von zwischenzeitlichen Überarbeitungen erscheint das Lernprogramm „Die fachgerechte Kupferrohrinstallation“ mit einem komplett neuen und modernen Gesicht. Alle bewährten Inhalte wurden übernommen und dem neuesten Stand technischer Regelwerke, DIN- und EN-Normen folgend überarbeitet. Das Lernprogramm behandelt den aktuellen Stand der Verarbeitungstechnik wie z. B. das Biegen von halbharten Kupferrohren und alle neuen Verbindungstechniken.

Basierend auf den Ergebnissen einer Umfrage unter Ausbildern und Berufsschullehrern erscheint das Lernprogramm jetzt im Format DIN A4. Das Konzept eines separaten Lösungs- und Lehrerbegleitheftes wurde beibehalten. Mit dem DIN A4-Format konnte eine deutlich erhöhte Übersichtlichkeit erreicht werden.

Das Lernprogramm unterstützt die berufliche Erstausbildung in Theorie und Praxis sowie die berufliche Weiterbildung. Es ist ein bewährtes Mittel zur Prüfungsvorbereitung. Die klare Struktur ermöglicht allen Lernenden einen persönlichen Lernfortschritt. Unser Lernprogramm möchte zur Vergrößerung der Ausbildungsvielfalt beitragen und eine Hilfe beim individuellen Lernen zu Hause sein.

Wir wünschen allen, die mit dem Lernprogramm arbeiten, ein erfolgreiches Lernen. Wir sind dankbar für alle Hinweise aus der Arbeit mit dem Lernprogramm, die es uns ermöglichen, dieses auch in Zukunft den Anforderungen an den modernen Unterricht optimal anzupassen.

Düsseldorf, im August 2019

**Deutsches Kupferinstitut
Berufsverband e.V.**

Inhalt

Strukturelle und didaktische Bemerkungen

6

1. Grundlagen

7

- 1.1 Versuch zur Wärmeleitung
- 1.2 Demonstrationsversuch Biegen von weichem Kupferrohr

2. Trennen und Biegen

8

- 2.1 Trennübung mit dem Rohrabschneider und Kalibrieren
- 2.2 Biegen von Kupferrohr
- 2.3 Maßgerechtes Biegen
- 2.4 Warmbiegen mit Sandfüllung
- 2.5 Anfertigen eines Rohrbogens nach Skizze

3. Verbindungstechniken

9

- 3.1 Demonstrationsversuch Kapillarwirkung
- 3.2 Weichlöten mit Fittings
- 3.3 Hartlöten mit Fittings
- 3.4 Herstellen einer Rohrmuffe
- 3.5 Herstellen eines Abzweiges, Aushalsübungen

4. Verlegetechnik

10

- 4.1 Versuch zur Schallübertragung
- 4.2 Versuch zur Wärmedehnung 1
- 4.3 Versuch zur Wärmedehnung 2
- 4.4 Versuch zur Wärmedehnung 3

Abschlusstest

Lösungsblatt

Richtige Lösungen

Strukturelle und didaktische Bemerkungen

Das Lernprogramm „Die fachgerechte Kupferrohrinstallation“ gliedert sich inhaltlich in vier Kapitel und didaktisch in zwei strukturbestimmende Teile. Jeder fachlichen Darstellung folgt ein umfangreicher Fragenkatalog.

Die vier Kapitel ergeben sich aus der Sachlogik der Rohrver-
arbeitung, wobei die Auftrennung der normgerechten Struktur der Fertigungstechnik folgt.

Das neue Lernprogramm bietet mehrere Informationsebenen. Wichtige Merksätze sind rot hervorgehoben. Mit dem neu eingeführten Hintergrundwissen (Symbol Lupe) werden insbesondere lernstarke Schüler angesprochen, ohne dass weniger starke Schüler behindert werden, da das Hintergrundwissen nicht Bestandteil der Aufgaben ist. Abgerundet wird das neue Lernprogramm mit einem etwas anspruchsvolleren Abschnitt über die Solartechnik, die zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Der Lernvorgang besteht zu Beginn im Aufnehmen und Verarbeiten von Informationen und schließt mit der Bearbeitung der Kontrollfragen ab. Die Kontrollfragen beziehen sich auf die wichtigen Informationen, strukturieren Inhalte und sind so formuliert, dass Antworten technologischen Entscheidungen folgen und nicht aus der Sprachlogik heraus getroffen werden müssen. Die Bearbeitung der Fragen ermöglicht eine sichere Informationsverarbeitung und Lernerfolgskontrolle.

Der Lernende wird mit einem größeren Textteil konfrontiert. Daraus resultiert ein intensiver Auseinandersetzungsprozess. Die Textmenge und -struktur ergibt sich aus in der Praxis üblichen Handlungs- und Serviceanleitungen. Mit dem abschließenden Teil kann der Lernerfolg insgesamt überprüft werden.

Einsatz des Lernprogramms

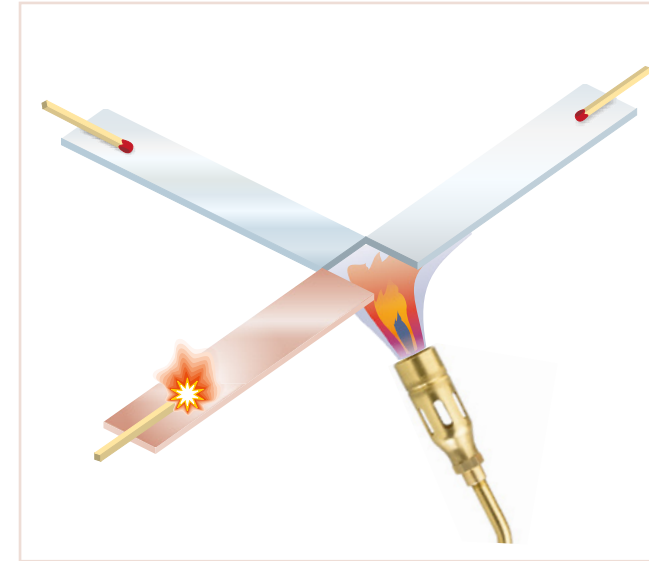
Die Texte sind so angelegt, dass die Broschüre zum individuellen Lernen allein oder in einer Lerngruppe genutzt werden kann. Außerdem ist der Einsatz in Unterrichtsprojekten als Informationsquelle möglich. Das Bild- und Zeichnungsmaterial stellt den Praxisbezug her und veranschaulicht komplexe Inhalte. Das neue Lernprogramm bietet bewusst Freiraum für persönliche Notizen des Lernenden.

In diesem Lehrerbegleitheft werden einige Gestaltungsempfehlungen für den konkreten Unterrichtseinsatz gegeben. Neben der Vorstellung von begleitenden Experimenten finden sich Anregungen für komplexere Lernarrangements, die in der Broschüre selbst nicht eingebaut werden konnten, weil schwerpunktmäßig das individuelle Lernen angeregt werden soll. Die folgenden Übungen und Experimente sollen als Anregungen verstanden werden. Lehrer und Lernende sind aufgerufen, die Übungen und Experimente für die jeweilige Lernsituation oder Lerngruppe aufzubereiten. Ergänzende und weiterführende Vorschläge zur Verbesserung und Erweiterung werden vom Herausgeber gerne entgegengenommen.

1. Grundlagen

1.1 Versuch zur Wärmeleitung

Drei Metallstreifen, je einer aus Aluminium, Eisen und Kupfer gleicher Abmessung und Form (ca. 110 x 20 mm, Dicke \leq 1 mm), werden sternförmig mit je einem Ende über einen Bunsenbrenner angebracht. An das äußere Ende eines jeden Metallstreifens wird ein Streichholz gelegt. Das Streichholz, das auf dem Kupferstreifen liegt, entzündet sich als erstes.



1.2 Demonstrationsversuch Biegen von weichem Kupferrohr

Ein Stück weiches Kupferrohr (Durchmesser 15 mm oder 12 mm) wird um 180° gebogen.

Man lässt einen Lernenden versuchen, es zurückzubiegen. Ergebnis: Das Rohr biegt sich mehr neben dem Bogen; es kostet erhebliche Kraft, den Bogen wieder zu begradigen. Ergebnis des Versuchs: Das Kupfer wird durch Biegen hart.

2. Trennen und Biegen

2.1 Trennübung mit dem Rohrschneider und Kalibrieren

- a) Das Trennen mit dem Rohrschneider, das Entgraten und das Kalibrieren werden in kleinen Gruppen geübt. Die Lernenden diskutieren die Arbeitsschrittfolge, die Art und Ausbildung der Grate und die Formkorrektur durch das Kalibrieren.
- b) Die Lernenden trennen Rohr mit dem Rohrschneider und erproben die Folgen einer zu großen Zustellkraft. Sie kontrollieren den Innengrat und bewerten die Querschnittsverengung, auch am Übergang vom Rohr zur Muffe.

2.2 Biegen von Kupferrohr

Im Mittelpunkt des Experiments steht das Biegen von Kupferrohr. Zu Beginn werden die Einflussgrößen auf die Verfahren „Biegen von Hand“ und „Biegen mit Bieegerät“ in einer Übersicht gesammelt.

- *Biegeradius*
- *Biegekraft*
- *Verformungen*
- *Material*
- *Werkzeug*
- *Biegefehler*

Die Lernenden biegen weiches und halbhartes Kupferrohr gleicher Dimension mit und ohne Bieegerät. Dabei unterschreiten sie auch einmal den zulässigen Biegeradius beim Biegen von Hand. Das Biegeverhalten und das Arbeitsergebnis wird diskutiert.

2.3 Maßgerechtes Biegen

Vor der Übung werden die Dimensionen und die Biegeradien der kaltbiegbaren Rohre wiederholend erarbeitet. Das Bieegerät wird vorbereitet. Ein halbhartes Kupferrohr lässt man mit dem passenden Biegesegment biegen (z. B. Durchmesser 15 mm, Stichmaß 300 mm).

Experimentierschwerpunkte sind:

- *Biegeradius am Bieegerät und am Bogen bestimmen*
- *Formeln zur Bestimmung der gestreckten Länge erproben und auf Genauigkeit prüfen*

2.4 Warmbiegen mit Sandfüllung

Auf die Unfallgefahr bei Verwendung feuchten Sandes als Füllmittel hinweisen! Die Aufgabenstellung mit Außen-durchmesser, Stichmaß und Biegeradius wird vorgegeben (z. B. Außendurchmesser 42 mm, Stichmaß 600 mm, Biegeradius 252 mm).

Folgende Arbeitsschritte werden von den Auszubildenden benannt und ausgeführt:

- *Stichmaß und Anwärmlänge anzeichnen*
- *Rohr mit Sand füllen und Enden verschließen*
- *Rohr erwärmen*
- *Biegen*
- *Kontrollieren*

2.5 Anfertigen eines Rohrbogens nach Skizze

Für diese Übung muss als Vorbereitung zunächst die Berechnung der gestreckten Länge erklärt werden. Dieser Berechnungsgang ist nicht Bestandteil des Lernprogramms.

Übung:

Es ist die gestreckte Länge zu berechnen und eine Arbeitsplanung anzufertigen.

Der Rohrbogen sollte so geplant sein, dass man die Arbeitsschritte am Bieegerät genau festlegen muss. Die gestreckte Länge wird mit der ausführlichen und vereinfachten Formel berechnet und auf Genauigkeit geprüft. Bei Abweichungen ist eine Fehleranalyse anzufertigen.

3. Verbindungstechniken

3.1 Demonstrationsversuch Kapillarwirkung

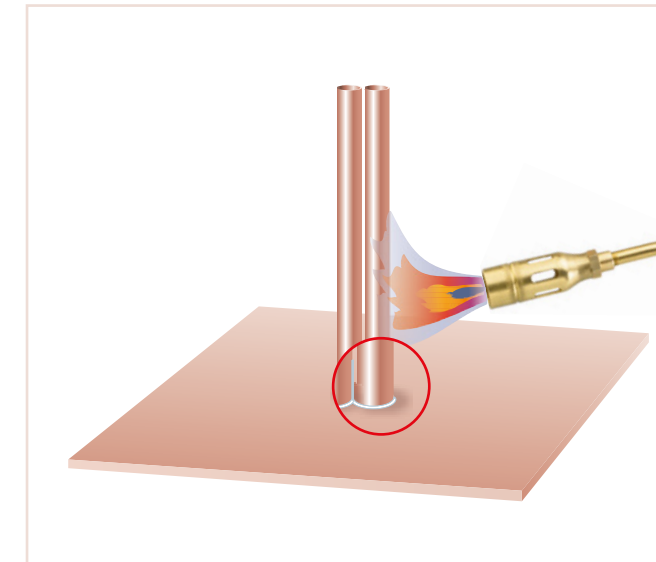
Zwei Glasscheiben werden in ein Gefäß mit gefärbtem Wasser getaucht. Dann werden die Glasscheiben dicht aneinandergedrückt, so dass ein enger Spalt entsteht. Das Wasser steigt zwischen den Scheiben auf.

Hauptversuch:

Zwei kurze, gereinigte und mit Flussmittel versehene Kupferrohrabschnitte (12 x 1 mm, 20 mm lang) werden so auf ein ebenfalls gereinigtes Kupferblech gestellt, dass sich die Röhrchen berühren. In eines der Röhrchen wird ein Weichlotabschnitt (ca. 3 mm Durchmesser und 8 mm lang) eingelegt. Beim Erwärmen des Bleches und der Röhrchen kann man beobachten, wie durch die Kapillarwirkung das Lot die Röhrchen miteinander und mit dem Blech verbindet.

Ergänzungsversuch:

Versuch ohne Flussmittel durchführen



Beobachtbare Effekte:

- *Kapillarwirkung*
- *Lot fließt nicht in das Rohrlinnere*

Variante:

Die Lernenden fertigen in kleinen Gruppen zwei Weichlötverbindungen, wobei bei einer Verbindung das Lot nach oben und bei der anderen das Lot nach unten fließen soll. Anschließend wird die Lötstelle aufgeschnitten und die Verteilung des Lotes kontrolliert.

3.3 Hartlöten mit Fittings

Hart- und weichgelötete Verbindungen sollen verglichen werden. Dazu fertigen die Lernenden in kleinen Gruppen eine hart- und eine weichgelötete Verbindung an und vergleichen die Verfahren nach folgenden Gesichtspunkten:

- *Werkzeug*
- *Arbeitstemperatur*
- *Flussmittel*
- *Auftragen des Lotes*
- *Festigkeit der Lötstelle*
- *Materialveränderungen*
- *Löten ohne Fittings*

3.4 Herstellen einer Rohrmuffe

Das Herstellen einer Rohrmuffe mit einer Muffenzange zeigen und üben lassen. Halbharte Rohre weichglühen. Auf die Einstecktiefe hinweisen. Die Schüler überprüfen, ob die in der Tabelle des Lernprogramms angegebenen Einstecktiefen für das Weichlöten (nach GW 2) bei Verwendung der Werkzeugaufsätze eingehalten werden. Muffen sowohl weich- als auch hartlöten. Weichlötgebot und Verbot des Weichglühens bis einschließlich 28 mm in Trinkwasserinstallationen thematisieren.

3.2 Weichlöten mit Fittings

Die Arbeitsschritte werden zunächst vorgemacht. Die Auszubildenden in Gruppen zu je zwei Personen aufteilen. Der eine Lernende beobachtet, ob der andere die Übung nach dem im Lernprogramm angegebenen Arbeitsablauf durchführt. Nachdem der zweite Lernende die Übung ausgeführt hat, zerlegt der erste Auszubildende die Lötstelle in zwei Halbschalen, schlägt jede Halbschale mit dem Hammer vorsichtig flach, so dass die Lötverbindung sich löst, und kontrolliert, ob die Lötflächen vollkommen benetzt wurden.

3.5 Herstellen eines Abzweiges, Aushalsübungen

Auf die Aushalshöhe (3 x s) hinweisen. Den Arbeitsablauf zum Aushalsen zeigen und die Schüler selbst nachmachen lassen. Da bei dieser Übung das Hartlöten wiederholt werden kann, können die Schüler einer Klasse in mehrere Gruppen aufgeteilt werden, die das Hartlöten, das Herstellen einer Rohrmuffe und das Herstellen eines Rohrabzweiges üben. Dabei übernimmt der Lehrer besonders die Kontrolle der Gruppe, die das Herstellen eines Abzweiges durchführt, da das die schwierigste Aufgabe ist. Bei den anderen Gruppen kontrolliert er gelegentlich die Arbeitsergebnisse.

4. Verlegetechnik

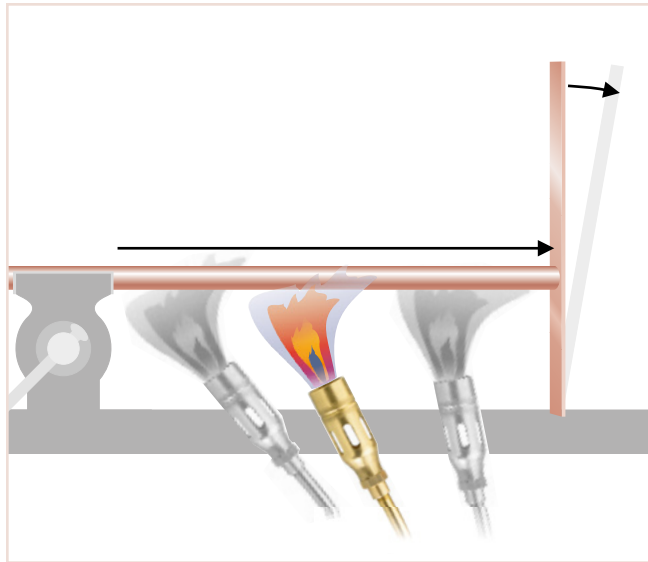
4.1 Versuch zur Schallübertragung

Ein beliebter Versuch zur Schallübertragung ist die Spieluhr, die zunächst in der Luft gehalten und danach auf dem Tisch stehend bedient wird.

Die Auszubildenden erlernen die Begriffe Luft- und Körperschall und Schallbrücke. Auf die Bedeutung der Vermeidung von Schallbrücken in der Praxis wird hingewiesen.

4.2 Versuch zur Wärmedehnung 1

Ein Kupferrohr von ca. 1 m Länge wird an einem Ende in einen Schraubstock eingespannt. Gegen das freie Ende wird senkrecht eine Blechplatte gestellt. Am unteren Ende der Platte wird ein Widerlager angeordnet. Das Rohr wird mit dem Bunsenbrenner hin- und herpendelnd erwärmt. Es dehnt sich aus und stößt die Platte um.



4.3 Versuch zur Wärmedehnung 2

Baustellenrallye

Es wird eine Baustelle besichtigt, auf der die Verlegeprinzipien gut erkennbar sind. Die Lernenden erhalten die Aufgabe, Wärmehdehnungsmöglichkeiten zu suchen und zu dokumentieren. Darüber hinaus kann der Auftrag erteilt werden, die ausreichende Dehnungsmöglichkeit rechnerisch nachzuprüfen.

4.4 Versuch zur Wärmedehnung 3

Sofern in der Werkstatt ausreichender Platz und ein Warmwasseranschluss vorhanden ist, entwickeln die Lernenden folgendes Experiment:

Eine gerade Rohrstrecke von 5 (oder 10) Metern wird gefügt und mit einem Schlauchanschluss versehen.

Das Rohr wird nun einerseits fest eingespannt und auf der anderen Seite mit einer Messuhr verbunden, so dass die Längenänderung bei der Durchleitung von Warmwasser erfassbar wird.

Folgende Anforderungen können durch die Lernenden erfüllt werden:

- Suche nach geeigneten Aufhängungen
- Herstellung von Verbindungen
- Wassersparen beim Durchleiten von Warmwasser
- Temperaturmessung
- Messen der Längenänderung
- Rechnerische Überprüfung des Längenausdehnungskoeffizienten

Zusammenbau von Kupfer und Stahl

Zu diesem Thema lassen sich keine einfachen Versuche durchführen. Um die Hintergründe möglicher Korrosionserscheinungen zu klären, ist die Kenntnis komplizierter chemisch-physikalischer Zusammenhänge Voraussetzung, was vom Auszubildenden nicht erwartet werden kann.

Projektexperiment Verteilerfertigung

Nach einer Skizze sind unter Anwendung der Verbindungsverfahren Weichlöten mit Brenner, Weichlöten mit Widerstandslötgerät, Pressen und Klemmen verschiedene Verteiler anzufertigen. Bei der Dimensionierung ist die Z-Maß-Methode zu berücksichtigen.

Es ist ein Vergleich unter Beachtung folgender Schwerpunkte anzufertigen:

- Kosten für Material und Arbeitszeit
- Arbeits- und Brandschutzaspekte
- Werkzeugvergleich
- Energieaufwand
- Druckbeständigkeit
- Einsatzgrenzen

Abschlusstest

Lesen sie zunächst das Beispiel durch und beachten Sie, wie die Antwort auf dem Lösungsblatt eingetragen ist.

Beispiel

Welche Kennzeichnungen müssen Kupferrohre nach DIN EN 1057 aufweisen?

- A Die Maße für Außendurchmesser und Wanddicke
- B Das Herstellungsverfahren
- C Die Festigkeitseigenschaften
- D Herstellerzeichen
- E Normbezeichnung

Lösen Sie jetzt entsprechend die Aufgaben 1–20. Es können mehrere der vorgegebenen Antworten richtig sein.

1. Kreuzen Sie die Einsatzgebiete des Kupferrohrs in der Installation an:

- A Elektroinstallation
- B Gas- und Flüssiggasinstallation
- C Rohrpostinstallation
- D Installation für kaltes Trinkwasser
- E Installation für erwärmtes Trinkwasser
- F Abwasserinstallation
- G Heizölinstallation
- H Heizungsinstallation
- I Druckluft
- J Solartechnik

2. Kreuzen Sie die drei Haupteigenschaften des Kupfers an, die für die Installation wichtig sind:

- A Kupfer ist ein guter elektrischer Leiter
- B Kupfer ist ein festes, aber gut formbares Metall
- C Kupfer ist ein Metall mit einer hohen Lebensdauer
- D Kupfer ist ein guter Wärmeleiter
- E Kupfer ist ein nicht magnetisierbares Metall

3. Welche der folgenden Kupferlegierungen wird für Fittings verwendet?

- A Rotguss
- B Bronze
- C Kupfer-Aluminium-Legierung
- D Tombak (hoch kupferhaltiges Messing)

4. Welches ist die richtige Arbeitsfolge beim Trennen mit dem Rohrabscneider?

- A Anreißen, Rohrabscneider fest anziehen, drehen
- B Rohrabscneider drehen, festziehen, drehen, anreißen
- C Anreißen, Rohrabscneider ansetzen, anziehen, drehen, nachstellen, drehen usw.

5. Welche der folgenden Sätze sind richtig?

- A Kalibrieren heißt: Wiederherstellen der Maßhaltigkeit.
- B Nach dem Entgraten kalibriert man zuerst mit dem Dorn, dann mit dem Ring.
- C Die Reihenfolge beim Kalibrieren ist beliebig.
- D Vor dem Kalibrieren braucht man nicht zu entgraten.

6. Welche der folgenden Sätze sind richtig?

- A Halbharte Kupferrohre kann man kalt von Hand biegen (Biegeradius soll größer als $4 d_a$ sein).
- B Weiche Kupferrohre kann man kalt von Hand biegen (Biegeradius soll größer als $6 d_a$ sein).
- C Weiche Kupferrohre kann man kalt mit einem Gerät biegen (Biegeradius ca. $3 d_a$).
- D Weiche Kupferrohre kann man nicht von Hand biegen.

Abschlusstest

7. Welches ist die richtige Arbeitsfolge beim Warmbiegen?

- A Stichmaß und Anwärmelänge anzeichnen, trockenen Sand einfüllen, auf Dunkelrotglut erwärmen, biegen und kontrollieren, Sand entfernen.
- B Stichmaß und Anwärmelänge anzeichnen, erwärmen, biegen und kontrollieren.
- C Sand einfüllen, anwärmen, biegen, Sand entfernen, kontrollieren.
- D Stichmaß und Anwärmelänge anzeichnen, biegen und kontrollieren, trockenen Sand einfüllen, anwärmen (Dunkelrotglut), Sand entfernen.

8. Welches sind richtige Arbeitsgänge beim Weichlöten?

- A Nur das Rohrende mit Flussmittel bestreichen.
- B Nur das Rohrende blank machen.
- C Die Lötstelle gerade so erwärmen, dass das Lot ohne direkte Flammeneinwirkung aufschmilzt.
- D Das Lot in der Flamme langsam abschmelzen.
- E Die Lötstelle so erhitzen, dass das Lot sofort abtropft.
- F Weiches Kupferrohr wird vor dem Weichlöten kalibriert.

9. Welches ist die richtige Reihenfolge beim Weichlöten?

- A Lötstelle säubern, Rohr kalibrieren, Rohrende mit Flussmittel bestreichen.
- B Rohrende und Fittingsmuffe blank machen, Flussmittel auf das Rohrende streichen, Fittings aufschieben und erwärmen. Lot ohne direkte Flammeneinwirkung aufschmelzen.
- C Rohr in Fitting einschieben, Flussmittel auftragen, erwärmen, Lot bei abgewendeter Flamme abschmelzen.
- D Lot abschmelzen, Flussmittel auftragen, Fitting aufschieben, säubern.

10. Welches Flussmittel wird zum Hartlöten benutzt?

- A Typ 3.1.1
- B Typ 3.1.2
- C FH 10
- D Typ 2.1.2.

11. In welchen Anwendungsfällen muss hartgelötet werden?

- A Stadtgasinstallation
- B Installation für erwärmtes Trinkwasser
- C Flüssiggasinstallation
- D Heizungsinstallation mit mehr als 110°C Vorlauftemperatur

12. Welche der folgenden Sätze sind richtig?

- A Alle Hartlote werden ohne Flussmittel verwendet.
- B Beim Hartlöten wird das Lot im Flammenschleier abgeschmolzen.
- C Beim Hartlöten ist die Arbeitstemperatur höher als beim Weichlöten.
- D Es gibt Hartlote (CP 105, CP 203), für die man bei der Werkstoffpaarung Kupfer/Kupfer kein Flussmittel braucht.

13. Welche der folgenden Lote sind Weichlote?

- A CP 105
- B 402
- C 702
- D L-Ag2P

14. Welche Besonderheiten gelten für das Schweißen von Kupferrohr?

- A T- und Schrägabgänge sind mit Fittings herzustellen
- B Es braucht kein Flussmittel verwendet werden.
- C Wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit von Kupfer muss man größere Brenner als für Stahl verwenden.
- D Für das Schweißen von Gasrohren aus Kupfer muss man eine besondere Prüfung ablegen.

15. Welche Begriffe kennzeichnen eine direkte Berührung des blanken Kupferrohres mit dem Baukörper?

- A Festpunkt
- B Schallbrücke
- C Gleitführung
- D Wärmebrücke

16. Welches ist der richtige Grundsatz für die Verlegung von warmwasserführendem Kupferrohr?

- A Nach einer Dehnungsmöglichkeit kommt immer ein Fixpunkt.
- B Fixpunkte und Dehnungsmöglichkeiten müssen sich abwechseln.
- C Zwischen zwei Fixpunkten muss immer eine Dehnungsmöglichkeit angeordnet werden.

17. Welche Regeln gelten für die Verlegung von warmwasserführenden Stockwerksleitungen aus Kupfer?

- A Dehnungsmöglichkeiten dürfen nicht fest eingeputzt werden.
- B Es darf keine Dehnungsmöglichkeiten geben.
- C Die Dehnung kann von Abzweigen und Umlenkungen aufgenommen werden.
- D Die Befestigungen müssen einen ausreichenden Abstand von Umlenkungen und Abzweigen, welche die Dehnung aufnehmen, haben.

18. Welches sind Dehnungsmöglichkeiten für Steigleitungen?

- A Selbstgefertigter Dehnungsbogen
- B Abzweig
- C Metallbalgkompensator
- D T-Stück
- E Handelsüblicher Dehnungsbogen
- F Rohrbelüfter
- G Rohrschelle

19. Wie lautet die Fließregel für die Verbindung von Kupfer mit Stahl? (Nur im Trinkwasserbereich)

- A Kupfer in Fließrichtung nach Stahl
- B Stahl in Fließrichtung nach Kupfer

20. Welche Ausnahmen gibt es für die Fließregel bei Kupferrohr-Installationen?

- A Bei Warmwasserbereitern aus Stahl braucht man die Fließregel nicht zu beachten.
- B Bei Heizungsanlagen braucht man die Fließregel nicht einzuhalten.
- C Bei Warmwasserbereitern aus Edelstahl braucht man die Fließregel in Bezug auf den Speicher nicht zu beachten.

