

+ Werkstatt Montagepraxis

SANITÄR
HEIZUNG
LÜFTUNG
KLIMA
ELEKTRO

Produkte und Systemtechniken

September 1999

Dipl.-Ing. Manfred Lippe

Planung und Montage von Sanitär- und Heizungsanlagen

IMPRESSUM

Herausgeber und Verlag:
Heizungs-Journal
Verlags-GmbH
Postfach 370
D-71351 Winnenden
Telefon (07195) 928401
Fax (07195) 928411

Dipl.-Ing. Manfred Lippe
Consultant
Emil-Feinendegen-Straße 43
D-47809 Krefeld
Telefon (02151) 951766
Fax (02151) 951767
Daten (02151) 951768
E-Mail Manfred_Lippe@T-online.de

Dipl.-Ing. Manfred Lippe *)

Planung und Montage von Sanitär- und Heizungsanlagen

... mit Installationsrohren aus Kupfer

... unter Berücksichtigung des Brand-, Schall- und Wärmeschutzes

Die Einhaltung der Gesetze, Verordnungen, Regelwerke, DIN-Normen und der Technischen Richtlinien ist eine wesentliche Voraussetzung für die Realisierung eines mangelfreien Gebäudes.

Allein das verzweigte „Netzwerk“ der Technischen Gebäudeausrüstung stellt hohe Anforderungen an Planung,

Ausschreibung und Montage. Die Rohrleitungsanlagen müssen aufgrund der umfangreichen Einsatzbereiche und Durchflußmedien breite Anforderungsprofile abdecken.

Dazu addieren sich die Anforderungsprofile der Wand- und Deckendurchführungen im Bereich der Schnittstellen zur Gebäudekonstruktion.

Brandschutzanforderungen	= BauO + Verwaltungsvorschriften der Länder + DIN 4102
Schallschutzanforderungen	= DIN 4109 oder VDI 4100
Wärmeschutzanforderungen	= HeizAnIV oder DIN 1988
Rauchgasdichtheit	= Grundanforderung der BauO > keine Übertragung von Feuer und Rauch
Themische Beweglichkeit	= ohne Berücksichtigung der Wärmedehnung im Brandfall ist die Rauchgasdichtheit z. B. über 90 Minuten nicht möglich

Die Themische Beweglichkeit der Rohrleitungsanlagen in Verbindung mit der Rauchgas-

dichtheit sind wesentliche Anforderungen zur Erhaltung des Brandschutzes im Brandfall.

Definition des Brandschutzes nach den BauO der Länder

Bauliche Anlagen sowie andere Anlagen und Einrichtungen müssen unter Berücksichtigung insbesondere

- der Brennbarkeit der Baustoffe,
- der Feuerwiderstandsdauer der Bauteile, ausgedrückt in Feuerwiderstandsklassen,
- der Dichtheit der Verschlüsse von Öffnungen,
- der Anordnung von Rettungswegen

so beschaffen sein, daß der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

In den folgenden Ausführungen werden die Planungsschritte des Brand-, Schall- und Wärmeschutzes bei Leitungsanlagen dargestellt werden.

Tabelle 1 zeigt in einer Übersicht die wesentlichen Strukturen der Gebäudetypen/-klassen entsprechend den Bauordnungen der Länder. Aus der vereinfachten Darstellung kann erkannt werden, bei welchen Gebäuden, an welcher Stelle Brandschutzmaßnahmen im Bereich der Durchführungen berücksichtigt werden müssen.

Eine komplette Darstellung aller Varianten würde den Um-

fang dieses Fachbeitrages sprengen. Der Autor bietet Ihnen die Möglichkeit weitere Informationen/Fachaufsätze aus dem Internet im pdf-Format unter <http://www.LiComTec.de> herunterzuladen.

Bei Gebäuden besonderer Art und Nutzung werden die notwendigen Brandabschnitte in der genehmigten Bauzeichnung geregelt. Werden Leitungen durch diese raumabschließenden Decken oder Wände hindurchgeführt, müssen die im folgenden beschriebenen Maßnahmen der Wand- und Deckendurchführungen berücksichtigt werden.

Einsatzbereiche und Medien bei Rohrleitungsanlagen aus Kupferrohren




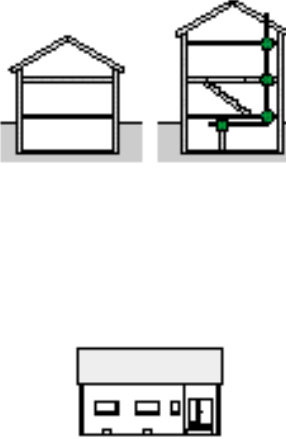
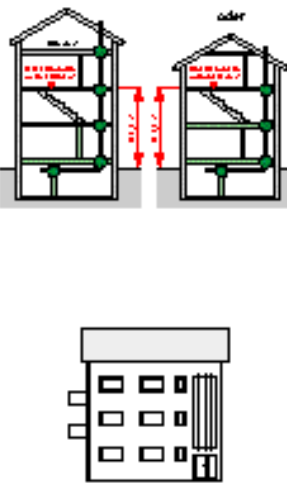
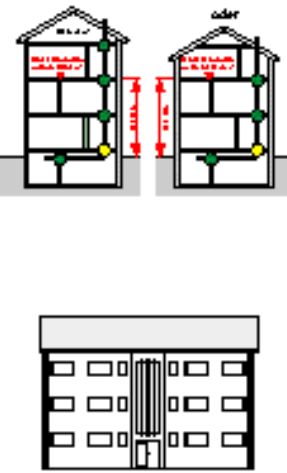
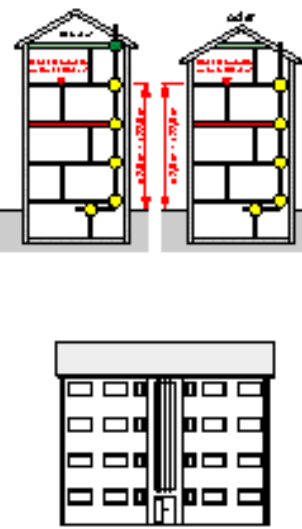




Lieferform Kupferrohr	Beschreibung	Baustoffklasse	Medium
 ①	Cu hart 1), 2), 3), 4), 5), 6) Cu halbhart 1), 2), 3), 4), 5), 6) Cu weich 1), 2)	A1 nichtbrennbar	1) Trinkwasser kalt 2) Trinkwasser warm 3) Heizung warm 4) Feuerlöschleitungen naß/trocken 5) Sprinkleranlagen 6) brennbare Gase/ Flüssigkeiten
 ②	Cu-Rohr 1), 4), 6) mit Stegmantel hart, halbhart, weich	E2 normal entflammbar wegen Stegmantel	
 ③	Cu-Rohr 2), 3) mit werksseitiger PUR-Wärmedämmung hart, halbhart	E2 normal entflammbar wegen Dämmung	

Tabelle 2: Anwendungsbereiche der Kupferrohre

Die vielseitigen Einsatzbereiche der Kupferrohre müssen mit den Anforderungen der Schnittstellen zum Bauwerk, z. B. Brand-, Schall- und Wärmeschutz, in Einklang gebracht werden.

*) Consultant Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung, 47809 Krefeld

			
<p>Gebäude-Typ: 1 Einfamilienhaus mit max. 1 Wohnung</p>	<p>Gebäude-Typ: 2 Gebäude geringer Höhe mit max. 2 Wohnungen</p>	<p>Gebäude-Typ: 3 Gebäude geringer Höhe</p>	<p>Gebäude-Typ: 4 Gebäude mittlerer Höhe</p>
<p>Wohnungsbau</p>	<p>≤ 7,0 m OKFFB</p> <p>Wohnungsbau</p>	<p>≤ 7,0 m OKFFB</p> <p>Wohnungsbau und sonstige; außer Gebäude besonderer Art und Nutzung</p>	<p>> 7,0 m bis 22,0 m OKFFB</p> <p>Wohnungsbau und sonstige; außer Gebäude besonderer Art und Nutzung</p>
<p>Abweichung Hessen: Gebäudeklasse A für Freistehende Wohngebäude bis 2 Wohneinheiten bis 2 Etagen</p>	<p>Abweichungen: In Baden-Württemberg wird die max. Höhe mit 8,0 m Fensterbrüstung angegeben (auch bei Gebäude-Typ 3 und 4 BW)</p> <p>Abweichung Hessen: Gebäudeklasse B für Wohngebäude bis 3 Wohneinheiten bis 5,85 m OKFFB</p>	<p>Abweichungen: Kellerdecke in Bayern, Baden-Württemberg, Hamburg und Hessen feuerhemmend</p> <p>Abweichung Hessen: Gebäudeklasse C für sonstige Gebäude bis 5,85 m OKFFB Gebäudeklasse D für Wohngebäude bis 6 WE bis 7,0 m OKFFB Gebäudeklasse E für sonstige Gebäude bis 7,0 m OKFFB</p>	<p>Abweichungen: In Berlin gilt: > 3 Vollgeschosse Trennwände F90 AB, (darunter F30 AB) > 5 Vollgeschosse Geschossdecken F90 AB (darunter F30 AB)</p> <p>Abweichung Hessen: Gebäudeklasse F für sonstige Gebäude 7,0 bis 14 m OKFFB Gebäudeklasse G für sonstige Gebäude 14 bis 22 m OKFFB</p>
<p>  Bauteileanforderung F30 AB feuerhemmend (in Hessen – Kellerdecken bei Gebäudeklasse D / E = F60 AB)  Bauteileanforderung F90 AB feuerbeständig  Anforderung an Rohrdurchführung = Schall- und Wärmeschutz  Anforderung an Rohrdurchführung = Brand-, Schall-, und Wärmeschutz </p>			

▲ Tabelle 1: Gebäudetypen / -klassen nach den BauO der Länder © ML 1999

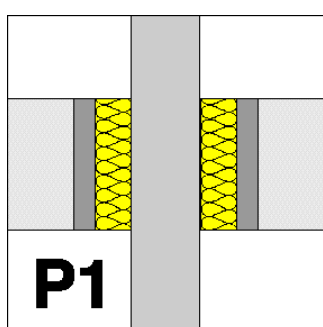
Fachgerechte Durchführung von Kupferrohren durch Wände und Decken

Brandschutz im Bereich der Rohrdurchführungen mit nicht-brennbaren Rohren ist gemäß DIN 4102 Teil 11 in allen Bundesländern baurechtlich eingeführt: siehe Listen der Technischen Baubestimmungen, Anlage 3.1/6 oder die entsprechenden Verwaltungsvorschriften (Niedersachsen und Bremen).

Anforderungen	Decken	Rohr-Typ/ Medium	Wände	Rohr-Typ/ Medium
● Schall- und Wärmeschutz	<p>mind. B2 ohne/ F30 Mörtel $d \leq 160 \text{ mm}$</p>	① 1) bis 5) ② 1) bis 5) ③ 2) bis 4)	<p>mind. B2 Mörtel $d \leq 160 \text{ mm}$ ohne/ F30 mind. B2</p>	① 1) bis 5) ② 1) bis 5) ③ 2) bis 4)
● Korrosionsschutz	<p>mind. B2 Rohr mit Stegmantel B2 ohne/ F30 Mörtel $d \leq 160 \text{ mm}$</p>	① 4) bis 6) ② 4) bis 6)	<p>mind. B2 Mörtel $d \leq 160 \text{ mm}$ ohne/ F30</p>	① 4) bis 6) ② 4) bis 6)
● Brand-, Schall- und Wärmeschutz R30 bis R90	<p>mind. B2 Mörtel F30 F60 F90 Steinwolle > 1000° C $d \leq 160 \text{ mm}$</p> <p>R30 feuerhemmend bei Flucht- und Rettungswegen R60 hochfeuerhemmend (relativ selten angewandt)</p>	① 1) bis 5) ② 1) bis 5) ③ 2) bis 4)	<p>Steinwolle > 1000° C F30 F60 Mörtel F90 mind. B2 $d \leq 160 \text{ mm}$</p> <p>Bei ② und ③ muß der Stegmantel bzw. die werksseitige Dämmung der Rohre im Bereich der Durchführungen entfernt werden</p>	① 1) bis 5) ② 1) bis 5) ③ 2) bis 4)
● Korrosions- und Brandschutz R30 bis R90	<p>z.B. Stegmantel Mörtel F30 F60 F90 Steinwolle > 1000° C $d \leq 160 \text{ mm}$</p> <p>Brennbare Korrosionsschutzbeschichtungen bis 0,5 mm Dicke dürfen durchgeführt werden</p>	① 4) bis 6) ② 4) bis 6)	<p>z.B. Korrosionsschutz brennbar $\leq 0,5 \text{ mm}$ F30 F60 Mörtel F90 Steinwolle > 1000° C $d \leq 160 \text{ mm}$</p> <p>Bei ② muß der Stegmantel im Bereich der Durchführungen entfernt werden</p>	① 4) bis 6) ② 4) bis 6)
	① Cu-Rohr blank ② Cu-Rohr mit Stegmantel ③ Cu-Rohr mit werksseitiger Wärmedämmung	1) Trinkwasser kalt 2) Trinkwasser warm 3) Heizung warm	4) Feuerlöschanlagen Nass/Trocken 5) Sprinkleranlagen 6) brennbare Gase/Flüssigkeiten	

Tabelle 3:
Wand- und Deckendurchführungen bei Leitungsanlagen aus Kupferrohren
© ML 1999

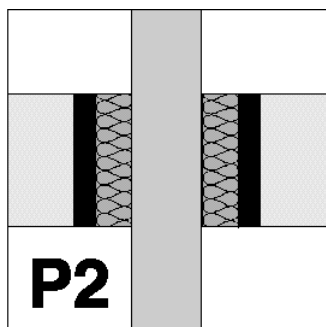
Beschreibung der Durchführungsbaustoffe und weiterführende Dämmungen



P1) Durchführungsdämmstoff mit folgenden Eigenschaften:

- Mineralfaser (Steinwolle) mit einer Schmelztemperatur >1000° C und einem Raumgewicht >90 kg/m³ zur Erreichung der Rauchgasdichtheit
- Körperschallentkopplung durch Vermeidung von Körperschallbrücken

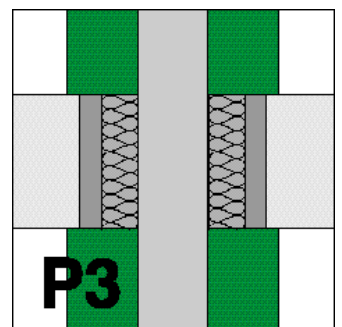
- Wärmeschutz für kaltgehende Leitungen nach DIN 1988
- Wärmeschutz für warmgehende Leitungen nach HeizAnIV mit mind. 50% Dämmdicke im Bereich der Durchführung (bei $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$) Hinweis: Umrechnung der Dämmdicke erforderlich, da Steinwolle ein $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ hat.
- Die Dämmlänge L entspricht der Wand- und Deckendicke
Geeignet sind: z.B. Rockwool Conlit 150P Schalen oder Missel Brandschutzdämmung aus Silikatgewebe (nichtbrennbar mit einer Schmelztemperatur >1000° C).



P2) Durchgehender Verschluss zwischen Durchführung und Bauteil mit Beton oder Mörtel

P3) Weiterführende Dämmung mindestens Baustoffklasse B2 bzw. die werksseitig aufgebraute Dämmung/Stegmantel:

- Wärmeschutz für kaltgehende Leitungen nach DIN 1988



- Wärmeschutz für warmgehende Leitungen nach HeizAnIV mit 100% Dämmdicke (bei $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$)
Im Bereich von Rettungswegen oder Bereichen in denen keine Brandlast vorhanden sein soll, wird die Verwendung von nicht-brennbaren Dämmstoffen empfohlen.

Angewandte Regelwerke für Durchführungen bei Leitungsanlagen aus Kupferrohren

Basis für Tabelle 3 und die Werkstoffbeschreibung ist die baurechtlich eingeführte DIN 4102 Teil 11 als Anlage 3.1/6 in den Listen der Technischen Baubestimmungen der Länder oder die entsprechenden Verwaltungsverfahren für Niedersachsen und Bremen gleichen Inhaltes. In Sachsen gilt DIN 4102 Teil 11, Anlage 3.1/106.

1. Rohrummantelungen und Rohrabschottungen nach Anlage 3.1/6

1.1 Nach §... (entsprechend der jeweiligen LBO) dürfen Leitungen durch Brandwände und Treppenraumwände sowie durch Wände und Decken, die feuerbeständig sein müssen, nur hindurchgeführt werden, wenn eine Übertragung von Feuer und Rauch nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind. Diese Vorkehrungen müssen die Anforderungen der Norm an die Feuerwiderstandsklasse R 90 erfüllen.

1.2 Eine Übertragung von Feuer und Rauch ist nicht zu befürchten, so daß Vorkehrungen hiergegen nicht getroffen werden brauchen, bei der Durchführung von Leitungen für Wasser und Abwasser aus nichtbrennbaren Rohren – mit Ausnahme von solchen aus Aluminium – wenn der Raum zwischen den Rohrleitungen und dem verbleibenden Öffnungsquerschnitt mit nichtbrennbaren, formbeständigen Baustoffen vollständig geschlossen wird, bei Bauteilen aus mineralischen Baustoffen mit z.B. Mörtel oder Beton; werden Mineralfasern hierzu verwendet, so müssen diese eine Schmelztemperatur von mind. 1000 °C aufweisen (vgl. DIN 4102 Teil 17, Ausgabe 1990).

Hinweis:

Aus Gründen des Schall- und Wärmeschutzes müssen Mineralfasern (Steinwolle) im Bereich der Durchführungen verwendet werden. Ein direktes Einmörteln ist nicht möglich.

2. Installationsschächte und -kanäle

2.1 Nach §... (entsprechend der jeweiligen LBO) sind Installationsschächte und -kanäle in Gebäuden, mit Ausnahme von Gebäuden geringer Höhe, sowie Installationsschächte und -kanäle, die Brandwände überbrücken, so herzustellen, daß Feuer und Rauch nicht in Treppenträume, andere Geschosse oder Brandabschnitte übertragen werden können. Hierzu müssen die Installationsschächte und -kanäle für die jeweilige Leitungsart die Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse I30, I60 oder I90 erfüllen.

Hinweis:

Auch in der Muster-Leitungs-Anlagen-Richtlinie MLAR Stand 12/98 (DIBt-Veröffentlichung vom 30. Juni 1999) ist diese Regelung enthalten.

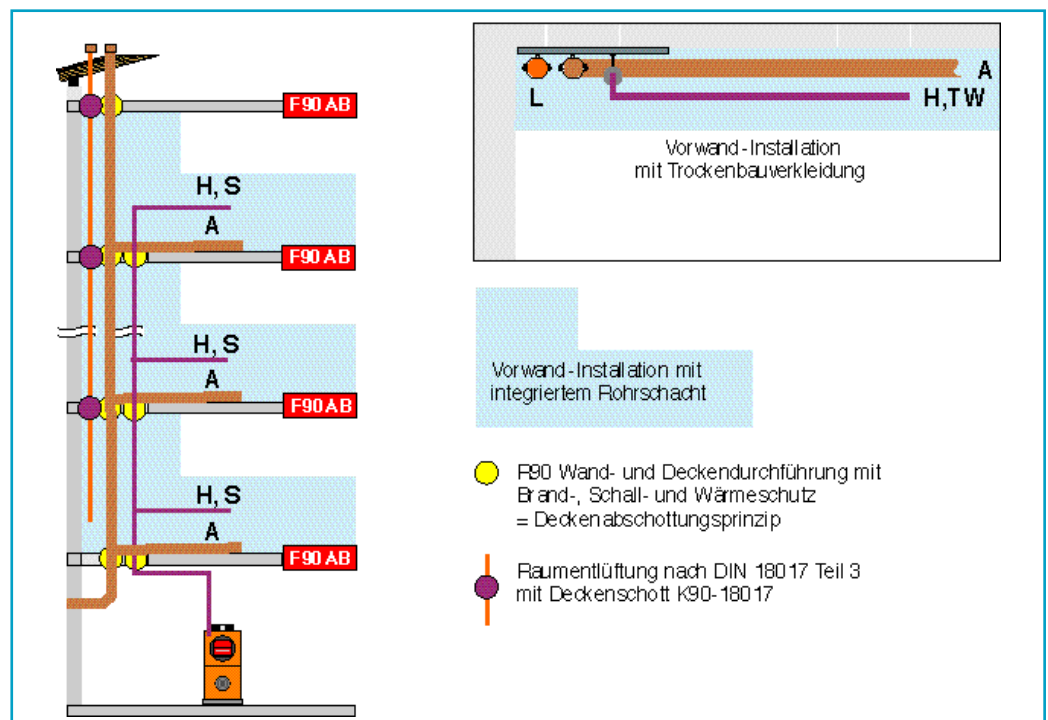
Der Abstand der Rohre zueinander ist noch nicht eindeutig geregelt. In der Praxis hat sich ein Abstand von 50 mm zwischen den Dämmstoffoberflächen (bei 50% Dämmstärke im Bereich der Durchführungen) als praktikabel herausgestellt. Bei diesem Maß ist eine 100%ig dichte Vermörtelung zwischen den Dämmstoffschalen möglich. Geringere Abstände sind nur zulässig, wenn die funktionale Brandschutzsicherheit über Allgemeine Bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (ABP) nachgewiesen wird.

Bis zur baurechtlichen Einführung der MLAR in den Bundesländern bleibt zu hoffen,

daß die Abstandregelung praxistgerecht geregelt wird. Das Maß in der Fassung 12/98 von 160 mm zwischen den Dämmstoffoberflächen ist nicht praxistgerecht und durch diverse Prüfzeugnisse sogar bei brennbaren Installationsrohren widerlegt.

Bei R90-Wanddurchführungen müssen die F90-Wände, gemäß MLAR Stand 12/98, eine Mindestdicke von 80 mm haben. Dementsprechend können bei nichtbrennbaren Rohren bis $d=160$ mm die Durchführungen auch durch F90-Metalldübelwände geführt werden. In der Praxis müssen „Kernbohrungen“ durch die Wände geführt werden. Die montierten Durchführungsschalen aus Steinwolle im Bereich der Wand stehen beidseitig 2-5 cm über. Nach der Montage werden die Durchführungsschalen mit der zugelassenen Spachtelmasse des Wandsystems beidseitig, in Dicke der Beplankungsplatten lunkerfrei eingespachtelt.

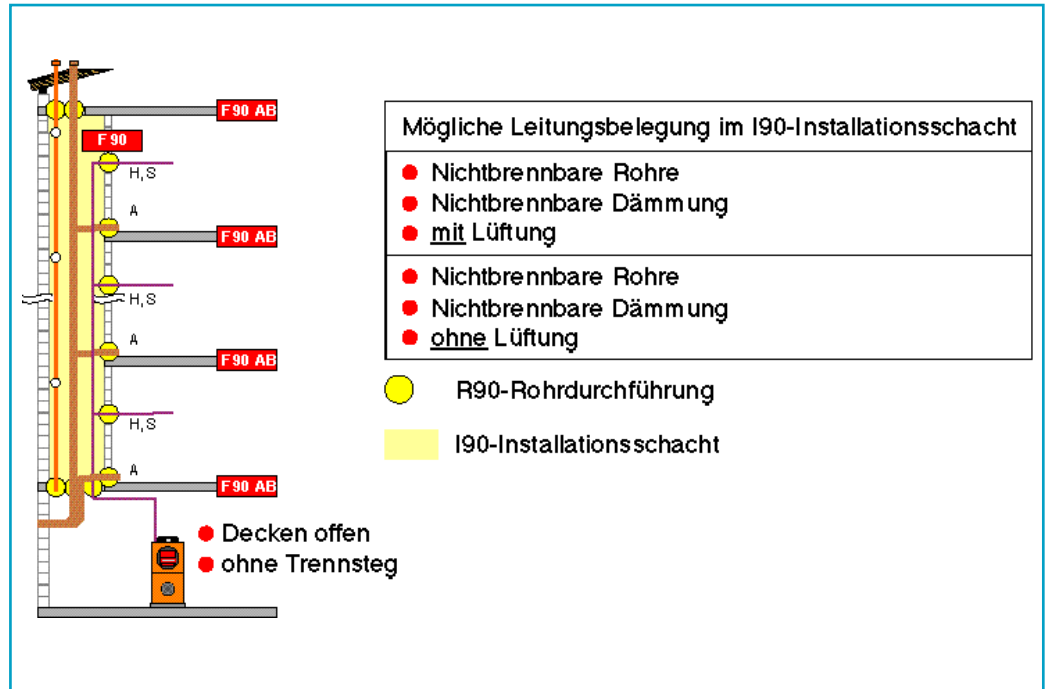
Rohrleitungsanlagen bei Vor- und Inwandinstallationen



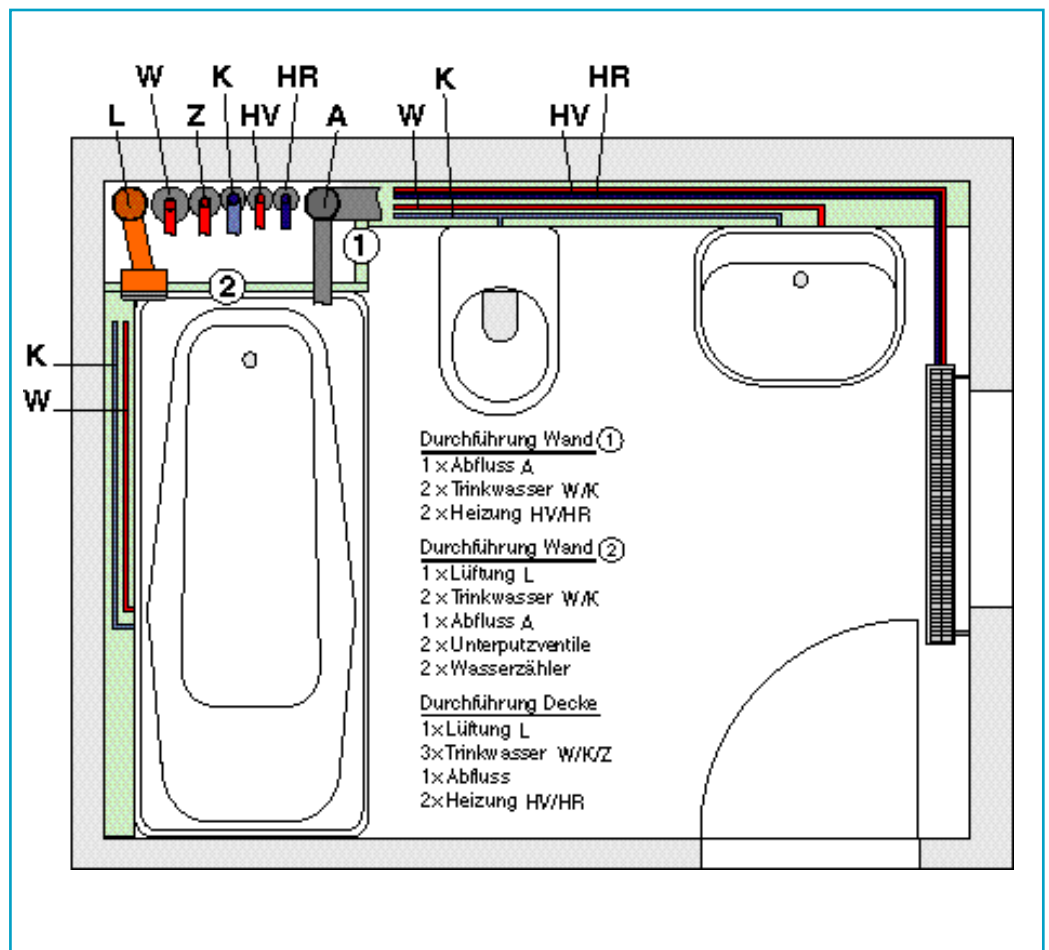
▲ Bild 1: Prinzipdarstellung Vor- und Inwandinstallationen, z.B. in Gebäuden mittlerer Höhe. In Bild 1 wird aufgezeigt, dass es bei Vor- und Inwandinstallationen mit integriertem „Rohrschacht“ vorteilhaft ist, alle Deckendurchführungen in R90-Qualität auszuführen (siehe Tabelle 3).

Bei Verwendung von nicht-brennbaren Installationsrohren, z. B. Kupfer, in Verbindung mit brennbaren oder nichtbrennbaren Dämmstoffen im Bereich der Vorwandinstallation, können Raumentlüftungsleitungen, -systeme nach DIN 18017 Teil 3 im gleichen Rohrschacht verlegt werden. Jeweils im Deckenbereich wird ein Deckenschott mit K90-18017 Zulassung in die Entlüftungsleitung aus Wickelfalzrohr (Stahl verzinkt) eingebaut. Das Deckenschott muss bei der Verwendung von brennbaren Dämmstoffen, anderen brennbaren Baustoffen oder Verlegung von Elektroleitungen innerhalb der Vor- oder Inwand eine entsprechende „K90-18017 Zulassung“ mit beliebiger Schachtbelegung (auch für brennbare Baustoffe) besitzen. In diesem Fall benötigen die Lüfter keine brandschutztechnischen Nachweise und können beliebig innerhalb der Vorwand / „Rohrschacht“ oder der Metallständerwand positioniert werden. Andere zugelassene Raumentlüftungssysteme können unter Beachtung der jeweiligen Prüfzeugnisse neben nichtbrennbaren Installationsrohren, z. B. Kupfer, problemlos montiert werden.

Bestehen für die Metallständerwand F90-Anforderungen, so müssen in jedem Fall die allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse und Zulassungen der Wandhersteller beachtet werden.



▲ Bild 2: Schematische Darstellung einer I90-Schachtinstallation mit nichtbrennbaren Installationsrohren, nichtbrennbaren Dämmstoffen und einer Raumentlüftung nach DIN 18017 Teil 3 © ML 1999



▲ Bild 3: Bad mit Schachtsituation

Auch bei dieser Installationsvariante (Bild 2) ist die Verlegung der Raumentlüftung nach DIN 18017 Teil 3 unproblematisch. Voraussetzung ist, daß keine wesentlichen brennbaren Baustoffe, z. B. Dämmung und Elektroleitungen, innerhalb des Schachtes angeordnet sind.

In dem Beispiel (Bild 2) werden die Lüfter mit brandschutztechnischen Anforderungen (L90)

in die F90-Schachtwand eingebaut und mit Stahlflex-Rohren an die Wickelfalzrohre (Stahl verzinkt) angeschlossen. Unterputzventile und Wasserzähler dürfen in der F90-Schachtwand nicht montiert werden, da fachgerechte F90-Durchführungen für UPV und Wasserzähler in der Praxis zu aufwendig sind. Vorzugsweise sind die Unterputzventile und Wasserzähler

außerhalb des I90-Installations-schachtes anzuordnen.

Vergleicht man die Schachtsituation nach Bild 1 = Deckenabschottungsprinzip mit Bild 2 = durchgehender I90-Installations-schacht, dann fällt sofort auf, daß z. B. im Wohnungsbau unter wirtschaftlichen Aspekten das Deckenabschottungsprinzip (Bild 1) sinnvoller ist.

Würde man die Beispiele A+B für die Bausituation nach Bild 3 wirtschaftlich durchrechnen, dann wird die Entscheidung zugunsten des Deckenabschottungsprinzip ausfallen. Als zusätzlicher Vorteil ist die Planungs- und Ausführungssicherheit, bedingt durch die Schnittstellen unterschiedlicher Gewerke, zu bewerten.

A) Anzahl der Durchführungen beim Deckenabschottungsprinzip

- 1x Raumentlüftung Wickelfalzrohr mit Deckenschott K90-18017 (Lüfter ohne Brandschutz + Aluflex-Rohr)
 - 1x Abwasser
 - 3x Trinkwasser
 - 2x Heizung
- Keine weiteren Brandschutzmaßnahmen im Bereich der Vorwandinstallation / „Rohrschacht“

B) Anzahl der Durchführungen beim durchgehenden I90-Installationsschacht

- 1x Lüfter mit brandschutztechnischen Eigenschaften (L90) in F90-Schachtwand eingebaut. Anschluß an Winkelfalzrohr mit Stahlflex
- 2x Abwasser (WC + Wanne)
- 4x Trinkwasser (WT + Wanne)
- 2x Heizung
- 2x Unterputzventile
- 2x Wasserzähler

Die Unterputzventile und Wasserzähler können bei Variante B) nur unter schwierigen Bedingungen montiert werden, da die F90-Qualität der Schachtwand inklusive der Durchführungen und Einbauten nicht herabgesetzt werden darf.

Zusammenfassung:

Die dargestellten Regelwerke und Beispiele zeigen auf, daß der Brand-, Schall- und Wärmeschutz bei Rohrleitungsanlagen aus Kupferrohren mit einfachen und preiswerten Maßnahmen wirtschaftlich zu realisieren ist.

Wesentlich dabei ist die richtige Auswahl des Installations-

prinzips, z.B. Deckenabschottungsprinzip oder I90 Schachtinstallation und der Dämmstoffe. Die Kombination mit Raumentlüftungs-Systemen unter Beachtung der Prüfzeugnisse und Zulassung ist problemlos möglich.

Die Ausführung der R90-Rohrdurchführungen mit Kup-

ferrohren (siehe Tabelle 3) ist bei allen Gebäudetypen einschließlich Gebäuden besonderer Art und Nutzung und industriellen Gebäuden identisch. Nur die Positionierung im Gebäude, an welcher Stelle, in welchem Baustoff, in welchem Bauteil, mit welcher Dimensionierung

(Schall-/Wärmeschutz) ist unterschiedlich.

Brand-, Schall- und Wärmeschutz muß nicht teuer sein, wenn man weiß, wie man es fachlich und unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten richtig macht.

Die Vorteile von Kupferrohren beim Brandschutz in Stichworten:

- **Breiter Einsatzbereich:** Trinkwasser- und Heizungsanlagen, Leitungsanlagen für brennbare Flüssigkeiten und Gase, Feuerlöschleitungen, Sprinkleranlagen, u.v.m.
- **Nichtbrennbar:** einfache Planung und Ausschreibung der Durchführungen, einfache und preiswerte Ausführung der Durchführungen, keine besonderen Prüfzeugnisse und Zulassungen erforderlich
- **Keine Brandlasten:** Verlegung im Bereich von Rettungswegen sind ohne Zusatzmaßnahmen möglich (die MLAR 12/98 geht von Brandlasten = Null aus, oder es sind Zusatzmaßnahmen erforderlich)
- **Schachtbelegung:** Bei Planung und Ausführung können Raumentlüftungsleitungen nach DIN 18017 Teil 3 ohne bauliche Zusatzmaßnahmen neben Kupferrohren verlegt werden, wenn keine weiteren brennbaren Baustoffe im Schacht montiert sind.

Weitere Informationen rund um Kupferrohre und Brandschutz erhalten Sie beim Informationsbüro Haustechnik, Telefon: 0800/1587337, Fax: 040/323311-16 oder im Internet unter: www.kupfer.de.