

Basiswissen Rohrleitungen in der Kältetechnik

Rohrleitungen sind ein wichtiger Bestandteil von Kälteanlagen. Eine falsche Auslegung und Ausführung der Kältemittelleitungen können zur fehlerhaften Funktion oder sogar zu Schäden in der Kälteanlage führen.

Man unterscheidet in der Kälteanlage im Wesentlichen vier verschiedene Arten von Rohrleitungen:

Bezeichnung	verbindet	Aggregatzustand	Temperatur	Länge
Saugleitung	Verdampfer – Verdichter	dampfförmig	kalt	lang
Druckleitung	Verdichter – Verflüssiger	dampfförmig	warm	kurz
Verflüssigerleitung	Verflüssiger – Sammler	flüssig	Umgebung	kurz
Flüssigkeitsleitung	Sammler – Verdampfer	flüssig	Umgebung / kalt	lang

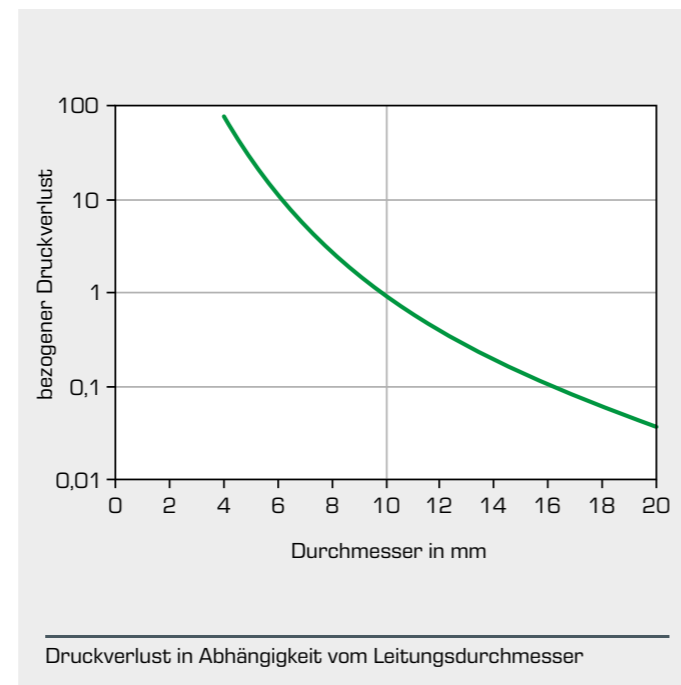
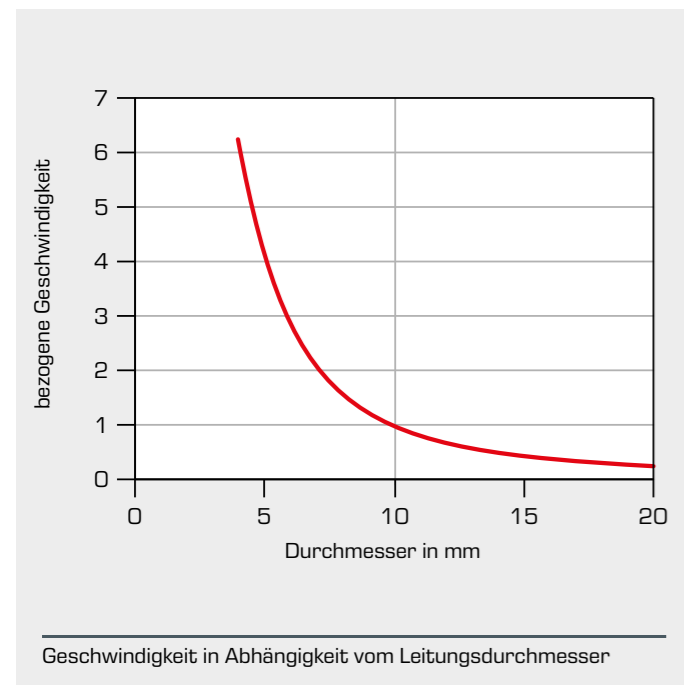
Die Eigenschaften der verschiedenen Rohrleitungsarten wirken sich unmittelbar auf die konstruktive Gestaltung aus. Bei langen Rohrleitungen ist besonders auf einen niedrigen Druckverlust zu achten. Bei Rohrleitungen mit dampfförmigem Kältemittel ist auf einen sicheren Öltransport zu achten.

Kalte oder warme Kältemittelleitungen sind mit einer Dämmung zu versehen, um Wärmeverluste oder Tauwasserbildung auf der Oberfläche zu verhindern.

Einfluss des Leitungsdurchmessers auf die Geschwindigkeit und den Druckverlust

Druckdifferenzen in den Kältemittelleitungen haben einen ungewollten Einfluss auf die Siedetemperatur des Kältemittels und damit auf die Funktion der Anlage. Druckdifferenzen können zum einen durch Höhenunterschiede in den Flüssigkeitsleitungen, zum anderen durch Druckverluste in den Rohrleitungen hervorgerufen werden. Es ist daher wichtig, die Rohrleitungen richtig zu dimensionieren.

Die beiden Diagramme zeigen den Einfluss des Durchmessers auf Geschwindigkeit und Druckverlust in der Leitung. Geschwindigkeit und Druckverlust sind auf einen Durchmesser von 10 mm bezogen. Zum Beispiel reduziert eine Vergrößerung des Durchmessers von 10 mm auf 16 mm die Geschwindigkeit um 60%. Andersherum hat eine Verkleinerung des Leitungsdurchmessers von 10 mm auf 6 mm eine Verzehnfachung des Druckverlustes zur Folge.



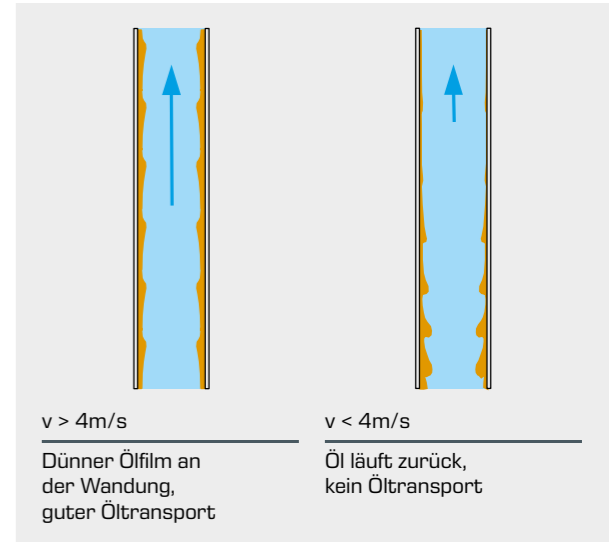
Öltransport in den Kältemittelleitungen

Bei Kältemittelverdichtern gelangt ein Teil des Schmieröls mit dem verdichteten Kältemitteldampf in die Anlage. Um einen Schmierölmangel im Verdichter zu vermeiden, muss dieses Schmieröl wieder in den Verdichter zurückgeführt werden und darf nicht in der Anlage verbleiben.

In Leitungen mit flüssigen Kältemittel ist dies kein Problem, da das Schmieröl im Kältemittel gelöst wird. Im Verdampfer dagegen bleibt das flüssige Schmieröl zurück und muss vom Kältemitteldampf an der Wandung der Saugleitung mitgeschleppt werden.

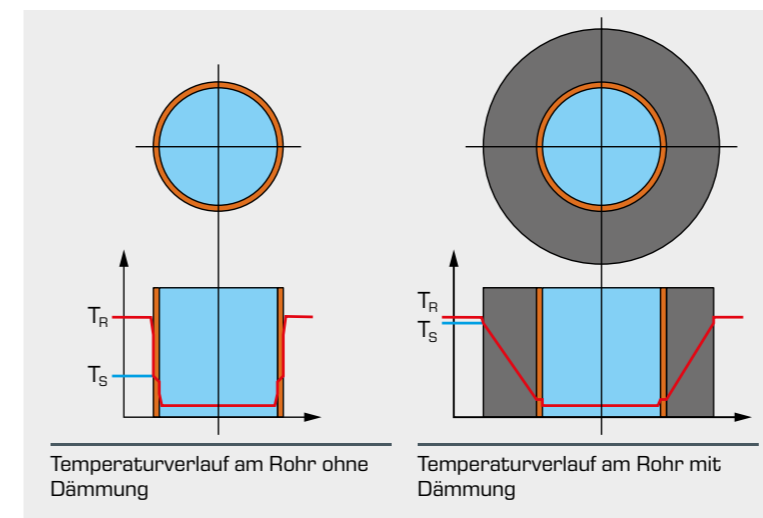
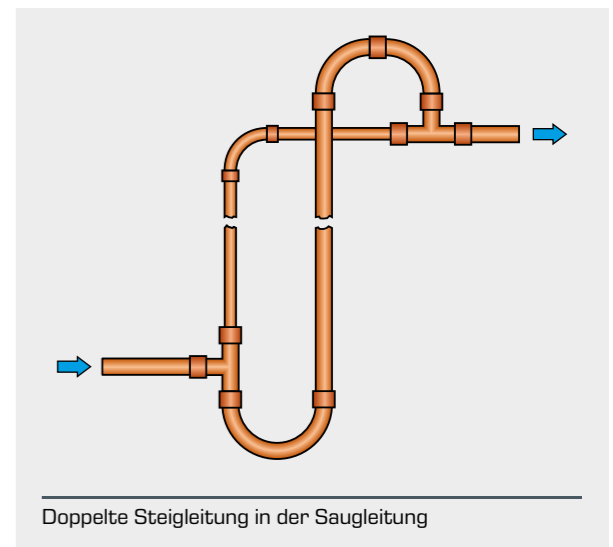
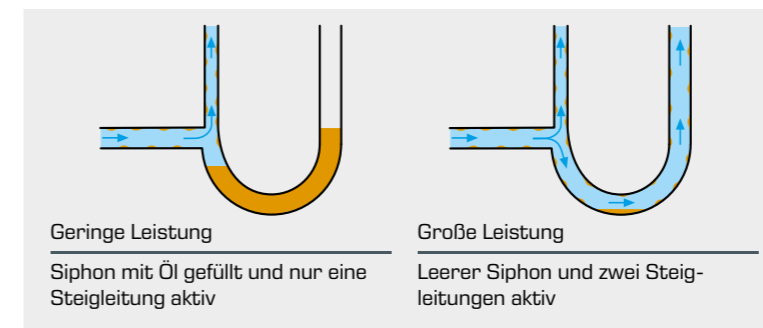
Besonders schwierig ist der Öltransport bei steigenden Saugleitungen. Hier ist eine Mindestgeschwindigkeit von etwa 4 m/s erforderlich, um das Öl in Richtung Verdichter zu transportieren.

Bei Saugleitungen ist daher ein Kompromiss zwischen geringen Druckverlusten und sicherem Öltransport zu finden. Es wird empfohlen, eine Geschwindigkeit von 4 m/s bei Teillast und 9 m/s bei Vollast einzuhalten.



Doppelsteigleitung für sicheren Öltransport bei kleiner Last

Bei geringer Last wird durch einen ölgefüllten Siphon eine Steigleitung verschlossen. Damit erhöht sich die Geschwindigkeit in der verbleibenden Leitung. Bei hoher Leistung wird der Siphon leergedrückt und die zweite Leitung aktiviert. Damit bleiben die Druckverluste bei hoher Leistung niedrig.



Dämmung der Leitungen

Die bei Kältemittelleitungen verwendeten metallischen Werkstoffe haben eine hohe Wärmeleitfähigkeit, so dass die Oberflächentemperatur T_s der Leitung etwa der Kältemitteltemperatur entspricht. Mit der umgebenden Luft (Temperatur T_R) kann somit viel Wärme übertragen werden.

Durch das Umhüllen der Leitung mit einer Dämmschicht wird die Oberflächentemperatur der Umgebung angepasst und der Wärmedurchgang reduziert.

Bei kalten Leitungen wird damit die Oberflächentemperatur T_s über der Taupunkttemperatur gehalten und ein Auskondensieren oder Ausfrieren der Luftfeuchtigkeit verhindert. Abtropfendes Tauwasser kann zu Feuchtigkeits- und Korrosionsschäden führen.

Basiswissen

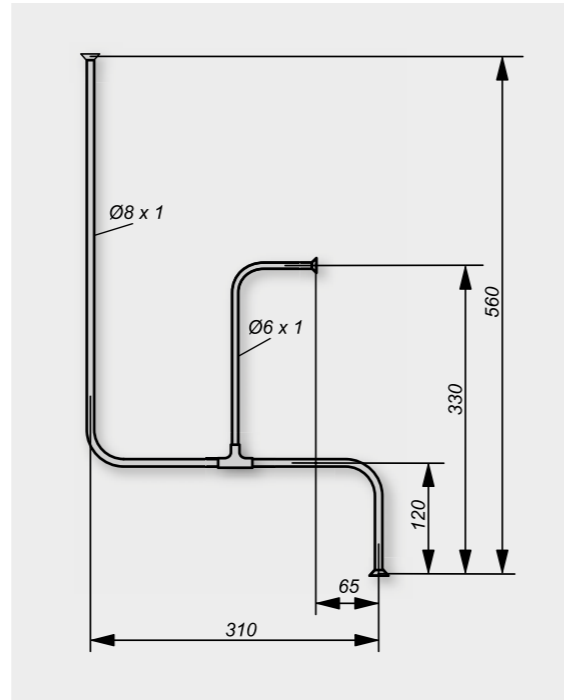
Rohrleitungen herstellen

Herstellen von Rohrleitungen

Bei Kälteanlagen mit FKW-Kältemittel werden die Kältemittelleitungen in der Regel aus Kupfer hergestellt. Kupfer ist ein ausgesprochen guter Tieftemperaturwerkstoff und daher besonders für Bauteile in Kälteanlagen geeignet. Kupfer weist bei abnehmender Temperatur steigende Festigkeit und Dehnung auf. Kupferrohre entsprechen den besonderen Reinheits- und Festigkeitsanforderungen in der Kältetechnik. Die Rohre sind, um Verschmutzung zu vermeiden, bis zum Gebrauch mit Plastikkappen verschlossen.

Das Herstellen einer Rohrleitung gliedert sich in mehrere Schritte:

- bestimmen der notwendigen Länge
- ablängen des Rohres und Vorbereiten der Schnittflächen
- biegen entsprechend der gewünschten Leitungsführung
- löten oder bördeln, um das Rohrleitungsstück mit anderen Rohrleitungsstücken oder mit Fittings zu verbinden



Skizze für eine Rohrleitung mit Lötfittingen, Rohrenden gebördelt

Ablängen des Rohres und Vorbereitung der Schnittflächen



Länge des Rohrabschnittes bestimmen. Hierbei Zuschläge für Biegungen und Bördel berücksichtigen. Absägen des Rohres.



Glattfeilen des Sägeschnittes, Schnittfläche muss rechtwinklig zur Rohrachse liegen



Innen entgraten



Außen entgraten

Biegen des Rohres



Einlegen des Rohres in die Biegevorrichtung



Auf gewünschten Winkel biegen

Hartlöten von Rohren und Fittings – nicht lösbare Verbindung



Erwärmen der Werkstücke bis zur Löthitze und Abschmelzen von Flussmittel und Lot. Lot füllt durch Kapillarwirkung den Lötspalt selbstständig aus.

Aufgrund der hohen Festigkeitsanforderungen werden Kupferrohre und Fittings hartgelötet. Beim Hartlöten werden die metallischen Werkstoffe mit Hilfe eines Zusatzwerkstoffes (Lot) verbunden. Der Schmelzpunkt des Hartlotes muss mindestens 450°C betragen. Die Werkstoffe werden nicht aufgeschmolzen.

Wichtig beim Hartlöten

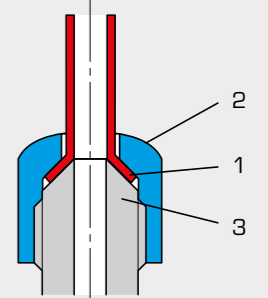
- metallisch reine Lötstelle
- passendes Lot mit richtigem Schmelzpunkt und Flussmittel
- korrekter Lötspalt zwischen 0,1 und 0,3 mm
- richtige Temperatur von Werkstück und Lot
- Formiergas (z. B. Stickstoff-Wasserstoff-Gemisch), um Zunderbildung im Rohrinernen zu vermeiden

Bördeln von Rohren – lösbare Verbindung



Bördeln des Rohres mit dem Bördelwerkzeug

Lösbare Verbindungen werden oft durch Bördelverbindungen hergestellt. Hierbei wird das Rohrende 1 kegelförmig aufgeweitet und mit einer Überwurfmutter 2 auf den Dichtkegel 3 des Fittings gepresst. Beim Anziehen der Bördelverbindung ist die Dichtfläche dünn mit Öl zu bestreichen.



Bördelverbindung im Schnitt