



Tipps für den Monteur





Damit Sie problemlos mit Danfoss Produkten arbeiten können, haben wir für Sie die Broschüre „Tipps für den Monteur“ zusammengestellt. Diese enthält Informationen über unsere Produkte, Tipps zur Fehlersuche in den Anlagen und wichtige Montagehinweise, außerdem genügend Raum für eigene Eintragungen.

Falls Sie weitere Informationen über das Danfoss Produktprogramm benötigen, wenden Sie sich bitte an die für Sie zuständige Danfoss Niederlassung. Darüber hinaus finden Sie auf unserer Internetseite weitere nützliche Informationen:

www.danfoss.de/kaelte

Wir hoffen, Ihnen mit unseren „Tipps für den Monteur“ eine kleine Hilfe bei der täglichen Arbeit geben zu können.

Mit freundlichem Gruß

Ihr Danfoss-Team

Kapitel 1	Thermostatische Expansionsventile	Seite 3
Kapitel 2	Magnetventile	Seite 13
Kapitel 3	Druckschalter	Seite 19
Kapitel 4	Thermostate	Seite 27
Kapitel 5	Druckregler	Seite 35
Kapitel 6	Druckgesteuerte Wasserventile	Seite 45
Kapitel 7	Filtertrockner und Schaugläser	Seite 51
Kapitel 8	Danfoss Verdichter	Seite 61
Kapitel 9	Praktische Tipps	Seite 125
Kapitel 10	Fehlersuche	Seite 145

 Thermostatische
Expansionsventile

Magnetventile

Druckschalter

Thermostate

Druckregler

 Druckgesteuerte
Wasserventile

 Filtertrockner
und Schaugläser

 Danfoss
Verdichter

Praktische Tipps

Fehlersuche

Inhalt
Seite

Einleitung	5
Überhitzung	5
Unterkühlung	5
Äußerer Druckausgleich	6
Füllungen	6
Universalfüllung	6
MOP-Füllung	6
MOP-Ballast-Füllung	7
Wahl des thermostatischen Expansionsventils	7
Bezeichnung	7
Montage	8
Einstellung der statischen Überhitzung	9
Auswechseln des Düseneinsatzes	10
Danfoss-Produktprogramm	11

Einleitung

Ein thermostatisches Expansionsventil besitzt ein thermostatisches Element (1), welches vom Ventilgehäuse durch eine Membrane getrennt ist.

Das Element ist durch ein Kapillarrohr mit einem Fühler (2), einem Ventilgehäuse mit Ventilsitz (3) und einer Feder (4) verbunden.

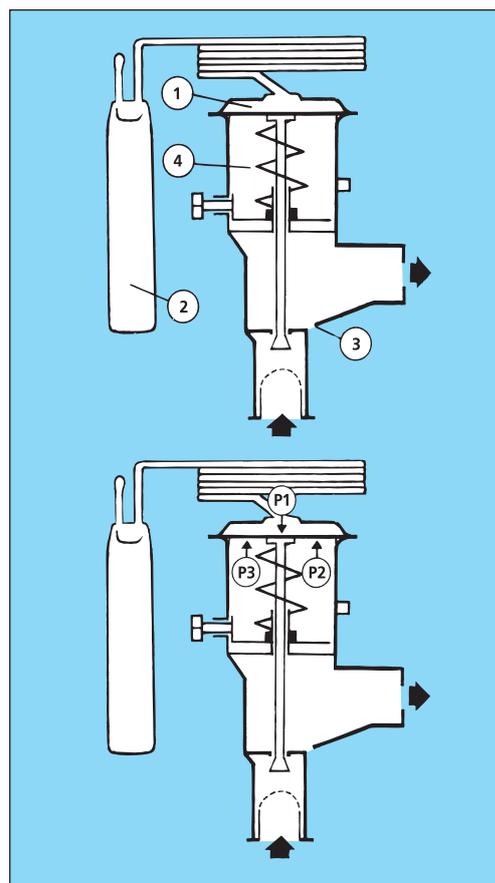
Wirkungsweise eines thermostatischen Expansionsventils

Die Funktion eines thermostatischen Expansionsventils wird von drei grundlegenden Drücken bestimmt:

- P1: Fühlerdruck, der auf der Oberseite der Membrane wirkt und das Ventil öffnet.
- P2: Verdampferdruck, der auf der Unterseite der Membrane wirkt und das Ventil schließt.
- P3: Federdruck, der ebenfalls auf der Unterseite der Membrane wirkt und das Ventil schließt.

Wenn das Expansionsventil regelt, besteht ein Gleichgewicht zwischen dem Fühlerdruck auf der Oberseite der Membrane und dem Verdampferdruck plus Federdruck auf der Unterseite der Membrane.

Mit Hilfe der Feder wird die statische Überhitzung eingestellt.



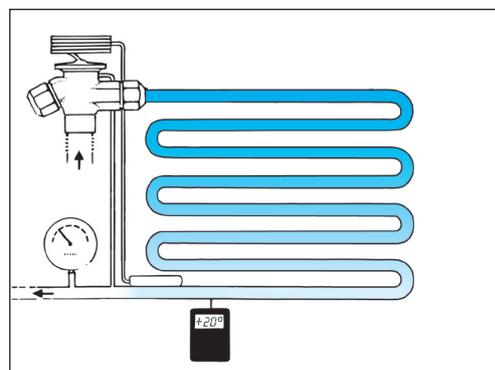
Ad0-0001

Überhitzung

Unter Überhitzung versteht man die Differenz aus der am Fühler des thermostatischen Expansionsventils gemessenen Temperatur und der Verdampfungstemperatur.

Die Verdampfungstemperatur wird über Manometer an der Saugseite ermittelt.

Die Überhitzung wird in Kelvin [K] angegeben.



Ad0-0012

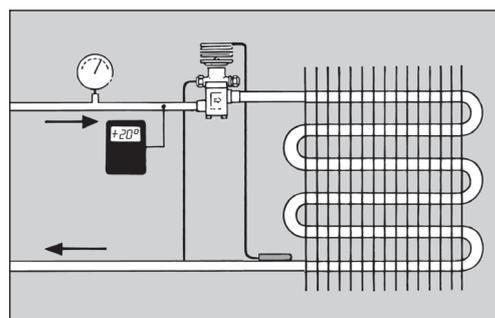
Unterkühlung

Die Unterkühlung ist als Differenz zwischen Flüssigkeitstemperatur und Verflüssigerdrucktemperatur am Eintritt des Expansionsventils definiert.

Die Unterkühlung wird in Kelvin [K] angegeben. Unterkühlung der Kältemittelflüssigkeit ist notwendig, um Dampfblasen vor dem Expansionsventil zu vermeiden.

Dampfblasen setzen die Leistung des Expansionsventils herab bzw. reduzieren die Flüssigkeitszufuhr zum Verdampfer.

Eine Unterkühlung von 4-5 K ist in den meisten Fällen ausreichend.



Ad0-0015

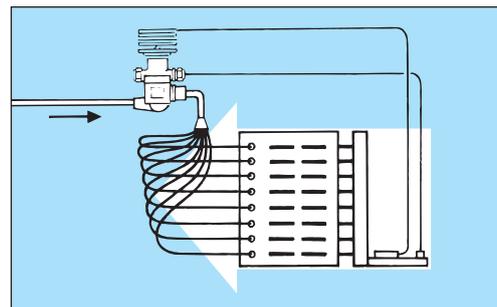
Äußerer Druckausgleich

Expansionsventile mit äußerem Druckausgleich müssen immer eingesetzt werden, wenn Flüssigkeitsverteiler verwendet werden.

Die Verwendung von Verteilern ergibt im allgemeinen einen Druckabfall von 1 bar über Verteiler und Verteilerrohr.

Expansionsventile mit äußerem Druckausgleich sollten immer in Kälteanlagen mit großen Verdampfern oder Plattenwärmetauschern eingesetzt werden.

Bei diesen ist der Druckabfall normalerweise größer als der Druck, der 2 K entspricht.



Ad0-0016

Füllungen

Ein thermostatisches Expansionsventil kann drei verschiedene Füllungen haben:

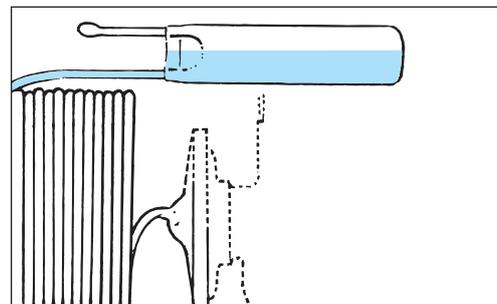
1. Universalfüllung
2. MOP-Füllung
3. MOP-Füllung mit Ballast (Standard für Danfoss MOP-Expansionsventile).

Universalfüllung

Expansionsventile mit **Universalfüllung** werden bei den meisten Kälteanlagen eingesetzt.

Einsatzbedingungen:

- Druckbegrenzung (MOP) nicht erforderlich
- Anlagen mit hohen Verdampfungstemperaturen
- Element kann kälter als der Fühler sein.



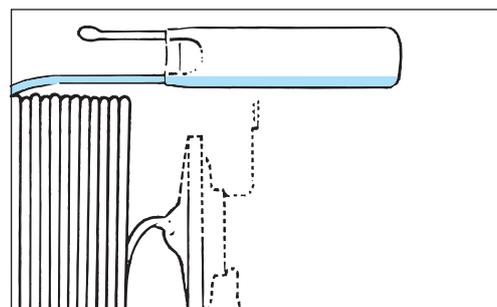
Ad0-0017

MOP-Füllung

Expansionsventile mit **MOP-Füllung** werden in Anlagen eingesetzt, bei denen eine Begrenzung des Saugdrucks während des Anlaufs erforderlich wird, z.B. in Tiefkühlanlagen.

Alle Expansionsventile mit MOP haben eine sehr kleine Füllung im Fühler.

Das bedeutet, dass das thermostatische Element wärmer sein muss als der Fühler. Andernfalls kann eine Füllungsverlagerung vom Fühler zum Element stattfinden, was die Funktion des Expansionsventils unterbindet.

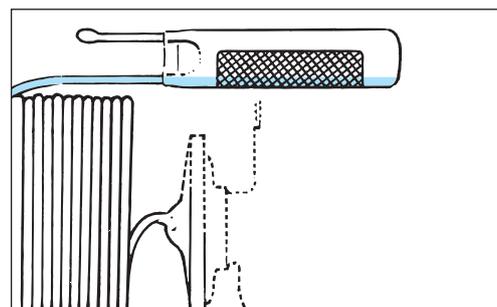


Ad0-0018

MOP-Ballast-Füllung

Expansionsventile mit **MOP-Ballast-Füllungen** werden vorzugsweise in Kälteanlagen mit "hochdynamischen" Verdampfern eingesetzt, z.B. in Klimaanlage und Plattenwärmetauschern, die eine große Übertragungsleistung bei kleinen inneren Volumen haben.

Mit der MOP-Ballast-Füllung können 2 bis 4 K weniger Überhitzung erreicht werden als mit anderen Füllungsarten.



Ad0-0021

Wahl des thermostatischen Expansionsventils

Das thermostatische Expansionsventil kann bestimmt werden, wenn folgendes bekannt ist:

- Kältemittel
- Verdampferleistung
- Verdampfungstemperatur
- Verflüssigungstemperatur
- Unterkühlung
- Druckabfall über das Ventil
- Innerer oder äußerer Druckausgleich.

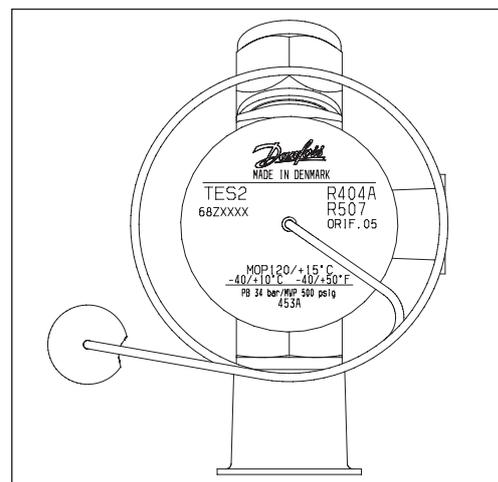
Bezeichnung

Das thermostatische Element ist auf der Oberseite mit einem Schild versehen.

Die Buchstaben beziehen sich auf das für das Ventil vorgesehene Kältemittel:

- X = R 22
- Z = R 407C
- N = R 134a
- L = R 410A
- S = R 404A/ R 507

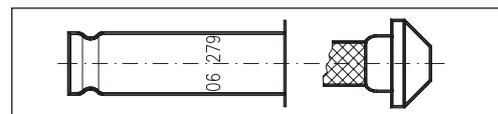
Auf dem Schild sind Ventiltyp, Verdampfungstemperaturbereich, evtl. MOP-Punkt, Kältemittel und der max. Arbeitsdruck PS/MWP angegeben.



Ad0-0019

Der Düseninsert für T/TE 2 ist mit der Düsengröße (z.B. 06) und der Kalenderwoche + der letzten Ziffer des Kalenderjahre (z.B. 279) gekennzeichnet.

Die Nummer des Düseninsertes ist außerdem auf dem Deckel des Kunststoffbehälters für den Einsatz angegeben.

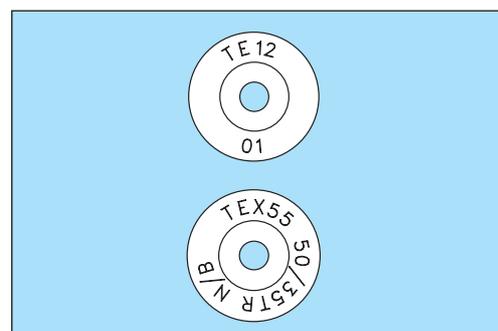


Ad0-0023

Bei TE 5 und TE 12 gibt die obere Kennzeichnung (TE 12) an, für welchen Ventiltyp der Einsatz bestimmt ist. Die untere Kennzeichnung (01) bezieht sich auf die Düsengröße.

Bei TE 20 und TE 55 bezieht sich die obere Kennzeichnung (N/B 50/35 TR) auf die Nennleistung in den beiden Verdampfungstemperaturbereichen N und B sowie auf das Kältemittel. (50/35 TR = 175 kW im Bereich N und 123 kW im Bereich B).

Die untere Kennzeichnung (TEX 55) gibt an, für welchen Ventiltyp der Einsatz benutzt werden kann.

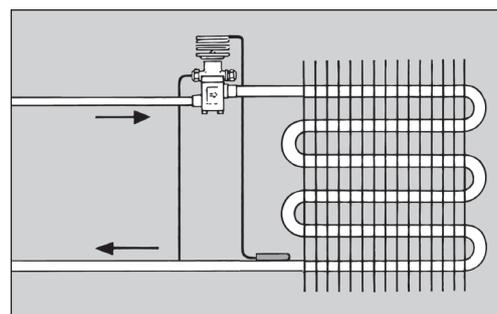


Ad0-0020

Montage

Das Expansionsventil ist vor dem Verdampfer in die Flüssigkeitsleitung zu montieren, und sein Fühler ist so nahe wie möglich hinter dem Verdampfer an der Saugleitung zu befestigen.

Wenn es sich um Ventile mit äußerem Druckausgleich handelt, muss die Ausgleichsleitung unmittelbar nahe dem Fühler an der Saugleitung angebracht werden.



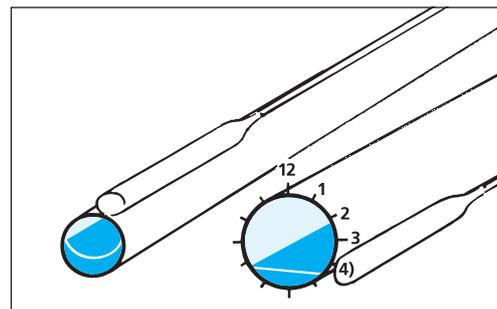
Ad0-0002

Der Fühler wird an einem waagerechten Rohr an der Saugleitung montiert, in einer Position, die bei Vergleich mit dem Zifferblatt einer Uhr der Zeit zwischen 1 und 4 Uhr entspricht.

Die Anbringung ist vom Außendurchmesser des Rohres abhängig.

Achtung!

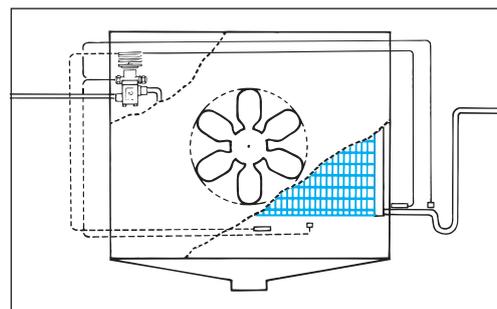
Der Fühler darf nie an der Unterseite der Saugleitung befestigt werden, da er dort falsche Signale aufnimmt, wenn sich unten im Rohr Öl befindet.



Ad0-0003

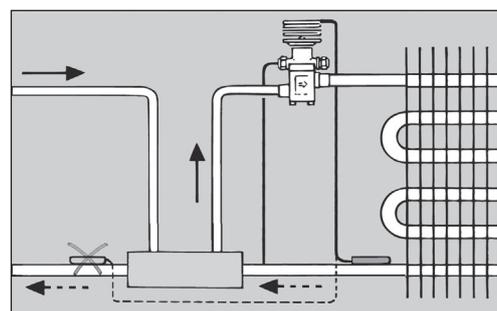
Der Fühler soll die Temperatur des überhitzten Sugdampfes ermitteln und darf deshalb nicht so angebracht werden, dass er von Fremdwärme/-kälte beeinflusst werden kann.

Die Danfoss Fühlerschelle erlaubt eine feste und sichere Montage des Fühlers am Rohr. Dabei wird sichergestellt, dass der Fühler einen bestmöglichen thermischen Kontakt mit der Saugleitung hat. Das TORX Design der Schraube macht es für den Monteur einfach das Drehmoment vom Schraubendreher auf die Schraube zu übertragen, ohne das Werkzeug in die Schraubeneinkerbung zu pressen und die Einkerbung zu beschädigen.



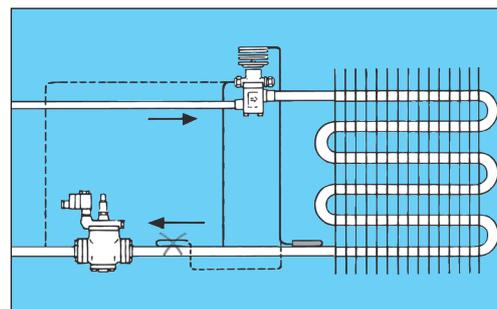
Ad0-0004

Der Fühler darf nicht hinter einem zusätzlichen Wärmeaustauscher montiert werden, da diese Anbringung zu einem verfälschten Signal an das Expansionsventil führt.



Ad0-0005

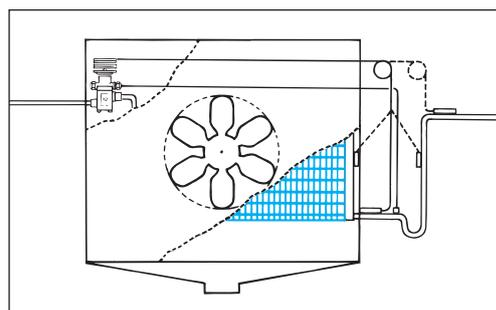
Der Fühler darf nicht in der Nähe von Komponenten mit großer Masse montiert werden, da dies ebenfalls zu einem verfälschten Signal an das Expansionsventil führt.



Ad0-0006

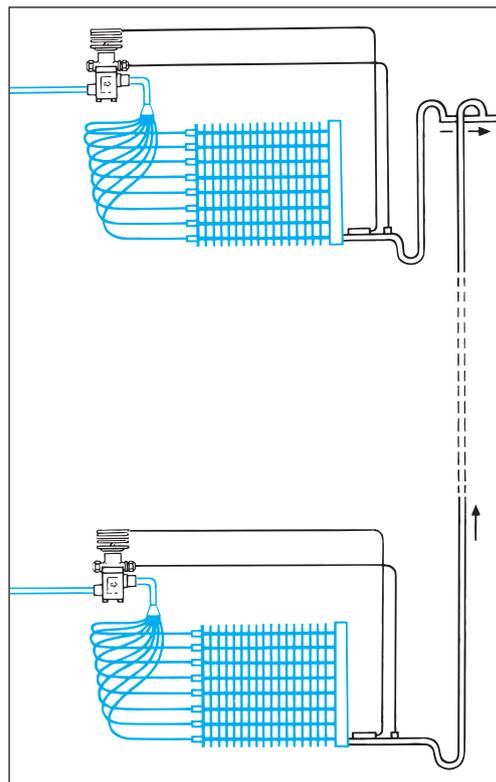
Montage (Fortsetzung)

Der Fühler ist, wie zuvor erwähnt, am waagrechten Teil der Saugleitung unmittelbar hinter dem Verdampfer zu befestigen und darf nicht an einem Sammelrohr oder einem Steigrohr hinter einem Ölsack montiert sein.



Ad0-0007

Die Fühler muss immer vor einem Ölhebboogen installiert werden.



Ad0-0008

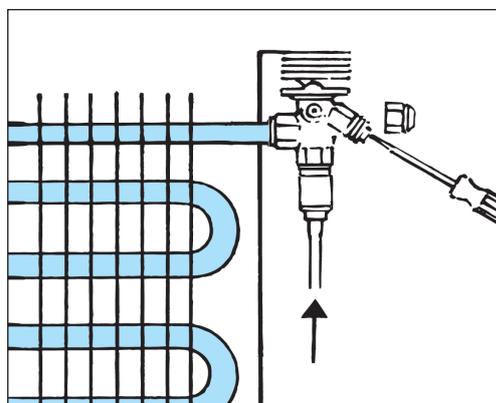
Einstellung der statischen Überhitzung

Das Expansionsventil wird mit einer Werkseinstellung geliefert, die in den meisten Fällen nicht korrigiert werden muss.

Wenn eine Nachjustierung notwendig ist, wird diese mittels der Einstellspindel am Expansionsventil vorgenommen.

Durch Drehen nach rechts (im Uhrzeigersinn) wird die Überhitzung des Expansionsventils vergrößert, durch Drehen nach links (entgegen dem Uhrzeigersinn) verkleinert.

Bei T /TE 2 ergibt eine Umdrehung der Spindel eine Änderung der Überhitzung bei 0 °C Verdampfungstemperatur um etwa 4 K.

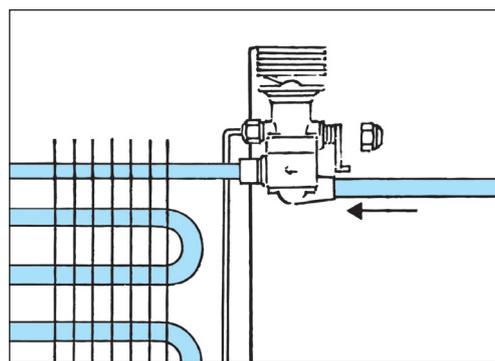


Ad0-0009

Einstellung der statischen Überhitzung
(Fortsetzung)

Bei TE 5 und nachfolgenden Größen ergibt eine Umdrehung der Spindel eine Änderung der Überhitzung bei 0 °C Verdampfungstemperatur um etwa 0,5 K.

Bei TUA und TUB ergibt eine Umdrehung der Spindel eine Änderung der Überhitzung bei 0 °C Verdampfungstemperatur um etwa 3 K.

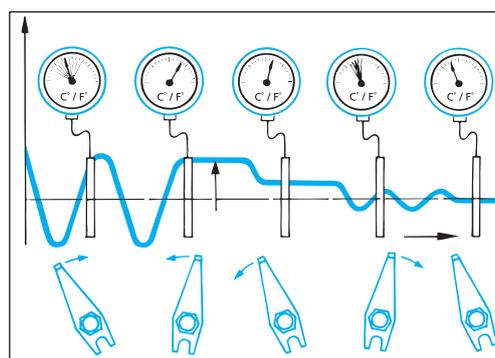


Ad0-0010

Pendelungen im Verdampfer können durch folgendes Verfahren beseitigt werden: Überhitzung durch Drehen der Einstellspindel nach rechts vergrößern, so dass das Pendeln aufhört. Danach die Einstellspindel stufenweise nach links drehen, bis das Pendeln wieder beginnt.

Von dieser Position die Spindel in etwa einmal im Uhrzeigersinn drehen (bei T-/TE2-Ventilen jedoch nur 1/4-Drehung).

Der Anlage pendelt jetzt nicht mehr, der Verdampfer wird voll ausgenutzt. Ein Schwanken der Überhitzung um ± 1 K wird nicht als Pendeln betrachtet.

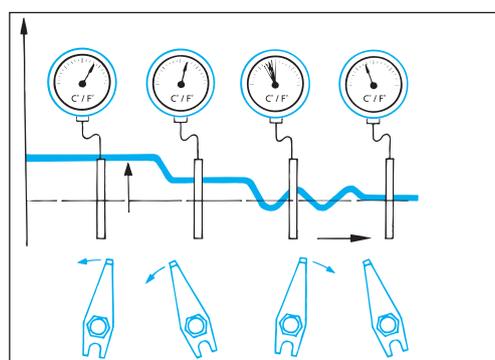


Ad0-0011

Eine zu große Überhitzung im Verdampfer kann auf ungenügende Kältemittelflüssigkeit zurückzuführen sein. Die Überhitzung wird durch stufenweises Drehen der Einstellspindel nach links verkleinert, bis Pendeln festgestellt wird.

Von dieser Position die Spindel in etwa einmal im Uhrzeigersinn drehen (bei T-/TE2-Ventilen jedoch nur 1/4-Drehung).

In dieser Einstellung wird der Verdampfer voll ausgenutzt. Ein Schwanken der Überhitzung um ± 1 K wird nicht als Pendeln betrachtet.



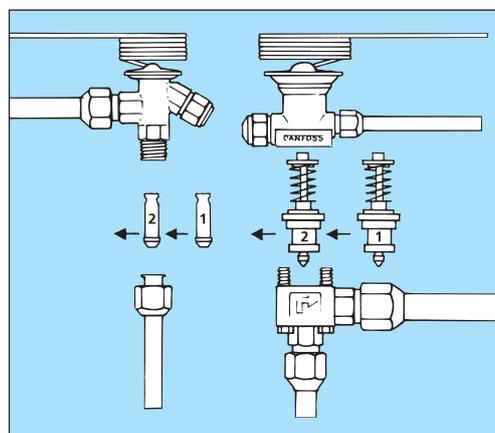
Ad0-0013

Auswechseln des Düseneinsatzes

Wird bei der oben beschriebenen Vorgehensweise kein Beharrungszustand erreicht, so ist der Düseneinsatz gegen einen kleineren auszutauschen.

Wenn die Überhitzung des Verdampfers zu groß ist, ist die Ventilleistung zu klein und der Düseneinsatz muss gegen einen größeren ausgewechselt werden.

TE, T2, TUA und TCAE wird mit auswechselbarem Düseneinsatz geliefert.



Ad0-0014

**Danfoss-Produktprogramm
Thermostatische
Expansionsventile**

Danfoss bietet eine umfassende Reihe thermostatischer Expansionsventile mit Leistungen von 0,5 bis 1.890 kW (R 22) an.

T-/TE2-Ventile haben Messinggehäuse und Bördel-/Bördel- oder Löt-/Bördel-Anschlüsse.
Nennleistung: 0,5 - 15,5 kW (R 22).

TUA-, TUB-, TUC-Ventile haben Edelstahlgehäuse und Edelstahl/Kupfer-Bimetall-Lötanschlüsse.

Nennleistung: 0,6 - 16 kW (R 22).

Die Ventile können mit oder ohne externem Druckausgleich geliefert werden.

- **TUA** hat eine austauschbare Düseneinheit und einstellbare Überhitzung.
- **TUB** hat eine feste Düse und einstellbare Überhitzung.
- **TUC** hat eine feste Düse und werkseingestellte Überhitzung.

TCAE-, TCBE-, TCCE-Ventile haben Edelstahlgehäuse und Edelstahl/Kupfer-Bimetall-Lötanschlüsse.

Nennleistung: 17,5 - 26,5 kW (R 22).

Die Ventile haben die gleiche Konstruktion wie TU-Ventile, sind jedoch für größere Leistung ausgelegt.

Die Ventile werden mit externem Druckausgleich geliefert.

TRE-Ventile haben Messinggehäuse und Edelstahl/Kupfer-Bimetallanschlüsse.

Nennleistung: 28 - 245 kW (R 22).

Die Ventile werden mit fester Düse und einstellbarer Überhitzung geliefert.

TDE-Ventile haben Messinggehäuse und Kupferlötanschlüsse.

Nennleistung: 10,5 - 140 kW (R 22).

Die Ventile werden mit fester Düse und einstellbarer Überhitzung geliefert.

Ventile, Typ TE 5 - TE 55, haben Messinggehäuse. Die Ventile werden als Teileprogramm, bestehend aus Ventilgehäuse, Düse und thermostatischem Element geliefert.

Das Ventilgehäuse ist in Durchgang- oder Eckausführung mit Löt-, Bördel- und Flanschanschlüssen verfügbar.

Nennleistung: 19,7 - 356 kW (R22).

Die Ventile werden mit externem Druckausgleich geliefert.

Ventile, Typ PHT 85 - 300, werden als Teileprogramm, bestehend aus Ventilgehäuse, Flanschen, Düse und thermostatischem Element, geliefert.

Nennleistung: 105 - 1.890 kW (R 22).

Nähere Angaben finden Sie im Internet oder in unseren Katalogen.

Inhalt

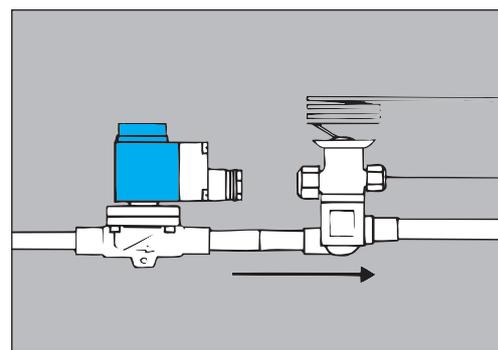
	Seite
Montage	15
Speziell für EVRA 32 und 40 gilt:	15
Bei Druckprüfungen	16
Clip-on Spule	16
Auswahl der richtigen Spule	18

Montage

Alle Magnetventile Typ EVR/EVRA arbeiten nur in Strömungsrichtung.
Der am Ventilgehäuse angebrachte Pfeil gibt die Durchflussrichtung an.

Magnetventile müssen unmittelbar vor einem thermostatischen Expansionsventil angebracht werden.

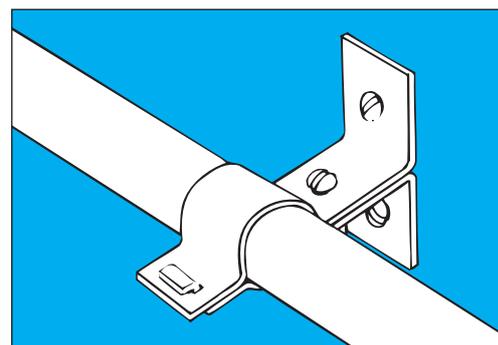
Dadurch wird ein Flüssigkeitsschlag beim Öffnen des Magnetventils vermieden.



Af0_0001

Magnetventile

Um Bruch zu vermeiden, sollte dafür gesorgt werden, dass die Rohre um das Ventil sicher befestigt sind.



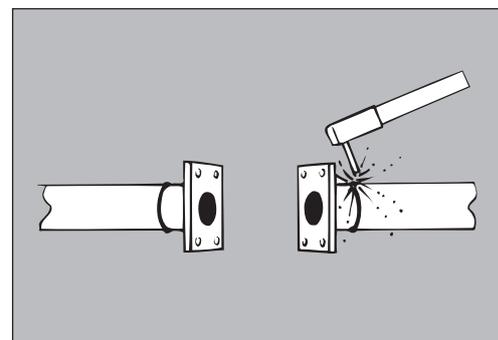
Af0_0003

EVR/EVRA-Magnetventile müssen beim Einlöten/Einschweißen normalerweise nicht zerlegt werden, wenn man Maßnahmen zur Vermeidung einer Erwärmung des Ventils trifft.

ACHTUNG: Ankerrohr immer vor Schweißspritzern schützen.

Speziell für EVRA 32 und 40 gilt:

Nach dem Anbringen des Ventils an das Rohr muss das Ventilgehäuse (zur Vermeidung von Wärmeeinwirkung auf O-Ringe und Dichtungen) entfernt werden.

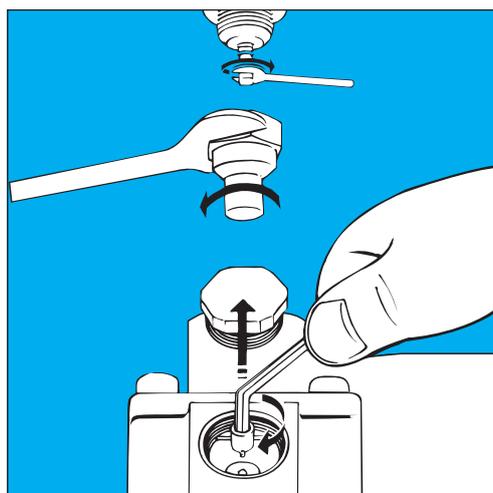


Af0_0004

Bei Druckprüfungen

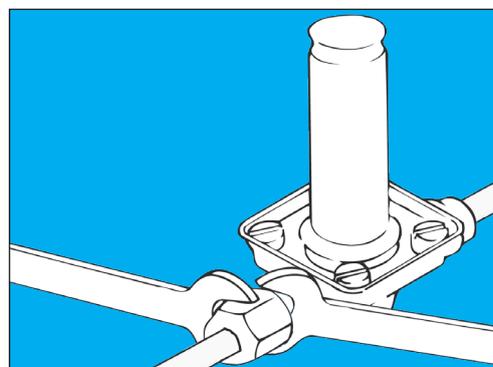
Alle Magnetventile der Anlage müssen offen sein, entweder durch Anlegen von Spannung an die Spule oder durch manuelles Öffnen des Ventils (wenn eine Handspindel vorhanden ist).

Die Spindel ist vor der Inbetriebnahme wieder zurückzudrehen, da das Ventil sonst nicht schließen kann.



Af0_0005

Beim Festschrauben des Magnetventils am Rohr immer mit zwei Schüsseln gehalten.



Af0_0006

Clip-on Spule

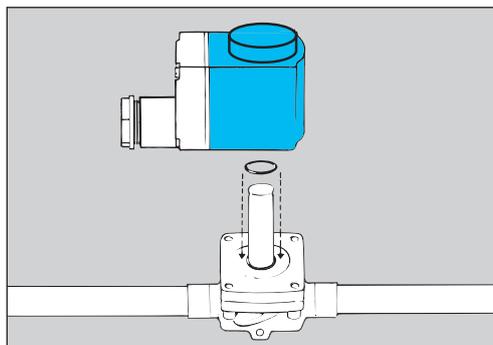
Danfoss führte 2001 die Clip-on Spule ein, welche nunmehr aus einem Stück besteht (Spule inkl. Befestigung)

Zur Montage die Spule auf das Ankerrohr aufsetzen und danach kurz und kräftig andrücken, bis die Spule hörbar in der Halterung einrastet. Somit ist die Spule korrekt montiert.

Anmerkung: Nicht vergessen einen O-Ring zwischen Ventilgehäuse und Spule einzusetzen.

Dafür sorgen, dass der O-Ring geschmeidig, unbeschädigt und seine Oberfläche frei von Anstrich oder Materialteilen ist.

Anmerkung: O-Ring muss bei Servicearbeiten ausgetauscht werden.

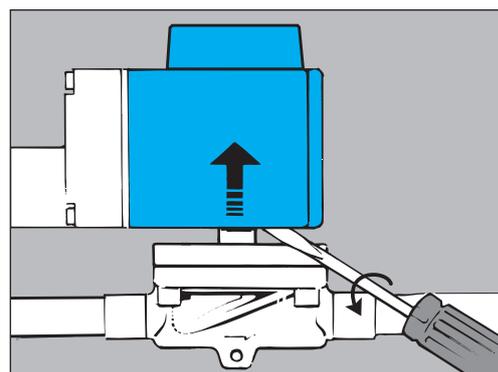


Af0_0018

Clip-on Spule (Fortsetzung)

Zum Demontieren der Spule einen Schraubendreher zwischen Ventilgehäuse und Spule einschieben und einfach verdrehen.

Der Schraubendreher wirkt dann als Hebel zum Lösen der Spule.



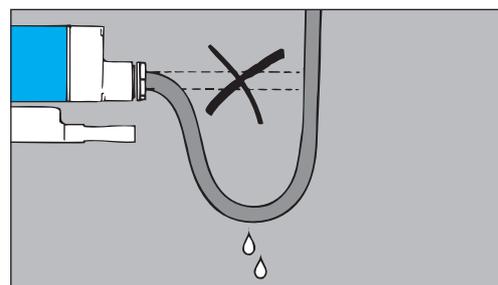
Af0_0019

Magnetventile

Kabeldurchführung sorgfältig ausführen.

In den Klemmenkasten darf kein Wasser hineinlaufen.

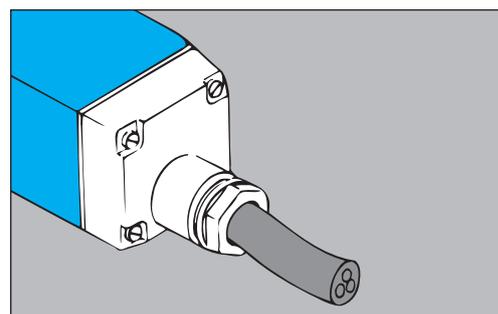
Die Leitung ist mit einer Tropfschleife herauszuführen.



Af0_0009

Der ganze Durchmesser des Kabels muss in der Kabeldurchführung festgehalten werden.

Deshalb sind stets runde Kabel zu verwenden - es sind die einzigen, die wirksam abgedichtet werden können.

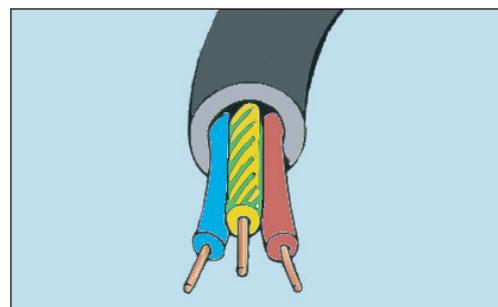


Af0_0010

Beachten Sie die Farben der Leitungen des Kabels.

Gelb/grün ist immer Erde.

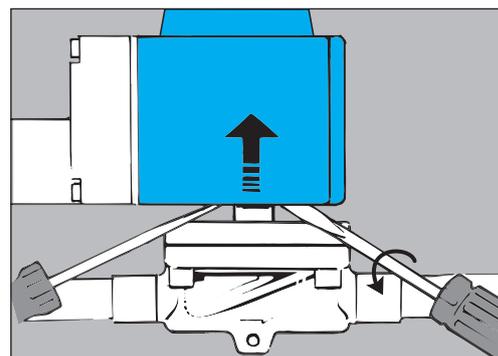
Einfarbige Leitungen sind entweder Phase oder Nullleiter.



Af0_0011

Beim Auswechseln der Spule kann der Gebrauch von Werkzeug notwendig sein.

Verwenden Sie daher bitte zwei Schraubendreher.



Af0_0012

Auswahl der richtigen Spule

Die Daten der Spule (Spannung und Frequenz) müssen mit der Versorgungsspannung übereinstimmen. Andernfalls kann die Spule durchbrennen.

Sorgen Sie auch dafür, dass Ventil und Spule zusammenpassen.

Beachten Sie beim Auswechseln der Spule von EVR 20 / 22 NC (NC = stromlos geschlossen):

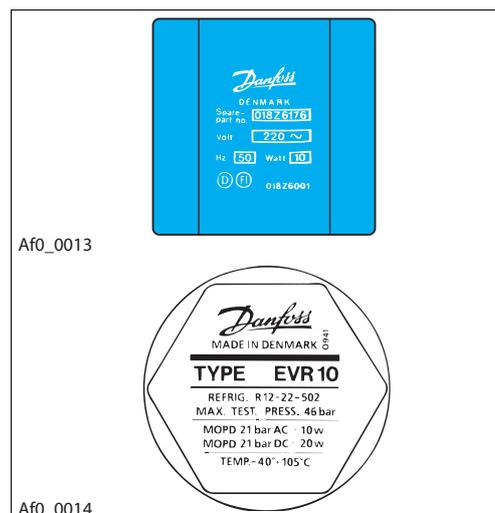
- Das Ventilgehäuse für die Wechselstromspule hat einen viereckigen Anker.
- Das Ventilgehäuse für die Gleichstromspule hat einen runden Anker.

Eine falsche Spule hat ein niedrigeres MOPD zur Folge. Siehe Daten auf der Deckelschraube. Soweit möglich, immer Einfachfrequenzspulen (50 oder 60 Hz) wählen. Diese geben weniger Wärme ab als Doppelfrequenzspulen (50/60 Hz).

Für Anlagen, in denen das Ventil den größten Teil der Betriebszeit geschlossen (spannungslos) sein muss, NC Magnetventile wählen.

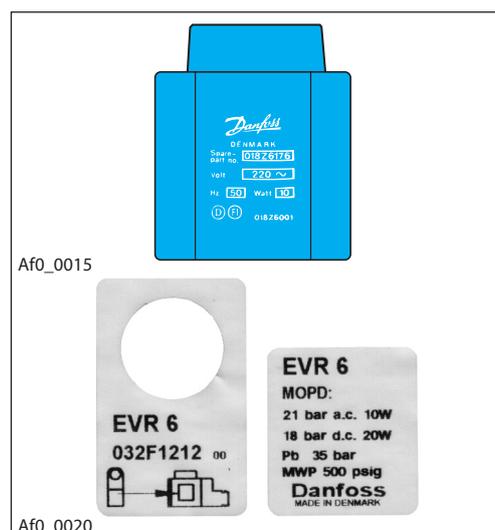
Für Anlagen, in denen das Ventil den größten Teil der Betriebszeit offen (spannungslos) sein muss, NO Magnetventile wählen.

Wird ein Magnetventil des Typs NO durch ein NC Magnetventil ersetzt, muss die Ansteuerung entsprechend geändert werden.



Mit jeder Clip-on Spule werden zwei Schilder mitgeliefert (siehe Abbildung).

Der Aufkleber ist seitlich auf der Spule anzubringen, während das andere, perforierte Schild über dem Ankerrohr zu platzieren ist, bevor die Spule in ihre Position eingerastet wird.



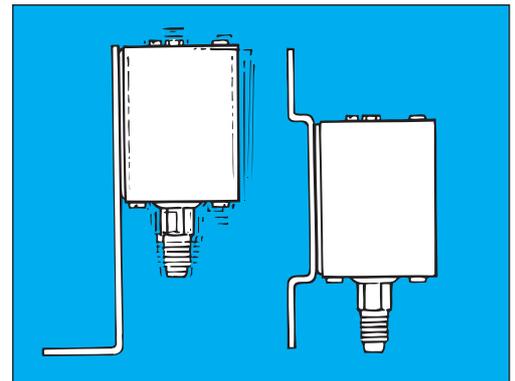
Inhalt	Seite
Montage	21
Platzierung von Kapillarrohren	22
Einstellung	22
Niederdruckkontrolle	22
Hochdruckkontrolle.....	22
Beispiel mit vier parallelaufenden Verdichtern (R 404A/R 507).....	23
Einstellung von ND bei Freiluftplatzierung	23
Verdampfungsdrücke (p _o) für verschiedene Anlagentypen (Richtwerte)	23
Überprüfung der Schaltfunktion	24
Der richtige Druckschalter für Ihre Kälteanlage	25

Montage

Der KP Druckschalter wird auf eine Konsole, eine ebene Montagefläche oder auch direkt an den Verdichter montiert.

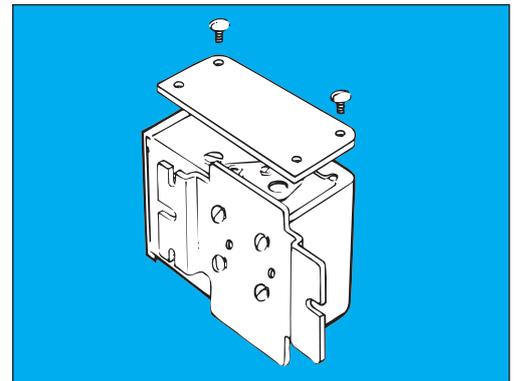
Unter Umständen kann eine Winkelkonsole die Vibrationen der Montageflächen verstärken.

Deshalb nur Wandkonsolen bei stark vibrierenden Montageflächen verwenden.



A10_0001

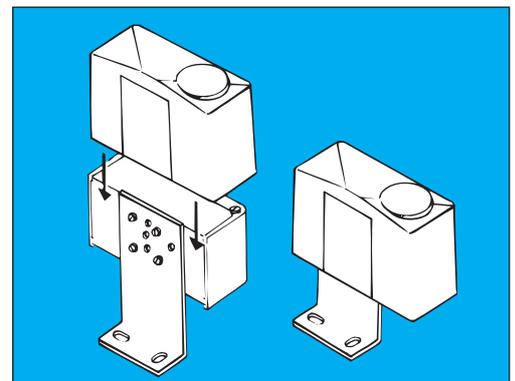
Besteht die Gefahr von Feuchtigkeit oder Spritzwasser, sollte die Deckplatte montiert werden. Diese erhöht den Dichtigkeitsgrad bis IP 44 und passt zu allen Geräten. Die Deckplatte muss separat bestellt werden. (Bestellnummer für Single Einheit: 060-109766; für Duo-Druckschalter: 060-109866).



A10_0007

Ist das Gerät Schmutz, Feuchtigkeit und Spritzwasser ausgesetzt, sollte eine Schutzabdeckung verwendet werden. Die Abdeckung kann sowohl für die Winkelkonsolen als auch für die Wandkonsolenausführung verwendet werden.

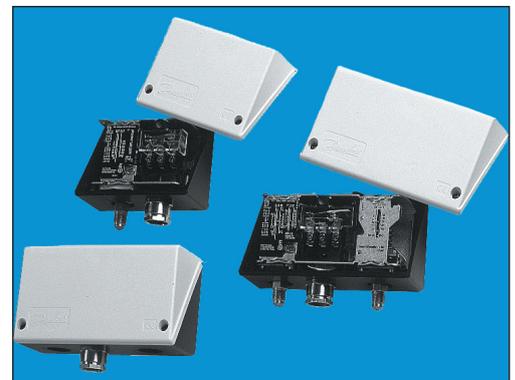
(Die Bestellnummer der Schutzabdeckung für Einzelgeräte ist 060-003166 und für den Duo-Druckschalter ist die Bestellnummer 060-003266.



A10_0008

Besteht für die Einheit erhöhtes Risiko, von Wasser beeinträchtigt zu werden, kann durch Einbau des Produkts in ein spezielles IP 55-Gehäuse ein höherer Schutzgrad erreicht werden.

Das IP 55-Gehäuse ist sowohl für Einzelgeräte (060-033066) als auch Duo-Druckschalter (060-035066) erhältlich.



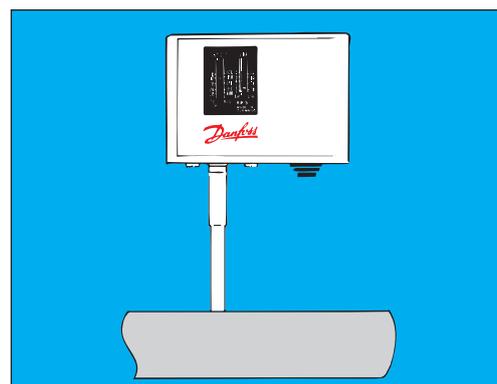
Ak0_0020

Montage (Fortsetzung)

Der Anschluss eines Druckschalters muss immer so an eine Rohrleitung montiert werden, dass sich keine Flüssigkeit in der Anschlussleitung sammeln kann. Dieses Risiko besteht, wenn

- das Gerät kalt platziert ist, z.B. in einem Luftstrom und rückkondensiertes Kältemittel die Anschlussleitung „verstopft“
- der Anschluss an der unteren Seite des Rohres vorgenommen wurde und sich Öl in der Anschlussleitung sammelt und diese ebenso verstopft.

Flüssigkeit kann den Hochdruckschalter außer Funktion setzen, da diese wie ein Pfropfen wirkt und verhindert, dass sich der Gasdruck auf den Druckbalg überträgt.

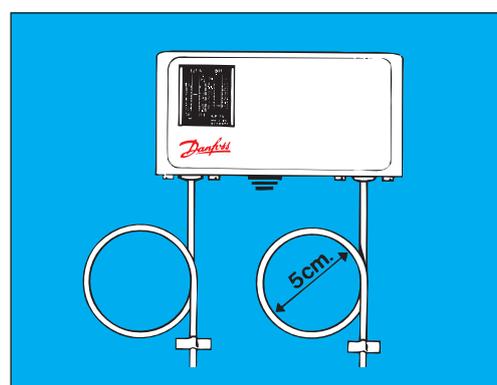


A10_0009

Platzierung von Kapillarrohren

Bei überschüssigen Kapillarrohren besteht bei Vibrationen Bruchgefahr. Dies kann zum Verlust der Anlagenfüllung führen. Deshalb ist es von größter Wichtigkeit, dass folgende Maßnahmen eingehalten werden:

- Bei Montage direkt am Verdichter: Das Kapillarrohr muss so befestigt werden, dass es die Vibrationen dämpft und nicht an den Druckschalter weiter gibt. Überschüssiges Kapillarrohr wird aufgerollt und zusammengebunden.



A10_0010

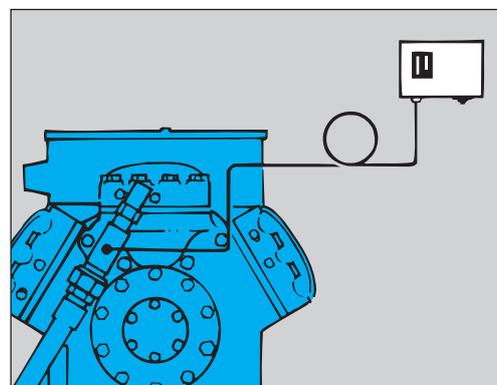
- Bei davon abweichender Montage: Das überschüssige Kapillarrohr wird lose zu einer Schleife aufgerollt. Das Kapillarrohr zwischen Verdichter und Schleife wird am Verdichter befestigt. Das Kapillarrohr zwischen Schleife und Druckschalter wird an der Wandkonsole wie der Druckschalter befestigt.

Bei besonders starken Vibrationen wird ein Danfoss Stahlkapillarrohr mit Bördelanschluss empfohlen.

Bestell-Nr 0,5 m = 060-016666

Bestell-Nr 1,0 m = 060-016766

Bestell-Nr 1,5 m = 060-016866



A10_0011

Einstellung

Die Voreinstellung der Druckschalter wird mit Hilfe einer Druckflasche durchgeführt.

Niederdruckkontrolle

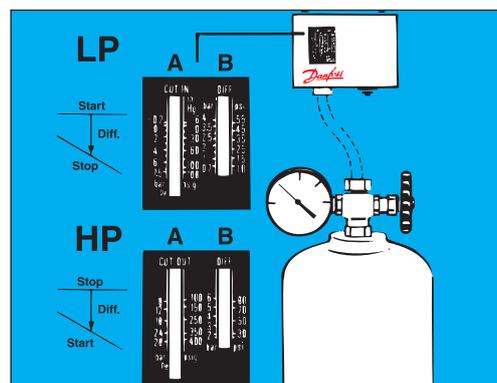
Der Startdruck (CUT IN) wird an der Bereichsskala (A) eingestellt. Danach wird die Differenz in der Differenzskala (B) eingestellt.
Ausschalten = Einstellwert - Differenz

Hochdruckkontrolle

Der Ausschaltendruck (CUT OUT) wird in der Bereichsskala (A) eingestellt. Danach wird die Differenz an der Differenzskala (B) eingestellt.

Einschalten = Einstellwert - Differenz

Beachten Sie: Skalen sind nur Richtlinien.



A10_0012

Beispiel mit 4 parallellaufenden Verdichtern (R 404A/R 507)

Medium: Eiscreme bei $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 $t_0 \approx -37\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 $p_0 \approx -0,5\text{ bar}$,
 Δp Saugleitung 0,1 bar entsprechend.

Jeder Druckschalter (KP2) wird individuell, dem nachfolgenden Schema entsprechend, eingestellt.

Verdichter	CUT OUT	CUT IN
1	-0,05 bar	0,35 bar
2	0,1 bar	0,5 bar
3	0,2 bar	0,6 bar
4	0,35 bar	0,75 bar

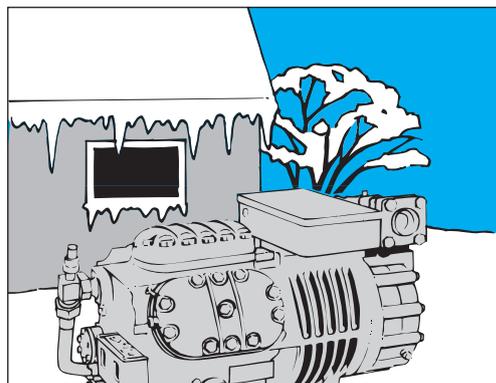
Der Druckschalter wird so montiert, dass sich keine Flüssigkeit im Wellrohr sammeln kann.

Einstellung von ND bei Freiluftplatzierung

Werden Verdichter, Verflüssiger und Sammler im Freien aufgestellt, wird der KP Niederdruck (ND) in eine „CUT IN“ Einstellung gebracht, die niedriger ist als der niedrigste Druck (Temperatur um den Verdichter) bei Winterbetrieb. In diesem Fall ist der Druck im Sammler bestimmend für den Saugdruck nach längerem Stillstand.

Beispiel:

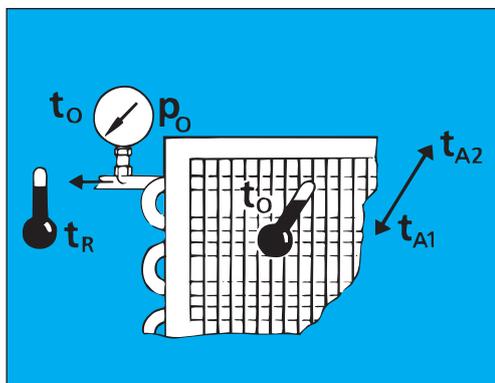
Niedrigste Temperatur um den Verdichter ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) bedeutet für R 404A/R 507 = 1,0 bar. CUT IN wird auf $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ (entsprechend 1,6 bar) eingestellt.



A10_0013

Verdampfungsdrücke (p_0) für verschiedene Anlagentypen (Richtwerte)

Raumtemperatur (t_r)	Anlagentyp	Differenz zwischen t_0 und t_{mittel} (Luft)	Verdampfungsdruck (p_0)	RF [%]	Einstellung von KP2/KP1 (CUT IN - CUT OUT) D = Betriebsdruck S = Sicherheitsdruck
+0,5 $^{\circ}\text{C}$ /+2 $^{\circ}\text{C}$	Luftgekühlter Fleischkühlraum	10 K	1,0 - 1,1 bar (R134a)	85	0,9 - 2,1 bar (D)
+0,5 $^{\circ}\text{C}$ /+2 $^{\circ}\text{C}$	Fleischkühlraum mit natürlicher Luftzirkulation	12 K	0,8 - 0,9 bar (R134a)	85	0,7 - 2,1 bar (D)
-1 $^{\circ}\text{C}$ /0 $^{\circ}\text{C}$	Kühlvitrinen (offen)	14K	0,6 bar (R134a)	85	0,5 - 1,8 bar (D)
+2 $^{\circ}\text{C}$ /+6 $^{\circ}\text{C}$	Milchkühlraum	14 K	1,0 bar (R134a)	85	0,7 - 2,1 bar (D)
0 $^{\circ}\text{C}$ /+ 2 $^{\circ}\text{C}$	Obst- und Gemüse Kühlraum	6 K	1,3 - 1,5 bar (R134a)	90	1,2 - 2,1 bar (D)
-24 $^{\circ}\text{C}$	Gefrierschrank	10 K	1,6 bar (R404A)	90	0,7 - 2,2 bar (S)
-30 $^{\circ}\text{C}$	Belüfteter Tiefkühlraum	10 K	1 bar (R404A)	90	0,3 - 2,7 bar (S)
-26 $^{\circ}\text{C}$	Eiscreme-Gefriertruhe	10 K	1,4 bar (R404A)	90	0,5 - 2,0 bar (S)



A10_0015

Überprüfung der Schaltfunktion

Sind die elektrischen Leitungen montiert und die Anlage unter normalem Betriebsüberdruck, können die Schaltfunktionen manuell überprüft werden.

Abhängig vom Wellrohrdruck und der Einstellung muss die Prüfanordnung entweder nach oben oder nach unten gedrückt werden.

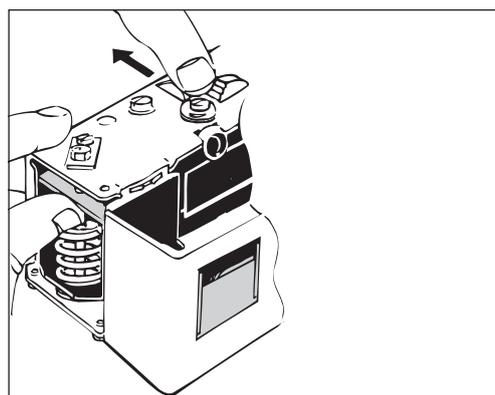
Ein möglicher Rückstellmechanismus wird während der Prüfung außer Funktion gesetzt.

Bei Einzelgeräten:

Die Prüfanordnung der linken Seite oben verwenden.

Bei Doppelgeräten:

Die Prüfanordnung der linken Seite für Niederdruckprüfung und der rechten Seite zur Hochdruckprüfung



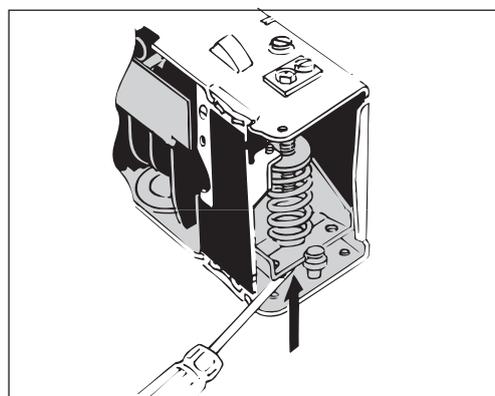
AIO_0018



Warnung!

Die Schaltfunktion eines KP-Druckschalters darf nie durch Einwirken auf das Kontaktsystem geprüft werden.

Der Druckschalter könnte eventuell aus seiner Anordnung gehoben werden. Im schlimmsten Fall kann seine Funktion zerstört werden.

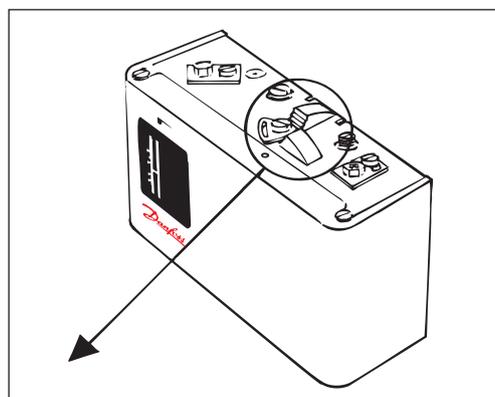


AIO_0019

Der Doppel-Druckschalter KP 17 W/B mit wahlfreier oder manueller Rückstellung der Niederdruck und Hochdruckseite wird während der Servicearbeit auf automatische Rückstellung eingestellt. So erlaubt der Druckschalter automatischen Neustart. Es muss darauf geachtet werden, dass die Ruckeinstellfunktion nach dem Service in die ursprüngliche Einstellung gebracht wird.

Der Druckschalter kann gegen die Einstellung in automatische Rückstellung gesichert werden: Es muss nur die Scheibe, die die Rückstellfunktion steuert, entfernt werden!

Will man das Gerät gegen nicht autorisierte Personen schützen, kann man die Scheibe mit rotem Lack versiegeln.



AIO_0020

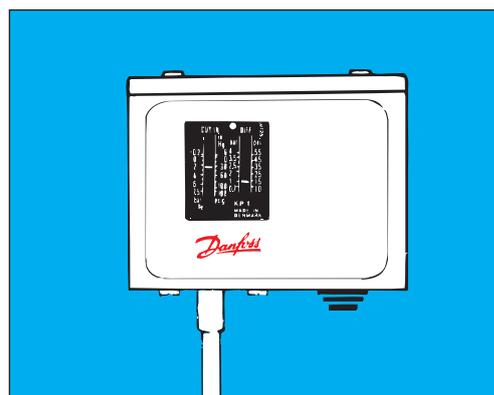
Niederdruck	Manueller Reset *)	Automatischer Reset	Automatischer Reset	Manueller Reset
Hochdruck	Manueller Reset *)	Manueller Reset	Automatischer Reset	Automatischer Reset

*) Werkseinstellung

AIO_0021

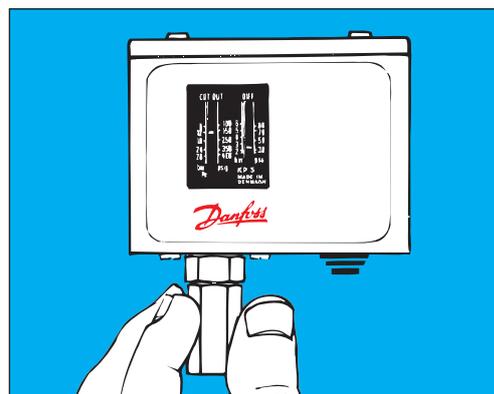
Der richtige Druckschalter für Ihre Kälteanlage

Für hermetische Anlagen kann ein KP mit Lötanschluss verwendet werden.



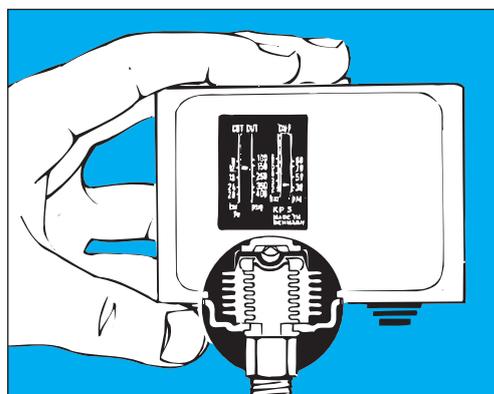
AI0_0006

Bei Ammoniak-Anlagen, in denen KP Druckschalter verwendet werden, müssen diese vom Typ KP-A sein. Statt einem Kapillarrohr kann ein Übergangsstück mit M10 x 0.75 - 1/4 - 18 NPT (Best.Nr. 060-014166) verwendet werden.



AI0_0002

In Kälteanlagen mit großen Medienfüllungen, in denen zusätzliche Sicherheit gefordert/ gewünscht ist, KP 7/17 mit doppeltem Wellrohr benutzen. Falls eines der beiden Wellrohre bricht, wird die Anlage gestoppt, ohne das Kältemittel austritt.



AI0_0003

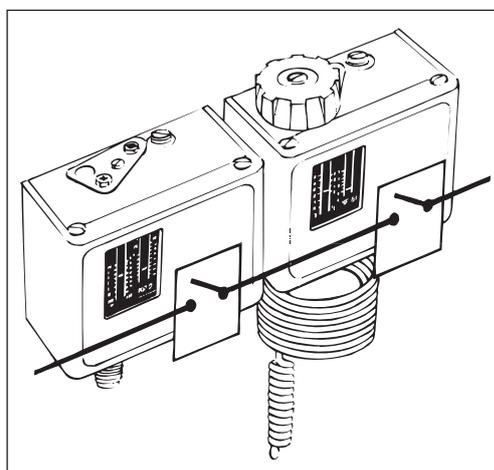
Für Anlagen, die unter Niederdruck seitens des Verdampfers arbeiten und in denen der Druckschalter regeln soll (statt nur zu überwachen): KP 2 mit kleiner Differenz verwenden. Ein Beispiel, bei dem Druckschalter und Thermostat in Serie verbunden sind:

KP 61:
regelt die Temperatur durch einen Stopp/Start Verdichter.

KP 2:
stoppt den Verdichter bei zu niedrigem Saugdruck.

KP 61:
CUT IN = 5 °C (2,6 bar)
CUT OUT = 1 °C (2,2 bar)

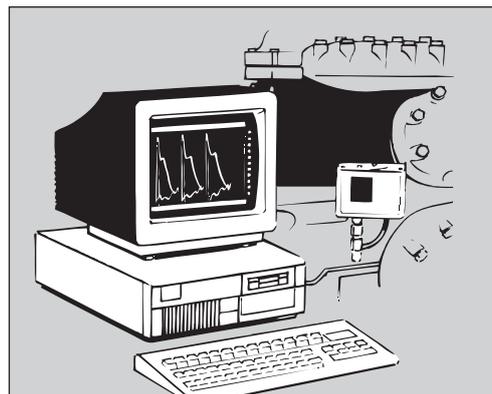
KP 2 Niederdruck:
CUT IN = 2,3 bar
CUT OUT = 1,8 bar



AI0_0004

**Der richtige Druckschalter
für Ihre Kälteanlage**
(Fortsetzung)

Für Anlagen, in denen der KP nur selten aktiviert wird (Alarm) und für Anlagen, in denen KP Signalgeber für PLC-Steuerungen o.ä. ist: Einen Druckschalter mit Goldkontakten verwenden. Dies ergibt einen guten Kontakt, auch bei niedrigen Spannungen.



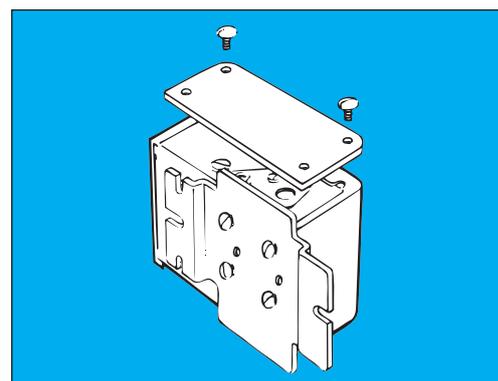
A10_0005

Inhalt	Seite
Montage	29
KP Thermostat mit Luftfühler	29
KP Thermostat mit zylindrischem Fühler	30
Einstellung	30
Thermostate mit automatischem Reset	30
Thermostate mit maximalem Reset	30
Thermostate mit minimalem Reset	30
Einstellbeispiel	31
Prüfung der Schaltfunktion	31
Bei Doppelthermostaten KP 98	31
Der richtige Thermostat für Ihre Kälteanlage	32
Dampffüllung	32
Adsorptionsfüllung	32
Niedrige Spannung	32
Platzierung von Kapillarrohren	33
Anbringung: Thermostate mit Dampffüllung	33

Montage

Besteht die Gefahr von Feuchtigkeit oder Spritzwasser, sollte die Deckplatte montiert werden. Diese erhöht den Dichtigkeitsgrad bis IP 44 und passt zu allen Geräten. Die Deckplatte muss separat bestellt werden. (Bestellnummer für Single Einheit: 060-109766; für Duo-Thermostate: 060-109866.

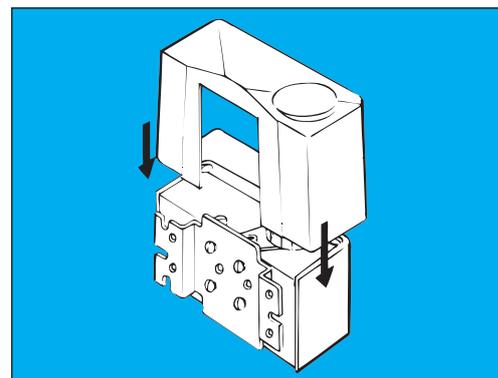
Um IP 44 einzuhalten, müssen die Bohrungen in der Rückseite des Thermostaten abgedeckt sein.



Aj0_0001

Ist das Gerät Schmutz, Feuchtigkeit und Spritzwasser ausgesetzt, sollte eine Schutzabdeckung verwendet werden. Die Abdeckung kann sowohl für die Winkelkonsolen als auch für die Wandkonsolenausführung verwendet werden.

(Die Bestellnummer der Schutzabdeckung für Einzelgeräte ist 060-003166 und für den Duo-Thermostaten ist die Bestellnummer 060-003266.



Aj0_0002

Besteht für die Einheit erhöhtes Risiko, von Wasser beeinträchtigt zu werden, kann durch Einbau des Produkts in ein spezielles IP 55-Gehäuse ein höherer Schutzgrad erreicht werden.

Das IP 55-Gehäuse ist sowohl für Einzelgeräte (060-033066) als auch Duo-Thermostaten (060-035066) erhältlich.



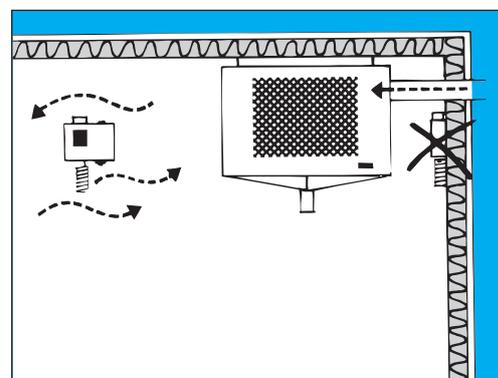
Ak0_0020

KP Thermostat mit Luftfühler

Es muss beachtet werden, dass die Messgenauigkeit von der Luftzirkulation um den Fühler beeinflusst werden kann. Durch zu niedrige Luftzirkulation kann der Messwert um 2 - 3 K vom tatsächlichen Wert abweichen.

Der Raumthermostat soll so angebracht werden, dass die Luft frei um den Fühler zirkulieren kann, ohne Beeinflussung durch Zugluft oder Strahlung durch die Verdampferfläche.

Der Thermostat darf niemals an eine kalte Außenwand montiert werden. Dies verschlechtert den Messwert. Das Gerät sollte stattdessen auf eine isolierte Platte montiert werden.



Aj0_0003

KP Thermostat mit Luftfühler
(Fortsetzung)

Platzierung des Fühlers: Es muss darauf geachtet werden, dass die Luft frei um den Fühler zirkulieren kann. Bei Regelung von z. B. der Rücklufttemperatur ausgehend, darf der Fühler den Verdampfer nicht berühren.



Ah0_0006

KP Thermostat mit zylindrischem Fühler

Es gibt drei Möglichkeiten, den Fühler zu platzieren:

- 1) An Rohre
- 2) Zwischen die Verdampferlamellen
- 3) In einem Tauchrohr

Bei Montage im Tauchrohr immer eine Wärmeleitpaste verwenden (Bestellnr. 041E0114). Dies sichert einen guten Kontakt zwischen Medium und Fühler.

Einstellung

Thermostate mit automatischem Reset

Es ist immer die höchste Temperatur auf der Skala einzustellen.

Danach wird die Differenz auf der DIFF-Skala eingestellt.

Die Temperatureinstellung auf der Bereichsskala entspricht nun der Temperatur, bei der ein Kälteverdichter bei steigender Temperatur gestartet wird.

Kühlbetrieb:

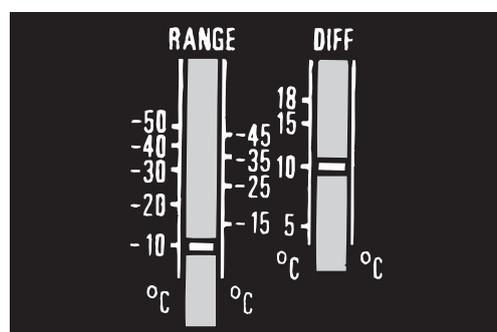
Ausschaltwert = Einstellwert - Differenz

Heizbetrieb:

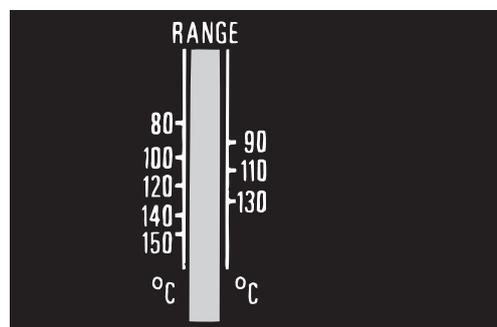
Einschaltwert = Einstellwert - Differenz

Zur Voreinstellung von dampfgefüllten Thermostaten kann man eventuell die Kurven, die in der beiliegenden Bedienungsanleitung angegeben sind, verwenden.

Wenn der Verdichter bei niedrigen Einstellungen der Abschalttemperatur nicht abschaltet, ist zu prüfen, ob eine zu große Differenz eingestellt ist.



Ajo_0004



Ajo_0005

Thermostate mit maximalem Reset

Höchste Temperatur einstellen = Abschalttemperatur auf der Bereichsskala.
 Die Differenz ist fest eingestellt. Wenn die Temperatur des Thermostatfühlers um die Differenzeinstellung gefallen ist, kann die Anlage

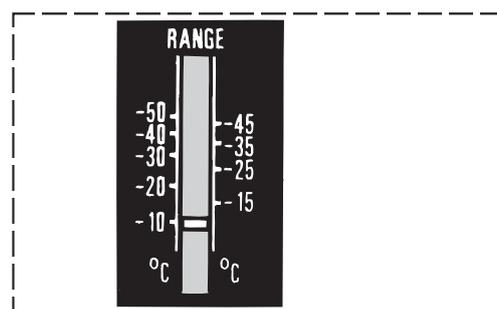
durch Drücken der "Reset"-Taste wieder gestartet werden.

Einschalten = Einstellwert - Differenz

Thermostate mit minimalem Reset

Niedrigste Temperatur einstellen = Abschalttemperatur auf der Bereichsskala.
 Die Differenz ist fest eingestellt.
 Wenn die Temperatur des Thermostatfühlers um die Differenzeinstellung gestiegen ist, kann die Anlage durch Drücken der "Reset"-Taste wieder gestartet werden.

Ausschalten = Einstellwert - Differenz



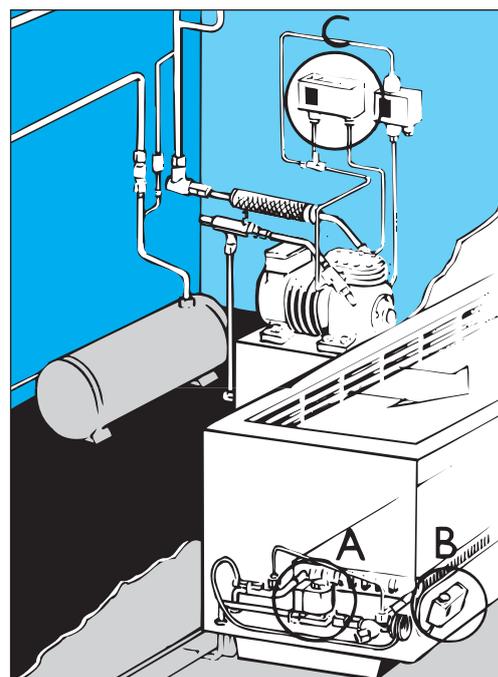
Ajo_0006

Einstellbeispiel

Die Temperatur in einem Tiefkühlraum wird von einem Thermostaten geregelt, der ein Magnetventil schließt. Es handelt sich um eine „Pump-down“-Schaltung, die mit Hilfe eines Niederdruckschalters ausschaltet. Wichtig ist, dass der Druckschalter nicht so eingestellt wird, dass bei einem niedrigerem Druck als notwendig ausschaltet wird. Gleichzeitig soll bei einem Druck eingeschaltet werden, der der Einschalttemperatur des Thermostaten entspricht.

Beispiel:

Tiefkühlraum	R 404A
Raumtemperatur:	-20 °C
Ausschalttemperatur des Thermostaten:	-20 °C
Einschalttemperatur des Thermostaten:	-18 °C
Ausschaltdruck des Druckschalters:	0,9 bar (-32 °C)
Einschaltdruck des Druckschalters:	2,2 bar (-18 °C)

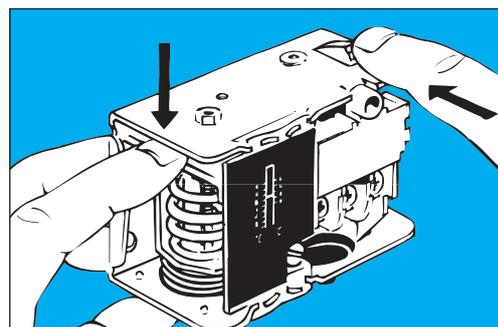


Aj0_0007

Prüfung der Schaltfunktion

Nachdem die elektrischen Leitungen montiert sind, kann die Schaltfunktion überprüft werden. Abhängig von der Fühlertemperatur und der Einstellung des Thermostaten, muss die Prüfanordnung nach unten oder nach oben gedrückt werden.

Prüfanordnung links oben am Thermostaten verwenden.



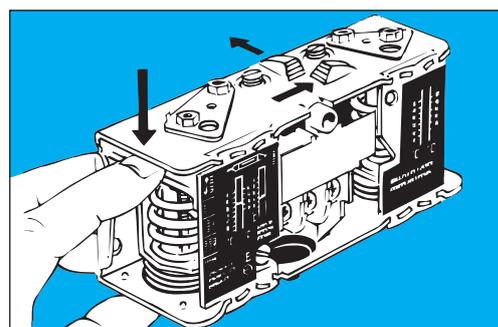
Aj0_0009


Warnung!

Die Schaltfunktion eines KP Einzelgerätes darf nie durch Einwirkung auf das Kontaktsystem geprüft werden. Im schlimmsten Fall kann seine Funktion zerstört werden.

Bei Doppelthermostaten KP 98

Prüfanordnung links für Prüfung der Funktion bei steigender Öltemperatur und rechts unten für Prüfung der Funktion bei steigender Druckgastemperatur verwenden.



Aj0_0010

Der richtige Thermostat für Ihre Kälteanlage

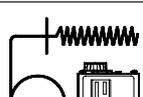
Ein Thermostat muss die richtige Füllung haben:

Dampffüllung

- Fühler reagiert schnell auf Temperaturänderung
- Fühler haben eine kleinere Bauform
- Fühler muss kälter sein als das Gehäuse (Füllungsverlagerung möglich)

Adsorptionsfüllung

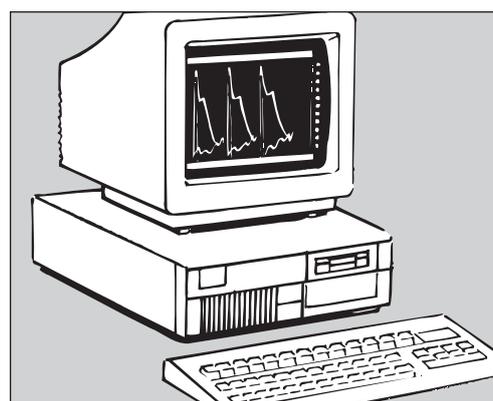
- Fühler reagiert langsamer auf Temperaturänderung
- Etwas größerer zylindrischer Fühler
- Fühler darf wärmer sein als das Gehäuse (keine Füllungsverlagerung)

Dampffüllung	 60I8012	Kapillarrohrfühler
	 60I8032	Aufgerollter Kapillarrohrfühler
	 60I8013	Kapillarrohrfühler (am Thermostat integriert)
Adsorptionsfüllung	 60I8017	Doppelkontaktfühler
	 60I8008	Zylindrischer Fühler
	 60I8013	Kapillarrohrfühler (am Thermostat integriert)
	 60I8018	Kapillarrohrfühler

Niedrige Spannung

Für Anlagen, bei denen der Thermostat Typ KP nur selten aktiviert wird (Alarm) und Anlagen, bei denen der KP Signalgeber für PLC o. ä. ist (niedrige Spannung): **Verwenden Sie einen KP mit Goldkontakt.**

Dies ergibt einen guten Kontakt bei niedrigen Spannungen.



Ajo_0012

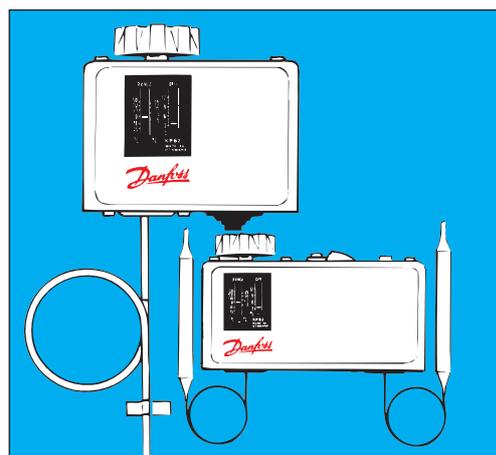
Platzierung von Kapillarrohren

Doppelthermostat KP 98

Bei Kapillarrohren besteht bei Vibrationen Bruchgefahr. Dies kann zum Verlust der Anlagenfüllung führen. Deshalb sollten folgende Massnahmen getroffen werden:

- Bei Montage direkt am Verdichter: Das Kapillarrohr muss so befestigt werden, dass es die Vibrationen auffängt. Überschüssiges Kapillarrohr wird aufgerollt und zusammengebunden.
- Bei anderer Art der Montage: Das überschüssige Kapillarrohr wird lose zu einer Schleife aufgerollt. Das Kapillarrohr zwischen Verdichter und Schleife wird am Verdichter befestigt.

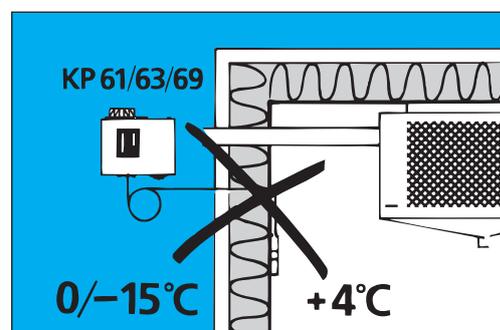
Das Kapillarrohr zwischen Schleife und Thermostat wird an der Wandkonsole wie der Thermostat befestigt.



Aj0_0017

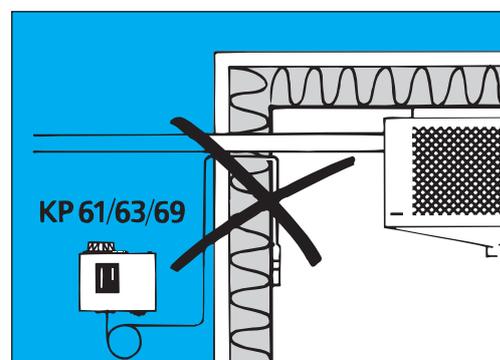
Anbringung: Thermostate mit Dampfzuführung

Ein KP-Thermostat mit Dampfzuführung darf nie in einem Raum montiert werden, in dem die Temperatur niedriger als im Kühlraum ist oder werden kann.



Aj0_0014

Das Kapillarrohr eines KP-Thermostaten mit Dampfzuführung darf nie direkt neben der Saugleitung in einer Wanddurchführung laufen.

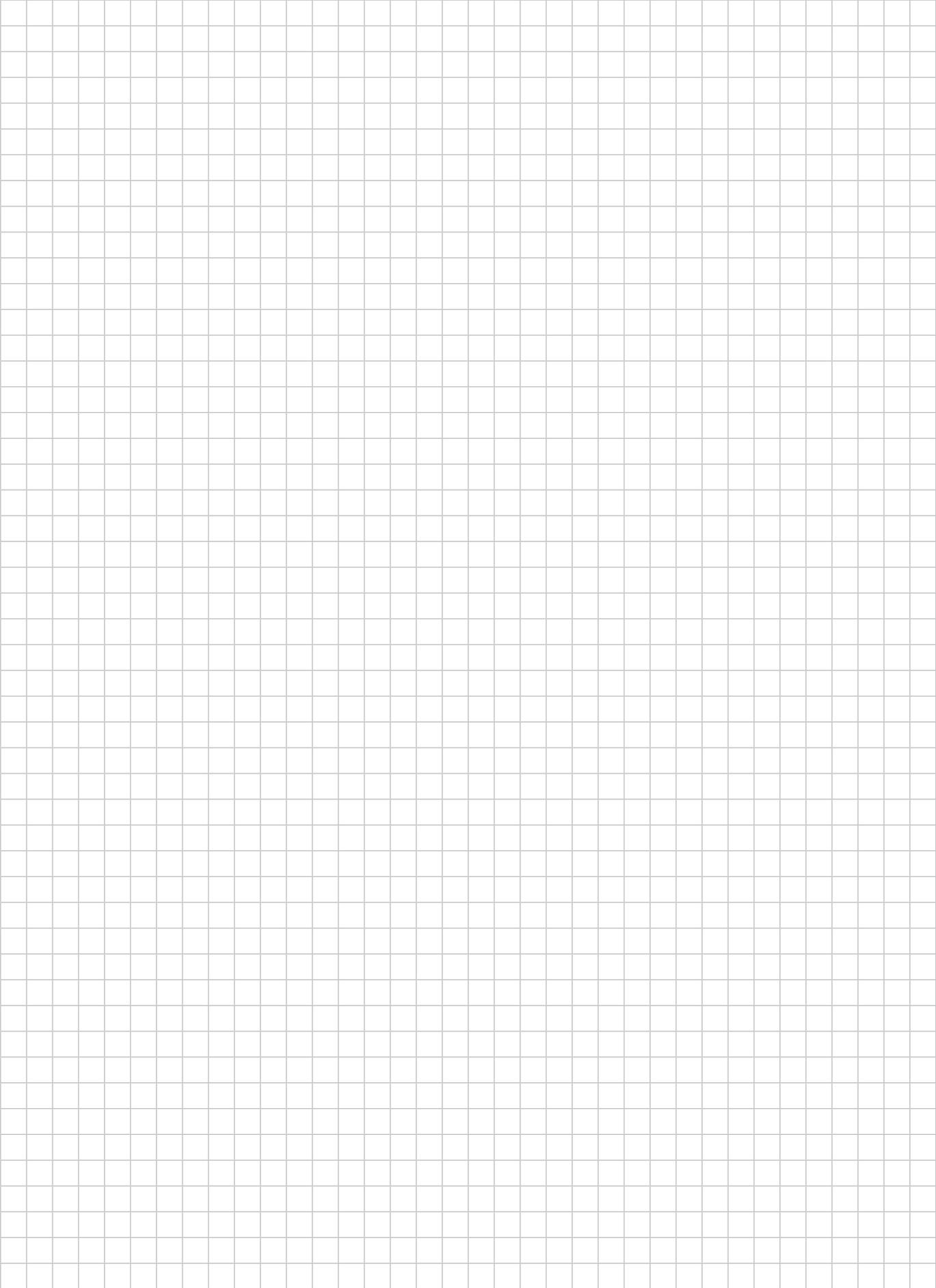


Aj0_0015

Thermostate

Inhalt	Seite
Anwendung	37
Verdampfungsdruckregler Typ KVP	37
Verflüssigungsdruckregler Typ KVR	38
Startregler Typ KVL	38
Leistungsregler Typ KVC	39
Sammlerdruckregler Typ KVD	39
Typenschild	40
Montage	40
Löten	40
Druckprüfung	41
Evakuierung	41
Einstellung	42
Verdampfungsdruckregler Typ KVP	42
Startregler Typ KVL	42
Verflüssigerdruckregler Typ KVR + NRD	42
Verflüssigungsdruckregler Typ KVR + KVD	43
Danfoss-Druckregler	43

Notizen



Anwendung

Modulierende Druckregler Typ KV werden teils auf der Niederdruckseite der Kälteanlage und teils auf ihrer Hochdruckseite eingesetzt, um konstante Drücke unter variierenden Betriebsverhältnissen zu schaffen.

- KVP dient als Verdampfungsdruckregler.
- KVR dient als Verflüssigerdruckregler.
- KVL dient als Startregler.
- KVC dient als Leistungsregler.
- NRD dient als Sammlerdruckregler.
- KVD dient als Sammlerdruckregler.
- CPCD dient als Leistungsregler.



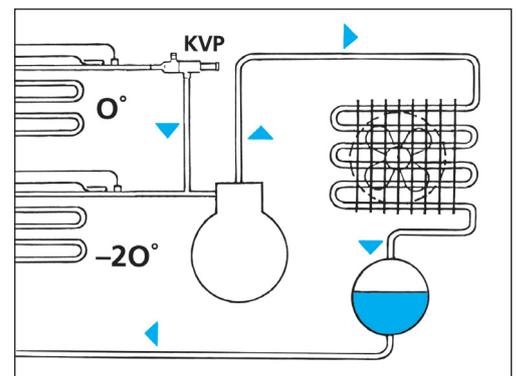
Ak0_0031

Verdampfungsdruckregler
Typ KVP

Der Druckregler KVP wird in der Saugleitung zur Regelung des Verdampfungsdrucks in Kälteanlagen mit einem oder mehreren Verdampfern und einem Verdichter verwendet.

In Kälteanlagen, die mit verschiedenen Verdampfungsdrücken arbeiten, wird der KVP nach dem Verdampfer mit dem höchsten Verdampfungsdruck montiert.

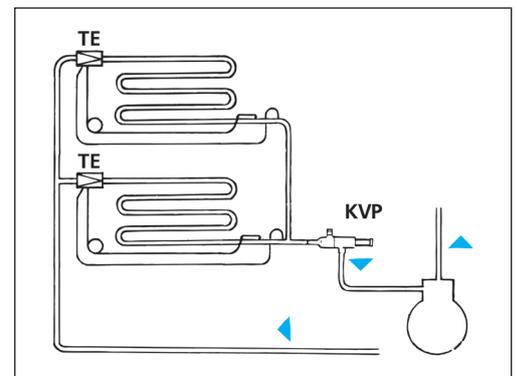
In die Saugleitung nach dem Verdampfer mit dem niedrigsten Verdampfungsdruck ist ein Rückschlagventil Typ NRV einzubauen, um Kondensation von Kältemittel während des Stillstands zu vermeiden.



Ak0_0025

Jeder Verdampfer ist mit einem Magnetventil in der Flüssigkeitsleitung ausgerüstet. Der Verdichter wird mit einem Druckschalter in Pump-Down-Betrieb geregelt. Die maximaler Saugdruck im Stillstand entspricht der Kühlstelle mit der niedrigsten Raumtemperatur.

Wenn man in Kälteanlagen mit parallelgeschalteten Verdampfern und einem gemeinsamen Verdichter, den gleichen Verdampfungsdruck wünscht, ist der KVP in die gemeinsame Saugleitung einzubauen.

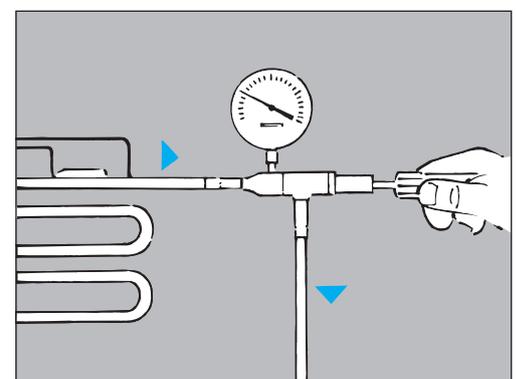


Ak0_0019

Um die Justierung des Reglers zu erleichtern, ist er mit einem speziellen Manometeranschluss versehen, der bei der Einstellung die Montage und Demontage eines Manometers ohne vorherige Entleerung von Saugleitung und Verdampfer ermöglicht.

Der KVP hält einen konstanten Verdampfungsdruck aufrecht.

Der KVP öffnet bei steigendem Eintrittsdruck (Verdampfungsdruck).



Ak0_0023

**Verflüssigungsdruckregler
Typ KVR**

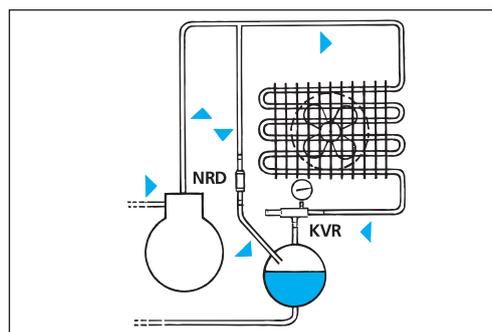
Der Druckregler KVR wird in der Regel zwischen dem luftgekühlten Verflüssiger und dem Sammler montiert. Der KVR hält einen konstanten und ausreichend hohen Verflüssigungsdruck aufrecht.

Er öffnet bei steigendem Eintrittsdruck (Verflüssigungsdruck). Der KVR stellt zusammen mit einem KVD oder NRD einen ausreichend hohen Flüssigkeitsdruck im Sammler unter variierenden Betriebsverhältnissen sicher. Zur Einstellung des Verflüssigungsdrucks hat der Verflüssigungsdruckregler Typ KVR einen Manometeranschluss.

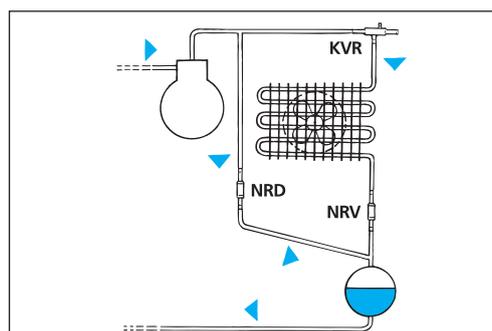
Wenn sowohl der luftgekühlte Verflüssiger als auch der Sammler im Freien und in sehr kalter Umgebung angebracht sind, kann es nach einer langen Stillstandsperiode schwierig sein, die Kälteanlage zu starten.

In solchen Fällen ist der KVR vor dem luftgekühlten Verflüssiger und mit einem NRD in einer Bypassleitung zum Verflüssiger zu montieren.

Ein Rückschlagventil Typ NRV schützt vor Rückfluss während des Anlaufs.



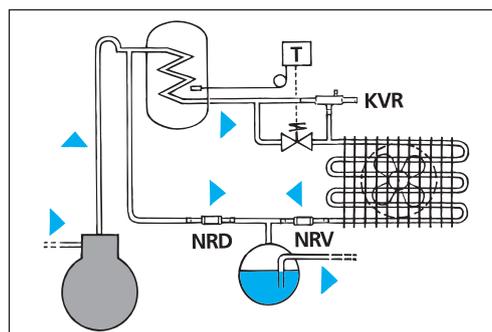
Ak0_0026



Ak0_0027

Der Verflüssigungsdruckregler KVR wird auch bei Wärmerückgewinnung verwendet. Bei dieser Verwendung wird der KVR zwischen Wärmerückgewinnungsbehälter und Verflüssiger montiert.

Es ist notwendig, ein Rückschlagventil Typ NRV zwischen Verflüssiger und Sammler zu montieren, um Rückverflüssigung von Flüssigkeit im Verflüssiger zu verhindern.



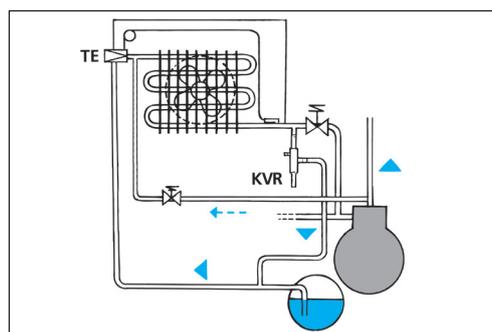
Ak0_0028

Der KVR kann als Entlastungsventil in Kälteanlagen mit automatischer Abtauung verwendet werden.

In diesem Falle wird der KVR zwischen dem Austrittsrohr von Verdampfer und Sammler montiert.

Hinweis!

Der KVR darf niemals als Sicherheitsventil verwendet werden.



Ak0_0029

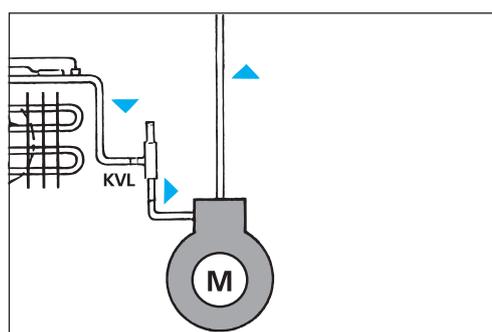
Startregler Typ KVL

Der Startregler Typ KVL soll den Start und Verdichterbetrieb bei zu hohem Saugdruck verhindern.

Er wird unmittelbar vor dem Verdichter in die Saugleitung der Kälteanlage montiert.

Der KVL wird oft in Kälteanlagen mit hermetischen oder semihermetischen Verdichtern verwendet, die für niedrige Verdampfungstemperaturbereiche vorgesehen sind.

Der KVL öffnet bei fallendem Druck an der Austrittsseite (Saugdruck).

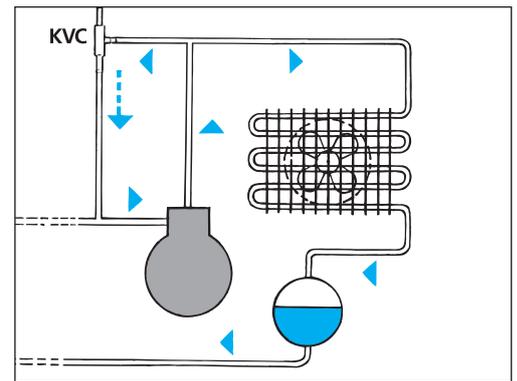


Ak0_0024

Leistungsregler Typ KVC

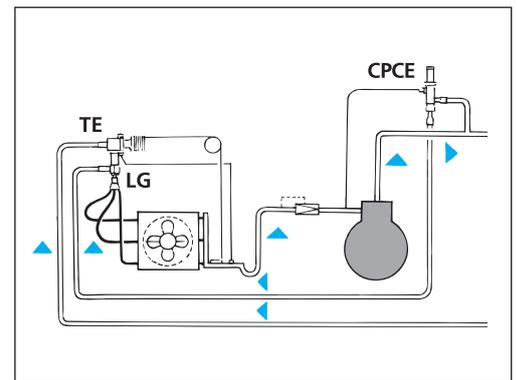
Der Druckregler KVC wird zur Leistungsregelung von Kälteanlagen verwendet, bei denen Situationen mit geringer Belastung vorkommen können und wo es notwendig ist, einen zu niedrigen Saugdruck und ein unbeabsichtigtes "Takten" des Verdichters zu vermeiden.

Dies kann zu Vakuum in der Kälteanlage führen und birgt die Gefahr des Eindringens von Feuchtigkeit in Kälteanlagen mit offenen Verdichtern. Der KVC wird in eine Bypassleitung zwischen der Hoch- und Niederdruckseite eingebaut. Der KVC öffnet bei fallendem Saugdruck.



Ak0_0030

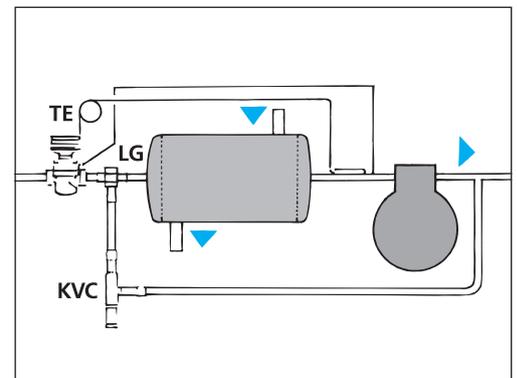
Als Alternative zum KVC kann der Leistungsregler Typ CPCE verwendet werden, wenn eine größere Regelgenauigkeit des Saugdrucks und niedriger Saugdruck gewünscht wird oder bei höherem Druckabfall zwischen CPCE Austritt und Saugdruck.



Ak0_0002

Der KVC kann auch in eine Bypassleitung zur Druckleitung des Verdichters montiert werden, unter Einführung des Ventilaustritts zwischen Expansionsventil und Verdampfer.

Diese Ausführung kann bei einem Flüssigkeitskühler mit mehreren parallelgeschalteten Verdichtern angewandt werden, wo kein Flüssigkeitsverteiler verwendet wird.



Ak0_0003

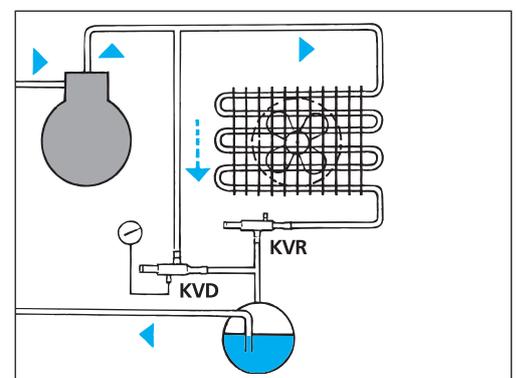
Sammlerdruckregler Typ KVD

Der KVD wird zur Aufrechterhaltung eines ausreichend hohen Sammlerdrucks in Kälteanlagen mit oder ohne Wärmerückgewinnung verwendet.

Der KVD wird zusammen mit dem Verflüssigerdruckregler Typ KVR verwendet.

Der Sammlerdruckregler Typ KVD hat einen Manometeranschluss, der zur Einstellung des Sammlerdrucks verwendet werden kann.

Der KVD öffnet bei fallendem Austrittsdruck (Sammlerdruck).



Ak0_0004

Typenschild

Die KV-Regler sind mit einem Schild versehen, auf dem Funktion und Typ des Ventils angegeben ist, z.B. "CRANKCASE PRESS. REGULATOR type KVL".

Auf dem Schild wird der Arbeitsbereich und der höchstzulässige Betriebsüberdruck (PS/MWP) angegeben. Weiter wird ein Doppelpfeil mit "+" bzw. "-" an jedem Ende gezeigt.

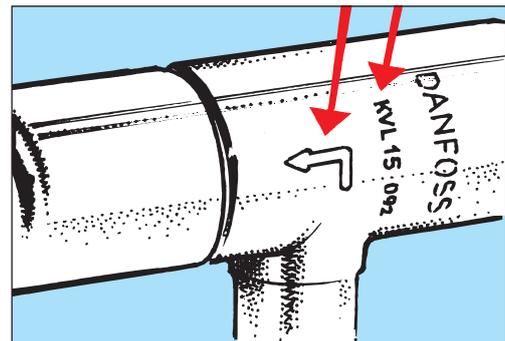
Die Richtung + bedeutet höheren und die Richtung - bedeutet niedrigeren Druck.

Die Druckregler Typ KV können für alle fluorierten Kältemittel-, Ersatz- und Übergangskältemittel verwendet werden, wenn die Druckbereiche berücksichtigt werden.

Das Ventilgehäuse ist mit der Größe des Ventils, z.B. KVP 15 und mit einem Pfeil, der die Durchflussrichtung im Ventil zeigt, gestempelt.



Ak0_0032



Ak0_0005

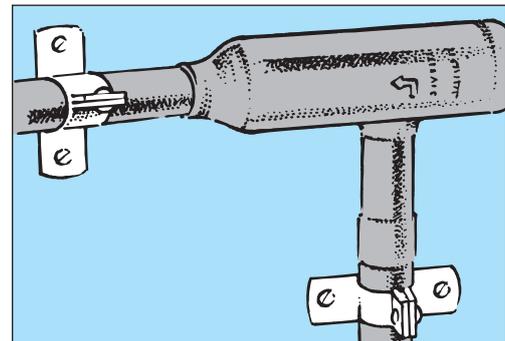
Montage

Es ist dafür zu sorgen, dass die Rohre und die KV-Ventile ordnungsgemäß befestigt sind. Dadurch werden die Ventile vor Vibrationen geschützt.

Für alle Druckregler Typ KV gilt, dass sie immer mit Durchfluss in Pfeilrichtung zu montieren sind.

Die Druckregler können in beliebiger Stellung montiert werden.

Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Öl- und Flüssigkeitsrückführung gewährleistet ist.



Ak0_0006

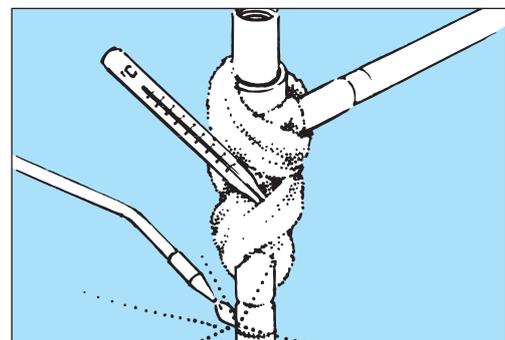
Löten

Beim Einlöten ist es wichtig, ein feuchtes Tuch um das Ventil zu wickeln.

Die Gasflamme immer vom Ventil abkehren, so dass das Ventil nicht direkt erwärmt wird. Beim Löten Sorgfalt walten lassen, damit kein Lot ins Ventil gelangt und die Funktion des Ventils beeinflusst.

Vor dem Einlöten der KV-Ventile muss man sich vergewissern, dass ein etwaiger Einsatz in den Manometeranschlüssen entfernt ist.

Beim Einlöten der KV-Ventile immer Schutzgas benutzen.



Ak0_0007



Warnung!

Legierungen in Loten und Flussmitteln entwickeln Rauch, der gesundheitsschädlich sein kann.

Die Sicherheitsvorschriften der Lieferanten befolgen. Während des Lötens den Kopf vom Rauch weghalten.

Starke Lüftung und/oder Absaugung an der Flamme anwenden. Schutzbrille benutzen.

Vom Löten muss abgeraten werden, wenn sich Kältemittel in der Anlage befindet.

Es entwickeln sich aggressive Gase, die z. B. das Wehrohr in den KV-Ventilen oder andere Teile der Kälteanlage zersetzen können.

Druckprüfung

Die Druckregler Typ KV können nach der Montage in die Kälteanlage druckgeprüft werden, wenn der Prüfdruck den max. zul. Prüfüberdruck, den die Ventile ausgesetzt werden dürfen, nicht übersteigt.

Der max. zul. Prüfüberdruck ist aus der Tabelle ersichtlich.

Typ	max. zul. Prüfüberdruck, bar
KVP 12 - 15 - 22	28
KVP 28 - 35	25
KVL 12 - 15 - 22	28
KVL 28 - 35	25
KVR 12 - 15 - 22	31
KVR 28 - 35	31
KVD 12 - 15	31
KVC 12 - 15 - 22	31

Evakuierung

Während der Evakuierung der Kälteanlage muss man sich vergewissern, dass alle KV-Ventile offen sind.

Die KV-Ventile, die mit Werkseinstellung geliefert werden, befinden sich mit dieser Einstellung in folgenden Stellungen:

KVP ist geschlossen.

KVR ist geschlossen.

KVL ist offen.

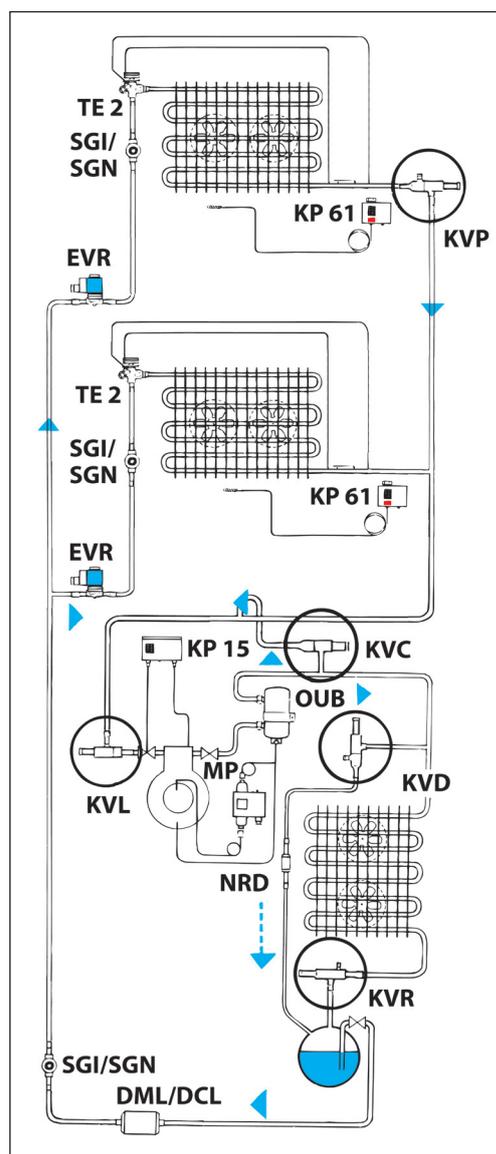
KVC ist offen.

KVD ist offen.

Es ist deshalb notwendig, dass die Einstellspindel am KVP und KVR während der Evakuierung der Kälteanlage links herum bis zum Anschlag zurückgedreht werden.

Es ist ratsam, zweiseitig zu Evakuieren, d. h. die Evakuierung sowohl von der Hochdruck- als auch von der Niederdruckseite der Kälteanlage aus vorzunehmen.

Es muss davon abgeraten werden, die Evakuierung durch die Manometerstutzen an KVP, KVR und KVD vorzunehmen, da durch diese Stutzen nur eine kleine Öffnung besteht.



Ak0_0009

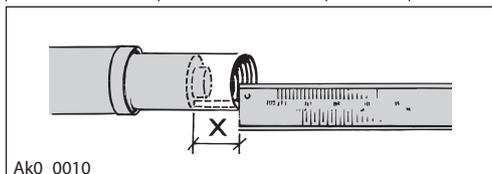
Einstellung

Bei der Einstellung der Druckregler Typ KV an Kälteanlagen ist es ratsam, die Werkseinstellung zum Ausgangspunkt zu nehmen.

Die Werkseinstellung der einzelnen Druckregler kann wiedergefunden werden, indem man von der Oberseite des Ventils bis zur Oberseite der Einstellschraube misst.

In der Tabelle sind die Werkseinstellung und die Angabe des Abstandes "x" sowie die Druckänderung je Umdrehung der Einstellschraube für sämtliche Typen KV zu finden.

Typ	Werkseinstellung	X mm	bar/ Umdr.
KVP 12 - 15 - 22	2 bar	13	0,45
KVP 28 - 35	2 bar	19	0,30
KVL 12 - 15 - 22	2 bar	22	0,45
KVL 28 - 35	2 bar	32	0,30
KVR 12 - 15 - 22	10 bar	13	2,5
KVR 28 - 35	10 bar	15	1,5
KVD 12 - 15	10 bar	21	2,5
KVC 12 - 15 - 22	2 bar	13	0,45



Ak0_0010

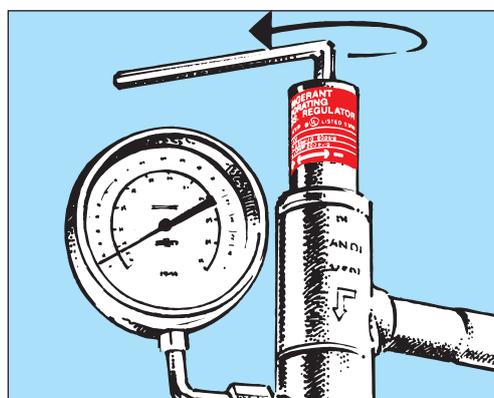
**Verdampfungsdruckregler
Typ KVP**

Verdampfungsdruckregler Typ KVP wird mit einer Werkseinstellung von 2 bar geliefert. Drehen im Uhrzeigersinn ergibt höhere Drücke, drehen entgegen dem Uhrzeigersinn ergibt niedrigere Drücke.

Es ist ratsam nach einer Zeit mit Normalbetrieb eine Feineinstellung vorzunehmen. Dazu wird ein Manometer mit Feineinstellung verwendet.

Wenn der KVP zur Frostsicherung eingesetzt wird, ist die Feineinstellung vorzunehmen, wenn die Kälteanlage mit minimaler Belastung arbeitet.

Nach erfolgter Einstellung ist die Abdeckkappe über die Einstellschraube zu montieren.



Ak0_0011

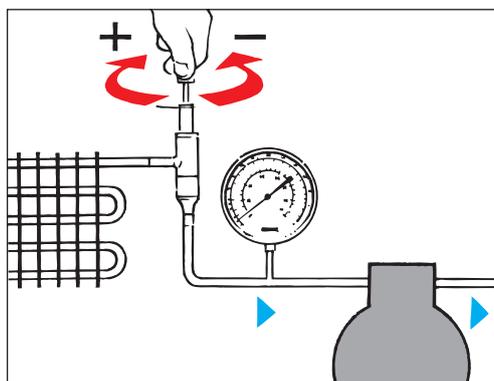
Startregler Typ KVL

Startregler Typ KVL wird mit einer Werkseinstellung von 2 bar geliefert.

Drehen im Uhrzeigersinn ergibt höhere Drücke, drehen entgegen dem Uhrzeigersinn ergibt niedrigere Drücke.

Die Werkseinstellung ist der Punkt, an dem der KVL zu öffnen beginnt oder gerade schließt. Da der Verdichter geschützt werden soll, ist es der max. zulässige Saugdruck des Verdichters, auf den der KVL eingestellt werden muss.

Die Einstellung wird nach dem Saugmanometer des Verdichters vorgenommen.



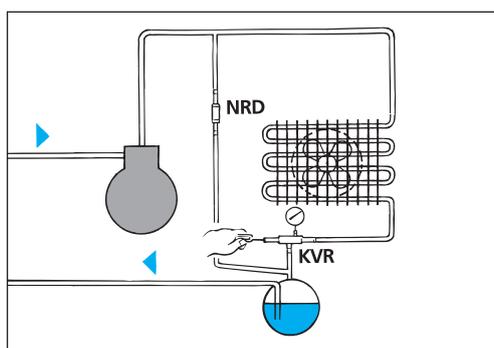
Ak0_0012

**Verflüssigerdruckregler
Typ KVR + NRD**

In Kälteanlagen mit einem KVR + NRD System ist der KVR so einzustellen, dass ein geeigneter Sammlerdruck erzielt wird.

Es muss akzeptabel sein, dass der Druck im Verflüssiger immer um 1,4 bis 3,0 bar (Druckabfall über NRD) höher ist als der Druck im Sammler. Wenn das nicht akzeptiert werden kann, ist eine Lösung mit KVR + KVD zu suchen.

Diese Einstellung lässt sich am besten während des Betriebs in der Winterperiode vornehmen.



Ak0_0013

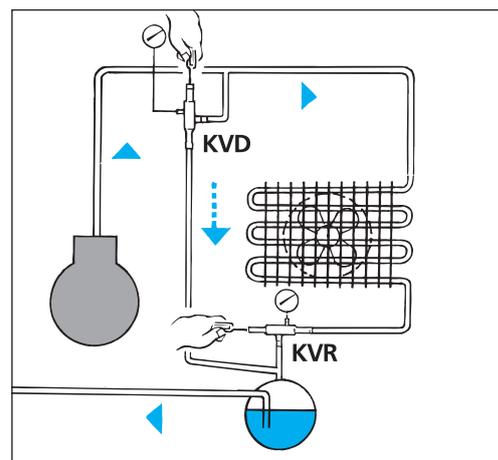
Verflüssigungsdruckregler
 Typ KVR + KVD

In Kälteanlagen mit KVR + KVD ist zuerst der Verflüssigungsdruck mit KVR einzustellen, während der KVD geschlossen ist (die Einstellschraube wird links bis zum Anschlag gedreht).

Danach ist der KVD auf einen Sammlerdruck einzustellen, der z. B. um ca. 1 bar niedriger ist als der Verflüssigungsdruck. Diese Einstellung ist mit Manometer und am besten während des Betriebs in der Winterperiode vorzunehmen.

Wenn die Einstellung der Verflüssigungsdruckregelung während des Sommerbetriebs vorgenommen wird, kann man von einem der beiden folgenden Verfahren Gebrauch machen:

- 1) In einer neuinstallierten Kälteanlage mit Werkseinstellung des KVR bzw. KVD mit 10 bar als Ausgangspunkt kann die Einstellung des Systems durch Zählen der Umdrehungen der Einstellschraube vorgenommen werden.
- 2) In einer existierenden Kälteanlage, in der die Einstellung von KVR und KVD nicht bekannt ist, muss man zuerst einen Ausgangspunkt für die Einstellung finden und dann die Umdrehungen zählen.



Ak0_0014

Danfoss Druckregler

Produkt	Verwendet als	Öffnet,	Druckbereich
KVP	Verdampfungsdruckregler	bei Anstieg des Druckes am Eintritt	0 - 5,5 bar
KVR	Verflüssigungsdruckregler	bei Anstieg des Druckes am Austritt	5 - 17,5 bar
KVL	Startregler	wenn der Druck am Austritt fällt	0,2 - 6 bar
KVC	Leistungsregler	wenn der Druck am Austritt fällt	0,2 - 6 bar
CPCE	Leistungsregler	wenn der Druck am Austritt fällt	0 - 6 bar
NRD	Sammlerdruckregler	Beginnt zu öffnen, wenn die Druckdifferenz im Ventil 1,4 bar ist und ist voll geöffnet, wenn die Druckdifferenz 3 bar ist	3 - 20 bar
KVD	Sammlerdruckregler	wenn der Druck am Austritt fällt	3 - 20 bar

Inhalt

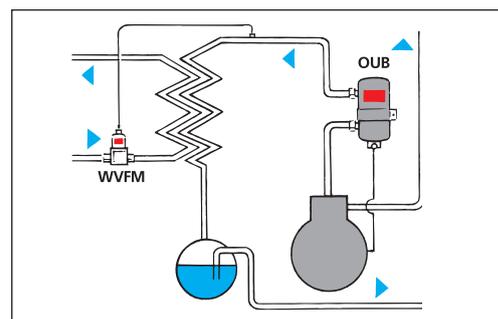
	Seite
Anwendung	47
Kennzeichnung	47
Montage	48
Einstellung	48
Wartung.....	49
Ersatzteile	50

Anwendung

Druckgesteuerte Wasserventile Typ WV werden in Kälteanlagen mit wassergekühlten Verflüssigern verwendet, um unter variierenden Belastungen einen konstanten Verflüssigungsdruck aufrechtzuerhalten.

Die Wasserventile sind unter Einhaltung des zulässigen Betriebsüberdrucks für alle herkömmlichen Kältemittel geeignet.

Die Type WVS kann zusätzlich auch für R 717 (Ammoniak) verwendet werden.

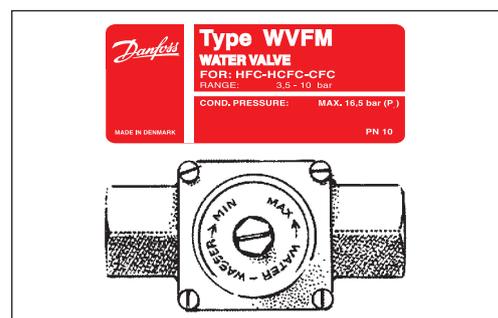


Ag0_0001

Identifikation

Danfoss Wasserventil Typ WVFM besteht aus einem Ventilgehäuse und einem Wellrohrgehäuse. Auf dem Wellrohrgehäuse befindet sich ein Schild, auf dem der Ventiltyp und der Arbeitsbereich sowie der max. zulässige Betriebsüberdruck angegeben sind.

Für das Ventilgehäuse gibt das Schild den max. zulässigen Betriebsüberdruck auf der Wasserseite an, angegeben als PN 10 gemäß IEC 534-4. Am Boden des Ventils wird angezeigt, in welcher Richtung die Einstellspindel gedreht werden muss, um eine größere oder kleinere Wassermenge zu erreichen.

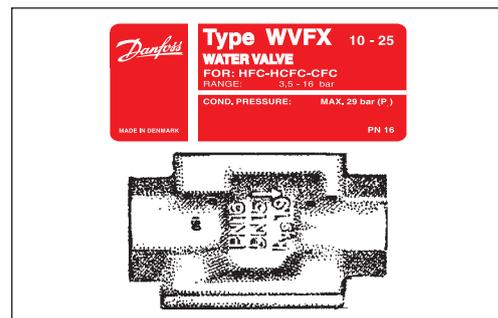


Ag0_0002

Wasserventil Typ WVFX besteht aus einem Ventilgehäuse und aus einem Wellrohrgehäuse bzw. einem Einstellteil auf den beiden Seiten des Ventilgehäuses.

Auf dem Wellrohrgehäuse befindet sich ein Schild, das den Ventiltyp und Arbeitsbereich sowie den max. zulässigen Betriebsüberdruck angibt.

Alle Druckangaben gelten für die Verflüssigerseite. Auf der einen Seite des Ventilgehäuses sind PN 16 (Nenndruck) und z.B. DN 15 (Nenn-durchmesser) und k_v 1,9 (Leistung des Ventils in m^3/h bei einem Druckabfall von 1 bar) eingegossen.

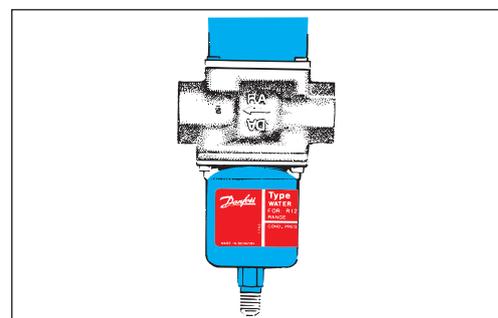


Ag0_0003

Auf der entgegengesetzten Seite des Ventils sind RA und DA eingegossen.

RA bedeutet „Reverse Action“ (umgekehrte Funktion), und DA bedeutet „Direct Action“ (direkte Funktion).

Wenn WVFX als Verflüssigungsdruckregler verwendet wird, muss das Wellrohrgehäuse immer an der DA-Marke montiert sein.



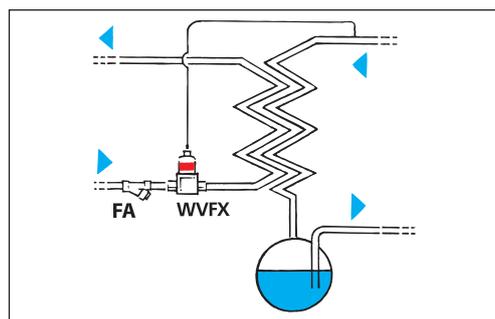
Ag0_0004

Montage

Die Wasserventile WVFM und WVFX sind in die Wasserleitung einzubauen, normalerweise vor dem Verflüssiger und mit Durchfluss in Pfeilrichtung. Es ist ratsam immer ein Schmutzfilter, z.B. Typ FV, vor dem Wasserventil zu montieren, um Schmutz in den beweglichen Teilen des Ventils zu vermeiden.

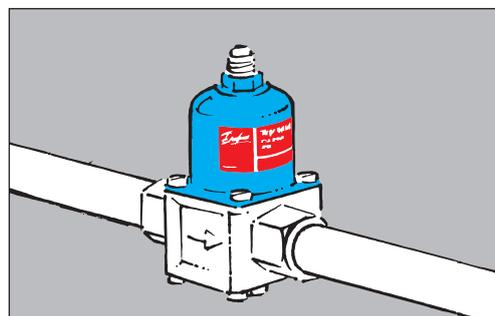
Um Schwingungsübertragung auf das Ventilgehäuse und das Wellrohr zu vermeiden, sollte das Ventil über ein Kupferrohr inkl. Dämpfungsschleife angeschlossen werden.

Das Kapillarrohr ist auf der Oberseite des Druckrohrs anzuschließen, um Öl und evtl. Schmutz in der Steuerleitung zu vermeiden.



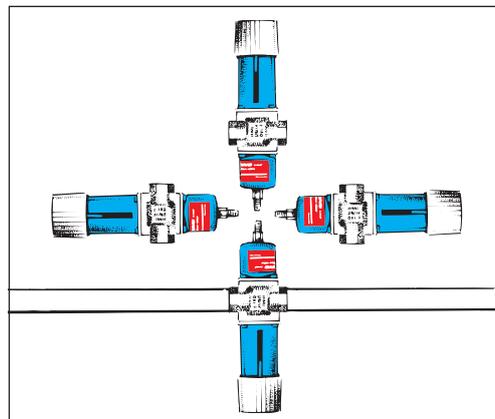
Ag0_0005

Wasserventil WVFM und WVFX 32-40 sind mit nach oben gekehrtem Wellrohrgehäuse zu montieren.



Ag0_0006

Wasserventil Typ WVFX 10-25 darf in beliebiger Richtung montiert werden.



Ag0_0007

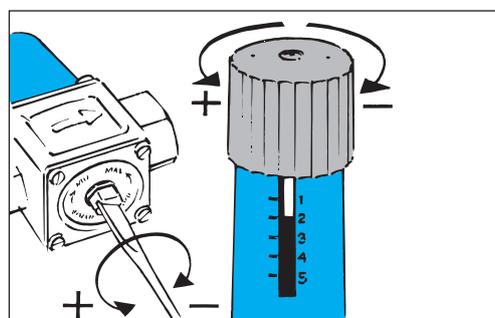
Einstellung

Wasserventil Typ WVFM und WVFX sind so einzustellen, dass der gewünschte Verflüssigungsdruck erreicht wird.

Drehen der Einstellspindel rechts herum ergibt niedrigere Drücke, drehen links herum ergibt höhere Drücke. Zur Grobeinstellung von WVFX können die Skalenmarken 1 – 5 benutzt werden. Skalenmarke 1 entspricht ca. 2 bar und Skalenmarke 5 entspricht ca. 17 bar.

Beachten Sie, dass die Werte für den Einstellbereich des Ventils Angaben für die beginnende Ventilöffnung sind.

Zur Erzielung eines voll geöffneten Ventils muss der Verflüssigungsdruck um 3 bar ansteigen.

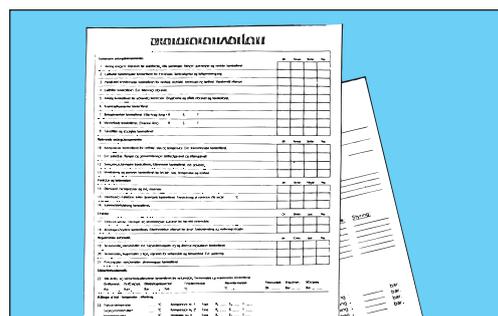


Ag0_0008

Wartung

Es ist ratsam, die Wasserventile einer vorbeugenden Wartung zu unterziehen, da sich von Zeit zu Zeit Schmutz (Schlamm) um die beweglichen Teile der Wasserventile ansammeln kann.

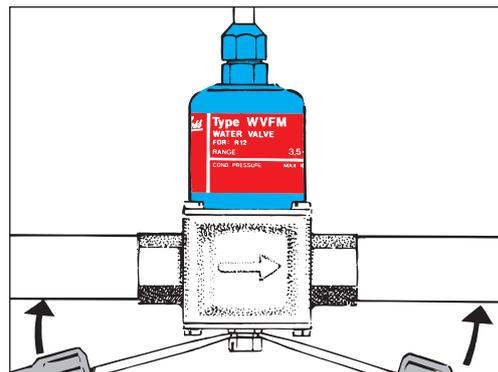
Als Verfahren kann ein Durchspülen der Wasserventile durchgeführt werden, einerseits um Unreinheiten wegzuspülen und andererseits um festzustellen, ob sich die Reaktion der Ventile geändert hat und ob sie langsamer reagieren.



Ag0_0009

Das Durchspülen des Wasserventils Typ WVFM lässt sich am leichtesten mit Hilfe von zwei Schraubenziehern vornehmen, die unter der Einstellschraube angebracht und nach oben gedrückt werden.

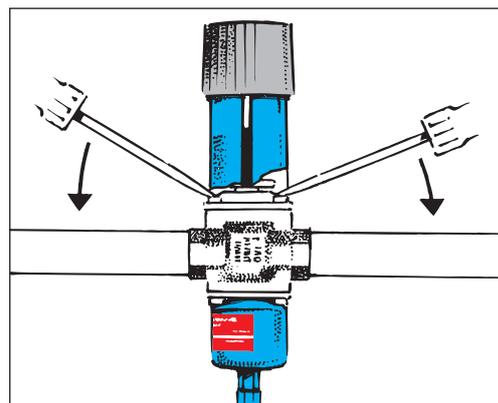
Auf diese Weise kann das Ventil für größeren Wasserdurchfluss geöffnet werden.



Ag0_0010

Das Durchspülen des Wasserventils Typ WVFX lässt sich ebenfalls mit zwei Schraubenziehern vornehmen, die in einen Schlitz auf jeder Seite des Einstellteils (Federehäuses) hinein und unter die Federschale gesteckt werden.

Die Schraubenzieher werden nach unten gegen die Rohre gedrückt und öffnen dadurch für größeren Wasserdurchfluss.

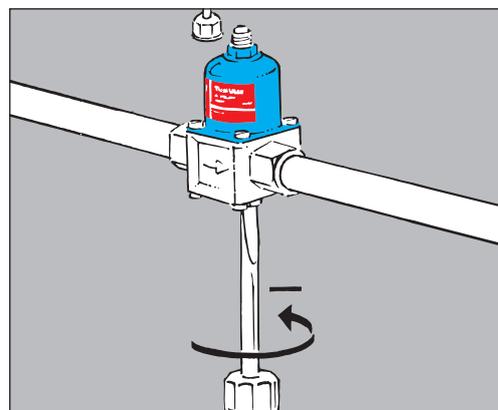


Ag0_0011

Wenn in den Wasserventilen Unregelmäßigkeiten oder Undichtheiten über den Ventilsitz festgestellt werden, ist das Ventil zu zerlegen und zu reinigen.

Vor einer Zerlegung muss immer zuerst das Wellrohrgehäuse drucklos gemacht werden, d.h. die Verbindung zum Verflüssiger der Kälteanlage muss unterbrochen werden.

Vor der Zerlegung ist die Einstellfeder rechts herum ganz auf die niedrigste Druckeinstellung zurückzudrehen. O-Ringe und die übrigen Dichtungen sind nach einer Zerlegung immer auszuwechseln.



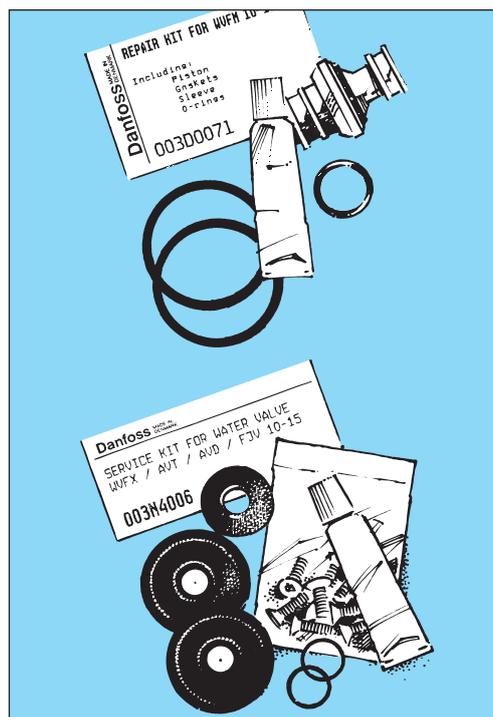
Ag0_0012

Ersatzteile

Folgende Ersatzteile sind für WVFM- und WVFX-Wasserventile bei Danfoss erhältlich:

- Wellroherelement
- Servicesatz für Ventilkolben (enthalten Ersatzteile, Dichtungen und Schmierfett für die Wasserseite des Ventils).
- Dichtsatz ist als Ersatzteil für Typ WVFM erhältlich.

Die Bestellnummern für Ersatzteile und Dichtungen finden sich im Ersatzteilkatalog*.

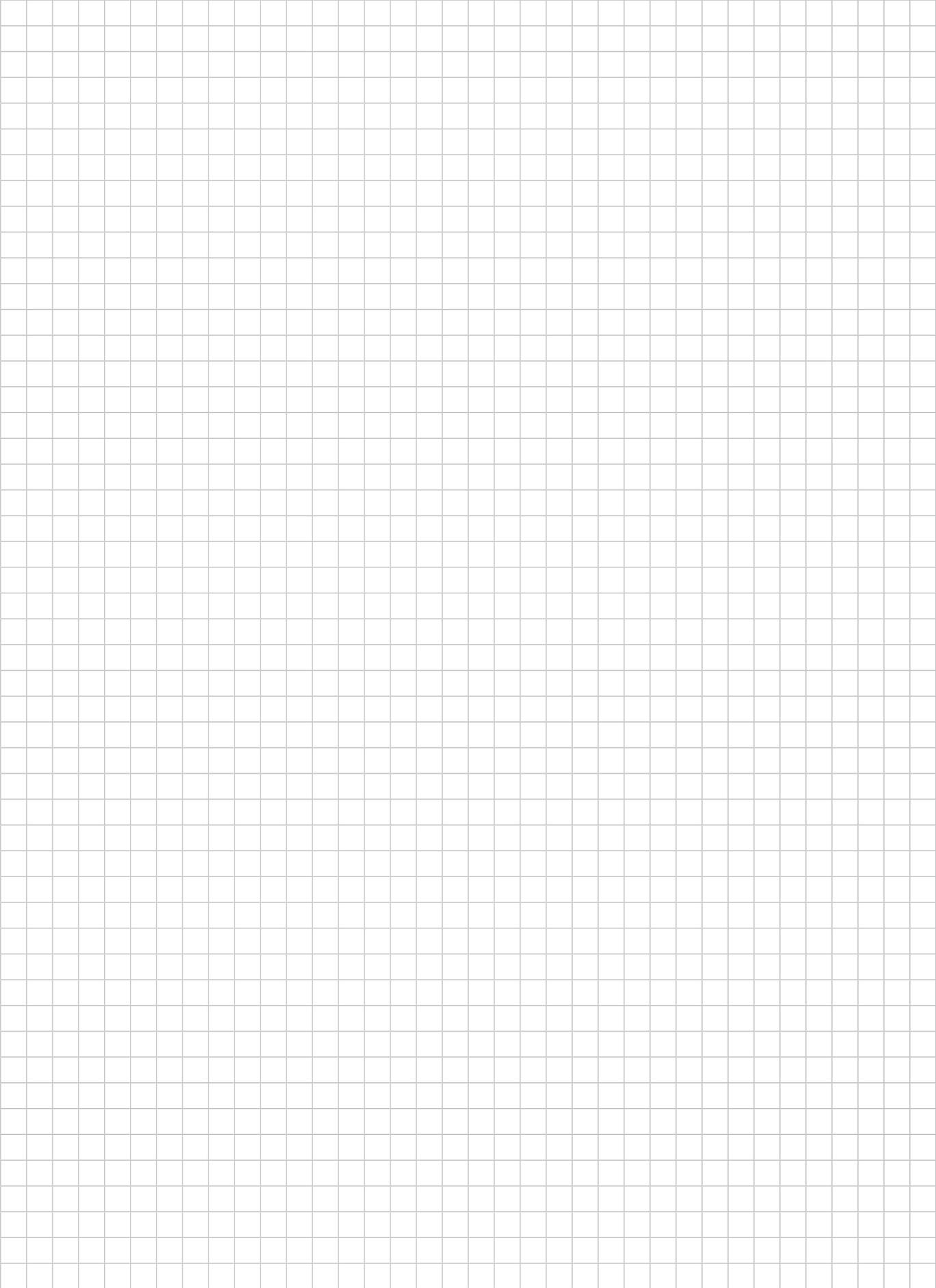


Ag0_0013

*) Siehe Ersatzteildokumentation unter <http://www.danfoss.com>

Inhalt	Seite
Funktion	53
Auswahl	53
Platzierung in der Kälteanlage	54
Montage	55
Löten	56
Betrieb	56
Filtertrockner auswechseln, wenn:	56
DCR	57
Gebrauch von Dichtungen	57
Montage von Dichtungen	57
Entsorgung	57
Auswechseln des Filtertrockners	57
Spezielle Filter von Danfoss	58
Kombinierte Sammler-Trockner Typ DCC/DMC	58
Burn-out-Trockner Typ 48-DA	58
Spezielle Verwendung	58
DCL/DML Filtertrockner	58
Bemessung	59
EPD (Equilibrium Point Dryness)	59
Trockenleistung (Wasseraufnahme)	59
Flüssigkeitsleistung (Gemäß ARI-710 Standard)	60
Empfohlene Anlagenleistung	60
Danfoss Filtertrockner	60

Notizen



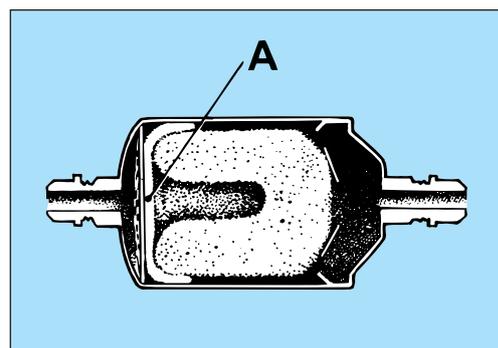
Funktion

Die Lebensdauer einer Kälteanlage kann durch Verunreinigungen jeglicher Art entscheidend beeinflusst werden.

Während des Betriebs werden mittels eines Filtertrockners Schmutz und Feuchtigkeit aufgefangen und gebunden.

Ein Filtertrockner enthält einen Feststoffblockeinsatz, der sich zusammensetzt aus:

- Molekularsieb,
- Silikagel (hat einen geringen Effekt und wird nicht in Danfoss Filtertrockner benutzt),
- Aktiviertem Aluminiumoxid und einer in den Austritt des Filters montierten Polyesterplatte (A).



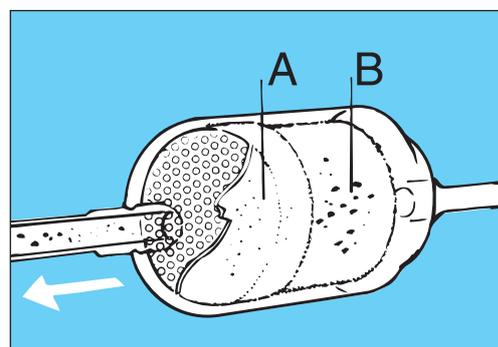
Ah0_0001

Der Feststoffblockeinsatz ist mit einem Schwamm vergleichbar, der Wasser aufsaugen und binden kann.

Das Molekularsieb bindet Feuchtigkeit und aktiviertes Aluminiumoxid kann außer Feuchtigkeit auch Säure binden.

Außerdem wirkt der Feststoffblockeinsatz (B) zusammen mit der Polyesterplatte (A) als Schmutzfilter. Der Feststoffblockeinsatz hält große Schmutzpartikel und die Polyesterplatte kleine Schmutzpartikeln zurück.

Der Filtertrockner kann daher alle Schmutzpartikel, die größer als 25 µm sind, zurückhalten.



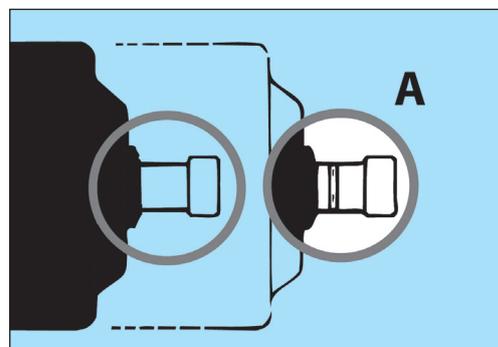
Ah0_0011

Auswahl

Der Filtertrockner wird nach Kältemittelfüllmenge, Leistung und Anschlussgröße ausgewählt.

Zur Hermetisierung der Kälteanlage ist ein Filtertrockner mit Lötanschluss zu bevorzugen. Der Danfoss Filtertrockner Typ DCL wurde für den Einsatz mit HFCKW (R22) und DML entwickelt. Der DML mit 100% Molekularsieb erreicht hierbei die höchste Trockenleistung für den Einsatz mit HFCKW (R 134a, R 404A/R507, R 410A, usw.)

Die Lötstutzen in mm-Ausführung sind aus verkupferten Stahlrohr mit Capsolut-Verschluss (A) ausgeführt.

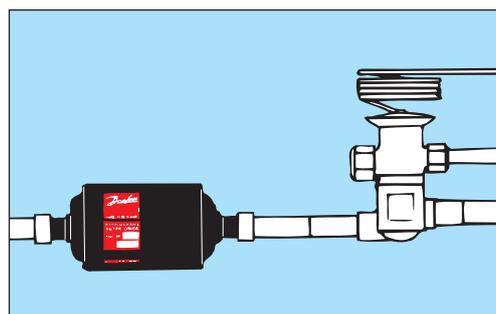


Ah0_0018

Platzierung in der Kälteanlage

Der Filtertrockner wird normalerweise in die Flüssigkeitsleitung eingebaut.

Dort ist die Geschwindigkeit des Kältemittels niedrig, was einerseits einen guten Austausch zwischen dem Kältemittel und dem Feststoffeinsatz des Filtertrockners ergibt und andererseits einen geringen Druckabfall über den Trockner mit sich bringt.



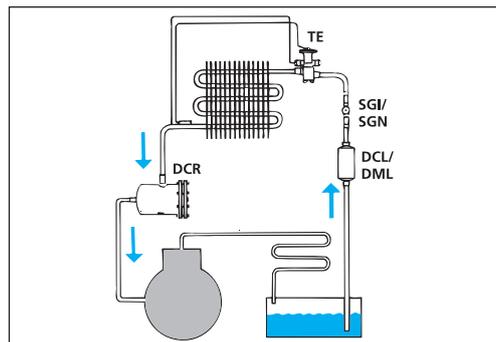
Ah0_0019

Ein Filtertrockner kann auch in die Saugleitung montiert werden, wo er hauptsächlich den Verdichter vor Schmutzpartikeln schützt, aber gleichzeitig auch die Feuchtigkeit binden soll.

In der Saugleitung werden in der Regel sogenannte „Burn-out“-Filter zur Entfernung von Säure nach einem Verdichtermotorausfall verwendet, deren Einsatz zu 100% aus aktiviertem Aluminiumoxid besteht.

Ein „Burn-out“ Filter auf der Saugseite ist auszuwechseln, bevor der Druckabfall nachstehende Werte übersteigt:

- Klimaanlage: 0,50 bar,
- Kühlanlagen: 0,25 bar,
- Gefrieranlagen: 0,15 bar.



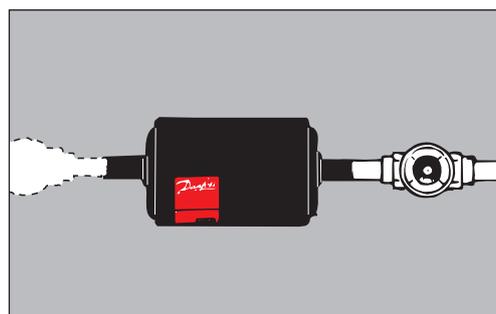
Ah0_0020

Ein Schauglas mit Feuchtigkeitsindikator ist hinter dem Filtertrockner anzubringen. Der Indikator zeigt folgendes an:

- Grün: Keine gefährliche Feuchtigkeit im Kältemittel
- Gelb: Zu hoher Feuchtigkeitsgehalt im Kältemittel vor dem Expansionsventil

Blasen im Schauglas können bedeuten:

- 1) Zu großer Druckabfall im Filtertrockner
- 2) Keine Unterkühlung
- 3) Zu wenig Kältemittel in der Kälteanlage



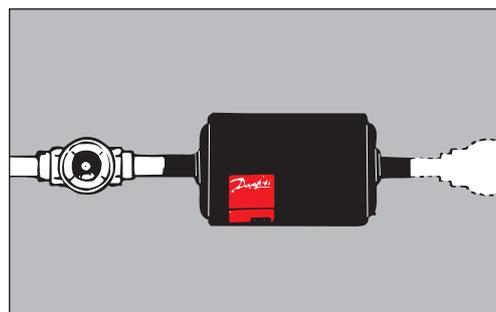
Ah0_0032

Wenn das Schauglas vor dem Filtertrockner angebracht wird, zeigt es folgendes an:

- Grün: Keine gefährliche Feuchtigkeit im Kältemittel
- Gelb: Zu hoher Feuchtigkeitsgehalt in der Kälteanlage

Blasen im Schauglas können bedeuten:

- 1) Keine Unterkühlung
- 2) Zu wenig Kältemittel in der Kälteanlage



Ah0_0031

Hinweis:

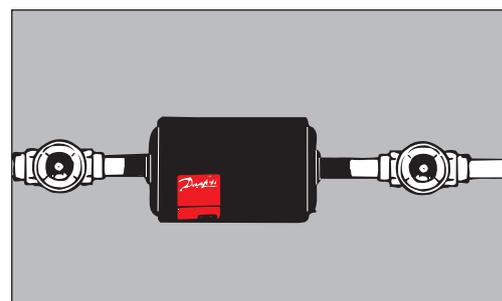
Stellt man Blasen im Schauglas fest, sollte man, bevor Kältemittel nachgefüllt wird, zuerst die Ursache ermitteln.



Ah0_0006

Platzierung in der Kälteanlage (Fortsetzung)

Der Umschlagpunkt von Danfoss Schaugläsern ist sehr genau auf die Kältemittel abgestimmt. Dadurch wird eine sehr zuverlässige Anzeige gewährleistet. Bis das Kältemittel auf diesen Wert getrocknet ist, kann es unter Umständen einige Stunden dauern.



Ah0_0030

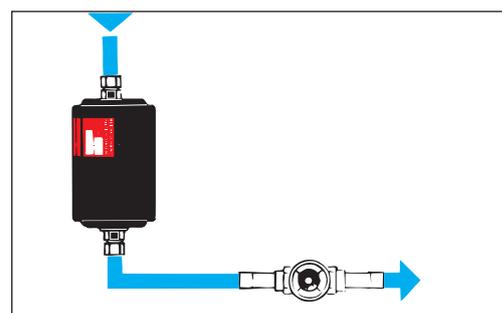
Montage

Der Filtertrockner ist mit Durchfluss in Pfeilrichtung zu montieren.

Der Pfeil befindet sich auf dem Schild des Trockners.

Der Trockner kann in beliebiger Stellung montiert werden, wobei jedoch folgendes zu beachten ist: Bei senkrechter Montage mit Durchflussrichtung nach unten erfolgt die Evakuierung der Kälteanlage schnell.

Bei entgegengesetzter Montage mit Durchflussrichtung nach oben erfordert die Evakuierung mehr Zeit, da das Kältemittel aus dem Trockner ausgedampft werden muss.

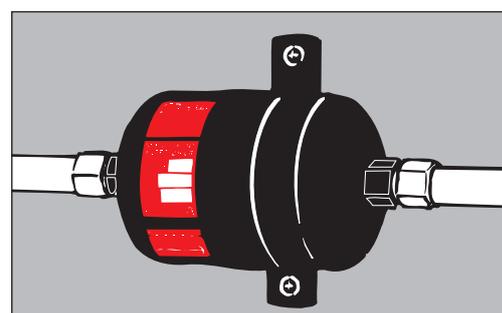


Ah0_0022

Aufgrund seiner Konstruktion kann der Kältemittelblocktrockner Vibrationen bis zu 10 g*) standhalten.

Es empfiehlt sich zu prüfen, ob die Rohrinstallation den Trockner tragen und eventuellen Vibrationen widerstehen kann.

Ist dies nicht der Fall, ist das Trocknergehäuse mit einem Spannband oder dgl. an einem festen Teil der Kälteanlage zu befestigen.



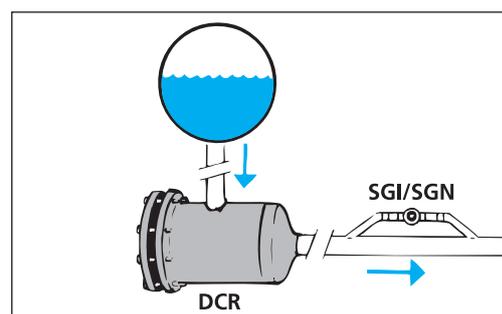
Ah0_0028

*) 10 g = 10mal die Schwerkraft der Erde

Der DCR-Trockner ist mit Eintrittsstutzen nach oben oder waagrecht zu montieren.

Auf diese Weise vermeidet man, dass beim Auswechseln des Trocknereinsatzes der im Filtergehäuse angesammelte Schmutz in die Rohre gelangt.

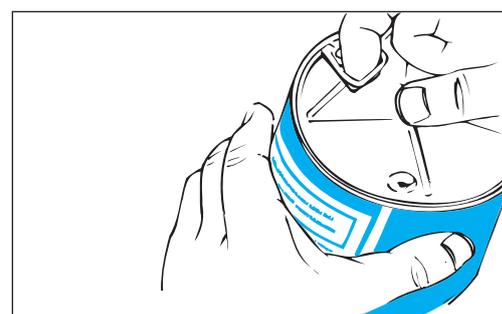
Bei der Montage von DCR-Trocknern muss immer genügend Platz für das Wechseln des Filtereinsatzes gelassen werden.



Ah0_0002

Trockner oder Dosen mit Filtereinsätzen erst unmittelbar vor der Montage öffnen, so vermeidet man eine Sättigung des Trocknereinsatzes mit Feuchtigkeit.

Kunststoffkappe / Capsolute an den Trocknerstutzen und hermetisch dichte Dosen für die Blockeinsätze garantieren eine ordnungsgemäße Lagerung der Trockenstoffe.



Ah0_0003

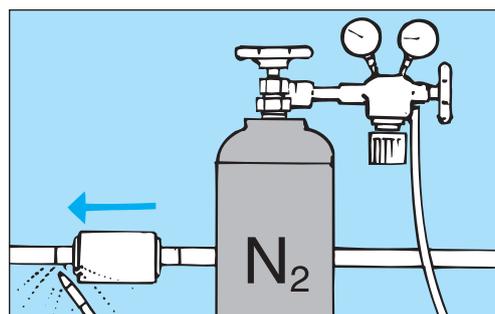
Löten

Beim Einlöten des Filtertrockners sollte während des Lötvorganges ein Schutzgas (N₂) verwendet werden.

Wichtig!

Die Schutzgasströmung muss immer vom Trockner wegführen.

Damit wird vermieden, dass die Wärme vom Lötprozess in die Polyesterplatte geleitet wird und diese beschädigt.



Ah0_0004



Legierungen in Löt- und Flußmittel entwickeln Rauch, der gesundheitsschädlich sein kann. Die Anleitung der Lieferanten beachten und ihre Sicherheitsvorschriften befolgen. Beim Löten den Kopf vom Rauch weghalten.

Starke Lüftung und/oder Absaugung an der Flamme anwenden, damit kein Rauch oder Gase eingeatmet werden. Schutzbrille benutzen.

Betrieb

Feuchtigkeit dringt in die Kälteanlage ein:

- 1) Beim Aufbau der Kälteanlage
- 2) Beim Öffnen der Kälteanlage während des Service
- 3) Bei Leckage auf der Saugseite, wenn diese unter Vakuum steht
- 4) Wenn feuchtes Öl / Kältemittel eingefüllt wird
- 5) Bei Leckage von wassergekühlten Verflüssigern

Feuchtigkeit in der Kälteanlage kann zur Folge haben:

- a) Blockierung des Expansionsorgans durch Eisbildung
- b) Korrosion von Metallteilen
- c) Chemische Zerstörung der Isolation in hermetischen und halbhermetischen Verdichtern
- d) Zersetzung des Öls (Säurebildung)

Der Trockner entfernt Feuchtigkeit, die nach der Evakuierung zurückbleibt oder später in die Kälteanlage gelangt.



Ah0_0005


Warnung!

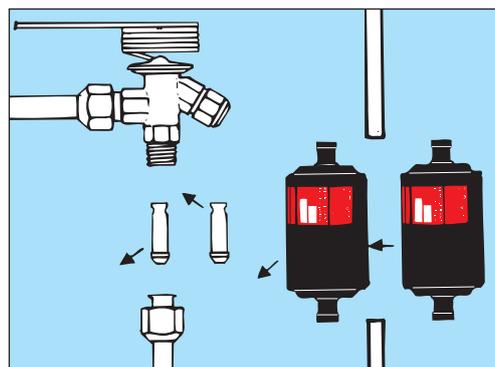
Nie „Antifrostschutzmittel“ wie z.B. Methylalkohol zusammen mit Filtertrocknern verwenden.

Antifrostschutzmittel kann den Trocknerkern zerstören, so dass weder Wasser noch Säure aufgenommen werden können.

Filtertrockner auswechseln, wenn:

1. der Feuchtigkeitsgehalt zu hoch ist
2. der Druckabfall über den Trockner zu groß ist (Blasen im Schauglas)
3. ein Hauptbauteil in der Kälteanlage ausgetauscht wird
4. immer wenn die Kälteanlage geöffnet wird, z. B. Wechsel eines Düsenanschlusses des Expansionsventils

Niemals einen gebrauchten Trockner wiederverwenden. Dieser gibt Feuchtigkeit ab, wenn er in einer Kälteanlage mit einem niedrigen Feuchtigkeitsgehalt verwendet oder wenn er erwärmt wird.



Ah0_0008

DCR

Vorsicht beim Öffnen des DCR-Trockners, es kann Überdruck vorhanden sein.

Die Flanschdichtung im Trockner niemals wiederverwenden.

Eine neue Dichtung einsetzen und vor dem Anziehen mit etwas Kältemaschinenöl schmieren.



Ah0_0009

Gebrauch von Dichtungen

- Nur unbeschädigte Dichtungen verwenden
- Flanschflächen, die eine Dichtung bilden, müssen vor der Montage fehlerfrei, sauber und trocken sein
- Bei der Montage oder Demontage der Dichtung keine Klebstoffe, Rostentferner oder ähnliche Chemikalien verwenden
- Maschinenschrauben vor der Montage einölen
- Keine trockenen, rostigen oder irgend einen anderen Mangel aufweisenden Maschinenschrauben benutzen (mangelhafte Maschinenschrauben können ein unkorrektes Festspannen verursachen, was zu undichten Flanschverbindungen führen kann).

Montage von Dichtungen

1. Dichtungsoberflächen mit einem Tropfen Kältemittelöl anfeuchten
2. Die Dichtung platzieren
3. Maschinenschrauben eindrehen und mit der Hand leicht anziehen
4. Maschinenschrauben kreuzweise festziehen

Die Maschinenschrauben mindestens in 3 - 4 Ansätzen festziehen, z. B. folgendermaßen:

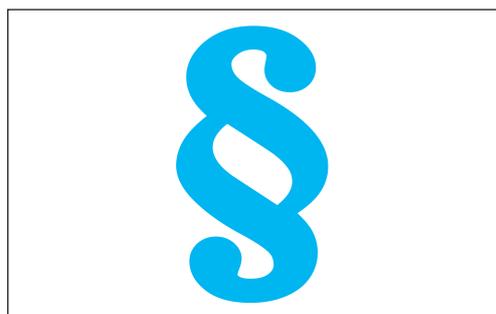
- Schritt 1: Bis ca. 10 % des erforderlichen Drehmoments.
 Schritt 2: Bis ca. 30 % des erforderlichen Drehmoments.
 Schritt 3: Bis ca. 60 % des erforderlichen Drehmoments.
 Schritt 4: Auf 100 % des erforderlichen Drehmoments.

Anschließend in der gleichen Reihenfolge kontrollieren, ob das jeweilige Drehmoment korrekt ist.

Entsorgung

Gebrauchte Filtertrockner stets verschließen. Sie enthalten kleine Mengen von Kältemittel- und Ölresten.

Bei der Entsorgung von gebrauchten Filtertrocknern die Anweisungen der örtlichen Behörden befolgen.

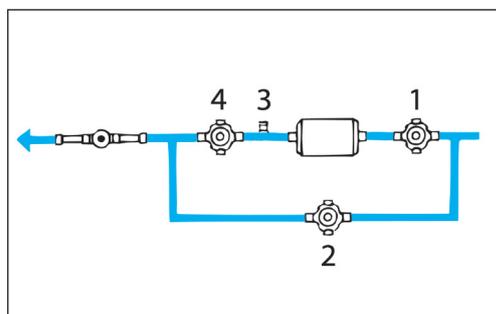


Ah0_0023

**Filtertrockner
und Schaugläser**
Auswechseln des Filtertrockners*

- Ventil Nr. 1 schließen
 - Trockner leer saugen
 - Ventil Nr. 3 schließen
 - Ventil Nr. 2 öffnen
- Die Anlage läuft jetzt unter Umgehung des Trockners.
- Trockner oder Filtereinsatz auswechseln
 - Ventile in der entgegengesetzten Reihenfolge bedienen
 - Evtl. Handgriff/Rad von den Ventilen entfernen

***Achtung:** Diese Vorgehensweise ist in Deutschland nicht gestattet



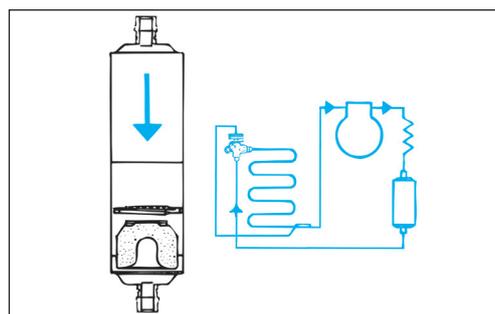
Ah0_0014

Spezielle Filter
Kombinierte Sammler-Trockner Typ DCC/DMC

Kombinierte Sammler-Trockner Typ DCC/DMC werden in kleineren Kälteanlagen mit Expansionsventil verwendet, in denen der Verflüssiger nicht die gesamte Kältemittelmenge fassen kann.

Dadurch kann ein separater Sammler entfallen. Er muss bei Service und Reparatur die ganze Kältemittelmenge aufnehmen können.

Aus Sicherheitsgründen muss der Rauminhalt des Sammlers mindestens 15% größer sein als das Volumen des Kältemittels.



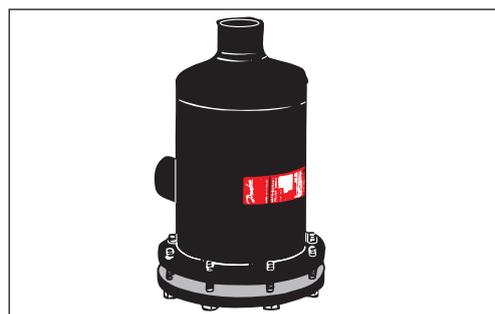
Ah0_0012

Burn-out-Trockner Typ 48-DA

Burn-Out Trockner, Typ 48-DA werden nach dem Ausfall hermetischer und halbhermetischer Verdichter, durch einen elektrischen Defekt, verwendet.

Ein Verdichterausfall, der Säurebildung verursacht hat, ist daran erkennbar, dass das Öl riecht und evtl. verfärbt ist. Ein Ausfall kann entstehen durch

- Feuchtigkeit, Schmutz oder Luft
- Defekten Motorschutzschalter
- Versagende Kühlung infolge zu kleiner Kältemittelfüllung
- Höhere Druckgastemperaturen als 175°C

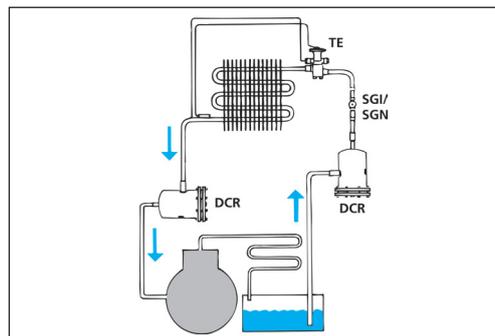


Ah0_0013

Nach dem Auswechseln des Verdichters und der Reinigung der Anlage ist ein „Burn-out“-Filter in der Saugleitung vor dem Verdichter zu montieren.

Der Säuregehalt ist regelmäßig zu kontrollieren und die Einsätze sind nach Bedarf auszuwechseln.

Wenn die Kontrolle des Öls zeigt, dass die Anlage keine Säure mehr enthält, ist der „Burn-Out“-Filter aus der Saugleitung zu entfernen.



Ah0_0010

Spezielle Verwendung
DCL/DML Filtertrockner

Bei der Reparatur kleiner hermetischer Kühl-/Gefrieranlagen lässt sich durch Anbringung eines Danfoss Filtertrockners Typ DML/DCL in der Saugleitung Zeit und Geld sparen.

Der Vorteil dieser Maßnahme verdeutlicht die Tabelle der nachfolgenden Seite.

Zur Beachtung:

Diese Maßnahme darf nur getroffen werden, wenn das Öl nicht verfärbt und der Trockner (Pencildrier) nicht verstopft ist.



Ah0_0015

Spezielle Verwendung
DCL/DML Filtertrockner
(Fortsetzung)

Vorteile der Montage des DML/DCL-Trockners in die Saugleitung:

1. Schnellere Reparatur
2. Erhöhte Trocken- und Säurekapazität
3. Schutz des Verdichters vor Verunreinigungen aller Art
4. Höhere Reinheit des Systems

Die Säure und Feuchtigkeit, die in dem alten Öl gebunden sind, werden vom DML/DCL-Trockner aufgenommen.

Es ist deshalb nicht notwendig, das restliche Öl aus der Kälteanlage zu entfernen.

Übliche Verfahren: Trockner tauschen	Verfahren mit DML/DCL Filter
Kältemittel wird zurückgewonnen und auf Wiederverwendung geprüft.	Kältemittel wird zurückgewonnen und auf Wiederverwendung geprüft.
Verdichter und Trockner werden entfernt.	Verdichter wird entfernt.
Ölreste in der Anlage werden entfernt.	Entfällt
Die Anlage wird mit Stickstoff ausgetrocknet.	Entfällt
Neuer Verdichter wird angeschlossen und neuer Trockner montiert.	Neuer Verdichter wird angeschlossen und DML/DCL Trockner montiert.
Evakuierung und Einfüllung von Kältemittel	Evakuierung und Einfüllung von Kältemittel.

Der DML/DCL-Trockner in der Saugleitung hält Unreinheiten vom Verdichter, Verdampfer, Rohren usw. zurück.

Dadurch wird eine lange Lebensdauer des neuen Verdichters gewährleistet. Für die Bemessung des DML/DCL-Trockners gilt, dass der Anschluss des Trockners mit dem des Verdichters übereinstimmen sollte. Für die hermetischen Verdichter aus dem Danfoss Programm wird empfohlen:

Verdichter Typ	Saugrohr [mm]	Trockner Typ
TL	Ø6.2	DCL/DML 032s
NL 6-7	Ø6.2	DCL/DML 032s

Bemessung

Bei der Auswahl von Filtertrocknern im Katalog stößt man auf verschiedene Begriffe, die die Grundlage für die Auswahl bilden können.

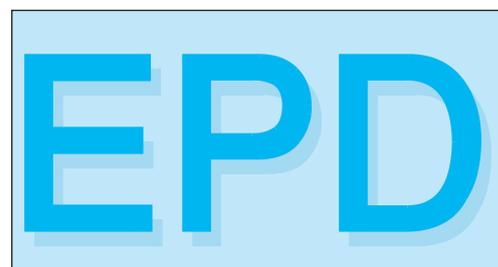
EPD (Equilibrium Point Dryness)

Definition des niedrigst möglichen Wassergehaltes des Kältemittels in der Flüssigkeitsphase, nachdem es mit einem Trockner in Kontakt war:

- EPD für R 22 = 60 ppmW*
- EPD für R 134a = 50 ppmW*
- EPD für R 410A = 50 ppmW*
- EPD für R 404A / R 507 / R 407C = 50 ppmW*

*Gemäß ARI 710 in ppm W ($\text{mg}_{\text{water}} / \text{kg}_{\text{refrigerant}}$)

ARI: Air-conditioning and Refrigeration Institute, Virginia, USA



Ah0_0025

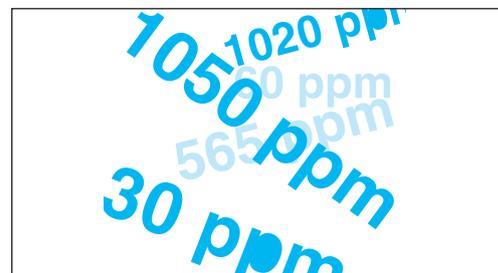
Trockenleistung
(Wasseraufnahme)

Trockenleistung (Wasseraufnahme) ist laut ARI-710-Standard die Menge Wasser, die der Filtertrockner bei 24 °C bzw. 52 °C Flüssigkeitstemperatur aufnehmen kann.

Die Trockenleistung wird in [g] Wasser, Tropfen Wasser oder [kg] Kältemittel beim Austrocknen angegeben.

- R 22: 1050 ppmW auf 60 ppmW
- R 410A: 1050 ppmW auf 50 ppmW
- R 134a: 1050 ppmW auf 50 ppmW
- R 404A / R 507/ R 407C: 1020 ppmW auf 30 ppmW

1000 ppmW = 1 g Wasser in 1 kg Kältemittel 1 g Wasser = 20 Tropfen



Ah0_0016

Tipps für den Monteur

Filtertrockner und Schaugläser

Flüssigkeitsleistung
(Gemäß ARI-710 Standard *)

Gibt die Flüssigkeitsmenge an, die ein Filter bei einem Druckabfall von 0,07 bar bei $t_k = +30\text{ °C}$, $t_o = -15\text{ °C}$ durchströmen kann.

Die Flüssigkeitsleistung wird in l/min oder in kW angegeben. Umrechnung von kW in Liter/Minute:

R 22 / R410A 1 kW = 0.32 l/min
R 134a 1 kW = 0.35 l/min
R 404A / R 507 / R 407C 1 kW = 0.52 l/min

ARI: Air-conditioning and Refrigeration Institute,
Virginia, US



Ah0_0024

Empfohlene Anlagenleistung

Wird in kW für verschiedene Typen von Kälteanlagen auf der Grundlage einer Flüssigkeitsleistung von $\Delta p = 0,14\text{ bar}$ und typischen Betriebsbedingungen angegeben.

Betriebsbedingungen:

Kühl- und Gefrieranlagen	$t_o = -15\text{ °C}$, $t_c = +30\text{ °C}$
Klimaanlagen	$t_o = -5\text{ °C}$, $t_c = +45\text{ °C}$
Klima-Einheiten	$t_o = +5\text{ °C}$, $t_c = +45\text{ °C}$

t_o = Verdampfungstemperatur
 t_c = Verflüssigungstemperatur



Warnung:

Aufgrund einer höheren Verdampfungstemperatur (t_o) und da man davon ausgeht, dass werksproduzierte Einheiten

weniger Feuchtigkeit enthalten als Anlagen,

die vor Ort montiert werden, können bei der gleichen Anlagenleistung von Klima-Einheiten und Kühl-/Gefrieranlagen in Klima-Einheiten kleinere Filtertrockner montiert werden.

Danfoss Filtertrockner

Produkttyp	Funktion	Kältemittel	Blockeinsatz	Öltyp
DML	Standard-Filtertrockner	HFKW, verträglich mit R 22	100% Molekularsieb	Polyolester (POE) Polyalkyl (PAG)
DCL	Standard-Filtertrockner	FCKW H-FCKW HFKW	80% Molekularsieb 20% aktiviertes Aluminiumoxid	Mineralöl (MO) Alkylbenzol (BE)
DMB	Biflow Filtertrockner	HFKW, verträglich mit R 22	100% Molekularsieb	Polyolester (POE) Polyalkyl (PAG)
DCB	Biflow Filtertrockner	FCKW H-FCKW HFKW	80% Molekularsieb 20% aktiviertes Aluminiumoxid	Mineralöl (MO) Alkylbenzol (BE)
DMC	Universal Sammlertrockner	HFKW, verträglich mit R 22	100% Molekularsieb	Polyolester (POE) Polyalkyl (PAG)
DCC	Universal Sammlertrockner	FCKW H-FCKW HFKW	80% Molekularsieb 20% aktiviertes Aluminiumoxid	Mineralöl (MO) Alkylbenzol (BE)
DAS	Burn-out Filtertrockner	FCKW H-FCKW HFKW	30% Molekularsieb 70% aktiviertes Aluminiumoxid	
DCR	Trocknergehäuse für austauschbare Blockeinsätze	FCKW H-FCKW HFKW	48-DM, 48-DC, 48-DA, 48-F	-
48-DM	Standart-Filter Blockeinsatz für DCR Trocknergehäuse	HFKW, verträglich mit R 22	100% Molekularsieb	Polyolester (POE) Polyalkyl (PAG)
48-DC	Standart-Filter Blockeinsatz für DCR Trocknergehäuse	FCKW H-FCKW HFKW	80% Molekularsieb 20% aktiviertes Aluminiumoxid	Mineralöl (MO) Alkylbenzol (BE)
48-DA	Burn-out Blockeinsatz für DCR Trocknergehäuse	FCKW H-FCKW HFKW	70% aktiviertes Aluminiumoxid 30% Molekularsieb	
48-F	Schmutzfilter Blockeinsatz für DCR Trocknergehäuse	alle	-	alle

Dieses Kapitel ist unterteilt in vier Abschnitte:

Seite

Danfoss Verdichter - Montagehinweise 63

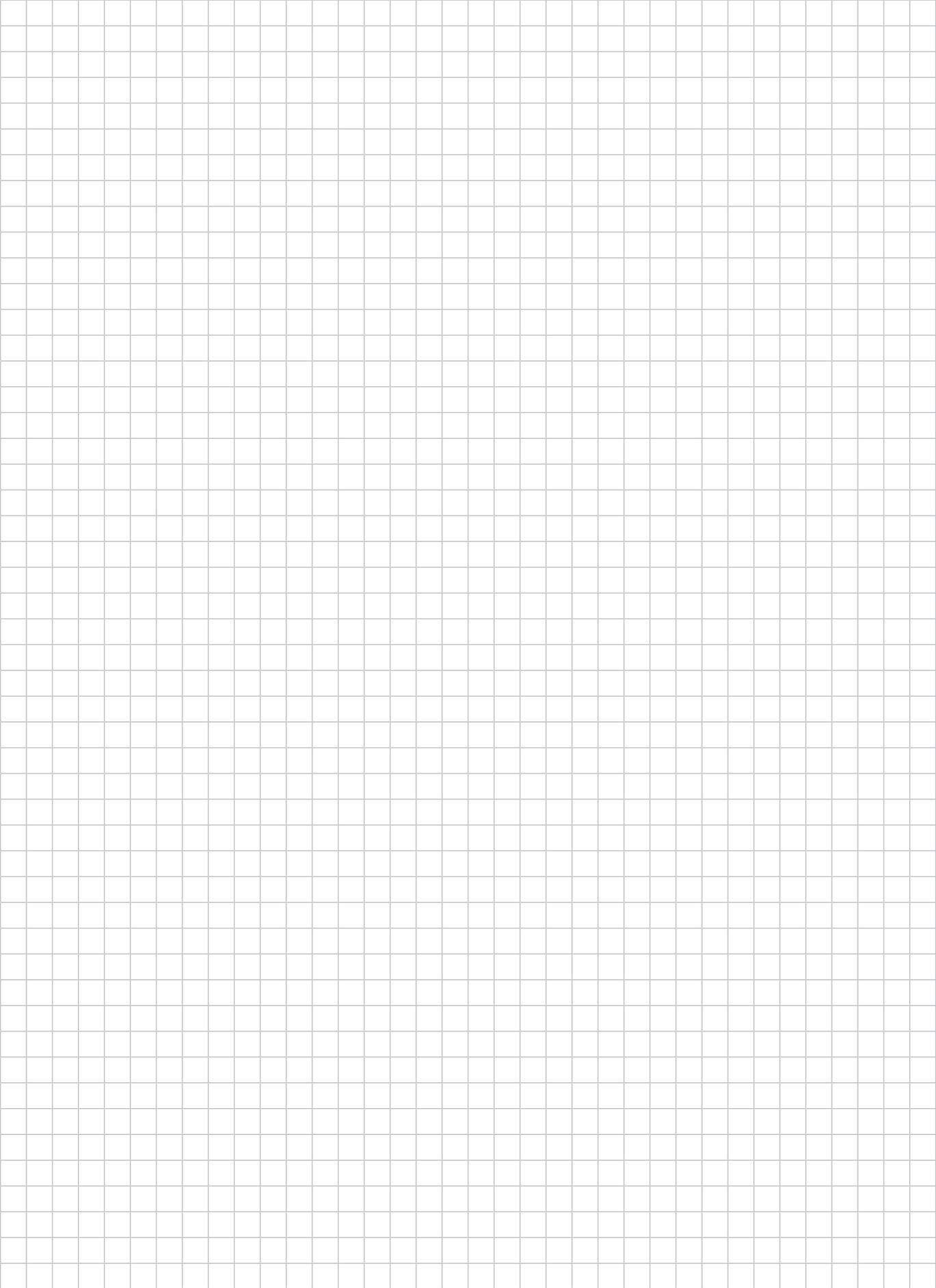
Generelles über Verflüssigungssätze 81

Reparatur hermetischer Kältemittelsysteme 95

Praktische Anwendung des Kältemittels R290 Propan in kleinen
hermetischen Kältemittelkreisläufen 115

Inhalt	Seite
Allgemeines	65
Verdichter	65
Bezeichnung	65
Leicht- und Schweranlauf	66
Motorschutz und Wicklungstemperatur	66
Montagezubehör	66
Minimale Umgebungstemperatur	67
Fehlersuche	67
Wicklungsschutzschalter	67
PTC und Schutzvorrichtung Wechselwirkung	67
Überprüfung des Wicklungsschutzes und -widerstands	67
Öffnen des Kältemittelkreislaufes	67
Entflammbare Kältemittel	68
Montage	68
Anschlüsse	68
Aufweiten der Anschlussstutzen	70
Rohradapter	70
Lötmaterial	70
Löten	71
Lokring Anschluss	72
Filtertrockner	72
Filtertrockner und Kältemittel	73
Einlöten des Kapillarrohrs	73
Elektrische Ausrüstung	74
LST-Startvorrichtung	74
HST-Startvorrichtung	75
HST-CSR-Startvorrichtung	77
Startausrüstungen für SC-TWIN-Verdichter	77
Elektronikeinheit für drehzahlgezelte Verdichter	78
Evakuierung	78
Vakuumpumpen	79
Kältemittelfüllmenge	79
Max. zul. Kältemittelfüllmenge	79
Verschließen des Prozessstutzens	79
Überprüfung	80
Geräteüberprüfung	80

Notizen



Allgemeines

Normalerweise ist ausreichend Zeit einen Austausch-Verdichter entsprechend den Datenblättern auszuwählen. Sollte es nicht möglich sein, den Original-Verdichter als Ersatz zu beschaffen, wenn ein defekter Verdichter ersetzt werden soll, ist es in diesen Fällen notwendig, die wichtigsten Katalogdaten zu vergleichen.

Kälteleistung, Startbedingungen und Verdichterkühlung.
Falls es möglich ist, sollte das gleiche Kältemittel wie zuvor verwendet werden.

Der Servicetechniker hat Folgendes bei der Auswahl des Ersatzverdichters zu beachten:
Typ des Kältemittels, Spannung und Frequenz, Anwendungsbereich, Verdichterhubvolumen/

Lange Verdichterbenszeit sind zu erwarten, wenn die Servicearbeiten in der richtigen Art und Weise ausgeführt und die Reinheit und Trockenheit der Komponenten berücksichtigt werden.

Verdichter

Das Danfoss Verdichterprogramm umfasst die Grundtypen P, T, N, F, SC, SC-TWIN und G. Danfoss 220 V Verdichter haben ein gelbes Typenschild mit Informationen über die Typenbezeichnung, Spannung und Frequenz, Anwendung, Starteigenschaft, Kältemittel und Bestellnummer.

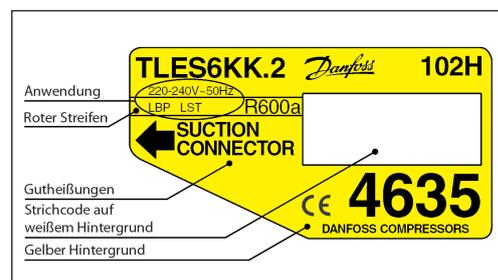


Am0_0024

Die 115 V Verdichter haben ein grünes Typenschild.

Die Angabe LST/HST gibt Auskunft über die Startcharakteristik, die von der elektrischen Ausrüstung abhängt.

Ist das Typenschild nicht mehr lesbar, lassen sich Verdichtertyp und Bestellnummer aus der seitlich am Verdichter angebrachten Kennzeichnung entnehmen. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte den ersten Seiten der Sammlung der Verdichterdatenblätter.



Am0_0025

Bezeichnung

Typenschlüssel

<p>Basisdesign (P, T, N, F, S, G) — T L E S 4 F K</p> <p>L, R, C = int. Motorschutz T, F = ext. Motorschutz LV = variable Drehzahl</p> <p>E = Energieoptimiert Y = Hohe Energieoptimierung</p> <p>S = Semidirekte Ansaugung Nenn-Hubvolumen in cm³</p>	<table border="0"> <tr> <td>A = LBP / (MBP)</td> <td>R12</td> <td rowspan="2">leer = LST / HST</td> </tr> <tr> <td>AT = LBP (tropisch)</td> <td>R12</td> </tr> <tr> <td>B = LBP / MBP / HBP</td> <td>R12</td> <td>K = Kapillarrohr (LST)</td> </tr> <tr> <td>BM = LBP (240 V)</td> <td>R22</td> <td>X = Expansionsventil (HST)</td> </tr> <tr> <td>C = LBP</td> <td>R502 / (R22)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CL = LBP</td> <td>R404A/ R507</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CM = LBP</td> <td>R22 / R502</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CN = LBP</td> <td>R290</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D = HBP</td> <td>R22</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DL = HBP</td> <td>R404A/ R507</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F = LBP</td> <td>R134a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FT = LBP (tropisch)</td> <td>R134a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G = LBP/MBP/HBP</td> <td>R134a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>GH = Wärmepumpen</td> <td>R134a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>GHH = Wärmepumpen (optimiert)</td> <td>R134a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H = Wärmepumpen</td> <td>R12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HH = Wärmepumpen(optimiert)</td> <td>R12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K = LBP/(MBP)</td> <td>R600a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>KT = LBP (tropisch)</td> <td>R600a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MF = MBP</td> <td>R134a</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ML = MBP</td> <td>R404A/R507</td> <td></td> </tr> </table>	A = LBP / (MBP)	R12	leer = LST / HST	AT = LBP (tropisch)	R12	B = LBP / MBP / HBP	R12	K = Kapillarrohr (LST)	BM = LBP (240 V)	R22	X = Expansionsventil (HST)	C = LBP	R502 / (R22)		CL = LBP	R404A/ R507		CM = LBP	R22 / R502		CN = LBP	R290		D = HBP	R22		DL = HBP	R404A/ R507		F = LBP	R134a		FT = LBP (tropisch)	R134a		G = LBP/MBP/HBP	R134a		GH = Wärmepumpen	R134a		GHH = Wärmepumpen (optimiert)	R134a		H = Wärmepumpen	R12		HH = Wärmepumpen(optimiert)	R12		K = LBP/(MBP)	R600a		KT = LBP (tropisch)	R600a		MF = MBP	R134a		ML = MBP	R404A/R507	
A = LBP / (MBP)	R12	leer = LST / HST																																																													
AT = LBP (tropisch)	R12																																																														
B = LBP / MBP / HBP	R12	K = Kapillarrohr (LST)																																																													
BM = LBP (240 V)	R22	X = Expansionsventil (HST)																																																													
C = LBP	R502 / (R22)																																																														
CL = LBP	R404A/ R507																																																														
CM = LBP	R22 / R502																																																														
CN = LBP	R290																																																														
D = HBP	R22																																																														
DL = HBP	R404A/ R507																																																														
F = LBP	R134a																																																														
FT = LBP (tropisch)	R134a																																																														
G = LBP/MBP/HBP	R134a																																																														
GH = Wärmepumpen	R134a																																																														
GHH = Wärmepumpen (optimiert)	R134a																																																														
H = Wärmepumpen	R12																																																														
HH = Wärmepumpen(optimiert)	R12																																																														
K = LBP/(MBP)	R600a																																																														
KT = LBP (tropisch)	R600a																																																														
MF = MBP	R134a																																																														
ML = MBP	R404A/R507																																																														

Bezeichnung (Fortsetzung)

Der erste Buchstabe der Bezeichnung („P“, „T“, „N“, „F“, „S“ oder „G“) gibt Auskunft über die Verdichterbaureihe, während der zweite Buchstabe einen Hinweis auf die Anordnung des Motorschutzes gibt. „E“, „Y“ und „X“ bezeichnen unterschiedliche Optimierungsstufen. S kennzeichnet semidirekte Ansaugung und „LV“ die variable Drehzahl. An all diesen erwähnten Typen ist der angegebene Saugstutzen anzuwenden. Verwendet man stattdessen den Prozessstutzen zur Ansaugung, verliert man Kälteleistung und Wirkungsgrad.

Die Ziffern geben einen Hinweis auf das Hubvolumen in cm^3 , mit Ausnahme des „PL“ Verdichters. Hier geben die Ziffern die Nennkälteleistung an.

Der nachfolgende Buchstabe gibt Auskunft über das zur Anwendung kommende Kältemittel und über den Anwendungsbereich des Verdichters. (Siehe Beispiel)

LBP (Low Back Pressure) bezeichnet den niedrigen Verdampfungstemperaturbereich, typisch -10 °C bis zu -35 °C oder -45 °C für

Anwendungen in Gefriergeräten und Kühlschränken mit Gefrierfächern.

MBP (Medium Back Pressure) bezeichnet den mittleren Verdampfungstemperaturbereich, typisch -20 °C bis zu 0 °C für Anwendungen in Kühlschränken, Milch- und Wasserkühlern.

HBP (High Back Pressure) bezeichnet den hohen Verdampfungstemperaturbereich, typisch -5 °C bis zu $+15\text{ °C}$ für Anwendungen in Entfeuchtern und Schaltschränken. „T“ als spezielle Kennzeichnung bestimmt den Tropeneinsatz unter hoher Umgebungstemperatur und die Fähigkeit auch mit unstabiler Netzspannung arbeiten zu können.

Der letzte Buchstabe gibt Informationen über das Startmoment. Falls, als eine prinzipielle Regel, der Verdichter bestimmt ist für LST (Low Starting Torque) und HST (High Starting Torque), ist die Stelle leer. Die Startcharakteristik hängt von der Auswahl der elektrischen Ausrüstung ab. „K“ bezeichnet LST (Kapillarrohr und Druckausgleich während des Stillstands). „X“ bezeichnet HST (Expansionsventil oder keinen Druckausgleich).

Leicht- und Schweranlauf

Die Beschreibung der unterschiedlichen elektrischen Startvorrichtungen können den Datenblättern entnommen werden. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt 6.0.

Verdichter mit Leicht-Anlaufmoment können nur in Kältekreisläufen mit Kapillarrohr, in denen ein Druckausgleich zwischen Saug- und Druckseite während der Stillstandszeit sichergestellt ist, eingesetzt werden.

Eine PTC-Ausrüstung erfordert eine Stillstandszeit von mindest 5 Minuten, da diese Zeit zur Abkühlung des PTC notwendig ist.

Die HST-Startvorrichtung, welche dem Verdichter ein hohes Startmoment verleiht, muss immer in Systemen mit Expansionsventilen eingesetzt werden, und in Kapillarrohrsystemen, in denen kein Druckausgleich vor dem Start erreicht werden kann.

Verdichter mit hohem Anlaufmoment benötigen normalerweise ein Relais und einen Anlaufkondensator als Startvorrichtung. Der Anlaufkondensator ist für kurze Einschaltzeiten ausgelegt. „1.7% ED“, ist auf dem Kondensator gestempelt und bedeutet z.B. max 10 Einschaltungen je Stunde mit 6 Sekunden Dauer.

Motorschutz und Wicklungstemperatur

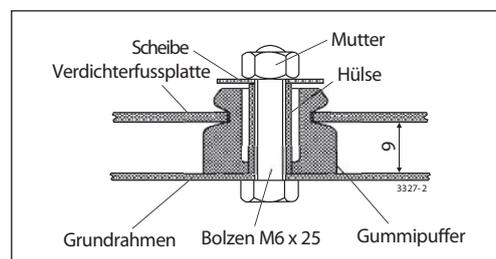
Die Mehrzahl der Danfoss Verdichter ist mit einem eingebauten Motorschutz (Wicklungsschutzschalter) ausgestattet. Siehe auch Abschnitt 2.1.

Als Spitzenwert darf die Wicklungstemperatur 135 °C nicht übersteigen und unter stabilen Bedingungen sollte die Wicklungstemperatur 125 °C nicht überschreiten. Weitere Informationen finden Sie in den Verdichterdatenblättern.

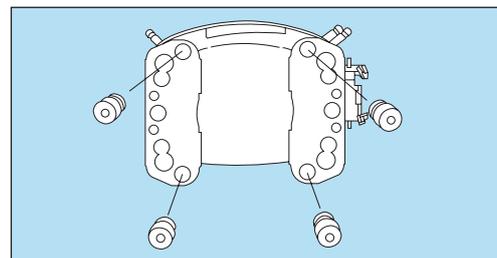
Montagezubehör

Um das Risiko von Ölablagerungen im Inneren der Anschlüsse und damit verbundenen Lötproblemen vorzubeugen, ist der Verdichter bis zum Einbau auf der Fußplatte aufrecht stehend aufzubewahren.

Den Verdichter zur Anbringung der GummifüÙe an die Grundplatte niemals auf den Kopf stellen, stattdessen den Verdichter mit den Anschlüssen nach oben auf die Seite legen.



Am0_0026



Am0_0027

Min. Umgebungstemperatur

Vor dem ersten Anlauf des Verdichters sollte dafür gesorgt werden, dass die Temperatur des Verdichters mehr als 10 °C beträgt.

Fehlersuche

Wenn ein Verdichter nicht läuft, kann das viele Ursachen haben. Bevor der Verdichter getauscht wird, sollte man sicherstellen, dass tatsächlich ein Defekt am Verdichter vorliegt.

Zur Hilfestellung schnell und einfach Fehler zu finden, verweisen wir auf den nachfolgenden Abschnitt "Reparatur hermetischer Kältemittelsysteme".

Wicklungsschutzschalter

Schaltet der Wicklungsschutz bei kaltem Verdichter aus, können ca. 5 Minuten verstreichen, bevor der Schutzschalter wieder einschaltet. Schaltet der Wicklungsschutz bei

warmen Verdichter aus (Verdichtergehäuse > 80 °C), wird die Wiedereinschaltedauer länger. Es können bis zu 45 Minuten vergehen, bevor der Verdichter erneut startet.

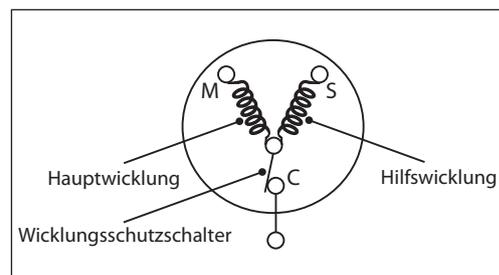
PTC und Schutzvorrichtung Wechselwirkung

Die PTC Anlaufvorrichtung erfordert eine Abkühlzeit von 5 Minuten, bevor der Verdichter erneut mit vollem Startmoment anlaufen kann. Kurze Stromunterbrechungen, die keine Abkühlung des PTC erlauben, können zu vorübergehenden Störungen bis zu einer 1 Stunde Dauer führen. Der PTC kühlt während der ersten Schutzschalterschaltung nicht ausreichend ab und ein Druckausgleich wird

ebenfalls oft nicht erreicht. Daher schaltet der Wicklungsschutzschalter an/aus bis die Ausschaltedauer ausreicht. Solche Störungen können dadurch behoben werden, dass man den Strom für 5 bis 10 Minuten unterbricht.

Überprüfung des Wicklungsschutzes und des Widerstands

Bei einem etwaigen Verdichterausfall wird durch Widerstandsmessungen direkt an der Stromdurchführung geprüft, ob die Störung durch einen Motorschaden oder lediglich durch einen vorübergehend ausgeschalteten Motorschutz hervorgerufen wurde. Wenn bei der Widerstandsmessung eine Verbindung durch die Motorwicklungen von Punkt M nach S der Stromdurchführung, jedoch eine Unterbrechung des Stromkreises zwischen den Punkten M und C, bzw. S und C nachgewiesen werden kann, so ist dies ein Zeichen dafür, dass der Wicklungsschutz ausgeschaltet hat. Daher die Wiedereinschaltung abwarten.



Am0_0028

Öffnen des Kältemittelsystems

Das Kältemittelsystem sollte niemals geöffnet werden, bevor nicht alle Komponenten für die Reparatur zur Verfügung stehen. Verdichter, Filtertrockner und andere Systemkomponenten dürfen erst geöffnet werden, wenn ein zügiger Einbau möglich ist. Das Öffnen eines defekten Systems muss entsprechend dem angewendeten Kältemittel erfolgen.

Der Einbau eines Serviceventils in das System sichert die Entsorgung des Kältemittels in der richtigen Weise.

Entflammare Kältemittel

R 600a und R 290 sind Kohlenwasserstoffe. Diese Kältemittel sind entflammbar und nur zugelassen für den Einsatz in Anwendungen, die den Anforderungen der Vorschrift der letzten Fassung der EN/IEC 60335-2-24 entsprechen. Diese Normen berücksichtigen die Risiken der brennbaren Kältemittel. Konsequenterweise, sind R 600a und

R 290 nur für den Einsatz in Geräten freigegeben, die für diese Kältemittel entwickelt wurden und die erwähnten Vorschriften erfüllen. R 600a und R 290 sind schwerer als Luft und daher wird die Konzentration am Boden immer höher sein. Die Grenzwerte für die Entflammbarkeit sind wie folgt:

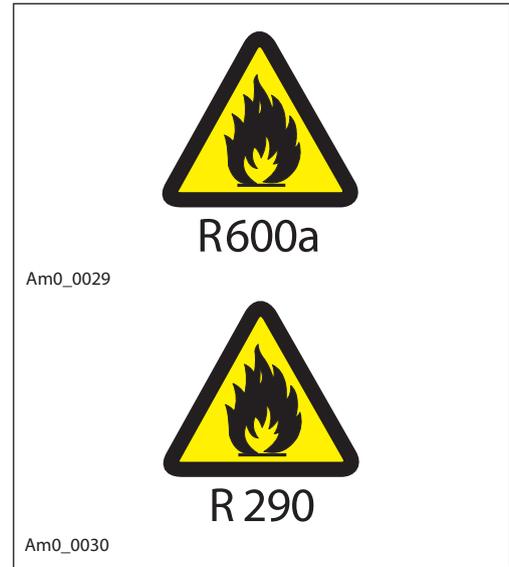
Kältemittel	R 600a	R 290
Untere Explosionsgrenze	1.5 Vol. % vol. (38 g/m ³)	2.1 Vol. % (39 g/m ³)
Obere Explosionsgrenze	8.5 Vol. % (203 g/m ³)	9.5 Vol. % (177 g/m ³)
Zündtemperatur	460 °C	470 °C

Kundendienst und Reparatur an R 600a und R 290 Geräten ist mit gut geschultem, erfahrenen Personal durchzuführen. Dieses beinhaltet auch Kenntnisse über Werkzeug, Transport der Verdichter und Kältemittel und den einschlägigen lokalen Gesetzen und Verordnungen.

Niemals mit offener Flamme bei Handhabung von Kältemittel R 600a und R 290 arbeiten!

Danfoss Verdichter für die entflammaren Kältemittel R 600a und R 290 sind mit einem Warnschild entsprechend den neben stehenden Abbildungen versehen.

Zur weiteren Information verweisen wir auf den Abschnitt "Praktische Anwendung des Kältemittels R 290 Propan in kleinen hermetischen Kältemittelkreisläufen".



Montage

Lötprobleme hervorgerufen durch Öl- lagerungen in den Anschlüssen können vermieden werden, in dem man den Verdichter einige Zeit vor dem Einlöten auf seiner Fußplatte stehen lässt. Der Verdichter sollte nie auf den Kopf gestellt werden.

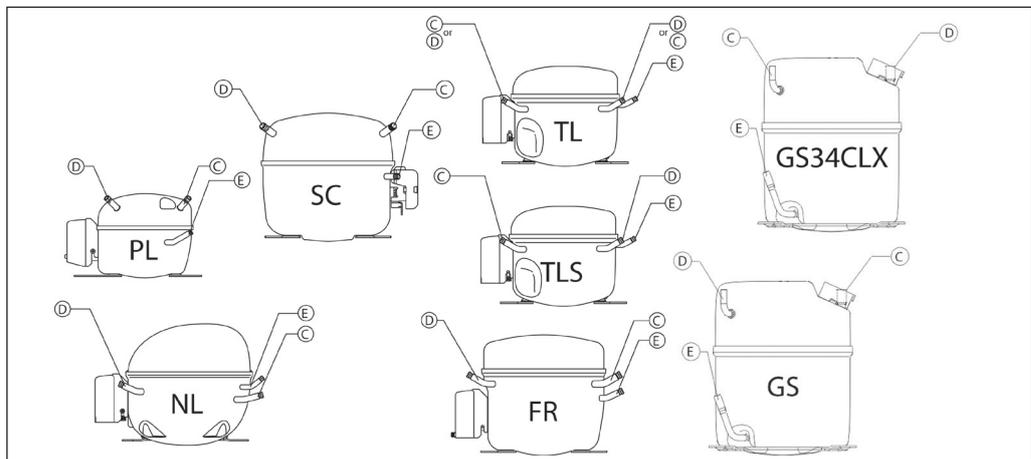
Das System sollte innerhalb von 15 Minuten wieder geschlossen sein, um das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz zu vermeiden.

Anschlüsse

Die Position der Anschlüsse geht aus den Zeichnungen hervor. "C" bezeichnet den Sauganschluss und sollte immer mit der Saugleitung verbunden werden. "E" beschreibt den Druckstutzen und muss immer mit der Druckleitung verbunden werden.

Mit "D" ist der Prozessstutzen gekennzeichnet.

Hinweis:
Am GS 34CLX ist entgegen der Darstellung der Prozess- und Druckstutzen getauscht.

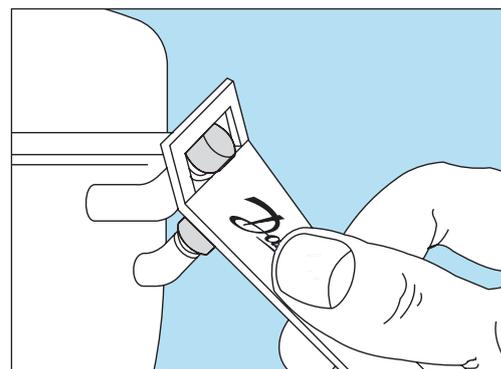


Am0_0031

Anschlüsse (Fortsetzung)

Die meisten Danfoss Verdichter sind mit Rohranschlüssen aus dickwandigem, verkupferten Stahlrohr ausgestattet, die in gleicher Weise wie herkömmliche Kupferstutzen lötbar sind. Die Anschlüsse sind in das Verdichtergehäuse eingeschweißt und können daher keinen Schaden durch Überhitzung während des Einlötens nehmen.

Die Anschlüsse sind durch Aluminiumkappen (Capsolut) verschlossen, die eine diffusionsdichte Abdichtung gewährleisten. Diese Abdichtung stellt sicher, dass der Verdichter nach Verlassen der Produktion nicht geöffnet worden ist. Außerdem macht diese Dichtung eine Schutzgasfüllung mit Stickstoff überflüssig. Die Capsolut-Kappen lassen sich leicht mit einer gewöhnlichen Zange oder einem Spezialwerkzeug entfernen. Eine erneute Befestigung ist nicht möglich. Sobald die Verdichteranschlüsse geöffnet sind, sollte der Verdichter innerhalb von 15 Minuten in das Kältemittelsystem montiert werden, um Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz zu vermeiden.

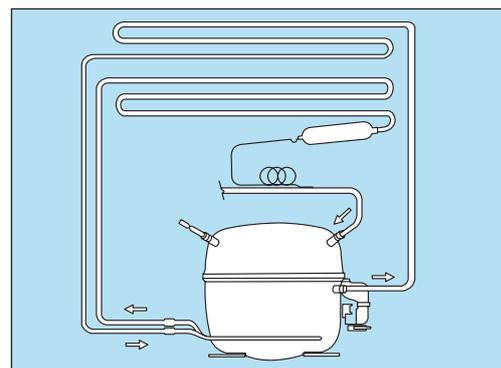


Am0_0032

Capsolut -Abdichtungen sollten niemals am montierten System verbleiben.

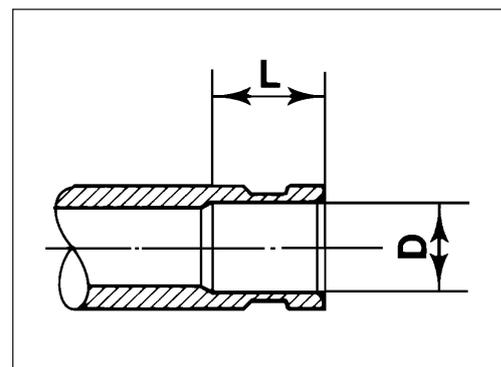
Ölkühler, falls montiert (Verdichter ab 7 cm³ Hubvolumen), sind aus Kupferrohr und die Rohranschlüsse sind mit Gummistopfen verschlossen. Der Ölkühler muss in der Mitte des Verflüssigerkreislaufes angeschlossen werden.

SC-TWIN-Verdichter müssen mit einem Rückschlagventil auf der Druckseite des 2. Verdichters ausgestattet werden. Bei Wechsel der Startfolge zwischen den beiden Verdichtern müssen beide Verdichter auf der Druckseite mit einem Rückschlagventil versehen werden.



Am0_0033

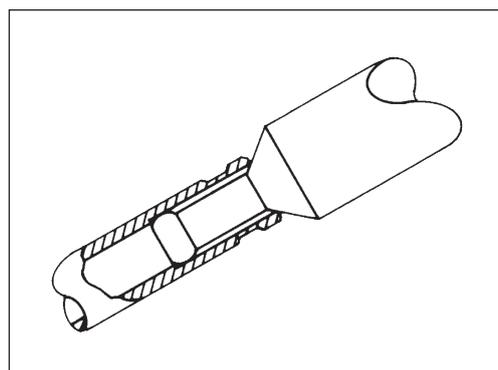
Um optimale Lötbedingungen und minimalem Verbrauch von Lötmaterial zu sichern, sind alle Rohranschlüsse der Danfoss Verdichter mit einem Anschlag, wie dargestellt, versehen.



Am0_0034

Aufweiten der Anschlüsse

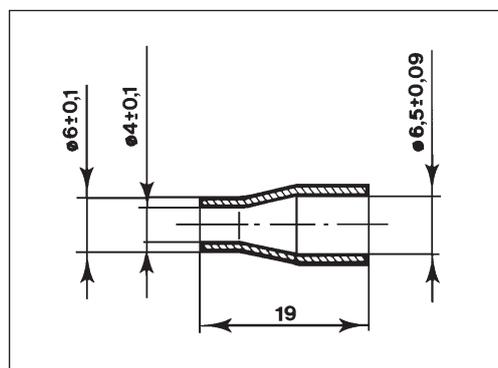
Es ist möglich die Anschlüsse von 6,2 mm auf 6,5 mm aufzudornen, welches 1/4" (6,35 mm) entspricht, jedoch wird abgeraten mehr als 0,3 mm aufzuweiten.
 Eine ausreichende Gegenkraft ist während des Aufweitens am Anschluss notwendig, damit dieser nicht bricht.
 Eine andere Lösung für dieses Problem wäre das Anschlussrohr am Ende mit einer speziellen Zange zu reduzieren.



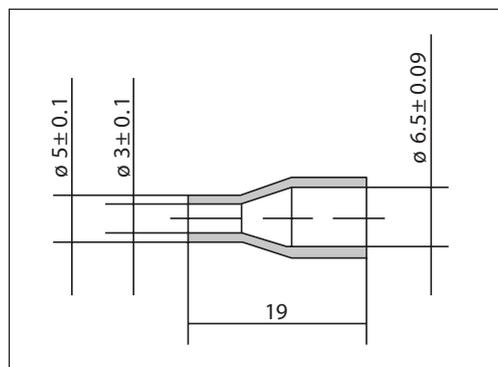
Am0_0035

Rohradapter

Anstelle der Aufdornung des Anschlusses oder der Reduzierung des Anschlussrohres kann ein Kupferrohradapter für den Service verwendet werden.
 Man setzt einen 6 / 6,5 mm Rohradapter ein, wenn ein Verdichter mit 6,2 mm Anschlüssen mit einem 1/4" (6,35 mm) Kupferrohr verbunden werden soll.
 Ein 5 / 6,5 mm Rohradapter kommt zur Anwendung, wenn ein Verdichter mit 5 mm Anschluss auf der Druckseite mit einem 1/4" (6,35 mm) Rohr verbunden werden soll.



Am0_0036



Am0_0037

Lötmaterial

Zur Lötung an Stutzen mit Kupferbelag können Lötmitel mit einem Silbergehalt bis herab auf 2 % verwendet werden. Das heißt, dass auch so genannte "Phosphorlote" zum Einsatz kommen, wenn das zu verbindende Rohr aus Kupfer ist.

Ist das Anschlussrohr aus Stahl, ist die Verwendung eines Lötmaterials erforderlich, das frei von Phosphor ist und einen Schmelzpunkt < 740°C hat. Hier ist ein Flussmittel erforderlich.

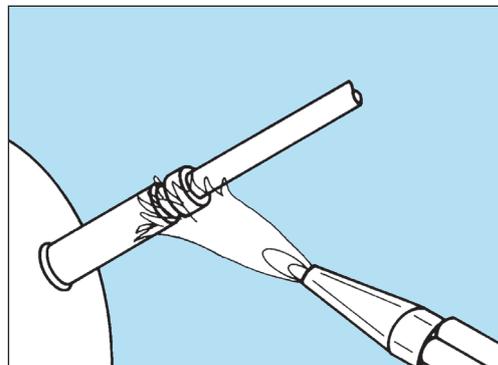
Löten

Nachfolgend einige Empfehlungen zum unterschiedlichen Löten von Stahlstutzen zu Stutzen mit Kupferbelag. Während der Erwärmung sollte die Temperatur so nahe wie möglich am Schmelzpunkt

des Lötmaterials aufrecht erhalten werden. Überhitzung führt zu Schäden an der Oberfläche und verhindert eine saubere Lötung.

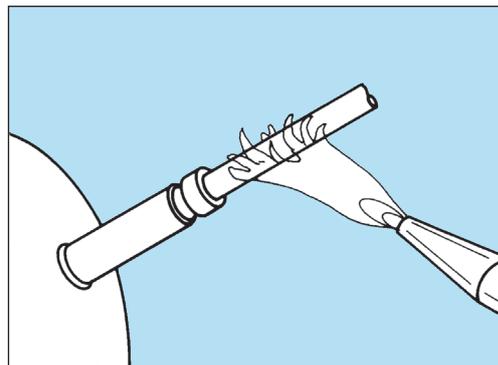
Gebrauche während des Erwärmens der Lötverbindung eine "weiche" Wärme in der Schweissflamme.

Verteile die Flamme so, dass mindestens 90 % der Wärme auf den Stutzen und ca. 10 % auf das Anschlussrohr gebracht werden.



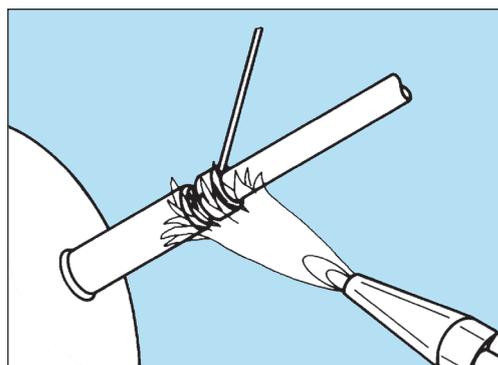
Am0_0038

Wenn der Stutzen "kirschrot" ist (ca. 600 °C) richte die Flamme ein paar Sekunden lang auf das Anschlussrohr.



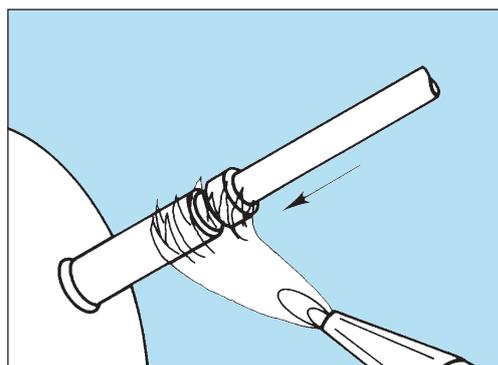
Am0_0039

Setze die Erwärmung der Verbindung mit der "weichen" Flamme fort und führe das Lötmittel zu.



Am0_0040

Ziehe das Lötmaterial durch langsames Verschieben der Wärme gegen den Verdichter in den Lötspalt hinab und nehme danach die Flamme weg.



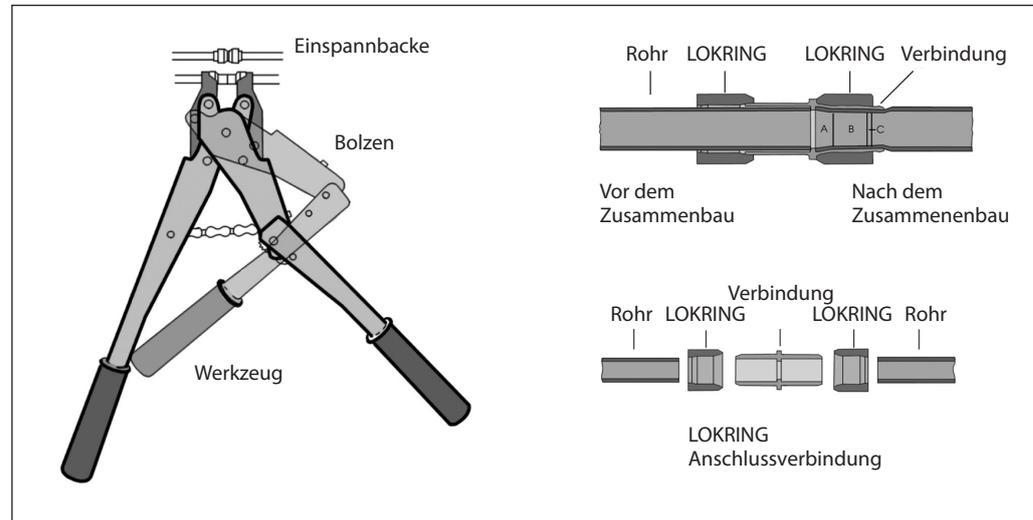
Am0_0041

Lokring Anschlüsse

Systeme, die mit den entflammaren Kältemittel R 600a oder R 290 betrieben werden, dürfen im Servicefall nicht verlötet werden. In solchen Fällen wird der Einsatz von Lokring Anschlüssen empfohlen.

Neu erstellte Systeme können wie gewohnt verlötet werden, solange sie nicht mit

entflammaren Kältemittel befüllt worden sind. Befüllte Systeme niemals mit der offenen Flamme öffnen. Verdichter aus Systemen mit entflammaren Kältemitteln müssen evakuiert werden, um Kältemittelreste aus dem Öl zu entfernen.



Am0_0042

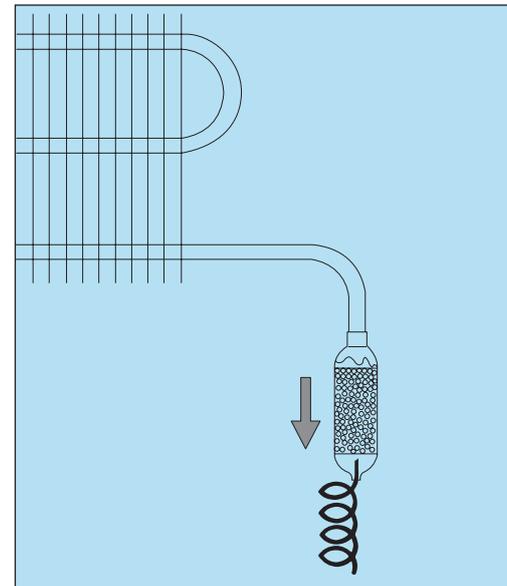
Filtertrockner

Es wird vorausgesetzt, dass Danfoss Verdichter in gut dimensionierten Systemen eingesetzt werden, die mit Filtertrockner mit angemessener Trockenmittelmenge und -typ geeigneter Qualität ausgestattet sind. Es wird empfohlen einen Trockengrad von 10 ppm im System zu erreichen. Als max. Limit ist 20 ppm akzeptabel.

Bei Einsatz eines „Pencil-Trockners“ ist darauf zu achten, dass dieser so angebracht wird, dass die Strömungsrichtung des Kältemittels der Schwerkraft folgt. Dabei wird vermieden, dass die Kugeln sich untereinander bewegen und es zu Verschleiß und zur Verstopfung des Kapillarrohres durch Abrieb kommt. Weiter sichert dies bei Kapillarrohrsystemen eine minimale Druckausgleichszeit.

Speziell „Pencil-Trocknern“ sind sorgfältig auszuwählen, um eine gute Qualität zu sichern. Für transportable Systeme immer einen Filtertrockner, der für mobile Anwendung freigegeben ist, einsetzen.

Wenn ein Kältemittelsystem geöffnet wird, muss ein neuer Filtertrockner installiert werden.



Am0_0043

Filtertrockner und Kältemittel

Wasser hat eine Molekulargröße von 2,8 Å. Entsprechend ist ein Molekularsieb (MS) mit 3 Å Porengröße, geeignet für die gebräuchlichen Kältemittel, einzusetzen.

Nachfolgende Trockenmittelmengen werden empfohlen:

Verdichter	Trockner
PL und TL	6 Gramm oder mehr
FR und NL	10 Gramm oder mehr
SC	15 Gramm oder mehr
GS	25 Gramm oder mehr

Um einer Verstopfung des Kapillarrohres und auch des thermostatischen Expansionsventils generell entgegen zu wirken, sollten in gewerblichen Kälteanlagen Trockner mit „Feststoffeinsätzen“, wie z.B. die Danfoss Typen DML zur Anwendung kommen.

Für den Einsatz aller Danfoss Verdichtertypen für die Kältemittel R 134a, R 404A/ R507, R 407C wird die Type DML 032 empfohlen.

Für den Einsatz mit R600a und R290 wird die Type DCLE 032 empfohlen.

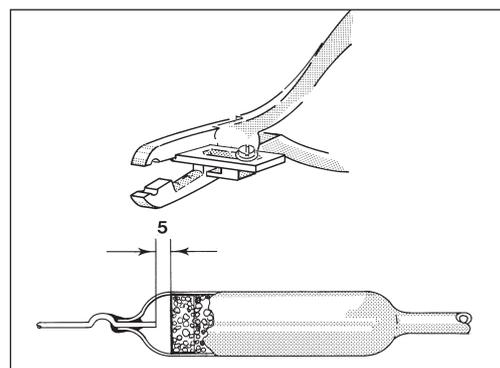
Diese Filtertrockner sind mit der erforderlichen Trockenmittelmenge und -mischung ausgestattet. Sie besitzen einen Feststoffeinsatz, sind erhältlich mit Löt- wie auch Bördel-Anschlüssen und entsprechen der PED Direktive 97/23/EC. Der maximale Betriebsüberdruck beträgt 42 bar.

Sollte im Reparaturfall ein Burn-out-Trockner benötigt werden, so ist die Trocknertype DAS einsetzbar.

Einlöten des Kapillarrohres

Das Einlöten des Kapillarrohres wird mit besonderer Sorgfalt ausgeführt. Bei der Montage sollte das Kapillarrohr nicht zu tief in den Trockner gedrückt werden, um zu vermeiden, dass die Filtermatte durchstoßen wird und es so zu Blockierungen des Kapillarrohres kommt. Andererseits, falls das Kapillarrohr nur teilweise in den Trockner eingeführt wird, können Blockierungen während des Lötens verursacht werden.

Dieses Problem kann vermieden werden, in dem man mit einer speziellen Zange, wie dargestellt, dass Kapillarrohr im entsprechenden Abstand vorbiegt.



Am0_0044

Elektrische Ausrüstung

Bitte entnehmen Sie Informationen zur Startvorrichtung den Datenblättern der Verdichter. Bitte benutzen Sie niemals die Startausrüstung eines alten Verdichters, denn dies könnte durch einen versteckten Defekt zu einem erneuten Verdichterausfall führen. Es darf kein Anlaufversuch des Verdichters ohne

elektrische Ausrüstung durchgeführt werden. Aus Sicherheitsgründen muss der Verdichter immer geerdet oder anderweitig entsprechend geschützt werden. Halten Sie entflammables Material von der elektrischen Ausrüstung fern. Der Verdichter darf nicht unter Vakuum anlaufen.

LST-Startvorrichtung

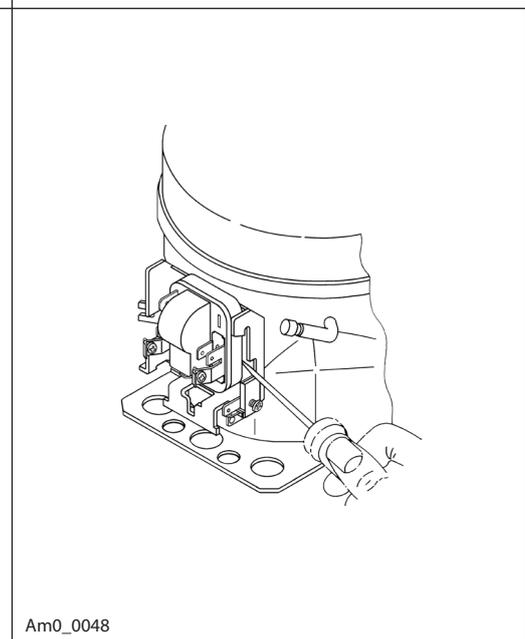
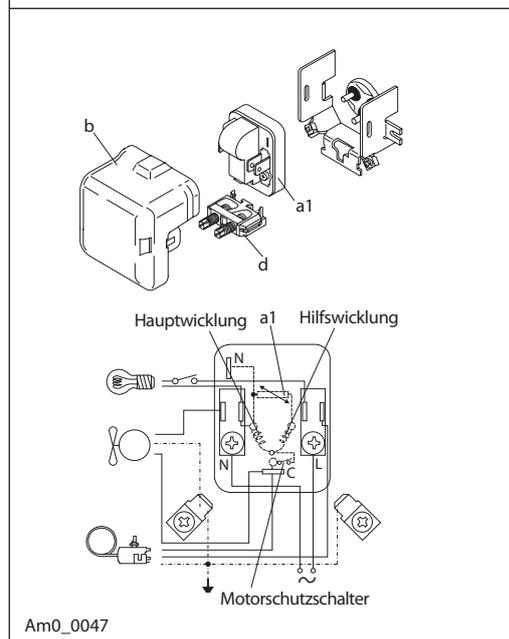
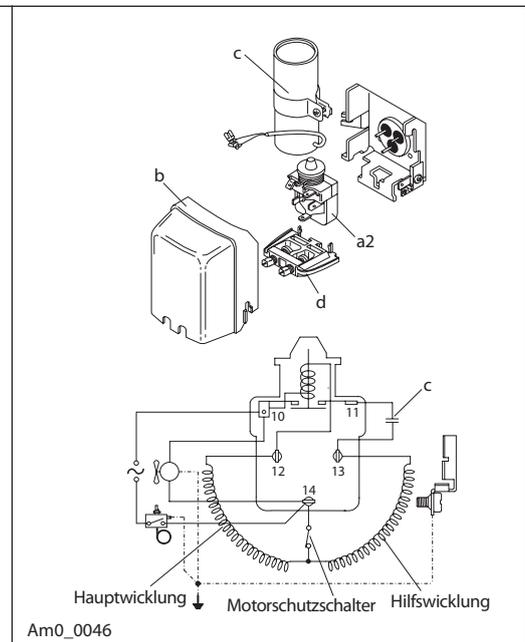
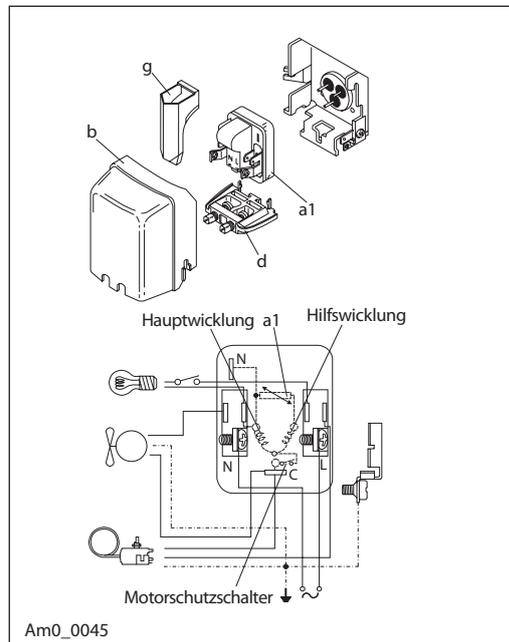
Verdichter mit internem Motorschutz

Die nachfolgenden Zeichnungen zeigen drei Typen von Startvorrichtungen mit PTC-Anlauf. Montieren Sie die Startvorrichtung direkt auf die Stromdurchführung des Verdichters. Die Kraft muß dabei mittig ausgeübt werden, um Verformung der Kontakte zu vermeiden. Die Zugentlastung wird an der Blechumhüllung unter der Startvorrichtung eingerastet. An einigen energieoptimierten Verdichtern wird

ein Betriebskondensator an die Klemmen N und S zur Reduzierung der Aufnahmeleistung angeschlossen.

Beim Entfernen der Startvorrichtung muss Kraft mittig auf die Vorrichtung ausgeübt werden, um eine Verformung der Stromdurchführung zu verhindern.

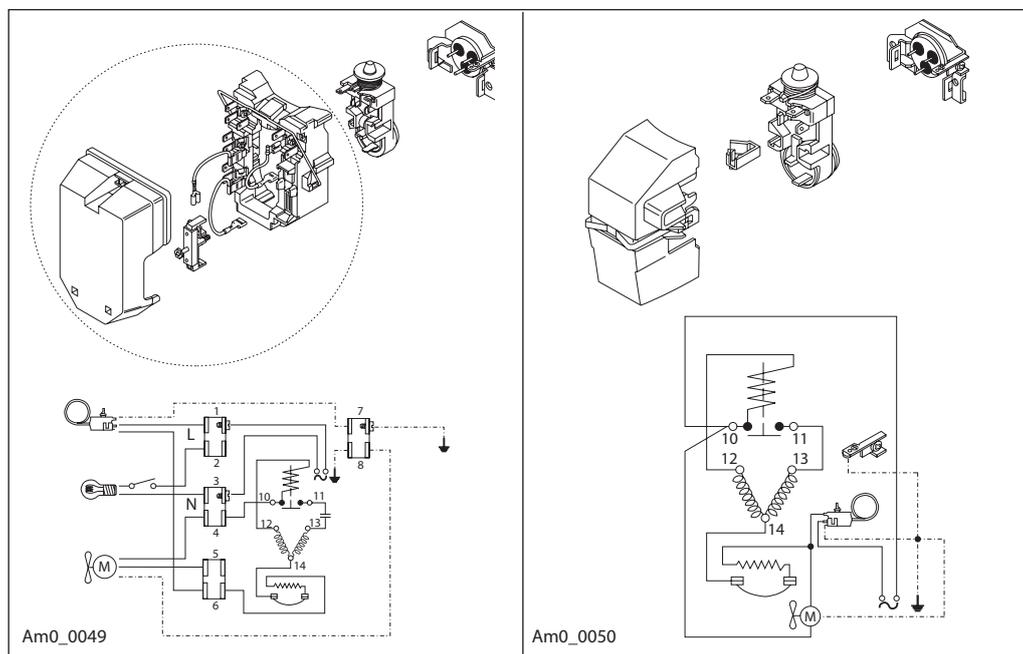
Der Deckel wird über die Starteinrichtung angebracht und am Klemmbrett festgeschraubt.



*LST-Startvorrichtung
(Fortsetzung)*

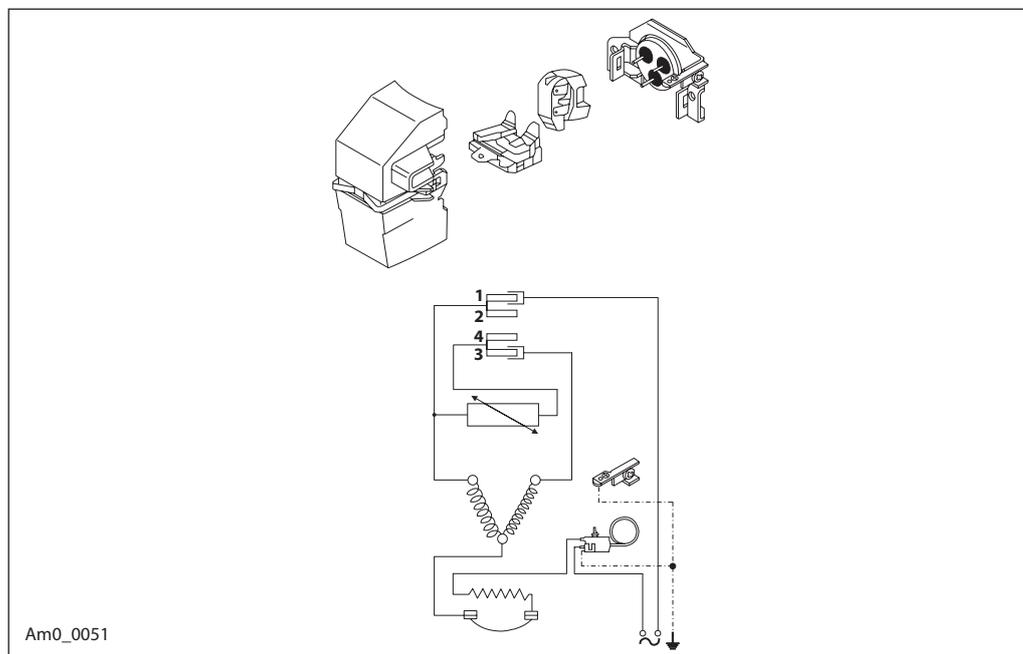
Verdichter mit externen Motorschutz
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Vorrichtungen mit Relais und Motorschutz-

schalter. Zur Montage wird Druck auf die Mitte des Relais ausgeübt. Der Deckel wird mit einer Klammer befestigt.



Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Vorrichtung mit PTC und externen Motorschutzschalter. Der Schutzschalter ist am unteren Stift platziert und der PTC oben an den zwei oberen

Stiften. Der Deckel wird mit einer Klammer befestigt. Für diese Ausrüstung ist keine Zugentlastung lieferbar.



HST-Startvorrichtung

Die nächsten Abbildungen zeigen fünf Ausführungen mit Relais und Startkondensator. Montieren Sie die Startvorrichtung direkt auf die Stromdurchführung des Verdichters. Druck muss auf die Mitte der Startvorrichtung angewendet werden, so dass die Klemmen nicht deformiert werden.

Der Startkondensator wird direkt an der Lasche am Verdichter befestigt. Die Zugentlastung wird in die Aussparung unter dem Startrelais montiert. (Abb. A und B ausschl.) Der Deckel wird über die Starteinrichtung angebracht und am Klemmbrett festgeschraubt, mit der Klammer oder den integrierten Haken gesichert.

HST-Startvorrichtung
(Fortsetzung)

<p>A</p> <p>Am0_0052</p>	<p>B</p> <p>Am0_0053</p>
<p>C</p> <p>Am0_0054</p>	<p>D</p> <p>Am0_0055</p>
<p>E</p> <p>Am0_0056</p>	<p>F</p> <p>Am0_0057</p>

HST-CSR -Startvorrichtung

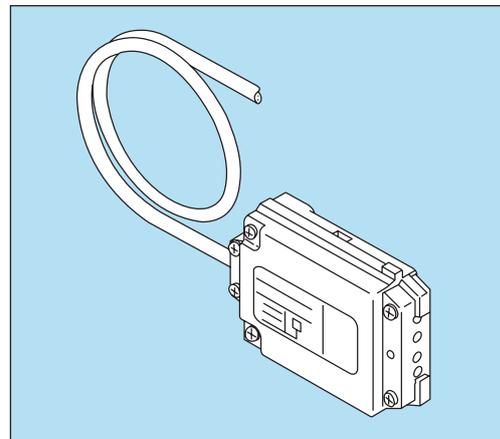
Der Steckverbinder wird an die Stromdurchführung montiert. Bitte beachten Sie, die Leitungen müssen nach oben zeigen. Die Zug-

entlastung wird in die Aussparungen unter der Stromdurchführung montiert. Der Deckel wird montiert (siehe Abb. F zuvor).

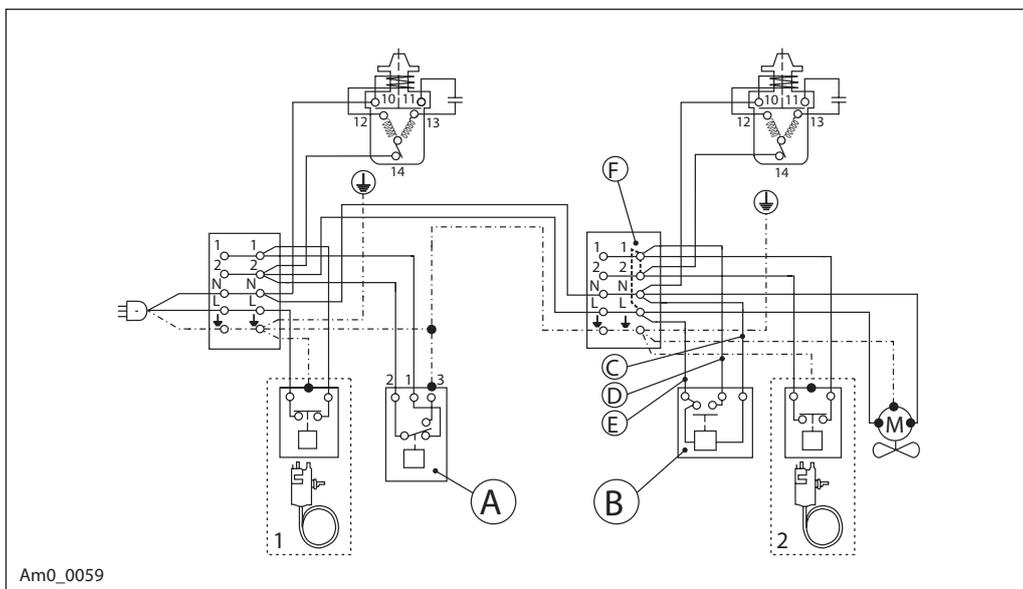
Startausrüstungen für SC-TWIN-Verdichter

Der Gebrauch eines Zeitverzögerungsrelais (z.B. Danfoss 117N0001) wird empfohlen zum Start des zweiten Verdichters, zeitverzögert nach ca. 15 Sekunden.

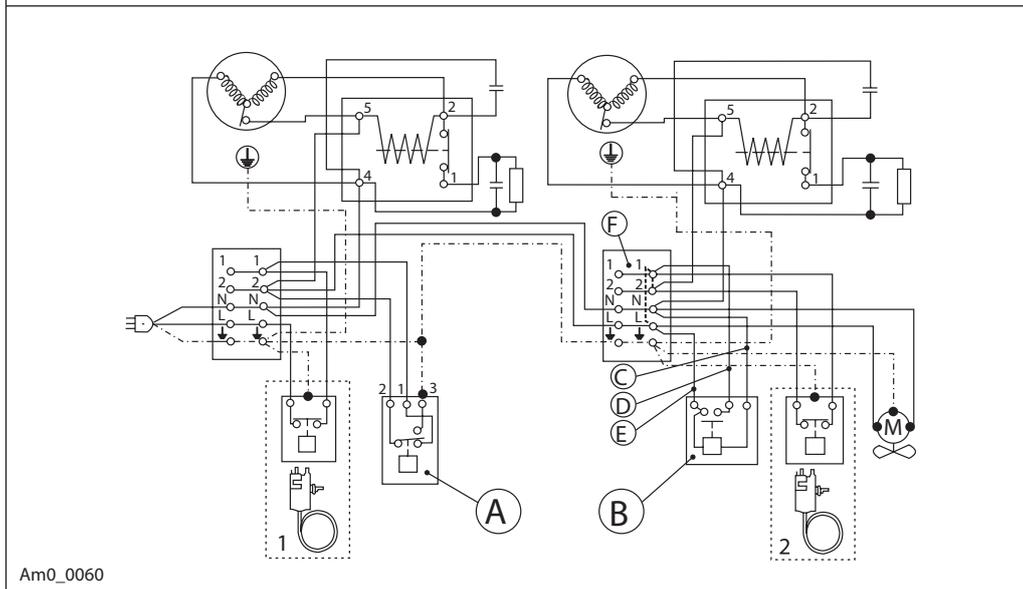
Zum Anschluss des Zeitverzögerungsrelais muss die Verbindung L und 1 im Anschlusskasten des Verdichters Nr. 2 entfernt werden. Wird ein Thermostat zur Leistungsregelung verwendet, muss der Anschluss 1 und 2 im Anschlusskasten entfernt werden.



Am0_0058



Am0_0059



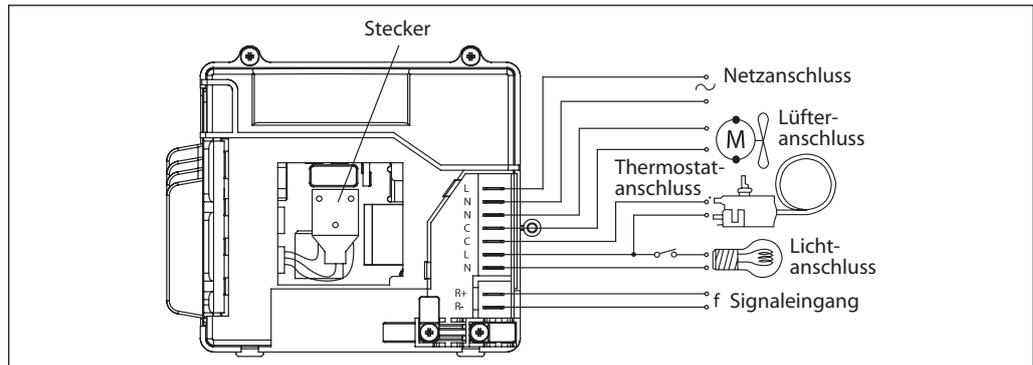
Am0_0060

- A: Sicherheitsdruckschalter
- B: Zeitverzögerungsrelais
- C: blau
- D: schwarz
- E: braun
- F: Entferne Verdrahtung L-1, wenn ein Zeitverzögerungsrelais eingesetzt wird.
- F: Entferne Verdrahtung 1-2, wenn ein Thermostat eingesetzt wird.

Elektronikeinheit für drehzahlgeregelte Verdichter

Die Elektronikeinheit versieht die TLV und NLV Verdichter mit einem hohen Startmoment (HST), so dass ein Druckausgleich im System vor dem Start nicht notwendig ist. Der drehzahlgeregelte Motor ist elektronisch gesteuert. Die Elektronikeinheit besitzt einen eingebauten Überlastschutz und thermischen Schutz. Im Falle der Aktivierung des Schutzes wird sowohl die Elektronikeinheit als auch der Verdichtermotor geschützt. Nach Auslösung des Schutzes wird der Verdichter nach einer gewissen

Zeit selbstständig wieder gestartet. Der Verdichter ist ausgestattet mit Permanent-Magnet-Rotoren (PM- Motor) und drei identischen Motorwicklungen. Die Elektronikeinheit ist direkt am Verdichter montiert und regelt den PM-Motor. Wird der Verdichter versehentlich direkt an das Stromnetz angeschlossen, beschädigt dies die Magneten und führt zu drastisch reduzierten Leistungen oder zum Ausfall.

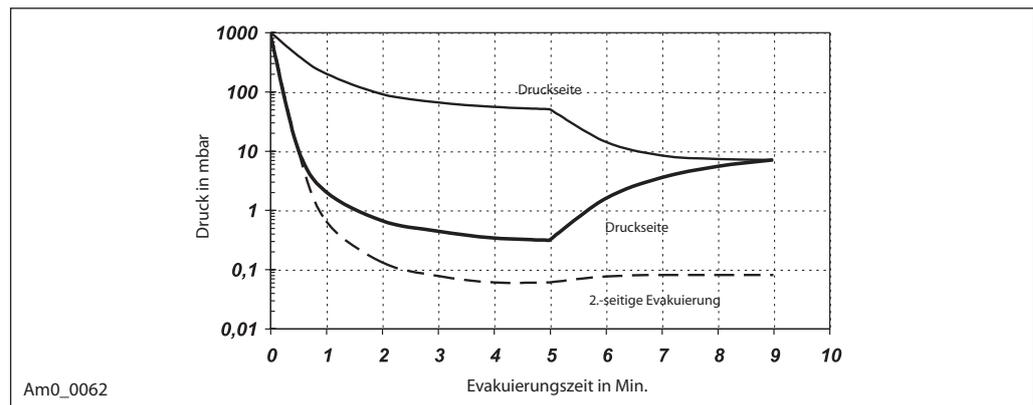


Am0_0061

Evakuierung

Nach dem Lötten, wird das Kältemittelsystem evakuiert. Wenn ein Vakuum unter 1mbar erreicht ist, wird der Druck im System ausgeglichen, bevor die endgültige Evakuierung und Befüllung mit Kältemittel erfolgt. Falls ein Drucktest direkt vor der Evakuierung durchgeführt wurde, wird der Evakuierungsprozess mit kleinem Pumpvolumen gestartet, um Ölverlust des Verdichters zu vermeiden. Es bestehen viele Meinungen, wie eine Evakuierung optimal durchgeführt wird. Das Volumen der Saug- und Druckseite des Kältemittelsystems macht es eventuell notwendig, sich für das eine oder das andere der nachfolgenden Verfahren zur Evakuierung zu entscheiden. Ein Verfahren wäre die einseitige stetige Evakuierung, bis ein ausreichend niedriger Druck im Verflüssiger erreicht ist. Ein oder mehrere kurze Evakuierungszyklen mit zwischenzeitlichen Druckausgleich sind allerdings notwendig. Eine weitere Möglichkeit ist die zweiseitige stetige Evakuierung bis ein ausreichend niedriger Druck erreicht ist. Dieser Prozess erfordert eine gute gleichmäßige Qualität (Trockenheit) der

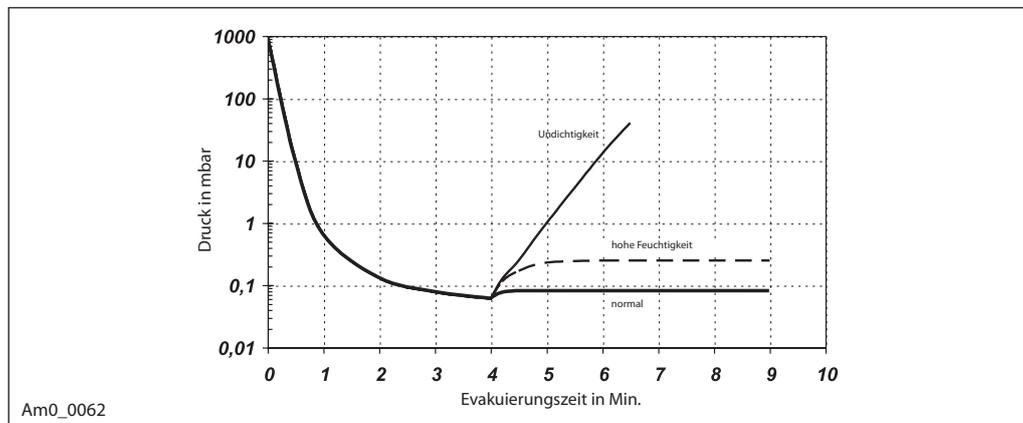
verwendeten Bauteile. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine typische Kurve einer einseitigen Evakuierung vom Prozessstutzen des Verdichters. Es zeigt auch eine im Verflüssiger gemessene Druckdifferenz. Mehrfach durchgeführte Evakuierungszyklen mit Druckausgleich können diese verbessern. Die gepunktete Linie zeigt den Prozess mit gleichzeitiger zweiseitiger Evakuierung. Wenn die Zeit begrenzt ist, das Endvakuum zu erreichen, ist dies von der Leistung der Vakuumpumpe, dem Inhalt an nicht kondensierbaren Gasen und/oder Kältemittelrückständen in der Ölfüllung abhängig. Der Vorteil einer zweiseitigen Evakuierung ist, die Möglichkeit einen ausreichend niedrigen Druck im System innerhalb einer angemessenen Prozesszeit zu erreichen. Es ist möglich eine Dichtigkeitsprüfung in den Prozess zu integrieren, um Undichtigkeiten vor der Befüllung mit Kältemittel auszusortieren.



Am0_0062

Evakuierung (Fortsetzung)

Die nachfolgende Abbildung ist ein Beispiel für eine Vorevakuierung mit gleichzeitiger Dichtigkeitsprüfung. Das Niveau des erreichten Vakuums hängt von dem gewählten Prozess ab. Zweiseitige Evakuierung wird empfohlen.


Vakuumpumpen

Eine explosions sichere Vakuumpumpe muss für Systeme mit entflammaren Kältemittel wie R 600a und R 290 verwendet werden.

Diese Vakuumpumpe kann dann auch für Kältemittel, die mit Polyolester betrieben werden, eingesetzt werden.

Kältemittelfüllung

Befüllen Sie das System immer mit dem vom Hersteller empfohlenen Kältemitteltyp und -menge. In den meisten Fällen ist die Kältemittelfüllung auf dem Typenschild des Gerätes aufgeführt. Die Befüllung kann gemäß dem Volumen

oder dem Gewicht durchgeführt werden. Um über Volumen zu füllen, benutzen Sie einen Füllzylinder. Entflammare Kältemittel müssen über Gewicht gefüllt werden.

Max. zul. Kältemittelmenge

Wenn die max. zul. Kältemittelmenge überschritten wird, kann ein Aufschäumen des Öls beim Kaltstart das Ventilsystem beschädigen. Die Kältemittelmenge darf nie größer sein, als die Verflüssigerseite des Systems aufnehmen kann. Nur so viel Kältemittel verwenden, wie für die Funktion notwendig ist.

Verdichter	Max. zul. Kältemittelmenge			
	R 134a	R 600a	R 290	R 404A/R 507
P	300 g	150 g		
T	400 g*	150 g	150 g	400 g
N	400 g*	150 g	150 g	400 g
F	900 g	150 g		850 g
SC	1300 g		150 g	1300 g
SC-Twin	2200 g			
G	2000 g			2000 g

*) Einige Verdichtertypen sind mit höherem Niveau erhältlich, bitte entnehmen Sie diese den Datenblättern.

Verschliessen des Prozessstutzens

Bei Anwendung der Kältemittel R 600a und R 290 kann der Prozessstutzen mit einem Lokring verschlossen werden. Löten ist an Systemen mit entflammaren Kältemitteln nicht erlaubt.

Prüfung

Hermetische Kältemittelsysteme müssen dicht sein. Für eine Anwendung in Haushaltsgeräten mit einer ausreichenden Funktion über einen längeren Zeitraum ist eine Leckrate von 1 Gramm / Jahr notwendig.

Alle Anschlüsse müssen mit einem Leckdetektor überprüft werden. Dieses kann mit einem elektronischen Leckdetektor erfolgen.

Sollte die Dichtheitsprüfung erst nach Füllung des Systems durchgeführt werden, muss die Hochdruckseite der Systeme (vom Druckanschluss des Verflüssigers bis zum Kältemitteltrockner) bei laufenden Verdichter überprüft werden.

Der Verdampfer, die Saugleitung und der Verdichter müssen bei Stillstand und unter Druckausgleich überprüft werden.

Falls Kältemittel R 600a oder R 290 verwendet wird und Dichtigkeitsprüfungen mit anderen Mitteln wie das Kältemittel durchgeführt werden, wie z.B. Helium, kann der Ausgleichsdruck niedrig sein und unter dem Umgebungsdruck liegen. Diese Undichtigkeiten sind nicht nachweisbar.

Geräteprüfung

Vor der Auslieferung des Systems muss die Abkühlfunktion des Verdampfers und die ausreichende Thermostatsteuerung auf den Verdichter überprüft werden.

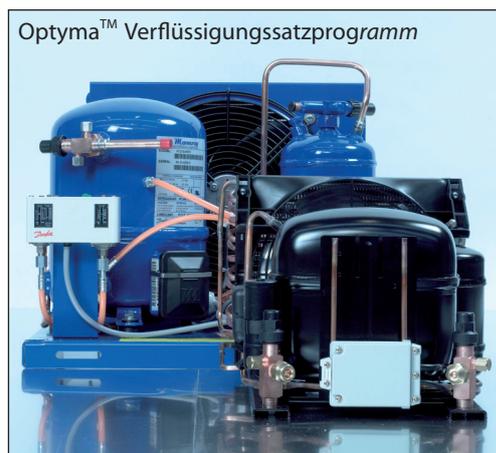
Für Kapillarrohrsysteme ist eine Drosselfunktion wichtig, um sicherzustellen, dass das System während des Stillstands Druckausgleich erreicht und dass der Verdichter mit Leichtanlauf anlaufen kann, ohne wiederholte Auslösung des Motorschutzes.

Inhalt	Seite
Allgemeines über den Umgang mit Danfoss Optyma™ Verflüssigungssätzen	83
Ausstattung	83
Spannungsversorgung und elektrische Ausrüstung	83
Hermetische Verdichter	84
Verflüssiger und Lüfter	84
Absperrventile	84
Sammler	85
Anschlusskasten	85
Hochdruckschalter	85
Aufstellung	85
Wetterschutzgehäuse	86
Sorgfältige Montage	86
Verunreinigung und Fremdpartikel	86
Rohrleitungsverlegung	86
Rohrleitungsverlegung der Verflüssigungssätze Optyma™ A01 und A04 mit den 1-Zylinder- Verdichtern der Typen TL, FR, NL, SC, SC-TWIN und GS	86
Rohrleitungsverlegung der Verflüssigungssätze Optyma™ A02 mit den hermetischen Hubkolbenverdichtern 1 -2 und 4 Zylinder der Typen MTZ und NTZ	88
Dichtigkeitsprüfung	88
Löten	89
Schutzgas	89
Evakuieren und Befüllen	90
Überschreiten der max. zulässigen Betriebsfüllmenge und Außenaufstellung	91
“Pump-down-Schaltung“	93
Max. zulässige Temperaturen	94

Allgemeines über den Umgang mit Danfoss Optyma™ Verflüssigungssätzen

Nachfolgend werden allgemeine Informationen und praktische Tipps zur Anwendung der Danfoss Optyma™ Verflüssigungssätze gegeben. Optyma™ Verflüssigungssätze stehen für ein durchgängiges Spektrum von Einheiten mit hermetischen Danfoss Hubkolbenverdichtern. Die Ausführung dieser Baureihe entspricht den Bedürfnissen des Marktes. Um den Überblick über das Programm zu geben, werden generell die einzelnen Unterabschnitte in die unterschiedlichen auf den Verflüssigungssätzen montierten hermetischen Verdichtern eingeteilt.

- Danfoss Optyma™ Verflüssigungssätze mit den 1- Zylinder -Verdichtern der Typen TL, FR, NL, SC, SC-TWIN und GS: **Optyma™ A01 und A04.**
- Danfoss Optyma™ Verflüssigungssätze mit den hermetischen 1 - 2 und 4-Zylinder-Verdichtern der Typen MTZ und NTZ: **Optyma™ A02.**



Am0_0000

Ausstattung

Danfoss Optyma™ Verflüssigungssätze werden mit Verdichter und Verflüssiger auf Schienen oder Grundplatte montiert geliefert. Die elektrische Verdrahtung erfolgt mit Hilfe von Klemmkästen. Zusätzlich können Absperrventile, Lötadapter, Sammler, Doppeldruckschalter oder

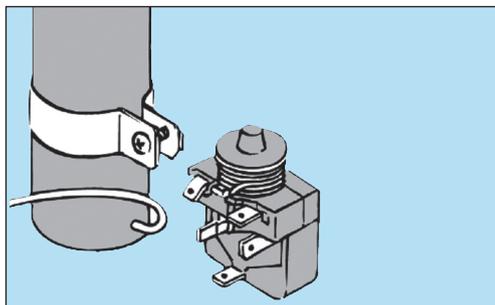
Netz Kabel mit Schukostecker den Lieferumfang vervollständigen. Bitte entnehmen Sie Details und Bestellnummern den einschlägigen technischen Danfoss Unterlagen oder der gültigen Preisliste. Ihre zuständige Danfoss Verkaufsniederlassung ist Ihnen bei der Auswahl gerne behilflich.

Spannungsversorgung und elektrische Ausrüstung
■ Verflüssigungssätze Optyma™ A01 und A04

Diese Verflüssigungssätze sind mit hermetischen Verdichtern und Lüfter für Netze mit 230 V-1 Ph-50 Hz ausgestattet. Die Verdichter sind mit einer HST-Anlaufvorrichtung (Verdichter kann gegen Druck anlaufen) bestehend aus einem Anlaufrelais und einem Anlaufkondensator versehen. Diese Bauteile können auch als Ersatzteile geliefert werden. Der Anlaufkondensator ist für kurze Einschaltzyklen konzipiert (1,7%

ED). Das bedeutet für die Praxis, dass die Verdichter bis zu 10 Starts pro Stunde mit einer Einschaltdauer von jeweils 6 Sekunden ausgesetzt werden können.

- **Verflüssigungssätze Optyma™ A02**
Diese Verflüssigungssätze sind mit hermetischen Verdichtern und Lüftern ausgestattet für Netze mit:
 - 400 V-3 Ph-50 Hz für Verdichter und Lüfter(n)
 - 400 V-3 Ph-50 Hz für Verdichter und 230 V-1 Ph-50 Hz für Lüfter(n) - der/die Betriebskondensatoren der Lüfter sind im elektrischen Schaltkasten montiert
 - 230 V-3 Ph-50 Hz für Verdichter und 230 V-1 Ph-50 Hz für Lüfter(n) - der/die Betriebskondensatoren sind im elektrischen Schaltkasten montiert
 - 230 V-1 Ph-50 Hz für Verdichter - die Startvorrichtung (Kondensator und Relais) sind im Schaltkasten montiert und 230 V-1 Ph -50 Hz für Lüfter(n).



Am0_0001

Der Anlaufstrom der **MTZ und NTZ Drehstromverdichter** kann durch den Einsatz eines Softstarters reduziert werden. CI-tronic™ Sanftanlauf wird für diesen Verdichtertyp empfohlen. Der Anlaufstrom kann sich abhängig vom Verdichtertyp und dem Softstarter bis zu 40 % reduzieren. Auch die mechanische Belastung, die beim Start auftritt, wird reduziert, welches zu einem Anstieg der Lebensdauer der internen Komponenten führt. Bei Fragen zu Details

der CI-tronic™ wenden Sie sich an die für Sie zuständig Danfoss Verkaufsniederlassung.

Die Anzahl der Verdichterstarts wird unter Widerstandsanlauf auf 6 pro Stunde limitiert. HD/ND Druckausgleich ist vor dem Start erforderlich, wenn MCI-C verwendet wird.

Hermetische Verdichter

Die vollhermetischen Verdichter TL, FR, NL, SC, SC-TWIN und GS haben einen eingebauten Wicklungsschutzschalter. Bei aktiviertem Wicklungsschutz kann es zu einer Ausschaltzeit (bis zu 45 Minuten) infolge von Wärmespeicherung im Motor kommen.

Die einphasigen Verdichter MTZ und NTZ sind temperatur- und stromabhängig durch einen Bimetallschutz, der den Strom in der Haupt- und Hilfswicklung kontrolliert, intern geschützt.

Die dreiphasigen Verdichter MTZ und NTZ sind gegen Überstrom und Übertemperatur durch einen internen Motorschutz ausgestattet. Der Motorschutz befindet sich im Sternpunkt der Wicklungen und öffnet alle 3 Phasen gleichzeitig über eine Bi-Metallscheibe. Nachdem der Verdichter über den Wicklungsschutz ausgeschaltet hat, kann die Wiedereinschaltung bis zu 3 Stunden dauern.



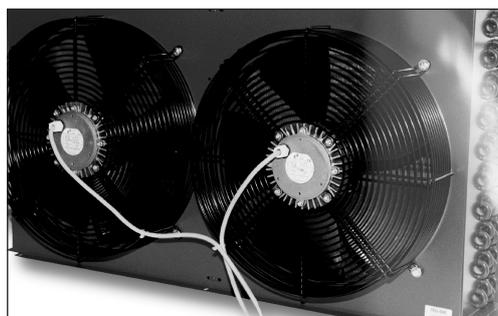
Am0_0002

Bei Ausfall der Motorfunktion kann man mittels Widerstandsmessung feststellen, ob es sich um einen ausgeschalteten Wicklungsschutzschalter oder um eine eventuell unterbrochene Wicklung handelt.

Verflüssiger und Lüfter

Die hoch effektiven Verflüssiger erlauben einen breiteren Anwendungsbereich bei höheren Umgebungstemperaturen. Je nach Leistungsgröße werden ein oder zwei Lüfter pro Verflüssigereinheit verwendet.

Darüber hinaus sind die Lüfter z.B. mit einem Danfoss Saginomiya Lüfterdrehzahlregler, Typ RGE erweiterungsfähig. Dies lässt eine gute Verflüssigungsregelung zu und senkt das Geräuschniveau. Die Lüfter sind mit selbstschmierenden Lagern versehen, so dass ein langjähriger wartungsfreier Betrieb gewährleistet ist.



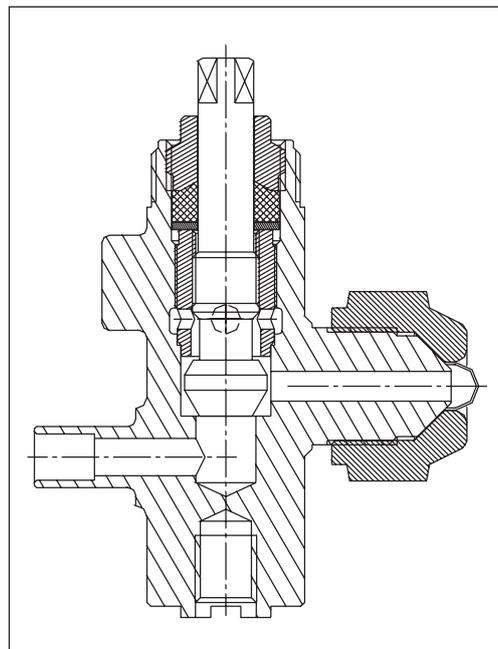
Am0_0003

Absperrventile

Danfoss Verflüssigungssätze sind saug- und druckseitig mit Absperrventilen versehen.

Die Absperrventile der Verflüssigungssätze Optyma™ A01 und A04 werden bei Drehen der Spindel im Uhrzeigersinn zum Lötstutzen abgesperrt. Damit ist der Durchfluss zwischen Manometerstutzen und dem Bördelanschluss frei. Dreht man die Spindel bis zum hinteren Anschlag entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn, wird der Manometerstutzen abgesperrt. Der Durchfluss zwischen Lötstutzen und Bördelanschluss ist frei. In der Mittelstellung ist der Durchfluss durch die drei Anschlüsse frei. Beiliegende Lötadapter helfen Bördelverbindungen vermeiden und die Anlage hermetisch auszuführen.

Die Absperrventile der Verflüssigungssätze Optyma™ A02 sind direkt in die Saugleitung und druckseitig am Verdichter und Sammler montiert. Das saugseitige Absperrventil ist mit geraden langen Rohrstützen versehen, so dass die Lötverbindung ohne Demontage der Rotolockventile durchgeführt werden können.



Am0_0004

Sammler

Flüssigkeitssammler sind standardmäßig auf Verflüssigungssätzen für Expansionsventilbetrieb montiert.

Die Sammler ab einem internen Volumen von 3 l sind mit Rotolockventilen ausgestattet.



Am0_0005

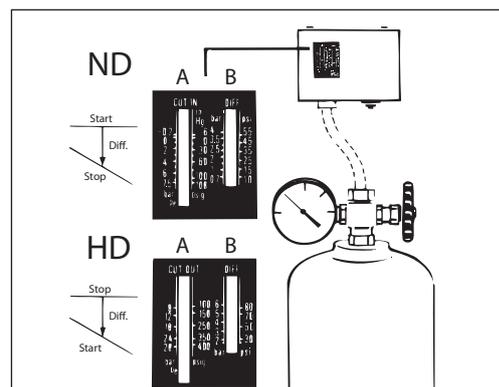
Anschlusskasten

Die **Verflüssigungssätze Optyma™ A01 und A04** sind elektrisch vorverdrahtet und mit einem Anschlusskasten ausgestattet. Dadurch kann die Spannungsversorgung und zusätzliche elektrische Verdrahtung schnell und leicht angeschlossen werden. Der Anschlusskasten der **Verflüssigungssätze Optyma™ A02** ist mit Reihenklemmen

bestückt, sowohl für die Spannungsversorgung als auch für die Steuerkreise. Die elektrische Verdrahtung aller Komponenten (Verdichter, Lüfter, PTC, Druckschalter) sind in diesem Kasten zusammengefasst. Im Deckel des Anschlusskastens befindet sich das elektrische Schaltbild. Dieser Anschlusskasten verfügt über Schutzart IP 54.

Hochdruckschalter

Die Danfoss Verflüssigungssätze können mit einem auf der Hochdruckseite umschaltbare kombinierten Hoch- und Niederdruckschalter KP17W/B bezogen werden. Somit kann wahlweise die Druckwächter- oder Druckbegrenzerfunktion aktiviert werden. Verflüssigungssätze, die werkseitig nicht mit Druckschaltern ausgeliefert werden, sind in Anlagen mit thermostatischen Expansionsventilen gemäß EN 378 auf der Hochdruckseite mit einem Druckschalter auszustatten.



Am0_0006

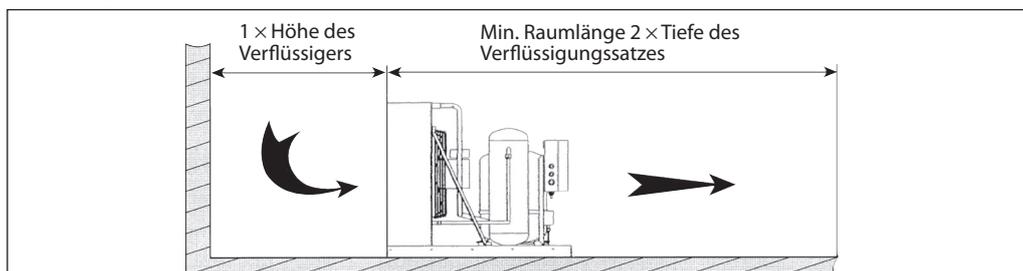
*Nachfolgende Einstellungen werden empfohlen:
(Max. zul. Betriebsüberdruck der zusätzlich in der Anlage montierten Komponenten beachten.)*

Kältemittel	Niederdruckseite		Hochdruckseite	
	Ausschaltpunkt (bar)	Einschaltpunkt (bar)	Einschaltpunkt (bar)	Ausschaltpunkt (bar)
R407	2	1	21	25
R404A/R507 MBP	1.2	0.5	24	28
R404A/R507 LBP	1	0.1	24	28
R134a	1.2	0.4	14	18

Aufstellung

Die Danfoss Optyma™ Verflüssigungssätze müssen in einer gut belüfteten Umgebung montiert werden. Es ist sicherzustellen, dass für den Verflüssiger an der Ansaugseite hinreichend Frischluft zur Verfügung steht. Ferner ist darauf zu achten, dass zwischen Frischluft und

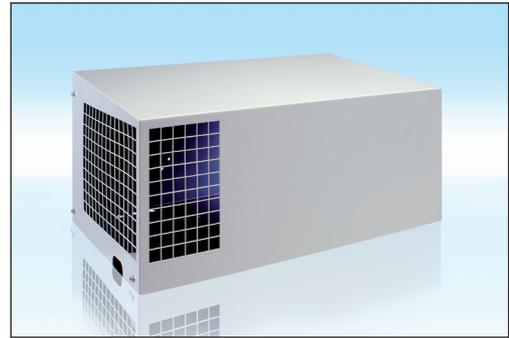
Abluft keine Kurzschlussströmung entsteht. Der Lüftermotor ist so angeschlossen, dass die Luft in Richtung des Verdichters über den Verflüssiger gezogen wird. Für optimalen Betrieb des Verflüssigungssatzes ist der Verflüssiger regelmäßig zu reinigen.



Am0_0007

Wetterschutzgehäuse

Danfoss Verflüssigungssätze, die im Freien aufgestellt werden, sind mit einem Schutzdach oder mit einem Wetterschutzgehäuse zu montieren. Im Lieferumfang werden optional hochwertige Wetterschutzgehäuse angeboten. Die Bestellnummern entnehmen Sie bitte der gültigen Preisliste oder wenden Sie sich an Ihre zuständige Danfoss Niederlassung.



Am0_0008

Sorgfältige Montage

Immer mehr gewerbliche Kälte- und Klimaanlage werden mit Verflüssigungssätzen, die mit hermetischen Verdichtern bestückt sind,

aufgebaut. Es werden hohe Anforderungen an die Qualität der Montagearbeit und die Einregelung einer solchen Kälteanlage gestellt.

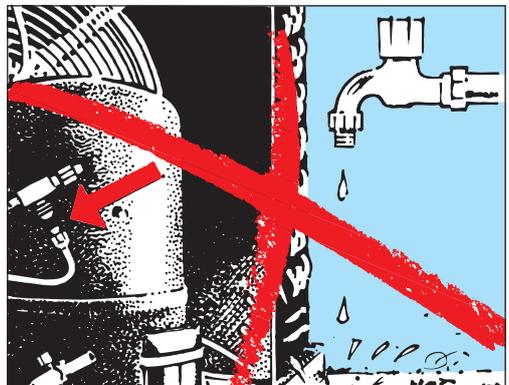
Verunreinigungen und Fremdpartikel

Verunreinigungen und Fremdpartikel gehören zu den häufigsten Ursachen, die sich negative auf die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer von Kälteanlagen auswirken. Während der Montage können folgende Verunreinigungen in das System gelangen:

- Zunderbildung beim Lötten (Oxidationen)
- Flussmittelreste vom Lötten
- Feuchtigkeit und Fremdgase
- Späne und Kupferreste vom Entgraten der Rohrleitungen

Daher empfiehlt Danfoss nachfolgende Vorkehrungen:

- Es sind ausschließlich gereinigte und getrocknete Kupferrohre und Bauteile zu verwenden, die dem Standard der DIN 8964 genügen.
- Danfoss bietet Ihnen eine umfangreiche



Ac0_0010

und abgestimmte Produktpalette der benötigten Kälteautomatik. Bitte wenden Sie sich an Ihre zuständige Danfoss Niederlassung.

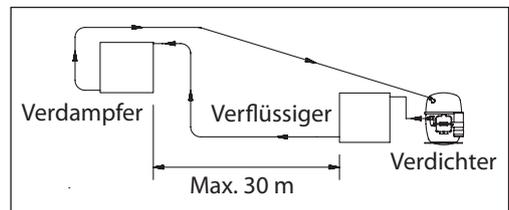
Rohrleitungsverlegung

Bei der Rohrleitungsverlegung ist ein möglichst kurzes und kompaktes Rohrleitungsnetz anzustreben. Tiefer liegende Bereiche (Ölsäcke), in denen sich Öl sammeln kann, sind zu vermeiden

Rohrleitungsverlegung der Verflüssigungssätze Optyma™ A01 und A04

1. Verflüssiger und Verdampfer befinden sich auf gleicher Höhe.

Die Saugseite sollte leicht fallend zum Verdichter hin angeordnet werden. Der max. zulässige Abstand zwischen Verflüssigungssatz und Verdampfer beträgt 30 m.



Am0_0010

	Saugleitung	Flüssigkeitsleitung
	Außendurchmesser Kupferrohr [mm]	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC	10	8
SC-TWIN	16	10
GS 21	12	10
GS 34	16	10

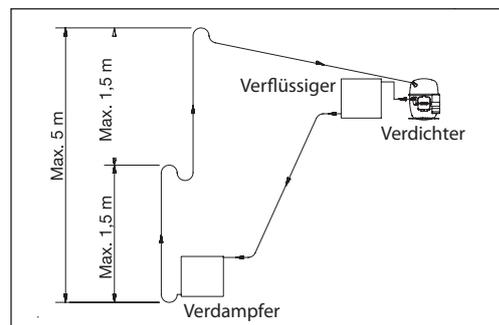
Rohrleitungsverlegung der Verflüssigungssätze **Optyma™ A01 und A04 Fortsetzung**

Um die Ölrückführung zu gewährleisten werden die zuvor aufgeführten Querschnitte für die Saug- und Flüssigkeitsleitungen empfohlen.

2. Der Verflüssigungssatz ist oberhalb des Verdampfers angeordnet.

Der anzustrebene Höhenunterschied zwischen dem Verflüssigungssatz und Verdampfer sollte 5 m nicht überschreiten. Die Rohrleitungslänge sollte 30 m nicht überschreiten. Die Saugleitungen sind mit Doppelbögen als Ölfallen nach unten und oben auszuführen. Dies erfolgt mit einem U-Bogen am unteren Ende und einem P-Bogen am oberen Ende der senkrechten Steigleitung. Der max. Abstand zwischen den Bögen beträgt 1 bis 1,5 m.

Um die Ölrückführung zu gewährleisten, werden nachfolgende Querschnitte für Saug- und Flüssigkeitsleitung empfohlen:

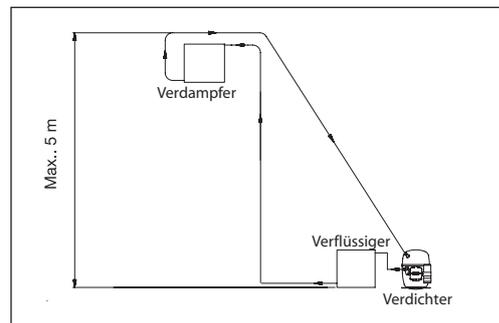


Am0_0011

	Saugleitung	Flüssigkeitsleitung
	Querschnitt Kupferrohr [mm]	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC 12 und 15	10	8
Alle weiteren SC Verdichter	12	8
SC-TWIN	16	10
GS 21	12	10
GS 34	16	10

3. Der Verflüssigungssatz ist unterhalb des Verdampfers angeordnet.

Der anzustrebene Höhenunterschied zwischen Verflüssigungssatz und Verdampfer ist max. 5 m. Die Rohrleitungslänge zwischen Verflüssigungssatz und Verdampfer sollte 30 m nicht überschreiten. Die Saugleitung ist mit Doppelbögen als Ölfalle nach unten und oben auszuführen. Dies erfolgt mit einem U-Bogen am unteren Ende und einem P-Bogen am oberen Ende der senkrechten Steigleitung. Der max. Abstand zwischen den Bögen beträgt 1 bis 1,5 m. Um die Ölrückführung zu gewährleisten, werden nachfolgende Querschnitte für die Saug- und Flüssigkeitsleitung empfohlen:

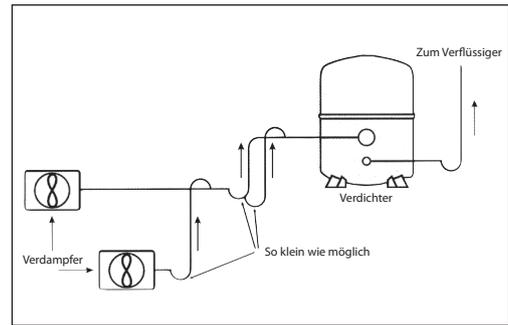


Am0_0012

	Saugleitung	Flüssigkeitsleitung
	Außendurchmesser Kupferrohr [mm]	
TL	8	6
FR	10	6
NL	10	6
SC	12	8
SC-TWIN	16	10
GS 21	12	10
GS 34	16	10

Rohrleitungsverlegung der Verflüssigungssätze Optyma™ A02

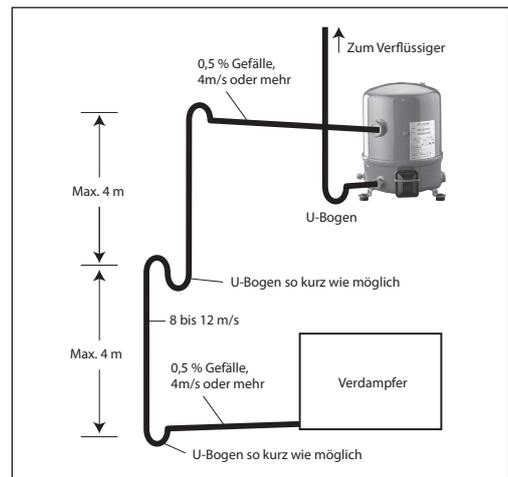
Die Anschlussrohrleitungen sollten flexibel ausgeführt sein (Verspringen in drei Ebenen oder mit Schwingungsdämpfer). Bei der Rohrleitungsverlegung ist ein möglichst kurzes und kompaktes Rohrleitungsnetz anzustreben.



Am0_0013

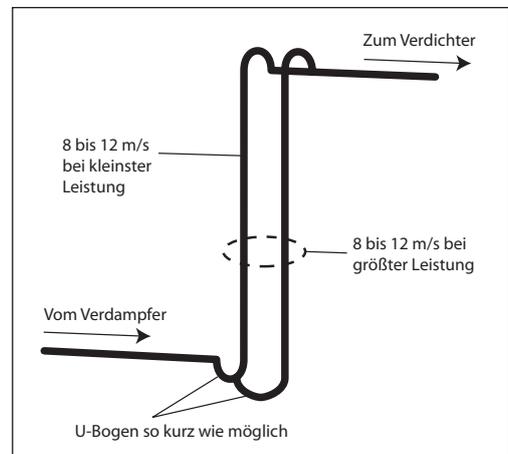
Tiefer liegende Bereiche (Ölsäcke), in denen sich Öl sammeln kann, sind zu vermeiden. Waagerechte Leitungen sollten zum Verdichter hin fallend verlegt werden. Um die Ölrückführung zu gewährleisten, muss die Sauggasgeschwindigkeit bei Steigleitungen mindestens 8-12 m/s betragen.

Bei waagerechten Leitungen darf die Sauggasgeschwindigkeit 4 m/s nicht unterschreiten. Die senkrechten Rohrleitungen sind mit Doppel-ögen als Ölfalle nach unten und oben auszuführen. Dies erfolgt mit einem U-Bogen am unteren Ende und einem P-Bogen am oberen Ende der senkrechten Rohrleitung. Die maximale Höhe der Steigleitung beträgt 4 m, es sei denn ein zweiter U-Bogen wird angebracht.



Am0_0014

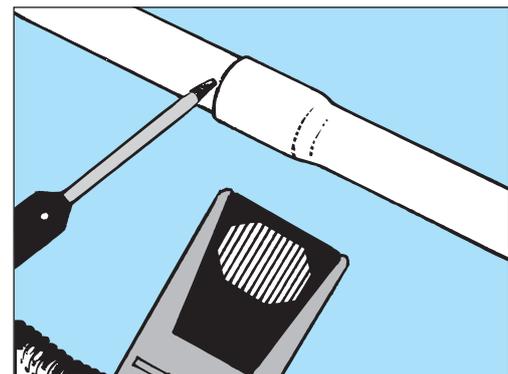
Ist der Verdampfer oberhalb des Verflüssigungssatzes montiert, ist sicherzustellen, dass während der Stillstandsphase kein flüssiges Kältemittel in den Verdichter gelangt. Um eine Kondenswasserbildung sowie ein ungewolltes Ansteigen der Sauggasüberhitzung zu vermeiden, ist die Saugleitung generell zu isolieren. Das Einjustieren der Sauggasüberhitzung erfolgt individuell für die jeweilige Anwendung. Nähere Informationen entnehmen Sie dem nachfolgenden Kapitel unter "Max. zulässige Temperaturen".



Am0_0015

Dichtigkeitsprüfung

Die Danfoss Verflüssigungssätze werden bereits im Werk auf Dichtigkeit mit Helium geprüft und mit einer Schutzgasfüllung versehen und müssen deshalb mit dem System evakuiert werden. Darüber hinaus ist der hinzugefügte Kältemittelkreislauf mit Stickstoff auf Undichtigkeiten zu untersuchen. Hierbei bleiben die Saug- und Flüssigkeitsventile des Verflüssigungssatzes geschlossen. Die Verwendung von farbigen Lecksuchmitteln führt zu Erlöschen des Gewährleistungsanspruchs.

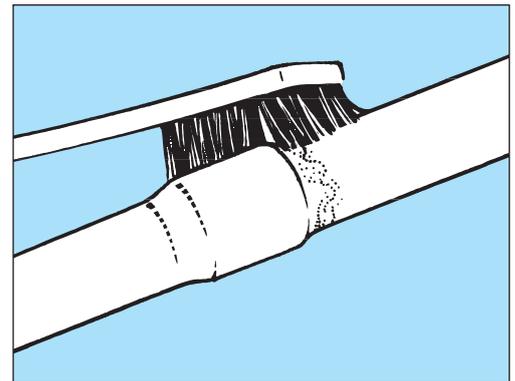


Ac0_0030

Löten

Die gebräuchlichsten Hartlote sind Legierungen aus mindestens 40 % Silber mit Kupfer, Zink und Zinn, so genanntes Silberlot. Der Schmelzbereich liegt zwischen 655 °C und 755 °C. Das ummantelte Silberlot enthält schon das für die Lötung notwendige Flussmittel. Dieses sollte nach erfolgter Lötung entfernt werden. Es kann auch Lot und Flußmittel separat bezogen und zusammen verwendet werden.

Silberlot kann zum Zusammenlöten von verschiedenen Werkstoffen verwendet werden, z.B. Stahl / Kupfer. 15 % Silberanteil ist erforderlich zum Löten von Kupfer / Kupfer und daher sehr häufig verwendet.



Ac0_0021

Schutzgas

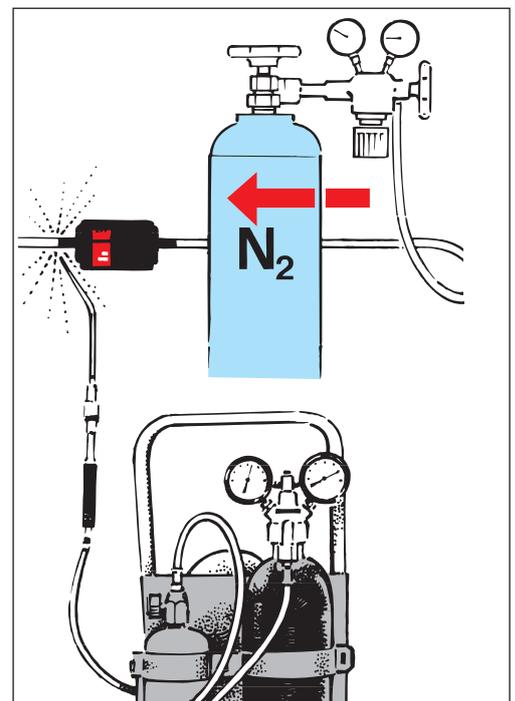
Bei den hohen Lötemperaturen unter Einfluss von atmosphärischer Luft bilden sich Oxydationsprodukte (Zunder).

Das System muss daher während des Lötens von einem Schutzgas durchströmt werden. Leiten Sie einen schwachen Strom eines trockenen inaktiven Gases durch die Rohre. Dieses ist in aller Regel trockener Stickstoff (N₂).

Beginnen Sie erst mit dem Löten, wenn sich keine atmosphärische Luft mehr in dem betreffenden Bauteil befindet. Leiten Sie den Arbeitsvorgang mit einem kräftigen Schutzgasstrom ein, den Sie bei Lötbeginn auf ein Minimum reduzieren.

Dieser schwache Schutzgasstrom ist während des ganzen Lötprozesses aufrechtzuerhalten.

Das Löten ist unter Sauerstoff und Gas mit einer weichen Flamme vorzunehmen. Das Lot ist erst zuzuführen, wenn die Schmelztemperatur erreicht ist.



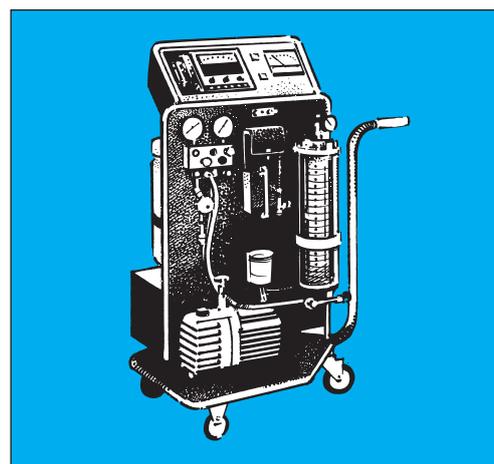
Ac0_0019

Evakuieren und Befüllen

Die Vakuumpumpe sollte den Systemdruck auf ca. 0,67 mbar absaugen können und möglichst zweistufig arbeiten.

Feuchtigkeit, atmosphärische Luft und Schutzgas sollten entfernt werden. Nach Möglichkeit ist eine zweiseitige Evakuierung von der Saug- und Druckseite des Verflüssigungssatzes vorzusehen.

Verwenden Sie die Anschlüsse an den Absperrventilen der Saug- und Flüssigkeitsseite.



Ac0_0023

Zum Befüllen der Anlage wird ein Füllstand bzw. Füllzylinder oder für kleinere Verflüssigungssätze eine Waage benutzt. Das Kältemittel kann der Flüssigkeitsleitung als Flüssigkeit zugeführt werden, wenn ein Füllventil montiert ist. Ansonsten muss das Kältemittel über das Saugabsperrventil gasförmig dem System zugeführt werden, während der Verdichter läuft (zuvor das Vakuum brechen).

Bitte beachten Sie, dass die Kältemittel R 404A/R 507 und R 407C Gemische sind. Die Kältemittelhersteller empfehlen, R 507 flüssig oder gasförmig zu verfüllen, während R 404A und R 407C flüssig gefüllt werden sollten. Daher ist es zu empfehlen, R 404A/R 507 und R 407C wie beschrieben mit Hilfe eines Füllventils zu verfüllen.

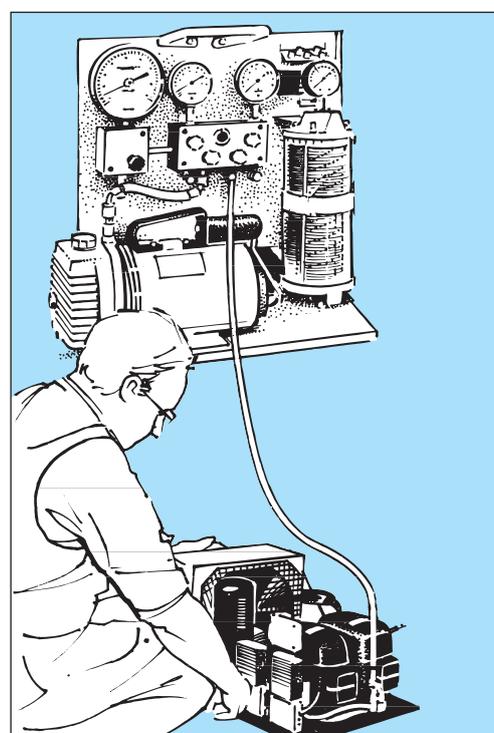
Wenn die zu füllende Kältemittelmenge unbekannt ist, wird das Einfüllen fortgesetzt, bis im Schauglas keine Blasen mehr zu sehen sind. Dabei ist eine ständige Überwachung der Verflüssigungs- und Sauggastemperatur notwendig, um normale Betriebstemperaturen sicherzustellen.

Bitte beachten sie nachfolgende Vorgehensweise zur Evakuierung und Befüllung der Verflüssigungssätze Optyma™ A01 und A04:

Zum Evakuieren werden beide äußeren Schläuche einer Monteurhilfe angeschlossen und der Verflüssigungssatz bei geöffneten Absperrventilen - Spindel in Mittelstellung evakuiert.

Nach dem Evakuieren werden beide Schläuche (Druck- und Saugseite) an der Monteurhilfe angeschlossen. Dann erst wird die Vakuumpumpe ausgeschaltet.

Am Mittelanschluss der Monteurhilfe wird die Kältemittelflasche angeschlossen und der Füllstutzen kurz entlüftet. Das entsprechende Ventil der Monteurhilfe wird geöffnet und die Anlage wird über Manometeranschluss des Saugabsperrventils mit der max. zulässigen Kältemittelbetriebsfüllung bei in Betrieb befindlichem Verdichter befüllt.



Ac0_0028

Evakuieren und Befüllen
(Fortsetzung)
Bitte beachten Sie nachfolgende Empfehlung zur Evakuierung und Befüllung der Verflüssigungssätze Optyma™ A02 :

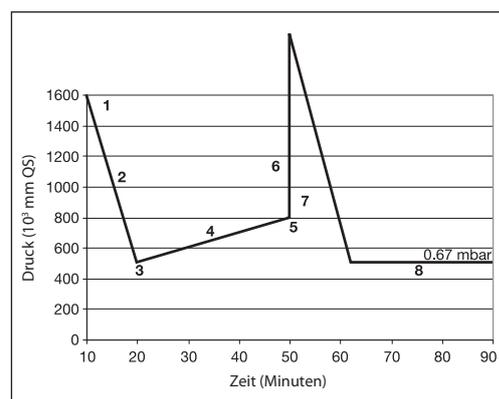
Es wird empfohlen, die Evakuierung wie nachfolgend beschrieben durchzuführen:

1. Die Serviceventile des Verflüssigungssatzes müssen geschlossen werden.
2. Nach der Lecksuche sollte eine möglichst zweiseitige Evakuierung mit einer Vakuumpumpe auf 0,67 mbar (abs.) durchgeführt werden.

Es wird empfohlen Kupplungsleitungen mit möglichst großem Durchgang zu verwenden und diese an die Serviceventile anzuschließen.

3. Sobald das Vakuum von 0,67 bar (abs.) erreicht ist, wird das System von der Vakuumpumpe getrennt. Während der nächsten 30 Minuten darf der Systemdruck nicht ansteigen. Sollte der Druck schnell ansteigen, ist das Ventil undicht. Eine erneute Lecksuche und Evakuierung (ab 1) muss durchgeführt werden. Steigt der Druck langsam an, deutet dies darauf hin, dass Feuchtigkeit vorhanden ist. In diesem Fall sollte erneut evakuiert werden (ab 3).

4. Öffnen Sie die Serviceventile am Verflüssigungssatz und brechen Sie das Vakuum mit trockenem Stickstoff. Wiederholen Sie den Vorgang 2 und 3.



Am0_0019

Genereller Hinweis:

Der Verdichter sollte erst eingeschaltet werden, wenn das Vakuum gebrochen ist. Bei Verdichterbetrieb mit Vakuum im Verdichtergehäuse besteht die Gefahr von Spannungsüberschlag in der Motorwicklung.

Überschreiten der max. zulässigen Betriebsfüllmenge und Außenaufstellung

Wird Kältemittel über die max. zulässige Betriebsfüllmenge hinaus befüllt oder bei Außenaufstellung müssen Schutzvorkehrungen getroffen werden.

Entnehmen Sie die max. zulässigen Betriebsfüllmengen den technischen Informationen und/oder Montageanleitungen der Danfoss Verdichter. Bei Rückfragen steht Ihnen Ihre zuständige Verkaufsniederlassung gerne beratend zur Verfügung.

Eine einfache und schnelle Lösung, Kältemittelverlagerung in Stillstandszeiten vorzubeugen, bietet der Einsatz einer Kurbelwellenheizung.

Überschreiten der max. zulässigen Betriebsfüllmenge und Außenaufstellung
(Fortsetzung)

Für **Verflüssigungsätze Optyma™ A01 und A04** werden Kurbelwannenheizungen empfohlen.

Die Kurbelwannenheizungen sind direkt über der Schweißnaht zu montieren. Bei SC-TWIN-Verdichtern müssen beide Verdichter mit einer Kurbelwannenheizung ausgestattet werden.

Der elektrische Anschluss kann wie folgt vorgenommen werden:

Bei eingeschaltetem Hauptschalter übernimmt der Wechselkontakt des Regelthermostaten (z.B. KP 61) die Schaltfunktion, d. h. **Verdichter aus - Heizung ein** - und umgekehrt. Die Gehäuseheizung soll auch nach längerer Stillstandszeit des Kältesystems ca. 2 - 3 Stunden vor Inbetriebnahme eingeschaltet werden. Bei Außenaufstellung der Verflüssigungsätze empfiehlt sich die generelle Verwendung einer Kurbelwannenheizung.



Am0_0020

Die Verflüssigungsätze Optyma™ A02 werden standardmäßig mit einer selbstregulierenden PTC 35 W Kurbelwannenheizung ausgestattet.

Die selbstregulierende PTC-Heizung schützt während der Stillstandsphase vor Kältemittelverlagerung. Ein zuverlässiger Schutz ist jedoch nur dann gegeben, wenn die Öltemperatur 10 K oberhalb der Sättigungstemperatur des Kältemittels liegt.

Es ist zweckmäßig anhand von Tests zu überprüfen, dass sowohl bei tiefen als auch bei hohen Umgebungstemperaturen eine ausreichende Öltemperatur erreicht wird. Häufig ist bei im Freien aufgestellten Verflüssigungsätzen, die tiefen Umgebungstemperaturen ausgesetzt sind, oder bei Kühlanwendungen mit großer

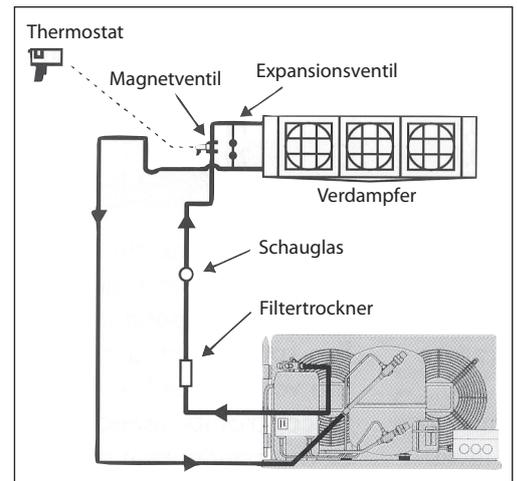
Kältemittelmenge eine zusätzliche Band-Kurbelwannenheizung für den Verdichter erforderlich. Diese sollte so nah wie möglich am Ölsumpf befestigt werden, um eine gute Wärmeübertragung zum Öl sicherzustellen.

Band-Kurbelwannenheizungen sind nicht selbstregulierend. Die Regelung sollte so erfolgen, dass die Heizung bei Verdichterstopp eingeschaltet und bei Verdichterlauf ausgeschaltet wird. Durch diese Maßnahmen wird verhindert, dass Kältemittel in den Verdichter kondensieren kann. Es ist zu beachten, dass bei Wiederinbetriebnahme von Verflüssigungsätzen nach langen Stillstandszeiten die Kurbelwannenheizung mindestens 12 Stunden vor dem Start des Verdichters eingeschaltet wird.

“Pump-down -Schaltung“

Ist es nicht möglich während des Verdichterstillsstands, mit der Kurbelwannenheizung die Öltemperatur 10 K über der Sättigungstemperatur des Kältemittels zu halten oder wenn flüssiges Kältemittel zurückfließt, ist eine Pump-Down-Schaltung auf der Niederdruckseite eine weitere Möglichkeit Kältemittelverlagerungen in Stillstandsphasen vorzubeugen. Das Magnetventil in der Flüssigkeitsleitung wird von einem Thermostaten gesteuert. Wenn das Magnetventil schließt, saugt der Verdichter auf der Niederdruckseite ab, bis der Niederdruckschalter beim eingestellten Schaltpunkt den Verdichter ausschaltet.

Bei der Pump-Down-Schaltung ist der Einschaltpunkt des Niederdruckschalters niedriger einzustellen als der Sättigungsdruck des Kältemittels bei der niedrigsten Umgebungstemperatur des Verflüssigungssatzes und des Verdampfers.



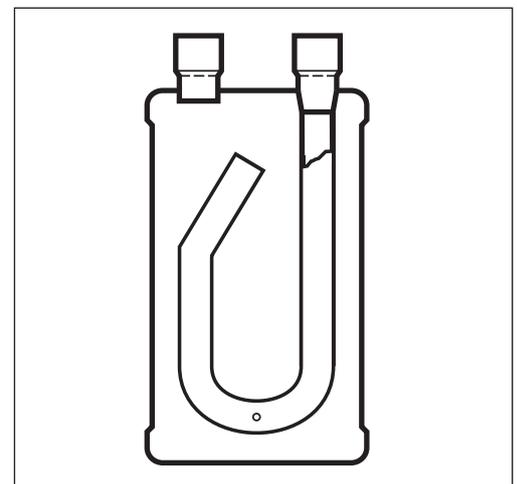
Am0_0021

Ein Flüssigkeitsabscheider bietet Schutz gegen Kältemittelverlagerung beim Start, während des Betriebs oder bei der Abtauung.

Der Flüssigkeitsabscheider schützt gegen Kältemittelverlagerung in der Stillstandszeit, indem das interne freie Volumen der Saugseite des Systems vergrößert wird.

Der Flüssigkeitsabscheider sollte entsprechend den Herstellerempfehlungen ausgelegt werden. Generell empfiehlt Danfoss, dass die Aufnahmekapazität des Flüssigkeitsabscheiders nicht kleiner als 50 % der gesamten Systemfüllung ist.

Ein Flüssigkeitsabscheider sollte nicht in Systemen mit zeotropen Kältemitteln, wie z. B. R 407C, verwendet werden.



Am0_0022

Max. zulässige Temperaturen **Für die Verflüssigungssätze Optyma™ A01 und A04** sollte die Verdampferüberhitzung (am Fühler des Expansionsventils gemessen) zwischen 5 und 12 K betragen.

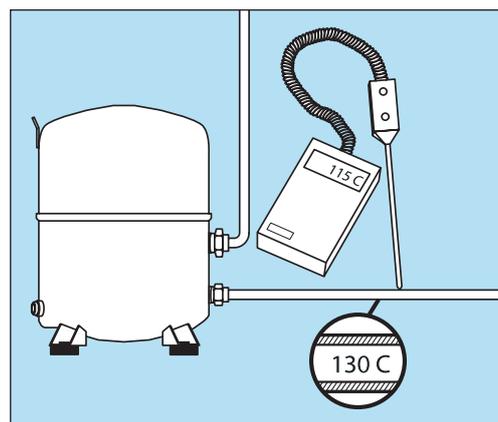
Die max. Sauggastemperatur am Verdichtereintritt gemessen: 45 °C. Eine unzulässig hohe Sauggasüberhitzung führt zwangsläufig zu einem schnellen Anstieg der Druckgastemperatur. Diese darf 135 °C für den SC- und GS-Verdichter und 130 °C für die TL, NL- und FR-Verdichter nicht übersteigen.

Die Druckgastemperatur wird 50 mm vom Druckstutzen des Verdichters entfernt gemessen.

Für die Verflüssigungssätze Optyma™ A02 sollte die Verdampferüberhitzung (am Fühler des Expansionsventils gemessen) zwischen 5 und 12 K betragen.

Die max. Sauggasüberhitzung am Verdichtereintritt gemessen: 30 °C. Eine unzulässig hohe Sauggasüberhitzung führt zwangsläufig zu einem schnellen Ansteigen der Druckgastemperatur, deren Maximalwert 130 °C nicht übersteigen darf.

Bei besonderen Anwendungen (Mehrverdampfersysteme) wird die Verwendung eines Ölabscheiders in der Druckleitung empfohlen.



Am0_0023

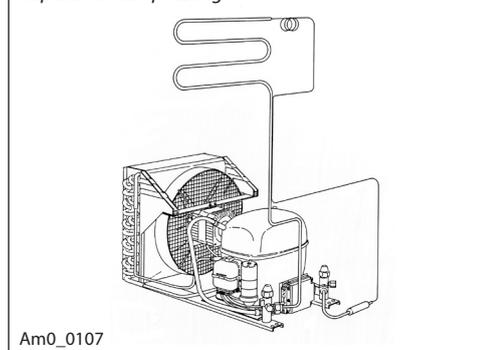
Inhalt	Seite
Allgemeines	97
Fehlersuche	97
Austausch des Thermostats.....	98
Austausch der elektrischen Ausrüstung.....	99
Austausch des Verdichters	99
Austausch des Kältemittels	99
Regel zur Reparaturdurchführung	101
Öffnen eines Systems	101
Hartlöten unter Schutzgas.....	102
Filtertrockner	102
Feuchtigkeitseintritt während der Reparatur	103
Bereitstellung des Verdichters und der elektrischen Ausrüstung.....	103
Löten	104
Evakuierung	105
Vakuumpumpe und Vakuummanometer	105
Handhabung des Kältemittels.....	106
Kältemittelfüllung.....	106
Max. zul. Kältemittelmenge	106
Überprüfung	107
Dichtigkeitsprüfung.....	107
Austausch eines defekten Verdichters	108
Bereitstellung der Komponenten	108
Absaugung der Kältemittelfüllmenge	108
Ausbau des defekten Verdichters	108
Entfernung der Kältemittelrückstände	108
Austausch Filtertrockners	108
Reinigung der Lötverbindungen und Wiederaufbau	108
Von R 12 zu anderen Kältemitteln	109
Von R 12 zu alternativen Kältemitteln	109
Von R 12 zu R 134a.....	109
Von R 502 zu R 404A	109
Systeme mit zuviel Feuchtigkeit	110
Niedriger Grad an Verunreinigung	110
Hoher Grad an Verunreinigung.....	110
Trocknung des Verdichters	111
Ölfüllung.....	111
Fehlende Kältemittelfüllung	112
Verbrannter Verdichtermotor	113
Säurebildung	113
Verunreinigtes System	113

Allgemeines

Reparaturen an Kühl- und Gefrierschränken erfordern ein hohes Maß an Fachkunde.

Kompressionskälteanlagen lassen sich grob in zwei unterschiedliche Kategorien einteilen (unterschiedliches Drosselorgan).

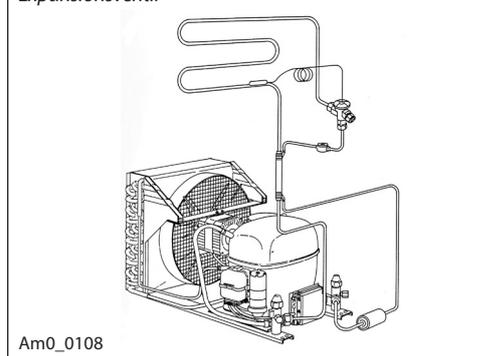
Abb. 1: Hermetisches Kältemittelsystem mit Kapillarrohreinspritzung



Am0_0107

Abb. 1 zeigt einen hermetischen Kältemittelkreislauf mit Kapillarrohreinspritzung. Dieses System wird in den meisten Haushalts- und kleineren gewerblichen Kühlschränken, Speiseeisverkaufstruhen und Flaschenkühler verwendet. Abb. 2 zeigt einen Kältemittelkreislauf mit thermostatischen Expansionsventil. Dieses System wird hauptsächlich in der Gewerbekälte eingesetzt.

Abb. 2: Hermetisches Kältemittelsysteme mit therm. Expansionsventil



Am0_0108

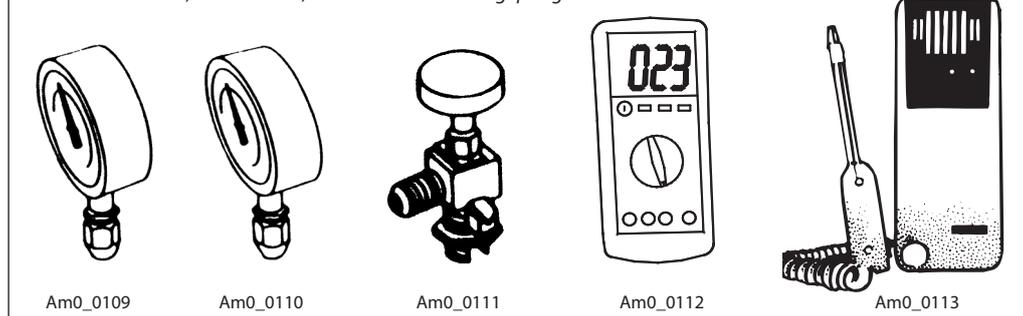
Reparatur und Kundendienst ist zumeist schwieriger als ein neues System zu montieren, weil die Betriebsbedingungen "im Feld" normalerweise schlechter sind als an einer Produktionsstraße oder in einer Werkstatt. Eine Voraussetzung für erfolgreichen Service ist, dass die Monteure eine gute Qualifikation haben, d.h. gute Ausführung, vollständiges Wissen über das Produkt, Präzision und Intuition. Zielsetzung dieser Abhandlung soll sein, das Wissen über Instandsetzungsarbeiten durch Vermittlung von Basiswissen zu steigern. Hauptsächlich wird die Reparatur eines Kältemittelkreislaufs in einem Kühlschrank "vor Ort" behandelt, doch viele Arbeitsschritte kann man auch auf ein hermetisches System in der Gewerbekälte anwenden.

Fehlersuche

Bevor irgendeine Maßnahme an einem Kältemittelkreislauf durchgeführt wird, sollte der Ablauf der Reparatur geplant werden, d.h. alle notwendigen Austauschkomponenten und alle Hilfsmittel müssen greifbar sein. Um diese Planung durchführen zu können, muss zuerst der Fehler im System bekannt sein. Zur Fehlersuche sollten, wie in Abb. 3 aufgeführt, Manometer, Serviceventil, Multimeter und Leckageprüfgerät vorhanden sein.

In einigen Fällen kann aufgrund der Aussagen des Betreibers auf mögliche Fehler geschlossen werden, während bei anderen Fehlern eine relativ genaue Diagnose durchgeführt werden muss. Wie auch immer, eine Bedingung ist, dass der Servicetechniker das notwendige Wissen über die Funktion des Produktes und erforderlichen Hilfsmittel zur Verfügung hat. Es werden nachfolgend die zumeist auftretenden Fehlerursachen, warum ein Verdichter nicht startet, beschrieben.

Abb. 3: Manometer, Serviceventil, Multimeter und Leckageprüfgerät


Sicherung löst aus

Ein eventueller Fehler kann eine defekte Sicherung sein, und der Grund für den Ausfall kann ein Fehler an der Motorwicklung oder am Motorschutzschalter, ein Kurzschluss oder eine verbrannte Stromzuführung im Verdichter sein. Diese Ausfallursachen erfordern einen Verdichterwechsel.

Verdichter

Anlaufvorrichtung und der Verdichtermotor wurden falsch kombiniert. Verdichtermotor

oder Motorschutzschalter sind defekt oder der Verdichter kann mechanisch blockiert sein.

Häufiger Grund für reduzierte Kälteleistung sind Verkokung oder Kupferplattierungen aufgrund von Feuchtigkeit oder nicht kondensierbaren Gasen im Kältemittelkreislauf, geborstene Dichtungen oder gebrochene Ventilplatten aufgrund von zu hohen oder kurzzeitigen Druckspitzen hervorgerufen durch Flüssigkeitsschläge, durch zu hohe Kältemittelfüllmenge oder blockiertem Kapillarrohr.

Fehlersuche (Fortsetzung)

Die Spannung kann für den Verdichter zu hoch oder zu niedrig sein oder der Druck ist zu hoch.

Fehlender Druckausgleich in Anlagen mit PTC-Anlaßvorrichtung führt zum Ausschalten des Verdichters nach jedem Start über den Motorschutzschalter und dies kann eventuell zu verbrannten Motorwicklungen führen.

Ein defekter Lüfter beeinflusst ebenfalls die Verdichterbelastung und kann Grund zu Motorschutzschaltungen oder geborstenen Dichtungen sein.

In Fällen erfolglosen Starts und kalten Verdichter kann der Wicklungsschutzschalter nach 15 Minuten den Verdichter ausschalten. Falls der Wicklungsschutzschalter bei warmem Verdichter aktiviert wird, kann es bis zu 45 Minuten dauern bevor der Verdichter wieder startet.

Bevor man mit der einer systematischen Fehlersuche beginnt, ist es eine gute Regel für 5 Minuten den Strom zum Verdichter abzuschalten. Dieses stellt sicher, dass der PTC der Anlaufvorrichtung, sofern vorhanden, ausreichend abkühlt und in der Lage ist, den Verdichter zu starten.

Sollte ein kurzfristiger Leistungsfehler während der ersten Minuten eines Abkühlungsprozesses auftreten, kann eine Konfliktsituation zwischen Motorschutz und PTC entstehen. Ein Verdichter mit einer PTC Anlaufvorrichtung kann in einem System, das keinen Druckausgleich ermöglicht, nicht starten und der PTC kann nicht schnell genug wieder abkühlen. In einigen Fällen dauert es bis zu 1 Stunde bis das Kühlgerät wieder normal läuft.

Hoch- und Niederdruckschalter

Der Hochdruckschalter schaltet aufgrund zu hohen Verflüssigungsdruckes aus, eventuell hervorgerufen durch einen Mangel an Lüfterkühlung des Verflüssigers.

Der Niederdruckschalter schaltet aus aufgrund zu kleiner Kältemittelmenge, Leckage, Verdampfervereisung oder teilweise Blockierung der Expansionsorgans.

Ausschaltung kann auch durch einen mechanischen Fehler verursacht werden, wie z.B. falsche Differenzeinstellung, falscher Ausschaltedruck oder Unregelmäßigkeiten im Druck.

Thermostat

Ein defekter oder falsch eingestellter Thermostat kann den Verdichter ausschalten. Fehlende Fühlerfüllung oder eine zu hohe Temperatureinstellung verhindert einen Verdichterstart. Der Fehler kann auch durch eine falsche elektrische Verdrahtung verursacht werden.

Zu kleine Differenz zwischen Ein- und Ausschalttemperatur ist der Grund für zu kurze Verdichterstillstandszeiten und in Verbindung mit einem LST Verdichter (niedriges Startmoment) kann das zu Startproblemen führen.

Siehe dazu: 1.2 "Austausch des Thermostats".

Bevor das System geöffnet und vorzugsweise bevor der Verdichter getauscht wird, ist eine genaue Fehlerbestimmung notwendig.

Notwendige Reparaturarbeiten in Kältemittelsystemen sind kostenintensiv. Daher sollte bevor ein System geöffnet wird, sachgerecht festgestellt werden, ob der Verdichter defekt ist oder noch funktioniert. Eine gute Einschätzung ermöglicht die Kontrolle des Zustandes des Verdichteröls. Ein wenig Öl wird in ein Testglas gegeben und mit neuem Öl verglichen. Ist das abgelassene Öl dunkel, undurchsichtig und enthält Verunreinigungen, sollte das Öl getauscht werden.

Austausch des Thermostats

Bevor der Verdichter getauscht wird, sollte der Thermostat überprüft werden.

Ein einfacher Test ist es, den Thermostaten kurzzuschließen, so dass der Verdichter direkt an Spannung anliegt. Wenn der Verdichter nun läuft, sollte der Thermostat getauscht werden. Als Ersatz ist es erforderlich den entsprechenden Thermostattyp zu finden, was aufgrund der großen Typenvielfalt schwierig sein kann. Um die Auswahl zu erleichtern, bieten mehrere Hersteller, z.B. Danfoss, so genannte „Servicethermostate“ mit allem notwendigen Zubehör in Packs an. Acht unterschiedliche Thermostate decken je einen Typ von Kühlschrank und Anwendung ab und damit kann Service nahezu an allen gebräuchlichen

Kühlschränken durchgeführt werden. Siehe Abb. 4.

Der Anwendungsbereich jeden Thermostats deckt einen weiten Bereich von Thermostattypen ab. Darüber hinaus hat jeder Thermostat eine ausreichende Differenz zwischen Ein- und Ausschalttempunkt, um einen Druckausgleich im System in Stillstandsperioden zu gewährleisten.

Um eine zuverlässige Funktion sicherzustellen, sollte der Fühler des Thermostaten (die letzten 100 mm des Kapillarrohres) immer Kontakt am Verdampfer haben.

Nachdem ein Thermostat gewechselt ist, ist es wichtig zu prüfen, ob der Verdichter zufriedenstellend läuft, und ob die Stillstandszeit ausreichend ist, um Druckausgleich im System zu erreichen, falls eine LST-Anlassvorrichtung verwendet wird.

Bei den meisten Thermostaten ist es möglich durch Verstellung der Differenzschraube eine höhere Temperaturdifferenz zu erreichen.

Eine andere Möglichkeit eine höhere Differenz zu erreichen, ist ein Stück Kunststoff zwischen Fühler und dem Verdampfer, wobei 1 mm Kunststoff ca. 1 K höhere Differenz ergibt.

Abb. 4: Servicethermostat



Am0_0114

Austausch der elektrischen Ausrüstung

Die Ursache für Fehler kann auch in der elektrischen Ausrüstung des Verdichters liegen, an dem es möglich ist das Relais / PTC Startausrüstung, Motorschutz, Start- und Betriebskondensator zu wechseln.

Ein beschädigter Anlaufkondensator durch zu kleiner Thermostatdifferenzeinstellung verursacht sein, da der Startkondensator für max. 10 Schaltungen / Stunden ausgelegt ist.

Falls ein Fehler am Wicklungsschutzschalter auftritt, der an den meisten hermetischen Verdichtern direkt in den Wicklungen eingebaut ist, muss der gesamte Verdichter getauscht werden.

Bei Verdichtertausch sollte auch die elektrische Ausrüstung ausgewechselt werden, da eine alte defekte elektrische Ausrüstung an einem neuen Verdichter zu einem erneuten Ausfall führen kann.

Austausch des Verdichters

Falls der Fehler ein defekter Verdichter ist, muss der Servicetechniker dafür sorgen, dass der Verdichter gegen einen mit den richtigen Kenndaten ausgetauscht wird. Wenn ein entsprechender Verdichter gemäß dem defekten erhältlich ist, wird es keine weiteren Probleme geben. Allerdings ist es in vielen Fällen nahezu unmöglich den selben Verdichtertyp zu beschaffen. In diesen Fällen muss der Servicetechniker Kenntnis von einigen Fakten haben.

Falls es eine Frage von Wechsel von einem Verdichterhersteller zu einem anderen ist, kann es schwierig werden, den richtigen Verdichter auszuwählen und deshalb müssen unterschiedliche Parameter berücksichtigt werden. Die Verdichterspannung und Frequenz muss mit der Netzspannung und -frequenz übereinstimmen. Dann sollte die Anwendung bedacht werden (tiefe, mittlerer oder hohe Verdampfungs-temperatur).

Die Kälteleistung muss mit der des defekten Verdichters übereinstimmen. Bei unbekannter Kälteleistung, ist ein Vergleich des Verdichterturbolumens ratsam. Es empfiehlt sich den Austauschverdichter etwas größer auszuwählen. Für Kapillarrohrsysteme mit Druckausgleich während der Stillstandsperioden wird ein LST-Verdichter (niedriges Startmoment) verwendet, und für ein System mit therm. Expansionsventil oder fehlendem Druckausgleich ist ein HST-Verdichter (hohes Startmoment) auszuwählen. Allerdings kann ein HST-Verdichter auch in einem Kapillarrohrsystem eingesetzt werden. Letztendlich muss auch die Verdichterkühlung berücksichtigt werden. Hat das System eine Ölkühlung, muss ein Verdichter mit Ölkühler ausgewählt werden. In Servicesituationen mit einem Verdichter ohne Ölkühlung kann ein Verdichter mit Ölkühlung ohne Probleme verwendet werden, die Kupferspirale muss nicht angeschlossen werden.

Austausch des Kältemittels

Die beste Möglichkeit ein Kältemittelsystem zu reparieren ist es, das Kältemittel zu selektieren und wieder zu verwenden. Danfoss Verdichter werden für die Kältemittel R 22, R 134a, R 404A/ R 507, R 407C und für entflammbare Kältemittel R 290 und R 600a angeboten. Die Kältemittel R 12 und R 502 sind mit dem Montreal Protokoll verboten worden. In Wärmepumpen kommt das Kältemittel R 134a zur Anwendung. Das R 134a ersetzt R 12, und die Kältemittel R 404A und R 507 haben R 22 und R 502 ersetzt.

Entflammbare Kältemittel R 290 und R 600a

Die maximale Füllmenge dieser Kältemittel ist 150 g gemäß den heutigen einschlägigen Normen und werden nur in kleinen Kühlschränken angewendet.

Die entflammbaren Kältemittel werden nur eingesetzt in Kältemittelsystemen, die den Anforderungen der EN/IEC 60335-2-24 oder -2-89 entsprechen, einschließlich den Anforderungen für entflammbare Kältemittel und das Servicepersonal muss entsprechend geschult sein. Dieses beinhaltet Wissen über Werkzeug, Transport von Verdichtern und Kältemittel sowie alle einschlägigen Normen und Sicherheitsanforderungen.

Falls offenes Feuer oder elektrische Werkzeuge in der Nähe von R 600a und R 290 benutzt werden, muss dies in Übereinstimmung mit der aktuellen Gesetzgebung erfolgen. Das Kältemittelsystem darf nur mit einem Rohrschneider geöffnet werden.

Umstellung der Kältemittel R 12 und R 134a auf R 600a ist nicht erlaubt, da die Kühlschränke nicht für entflammbare Kältemittel freigegeben sind und die elektrische Sicherheit nicht gemäß den aktuellen Normen geprüft ist. Das gleiche gilt auch für die Umstellung der Kältemittel R 22, R 502 oder R 134a auf R 290.

*Austausch des Kältemittels
(Fortsetzung)**Kältemittelmischungen (Blends)*

Zur selben Zeit als die umweltverträglichen Kältemittel (R 134a und R 404A) eingeführt wurden, wurden auch einige Kältemittelmischungen für Servicezwecke eingeführt. Sie sind umweltfreundlicher wie die zuvor eingesetzten FCKW (wie R 12 und R 502).

In vielen Ländern waren diese Kältemittelmischungen nur während einer kurzen Periode erlaubt, das bedeutet, dass sie in kleinen hermetischen Kältemittelsystemen nicht weit verbreitet sind.

Zufüllen

Diesen Begriff wendet man an, wenn in einem bestehenden Kältemittelsystem ein wenig eines anderen Kältemittels als wie das ursprünglich verwendete zugefüllt wird. Dies macht man speziell in Fällen, in denen es Probleme gibt, die mit wenig Aufwand gelöst werden sollen.

Ersatz (Drop in)

Dieser Begriff beschreibt, dass bei Service an einem existierenden Kältemittelsystem, d.h. >90 % der Original-Mineralölfüllung wird abgefüllt und durch ein Synthetik-Öl ersetzt, und ein neuer entsprechender Filtertrockner wird montiert. Weiter wird das System mit einem vertäglichen anderen Kältemittel (Blend) befüllt.

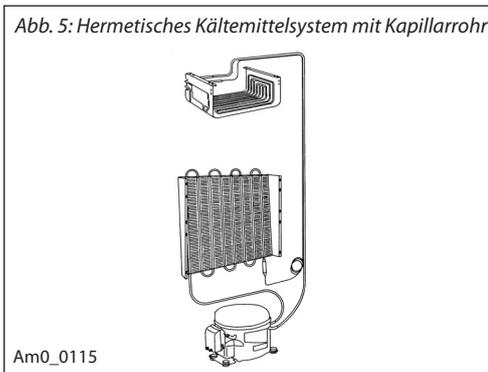
Umrüsten (Retrofit)

Der Begriff „Retrofit“ wird angewandt, wenn im Service von Kältemittelsystemen die FCKW Füllung gegen ein umweltfreundliches HFKW ersetzt wird. Das Kältemittelsystem wird gespült und der Verdichter wird durch einen für HFKW ersetzt. Alternativ kann auch das Verdichteröl durch ein geeignetes Polyolester ersetzt werden. Der Schmierstoff muss mehrfach innerhalb kurzer Laufzeiten gewechselt und der Filtertrockner getauscht werden.

Regeln zur Reparaturdurchführung

Um zu ermöglichen, dass ein hermetisches Kältemittelsystem so arbeitet, wie vorgesehen und um eine kostengünstige Betriebsdauer zu erreichen, muss das Maß von Verunreinigungen, Feuchtigkeit und nicht kondensierbaren Gasen auf einem niedrigen Niveau gehalten werden. Wenn ein neues System montiert wird, sind Anforderungen relativ leicht einzuhalten, doch ist

die Reparatur eines defekten Kältemittelsystems weitaus schwieriger. Unter anderem liegt das daran, dass Fehler in einem Kältemittelsystem oft schädliche chemische Prozesse starten und dass das Öffnen des Systems Möglichkeiten für Verunreinigungen mit sich bringt.

Öffnen eines Systems
Abb. 5: Hermetisches Kältemittelsystem mit Kapillarrohr


Am0_0115

Abb. 8: Rückgewinnungseinheit für Kältemittel


Am0_0116

Ob das Kältemittelsystem ein entflammbares Kältemittel, wie R 600a oder R 290 enthält, ist dem Typenschild zu entnehmen. Danfoss Verdichter werden mit Schildern, wie in Abb. 6 dargestellt ausgeliefert.

Bevor man die Rohrleitung des Kältemittelsystems trennt, wird empfohlen, die Rohre mit Schleifpapier, an der Stelle wo getrennt werden soll, zu reinigen. Somit ist das Rohr für anschließendes Löten vorbereitet und Eindringen von Schmutzpartikeln kann vermieden werden.

Abb. 6: Typenschild eines R600a-Verdichters


Am0_0117

Stets einen Rohrschneider, niemals eine Metallsäge verwenden, um die Rohrleitungen in einem Kältemittelsystem zu trennen. Schon ein kleiner im System verbliebener Grat kann der Grund für einen späteren Verdichterausfall sein.

Alles Kältemittel muss entsprechend der Bedienungsanleitung gesammelt werden.

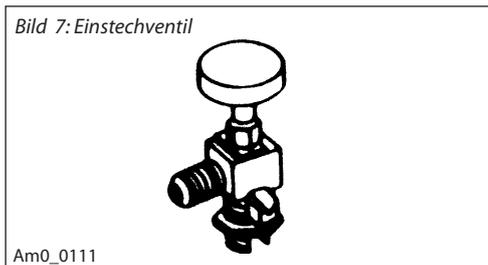
Bei Trennen eines Kapillarrohres im System dürfen keinesfalls Grate oder Deformationen zugelassen werden. Kapillare können mit einer speziellen Zange getrennt werden (siehe Abb. 9) oder mit einer Feile eine Marke anreißen, so dass das Rohr dann gebrochen werden kann.

Kundendienst und Reparatur solch eines Systems erfordert speziell ausgebildetes Personal. Dies setzt Kenntnisse über Werkzeug, Transport der Verdichter und des Kältemittels, wie auch alle relevanten Richtlinien und Sicherheitsnormen voraus.

Bei Arbeiten mit den Kältemitteln R 600a und R 290 darf offenes Feuer, nur wie in bestehenden Richtlinien beschrieben, verwendet werden. Abb. 7 zeigt ein Einstechventil zur Montage am Prozessrohr, somit ist ein Öffnen des Systems zum Ablassen und Sammeln des Kältemittels gemäß der Bedienungsanleitung möglich.

Abb. 9: Spezielle Zange für Kapillarrohre


Am0_0118

Bild 7: Einstechventil


Am0_0111

**2.2
Hartlöten unter Schutzgas**

Ein mit Kältemittel gefülltes System darf niemals erhitzt oder weichgelötet werden, speziell nicht wenn das Kältemittel entflammbar ist. Bei Löten an einem Kältemittel enthaltenden System bilden sich chemische Spaltprodukte. Sobald das Kältemittel entfernt wurde, ist daher sorgfältig mit trockenem Stickstoff durchströmt werden. Bevor man Stickstoff einströmt lässt, sollte das System an einer weiteren Stelle geöffnet werden.

Falls der Verdichter defekt ist, ist es zweckmäßig die Saug- und Druckleitung außerhalb der Verdichteranschlüsse zu trennen und nicht den Prozessstutzen zu öffnen. Allerdings ist es bei funktionierenden Verdichter empfehlenswert den Prozessstutzen zu trennen. Das Durchströmen sollte zuerst durch den Verdampfer und dann durch den Verflüssiger erfolgen. Ein Eingangsdruck von ca. 5 bar und ca. 1-2 Minuten Durchströmen ist zur Anwendung ausreichend.

**2.3
Filtertrockner**

Der Filtertrockner adsorbiert kleine Feuchtigkeitsmengen, die im Kältemittelsystem freigesetzt werden. Ferner wirkt er wie ein Filter und schützt vor Blockierungen im Eintritt des Kapillarrohres oder vor Problemen mit Schmutz im Expansionsventil.

Falls ein Kältemittelsystem geöffnet wird, muss der Filtertrockner getauscht werden, um ausreichende Trockenheit im reparierten System sicherzustellen.

Der Ausbau des Filtertrockners muss immer ohne Schweißbrenner erfolgen. Wenn der Filtertrockner erhitzt wird, besteht das Risiko, dass adsorbierte Feuchtigkeit in das System gelangt und die Möglichkeit von vorhandenen entflammaren Kältemittel muss auch bedacht werden.

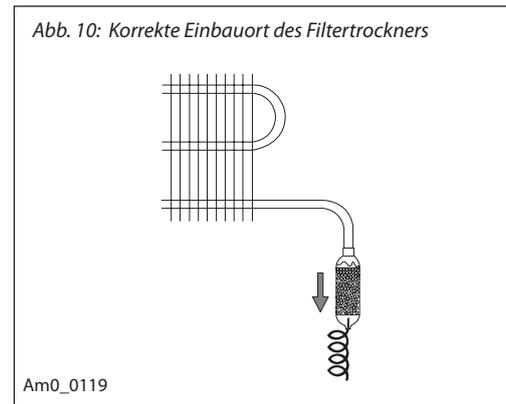
Allerdings kann in Fällen von nicht entflammaren Kältemittel eine Brennerflamme benutzt werden, jedoch muss das Kapillarrohr geknickt werden und dann sollte trockner Stickstoff durch den Trockner strömen in Richtung der Öffnung, während der Filtertrockner entfernt wird.

Normalerweise adsorbiert ein Filtertrockner ca. 10 % seines Trockenmittelgewichts an Feuchtigkeit. In den meisten Fällen wird die Kapazität nicht ausgenutzt, aber in Fällen von Zweifel über die Filtergröße ist es besser einen überdimensionierten Filtertrockner einzusetzen, als einen mit zu kleiner Leistung.

Ein neuer Filtertrockner sollte trocken sein. Normalerweise ist dies kein Problem, doch muss immer sichergestellt sein, dass die Trockner-versiegelung intakt ist, um zu verhindern dass

sich Feuchtigkeit während der Lagerung und dem Transport ansammelt.

Abb. 10: Korrekte Einbauort des Filtertrockners



Der Filtertrockner muss so eingebaut werden, dass sowohl Flussrichtung als auch die Schwerkraft in die gleiche Richtung wirken. Dadurch wird verhindert, dass sich die Silikagel-Kugeln aneinander abschleifen und Staub entsteht, der das Kapillarrohr verstopfen kann. Diese senkrechte Position sichert auch einen schnelleren Druckausgleich im Kapillarrohr. Siehe Abb. 10.

Verdichter	Filtertrockner
P und T	6 Gramm oder mehr
F und N	10 Gramm oder mehr
SC	15 Gramm oder mehr
GS	25 Gramm oder mehr

Filtertrockner mit einer Porengröße von 3 Ångström in Relation zum Kältemittel: In Verbindung mit Service an Gewerbekältemittelsystemen werden Danfoss Filtertrockner Typ DML empfohlen. Falls ein Trockner mit

Aluminumoxyd erforderlich ist, werden Danfoss Trockner Typ DCC oder DAS "Burn-out"- Trockner für die Kältemittel R134a und R404A empfohlen. Für R600a und R290 kann Typ DCLE032 eingesetzt werden.

Feuchtigkeitseintritt während der Reparatur

Eine Reparatur sollte immer schnell durchgeführt werden. Kein Kältemittelsystem sollte länger als 15 Minuten zur Atmosphäre hin geöffnet sein, um Feuchtigkeitseintritt zu verhindern. Daher ist es sinnvoll, alle Komponenten für den Austausch vor dem Öffnen des Systems bereitzustellen.

Sofern es möglich ist das komplette System zügig zu reparieren, das offene System vorsichtig verschließen und mit trockenem Stickstoff unter geringen Überdruck füllen, um Feuchtigkeitseintritt zu verhindern.

Bereitstellung des Verdichters und der elektrischen Ausrüstung

Gummipuffer sind an die Verdichtergrundplatte zu montieren, während der Verdichter auf seiner Grundplatte steht. Wenn der Verdichter auf den Kopf gedreht wird, sammelt sich Öl in den Anschlüssen und das kann zu Problemen beim Einlöten führen.

Niemals Gummipuffer von einem defekten Verdichter benutzen, denn sie sind zumeist überaltert und härter als neue Gummipuffer. Die Kappe (Capsolute) am Prozessstutzen des neuen Verdichters entfernen und das Prozessrohr in den Anschluss einlöten. Den Verdichter geschlossen lassen, bis er in das System eingelötet wird.

Ansonsten wird empfohlen alle Anschlüsse am Verdichter, Filtertrockner und System zu verbinden, wenn sich die Reparatur aus irgendwelchen Gründen verzögert.

Die Aluminum-Kappen an den Anschlüssen sollten niemals am montierten System verbleiben. Die Kappen sind nur dazu gedacht, den Verdichter während der Lagerung und des Transports zu schützen, und bieten keine Dichtigkeit des Systems unter Druck. Die Kappen machen deutlich, dass der Verdichter nachdem er Danfoss verlassen hat, nicht geöffnet wurde. Falls die Kappen fehlen oder beschädigt sind, sollte der Verdichter nicht verwendet werden, bevor er getrocknet wurde und das Öl getauscht wurde.

Niemals eine alte elektrische Ausrüstung wieder verwenden.

Es wird empfohlen immer eine neue elektrische Ausrüstung mit einem neuen Verdichter einzusetzen.

Der Verdichter niemals ohne die komplette Startausrüstung anlaufen lassen.

Da Teile des Anlaufwiderstands in der Anlaufvorrichtung liegen, liefert Starten ohne komplette Anlaufvorrichtung ein schlechtes Anlaufmoment und kann zu Überhitzung der Startwicklung führen und Grund für einen Ausfall sein.

Der Verdichter darf nicht unter Vakuum anlaufen. Starten des Verdichter unter Vakuum kann zu einem Ausfall der im Inneren liegenden Stiften der Stromdurchführung führen, da sich die Isolationseigenschaft der Luft bei fallendem Druck reduziert.

Abb. 11 zeigt eine Stromlaufplan mit PTC Anlaufvorrichtung und Wicklungsschutzschalter. Ein an die Anschlussklemmen N und S angeschlossener Betriebskondensator reduziert den Energieverbrauch des Verdichters.

Abb. 11: Stromlaufplan mit PTC und Wicklungsschutzschalter

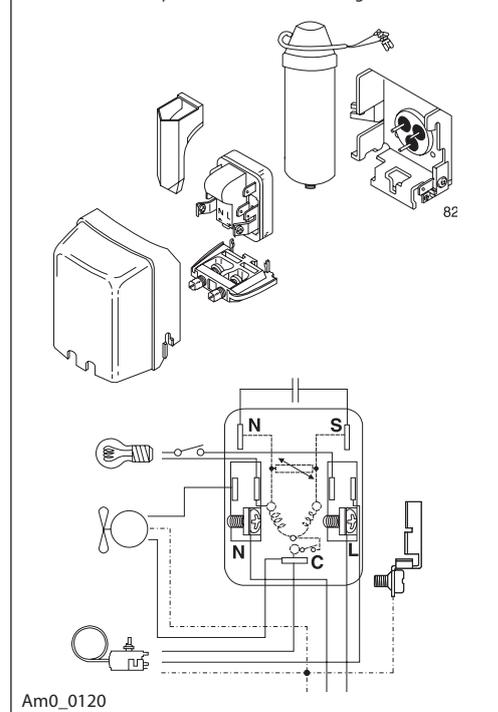
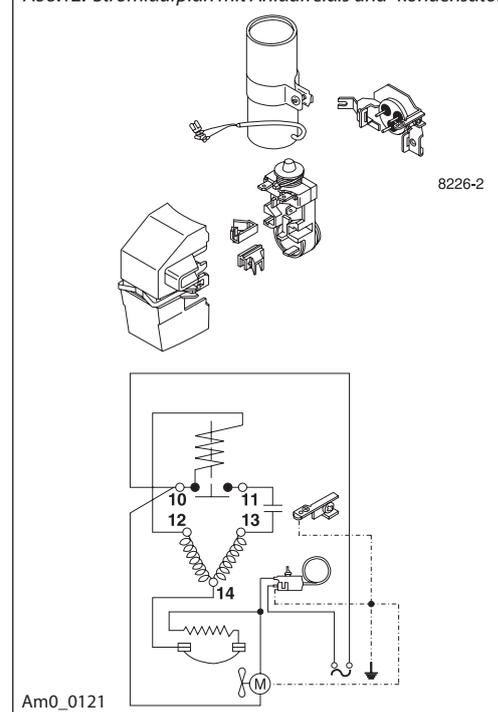


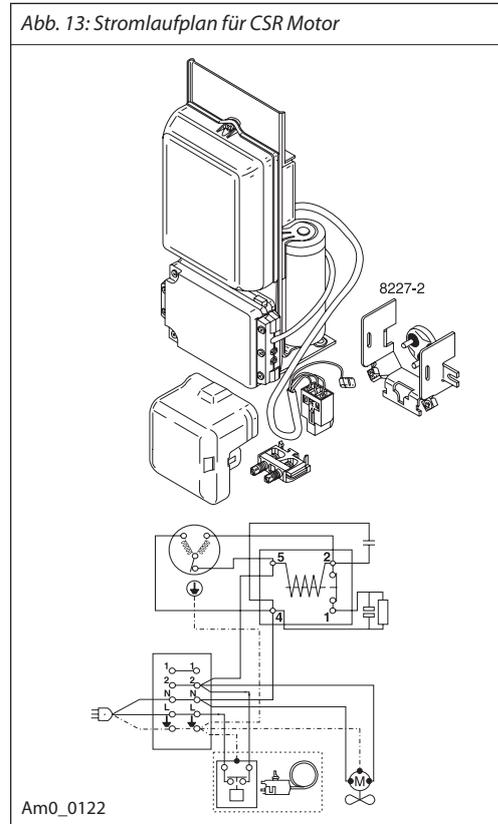
Abb. 12 zeigt einen Stromlaufplan mit Anlaufrelais und -kondensator und mit außen am Verdichter montierten Motorschutzschalter.

Abb.12: Stromlaufplan mit Anlaufrelais und -kondensator



Bereitstellung des Verdichters und der elektrischen Ausrüstung (Fortsetzung)

Abb. 13 zeigt einen Stromlaufplan für große SC Verdichter mit CSR Motor.



Löten

Die Verwendung des korrekten Lots ist wichtig. Empfohlene Lötspaltmaße für Lötverbindungen:

Lot	Material	Material
Silberlot (40 % Silber)	Kupferrohre	Stahlrohre
Argo-flo	0,05 - 0,15 mm	0,04 - 0,15 mm
Silfos 15 (15 % Silber)	0,05 - 0,25 mm	0,04 - 0,2 mm
	0,04 - 0,2 mm	Nicht geeignet

Die Anschlüsse der meisten Danfoss Verdichter sind aus kupferplattiertem Stahlrohr in das Verdichtergehäuse eingeschweißt. Die geschweißten Anschlüsse können durch Überhitzung während des Lötvorgangs nicht beschädigt werden.

Bitte beachten Sie Abschnitt "Montagehinweise" für weiter Details zum Löten.

Evakuierung

Nach der Montage muss das Kältemittelsystem sorgfältig evakuiert werden, bevor Kältemittel eingefüllt wird. Dies ist notwendig, um ein gutes Reparaturergebnis zu erzielen.

Der Hauptzweck der Evakuierung ist es die Menge an nicht kondensierbaren Gasen (NKG) zu reduzieren und weiter wird eine begrenzte Trocknung durchgeführt.

Feuchtigkeit im System kann zu Eisblockierungen, Reaktion mit dem Kältemittel, Alterung des Öls, vorzeitiger Oxidationsprozess und zur Hydrolyse der Isolationsmaterialien führen.

Nicht kondensierbare Gase (NKG) in Kältemittelsystemen können den Verflüssigungsdruck erhöhen. Dadurch kommt es zu höherem Risiko von Verkokungen und höherem Energieverbrauch.

Der Inhalt der NKG muss unter 1 Vol. % gehalten werden. Die Evakuierung kann unterschiedlich, abhängig vom Volumengröße auf der Saug- und Druckseite des Systems, durchgeführt werden.

Falls der Verdampfer und Verflüssiger ein großes Volumen haben, wird statt einer einseitigen Evakuierung die doppelseitige empfohlen.

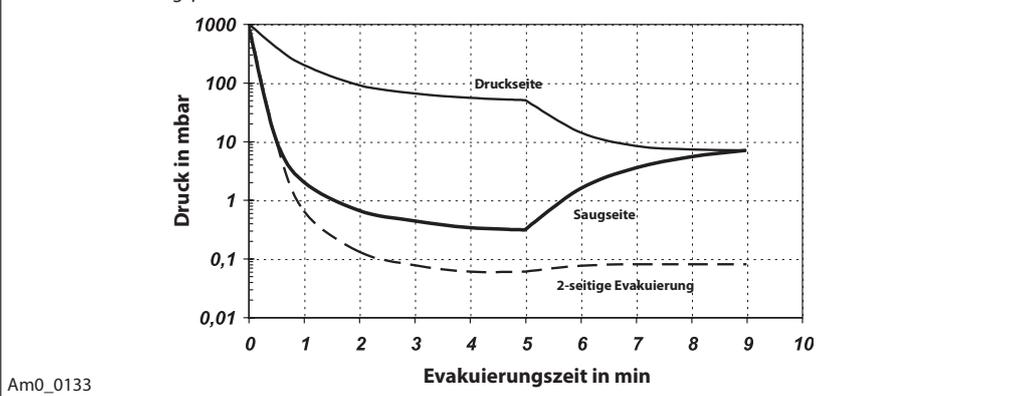
Eine einseitige Evakuierung wird durch den Verdichterprozessstutzen durchgeführt, doch diese Methode führt zu etwas schlechteren Vakuum und etwas höherem Gehalt von NKG.

Über die Druckseite des Systems muss die Luft durch das Kapillarrohr entfernt werden, welches eine beträchtliche Verengung darstellt. Das Ergebnis ist ein höherer Druck auf der Hochdruckseite als auf der Saugseite.

NKG haben einen wesentlichen Einfluss auf den Druckausgleich im System, welcher von der Verteilung des Vakuums bestimmt wird.

Normalerweise macht das Volumen auf der Hochdruckseite 10-20 % des gesamten Volumen aus, und daher hat der hohe Enddruck wenig Einfluss auf den Druckausgleich, als ein großes Volumen und niedriger Druck auf der Saugseite.

Abb.14: Evakuierungsprozess

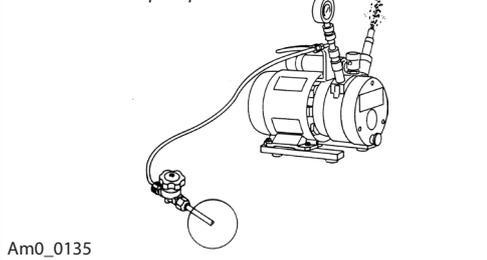


Am0_0133

Vakuumpumpe und Vakuummanometer

Um ein ausreichende Evakuierung zu erzielen, benötigt man eine gute Vakuumpumpe.

Abb.15: Vakuumpumpe



Am0_0135

Für stationären Betrieb ist eine zweistufige 20 m³/h Vakuumpumpe empfehlenswert, doch für den Service ist aufgrund ihres niedrigeren Gewichts eine kleinere zweistufige 10 m³/h besser geeignet.

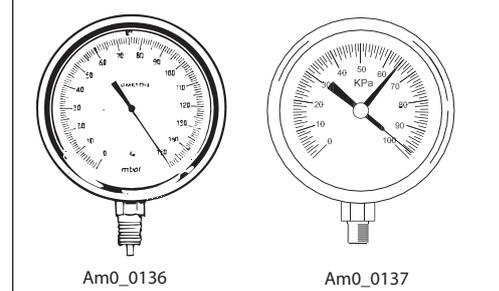
Ein hermetischer Kältemittelverdichter ist für diesen Zweck nicht empfehlenswert, da er nicht in der Lage ist, einen ausreichend niedrigen Druck zu erzeugen. Darüberhinaus würde ein als Vakuumpumpe arbeitender Verdichter aufgrund von Überhitzung ausfallen.

Der Isolationswiderstand der Luft reduziert sich mit fallendem Druck, folglich kann an der Stromdurchführung oder im Motor des hermetischen Verdichters ein elektrischer Ausfall auftreten.

Es kann eine Vakuumpumpe für alle Kältemittel verwendet werden, vorausgesetzt, dass das verwendete Schmiermittel Polyolester ist. Für die entflammaren Kältemittel R 600a und R 290 muss eine explosionsgeschützte Vakuumpumpe eingesetzt werden.

Es macht wenig Sinn eine ausreichende Vakuumpumpe zu verwenden, wenn anschließend das Vakuum nicht gemessen werden kann. Daher ist wird nachhaltig empfohlen, ein geeignetes und robustes Vakuummanometer (Abb. 16) zu verwenden, dass es möglich macht, Drücke unter 1 mbar zu messen.

Abb.16: Vakuummanometer



Am0_0136

Am0_0137

Handhabung des Kältemittels

Um eine angemessene Systemlebensdauer zu sichern, muss das Kältemittel einen Feuchtigkeitsgehalt von max. 20 ppm (20 mg/kg) aufweisen.

Entflammbare Kältemittel R 290 und R 600a müssen in zugelassenen Behältern gelagert und transportiert werden und die geltenden Richtlinien müssen eingehalten werden.

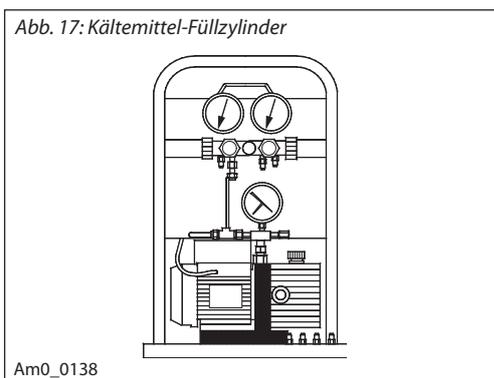
Keine offene Flamme in der Nähe der Kältemittel R 600a und R 290 verwenden.

Das Kältemittelsystem muss immer mit einem Rohrschneider geöffnet werden.

Umrüstung der Kältemittel R 12 oder R 134a auf R 600a ist nicht erlaubt, da die Kühlschränke nicht für den Betrieb mit entflammbarem Kältemittel freigegeben wurden und die elektrische Sicherheit nicht gemäß den bestehenden Richtlinien ausgeführt wurde. Dies gilt auch für die Umrüstung von Kältemittel R 22, R 502 oder R 134a auf R 290.

Kältemittelfüllung

In der Regel stellt das Füllen von Kältemittel kein Problem dar, wenn die entsprechende Füllmenge des Kältemittelsystems bekannt ist. Siehe Abb.17.



Immer die vom Kühlschrankhersteller angegebene Kältemittelmenge und -typ befüllen. In der Regel wird dies auf dem Typenschild des Kühlschranks ausgewiesen. Die unterschiedlichen Verdichtermarken enthalten unterschiedliche Ölmengen, so dass es ratsam ist, falls man auf eine andere Verdichtermarke umstellt, die Kältemittelmenge entsprechend anzupassen.

Die Füllmenge des Kältemittels kann über Gewicht oder über Volumen bestimmt werden.

Entflammbare Kältemittel wie R 600a und R 290 müssen immer über das Gewicht gefüllt werden. Befüllung über Volumen erfolgt stets mit einem Füllzylinder.

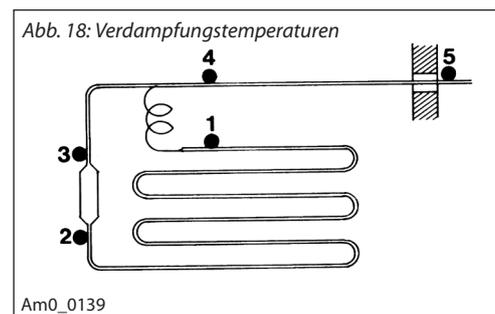
Das Kältemittel R 404A und alle anderen Kältemittel der Serie 400 sollten stets flüssig gefüllt werden.

Wenn die Füllmenge unbekannt ist, erfolgt die Befüllung schrittweise bis die Überhitzung am Verdampferausgang korrekt ist. Die Kältemittelfüllung sollte mit laufendem Verdichter, mit leerem Kühlschrank und mit geschlossener Tür bestimmt werden.

Die richtige Füllung ist charakterisiert durch die etwas niedrigere Temperatur am Eingang wie am Ausgang des Verdampfers.

Die Temperatur am Saugstutzen des Verdichters kann bis an die Umgebungstemperatur heranreichen.

Siehe Abb.18.



Systeme mit Expansionsventil müssen solange mit Kältemittel befüllt werden, bis keine Blasen mehr im Schauglas, welches so nah wie eben möglich am Expansionsventil angebracht werden soll, zu sehen sind.

Max. zul. Kältemittelmenge

Falls die in den Datenblättern der Verdichter angegebene zulässige Obergrenze der Kältemittelfüllung überschritten wird, schäumt das Öl in Falle eines Kaltstarts auf und führt zu Schäden am Verdichterventilsystem.

Die Kältemittelmenge darf nie größer sein, als die Verflüssigerseite des Systems aufnehmen kann.

Verdichtertyp	Max. zul. Kältemittelmenge			
	R 134a	R 600a	R 290	R 404A/ R 507
P	300 g	120 g		
T	400 g	150 g	150 g	600 g
TL...G	600 g	150 g	150 g	
N	400 g	150 g	150 g	
F	900 g	150 g		850 g
SC	1300 g		150 g	1300 g
SC-Twin	2200 g			
G	2000 g			2000 g

Wir verweisen auf die Verdichterdatenblätter.

Die max. zul. Kältemittelmenge von 150 g für R 600a und R 290 ist die obere Grenze der Anwendung bei Danfoss Verdichtern entsprechend den Normen für kompakte hermetische Systeme, während die anderen Kältemittelmengen Flüssigkeitsschläge vermeiden.

Überprüfung

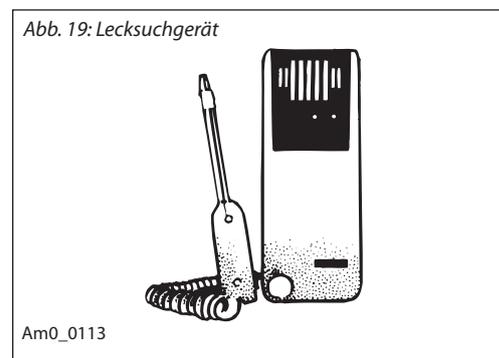
Bevor eine Reparatur abgeschlossen wird, muss der komplette Kältschrank kontrolliert werden, um ein zufriedenstellendes Ergebnis sicherzustellen. Es muss überprüft werden, ob der Verdampfer abkühlt und in der Lage ist die gewünschte Temperatur zu erreichen. Für Systeme mit Kapillarrohr als Drosselorgan ist es wichtig zu inspizieren, ob der Verdichter zufriedenstellend über den Thermostaten läuft. Weiter muss überprüft werden, ob die

Differenz des Thermostaten eine ausreichende Stillstandszeit für den Druckausgleich erlaubt, so dass ein eventuell verwendeter LST-Verdichter (niedriges Startmoment) starten kann und ohne Auslösung des Motorschutzschalters anläuft. In Gebieten, in denen Unterspannung auftreten kann, ist es wichtig die Betriebsbedingungen mit 85 % der Nennspannung zu testen, denn sowohl Start- wie auch Kippmoment des Motors fallen mit sinkender Spannung.

Dichtigkeitsprüfung

Ein hermetisches System muss dicht sein, und für eine angemessene Lebensdauer eines Kältschranks ist es notwendig alle Undichtigkeiten unter 1 Gramm Kältemittel jährlich zu halten. Da viele Kältsysteme entflammbare Kältemittel R 600a und R 290 mit Füllmengen von ca. 50 g Inhalt aufweisen, ist es in diesen Fällen notwendig Undichtigkeiten unter 0,5 g Kältemittel jährlich sicherzustellen. Dies stellt eine Anforderung an ein hoch qualitatives elektronisches Testgerät, welches in der Lage ist diese geringe Undichtigkeitsrate zu messen. Es ist wichtig alle Lötverbindungen des Systems zu kontrollieren, auch an denen, die nicht repariert wurden. Die Verbindungen auf der Hochdruckseite des Systems (vom Verdichter-Druckanschluss bis zum Verflüssiger und Filtertrockner) müssen während Verdichterbetrieb unter höchstem Druck inspiziert werden. Verdampfer, Saugleitung und Verdichter müssen bei Verdichterstillstand kontrolliert werden, während der Druck im System ausgeglichen ist, da dies hier den höchsten Druck darstellt.

Falls kein elektronisches Lecksuchgerät (Abb. 19) zur Verfügung steht, können die Verbindungen mit Seifenschaum oder mit Spray kontrolliert werden, allerdings werden sehr kleine Undichtigkeiten mit diesen Methoden nicht gefunden.



Austausch eines defekten Verdichters

Nachfolgend wird der Arbeitsablauf eines Verdichterwechsels an einem hermetischen Kältemittelsystem kurz dargestellt. Folgende grundlegende Regeln sollten beachtet werden: Eine Voraussetzung ist Kältemittelüberdruck im System, und dass das System nicht mit Feuchtigkeit belastet ist. Das Kältemittel

muss dem ursprünglichen Kältemittel entsprechen. Während der Fehlersuche wird festgestellt, dass der Verdichter defekt ist. Falls sich ein Motorbrand mit starker Verunreinigung des Systems herausstellt, wird eine andere Maßnahme empfohlen.

Bereitstellung der Komponenten

Zu Beginn der Vorbereitungen ist für die Austauschkomponenten zu sorgen, um so spätere Verzögerungen bei offenem System zu verhindern, welches erhöhtes Risiko von Eindringen von Feuchtigkeit und Verunreinigungen mit sich bringt. Ein Prozessrohr mit Serviceventil muss in den Prozessanschluss des neuen Verdichters montiert werden.

Es kann ebenfalls von Vorteil sein, ein Stück Anschlussrohr saugseitig am Verdichteranschluss zu montieren. Damit erfolgt ein Anschluss der Saugseite an den Verdichter außerhalb eines eventuell begrenzten Maschinenabteils. Wenn der Verdichter vorbereitet ist, müssen das Serviceventil und die Anschlüsse geschlossen sein. Weiter muss der korrekte Filtertrockner, mit intakten Abdeckkappen, bereitliegen.

Absaugung der Kältemittelfüllmenge

Ein Einstechventil mit Anschluss für ein Rückgewinnungsgerät wird an die Verdichterprozessleitung angebracht. Das Rohr wird eingestochen und das Kältemittel gemäß der Bedienungsanleitung abgesaugt. Befolgen Sie die zuvor beschriebenen Anweisungen.

Ausbau des defekten Verdichters

Das Saug- und Druckrohr des Verdichters wird mit einem Rohrabschneider ca. 25 - 30 mm von den Anschlüssen entfernt getrennt, doch zuvor muss die besagte Stelle mit Schleifpapier für die Lötung vorbereitet werden. Falls der Verdichter später untersucht werden soll, müssen die Enden mit Gummistopfen

geschlossen werden. Um eine mögliche Analyse oder Garantieansprüche zu erleichtern, sollte der Verdichter mit Fehlerursache und dem Herstellungsdatum des Kühlgerätes versehen werden. Verdichter müssen stets evakuiert und versiegelt werden, bevor sie an den Kühlschrankhersteller und Händler zurückgeschickt werden.

Entfernen der Kältemittelrückstände

Um Kältemittelersetzung im System während der anschließenden Lötvorgänge zu vermeiden, muss das System gründlich mit trockenem Stickstoff durchgeblasen werden. Das geschieht,

indem die Flasche mit dem trocknen Stickstoff zuerst mit der abgeschnittenen Saugleitung und danach mit der abgeschnittenen Druckleitung verbunden wird.

Austausch des Filtertrockners

Der Filtertrockner am Ausgang des Verflüssigers sollte mit einem Rohrschneider herausgetrennt werden, aber auch eine andere Methode findet Anwendung. Ein geringer Strom trockenen

Stickstoffs wird durch die Druckleitung in den Verflüssiger geführt, während der Trockner mit dem Schweißbrenner entfernt wird. Überhitzung des Trockners sollte vermieden werden.

Reinigung der Lötverbindungen und Wiedereinbau

Silberlot muss vom Verflüssigerausgang entfernt werden. Dies geschieht am Besten durch Abbürsten des Silberlots. Die anderen Rohrenden werden zum Löten vorbereitet, wenn es bisher noch nicht getan wurde. Beachten Sie, dass Schmutz und Metallspäne beim Entgraten der Lötverbindungen nicht in das System gelangen.

Das Kapillarrohr sorgfältig einlöten.

Der neue Filtertrockner wird am Verflüssiger Austritt angebracht und der Trockner muss geschlossen bleiben, bis die Montage erfolgt. Den Trockner nicht mit der Flamme beaufschlagen, um Überhitzung zu vermeiden.

Der Verdichter, der bereits vorbereitet und mit Gummistopfen verschlossen ist, wird montiert.

Die elektrische Ausrüstung wird montiert und verdrahtet. Evakuierung und Befüllung werden wie zuvor beschrieben beschrieben durchgeführt. Die Überprüfung erfolgt wie zuvor beschrieben.

Vor Einlöten des Kapillarrohrs in den Trockner ist eine schwache Biegung am Rohr zu erstellen, wie zuvor beschrieben, um sicherzustellen, dass das Rohrende am entsprechenden Platz im Trockner zu sitzen kommt und Blockierungen vermieden werden.

Sobald die Prozeßleitung abgequetscht und verlötet ist, wird das Einstechventil entfernt.

Von R 12 zu anderen Kältemitteln

Es rechnet sich kaum, ein altes kleines Kältemittelsystem zu reparieren, wenn der Verdichter gewechselt werden muss.

Eine andere Erwägung ist, welches alternative Kältemittel statt R 12 zur Anwendung kommen soll.

Von R 12 zu alternativen Kältemitteln

Für tiefe und mittlere Verdampfungstemperaturen wurde R 401A und für tiefe Verdampfungstemperaturen R 401B als Ersatz für R 12 angeboten, allerdings kann der Gebrauch dieser sogenannten "Blends" nicht mehr empfohlen werden.

Für R 12 wird R 134a empfohlen. Siehe dazu auch Seite 99.

Von R 12 zu R 134a

Bei Umrüstung von R 12 auf R 134a bringen zersetzte Kältemittel, speziell Chlor-Ionen, oder Reste von Mineralöl oder Alkylbenzol, welche im System verbleiben, ein beträchtliches Risiko. Daher muss ein Verfahren durchgeführt werden, bei der diese unerwünschten Substanzen auf ein Niveau gebracht werden, dass keine Schwierigkeiten im instandgesetzten System verursacht werden.

Bevor die Umrüstung auf R 134a vorgenommen wird, muss sichergestellt sein, dass der Verdichtermotor nicht verbrannt ist. Ist dies der Fall kann der Verdichter aufgrund des zu hohen Verschmutzungsrisikos nicht gewechselt werden. Umrüstung auf R 134a erfordert immer einen Verdichtertausch, da ein Original R 134a-Verdichter zur Anwendung kommen muss, auch wenn der R 12-Verdichter noch intakt ist.

Das nachfolgende Verfahren muss fortgesetzt durchgeführt werden. Falls eine Unterbrechung trotzdem vorkommen sollte, müssen alle geöffneten Rohrleitungen und Rohrverbindungen verstopft werden. Es wird vorausgesetzt, dass das System sauber ist und dass ein Kreislauf mit nur einem Verdampfer vorliegt.

- Falls das System Füllung verliert, muss die Undichtigkeit gefunden werden.
- Ein Serviceventil wird in die Prozessleitung montiert.
- Das verbliebene Kältemittel wird entsorgt.
- Druckausgleich zur Atmosphäre mit trockenem Stickstoff herstellen.
- Der Verdichter und Filtertrockner werden aus dem System entfernt.

- Alle Systemkomponenten werden mit trockenem Stickstoff gespült.
- Die Reparatur wird vorbereitet.
- Ein neuer R 134a-Verdichter mit entsprechender Kälteleistung wird eingebaut.
- Einen neuen Filtertrockner wird einbaut.
- Das System wird evakuiert und mit R 134a befüllt.

In LBP-Systemen ist die optimale R 134a-Füllung etwas kleiner als in die Original R 12-Füllung. Es wird empfohlen mit 75 % der Originalfüllung zu beginnen und dann schrittweise die Füllung erhöhen, bis das System die optimale Überhitzung aufweist.

- Das Prozessrohr wird abgedichtet.
- Überprüfung auf Undichtigkeiten durchführen.
- Das System in Betrieb nehmen.
- Nach erfolgter Reparatur sollte immer auf dem Typenschild vermerkt werden, welches Kältemittel und Verdichteröl es enthält.
- Nach dem Wiedereinbau wird das System funktionieren, doch geringe Ölreststände des alten R 12-Systems werden zirkulieren. Dieses kann zu Störungen bei der Einspritzung in den Verdampfer führen, speziell bei Kapillarrohrsystemen. Ob dies einen entscheidenden Einfluss auf die Anwendung des Kältemittelsystems hat, hängt von der Menge des verbliebenen Öls ab.

Von R 502 zu R 404A

Es wird vorausgesetzt, dass der Verdichter defekt ist und durch einen mit Polyolester gefüllten R 404A-Verdichter ersetzt werden soll. Der Filtertrockner muss durch einen neuen für R 404A geeigneten ersetzt werden. Ölrückstände, wie Mineralöl oder Alkylbenzol, aus dem defekten Verdichter muss aus den Systemkomponenten entfernt werden.

Falls das System verschmutzt ist, muss mit trockenem Stickstoff gespült werden. In Ausnahmefällen kann das Öl getauscht werden.

Fortfahren wie im Abschnitt zuvor beschrieben.

Systeme mit zuviel Feuchtigkeit

Der Grad der mit Feuchtigkeit verunreinigte Systeme kann sehr unterschiedlich sein und dementsprechend auch der Umfang der Reparatur.
Mit Feuchtigkeit verunreinigte System lassen sich in zwei Kategorien aufteilen, in eine mit niedrigem Grad und in eine mit hohem Grad an Verunreinigung.

Systeme mit niedrigem Grad an Verunreinigung sind intakt und haben einen Kältemittelüberdruck aufrechterhalten. Allerdings zeichnen sich Systeme mit hohem Grad an Verschmutzung dadurch aus, dass sie Kontakt mit der Atmosphäre hatten oder direkt Feuchtigkeit aufnahmen. Diese beiden unterschiedlichen Ausfälle werden getrennt betrachtet.

Niedriger Grad an Verunreinigung

Dieser Ausfall äußert sich normalerweise dadurch, dass die Kühlung durch Eisbildung im Kapillarrohr oder im Expansionsventil unterbrochen wird. Durch Wärmeeinwirkung kann der Eispfropfen schrittweise entfernt werden, aber sobald das Kältemittel wieder zirkuliert, wird er sich schnell wieder bilden.

Dieser Fehler kann folgende Ursache haben. Das System wurde nicht sorgfältig erstellt. Die verwendeten Komponenten könnten feucht gewesen sein. Ein Kältemittel mit hohem Feuchtigkeitsgehalt könnte verwendet worden sein. Zumeist ist solch ein System neuwertig oder erst kürzlich repariert wurden. Normalerweise ist die Menge an Feuchtigkeit gering, und daher kann dieser Fehler durch Austausch des Kältemittels und Filtertrockners behoben werden. Nachfolgende Vorgehensweise wird empfohlen:

- a) Das System wird an der Prozessleitung geöffnet und das Kältemittel wird entfernt. Es ist von Nutzen zuerst den Verdichter warmlaufen zu lassen. Auf diese Weise reduziert sich die Feuchtigkeits- und Kältemittelmenge im Motor und im Öl. Falls Eis das Kapillarrohr oder das Expansionsventil blockiert, läßt sich der Verdichter betreiben, aber das System wird nicht kühlen. Falls das Kapillarrohr und das Expansionsventil zugänglich sind, kann die Stelle mit einem mit heißem Wasser getränkten Lappen erwärmt werden, um eine Zirkulation des Kältemittels wieder herzustellen. Die Verdampfungstemperatur im System wird bei Erwärmung des Verdampfers

ansteigen. Benutzen Sie niemals eine offene Flamme oder Heizung.

- b) Nachdem das Kältemittel entfernt wurde, muss trockener Stickstoff durch die Prozeßleitung gespült werden, zuerst die Saugseite in Richtung Verdichter durch die Saugleitung und Verdampfer und raus aus dem Kapillarrohr, danach die Druckseite durch den Verdichter und Verflüssiger und durch den Filtertrockner am Ende des Verflüssigerausgangs. Vorteilhaft ist mit möglichst hohem Druck zu blasen, dass das Öl aus den Komponenten entfernt wird.
- c) Austausch des Filtertrockners und der Prozessleitung wie zuvor beschrieben. Ein überdimensionierter Filtertrockner zahlt sich aus.
- d) Sobald das System erneut montiert ist, muss sorgfältig evakuiert werden. Überprüfung der Füllmenge und Funktion entsprechend den zuvor beschriebenen Hinweisen durchführen.

6.2 Hoher Grad an Verunreinigung

Wenn ein Bruch im Kältemittelsystem ist und der Kältemittelüberdruck entweicht, wird Feuchtigkeit eindringen. Je länger ein System zur Atmosphäre hin geöffnet ist, umso größer ist der Grad an Verunreinigung. Falls der Verdichter zur gleichen Zeit läuft, verschlechtern sich die Bedingungen noch mehr. Der zugeführte Feuchtigkeitsgehalt verteilt sich im Verdichter, Filtertrockner und anderen Systemkomponenten, entsprechend ihrer Möglichkeiten Feuchtigkeit zurückzuhalten.
Im Verdichter ist es speziell die Ölfüllung, die Wasser absorbiert. Im Verdampfer, Verflüssiger und den Rohrleitungen wird die Verunreinigung durch den dort vorkommenden Ölgehalt bestimmt. Auf jeden Fall ist der höchste Feuchtigkeitsgehalt im Verdichter und Filtertrockner. Das Risiko, dass Ventilverkokung zum Ausfall des Verdichters führt, ist hoch. Daher muss der Verdichter und der Filtertrockner während der Reparatur ersetzt werden.

- a) Den Verdichter mit einem Rohrschneider aus dem System entfernen.
- b) Das Kapillarrohr wird am Verflüssigerausgang unterbrochen, und der Verflüssiger wird trockenem Stickstoff als Schutzgas beaufschlagt.

Der Filtertrockner wird entfernt. Das Durchblasen mit erhöhten Druck wird wiederholt, um Öl aus den Verflüssiger zu entfernen, falls welches dort ist. Verflüssigerein- und ausgang werden verschlossen.

- c) Mit Saugleitungswärmeaustauscher und Verdampfer wird ebenso verfahren. Die Chance eines wirksames Durchblasens erhöht sich, wenn das Kapillarrohr am Verdampfereintritt unterbrochen wird. Das Durchblasen mit Stickstoff erfolgt in zwei Schritten: zuerst die Saugleitung und den Verdampfer, dann das Kapillarrohr. Falls der Grund der Reparatur ein gebrochenes Kapillarrohr ist, muss der Arbeitsablauf geändert werden und der gesamte Wärmetauscher muss getauscht werden.
- d) Ein neuer Verdichter und ein neuer Filtertrockner mit der entsprechenden Leistung wird eingebaut.

**Hoher Grad an Verunreinigung
(Fortsetzung)**

Die Evakuierung muss mit großer Sorgfalt durchgeführt werden und anschließende Befüllung und Funktionstest erfolgen entsprechend den zuvor beschriebenen Hinweisen. Die zuvor beschriebene Vorgehensweise ist gut geeignet für einfache Kältemittelsysteme. Falls ein System schwer zugänglich und die Ausführung komplex ist, eignet sich die nachfolgende Methode besser.

- e) Den Verdichter aus dem System entfernen und entsprechend Punkt a) fortfahren.
- f) Das Kapillarrohr am Verflüssigerausgang trennen. Die Saug- und Druckleitung mit Stickstoff durchblasen.
- g) Einen überdimensionierten Filtertrockner am Verflüssigerausgang einbauen. Das Kapillarrohr mit dem Filtertrockner verbinden.

- h) Falls im System alles, bis auf den Verdichter, intakt ist, wird eine erneute Trocknung durchgeführt. Zur gleichen Zeit werden Saug- und Druckleitung mit einer Vakuumpumpe auf einen Druck kleiner als 10 mbar evakuiert. Druckausgleich mit trockenem Stickstoff herbeiführen. Die Evakuierung und die Herbeiführung des Druckausgleichs werden wiederholt.
- i) Einen neuen Verdichter montieren. Danach evakuieren, befüllen und einen Funktionstest durchführen.

Trocknung des Verdichters

In einigen Ländern ist es notwendig, einen feuchten Verdichter in einer Werkstatt zu reparieren, und man sollte wissen, wie man vorgeht.

Der hier beschriebene Trocknungsprozess führt zu dem gewünschten Resultat, vorausgesetzt man kommt dem Prozess gründlich nach. Die Ölfüllung des Verdichters wird abgesaugt. Danach wird der Verdichter mit 1/2 - 1 Liter nicht entflammbar flüssigen Kältemittel für niedrige Drücke gespült. Der mit der Kältemittelflüssigkeit gefüllte Verdichter wird verschlossen und in alle Richtungen geschüttelt, um das Kältemittel mit der Innenoberfläche in Berührung zu bringen. Das Kältemittel sollte wie vorgeschrieben entsorgt werden. Dieser Vorgang sollte ein oder zweimal wiederholt werden, um sicherzustellen, dass keine nennenswerten Ölrückstände im Verdichter verblieben sind. Der Verdichter wird mit trockenem Stickstoff beaufschlagt. Anschließend wird der Verdichter an einer Vorrichtung, wie in Abb. 20 gezeigt, angeschlossen. Der Druckanschluss wird verschlossen. Der Anschluss auf der Verdichtersaugseite muss vakuumdicht sein. Dies kann mit Lötverbindungen oder durch Ver-

wendung eines geeigneten Vakuumschlauchs erreicht werden. Der Verdichter wird auf 115 °C bis 130 °C erwärmt, bevor die Evakuierung beginnt. Es muss auf 0,2 mbar oder niedriger evakuiert werden.

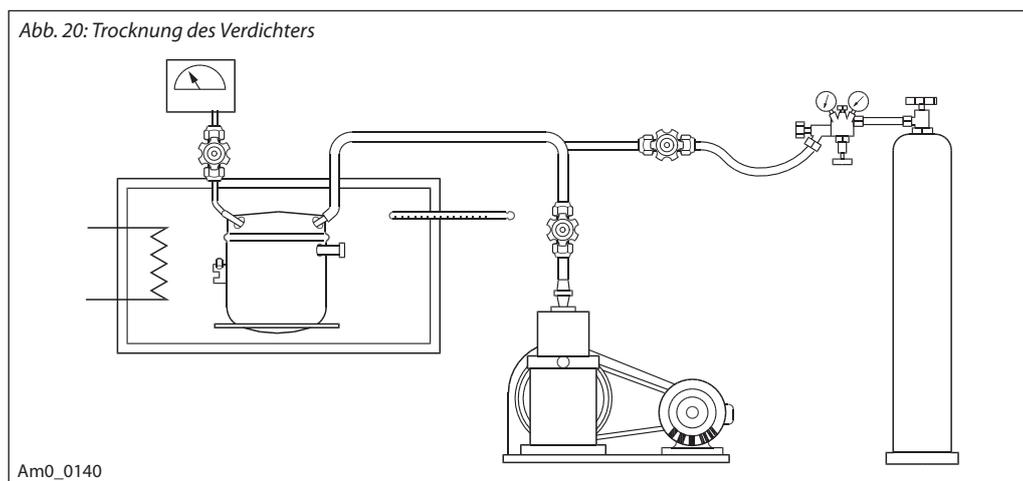
Die Lötverbindungen im Vakuumsystem müssen dicht sein, um das erforderliche Vakuum erreichen zu können. Der Feuchtigkeitsgehalt im Verdichter beeinflusst ebenfalls die Zeit, die benötigt wird, um das Vakuum zu erreichen. Falls der Verdichter hochgradig verschmutzt ist, werden mehrere Druckausgleiche zur Atmosphäre hin mit trockenem Stickstoff den Prozess verbessern.

Der Anschluss zum Vakuummeter hin ist während des Druckausgleichs geschlossen. Temperatur und Vakuum müssen für ca. 4 Stunden erhalten bleiben.

Um den Prozess abzuschließen, wird der Druck im Verdichter zur Atmosphäre hin mit trockenem Stickstoff ausgeglichen und die Anschlüsse müssen versiegelt werden.

Der Verdichter wird mit dem festgeschriebenen Öltyp und -menge gefüllt und in das Kältemittelsystem eingebaut.

Abb. 20: Trocknung des Verdichters


Ölfüllung

In einigen Fällen kann es notwendig sein, den Verdichter mit Öl nachzufüllen, wenn er etwas seiner Füllung verloren hat. Auf dem Danfoss Verdichtern ist die Ölmenge auf Typenschild angeben. Es ist erforderlich, dass für den Verdichter empfohlene Öl zu verwenden.

Falls fehlende Ölfüllung ersetzt werden muss, sollte bedacht werden, dass ca. 50 ccm der Ölmenge im Verdichter zurückbleibt, wenn der Verdichter komplett über einen Anschluss entleert wird.

Fehlende Kältemittelfüllung

Der Begriff "fehlende Kältemittelfüllung" wird angewandt, wenn die erwartete Kühlfunktion nicht erreicht wird, da die Kältemittelmenge im System nicht ausreicht.

Eine Reparatur setzt voraus, dass Kältemittelüberdruck im System herrscht, so dass das Problem von Verunreinigungen, verursacht durch Eindringen von Feuchtigkeit, vernachlässigt werden kann.

"Fehlende Kältemittelfüllung" macht sich dadurch bemerkbar, dass die beabsichtigte Kühlung nicht erreicht wird. Die Laufzeit ist lang, und der Verdichter kann ständig laufen. Der Reifaufbau am Verdampfer ist nur teilweise und vielleicht nur an der Stelle der Einspritzung. Der Verdichter arbeitet bei niedrigem Verdampfungsdruck, und d. h. wenig Leistungs- und Stromverbrauch. Der Verdichter weist infolge der reduzierten Kältemittelförderung eine höhere Temperatur wie normal auf.

Der Unterschied zwischen "fehlender Kältemittelfüllung" und "blockiertes Kapillarrohr" besteht in dem vorherrschenden Verflüssigerdruck, allerdings ist nach einiger Zeit der Druck in beiden Fällen ähnlich. "Blockiertes Kapillarrohr" resultiert daraus, dass das Kältemittel in den Verflüssiger gepumpt wird und der Druck dadurch weiter ansteigt. Wenn der Verdampfer leer gepumpt ist, wird der Verflüssiger kalt. Liegt eine komplette Blockierung vor, kann kein Druckausgleich während der Stillstandszeit erfolgen. Mit "fehlender Kältemittelfüllung" ist der Druck niedriger als normal.

Ein beträchtlicher Anteil des Reparaturvorgangs ist, den Grund des Defektes herauszufinden. Falls dies nicht getan wird, ist es nur eine Frage der Zeit, bis der Fehler wieder auftritt.

Im Falle von Blockierung des Kapillarrohrs in kleinen Systemen werden diese normalerweise verschrottet, doch in großen teuren Systemen

ist ein Austausch der Saugrohrwärmeaustauschers angemessen. Die Reparatur kann im Wesentlichen wie folgt durchgeführt werden (nur für nicht entflammbare Kältemittel):

- a) Ein Serviceventil an das Verdichterprozessrohr montieren. Ein Manometer montieren und zur Fehlerermittlung benutzen.
- b) Kältemittel absaugen.
- c) Trockenem Stickstoff in das System einströmen lassen. Den Druck im System auf min. 5 bar erhöhen.
- d) Alle Verbindungen auf Dichtheit kontrollieren. Die Undichtigkeit lokalisieren.
- e) Den Überdruck aus dem System entfernen. Das Kapillarrohr am Verflüssigeraustritt abtrennen. Das System mit trockenem Stickstoff ausblasen.
- f) Wie schon zuvor beschrieben, den Filtertrockner tauschen. Das Kapillarrohr tauschen und die Undichtigkeit reparieren.
- g) Das System evakuieren und mit Kältemittel befüllen. Abschließend einen erneuten Dichtigkeitstest durchführen und die Funktion des Systems überprüfen.

Nachdem ein Drucktest des Systems mit hohem Druck durchgeführt wurde, die Evakuierung langsam angehen lassen und dazu eine große Vakuumpumpe verwenden, andernfalls kann das Öl aus dem System gepreßt werden.

Verbrannter Verdichtermotor

Ein verbrannter Motor hat eine zerstörte Wicklungsisolierung. Tatsächlicher Motorbrand ist dadurch charakterisiert, dass die Motorisolation über eine längere Zeitspanne einer kritischen Temperatur ausgesetzt wird. Solch kritische Bedingungen können auftreten, wenn die Luftzuführung reduziert ist (z.B. durch einen defekten Lüfter), wenn der Verflüssiger verschmutzt ist oder bei abnormaler Spannungsversorgung.

Der Fehler "fehlende Kältemittelfüllung" hat einen ähnlichen Effekt. Ein Teil der Motorkühlung wird durch das zirkulierende Kältemittel erzielt. Falls dem System Kältemittel fehlt, wird der Verdampfungsdruck niedriger wie normal, weniger Kältemittel zirkuliert je Zeiteinheit und die Kühlung ist reduziert.

In vielen Fällen kann der in den Motorwicklungen integrierte Motorschutzschalter nicht vor solchen Situationen schützen. Der Motorschutzschalter wird sowohl durch Strom und auch Temperatur aktiviert. Falls der Stromverbrauch niedrig ist, wird eine hohe Temperatur benötigt, um den Schutzschalter zu aktivieren. Bei fallender Verdampfungstemperatur steigt aufgrund der schlechteren Wärmeübertragung

die Temperaturdifferenz zwischen Motor und Verdichtergehäuse. Wicklungsschutzschalter, zumeist direkt am Motor platziert, sichern einen besseren Schutz in dieser Situation, da sie hauptsächlich durch die Motorwicklungstemperatur aktiviert werden.

Falls die Wicklungsisolierung aufgrund einer sehr hohen Temperatur zerstört ist, wird ein Wicklungsschluss auftreten. Dies führt weiter zum Zerfall des Kältemittel und des Öls. Solange der Verdichter funktioniert, wird das System durch die Zirkulation von Zerfallsprodukten zusätzlich verunreinigt.

Falls Kältemittel zerfällt, kann Säure entstehen. Wird keine Reinigung in Zusammenhang mit einem Verdichtertausch vorgenommen, ist der nächste Ausfall vorprogrammiert. Defekte Motoren an hermetischen Verdichtern in Haushaltskühlschränken kommen relativ selten vor.

Normalerweise, sind Fehler in der Startwicklung nicht Grund von Verunreinigungen des Systems, aber einen Kurzschluss in der Hauptwicklung kann sehr wohl das Resultat von Verunreinigung sein.

Säuebildung

Ein verbrannter Motor kann das Resultat von Verunreinigung des Systems mit säurehaltigen Produkten sein. Der Säuregehalt kann kritisch werden, falls das System eine gründliche Reinigung benötigt. Der Verdichter selbst und die Druckseite des Systems bis zum Filtertrockner wird der meist verschmutzte Teil des Systems sein. Sobald das Kältemittel aus dem System entfernt ist, kann man anhand des Verdichteröls

Verunreinigungen und Säure feststellen. Ein einfache Beurteilung kann mit einer Ölprobe in einem sauberen Testglas erfolgen. Falls das Öl dunkel, schlammig und vielleicht noch mit verfallenden Partikeln von der Motorisolation verunreinigt ist, und falls es nach Säure riecht, ist etwas nicht in Ordnung.

Verunreinigtes System

Die Reparatur eines „verbrannten“ Systems mit Zerfallsprodukten ist nicht empfehlenswert. Falls eine Reparatur trotzdem ausgeführt wird, ist absolut notwendig die Zerfallsprodukte aus dem System zu entfernen, um Verunreinigung zu vermeiden und damit den Ausfall des neuen Verdichters. Nachfolgende Vorgehensweise kann vorgenommen werden:

- a) Der defekte Verdichter wird entfernt. Das System wird durchgeblasen, um das alte Öl zu entfernen.
- b) Ein neuer Verdichter wird eingebaut und ein Danfoss DAS "Burnout" Filter wird in die Saugseite vor den Verdichter montiert, um ihn vor Zerfallsprodukten zu schützen. Der Filtertrockner in der Flüssigkeitsleitung wird durch einen Danfoss DAS Filter ersetzt.

- c) Das System wird evakuiert und befüllt. Dann wird das System für mindestens 6 Stunden betrieben.
- d) Das Öl wird auf Säure getestet. Falls das Öl in Ordnung ist, sind weitere Reinigungsmaßnahmen nicht notwendig. Der Filter wird aus der Saugleitung entfernt. Das Kapillarrohr wird gründlich durchgeblasen. Ein neuer Filtertrockner wird an den Verflüssiger montiert, z.B. Danfoss DML. Das System wird evakuiert und mit Kältemittel gefüllt.
- e) Falls das unter d) getestete Öl Säure enthält, muss der Saugleitungsfilter erneut getauscht werden und das System sollte nochmals für weitere 48 Stunden laufen und dann wird das Öl erneut überprüft. Ist das Öl in Ordnung, weiter unter d).

Inhalt	Seite
Kältemittel	117
Druck	117
Leistung	118
Kältemittelfüllmenge	118
Reinheit	118
Materialien	119
Filtertrockner	119
Entflammbarkeit und Sicherheit	119
Gerät	120
Fertigung	121
Kältemittelkreislauf	121
Wärmeaustauscher	122
Kapillarrohr	122
Evakuierung	122
Reinheit der Bauteile	123
Kundendienst	123
Literatur	123

Notizen

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares.

Das Kältemittel R 290, Propan, ist eine umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Kältemitteln in dauerhaft geschlossenen Kältemittel-Kreisläufen, wie z.B. in steckerfertigen gewerblichen Kühl- und Gefriergeräten. Es hat keinen schädlichen Einfluss auf die Ozonschicht (ODP) und einen vernachlässigbar geringen Treibhauseffekt (GWP). Außerdem ist es Bestandteil der aus natürlichen Quellen stammenden Erdölgase. Das Kältemittel R 290 wurde auch in der Ver-

gangenheit schon in Kältemaschinen benutzt und ist heute noch in einigen Industrieanlagen im Einsatz. Seit einigen Jahren findet R 290 in Deutschland in Wärmepumpen und Raumklimageräten Verwendung. Da R 290 weltweit verfügbar ist, stellte es schon früh eine Alternative im FCKW-Ausstieg dar. Propan, R 290, ist für diese Anwendung ein ernstzunehmendes Kältemittel, mit energetisch guten Eigenschaften, jedoch unter besonderer Beachtung der Entflammbarkeit.

Kältemittel

Die Eigenschaften von R 290 unterscheiden sich in vielen Punkten von denen der bisher in hermetischen Kleinkältemaschinen verwendeten Kältemittel, wie auch aus Tabelle 1 ersichtlich ist.

Daher muss die Gerätegestaltung für dieses Kältemittel in manchen Fällen angepasst werden.

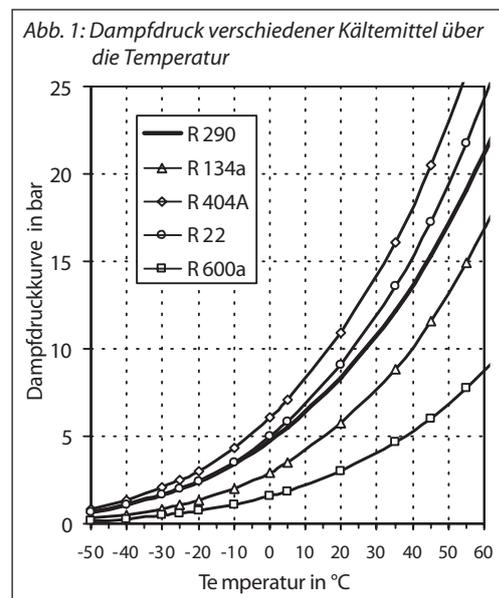
Tabelle 1: Vergleich von Kältemittel-Stoffdaten

Kältemittel	R 290	R 134a	R 404A	R 22	R 600a
Name	Propane	1,1,1,2-Tetrafluorethan	Gemische R125 R143a R134a	Chlorodifluormethan	Isobutan
Formel	C_3H_8	CF_3-CH_2F	44/ 52/4	CHF_2Cl	$(CH_3)_2CH$
Kritische Temperatur in °C	96.7	101	72.5	96.1	135
Molmasse in kg/kmol	44.1	102	97.6	86.5	58.1
Normaler Siedepunkt in °C	-42.1	-26.5	-45.8	-40.8	-11.6
Druck (absolut) bei -25 °C in bar	2.03	1.07	2.50	2.01	0.58
Flüssigkeitsdichte bei -25 °C in kg/l	0.56	1.37	1.24	1.36	0.60
Dampfdichte bei t_s -25/+32 °C in kg/m ³	3.6	4.4	10.0	7.0	1.3
Vol. Kälteleistung bei -25/55/32 °C in kJ/m ³	1164	658	1334	1244	373
Verdampfungsenthalpie bei -25 °C in kJ/kg	406	216	186	223	376
Druck (absolut) bei +20 °C in bar	8.4	5.7	11.0	9.1	3.0

Druck

Ein wesentlicher Unterschied von R 290 zu R 134a liegt in der Drucklage, die ähnlich der von R 22 und R 404A ist. Bei -25 °C Verdampfung entspricht der Druck etwa 190 % dessen von R 134a, 81 % von R 404A, 350 % von R 600a oder fast genau dem von R 22. Der Normalsiedepunkt liegt ebenfalls nah an dem von R 22. Die Verdampferauslegung ist daher ähnlich wie für R 22 oder R 404A.

Dampfdruck und kritische Temperatur sind annähernd wie bei R 22. Die Verdichtungsendtemperaturen sind jedoch wesentlich niedriger. Daher kann R 290 bei etwas höheren Druckverhältnissen, also z.B. niedrigeren Verdampfungstemperaturen oder höheren Ansaugtemperaturen, eingesetzt werden.



Am0_0141

Leistung

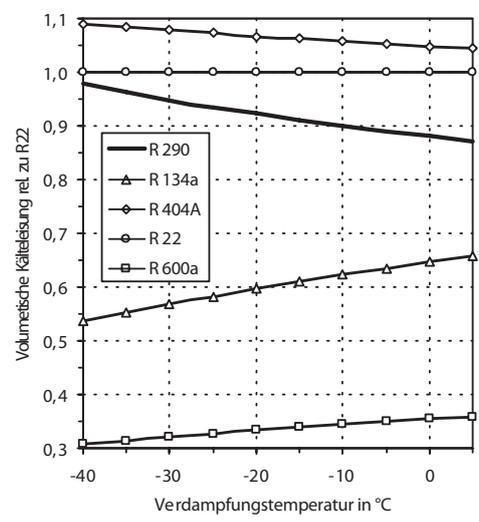
Die volumetrische Kälteleistung von R 290 liegt etwa bei 90 % der von R 22 bzw. 150 % von R 134a, berechnet mit 45 °C Verflüssigungstemperatur, wie in Abb. 2 dargestellt.

Daher ist das für eine bestimmte Kälteleistung notwendige Verdichterhubvolumen ähnlich wie bei R 22, und damit etwa 10 % bis 20 % größer als für R 404A.

Die volumetrische Kälteleistung ist etwa 2,5 bis 3 mal so hoch wie bei R 600a. Daher wird die Entscheidung für R 290 oder für R 600a zu deutlich unterschiedlichen Volumenströmen führen. Dies führt zu Unterschieden in der Systemauslegung.

Die volumetrische Kälteleistung wird aus der Dichte des angesaugten Kältemitteldampfes und der Verdampfungsenthalpie errechnet.

Abb. 2: Volumetrische Kälteleistung von R 290, R 134a, R 404A und R 600a, bezogen auf R 22, über der Verdampfungstemperatur, bei 45 °C Verflüssigung und 32 °C Ansaugtemperatur, keine Unterkühlung



Am0_0142

Kältemittelfüllmenge

Bei Verwendung von R 290 in einen unveränderten Kältemittelkreislauf würde sich ein geringeres Füllgewicht als bei fluorierten Kältemitteln ergeben. Man braucht jedoch in etwa das gleiche Flüssigkeitsvolumen. Daraus ergeben sich Füllgewichte in Gramm von etwa 40 % der Werte für R 22 oder R 404A bei Zugrundelegung der Daten in Tabelle 1. Dieses entspricht den Erfahrungswerten. Die maximale Füllmenge beträgt 150 g, entsprechend der Sicherheitsnorm

DIN EN 60335-2-24 für Haushaltskühlgeräte. Dieses entspricht in etwa 360g R 22 oder R 404A. Diese Grenze wurde zunächst auch für die Norm für gewerbliche Geräte IEC 60335-2-89 übernommen. Für Wärmepumpen und Raumklimageräte ist eine Änderung der entsprechenden Sicherheitsnorm IEC 60335-2-40 in Arbeit. Diese sieht höhere mögliche Füllmengen vor, allerdings unter Zugrundelegung entsprechender Auflagen.

Reinheit

Die DIN 8960 Ausgabe 1998, eine erweiterte Fassung der ISO 916, beschreibt als einzige Norm mit Reinheitsanforderungen für das Kältemittel R 290. Die Reinheit eines Kältemittels hat Einfluss auf die chemische und thermische Stabilität und damit auf die Lebensdauer des Verdichters und des gesamten Systems, und zum anderen auf die thermodynamischen Eigenschaften, die auf das Systemverhalten und dessen Regelbarkeit Einfluss haben.

Die Anforderung in DIN 8960 ist eine sichere allgemeine Anforderung an Kohlenwasserstoffe als Kältemittel, die aus den Anforderungen an andere Kältemittel direkt abgeleitet ist. Sie deckt Propan, Isobutan, Normalbutan und andere ab. Bei einigen

Kältemitteln und bestimmten Verunreinigungen können möglicherweise nach eingehender Beurteilung weniger strenge Maßstäbe angelegt werden.

Zur Zeit werden am Markt keine R 290 Kältemittelqualitäten nach DIN angeboten. Die Reinheiten der verfügbaren Qualitäten müssen daher oft mit dem Lieferanten im Detail geprüft werden. Flüssiggas für Heizwecke und technische Gase mit 95 % Reinheit sind nicht geeignet für hermetische Kleinkältemaschinen. Die Anforderungen an den Gehalt an Wasser, Schwefel und reaktive Substanzen sind deutlich strenger, als bei o.g. Qualitäten sichergestellt ist. Die Qualität 99.5 % der technischen Gase, auch 2.5 bezeichnet, wird häufig verwendet.

Tabelle 2: Anforderungen an R290 entsprechend DIN 8960 - 1998

	Anforderung	Einheit
Kältemittelgehalt ¹⁾	≥ 99.5	% Masse
Andere organische Anteile ²⁾	≤ 99.5	% Masse
1,3-Butadien ³⁾	≤ 5	ppm Masse
Normal Hexan	≤ 50	ppm Masse
Benzol ⁴⁾	≤ 1	ppm pro Substanz
Schwefel	≤ 2	ppm Masse
Temperaturveränderung	≤ 0.5	K (bei 5 bis 97 % Destill.)
Nicht kondensierbare Gase	≤ 1.5	% vol. Dampfphase
Wasser ⁵⁾	≤ 25	ppm Masse
Säuregehalt	≤ 0.02	mg KOH/g Neutralisation
Verdampfungsrückstände	≤ 50	ppm Masse
Partikel/feste Rückstände	keine	Visuelle Prüfung

- 1) Dieser Gehalt ist in DIN 8960 nicht ausdrücklich aufgeführt. Nur die Verunreinigungen sind aufgeführt und begrenzt. Der Hauptanteil ist dann die Differenz zu 100 %.
- 2) Für den Verdichter ist bis 1 % Butan im R 290 akzeptabel.
- 3) Dieser Wert gilt für mehrfach ungesättigte Kohlenwasserstoffe, je Einzelsubstanz.
- 4) Dieser Wert gilt für Benzolverbindungen, je Einzelsubstanz.
- 5) Dieser Wert ist vorläufig und unterliegt möglicherweise Änderungen.

Materialien

Danfoss setzt in seinen Verdichtern für R 290 Polyolester ein. Dadurch ergeben sich bezüglich Materialverträglichkeit seitens des Schmierstoffes ähnliche Bedingungen wie bei R 134a und R 404A. R 290 ist chemisch inaktiv im Kältemittelkreislauf, so dass hier keine besonderen Probleme zu erwarten sind. Die Löslichkeit im eingesetzten Polyolester ist gut. Direkt Materialunverträglichkeit sind eher

selten. In der Literatur wird über Probleme mit einigen Elastomeren und Kunststoffen, speziell mit Chlorverbindungen, berichtet. Diese kommen jedoch in hermetischen Kältemaschinen üblicherweise nicht vor. Einige der Materialien, für die es Hinweise auf Probleme gegeben hat, sind in Tabelle 3 aufgeführt. Soll ein Material dieser Liste benutzt werden, so sind entsprechende Prüfungen für die geplante Anwendung durchzuführen.

Tabelle 3: Materialverträglichkeit

Material	Verträglichkeit
Butylikautschuk	nein
Naturkautschuk	nein
Polyethylen	teilweise
PP	nein
PVC	nein
PVDF	nein
EPDM	nein
CSM	nein

Filtertrockner

Für Haushaltskühlgeräte wird als Trockenmittel üblicherweise ein Molekularsieb, ein Zeolith, eingesetzt. Für R 290 wird ein Zeolith mit einer Porengröße von 3 Å empfohlen, wie für R 134a.

Bei Einsatz von Filtertrocknern mit festem Kern ist der Hersteller nach der Verträglichkeit mit R 290 zu fragen. Danfoss Filtertrockner Typ DML kann verwendet werden.

Entflammbarkeit und Sicherheit

Ein wesentlicher Problembereich beim Einsatz des Kältemittels R 290 ist seine Entflammbarkeit. Daher muss sehr auf Sorgfalt und Sicherheitsvorkehrungen geachtet werden.

Tabelle 4: Entflammbarkeit von Propan

Untere Explosionsgrenze (UEG)	2.1%	ca. 39 g/m ³
Obere Explosionsgrenze (OEG)	9.5%	ca. 177 g/m ³
Untere Zündtemperatur	470 °C	

Da Propan in einem weiten Konzentrationsbereich mit Luft explosive Gemische bildet, sind Maßnahmen zur Sicherheit am Kühlgerät und an der Fertigungsstätte zu ergreifen. Die für diese beiden Bereiche zu Grunde zu legenden Risikobetrachtungen sind recht unterschiedlich.

Gemeinsam ist beiden jedoch, dass für die Entstehung einer Gefahrensituation zwei Dinge gleichzeitig vorhanden sein müssen. Das eine ist eine zündfähige Mischung aus Gas und Luft und das andere ist eine Zündquelle mit ausreichender Energie oder Temperatur. Daher soll sichergestellt werden, dass diese Kombination nicht auftreten kann.

Danfoss Verdichter für R 290 haben interne Motorschutzschalter und PTC Anlassvorrichtung oder spezielle Relais, die keine Funken nahe am Verdichter erzeugen. Deshalb kann auch bei Leckagen an Rohren nahe am Verdichter keine Entzündung erfolgen.

Die Verdichter sind mit einem gelben Warnschild entsprechend Abb. 3 versehen.

Abb. 3: Gelbes Warnschild



Am0_0030

Gerät

Die Sicherheit elektrisch betriebener Kühlgeräte für Anwendung in Haushalt und ähnlichem wird in Europa nach EN 60335-2-24 gemacht. Darin ist ab 1999 das davor gültige IEC Technical Sheet TS95006 inhaltlich eingearbeitet, dessen Methodik für Haushaltskühlgeräte mit brennbaren Kältemitteln seit etwa 1994 benutzt wurde. Diese wird hier kurz beschrieben. Für gewerbliche Geräte kann der neueste Entwurf der IEC 60335-2-89 verwendet werden. Für Wärmepumpen und Raumklimageräte ist eine Neufassung der IEC 60335-2-40 in Arbeit. Für andere Anwendungen müssen gegebenenfalls nationale oder internationale Normen und Vorschriften beachtet werden, z.B. EN 378, DIN 7003, BS 4344, SN 253 130.

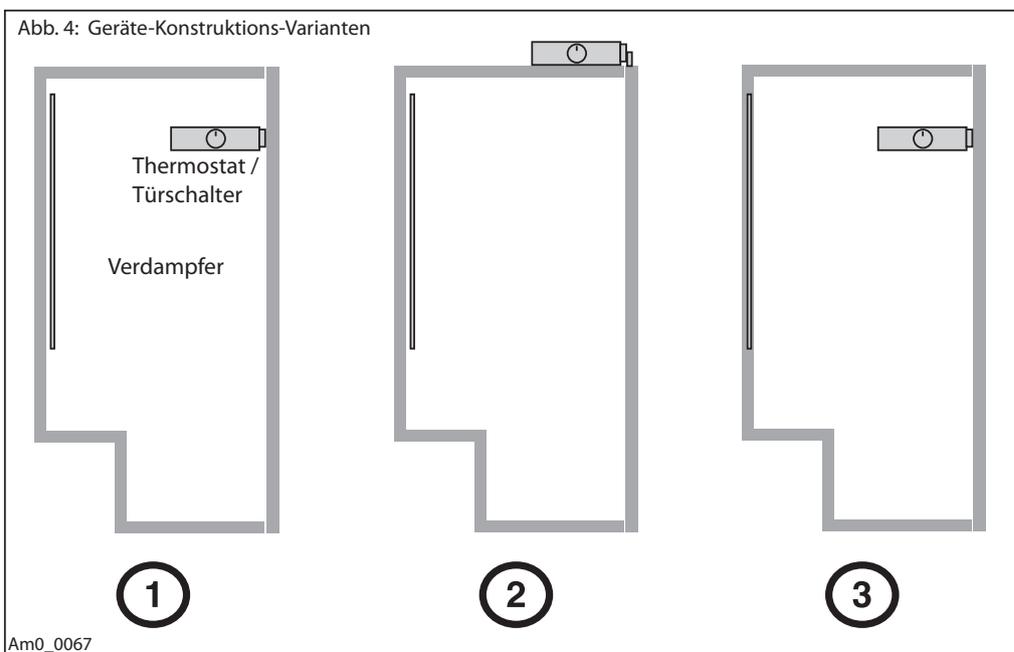
- Alle im normalen Betrieb schaltenden elektrischen Kontakte werden als mögliche Zündquellen betrachtet. Das schließt Thermostate, Türschalter für Beleuchtung, Netzschalter, Superfrostschalter, Verdichterrelais, externe Motorschutz-, Überlast- oder andere

Sicherheitsschalter, Abtauschaltuhren und so weiter ein.

- Kältemittel führende Teile und Rohrleitungen werden als mögliche Kältemittelquellen durch Lecks betrachtet. Das schließt u.a. Verdampfer, Verflüssiger, Türheizrahmen, Verbindungsrohre und den Verdichter ein.
- Die maximale Kältemittelfüllmenge wird auf 150 g festgelegt. Dies entspricht bei einer Küche von etwa 20 m³, mit etwa 8 g/m³, etwa 25 % der unteren Explosionsgrenze UEG. Dadurch ist das Risiko der Entzündbarkeit bei Auftreten eines Lecks sehr gering, selbst bei einer anfangs ungleichmäßigen Verteilung.

Das Hauptziel der Sicherheitsvorkehrungen ist daher eine Trennung zwischen Bereichen mit kältemittelführenden Teilen und Bereichen mit schaltenden elektrischen Bauteilen zu erreichen.

Abb. 4: Geräte-Konstruktions-Varianten



Am0_0067

In Abbildung 4 werden 3 prinzipielle Aufbau-möglichkeiten skizziert.

Option 1 enthält im Nutzraum sowohl Verdampfer als auch Thermostat und Türschalter. Das ist für brennbare Kältemittel meist ungeeignet.

Option 2 enthält im Nutzraum nur den Verdampfer, während Thermostat und Türschalter außen oben auf dem Gehäuse angebracht sind. Dies ergibt normalerweise eine sichere Lösung.

Option 3 enthält im Nutzraum Thermostat und Türschalter, jedoch befindet sich der Verdampfer abgedeckt hinter dem Kunststoff-Innenbehälter. Diese Lösung wird häufig benutzt.

Die gewählte Lösung muss entsprechend den ausführlichen Forderungen in EN / IEC 60335 bzw. TS 95006 gestaltet und geprüft werden.

Viele Kühl- und Gefriergeräte sind schon so gestaltet, dass brennbare Kältemittel eingesetzt werden könnten.

- Große freistehende Flaschenkühlgeräte und Gefriergeräte haben häufig schon alle

elektrisch schaltenden Bauteile oben in einer Abdeckplatte eingebaut.

- Manche Kühlgeräte haben eingeschäumte Verdampfer, die damit vom Raum mit Thermostat und Türschalter getrennt sind.

Schwieriger wird es, wenn es sich nicht vermeiden lässt, dass Verdampfer und Thermostat oder Schalter im selben Raum sind.

- Thermostat und Schalter müssen gegen gekapselte Ausführungen ausgewechselt werden, in die kein Gas zu den Kontakten eindringen kann. Danfoss bietet auch elektronische Thermostate an, die für solche Anwendungen gutgeheißen sind.
- Lüfter im gekühlten Raum müssen funkenfrei und sicher sein, auch bei Blockierung.
- Elektrische Steckverbindungen und Lampenfassungen müssen einer besonderen Anforderung der o.g. Norm genügen.

Gerät (Fortsetzung)

Jeder Gerätetyp mit R 290 muss nach den EN / IEC von einer unabhängigen Prüfstelle geprüft werden, auch wenn o.g. Gestaltungsgrundsätze berücksichtigt sind. Detaillierte Vorgaben sind der EN / IEC neuester Fassung zu entnehmen. Die Bedienungsanleitung sollte ebenfalls Informationen und Hinweise zum sicheren Umgang enthalten, wie z.B. die Warnung vor dem Enteisen/Abtauen der Verdampfer mit einem Messer, der Aufstellung nur in Räumen, in denen die auf dem Typschild angegebene Kältemittel-Füllmenge nicht 8 g/m^3 überschreitet.

Systeme mit Relais oder anderen elektrischen Bauteilen nahe am Verdichter müssen u.a. untenstehende Anforderungen erfüllen.

- Verdichter- und Verdichterlüfter müssen funkenfrei sein, auch bei Blockieren und Überlast. Entweder müssen sie eigensicher sein, oder einen Schutzschalter haben, der die Anforderung bestimmter Abschnitte der IEC 60079-15 erfüllt.
- Relais müssen ebenso IEC 60079-15 entsprechen, oder so untergebracht sein, dass sie bei der Leckage-Simulation nicht von entflammbareren Gas-Luft-Gemischen

erreicht werden, z.B. in einem verschlossenen Gehäuse oder ausreichender Höhe. Die Startausrüstung der Danfoss SC Verdichter wird mit langem Verbindungskabel geliefert, um eine geeignete Platzierung zu ermöglichen.

Das Kältemittel-Versorgungssystem und die Sicherheitseinrichtungen sind meist von lokalen Behörden gutzuheißen und regelmäßig zu überprüfen. Untenstehend sind einige in Deutschland übliche Gestaltungsprinzipien aufgeführt. Diese sind in vielem von Vorschriften für Flüssiggas-Installationen abgeleitet. Besonderheiten sind dabei die Füllanlagen, wo Schnellverbinder zum Füllen der Geräte häufig gehandhabt werden.

Fertigung

Die Grundlagen für die Sicherheitsvorkehrungen sind:

- Erzwungene Lüftung um Gasansammlungen zu vermeiden.
- Normale elektrische Installationen, außer bei den Lüftern und der Sicherheitstechnik.
- Gassensoren zur ständigen Überwachung in Bereichen möglicher Gasaustritte, wie z.B. an Füllanlagen. Die Sensoren veranlassen eine Verdoppelung der Lüftungsrate bei etwa 15 % bis 20 % der UEG und schalten alle nicht explosionsgeschützten elektrischen Installationen im überwachten Bereich bei etwa 30 % bis 35 % der UEG ab, wobei die Lüfter auf hoher Stufe weiterlaufen.

- Leckprüfung der Geräte vor dem Füllen, um das Füllen undichter Systeme zu vermeiden.
- Füllstände sind für brennbare Kältemittel gestaltet und an die Sicherheitssysteme angeschlossen.

Die Gestaltung der Sicherheitssysteme kann häufig von den Lieferanten der Füllstände und Sensoren unterstützt werden.

Für die Handhabung von R 290 in kleineren Gebäuden gelten in manchen Ländern weniger strenge Vorschriften.

Kältemittelkreislauf

In vielen Fällen muss ein Gerät bei der Umstellung von nicht brennbarem Kältemittel auf R 290 aus sicherheitstechnischen Gründen verändert werden, wie zuvor beschrieben. Es kann aber auch weitere Gründe für Änderungen geben.

Kältemittel führende Teile müssen nach EN / IEC 60335 bestimmten Drücken standhalten, ohne Leckage. Auf der Hochdruckseite muss einem Druck entsprechend dem 3,5 fachen Sättigungs-Überdruck von 70 °C und auf der Niederdruckseite muss dem 5 fachen Sättigungs-Überdruck von 20 °C Stand gehalten werden. Dies ergibt für R 290:

- 87 bar hochdruckseitigen Überdruck
- 36.8 bar niederdruckseitigen Überdruck

Nationale Normen können abweichende Anforderungen haben, die möglicherweise vom Einsatzzweck abhängig sind.

Wärmeaustauscher

Die Leistungsanforderungen bedingen üblicherweise keine Änderungen der Verdampfer- oder Verflüssigerabmessungen. Daher können die äußeren Oberflächen denen anderer Kältemittel entsprechen.

Die Strömungsquerschnitte auf der Kältemittel-seite sind jedoch möglicherweise anzupassen, wenn deutlich veränderte Volumenströme durch verändertes Verdichter-Hubvolumen die Strömungsgeschwindigkeit weit aus dem empfohlenen Bereich von 3 bis 5 m/s führt. Rollbond-Verdampfer können wegen der

hohen Anforderungen an die Druckfestigkeit wahrscheinlich nicht eingesetzt werden. Da R 290 leichter als Öl ist, während z.B. R 22 und R 134a schwerer als Öl sind, muss besonders auf die Auslegung des saugseitigen Sammlers geachtet werden. Ist dieser z. B. zu groß, kann sich dort Öl ansammeln, wenn der Strömungsquerschnitt nicht ein regelmäßiges Entleeren beim Verdichterstart sicherstellt.

Kapillarrohr

Die Erfahrung zeigt, dass für R 290 eine Kapillarrohr-Auslegung auf Basis von R 404A erfolgen kann, zumindest als Ausgangspunkt für weitere Optimierungen.

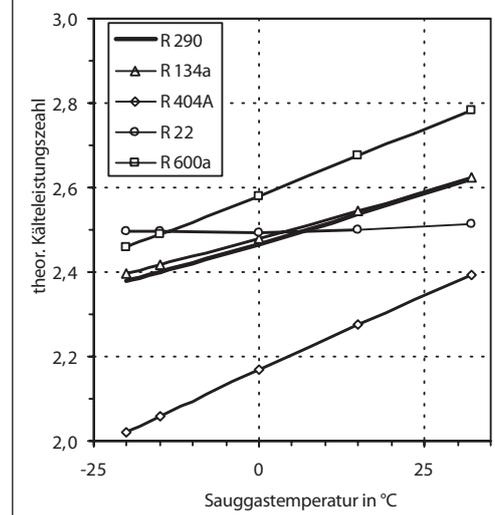
Wie auch bei R 134a, R 404A und R 600a ist der interne Wärmeaustausch zwischen Saugleitung und Flüssigkeitsleitung bzw. Kapillare bei R 290 für die Kälteleistungszahl des Systems wichtig. Das ist ein Unterschied zu R 22, siehe auch Abb. 5. Diese zeigt den Anstieg der Kälteleistungszahl (COP) bei Anstieg der Ansaug-Überhitzung von wenigen K bis auf +32 °C Ansaugtemperatur. Der Bereich von +20 °C bis etwa +32 °C ist bei hermetischen Kleinkältemaschinen üblich. Der starke Anstieg bei R 290 liegt in der hohen Wärmekapazität des Gases begründet. Da gleichzeitig die Füllmenge möglichst nahe am Maximum liegen sollte, um den Verdampfer voll zu nutzen und keine Überhitzung im Verdampfer zu erzeugen, muss der interne Wärmeaustausch sehr leistungsfähig sein. Das ist auch notwendig, um Kondensation von Luftfeuchtigkeit am Saugrohr zu vermeiden. Der gute Kontakt der Kapillare zum Saugrohr auf möglichst langer Strecke ist notwendig, häufig sogar eine Verlängerung des Saugrohres.

Bei hoher Überhitzung und gutem inneren Wärmeaustausch sind die theoretischen Kälteleistungszahlen für R 290, R 600a und R 134a höher als für R 22. Bei niedriger Überhitzung liegen R 290, R 600a und R 134a unter R 22. R 290 zeigt bezüglich des inneren Wärmeaustausches ein ähnliches Verhalten wie R 134a.

Evakuierung

Die Vorgaben für die Evakuierung und Verarbeitung entsprechen denen für R 22, R 134a oder R 404A Kreisläufe. Der maximal zulässige Anteil nicht kondensierbarer Gase ist 1 %. Durch zu hohe Anteile nicht kondensierbarer Gase steigt der Energieverbrauch an, da der Gegendruck steigt und ein Teil des geförderten Gases zwar Energie verbraucht, jedoch nicht zur Kälteleistung beiträgt. Zusätzlich kann dadurch das Strömungsgeräusch ansteigen. Bei wesentlich zu hohem Anteil besteht die Gefahr der Ventilverkockung.

Abb. 5: Theoretischer Anstieg der Kälteleistungszahl (COP) verschiedener Kältemittel über der Ansaugtemperatur, bei isentroper Verdichtung, mit innerem Wärmetausch, bei -25 °C Verdampfung, 45 °C Verflüssigung, ohne Unterkühlung vor dem Wärmetauscher



Am0_0143

Reinheit der Bauteile

Die Anforderungen bzgl. Reinheit der Kreislaufbauteile entsprechen denen für R 22 oder R 134a. Die einzige offizielle Norm hierzu ist die DIN 8964, die auch außerhalb Deutschlands häufig benutzt wird. Sie beschreibt maximal zulässige Gehalte an löslichen, nichtlöslichen

und anderen Rückständen. Die beschriebenen Prüfmethode müssen an das Kältemittel R 290 etwas angepasst werden. Die Grenzwerte haben sich aber als sinnvoll erwiesen.

Kundendienst

Kundendienst und Reparatur an R 290 Geräten ist mit gut geschultem, erfahrenen Personal möglich. Lokale Gesetze und Verordnungen müssen berücksichtigt werden. Aufgrund der Entflammbarkeit des Gases ist Sorgfalt und Vorsicht bei der Arbeit am Kältemittelkreislauf sehr wichtig. Eine ausreichende Lüftung und eine Ableitung der Ausgasung der Vakuumpumpe ins Freie sind notwendig. Die Werkzeuge des Technikers müssen die Anforderungen bezüglich Vakuum und Füllgenauigkeit erfüllen. Eine elektronische Waage wird empfohlen.

Von einer Umstellung von Geräten mit R 22, R 502 oder R 134a auf R 290 wird seitens Danfoss dringend abgeraten, da diese Geräte nicht für den Betrieb mit brennbaren Kältemitteln gutgeheißen wurden. Die Gerätesicherheit wäre nicht mehr sichergestellt.

Literatur

TS 95006	Refrigerators, food-freezers and ice-makers using flammable refrigerants, Safety Requirements, Amendment to IEC 60 335-2-24, CENELEC, July 1995
CN.86.A	Driers and Molecular Sieves Desiccants
CN.82.A	Verdampfer für Kühlgeräte
CN.60.E	Practical Application of Refrigerant R600a Isobutane in Domestic Refrigerator Systems
DIN EN 60335-2-24	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke Teile 2-24: Besondere Anforderungen für Kühl- und Gefriergeräte und Eisbereiter, Oktober 2000

Dieses Kapitel ist unterteilt in zwei Abschnitte:

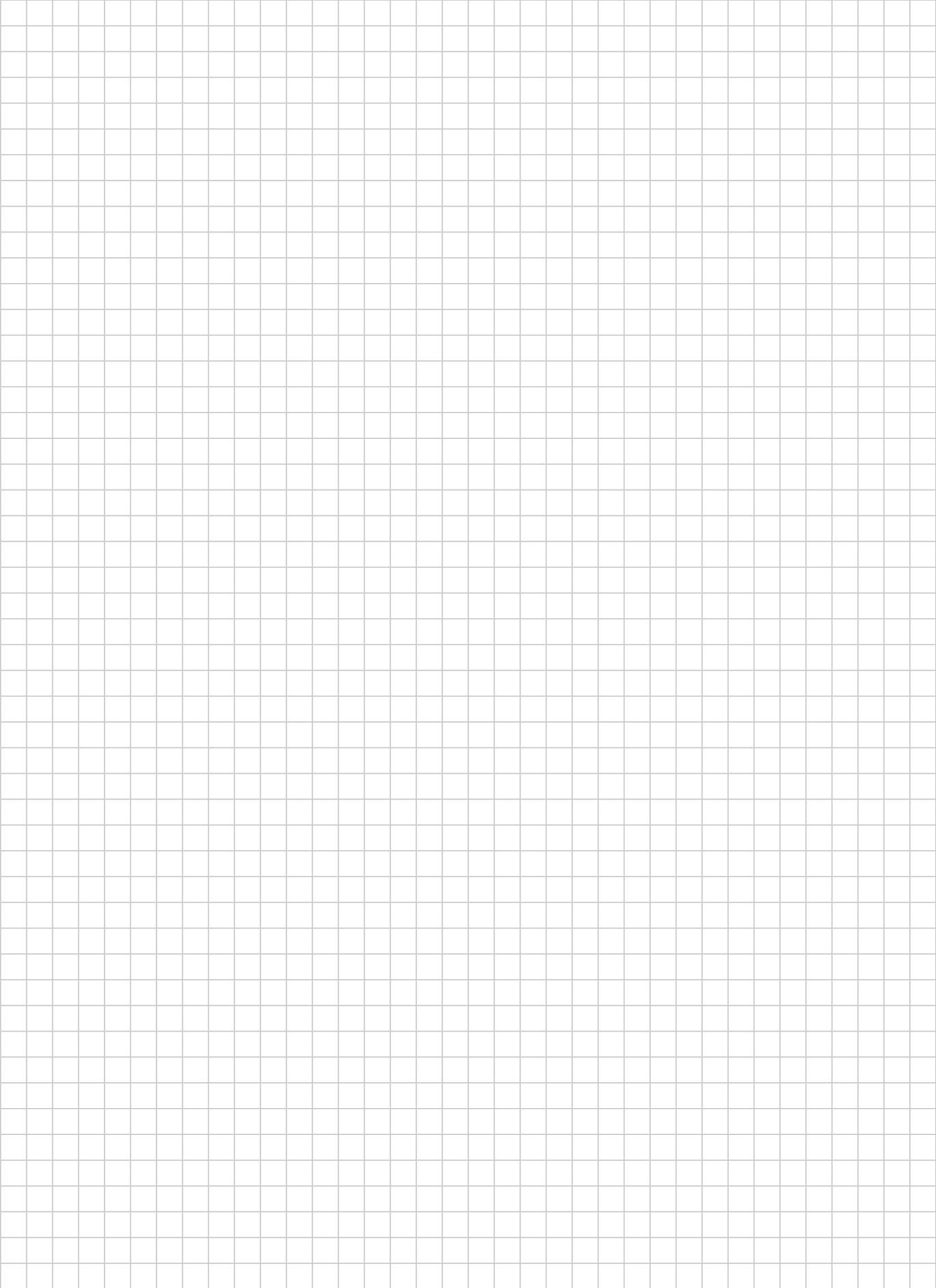
Seite

Werkstoffe und Montage 127

Wichtige Montagevorgänge 133

Inhalt	Seite
Anforderungen an die Montagearbeit	129
Sorgfältige Montage	129
Das Rohrsystem muss saubergehalten werden.....	129
Besonders schädliche Verunreinigungen.....	129
Feuchtigkeit in der Anlage	129
Atmosphärische Luft.....	130
Zersetzung von Öl und Kältemittel	130
Übrige Verunreinigungen	130
Anforderungen an Bauteile und Werkstoffe.....	130
Bauteile	130
Verunreinigungen und Feuchtigkeit	131
Kupferrohre	131
Anforderungen an das Kältemittel.....	131
Anforderungen an das Verdichteröl.....	132

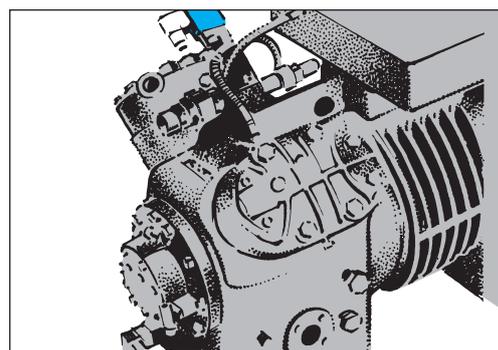
Notizen



Anforderungen an die Montagearbeit
Sorgfältige Montage

Immer mehr gewerbliche Kälteanlagen und Klimaanlage in entsprechenden Größen werden mit hermetischen oder halbhermetischen Verdichtern aufgebaut, die im allgemeinen gegenüber Verunreinigungen im Kältemittelsystem und falschen Betriebsbedingungen empfindlicher sind als offene Verdichter.

Deshalb werden besonders hohe Anforderungen an die Qualität der Montagearbeit und die Einregelung einer solchen Kälteanlage gestellt.



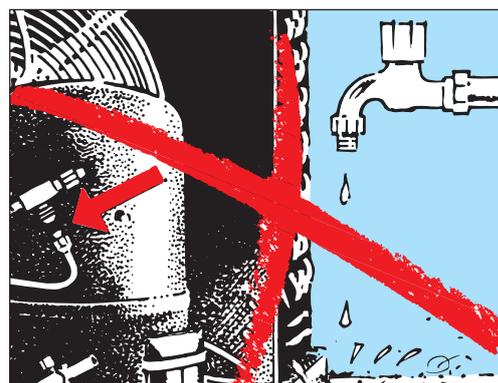
Ac0_0003

Das Rohrsystem muss saubergehalten werden

Die Grundlage einer betriebs sicheren Kälteanlage von langer Lebensdauer ist ein gut bemessenes und fehlerfrei montiertes und eingeregelt Kältemittelsystem.

Eine absolute Anforderung an ein Kältemittelsystem ist, dass es keine Fremdstoffe (Verunreinigungen) enthält.

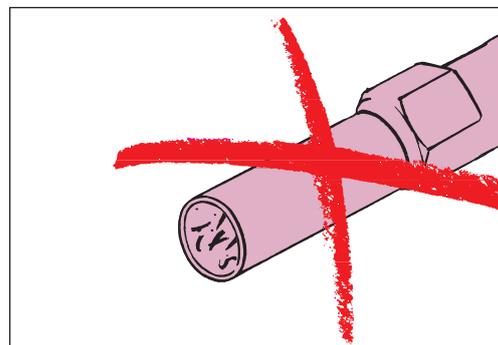
Die Arbeit muss deshalb mit sehr großer Reinlichkeit ausgeführt werden. Das gilt besonders für Anlagen mit den neuen Kältemitteln.



Ac0_0010

Besonders schädliche Verunreinigungen

- Feuchtigkeit
- Atmosphärische Luft
- Flussmittel vom Lötprozess
- Rost, Kupferoxyd, Zunder
- Metallspäne
- Unstabile Öle
- Chlorierte Lösungsmittel (z.B. R 11 und Tetrachlorkohlenstoff)
- Schmutz und Staub jeder Art

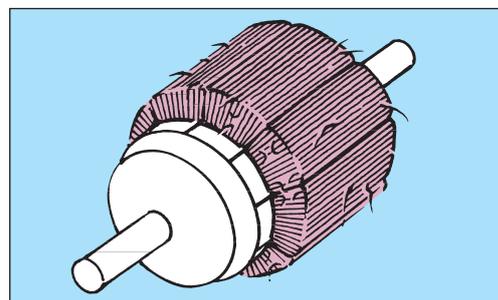


Ac0_0037

Feuchtigkeit in der Anlage

Feuchtigkeit in der Anlage kann zur Folge haben:

- Wasserabscheidung und Eisbildung (Blockierung) im thermostatischen Expansionsventil oder Kapillarrohr
- Säurebildung
- Alterung und Zersetzung des Öls
- Korrosion
- Kupferplattierung (Gelöstes Kupfer vom Rohrsystem schlägt sich auf die blanken Stahlteile im Verdichter nieder)
- Zerstörung des Isolierlacks der Motorwicklungen

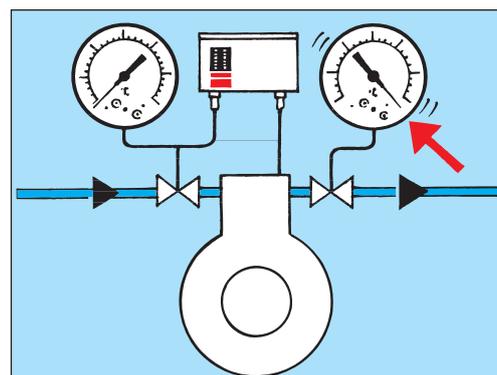


Ac0_0027

Atmosphärische Luft

Atmosphärische Luft sowie andere nicht kondensierbare Gase können zur Folge haben:

- Oxydation von Öl
- Chemische Reaktionen zwischen Kältemittel und Öl
- Erhöhter Verflüssigungsdruck

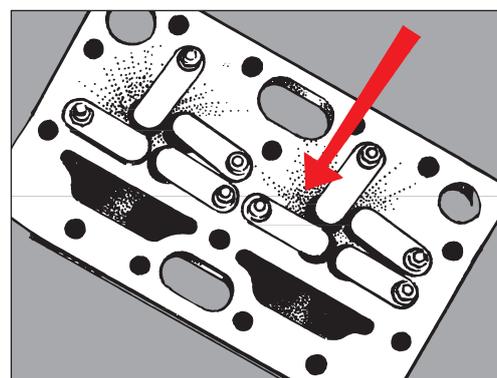


Ac0_0038

Zersetzung von Öl und Kältemittel

Zersetzung von Öl und Kältemittel kann zur Folge haben:

- Bildung organischer und anorganischer Säuren
- Undichte Druckventile durch Ablagerung von Ölkoks
- Erhöhte Druckgastemperatur
- Korrosion
- Schlechte Schmierung
- Unnormalen Verschleiß
- Dunkelfärbung des Öls
- Schlamm Bildung
- Verdichterausfall
- Durchbrennen der Motorwicklungen



Ac0_0046

Übrige Verunreinigungen

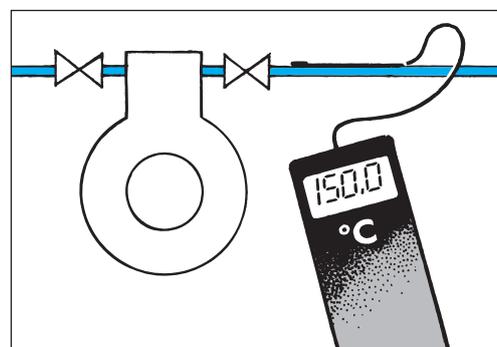
Die übrigen Verunreinigungen können verursachen:

- Beschleunigung chemischer Prozesse (Zersetzung)
- Mechanische und elektrische Fehler

Die Zersetzungsprozesse werden bei steigender Temperatur beschleunigt.

Deshalb müssen hohe Verflüssigungs- und besonders Druckrohrtemperaturen außerhalb der Anwendungsgrenzen vermieden werden.

Es müssen daher eine Reihe von Anforderungen gestellt werden, von denen einige nachstehend beschrieben werden.



Ac0_0047

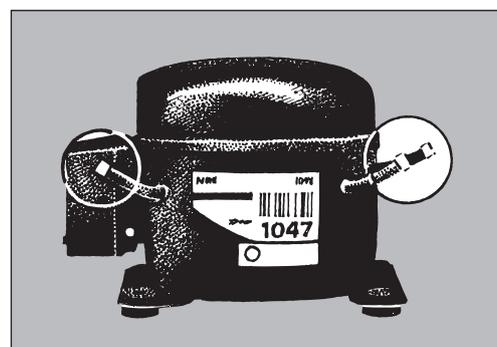
Anforderungen an Bauteile und Werkstoffe
Bauteile

Verdichter für Kälte- und Wärmepumpenanlagen sind im Werk einem umfassenden Reinigungsprozess unterzogen worden, so dass praktisch alle Feuchtigkeit und andere Verunreinigungen entfernt sind.

Alle übrigen Bauteile in der Anlage sollten diesen Standard aufweisen.

Alle Bauteile müssen der Anforderung der DIN 8964 genügen.

In Zweifelsfällen sollten die Bauteile überprüft werden.

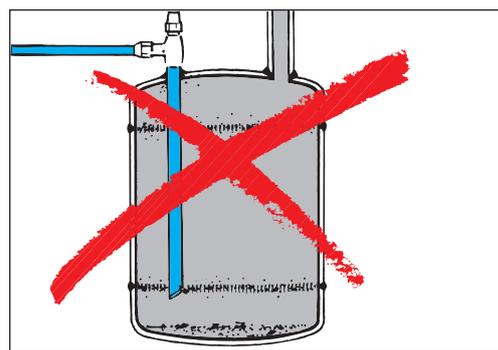


Ac0_0048

Verunreinigungen und Feuchtigkeit

Verunreinigungen, die in nicht ordnungsgemäß gereinigten Bauteilen vorkommen können, sind:

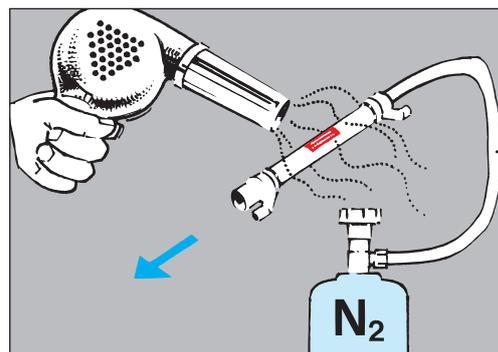
- Rost und Zunder (lose oder festsitzend)
- Altes Öl
- Flussmittel
- Metallspäne
- Feuchtigkeit



Ac0_0001

Kleinere Mengen von Feuchtigkeit in Bauteilen können durch Erwärmen und gleichzeitiges Durchblasen mit trockenem Stickstoff (N₂) entfernt werden.

Es lohnt sich kaum, zu versuchen andere Verunreinigungen zu entfernen. Bauteile, die solche Unreinheiten enthalten, sollten nicht in Kältemittelsystemen verwendet werden.



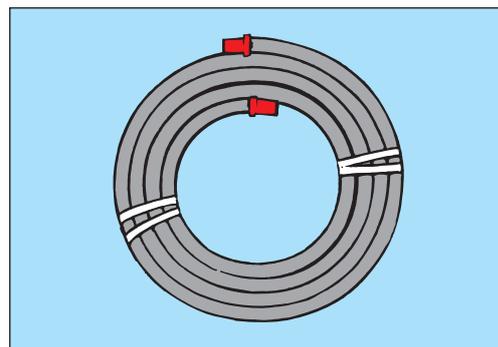
Ac0_0005

Kupferrohre

Kupferrohre für Kältemittelsystem müssen spezielle Kältekupferrohre sein, die vollständig rein und trocken sind.

Außerdem müssen die Rohre an den Enden hermetisch verschlossen sein. Andere Rohre dürfen in Kältemittelsystemen nur verwendet werden, wenn nachgewiesen ist, dass sie den Anforderungen der DIN 8964 genügen.

Alle Bauteile müssen bis zu dem Augenblick, in dem sie in das System montiert werden sollen, dicht verschlossen bleiben.



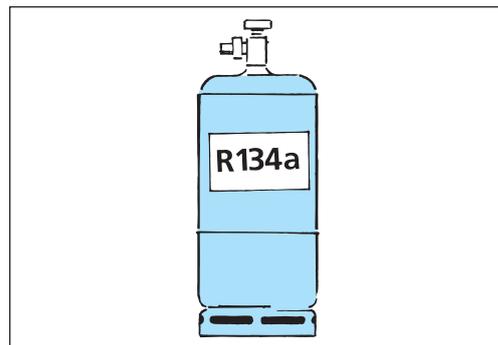
Ac0_0049

Anforderungen an das Kältemittel

Kältemittel sollte nur von anerkannten Händlern eingekauft werden. Kältemittel für hermetische Systeme darf höchstens enthalten:

- 10 ppm = 0,001 % Wasser
- 100 ppm = 0,01 Vol % hochsiedendes Kältemittel
- 0 ppm = 0 % Säure
- 15000 ppm = 1,5 % nicht kondensierbare Gase.

Bei der Wiederverwendung regenerierten Kältemittels muss man also vorsichtig sein.



Ac0_0006

Anforderungen an das Verdichteröl

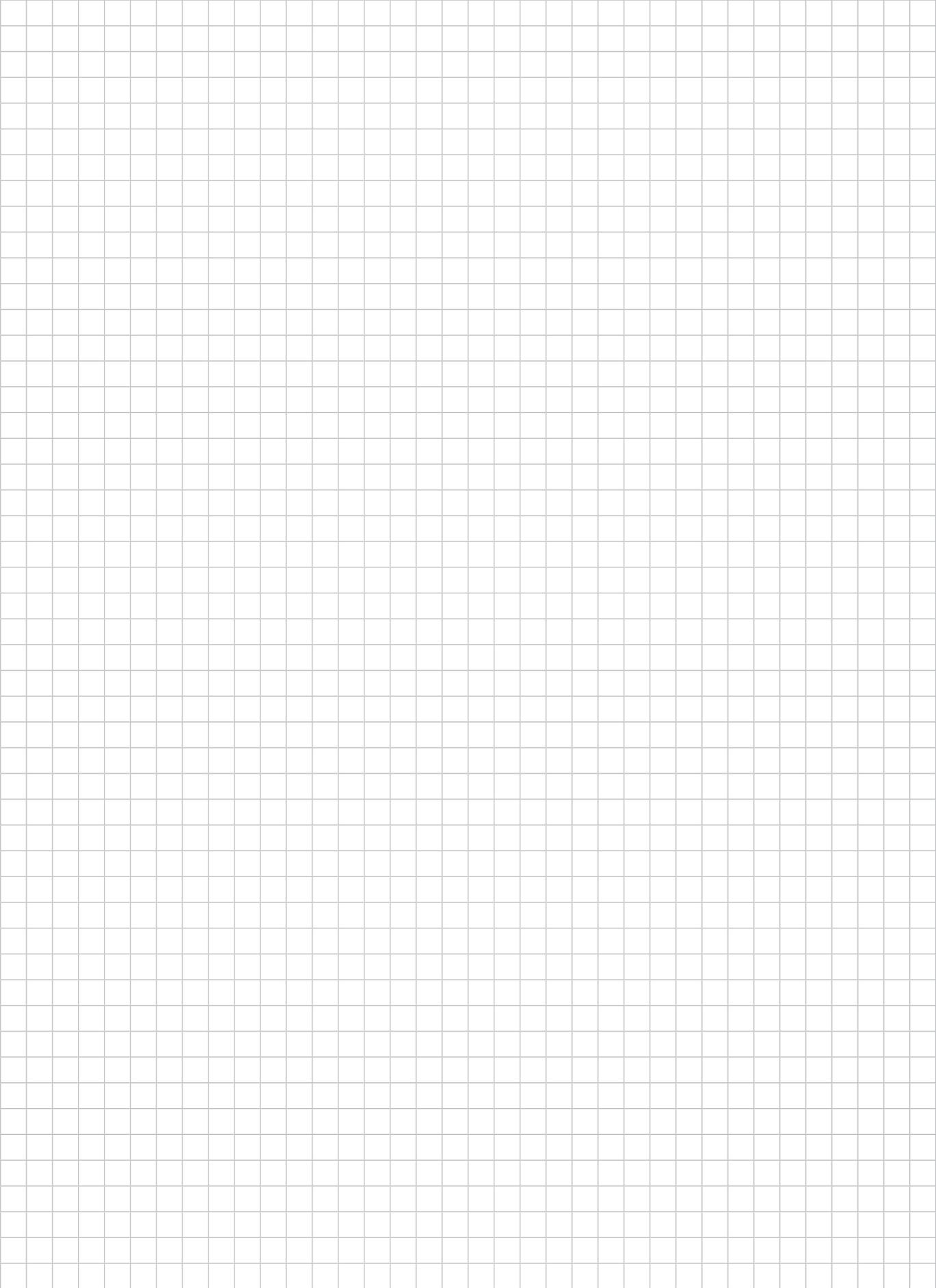
Verdichteröl muss vom Verdichterhersteller genehmigt sein und darf höchstens 25 ppm (0,025 %) Wasser und 0 % Säure enthalten.



Ac0_0007

Inhalt	Seite
Montagevorgang	135
Planung	135
Anbringung der Hauptbauteile	135
Montage des Kältemittelsystems	135
Rohrmontage	136
Anbringung der übrigen Bauteile	136
Parallelgeschaltete Verdichter	137
Wichtige Montagevorgänge	137
Lagern von Bauteilen	137
Kürzen von Rohren	138
Reinigen von Rohren	138
Löten mit Silberlot	138
Löten mit Phosphorlot	139
Beim Löten Schutzgas verwenden	139
Spare an Lot	139
Achte auf die Temperatur	140
Bördelverbindungen (Kupferrohre)	140
Evakuieren und Befüllen	140
Notwendige Ausrüstung	140
Vakuumpumpe	141
Vakuumschläuche	141
Kontrolle der Vakuumpumpe und -schläuche	142
Vakuumpumpe der Anlage	142
Dichtheitsprüfung	142
Zweite Evakuierung	142
Vorläufige Einstellung der Sicherheitsausrüstung	143
Kontrolle der elektrischen Montage	143
Einfüllen von Kältemittel	143
Zu hoher Verflüssigungsdruck	144
Einstellung und Prüfung von Sicherheitsausrüstung	144
Bedingungen	144
Einstellung und Prüfung von Regelausrüstung	144
Verfahren	144
Einstellung des Hochdruckschalters	144
Einstellung des Niederdruckschalters	144

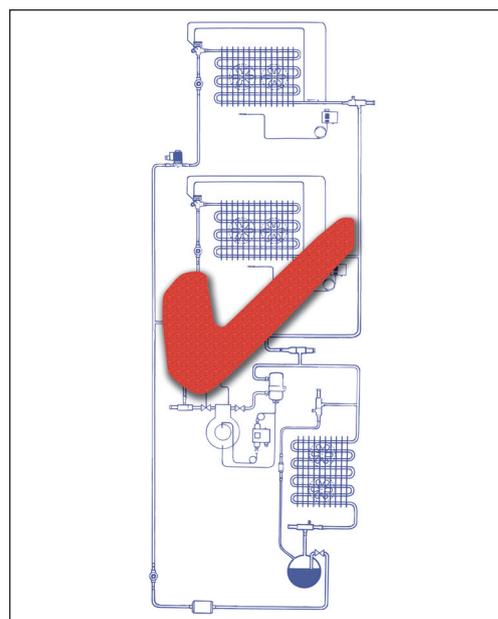
Notizen



Montagevorgang

Die Montagevorgang besteht aus:

- Planung der Anbringung der Bauteile und der Rohrführung
- Aufstellung der Hauptbauteile
- Rohr und Bauteilmontage
- Dichtheitsprüfung
- Evakuierung
- Befüllung
- Einstellung der Sicherheitsausrüstung
- Prüfung der Sicherheitsausrüstung
- Einstellung der Automatik
- Überprüfung der gesamten Anlage und Einregeln von Automatik usw.



Ac0_0061

Planung

Die Montage muss so geplant werden, dass:

- Gebäudeteile, hierunter Kühlraumisolation, so wenig wie möglich beschädigt werden.
- Die Bauteile funktionell richtig angebracht werden (z.B. genügender Luftzufuhr zum Verdichter, Verflüssiger, Verdampfer).
- Die Rohrführung so kurz wie möglich wird.



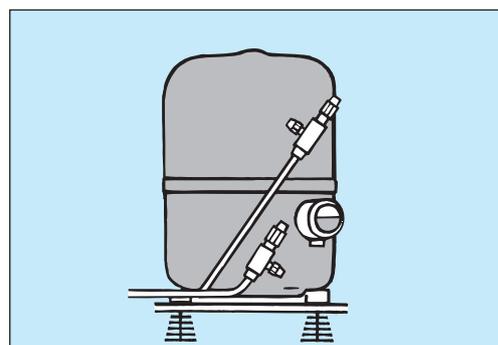
Ac0_0008

Anbringung der Hauptbauteile

Die Hauptbauteile (Verdichter, Verflüssiger, Verdampfer usw.) sind mittels der mitgelieferten Halterungen usw. nach der Montageanleitung des Lieferanten solide zu befestigen.

Der Verdichter muss immer auf einer waagerechten Unterlage befestigt werden.

Mitgelieferte Vibrationsdämpfer müssen benutzt werden.



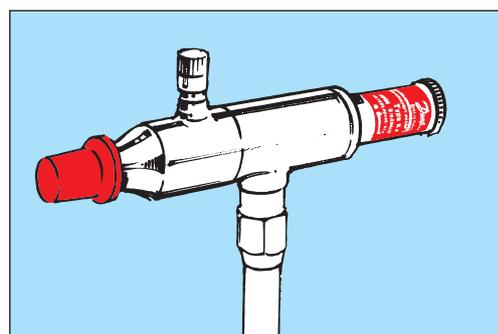
Ac0_0009

Montage des Kältemittelsystems

Die Montage des Systems muss so schnell wie möglich erfolgen, damit sich keine nennenswerten Mengen von Feuchtigkeit, Luft oder anderen Verunreinigungen im System ansammeln können.

Verdichter und Filtertrockner sollten daher zuletzt geöffnet werden und unmittelbar vor dem Evakuieren und Füllen der Anlage verlötet werden.

Bei Pausen in der Montagearbeit müssen alle Öffnungen zum Kältemittelsystem Luft und wasserdampfdicht verschlossen werden.



Ac0_0004

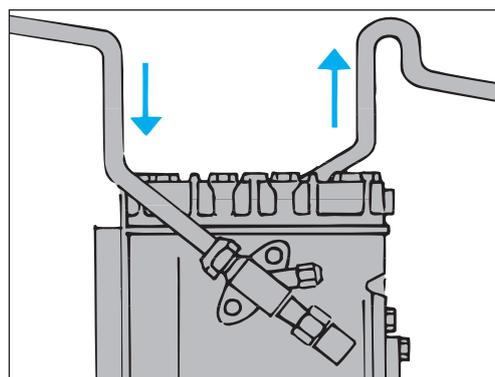
Rohrmontage

Die Rohrführung muss waagrecht oder senkrecht sein.

Ausnahmen sind:

- Saugleitungen, denen ein schwaches Gefälle zum Verdichter hin gegeben werden darf.
- Druckrohre, die ein schwaches Gefälle vom Verdichter weg haben dürfen.

Rohrhalter müssen in geeigneten Abständen angebracht werden, je nach Rohrdurchmesser und Belastung durch die in die Rohrleitung eingebauten Bauteile.



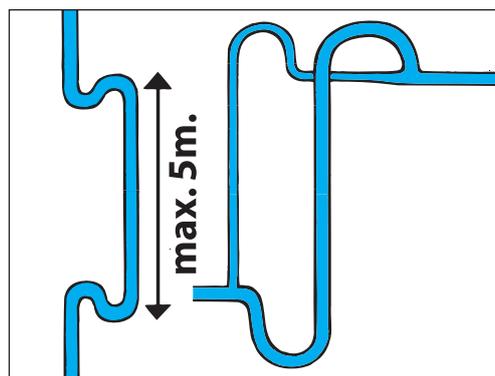
Ac0_0002

In senkrechten Saugleitungen sind in einem Abstand von 2 bis 5 m abhängig von der Laufzeit pro Zyklus Ölsteigleitungen einzubauen.

In Anlagen mit besonders großen Belastungsschwankungen kann es notwendig sein, Doppeldrucksteigleitungen auszuführen.

Im übrigen müssen Saugleitungen unter Berücksichtigung der Ölrückführung zum Verdichter ausgeführt werden.

In Anlagen mit schwankender Belastung werden besonders hohe Anforderungen bei niedriger Belastung gestellt.

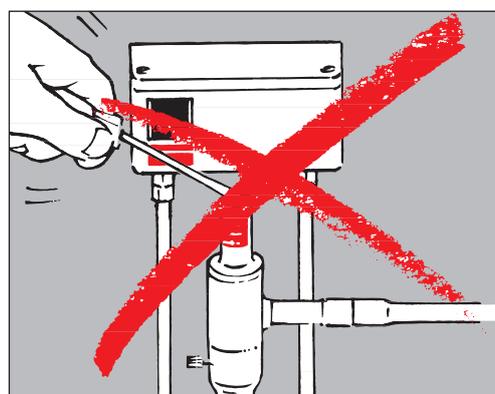


Ac0_0011

Anbringung der übrigen Bauteile

Alle Bauteile sollten so montiert werden, dass sie für Service und eventuellen Reparaturen leicht zugänglich sind.

Automatik und Sicherheitsausrüstung müssen so angebracht werden, dass sie mit gewöhnlichem Werkzeug leicht geprüft und justiert werden können.



Ac0_0012

Parallelgeschaltete Verdichter

Parallelgeschaltete Verdichter müssen mit Ölausgleich zwischen den Kurbelgehäusen der Verdichter montiert werden, um sicher zu stellen, dass die zeitweise stehenden Verdichter keinen Ölverlust erleiden.

Ein Ausgleichsrohr

Der Ölausgleich kann mit Ausgleichsrohr zwischen den Ölsümpfen erfolgen. Bei einem Ausgleichsrohr muss dieses zwischen den Ölsümpfen der Verdichter montiert werden und einen so großen Durchmesser haben, dass sowohl Öl als auch Kältemitteldampf ungehindert passieren können.

Zwei Ausgleichsrohre

Bei zwei Ausgleichsrohren (Bild 1) ist das eine zwischen den Ölsümpfen der Verdichter und das andere zwischen den Dampfräumen der Verdichter zu montieren. Bei den obengenannten Arten des Ölausgleichs müssen die Verdichter genau in derselben waagerechten Ebene aufgestellt werden.

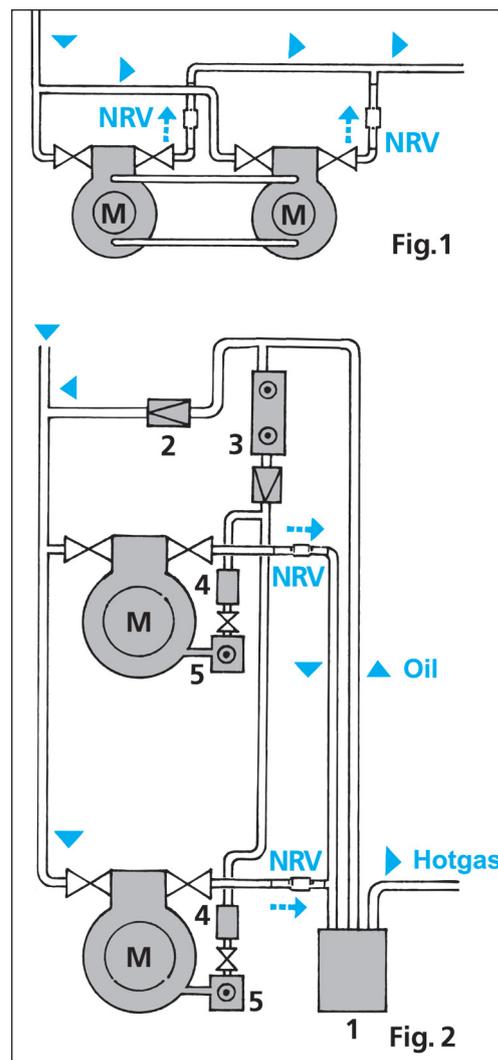
Ölniveaugler (Bild 2)

Der Ölausgleich kann auch mit Hilfe von Ölniveauglern vorgenommen werden. In diesem Fall können die Verdichter in verschiedenen Ebenen aufgestellt werden. Diese Methode ist bedeutend teurer als die mit einem Ausgleichsrohr. Bei der Ölniveauregelung sind folgende Bauteile notwendig:

- Ölabscheider (1)
- Druckausgleichsventil (2)
- Ölreservat (3)
- Ölfilter (4)
- Ölstandsregler (5)

Merke:

Jeder Verdichter muss mit Hochdruckschalter, z.B. KP 7W, gesichert werden.



Ac0_0036

Wichtige Montagevorgänge



Die Vorgänge, die besonders zur Verunreinigung von Kältemittelsystemen beitragen können, sind:

- Lagern von Bauteilen
- Kürzen von Rohren
- Reinigen von Rohrenden
- Lötten
- Bördelverbindungen

Lagern von Bauteilen

Alle Bauteile müssen vor dem Öffnen und Montieren eine Temperatur haben, die nicht niedriger ist als die der Umgebung, um Kondensation in den Bauteilen zu vermeiden.

Die Bauteile dürfen z.B. nicht unmittelbar nach ihrer Einbringung aus einem kalten Servicewagen in einen Raum mit höherer Temperatur montiert werden.



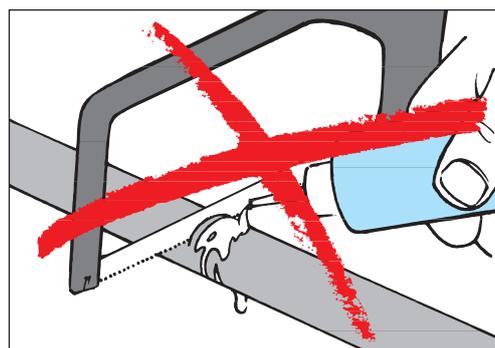
Ac0_0013

Kürzen von Rohren

Die Rohre sind mit Rohrabscneider zu kürzen. Niemals irgendwelche Schmier/ Kühlmittel verwenden.

Innere und äußere Grate mit speziellem Entgrater entfernen.

Kupferspäne im Rohr vermeiden. Kalibrierwerkzeug verwenden, um den richtigen Durchmesser und die richtige Rundheit zu erzielen.



Ac0_0014

Reinigen von Rohren

Das Rohr mit einem starken Strom getrockneter Druckluft oder trockenem Stickstoff (N₂) durchblasen.

Wegen ihres großen Feuchtigkeitsgehalts niemals gewöhnliche Druckluft verwenden.

Niemals mit dem Mund durch das Rohr blasen.

Für den späteren Gebrauch vorbereitete Rohre sind mit verschlossenen Enden zusammen mit den übrigen Bauteilen bereitzulegen.



Ac0_0015

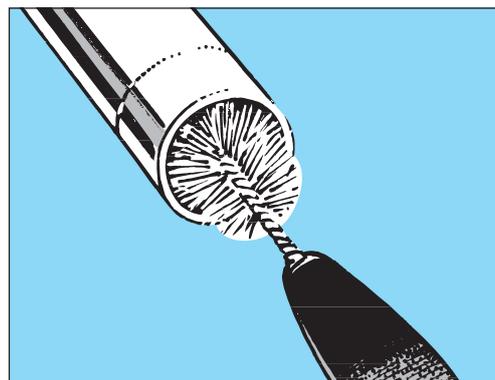
Löten mit Silberlot

Die gebräuchlichsten Lötmittel sind Legierungen aus 30% Silber mit Kupfer, Zink und Zinn, so genanntes Silberlot. Schmelzbereich von ca. 655 °C bis ca. 755 °C.

Silberlot bindet nur auf reinen, nicht oxydierten Metalloberflächen.

Rohrenden mit speziellen Reinigungsbürsten reinigen und sofort Flussmittel unmittelbar vor dem Löten auftragen.

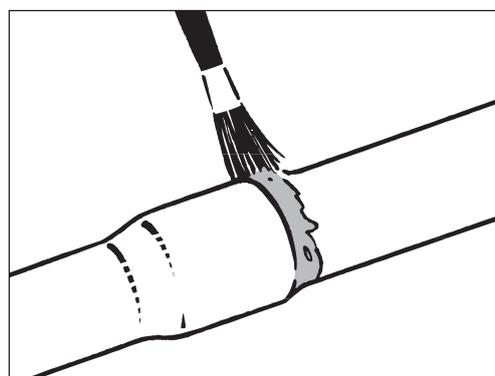
Das Flussmittel für Silberlötung ist in Spiritus oder destillierten Wasser aufzuschlämmen, niemals in Leitungswasser.



Ac0_0016

Nachdem die Teile zusammengefügt sind, das Flussmittel in einer dünnen Schicht um die Lötstelle auftragen.

Silberlot kann zum Zusammenlöten von verschiedenen Werkstoffen verwendet werden, z.B. Kupfer/Kupfer und Stahl/Kupfer.



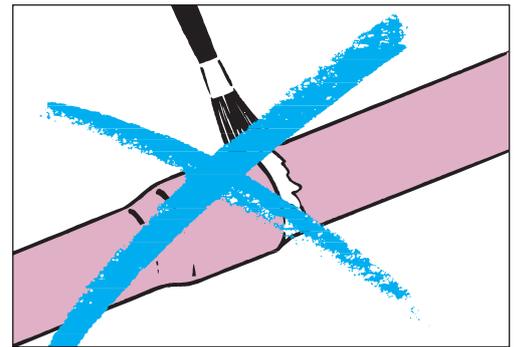
Ac0_0017

Löten mit Phosphorlot

Phosphorlot besteht aus 2-15 % Silber mit Kupfer und Phosphor. Schmelzbereich von ca. 640 °C bis ca. 740 °C.

Beim Löten mit Phosphorlot darf kein Flussmittel verwendet werden.

Phosphorlot kann nur zum Zusammenlöten von Kupfer mit Kupfer oder verkupferten Stahlstutzen (mind. 1520 µm) verwendet werden.



Ac0_0018

Beim Löten Schutzgas verwenden

Bei hohen Löttemperaturen unter Einfluss von atmosphärischer Luft bilden sich umgehend Oxydationsprodukte (Zunder).

Das System muss deshalb während des Lötens von einem Schutzgas durchströmt werden.

Leite einen schwachen Strom eines trockenen inaktiven Gases durch die Rohre.

Beginne mit dem Löten erst, wenn sich keine atmosphärische Luft mehr in dem betreffenden Bauteil befindet.

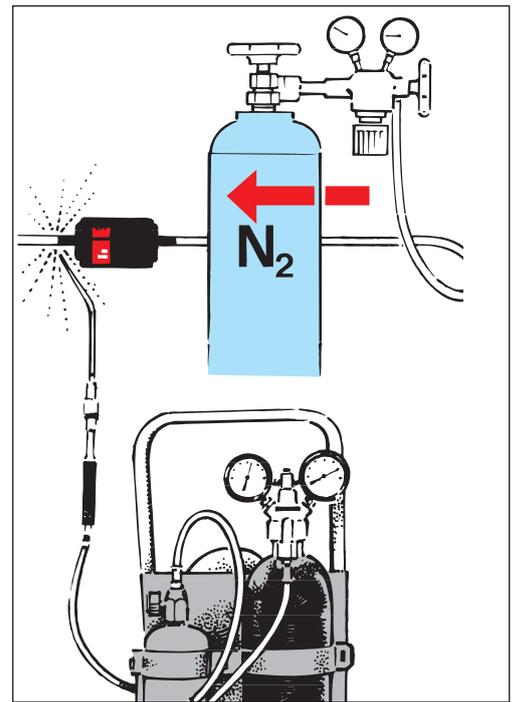
Leite den Arbeitsvorgang mit einem starken Schutzgasstrom ein. Beachte dass kein Schutzgas in die Rohrleitungen gelangt.

Bei Lötbeginn setze die Geschwindigkeit auf ein Minimum herab.

Halte diesen schwachen Schutzgasstrom während des ganzen Lötprozesses aufrecht.

Das Löten ist mit Sauerstoff und Gas mit einer weichen Flamme und nach Möglichkeit mit einem Gabelbrenner vorzunehmen.

Das Lot ist erst zuzuführen, wenn die Schmelztemperatur erreicht ist.

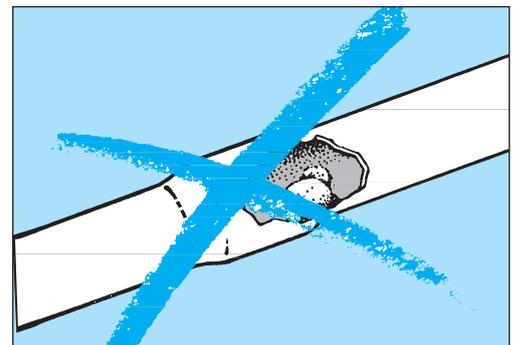


Ac0_0019

Spare an Lot

Verwende nie mehr Lot als notwendig, da das Rohr sonst ganz oder teilweise blockiert werden kann.

Führe das Löten so schnell durch, dass die sauerstoffabsorbierende Wirkung des Flussmittels nicht aufgehoben wird.



Ac0_0020

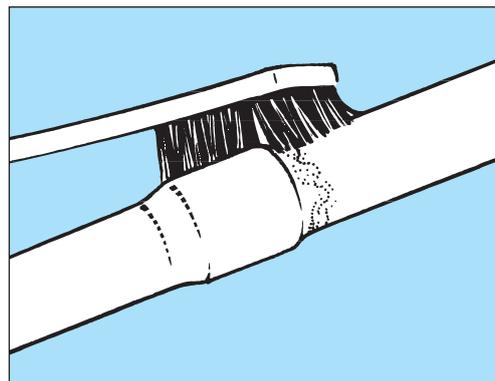
Achte auf die Temperatur

Die Temperatur darf nicht höher werden als notwendig.

Ziehe deshalb die Flamme langsam zurück, wenn die Schmelztemperatur erreicht ist.

Äußere Flussmittelreste sind durch Abbürsten zu entfernen.

Es wird davon abgeraten, Legierungen auf der Basis von Zinn oder Blei als Lote für Kältemittelsysteme zu verwenden.



Ac0_0021

Bördelverbindungen (Kupferrohre)

Verwende nur spezielle Kupferrohre für die Kältetechnik.

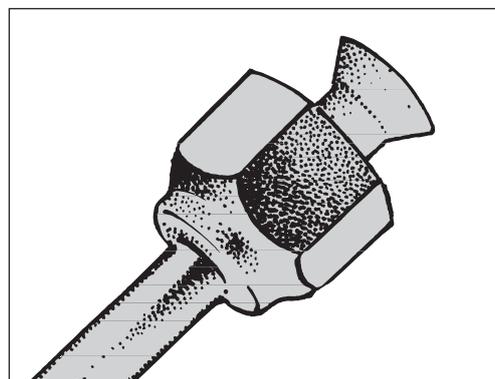
Schneide das Rohr rechtwinkelig ab.

Entferne alle inneren und äußeren Grate.

Stelle den Bördel in der richtigen Größe her.

Quetsche den Bördel nicht so stark, dass er hart wird.

Das letzte Anziehen ist bei der Montage vorzunehmen.



Ac0_0022

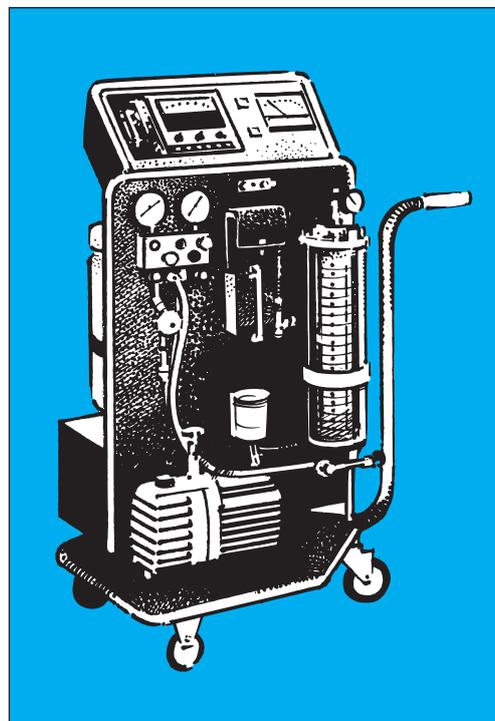
Evakuieren und Befüllen
Weitere Maßnahmen:

Wenn die Anlage fertig montiert ist, muss folgendes vorgenommen werden:

- Evakuieren
- Dichtheitsprüfung
- Füllen mit Kältemittel
- Inbetriebnahme und Einregelung

Notwendige Ausrüstung

- Vakuumpumpe
- Vakuummeter
- Monteurhilfe
- Füllzylinder (oder Serviceflasche mit Kältemittel und Waage)
- (Vakuumpumpe, Vakuummeter und Füllzylinder sind als Evakuier- und Fülleinheit komplett erhältlich)
- Füllschläuche
- Lecksuchgerät



Ac0_0023

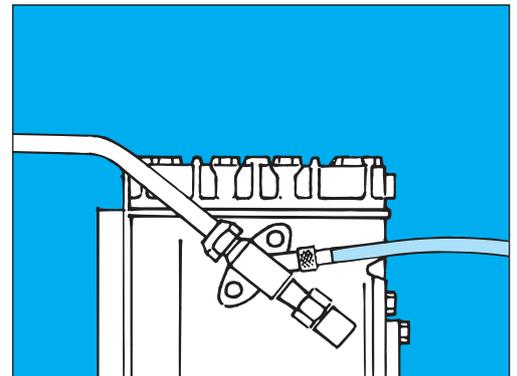
Vakuumpumpe

Die Vakuumpumpe sollte den Systemdruck auf ca. 0,05 mbar absaugen können.
Pumpenleistung z.B. 1 m³/h.

Feuchtigkeit, atmosphärische Luft und Schutzgas sollen durch Evakuierung aus dem System entfernt werden.

Eine effektive Evakuierung erfordert große Rohrdurchmesser, deshalb muss von einer Evakuierung durch „Schrader“ Ventile möglichst abgeraten werden.

Falls vorhanden sind die Füllstutzen am Saug- und evtl. Druckabsperrventil des Verdichters bzw. des Verflüssigungssatzes zu benutzen.



Ac0_0024

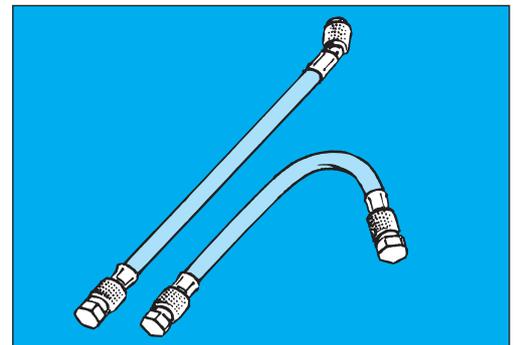
Vakuumschläuche

Vakuumschläuche und -rohre müssen so kurz wie möglich sein und der Durchmesser muss geeignet groß sein.

Normalerweise können gewöhnliche 1/4" Füllschläuche von höchstens 1 m Länge verwendet werden.

Evakuieren langsam mit zweistufigen Vakuumpumpen.

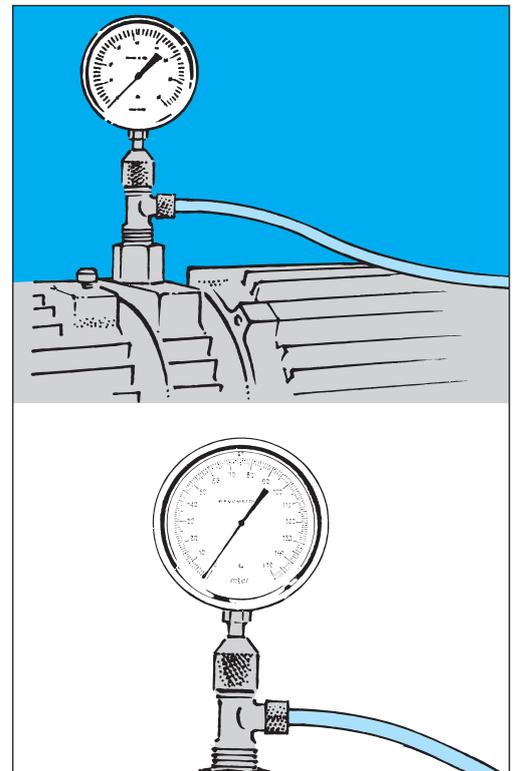
Nachstehend wird das Verfahren beim Evakuieren und Befüllen beschrieben.



Ac0_0025

Kontrolle der Vakuumpumpe und -schläuche

- a) Montiere Füllschläuche zwischen Füllstation und Verdichter. Sperre die Verbindung zwischen Füllschläuchen und Verdichter ab.
- b) Pumpe starten und den Druck so weit wie möglich reduzieren.
- c) Sperre die Pumpe vom Rest der Füllstation ab.
- d) Pumpe ausschalten.
- e) Vakuummeteranzeige ablesen und notieren. Der Druck darf höchstens 0,05 mbar sein.
- f) Kontrolliere, ob sich das Vakuum hält. Falls nicht, Undichtigkeit suchen, z.B. Füllschläuche, Ventile.



Ac0_0026

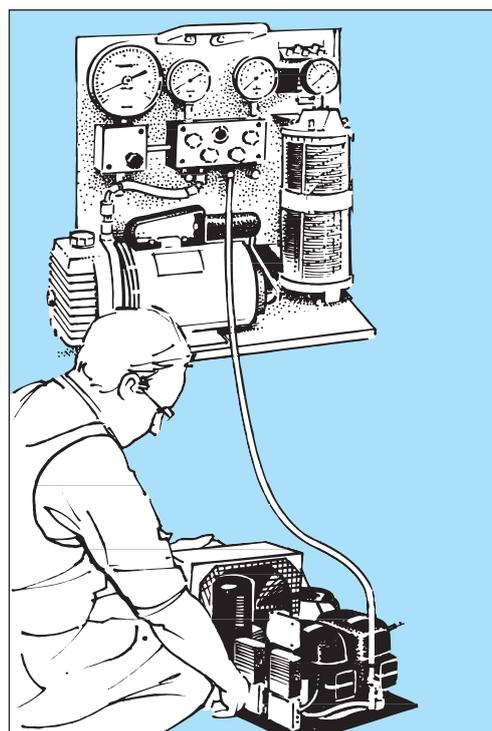
Erste Evakuierung
Evakuierung von der Saugseite

Nach Möglichkeit ist eine zweiseitige Evakuierung von der Saug- und Druckseite des Verdichters vorzunehmen.

- Füllschlauch(schläuche) zwischen Füllstation und Verdichter montieren.
- Alle Ventile einschl. Magnetventile öffnen.
- Anlage, wenn möglich auf den früher auf dem Vakuummeter abgelesenen Druck evakuieren.

Vakuumkontrolle der Anlage

- Wie unter „Kontrolle der Vakuumpumpe und Schläuche“ erwähnt ausführen.
- Falls Undichtheiten vorhanden sind:
- Ungefähre Lokalisierung durch abschnittsweise Absperren der Anlage.
- Bei Bedarf Bördel und/oder Flanschverbindungen nachziehen.
- Evakuierung wiederholen.
- Diesen Punkt wiederholen, bis sich das Vakuum hält, bzw. mit dem nächsten Punkt weitermachen.



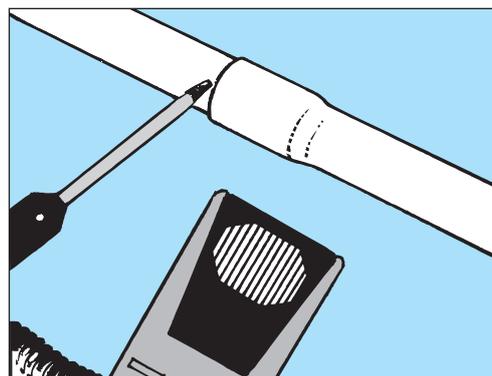
Ac0_0028

Dichtheitsprüfung

- Anlage mit Kältemittel auf ca. 2 bar Überdruck setzen. Danach mit getrocknetem Stickstoff den Druck auf dem maximalen Prüfdruck der Anlage erhöhen.
- Alle Verbindungen lecksuchen.

Falls Undichtheiten gefunden werden:

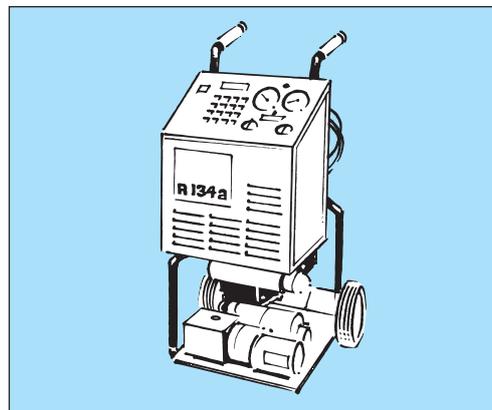
- Kältemittel mit Kältemittelrückgewinnungsanlage und Vakuumpumpe aus dem System absaugen.
- Undichtheiten reparieren.
- Diesen Punkt wiederholen, bis die Anlage dicht ist.



Ac0_0030

Zweite Evakuierung

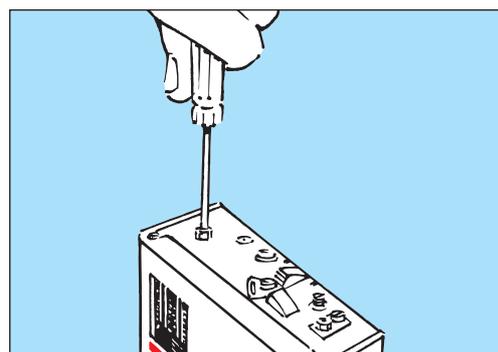
- Falls noch Überdruck in der Anlage ist, ist diese mit Hilfe des Kältemittelrückgewinnungsanlage und Vakuumpumpe das Kältemittel abzusaugen.
 - Danach erneut eine Evakuierung wie unter „Erste Evakuierung“ erwähnt durchführen.
- Dadurch werden außerdem Luft und Feuchtigkeit aus dem Kältemittelsystem entfernt.



Ac0_0029

Vorläufige Einstellung der Sicherheitsausrüstung

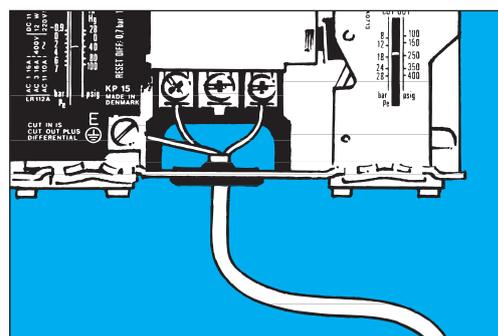
- Hochdruckschalter und etwaige andere Sicherheitsausrüstung, u.a. Motorschutz, untersuchen und einstellen (Einstellung vorerst nach Skalenwerten).



Ac0_0031

Kontrolle der elektrischen Montage

- Leitungsführung überprüfen.
- Steuersystem bei abgeschaltetem Verdichtermotor prüfen.



Ac0_0032

Befüllen von Kältemittel

Nach Abschluss der Evakuierung ist die Kältemittelbetriebsfüllung einzufüllen. Dazu wird ein Füllstation, bzw. Füllzylinder und Waage benutzt, welche die richtige Kältemittelmenge genau dosieren kann.

Bei Kapillarrohranlagen ohne Sammler ist dazu besonders große Genauigkeit erforderlich. Die Gesamtüberhitzung sollte dabei zwischen 4 und 7 K betragen.

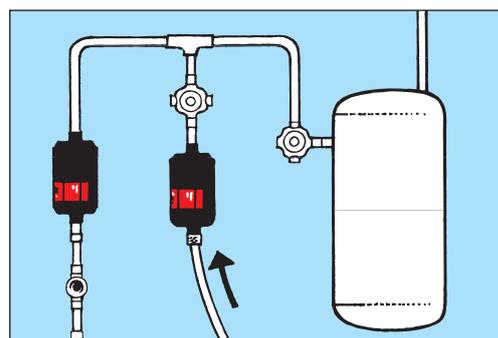
Das Kältemittel kann der Flüssigkeitsleitung als Flüssigkeit zugeführt werden, wenn ein Füllventil montiert ist.

Sonst muss das Kältemittel über das Saugabsperrventil als Dampf dem System zugeführt werden, während der Verdichter läuft.

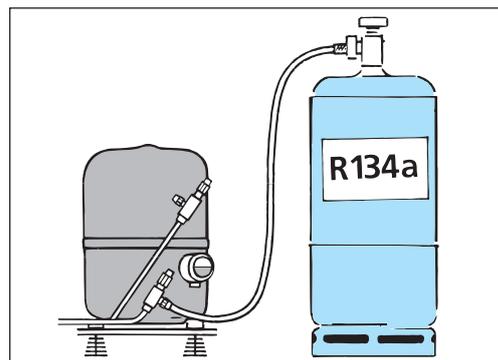
Eine zu kleine Überhitzung während des Füllprozesses kann Flüssigkeitsschlag im Verdichter zur Folge haben.

Das Einfüllen ist fortzusetzen, bis im Schauglas keine Blasen mehr zu sehen sind, es sei denn, dass die Dampfbildung auf andere Fehler zurückzuführen ist. Siehe „Tipps für den Monteur, Fehlersuche und -vermeidung“.

Wenn die notwendige Kältemittelmenge unbekannt ist, ist das letztere Verfahren anzuwenden. Dabei ist es notwendig, ständig zu überwachen, dass Verflüssigungsdruck und Saugdruck normale Betriebstemperaturen einhalten, sowie dass die Überhitzung des thermostatischen Expansionsventils nicht zu klein, bzw. zu groß ist.



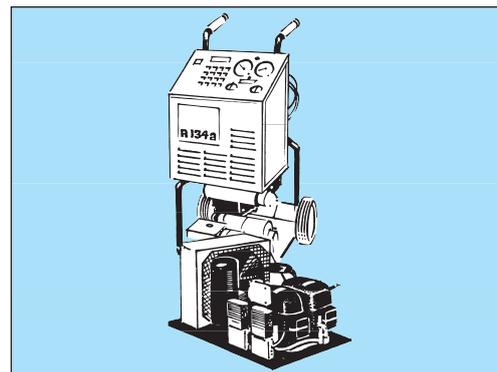
Ac0_0033



Ac0_0034

Zu hoher Verflüssigungsdruck

Zu hoher Verflüssigungsdruck während des Füllprozesses kann darauf zurückgeführt werden, dass das System mit Kältemittel überfüllt wurde, so dass ein Teil davon abgesaugt werden muss. Immer die Kältemittlerückgewinnungsanlage benutzen, wenn es notwendig ist, Kältemittel abzusaugen.

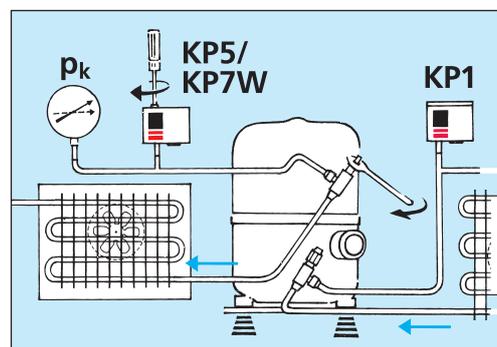


Ac0_0035

Einstellung und Überprüfung von Sicherheitsausrüstung
Bedingungen

Die endgültige Einstellung und Prüfung von Sicherheitsausrüstung muss mechanisch und elektrisch an der in der Anlage montierten Ausrüstung während des Betriebs der Anlage erfolgen.

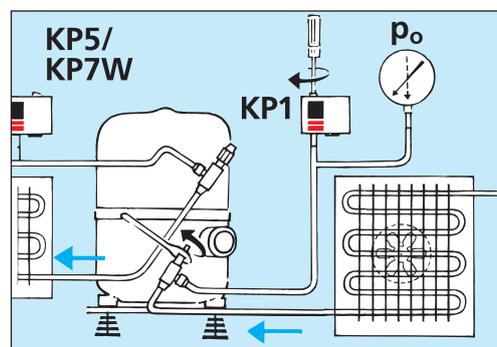
Die Funktionen sind mit Messinstrumenten zu überprüfen. Siehe im übrigen „Tipps für den Monteur“ unter der betreffenden Ausrüstung.



Ac0_0039

Einstellung und Prüfung von Regelausrüstung
Verfahren

- Stelle eventuelle Verdampfungsdruck oder Verflüssigungsdruckregler grob ein.
- Stelle die Überhitzung des thermostatische Expansionsventils ein.
- Stelle Verdampfungs- und Verflüssigungsdruckregler mit Hilfe eines Manometers ein.
- Stelle einen etwaigen Leistungsregler etc. ein.
- Stelle die Thermostate ein (Kontrolle mit Thermometer)..



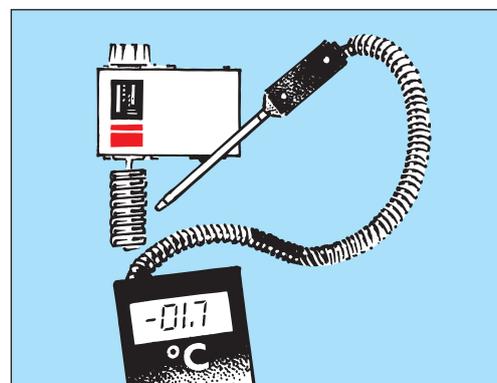
Ac0_0062

Einstellung des Hochdruckschalters

- Erhöhe den Verflüssigungsdruck auf den max. zulässigen Druck und stelle den Hochdruckschalter mit Hilfe eines Manometers ein.

Einstellung des Niederdruckschalters:

- Vermindere den Saugdruck auf den min. zulässigen Druck und stelle den Niederdruckschalter mit Hilfe eines Manometers ein. Stelle etwaige andere Sicherheitsausrüstung ein.



Ac0_0045


Hinweis:

Während der obengenannten Einstellungen ist ständig zu kontrollieren, ob die Anlage innerhalb der zulässigen Betriebsbedingungen arbeitet (Druck usw.).

Dieses Kapitel ist unterteilt in vier Abschnitte:

Seite

Messinstrumente 147

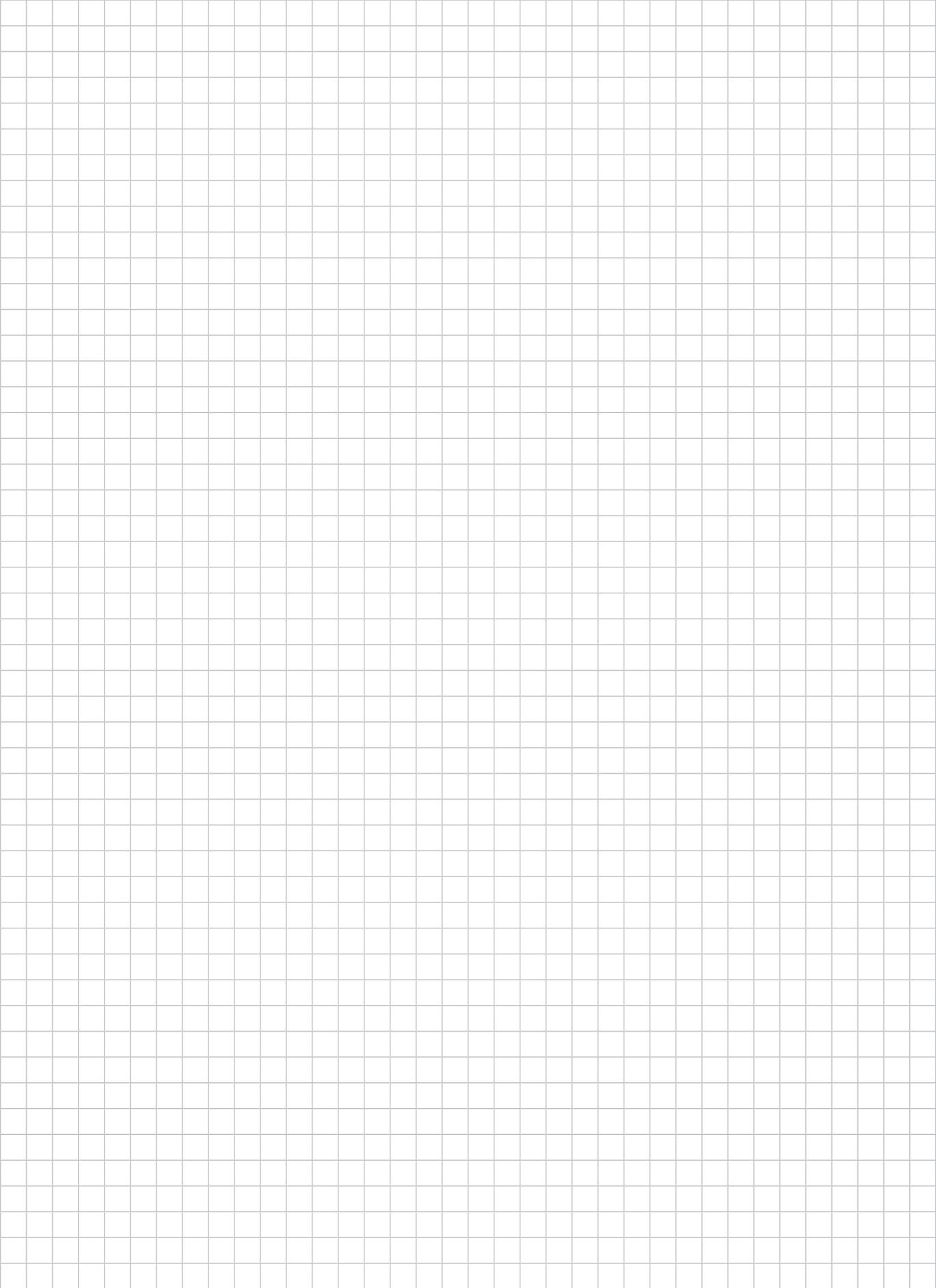
Fehlersuche an Kälteanlagen (Danfoss Komponenten für die Gewerbekälte)..... 155

Fehlersuche an Kälteanlagen mit hermetischen Verdichtern..... 185

Fehlersuche Überblick (Danfoss Verdichter) 197

Inhalt	Seite
Messinstrumente	149
Messinstrumente zur Fehlersuche an Kälteanlagen	149
Klassifikation der Messinstrumente	149
a) Unsicherheit	149
b) Auflösungsvermögen	149
c) Reproduzierbarkeit	150
d) Langzeitstabilität	150
e) Temperaturstabilität	150
Elektronische Messinstrumente	150
Kontrolle und Justierung	150
Justierung der Messinstrumente	151
Manometer	151
Servicemanometer	151
Vakuummeter	151
Thermometer	152
Feuchtigkeitsmesser (Hygrometer)	152

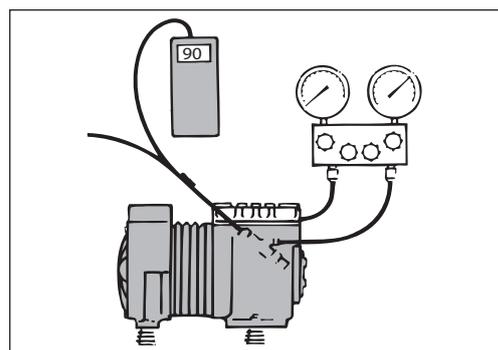
Notizen



Messinstrumente
Messinstrumente zur Fehlersuche an Kälteanlagen

Die bei der Fehlersuche am häufigsten verwendeten Instrumente sind folgende:

1. Manometer
2. Thermometer
3. Feuchtigkeitsmesser (Hygrometer)
4. Lecksuchgerät
5. Vakuummeter
6. Zangenamperemeter
7. Ohm- / Voltmeter
8. Polprüfer



Ae0_0045

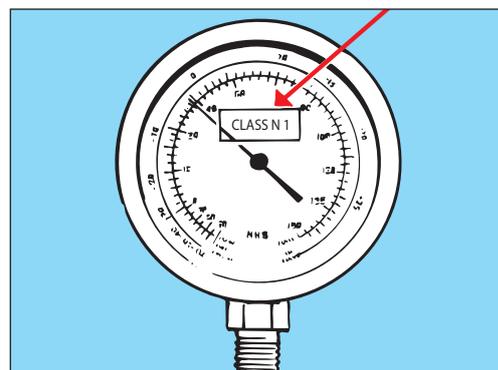
Klassifikation der Messinstrumente

Messinstrumente zur Fehlersuche und zum Service an Kälteanlagen sollten bestimmten Anforderungen an ihre Zuverlässigkeit gerecht werden.

Einige dieser Anforderungen lassen sich durch folgende Begriffe ausdrücken:

- a. Unsicherheit
- b. Auflösungsvermögen
- c. Reproduzierbarkeit
- d. Langzeitstabilität
- e. Temperaturstabilität

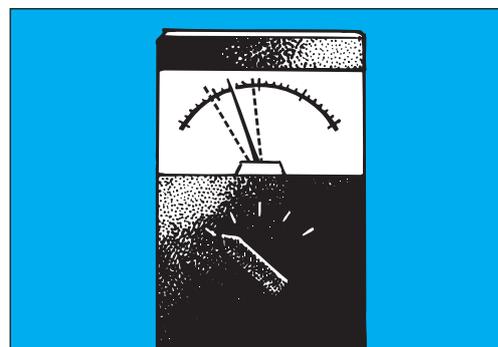
Die wichtigsten davon sind a), b) und e).



Ae0_0046

a) Unsicherheit

 Die Unsicherheit eines Messinstruments (auch Genauigkeit genannt) ist die Genauigkeit, mit der das Instrument den Wert der gemessenen Größe wiedergeben kann. Die Unsicherheit wird oft in % (\pm) angegeben, entweder des Skalenendwerts (FS) oder des Messwerts.

 Eine Angabe der Unsicherheit als z.B. $\pm 2\%$ des Messwerts bedeutet, dass das Messinstrument eine kleinere Unsicherheit hat (genauer ist) als bei einer Unsicherheit $\pm 2\%$ FS.


Ae0_0047

b) Auflösungsvermögen

Das Auflösungsvermögen eines Messinstruments ist die kleinste Einheit, die auf dem Instrument abgelesen werden kann.

Ein Digitalthermometer, das z.B. 0,1 °C als letzte Ziffer anzeigt, hat ein Auflösungsvermögen von 0,1 K.

 Das Auflösungsvermögen sagt nichts über die Genauigkeit des Instruments aus. Obwohl das Auflösungsvermögen mit 0,1 K angegeben ist, kann die Genauigkeit ± 2 K schlecht sein.

Es ist deshalb absolut notwendig, zwischen den genannten Größen zu unterscheiden.



Ah0_0006

c) Reproduzierbarkeit

Reproduzierbarkeit bezeichnet bei einem Messinstrument die Fähigkeit, bei einem konstanten Messwert wiederholt das gleiche Ergebnis zu zeigen.

Die Reproduzierbarkeit wird in % (\pm) angegeben.

d) Langzeitstabilität

Langzeitstabilität bringt zum Ausdruck, um wie viel sich die absolute Genauigkeit des Instruments ändert, z.B. pro Jahr.

Die Langzeitstabilität kann in % pro Jahr angegeben werden.



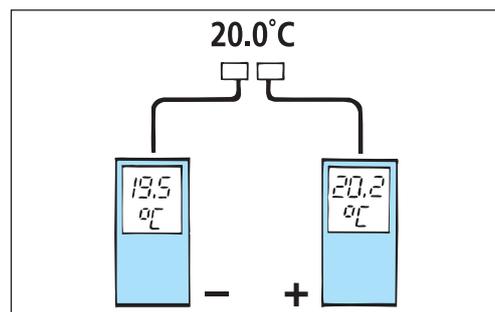
Ae0_0003

e) Temperaturstabilität

Die Temperaturstabilität eines Instruments gibt an, um wie viel sich die absolute Genauigkeit des Instruments pro $^{\circ}\text{C}$ Temperaturänderung, der das Instrument selbst ausgesetzt wird, ändert.

Die Temperaturstabilität wird in % pro $^{\circ}\text{C}$ angegeben.

Die Kenntnis der Temperaturstabilität eines Instruments ist wichtig, wenn das Instrument in Kühl- oder Gefrierräume angewendet werden soll.



Ae0_0004

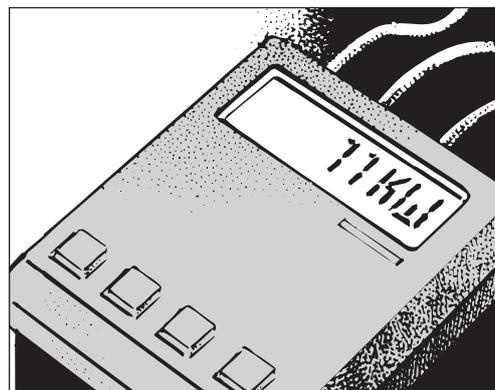
Elektronische Messinstrumente

Elektronische Messinstrumente können feuchtigkeitsempfindlich sein.

Einige können durch Kondensation zerstört werden, wenn sie unmittelbar nach Wechsel von kalter in warmer Umgebung in Betrieb gesetzt werden.

Die Inbetriebnahme darf erst erfolgen, wenn das Meßinstrument auf die Umgebungstemperatur erwärmt ist.

Niemals elektronische Messinstrumente unmittelbar nach ihrer Einbringung vom kalten Servicefahrzeug in wärmere Umgebung anwenden.

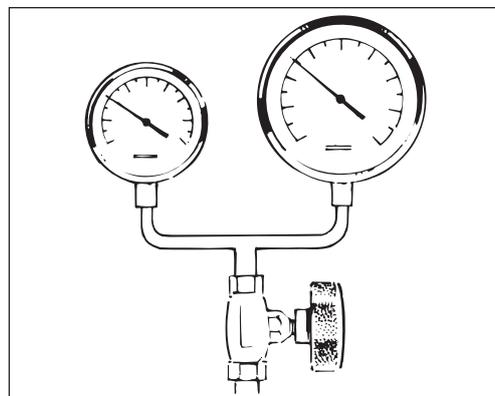


Ae0_0005

Kontrolle und Justierung

Messinstrumente ändern mit der Zeit ihre Anzeige und vielleicht auch einige der obengenannten Eigenschaften. Fast alle Messinstrumente sollten daher regelmäßig kontrolliert und eventuell justiert werden.

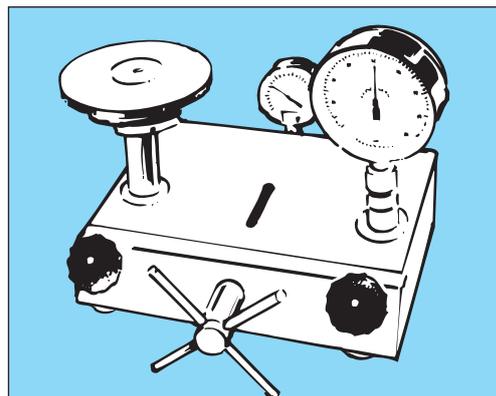
In der folgenden Beschreibung von Messinstrumenten wird gezeigt, wie man einfache Überprüfungen durchführen kann, die jedoch die obengenannte Kontrolle nicht ersetzen können.



Ae0_0006

*Kontrolle und Justierung
(Fortsetzung)*

Eine eigentliche Kontrolle und Justierung von Messinstrumenten kann in zugelassenen Testinstitutionen ausgeführt werden.



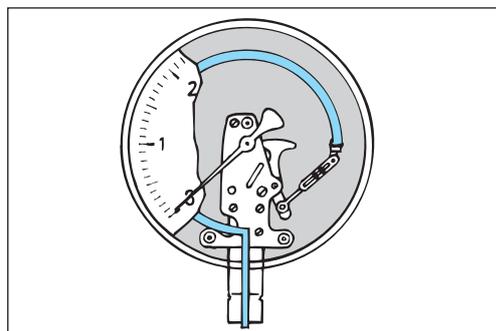
Ae0_0007

**Justierung der
Messinstrumente**
Manometer

Manometer zur Fehlersuche und zum Service sind meist Bourdon-Röhren-Manometer. Manometer an der Anlage sind meist auch von diesem Typ.

Druck wird fast immer als Überdruck gemessen. Der Nullpunkt der Druckskala entspricht dem normalen Barometerstand.

Manometer haben deshalb meist eine Druckskala von -1 bar (-100 kPa) über 0 bis + max. Anzeige. Skalen für absoluten Druck zeigen bei Atmosphärendruck ca. 1 bar an.



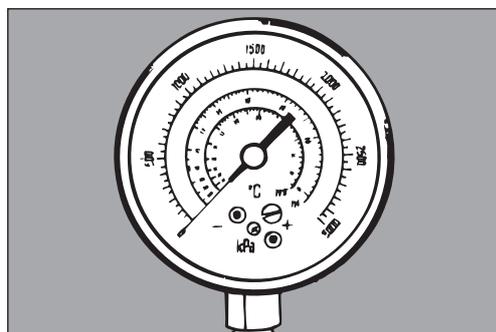
Ae0_0008

Servicemanometer

Servicemanometer haben in der Regel eine oder mehrere Temperaturskalen für die Sättigungstemperatur gängiger Kältemittel.

Manometer sollten eine Stellschraube zur Justierung des Nullpunktes haben, da sich die Bourdon-Röhre „setzt“, wenn sie lange Zeit hohem Druck ausgesetzt war.

Manometer sollten regelmäßig mit einem genauen Instrument kontrolliert werden und täglich daraufhin, ob das Manometer bei Atmosphärendruck 0 bar anzeigt.



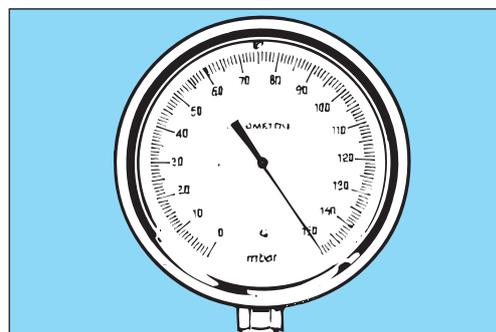
Ae0_0009

Vakuummeter

Vakuummeter werden zur Messung des Drucks im Rohrsystem einer Kälteanlage während und nach einem Evakuierungsprozess benutzt (siehe „Tipps für den Monteur, Montage“).

Vakuummeter zeigen immer absoluten Druck an (der Nullpunkt entspricht absolutem Vakuum).

Vakuummeter dürfen keinem Überdruck ausgesetzt werden und sollten deshalb zusammen mit einem Sicherheitsventil montiert werden, das auf ihren max. zulässigen Druck eingestellt ist.



Ae0_0010

Thermometer

Es werden meist elektronische Thermometer mit digitaler Anzeige und mit Oberflächenfühler, Raumfühler oder Einsteckfühler verwendet.

Die Unsicherheit sollte nicht größer als $\pm 0,1$ K sein, und das Auflösungsvermögen $0,1$ °C.

Thermostatische Expansionsventile werden oft mit Zeigermessgeräten mit dampfgefülltem Fühler und Kapillarrohr eingestellt, weil es damit leichter ist, Temperaturschwankungen zu verfolgen.

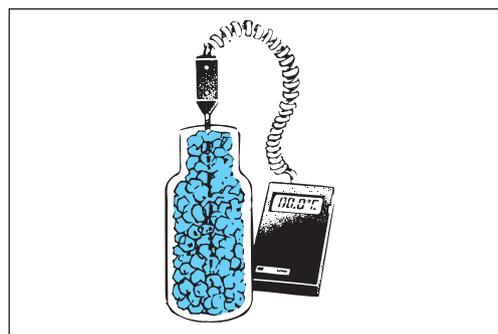


Ae0_0011

Zur Kontrolle bei 0 °C werden Thermometer 150 bis 200 mm in eine mit einem Gemisch aus zerkleinertem Eis (aus destilliertem Wasser) und destilliertem Wasser voll gefüllte Thermosflasche hineingesteckt.

Wenn der Fühler es zulässt, wird er zur Kontrolle bei 100 °C in die Oberfläche von siedend heißem Wasser in einem Behälter mit Deckel gehalten.

Eine Justierung kann nur von einem anerkannten Testinstitut ausgeführt werden.



Ae0_0013

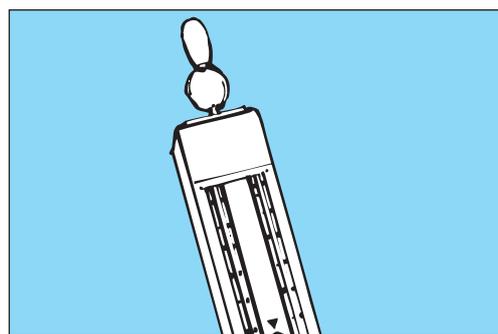
Feuchtigkeitsmesser (Hygrometer)

Die Luftfeuchtigkeit in Kühlräumen und klimatisierten Räumen oder Kanälen kann gemessen werden mit:

- Haarhygrometer
- Psychrometer
- Elektronischen Hygrometern.

Ein Haarhygrometer erfordert vor jeder Benutzung eine Justierung.

Ein Psychrometer (nasses und trockenes Thermometer) erfordert keine Justierung, wenn seine Thermometer von hoher Qualität sind.

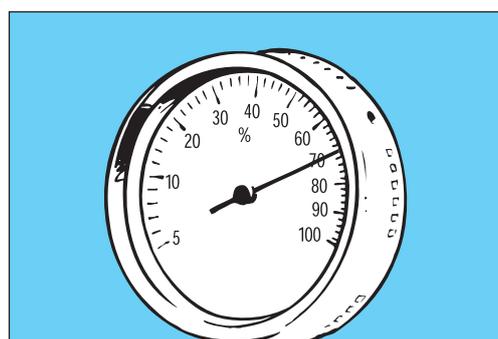


Ae0_0014

Bei niedriger Temperatur und bei hoher Luftfeuchtigkeit wird die Temperaturdifferenz zwischen dem nassen und dem trockenen Thermometer klein.

Daher ist unter diesen Bedingungen die Unsicherheit eines Psychrometers groß.

Hier ist ein justiertes Haarhygrometer oder eines der elektronischen Hygrometer geeigneter.



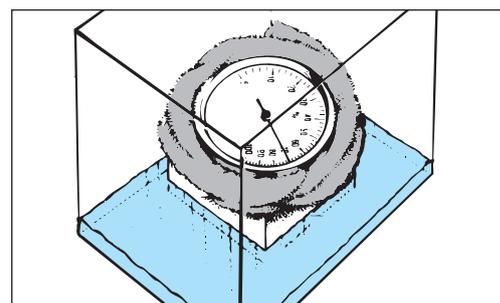
Ae0_0015

Hygrometer (Fortsetzung)

Zur Justierung wird ein Haarhygrometer mit einem sauberen, feuchten Lappen umwickelt und in einem luftdichten Behälter mit wasserbedecktem Boden angebracht. (Es darf kein Wasser in das Hygrometer oder auf den Fühler kommen).

Das ganze wird jetzt mindestens zwei Stunden in der Temperatur, bei der gemessen werden soll, angebracht.

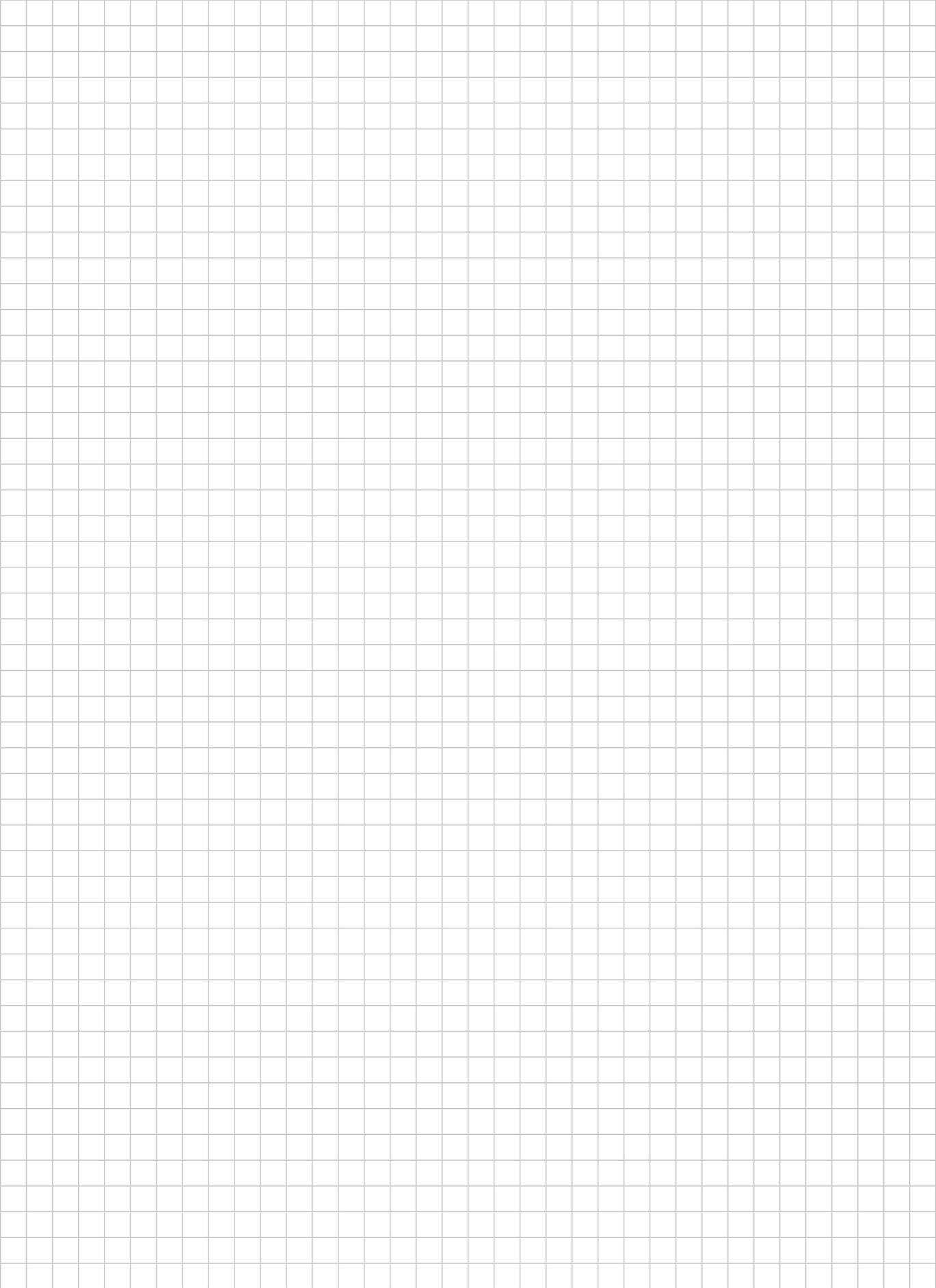
Das Hygrometer muss nun 100 % anzeigen, andernfalls muss es an der Stellschraube justiert werden.



Ae0_0049

Inhalt	Seite
Allgemeines über Fehler an Kälteanlagen.....	157
Fehlersuche ohne Anwendung von Instrumenten.....	157
Kategorisierung.....	157
Anlagenkenntnis	157
Theoretisches Wissen	158
Sichtbare Fehler und ihre Auswirkung auf den Betrieb der Anlage	159
Sichtbare Fehler	159
Luftgekühlter Verflüssiger	159
Wassergekühlter Verflüssiger.....	159
Sammler mit Schauglas	159
Sammlerabsperrentil	159
Flüssigkeitsleitung	159
Filtertrockner	159
Schauglas	159
Thermostatisches Expansionsventil	160
Luftkühler	160
Flüssigkeitskühler.....	160
Saugleitung	161
Regler in der Saugleitung	161
Verdichter	161
Kühlraum	161
Allgemeines	161
Fehler, die getastet, gehört oder gerochen werden können und ihre Auswirkung auf den Betrieb der Anlage	162
Fehler, die getastet werden können	162
Magnetventil	162
Filtertrockner	162
Fehler, die gehört werden können.....	162
Regler in der Saugleitung	162
Verdichter	162
Kühlraum	162
Fehler, die gerochen werden können.....	162
Kühlraum.....	162
Kälteanlage mit Luftkühler und luftgekühltem Verflüssiger.....	163
Kälteanlage mit zwei Luftkühlern und luftgekühltem Verflüssiger	164
Kälteanlage mit Flüssigkeitskühler und wassergekühltem Verflüssiger.....	165
System in der Fehlersuche	166
Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen.....	167
Fehlersuche - Thermostatische Expansionsventile	175
Fehlersuche - Magnetventile	177
Fehlersuche - Druckschalter	179
Fehlersuche - Thermostate	180
Fehlersuche - Druckgesteuerte Wasserventile.....	181
Fehlersuche - Filtertrockner und Schaugläser	182
Fehlersuche - KV Druckregler.....	183

Notizen



Allgemeines über Fehler an Kälteanlagen

In diesem Abschnitt werden Fehler an kleineren, einfachen Kälteanlagen behandelt.

Die beschriebenen Fehler, Fehlerursachen, Behebungen und Einwirkungen auf den Betrieb der Anlage gelten auch für kompliziertere und große Anlagen, nur können dort weitere Fehler auftreten, die hier nicht beschrieben werden, eben so wenig wie Fehler an elektronischen Reglern.



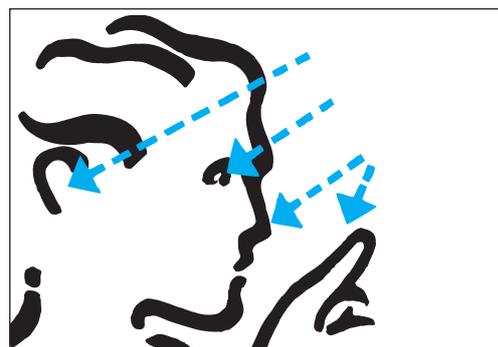
Ae0_0001

Fehlersuche ohne Anwendung von Instrumenten

Die Fehlersuche ist in zwei Abschnitte aufgeteilt.

Der erste umfasst ausschließlich die Fehler, die direkt mit den Sinnen Sehen, Hören, Tasten und teilweise mit dem Geruch wahrgenommen werden können.

Hier werden Symptome, mögliche Ursachen und die Einwirkung auf den Betrieb der Anlage angegeben.



Ae0_0012

Kategorisierung

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich sowohl mit Fehlern, die direkt mit den Sinnen wahrgenommen werden können, als auch mit Fehlern, die nur mit Hilfe von Messinstrumenten festgestellt werden können.

Hier werden die Symptome und mögliche Ursachen erklärt und Anweisungen zur Behebung der Fehler gegeben.

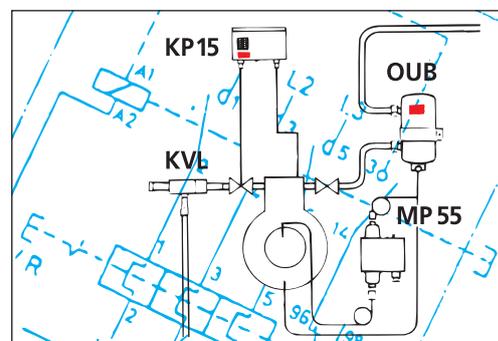


Ae0_0028

Anlagenkenntnis

Ein guter Überblick über Aufbau, Funktion und Steuerung der Kälteanlage, mechanisch wie auch elektrisch, ist wichtig.

Bei unbekanntnen Anlagen sollte man sich zuerst Anlagenschema ansehen und sich über die tatsächliche Gestaltung (Rohrführung, Lage der Bauteile, eventuell angeschlossene Systeme wie Kühltürme und Kühlsolesysteme) informieren.



Ae0_0029

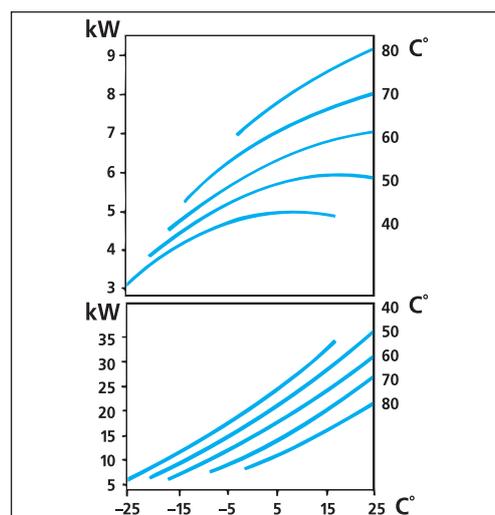
Theoretisches Wissen

Um Fehler und unzuverlässigen Betrieb entdecken und beheben zu können, ist ein gewisses Maß an theoretischem Wissen notwendig.

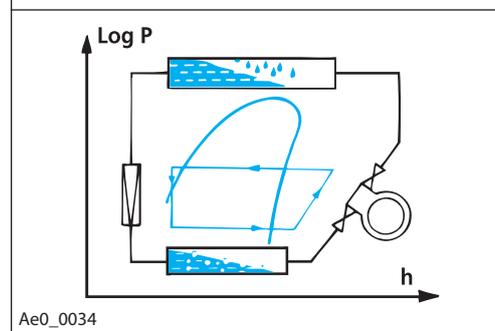
Wenn man alle Arten von Fehlern, auch an verhältnismäßig einfachen Kälteanlagen selbstständig finden will, setzt dies gründliche Kenntnis u.a. folgender Punkte voraus:

- Aufbau, Wirkungsweise und Kennlinien sämtlicher Anlagenkomponenten
- Notwendige Messausrüstung und Messtechnik
- Sämtliche kältetechnischen Prozesse in der Anlage
- Einfluss der Umgebung auf den Betrieb der Anlage
- Funktion und Einstellung von Automatik und Sicherheitsausrüstung
- Rechtsvorschriften über Sicherung und Inspektion von Kälteanlagen

Vor der Untersuchung von Fehlern in Kälteanlagen wird empfohlen, sich kurz mit den wichtigsten zur Fehlersuche benutzten Instrumenten vertraut zu machen.



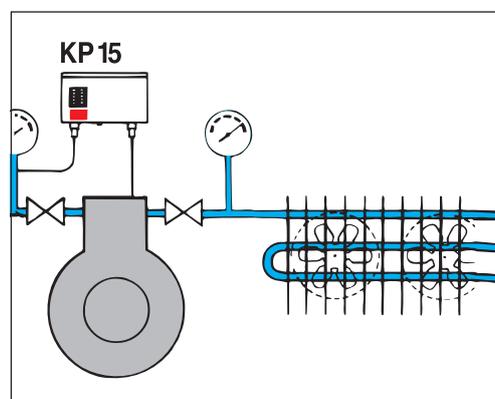
Ae0_0033



Ae0_0034

Bei der folgenden Beschreibung von Fehlern an Kälteanlagen in Abschnitt 1 und 2 wird von Anlagen ausgegangen, die in den Rohrleitungsschemas Bild 1, 2 und 3 entsprechen.

Die möglichen Fehlersymptome werden in der Richtung des Kreisprozesses beschrieben, beginnend nach der Hochdruckseite des Verdichters und in Pfeilrichtung fortschreitend.



Ae0_0016

Sichtbare Fehler und ihre Auswirkung auf den Betrieb der Anlage

Text in [] gibt die Fehlerursache an

Sichtbare Fehler	Auswirkung auf den Betrieb der Anlage
Luftgekühlter Verflüssiger a) Verschmutzt, z.B. mit Fett und Staub, Sägemehl, verwelkten Blättern [Mangelnde Wartung] b) Ventilator läuft nicht. [Motor defekt] [Motorschutzschalter ausgeschaltet] c) Ventilator hat falsche Drehrichtung [Montagefehler] d) Ventilatorflügel beschädigt. e) Lamellen des Verflüssigers verformt. [Unsanfte Behandlung]	Fehler unter a), b), c), d) und e) verursachen: - Erhöhten Verflüssigungsdruck - Verminderte Kälteleistung - Erhöhten Energieverbrauch Der Unterschied zwischen der Eintrittstemperatur der Luft und der Verflüssigungstemperatur sollte zwischen 10 °C und 0 °C liegen.
Wassergekühlter Verflüssiger mit Schauglas: Siehe unter Sammler	Der Unterschied zwischen der Verflüssigungstemperatur und der Eintrittstemperatur des Wassers sollte zwischen 10 °C und 0 °C liegen.
Sammler mit Schauglas Flüssigkeitsstand zu niedrig. [Kältemittelmangel in der Anlage] [Überfüllter Verdampfer] [Überfüllter Verflüssiger] Flüssigkeitsstand zu hoch [Überfüllte Anlage]	Dampf / Dampfblasen in der Flüssigkeitsleitung Niedriger Saugdruck oder unbeabsichtigtes "Takten" des Verdichters Möglicherweise zu hoher Verflüssigungsdruck Möglicherweise zu hoher Verflüssigungsdruck
Sammlerabsperrentil a) Ventil geschlossen b) Ventil teilweise geöffnet	Anlage durch den Niederdruckschalter ausgeschaltet Dampfblasen in der Flüssigkeitsleitung Niedriger Saugdruck oder „Takten“ des Verdichters
Flüssigkeitsleitung a) Zu eng. [Bemessungsfehler] b) Zu lang [Bemessungsfehler] c) Mit scharfen Biegungen und / oder eingedrückt [Montagefehler]	Fehler unter a), b) und c) verursachen: - Großer Druckabfall in der Flüssigkeitsleitung - Dampf in der Flüssigkeitsleitung
Filtertrockner Tau- oder Reifbildung auf der Oberfläche [Trockner auf der Eintrittsseite teilweise mit Schmutz verstopft]	Dampf in der Flüssigkeitsleitung
Schauglas a) Farbe gelb. [Feuchtigkeit in der Anlage] b) Farbe braun. [Schmutzpartikel in der Anlage] c) Reiner Dampf im Schauglas [Flüssigkeitsmangel in der Anlage] [Ventil in Flüssigkeitsleitung geschlossen] [Vollständige Verstopfung, z.B. des Filtertrockners] d) Flüssigkeit und Dampfblasen im Schauglas [Ungenügende Flüssigkeit im System] [Ventil in der Flüssigkeitsleitung teilweise geschlossen] [Teilweise Blockierung, z. B. des Filtertrockners] [Keine Unterkühlung]	Risiko von: Säurebildung, Korrosion, Motorbrand, Eis im thermostatischen Expansionsventil Verursacht Verschleiß an beweglichen Teilen und Blockierungen in Ventilen und Filtertrocknern Stillstand aufgrund von Niederdruckkontrolle oder "Takten" des Verdichters Stillstand, Niederdruckschalter löst aus Stillstand, Niederdruckschalter löst aus Alle Fehler unter d): "Takten" des Verdichters oder Betrieb mit niedrigem Saugdruck

Sichtbare Fehler und ihre Auswirkung auf den Betrieb der Anlage (Fortsetzung)

Text in [] gibt die Fehlerursache an

Sichtbare Fehler	Auswirkung auf den Betrieb der Anlage
Thermostatisches Expansionsventil a) Thermostatisches Expansionsventil stark bereift Verdampfer nur in der Nähe des Ventils bereift [Schmutzfilter teilweise verstopft] [Fühlerfüllung teilweise entwichen] [Früher erwähnte Fehler, die Dampfblasen in der Flüssigkeitsleitung verursachen] b) Thermostatisches Expansionsventil ohne äußeren Druckausgleich, Verdampfer mit Flüssigkeitsverteiler [Bemessungs- und Montagefehler] c) Thermostatisches Expansionsventil mit äußeren Druckausgleich, Ausgleichsrohr nicht montiert [Montagefehler] d) Fühler nicht ordnungsgemäß montiert [Montagefehler] e) Fühler hat nicht in seiner ganzen Länge Kontakt mit dem Rohr [Montagefehler] f) Fühler im Luftstrom angebracht [Montagefehler]	Die Fehler unter a) verursachen Betrieb bei niedrigem Saugdruck oder unbeabsichtigtes „Takten“ des Verdichters hervorgerufen durch den Niederdruckschalter. Die Fehler unter b) und c) verursachen: Betrieb bei niedrigem Saugdruck oder unbeabsichtigtes „Takten“ des Verdichters hervorgerufen durch den Niederdruckschalter. Die Fehler unter d), e) und f) verursachen: Eine Überfüllung des Verdampfers mit der Gefahr, dass unverdampftes Kältemittel vom Verdichter angesaugt wird und damit zum Ausfall führt.
Luftkühler a) Verdampferfläche nur auf der Eintrittseite bereift Thermostatisches Expansionsventil stark bereift [Fehler am thermostatischen Expansionsventil] [Alle zuvor erwähnten Fehler, die Dampf in der Flüssigkeitsleitung verursachen] b) Front von Reif blockiert [Fehlender, defekter oder falsch eingeregelter Abtauvorgang] c) Ventilator läuft nicht. [Motor defekt oder Motorschutzschalter ausgeschaltet] d) Ventilatorflügel defekt e) Lamellen verformt. [Unsachgemäßer Umgang]	Der Fehler unter a) verursacht: Große Überhitzung am Austritt Verdampfer und Betrieb bei durchschnittlich niedrigem Saugdruck. Die Fehler unter a), b), c), d) und e) verursachen: - Betrieb bei durchschnittlich niedrigem Saugdruck - Verminderte Kälteleistung - Erhöhter Energieverbrauch. Für mit thermostatischen Expansionsventil geregelte Verdampfer gilt: Der Unterschied zwischen der Eintrittstemperatur der Luft und der Verdampfungstemperatur sollte zwischen 6 °C und 15 °C liegen. Für niveaugeregelte Verdampfer gilt: Im unteren Teil des Verdampfers sollte der Unterschied zwischen der Eintrittstemperatur der Luft und der Verdampfungstemperatur möglichst zwischen 2 °C und 8 °C liegen.
Flüssigkeitskühler a) Fühler des thermostatischen Expansionsventiles nicht ordnungsgemäß befestigt [Montagefehler] b) Thermostatisches Expansionsventil ohne äußeren Druckausgleich an Flüssigkeitskühler mit großem Druckverlust, z.B. ein Koax-Verdampfer [Bemessungs- oder Montagefehler] c) Thermostatisches Expansionsventil mit äußerem Druckausgleich, Ausgleichsrohr nicht montiert [Montagefehler]	Verursacht überfüllten Verdampfer mit der Gefahr, dass der Verdichter unverdampftes Kältemittel ansaugt und damit zum Ausfall des Verdichters. Die Fehler unter b) und c) verursachen: - Große Überhitzung am Austritt Verdampfer - Betrieb bei durchschnittlich niedrigem Saugdruck - Verminderte Kälteleistung - Erhöhter Energieverbrauch. Für mit thermostatischen Expansionsventil geregelte Verdampfer gilt: Der Unterschied zwischen der Eintrittstemperatur der Luft und der Verdampfungstemperatur sollte zwischen 6 °C und 15 °C liegen. Für niveaugeregelte Verdampfer gilt: Der Unterschied zwischen der Eintrittstemperatur der Luft und der Verdampfungstemperatur sollte zwischen 2 °C und 8 °C liegen.

Sichtbare Fehler und ihre Auswirkung auf den Betrieb der Anlage (Fortsetzung)

Text in [] gibt die Fehlerursache an

Sichtbare Fehler	Auswirkung auf den Betrieb der Anlage
Saugleitung a) Unnormal starke Reifbildung [Überhitzung des thermostatischen Expansionsventiles zu klein] b) Scharfe Biegungen und/oder eingedrückt [Montagefehler] Regler in der Saugleitung Tau/Reif nach dem Regler, kein Tau oder Reif vor dem Regler [Überhitzung des thermostatischen Expansionsventiles zu klein]	Gefahr, dass der Verdichter unverdampftes Kältemittel ansaugt und Ausfall des Verdichters. Verursacht niedrigen Saugdruck oder unbeabsichtigtes „Takten“ des Verdichters. Gefahr, dass der Verdichter unverdampftes Kältemittel ansaugt und Ausfall des Verdichters.
Verdichter a) Tau oder Reif auf der Eintrittsseite des Verdichters [Überhitzung am Austritt des Verdampfer zu klein] b) Ölstand im Kurbelgehäuse zu niedrig [Ölmangel in der Anlage] [Ölansammlung im Verdampfer] c) Ölstand im Kurbelgehäuse zu hoch [Überfüllung mit Öl] [Vermischung von Öl und Kältemittel in einem zu kalten Verdichter] [Vermischung von Öl und Kältemittel aufgrund einer zu kleinen Überhitzung am Austritt Verdampfers] d) Ölaufsieden im Kurbelgehäuse beim Anlauf [Vermischen von Öl und Kältemittel in einem zu kalten Verdichter] e) Ölaufsieden im Kurbelgehäuse während des Betriebs [Vermischung von Öl und Kältemittel aufgrund einer zu kleinern Überhitzung am Austritt Verdampfers]	Gefahr, dass der Verdichter unverdampftes Kältemittel ansaugt und Ausfall des Verdichters. Verursacht Verschleiss beweglicher Teile. Anlage durch einen etwaigen Öldifferenzdruckschalter ausgeschaltet. Flüssigkeitsschlag in den Zylindern, Gefahr des Verdichterausfalls: - Bruch von Arbeitsventilen - Bruch anderer beweglicher Teile - Mechanische Überlastung Flüssigkeitsschlag, Schäden wie unter c) Flüssigkeitsschlag, Schäden wie unter c)
Kühlraum a) Ausgetrocknete Oberflächen von Fleisch, welches Gemüse. [Luftfeuchtigkeit zu niedrig, wahrscheinlich aufgrund zu kleinen Verdampfers] b) Türen undicht oder ordnungswidrig offen c) Fehlende oder defekte Alarmschilder d) Fehlende oder defekte Ausgangsschilder Für b), c) und d) gilt: [Mangelnde Wartung oder Bemessungsfehler] e) Fehlende Alarmanlage [Bemessungsfehler]	Verursacht schlechte Lebensmittelqualität und / oder Ausschussware. Kann zu Warenschäden führen. Kann zu Personenschäden führen. Kann zu Personenschäden führen. Kann zu Personenschäden führen.
Allgemeines a) Öltropfen unter Verbindungen und / oder Ölflecken auf dem Fußboden [Möglichkeit von Undichtheiten von verschiedenen Verbindungen] b) Durchgebrannte Sicherungen [Überlastung der Anlage oder Kurzschluss] c) Unterbrochene Motorschutzschalter [Überlastung der Anlage oder Kurzschluss] d) Unterbrochene Druckschalter, Thermostate usw.. [Einstellfehler] [Geräte defekt]	Entweichen von Öl und Kältemittel. Anlage ausgeschaltet. Anlage ausgeschaltet. Anlage ausgeschaltet. Anlage ausgeschaltet.

Fehler, die getastet, gehört oder gerochen werden können und ihre Auswirkung auf den Betrieb der Anlage

Text in [] gibt die Fehlerursache an

Fehler, die getastet werden können	Auswirkung auf den Betrieb der Anlage
Magnetventil Kälter als das Rohr vor dem Magnetventil [Magnetventil "hängt fest", teilweise offen] Gleiche Temperatur wie das Rohr vor dem Magnetventil [Magnetventil geschlossen]	Dampf in der Flüssigkeitsleitung Anlage durch den Niederdruckschalter ausgeschaltet
Filtertrockner Trockner kälter als das Rohr vor dem Trockner [Trockner auf der Eintrittseite teilweise mit Schmutz verstopft]	Dampf in der Flüssigkeitsleitung
Fehler, die gehört werden können	Auswirkung auf den Betrieb der Anlage
Regler in der Saugleitung Verdampfungsdruckregler oder anderer Regler gibt Heulton ab [Regler zu groß (Bemessungsfehler)]	Unstabiler Betrieb
Verdichter a) Klopfergeräusche beim Anlauf [Ölaufsieden] b) Klopfergeräusche während des Betriebs [Ölaufsieden] [Verschleiss beweglicher Teile]	Flüssigkeitsschlag Gefahr des Verdichterausfalls Flüssigkeitsschlag Gefahr des Verdichterausfalls
Kühlraum Alarmanlage defekt [Mangelnde Wartung]	Kann zu Personenschäden führen.
Fehler, die gerochen werden können	Auswirkung auf den Betrieb der Anlage
Kühlraum Schlechter Geruch im Fleischkühlraum [Luftfeuchtigkeit zu hoch aufgrund zu großen Verdampfers oder niedriger Belastung]	Verursacht schlechte Lebensmittelqualität und / oder Ausschuss von Waren.

Kälteanlage mit Luftkühler und luftgekühltem Verflüssiger

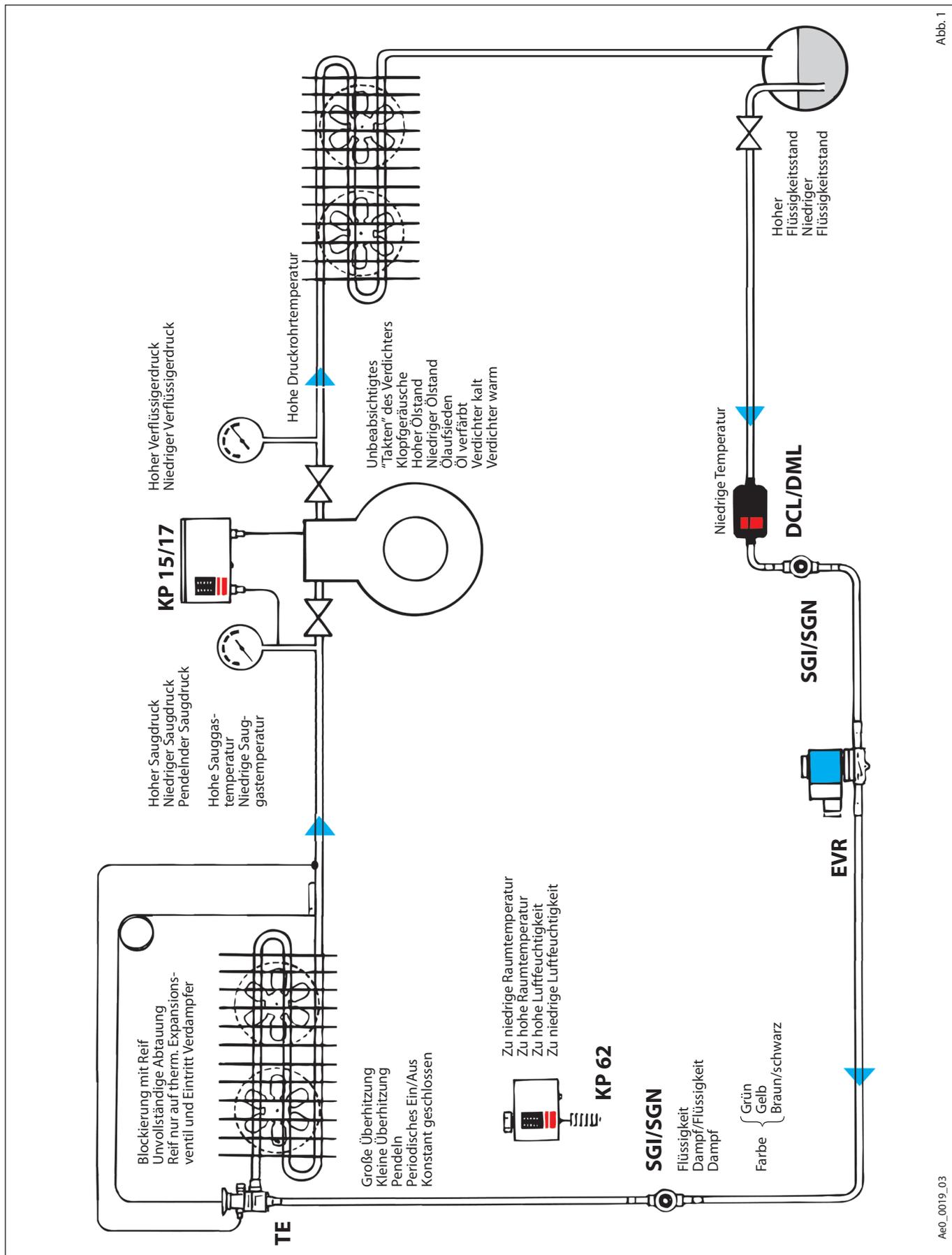


Abb. 1

Ae0_0019_03

Kälteanlage mit zwei luftkühlern und luftgekühltem Verflüssiger

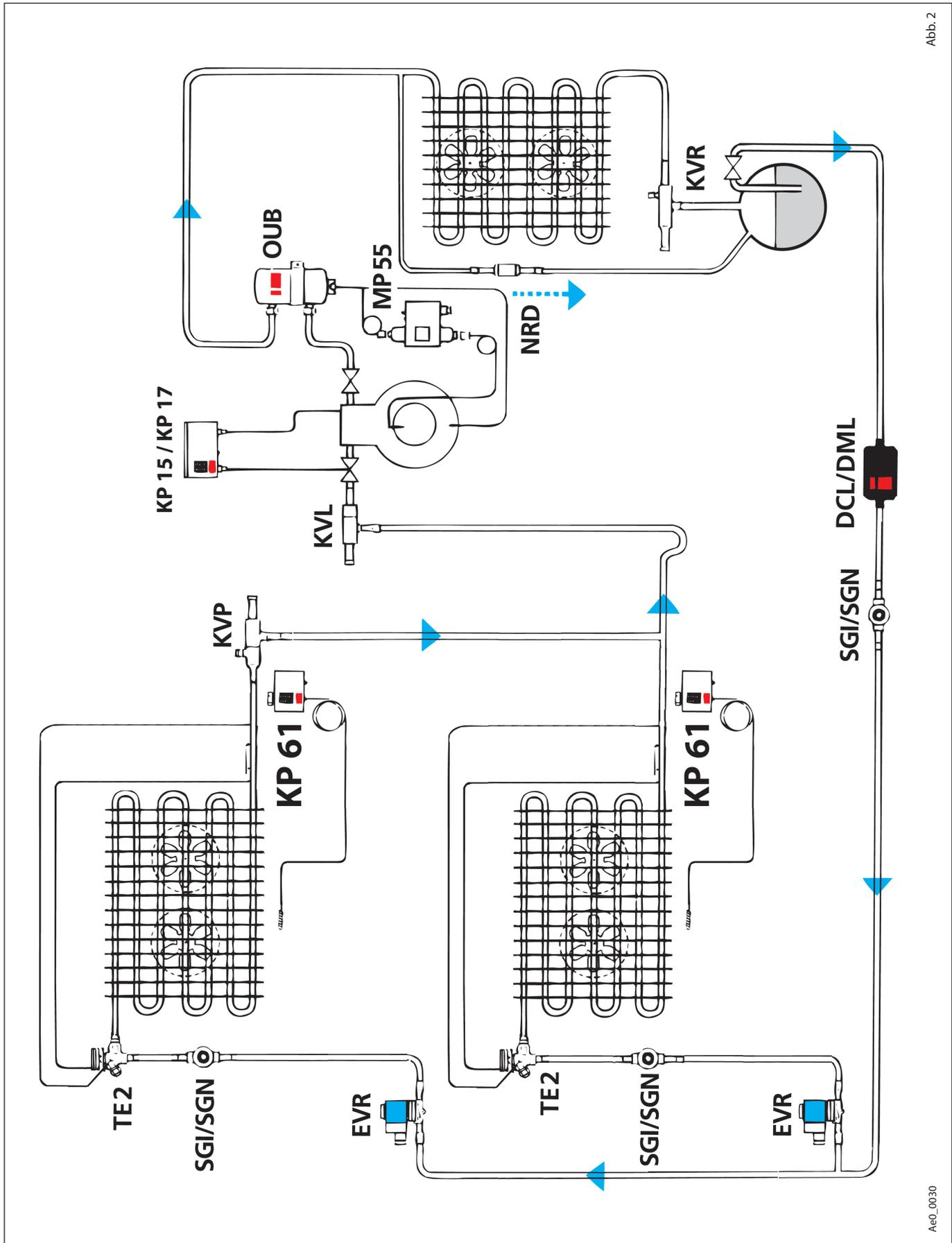
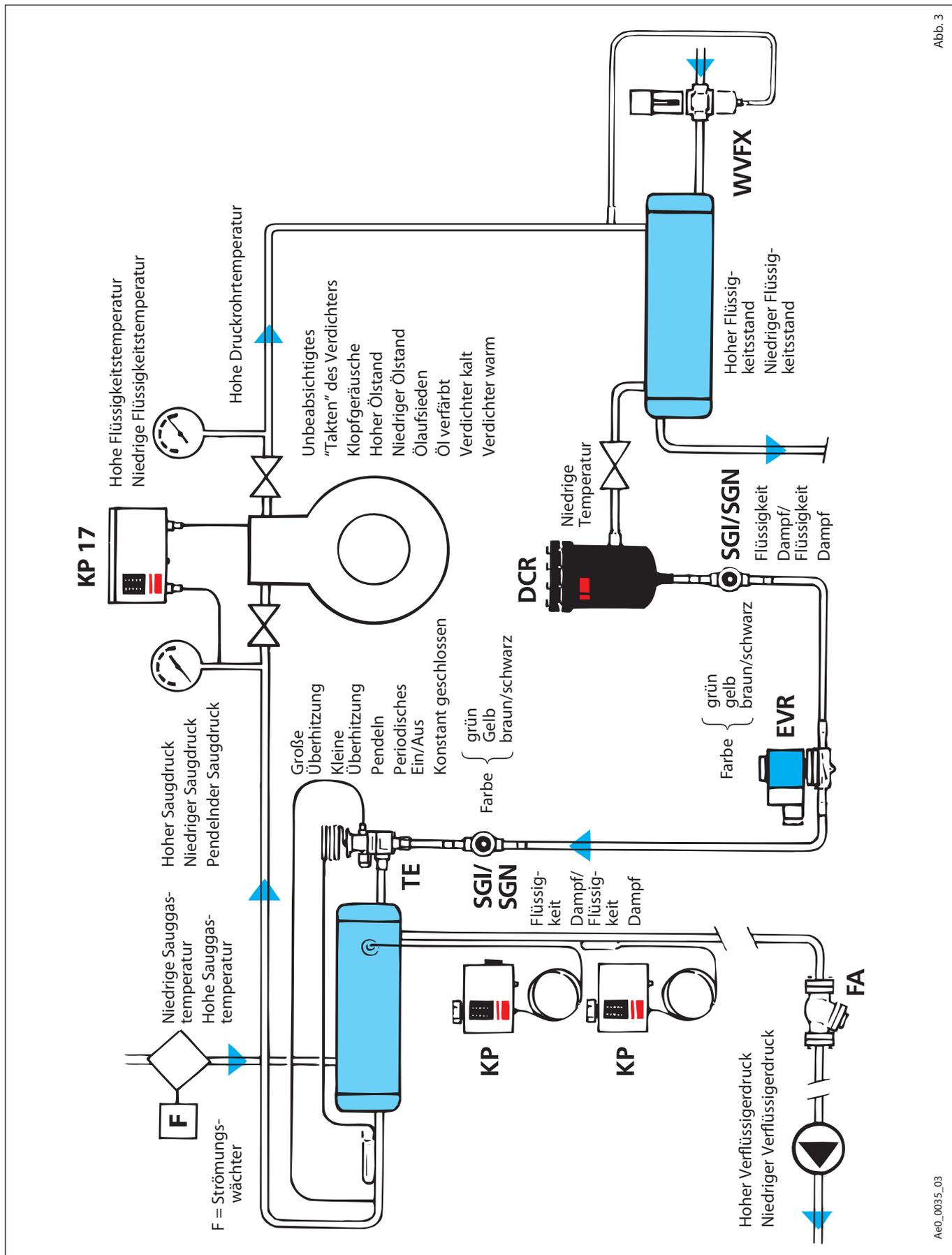


Abb. 2

Ae0_0030

Kälteanlage mit Flüssigkeitskühler und wassergekühltem Verflüssiger



System in der Fehlersuche
Den Pfeilen in den Schaltbildern Abb. 1 und Abb. 3 folgen - nach dem Verdichter beginnen

	Seite
Hoher Verflüssigungsdruck	167
Niedriger Verflüssigungsdruck	167
Pendelnder Verflüssigungsdruck.....	167
Hohe Druckrohrtemperatur	168
Niedrige Druckrohrtemperatur.....	168
Niedriger Flüssigkeitsstand im Sammler.	168
Hoher Flüssigkeitsstand im Sammler.....	168
Kälteleistung zu klein.....	168
Niedrige Temperatur des Filtertrockners.....	168
Feuchtigkeitsanzeige des Schauglases - verfärbt, gelbgefärbt.....	168
Feuchtigkeitsanzeige des Schauglases - braun- oder schwarzgefärbt.....	168
Dampfblasen im Schauglas vor dem thermostatischen Expansionsventil.....	169
Verdampfer durch Reif blockiert	169
Verdampfer nur in der Nähe des thermostatischen Expansionsventils bereift.....	169
Zu hohe Luftfeuchtigkeit im Kühlraum.....	170
Zu niedrige Luftfeuchtigkeit im Kühlraum.....	170
Zu hohe Raumtemperatur	170
Zu niedrige Raumtemperatur.....	170
Hoher Saugdruck.....	170
Niedriger Saugdruck	171
Pendelnder Saugdruck.....	171
Hohe Sauggasttemperatur.....	171
Niedrige Sauggasttemperatur	171
Verdichter „taktet“ unbeabsichtigt.....	171
Druckrohrtemperatur zu hoch	172
Verdichter zu kalt.....	172
Verdichter zu warm.....	172
Verdichter hat Klopfgeräusche.....	172
Verdichter hat hohen Ölstand	172
Verdichter hat niedrigen Ölstand.....	172
Verdichter bekommt Ölaufsieden.....	173
Verdichter hat verfärbtes Öl	173
Verdichter kann nicht anlaufen.....	173
Verdichter läuft ununterbrochen	174

Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfe
Verflüssigungsdruck zu hoch Luft und wassergekühlter Verflüssiger	<ul style="list-style-type: none"> a) Luft oder andere nichtkondensierbare Gase im Kältemittelsystem b) Verflüssigerfläche zu klein c) Kältemittelfüllung der Anlage zu groß (Flüssigkeitsansammlung im Verflüssiger) d) Verflüssigungsdruckregelung auf zu hohem Druck eingestellt 	<p>Verflüssiger mit Kältemittelrückgewinnungssystem entlüften. Anlage auf Betriebstemperatur bringen. Falls nötig, erneut entlüften.</p> <p>Verflüssiger gegen einen größeren austauschen.</p> <p>Verflüssigungsdruck senken, in dem Kältemittel entfernt wird. Dabei dürfen keine Blasen im Schauglas auftreten.</p> <p>Auf richtigen Druck achten.</p>
Verflüssigungsdruck zu hoch Luftgekühlter Verflüssiger	<ul style="list-style-type: none"> a) Schmutz auf der äußeren Oberfläche des Verflüssigers b) Ventilatormotor / -flügel defekt oder zu klein c) Zu geringe Belüftung des Verflüssigers d) Umgebungstemperatur zu hoch e) Falsche Lüfrichtung durch den Verflüssiger f) Kurzschluss zwischen der Druck und Saugseite des Verflüssigergebläses 	<p>Verflüssiger reinigen</p> <p>Motor oder Ventilatorflügel oder beide austauschen</p> <p>Hindernisse für die Belüftung entfernen oder Verflüssiger versetzen</p> <p>Drehrichtung des Gebläsemotors umkehren</p> <p>Bei Aggregaten muss die Luftströmung durch den Verflüssiger und danach über den Verdichter gehen</p> <p>Einen passenden Kanal montieren, evtl. ins Freie</p>
Verflüssigungsdruck zu hoch Wassergekühlter Verflüssiger	<ul style="list-style-type: none"> a) Temperatur des Kühlwassers zu hoch b) Wassermenge zu klein c) Beläge auf den inneren Oberflächen der Wasserrohre d) Kühlwasserpumpe defekt oder abgeschaltet 	<p>Für niedrigere Wassertemperatur sorgen</p> <p>Wassermenge erhöhen, evtl. mittels automatischem Wasserventil</p> <p>Wasserrohre des Verflüssigers reinigen</p> <p>Ursache untersuchen, evtl. Kühlwasserpumpe austauschen oder reparieren</p>
Verflüssigungsdruck zu niedrig Luft und Wassergekühlter Verflüssiger	<ul style="list-style-type: none"> a) Verflüssigerfläche zu groß b) Belastung des Verdampfers zu niedrig c) Saugdruck zu niedrig, z.B. aufgrund von Flüssigkeitsmangel im Verdampfer d) Saug oder Druckventil des Verdichters undicht, evtl. beide e) Verflüssigungsdruckregler auf zu niedrigen Druck eingestellt f) Unisolierter Sammler im Verhältnis zum Verflüssiger zu kalt angebracht (der Sammler wirkt als Verflüssiger) 	<p>Verflüssigungsdruckregelung einbauen oder Verflüssiger austauschen</p> <p>Verflüssigungsdruckregelung einbauen</p> <p>Fehler auf der Strecke zwischen Verflüssiger und thermostatischen Expansionsventil suchen (siehe unter "Saugdruck zu niedrig")</p> <p>Ventilplatte austauschen</p> <p>Verflüssigungsdruckregler auf richtigen Druck einstellen</p> <p>Sammler versetzen oder mit einem geeigneten isolierenden Mantel versehen</p>
Verflüssigungsdruck zu niedrig Luftgekühlter Verflüssiger	<ul style="list-style-type: none"> a) Temperatur der Kühlluft zu niedrig b) Luftmenge für den Verflüssiger zu groß 	<p>Verflüssigungsdruckregelung schaffen</p> <p>Ventilator gegen einen kleineren austauschen oder Drehzahlregelung des Motors ändern</p>
Verflüssigungsdruck zu niedrig Wassergekühlter Verflüssiger	<ul style="list-style-type: none"> a) Wassermenge zu groß b) Wassertemperatur zu niedrig 	<p>Automatisches Wasserventil Typ WVFX montieren oder ein vorhandenes einstellen</p> <p>Wassermenge herabsetzen, evtl. mit automatischem Wasserventil Typ WVFX</p>
Verflüssigungsdruck pendelnd	<ul style="list-style-type: none"> a) Druckschalter für ein/aus des Verflüssigergebläses hat zu große Differenz, kann Dampfbildung in der Flüssigkeitsleitung einige Zeit nach dem Start des Verflüssigergebläses verursachen, aufgrund von Kältemittelansammlung im Verflüssiger b) Thermostatisches Expansionsventil pendelt c) Fehler durch Verflüssigungsdruckregelung mit Ventilen Typ KVR/KVD (Ventil zu groß?) d) Infolge pendelnden Saugdrucks e) Falsch dimensioniertes oder ungünstig platziertes Rückschlagventil in der Kondensatleitung 	<p>Differenz auf einen niedrigeren Wert einstellen oder Regelung mit Hilfe von Ventilen (KVD + KVR) regeln oder Drehzahl des Gebläsemotors, z.B. mit RGE oder XGE, regeln</p> <p>Thermostatisches Expansionsventil auf größere Überhitzung einstellen oder Düse gegen eine kleinere austauschen</p> <p>Ventile gegen kleinere Größen austauschen</p> <p>Siehe unter "Saugdruck pendelnd"</p> <p>Wahl des Rückschlagventils prüfen</p> <p>Einbau unterhalb des Verflüssigers, nahe am Sammlereintritt.</p>

Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen (Fortsetzung)

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfe
Druckrohrtemperatur zu hoch	a) Saugdruck zu niedrig aufgrund von: 1) Flüssigkeitsmangel im Verdampfer 2) Niedrigerer Verdampferbelastung 3) Undichten Saug- oder Druckventilen 4) Zu hohe Überhitzung im Wärmetauscher oder Flüssigkeitsabscheider in der Saugleitung b) Verflüssigungsdruck zu hoch	Fehler auf der Strecke vom Sammler bis zur Saugleitung suchen (siehe unter "Saugdruck zu niedrig") Siehe oben Ventilplatte auswechseln Wärmeaustausch weglassen oder evtl. einen kleineren Wärmetauscher wählen Siehe unter "Verflüssigungsdruck zu hoch"
Druckrohrtemperatur zu niedrig	a) Verdichter bekommt Flüssigkeitsanteile über Saugleitung (Thermostatisches Expansionsventil auf zu kleine Überhitzung eingestellt oder falsche Fühleranbringung) b) Verflüssigungsdruck zu niedrig	Siehe Seite 175 und 176 Siehe unter "Verflüssigungsdruck zu niedrig"
Flüssigkeitsstand im Sammler zu niedrig	a) Kältemittelmangel in der Anlage b) Überfüllter Verdampfer 1) Aufgrund von niedriger Belastung, die Kältemittelansammlung im Verdampfer zur Folge hat 2) Aufgrund von Fehlern am thermostatischen Expansionsventil (z.B. auf zu kleine Überhitzung eingestellt, falsche Fühleranbringung) c) Kältemittelansammlung im Verflüssiger durch niedrigen Verflüssigungsdruck	Ursache untersuchen (Undichtheiten, überfüllter Verdampfer), Fehler beheben und Anlage evtl. nachfüllen. Siehe Seite 175 und 176 Siehe Seite 175 und 176 Luftgekühlter Verflüssiger: Verflüssigungsdruckregelung durch Drehzahlregelung des Gebläsemotors schaffen, z.B. mit RGE oder XGE
Flüssigkeitsstand im Sammler zu hoch. Kälteleistung normal	Kältemittelfüllung der Anlage zu groß	Eine passende Menge Kältemittel ablassen, Kältemittel recyceln, jedoch so, dass der Verflüssigungsdruck Normalwert erreicht und das Schauglas frei von Blasen ist.
Flüssigkeitsstand im Sammler zu hoch Kälteleistung zu klein (evtl. unbeabsichtigtes "Takten")	a) Teilweise Verstopfung eines Bauteils in der Flüssigkeitsleitung b) Fehler am Expansionsventil (z.B. Überhitzung zu groß, Düse zu klein, Füllung entwichen, teilweise Verstopfung)	Bauteil suchen und reinigen oder auswechseln Siehe Seite 175 und 176
Filtertrockner kalt, evtl. betaut oder bereift	a) Teilweise Verstopfung des Schmutzfilters im Filtertrockner b) Teilweise Verstopfung des Schmutzfilters im Filtertrockner	Prüfen, ob Schmutzteile im System sind, diese ggf. beseitigen und Filtertrockner erneuern. Prüfen, ob Feuchtigkeit oder Säure im System vorhanden ist. Filtertrockner und/oder Säurefilter (in der Saugleitung) erneuern (ggf. mehrfach). DCR mit austauschbarem Einsatz vereinfachen diesen Vorgang. Bei hohem Feuchtigkeits-/Säuregehalt kann es erforderlich sein, Kältemittel und Öl komplett zu erneuern.
Feuchtigkeitsanzeiger verfärbt Gelb gefärbt. Braun- oder schwarz gefärbt.	Feuchtigkeit in der Anlage Unreinheiten in Form von kleinen Partikeln in der Anlage	System auf Säure prüfen. Filtertrockner erneuern bis Feuchtigkeit beseitigt ist. Bei hohem Feuchtigkeits-/Säuregehalt kann es erforderlich sein, Kältemittel und Öl komplett zu erneuern. System reinigen falls erforderlich. Filtertrockner und Schauglas erneuern.

Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen (Fortsetzung)

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfe
Dampfblasen im Schauglas vor dem thermostatischen Expansionsventil	a) Fehlende Flüssigkeitsunterkühlung aufgrund großen Druckabfalls in der Flüssigkeitsleitung, der zurückzuführen sein kann auf: <ol style="list-style-type: none"> 1) Flüssigkeitsleitung zu lang im Verhältnis zum Rohrdurchmesser 2) Flüssigkeitsleitung zu klein 3) Scharfe Biegungen und dgl. in der Flüssigkeitsleitung 4) Teilweise Verstopfung des Filtertrockners 5) Fehler am Magnetventil. b) Fehlende Flüssigkeitsunterkühlung aufgrund von Wärmeeinfall in die Flüssigkeitsleitung, der auf hohe Umgebungstemperatur zurückzuführen sein kann c) Wassergekühlter Verflüssiger: zu kleine Unterkühlung aufgrund falscher Durchlaufrichtung des Kühlwassers d) Verflüssigungsdruck zu niedrig e) Sammlerabsperrentil zu klein oder nicht ganz offen f) Zu großer Druckabfall in der Flüssigkeitsleitung (zu großer Höhenunterschied zwischen thermostatischen Expansionsventil und Sammler) g) Defekte oder falsch eingestellte Verflüssigungsdruckregelung, die Flüssigkeitsansammlung im Verflüssiger verursacht h) Bei Verflüssigungsdruckregelung über Start/ Stopp des Verflüssigergebläses kann einige Zeit nach dem Start des Gebläses Dampf in der Flüssigkeitsleitung auftreten i) Flüssigkeitsmangel in der Anlage	Flüssigkeitsleitung gegen Rohr mit geeignetem Durchmesser austauschen. Flüssigkeitsleitung gegen Rohr mit geeignetem Durchmesser austauschen. Scharfe Biegungen und Bauteile, die zu große Druckabfälle verursachen können, austauschen. Anlage auf Unreinheiten hin untersuchen, evtl. reinigen und Filtertrockner austauschen. Siehe Seite 177. Für niedrigere Umgebungstemperatur sorgen oder Wärmetauscher zwischen Flüssigkeits und Saugleitung einbauen oder Flüssigkeitsleitung gegen die Umgebung isolieren, evtl. zusammen mit der Saugleitung. Ein und Austritt des Kühlwassers vertauschen. (Zwischen Wasser und Kältemittel muss i. d. R. Gegenstrom herrschen). Siehe unter "Verflüssigungsdruck zu niedrig". Ventil austauschen oder ganz öffnen. Wärmetauscher zwischen Flüssigkeits und Saugleitung vor dem Verdampfer einbauen. KVR Regler austauschen oder auf richtigen Wert einstellen. Wenn nötig, Regelung gegen Verflüssigungsdruckregelung mit Ventilen (KVD + KVR) oder gegen Drehzahlregelung des Gebläsemotors mit Typ RGE oder XGE tauschen. Kältemittel nachfüllen, aber sich zuerst vergewissern, dass keiner der unter a), b), c), d), e), f), g) und h) genannten Fehler vorhanden ist. Andernfalls riskiert man eine Überfüllung der Anlage. Siehe "Tipps für den Monteur, Montage, Einfüllen von Kältemittel".
Luftkühler Verdampfer durch Reif blockiert	a) Fehlendes oder ineffektives Abtauverfahren b) Luftfeuchtigkeit im Kühlraum zu hoch aufgrund von Feuchtigkeitsbelastung durch: <ol style="list-style-type: none"> 1) Unverpackte Waren 2) Eindringen von Luft durch Undichtheiten im Raum oder offenstehende Tür 	Abtausystem installieren oder Abtauvorgang justieren Ware verpacken Empfehlen, die Tür geschlossen zu halten
Luftkühler Verdampfer nur auf der Strecke in der Nähe des thermostatischen Expansionsventils bereift und/oder Expansionsventil stark bereift	Kältemittelzufuhr zum Verdampfer zu klein aufgrund von: <ol style="list-style-type: none"> a) Fehler am Expansionsventil wie z.B.: <ol style="list-style-type: none"> 1) Düse zu klein 2) Überhitzung zu groß 3) Fühlerfüllung teilweise entwichen 4) Schmutzfilter teilweise verstopft 5) Düse teilweise durch Eis blockiert b) Fehler, die unter "Dampfblasen im Schauglas" erwähnt sind 	Fehler, die unter "Dampfblasen im Schauglas" erwähnt sind "Siehe unter "Dampfblasen im Schauglas"
Luftkühler Verdampfer beschädigt	Lamellen verformt	Lamellen mit Hilfe eines Lamellenkammes ausrichten

Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen (Fortsetzung)

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfe
Luftfeuchtigkeit im Kühlraum zu hoch, Raumtemperatur normal	a) Verdampferoberfläche zu groß, was Betrieb bei hoher Verdampfungstemperatur und kurzen Laufzeiten verursacht b) Belastung des Raums zu niedrig, z. B. bei Winterbetrieb (zu kleine Entfeuchtung aufgrund kurzer gesamter Einschaltdauer pro 4 Stunden).	Verdampfer gegen einen kleineren austauschen Feuchtigkeitsregelung, mit Hygrostat und Heizelement sowie einem Sicherheitsthermostaten Typ KP 62, einbauen
Luftfeuchtigkeit im Kühlraum zu niedrig	a) Kühlraum schlecht isoliert (lange Verdichterdlaufzeiten) b) Großer interner Energieverbrauch, z.B. für Licht und Ventilatoren c) Verdampferoberfläche zu klein, was lange Laufzeiten bei durchschnittlich niedriger Verdampferoberfläche verursacht	Bessere Isolierung empfehlen Kleineren internen Energieverbrauch empfehlen Verdampfer gegen einen größeren austauschen
Lufttemperatur im Kühlraum zu hoch	a) Fehler am Raumthermostat b) Verdichterleistung zu klein c) Belastung des Raums zu groß aufgrund von: 1) Einlagerung nicht gekühlter Waren 2) Großem internem Energieverbrauch, z.B. für Licht und Ventilatoren 3) Schlecht isoliertem Kühlraum 4) Große Luftmengen d) Verdampfer zu klein e) Zu kleine oder fehlende Kältemittelzufuhr zum Verdampfer f) Verdampfungsdruckregler KVP auf zu hohen Verdampfungsdruck eingestellt g) Niederdruckschalter auf zu hohen Ausschalt-Druck eingestellt h) Leistungsregelungsventil KVC öffnet bei zu hohem Verdampfungsdruck i) Startregler KVL auf zu niedrigen Öffnungsdruck eingestellt	Siehe Seite 180 Siehe unter "Verdichter" Einlagerung kleinerer Portionen empfehlen oder Leistung der Anlage erhöhen Einlagerung kleinerer Portionen empfehlen oder Leistung der Anlage erhöhen Bessere Isolierung empfehlen Abdichtung des Raums und kleinstmögliche Türöffnungen empfehlen Verdampfer gegen einen größeren austauschen Siehe unter "Dampfblasen im Schauglas vor dem Thermoventil" sowie Seite 175 und 176 Verdampfungsdruckregler KVP auf richtigen Wert einstellen, Manometer verwenden Niederdruckschalter auf richtigen Ausschalt-Druck einstellen, Manometer verwenden Leistungsregler KVC auf niedrigeren Öffnungsdruck einstellen Startregler KVL auf höheren Öffnungsdruck einstellen, wenn die Einsatzgrenzen des Verdichters nicht überschritten werden
Lufttemperatur im Kühlraum zu niedrig	a) Fehler am Raumthermostat: 1) Ausschalttemperatur zu niedrig eingestellt 2) Falsche Fühleranbringung b) Umgebungstemperatur sehr niedrig	Siehe Seite 180. Wenn absolut notwendig, thermostatgesteuerte Elektroheizung schaffen.
Saugdruck zu hoch und Sauggastemperatur zu niedrig	a) Therm. Expansionsventil auf zu kleine Überhitzung eingestellt oder Fühler falsch angebracht b) Therm. Expansionsventildüse zu groß c) Undichtiges Flüssigkeitsrohr im Wärmetauscher zwischen Flüssigkeits- und Saugleitung	Siehe Seite 175 und 176 Düse gegen eine kleinere austauschen Internen Wärmetauscher erneuern
Saugdruck zu niedrig, Dauerbetrieb.	Niederdruckschalter falsch eingestellt oder defekt.	Niederdruckschalter Typ KP1 oder kombinierten Pressostat KP 17W justieren oder austauschen.

Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen (Fortsetzung)

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfe
Saugdruck zu niedrig, normaler Betrieb oder unbeabsichtigtes "Takten" des Verdichters	a) Niedrige Anlagenbelastung b) Kältemittelmangel im Verdampfer stammt von: 1) Kältemittelmangel im Sammler 2) Flüssigkeitsleitung zu lang 3) Flüssigkeitsleitung zu eng 4) Scharfe Biegungen oder dgl. in der Flüssigkeitsleitung. 5) Filtertrockner teilweise verstopft 6) Magnetventil "hängt fest" 7) Fehlende Flüssigkeitsunterkühlung 8) Fehler am thermostatischen Expansionsventil c) Verdampfer zu klein d) Verdampfergebläse defekt e) Zu großer Druckabfall im Verdampfer und/ oder der Saugleitung f) Fehlende oder ungenügende Abtauung des Luftkühlers g) Solekühler eingefroren h) Zu kleine Luft oder Kühlsolemenge durch den Kühler i) Ölsammlung im Verdampfer	Leistungsregelung schaffen. Differenz des Niederdruckschalter erhöhen. Siehe unter "Flüssigkeitsstand im Sammler zu niedrig". Siehe unter "Dampfblasen im Schauglas". Siehe oben. Siehe oben. Siehe unter "Dampfblasen im Schauglas". Siehe oben. Siehe oben. Siehe Seite 175 und 176. Verdampfer gegen einen größeren austauschen. Gebläse austauschen oder reparieren. Wenn nötig, Verdampfer und/oder Saugleitung austauschen. Abtausystem schaffen oder Abtauverfahren justieren. Kühlsolekonzentration erhöhen und Frostsicherungs-ausrüstung kontrollieren. Ursache untersuchen und Fehler beheben. Siehe unter "Luftkühler" und "Flüssigkeitskühler". Siehe unter "Ölstand im Kurbelgehäuse zu niedrig".
Saugdruck pendelt Bei Betrieb mit thermostatischem Expansionsventil	a) Überhitzung des thermostatischen Expansionsventils zu klein b) Düse des thermostatischen Expansionsventils zu groß c) Fehler bei der Leistungsregelung: 1) Leistungsregelungsventil zu groß 2) Druckschalter für die Stufenregelung falsch eingestellt	Siehe Seite 175 und 176. Leistungsregler KVC gegen einen kleineren austauschen. Auf größeren Unterschied zwischen Ein und Ausschalt-Druck achten.
Saugdruck pendelt Bei Betrieb mit elektronischem Expansionsventil	Pendeln kann mit gepulsten Ventilen auftreten. Pendelt ein System mit Schrittmotorventil liegt, i.d.R. ein Fehler vor.	Überprüfe Kältemittelfüllung und Steuerung des Ventils.
Sauggastemperatur zu hoch	Kältemittelzufuhr zum Verdampfer zu klein aufgrund von: a) Kältemittelfüllung der Anlage zu klein b) Fehler in der Flüssigkeitsleitung oder in Bauteilen in der Flüssigkeitsleitung c) Thermostatische Expansionsventil auf zu große Überhitzung eingestellt oder Fühlerfüllung teilweise entwichen.	Ausreichend Kältemittel nachfüllen. Siehe unter folgenden Themen: "Flüssigkeitsstand im Sammler", "Filtertrockner kalt", "Dampfblasen im Schauglas", "Saugdruck zu niedrig". Siehe Seite 175 und 176.
Sauggastemperatur zu niedrig	Kältemittelzufuhr zum Verdampfer zu groß aufgrund von: a) Thermostatische Expansionsventil auf zu kleine Überhitzung eingestellt b) Fühler des thermostatischen Expansionsventiles falsch angebracht (zu warm oder mit schlechtem Rohrkontakt)	Siehe Seite 175 und 176. Siehe Seite 175 und 176.
Verdichter "Takten" Ausschalten durch Niederdruckschalter	a) Verdichterleistung im Verhältnis zur augenblicklichen Belastung zu groß b) Verdichter zu groß c) Verdampfungsdruckregler auf zu hohen Öffnungsdruck eingestellt	Leistungsregelung schaffen mit Hilfe eines Leistungsreglers Typ KVC oder parallelgeschalteter Verdichter. Verdichter gegen einen kleineren austauschen. KVP Regler mit Hilfe eines Manometers auf richtigen Wert einregeln.

Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen (Fortsetzung)

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfe
Verdichter "Takten" Ausschalten durch Hochdruckschalter	a) Verflüssigungsdruck zu hoch b) Fehler am Hochdruckschalter c) Hochdruckschalter auf zu niedrigen Ausschaltdruck eingestellt	Siehe unter "Verflüssigerdruck zu hoch". Hochdruckschalter KP 7W oder kombinierten Druckschalter KP 17W austauschen. Druckschalter mit Hilfe eines Manometers auf richtigen Wert einstellen. "Takten" durch Verwendung eines Hochdruckschalters mit manueller Rückstellung vermeiden.
Druckrohrtemperatur zu hoch	Saug- oder Druckventil (Arbeitsventile), evtl. beide undicht	Ventilplatte austauschen. Siehe im übrigen unter "Druckrohrtemperatur zu hoch".
Verdichter. Verdichter zu kalt	Durchlauf von flüssigem Kältemittel vom Verdampfer zur Saugleitung und evtl. zum Verdichter aufgrund falsch eingestellten thermostatischen Expansionsventils	Expansionsventil mittels der MSS Methode auf größere Überhitzung einstellen, siehe "Thermostatische Expansionsventile" oder Seite 175 und 176.
Verdichter. Verdichter zu heiß	a) Verdichter und evtl. Motor überlastet aufgrund zu großer Verdampferbelastung und damit zu hohen Saugdrucks b) Schlechte Motor und Zylinderkühlung aufgrund von: 1) Flüssigkeitsmangel im Verdampfer 2) Niedriger Verdampferbelastung 3) Undichte Saug- oder Druckventilen 4) Zu starker Überhitzung im Wärmetauscher in der Saugleitung c) Verflüssigungsdruck zu hoch	Für kleinere Verdampferbelastung sorgen oder Verdichter gegen einen größeren austauschen. Fehler auf der Strecke zwischen Verflüssiger und thermostatischen Expansionsventil suchen (siehe unter "Saugdruck zu niedrig"). Siehe oben. Ventilplatte austauschen. Wärmeaustausch weglassen oder evtl. einen kleineren Wärmetauscher Typ HE wählen. Siehe unter "Verflüssigerdruck zu hoch".
Klopfgeräusche: a) dauernd b) beim Anlauf	a) Flüssigkeitsschlag im Zylinder aufgrund von Flüssigkeitsdurchlauf zum Verdichter b) Ölaufsieden aufgrund von Kältemittelabsorption des Öls im Kurbelgehäuse c) Verschleiß der beweglichen Teile des Verdichters, insbesondere der Lager	Thermostatisches Expansionsventil mittels der MSS Methode auf kleinere Überhitzung einstellen. Heizelement in oder unter dem Kurbelgehäuse des Verdichters anbringen. Verdichter reparieren oder austauschen.
Verdichter. Ölstand im Kurbelgehäuse zu hoch: Bei großer Belastung, sonst nicht Im Stillstand und beim Anlauf	Ölmenge zu groß. Schlechte Ölrückführung vom Verdampfer bei niedriger Belastung Schlechte Ölrückführung vom Verdampfer bei niedriger Belastung. Kältemittelabsorption des Öls im Kurbelgehäuse aufgrund zu niedriger Umgebungstemperatur	Es ist sicherzustellen, dass die große Ölfüllmenge nicht auf eine Absorption von Kältemittel im Öl zurückzuführen ist. Danach ist das Öl auf das korrekte Niveau abzulassen. Kältemittelabsorption des Öls zurückzuführen ist. Für geeignete Gestaltung der Saugleitung sorgen (Ölsteigleitungen), siehe "Heizelement in oder unter dem Kurbelgehäuse des Verdichters anbringen".
Verdichter. Ölstand im Kurbelgehäuse zu niedrig	a) Ölmenge zu klein b) Schlechte Ölrückführung vom Verdampfer, die zurückzuführen sein kann auf: 1) Zu großen Durchmesser von senkrechten Saugleitungen 2) Fehlenden Ölabscheider 3) Fehlendes Gefälle waagerechter Saugleitung c) Verschleiß von Kolben, Kolbenringen und Zylinder d) Bei parallelgeschalteten Verdichtern: 1) Mit Ölausgleichsrohr: Die Verdichter stehen nicht in derselben waagerechten Ebene. Ausgleichsrohr zu eng 2) Mit Ölniveauregelung: Schwimmerventil ganz oder teilweise verstopft. Schwimmerventil hängt fest e) Ölrückführung vom Ölabscheider ganz oder teilweise verstopft oder Schwimmerventil hängt fest	Öl bis auf richtiges Niveau einfüllen, sich aber zuerst vergewissern, dass der Ölmenge im Kurbelgehäuse nicht auf Ölsammlung im Verdampfer zurückzuführen ist. Ölsteigleitungen im Abstand von 1.2 m bis 1.5 m in senkrechte Saugleitungen einbauen. Wenn die Flüssigkeitszufuhr unten im Verdampfer erfolgt, kann es notwendig sein, das Eintritts- und Austrittsrohr zu vertauschen (Flüssigkeitseintritt oben). Verschlossene Bauteile austauschen. In allen Fällen: Der zuletzt startende Verdichter ist am meisten Ölmenge ausgesetzt. Die Verdichter so ausrichten, dass sie waagrecht ausgerichtet sind. Größere Ausgleichsrohre montieren, wenn notwendig Dampfausgleichsrohr montieren. Niveaubehälter mit Schwimmerventil reinigen oder austauschen. Siehe oben. Rückführrohr reinigen oder austauschen oder Schwimmerventil bzw. den gesamten Ölabscheider austauschen.

Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen (Fortsetzung)

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfe
Verdichter. Ölaufsieden beim Anlauf	<ul style="list-style-type: none"> a) Große Kältemittelabsorption des Öls im Kurbelgehäuse aufgrund niedriger Umgebungstemperatur b) Anlagen mit Ölabscheider: Zu große Absorption von Kältemittel im Öl im Ölabscheider während des Stillstands 	<p>Heizelement in oder unter das Kurbelgehäuse des Verdichters anbringen.</p> <p>Ölabscheider während des Stillstands zu kalt. Thermostatgesteuertes Heizelement montieren oder Magnetventil mit Zeitverzögerung in das Ölrückführrohr einbauen.</p>
Verdichter. Ölaufsieden während des Betriebs	<ul style="list-style-type: none"> a) Durchlauf von flüssigem Kältemittel vom Verdampfer zum Kurbelgehäuse des Verdichters b) Anlagen mit Ölabscheider: Schwimmerventil schließt nicht ganz 	<p>Thermostatisches Expansionsventil mittels der MSS Methode auf größere Überhitzung einstellen.</p> <p>Schwimmerventil oder den ganzen Ölabscheider austauschen.</p>
Verdichter. Öl verfärbt	<p>Systemverunreinigung aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Ungenügender Reinhaltung während der Montage b) Ölersetzung aufgrund von Feuchtigkeit im System c) Ölersetzung aufgrund zu hoher Druckrohrtemperatur d) Partikeln vom Verschleiß beweglicher Teile e) Ungenügende Reinigung nach Durchbrennen des Motors 	<p>In allen Fällen: Öl und Filtertrockner austauschen.</p> <p>Falls notwendig Kältemittelsystem reinigen.</p> <p>Falls notwendig Kältemittelsystem reinigen.</p> <p>Ursache der zu hohen Druckrohrtemperatur suchen und beheben. Siehe unter "Druckrohrtemperatur zu hoch".</p> <p>Falls notwendig Kältemittelsystem reinigen. Verschlossene Teile austauschen oder neuen Verdichter montieren.</p> <p>Kältemittelsystem reinigen. "Burn out" Filtereinsatz Typ DA montieren. Falls notwendig Filter mehrmals austauschen.</p>
Verdichter. Verdichter kann nicht anlaufen	<ul style="list-style-type: none"> a) Fehlende oder zu niedrige Spannung zur Sicherungsgruppe. b) Sicherungen durchgebrannt c) Sicherung im Steuerkreis durchgebrannt d) Hauptschalter nicht eingeschaltet. e) Überstromauslöser unterbrochen oder defekt, z.B. infolge: <ul style="list-style-type: none"> 1) Zu hohen Saugdruck 2) Zu hohen Verflüssigerdruck 3) Schmutz oder Kupferplattierung in den Lagern usw. des Verdichters 4) Zu niedrige Versorgungsspannung 5) Ausfall einer Phase 6) Kurzgeschlossene Motorwicklungen (Durchbrennen des Motors) f) Wicklungsschutzschalter im Motor unterbrochen aufgrund zu hohen Stromverbrauchs g) Kontakte im Motorschutz abgebrannt aufgrund: <ul style="list-style-type: none"> 1) Zu großen Anlaufstroms 2) Zu klein bemessenen Schützes h) Übrige Sicherheitsausrüstung unterbrochen, falsch eingestellt oder defekt: <ul style="list-style-type: none"> Öldifferenzdruckschalter (Ölmangel, Ölaufsieden) Hochdruckschalter Niederdruckschalter Strömungswächter (Zu niedrige Kühlsolekonzentration, Ausfall der Kühlsolepumpe, Filter im Kühlsolekreis verstopft, zu niedrige Verdampfer Temperatur) Frostthermostat (Zu niedrige Kühlsolekonzentration, Ausfall der Kühlsolepumpe, Filter im Kühlsolekreis verstopft, zu niedrige Verdampfer Temperatur) 	<p>Ursache der fehlerhaften Spannungsversorgung suchen und beseitigen.</p> <p>Ursache suchen, Fehler beheben und Sicherungen austauschen.</p> <p>Ursache suchen, Fehler beheben und Sicherungen austauschen.</p> <p>Schalter einschalten.</p> <p>Fehler suchen und beheben.</p> <p>Siehe unter "Saugdruck zu hoch"</p> <p>Siehe unter "Verflüssigerdruck zu hoch".</p> <p>Kältemittelsystem reinigen und Verdichter und Filtertrockner austauschen.</p> <p>Versorgungsgesellschaft anrufen.</p> <p>Fehler (oft durchgebrannte Sicherung) suchen und beheben.</p> <p>Falls notwendig Kältemittelsystem reinigen und Verdichter und Filtertrockner wechseln.</p> <p>Ursache des zu großen Stromverbrauchs suchen, Fehler beheben und Anlage starten, sobald die Wicklungen genügend abgekühlt sind (kann lange Zeit dauern).</p> <p>Ursache der Überlastung des Motors suchen, Fehler beheben und Schütz austauschen.</p> <p>Schütz gegen einen größeren austauschen.</p> <p>In allen Fällen Ursache suchen und Fehler beheben, bevor die Anlage in Betrieb gesetzt wird.</p> <p>Siehe unter "Verdichter, Ölstand zu niedrig" und "Verdichter, Ölaufsieden".</p> <p>Siehe unter "Verflüssigungsdruck zu hoch".</p> <p>Siehe unter "Saugdruck zu niedrig".</p> <p>Ursache des herabgesetzten oder fehlenden Durchflusses im Kühlsolekreislauf suchen und Fehler beheben.</p> <p>Ursache zu niedriger Temperatur im Kühlsolekreislauf suchen und Fehler beheben. Siehe unter "Flüssigkeitskühler".</p>

Allgemeines über Fehlersuche an Kälteanlagen (Fortsetzung)

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfe
Verdichter Kann nicht anlaufen	i) Regelung unterbrochen, falsch eingestellt oder defekt: Niederdruckschalter j) Raumthermostat 1) Motorwicklungen durchgebrannt Offener Verdichter: Überlastung von Verdichter und Motor. Motor zu klein bemessen 2) Hermetischer und semihermetischer Verdichter: Überlastung von Verdichter und Motor Säurebildung im Kältemittelsystem k) Fressungen in Lagern oder im Zylinder aufgrund von: 1) Schmutzpartikeln im Kältemittelsystem 2) Kupferplattierung blanker Teile infolge von Säurebildung im Kältemittelsystem 3) Fehlende oder ungenügende Schmierung infolge: Defekte Ölpumpe Ölaufsieden im Kurbelgehäuse Zu kleiner Ölfüllung Ölansammlung im Verdampfer Schlechter oder fehlender Ölausgleich zwischen parallelgeschalteten Verdichtern (der zuletzt gestartete Verdichter hat Ölmenge)	Fehler suchen und beheben, Anlage starten. Siehe unter "Saugdruck zu niedrig" und siehe Seite 179. Siehe auch Seite 175 und 176. Ursache der Überlastung suchen, Fehler beheben und Motor austauschen. Motor gegen einen stärkeren austauschen. Ursache der Überlastung suchen, Fehler beheben und Motor austauschen. Ursache der Säurebildung suchen, Fehler beheben, Verdichter abmontieren, wenn nötig Kältemittelsystem reinigen, neuen "Burn out" Filtereinsatz Typ DA montieren, neues Öl und Kältemittel einfüllen, neuen Verdichter montieren. System reinigen, neuen Filtertrockner und neuen Verdichter montieren. System reinigen, neuen Filtertrockner und neuen Verdichter montieren. In allen Fällen: Ursache suchen, Fehler beheben und defekte Teile austauschen oder neuen Verdichter montieren. Siehe unter "Verdichter, Ölaufsieden..." Siehe unter "Verdichter, Ölstand im Kurbelgehäuse zu niedrig". Siehe unter "Verdichter, Ölstand im Kurbelgehäuse zu niedrig". Siehe unter "Verdichter, Ölstand im Kurbelgehäuse zu niedrig".
Läuft ununterbrochen, zu niedriger Saugdruck	Niederdruckschalter auf zu niedrigen Ausschalt- druck eingestellt oder defekt	Siehe unter "Saugdruck zu niedrig".
Läuft ununterbrochen, zu hoher Saugdruck	a) Saug- oder Druckventil des Verdichters oder beide undicht b) Verdichterleistung im Verhältnis zur augenblicklichen Belastung zu klein	Ventilplatte erneuern. Kleinere Belastung empfehlen, oder Austauschen des Verdichters gegen einen größeren.

Fehlersuche - Thermostatische Expansionsventile

Merkmale	Mögliche Ursache	Abhilfe
Die Kühlstellentemperatur ist zu hoch	<p>Druckabfall über den Verdampfer zu groß</p> <p>Fehlende Unterkühlung vor dem Expansionsventil</p> <p>Der Druckabfall über das Expansionsventil ist kleiner als der Druckabfall, für den das Ventil ausgelegt wurde</p> <p>Fühler hinter einem Wärmeaustauscher oder zu nahe an großen Ventilen, Flanschen usw. angebracht</p> <p>Expansionsventildüse durch Eis oder Schmutz verstopft.</p> <p>Das Expansionsventil ist zu klein</p> <p>Aus dem Expansionsventil ist die Füllung entwichen</p> <p>Im Expansionsventil hat eine Füllungsverlagerung stattgefunden.</p>	<p>Expansionsventil gegen Ventil mit äußerem Druckausgleich austauschen. Evtl. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p> <p>Unterkühlung des Kältemittels vor dem Expansionsventil überprüfen. Für größere Unterkühlung sorgen.</p> <p>Druckabfall über das Expansionsventil überprüfen. Evtl. größeren Düseninsatz verwenden und/oder gegen größeres Ventil austauschen. Evtl. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p> <p>Anbringung des Fühlers überprüfen. Fühler von großen Ventilen, Flanschen usw. entfernt anbringen.</p> <p>Ventildüse von Eis oder Schmutz befreien. Schauglas auf Farbwechsel kontrollieren (gelbe Farbe bedeutet zu viel Feuchtigkeit). Trockner austauschen. Öl in der Kälteanlage kontrollieren. Wurde Öl gewechselt oder eingefüllt? Wurde der Verdichter ausgewechselt? Die Filter von Schmutz befreien.</p> <p>Leistung des Verdampfers kontrollieren und mit der Leistung des Expansionsventils vergleichen. Gegen größeres Ventil oder größere Düse austauschen. Überhitzung am Expansionsventil nachstellen.</p> <p>Expansionsventil auf entwichene Füllung kontrollieren. Expansionsventil austauschen.</p> <p>Kontrollieren, ob das richtige Ventil (Kältemittel) verwendet wurde. Ursache der Füllungsverlagerung feststellen und beseitigen. Evtl. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p>
Die Kühlstellentemperatur ist zu hoch	<p>Der Fühler des Expansionsventils hat keinen guten Kontakt mit der Saugleitung.</p> <p>Verdampfer ganz oder teilweise vereist.</p>	<p>Befestigung des Fühlers an der Saugleitung kontrollieren. Evtl. Fühler isolieren.</p> <p>Verdampfer abtauen.</p>
Die Kälteanlage pendelt	<p>Die Überhitzung des Expansionsventils ist auf einen zu kleinen Wert eingestellt.</p> <p>Das Expansionsventil ist zu groß ausgelegt.</p>	<p>Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p> <p>Expansionsventil oder Düse gegen eine kleinere Größe austauschen. Evtl. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p>
Die Kälteanlage pendelt bei zu hoher Kühlstellentemperatur	<p>Der Fühler des Expansionsventils ist ungünstig angebracht, z.B. an Sammelrohr, Steigrohr, hinter Ölsack oder in der Nähe großer Ventile, Flansche oder dgl..</p>	<p>Anbringung des Fühlers kontrollieren. Fühler so anbringen, daß er ein sicheres Signal empfängt. Dafür sorgen, dass der Fühler sicher an der Saugleitung befestigt ist. Evtl. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p>
Der Saugdruck ist zu hoch	<p>Zu großes Expansionsventil</p> <p>Falsche Einstellung des Expansionsventils</p>	<p>Überhitzung des Expansionsventils vergrößern. Leistung des Expansionsventils im Verhältnis zum Verdampfer kontrollieren. Expansionsventil oder Düse gegen eine kleinere Größe austauschen. Evtl. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p>

Fehlersuche - Thermostatische Expansionsventile (Fortsetzung)

Merkmal	Mögliche Ursache	Abhilfe
Der Saugdruck ist zu niedrig.	<p>Druckabfall über den Verdampfer zu groß</p> <p>Fehlende Unterkühlung vor dem Expansionsventil</p> <p>Überhitzung des Verdampfers zu groß</p> <p>Der Druckabfall über das Expansionsventil ist kleiner als der Druckabfall, für den das Ventil ausgelegt wurde</p> <p>Das Expansionsventil ist zu klein</p> <p>Expansionsventildüse durch Eis oder Schmutz verstopft</p> <p>Aus dem Expansionsventil ist die Füllung entwichen</p> <p>Im Expansionsventil hat eine Füllungsverlagerung stattgefunden</p> <p>Verdampfer ist ganz/teilweise bereift</p>	<p>Expansionsventil gegen Ventil mit äußerem Druckausgleich auswechseln. Evtl. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p> <p>Unterkühlung des Kältemittels vor dem Expansionsventil überprüfen. Für größere Unterkühlung sorgen.</p> <p>Überhitzung kontrollieren. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p> <p>Druckabfall über das Expansionsventil überprüfen. Evtl. größeren Düseneinsatz verwenden und/oder gegen größeres Ventil auswechseln.</p> <p>Leistung des Verdampfers kontrollieren und mit der Leistung des Expansionsventils vergleichen. Gegen größeres Ventil oder größere Düse auswechseln. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p> <p>Ventildüse von Eis oder Schmutz befreien. Schauglas auf Farbwechsel kontrollieren (gelbe Farbe bedeutet zu viel Feuchtigkeit). Trockner auswechseln. Öl in der Kälteanlage kontrollieren. Wurde Öl gewechselt oder eingefüllt? Wurde der Verdichter ausgewechselt? Die Filter von Schmutz befreien.</p> <p>Expansionsventil auf entwichene Füllung kontrollieren (vorgehen wie bei Füllungsverlagerung). Expansionsventil auswechseln. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p> <p>Kontrollieren, ob das richtige Ventil (Kältemittel) verwendet wurde. Ursache der Füllungsverlagerung feststellen und beseitigen.</p> <p>Verdampfer abtauen.</p>
Flüssigkeitsschlag im Verdichter	<p>Das Expansionsventil hat zu große Leistung</p> <p>Die Überhitzung des Expansionsventils ist auf einen zu kleinen Wert eingestellt</p> <p>Der Fühler des Expansionsventils hat keinen guten Kontakt mit der Saugleitung</p> <p>Der Fühler ist zu warm angebracht oder befindet sich in der Nähe großer Ventile, Flansche usw</p>	<p>Expansionsventil oder Düse gegen eine kleinere Größe auswechseln. Evtl. Überhitzung am Expansionsventil einstellen.</p> <p>Überhitzung des Expansionsventils erhöhen.</p> <p>Befestigung des Fühlers an der Saugleitung kontrollieren. Wenn erforderlich Fühler isolieren.</p> <p>Anbringungsstelle des Fühlers an der Saugleitung kontrollieren. Fühler an einer besseren Stelle anbringen.</p>

Fehlersuche - Magnetventile

Merkmal	Mögliche Ursache	Abhilfe
Magnetventil öffnet nicht	Keine Spannung an der Spule	Untersuchen Sie, ob das Ventil offen oder geschlossen ist. 1) Verwenden Sie einen Magnetdetektor. 2) Heben Sie die Spule an und fühlen Sie, ob sie Widerstand leistet. ACHTUNG! Spule nie abnehmen, wenn sie unter Spannung steht – die Spule kann durchbrennen. Schaltplan und Elektroinstallation prüfen. Kontakte im Relais, Leitungsverbindungen und Sicherungen prüfen.
	Falsche Spannung/Frequenz	Daten der Spule mit den Daten der Installation vergleichen. Betriebsspannung an der Spule messen. Zulässige Spannungsabweichung: 10 % über der Nennspannung 15 % unter der Nennspannung. Evtl. gegen richtige Spule austauschen.
	Spule durchgebrannt	Siehe unter Symptom "Spule durchgebrannt".
	Zu hoher Differenzdruck	Technische Daten des Ventils prüfen. Geeignete Ventil/Spulen Kombination einsetzen. Differenzdruck, z.B. Eintrittsdruck, herabsetzen.
	Zu niedriger Differenzdruck	Technische Daten und Differenzdruck des Ventils kontrollieren. Gegen passendes Ventil austauschen. Membran und/oder Kolbenringe prüfen und O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
	Ankerrohr beschädigt oder verbogen	Defekte Bauteile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
	Unreinheiten an Membran/Kolben	Defekte Bauteile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
	Unreinheiten am Ventilsitz. Unreinheiten an Anker/Ankerrohr	Ventil von Unreinheiten befreien. Defekte Teile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
Korrosion/Kavitation	Defekte Bauteile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)	
Fehlende Bauteile nach Zerlegung des Ventils	Fehlende Bauteile montieren.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)	
Magnetventil öffnet teilweise	Zu niedriger Differenzdruck	Technische Daten und Differenzdruck des Ventils kontrollieren. Gegen passendes Ventil austauschen. Membran und/oder Kolbenringe prüfen und O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
	Ankerrohr beschädigt oder verbogen	Ventil reinigen. O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
	Unreinheiten an Membran/Kolben	Defekte Bauteile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
	Unreinheiten am Ventilsitz Unreinheiten an Anker/Ankerrohr	Ventil reinigen. O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
	Korrosion/Kavitation	Defekte Bauteile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)
Fehlende Bauteile nach Zerlegung des Ventils	Fehlende Bauteile montieren.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)	

* Siehe Schnittzeichnung in der Anleitung. Siehe auch Ersatzteildokumentation unter <http://www.danfoss.com>

Fehlersuche - Magnetventile (Fortsetzung)

Merkmal	Mögliche Ursache	Abhilfe
Magnetventil schließt nicht/schließt teilweise	<p>Immer noch Spannung an der Spule</p> <p>Handspindel nach Gebrauch nicht zurückgeschraubt</p> <p>Druck auf der Austrittseite zeitweilig höher als auf der Eintrittseite</p> <p>Ankerrohr beschädigt oder verbogen</p> <p>Ventilplatte, Membran oder Ventilsitz defekt</p> <p>Membran oder Stützplatte falsch eingebaut</p> <p>Unreinheiten in Ventilplatte Unreinheiten in Pilotdüse Unreinheiten am Ankerrohr</p>	<p>Heben Sie die Spule an und fühlen Sie, ob sie Widerstand leistet.</p> <p>ACHTUNG! Spule nie abnehmen, wenn sie unter Spannung steht - die Spule kann durchbrennen. Schaltplan und Elektroinstallation prüfen. Kontakte im Relais prüfen. Leitungsverbindungen prüfen. Stellung der Spindel prüfen.</p> <p>Druck und Strömungsverhältnisse prüfen. Gegen passendes Ventil austauschen. Die übrige Installation prüfen.</p> <p>Defekte Bauteile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)</p> <p>Druck und Strömungsverhältnisse prüfen. Defekte Bauteile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)</p> <p>Richtigen Zusammenbau des Ventils kontrollieren.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)</p> <p>Ventil von Unreinheiten befreien. O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)</p>
Magnetventil schließt nicht/ schließt teilweise	<p>Korrosion/Kavitation der Pilot /Hauptdüse</p> <p>Fehlende Bauteile nach Zerlegung des Ventils</p>	<p>Defekte Teile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)</p> <p>Fehlende Bauteile montieren.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)</p>
Magnetventil gibt störende Geräusche von sich.	<p>Frequenzgeräusch (Brummen)</p> <p>Flüssigkeitsschlag beim Öffnen des Magnetventils</p> <p>Flüssigkeitsschlag beim Schließen des Magnetventils</p> <p>Zu hoher Differenzdruck und/oder Pulsationen in der Druckleitung</p>	<p>Die Ursache liegt nicht beim Magnetventil.</p> <p>Siehe unter "Montage"</p> <p>Siehe unter "Montage"</p> <p>Technische Daten des Ventils kontrollieren. Druck und Strömungsverhältnisse prüfen. Gegen passendes Ventil austauschen. Die übrige Installation prüfen.</p>
Spule durchgebrannt Spule ist kalt, obwohl Spannung angelegt ist.	<p>Falsche Spannung/Frequenz.</p> <p>Kurzschluss in der Spule (evtl. durch Feuchtigkeit in der Spule)</p> <p>Anker kann im Ankerrohr nicht angezogen werden a) Ankerrohr beschädigt oder verbogen b) Anker beschädigt c) Unreinheiten im Ankerrohr</p> <p>Zu hohe Medientemperatur</p> <p>Zu hohe Umgebungstemperatur</p> <p>Kolben, Kolbenring (bei servogesteuerten Magnetventilen) beschädigt.</p>	<p>Spulendaten kontrollieren. Evtl. gegen richtige Spule austauschen. Schaltplan und Elektroinstallation kontrollieren. Max. Spannungsabweichung prüfen. Zulässige Spannungsabweichung: 10% über der Nennspannung. 15% unter der Nennspannung.</p> <p>Übrige Installation auf Kurzschluss prüfen. Leitungsanschlüsse an der Spule prüfen. Nach Abhilfe des Fehlers Spule austauschen (für richtige Befestigung sorgen).</p> <p>Defekte Teile austauschen.*) Von Unreinheiten befreien. O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)</p> <p>Ventil und Spulendaten mit den Installationsdaten vergleichen. Gegen passendes Ventil austauschen.</p> <p>Evtl. Änderung der Anbringung des Ventils. Ventil und Spulendaten mit den Installationsdaten vergleichen. Lüftung um Ventil und Spule verbessern.</p> <p>Defekte Teile austauschen.*) O-Ringe und Dichtungen austauschen.*)</p>

* Siehe Schnittzeichnung in der Anleitung. Siehe auch Ersatzteildokumentation unter <http://www.danfoss.com>

Fehlersuche - Druckschalter

Merkmal	Mögliche Ursache	Abhilfe
Hochdruckschalter ist abgeschaltet Warnung: Anlage nicht starten, bevor der Fehler gefunden und behoben wurde	Zu hoher Verflüssigungsdruck, zurückzuführen auf: Verschmutzte / verstopfte Verflüssigerflächen, verstopfte Lüfter / ausbleibende Wasserversorgung Eine Phase fehlt / Sicherung zum Lüftermotor Zu viel Kältemittelfüllung in der Anlage Luft in der Anlage	Die genannten Fehler beheben.
Niederdruckschalter kann den Verdichter nicht stoppen	a) Die Differenzeinstellung ist zu groß, so dass der Ausschaltdruck unter -1 bar kommt. b) Die Differenzeinstellung ist zu groß, so dass der Saugdruck des Verdichters den Ausschaltdruck nicht erreichen kann.	Bereichseinstellung erhöhen oder die Differenz vermindern.
Die Laufzeit des Verdichters ist zu kurz	a) Die Differenzeinstellung des Niederdruckschalters ist zu klein. b) Der Hochdruckschalter ist auf zu niedrigen Druck eingestellt, der zu nahe am normalen Betriebsdruck liegt. c) Zu hoher Verflüssigungsdruck, zurückzuführen auf: Verschmutzte / verstopfte Verflüssigerflächen Verstopfte Lüfter / ausbleibende Wasserversorgung. Eine Phase fehlt / Sicherung zum Lüftermotor. Zu viel Kältemittelfüllung in der Anlage / Luft in der Anlage.	a) Differenzeinstellung erhöhen. b) Kontrolle der Einstellung des Hochdruckschalters. Einstellung erhöhen, wenn es die Daten der Anlage zulassen. c) Die genannten Fehler beheben.
Der Ausschaltdruck für KP 7 oder KP 17 (Hochdruckseite) stimmt nicht mit dem Skalenwert überein	Das "Fail Safe System" im Wellrohr (Undichtigkeit im Wellrohr) ist aktiviert, wenn die Abweichung größer als 3 bar ist.	Druckschalter auswechseln.
Die Differenzspindel am Einzelgerät ist schief und das Gerät funktioniert nicht	Der Tumbler ist verlorengegangen aufgrund eines Versuchs, die Leitungsmontage manuell von der rechten Seite des Gerätes zu prüfen.	Gerät auswechseln und künftig vermeiden, auf eine andere als die von Danfoss angegebene Weise manuell zu prüfen.
Der Hochdruckschalter prellt	Flüssigkeitsgefülltes Wehrohr macht die Dämpfdüse im Eingangsstütz unwirksam.	Druckschalter so montieren, dass sich keine Flüssigkeit im Wellrohr sammeln kann (siehe Instruktion).
Periodischer Ausfall der Schaltung bei computergesteuerten Regelungen mit minimaler Spannung und Stromstärke	Zu großer Übergangswiderstand in den Schaltungen	KP mit Goldkontakten montieren.

Fehlersuche - Thermostate

Merkmal	Mögliche Ursache	Abhilfe
<p>Die Laufzeit des Verdichters ist zu kurz und die Temperatur im Kühlraum ist zu hoch.</p> <p>Die Kälteanlage arbeitet mit zu großer Temperaturdifferenz.</p>	<p>Das Kapillarrohr eines Thermostaten mit Dampf-füllung berührt den Verdampfer oder die Saugleitung, die kälter als der Fühler ist.</p> <p>a) Herabgesetzte Luftzirkulation um den Fühler des Thermostaten</p> <p>b) Die Temperatur der Kälteanlage ändert sich so schnell, dass der Fühler nicht folgen kann</p> <p>c) Der Raumthermostat ist an einer kalten Wand im Kühlraum montiert</p>	<p>Kapillarrohr so anbringen, dass der Fühler immer der kälteste Teil ist.</p> <p>a) Eine bessere Fühlerplatzierung mit größerer Luftgeschwindigkeit oder besseren Kontakt mit dem Verdampfer finden.</p> <p>b) Thermostat mit kleinerer Fühlergröße verwenden. Differenz reduzieren. Für besseren Fühlerkontakt sorgen.</p> <p>c) Thermostaten von der kalten Wand isolieren.</p>
<p>Der Thermostat startet den Verdichter nicht, obwohl die Fühlertemperatur höher als der Einstellwert ist. Der Thermostat reagiert nicht auf handwarmen Fühler.</p>	<p>a) Der Thermostat hat ganz oder teilweise die Füllung verloren aufgrund eines gebrochenen Kapillarrohres.</p> <p>b) Ein Teil des Kapillarrohres in einem Thermostat mit Dampf-füllung ist kälter als der Fühler.</p>	<p>a) Thermostat auswechseln und Fühler/ Kapillarrohr richtig montieren.</p> <p>b) Eine bessere Stelle für die Montage des Thermostats finden, so dass der Fühler immer der kälteste Teil ist. Thermostat mit Adsorptions-füllung verwenden.</p>
<p>Der Verdichter läuft noch immer, obwohl der Fühler des Thermostats kälter als der Einstellwert ist (Bereichseinstellung minus Differenz).</p>	<p>Ein Thermostat mit Dampf-füllung wurde eingestellt, ohne die Diagrammkurven der Instruktion zu berücksichtigen.</p>	<p>Der Thermostat hat bei niedriger Bereichseinstellung eine größere Differenz als die Skala angibt. Differenzeinstellung reduzieren (siehe Diagramm in der Instruktion).</p>
<p>Thermostat mit Adsorptions-füllung arbeitet instabil.</p>	<p>Große Änderungen der Umgebungstemperaturen verursachen Gehäuseempfindlichkeit.</p>	<p>Änderungen der Umgebungstemperatur des Thermostats vermeiden. Wenn möglich einen Thermostat mit Dampf-füllung verwenden, der nicht empfindlich gegen Änderungen der Umgebungstemperatur ist. Den Thermostat gegen einen Thermostat mit größerem Fühler austauschen.</p>
<p>Die Differenzspindel ist schief und das Gerät funktioniert nicht.</p>	<p>Tumbler ist verlorengegangen bei dem Versuch, die Leitungsmontage von der rechten Seite des Geräts manuell zu prüfen.</p>	<p>Gerät auswechseln und künftig vermeiden, auf eine andere als die von Danfoss angewiesene Weise manuell zu prüfen.</p>

Fehlersuche - Druckgesteuerte Wasserventile

Merkmal	Mögliche Ursache	Abhilfe
Verflüssigungsdruck zu hoch Wassergekühlter Verflüssiger	Wasserventil Typ WV ist auf einen zu hohen Druck eingestellt (Wassermenge zu klein). Schmutzfilter vor Wasserventil Typ WV ist verstopft. Das Wellrohr im Wasserventil Typ WV ist undicht. Die Kapillarrohrverbindung zwischen Wasserventil Typ WV und Verflüssiger ist verstopft oder geklemmt. Wasserventil Typ WV ist aufgrund eines Defektes in der oberen Membran geschlossen.	Wassermenge erhöhen, indem das Wasserventil auf einen niedrigeren Druck eingestellt wird. Schmutzfilter reinigen, und dann das Wasserventil durchspülen, indem man es mit 2 Schraubenziehern für vollen Durchfluss öffnet, siehe Bedienungsanleitung. Mit einem Lecksucher prüfen, ob das Wellrohr undicht ist. Wellrohrelement auswechseln*. Beim Ab- und Anmontieren darf kein Druck im Wellrohrelement sein. Überprüfen, ob das Kapillarrohr verstopft oder geklemmt ist. Kapillarrohr auswechseln. Das Wasserventil auf einen Riss in der Membran hin überprüfen. Membran auswechseln*. Beim Ab- und Anmontieren darf kein Druck im Wellrohrelement sein.
Verflüssigungsdruck zu niedrig Wassergekühlter Verflüssiger	Die Wassermenge ist zu groß. Wasserventil Typ WV ist aufgrund eines Defektes in der unteren Membran offen. Wasserventil Typ WV kann aufgrund von Schmutz im Ventilsitz nicht schließen. Ventilkegel hängt aufgrund von Schmutz fest.	Das Wasserventil Typ WV auf eine kleinere Wassermenge, d.h. auf höheren Druck einstellen. Das Wasserventil auf einen Riß in der Membran hin überprüfen. Membran auswechseln*. Beim Ab- und Anmontieren darf kein Druck im Wellrohrelement sein. Das Wasserventil auf Schmutz hin überprüfen und reinigen. Falls notwendig Teile auswechseln*. Beim Ab- und Anmontieren darf kein Druck im Wellrohrelement sein. Ein Schmutzfilter vor dem Wasserventil montieren.
Verflüssigungsdruck pendelt.	Wasserventil Typ WV ist zu groß.	Wasserventil gegen eine kleinere Größe auswechseln.

*) Siehe Ersatzteildokumentation unter <http://www.danfoss.com>

Fehlersuche - Filtertrockner und Schaugläser

Merkmal	Mögliche Ursache	Abhilfe
Indikator im Schauglas zeigt Gelb	Es ist zu viel Feuchtigkeit in der Anlage	Trockner auswechseln*
Fehlende Verdampferleistung.	Zu großer Druckabfall über den Trockner Der Trockner ist verstopft Der Trockner ist unterdimensioniert	Trocknergröße mit der Leistung der Anlage vergleichen Trockner auswechseln* Trockner auswechseln* Trocknergröße mit der Leistung der Anlage vergleichen Trockner auswechseln*
Blasen im Schauglas hinter dem Trockner	Zu großer Druckabfall über den Trockner Der Trockner ist verstopft Der Trockner ist unterdimensioniert Fehlende Unterkühlung Fehlende Kältemittelfüllung	Trocknergröße mit der Leistung der Anlage vergleichen Trockner auswechseln* Trockner auswechseln* Trocknergröße mit der Leistung der Anlage vergleichen Trockner auswechseln* Überprüfung vorauf die fehlende Unterkühlung zurückzuführen ist Achtung! Kein Nachfüllung von Kältemittel wegen fehlender Unterkühlung Undichte beseitigen und Kältemittel auffüllen
Austrittseite des Trockners kälter als Eintrittseite (evtl. Vereisung.)	Zu großer Druckabfall über den Trockner Der Trockner ist verstopft Der Trockner ist unterdimensioniert	Trocknergröße mit der Leistung der Anlage vergleichen Trockner auswechseln* Trockner auswechseln* Trocknergröße mit der Leistung der Anlage vergleichen Trockner auswechseln*

*Verschließen des ausgebauten Trockners nicht vergessen

Fehlersuche - Druckregler

Merkmal	Mögliche Ursache	Abhilfe
Die Raumtemperatur ist zu hoch	Verdampfungsdruckregler Typ KVP ist zu hoch eingestellt Undichtes Wehrohr im Verdampfungsdruckregler Typ KVP	Verdampfungsdruckregler auf einen niedrigeren Druck einstellen. Die Einstellung sollte ca. 8-10 K niedriger als die gewünschte Raumtemperatur sein. Nach beendeter Einstellung ist die Abdeckkappe aufzuschrauben. Abdeckkappe langsam lockern. Wenn Druck oder Spuren von Kältemittel unter der Abdeckkappe sind, ist das Wellrohr undicht. Ventil auswechseln.
Die Raumtemperatur ist zu niedrig	Verdampfungsdruckregler Typ KVP ist zu niedrig eingestellt	Verdampfungsdruckregler auf einen höheren Druck einstellen. Die Einstellung sollte ca. 8-10 K niedriger als die gewünschte Raumtemperatur sein. Nach beendeter Einstellung ist die Abdeckkappe aufzuschrauben.
Der Saugdruck pendelt	Verdampfungsdruckregler Typ KVP ist zu groß Leistungsregler Typ KVC ist zu groß	Verdampfungsdruckregler gegen eine kleinere Größe auswechseln. Nach beendeter Einstellung ist die Abdeckkappe aufzuschrauben. Leistungsregler gegen eine kleinere Größe auswechseln. Nach beendeter Einstellung ist die Abdeckkappe aufzuschrauben.
Der Saugdruck ist zu hoch	Leistungsregler Typ KVC ist defekt oder zu hoch eingestellt	Leistungsregler auswechseln. Leistungsregler auf einen niedrigeren Druck einstellen. Nach beendeter Einstellung ist die Abdeckkappe aufzuschrauben.
Verflüssigungsdruck zu hoch Luftgekühlter Verflüssiger	Verflüssigungsdruckregler Typ KVR ist auf einen zu hohen Druck eingestellt	Verflüssigungsdruckregler auf richtigen Druck einstellen. Nach beendeter Einstellung ist die Abdeckkappe aufzuschrauben.
Verflüssigungsdruck zu hoch Wassergekühlter Verflüssiger	Das Wellrohr im Verflüssigungsdruckregler Typ KVR kann undicht sein	Abdeckkappe langsam lockern. Wenn Druck oder Spuren von Kältemittel unter der Abdeckkappe sind, ist das Wehrohr undicht. Ventil auswechseln.
Saugdruck zu hoch	Undichtes Wellrohr im Startregler Typ KVL	Abdeckkappe langsam lockern. Wenn Druck oder Spuren von Kältemittel unter der Abdeckkappe sind, ist das Wellrohr undicht. Ventil auswechseln.
Druckrohr des Verdichters zu warm	Undichtes Wellrohr im Leistungsregler Typ KVC Heißgasmenge ist zu groß	Abdeckkappe langsam lockern. Wenn Druck oder Spuren von Kältemittel unter der Abdeckkappe sind, ist das Wellrohr undicht. Ventil auswechseln. Leistungsregler Typ KVC evtl. auf einen niedrigeren Einstelldruck einstellen. Evtl. ein Einspritzventil, z.B. einen Typ TE 2, für die Einspritzung in die Saugleitung montieren.
Temperatur im Sammler zu hoch Keine unterkühlte Flüssigkeit	Sammlerdruckregler Typ KVD ist auf einen zu niedrigen Druck eingestellt Das Wellrohr im Sammlerdruckregler Typ KVD kann undicht sein.	Sammlerdruckregler auf einen höheren Druck einstellen. Es kann auch notwendig sein, den Verflüssigungsdruckregler auf einen höheren Druck einzustellen. Abdeckkappe langsam lockern. Wenn Druck oder Spuren von Kältemittel unter der Abdeckkappe sind, ist das Wellrohr undicht. Ventil auswechseln.

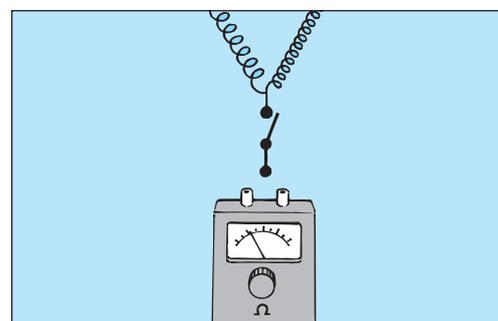
Inhalt**Seite**

Verdichter / Anlage läuft nicht (an)	187
Verdichter / Anlage läuft, jedoch mit reduzierter Kälteleistung	190
Zu hohe Leistungs- und Stromaufnahme	193
Geräusche.....	195

**Verdichter/Anlage
läuft nicht (an)**

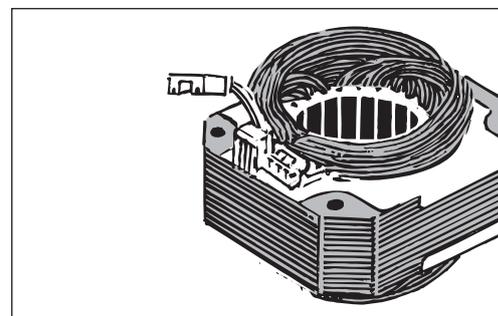
Hauptsschalter hat ausgelöst	Defekte Sicherung Masseschluss Motorfehler Defekte Stromdurchführung
Verdichter	Elektrische Ausrüstung Verdichtermotor/Motorschutzschalter Mechanisch blockiert Überlastung Spannung/ Frequenz Druckstörung Kältemittel/ -art Druckausgleich Ventilatorausfall
Hoch- und Niederdruckschalter	Mechanisch defekt Flasch verdreht Differenz falsch eingestellt Ausschaltzeit falsch eingestellt Druckstörung
Thermostat	Mechanisch defekt Falsch verdreht Differenz zu klein Falscher Schaltwert

Hat die Hauptsicherung ausgelöst, sollte die Ursache ermittelt werden. Vielfach löst ein Defekt an der Motorwicklung, dem Motorschutzschalter oder ein Masseschluss bzw. eine verbrannte Stromdurchführung die Hauptsicherung aus. Bei Nichtanlauf eines Verdichters sollten vorab immer die Widerstände überprüft werden. Bei allen Verdichtern sind Haupt- und Hilfswicklung entsprechend der nebenstehenden Zeichnung angeordnet. Die aktuellen Widerstände entnehmen Sie bitte dem jeweiligen Datenblatt des Verdichters.



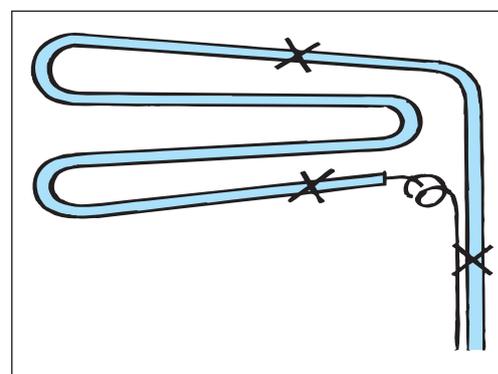
Am0_0075

In der Regel haben alle Verdichtermotoren einen eingebauten Motorschutzschalter. Erfolgt eine Ausschaltung des Verdichters über den Wicklungsschutz, kann es zu einer relativ langen Ausschaltzeit infolge von Wärmespeicherung im Motor kommen (bis zu 45 Minuten). Bei Ausfall der Motorfunktion kann man mittels Widerstandsmessung feststellen, ob es sich um einen ausgeschalteten Wicklungsschutzschalter oder um eine evtl. unterbrochene Wicklung handelt. Eine mechanische Blockierung im Verdichter äußert sich durch wiederholte Startversuche, hohe Stromaufnahme und hohe Wicklungstemperaturen, die zum Abschalten über den Wicklungsschutz führen.



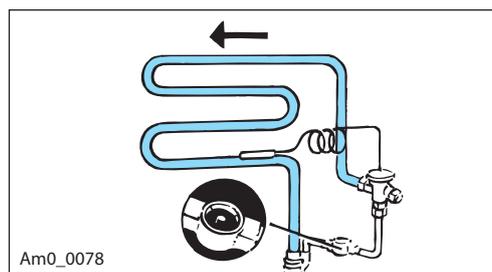
Am0_0076

Eine Überlastung des Verdichters erkennt man daran, dass er nicht anlaufen kann oder aber nach kurzer Laufzeit wieder über den Motorschutz abschaltet. Ein Einsatz der Verdichter außerhalb der freigegebenen Einsatzgrenzen führt in der Regel zu einer Überlastung. Bei Bedarf bitte die Einsatzgrenzen wie Spannungstoleranzen, Frequenzen, Temperaturen/Drücke sowie Kältemitteltyp aus dem aktuellen Verdichterdatenblatt entnehmen. In Anlagen, die auf der Hochdruckseite nicht mit einem Hochdruckschalter abgesichert sind, kann ein über den Wicklungsschutz abgeschalteter oder aber defekter Ventilatormotor zu einer Überlastung des Verdichters führen. Die exakte Bestimmung der Kältemittelbetriebsfüllung ist generell notwendig. Bei Kapillarrohrsystemen geschieht dies am sichersten durch Messungen am Verdampfer und an der Saugleitung.



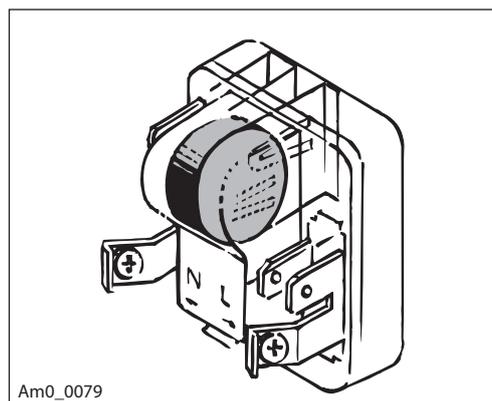
Am0_0077

Bei Anlagen mit thermostatischen Expansionsventil sollte die Befüllung über ein Schauglas erfolgen. Für beide Systeme gilt, dass die Kältemittelbetriebsmenge kleiner als das freie Volumen auf der Druckseite des Kältemittelsystems sein muß.



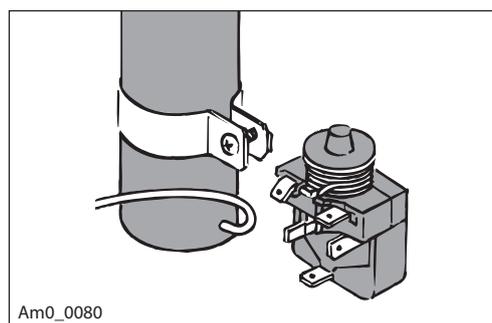
Am0_0078

Verdichter für Kapillarrohranlagen sind in der Regel mit PTC-Leichtanlauf-Anlaufvorrichtungen ausgestattet. Ein Anlauf über das PTC erfordert einen absoluten Druckausgleich zwischen Hoch- und Niederdruckseite der Kälteanlage bei jedem Anlauf. Weiter fordert das PTC eine Stillstandszeit des Verdichters von ca. 5 Minuten, um eine Abkühlung der PTC-Perle und damit ein max. Anlaufmoment zu gewährleisten. Bei Anlauf eines »kalten« Verdichters und einer darauf kurzfristigen Unterbrechung des Stromkreises kann es unter Umständen zu einem Konflikt zwischen Wicklungsschutzschalter und PTC kommen. Innerhalb von ca. 60 Minuten sollte das System aufgrund der Wärmespeicherung des Motors wieder normal anlaufen.



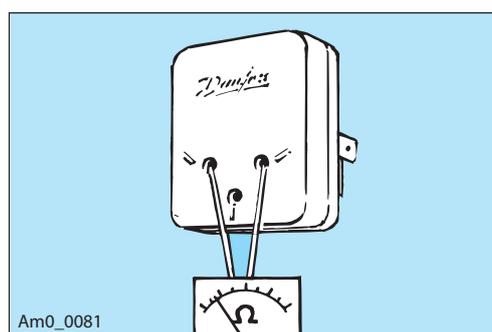
Am0_0079

In Anlagen, bei denen bei Anlauf kein Druckausgleich gewährleistet ist – auch bei Kapillarrohranlagen mit Stillstandszeiten unter 5 Minuten – müssen die Verdichter mit einer Schweranlaufvorrichtung, ausgerüstet sein. Defekte oder falsche Relais bzw Anlaufkondensatoren können zu Anlaufproblemen oder zum Abschalten des Verdichters über den Wicklungsschutzschalter führen. Daher bitte die Bestelldaten beachten. Bei vermuteten Defekt der Anlaufvorrichtung sollte generell immer die komplette Anlaufvorrichtung Relais und Anlaufkondensator ausgetauscht werden.



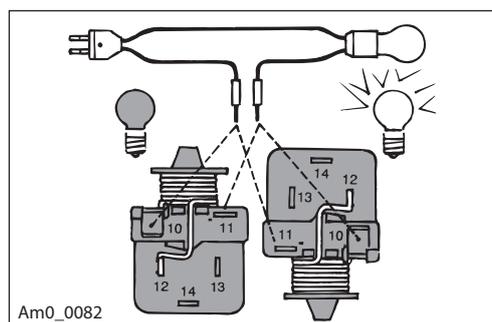
Am0_0080

Das PTC (25 Ω für 220 V-Netz und 5,5 Ω für 115 V-Netz) kann mit einem Ohmmeter geprüft werden.



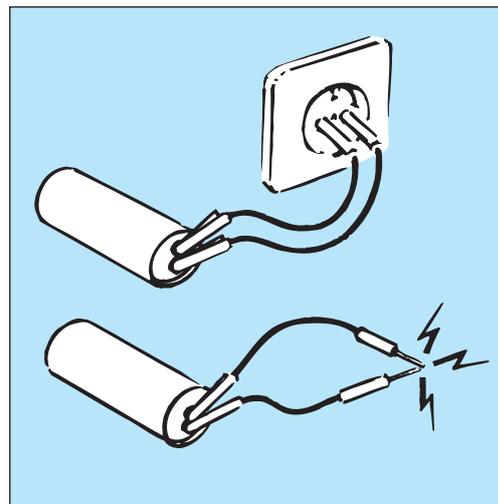
Am0_0081

Ein Anlaufrelais kann gemäß nebenstehender Zeichnung mit einer Kontrolllampe überprüft werden. Das Relais ist in Ordnung, wenn die Kontrolllampe bei stehender Position nicht leuchtet. Wenn die Kontrolllampe bei auf dem Kopf stehende Relais leuchtet, ist das Relais in Ordnung.



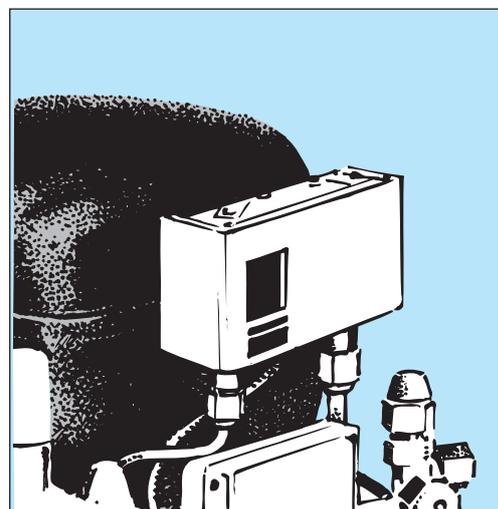
Am0_0082

Die Untersuchung eines Anlaufkondensators erfolgt, in dem man diesen für einige Sekunden der nominellen Netzspannung aussetzt und danach überbrückt. Gibt es Funken ist der Kondensator in Ordnung.



Am0_0083

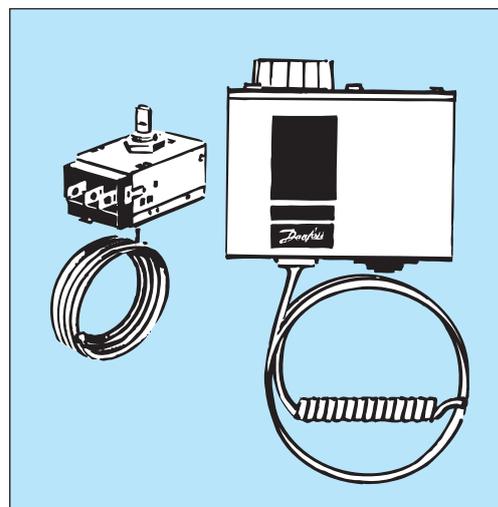
Danfoss bietet Verflüssigungssätze mit einem kombinierten Hoch- und Niederdruckschalter an. Dieses stellt einen Schutz des Verdichters gegen zu hohe Drücke auf der Hochdruckseite und zu niedrige Drücke auf der Saugseite dar. Hat der Hochdruckschalter die Anlage ausgeschaltet, sollte überprüft werden, ob eine Druckstörung vorliegt. Hat der Niederdruckschalter die Anlage ausgeschaltet, kann Kältemittelmangel, eine Leckage, eine Vereisung am Verdampfer und/oder eine teilweise Blockierung am Drosselorgan vorliegen. Liegen keine Druckstörungen auf der Hoch- und Niederdruckseite vor, sollte der Druckschalter überprüft werden. Dazu verweisen wir auf Kapitel 3, Druckschalter.



Am0_0084

Weiterhin kann ein defekter oder falsch eingestellter/ausgelegter Thermostat die Anlage abschalten. Weist der Thermostat einen Füllungsverlust auf oder ist die Einstelltemperatur zu hoch gewählt, läuft die Anlage nicht an. Eine zu klein gewählte Temperaturdifferenz führt zu kurzen Stillstandszeiten des Verdichters, was in Verbindung mit der Leichtanlaufvorrichtung zu Anlaufschwierigkeiten und bei der Schweranlaufvorrichtung zu verkürzter Lebensdauer führt. Als Richtlinien für Druckausgleichszeiten bei Gebrauch einer Leichtanlaufvorrichtung gelten für Kühlschränke: 5 bis 8 Minuten und für Gefriermöbel 7 bis 10 Minuten.

Bei Gebrauch einer Schweranlaufvorrichtung sollten so wenig Schaltperioden pro Stunde wie möglich geplant werden, keinesfalls jedoch mehr als 10 Anläufe in der Stunde. Bezüglich Einstellung und Fehlersuche an Thermostaten verweisen wir auf Kapitel 4, Thermostate.

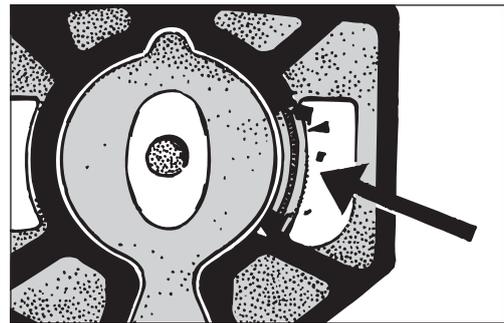


Am0_0085

Verdichter/Anlage läuft, jedoch reduzierte Kälteleistung

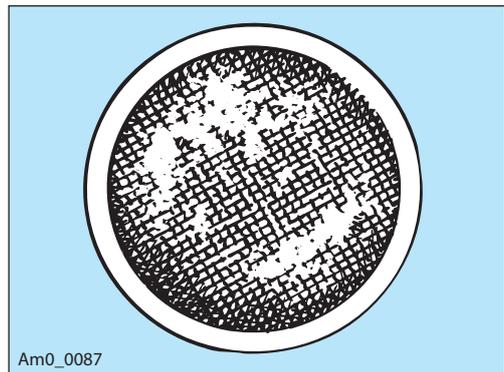
Verdichter	Dichtungen Verkokungen
Druckstörungen	Blockierungen Fremdgase Feuchtigkeit Verschmutzungen Ventilatorfehler Kältemittelverlust Kältemittelüberfüllung Vereisung
Drosselorgan Kapillarrohr/therm. Expansionsventil	Einstellung der statischen Überhitzung Düsengröße/Durchmesser

Häufig festgestellte Ursachen für eine reduzierte Kälteleistung sind Verkokung, Kupferplattierungen und herausgedrückte Dichtungen an den Verdichterventilsystemen. Verkokungen entstehen hauptsächlich in Verbindung mit Feuchtigkeit im Kältemittelkreislauf. Außerdem führt Feuchtigkeit in Verbindung mit hohen Temperaturen zu Kupferplattierungen auf den Ventilsitzen. Herausgedrückte Dichtungen sind auf zu hohe Verflüssigungsdrücke und kurzzeitige hohe Druckspitzen >60 bar (Flüssigkeitsschläge) zurückzuführen.



Am0_0086

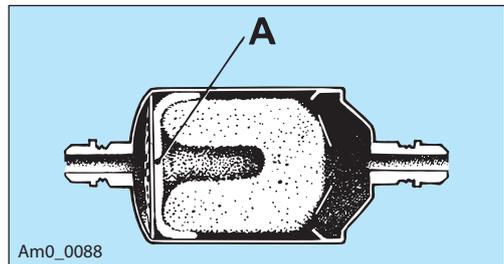
Wir empfehlen die Verwendung qualitativ hochwertiger Filtertrockner. Schlechtes Trocknermaterial führt zu Abrieb, welches nicht nur zu teilweisen Blockierungen von Kapillarrohr und Sieb des thermostatischen Expansionsventils führt, sondern auch zu Schäden am Verdichter (hauptsächlich Fressungen).



Am0_0087

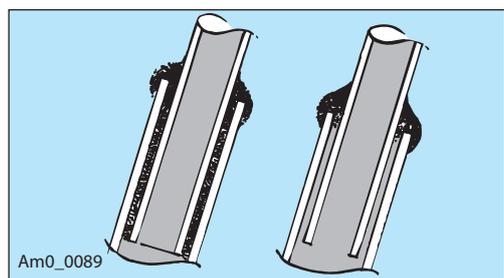
Gewerbliche Kälteanlagen sollten generell mit Trocknern mit Feststoffeinsätzen, wie z.B. Typ DML, ausgerüstet werden. Siehe dazu Kapitel 7, Filtertrockner und Schaugläser. Der Filtertrockner muss bei jeder Reparatur ausgetauscht werden.

Bei Austausch eines »Bleistifttrockners«, der vielfach in Kühlschränken zur Anwendung kommt, ist darauf zu achten, daß das verwendete Trocknermaterial für das eingesetzte Kältemittel geeignet und in ausreichender Menge enthalten ist.



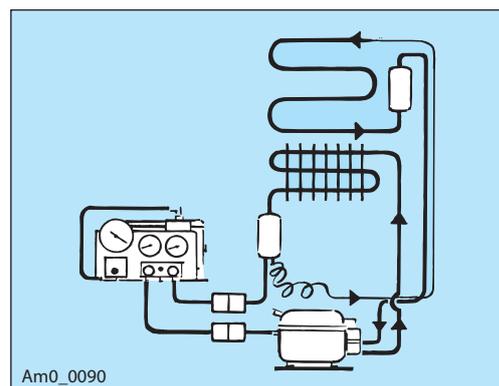
Am0_0088

Schlecht ausgeführte Lötstellen führen ebenfalls zu Blockierungen im Kältemittelkreislauf. Zur Erstellung einer ordentlichen Lötstelle muß das richtige Lot mit dem entsprechenden Silberanteil verwendet werden. Der Gebrauch von Flussmittel sollte eingeschränkt werden. Verwenden Sie nur so viel wie eben notwendig.



Am0_0089

Schlecht ausgeführte Lötstellen können auch zu Undichtigkeiten und damit zu Verkokungen führen. Der Fremdgasanteil in einer Kälteanlage sollte unter 1 % gehalten werden, da sich sonst ein erhöhtes Druckniveau einstellt. Das Hauptziel der Evakuierung ist es, nicht kondensierbare Gase vor der Kältemittelfüllung zu entfernen. Gleichzeitig wird im Kältemittelkreislauf eine trocknende Wirkung erzielt. Die Evakuierung kann von der Druck- und Saugseite her oder allein von der Saugseite her erfolgen. Bei der Evakuierung von zwei Seiten wird das beste Vakuum erzielt. Bei einer einseitigen Evakuierung über die Saugseite wird auf der Druckseite nur schwer ein ausreichendes Vakuum erreicht.



Verschmutzung außen am Verflüssiger und Defekte am Ventilatormotor führen zu erhöhten Verflüssigungsdrücken und damit zu einer reduzierten Kälteleistung. Eingebaute Hochdruckschalter stellen in solchen Fällen einen sicheren Schutz gegen Überbelastung der Verdichter dar.

Hinweis:

Der im Verdichter integrierte Motorschutzschalter stellt in Fällen steigender Verflüssigungsdrücke, hervorgerufen durch einen ausgefallenen Ventilatormotor, keinen optimalen Schutz dar. Die Temperatur am Motorschutzschalter steigt nicht schnell genug an, um eine Auslösung zu erreichen. Dieses gilt auch in Fällen, wo die Kältemittelfüllmenge größer als das frei verfügbare Volumen aus der Hochdruckseite ist.

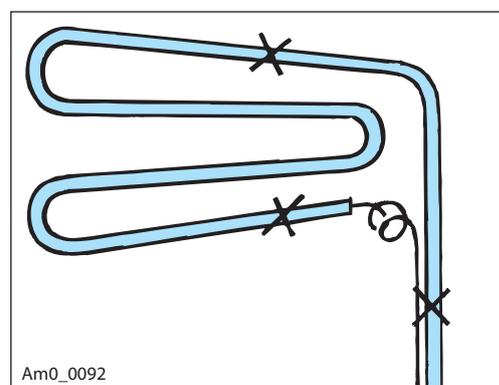


Am0_0091

Speziell in Verbindung mit Kapillarrohrsystemen ist es wichtig, eine optimale Bestimmung der Kältemittelfüllmenge vorzunehmen.

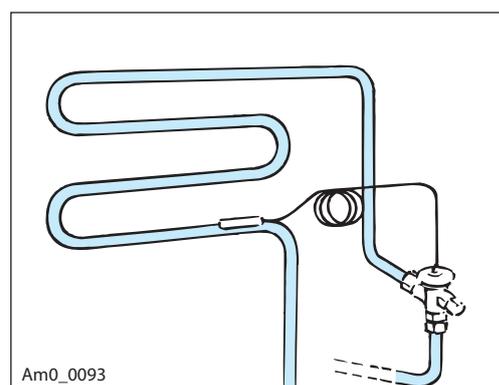
Als Richtwerte gelten:

eine möglichst gleiche Temperatur am Ein- und Austritt des Verdampfers/vom Austritt des Verdampfers bis zum Eintritt des Verdichters sollte eine größtmögliche Überhitzung erreicht werden. (Eintrittstemperatur am Verdichter sollte ca. 10 K unter der Verflüssigungstemperatur liegen).



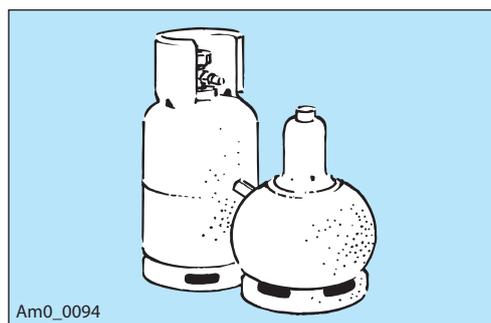
Am0_0092

Eine Überfüllung an einer Kälteanlage mit thermostatischen Expansionsventil wird erst dann kritisch, wenn die Füllmenge im flüssigen Zustand größer als das freie Volumen des Sammlers ist, da dann die Fläche des Verflüssigers verkleinert wird und der Verflüssigungsdruck ansteigt.



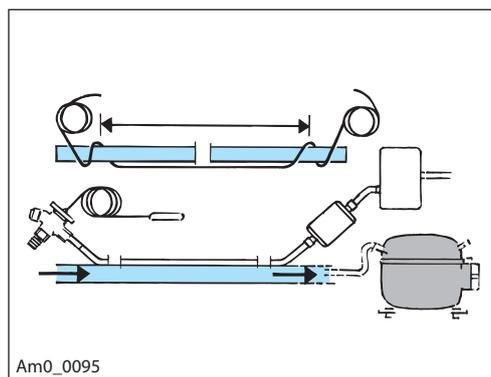
Am0_0093

Eine Unterfüllung, die nicht durch eine Undichtigkeit hervorgerufen wurde, ist äußerst selten und zeigt sich häufig durch eine ungleichmäßige Beaufschlagung (Bereifung) am Verdampfer. Diese ungleichmäßige Bereifung führt nicht nur zu einer reduzierten Kälteleistung, sondern auch zu Problemen bei der Abtauung des Verdampfers, da der Fühler des Abtauthermostaten in solchen Fällen den Eisansatz nicht erfäßt. Deshalb wird empfohlen, die Kältemittelmenge so abzustimmen, dass eine gleichmäßige Beaufschlagung des Verdampfers erreicht wird.



Am0_0094

Einen optimalen Systemwirkungsgrad bekommt man, wenn man die Anlagen mit einem Wärmetauscher versieht, damit bei Anlagen mit thermostatischen Expansionsventilen eine Unterkühlung von ca. 5 K und bei Kapillarrohranlagen ca. 3 K erreicht wird. Für Anlagen mit thermostatischen Expansionsventil sollte die Saug- und Flüssigkeitsleitung miteinander auf ca. 0,5-1,0 m verlötet werden. Bei Anlagen mit Kapillarrohr sollte dieses mit der Saugleitung über ein Stück von 1,5 bis 2,0 m miteinander verlötet werden.

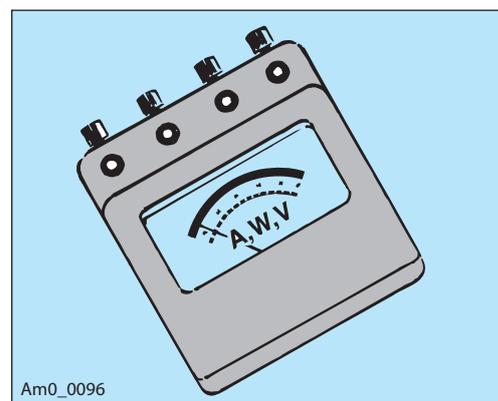


Am0_0095

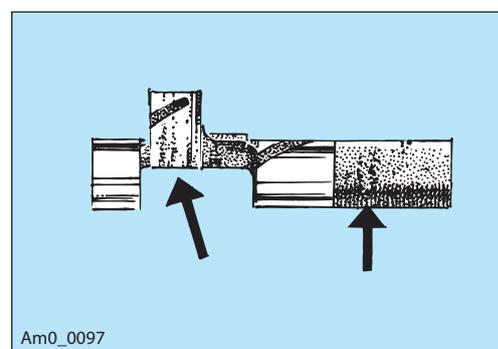
Zu hohe Leistungs- und Stromaufnahme

Verdichter	Beginnender Verdichterverschleiss Motorfehler Reduzierte Verdichterkälteleistung Belüftung des Verdichters
Druckstörungen	Blockierungen Fremdgase Feuchtigkeit Verschmutzungen Lüfterfehler
Überlastung	Anwendung außerhalb der Anwendungsgrenzen Spannung/Frequenz Druckstörungen Temperatur Kältemittel/-art

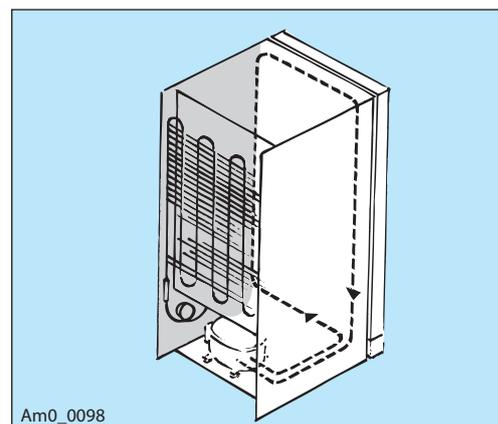
Vielfach führen Druckstörungen und Überbelastungen zu Fehlern am Verdichter, die sich durch eine überhöhte Leistungs- bzw. Stromaufnahme äußern. Auf den vorherigen Seiten wurde über die Problematik der Druckstörungen und Überlastung des Verdichters anlagenseitig ausreichend informiert. Zu hohe Verdampfungs- und auch Verflüssigungsdrücke führen zu einer erhöhten Belastung des Verdichtermotors, welches sich durch eine erhöhte Leistungs- und Stromaufnahme äußert. Darüber hinaus stellt sich dieser Fehler auch dann ein, wenn der Verdichter nicht ausreichend belüftet wird oder bei extremen Überspannungen. Unterspannung ist normalerweise in Deutschland und den westeuropäischen Ländern kein Problem, da die Spannung 198 V selten unterstreitet.



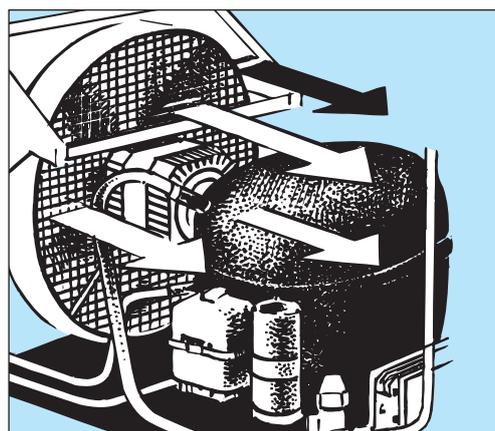
Eine ständige Überlastung führt am Verdichter zu beginnenden Verschleiss von Lagern und Ventilsystem. Eine Überlastung, die zu häufigen Schaltungen des Wicklungsschutzschalters führt, kann Anlaß zu vermehrten elektrischen Ausfällen geben. In Anwendungsfällen, die die Anwendungsgrenzen überschreiten, sollte die Anlagenkonzipierung entsprechend angepaßt werden, z.B. können thermostatische Expansionsventile mit MOP, die den Verdampfungsdruck begrenzen, Startregler oder Verflüssigungsdruckregler verwendet werden. Siehe dazu Kapitel 1, Thermostatische Expansionsventile und Kapitel 5, Druckregler, KV-Ventile.



Für Haushaltskühlmöbel ist eine statische Belüftung (eventuelle Ölkühlung) ausreichend. Dieses setzt jedoch voraus, dass speziell bei Einbaumöbeln die vom Hersteller angegebenen Abstände eingehalten werden.



Bei gewerblichen Anlagen sollte Ventilatorbelüftung vorgesehen werden. Als Richtlinie kann eine Luftgeschwindigkeit von 3 m/sek über Verflüssiger und Verdichter empfohlen werden.



Am0_0099

Weiter ist eine kontinuierliche Wartung der Kälteanlage empfehlenswert, bei der auch eine Reinigung der Verflüssiger vorgesehen sein sollte.



Am0_0100

Geräusche

Verdichter	Druckschleife Ölspiegel Spielraum: Kolben/Zylinder Ventilsystem
Ventilatoren	Deformierte Flügel Lagerverschleiss Befestigungskonsole
Ventile	»Pfeifen« von thermostatischen Expansionsventilen »Klappern« von Magnet-/Rückschlagventilen
Systemgeräusche	Flüssigkeitsgeräusche (hauptsächlich im Kühlschrankverdampfer)
Montage	Rohrführung Befestigung von Verdichter, Ventilator und Verflüssiger

Danfoss Verdichter und Verflüssigungssätze geben in der Regel keinen Anlass zu Beschwerden aufgrund des Geräuschpegels. Der Geräuschpegel der Verdichter und vor allem der Ventilatoren sind entsprechend den Marktanforderungen ausgeführt. Kommt es dennoch vereinzelt zu Reklamationen, ist dies in den meisten Fällen auf Montage- und Systemfehler zurückzuführen.



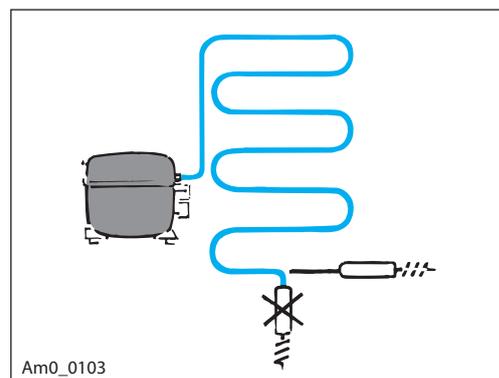
Am0_0101

Selten auftretende Geräuschprobleme sind zumeist auf Fehler in der Verdichtertifertigung zurückzuführen: wie z.B. Anschlagen der Druckschleife ans Gehäuse, zu niedriger/zu hoher Ölspiegel, zu großer Spielraum zwischen Kolben und Zylinder, diverse Montagefehler am Ventilsystem. Mit Hilfe eines Schraubendrehers, der an das Verdichtergehäuse angelegt wird und zur Schallübertragung dient, lässt sich solch Geräusch schnell ermitteln.



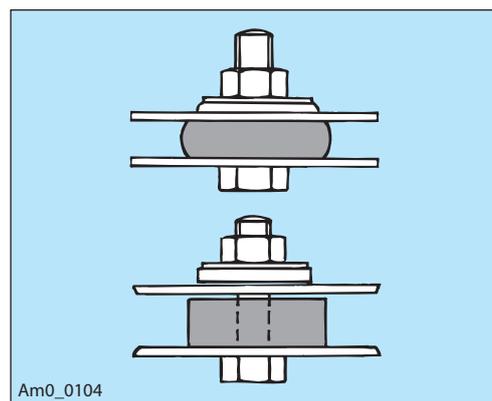
Am0_0102

Systemgeräusche sind kritisch an Haushaltskühlmöbeln. Charakteristisch ist hier das Flüssigkeitsgeräusch am Eintritt des Verdampfers. Hier Abhilfe zu schaffen ist systemmäßig meist nicht möglich, da es sich um Seriengeräte handelt. Falls der Trockner senkrecht montiert ist, kann es in Einzelfällen helfen, diesen waagrecht zu montieren. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass das Geräusch nicht durch Körperschall, z.B. bei einem Einbaumöbel verstärkt wird. Gegebenenfalls sollte man sich an den Hersteller des Kühlmöbels wenden.

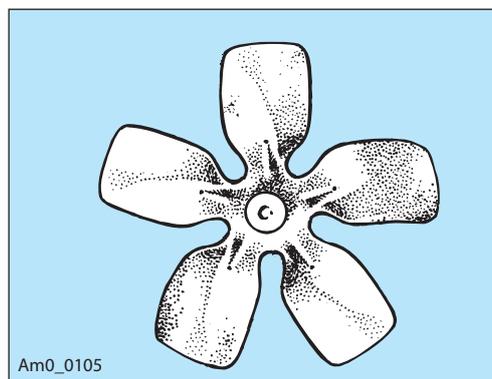


Am0_0103

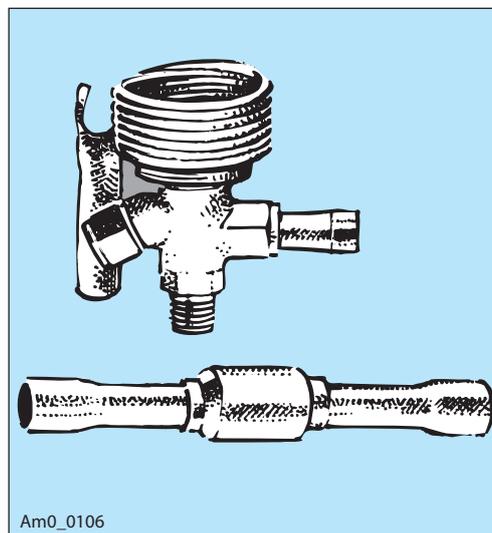
Um eine Geräuschübertragung zu verhindern, sollte bei Kühlmöbeln generell darauf geachtet werden, dass die Rohrleitungen so ausgeführt sind, dass sie nicht an Verdichter, Wärmetauscher oder Seitenwände anstoßen können. Bei der Montage des Verdichters sollten die mitgelieferten Befestigungssätze verwendet werden. Dabei sollten unbedingt die Abstandsstücke mit eingesetzt werden, um zu vermeiden, dass die Gummifüße zu stark zusammengedrückt werden und damit ihre geräuschkämpfende Wirkung verlieren.



Ventilatoren werden zumeist in gewerblichen Kälteanlagen verwendet. Ein erhöhtes Geräuschniveau entsteht, wenn die Ventilatorflügel verbogen sind oder aber Kontakt zu den Lamellen des Wärmeaustauschers haben. Weiter führen verschlissene Lagerbuchsen zu starken Geräuschen. Es sollte auch darauf geachtet werden, dass die Ventilatoreinheit nicht auf der Konsole schwingt und gut befestigt ist. Normal hat der Ventilator ein höheres Geräuschniveau als der Verdichter. In Einzelfällen kann man daher das Geräuschniveau reduzieren, indem man einen kleineren Ventilatormotor einbaut. Dieses kann jedoch nur dann empfohlen werden, wenn die Fläche des Verflüssigers überdimensioniert ist.



Kommt es an Ventilen zu Geräuschentwicklung, so ist diese zumeist auf eine falsche Dimensionierung zurückzuführen. So sollten Magnet- und Rückschlagventile nie nach dem Rohranschluss, sondern über den kv-Wert ausgelegt werden. Dies gewährleistet den Mindestdruckabfall, der notwendig ist das Ventil zu öffnen bzw. offen zu halten und ein »Klappern« der Ventilsitze zu verhindern. Ein weiteres Phänomen sind »pfeifende« thermostatische Expansionsventile. Hier sollte überprüft werden, ob die Düsengröße den Anlagenbedingungen entspricht und vor allem eine genügend große Unterkühlung der Flüssigkeit vor dem Expansionsventil vorhanden ist [ca. 5 K].



Inhalt	Seite
Allgemein	199
Fehlerortung	199
Elektrische Kurzprüfung des Verdichters	199
Prüfung von Haupt- und Hilfwicklung	200
Prüfung Wicklungsschutz	200
Prüfung Relais	200
Prüfung PTC	201
Fehlersuche - Bekannte Beanstandungsgründe, feststellbar vor Verdichterausbau	202

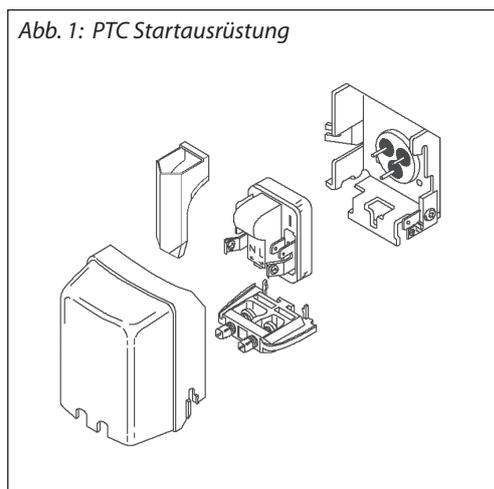
Allgemein

Diese Unterlage richtet sich vor allem an den Kundendienst für Haushaltskühlgeräte und ähnliches. Einzeldaten sind dem jeweiligen Verdichter-Datenblatt zu entnehmen.

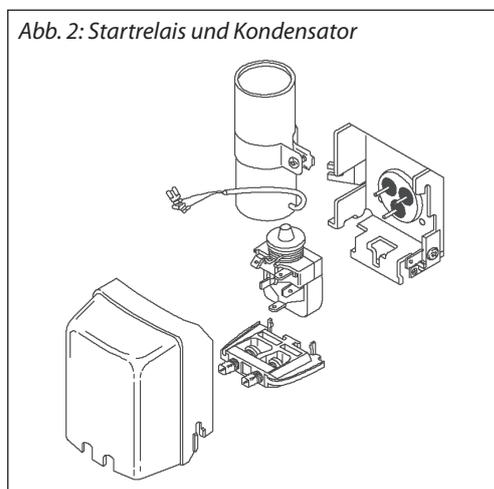
Verdichter der Baureihen PL, TL, NL, FR und teilweise SC haben PTC-Startausrüstungen (Abb. 1) oder Relais und Anlasskondensator (Abb. 2). Der Motorwicklungsschutz ist eingebaut.

Im Falle eines misslungenen Starts können bei kaltem Verdichter bis zu 15 Minuten vergehen, bis der Wicklungsschutz den Verdichter abschaltet. Bei warmem Verdichter kann das Wiedereinschalten des Wicklungsschutzes bis zu einer Stunde dauern.

Der Verdichter darf nie ohne die zugehörige Startausrüstung gestartet werden.

Abb. 1: PTC Startausrüstung


Am0_0069

Abb. 2: Startrelais und Kondensator


Am0_0070

Fehlerortung

Vor Beginn der eigentlichen Fehlersuche empfiehlt es sich, die Netzverbindung des Gerätes für mindestens 5 Minuten zu trennen. Das stellt das Abkühlen des PTC sicher und verbessert damit die Startfähigkeit.

Eine Spannungsunterbrechung während der ersten Minuten nach dem Einschalten

eines noch nicht heruntergekühlten Gerätes kann zu einer Interlocking-Situation führen. Bei nicht ausgeglichenem Systemdruck kann der Verdichter mit PTC Startausrüstung dabei nicht anlaufen. Es kann bis zu etwa 1 Stunde vergehen, bis das Gerät wieder normal läuft.

Elektrische Kurzprüfung des Verdichters

Um unnötiges Schalten des Wicklungsschutzes und damit Wartezeiten zu vermeiden, sollten die Überprüfungen in der untenstehenden Reihenfolge durchgeführt werden. Die Beschreibung der Überprüfungen sind auf der folgenden Seite zu finden.

- Elektrische Ausrüstung von Verdichter abmontieren
- Durchgang zwischen Anschlussstiften M und S an der Stromdurchführung prüfen
- Durchgang zwischen Anschlussstiften M und C an der Stromdurchführung prüfen
- Verdichter ersetzen, wenn o.a. Prüfungen keine elektrische Verbindung zeigen
- Sonst elektrische Ausrüstung ersetzen

Sollte der Verdichter immer „noch nicht arbeiten“, handelt es sich wahrscheinlich nicht um einen Verdichterfehler. Genauere Prüfung geschieht entsprechend den Tabellen.

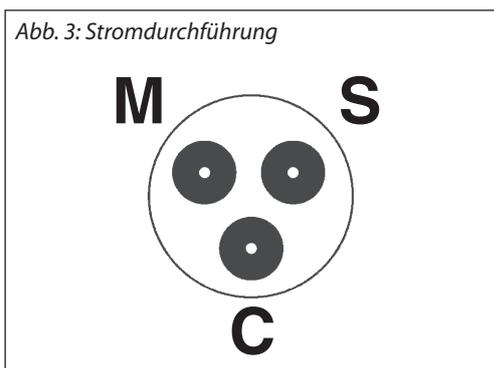
Prüfung von Haupt- und Hilfswicklung

- Der Widerstand zwischen den Stiften M (Hauptwicklung/Main) und S (Hilfswicklung/Start) an der Stromdurchführung wird mit einem Ohmmeter gemessen, siehe Abb. 3.

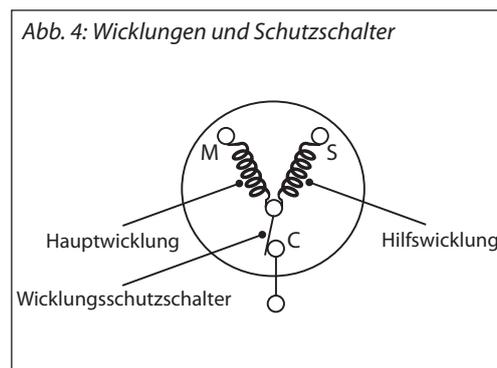
Durchgang →	Haupt- und Hilfswicklung meist OK →	Relais ersetzen	
Kein Durchgang →	Haupt- oder Hilfswicklung defekt →	Verdichter ersetzen	

Bei kaltem Verdichter (ca. 25°C) beträgt der Widerstand ca. 10 bis 100 Ohm für 220-240V Verdichter. Zur Bestimmung von partiellen Windungsschlüssen sind Datenblattwerte für den gegebenen Verdichtertyp notwendig.

Datenblätter sind auch auf www.danfoss.com/compressors zugänglich.



Am0_0071



Am0_0028

Prüfung Wicklungsschutz

- Der Widerstand zwischen den Stiften M (Hauptwicklung) und C (gemeinsam) an der Stromdurchführung wird mit einem Ohmmeter gemessen, siehe Abb. 3 und 4.

Durchgang →	Wicklungsschutzschalter OK		
Kein Durchgang →	Verdichter kalt →	Schutz defekt →	Verdichter ersetzen
	Verdichter warm →	Schutz könnte abgeschaltet haben, aber OK sein: →	warten auf Einschalten

Prüfung Relais

- Relais vom Verdichter abnehmen.
- Durchgang zwischen Anschlüssen 10 und 12 messen (siehe Abb. 5):

Kein Durchgang →	Relais defekt →	Relais ersetzen	
------------------	-----------------	-----------------	--

- Durchgang messen zwischen Anschlüssen 10 und 11:
- In normaler senkrechter Stellung (wie eingebaut, Spule nach oben):

Durchgang →	Relais defekt →	Relais ersetzen	
Kein Durchgang →	OK		

- Umgedrehte Position (Spule nach unten):

Durchgang →	OK		
Kein Durchgang →	Relais defekt →	Relais ersetzen	

Prüfung PTC

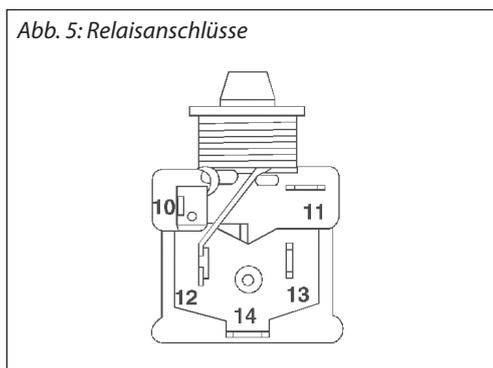
- PTC vom Verdichter abnehmen.
- Mit der Hand schütteln. Anschluss C kann leicht rasseln.

Deutliches Rasseln (außer Anschluß C) →	PTC defekt →	PTC ersetzen	
---	--------------	--------------	--

- Widerstand messen zwischen Anschlüssen M und S, siehe Abb. 6.
- Werte zwischen 10 und 100 Ohm bei Raumtemperatur für 220V PTC sind OK.

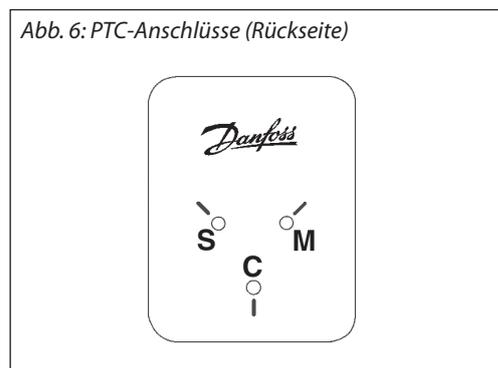
Durchgang →	PTC funktioniert →	OK	
kein Durchgang →	PTC defekt →	PTC ersetzen	

Abb. 5: Relaisanschlüsse



Am0_0073

Abb. 6: PTC-Anschlüsse (Rückseite)



Am0_0074

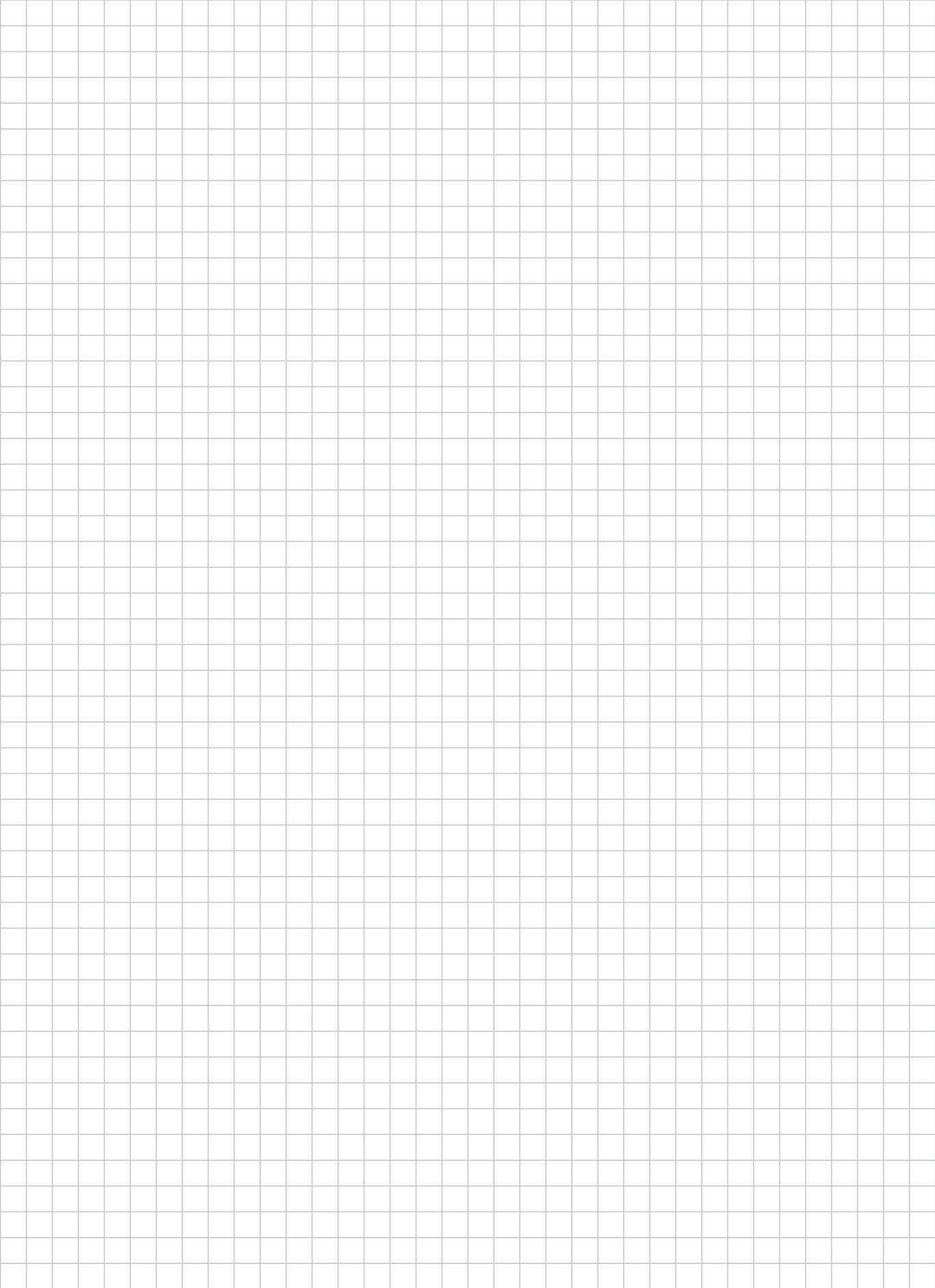
Fehlersuche - Meist vorkommende Fehlermöglichkeiten - feststellbar vor Verdichterausbau

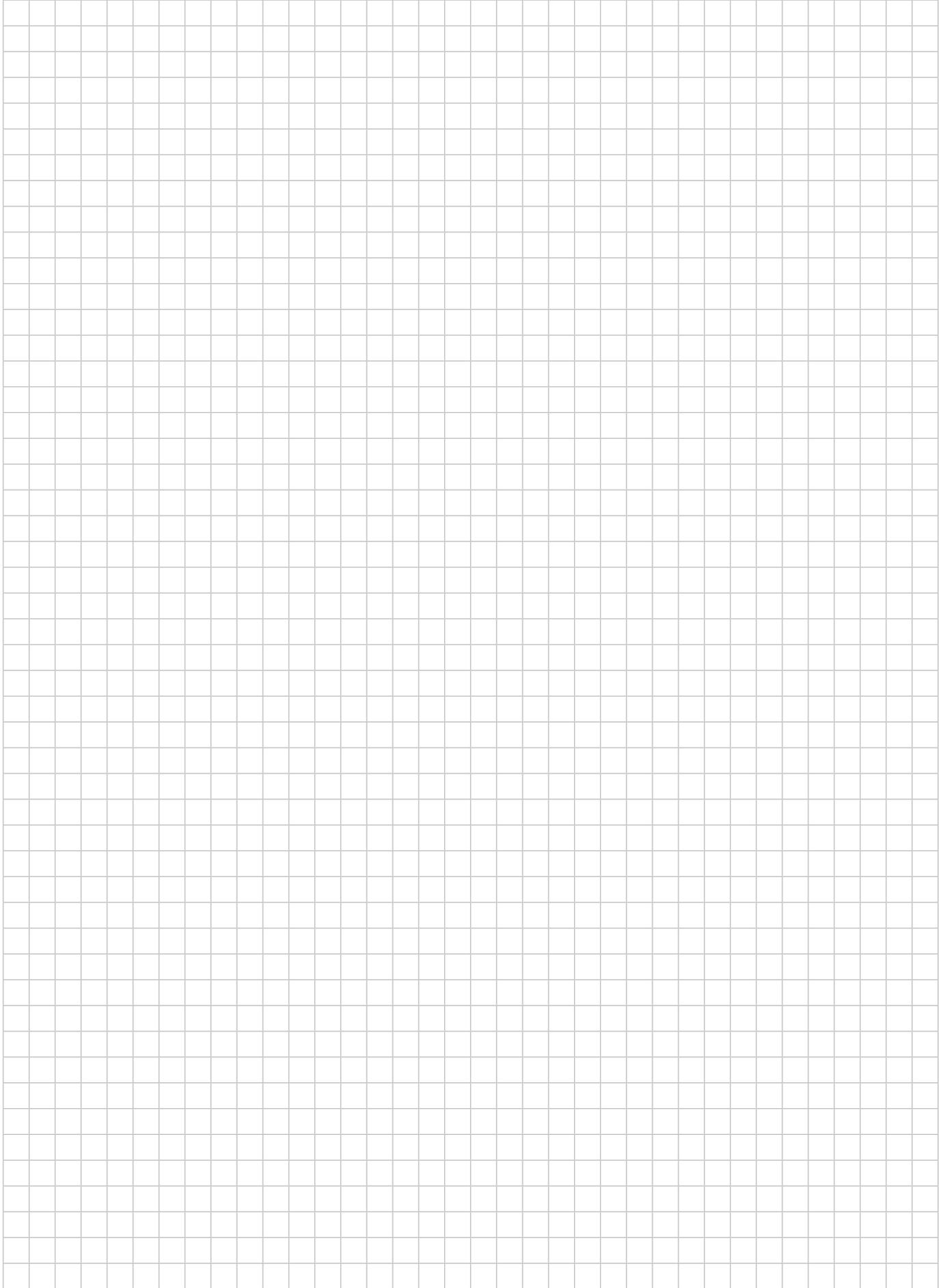
Kunden- angabe	Erste Analyse	Möglicher Grund	Prüfung	Aktion (je nach Ergebnis)
Keine/zu geringe Kühlung	Verdichter läuft nicht	Verdichter hat keine oder schlechte Spannungs- versorgung	Spannung an Steckdose und Sicherung	
			Gerät eingeschaltet	
			Thermostat-Funktion	
			Kabel und Verbindungen im Gerät	
			Spannung an den Verdichterklemmen	
		Defekte Startausrüstung	Relaisfunktion durch Schütteln	Relais und Kondensator ersetzen
			Startkondensator-Funktion	Startkondensator ersetzen
			PTC durch Schütteln	Ersetzen bei Geräusch
			PTC Widerstand 10 bis 100 Ohm zwischen Anschlüssen M und S	PTC ersetzen
		Verdichter mit PTC kann bei Druckdifferenz nicht anlaufen	Stillstandszeit lang genug zum Druckausgleich	Thermostat-Schaltdifferenz justieren
		PTC defekt	PTC Widerstand 10 bis 100 Ohm zwischen Anschlüssen M und S	PTC ersetzen
		Relais defekt	Relaisfunktion durch Schütteln, um Beweglichkeit des Ankers zu hören	Relais und Kondensator ersetzen
		Verdichter überlastet	Verflüssigungsdruck und Belüftung	Gute Belüftung sicherstellen
			Umgebungstemperatur zu hoch entspr. Typschild des Gerätes	
		Defekte Motorwicklung	Wicklungswiderstände	Verdichter ersetzen
Wicklungsschutz defekt	Wicklungsschutz mit Ohmmeter prüfen	Verdichter ersetzen		
Mechanisch blockierter Verdichter	Start mit neuer Startausrüstung, ordentlicher Spannungsversorgung und geprüften Wicklungen	Verdichter ersetzen		
Verdichter läuft 100%	Verdichter läuft 100%	Kältemittelverlust	Befüllung und Lecksuche	Dichtes System und richtige Füllung sicherstellen, Trockner ersetzen
		Zu hohe Umgebungs- temperatur	Umgebungstemperatur muss Typschild- angabe des Gerätes entsprechen	
		Zu hohe Verflüssigungs- temperatur	Verflüssiger- und Verdichterbelüftung	Gute Belüftung und Wand- abstand sicherstellen
		Kapillarrohr teilweise verstopft	Neu befüllen und Lecksuchen, Saug- druck messen. Bei sehr niedrigem Saug- druck kann Kapillare verstopft sein	
		Ventile verkocht oder beschädigt	Neu befüllen und Lecksuchen, Kühlung prüfen	Verdichter ersetzen
Verdichter läuft an/aus	Verdichter läuft an/aus	Thermostat nicht OK	Thermostat-Typ und Funktion	Thermostat ersetzen
		Falsche Kältemittelfüllung	Neu befüllen und Lecksuchen	Dichtes System und richtige Füllung sicherstellen, Trockner ersetzen
		Eisaufbau am Verdampfer	Eisaufbau am Verdampfer	Ordentlich abtauen
			Thermostat-Funktion und Einstellung	Thermostat ersetzen
			Funktion interner Umluftlüfter	
		Verdichter schaltet über Wicklungsschutzschalter	Verdichterbelastung, Belüftung Verdichter und Verflüssiger	Gute Belüftung und Wand- abstand sicherstellen
			Versorgungsspannung auf min. 187 V	Ausreichende Spannung sicherstellen
Versorgungsspannung auf Unterbrech- ungen. Thermostat und interne elek- trische Verbindungen im Gerät prüfen	Alle Verbindungen in Ordnung bringen			
Verdichtermotor auf Wicklungsschluss und Erdschluss prüfen	Verdichter ersetzen			

Fehlersuche (Fortsetzung)

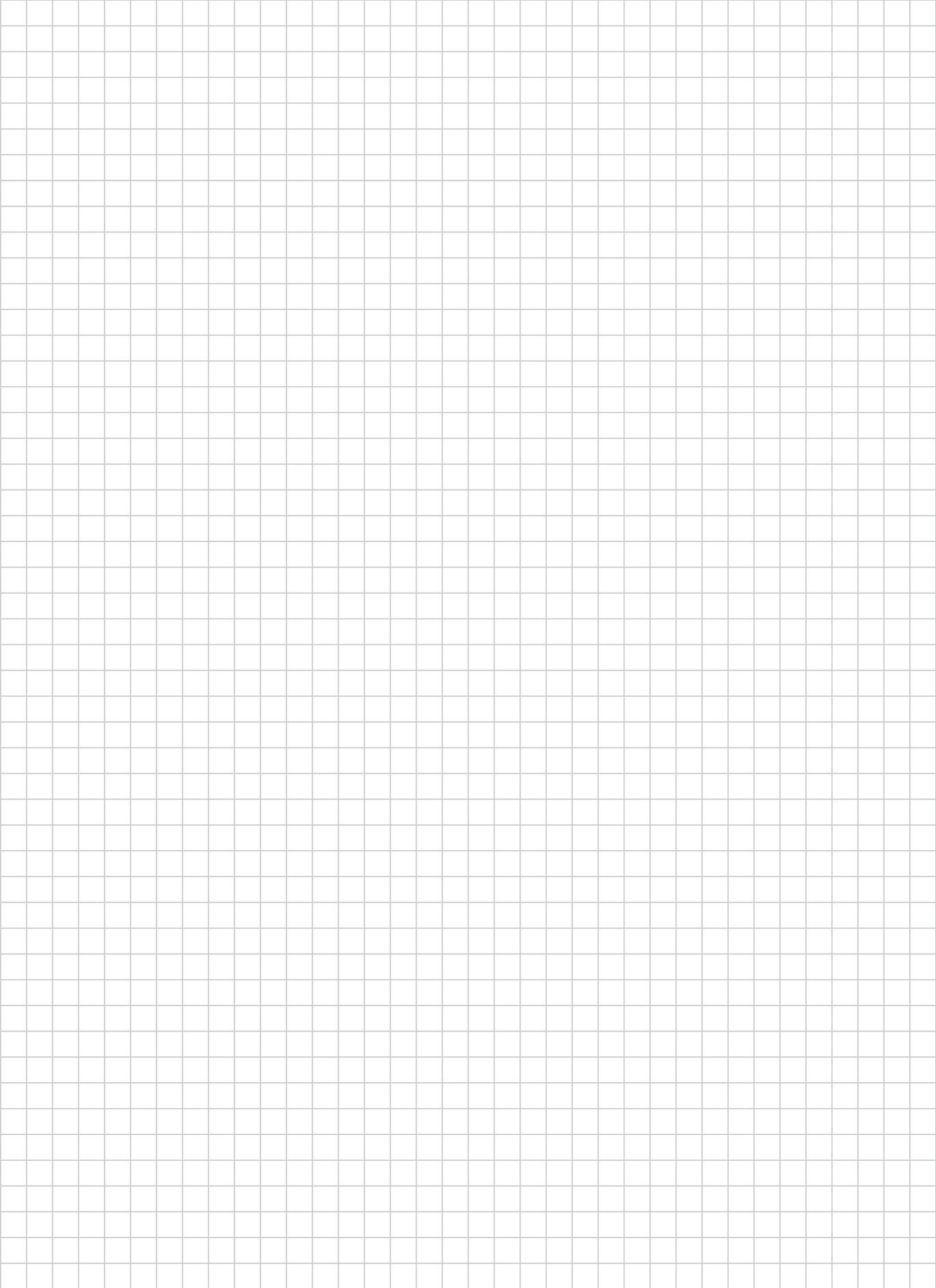
Kunden- angabe	Erste Analyse	Möglicher Grund	Prüfung	Aktion (je nach Ergebnis)
Geräusch	Rasseln oder Brummen	Rohr berührt Gehäuse	Anordnung der Verrohrung	Rohre vorsichtig zurecht- biegen
		Verdichter berührt Gehäuse	Verdichterbefestigung und GummifüÙe	GummifüÙe und Montage- teile richtig platzieren
		Feder oder Druckrohr im Verdichter gebrochen	Lauschen am Verdichter mit Schrauben- dreher. Schneide am Verdichter und Griff am Ohr	Bei abnormen Geräuschen Verdichter ersetzen
		Resonanz	Vibrierende Montageteile finden	Für korrekten Sitz sorgen
		Lüftergeräusche	Vibration von Lüfter oder Halterung	Lüfter oder -blatt befestigen, wenn nötig ersetzen
	Schlaggeräusche bei Start oder Stopp des Ver- dichters	Verdichterinneiteile schlagen am Gehäuse an	Verdichter durch zu hohen Druck über- lastet. Verflüssigerbelüftung und -verschmutzung	Verflüssiger reinigen, wenn schmutzig. Belüftung sicherstellen
			Lüfterfunktion	
			Kältemittelfüllung evtl. zu hoch	Neu befüllen
			Druckausgleich vor Start und Schalt- häufigkeit. Stillstand ausreichend?	Thermostat justieren
			Umgebungstemperatur entsprechend Typschild	Gerät abschalten, wenn Umgebung zu warm
Relais schaltet häufig nach Start	Verdichter überlastet	Belüftung Verdichter und Verflüssiger. Lüfterfunktion. Lüftungsquerschnitte	Verflüssiger reinigen, wenn schmutzig. Belüftung sicherstellen	
	Relais defekt	Relais Typ und Funktion	Relais ersetzen	
Gerät löst Sicherung aus	Kurzschluss im Gerät	Verdrahtung im Gerät defekt	Alle Verbindungen im Gerät und Netz- kabel auf Güte und Kurzschluss	Verbindungen ordentlich ausführen
		Thermostat defekt	Thermostat-Verbindungen	
		Erdschluss	Widerstand von Phase/Null zu Erde	
	Kurzschluss am Verdichter	Defekte Anschlüsse	Verbrannte Stellen an den Anschlüssen	Elektrische Ausrüstung ersetzen
		Kurzschluss zwischen Kabeln am Verdichter	Anschlussklemmen und Kabel am Ver- dichter	Kabel und Anschlussklemmen isoliert ausführen
		Kurzschluss im Verdichter	Wicklungswiderstände Widerstände zur Erdverbindung	Bei Kurzschluss Verdichter ersetzen
	Sicherung wird beim Start des Verdichters aus- gelöst	Spannung zu niedrig	Versorgungsspannung beim Verdichter- start muß >187 V sein	
		Sicherung überlastet	Gesamtbelastung der Sicherung, evtl. mit zu vielen Geräten	Gerät an andere Sicherung anschieÙen
		Sicherungsautomat zu schnell	Sicherungstyp und Kennwerte	Sicherung, wenn möglich, durch trägerer ersetzen
		Windungsschluss zur Erde	Widerstand zwischen Anschlüssen des Verdichters und Erdklemme	Verdichter ersetzen
	Anlauf- kondensator geplatzt	Defektes Relais	Relaisfunktion durch Schütteln, um Beweglichkeit des Ankers zu hören	Relais und Kondensator ersetzen
		Falsches Relais	Relais Typ	Relais u. Kondensator ersetzen
		Extreme Schalt- häufigkeit des Verdichters	Relais Typ	Relais u. Kondensator ersetzen
			Thermostat defekt oder Schaltdifferenz zu klein	Thermostat justieren oder ersetzen
	Startrelaiskappe ab	Kurzschluss im Verdichtermotor	Wicklungswiderstände messen	Verdichter ersetzen

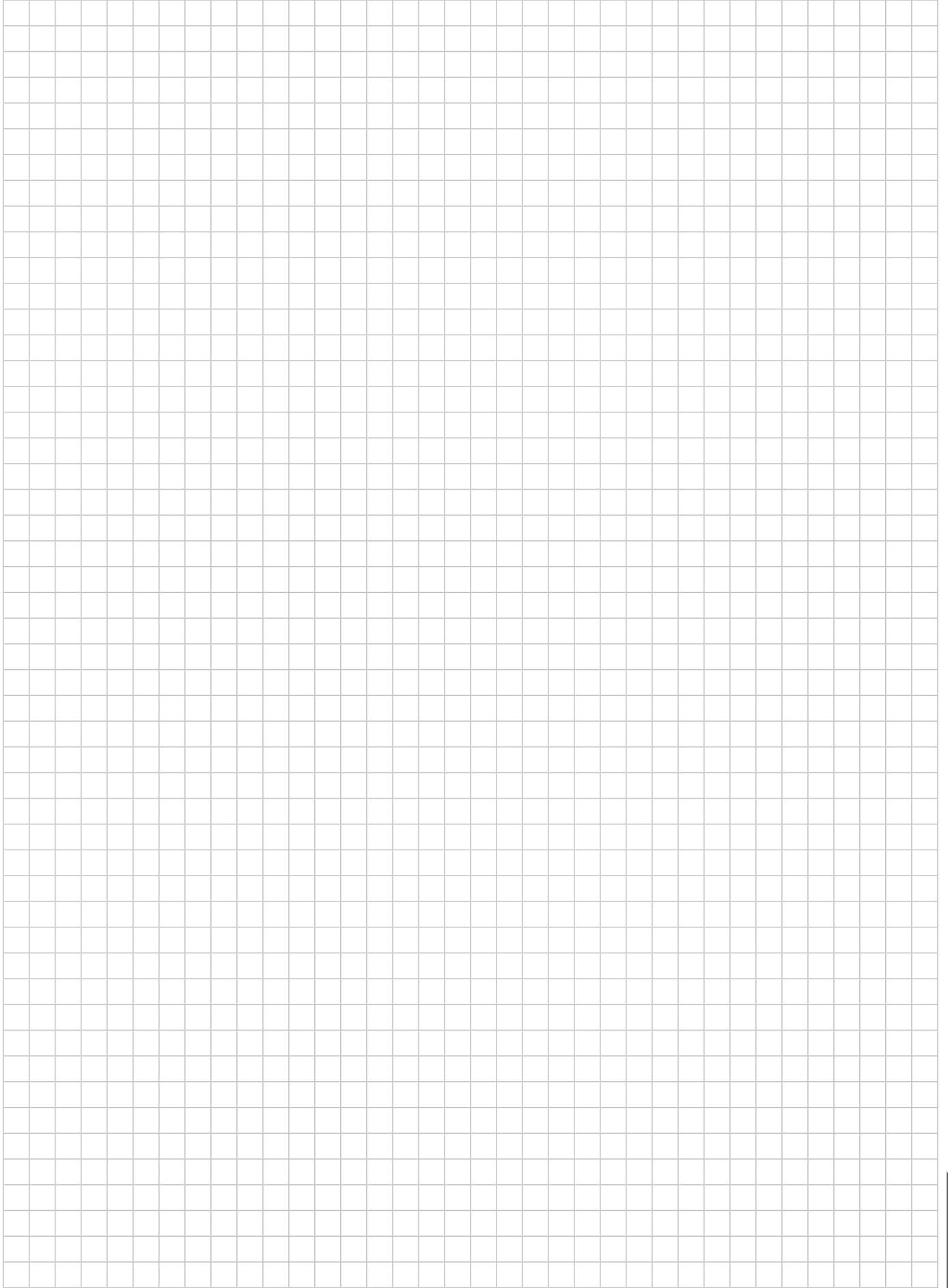
Notizen



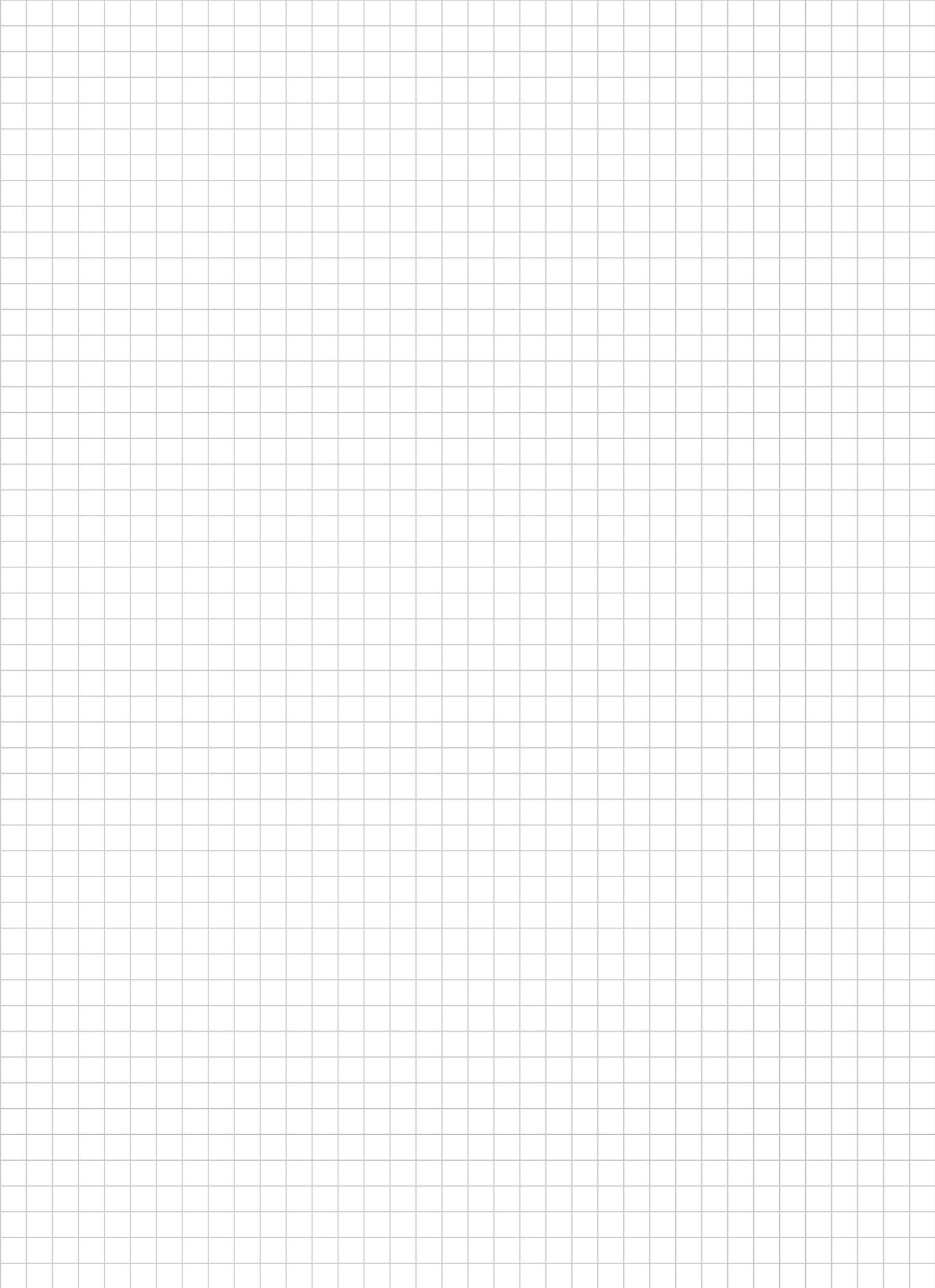


Notizen





Notizen



Die Danfoss Produktpalette für Kälte- und Klimatechnik

Danfoss ist einer der führenden Hersteller von Systemen und Produkten für die Kälte- und Klimatechnik - sowohl für industrielle, gewerbliche als auch kommerzielle Anwendungen.

Oberste Priorität haben bei Danfoss leistungsfähige und langlebige Qualitätsprodukte, mit denen sich die Effizienz von kältetechnischen Anlagen steigern und die Betriebskosten reduzieren lassen.



Komponenten für die Gewerkekälte



Komponenten für die Industriekälte



Elektronische Regler



Industriemotoren



Verdichter für die Kleinkälte



Verdichter für gewerbliche Anwendungen



Verflüssigungssätze



Thermostate

**Danfoss bietet technisch hochwertige Produkte
sowie Komplettlösungen und den zugehörigen Service.
Damit möchten wir unseren Teil für den Erfolg Ihres
Unternehmens beitragen.**

Danfoss GmbH • www.danfoss.de/kaelte

**Für Deutschland + Schweiz: Danfoss GmbH • Postfach 10 04 53 • D-63004 Offenbach • Tel: +49 69 47868-522 • info@danfoss-sc.de • www.danfoss.de/kaelte
Für Österreich: Danfoss Ges.m.b.H. • Danfoss Straße 8 • A-2353 Guntramsdorf • Tel: +43 2236 5040 • info@danfoss-sc.de • www.danfoss.at/kaelte**

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.