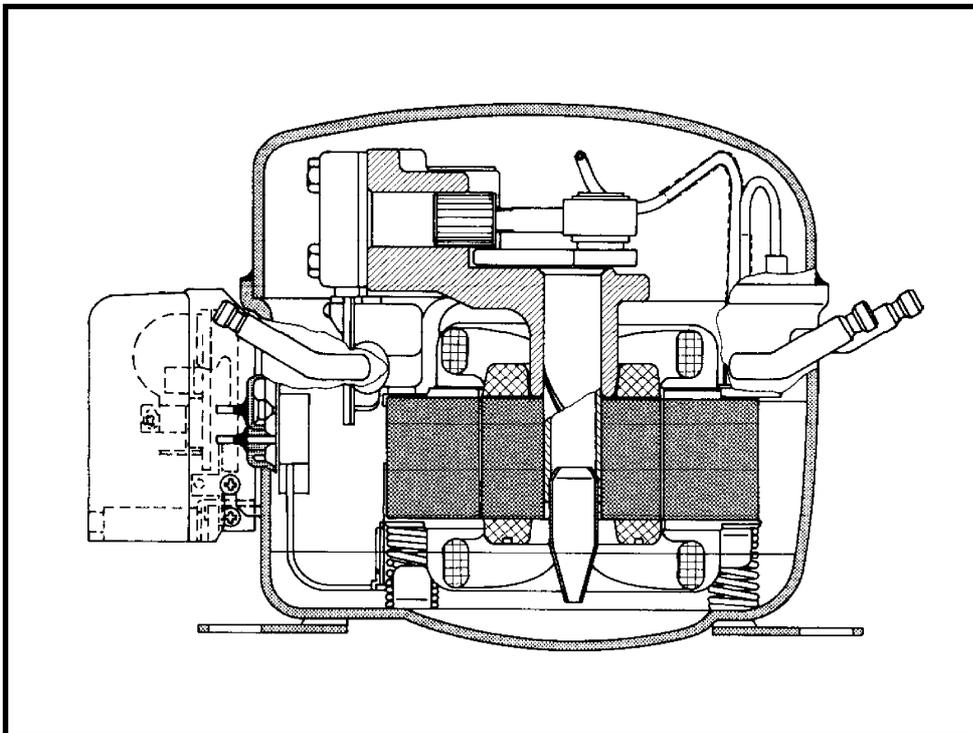


Service-Handbuch

Grundlagen-Kältetechnik

Physikalische Grundlagen
Bauteile, Funktion
Reparaturtechniken



Physikalische Grundlagen **292 5201 01-27**

1	Kälte-Wärme-Temperatur	292 5201 01
2	Druck	292 5201 03
3	Zusammenhang von Druck und Temperatur	292 5201 05
4	Temperatur-Luftfeuchtigkeit-Taupunkt	292 5201 07
5	Kondens- und Schwitzwasserbildung	292 5201 10
6	Verfahren der Kälteerzeugung	
6.1	Schmelzwärme	292 5201 11
6.2	Kältemischung	292 5201 13
6.3	Thermoelektrische Kälteerzeugung	292 5201 14
6.4	Verdampfungswärme	292 5201 15
6.4.1	Absorptionssystem	292 5201 16
6.4.2	Kompressionssystem	292 5201 26

Sondierte Bauteile **292 5202 01-47**

1	Verdichter im Kältekreislauf	292 5202 01
2	Aufbau und Funktion eines Hubkolbenverdichters	292 5202 02
2.1	Bauteile-Einzelkomponenten	292 5202 02
2.2	Ventile	292 5202 03
2.3	Verdichteröle	292 5202 03
2.4	Antrieb-Motor	292 5202 04
2.5	Aufbau und Wirkungsweise des Einphasen-Induktionsmotors	292 5202 05
2.5.1	Ständer-Feld	292 5202 05
2.5.2	Läufer-Anker	292 5202 05
2.5.3	Wie entsteht ein Drehfeld	292 5202 07
2.6	Anlaufhilfen	292 5202 09
2.7	Motorschutz	292 5202 11
2.8	Wie wird das Kältemittel angesaugt	292 5202 12
2.8.1	Normaler Hubkolbenverdichter	292 5202 12
2.8.2	Energieoptimierter Verdichter	292 5202 13
3	Aufbau und Funktion eines Rollkolbenverdichters Einbindung im Öko-Kreislauf	292 5202 14
4	Aufbau und Funktion der RSD-Verdichter	292 5202 19
4.1	Allgemeines	292 5202 19
4.2	Drehmomentkurven	292 5202 20
4.3	Leistungsgrößen	292 5202 21
4.4	Vergleich zwischen RSD- und Hubkolbenverdichter	292 5202 22
4.5	Aufbau des Antriebsmotors	292 5202 23
4.6	Blockdiagramm	292 5202 28
4.7	Einschalten des Verdichters	292 5202 28
4.8	Verbindungen	292 5202 29
4.9	Vorsichtsmaßnahmen	292 5202 31
4.10	Überprüfungshinweise	292 5202 32

4.11	Kompressoreinheit	292 5202 33
5	Der Verdampfer	292 5202 35
6	Der Verflüssiger	292 5202 37
6.1	Statisch belüfteter Verflüssiger	292 5202 37
6.2	Zwangsbelüfteter Verflüssiger	292 5202 38
6.3	Außenhaut-Verflüssiger	292 5202 39
7	Kapillarrohr	292 5202 40
8	Trocknerpatrone	292 5202 41
9	4-Wege-Umschaltventil	292 5202 42
10	Flüssigkeits- Ölabscheider	292 5202 43
11	Kurbelwannenheizung	292 5202 44
12	Kapillarrohr-Temperaturregler / Thermostate	292 5202 45

Kältemittel **292 5203 01-26**

1	Nomenklatur der Kältemittel	292 5203 01
2	Kältemittel-Wortabkürzungen	292 5203 02
3	Einteilung der Kältemittel nach VBG 20	292 5203 03
4	Einteilung der Kältemittel nach Umweltgesichtspunkten	292 5203 04
5	Vorsichtsmaßnahmen - Sicherheitskältemittel	292 5203 05
6	Sicherheitshinweise - brennbare Kältemittel	292 5203 06
7	Dampfdruckkurve verschiedener Kältemittel	292 5203 07
8	Kältemittel R 12	292 5203 09
9	Kältemittel R 22	292 5203 11
10	Kältemittel R134a	292 5203 13
11	Kältemittel R402a / HP80	292 5203 15
12	Kältemittel R404a / HP62	292 5203 17
13	Kältemittel R407c	292 5203 19
14	Kältemittel R502	292 5203 21
15	Kältemittel R600a	292 5203 23
16	Kältemittel R290	292 5203 25

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen **292 5204 09**

1	Die Druckbehälterverordnung	292 5204 01
2	Umgang mit Kältemittelbehälter	292 5204 03
3	FCKW - Halon - Verbots - Verordnung	292 5204 04
4	Verwertung und Entsorgung	292 5204 05
5	Unfallverhütungsvorschrift VBG 20	292 5204 07
6	Erste Hilfe	292 5204 09

Arbeitsmittel 292 5205 01-17

1	Lokring-Verbindungstechnik	292 5205 01
1.1	Lokring-Ausführungen	292 5205 01
1.1.1	Ein-Lokring oder Single-Lokring	292 5205 01
1.1.2	Lokring-Kupplungen	292 5205 02
1.2	Funktion und Verwendung von Lokprep	292 5205 03
1.3	Lokringzange	292 5205 04
1.4	Werkstoffzuordnung	292 5205 05
1.5	Lokringverwendung beim Verdichteraustausch	292 5205 05
1.6	Montageanleitung für Lokring-Kupplungen	292 5205 06
1.6.1	Trennen von Rohren	292 5205 06
1.6.2	Vorbereiten der Rohrenden	292 5205 06
1.6.3	Auftragen von Lokprep	292 5205 06
1.6.4	Montage	292 5205 07
1.7	Besonderer Montagehinweis	292 5205 08
1.8	Lösen einer Lokringverbindung	292 5205 08
1.9	Montagefehler	292 5205 09
1.10	NTR-Verbindung	292 5205 10
1.10.1	NTR-Werkzeugeinsatz	292 5205 10
1.10.2	NTR-Lokring	292 5205 11
1.10.3	Montageanleitung	292 5205 11
1.11	NAV-Verbindung	292 5205 13
1.12	Vormontageeinsätze	292 5205 15
2	Hartlöt-Verbindungstechnik	292 5205 16
3	Stickstoff	292 5205 17
4	Absaugstation	292 5205 18
5	Recyclingflasche	292 5205 18
6	Dämpfung von Motorverdichterlaufgeräuschen	292 5205 19
7	Abdichten von Leckstellen mit Metalix A	292 5205 20

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose 292 5206 01-30

1	Vorgehensweise bei Reparaturen	292 5206 01
1.1	Fehlerdiagnose	292 5206 03
1.1.1	Messung der der mittleren Lagertemperatur	292 5206 03
1.1.2	Sichtprüfung - Verflüssiger	292 5206 03
1.1.3	Sichtprüfung - Verdampfer	292 5206 03
1.1.4	Temperaturmessung Verdampfer	292 5206 03
1.1.5	Saugleitungstemperatur	292 5206 04
1.1.6	Heißgastemperatur	292 5206 04
1.1.7	Unterkühlungstemperatur	292 5206 04
1.1.8	Anstechen des Kältekreislaufes	292 5206 04
1.1.9	Fehlerdiagnose mit Saugmanometer bei R 12 - R134a	292 5206 06
1.1.10	Fehlerdiagnose mit Saugmanometer bei R600a	292 5206 09

j:\h3\thb\inh\tthb98.ppt5

1.2	Kältemittel ablassen	292 5206 13
1.2.1	Ablassen von R 12 oder R134a	292 5206 13
1.2.2	Ablassen von R600a	292 5206 13
1.3	Ausführen der Reparatur	292 5206 14
1.3.1	Auswechseln eines Verdichters	292 5206 14
1.3.2	Undichtigkeit beseitigen	292 5206 14
1.3.3	Verstopfung beseitigen	292 5206 15
1.4	Evakuieren	292 5206 16
1.5	Füllen	292 5206 17
1.6	Funktions- und Sicherheitsprüfung	292 5206 19
2	Lötanweisung für Geräte mit brennbaren Kältemitteln	292 5206 20
2.1	Vorgehensweise bei Kompressortausch	292 5206 20
2.2	Vorgehensweise ohne Kompressortausch	292 5206 21
3	Umbauten im Kundendienst	292 5206 23
4	Leistungsmessung eines Motorverdichters	292 5206 25
5	Kältemittel-Wiederverwertung	292 5206 26
5.1	Wiederverwertungsanweisung	292 5206 26
5.2	Servicehinweise zu Isobutan	292 5206 29
5.2.1	Evakuieren und Füllen ohne Kompressortausch	292 5206 29
5.2.2	Evakuieren und Füllen mit Kompressortausch	292 5206 30
5.2.3	Wiegeeinrichtung für Kältemittel	292 5206 30

Lebensmittelkonservierung - Lebensmittellagerung 292 5207 01-08

1	Einfrieren und Tiefkühl lagern	292 5207 01
1.1	Was ist zu tun, wenn der Strom ausfällt	292 5207 02
1.2	Natürliche Lebensmittelkonservierung	292 5207 03
1.3	Frischezustand	292 5207 04
1.4	Schnelles Gefrieren bei tiefer Temperatur	292 5207 05
1.5	Die Verpackung	292 5207 05
1.6	Das Einfrieren	292 5207 06
2	Kühlschrankempfindliches Obst und Gemüse	292 5207 07
3	Kühlschrankverträgliches Obst und Gemüse	292 5207 07
4	So bleiben Obst und Gemüse frisch	292 5207 08

Begriffserläuterungen 292 5208 01-21

j:\h3\thb\inh\tthb98.ppt5

Physikalische Grundlagen

1. Kälte - Wärme - Temperatur

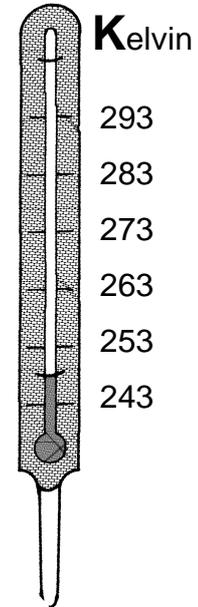
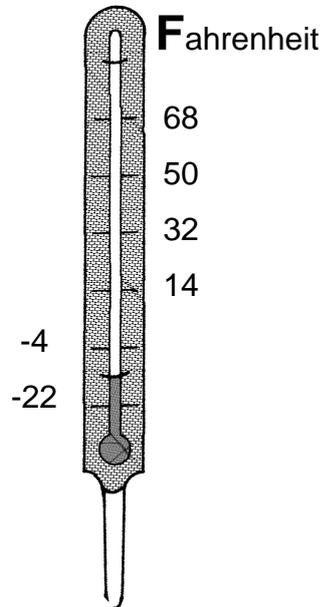
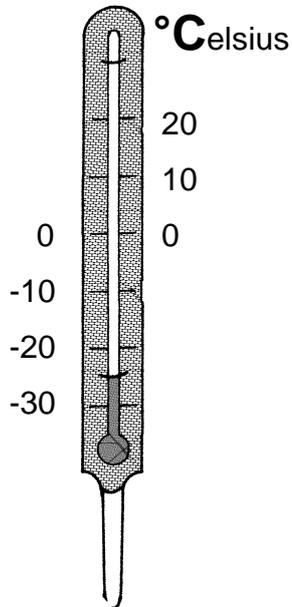
Wärme ist eine Energieform, die jeder Stoff und Körper mehr oder weniger enthält. Berühren wir einen Körper, fühlen wir, ob er heiß, warm, lau, kühl oder kalt ist. Damit bezeichnen wir seinen Wärmezustand, den man als Temperatur bezeichnet. Unser Gefühl ist ein unsicherer Wärmemesser! Gehen wir im Winter aus einem geheizten Raum in einen ungeheizten, so empfinden wir diesen als kalt. Kommen wir aus großer Kälte im Freien in dasselbe Zimmer, so erscheint es uns als warm. In Wirklichkeit hat aber das Zimmer die gleiche Temperatur! Zur Temperaturmessung werden deshalb Thermometer verwendet. Für die zahlenmäßige Festlegung kommen jedoch unterschiedliche Temperaturskalen zum Einsatz.

Die gebräuchlichste ist die Einteilung in **Grad Celsius (°C)**. Der schwedische Astronom Celsius legte hierzu als Bezugspunkte den Schmelzpunkt des Eises (0 °C) und den Siedepunkt des Wasser (100 °C) bei normalem atmosphärischen Luftdruck (1013 hPa) fest. Diese Temperaturskala wird nach oben und unten entsprechend fortgeführt. Temperaturen, die größer (wärmer) sind als 0 °C werden plus, diejenigen, die kleiner (kälter) sind als minus bezeichnet.

In den USA werden die Temperaturen nach **Fahrenheit** gemessen. Der deutsche Physiker Fahrenheit legte den Nullpunkt seiner Skala auf die tiefste Temperatur des amerikanischen Winters im Jahre 1709 (-17,8 °C). Den Schmelzpunkt des Eises legte er auf 32 F und den Siedepunkt des Wassers auf 212 F. Beim Gefrieren von Lebensmitteln hat man der Einfachheit halber die Gefriertemperatur auf 0 F gelegt. Da die Gefriertechnik aus den USA kommt, wurde diese Lagertemperatur einfach übernommen. Nur so sind die -18 °C als angeblich erforderliche Lagertemperatur für die Gefriertechnik entstanden. Selbstverständlich lassen sich Lebensmittel aber auch Tiefgefrieren bei z.B. -15 °C.

In der Physik existiert der Begriff "Kälte" nicht, physikalisch haben die Körper nur mehr oder weniger Energie (Wärme). Der englische Physiker Kelvin stellte fest, daß bei -273,15 °C keine Molekularbewegung und somit keine Wärme mehr nachweisbar ist. Dieser absolute Nullpunkt ist der Ausgangspunkt für die **Kelvinskala**. Kelvin übernahm zur weiteren Einteilung die Abstände von der Celsiusskala. In der Technik wird häufig die Kelvinskala wegen des leichteren Rechnens (keine Minustemperaturen!) für Temperaturdifferenzen verwendet. Temperaturunterschiede werden zur eindeutigen Unterscheidung gegenüber den absoluten Temperaturwerten generell in **Kelvin (K)** angegeben.

Physikalische Grundlagen



Umrechnungsformeln:

$[F] = 1,8 \times [C] + 32$
$[K] = [C] + 273$

$[C] = 0,556 \times ([F] - 32)$
$[K] = 0,556 \times [F] + 255,208$

$[C] = [K] - 273$
$[F] = 1,8 \times [K] - 459,4$

Berechnungsbeispiele:

Umrechnung von -18 °C in:

F: $1,8 \times (-18) + 32 = 0 \text{ F}$

K: $-18 + 273 = 255 \text{ K}$

Umrechnung von 58 F in:

°C: $0,556 \times 58 - 32 = 20 \text{ °C}$

K: $0,556 \times 58 + 255,208 = 293 \text{ K}$

Umrechnung von 273 K in:

°C: $273 - 273 = 0 \text{ °C}$

F: $1,8 \times 273 - 459,4 = 32 \text{ F}$

Physikalische Grundlagen

2. Druck

Unter Druck (p) versteht man das Verhältnis einer Kraft (F) zu der von ihr gedrückten Fläche (A).

$$p = \frac{F}{A}$$

Steht z.B. ein 75 kg schwerer Mann mit beiden Beinen auf den Boden, so wirkt eine Kraft von ca. 750 N auf die Fläche unter den beiden Fußsohlen. Steht er aber nur auf ein Bein, so verdoppelt sich der Druck auf den Boden, da bei gleichbleibender Gewichtskraft sich die Fläche halbiert.

Lange Zeit wurden Druckeinheiten wie: kp/m², mmHG, at, ata, atü, Torr verwendet. All diese Einheiten sind nicht mehr zulässig!
Als SI-Druckeinheit wurde Pascal (Pa) festgelegt.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg / ms}^2$$

Ein Druck von 1 Pa bedeutet also, daß eine Gewicht von ca. 1020 g, d.h. mit einer Kraft (F = m x a) von 1N, auf einen Quadratmeter drückt. 1 Pa ist also ein sehr geringer Druck. Deshalb wird in Wettermeldungen der Luftdruck in hPa (Hektopascal) angegeben. 1000 hPa entsprechen 1000 mbar bzw. 1 bar.

Technische Drücke werden immer noch in bar angegeben.

Umrechnungstabelle für Druckeinheiten:

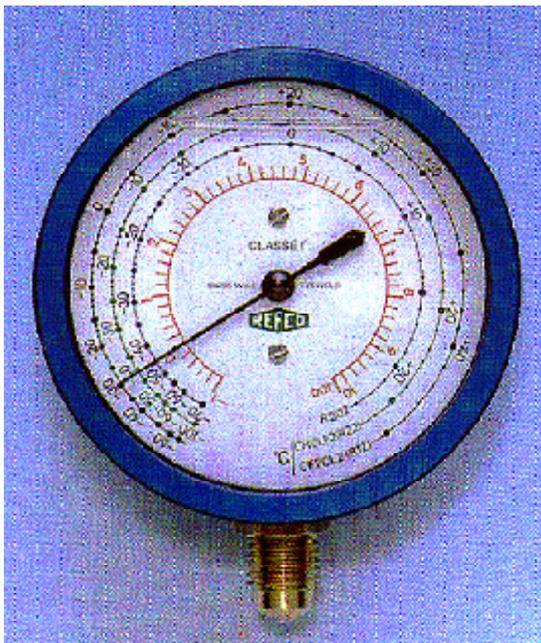
	Pa (N/m ²) Pascal	bar	at (kp/cm ²) techn. Atmosphäre	atm physik. Atmosphäre	kp/m ²	Torr
Pa (N/m ²) Pascal	1	10 ⁻⁵	0,102 x 10 ⁻⁴	0,987 x 10 ⁻⁵	0,102	0,007
bar	100 000	1	1,02	0,987	10 200	750
at (kp/cm ²) techn. Atmosphäre	98 100	0,981	1	0,968	10 000	736
atm physik. Atmosphäre	101 325	1,013	1,033	1	10 330	760
kp/m ²	9,81	9,81 x 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	0,968 x 10 ⁻⁴	1	0,0736
Torr	133	0,00133	0,00136	0,00132	13,6	1

Physikalische Grundlagen

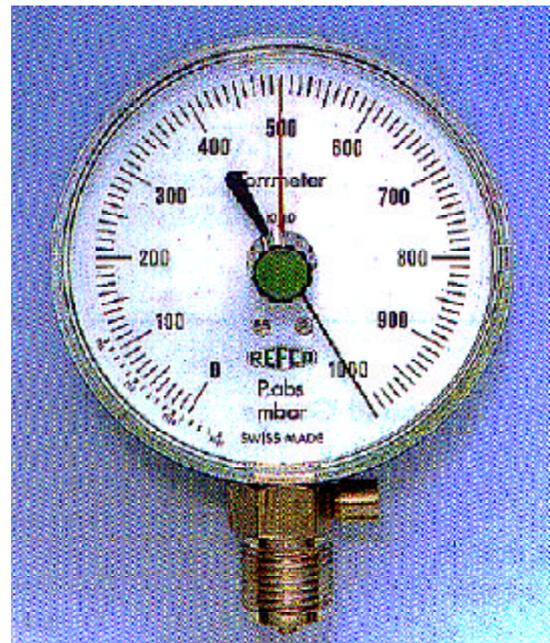
Technische Drücke werden mit Manometern gemessen. Die Manometer unterteilen sich in zwei Gruppen: Die Überdruckmanometer (z.B. Saugmanometer) sowie die absoluten Druckmanometer (z.B. Vakuummeter, Luftdruck-Barometer). Der absolute Druck (p_{abs}) hat als Bezugsgröße das absolute Vakuum ($p_{abs} = 0$). Der Überdruck (p_e) hat als Bezugsgröße den momentanen Luftdruck ($p_e = 0$). Deshalb wird in der Technik fast ausschließlich mit Überdruckmanometern gearbeitet, weil diese sich unabhängig vom aktuellen Luftdruck selbsttätig auf Null stellen.

$$p_e \sim P_{abs} - 1$$

$$p_{abs} \sim p_e + 1$$



Überdruckmanometer (p_e)



abs. Druckmanometer (p_{abs})

"0" bar am Saugmanometer entsprechen "1000" mbar am Vakuummeter

Anmerkung:

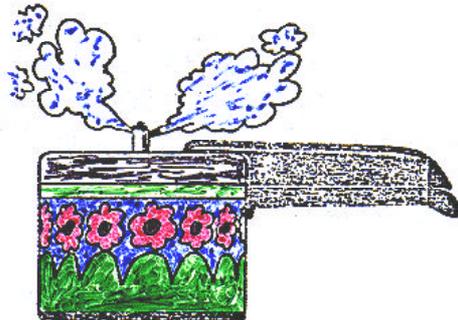
Bei Geräten mit dem Kältemittel R600a ist es zweckmäßig, bei laufendem Kompressor für die Diagnose das Vakuummeter, wegen des größeren Anzeigebereichs, mitzuverwenden. Bei geöffneten Ventilen muß vor der Diagnose das Vakuummeter auf 1000 mbar justiert werden. Beim Kältemittel R600a befinden sich die saugseitigen Arbeitsdrücke generell im Unterdruckbereich!

Physikalische Grundlagen

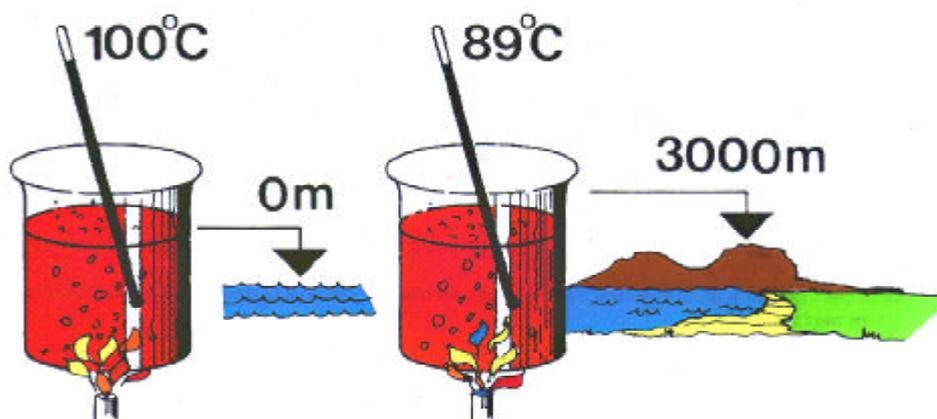
3. Zusammenhang von Druck und Temperatur

Der Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur soll durch ein paar Beispiele verdeutlicht werden:

- a) Setzt man eine verschlossene, gefüllte Flasche direkter Sonnenbestrahlung aus, so erwärmt sich das kpl. System und der Druck in der Flasche steigt. Öffnet man die Flasche, würde aufgrund des Druckanstieges sofort ein Teil der Flüssigkeit herauspritzen!
- b) Beim Dampfdrucktopf wird das Kochgut mit einem abgedichteten Deckel verschlossen. Beim Erwärmen erhöht sich der Druck im Topf. Dies hat zur Folge, daß das zum Kochen verwendete Wasser erst bei ca. 120 - 130 °C siedet. Die Lebensmittel werden also bei höheren Temperaturen gekocht mit der Folge, daß sich die Garzeiten verkürzen.



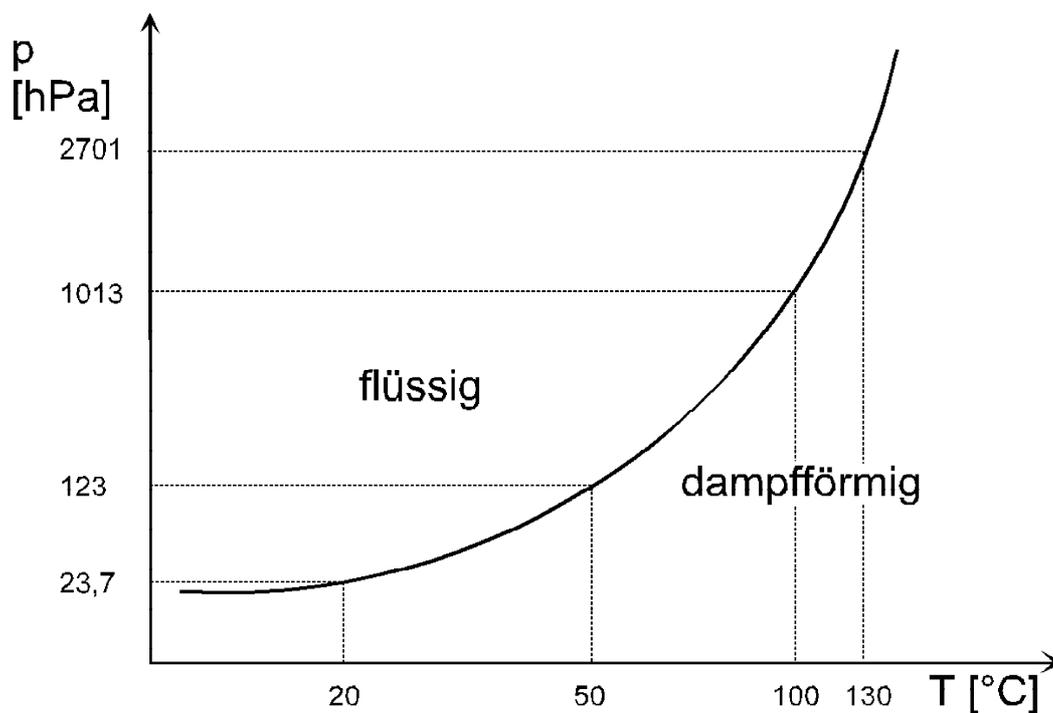
- c) Eine bekannte Tatsache ist auch, daß im Hochgebirge aufgrund des geringeren Luftdrucks das Wasser früher zum Kochen kommt als auf Meereshöhe.



Physikalische Grundlagen

Zusammenfassend stellen wir fest, daß es also eine physikalische Tatsache ist, wenn in einem geschlossenen System die Temperatur steigt auch dessen Druck zunimmt. Der Grund hierfür sind die größeren Molekularbewegungen.

Die Beispiele auf der vorherigen Seite verdeutlicht die nachfolgende Dampfdruckkurve für gesättigten Wasserdampf:



Anmerkung:

Beim Kältekreislauf wird vor dem Einfüllen des Kältemittels das Rohrsystem evakuiert, nicht nur um das Fremdgas abzusaugen; vor allem aber um das System zu trocknen. Durch den starken Unterdruck der Vakuumpumpe setzen wir den Siedepunkt des Wassers auf etwa Raumtemperatur herab. Den entstehenden Wasserdampf können wir dann mit der Vakuumpumpe absaugen.

Physikalische Grundlagen

4. Temperatur - Luftfeuchtigkeit - Taupunkt

Luft kann wie jedes andere Gas eine bestimmte Menge Feuchtigkeit (Wasserdampf) aufnehmen, und zwar umso mehr je wärmer sie ist. Die momentane Wasserdampfmenge, die sich in der Luft befindet wird als absolute Feuchte (x) bezeichnet.

Die Wasserdampfmenge, welche die Luft in ihrem momentanen Wärmezustand aufnehmen könnte wird als Sättigungsfeuchte (x_s) bezeichnet. Für praktische Messungen mit sog. Hygrometern wird die absolute Feuchte im Verhältnis zur Sättigungsfeuchte angegeben. Wir sprechen dann von der relativen Luftfeuchtigkeit (j).

$$\varphi = \frac{x}{x_s} \times 100 \quad [\%]$$

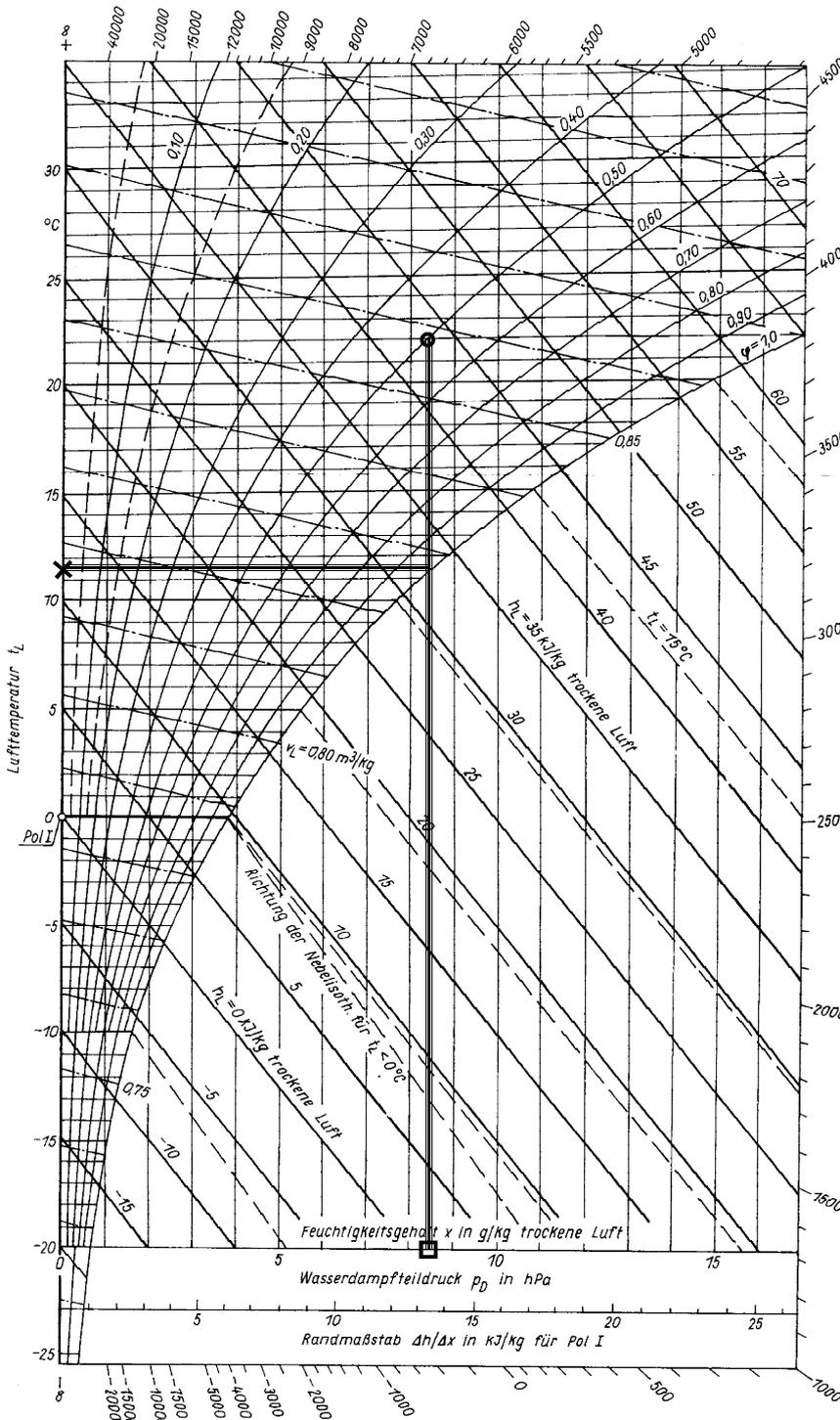
Beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 100 %, so ist die Luft völlig mit Wasserdampf gesättigt, man sagt auch, daß der Taupunkt erreicht ist. Kühlen wir diese Luft ab entsteht Nebel, der Wasserdampf kondensiert zu Wasser.

Luftfeuchtigkeit und Taupunkt haben zum Teil gravierende Auswirkungen in der Kältetechnik.

- a) So spielt die Luftfeuchtigkeit für die Haltbarkeit, Lagerung und den Frischezustand der Lebensmittel eine wichtige Rolle.
- b) Sobald bei irgendwelchen Gegenständen die Taupunktstemperatur unterschritten wird, kondensiert oder vereist die Luftfeuchtigkeit an dessen kalten Oberflächen. Bei Kühl- und Gefriergeräten sind diese Erscheinungen z.B. an der Vereisung der Verdampfer sichtbar. Da Reif bzw. Eis schlechtere Wärmeleiter sind, muß diese Schicht regelmäßig abgetaut werden.
(Daß die Taupunktstemperatur häufig unterschritten wird, verdeutlichen viele Erscheinungen im Alltag: z.B. das Beschlagen der Windschutzscheiben von Autos oder der Brillengläser.)

Physikalische Grundlagen

Im Mollier h, x-Diagramm werden u.a. die Zusammenhänge zwischen Temperatur Luftfeuchtigkeit, und Taupunkt zusammengefaßt:



Vorgehensweise:

1. Schritt ---> ○
 2. Schritt ---> □
 3. Schritt ---> x
- Bei einer Raumtemperatur von 22 °C und einer rel. Luftfeuchte von 50 % erhält man durch senkrechtes Projektieren nach unten:
 - daß, diese Luft einen Wasserdampfgehalt von ca. 8,5 g/kg tr. Luft enthält. (Die absolute Feuchte beträgt ca. 8,5 g/kg tr. Luft)
 - und durch waagrechtes Projektieren nach links:
 - x daß, der Taupunkt bei ca. 11,3 °C liegt; d.h. falls eine Fläche kälter als diese 11,3 °C ist, schlägt sich ein Teil des Wasserdampfes als Kondensat nieder. (Die Fläche beschlägt!)

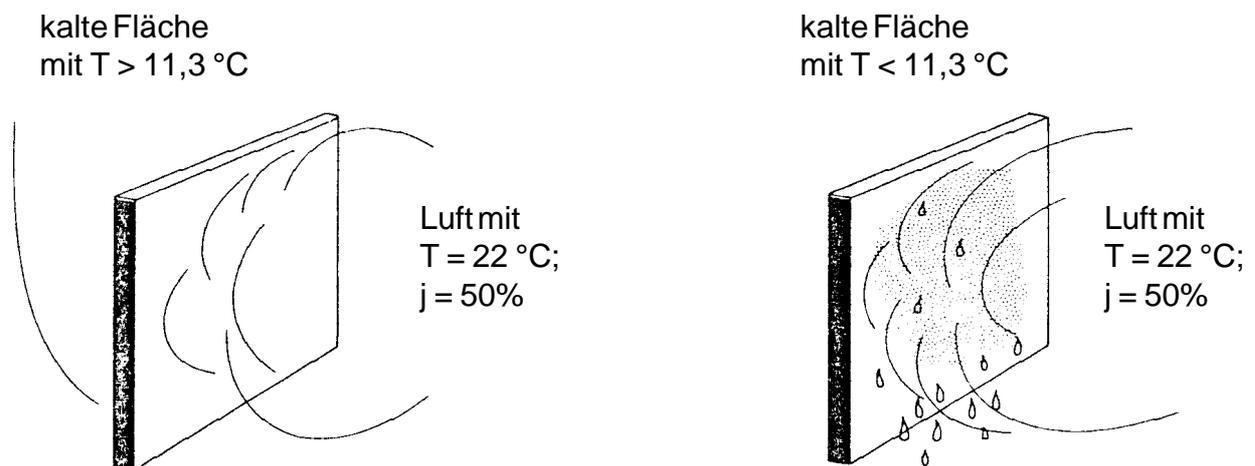
Physikalische Grundlagen

Beispiel:

Wie wir aus dem Mollier h, x -Diagramm für feuchte Luft entnehmen, beträgt bei einer Lufttemperatur von 22°C und einer relativen Luftfeuchte von 50 % der absolute Feuchtegehalt der Luft $8,5 \text{ g/kg tr. Luft}$.

Der Taupunkt der Luft, die $8,5 \text{ g/kg}$ Feuchtigkeit enthält, liegt bei ca. $11,3^\circ\text{C}$, d. h. wenn die 22°C warme Luft um ca. 11 K abgekühlt wird, ist sie am Taupunkt angelangt.

Die Luftfeuchtigkeit wird mit einem Hygrometer gemessen.

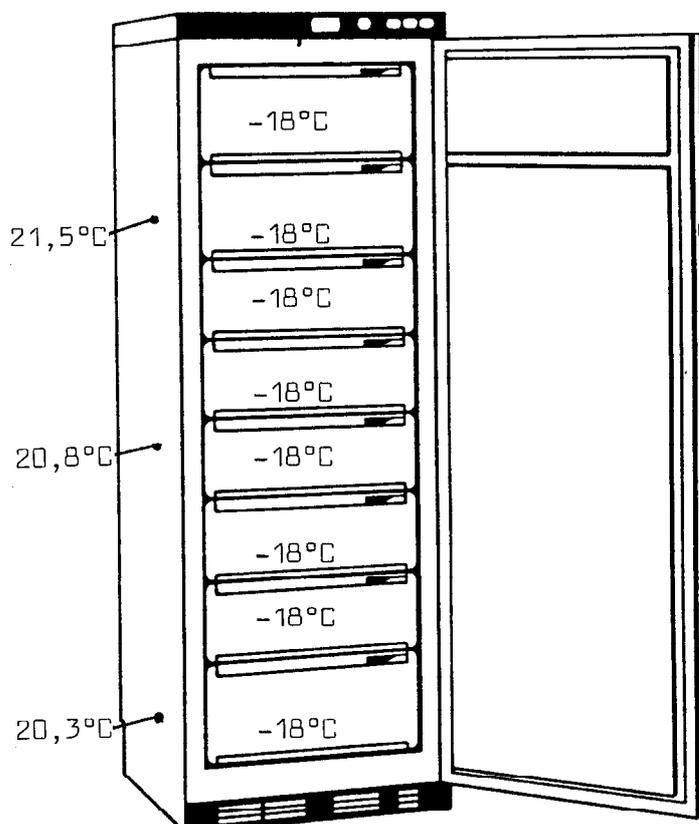


Physikalische Grundlagen

5. Kondenswasser-/Schwitzwasserbildung an den Oberflächen von Gefriergeräten:

Isolation von Kühl- und Gefriergeräten ist nach DIN 8953 so ausgelegt, daß an den äußeren Geräteoberflächen der Taupunkt normalerweise nicht unterschritten wird. Einige schwächer isolierte Geräte haben im Bereich der Türdichtung eine innen liegende elektrische oder meist kältetechnische Rahmenheizung (Die kältetechnische Rahmenheizung ist nichts anderes als die Druckleitung). Mit beiden beheizt man den schwächsten Bereich der Isolation - die Türdichtung, so daß auf jeden Fall deren Oberflächentemperaturen wärmer sind als die entsprechende Taupunkttemperatur.

In Einzelfällen ist eine Kondenswasserbildung an den äußeren Oberflächen von Gefrierern dennoch möglich. Aber nur dann, wenn die Umgebungstemperaturen sehr niedrig (um ca. 10 °C oder kälter) und gleichzeitig eine hohe Luftfeuchte (>60 %) vorhanden ist. In diesen Fällen ist als Abhilfe nur ein anderer Aufstellungsort möglich. Eine Ausnahme kann es bei Gefriertruhen geben. Wenn diese an der Geräteunterseite schwitzen, genügt es das Gerät auf Unterlegklötze zu stellen und somit für mehr Luftzirkulation zu sorgen.



Physikalische Grundlagen

6. Verfahren der Kälteerzeugung

Kühlen heißt Wärme entziehen. Es wird aber nicht Kälte erzeugt, sondern Wärme entzogen. Das Ergebnis ist dann eine tiefere Temperatur. Wenn man einen Raum kühlen will, so muß die Wärme von dort wo sie unerwünscht ist dorthin gebracht werden, wo sie nicht schadet oder störend ist.

Aufgrund von chemischen und physikalischen Gesetzen, kann Kälte "erzeugt" bzw. Wärme entzogen werden.

Mit den nachfolgend aufgeführten Verfahren kann man Wärme entziehen:

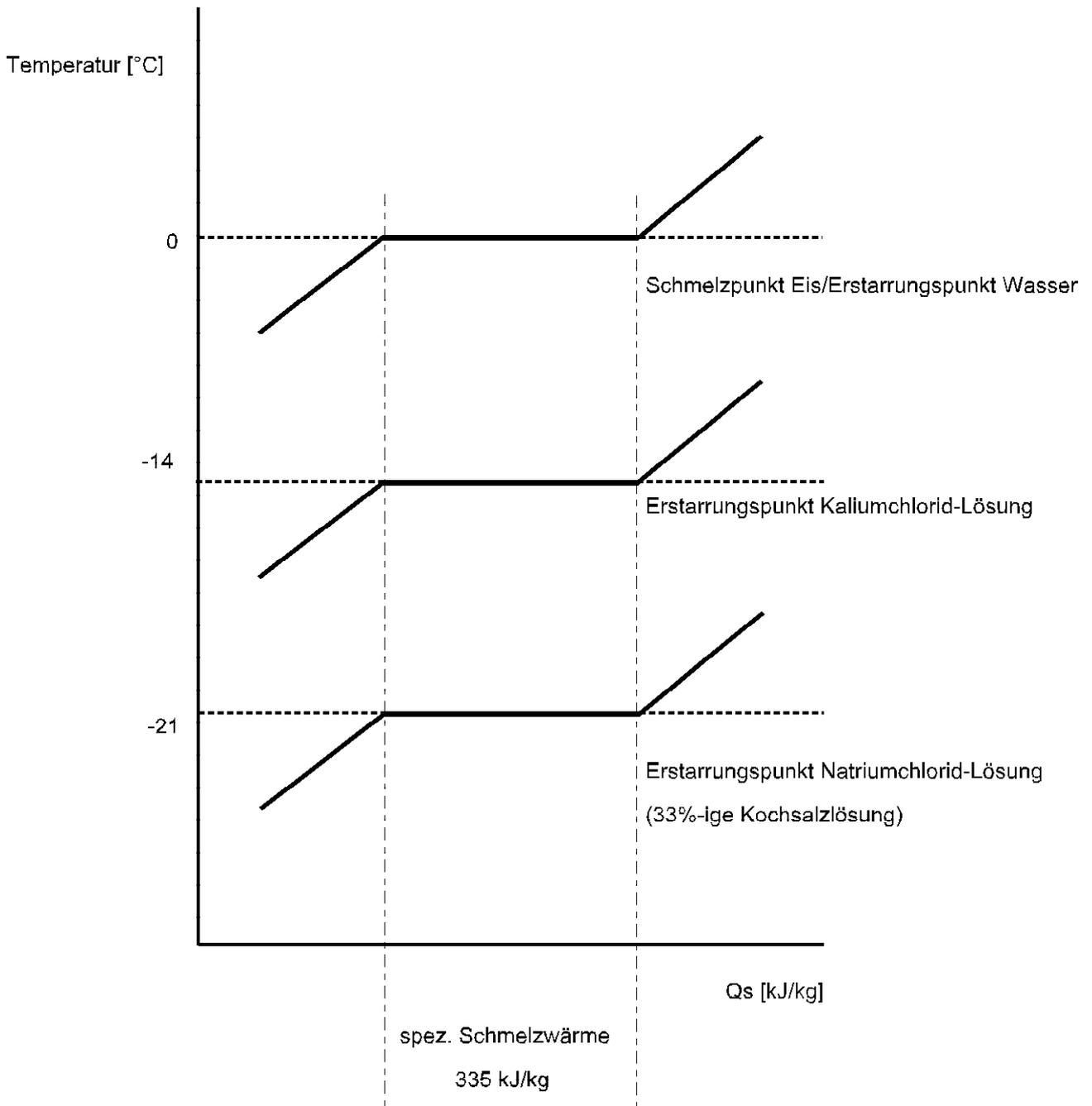
- Schmelzwärme (Anwendung: Kälteakku-Kühltasche)
- Kältemischung (Anwendung: Lösungswärme - Salzstreuen im Winter)
- Thermoelektrische Kälteerzeugung (Anwendung: mobile Kühlboxen, meist 12 V-)
- Verdampfungswärme - Nutzung mittels Absorptionssystem (Anwendung: Minibar,..)
- Verdampfungswärme - Nutzung mittels Kompressionssystem (Anwendung: Kühl- und Gefrierschränke)

6.1 Schmelzwärme

Wollen wir den Aggregatzustand eines Stoffes von fest in flüssig ändern, so müssen wir Wärme zuführen. Beim Zustandswechsel des Eises zu Wasser ist uns dabei bekannt, daß die Temperatur des Eiswassers konstant bei 0 °C verharrt, bis das ganze Eis geschmolzen ist. (Erst danach ist wieder eine Erwärmung möglich!) Das Eis nimmt also während des Schmelzens Wärme auf, um seinen Zustand von fest in flüssig zu verändern. Für diese Aggregatzustandsänderung müssen wir dem Eis die sog. **Schmelzwärme** von 335 kJ/kg zuführen.

Diese physikalische Erscheinung wird z.B. bei den Kälteakkus genutzt. Die Kälteakkus sind mit einer eutektischen Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel (Glykol) oder mit einer eutektischen Lösung aus Wasser und Kaliumchlorid gefüllt. Der Schmelzpunkt dieser Lösung liegt bei -14 °C (graphisch dargestellt, auf der nächsten Seite, mittleres Diagramm). Bei einem Gefriergerät lassen sich mit Hilfe von Kälteakkus die Lagerzeit bei Störung enorm verlängern. (Bevor die Lebensmittel antauen, nehmen zunächst die Kälteakkus sehr viel Wärme auf.)

Physikalische Grundlagen



Physikalische Grundlagen

6.2 Kältemischung

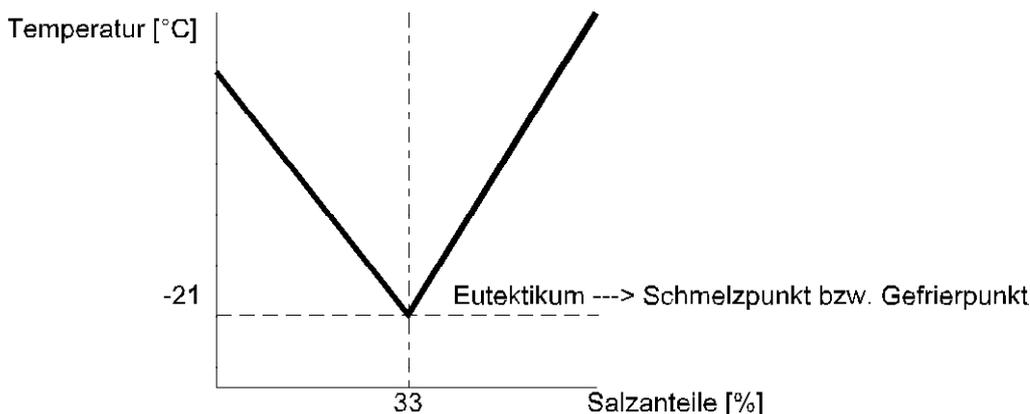
Eine praktische Anwendung einer Kältemischung ist das Salzstreuen im Winter. Durch das Streusalz wird das Eis bzw. der Schnee mit Salz gemischt. Der Schmelzpunkt dieses Gemisches liegt - je nach Konzentration - wesentlich tiefer als 0 °C. Die Eis-Salz bzw. Schnee-Salz-Mischungen lösen sich zu Salzwasser. (Durch Wärmeentzug der Umgebung, ändert sich dessen Aggregatzustand in eine Salzwasserlösung.)

Bei vielen Mischungen (z.B. Salzwasserlösung) gibt es eine bestimmte Konzentration, die man als **Eutektikum** bezeichnet. Bei einer eutektischen Mischung wird ein extrem kalter Schmelzpunkt erreicht, der weit unter dem der Einzelkomponenten liegt. Obwohl die Lösung aus mindestens zwei Stoffen besteht, gibt es keinen Schmelzbereich, sondern einen Schmelzpunkt, d. h. eine eutektische Lösung verhält sich wie ein Reinstoff.

Weil man mit diesen chemischen Lösungen der Umgebung Wärme entziehen kann, werden sie als **Kältemischungen** bezeichnet.

Ein Mischungsverhältnis von 1 Teil Kochsalz und 3 Teilen Eis bewirkt, daß sich Salz in Eis zu Salzwasser löst und eine Temperaturabsenkung der Kältemischung auf -21 °C eintritt.

Teile		Teile	von	auf
33	Natriumchlorid	100 Eis oder Schnee	0 °C	- 21 °C
143	Kalziumchlorid	100 Eis oder Schnee	0 °C	- 50 °C
250	Kaliumchlorid	100 Wasser	+ 20 °C	- 14 °C



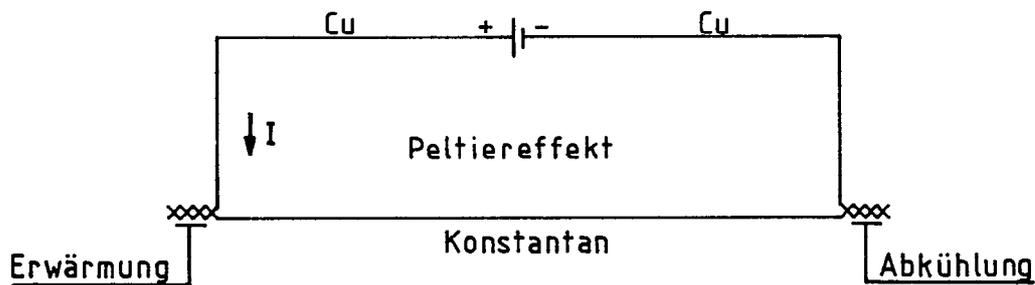
Physikalische Grundlagen

6.3 Thermoelektrische Kälteerzeugung (Peltier-Element)

Wird bei einem Gleichstromkreis, der aus zwei verschiedenen Leitern besteht, eine Spannung angelegt, so entsteht an der einen Grenzfläche eine Erwärmung, an der anderen eine Abkühlung.

Die jeweils aufgenommene, bzw. abgegebene Wärmemenge, ist der Stromstärke proportional und von den verwendeten Stoffen abhängig.

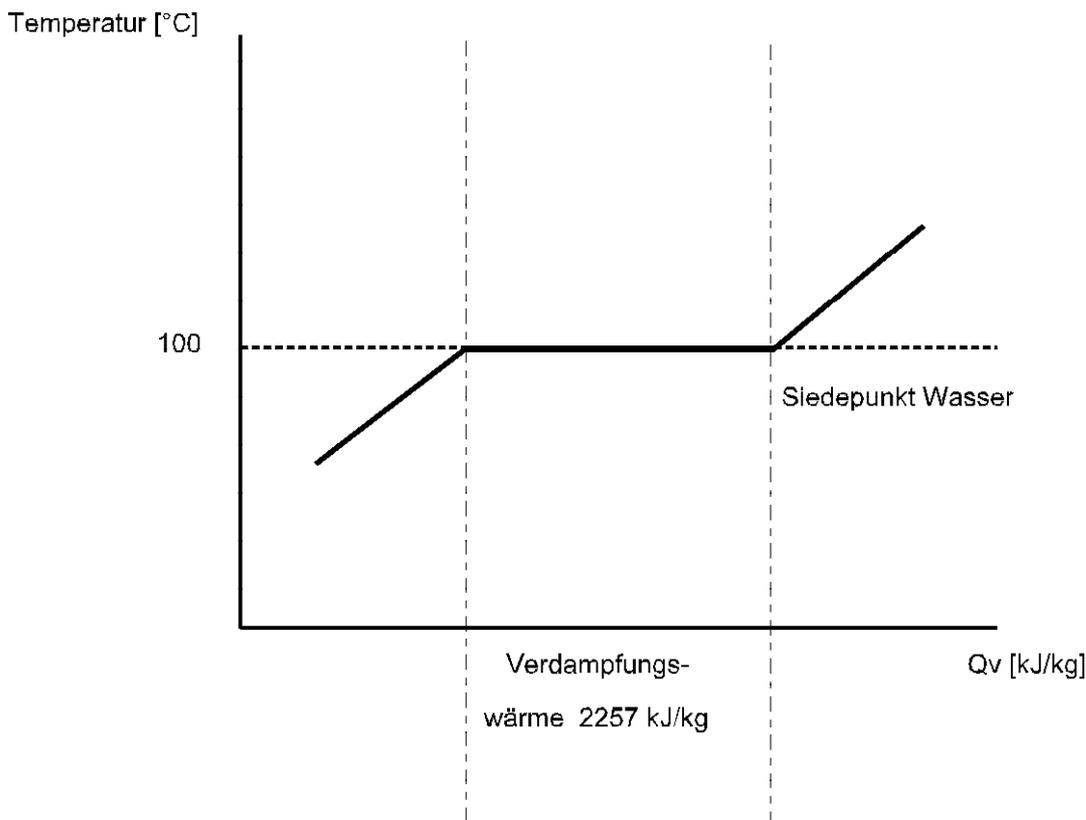
Um ausreichende Kälteleistungen bei nicht zu hohen Stromstärken zu erhalten, schaltet man mehrere Peltier-Elemente hintereinander. Das Peltier-Element findet häufige Anwendung im Freizeit-Sektor und im Kfz-Bereich mit entsprechenden Kühlboxen.



Physikalische Grundlagen

6.4 Verdampfungswärme

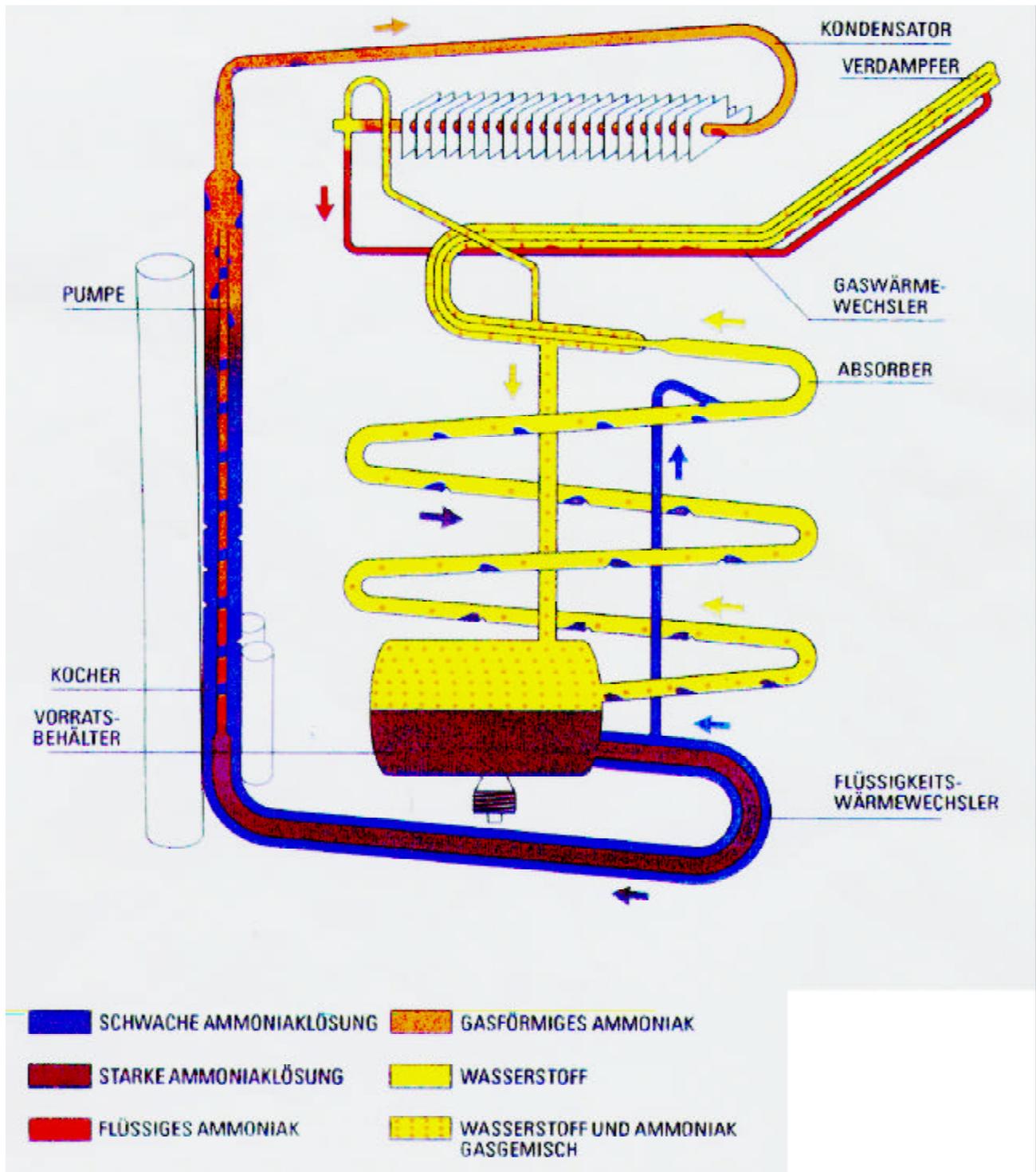
Sowohl in Absorber- als auch in Kompressor-Kühlgeräten wird Wärme durch Verdampfung eines Kältemittels entzogen. Dabei macht man sich die enorme Energie zunutze, die für die Verdampfung von Flüssigkeiten bereitgestellt werden muß. Ein einfacher Vergleich bietet sich mit Wasser an: So dauert es z. B. nur etwas mehr als 3 min, wenn man 1 l Wasser von 10 °C mit einem 2 kW-Tauchsieder so lange erhitzt, bis es siedet. Will man diesen Liter Wasser mit der gleichen Heizleistung vollständig in Wasserdampf überführen, so dauert dieser Verdampfungsvorgang beinahe 19 min. Für den Verdampfungsvorgang muß also wesentlich mehr (im Bsp. ca. 6 mal soviel) elektrische Arbeit (Energie) aufgewendet werden, obwohl dabei wegen des Beharrungszustandes die Temperatur konstant bei etwa 100 °C bleibt. Für die völlige Verdampfung von 1 l Wasser ist eine Wärmezufuhr von 2257 kJ bzw. 0,627 kWh nötig.



Die spezifische Verdampfungswärme macht man sich beim Absorber- und Kompressionssystem zunutze. Nur, daß als Kühlmittel nicht Wasser sondern spezielle Kältemittel, wie z. B. Ammoniak oder Isobutan, verwendet werden. **Das Geheimnis der Kältetechnik liegt letztlich darin, daß das Kältemittel verdampft, dabei Wärme aufnimmt und sich wieder verflüssigt, indem es Wärme abgibt.**

Physikalische Grundlagen

6.4.1 Absorptionssystem



Physikalische Grundlagen

6.4.1.1 Thermodynamische Funktionen der einzelnen Aggregatkomponenten

Die Absorptionsaggregate können für eine detaillierte Funktionsbeschreibung in fünf Aggregatkomponenten eingeteilt werden. Das sind Kocher, Kondensator, Verdampfer/ Gaswärmetauscher, Absorber und der Flüssigkeitswärmetauscher. Jedes dieser Bauteile hat bestimmte thermodynamische Aufgaben, die zusammen die Kühlung garantieren. Die genaue Kenntnis der Funktionsweise dieser Komponenten ermöglicht einen Einblick in den Absorptionskreislauf.

Kocher

Der mit Gas oder elektrisch beheizbare Austreiber Abb. 2.6 bildet mit der Dampfblasenpumpe eine konstruktive Einheit. Die Energiezufuhr erfolgt im unterem Bereich des Austreibers. Für die Aufnahme der maximal zwei Heizpatronen 12 V / 230 V sind zwei Halterungen am äußerem Kocherrohr angeschweißt. Das zusätzlich am Austreiber angeschweißte Gasheizrohr ermöglicht das Betreiben des Absorptionskühlschranks mit Gas.

Durch Erhitzung der reichen Lösung, wird der Siedepunkt des Stoffsystems Ammoniak–Wasser überschritten. Da das Ammoniak einen viel niedrigeren Siedepunkt als Wasser besitzt, besteht der Dampf hauptsächlich aus Ammoniak und führt nur einen geringen Anteil < 5% Wasser mit sich. Der entstehende Dampf, der aus der reichen Lösung gasförmig ausgetrieben wird, steigt auf Grund der vorliegenden Dichteunterschiede im Pumpenrohr des Kochers durch den Dephlegmator in den Kondensator. Die Funktion der Thermosyphon–Pumpe besteht darin, daß zwischen zwei aufstrebenden Dampfblasen im Pumpenrohr kleine Mengen der am Ammoniak entgasten armen Lösung eingeschlossen wird und im Pumpenrohr nach oben abgeführt wird.

Die so entstandene arme Lösung fließt über das im Pumpenrohr überwundenen Höhen-niveau als Flüssigkeitssäule durch den Flüssigkeitswärmetauscher im äußerem Rohr zum Absorber. Gleichzeitig fließt aus dem Vorratsbehälter reiche Lösung in den Austreiberbereich nach.

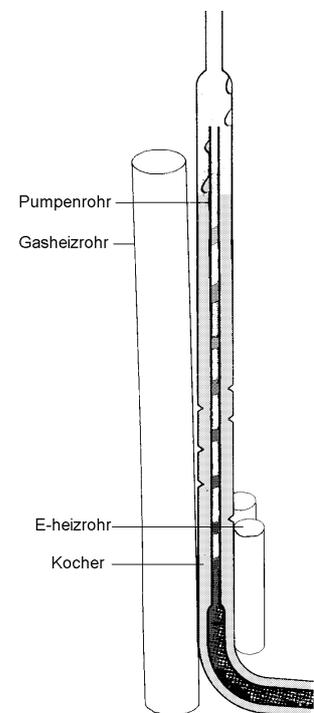


Abb. 2.6: Kocher

Physikalische Grundlagen

Die Pumpenfunktion der Thermosyphon-Pumpe wird erheblich von den vorliegenden Druckverhältnissen im System beeinflusst. Mit steigendem Druck oder zunehmender Umgebungstemperatur wird das Dampfblasenvolumen kleiner, wodurch sich die Förderleistung der armen Lösung verschlechtert. Um den Rückgang der Massenförderung im Pumpenrohr auszugleichen, muß dem System mehr Energie zugeführt werden. Eine übertriebene Energiezufuhr führt zu einer großen Überhitzung der reichen Lösung, die wiederum die Kälteleistung, wegen dem ansteigenden Wassergehalt im ausgetriebenen Dampf, schmälert. Bei einer zu geringen Energiezufuhr im Kocherbereich ist die Dampfproduktion, die gleichzusetzen ist mit der Ammoniakproduktion, zu gering, die Kälteleistung des Kühlschranks nimmt ab. **Für die optimale Kälteleistung des Absorber-Kühlschranks müssen die angegebenen Leistungen eingehalten werden.**

Kondensator

Der luftgekühlte Rippenkondensator Abb. 2.7 kann in zwei thermodynamisch unterschiedliche Teilbereiche eingeteilt werden. Der im Kocherbereich ausgetriebene Dampf soll im ersten Teil des Kondensators (Wasserabscheider) möglichst zu einem reinen Arbeitsmitteldampf zerlegt werden, im zweitem (Kondensationsbereich des Ammoniaks) findet dann die eigentliche Kondensation statt.

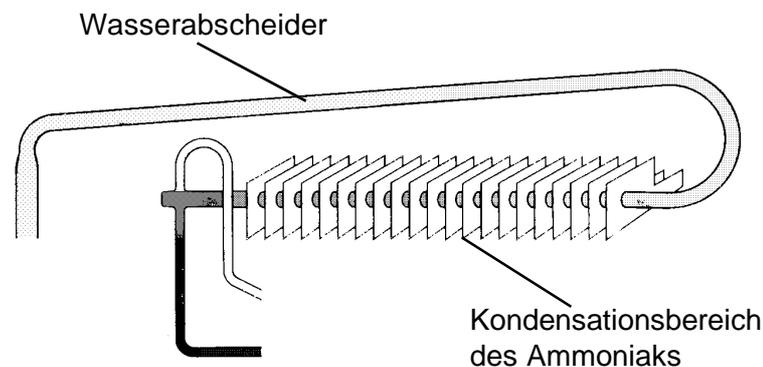


Abb. 2.7: Luftgekühlter Rippenkondensator

Der vom Austreiber kommende heiße Dampf setzt sich aus dem Arbeitsmittel (Ammoniak) und einem kleineren Anteil mitverdampftem Lösungsmittel (Wasser) zusammen. Die angestrebte vollständige Zerlegung von Arbeits- und Lösungsmittel findet in einem Flüssigkeitsabscheider (Gegenstromdephlegmator) statt. Hierbei kommt es zu einer Teilkondensation des schwersiedenden Lösungsmittels. Das Kondensat fließt schwerkraftbedingt zurück in den Austreiber und vermischt sich dort mit der armen Lösung. Der zum größten Teil von der Lösungsmittelkomponente rektifizierte Arbeitsmitteldampf weist nach der Durchströmung des Dephlegmators eine höhere Reinheit auf. Je

Physikalische Grundlagen

reiner der Arbeitsmitteldampf an Ammoniak ist, desto größer ist die Kälteleistung. Einer Vergrößerung des Wasserabscheiders (Rektifikator) sind Grenzen gesetzt, da bei der Rektifikation des Dampfes immer ein Teil des ausgetriebenen Ammoniaks kondensiert. Im anschließenden Kondensatorabschnitt schlägt sich das dampfförmige Ammoniak unter Abgabe der Kondensationswärme an die Umgebung als Kondensat nieder und ist unter normalen Systembedingungen (Temperatur, Druck) am Ende des Kondensators verflüssigt. Das so verflüssigte Ammoniak fließt durch den geodätischen Höhenunterschied zwischen Kondensatorende und Verdampfer einspritzung am Gaswärmetauscher, unter Abgabe von Wärme, entlang und wird am Anfang des Verdampfers eingespritzt. Der Einspritzpunkt des Verdampfers muß geometrisch tiefer liegen als der Ausgang des Kondensators.

Der Kondensator ist das Bauteil in dem Absorptionsaggregat, das die meiste Wärmemenge also Energie an die Umgebung abgeben muß. Es ist daher ein Muß, das Absorptionsaggregat so zu konstruieren und einzubauen, daß der Kondensator immer gut mit Luft umspült wird. **Ein Wärmestau, durch Unterbrechung der freien Konvektion, im Bereich des Kondensators hat unmittelbar einen großen Kühlleistungsverlust zur Folge.**

Verdampfer / Gaswärmetauscher

Der Verdampfer Abb. 2.8 in den Absorber-Kühlschränken ist als Rohrschlangenverdampfer konzipiert. Ein signifikantes Merkmal eines Absorptionsverdampfers ist der ansteigende Temperaturgradient über der gesamten Länge des Verdampfers. Die tiefste erreichbare Temperatur des Verdampfers liegt unterhalb der Ammoniakzufuhr in den Verdampfer. Die über die Länge des Verdampfers kontinuierlich ansteigende Verdampfer-temperatur wird in der Praxis technisch ausgenutzt, indem am Anfang des Verdampfers das Frosterfach und im größeren unterem Bereich die Kühlleistung für das Hauptfach entnommen wird.

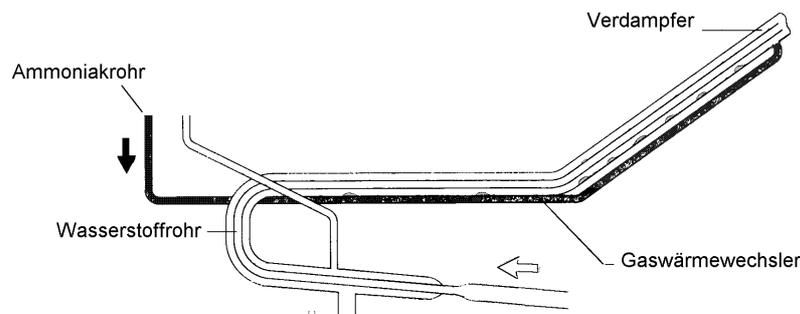


Abb. 2.8: Verdampfer / Gaswärmetauscher.

Physikalische Grundlagen

Der Rohrschlangenverdampfer besteht aus zwei oder drei konzentrisch ineinandergefügt Rohren. Je nach Bauart des Verdampfers ist das vom Kondensator kommende Ammoniakrohr in den Verdampfer als drittes, inneres Rohr verlegt oder es wird außen am Verdampfer entlang geführt. Beide Bauarten haben zur Folge, daß das flüssige Ammoniak vor der Einspritzung in den Verdampfer von der Umgebungstemperatur annähernd auf die tiefste Verdampfertemperatur abgekühlt wird. Je näher sich die Temperatur des Ammoniaks an die tiefste Verdampfertemperatur annähert, desto besser ist die anschließende Verdunstung und somit die Kälteleistung. Die Begründung dieser Theorie besteht in dem kleiner werdenden Partialdruck bei einer Abkühlung des Ammoniaks. Niedrige Partialdrücke des Ammoniaks entsprechen tiefen Verdampfertemperaturen. Der eigentliche Gaswärmetauscher liegt im Verdampfer. Das arme Hilfsgas (Wasserstoff), das aus dem Rohrschlangenabsorber kommt, wird bei allen Verdampferbauarten durch ein konzentrisch angeordnetes Rohr im Verdampfer zum höchsten Punkt des Verdampfers geführt. Dies hat zur Folge, daß das Hilfsgas auf die Verdampfertemperaturen abgekühlt wird. Am Verdampferanfang treffen dann das abgekühlte, flüssige Ammoniak und die Wasserstoffgasphase zusammen. Hier beginnt jetzt die eigentliche Kälteproduktion, im äußeren Verdampferrohr, durch das Verdunsten des Ammoniaks in die abgekühlte, an Ammoniak verarmte Wasserstoffatmosphäre. Bei dem Phasenwechsel des Ammoniaks von dem flüssigen in den gasförmigen Zustand wird dem Kühlraum Wärme auf einem tiefen Temperaturniveau entzogen. Durch die Schwerkraft bedingt fließt das Ammoniak und die sich immer mehr an Ammoniak anreichernde Wasserstoffatmosphäre die Steigung des Verdampfers herunter. Am Ende des Gaswärmetauschers, also am Austritt aus dem Gehäuse, sollte alles flüssige Ammoniak verdunstet sein. Die so entstandene Gasphase, die sich aus Wasserstoff und Ammoniak zusammensetzt gelangt über das Rücklaufrohr in den Vorratsbehälter.

Physikalische Grundlagen

Absorber

Der Rohrschlangenabsorber in Abbildung 2.9 wird im Gegenstromverfahren betrieben. Die in der Dampfblasenpumpe entgaste und auf ein höheres Höhenniveau gepumpte arme Lösung wird in den oberen Teil des Absorbers über das Rohr für die arme Lösung in den Absorber eingeleitet.

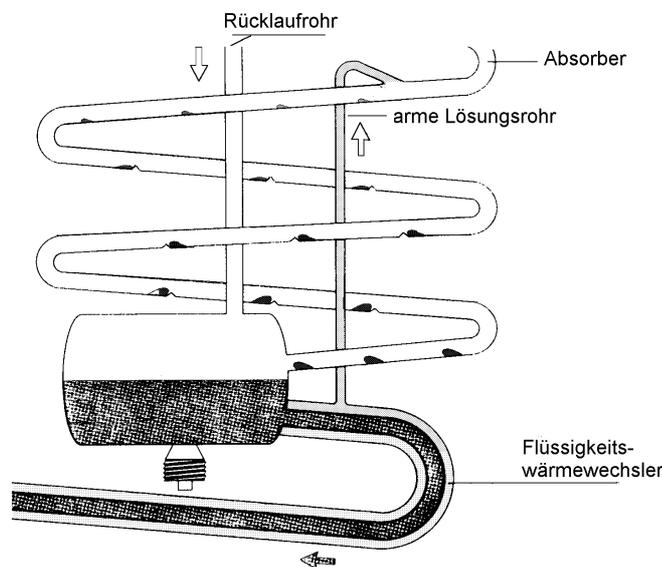


Abb. 2.9: Absorber mit Vorratsbehälter und Flüssigkeitswärmetauscher.

Unter Bildung einer großen Stoffaustauschfläche für die Absorption rinnt die Lösung in den Rohrschlangen hinab. Demgegenüber strömt das »schwere« mit Ammoniak beladene Hilfsgas aus dem Gaswärmetauscher auf direkten Weg über das Rücklaufrohr zum tiefer liegendem Vorratsbehälter. Hier wird ein Teil des Ammoniaks von der bereits angereicherten Lösung absorbiert. Die nun vorliegende »leichte« wasserstoffreiche Gassäule wird durch die von dem Gaswärmetauscher kommende ammoniakreichen, »schweren« Gassäule in das Absorberrohr verdrängt. Im Absorber wird ein weiterer Anteil des Ammoniaks aus der Gasphase von der sich langsam anreichernden Lösung absorbiert. Somit findet zwischen Absorber und Verdampfer / Gaswärmetauscher ein auf den Dichteunterschied der Gassäulen beruhender selbständiger Gaskreislauf des Hilfsgases statt. Die Reinheit der Wasserstoffatmosphäre, die den Absorber verläßt, ist ein Merkmal für die Güte des Absorbers. Je reiner die Gasphase an Wasserstoff ist, das heißt, je weniger Ammoniak in der Gasphase vorhanden ist, desto besser ist die Verdunstung des Ammoniaks in diese reine Wasserstoffgasatmosphäre.

Physikalische Grundlagen

Flüssigkeitswärmetauscher

Der Flüssigkeitswärmetauscher besteht aus zwei konzentrisch ineinander gelegten Rohre. Im inneren Rohr fließt die aus dem Vorratsbehälter kommende reiche Lösung zum Austreiber. Das äußere Rohr umschließt die entgaste arme Lösung, die aus dem Austreiberbereich kommt und über das überwundene Höhenniveau im Pumpenrohr zum Absorber hoch gepumpt wird. Der Flüssigkeitswärmetauscher soll die aufgenommene Wärmemenge aus dem Kocherbereich der armen Lösung auf die reiche Lösung übertragen. Eine Abkühlung der aus dem heißen Kocherbereich kommende arme Lösung bewirkt im Rohrschlangenabsorber eine bessere Absorption des Ammoniaks aus der Wasserstoff–Ammoniak–Gasphase. Zusätzlich wird die Austreiberenergie im Kocherbereich um den Betrag der Wärmemenge gemindert, welche die reiche Lösung im Flüssigkeitswärmetauscher aufnimmt.

6.4.1.2 Stoffeigenschaften der Komponenten des binären Gemisches Ammoniak–Wasser

Stoffsystem des Absorptionsprozesses

Die Absorptionsaggregate arbeiten nach einem von Platen–Munters entwickelten Prinzip. Die hierbei verwendeten, im System zirkulierenden Fluide bestehen aus einem Zweistoffsystem (Arbeitsstoffpaar). Dieses setzt sich aus dem eigentlichen Arbeitsstoff (Arbeitsmittel) und einem geeigneten Absorptionsmittel (Lösungsmittel) zusammen. Das Zweistoffsystem Ammoniak–Wasser bildet die Grundlage für den Absorptionsprozess. Als Korrosionsinhibitor wird $(\text{Na}_2\text{CrO}_4)$ verwendet. Das Stoffsystem Ammoniak–Wasser ist hier in dem angewendetem Konzentrationsbereich von 30% – 40% Ammoniak und dem thermischen Anwendungsgebiet vollkommen ineinander löslich. Ein weiterer Vorteil dieses binären Gemisches beruht auf den Stoffeigenschaften von Ammoniak und Wasser, die einen sehr großen Siedepunktunterschied zwischen den beiden Komponenten aufweist. Das flüssige Lösungsmittel (Wasser) kann bei den Systemtemperaturen, die über der Umgebungstemperatur liegen, große Mengen des gasförmigen Arbeitsmittel (Ammoniak) aufnehmen (absorbieren). Ein Liter Wasser absorbiert bei 0 °C und 1 bar 880 g (1142 cm³), bei 20 °C: 520 g und bei einer Systemtemperatur von 40 °C noch 340 g gasförmiges Ammoniak. Zusätzlich wird das Kältemittel (Ammoniak) auf Grund seines deutlich niedrigeren Siedepunktes gegenüber dem Lösungsmittel (Wasser) bei höheren Temperaturen aus der Lösung ausgetrieben, d. h. die an Ammoniak arme Lösung wird als »arme Lösung« bezeichnet. Die mit Ammoniak angereicherte Lösung heißt demzufolge »reiche Lösung«. Die Konzentrationen der Lösung und Drücke in einem Absorptionsaggregat sind

Physikalische Grundlagen

physikalisch wichtige Größen.

Angaben zu den Stoffkomponenten

- Ammoniak (NH_3) :
- Arbeitsmittel in den Absorptionsaggregaten
 - entsteht in der Natur durch Fäulnis stickstoffhaltiger pflanzlicher und tierischer Substanzen, es gelangt hierbei in den Boden und in die Luft
 - ist ein Grundprodukt der chemischen Industrie; Ausgangsbasis mannigfaltiger chemischer Synthesen. Das Gas kann bei Umgebungstemperatur bereits durch einen Druck von 8 – 9 bar verflüssigt werden.
 - farbloses, stechendes, riechendes, giftiges zu Tränen reizendes Gas
 - Ammoniak-Dämpfe wirken schon in geringen Konzentrationen reizend, in höheren ätzend auf Schleimhäute insbesondere der Atemwege und den Augen. MAK 35 das entspricht einer Konzentration von 1,5 – 2,5 g NH_3 pro m^3 Luft wirken innerhalb einer Stunde tödlich, desgleichen die Aufnahme von 3 – 5 ml Salmiakgeist in den Magen. Eingenommen erwirkt Ammoniak Magenbluten und Kollaps; zur Neutralisation eignet sich verdünnte Lösung von Essig-, Wein- und Zitronensäure
 - allerdings sind Ammoniak – Vergiftungen wegen der Warnwirkung des stechendes Geruch sehr selten

Die Gefahr einer MAK-Konzentration ausgesetzt zu sein, ist in Verbindung mit Absorber-Kühlschränken unter normalen Umgebungsbedingungen nicht möglich. Ausgehend von einem Hotelzimmer (2,20 m x 3 m x 5 m) mit einem 33 m^3 Volumen, müssten sich mindestens 82 g reines Ammoniak in der Gasphase befinden, um in ca. 1 Stunde eine toxische Wirkung auszulösen. Die Electrolux Hotelkühlschränke enthalten ca. 300 g Kältemischung mit ca. 32 % Ammoniakkonzentration. Pro Hotelkühlschrank-Aggregat enthält die Füllung ungefähr 96 g reines Ammoniak.

Theoretisch ist es möglich rein rechnerisch eine MAK-Konzentration in dem angenomme-

Physikalische Grundlagen

nem Raumvolumen zu erzeugen. In der Praxis ist das nicht möglich. Das verwendete Lösungsmittel (Wasser) besitzt eine starke Absorptionsfähigkeit gegenüber Ammoniak, d. h. bei dem Atmosphärendruck von ca. 1 bar und einer Umgebungstemperatur von 28 °C löst sich in einer 300 g Kältemischung ca. 90 g Ammoniak. Das in der Lösung absorbierte Ammoniak tritt sehr langsam in die Gasphase ein. Bei einer Undichte während des Kühlbetriebes ist die Zeitspanne der Ammoniakaustrreibung zu groß, damit eine MAK-Konzentration, in einem schlecht belüfteten Zimmer, entstehen kann. Die Belüftung des Zimmers verdünnt die Gaskonzentration von Ammoniak. In dem Caravan-Wohnwagen-Bereich ist ein Erreichen der MAK-Konzentration durch ständiges Belüften des Kühlaggregates im Betrieb nicht möglich. Auch hier gilt die starke Warnwirkung des typischen Geruches von Ammoniak.

Wasser (H₂O) : ● Lösungsmittel in den Electrolux Absorptionsaggregaten

Wasserstoff(H₂) : ● Hilfgas (druckausgleichendes Gas) in Electrolux Absorptionsaggregaten

- nicht giftig, brennbar
- bildet mit Sauerstoff oder Chlor ein explosionsfähiges Gemisch; bei hohen Austrittsgeschwindigkeiten erfolgt Selbstentzündung
- das Einatmen des Gases führt zum Anstieg der Stimmfrequenz (Mickey-Mouse-Effekt)
- es sind keine Schadensfälle/Explosionen von Electrolux Ab-

Physikalische Grundlagen

- Natriumchromat : sorptionsaggregaten bekannt
- wird als Korrosionsinhibitor in den Absorptionsaggregaten verwendet
 - der Kontakt mit Augen, Haut und Schleimhäute führt zu Verätzungen. Bei Einbringung in Wunden treten schlecht heilende Geschwüre auf
 - Chrom (VI)–verbindungen in atembarer Form (Aerosole) erwiesen sich in Tierversuchen eindeutig krebserregend
 - Dieser toxische Korrosionsschutz wird in geschlossenen Aggregaten eingesetzt, wo es im Laufe der Zeit, durch Bildung einer Passivierungsschicht an der Innenseite der Aggregatsrohren, abgebaut wird. Bei einer Undichte des Aggregates kristallisiert das Salz Na_2CrO_4 als ein gelber Kristall aus, so daß es nicht in atembarer Form vorliegt.
 - DASA entsorgt die Natriumchromat–Wasser–Ammoniak–Lösung umweltgerecht

Die einzelnen Stoffkomponenten ergeben in einer optimalen Mischung ein thermodynamisch, umweltgerechtes Arbeitsstoffsystem für die Absorptions-Kühlschränke.

Physikalische Grundlagen

Das Kompressionssystem besteht aus:

- zwei Wärmetauscher, dem Verflüssiger und dem Verdampfer,
- dem Verdichter (Kompressor) und
- dem Drosselorgan (Kapillarrohr)

Funktionsweise:

Das Kältemittel spritzt aus dem Ende des Kapillarrohrs, der sog. **Einspritzstelle**, mit hohem Druck und im flüssigen Zustand in den Verdampfer. Die Höhe des Druckes ist abhängig vom Kältemittel und von der Laufzeit des Kompressionssystems.

Im **Verdampfer** hat das Kältemittel wesentlich mehr Platz als im dünnen Kapillarrohr. Als Folge davon verringert sich der Kältemitteldruck schlagartig um ca 2-3 bar. Durch diese Druckverminderung setzt eine Abkühlung des flüssigen Kältemittels ein. Voraussetzung ist, daß das flüssige Kältemittel kälter als die Verdampferoberfläche bzw. dem Geräteinneren wird. Falls dies eintritt, erwärmt sich das flüssige Kältemittel bis es verdampft. Die dabei notwendige enorme Wärme wird dem Geräteinneren, sprich dem Lagergut, entnommen. **Der eigentliche Kühleffekt setzt ein.** Am Ende des Verdampfers befindet sich als Teil davon, der sog. **Dampfdom** oder **Saugakkumulator**. Dieser stellt sicher, daß in die Saugleitung nur gasförmiges Kältemittel gelangt. Am Ende des Verdampfers hat sich das flüssige Kältemittel durch Wärmeaufnahme aus den Lebensmitteln vollständig in Kältemitteldampf umgewandelt.

Der erwärmte Kältemitteldampf (15 bis 25 °C) wird sodann vom **Verdichter** angesaugt und über die Druckleitung in den Verflüssiger gedrückt. Dabei erwärmt sich das Kältemittel durch die Verlustwärme des Verdichters, vielleicht um ca. 5 K. Der Kompressor saugt ständig diesen Kältemitteldampf an, er arbeitet praktisch wie eine Pumpe.

Am Ende des Verflüssigers befindet sich eine Engstelle, dem sog. **Drosselorgan**. Dies ist meist ein dünnes Kupferrohr und wird deshalb als Kapillarrohr bezeichnet. Durch dieses **Kapillarrohr** fließt weniger Kältemittel weg, als der Verdichter nachschiebt. Es entsteht ein Kältemittelstau. Als Folge davon, erhöht sich der Druck rückwärts bis zum Kompressor (Bei R600a auf ca. 6 bar).

Durch die Verdichtung erhöht sich nicht nur der Druck sondern auch die Temperatur des Kältemittels auf ca. 50 °C im **Verflüssiger**. Falls der Verflüssiger Wärme abgeben kann, tritt wiederum eine Änderung des Aggregatzustandes ein. Nur verändert sich diesmal der Kältemitteldampf in flüssiges Kältemittel.

Physikalische Grundlagen

Dieses flüssige Kältemittel (mit ca. 35 °C) durchströmt die Trockenpatrone, bevor es in das Kapillarrohr eintritt. Nach dessen Durchfluß wird es auf die Verhältnisse, die Anfangs beschrieben sind, entspannt und abgekühlt. Der Kompressionskältekreislauf ist geschlossen und beginnt von neuem.

Die Funktionsweise kann nur aufrechterhalten werden, wenn:

- die richtige Kältemittelfüllung vorhanden ist,
- der Verflüssiger (schwarze Rückwand) Wärme abgeben kann.
- der Verdampfer (Wärmetauscher im Geräteinneren) Wärme aufnehmen kann.
- der richtige Durchfluß des Kältemittels durch einwandfreien Verdichter und blockadefreien System gewährleistet ist.

Achtung:

Aufgrund des thermodynamischen Prozesses, sind weder die Drücke noch die Verdampfungstemperaturen im Kältekreislauf konstant. Sie ändern sich ständig, da sie von der aktuellen Verdampfertemperatur der momentanen Verflüssigertemperatur und natürlich von der Kompressorlaufzeit abhängen.

Sondierte Bauteile

1. Welche Aufgabe hat der Kompressor im Kältekreislauf?

Das Kältemittel wird vom Kompressor durch den Kältekreislauf gepumpt.
(Ansaugen und Verdichten des Kältemittels.)

Der Kompressor saugt das gasförmige Kältemittel vom Verdampfer über die Saugleitung (=dickeres Rohr) an und drückt das Kältemittel durch die Druckleitung (=dünneres Rohr) in den Verflüssiger.

Im Verdampfer ändert sich der Aggregatzustand des Kältemittels von flüssig in gasförmig, dabei wird vom Kältemittel Energie in Form von Wärme aufgenommen. Dem Kühlraum, inclusive des Lagergutes, wird diese Wärme entzogen.

Im Verflüssiger ändert sich der Aggregatzustand des Kältemittels von gasförmig in flüssig, dabei muß das Kältemittel Energie in Form von Wärme abgeben, und zwar an die Umgebung.

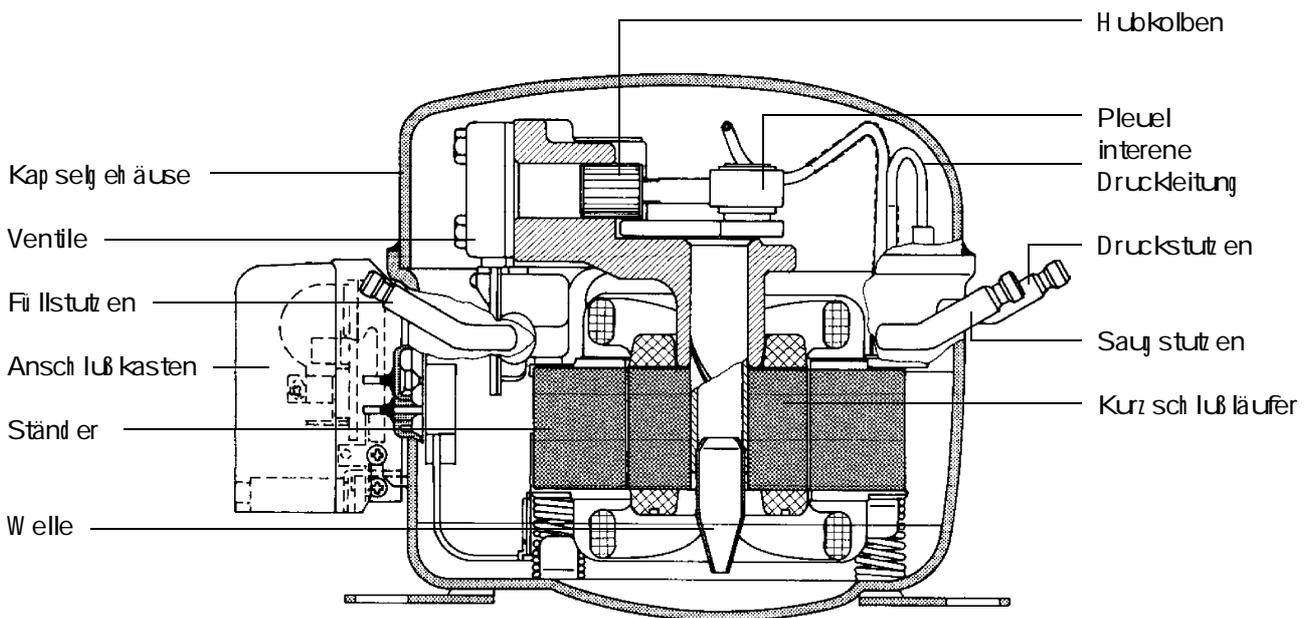
Heute ist eine Vielzahl von Verdichtervarianten (Kompressoren) im Einsatz:

- (energieoptimierte) Hubkolbenverdichter
Anwendung: Haushaltskälte
- Rollkolbenverdichter
Anwendung: Haushaltskälte und Klimageräte
- RSD-Verdichter
Anwendung: Haushaltskälte
- Scroll-Verdichter
Anwendung: Wärmepumpen;
näheres hierzu, siehe Service-Handbuch "Heizwärmepumpe"

Sondierte Bauteile

2. Aufbau und Funktion eines (energieoptimierten) Hubkolbenverdichters

2.1 Bauteile - Einzelkomponenten

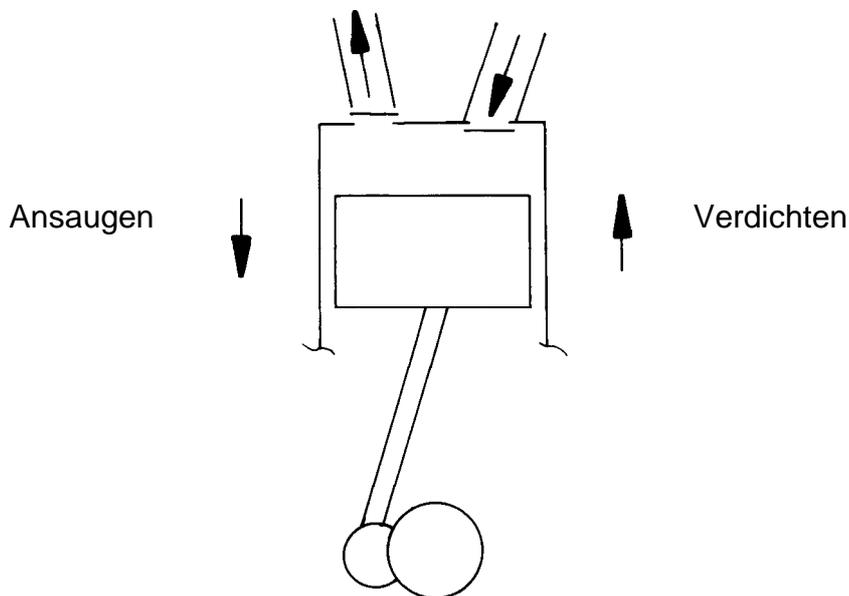


Hubkolbenverdichter sind durch das hermetisch geschlossene Kapselgehäuse völlig wartungsfrei. Interne Einzelkomponenten können daher nicht ausgetauscht werden.

Sondierte Bauteile

2.2 Ventile

Die Ventile ermöglichen die zwei Arbeitstakte: **Ansaugen und Verdichten**.
Beim Ansaugen schließt das Auslaßventil und beim Verdichten schließt das Ansaugventil (siehe Prinzipsskizze).



2.3 Verdichteröle / Kompressoröle

Das Kompressoröl hat folgende Aufgaben:

- **Kühlung**
- **Schmierung**
- **Abdichtung**

Nachdem das Verdichteröl zwangsläufig mit dem Kältemittel in Berührung kommt, müssen das Kompressoröl und das Kältemittel aufeinander abgestimmt sein.
(Gründe: Mischbarkeit, Verhinderung von Ablagerungen, Viskosität, Ölverdünnung)

Für R 12, R600a, R 22, R290 müssen spezielle Mineralöle verwendet werden, für R134a, R404a, R407c muß ein Esteröl (synthetisches Öl) verwendet werden!

Sondierte Bauteile

2.4 Antrieb - Motor:

Der Kolben wird durch einen Elektromotor bewegt, die Kurbelwelle wandelt die Drehbewegung des Motors in die Hubbewegung des Kolbens um.

Der Elektromotor ist ein sog. **Einphasen-Induktionsmotor**, der zur Familie der Asynchronmotoren gehört.

Die Drehzahl (Läuferdrehzahl) "n" von Asynchronmotoren ist von der Drehfelddrehzahl "n_s" und dem Schlupf "s" abhängig.

$$n = n_s(1-s)$$

$$[n] = 1/\text{min}$$

Die Drehfelddrehzahl "n_s" wird bestimmt durch das Verhältnis der Netzfrequenz "f" zu der Polpaarzahl "p".

$$n_s = f \times 60 / p$$

$$[n_s] = 1/\text{min}$$

Unsere Kompressoren sind mit zwei Hauptpolen und somit der Polpaarzahl "1" aufgebaut. Die Läuferdrehzahl ist demnach etwas kleiner als 3000 1/min.

Sonidierte Bauteile

2.5 Aufbau und Wirkungsweise des Einphasen-Induktionsmotors:

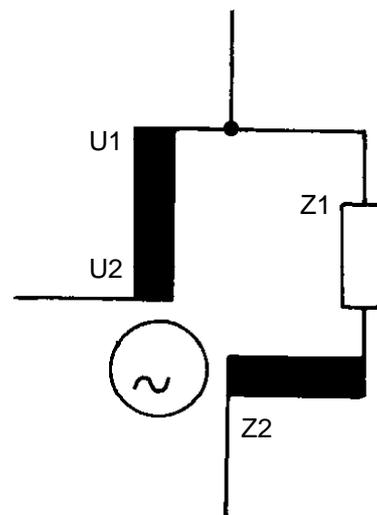
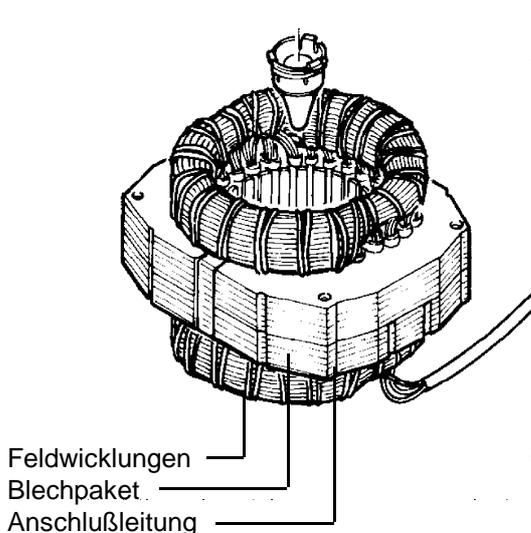
2.5.1 Ständer/Feld:

Der Ständer besitzt zwei Wicklungen; die Hauptwicklung (U_1-U_2) und die Hilfswicklung (Z_1-Z_2).

Die Hilfswicklung ist meistens in Reihe mit einem Widerstand oder auch mit einem Kondensator geschaltet, um eine Phasenverschiebung des Hilfstromes zum Hauptstrom zu erreichen. Die Hilfswicklung wird nur während der Anlaufphase benötigt. Im Normalbetrieb wird die Hilfswicklung weggeschaltet, der Motor läuft weiter nach dem Prinzip eines Anwurfmotors.

Bei energieoptimierten Kompressoren bleibt die Hilfswicklung ständig über einen Betriebskondensator am Netz und erhält dadurch einen "runderen" Lauf. Häufig kann für bestimmte Geräte ein leistungsmäßig kleinerer energieoptimierter Verdichter eingesetzt werden. (Er wird praktisch durch die Kombination: Hilfswicklung-Betriebskondensator etwas "getunt".)

Im Ständer entsteht durch die Wechselfspannung des Netzes ein **Drehfeld**, welches durch die Hilfswicklung während der Anlaufphase oder im Betrieb verstärkt wird.



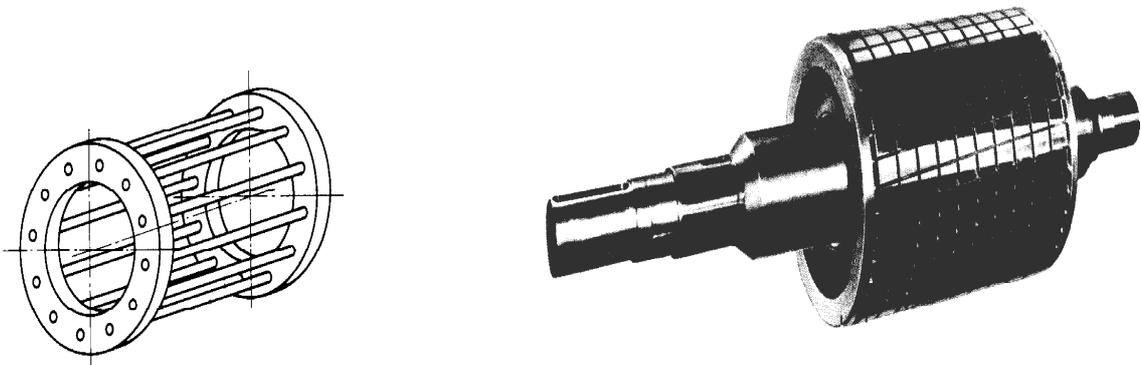
Sonidierte Bauteile

2.5.2 Läufer/Anker:

Unsere Kompressoren sind mit sogenannten "Kurzschlußläufern" oder "Käfigläufern" aufgebaut.

Der Käfig ist aus Aluminium gegossen, die Ankerstäbe sind vorne und hinten mit Kurzschlußringen verbunden.

Unten abgebildet sehen Sie einen Käfigläufer vor- und nach dem Vergießen mit Aluminium.



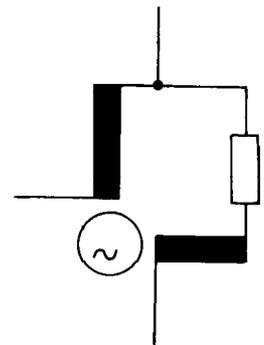
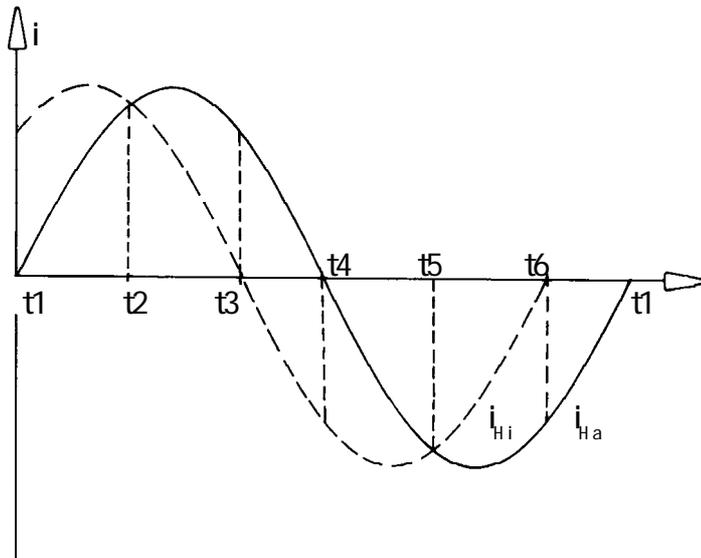
Die Drehbewegung des Läufers entsteht durch **Induktion** (=Spannungserzeugung) und dem **Drehfeld** des Ständers.

Das Drehfeld induziert in den Ankerstäben eine Wechselspannung. Weil die Ankerstäbe kurzgeschlossen sind, fließt ein hoher Wechselstrom, der ein Magnetfeld bildet.

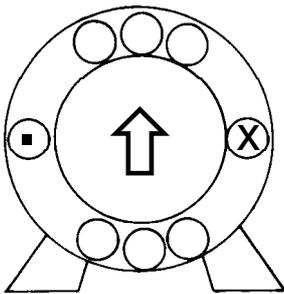
Durch die magnetischen Kraftwirkungen zwischen Ständer und Läufer kommt es zur Drehbewegung des Läufers. Das Drehfeld "nimmt" den Läufer mit.

Sondierte Bauteile

2.5.3 Wie entsteht das Drehfeld im Ständer?

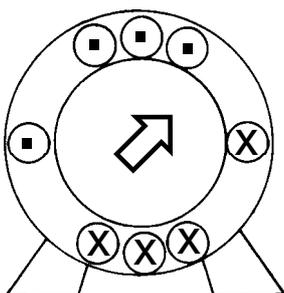


Festlegung : Strom fließt unten rein, wenn i_{Ha} = positiv.
 Strom fließt rechts rein, wenn i_{Hi} = negativ.



Zeitpunkt t1: $i_{Ha} = 0$
 $i_{Hi} = \text{positiv}$

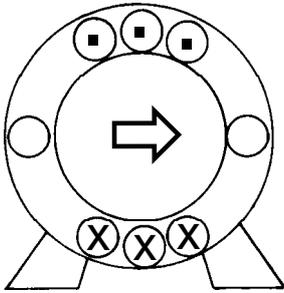
Magnetfeld : mit rechter Hand Regel (siehe Pfeil)



Zeitpunkt t2: $i_{Ha} = \text{positiv}$
 $i_{Hi} = \text{positiv}$

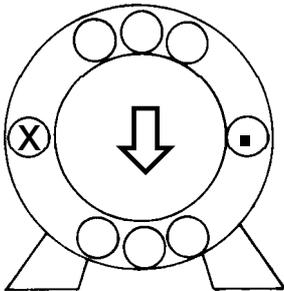
Magnetfeld : mit rechter Hand Regel (siehe Pfeil)

Sondierte Bauteile



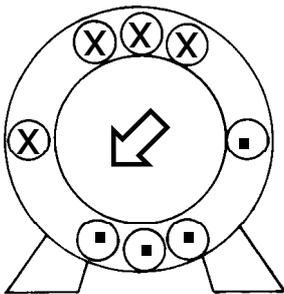
Zeiþunkt 3: $i_{Ha} = \text{positiv}$
 $i_{Hi} = 0$

Mag netfeld : mit rechter Hand Regel (siehe Pfeil)



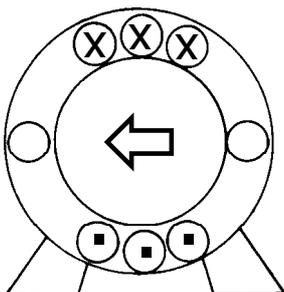
Zeiþunkt 4: $i_{Ha} = 0$
 $i_{Hi} = \text{negativ}$

Mag netfeld : mit rechter Hand Regel (siehe Pfeil)



Zeiþunkt 5: $i_{Ha} = 0$
 $i_{Hi} = \text{positiv}$

Mag netfeld : mit rechter Hand Regel (siehe Pfeil)



Zeiþunkt 6: $i_{Ha} = \text{negativ}$
 $i_{Hi} = 0$

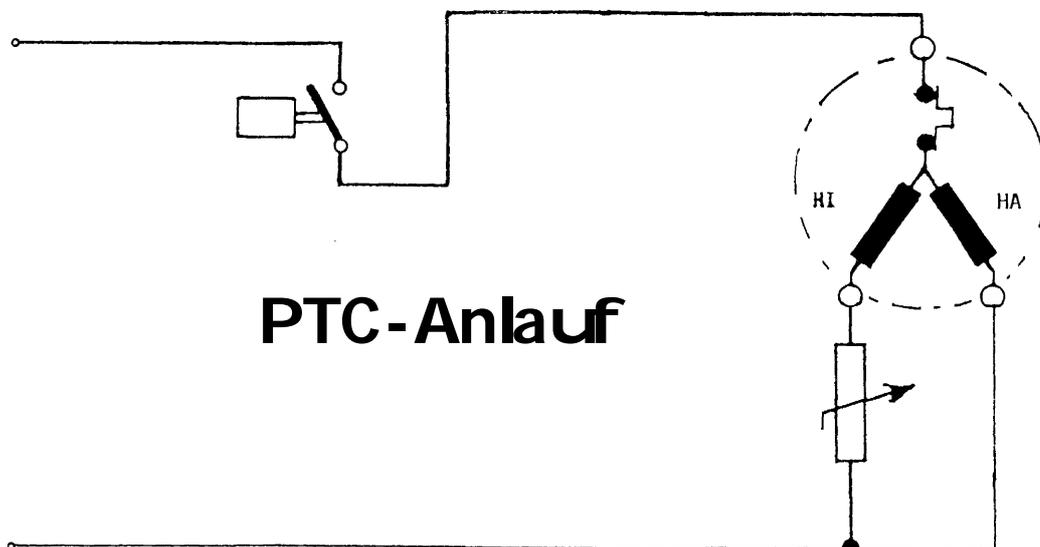
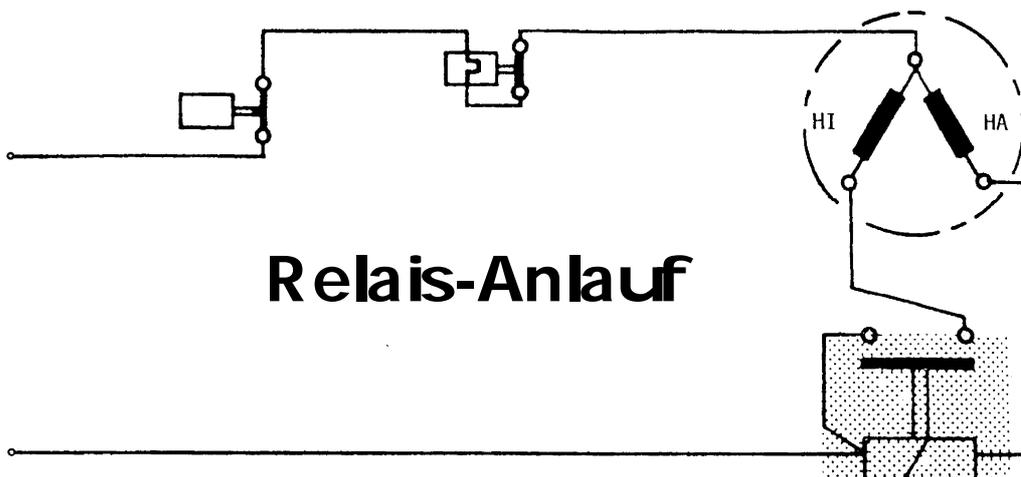
Mag netfeld : mit rechter Hand Regel (siehe Pfeil)

Sondierte Bauteile

2.6 Anlaufhilfen:

Die herkömmlichen Hubkolbenverdichter benötigen die Hilfswicklungen nur zum Anlaufen. Wenn der Läufer bereits eine hohe Drehzahl hat, wird die Hilfswicklung weggeschalt, der Motor läuft nach dem Prinzip des Anwurfmotors weiter. Derzeit können Sie zwei verschiedene Anlaufhilfen antreffen, und zwar ein sog. Anlaufrelais oder einen PTC.

Die Anlaufrelais-Spulen sind immer in Reihe zur Hauptwicklung geschaltet, die PTC's sind immer in Reihe zur Hilfswicklung eingebaut.



j:\h3\thb\bauteil1.pm5

Sonidierte Bauteile

Funktion des Anlaufrelais:

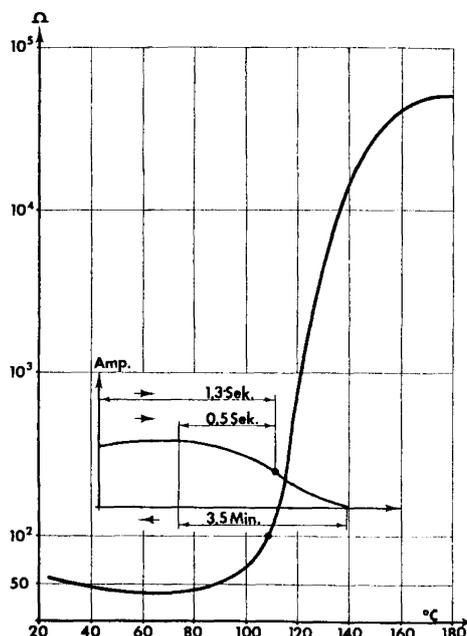
Durch die Spule des Anlaufrelais fließt der hohe Anlaufstrom und induziert ein starkes Magnetfeld. Der eisenhaltige Anker wird dadurch aus der Ruhelage gehoben, bis die Kontakte schließen und die Hilfswicklung am Netz liegt. Hat der Motor eine ausreichend hohe Drehzahl erreicht, verringert sich dessen Stromaufnahme und somit auch der Stromfluß durch die Spule des Anlaufrelais. Das Magnetfeld schwächt sich ab, so daß der Anker durch die Schwerkraft wieder in die Ruhelage zurückfällt. Die Hilfswicklung ist wieder weggeschaltet oder liegt dann insofern vorhanden über einen Betriebskondensator am Netz.

Funktion des Anlauf-PTCs:

Das Anlauf-PTC ist ein Halbleiterwiderstand, dessen Widerstandswert sich mit zunehmender Temperatur erhöht (Kaltleiter). Im kalten Zustand (Raumtemperatur) liegt dessen Widerstandswert, je nach Ausführung, zwischen 10 und 50 Ω . Im heißen Zustand (100 bis 120 $^{\circ}\text{C}$) bei 5 bis 10 k Ω .

Im Anlaufmoment ist der PTC kalt, d.h. niederohmig. Die Hilfswicklung liegt also gemeinsam mit dem PTC (Reihenschaltung) am Netz. Hauptwicklung, Hilfswicklung und PTC werden vom aufgeteilten Anlaufstrom durchflossen und der Motor kann anlaufen. Durch den Stromfluß erwärmt sich die PTC-Tablette und wird nach ca. 2 s so hochohmig, daß nur noch ein ganz geringer Strom durch die Hilfswicklung fließt und diese praktisch weggeschaltet ist. Der geringe Stromfluß reicht aber aus, den PTC hochohmig zu halten.

Die Abkühlungsdauer des Anlauf-PTCs beträgt ca. 5 min. Deswegen muß die Standzeit des Verdichters vor jedem Anlauf mindestens 5 min betragen.

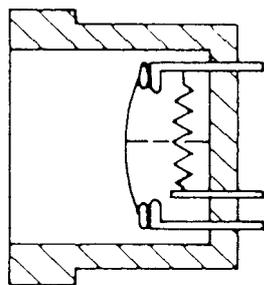


**PTC Betriebslinie
und Strom/Zeit
Abhängigkeit.**

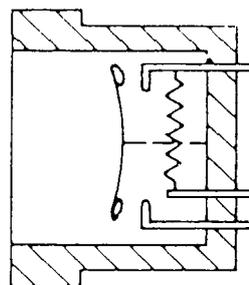
Sondierte Bauteile

2.7 Motorschutz:

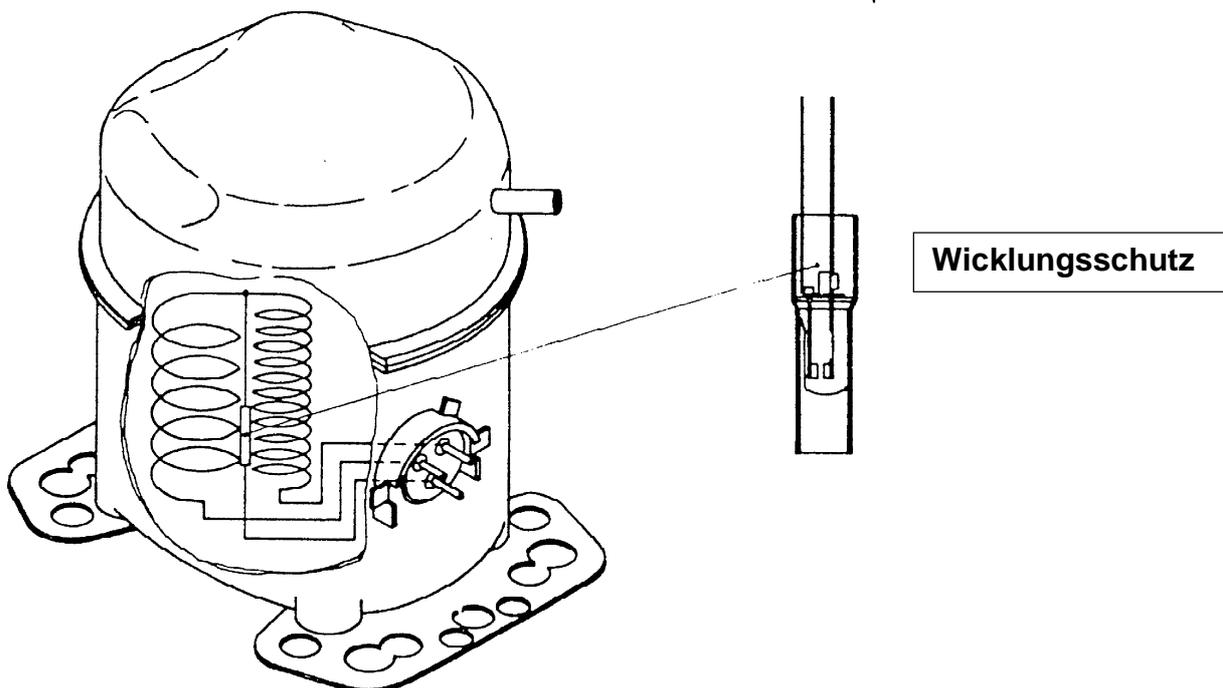
Der Motorschutz verhindert eine zu hohe Wicklungstemperatur. Er schützt die Motorwicklung vor zu hoher Kapseltemperatur, Lufttemperatur und Stromstärke. Es gibt Motorschutzschalter, die sich außerhalb der Kapsel befinden, diese nennt man **Klixon** und Motorschutzschalter, die in der Wicklung integriert sind, diese werden als **Wicklungsschutz** bezeichnet. Beide Motorschutzschalter arbeiten nach dem Bimetallprinzip. Bei zu hoher Erwärmung werden sowohl die Haupt- als auch die Hilfwicklung unterbrochen. Nach Abkühlung wird der Kontakt wieder selbständig geschlossen.



Klixon: geschlossen



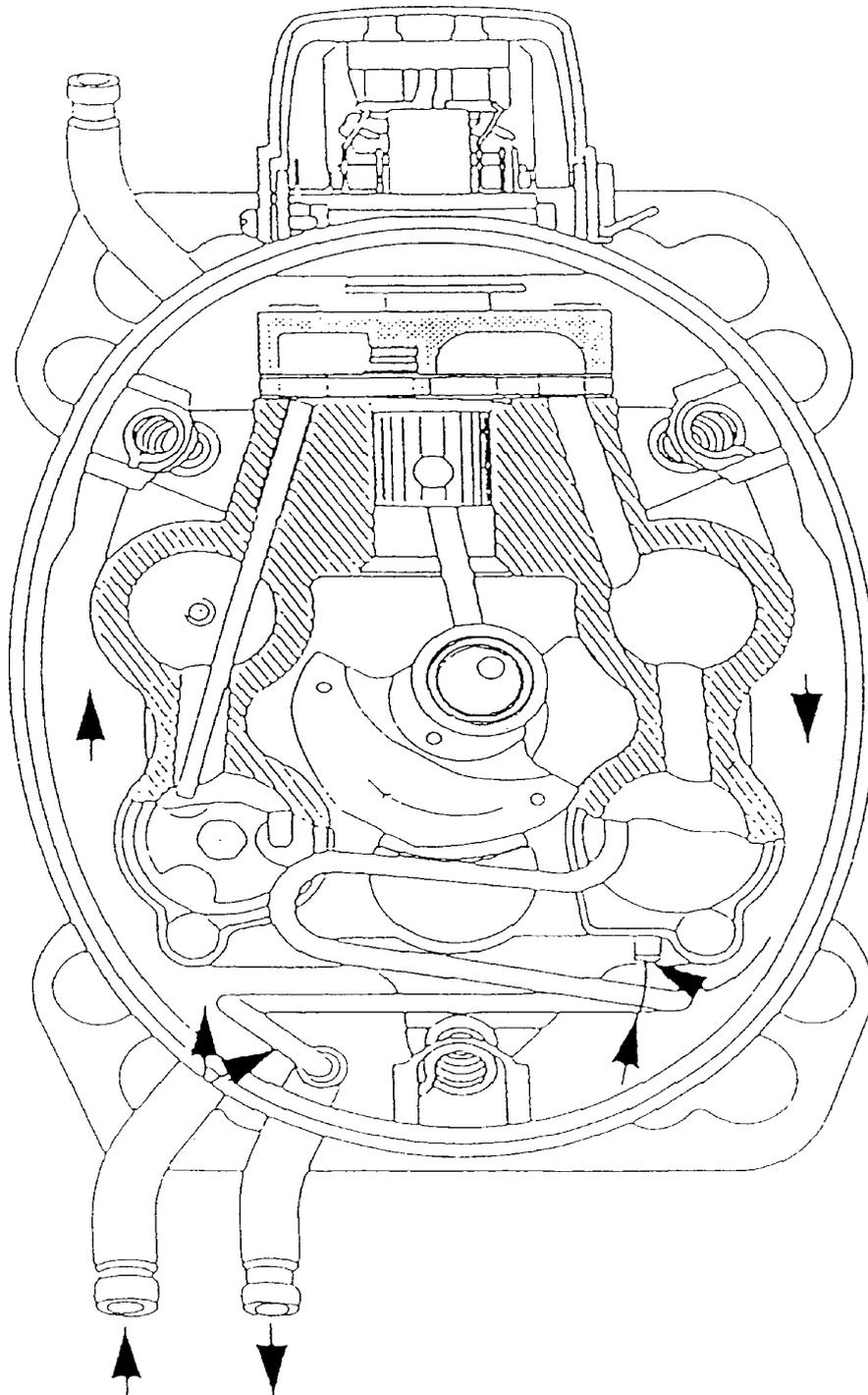
Klixon: offen



Sondierte Bauteile

2.8 Wie wird das Kältemittel angesaugt?

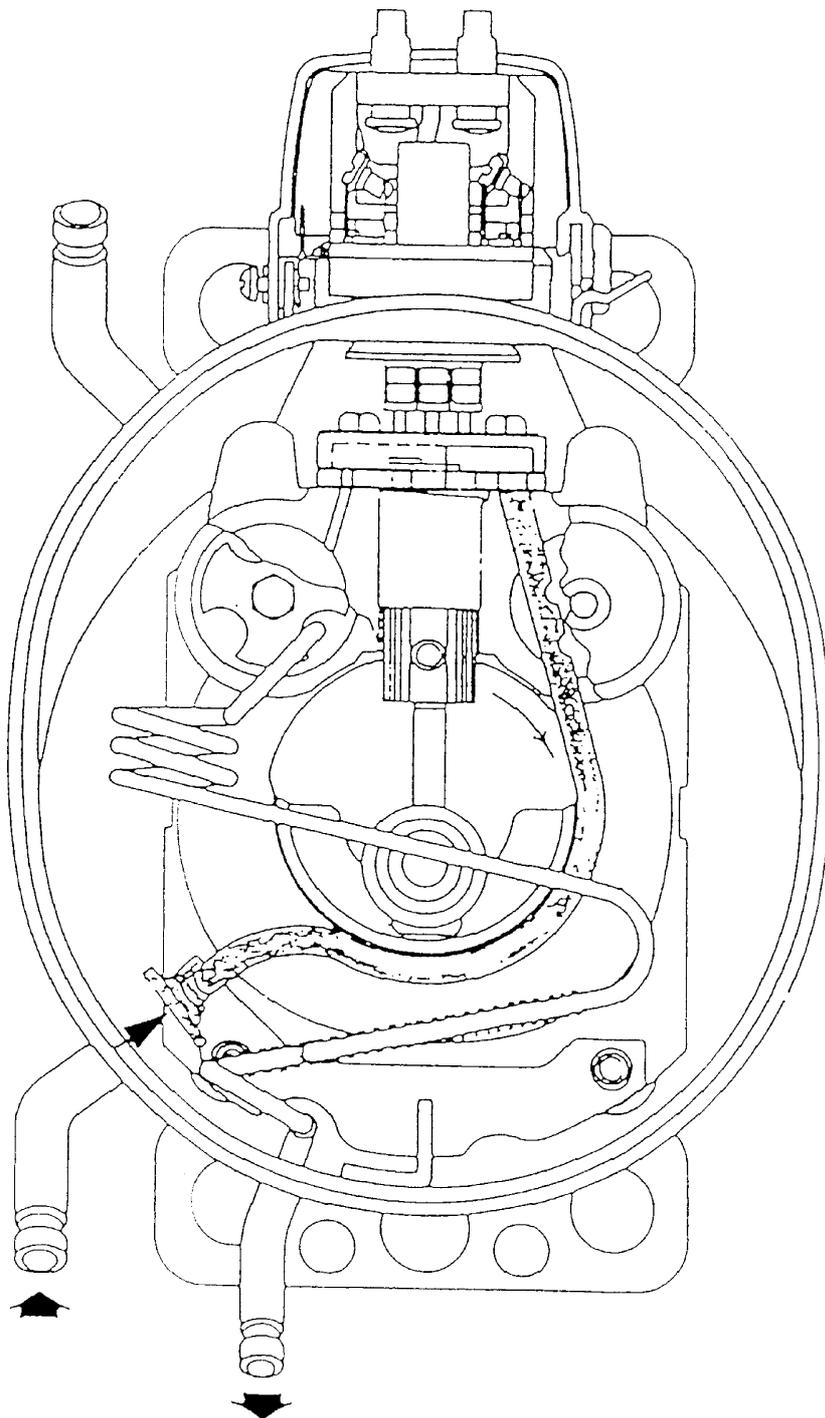
2.8.1 Normaler Hubkolbenverdichter - Ansaugung über das gesamte Verdichtergehäuse!



Sondierte Bauteile

2.8.2 Energieoptimierter Verdichter - Semidirekte Ansaugung:

Die semidirekte Ansaugung wird bei **energieoptimierten Verdichtern** verwirklicht. Das Kältemittel wird konzentriert dem Ansaugventil zugeführt, aber nicht ausschließlich, da sich weiterhin Kältemittel mit Öl binden muß!



Sonidierte Bauteile

3. Aufbau und Funktion eines Rollkolbenverdichters Einbindung im Öko-Kältekreislauf

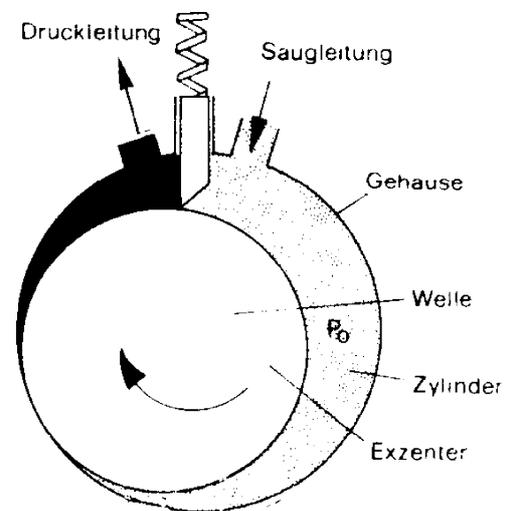
Der Unterschied zwischen den Rollkolbenverdichtern und den Hubkolbenverdichtern besteht im wesentlichen aus dem rotierenden Kolben, der den Arbeitsraum im Bereich der Saugseite stetig vergrößert und im Bereich der Druckseite stetig verkleinert. Dadurch ist es möglich, das Kältemittel gasförmig anzusaugen und nach dem Verdichten in die Druckleitung zu verdrängen.

Im Rollkolbenverdichter wird der zylindrische Kolben durch einen Exzenter an der Zylinderwand abgewälzt. Die Unterteilung des Arbeitsraumes in die Saug- und Druckseite erfolgt einmal an der Berührungslinie zwischen dem Kolben und Zylinder und zum anderen durch den beweglichen Trennschieber.

Während einer Umdrehung des Kolbens erweitert sich der Saugraum, das Kältemittel wird angesaugt. Zur gleichen Zeit verkleinert sich der Druckraum. Der sich darin befindliche Kältemitteldampf wird verdichtet und in die Druckleitung ausgeschoben.

Durch die ständige Trennung von Saug- und Druckraum gibt es keine füllungsgradmindernde Rückexpansion. Deshalb wird der geometrische Hubvolumenstrom fast zu 100 % ausgenutzt. Da keine vollständige Linienberührung zwischen Kolben und Zylinder stattfindet, wird die Abdichtung durch das umlaufende Verdichteröl vorgenommen.

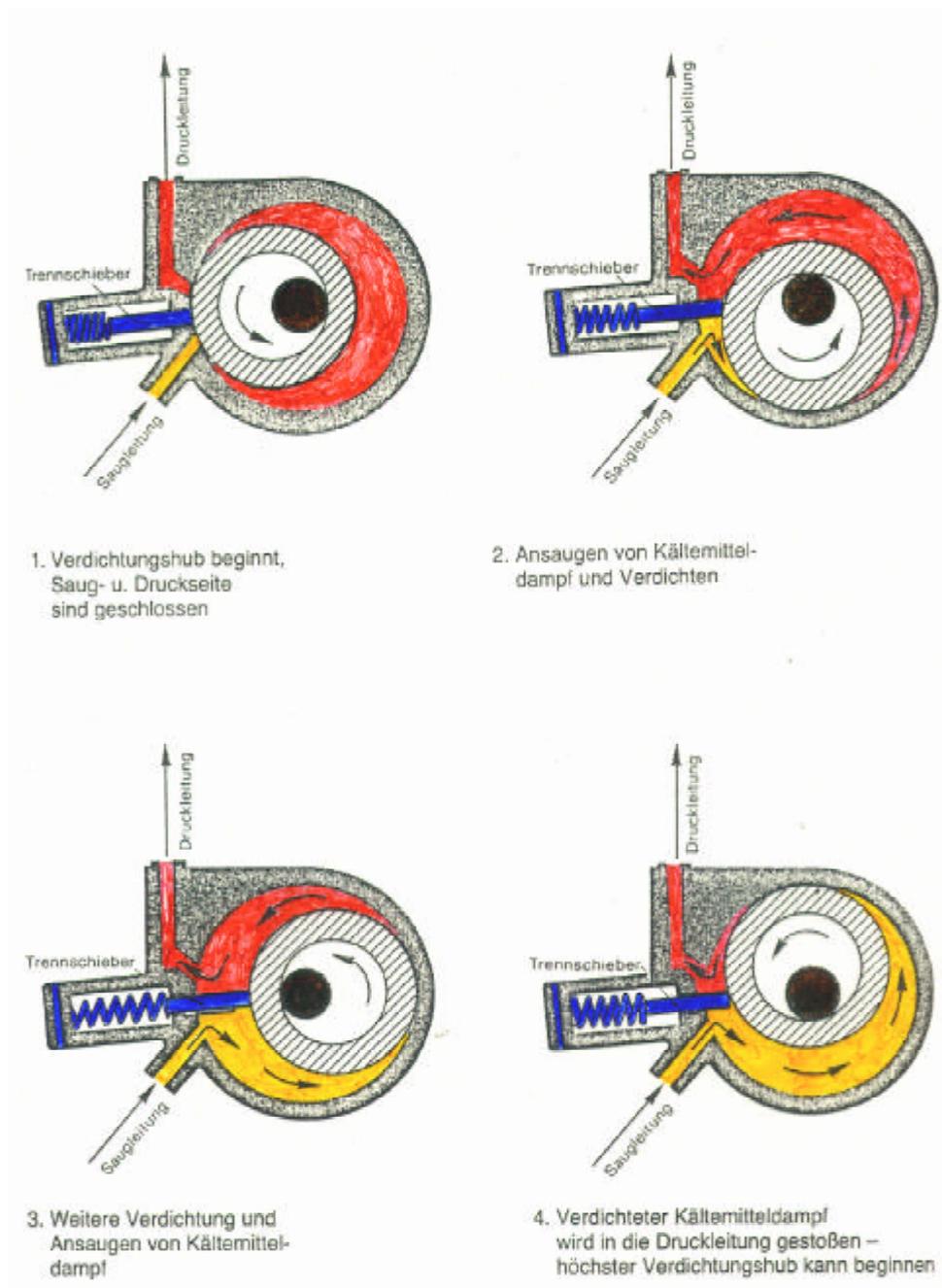
Ein weiterer wesentlicher Unterschied zum Schubkolbenverdichter ist die Kältemittelbewegung durch den Verdichter. Beim Schubkolbenverdichter findet eine Wechselstrombewegung des geförderten Kältemittels statt, da es beim Übergang vom Ansaugen zum Verdichten seine Bewegungsrichtung umkehrt, wodurch der Gütegrad abnimmt. Durch die Strömungsumkehrung kommt es zu höheren Wärmeverlusten. Dies ist bei dem Rollkolbenverdichter nicht der Fall, das Kältemittel bewegt sich im Gleichstrom. Der Rollkolbenverdichter hat bei jedem Druckverhältnis einen besseren Liefergrad als der Hubkolben-Hermetikverdichter. Besonders bei den Druckverhältnissen, wie sie in Kleinkältemaschinen vorliegen, ist der Vorteil gravierend.



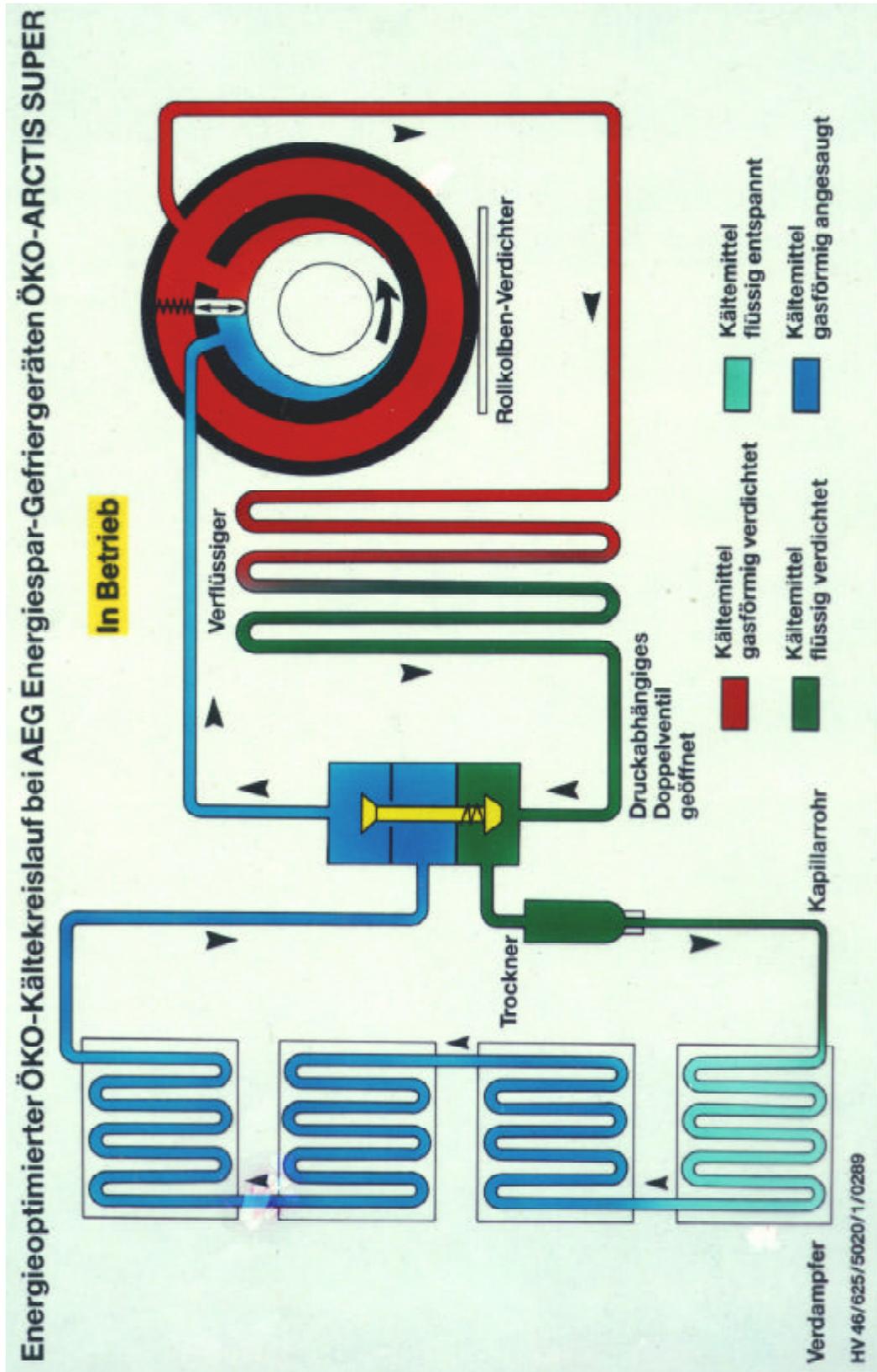
Sondierte Bauteile

Die Saugleitung des Rollkolbenverdichters ist direkt mit dem Zylinderraum verbunden. Das Druckrohr endet am Verdichtergehäuse. Dies bedeutet, daß das Verdichtergehäuse unter Kompressionsdruck steht.

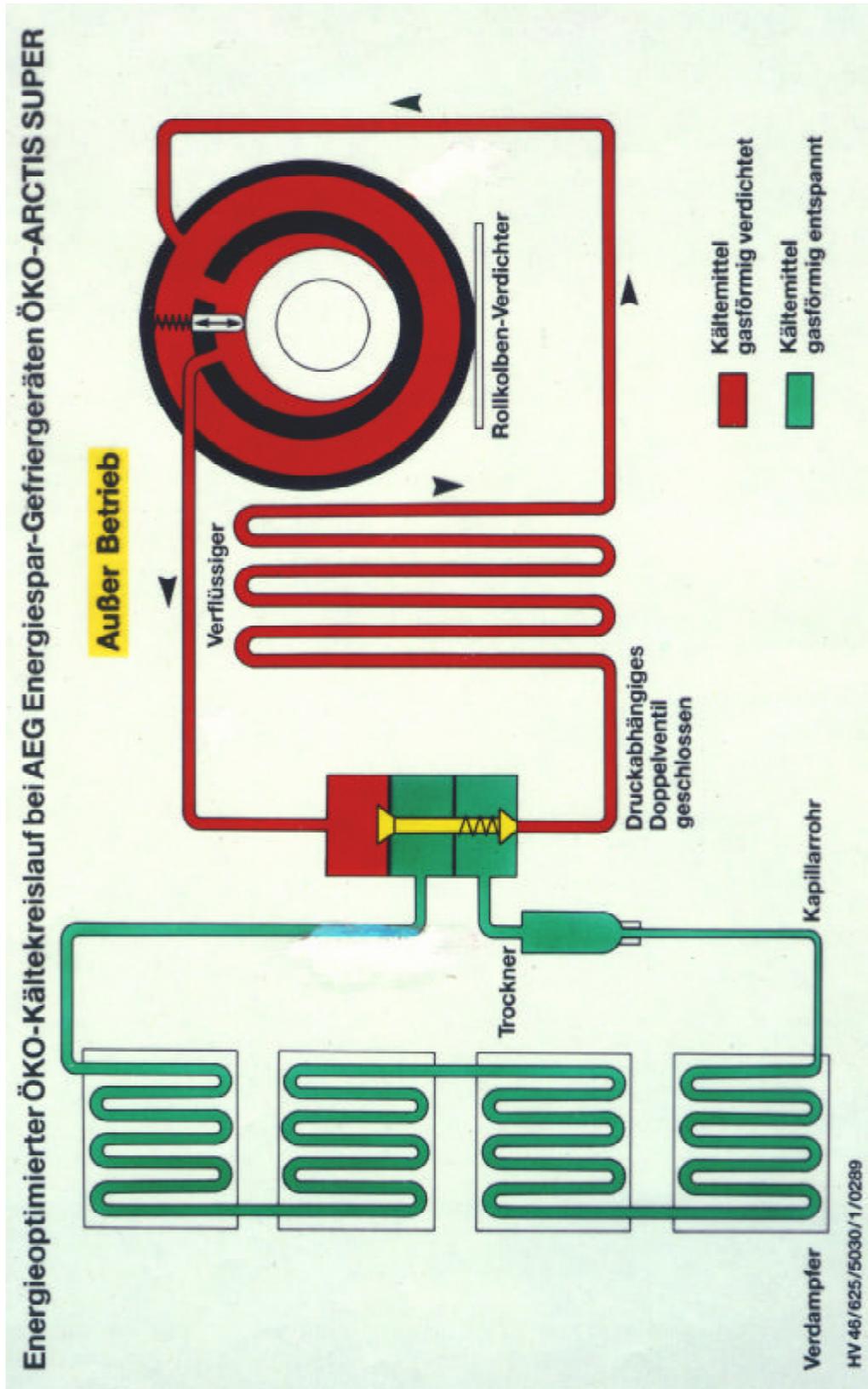
Ansaugen und gleichzeitiges Verdichten eines Rollkolbens mittels Prinzipbilder-Darstellung



Sondierte Bauteile



Sondierte Bauteile



Sonidierte Bauteile

4. Aufbau und Funktion der RSD-Verdichter

4.1 Allgemeines

Die Motoren der RSD-Verdichter-Serie (Rated Speed Drive) werden mit einer neu entwickelten Elektronik geregelt.

Das Hauptmotiv für die Entwicklung der RSD-Verdichter war, den Energieverbrauch um ca. 20 % gegenüber den energieoptimierten Kompressoren zu verringern.

Die wesentlichen Unterschiede eines normalen Hubkolbenverdichters zu einem RSD-Kompressor sind in der unten stehenden Tabelle aufgelistet:

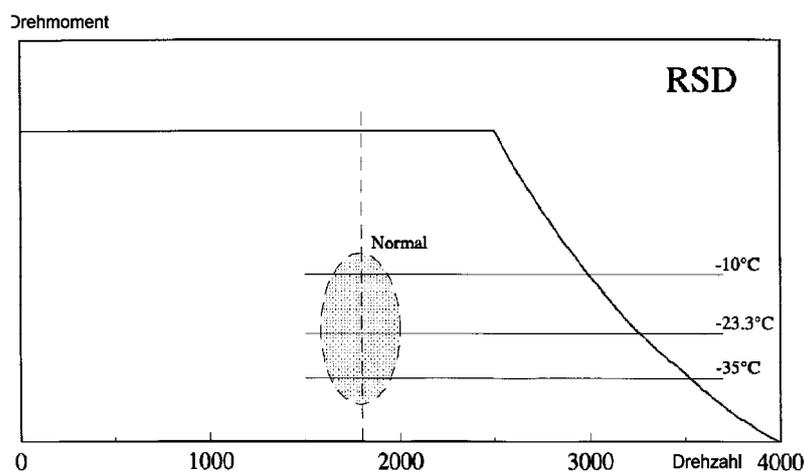
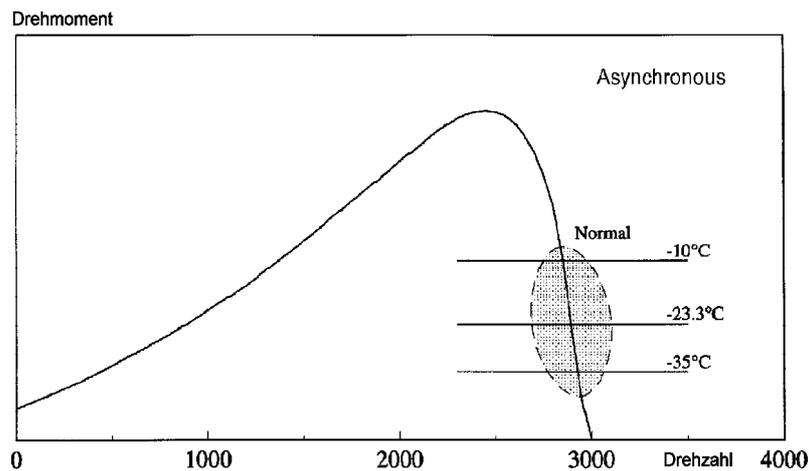
Hubkolbenverdichter	RSD Verdichter
2-poliger-Einphasen-Asynchron-Motor	6-poliger-Dreiphasen-Synchron-Motor
Anlaufhilfe: PTC oder Anlaufrelais	Anlaufhilfe: Elektronik
Überhitzungsschutz: Motorschutzschalter bzw. Klixon	Überhitzungsschutz: Elektronik
Die Drehzahl beträgt 3000 1/min abzüglich Schlupf.	Die Drehzahl wird elektronisch konstant gehalten auf einem geräteabhängigen definierten Wert.

Sonidierte Bauteile

4.2 Drehmomentkurven

Die normalen Hubkolbenverdichter haben aufgrund des eingesetzten Einphasen-Asynchron-Motors eine Drehzahl von nahezu 3000 1/min. Das Drehmoment dieser Motortypen ist nicht konstant.

Die Motoren der RSD-Verdichter haben aber ein konstantes Drehmoment bei jeder Drehzahl. Unterschiedliche Motoren für die RSD-Verdichter wurden für folgende Drehzahlbereiche entwickelt (1800, 2100, 2400 oder 2700 1/min).



Sonidierte Bauteile

4.3 Leistungsgrößen der RSD-Verdichter

Jeder RSD-Kompressor wird von der speziell entwickelten Elektronik mit Spannung versorgt. Die Hauptaufgabe dieser Elektronik ist es, die Drehzahl des verwendeten Motors konstant zu halten.

Desweiteren optimiert die Elektronik die Kälteleistung der Verdichter.

Aus der untenstehenden Tabelle ist ersichtlich, daß:

- die beiden Ziffern in der Typbezeichnung des Verdichters spiegeln in etwa die Kompressorleistung wieder;
- die letzten drei Buchstaben kennzeichnen die Drehzahl des Motors;
- die ersten beiden Buchstaben geben Aufschluß über das Kältemittel sowie der Bauform (H steht für Kältemittel R 600a).

Die spezielle Elektronik bestimmt die Drehzahl des Motors. Es ist äußerst wichtig, daß nur die Elektronik verwendet wird, die für den entsprechenden Verdichter vorgesehen ist. Ansonsten würde der Kompressor eine andere Drehzahl haben und daraus auch eine falsche Kälteleistung resultieren.

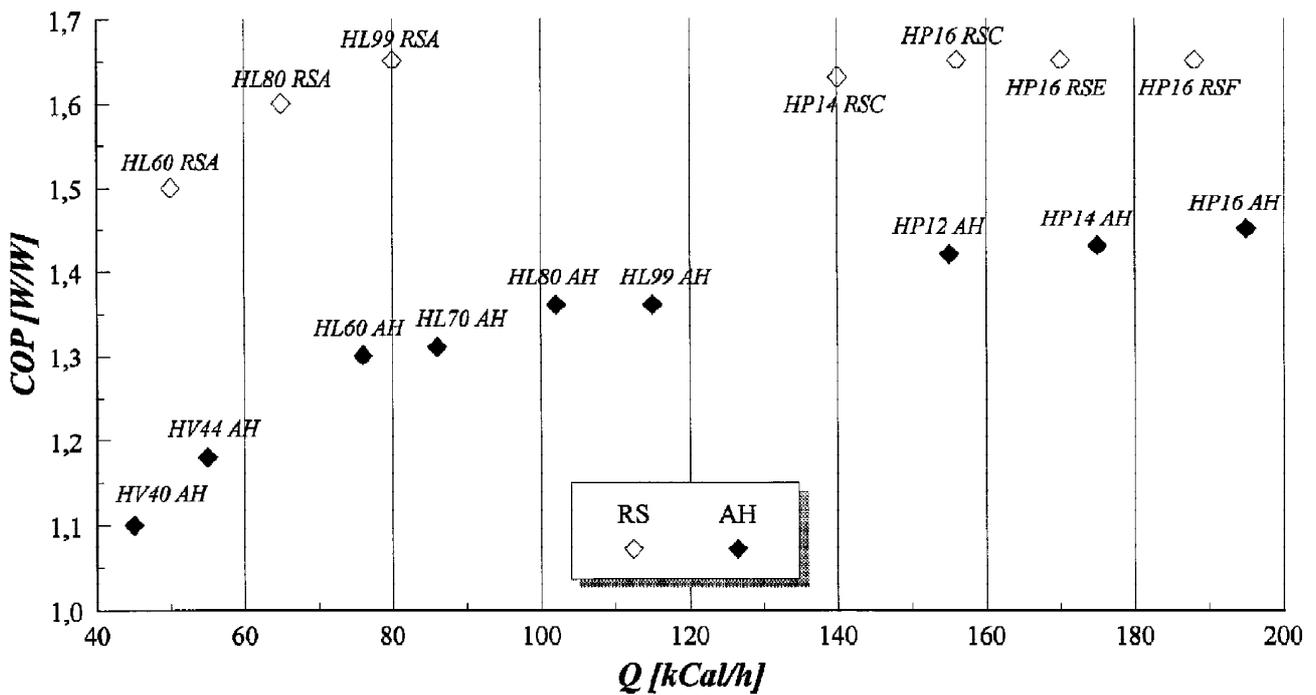
VERDICHTER	ELEKTRONIK	DREHZAHL (1/min)	KÄLTELEISTUNG IN C (w)
HL 60 RSA	G11	1800	39
HL 80 RSA	G11	1800	52
HL 99 RSA	G12	1800	63
HP 14 RSC	G33	2100	111
HP 16 RSC	G33	2100	124
HP 16 RSE	G54	2400	135
HP 16 RSF	G64	2700	149

Sonidierte Bauteile

4.4 Vergleich zwischen RSD- und Hubkolbenverdichtern

Die unten stehende Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen Leistungszahl und Kälteleistung. Aus dieser Grafik ist sehr deutlich die erhöhte Effizienz der RSD-Verdichter ersichtlich.

Die Leistungszahl gibt das Verhältnis von Kälteleistung zur elektrischen Wirkleistung an. D. h. bei größerer Leistungszahl (COP) wird bei gleicher Kälteleistung weniger Energie verbraucht.



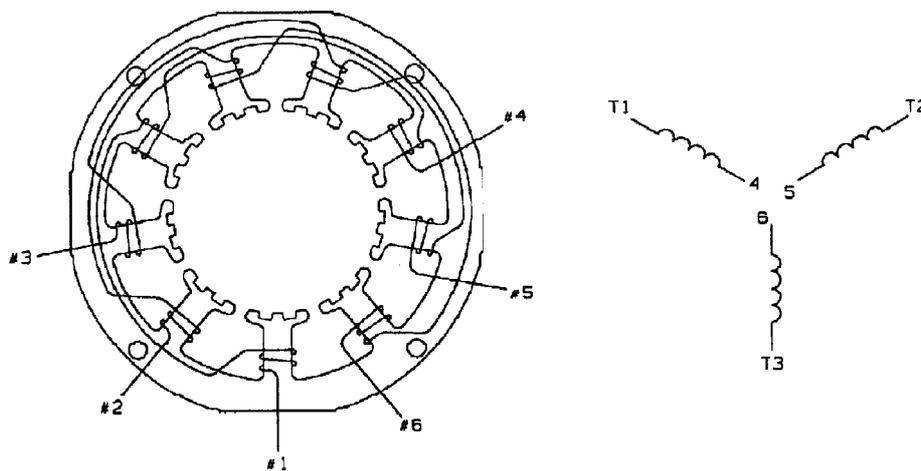
Sondierte Bauteile

4.5 Aufbau des Antriebmotors

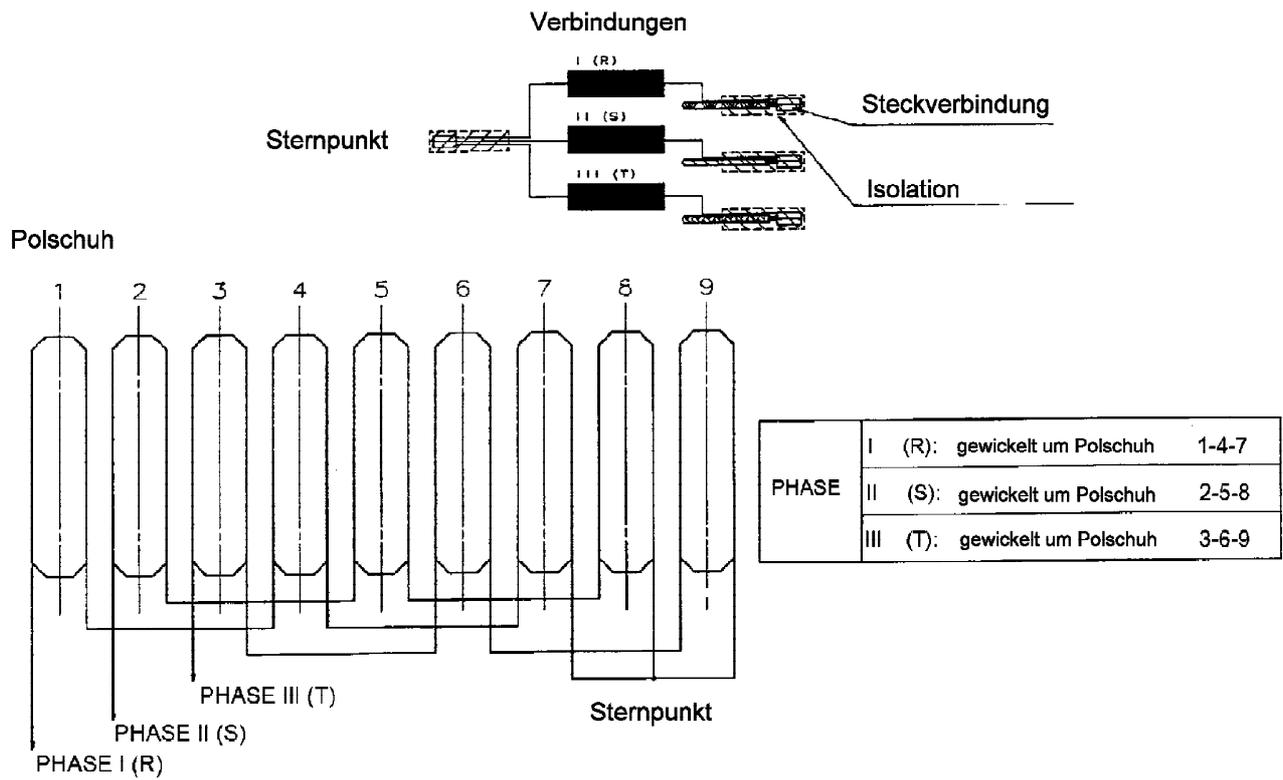
Der Ständer besteht aus Blechpaketen.

Die drei Windungen sind so plziert, daß sich 6 Pole bilden.

Dabei sind drei Windungen auf drei Polschuhen gewickelt und intern zu einem gemeinsamen Punkt zusammengeführt (Sternschaltung). Die drei anderen Enden der Wicklungen sind aus der Kapsel herausgeführt (siehe unten stehende Bilder).



Sondierte Bauteile

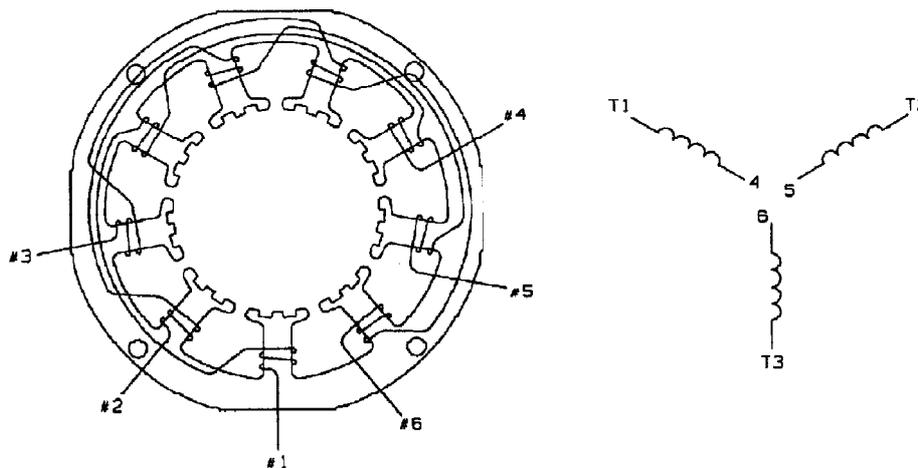


Sonidierte Bauteile

Zu jedem Zeitpunkt schaltet die Elektronik eine Gleichspannung auf zwei der drei Wicklungen, so daß sich im Ständer ein magnetisches Feld mit 6 Polen bildet (3 Nordpole, 3 Südpole).

Zur gleichen Zeit wird die dritte Wicklung zur Drehzahlerkennung verwendet, da durch den sich drehenden Läufer (Permanentmagnet) in dieser dritten Wicklung eine Spannung induziert wird. Diese Induktionsspannung wird an der Elektronik zur Auswertung geleitet.

Durch eine entsprechende periodische Schaltung der Wicklungen wird ein Drehfeld im Ständer erzeugt. Dieses Drehfeld bewirkt eine gleichbleibende Drehung des Läufers (siehe unten stehendes Bild)



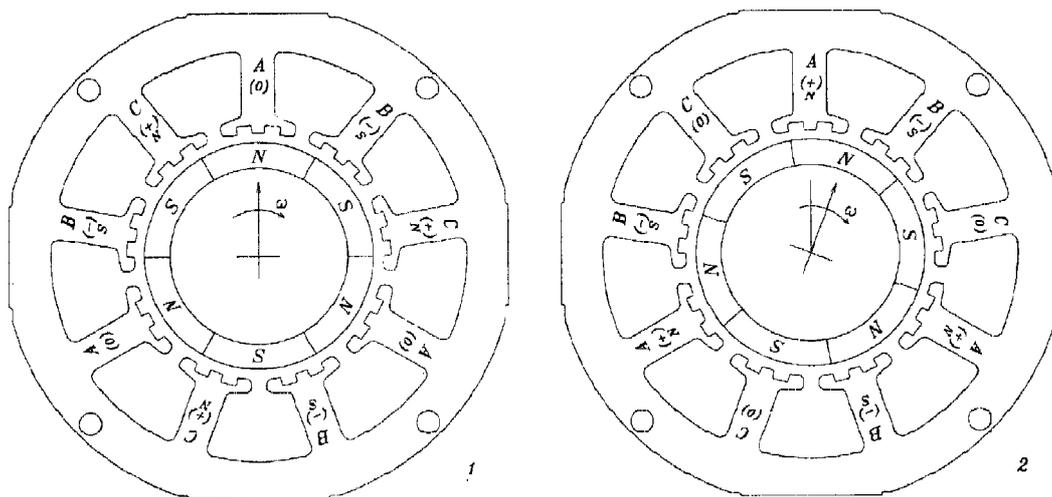
Beispiel zur Verdeutlichung:

Zum Zeitpunkt t_1 wird die Wicklung t_1-4 und die Wicklung t_2-5 geschaltet. An t_1 wird eine positive Gleichspannung gelegt und an t_2 befindet sich der negative Pol. Die Folge ist, daß sich im Polschuh 1, 4 und 7 ein magnetischer Südpol bildet. In den Polschuhen 8, 5 und 2 bilden sich dagegen magnetische Nordpole. Im Zeitpunkt t_2 werden die Wicklungen t_2 und t_3 geschaltet (Plus an t_2 , Minus an t_3). Jetzt bilden sich die magnetischen Südpole an den Polschuhen 2, 5 und 8, die magnetischen Nordpole an den Polschuhen 9, 6 und 3. Bei entsprechender zeichnerischer Darstellung erkennt man, daß sich das Magnetfeld rechts herum dreht (Rechtsdrehfeld).

Sondierte Bauteile

Eine wichtige Aufgabe ist jeweils der dritten nicht geschalteten Wicklung zugeteilt. Falls der Kompressor z. B. wegen eines fehlenden Druckausgleiches eingeschaltet würde, wird über diese dritte Wicklung sofort der stehende Läufer erkannt und augenblicklich die Spannung von den beiden anderen Wicklungen weggeschaltet. Die Gleichspannung wird sodann erst nach einer Verzögerungszeit von 5 Minuten wieder freigegeben.

Der Läufer besteht übrigens aus drei Permanentmagneten, die erst nach dem Zusammenbau des Läufers magnetisiert werden.



Sonidierte Bauteile

4.6 Blockdiagramm

Der Antriebsmotor wird von einer speziell entwickelten Elektronik gesteuert, die zudem noch weitere Funktionen beinhaltet:

- Ein Netzfilter verhindert Interferenzstörungen aus dem Netz.
- Ein Gleichrichter liefert die Gleichspannung für die Wicklungen (170-200 V DC).
- Der Antriebsmotor wird über einen Regelkreis versorgt.

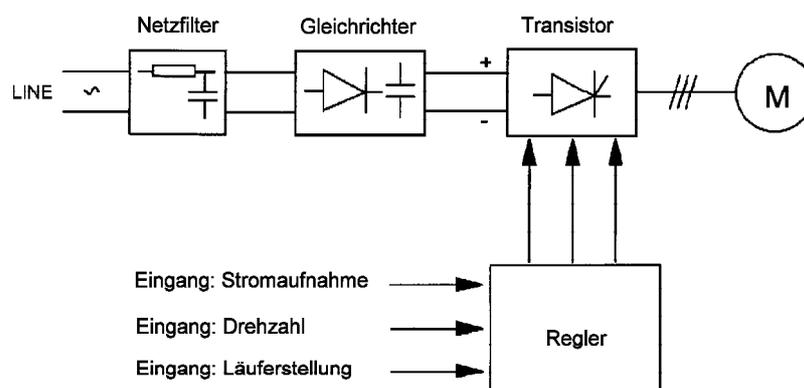
Diese Regelung stellt eine konstante Drehzahl des Läufers sicher, erkennt die Position des Läufers und die Stromaufnahme des Motors.

Falls Situationen auftreten, die in einer zu großen Stromaufnahme resultieren, wird die Spannungsversorgung für eine Dauer von 5 Minuten sofort unterbrochen.

Bei geringen Drehzahlen ist es erforderlich dafür zu sorgen, daß die Schmierung des Motors nicht abreißt. (Bei geringen Drehzahlen wird weniger Öl gefördert und somit der Kolben schlechter geschmiert.)

Der Regelkreis wird bei einer Drehzahl von 1650 1/min aktiviert. Falls sich die Drehzahl um 5 Umdrehungen pro Minute ändert, wird die Spannungsversorgung des Motors für 5 Minuten unterbrochen. Diese Sicherheitsbeschaltung ist aber erst nach einer Laufzeit von 10 Sekunden aktiv.

Falls die Netzspannung zusammenbricht, wird ebenfalls die Versorgungsspannung für die Wicklungen sofort unterbrochen. Der Kompressor kann sofort neu starten wenn die Netzspannung wieder den richtigen Wert erreicht.

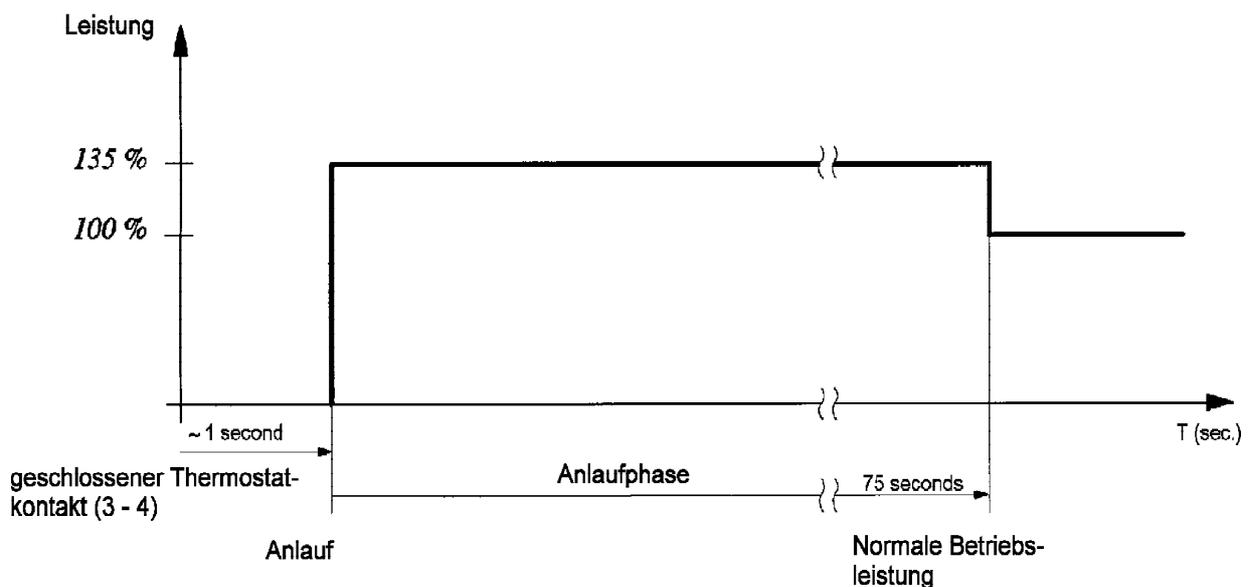


Sonidierte Bauteile

4.7 Einschalten des Verdichters

Das Thermostat schaltet die Elektronik ans Netz. Nach einer Sekunde schaltet die Elektronik Gleichspannung auf die Kompressorwicklungen. Für die sogenannte Anlaufphase von 75 Sekunden werden 35 % mehr Leistung auf die Wicklungen aufgeschaltet. Damit wird zuverlässig das Trägheitsmoment und der Systemdruck im Kältekreislauf nach dem Druckausgleich überwunden.

Die RSD-Verdichter können nach kurzer Laufzeit sofort wieder eingeschaltet werden. (Wegen des fehlenden PTCs ist keine Abkühlphase für den Anlauf erforderlich.) Voraussetzung ist allerdings, daß durch den bereits erfolgten Druckaufbau die Stromaufnahme nicht zu groß wird.



Sondierte Bauteile

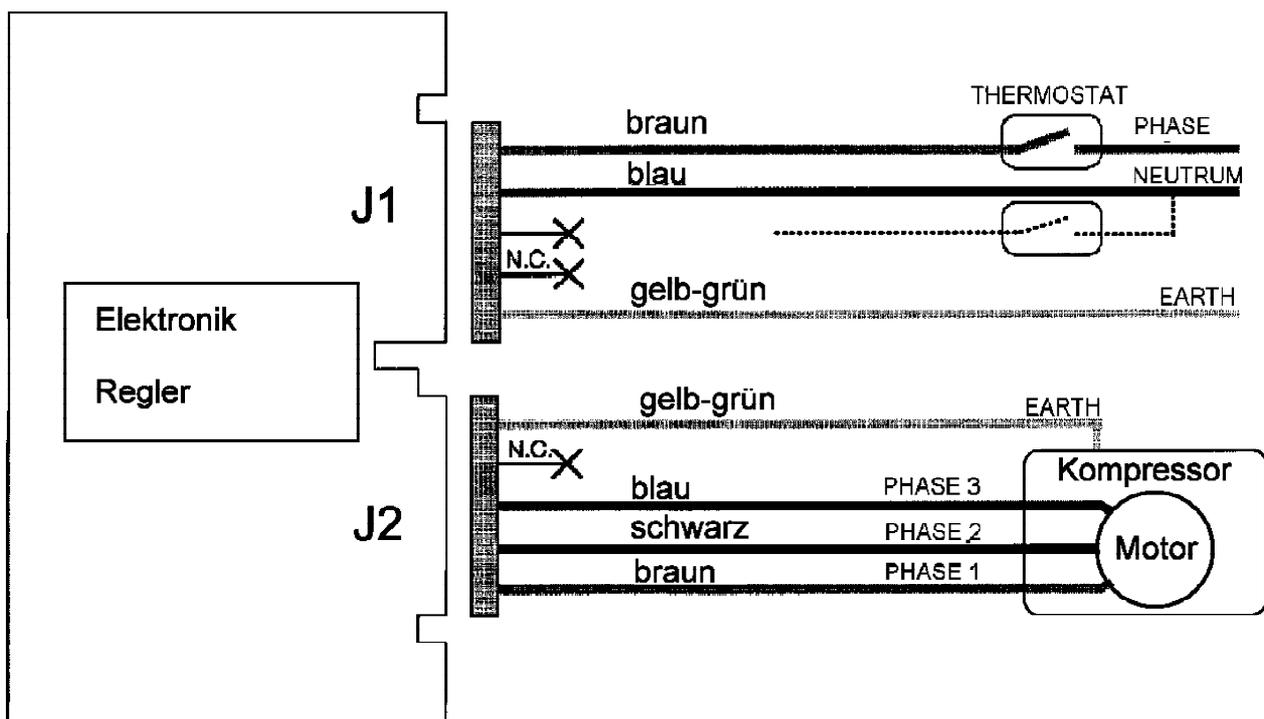
4.8 Verbindungen

Die Elektronik ist zur größtmöglichen Sicherheit und Zuverlässigkeit in einem dichten Gehäuse eingebaut.

Die Elektronik ist mit zwei Gruppensteckern angeschlossen, die nach dem Entfernen einer Abdeckung zugänglich sind.

J1: Anschluß der Zuleitung

J2: Anschluß der Leitung zum Kompressor

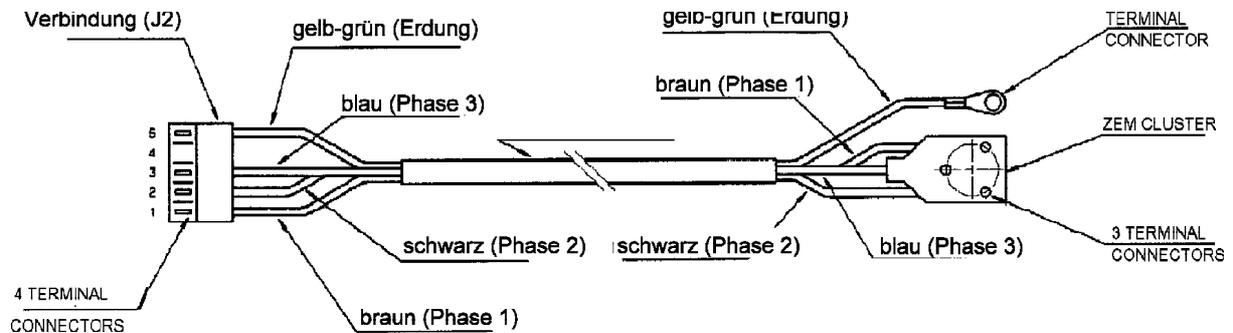


Achtung:

Das Kabel J2 darf niemals verändert werden.

Falls der Anschluß der drei Wicklungen vertauscht wird, könnte der Motor statt rechtsherum linksherum laufen. Mit der Folge, daß kein Öl gefördert werden kann und somit innerhalb kürzester Zeit der Kolben im Zylinder festsetzen würde. In der Praxis würde dies einen Totalausfall des Kompressors bedeuten.

Sondierte Bauteile



Falls das Kabel ausgebaut oder ersetzt wird, muß darauf geachtet werden, daß die Steckverbindungen auf den Originalpositionen wieder aufgesteckt werden.

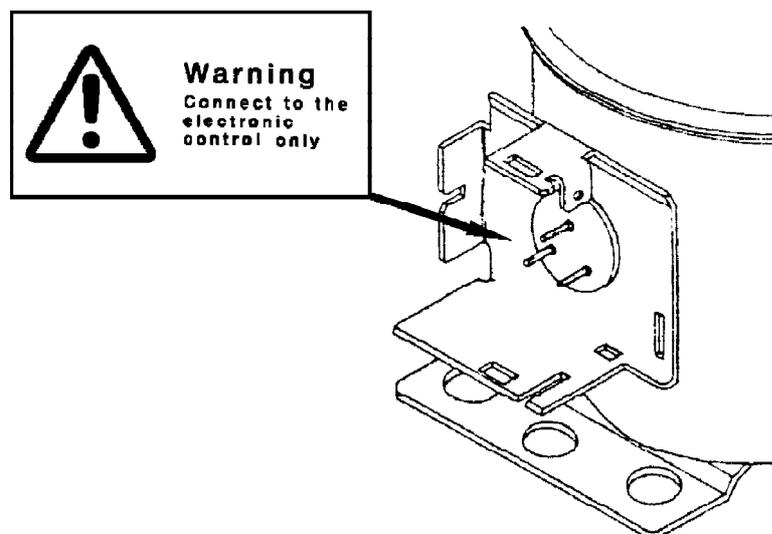
Sonidierte Bauteile

4.9 Vorsichtsmaßnahmen

Die RSD-Verdichter dürfen niemals direkt am Netz betrieben werden, da dies ebenfalls einen Totalausfall zur Folge hätte. (Die Wicklungen sind für eine Gleichspannung von 170 bis 200 V DC ausgelegt.)

Die RSD-Verdichter können nur über die Elektronik betrieben werden.

Dieser wichtige Warnhinweis befindet sich zusätzlich auf jedem Kompressor in der Nähe der Anschlußklemmen (siehe unten stehendes Bild).



Des weiteren ist zu beachten, daß die Elektronik auch dann an Spannung liegt, wenn der Thermostat nicht eingeschaltet hat bzw. der Kompressor nicht läuft.

Sonidierte Bauteile

4.10 Überprüfungshinweise

Aus der untenstehenden Tabelle sind die Ohmwerte der Wicklungen ersichtlich. Alle drei Wicklungen haben jeweils den gleichen Widerstandswert.

Bei der Überprüfung hat sich folgende Vorgehensweise bewährt:

1. Den Kompressor von der Elektronik abklemmen (Gruppenstecker J2 abziehen).
2. Messung des Widerstandswertes aller drei Wicklungen, wobei die Widerstandswerte in etwa den gleichen Wert haben müssen.
3. Messung des Isolationswiderstandes (Wicklungen gegen Masse).

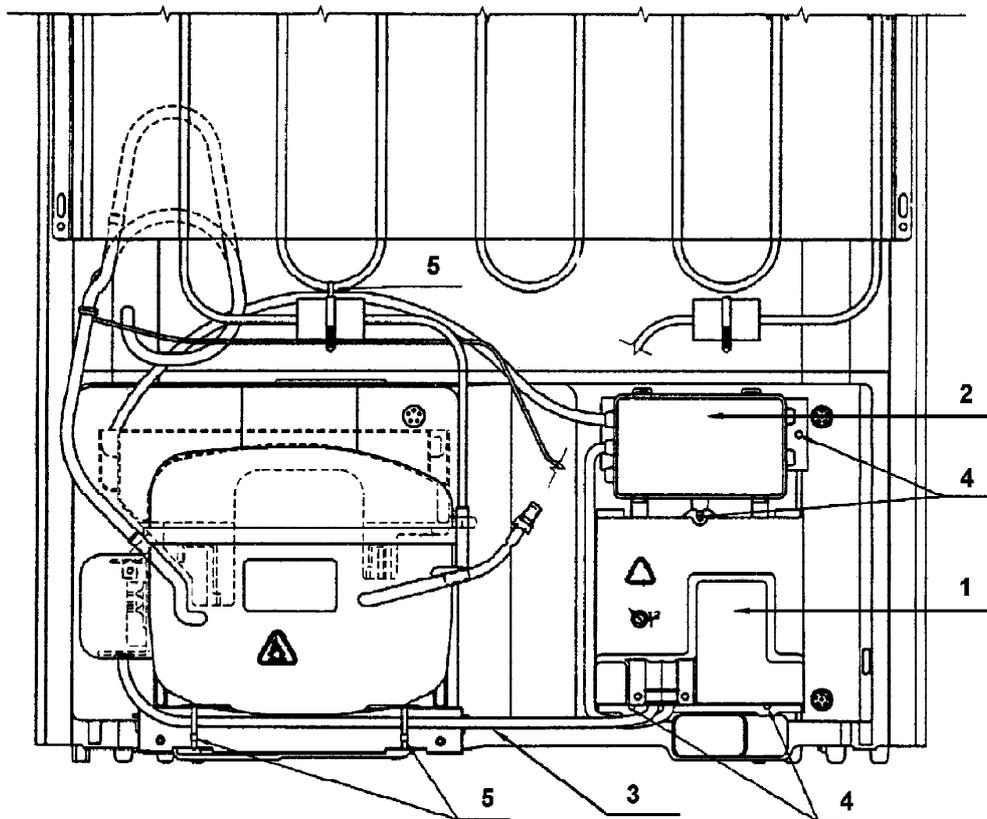
Achtung!

Die Sicherheitsprüfung nach VDE 0701 kann nicht ausnahmslos über die Netzleitung erfolgen. Eine direkte Messung am Kompressor ist immer erforderlich.

VERDICHTER	ELEKTRONIK	DREHZAHL 1/min	WIDERSTAND OHM
HL 60 RSA	G11	1800	16
HL 80 RSA	G11	1800	16
HL 99 RSA	G12	1800	14.50
HP 14 RSC	G33	2100	14.50
HP 16 RSC	G33	2100	14.50
HP 16 RSE	G64	2400	11
HP 16 RSF	G64	2700	11

Sondierte Bauteile

4.11 Kompressoreinheit



- 1 Elektronik
- 2 Klemmsockel
- 3 Zuleitung
- 4 Schrauben
- 5 Kabelbinder

Sonidierte Bauteile

5. Der Verdampfer

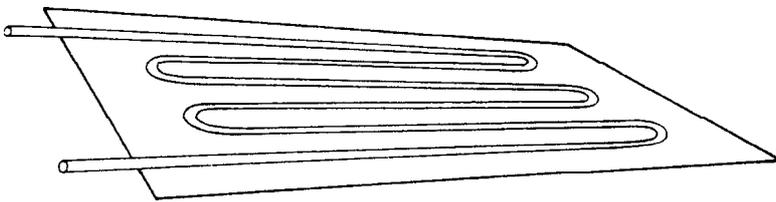
Der Verdampfer eines Kältesystems ist ein Wärmetauscher, in dem Kältemittel verdampft und dabei der Umgebung Wärme entzieht.

Eine wesentliche Voraussetzung für einen einwandfreien Betrieb des Kältesystems ist die richtige Dimensionierung des Verdampfers.

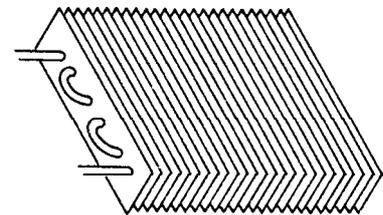
In Kühlschränken werden vorwiegend Roll-Bond-Verdampfer eingesetzt. Der Oberflächenschutz der Aluminiumverdampfer besteht aus Eloxal und Lack.

Beim Einrohr-Verdampfer ist das Kapillarrohr im inneren der Saugleitung angeordnet, wogegen beim Zweirohr-Verdampfer das Kapillarrohr mit der Saugleitung zusammengelötet ist.

Aus fertigungstechnischen Gründen wird der Einrohr-Verdampfer am häufigsten verwendet.



Plattenverdampfer



Lamellenverdampfer

Je nach Kennzeichnung der Verdampferfläche und der damit verbundenen Temperaturforderungen:

- 0-Sterne = +5 °C im Mittel
- 1-Stern = -6 °C oder kälter
- 2-Sterne = -12 °C oder kälter
- 3-Sterne = -18 °C oder kälter

... muß die Form des Verdampfers ausgeführt werden.

Sonidierte Bauteile

Wir unterscheiden folgende Verdampferformen:

Rückwandverdampfer, bei Kühlautomaten, die ausschließlich zum Kühlen, nicht zur Eisbereitung vorgesehen sind.

U-Verdampfer für Kühlschränke mit Eisfach bzw. 1-Sternefach.

Flach- oder Winkelverdampfer, für Kühlmaschinen, für Kühlschränke mit über die gesamte Innenbehälterbreite gehendem Eisfach, bzw. 1-Sternefach.

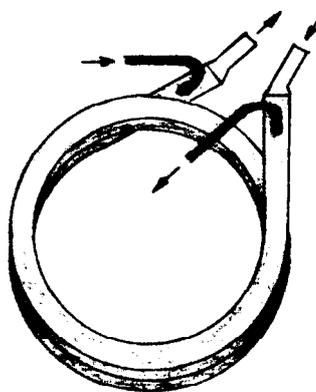
Rundumverdampfer (geschlossener Verdampfer) für Kühlschränke mit Frosterfach bzw. 2-Sterne-Fach.

Rundum-Verdampfer, bei denen die Isolation verstärkt ist, können auch als Tiefkühlfach, Gefrierfach und 3-Sternefach ausgeführt sein.

Kastenberohrte Verdampfer für Tiefkühl- oder Gefriergeräte. Die Verdampferrohrschlange befindet sich hinter dem Innenbehälter in der Isolation.

Lamellen-, Flossen- oder Draht-Verdampfer, für Kühlautomaten oder Gefrierschränke. Diese Ausführungsart bietet den Vorteil günstiger Kaltluftverteilung, sofern mehrere Verdampfer vorhanden sind.

Doppelrohr-Koaxial-Verdampfer und Kreuzplattenverdampfer werden bei Wärmepumpen eingesetzt, um der Sole oder dem Grundwasser Wärme zu entziehen. Diese Verdampfer haben vier Rohrstützen, zwei für das Kältemittel und zwei für die durchzupumpente Flüssigkeit, dem Wärmeträgermedium.



Doppelrohr-Koaxial-Verdampfer

Sonidierte Bauteile

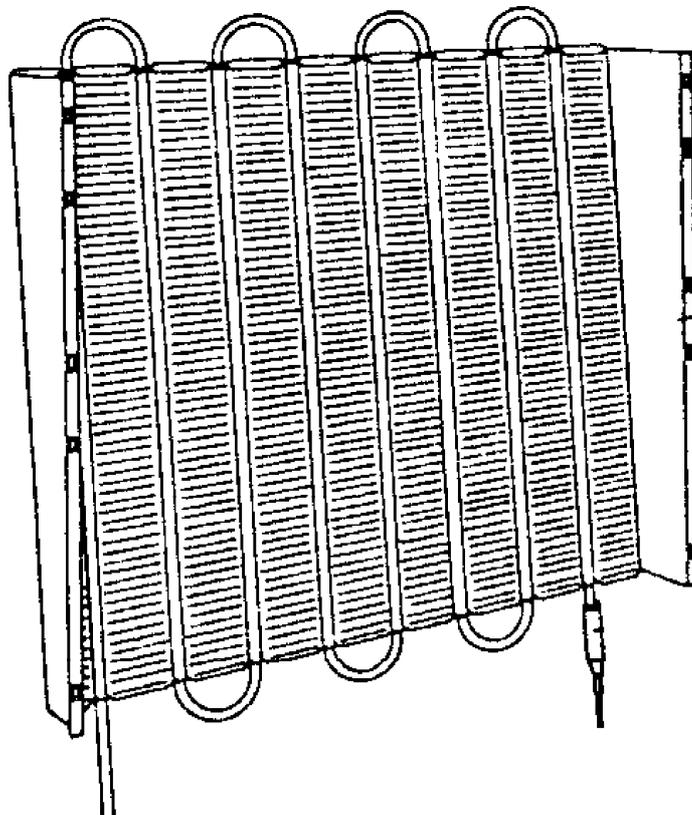
6. Der Verflüssiger

Verflüssiger sind Wärmetauscher, mit denen die im Kälteprozeß aufgenommene Wärme außerhalb des Kühlgerätes an die Umgebungsluft abgegeben wird. Es gibt verschiedene Bauarten von Verflüssigern.

6.1 Statisch belüfteter Verflüssiger

Der statisch belüftete Verflüssiger besteht aus einer Rohrschlange. Die Oberfläche ist zur besseren Wärmeabgabe durch Blechlamellen, die die Rohre miteinander verbinden, vergrößert.

Der Verflüssiger ist an der Rückseite des Kühl- oder Gefriergerätes angebracht. Die statischen Rückwandverflüssiger werden auch als Drahtrippenverflüssiger ausgeführt.

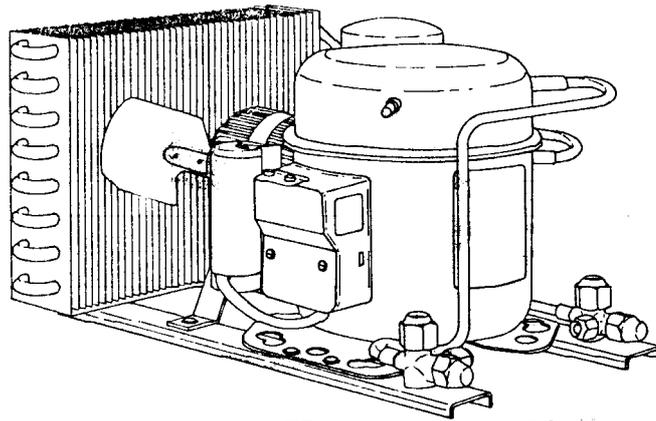


Sonidierte Bauteile

6.2 Zwangsbelüfteter Verflüssiger

Auch der zwangsbelüftete Verflüssiger besteht aus einer Rohrschlange, deren Oberfläche durch Blechlamellen vergrößert ist.

Der Verflüssiger ist in seinen Abmessungen jedoch wesentlich kleiner und wird im allgemeinen auf Traversen befestigt, auf denen auch der Motorverdichter montiert ist. Zwischen Verflüssiger und Motorkompressor ist ein separater Ventilator angeordnet, der durch seinen Luftstrom die Wärme des Kältemitteldampfes abführt und die Verflüssigung des Kältemitteldampfes bewirkt. Der Ventilator läuft nur so lange, wie der thermostatisch gesteuerte Motorverdichter in Betrieb ist.



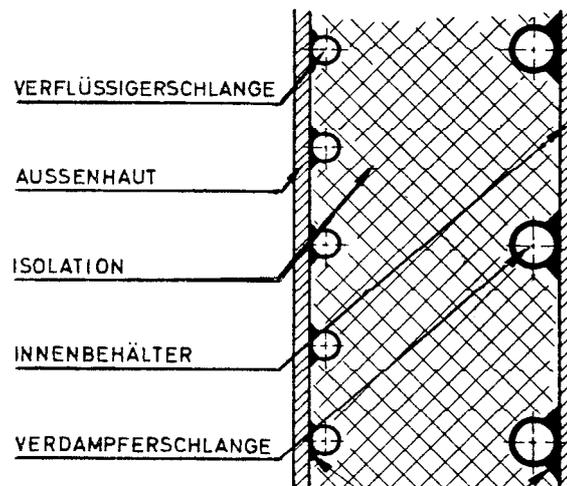
Sonidierte Bauteile

6.3 Außenhaut-Verflüssiger

Der Außenhautverflüssiger wird speziell bei Gefriertruhen und zum Teil zusätzlich bei Gefrierschränken verwendet.

Die Rohrschlange des Verflüssigers befindet sich unmittelbar unter dem Außenbehälter in der Isolation eingebettet. Die Umgebungsluft streicht an den Außenflächen des Gerätes vorbei, wodurch die dem Kühlraum entzogene Verdampferwärme an die Umgebung angeführt wird.

Eine Variante des Außenhautverflüssigers ist der in die Geräterückwand integrierte Verflüssiger. Die Kältemittel führenden Rohrschlangen aus Aluminium sind auf ein Aluminiumblech aufgeklebt und in den Schaum der Isolation eingebettet. Zur besseren Wärmeabgabe ist die Rückwand schwarz eingefärbt.



Sondierte Bauteile

7. Kapillarrohr

Das Kapillarrohr ist eine Flüssigkeitsleitung mit sehr geringem Innendurchmesser und verbindet in einem Kältekreislauf den Verflüssiger mit dem Verdampfer.

Es kann mit einem Teil seiner Länge im Inneren der Saugleitung angeordnet oder an die Saugleitung angelötet sein und bildet so mit geringem Aufwand einen zusätzlichen Wärmetauscher.

Wegen des geringen Durchmessers und der Länge entsteht am Ende des Kapillarrohres der zum Verdampfen des Kältemittels erforderliche Druckabfall. (Trennstelle hoher Druck zu niedrigem Druck)

Kapillarrohre werden aus E-Kupfer hergestellt, sind blank geglüht und haben eine metallisch saubere und trockene Innenfläche.

Der Innendurchmesser beträgt meistens 0,6 bis 0,7 mm.

Durch Längen- und Durchmesser-Veränderungen wird das Kapillarrohr speziell auf den betreffenden Kältekreislauf abgestimmt und soll nicht verändert werden.

Sondierte Bauteile

8. Trockenpatrone

Die Aufgabe des Trockners ist, die Feuchtigkeit in einem Kältekreislauf bei allen Betriebsbedingungen unterhalb der kritischen Werte für Korrosion und Eis - blockierungen zu halten.

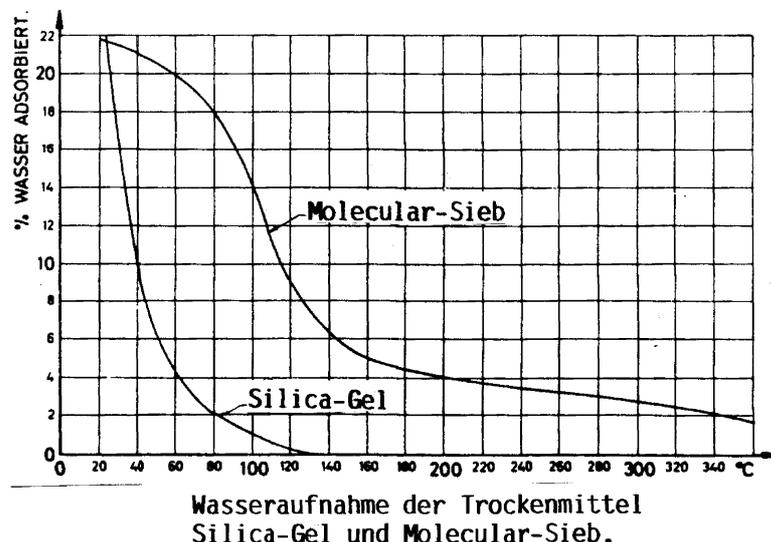
Der Trockner muß also so dimensioniert sein, daß er die zu erwartende Wassermenge aufnehmen kann.

Trockenpatronen besitzen die Form eines Zylinders, der mit einem Trockenmittel gefüllt ist. Durch Siebe an den Enden wird verhindert, daß Trockenmittelkörner in den Kreislauf gelangen. Der Trockner bietet mit seinem feinen Filter einen wirksamen Schutz gegen Verstopfungen des Kapillarrohres. Um zu verhindern, daß die Zeolith-Kugeln einen Abrieb erzeugen, sollte der Trockner nach Möglichkeit senkrecht bis zu einer maximalen Schräglage von 45° montiert werden.

In den hermetischen Kältesätzen für Haushalts-Kühl- und Gefriergeräte werden Trockenmittel mit der Bezeichnung Zeolith T 143 (Fa. Bayer) mit der Körnung XH7 gewählt.

Die synthetischen Zeolithe werden auch Molekularsieb genannt.

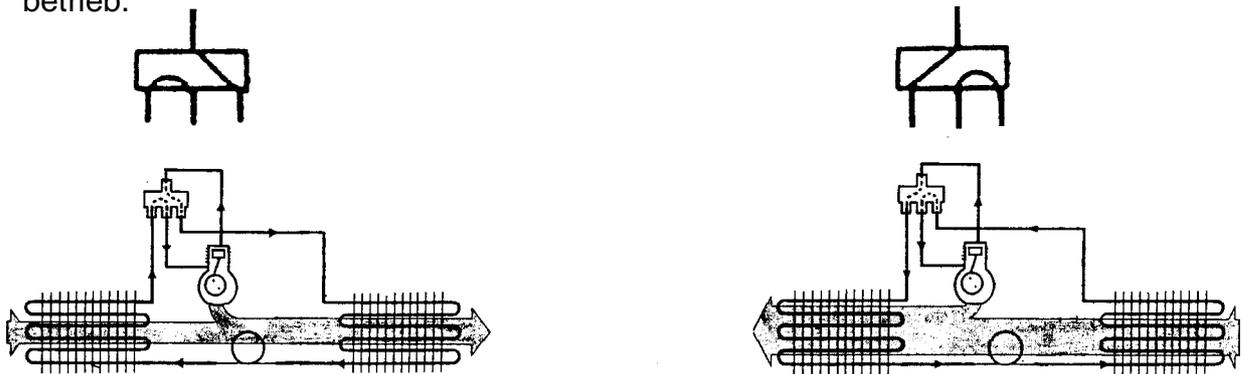
Trockner, die der Umgebungsluft ausgesetzt sind, nehmen Wasser aus der Luft auf und können dabei schon die Sättigungsgrenze erreichen. Für die Montage von Trocknern ergibt sich daraus die Konsequenz, Trockner erst unmittelbar vor Gebrauch zu öffnen. Ferner muß die Durchflußrichtung des Kältemittels beachtet werden.



Sondierte Bauteile

9. 4-Wege-Umschaltventil

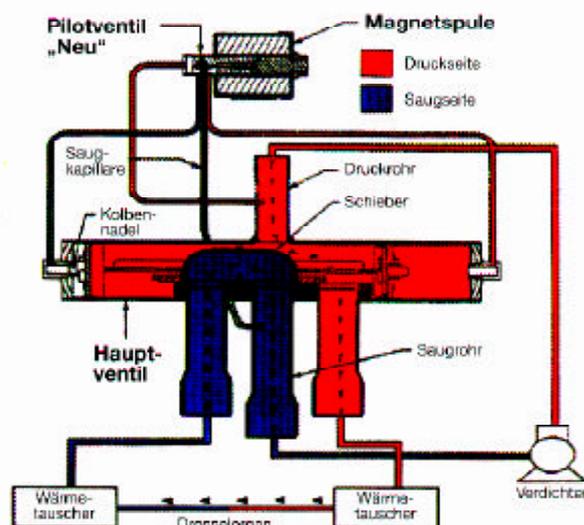
Das Magnetumschaltventil ist bei Klimageräten und Wärmepumpen eingesetzt. Im Klimagerät übernimmt das Ventil die Umschaltung von Kühlbetrieb auf Heizbetrieb.



Bei der Umschaltung des Kreislaufes wird der Verflüssiger mit dem Verdampfer vertauscht.

Für die Abtauung des Verdampfers wird bei der Wärmepumpe der Kältekreislauf für kurze Zeit in seiner Wirkungsrichtung umgeschaltet. Der Verflüssiger wird zum Verdampfer - der Verdampfer wird zum Verflüssiger und taut mit der aufgenommenen Heizwasserwärme die Vereisung ab.

Beim Aus- oder Einlöten des Umschaltventils ist darauf zu achten, daß die max. zulässige Umgebungstemperatur von ca. 120 °C nicht überschritten wird, da hierbei die Teflonschieber und Kolbenringe aus Nylon Schaden erleiden würden.



j:\h3\thb\bauteil4.pm5

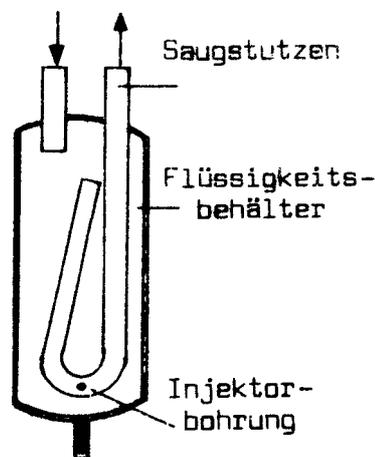
Sondierte Bauteile

10. Flüssigkeits-Abscheider / Öl-Abscheider

Anwendung: Gewerbekälte, Klimageräte, Wärmepumpen

Der Flüssigkeitsabscheider soll verhindern, daß Flüssigkeitsschläge den Kompressor beschädigen.

Wird nach einer längeren Betriebspause oder beim Umschalten von einer Abtau- phase auf Heizbetrieb durch die plötzliche, intensive Verdampfung, flüssiges Kälte- mittel bis zum Kompressor mitgerissen, können Flüssigkeitsschläge entstehen und der Kompressor kann beschädigt werden. Um dieser Gefahr zu entgehen, wird in die Saugleitung (zwischen 4-Wege-Umschaltventil und Kompressor) ein Flüssigkeitsab- scheider eingebaut, der das mitgerissene flüssige Kältemittel und Öl aufnehmen kann und in geringen Mengen über eine kleine Bohrung, am unteren Teil des Saug- stutzens, zum Kompressor gelangen läßt. Das Kältemittel-Ölgemisch wird also do- siert dem Kompressor zugeführt, in einer kleinen Menge, die dem Kompressor nicht schadet.



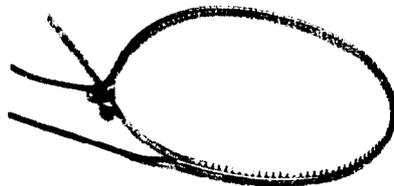
Öl-Abscheider sind genauso aufgebaut wie Flüssigkeits-Abscheider nur mit dem Unterschied, daß sie an der unteren Seite einen zusätzlichen Anschlußstutzen für die Ölrückführung haben. Im Gegensatz zum Flüssigkeits-Abscheider baut man den Öl-Abscheider in die Druckleitung, gleich nach dem Verdichter, ein. Somit verhindert man, daß eine große Ölmenge mit dem Kältemittel mitzirkuliert. Öl im Kältekreis verringert die Effizienz der Wärmetauscher und kann die Lebensdauer der Verdichter beeinträchtigen. Im Öl-Abscheider wird das mitgerissene Öl vom Kältemittel getrennt und über den unteren Anschlußstutzen unverzüglich dem Verdichter wieder zuge- führt.

Sondierte Bauteile

11. Kurbelwannenheizung

Bei großen Verdichtern besteht die Gefahr, daß beim Einschalten Öl- und Flüssigkeitsschläge auftreten und der Kompressor dadurch zu Schaden kommt. (Kolbenbruch, Ventilplattenbruch usw.) Ölschläge entstehen, wenn das Kompressorgehäuse kälter ist als die Temperatur am Aufstellungsort, denn dann kondensiert Kältemittel in das Öl im Kompressorgehäuse. Beim Einschalten des Kompressors entsteht ein kleiner Druck im Kompressorgehäuse, wodurch das Kältemittel im Öl verdampft und damit das Öl schlagartig zu Ölschaum verwandelt, der den ganzen Innenraum ausfüllt und in den Zylinderraum gesaugt wird. Der Kompressor kann dadurch zerstört werden. Um dies zu verhindern, muß vor der Wiedereinschaltung der Wärmepumpe das Kompressorgehäuse - handwarm ca. 40 °C angewärmt werden, damit das Kältemittel aus dem Öl langsam ausgetrieben wird.

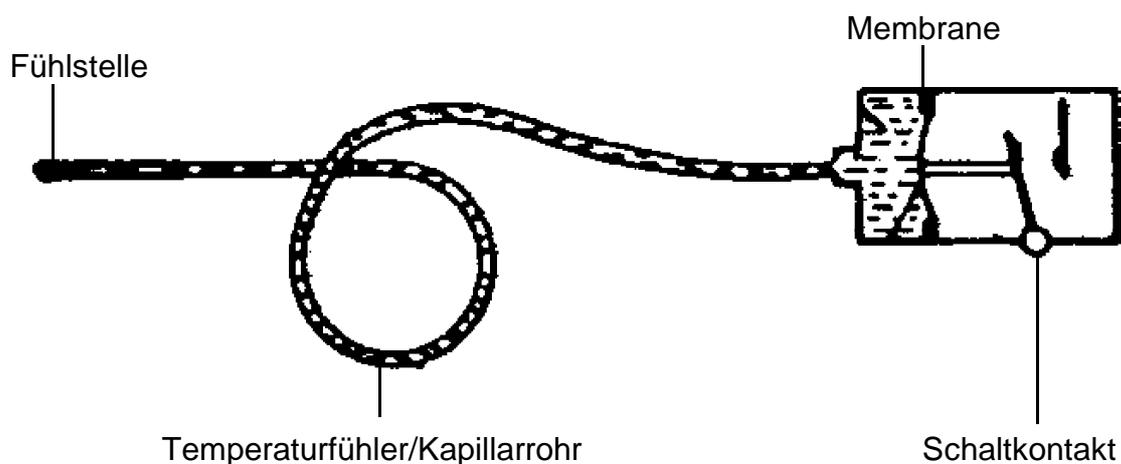
Die Kurbelwannenheizung ist deshalb in der elektrischen Verdrahtung in der Wärmepumpe so geschaltet, daß sie bei Stillstand des Verdichters einschaltet und beim Betrieb des Verdichters ausgeschaltet ist.



Sondierte Bauteile

12. Kapillarrohr-Temperaturregler / Thermostate

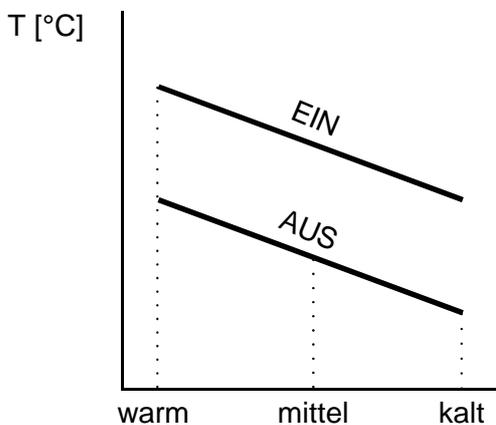
Abgesehen von diversen Elektroniken werden Thermostate zur Temperaturregelung in Kühl- und Gefriergeräten verwendet. Diese Temperaturregler haben ein mit Kältemitteldampf gefülltes Fühlersystem. Eine Temperaturänderung bewirkt eine Druckänderung des Füllmediums. Diese Änderung wird durch das Kapillarrohr in eine Wegstrecke umgesetzt und über die Membrane und einem Hebelsystem auf den Schaltkontakt übertragen. Mit Hilfe des Drehknopfes läßt sich die Schalttemperatur verändern. Thermostate reagieren auf die kälteste Stelle des Fühlersystems. Deshalb ist es wichtig, daß der Fühler so plaziert wird, daß die Fühlstelle immer kälter ist als die übrigen Teile des Thermostates. Falls dies in der Standzeit der Verdichter nicht immer gewährleistet werden kann, verwendet man Regler mit "Cross Ambient"-Widerständen. Diese Widerstände haben meist einen Wert von 82 k Ω und beheizen das Reglergehäuse während der Kompressorstandzeit. Mit Hilfe dieser kleinen Widerstände kann also auch bei kritischer Plazierung des Reglergehäuses eine definierte Einschaltung der Kompressoren erfolgen. Dies ist besonders bei Geräten von Bedeutung, die ohne Abtauheizung selbständig automatisch abtauen. Bei der Montage ist das Kapillarrohr sorgfältig zu behandeln. Entweicht das Kältemittelgas durch eine Leckage, bleibt der Kontakt immer geöffnet, der Verdichter kann nicht eingeschaltet werden. Die Justage der Thermostate erfolgt werkseitig nach Vorgaben der Entwicklung. **Um die Sicherheitsgrenzen des Reglers nicht zu überschreiten, ist eine Verstellung durch den Kundendienst prinzipiell nicht vorgesehen.**



Sondierte Bauteile

Thermostate gibt es in den unterschiedlichsten Varianten. Eine Auflistung mit Schaltwerten und anderen Details befinden sich in einer separaten Publikation. Diese kann mit der Best-Nr. 292 500 117 bezogen werden.

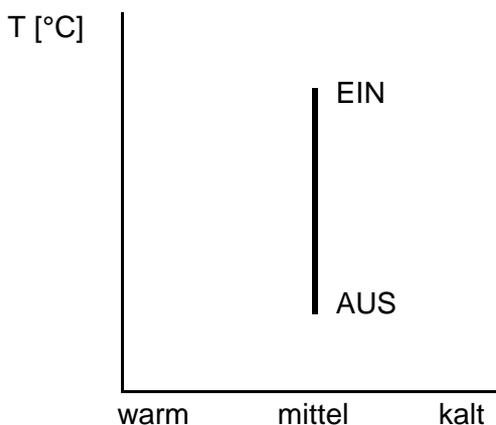
Nachfolgend sind die wichtigsten Funktionen mit Hilfe von Diagrammen dokumentiert:



Funktion: gleitend EIN und
gleitend AUS

Anwendung: Gefriergeräte sowie
Kühlgeräte mit und ohne
Abtauheizung

Kontaktbelegung: 3 - 4: Kompressor
6 - 3: Hauptschalter

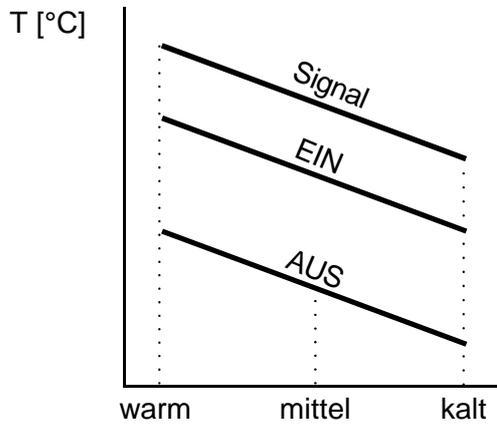


Funktion: konstant EIN und
konstant AUS

Anwendung: Automatisches Schalten
der Ausgleichsheizungen bei
Kühlgeräten mit Gefrierfach
sowie für Sonderfunktionen
wie z.B. Lüfter EIN und AUS

Kontaktbelegung: 3 - 4: Sonderbauteile

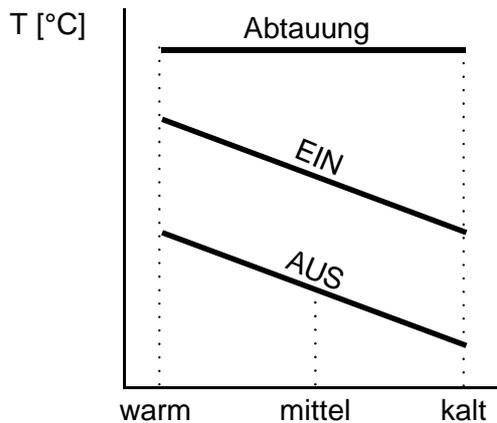
Sondierte Bauteile



Funktion: gleitend EIN,
gleitend AUS und
Signalkontakt/Warnkontakt

Anwendung: Gefriergeräte mit
Temperaturwarnung

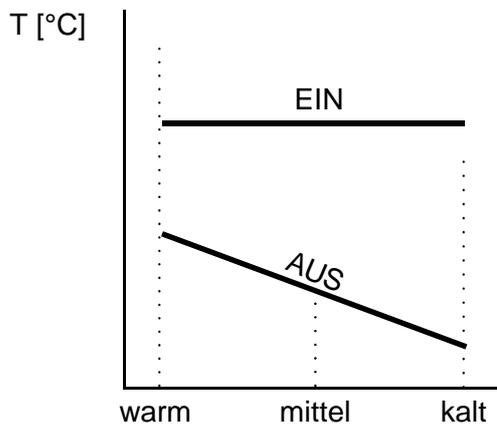
Kontaktbelegung: 3 - 4: Kompressor
3 - 6: Warnfunktion
8 - 3: Hauptschalter



Funktion: gleitend EIN,
gleitend AUS und
konstante Abtautemperatur

Anwendung: Kühlgeräte mit Druckknopf
für halbautomatische
Abtauung bei ca. 8 °C

Kontaktbelegung: 3 - 4: Kompressor



Funktion: konstant EIN und
gleitend AUS

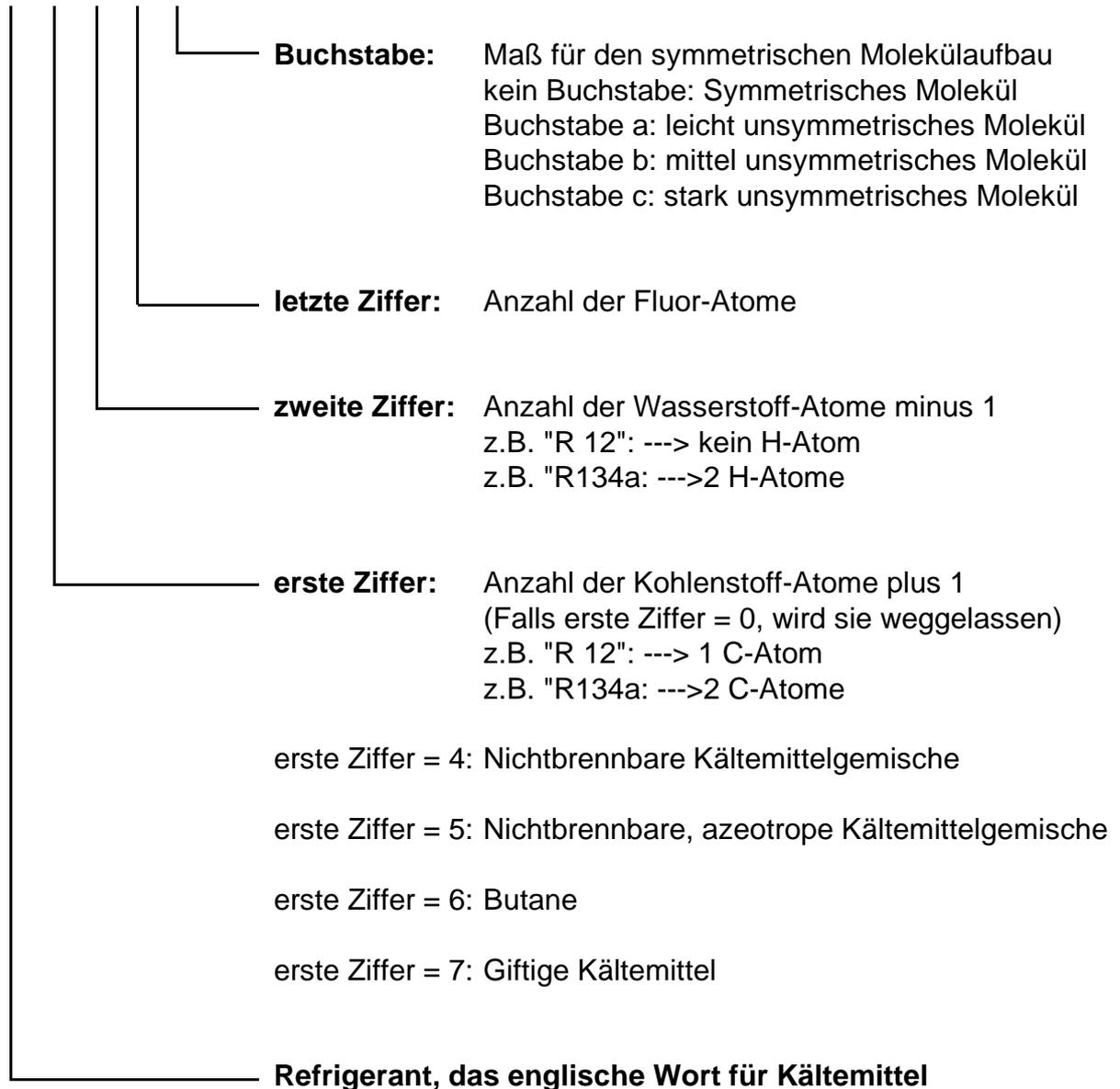
Anwendung: Kühlgeräte mit
automatischer Abtauung

Kontaktbelegung: 3 - 4: Kompressor
6 - 3: Hauptschalter

Kältemittel

1. Nomenklatur der Kältemittel

R X X X y



Kältemittel

2. Kältemittel-Wortabkürzungen

FCKW:

F_{luor} **C**hlor **K**ohlen **W**asserstoff - Verbindung

FKW:

F_{luor} **K**ohlen **W**asserstoff - Verbindung

KW:

Kohlen **W**asserstoff - Verbindung

Kältemittel

3. Einteilung der Kältemittel nach VBG 20

In der Unfallverhütungsvorschrift VBG 20 werden die Kältemittel in drei Kategorien eingruppiert:

Gruppe 1: Nicht brennbare Kältemittel, ohne erhebliche gesundheitsschädigende Wirkung auf den Menschen.

Diese Kältemittel werden auch als "Sicherheitskältemittel" bezeichnet. Als Kundendienst-Techniker wird man derzeit mit den nachfolgenden Gruppe 1-Kältemitteln konfrontiert:

R 12
R 22
R502
R402a
R404a
R407c

Gruppe 2: Giftige oder ätzende Kältemittel oder solche, deren Gemisch mit Luft eine untere Explosionsgrenze von mindestens 3,5 Vol.-% hat. Im Kundendienst sind davon momentan nur die Absorberaggregate betroffen, diese werden generell komplett ausgetauscht.

R717 (NH₃-Ammoniak)

Gruppe 3: Kältemittel, deren Gemisch mit Luft eine untere Explosionsgrenze von weniger als 3,5 Vol.-% hat.

Als Kundendienst-Techniker wird man derzeit mit den nachfolgenden Gruppe 3-Kältemitteln konfrontiert:

R600a (Isobutan)
R290 (Propan)

Kältemittel

4. Einteilung der Kältemittel nach Umweltgesichtspunkten

Wenn Kältemittel in die Atmosphäre entweichen, sind unterschiedliche Auswirkungen auf die Umwelt feststellbar.

Gruppe der FCKW-haltigen Kältemittel:

Diese Kältemittel haben aufgrund der im Molekül enthaltenen Chlor-Atome eine ozonschichtzerstörende Wirkung. Je nach Anzahl der Chlor-Atome sind diese Kältemittel verboten (z.B.: R 12) oder werden noch verboten (z.B.: R 22). Als Kundendienst-Techniker wird man derzeit mit den nachfolgenden FCKW-Kältemitteln konfrontiert:

- R 12
- R502
- R 22
- R402a

Diese Kältemittel müssen bei Servicearbeiten aufgefangen werden!

Gruppe der FKW-haltigen Kältemittel:

Diese Kältemittel haben aufgrund der im Molekül enthaltenen Fluor-Atome einen Treibhauseffekt.

Als Kundendienst-Techniker wird man derzeit mit den nachfolgenden FKW-Kältemitteln konfrontiert:

- R134a
- R404a
- R407c

Diese Kältemittel müssen bei Servicearbeiten aufgefangen werden!

Gruppe der KW-haltigen Kältemittel:

Diese Kältemittel haben als Molekülbausteine ausschließlich Wasserstoff- und Kohlenstoffatome, es sind ausschließlich Naturgase. Sie sind umweltneutral aber hoch entzündlich!

Als Kundendienst-Techniker wird man derzeit mit den nachfolgenden KW-Kältemitteln konfrontiert:

- R600a (Isobutan)
- R290 (Propan)

Diese Kältemittel dürfen bei Servicearbeiten **nicht** aufgefangen werden!

Kältemittel

5. Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit den Sicherheitskältemitteln R 12, R134a, R 22, R502, R402a, R404a und R407c:

Trotz der **günstigen physiologischen Eigenschaften** der o.g. Kältemittel **müssen Sicherheitshinweise** beachtet werden.

Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen, wenn die Kältemittel flüssig sind!

Alle Kältemittel dürfen, entgegen dem Stand der Technik, nicht mehr in die Atmosphäre abgelassen werden!

Kältemittel haben eine sehr niedrige Siedetemperatur, d. h. sie verdampfen sehr schnell, wenn sie als Flüssigkeit austreten.

Haut und Augen müssen durch Schutzhandschuhe und Schutzbrille vor flüssigem Kältemittel geschützt werden, andernfalls kann es zu Erfrierungsschäden kommen. Wenn trotzdem flüssiges Kältemittel in die Augen gelangt, ist unverzüglich ein Augenarzt aufzusuchen! Die Augen nicht reiben oder anders reizen!

Nicht rauchen und kein offenes Feuer verwenden!

Fluorverbindungen, also auch die o.g. Kältemittel, sind gegen Hitze ziemlich unempfindlich. Allerdings können sich bei hohen Temperaturen die Kältemittel eventuell in Chlorwasserstoffe und Fluorwasserstoffe zersetzen.

Chlor- und Fluorwasserstoffe sind giftig, machen sich allerdings sofort durch stechende, **stark reizende Dämpfe bemerkbar. Arbeiten sofort abbrechen und gut lüften.**

Kältemittel nicht einatmen und für gute Lüftung sorgen!

Geringe Konzentration von Kältemittel in der Atemluft sind für den menschlichen Organismus ungiftig. Bei starker Anreicherung in der Atemluft können durch Sauerstoffmangel Atembeschwerden eintreten.

Vor absichtlichem Mißbrauch durch Einatmen von Kältemittel in hohen Konzentrationen wird ausdrücklich gewarnt!

Transport von Kältemittelflaschen in KD-Fahrzeugen

Kältemittelflaschen sind **senkrecht stehend** zu transportieren und in **geeigneter Weise zu befestigen**. Das Ventil ist **regelmäßig** auf Funktion zu überprüfen und **die Schutzkappe** muß beim **Transport aufgesetzt sein**. Die Alu-Einwegbehälter (Kartuschen) sind beim Transport und bei der Lagerung vor Erwärmung auf >50 °C zu schützen. Bei direkter Sonneneinstrahlung im Auto sind diese Behälter z.B. durch Kartonverpackung o.ä. zu schützen.

Für eine ausreichende **Be- und Entlüftung** ist zu sorgen.

Beim Aufenthalt im stehenden Fahrzeug ist durch Herabkurbeln der Scheiben für ausreichende Zusatzlüftung zu sorgen!

Die o.g. Kältemittel sind schwerer als Luft. Eine ausreichende Entlüftungsmöglichkeit ist sicherzustellen.

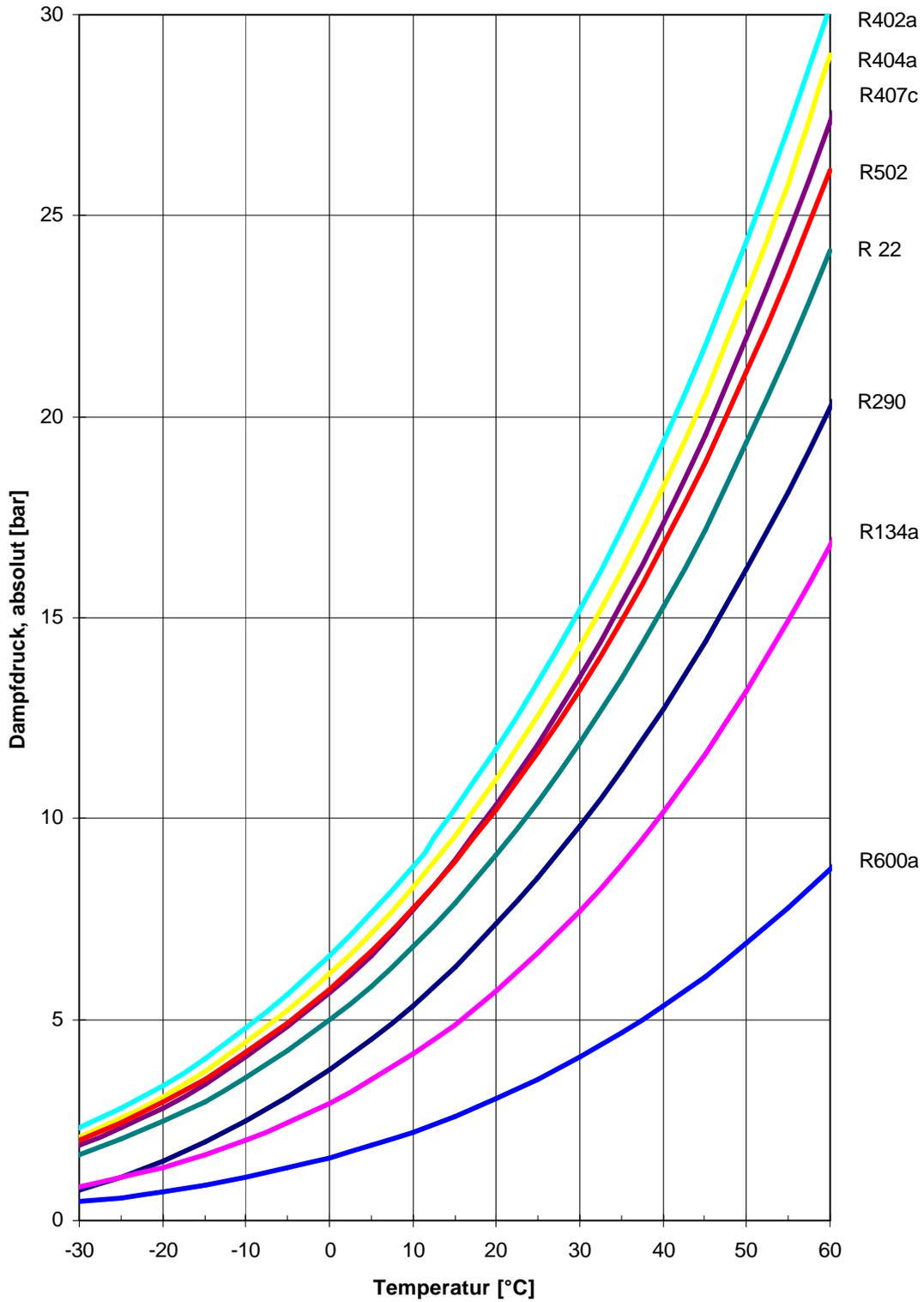
Kältemittel

6. Beim Umgang mit brennbaren Kältemitteln, wie z.B. R600a (Isobutan) oder R290 (Propan), sind folgende Sicherheitshinweise unbedingt zu beachten:

- Kälteeingriffe dürfen nur von Technikern durchgeführt werden, die dem Umgang mit brennbaren Kältemitteln geschult wurden.
- Feuer, offenes Licht und Rauchen ist verboten.
- Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.
- Beim Öffnen des Kältekreislaufes Rohrschneider verwenden.
- Während der Arbeiten ist für gute Be- und Entlüftung zu sorgen.
- Brennbare Kältemittel nicht in eine Recyclingpatrone einfüllen. Brennbare Kältemittel sind mit einem Schlauch ins Freie zu leiten. Dabei ist auf etwaige externe Zündquellen zu achten!
- Während des Transportes von brennbaren Kältemitteln im Kundendienstfahrzeug ist das Rauchen verboten.
- Kältemittelbehälter sind gegen direkte Sonnenbestrahlung und gegen Umfallen zu sichern. Die Kältemittelbehälter sind vor Temperaturen $> 50\text{ °C}$ zu schützen.
- Lötarbeiten am Kältekreislauf sind verboten, es sei denn der KD-Techniker hat an einer entsprechenden Schulung teilgenommen und benützt Stickstoff als Schutzgas.

Kältemittel

7. Dampfdruckkurven verschiedener Kältemittel



j:\h3\thb\kältemi1.p65

Kältemittel

8. Kältemittel R 12

Das Kältemittel R 12 ist ein FCKW. Es hat ein Ozonschicht-Zerstörungspotential und einen Treibhauseffekt.

R 12 war jahrzehntelang das Standardkältemittel für Kühl- und Gefriergeräte, manchmal auch für Brauchwasser- Wärmepumpen.

Eigenschaften

Bezeichnung	Dichlordifluormethan
chem. Formel	$C Cl_2 F_2$
Molekulargewicht	120,92 g/mol
Siedepunkt bei 1013 hPa	-29,8 °C
Erstarrungspunkt	-158 °C
Verdampfungswärme	166 kJ/ kg
Dichte der Flüssigkeit bei 20 °C	1,328 kg/ l
Dichte des Dampfes bei -15 °C	10,79 kg/ m ³
Farbe der Flüssigkeit	farblos
Brennbarkeit	-
Geruch	schwach süßlich
Explosionsgrenzen	in keinem Mischungsverhältnis mit Luft explosiv
Toxizität	ungiftig
ODP (relatives Ozonzerstörungspotential)	5,5% von R 11
HGWP (relatives Treibhauspotential)	34% von R 11 4300 % bezogen auf CO ₂ nach 20 Jahren

Kältemittel

Dampf tabel für R 12, Dichlordifluormethan (C Cl₂ F₂)

Tem - peratur t [°C]	Ü ber- druck p ₀ [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Sp ez . Volum en		Sp ez . Enth alpie		Sp ez . Verd am p - fung enth alpie r [kJ/kg]
			Flü ssig keit V' [l/kg]	Dam p f V'' [l/kg]	Flü ssig keit h' [kJ/kg]	Dam p f h'' [kJ/kg]	
-60	-0,774	0,226	0,636	639	146	324	178
-55	-0,700	0,300	0,641	49 2	151	330	176
-50	-0,608	0,39 2	0,647	38 4	155	329	174
-45	-0,49 5	0,505	0,653	304	159	332	172
-40	-0,358	0,642	0,659	243	164	334	170
-35	-0,19 3	0,8 07	0,665	19 6	168	336	168
-30	0	1	0,672	160	173	339	166
-25	0,237	1,237	0,678	132	177	341	164
-20	0,510	1,510	0,68 5	109	18 2	343	162
-15	0,8 27	1,8 27	0,69 3	9 1,5	18 6	346	160
-10	1,19 3	2,19 3	0,700	77,0	19 1	348	157
-5	1,612	2,612	0,708	65,3	19 5	305	155
0	2,08 9	3,08 9	0,716	55,7	200	353	153
5	2,629	3,629	0,725	47,7	205	355	150
10	3,238	4,238	0,734	41,1	209	357	148
15	3,9 21	4,9 21	0,743	35,6	214	359	145
20	4,68 2	5,68 2	0,753	30,9	219	361	142
25	5,529	6,529	0,764	27,0	224	363	139
30	6,465	7,465	0,775	23,6	229	365	136
35	7,49 8	8 ,49 8	0,78 6	20,8	234	366	133
40	8 ,634	9 ,634	0,79 9	18 ,3	239	368	130
45	9 ,8 78	10,8 8	0,8 12	16,1	244	370	127
50	11,24	12,24	0,8 27	14,2	249	372	123
55	12,72	13,72	0,8 42	12,6	254	373	119
60	14,33	15,33	0,8 59	11,2	260	375	115

Kältemittel

9. Kältemittel R 22

Das Kältemittel R 22 ist ein H-FCKW. Es hat ein Ozonschicht-Zerstörungspotential und einen Treibhauseffekt.

R 22 wird in Klimageräten, Wärmepumpen und in der gewerblichen Kälte verwendet.

Eigenschaften

Bezeichnung	Chlordifluormethan
chem. Formel	C H Cl F_2
Molekulargewicht	86,5 g/mol
Siedepunkt bei 1013 hPa	-40,8 °C
Erstarrungspunkt	-101 °C
Verdampfungswärme	224 kJ/ kg
Dichte der Flüssigkeit bei 20 °C	1,213 kg/ l
Dichte des Dampfes bei -15 °C	12,87 kg/ m ³
Farbe der Flüssigkeit	farblos
Brennbarkeit	-
Geruch	schwach süßlich
Explosionsgrenzen	in keinem Mischungsverhältnis mit Luft brennbar
Toxizität	ungiftig
ODP (relatives Ozonzerstörungspotential)	5,5 % von R 11
HGWP (relatives Treibhauspotential)	34 % von R 11 4300 % bezogen auf CO ₂ nach 20 Jahren

Kältemittel

Dampf tabel für R 22, Chlordifluormethan (C H Cl F₂)

Tem - peratur t [°C]	Ü ber- druck p _ü [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Sp ez . Volum en		Sp ez . Enth alpie		Sp ez . Verd am p - fung enth alpie r [kJ/kg]
			Flü ssig keit V' [l/kg]	Dam p f V'' [l/kg]	Flü ssig keit h' [kJ/kg]	Dam p f h'' [kJ/kg]	
-60	-0,624	0,376	0,683	537	155	400	245
-55	-0,503	0,497	0,689	415	158	401	243
-50	-0,354	0,646	0,695	325	161	401	240
-45	-0,170	0,830	0,702	257	165	402	237
-40	0,053	1,053	0,709	206	168	402	234
-35	0,321	1,321	0,717	167	171	402	231
-30	0,640	1,640	0,724	136	175	403	228
-25	1,016	2,016	0,732	112	179	403	224
-20	1,455	2,455	0,740	92,9	183	404	221
-15	1,964	2,964	0,749	77,7	187	404	217
-10	2,550	3,550	0,758	65,4	191	404	213
-5	3,219	4,219	0,768	55,4	196	405	209
0	3,980	4,980	0,778	47,2	200	405	205
5	4,839	5,839	0,788	40,4	205	405	200
10	5,803	6,803	0,799	34,8	209	405	196
15	6,882	7,882	0,811	30,0	214	406	192
20	8,081	9,081	0,8260	26,0	219	406	187
25	9,41	10,41	0,837	22,7	224	406	182
30	10,88	11,88	0,852	19,8	230	406	176
35	12,50	13,50	0,867	17,3	235	407	172
40	14,27	15,27	0,884	15,2	241	407	166
45	16,21	17,21	0,902	13,3	247	407	160
50	18,33	19,33	0,923	11,7	253	407	153
55	20,64	21,64	0,945	10,3	259	407	148
60	23,15	24,15	0,970	9,03	266	407	141

Kältemittel

10. Kältemittel R134a

Das Kältemittel R134a besitzt ähnliche physikalische und thermodynamische Eigenschaften wie das Kältemittel R 12.

Wegen des geringen Treibhauseffektes und der neutralen Wirkung auf die Ozon-
schicht wird R134a als Substitut zu R 12 eingesetzt.

Eigenschaften

Bezeichnung	1,1,1,2-Tetrafluorethan
chem. Formel	$F H_2 C C F_3$
Molekulargewicht	102 g/ mol
Siedepunkt bei 1013 hPa	- 26,3 °C
Erstarrungspunkt	- 101 °C
Verdampfungswärme	215 kJ/ kg
Dichte der Flüssigkeit bei 20 °C	1,226 kg/ l
Dichte des Dampfes bei -15 °C	8,323 kg/ m ³
Farbe der Flüssigkeit	farblos
Brennbarkeit	-
Geruch	geruchlos
Explosionsgrenzen	in keinem Mischungsverhältnis mit Luft brennbar
Toxizität	ungiftig
ODP	0
HGWP	0,29 (10 % von R 11 oder 3200 mal so groß wie CO ₂ , nach 16 Jahren oder 400 mal so groß wie CO ₂ , nach 500 Jahren Emissionszeit.)

Kältemittel

Dampftafel für R134a, Tetrafluorethan (FH₂C-CF₃)

Tem - peratur t [°C]	Ü ber - druck p ₀ [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Sp ez . Volum en		Sp ez . Enth alpie		Sp ez . Verd am p - fung senthalpie r [kJ/kg]
			Flü ssig keit V' [l/kg]	Dam p f V'' [l/kg]	Flü ssig keit h' [kJ/kg]	Dam p f h'' [kJ/kg]	
-60	-0,837	0.163	0.679	1052.08	126.54	359.84	233.30
-55	-0,777	0.223	0.686	786.61	132.08	363.08	231.00
-50	-0,701	0.299	0.692	596.88	137.72	366.32	228.60
-45	-0,604	0.396	0.699	459.14	143.48	369.55	226.55
-40	-0,484	0.516	0.706	357.66	149.34	372.78	223.44
-35	-0,334	0.666	0.713	281.87	155.32	375.99	220.67
-30	-0,152	0.848	0.720	224.55	161.40	379.18	217.78
-25	0,670	1.067	0.728	180.67	167.59	382.34	214.75
-20	0,330	1.330	0.736	146.71	173.88	385.48	211.59
-15	0,642	1.642	0.744	120.15	180.28	388.57	208.29
-10	1,008	2.008	0.753	99.17	186.76	391.62	204.85
-5	1,435	2.435	0.762	82.45	193.34	394.62	201.28
0	1,929	2.929	0.772	69.01	200.00	397.56	197.56
5	2,497	3.497	0.782	58.11	206.74	400.44	193.70
10	3,146	4.146	0.793	49.22	213.57	403.26	189.69
15	3,883	4.883	0.804	41.89	220.46	406.00	185.54
20	4,716	5.716	0.816	35.83	227.44	408.66	181.23
25	5,651	6.651	0.828	30.77	234.48	411.24	176.76
30	6,698	7.698	0.842	26.52	241.61	413.71	172.11
35	7,865	8.865	0.856	22.94	248.81	416.08	167.27
40	9,160	10.16	0.871	19.89	256.11	418.33	162.23
45	10,59	11.59	0.888	17.29	263.50	420.45	156.94
50	12,17	13.17	0.907	15.05	271.02	422.41	151.39
55	13,91	14.91	0.927	13.12	278.69	424.19	145.51
60	15,81	16.81	0.949	11.44	286.53	425.76	139.24
65	17,89	18.89	0.974	9.97	294.59	427.09	132.49
70	20,17	21.17	1.003	8.68	302.95	428.10	125.15
75	22,65	23.65	1.036	7.53	311.68	428.71	117.03
80	25,35	26.35	1.076	6.50	320.93	428.81	107.87
85	28,29	29.29	1.127	5.56	330.91	428.17	97.26
90	31,49	32.49	1.194	4.68	342.02	426.40	84.38
95	34,96	35.96	1.298	3.83	355.20	422.55	67.36
100	38,73	39.73	1.544	2.80	374.97	411.79	36.83

Kältemittel

11. Kältemittel R402a/HP80 (Gemisch aus 38% R 22, 60% R125 und 2% R290)

Das Kältemittel R402a ist ein nahezu azeotropisches Kältemittelgemisch, d.h. es verhält sich nahezu wie ein Reinstoff. Aufgrund seines R 22-Anteils ist R402a ein H-FCKW. Es hat ein geringes Ozonschicht-Zerstörungspotential und einen Treibhaus-effekt.

R402a wird hauptsächlich in der gewerblichen Kälte als Substitut für R502 verwendet.

Eigenschaften

Bezeichnung	38% Chlordifluormethan 60% Pentafluorethan 2% Propan
chem. Formel	38% C H Cl F_2 60% $\text{C H F}_2 \text{ F}_3$ 2% $\text{C}_3 \text{ H}_8$
Siedepunkt bei 1013 hPa	-49,2 °C
Verdampfungswärme	194 kJ/kg
Dichte der Flüssigkeit bei 20 °C	1,18 kg/l
Dichte des Dampfes bei -15 °C	20,6 kg/ m ³
Farbe der Flüssigkeit	farblos
Brennbarkeit	-
Geruch	geruchlos
Explosionsgrenzen	in keinem Mischungsverhältnis mit Luft brennbar
Toxizität	ungiftig; MAK-Wert: 1000ppm
ODP (relatives Ozonzerstörungspotential)	2% von R 11
HGWP (relatives Treibhauspotential)	63% von R 11

Kältemittel

Dampf tabel für R402a/HP80

Temperatur t [°C]	Überdruck p _ü [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Spez. Volumen		Spez. Enthalpie		Spez. Verdampfungsenthalpie r [kJ/kg]
			Flüssigkeit V' [l/kg]	Dampf V'' [l/kg]	Flüssigkeit h' [kJ/kg]	Dampf h'' [kJ/kg]	
-60	-0,416	0,584	0,678	306	33,5	229	196
-55	-0,244	0,756	0,685	239	38,4	232	194
-50	-0,034	0,966	0,693	190	43,4	235	192
-45	0,219	1,219	0,700	152	48,6	238	189
-40	0,523	1,523	0,708	123	53,8	241	187
-35	0,883	1,883	0,717	101	59,2	244	185
-30	1,306	2,306	0,726	83,1	64,6	247	182
-25	1,800	2,800	0,735	69,0	70,2	250	180
-20	2,371	3,371	0,744	57,7	75,9	253	177
-15	3,028	4,028	0,754	48,6	81,7	255	173
-10	3,779	4,779	0,765	41,1	87,6	258	170
-5	4,632	5,632	0,776	35,0	93,7	261	167
0	5,596	6,596	0,788	29,9	100	263	163
5	6,679	7,679	0,801	25,7	106	266	160
10	7,815	8,815	0,815	22,1	113	268	155
15	9,240	10,24	0,830	19,1	120	270	150
20	10,74	11,74	0,846	16,6	127	272	145
25	12,39	13,39	0,864	14,4	134	274	140
30	14,21	15,21	0,883	12,5	141	276	135
35	16,21	17,21	0,905	10,9	149	277	128
40	18,39	19,39	0,930	9,48	157	279	122
45	20,77	21,77	0,959	8,24	166	280	114
50	23,35	24,35	0,995	7,14	175	280	105
55	26,15	27,15	1,040	6,16	184	280	96
60	26,15	30,18	1,106	5,28	195	279	84

Kältemittel

12. Kältemittel R404a/HP62 (Gemisch aus 52% R143a, 44% R125 und 4% R134a)

Das Kältemittel R404a ist ein H-FKW. Als Kompressoröl ist ein synthetisches Öl auf Ester-Basis erforderlich. Es hat kein Ozonschicht-Zerstörungspotential aber einen Treibhauseffekt. R404a wird hauptsächlich in der gewerblichen Kälte als Substitut für R502 verwendet.

Eigenschaften

Bezeichnung	52% 1,1,1-Trifluorethan 44% Pentafluorethan 4% 1,1,1,2-Tetrafluorethan
chem. Formel	52% $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3$ 44% C_2F_5 4% $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$
Molekulargewicht	97,6 g/mol
Siedepunkt bei 1013 hPa	-46,4 °C
Erstarrungspunkt	-104 bis -118 °C
Verdampfungswärme beim Sdp.	208,9 kJ/ kg
Dichte der Flüssigkeit bei 20 °C	1,069 kg/ l
Dichte des Dampfes bei -15 °C	18,27 kg/ m ³
Farbe der Flüssigkeit	farblos
Brennbarkeit	-
Geruch	charakteristisch
Explosionsgrenzen	in keinem Mischungsverhältnis mit Luft brennbar
Toxizität	ungiftig
ODP (relatives Ozonzerstörungspotential)	0
HGWP (relatives Treibhauspotential)	94% von R 11 4948 % bezogen auf CO ₂ nach 20 Jahren

Kältemittel

Dampf tabel für R404a/HP62

Tem - peratur t [°C]	Ü ber - druck p _ü [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Sp ez . Volum en		Sp ez . Enth alpie		Sp ez . Verd am p - fung enth alpie r [kJ/kg]
			Flü ssi g keit V' [l/kg]	Dam p f V'' [l/kg]	Flü ssi g keit h' [kJ/kg]	Dam p f h'' [kJ/kg]	
-60	-0,496	0,504	0,745	369	115	333	218
-55	-0,341	0,659	0,753	287	121	336	215
-50	-0,149	0,851	0,761	225	128	340	212
-45	0,840	1,084	0,769	179	135	343	208
-40	0,364	1,364	0,778	144	142	346	204
-35	0,699	1,699	0,787	117	149	349	200
-30	1,093	2,093	0,797	95,4	156	353	197
-25	1,555	2,555	0,807	78,8	163	356	193
-20	2,091	3,091	0,818	65,5	170	359	189
-15	2,709	3,709	0,830	54,8	178	362	184
-10	3,416	4,416	0,842	46,2	185	365	180
-5	4,219	5,219	0,855	39,1	192	368	176
0	5,127	6,127	0,869	33,3	200	371	171
5	6,149	7,149	0,884	28,4	208	373	165
10	7,292	8,292	0,900	24,4	215	376	161
15	8,566	9,566	0,917	21,0	223	378	155
20	9,980	10,98	0,936	18,1	231	381	150
25	11,55	12,55	0,957	15,6	239	383	144
30	13,27	14,27	0,980	13,5	247	385	138
35	15,17	16,17	1,006	11,7	256	386	130
40	17,26	18,26	1,037	10,1	264	387	123
45	19,54	20,54	1,073	8,66	273	388	115
50	22,04	23,04	1,117	7,42	282	389	107
55	24,77	25,77	1,175	6,30	292	388	96
60	31,00	32,00	1,401	4,30	316	383	67

Kältemittel

13. Kältemittel R407c (Gemisch aus 25% R125, 23% R32 und 52% R134a)

Das Kältemittel R407c ist ein H-FKW. Als Kompressoröl ist ein synthetisches Öl auf Ester-Basis erforderlich. Es hat kein Ozonschicht-Zerstörungspotential aber einen Treibhauseffekt. R407c wird als Substitut für R 22 in Klima- und Wärmepumpenanlagen eingesetzt.

Eigenschaften

Bezeichnung	25% Pentafluorethan 23% Difluormethan 52% 1,1,1,2-Tetrafluorethan
chem. Formel	25% $C F_3 C H F_2$ 44% $C H_2 F_2$ 52% $C F_3 C H_2 F$
Molekulargewicht	86,2 g/mol
Siedepunkt bei 1013 hPa	-44 °C (Siedebeginn)
Temperaturglide	5 K
Erstarrungspunkt	-100 °C
Verdampfungswärme beim Sdp.	246 kJ/ kg
Dichte der Flüssigkeit bei 20 °C	1,165 kg/ l
Dichte des Dampfes bei -15 °C	18,27 kg/ m ³
Farbe der Flüssigkeit	farblos
Brennbarkeit	-
Geruch	charakteristisch
Toxizität	ungiftig
ODP (relatives Ozonzerstörungspotential)	0
HGWP (relatives Treibhauspotential)	37 % von R 11

Kältemittel

Dampftafel für R407c

Tem- peratur t [°C]	Über- druck p _ü [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Spez. Volumen		Spez. Enthalpie		Spez. Verdamp- fungsenthalpie r [kJ/kg]
			Flüssigkeit V' [l/kg]	Dampf V'' [l/kg]	Flüssigkeit h' [kJ/kg]	Dampf h'' [kJ/kg]	
-50	-0,247	0,753	0,721	425,53	132,11	382,10	249,99
-45	-0,037	0,963	0,725	330,58	138,31	385,36	247,06
-40	0,217	1,217	0,731	259,95	144,64	388,62	243,98
-35	0,523	1,523	0,737	206,72	151,10	391,85	240,75
-30	0,886	1,886	0,743	166,08	157,70	395,06	237,36
-25	1,313	2,313	0,751	134,70	164,43	398,24	233,81
-20	1,812	2,812	0,759	110,20	171,29	401,37	230,09
-15	2,391	3,391	0,768	90,88	178,28	404,46	226,19
-10	3,057	4,057	0,778	75,49	185,39	407,49	222,10
-5	3,818	4,818	0,789	63,12	192,63	410,45	217,82
0	4,683	5,683	0,800	53,10	200,00	413,33	213,33
5	5,660	6,660	0,813	44,90	207,49	416,12	208,63
10	6,758	7,758	0,827	38,16	215,10	418,80	203,70
15	7,985	8,985	0,842	32,57	222,85	421,37	198,52
20	9,350	10,35	0,858	27,89	230,72	423,79	193,07
25	10,86	11,86	0,876	23,97	238,75	426,06	187,32
30	12,53	13,53	0,895	20,64	246,94	428,15	181,21
35	14,36	15,36	0,916	17,82	255,32	430,03	174,71
40	16,37	17,37	0,939	15,39	263,94	431,67	167,74
45	18,56	19,56	0,963	13,30	272,84	433,02	160,18
50	20,94	21,94	0,990	11,49	282,15	434,03	151,88
55	23,53	24,53	0,981	9,91	292,04	434,61	142,58
60	26,33	27,33	1,052	8,52	302,96	434,67	131,72
65	29,35	30,35	1,089	7,29	317,56	434,05	116,50

Kältemittel

14. Kältemittel R502 (azeotropes Gemisch aus 48,8% R 22 und 51,2% R115)

Das Kältemittel R502 ist aufgrund seines R 22- und R115-Anteils ein FCKW. Es hat ein Ozonschicht-Zerstörungspotential und einen Treibhauseffekt. R502 ist ein azeotropes Kältemittelgemisch, d.h. es verhält sich wie ein Reinstoff.

R502 wurde hauptsächlich in der gewerblichen Kälte verwendet.

Eigenschaften

Bezeichnung	48,8%	Chlordifluormethan
	51,2%	Chlorpentafluorethan
chem. Formel	48,8%	$C H C l F_2$
	51,2%	$C C l F_2 C F_3$
Siedepunkt bei 1013 hPa	-45,6 °C	
Verdampfungswärme beim Sdp.	172,5 kJ/kg	
Dichte der Flüssigkeit bei 20 °C	1,24 kg/l	
Dichte des Dampfes bei -15 °C	20,145 kg/m ³	
Farbe der Flüssigkeit	farblos	
Brennbarkeit	-	
Geruch	schwach süßlich	
Explosionsgrenzen	in keinem Mischungsverhältnis mit Luft brennbar	
Toxizität	ungiftig	
ODP (relatives Ozonzerstörungspotential)	23% von R 11	
HGWP (relatives Treibhauspotential)	375% von R 11 5273% bezogen auf CO ₂ nach 20 Jahren	

Kältemittel

Dampf tabel für R502

Tem - peratur t [°C]	Ü ber - druck p _ü [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Sp ez . Volum en		Sp ez . Enth alpie		Sp ez . Verd am p - fü ng enth alpie r [kJ/kg]
			Flü ssig keit V' [l/kg]	Dam p f V'' [l/kg]	Flü ssig keit h' [kJ/kg]	Dam p f h'' [kJ/kg]	
-60	-0,511	0,489	0,652	317	39,6	220	180
-55	-0,362	0,638	0,658	247	44,2	222	178
-50	-0,179	0,821	0,665	195	48,9	224	175
-45	0,043	1,043	0,673	156	53,7	226	173
-40	0,309	1,309	0,680	126	58,6	229	170
-35	0,626	1,626	0,688	103	63,5	231	167
-30	0,999	1,999	0,696	84,8	68,5	233	165
-25	1,434	2,434	0,705	70,4	73,6	235	162
-20	1,937	2,937	0,714	58,9	78,8	238	159
-15	2,515	3,515	0,723	49,6	84,0	240	156
-10	3,174	4,174	0,733	42,1	89,2	242	153
-5	3,921	4,921	0,744	35,9	94,6	244	150
0	4,763	5,763	0,755	30,8	100	246	146
5	5,707	6,707	0,767	26,5	105	248	143
10	6,761	7,761	0,779	22,9	111	250	139
15	7,931	8,931	0,792	19,9	117	252	136
20	9,230	10,23	0,806	17,4	123	254	132
25	10,65	11,65	0,822	15,1	128	256	128
30	12,22	13,22	0,838	13,2	134	258	124
35	13,94	14,94	0,856	11,6	141	260	119
40	15,82	16,82	0,876	10,2	147	261	114
45	17,87	18,87	0,898	8,94	153	263	110
50	20,09	21,09	0,923	7,86	160	264	104
55	22,51	23,51	0,952	6,90	167	265	98,4
60	25,14	26,14	0,985	6,05	174	266	92,2

Kältemittel

15. Kältemittel R600a

Das Kältemittel R600a (Isobutan) ist eine reine Kohlenwasserstoffverbindung. Das R600a-Molekül enthält keine Cl-Atome. Isobutan hat infolgedessen **kein** Ozonzerstörungspotential. R600a kann außerdem nicht zur globalen Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen (**keinen** Treibhauseffekt).

Allerdings ist Isobutan, wie alle Kohlenwasserstoffverbindungen, ein **brennbares** Gas. Die entsprechenden Sicherheitsvorschriften **müssen** eingehalten werden!

Eigenschaften

Bezeichnung	2-Methylpropan (Isobutan)
chem. Formel	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ (i-C ₄ H ₁₀)
Molekulargewicht	58,123 g/mol
Siedepunkt bei 1013 hPa	-11,61 °C
Erstarrungspunkt	-159,45 °C
Verdampfungswärme beim Sdp.	366,7 kJ/kg
Dichte der Flüssigkeit bei 20 °C	557,03 kg/m ³
Dichte des Dampfes bei -15 °C	2,4821 kg/m ³
Farbe der Flüssigkeit	farblos
Brennbarkeit	ja: Zündtemperatur=460°C; Flammpunkt=-80°C
Geruch	schwach süßlich
Explosionsgrenzen	untere: 1,8 Vol% obere: 8,5 Vol%
sonstige	ungiftig; wirkt in höheren Konzentrationen leicht narkotisch; MAK-Wert: 1000 ppm
ODP	0
HGWP	0

Kältemittel

Dampf- und Sättigungstafel für R600a, Isobutan (i-C₄H₁₀)

Temperatur t [°C]	Überdruck p ₀ [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Spez. Volumen		Spez. Enthalpie		Spez. Verdampfungsenthalpie r [kJ/kg]
			Flüssigkeit V' [l/kg]	Dampf V'' [l/kg]	Flüssigkeit h' [kJ/kg]	Dampf h'' [kJ/kg]	
-60	-0,910	0,08957	1,5511	3372,6	184,63	592,69	408,07
-55	-0,878	0,12201	1,5634	2529,8	194,89	598,99	404,10
-50	-0,836	0,16356	1,5760	1926,8	205,26	605,35	400,08
-45	-0,784	0,21604	1,5888	1488,4	215,76	611,77	396,02
-40	-0,719	0,28144	1,6020	1164,8	226,37	618,26	391,89
-35	-0,638	0,36196	1,6156	922,67	237,10	624,80	387,70
-30	-0,540	0,45998	1,6295	739,07	247,96	631,40	383,44
-25	-0,422	0,57807	1,6437	598,15	258,95	638,05	379,10
-20	-0,281	0,71894	1,6584	488,74	270,06	644,74	374,67
-15	-0,115	0,88548	1,6736	402,89	281,31	651,46	370,15
-10	0,8070	1,08070	1,6892	334,84	292,68	658,21	365,53
-5	0,3077	1,30770	1,7053	270,84	306,50	666,34	359,84
0	0,5698	1,56980	1,7220	236,43	315,82	671,77	355,95
5	0,8703	1,87030	1,7393	200,65	327,60	678,57	350,98
10	1,2125	2,21250	1,7572	171,30	339,50	685,36	345,86
15	1,6001	2,60010	1,7758	147,05	351,56	692,15	340,59
20	2,0366	3,03660	1,7952	126,87	363,76	698,92	335,16
25	2,5254	3,52540	1,8154	109,97	376,11	705,67	329,56
30	3,0704	4,07040	1,8365	95,74	388,62	712,38	323,77
35	3,6750	4,67500	1,8586	83,68	401,28	719,05	317,77
40	4,3431	5,34310	1,8818	73,40	414,13	725,68	311,55
45	5,8846	6,07840	1,9063	64,60	427,16	732,24	305,08
50	5,8846	6,88460	1,9320	57,02	440,37	738,72	298,35
55	6,7657	7,76570	1,9593	50,46	453,80	745,13	291,33
60	7,7257	8,72570	1,9883	44,76	467,44	751,43	283,99
65	8,7686	9,76860	2,0192	39,78	481,31	757,61	276,30
70	9,8990	10,89900	2,0524	35,41	495,43	763,65	268,21
75	11,121	12,12100	2,0880	31,56	509,83	769,52	259,69
80	12,439	13,43900	2,1267	28,14	524,52	775,18	250,66
85	13,859	14,85900	2,1689	25,11	539,53	780,60	241,07
90	15,387	16,38700	2,2152	22,39	554,90	785,72	230,82
95	17,028	18,02800	2,2667	19,95	570,68	790,48	219,80
100	18,791	19,79100	2,3247	17,74	586,92	794,78	207,86

Kältemittel

16. Kältemittel R290

Das Kältemittel R290 (Propan) ist eine reine Kohlenwasserstoffverbindung. Das R290a-Molekül enthält keine Cl-Atome. Propan hat infolgedessen **kein** Ozonzerstörungspotential. R290 kann außerdem nicht zur globalen Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen (**keinen** Treibhauseffekt).

Allerdings ist Propan, wie alle Kohlenwasserstoffverbindungen, ein **brennbares** Gas. Die entsprechenden Sicherheitsvorschriften **müssen** eingehalten werden!

Eigenschaften

Bezeichnung	Propan (Flüssiggas; speziell gereinigt und getrocknet)
chem. Formel	C_3H_8
Molekulargewicht	44,1 g/mol
Siedepunkt bei 1013 hPa	-42,1 °C
Erstarrungspunkt	-189,9 °C
Verdampfungswärme beim Sdp.	426 kJ/kg
Farbe der Flüssigkeit	farblos
Brennbarkeit	ja: Zündtemperatur=470°C; Flammpunkt=-80°C
Geruch	charakteristisch
Explosionsgrenzen	untere: 1,8Vol% obere: 11,2Vol%
sonstige	ungiftig; wirkt in höheren Konzentrationen leicht narkotisch; MAK-Wert: 1000 ppm
ODP	0
HGWP	0

Kältemittel

Dampf tabel für R290 (Propan)

Tem - peratur t [°C]	Ü ber - druck p _ü [bar]	absoluter Druck p _{abs} [bar]	Sp ez . Volum en		Sp ez . Enth alpie		Sp ez . Verd am p - fung enth alpie r [kJ/kg]
			Flü ssig keit V' [l/kg]	Dam p f V'' [l/kg]	Flü ssig keit h' [kJ/kg]	Dam p f h'' [kJ/kg]	
-43	0,000	1,000					
-38	0,200	1,200					
-33	0,500	1,500					
-28	0,8 00	1,8 00					
-23	1,200	2,200					
-18	1,600	2,600					
-15	1,9 00	2,9 00					
-13	2,100	3,100					
-8	2,700	3,700					
-3	3,300	4,300					
0	3,700	4,700					
2	4,000	5,000					
7	4,8 00	5,8 00					
12	5,700	6,700					
13	5,9 00	6,9 00					
14	6,100	7,100					
15	6,300	7,300					
17	6,78 0	7,78 0					
22	7,8 00	8,8 00					
27	9 ,000	10,00					
32	10,30	11,30					
37	11,70	12,70					
42	13,30	14,30					
47	15,00	16,00					
50	16,10	17,10					
53	17,20	18 ,20					
55	18 ,00	19 ,00					
57	18 ,8 0	19 ,8 0					
62	21,00	22,00					
67	23,30	24,30					
70	24,8 0	25,8 0					

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

1. Die Druckbehälterverordnung (bisher Druckgasverordnung):

Die "Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen" (Druckbehälterverordnung) vom 27.02.1980 enthält u. a. die Vorschriften über Herstellung und Verwendung transportabler Behälter. Ebenso die Angaben über Umfüllanlagen für Druckgase.

Was sind Druckgase?

Im Sinne der Druckbehälterverordnung zählt ein Gas zu den Druckgasen, wenn seine kritische Temperatur unter 50 °C liegt oder wenn sein Dampfdruck bei 50 °C mehr als 3 bar beträgt.

Bei 50°C haben die Kältemittel einen Dampfdruck von

R 12	12,2 bar
R 22	19,3 bar
R 134a	13,2 bar
R 290	16,2 bar
R 402a	24,4 bar
R 404a	23,1 bar
R 407c	22,0 bar
R 502	21,0 bar
R 600a	6,88 bar

und unterliegen somit der Druckbehälterverordnung.

Alle vorgeschriebenen Druckbehälter dürfen erst nach Prüfung durch einen amtlichen Sachverständigen eingesetzt werden.

Wiederverwendbare Druckbehälter müssen alle 10 Jahre geprüft werden.

Die Dampfdrücke und spezifischen Volumen der verschiedenen Kältemitteltypen weisen bei gleicher Temperatur erhebliche Unterschiede auf. Deshalb dürfen in die Behälter nur solche Kältemitteltypen eingefüllt werden, deren Bezeichnung auf diesen Behältern angegeben ist.

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

Um der Gefahr des Berstens zu begegnen, dürfen Druckbehälter nicht überfüllt werden. Jeder Behälter darf nur so weit gefüllt werden, daß das Dampfpolster auch bei höheren Temperaturen nicht verdrängt werden kann.

In den Technischen Regeln Druckgase "TRG" der Druckbehälterverordnung ist für jedes Kältemittel ein Füllfaktor festgelegt. Dieser besagt wieviel kg des jeweiligen Kältemittels je Liter Rauminhalt des Behälters eingefüllt werden darf.

Auf den Kältemittelbehälter muß die zulässige Kältemittel-Einfüllmenge angegeben sein.

Ferner müssen Kältemittelbehälter einen bestimmten Prüfdruck standhalten. Die Prüfdrücke sind in der Druckbehälterverordnung festgelegt.

Kältemittel	Prüfdruck des Behälters	Füllfaktor höchstens
R 12	18 bar	1,15 kg/l
R 22	29 bar	1,03 kg/l
R 134a	20 bar	1,04 kg/l
R 290	30 bar	0,42 kg/l
R 402a	36 bar	0,88 kg/l
R 404a	36 bar	0,81 kg/l
R 407c	35 bar	0,96 kg/l
R 502	31 bar	1,05 kg/l
R 600a	18 bar	0,49 kg/l

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

2. Was ist besonders beim Umgang mit Kältemittelbehälter zu beachten:

- gegen Umfallen sichern
- senkrecht stehend transportieren
- nicht werfen
- beim Aufenthalt im stehenden Fahrzeug ist durch Herabkurbeln der Scheiben für Zusatzlüftung zu sorgen
- nicht in die Sonne oder in die Nähe von Heizkörpern stellen
- zum Umfüllen nicht über 40 °C erwärmen
- kein offenes Feuer verwenden
- Ventile nicht demontieren oder abschrauben
- beschädigte Flaschen nicht neu befüllen
- entleerte Behälter verschließen.

Das Abfüllen bzw. Umfüllen von Kältemittel aus großen in kleine Behälter wird beim AEG-Kundendienst aus Umwelt- und sicherheitstechnischen Gründen untersagt!

Desweiteren ist beim AEG-Kundendienst das Füllen von Sauerstoff-Stahlflaschen aus sicherheitstechnischen Gründen untersagt!

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

3. Auszug aus der Verordnung zum Verbot von bestimmten die Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen (FCKW-Halon-Verbots-Verordnung) vom 6.Mai 1991.

Speziell werden nur die für den Kundendienst relevanten Paragraphen und Absätze zitiert.

§1: Anwendungsbereich

(1) Die Verordnung gilt für Stoffe sowie Zubereitungen und Erzeugnisse, die diese Stoffe enthalten.

- Trichlorfluormethan (R 11)
- Dichlordifluormethan (R 12)
-

(2) Für den teilhalogenisierten Stoff Chlordifluormethan (R 22) gilt die Verordnung in den näher bezeichneten Fällen.

§3: Kältemittel

(1) Es ist verboten, Kältemittel mit einem Massegehalt von insgesamt mehr als 1 von Hundert der in §1 Absatz 1 und 2 genannten Stoffe in den Verkehr zu bringen oder zu verwenden.

(2) Es ist verboten, die in Absatz 1 genannten Kältemittel enthalten, herzustellen oder in Verkehr zu bringen.

§8: Betrieb, Instandhaltung, Außerbetriebnahme, Rücknahmeverpflichtung

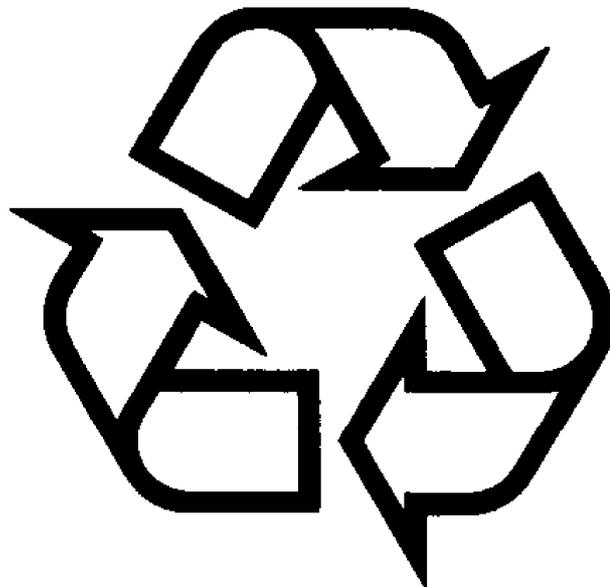
(1) Es ist verboten, beim Betrieb, bei Instandsetzungsarbeiten und bei Außerbetriebnahme von Erzeugnissen, die Kältemittel nach §3, entgegen der Stand der Technik die in ihnen enthaltenen Stoffe in die Atmosphäre entweichen zu lassen,, Über die Einsatzmengen beim Betrieb und bei Instandsetzungsarbeiten sind Aufzeichnungen zu führen.

(3) Installationsarbeiten und die Außerbetriebnahme von Erzeugnissen, die Kältemittel nach §3 enthalten, sowie die Rücknahme der in §1 Absatz 1 und 2 genannten Stoffe und Zubereitung dürfen nur von Personen ausgeführt werden, die über die hierzu erforderlichen Sachkunde und technische Ausstattung verfügen.

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

4. Verwertung und Entsorgung von Hausgeräten und Ersatzteilen

Zwischen der Daimler Benz Aerospace AG und dem Kundendienst der AEG Hausgeräte GmbH wurde ein Rahmenvertrag über die exclusive bundesweite Verwertung und Entsorgung der im Kundendienst zu verschrottenden Haushalts-Groß- und Kleingeräte sowie deren Ersatzteile unterzeichnet.



Als ein nach ISO 9001 zertifiziertes Ökologieunternehmen sowie der bevorstehenden Öko-Auditierung war dieser Schritt im Hinblick auf eine ganzheitliche ökologische Ausrichtung der AEG Hausgeräte GmbH erforderlich.

Mit Abschluß dieses Rahmenvertrages sind alle HKD-Stellen verpflichtet, die Entsorgung von Hausgeräten und Ersatzteilen über die DASA abzuwickeln.

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

Bestellformular für die Verwertung und Entsorgung von Hausgeräten und Ersatzteilen

Fax-Bestellung für Verwertung von Groß-/Kleingeräten/Ersatzteilen für AEG-Kundendienst-Stützpunkte																	
Daimler-Benz Aerospace AG, Elektro- und Elektronikverwertung Hagenauer Forst 27 86529 Schrobenhausen Tel.: 0130 - 82 65 27 (gebührenfreie Hotline Schrobenhausen) Fax: 0 82 52 - 99 67 34 (Logistikzentrale Schrobenhausen)																	
Anfallstelle / Versender:			Rechnungsempfänger: <small>(wenn nicht Anfallstelle)</small>														
KD-Nr.: Name: Straße: PLZ / Ort: Telefon: Telefax: Ansprechpartner: Öffnungszeiten:			Name: Straße: PLZ / Ort: Telefon: Telefax:														
Produkte	Art.Nr.	ME	Menge	Leerguttausch													
Kleingeräte/Ersatzteile gem.	NN1	kg		Art	Anzahl												
Kühl-/Gefriergeräte (trocken)	NN2	Stk		GBP													
Hausgeräte	NN3	Stk		GBP-A													
Absorber-Kühlaggregate	NN4	Stk		KC													
Fe-Metalle	NN5	kg		FP													
NE-Metall	NN6	kg		Faß													
Glas	NN7	kg															
Betonelemente	NN8	kg		EDV-Kennung: ?? CCR-Entsorgungscenter / Beförderer: Stempel: Unterschrift:													
Glas - Metall - Verbund	NN9	kg															
Kunststoff - Metall - Verbund	NN10	kg															
Kunststoffe gem.	NN11	kg															
Elektronikteile	NN12	kg															
NiCd-Batterien	NN13	kg															
Hg-haltige Produkte	NN14	kg															
Altöle	NN15	kg															
Legende: <table style="display: inline-table; vertical-align: top; margin-left: 20px;"> <tr><td>GBP</td><td>=</td><td>Gitterboxpalette</td></tr> <tr><td>GBP-A</td><td>=</td><td>ausgekleidete Gitterboxpalette</td></tr> <tr><td>KC</td><td>=</td><td>Klein-Container</td></tr> <tr><td>FP</td><td>=</td><td>Flachpalette</td></tr> </table>				GBP	=	Gitterboxpalette	GBP-A	=	ausgekleidete Gitterboxpalette	KC	=	Klein-Container	FP	=	Flachpalette		
GBP	=	Gitterboxpalette															
GBP-A	=	ausgekleidete Gitterboxpalette															
KC	=	Klein-Container															
FP	=	Flachpalette															
Bestellung:			Abholung:														
Datum:			Datum:														
Unterschrift:			Unterschrift:														
			Unterschrieben zurück an DASA-Zentrale (Kopie bleibt bei Anfallstelle)														

bitte nur stark umrandete Felder ausfüllen

14.03.95AAxx-Do-1

j:\h3\thb\druckbvo.p65

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

5. Auszug aus der Unfallverhütungsvorschrift VBG 20 Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen

Speziell werden nur die für den Kundendienst relevanten Paragraphen und Absätze zitiert.

§1: Geltungsbereich

- (1) Diese Unfallverhütungsvorschrift gilt für
 - 1. Kälteanlagen einschließlich Wärmepumpen,
 - 3. sowie deren Aufstellungsräume
- (2) Diese Unfallverhütungsvorschrift gilt nicht für
 - 1. Kälteanlagen, die als Kältemittel Wasser oder Luft haben.

§2: Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Unfallverhütungsvorschrift sind

- 1. **Kälteanlagen** einschließlich Wärmepumpen Anlagen, die unter Anwendung von Kältemitteln einen Stoff oder einem Raum Wärme entziehen und kühlen oder die entzogene Wärme nutzen.
- 3. **Kältemittel** in der Anlage umlaufende Stoffe, durch deren Aggregatzustandsänderung Wärme entzogen oder abgegeben wird.
- 8. **Aufstellungsräume** Räume oder Bereiche, in denen Kälteanlagen, Kälteeinrichtungen oder Teile von diesen aufgestellt sind. Sie können auch Maschinen- oder Kühlräume sein.

§3: Kältemittelleinteilung

(1) Kältemittel werden ihren Eigenschaften entsprechend in folgende Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1: Nicht brennbare Kältemittel ohne erhebliche gesundheitsschädigende Wirkung auf den Menschen.

Gruppe 2: Giftige und ätzende Kältemittel oder solche, deren Gemisch mit Luft eine untere Explosionsgrenze von mindestens 3,5 Vol.-% hat.

Gruppe 3: Kältemittel, deren Gemisch mit Luft eine untere Explosionsgrenze von

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

(2) Werden in einer Kältemittelanlage Kältemittel verschiedener Gruppen verwendet, sind entsprechend den Füllgewicht die Bestimmungen für den höheren Gefährdungsgrad maßgebend.

§5: Kenndaten

(1) An jeder Kälteanlage müssen folgende Angaben deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sein:

1. Hersteller, Lieferer oder Einführer (Importeur),
2. Typ und Baujahr oder Erzeugnisnummer,
3. Kältemittel,
4. Füllgewicht in kg,
5. zulässiger Betriebsüberdruck in der jeweiligen Druckstufe in bar,
6. Hinweis auf Eigensicherheit gegen Drucküberschreitung, falls zutreffend.

Durchführungsanweisung zu §5 Absatz 1 Nr. 3:

Das Kältemittel ist möglichst mit dem Kurzzeichen nach DIN 8962 "Kältemittel-Kurzzeichen" anzugeben.

§21: Instandhaltung

(4) Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, daß die Umstellung einer Kälteanlage auf ein anderes Kältemittel nur von einem Sachkundigen vorgenommen wird.

(6) Geräte zur Lecksuche mit offenen Flammen (Lecksuchlampen) sind verboten, um Gesundheitsgefährdung durch Zersetzungsprodukte zu vermeiden.

Verordnungen - Vorschriften - Kennzeichnungen

6. Erste Hilfe

- 1 **Spritzer von Kältemittel in den Augen von einem Helfer mit dem Mund aus blasen lassen. Augen mit Wasser nachspülen.**

- 2 **Bei Bewusstlosigkeit Verunglückten sofort an die frische Luft bringen. Arzt rufen! Bis zu seinem Eintreffen Atemspende.**

- 3 **Hinweis für den Arzt: Keine Adrenomimedika verabreichen!**

Arbeitsmittel

1. Lokring-Verbindungstechnik:

Die Lokring-Rohrverbindung eignet sich hervorragend um einen Kälteeingriff an Kühl- und Gefriergeräten "beim Kunden" durchzuführen. Da eine offene Flamme oder ein elektrisches Lötgerät nicht erforderlich ist, sind Brandschäden an Geräten und Wohnungseinrichtungen ausgeschlossen. Bei Geräten mit brennbaren Kältemitteln müssen keine weiteren Sicherheitsmaßnahmen, wie es beim Hartlöten unbedingt notwendig ist, getroffen werden. Eine Alu-Rohrverbindung ist mit Lokringen sehr leicht durchzuführen, das problematische Löten von Alu-Rohren entfällt. Außerdem werden durch die Verwendung von Lokringen die Rohrverbindungen nicht belastet. Beim Löten können sehr schnell Verunreinigungen im Kältekreislauf entstehen. Die Gefahr einer Kapillarrohrverstopfung durch Verunreinigungen, wie Oxydbildungen und Flußmittel, ist dagegen bei Lokringen nicht gegeben.

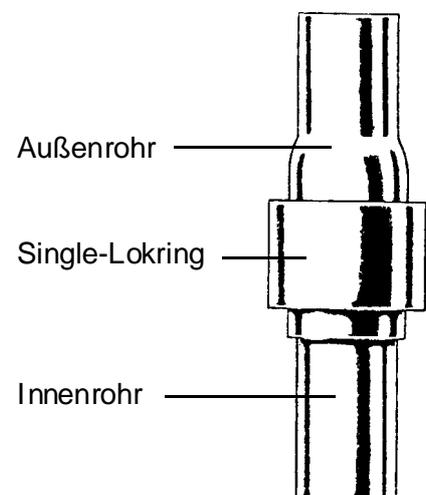
1.1 Lokring-Ausführungen:

Grundsätzlich gibt es zwei Lokringausführungen. Die "Ein- oder Single-Lokringe" sowie die "Lokring-Kupplungen".

1.1.1 Ein-Lokringe oder Single-Lokringe:

Die Single-Lokringe sind die einfachsten und preiswertesten Ausführungen. Sie werden in der Fertigung eingesetzt, um Alu-Rohre mit Kupfer- oder Stahlrohre zu verbinden.

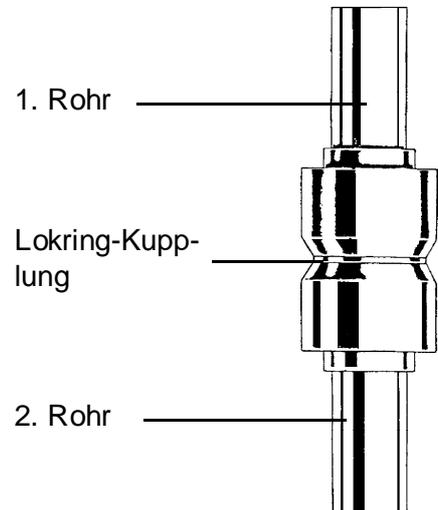
Die Single-Lokringe bestehen aus Innen- und Außenrohre. Die Außenrohre sind aufgeweitet, d.h. sie haben einen größeren Durchmesser als die Innenrohre. Das Innenrohr wird in das Außenrohr, auf dem der Ein-Lokring sitzt, geschoben. Der Lokring preßt das Außenrohr auf das Innenrohr. Die Single-Lokringe werden im Kundendienst **nicht** verwendet, weil ein aufgeweitetes Rohr eingesetzt werden müßte.



Arbeitsmittel

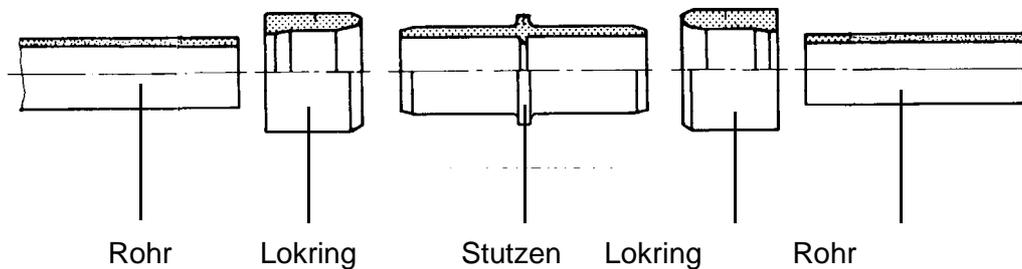
1.1.2 Lokring-Kupplungen:

Eine schnelle und optimale Rohrverbindung für den Kundendienst ist mit den Lokring-Kupplungen möglich. Mit den Lokring-Kupplungen können Rohre mit unterschiedlichen Rohrdurchmessern verbunden werden. Durch das Sortimentangebot von Alu- und Messing-Lokringen können selbst verschiedene Rohrwerkstoffe "verarbeitet" werden. Im Kundendienst werden nur Lokring-Kupplungen verwendet!

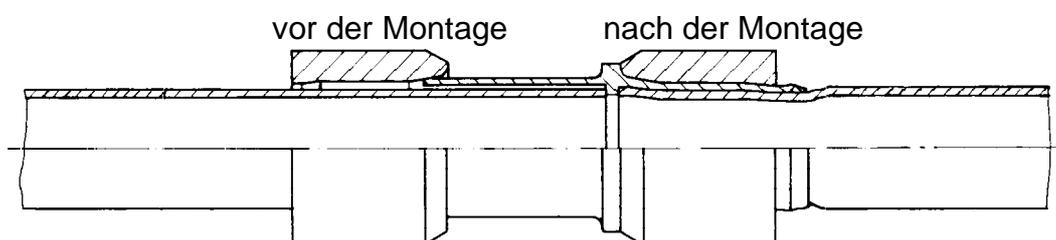


Im Lieferzustand sind die Lokringe auf dem Stutzen vormontiert, d.h. das größere Ende der konischen Bohrung ist auf die äußere Passung des Stutzens gepreßt.

Lokring-Kupplung



Während des montierens, schieben sich die Lokringe über den Stutzen. Durch die spezielle Innenkontur des Lokrings reduziert sich der Durchmesser des Stutzens, bis er mit der Aussenfläche des zu verbindenden Rohres kontaktiert und dieses fest einklemmt. So entsteht eine hermetisch dichtende Metall/Metall-Dichtung, wobei die Reduzierung der Rohre so gering ist, daß kein meßbarer Druckabfall im Kältekreislauf entsteht. Die nach außen gerichteten Radialkräfte des Rohres sowie des Stutzens und die nach innen gerichteten Radialkräfte des Lokrings bewirken einen Gleichgewichtszustand, der für die gesamte Lebensdauer der Lokring-Verbindung als ein Zustand elastischer Vorspannung beibehalten wird.

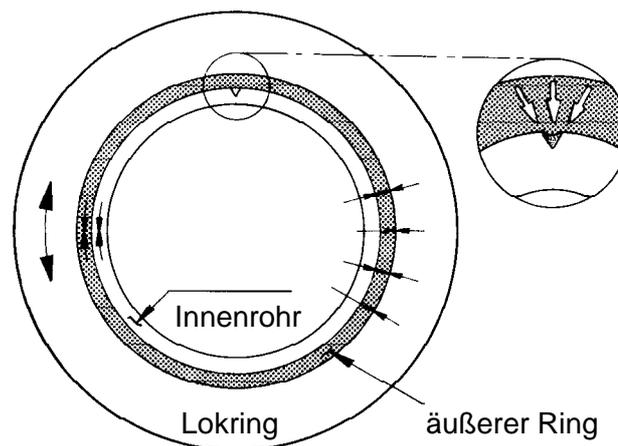


j:\h3\thb\lokring1.pm5

Arbeitsmittel

1.2 Funktion und Verwendung von Lokprep:

Trotz des extrem hohen Metall/Metall-Druckes in der Rohrverbindung ist es nicht immer möglich, tiefe Oberflächenporosität und Längsziehrifen vollständig zu verschließen. Um hier zusätzliche Sicherheit zu erhalten, werden die Oberflächen der Rohrenden mit Lokprep, einer anaeroben Flüssigkeit (sie enthält Dimethacrylsäure-ester) benetzt. Das Lokprep fließt in die Hohlstellen, wird bei der Montage eingeschlossen und härtet unter Sauerstoff-Abschluß aus. Dies ergibt eine perfekte Einschließung und Abdichtung der Oberflächenschäden. Das nachfolgende Bild zeigt die Abdichtung eines tiefen Risses.



Das Lokprep besitzt eine Aushärtezeit von 2-3 Minuten, d.h. 3 Minuten nach der Montage darf die Verbindung belastet werden.

Das Lokprep kann problemlos bei Temperaturen von -5 bis +20 °C verarbeitet werden. Bei kälteren Temperaturen wird das Lokprep zäh und muß vor dem Verarbeiten z.B. mit der Hand erwärmt werden. Bei wärmeren Temperaturen wird das Lokprep "flüssiger", deshalb bei der Anwendung bitte erhöhte Vorsicht (schnelles Vertropfen auf den Boden, Kapillarrohr nicht nach unten halten).

Das Lokprep hat ein Haltbarkeitsdatum aufgedruckt. Es kann aber unabhängig vom Haltbarkeitsdatum eingesetzt werden, wenn seit dem ersten Öffnen nicht mehr als 6 Monate vergangen sind.

Arbeitsmittel

1.3 Lokringzange:

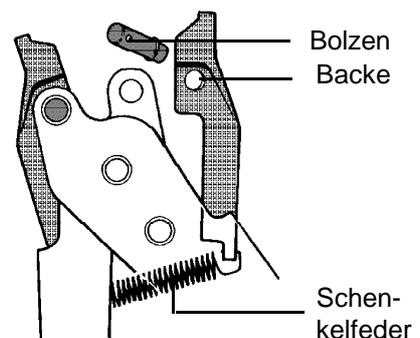
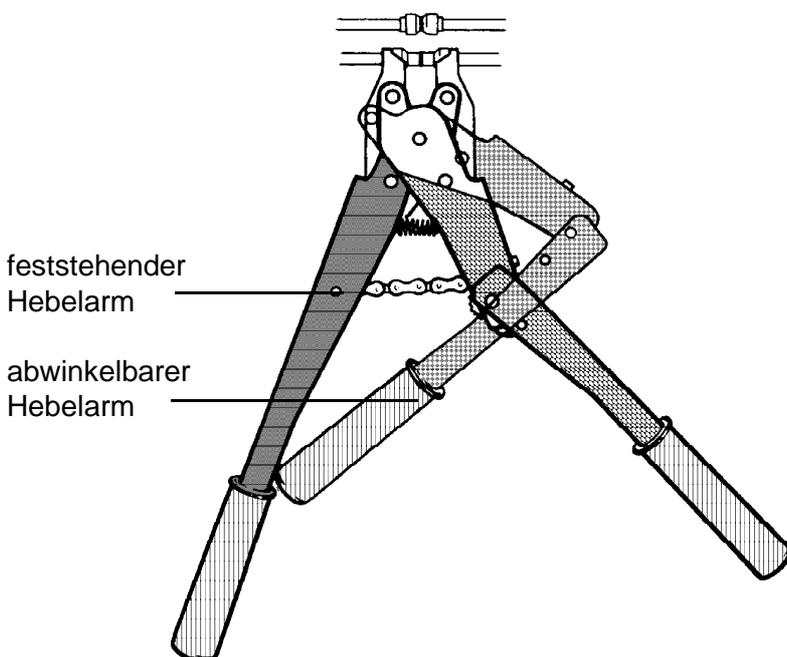
Mit der Lokringzange können Lokring-Kupplungen, T-Lokringe sowie Verschlußstutzen für Rohre mit einem maximalen Außendurchmesser von 16 mm montiert werden. Die Montagebacken sind durch Herausziehen der Bolzen und Aushängen der Schenkelfeder sehr schnell und leicht auszutauschen.

In Abhängigkeit von dem Durchmesser der zu verbindenden Rohre sind zwei Ersatzbacken im Lieferprogramm:

4-8 mm: 298 001 417

8-10 mm: 298 001 418

Um den Platzbedarf bei der Montage möglichst klein zu halten, kann ein Hebelarm der Zange abgewinkelt werden. Dies ist z.B beim Erneuern der Trockenpatrone bei Gefriertruhen dringend erforderlich. Wie im nachfolgenden Bild dargestellt, kann die Zange vor der Montage im geöffneten Zustand und abgewinkelt mit einer Hand an die Kupplung angesetzt werden. Für die Montage des Lokringes ist anfangs nur eine Hand erforderlich! Die zweite Hand ist für ein fixieren und Zusammenhalten der Rohre in der Kupplung frei. Wenn die Kraft der einen Hand nicht mehr ausreicht, kann die zweite Hand mit dem feststehenden Hebelarm die Endmontage unterstützen. Die Rohre können bei dieser Vorgangsweise nicht mehr auseinander-rutschen. Die häufigste Ursache bei undichten Lok-ringverbindungen sind nämlich nicht ganz eingesteckte Rohre, d.h. Rohre die während der Montage heraus-rutschen.



Tip: Die Schenkelfeder kann völlig entfernt werden. Die Handhabung wird dadurch zusätzlich erleichtert.

j:\h3\thb\lokring1.pm5

Arbeitsmittel

1.4 Werkstoffzuordnung; Rohr - Rohr ----> Lokring?:

Rohrwerkstoffkombination	Lokring-Werkstoff
Al - Al	Al
Al - Cu	Al
Al - St	Al
Cu - Cu	Ms
Cu - St	Ms
St - St	Ms

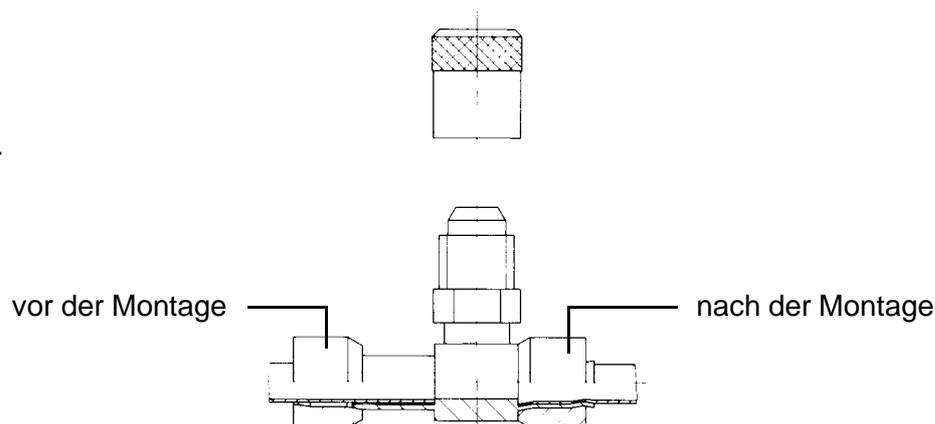
Wenn mindestens 1 Rohr ein Alu-Rohr ist, muß, um ein galvanisches Element zu vermeiden, ein Alu-Lokring verwendet werden.

1.5 Lokringverwendung beim Verdichteraustausch:

Muß bei Kühlgeräten mit integriertem Verflüssiger der Verdichter erneuert werden, kann eine schnelle, kostengünstige und vor allem sichere Reparaturmöglichkeit folgendermaßen aussehen:

- a) defekten Verdichter ausbauen, die Druckleitung vorzugsweise am Alu-Rohr trennen. (Single-Lokring entfällt; deshalb eine Verbindung weniger im Kältekreislauf, d.h. mehr Sicherheit!)
- b) ET-Verdichter im noch ausgebauten Zustand am Blind-bzw. Füllstutzen mit 8mm-Verschlußstutzen verschließen.
- c) ET-Verdichter elektrisch anschließen und in die Nische setzen.
- d) Alu-Druckleitung und Druckstutzen des Verdichters mit Alu-Lokring-Kupplung 5/7mm verbinden.
- e) Saugleitung und Saugstutzen des Kompressors mit T-Lokring 6/8mm verbinden.
- f) Kältekreislauf über den T-Lokring evakuieren und füllen.

T-Lokring mit Schraderventil und Verschlußkappe

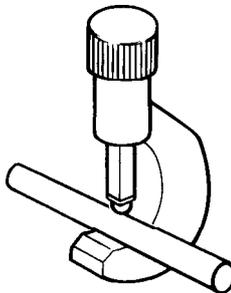


j:\h3\thb\lokring1.pm5

Arbeitsmittel

1.6 Montageanleitung für Lokring-Kupplungen:**1.6.1 Trennen von Rohren:**

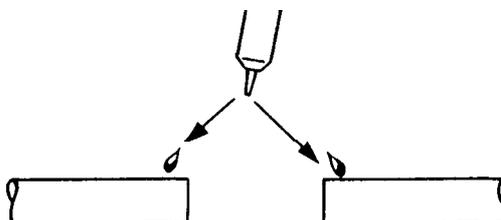
Muß in einem System ein Rohr vor seiner erneuten Verbindung getrennt werden, ist hierfür der Rohrabschneider 298 001 698 einzusetzen. Damit wird eine Gratbildung verhindert und ein Eindringen von Spänen in den Kältekreislauf wird vermieden.

**1.6.2 Vorbereiten der Rohrenden:**

Zur Herstellung einer hermetisch dichten Metall/Metall-Verbindung müssen die zu verbindenden Rohrenden metallisch blank sein. Farbe, Rost sowie Öle und Fette sind zunächst mit Schmiergelleinen 990 600 012 und danach mit Schmirgelvlies 298 001 461 zu säubern. Um dabei Längsriefen zu vermeiden, sind die Rohrenden in Drehbewegung, nicht in Längsrichtung, zu reinigen.

1.6.3 Auftragen von Lokprep:

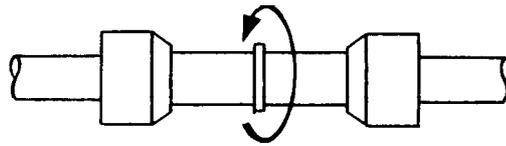
Auf die Außenwand der gereinigten Rohrenden ist soviel Lokprep aufzugeben, daß sich ein dünner Film über die Rohrlängen ausbreitet, die anschließend in die Lokring-Kupplung eingeführt werden. Bei Kapillarrohren ist darauf zu achten, daß kein Lokprep in das Rohrinne fließt und dort den Kältekreislauf verstopft. Um dies zu vermeiden, sollte man das Kapillarrohr zunächst ohne Lokprep in die Verbindung stecken und direkt am Lokringende das Kapillarrohr knicken. Danach das geknickte Kapillarrohr wieder herausziehen und Lokprep kurz vor dem Knick, bei nach oben gehaltenem Kapillarrohr, aufgeben. Anschließend das Kapillarrohr bis zum Knick in die Kupplung einführen.



Arbeitsmittel

1.6.4 Montage:

Die Rohre sind bis zum Anschlag in die Lokring-Kupplung einstecken. Zur besseren Verteilung des Lokpreps ist die Kupplung um 360° zu drehen.



Anschließend ist die Lokringzange so an der Kupplung anzusetzen, daß die Lokringe exakt in den Aufnahmen der Montagebacken liegen. Durch die Betätigung der Zange werden die Lokringe bis zum Anschlag auf den Stutzen gedrückt.



Während der Montage ist darauf zu achten, daß beide Rohre immer bis zum Anschlag in der Kupplung verbleiben. Deshalb die Lokringzange mit einer Hand nehmen, die andere Hand hält die Verbindung bis die Rohre eine bestimmte Vorspannung haben. Wenn die Verbindung fertig montiert ist, kann das Rohrsystem nach 3 Minuten evakuiert werden.

Arbeitsmittel

1.7 Besonderer Montagehinweis; Lokring-Kupplung am Bogen:

Bei dem Anschluß eines Rohres an einen gebogenen Verdichterstutzen mittels einer Lokring-Kupplung kann es möglich sein, daß die Kupplung aufgrund der Krümmung des Verdichterstutzens nicht bis zum inneren Anschlag auf den Stutzen gesteckt werden kann. In diesem Fall wird der vormontierte Lokring von der Kupplung gelöst und separat über den Rohrbogen geführt. Danach kann in den meisten Fällen die Kupplung bis zum Anschlag auf den Rohrbogen gesteckt werden (siehe rechtes Bild). Falls erforderlich kann der Stutzen auch mit dem Hammer bis zum Anschlag vorgetrieben werden.



Anschließend wird der Lokring an die Kupplung herangeführt und die Montage kann aus der Richtung des äußeren Bogenradius durchgeführt werden. Ist auch nach diesem Verfahren keine ordnungsgemäße Montage möglich, muß der Stutzen entsprechend gekürzt und mit einer NAV-Verbindung versehen werden (siehe Punkt 1.11).

1.8 Lösen einer Lokringverbindung:

Eine Lokring-Rohrkupplung kann im Bedarfsfall wie folgt gelöst werden:

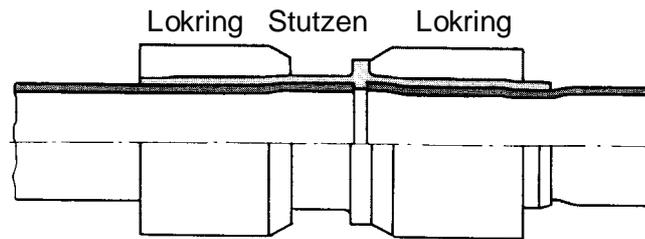
- a) Die Lokring-Kupplung mit einer Wasserpumpenzange durch kurzes Drehen lockern.
- b) Mit einem Seitenschneider die Lokringe vom Anschlag und vom kompletten Stutzen hebeln.
- c) Die Stutzen flachfeilen, d.h. die Stutzen schwächen.
- d) Mit Wasserpumpenzange die Lokring-Kupplung herausbrechen.

Dieses Verfahren ist dann anzuwenden, wenn nach dem Herausschneiden der Lokring-Kupplung nicht mehr genügend Rohrmaterial für eine erneute Verbindung zur Verfügung stehen würde. Die nach dem obengenannten Lösen der Lokring-Kupplung vorhandenen Rohrenden müssen vor ihrer erneuten Verbindung nur um je 5mm gekürzt werden, um damit den metallischen Dichtbereich der Verbindung um diese Maß nach hinten zu verlagern

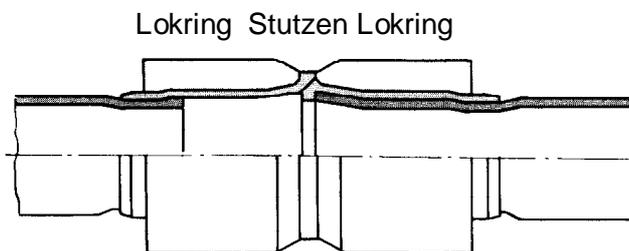
j:\h3\thb\lokring1.pm5

Arbeitsmittel

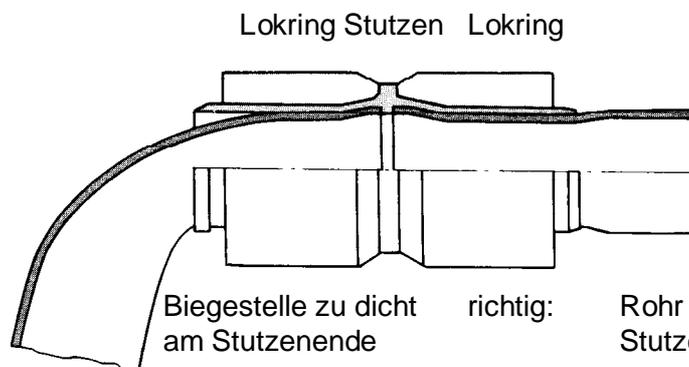
1.9 Montagefehler:



falsch: Lokring **nicht** bis zum Anschlag aufgeschoben richtig: Lokring bis zum Anschlag aufgeschoben



falsch: Rohr **nicht** bis zum Anschlag eingesteckt richtig: Einstecktiefe des Rohres bis zum Anschlag



falsch: Biegestelle zu dicht am Stutzenende richtig: Rohr muß gerade aus dem Stutzen geführt werden

j:\h3\thb\lokring1.pm5

Arbeitsmittel

1.10 NTR-Verbindung -

Ein T-Lokring für die Reparatur der Kapillarrohr-Einführung in die Saugleitung

Die Lokring-Verbindungstechnik ermöglicht dem Kundendiensttechniker durch Verwendung einer NTR-Verbindung die Reparatur der Kapillarrohr-Einführung in die Saugleitung. Mit diesen speziellen T-Lokringen können Undichtigkeiten der Saugleitungen und der Kapillarrohre im Bereich der Einführungsstelle repariert werden.

Anwendung bei:

Undichtigkeiten der Alu Saugleitung

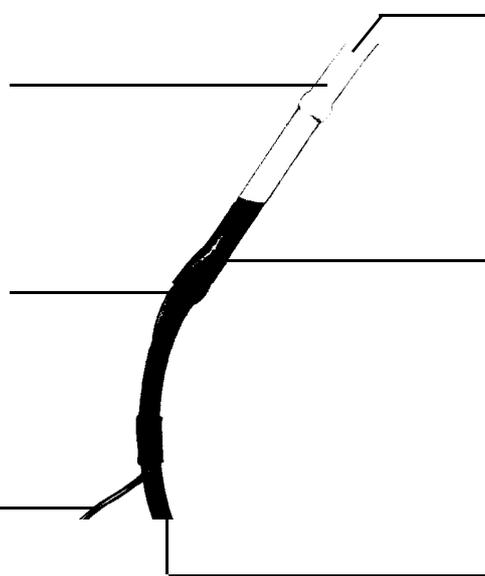
Undichtigkeiten der Cu-Saugleitung

Undichtigkeiten des Kapillarrohrs

zum Verdampfer

Kapillarrohreinführung

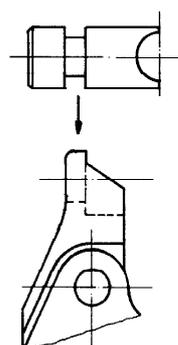
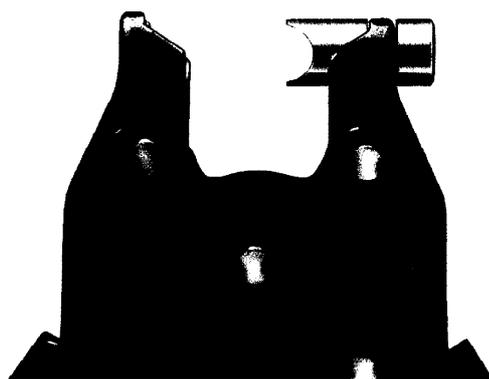
zum Verdichter



1.10.1 NTR-Werkzeugeinsatz 298 001 502:

Für die Montage einer NTR-Verbindung ist ein Zusatzwerkzeug, ein NTR-Werkzeugeinsatz, erforderlich. Der NTR-Werkzeugeinsatz wird auf eine Backe unserer bekannten Lokringzange aufgesteckt (siehe Bild).

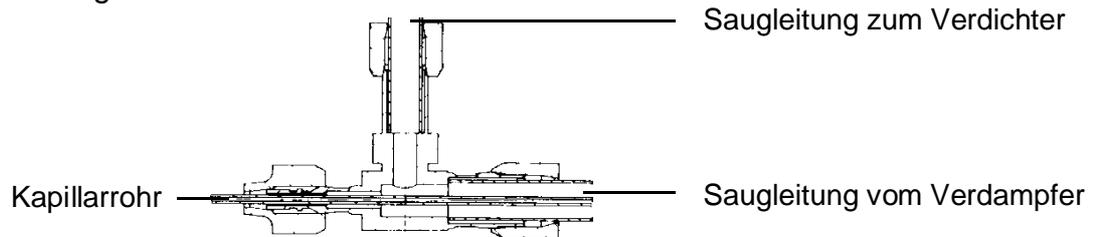
j:\h3\thb\lokring2.p66



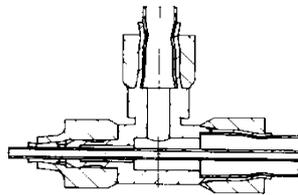
Arbeitsmittel

1.10.2 NTR-T-Lokring:

vor der Montage:

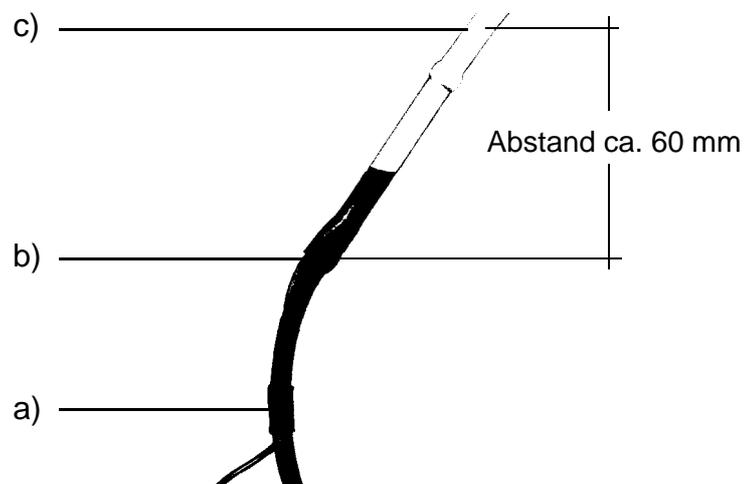


nach der Montage:



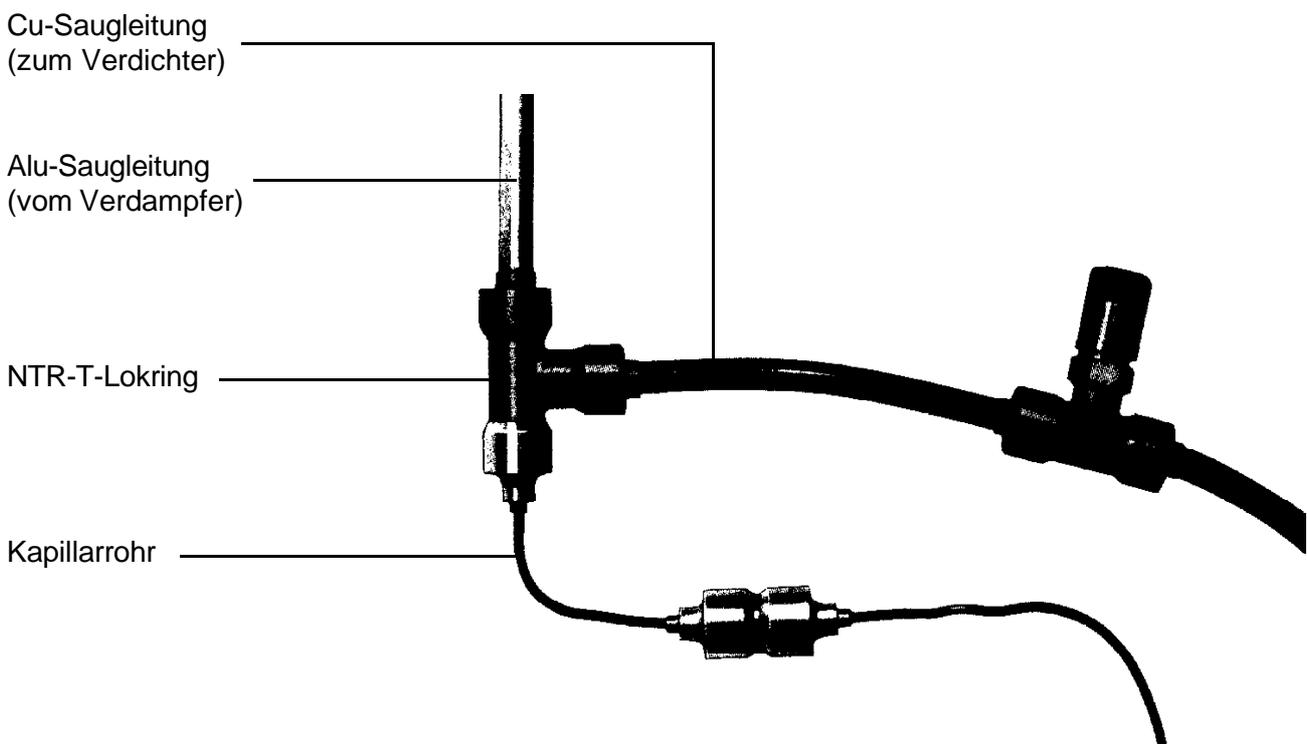
1.10.3 Montageanleitung:

- a) Saugleitung und Kapillarrohr unterhalb der Kapillarrohr-Einführung trennen.
- b) Saugleitung und Kapillarrohr im Bereich der Kapillarrohr-Einführung trennen.
- c) Alu-Saugleitung ab Kapillarrohr-Einführung soweit trennen, daß das Kapillarrohr ca. 60mm aus der Alu-Saugleitung herauschaut.



Arbeitsmittel

- d) Die Alu-Saugleitung (vom Verdampfer kommend) mit innenliegendem Kapillarrohr bis zum Anschlag in den Lokring einschieben. Vor der Montage Lokprep auf beide Rohrenden geben und den NTR-T-Lokring auf der Alu-Saugleitung und dem Kapillarrohr drehen. Anschließend die Verbindung mit der Lokringzange soweit zusammendrücken, bis die Ringe den Anschlag in der Mitte erreichen.
- e) Das Cu-Saugrohr teilweise (3mm) in die Verbindung stecken und einen Tropfen Lokprep um das Rohr verteilen. Das Rohr bis zum Anschlag in die Verbindung und den NTR-Werkzeugeinsatz auf eine Backe der Lokringzange stecken. Die Verbindung so in die Montagebacken der Lokringzange einlegen, daß die Hinterseite des T-Stückes im Werkzeugeinsatz liegt. Die Verbindung in üblicher Weise zusammendrücken.

**Anmerkung:**

Nach beendeter Reparatur muß der NTR-T-Lokring und mindestens 5cm der Alu-Saugleitung mit einem Lackstift lackiert werden. Wegen der unterschiedlichen Metalle, der NTR-T-Lokring ist aus Messing, würde sich sonst ein galvanisches Element bilden. Die Folge wäre in Verbindung mit der Luftfeuchtigkeit eine Zersetzung der Alu-Saugleitung (Lochfraß).

Arbeitsmittel

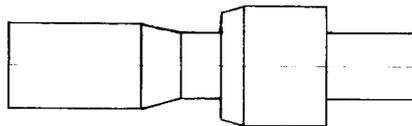
1.11 NAV-Verbindung:

Eine Lokringverbindung für den Anschluß kurzer Verdichterstutzen

Für eine "normale" Lokring-Verbindung am Verdichter war bisher eine Mindestlänge der Verdichterstutzen von 20 mm notwendig. Mit der NAV-Verbindung können jetzt auch Kompressorstutzen mit einer Länge von 12 mm montiert werden.

Es sind zur Zeit zwei NAV-Lokring-Verbindungen im Lieferprogramm:

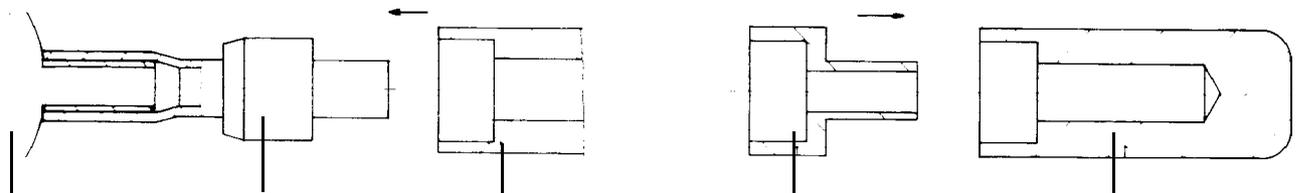
- a) für den 7 mm Verdichterstutzen: NAV-Lokring 671 071 495
- b) für den 8 mm Verdichterstutzen: NAV-Lokring 671 071 496



Für die Montage einer Lokring-NAV-Verbindung sind spezielle Werkzeuge, das NAV-Montagewerkzeug sowie ein NAV-Einsatz, erforderlich:

- a) für alle Verdichterstutzen: Montagewerkzeug 298 001 783
- b) für den 7/8 mm Verdichterstutzen: NAV-Einsatz 298 001 784

Zusätzlich ist noch ein Hammer mit ca. 300g und selbstverständlich Lokprep erforderlich.

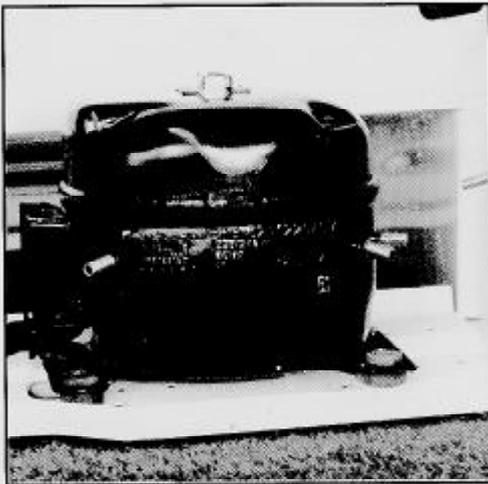


Verdichter NAV-Lokring NAV-Montagewerkzeug NAV-Einsatz NAV-Montagewerkzeug

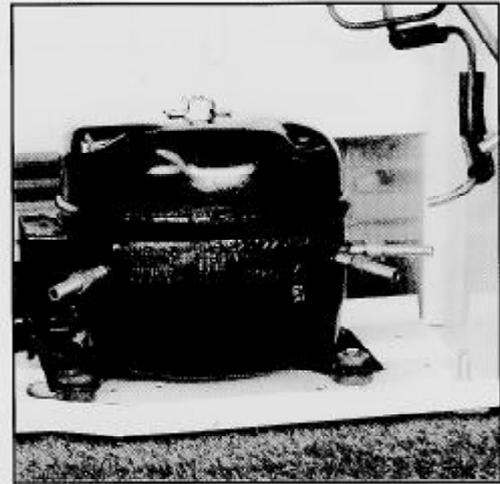
j:\h3\lfb\lokring2.p65

Arbeitsmittel

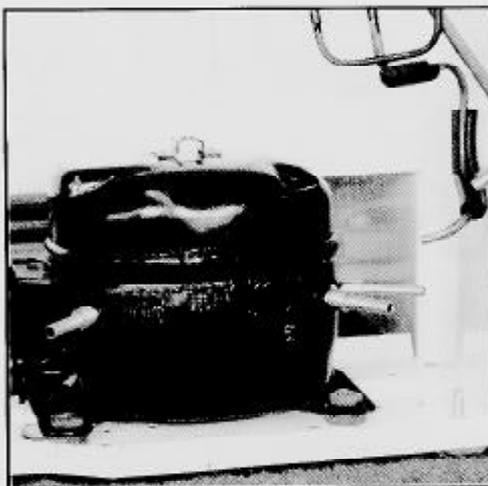
Montageanleitung für Lokring-NAV-Verbindungen:



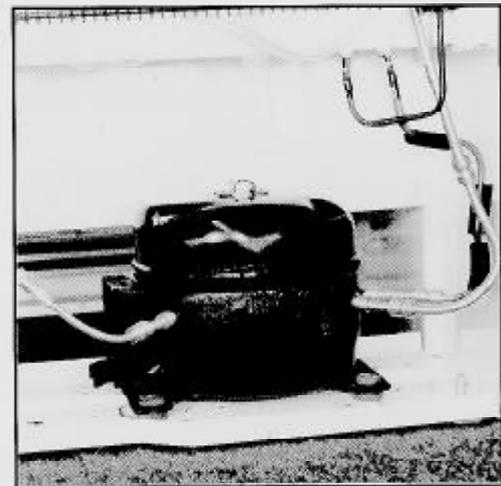
1. Der zu verbindende Verdichteranschluß muß so lang sein wie die Aufweitung der NAV-Verbindung und ist von Lack- und Ölrückständen zu befreien.



2. LOKPREP auf den Verdichteranschluß geben und NAV-Verbindung aufstecken.



3. Mit dem NAV-Montagewerkzeug und einem Hammer den LOKRING bis zum Verdichtergehäuse vortreiben.



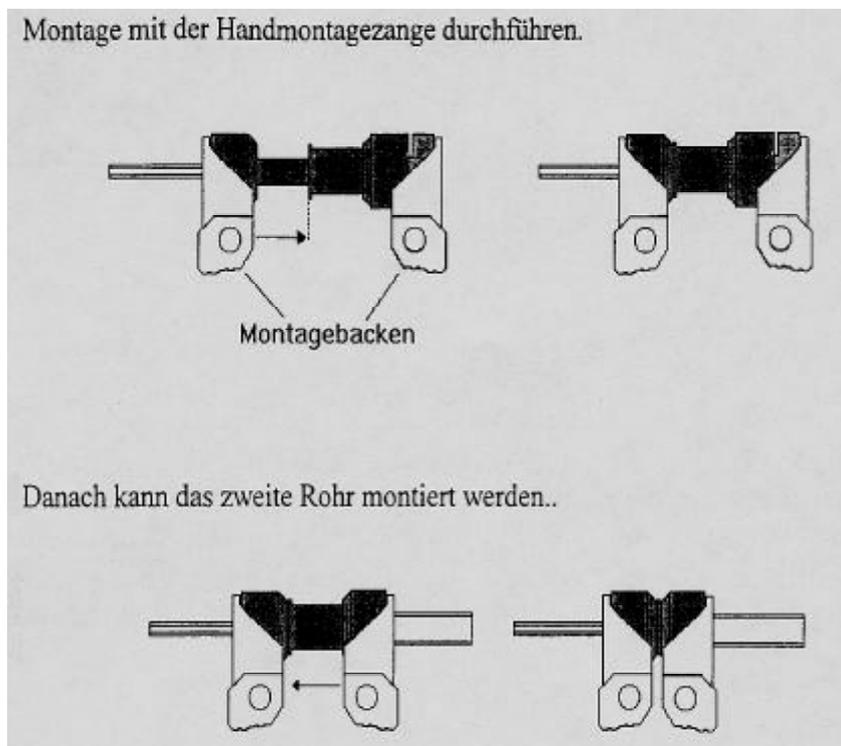
4. Nun den Verdichter mit den erforderlichen LOKRING-Verbindungen anschließen.

j:\h3\thb\lokring2.p65

Arbeitsmittel

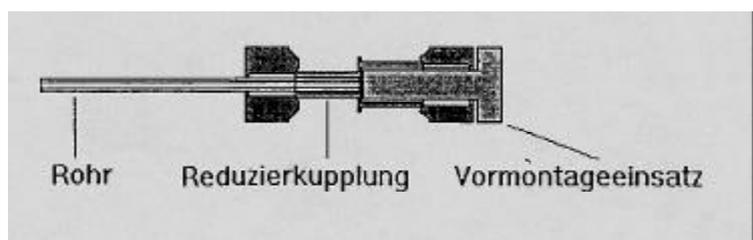
1.12 Vormontageeinsätze

Mit den Vormontageeinsätzen lassen sich Messing-Lokringe halbseitig montieren. Dadurch kann während der abschließenden Montage das Rohr/Bauteil nicht mehr herausrutschen. Die Analyse von undichten Lokringverbindungen ergab, daß die Fehlerursachen zum größten Teil auf teilweise rausgerutschte Rohre zurückzuführen sind. Die Verwendung der Vormontageeinsätze hat sich in der Praxis bei senkrechten Verbindungen (z. B. Trockner-Verflüssiger) sowie an engen Stellen bewährt.



Die Vormontageeinsätze sind für MS-Lokringe mit folgenden Rohrdurchmessern lieferbar:

d = 5	671 072 288
d = 6	671 072 289
d = 7	671 072 290
d = 7,5	671 072 291
d = 8	671 072 292



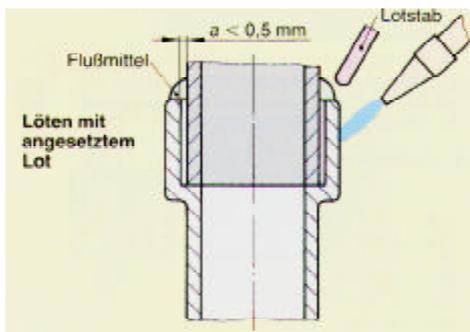
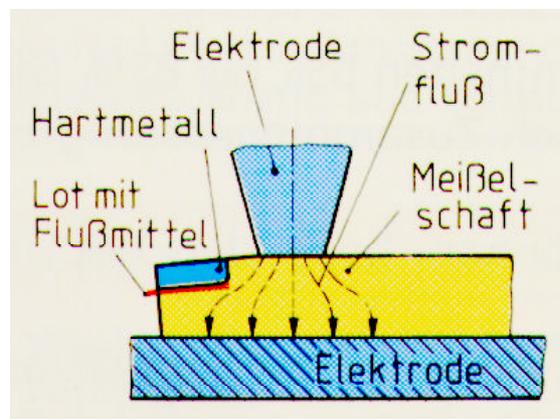
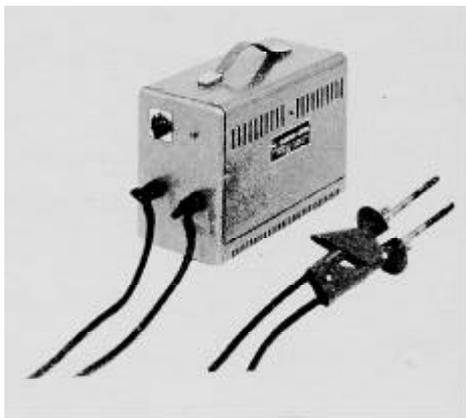
j:\h3\afb\lokkring2.p65

Arbeitsmittel

2. Hartlöt-Verbindungstechnik

Beim Hartlöten werden Bauelemente aus gleichen oder unterschiedlichen Metallen durch eine eutektische Metallegierung, Lot genannt, unter Wärmeeinfluß zwischen 450 und 900 °C stoffschlüssig und nicht lösbar miteinander verbunden. Der Schmelzpunkt des Lotes liegt dabei wesentlich unter dem der zu verbindenden Bauelemente.

Zum Erwärmen kann, je nach Situation und Verfügbarkeit, ein Flammen-Lötgerät oder ein Löttrafo verwendet werden.



Die zu verbindenden Materialien (z.B. Rohre) werden gemeinsam auf die Löttemperatur erhitzt. Danach wird Lot zugegeben, das schmilzt und durch die Kapillarwirkung in den Lötspalt fließt. Der Spalt zwischen den beiden zu verbindenden Materialmüß deswegen zwischen 0,2 und 0,5 mm betragen. Cu-Cu-Rohre werden mit Messinglot gelötet, für dere Materialien (Stahl, Messing) müß Silberlot verwendet werden, welches zusätzlich ein Flußmittel enthält. Das Flußmittel schmilzt vor dem Lot und

macht die Oberflächen durch chemische Reaktionen metallisch blank und verbessert die Benetzung durch das Lot und dessen Fließeigenschaften. Beim Löten wandern Atome des Lotes in die oberen Schichten der zu verbindenden Materialien, es kommt zu einer Legierung zwischen Lot und Material. Die Lötnaht erhält deshalb eine höhere Festigkeit als das Lot. Die Rohre müssen vor dem Löten von Schmutz, Lack, Öl und Lötmitel-Rückständen mit Schmiergelleinen gesäubert werden. Wegen der Kapillarwirkung ist immer anzustreben z.B. ein 6er-Rohr in ein 8er-Rohr zu stecken oder bei gleichen Rohrdurchmessern entsprechende Löt muffen zu verwenden. Aufgrund der hohen Temperaturen sind umliegende Teile und der Fußboden mit einer feuchten Hitzeschutzmatte abzudecken!

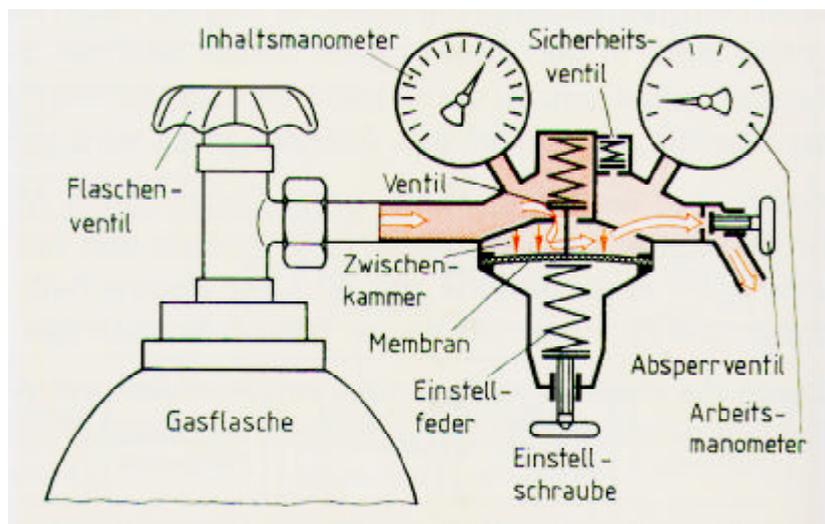
j:\h3\thb\lokring2.p65

Arbeitsmittel

3. Stickstoff

Stickstoff (N_2) ist für den Kältetechniker ein häufig unverzichtbares Hilfsmittel. Viele Undichtigkeiten sog. "Minilecks" können vielfach -wenn überhaupt- nur mit Hilfe von Stickstoff, wegen seines hohen Druckes gefunden werden. Der eventuell aufgetrennte Kältekreislauf muß hierzu mit mind. 10 bar abgedrückt werden. Lötarbeiten an Geräten mit brennbaren Kältemitteln dürfen ohne Stickstoff nicht vorgenommen werden.

Stickstoff wird in grünen Stahl-Druckflaschen vertrieben. Die Manometer sind während des Transportes abzuschrauben. Das Flaschenventil muß mit einer Kappe verschlossen werden. (Diese Transportmaßnahmen müssen bei allen Druckgasflaschen befolgt werden!)

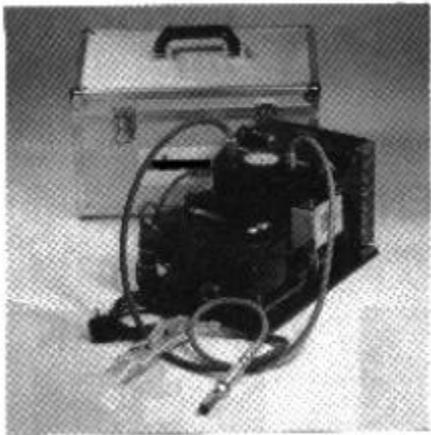


Umgang mit der Stickstoffflasche und den Manometern:

Das Flaschenventil wird bei geschlossenem Absperrventil geöffnet. Das Inhaltsmanometer zeigt den aktuellen Flaschendruck an. Mit der Einstellschraube kann der gewünschte Arbeitsdruck eingestellt werden. Dieser Arbeitsdruck ist am Arbeitsmanometer ablesbar.

Arbeitsmittel

4. **Mobile Kältemittel-Absaugstation 298 001 482 für die Kältemittel R 12, R 22, R502 und 298 001 771 für das Kältemittel R134a:**



Diese Absaugstationen sind geeignet zum gasförmigen Absaugen von Kältemitteln aus Kühl- und Gefriergeräten, Wärmepumpen und Klimageräten. Zum Absaugen wird das Absauggerät über einen Schlauch und einer Anstechzange oder eines Zapfventils mit dem Kühlgerät, Gefriergerät, Wärmepumpe oder Klimagerät verbunden. Wichtig ist, daß dieser Anschluß an einer Stelle erfolgt, an der das Ansaugen von Kältemittelflüssigkeit ausgeschlossen werden kann. An die Druckseite des Absauggerätes wird eine leere oder nur zum Teil gefüllte Recyclingflasche angeschlossen.

Achtung! Auf Sortenreinheit des Kältemittels achten. Füllgewicht der Recyclingflasche kontrollieren.

Verschmutztes Öl aus dem Absauggerät ablassen und durch sauberes Öl ersetzen. Ein geeignetes Öl ist unter der Nr. 298 001 485 für die Absaugstation 298 001 482 sowie unter der Nr. 298 001 772 für die Absaugstation 298 001 771 erhältlich.

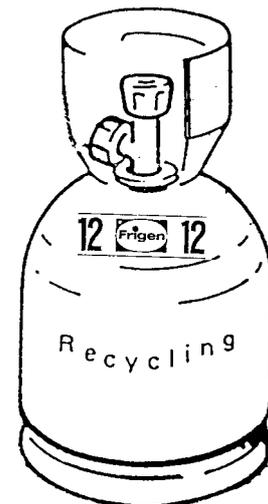
5. **Recyclingflasche 298 001 483 für alle Kältemittel:**

Die 10 kg Aluminium Recyclingflasche ist mit einem Sicherheitsventil und einem orangefarbenen Schutzkragen ausgestattet. Es ist unbedingt darauf zu achten, daß verschiedene Kältemittelsorten nicht miteinander vermischt werden.

Achtung:

Es dürfen keine brennbaren Kältemittel eingefüllt werden!

Auf die Recyclingflasche sind kältemittelabhängige Aufkleber anzubringen. Hierzu sind die Aufkleber "R 12", "R134a" und für alle anderen Kältemittel "Gasgemisch" vorgesehen.



Beispiel für Kältemittelaufkleber:



Arbeitsmittel

6. Dämpfung von Motorverdichterlaufgeräuschen

Bei Reklamationen wegen zu lautem Laufgeräusch des Motorverdichters sind diese durch das Aufbringen von Kitt auf dem Motorverdichterdom zu beheben. Wie die bis heute vorliegenden Versuchsergebnisse zeigen, können eine ganze Reihe von Reklamationsfällen wegen zu lautem Motorverdichter durch das Aufbringen von ca. 100 bis 200 g Terostatkitt Typ 81 auf dem Motorverdichterdom beseitigt werden.

Terostatkitt Typ 81 hat eine gute Haftung auf gereinigte Flächen metallischer und nicht-metallischer Werkstoffe. Terostatkitt wird in Flachprofil 20 x 2 mm x 30 m auf Einzellrollen gewickelt geliefert. Zwischen den einzelnen Lagen befindet sich ein nicht-klebendes Trennpapier, mit dessen Hilfe sich die Materialbänder leicht abrollen und anschließend in den gewünschten Längen abschneiden lassen.

1 m Terostatkitt Typ 81, 20 x 2 mm, wiegt ca. 45 g



Arbeitsmittel

7. Abdichten von Leckstellen mit Metalix A

Wurde durch unsachgemäße Handhabung (z.B. das Abtauen mit einem scharfen Gegenstand) der Kühl- oder Gefrierfachverdampfer beschädigt, so ist es in vielen Fällen möglich, eine Undichtigkeit durch den Einsatz von Metalix A zu beseitigen.

Metalix A besteht aus den Komponenten Harz und Aluminiumpulver.

Die auszubessernde Oberfläche ist von Fett, Lack und Schmutz zu reinigen. In einem Gefäß, am besten aus Plastik, werden Harz und das Metalix-Pulver nach Augenmaß zusammengesüttet, so daß beim Verrühren ein pasten- oder breiartiges Gemisch entsteht.

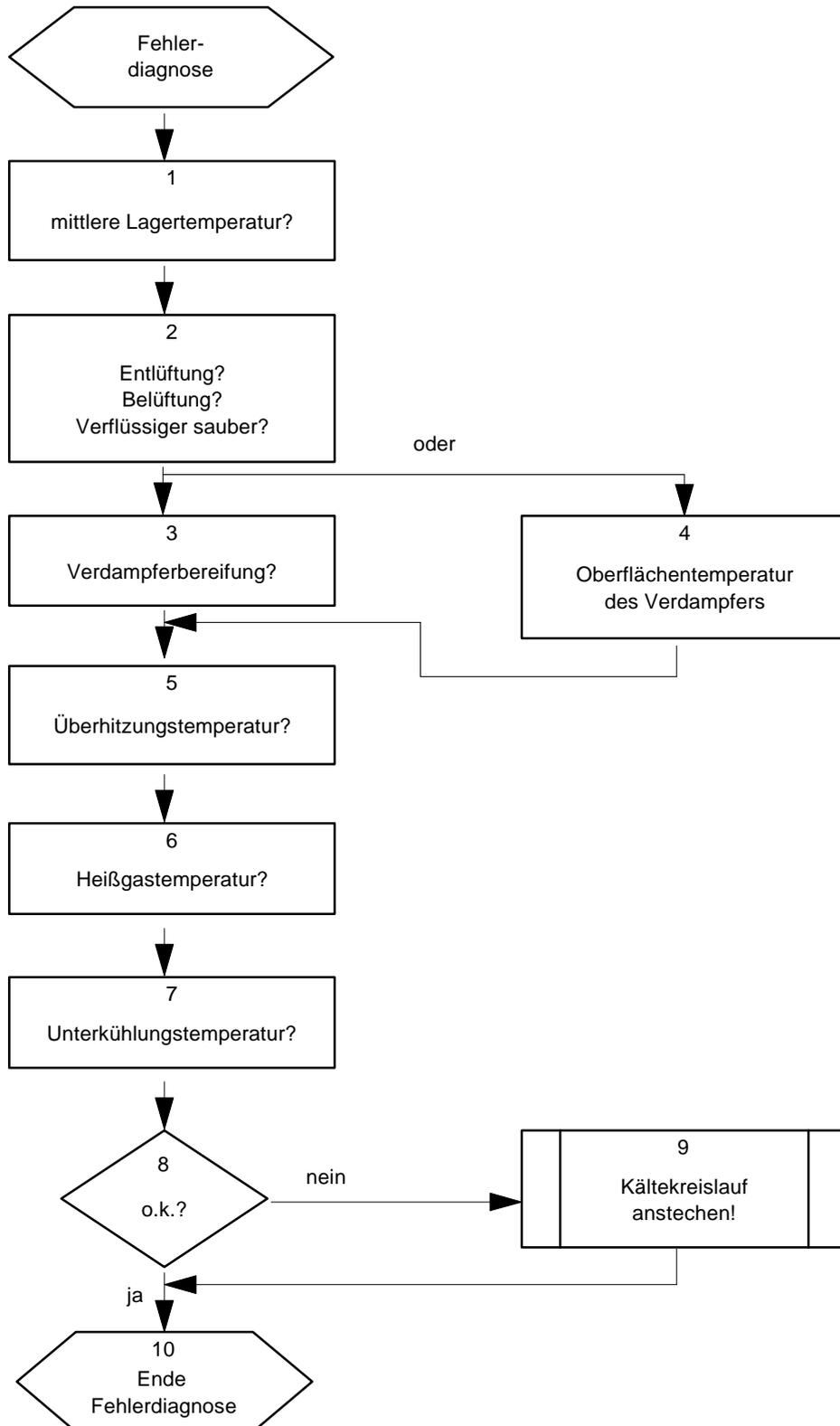
Metalix A ist nun gebrauchsfertig und kann aufgetragen werden. Je nach Raumtemperatur ist Metalix A nach ca. 1 bis 1,5 Stunden ausgehärtet. Die Aushärtungszeit kann durch Erwärmen mit einem Foen oder unserem Lötgerät wesentlich verkürzt werden. Danach kann es wie normales Metall bearbeitet werden.

Sicherheitshinweis:

Bei der Anwendung von Metalix sind Schutzbrille und Sicherheitshandschuhe zu tragen!



Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose



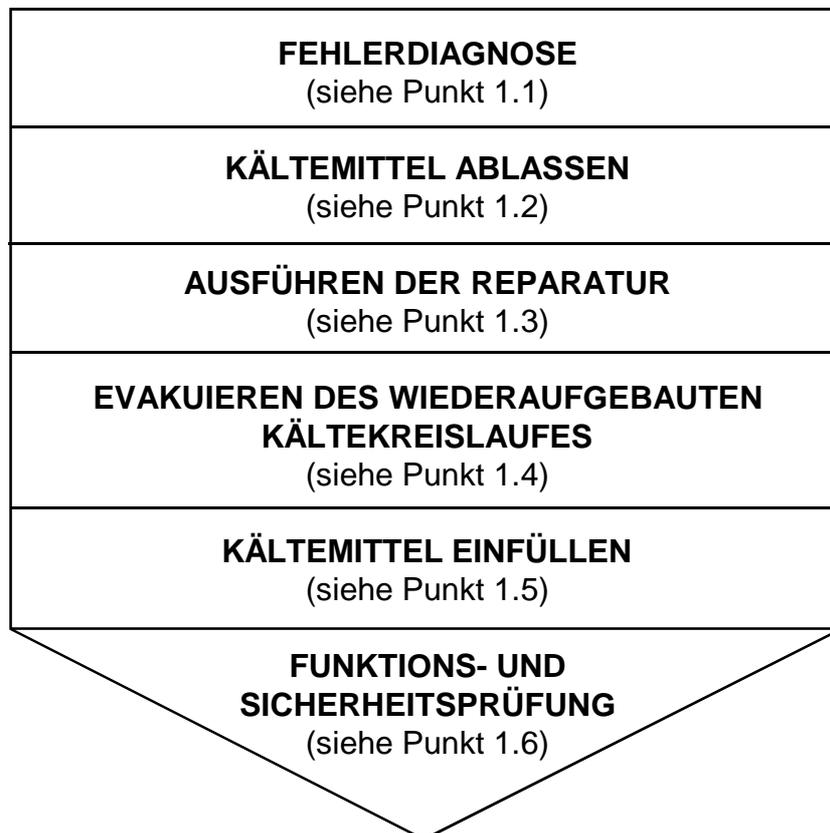
j:\h3\thb\reptech1.p65

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1. Vorgehensweise bei Reparaturen am Kältekreislauf

Kühl- und Gefriergeräte verlangen wie kaum eine andere Gerätegruppe eine systematische Vorgehensweise bei der Fehlersuche und anschließender Reparatur.

Das Ablaufschema stellt sich wie folgt dar:



Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.1 Fehlerdiagnose:



Um eine eindeutige Fehlerdiagnose treffen zu können, muß die Funktionsweise eines Kältekreislaufes bekannt sein.

1.1.1 Messung der mittleren Lagertemperatur des reklamierten Lagerfaches:

Die mittlere Temperatur wird bei Kühlgeräten in einem Wasserglas, welches bereits mehrere Stunden, möglichst in Gerätemitte stehen soll, ermittelt. Alternativ kann sie auch in einer Masse (z.B. bei Gefriergeräten zwischen Fleischstücken) gemessen werden. Üblicherweise stellen sich bei Kühlschränken -abhängig von der Reglerstellung- mittlere Lagertemperaturen von etwa +2 bis +10 °C ein. Bei Gefriergeräten etwa -15 bis -24 °C.

1.1.2 Sichtprüfung der Entlüftung und evtl. der Belüftung sowie Überprüfung ob der Verflüssiger sauber ist:

Für eine einwandfreie Funktion von Kühl- und Gefriergeräten ist es absolut notwendig, daß die warme Luft von den Verflüssigern und Verdichtern abgeführt wird. Ist dies nicht der Fall, so steigt der Kältemitteldruck, mit der Folge, daß die Verdampfer-temperaturen ansteigen und sich die Kompressorlaufzeiten verlängern.

1.1.3 Sichtprüfung der Verdampferbereifung:

Die Verdampfer von Kühl- oder Gefriergeräten müssen völlig durchbereifen. Erkennt man z.B. bei einem Kühlschrank, daß die Rückwand oben links relativ stark vereist ist, unten rechts dagegen sich Schwitzwasser bildet, so steht eindeutig fest, daß zu wenig Kältemittel verdampft.

1.1.4 Messung der Oberflächentemperatur des Verdampfers im Bereich der Reglerfühlstelle:

Mit dieser Messung werden die Schaltwerte des Reglers überprüft. Die Sollwerte der Regler sind aus dem separaten Reglerbuch und der ET-Liste ersichtlich. Sind die Abweichungen kleiner als +/- 2 K, so sind die Thermostate i.O. (Thermostate sind , bis auf wenige Ausnahmen, nur kaputt, wenn sie die Verdichter nicht mehr einschalten!)

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.1.5 Messung der Saugleitungstemperatur (Überhitzungstemperaturen):

In der Saugleitung darf sich nur noch dampfförmiges Kältemittel befinden. Normale Sauggastemperaturen sind etwas wärmer als die Umgebungstemperaturen. Bereift oder betaut eine Saugleitung, ist sie so kalt, daß die Taupunkttemperatur unterschritten wird. Dies kann nur der Fall sein, wenn flüssiges Kältemittel in der Saugleitung verdampft, also zuviel Kältemittel im System ist! Bei Wärmepumpen, Klimageräten und vielen Gewerbegeräten können die Überhitzungstemperaturen sehr gering werden (ca. 10 °C). Deshalb müssen die Saugleitungen dieser Geräte mit Armaflex isoliert sein, um eine Betauung auszuschließen!

1.1.6 Messung der Heißgastemperatur:

Diese Temperatur unmittelbar nach dem Druckstutzen des Verdichters bewegt sich:
bei R 12/R134a zwischen 50 und 70 °C,
bei R600a zwischen 40 und 60 °C und
bei R 22 zwischen 50 und 80 °C.

Ist nur die Heißgastemperatur wesentlich höher, so ist die Sauggaskühlung für den Kompressor zu gering, d.h. der Verdichter fördert zu wenig Kältemittel aufgrund einer Undichtigkeit, einer partiellen Verstopfung oder Fremdgase, z.B. Luft, im Kältekreislauf.

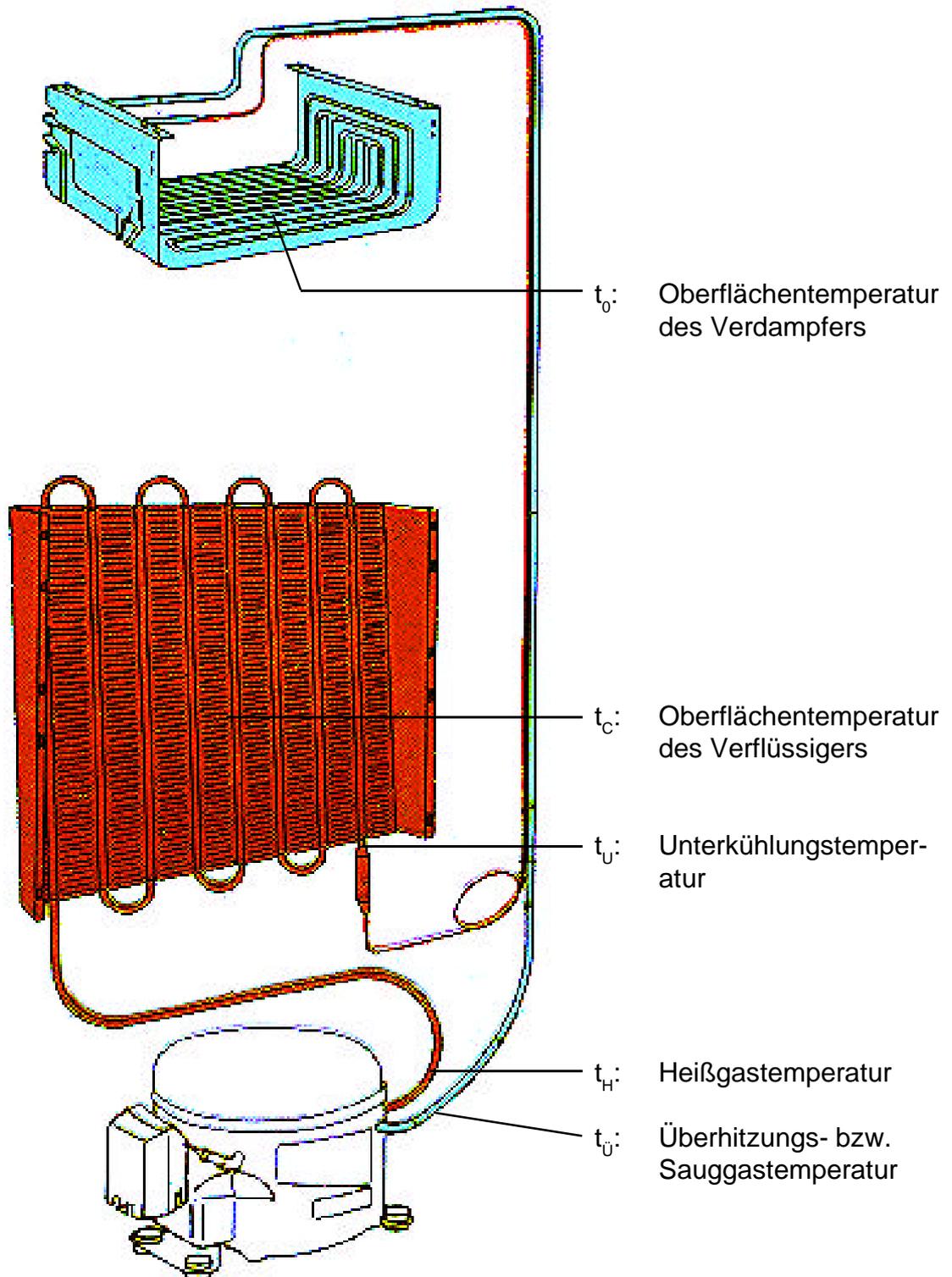
1.1.7 Messung der Unterkühlungstemperatur:

Die Unterkühlungstemperatur des Kältemittels mißt man am Ende des Verflüssigers, vor der Trockenpatrone. Sie ist im Normalfall 10 bis 15 K kälter als die Heißgastemperatur. Werden die Verflüssiger nur mangelhaft gekühlt (z.B. Verschmutzung oder Ausfall des Zwangsbelüfters), so steigen nicht nur die Temperaturen sondern auch die Drücke des gesamten Systems. Eine schlechte Kälteleistung ist die direkte Folge, die nicht auf einen defekten Verdichter zurückzuführen ist! Dagegen sinken die Temperaturen und Drücke des Systems, wenn beispielsweise bei no frost-Gefrierern die Verdampfergebläse nicht laufen. Bei R 12 - und R134a - Geräten sind in diesem Zustand Drücke etwas kleiner als 0 bar meßbar! (Auch nach längerem Superfrostbetrieb!)

1.1.8 Anstechen des Kältekreislaufes:

Erst wenn die o.g. Punkte überprüft wurden und man dann zum Schluß kommt, daß nun ein Fehler im Kältekreislauf vorliegt, wird der Kältekreislauf bei stehendem Kompressor mit einem Zapfventil am Füllrohr oder an der Saugleitung angestochen.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose



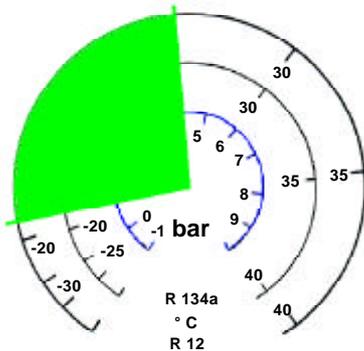
j:\h3\thb\reptech1.p65

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.1.9 Fehlerdiagnose mit dem Saugmanometer für die Kältemittel R 12 und R134a:

Das Saugmanometer ist ein Überdruckmanometer zur Erkennung von kältetechnischen Fehlern im Kältekreislauf. Mit der Messung des Saugdruckes bei stehendem und laufendem Kompressor läßt sich nun eine eindeutige Aussage des vorliegenden Fehlers treffen. Mit Hilfe der gemessenen Drücke können wir uns den Kältekreislauf transparent machen. Voraussetzung für eine richtige Interpretation der im Kältekreislauf herrschenden Druck- und somit Temperaturverhältnisse, ist das Beherrschen der kältetechnischen Funktion und eine konsequent systematische Vorgehensweise.

1. Schritt: Kompressor steht!

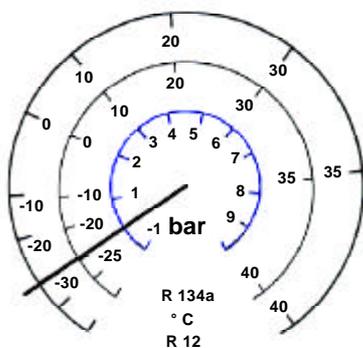


Saugmanometeranzeige:

Überdruck, dessen Höhe vom Kältemittel und von den aktuellen Temperaturen des Rohrsystems und des Kompressoröls abhängt.

Diagnose:

Es befindet sich Kältemittel im System.



Saugmanometeranzeige:

"0" bar

Diagnose:

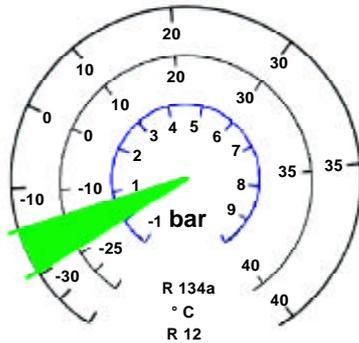
Es befindet sich kein Kältemittel im System. Infolge einer Undichtigkeit ist jegliches Kältemittel entwichen.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

2. Schritt: Kompressor läuft!

Saugmanometeranzeige:

"0,2 bis 0,8" bar, nach ca. 5 minütiger Laufzeit.

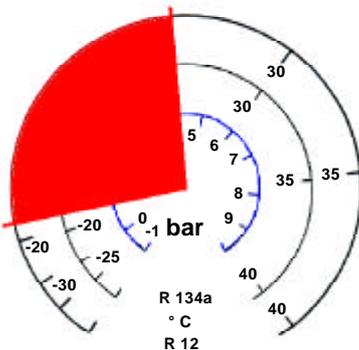


Diagnose:

Der Kältekreislauf arbeitet richtig, wenn die am Verdampfer gemessene mittlere Temperatur in etwa mit der vom Saugdruck abgeleiteten Temperatur übereinstimmt. (Falls am Saugmanometer keine Temperaturskala für das entsprechende Kältemittel vorhanden ist, kann man die Verdampfungstemperaturen aus den Druck-Temperatur-Tabellen ableiten (siehe Kapitel Kühlmittel).

Saugmanometeranzeige:

"Saugdruck größer als 0,8" bar, nach ca. 5 minütiger Laufzeit oder länger.



Diagnose:

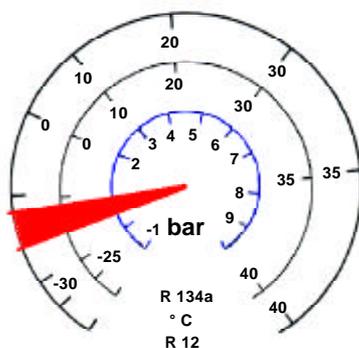
Die Saugleistung des Kompressors ist zu gering!
Der Kompressor ist kältetechnisch defekt.



Siehe hierzu auch Punkt 1.1.7!

Saugmanometeranzeige:

"Saugdruck ca. "1" bar, nach längerer Laufzeit unter "1" bar (normaler Anzeigebereich).



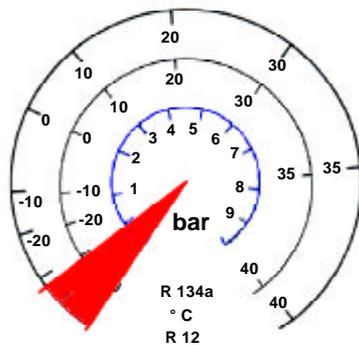
Diagnose:

Es befindet sich zu viel Kältemittel im System, der Saugdruck ist geringfügig höher.



Dieser Fehler ist eigentlich nicht mit dem Saugmanometer feststellbar, sondern daran, daß die Saugleitung bereift bzw. betaut.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose



Saugmanometeranzeige:

"Saugdruck kleiner als -0,2" bar, nach ca. 5 minütiger Laufzeit oder länger.

Diagnose:

Verstopfung oder zu wenig Kältemittel im System! Der Saugdruck ist zu gering! Die Verdampfungstemperatur liegt bei -35 °C oder noch kälter. Das ist kein realistischer Wert, da die Verdampfer- und die Kompressorleistung so bemessen ist, daß Druck- und Temperaturverhältnisse ungefähr zwischen -15 und -30 °C zutreffen müssen. Der Kompressor fördert also mehr, als flüssiges Kältemittel über das Kapillarrohr in den Verdampfer nachströmen kann. Die Anzeige geht ins Vakuum.

Jetzt müssen ca. 20 g Kältemittel nachgefüllt werden. Stellt sich nach ca. 5 minütiger Laufzeit wieder der gleiche Druck wie zuvor ein, so liegt eine Verstopfung vor. Bleibt der Druck dagegen höher, dies merkt man auch daran, daß der Verflüssiger plötzlich heiß wird, liegt eine Unterfüllung vor.

Verstopfung:

In der Regel tritt eine Verstopfung an der Trockenpatrone und am Kapillarrohranfang auf. Deshalb ist bei einer Verstopfung das Kapillarrohr um ca. 5 cm zu kürzen und eine neue Trockenpatrone einzubauen.

Unterfüllung:

Eine werkseitige Unterfüllung ist äußerst unwahrscheinlich, d.h. es muß von einer undichten Stelle im Kältekreislauf ausgegangen werden! Die Undichtigkeit muß mittels Lecksuchspray oder Search lokalisiert werden. Auf der Druckseite bei laufendem Kompressor, auf der Saugseite bei stehendem Kompressor nach erfolgtem Druckausgleich.



Siehe auch Punkt 1.1.7!

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

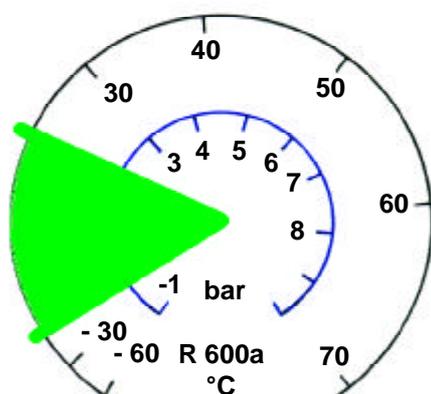
1.1.10 Fehlerdiagnose mit dem Saugmanometer für das Kältemittel R600a:

Das Saugmanometer ist ein Überdruckmanometer zur Erkennung von kältetechnischen Fehlern im Kältekreislauf. Mit der Messung des Saugdruckes bei stehendem und laufendem Kompressor läßt sich nun eine eindeutige Aussage des vorliegenden Fehlers treffen. Mit Hilfe der gemessenen Drücke können wir uns den Kältekreislauf transparent machen. Voraussetzung für eine richtige Interpretation der im Kältekreislauf herrschenden Druck- und somit Temperaturverhältnisse, ist das Beherrschen der kältetechnischen Funktion und eine konsequent systematische Vorgehensweise.

Die kältetechnische Fehlerdiagnose von R600a-Geräten unterscheidet sich zum Teil erheblich gegenüber der Fehlerdiagnose bei R 12/R134a-Geräten.

Das Saugmanometer und das Vakuummeßgerät bilden beim Kältemittel "Isobutan-R600a" eine Einheit. Zu beachten ist, daß die Saugmanometer den Überdruck und die Vakuummeßgeräte den absoluten Druck messen. Das Vakuummeßgerät muß vor der Anwendung justiert werden, so daß 0 bar am Saugmanometer 1000 mbar am Vakuummeßgerät entsprechen!

1. Schritt: Kompressor steht!



Saugmanometeranzeige:

Überdruck, dessen Höhe vom Kältemittel und von den aktuellen Temperaturen des Rohrsystems und des Kompressoröls abhängt.

Diagnose:

Es befindet Kältemittel im System.

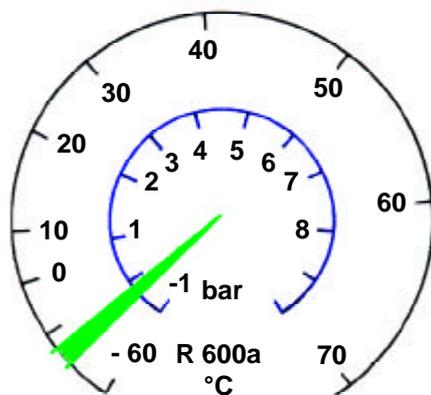


Bei kaltem Kompressor, kann sich soviel Isobutan im Öl binden, daß am Saugmanometer kein Überdruck feststellbar ist. Ob sich trotzdem noch Kältemittel im System befindet, ist dann erst im 2. Schritt erkennbar, wenn der Kompressor läuft.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

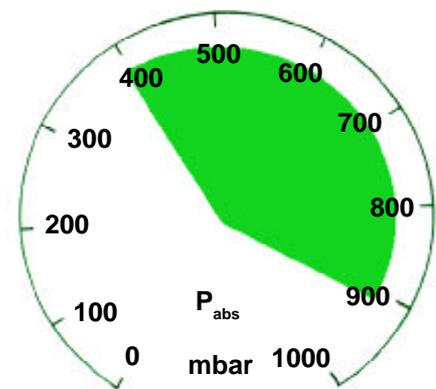
2. Schritt: Kompressor läuft:

Durch den Siedepunkt von $-11,61\text{ °C}$ bei 1013 hPa des Kältemittels Isobutans R600a, liegt der normale Betriebsdruck unter 0 bar ! Wegen des Unterdruckes ist es zweckmäßig, das Vakuummeßgerät (Torrmetrier) zur genauen Messung zu verwenden. Es muß aber vorher auf 1000 mbar abgeglichen werden!



Saugmanometeranzeige:

"-0,1 bis -0,6" bar, nach ca. 5 minütiger Laufzeit.



Anzeige des Vakuummeßgerätes:

"900 bis 400" mbar, nach ca. 5 minütiger Laufzeit.

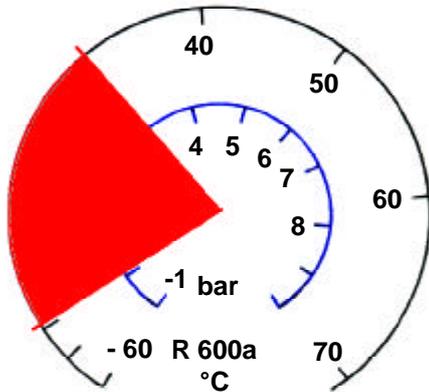
Diagnose:

Der Kältekreislauf arbeitet richtig, wenn die am Verdampfer gemessene mittlere Temperatur in etwa mit der vom Saugdruck abgeleiteten Temperatur übereinstimmt. (Falls am Saugmanometer keine Temperaturskala für das Kältemittel R600a vorhanden ist, kann man die Verdampfungstemperaturen aus den Druck-Temperatur-Tabellen ableiten (siehe Kapitel "Kältemittel").

Achtung:

Undichtigkeiten auf der Saugseite haben zur Folge, daß sich im System ein Luft-Isobutan-Gemisch befindet. Brand- oder Explosionsgefahr! Im Anfangsstadium sind die Saugdrücke i. O., da der Kompressor ständig Luft nachsaugt. Die Kälteleistung sinkt nach und nach. Im Endstadium kann dies auch zum Blockieren der Kompressorkolben führen.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

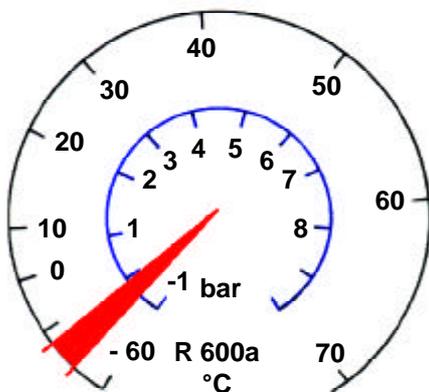


Saugmanometer-Anzeige:

Druck > 0 bar;
geht nicht in den Vakuumbereich!

Diagnose:

Die Saugleistung des Verdichters ist zu gering!
Der Kompressor ist kältetechnisch defekt.



Saugmanometer-Anzeige:

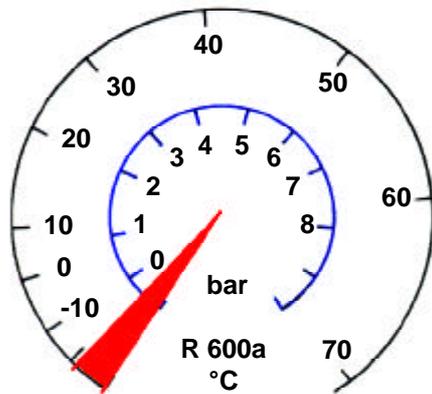
-0,1 bis -0,6 bar (normaler Anzeigebereich).

Saugleitung bereift nach längerer Laufzeit!



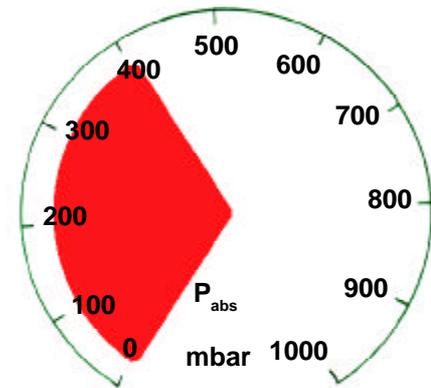
Wie auch bei den Kältemitteln R 12 und R134a, ist eine Überfüllung bei Isobutan-Geräten nicht mit dem Saugmanometer feststellbar. Selbst das Vakuummeßgerät gibt keinen eindeutigen Hinweis auf eine eventuelle Überfüllung.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose



Saugmanometeranzeige:

"-0,6 bis -1" bar, nach ca. 5 minütiger Laufzeit.



Anzeige des Vakuummeßgerätes:

"400 bis 0" mbar, nach ca. 5 minütiger Laufzeit.

Diagnose:

Verstopfung oder zu wenig Kältemittel im System!

Der Saugdruck ist zu gering! Die Verdampfungstemperatur liegt bei -35 °C oder noch kälter. Das ist kein realistischer Wert, da die Verdampfer- und die Kompressorleistung so bemessen ist, daß die Druck- und Temperaturverhältnisse ungefähr zwischen -15 und -30 °C zutreffen müssen. Der Kompressor fördert also mehr, als flüssiges Kältemittel über das Kapillarrohr in den Verdampfer nachströmen kann. Die Anzeige geht ins Vakuum.

Jetzt müssen ca. 10 g Kältemittel nachgefüllt werden.

Stellt sich nach ca. 5 minütiger Laufzeit wieder der gleiche Druck wie zuvor ein, so liegt eine Verstopfung vor. Bleibt der Druck dagegen höher, dies merkt man auch daran, daß der Verflüssiger plötzlich heiß wird, liegt eine Unterfüllung vor.

Verstopfung:

In der Regel tritt eine Verstopfung an der Trockenpatrone und am Kapillarrohrranfang auf. Deshalb ist bei einer Verstopfung das Kapillarrohr um ca. 5 cm zu kürzen und eine neue Trockenpatrone einzubauen.

Unterfüllung:

Eine werkseitige Unterfüllung ist äußerst unwahrscheinlich, d.h. es muß von einer undichten Stelle im Kältekreislauf ausgegangen werden! Die Undichtigkeit muß mittels Lecksuchspray oder Search lokalisiert werden. Auf der Druckseite bei laufendem Kompressor, auf der Saugseite bei stehendem Kompressor nach erfolgtem Druckausgleich.



Siehe auch Punkt 1.1.7!

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.2 Kältemittel ablassen

Jegliche Reparaturarbeiten am Kältekreislauf dürfen nur im drucklosen Zustand durchgeführt werden. Nach erfolgter Fehlerdiagnose muß man also zunächst das Kältemittel ablassen. Die für diesen Vorgang zu benötigende Zeit ist abhängig von der Kältemittelmenge. Bei einem Haushaltskühlschrank braucht man dafür 5 Minuten, bei Klimageräten oder Wärmepumpen bis zu 15 Minuten oder mehr. Die Verdichter sind während des Ablassens mindestens einmal kurz zu rütteln, damit möglichst viel Kältemittel, welches im Öl gebunden ist, freigesetzt wird.

Bei Verstopfungen im Kältekreislauf muß zum Ablassen zusätzlich die Druckseite angestochen werden.

Achtung: Die Kältemittel sind flüssig und stehen unter hohem Druck, deshalb die Ventile langsam öffnen!

1.2.1 Ablassen von R 12 oder R134a:

Da es sich bei diesen Kältemitteln um FCKW bzw. um H-FKW handelt, müssen diese Kältemittel aufgefangen werden. Je nach Kältemittelmenge sind eine oder mehrere Recyclingpatronen zu verwenden. Dem KD-Techniker stehen zwei Recyclingpatronen, eine für R 12 und eine für R134a zur Verfügung.

R 12-Recyclingpatrone: 671 068 919

R134a-Recyclingpatrone: 671 071 350

(Näheres: siehe Punkt 5 "Kältemittel-Wiederverwertung im Kundendienst" im Kapitel Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose)

1.2.2 Ablassen von R600a:

R600a-Isobutan ist eine Kohlenwasserstoffverbindung, d.h. ein brennbares Gas. R600a darf nicht in eine Recyclingpatrone geleitet werden. Anstelle einer Recyclingpatrone wird ein 5 Meter langer Schlauch angeschlossen, mit dem man das Isobutan weg vom Arbeitsplatz ins Freie leitet. Dabei ist auf etwaige externe Zündquellen zu achten!

ET-Nr. für Abblaßschlauch 5 m: 298 001 802

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.3 Ausführen der Reparatur:

Nach dem Ablassen des Kältemittels, kann die eigentliche Reparatur durchgeführt werden. Also z.B. der Kompressor ausgetauscht, eine Undichtigkeit oder eine Verstopfung beseitigt werden.

1.3.1 Auswechseln eines Verdichters

Der defekte Verdichter wird zunächst abgeklemmt und mit einem Rohrabschneider rausgeschnitten. (Bei R600a-Geräten muß man vor dem Rausschneiden des Kompressors den Kältekreislauf 10 min evakuieren.) Nach dem Herausnehmen des defekten Verdichters, sind dessen Stutzen so abzuquetschen, daß während des Rücktransports kein Öl herausspritzen kann. Die Kapsel der ET-Kompressoren stehen unter Druck (Stickstofffüllung gegen Korrosion). Als erstes muß deshalb der Stopfen des Druckstutzens geöffnet werden. Herausspritzendes Öl wird somit vermieden, da der Druckausgleich dann über die interne dünne Druckkapillare erfolgt. Anschließend ist der neue Verdichter anzuklemmen, bevor man die Rohre mit den Stutzen verbindet.

1.3.2 Undichtigkeiten beseitigen:

Die undichte Stelle muß durch auswechseln des entsprechenden Bauteils oder durch Einsetzen eines neuen Rohrstückes behoben werden. Dem Kundendiensttechniker stehen hierfür verschiedene Kupferrohre, Löt muffen oder Lokringverbinder zur Verfügung. Bei Leckagen im Kältekreislauf muß generell die Trockenpatrone ausgewechselt und nach der Reparatur das System mindestens 15 min evakuiert werden.

Hin und wieder findet man trotz langem gewissenhaftem Suchen keine undichte Stelle. In solchen Fällen hat sich bewährt die kritischen Verbindungen (Trockenpatrone, Druckleitung, Füllrohr) neu zu verbinden. Bei Gefriergeräten mit Rahmenheizung ist diese einfach zu überbrücken.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.3.3 Verstopfung beseitigen:

Verstopfungen treten in der Regel an der Trockenpatrone und im Kapillarrohr auf. Im Service können die meisten Verstopfungen behoben werden, indem man das Kapillarrohr um ca. 5 cm kürzt und eine neue Trockenpatrone einbaut. Funktioniert das Gerät danach nicht, kann man noch versuchen die Stelle mittels Stickstoff freizublasen. Führt auch dies zu keinem Erfolg, ist das Gerät auszutauschen. Die Verstopfung befindet sich dann eventuell an der Einspritzstelle oder an anderen unzugänglichen Stellen. Der Reparaturaufwand (evtl. Verdampfer austausch bei Gefriergeräten) steht meistens in keiner Relation zu dem Preis eines neuen Gerätes.

Es gibt drei Ursachen die im Laufe der Zeit zu Verstopfungen führen können.

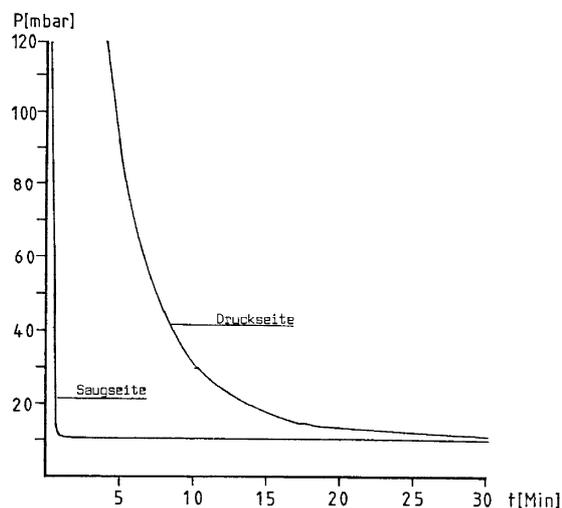
- Fremdkörper, abgelöste Rohrablagerungen
- Eisbildung durch Feuchtigkeit im Kältekreislauf
- Verstopfungen durch Paraffinbildung
Häufige Reklamationen verursachte das Kältemittel R134a, welches von den Kompressorwicklungen Rückstände wie Fett usw. ablöste. Durch den "Temperaturschock" an der Einspritzstelle kristallisierten diese Fette dann zu Paraffin aus. Die Kapillarrohren betroffener Geräte (viele Geräte mit ZEM- und UNIDAD-Verdichtern) "wuchsen" langsam zu. Diese partiellen Verstopfungen können häufig mit einer zusätzlichen Isobutan-Füllmenge von ca. 5 g beseitigt, bzw. vorgebeugt werden.

Partielle Verstopfungen an der Trockenpatrone sind häufig an betauten oder vereisten Trockenpatronen erkennbar, man spricht dann von einer zweiten Einspritzstelle.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.4 Evakuieren:

Nach dem Wiederaufbauen des Kältekreislaufes muß das System evakuiert werden. Aus sowohl wirtschaftlichen und technischen Gründen, hat sich einseitiges, 15 minütiges Evakuieren von der Saugseite aus bewährt. Durch das Evakuieren wird möglichst viel Fremdgas und Feuchtigkeit aus dem Kältekreislauf entfernt. Eine jahrelange Lebensdauer der servitierten Kühl- und Gefriergeräte kann somit nach einer Reparatur gewährleistet werden.



Geräte, die mit den Kältemitteln R 12 oder R134a gefüllt waren, evakuiert man bei ausgeschalteten Kompressoren. Die Verdichter sollten während des Evakuiervorgangs mindestens einmal kurz gerüttelt werden, damit möglichst viel Kältemittel, welches noch im Öl gebunden ist, freigesetzt wird.

R600a-Geräte, mit geringen Füllmengen um < 20 - 50 g, muß man wie folgt evakuieren, um unbeabsichtigte Überfüllungen auszuschließen:

- Kompressor einschalten.
- Vakuumpumpe einschalten und entsprechenden Ventile öffnen.
- Nach 10 min Verdichter ausschalten.
- Nach weiteren 5 min Ventile der Vakuumpumpe und des Vakuummeters schließen und die Pumpe ausschalten sowie den Kreislauf füllen.

Mit dieser Vorgehensweise stellt man sicher, daß so gut wie kein Restgas mehr im System zurückbleibt. Bei Füllmengen 50 g und mehr und nach einem Kompressor-austausch kann wie bei R 12- und R134a-Geräten evakuiert werden.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.5 Füllen:

Die Reparaturtechnik für Kühl- und Gefriergeräte ist heute sehr weit fortgeschritten. Dies zeigt sich vor allem beim Füllen der Geräte mit den entsprechenden Kältemitteln. Früher wurden die Geräte flüssig aus Füllzylindern volumetrisch gefüllt. Man mußte zunächst aus den jeweiligen Kältemittelflaschen das Kältemittel flüssig in die Füllzylinder füllen. Im zweiten Schritt mußte der Druck im Füllzylinder gemessen werden. Mit einer Skala stellte man den gemessenen Druck ein, die dann die volumenabhängige Kältemittelmenge im Füllzylinder anzeigte. Die einzufüllende Menge war die Differenz zwischen der verbleibenden und der zuvor eingefüllten Kältemittelsäule.

Heute lassen sich alle Kältemittel direkt aus den Kältemittelflaschen mit speziellen Waagen einfüllen. Dies bedeutet nicht nur eine Verkürzung der Reparaturzeiten sondern auch einen Fortschritt in punkto Arbeitssicherheit. Außerdem stellt das Füllen mit Waagen praktizierten Umweltschutz dar, da das "Abgasen" der Füllzylinder sowie "Schlauchverluste" wegfallen.

Die Kältemittel für die Haushaltskälte (R 12, R134a und R600a) werden in Einweg-Kartuschen angeboten.

Diese Kältemittel werden mit der kleinen Waage (298 001 804) gasförmig oder flüssig eingefüllt. Für das flüssige Füllen, nur ab Füllmengen > 50 g, sind für jeden Techniker zusätzlich zwei Füllfüße (298 001 815), ein rotes Entnahmeventil für R 12 bzw. R600a (298 001 621) sowie ein blaues Entnahmeventil für R134a (298 001 781) erforderlich.

Die gewerblichen Kältemittel (R 22, R402a, R404 a, R290) sind wegen der hohen Drücke nur in großen Mehrweg-Druckflaschen lieferbar. Diese Kältemittel können mit der großen Waage (298 001 911) direkt aus den Behältern flüssig eingefüllt werden.



Beim flüssigen Füllen müssen die Verdichter ausgeschaltet sein und die persönliche Schutzausrüstung getragen werden.

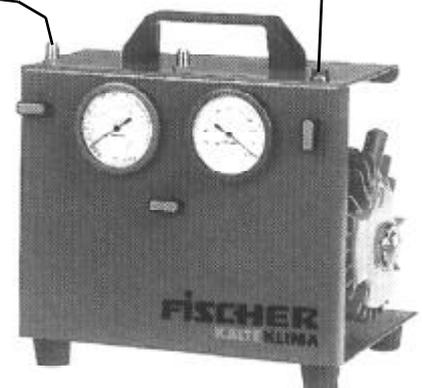
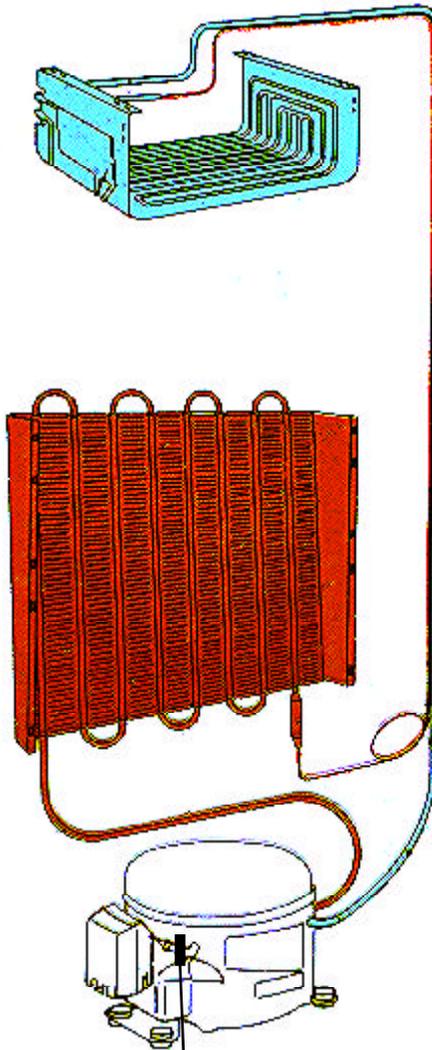
Beim gasförmigen Füllen müssen sie aber unbedingt eingeschaltet werden.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

Anordnung der Vakuumpumpe mit dem integrierten Saugmanometer und der Füllwaage zum Evakuieren und Füllen des Kältekreislaufes.

Zur Fehlerdiagnose ist nur das Saugmanometer mit dem Kältekreislauf über das Zapfventil verbunden. Alle Ventile der Vakuumpumpe sind noch geschlossen.

Zum Evakuieren und Füllen wird die Waage und Kältemittelflasche mit einem zweiten Schlauch mit der Vakuumpumpe verbunden.



Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

1.6 Funktions- und Sicherheitsprüfung:

Hierzu zählen:

- Dichtheitsprüfung mit Search oder Lecksuchspray
- Messung der Oberflächentemperatur des Verdampfers, und zwar in der Mitte (Schwerpunkt) des Verdampfers bei geschlossener Tür.
- Saugdruck messen, davon die Verdampfungstemperatur ableiten und mit der gemessenen Verdampfer Temperatur vergleichen. Die mit dem Fernthermometer gemessene Verdampfer Temperatur darf höchstens um 5 K wärmer sein.
- Sauggastemperatur ,
Heißgastemperatur und
Unterkühlungstemperatur messen.
(Meßpunkte und Sollwerte siehe Punkt 1.1 "Fehlerdiagnose".)
- Stromaufnahme des Kompressors messen.
Kühlschrankverdichter haben Stromaufnahmen von etwa 0,6 bis 1 A,
Gefrierschrankverdichter etwa zwischen 0,8 und 1,3 A
- Sicherheitsprüfung nach VDE 0701.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

2. Lötanweisung für Geräte mit brennbaren Kältemitteln

R600a -Isobutan- oder R290 -Propan- sind brennbare u. U. explosive Kältemittel. Bei Lötarbeiten am Kältekreislauf muß deshalb sichergestellt werden, daß sich **kein** brennbares Gas- /Luftgemisch im Kreislauf befindet. Dies wird durch die weitestgehende Entfernung des Gases aus dem Kreislauf **und** Verdrängung der Luft (Sauerstoff) mittels Stickstoff sichergestellt.

2.1 Vorgehensweise bei Kompressortausch:

2.1.1 Zur kältetechnischen Fehlerdiagnose muß das Saugmanometer an der Niederdruckseite des Kältekreislaufes angeschlossen werden.
(Anstecken des Füllrohrs mittels Zapfventil.)

2.1.2 Nach erfolgter Diagnose, ist das Kältemittel über den Manometerblock und den 5 m-Ablaßschlauch ins Freie zu leiten.

Achtung: Etwaige Zündquellen im Freien berücksichtigen!

2.1.3 Wenn der Kältekreislauf (fast) leer ist, Saugmanometer-Anzeige = 0 bar, muß das System 10 min evakuiert werden.

Auf dem Ausblasstutzen der Vakuumpumpe ist der 5 m-Ablaßschlauch aufzuschrauben!

2.1.4 Nach dem Evakuieren ist der Verdichter mit einem Rohrabschneider rauszuschneiden.

Achtung: Auslöten des Kompressors ist verboten!
(Im Kompressoröl befindet sich noch ein sehr großer Kältemittelanteil!)

2.1.5 Vom Druckrohr aus ist mit einem Metraverschluß der Kältekreislauf mit Stickstoff unter hohem Druck (ca. 10 bar) freizublasen, und zwar so lange, bis aus der Saugleitung ein ölfreies Ausblasen feststellbar ist.

2.1.6 Jetzt kann der neue Verdichter eingelötet, werden. Anschließend bietet sich eine Dichtheitsprüfung mittels Stickstoff an!

2.1.7 Evakuieren, Füllen des Kreislaufes mit der großen Waage und Funktionsprüfung sind nach den entsprechenden Anweisungen durchzuführen.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

2.2 Vorgehensweise bei kältetechnischen Reparaturen ohne Kompressortausch:

2.2.1 Zur kältetechnischen Fehlerdiagnose muß das Saugmanometer an der Niederdruckseite des Kältekreislaufes angeschlossen werden.
(Anstecken des Füllrohrs mittels Zapfventil.)

2.2.2 Nach erfolgter Diagnose, ist das Kältemittel über den Manometerblock und den 5 m-Ablaßschlauch ins Freie zu leiten.

Achtung: Etwaige Zündquellen im Freien berücksichtigen!

2.2.3 Wenn der Kältekreislauf (fast) leer ist, Saugmanometer-Anzeige = 0 bar, muß das System 10 min, bei laufendem Kompressor, evakuiert werden.

Auf dem Ausblasstutzen der Vakuumpumpe ist der 5 m-Ablaßschlauch aufzuschrauben!

2.2.4 Nach dem Evakuieren ist die Trockenpatrone mit einem Rohrabschneider und der Kapillarrohrzange rauszuschneiden.

Achtung: Auslöten der Trockenpatrone ist verboten!
(Wegen verdampfender Feuchtigkeit kann es zu platzenden Rohren infolge plötzlichen Druckanstiegs kommen!)

2.2.5 Von der Saugseite (Zapfventil) aus ist der Kältekreislauf mit Stickstoff unter hohem Druck (ca. 10 bar) freizublasen, und zwar so lange, bis aus dem Kapillarrohr **und** dem Druckrohr ein ölfreies Ausblasen feststellbar ist.

2.2.6 Jetzt kann das defekte Bauteil (z.B. Verflüssiger oder Verdampfer) mit einem Rohrabschneider rausgeschnitten werden.

2.2.7 Das KD-Füllrohr, das (die) Ersatzteil(e) und die Rohrenden werden dann für das Einlöten vorbereitet.

2.2.8 Das werkseitige Füllrohr kann ausgelötet und das KD-Füllrohr, mit herausgeschraubtem Schraderventil, eingelötet werden.

2.2.9 Vom Füllrohr aus ist Stickstoff mit geringem Druck ($\ll 1$ bar) durch das Rohrsystem zu leiten. Das (die) Bauteil(e) werden unter Stickstoff eingelötet.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

2.2.10 Die letzte Lötung, Trockenpatrone-Kapillarrohr, wird **ohne** Stickstoff durchgeführt!

Es würde sich sonst während des Lötens durch den Stickstoff Druck aufbauen und das Lot wegblasen. Undichtigkeit wäre die Folge.

2.2.11 Evakuieren, Füllen des Kreislaufes mit der großen Waage und Funktionsprüfung sind nach den entsprechenden Anweisungen durchzuführen.

Hinweis: Die obenstehenden Reihenfolgen müssen unbedingt eingehalten werden!

In den meisten Fällen ist eine kältetechnische Reparatur mit Hilfe der Lokring-Verbindungstechnik einfacher und schneller durchzuführen. Lötarbeiten sollen also nur in Sonderfällen vorgenommen werden!

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

3. Umbauten im Kundendienst

Der AEG-Kundendienst ist in der Lage durch verschiedene Umbauten selbst Geräte zu reparieren, für die es beispielsweise keine Originalkältemittel mehr gibt.

Bei Servicearbeiten, die einen Kompressortausch bzw. einen Eingriff in den Kältekreislauf erfordern, ist folgendes zu beachten.

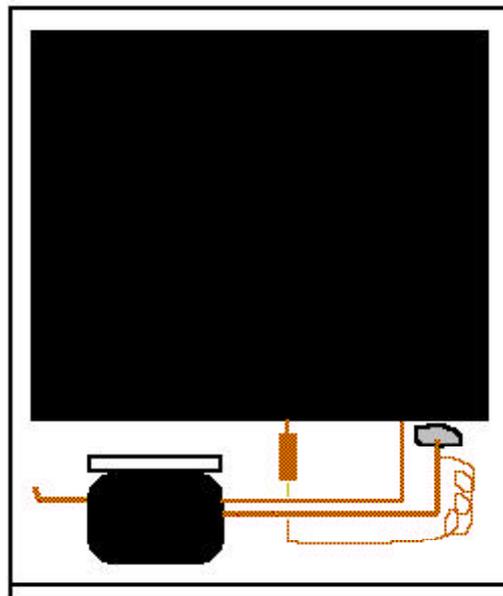
Es sind nur folgende Umbauten zulässig:

1. Situation

Grundzustand:

Kältemittel: R 12

Kompressor:
R 12-Kompressor



Serviceumbau:

Kältemittel: R134a
Füllmenge:
20% geringer als
angegeben.

Zusätzlich wird der
Trockner ausge-
tauscht

Kompressor:
R134a-Kompressor

Wichtig:

Bei allen Eingriffen in den Kältekreislauf **muß** R 12, gemäß der **FCKW-Halon-Verbots-Verordnung**, ersetzt werden. Im Servicefall wird im Kundendienst R 12 durch R134a ersetzt. Aufgrund der höheren spezifischen Verdampfungsenthalpie von R134a muß 20% geringer, als auf dem Typenschild für R 12 angegeben, gefüllt werden. Außerdem ist es auch notwendig den Trockner zu wechseln.

Diese Umbautechnik wird vom AEG-Kundendienst seit 1993 erfolgreich angewendet.

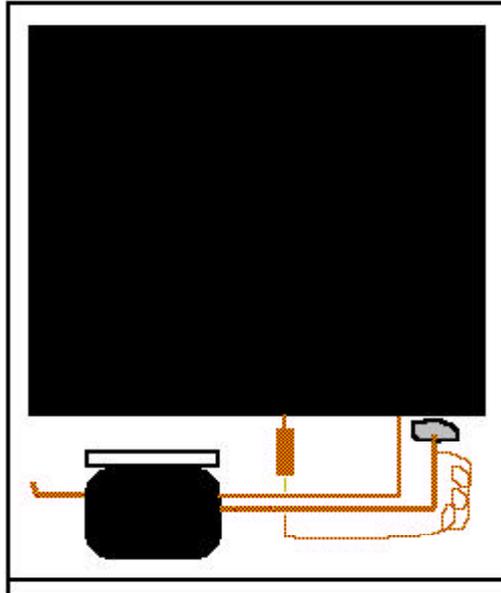
Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

2. Situation

Grundzustand:

Kältemittel: R134a

Kompressor:
R134a-Kompressor



Serviceumbau:

Kein Umbau
Ersatzteile 1-1
nach ET-Liste

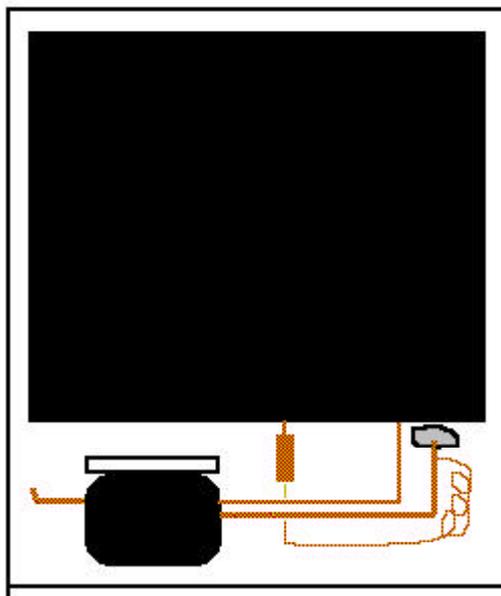
Optional kann der
Trockner ausge-
tauscht werden.

3. Situation

Grundzustand:

Kältemittel: R600a

Kompressor:
R600a-Kompressor



Serviceumbau:

Kältemittel:R600a
Füllmenge:
5% geringer als
angegeben

Optional kann der
Trockner ausge-
tauscht werden

Je nach Verfügbar-
keit/Leistungsgröße
Einbau von R134a-
oder R600a-Kom-
pressoren

Für alle Umbauten, mit neuem ET-Verdichter, ist zu beachten, daß nur Kompressoren mit ähnlicher Kälteleistung eingesetzt werden (max +10%, min -30%).

Hierzu ist immer die entsprechende ET-Dokumentation zu beachten!

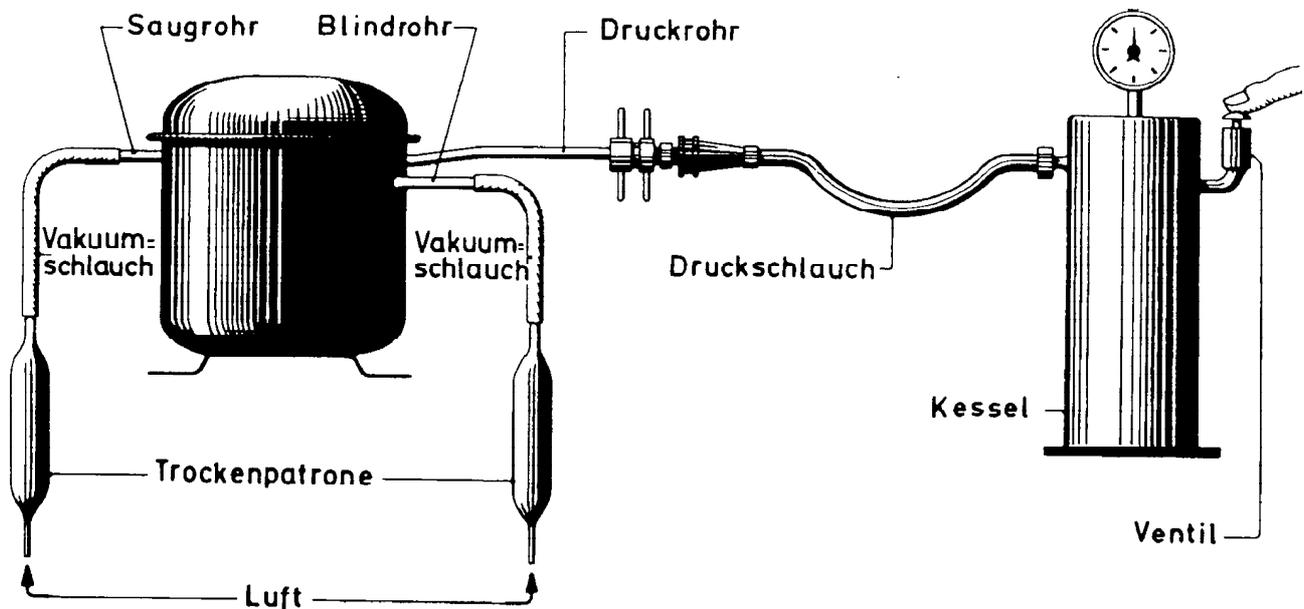
Beim Umgang mit brennbaren Kältemitteln sind die Sicherheitshinweise zu befolgen!

4. Leistungsmessung eines Motorverdichters:

Leistungsprüfgeräte mit einem Schnellverschluß an der Druckseite des Motorverdichters anschließen.

Trocknerpatrone mit Vakuumschlauch am Saug- und Blindrohr des Motorverdichters anschließen.

Motorverdichter laufen lassen!



Achtung!

Das Ventil am Leistungsprüfgerät muß geöffnet werden, wenn 10 bar am Manometer abgelesen werden!

Motorverdichter, die nach einer Laufzeit von ca. 60 bis 70 s einen Druck von 10 bar erreichen, sind leistungsfähig und können verwendet werden.

Die Leistungsmessung ist nur in Ausnahmesituationen erforderlich. Ansonsten genügt das Beobachten der Saugleistung kurz nach Einschalten des Verdichters mit dem Saugmanometer.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

5. Kältemittel-Wiederverwertung im Kundendienst

Seit langem ist wissenschaftlich bewiesen, daß die in die Stratosphäre aufsteigenden FCKW (Fluor-Chlor-Kohlen-Wasserstoffe) die Ozonschicht schädigen. Unter anderem sind dies auch die in Kühl- und Gefriergeräten im Kältekreislauf zirkulierenden Kältemittel, wie z.B. R 12. Auch R134a muß wegen seines Treibhauspotentials aufgefangen werden.

Um die Kältemittel-Emission zu begrenzen, ist es notwendig, alle Kältemittel bei Service-Arbeiten und vor der Verschrottung der Geräte gezielt aufzufangen.

Ausnahme: Umweltneutrale Kältemittel, wie R290 und R600a.

5.1 Wiederverwertungsanweisung

Anmerkung: Diese Arbeitsanweisung gilt nur für Kompressionskältekreisläufe und nicht für Absorptionsgeräte.

Das Kältemittel befindet sich im Kältekreislauf, teils im flüssigen, teils im gasförmigen Zustand und teilweise gebunden im Kompressoröl.

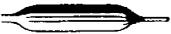
Dabei steht das Kältemittel auch bei ausgeschaltetem Gerät unter Druck.

Bei der Entsorgung strömt das zu entsorgende Kältemittel gasförmig aus dem Kältekreislauf.

Aus der Typenschildangabe des Gerätes ist die zur Entsorgung zu erwartende Kältemittelmenge erkennbar.

Die Aufnahmekapazität kann durch das Zusammenschalten von mehreren AEG-Recyclingpatronen beliebig erweitert werden. Dazu sind die AEG-Recyclingpatronen durch den Schlauch (ET-Nr. 298 001 749) miteinander zu verbinden (Reihenschaltung).

Kältemittelangabe auf Typschild:

R12	R134a	Anzahl der benötigten Recyclingpatronen
0 - 140 g	0 - 150 g	
140 g - 260 g	150 g - 280 g	
260 g - 380 g	280 g - 410 g	

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

Das Auffangen der Kältemittel R 12 und R134a erfolgt mit den AEG-Recyclingpatronen 671 068 919 für R 12 oder 671 071 350 für R134a. Alle anderen, nicht brennbaren Kältemittel können mit dem Entsorgungskissen 298 001 830 oder mit der Absaugstation 298 001 771 aufgefangen werden. Die Kältemittel R290 und R600a werden mit einem 5 Meter langen Schlauch ins Freie abgelassen!

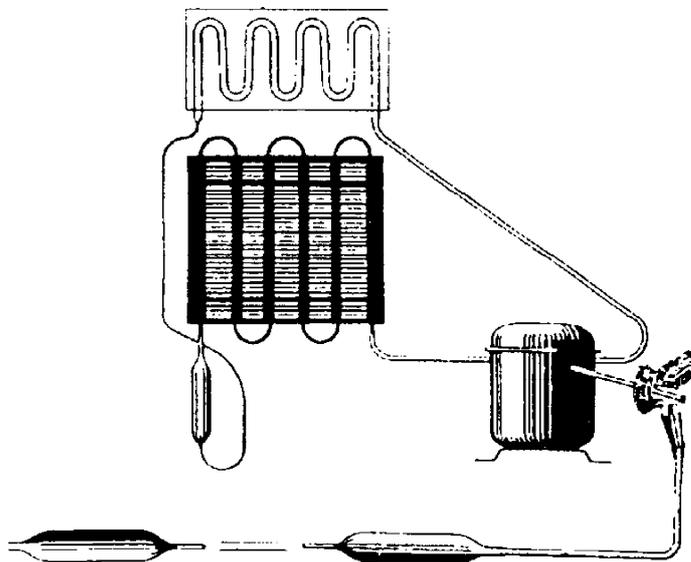
Der, vom eingesetzten Arbeitsmittel unabhängige, Arbeitsablauf ist wie folgt durchzuführen: (Anstelle der Recyclingpatronen kann man auch die o.g. anderen Arbeitsmittel verwenden.)

- 1) Kompressor ausschalten.
- 2) Sicherheitshinweise beachten.
- 3) Anstechventil an Füllstutzen oder Saugleitung anbringen.
Bei Verstopfungen im Kältekreislauf zusätzlich an der Druckseite.
- 4) Verbindungsschlauch 298 001 749 mit Anstechventil verbinden.
- 5) AEG-Recyclingpatrone(n) an Verbindungsschlauch anschließen.
- 6) Mit Anstechventil Kältekreislauf anstechen und Ventil langsam öffnen.
- 7) Das Kältemittel strömt jetzt gasförmig in die AEG-Recyclingpatrone(n). Dabei ist (sind) die AEG-Recyclingpatrone(n) eingangs- und ausgangsseitig geöffnet. Das zu entsorgende Kältemittel wird während des Durchströmens von dem Granulat adsorbiert. Dabei entsteht Adsorptionswärme.
Achtung:
Bei Verstopfungen des Kältekreislaufes strömt das Kältemittel mit hohem Druck flüssig aus der Druckleitung.
- 8) AEG-Recyclingpatrone(n) etwa 5-10 Minuten (je nach Kältemittelmenge) abgeschlossen lassen.
Während dieser Zeit ist der Kompressor kurzzeitig ein paarmal zu rütteln, damit sich möglichst viel im Öl gebundenes Kältemittel löst.
- 9) Nach dem Ablassen ist die Recyclingpatrone an dem Ausblasstutzen der Vakuumpumpe anzuschließen und der Kältekreislauf ca. 1 Minute lang zu evakuieren. Somit saugt man das restliche Kältemittel ab.

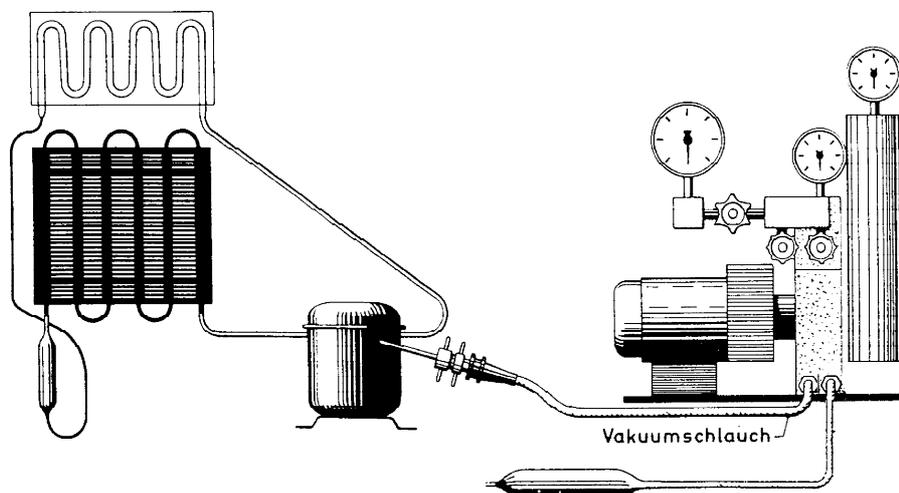
Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

- 10) AEG-Recyclingpatrone(n), Schlauch und Anstechventil entfernen. AEG-Recyclingpatrone(n) zur Kundendienstniederlassung zwecks weiterer Aufbereitung mitnehmen.
Geräte-reparatur durchführen.

Ablassen über dem Eigendruck und



anschließendes Absaugen mit der Vakuumpumpe



Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

5.2 Servicehinweise zu Isobutan (R600a)

Aufgrund wesentlich anderer Druckverhältnisse von Isobutan im Vergleich zu R 12 oder R134a im Kältekreislauf, muß bei Reparaturarbeiten eine andere Arbeitstechnik angewandt werden.

5.2.1 Evakuieren und Füllen ohne Kompressortausch

1. Anstechventil an Füllstutzen oder Saugleitung anbringen.
2. Verbindung zu Manometer herstellen.
3. Anstechventil öffnen und Manometer beobachten.
Achtung!
Der Ausgleichsdruck liegt bei Isobutan niedriger als bei R 12 oder R134a und ist stark temperaturabhängig, d. h. bei kaltem Kompressor ist es trotz Isobutanfüllung möglich, daß kein Überdruck vorhanden ist.
4. Zwecks weiterer Diagnose Kompressor einschalten und Saugmanometer beobachten.
Achtung!
Der normale Saugdruck kann sich etwa zwischen - 0,1 bar bis - 0,6 bar einpendeln.
5. Zwecks Reparatur Isobutan aus dem Kältekreislauf ins Freie leiten.
6. Nach durchgeführter Reparaturarbeit Kompressor einschalten.
7. Vakuumpumpe einschalten (Schlauch ins Freie leiten).
8. Nach 10 Minuten Laufzeit Kompressor ausschalten.
9. Nach 15 Minuten Laufzeit Vakuumpumpe ausschalten.
10. Über Wiegeeinrichtung die gewünschte Menge Isobutan in den Kältekreislauf einfüllen.
Achtung!
5 % weniger Isobutan als auf dem Typschild angegeben, einfüllen.
11. Dichtheits-, Sicherheits- und Funktionsprüfung durchführen.

Reparaturtechnik - Fehlerdiagnose

5.2.2 Evakuieren und Füllen mit Kompressortausch

Hier verfahren Sie analog zum vorangegangenen Kapitel mit der Änderung, daß bevor der Kompressor ausgebaut wird, der Kältekreislauf 10 Minuten zu evakuieren ist (hierdurch kann das im Kompressoröl gebundene Isobutan ausgasen). Der ausgetauschte Kompressor wird zwecks Ölentsorgung in die Kundendienststelle mitgenommen.

5.2.3 Wiegeeinrichtung für Kältemittel

Isobutan (R600a) darf nicht in Füllzylinder eingefüllt werden, deshalb erfolgt das Einfüllen von Isobutan in den Kältekreislauf mit einem Wiegesystem. Das Wiegesystem besteht aus einer modifizierten elektronischen Waage, in dem alle Störeinflüsse eliminiert wurden. Das Wiegesystem wird mittels Schlauch mit einer Evakuierstation verbunden. Nach dem Evakuieren wird das Isobutan bis zu Füllmengen von 50 g gasförmig in den Kältekreislauf eingefüllt. Um den Füllvorgang zu beschleunigen, wird dabei der Kompressor eingeschaltet, so daß das gasförmige Kältemittel angesaugt wird.

Mit diesem System lassen sich auch R 12 und R134a abfüllen. Diese Kältemittel können mit dem Fuß 298 001 815, direkt aus der Kartusche, flüssig in den Kältekreislauf eingefüllt werden. Dabei dürfen die Verdichter allerdings nicht eingeschaltet werden!

Zum Befüllen des Kältekreislaufes wird zunächst die Kältemittelflasche auf die Waage gestellt. Der spezielle Füllschlauch wird an das Flaschenventil angeschraubt. Die Verbindung zwischen Wiegesystem und Evakuierstation wird mittels normalen Kältemittelschlauch hergestellt. Während des Evakuiervorganges wird das Kugelventil am Wiegegerät geöffnet, damit auch wirklich das gesamte Schlauchsystem evakuiert wird. Anschließend das Kugelventil schließen und das Flaschenventil öffnen. Nachdem der Evakuiervorgang beendet wurde, ist unbedingt darauf zu achten, daß das Vakuummeter abgesperrt wird, da der Kältemitteldruck für das Vakuummeter zu hoch ist.

Jetzt kann der Füllvorgang beginnen, indem man zunächst die Waage einschaltet oder die eingeschaltete Waage auf "0" stellt, das Kugelventil öffnen, das Kältemittel strömt in den Kältekreislauf. Während des Füllvorganges die Waage beobachten und bei Erreichen der gewünschten Füllmenge Kugelventil schließen.

Lebensmittelkonservierung-Lebensmittellagerung

1. Einfrieren und Tiefkühl lagern

In ****-Gefriergeräten kann Tiefkühlkost gelagert und frische Lebensmittel können eingefroren werden.

Es sind nur frische, einwandfreie Lebensmittel einzufrieren.

Die auf dem Typschild angegebene Menge des Gefriervermögens sollte nicht überschritten werden. Vor dem Einfrieren größerer Mengen ist 24 Stunden vorher der Schnellgefrierschalter einzuschalten, damit in den bereits eingelagerten, gefrorenen Lebensmitteln zusätzliche "Kälte" gespeichert wird.

Nach dem Einfrieren sollte die Tiefkühl lagern im Temperaturbereich von $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ oder kälter erfolgen.

Diese $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ Lagertemperatur stellt einen günstigen Kompromiß zwischen Lagerdauer ohne größere Qualitäts- bzw. Geschmackseinbußen und Energieaufwendung dar. Entstanden sind die $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ deshalb, weil die Gefriertechnik ursprünglich aus den USA kommt. In den USA werden Temperaturen in Fahrenheit gemessen. Der Einfachheit halber wurde in den USA die Gefriertemperatur auf $0\text{ }^{\circ}\text{F}$ festgelegt und von den Europäern als $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ übernommen. Selbstverständlich lassen sich z.B. in kleineren Gefrierfächern die Lebensmittel z.B. bei $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ lagern, da diese ja schneller aufgebraucht werden.

Bei selbst eingefrorenen Lebensmitteln ist die maximale Lagerzeit zu beachten. Bei Lagerung von bereits tiefgefrorenen Produkten ist die vom Hersteller angegebene Lagerzeit unbedingt zu beachten. Die Lagertemperatur ist mit einem Thermometer regelmäßig zu überwachen.

Es sollen nur verpackte Lebensmittel im Gefriergerät lagern, denn die Kälte führt sonst zur Austrocknung (Gefrierbrand).

Außer Spirituosen und hochprozentigen alkoholischen Getränken gehören Limonaden, Säfte, Bier, Wein usw. nicht in das Gefriergerät. Wenn der Inhalt gefriert, wird die Glasflasche springen oder sogar platzen.

Lebensmittelkonservierung-Lebensmittellagerung

1.1 Was ist zu tun, wenn der Strom ausfällt?

Lagerzeit bei Störung.

Wie schützt man die wertvolle Gefrierkost vor Schäden?

Das Wiedereinfrieren von Lebensmitteln.

Viele Konsumenten sorgen sich um Ihre Gefrierkost, wenn einmal der Strom ausfällt oder das Gefriergerät eine Panne hat.

Je voller ein Gefriergerät, desto besser halten sich die Minusgrade in den Lebensmitteln. Voraussetzung dafür ist, daß das Gefriergerät geschlossen bleibt. Die Temperatur in einem Gefriergerät ohne Energiezufuhr steigt nur sehr langsam. Die in den Produktinformationen angegebenen Lagerzeiten bei Störung liegt bei Geräten mit normaler Isolierung (ca. 5 cm Polyurethanschaum) bei ca. 30 Stunden. Bei Öko-Geräten (ca. 9 cm Polyurethanschaum) beträgt die Lagerzeit ca. 42 Stunden, bei Öko-Truhen sogar bis ca. 60 Stunden. Diese Werte sind Normwerte, die man als Gütesiegel der Geräte verstehen muß. Die "Lagerzeit bei Störung" dient in erster Linie dazu unterschiedliche Geräte untereinander vergleichen zu können. In der Praxis können diese Lagerzeiten wesentlich von den veröffentlichten abweichen.

Die Lagerzeit bei Störung nach DIN EN ISO 5155 wird in den Kältelabors wie folgt ermittelt:

Die Gefriergeräte werden mit sog. Testpaketen zu 100 % beladen. Diese Silikon-Testpakete entsprechen den Eigenschaften von magerem Rindfleisch. Diese Testpakete gem. Din 8953 und 8954 haben folgende Abmessungen $T \times H \times B = 20 \times 10 \times 5$ cm. Einige dieser Testpakete sind in deren Schwerpunkt mit Meßfühlern bestückt. Bei einer konstanten Raumtemperatur von 25 °C läßt man die Gefrierer so lange eingeschaltet, bis das wärmste Testpaket im Kern -19 °C hat. Jetzt werden die Geräte ausgeschaltet. Wenn irgendein Meßfühler - 18 °C registriert, wird eine Stoppuhr eingeschaltet, und zwar so lange, bis sich im Kern eines Meßpaketes -12 °C einstellen. Dieser gemessene Wert darf um ca. 10 % vom deklarierten Wert "Lagerzeit bei Störung" abweichen.

Die Lagerzeit bei Störung verkürzt sich im praktischen Gebrauch der Geräte erheblich, wenn die Gefrierer nur eine teilweise Beladung oder kleinere Teile eingelagert sind. Zudem, was nützt dem Otto Normalverbraucher die Kerntemperatur, wenn das Gefriergut an der Oberfläche angetaut ist?

Lebensmittelkonservierung-Lebensmittellagerung

Früher galt es als Todsünde, Aufgetautes nochmals einzufrieren, ohne es vorher zu braten oder zu kochen. Inzwischen haben Ernährungswissenschaftler nachgewiesen, daß weder die Gesundheit noch der Geschmack leiden, wenn aufgetaute Lebensmittel wieder eingefroren werden. Nach Informationen vom Deutschen Tiefkühlinstitut, kann ein nochmaliges Einfrieren hygienisch besser sein, als wenn das aufgetaute Fleisch im Kühlschrank aufbewahrt wird. Entgegen der verbreiteten Meinung muß ein mehrmaliges Gefrieren von Fleisch durchaus nicht zu schwerwiegenden Qualitätsmängeln führen. Auch mikrobiell bestehen keine prinzipiellen Bedenken.

Voraussetzung für das Wiedereinfrieren von Lebensmitteln ohne zwischenzeitlichen Erhitzungsprozeß ist:

- daß die Produkte zum Zeitpunkt des ersten Einfrierens von tadelloser Qualität waren.
- sie sachgerecht verpackt und gelagert wurden.
- daß die Produkte nicht bei hohen Umgebungstemperaturen aufgetaut wurden.
- daß sie nicht über viele Stunden im aufgetauten Zustand gelagert wurden.

1.2 Der natürlichste Weg zur Lebensmittelkonservierung

Pflanzen und Tiere der Urzeit, die durch plötzlichen Kälteeinbruch überrascht wurden, haben sich bis heute ohne wesentliche Substanzveränderung "tiefgefroren" erhalten.

Diesen schon lange bekannten Vorgang des "Kälteschlafes" machen wir uns in der modernen Zeit mit Hilfe von Gefriergeräten zunutze. Wissenschaftliche Untersuchungen haben bewiesen, daß durch Gefrieren und anschließende Tiefkühlung die Lebensmittel so naturfrisch erhalten werden, wie es mit keiner der bisher bekannten Konservierungsmethoden möglich war. Struktur, Farbe, Geschmack, Nährwert- und Vitamingehalt bleiben nahezu unverändert erhalten.

Teilweise werden die Lebensmittel durch das Gefrieren bereits aufgeschlossen, d.h. leichter verdaulich, und werden dadurch vom menschlichen Organismus gründlicher verwertet. Obst und Gemüse, das nach Wochen oder Monaten dem Gefriergerät entnommen wird, ist so frisch wie bei der Ernte, Fleisch wie eben geschlachtet oder Fisch wie gerade gefangen. Tiefkühlkost ist, tischfertig zubereitet, von frischen Lebensmitteln kaum zu unterscheiden.

Voraussetzung ist jedoch, daß bei der Auswahl und der Verarbeitung der Rohware, bei

Lebensmittelkonservierung-Lebensmittellagerung

dem Gefriervorgang und der Lagerung einige Grundregeln beachtet werden.

Während der Kühlschrank mit einem Norm-Temperaturbereich von +5 °C der kurzfristigen Aufbewahrung von Lebensmitteln dient, hat das Gefriergerät die Aufgabe, frische Lebensmittel bei tiefer Temperatur zu gefrieren und anschließend auf Monate in gefrorenem Zustand zu erhalten.

Die Gefriergeräte sind mit sehr leistungsstarken Kühlmaschinen ausgerüstet und können daher nach Prüfvorschrift DIN 8953 die Bezeichnung

"Gefriertruhe bzw. Gefrierschränke"

führen. Im Gegensatz dazu stehen Geräte mit geringerer Leistung, die nach der gleichen Prüfnorm aufgrund von vorgeschriebenen Leistungsprüfungen nur als "Tiefkühlgeräte" bezeichnet werden. Diese Geräte sind also für die Lagerung von gefrorener Ware bestimmt. Ein qualitätserhaltendes Einfrieren ist mit diesen Geräten nicht möglich.

1.3. Auswahl bester Rohware, absoluter Frischezustand

Gute Qualität und sofortige Verarbeitung der Rohprodukte nach der Schlachtung oder der Ernte sind die Voraussetzung für ein hochwertiges Gefriergut. Obst und Gemüse büßen durch lange Transporte viel ihres ursprünglichen Vitamingehaltes ein.

Blumenkohl und Erbsen verlieren bei +20°C z.B. bis zu 37 %/d an Vitamin C, während der Verlust bei Spinat sogar fast 80 %/d betragen kann.

Um das Produkt so frisch wie möglich einzufrieren, gehen die Hersteller handelsüblicher Tiefkühlkost so weit, daß sie die Gefrierhäuser in den Obst- und Gemüse-Anbaugebieten errichten, um zeitraubende Transportwege zu vermeiden.

Der Abbau der Nährwerte bei Fleisch und Fisch gebietet ebenfalls kurze Transportwege, sofortige Verarbeitung und sofortiges Gefrieren. Die deutsche Fischindustrie setzt deshalb immer mehr Fabrikfangschiffe ein, auf denen der Fisch bereits auf hoher See verarbeitet und gefroren wird.

Auch im Haushalt muß alles getan werden, um die Qualitätserhaltung zu gewährleisten. Das Rohmaterial sollte nur gefroren werden, wenn es auf kürzestem Wege vom Erzeuger kommt und sofort verarbeitet werden kann.

1.4. Schnelles Gefrieren bei tiefer Temperatur

Wichtig für ein gutes Endprodukt ist das Einfrieren bei einer möglichst tiefen Temperatur.
HV 83-N 12.98

Lebensmittelkonservierung-Lebensmittellagerung

ratur. Bei langsamen Unterkühlen friert die Zellflüssigkeit zu langen spitzen Eiskristallen aus und zerstört die Membranen der Zellen. Es findet eine Durchmischung zwischen Zellinhalten und Gewebeflüssigkeit statt, wodurch eine beschleunigte Zersetzung erfolgt. Bei schnellem Gefrieren bleiben die Lebensmittel in ihrer Struktur erhalten, da sich nur kleine Kristalle bilden, die das Gewebe nicht beschädigen. AEG-Gefriergeräte besitzen eine Schnellgefriereinrichtung, mit der die notwendige Temperatur zum Gefrieren in kurzer Zeit erreicht wird. Die größeren Modelle sind außerdem mit einem abgeteilten Vorgefrierfach ausgestattet. Die einzufrierende Ware kommt darin mit den im großen Lagerraum befindlichen bereits eingefrorenen Paketen nicht in Berührung.

1.5 Die Verpackung

Alle Lebensmittel müssen in einer luftdicht abgeschlossenen Verpackung eingefroren werden. Sie werden dadurch vor dem Austrocknen und auch vor einem möglichen Aromaverlust bewahrt. Gefrierbrand wird somit vermieden.

Die Wahl des geeigneten Verpackungsmaterials ist wichtig zur Erhaltung der Qualität der eingefrorenen Lebensmittel.

Schlechte Verpackung kann den Wert des Gefriergutes wesentlich beeinträchtigen. Daher sollten nur erprobte Materialien verwendet werden; Experimente lohnen sich nicht.

Geeignet ist Verpackungsmaterial, das fest, geruchsfrei, luftdicht, feuchtigkeits- und fettundurchlässig ist. Folie muß außerdem schmiegsam sein, damit die Luft aus der Umhüllung herausgedrückt werden kann. Das Verpackungsmaterial soll an einem staubfreien und trockenen Ort gelagert werden.

Das vorbereitete Gefriergut wird in kleinere Portionen eingeteilt. Bei Verwendung von Behältern achten Sie bitte darauf, daß sie gut gefüllt sind. Bei Flüssigkeiten muß jedoch etwa 1/10 des Behälters freibleiben, damit sich der Inhalt beim Gefrieren ausdehnen kann. Bei Verwendung von Kunststoff-Folien wird die Luft aus der Umhüllung herausgedrückt und das Paket dann mit Gummiringen oder Klebestreifen gut verschlossen. Zur besseren Übersicht und Ordnung des gelagerten Gefriergutes sind die Pakete zu beschriften oder ein Etikett aufzukleben. Bei durchsichtigem Verpackungsmaterial hat sich das Einlegen eines kleinen Schildchens bewährt. Darauf soll das Datum der Verarbeitung stehen, damit Sie jederzeit die Lagerdauer nachkontrollieren können und die am längsten lagernde Packung zuerst verbrauchen. Menge und Art des Gefriergutes ist ebenfalls zu vermerken. Auch verschiedenfarbige Klebestreifen können zusätzlich zur Kennzeichnung verwendet werden.

Lebensmittelkonservierung-Lebensmittellagerung

Empfehlenswert ist es, eine Liste oder ein kleines Büchlein anzulegen, das jederzeit Auskunft über den Inhalt des Gerätes gibt. Außer Menge, Art, Gewicht und Datum der Einlagerung kann auch die Lagerdauer bzw. das ungefähre Verbrauchsdatum eingetragen werden. So ist immer eine Übersicht über das lagernde Gefriergut vorhanden, ohne daß das Gerät geöffnet wird und evtl. die Packungen umgestapelt werden müssen.

Die Kunststoff-Folien sind meist mehrfach zu verwenden. Sie werden sofort nach dem Gebrauch in warmen Wasser unter Zusatz eines der handelsüblichen Spülmittel einwandfrei gereinigt, mit klarem Wasser nachgespült und getrocknet. Beschädigtes Material ist zur Wiederverwendung ungeeignet.

1.6. Einfrieren

Je schneller das Gefriergut bis auf den Kern durchgefroren ist, um so besser bleiben Nährwert und Geschmack erhalten. AEG-Gefriergeräte besitzen eine Schnellgefriereinrichtung, die ein schnelles Durchfrieren der Rohware gewährleistet. Schon mehrere Stunden vor dem Einlegen des Gefriergutes wird der Schnellgefrierschalter getätigt, um eine Kältereserve im Gerät zu schaffen. Bereits lagernde Packungen stapeln Sie bei der Gefriertruhe in die Einhängekörbe. Die frischen Pakete werden dann an die kältesten Stellen des Innenraumes, also an den Boden und direkt an die Seitenwände gelegt.

Zwischen den einzelnen Packungen ist ein Zwischenraum zu lassen, so daß die Luft noch zirkulieren und die Kälte von allen Seiten einwirken kann. Beim Gefrierschrank sind die frischen Lebensmittel zum Einfrieren in das Vorfrosterfach bzw. auf die Gefrierplatte zu legen, damit ein schnelles Einfrieren durch Kontaktkälte gewährleistet ist. Frieren Sie nicht zuviel auf einmal ein, sonst steigt die Temperatur im Gerät an, verzögert das Einfrieren und beeinträchtigt die lagernden Packungen. Welche Menge an frischen Lebensmitteln Sie mit einem Mal einfrieren können, entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung Ihres Gerätes. Die Berührung der frischen Ware mit bereits eingefrorener ist unbedingt zu vermeiden. Fast alle Geräte besitzen daher ein vom Lagerfach getrenntes Vorfrosterfach.

Nach dem völligen Durchfrieren der Packungen können sie dicht gestapelt werden. Beachten Sie aber bitte, daß z.B. größere Fleischstücke außen schon hart, aber noch nicht ganz durchgefroren sein können. Im Zweifelsfall lieber etwas länger einfrieren, das schadet nicht.

Lebensmittelkonservierung-Lebensmittellagerung

2. Kühltankschrankempfindliches Obst und Gemüse

Ananas	Sapoten	Auberginen
Avocados	Zitrusfrüchte	Gurken
Bananen	(z.B. Zitronen, Orangen,	Grüne Bohnen
Cherimoyas	Mandarinen, Grapefruit)	Kartoffeln
Feijoas		Kürbis
Granatäpfel		Melonen
Guaven		Okra
Jujuben		Paprika
Kochbananen		Tomaten
Mangos		Wassermelonen
Oliven		Zucchini
Papayas		
Passionsfrüchte		

3. Kühltankschrankverträgliches Obst und Gemüse

Äpfel	Artischocken	Spargel
Aprikosen	Blattsalate	Spinat
Birnen	Blumenkohl	Zuckermais
Erdbeeren	Broccoli	Zwiebeln
Feigen	Erbsen	Sellerie
Kirschen	Karotten	Zwetschgen
Kiwis	Knoblauch	Weintrauben
Nektarinen	Kohl	Rüben
Persimonen	Radieschen	Pfirsiche
Pflaumen	Rosenkohl	Rote Rüben

Kartoffeln z.B. vertragen keine niedrigeren Temperaturen als +5 °C. Gurken und Tomaten sollten nicht bei weniger als 8 °C, Bananen nicht bei weniger als 13 °C aufbewahrt werden.

4. So bleiben Obst und Gemüse frisch

Nach der Ernte setzen sich die natürlichen Stoffwechsellvorgänge im Obst und Gemüse fort. Das Erntegut reift und altert. Obst und Gemüse verlieren Wasser und damit auch Gewicht, sie welken und schrumpfen. Außerdem verringert sich die Widerstandskraft

Lebensmittelkonservierung-Lebensmittellagerung

gegenüber Mikroorganismen, die Lebensmittel verderben schließlich. Werden Obst und Gemüse gekühlt, verlangsamen sich die Stoffwechselfvorgänge. Vorhandene Mikroorganismen werden in ihrem Wachstum gehemmt. Die Qualitätsminderung verzögert sich, Obst und Gemüse bleiben länger frisch. Mit Ausnahmen sogenannter Kälteempfindlicher Arten, liegt die günstigste Temperatur zur Aufbewahrung von Obst und Gemüse knapp oberhalb des Gefrierpunktes, so daß der Zellsaft nicht gefriert. Außer der Temperatur spielt die Luftfeuchtigkeit eine wichtige Rolle für die Qualitätserhaltung.

Eine hohe relative Luftfeuchtigkeit bei niedrigen Temperaturen schützt die Lebensmittel vor dem Austrocknen und bewirkt eine Verlängerung der Haltbarkeit. Eine relative Luftfeuchtigkeit von mehr als 90 % entsteht im Kühlgerät dann in sogenannten Feuchtefächern, wenn darin eine große Menge Obst oder Gemüse unverpackt lagert. In herkömmlichen Kühlgeräten läßt sich das Austrocknen von frischem Obst und Gemüse verhindert, indem man es in feuchtedichten Polyethylenbeuteln verpackt ins Kühlgerät legt. Dieses empfiehlt sich allerdings nur bei niedrigen Lagertemperaturen bis 5°C. Bei höheren Temperaturen begünstigt eine hohe relative Luftfeuchte mikrobielles Wachstum, Obst und Gemüse beginnen schneller zu schimmeln oder zu faulen. In herkömmlichen Kühlschränken lagern Obst und Gemüse deshalb am Besten in luftdurchlässigen oder gelochten Folienbeuteln verpackt im Obst- und Gemüsefach. Luftundurchlässige Gefrierfolien sollten nicht verwendet werden, weil das Lagergut darin nicht atmen kann.

Begriffs-Erläuterung

Abtauen:

Entfernen der Reif- oder Eisschicht von den Verdampfern. Eine starke Reifbildung - Bindung von Feuchtigkeit - beeinträchtigt die Kühlwirkung und erhöht den Stromverbrauch. Bei Gefrierfächern und Gefriergeräten kann von Zeit zu Zeit der Reif mit einem Kunststoffschaber entfernt werden.

Abtauen von Hand:

Der Abtauvorgang wird von Hand durch Ausschalten des Gerätes eingeleitet, aber selbsttätig beendet. Das entstehende Tauwasser wird selbsttätig oder von Hand entfernt. Zur Außerbetriebnahme der Kältemaschine wird der Temperaturregler auf AUS gestellt, oder der Netzstecker herausgezogen.

Halbautomatisches Abtauen:

Der Abtauvorgang wird von Hand eingeleitet, aber selbsttätig beendet. Das entstehende Tauwasser wird selbsttätig oder von Hand entfernt. Zum Einleiten des Abtauvorganges wird der Abtau-Knopf des Reglers eingedrückt. Die Kältemaschine bleibt so lang ausgeschaltet bis der Verdampfer abgetaut ist. Die Wiedereinschaltung erfolgt automatisch. Das im Eis- oder Verdampferfach befindliche Kühlgut, auch Eisschalen, sind vorher herauszunehmen.

Vollautomatisches Abtauen:

Der Abtauvorgang wird selbsttätig eingeleitet und beendet. Das entstehende Tauwasser wird selbsttätig entfernt. Kühlautomaten mit Rückwandverdampfer werden während der Stillstandzeit der Kältemaschine - im Regelbetrieb - voll abgetaut. Das anfallende Tauwasser wird über eine Tropfrinne in ein Verdunstungsgefäß - außerhalb des Kühlraumes - eingeleitet, wo es durch die Wärme der Kältemaschine verdunstet.

Quick Abtauen:

Beim Quick-Abtauen stellt man einen Topf mit heißem Wasser in ein ausgeschaltetes Gefriergerät. Bei geschlossener Tür bzw. geschlossenem Deckel taut die Eisschicht wesentlich schneller ab, als bei Raumtemperatur. Die Lebensmittel können wieder schneller eingelagert werden.

Begriffs-Erläuterung

ABS (Aceton-Nitril-Butadien)

ABS ist ein Styrolpolymere, aus dem die weißen Körbe für Gefrierschränke und die weißen Flaschenhalter bei Kühlgeräten gefertigt werden.

Anschlußwert:

Mittlere Leistungsaufnahme (Watt) eines Kühl- oder Gefriergerätes. Im Anschlußwert sind das Kühlaggregat, die Innenbeleuchtung, soweit vorhanden auch Abtauheizung oder Lüfter enthalten. Der Anschlußwert gibt keinen Aufschluß über den effektiven Stromverbrauch.

Aufstellungsort:

Als Aufstellungsort bezeichnet man den Platz, an dem das Kühl - oder Gefriergerät in Betrieb steht. Der Aufstellungsort hat Einfluß auf den Stromverbrauch des Gerätes. Die Aufstellung in warmen Räumen an Heizkörpern oder in Herdnähe sollte vermieden werden. Ein Gefriergerät sollte in einem kühlen, trockenen, gut belüfteten und nicht zu kleinem Raum aufgestellt werden.

Ausgleichsheizung:

Ausgleichsheizungen sind regelungstechnisches Zubehör für Kühlgeräte mit mindestens zwei Temperaturzonen, einem Kompressor und nur einem Temperaturregler (z.B. normaler Kühlschrank mit einem Gefrierfach). Sie sind elektrisch parallel zu den temperaturabhängigen Reglerkontakten (3 & 4) geschaltet. Läuft der Verdichter so ist die Ausgleichsheizung überbrückt. Steht der Verdichter, liegt die Ausgleichsheizung in Reihe zu den Kompressorwicklungen und gemeinsam mit diesem am Netz. Aufgrund ihrer geringen Leistung (ca. 5-15 W) steht an den Ausgleichsheizungen nahezu die ganze Netzspannung an. Da die Ausgleichsheizungen im Kühlraum eingebaut sind, häufig eingeschäumt, heizen sie während den Kompressor-Stillstandzeiten die Kühlräume. Dadurch werden die Kompressoren durch die Thermostate wieder schneller eingeschaltet. Notwendig sind diese Ausgleichsheizungen nur bei kalten Umgebungstemperaturen, um die Gefrierfächer, wegen der sonst langen Verdichter-Standzeiten, ausreichend kühlen zu können. Aus diesem Grund sind in Reihe zu den Ausgleichsheizungen sog. SN-Schalter oder SN-Thermostate geschaltet, um eine bedarfsabhängige Zuschaltung zu ermöglichen. Mit den Ausgleichsheizungen erfüllen die o.g. Kühlgeräte die Klimaklasse SN.

Begriffs-Erläuterung

Belüftung und Entlüftung:

Für die Funktion von Kühl- und Gefriergeräten ist ausreichende Be- und Entlüftung unbedingt notwendig. Die Verdampfungs- und Verdichtungswärme wird über den Verflüssiger an die Umgebung abgeführt. Bei ungenügender Be- und Entlüftung wird die Kühlwirkung gemindert und der Stromverbrauch erhöht.

Dekorfähige Einbaugeräte, die mit dem Kältemittel R600a gefüllt sind, brauchen keine zusätzliche Belüftung, aber die geforderte Entlüftung!

(Hintergründe/Einzelheiten siehe: Techniker Information H3 Nr. 20/96)

Bewegte Kühlung:

Von bewegter Kühlung wird dann gesprochen, wenn in Kühl- oder Gefriergeräten die kalte Luft künstlich durch Ventilatoren, Gebläsen oder Lüfter bewegt wird.

Vorteil: Schnellere Abkühlung, keine Temperaturschichtung und keine Schweißwasserbildung.

Blanchieren:

Zu den Vorarbeiten beim Einfrieren von Gemüse gehört das Blanchieren (abbrühen). Dieser Vorgang ist wichtig, um die natürlichen Keime, Fermente oder Enzyme abzutöten. Der Qualitätsabfall wird weitgehend vermieden, das Gemüse behält seine Frische und seinen Geschmack.

Brutto - Inhalt:

Der Brutto-Inhalt bei Kühl- und Gefriergeräten ist das gesamte Volumen, einschließlich des Raumbedarfs von Einbauteilen, wie z. B. Verdampfer, Tropfschalen, Roste, herausnehmbare Sonderfächer, oder Behälter wie Gemüseschalen oder Körbe.

Der auf dem Typenschild angegebene Nenn-Brutto-Inhalt darf den gemessenen Brutto-Inhalt um nicht mehr als 3 % überschreiten.

Dampf - Sperre:

Als Dampf-Sperre bezeichnet man die Schutzschicht aus Kunststoff, Folie oder Metall (Stahl, Aluminium) die durch ihren Dampf-Diffusions-Widerstand das Eindringen feuchter Luft in die Wärmeschutzschicht (Isolation) des Gerätes verhindert. Das Außengehäuse von Kühl- und Gefriergeräten muß diffusionsdicht abgeschlossen sein.

Begriffs-Erläuterung

Dekorfähig:

Einbau- Kühl- und Einbaugefriergeräte sind dekorfähig, wenn die Türen mit Rahmen Profilleisten ausgestattet sind oder Rahmen-Profilleisten nachträglich angebracht werden können, die ein Einschleiben von Frontdekorplatten zur Anpassung an die Möbelfront ermöglichen.

Drei-Sterne-Gefrierfach

Fach mit Innentemperatur von -18 °C oder kälter. Das Gefrierfach dient zur Eisbereitung, Schnellkühlung und Lagerung von Tiefkühlkost, kleine Mengen (1-2 kg) an frischen Lebensmitteln können eingefroren werden.

Einfrieren:

Wissenschaftliche Untersuchungen und praktische Erfahrungen haben ergeben, daß durch Gefrieren und anschließende Tiefkühlung die Lebensmittel so naturfrisch erhalten werden, wie es mit keiner anderen Konservierungsmethode möglich ist. Struktur, Farbe, Geschmack, Nährwert- und Vitamininhalt bleiben nahezu unverändert erhalten. Obst und Gemüse, das nach Wochen oder Monaten dem Gefriergerät entnommen wird, ist so frisch wie bei der Ernte, Fleisch wie eben geschlachtet, oder Fisch wie gerade gefangen. Wichtig für die Erhaltung der Qualität ist die sorgfältige Vorbereitung und die Beachtung der Hinweise für das Einfrieren.

Folgende Punkte sollten beachtet werden:

- Nur zum Einfrieren geeignete Lebensmittel verwenden. Bei Obst und Gemüse ist außer der Art auch die Sorte zu beachten.
- Nur Frische Ware von bester Qualität verwenden.
- Gefrierprodukte küchen- und tischfertig vorbereiten, mahlzeitgerechte Portionen vorsehen. Portionsgrößen sollten 2 kg nicht überschreiten.
- Geeignetes Verpackungsmaterial verwenden, das wasserdampfdicht ist und sich gut verschließen läßt.
- Unmittelbar nach dem Verpacken einfrieren.
- Etwa 3 - 4 Stunden vor dem Einlegen Schnellgefrierschalter betätigen.
- Einzufrierende Packungen mit der großflächigen Seite direkt auf die Verdampferfläche des Vorgefrierfaches auflegen
- Nicht mehr gleichzeitig einfrieren als auf dem Typschild des Gefriergerätes unter Gefriervermögen in kg/24h angegeben ist.
- Nach dem Einfriervorgang bei -18 °C oder kälter weiter lagern bis zum Verbrauch.
- Lagerdauer beachten.

Begriffs-Erläuterung

Energieverbrauch:

Der Energieverbrauch bei Kühlgeräten wird im leeren Zustand, der von Gefrierern im 100% gefülltem Zustand mit, genormten Testpaketen, gemessen. In beiden Fällen beträgt die Umgebungstemperatur 25 °C. Bei Kühlgeräten werden als relevante mittlere Lagertemperatur +5 °C herangezogen, bei Gefriergeräten muß das wärmste Meßpaket -18 °C betragen. Der so ermittelte EV wird dann in KWh/d (Kilowattstunden pro Tag) und KWh/a (Kilowattstunden pro Jahr) umgerechnet. Wird vom Hersteller eine Nenn-Energieaufnahme angegeben, so darf sie den gemessenen Wert um nicht mehr als 10 % unterschreiten.

Energielabel:

Die Europäischen Richtlinien

Die rechtliche Grundlage bilden die EU-Rahmenrichtlinie 92/75/EWG und die Durchführungsrichtlinie 94/2/EU "Energie-Etikettierung und einheitliche Produktinformation für elektrische Haushalts-Kühl- und Gefriergeräte". Die Kennzeichnung in Deutschland wurde 1995 zur Pflicht. (Siehe nationales "Energieverbrauchskennzeichnungs gesetz", ENVKG)

Informationen für den Verbraucher

Mit Hilfe der neuen Information im Verkaufsraum in Form des Energielabels und der tabellenartigen Auflistung der technischen Daten in den Verkaufsunterlagen kann der Verbraucher auf einen Blick den Energiebedarf und weitere wichtige Kenn-daten eines Gerätes beurteilen und bequem Vergleiche anstellen. Die Umwelt-verträglichkeit wird somit bei der Kaufentscheidung noch mehr an Bedeutung gewinnen.

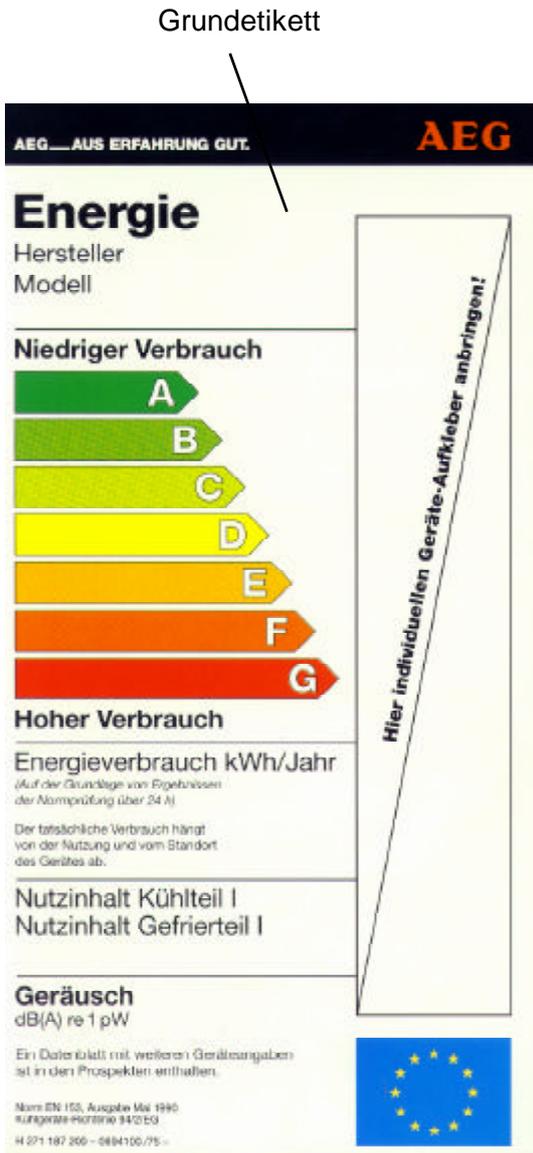
Was die Industrie macht:

Die Hersteller stellen dem Handel das Label kostenfrei zur Verfügung. Das zweiteili-ge Label besteht aus dem herstellernerutralen Grundetikett und dem gerätespezi-fischen Datenstreifen. Die für Ihre Ausstellungsgeräte erforderlichen Grundetiketten (jeweils 50 Stück) können Sie kostenlos anfordern unter:

Energielabel
Kühl- und Gefriergeräte
60579 Frankfurt am Main

Begriffs-Erläuterung

Das Label für Kühl- und Gefriergeräte:



Datenstreifen

- 621 672 038
Name oder Warenzeichen des Herstellers
- AEG**
Modellname/-kennzeichen
- öko_SANTO
3442 KG
Energieeffizienzklasse
- B**
Energieverbrauch in kWh/Jahr (Verbrauch pro 24h x 365)
- 431
Gesamtnutzinhalt aller Fächer ohne Sternenkennzeichnung
- 188
132
Sternekennzeichnung für das Gefrierfach (sofern vorhanden)
- ***
Die Geräuschangabe entsprechend der Richtlinie 86/594/EWG (sofern angegeben)

Der Datenstreifen liegt jedem neu gekauftem Gerät bei und kann, falls das Gerät ausgestellt wird, auf den dafür vorgesehenen Platz des Grundetiketts aufgeklebt werden.

Begriffs-Erläuterung

Wie die Klasseneinteilung zustande kommt:

Die Klasseneinstufung eines Gerätes ist abhängig von dessen Energieverbrauch sowie der Größe der einzelnen Temperaturfächer. Als Rechengröße wird dabei nicht das tatsächliche Volumen - wie auf dem Label deklariert - herangezogen, sondern das sogenannte korrigierte Nutzvolumen. Damit wird die Tatsache berücksichtigt, daß Fächer mit unterschiedlichen Temperaturen einen unterschiedlich hohen Energieverbrauch verursachen.

Der korrigierte Nutzinhalt ergibt sich als Summe der jeweils mit einem festgelegten Faktor gewichteten Volumina der Einzelfächer.

Die wichtigsten Faktoren sind:

- Kühlfach..... 1,00
- 1-Sternefach..... 1,55
- 2-Sternefach..... 1,85
- 3- oder 4-Sternefach..... 2,15
- No-Frost-Gefrierfach..... 2,85
- Kellerfach..... 0,75
- Frischlagerfach nahe 0°C..... 1,25

Der IST-Energieverbrauch laut Energielabel (kWh/Jahr) wird unter Berücksichtigung des korrigierten Nutzvolumens in Relation gesetzt zu einem SOLL-Energieverbrauch (durch EU-Richtlinie definierter Durchschnittswerte für ein Geräte dieser Art und Größe). Dieser Relationswert, in Prozent ausgedrückt, bestimmt die Klasseneinteilung.

- Klasse A..... unter 55 %
- Klasse B..... 55 % bis 75 %
- Klasse C..... 75 % bis 90 %
- Klasse D..... 90 % bis 100 % (durchschnittl. Verbrauch = 100 %)
- Klasse E..... 100 % bis 110 %
- Klasse F..... 110 % bis 125 %
- Klasse G..... über 125 %

Ein Beispiel: Kühl-/Gefrierkombinationen mit Kühlfach von 236 Litern, 4-Sternefach von 74 Liter und IST-Energieverbrauch von 329 kWh/Jahr:

korrigiertes Nutzvolumen: $236 \text{ Liter} * 1,00 + 74 \text{ Liter} * 2,15 = 395,1 \text{ Liter}$
Normverbrauch: 610 kWh/Jahr (durch EU Richtlinien festgelegter SOLL-Energieverbrauch = 100 %-Wert)
Klasseneinteilung: $329 \text{ kWh/Jahr} : 610 \text{ kWh/Jahr} = 53,9 \% \text{ ---> Klasse A}$

Begriffs-Erläuterung

Integrierter Einbau:

Unter integriertem Einbau sind Kühl- und Gefrierschränke zu verstehen, die einschließlich der Tür hinter der Möbeltür unsichtbar sind. Besondere Beachtung muß auch hier die Be- und Entlüftung der Kältemaschine finden. Bei den bisher bekannten integrierten Geräten erfolgt die Belüftung durch den Möbelsockel und die Entlüftung in einem Kaminschacht an der Rückseite des Möbels.

Isolierung:

Zwischen Innen- und Außenbehälter bei Kühl- und Gefriergeräten befindet sich die Isolierung. Das verwendete Material Steinwolle, Glaswolle, Styropor oder Polyurethan weist eine geringe Wärmeleitfähigkeit auf und soll das Eindringen von Wärme in das Gerät vermindern.

Wärmeleitfähigkeit:

Glas- oder Steinwolle		0,033. kcal/m h °C
Styropor mit 25 Kg/m ³	Schäumungsgewicht	0,027. kcal/m h °C
Polyurethan 30 Kg/m ³	Schäumungsgewicht	0,0015 kcal/m h °C

Isolationsstärken:

Bei gleichem Isolationswert:

Glas- oder Steinwolle	70 - 90 mm.
Styropor	50 - 60 mm.
Polyurethan	30 - 40 mm.

Kälteerzeugung:

Kälte kann erzeugt werden:

Durch Kältemischungen: Eis und Kochsalz im Mischungsverhältnis 1:3 ergibt eine Temperatur von -21 °C.

Mit dem Peltier-Element.

Durch Kältemaschinen.

Kältekreislauf:

Der Kältekreislauf einer Kompressions-Kältemaschine besteht aus dem Verdampfer, dem Kompressor, dem Kondensator (Verflüssiger) und dem Drosselorgan (z.B. Kapillarrohr).

Begriffs-Erläuterung

Kältemittel:

Als Kältemittel werden leichte siedende Flüssigkeiten bzw. Dämpfe bezeichnet, die sich aufgrund ihrer thermischen Eigenschaften zum Betrieb von Kältemaschinen eignen. Nachstehend sind zwei der üblichen Kältemittel aufgeführt.

Isobutan
Kältemittel R600a, Benennung nach DIN 8962
chemische Zusammensetzung $\text{CH}-(\text{CH}_3)_3$
normaler Siedepunkt $-11,61\text{ }^\circ\text{C}$.

Propan
Kältemittel R290, Benennung nach DIN 8962
chemische Zusammensetzung C_3H_8 ,
normaler Siedepunkt $-42,1\text{ }^\circ\text{C}$.

Bei Kompressions-Kältemaschinen für Kühlschränke und Gefriergeräte wurde bis 1992 überwiegend R 12 unter den Handelsbezeichnungen Frigen, Freon, Heydogen und Kaltron verwendet, bevor es durch das umweltfreundlichere R134a und schließlich 1995 durch das umweltneutrale Naturgas R 600a abgelöst wurde. Heute wird im Service das R134a als Ersatzkältemittel für das ozonschichtzerstörende R 12 verwendet.

Kapillarrohr:

Bei Kompressions-Kältemaschinen wird zur Reduzierung des Kältemitteldruckes ein Kapillarrohr verwendet. Dieses Kapillarrohr hat einen Innendurchmesser von 0,5 - 1 mm und kann je nach dem erreichbaren Ausgangsdruck bis 4 m lang sein. Das Kältemittel R 12, das unter hohem Druck (8 - 10 bar) flüssig aus dem Kondensator (Verflüssiger) in das Kapillarrohr eintritt, hat nach Durchfluß durch das Kapillarrohr einen Druck von 0,5 - 1,5 bar.

Die kleine Bohrung des Kapillarrohres erfordert eine saubere, exakte Verarbeitung des Kältekreislaufes, da bei kleinsten Schmutzanteilen und Feuchtigkeitsrückständen der Kapillarrohr-Querschnitt verstopft werden kann. Knickungen dieses Rohres müssen vermieden werden. Verschmutzungen, Feuchtigkeitsrückstände bzw. Rohrknickungen hätte eine Verstopfung des Kältekeislaufes zur Folge.

Begriffs-Erläuterung

Klimaklassen:

Für die zu erzeugende Lagertemperaturen durch Kühl- und Gefriergeräte spielt die Außentemperatur eine wesentliche Rolle. Deshalb hat man Klimaklassen kreiert, welche die zulässigen Schwankungen der Raumtemperaturen deklarieren. Innerhalb dieser Temperaturbereiche müssen die erforderlichen Lagertemperaturen durch entsprechende Reglerstellungen noch erreichbar sein!

Sie lauten:

SN: 10 bis 32 °C

N: 16 bis 32 °C

ST: 18 bis 38 °C

T: 18 bis 43 °C zulässige Raumtemperatur

Kompressor (Verdichter):

Als Kompressor wird der Teil eines mechanischen Kältesystems bezeichnet, in dem Kältemitteldämpfe (niederdruckseitig) angesaugt und durch den Kompressor anschließend verdichtet werden (hochdruckseitig).

Kondensator (Verflüssiger):

Bauteil des Kühlaggregates in der die Verflüssigung von Dämpfen unter Wärmeentzug stattfindet. Bei Kühl- und Gefriergeräten werden folgende Verflüssiger angewandt:

- a) Statisch beflüchteter Verflüssiger (= schwarze Rückwand des Gerätes)
- b) Zwangsbelüchteter Verflüssiger
- c) Außenhaut-Verflüssiger

Kontaktkälte:

Sofern Gefriergut direkt auf gekühlte Flächen (Verdampfer) gelegt wird, spricht man von Kontaktkälte. Speziell beim Einfrieren frischer Lebensmittel soll durch Kontaktkälte ein schnelles Einfrieren erreicht werden.

Begriffs-Erläuterung

Kühlautomat:

Als Kühlautomaten werden alle Kühlgeräte bezeichnet, die ein vollautomatisches Abtausystem enthalten, d. h. sofern der Abtauvorgang selbsttätig eingeleitet und beendet werden kann, außerdem das Tauwasser selbsttätig entfernt wird. (Tauwasser-Verdunstung).

Kühlschrank:

Als Kühlschrank werden solche bezeichnet, die von Hand abgetaut werden müssen oder bei denen eine halbautomatische Abtauvorrichtung vorgesehen ist. (Siehe Abtauen).

Kühlzonen:

Im Kühlschrank oder Kühlautomat sind verschiedene Kühlzonen vorgesehen. Das Eisfach (1-Sterne) zur Schnellkühlung, Eisbereitung und zur kurzfristigen Aufbewahrung von Tiefkühlkost (wenige Tage). Das Frosterfach (2-Sterne) zur Schnellkühlung, Eisbereitung und zur mittelfristigen Aufbewahrung von Tiefkühlkost (etwa 1 Woche). Das Tiefkühlfach oder Gefrierfach (3-Sterne) zur Schnellkühlung, Eisbereitung und zur langfristigen Aufbewahrung von Tiefkühlkost (einige Monate). Hierbei ist die entsprechende Reglereinstellung zu beachten, die eine Lagertemperatur von -18°C gewährleistet.

Im Hauptkühlfach, in dem die trockene Kälte bei Temperaturen von etwa 2 bis $+12^{\circ}\text{C}$ (abhängig von der Reglereinstellung) herrscht, werden Fleisch, Sahne, Milch, Butter, Aufschnitt, zubereitete Speisen, Konserven, Konditoreiwaren oder Getränke gelagert. Innerhalb des Hauptkühlfaches sind die Temperaturen unterschiedlich. Bei waagrecht angeordneten Verdampfern liegt die tiefste Temperatur unmittelbar unter dem Verdampfer, bei Kühlautomaten mit Rückwandverdampfer liegt die tiefste Temperatur im unteren Bereich unter dem Verdampfer, währenddessen auf den oberen Rostlagen die höchste Temperatur vorliegt. Im Feuchtfach unter der Glasplatte werden in den Behältern Obst, Gemüse und Salate aufbewahrt. Durch die Abdeckung mit der Glasplatte bleibt die Feuchtigkeit erhalten. Im abgeschlossenen Fach der Innentür werden Butter, Streichfett und Käse bei milden Temperaturen gelagert.

Begriffs-Erläuterung

Lagerdauer im Gefriergerät:

Die mögliche Lagerdauer gefrorener Lebensmittel beträgt je nach Art und Vorbehandlung einen Monat bis zu einem Jahr. Nachstehend überschlägige Werte:

Fleisch je nach Fettgehalt	4 - 12 Monate
Wild	9 - 12 Monate
Geflügel	4 - 10 Monate
Fisch	1 - 6 Monate
Gemüse	5 - 12 Monate
Obst	8 - 12 Monate
Backwaren	2 - 7 Monate
Fettgerichte	1 - 6 Monate

Lagerdauer im Kühlgerät:

Der Qualitätsabfall wird durch Lagerung im Kühlschrank zwar verzögert aber nicht verhindert. Auch im Kühlschrank verderben die Lebensmittel, wenn sie nicht rechtzeitig verbraucht werden. Je kürzer die Lebensmittel im Kühlschrank aufbewahrt werden, um so höher ist ihr Genuß- und Nährwert. Mögliche und übliche Lagerzeiten von leicht verderblichen Lebensmitteln im Haushaltskühlschrank bei + 2 °C bis +10 °C:

1. Fleisch und Fleischwaren

Fleisch, roh	2 - 5 Tage
Fleisch, gekocht	3 - 6 Tage
Fleisch, gebraten	3 - 7 Tage
Hackfleisch	1 Tag
Hackfleisch, gebraten	2 - 4 Tage
Wurst, angeräuchert	2 - 4 Tage
Räucherwaren	4 - 10 Tage

2. Fisch und Fischwaren

Fisch, roh	1 - 3 Tage
Fisch, gekocht	2 - 4 Tage
Fisch, gebraten	2 - 5 Tage
Fisch, geräuchert	2 - 5 Tage
Fischkonserven, geöffnet	1 - 3 Tage
Marinaden, geschlossen	10 - 14 Tage
Marinaden, geöffnet	3 - 6 Tage

Begriffs-Erläuterung

3. Geflügel

Hähnchen, frisch	2 - 5 Tage
Hähnchen, gebraten	3 - 6 Tage
Huhn, gekocht	3 - 6 Tage

4. Molkereiprodukte und Eier

Butter (tägliches Bedarfs)	2 - 8 Tage
Butter-Vorrat	10 - 14 Tage
Milch und Sahne	2 - 5 Tage
Kondensmilch in Dosen, geöffnet	3 - 5 Tage
Käse	4 - 14 Tage
Eier	10 - 14 Tage

5. Gemüse und Salate

Spinat, Erbsen	1 - 2 Tage
Erbsen in Schoten, Bohnen	3 - 7 Tage
Wurzelgemüse, Kohl	8 - 14 Tage
Gemüsekonserven, geöffnet	1 - 3 Tage
Salate	2 - 5 Tage

6. Obst

Beerenobst	2 - 10 Tage
Steinobst	3 - 10 Tage
Kernobst	10 - 14 Tage
Obstkonserven, geöffnet	2 - 5 Tage

7. Fertige Gerichte

Speisen, zubereitet	2 - 4 Tage
Konditorwaren	2 - 6 Tage

Begriffs-Erläuterung

Lagerzeit bei Störung:

Bei Typ-Prüfungen von Gefriergeräten gem. DIN 8953 (N) wird bei einer Umgebungstemperatur von +25 °C einem mit Testpaketen vollbeladenem Gefriergerät, die an der ungünstigsten Lagerstelle auf -19°C unterkühlt sind, der Netzstecker herausgezogen d. h. das Gefriergerät außer Betrieb genommen. Dann wartet man solange, bis sich irgendein Testpaket auf -18 °C erwärmt. Ab diesen Zeitpunkt wird die Zeitdifferenz ermittelt, in der sich irgendein Paket auf -9 °C erwärmt. Alle Temperaturen der Testpakete werden in dessen Schwerpunkt gemessen. Diese Zeitdifferenz entspricht der deklarierten Lagerzeit bei Störung.

low frost

Hochwertige Gefriertruhen sind mit einem low frost-System ausgestattet. Diese Geräte haben an der Geräterückseite einen Sack, der mit dem Innenraum der Truhen verbunden ist. Bei laufendem Kompressor gelangt somit weniger warme und somit feuchte Luft in das Gerätinnere, weil die Truhen nicht über die Deckeldichtungen sondern größtenteils über den Sack "atmen".

Longfresh:

Longfresh-Geräte sind Kühlgeräte mit einem 0° C-Abteil, wobei außer der kälteren Lagertemperaturen immer ein sogenanntes Feuchtefach vorhanden ist. Die zulässigen Lagertemperaturen für eine Longfresh-Deklaration liegen zwischen -2 °C bis +3 °C. Die relative Luftfeuchtigkeit im longfresh-Abteil ist sehr stark abhängig vom Lagergut. Im Feuchtefach sind bei eingelagerten Gemüse und/oder Salaten relative Feuchten bis zu 95 % möglich. Die Vorteile einer longfresh-Lagerung sind:

- längere Frische, Qualitätserhaltung,
- längere Lagerzeiten (ca. 3 mal länger als im Kühlregal)
- Zeitersparnis

Nutzbare Abstellfläche:

Die nutzbare Abstellfläche ist die Summe aller für die Lagerung von Lebensmitteln verwendbaren horizontalen Abstellflächen, über denen an allen Stellen eine lichte Mindesthöhe nach DIN 8950 verfügbar ist.

Begriffs-Erläuterung

Netto-Inhalt, Nutz-Inhalt:

Nach DIN 8953 ist der Nutz-Inhalt eines Gefriergerätes folgendermaßen definiert: Brutto-Inhalt abzüglich des Raumbarfs von Einbauten und abzüglich des Rauminhaltes oberhalb der Stempelmarke. Bei Gefriertruhen wird der Nutz-Inhalt ohne Körbe zugrunde gelegt, da eine Benutzung von Gefriertruhen auch ohne Korb möglich ist. Bei Gefrierschränken werden nur die Körbe berücksichtigt, die zur Benutzung und Auslastung des Gefriertraumes erforderlich sind. Der Nenn-Nutz-Inhalt wird bei Gefriergeräten auf dem Typschild aufgeführt.

Polystyrol (Styropor):

Styrol ist eine Flüssigkeit, die aus den Kohlenwasserstoffen Benzol und Äthylen gewonnen wird. Durch Polymerisation entsteht daraus Polystyrol, eine glasklare, feste Masse, der durch Einfärbung jede beliebige Farbtönung gegeben werden kann. Die Fertigprodukte werden entweder im Spritzgußverfahren hergestellt oder vorgefertigte Platten oder Folien werden vakuumverformt.

Polyurethan:

Polyurethan ist ein Schaumstoff, der als Isoliermaterial für Kühl- und Gefriergeräte verwendet wird. Bei der Herstellung von Polyurethan-Hartschaumstoff werden folgende Komponenten benötigt: Desmophen (Polyol), Desmodur (Polyisocyanat) und als Treibmittel früher R 11, dann R134a und jetzt Cyclopentan (Monofluortrichlormethan). Die drei, gut vermischten Komponenten werden in flüssiger Form zwischen Außengehäuse und Innenbehälter unter Druck eingefüllt. Das Kühl- bzw. Gefriergerät wird während des Schäumprozesses in einer Form aufgenommen. Durch das enthaltene Treibmittel quillt das Polyurethan auf, der Zwischenraum wird fugenlos ausgefüllt. Nach Abkühlung und Enthärung kann das verwindungsfreie Gehäuse aus der Form herausgenommen und weiterbearbeitet werden.

PP (Polypropylen)

Durch Polymerisation von Propylen oder Propen (Stoff, mit zwei von Propan abgespaltene Wasserstoffatome) entsteht ein gelblicher Kunststoff, der für die Kompressornische verwendet wird.

Begriffs-Erläuterung

PVC:

Poly-Vinyl-Chlorid, das durch Anlagerung von Salzsäure an Acetylen entsteht. Wichtige Abarten sind Igelite, Vinidur und Mischpolymerisate, Mipolam und Astralon. PVC wird als Verkleidungsmaterial, sowie für Tür- und Deckeldichtungen verwendet.

Relative Luftfeuchtigkeit:

Wassergehalt der Luft im Verhältnis zu ihrer höchstmöglichen Aufnahmefähigkeit bei gleicher Temperatur in Prozent. Die relative Luftfeuchtigkeit in einem Haushaltskühlschrank beträt ca. 50 - 70 %. Außenwände von Gefriergeräten sollen nicht mit Feuchtigkeit beschlagen, wenn die relative Luftfeuchtigkeit am Aufstellungsort unter 70 % liegt.

Rollbond-Verfahren:

Verfahren zur Herstellung von Verdampferplatinen und Gefriergeräte-Innenbehälter. Das Verfahren beruht darauf, daß ein Trennmittel auf ein Reinaluminiumblech entsprechend dem Kanalbild aufgetragen wird und somit verhindert, daß beim Verlöten mit einem zweiten Alu an diesen Stellen eine Verbindung der beiden Bleche entsteht. Nach anschließendem Glühen werden die nicht verbundenen Blechpartien pneumatisch aufgeblasen. So entstehen Hohlräume zur Aufnahme des Kältemittels.

Schnellgefrierschalter:

Bei allen Gefriergeräten ist ein Schnellgefrierschalter vorgesehen, durch Überbrückung des automatischen Temperaturreglers wird hierdurch die Kältemaschine in Dauerbetrieb genommen. Je nach Laufdauer kann die Innentemperatur bis zur Leistungsgrenze gesenkt werden. Der Schnellgefrierschalter soll etwa 3 - 4 Stunden vor dem Einlegen neu einzufrierenden Gefriergutes betätigt werden und während des gesamten Einfriervorganges eingeschaltet bleiben. Die Betätigung des Schalters wird durch eine gelbe Kontrollampe sichtbar gemacht.

Neuerdings gibt es vereinzelte Kühlgeräte mit 4-Sterne-Fächern oder Kühl-Gefrierkombinationen mit einem Kompressor, die auch einen Schnellgefrierschalter haben. Allerdings wird mit diesem Schalter eine Heizung (5-15 W; geräteabhängig) zugeschaltet, um die Standzeit des Verdichters zu verringern. Bei diesen Geräten hat dieser Schalter eine Doppelfunktion, nämlich Schnellgefrierschalter und SN-Schalter.

Begriffs-Erläuterung

SB (Styrobutadien)

Styrobutadien ist ein weißer Kunststoff mit dem die Innenbehälter von Kühl- und Gefriergeräten gefertigt werden.

Stapelgrenze:

Die Stapelgrenze bei Gefriergeräten wird durch eine Stapelmarkierung gekennzeichnet. Bis zur Stempelmarkierung ist der Nutz-Inhalt abgegrenzt d. h. nur bis zur Stapelgrenze wird die geforderte Lagertemperatur von -18 °C erreicht oder unterschritten.

Tauwasser-Verdunstung:

Beim Kühlautomaten mit vollautomatischer Abtaufunktion wird das Tauwasser durch die Schrankrückwand in ein Verdunstungsgefäß geführt. Das Verdunstungsgefäß befindet sich entweder unmittelbar auf dem Motorkompressor oder im Bereich des Kondensators (Verflüssiger). Durch die Wärme der Kältemaschine wird das Tauwasser selbsttätig verdunstet.

Temperaturregler:

Alle Kühl- und Gefriergeräte sind mit einem automatischen Temperaturregler ausgestattet. Der Fühler des Temperaturreglers liegt unmittelbar am Verdampfer an. Bei vorliegender Verdampferemperatur schaltet der Temperaturregler automatisch die Kältemaschine ein oder aus. Am Reglerknopf kann der gewünschte Temperaturbereich gewählt und eingestellt werden. Bei Kühlschränken liegt der wählbare Bereich in etwa zwischen $+3\text{ °C}$ und $+10\text{ °C}$, bei Gefriergeräten meist zwischen -15 °C bis -24 °C .

Superfrostfunktion:

Bei elektronisch geregelten Geräten wird temperatur- und zeitabhängig die Superfrostfunktion automatisch beendet. Bei mechanisch geregelten Geräten muß immer per Hand der Schnellgefrierschalter zurückgeschaltet werden.

Begriffs-Erläuterung

Tiefkühlgerät:

Tiefkühlgeräte für den Haushalt sind geschlossene Geräte, die hinsichtlich ihrer Größe und Ausrüstung auf die Verwendung im Haushalt abgestimmt und mit einer fest eingebauten energieaufnehmenden Einrichtung zu Kälteerzeugung ausgerüstet sind. Im Innenraum oder in Lagerfächern soll unter bestimmten Bedingungen eine Temperatur von -18 °C oder kälter erreicht werden. Sie dienen hauptsächlich zur Lagerung von Tiefkühlkost.

Trockeneis:

Trockeneis ist Kohlendioxid im festen Zustand. Unter atmosphärischem Druck geht es direkt vom festen in den dampfförmigen Zustand über und entwickelt eine Temperatur von -79 °C . Es findet Verwendung vornehmlich in Tiefkühlschränken oder bei langfristigen Stromunterbrechungen kann Trockeneis in den Lagerraum eingelegt werden. Hierdurch wird ein Temperaturanstieg des Lagergutes verhindert.

Trockenpatrone:

In allen Kompressions-Kältemaschinen wird eine Trockenpatrone in den Kältekreislauf zwischen Verflüssiger und Kapillarrohr eingebaut. Sie enthält ein Molekularsieb und ein Trockenmittel. Die Trockenpatrone hat die Aufgabe, Restfeuchtigkeit im Rohrsystem und evtl. Fremdkörper (z. B. Zunder, Späne) vor Eintritt in das dünne Kapillarrohr zurückzuhalten.

Tiefkühlkette:

Als Tiefkühlkette wird das Zusammenwirken von Lager- und Transporteinrichtung für Tiefkühlkost auf dem Wege von der Produktion bis zum Verbraucher bezeichnet. Zur Qualitätserhaltung von Tiefkühlkost darf in keinem Glied dieser Kette die Temperatur über -18 °C ansteigen.

Typprüfung:

Als Typprüfung gilt die Prüfung eines Gerätes das von einem Beauftragten einer neutralen Stelle aus einer ausreichend großen Serie bei Hersteller oder in einem Handelslager ausgewählt wurde. Die Prüfbescheinigung gilt dann für alle Stücke dieser Serie.

Begriffs-Erläuterung

Typschild:

Gemäß den Prüfbedingungen DIN 8950 bzw. DIN 8953 muß mindestens ein Typschild am Gehäuse vorhanden sein. Das Typschild soll folgende Angaben enthalten:

Für Haushaltskühlschränke:

- Hersteller oder Herstellerzeichen
- Art der Ausführung: (N) für gemäßigtes Klima, oder
(T) für tropisches Klima
- Typbezeichnung
- Nenn- Brutto- Inhalt in dm³ oder Liter
- Art des Kältesystems
- Kurzzeichen des Kältemittels
- Kältemittelmenge in Kg
- Nennspannung in V
- Stromart und Frequenz in Hz,
- Leistungsaufnahme in W
(gemessen nach den bestehenden VDE-Bestimmungen)

Für Tiefkühl- oder Gefriergeräte:

- Hersteller oder verantwortlicher Lieferer, ggf. Firmenzeichen
- Handelsbezeichnung und Art der Ausführung
- Art der Ausführung: (N) für gemäßigtes Klima,
(T) für tropisches Klima
- Typbezeichnung und Fabriknummer oder mindestens verschlüsseltes Herstellerdatum
- Netto- Brutto- Inhalt in dm³ oder Liter
- Nenn- Nutz- Inhalt in dm³ oder Liter
- Art des Kältemittels (Kurzbezeichnung nach DIN 8962)
- Kältemittelmenge in Kg
- Nennspannung in V
- Stromart und Frequenz in Hz
- Leistungsaufnahme in W
(gemessen nach den bestehenden VDE-Bestimmungen)
- bei Gefriergeräten das Gefriervermögen in Kg/24h
- VDE- und Funkschutzzeichen. Bei Exportgeräten das Approbationszeichen des entsprechenden Exportlandes.

Begriffs-Erläuterung

Unterbau-Kühl- oder Gefriergeräte:

Als Unterbau-Geräte werden solche bezeichnet, die entweder ohne Arbeitsplatte oder durch Abnahme dieser unter einer Abdeckung von 85 cm Höhe augenommen werden können. Da Arbeitsplatten oder Abdeckungen Mindeststärken von 30 mm haben, darf das Unterbaugerät eine Gesamthöhe von 820 mm nicht überschreiten.

Umgebungstemperatur (Prüftemperatur):

Als Umgebungstemperatur wird die Raumtemperatur bezeichnet, bei der Kühlschränke und Gefriergeräte entsprechend der Ausführung bedenkenlos betrieben werden können.

Bei Ausführung N: Unterste Umgebungstemperatur + 16°C
 Höchste Umgebungstemperatur + 32°C

Bei Ausführung T: Unterste Umgebungstemperatur + 18°C
 Höchste Umgebungstemperatur + 43°C

für die Ermittlung des Norm-Energieverbrauches wird eine Umgebungstemperatur von +25 °C zugrunde gelegt.

Bei Ausführung SN: unterste....+10 °C
 höchste.....+32 °C

Bei Ausführung ST: unterste....+18 °C
 oberste.....+38 °C

Begriffs-Erläuterung

Verdampfer:

Der Verdampfer ist ein Teil der Kältemaschine, in dem das Kältemittel verdampft und dabei der Umgebung die zum Verdampfen erforderliche Wärme entzieht. Je nach Kennzeichnung der Verdampferfläche und der damit verbundenen Temperaturforderungen

1-Stern = - 6 °C oder kälter

2-Stern = - 12 °C oder kälter

3-Stern = - 18 °C oder kälter

muß die Form des Verdampfers ausgeführt sein.

Vorgefrierfach:

Bei Gefriertruhen und Gefrierschränken ist ein separates Vorgefrierfach vorgesehen. Im Vorgefrierfach werden frische Lebensmittel eingefroren. Eine Berührung mit bereits lagernden Gefriergut wird dadurch vermieden. Einzufrierende Packungen sollen mit der großflächigen Seite auf direktem Kontakt mit den kälteführenden Platten gebracht werden. Ein Übereinanderstapeln muß vermieden werden.

Wärme:

Wärme strömt von selbst nur vom wärmeren zum kälteren Körper, nie umgekehrt.

Wärmebrücke:

Als Wärmebrücke werden wärmeleitende Verbindungen zwischen Innen- und Außenbehälter bezeichnet. Über diese wird durch die Leitfähigkeit Wärme von außen nach innen geführt. Durch Wärmebrücken wird die Isolationsfähigkeit gemindert. Alle AEG-Kühl- und Gefriergeräte sind deshalb frei von Wärmebrücken.

Wechselbarer Türanschlag:

Bei Einbau-Kühlautomaten, Einbau-Gefrierschränken und Kühl-Gefrierkombinationen können die Türen mit wenigen Handgriffen von Rechts- auf Linksanschlag geändert werden. Hierdurch kann der jeweils günstige Öffnungsweg gewählt werden.

Zwei-Temperaturen-Schrank oder -Gerät

Diese Bezeichnung wird für Kühl-Gefrierkombinationen angewandt, weil in diesem Gerät zwei Temperaturzonen (Temperatur über 0 °C Kühlraum und Temperaturen -18 °C und tiefer für den Gefrierraum) berücksichtigt sind.