

Der

Wartungsservice

# Klimaanlagen im Kfz

Klimaanlagen im Kraftfahrzeug gehören heute nahezu zur Standardausrüstung.

**Verkehrsmediziner sprechen sich eindeutig für den Einsatz von Klimaanlagen aus**

Klimaanlagen im Kfz verbessern das Wohlbefinden und erhöhen damit im erheblichen Maß die passive Sicherheit.

# Klimaanlagen im Kfz

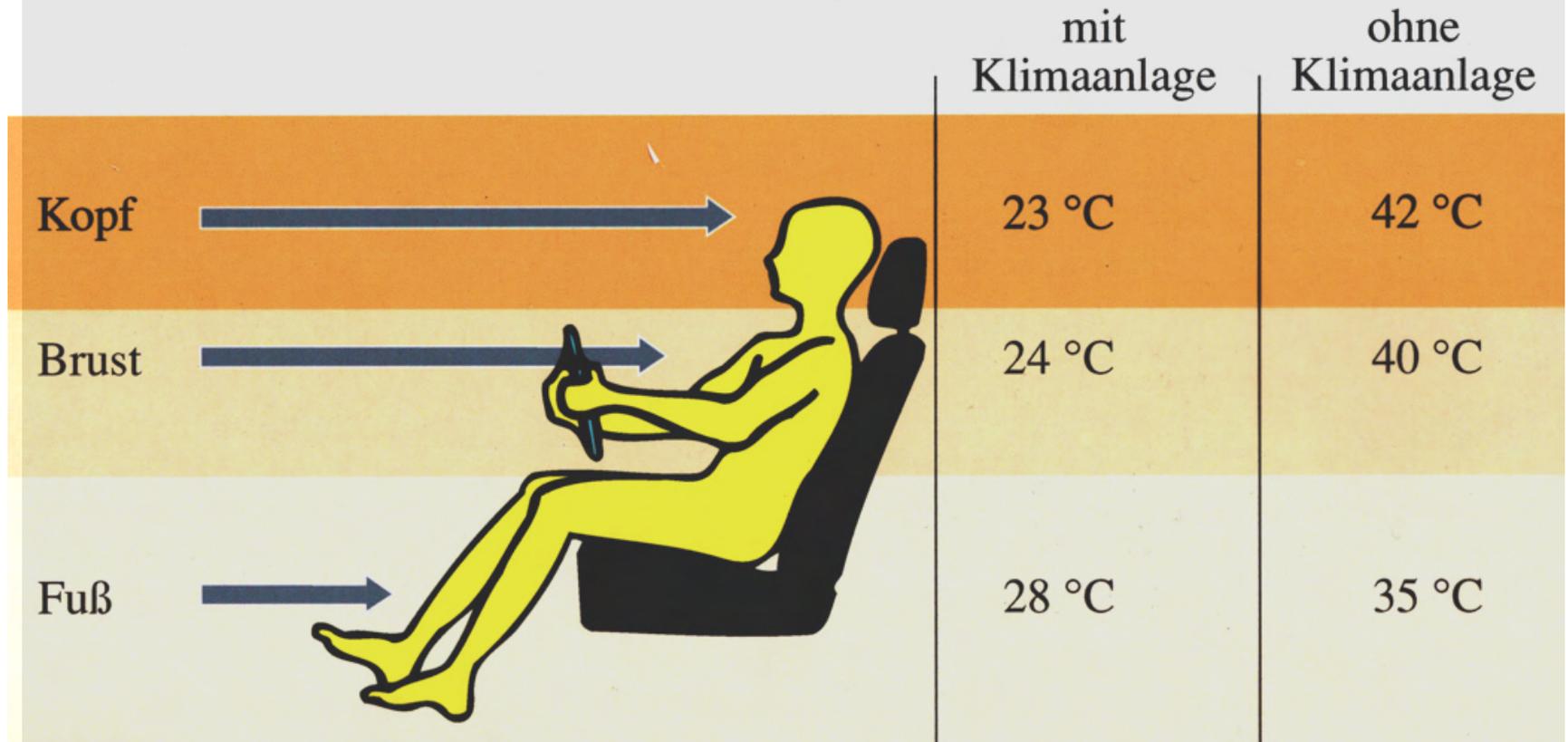
Die Klimaanlage im Kraftfahrzeug hat im wesentlichen drei Aufgaben zu erfüllen:



- die Raumluft kühlen
- die Raumluft entfeuchten
- die Raumluft reinigen

# Temperaturen in einem Pkw

Nach einer Fahrzeit von 1 Stunde  
und einer Außentemperatur von 30 °C



# Klimaanlagen im Kfz

## Physikalische Grundlagen

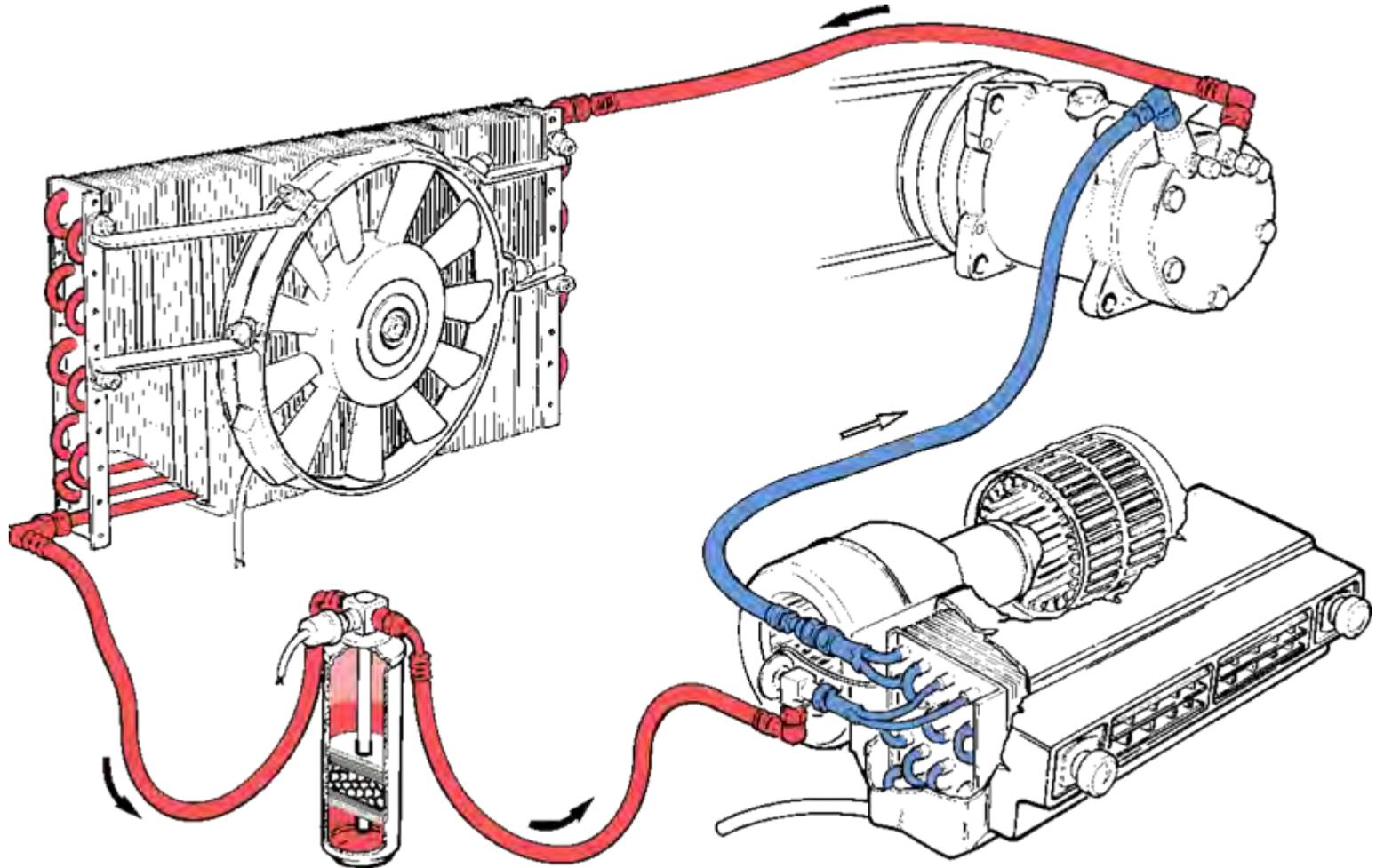
### Funktionen der Klimaanlage

In der Klimaanlage besteht ein Kreislauf, der durch einen Kompressor aufrechterhalten wird. Das Kältemittel wird im halbflüssigen Zustand durch einen Kondensator gedrückt. Dort wird es abgekühlt und verflüssigt. Danach gelangt es in einen Vorratsbehälter, in dem es gereinigt und getrocknet wird. Über das Expansionsventil wird das Kältemittel unter Druck in einen Verdampfer eingesprüht, dann entspannt sich das Kältemittel und entzieht der Umgebung Wärme, die der am Verdampfer vorbeiströmenden Luft entzogen wird. Vom Verdampfer gelangt das Kältemittel zurück in den Kompressor und beginnt seinen Weg von neuem.

# Klimaanlagen im Kfz

## Physikalische Grundlagen

Funktionsdarstellung der  
Wirkungsweise einer Klimaanlage



# Klimaanlagen im Kfz

## Kältemittel

Es gibt weltweit nur ein Kältemittel, das für Klimaanlagen im Kfz zugelassen ist – sowohl vom Gesetzgeber als auch von den Klimaanlagenherstellern und von den Automobilherstellern:

**Dieses Kältemittel heißt:  
R 134 a**

Dieses Kältemittel diffundiert und ist in hohem Maß hygroskopisch. Aus diesem Grund müssen Klimaanlagen regelmäßig gewartet werden, damit Funktion und Leistung erhalten bleiben und die Bauteile nicht beschädigt werden.



# Klimaanlagen im Kfz

## Wartungsintervalle

Die Wartung der Klimaanlagen in Kraftfahrzeugen sollte grundsätzlich innerhalb dieser Zeiträume wiederholt werden:



**Pkw:**

**Lkw:**

**Busse:**

**Landwirtschaftliche**

**Fahrzeuge,**

**Mähdrescher**

**und Traktoren:**

**jährlich**

**halbjährlich**

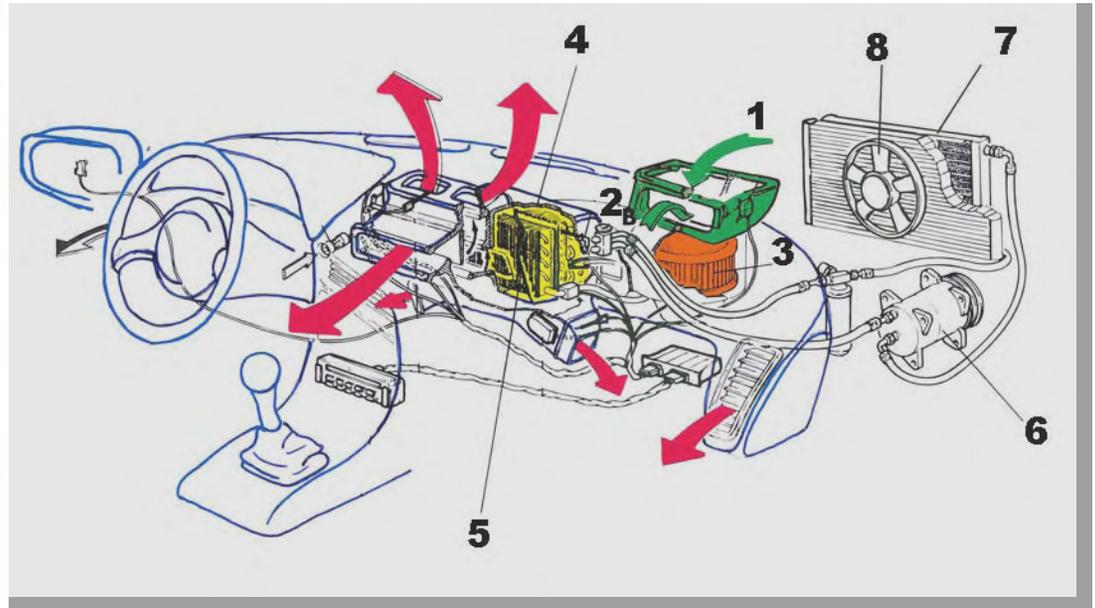
**vierteljährlich**

**vor jeder Saison**

# Klimaanlagen im Kfz

## Klimaanlagen regelmäßig desinfizieren!

1. Außenluft
2. Umluft
3. Verdampfergebläse
4. Verdampferbatterie
5. Heizgerät
6. Kompressor
7. Kondensator
8. Elektrogebläse



Klimaanlagen müssen im Pkw regelmäßig, jedoch mindestens einmal im Jahr, desinfiziert werden. Aufgrund des Anfalls von Staub und organischen Reststoffen, der Bildung von Kondenswasser und wechselnder Temperaturen entstehen in jeder Lüftungsanlage, in jeder Klimaanlage und insbesondere in Kfz-Klimaanlagen Fäulnisbakterien und Pilze.

**Fäulnisbakterien bewirken modrigen Geruch**

**Pilze führen zur Erkrankung der Luftwege bis zur Lungenentzündung**

# Argumente für die Wartung

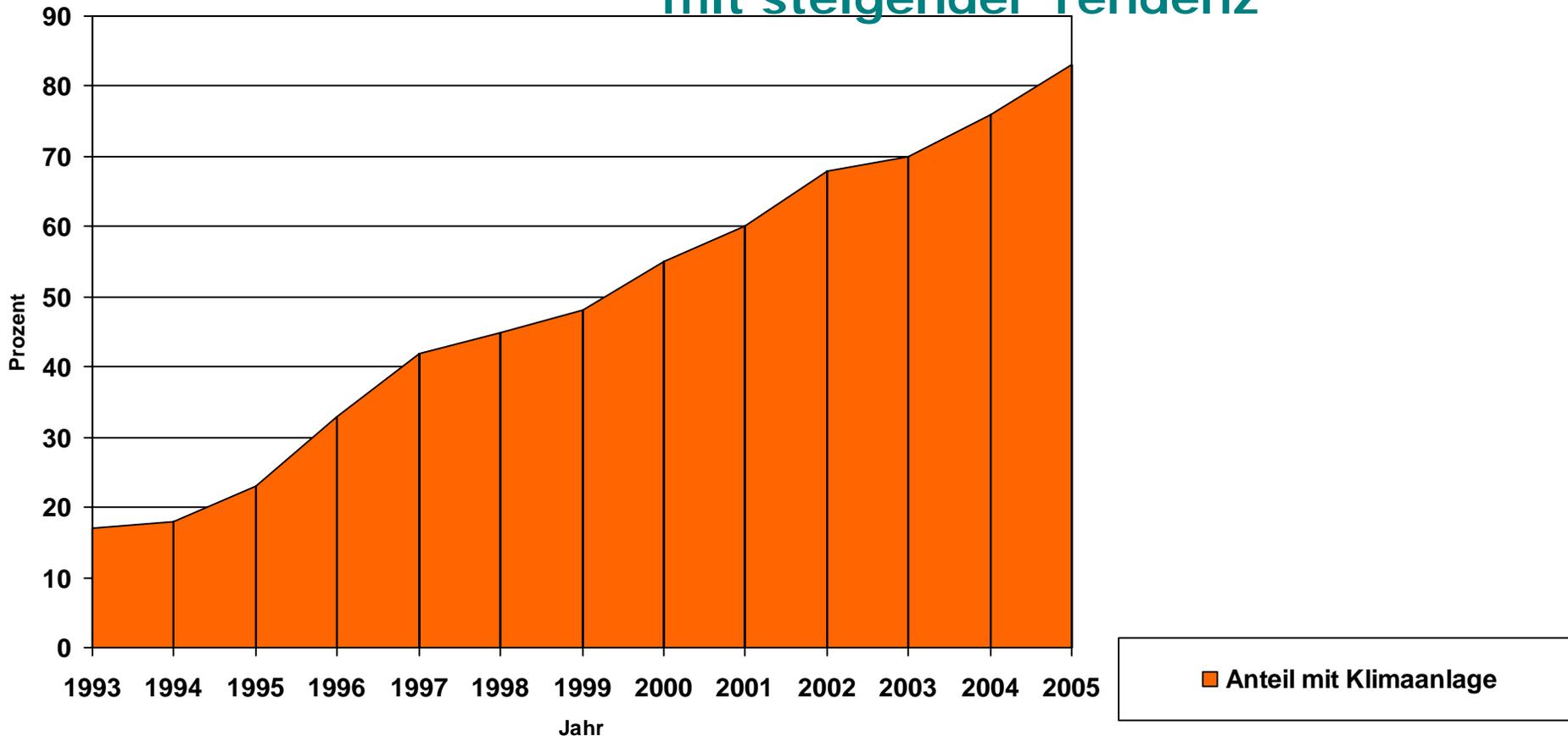
- Natürlicher Verlust von Kältemittel durch Diffusion und damit nachlassende Kühlleistung
- durch den Kältemittelverlust muß der Kompressor an der Leistungsgrenze arbeiten mehr Leistung mehr Kraftstoffverbrauch
- Bildung von Kondenswasser und damit Gefahr einer Beschädigung der Anlage
- Säurebildung und Korrosion
- Verstopfung der Anlage durch gesättigten Filter
- Anhaftende Verschmutzung am Verdampfer und damit Modergeruch beim Einschalten der Lüftung

**Durch eine nicht gewartete Anlage können die Grundfunktionen der Klimaanlage kühlen, entfeuchten und reinigen nicht mehr gewährleistet werden und es besteht die Gefahr einer Beschädigung der Anlage.**

# Statistik & Potential

Im Jahr 2005 gab es in Deutschland über 46 Millionen Pkw. Über 80 % aller neu zugelassenen Fahrzeuge in 2005 wurden mit einer Klimaanlage ausgeliefert. Damit stieg der Anteil von Pkw mit Klimaanlage auf über 50 % aller zugelassenen Fahrzeuge in Deutschland.

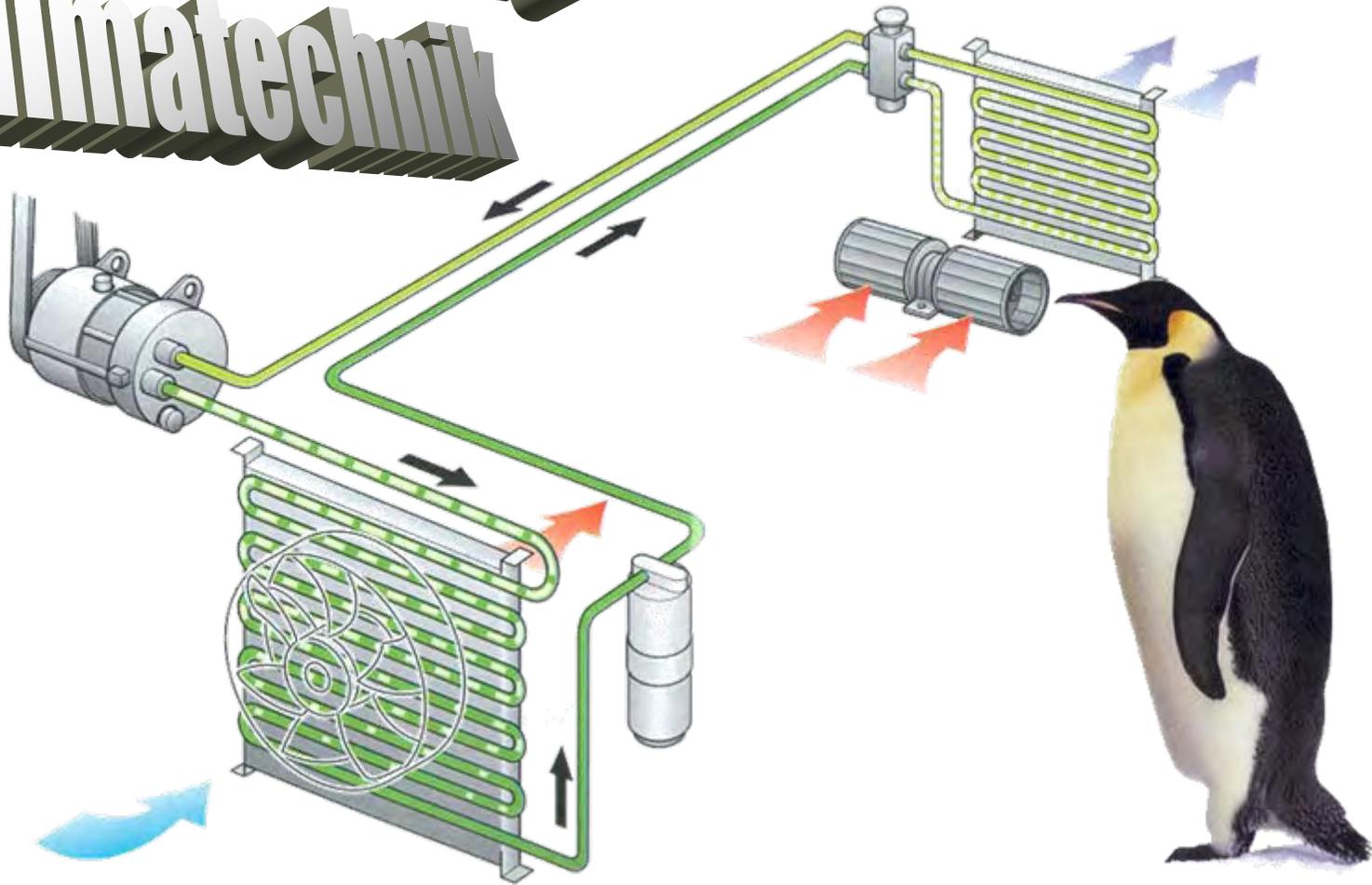
## Hoher jährlicher Zuwachs mit steigender Tendenz



**Sachkundeschulung**

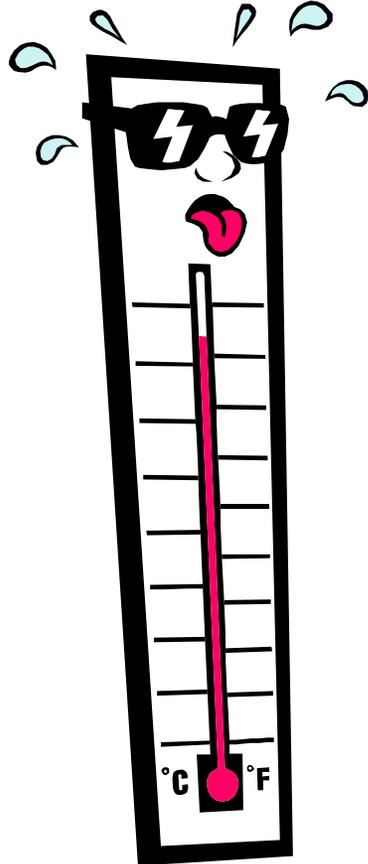
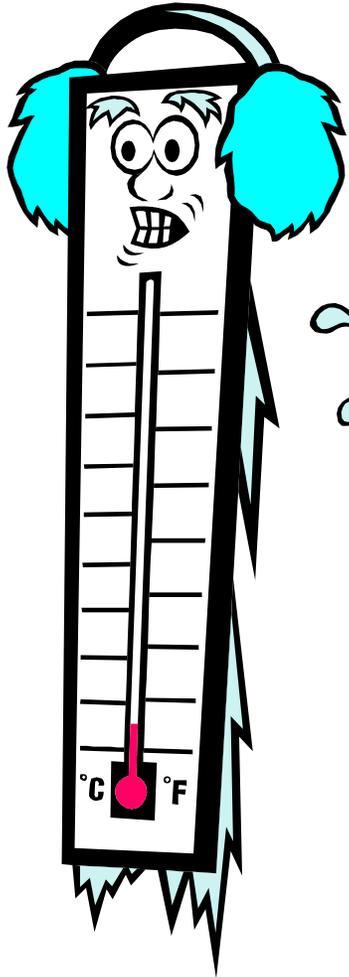
**Klimatechnik**

# Sachkundeschulung Klimatechnik



# Sachkundeschulung

## Klimatechnik



Grundlagenwissen  
rund um  
die Klimaanlage

# Welche Aufgaben hat die Klimaanlage im Kfz?

- 1. Raumluft kühlen**
- 2. Die Raumluft trocknen**
- 3. Die Raumluft reinigen**

**Wie arbeitet die Klimaanlage?**  
Die Klimaanlage im Kfz arbeitet nach dem Prinzip der Kompressionskältemaschinen

# Überprüfungsarbeiten

Arbeiten an der Klimaanlage werden immer wieder erforderlich sein, weil:

- **Kältemittel aus der Anlage diffundiert**
- **Schläuche porös werden**
- **Dichtungen altern und austrocknen**
- **Verschraubungen sich lockern**
- **Serviceanschlüsse durch Fehlbedienung und Schmutz undicht werden**
- **Kondensator und Rohrleitungen im Steinschlag- und unfallgefährdeten Fahrzeugbereich liegen**
- **Komponenten der Klimaanlage defekt werden**
- **Feuchtigkeit eindringen kann**

# Voraussetzungen

**Die wichtigste Voraussetzung bei Arbeiten an Klimaanlage ist Sauberkeit.**

Alle Fremdstoffe im Kältekreis wie Luft, Feuchtigkeit oder Schmutzpartikel beeinträchtigen die Funktion der Klimaanlage. Beachten Sie deshalb nachfolgende Hinweise:

- Vor dem Öffnen der Kälteanlage unbedingt die **Komponenten reinigen**, um ein Eindringen von Fremdstoffen auszuschließen
- Komponenten **nicht mit Heißdampf** reinigen
- Sicherstellen, dass Werkzeuge, Messgeräte und Austauschteile **sauber und trocken** sind
- Alle **offenen Anschlüsse** durch Kappen oder Stopfen **luftdicht verschließen**
- **Verschlüsse erst unmittelbar vor dem Einbau entfernen**
- **Komponenten, in die Schmutz oder Feuchtigkeit gelangen konnten, nicht einbauen**
- **Leitungen, Schläuche und Aggregate nur einbauen, wenn** die Anschlussstücke sich **in optisch einwandfreiem Zustand** befinden
- **O-Ringe** sind **grundsätzlich** zu **erneuern** und vor der Montage **mit Kältemittelöl** zu **bestreichen**

# Umgang mit Kältemitteln (1)

Beim Öffnen des Kältemittelbehälters kann das Kältemittel flüssig oder dampfförmig mehr oder minder heftig ausströmen. Der Druck im Behälter hängt von zwei Faktoren ab:

- Kältemitteltyp: je niedriger der Siedepunkt des Kältemittels um so höher der Druck.
- Kältemitteltemperatur: je höher die Kältemitteltemperatur um so höher der Druck

Beim Umgang mit Kältemitteln grundsätzlich Brille und Handschuhe tragen!

- Die Schutzbrille und die Handschuhe verhindern, dass Kältemittel in die Augen oder auf die Hände gelangt und damit schwere Erfrierungen verursacht.
- Kältemittel wirken außerdem Fett lösend und entfernen den schützenden Fettfilm der Haut.

# Umgang mit Kältemitteln (2)

Kältemittel **nicht** in höheren Konzentrationen **einatmen!**

Den **Arbeitsplatz** gegebenenfalls gut **lüften!**

- Kältemitteldampf vermischt sich mit der Atemluft und verdrängt dabei den lebensnotwendigen Sauerstoff

Beim Arbeiten an Kälteanlagen **nicht rauchen!**

- Kältemittel zersetzen sich in der Zigaretteglut und es entstehen giftige Substanzen, wie z.B. Phosgen (Kampfgas).

Beim Schweißen und Löten an Kälteanlagen ist folgendes zu beachten:

- Vor dem Schweißen und Löten unbedingt das Kältemittel absaugen und danach die Kältemittelreste mit Stickstoff ausblasen.
- Bei Nichtbeachtung entstehen nicht nur giftige sondern auch stark korrosive Substanzen, wie z.B. Chlorwasserstoff und Fluorwasserstoff, die die Anlagenteile von innen angreifen.

# Umgang mit Kältemitteln (3)

Die Zersetzungsprodukte haben einen stechenden Geruch!

- Es dürfen diese Zersetzungsprodukte auf keinen Fall eingeatmet werden, da Atemwege, Lunge und andere Organe geschädigt werden.

## Erste Hilfe!

- 1. Bei Kontakt mit Augen oder Schleimhäuten sofort ausgiebig mit fließendem Wasser spülen und Augenarzt aufsuchen.**
- 2. Bei Hautkontakt sofort benetzte Kleidung entfernen und Stellen mit viel Wasser abspülen.**
- 3. Bei Einatmen von Kältemitteldämpfen in höheren Konzentrationen den Betroffenen sofort an die frische Luft bringen. Arzt anfordern! Bei Atemstörung Sauerstoffzugabe! Sollte der Betroffene nur noch eingeschränkt oder nicht mehr atmen, Kopf in den Nacken beugen und Atemspende erteilen.**

# Umgang mit Druckbehältern (1)

## **Behälter sichern!**

- Stehende Behälter müssen gegen Umfallen gesichert werden
- Liegende Behälter müssen gegen Wegrollen gesichert werden

## **Behälter nicht werfen!**

- Durch einen Sturz können Behälter deformiert werden und dadurch unter Umständen aufreißen. Durch das schlagartig expandierende Kältemittel werden große Kräfte frei. Es besteht dadurch Verletzungsgefahr (umherfliegende Behälterteile).

## **Behälter nicht ohne Schutzkappe transportieren!**

- Die Verschlusskappe schützt das Behälterventil vor Beschädigung oder Abreißen. Beim Abreißen eines Ventils eines gefüllten Behälters werden erhebliche Kräfte frei. Es kommt zur unkontrollierten Bewegung des Behälters.

# Umgang mit Druckbehältern (2)

## **Behälter nicht Temperaturen über 50°C aussetzen!**

- Gemäß der Bauartprüfung dürfen Kältemitteldruckgasbehälter keinen Temperaturen über 50°C ausgesetzt werden.
- Auf keinen Fall dürfen Behälterteile unkontrolliert oder mit offener Flamme erwärmt werden (z.B. bei Ventilvereisung). Durch örtliche Überhitzung kann es zu Gefügeveränderungen im Behälterwerkstoff und damit zu einer Reduzierung der Druckfestigkeit kommen. Zusätzlich kann es zur Zersetzung des Kältemittels führen.

## **Leere Behälter verschließen!**

- Um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, müssen leere Behälter verschlossen werden. Feuchtigkeit führt zum Rosten der Behälterwand und damit zur Minderung der Druckfestigkeit. Rostpartikel und Nässe führen zu Störungen, wenn sie in die Kälteanlage gelangen.

# Umgang mit Druckbehältern (3)

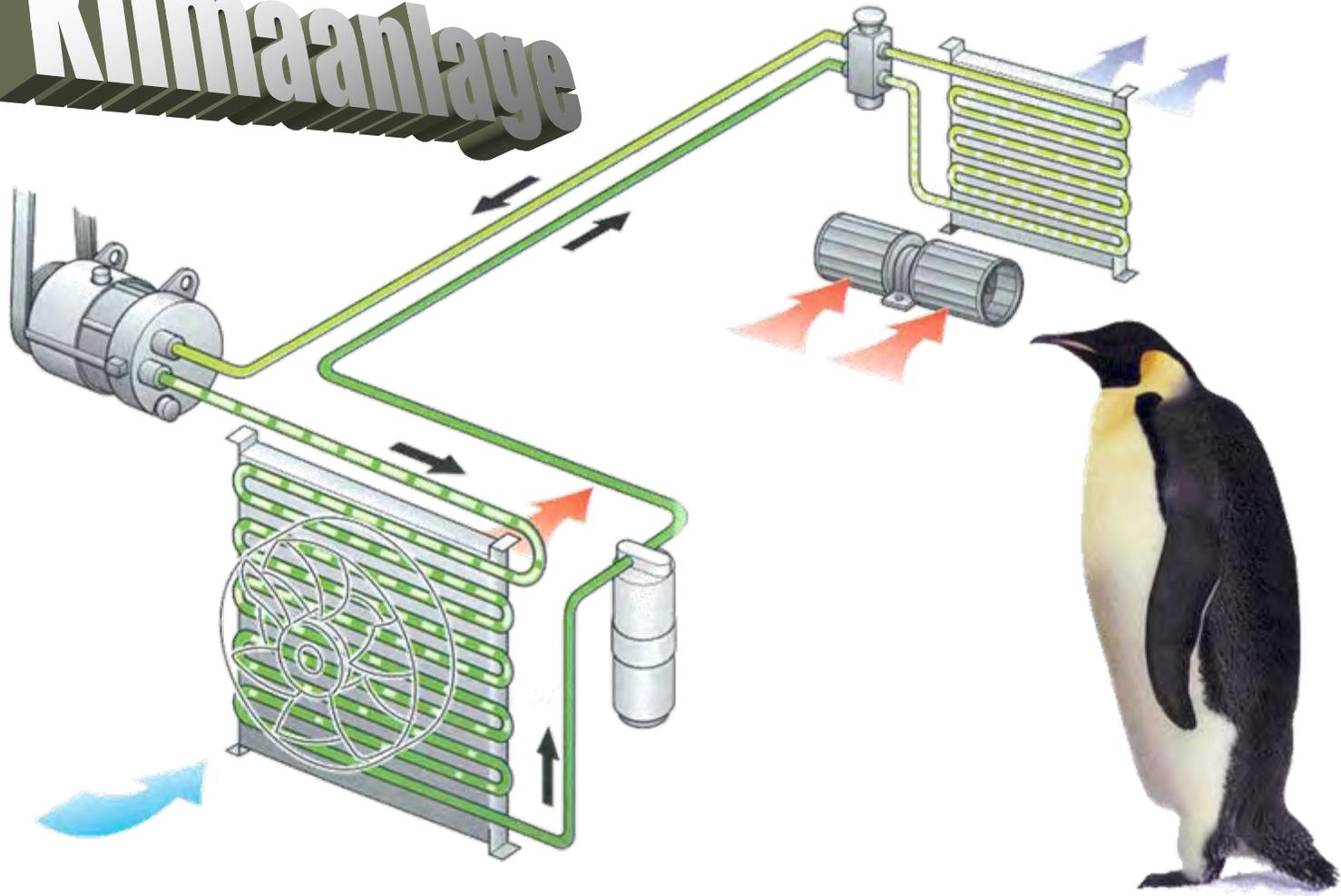
## **Behälter richtig befüllen!**

- In Druckgasbehälter dürfen nur Druckgase gefüllt werden, die auf ihnen angegeben sind.
- Druckgasbehälter nicht überfüllen. Angaben auf dem Behälter beachten.

## **Sicherheitsvorschriften beim Umgang mit Absaug- und Füllanlagen beachten!**

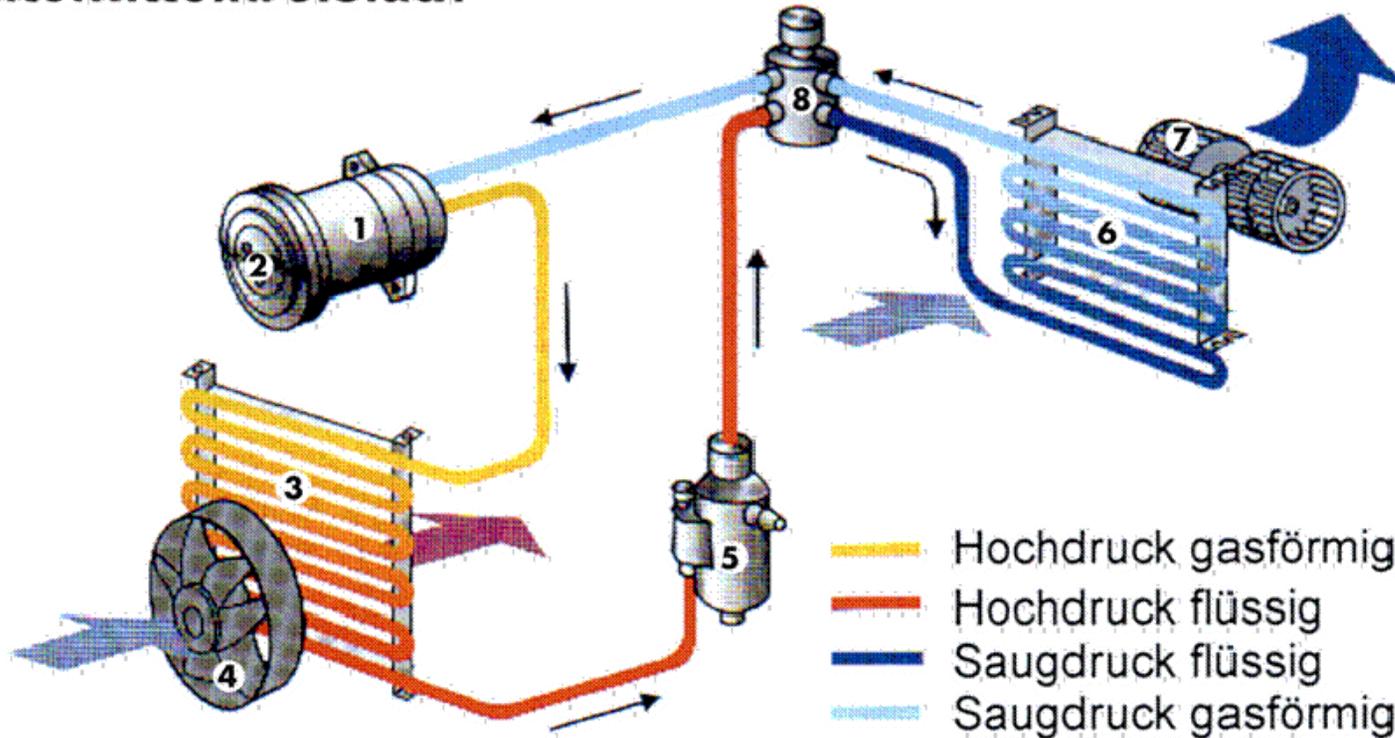
- Absaug- und Füllanlagen dürfen nur von sachkundigen Personen bedient werden.
- Die Bedienung, Wartung und die Sicherheitshinweise sind den jeweiligen Dokumenten des Herstellers zu entnehmen.

# Komponenten einer Klimaanlage



# Die Klimaanlage – Aufbau & Wirkungsweise

## Kältemittelkreislauf



- 1 Kompressor
- 2 Kompressorkupplung
- 3 Kondensator

- 4 Kondensatorlüfter
- 5 Trockner
- 6 Verdampfer

- 7 Gebläselüfter
- 8 Expansionsventil

Quelle: Hella

# Aufbau der Klimaanlage

## Kompressor

Erzeugt Niederdruck (ca. 1 – 2 bar) im Verdampfer und Hochdruck im Kondensator (ca. 5 -15 bar).

## Kondensator

Abgabe der latenten Wärme (Verflüssigungswärme).

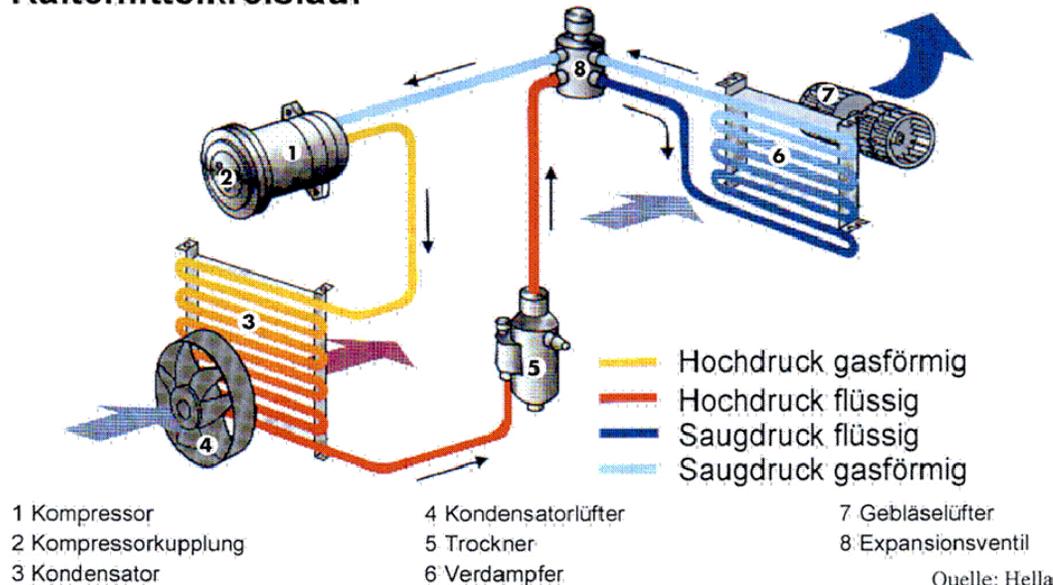
## Filter

Reinigen, Feuchtigkeit entziehen und Sammeln des flüssigen Kältemittels.

## Druckschalter

Schaltet je nach Ausführung bei zu hohem oder niedrigem Systemdruck den Kompressor ab (Elektromagnetische Kupplung).

## Kältemittelkreislauf



## Expansionsventil

Regelt die flüssige Kältemittelmenge zum Verdampfer und erzeugt einen Druckabfall im Verdampfer.

## Verdampfer

Aufnahme der latenten Wärme (Verdampfungswärme) aus dem Fahrzeuginnenraum.

# Der Kompressor



Der Kompressor hat im Kältekreis die Aufgabe, das im Verdampfer erzeugte Kältemittelgas anzusaugen und zu verdichten. Dabei steigt der Druck und die Temperatur des Gases. Bei den verwendeten Kompressoren handelt es sich ausschließlich um Öl geschmierte Verdrängungsverdichter. Die Verdichterleistung ist so ausgelegt, dass schon bei Lehlaufdrehzahl eine ausreichende Kälteleistung erreicht wird. Die Anpassung der Verdichterleistung an die vom Fahrer gewählte Innenraumtemperatur, die unterschiedlichen Motordrehzahlen und die Umgebungstemperaturen erfolgt durch ein und Ausschalten des Verdichters. Bei Klimaanlage, die in Fahrzeugen verwendet werden, gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Kompressorbauarten verschiedener Hersteller.

Die gebräuchlichsten Kompressoren sind Taumelscheibenkompressor (ungeregelt oder geregelt).

# Der Kompressor

Der Kompressor ist am Motorblock befestigt und wird über einen Riemen angetrieben. Die heute in der Fahrzeugklimatisierung benutzten Kompressoren weisen kleine Bauabmessungen und Gewicht auf. Gehäuse und andere Teile werden aus Aluminium gefertigt und beeinflussen den Federungskomfort der Fahrzeuge nicht.

Der Kompressor besteht aus verschiedenen Teilen:

- Kompressorgehäuse mit Verdichterteil, Ventilen und Ölbefüllung
- Anschlussstutzen zum Anschluss der Kältemittelleitungen
- Riemenscheibe mit Magnetkupplung

Es gibt folgende Kompressortechnologien:

- **Kolbenkompressoren**

Kolbenkompressoren mit Taumelscheibe

- **Rotativkompressoren**

Flügelkompressoren

- **Pseudorotativkompressoren**

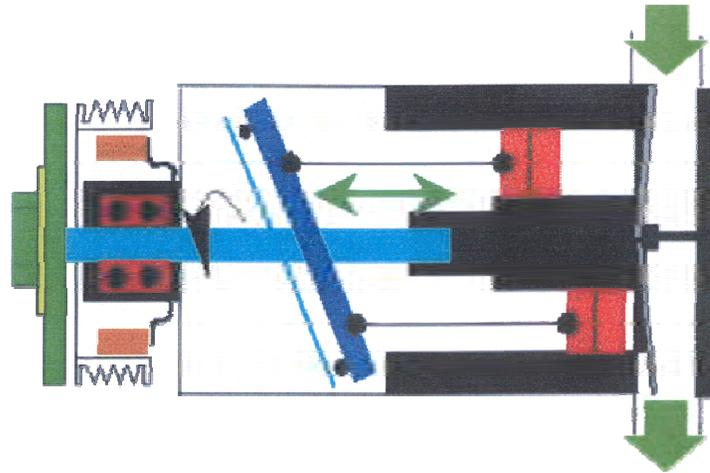
Schraubenkompressoren

# Der Kompressor

## Der Kolbenkompressor mit festem Hub

Kolbenkompressoren sind die am häufigsten verwendeten Kompressoren in der Fahrzeugklimatisierung. Es gibt sie mit motorachsensenkrechtbewegten Kolben, ähnlich wie bei einem Verbrennungsmotor, als Axial-Kolbenkompressor (s.Bild) bei dem die Kolben sich parallel zur Motorachse bewegen oder als Axial-Kolbenkompressor mit doppelter Kolbenbewegung.

Bei den Axial-Kolbenkompressoren wandelt eine Taumelscheibe die Drehbewegung des Antriebs in eine Hubbewegung der Kolben um.



Die wichtigsten Hersteller sind Denso, Sanden, Calsonic, Delphi, Visteon und Valeo-Zexel

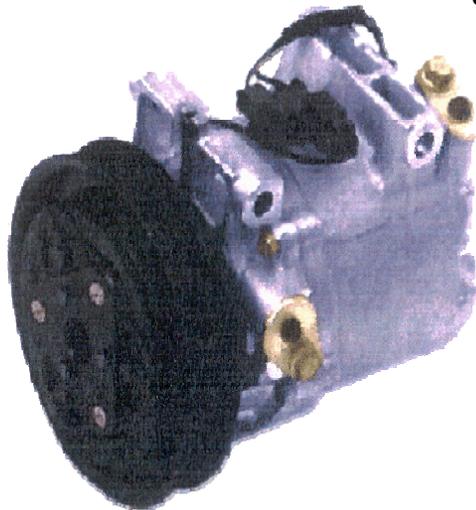


# Der Kompressor

## Der Axial-Kolbenkompressor mit variablem Hub

### Der Sinn des variablen Hubs

- Klimaanlage mit Kompressoren mit festen Hub sind für Extrembedingungen ausgelegt.
- Wird nur eine geringe Kühlleistung benötigt, schalten Kompressoren mit festen Hub ständig ein und aus.
- Bei Kompressoren mit variablen Hub werden mechanische Regelsysteme eingesetzt, die es erlauben, dass nur so viel Kälte erzeugt wird, wie auch gebraucht wird.
- Kompressoren mit variablen Hub sind Umweltschonender, verbessern den Komfort und verlängern die Lebensdauer der Magnetkupplung und des Riemens.

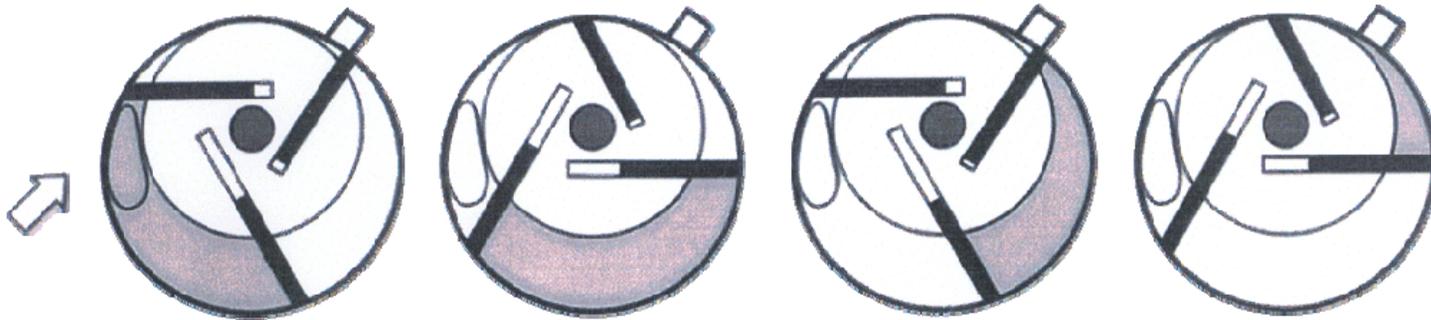


# Der Kompressor

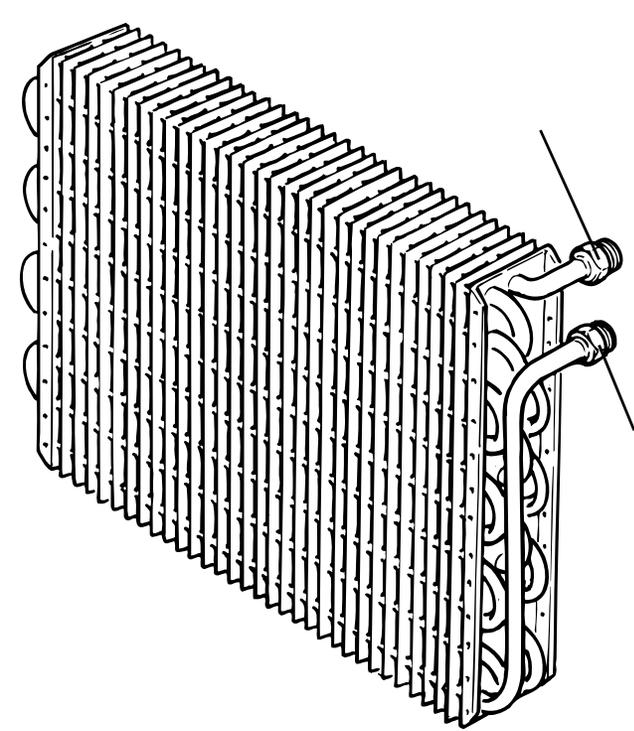
## Der Flügelkompressor von Seiko-Seiki

Der Kompressorkörper ist bei den Flügelkompressoren auch zugleich der Stator, in dessen Inneren sich eine Bohrung befindet, in der sich der Läufer dreht. Der Läufer ist eine Trommel, deren Durchmesser kleiner als der Zylinder ist. Die Trommel ist längs der Mantellinie, also außermittig positioniert. Dies bedeutet, dass die Entfernung der Achsen gleich dem Unterschied zwischen dem Zylinderradius und dem Trommelradius ist.

Im Läufer befinden sich besondere Rillen, die zur Führung der Flügel dienen. Die Zentrifugalkraft verschiebt während der Rotation die Flügel nach außen, so dass sich Kammern bilden. Während dieser Drehung verändert sich das Volumen der Kammern. Die erste 180° Drehung verursacht eine Vergrößerung der Kammer, dabei wird das Kältemittel angesaugt. Die weitere 180° Drehung verursacht die Verkleinerung der Kammer, eine Komprimierung des Kältemittels.



# Der Kondensator

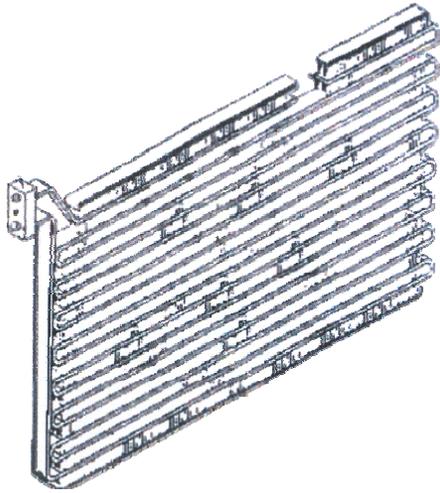


Der Kompressor fördert das verdichtete Kältemittelgas durch entsprechende Leitungen bzw. Schläuche zum Kondensator. Der Kondensator oder Verflüssiger hat die Aufgabe, dem Kältemittel die Wärme zu entziehen und an die Umgebung abzugeben. Durch den Entzug der im Verdampfer und durch die Verdichtung aufgenommenen Wärme kühlt das Kältemittel bei konstantem Druck ab und geht dabei vom gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand über.

Zur Erzeugung einer großen Wärmeaustauschfläche sind an den Rohrleitungen zusätzliche Lamellen angebracht. Der Wärmeentzug durch den Fahrtwind wird durch einen oder mehrere elektrische Lüfter unterstützt.

# Der Kondensator

Kreuzstromkondensator



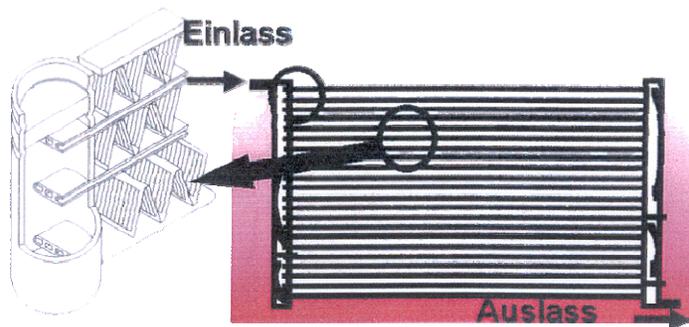
Im Kondensator geht das Kältemittel von seiner gasförmigen in die flüssige Phase über und gibt dabei überschüssige Wärme ab.

Der Kondensator sitzt vor dem Motorkühler und im Kreislauf zwischen Kompressor und Trockner. Er ist aufgrund seiner Position nicht nur durch Auffahrunfälle gefährdet, sondern auch durch Steinschlag oder Streusalz.

Kondensatoren werden in Kupfer/Aluminium oder vollständig aus Aluminium gefertigt. Es gibt verschiedene Kondensatorausführungen, die vom Hersteller entsprechend den Einsatzbedingungen gewählt werden.

Beim Austausch von Kondensatoren ist die Bauweise zu beachten.

Flachrohrkondensator

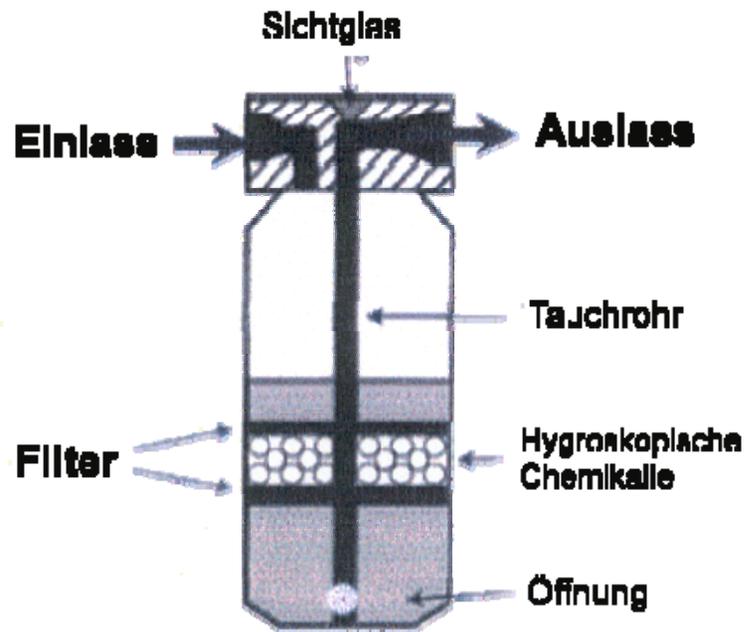


# Der Filter/Trockner



Der Filtertrockner hat die Aufgabe die vom Kältemittel aufgenommene Luftfeuchtigkeit herauszufiltern (Hygroskopie). Bei manchen Klimaanlage, wird das Filtergehäuse gleichzeitig als Ausgleichbehälter verwendet. Filtertrockner unterliegen dem Verschleiß und müssen regelmäßig ausgetauscht werden. In jedem Fall ist nach einer Reparatur (öffnen der Klimaanlage) der Filter zu wechseln. Verschlissene Filter verstopfen und führen somit zu Schäden an einzelnen Komponenten der Klimaanlage (Kompressor, Expansionsventil).

# Der Filter/Trockner



Die 3 Funktionen des Trockners:

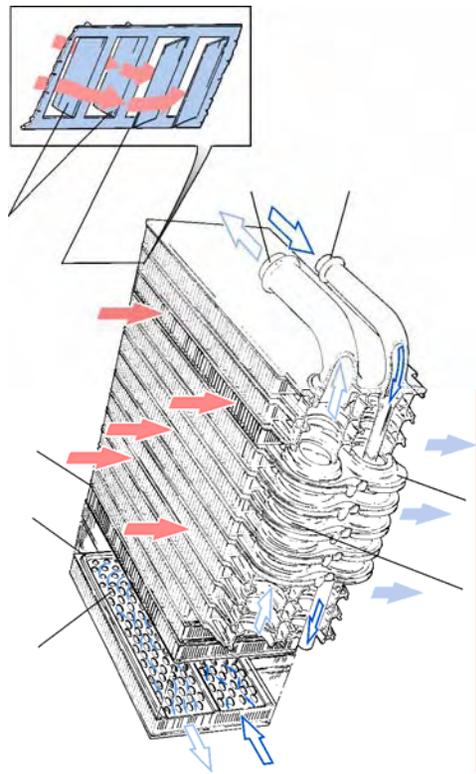
- Das Kältemittel filtern
- Das Kältemittel trocknen
- Das Kältemittel beruhigen

Die Feuchtigkeitsmenge, die ein Trockner aufnehmen kann, hängt von seiner Füllmenge mit Feuchtigkeitsabsorbierendem Stoff ab (meist 50-70 Gramm).

Der beste Feuchtigkeitsabsorber (Zeolit) kann etwa 15% seines Eigengewichtes, d.h. 7,5-10,5 g Wasser aufnehmen. Dies entspricht etwa 10 Tropfen Wasser.

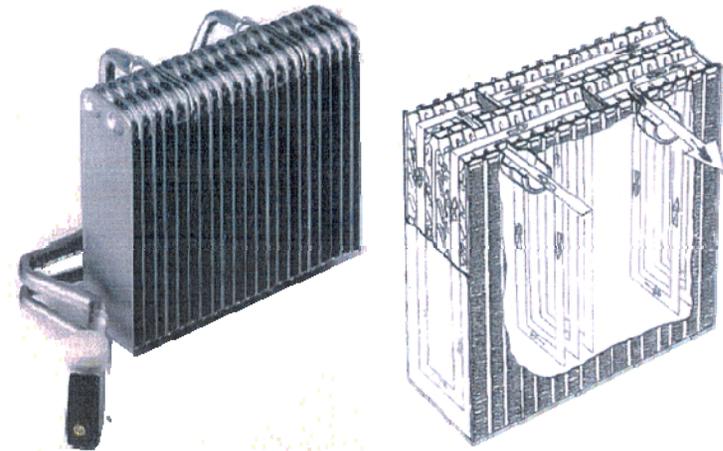
# Der Verdampfer

Der Verdampfer hat die Aufgabe, dem Kältemittel die zum Verdampfen notwendige Wärme zuzuführen. Die Luft, die vom Gebläse durch die Lamellen gedrückt wird, kühlt durch den Wärmeentzug ab, wobei der Taupunkt der Luft erreicht wird. Das heißt, die Feuchtigkeit, die in der warmen Luft gebunden war, kondensiert an den kalten Lamellen und wird über eine Auffangwanne und einem Ablauf nach außen geleitet. Dadurch kühlt der Verdampfer nicht nur die Innenraumluft, sondern sie wird zusätzlich auch getrocknet. Die Auswirkungen sind ein besseres Raumklima und das Beschlagen der Scheiben speziell wird reduziert. Ein weitere Nebeneffekt, der zum besseren Raumklima beiträgt, ist, dass sich in der Luft enthaltene Schwebeteilchen an dem feuchten Verdampfer absetzen. Der leichte Modergeruch nach dem Einschalten der Klimaanlage, besonders nach einer längeren Abschaltperiode, hat seine Ursache in diesem Reinigungseffekt. Man sollte deshalb die Klimaanlage regelmäßig einschalten, sodass die Lamellen immer durch neue Feuchtigkeit gespült werden.



# Der Verdampfer

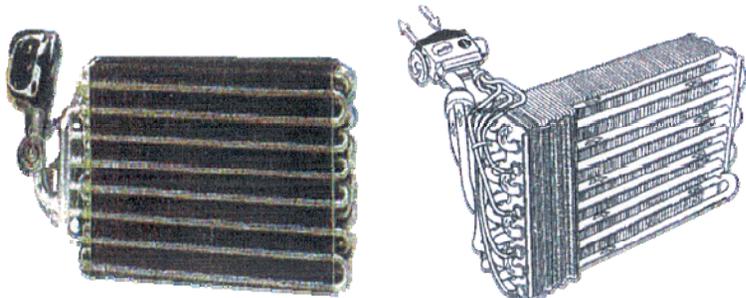
Plattenverdampfer



Der Verdampfer ist im Verdampfergehäuse hinter dem Gebläse (Heizung/Klimaanlage) montiert und funktioniert wie ein Wärmetauscher. Er besteht aus zahlreichen Kühlschlangen, die durch Lamellen verbunden sind.

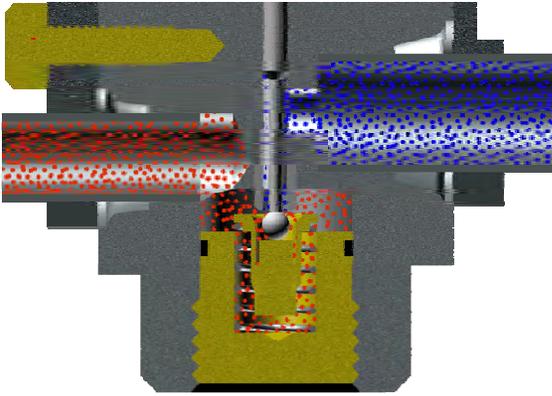
Das vom Expansionsventil dosierte Kältemittel wird in den Verdampfer gesprüht. Sobald das Kältemittel in die Kühlschlangen gelangt, verdampft es aufgrund des Druckabfalls und entzieht dadurch den Kühlschlangen Wärme. Die Kühlschlangen und der gesamte Verdampfer kühlen stark ab. Die den Verdampfer durchströmende Luft wird abgekühlt und entfeuchtet.

Rohrverdampfer



Das entstehende Kondenswasser wird über eine Drainageleitung abgeleitet. Am feuchten Verdampfer haftende Staubteile, Blütenpollen usw. werden dabei abgespült und die Luft gereinigt und getrocknet.

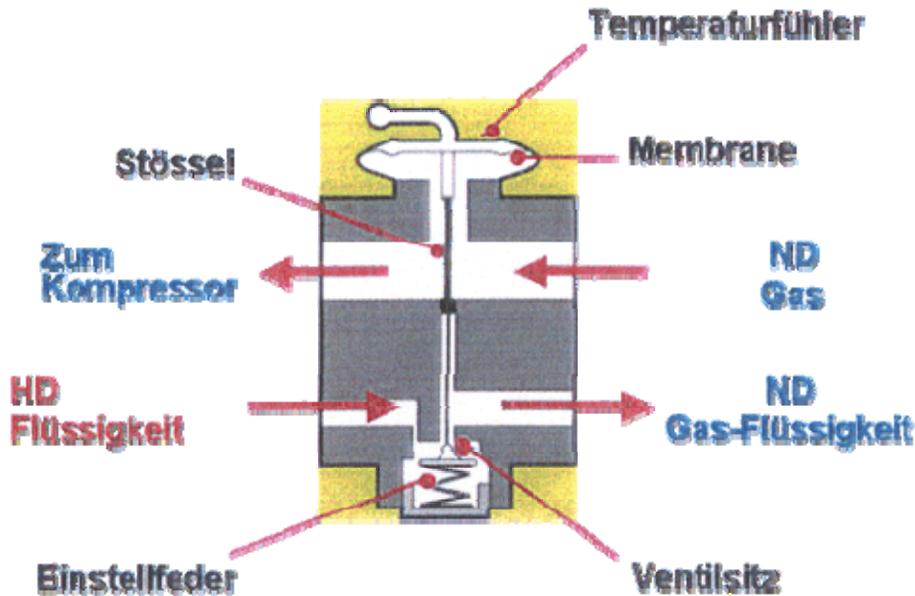
# Das Expansionsventil



Das durch den Kompressor verdichtete und im Kondensator verflüssigte Kältemittel wird über das Expansionsventil in den Verdampfer eingespritzt. Durch den niedrigen Druck im Verdampfer beginnt das Kältemittel zu siedeln und entzieht dabei der durch die Verdampferlamellen strömenden Luft Wärme.

Das Expansionsventil reguliert den Kältemittelfluss so, dass eine optimale Ausnutzung des Verdampfers unter allen Betriebsbedingungen gewährleistet ist. Für diesen Zweck wird ein thermostatisches Expansionsventil verwendet. Es reguliert den Kältemittelfluss in Abhängigkeit von der Kältemitteltemperatur am Verdampferausgang.

# Das Expansionsventil



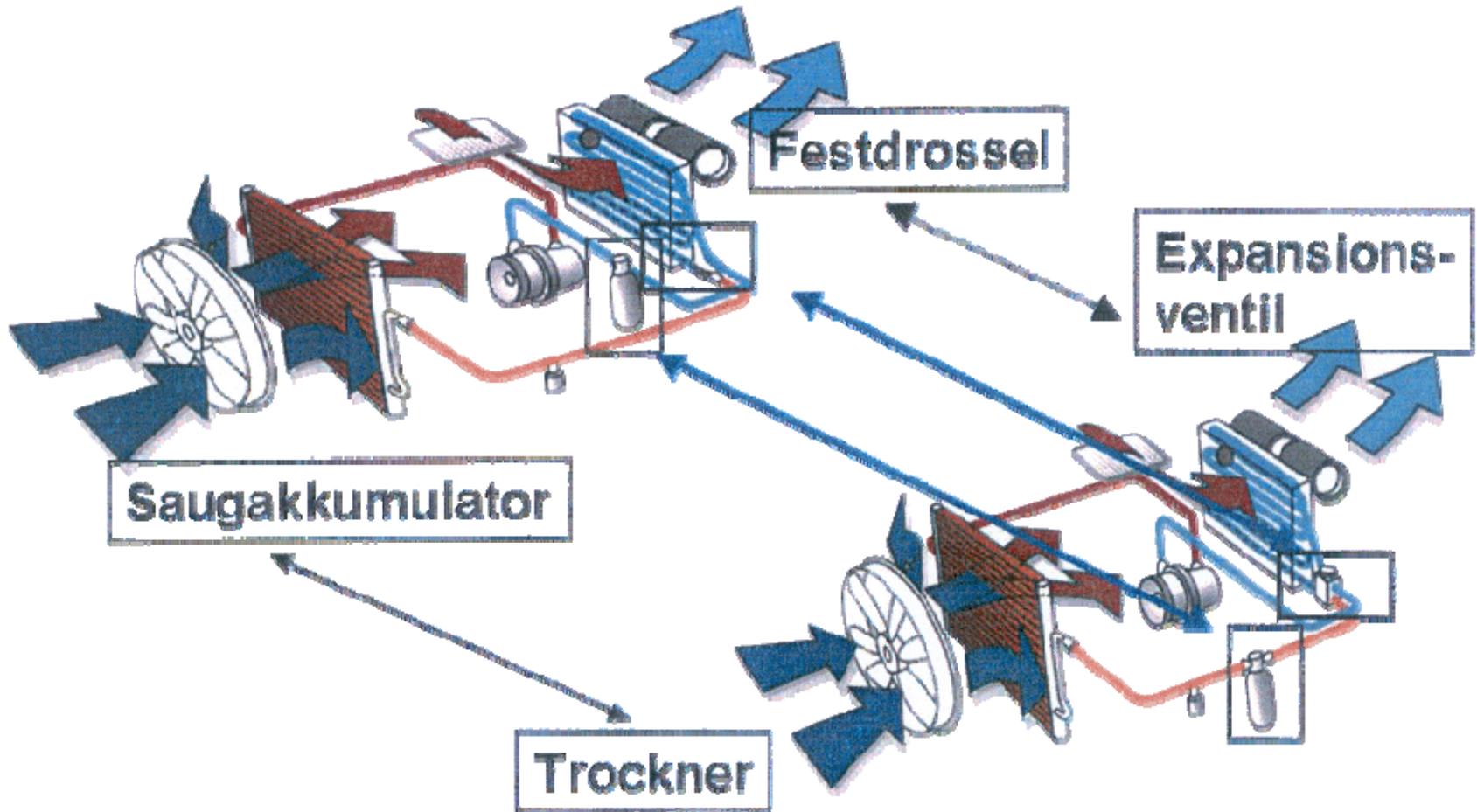
Flüssiges Kältemittel kommt vom Trockner und strömt mit hohem Druck am Ventilsitz vorbei. Nach dem Ventil kann das Kältemittel durch den Druckabfall expandieren und strömt danach in den Verdampfer.

Die Öffnung des Ventilsitzes wird durch die Temperatur und den Druck des vom Verdampfer zurück strömenden Kältemittelgases geregelt.

Steigt z.B. die Temperatur des vom Verdampfer kommenden Gases im oberen Durchflusskanal des Expansionsventils an, so wird über den Thermofühler auch das im Membrankopf eingeschlossene flüssige Kältemittel erwärmt.

Dieses dehnt sich aus und drückt über eine Membrane und einem Stößel den Ventilsitz runter. Der Querschnitt wird vergrößert und mehr Gas kann durchströmen und die Temperatur sinkt.

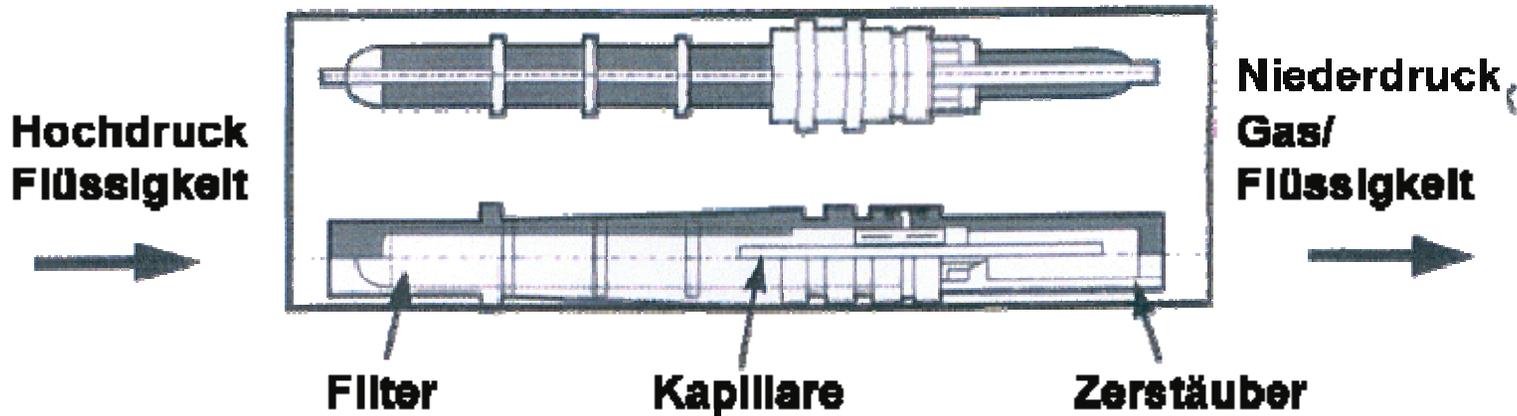
# Varianten von Klimakreisläufen



Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Klimakreisläufen:

- Expansionsventilkreislauf (wurde beschrieben)
- Festdrosselkreislauf

# Klimaanlage mit Festdrossel

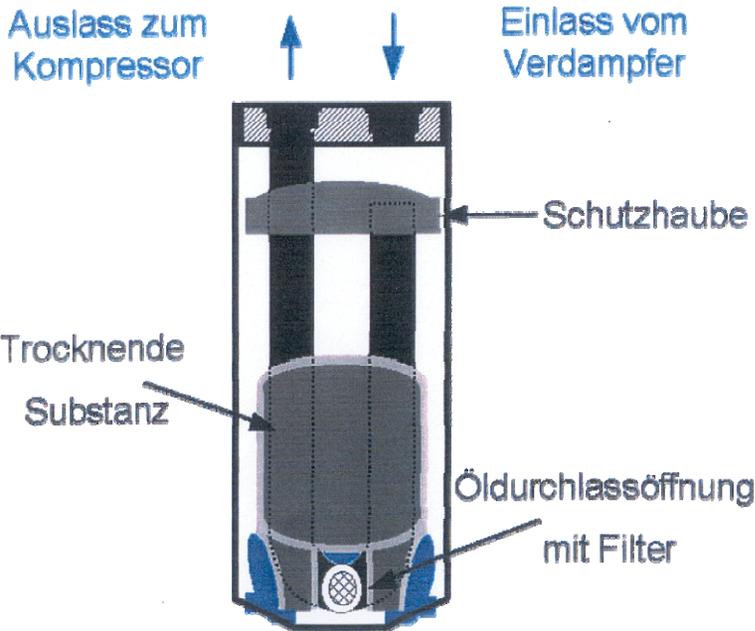


Die Festdrossel befindet sich in der Leitung zwischen Kondensator und Verdampfer und ist von außen durch eine Versteimmung in der Leitung zu erkennen. Beim Betrieb der Klimaanlage entsteht an dieser Stelle ein Übergang vom warmen zum kalten Bereich.

Die Festdrossel hat die Aufgabe der Dosierung der Durchflussmenge in den Verdampfer und ist Trennstelle zwischen Hoch- und Niederdruck.

# Klimaanlage mit Festdrossel

## Der Saugakkumulator im Festdrosselkreislauf



Der Ausgleichbehälter oder Saugakkumulator sitzt auf der Niederdruckseite zwischen Verdampfer und Kompressor.

Da die Festdrossel nur dosiert und nicht regelt, kann flüssiges Kältemittel in den Kompressor gelangen und ihn zerstören. Aus diesem Grund dient der Saugakkumulator als Ausgleichbehälter.

Seine Aufgaben sind:

- lässt nur Gas in den Kompressor gelangen
- Anti- Wasserschlag
- Kältemittellager
- Feuchtigkeit absorbieren
- Muss Öl in den Kompressor gelangen lassen
- filtert das Kältemittel



Fehlerdiagnose

# Klima-Check-Funktionskontrolle

**Fehlerdiagnose**

**Pkw:** jährlich

**Lkw:** halbjährlich

**Busse:** vierteljährlich

**Landwirtschaftliche  
Fahrzeuge, Mähdrescher  
und Traktoren:** vor jeder Saison

**Herstellerangaben beachten!**

Weitere Empfehlungen:

Filter/Trockner alle zwei Jahre erneuern und nach jeder Reparatur der Anlage. Er ist dann mit Feuchtigkeit gesättigt. Auf unbeschädigte und saubere Kondensatorlamellen achten (Hitzestau).





# Funktionsprüfung einer Kfz-Klimaanlage

1. Klimaanlage einschalten
2. Pollenfilter prüfen
3. Sichtkontrolle der Bauteile
4. Sämtliche Gebläse überprüfen  
Lüftergebläse,  
Gebläse am Kondensator,  
Gebläse am Motorkühler
5. Magnetkupplung am Kompressor prüfen
6. Ruhedruck der Klimaanlage prüfen
7. Arbeitsdruck der Klimaanlage prüfen
8. Dichtheitskontrolle vornehmen
9. Geruchsbelästigung beseitigen
10. Leistungsparameter der Klimaanlage prüfen
11. Unterkühlung prüfen
12. Überhitzung prüfen
13. Druckwerte und Temperaturen
14. Fehlersuchtabellen

## 1. Konkrete Bedienung und Luftklappenfunktion prüfen!

### Achtung!!!

Bei manchen Fahrzeugen ist die Klimaanlage immer eingeschaltet. Wenn dann der Schalter betätigt wird, schaltet man die Klimaanlage aus. Kontrolllampe beachten.

- Prüfung:** Bedienungsanleitung lesen. Klimaanlage bei laufendem Motor einschalten, Lüftergebläse und Luftklappen in allen Stellungen betätigen. Entsprechend der Stellung der Luftklappe muss der Luftaustritt sein.
- Fehler:** Hebel schwergängig, Luftklappen öffnen nicht vollständig, dann Austritt schwach oder gar nicht.
- Abhilfe:** Reparatur der mechanischen Bedienungselemente. Leichtgängigkeit der Bedienungselemente gewährleisten.

## 2. Pollenfilter prüfen

Der Luftstrom von außen in den Innenraum des Fahrzeuges führt immer durch den Pollenfilter, also darf er nicht verschmutzt sein. Das würde den Luftdurchsatz und damit die Kühlleistung verringern.

**Prüfung:** Filter prüfen, Sichtkontrolle vornehmen und Luftdurchsatz ermitteln.

**Fehler:** Der Luftdurchsatz ist zu gering.

**Abhilfe:** Den Filter erneuern.

**Werkzeuge:** Prüfgerät für Luftdurchsatz (z.B. von Valeo).

# Fehlerdiagnose

## 3. Sichtkontrolle der Bauteile

Die Klimaanlage besteht aus folgenden Bauteilen:

- Kompressor
- Kondensator
- Filter/Trockner
- Expansionsventil
- Verdampfer
- Leitungen

**Prüfung:** Sichtkontrolle auf Vollständigkeit und Beschädigungen.

**Fehler:** die Bauteile sind unvollständig, beschädigt oder fehlen.

**Abhilfe:** Kältemittel absaugen, die defekten Bauteile erneuern, die Anlage evakuieren und befüllen.

**Werkzeuge:** Klimatestservicegerät

## 4. Gebläse prüfen!

- Prüfung:** Sämtliche Gebläse in allen Leistungsstufen überprüfen (Kabelanschlüsse überbrücken).
- Fehler:**
1. Gebläse läuft nicht.
  2. Gebläse läuft nicht auf allen Stufen.
- Abhilfe:** Reparatur der mechanischen oder elektrischen Bauteile, eventuell das gesamte Gebläse auswechseln.
- Werkzeuge:** Multimeter

## 4.1. Gebläse am Motorkühler

Bei betriebswarmen Motor schaltet das Gebläse intervallmäßig ein, um Wärmestau zu vermeiden.



- Prüfung:** Bei betriebswarmen Motor muss das Gebläse ein- und ausgeschaltet werden.
- Fehler:** Gebläse schaltet nicht ein (Wärmestau!).
- Abhilfe:** Thermoschalter am Kühler gegebenenfalls erneuern, Kabelverbindungen prüfen, Gebläse auf mechanische und elektrische Fehlfunktionen prüfen, eventuell erneuern.
- Werkzeuge:** Multimeter

## 4.2. Kondensatorgebläse prüfen



Bei laufendem Motor und eingeschalteter Klimaanlage soll das Gebläse zeitversetzt einschalten, um Wärmestaus zu verhindern.

- Prüfung:** Gebläse einschalten, Lauf und Funktion prüfen.
- Fehler:** Gebläse schaltet nicht ein.
- Abhilfe:** Gebläse auf elektrische Fehlfunktionen prüfen, Spannung, Widerstand, Kabelverbindungen prüfen. Gebläse auf mechanische Fehler testen, eventuell instand setzen oder erneuern.
- Werkzeuge:** Multimeter

## 5. Magnetkupplung prüfen



- Prüfung:** Klimaanlage bei laufendem Motor und eingeschaltetem Lüftergebläse einschalten. Magnetkupplung zieht an (Klack-Geräusch)
- Fehler:** Magnetkupplung zieht nicht an.
- Abhilfe:** Spaltmaßeinstellung überprüfen (0,4 - 0,8 mm), Herstellerangaben beachten, Kabelverbindungen und Reibbeläge prüfen, km-Stand beachten, gegebenenfalls Kupplung wechseln.
- Werkzeuge:** Multimeter

## 6. Systemdruck bei ausgeschalteter Anlage prüfen (Ruhedruck)



|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Prüfung:</b>   | Geeignetes Manometer bzw. Servicegerät zur Druckprüfung anschließen. Hochdruck ca. 5 bar*, Niederdruck ca. 5 bar*                 |
| <b>Fehler:</b>    | Druck zu hoch - Anlage überfüllt oder durch Verschmutzungen verstopft.<br>Druck ist zu niedrig oder überhaupt kein Betriebsdruck. |
| <b>Abhilfe:</b>   | Kältemittel absaugen, Anlage evakuieren und neu befüllen.<br>Anlage spülen, evtl. Expansionsventil erneuern.                      |
| <b>Werkzeuge:</b> | Klimaservicegerät   |

(\* der Druck ist von der Lufttemperatur abhängig und kann differieren. Die entsprechenden Werte entnehmen Sie bitte der Druckwertetabelle)

## 7. Systemdruck bei laufender Anlage prüfen (Arbeitsdruck)

# Fehlerdiagnose

- Prüfung:** Mit geeignetem Manometer bzw. Servicegerät  
Hochdruckseite ca. 5 - 15 bar\*  
Niederdruckseite ca. 2 bar\*
- Abhilfe:**
- a) Anlage überfüllt: absaugen, evakuieren und neu befüllen
  - b) Zu wenig Kältemittel: absaugen, evakuieren und neu befüllen
- Werkzeuge:** Klimatestservicegerät

(\* der Druck ist von der Lufttemperatur abhängig und kann differieren. Die entsprechenden Werte entnehmen Sie bitte der Druckwertetabelle)

## 8. Dichtheitsprüfung

Das Kältemittel R 134 a ist chemisch so beschaffen, dass es diffundiert, es verflüchtigt sich, jährlich 7% bis 20 % aus intakten Anlagen.

Erst dann, wenn Kältemittel verloren geht, ist eine Dichtheitsprüfung erforderlich.

**Fehler:** Kältemittelverlust ist höher als 25% pro Jahr.

**Prüfung:** Kältemittel absaugen

**Abhilfe:** Dichtheitsprüfung per:

1. Sichtkontrolle - Anlage muss unter Druck stehen
2. Lecksuchspray - Anlage muss unter Druck stehen
3. elektr. Lecksucher - Anlage muss unter Druck stehen
4. Kontrastmittel - Nur bei befüllten Anlagen möglich  
(3-Tage-Test)
5. Druckprüfung mit getrocknetem Stickstoff

## 9. Geruch beim Einschalten der Klimaanlage

### Ursache:

Im Luftkasten sowie am Verdampfer der Klimaanlage sind erhebliche Temperaturschwankungen, dadurch bildet sich Kondenswasser. Außerdem sind in diesem Bereich erhebliche Staub- und Pollenablagerungen. Hierdurch entsteht unangenehmer, modriger Geruch (**Fäulnisbakterien und Pilze**).

### Abhilfe:

Desinfektionsmittel, Geruch beseitigende Mittel einsprühen. Handelsüblich als Sprühdosen oder Literware erhältlich. Mit Druckbecherpistole in den Kondenswasserschlauch und die Luftkanäle einsprühen. Einwirken lassen.

## 10. Leistung der Klimaanlage

Bei geschlossenen seitlichen Luftkanälen sollte die Lufteintrittstemperatur aus dem mittleren Luftkanal  $0^{\circ}\text{C}$  – max.  $10^{\circ}\text{C}$  betragen,

bei relativer Luftfeuchtigkeit von 60 – 70 %.

Die so genannte Wohlfühltemperatur des Menschen liegt bei ca.  $22^{\circ}\text{C}$  –  $26^{\circ}\text{C}$ . Der Temperaturunterschied von draußen nach innen sollte  $7^{\circ}\text{C}$  nicht überschreiten.

### Wie können diese Werte erreicht werden?

Die Klimaanlage ganzjährig einschalten, weil: die Klimaanlage reinigt, trocknet und kühlt die Eintrittsluft. Gegebenenfalls mit der Heizung nachregulieren und wenn möglich bei leicht geöffnetem Schiebedach (Sauerstoff). Die Klimaanlage nur im Extremfall kurzzeitig auf Umlaufbetrieb stellen.

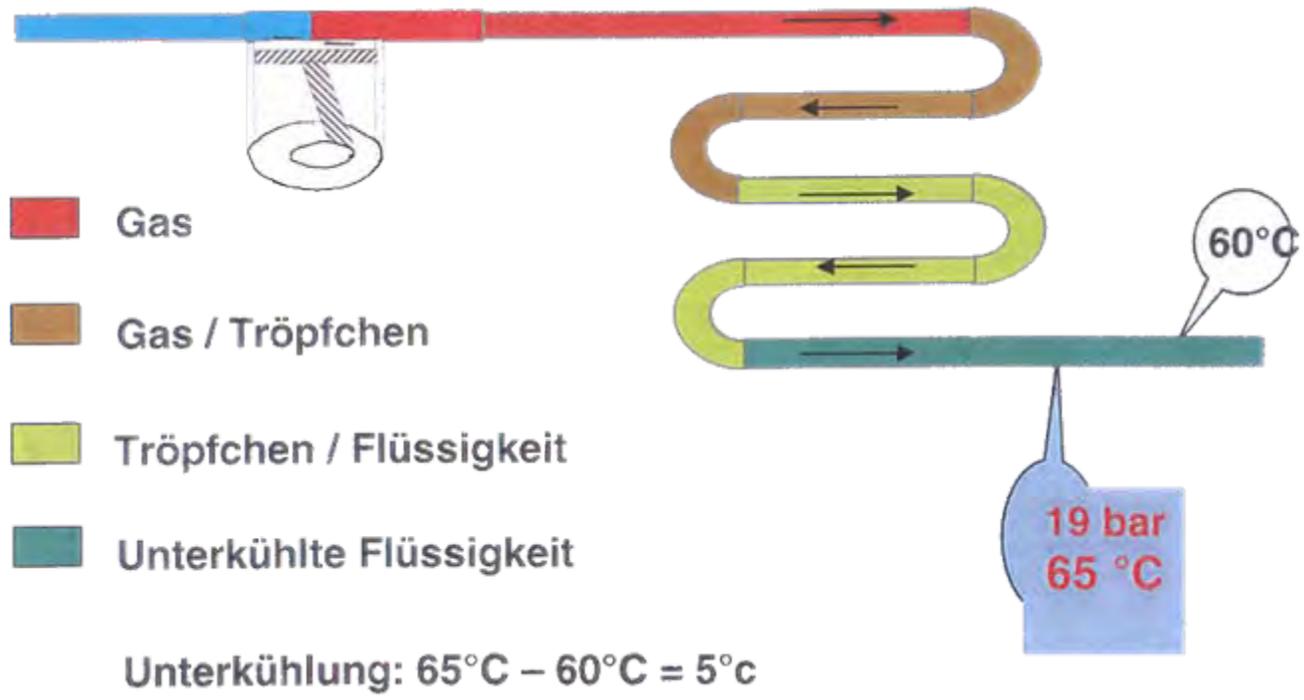
**Prüfung:** Messen der Temperatur und der Luftfeuchte

**Fehler:** Höhere Werte als angegeben

**Abhilfe:** Schrittweise gemäß dieser Anleitung prüfen.

## 11. Die ideale Unterkühlung

Die Unterkühlung ist der wichtigste Parameter für die Bestimmung, ob eine Klimaanlage einen optimalen Befüllungsgrad hat. Durch Messung des Hochdruckes kann man über die Dampftabelle die theoretische Siedetemperatur ermitteln und vergleicht diese mit der tatsächlich gemessenen Temperatur. Die Differenz sollte für eine maximale Kühlleistung zwischen 4°C und 10°C betragen.



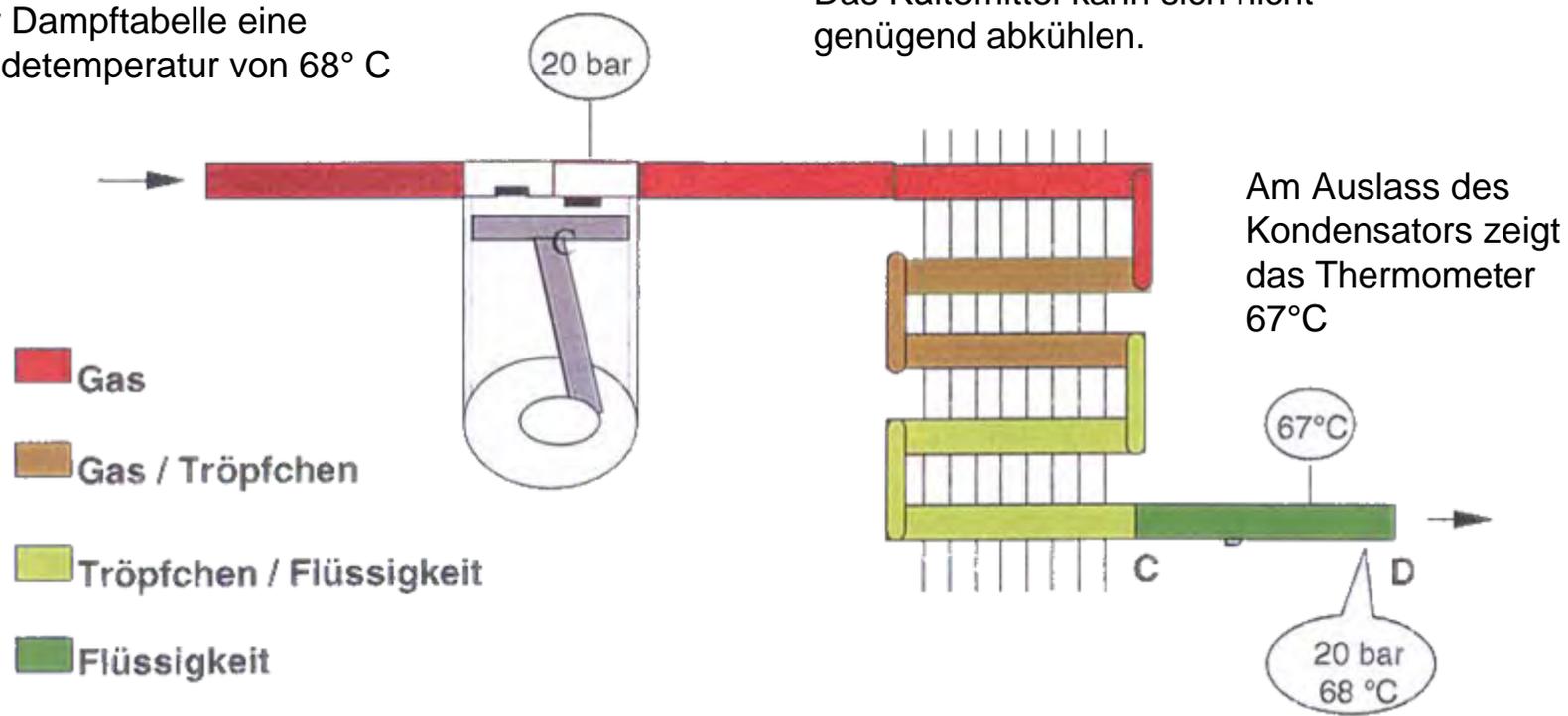
# Fehlerdiagnose

## 11.1 Geringe Unterkühlung

Diagnose zu wenig Kältemittel

Auf dem Manometer werden 20 bar abgelesen. Daraus folgt aus der Dampftabelle eine Siedetemperatur von 68° C

Die Strecke C bis D ist zu kurz. Das Kältemittel kann sich nicht genügend abkühlen.



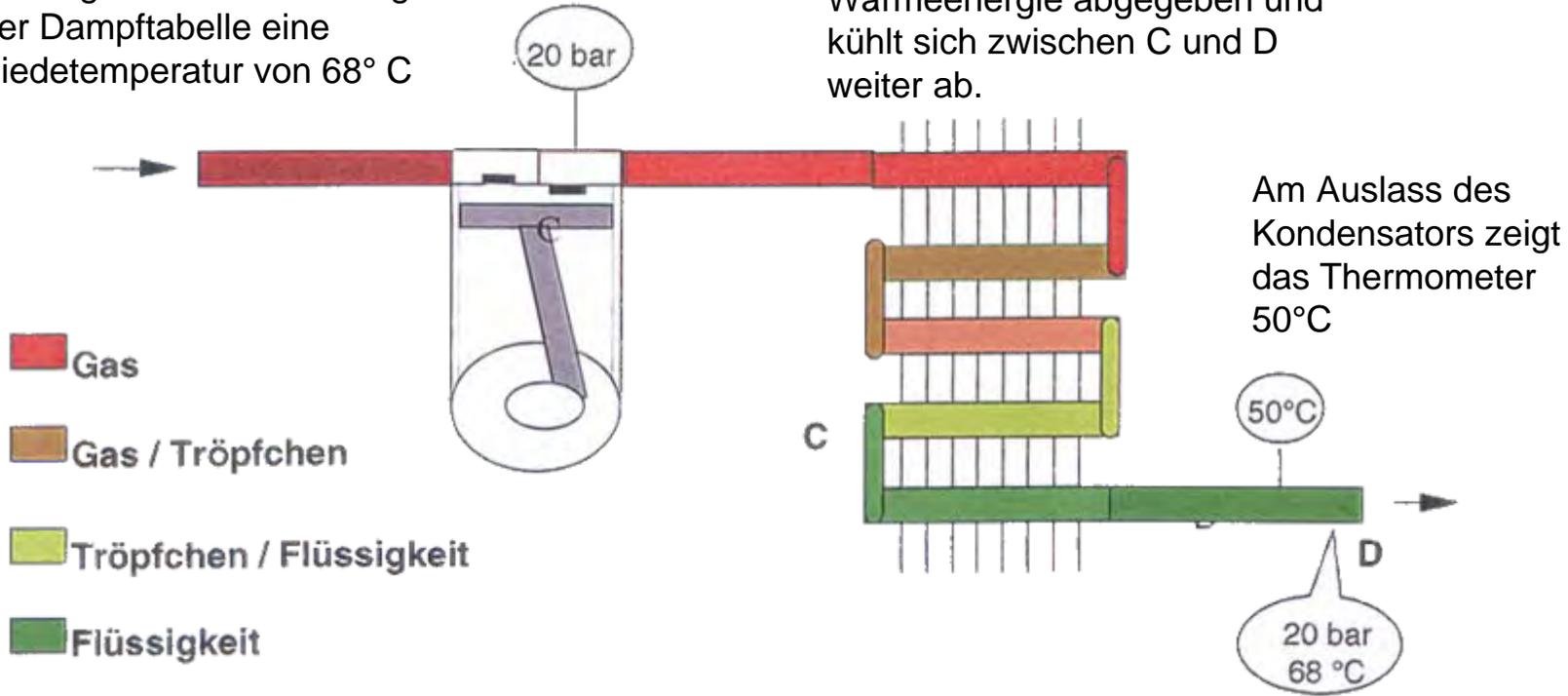
Die Unterkühlung beträgt  $68^{\circ}\text{C} - 67^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C}$

## 11.2 Grosse Unterkühlung

Diagnose zu viel Kältemittel

Auf dem Manometer werden 20 bar abgelesen. Daraus folgt aus der Dampftabelle eine Siedetemperatur von 68° C

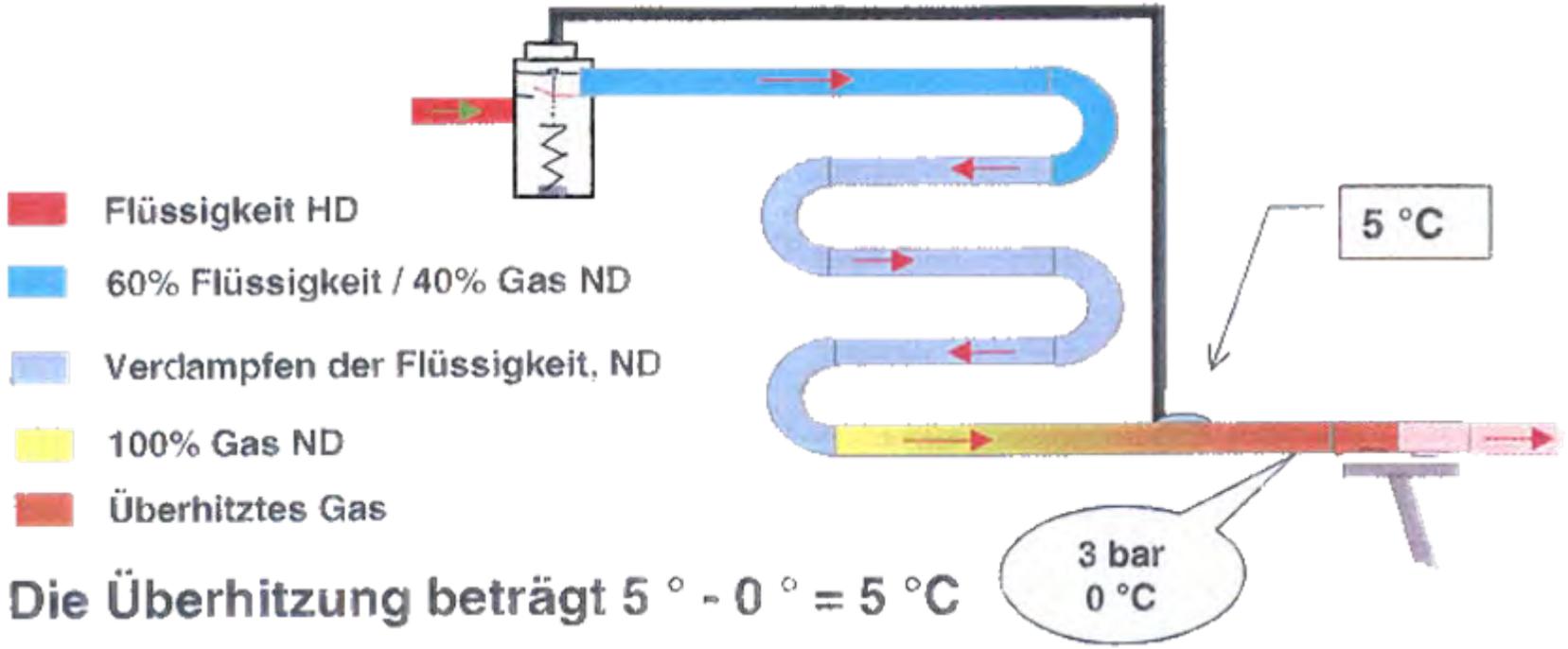
Das Kältemittel hat vorher seine Wärmeenergie abgegeben und kühlt sich zwischen C und D weiter ab.



Am Auslass des Kondensators zeigt das Thermometer 50°C

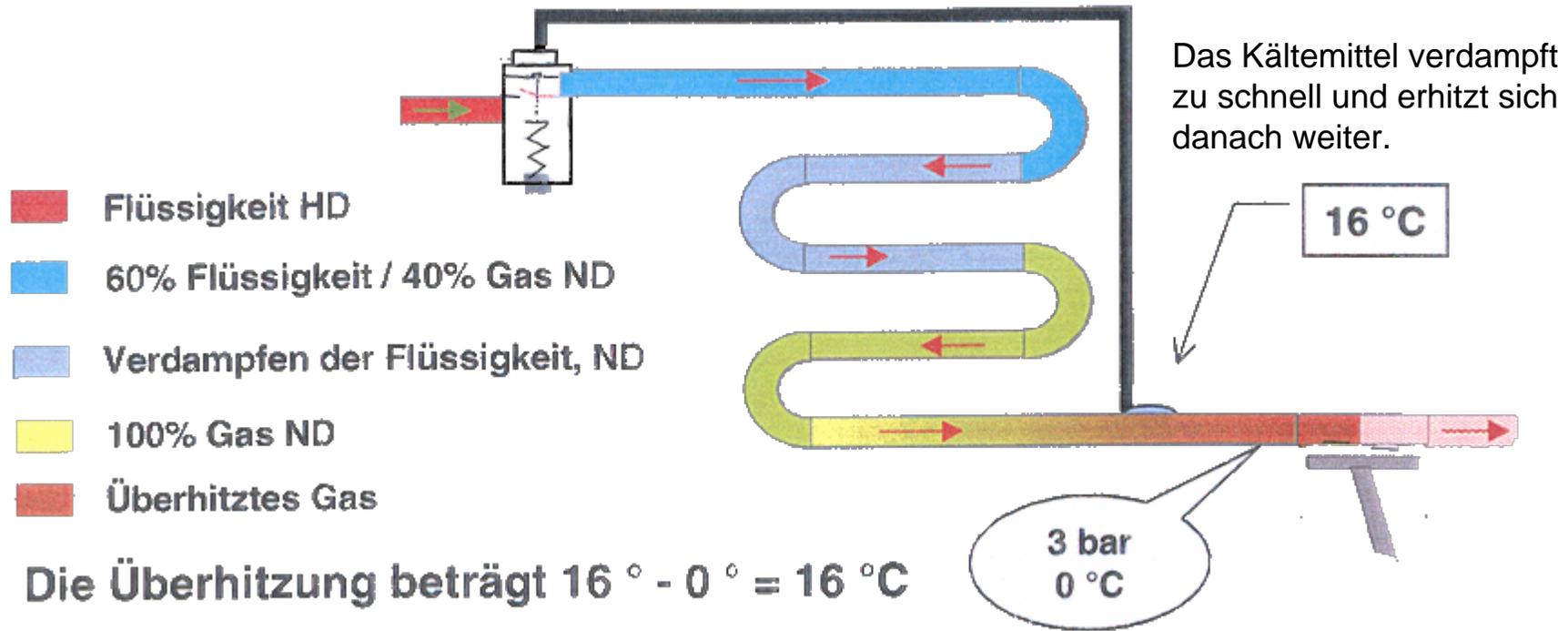
Die Unterkühlung beträgt  $68^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C} = 18^{\circ}\text{C}$

## 12. Die ideale Überhitzung



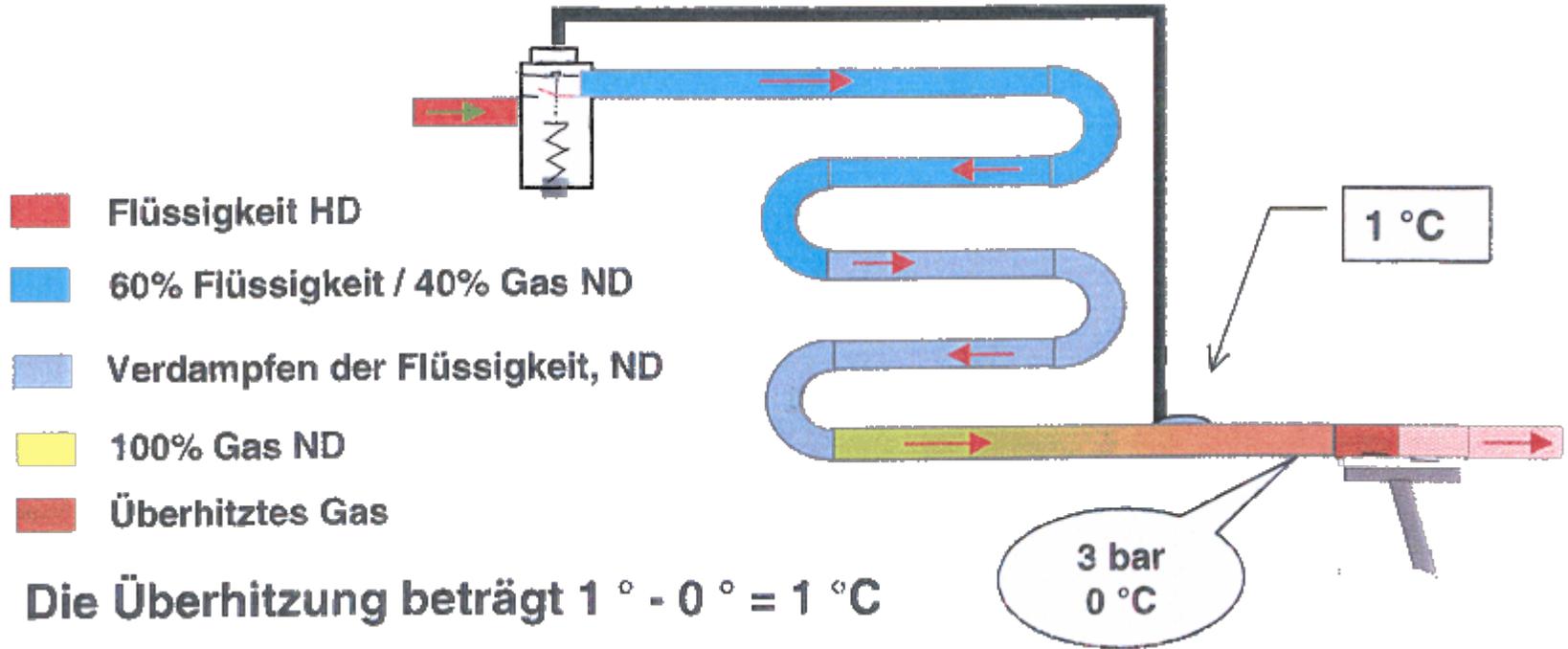
## 12.1 Große Überhitzung

Diagnose zu wenig Kältemittel



## 12.2 Geringe Überhitzung

Diagnose zu viel Kältemittel





## Stoffdaten Dampftafel von R134A

## Stoffdaten des H-FKW (Auszüge)

| Temperatur<br>t<br>°C | Druck<br>p<br>bar | Temperatur<br>t<br>°C | Druck<br>p<br>bar | Temperatur<br>t<br>°C | Druck<br>p<br>bar | Temperatur<br>t<br>°C | Druck<br>p<br>bar |
|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| -60                   | 0,16              | 17                    | 5,21              | 40                    | 10,17             | 63                    | 18,04             |
| -50                   | 0,29              | 18                    | 5,37              | 41                    | 10,44             | 64                    | 18,47             |
| -40                   | 0,51              | 19                    | 5,54              | 42                    | 10,72             | 65                    | 18,90             |
| -30                   | 0,84              | 20                    | 5,72              | 43                    | 11,01             | 66                    | 19,34             |
| -20                   | 1,33              | 21                    | 5,90              | 44                    | 11,30             | 67                    | 19,78             |
| -10                   | 2,01              | 22                    | 6,08              | 45                    | 11,60             | 68                    | 20,24             |
| 0                     | 2,93              | 23                    | 6,27              | 46                    | 11,90             | 69                    | 20,70             |
| 1                     | 3,04              | 24                    | 6,46              | 47                    | 12,21             | 70                    | 21,17             |
| 2                     | 3,15              | 25                    | 6,66              | 48                    | 12,53             | 71                    | 21,65             |
| 3                     | 3,26              | 26                    | 6,86              | 49                    | 12,85             | 72                    | 22,14             |
| 4                     | 3,38              | 27                    | 7,06              | 50                    | 13,18             | 73                    | 22,63             |
| 5                     | 3,50              | 28                    | 7,27              | 51                    | 13,51             | 74                    | 23,13             |
| 6                     | 3,62              | 29                    | 7,48              | 52                    | 13,85             | 75                    | 23,65             |
| 7                     | 3,75              | 30                    | 7,70              | 53                    | 14,20             | 76                    | 24,17             |
| 8                     | 3,88              | 31                    | 7,93              | 54                    | 14,55             | 77                    | 24,70             |
| 9                     | 4,01              | 32                    | 8,16              | 55                    | 14,91             | 78                    | 25,23             |
| 10                    | 4,15              | 33                    | 8,39              | 56                    | 15,28             | 79                    | 25,78             |
| 11                    | 4,29              | 34                    | 8,63              | 57                    | 15,66             | 80                    | 26,34             |
| 12                    | 4,43              | 35                    | 8,87              | 58                    | 16,04             | 81                    | 26,90             |
| 13                    | 4,58              | 36                    | 9,12              | 59                    | 16,42             | 82                    | 27,48             |
| 14                    | 4,73              | 37                    | 9,37              | 60                    | 16,82             | 83                    | 28,06             |
| 15                    | 4,89              | 38                    | 9,63              | 61                    | 17,22             | 84                    | 28,66             |
| 16                    | 5,04              | 39                    | 9,90              | 62                    | 17,63             | 85                    | 29,26             |

# 14 Fehlersuchtabellen

## Fehlersuche an Kfz-Klimaanlagen mit Expansionsventil!

|                                 |  |   |
|---------------------------------|--|---|
|                                 |  |   |
| Prüfbedingungen:                | Klimaanlage läuft 5 min. mit ca. 2800 l/min. |   |
|                                 | Gebläsestufe 1                               |   |
|                                 | Größte Kühlleistung                          |   |
|                                 |  |   |
| Angeschlossen:                  | Manometer                                    |   |
|                                 | Austrittslufttemperaturfühler                |   |
|                                 |  |   |
| Hochdruck (normal ca. 8-14 bar) | Niederdruck (normal ca. 2 bar)               | Mögliche Ursache  |
| hoch                            | hoch   | Motor überhitzt, Kondensator verschmutzt<br>Kondensatorlüfter defekt - falsche Drehrichtung<br>Anlage überfüllt |
| hoch                            | normal bis hoch                              | Expansionsventil klemmt teilweise zu, Anlage überfüllt  |
| hoch                            | normal                                       | Anlage überfüllt, Filtertrockner gealtert, Kondensator verschmutzt  |
| normal bis hoch                 | hoch   | Anlage überfüllt, Leitung vom Kompressor zum Expansionsventil verengt oder verstopft                            |
|                                 |  |   |

# Fehlersuchtabellen

|   |                            |   |
|---|----------------------------|---|
| normal, aber ungleichmäßig                        | normal, aber ungleichmäßig | Feuchtigkeit in der Anlage,<br>defektes Expansionsventil, Anlage<br>überfüllt           |
| schwankend  | schwankend                 | Expansionsventil defekt,<br>Kompressor defekt   |
| normal bis niedrig                                | normal bis niedrig         | Kältemittelmangel, Verdampfer<br>verschmutzt  |
| am Kompressor hoch,<br>in der Hochleitung niedrig | niedrig                    | Verengung - Verstopfung in der<br>Leitung, Kondensator defekt,<br>Filtertrockner defekt |
| niedrig   | hoch                       | Expansionsventil defekt,<br>Kompressor defekt,<br>Kältemittelmangel                     |
| niedrig   | niedrig                    | Expansionsventil defekt,<br>Kältemittelmangel   |
|   |                            |   |

# Fehlersuchtabellen

| Fehlersuche bei Kfz - Klimaanlage mit Festdrossel |                                |  |
|---|--------------------------------|--|
|   |                                |  |
|   |                                |  |
| Hochdruck (normal ca. 8-14 bar)                   | Niederdruck (normal ca. 2 bar) | Mögliche Ursache   |
| hoch  | hoch                           | Motor überhitzt, Kondensator verschmutzt<br>Kondensatorlüfter defekt<br>- falsche Drehrichtung, Anlage überfüllt |
| hoch  | normal bis hoch                | Anlage überfüllt, Kondensator verschmutzt,<br>Feuchtigkeit in der Anlage   |
| normal bis hoch                                   | normal                         | Anlage überfüllt, Feuchtigkeit in der Anlage   |
| normal  | hoch                           | O-Ring an der Festdrossel defekt,<br>Festdrossel defekt  |
| normal  | normal                         | Feuchtigkeit in der anlage, zuviel Kältemittel in der Anlage   |
| normal bis niedrig                                | hoch                           | Festdrossel defekt   |
| normal bis niedrig                                | normal bis niedrig             | Saugleitung, Akkumulator verstopft,<br>Verdampfer verstopft,<br>Kältemittelmangel                                |
|   |                                |  |

