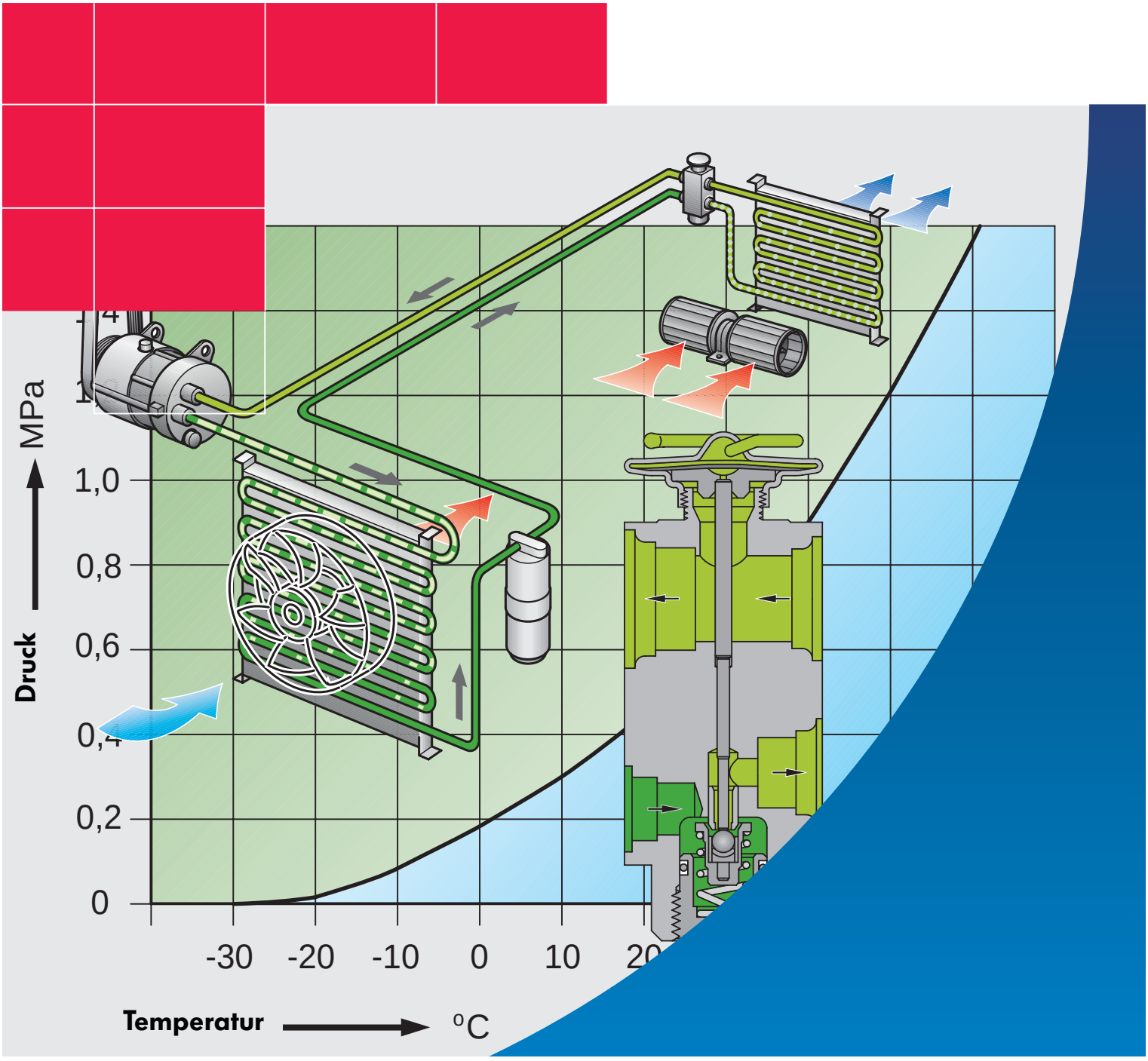
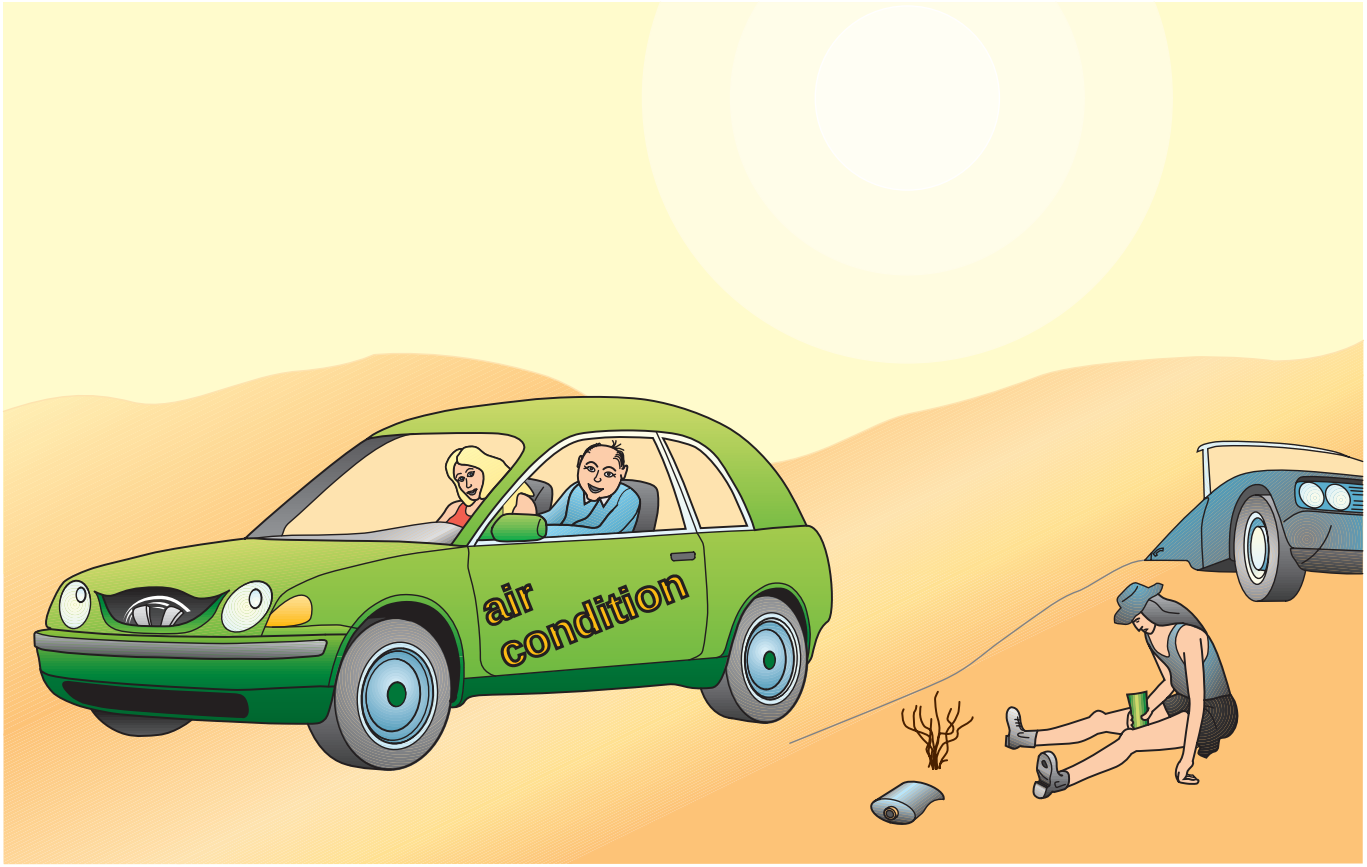
Service.

Selbststudienprogramm 208

Klimaanlagen im Kraftfahrzeug

Grundlagen





"Air-condition", das Klimatisieren von Fahrzeugen, hat den Anspruch als Luxusausstattung längst abgelegt.
Klimaanlagen sind zu einem Faktor der aktiven Sicherheit geworden und gehören fast schon zur Fahrzeug-Sicherheitstechnik.

Gab es vor 10 Jahren nur in etwa 10 Prozent aller neu zugelassenen Fahrzeuge eine Klimaanlage, hatten 1996 bereits mehr als ein Viertel der neu zugelassenen Fahrzeuge eine solche serienmäßig eingebaut.

Der Wunsch nach "air-condition" erhöht sich bei den Kunden ständig.

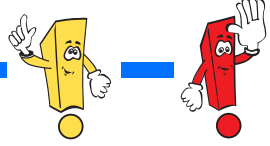
Der Aufbau des Kältemittelkreislaufes einer Klimaanlage ist in allen Fahrzeugen gleich. Lediglich in der Anpassung an den Kälteleistungsbedarf variieren sie.

In diesem Selbststudienprogramm wollen wir Sie mit dem grundsätzlichen Anliegen und dem Aufbau einer Klimaanlage vertraut machen.
Sie erfahren die Funktion der Bauteile bei der Kälteentwicklung, die Besonderheiten des Kältemittels und warum Klimaanlagen besondere Servicevorschriften benötigen.

Die dargestellten Bauteile sind überwiegend allgemeingültig.

**Beachten Sie bitte bei Zahlenangaben,
daß es sich um ausgewählte Beispiele handelt.
Entsprechend dem Kälteleistungsbedarf variieren
die absoluten Werte fahrzeugspezifisch.**

NEU **Achtung Hinweis**



Das Selbststudienprogramm ist kein Reparaturleitfaden! Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen KD-Literatur.

Auf einen Blick

Das Klima im Auto 4
Warum Klimaanlage?

Physik zur Kühltechnik 6
Angewandte Physik

Das Kältemittel 8

Die Kühltechnik 12
Der Kältemittelkreislauf – Prinzip
Kältemittelkreislauf mit Expansionsventil
Der Kompressor
Die Kompressorarbeitsweise
Magnetkupplung
Der Kondensator
Der Flüssigkeitsbehälter und Trockner
Expansionsventil
Expansionsventil – neue Generation
Der Verdampfer
Kältemittelkreislauf mit Drossel
Die Drossel
Der Auffangbehälter

Systemregelung 32
Komponenten des Sicherungssystems

Kühlerlüfterschaltung 40
Schaltung der Lüfter zur Motor-/Kondensatorkühlung
Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel J293

Temperaturregelung 42
Regelung – manuell
Regelung – automatisch
Systemübersicht
Steuergerät mit Bedienungs- und Anzeigeeinheit
Die wichtigsten Temperaturfühler
Zusatzsignale zur Temperaturregelung
Stellmotoren
Luftführung
Zur Luftverteilung
Umluftbetrieb

Servicetechnik 64
Sicherheitsmaßnahmen
Allgemeine Hinweise zu Funktionseinflüssen
Fehlerdiagnose durch Druckprüfung
Fehlerdiagnose durch Eigendiagnose

Information 72
Wichtige Begriffe der Kühltechnik

Das Klima im Auto

Warum Klimaanlage?

Der Mensch fühlt sich bei einer bestimmten Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit wohl, er empfindet dies als Behaglichkeit.

Das Wohlbefinden als eine Komponente der Aktiven Sicherheit, hat einen großen Anteil an der unbeeinträchtigten Fahrtüchtigkeit.

Das "Klima im Auto" nimmt direkt Einfluß auf den Fahrer, auf ein ermüdungsfreies Fahren, auf die Fahrsicherheit.

Behagliche Innenraumtemperatur wird bestimmt von der herrschenden Außentemperatur und genügendem Luftdurchsatz:

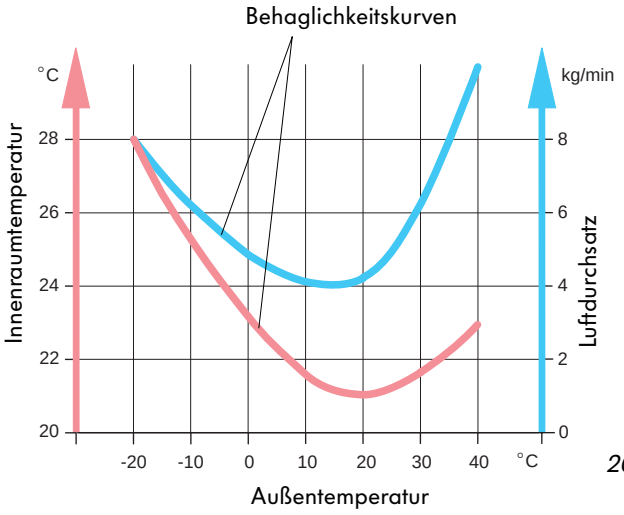
niedrige Außentemperatur, z. B. –20 °C
➡ höhere Innenraumtemperatur 28 °C
hoher Luftdurchsatz 8 kg/min

hohe Außentemperatur, z. B. 40 °C
➡ niedrige Innenraumtemperatur 23 °C
hoher Luftdurchsatz 10 kg/min

mittlere Außentemperatur, z. B. 10 °C
➡ niedrige Innenraumtemperatur 21,5 °C
geringer Luftdurchsatz 4 kg/min

Auch eine moderne Heizungs- und Belüftungsanlage kann bei hohen Außentemperaturen die Aufgabe, Behaglichkeit zu erzeugen, nur ungenügend erfüllen. Warum?

- Besonders bei hoher Sonneneinstrahlung kann die aufgeheizte Innenraumluft nur durch Luft mit Umgebungstemperatur ausgetauscht werden.
- Auf dem Weg von der Ansaugstelle zum Luftaustritt erfolgt meist noch eine Aufheizung um mehrere Grad.
- Soll ein geöffnetes Fenster oder Schiebedach oder höhere Lüfterdrehzahl zur Behaglichkeit beitragen, führt dies meist zu Zugluft und anderen Belästigungen wie Lärm, Abgase, Blütenstaub.

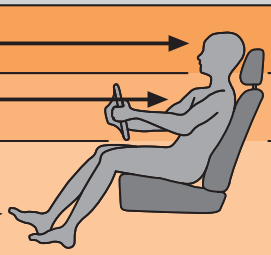


208_043

Bei hoher Luftfeuchtigkeit erhöht sich die körperliche Belastung um ein Mehrfaches.

Temperaturen in einem Mittelklasse-PKW
bei: Fahrzeit 1 h
Außentemperatur 30 °C
Sonneneinstrahlung auf den PKW

Bereich	mit Klimaanlage	ohne Klimaanlage
Kopf	23 °C	42 °C
Brust	24 °C	40 °C
Fuß	28 °C	35 °C



208_001

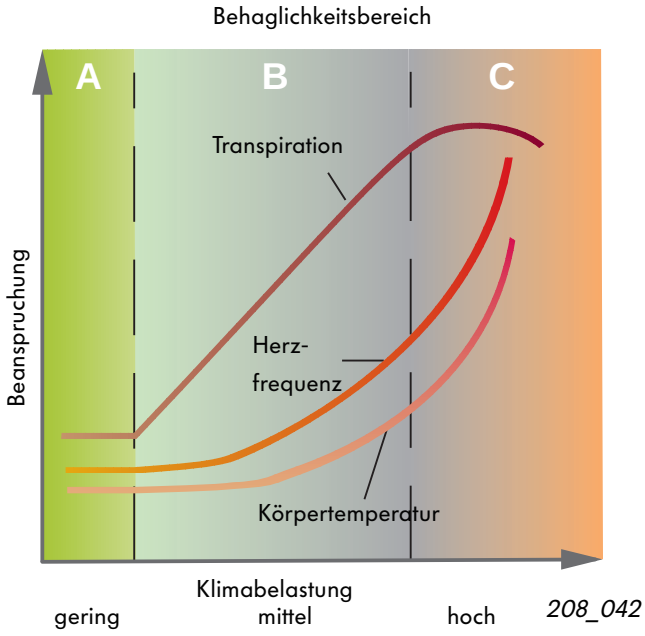
Auswirkungen einer ungünstigen Fahrzeug-Innentemperatur auf den Menschen

Wissenschaftliche Untersuchungen der WHO (World Health Organisation) zeigen, daß Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit bei Belastung stark nachlassen.

Hitze ist eine Belastung.

Die beste Temperatur für den Fahrer liegt bei 20 bis 22 °C.
Das entspricht der Klimabelastung A, dem Behaglichkeitsbereich.

Intensive Sonneneinstrahlung auf das Fahrzeug kann die Innenraumtemperatur mehr als 15 °C über die Außentemperatur bringen – insbesondere im Kopfbereich.
Hier wirkt die Hitze am gefährlichsten.



Die Körpertemperatur steigt an, die Herzfrequenz erhöht sich.
Kennzeichnend dafür auch die erhöhte Schweißabgabe.
Das Gehirn bekommt zu wenig Sauerstoff.
Siehe dazu das Bereich B der Klimabelastung.

Ab Bereich C bedeutet das für den Körper schon eine Überbelastung.
“Klima-Streß“ nennen es die Verkehrsmediziner.

Ein Temperaturanstieg von 25 auf 35 °C, so zeigen Untersuchungen, verringert die Sinneswahrnehmung und Kombinationsgabe um 20 %.
Dieser Wert, so wird eingeschätzt, entspricht einer Blutalkoholkonzentration von 0,5 Promille.

Um solche Belastungen zu mindern oder ganz auszuschließen, wurde mit der Klimaanlage ein System geschaffen, das die Luft im Auto auf eine dem Menschen angenehme Temperatur bringt – die Luft auch reinigen und entfeuchten kann.

Mit ihrer Hilfe ist es möglich, gegenüber hohen Außentemperaturen stark abgesenkte Temperaturen an den Luftaustrittsdüsen zu erzeugen.
Und dies sowohl bei stehendem als auch fahrendem Fahrzeug.

Ein technischer Nebeneffekt, jedoch ebenso wichtig wie die Temperatursenkung ist die Luftentfeuchtung und die damit verbundene Luftreinigung.
Pollenfilter und Aktivkohlefilter sind ergänzende Faktoren zur Luftreinigung.
Die Reinigung kommt Menschen mit allergischen Krankheiten sehr entgegen.

Klimaanlage im Fahrzeug

- ein echtes Sicherheitselement

- die funktionelle Ergänzung nicht nur für gehobene Ansprüche

Physik zur Kühltechnik

Angewandte Physik

Gesetzmäßigkeiten

Viele Stoffe sind in drei Aggregatzuständen bekannt.

Beispiel Wasser: **fest – flüssig – gasförmig.**
Die Kühlung orientiert sich an dieser Gesetzmäßigkeit.

Das Bemühen um Kühlung ist seit jeher bekannt. Ein erstes Verfahren zur Kühlung von Nahrungsmitteln war das Lagern im “Eisschrank“.

Vom Eis = Wasser im Aggregatzustand fest, wird die Wärme der Nahrungsmittel aufgenommen. Sie kühlen ab.

Das Eis schmilzt dadurch, nimmt einen anderen Aggregatzustand an, wird flüssig zu Wasser.

Würde dem Wasser weiter Wärme zugeführt, siedet es und verdampft.
Der gasförmige Aggregatzustand ist erreicht.

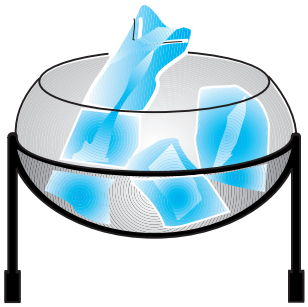
Der gasförmige Stoff kann durch Abkühlung wieder in Flüssigkeit, bei weiterer Abkühlung wieder in einen festen Stoff gewandelt werden.
Dieses Prinzip ist auf fast alle Stoffe übertragbar:

– Ein Stoff nimmt bei der Umwandlung vom flüssigen zum gasförmigen Zustand Wärme auf.

– Ein Stoff gibt bei der Umwandlung vom gasförmigen zum flüssigen Zustand Wärme ab.

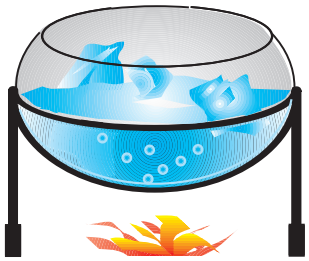
– Wärme fließt immer vom wärmeren zum kälteren Stoff.

Die Effekte des Wärmeaustausches, bei der ein Stoff bei bestimmten Punkten seinen Zustand ändert, werden in der Klimatechnik genutzt und technisch umgesetzt.



Eis – fest

208_039



Eis – wird
unter Wärmeaufnahme
flüssig

208_040



Wasser – wird
unter Wärmeaufnahme
gasförmig

208_041

Gesetzmäßigkeit

Erstarrungspunkt
z. B. Wasser wird zu Eis
Siedepunkt
z. B. Wasser wird zu Dampf

Druck und Siedepunkt

Wird der Druck über einer Flüssigkeit verändert, ändert sich deren Siedepunkt.
Alle Flüssigkeiten verhalten sich analog.

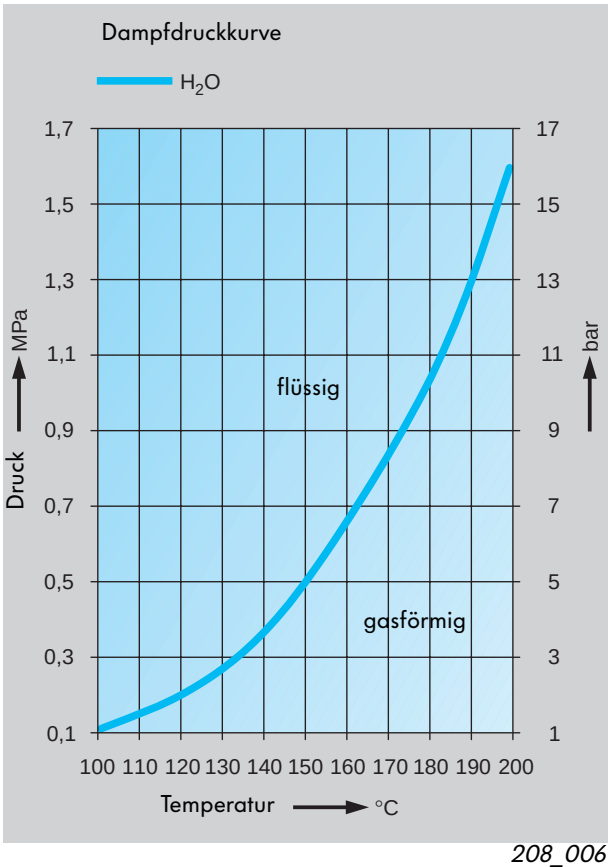
Siedepunkt	H_2O/Wasser	=	100 °C
	Maschinenöl	=	380 - 400 °C

Vom Wasser wissen wir, daß es bei umso tieferen Temperaturen siedet, also zu Dampf wird, je niedriger der Druck ist.

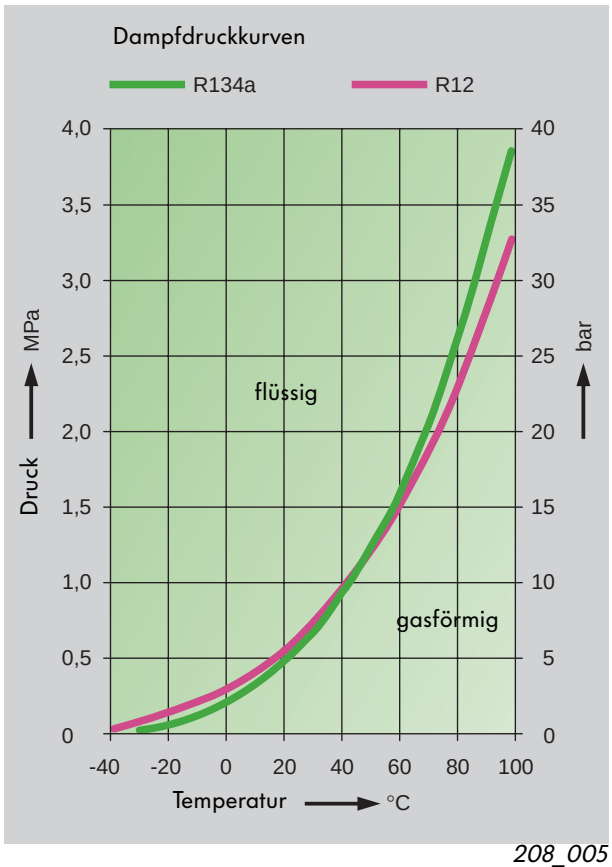
Der Verdampfungsprozeß ist auch das bei Fahrzeug-Klimaanlagen verwendete Verfahren.
Ein leicht siedender Stoff wird dazu verwendet.
Er wird als Kältemittel bezeichnet.

Siedepunkt	Kältemittel R12	–29,8 °C
	Kältemittel R134a	–26,5 °C

(Der für Flüssigkeiten in Tabellen genannte Siedepunkt bezieht sich immer auf den atmosphärischen Druck von 0,1 MPa = 1 bar.)



208_006



208_005

Was sagt uns eine Dampfdruckkurve?

Anhand der Dampfdruckkurven für die beiden Kältemittel R134a und R12 (R12 wird nicht mehr verwendet) und Wasser erkennen wir:

- **Bei gleichbleibendem Druck wird durch Temperatursenkung der Dampf zur Flüssigkeit (im Kreislauf der Klimaanlage geschieht dies im Kondensator = Verflüssiger),**
- **oder durch Druckminderung geht das Kältemittel vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand über (im Kreislauf der Klimaanlage geschieht dies im Verdampfer).**

Das Kältemittel

Das leicht siedende Kältemittel für Fahrzeugklimaanlagen ist ein Gas.

Als Gas ist es unsichtbar,
als Dampf und Flüssigkeit farblos wie Wasser.

R 34a

Kältemittel dürfen untereinander nicht gemischt werden, es darf nur das für die jeweilige Anlage vorgeschriebene verwendet werden.

Kältemittel **R12** – Dichlordifluormethan
chem. Formel CCl_2F_2

ein **F**luor-**C**hlor-**K**ohlen-**W**asserstoff (FCKW)
umweltschädigend!

Kältemittel **R134a** – Tetrafluorethan
chem. Formel $CH_2F\text{-}CF_3$

ein **F**luor-**K**ohlen-**W**asserstoff (FKW)
umweltfreundlich!

Für Fahrzeugklimaanlagen darf seit 1995 in Deutschland das Kältemittel R12 nicht mehr vertrieben und ab Juli 1998 auch nicht befüllt werden.
In heutigen Kfz-Klimaanlagen wird ausschließlich das Kältemittel R134a verwendet.

Halogenverbotsordnung

R134a

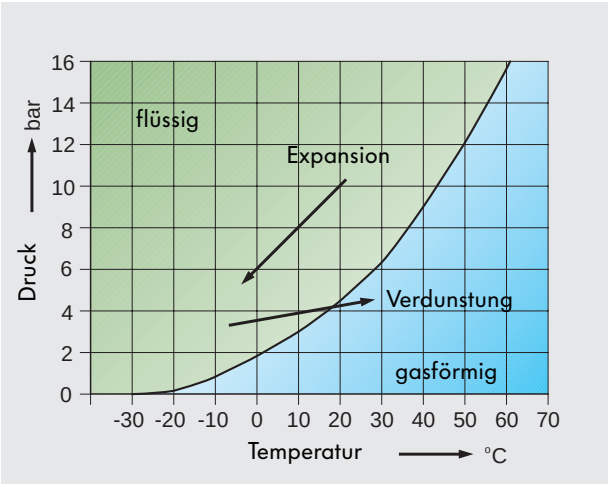
– R134a – ein Fluor-Kohlen-Wasserstoff besitzt keine Chloratome wie das Kältemittel R12, die bei Ihrer Abspaltung als Schädiger der Ozonschicht der Erdatmosphäre wirken.

– Die Dampfdruckkurve von R134a ist der von R12 sehr ähnlich.
Kälteleistung wird wie bei R12 erreicht.

  Für Klimaanlagen, die nun nicht mehr mit R12 befüllt werden können, ist die Umstellung auf R134a mit einem speziellen Umrüstsatz (Retrofit-Verfahren) möglich.

  Die so umgerüsteten Anlagen erreichen die ursprüngliche Kälteleistung nicht mehr.

In Abhängigkeit von Druck- und Temperaturverhältnissen im Kältekreislauf ist das Kältemittel gasförmig oder flüssig.



Dampfdruckkurve R134a

208_050

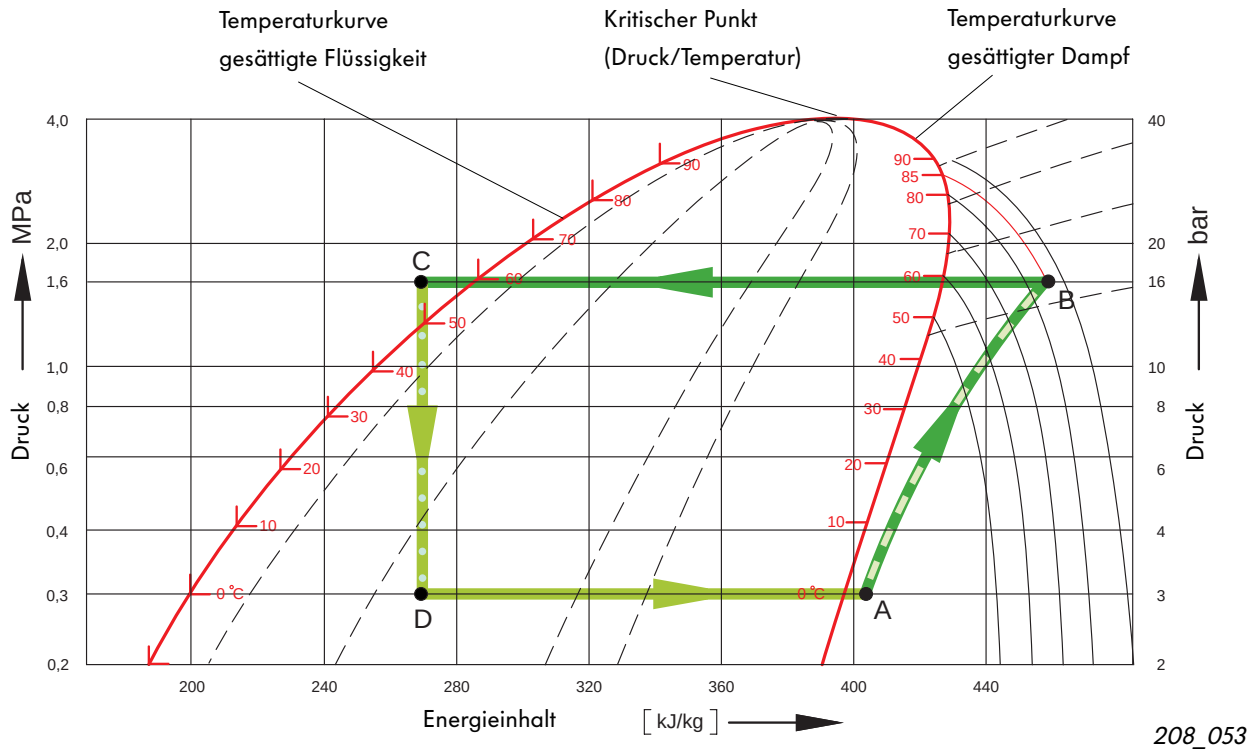
Zustand des Kältemittels R134a im Kreisprozeß einer Klimaanlage

Ergänzend zur Dampfdruckkurve zeigt der Kreisprozeß die Zustandsänderung des Kältemittels bei Druck und Temperatur zusätzlich zum Energiehaushalt, bei der es wieder in den Ausgangszustand zurückgeht.
Die Grafik ist ein Ausschnitt aus dem Zustandsdiagramm des Kältemittels R134a für eine Fahrzeugklimaanlage.
Je nach Kälteleistungsbedarf eines Fahrzeugtyps ergeben sich dann andere absolute Werte.

Der Energieinhalt ist für die konstruktive Auslegung einer Klimaanlage wichtig.
Er sagt aus welche Energie notwendig ist, damit der Prozeß laufen kann (Verdampferwärme, Kondensatorwärme) um die vorgesehene Kälteleistung zu erreichen.

Physikalische Daten R134a:

Siedepunkt:	–26,5	°C
Erstarrungspunkt:	–101,6	°C
Kritische Temperatur:	100,6	°C
Kritischer Druck:	4,056	MPa
	(40,56	bar)



208_053

A — B Kompression im Kompressor, Druck- und Temperaturerhöhung, gasförmig, hoher Druck, hohe Temperatur

B — C Kondensationsprozeß im Kondensator, hoher Druck , Temperaturabsenkung, leicht abgekühlt wird Kondensator flüssig verlassen,

C — D Expansion = schlagartige Druckentspannung, führt zur Verdampfung

D — A Verdampfungsprozeß (Wärmeaufnahme) im Verdampfer.
Weg des Umschlages von dampfförmig in gasförmig, Druck niedrig

Temperaturkurve zu Punkt B

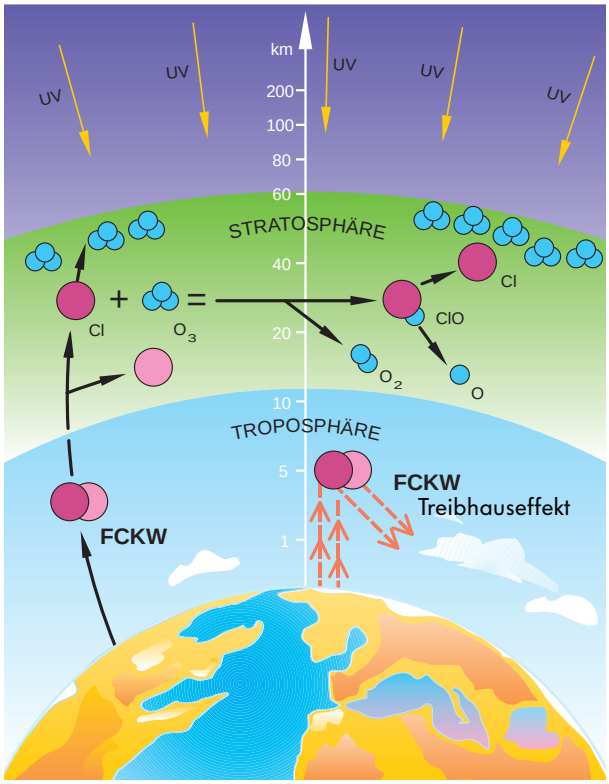
Begriffserläuterung siehe auch Seite 72.

Das Kältemittel

R 34a

Kältemittel und Ozonschicht

Ozon schützt die Erdoberfläche gegen die UV-Strahlung, indem diese Strahlen zum Großteil absorbiert werden.
UV-Strahlen spalten Ozon (O_3) in ein Sauerstoffmolekül (O_2) und in ein Sauerstoffatom (O) auf. Sauerstoffatome und -moleküle anderer Reaktionen verbinden sich wieder zu Ozon. Dieser Vorgang läuft in der Ozonosphäre, einem Teil der Stratosphäre, in 20 bis 50 km Höhe ab.



Reaktion zwischen FCKW und Ozon in der Atmosphäre

208_051

Bestandteil eines FCKW-Kältemittels wie R12 ist Chlor (Cl).
Bei unsachgemäßem Umgang steigt das R12-Molekül – da leichter als Luft – bis zur Ozonschicht.
Durch UV-Strahlung wird im FCKW ein Chloratom frei, welches mit dem Ozon reagiert.
Dabei zerfällt das Ozon und es bleibt ein Sauerstoffmolekül (O_2) und Chlormonoxyd (ClO), was später wieder mit Sauerstoff reagiert und Chlor (Cl) freisetzt. Dieser Kreislauf kann sich bis zu 100.000 mal wiederholen.

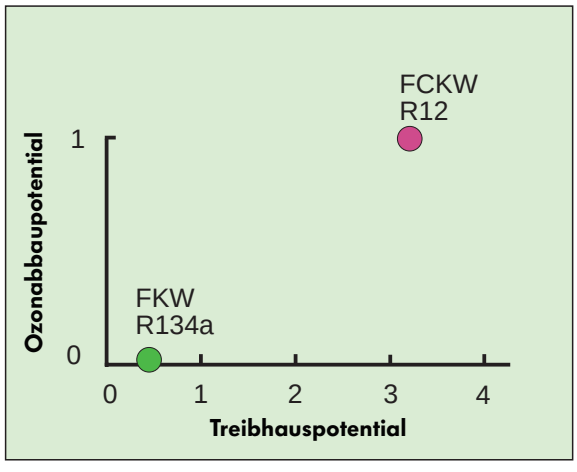
Freie Sauerstoffmoleküle (O_2) können aber UV-Strahlung nicht absorbieren.

Kältemittel und Treibhauseffekt

Die Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche wird als Infrarotstrahlung reflektiert.
Spurengase – das wichtigste ist CO_2 – reflektieren aber in der Troposphäre diese Wellen.
Es kommt zur Klimaaufheizung – zum Treibhauseffekt. FCKW haben hohen Anteil an der steigenden Spurengaskonzentration.

1 kg R12 hat den gleichen Treibhauseffekt wie 4000 t CO_2.

R134a trägt nur in geringem Maße zum Treibhauseffekt bei.
Das Ozonabbaupotential ist gleich Null.



208_052

Kältemittelöl

Zur Schmierung aller beweglichen Teile in der Klimaanlage ist ein spezielles Öl – das Kältemittelöl – erforderlich, das frei von Verunreinigungen wie Schwefel, Wachs und Feuchtigkeit ist.

Es muß mit dem Kältemittel selbst verträglich sein, da es sich zu einem Teil mit dem Kältemittel mischt und im Kältemittelkreislauf mitläuft und darf auch die Abdichtungen im System nicht angreifen.

Es dürfen keine anderen Öle verwendet werden, da diese zu Kupferplattierung, Verkokung und Bildung von Rückständen führen. Vorzeitige Abnutzung und Zerstörung der beweglichen Teile wären die Folge.

Für den Kältemittelkreislauf mit R134a wird ein spezielles, synthetisches Öl eingesetzt. Es ist nur für dieses Kältemittel zu verwenden, da es sich nicht mit anderen mischt.

Das Kältemittelöl kann auch nur auf eine bestimmte Kompressorbauart abgestimmt sein.

Das Kältemittelöl für R134a

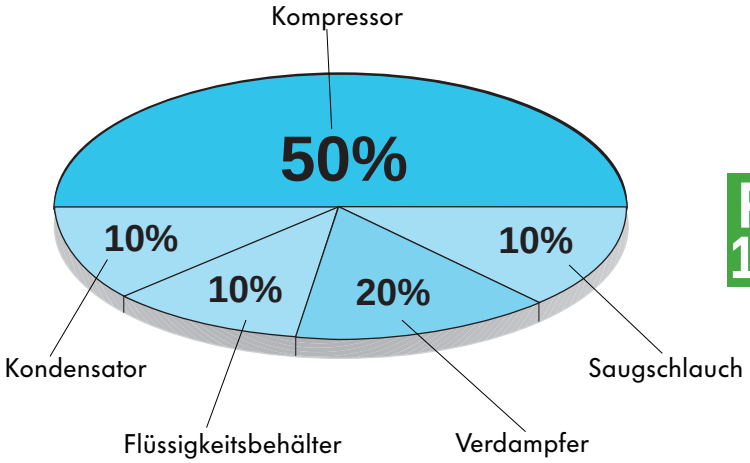
Bezeichnung: **PAG** = **P**oly-**A**lkylen-**G**lykol

Eigenschaften:

- hohes Lösungsvermögen mit Kältemittel
- gute Schmiereigenschaften
- säurefrei
- stark hygroskopisch (wasseranziehend)
- mit anderen Ölen nicht mischbar

zu beachten:

- darf nicht in älteren Kälteanlagen mit Kältemittel R12 verwendet werden, da es sich mit diesem nicht verträgt



Verteilung der Ölmenge im Kältemittelkreislauf (etwa)
Die Füllmenge an Kältemittelöl variiert entsprechend der Auslegung der Aggregate für den jeweiligen Fahrzeugtyp.

Wichtige Hinweise:

- Nicht offen lagern, da sehr hygroskopisch.
- Ölbehälter immer verschlossen halten, zum Schutz vor eindringender Feuchtigkeit angebrochene Gebinde sofort wieder verschließen.
- Kein gebrauchtes Kältemittelöl verwenden.
- **Als Sondermüll entsorgen.**
  Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften darf das Kältemittelöl nicht mit Motoröl oder Getriebeöl zusammen entsorgt werden.

Die Kühltechnik

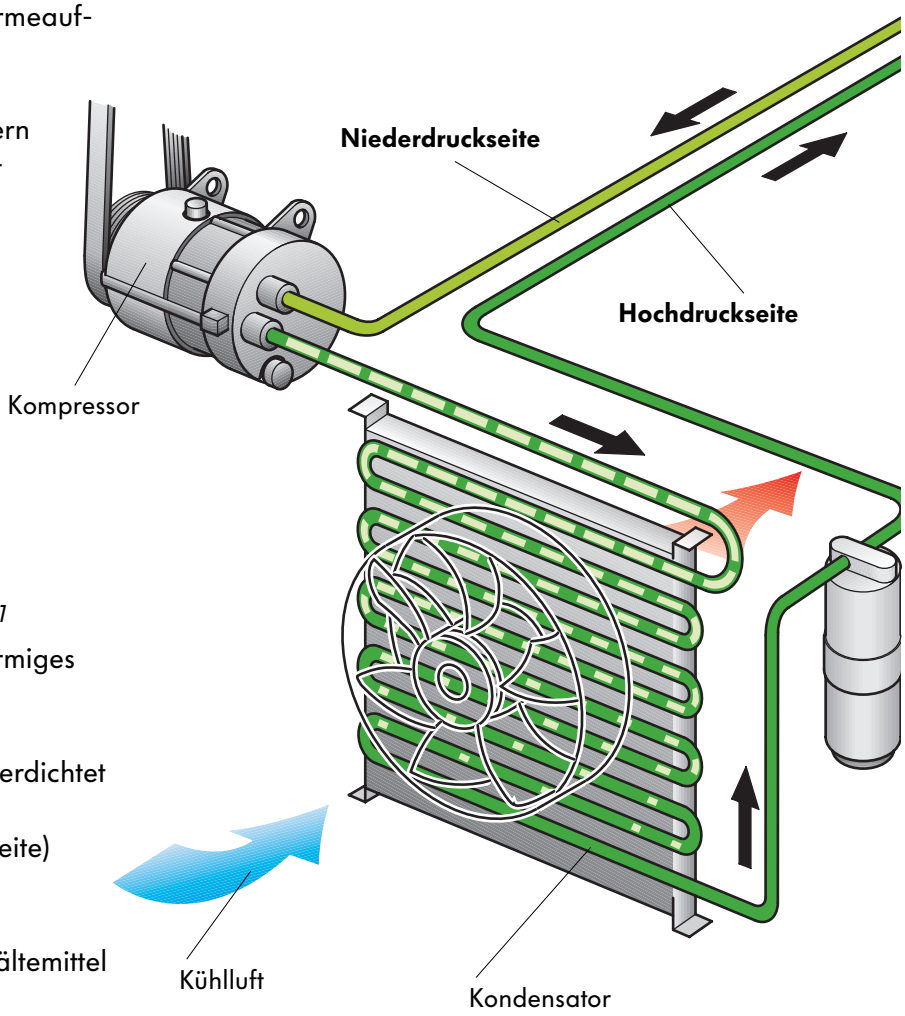
Der Kältemittelkreislauf – Prinzip

Ablauf des Kühlprozesses und die technischen Voraussetzungen

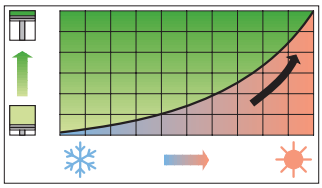
Wir wissen:
Soll etwas gekühlt werden, muß Wärme abgegeben werden.
Dazu wird in Kraftfahrzeugen eine Kompressionskälteanlage eingesetzt. Ein Kältemittel zirkuliert im geschlossenen Kreislauf und wechselt ständig zwischen flüssigem und gasförmigem Zustand. Es wird:

- gasförmig komprimiert,
- durch Wärmeabgabe kondensiert,
- durch Druckminderung unter Wärmeaufnahme verdampft.

Es wird keine Kälte produziert, sondern der in das Fahrzeug geförderten Luft Wärme entzogen.



Wie läuft das technisch ab?

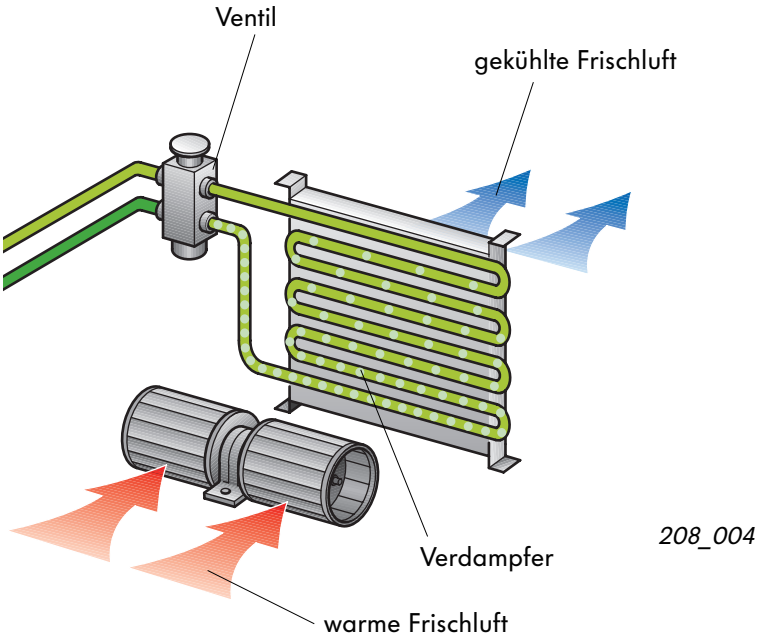


208_071

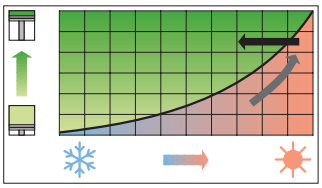
Der **Kompressor** saugt kaltes, gasförmiges Kältemittel mit niedrigem Druck an.

Das Kältemittel wird im Kompressor verdichtet und erhitzt sich dabei.
Es wird in den Kreislauf (Hochdruckseite) gepumpt.

In dieser Phase ist das Kältemittel
gasförmig,
steht unter hohem Druck
bei hoher Temperatur.



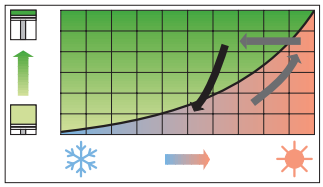
208_004



208_072

Das Kältemittel gelangt auf kurzem Weg in den **Kondensator** (Verflüssiger).
Dem verdichteten, heißen Gas wird jetzt im Kondensator durch die durchströmende Luft (Fahrtwind und Gebläse) Wärme entzogen.
Bei Erreichen des vom Druck abhängigen Taupunktes kondensiert das Kältemittelgas und wird flüssig.

In dieser Phase ist das Kältemittel
also
flüssig,
steht unter hohem Druck
mit mittlerer Temperatur.

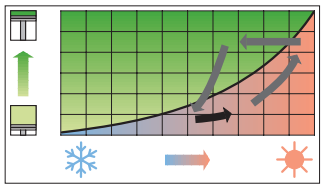


208_073

Das flüssige, verdichtete Kältemittel fließt weiter zu einer Engstelle. Das kann eine Drossel oder ein Expansionsventil sein. Dort wird es in den Verdampfer eingesprüht, wobei ein Druckabfall (Niederdruckseite) erfolgt.

Im **Verdampfer** entspannt sich das flüssig eingesprühte Kältemittel und verdampft. Die dazu notwendige Verdampfungswärme wird der durch die Verdampferlamellen streichenden, warmen Frischluft entzogen, die sich dabei abkühlt.
Im Fahrzeug wird es so schön kühl.

In dieser Phase ist das Kältemittel
dampfförmig
hat niedrigen Druck und
niedrige Temperatur.



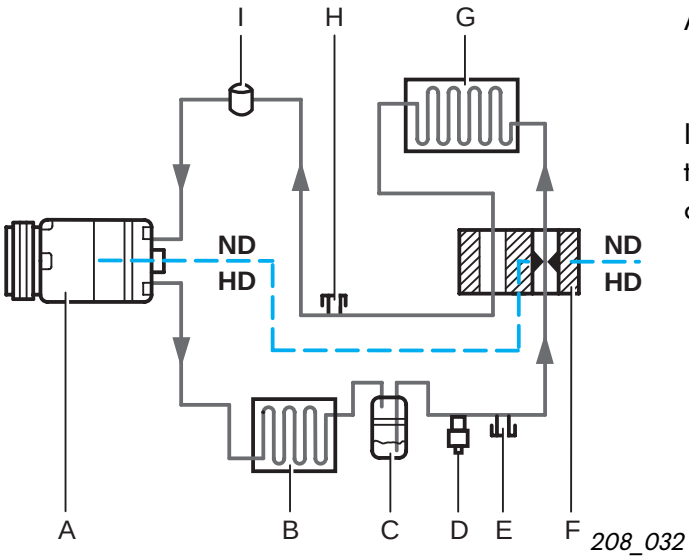
208_074

Das nun wieder gasförmige Kältemittel tritt aus dem Verdampfer aus.
Es wird vom Kompressor wieder angesaugt, um den Kreislauf erneut zu durchlaufen.
Somit ist der Kreislauf geschlossen.

In dieser Phase ist das Kältemittel
wieder
gasförmig
hat niedrigen Druck
und niedrige Temperatur.

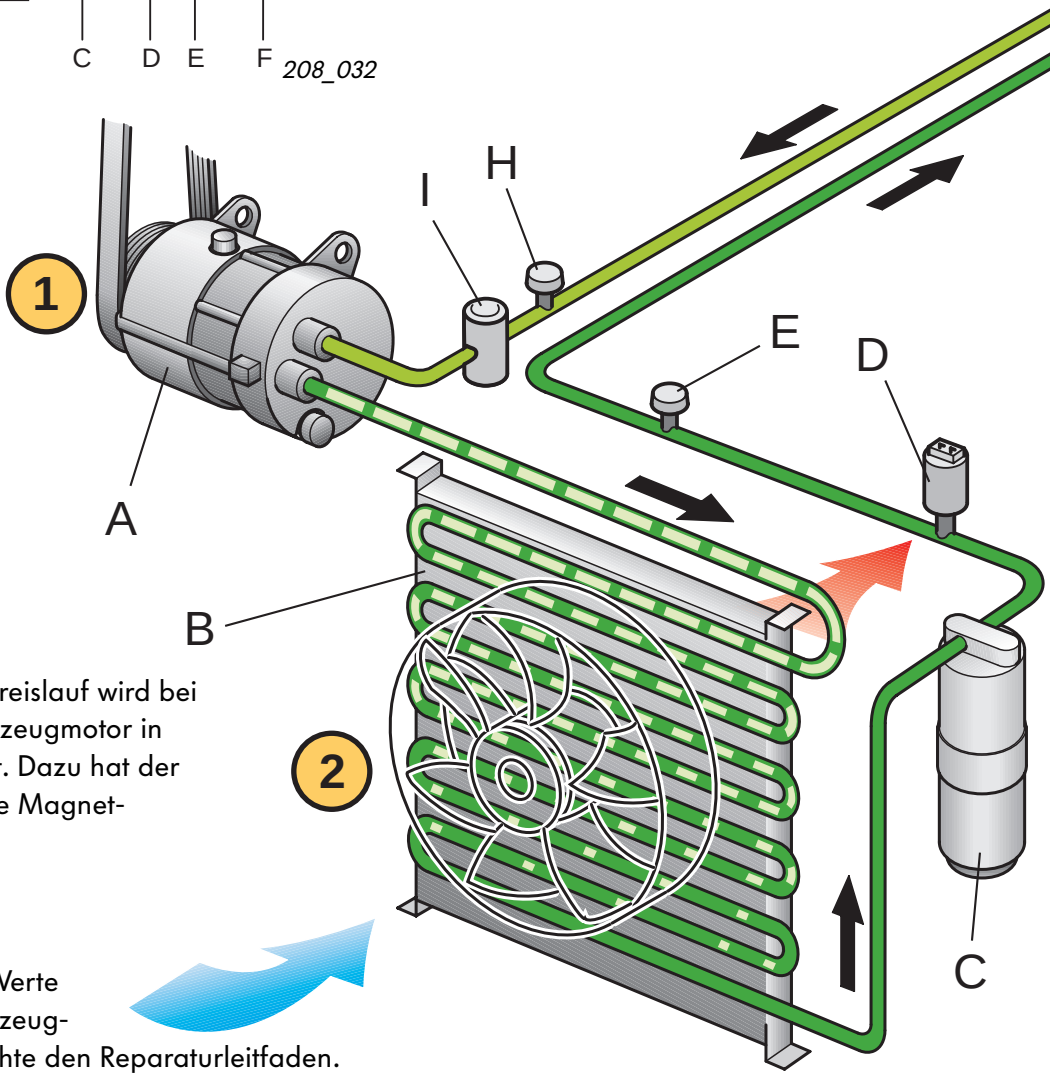
Die Kühltechnik

Kältemittelkreislauf mit Expansionsventil



Arbeitsdruck HD = Hochdruck
ND = Niederdruck

In technischen Dokumentationen, z. B. Reparaturleitfaden, werden die Bauteile schematisiert dargestellt.



Der Kältemittelkreislauf wird bei laufendem Fahrzeugmotor in Funktion gesetzt. Dazu hat der Kompressor eine Magnetkupplung.

1 MPa = 10 bar
Die absoluten Werte sind immer fahrzeugspezifisch. Beachte den Reparaturleitfaden.

Drücke und Temperaturen im Kreislauf (Beispiel)

1 Verdichtung
auf ca. 1,4 MPa (14 bar)
Temperatur ca. 65 °C

2 Kondensation
Druck ca. 1,4 MPa (14 bar)
Abkühlung um 10 °C

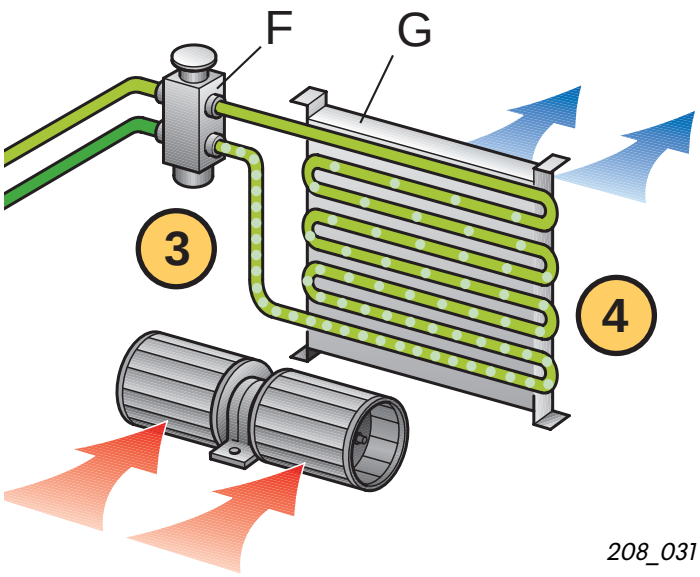
Legende

Hochdruck

Niederdruck

Die Bauteile:

A	Kompressor mit Magnetkupplung
B	Kondensator
C	Flüssigkeitsbehälter mit Trockner
D	Hochdruckschalter
E	Serviceanschluß Hochdruck
F	Expansionsventil
G	Verdampfer
H	Serviceanschluß Niederdruck
I	Dämpfer (fahrzeugspezifisch)



208_031

Der Kältemittelkreislauf darf aus Sicherheitsgründen nicht geöffnet werden.
Ist das bei Reparaturen am Fahrzeug erforderlich, muß das Kältemittel mit einer geeigneten Service-Station zuvor abgesaugt werden.

Die Kälteleistung einer Fahrzeug-Klimaanlage wird bestimmt von den fahrzeugseitigen Einbaubedingungen und der Fahrzeugkategorie (Personenkraftwagen, Transporter).

Die Bauteile A bis H sind in jedem Kreislauf vorhanden. Je nach konstruktiver Auslegung und Notwendigkeit können weitere Anschlüsse für Servicearbeiten, Temperatursensoren, Druckschalter im Hoch- und Niederdruckkreislauf und Ölablaßschrauben angeordnet sein. Auch die Anordnung im Kreislauf ist von Fahrzeugtyp zu Fahrzeugtyp unterschiedlich.
Einige Anlagen haben vor dem Kompressor einen Dämpfer zum Beruhigen von Kältemittelschwingungen.

Drücke und Temperaturen im Kreislauf sind immer abhängig vom momentanen Betriebszustand. Die angegebenen Werte können nur als Anhaltspunkte gelten. Sie stellen sich nach 20 Min. bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C und einer Motordrehzahl von 1500 - 2000 1/min ein.

Bei 20 °C und stehendem Motor stellt sich im Kältemittelkreislauf ein Druck von 0,47 MPa (4,7 bar) Überdruck ein.

Im Folgenden werden die Bauteile des Kältemittelkreislaufs mit Expansionsventil näher betrachtet (mit Drossel siehe Seite 28).



208_033

Expansion
von ca. 1,4 MPa (14 bar) auf ca. 0,12 MPa (1,2 bar)
Temperatur von ca. 55 °C auf bis –7 °C

Verdampfung
Druck ca. 0,12 MPa (1,2 bar)
Temperatur ca. –7 °C

Die Kühltechnik

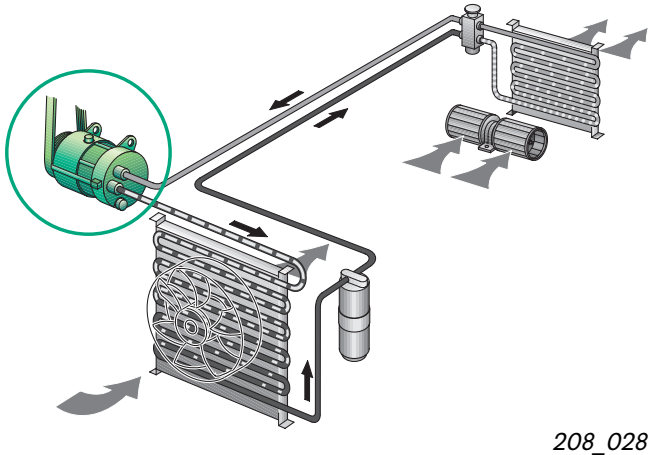
Der Kompressor

Kompressoren in Fahrzeugklimaanlagen sind ölgeschmierte Verdrängungsverdichter.
Sie arbeiten nur, wenn die Klimaanlage eingeschaltet ist, was mit Hilfe einer Magnetkupplung gesteuert wird.

Der Kompressor erhöht den Druck des Kältemittels. Dabei steigt auch die Temperatur des Kältemittels.

Ohne diese Druckerhöhung wäre später eine Expansion und damit eine Abkühlung des Kältemittels in der Klimaanlage nicht möglich.

Zur Schmierung wird ein spezielles Kältemittelöl verwendet, das zu etwa 50 % im Kompressor verbleibt während der Rest mit dem Kältemittel im Kreislauf umläuft.
Ein Überdruckabschaltventil, meist am Kompressor angebracht, schützt die Anlage bei zu hohem Druck.



208_028

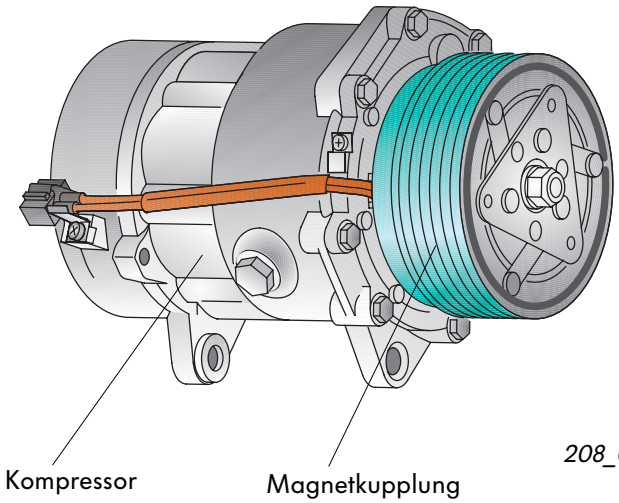
Der Verdichtungsprozeß

Der Kompressor saugt durch den Verdampfer kaltes, gasförmiges Kältemittel mit niedrigen Druck an.

Der gasförmige Zustand ist für den Kompressor “lebenswichtig“, denn flüssiges Kältemittel ist nicht komprimierbar und würde den Kompressor zerstören (vergleiche Wasserschlag beim Motor).

Der Kompressor verdichtet das Kältemittel und drückt es als heißes Gas zum Kondensator {Hochdruckseite des Kältemittelkreislaufes).

Der Kompressor ist somit die eine Trennstelle zwischen Niederdruck- und Hochdruckseite des Kältemittelkreislaufes.



208_045

Die Kompressorarbeitsweise

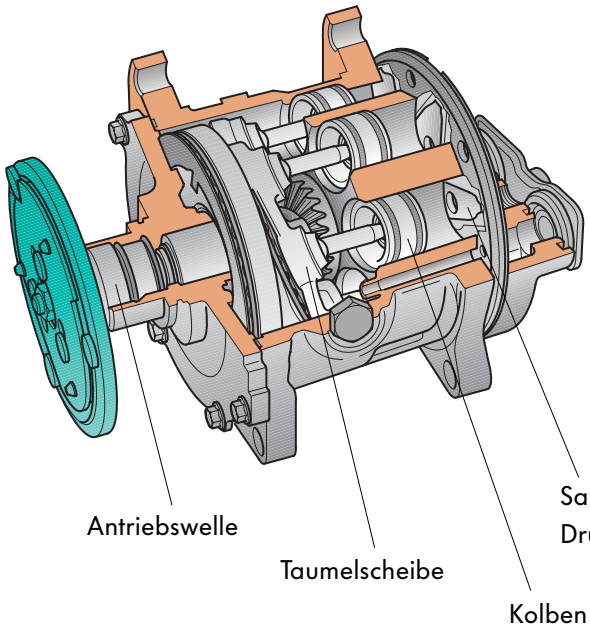
Kompressoren für Klimaanlagen arbeiten nach verschiedenen Verfahren:

- Hubkolbenverdichter
- Spiralverdichter
- Flügelzellenverdichter
- Taumelscheibenverdichter

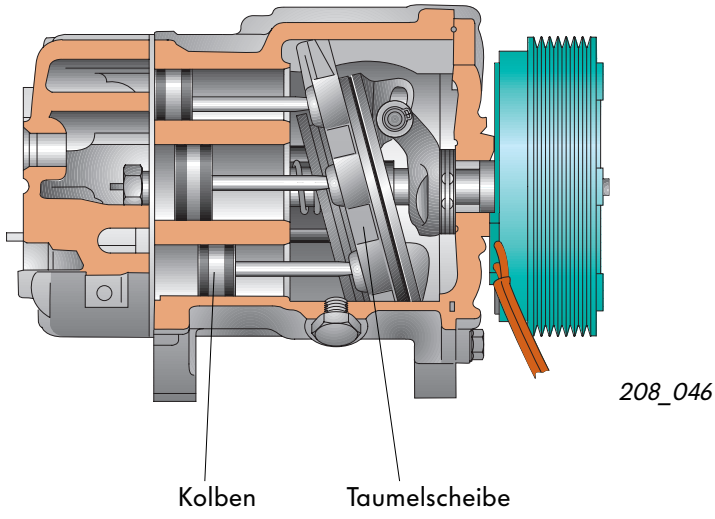
Im Folgenden wird auf Taumelscheiben-verdichter näher eingegangen.

Die Drehbewegung der Antriebswelle wird über die Taumelscheibe in eine Axialbewegung = Hub der Kolben umgesetzt.
Je nach Bauart können das 3 bis 10 Kolben sein, die zentrisch um die Antriebswelle angeordnet sind. Jedem Kolben ist ein Saug-/Druckventil zugeordnet.
Diese öffnen/schließen im Rhythmus des Arbeitstaktes automatisch.
Ausgelegt ist eine Klimaanlage auf max. Drehzahl des Kompressors.
Die Leistung der Kompressoren ist aber abhängig von der Motordrehzahl.
Dabei können Drehzahlunterschiede des Kompressors von 0 bis 6000 1/min auftreten.
Dies hat auf die Befüllung des Verdampfers und damit auf die Kühlleistung der Klimaanlage Einfluß.
Zur Anpassung an unterschiedliche Motordrehzahlen, Umgebungstemperatur oder vom Fahrer gewählte Innentemperaturen - kurz gesagt an den Kälteleistungsbedarf - wurden leistungsgeregelte Kompressoren mit veränderlichem Hubraum entwickelt.
Dies geschieht durch Veränderung des Winkels der Taumelscheibe.

Beim Kompressor mit konstantem Hubraum erfolgt die Anpassung an den Kälteleistungsbedarf durch periodisches Ein- und Ausschalten mit Hilfe der Magnetkupplung.



Taumelscheibenkompressor-nicht selbstregelnd
Winkel der Taumelscheibe konstant
Hubraum konstant



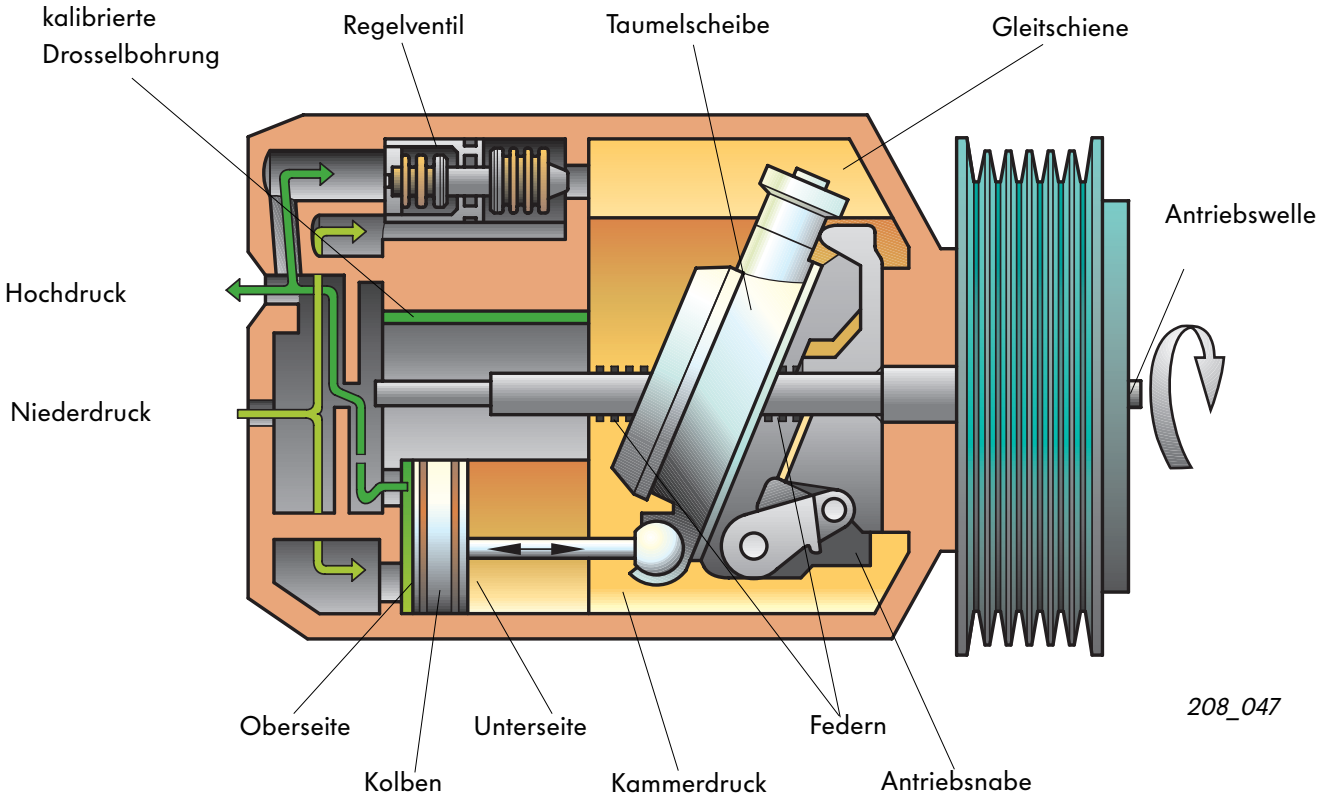
Taumelscheibenkompressor-selbstregelnd
Winkel der Taumelscheibe variabel
Hubraum variabel

Die Kühltechnik

Der selbstregelnde Kompressor läuft im Klimabetrieb ständig mit

Regelbereich des Kompressors

➡ Alle Regelstellungen zwischen oberem Anschlag (100 %) und unterem Anschlag (ca. 5 %) werden durch den variierenden Kammerdruck an die erforderliche Förderleistung angepaßt. Der Kompressor läuft während der Regelung immer mit!



Die Drehbewegung der Antriebswelle wird auf die Antriebsnabe übertragen und über die Taumelscheibe in die Axialbewegung der Kolben umgesetzt.
Die Taumelscheibe ist in der Längsrichtung in einer Gleitschiene geführt.

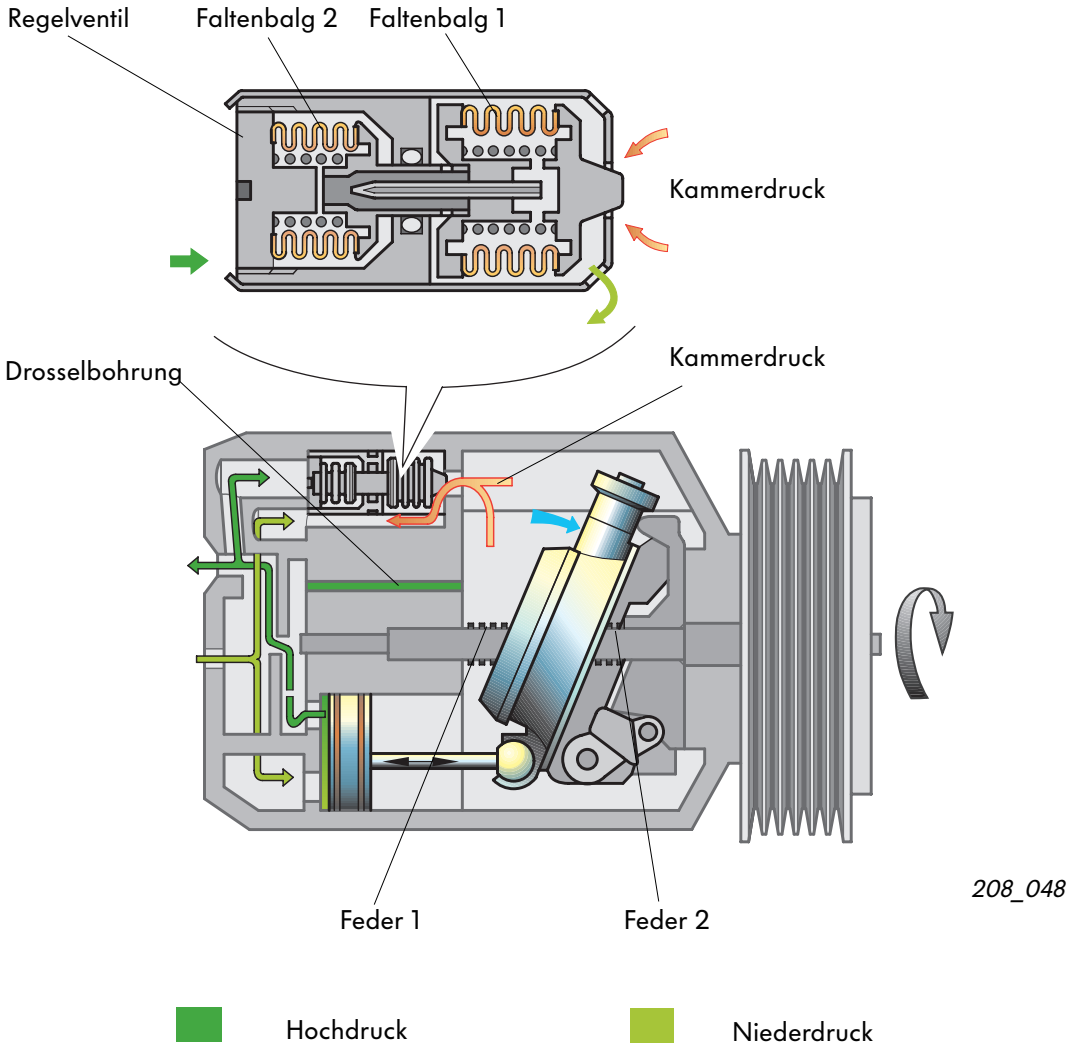
Durch veränderliche Schrägstellung der Taumelscheibe wird der Hub der Kolben und damit die Förderleistung bestimmt.

Schrägstellung – vom Kammerdruck und somit von den Druckverhältnissen an der Kolbenober- und Kolbenunterseite abhängig.
Sie wird durch Federn vor und hinter der Taumelscheibe unterstützt.

Kammerdruck – wird durch den am Regelventil anliegenden Hoch- und Niederdruck und durch die kalibrierte Drosselbohrung bestimmt.

Bei ausgeschalteter Klimaanlage sind Hoch-, Nieder- und Kammerdruck gleich.
Die Federn vor und hinter der Taumelscheibe stellen diese auf eine Förderleistung von etwa 40 % ein.
Angenehme Nebenwirkung der Leistungsregelung:
Der beim Fahren oft als Ruck spürbare Einschaltstoß des Kompressors tritt hier nicht auf.

Hohe Förderleistung bei hoher Kühlleistung - Niedriger Kammerdruck

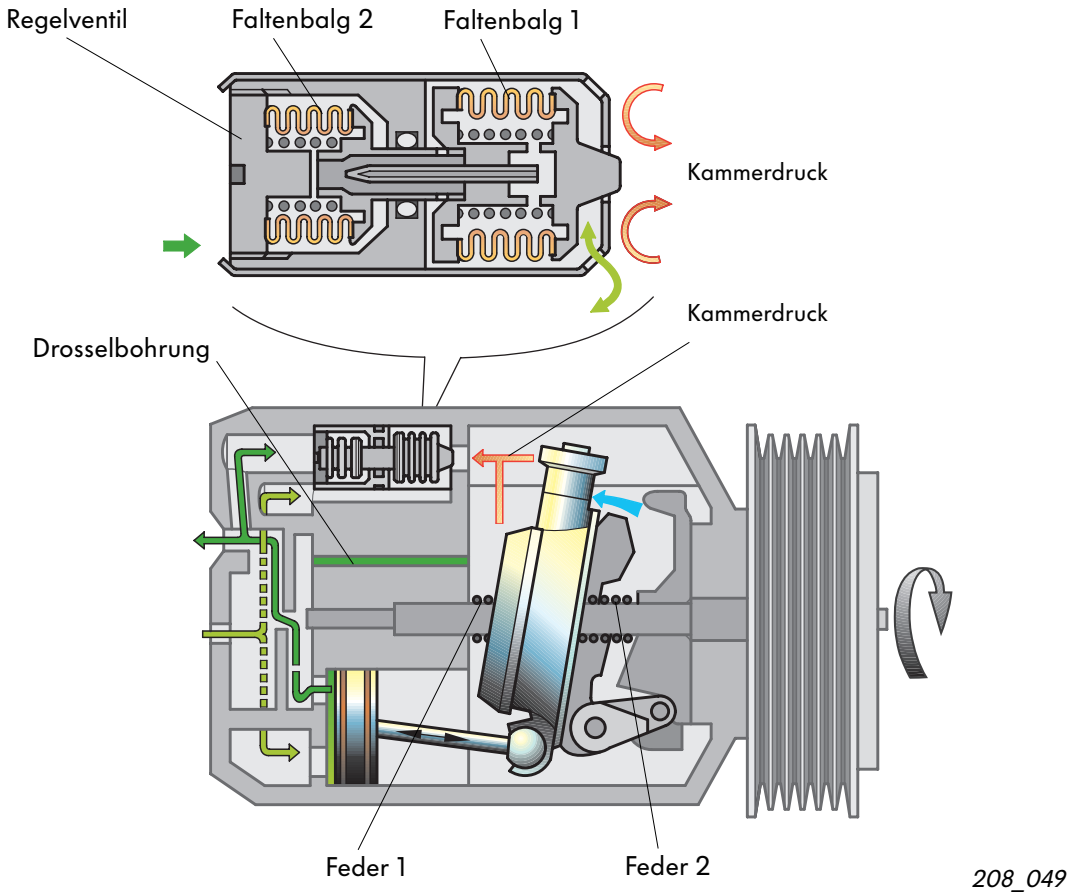


Hoch- und Niederdruck relativ hoch.

- Faltenbalg 2 durch den Hochdruck zusammengedrückt.
- Faltenbalg 1 durch den relativ hohen Niederdruck auch zusammengedrückt.
- Regelventil öffnet. Kammerdruck wird über die Niederdruckseite abgebaut.
- Die zusammengesetzte Kraft aus Niederdruck auf die Kolbenoberseiten und Kraft der Feder 1 wird größer als die zusammengesetzte Kraft aus Kammerdruck auf die Kolbenunterseiten und Kraft der Feder 2.

➡ Schrägstellung der Taumelscheibe nimmt zu
= großer Hub mit hoher Förderleistung

Geringe Förderleistung bei geringer Kühlleistung - Hoher Kammerdruck



Hoch- und Niederdruck relativ niedrig.

– Faltenbalg 2 dehnt sich aus.

– Faltenbalg 1 dehnt sich durch den relativ niedrigen Niederdruck auch aus.

– Regelventil schließt.
Die Niederdruckseite wird gegen den Kammerdruck verschlossen.

– Kammerdruck nimmt über die kalibrierte Drosselbohrung zu.

– Die zusammengesetzte Kraft aus Niederdruck auf die Kolbenoberseite und die Kraft der Feder 1 wird kleiner als die zusammengesetzte Kraft aus Kammerdruck auf die Kolbenunterseiten und Kraft der Feder 2.

➡ Schrägstellung der Taumelscheibe nimmt ab
= kleiner Hub mit kleiner Förderleistung.

Magnetkupplung

Mit der Magnetkupplung wird die Verbindung des Antriebs zwischen Kompressor und Fahrzeugmotor bei laufendem Motor hergestellt.

Aufbau

Die Kupplung besteht aus

- Riemenscheibe mit Lager
- Federplatte mit Nabe
- Magnetspule

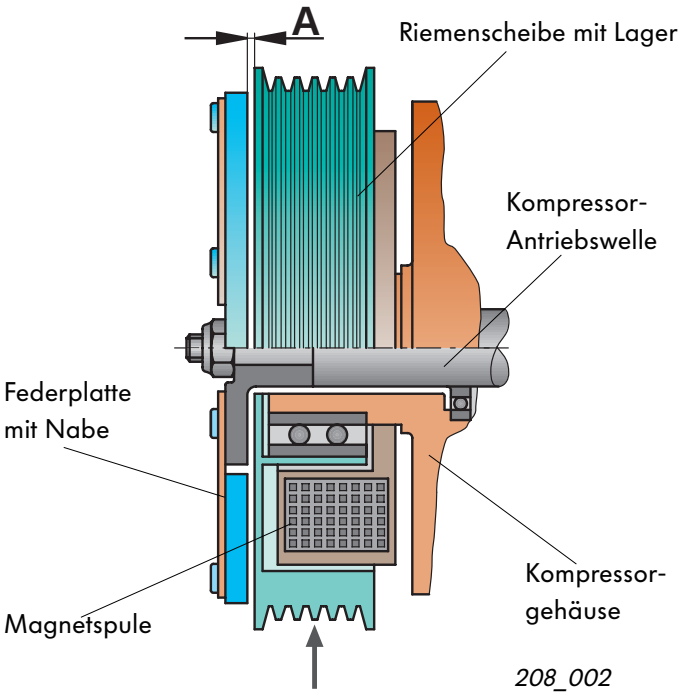
Die Nabe der Federplatte ist auf der Kompressor-Antriebswelle fest montiert. Die Riemenscheibe ist auf dem Gehäuse des Kompressors am Wellenausgang drehbar gelagert. Die Magnetspule ist mit dem Kompressorgehäuse fest verbunden. Zwischen Federplatte und Riemenscheibe ist ein freier Raum “A“.

Funktion

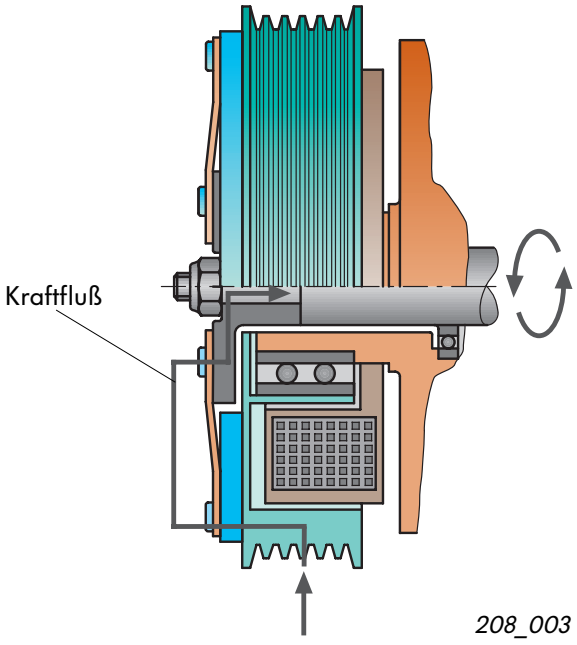
Der Fahrzeugmotor treibt über den Keilrippenriemen die Riemenscheibe (Pfeil) an.
Sie läuft bei ausgeschaltetem Kompressor frei mit.

Wird der Kompressor zugeschaltet, liegt an der Magnetspule Spannung an. Es bildet sich ein magnetisches Kraftfeld. Dieses zieht die Federplatte an die sich drehende Riemenscheibe (der freie Raum “A“ ist überbrückt) und stellt eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Riemenscheibe und Antriebswelle des Kompressors her.
Der Kompressor läuft mit.
Er läuft solange mit, bis der Stromkreis zur Magnetspule unterbrochen wird.
Die Federplatte wird dann durch Federn von der Riemenscheibe zurückgeholt.
Die Riemenscheibe läuft wieder ohne Mitnahme der Kompressorwelle.

Schema Kupplung ausgeschaltet



Schema Kupplung eingeschaltet





Zu- und Abschaltbedingungen des Kompressors – siehe unter Funktions-Regelung einer Klimaanlage.

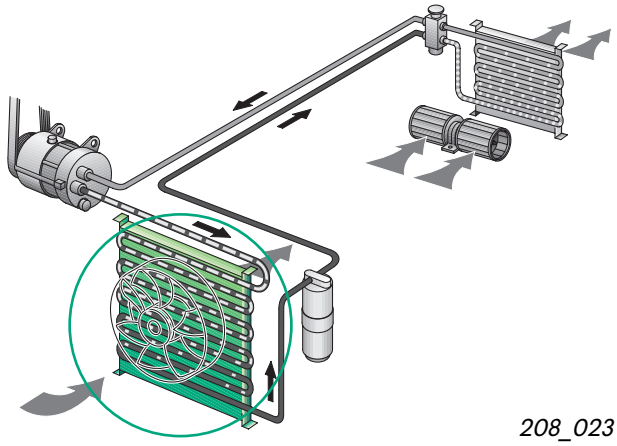
Die Kühltechnik

Der Kondensator

Der Kondensator ist der “Kühler“ der Klimaanlage.

Zum Kondensatoraufbau

Er besteht aus einer serpentinenförmigen Rohrschlange, die mit Lamellen fest verbunden ist.
So wird eine große Kühlfläche und ein guter Wärmeübergang erreicht.
Der Kondensator wird nach dem Einschalten der Klimaanlage durch den Kühlerlüfter gekühlt, um den Kältemittelkreislauf zu gewährleisten. Er ist grundsätzlich vor dem Kühler eingebaut.
Dadurch wird der Wirkungsgrad des Kondensators erhöht.

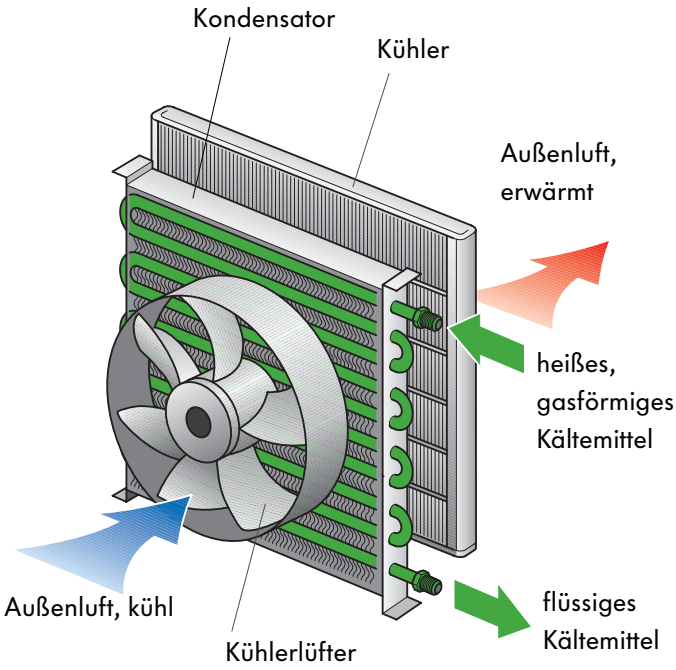


208_023

Der Wärmeaustausch im Kondensator erfolgt durch Luftkühlung. Die Kühlung wird durch den Fahrtwind und den Kühlerlüfter – je nach Ausführung noch mit Zusatzlüfter – erreicht. Der Lüfter läuft meist zeitgleich beim Einschalten der Klimaanlage an. Eine Ausnahme mit Druckgeber G65, dann verzögertes Einschalten nach einem bestimmten Druck.
Verunreinigungen am Kondensator mindern den Luftdurchsatz, was die Kühlleistung und auch die Motorkühlung beeinträchtigen kann.

Zur Funktion

Vom Kompressor kommend, wird oben in den Kondensator heißes, gasförmiges Kältemittel mit einer Temperatur von ca. 50 - 70 °C eingedrückt. Rohre und Lamellen des Kondensators nehmen Wärme auf.
Kühle Außenluft wird über den Kondensator geleitet, sie nimmt Wärme auf und das Kältemittelgas wird dadurch abgekühlt.
Beim Abkühlen kondensiert das Kältemittel bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Druck und wird flüssig. Unten tritt es flüssig aus dem Kondensator aus.



208_024



Vom Funktionsablauf abgeleitet, nennt man den Kondensator oft “Verflüssiger“.

Der Flüssigkeitsbehälter und Trockner

Der Flüssigkeitsbehälter dient im Kältemittelkreislauf mit Expansionsventil als Ausgleichs- und Vorratsbehälter für das Kältemittel.

Bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen wie Wärmebelastung an Verdampfer und Kondensator, Drehzahl des Kompressors wird auch unterschiedlich viel Kältemittel durch den Kreislauf gepumpt.

Zum Ausgleich dieser Schwankungen ist der Flüssigkeitsbehälter im Kreislauf eingebunden.

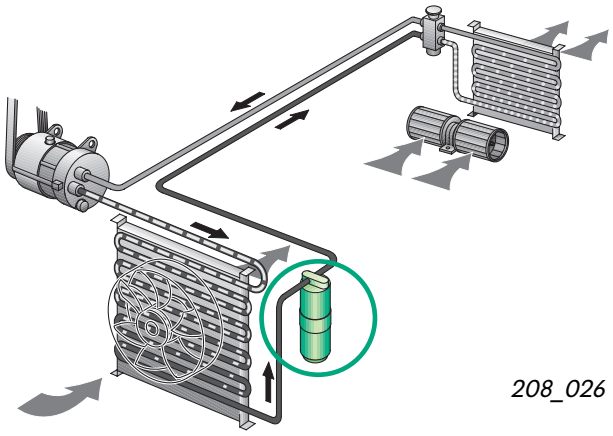
Vom Trockner wird Feuchtigkeit, die während der Montage in den Kältemittelkreislauf eingedrungen ist, chemisch gebunden.
Je nach Ausführung kann er 6 - 12 g Wasser aufnehmen. Die Aufnahmemenge ist von der Temperatur abhängig. Die Aufnahmemenge steigt mit sinkender Temperatur. Auch Abrieb vom Kompressor, Montageschmutz und ähnliches setzt sich ab.

Zur Funktion

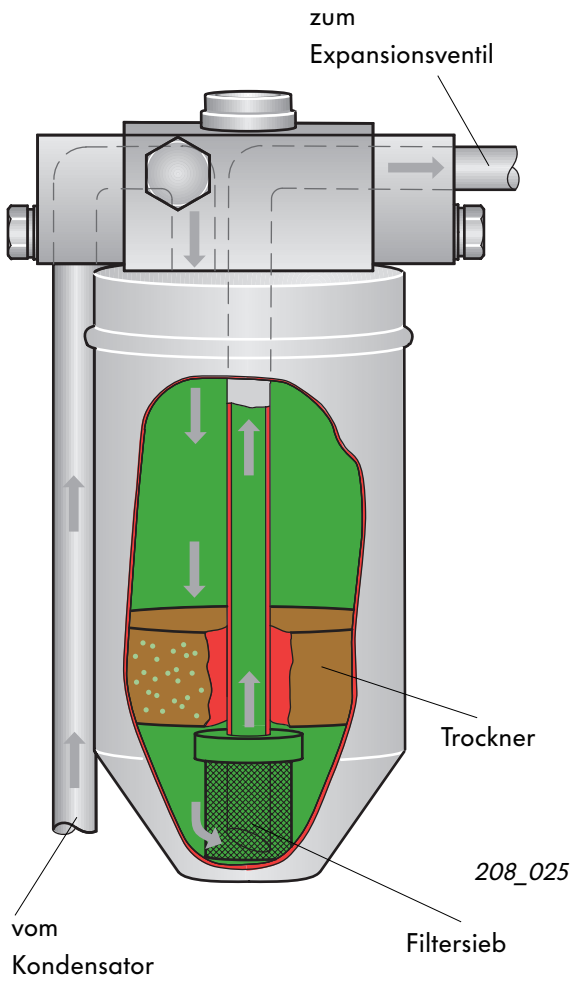
Vom Kondensator kommend, tritt das flüssige Kältemittel seitlich in den Behälter ein. Es wird dort gesammelt, durchströmt den Trockner und fließt durch das Steigrohr im kontinuierlichen, ununterbrochenen Strom blasenfrei zum Expansionsventil.



Der Flüssigkeitsbehälter wird nach jedem Öffnen des Kältemittelkreislaufes ersetzt.
Er ist vor dem Einbauen so lange wie möglich geschlossen zu halten, damit die Feuchtigkeitsaufnahme im Trockner aus der Umgebungsluft gering bleibt.



208_026



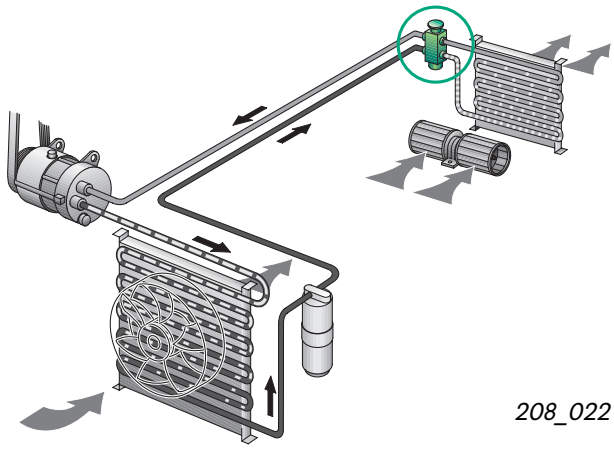
208_025

Expansionsventil

Das Expansionsventil ist die Stelle, wo sich das Kältemittel in den Verdampfer entspannt und diesen abkühlt. Es bildet die Trennstelle zwischen Hochdruck- und Niederdruckseite im Kältemittelkreislauf.

Mit dem Expansionsventil wird der Kältemittelfluß zum Verdampfer – in Abhängigkeit von der Temperatur des Kältemitteldampfes am Verdampferausgang – reguliert.

In den Verdampfer wird nur soviel Kältemittel entspannt, wie zur Erhaltung eines gleichmäßigen “Kälteklimas“ im Verdampfer nötig ist.



208_022

Die Regelung

Der Kältemittelfluß wird durch das Expansionsventil temperaturabhängig gesteuert.

– Steigt die Temperatur des Kältemittels, das den Verdampfer verläßt, dehnt sich das Kältemittel im Thermostat aus. Der Durchfluß des Kältemittels am Kugelventil zum Verdampfer vergrößert sich.

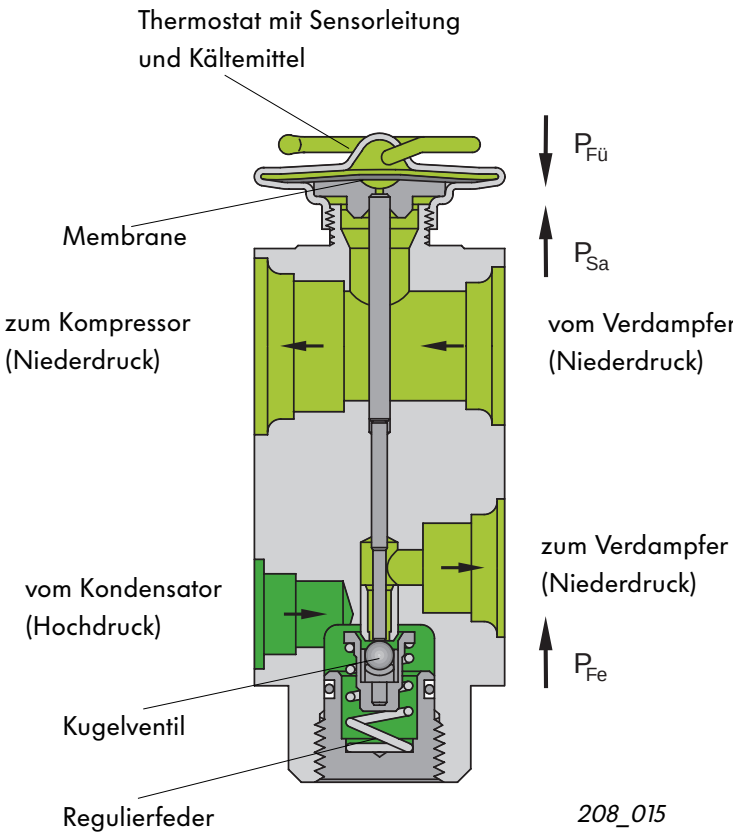
– Sinkt die Temperatur des Kältemittels, das den Verdampfer verläßt, nimmt das Kältemittelvolumen im Thermostat ab. Der Durchfluß zum Verdampfer am Kugelventil wird verringert.

Das thermostatische Expansionsventil arbeitet im Zusammenspiel von 3 Kräften:

1. Der Druck in der Sensorleitung ist von der Temperatur des stark erwärmten Kältemittels abhängig. Er wirkt als Öffnungskraft ($P_{Fü}$) auf die Membrane.

2. Der Verdampferdruck (P_{Sa}) wirkt in Gegenrichtung auf die Membrane.

3. Der Druck der Regulierfeder (P_{Fe}) wirkt in gleicher Richtung wie der Verdampferdruck.



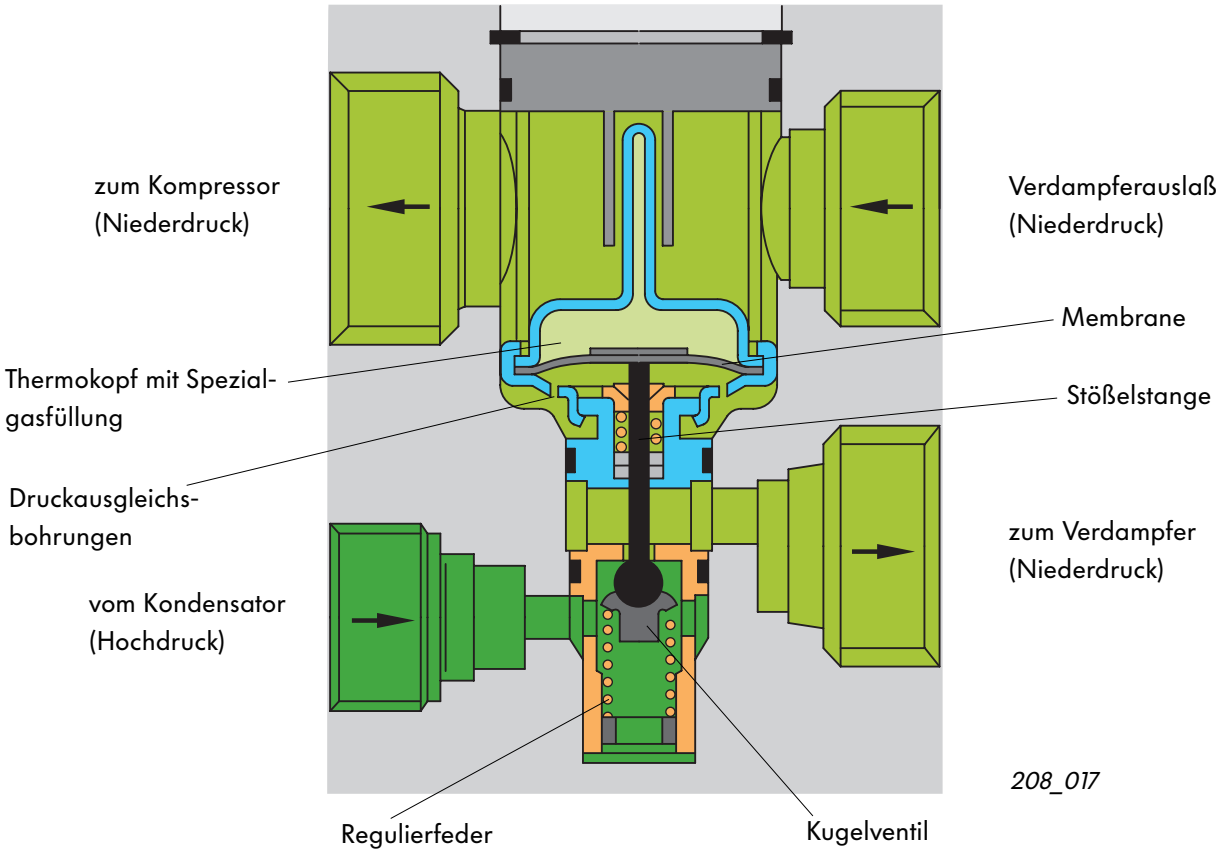
208_015



Expansionsventile sind eingestellt.
Sie dürfen nicht verändert werden.
Sensorleitung nicht knicken, weil mit Spezialgas gefüllt.

Expansionsventil – neue Generation

Es ist ebenfalls zwischen Hochdruck- und Niederdruckseite des Kältemittelkreislaufes unmittelbar vor dem Verdampfer angeordnet.



Das Expansionsventil wird thermisch gesteuert. Es besitzt eine Regeleinheit mit Thermokopf und Kugelventil.
Im Thermokopf befindet sich auf der einen Seite der Membrane eine Spezialgasfüllung. Die andere Seite ist über Druckausgleichsbohrungen mit dem Verdampferauslaß (Niederdruck) verbunden.
Das Kugelventil wird über eine Stößelstange betätigt.
Die Temperatur auf der Niederdruckseite bestimmt den Druck des Spezialgases und damit die Versprühmenge des Kältemittels.

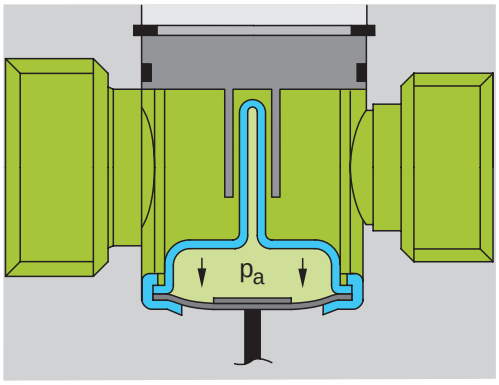
Das Expansionsventil ist immer mit einer Wärmeschutzisolierung verbaut.



Eine fehlende Wärmeschutzisolierung bei dem Ventil hat eine Veränderung der eingestellten Regelkennlinie zur Folge.

Die Kühltechnik

Durch Kühllasterhöhung - höhere Temperatur am Verdampferauslaß, dadurch
Druckanstieg (p_a) der Gasfüllung im Thermokopf

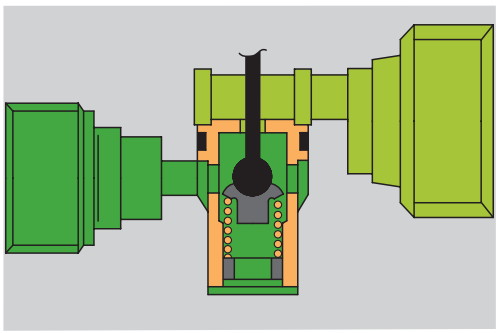


208_018

Über Membrane und Stößelstange wird der Querschnitt am Kugelventil vergrößert.

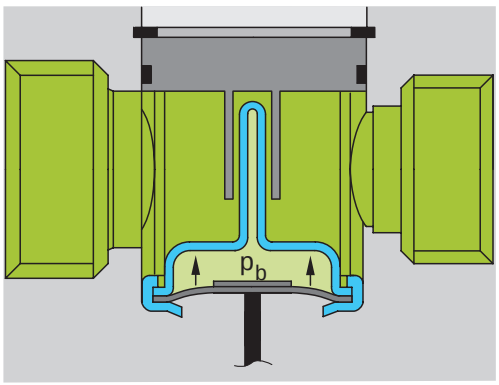
Kältemittel strömt zum Verdampfer und nimmt beim Übergang vom Hochdruck- zum Niederdruck Wärme auf

Im Verdampfer wird der durchströmenden Luft Wärme entzogen



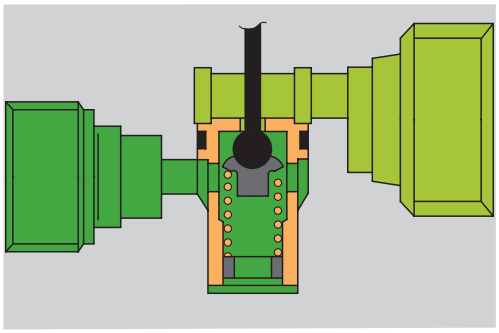
208_019

Sinkt die Temperatur des Kältemittels am Verdampferauslaß, dann erfolgt Druckabfall (p_b) im Thermokopf



208_020

Der Querschnitt am Kugelventil und dadurch der Durchfluß zum Verdampfer wird wieder verringert.



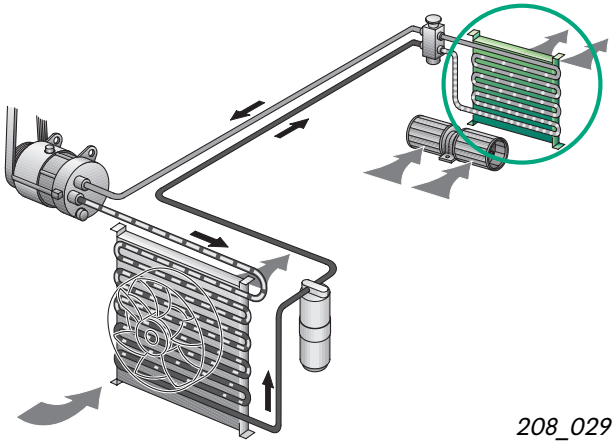
208_021

Das Verhältnis der Ventilöffnungen ist abhängig von der Temperatur am Verdampferauslaß (Niederdruck).
Der Druckausgleich erfolgt geregelt.

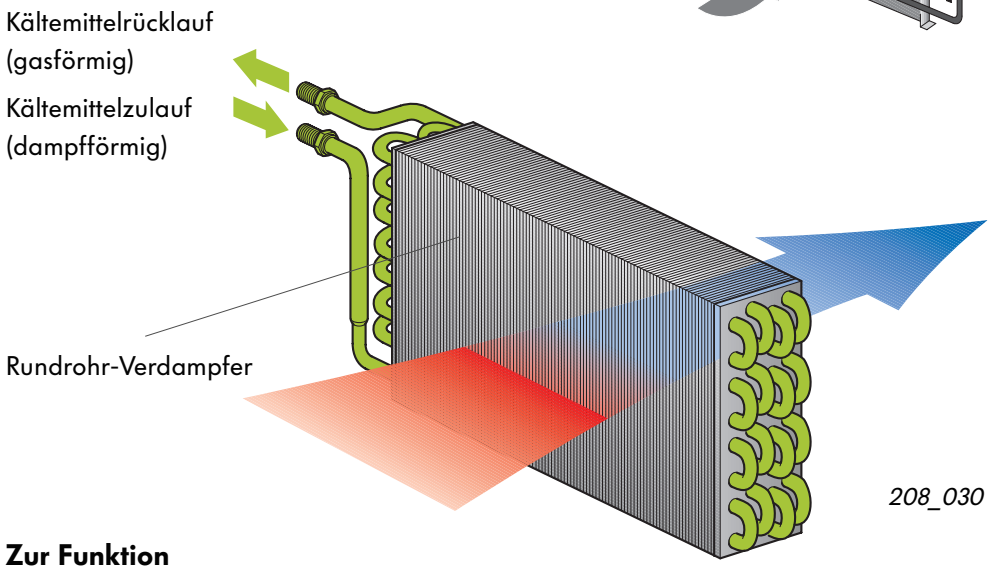
Der Verdampfer

Der Verdampfer arbeitet nach dem Prinzip eines Wärmetauschers.

Er ist Bestandteil des Klimagerätes, das im Heizungskasten angebaut ist. Bei eingeschalteter Klimaanlage wird der Luft, die zwischen den Lamellen des kalten Verdampfers hindurchstreicht, Wärme entzogen. Diese Luft wird dabei gekühlt, getrocknet und gereinigt.



208_029



208_030

Zur Funktion

Das vom Expansionsventil freigegebene Kältemittel wird in dem Verdampfer entspannt, der dabei stark abkühlt.

Es wird in den gasförmigen Zustand überführt, wobei es siedet.

Beim Sieden im Verdampfer liegen die Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt des Wassers.

Die zum Verdampfen notwendige Wärme entzieht das Kältemittel seiner Umgebung – hier der den Verdampfer durchströmenden Luft.

Diese Luft wird “abgekühlt“ in den Fahrgastraum geleitet.

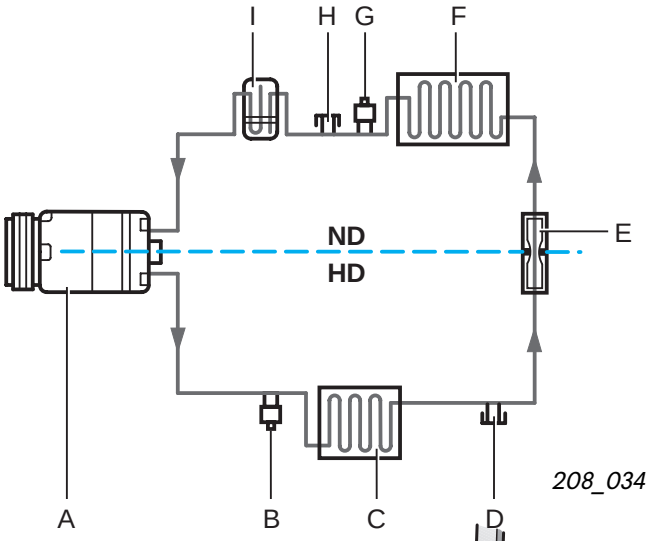
Feuchtigkeit der abgekühlten Luft setzt sich am Verdampfer an den Stellen ab, wo die Taupunkttemperatur unterschritten ist, d. h. sie kondensiert. Es entsteht Kondenswasser.
Die Luft wird “getrocknet“.
Dadurch wird das Klima im Fahrzeuginnenraum wesentlich verbessert und schnell für gute Luft gesorgt.
Schwebestoffe, die in der Luft enthalten sind, setzen sich zusätzlich zur Feuchtigkeit am Verdampfer ab.
Der Verdampfer “reinigt“ auch die Luft.



Eventuelle Wasserpfützen unter einem stehenden Fahrzeug (Kondenswasser) deuten also auf keinen Fehler.

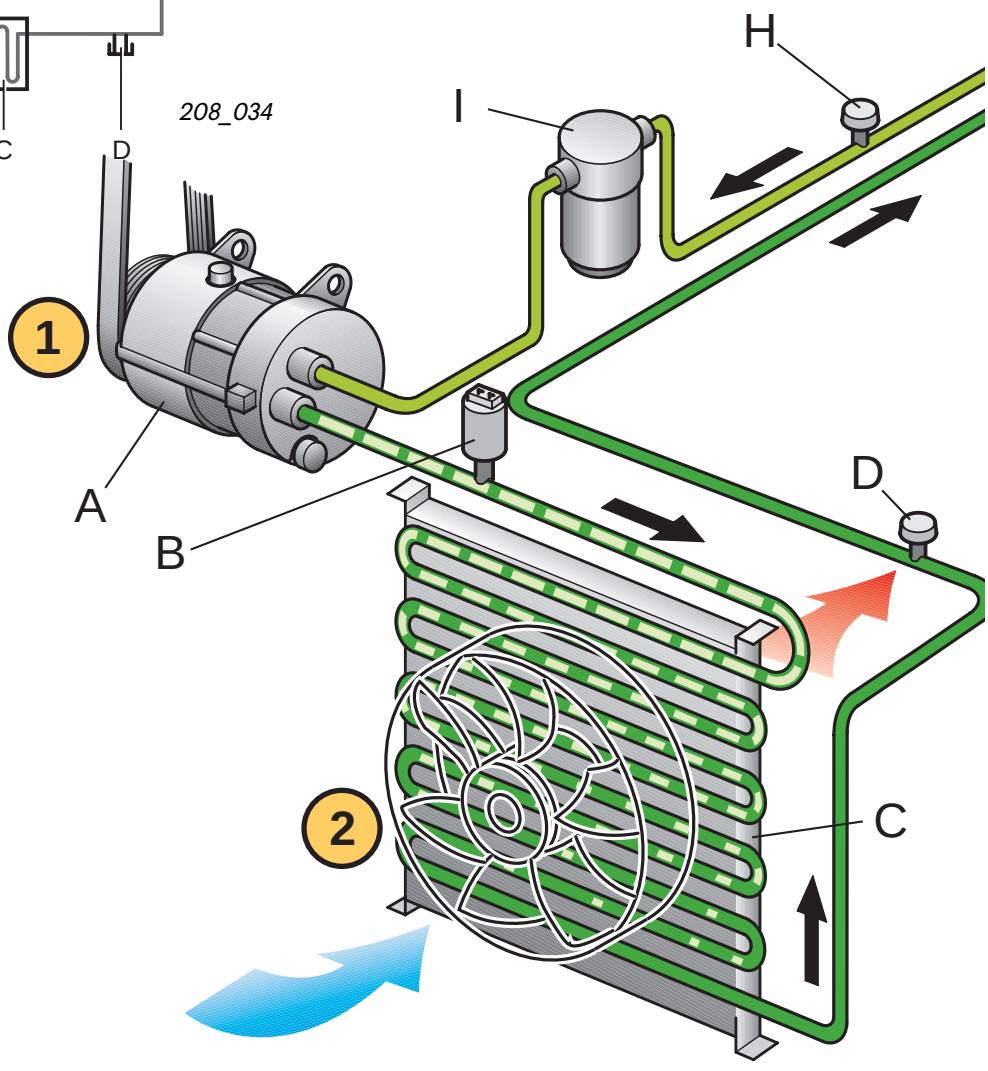
Die Kühltechnik

Kältemittelkreislauf mit Drossel



Arbeitsdruck HD = Hochdruck
ND = Niederdruck

Schematische Darstellung eines Kältemittelkreislaufes mit Drossel



1 MPa = 10 bar

Drücke und Temperaturen im Kreislauf

1 Verdichtung
Druck bis 2 MPa (20 bar)
Temperatur bis 70 °C

2 Kondensation
Druck bis 2 MPa (20 bar)
Abkühlung um ca. 10 °C

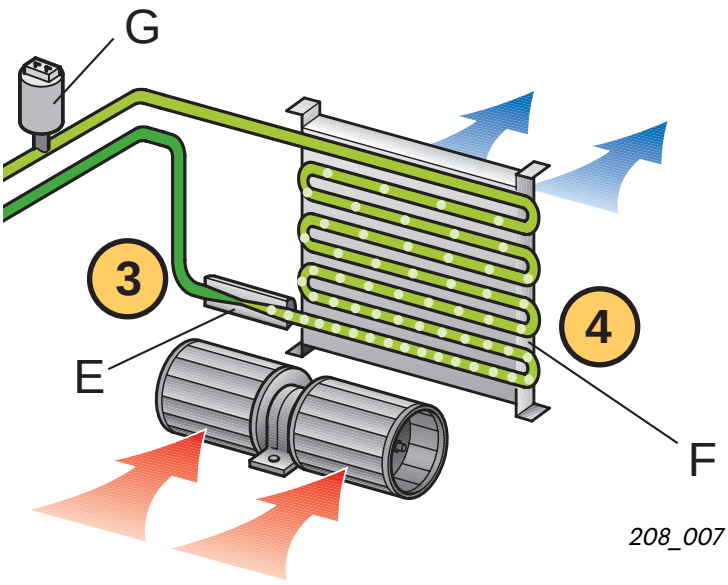
Legende

Hochdruck

Niederdruck

Die Bauteile:

A Kompressor mit Magnetkupplung
B Niederdruckschalter
C Kondensator
D Serviceanschluß Hochdruck
E Drossel
F Verdampfer
G Niederdruckschalter
H Serviceanschluß Niederdruck
I Auffangbehälter



208_007

Das Einsprühen des flüssigen Kältemittels in den Verdampfer erfolgt im Gegensatz zum Kreislauf mit Expansionsventil durch eine Drossel.

Bei Klimaanlagen mit Drosselregelung ist anstelle des Flüssigkeitsbehälters in der Hochdruckseite ein Auffangbehälter in der Niederdruckseite verbaut.

Er dient als Vorratsbehälter und als Schutz für den Kompressor (Flüssigkeitsschlag). Siehe auch Seite 31.

Alle übrigen Bauteile sind identisch mit dem Kreislauf mit Expansionsventil.

Je nach konstruktiver Auslegung und Notwendigkeit können weitere Anschlüsse für Servicearbeiten oder Sensoren für Überwachungsfunktionen im Kreislauf angeordnet sein.

Drücke und Temperaturen sind abhängig vom momentanen Betriebszustand. Die angegebenen Werte stellen sich je nach Außentemperatur nach einem gewissen Zeitraum ein (siehe Reparaturleitfaden).



208_033

Expansion
von 2 MPa (20 bar) auf > 0,15 MPa (1,5 bar)
Temperatur von 60 °C auf > –4 °C

Verdampfung
Druck bis > 0,15 MPa (1,5 bar)
Temperatur > –4 °C

Die Kühltechnik

Die Drossel

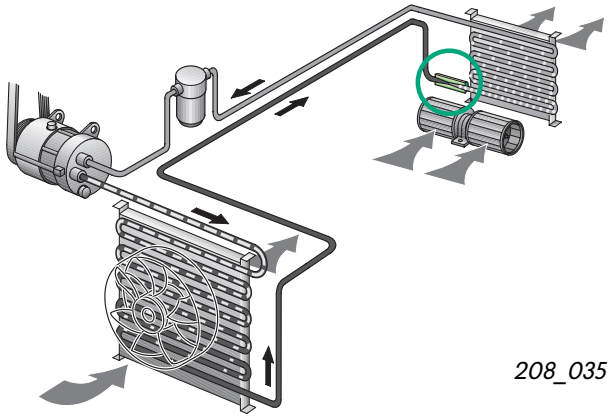
Die Drossel ist eine Engstelle im Kältemittelkreislauf, unmittelbar vor dem Verdampfer. Diese Engstelle "drosselt" den Durchfluß des Kältemittels.

Vor der Drossel ist das Kältemittel unter hohem Druck warm.

Mit dem Passieren der Drossel erfolgt der rapide Druckabfall.

Das Kältemittel wird bei niedrigem Druck kalt.

Die Drossel bildet somit die "Trennstelle" zwischen Hochdruck- und Niederdruckseite im Kältemittelkreislauf. Eine Abdichtung garantiert, daß das Kältemittel die Drossel nur an der Engstelle passiert.

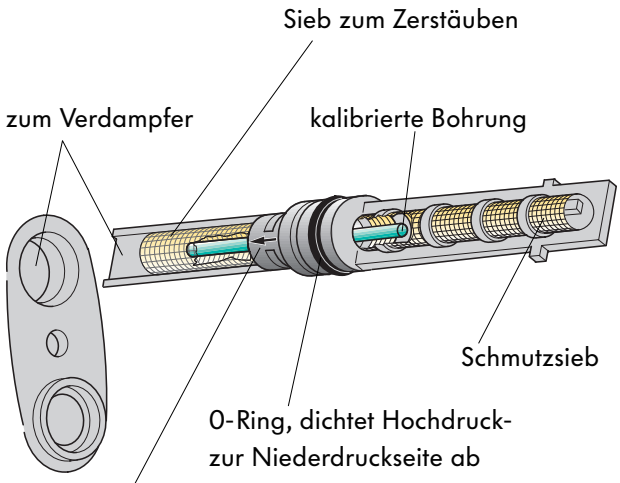


208_035

Aufgaben

- Bestimmung der Durchflußmenge des Kältemittels. Dies erfolgt mit Hilfe der kalibrierten Bohrung. Durch diese kann nur eine dem Druck entsprechende Menge des Kältemittels fließen.
- Halten des Druckes bei laufendem Kompressor auf der Hochdruckseite des Kältemittelkreislaufes und damit den flüssigen Zustand des Kältemittels.
- In der Drossel erfolgt ein Druckabfall. Bedingt durch eine teilweise Verdampfung des Kältemittels findet eine Abkühlung vor dem Eintritt in den Verdampfer statt.
- Zerstäuben des Kältemittels.

Die Drossel besitzt vor der Engstelle ein Schmutzsieb.
Hinter der Engstelle ist ein Sieb zum Zerstäuben des Kältemittels, bevor es in den Verdampfer gelangt.



208_016



Einbaulage beachten!
Pfeil auf der Drossel zeigt zum Verdampfer.

Der Auffangbehälter

Im Niederdruckteil der Klimaanlagen mit Drossel befindet sich der Auffangbehälter. Er ist an einer warmen Stelle im Motorraum installiert (Nachverdampfung).

Er dient als Ausgleichsgefäß und Vorratsbehälter für das Kältemittel und Kältemittelöl und als Schutz für den Kompressor.

Das vom Verdampfer kommende gasförmige Kältemittel tritt in den Behälter ein. Falls sich Spuren von Feuchtigkeit im Kältemittel befinden, werden diese im integrierten Trockner gebunden.

Das Kältemittelgas sammelt sich oben im Bereich der Kunststoffkappe und wird über das U-Rohr garantiert gasförmig vom Kompressor angesaugt.

Dadurch ist bei diesem System sichergestellt, daß nur gasförmiges Kältemittel und keine Flüssigkeitströpfchen vom Kompressor angesaugt werden, der Kompressorschutz ist gewährleistet.

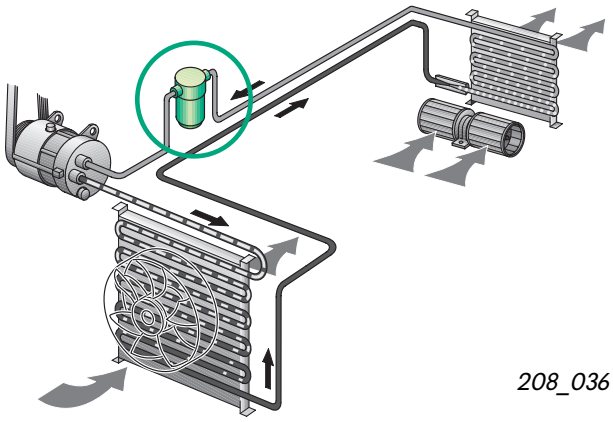
Das Kältemittelöl sammelt sich am Boden des Auffangbehälters.

Das vom Kompressor angesaugte Kältemittelgas nimmt über eine Bohrung im U-Rohr Kältemittelöl auf.

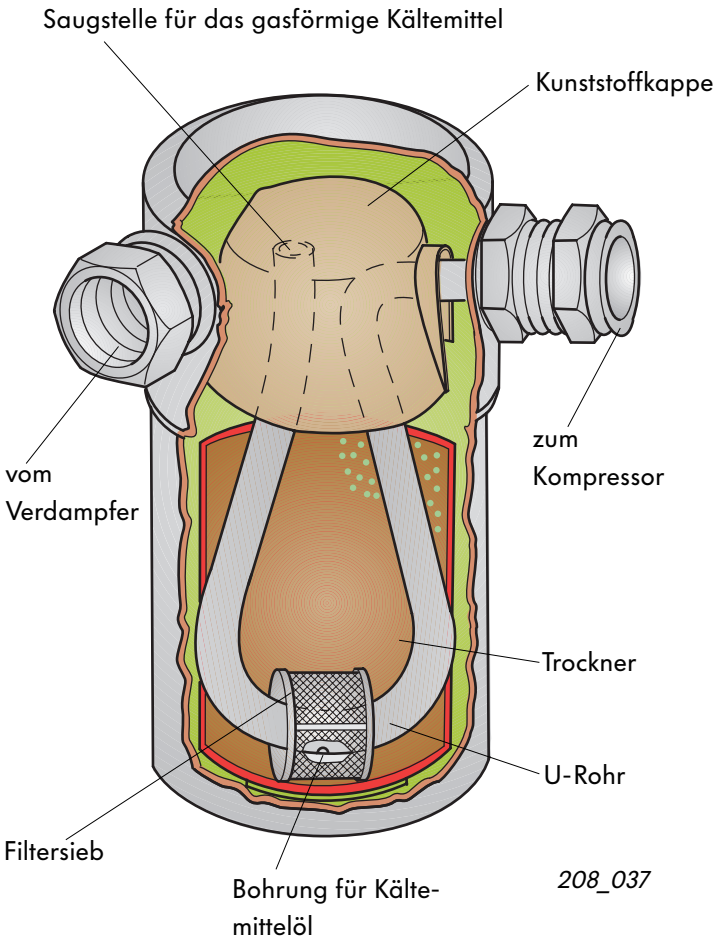
Ein Filtersieb verhindert, daß verunreinigtes Kältemittelöl durch die Bohrung dringen kann.



Der Auffangbehälter ist vor dem Einbauen so lange wie möglich geschlossen zu halten (Verschlußstopfen auf den Anschlüssen), damit die Feuchtigkeitsaufnahme im Trockner aus der Umgebungsluft gering ist.

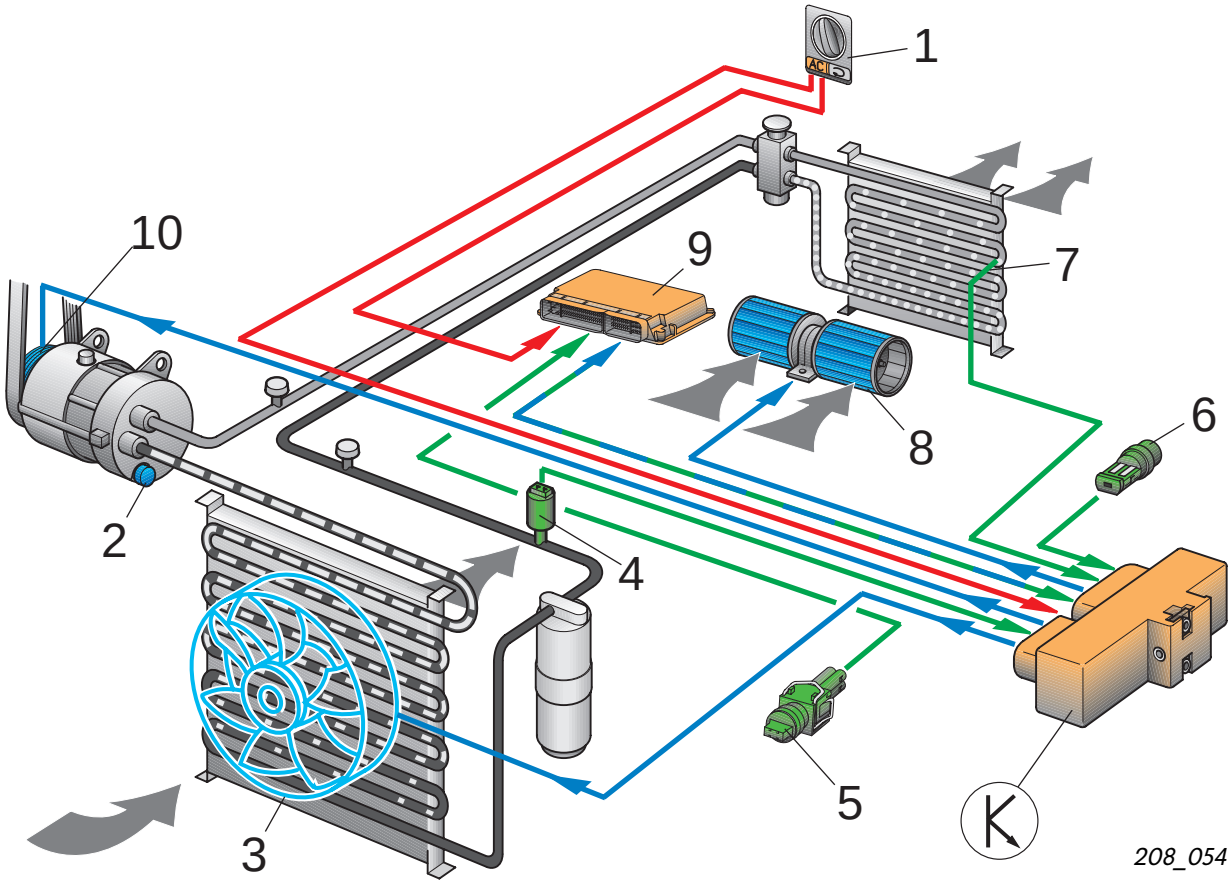


208_036



208_037

Systemregelung



Eine Klimaanlage funktioniert nur, wenn alle Systemkomponenten einwandfrei arbeiten.
Bei Ausfall einer Komponente können sich die Arbeitsdrücke ändern, wären Folgeschäden an der Anlage und am Motor nicht auszuschließen.
Um dies zu vermeiden sind im Kältemittelkreislauf Überwachungseinrichtungen vorhanden.

Ein Steuergerät verarbeitet deren Signale und steuert die periodische Ab- und Zuschaltung des Kompressors und die Drehzahl des Lüfters.
Dadurch wird erreicht, daß sich das Druckniveau im Kältemittelkreislauf immer auf die normalen Werte einstellt.
Die Signale der Überwachungseinrichtung werden bei Anlagen, die mit ungeregeltem Kompressor ausgerüstet sind, auch zur Anpassung an den Kälteleistungsbedarf genutzt.
(Aus- und Einschalten der Klimaanlage entsprechend des Kälteleistungsbedarfs.
Gleichzeitig wird einer Verdampfervereisung vorgebeugt.)
Den Grundaufbau zeigt die Grafik.

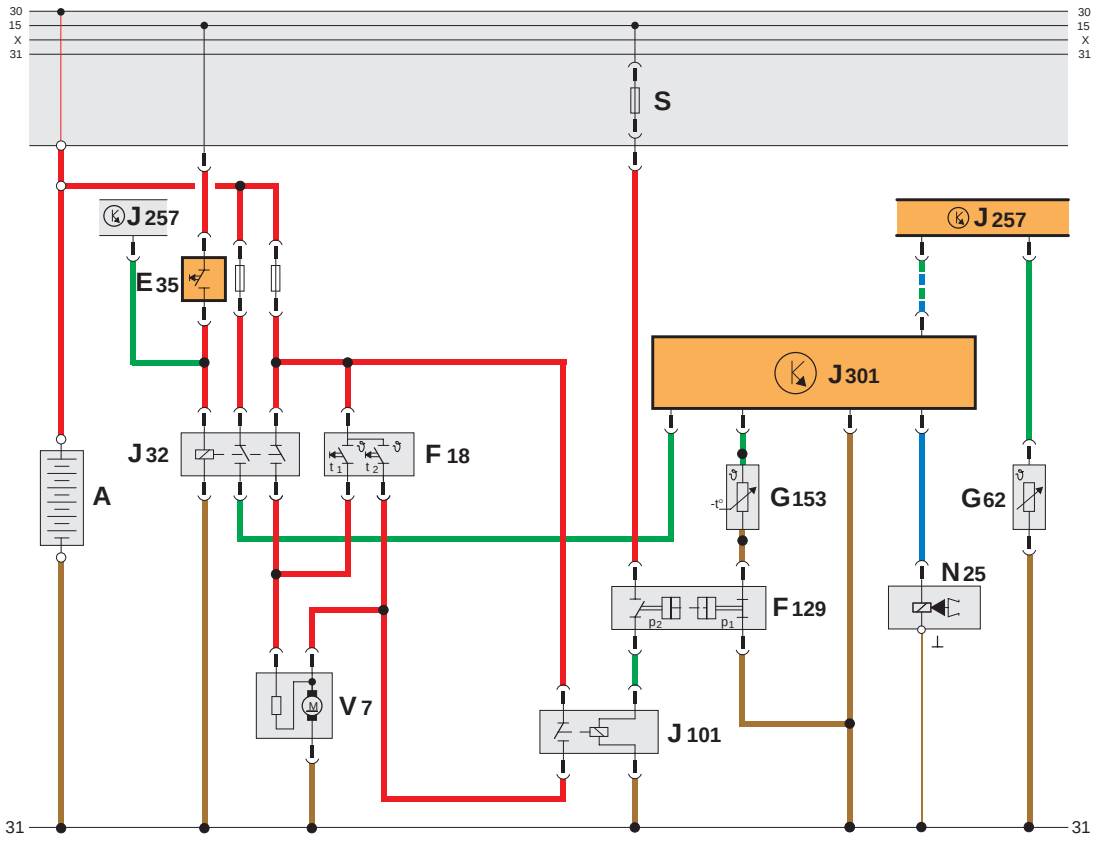


Es müssen nicht immer alle in der Grafik gezeigten Einrichtungen vorhanden und so verbunden sein.

Die Grafik zeigt die Systemregelung einer einfachen, manuellen Klimaanlage.

1 Schalter für Klimaanlage
2 Überdruckabblasventil am Kompressor
3 Lüfter für Kühlmittel
4 Druckschalter für Klimaanlage
5 Geber für Kühlmitteltemperatur
6 Thermoschalter für Lüfter für Kühlmittel
7 Geber für Verdampfertemperatur
8 Frischluftgebläse
9 Motorsteuergerät
10 Magnetkupplung

K Steuergerät für Klimaanlage (und/oder Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel, je nach Bauart der Anlage)



A	Batterie
E35	Schalter für Klimaanlage
F18	Thermoschalter für Lüfter für Kühlmittel t_1 = 95 °C t_2 = 103 °C
F129	Druckschalter für Klimaanlage P_1 = 0,2 MPa (2 bar)/3,2 MPa (32 bar) P_2 = 1,6 MPa (16 bar)
G62	Geber für Kühlmitteltemperatur
G153	Geber für Verdampfertemperatur
J32	Relais für Klimaanlage
J101	Relais für 2. Stufe Lüfter für Kühlmittel
J257	Steuergerät Mono-Motronic
J301	Steuergerät Klimaanlage
N25	Magnetkupplung
V7	Lüfter für Kühlmittel
S	Sicherung

Einfaches Funktionsbeispiel zum Zu- und Abschalten des Kompressors (über Magnetkupplung N25) und des Lüfters für Kühlmittel.

Farbcodierung:

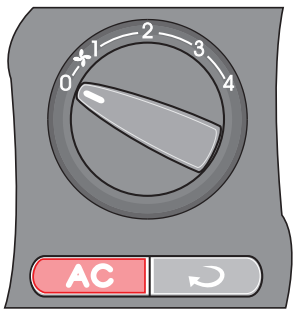
- Plus
- Minus
- Eingangssignal
- Ausgangssignal
- Signal in beide Richtungen



In Klimaanlagen der neuen Generation ist der Druckschalter für Klimaanlage ersetzt durch einen Hochdruckgeber (siehe Seite 36).

Komponenten des Sicherungssystems

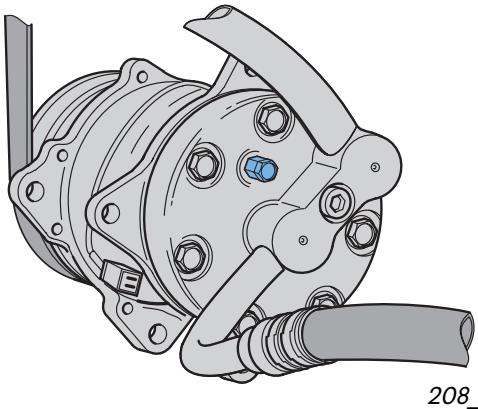
Schalter für Klimaanlage E35



208_068

Schalter zum Einschalten der Klimaanlage – die Magnetkupplung stellt die Verbindung zum Kompressor her.
Gleichzeitig laufen bei automatisch geregelten Anlagen der Lüfter für Kühlmittel und das Frischluftgebläse an. Bei manuellen Klimaanlagen muß das Gebläse in Stufe 1 geschaltet sein.
Das Einschalten wird dem Motorsteuergerät übermittelt, die Motorleerlaufdrehzahl wird angehoben (Ausgleich der Belastung infolge der Kompressorarbeit).
Dem Schalter kann ein Außentemperaturschalter nachgelagert sein.
Dieser sichert, das bei Temperaturen unter 5 °C die Klimaanlage nicht in Betrieb gehen kann.

Überdruckabblasventil

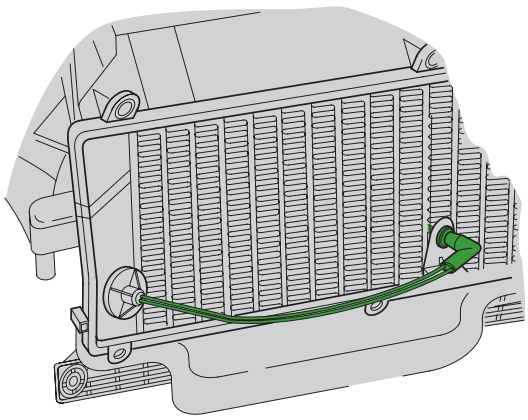


208_056

Das Ventil (früher Berstplombe) ist direkt am Kompressor oder am Flüssigkeitsbehälter angebracht. Es öffnet bei ca. 3,8 MPa (38 bar) und schließt, wenn der Druck nachgelassen hat (ca. 3,0 - 3,5 MPa/30 - 35 bar).
Abhängig von der Ausführung kann eine Kunststoffscheibe angebracht sein die ausbricht, sobald das Ventil angesprochen hat.

In diesem Falle ist die Ursache für den Überdruck im System zu ermitteln.
Wechsel der Berstplombe nur bei leerem System!

Geber für Verdampfertemperatur G153



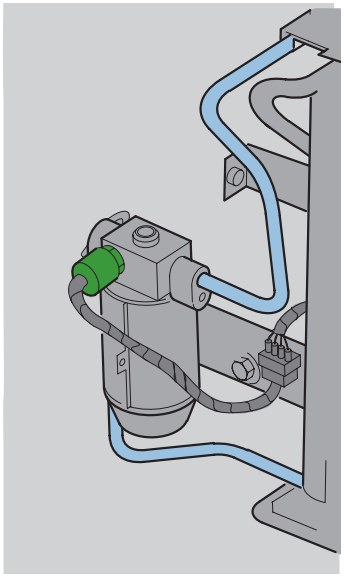
208_061

Er ermittelt die Temperatur zwischen den Kühlrippen des Verdampfers. Das Gebersignal geht an das Steuergerät Klimaanlage. Bei zu niedrigen Verdampfertemperaturen wird der Kompressor abgeschaltet.
Aus bei ca. –1 °C bis 0 °C, ein bei ca. +3 °C.
Vereisen des Verdampfers durch gefrierendes Kondenswasser wird verhindert.

Bei einigen Systemen ist anstelle dieses Gebers der Temperaturschalter für Verdampfertemperatur E33 im Einsatz. Über den wird die Stromzufuhr zur Magnetkupplung direkt unterbrochen.

Andere Systeme regeln diese Funktion über einen Außentemperaturschalter.

Druckschalter F129



208_057

Um die Druckverhältnisse im geschlossenen Kältemittelkreislauf zu überwachen bzw. zu begrenzen ist ein Hoch- und ein Niederdruckschalter in der Hochdruckseite installiert.

Bei unzulässigen Drücken im System wird über die Magnetkupplung der Kompressor abgeschaltet.

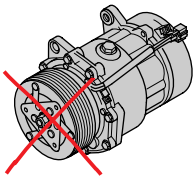
Die Druckschalter können direkt in der Leitung oder am Flüssigkeitsbehälter angebracht sein.

Der Druckschalter F129 ist ein 3fach-Kombinationsschalter zur:

- Absicherung des Kühlluftdurchsatzes (Lüfterschaltung)
- Absicherung der Druckverhältnisse.

Er arbeitet bei folgenden Bedingungen:

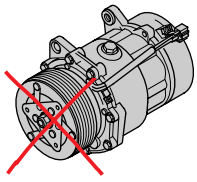
p > 3,2 MPa =



208_058

- Schaltet bei Überdruck von ca. 2,4 bis 3,2 MPa (24 bis 32 bar) über das Steuergerät Klimaanlage die Magnetkupplung ab. Dieser Überdruck kann z.B. auf Grund eines stark verschmutzten Kondensators auftreten.

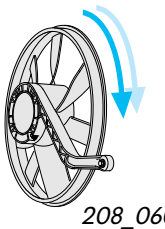
p < 0,2 MPa =



208_059

- Schaltet bei zu geringem Druck (0,2 MPa/ 2 bar) über das Steuergerät Klimaanlage die Magnetkupplung ab. Dies kann z.B. bei Kältemittelverlust eintreten.

p > 1,6 MPa =

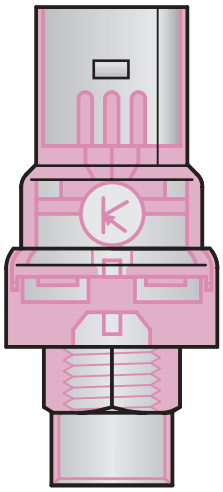


208_060

- Schaltet bei 1,6 MPa (16 bar) Überdruck den Lüfter eine Stufe höher. Damit wird optimale Kondensatorleistung erreicht.

Systemregelung

Hochdruckgeber G65



208_062

– Eine neue Generation zur Überwachung des Kältemittelkreislaufes.
– Ein elektronischer Drucksensor. Löst den Druckschalter für Klimaanlage F129 ab.
  Die Auswerteelektronik in den Steuergeräten der Klimaanlage und das Motorsteuergerät sind entsprechend angepaßt.
– Der Hochdruckgeber ist wie der Druckschalter F129 in der Hochdruckleitung eingebaut.

Er erfaßt den Kältemitteldruck und wandelt die physikalische Größe Druck in ein elektrisches Signal um.
Im Unterschied zum Druckschalter für Klimaanlage werden nicht nur die festgelegten Druckschwellen erfaßt, sondern der Kältemitteldruck im gesamten Arbeitszyklus überwacht.

Signalverwendung
im Motorsteuergerät
im Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel

Aus den Signalen werden die Belastung des Motors durch die Klimaanlage und die Druckverhältnisse im Kältemittelkreislauf erkannt. Über das Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel erfolgt das Ein- und Ausschalten der nächsthöheren Stufe des Kühlerlüfters und der Magnetkupplung des Kompressors.

Ersatzfunktion

Erkennt das Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel keine Signale, wird aus Sicherheitsgründen der Kompressor abgeschaltet.

Vorteile

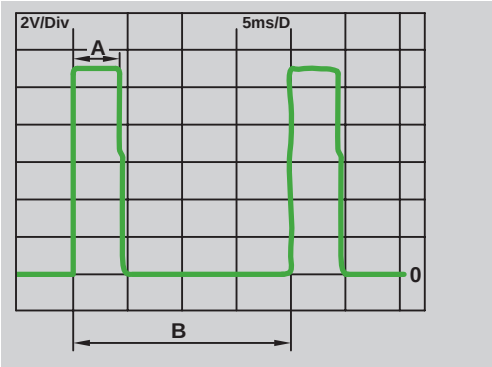
– Der Motorleerlauf kann exakt an die jeweilige Leistungsaufnahme des Kompressors angepaßt werden.
– Die Ein- und Ausschaltvorgänge der Kühlerlüfterstufen erfolgen versetzt mit einer kurzen Verzögerungszeit.
  Die Drehzahlveränderung des Kühlerlüfters ist dadurch im Leerlauf kaum spürbar und besonders bei leistungsschwächeren Motoren erhöht sich der Komfort.

Eigendiagnose “Fehlermeldung“

Der Fehler Hochdruckgeber ist im Fehlerspeicher der **Motorelektronik** abgelegt.

z.B.: 00819 Hochdruckgeber G65
“Signal zu klein“

Funktion des Hochdruckgebers



208_109

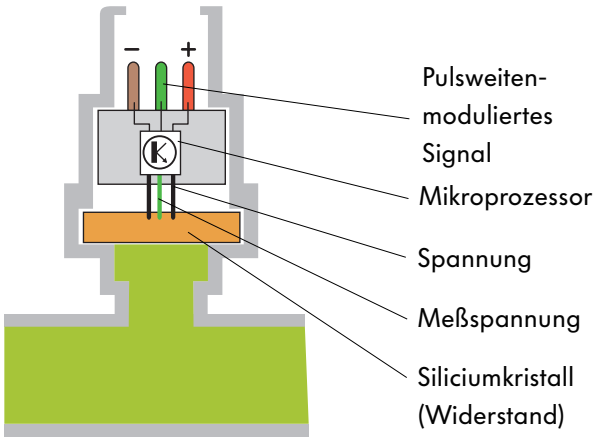
Der Kältemitteldruck wird auf ein Siliciumkristall geleitet. Je nach Druckhöhe wird der Kristall dabei mehr oder weniger “verformt“.

Der Siliziumkristall ist zusammen mit einem Mikroprozessor im Sensor integriert und wird mit einer Spannung versorgt.

Das Siliciumkristall hat die Eigenschaft, daß sich bei seiner Verformung sein elektrischer Widerstand ändert. Je nach Druckverlauf ändert sich dadurch auch eine, am Siliciumkristall abgenommene Meßspannung.

Die Meßspannung wird an den Mikroprozessor weitergeleitet und in ein pulsweitenmoduliertes Signal umgewandelt (A = Impulsbreite, B = Signalabstand).

Bei niedrigem Druck

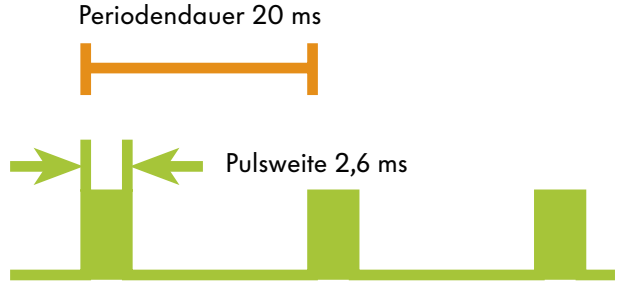


208_063

Bei niedrigem Druck “verformt“ sich der Kristall geringfügig.
Somit wird der angelegten Spannung nur ein geringer elektrischer Widerstand entgegengesetzt.

Die Spannungsänderung ist klein.

Pulsweiten-Signal



208_064

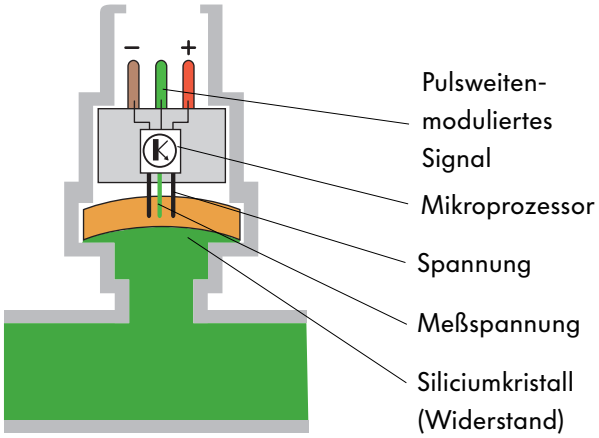
Vom Mikroprozessor des Hochdruckgebers wird bei niedrigem Druck eine geringe Pulsweite ausgegeben.

Die Pulsweiten-Signale werden mit einer Frequenz von 50 Hz pro Sekunde erzeugt.
Das entspricht einer Periodendauer von 20 ms = 100 %.

Bei niedrigem Druck von 0,14 MPa (1,4 bar) beträgt die Pulsweite 2,6 ms.
Dies entspricht 13 % der Periodendauer.

Systemregelung

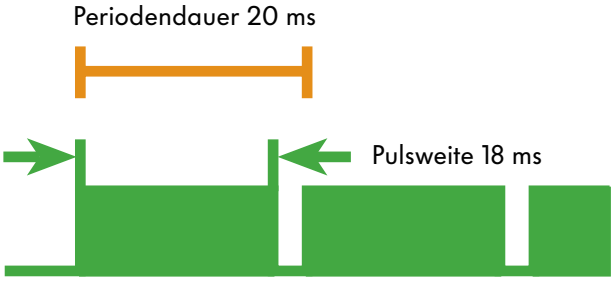
Bei hohem (steigendem) Druck



208_065

Bei hohem (steigendem) Druck "verformt" sich der Kristall stärker, wodurch die Widerstandänderung größer ist. Die Meßspannung verringert sich im gleichen Verhältnis.

Pulsweiten-Signal



208_066

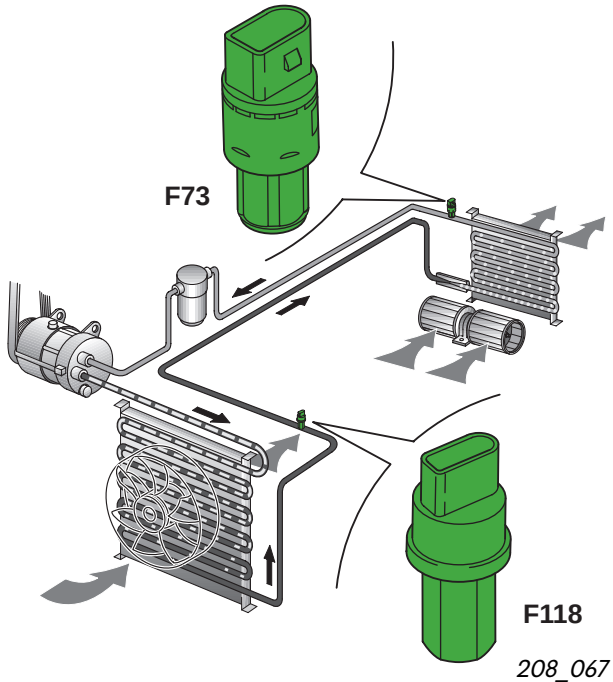
Die Pulsweite erhöht sich im gleichen Verhältnis zum steigenden Druck.

Bei hohem Druck von 3,7 MPa (37 bar) beträgt die Pulsweite 18 ms. Dies entspricht 90 % der Periodendauer.



Mit dem Digitalen-Speicher-Oszilloskop des neuen Fahrzeugdiagnosesystems VAS 5051 ist es möglich, das Pulsweiten-Signal sichtbar zu machen.

Getrennte Sicherheitsschalter im Kältemittelkreislauf mit Drossel



208_067

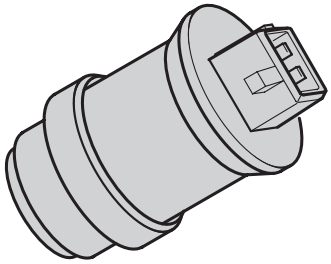
Im Kältemittelkreislauf mit Drossel werden der Niederdruck und der Hochdruck oft durch zwei getrennte Sicherheitsschalter überwacht.

Niederdruck
Der Niederdruckschalter für Klimaanlage F73 schaltet z. B. bei Unterschreiten des Druckes von ca. 0,17 MPa (1,7 bar) im Kältemittelkreislauf den Kompressor aus.
(Dieser Druckabfall kann durch ungenügende Füllung des Kältemittelkreislaufs entstehen. Der Kompressor wird geschützt.)

Hochdruck
Der Hochdruckschalter für Magnetkupplung F118 schaltet z. B. bei Überschreiten des Druckes von ca. 3,0 MPa (30 bar) den Kompressor aus.

Die absoluten Werte sind dabei immer anlagenbezogen zu sehen.

Kühlmitteltemperatur-Kontrollschalter



208_069

Der Kompressor stellt für den Motor eine zusätzliche Last dar.

Um bei sehr starker Motorlast, z.B. bei Bergauffahrt, das Kühlmittel nicht zu überhitzen, wird die zusätzliche Kompressorlast abgeschaltet.
Mit einem Kühlmittel-Temperatur-Kontrollschalter wird die Kühlmitteltemperatur dazu zusätzlich überwacht.
(Erste Überwachungseinrichtung ist der Geber für Kühlmitteltemperatur mit Anzeigeleuchte im Schalttafeleinsatz.)
Die Abschaltung des Kompressors erfolgt bei ca. 119 °C, die Zuschaltung bei ca. 112 °C.



Bei Fahrzeugen mit der erweiterten elektronischen Auswertung der Sensoren über die Steuergerätekombination des Fahrzeuges entfällt diese zusätzliche Kontrolle. Es wird das Signal der ersten Überwachungseinrichtung verwendet.

Es sind fahrzeugspezifisch verschiedene Kontrollschalter im Einsatz, z. B.

F18 - Thermoschalter für Lüfter Kühlmittel
F163 - Thermoschalter für Klimaanlage-Abschaltung.

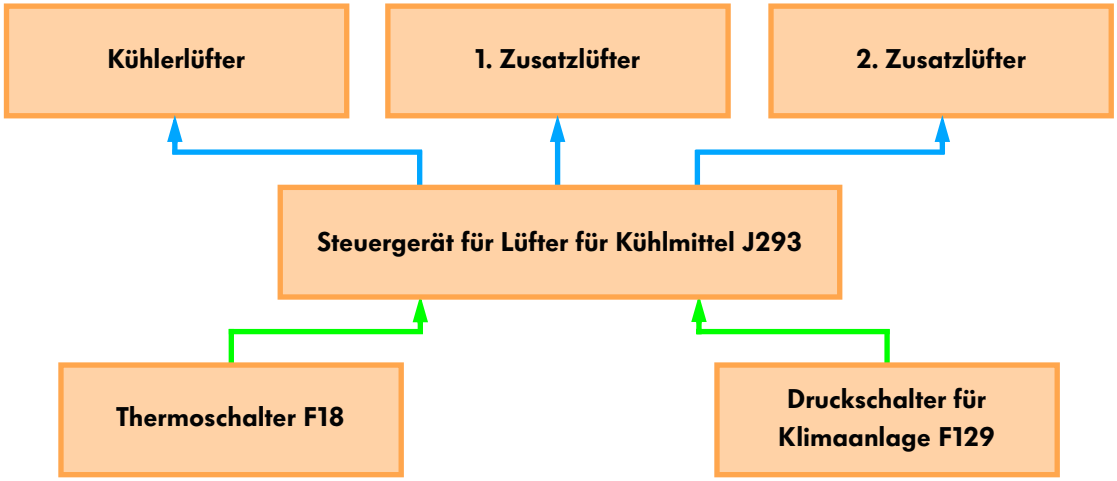
Kühlerlüfterschaltung

Schaltung der Lüfter zur Motor-/ Kondensatorkühlung

am Beispiel VW Golf/Audi A3

Der Lüfterbetrieb ist für die einwandfreie Funktion einer Klimaanlage (Kältemittelkreislauf) und des Motors (Kühlmittelkreislauf) Grundbedingung.
Ohne Kühlung sinkt die Kondensatorleistung.
Der Klimabetrieb ist nicht mehr gewährleistet.
Im Klimabetrieb ist oft ein zweiter oder dritter Lüfter zusätzlich vorhanden.

Sie sorgen für den notwendigen Frischluftdurchsatz am Kühler und am Kondensator.
Die Lüftersteuerung regelt das Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel J293.
Sie erfolgt in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels und vom Druck im Kältemittelkreislauf.
Die absoluten Werte sind immer fahrzeugspezifisch!



Beispiel: Kontrollfunktionen

Kühlmitteltemperatur
Signalgeber ist der Thermoschalter für Lüfter für Kühlmittel F18.
Der Thermoschalter befindet sich im Fahrzeugkühler.

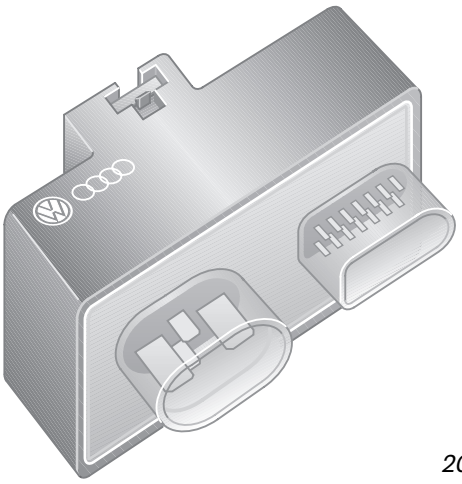
1. Stufe	ein	92 ... 97 °C
	aus	84 ... 91 °C
2. Stufe	ein	99 ... 105 °C
	aus	91 ... 98 °C

Druck im Kältemittelkreislauf
Signalgeber ist der Druckschalter für Klimaanlage F129 oder der Hochdruckgeber G65.
F129 schaltet bei ca. 1,6 MPa (16 bar) Überdruck den/die Lüfter in die 2. Stufe (siehe auch Seite 35).

Beispiel: Schaltkombination 2 Lüfter

- Klimaanlage eingeschaltet, damit Kompressor eingeschaltet und Druck im Kältemittelkreislauf größer 0,2 MPa (2 bar).
  = beide Lüfter laufen in Stufe 1
- Hochdruck im Kältemittelkreislauf größer 1,6 MPa (16 bar) und/oder Kühlmitteltemperatur größer 99 °C
  = beide Lüfter laufen in Stufe 2
- Sinkt der Druck im Kältemittelkreislauf unter 1,6 MPa (16 bar) und die Kühlmitteltemperatur unter 99 °C
  = beide Lüfter laufen wieder in Stufe 1
- Im Motorbetrieb ohne Klimaanlage läuft nur der Kühlerlüfter. In Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur in 1. oder 2. Stufe.

Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel J293



208_070

Es ist in den Komponentenverbund der Steuergeräte des Fahrzeuges eingebunden.

Eingehende Signale bei der Grundvariante:
- vom Thermoschalter F18
- vom Druckschalter F129
- von der Bedienungs- und Anzeigeeinheit E87 (bei automatischer Klimaanlage)

Aufgaben

Umsetzen der eingehenden Signale
- zum Ein- und Ausschalten der Kühlerlüfter
- zum Ein- und Ausschalten der Magnetkupplung des Kompressors.

Erweiterte Funktionen einer neuen Generation:

neue Generation

Das Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel J293 wurde technisch weiterentwickelt und funktionell an den neuen Hochdruckgeber G65 angepaßt.

Es wird gemeinsam mit dem Hochdruckgeber verbaut und hat als Erkennungsmerkmal konstruktiv geänderte Steckeranschlüsse.

Das Steuergerät wertet das pulsweiten-modulierte Signal vom Hochdruckgeber aus. Dadurch wird der gesamte Druckbereich des Kältemitteldrucks ständig überwacht.



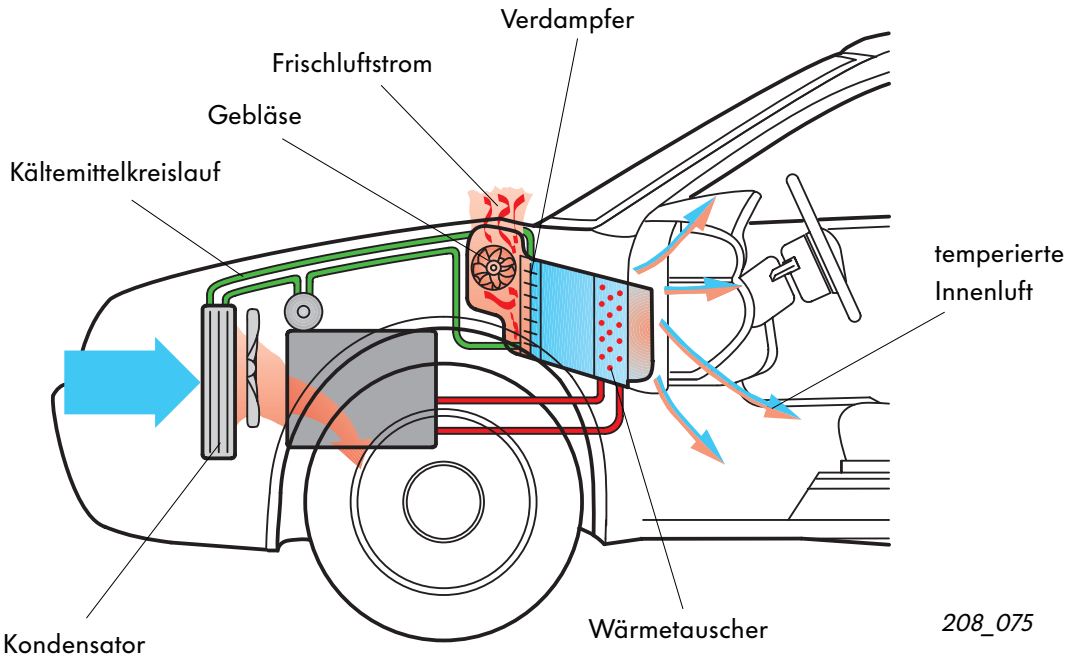
Es gibt auch Schaltungsvarianten, wo die Funktionen dieses Steuergerätes durch ein Steuergerät für Klimaanlage übernommen werden.
Auch die Einbindung in deren Steuerungsverbund ist immer fahrzeugspezifisch.
Auskunft gibt immer der aktuelle Stromlaufplan.

Funktionen

- Ein- und Ausschalten der Kühlerlüfterstufen und der Magnetkupplung des Klimakompressors
- bidirektionaler Signalaustausch mit dem Motor- und Getriebesteuergerät
- Überwachung der Kühlmitteltemperatur
- mit Zeitmodul zum Ansteuern der Kühlmittelnachlaufpumpe V51 (z. B. 1,8 l 5 V-Motor 165 kW)

Temperaturregelung

Regelung – manuell



Warum Temperaturregelung?

- Der am Verdampfer abgekühlte Frischluftstrom wird mit Hilfe des Gebläses in den Fahrgastraum gefördert.
- Er ist meist kühler als erforderlich (Leistungsvermögen auf maximale Abkühlung ausgelegt, vorherrschend aber meist mittlere Außentemperaturen).
- Zum Erreichen angenehmer Innentemperaturen wird ein Teil des kalten Frischluftstromes deshalb über den Wärmetauscher der Heizung geleitet und erwärmt.
- Außerdem wirken Temperaturschwankungen durch unterschiedliche Außentemperatur, Fahrgeschwindigkeit, Kühlmitteltemperatur, Frischluftzufuhr ein.
- Diese Temperaturregelung muß bei der einfachen, manuellen Klimaanlage der Fahrer übernehmen.

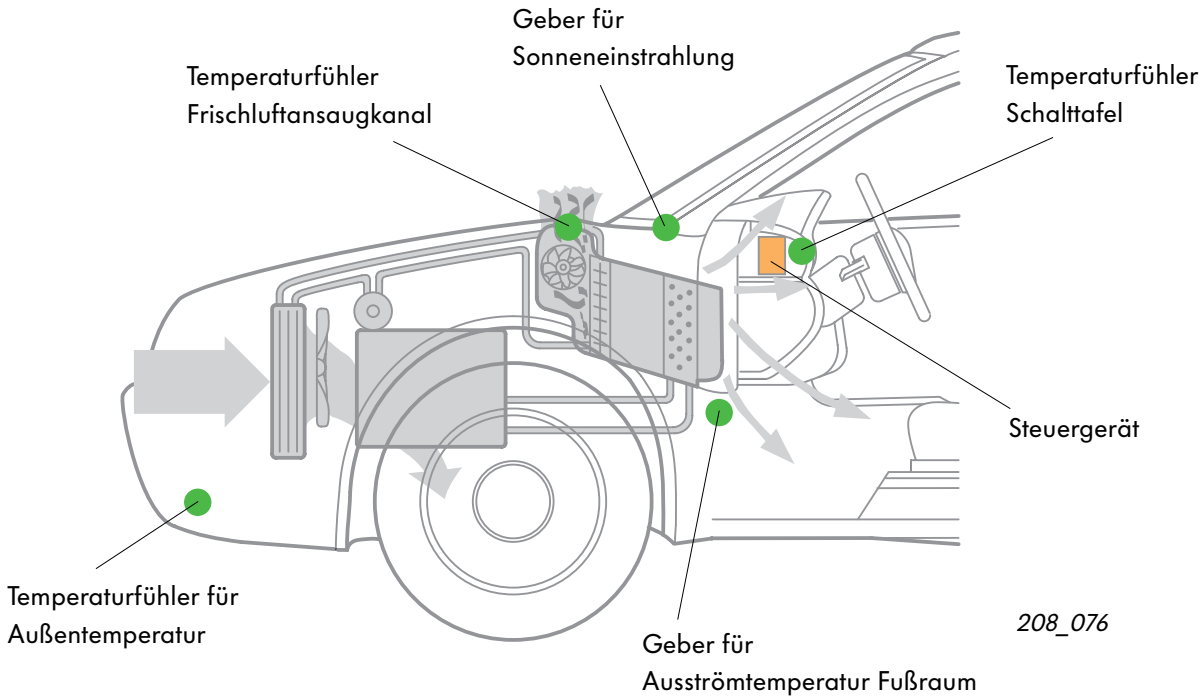
Was wird geregelt?

- Erfassen der Istwerte, d. h. das Fühlen von Temperaturen.
- Sollwert/Istwert-Vergleich, d. h. der Fahrer nimmt eine individuelle Bewertung vor. Er bestimmt die Behaglichkeitstemperatur, ob zu warm oder zu kalt.
- Ableitend von der Bewertung leitet er die Entscheidung ab
  - es muß nachgeregelt werden
  - in welche Richtung
  - um wieviel ist zu regeln

  und führt dies manuell durch.

Der Fahrer ist im übertragenen Sinne sowohl Steuerteil als auch Stellantrieb.
Er verstellt die Temperaturklappe.

Regelung – automatisch



Klimaanlagen mit automatischer Regelung nehmen dem Fahrer diese Arbeiten ab.

Sie haben den Vorteil, daß sie wesentlich mehr Parameter in das Regelsystem einbeziehen können und das thermische Ergebnis ihrer Verstellung vorausberechnen können.

Elektronische Regelungen der Klimaanlage werden unterschiedlich bezeichnet:
- digitale Temperaturregelung
- Climatronic
- Klimaanlage mit automatischer Regelung

Allen gemeinsam ist:
- ein Steuergerät
- Temperaturfühler für Außentemperatur (ein oder zwei)
- Temperaturfühler für Innentemperatur
- Zusatzgeber (nicht in jedem System), z. B. als Korrekturgröße zur Sonneneinstrahlung
- Stellmotoren am Heizungs-/Klimagerät

Die Lage der Sensoren zeigt die Grafik.

Die Zentrale ist das digitale Steuergerät.
Es bereitet alle Eingangssignale von den Sensoren (Informationsgeber) auf, entstört sie und führt sie dem Mikrocomputer im Steuergerät zu.

Der Mikrocomputer berechnet die Ausgangssignale entsprechend den vorprogrammierten Sollwerten.

Über Endstufen werden die Ausgangssignale den Aktoren (Stellglieder) zugeführt.
Die Stellglieder sind die Stellmotoren am Heizungs-/Klimagerät.
Den Klappen sind entsprechende Stellmotoren zugeordnet.

Klimaanlagen der neuesten Generation sind mit anderen Steuergeräten des Fahrzeuges direkt oder über den CAN-BUS verbunden. So gehen Informationen zur Geschwindigkeit, zur Motordrehzahl und zur Standzeit ebenfalls in die Auswertung des Klima-Steuergerätes ein.

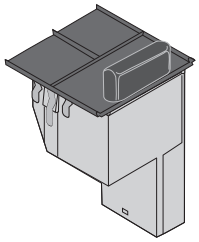
Temperaturregelung

Systemübersicht einer elektronisch geregelten Klimaanlage

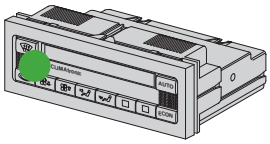
(rechte und linke Seite des Fahrgastraumes gleich geregelt, Beispiel Golf. Audi A3 vom System gleich.)

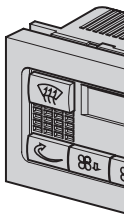
Sensoren
(für Systemregelung und Temperatur-regelung)

Fotosensor
für Sonneneinstrahlung G107

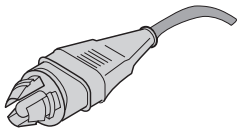


Temperaturfühler
Schalttafel G56
mit Gebläse für
Temperaturfühler V42

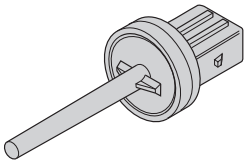




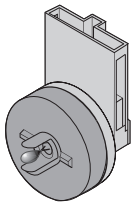
Temperaturfühler
Außentemperatur G17



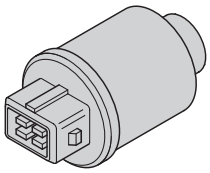
Temperaturfühler
Frischluftansaugkanal G89



Geber
für Ausströmtemperatur,
Fußraum G192



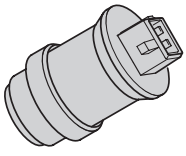
Druckschalter
für Klimaanlage F129



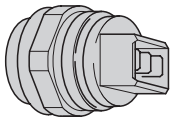
Zusatzsignale:
- Geschwindigkeitssignal
- Drehzahlsignal
- Standzeitsignal



Kühlmittel-Temperatur-Kontrollschalter
(zu heiß) F14

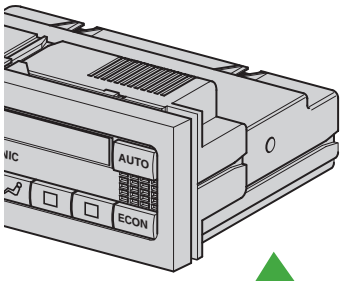


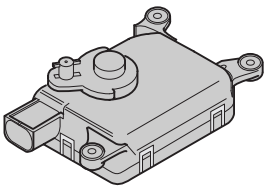
Thermoschalter für
Lüfter für Kühlmittel F18



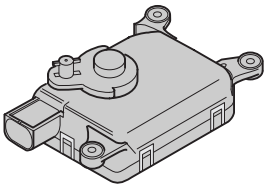
Aktoren
(für Systemregelung und Temperaturregelung)

Steuergerät J255 und Bedienungs- und Anzeige-einheit für Klimaanlage E87

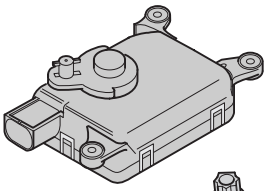




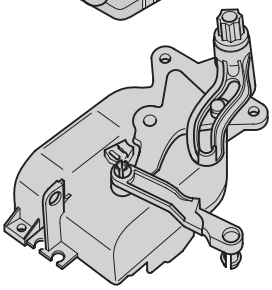
Stellmotor für Fußraum-/ Defrostklappe V85
mit Potentiometer G114



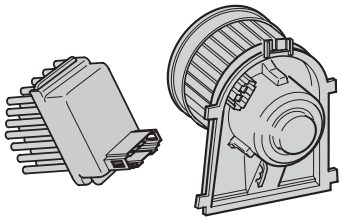
Stellmotor
für Zentralklappe V70
mit Potentiometer G112



Stellmotor
für Temperaturklappe V68
mit Potentiometer G92

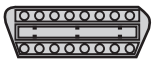


Stellmotor
für Staudruckklappe V71 und Umluftklappe
mit Potentiometer G113

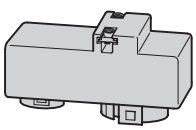


Steuergerät für Frischluftgebläse J126
und Frischluftgebläse V2

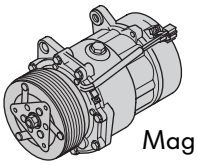
Zusatzsignale:
- Motorsteuergerät
- Steuergerät mit Anzeige-einheit im Schalttafel-einsatz



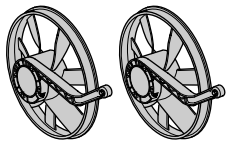
Diagnoseanschluß T16



Steuergerät für Lüfter für Kühlmittel J293



Magnetkupplung N25

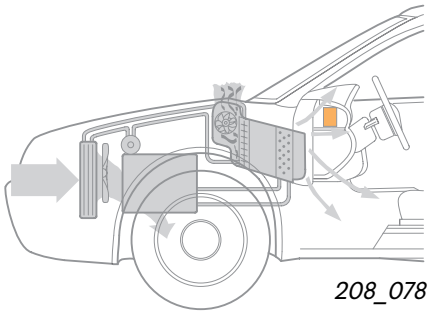


Lüfter für Kühlmittel V7 und Zusatzlüfter V35

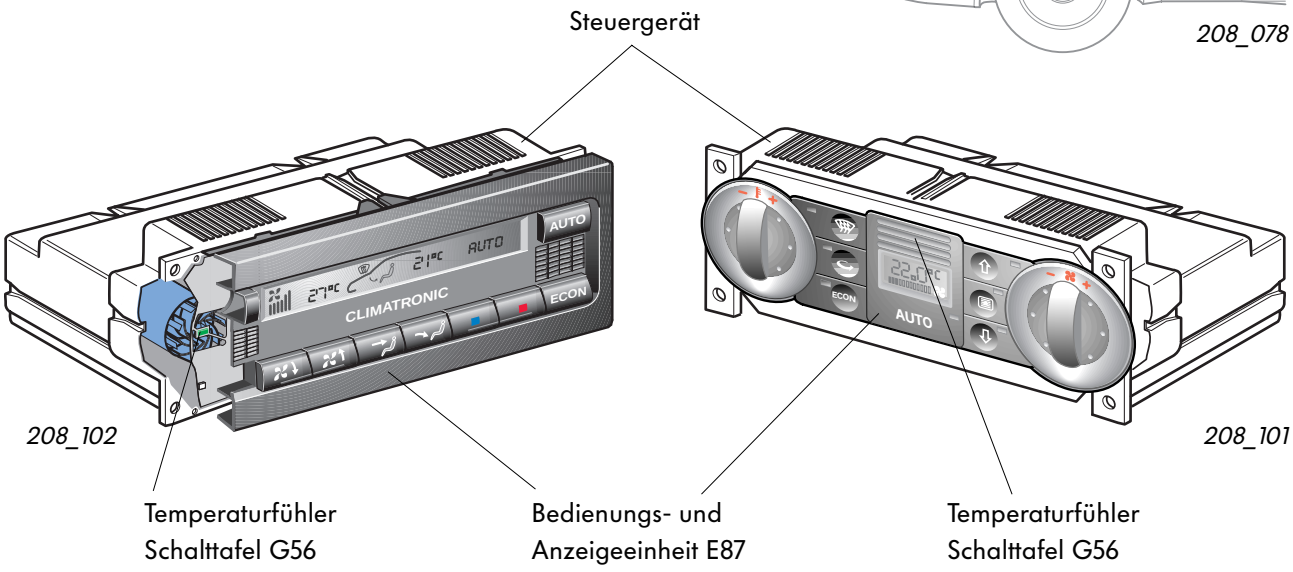
208_077

Temperaturregelung

Steuergerät mit Bedienungs- und Anzeigeeinheit



208_078



208_102

208_101

Temperaturfühler Schalttafel G56

Bedienungs- und Anzeigeeinheit E87

Temperaturfühler Schalttafel G56

Steuergerät mit Bedienungs- und Anzeigeeinheit der Climatronic

Steuergerät mit Bedienungs- und Anzeigegerät Audi TT-Coupé

Aufbau

Das Steuergerät ist mit der Bedienungs- und Anzeigeeinheit kombiniert. Diese ist dem Design des jeweiligen Fahrzeuges angepaßt.

Weiterhin ist ein Temperaturfühler für die Fahrzeuginnenraumtemperatur im Steuergerät integriert.

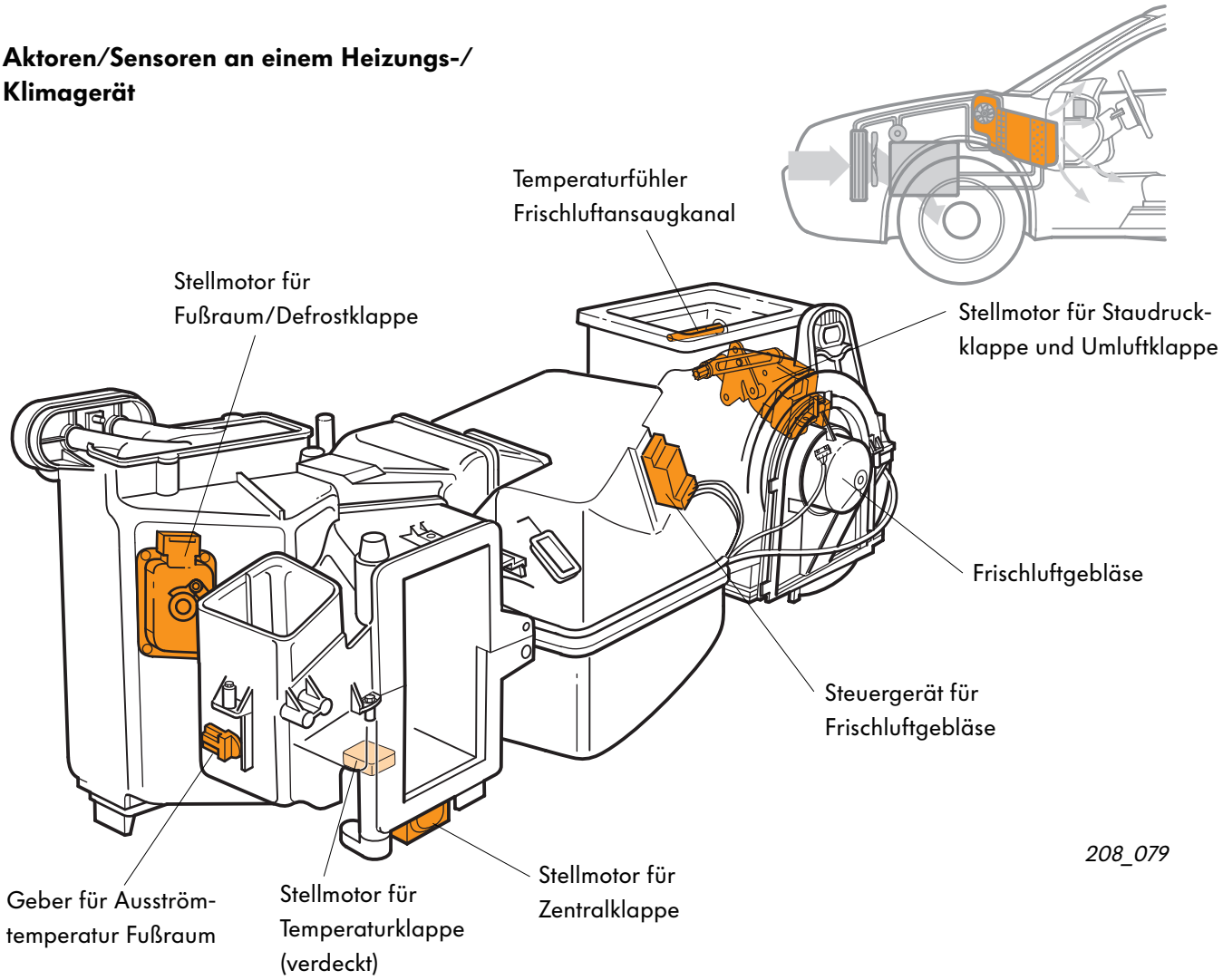
Funktion

Das Steuergerät erhält von den elektrischen und elektronischen Bauteilen (Sensoren) Informationen. Diese werden entsprechend der Sollwerte im Steuergerät verarbeitet. Die Ausgangssignale des Steuergerätes steuern dann die elektrischen Stellelemente (Aktoren).

Das Steuergerät ist mit einem Fehlerspeicher ausgestattet.
Der Ausfall eines Bauteils oder Leitungsunterbrechungen können so schnell über die Eigendiagnose ermittelt werden.

Bei allen Fehlern erhält das Steuergerät den eingestellten Betrieb im Notlauf aufrecht.

Aktoren/Sensoren an einem Heizungs-/ Klimagerät



Jeder Klappe für die Luftführung im Heizungs-/ Klimagerät ist ein Stellmotor zugeordnet.

Die Staudruckklappe und Umluftklappe wird durch einen Stellmotor angetrieben. Die getrennte Verstellung erfolgt durch eine Antriebsscheibe mit zwei Führungsbahnen.

Die Verstellung der Umluftklappe kann bei anderen Systemen auch über Unterdruck und Magnetventile geregelt sein.

Frischluftgebläse und Steuergerät für Frischluftgebläse sind hier zwei Bauteile.

Sie können auch zu einem Bauteil vereinigt sein.

Temperaturregelung

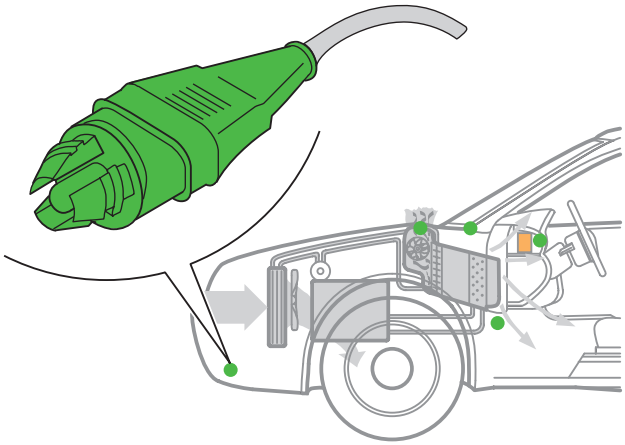
Die wichtigsten Temperaturfühler

Temperaturfühler für Außentemperatur G17

Der Temperaturfühler ist im Vorbau des Fahrzeuges plaziert.
Es wird die tatsächliche Außentemperatur erfaßt.

Signalverwendung
In Abhängigkeit der Temperatur wird vom Steuergerät die Temperaturklappe und das Frischluftgebläse gesteuert.

Auswirkung bei Signalausfall
Bei Signalausfall wird der Meßwert des zweiten Temperaturfühlers (Temperaturfühler im Frischluftansaugkanal) verwendet.
Sollte dieser auch ausgefallen sein, läuft der Betrieb unter der Annahme eines Ersatzwertes von +10 °C weiter. Es ist kein Umluftbetrieb möglich.
Der Temperaturfühler ist eigendiagnosefähig.



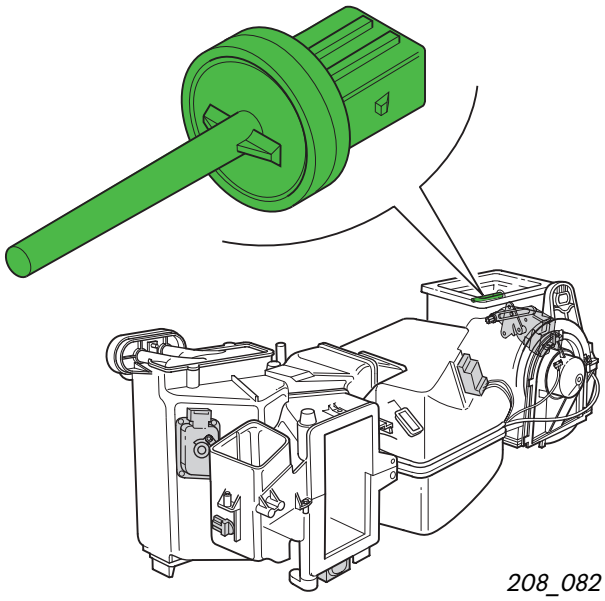
208_081

Temperaturfühler Frischluftansaugkanal G89

Der Temperaturfühler ist direkt im Frischluftansaugkanal plaziert.
Es ist die zweite Meßstelle für die tatsächliche Außentemperatur.

Signalverwendung
In Abhängigkeit der Temperatur wird vom Steuergerät die Temperaturklappe und das Frischluftgebläse gesteuert.

Auswirkungen bei Signalausfall
Bei Signalausfall wird der Meßwert des ersten Temperaturfühlers (Temperaturfühler für Außentemperatur) im Vorbau verwendet.
Der Temperaturfühler ist eigendiagnosefähig.



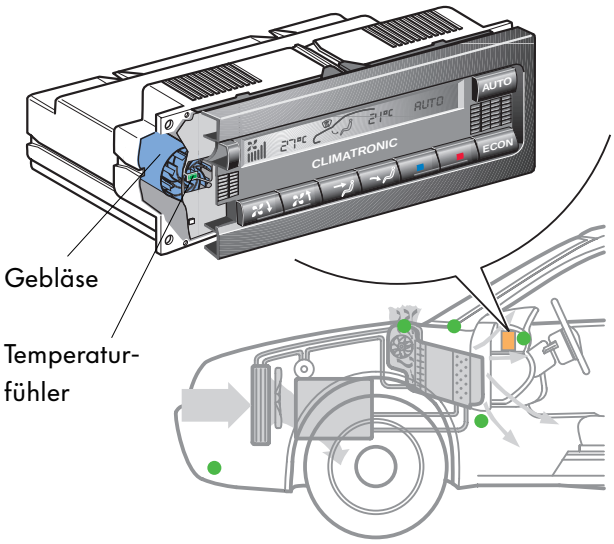
208_082



Von beiden Temperaturfühlern wird immer der niedrigste Wert verarbeitet.

Temperaturfühler Schalttafel G56 mit Gebläse für Temperaturfühler V42

Der Temperaturfühler ist meist direkt im Steuergerät eingebaut und gibt die tatsächliche Innenraumtemperatur an das Steuergerät.
Er liegt im Luftstrom eines Gebläses für die Absaugung der Innenluft.
Das Gebläse wird von der Bedien- und Anzeigeeinheit angesteuert.
Es saugt die Innenluft ab, um Meßfehler am Temperaturfühler zu vermeiden.



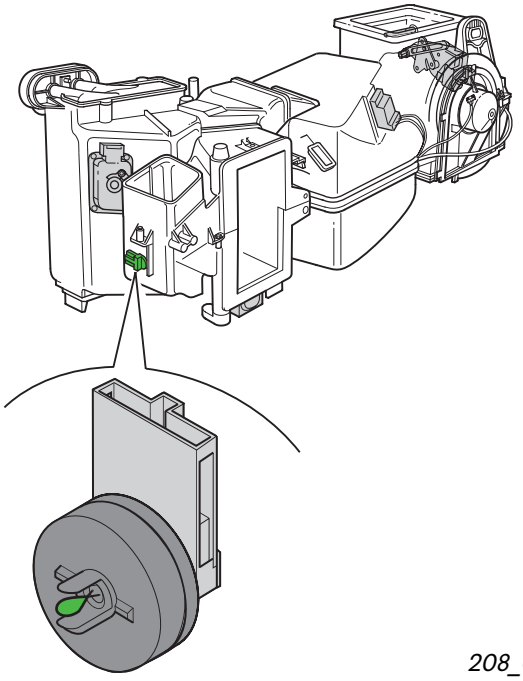
208_083

Signalverwendung
Der Meßwert dient zum Vergleich mit dem Sollwert.
Die Temperaturklappe und das Frischluftgebläse werden entsprechend gesteuert.

Auswirkung bei Signalausfall
Bei Signalausfall wird ein Ersatzwert +24 °C angenommen. Der Betrieb läuft weiter.
Der Temperaturfühler ist eigendiagnosefähig.

Geber für Ausströmtemperatur Fußraum G192

Es wird die Temperatur der aus dem Heizungs-/Klimagerät ausströmenden (in den Innenraum einströmenden) Luft gemessen. Die Temperatur wird mit einem temperaturabhängigen Widerstand erfaßt.
Bei fallender Temperatur erhöht sich der elektrische Widerstand.



208_084

Signalverwendung
Das Signal wird im Steuergerät ausgewertet. Es dient zur Steuerung der Luftverteilung Defrost/Fußraum und der Förderleistung des Frischluftgebläses.

Auswirkungen bei Signalausfall
Bei Signalausfall wird vom Steuergerät ein Ersatzwert von +80 °C berechnet.
Der Betrieb läuft weiter.
Der Geber ist eigendiagnosefähig.

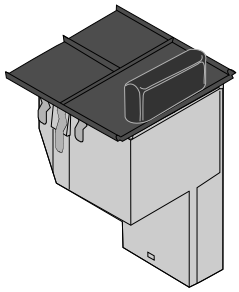
Temperaturregelung

Fotosensor für Sonneneinstrahlung G107

Die Temperaturregelung der Klimaanlage wird mit Hilfe von Fotosensoren beeinflußt.

Sie erfassen die direkte Sonnenbestrahlung der Fahrzeuginsassen.

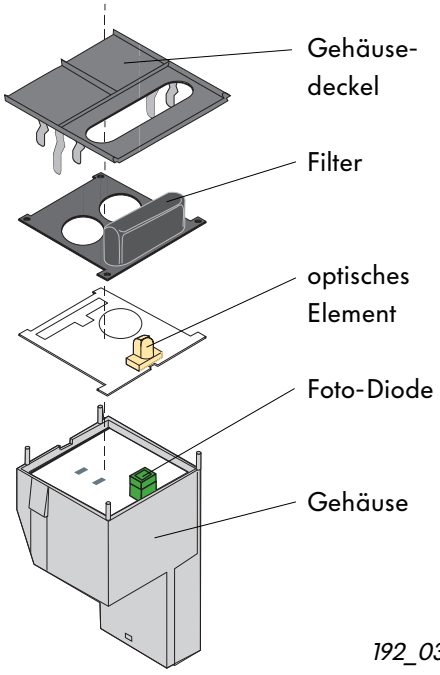
Je nach Ausführung der Klimaanlage kann das über einen oder über zwei Sensoren und getrennt für die linke und rechte Fahrzeugseite erfolgen.



192_093

Funktion
Das Sonnenlicht fällt durch einen Filter und ein optisches Element auf die Fotodiode. Der Filter wirkt wie eine Sonnenbrille und schützt das optische Element vor UV-Strahlung.

Fotodioden sind lichtempfindliche Halbleiter-Elemente. Ohne Lichteinfall kann nur ein geringer Strom durch die Diode fließen. Bei Lichteinwirkung steigt der Stromfluß an. Je stärker der Lichteinfall, desto höher ist der Strom.



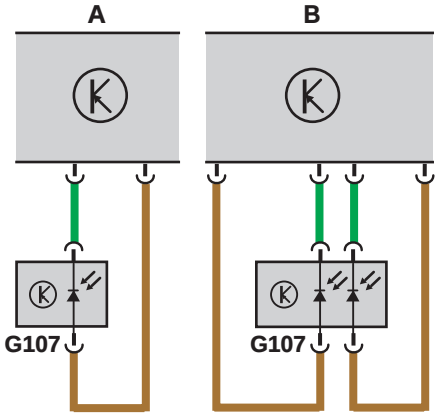
192_034

Folglich kann das Steuergerät der Klimaanlage aus dem Ansteigen des Stromes auf eine höhere Sonneneinstrahlung schließen und die Innenraumtemperatur entsprechend beeinflussen. Temperaturklappe und Frischluftgebläse werden entsprechend gesteuert.

Bei der Ausführung mit zwei Sensoren wird die stärker von der Sonneneinstrahlung beaufschlagte Fahrzeugseite mehr abgekühlt (siehe Seite 58).

Auswirkungen bei Signalausfall
Das Steuergerät arbeitet mit einem angenommenen Festwert für Sonneneinstrahlung.

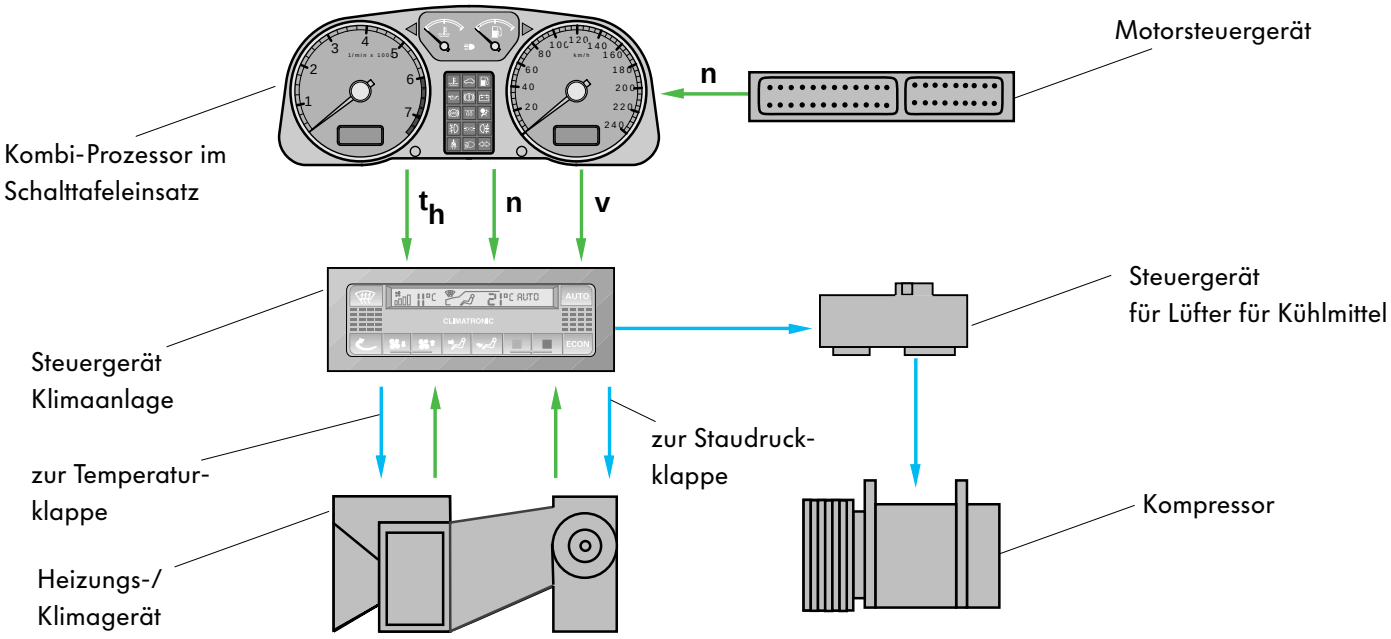
Elektrische Schaltung



208_088

(K)	Steuergerät Klimaanlage
G107	Fotosensor
A	einfach Sensor
B	zweifach Sensor

Zusatzsignale zur Temperaturregelung



208_087

Zusatzinformationen bringen bei der Temperaturregelung einen Komfortzuwachs und dienen der Systemregelung.
Diese Zusatzsignale kommen von anderen Steuergeräten des Fahrzeuges und werden im Steuergerät der Klimaanlage verarbeitet.
Wichtige Signale sind:

- Standzeit t_h
- Fahrgeschwindigkeit v
- Motordrehzahl n

Standzeitsignal t_h

Standzeit = Zündung aus bis zum Neustart des Motors
Signal wird zur Verstellung der Temperaturklappe genutzt. Das Steuergerät verarbeitet nach einem Neustart die gespeicherten Temperaturwerte für Außentemperatur vor dem Abstellen des Motors.

Meßwertänderungen, z. B. durch Strahlungswärme gehen nicht in die Regelung ein.
Die Regelung auf Behaglichkeitstemperatur erfolgt schneller, Unterkühlung wird vermieden.

Fahrgeschwindigkeitssignal v

Wird zur Steuerung der Staudruckklappe benötigt.
Es wird das Signal des Gebers für Geschwindigkeitsmesser verwendet und im Steuergerät umgesetzt. Bei höheren Geschwindigkeiten wird der Querschnitt der Frischluftzufuhr verkleinert, um die ausströmende Luftmenge im Fahrgastraum annähernd gleich zu halten.

Motordrehzahlsignal n

Dient der aktuellen Information des Steuergerätes der Klimaanlage zum Motorbetrieb. Wird zur Systemregelung (Abschalten der Magnetkupplung) benötigt, z. B. bei fehlendem Motordrehzahlsignal wird der Kompressor abgeschaltet.

Temperaturregelung

Stellmotoren

Bei einer manuellen Klimaanlage werden die Klappen zur Luftführung wie

– Temperaturklappe
– Zentralklappe
– Klappe Fußraum/Defrost

über Bowdenzüge vom Fahrer individuell verstellt.

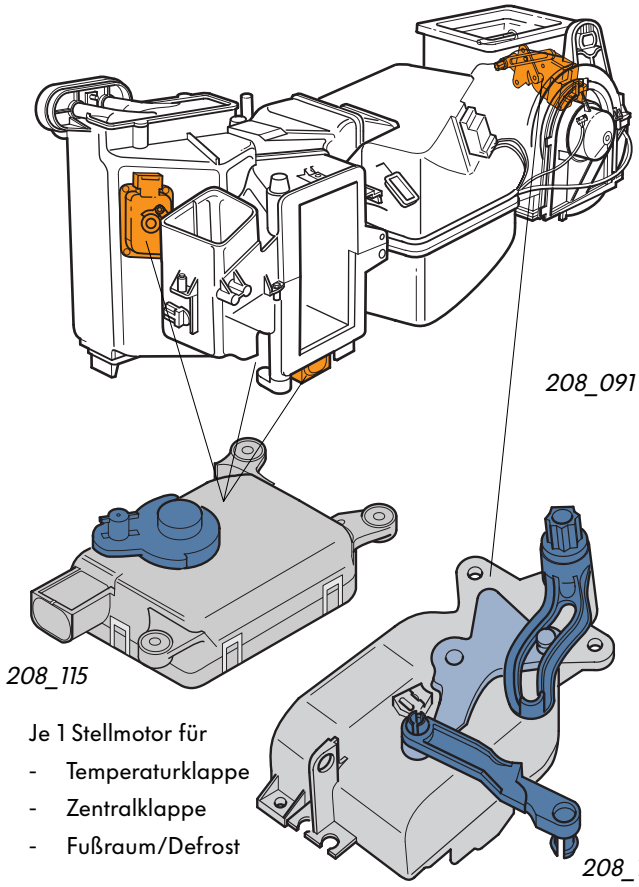
Bei der automatisch geregelten Klimaanlage übernehmen dies elektrisch angesteuerte Stellmotoren. Auch die Umluftklappe wird mit Stellmotor betätigt.

Die Stellmotoren sind immer in unmittelbarer Höhe der Klappenachse am Heizungs-/Klimagerät angeordnet.

Alle Motoren erhalten vom Steuergerät der Klimaanlage die entsprechenden Steuersignale.

Jeder Stellmotor besitzt ein Potentiometer. Dieses teilt dem Steuergerät durch einen Rückkopplungswert die Stellung der Klappe mit.

Mit Stellmotoren (Aktoren = Stellglieder) werden also die elektrischen Ausgangssignale in mechanische Größen umgesetzt.



208_091

208_115

Je 1 Stellmotor für
- Temperaturklappe
- Zentralklappe
- Fußraum/Defrost

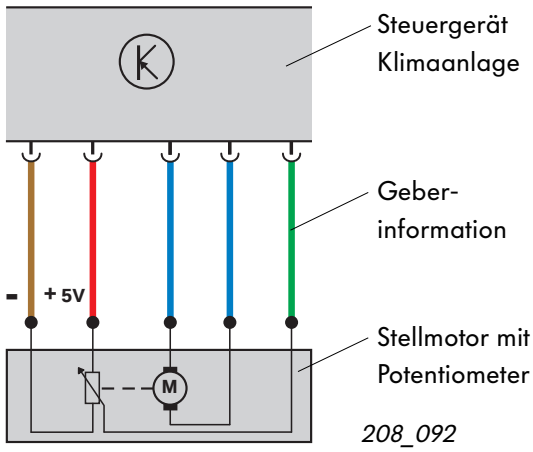
208_116

Stellmotor für Frischluft-Umluftklappe und Staudruckklappe



Die Verstellmechanik der Klappen ist unterschiedlich.
Die Anordnung der Kurbel und die Drehwinkel sind immer auf die jeweilige Klappe bezogen.

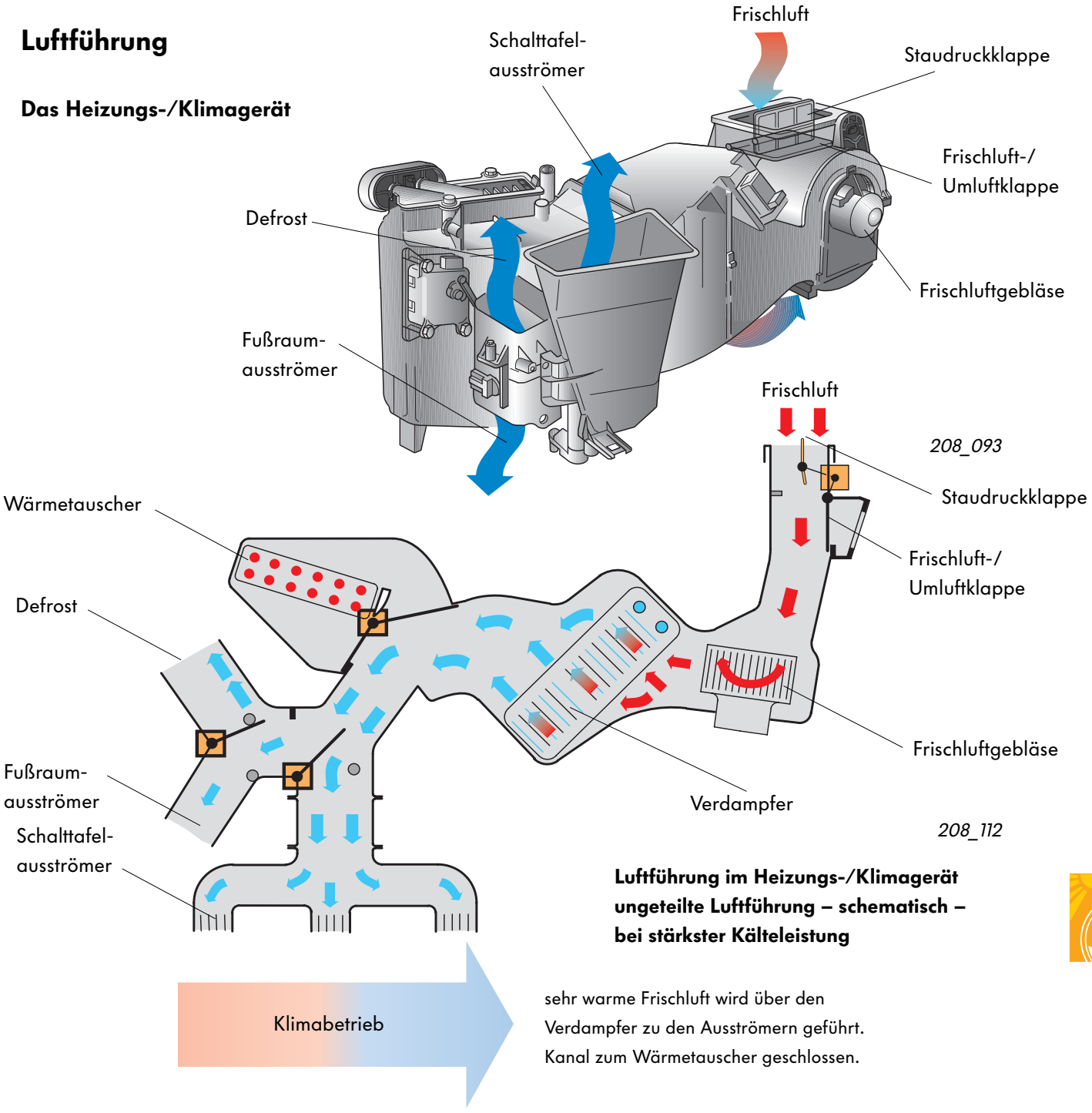
Elektrische Schaltung



208_092

Luftführung

Das Heizungs-/Klimagerät



Luftführung im Heizungs-/Klimagerät ungeteilte Luftführung – schematisch – bei stärkster Kälteleistung

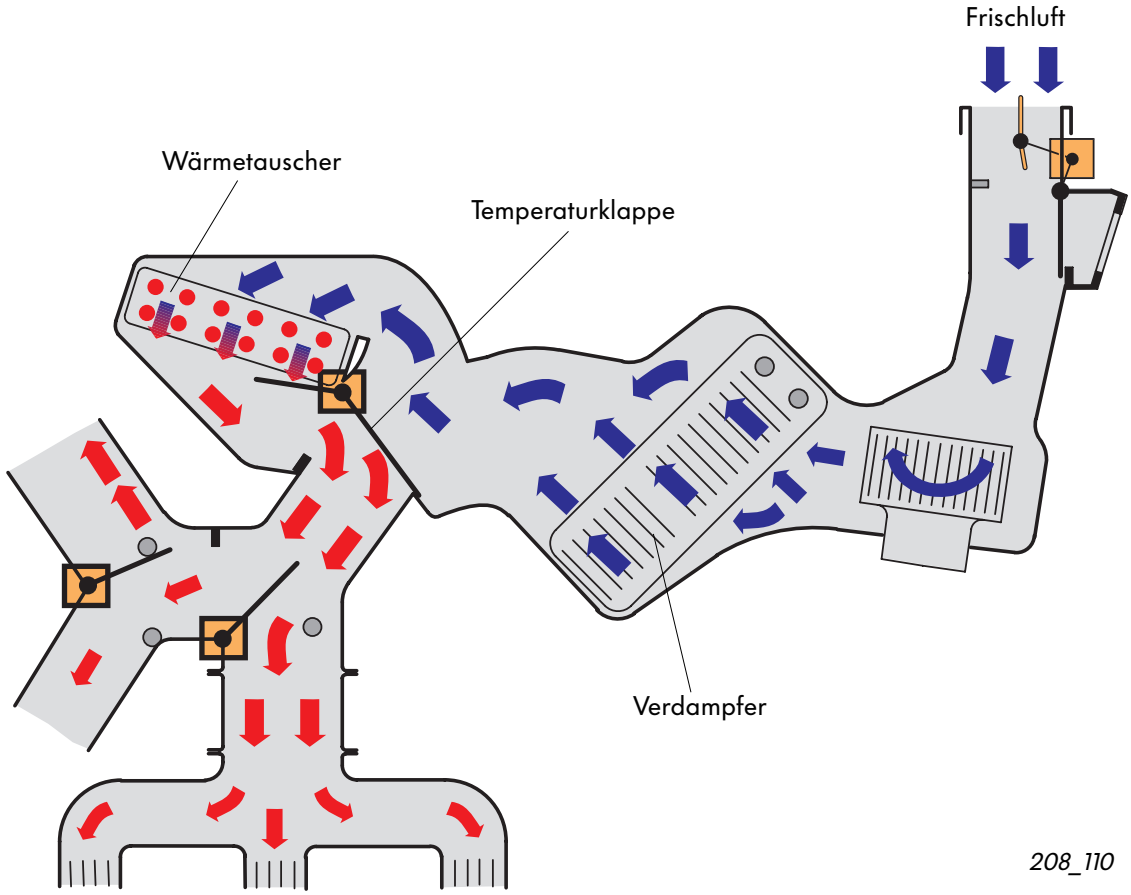
sehr warme Frischluft wird über den Verdampfer zu den Ausströmern geführt. Kanal zum Wärmetauscher geschlossen.

Die Führung und Verteilung der Luft wird immer von der jeweiligen Konstruktion des Heizungs-/Klimagerätes und vom anzubietenden Fahrkomfort bestimmt.

Eine grundsätzliche Unterscheidung ist
- ungeteilte Zuströmung in den Fahrgastraum
- geteilte Zuströmung für linke und rechte Seite des Fahrgastraumes.

Letztere Ausführung erfordert natürlich einen erhöhten Aufwand an Sensoren, Aktoren und Luftklappen.

Temperaturregelung



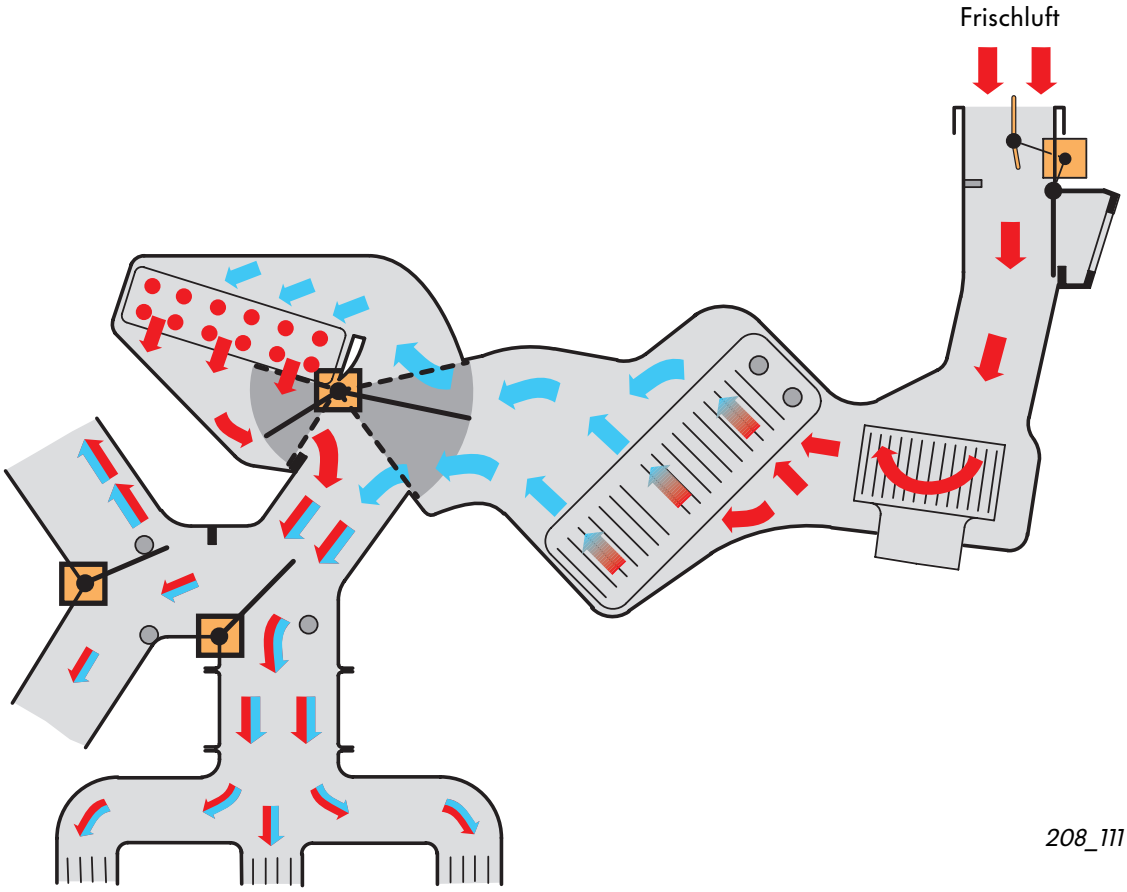
Luftführung im Heizungs-/Klimagerät
ungeteilte Luftführung – schematisch –
bei stärkster Heizleistung

Klimaanlage aus,
Heizung ein

sehr kühle Frischluft strömt durch den Verdampfer; Verdampfer außer Betrieb.
Frischluft wird voll über den Wärmetauscher geführt und erwärmt.

Alle Heizungs-/Klimageräte sind vom Grundaufbau so, wie im Schema dargestellt:

- Lufteintritt für Außenluft
- Lufteintritt für Umluftbetrieb (wenn vorgesehen)
- Frischluftgebläse
- Verdampfer (zur Kühlung der Luft)
- Wärmetauscher (zur Erwärmung der Luft)
- Stellklappen und Kanäle zur gezielten Führung der Luft (Fußraum, Defrost, Schalttafelausströmer).

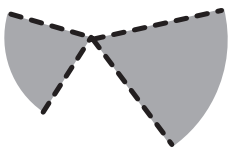


208_111

Luftführung im Heizungs-/Klimagerät
ungeteilte Luftführung – schematisch –
bei Mischbetrieb

Klimaanlage ein,
Heizung ein

warme Frischluft strömt zum Abkühlen durch den Verdampfer. Die Frischluft wird zu kühl, ein Teil wird deshalb über den Wärmetauscher geleitet, die individuell gewählte Ausströmtemperatur erreicht.



= Bereich der individuellen Verstellung

208_114



Auch bei feuchter, kühler Frischluft kann Klimabetrieb gewählt werden.
Es tritt dann der Effekt der Luftentfeuchtung über dem Verdampfer ein, beschlagene Scheiben werden frei.

Temperaturregelung

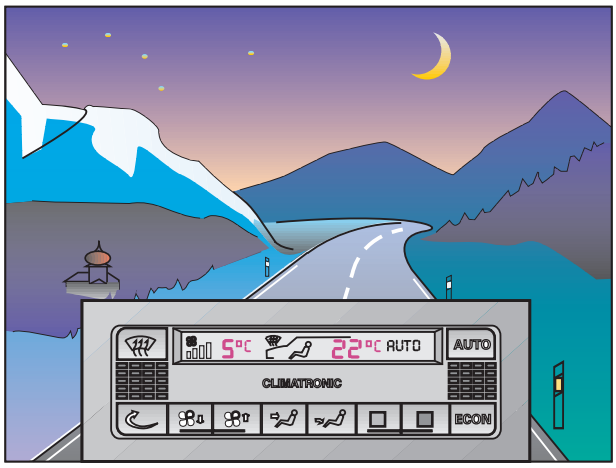
Außentemperatur unterschiedlich

Innentemperatur gleich

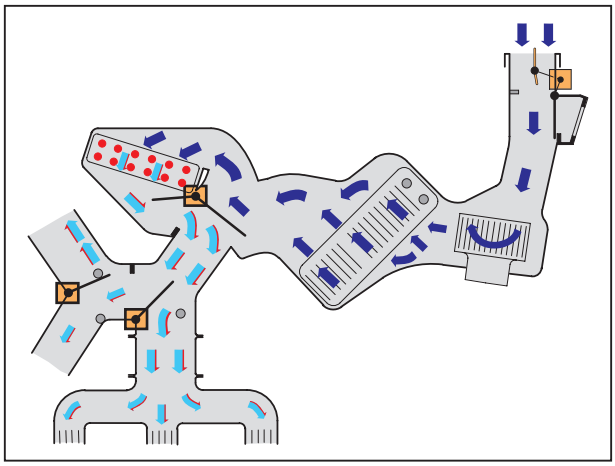
durch

automatische Klappensteuerung und

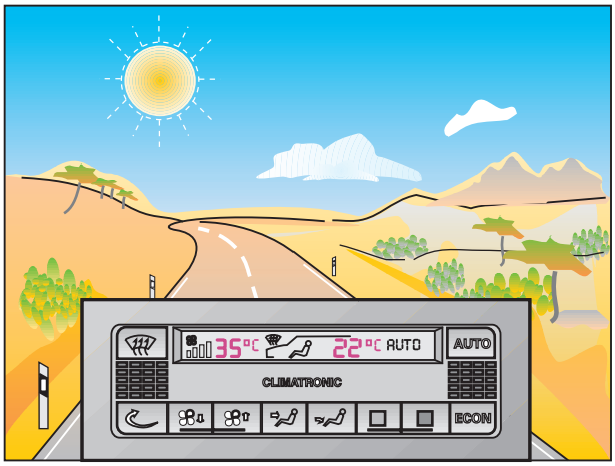
Zu- und Abschalten der Klimaanlage



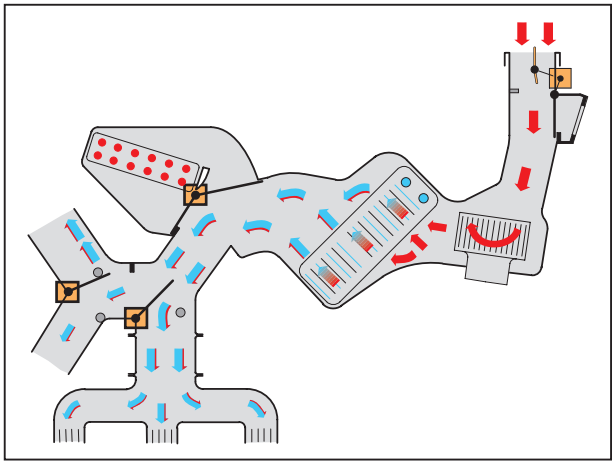
208_094



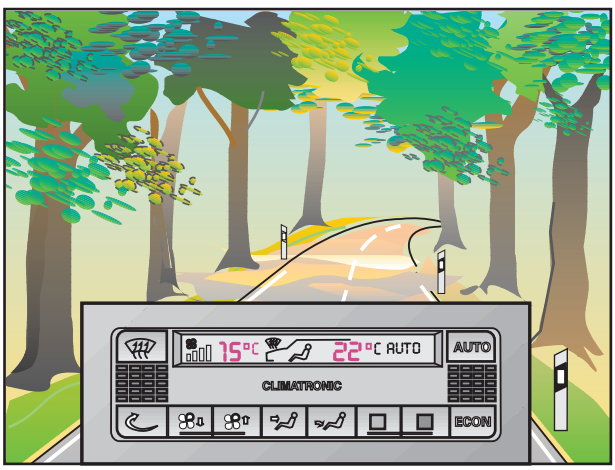
208_095



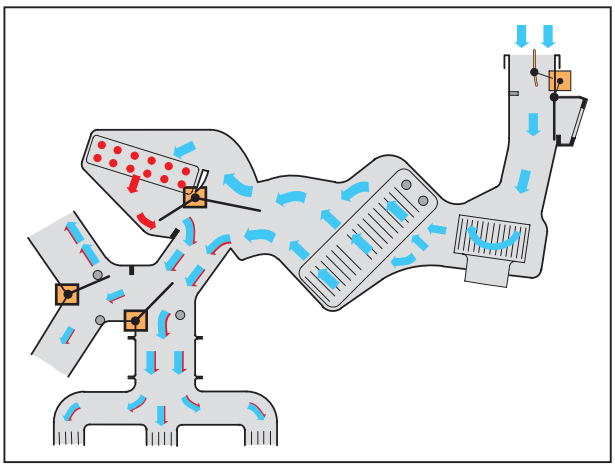
208_096



208_097

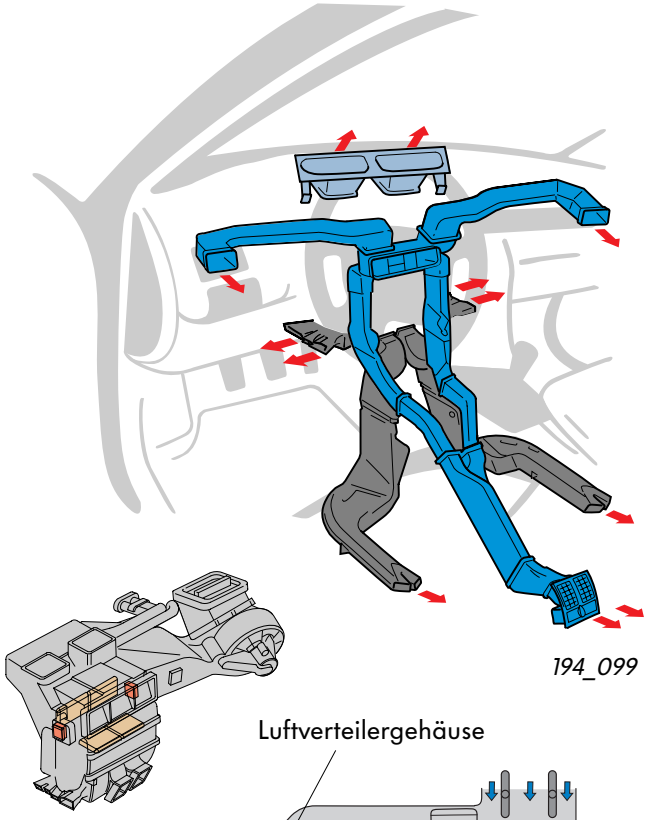


208_098

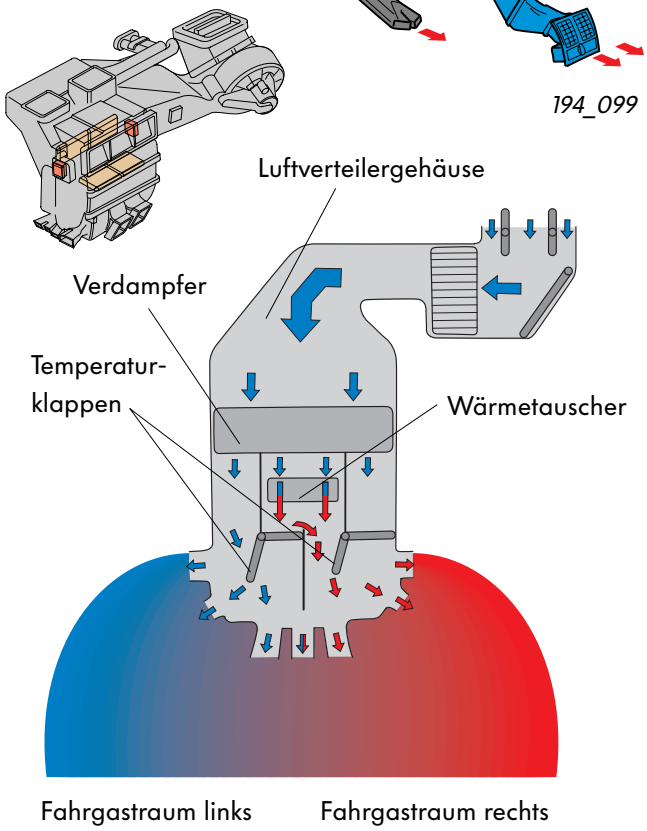


208_099

Zur Luftverteilung – bei automatischer Anlage zweigeteilt
(Beispiel Audi A6)



194_099



208_100

Die Luftverteilung im Fahrzeug wird hier durch Klappen im Klimagerät luftseitig geregelt (am Audi A8 wird wasserseitig geregelt).

Je nach Klappensteuerung wird der Luftstrom an die einzelnen Ausströmer geleitet.

Alle Klappen werden von den Stellmotoren elektrisch betätigt.

Die Verstellung der Klappen erfolgt entweder automatisch nach Programmablauf oder durch manuelle Betätigung an der Bedienungs- und Anzeigeeinheit.

Die Temperaturklappen

Die Temperatur für die linke und rechte Seite des Fahrgastraumes kann bei dieser Ausführung getrennt und unterschiedlich voneinander eingestellt werden.

Im Luftverteilergehäuse wird der Luftstrom in kalt/warm und linker/rechter Fahrgastraum aufgeteilt.

Je nach Temperaturwunsch wird mit den Temperaturklappen der Anteil von warmer und kalter Luft für den Fahrgastraum eingestellt.

Die Temperaturklappen werden von
- einem Stellmotor für linke Seite Fahrgastraum
- einem Stellmotor für rechte Seite Fahrgastraum

betätigt.

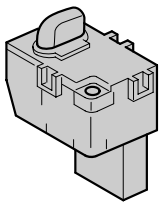
Temperaturregelung

Systemübersicht einer elektronisch geregelten Klimaanlage

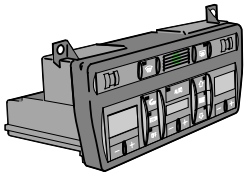
(mit einer luftseitig getrennten Temperaturregelung für die linke und rechte Seite des Fahrgastraumes, Beispiel Audi A6)

Sensoren

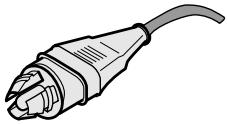
Fotosensor
für Sonneneinstrahlung G107



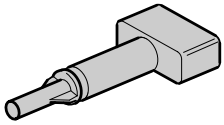
Temperaturfühler
Schalttafel G56
mit Gebläse für
Temperaturfühler V42



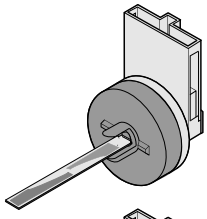
Temperaturfühler
Außentemperatur G17



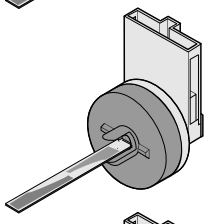
Temperaturfühler
Frischluftansaugkanal G89



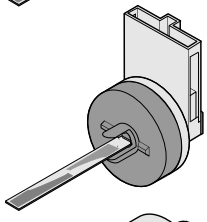
Geber für Ausströmtemperatur
rechts G151



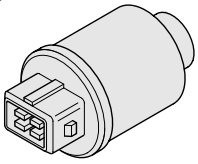
Geber für Ausströmtemperatur
links G150



Geber für Ausströmtemperatur
Fußraum G192



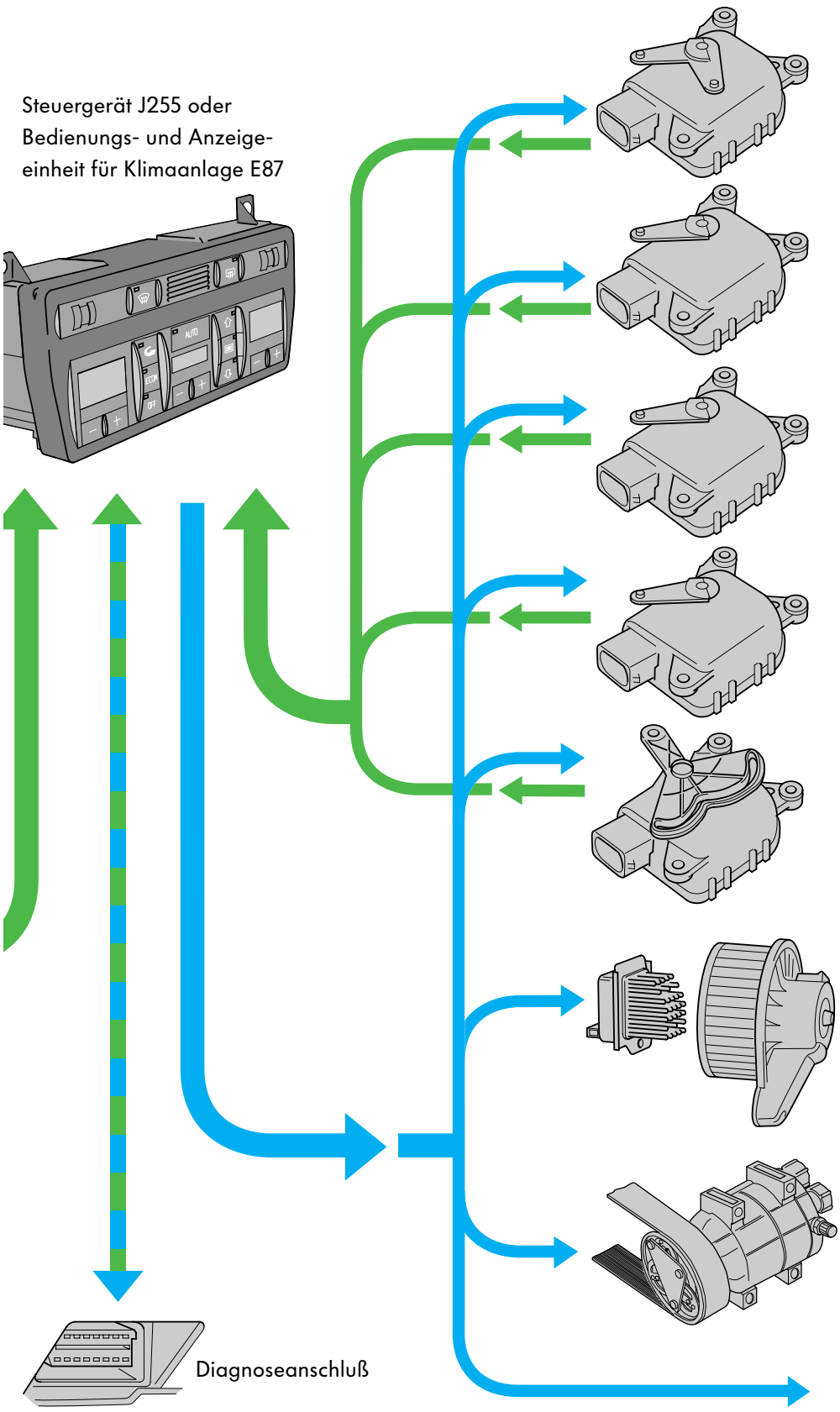
Druckschalter für Klimaanlage F129



Zusatzsignale

Die Temperatur kann für die linke und rechte Seite unterschiedlich zwischen 18 °C und 29 °C eingestellt werden.

Die Temperaturklappen für die Temperaturverteilung links/rechts befinden sich im Luftverteilergehäuse



Aktoren

Stellmotor für Staudruckklappen und Frischluft-/Umluftklappe V71 mit Potentiometer G113

Stellmotor für Defrostklappe V107 mit Potentiometer G135

Stellmotor für Temperaturklappe links V158 mit Potentiometer G220

Stellmotor für Temperaturklappe rechts V159 mit Potentiometer G221

Stellmotor für Zentralklappe und Fußraumklappe V70 mit Potentiometer G112

Frischluftgebläse V2 und Steuergerät für Gebläse J126

Magnetkupplung N25

Zusatzsignale

194_072

Temperaturregelung

Umluftbetrieb

Was verstehen wir unter Umluftbetrieb?

Der Klimaanlage stehen zur Luftaufbereitung zwei Luftzustände zur Verfügung, nämlich Außenluft oder Innenraumluft (Umluft).
Bei Umluftbetrieb wird die zur Innenraumkühlung verwendete Luft nicht dem Außenbereich entnommen, sondern dem Innenraum.
Es wird also nur noch die Luft im Fahrzeug umgewälzt und temperiert.

Warum Umluftbetrieb?

Im Umluftbetrieb wird der Innenraum am schnellsten gekühlt. Dies erfolgt durch die Mehrfachnutzung der Innenraumluft, die immer kühler wird. Bei der Fahrzeugaufheizung tritt der umgekehrte Effekt ein, d. h. schnellere Erwärmung.
Ein positiver Nebeneffekt:
Im Kühlbetrieb wird die erforderliche Verdampferleistung bzw. die Antriebsleistung des Kompressors bei Umluftbetrieb mehr als halbiert.

Neben der schnellen Abkühlung/Aufheizung wird der Umluftbetrieb genutzt, um Schadstoffbelastung aus der Außenluft zu umgehen (üble Gerüche, Pollenflug).

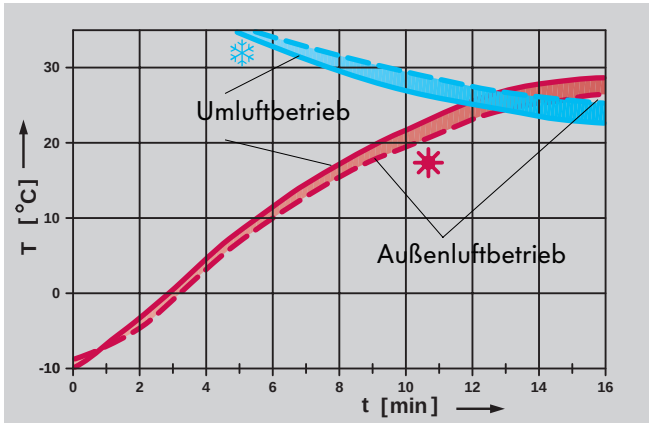
Ergeben sich Nachteile beim Umluftbetrieb?

Beim Umluftbetrieb findet kein Luftaustausch statt. Die Luft wird “verbraucht“.
Er sollte also nicht länger als notwendig, max. 15 min., genutzt werden.

Im Umluftbetrieb steigt durch die Feuchtigkeitsabgabe der Insassen die Luftfeuchtigkeit im Fahrgastraum. Sobald der Taupunkt der Innenluft höher ist als die Temperatur der Scheiben, ergibt sich unweigerlich ein Beschlagen der Scheiben.

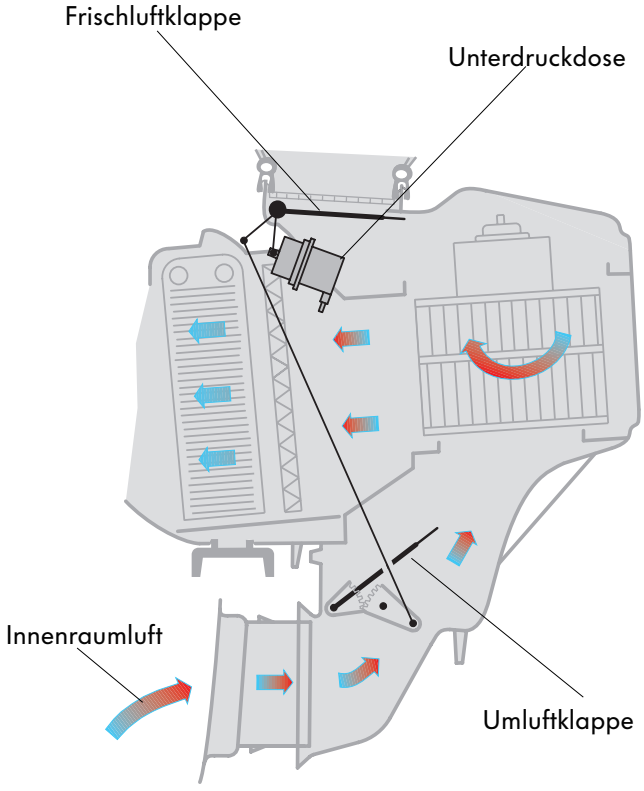


Bei Defrost-Stellung wird deshalb der Umluftbetrieb automatisch blockiert.



208_089

Mittelwerte einer Fahrzeugabkühlung/-aufheizung mit Umluft- und Außenluftbetrieb



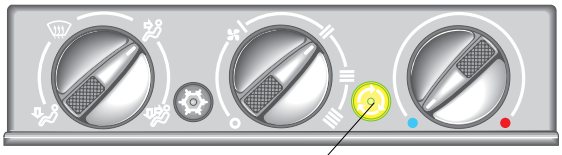
208_117

Fahrzeugklimatisierung
im Umluftbetrieb – pneumatisch betätigt

Manueller Umluftbetrieb

Bei der manuellen Klimaanlage obliegt Steuerung und Bedienung des Umluftbetriebes dem Fahrer.
Er entscheidet über wann und wielange.

Nach Betätigung der Umlufttaste erfolgt die Verstellung der Klappen pneumatisch mit Unterdruck.



208_118

Umlufttaste – manuelle Klimaanlage

Auch bei automatischen Klimaanlagen wird der Umluftbetrieb überwiegend nur manuell vom Fahrer gewählt.
Die Verstellung der Frischluft-/Umluftklappe erfolgt hier elektrisch über einen Stellmotor.

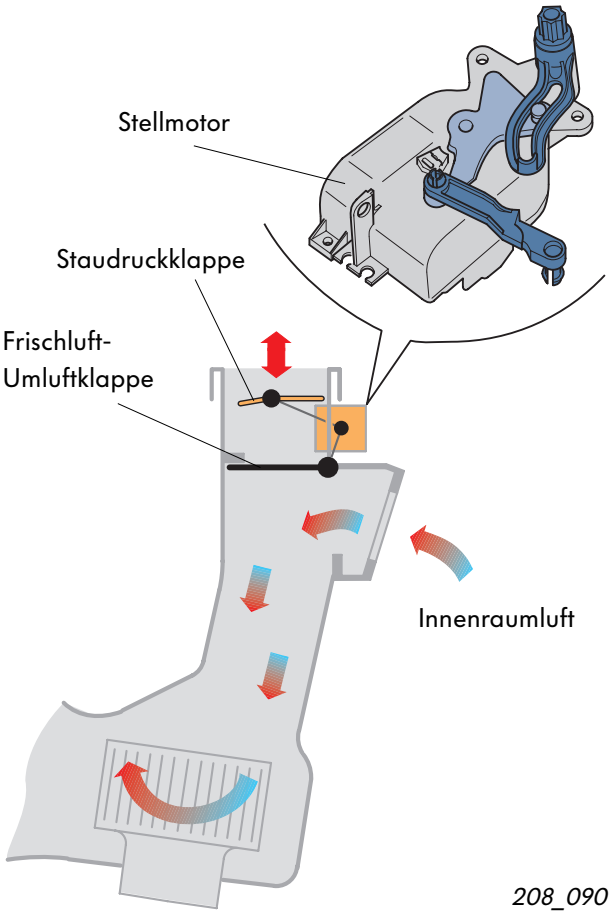


207_043

Umlufttaste – automatische Klimaanlage

Beiden Systemen gemeinsam ist
- Frischluftklappe geschlossen
  = Umluftklappe offen
- Frischluftklappe offen
  = Umluftklappe geschlossen

Mit dem Stellmotor der Umluftklappe wird mitunter gleichzeitig die Verstellung der Staudruckklappe kombiniert.



208_090

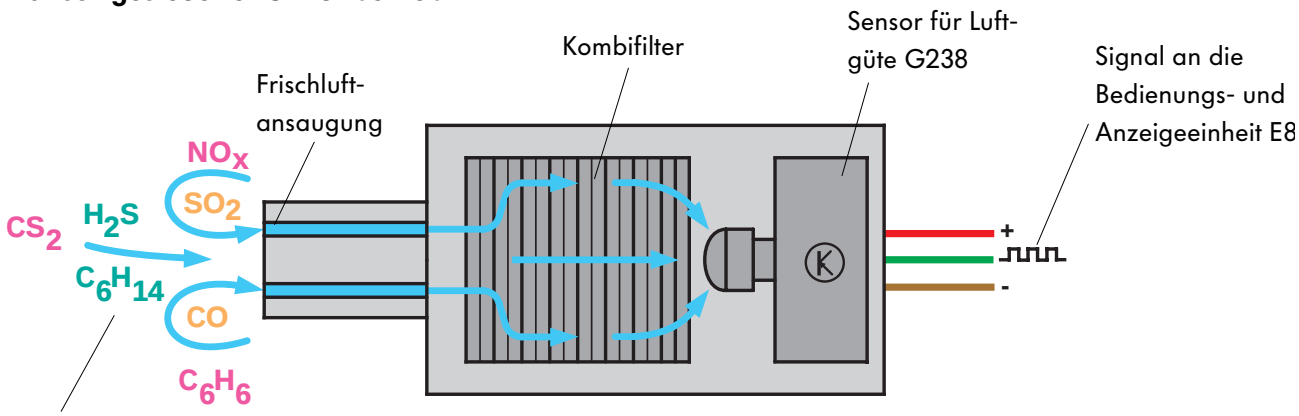
Fahrzeugklimatisierung
im Umluftbetrieb – elektrisch betätigt

Einige Ausführungen automatischer Klimaanlagen steuern den Umluftbetrieb bereits auch schon automatisch.
Sobald Schadstoffe in der Außenluft auftreten, wird die Frischluftzufuhr gesperrt.

Diese Anlagen besitzen zusätzliche Systemkomponenten.

Temperaturregelung

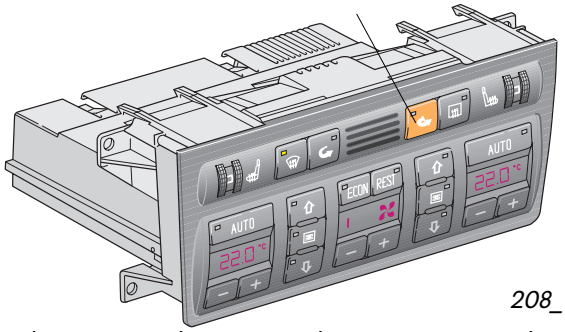
Automatisch gesteuerter Umluftbetrieb



208_105

In Anlagen mit manuell bedientem Umluftbetrieb erfolgt die Umstellung logischerweise erst dann vom Fahrer, wenn die Geruchsbelästigung auftritt, d. h. wenn bereits "dicke Luft" den Innenraum füllt.
In Anlagen mit automatischem Umluftbetrieb wird bereits beim Erkennen von Schadstoffen in der Luft (durch einen Sensor) die Fahrzeugbelüftung geschlossen, also noch vor Eintreten der Geruchsbelästigung.
Die Funktion automatische Umluft ist manuell ein- bzw. ausschaltbar.

Taster zum manuellen An- bzw. Abschalten der Funktion



208_108

Bedienungs- und Anzeigeeinheit mit automatisch gesteuertem Umluftbetrieb

Die Systemkomponenten

- Sensor für Luftgüte G238
  Ein elektronisches Bauteil, das im Bereich der Frischluftansaugung vor dem Kombifilter angebracht ist.
- Kombifilter
  Der Kombifilter tritt an Stelle des Staub- und Pollenfilters. Er besteht aus einem Partikelfilter, in dem Aktivkohle eingelagert ist.

Das Arbeitsprinzip

Ein Gas-Sensor erkennt Schadstoffe in der Außenluft. Bei hoher Schadstoffkonzentration wird sein Signal im Steuergerät der Klimaanlage umgesetzt, von Außenluft auf Umluft geschaltet.

Sinkt die Schadstoffkonzentration, wird dem Innenraum wieder Außenluft zugeführt.

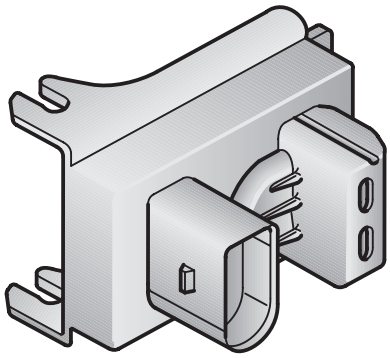
Welche Schadstoffe werden erkannt?

In den Abgasen des Benzinmotors vorwiegend:
CO - Kohlenmonoxyd
C_6H_{14} - Hexan
C_6H_6 - Benzol
C_7H_{16} - n-Heptan

In Dieselabgasen:
NO_X - Stickoxyde
SO_2 - Schwefeldioxyd
H_2S - Schwefelwasserstoff
CS_2 - Schwefelkohlenstoff

Der Sensor für Luftgüte G238

Im Prinzip arbeitet der Sensor wie eine Lambdasonde.
Das Meßelement ist ein Mischoxidsensor in Halbleitertechnik (Zinndioxid - SnO_2).
Die Empfindlichkeit wird durch katalytische Zusätze aus Platin und Palladium erhöht.
Der Sensor arbeitet mit einer Betriebstemperatur von ca. 350 °C. Die Leistungsaufnahme von 0,5 Watt ist sehr gering.



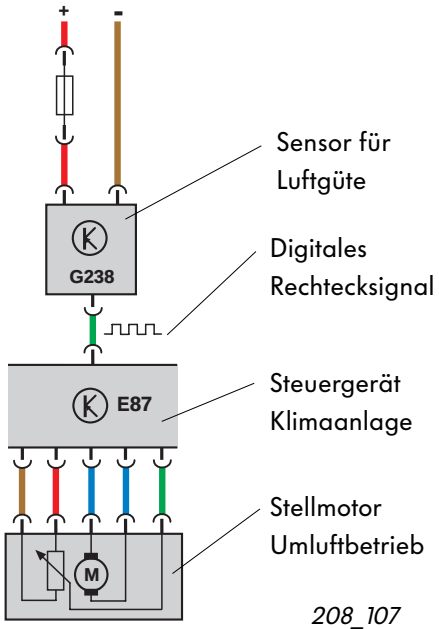
208_106

Sensor für Luftgüte G238

Die Auswerteelektronik im Sensor

Die im Sensormodul integrierte Auswerteelektronik reagiert auf Leitfähigkeitsänderungen des Sensors.
Es werden hohe Empfindlichkeiten erreicht.

Das System ist selbstlernend.
Die Elektronik ermittelt den jeweils vorhandenen mittleren Schadstoffgehalt der Außenluft und sendet Informationen über Art und Menge der Stoffe anhand eines digitalen Rechtecksignals an das Steuergerät der Klimaanlage.



208_107

Das Steuergerät schließt nun in Abhängigkeit von Außentemperatur und Stärke der Luftverunreinigung bei auftretenden Schadstoffspitzen die Umluftklappe.

Dadurch wird gesichert, daß in territorial stark belasteten Gebieten nicht ständig in Umluft geschaltet ist.

Unabhängig von der elektronischen Auswertung schalten einige Systeme auf Umluft beim Betätigen der Wasch-Wisch-Anlage.

Außentemperatur	Luftbelastung	Umluft
> +2 °C	geringer Anstieg	ja mind. 25 sec.
> +2 °C	gering	nein
+2 °C ... –5 °C	stärkerer Anstieg	ja
< –5 °C	stärkerer Anstieg	maximal 15 sec.
ECON-Betrieb Kompressor aus		maximal 15 sec.
Defrost-Betrieb		nein
Aufwärmphase des Sensors ca. 30 sec.		nein

Service

Der Sensor für Luftgüte unterliegt keinem Verschleiß.
Der Kombifilter ist nach Service-Intervallen auszutauschen.

Sicherheitsmaßnahmen bei Arbeiten an Fahrzeugen mit Klimaanlage und beim Umgang mit Kältemittel R134a

Arbeiten an Fahrzeugen mit Klimaanlage und im Umgang mit Kältemittel erfordern bestimmte Verhaltens- und Sicherheitsmaßnahmen, damit durch entweichendes Kältemittel niemand gefährdet wird.

Ebenso könnte durch unsachgemäßes Arbeiten ein Schaden an der Klimaanlage selbst entstehen, was im Interesse einer fachgerechten Kundenbetreuung unbedingt vermieden werden muß.



Schutzhandschuhe tragen



Augenschutz tragen



Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten

208_085



Wichtig!

Allgemeine Arbeiten am Fahrzeug sind so vorzubereiten und durchzuführen, daß der Kältemittelkreislauf des Fahrzeuges nicht geöffnet wird (z. B. Kühlerausbau, Motorenausbau).
Der unmittelbare Kontakt mit Kältemittel ist auf jeden Fall zu vermeiden, damit keine Erfrierungen auf der Haut entstehen.
Freiwerdendes Kältemittel ist –26 °C kalt.
Ist es bei Reparaturen am Fahrzeug notwendig, den Kältemittelkreislauf zu öffnen, so ist das Fahrzeug einer Service-Stützpunktwerkstatt für Klimaanlagen zum Entleeren des Kältemittelkreislaufes durch Sachkundige zu übergeben!

Nur diese verfügen über geeignete Einrichtungen, um das Kältemittel fachgerecht abzusaugen. Mit diesen wird das Kältemittel außerdem umweltgerecht aufbereitet und kann wieder verwendet werden.

Wie sind die Verhaltensanforderungen, wenn Kältemittel doch unkontrolliert aus dem Kältemittelkreislauf austritt und Körperteile berührt?

Ist flüssiges Kältemittel in die Augen gekommen, Augen mit Wasser 15 Minuten lang gründlich spülen.
Anschließend Augentropfen einträufeln und Arzt aufsuchen, selbst wenn die Augen nicht schmerzen.
Arzt informieren, daß Kältemittel die Ursache war.

Bei Hautkontakten benetzte Kleidung sofort entfernen und Hautstellen mit viel Wasser abspülen.

An Teilen der gefüllten Klimaanlage darf weder geschweißt noch hart- oder weichgelötet werden.

Das gilt auch für Schweiß- und Lötarbeiten am Fahrzeug, wenn die Gefahr besteht, daß sich Teile der Klimaanlage erwärmen.
Bei einer Reparaturlackierung dürfen im Trockenofen oder in seiner Vorwärmzone Objekttemperaturen nur bis maximal 80 °C auftreten.

Warum darf das nicht sein?

Durch Erwärmung entsteht ein starker Überdruck in der Anlage, der zum Öffnen des Überdruckabblasventiles führen kann. Während des elektrischen Schweißens werden unsichtbare ultraviolette Strahlen frei, die Kältemittelschläuche durchdringen und das Kältemittel zersetzen.

Wie sind die Verhaltensanforderungen?

Beschädigte oder undichte Teile der Klimaanlage dürfen nicht durch Schweißen oder Löten instandgesetzt werden, sie sind grundsätzlich zu erneuern. Vorher Kältemittel aus dem Kältemittelkreislauf mit der Service-Station absaugen.

Am Kältemittelkreislauf darf nur in gut belüfteten Räumen gearbeitet werden.
Kältemittel darf nicht in Schächten oder an Kellerfenstern gelagert werden.

Warum darf das nicht sein?

Kältemittelgas ist farb- und geruchlos. Außerdem ist es schwerer als Luft, verdrängt somit Sauerstoff und kann in tiefere Räume abfließen. Sollte trotz Beachtung aller Sicherheitsmaßnahmen Kältemittel austreten, besteht eine vorher nicht wahrnehmbare Erstickungsgefahr in schlecht belüftbaren Räumen bzw. Montagegruben.



208_119

Obwohl Kältemittel nicht feuergefährlich ist, darf in einem mit Kältemittel durchsetzten Raum nicht geraucht, geschweißt oder hart- bzw. weichgelötet werden.

Warum?

Durch die hohe Temperatur einer offenen Flamme oder durch heiße Körper wird Kältemittelgas chemisch gespalten. Das Inhalieren der dabei entstehenden giftigen Spaltprodukte führt zu Reizhusten und Übelkeit.

Wie sind die Verhaltensanforderungen?

Bei Einatmen von Kältemitteldämpfen in höherer Konzentration den Betroffenen sofort an frische Luft bringen.
Arzt anfordern.
Bei Atemstörung Sauerstoffgabe.
Sollte der Betroffene nur noch eingeschränkt oder nicht mehr atmen, Kopf in den Nacken beugen und Atemspende erteilen.

Warum Service-Stützpunkt-werkstätten für Klimaanlagen und gesonderte Geräte-Technik?

Der Kältemittelkreislauf ist ein in sich geschlossenes System.
Zur einwandfreien Funktion

- muß das Kältemittel sauber sein
- darf sich keine Feuchtigkeit am Kältemittel anlagern
- muß das Leitungssystem vor dem Befüllen luftleer – evakuiert – und trocken sein
- dürfen nur kältemittelölbeständige Originalersatzteile verwendet werden.

Zur Vermeidung von Umweltschäden und Körperschäden

- darf das Kältemittel nicht frei verfüllt werden
- ist Kältemittel umweltgerecht zu entsorgen.

Die speziell für Klimaanlagen entwickelte Gerätetechnik erfüllt diese Forderungen. Sie ist aber kostenintensiv, deshalb nicht flächendekkend und nur in Service-Stützpunkten für Klimaanlagen vorhanden.

Über welche Gerätetechnik verfügen nun die Service-Stützpunkte für Klimaanlagen, um fach- und umweltgerecht arbeiten zu können?

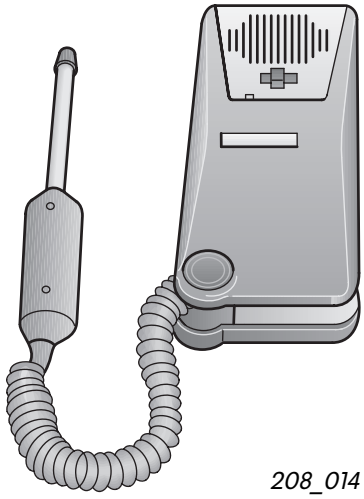
Arbeiten am Kältekreislauf erfordern

- Spezialkenntnisse zur fachgerechten Reparatur
- Kenntnisse der Sicherheitsvorschriften und zur Druckbehälterordnung
- Sachkundenachweis (länderspezifisch).

Diese besitzen die Sachkundigen in den Service-Stützpunktwerkstätten für Klimaanlagen.

Für Kontrollarbeiten am Fahrzeug – das Lecksuchgerät

Ursache einer ungenügenden Kühlleistung kann Kühlmittelverlust infolge undichter Leitungen sein.
Kleine Undichtigkeiten (äußere Beschädigungen) können wegen der geringen Menge von ausströmendem Kältemittel nur durch geeignete Lecksucher nachgewiesen werden. Undichtigkeiten mit weniger als 5 Gramm Kältemittelverlust pro Jahr können erkannt werden.



208_014

Zum Prüfen, Absaugen, Evakuieren, Befüllen – die Service-Recycling-Station

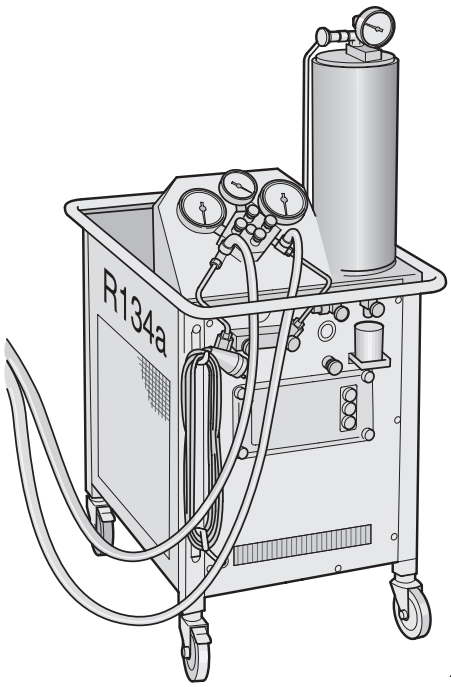
Mit dieser Station können alle Anforderungen erfüllt werden, die kältetechnisch an die Wartung, Prüfung und Inbetriebnahme einer Fahrzeugklimaanlage gestellt werden.

Es sind Stationen verschiedener Gerätehersteller im Angebot.
Eine Station beinhaltet verschiedene Einzelgeräte:
Füllzylinder, Manometerbatterie, Vakuumpumpe, Absperrventile, Füllschläuche.
Schnellkupplungsadapter für die Serviceanschlüsse im Hoch- und Niederdruckbereich des Kältemittelkreislaufes ergänzen sie.

Mit den Stationen erfolgt das Entleeren, Evakuieren und Befüllen der Fahrzeugklimaanlage.
Das abgesaugte Kältemittel wird in der Station recycelt (getrocknet und von Schwebstoffen befreit) und nach der Reparatur wieder befüllt.



Durch die vom Gesetzgeber erlassene FCKW-Halogen-Verbotsordnung sind Arbeiten an Klimaanlagen ohne Recyclingstation nicht zulässig.
Sie darf nur von sachkundigem Personal bedient werden.

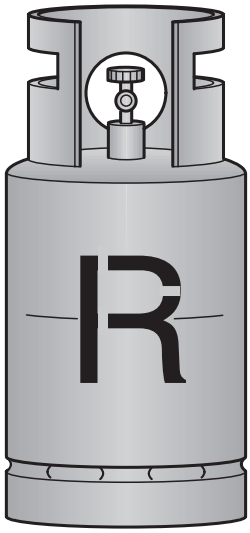


208_113

Zum Entsorgen von Kältemittel – die Recyclingflasche

Übermäßig verschmutztes Kältemittel, z. B. durch innere mechanische Schäden am Kompressor, soll nicht gereinigt werden. Mit einer separaten Absaugstation mit Recyclingflasche, die bei der Anlieferung evakuiert ist, wird das Kältemittel abgesaugt und dann der Entsorgung zugeführt.

Recyclingflaschen dürfen nur zu 75 % der angegebenen Füllgewichte befüllt werden (Ausdehnung des Kältemittels unter Wärmeeinwirkung muß möglich sein). Deshalb müssen sie während des Befüllens mit einer geeichten Waage gewogen werden (Druckgasbehälterordnung beachten!).



208_086

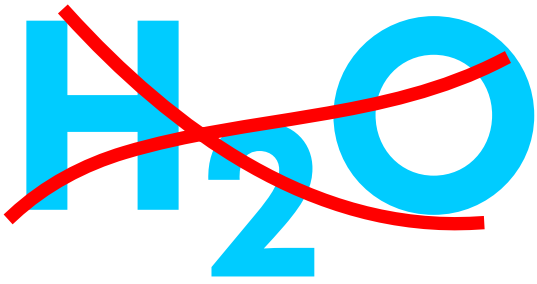
Allgemeine Hinweise zu Funktionseinflüssen an einer Klimaanlage



Die Kühlleistung der Klimaanlage kann sich durch mechanische Fehler (z. B. Kompressorschaden), aber auch durch chemische oder physikalische Ursachen vermindern.

Insbesondere das Kältemittel kann durch seine Eigenschaften Einfluß auf die Funktion nehmen. Deshalb ist die Kenntnis allgemeiner Zusammenhänge auch im täglichen Servicedienst wichtig und nicht nur für den Sachkundigen in der Service-Station für Klimaanlagen.

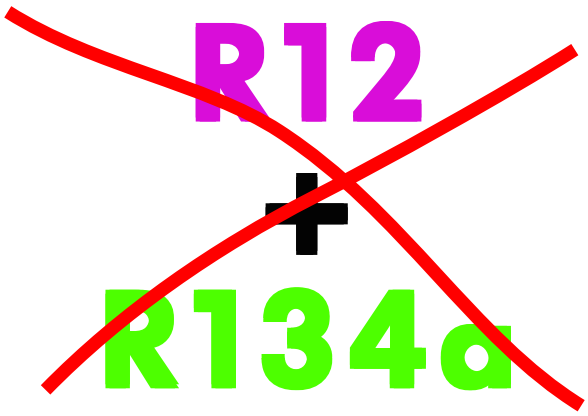
Kältemittel und Feuchtigkeit



Im flüssigen Kältemittel ist Wasser nur in ganz geringen Mengen löslich. Kältemitteldampf und Wasserdampf vermischen sich jedoch in jedem Verhältnis.

Wenn der Trockner im Flüssigkeits- bzw. Auffangbehälter schon 6 - 12 Gramm Wasser aufgenommen hat – je nach Ausführung, also eine relativ kleine Menge – ist seine Funktion nicht mehr gewährleistet. Eventuell noch vorhandenes Wasser wird als Tröpfchen im Kältemittelkreislauf mitgerissen. Dieses Wasser gelangt bis zur Düse des Expansionsventils bzw. bis zur Drossel und wird zu Eis.
Dadurch verringert sich die Kühlleistung.

Wasser zerstört die Klimaanlage, weil unter hohen Drücken und Temperaturen in Verbindung mit anderen Verunreinigungen Säuren entstehen.

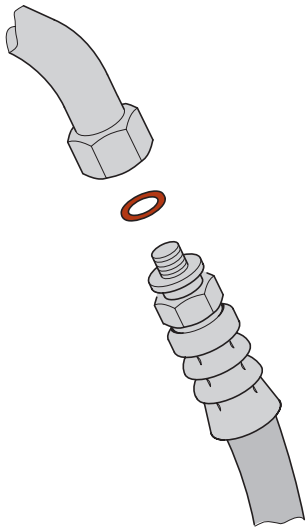


Kältemittel und Kältemittel

Kältemittel dürfen nicht untereinander gemischt werden (chemische und physikalische Eigenschaften unterschiedlich, unterschiedliche Öle). Es darf nur das für die jeweilige Klimaanlage verwendet werden.
Klimaanlagen, die nach der Halogenverbotsordnung nicht mehr mit R12 versorgt werden können, sind nach speziellen Richtlinien umzurüsten.

Kältemittel und Kunststoffe

Bei bestimmten Kunststoffen wirkt Kältemittel wie ein Lösemittel. Diese gelösten Kunststoffe können beim Abkühlen im Expansionsventil oder an der Drossel ausgeschieden werden.
Das Ventil verstopft.
Deshalb nur Originalersatzteile an Dichtungen und Verschlüssen verwenden.



208_120

Nur Originalersatzteile verwenden!

Kältemittel und Metalle

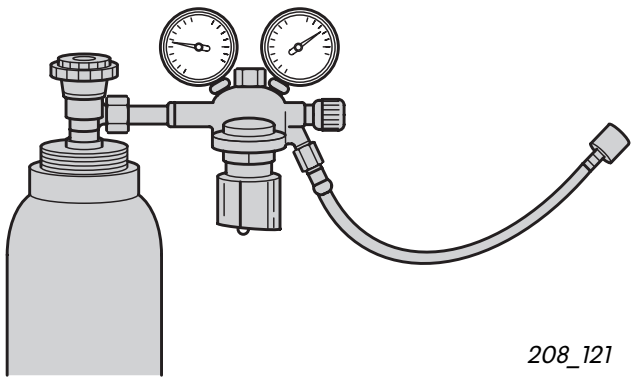
Kältemittel R134a ist in reinem Zustand chemisch stabil. Eisen und Aluminium werden nicht angegriffen. Verunreinigungen des Kältemittels, z. B. mit Chlorverbindungen, führen aber dazu, daß bestimmte Metalle und Kunststoffe angegriffen werden. Dies kann zu Verstopfungen, Undichtigkeiten oder zu Ablagerungen am Kolben des Kompressors führen. Deshalb nur Originalersatzteile verwenden, die R134a tauglich sind.

Aus diesem Grunde ist die Umrüstung von Klimaanlagen mit Kältemittel R12 auf R134a einschließlich Kältemittelöl nur nach besonderen Richtlinien des Herstellers möglich (Retrofit-Verfahren).

Umrüstung von Kältemittel R12 auf R134a

Kältemittelkreislauf und Verunreinigungen

Ein Kältemittelkreislauf mit Kältemittel R134a kann gereinigt werden:
Um Verunreinigungen, Feuchtigkeit oder gealtertes Kältemittel zu entfernen, wird mit getrockneter Druckluft gereinigt und anschließend mit Stickstoff entfeuchtet.



208_121

Erforderlich ist dies z. B., wenn
- der Kältemittelkreislauf über die normale Montagezeit geöffnet war (z. B. nach einem Unfall),
- Unklarheit über die Kältemittelölmenge im Kreislauf besteht,
- der Kompressor wegen eines inneren Schadens gewechselt werden muß.

Das aus den Bauteilen austretende Gasgemisch ist unbedingt über die Werkstatt-Absaugung abzusaugen.

Fehlerdiagnose durch Druckprüfung

Für Servicearbeiten befinden sich im Niederdruck- und Hochdruckbereich Anschlüsse für die Service-Recycling-Station

- zum Befüllen
- zum Entleeren
- zum Evakuieren und
- zur Druckprüfung.

Zur Druckprüfung wird die Manometerbatterie der Station angeschlossen. Die Druckprüfung erfolgt bei eingeschalteter Klimaanlage.



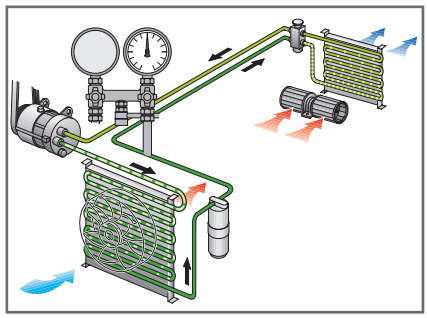
Eine Druckprüfung ist ein Eingriff in den Kältemittelkreislauf über die Service-Anschlüsse.
Rest-Kältemittel ist dann immer in den Schläuchen der Manometerbatterie enthalten.
Deshalb werden Druckprüfungen nur in den Service-Stützpunktwerkstätten für Klimaanlagen durch die Sachkundigen vorgenommen.

Einfluß auf den Druck im Kältemittelkreislauf hat immer die Umgebungstemperatur bei stehendem Motor.

Anhand der Prüfwerte der Hochdruckseite und der Niederdruckseite wird bei laufendem Motor erkannt, ob eine Klimaanlage einwandfrei arbeitet.

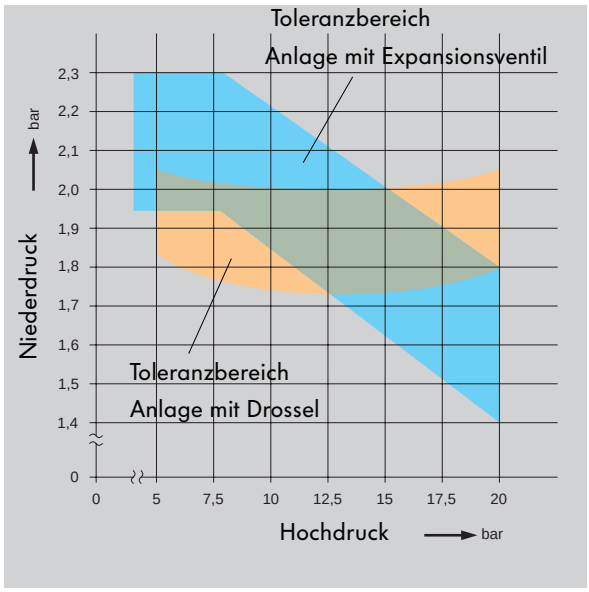
Die Meßwerte müssen mit den Prüfwerten des fahrzeugspezifischen Kältemittelkreislaufes nach Reparaturleitfaden verglichen werden, da sie zwischen den verschiedenen Fahrzeugtypen stark unterschiedlich sind.

Die Druckdiagramme zeigen die Toleranzbereiche für Anlagen mit Expansionsventil und für Anlagen mit Drossel.

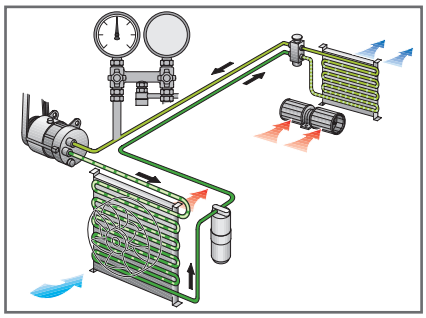


208_010

Serviceanschluß Hochdruck



208_104



208_011

Serviceanschluß Niederdruck

Fehlerdiagnose durch Eigendiagnose

Nicht alle Klimaanlagen sind eigendiagnosefähig.

Bei manuellen Klimaanlagen kommt eine Eigendiagnose kaum zum Einsatz (keine oder geringe Anzahl von Sensoren/Aktoren/Steuergeräten).

Verschiedentlich wird bei diesen aber die Schaltung für den Kompressor und die Sensoren der Sicherheitsabschaltung über die Eigendiagnose erfaßt.

Automatische Klimaanlagen mit Steuergeräten sind überwiegend eigendiagnosefähig.

Das Adresswort für die Eigendiagnose:

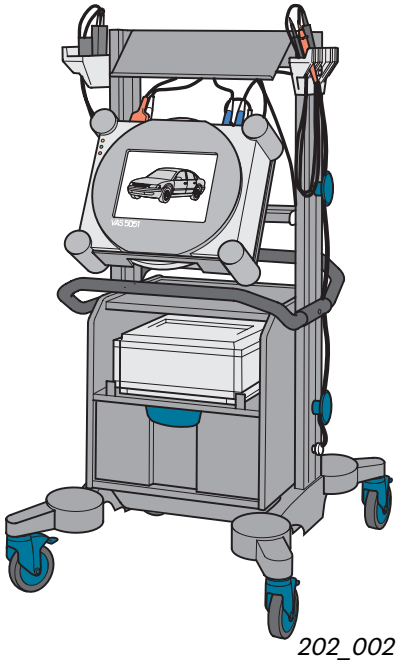
08 - Klima-/Heizungselektronic

Die Eigendiagnose kann mit
dem Fahrzeugdiagnose-, Meß- und Informationssystem VAS 5051,
dem Fahrzeugsystemtester V.A.G 1552 oder mit dem Fehlerauslesegerät V.A.G 1551 ausgeführt werden.

Fehler, die den Betrieb einer automatischen Klimaanlage nachhaltig beeinflussen, werden im Steuergerät der Klimaanlage gespeichert.
Über das Display der Anzeigeeinheit werden solche Fehler beim Einschalten der Zündung bei einigen Systemen, z. B. CLIMATRONIC, durch Blinken aller Symbole für einige Sekunden angezeigt.



Die Möglichkeiten und genaue Vorgehensweise zur Eigendiagnose sind immer aus dem Reparaturleitfaden Heizungs- und Klimaanlage des jeweiligen Fahrzeugtyps ersichtlich.
Die Eigendiagnose kann durch jede Werkstatt vorgenommen werden, da der Kältemittelkreislauf davon nicht berührt (geöffnet) wird.



202_002



208_122

Information

Wichtige Begriffe der Kühltechnik

Die Kühltechnik nutzt zur Klimatisierung des Fahrzeuginnenraumes physikalische Naturgesetze. Ein chemisches Medium, das Kältemittel, wird für den Wärmetausch eingesetzt.

Zusammenhänge der Kühltechnik werden verständlicher, wenn wir uns wichtige Begriffe vergegenwärtigen:

Wärme → eine Energieform
- – meßbar durch die Temperatur in Grad
- – durch Wärmemenge in Joule (Kalorien) kann gespeichert werden, oder

kann Zustände ändern
- = etwas erwärmen (Wärmeaufnahme)

oder
- = etwas abkühlen (Wärme abgeben)
- = breitet sich immer in Richtung tieferer Temperaturen aus.

Kälte → ist eigentlich nur ein niedriger Grad von Wärme. Temperaturen, die unter dem Gefrierpunkt des Wassers liegen, werden allgemein als Kälte bezeichnet.

Kritischer Punkt → oberhalb desselben gibt es keine trennende Oberfläche zwischen Flüssigkeit und Dampf. Ein Stoff ist oberhalb seines k. P. stets dampfförmig. Wird ein Gas über den k. P. erwärmt, ist Verflüssigung nicht mehr möglich.

Siedepunkt → die Temperatur, bei der ein Stoff vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht. Der Siedepunkt ist druckabhängig, mit steigendem Druck steigt der Siedepunkt.

Taupunkt → die Temperatur, bei welcher infolge Abkühlung eines Gases mit einem Gehalt an Wasserdampf der Sättigungspunkt erreicht wird. Bei weiterer Abkühlung schlägt sich ein Teil des Dampfgehaltes als “Kondensat“ an den Kühlflächen nieder.

Kondensation → der umgekehrte Vorgang der stofflichen Zustandsänderung von gasförmig in flüssig.

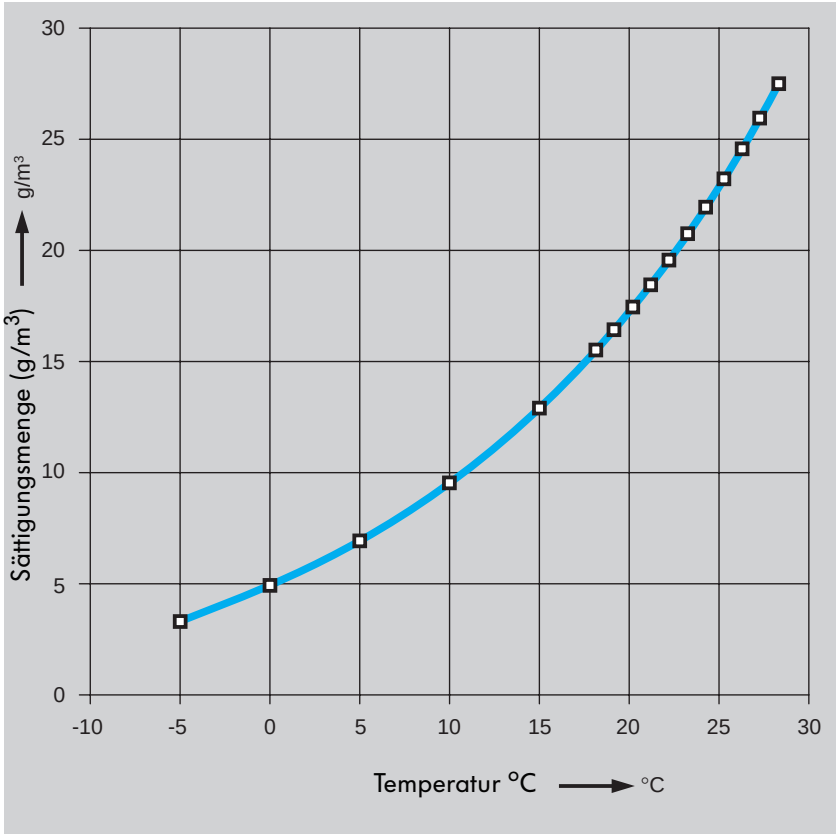
Kältemittel → das chemische Medium, mit dem die Prozesse des Wärmetausches durchgeführt werden. In Abhängigkeit von den Druck- und Temperaturverhältnissen liegt es in der Klimaanlage in gasförmigem oder flüssigem Zustand vor. Bei Entspannung kühlt es sich ab.

Abkühlung durch Entspannung → wenn sich ein unter Druck stehendes Gas plötzlich über ein Ventil ausdehnt – “entspannen“ – kann, kühlt es sich dabei ab. Z. B. Ablassen des Reifenfülldruckes. Die unter Druck ausströmende Luft ist am Ventil kühl.

Wasserdampfgehalt der Luft

Sättigungsmenge Wasserdampf in Luft bei 100 % relativer Luftfeuchte und normalem Luftdruck

Temperatur °C	Menge (g/m^3)
-5	3,25
0	4,85
5	6,80
10	9,41
15	12,84
18	15,39
19	16,32
20	17,32
21	18,35
22	19,44
23	20,61
24	21,81
25	23,07
26	24,41
27	25,79
28	27,26



208_103

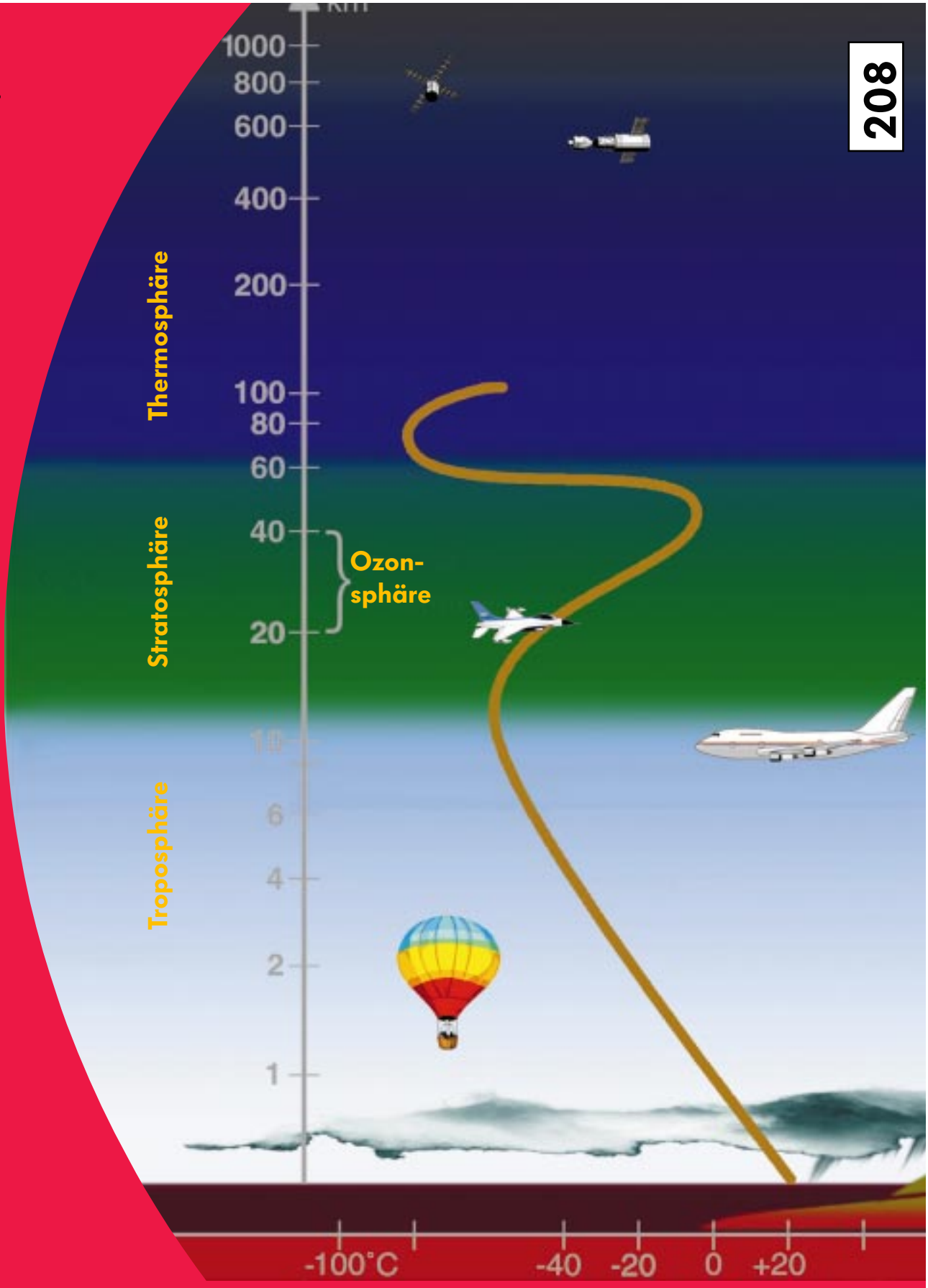
Absolute Luftfeuchtigkeit → (g/m^3) ist die Menge des in 1 m^3 Luft enthaltenen Wasser.

Relative Luftfeuchtigkeit → in %, ist das Verhältnis der Wasserdampfmenge in der Luft zur maximal möglichen.

Zur Tabelle → Die Tabelle zeigt, wieviel g Wasser je m^3 die Luft bei verschiedenen Temperaturen gerade noch halten kann. Es wird die 100 %ige Sättigung angezeigt. Je höher die Temperatur, umso größer die Menge.
Eine Faustformel sagt: Für Temperaturen von 10 bis 30 °C beträgt sie in g/m^3 annähernd soviel wie die Temperatur in °C.

Service.

208



Nur für den internen Gebrauch © VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten
740.2810.27.00 Technischer Stand 12/98

Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt.