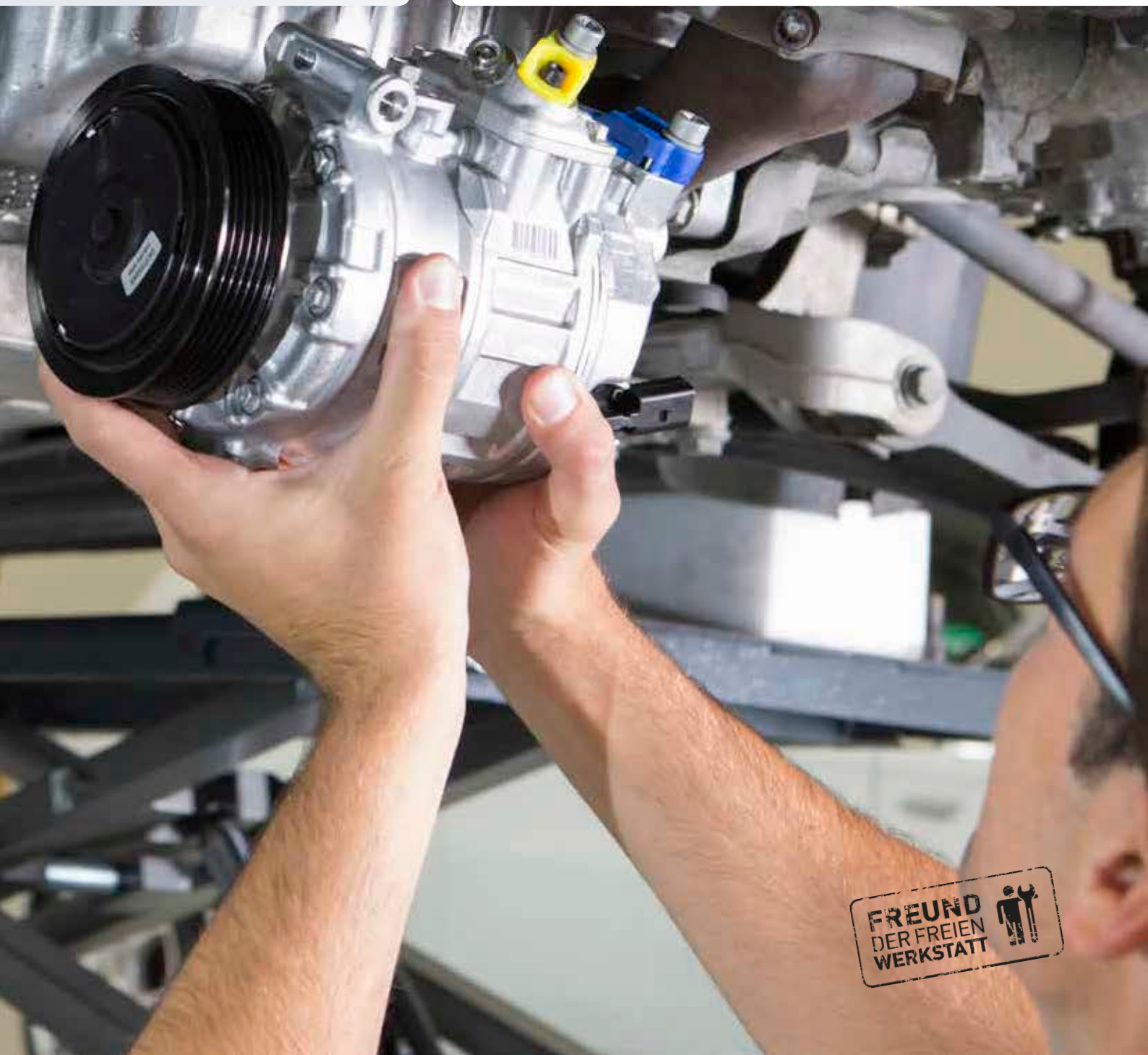


FAHRZEUGKLIMATISIERUNG
KOMPAKTES WISSEN
FÜR DIE WERKSTATT





Was ist Thermo Management?

Thermo Management bedeutet optimale Motortemperatur in allen Betriebszuständen sowie Heizen und Kühlen des Fahrzeuginnenraumes. Ein modernes Thermo Management System besteht demzufolge aus Bauteilen der Motorkühlung und der Klimaanlage.

Komponenten dieser beiden Baugruppen, die sich gegenseitig beeinflussen, bilden oftmals eine Einheit. In diesem Booklet stellen wir Ihnen moderne Klimasysteme mit ihrem technischen Hintergrund vor. In diesem Zusammenhang gehen wir auch auf Funktionsweise, Ausfallursachen, Besonderheiten und Diagnosemöglichkeiten ein.

INHALT

	Seite		Seite
GRUNDLAGEN DER KLIMATISIERUNG		TECHNIK-TIPPS	
Klima-Check und Klima-Service	04	Kältemittel R12, R134a, R1234yf	47
Klima- und Kühlungseinheit	05	Innenraum-Temperatursensoren	48
Der Klimakreislauf	06	Dichtmittel	49
Komponenten des Klimasystems	07		
Reparatur und Service	14	INNOVATIVES KLIMAMANAGEMENT	
Aus- und Einbauhinweise	15	Innovatives Klima- und Innenraum-Komfortmanagement	50
Fehlerdiagnose	18	Thermo Management in Hybridfahrzeugen	54
KOMPRESSOR		KOMPRESSORÖLE UND WERKZEUGE	
Aus-/Einbau und Fehlersuche von Klima-Kompressoren	20	PAG-, PAO- und POE-Klimakompressoröl	62
Reparatur und Austausch von Klima-Kompressoren	22	Kompressoröle im Vergleich	66
Kompressorschäden	26	Vom Öltyp hin zum Kompressortyp	68
Geräuscentwicklung	28	Produktübersicht	69
Kompressoren ohne Magnetkupplung	30		
Kompressorbauarten	34		
Ölbefüllung von Kompressoren	36		
WARTUNG UND REPARATUR			
Spülen des Klimasystems	38		
Lecksuch-Techniken	44		
Reparatur von Rohrleitungen und Schläuchen	46		

KLIMA-CHECK UND KLIMA-SERVICE

Check und Service im Wechsel

Mit Klima-Check und Klima-Service verhält es sich ähnlich wie mit kleiner und großer Inspektion:

Infobox

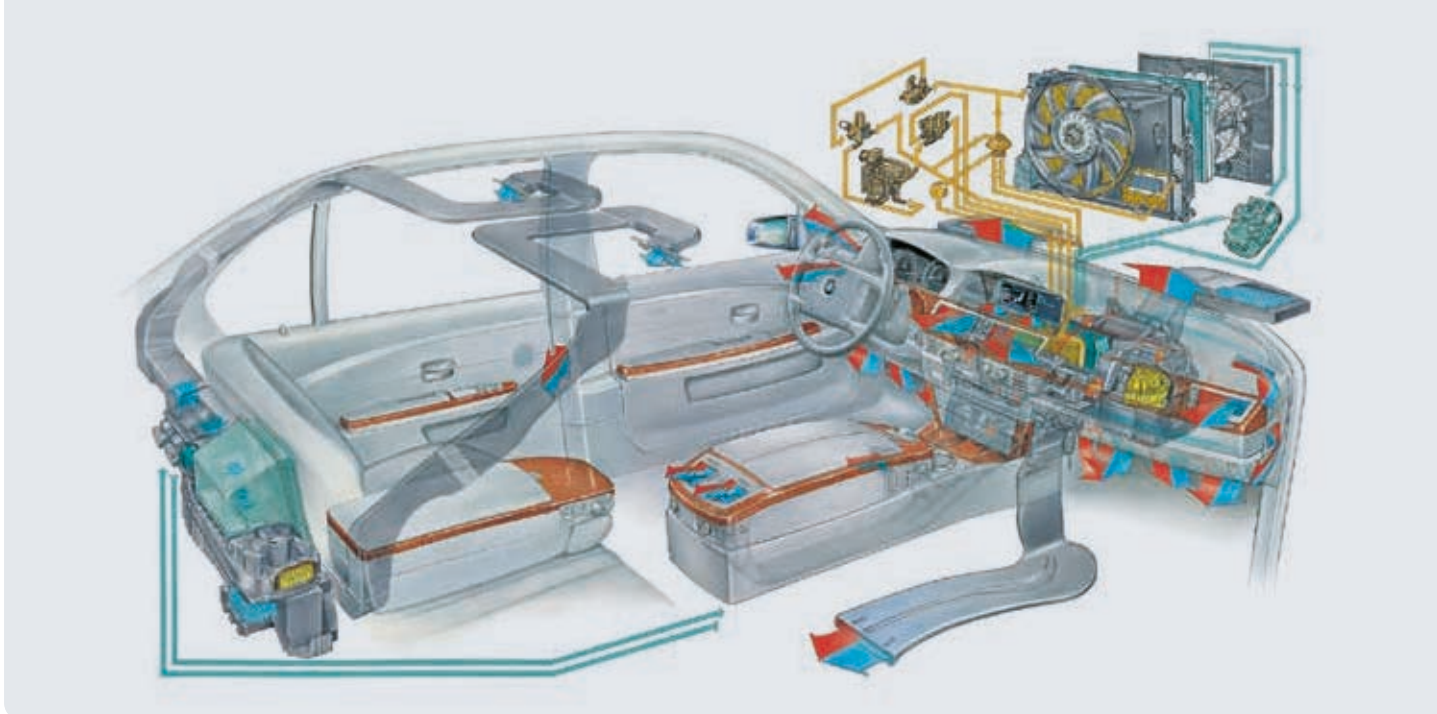
Behr Hella Service empfiehlt bei PKW: Alle 12 Monate den Klima-Check durchführen und alle 2 Jahre den Klima-Service.

Was macht man wann?

Was?	Klima-Check	
Wann?	Bei PKW alle 12 Monate	
Warum?	Der Innenraumfilter filtert Staub, Pollen und Schmutzpartikel aus der Luft, bevor sie sauber und gekühlt in den Innenraum strömt. Wie bei jedem Filter ist seine Aufnahmefähigkeit begrenzt. In jedem Klimaanlage-System befindet sich ein Verdampfer. In seinen Lamellen bildet sich Kondenswasser. Mit der Zeit nisten sich hier Bakterien, Pilze und Mikroorganismen ein. Deshalb muss der Verdampfer regelmäßig desinfiziert werden.	
Was wird gemacht?	→ Sichtprüfung aller Komponenten → Funktions- und Leistungsprüfung	→ Austausch Innenraumfilter → ggf. Desinfektion des Verdampfers

Was macht man wann?

Was?	Klima-Service	
Wann?	Bei PKW alle 2 Jahre	
Warum?	Selbst bei einer neuen Klimaanlage entweichen pro Jahr bis zu 10 % des Kältemittels. Ein normaler Vorgang, durch den aber die Kühlleistung nachlässt und Kompressorschäden drohen. Durch den Filter-Trockner wird das Kältemittel von Feuchtigkeit und Verunreinigungen befreit.	
Was wird gemacht?	→ Sichtprüfung aller Komponenten → Funktions- und Leistungsprüfung → Austausch des Filter-Trockners → ggf. Desinfektion des Verdampfers	→ Wechsel des Kältemittels → Dichtigkeitsprüfung → Austausch Innenraumfilter



KLIMA- UND KÜHLUNGSEINHEIT

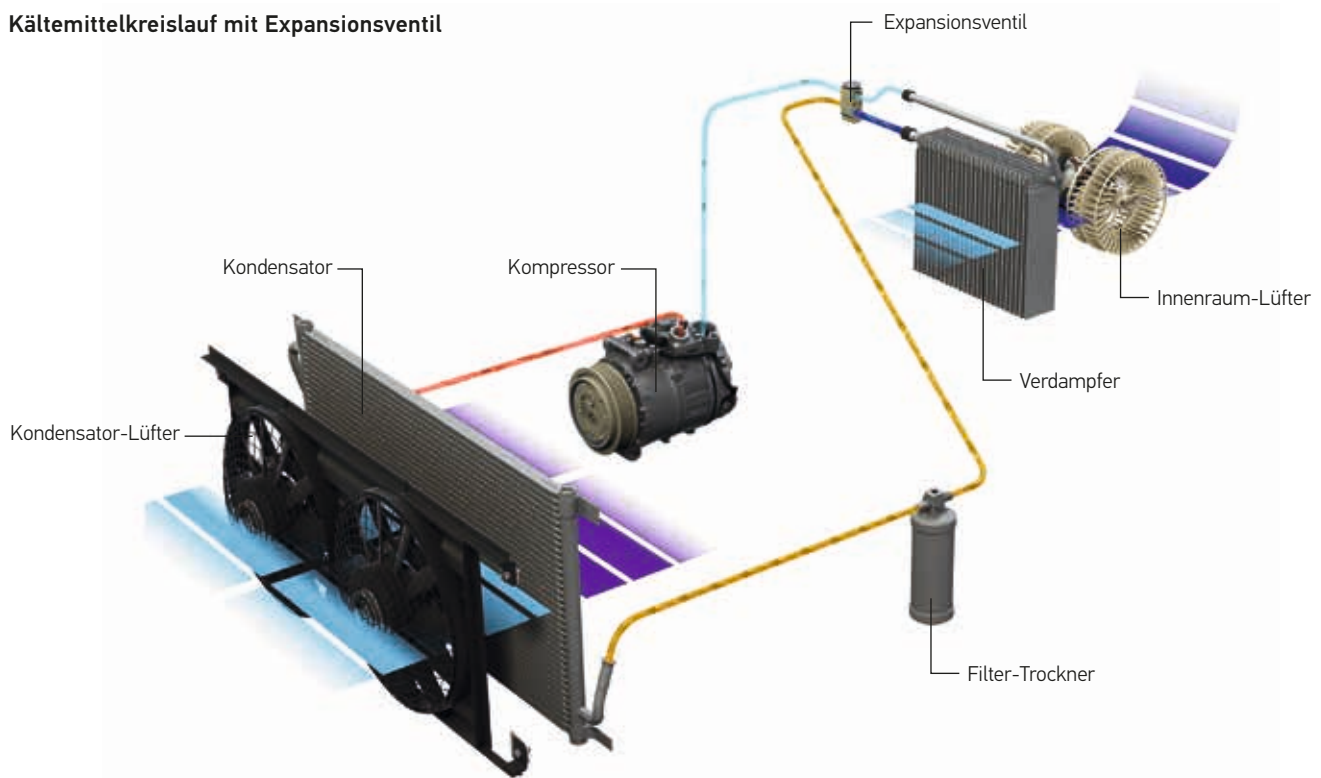
Klima und Kühlung als Einheit sehen

Obwohl die Klimaanlage und das Motor-Kühlsystem zwei getrennte Systeme sind, beeinflussen sie sich gegenseitig. Denn durch den Betrieb der Klimaanlage wird das Motor-Kühlsystem zusätzlich beansprucht und die Kühlmittel-Temperatur steigt.

Die im Kühlmittel enthaltenen Zusätze schützen nicht nur vor Frost, sondern auch vor dem Überhitzen des Motors. Die richtige Zusammensetzung des Kühlmittels hebt den Siedepunkt des Mediums auf über 120 °C. Eine enorme Leistungsreserve. Dies ist gerade im Sommer wichtig, wenn Klimaanlage und Kühlsystem durch die Umgebungstemperatur und lange Fahrten stark belastet werden. Das Kühlmittel sollte also am besten beim Klima-Service gleich mitüberprüft werden.

DER KLIMAKREISLAUF

Kältemittelkreislauf mit Expansionsventil



Funktionsweise der Klimaanlage mit Expansionsventil

Für die Steuerung des Klimas im Fahrzeug-Innenraum werden sowohl der Kältemittel- als auch der Kühlkreislauf benötigt. Eine Mischung aus kalter und warmer Luft ermöglicht die Erzeugung der gewünschten Klimakonditionen – völlig unabhängig von den äußeren Bedingungen. Dadurch wird die Klimaanlage zu einem wesentlichen Faktor für Sicherheit und Fahrkomfort.

Die einzelnen Komponenten des Kältemittelkreislaufs sind durch Schlauchleitungen und/oder Aluminiumleitungen verbunden und bilden so ein geschlossenes System. Im System zirkulieren, angetrieben vom Kompressor, das Kältemittel und das Kältemittelöl. Der Kreislauf wird in zwei Seiten aufgeteilt:

- Der Teil zwischen Kompressor und Expansionsventil wird Hochdruckseite (Gelb/Rot) genannt.
- Zwischen Expansionsventil und Kompressor sprechen wir von der Niederdruckseite (Blau).

Der Kompressor verdichtet das gasförmige Kältemittel (wodurch es sich stark erhitzt) und presst es unter Hochdruck durch den Kondensator. Hier wird dem Kältemittel jetzt Wärme entzogen – es kondensiert und ändert seinen Zustand von gasförmig in flüssig.

Der Filter-Trockner, die nächste Station, scheidet Verunreinigungen und Lufteinschlüsse vom nun flüssigen Kältemittel ab und entzieht ihm Feuchtigkeit. Dadurch werden die Effektivität des Systems sichergestellt und die Komponenten vor Beschädigung durch Verunreinigungen geschützt.



KOMPONENTEN DES KLIMASYSTEMS

Infobox

Unzureichende Schmierung, hervorgerufen durch Undichtigkeiten und damit verbundenen Kältemittel- und Ölverlust, sowie mangelnde Wartung, können zum Ausfall des Kompressors (undichter Wellendichtring, undichte Gehäusedichtung, Lagerschäden, Festsitz des Kolbens etc.) führen.

Kompressoren

Der Klimaanlagekompressor wird in der Regel über einen Keil- oder V-Rippenriemen vom Motor angetrieben. Der Kompressor verdichtet bzw. fördert das Kältemittel im System. Es gibt verschiedene Bauarten.

Das Kältemittel wird im gasförmigen Zustand bei niedriger Temperatur vom Verdampfer kommend angesaugt und verdichtet. Anschließend wird es gasförmig mit hoher Temperatur unter Hochdruck an den Kondensator weitergeleitet.

Je nach Systemgröße muss die Dimensionierung des Kompressors angepasst werden. Zur Schmierung ist der Kompressor mit speziellem Öl gefüllt. Ein Teil des Öls zirkuliert mit dem Kältemittel durch das Klimasystem.

Bitte beachten Sie, dass Kompressoren ab Seite 20 ausführlich beschrieben werden.



Infobox

Durch den speziellen Einbauort kann es auf Grund von Verschmutzungen oder Steinschlag zu umweltbedingten Ausfällen kommen. Besonders häufig sind Defekte durch Unfälle mit Frontalaufprall.

Kondensatoren

Der Kondensator wird benötigt, um das durch die Verdichtung im Kompressor erwärmte Kältemittel abzukühlen. Das heiße Kältemittelgas strömt in den Kondensator und gibt dabei über die Rohrleitung und Lamellen Wärme an die Umgebung ab. Durch die Abkühlung wird der Aggregatzustand des Kältemittels von gasförmig in flüssig geändert.

Funktionsweise

Das heiße Kältemittelgas strömt oben in den Kondensator und gibt dabei Wärme über die Rohrleitung und Lamellen an die Umgebung ab. Durch die Abkühlung verläßt das Kältemittel den Kondensator am unteren Anschluss in flüssigem Zustand.

Auswirkungen bei Ausfall

Ein defekter Kondensator kann folgende Symptome aufweisen:

- Schlechte Kühlleistung
- Ausfall der Klimaanlage
- Ständig laufender Kondensatorlüfter

Ursachen für auftretende Fehler können sein:

- Undichtigkeiten an den Anschlüssen oder durch Beschädigung
- Mangelnder Wärmeaustausch durch Verschmutzung

Fehlersuche

Prüfschritte zur Fehlerbeseitigung:

- Kondensator auf Verschmutzung prüfen
- Prüfung auf Undichtigkeiten
- Druckprüfung auf der Hoch- und Niederdruckseite



Infobox

In der Regel muss bei PKW daher der Filter-Trockner alle 2 Jahre bzw. bei jedem Öffnen des Kältemittelkreislaufs erneuert werden. Eine Überalterung des Filter-Trockners kann zu erheblichen Defekten im Klimasystem führen. Filter-Trockner können im Kondensator integriert sein. Teilweise besteht keine Möglichkeit den Filter-Trockner einzeln zu tauschen.

Filter-Trockner

Die Filterelemente der Klimaanlage nennt man entweder Filter-Trockner oder Akkumulator, je nach Anlagentyp. Der Filter-Trockner hat die Aufgabe, aus dem Kältemittel Fremdkörper zu entfernen und ihm Feuchtigkeit zu entziehen.

Funktionsweise

Das flüssige Kältemittel tritt in den Filter-Trockner ein, durchströmt ein hygroskopisches Trockenmedium und tritt in flüssiger Form aus dem Filter-Trockner wieder aus. Der obere Teil eines Filter-Trockners dient gleichzeitig als Kompensationsraum, der untere Teil als Kältemittelspeicher, um Druckschwankungen im System auszugleichen.

Der Filter-Trockner kann bauartbedingt nur eine gewisse Menge an Feuchtigkeit entziehen – dann ist das Trockenmedium gesättigt und nicht in der Lage, weitere Feuchtigkeit zu binden.

Auswirkungen bei Ausfall

Ein Ausfall des Filter-Trockner kann folgende Symptome aufweisen:

- Schlechte Kälteleistung
- Ausfall der Klimaanlage

Ursachen für den Ausfall des Filter-Trockner können sein:

- Überalterung
- Defektes Filterkissen im inneren
- Undichtigkeiten an den Anschlüssen oder durch Beschädigung

Fehlersuche

Bei der Fehlersuche sind folgende Schritte zu Berücksichtigen:

- Wartungsintervalle prüfen (bei PKW alle 2 Jahre)
- Dichtigkeitsprüfung/Korrektur Sitz der Anschlüsse/Beschädigungen
- Druckprüfung der Hoch- und Niederdruckseite



Infobox

Feuchtigkeit und Verschmutzungen im Klimasystem können die Funktionsfähigkeit von Expansions-/Drosselventilen stark beeinträchtigen und zu Funktionsstörungen führen. Daher ist eine regelmäßige Wartung wichtig!

Expansions-/Drosselventil

Das Expansionsventil ist der Trennpunkt zwischen Hoch- und Niederdruckbereich im Kältekreislauf. Es ist vor dem Verdampfer montiert. Um die optimale Kälteleistung im Verdampfer zu erreichen, wird temperaturabhängig der Kältemittelfluss durch das Expansionsventil geregelt. Dadurch wird eine vollständige Verdampfung des flüssigen Kältemittels gewährleistet, so dass nur gasförmiges Kältemittel zum Kompressor gelangt. Expansionsventile können sich in ihrer Bauart voneinander unterscheiden.

Funktionsweise

Das flüssige, vom Kondensator durch den Filter-Trockner kommende Kältemittel, durchströmt das Expansionsventil und wird in den Verdampfer eingespritzt. Durch das Verdampfen des Kältemittels wird Verdunstungskälte freigesetzt. Somit kommt es zum Absinken der Temperatur. Um eine optimale Kälteleistung im Verdampfer zu erreichen, wird temperaturabhängig der Kältemittelfluss durch das Expansionsventil geregelt. Am Ende des Verdampfers wird das Kältemittel durch das Expansionsventil zum Kompressor weitergeleitet. Steigt die Temperatur des Kältemittels am Ende des Verdampfers an, dehnt es sich im Expansionsventil aus. Dadurch wird der Kältemittelfluss (Einspritzmenge) zum Verdampfer erhöht. Sinkt die Temperatur des Kältemittels am Ende des Verdampfers, nimmt das Volumen im Expansionsventil ab. Daraufhin verringert das Expansionsventil den Kältemittelfluss zum Verdampfer.

Auswirkungen bei Ausfall

Ein defektes Expansionsventil kann sich wie folgt bemerkbar machen:

- Schlechte Kälteleistung
- Ausfall der Klimaanlage

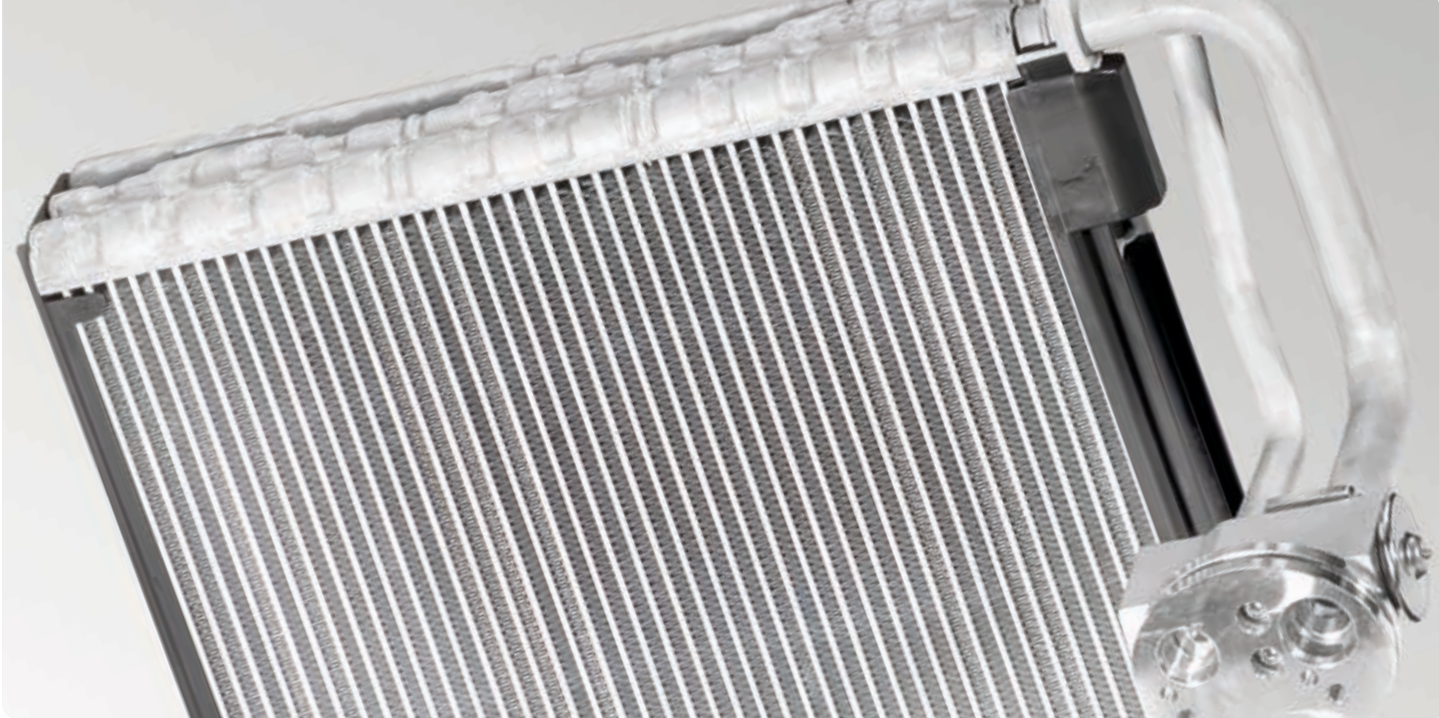
Ausfallursachen können verschiedene Gründe haben:

- Temperaturprobleme durch Überhitzung oder Vereisung
- Verschmutzungen im System
- Undichtigkeiten am Bauteil oder an den Anschlussleitungen

Fehlersuche

Bei einer Fehlfunktion ergeben sich folgende Prüfschritte

- Sichtprüfung
- Akustische Prüfung
- Anschlussleitungen auf festen und korrekten Sitz prüfen
- Bauteil und Anschlüsse auf Dichtheit prüfen
- Temperaturmessung am Leitungssystem
- Druckmessung bei eingeschaltetem Kompressor und laufendem Motor



Infobox

Durch Temperaturprobleme, Verschmutzung, Feuchtigkeit und mangelnde Wartung, kann es zu Defekten des Verdampfers kommen. Um dies zu vermeiden, muss die Klimaanlage regelmäßig gewartet bzw. desinfiziert werden.

Verdampfer

Der Verdampfer dient zum Wärmeaustausch zwischen der ihn umgebenden Luft und dem Kältemittel der Klimaanlage.

Funktionsweise

Das unter Hochdruck stehende flüssige Kältemittel wird über das Expansions- bzw. Drosselventil in den Verdampfer eingespritzt. Das Kältemittel entspannt sich. Die hierbei entstehende Verdunstungskälte wird über die große Verdampferoberfläche an die Umgebung abgegeben und vom Gebläsestrom in den Fahrzeuginnenraum geleitet.

Auswirkungen bei Ausfall

Ein defekter Verdampfer weist folgende Symptome auf:

- Mangelhafte Kühlleistung
- Ausfall der Klimaanlage
- Schlechte Gebläseleistung

Ursachen für den Ausfall des Verdampfers können sein:

- Rohrleitungen im Verdampfer verstopft
- Verdampfer undicht (an Anschlüssen, durch Beschädigung)
- Verdampfer verschmutzt (Luftdurchlaß gestört)

Fehlersuche

Folgende Prüfschritte sollten bei der Fehlersuche berücksichtigt werden :

- Verdampfer auf Verschmutzung prüfen
- Verdampfer auf Beschädigungen prüfen
- Anschlussleitungen auf korrekten Sitz prüfen
- Dichtigkeitsprüfung
- Druckmessung bei eingeschaltetem Kompressor und laufendem Motor
- Temperaturmessung an der Ein- und Ausgangsleitung



Infobox

Druckschalter- und Sensoren können durch Kontaktierungsprobleme oder Verschmutzung ausfallen. Eine regelmäßige Wartung des Systems beugt dem Ausfall vor. Weitere Klimaanlagenschalter wie Ein-/Aus-Schalter runden das Programm ab.

Druckschalter- und Sensoren

Druckschalter- und Sensoren haben die Aufgabe, die Klimaanlage vor Schäden durch zu hohe oder zu niedrige Drücke zu schützen. Man unterscheidet zwischen Niederdruckschalter, Hochdruckschalter und dem Trinaryschalter. Der Trinaryschalter beinhaltet den Hoch- und Niederdruckschalter sowie einen zusätzlichen Schaltkontakt für den Kondensatorlüfter.

Funktionsweise

Der Druckschalter (Druckwächter) ist in der Regel auf der Hochdruckseite der Klimaanlage montiert. Er schaltet bei zu hohem Druck (ca. 26-33 bar) die Stromzufuhr zur Kompressorkupplung ab und bei fallendem Druck (ca. 5 bar) wieder ein. Bei zu niedrigem Druck (ca. 2 bar) wird die Stromzufuhr ebenfalls unterbrochen um Kompressorschäden durch mangelnde Schmierung zu vermeiden. Der dritte Schaltkontakt im Trinaryschalter steuert das Elektrokondensatorgebläse um eine optimale Kondensation des Kältemittels im Kondensator zu gewährleisten.

Auswirkungen bei Ausfall

Ein defekter oder ausgefallener Druckschalter kann sich wie folgt bemerkbar machen:

- Mangelnde Kühlleistung
- Klimaanlage ohne Funktion
- Häufiges Ein-/Ausschalten der Kompressorkupplung

Klimaanlage ohne Funktion Ausfallursachen können verschiedene Gründe haben:

- Kontaktfehler an elektrischen Anschlüssen
- Verschmutzungen im System
- Gehäusebeschädigungen durch Vibration oder Unfälle

Fehlersuche

Prüfschritte zur Fehlerdiagnose:

- Sichtprüfung
- Anschlussstecker auf korrekten Sitz prüfen
- Bauteil auf Beschädigungen prüfen
- Druckmessung bei eingeschaltetem Kompressor und laufendem Motor
- Bauteilprüfung im ausgebautem Zustand mit Stickstoffflasche, Druckminderer und Multimeter



Gebläselüfter

Der Gebläselüfter dient der Belüftung des PKWs. Er sorgt für klare Sicht und ein angenehmes Innenraumklima. Eine wesentliche Voraussetzung für Sicherheit und Fahrkomfort.

Infobox

Der Ausfall des Lüfters führt zu einem unbehaglichen Innenraumklima und damit zur Beeinträchtigung der Konzentration des Fahrers. Dies ist ein erheblicher Sicherheitsverlust. Weiterhin kann die fehlende Belüftung zum Beschlagen der Windschutzscheibe führen. Die eingeschränkte Sicht ist ein großes Sicherheitsrisiko.

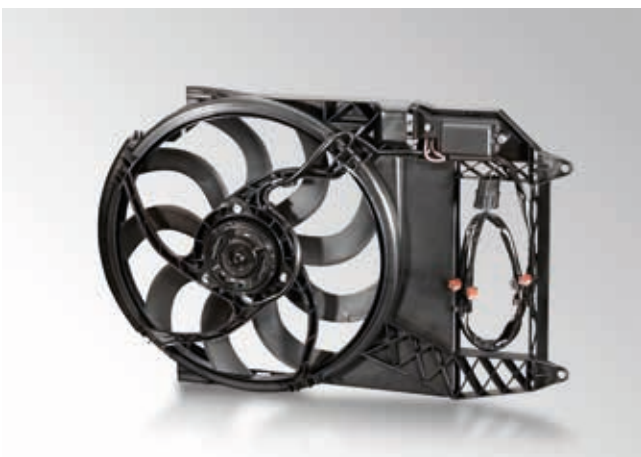


Fittings und Schläuche

Die Fittings und Schläuche verbinden die kältemittelführenden Einzelkomponenten. Die Fittings werden mit einem Spezialwerkzeug auf das Schlauchende gepresst. Es gibt sie in vielen verschiedenen Ausführungen.

Infobox

Schläuche von Hella Gutmann Solutions zeichnen sich durch hohe Flexibilität, geringes Gewicht und geringen Kältemittelverlust aus.



Kondensator-Lüfter

Der Kondensator-Lüfter trägt dazu bei, dass eine optimale Verflüssigung des Kältemittels in jedem Betriebszustand des Fahrzeugs erreicht wird. Er wird als Zusatz- oder Kombilüfter vor oder hinter dem Kondensator bzw. Motorkühler montiert.

Infobox

Kondensatorlüfter können durch elektrische oder mechanische Schäden ausfallen. Infolge dessen wird das Kältemittel nicht mehr ausreichend verflüssigt. Es kommt zum Leistungsabfall der Klimaanlage.



REPARATUR UND SERVICE

Infobox

Arbeiten an Klimaanlage dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal (Sachkundenachweis) durchgeführt werden. Die einschlägigen EU-Verordnungen (307/2008, 517/2014, 2006/40) sind zu beachten.

Sicherheitshinweise/Umgang mit Kältemittel

- Immer Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen! Bei normalem Atmosphärendruck und Umgebungstemperaturen verdampft flüssiges Kältemittel so plötzlich, dass es bei Kontakt mit der Haut oder den Augen zu Erfrierungen des Gewebes kommen kann (Erblindungsgefahr).
- Falls es zum Kontakt gekommen ist, die betreffenden Stellen mit viel kaltem Wasser spülen. Nicht reiben. Umgehend einen Arzt aufsuchen!
- Der Arbeitsplatz muss, bei Arbeiten am Kältemittelkreislauf, gut belüftet sein. Das Einatmen hoher Konzentrationen gasförmigen Kältemittels führt zu Schwindel- und Erstickungsgefahr. Arbeiten am Kältemittelkreislauf dürfen nicht von Arbeitsgruben aus durchgeführt werden. Da gasförmiges Kältemittel schwerer ist als Luft, kann es sich dort in hohen Konzentrationen ansammeln.
- Nicht rauchen! Kältemittel kann durch die Zigaretteglut in giftige Substanzen zerlegt werden.
- Kältemittel nicht mit offenem Feuer oder heißem Metall in Berührung bringen. Es können tödliche Gase entstehen.
- Kältemittel niemals in die Atmosphäre entweichen lassen. Wird der Kältemittelbehälter oder das Klimasystem geöffnet, tritt der Inhalt mit hohem Druck aus. Die Höhe des Druckes hängt von der Temperatur ab. Je höher die Temperatur, desto höher ist der Druck.
- Jede Hitzeeinwirkung auf Bauteile der Klimaanlage vermeiden. Fahrzeuge dürfen nach Lackierarbeiten nicht über 75 °C aufgeheizt (Trockenofen) werden. Ansonsten ist die Klimaanlage vorher zu entleeren.
- Beim Abnehmen der Serviceschläuche vom Fahrzeug, dürfen die Anschlüsse nicht in Richtung des Körpers gehalten werden. Es können noch Kältemittelreste austreten.
- Beim Reinigen des Fahrzeugs darf der Dampfstrahler nicht direkt auf die Teile der Klimaanlage gerichtet werden.
- Niemals die werkseitige Einstellung der Regelschraube am Expansionsventil ändern.

AUS- UND EINBAUHINWEISE

Klimasystem

Vor dem Aus- bzw. Einbau eines Ersatzteils ist zu überprüfen, ob die Anschlüsse, Befestigungen und andere einbaurelevante Eigenschaften identisch sind.

Beim Austausch von Bauteilen immer neue, für das Kältemittel geeignete, O-Ringe verwenden.

Das Kompressoröl hat eine starke hygroskopische Wirkung, deshalb ist die Anlage möglichst geschlossen zu halten bzw. das Öl erst kurz vor dem Schließen des Kältemittelkreislaufes einzufüllen.

Vor der Montage sind O-Ringe und Dichtungen mit Kältemittelöl oder speziellen Schmiermitteln einzufetten, um den Einbau zu erleichtern. Hier dürfen keine anderen Fette oder Silicon-Spray genutzt werden, weil sonst das neue Kältemittel sofort verunreinigt wird.

Bei jedem Öffnen des Kältemittelkreislaufes muss der Trockner, auf Grund seiner stark hygroskopischen Wirkung, erneuert werden. Wird der Trockner oder Akkumulator nicht regelmäßig erneuert, kann es vorkommen, dass sich das Filterkissen zerlegt und sich Silikateilchen in der ganzen Anlage verteilen und starke Schädigungen hervorrufen.

Die Anschlüsse der Anlage sollten niemals über einen längeren Zeitraum offen stehen, sondern sind sofort mit Kappen oder Stopfen zu verschließen. Andernfalls würde Feuchtigkeit mit der Luft in das System eingebracht.

Damit Anschlussleitungen bzw. Komponenten nicht beschädigt werden, beim Lösen und Befestigen der Anschlüsse, immer mit zwei Schlüsseln arbeiten.

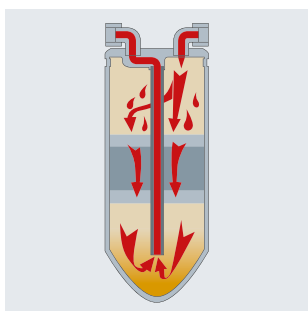
Achten Sie beim Verlegen von Schläuchen und Kabeln darauf, dass Beschädigungen durch Fahrzeugkanten oder andere bewegliche Komponenten nicht ermöglicht werden.

Beim Austausch einer Komponente des Klimasystems ist auf die korrekte Ölmenge des Systems zu achten. Gegebenenfalls muss Öl nachgefüllt oder abgelassen werden.

Vor dem Wiederbefüllen der Anlage muss die Dichtheit des Systems überprüft werden. Anschließend ist das System ausreichend zu evakuieren (ca. 30 Minuten), um sicherzustellen, dass alle Feuchtigkeit aus dem System entfernt wurde.



O-Ring-Set



Filter-Trockner



Druckmanometer



Elektronischer Lecksucher

Nach dem Befüllen, mit der vom Fahrzeughersteller vorgegebenen Menge an Kältemittel, ist die Anlage auf einwandfreie Funktion und Dichtheit (elektronischer Lecksucher) zu prüfen. Gleichzeitig müssen die Hoch- und Niederdruckwerte, mittels Druckmanometern, beobachtet und mit den vorgeschriebenen Werten verglichen werden. Vergleichen Sie die Ausströmtemperatur an der Mitteldüse mit den vom Hersteller vorgegeben Werten.

Nachdem die Serviceanschlüsse mit Schutzkappen versehen worden sind, ist der Termin der Wartung mit einem Aufkleber am vorderen Querträger, durch Anbringung eines Service-Labels, kenntlich zu machen.

Hinweise zum Einbau von Klimaanlagekompressoren

Vergewissern Sie sich, dass alle Verunreinigungen und Fremdbestandteile aus dem Kältemittelkreislauf entfernt wurden. Dazu ist das System vor dem Einbau des neuen Kompressors zu spülen. Zum Spülen eignet sich, je nach Verschmutzungsgrad, Kältemittel R134a oder eine spezielle Spüllösung, Kompressoren, Trockner (Akkumulatoren) und Expansions- bzw. Drosselventile lassen sich nicht spülen. Da bei einem Defekt des Kompressors immer von einer Verschmutzung des Systems (Abrieb, Späne) ausgegangen werden muss bzw. diese nicht auszuschließen ist, ist das Spülen des Systems, beim Austausch dieser Komponente, absolut unerlässlich. Stellen Sie sicher, dass keine Spüllösungsreste im System verbleiben. Trocknen Sie den Kältemittelkreislauf ggf. mit Stickstoff.



PAO-Oil 68

Ersetzen Sie den Filter-Trockner oder Akkumulator und das Expansionsventil bzw. das Drosselventil (Orifice Tube).

Da ein und der gleiche Kompressor eventuell für verschiedene Fahrzeuge bzw. Systeme verwendet werden kann, ist es zwingend notwendig die Ölfüllmenge und Viskosität vor der Montage des Kompressors, entsprechend der Herstellerangabe, zu prüfen bzw. zu korrigieren. Hierzu muss das gesamte Öl abgelassen und aufgefangen werden. Im Anschluss daran ist der Kompressor mit der gesamten, vom Fahrzeughersteller vorgegebenen Ölmenge (Systemölmenge), neu zu befüllen.



Infobox

Bei den Kompressoren Denso 5SE/5SL und Visteon VS16 kann konstruktionsbedingt kein Öl abgelassen werden. Diese sind mit der notwendigen System-Ölfüllmenge vorgefüllt. Beachten Sie gesonderten Produkt- bzw. Einbauhinweise.

Das Ablassen und Befüllen des Öls erfolgt über die dafür vorgesehene "Ölablassschraube". Verfügt der Kompressor nicht über eine solche Schraube, wird das Öl über den Hoch- und Niederdruckanschluss abgelassen und über den Niederdruckanschluss aufgefüllt. Hierbei muss die Kompressorwelle mehrfach gedreht werden.

Damit sich das Öl gleichmäßig verteilt, muss der Kompressor vor dem Einbau 10x von Hand durchgedreht werden. Bei der Montage des Antriebsriemens muss darauf geachtet werden, dass dieser "fluchtet". Einige Kompressoren sind für sogenannte "Mehrfachverwendungen" ausgelegt. Das heißt, sie können in verschiedene Fahrzeuge verbaut werden. Bis auf die Anzahl der Rillen auf der Magnetkupplung besteht eine 100 %-ige Übereinstimmung mit dem "Altteil".

Nach dem Einbau des Kompressors und dem Neubefüllen des Kältemittelkreislaufs, sollte zuerst der Motor gestartet und für einige Minuten bei Leerlaufdrehzahl betrieben werden.

Weitergehende Vorgaben (Beipackzettel, Herstellervorgaben, Einlaufvorschriften) sind gesondert zu beachten.

FEHLERDIAGNOSE

Prüfen der Kälteleistung

Jede Werkstatt benötigt neben Prüf- und Sonderwerkzeuge auch die entsprechende Fachkenntnis die z. B. durch Schulungen er-

worben werden kann. Dies trifft insbesondere für Klimaanlage zu. Diese Anleitung kann auf Grund der verschiedenen Systeme lediglich als Leitfaden dienen.

1. Motor starten. Gebläsestufen durchschalten.

Gebälse funktioniert?

Ja



Nein

2.

- Sicherung überprüfen
- Relais, Schalter, Verkabelung aller Bauteile prüfen

3. Temperatur auf max. Kühlung

Magnetkupplung aktiviert?

Ja



weiter nach 5.

Nein

4.

- Verkabelung/elektr. Anschlüsse, Stromversorgung (+/-) prüfen
- Temperaturschalter/-Fühler, Druckschalter überprüfen
- Kältemittelfüllmenge nicht korrekt

5. Anlage bei max. Kälteleistung und mittlerer Gebläsestufe mehrere Minuten betreiben, Luftaustrittstemperatur an der Mitteldüse 3-8 °C.

Ja



Nein

6.

Bei zu warmer Austrittstemperatur:

- Heizung ausgeschaltet?
- Innenraumfilter i.o.?
- Temperaturschalter/-Fühler, Thermostat (wenn vorhanden) prüfen
- Lüftungsklappen, Heizungsventile, Kondensatorbelüftung prüfen

7. Nieder-(ND) und Hochdruck (HD) bei 2000 – 2500 min⁻¹ prüfen: ND: 0,5 – 3,0 bar HD: 6,0 – 25,0 bar bei leistungsregulierten Kompressoren: ND: ca. 2 bar, konstant

Ja



Klimaanlage in Ordnung

Nein

8.

siehe Tabelle Fehlersuche

Besonders wichtig ist das richtige bewerten der Druckmanometeranzeige. Hier einige Beispiele:

Klimaanlagen mit Expansionsventil			
Niederdruck	Hochdruck	Austrittstemperatur an der Mitteldüse	Mögliche Ursachen
hoch	hoch	höher, bis zur Umgebungstemperatur	Motor überhitzt, Kondensator verschmutzt, Kondensatorlüfter defekt-falsche Drehrichtung, Anlage überfüllt
normal bis niedrig zeitweise	hoch, zeitweise	höher eventuell schwankend	Expansionsventil klemmt, zeitweise geschlossen
normal	hoch	geringfügig höher	Filter-Trockner gealtert, Kondensator verschmutzt
hoch	normal bis hoch	höher je nach Engpaß	Leitung vom Kompressor zum Expansionsventil verengt
normal	normal	höher	zuviel Kältemittelöl in der Anlage
normal, aber ungleichmäßig	normal, aber ungleichmäßig	höher	Feuchtigkeit in der Anlage, defektes Expansionsventil
schwankend	schwankend	schwankend	Expansionsventil oder Kompressor defekt
normal bis niedrig	normal bis niedrig	höher	Verdampfer verschmutzt, Kältemittelmangel
hoch	niedrig	höher, fast Umgebungstemperatur	Expansionsventil klemmt geöffnet, Kompressor defekt
niedrig	niedrig	höher, bis zur Umgebungstemperatur	Kältemittelmangel
Niederdruck und Hochdruck gleich	Niederdruck und Hochdruck gleich	Umgebungstemperatur	Kältemittelmangel, Kompressor defekt, Fehler in der elektr. Anlage

Klimaanlage mit Festdrossel/Orifice tube			
Niederdruck	Hochdruck	Austrittstemperatur an der Mitteldüse	Mögliche Ursachen
hoch	hoch	höher, bis zur Umgebungstemperatur	Motor überhitzt, Kondensator verschmutzt, Kondensatorlüfter defekt-falsche Drehrichtung, Anlage überfüllt
normal bis hoch	hoch	höher	Anlage überfüllt, Kondensator verschmutzt
normal	normal bis hoch	schwankend	Feuchtigkeit in der Anlage, Festdrossel zeitweise verstopft
hoch	normal	höher	Festdrossel defekt (Querschnitt)
normal	normal	höher	zuviel Kältemittelöl in der Anlage
normal bis niedrig	normal bis niedrig	höher	Kältemittelmangel
Niederdruck und Hochdruck gleich	Niederdruck und Hochdruck gleich	Umgebungstemperatur	Kältemittelmangel, Kompressor defekt, Fehler i. d. elektr. Anlage

AUS-/EINBAU UND FEHLERSUCHE BEI KLIMA-KOMPRESSOREN

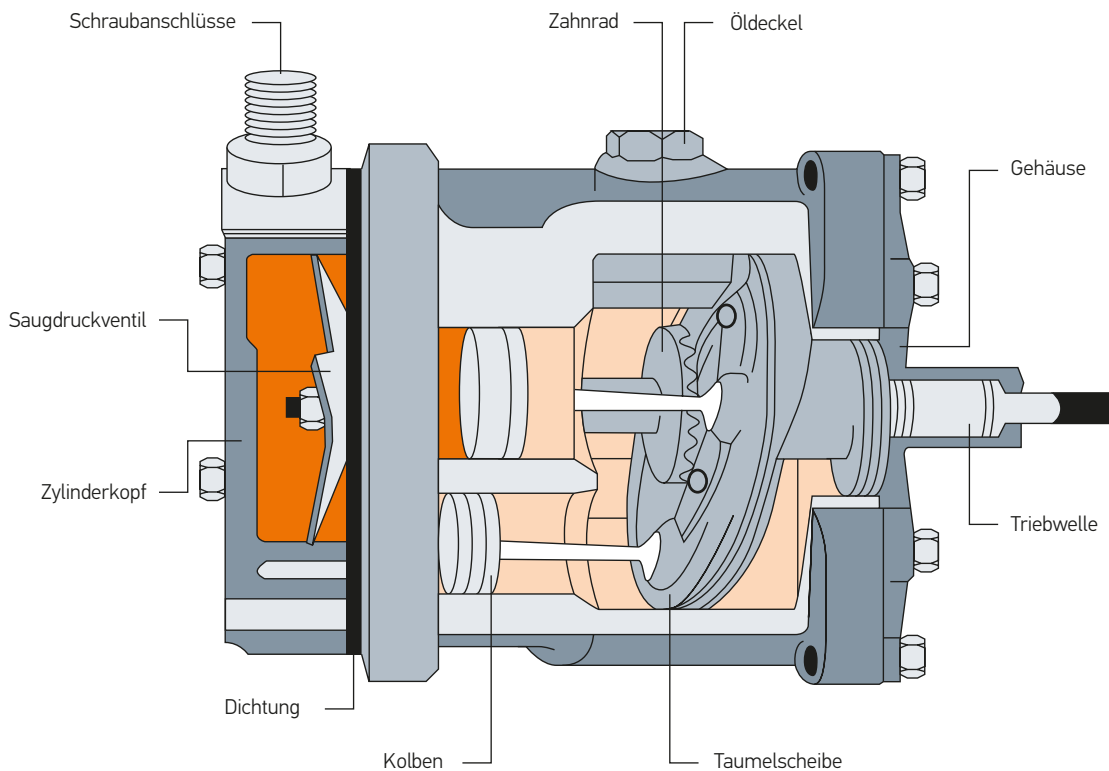
Allgemeines

Der Klimaanlagekompressor wird vom Fahrzeugmotor über einen Keilrippen- oder V-Rippenriemen angetrieben. Er verdichtet bzw. fördert das Kältemittel im System. Es gibt verschiedene Kompressorbauarten.

Funktionsweise

Das Kältemittel wird im gasförmigen Zustand bei Niederdruck und niedriger Temperatur vom Verdampfer kommend angesaugt, verdichtet und anschließend mit hoher Temperatur und Hochdruck gasförmig an den Kondensator weitergeleitet.

Gezeigtes Beispiel: **Kolben-Kompressor**



Auswirkungen beim Ausfall

Ein schadhafter oder ausgefallener Kompressor kann sich folgendermaßen bemerkbar machen:

- Undichtigkeit
- Geräuschentwicklung
- Mangelhafte oder keine Kühlleistung
- Abspeichern eines Fehlercodes (Klimaautomatik)

Achtung!

Vor der Montage eines neuen Kompressors sind grundsätzlich Ölmenge und Viskosität gemäß Herstellerangaben zu überprüfen!

Ausfallursachen können auf verschiedene Gründe zurückzuführen sein:

- Lagerschäden durch defekte Spannvorrichtung oder Verschleiß
- Undichtigkeiten der Kompressorwelle oder des Gehäuses
- Mechanische Beschädigung des Kompressorgehäuses
- Kontaktierung (elektrische Anschlüsse)
- Kältemittelöl-Mangel
- Kältemittel-Mangel
- Feststoffe (z. B. Späne)
- Feuchtigkeit (Korrosion etc.)

Fehlersuche

Funktionstest und Druckmessung der Anlage:

- Schaltet sich der Kompressor ein, sitzt der Anschlussstecker fest, liegt eine Spannung an?
- Den Antriebsriemen auf richtigen Sitz, Beschädigung und Spannung überprüfen.
- Sichtprüfung auf Undichtigkeiten.
- Kältemittelleitungen auf festen Sitz prüfen.
- Druck der Hoch- und Niederdruckseite vergleichen.
- Fehlerspeicher auslesen.

Unbedingt beachten:

Der Austausch des Kompressors macht eine hundertprozentige Reinigung des gesamten Klimasystems und den Austausch von Verbrauchsmitteln nötig.

REPARATUR UND AUSTAUSCH VON KLIMA-KOMPRESSOREN

URSACHEN- FORSCHUNG

- a) Fehler Kälte-
kreislauf
- b) Elektrischer Fehler
- c) Fehler im Umfeld
des Kompressors
(Riementrieb,
Nebenaggregate)

nicht in Ordnung

Kältemittel
absaugen

Kompressor
ausbauen

System auf
Verschmutzung/
Feststoffe/
Durchlässigkeit
prüfen

in Ordnung

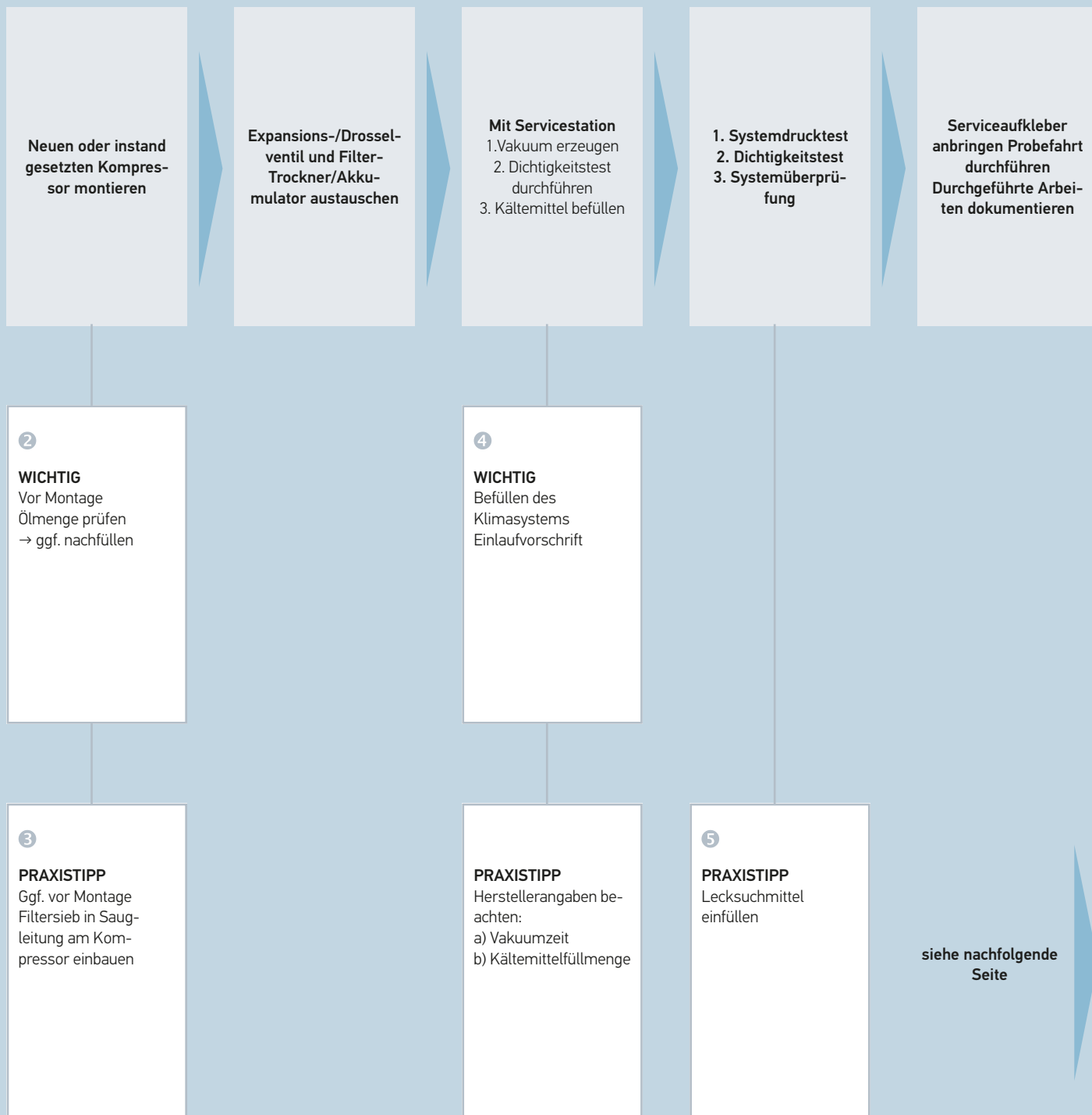
Kompressor im
eingebauten
Zustand überprüfen

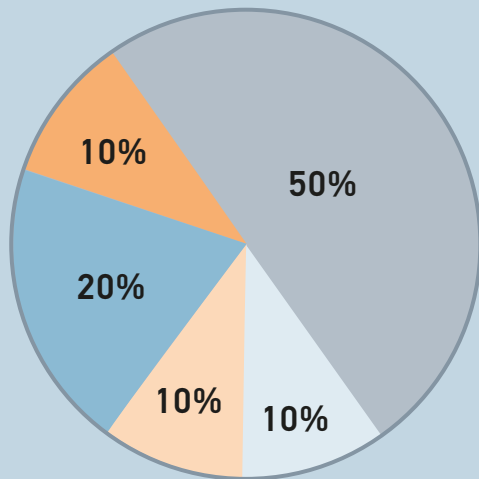
①

WICHTIG
Anlage spülen

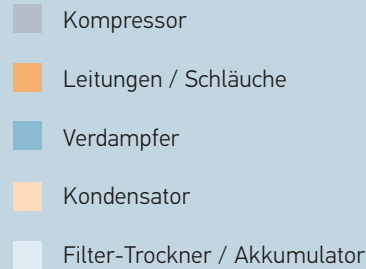
PRAXISTIPP

- a) Magnetkupplung
- b) Mechanische
Beschädigungen
- c) Elektrisches
Regelventil
- d) Undichtigkeit





Generell: Durchschnittliche Verteilung der Ölmenge im Kältemittelkreislauf



1. Konsequentes spülen

Schmutzpartikel im Klimakreislauf können nur durch gründliches Spülen des gesamten Systems entfernt werden. Zum Spülen eignet sich, je nach Verschmutzungsgrad, Kältemittel R134a oder eine spezielle Spüllösung. Kompressoren, Trockner (Akkumulatoren) und Expansions- bzw. Drosselventile lassen sich nicht spülen. Da bei einem Defekt des Kompressors immer von einer Verschmutzung des Systems (Abrieb, Späne) ausgegangen werden muss bzw. diese nicht auszuschließen ist, ist das Spülen des Systems beim Austausch dieser Komponente absolut unerlässlich.

2. Kältemittelöle

Herstellerangaben und Beipackzettel beachten/Viskosität beachten.

1. Verteilung der Ölmenge.

In jedem Bauteil der Klimaanlage befindet sich Kältemittelöl. Das Öl wird im Falle einer Reparatur mit dem ausgetauschten Bauteil entfernt. Daher ist es unbedingt erforderlich, die entsprechende Ölmenge wieder aufzufüllen. Die untenstehende Grafik verdeutlicht die durchschnittliche Verteilung der Ölmengen innerhalb des Systems.

2. Ölmenge und Spezifikation beachten.

Vor der Montage eines neuen Kompressors bzw. beim Nachfüllen von Kältemittelöl müssen grundsätzlich die Ölmenge und Viskosität entsprechend der Fahrzeugherstellervorgabe beachtet werden.

3. Systemölmenge gehört in den Kompressor.

Da ein und derselbe Kompressor eventuell für verschiedene Fahrzeuge bzw. Systeme verwendet werden kann, ist es zwingend notwendig, die Ölfüllmenge vor der Montage des Kompressors zu prüfen bzw. zu korrigieren. Hierzu muss das gesamte Öl abgelassen und aufgefangen werden. Im Anschluss daran ist der Kompressor mit der gesamten, vom Fahrzeughersteller vorgegebenen Ölmenge (Systemölmenge) neu zu befüllen. Das Ablassen und Befüllen des Öls erfolgt über die dafür vorgesehene "Ölablassschraube". Verfügt der Kompressor nicht über eine solche Schraube, wird das Öl über den Hoch- und Niederdruckanschluß abgelassen und über den Niederdruckanschluß aufgefüllt. Hierbei muss die Kompressorwelle mehrfach gedreht werden. Damit sich das Öl gleichmäßig verteilt, muss der Kompressor vor dem Einbau 10 x von Hand durchgedreht werden. Dies entspricht auch den Angaben des Kompressor-Herstellers Sanden, wobei Fahrzeugherstellervorgaben jeweils gesondert zu beachten sind.

Infobox

Bei den Kompressoren Denso 5SE/5SL und Visteon VS16 kann konstruktionsbedingt kein Öl abgelassen werden. Diese sind mit der notwendigen System-Ölfüllmenge vorgefüllt. Beachten Sie gesonderten Produkt- bzw. Einbauhinweise.

3 Kompressorfiltersiebe

Grundsätzlich muss beim Kompressortausch jedes Klimasystem gespült werden, um Verunreinigungen und Fremdbestandteile aus dem System zu entfernen. Sollten trotz Spülen Verunreinigungen im Kreislauf zurückbleiben, können Schäden durch den Einsatz von Filtersieben in der Saugleitung vermieden werden.

4 Befüllen des Klimasystems mit Kältemittel

Einlaufvorschrift für den Kompressor:

- Das Kältemittel ist grundsätzlich nur über die Klima-Servicestation über den hochdruckseitigen Serviceanschluss zu befüllen um Kältemittelschläge im Kompressor zu vermeiden.
- Es darf nur das entsprechende Kältemittel in der vom Fahrzeughersteller vorgegebenen Menge/Spezifikation verwendet werden.
- Lufterteilung auf Position „Mitteldüsen“ stellen und alle Mitteldüsen öffnen.
- Schalter für Frischluftgebläse auf mittlere Stufe stellen.
- Temperaturwahl auf maximale Kühlleistung stellen.
- Motor starten (ohne Betrieb Klimaanlage) und ohne Unterbrechung mindestens 2 Minuten mit Leerlaufdrehzahl betreiben.
- Klimaanlage bei Leerlaufdrehzahl für ca. 10 Sekunden einschalten; Klimaanlage für ca. 10 Sekunden ausschalten. Diesen Vorgang mindestens 5-mal wiederholen.
- Überprüfung des Systems durchführen.

5 Lecksuchmittel

Kompressorschäden werden auch durch Kältemittelmangel hervorgerufen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, regelmäßig eine Klimawartung durchzuführen und ggf. Kontrastmittel in das System einzubringen.

Wichtig!

Grundsätzlich alle O-Ringe erneuern und vor dem Einbau mit Kältemittelöl benetzen.

KOMPRESSORSCHÄDEN

Die Klimaanlage arbeitet nach Beseitigung einer Undichtigkeit oder nach dem Klima-Service nicht mehr.

Fall:

Nach dem Austauschen vom Klima-Komponenten und auch nach einem normalen Klima-Service, kommt es immer wieder vor, dass die Klimaanlage entweder sofort nach den durchgeführten Arbeiten, oder kurze Zeit später nicht mehr richtig funktioniert.

Was bemängelt der Kunde?

Die Fahrzeuge kommen ursprünglich mit dem Hinweis des Kunden „Klimaanlage kühlt nicht mehr richtig“ bzw. „Klimaanlage kühlt überhaupt nicht mehr“ in die Werkstatt.

Was macht die Werkstatt?

In solchen Fällen wird üblicherweise als erstes die Füllmenge des Kältemittelkreislaufs geprüft. Dabei wird häufig festgestellt, dass eine unzureichende Menge an Kältemittel im System vorhanden ist. Je nach Anlagentyp können bis zu 10% des Kältemittels innerhalb eines Jahres aus dem Klimasystem herausdiffundieren. Bevor das System jedoch wieder mit Kältemittel neu befüllt wird muss festgestellt werden, ob der Kältemittelmangel durch "natürlichen Verlust" oder eine Undichtigkeit entstanden ist. Bei Verdacht auf Undichtigkeiten darf das System nicht einfach wieder mit Kältemittel befüllt werden. Es muss

zuvor eine Lecksuche erfolgen, indem z. B. das Klimasystem mit Formiergas befüllt und mit einem elektronischen Lecksucher geprüft wird. Je nach Ergebnis wird dann entweder eine undichte Komponente (Bild 1) des Kältemittelkreislaufs ausgetauscht bzw. nur das Filter-Trockner Element erneuert. Anschließend wird die Anlage vorschriftsmäßig evakuiert und nach Herstellerangabe mit Kältemittel und Öl befüllt.

Wird die Klimaanlage wieder in Betrieb genommen, kann es vorkommen, dass der Kompressor keine Leistung mehr abgibt. Betrachtet man die anstehenden Druckwerte an der Servicestation stellt man fest, dass die Werte auf der Hoch- und Niederdruckseite nahezu identisch sind (Bild 2). Dies lässt die Vermutung zu, dass entweder der Kältemittelkreislauf z. B. am Expansionsventil unzureichenden Durchfluss hat oder aber der Kompressor defekt ist. Komischerweise gibt es auch Fälle, wo bei der Eingangsprüfung der Klimaanlage die Hoch- und Niederdruckwerte sich im normalen Bereich befinden, lediglich die Kältemittelmenge zu gering ist und sich erst nach dem vorschriftsmäßigen Neubefüllen der Klimaanlage Probleme ergeben. Durch das Evakuieren und Neubefüllen können sich Schmutzpartikel oder Metallabrieb lösen und im Regelventil (Bild 3) des Kompressors oder im Expansionsventil/Drosselventil (Bild 4) absetzen und somit zu Störungen führen. Insbesondere dann, wenn der Filter-Trockner überaltert oder die Anlage „unterfüllt“ war.

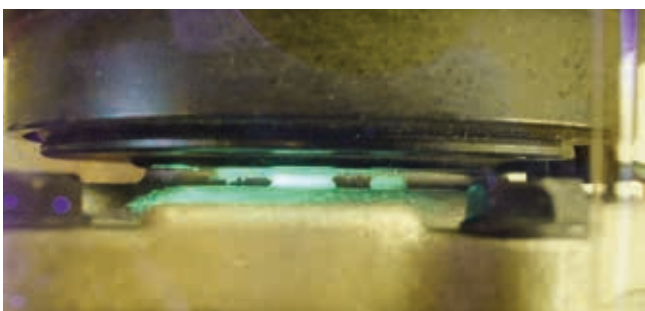


Bild 1



Bild 2

Was ist zu tun?

Bei Problemen sollte der Kompressor ausgebaut und das Öl abgelassen werden. Kann man dabei eine "gräuliche Verfärbung" (bei Verwendung von Kontrastmittel grau-grün oder grau-gelb) des Öls feststellen indem auch feine Metallpartikel (Bild 5) vorhanden sind, muss der Kältemittelkreislauf nun auf Grund der Fremdpartikel ordnungsgemäß gespült, das Expansionsventil und der Filter-Trockner ersetzt und der Kältemittelkreislauf wieder nach Vorschrift evakuiert und erneut mit Kältemittel und Öl befüllt werden. Danach sollte die Anlage wieder einwandfrei funktionieren.

Ist der Kunde ausreichend informiert?

Da die Werkstatt dem Kunden vorher lediglich einen Kosten-voranschlag für die Lecksuche und gegebenenfalls für das Austausch der undichten Komponente oder dem reinen Klima-Service vorgelegt hat, kommt sie gegenüber dem Kunden in Argumentationsschwierigkeiten. Dieser ist dann oftmals nicht bereit die erheblichen Zusatzkosten für z. B. den Austausch des Kompressors und des Spülens zu übernehmen. Darum ist ein ausführliches Kundengespräch, indem der technische Sachverhalt und die Risiken dargestellt werden, besonders wichtig.

Wo liegt die Ursache für den Kompressorausfall?

Der Kompressor beinhaltet die einzigen beweglichen Bauteile des Kältemittelkreislaufs und muss dementsprechend ausreichend mit Öl versorgt werden. Eine weitere Aufgabe des Öls im Kältemittelkreislauf ist die Kühlung des Kompressors um dessen Überhitzung zu vermeiden. Wird ein Kompressor über einen längeren Zeitraum mit zu wenig Kältemittel betrieben (z. B. durch eine Undichtigkeit), führt das zu einer unzureichenden Wärmeableitung und Schmierung der Kompressorbauteile weil das Öl mit dem Kältemittel durch Klimasystem transportiert werden muss. Auf Grund der Überbeanspruchung der Kompressor-komponenten, bildet sich ein metallischer Abrieb an den Bau-

teilen, der dazu führen kann, dass sich das im innern befindliche Regelventil teilweise oder ganz zusetzen kann. Die Blockade des Regelventils führt dazu, dass der Kompressor nicht mehr einwandfrei arbeitet. Nur durch den fachgerechten Austausch des Kompressors, der auch das "Spülen" des Systems beinhaltet, kann der Schaden behoben werden. Mangelhafte Schmierung führt übrigens bei allen Kompressor-Bauarten zu Schäden. Leistungsgeregelte Kompressoren reagieren allerdings besonders empfindlich auf zu wenig Kältemittel bzw. Öl.

Hinweis für die Werkstatt und den Reparaturannehmer

Falls ein Fahrzeug vom Kunden wegen unzureichender Kälte-leistung zur Reparatur gebracht wird, sollte auf einen gegebenenfalls notwendigen Austausch des Kompressors hingewiesen werden. Dies ist dadurch begründet, dass durch eine eventuell unzureichende Kältemittelmenge und damit verbundene fehlende Schmierung Vorschäden aufgetreten sein können. Im Zweifelsfalle ist der Kompressor immer auszubauen und bei einer vorliegenden Verunreinigung des Öls ist die Anlage zu "Spülen", bevor der Kompressor erneuert wird. Sollte der Kunde es wünschen davon abweichend vorzugehen, ist es für die Werkstatt von Vorteil, dies auf der Rechnung zu vermerken bzw. sich dies vom Kunden in schriftlicher Form bestätigen zu lassen. Diese Technische Information wurde in Zusammenarbeit mit dem Kompressorhersteller Sanden erstellt und betrifft alle zur Zeit am Markt bekannten Kompressorenhersteller und Kompressor-typen.



Bild 3



Bild 4



Bild 5

GERÄUSCHENTWICKLUNG

Hinweise zur Fehlersuche bei Geräuschen und zum Kompressortausch.

Bei der Fehlersuche nach Geräuschquellen und vor jedem Kompressortausch sollten folgende Hinweise unbedingt berücksichtigt werden:

- Überprüfen Sie alle Haltebügel und Befestigungspunkte auf Brüche oder Risse und etwaige fehlende Bolzen oder Muttern. Jede Schwingung, die hierdurch verursacht wird, kann die Ursache übermäßiger Kompressorgeräusche sein. Achten Sie darauf, ob die Geräusche sich ändern, wenn Sie z. B. mit einem Montierhebel Kraft auf die Haltebügel oder Befestigungspunkte ausüben (Bild 1). Tritt eine Änderung auf, werden die Geräusche wahrscheinlich nicht durch den Kompressor verursacht.
- Überprüfen Sie die Schläuche und Leitungen, um festzustellen ob Schwingungen vom Motor oder pulsierenden Kältemittel bis in den Fahrzeuginnenraum gelangen. Halten Sie diese dazu mit der Hand fest und achten Sie auf eventuelle Geräuschänderungen (Bild 2).
- Überprüfen Sie Keilriemen, Spannvorrichtung, Spannrollen, Generatorfreilauf und Riemenscheiben auf Leichtgängigkeit, Spiel und Flucht. Übermäßige Toleranzen durch verschlissene Teile können Geräusche hervorrufen.
- Übermäßiger Hochdruck (Bild 3) kann unnormale Kompressorgeräusche verursachen. Sollte sich der Hochdruck-Serviceanschluss auch noch hinter einer Verstopfung in der Anlage befinden, kann es sein, dass der Hochdruck in Wirklichkeit höher ist als vom Manometer angegeben. Um ein derartiges Problem zu diagnostizieren, ist es hilfreich die Temperaturen am Kondensator zu messen.
- Zu viel oder verunreinigtes Kältemittel verursacht übermäßigen Hochdruck, der wiederum Kompressorgeräusche verursachen kann. Das gleiche gilt für Kältemittel mit einem zu hohen Anteil an nicht kondensierbaren Gasen (Luft).
- Auch der Kondensator kann als Ursache ungewöhnlicher Geräusche in Betracht kommen. Wenn ungenügend Luft durch den Kondensator geführt wird, kann das Kältemittel nicht ausreichend kondensieren und der Hochdruck steigt übermäßig an. Dadurch kann es zu einer unnormalen



Bild 1



Bild 2

Geräuschentwicklung kommen. Überprüfen Sie also, ob der oder die Lüfter genügend Luft durch den Kondensator fördern. Kontrollieren Sie auch die Kondensator- und Kühlerlamellen auf eventuelle Verschmutzungen (Bild 4).

- Oftmals können Geräusche auch durch verschmutzte Expansionsventile (Bild 5) oder Drosselventile verursacht werden. Dies kann z. B. durch Verunreinigungen in Form von Metallabrieb entstehen. Der Kältemittelfluss wird dadurch vermindert und es kommt zu einem übermäßigen Hochdruck. „Defekte“ Expansionsventile können beispielsweise diverse „Schnarr-, Pfeif- oder Dröhngeräusche“ erzeugen, die auch im Fahrzeuginnenraum sehr gut wahrnehmbar sind.



Bild 3



Bild 4



Bild 5

KOMPRESSOREN OHNE MAGNETKUPPLUNG

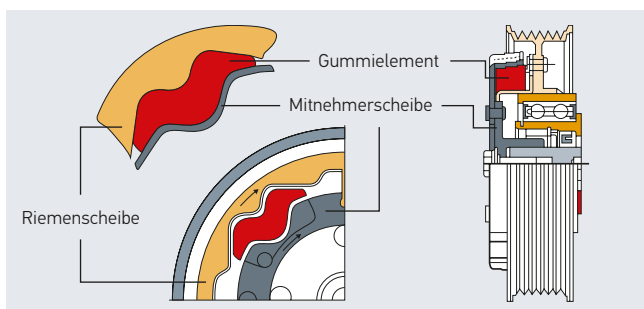
Allgemeines

Seit einigen Jahren werden sogenannte "kupplungslose", extern angesteuerte, variable Kompressoren eingesetzt. Alle namhaften Kompressor-Hersteller setzen verschiedenste Grundtypen ein. Hier werden die gebräuchlichsten Typen im Markt aufgeführt: Denso, mit den Typen 6SEU & 7SEU; Sanden, mit den Typen PXE 13 & PXE 16. Aber auch Delphi/Harrison ist durch die Baureihe CVC7 vertreten, die der Bauart des V5 Kompressors sehr ähnelt. Verwendung findet diese Kompressor-generation bei nahezu allen Fahrzeugherstellern (Audi, BMW, Citroen, Seat, VW, Opel....). Extern angesteuert bedeutet, dass das Hubvolumen des Kompressors in Abhängigkeit verschiedenster Systemparameter, wie Außen-/ Wunschtemperatur, Hoch- / Niederdruck, Drehzahl, Motorlast, über ein eingebautes, vom Klimasteuergerät angesteuertes, Regelventil bestimmt wird. "Kupplungslos" bedeutet, dass der Kompressor nicht mehr über eine elektro-magnetische Kupplung verfügt. Das heißt, der Kompressor wird über die Riemenscheibe permanent angetrieben und arbeitet auch dann, wenn die Klimaanlage ausgeschaltet ist. Allerdings wird dabei die Leistung auf wenige Prozent heruntergeregelt.

Funktion

Die Riemenscheibeneinheit des Kompressors besteht z. B. aus einer Mitnehmer- und der eigentlichen Riemenscheibe (Zeichnung). Die Mitnehmerscheibe besteht aus einem Gummielement und bildet die Verbindung zwischen Riemenscheibe und Kompressorwelle. Sie wirkt zum einen als Vibrationsdämpfer und schützt zudem den Kompressor bzw. die anderen angetriebenen Aggregate vor Überlast bzw. Beschädigungen. Sollte der Kompressor z. B. blockieren, steigen im Bereich des Gummielementes die Übertragungskräfte zwischen Riemen- und Mitnehmerscheibe stark an.

Je nach Kompressorhersteller bzw. -typ wird die Verbindung, durch Verformung des Gummielementes oder Auslösen der "Überlastsicherung", unterbrochen. Die Riemenscheibe läuft dann nur noch leer mit. Somit wird einer Beschädigung des Riemens bzw. anderer vom Riemen angetriebener Aggregate vorgebeugt.



Funktionsbeispiel



Bild 1



Bild 2

Das Regelventil (Bild 1) befindet sich im Kompressor und erhält seine pulsweitenmodulierten Signale (PWM) vom Klima-Steuergerät. Der Strom, der vom Steuergerät an das Regelventil geleitet wird und letztendlich die Leistung des Kompressors bestimmt, kann mit Hilfe eines Diagnosegerätes als Messwertblock angezeigt werden. Kupplungslose Kompressoren verfügen auch über ein Sicherheitsventil (Bild 2), welches den Kompressor und die übrigen Bauteile der Klimaanlage vor zu hohem Druck schützen soll. Das Ventil löst meist zwischen 35 und 45 bar (je nach Kompressorhersteller) aus. Das Ventil öffnet nur so lange, bis der Überdruck abgebaut ist. Danach schließt es wieder, um nicht die gesamte Kältemittelmenge in die Atmosphäre abzugeben. Ist die Folie des Ventils beschädigt, kann davon ausgegangen werden, dass das Ventil "ausgelöst" hat.

Diagnose

Die Riemenscheiben und ihre als "Überlastsicherung" ausgelegten Gummielemente sind, je nach Kompressortyp, unterschiedlich aufgebaut. Je nach Typ kann auf verschiedene Art und Weise festgestellt werden, ob die "Überlastsicherung" ausgelöst wurde:

1. Auf der Innenseite der Riemenscheibe sind Gummiabriebteile sichtbar (Bild 3). Die Kompressorwelle wird nicht mehr angetrieben. Riemenscheibe bzw. Gummielement lassen sich, sofern der Kompressor sich leicht drehen lässt, auswechseln.
2. Die Überlastsicherung hat die Mitnehmerscheibe ausgelöst (Bild 4). Mitnehmerscheibe bzw. Gummielement können einzeln ausgetauscht werden. Voraussetzung: Kompressor lässt sich leicht drehen.
3. Ein ausgelöster Drehmomentbegrenzer ist optisch nicht unbedingt wahrnehmbar. Um zu prüfen, ob der Begrenzer ausgelöst hat, muss die Kompressorwelle, mit einem geeignetem Werkzeug (Bild 5), festgehalten und die Riemenscheibe gleichzeitig nach links gedreht werden. Lässt sich die Riemenscheibe nach links drehen, hat der Begrenzer ausgelöst und der Kompressor muss erneuert werden. Bei den Kompressor-Typen Sanden PXE 13 und PXE 16 ist ein Austausch des Drehmomentbegrenzers nicht möglich.



Bild 3



Bild 4



Bild 5

Der maximale Strom der vom Steuergerät an das Regelventil geleitet wird, beträgt z. B. beim Audi A3 bei niedrigster Temperatureinstellung ca. 0,65 A. Hierbei erreicht der Kompressor auch seine maximale Leistung. Im Regelbetrieb fließt ein mittlerer Strom von 0,3 A. Die Problematik bei neueren Fahrzeugen besteht aber darin, dass eine Diagnose außerhalb des Motormanagement-Bereiches, mit vielen Testgeräten noch nicht möglich ist. Hier eignet sich idealerweise der Einsatz eines Oszilloskops. Mit Hilfe geeigneter Prüfspitzen, kann das PWM-Signal am Steckeranschluss des Kompressors aufgezeichnet werden. Das Oszilloskop sollte dabei auf 5 V/Div und 0,5 ms/Div eingestellt werden. Auf dem Bildschirm des Oszilloskops lassen sich nun, bei laufendem Motor, die einzelnen Betriebsarten darstellen. Bei niedrigster Temperatureinstellung ("Lo") zeigt sich ein Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von ca. 75 % (Bild 7). Das Tastverhältnis ergibt sich aus dem Verhältnis Impulsbreite -B- und dem Signalabstand -C- (in diesem Fall 75 % Einschaltdauer, 25 % Ausschaltdauer).

Gleichzeitig lässt sich, an Hand der Volt-Divisionen (A=5V), die Höhe der Bordspannung ablesen (ca. 13,5 V). Der als Zahl angezeigte Spannungswert (9,8 V) ist lediglich ein Mittelwert. Die Impulsbreite ist abhängig von der gewünschten Kälteleistung und der Bordspannung. Über die Strecke des Bereiches -B- wird der Strom zum Regelventil vom Steuergerät "geregelt". Abhängig von der Einstellung der Bedieneinheit und den Umgebungseinflüssen (z. B. Außentemperatur) wird die Impulsbreite des Rechtecksignals so verändert bzw. das Regelventil so angesteuert, dass die zum Erreichen der gewünschten Temperatur notwendigen Kompressorleistung erbracht wird. Bild 8 zeigt, wie der

Kompressor bei der Temperatureinstellung "High" herunterregelt wird. Bild 9 wurde im "Econ"-Betrieb (Kompressor aus) aufgenommen und zeigt kein Signal. Anhand dieser Methode kann festgestellt werden, inwiefern eine Signaländerung durch das Steuergerät erfolgt. Erfolgt eine plausible Änderung der Signale, ergibt sich aber keine Änderung der Ausblasttemperatur bzw. Absenkung der Innenraumtemperatur, liegt wahrscheinlich ein Kompressordefekt vor.

Weiterhin gibt es im Markt Diagnosegeräte mit denen es möglich ist ein PWM-Signal, mit unterschiedlicher Impuls-Dauer, zu erzeugen. So kann festgestellt werden, ob eine Ansteuerung des Kompressors zur Veränderung des Kältemitteldrucks führt. Dies dient als Grundlage dafür eine Aussage treffen zu können, inwiefern der Kompressor noch einwandfrei funktioniert.

Eine Funktionsprüfung mittels PWM-Signal kann auch mit einem Funktionsgenerator (Bild 10) durchgeführt werden. Dazu ist es aber zwingend erforderlich, auf der Steuergeräteseite des Klimasystems eine "Last" anzuschließen, die der eines elektronischen Regelventils entspricht. Ansonsten erkennt das Steuergerät einen Fehler im System und legt diesen im Fehlerspeicher ab. Dies kann zu Funktionsstörungen bzw. zum Ausfall des Systems führen. Der Fehlerspeicher muss in diesem Fall ausgelesen und mittels eines Diagnosegerätes gelöscht werden.

Im Zusammenhang mit Geräuschen und anderen Problemen der Klimaanlage werden Kompressoren immer wieder voreilig reklamiert. In sehr vielen Fällen stellt sich heraus, dass der Kompressor in Ordnung ist oder die Ursache des Defektes nicht

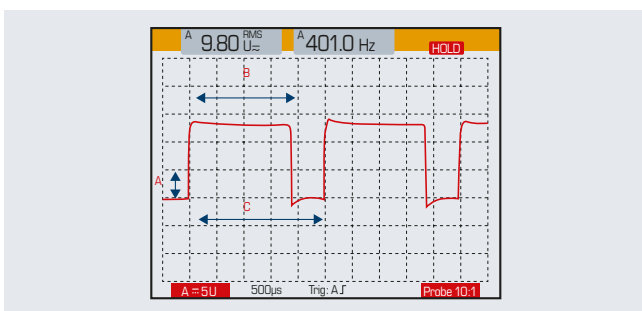


Bild 7

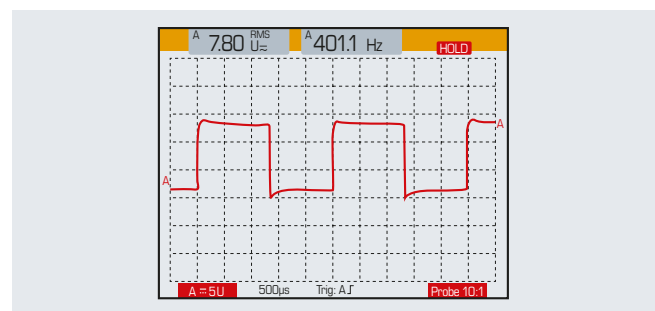


Bild 8

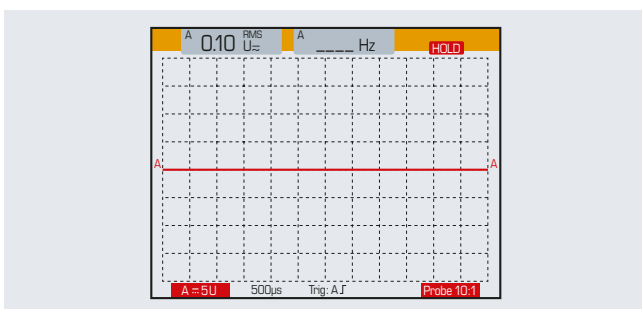


Bild 9



Bild 10

vom Kompressor selbst herrührt. Aus diesem Grund sollten immer alle Komponenten des Systems bei der Fehlerursache mit eingeschlossen werden. Geräusche können nicht nur vom Kompressor, sondern auch durch dessen Befestigung, dem Antrieb, dem Expansionsventil oder von den Leitungen verursacht werden. Eine falsche Menge an Kältemittel kann ebenfalls für diverse Geräusche verantwortlich sein.

Darüber hinaus liefert das Öl wichtige Informationen über eventuelle Schäden:

- Hat das Öl im Kompressor oder im System eine rote Farbe angenommen, kann dies auf zu viel Feuchtigkeit zurückzuführen sein.
- Schwarzgefärbtes Öl deutet auf einen defekten Kompressor hin.
- Silbergraues Öl sollte hinsichtlich Metallspäne untersucht werden. Die gräuliche Verfärbung deutet auf Metallabrieb hin.

Da die Systemölmengen immer geringer werden (teilweise nur 80 ml), ist das Überwachen und Einhalten der Ölmenge (z. B. beim Klimatechnikservice und Komponententausch) von größter Bedeutung.

Eine Reparatur von kupplungslosen Kompressoren ist nur bedingt möglich. Sie muss auf jeden Fall unter Zuhilfenahme von geeigneten Werkzeugen und Reparaturinformationen erfolgen.

Selbstverständlich ist die Beurteilung der Systemdrücke bei der Diagnose von besonderer Bedeutung. Dabei sollten die Vorgabewerte der Fahrzeughersteller herangezogen werden. Dies gilt ebenso für die Ausblastemperatur.

Anhaltspunkte bei der Beurteilung der Systemdrücke lassen sich aus der u. g. Tabelle ableiten:

Beurteilung der Systemdrücke				
Hochdruck	Niederdruck	Symptome	Eventuelle Ursache	Lösungsmöglichkeit
Normal	Normal	→ Ausströmende Luft wird nicht kalt	→ Zu viel Öl im Klimasystem → Luft oder Feuchtigkeit im Klimasystem	→ Klimaanlage absaugen, spülen und mit Öl und Kältemittel neu befüllen → Klimaanlage absaugen, Trockner erneuern und neu befüllen
Hoch	Hoch	→ Niederdruckleitung kälter als Verdampfer → Hochdruck nimmt ab, wenn der Kondensator mit Wasser gekühlt wird → Hoch- und Niederdruck gleichen sich aus, sobald der Kompressor ausschaltet und pulsieren sobald er einschaltet	→ Expansionsventil zu weit geöffnet → Zuviel Kältemittel im System → Kondensator verschmutzt/blockiert → Lüfterprobleme → Problem mit dem Kompressor (Auslassventil/Abdichtung)	→ Expansionsventil erneuern → Klimaanlage absaugen und neu befüllen → Kondensator prüfen, reinigen/erneuern → Lüfter prüfen → Kompressor überprüfen, ggf. erneuern
Niedrig	Niedrig	→ Ausströmende Luft wird nicht kalt → Saugleitung ist kälter als der Verdampfer	→ Zu wenig Kältemittel im System → Blockade an der Saugseite	→ Klimaanlage absaugen und neu befüllen → Leitung und Anschlüsse prüfen, ggf. erneuern
Hoch	Niedrig	→ Eisbildung an der Flüssigkeitsleitung → Eisbildung am Trockner	→ Leitung/Trockner blockiert	→ Trockner/Leitung überprüfen, ggf. austauschen



KOMPRESSORBAUARTEN

Die Funktionsweise von Klima-Kompressoren ist stets die gleiche: Gasförmiges Kältemittel wird angesaugt und verdichtet.

Es gibt allerdings verschiedene Bauarten, die oftmals schon äußerlich Rückschluss auf den jeweiligen Typen geben:



Kolben-Kompressoren sind sehr verbreitet und weisen oftmals eine längliche Bauform auf. Die Anzahl der Kolben kann bauartbedingt variieren.



Scroll-Kompressoren sind relativ kompakt und an ihrer bauchigen Form zu erkennen.



Eine sehr kleine Bauform stellen die **Flügelzellen-Kompressoren** dar.



Den **elektrischen Kompressor** erkennt man sofort an der fehlenden Riemenscheibe.



Regelung der Kompressorleistung

Die Regelung des Kompressors bzw. des Kältemitteldrucks kann auf vielfältige Weise erfolgen. Klassisch ist die Regelung über das Ein- und Ausschalten der Magnetkupplung und eines internen, mechanischen Regelventils. Modernere Bauarten verfügen nicht mehr über eine Magnetkupplung. Sie werden permanent angetrieben. Die Regelung übernimmt ein elektrisches Regelventil (Bild 1) welches extern, pulsweitenmoduliert angesteuert wird. Es gibt auch Kompressorvarianten, die über eine Magnetkupplung und ein elektrisches Regelventil verfügen. Die Regelung elektrisch angetriebener Kompressoren findet lediglich über die Kompressordrehzahl statt.

Sicherheitsventil

Die meisten Kompressoren verfügen über ein Überdruck-Sicherheitsventil, welches bei ca. 35 bar Kältemittel ablässt und somit das System vor weiteren Schäden schützt. Die Überdruckventile können über eine Folie oder Siegellack verfügen (Bild 2). Ist dieses beschädigt, ist das ein Indiz dafür, dass aufgrund eines Fehlers im Klimasystem Kältemittel abgelassen wurde. Es gibt auch Ausführungen des Sicherheits-Ventils ohne „Siegel“ (Bild 3). Sind hier Rückstände von Öl oder Kontrastmittel zu erkennen, ist davon auszugehen das Kältemittel über das Ventil abgelassen wurde. Im Zuge eines Systemfehlers sollte somit auch das Ventil in Augenschein genommen werden.



Bild 1



Bild 2



Bild 3



ÖLBEFÜLLUNG VON KOMPRESSOREN

Im Zusammenhang mit dem Austausch eines Kompressors kommen immer wieder Fragen auf:

- a) Sind neue Kompressoren mit Öl befüllt?
- b) Wieviel Öl ist neuen Kompressoren enthalten?
- c) Wie prüfe ich den Ölstand in den Kompressoren
- d) Wie befülle ich den neuen Kompressor mit Öl
- e) Welches Öl muss ich verwenden?

Behr Hella Service Kompressoren sind mit einer Grundmenge an Öl befüllt. Unabhängig vom Auslieferungszustand der Kompressoren, ist grundsätzlich die Ölfüllmenge bei jedem Kompressor vor dem Einbau in das Fahrzeug zu prüfen und ggfs. gemäß Herstellerangabe und der beiliegenden Dokumentation zu korrigieren. Der Grund dafür liegt darin, dass viele Kompressoren nicht nur in einem Fahrzeug verwendet werden können, sondern in verschiedensten Fahrzeugen und Fahrzeugausführungen ihre Anwendung finden. Dafür muss die entsprechende Ölfüllmenge angepasst werden.

Die Ölmenge des neuen Kompressors ist über die Öffnung der zuvor entfernten Ablass- bzw. Auffüllschraube zu entleeren (Bild 1). Dabei muss die Kompressorwelle mehrfach gedreht werden. Im Anschluss daran wird der Kompressor mit der gesamten, vom Fahrzeughersteller vorgegebenen, Systemölfüllmenge neu befüllt. Gleichzeitig ist auf die Auswahl der richtigen Ölviskosität zu achten. Um eine gleichmäßige Verteilung des Öls zu gewährleisten, sollte die Kompressorwelle mehrfach gedreht werden. Abschließend ist die Ablass-/Auffüllanschluss am Kompressor wieder zu verschließen. Die jeweiligen Vorgaben der dem Kompressor beiliegenden Dokumentation sind gesondert zu beachten.

Hinweis:

Bei Kompressoren ohne Ablass-/ Füllschraube ist das Öl über den Hoch- und Niederdruckanschluß (Bild 2) am Kompressor abzulassen und über den Niederdruckanschluss aufzufüllen (Bild 3). Auch hierbei muss die Kompressorwelle gedreht werden. Sollte es mal nicht möglich sein die gesamte Ölmenge in den Kompressor zu bekommen, kann die Differenzmenge über das Klimaservice-Gerät in den Kältemittel-Kreislauf eingebracht werden.



Besonderheiten

Bei den folgenden Kompressorarten gibt es allerdings eine Besonderheit:

- Denso 5SL12C / 5SEL12C / 5SE12C
- Denso 5SA09C / 5SE09 / 5SER09C
- Visteon VS16

Konstruktionsbedingt lässt sich bei diesen Kompressoren kein Öl ablassen.

Eine Ölablass-/ Befüllschraube gibt es nicht und auch über die Hoch-/ Niederdruckanschlüsse ist das Ablassen des Öls nicht möglich.

Die Kompressoren sind bereits mit der gesamten Systemölmengen befüllt. Somit ist es zwingend erforderlich das Klimasystem vor dem Einbau des neuen Kompressors zu spülen, so dass jegliches Öl entfernt wurde.

Ebenfalls mit der korrekten Systemölfüllmenge befüllt sind elektrische Kompressoren.

Das System muss auch hier vor dem Einbau gespült werden.

Weitere Informationen zum Thema gibt es z.B. in „Hella Tech World“ unter:
www.hella.com/hella-tech-world-de-de/



Bild 1



Bild 2



Bild 3



SPÜLEN DES KLIMASYSTEMS

Spülen ist Pflicht!

Das Spülen von Klimasystemen ist eine der wichtigsten Tätigkeiten im Reparaturfall bzw. bei einem Kompressorschaden, durch die Verunreinigungen und schädliche Substanzen aus dem Klimakreislauf entfernt werden. Spülen ist notwendig, um fachgerechte Reparaturen durchzuführen und um teure Folgearbeiten zu vermeiden. Außerdem werden die Gewährleistungsansprüche gegenüber Lieferanten gewahrt und die Zufriedenheit des Kunden sichergestellt. Allerdings lassen sich Kompressoren, Expansionsventile, Drosselventile und Filter-Trockner nicht spülen und müssen während des Spülvorgangs durch Adapter überbrückt werden. Nach Abschluss des Spülvorgangs müssen Ventile und Filter erneuert werden.

Warum Sie Spülen?

1. Sie müssen bei Kompressorschäden Verunreinigungen durch Metallabrieb beseitigen.
2. Sie müssen durch Feuchtigkeitseinfall entstandene Säurereste eliminieren.
3. Sie müssen von Elastomer-Partikeln verursachte Verstopfungen ausspülen.
4. Sie müssen verunreinigtes Kältemittel oder Kältemittelöl restlos entfernen.

Allgemeine Hinweise zum Spülen

- Lesen Sie aufmerksam die jeweiligen Bedienungsanleitungen, Beipackzettel, Angaben der Fahrzeughersteller, Sicherheitsdatenblätter etc.
- Beachten Sie vor und bei der Durchführung die jeweiligen Sicherheitsbestimmungen u. a. die Technischen Infos „Umgang mit Kältemittel“ und „Aus- und Einbauhinweise“.
- Kompressoren, Trockner/Akkumulatoren und Expansions- und Drosselventile lassen sich nicht spülen.
- Vergewissern Sie sich, dass alle Anteile von Schmutz oder beschädigten Bauteile aus dem Kältemittelkreis entfernt worden sind.
- Stellen Sie sicher, dass sich keine Spüllösungsreste mehr im System befinden, indem Sie die Bauteile ausreichend mit Stickstoff trocknen (keine Druckluft).
- Befüllen Sie den Kompressor mit der korrekten Menge/Spezifikation an Öl (hierfür eignet sich besonders PAO-Öl 68 von Behr Hella Service). Berücksichtigen Sie hierbei die Mengen für die gespülten Bauteile.
- Drehen Sie den Kompressor vor der Inbetriebnahme 10 mal von Hand durch.
- Ersetzen Sie den Filter-Trockner oder Akkumulator und das Expansionsventil bzw. Drosselventil.
- Setzen Sie ggf. ein Filtersieb in die Saugleitung des Kompressors.
- Befüllen Sie nach dem vorschriftsmäßigen Evakuieren den Kältemittelkreislauf mit der vorgeschriebenen Menge Kältemittel.
- Motor starten. Leerlaufstabilisierung abwarten.
- Klimaanlage mehrmals im Wechsel für 10 Sekunden ein- und ausschalten.
- Führen Sie eine Systemdruck-, Funktions-, und Dichtigkeitsprüfung durch.

Spülen des Klimasystems und der Komponenten

Das Spülen von Klimaanlage dient der Entfernung von Verunreinigungen und schädlichen Substanzen aus dem Kältemittelkreislauf. Die nachfolgenden Informationen sollen den Anwender bei der Einführung in die Thematik der „Klimaanlagen-Spülung“ unterstützen, indem sie Antworten zu wichtigen Punkten geben, wie z. B.:

- Warum Klimaanlage eigentlich gespült werden sollen
- Was man unter dem Begriff „Spülen“ im Zusammenhang mit Fahrzeugklimatisierung versteht
- Welche Arten von Verunreinigungen durch „Spülen“ beseitigt werden können bzw. welche Auswirkungen diese Arten von Verunreinigungen haben
- Welche Spülmethoden es gibt und wie sie angewandt werden.

Warum soll eine Fahrzeugklimaanlage eigentlich gespült werden?

Durch defekte Systemkomponenten (veraltete Filter-Trockner (Bild) Kompressorschäden etc.), können sich Schmutzpartikel, die durch das Kältemittel mitgerissen werden, im ganzen Klimasystem verteilen. Wird bei einem Kompressorschaden z. B. nur der Kompressor erneuert, können sich in kurzer Zeit Schmutzpartikel im neuen Kompressor ansammeln und zur Zerstörung der neu eingebauten Systemkomponente sowie des Expansionsventils/Drosselventils oder Multi-Flow-Komponenten führen – eine teure Folgereparatur ist die logische Konsequenz. Um dies



Veralteter Filter-Trockner

zu vermeiden, muss nach einem Komponentenschaden, der eine Verschmutzung des Kältemittelkreislaufes durch Metallspäne, Gummiabrieb, etc. zur Folge haben könnte, immer das System gespült werden! Das Spülen wird mittlerweile auch von vielen Fahrzeug- bzw. Kompressoren-Herstellern verlangt.

Was versteht man unter dem Begriff „Spülen“ im Zusammenhang mit Fahrzeugklimatisierung?

Unter „Spülen“ versteht man das Entfernen von Verunreinigungen oder schädlichen Substanzen aus dem Kältemittelkreislauf. Spülen ist notwendig, um fachgerechte Reparaturen durchzuführen, teure Folgereparaturen zu vermeiden, Garantieansprüche gegenüber Lieferanten zu wahren und Kundenzufriedenheit sicherzustellen.

Welche Verunreinigungen können durch „Spülen“ beseitigt werden bzw. welche Auswirkungen haben diese Arten von Verunreinigungen?

- Abrieb bei Kompressorschaden:
Die Materialpartikel verstopfen Expansionsventile, Drosselventile (Orifice-Tubes) oder Multi-Flow-Komponenten (Kondensator, Verdampfer).
- Feuchtigkeit:
Expansionsventile und Orifice-Tubes können vereisen.
Auf Grund chemischer Reaktionen von Kältemitteln und Kältemittelölen mit Feuchtigkeit können sich Säuren bilden, die Schlauchleitungen und O-Ringe porös werden lassen. Systemkomponenten werden durch Korrosion beschädigt.
- Elastomere (Gummi):
Die Elastomerpartikel verstopfen Expansionsventile, Orifice-Tubes oder Multiflow-Komponenten.
- Verunreinigtes Kältemittelöl bzw. Kältemittel:
Durch verunreinigtes Kältemittel oder das Mischen von verschiedenen Kältemittelölen, können sich ebenfalls Säuren bilden. Diese können Schlauchleitungen und O-Ringe porös werden lassen. Weitere Systemkomponenten können durch Korrosion beschädigt werden.

1. Chemische Mittel (Spülflüssigkeit)

Die Verbindungsleitungen oder Systemkomponenten müssen einzeln gespült werden. Sie werden mit Hilfe eines Universal-Adapters auf einer Spülpistole, mit einem chemischen Mittel (Spülflüssigkeit) gespült. Im Anschluss des Spülvorgangs müssen die Reste des Spülmediums mit Hilfe von Stickstoff aus dem Kältemittelkreislauf entfernt und der Kältemittelkreislauf getrocknet werden.

Empfehlung

Durch eine kombinierte Verwendung von Spülflüssigkeit und Stickstoff, wird höchste Effektivität erreicht. Zunächst werden durch das Spülen mit Spülflüssigkeit auch festsitzende Partikel und ausgehärtete Ablagerungen beseitigt. Durch das anschließende Ausblasen mit Stickstoff, wird der Kältemittelkreislauf bzw. die Komponenten wieder getrocknet.

Nachteil

Kosten für das chemische Reinigungsmittel und dessen fachgerechte Entsorgung, sowie zusätzliche Montagekosten beim Ein- und Ausbau der Leitungen und Komponenten.



Abrieb bei Kompressorschaden



Verunreinigtes Öl



Spülen mit Spüllösung

2. Kältemittel

Beim Spülen mit Kältemittel (R134a) wird die vorhandene Klimaservicestation durch Adapter und Filterelemente aufgerüstet, um Kältemittel in flüssiger Form durch den Kältemittelkreislauf zu spülen.

Nachteil

Es können nur lose Schmutzpartikel und Öl aus dem System entfernt werden. Zudem werden Adaptionenplatten benötigt, um fachgerecht spülen zu können. Diese Adaptionenplatten verursachen auf Grund der zusätzlich notwendigen Installation und Demontage erhöhte Kosten. Die Servicestation steht während der Anwendung nicht für andere Fahrzeuge zur Verfügung.

Hinweis

Während sich Tube & Fin und Serpentine Komponenten meistens gut reinigen lassen, ist es oft nicht möglich Komponenten in „Multi-Flow“ (Parallelfluss)-Technik zu reinigen. Bestehen bei dieser Art Komponenten Zweifel über den Reinigungserfolg, ist die Komponente auszutauschen. Wurde der Kältemittelkreislauf gespült, muss immer darauf geachtet werden, wieder eine ausreichende Menge an neuem Öl aufzufüllen.

Folgende Angaben (% der Gesamtölmenge) dienen als Anhaltspunkt:

- Kondensator: 10 %
- Trockner/Akkumulator: 10 %
- Verdampfer: 20 %
- Schläuche/Rohr-Leitungen: 10 %

Bei Nichteinhaltung der o. g. Punkte besteht die Gefahr, dass die Gewährleistung erlischt.



Tube & Fin

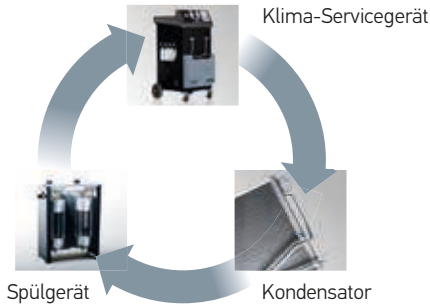


Serpentine



Multi-Flow

Vor- und Nachteile der beiden Spülmethoden

Spülmedium		
	Kältemittel	Spülflüssigkeit
Spülmethode	Systemkomponenten werden mit Hilfe des Klima-Servicegeräts und einer zusätzlichen Spüleinrichtung mit Filter und Adaptern gespült (beides separat erhältlich).	Systemkomponenten werden mit Hilfe einer zusätzlichen Spüleinrichtung und einer chemischen Lösung gespült. Reste des Spülmittels müssen mit Stickstoff entfernt und das System mit Stickstoff getrocknet werden.
Vorteile	+ Keine Kosten für das Spülmedium + Keine Entsorgungskosten für das Spülmedium + Entfernt lose Schmutzpartikel und Öl + Methode ist von verschiedenen Fahrzeugherstellern freigegeben	+ Entfernt lose und festsitzende Partikel und Öl + Sehr gutes Reinigungsergebnis
Nachteile	– Keine optimale Reinigungswirkung bei festsitzenden Verschmutzungen – Filterelement des Spülgerätes muss regelmäßig gewechselt werden – Klima-Servicegerät steht während der Anwendung nicht anderweitig zur Verfügung	– Kosten für das Spülmedium – Entsorgungskosten für das Spülmedium
Klimaprodukte	 Klima-Servicegerät Spülgerät Kondensator	



LECKSUCH-TECHNIKEN

Lecksuch-Techniken

Eine der häufigsten Ursachen für Funktionsstörungen der Klimaanlage sind Undichtigkeiten im Kältemittelkreislauf. Sie führen unmerklich zu einer sinkenden Füllmenge und damit zu Leistungseinbußen bis hin zum Totalausfall. Gerade beim Kältemittel R134a ist bekannt, dass es aus Gummileitungen und Verbindungen diffundiert. Da dem Klimafachmann nicht sofort klar ist, ob eine Undichtigkeit oder ein normaler laufzeitbedingter Kältemittelverlust vorliegt, ist die gründliche Lecksuche ein Muss.

Geprüft werden:

- Alle Anschlüsse und Leitungen
- Kompressor
- Kondensator und Verdampfer
- Filter-Trockner
- Druckschalter
- Serviceanschlüsse
- Expansionsventil

Es empfehlen sich 3 Methoden der Lecksuche:

1. Kontrastmittel und UV-Lampe
2. Elektronische Lecksuche
3. Lecksuche mit Formiergas

Lecksuche mit Kontrastmittel

Kontrastmittel

Das Kontrastmittel wird über verschiedene Methoden dem Kältemittel zugefügt (z. B. Spotgun-Kontrastmittel, Dye-Cartridges ...).

Spotgun/Pro-Shot

Mit der Spotgun-Kartuschenpresse oder dem Pro-Shot System wird die genau benötigte Menge an Kontrastmittel injiziert. Weiterer Vorteil: Das Kontrastmittel kann bei befüllter Anlage eingebracht werden.

Lecksuchlampen

Ausgetretenes Kontrastmittel wird mit der UV-Lampe sichtbar gemacht.



Lecksuche mit elektronischem Tester/mit Stickstoff/ durch Schaumbildung

Elektronische Lecksuche mit einem Leckdetektor

Zeigt die Lecks über Signalton an. Er erkennt halogene Gase und entdeckt selbst kleinste Lecks an schwer erreichbaren Stellen (z. B. Verdampferundichtigkeit).

Lecksuche mit einem Stickstoff-Set

Dieses Werkzeug kann – zusätzlich zum Trocknen des Systems – auch zur Dichtigkeitsprüfung eingesetzt werden. Für diesen Einsatz werden ein Fülladapter für den Serviceanschluss und ein Schlauchadapter benötigt. Die entleerte Klimaanlage wird mit Stickstoff gefüllt (max. 12 bar). Über einen längeren Zeitraum (z. B. 5–10min) wird dann beobachtet, ob der Druck konstant bleibt. Die Undichtigkeit kann durch ein „Zischen“ erkannt werden. Andernfalls ist es sinnvoll, die Leckstelle mit Lecksuchmittel sichtbar zu machen. Das Lecksuchmittel wird von außen aufgesprüht. An der undichten Stelle bildet sich Schaum. Mit Hilfe dieser Methode lassen sich nur größere Leckagen an gut zugänglichen Stellen auffinden.

Lecksuche mit einem Formiergas-Lecksucher

Zum Auffinden von Undichtigkeiten wird das leere Klimasystem mit Formiergas, einen Gemisch aus 95 % Stickstoff und 5 % Wasserstoff, gefüllt. Mit Hilfe eines speziellen elektronischen Lecksuchers werden die Komponenten auf Undichtigkeiten geprüft. Da Wasserstoff leichter ist als Luft muss der Sensor dabei oberhalb der vermuteten Undichtigkeit (Leistungsverbindungen/Komponenten) langsam vorbeigeführt werden. Nach beendeter Lecksuche kann das Formiergas an die Umgebungsluft abgegeben werden. Diese Lecksuchmethode stimmt mit Artikel 6, §3 der EU-Richtlinie 2006/40/EC überein.

REPARATUR VON ROHRLEITUNGEN UND SCHLÄUCHEN

LOKRING Rohrverbindungstechnik

LOKRING ist eine schnelle und äußerst renditestarke Instandsetzungs-Methode. Statt bei defekten Rohrleitungen teure komplette Leitungssysteme zu bestellen und auf die Lieferung zu warten, kann das Problem auch auf der Stelle behoben werden – oftmals im eingebauten Zustand. Das LOKRING-Prinzip hat sich in der Klima- und Kältetechnik tausendfach bewährt.

Es zeichnet sich durch neun Verarbeitungs-Vorteile aus:

- Einfache und zügige Montage
- Unlösbare, hermetisch dichte Metall-/Metall-Dichtungen
- Sichere Verbindung von Rohren aus verschiedenen Werkstoffen
- Keine besondere Rohrvorbereitung erforderlich
- Handliche Montagewerkzeuge
- Große Maßtoleranzen erlaubt
- Keine Kerbwirkung im Montagebereich
- Kein Schweißen, Löten oder Gewinde schneiden
- Umweltschonende und gefahrlose Verbindungstechnik



Metall mit Metallleitung: **LOKRING-Fitting**

LOKRING ist so dicht, dass kein Druckabfall und keine Reduzierung der Durchflussgeschwindigkeit zu verzeichnen sind. Als zusätzliche Sicherung werden die Oberflächen der Rohrenden mit der LOKPREP-Dichtungsflüssigkeit benetzt. Das System ist an den LOKRING-Stellen dauerhaft dicht. Die Rohrverbindungen sind für einen maximalen Nenndruck von 50 bar und einen Prüfdruck von 200 bar ausgelegt. Sie können in einem Temperaturbereich von -50 °C bis +150 °C eingesetzt werden.

Presswerkzeuge für Kältemittel-Armaturen

Das Crimp-Werkzeug ermöglicht die schnelle und sichere Verbindung von Schläuchen und Fittings. Ein ideales Presssystem für den stationären und mobilen Einsatz. Die mitgelieferte Hydraulik-Handpumpe baut die Presswirkung auf. Bereits wenige Handbewegungen bewirken bei hohem Verstellweg einen immens starken Pressdruck. So lassen sich Schlauchreparaturen oftmals auch im eingebauten Zustand durchführen. Ähnlich wie LOKRING spart das Crimp-System Reparatur-/Wartezeiten und Ersatzteilkosten. Eine Investition, die sich schnell rentiert.



Schlauch mit Schlauch: **Crimp-Fitting**

KÄLTEMITTEL R12, R134A, R1234YF

Es gibt im Markt noch zahlreiche Fahrzeuge mit Klimaanlage, die ursprünglich für das Kältemittel R12 konzipiert wurden. Das Jahr 2001 war das offizielle, endgültige Ende von R12 für Fahrzeugklimaanlagen. R12-Systeme mussten ab dem Datum bei Wartungs- oder Reparaturarbeiten umgerüstet werden. Als Ersatzkältemittel wurde und wird, neben einigen „Drop-In“-Kältemitteln (Kältemittelgemische), R134a verwendet.

Auch heute noch ist das Thema Umrüstung von R12 auf 134a im Old- und Youngtimer-Bereich, sowie in einigen nicht EU-Ländern aktuell.

Im Zuge der Umrüstung muss die Anlage auf Dichtigkeit hin überprüft werden. Leckagen sind im Vorfeld zu beseitigen. Alle Bauteile sollten hinsichtlich Funktion und Beschädigung überprüft werden. Der Filter-Trockner ist zu erneuern. Dichtringe sollten gewechselt werden. Zusätzlich ist das mineralische Öl des R12 Systems gegen PAG- oder PAO-Öl auszutauschen. Im Zuge dessen empfiehlt es sich auch das Klimasystem zu spülen. Eine detaillierte Beschreibung finden Sie als Technische Information in „HELLA Tech World“.

R134a hat mit einem GWP (Global Warming Potential) von 1430 ein hohes Treibhauspotential. Mit der aktuellen EG-Richtlinie 2006/40/EG wurde beschlossen künftig nur noch Kältemittel mit einem GWP kleiner 150 einzusetzen.

Somit dürfen Klimasysteme von Fahrzeugen der Klasse M1 (PKW, Fahrzeuge zur Personenbeförderung bis 8 Sitzplätze) und der Klasse N1 (Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 3,5t.), für die ab dem 01.01.2011 eine Typgenehmigung innerhalb der EU erteilt wurde, nicht mehr mit R134a befüllt werden. Seit dem 01.01.2017 können Fahrzeuge, wenn sie mit R134a befüllt sind, nicht mehr erstmals zugelassen werden. Die Verwendung von R134a ist aber weiterhin für Service- und Wartungsarbeiten an bereits bestehender R134a-Anlagen erlaubt. Als neues Kältemittel kommt bislang vor allem das R1234yf mit einem GWP von 4 zum Einsatz. Allerdings ist auch die Verwendung andere Kältemittel denkbar, sofern der GWP-Wert unter 150 liegt. Es wird sich zeigen, inwiefern zukünftig alle Fahrzeughersteller auf das gleiche oder aber verschiedene Kältemittel umstellen.

Dies hat natürlich Einfluss auf Werkstätten und deren Servicepersonal. Die Anschaffung neuer Servicegeräte scheint unausweichlich zu sein. Es sind auch gesonderte Maßnahmen hinsichtlich der Lagerung und Handhabung mit den neuen Kältemitteln zu beachten.



INNENRAUM- TEMPERATURSENSOREN

Mangelhafte Temperaturregelung durch verschmutzte Sensoren

Der Innenraum-Temperatursensor befindet sich im Luftstrom eines Miniaturgebläses (meistens in der Bedieneinheit). Er gibt die Temperatur der Innenraumluft als Widerstandswert an das Steuergerät. Der Messwert dient zum Vergleich mit dem Sollwert.

Durch Nikotin, Staub u. ä. kann der Sensor stark verschmutzen (siehe Bild). Gelangt der angesaugte Luftstrom nicht mehr ausreichend zum Sensor, kann dies zu Fehlmessungen und Fehlfunktionen führen. Die Klima-/Heizungsregelung ist dann nicht mehr einwandfrei gewährleistet. Dies macht sich durch ein ständiges hin- und herregeln der Temperatur bemerkbar, sprich in einem Moment wird es sehr kalt, im anderen Moment sehr warm. Der Sensor kann mit speziellen Reinigungsmitteln (z. B. Aceton) gereinigt werden. Staubansammlungen können zuvor mit minimaler Druckluft beseitigt werden. In den meisten Fällen funktioniert die Regelung nach der Reinigung des Sensors wieder einwandfrei.

DICHTMITTEL

Klimaanlagen-Dichtmittel bestehen aus chemischen Komponenten die dem Klimasystem zugeführt werden, um kleinere Leckagen an Komponenten und O-Ringen abzudichten.

An der undichten Stelle tritt nicht nur Kältemittel sondern auch das Dichtmittel aus.

Dieses reagiert in der Regel mit Luftsauerstoff und Feuchtigkeit, härtet aus und verschließt das Leck.

Die Verwendung von Dichtmittel ist aus verschiedener Sicht problematisch.

Nach Maßgabe von EG-Verordnungen und Richtlinien darf ein undichtiges Klimasystem nicht wieder in Betrieb genommen bzw. mit Kältemittel befüllt werden, ohne zuvor die Undichtigkeit zu beseitigen. Ein Verstoß kann erhebliche Bußgelder nach sich ziehen.

Bei der Verwendung von Dichtmitteln tritt weiterhin so lange Kältemittel aus dem undichten Klimasystem aus, bis das Dichtmittel wirkt (sofern es die Undichtigkeit wirklich in vollem Umfang stoppt). Somit wird in diesem Fall gegen EG-Recht und

auch nationale Verordnungen verstoßen und unnötig Kältemittel freigesetzt. Die einzige Einsatzmöglichkeit von Dichtmitteln wäre die der präventiven Verwendung - als Zugabe in noch intakter Systeme.

Sollten Bauteile vorgeschädigt oder geschwächt (z. B durch Korrosion) sein ist es nur eine Frage der Zeit, bis an anderer Stelle eine weitere Leckage entsteht.

Beim Absaugen von Kältemittel an Fahrzeugen die zuvor mit Dichtmittel befüllt wurden besteht die Gefahr, dass das Dichtmittel im Inneren des Klimaservicegerätes reagiert und dies zu Blockaden/Schäden führt. Bei vielen Fahrzeug-, Geräten- und Komponentenherstellern gefährdet die Verwendung von Dichtmittel einen Gewährleistungsanspruch.

Letztendlich stellt die Verwendung von Dichtmitteln bei einer undichten Klimaanlage keine gesetzeskonforme und dauerhafte Reparaturmethode dar.



INNOVATIVES KLIMA- UND INNEN- RAUM-KOMFORTMANAGEMENT

Wohin geht der Trend und die Entwicklung von Klimaanlage und Innenraumkomfort?

"Mehrzonen-Klimaanlagen" werden immer mehr zum Standard. In der Oberklasse werden bereits Klimaanlagen mit einem "Feuchtemanagement" eingesetzt, wobei der Entstehung von zu trockener Luft entgegengewirkt wird.

Zukünftig wird ein "Raumklimamanagement" Bestandteil des Klima- und Lüftungssystems sein. Das bedeutet, dass mit Hilfe von Luftgütesensoren ein bestmögliches Innenraumklima, in Verbindung mit Luftaufbereitungs-Systemen geschaffen wird.

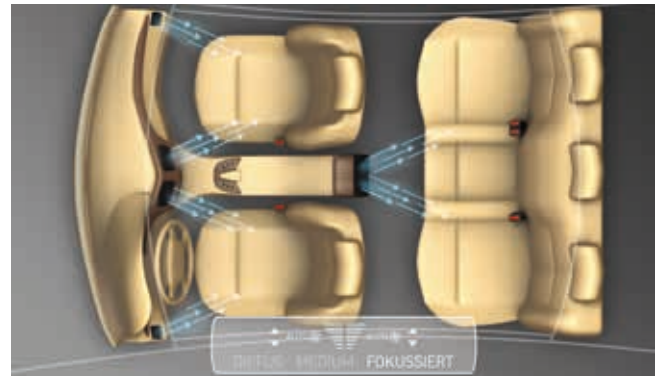
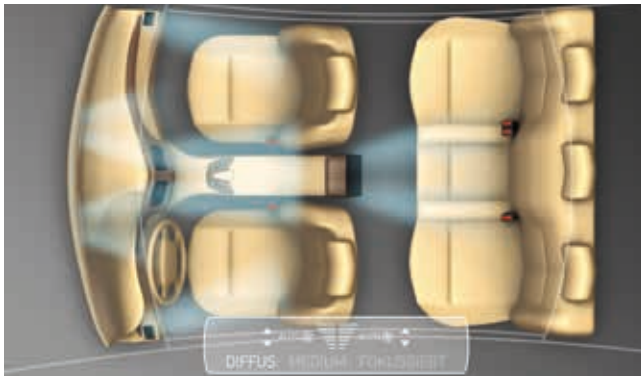
Elektronisch geregelte Kompressoren werden die Regel in allen Fahrzeugklassen sein. Sie ermöglichen eine individuelle

Leistungsanpassung mit einem damit verbundenen niedrigeren Kraftstoffverbrauch. Optimierte Komponenten, Leitungen und Dichtungen sorgen zukünftig für möglichst geringe "Kältemittel-verlusten".

Wunschklima für Jeden an jedem Platz:

Wunschklima bedeutet:

- Individualer Klimakomfort für jeden Sitzplatz im Fahrzeug
- Zugfreie, angenehme Belüftung
- Hohe Luftqualität
- Akustischer Komfort, möglichst geringe Geräusch-wahrnehmung
- Einfache, klare Bedienung



Um dies zu realisieren wurden Systeme wie z. B. Physio-Control® von Behr und BHTC entwickelt:

Physio-Control® ist eine Weiterentwicklung der Mehrzonen-Klimatisierung. Das System ist in der Lage, die zur Behaglichkeit im Fahrzeuginnenraum führenden Größen (Sonneneinstrahlung, Luftfeuchtigkeit, Luftmenge und Lufttemperatur) an definierten Stellen selektiv zu erfassen und zu regeln. Exakt aufeinander abgestimmte Subsysteme arbeiten dabei zusammen.

Der technische Aufwand ist dabei enorm. So misst ein intelligenter Sonnensensor mit Hilfe der Hard- und Software den exakten Raumwinkel und die Intensität der Sonneneinstrahlung in Relation zum Fahrzeug. Ein Rechenmodell ermittelt, durch Erfassen der Fahrzeugkonturen, hieraus die Strahlungsintensität auf der von der Sonne beschienen Körperstellen.

Optimales Klima im Fahrzeuginnenraum bedeutet auch das stetige Freihalten der Scheiben. Um ein Beschlagen der Scheiben zu verhindern wird die Feuchtigkeit im Bereich der Windschutzscheibe kontinuierlich gemessen. Im Bedarfsfall wird über die Ansteuerung der Klimaanlage die Luft getrocknet. Ein weiterer Eingriff, von dem die Fahrzeuginsassen nichts mitbekommen, ist das sogenannte Feuchtemanagement. Hierbei wird, durch Ansteuerung des Klimakompressors und der Frischluftklappe, die Luftfeuchtigkeit im Innenraum konstant gehalten.

Als Subsystem kommen sogenannte Komfort-Lüftungsdüsen zum Einsatz. Diese sind so konzipiert, dass sich die einzelnen Ausströmerdüsen definiert schwenken und stufenlos von direktem bis zu diffusem Luftaustritt verändern lassen. Mit Hilfe der Düsen wird den Körperstellen der Insassen genau die Luftmenge und Luftart zugeführt, die als angenehm empfunden wird. Dies kann z.B. ein konzentrierter Luftstrahl („Spot“) während des Abkühlvorgangs im Sommer oder eine zugfreie, diffuse Ausströmung sein.

Um das Wunschprofil der Luftverteilung zu ermitteln bedient man sich des „Air Volume Control“. Hierbei wird die aus den einzelnen Ausströmerdüsen austretende Luftmenge und somit auch die Luftgeschwindigkeit ermittelt. Ermöglicht wird dies entwicklungstechnisch durch eine Simulationssoftware des gesamten Klima- und Luftführungssystems. Air Volume Control erkennt u.a. eine einseitige Zu- oder Abnahme der Luft, durch z. B. mechanisches Verschließen der Luftdüse. In der Software hinterlegte Regelungsalgorithmen vermeiden, dass sich die Luftverhältnisse auf der anderen Fahrzeugseite ändern. Somit lassen sich Luftmenge und Luftverteilung individuell ändern ohne unnötig Einfluss auf andere Bereiche und Personen im Fahrzeug zu nehmen.

Eine weitere Innovation ist die Auswahl verschiedener Klimastile. Hierbei treffen die Insassen je nach „Komforttyp“ eine Vorauswahl zwischen Spot, Moderat oder Diffus. Der „sportlich-frische“ Typ wird somit direkt mit kühler Luft angeströmt, während der „sensiblere“ Typ die Luft zugfrei zugeteilt bekommt.



Luftqualität

Die Luftqualität im Fahrzeuginnenraum wird bei modernen Klima-Systemen mittlerweile mehrstufig aufbereitet. Hier spricht man von einer „Komforttreppe“. Sie beginnt mit der Filterung der Frisch- und Umluft. Dies wird mit Hilfe einer Stickoxid-Sensorik realisiert. Ein NOx- oder Luftgütesensor ermittelt den Anteil an Schadstoffen der angesaugten Frischluft, worauf eine automatische Frisch-/ Umluftsteuerung erfolgt. Die Filterung durch Aktivkohle gewinnt dabei zunehmend an Bedeutung.

Die Verdampferoberfläche sollte so beschaffen sein, dass es nicht zur Geruchsbildung durch Mikroorganismen kommt. Hierfür hat Behr speziell eine Beschichtung entwickelt: Behr-Oxal®. Es handelt sich dabei um eine umweltfreundliche Beschichtungstechnologie, die ohne toxische und aggressive Chemikalien eine korrosionsresistente und hydrophile Aluminiumoberfläche erzeugt. Hierdurch erfolgt eine sehr gute Ableitung des Kondenswassers und schnelle Abtrocknung der Verdampferoberfläche.

Die o. g. Maßnahmen bewirken eine Neutralisierung von Verunreinigungen und Gerüchen. Für eine weitere Steigerung des Komforts kann ein Sauerstoff-Ionisationsator eingesetzt werden, mit dem die Luft von Bakterien und Keimen gereinigt wird und eine Frische-Wirkung erhält. Zusätzlich kann noch ein Beduftungssystem, bei dem der Innenraumluft bestimmte Duftnoten zugesetzt werden, zum Einsatz kommen.

Ergonomie

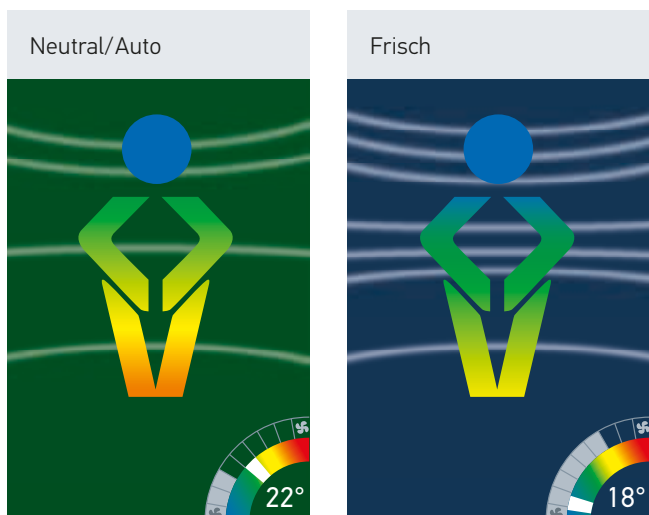
Es hat sich gezeigt, dass die Bedienung einer Klimaanlage den Fahrer immer noch zu lange vom Verkehrsgeschehen ablenkt und die Klimaanlage teilweise nicht richtig bedient wird.

Mit steigender Funktionalität wird die Bedienbarkeit der Klimaanlage zum Teil erschwert. Dies äußert sich durch:

- Das Fehlen einer klaren, logischen Anordnung von Bedienelementen und Anzeigen
- Eine komplizierte, teilweise überfordernde Bedienung
- Unverständliche Kennzeichnung der Bedienelemente
- Nicht eindeutige oder fehlende Status-Rückmeldungen

Aus den Untersuchungen geht hervor, dass für die zu verwendenden Klima-Bedieneinheiten folgende Kriterien berücksichtigt werden sollten:

- Ausreichende Größe von Display, Bedienelementen und Symbolen
- Verwendung von Grafiken bzw. Textgrafiken anstatt nur Text
- Räumlich, nach gleichen Funktionen angeordnete Bedienelemente
- Hauptfunktionen nicht mit anderen Funktionen koppeln oder/und in Unterfunktionen verstecken
- Bedieneinheit und Display nahe zusammen legen

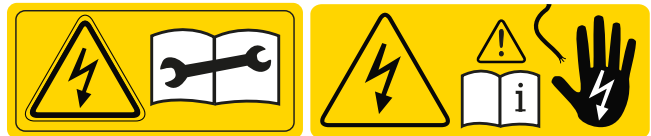


Bedieneinheiten die nach den o. g. Kriterien entwickelt werden entlasten den Fahrer von Tätigkeiten, die nichts mit dem Führen des Fahrzeugs zu tun haben. Die verwendeten Symbole sind bekannt oder ihre Bedeutung ist intuitiv erfassbar. Hauptbedienelemente können auch ertastet werden, d. h. ohne einen Blick darauf richten zu müssen. Die Menüführung ist einfach gehalten und eine Komfort-Vorauswahl möglich. Die von z. B. BHTC entwickelten Bedienkonzepte erleichtern durch verschiedene Klimastile die individuelle Einstellung der gewünschten automatischen Klimaregelung. Das graphische Design der Visualisierung zielt auf schnelle, selbsterklärende Erkennbarkeit der Einstellungen ab. Hierfür werden hochauflösende Displaytechnologien, die eine situationsangepasste Darstellung ermöglichen, verwendet.

In den letzten Jahren hat es im Bereich des Klima- bzw. Innenraumkomfort-Management viele Innovationen gegeben. Dies wird sich auch in Zukunft fortsetzen. Für die Werkstatt besteht die Herausforderung darin, mit den Entwicklungen Schritt zu halten. Nur so können solch komplexen Systeme zukünftig gewartet, überprüft und instandgesetzt werden.

THERMO MANAGEMENT IN HYBRIDFAHRZEUGEN

Arbeiten Sie nicht an unter Spannung stehenden Hochvolt-Komponenten! Achten Sie stets auf die Warnschilder an Bauteilen und Elementen!



Beispiel: Warnschilder an Modulen und Bauteilen

Durch die Hybrid-Technologie ergeben sich auch für das Thermo Management deutliche Veränderungen, sowohl im Kühlmittel-, wie auch im Kältemittel-Kreislauf. Welche Bereiche und Bauteile des Thermo Managements betroffen sind, wie sich die Funktionsweisen verändern und was dies für Ihre Arbeit bedeutet, beschreiben wir im Folgenden.

Innenraumklimatisierung

Bei herkömmlichen Antriebskonzepten mit Verbrennungsmotor ist die Innenraumklimatisierung auf Grund des mechanisch angetriebenen Kompressors direkt vom Betrieb des Motors abhängig. Auch in Fahrzeugen, die in Fachkreisen als Micro-Hybrid bezeichnet werden und lediglich eine Start-Stopp-Funktion besitzen, werden Kompressoren mit Riementrieb eingesetzt. Daraus ergibt sich die Problematik, dass bei einem Fahrzeugstillstand und ausgeschaltetem Motor schon nach 2 Sekunden die Temperatur am Verdampferaustritt der Klimaanlage ansteigt. Die damit einhergehende langsame Erhöhung der Ausblastemperatur der Lüftung, sowie die Zunahme der Luftfeuchtigkeit wird von den Fahrzeuginsassen als störend empfunden.

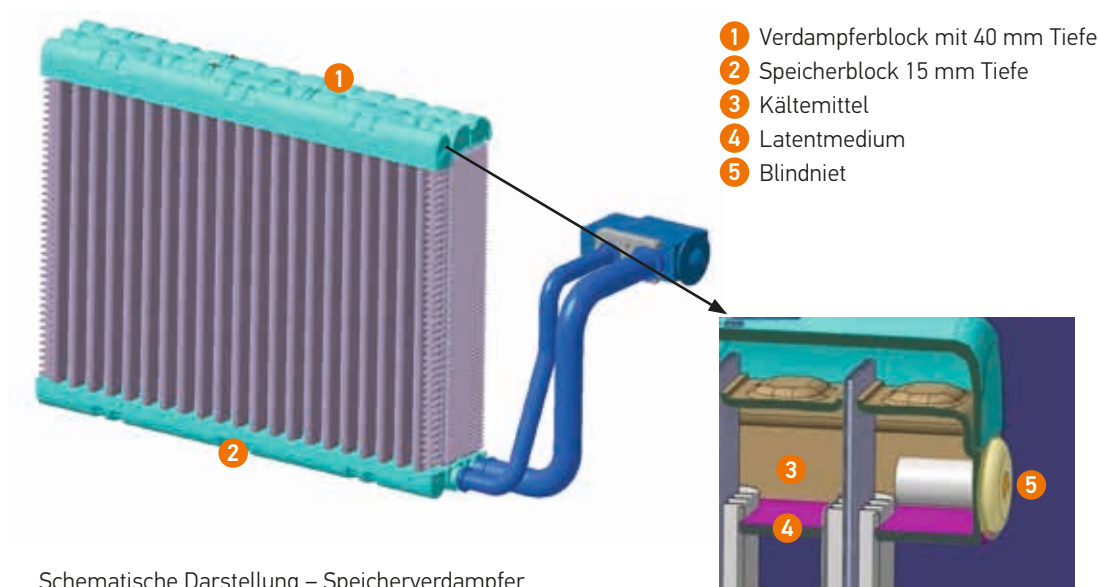
Um diesem Problem zu begegnen, können zukünftig neuentwickelte Kältespeicher zum Einsatz kommen, sogenannte Speicherverdampfer.



Speicherverdampfer

Der Speicherverdampfer besteht aus zwei Blöcken: einem Verdampfer- und einem Speicherblock. Beide Blöcke werden in der Start-Phase bzw. bei laufendem Motor mit Kältemittel

durchströmt. Ein sich im Verdampfer befindliches Latentmedium wird währenddessen so weit gekühlt, dass es gefriert. Damit wird es zum Kältespeicher.



Schematische Darstellung – Speicherverdampfer

In der Stopp-Phase ist der Motor aus und der Kompressor wird folglich nicht angetrieben. Die am Verdampfer vorbeiströmende Warmluft kühlt sich ab und es findet ein Wärmeaustausch statt. Dieser Austausch läuft so lange ab, bis das Latentmedium vollständig abgeschmolzen ist. Nach Wiederaufnahme der Fahrt beginnt der Prozess von neuem, so dass bereits nach einer Minute der Speicherverdampfer wieder Luft kühlen kann.

Bei Fahrzeugen ohne einen Speicherverdampfer ist es bei sehr warmem Wetter schon nach kurzer Standzeit notwendig, den Motor wieder zu starten. Nur auf diese Weise kann dann die Innenraumkühlung aufrechterhalten werden.

Zur Innenraumklimatisierung des Fahrzeugs gehört ebenso das Beheizen der Fahrgastzelle im Bedarfsfall. Bei Full-Hybrid-Fahrzeugen wird in der Phase des elektrischen Fahrens der Verbrennungsmotor abgeschaltet. Die vorhandene Restwärme im Wasserkreislauf reicht für die Beheizung des Innenraumes nur für kurze Zeit aus. Als Unterstützung werden dann elektrische PTC-Heizelemente zugeschaltet, die die Heizungsfunktion übernehmen. Die Arbeitsweise ist ähnlich der eines Haarföns: die vom Innenraumluftgebläse angesaugte Luft wird beim Vorbeistreichen an den Heizelementen erwärmt und strömt danach in den Innenraum.

Der Hochvolt-Kompressor

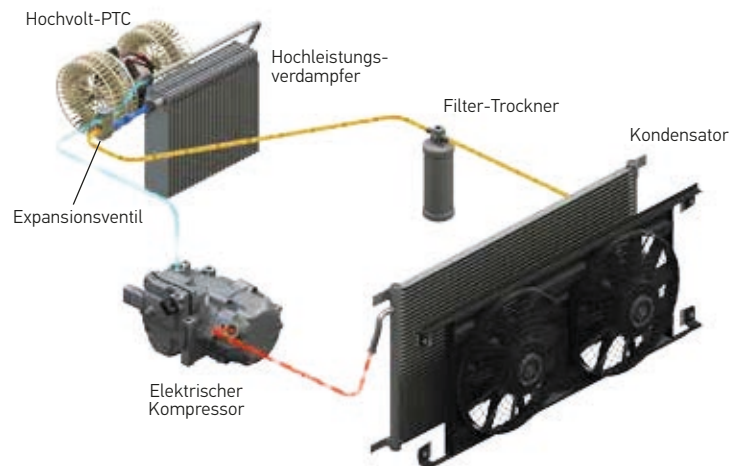
In Fahrzeugen mit Full-Hybrid-Technologie werden elektrische Hochvolt-Kompressoren eingesetzt, die nicht in Abhängigkeit vom Betrieb des Verbrennungsmotors stehen. Durch dieses neuartige Antriebskonzept werden Funktionen möglich, die zu einer weiteren Komforterhöhung im Bereich der Fahrzeugklimatisierung führen:

Es besteht die Möglichkeit, den aufgeheizten Innenraum vor Fahrtantritt auf die gewünschte Temperatur vorzukühlen. Die Ansteuerung ist durch eine Fernbedienung möglich.

Diese Standkühlung kann nur in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Batteriekapazität erfolgen. Der Kompressor wird dabei unter Berücksichtigung der zur Klimatisierung nötigen Anforderungen mit der kleinstmöglichen Leistung angesteuert.

Bei den derzeit verwendeten Hochvolt-Kompressoren erfolgt die Leistungsregelung durch eine entsprechende Drehzahlanpassung in Stufen von 50 min⁻¹. Daher kann auf eine interne Leistungsregelung verzichtet werden.

Im Gegensatz zum Taumelscheibenprinzip, das im Bereich der riemengetriebenen Kompressoren vorrangig eingesetzt wird, kommt bei den Hochvolt-Kompressoren das Scrollprinzip zur



Verdichtung des Kältemittels zum Einsatz. Die Vorteile sind eine Gewichtsersparnis von ca. 20 % und eine Verringerung des Hubraums um den gleichen Betrag bei identischer Leistung.

Um das entsprechend große Drehmoment für den Antrieb des elektrischen Kompressors zu erzeugen, kommt hier eine Gleichspannung von über 200 Volt zur Anwendung – eine in diesem Kraftfahrzeugbereich sehr hohe Spannung. Der in der Elektromotoreinheit integrierte Inverter wandelt diese Gleichspannung in die vom bürstenlosen Elektromotor benötigte dreiphasige Wechselspannung um. Die notwendige Wärmeableitung des Inverters und der Motorwicklungen wird durch die Durchströmung des Kältemittelrückflusses zur Saugseite ermöglicht.



Hochvolt-Kompressor



Temperaturmanagement der Batterie

Essentiell für den Betrieb eines Hybridfahrzeuges ist die Batterie. Diese muss die notwendigen erheblichen Energiemengen für den Antrieb schnell und zuverlässig bereitstellen. Zumeist sind diese Batterien Nickel-Metall-Hybrid-Hochspannungsbatterien, jedoch werden vermehrt Lithium-Ionen-Hochspannungsbatterien verwendet. Damit werden Größe und Gewicht der Hybrid-Fahrzeugbatterien weiter reduziert.

Es ist unbedingt erforderlich, dass die verwendeten Batterien in einem bestimmten Temperaturfenster betrieben werden. Ab einer Betriebstemperatur von $+40^{\circ}\text{C}$ verringert sich die Lebensdauer, während unterhalb von -10°C der Wirkungsgrad nachlässt und die Leistung sinkt. Darüber hinaus darf der Temperaturunterschied zwischen den einzelnen Zellen $5^{\circ}\text{--}10^{\circ}\text{K}$ nicht überschreiten.

Kurzzeitige Spitzenbelastungen in Verbindung mit hohen Strömen wie Rekuperation und Boosten führen zu einer nicht unerheblichen Erwärmung der Zellen. Zusätzlich tragen hohe Außentemperaturen in den Sommermonaten dazu bei, dass die Temperatur schnell den kritischen Wert von 40°C erreicht.

Die Folge einer Temperaturüberschreitung ist die schnellere Alterung und der damit einhergehende verfrühte Ausfall der Batterie. Fahrzeughersteller streben eine rechnerische Batteriele-

bensdauer von 1 Autoleben an (ca. 8-10 Jahre). Daher kann dem Alterungsprozess nur mit entsprechendem Temperaturmanagement entgegen gewirkt werden.

Bisher kommen drei verschiedene Möglichkeiten des Temperaturmanagements zur Anwendung.



Scrollverdichter



Hochvoltmotor



Möglichkeit 1

Luft wird aus dem klimatisierten Fahrzeug-Innenraum angesaugt und zum Kühlen der Batterie genutzt. Die angesaugte kühle Luft aus dem Fahrzeug-Innenraum hat eine Temperatur kleiner als 40° C. Diese Luft wird genutzt, um die frei zugänglichen Flächen des Batteriepaketes zu umströmen.

Nachteile dieser Möglichkeit sind:

- Die geringe Kühlungseffektivität.
- Die angesaugte Luft aus dem Innenraum kann nicht zu einer gleichmäßigen Temperaturreduzierung genutzt werden.
- Der erhebliche Aufwand zur Luftführung.
- Eventuell störende Geräusche im Innenraum durch das Gebläse.
- Durch die Luftkanäle besteht eine direkte Verbindung des Fahrgastraumes mit der Batterie. Dies ist aus Sicherheitsgründen (z.B. Ausgasen der Batterie) als problematisch einzustufen.
- Nicht zu unterschätzen ist die Gefahr des Schmutzeintrages in das Batteriepaket, da die Luft aus dem Innenraum auch Staub beinhaltet. Der Staub lagert sich zwischen den Zellen ab und bildet in Verbindung mit kondensierter Luftfeuchtigkeit einen leitenden Belag. Dieser Belag begünstigt die Entstehung von Kriechströmen in der Batterie.

Um diese Gefahr zu umgehen, wird die angesaugte Luft gefiltert. Alternativ kann die Luftkühlung auch durch ein separates Klein-klimagerät erfolgen, ähnlich den separaten Fondklimaanlagen in Oberklassefahrzeugen.

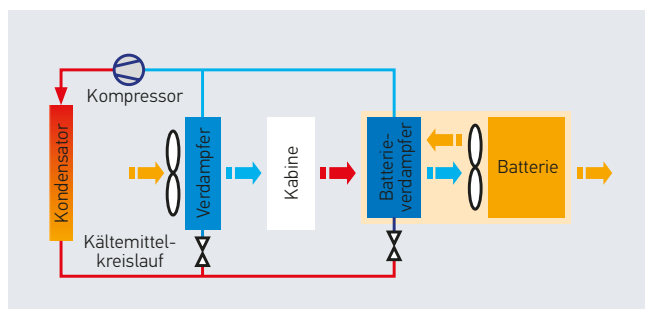
Möglichkeit 2

Eine spezielle, in der Batteriezelle eingeschlossene Verdampferplatte wird an die im Fahrzeug vorhandene Klimaanlage angeschlossen. Dies erfolgt im sogenannten Splittingverfahren an der Hochdruck- und Niederdruckseite über Rohrleitungen und ein Expansionsventil. Damit sind der Innenraumverdampfer und die Verdampferplatte der Batterie, die wie ein herkömmlicher Verdampfer funktioniert, an ein und demselben Kreislauf angeschlossen.

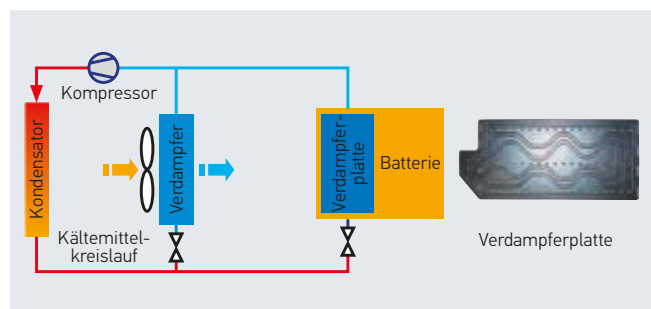
Durch die unterschiedlichen Aufgaben der beiden Verdampfer ergeben sich entsprechend unterschiedliche Anforderungen an den Kältemitteldurchfluss. Während die Innenraumkühlung den Komfortansprüchen der Fahrgäste genügen soll, muss die Hochvoltbatterie, je nach Fahrsituation und Umgebungstemperatur, mehr oder weniger stark gekühlt werden.

Aus diesen Anforderungen heraus resultiert die aufwändige Regelung der Menge des verdampften Kältemittels. Die besondere Bauform der Verdampferplatte und die damit ermöglichte Integration in die Batterie bietet eine große Kontaktfläche zum Wärmeaustausch. Damit kann gewährleistet werden, dass die kritische obere Maximaltemperatur von 40° C nicht überschritten wird.

Möglichkeit 1



Möglichkeit 2



Hinweis

Verdampferplatten, die direkt in die Batterie integriert sind, können nicht einzeln ersetzt werden. Daher muss im Bedarfsfall stets die gesamte Batterie ausgetauscht werden.

Bei sehr niedrigen Außentemperaturen wäre eine Temperaturerhöhung auf die Idealtemperatur der Batterie von mind. 15° C nötig. Allerdings kann die Verdampferplatte in dieser Situation keinen Beitrag leisten. Eine kalte Batterie ist weniger leistungsfähig als eine wohltemperierte und kann bei Temperaturen deutlich unter dem Gefrierpunkt kaum noch geladen werden. Im Mild-Hybrid kann man dies tolerieren: im Extremfall steht die Hybridfunktion nur eingeschränkt zur Verfügung. Fahren mit dem Verbrennungsmotor ist dennoch möglich. Im reinen Elektrofahrzeug dagegen wird man eine Batterieheizung vorsehen müssen, um im Winter in jeder Situation starten und fahren zu können.

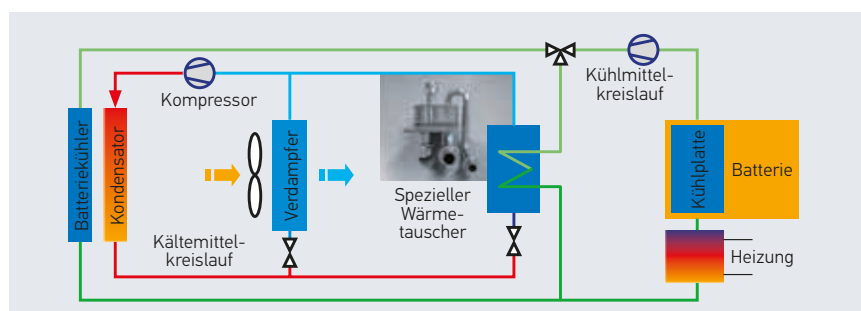
Möglichkeit 3

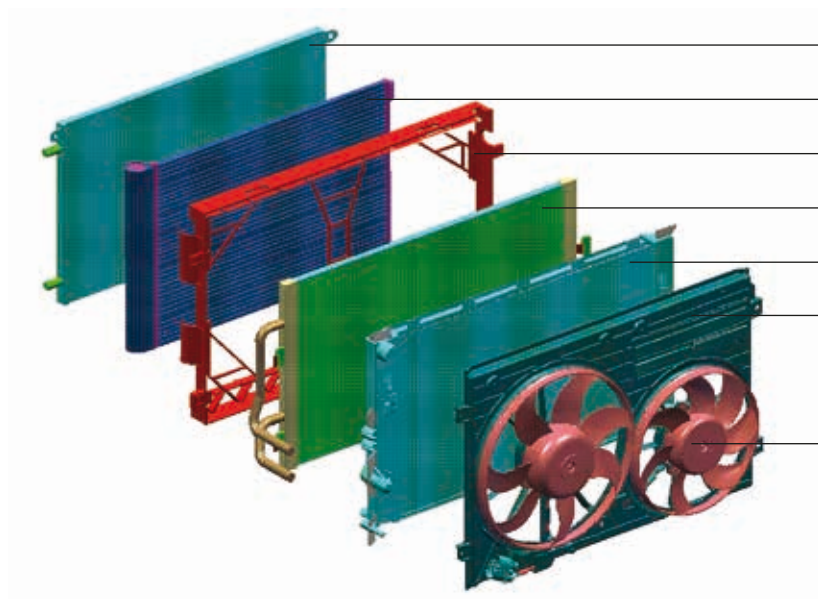
Bei Batterien mit größerer Kapazität spielt die richtige Temperierung eine zentrale Rolle. Daher ist bei sehr niedrigen Temperaturen eine zusätzliche Beheizung der Batterie notwendig, um sie in den idealen Temperaturbereich zu bringen. Nur in diesem Bereich kann eine zufriedenstellende Reichweite im Modus „Elektrisches Fahren“ erreicht werden.

Um diese zusätzliche Beheizung durchzuführen, wird die Batterie in einen Sekundärkreislauf eingebunden. Dieser Kreislauf stellt sicher, dass die ideale Betriebstemperatur von 15° C – 30° C dauerhaft gehalten wird.

Im Batterieblock wird eine eingebaute Kühlplatte mit Kühlmittel durchflossen, das sich aus Wasser und Glycol zusammensetzt (grüner Kreislauf). Bei niedrigen Temperaturen kann das Kühlmittel über eine Heizung schnell aufgeheizt werden, um die Idealtemperatur zu erreichen. Kommt es während der Benutzung der Hybridfunktionen zu einem Temperaturanstieg in der Batterie, wird die Heizung abgeschaltet. Das Kühlmittel kann dann durch den sich in der Fahrzeugfront befindlichen Batteriekühler mittels Fahrtwind gekühlt werden.

Möglichkeit 3





Batteriekühler

Kondensator

Modulrahmen

Leistungselektronikkühler

Kühlmittelkühler

Lüfterzarge

Lüftermotoren

Kühlungskomponenten

Reicht die Kühlung durch den Batteriekühler bei hohen Außentemperaturen nicht aus, durchströmt das Kühlmittel einen speziellen Wärmetauscher. In diesem wird Kältemittel der Fahrzeugklimaanlage verdampft. Außerdem kann Wärme sehr kompakt und mit hoher Leistungsdichte aus dem Sekundärkreislauf auf das verdampfende Kältemittel übertragen werden. Es erfolgt eine zusätzliche Rückkühlung des Kühlmittels. Durch den Einsatz des speziellen Wärmetauschers kann die Batterie im wirkungsgradoptimalen Temperaturfenster betrieben werden.



Spezieller Wärmetauscher

Weitere Informationen über Hybridfahrzeuge finden Sie auf www.hella.com/techworld oder in unserem Know-How-Tool.

Erforderliche Weiterbildung zur Reparatur von Hybridfahrzeugen

Um die komplexen Thermo Management-Systeme in Hybridfahrzeugen warten und reparieren zu können, ist eine permanente Weiterbildung unerlässlich. Mitarbeiter, die Arbeiten an solchen Hochvolt-Systemen durchführen, benötigen beispielsweise in Deutschland eine zusätzliche 2-tägige Ausbildung als „Elektrofachkraft für Hochvolt-Systeme“.

Wartung von Hybridfahrzeugen

Auch bei allgemeinen Inspektions- und Reparaturarbeiten (wie beispielsweise an Auspuffanlagen, Reifen, Stoßdämpfern, Ölwechsel, Reifenwechsel, etc.) kommt es zu einer besonderen Situation.

Diese dürfen nur von Mitarbeitern ausgeführt werden, die durch eine „Elektrofachkraft für Hochvolt-Systeme“ auf die Gefahren dieser Hochvolt-Systeme hingewiesen und entsprechend unterwiesen wurden.

Des Weiteren müssen zwingend Werkzeuge eingesetzt werden, die den Spezifikationen der Hybrid-Fahrzeughersteller entsprechen!

Durch die dort erlangten Kenntnisse ist es möglich, zum einen die Gefährdung bei erforderlichen Arbeiten am System einzuschätzen, zum anderen die Spannungsfreiheit für die Dauer der Arbeiten herzustellen. Ohne eine entsprechende Schulung ist es untersagt, Arbeiten an Hochvolt-Systemen vorzunehmen.

Beim Klima-Check und Klimatechnikservice ist zu beachten, dass die elektrischen Klimakompressoren nicht mit den üblichen PAG-Ölen geschmiert werden. Diese weisen nicht die notwendigen Isoliereigenschaften auf. In der Regel wird daher POE-Öl verwendet, das diese Eigenschaften besitzt. Das Behr Hella Service PAO Öl 68 AA1 Clearversion (ohne Lecksuchmittel) kann ebenfalls eingesetzt werden.

Folglich sind für den Klima-Check und Klimatechnikservice bei Hybridfahrzeugen Klimatechnikservicegeräte mit interner Spülfunktion und einem getrennten Frischöl-Reservoir empfehlenswert. Auf diese Weise können Frischölvermischungen verschiedener Ölsorten ausgeschlossen werden.

PAG-, PAO- UND POE-KLIMAKOMPRESSORÖL

Öle gibt es viele, welches ist zu Empfehlen?

Öl spielt im Klimasystem eine wichtige Rolle: Egal ob beim Erneuern des Kompressors oder beim Nachfüllen während des Klimageservice. Wie das Blut im menschlichen Körper, erfüllt das Öl in der Klimaanlage „lebenswichtige“ Aufgaben.

Entscheidend für einen sicheren und dauerhaften Betrieb der Anlage ist daher die Verwendung eines hochwertigen Kompressoröls. Der Einsatz minderwertiger oder falscher Öle führt – wie beim Motor – zu einem erhöhten Verschleiß, einem vorzeitigen Ausfall des Kompressors und dem Verlust der Gewährleistung/Garantie.

Hinweis:

Eine falsche Zuordnung kann zu Schäden führen. Fahrzeug- bzw. herstellerspezifische Hinweise sind gesondert zu beachten.

PAG-Kompressoröle für die Fahrzeugklimaanlage

Produktmerkmale

- Vollsynthetische, hygroskopische Öle auf Basis von Polyalkylenglykol
- Werksseitig von vielen Fahrzeug- und Kompressorherstellern in Klimasystemen mit Kältemittel R134a eingesetzt, mit unterschiedlichen Viskositäten
- Neue spezielle PAG Öle 46 YF und 100 YF sowohl geeignet für Kältemittel R1234yf als auch für 134a

Verwendung/Wirkung

- PAG-Öle sind gut mischbar mit R134a (PAG Öle 46 YF und 100 YF zusätzlich mit R1234yf) und eignen sich zur Schmierung der meisten Pkw- und Nkw-Klimasysteme.
- Bei der Verwendung von PAG-Ölen ist auf die richtige Auswahl der Viskositätsklasse zu achten (PAG 46, PAG 100, PAG 150). Hierbei sind die Vorgaben und Freigaben der Fahrzeughersteller zu beachten.

Weitere Details

Der Nachteil von PAG-Ölen besteht darin, dass sie hygroskopisch sind, d. h. Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft aufnehmen und an sich binden. Aus diesem Grund sind angebrochene Ölbehälter sofort wieder zu verschließen und das restliche Öl ist nur begrenzt lagerfähig. Dies trifft insbesondere auch für Frischölbehälter am Klimageservicegerät zu.



PAO-ÖL 68 und PAO-ÖL 68 Plus UV

Produktmerkmale

- Nicht hygroskopisch: Im Gegensatz zu anderen Ölen keine Aufnahme von Umgebungsfeuchtigkeit
- Alternativ anstelle unterschiedlicher PAG-Öle verwendbar (Verwendungsübersicht beachten!): Bevorratung von 1 statt bisher 3 Ölen
- 15 Jahre Praxisbewährung
- Beitrag zur Leistungssteigerung der Klimaanlage
- Keine negativen Auswirkungen auf Komponenten des Klimakreislaufs (gilt auch für Verwendung in Klima-Servicestationen/ herstellerbelegt durch Sealed Tube Test nach Norm ASHRAE 97)
- Erhältlich ohne (PAO-Öl 68) oder mit Zusatz von Kontrastmittel (PAO-Öl 68 Plus UV)
- Volle Gewährleistung bei Verwendung von PAO-Öl 68 und PAO-Öl 68 Plus in Kompressoren von Behr Hella Service

Verwendung/Wirkung

PAO-Öl 68

- Geringe Ölzirkulation im System durch geringfügige Verbindungsaufnahme mit Kältemittel
- Größtmögliche Menge verbleibt im Kompressor – dort wo das Öl benötigt wird
- Ölfilm in den Komponenten führt zu verbesserter Abdichtung und verringerter Reibung zwischen beweglichen Teilen im Kompressor
- Senkung von Betriebstemperatur und Verschleiß
- Dadurch erhöhte Betriebssicherheit, Minderung von Geräuschen, geringere Laufzeiten und niedrigerer Energieverbrauch des Kompressors

PAO-Öl 68 Plus UV

- Gleiche positive Eigenschaften wie PAO-Öl 68
- Zusätzlich Beimischung eines hochwirksamen Kontrastmittels zur UV-Lecksuche
- Geringe Vol %-Konzentration des Kontrastmittels mit folgenden Vorteilen: Erhaltung der positiven Öl-Eigenschaften und Vermeidung negativer Auswirkungen auf Systembauteile oder Service-Geräte
- Geeignet als alleiniges Öl zur Befüllung des gesamten Systems, ohne negative Auswirkungen

Weitere Details

Ist PAO-Öl 68 mit anderen Ölen verträglich?

- PAO-Öl 68 greift keine fluorelastomeren Werkstoffe wie z. B. Schläuche oder Dichtungen an.
- Da PAO-Öl 68 mit vielen anderen Schmier- und Kältemitteln verträglich ist, kann PAO-Öl 68 sowohl zum Nachfüllen als auch als Ersatz der gesamten Systemölmenge verwendet werden. Aufgrund der Molekularstruktur und Dichte, mischt sich PAO-Öl 68 zwar bis zu einem gewissen Grad mit anderen Ölen, trennt sich jedoch im „Ruhezustand“ wieder von ihnen und geht somit keine dauerhafte Verbindung ein.
- Dadurch wird gewährleistet, dass die notwendige Viskosität der Öle erhalten bleibt und es zu keiner Veränderung der Gesamtviskosität kommt (siehe Abbildung 1 und 2).

1 PAG und PAO-Öl 68 vermischt



2 PAG und PAO-Öl 68 getrennt



Hinweis:

Die klare Version des PAO-Öl 68 (ohne Lecksuchmittel) ist auch für die Verwendung mit R1234yf und für die Verwendung in elektrischen Kompressoren von Hybridfahrzeugen frei gegeben.

Wie wurde PAO-Öl 68 Plus UV getestet?

- PAO-Öl 68 Plus UV wurde durch den Hersteller und unabhängige Institute getestet. So wurde beispielsweise die chemische Stabilität anhand des sogenannten Sealed Tube Test entsprechend der Norm ASHRAE 97 getestet. Bei diesem Test wird das Zusammenspiel zwischen dem Kältemittel, dem Kältemittel-Öl, den verschiedenen O-Ring-Materialien und den Metallen, die in einer Klimaanlage verwendet werden, bewertet.
- Alle Tests wiesen ein positives Ergebnis auf, sodass negative Auswirkungen auf Komponenten der Fahrzeug-Klimaanlage oder der Klima-Service-Station ausgeschlossen werden können. Somit kann PAO-Öl 68 Plus UV sowohl direkt in ein Bauteil z. B. den Kompressor gefüllt, als auch über die Klima-Servicestation in den Kältemittelkreislauf gegeben werden.

Kann PAO-Öl 68 bei Feuchtigkeitsproblemen eingesetzt werden?

- PAO-Öl 68 ist nicht hygroskopisch, d. h. es nimmt, im Gegensatz zu anderen Ölen, keine Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft auf. Somit kann, durch die alleinige Verwendung von PAO-Öl 68, Feuchtigkeitsproblemen, wie z. B. der Vereisung von Komponenten oder der Entstehung von Säuren, entgegengewirkt werden. Die Einsatzmöglichkeiten und auch die Lager-Stabilität von PAO-Öl 68 sind wesentlich höher als bei herkömmlichen Ölen.

Besonderheiten und Eigenschaften

- Keine Gefahr von Ölansammlungen im Verdampfer und einer damit verbundenen Minderung der Kühlleistung
- Durch einen Ölfilm in den Komponenten verbessert sich die Abdichtung
- Verringerung der Reibung zwischen den Komponenten
- Sinkender Energieverbrauch des Kompressors
- Einmalige Kombination aus hochraffinierten, synthetischem Öl und speziellen, leistungssteigernden Additiven
- Sehr hoher Betriebsbereich (-68 bis 315 °C)
- Geringe Vol %-Konzentration des hochaktiven Kontrastmittels im PAO-Öl 68 Plus UV, daher Schonung und Schutz der Systembauteile und Service-Geräte

POE-Öl für elektrische Klima-Kompressoren in Hybrid-Fahrzeugen

Produktmerkmale

Elektrische Klima-Kompressoren in Hybrid-Fahrzeugen werden mittels eines innenliegenden Elektromotors, der im Hochspannungsbereich arbeitet, angetrieben. Das Kompressoröl in diesen Kompressoren kommt unter anderem auch mit der Spule dieses Elektromotors in Kontakt. Daher muss es spezielle Anforderungen erfüllen:

- Es darf keine negativen Auswirkungen auf die im Kompressor verwendeten Materialien haben
- Es muss eine bestimmte elektrische Kurzschlussfestigkeit haben

Das POE-Öl von Behr Hella Service erfüllt diese Anforderungen.

Verwendung/Wirkung

- Kann bei allen Hybrid-Fahrzeugen mit elektrischem Kompressor verwendet werden, die mit POE-Öl ab Werk befüllt sind
- Abgefüllt in „Spotgun“-Kartuschen und damit optimal gegen Kontakt mit Feuchtigkeit geschützt (Problem: POE-Öl ist hygroskopisch)



Weitere Details

- Kann mit Spotgun-Werkzeug (Kartuschenpresse) entweder direkt ins System eingefüllt (mittels Adapterschlauch mit Niederdruckanschluss) oder in den Ölbehälter am Klimaservice-Gerät umgefüllt werden
- Spotgun-Kartusche mit 120 ml Inhalt
- Jede einzelne Kartusche ist in einem Alubeutel eingeschweißt
- In dem Alubeutel ist zusätzlich ein kleiner Beutel mit desiccant (Trockner-Granulat) enthalten, um das Öl optimal gegen Feuchtigkeit zu schützen

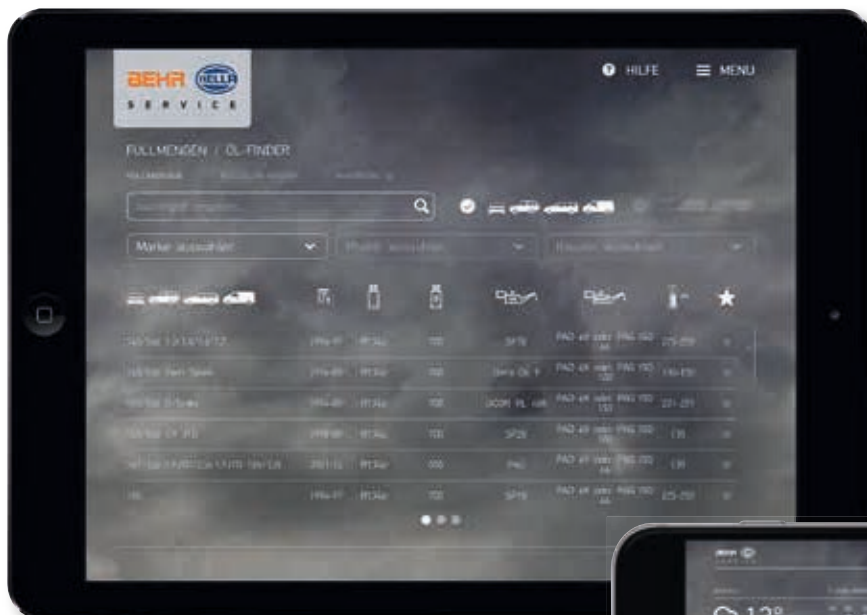
KOMPRESSORÖLE IM VERGLEICH

Öltyp	Einsatz	Bemerkung
PAG-Öle für Kältemittel R134a	Es gibt unterschiedliche PAG-Öle für den Einsatz bei dem Kältemittel R134a mit unterschiedlichen Fließ-Eigenschaften (Viskositäten). PAG-Öle sind hygroskopisch und daher können angebrochene Dosen nicht lange aufbewahrt werden.	Standard PAG-Öle sind nicht geeignet für Kältemittel R1234yf und elektrisch angetriebene Klima-Kompressoren
PAG-Öl YF für Kältemittel R1234yf	Es gibt weiterhin unterschiedliche PAG-Öle für den Einsatz bei dem Kältemittel R1234yf mit unterschiedlichen Fließ-Eigenschaften (Viskositäten). Das Besondere an diesen PAG-Ölen von Behr Hella Service ist, dass diese nicht nur für den Einsatz mit dem Kältemittel R1234yf geeignet sind sondern auch mit dem Kältemittel R134a verwendet werden können. PAG-Öle sind hygroskopisch und daher können angebrochene Dosen nicht lange aufbewahrt werden.	PAG Öl YF ist sowohl für Kältemittel R1234yf als auch für R134a geeignet
PAO-Öl für Kältemittel R134a und andere Kältemittel R1234yf und weitere Kältemittel	Alternativ anstelle der unterschiedlichen PAG-Öle, die für R134a angeboten werden, verwendbar (mit dem Vorteil, dass es nicht hygroskopisch ist, d.h. es nimmt, im Gegensatz zu anderen Ölen, keine Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft auf). Die 3 verschiedenen PAO-Öle (AA1, AA2 und AA3), die Behr Hella Service anbietet, sind zusammen mit vielen verschiedenen Kältemitteln einsetzbar (siehe Produktübersicht).	Das PAO-Öl AA1 Clearversion (ohne Lecksuchmittel) kann auch mit dem neuen Kältemittel R1234yf und auch in elektrisch betriebenen Kompressoren in Hybridfahrzeugen verwendet werden.
POE-Öl für Kältemittel R134a	Kann bei allen Hybrid-Fahrzeugen mit elektrischem Kompressor verwendet werden, die mit POE-Öl ab Werk befüllt sind (es gibt auch elektrisch angetriebene Kompressoren für Hybrid-Fahrzeuge, die ab Werk mit einem speziellen PAG-Öl befüllt sind).	Nicht geeignet für Kältemittel R1234yf

Schnell und mobil zum richtigen Öl

Mehr zu unseren Ölen und welches Öl zu welchem Kompressor passt, finden Sie in unserer Kompressor-App.

Einfach bei iTunes oder im Google Play Store herunterladen!



iTunes



Google Play Store



VOM ÖLTYP HIN ZUM KOMPRESSORTYP

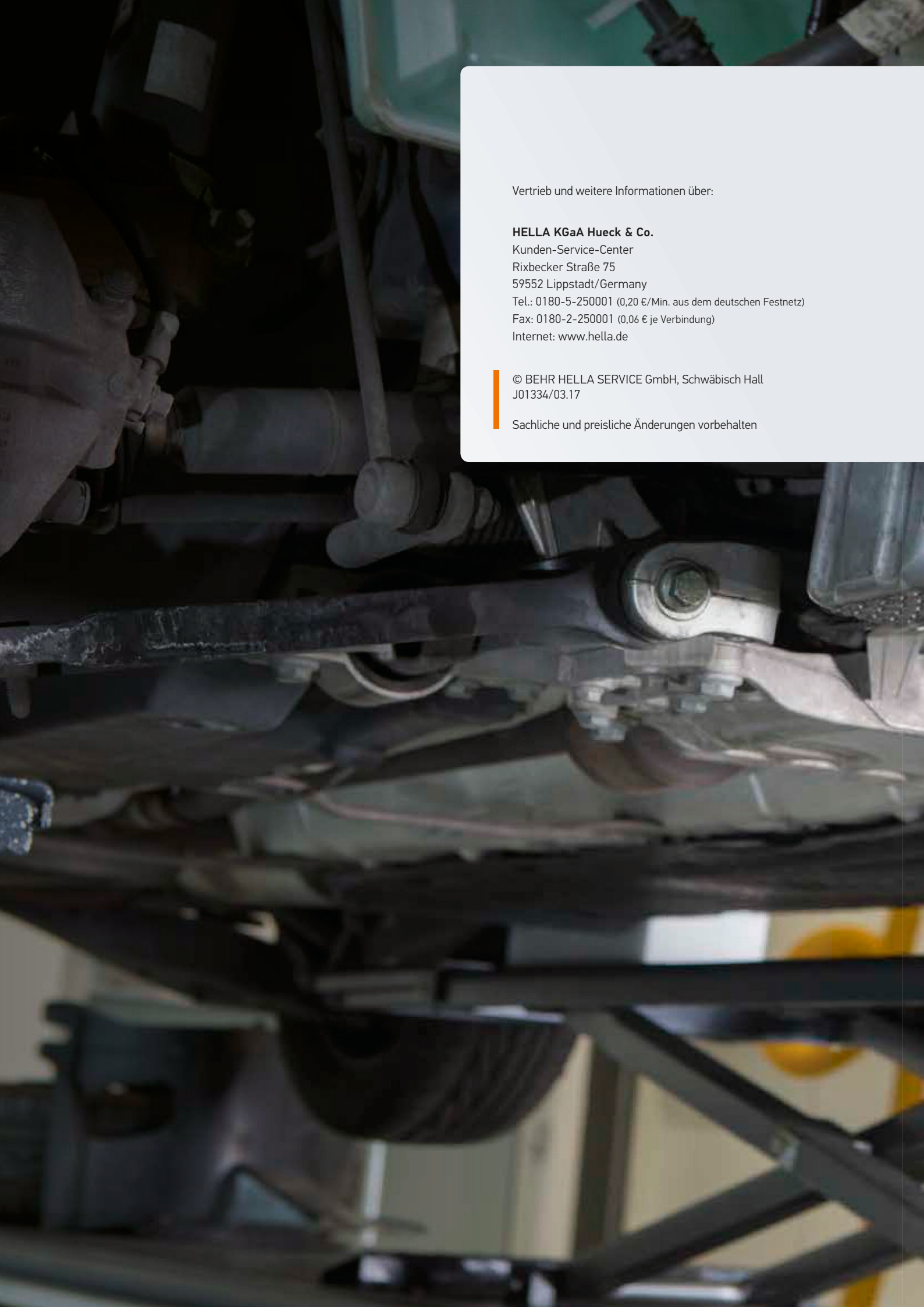
Artikelnummer	Produkt	Viskositätsklasse	Inhalt	verwendbar für Kältemittel	verwendbar für	verwendbar für Kompressortypen
8FX 351 213-031	PAG-Öl	ISO 46	240 ml	R134a	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nkw, Land- und Baumaschinen)	alle Kompressortypen außer elektrisch betriebenen Kompressoren
8FX 351 213-041	PAG-Öl	ISO 150	240 ml	R134a		
8FX 351 213-051	PAG-Öl	ISO 100	240 ml	R134a		
8FX 351 213-061	PAG-Öl Spotgun-Kartusche	ISO 46	240 ml	R134a	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nkw, Land- und Baumaschinen)	alle Kompressortypen außer elektrisch betriebenen Kompressoren
8FX 351 213-071	PAG-Öl Spotgun-Kartusche	ISO 150	240 ml	R134a		
8FX 351 213-081	PAG-Öl Spotgun-Kartusche	ISO 100	240 ml	R134a		
8FX 351 213-111	POE-Öl Spotgun-Kartusche	ISO 46	120 ml	R134a	Fahrzeugklimaanlagen in Hybridfahrzeugen	elektrisch betriebene Kompressoren
8FX 351 213-121	PAG-Öl YF	ISO 46	240 ml	R1234yf; R134a	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nkw, Land- und Baumaschinen)	alle Kompressortypen außer elektrisch betriebenen Kompressoren
8FX 351 213-131	PAG-Öl YF	ISO 100	240 ml	R1234yf; R134a		
8FX 351 214-021	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	1.000 ml	R1234yf; R134a; R413a; R22; R12;	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nkw, Land- und Baumaschinen)	alle Kompressortypen (auch elektrisch betriebenen Kompressoren) außer Flügelzellenkompressoren
8FX 351 214-031	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	500 ml	R507a; R500; R502		
8FX 351 214-101	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	5.000 ml		Fahrzeugklimaanlagen in Hybridfahrzeugen Fahrzeugklimaanlagen in Kühltransportern	
8FX 351 214-201	PAO AA1 PLUS UV	ISO 68	500 ml	R134a; R413a; R22;	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nkw, Land- und Baumaschinen)	alle Kompressortypen außer Flügelzellenkompressoren
8FX 351 214-211	PAO AA1 PLUS UV	ISO 68	1.000ml	R12; R507a; R500; R502		
8FX 351 214-221	PAO AA1 PLUS UV	ISO 68	5.000 ml		Fahrzeugklimaanlagen in Kühltransportern	
8FX 351 214-061	PAO AA2 Clear Version	ISO 32	1.000ml	R404a; R407c; R401b; R401c; R409a; R402a; R403a; R408a; R409b	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nkw, Land- und Baumaschinen)	alle Kompressortypen außer Flügelzellenkompressoren
8FX 351 214-261	PAO AA2 PLUS UV	ISO 32	1.000ml			
8FX 351 214-081	PAO AA3 Clear Version	ISO 100	1.000ml	R1234yf; R134a; R413a	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nkw, Land- und Baumaschinen)	Speziell für Flügelzellenkompressoren
8FX 351 214-281	PAO AA3 PLUS UV	ISO 100	1.000ml	R134a; R413a	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit herkömmlichen Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nkw, Land- und Baumaschinen)	Speziell für Flügelzellenkompressoren

PRODUKTÜBERSICHT

Produkt	Verwendung	Kompressortyp	Kältemittel		Viskositäts- klasse	Inhalt	Artikelnummer
PAG-Öl (Dose)	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen**	R134a		PAG I (ISO 46)	240 ml	8FX 351 213-031
	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen**	R134a		PAG II (ISO 100)	240 ml	8FX 351 213-051
	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen**	R134a		PAG III (ISO 150)	240 ml	8FX 351 213-041
PAG-Öl (Spotgun- Kartusche)	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen**	R134a		PAG I (ISO 46)	240 ml	8FX 351 213-061
	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen**	R134a		PAG II (ISO 100)	240 ml	8FX 351 213-081
	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen**	R134a		PAG III (ISO 150)	240 ml	8FX 351 213-071
PAG-Öl YF	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen**	R1234yf	R134a	PAG I (ISO 46)	240 ml	8FX 351 213-121
	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen**	R1234yf	R134a	PAG II (ISO 100)	240 ml	8FX 351 213-131
PAO-Öl 68	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen (außer Flügelzellen)	R1234yf R134a R413a	R22	AA1 (ISO 68) AA1 (ISO 68) AA1 (ISO 68)	500 ml 1,0 l 5,0 l	8FX 351 214-031 8FX 351 214-021 8FX 351 214-101
	Hybrid-Fahrzeuge	elektrische Kompressoren	R1234yf R134a				
	Kühltransporter (Frischdienstfahrzeuge)	Hubkolben- kompressoren**	R1234yf R507a	R134a R500			
	Kühltransporter (Tiefkühlfahrzeuge)	Hubkolben- kompressoren**	R507a R22	R502			
	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen** (außer Flügelzellen)	R404a R401b R409a	R407c R401c R409b	AA2 (ISO 32)	1,0 l	8FX 351 214-061
	Kühltransporter (Frischdienstfahrzeuge)	Hubkolben- kompressoren**	R404a R409b	R407c			
	Kühltransporter (Tiefkühlfahrzeuge)	Hubkolben- kompressoren**	R404a R402a R408a	R407c R403a			
	Fahrzeugklimaanlagen*	Flügelzellen- kompressoren**	R134a R413a		AA3 (ISO 100)	1,0 l	8FX 351 214-081
	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen** (außer Flügelzellen)	R134a R413a R22		AA1 (ISO 68) AA1 (ISO 68) AA1 (ISO 68)	500 ml 1,0 l 5,0 l	8FX 351 214-201 8FX 351 214-211 8FX 351 214-221
	Kühltransporter (Frischdienstfahrzeuge)	Hubkolben- kompressoren**	R134a R500	R507a			
	Kühltransporter (Tiefkühlfahrzeuge)	Hubkolben- kompressoren**	R507a R22	R502			
PAO-Öl 68 Plus UV	Fahrzeugklimaanlagen*	alle Typen** (außer Flügelzellen)	R404a R401b R409a	R407c R401c R409b	AA2 (ISO 32)	1,0 l	8FX 351 214-261
	Kühltransporter (Frischdienstfahrzeuge)	Hubkolben- kompressoren**	R404a R409b	R407c			
	Kühltransporter (Tiefkühlfahrzeuge)	Hubkolben- kompressoren**	R404a R402a R408a	R407c R403a			
	Fahrzeugklimaanlagen*	Flügelzellen- kompressoren**	R134a R413a		AA3 (ISO 100)	1,0 l	8FX 351 214-281
	Hybrid-Fahrzeuge	elektrische Kompressoren	R134a			120 ml	8FX 351 213-111

* Pkw, Nkw, Landmaschinen und Baumaschinen

** Außer für elektrische Kompressoren



Vertrieb und weitere Informationen über:

HELLA KGaA Hueck & Co.

Kunden-Service-Center

Rixbecker Straße 75

59552 Lippstadt/Germany

Tel.: 0180-5-250001 (0,20 €/Min. aus dem deutschen Festnetz)

Fax: 0180-2-250001 (0,06 € je Verbindung)

Internet: www.hella.de

© BEHR HELLA SERVICE GmbH, Schwäbisch Hall
J01334/03.17

Sachliche und preisliche Änderungen vorbehalten