



Thermomanagement

Schadensbilder – Ursachen,
Abhilfe und Vermeidung

Vorwort

MAHLE ist ein bedeutender Entwicklungspartner und Hersteller im Bereich Thermomanagement für Autos und Nutzfahrzeuge mit Verbrennungsmotor, Hybrid-, batterieelektrischem und Brennstoffzellenantrieb. Unsere Ingenieurinnen und Ingenieure entwickeln gemeinsam mit Fahrzeugherstellern weltweit Produkte von höchster Qualität.

Dieselben hohen Standards kommen auch bei den Ersatzteilen für den Aftermarket zum Einsatz.

Vielfache Kontrollen während und nach der Fertigung sichern das gleichbleibend hohe Qualitätsniveau der MAHLE Produkte. Sollte es im Praxisbetrieb doch einmal zu unerwarteten Ausfällen kommen, liegen die Ursachen oft nicht im Produkt selbst, sondern in dessen Umfeld – etwa durch Bedienungs- oder Einbaufehler, ungeeignete Betriebsmittel oder äußere Einflüsse.

In dieser Broschüre wurden typische Schadensbilder zusammengestellt. Sie zeigt deren Ursachen und gibt Tipps, um solche

Schäden künftig zu vermeiden. Damit soll die Suche nach möglichen Schadensursachen erleichtert werden. Diese Hinweise tragen zu einer langen und zuverlässigen Funktion unserer Produkte und damit zu entsprechender Lebensdauer der Bauteile bei.

Darüber hinaus werden unsere Expertinnen und Experten auch mit komplexen Schadensverläufen konfrontiert, deren Erläuterung jedoch den Rahmen dieser Broschüre überschreiten würde. Bei unklaren Schadensfällen an unseren Produkten sind wir gerne bereit, diese bei uns im Haus zu untersuchen und Ihnen eine Schadensexpertise zu erstellen. Bitte wenden Sie sich an den zuständigen Vertriebspartner in Ihrer Nähe.



Mit MAHLE Lifecycle and Mobility haben Sie einen starken Partner und Experten für alles rund um Klima und Kühlung mit umfassender Erstausrüsterkompetenz an Ihrer Seite.

Mehr Informationen unter:
www.mahle-aftermarket.com

Inhalt

Vorwort	02
<hr/>	
Inhalt	04
<hr/>	
1. Kühlsystem	06
<hr/>	
1.1 Kühlmittelpumpe	08
1.1.1 Kühlmittelpumpe mit Lagerschaden	09
1.1.2 Loses Flügelrad an Kühlmittelpumpe	10
1.1.3 Kavitation an Kühlmittelpumpe	11
1.1.4 Anschlüsse von elektrischer Kühlmittelpumpe defekt	12
1.2 Thermostat	14
1.2.1 Thermostat an Schnellkupplung undicht	15
1.2.2 Korrosion an Thermostat, Fremdkörper im Kühlsystem	16
1.2.3 Thermostatgehäuse undicht	17
1.2.4 Heizung fällt bei Bergabfahrt aus	18
1.3 Kühlmittelkühler	20
1.3.1 Reduzierte Kühlleistung, Motor wird zu heiß	21
1.3.2 Undichter Kühlmittelkühler	22
1.3.3 Undichter Kühlmittelkühler, reduzierte Kühlleistung	23
1.3.4 Scheinbar undichter Kühlmittelkühler	24
1.3.5 Motoröl oder Getriebeöl im Kühlmittelkühler	25
1.3.6 Aufgeblähter Kühlmittelkühler	26
1.4 Innenraumwärmetauscher	28
1.4.1 Reduzierte Heizleistung	29
1.4.2 Keine Heizleistung	30

1.5 Ausgleichsbehälter	32
1.5.1 Undichter Ausgleichsbehälter	33
1.6 Kühlmittel-/Kondensatorlfter	34
1.6.1 Lüfter macht Geräusche	35
1.6.2 Lüftermotor defekt	36
1.6.3 Elektrischer Lüfter dreht sich nicht	37
1.6.4 Motor-Controller/Steuergerät	38
1.6.5 Visco®-Lüfter	39
1.7 Innenraumgebläse	40
1.7.1 Innenraumgebläse ohne Funktion	42
1.8 Gebläseregler	44
1.8.1 Innenraumgebläse teilweise ohne Funktion	45
1.9 PTC-Heizer	48
1.9.1 PTC-Heizer mit geringer Heizleistung	49
1.10 Ölkühler	50
1.10.1 Ölkühler undicht	51
1.10.2 Kühlmittelkühler mit Ölkühler undicht	52
1.10.3 Ölkühler (Getriebe) Fehlfunktion	53
1.10.4 Ölkühler (Retarder) undicht	54
1.11 Ladeluftkühler	56
1.11.1 Ladeluftkühler undicht	57
1.11.2 Ladeluftkühler (indirekt) undicht	58
1.11.3 Ladeluftkühler aufgebläht	59
1.12 Abgasrückführungskühler (AGR-Kühler)	60
1.12.1 AGR-Kühler undicht	61

2. Klimasystem	62
<hr/>	
2.1 Klimaanlage	64
2.1.1 Fehlersuche an der Klimaanlage	65
2.1.2 Fehlersuche Temperaturen an der Klimaanlage	66
2.1.3 Fehlersuche Drücke in der Klimaanlage	70
2.2 Klimakompressor	72
2.2.1 Riemenscheibe beschädigt	74
2.2.2 Überlastsicherung gebrochen	75
2.2.3 Verzahnung in der Nabe der Riemenscheibe ausgeschlagen	76
2.2.4 Magnetkupplung verbrannt, elektrischer Defekt	78
2.2.5 Magnetkupplung verbrannt, Lagerschaden	79
2.2.6 Pin an elektrischem Anschluss verbogen	80
2.2.7 Überdruckventil, geknickte Leitung	81
2.2.8 Kolbenfresser	82
2.2.9 Ventilplatte	84
2.2.10 Scroll-Kompressor, E-Kompressor	85
2.3 Klimakompressorle	86
2.3.1 Klares Öl	87
2.3.2 Grünes Öl	88
2.3.3 Silbriges Öl	89
2.3.4 Schwarzes Öl	90
2.3.5 Oranges Öl	91

2.4 Klimakondensator	92
2.4.1 Reduzierte Kühlleistung	93
2.4.2 Klimakondensator ohne Funktion	95
2.5 Filter-Trockner	96
2.5.1 Filter-Trockner zugesetzt	97
2.6 Expansionsventil/Orificetube	98
2.6.1 Expansionsventil/Orificetube verschmutzt/korrodiert	99
2.7 Verdampfer	100
2.7.1 Reduzierte Kühlleistung	101
2.7.2 Verdampfer undicht	102
2.7.3 Verdampfer verschmutzt	103
2.8 Druckschalter	104
2.8.1.Druckschalter ohne Funktion	105
2.9 Chiller	108
2.9.1 Chiller undicht	109
<hr/>	
Unser Produktportfolio	110
<hr/>	
<hr/>	
Unsere Info-Services	111
<hr/>	

1. Kühlsystem

Aufbau Kühlsystem

Das Motor-Kühlsystem hat die Aufgabe, den Motor zu kühlen, indem Wärme an die Außenluft abgegeben wird. Gleichzeitig kann die Wärme, die durch den Betrieb des Motors entsteht, für die Heizung des Fahrzeuginnenraums genutzt werden. Motor-Kühlsystem und Klimaanlage sind zwei voneinander getrennte Systeme, die sich jedoch gegenseitig beeinflussen.

Die einzelnen Komponenten des Kühlkreislafs sind durch Schlauchleitungen miteinander verbunden und bilden so ein geschlossenes System. In diesem zirkuliert das Kühlmittel, angetrieben durch eine mechanische oder elektrische Pumpe.



Abb. 1 Komponenten des Motor-Kühlsystems

Die bei der Verbrennung des Kraftstoffs entstehende Wärme, die auf die Bauteile des Motors übergeht, wird an das Kühlmittel abgegeben.

Das Kühlmittelthermostat öffnet ab einer bestimmten Temperatur und leitet Kühlmittel zum Kühler vorne am Fahrzeug.

Durch die Zirkulation des Kühlmittels wird Wärme an die Außenluft abgeführt und damit das Kühlmittel abgekühlt. Ein oder mehrere

Kühlerlüfter (mechanisch oder elektrisch angetrieben), die vor oder hinter dem Kühler angebracht sein können, unterstützen den Abkühlungsprozess. Insbesondere geschieht dies bei langsamer Fahrt oder Stillstand des Fahrzeugs.

Durch den Öffnungsgrad des Thermostats wird die Temperatur des Verbrennungsmotors konstant auf der Betriebstemperatur gehalten.

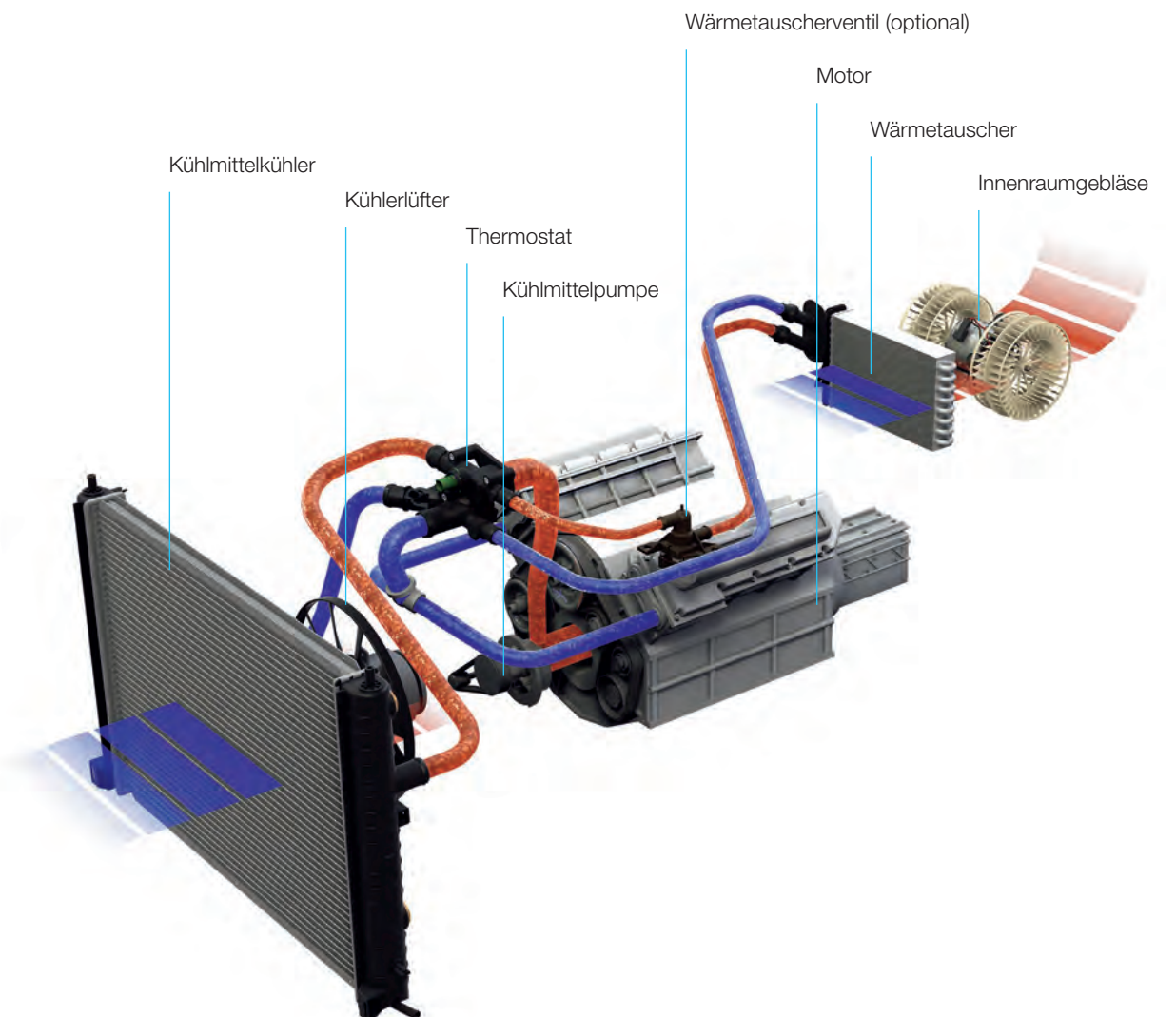


Abb. 2 Motor-Kühlsystem



1.1.1 Kühlmittelpumpe mit Lagerschaden

Befund:

- Geräusche
- Undichtigkeit
- Flanken der Riemenscheibe beschädigt
- Lagerschaden
- Motor überhitzt

Ursache/n:

- Lagerschaden durch zu große Riemenspannung
- Riemen nicht fluchtend verbaut
- Kein Frostschutzmittel im System (Dichtung in der Pumpe benötigt Frostschutzmittel zur Schmierung)

Abhilfe/Vermeidung:

- Beim Einbau einer Kühlmittelpumpe auf Fluchtung des Riemens achten.
- Korrekte Riemenspannung einstellen.
- Korrekte Mischung von Frostschutzmittel und Wasser verwenden.
- Die Kühlmittelpumpe darf nicht trocken gedreht werden.

1.1 Kühlmittelpumpe

Die Kühlmittelpumpe fördert das Kühlmittel durch die Kühlmittelkreisläufe. Der Antrieb erfolgt mechanisch (z. B. über einen Riemen) vom Verbrennungsmotor oder elektrisch über einen separaten Elektromotor.



Abb. 1 Kühlmittelpumpe



Abb. 2 Kühlmittelpumpe mit Lagerschaden

1.1.2 Loses Flügelrad an Kühlmittelpumpe

Befund:

- Kühlmittelpumpe fördert nicht
- Flügelrad lose
- Motor überhitzt

Ursache/n:

- Zu wenig Frostschutzmittel im Motor
- Start des Motors bei gefrorenem Kühlmittel, dadurch wird das Flügelrad von der Welle gelöst
- Motor/Kühlmittel überhitzt, dadurch wurde das Flügelrad aus Kunststoff thermisch geschädigt

Abhilfe/Vermeidung:

- Regelmäßig Kühlmittelstand kontrollieren. Das sollte aber nur bei kaltem Motor gemacht werden.
- Auf richtige Mischung von Wasser und Frostschutzmittel achten, damit das Kühlmittel bei niedrigen Temperaturen nicht einfriert.
- Wenn die Kühlmitteltemperatur eines Motors zu hoch ist, unbedingt Ursache finden und beseitigen, um Folgeschäden zu vermeiden.



Abb.1 Flügelrad aus Kunststoff von Welle gelöst



Abb. 2 Flügelrad aus Metall von Welle gelöst

1.1.3 Kavitation an Kühlmittelpumpe

Befund:

- Motor überhitzt
- Kavitation am Flügelrad
- Korrosion am Pumpengehäuse

Ursache/n:

- Ungeeignetes Frostschutzmittel.
- Kühlwasser ohne Frostschutzmittel.
- Kühlsystem ohne Überdruck (defektes Ventil in Ausgleichsbehälter).
- An defekter Kopfdichtung gelangen Abgase ins Kühlmittel. Dadurch ändert sich der pH-Wert des Kühlmittels.

Abhilfe/Vermeidung:

- Kühlmittel nach Herstellerangaben verwenden und entsprechend mit demineralisiertem Wasser mischen. Frostschutzmittel senkt nicht nur den Gefrierpunkt des Kühlmittels, sondern erhöht auch dessen Siedepunkt. Zusätzlich dient das Frostschutzmittel zur Schmierung der Kühlmittelpumpe und als Korrosionsschutz.
- Die Ventile im Deckel des Ausgleichsbehälters sollten geprüft werden.



Abb. 1 Kavitation an Kühlmittelpumpe

1.1.4 Anschlüsse von elektrischer Kühlmittelpumpe defekt

Befund:

- Motor überhitzt (elektrische Kühlmittelpumpe defekt)

Ursache/n:

- Elektrischer Ausfall (Kurzschluss, Unterbrechung)
- Defekte Sicherung
- Kabelbruch
- Korrosion an Steckverbindung
- Pumpe defekt

Abhilfe/Vermeidung:

- Stromversorgung der Kühlmittelpumpe prüfen. Mögliche Ursachen für eine Unterbrechung sind elektrische Sicherung, Korrosion an Steckverbindungen, Fehler am Massepunkt oder Defekt im Kabelbaum.



Abb. 1 Korrosion am Stecker



Abb. 2 Korrosion an Steckverbindung





1.2 Thermostat

Das Thermostat regelt den Kühlmittelstrom durch Motor und Kühlmittelkühler. Dadurch erreicht der Motor schnell seine optimale Betriebstemperatur und wird vor Überhitzung geschützt. Der Thermostateinsatz wird in ein Gehäuse im Motorblock eingebaut. Das Dehnstoffelement besteht aus einem Metallgehäuse, das vom Kühlmittel umströmt wird.

Im Gehäuse sind ein technisches Wachs und eine Gummihülle, in der eine Kolbenstange steckt. Das Gehäuse ist oben verschlossen (Bördelung). Bei einer definierten Temperatur (je nach Zusammensetzung der Wachsmischung) beginnt das Wachs zu schmelzen und dehnt sich aus. Dadurch wird die Kolbenstange aus dem Dehnstoffelement geschoben. Die am Dehnstoffelement und an der Kolbenstange verbundenen Ventilteller öffnen bzw. schließen die Kühlmittelkreisläufe.

1.2.1 Thermostat an Schnellkupplung undicht

Befund:

- Kühlmittelaustritt am Thermostat

Ursache:

- Dichtung an Schnellanschluss im Schlauch nicht erneuert

Abhilfe/Vermeidung:

- Grundsätzlich Dichtungen an allen geöffneten Verbindungen des Kühlsystems erneuern.



Abb. 1 Undichter O-Ring



Abb. 2 Schnellkupplung



Abb. 3 O-Ring erneuern

1.2.2 Korrosion an Thermostat, Fremdkörper im Kühlsystem

Befund:

- Motor überhitzt
- Motor erreicht seine Betriebstemperatur nicht oder erst nach sehr langer Fahrt
- Heizung wird nicht warm

Ursache/n:

- Kühlsystem nicht korrekt entlüftet
- Thermostat in „geschlossener“ Position eingeklemmt
- Thermostat in „offener“ Position eingeklemmt
- Korrosion durch zu geringe Konzentration oder ungeeignetes Frostschutzmittel
- Fremdkörper (Dichtungsreste, Teile des Flügelrads der alten Wasserpumpe, Dichtmasse) im Kühlsystem

Abhilfe/Vermeidung:

- Nach dem Austausch von Komponenten des Kühlsystems muss das komplette System gespült werden, um Fremdkörper und Verunreinigungen aus dem System zu entfernen.
- Kühlmittel nach Vorgaben des Fahrzeugherstellers verwenden.



Abb. 1 Fremdkörper blockiert das Ventil



Abb. 2 Korrosion an Thermostat

1.2.3 Thermostatgehäuse undicht

Befund:

- Thermostatgehäuse undicht
- Zusätzlich aufgetragene Dichtmasse am Thermostat

Ursache:

- Dichtung beschädigt durch zusätzliche Verwendung von Dichtmasse

Abhilfe/Vermeidung:

- Beim Einbau eines neuen Thermostats nur die dafür vorgesehene Dichtung verwenden. Keinesfalls zusätzlich Dichtmasse verwenden. Die meisten Dichtmassen sind

ölbasiert und greifen die Dichtungen von Thermostaten an. Dichtungen für Kühlmittel quellen durch Öl auf und werden rissig.



Abb. 1 Dichtmasse an Thermostatgehäuse



Abb. 2 Dichtung durch zusätzliche Dichtmasse geschädigt

1.2.4 Heizung fällt bei Bergabfahrt aus

Befund:

- Motortemperatur sinkt bei Bergabfahrt
- Motor erreicht auf Landstraße nicht seine Betriebstemperatur
- Heizung wird nicht warm

Ursache/n:

- DSG-Thermostat in „offener“ Position eingeklemmt.
- Fremdkörper (Dichtungsreste, Teile des Flügelrads der alten Wasserpumpe, Dichtmasse) im Kühlsystem.
- Wenn das DSG-Thermostat offen steht, wird dem Verbrennungsmotor zu viel Wärme entzogen. Dadurch wird die Heizung bei langsamer Fahrt nicht mehr richtig warm.

Abhilfe/Vermeidung:

- Das Thermostat regelt die Öltemperatur des Getriebes über den Kühlmittelkreislauf im Fahrzeug. Über einen Wärmetauscher wird das Getriebeöl temperiert. Kommt es zu einer Fehlfunktion des Thermostats, braucht der Motor deutlich länger, um auf seine normale Betriebstemperatur zu kommen.
- Dichtmasse nur an den Bauteilen dünn auftragen, wo es vom Fahrzeughersteller vorgeschrieben ist. Bei Reparaturen am Kühlsystem das komplette System spülen, um Fremdkörper, Korrosion und Ablagerungen aus dem Kreislauf zu entfernen.



Abb. 1 Thermostat Getriebeölkühler

> Mehr Infos dazu in dieser Ausgabe des **Technical Messengers**:





1.3 Kühlmittelkühler

Kühlmittelkühler werden im Luftstrom der Fahrzeugfront verbaut. Sie haben die Aufgabe, die durch die Verbrennung im Motor erzeugte Wärme, die durch das Kühlmittel aufgenommen wird, an die Außenluft abzugeben.



1.3.1 Reduzierte Kühlleistung, Motor wird zu heiß

Befund:

- Mangelhafte Kühlleistung
- Erhöhte Motortemperatur
- Permanent laufende Kühlerlüfter
- Geringe Leistung der Klimaanlage

Ursache/n:

- Mangelhafter Wärmeaustausch durch äußere Verschmutzung der Kühllamellen (Schmutz, Insekten, Laubreste)
- Verunreinigungen zwischen Kondensator und Kühler (Laub, Schmutz)

Abhilfe/Vermeidung:

- Kühler regelmäßig mit weichem Wasserstrahl reinigen, um Laubreste und Verunreinigungen von den Kühllamellen zu entfernen. Keinesfalls einen Hochdruckreiniger

verwenden, da durch den Wasserstrahl die Kühllamellen beschädigt werden.



Abb. 1 Verunreinigung am Kühler



Abb. 2 Verunreinigungen und deformierte Kühllamellen

1.3.2 Undichter Kühlmittelkühler

Befund:

- Kühlmittelverlust
- Riss in Wasserkasten aus Kunststoff
- Rohr von Kühlnetz undicht

Ursache/n:

- Es wurden falsche (zu große) Befestigungsschrauben verwendet.
- Mechanische Beschädigung / Steinschlag.
- Korrosion von außen (chemische Einwirkung, z. B. durch Streusalz, Felgenreiniger, Insektenentferner).

Abhilfe/Vermeidung:

- Bei Einbau des neuen Kühlers muss darauf geachtet werden, dass die richtigen Schrauben an den jeweiligen Befestigungspunkten verwendet werden. Eine zu große oder zu lange Schraube kann Beschädigungen (z. B. Riss) am Wasserkasten verursachen.
- Bei mechanischer Beschädigung muss der Kühler ersetzt werden.
- Kühler nicht mit aggressiven Chemikalien (z. B. Felgenreiniger, Insektenentferner) reinigen. Reinigung nur mit weichem Wasserstrahl.



Abb. 1 Unterschiedliche Befestigungsschrauben



Abb. 2 Riss an Befestigung



Abb. 3 Steinschlag am Kühler



Abb. 4 Korrosion außen am Kühler

1.3.3 Undichter Kühlmittelkühler, reduzierte Kühlleistung

Befund:

- Reduzierte Kühlleistung
- Kühlmittelverlust
- Rohr von Kühlnetz undicht

Ursache/n:

- Fremdkörper und Fremdstoffe im Kühlmittelkreislauf können die feinen Rohre im Kühler blockieren.
- Kühlerdichtmittel im Kühlsystem.
- Korrosion von innen (verunreinigtes Kühlmittel mit Rost- und Kalkresten).
- Ungeeignetes Kühlmittel verwendet.

Abhilfe/Vermeidung:

- Kein Kühlerdichtmittel verwenden.
- Kühlsystem beim Tauschen von Kühler, Pumpe oder anderen Komponenten gründlich reinigen. Hierfür muss das komplette Kühlsystem bei betriebswarmem Motor mit einem speziellen Kühlsystem-Reiniger in mehreren Durchgängen gespült werden. Dabei sollten die Vorgaben der Fahrzeug- und Spülmittelhersteller unbedingt beachtet werden.

werden. Sind keine Rückstände oder Fremdkörper mehr vorhanden, muss das System anschließend so lange mit warmem Wasser gespült werden, bis nur noch klares Wasser austritt.

- System unbedingt mit vom Fahrzeughersteller freigegebenen Kühlmittel befüllen.

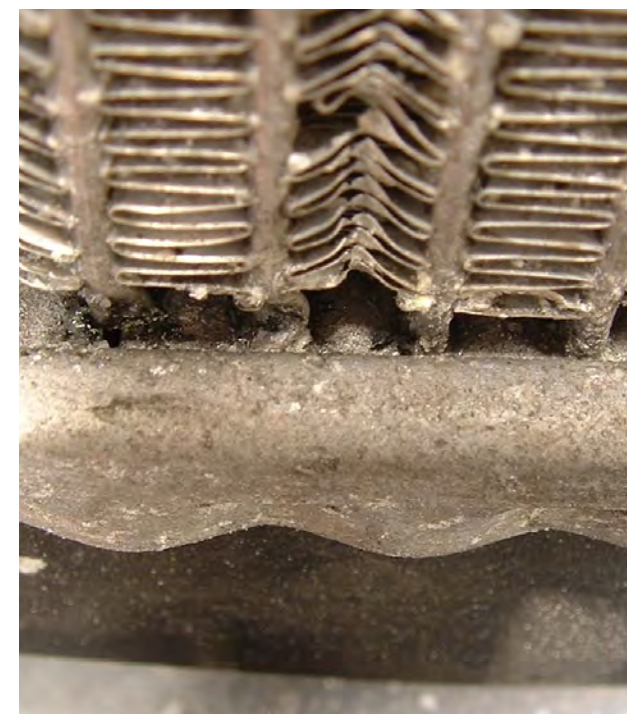


Abb. 1 Korrosion am Kühler



Abb. 2 Kühler durch Dichtmittel blockiert



Abb. 3 Korrosion und Ablagerungen im Kühlmittelkreislauf

1.3.4 Scheinbar undichter Kühlmittelkühler

Befund:

- Direkt nach dem Einbau tropft Kühlmittel aus dem Kühler

Ursache:

- Kühlsystem überfüllt

➤ Mehr Infos dazu in dieser Ausgabe des **Technical Messengers**:



Abhilfe/Vermeidung:

- Bei Lkw-Kühlern mit oben liegendem Ausgleichsbehälter muss in einem Bereich Luft für den Druckausgleich verbleiben. Wird dieser Bereich ebenfalls mit Kühlmittel befüllt, tritt überschüssiges Kühlmittel über das Druckausgleichsventil des blauen Verschlussdeckels aus und läuft außen über das Kühlernetz. Das vermittelt den Eindruck, dass der Kühler undicht sei.



Abb. 1 Kühler scheinbar undicht



Abb. 2 Kühlmittel tropft aus Ausgleichsbehälter

1.3.5 Motoröl oder Getriebeöl im Kühlmittelkühler

Befund:

- Öl im Ausgleichsbehälter
- Öl im Kühler
- Kühlmittelverlust
- Kühlmittel im Motoröl oder im Getriebeöl

Ursache/n:

- Zylinderkopfdichtung defekt
- Ölkühler (Motor) undicht
- Ölkühler (Getriebe) undicht

Abhilfe/Vermeidung:

- Undichtheit identifizieren und beheben. Kühlsystem spülen, um Ölreste zu entfernen. Motoröl wechseln. Bei undichtem Getriebeölkühler: Getriebeöl spülen.



Abb. 1 Aufgequollene Dichtung aus Kühlmittelkühler



Abb. 2 Öl-Wasser-Emulsion am Öleinfülldeckel und Öleinfüllstutzen



Abb. 3 Öl-Wasser-Emulsion am Öleinfüllstutzen

1.3.6 Aufgeblähter Kühlmittelkühler

Befund:

- Kühler aufgebläht
- Kühler deformiert

Ursache/n:

- Kühlmittelverlust. Die Kühlmittelpumpe fördert nur zeitweise. Dadurch verdampft das Kühlmittel, wenn es gefördert wird, schlagartig in heißen Bauteilen. Die Folge ist ein explosionsartiger Druckanstieg.
- Zylinderkopfdichtung defekt.
- Kühlmittelkreislauf durch Fremdkörper verstopft.

Abhilfe/Vermeidung:

- Kühlmittelstand regelmäßig kontrollieren. Bei Kühlmittelverlust das System abdrücken, um Undichtigkeiten zu lokalisieren. Beim Tausch von Komponenten (Kühler, Pumpe, Thermostat ...) das System gründlich reinigen, um Rückstände und Fremdkörper auszuspülen.

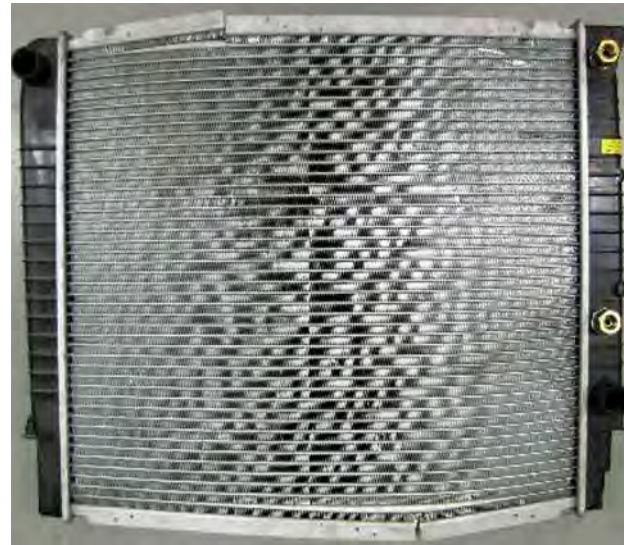


Abb. 1 Kühlmittelkühler aufgebläht



Abb. 2 Geplatzter Wasserkasten



Abb. 3 Kühlerrohr aufgebläht





1.4 Innenraumwärmetauscher

Für die Heizung des Fahrzeuginnenraums wird die Abwärme des Verbrennungsmotors genutzt. Die vom Innenraumlüfter angesaugte Luft wird durch den Innenraumwärmetauscher geleitet und dabei erwärmt.



1.4.1 Reduzierte Heizleistung

Befund:

- Mangelhafte Heizleistung
- Geruchsentwicklung
- Beschlagene Scheiben, süßlicher Geruch im Fahrzeug
- Schmierfilm innen an Frontscheibe

Ursache/n:

- Äußere Verschmutzung
- Verschmutzter Innenraumfilter
- Undichtheit, Korrosion

Abhilfe/Vermeidung:

- Wärmetauscher mit geeignetem Spülgerät reinigen. Danach hochwertigen Innenraumfilter einbauen, um künftige Verschmutzungen zu verhindern.
- Bei Undichtheiten im Kühlsystem muss der Wärmetauscher ersetzt werden. Keinesfalls Dichtmittel ins Kühlsystem füllen.

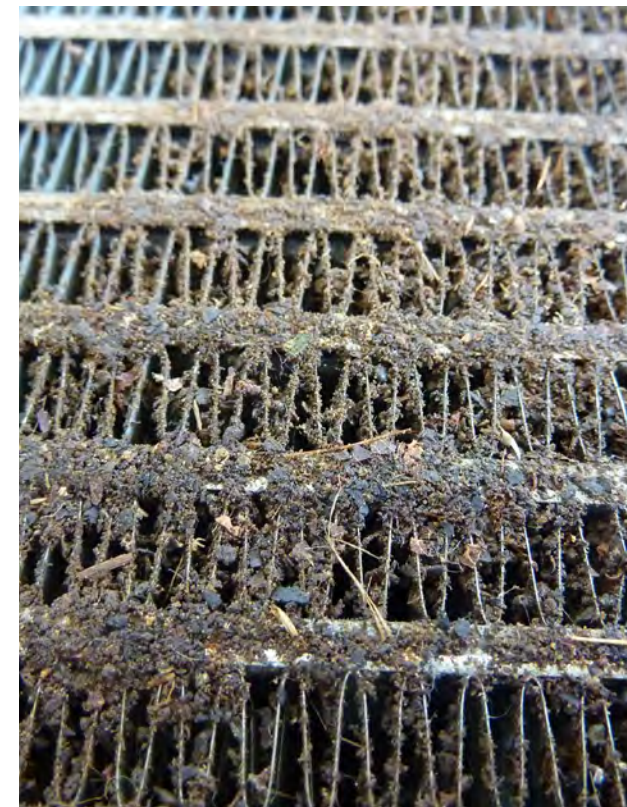


Abb. 1 Stark verunreinigter Wärmetauscher

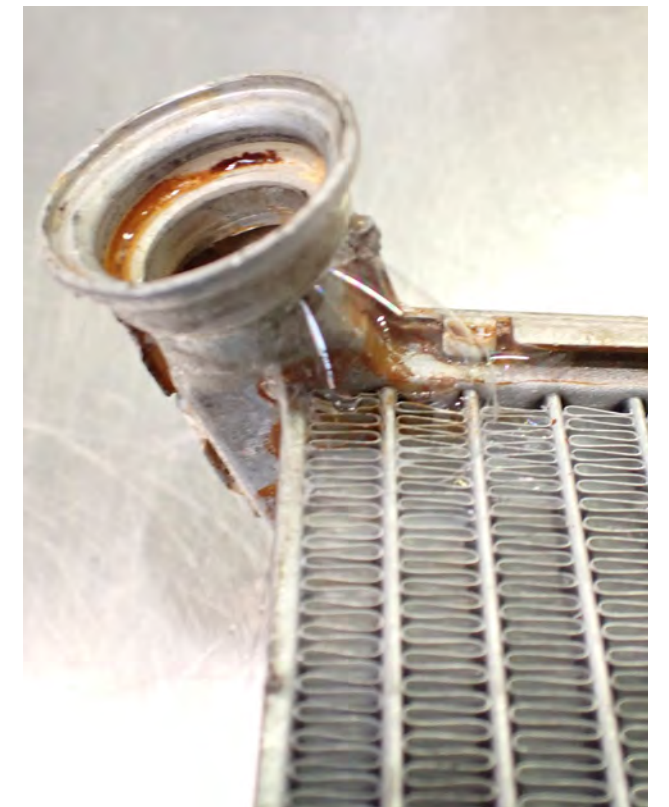


Abb. 2 Undichter Wärmetauscher durch Korrosion

1.4.2 Keine Heizleistung

Befund:

- Keine Heizleistung
- Beschlagene Scheiben, süßlicher Geruch im Fahrzeug
- Schmierfilm innen an Frontscheibe

Ursache/n:

- Rohre zugesetzt (Kalk, Ablagerungen von Kühlerdichtmittel)
- Undichtheit, Korrosion

Abhilfe/Vermeidung:

- Bei Undichtheiten im Kühlsystem keinesfalls Dichtmittel ins Kühlsystem füllen.
- Beim Austausch von Komponenten des Kühlmittelkreislaufs sollten alle verbliebenen Bauteile sorgfältig gespült werden.
- Nur vom Fahrzeughersteller freigegebene Kühlmittel ins System füllen.



Abb. 1 Kalk- und Rostablagerungen blockieren den Wärmetauscher



Abb. 2 Zugesetzter Wärmetauscher

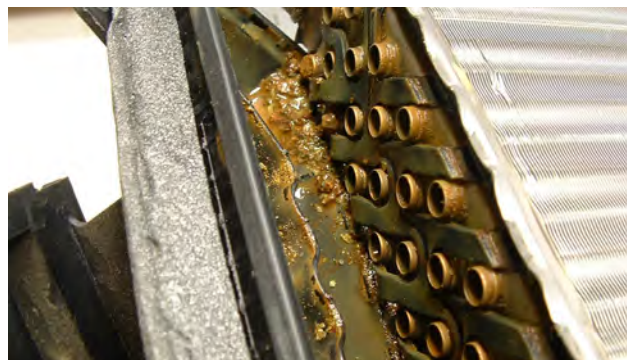


Abb. 3 Ablagerungen und Verunreinigungen im Wärmetauscher



Abb. 4 Durchgerosteter Wärmetauscher





1.5 Ausgleichsbehälter

Der Ausgleichsbehälter im Kühlsystem besteht meistens aus Kunststoff und dient der Aufnahme des expandierenden Kühlmittels. In der Regel ist er so angebaut, dass er den höchsten Punkt im Kühlsystem darstellt. Zur Kontrolle des Kühlmittelstandes ist er durchsichtig und mit „Min“- und „Max“- Markierungen versehen.



1.5.1 Undichter Ausgleichsbehälter

Befund:

- Kühlmittelverlust (Leckage) an diversen Systembauteilen oder am Ausgleichsbehälter selbst
- Überhöhte Kühlmittel- bzw. Motortemperatur
- Ausgleichsbehälter gerissen/geborsten
- Deckel des Ausgleichsbehälters defekt

Ursache/n:

- Überdruck im Kühlsystem aufgrund eines fehlerhaften Ventils im Verschlussdeckel
- Verstopfung im Kühlsystem
- Blockaden (Korrosion, Dichtmittel)
- Materialermüdung durch thermische Überlastung
- Materialermüdung durch fehlenden Frostschutz im Kühlwasser
- Zu wenig Kühlmittel im System (wenn nur zeitweise Kühlmittel an heiße Bauteile im Motor gelangt, verdampft das Kühlmittel explosionsartig)
- Defekte Zylinderkopfdichtung

Abhilfe/Vermeidung:

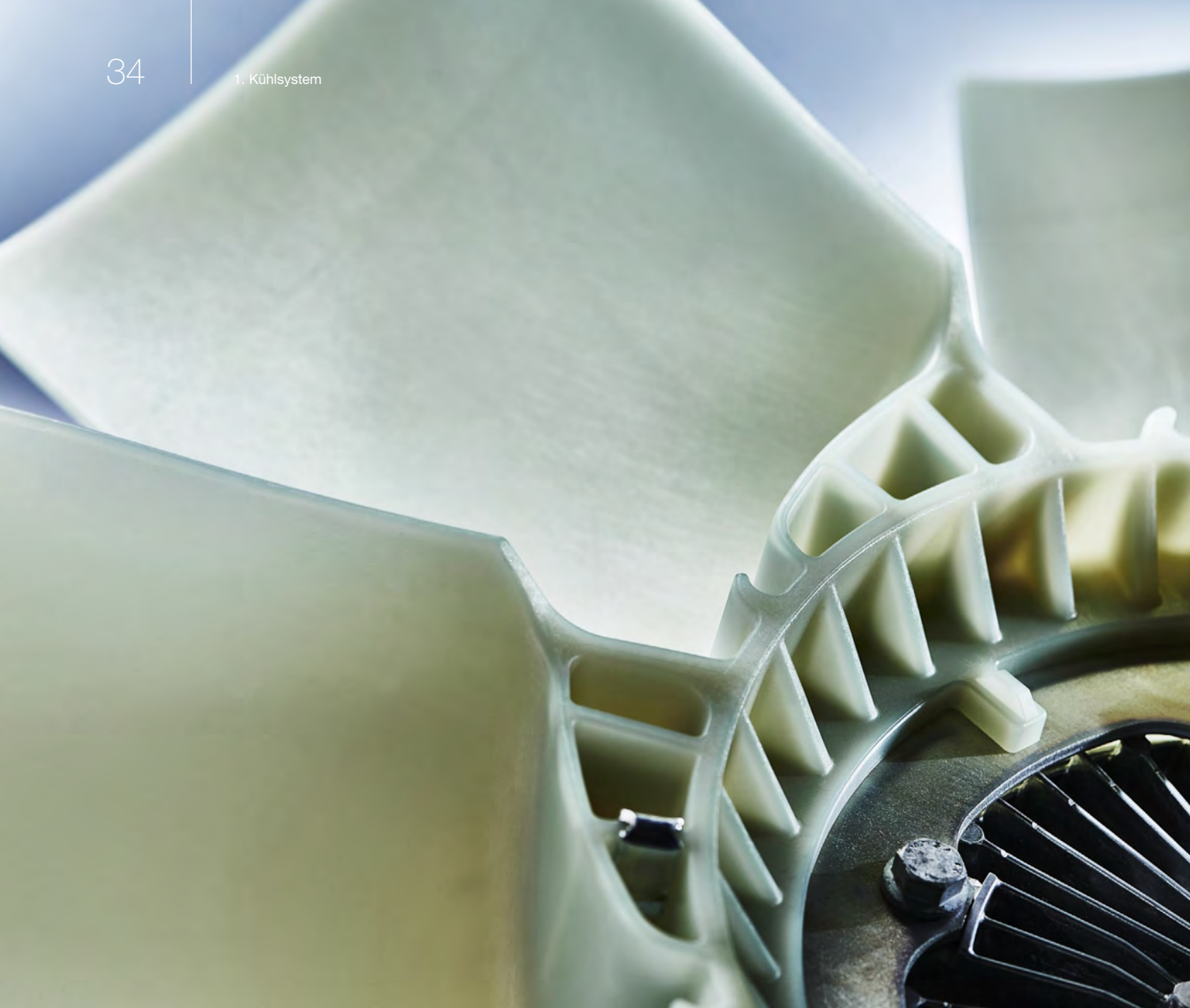
- Beim Austausch des Kühlmittelbehälters sollte auch der Deckel erneuert werden. Im Deckel befinden sich ein Unterdruck- und ein Überdruckventil. Ein defektes Überdruckventil kann zum Platzen von Ausgleichsbehälter oder Schläuchen führen.
- Beim Austausch von Komponenten des Kühlsystems sollte das komplette System gespült werden, um Fremdkörper und Verunreinigungen zu entfernen. Frostschutzmittel-Wasser-Gemisch entsprechend der Herstellerangaben. Reines Wasser kann Ausgleichsbehälter aus Polyamid beschädigen.



Abb. 1 Riss im Ausgleichsbehälter



Abb. 2 Geplatzter Ausgleichsbehälter



1.6.1 Lüfter macht Geräusche

Befund:

- Starke Geräusche
- Vibrationen

Ursache/n:

- Ausgleichsgewichte wurden entfernt
- Lüfter gebrochen
- Verschmutzungen am Lüfter

Abhilfe/Vermeidung:

- In der Fertigung für einen vibrationsarmen Betrieb feingewuchtet. Die Wuchtgewichte (Metallklammern an den Flügeln) dürfen **nicht** entfernt werden.
- Mechanische Beschädigungen, Deformationen oder Brüche führen zu Geräuschen und Vibrationen. Lüfter und Lüfterzarge vorsichtig einbauen und nicht verbiegen.

1.6 Kühlmittel-/Kondensatorlüfter

Ein oder mehrere mechanisch oder elektrisch angetriebene Kühlerlüfter unterstützen den Abkühlungsprozess des Kühlmittels. Die Lüfter sind vor oder hinter dem Kühler angebracht und können elektronisch geregelt sein.

Im Stand oder wenn der Fahrtwind nicht ausreicht, um Kühlmittelkühler und Kondensator zu kühlen, wird der Lüfter zugeschaltet.



Abb. 1 Metallklammer als Gewicht zum Auswuchten

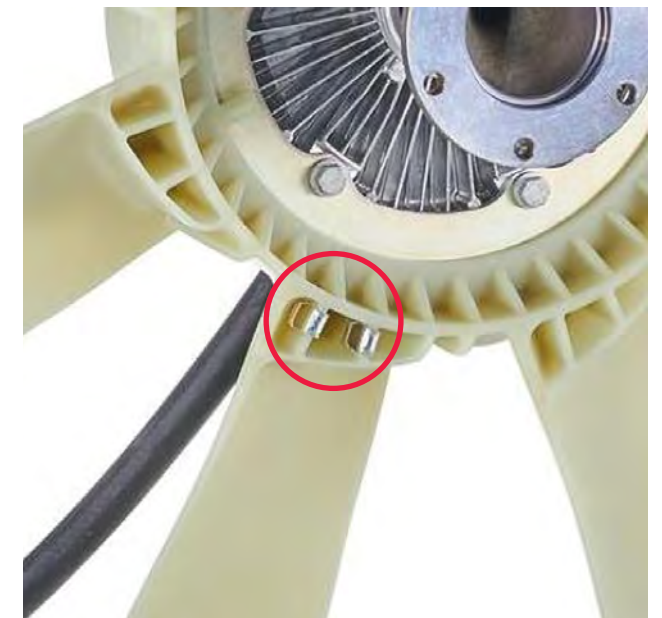


Abb. 2 Metallklammer zum Auswuchten

1.6.2 Lüftermotor defekt

Befund:

- Starke Geräusche
- Mangelnde Kühlleistung
- Ansteigende Motortemperatur
- Totalausfall des Lüfters

Ursache/n:

- Lagerschaden
- Verschleiß der Kohlebürsten
- Elektrischer Fehler (Kurzschluss, Unterbrechung, Ansteuerung)

Abhilfe/Vermeidung:

- Bei ausgeschaltetem Motor elektrischen Lüfter von Hand prüfen, ob er frei durchdreht. Schwergängigkeit oder auffällige Geräusche deuten auf einen defekten Lüftermotor

hin. Wenn der Lüfter ohne Funktion ist, muss die Elektrik geprüft werden.



Abb. 1 Lagerschaden am Lüftermotor



Abb. 2 Kabelbruch an Lüftersteuerung

1.6.3 Elektrischer Lüfter dreht sich nicht

Befund:

- Mangelnde Kühlleistung bei niedrigen Geschwindigkeiten
- Ansteigende Motortemperatur im Stau
- Totalausfall des Lüfters

Ursache/n:

- Verschleiß der Kohlebürsten
- Elektrischer Fehler (Kurzschluss, Unterbrechung, Ansteuerung)
- Kabel beschädigt
- Thermostalter defekt
- Druckschalter Klimasteuerung defekt
- Unterspannung der Fahrzeug-Batterie

Abhilfe/Vermeidung:

- Der Thermostalter schaltet den elektrischen Lüfter zu, wenn die Kühlmitteltemperatur einen bestimmten Wert überschreitet. Auch die Druckschalter der Klimaanlage regeln die Lüfterdrehzahl. Steigt die Kühlmitteltemperatur bei langsamer Fahrt oder im Stau an, sollten Thermo- und Druckschalter geprüft werden.

- Auch elektrische Leitungen und Sicherung müssen geprüft werden.



Abb. 1 Thermostalter



Abb. 2 Druckschalter

1.6.4 Motor-Controller/Steuergerät

Befund:

- Mangelnde Kühlleistung
- Ansteigende Motortemperatur bei langsamer Fahrt / Stau
- Totalausfall des Lüfters

Ursache:

- Steuergerät des Lüftermotors defekt
- Korrosion an Steckverbindung
- Elektrischer Fehler (Kurzschluss, Unterbrechung, Ansteuerung)

Abhilfe/Vermeidung:

- Kontakte und Leitungen prüfen, wenn der Lüfter ohne Funktion ist.
- Bei abgeschaltetem Motor prüfen, ob sich der Lüfter von Hand frei drehen lässt. Ein schwergängiger Lüftermotor kann zur Überlastung (Durchbrennen) des Steuergeräts führen.



Abb. 1 Prüfung des Lüfters

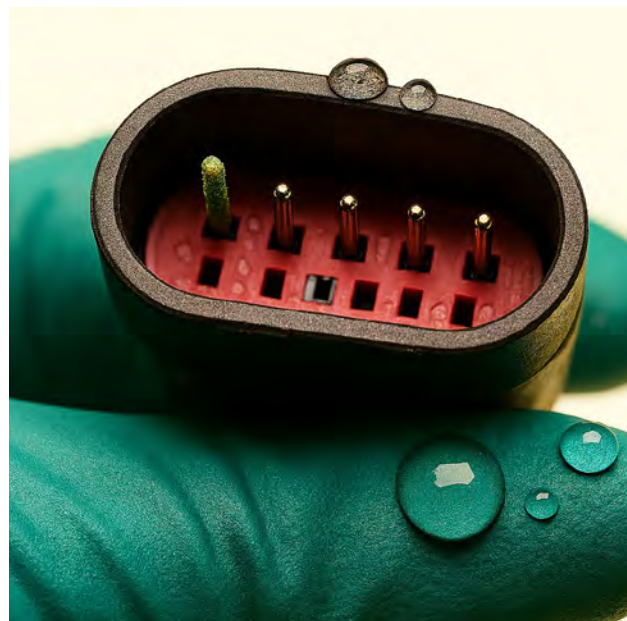


Abb. 2 Korrosion am Stecker

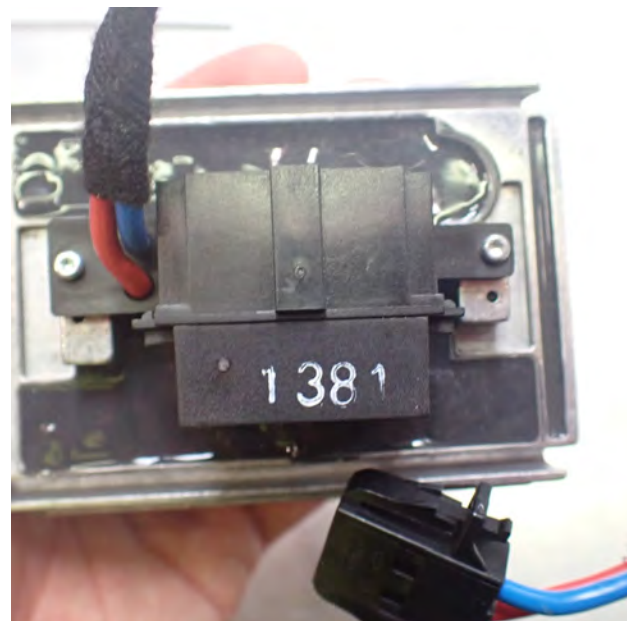


Abb. 3 Steuergerät

1.6.5 Visco®-Lüfter

Befund:

- Mangelnde Kühlleistung
- Ansteigende Motortemperatur
- Austritt von Öl beim Neuteil (Öl in der Verpackung)

Ursache/n:

- Mangelhafter Kraftschluss durch Ölaustritt
- Falsche Lagerung/Transport des Ersatzteils
- Verschmutzung der Kühlfläche bzw. des Bimetalls
- Kabel beschädigt (bei elektrisch angesteuerten Visco®-Kupplungen)

Abhilfe/Vermeidung:

- Visco®-Kupplungen müssen richtig gelagert und transportiert werden. Bei falscher Lagerung kann Silikonöl aus dem Inneren auslaufen. Dadurch wird die Kupplung beschädigt. Unbedingt die Lager- und Transporthinweise auf der Verpackung beachten.
- Eine Funktionsprüfung von Lüftern mit Visco®-Kupplung ist sehr aufwändig. Dies kann nur mittels eines Laser-Drehzahlmessers geschehen. Die Drehzahldifferenz von Lüfter und Lüfterantrieb soll zwischen 5 und 95 % liegen (je nach Kühlungsbedarf).



Abb. 1 Visco®-Kupplung



Abb. 2 Visco®-Kupplung in Faltschachtel
(Hinweise für korrekte Lagerung beachten!)



1.7.1 Innenraumgebläse ohne Funktion

Befund:

- Starke Geräuschentwicklung
- Verunreinigungen (Schmutz, Laub ...)
- Mangelhafte Leistung
- Geruchsentwicklung
- Ausfall des Lüfters
- Durchgebrannter Gebläseregler

Ursache/n:

- Innenraumfilter stark verschmutzt/zugesetzt
- Wasserablauf im Luftfang verstopft
- Lagerschaden (Korrosion, Verschmutzung, Auswuchtung)
- Verschleiß der Kohlebürsten
- Elektrischer Fehler
- Defekter Vorwiderstand

Abhilfe/Vermeidung:

- Jährlich den Innenraumfilter ersetzen. Ist der Filter stark verschmutzt, wird der Luftstrom reduziert.
- Prüfen, ob sich das abgeschaltete Gebläse von Hand frei drehen lässt. Bei Schwergängigkeit ist der Luftstrom reduziert. Durch eine Schwergängigkeit kann auch der Regler überlastet werden (durchbrennen).
- Die Wasserablaufbohrungen in der Karosserie regelmäßig von Laub und Schmutz reinigen. Aufgestautes Regenwasser könnte in das Gebläse eindringen und zu Schäden führen.

1.7 Innenraumgebläse

Der Innenraumlüfter fördert Luft in den Innenraum. Die Luft wird dabei vom Innenraumfilter gereinigt und vom Verdampfer der Klimaanlage gekühlt oder vom Heizungswärmetauscher erwärmt.

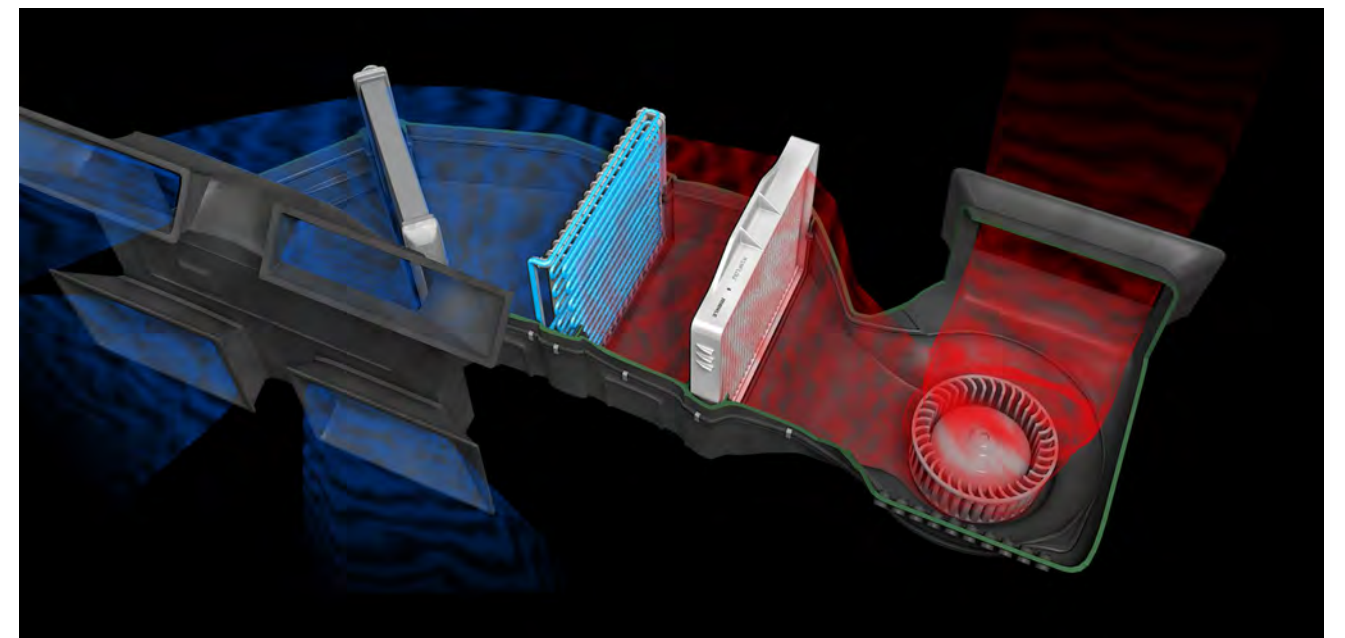


Abb. 1 Luftkasten

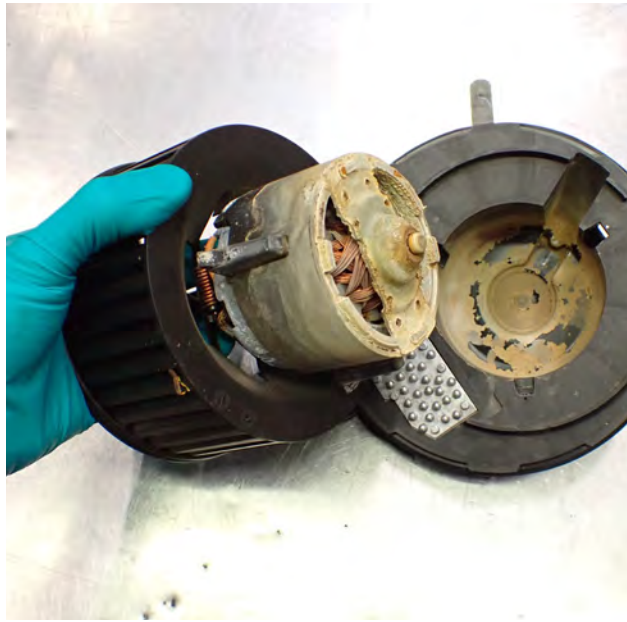


Abb. 2 Wassereintritt ins Innenraumgebläse

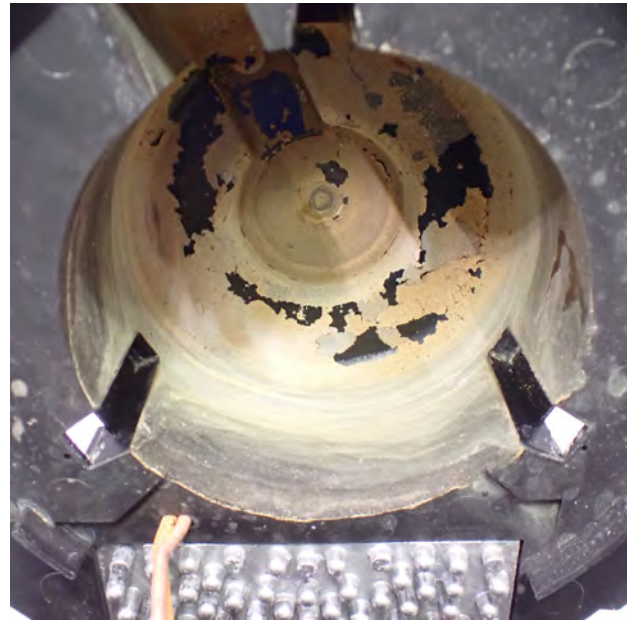
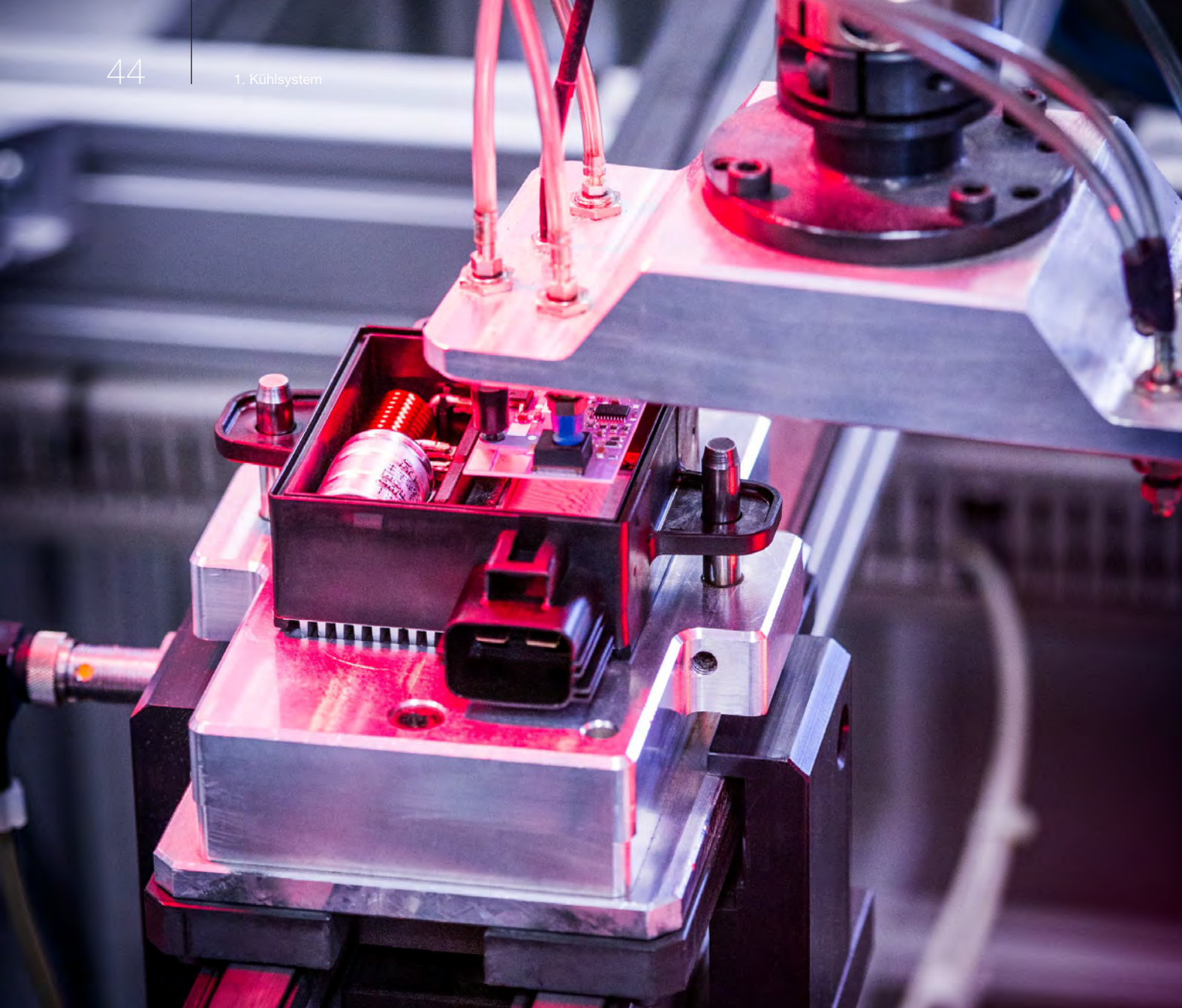


Abb. 3 Rückstände von Wassereintritt im Motorgehäuse



Abb. 4 Korrosion am Gebläsemotor





1.8.1 Innenraumgebläse teilweise ohne Funktion

Befund:

- Gebläse läuft nur auf „MAX“
- Gebläse funktioniert nicht

Ursache/n:

- Widerstand durchgebrannt (zu große Stromaufnahme des Gebläsemotors)
- Thermosicherung unterbrochen (Regler überhitzt)
- Leistungselektronik überlastet
- Korrosion in den Lagern des Gebläsemotors
- Zugesetzter Innenraumfilter

Abhilfe/Vermeidung:

- Ein überlasteter, durchgebrannter Gebläse Regler ist ein deutliches Zeichen für eine zu hohe elektrische Stromaufnahme des Gebläsemotors. Ursache ist häufig ein schwergängiger, korrodierter Gebläsemotor. Daher muss unbedingt der Motor des Innenraumgebläses geprüft werden, wenn der Regler defekt ist.
- Da der Regler gekühlt werden muss, ist er im Luftstrom verbaut. Ist der Innenraumfilter zugesetzt oder das Gebläse mechanisch blockiert, überhitzt der Regler ebenfalls.

1.8 Gebläse Regler

Der Regler bestimmt die Drehzahl des Innenraumgebläses. Dies geschieht über verschiedene Widerstände, die geschaltet werden, oder über eine Leistungselektronik.



Abb. 1 Test durchgebrannter Regler



Abb. 2 Gebläse Regler thermisch überlastet



Abb. 3 Regler durch defekten Lüfter überlastet



Abb. 4 Regler Innenraumgebläse



Abb. 5 Regler Innenraumgebläse





1.9 PTC-Heizer

Elektrische Zuheizer werden zum Teil bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren verbaut, um nach dem Start den Innenraum zu heizen, bis ausreichend Abwärme des Verbrennungsmotors zur Verfügung steht. Elektrische HV-Zuheizer werden bei Elektro- und Hybridfahrzeugen ohne Wärmepumpe als Innenraumheizung verbaut.

PTC-Elemente gehören zu den nicht linearen Keramik-Widerständen. „PTC“ steht für „Positive Temperature Coefficient“, d. h. der elektrische Widerstand steigt mit der Temperatur des Elements.



Abb. 1 PTC-Heizer

1.9.1 PTC-Heizer mit geringer Heizleistung

Befund:

- Verminderte Leistung der Heizung bei kaltem Motor
- Fehlercodes im Steuergerät

Ursache/n:

- Elektrische Ansteuerung oder elektrische Anschlüsse des PTC-Zuheizers fehlerhaft
- Lose oder korrodierte Massekontakte
- PTC-Zuheizer defekt (Leistungselektronik oder einzelne Heizelemente)

Abhilfe/Vermeidung:

- PTC-Heizer haben eine große Leistungsaufnahme. Massekabel und elektrische Steckverbindung müssen frei von Korrosion sein.
- Bei reduzierter Kühlleistung können defekte Heizelemente mit einer Wärmebildkamera ermittelt werden. Auch eventuell entstehende Wärme an korrodierten Kabeln kann dadurch entdeckt werden.
- Durch Widerstandsmessung der einzelnen Elemente kann ermittelt werden, ob ein Element defekt ist.

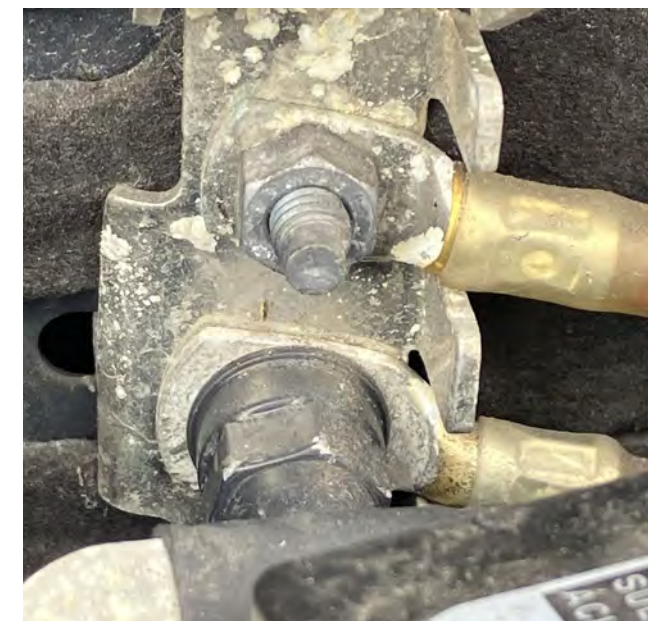
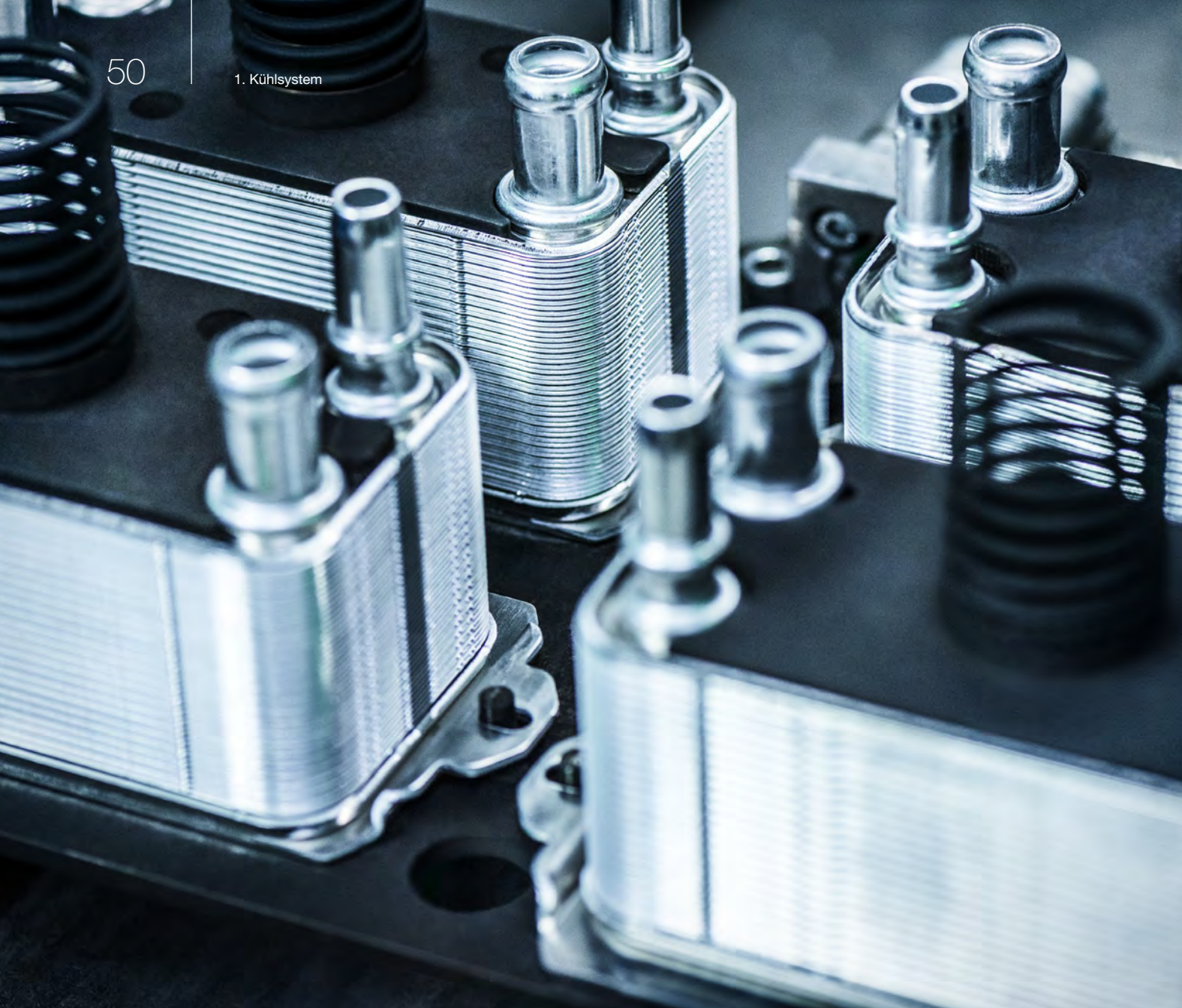


Abb. 2 Korrosion am Massepunkt



1.10 Ölkühler

Ölkühler werden zum Kühlen von Motorenöl eingesetzt. Getriebeöl-Wärmetauscher können das Getriebeöl erwärmen oder auch kühlen.

Der Ölkühler ist als Plattenwärmetauscher ausgeführt. Er besteht aus vielen miteinander verlöteten, profilierten Aluminiumplatten. Der Plattenwärmetauscher verfügt über vier Anschlüsse. Zwei davon sind Ein- und Ausgang vom Öl. Die anderen beiden Anschlüsse sind Ein- und Ausgang vom Kühlmittel.



1.10.1 Ölkühler undicht

Befund:

- Im Ausgleichsbehälter des Kühlmittels schwimmen Öltropfen
- Heller Schleim innen am Öleinfülldeckel
- Ölkühler außen feucht

Ursache/n:

- Undichter Ölkühler
- Verunreinigungen (Fremdkörper, Reste von Dichtmasse ...) im Kühlmittelkreislauf

Abhilfe/Vermeidung:

- Undichtiges Bauteil ersetzen, Motorenöl wechseln und Kühlmittelkreislauf gründlich spülen.
- Fremdkörper im Kühlmittelkreislauf können zu Kavitationsschäden im Wärmetauscher führen.



Abb. 1 Undichter Ölkühler



Abb. 2 Undichter Ölkühler



Abb. 3 Öl-Wasser-Emulsion an Öleinfüllstutzen

1.10.2 Kühlmittelkühler mit Ölkühler undicht

Befund:

- Im Ausgleichsbehälter des Kühlmittels schwimmen Öltropfen
- Heller Schleim innen am Öleinfülldeckel
- Kühlmittel im Öl

Ursache/n:

- Undichter Ölkühler
- Schraubanschluss (Stutzen) beim Anschrauben der Ölleitung verdreht
- Schläuche zu fest angezogen

Abhilfe/Vermeidung:

- Beim Anziehen der Ölleitungen unbedingt Drehmomentangaben des Fahrzeugherstellers beachten.
- Wenn die Leitungen angezogen werden, mit einem geeigneten Schraubenschlüssel den Stutzen gegen Verdrehen (gegenhalten) sichern.



Abb. 1 Ölkühler im Wasserkasten



Abb. 2 Öl-Wasser-Emulsion



Abb. 3 Schraubanschluss Getriebeölleitung



Abb. 4 Riss zwischen Schraubanschluss und Ölkühler

1.10.3 Ölkühler (Getriebe) Fehlfunktion

Bei vielen Automatikgetrieben ist ein Wärmetauscher verbaut. Aufgabe von diesem Wärmetauscher ist, das Getriebeöl auf optimale Betriebstemperatur zu bringen. Bei starken Belastungen verhindert der Wärmetauscher eine thermische Überlastung des Getriebes. Der Wärmetauscher ist als Plattenwärmetauscher ausgeführt.

Befund:

- Bei Bergabfahrt wird die Heizung nicht warm.
- Schaltprobleme beim Automatikgetriebe.
- Dieselpartikelfilter (DPF) nach kurzen Laufzeiten zugesetzt.
- Regenerationszyklus vom DPF wird nicht gestartet.

Ursache/n:

- Blockiertes Thermostat in der Kühlmittleitung
- Undichter Wärmetauscher (Vermischung von Getriebeöl und Kühlmittel)
- Plattenwärmetauscher zugesetzt (Dichtmittel)
- Kühlmitteltemperatur permanent zu niedrig

Abhilfe/Vermeidung:

- Bei auffälligen Temperaturschwankungen oder zu niedrigen Kühlmitteltemperaturen Thermostat erneuern. Bei Fahrzeugen mit thermostatgeregeltem Getriebeölkühler auch dieses Thermostat erneuern.
- Die Regenerierung vom DPF erfolgt erst ab einer bestimmten Kühlmitteltemperatur. Nicht nur reiner Kurzstreckenbetrieb, sondern auch eine zu niedrige Kühlmitteltemperatur verhindern die Regeneration vom DPF.

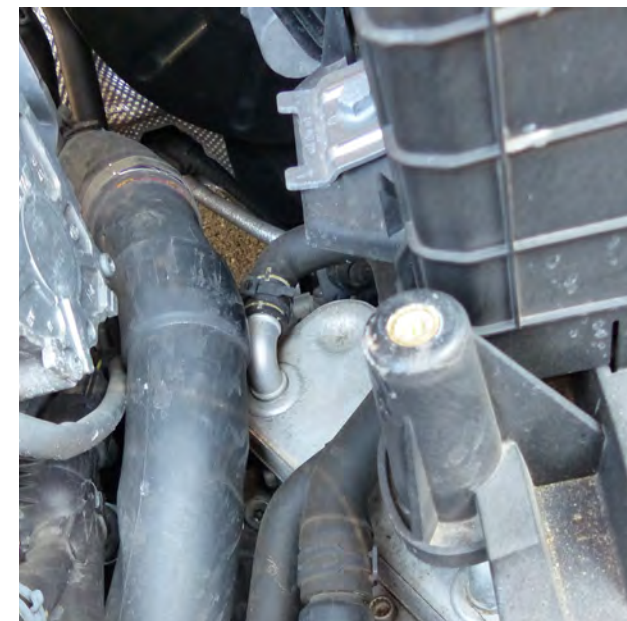


Abb. 1 Getriebewärmetauscher



Abb. 2 Thermostat für Getriebeölwärmetauscher

1.10.4 Ölkühler (Retarder) undicht

Hydrodynamische (mit Flüssigkeit arbeitende) Retarder werden bei Nutzfahrzeugen eingesetzt, um als nahezu verschleißfreie Strömungsbremse das eigentliche Bremssystem zu unterstützen. Die in Wärme umgewandelte Bewegungsenergie, die durch die Verzögerung der Fließgeschwindigkeit des Öls erzeugt wird, muss durch einen Wärmetauscher wieder an das Kühlsystem abgeführt werden.

Befund:

- Kühlmittelverlust
- Ölverlust
- Vermischung von Öl und Wasser
- Schaltprobleme im Getriebe
- Totalausfall der Bremsfunktion

Abhilfe/Vermeidung:

- Undichtiges Bauteil ersetzen und Kühlmittelkreislauf und Ölkreislauf sorgfältig spülen.

Ursache/n:

- Überhitzung des Kühlsystems durch Kühlmittelmangel, falsches Kühlmittel oder falsche Kühlmittelmischung
- Überhitzung des Kühlmittels durch falsche Handhabung (volle Abbremsung des Fahrzeugs bei geringer Motordrehzahl, falsche Getriebe-Gangwahl) und daraus resultierende Kavitation (Blasenbildung des Kühlmittels infolge hoher thermischer Belastungen)
- Beschädigung von Dichtungen/Schlauchanschlüssen
- Querschnittsverengungen durch Verschmutzung innerhalb des Wärmetauschers bzw. Kühlsystems
- Hohe bzw. schlagartige thermische Belastungen (Temperatur/Druck)
- Interne Undichtigkeiten des Wärmetauschers
- Fremdkörper im Kühlmittelkreislauf, daraus resultierend Kavitation im Retarder



Abb. 1 Kavitation an den Rohren des Ölkühlers

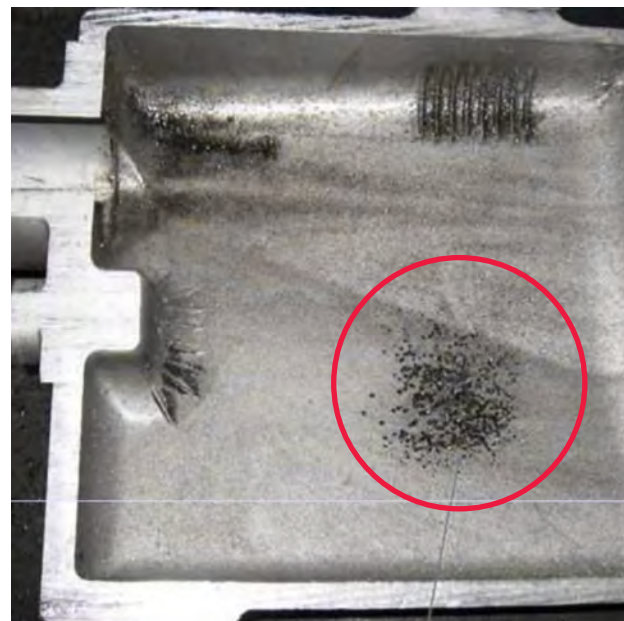


Abb. 2 Kavitation im Gehäuse des Ölkühlers





1.11 Ladeluftkühler

Der Turbolader verdichtet die angesaugte Frischluft. Durch das Verdichten erwärmt sich die Luft und dehnt sich aus. Daher wird in die Ladeluftstrecke zwischen Turbolader und Motor ein Ladeluftkühler verbaut. Er kühlt die verdichtete Luft vom Turbolader. Bei gleichem Ladedruck enthält die gekühlte Luft mehr Sauerstoff und verbessert Verbrennung und Leistung des Motors.



1.11.1 Ladeluftkühler undicht

Befund:

- Reduzierte Leistung
- Schwarzer Rauch aus Abgasanlage
- Häufig zugesetzter Dieselpartikelfilter (DPF)
- Undichtheit der Ladeluftstrecke

Ursache/n:

- Mechanische Beschädigung (Steinschlag, Korrosion) am Ladeluftkühler
- Dichtungen an Schnellverschlüssen nicht erneuert
- Schlauchklemmen nicht ausreichend angezogen

Abhilfe/Vermeidung:

- Geht an einer Undichtheit komprimierte Luft an der Ladeluftstrecke verloren, hat der Motor geringere Leistung und eine schlechtere Verbrennung. Der Luftmassenmesser bestimmt die angesaugte Luftmasse und gibt die

Werte ans Motorsteuergerät. Da der Luftverlust durch die Undichtheit vom Steuergerät nicht erkannt wird, ist die Einspritzmenge zu groß. Durch die schlechtere (fette) Verbrennung wird der DPF sehr stark mit Ruß belastet.



Abb. 1 Mechanische Beschädigung

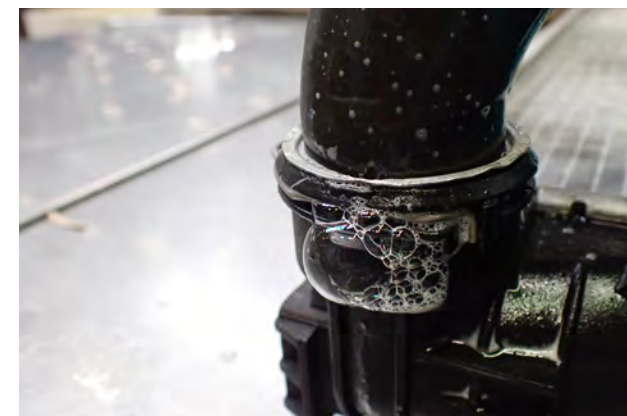


Abb. 2 Undichte Schnellkupplung



Abb. 3 Steinschlag

1.11.2 Ladeluftkühler (indirekt) undicht

Befund:

- Ladeluftkühler (indirekt) undicht

Ursache/n:

- Überdruck in der Ladeluftstrecke
- Ladeluftkühler teilweise zugesetzt (Späne, Fremdkörper)
- Am Turbolader sind VTG oder Wastegate blockiert
- Schubumluftventil defekt

Abhilfe/Vermeidung:

- Funktion und Beweglichkeit der Turboladerregelung sollten kontrolliert werden.
- Bei kaputtem Turboladerschaden muss der Ladeluftkühler ersetzt werden.

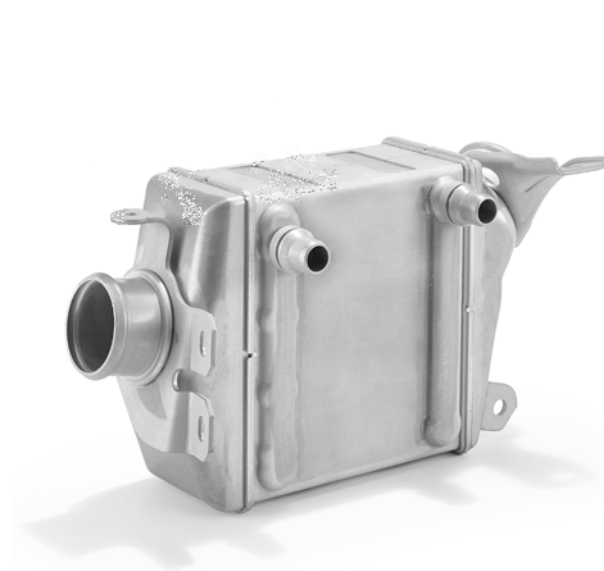


Abb. 1 Indirekter Ladeluftkühler



Abb. 2 Späne aus Turboschaden

1.11.3 Ladeluftkühler aufgebläht

Befund:

- Reduzierte Motorleistung
- Schwarzer Rauch aus der Abgasanlage
- Undicht im Bereich vom Luftkasten (Kunststoff) des Ladeluftkühlers
- Ladeluftkühler ist aufgebläht (deformiert)
- Verkrüppung am Luftkasten aufgebogen

Ursache/n:

- Ladedruck zu hoch
- Am Turbolader sind VTG oder Wastegate blockiert, dadurch Ladedruck zu hoch
- Schubumluftventil defekt

Abhilfe/Vermeidung:

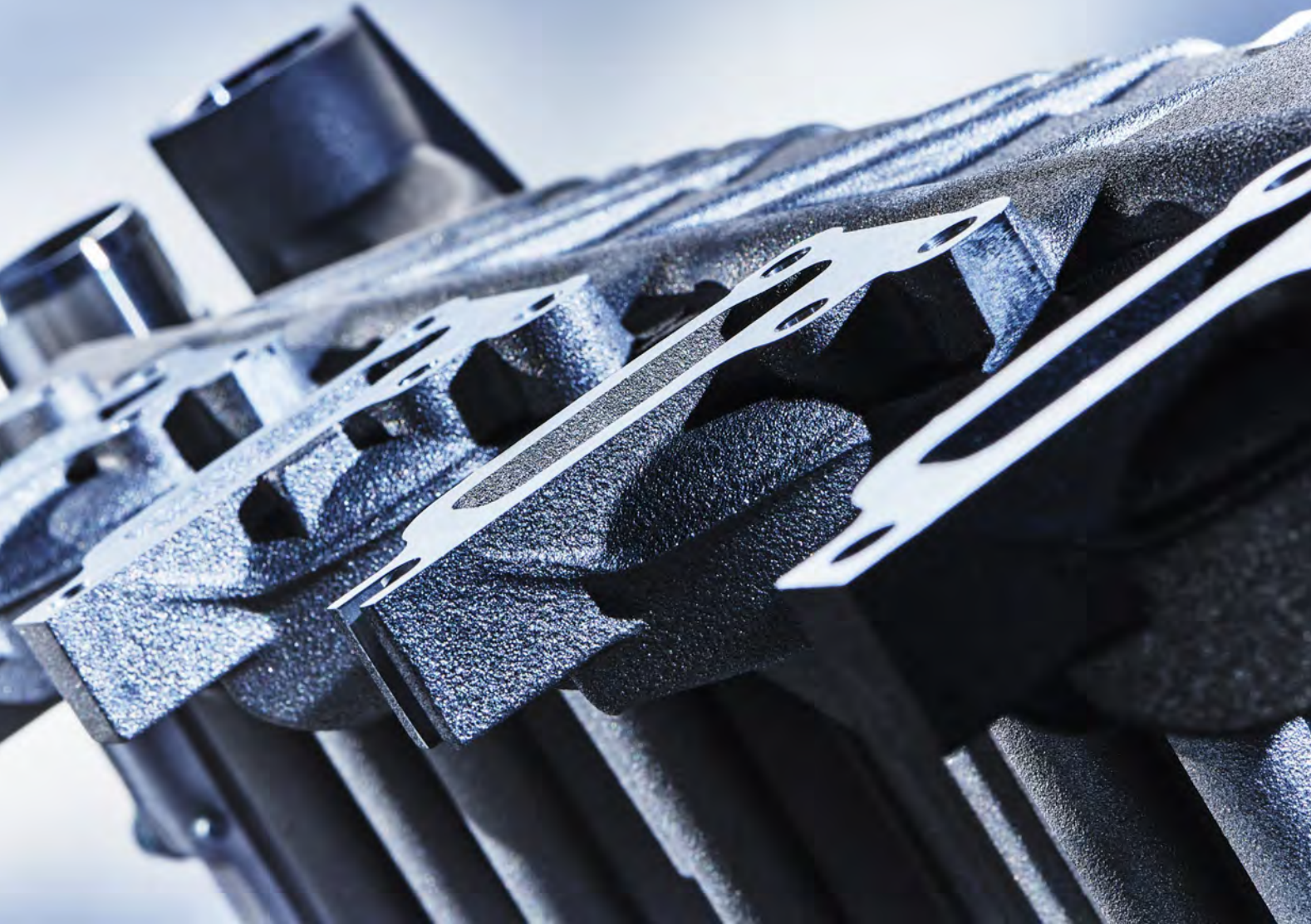
- Ein aufgeblähter Ladeluftkühler ist ein deutliches Zeichen für zu hohen Ladedruck. Funktion und Beweglichkeit der Turboladerregelung sollten kontrolliert werden.
- Ein defektes (geschlossenes) Schubumluftventil kann beim Schließen der Drosselklappe zu extremen Drucksitzen in der Ladeluftstrecke führen.



Abb. 1 Aufgeblähtes Rohr



Abb. 2 Ladeluftkühler aufgebläht



1.12 Abgasrückführungskühler (AGR-Kühler)

Der AGR-Kühler kühlt die Abgase, die über das Rückführungsventil erneut in die Brennräume geleitet werden. Die Rückführung von Abgasen reduziert die SOx-Werte im Abgas.

Durch eine gezielte Abgasrückführung werden der Verbrennungsmotor effizienter, Abgaswerte verbessert und der Kraftstoffverbrauch reduziert.



1.12.1 AGR-Kühler undicht

Befund:

- Geräusche
- Undichtigkeit
- Flexrohr gebrochen

Ursache/n:

- Falsche Anzugsfolge der Verschraubung
- Flexrohr verspannt eingebaut
- Starke Vibrationen am Motor

Abhilfe/Vermeidung:

- Zum Einbau des AGR-Kühlers alle Bauteile vom Motor rund um den AGR-Kühler demontieren, damit der AGR-Kühler ohne Verspannungen eingebaut werden kann.
- Es muss darauf geachtet werden, dass besonders das Flexrohr spannungsfrei montiert wird (Reihenfolge und Drehmomente der Fahrzeughersteller beachten).
- Fixierung der Abgasanlage überprüfen, damit keine starken Schwingungen auf das Flexrohr einwirken.



Abb. 1 Flexrohr von AGR-Kühler angerissen



Abb. 2 Flexrohr von AGR-Kühler angerissen

2. Klimasystem

Aufbau Klimaanlage

Die Klimaanlage ist ein wesentlicher Faktor für Sicherheit und Fahrkomfort. Die einzelnen Komponenten des Kältemittelkreislaufs sind durch Schlauchleitungen verbunden und bilden so ein geschlossenes System. In dem System zirkuliert, angetrieben von dem Klimakompressor, das Kältemittel. Der Kreislauf wird in zwei Seiten aufgeteilt: Der Teil zwischen Kompressor, Kondensator und Filtertrockner zum Expansionsventil wird Hochdruckseite (HD: gelb/rot) genannt. Zwischen Expansionsventil und Klima-

kompressor sprechen wir von der Niederdruckseite (ND: blau). Im Klimakompressor wird das gasförmige Kältemittel verdichtet und dadurch stark erhitzt. Es wird unter Hochdruck durch den Klimakondensator gepresst. Dabei wird dem stark erhitzten Kältemittel Wärme entzogen, was dazu führt, dass es kondensiert, also seinen Zustand von gasförmig zu flüssig ändert. Der Filter-Trockner, die nächste Station, scheidet Verunreinigungen und eventuell vorhandene Feuchtigkeit vom nun flüssigen Kältemittel



Abb. 1 Komponenten der Klimaanlage

ab. Hierdurch werden die Effektivität des Systems sichergestellt und die Komponenten vor Beschädigung durch Verunreinigungen geschützt. Weiter geht es nun vom Filter-Trockner zum Expansionsventil. Dieses Ventil fungiert im Grunde wie ein Stauwehr. Vor dem Wehr sorgt es für die Aufrechterhaltung des gleichmäßigen Drucks, wogegen sich dieser Druck nach dem Wehr durch Volumenvergrößerung entspannt. Da das Expansionsventil direkt vor dem Verdampfer sitzt, erfolgt die Entspannung des Kältemittels in den Verdampfer hinein. Beim Verdampfen, also bei der Änderung

des Aggregatzustands von flüssig zu gasförmig, wird Verdunstungskälte frei. Der Verdampfer ist ähnlich wie der Klimakondensator ein Wärmetauscher. Er hat eine enorm große Oberfläche, über die er die Verdunstungskälte an die Umgebung abgibt. Diese abgegebene Kälte wird nun vom Innenraumgebläse in den Fahrzeuginnenraum geblasen, wo sie für das Wohlbefinden der Passagiere sorgt. Auf der Niederdruckseite geht die Reise des nun wieder gasförmigen Kältemittels zurück zum Klimakompressor, wo der Kreislauf von vorne beginnt.

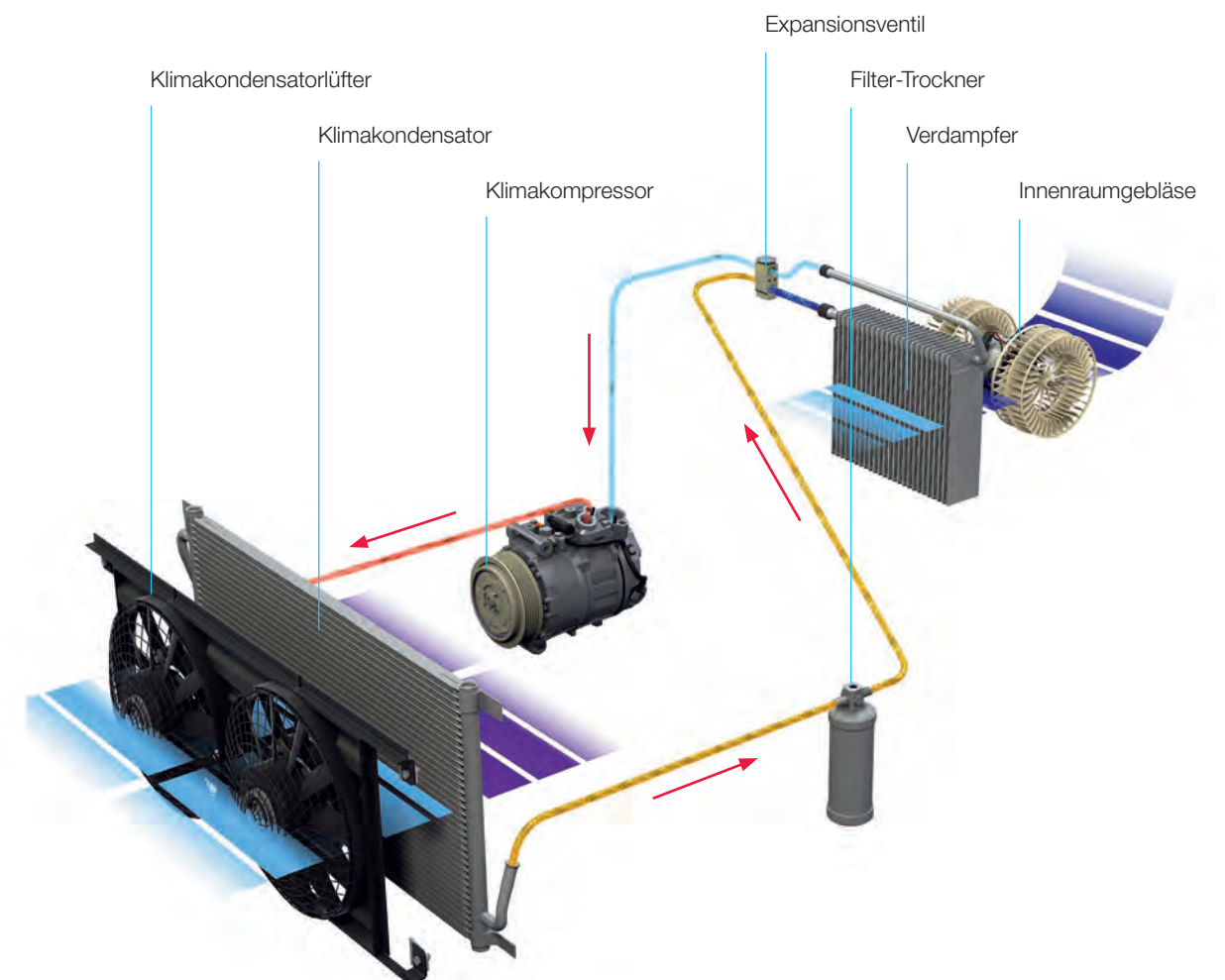


Abb. 2 Schematischer Aufbau einer Klimaanlage

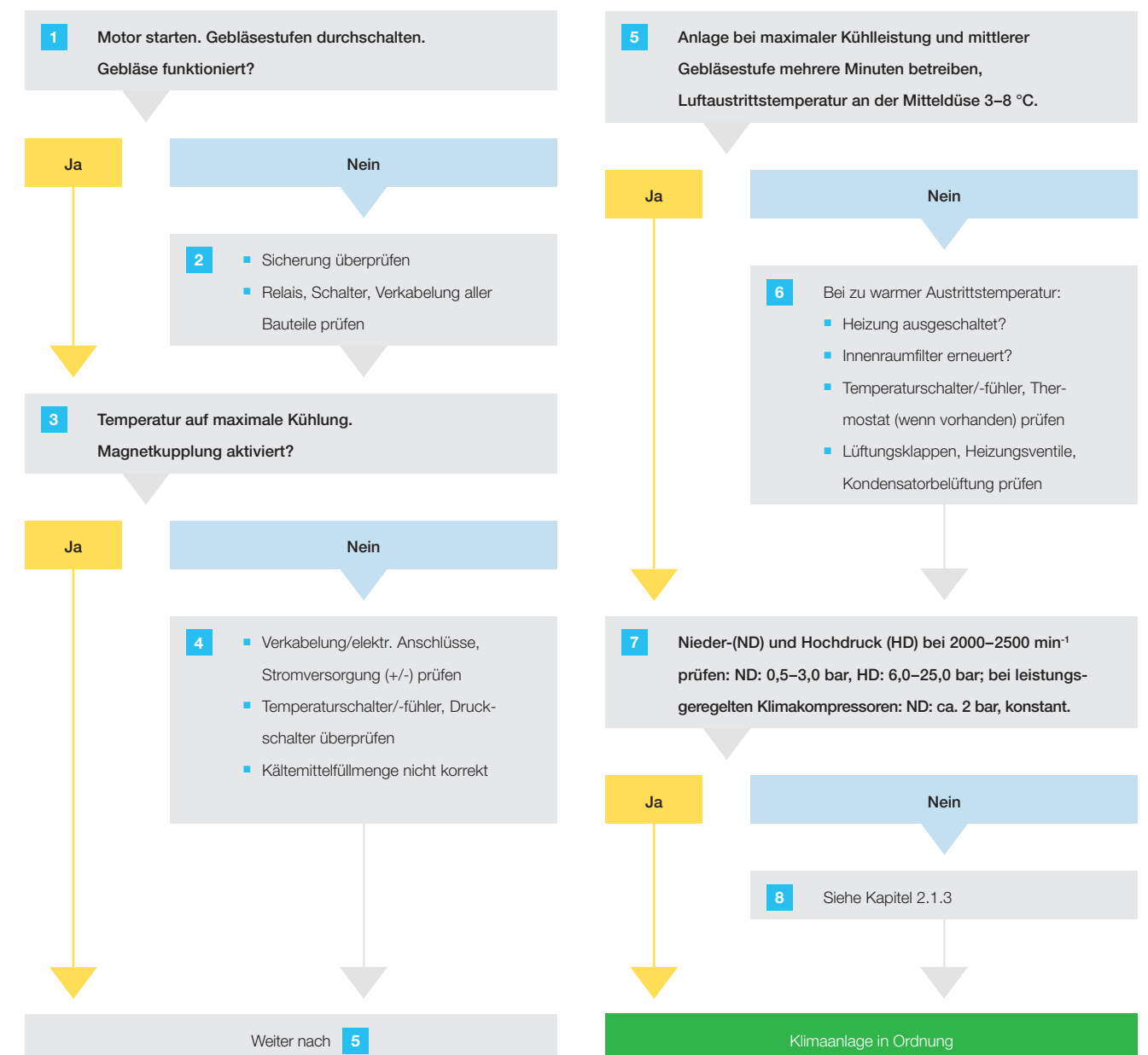


2.1 Klimaanlage

Herzstück der Klimaanlage ist der Klimakompressor. Bei allen Schäden an der Klimaanlage wird in der Regel auch der Klimakompressor in Mitleidenschaft gezogen und beschädigt.



2.1.1 Fehlersuche an der Klimaanlage



2.1.2 Fehlersuche Temperaturen an der Klimaanlage

Eine der grundlegenden Methoden, um mögliche Probleme der Klimaanlage kostengünstig und schnell zu lokalisieren und zu beheben, ist die Temperaturdiagnose. Die Temperaturbereiche in diesem Kapitel sind Orientierungswerte und gelten für ein Klimasystem mit Expansionsventil bei Messungen bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C.

Um eine sichere Diagnose zu erhalten, folgen Sie den hier beschriebenen Schritten.

- Schritt 1:** Motor starten.
- Schritt 2:** Die Klimaanlage einschalten, auf die niedrigste Temperatur stellen und das Gebläse auf die höchste Stufe schalten.
- Schritt 3:** Warten, bis der Motor auf Betriebstemperatur ist.
- Schritt 4:** Temperaturen an den verschiedenen Bauteilen messen.

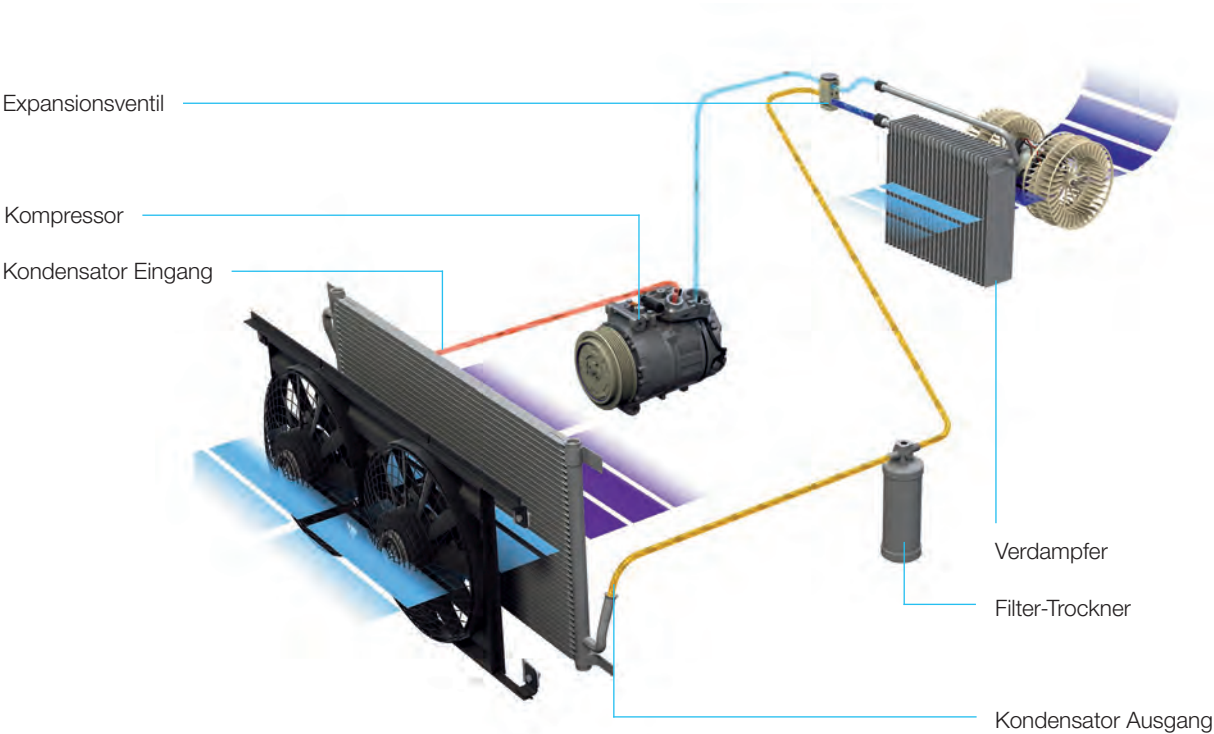


Abb. 1 Aufbau der Klimaanlage

Bauteil	Soll-Werte	Abweichende Werte	Mögliche Fehlerquellen
Kondensator Eingang Vom Kompressor	60 – 90 °C	über 90 °C	<ul style="list-style-type: none">Schmierung unzureichendÖlfilm durch zu viel UV-Lecksuchmittel verdünntLüfter laufen zu langsam oder gar nichtKondensator von innen verunreinigt (blockiert)Kondensatorlamellen verdreckt oder korrodiertKältemittelmenge nicht korrekt (zu viel)
Kondensator Ausgang Zum Filter-Trockner	40 – 60 °C	über 60 °C	<ul style="list-style-type: none">Kältemittel verunreinigtStickstoff oder Luft im KlimasystemFilter-Trockner zugesetztExpansionsventil blockiertKompressor läuft ununterbrochen
Kompressor Direkt am Bauteil	60 – 90 °C	über 90 °C	<ul style="list-style-type: none">Kompressorschmierung zu gering oder komplett ausgefallenKondensatorlamellen verdreckt, deformiert oder korrodiertKlimakondensator von innen verunreinigtFilter-Trockner zugesetztLüfter läuft zu langsam oder gar nichtKältemittel unsachgemäß oder kontaminiertKältemittelstand zu hoch oder zu niedrig
Kompressor Niederdruckseite Verdampfer zum Kompressor	5 – 15 °C	unter 5 °C	<ul style="list-style-type: none">Expansionsventil defektNiederdruckschlauch vereistKältemittelstand zu niedrigFeuchtigkeit im System (Filter-Trockner gesättigt)Fremdkörper oder Korrosion im ExpansionsventilKompressor überlastet (Drehzahl)
Expansionsventil Direkt am Bauteil	2 – 5 °C	über 10 °C	<ul style="list-style-type: none">Kompressorschmierung unzureichend oder unsachgemäßFehlende Kondensatorlamellen / schlechter Zustand der LamellenStrömung im Klimakondensator eingeschränktFilter-Trockner zugesetztLüfter läuft zu langsam oder gar nichtKältemittel unsachgemäß oder kontaminiertKältemittelstand zu hoch oder zu niedrig



Abb. 2 Expansionsventil

Bauteil	Soll-Werte	Abweichende Werte	Mögliche Fehlerquellen
Verdampfer Direkt auf der Oberfläche	0 – 5 °C	unter 0 °C	<ul style="list-style-type: none">▪ Kältemittel unsachgemäß oder kontaminiert▪ Luft im Klimasystem▪ Feuchtigkeit im Klimasystem▪ Kompressor läuft wegen defekter Klimasteuerung ununterbrochen
		über 10 °C	<ul style="list-style-type: none">▪ Kompressorschmierung unzureichend oder unsachgemäß▪ Fehlende Kondensatorlamellen / schlechter Zustand der Lamellen▪ Strömung im Kondensator eingeschränkt▪ Durchfluss im Filter-Trockner eingeschränkt▪ Lüfter läuft zu langsam oder gar nicht▪ Kältemittel unsachgemäß oder kontaminiert▪ Kältemittelstand zu hoch oder zu niedrig▪ Zu viel Kompressoröl im System▪ Verdampfer stark verunreinigt (minderwertiger Innenraumfilter)
Kondensator inkl. Filter-Trockner Leitung vom Kondensator zum Filter-Trockner	30 – 50 °C	über 50 °C	<ul style="list-style-type: none">▪ Schmierung unzureichend▪ Ölfilm durch zu viel UV-Lecksuchmittel verdünnt▪ Lüfter laufen nicht oder nicht in allen Leistungsstufen▪ Kondensator von innen verunreinigt▪ Lamellen des Kondensators verdreht oder korrodiert▪ Kältemittelmenge nicht korrekt (zu viel)▪ Kältemittel kontaminiert▪ Stickstoff oder Luft im Klimasystem▪ Filter-Trockner verstopft▪ Expansionsventil blockiert▪ Kompressor läuft ununterbrochen

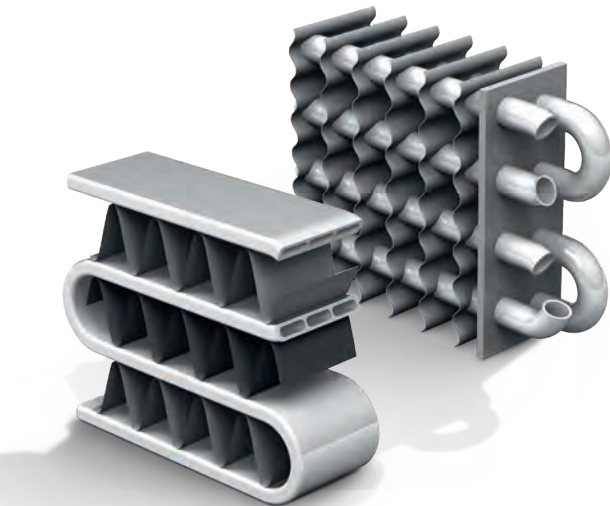


Abb. 3 Serpentine-Kondensator



Abb. 4 Parallelfluss-Kondensator

Temperaturdifferenz am Klimakondensator
Die Temperatur am Eingang und am Ausgang des Kondensators messen. Der Temperaturunterschied verrät sehr viel. Je nach Bauart des Kondensators gibt es unterschiedliche Sollwerte.

Kondensator	Soll-Werte	Abweichende Werte	Mögliche Fehlerquellen
Serpentine	14 – 19 °C	5 – 14 °C	<ul style="list-style-type: none">▪ Kühlluftdurchfluss eingeschränkt▪ Kondensatoroberfläche verschmutzt▪ Lamellen oder Rohre verbogen▪ Lamellen fehlen oder sind korrodiert▪ Klimalüfter oder Lüfterkupplung beeinträchtigt▪ Klimasystem überlastet
Parallelfluss	19 – 29 °C	30 – 45 °C	<ul style="list-style-type: none">▪ Kondensator von innen verunreinigt oder verstopft▪ Kondensator beeinträchtigt

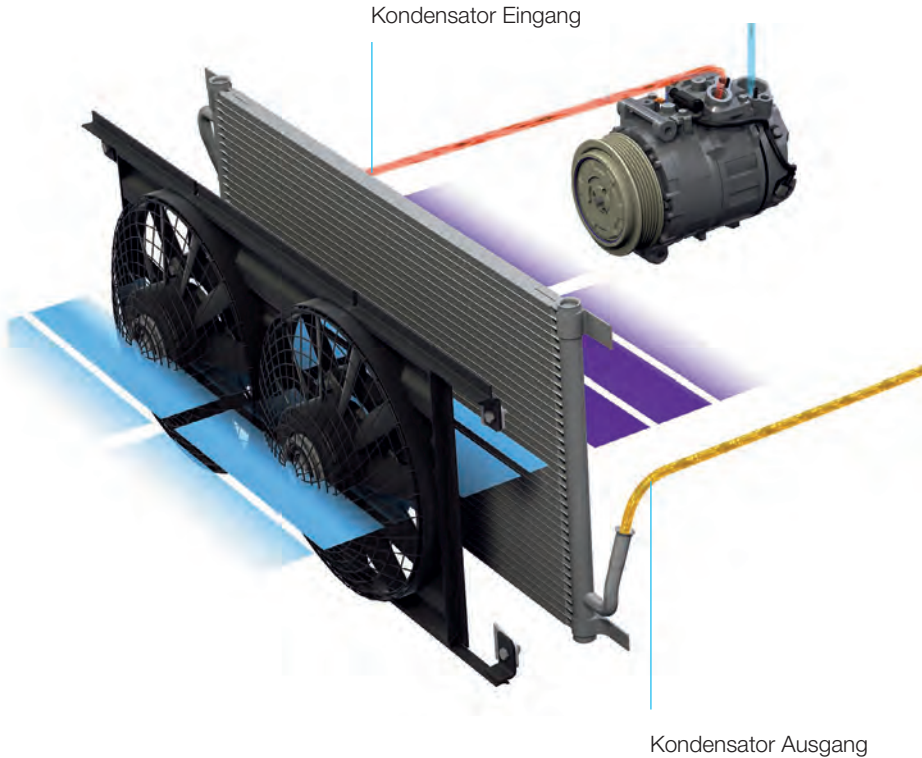
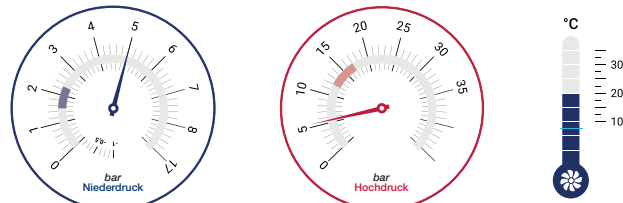


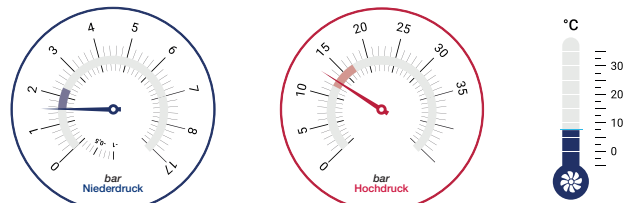
Abb. 5 Vorderer Teil der Klimaanlage

2.1.3 Fehlersuche Drücke in der Klimaanlage



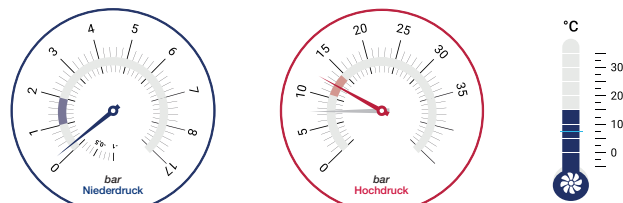
Szenario 1: Klimaanlage „AUS“

Bei ausgeschalteter Klimaanlage zeigen Hochdruck und Niederdruck den gleichen Wert an. Bei Umgebungstemperatur von 20 °C* sind das etwa 5 bar. Dies bedeutet, dass Kältemittel im System ist. Es kann aber nicht gesagt werden, wie viel Kältemittel im System ist – ob zu wenig, zu viel oder genau die richtige Menge.



Szenario 2: Klimaanlage „EIN“

Klimaanlage auf kälteste Stufe „LO“ stellen. Hochdruck 12 bis 15 bar, Niederdruck 1,5 bis 2,1 bar, Temperatur an mittleren Luftaustrittsdüsen +2 bis +8 °C. Klimaanlage arbeitet gut. Unsere Empfehlung: Alle zwei Jahre Kältemittelmenge kontrollieren (Klimaservice).

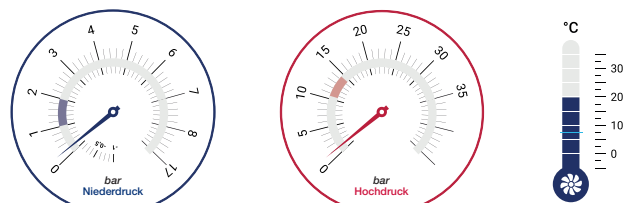


Szenario 3: Zu wenig Kältemittel im System

Geringe Kühlleistung. Hochdruck schwankt zwischen 7 und 12 bar (zu niedrig). Niederdruck ca. 0 bar (zu niedrig).

Häufige Ursachen:

- Es wurde sehr lange kein Klimaservice durchgeführt.
- Beschädigung und Undichtheit am Klimasystem.

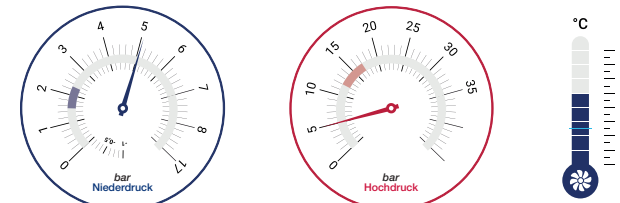


Szenario 4: Kein Kältemittel im System

Hochdruck und Niederdruck 0 bar. Keine Kühlleistung, Magnetkupplung Kompressor schaltet sich nicht ein.

Häufige Ursachen:

- Kondensator beschädigt (z. B. Steinschlag).
- Gebrochene Leitung (z. B. Unfall oder Schwingungsbruch).
- Defekte Dichtungen (z. B. versprödete Dichtungen wegen längerer Nichtbenutzung der Klimaanlage in den Wintermonaten).

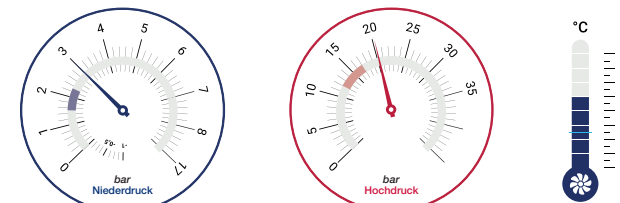


Szenario 5: Klimakompressor defekt

Hochdruck und Niederdruck 5 bar, keine Kühlleistung.

Häufige Ursachen:

- Kolbenfresser durch zu wenig Kältemittel im System.
- Magnetkupplung überhitzt/verbrannt.
- Schlechter elektrischer Kontakt (z. B. Korrosion) an Steckverbindung, Magnetspule oder Regelventil.
- Ausgeschlagene Verzahnung an der Nabe der Riemenscheibe durch Schwingungen.
- Überlastkupplung hat durch Überlast oder Riemenschwingungen ausgelöst.
- Regelventil verklemmt durch Fremdkörper im Kreislauf.
- Beschädigte Ventilplatte durch Hydraulikschlag.

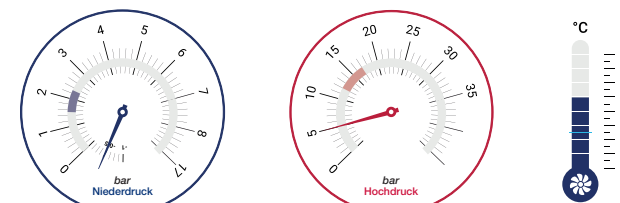


Szenario 6: Reduzierte Wärmeübertragung beim Klimakondensator

Geringe Kühlleistung. Hochdruck und Niederdruck zu hoch.

Häufige Ursachen:

- Äußerlich verschmutzter Klimakondensator.
- Lamellen abgerostet.
- Von innen Verunreinigungen der Rohre im Kondensator durch Dichtmittel.



Szenario 7: Zugesezter Filter-Trockner

Keine Kühlleistung. Hochdruck und Niederdruck deutlich zu niedrig. Leitung zwischen Filter-Trockner und Expansionsventil von außen vereist.

Häufige Ursachen:

- Filter-Trockner zugesezt, weil dieser nach Reparatur an der Klimaanlage nicht erneuert wurde.
- Es wurde Dichtmittel ins System gegeben, das den Filter-Trockner verstopft hat.

* Die Temperaturanzeigen bei Szenario 1 bis 7 beziehen sich auf die Temperatur an der mittleren Luftaustrittsdüse bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C.



2.2 Klimakompressor

Der Klimakompressor wird vom Fahrzeugmotor über einen Keilriemen angetrieben. Die Kolben im Kompressor saugen das gasförmige Kältemittel an und verdichten es.



Abb. 1 Klimakompressor

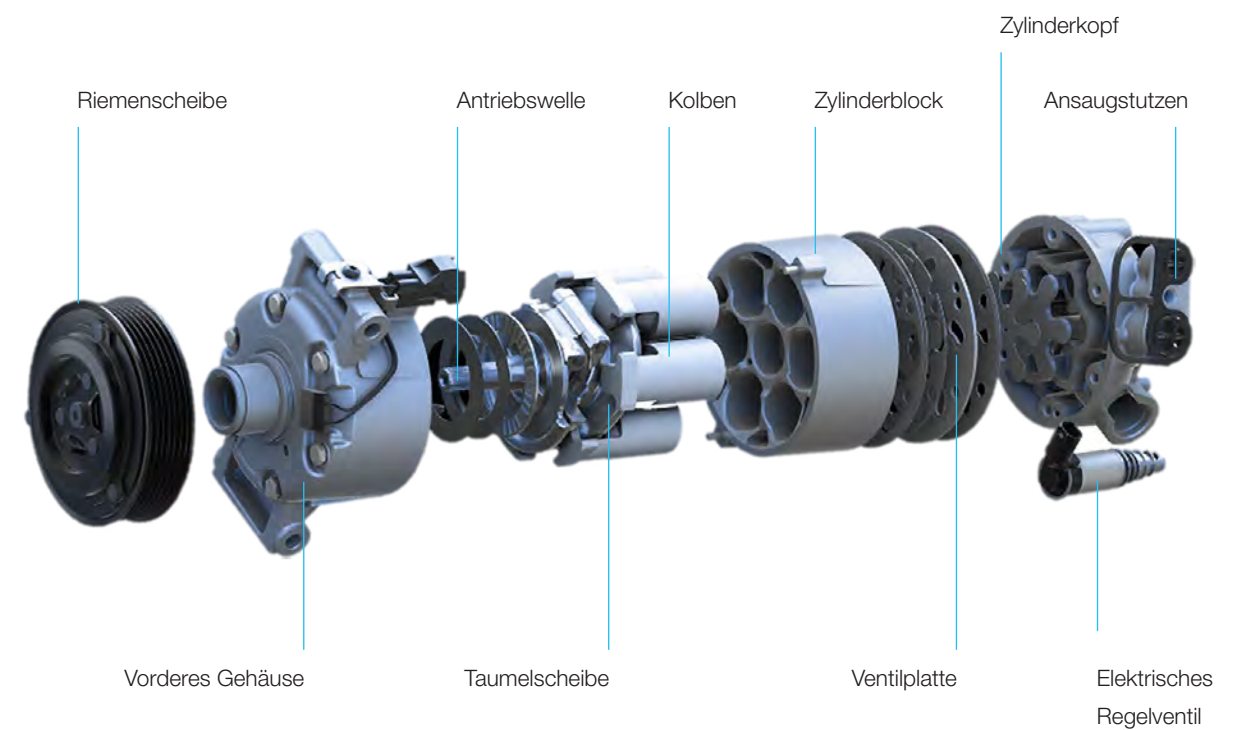


Abb. 2 Klimakompressor

2.2.1 Riemenscheibe beschädigt

Befund:

- Riemen gerissen
- Riss in Riemenscheibe
- Riemenscheibe deformiert
- Materialausbruch an Riemenscheibe

Ursache:

- Transportschaden
- Unsachgemäße Montage (Einbaufehler)
- Unfallschaden

Abhilfe/Vermeidung:

- Kompressor sorgfältig transportieren. Bei unsachgemäßer Montage kann sich die Riemenscheibe deformieren.
- Nach einem Unfallschaden die Riemenscheibe mit Messuhr auf Rundlauf prüfen



Abb. 1 Riemenscheibe beschädigt

2.2.2 Überlastsicherung gebrochen

Keine Kraftübertragung an Riemenscheibe/Antrieb. Die Überlastsicherung in der Riemenscheibe des Kompressors dient zum Schutz des Riemmentriebs. Nimmt der Kompressor statt der üblichen ca. 35 Nm ein deutlich erhöhtes Drehmoment auf, löst die Überlastsicherung bei ca. 80 Nm aus. Der Kompressor wird dadurch vom Riemmentrieb getrennt.

Befund:

- Klimaanlage funktioniert nicht
- Kompressor wird von der Riemenscheibe nicht angetrieben
- Überlastsicherung in der Riemenscheibe ausgelöst

Ursache/n:

- Hydraulikschlag: Zu viel Öl und/oder Kältemittel im System
- Fresser im Kompressor (Mangelschmierung)
- Schwingungen im Riemmentrieb (Freilauf-Riemenscheibe am Generator defekt)

Abhilfe/Vermeidung:

- Es ist wichtig, die für das Fahrzeug richtige Ölmenge in den Kompressor zu füllen.
- Die Anlage muss gespült werden, um das gesamte alte Öl aus dem System zu entfernen.
- Falls die Anlage nicht gespült werden soll, muss die Ölmenge im neuen Kompressor entsprechend angepasst

werden. Dazu muss die Ölmenge, die sich im alten Kompressor befindet, bestimmt werden. Der neue Kompressor darf dann nur mit dieser Menge befüllt werden, damit die Gesamtmenge nicht überschritten wird.

- Bei Kompressoren ohne Ölablassschraube muss das System gespült werden, weil bei diesen Kompressoren die Ölmenge nicht angepasst werden kann.



Abb. 1 Überlastsicherung gebrochen



Mehr Infos dazu in dieser Ausgabe des **Technical Messengers**:



2.2.3 Verzahnung in der Nabe der Riemenscheibe ausgeschlagen

Keine Kraftübertragung an Riemenscheibe/Antrieb. Riemenscheibe und Antriebswelle des Kompressors sind über eine Verzahnung formschlüssig miteinander verbunden.

Befund:

- Klimaanlage funktioniert nicht
- Klimakompressor wird von der Riemenscheibe nicht angetrieben
- Fehlende Zentralschraube
- Verzahnung in der Nabe ausgeschlagen

Ursache/n:

- Schwingungen im Riementrieb
- Freilauf-Riemenscheibe am Generator defekt
- Hart schaltendes Automatik-Getriebe
- Unrunder Motorlauf durch defekte oder nicht angelegte Einspritzdüsen
- Rotationsschwingungsdämpfer an Kurbelwelle versprödet
- Dämpfer des Riemenstellers defekt



Abb. 1 Gelöste Zentralschraube



Abb. 2 Verzahnung in der Nabe ausgeschlagen

Abhilfe/Vermeidung:

- Durch Schwingungen im Riementrieb wird die Verzahnung in beiden Drehrichtungen belastet. Das führt zum mechanischen Ausschlagen der Verzahnung. Die Riemenscheibe überträgt keine Kraft mehr zum Kompressor.
- Freilauf-Riemenscheibe vom Generator auf Funktion prüfen. Riemenstarrer und Schwingungsdämpfer auf der Kurbelwelle kontrollieren.
- Wenn das Automatikgetriebe hart schaltet, ist eine Getriebeölspeisung dringend empfohlen.



Abb. 3 Verzahnung ausgeschlagen



Abb. 4 Zum Vergleich: Verzahnung neu

2.2.4 Magnetkupplung verbrannt, elektrischer Defekt

Keine Kraftübertragung von der Riemenscheibe über die Magnetkupplung an die Antriebswelle des Klimakompressors.

Befund:

- Klimaanlage funktioniert nicht
- Kompressor wird von der Riemenscheibe nicht angetrieben
- Kompressor schaltet nicht ein
- Reibbelag der Magnetkupplung verschlissen
- Spule der Magnetkupplung verbrannt
- Fett aus Kugellager ausgetreten
- Kugellager der Riemenscheibe defekt

Ursache/n:

- Elektrischer Defekt (Kabelbruch, Massekabel, Korrosion am Stecker ...)
- Spannungsabfall an der Magnetkupplung führt zum Durchrutschen der Kupplung
- Reibungswärme zerstört die Isolierung der Magnetspule, überhitzt das Kugellager und verschleißt den Reibbelag

Abhilfe/Vermeidung:

- Elektrischer Spannungsabfall an der Magnetkupplung führt zum Durchrutschen der Kupplung. Reibungswärme zerstört die Isolierung der Magnetspule und überhitzt das Kugellager. Der Reibbelag verschleißt sehr stark durch das Rutschen der Kupplung.
- Bei diesem Schadensbild unbedingt Anschlusskabel, Steckverbindungen und Massepunkt überprüfen.



Abb. 1 Magnetspule durch rutschende Kupplung verschmort



Abb. 2 Korrosion am Massepunkt

2.2.5 Magnetkupplung verbrannt, Lagerschaden

Befund:

- Kugellager der Riemenscheibe defekt
- Fett aus Kugellager ausgetreten
- Reibbelag der Magnetkupplung verschlissen
- Spule der Magnetkupplung verbrannt

Ursache:

- Riemen Spannung zu hoch (Spanner defekt oder falsch eingestellt). Kugellager wird überlastet und erwärmt sich stark. Folge: Schiefelauf der Riemenscheibe, die am Spulengehäuse schleift

Abhilfe/Vermeidung:

- Kompressor und Riemen erneuern.
- Riemen Spanner auf korrekte Funktion prüfen und gegebenenfalls ersetzen.



Abb. 1 Schleifspuren am Spulenkörper und Spule verbrannt



Abb. 2 Kugellager defekt

2.2.6 Pin an elektrischem Anschluss verbogen

Befund:

- Keine Funktion des Kompressors

Ursache/n:

- Elektrischer Defekt am Stecker.
- Bei Montage wurde der Pin am Magnetventil verbogen.

Abhilfe/Vermeidung:

- Stecker nicht verkanten und nicht mit Gewalt ins Magnetventil einstecken.



Abb. 1 Verbogener Pin

2.2.7 Überdruckventil, geknickte Leitung

Befund:

- Anlage ohne Funktion.
- Überdruckventil hat ausgelöst (keine Schutzfolie auf dem Ventil)
- Klimaanlage kurz nach Einschalten ohne Funktion
- Niederdruck (ND) zu hoch
- Hochdruck (HD) zu niedrig
- Wird die Klimaanlage abgeschaltet und dann wieder eingeschaltet, funktioniert sie kurzzeitig

Ursache/n:

- Klimasystem verstopft
- Leitung zwischen Kompressor und Expansionsventil blockiert
- Filter-Trockner zugesetzt
- Leitung geknickt (z. B. nach Unfall)
- Gewebeschlauch an der ND-Seite defekt. Innere Gummischicht hat sich vom Gewebe gelöst. Durch Unterdruck kollabiert innere Schicht und verschließt sich.

Abhilfe/Vermeidung:

- Wenn das Überdruckventil ausgelöst hat, wird die Schutzfolie weggeblasen. Das ist ein deutliches Indiz für eine Engstelle oder eine Blockade im Kältemittelkreislauf.
- Leitungen und Schläuche prüfen und gegebenenfalls ersetzen. Filter-Trockner erneuern.



Abb. 1 Überdruckventil hat ausgelöst

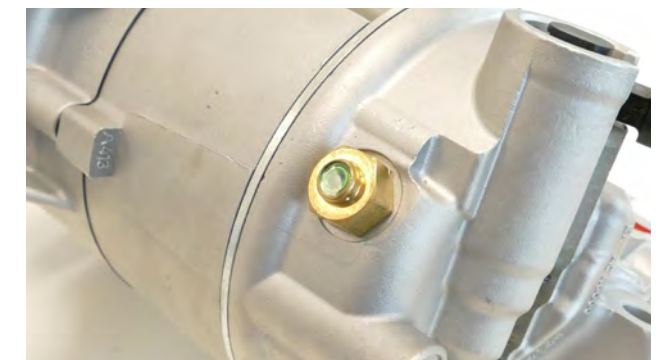


Abb. 2 Schutzfolie zeigt: Ventil hat nicht ausgelöst



Abb. 3 Abgeknickte HD-Leitung

2.2.8 Kolbenfresser

Befund:

- Kompressor schwergängig oder blockiert
- Metallischer Abrieb im Öl
- Schwarzes, verbranntes Öl
- Zu viel Kontrastmittel
- Gummiabrieb/Fremdkörper im Öl
- Fresser an Kolben, Taumelscheibe und Gleitschuh

Ursache/n:

- System wurde bei Kompressortausch nicht gespült.
- Fresser an Kolben und Taumelscheibe: Schlechte Schmierung durch Kältemittelmangel.
- Zu wenig Kältemittel: Kompressor überhitzt und bekommt zu wenig Öl.
- Reduzierte Schmierwirkung des Öls durch viel Kontrastmittel.
- Ungeeignetes Reinigungsmittel beim Spülen löst Gummischläuche auf.
- Dichtmittel ins System gefüllt.
- Filter-Trockner übersättigt, daher Feuchtigkeit im System.

Abhilfe/Vermeidung:

- Beim Kompressortausch muss das System gespült werden, um das alte Öl, Verunreinigungen und Fremdkörper zu entfernen.
- Regelmäßig (ca. alle 2 Jahre) einen Klimatechnikservice durchführen. Die richtige Kältemittelmenge sorgt für gute Ölversorgung des Kompressors.
- Zu viel Öl in der Anlage reduziert die Kühlleistung und kann zu Schäden am Kompressor führen. Zu viel Kontrastmittel reduziert die Schmierwirkung (Öl wird dickflüssiger). Kolben verdrehen sich durch Taumelscheibe, schleifen am Gehäuse. Mehr Reibung am Kolbenschaft.



Abb. 1 Starker Fresser an Kolben und Zylinder



Abb. 2 Fresser am Zylinder



Abb. 3 Fresser an Kolben und Taumelscheibe



Abb. 4 Späne und schwarzes Öl am Magnetventil



2.2.9 Ventilplatte

Befund:

- Anlage ohne Funktion
- Geräusche (Tickern)
- Starke Druckschwankungen bei Niederdruck und Hochdruck
- Ventilzunge gebrochen

Ursache/n:

- Klimasystem verstopft
- Hydraulikschlag durch Kältemittel
- Hydraulikschlag durch Kompressoröl
- Defektes Expansionsventil

Abhilfe/Vermeidung:

- Füllmengen von Kompressoröl und Kältemittel nach Herstellerangaben beachten. Die Klimaanlage muss gespült werden, um das alte Kompressoröl aus dem System vollständig zu entfernen.
- Expansionsventil erneuern. Ist das alte Expansionsventil im geöffneten Zustand blockiert, gelangt flüssiges Kältemittel in den Kompressor.



Abb. 1 Ventil gebrochen



Abb. 2 Begrenzung von HD-Ventil deformiert

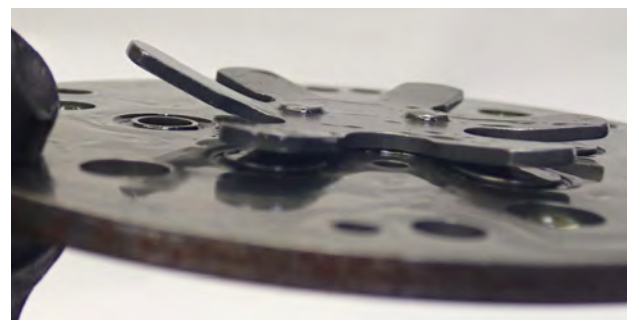


Abb. 3 Begrenzung deformiert

2.2.10 Scroll-Kompressor, E-Kompressor

Vorteil von Scroll- und E-Kompressoren

- Kleine Baugröße
- Sehr leise

Nachteil von Scroll- und E-Kompressoren

- Sehr empfindlich gegen Verschmutzung

Befund:

- Hochdruck zu niedrig
- Kompressor schwergängig oder blockiert.
- Metallischer Abrieb im Öl
- Schwarzes, verbranntes Öl
- Zu viel Kontrastmittel
- Gummiabrieb/Fremdkörper im Öl
- Fresser an Verdichterspirale

Ursache/n:

- System bei Kompressortausch nicht gespült
- Dichtung an Verdichterspirale durch schlechte Schmierung wegen Kältemittelmangel beschädigt
- Zu wenig Kältemittel, Kompressor überhitzt
- Reduzierte Schmierwirkung des Öls durch viel Kontrastmittel
- Ungeeignetes Reinigungsmittel beim Spülen löst Gummischläuche auf
- Dichtmittel ins System gefüllt
- Filter-Trockner übersättigt, daher Feuchtigkeit im System

Abhilfe/Vermeidung:

- Beim Kompressortausch muss das System gespült werden, um das alte Öl, Verunreinigungen und Fremdkörper zu entfernen.
- Regelmäßig (ca. alle 2 Jahre) einen Klimatechnikservice durchführen. Die richtige Kältemittelmenge sorgt für gute Ölversorgung des Kompressors.
- Zu viel Öl in der Anlage reduziert die Kühlleistung und kann zu Schäden am Kompressor führen.
- Bei elektrischen Klimakompressoren wird dringend davon abgeraten, Kontrastmittel ins System zu geben.



Abb. 1 Spirale vom Scroll-Kompressor stark abgenutzt



Abb. 2 Stirnseitige Dichtung an Spirale zerstört



2.3 Klimakompressoröle

In der Klimaanlage befindet sich neben dem Kältemittel auch eine definierte Menge Kompressoröl. Das Öl dient zur Schmierung der beweglichen Teile im Kompressor und als Unterstützung der Abdichtung vom Kolben/Zylinder und der Ventile. Das Kompressoröl ist auch notwendig, um die Elastomer-Dichtungen in der Anlage geschmeidig zu halten.

PAG-Öle müssen die richtige Viskosität haben und für das Kältemittel des jeweiligen Fahrzeugs geeignet sein. PAG-Öle sind hygroskopisch. Sobald ein Behälter geöffnet wurde, muss der Inhalt innerhalb von zwei Wochen verwendet werden.

Mehrbereichsöle PAO (statt PAG):

- PAO-Öle sind nicht hygroskopisch und sind für alle Viskositäten und gängigen Kältemittel geeignet. Angebrochene Flaschen können lange verwendet werden.
- PAO 68 AA1 eignet sich für alle Kolben- und Scroll-Kompressoren, alle gängigen Kältemittel und für E-Fahrzeuge.
- PAO 68 AA3: für Flügelzellenkompressoren.
- PAO-Öle mit UV-Lecksuchmittel sind nur für Kältemittel R134a freigegeben.

2.3.1 Klares Öl

An der Farbe des Öls aus einem defekten Kompressor kann man die Ausfallursache erkennen.

Befund:

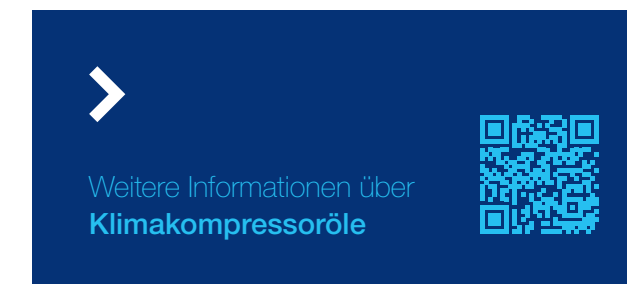
- Klares Öl
- Hellgrünes Öl

Ursache/n:

- Keine Verfärbungen und keine Späne zeigt an, dass kein mechanischer Verschleiß im Inneren des Kompressors vorliegt.
- Hellgrünes Öl enthält UV-Lecksuchmittel.

Abhilfe/Vermeidung:

- Grundsätzlich empfehlen wir, vor dem Einbau eines neuen Kompressors das alte Öl aus dem System zu spülen. Wenn aus Kostengründen auf das Spülen verzichtet werden soll, muss die Ölmenge, die sich im alten Kompressor befindet, bestimmt werden. Nur so kann die Ölmenge im neuen Klimakompressor korrekt angepasst werden.
- Bei Kompressoren **ohne** Ölablassschraube muss das System grundsätzlich gespült werden.



Klares Öl



Abb. 1 Klares Öl

2.3.2 Grünes Öl

An der Farbe des Öls aus einem defekten Kompressor kann man die Ausfallursache erkennen.

Befund:

- Dunkelgrünes Öl
- Klebriges, zähflüssiges Öl

Ursache/n:

- Zu viel Kontrastmittel im Öl
- Vermischung mit verunreinigtem Öl (System wurde beim Austausch des Kompressors nicht gespült)
- Zugabe von Lecksuchmittel beim Klimatechnikservice, obwohl bereits Lecksuchmittel im System ist

Abhilfe/Vermeidung:

- Wir empfehlen, kein Lecksuchmittel in die Anlage zu füllen. Lecksuche mittels Formiergas ist heutzutage die zuverlässigste Methode.
- Lecksuchmittel in zu hoher Konzentration reduziert die Schmierwirkung des Kompressoröls. Auch kann zu viel Lecksuchmittel die Viskosität des Öls negativ beeinflussen, das Öl kann klebrig werden und die Kolben blockieren.
- Bei Verunreinigungen im Öl des alten Kompressors muss das System unbedingt gespült werden.



Abb. 1 Lecksuche mit Formiergas

Zu viel Kontrastmittel im Öl

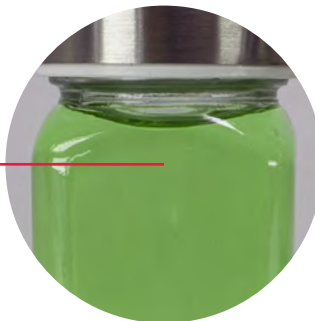


Abb. 2 Grünes Öl

2.3.3 Silbriges Öl

An der Farbe des Öls aus einem defekten Kompressor kann man die Ausfallursache erkennen.

Befund:

- Silbriges, dunkelgrünes Öl

Ursache/n:

- Verunreinigtes Öl aus einem Vorschaden, wenn das System nicht gespült wurde
- Reduzierte Schmierwirkung des Kompressoröls durch zu viel Lecksuchmittel
- Verringerter Öltransport durch zu wenig Kältemittel im System
- Metallischer Abrieb von mechanischen Bauteilen wie Kolben oder Taumelscheibe im Öl

Abhilfe/Vermeidung:

- Wird im alten Kompressor verunreinigtes Öl mit Abrieb und Spänen vorgefunden, muss das gesamte System sorgfältig gespült und Filter-Trockner und Expansionsventil/Orificetube erneuert werden.
- Das Spülen muss gegen die Flussrichtung erfolgen.
- Regelmäßig (ca. alle zwei Jahre) einen Klimatechnikservice durchführen, damit sich immer ausreichend Kältemittel im System befindet.

Verunreinigtes Öl mit metallischem Abrieb und Spänen

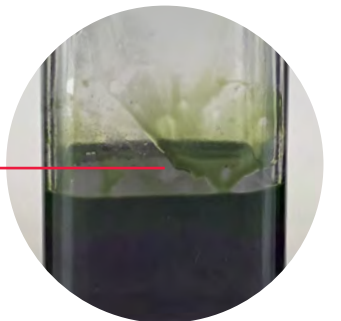


Abb. 1 Silbriges, dunkelgrünes Öl

2.3.4 Schwarzes Öl

An der Farbe des Öls aus einem defekten Kompressor kann man die Ausfallursache erkennen.

Befund:

- Typenschild am Kompressor verbrannt
- Schwarzes Öl
- Öl riecht verbrannt

Ursache/n:

- Extreme thermische Überlastung des Kompressors
- Deutlich zu wenig Kältemittel im System, dadurch reduzierter Öltransport
- Zu geringe Kühlleistung des Kondensators wegen Korrosion und fehlender Kühllamellen
- Starke Verunreinigung zwischen Kondensator und Kühlmittelkühler (Laub, Staub ...)
- Elektromagnetisches Regelventil durch Verunreinigungen blockiert

Abhilfe/Vermeidung:

- Befindet sich im alten Kompressor schwarzes, verbranntes Öl, wurde der Kompressor extrem zu heiß.
- Vor dem Einbau eines neuen Kompressors muss das System unbedingt gespült werden, um alle Rückstände und Fremdkörper aus allen Leitungen, Kondensator und Verdampfer zu entfernen.
- Neben dem Klimakompressor müssen auch Expansionsventil/Orificetube und Filter-Trockner erneuert werden.

Schwarzes, verbranntes Kompressoröl

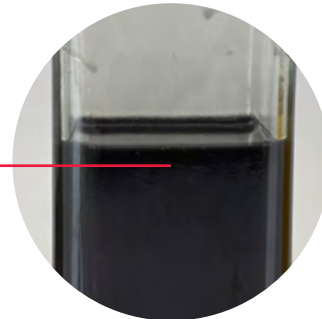


Abb. 1 Schwarzes, verbranntes Kompressoröl

2.3.5 Oranges Öl

An der Farbe des Öls aus einem defekten Kompressor kann man die Ausfallursache erkennen.

Befund:

- Oranges Öl

Ursache/n:

- Zu viel Feuchtigkeit im Kompressoröl.
- Feuchtigkeit führt zur orangen Verfärbung.
- Beim Tausch einer Komponente, z. B. des Kondensators, wurde der Filter-Trockner nicht erneuert.

Abhilfe/Vermeidung:

- Der Filter-Trockner sollte bei jedem Klimageservice alle zwei Jahre erneuert werden. Wird das Klimasystem geöffnet, um ein Bauteil zu tauschen, muss ein neuer Filter-Trockner verbaut werden. Das Granulat (Silikagel) im Trockner hat nur begrenzte Aufnahmekapazität. Feuchtigkeit, die ins Kompressoröl gelangt, reagiert mit dem Öl chemisch. Dabei entstehen neben der orangen Verfärbung auch Säuren, die besonders Buntmetalle in der Anlage angreifen. Die chemische Reaktion von Feuchtigkeit und PAG-Öl ist nicht umkehrbar. Mit dem Vakuum eines Klimageservicegeräts bekommt man die Feuchtigkeit nicht mehr aus dem Öl.
- Das System muss unbedingt sorgfältig gespült werden.
- Filter-Trockner und Expansionsventil sind zu ersetzen.

Sehr hoher Wassergehalt im PAG-Öl

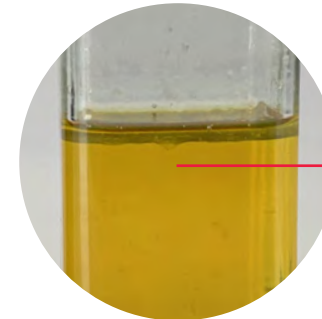


Abb. 1 Oranges Öl



2.4 Klimakondensator

Der Klimakondensator befindet sich vor dem Motorkühler und kühlt das vom Klimakompressor kommende Kältemittel ab. Das heiße, gasförmige Kältemittel kühlt im Klimakondensator so stark ab, dass es flüssig wird.



2.4.1 Reduzierte Kühlleistung

Befund:

- Mangelhafte Kühlleistung
- Permanent laufender Klimakondensator-Lüfter
- Kondensator überhitzt
- Totalausfall der Klimaanlage

Ursache/n:

- Äußerliche Verschmutzung der Kühllamellen
- Korrosion an den Kühllamellen
- Verstopfung durch Fremdkörper (Klimakompressorschäden)
- Defekter Lüftermotor
- Defekte Steuerung des Lüftermotors
- Defekter Drucksensor
- Defektes Klimasteuergerät

Abhilfe/Vermeidung:

- Wenn die Kühllamellen verunreinigt sind, den Kondensator mit einem weichen Wasserstrahl vorsichtig reinigen. Wenn die Kühllamellen korrodiert sind oder zum Teil fehlen, sollte der Kondensator erneuert werden.
- Multiflow-Kondensatoren, bei denen mehrere Rohre parallel verlaufen, können nicht gespült werden.



Abb. 1 Korrosion am Kondensator



Abb. 2 Korrodierte Kühllamellen

2.4.2 Klimakondensator ohne Funktion

Befund:

- Klimakondensator undicht

Ursache/n:

- Undichtigkeit (z. B. nach Steinschlag, Unfall)
- Mechanische Beschädigung beim Auspacken des Neuteils
- Korrosion
- Chemische Reinigungsmittel, Salze
- Schleifspuren oder Schwingungsbrüche durch unsachgemäße Montage und daraus resultierenden Vibrationen

Abhilfe/Vermeidung:

- Undichte Kondensatoren müssen erneuert werden. Keinesfalls Dichtmittel ins System geben. Diese Dichtmittel bringen keinen oder nur kurzfristigen Erfolg, aber sie beschädigen alle Ventile im Klimaservicegerät.
- Beim Auspacken und Einbauen des Kondensators aufpassen, dass die Rohre nicht beschädigt werden.
- Bei der Fahrzeugwäsche weder Felgenreiniger noch Insektenlöser auf den Kondensator sprühen.

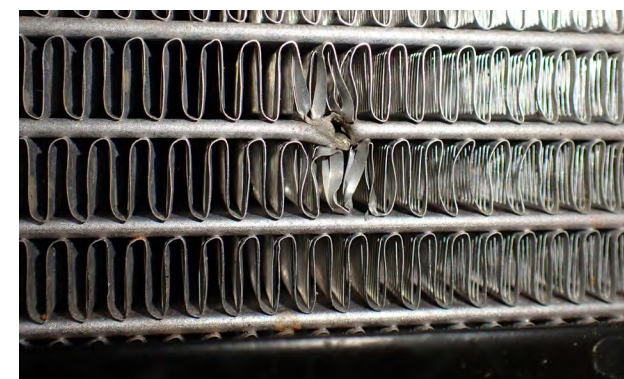


Abb. 1 Mechanische Beschädigung (Steinschlag)



Abb. 2 Durchrostung am Kondensator



Abb. 3 Mechanische Beschädigung (Schnitt)

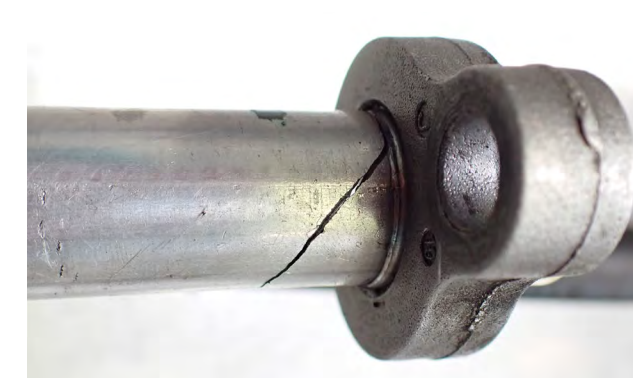


Abb. 4 Gebrochener Anschluss (Schwingungsbruch)



2.5 Filter-Trockner

Der Filter-Trockner hat die Aufgabe, dem flüssigen Kältemittel Feuchtigkeit und Fremdkörper zu entziehen. Darüber hinaus dient er als Kältemittelspeicher. Im Innern des Gehäuses befindet sich ein Filterkissen mit Granulat, das Feuchtigkeit aus dem System aufnimmt.

Die Kapazität des Granulats ist begrenzt, daher muss jedes Mal, wenn das System geöffnet wurde, der Filter-Trockner erneuert werden.

2.5.1 Filter-Trockner zugesetzt

Befund:

- Mangelhafte Kühlleistung
- Totalausfall der Klimaanlage (Beschädigung/Verstopfung anderer Bauteile)
- Korrosion von Metallen im Klimasystem

Ursache/n:

- Sättigung des Filterkissens.
- Defektes Filterkissen durch Überalterung.
- Durch zu viel Feuchtigkeit im Kompressoröl versauert das Öl.

Abhilfe/Vermeidung:

- Der Filter-Trockner sollte bei jedem Klimageservice (alle zwei Jahre) erneuert werden.
- Jedes Mal, wenn das System zum Austausch einer Komponente geöffnet wurde, muss der Filter-Trockner ersetzt werden.
- Wenn der Filter-Trockner gesättigt ist, reagiert die Feuchtigkeit mit dem Kompressoröl. Das Öl wird dadurch sauer und greift Metalle im Klimasystem an.



Abb. 1 Granulataustritt Filter-Trockner



Abb. 2 Filter-Trockner zugesetzt



Abb. 3 Filter-Trockner zugesetzt



2.6.1 Expansionsventil/Orificetube verschmutzt/korrodiert

Befund:

- Brummgeräusche im Innenraum beim Einschalten der Klimaanlage
- Klimaanlage kühlt nicht
- Klimaanlage zu kalt
- Temperatur der Klimaanlage schwankt

Ursache/n:

- System wurde nach Kompressorschaden nicht ausreichend gespült.
- Expansionsventil und Filter-Trockner wurden bei Kompressor-tausch nicht erneuert.
- Orificetube zugesetzt (verdreht).
- Falsche Orificetube (Farbcode) verbaut.
- Expansionsventil blockiert; Folge: Verdampfer vereist oder Verdampfer wird nicht kalt.

Abhilfe/Vermeidung:

- Beim Tausch des Kompressors sollte das System gespült werden. Verunreinigungen vom alten Klimakompressor (Späne) und gelöste Gummipartikel von Dichtungen oder

Schläuchen können die Orificetube oder das Ventil im Expansionsventil zusetzen oder blockieren. Beim Ersatz der Orificetube auf den richtigen Farbcode achten.

2.6 Expansionsventil/Orificetube

Das Expansionsventil oder Orificetube sind der Übergang von Hochdruck zu Niederdruck. Das flüssige Kältemittel wird durch einen verkleinerten Querschnitt geleitet. Dadurch reduziert sich der Druck. Ab hier beginnt das flüssige Kältemittel im Verdampfer gasförmig zu werden und entzieht dabei der Frischluft die Wärme.

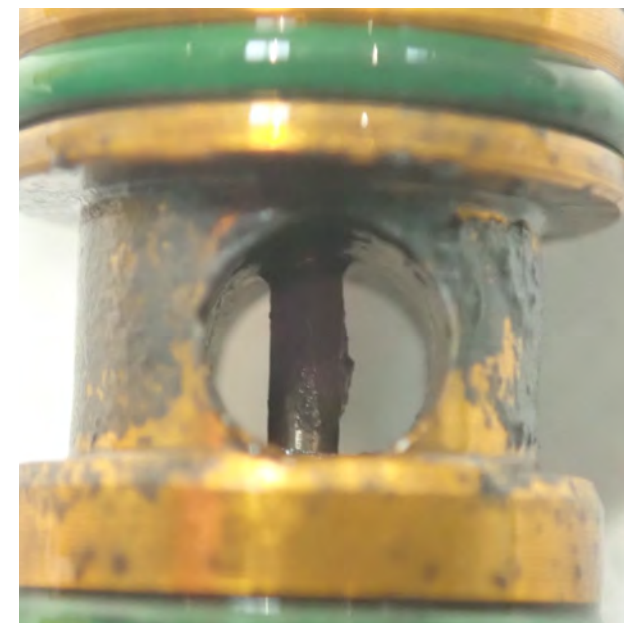
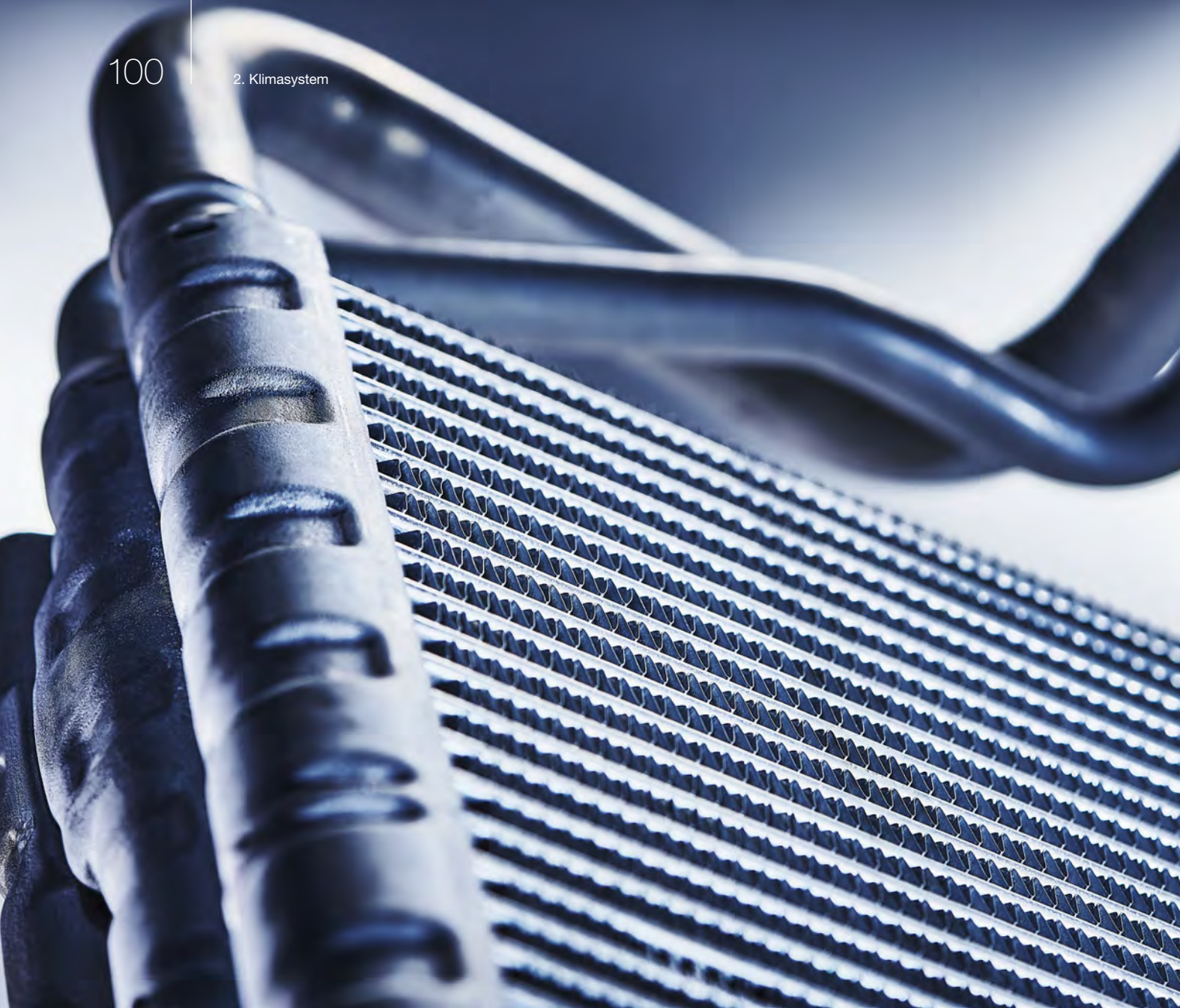


Abb. 1 Korrosion im Expansionsventil



Abb. 2 Verunreinigung im Expansionsventil



2.7 Verdampfer

Im Verdampfer wird das flüssige Kältemittel gasförmig. Durch die Änderung des Aggregatzustands des Kältemittels wird der Umgebung Wärme entzogen. Die warme Umgebungsluft wird gekühlt und vom Innenraumgebläse in den Innenraum gefördert.



2.7.1 Reduzierte Kühlleistung

Befund:

- Keine Kühlleistung
- Schwankende Kühlleistung

Ursache/n:

- Von innen verunreinigt (System nach vorhergehendem Schaden nicht gespült oder es wurde sog. Klimadichtmittel in die Anlage gefüllt)
- Blockiertes Expansionsventil
- Temperaturfühler am Verdampfer lose
- Verdampfer vereist zeitweise
- Innenraumfilter stark verschmutzt
- Innenraumgebläse defekt

Abhilfe/Vermeidung:

- Im ersten Schritt sollte der Innenraumfilter erneuert werden. Wenn sich am Verdampfer ein Temperatursensor befindet, prüfen, ob dieser korrekt befestigt ist.
- Alle Leistungsstufen des Innenraumgebläses auf Funktion prüfen.
- Beim Tausch eines defekten Kompressors sollte das System gespült werden. Filter-Trockner und Expansionsventil erneuern.



Abb. 1 Stark verschmutzter Innenraumfilter

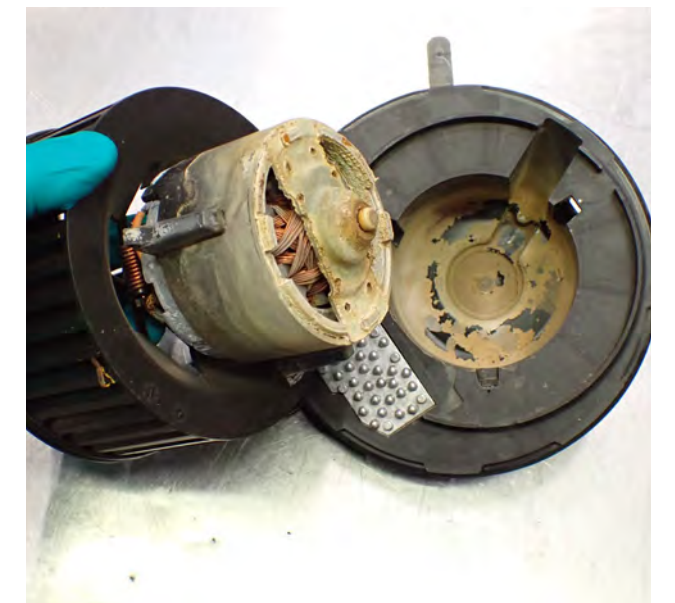


Abb. 2 Defektes Innenraumgebläse

2.7.2 Verdampfer undicht

Befund:

- Verdampfer undicht

Ursache/n:

- Expansionsventil im geöffneten Zustand blockiert
- Verdampfer vereist
- Verdampfer durch gefrorene Eiskristalle zerstört

Abhilfe/Vermeidung:

- Außen am Verdampfer kondensiert Luftfeuchtigkeit, wenn die Klimaanlage eingeschaltet ist. Temperaturfühler am Verdampfer und Thermostat im Expansionsventil verhindern, dass die Oberflächentemperatur unter $+0,5^{\circ}\text{C}$ fällt.
- Wenn (Kondens-)Wasser friert, erhöht sich das Volumen um 10 %, wodurch die Verdampferrohre deformiert werden und einreißen. Daher muss bei diesem Schadensbild unbedingt die Temperaturregelung geprüft werden.



Abb. 1 Deformation der Rohre von außen nach innen



Abb. 2 Deformation und Riss



Abb. 3 Verdampfer undicht

2.7.3 Verdampfer verschmutzt

Befund:

- Geruchsbildung im Innenraum
- Reduzierte Kühlleistung

Ursache/n:

- Starke Verunreinigung von außen
- Schimmelbildung außen am Verdampfer
- Deutlich überzogenes Wechselintervall des Innenraumfilters
- Verwendung eines minderwertigen Innenraumfilters

Abhilfe/Vermeidung:

- Immer hochwertigen Innenraumfilter verbauen und regelmäßig jedes Jahr oder alle 15.000 km erneuern.
- Klimaanlage 5 Minuten vor Ankunft ausschalten, damit die Verdampferoberfläche abtrocknet.
- Innenraumbehandlung beispielsweise mit MAHLE OzonePRO.
- Reinigung und Desinfektion des Verdampfers mit Alkohol-Reiniger.

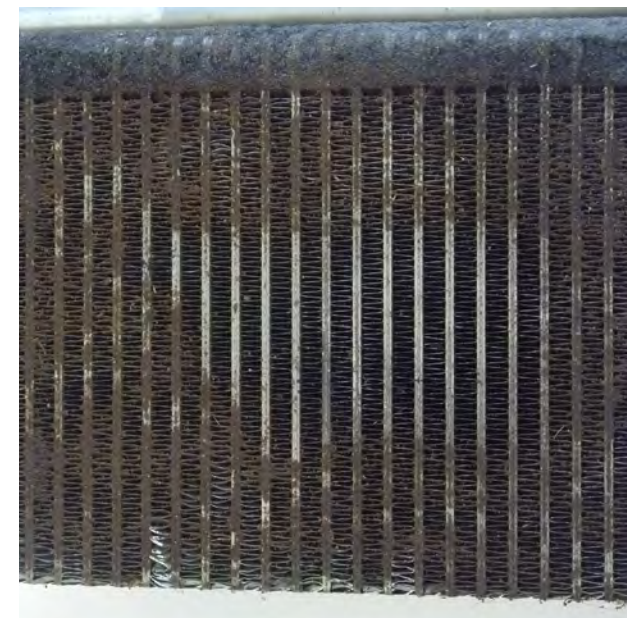


Abb. 1 Verschmutzter und zugesetzter Verdampfer



Abb. 2 Zugesetzter Verdampfer



2.8 Druckschalter

Druckschalter erfüllen mehrere Aufgaben. Da der Druck des Kältemittels mit der Temperatur im System korreliert, dient der Druckschalter auch zur Temperaturüberwachung.

Druckschalter verhindern, dass der Kompressor bei zu niedrigem Druck eingeschaltet wird. Druckschalter schalten den Klimalüfter ein, wenn der Kondensator zu warm wird. Druckschalter schalten den Kompressor ab, wenn die Anlage zu heiß ist.

2.8.1. Druckschalter ohne Funktion

Befund:

- Klimakompressor schaltet nicht ein
- Klimaanlage schaltet ab
- Lüfter der Klimaanlage läuft permanent
- Lüfter der Klimaanlage läuft gar nicht

Ursache/n:

- Kein Kältemittel im System (Druck < 2 bar)
- Druckschalter defekt (Spannungsspitzen)
- Elektrische Verbindung zum Klimasteuergerät defekt (Kabelbruch)
- Korrosion an Kontakten/Steckverbindung
- Klimasteuergerät defekt

Abhilfe/Vermeidung:

- Mit dem Klimaservicegerät prüfen, ob sich die korrekte Menge an Kältemittel im System befindet, und Dichtheitsprüfung durchführen.
- Im nächsten Schritt sollten Kabel und Signale am Druckschalter geprüft und durchgemessen werden.
- Wackelkontakte können zu Strom- und Spannungsspitzen führen, die Elektronik zerstören.
- Bei den meisten Fahrzeugen kann der Druckschalter ausgetauscht werden, ohne dass vorher das Kältemittel abgesaugt werden muss. Bitte dazu Angaben des Fahrzeugherstellers beachten, ob im Stutzen ein Ventil verbaut ist.



Abb. 1 Druckschalter



Abb. 2 Druckschalter

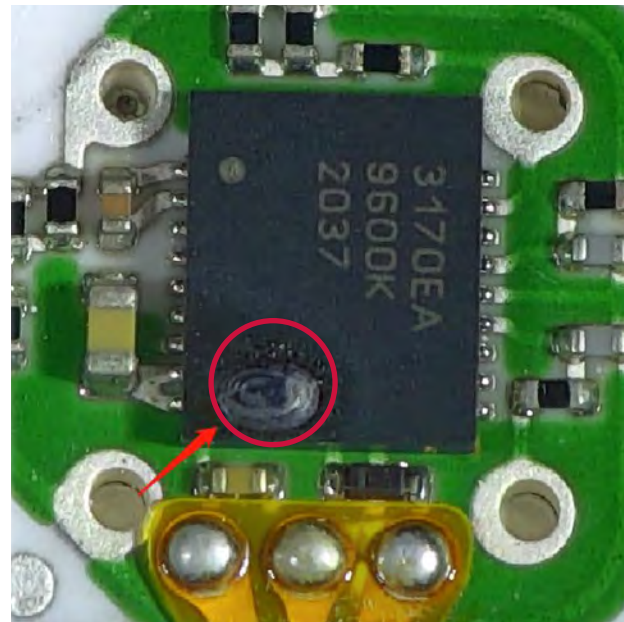
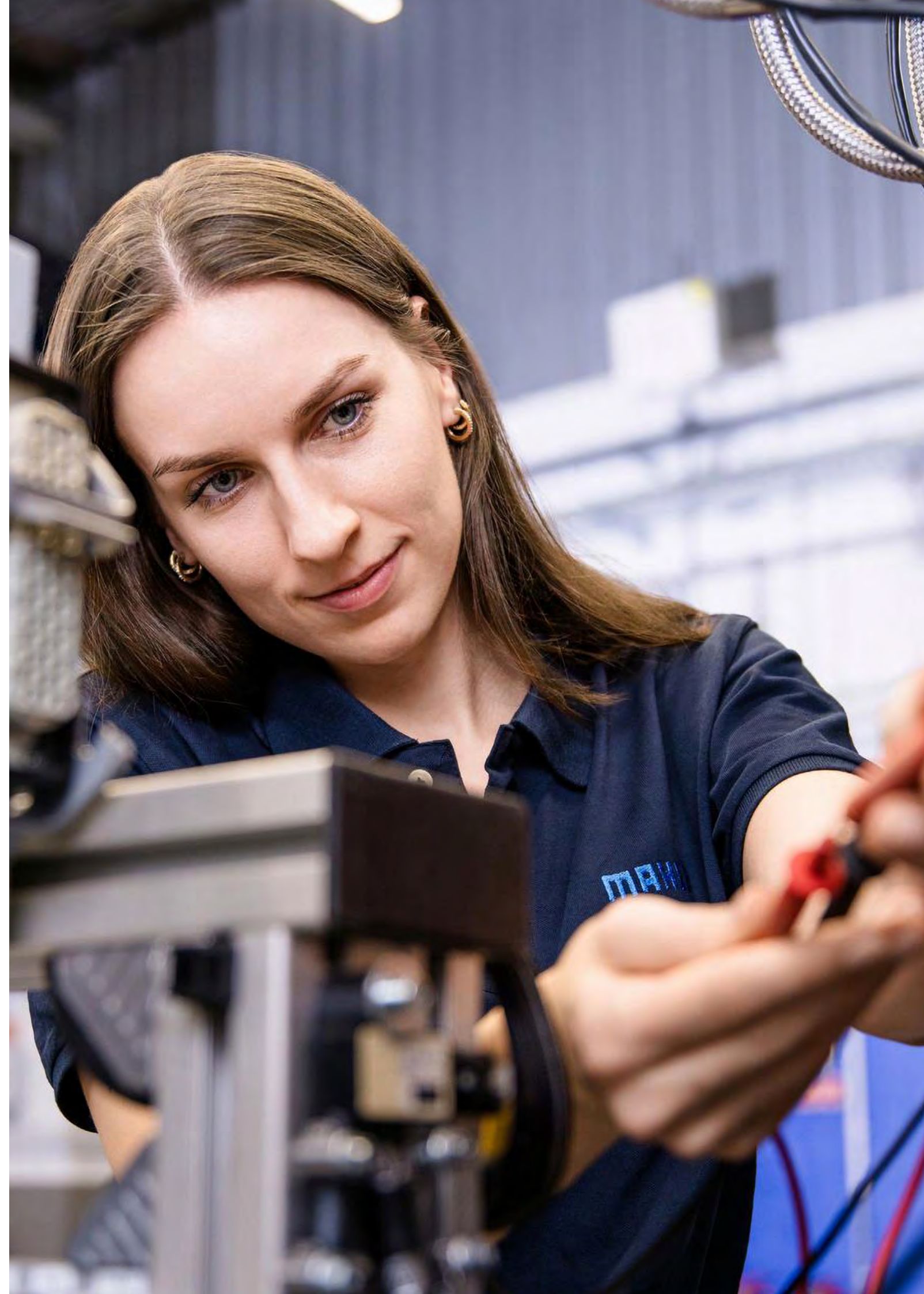


Abb. 3 Druckschalter (Sensorelektronik) durchgebrannt



Abb. 4 Prüfung eines Druckschalters im Labor





2.9 Chiller

Der Chiller ist ein Verdampfer, der als Plattenwärmeübertrager aufgebaut ist. Das verdichtete, flüssige Kältemittel wird im Chiller gasförmig und entzieht dem Kühlmittel Wärme. Das bedeutet, dass das Kühlmittel abgekühlt wird.

Das kalte Kühlmittel kann alle angeschlossenen Komponenten, die zu warm sind, abkühlen. Das sind beispielsweise die Hochvoltbatterie, Leistungselektronik, Antriebsmotor und bei einigen Fahrzeugen auch der Innenraumwärmetauscher (Klimaanlage).

Wird Wärme für die genannten Komponenten benötigt, wird das Kühlmittel zum Niedertemperaturkühler an der Front des Fahrzeugs geleitet und abgekühlt oder erwärmt. Die Wärmepumpe nutzt die Temperaturdifferenz, um über den indirekten Kondensator Wärme an die Komponenten zu liefern.

2.9.1 Chiller undicht

Befund:

- Undicht (Kühlwasserverlust)
- Wasser im Kältemittelkreislauf

Ursache/n:

- Verunreinigungen im Kühlmittel (Kühlerdichtmittel)
- Dichtmasse im Kühlmittel
- O-Ring defekt

Abhilfe/Vermeidung:

- Bei Reparaturen und dem Austausch von Komponenten am Kühlmittelkreislauf ist es wichtig, das System zu spülen. Fremdkörper und Dichtungsreste können zu Kavitation am Chiller führen. Siehe auch Kapitel 1.10.4 in dieser Broschüre.
- Alle demontierten Bauteile müssen mit neuen Dichtungen verbaut werden. Grundsätzlich sollten keine Dichtpasten und Dichtmittel verwendet werden.



Abb. 1 Chiller mit elektrischem Expansionsventil



Abb. 2 Chiller undicht



Abb. 3 Indirekter Kondensator

Unser Produktportfolio

Motorenteile	Qualität die sich durchsetzt – passgenau und langlebig
	<ul style="list-style-type: none"> Kolben Kolbenringe Zylinderlaufbuchsen Gleitlager Ventiltriebkomponenten Assemblies Turbolader Geregelte Ölpumpe Ansaugmodule mit Klappensteuerung Ölnebelabscheider
Dichtungen	Weltweites Dichtungsangebot – für über 1 Mio. Anwendungen
	<ul style="list-style-type: none"> Öldichtungen Kopfbolzen Dichtstoffe
Filter	Unser Filterprogramm – eine saubere Sache
	<ul style="list-style-type: none"> Luftfilter Ölfilter Ölfiltermodule Kraftstofffilter Innenraumfilter Lufttrocknerpatronen Getriebeölfilter Harnstofffilter CleanLine-Filter
Kühlung & Klimatisierung	Spürbarer Komfort – heute und morgen
	<ul style="list-style-type: none"> Kühlmittelkühler, Ladeluftkühler Lüfter & Kupplungen, Kondensator-/Kühlmittelkühler-Lüfter Ausgleichsbehälter, Innenraumwärmetauscher Abgasrückführungskühler, Ölkühler Elektrische Kühlmittelpumpen Thermostate, Thermostalter A/C-Kompressoren, A/C-Kompressoröle A/C-Kondensatoren, Filter-Trockner & Akkumulatoren Verdampfer, Expansionsventile und Orifice Tubes Innenraumgebläse, A/C-Schalter A/C-Gebläseregler & -Widerstände, elektrische Stellelemente für Mischklappen Sensoren
Starter & Generatoren	Leistungsstark und effizient – für einen optimalen Start
	<ul style="list-style-type: none"> Starter Generatoren
E-Mobilität & Elektronik	Innovative Lösungen – für die Mobilität der Zukunft
	<ul style="list-style-type: none"> Aktuatoren & Schalter Hochleistungselektronik Verschiedene Sensoren Elektrische Antriebssysteme
Werkstattsausrüstung & Diagnose	Effiziente Lösungen – für Wartung und Service
	<ul style="list-style-type: none"> TechPRO® Fahrzeugdiagnose TechPRO® Digital ADAS Fahrzeugkalibrierung ArcticPRO® Klimatechnik FluidPRO® Getriebespülung EmissionPRO® Abgasuntersuchung BatteryPRO® Wartung & Diagnose E-Fahrzeuge

Unsere Info-Services

- Technical Messenger**
Wissenswerte technische Informationen und aktuelle Tipps rund um Wartung und Reparatur aller Produkte von MAHLE (siehe „Services“ auf unserer Homepage)
- Technische Poster**
- Schadensbroschüren**
- Einbauvideos und Animationen**
- Füllmengenhandbuch Klimakältemittel und Klimakompressoröl**
mahle-aftermarket.com/filling-quantities
- Trainingsportal**
training.mahle.com
- TechTool**
techtool.mahle.com
- Newsletter MAHLE Insider**
mahle-aftermarket.com/mahle-insider



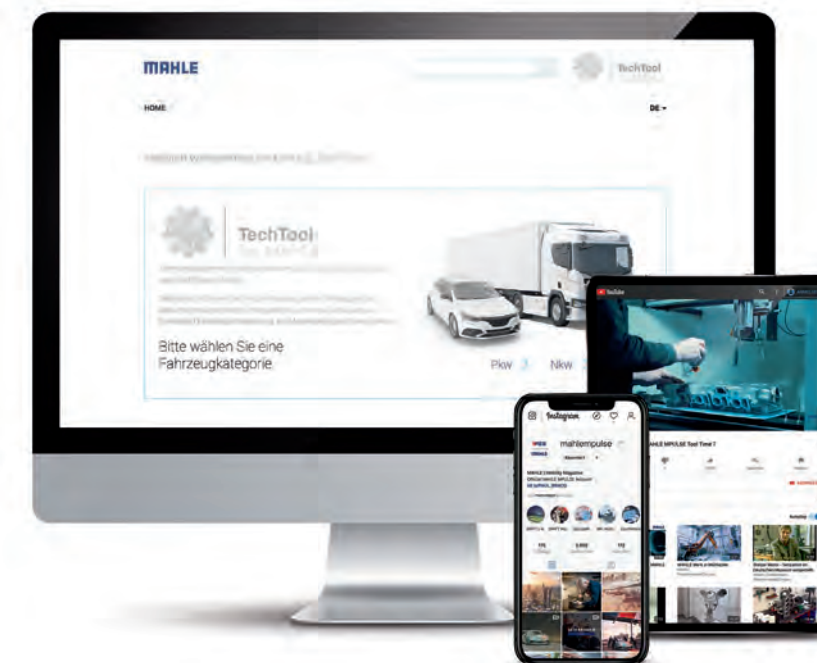
Haben Sie technische Fragen? Wir helfen Ihnen gerne weiter:

Technische Hotline: +49 1806 115599*

E-Mail: product.support@mahle.com

Mo – Fr von 8.00 – 12.30 Uhr und 13.00 – 17.00 Uhr

*0,20 €/Verbindung aus dem Festnetz, Mobilfunk max. 0,60 € Verbindung (gültig für Deutschland – Ausland abweichend)



- Homepage**
mahle-aftermarket.com
- Online-Katalog**
catalog.mahle-aftermarket.com
- MAHLE Marketingshop**
marketingshop-mahle.de
- Digitales Kunden-Magazin**
workshop-heroes.mahle.com
- Workshop Heroes Magazine bei Instagram**
- MAHLE YouTube-Kanal**
- MAHLE Facebook-Seite**
- MAHLE LinkedIn-Seite**





MAHLE Insider

MAHLE Aftermarket GmbH
Pragstraße 26–46
70376 Stuttgart
Telefon: +49 711 501-0

www.mahle-aftermarket.com
workshop-heroes.mahle.com