MAHLE

Thermomanagement

in Elektro- und Hybridfahrzeugen

BEHR®

Einführung

Neue Herausforderungen bedeuten neue Chancen – auch auf mehr Umsatz!

Der Siegeszug der Elektroautos schreitet unaufhaltsam voran. Die Anzahl an zugelassenen Elektroautos steigt weiter spürbar an. Und dabei sind Plug-in-Hybride oft noch gar nicht mitgezählt! So ist quasi garantiert, dass eins dieser Exemplare bzw. seine Besitzerinnen und Besitzer früher oder später auch in Ihrer Werkstatt auftauchen!

Deshalb heißt es nun für Werkstattbetreibende: Nicht den Kopf in den Sand stecken, sondern sich optimal auf die neuen Herausforderungen einstellen. Denn auch wenn klassische Servicearbeiten wie ein Motorölwechsel oder der Austausch von Endschalldämpfern weniger werden – in anderen Bereichen tun sich neue Chancen auf!

So wird zum Beispiel eine regelmäßige Klimawartung noch wichtiger, da die Klimaanlage bei der E-Mobilität praktisch antriebsrelevant ist. Die Klimaanlage trägt dazu bei, die Antriebsbatterie in einem wirkungsoptimalen Temperaturbereich zu halten, was sich positiv auf die Reichweite und auf die Langlebigkeit der Antriebsbatterie auswirkt. Funktioniert die Klimaanlage nicht optimal oder fällt gar gänzlich aus, hat dies somit nicht nur Auswirkungen auf komfortables und sicheres Fahren – wie bisher bei Verbrennern.

Aber auch die Diagnose der Antriebsbatterie wird immer wichtiger – gerade bei Gebrauchtwagen oder Leasing-Rückläufern. Auch hier haben wir unser Angebot entsprechend ausgebaut. Nicht zu vergessen sind die Komponenten an der Fahrzeugfront wie Niedertemperaturkühler und Klimakondensatoren, die auch weiterhin bei Unfällen getauscht werden müssen.

Vertrauen Sie auch in Zukunft ganz einfach auf MAHLE! Denn durch unsere umfassende OE-Kompetenz als einer der führenden Zulieferer weltweit, unser breites und innovatives Produktsortiment sowie unsere weitreichenden Services und zusätzlichen Werkstattausrüstungslösungen sind wir Ihr zuverlässiger Thermomanagement-Partner, der für einen reibungslosen und erfolgreichen Arbeitstag sorgt – heute und morgen.

E-Fahrzeuge erreichen mittlerweile immer stärker auch freie Werkstätten. Unseren Kunden die Batteriediagnose zu ermöglichen, ist ein erster wichtiger Schritt in ihrem Wandel hin zur E-Mobilität. Wir arbeiten täglich daran, für die Werkstätten neue Geschäftsfelder rund um Diagnose, Kalibrierung, Thermomanagement und Fluid Management zu erschließen.

Inhalt

Einführung

Neue Herausforderungen bedeuten neue Chancen – auch auf mehr Umsatz! 02

Übersicht der Hybridtechnologien

Vergleich 06

Hochvoltsysteme in Elektrofahrzeugen

Funktion 08
Komponentenbeschreibung 10

Grundregeln bei Arbeiten an Elektro- und Hybridfahrzeugen

Praxistipps 14

Innenraumklimatisierung

Grundlagen 15

Hochvolt-Klimakompressor

Funktion 16

Temperaturmanagement der Batterie

Vergleich 17

Indirekter Klimakondensator 20

Wärmepumpe 21

Brennstoffzelle und Wasserstoff 22

Klimakompressoröle für E-Klimakompressoren 24

Weiterbildung für die Reparatur von Elektro- und Hybridfahrzeugen

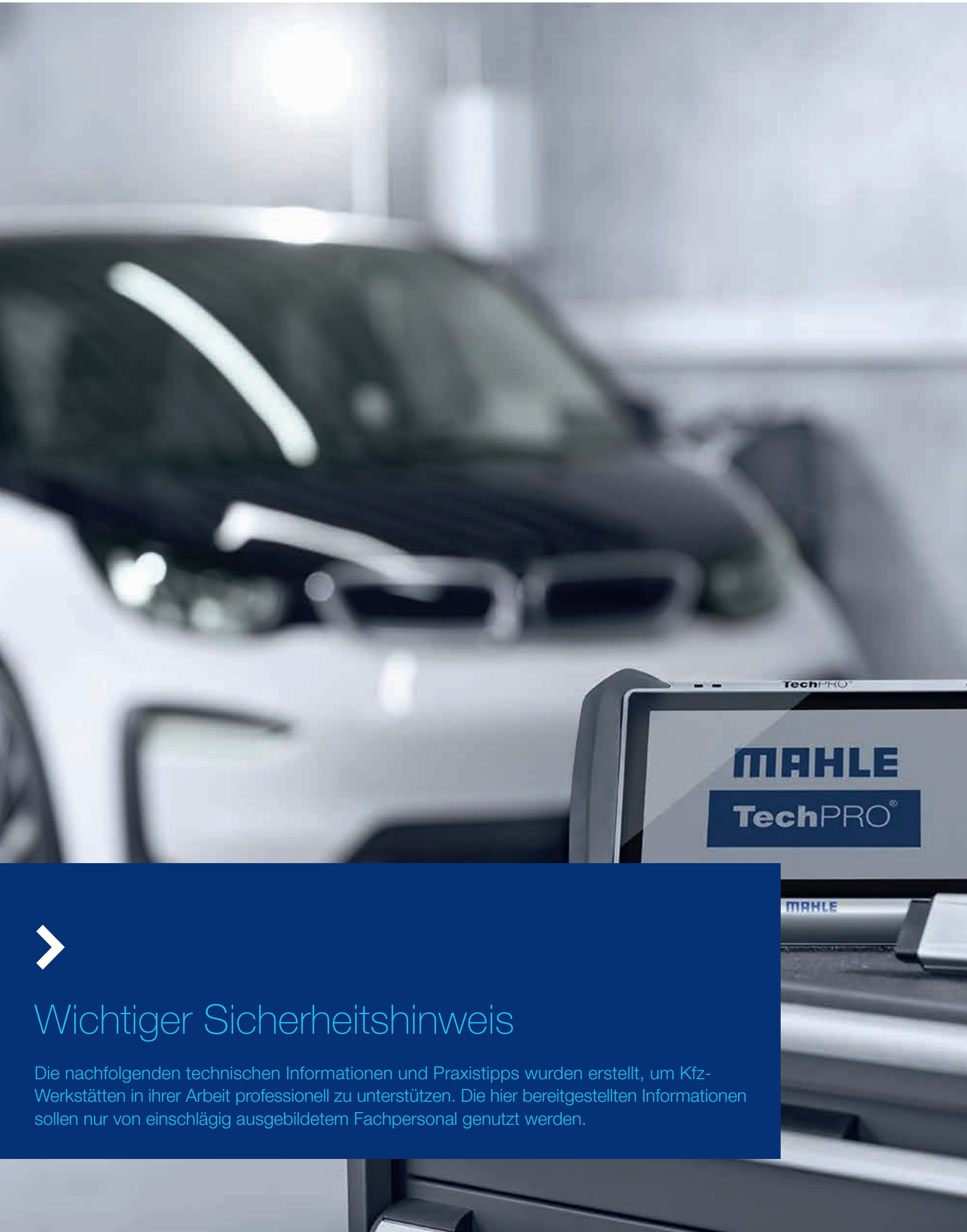
Wissenswertes 26
Thermomanagement-Schulungsangebote 26

Tipps für Werkstätten

Wartung von Elektro- und Hybridfahrzeugen 27
Pannenhilfe, Abschleppen und Bergen von Elektro- und Hybridfahrzeugen 27

Werkstattausstattung MAHLE Service Solutions

ArcticPRO®-Klimaservicegeräte 31
Zubehör für das Spülen mit ArcticPRO®-Klimaservicegeräten 32
Diagnose und Service der Antriebsbatterie 34



Wichtiger Sicherheitshinweis

Die nachfolgenden technischen Informationen und Praxistipps wurden erstellt, um Kfz-Werkstätten in ihrer Arbeit professionell zu unterstützen. Die hier bereitgestellten Informationen sollen nur von einschlägig ausgebildetem Fachpersonal genutzt werden.

Übersicht der Hybridtechnologien

Vergleich

Der Begriff „Hybrid“ als solches bedeutet so viel wie „Mischung“ oder „Kombination“. In der Fahrzeugtechnik meint er, dass in einem Fahrzeug ein Verbrennungsmotor mit herkömmlicher Antriebstechnik mit den Elementen eines Elektrofahrzeugs kombiniert wurde.

Die Hybridtechnologie wird in drei Schritten technisch stetig anspruchsvoller: von Micro- über Mild- bis hin zur Full-Hybrid-Technologie. Trotz technischer Unterschiede haben alle Technologien gemeinsam, dass die verwendete Batterie durch Rückgewinnung von Bremsenergie aufgeladen wird.

- Micro-Hybride
  sind in der Regel mit einem herkömmlichen Verbrennungsmotor mit Start-Stopp-Automatik sowie einer Bremsenergierückgewinnung (sog. Rekuperation) ausgerüstet.

- Mild-Hybride
  hingegen sind zusätzlich mit einem kleinen Elektromotor und einer stärkeren Batterie ausgestattet. Der elektrische Hilfsantrieb wird ausschließlich für eine Unterstützung beim Anfahren und für eine größere Kraftentfaltung beim Überholen eingesetzt, dem sogenannten „Boosten“.

- Full-Hybride
  können nicht nur „boosten“, sondern auch rein elektrisch fahren. Zu diesem Zweck sind sie mit einem kompletten elektrischen Antriebsstrang ausgestattet. Dieser benötigt allerdings eine viel stärkere Batterie als ein Mild-Hybrid.

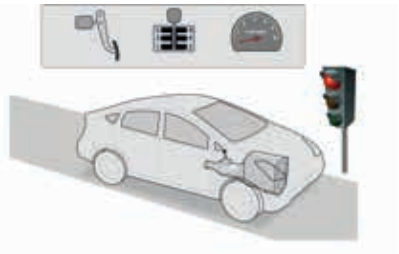
- Plug-in-Hybride
  haben die Möglichkeit, die Akkus beispielsweise über Nacht aufzuladen. Der positive Nebeneffekt bei diesem Fahrzeugtypus ist, dass sich zeitgleich die Fahrgastzelle bereits vor Antritt der Fahrt auf eine gewünschte Temperatur bringen lässt. Damit ist das Fahrzeug am darauffolgenden Morgen direkt einsatzbereit. Der Plug-in-Hybrid ist eine Form des Full-Hybrids.

Funktion	Micro-Hybrid	Mild-Hybrid	Full-Hybrid
Leistung des Elektromotors/Generators	2 – 3 kW (Bremskraftrückgewinnung durch Generator)	10 – 15 kW	> 15 kW
Spannungsbereich	12 V	42 – 150 V	> 100 V
Erreichbare Kraftstoffersparnis im Vergleich zum konventionell angetriebenen Fahrzeug	< 10 %	< 20 %	> 20 %
Funktionen, die zur Kraftstoffeinsparung beitragen	Start-Stopp-Funktion Rekuperation	Start-Stopp-Funktion Boost-Funktion Rekuperation	Start-Stopp-Funktion Boost-Funktion Rekuperation Elektrisches Fahren

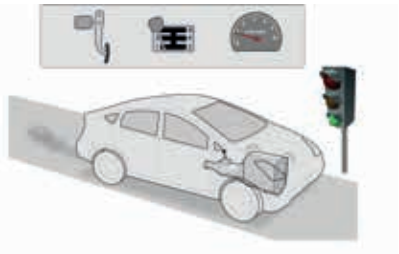
Wie aus der Übersicht erkenntlich ist, verfügt jede der Technologien über verschiedene Funktionen, die zur Kraftstoffeinsparung beitragen. Diese vier Funktionen werden im Folgenden kurz dargestellt.

Start-Stopp-Funktion

Kommt das Fahrzeug zum Stehen, etwa an einer Ampel oder im Stau, schaltet sich der Verbrennungsmotor aus. Werden die Kupplung zum Anfahren betätigt und der erste Gang eingelegt, startet der Verbrennungsmotor automatisch. Somit steht er direkt zur Weiterfahrt zur Verfügung.



Fahrzeug stoppt – Motor schaltet sich automatisch ab.



Kupplung betätigen, Gang einlegen – Motor startet automatisch.

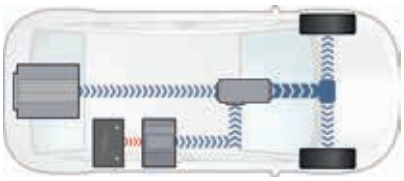
Rekuperation

Rekuperation ist die Technik, mit der ein Teil der Bremsenergie wiedergewonnen wird. Normalerweise würde diese Energie beim Abbremsen als Wärmeenergie verloren gehen. Bei der Rekuperation hingegen wird der Generator des Fahrzeugs als Motorbremse eingesetzt – zusätzlich zu den normalen Radbremsen. Die durch den Generator beim Verlangsamen erzeugte Energie wird in den Stromspeicher (Batterie) gespeist. Dieser Prozess steigert gezielt das Schleppmoment des Motors und verlangsamt so das Fahrzeug.

Abbremsendes Fahrzeug – Ladung der Batterie mit erhöhter Leistung

Boost-Funktion

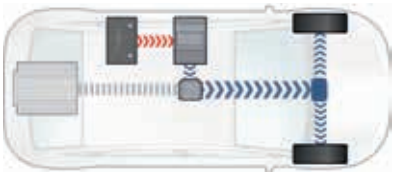
Während der Beschleunigungsphase addieren sich die zur Verfügung stehenden Drehmomente des Verbrennungs- und Elektromotors. Somit kann ein Hybridfahrzeug schneller beschleunigen als ein vergleichbares, konventionell angetriebenes Fahrzeug. Die Boost-Funktion dient der Unterstützung beim Anfahren und einer größeren Kraftentfaltung beim Überholen. Diese Kraft wird durch einen elektrischen Hilfsantrieb erzeugt, der sie ausschließlich für diese beiden Einsatzzwecke bereitstellt.



Boost-Funktion – Verbrennungs- und Elektromotor treiben das Fahrzeug an

Elektrisches Fahren

Wird eine geringe Antriebsleistung benötigt, wie beispielsweise im Stadtverkehr, dient nur der Elektromotor als Antriebsaggregat. Der Verbrennungsmotor ist abgeschaltet. Als Vorteile dieser Antriebsart ergeben sich dann: kein Benzinverbrauch und keine Emissionen. Mit diesen Technologien im Fahrzeug ergeben sich auch veränderte Voraussetzungen, die Sie in der täglichen Arbeit beachten müssen.



Elektrisches Fahren – alleiniger Antrieb durch den Elektromotor

Elektrische Spannung im Bordnetz

Die Anforderungen und Leistungen, die der elektrische Antrieb eines Elektro-/Hybridfahrzeugs erfüllen muss und erbringen soll, sind mit den Spannungsbereichen von 12 bzw. 24 Volt nicht zu bewerkstelligen. Hier sind bedeutend höhere Spannungsbereiche notwendig. In Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen werden Antrieb und Nebenaggregate mit Spannungen von 30 Volt bis 1.000 Volt AC (Wechselspannung) oder 60 V bis 1.500 V DC (Gleichspannung) betreiben. Dies betrifft die meisten Elektro- und Hybridfahrzeuge.

Hochvoltsysteme in Elektrofahrzeugen

Funktion

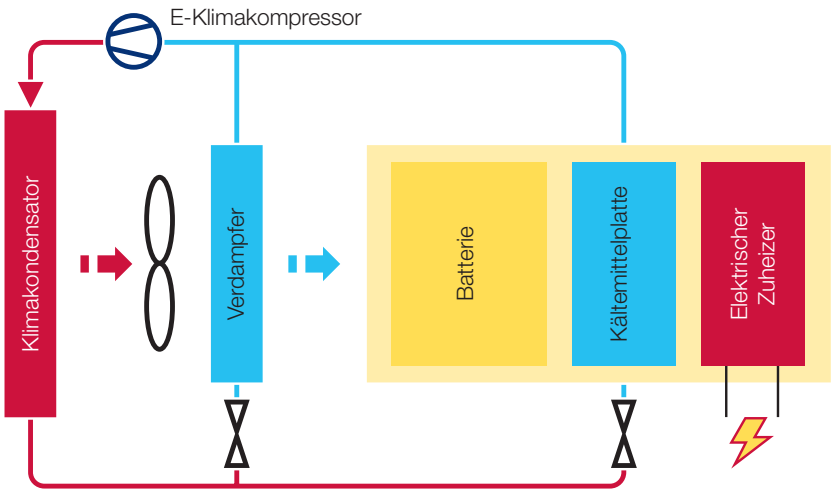
Laut Definition ist ein Elektrofahrzeug ein Kraftfahrzeug, welches von einem Elektromotor angetrieben wird. Die nötige elektrische Energie zu seiner Fortbewegung wird aus einer Antriebsbatterie (Akkumulator) bezogen, d. h. nicht aus einer Brennstoffzelle oder einem Reichweitenverlängerer (Range Extender). Da das Elektroauto im Betrieb selbst keine relevanten Schadstoffe emittiert, wird es als emissionsfreies Fahrzeug eingestuft.

Beim Elektrofahrzeug werden die Räder über Elektromotoren angetrieben. Die Elektroenergie wird in Akkumulatoren, in Form von einer oder mehreren Antriebs- bzw. Versorgungsbatterien gespeichert. Die elektronisch gesteuerten Elektromotoren können ihr maximales Drehmoment schon aus dem Stillstand abgeben. Sie brauchen, anders als Verbrennungsmotoren, in der Regel kein Schaltgetriebe und können bereits im unteren Geschwindigkeitsbereich stark beschleunigen. Elektromotoren sind leiser als Otto- oder Dieselmotoren, fast vibrationsfrei und emittieren keine schädlichen Abgase. Ihr Wirkungsgrad ist mit mehr als 90 % sehr hoch.

Der Einsparung an Gewicht durch den Wegfall der verschiedenen Baugruppen (Motor, Getriebe, Tank) des Verbrennungsmotors steht das relativ hohe Gewicht der Akkumulatoren gegenüber. Elektrofahrzeuge sind daher meist schwerer als entsprechende Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Die Kapazität der Batterie(n) hat einen hohen Einfluss auf das Fahrzeuggewicht und den Preis.

Klimatisierung und Kühlung in Elektrofahrzeugen

Damit ein Elektrofahrzeug mit einem besonders hohen Wirkungsgrad betrieben werden kann, ist es notwendig, die Temperatur des E-Motors, der Leistungselektronik und der Batterie in einem wirkungsgradoptimalen Bereich zu halten. Um dies zu gewährleisten, bedarf es eines ausgeklügelten Thermomanagement-Systems:

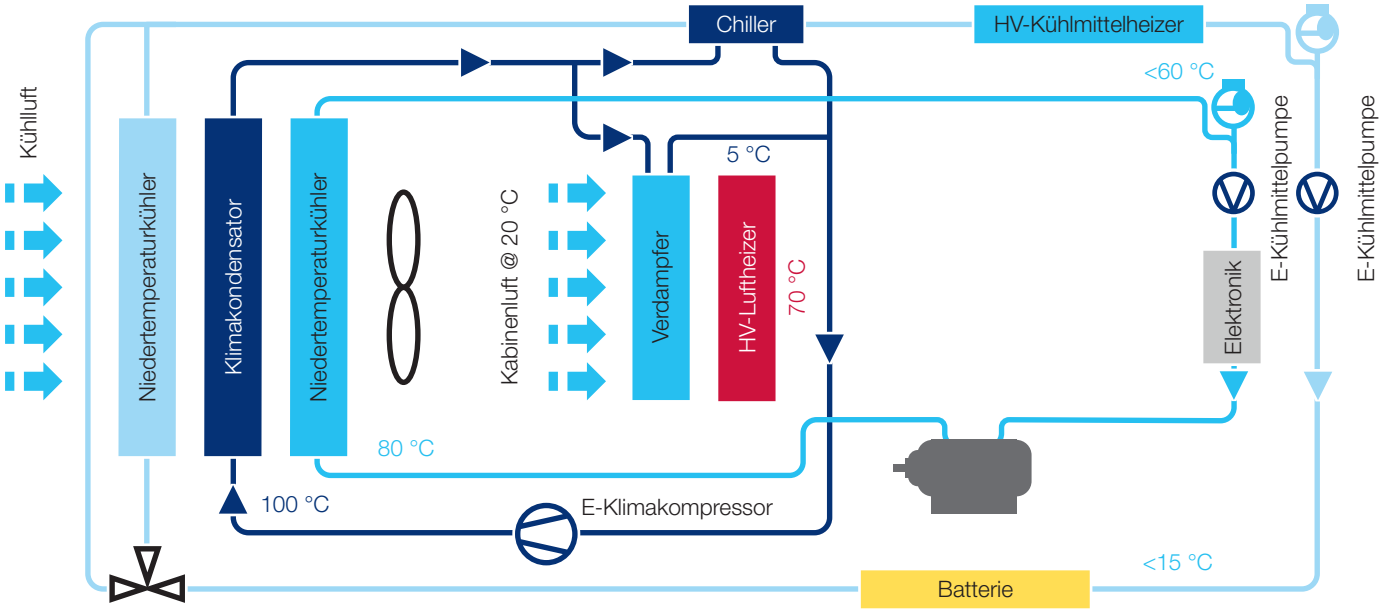


Kältemittelbasierender Kreislauf

Kältemittelbasierendes System (bzw. direkte Batteriekühlung)

Der Kreislauf des kältemittelbasierenden Systems besteht aus folgenden Hauptkomponenten: Klimakondensator, Verdampfer und Batterieeinheit (Batteriezellen, Kühlplatte und elektrischer Zuheizer). Er wird vom Kältemittelkreislauf der Klimaanlage versorgt und über Ventile und Temperatursensoren separat gesteuert. Die Beschreibung der Funktionsweise der einzelnen Komponenten befindet sich in der Erklärung zur Darstellung des kühl- und kältemittelbasierenden Systems.

Kühl- und kältemittelbasierender Kreislauf (bzw. indirekte Batteriekühlung)



Je leistungsstärker die Batterien ausgelegt sind, desto mehr macht der Einsatz des vergleichsweise komplexen kühl- und kältemittelbasierenden Kreislaufs Sinn. Das gesamte Kühlsystem unterteilt sich in mehrere Kreisläufe, die über je einen eigenen Kühler (Niedertemperaturkühler), eine Kühlmittelpumpe, Thermostat und Kühlmittel-Absperrventil verfügen. Über einen besonderen Wärmetauscher (Chiller) wird hierbei auch noch der Kältemittelkreislauf der Klimaanlage mit eingebunden. Ein Hochvolt-Kühlmittelheizer sorgt für eine ausreichende Temperierung der Batterie bei niedrigen Außentemperaturen.

Die Temperatur des Kühlmittels für den E-Motor und der Leistungselektronik wird in einem gesonderten Kreislauf (innerer Kreislauf in obiger Grafik) mithilfe eines Niedertemperaturkühlers auf unter 60 °C gehalten. Um die volle Leistung zu erzielen und eine möglichst lange Lebensdauer zu gewährleisten, ist es notwendig, die Kühlmitteltemperatur der Batterie stets zwischen ca. 15 °C und 30 °C zu halten. Bei zu niedrigen Temperaturen wird das Kühlmittel über einen Hochvolt-Zuheizer erwärmt. Bei zu hohen Temperaturen wird es über einen Niedertemperaturkühler abgekühlt. Sollte dies nicht ausreichen, wird mittels eines Chillers, der sowohl im Kühlmittel- als auch im Kältemittelkreislauf eingebunden ist, das Kühlmittel weiter heruntergekühlt. Dabei durchströmt das Kältemittel der Klimaanlage den Chiller und kühlt das ebenfalls durch den Chiller durchströmende Kühlmittel weiter ab. Die gesamte Regelung erfolgt mithilfe von einzelnen Thermostaten, Sensoren, Pumpen und Ventilen.

Komponentenbeschreibung

Chiller

Der Chiller ist ein spezieller Wärmetauscher, der sowohl mit dem Kühlmittel- als auch dem Kältemittelkreislauf verbunden ist, was es ermöglicht, die Temperatur des Kühlmittels durch das Kältemittel der Klimaanlage weiter zu senken. Dadurch kann bei Bedarf eine zusätzliche indirekte Kühlung der Batterie durch die Klimaanlage erfolgen. Hierzu durchströmt das Kühlmittel eines Sekundärkreislaufs die Kühlplatten der Batterie. Nach der Wärmeaufnahme wird das Kühlmedium in einem Chiller auf die Ausgangstemperatur gekühlt. Die Temperatursenkung im Chiller erfolgt durch die Verdampfung eines weiteren Kältemittels, das in einem Primärkreislaufs zirkuliert.

Elektrischer Klimakompressor

Der Kompressor wird mit Hochspannung elektrisch angetrieben. Das ermöglicht eine Fahrzeugklimatisierung auch bei ausgeschaltetem Motor. Darüber hinaus kann mithilfe der Klimaanlage zusätzlich das Kühlmittel heruntergekühlt werden.

Niedertemperaturkühler

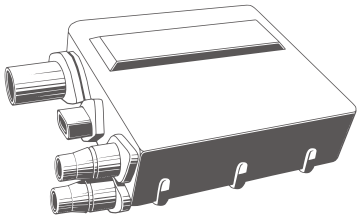
Die Temperatur des Kühlmittels für den E-Motor und der Leistungselektronik wird in einem gesonderten Kühlkreislauf mithilfe eines Niedertemperaturkühlers auf unter 60 °C gehalten.

Thermostat

Thermostate, egal ob elektrisch oder mechanisch, halten die Kühlmitteltemperatur auf konstantem Niveau.

Batteriekühler

Auf jeder Seite der Kühlplatten sitzt ein Batteriesegment. Batteriesegmente und Kühlplatten bilden ein fest verbundenes Batteriemodul. Bei der direkten Batteriekühlung werden die Kühlplatten vom Kältemittel der Klimaanlage durchströmt. Bei der indirekten Batteriekühlung durchströmt Kühlmittel die Kühlplatten. Reicht bei der indirekten Kühlung der Batterie die Kühlleistung nicht aus, kann das Kühlmittel über einen Chiller zusätzlich heruntergekühlt werden. Der Chiller ist ein spezieller Wärmetauscher, der bei der indirekten Batteriekühlung zum Einsatz kommt und sowohl im Kältemittel- als auch Kühlmittelkreislauf eingebunden ist.

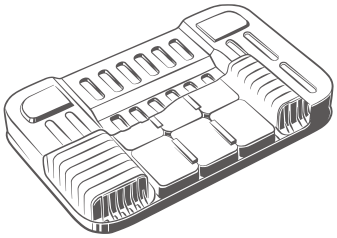


Hochvolt-Kühlmittel-Zuheizer

Bei zu niedrigen Temperaturen wird das Kühlmittel über einen elektrischen Hochvolt-Zuheizer erwärmt. Dieser ist im Kühlkreislauf integriert.

Hochvoltbatterie

Die Hochvoltbatterie (HV-Batterie) ist neben dem Elektromotor eine der Schlüsselkomponenten des Elektrofahrzeugs. Sie besteht aus miteinander verbundenen Batteriemodulen, die ihrerseits aus Zellen bestehen. Batterien basieren in der Regel auf der Lithium-Ionen-Technologie. Sie besitzen eine hohe Energiedichte. Aufgrund nachlassender chemischer Reaktion sinkt die Leistungsfähigkeit bei Temperaturen unter 0 °C deutlich. Bei Temperaturen über 30 °C nimmt die Alterung stark zu und bei Temperaturen über 40 °C kann es zur Schädigung der Batterie kommen. Um eine möglichst lange Lebensdauer und Effektivität zu erreichen, muss die Batterie in einem bestimmten Temperaturspektrum betrieben werden.



Kühlmittel-/Kältemittel-Absperrventil

Kühlmittel-/Kältemittel-Absperrventile werden elektrisch angesteuert und öffnen/schließen bedarfsgerecht Teile des Kühl-/Kältemittelkreislaufes oder verbinden mehrere Kreisläufe miteinander.

Leistungselektronik

Ihre Aufgabe im Fahrzeug ist die Ansteuerung der Elektromotoren, die Kommunikation mit der Fahrzeugsteuerung sowie die Diagnose des Antriebs. In der Regel besteht die Leistungselektronik aus einem elektronischen Steuergerät, einem Inverter und einem DC/DC-Wandler. Um die Leistungselektronik in einem bestimmten Temperaturbereich halten zu können, ist sie mit dem Kühl-/Heizungssystem des Fahrzeugs verbunden.

Elektrischer Zuheizer/ Hochvolt-Zuheizer

Elektrofahrzeugen fehlt die Abwärme des Motors, welche sich auf das Kühlmittel überträgt. Somit ist es notwendig, den Innenraum mit Hilfe eines elektrischen Zuheizers, der im Belüftungssystem untergebracht ist, aufzuwärmen.

Klimakondensator

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 die Lamellen Wärme an die Umgebung ab. Durch die Abkühlung wird der Aggregatzustand des Kältemittels von gasförmig in flüssig geändert.

E-Kühlmittelpumpe

Elektrische Wasser- bzw. Kühlmittelpumpen mit integrierter elektronischer Regelung werden – der erforderlichen Kühlleistung entsprechend – stufenlos zugeschaltet. Sie können als Haupt-, Nebenstrom- oder auch als Umwälzpumpen eingesetzt werden und arbeiten motorunabhängig und bedarfsgerecht.

Klimatisierung

Elektrische Antriebe geben wegen ihres hohen Wirkungsgrades im Betrieb nur wenig und im Stand gar keine Verlustwärme an die Umgebung ab. Um das Auto bei niedrigen Außentemperaturen beheizen oder die Scheiben entfrosten zu können, sind daher Zusatzheizungen notwendig. Diese benötigen weitere Energie und fallen durch ihren hohen Verbrauch sehr stark ins Gewicht. Sie beanspruchen einen Teil der im Akku gespeicherten Energie, was sich speziell im Winter erheblich auf die Reichweite auswirkt. Elektrische Zuheizer, die im Lüftungssystem integriert sind, stellen eine einfache, wirkungsvolle, aber auch sehr energieintensive Form der Heizung dar.

Mittlerweile werden daher auch energieeffiziente Wärmepumpen eingesetzt. Sie lassen sich im Sommer auch als Klimaanlage zur Kühlung nutzen. Sitzheizungen und beheizte Scheiben bringen die Wärme direkt an die zu wärmenden Stellen und reduzieren so ebenfalls den Heizwärmebedarf für den Innenraum. Elektroautos verbringen die Standzeiten oft an Ladestationen. Dort kann das Fahrzeug vor Fahrtbeginn vortemperiert werden, ohne den Akku zu belasten. Unterwegs wird dann deutlich weniger Energie für das Heizen oder Kühlen benötigt. Mittlerweile werden auch Smartphone-Apps angeboten, mit denen sich die Heizung fernsteuern lässt.

Lade- und Entlademanagement

Für die Akkumulatoren werden unterschiedliche Managementsysteme verwendet, welche die Lade- und Entladesteuerung, Temperaturüberwachung, Reichweitenabschätzung und Diagnose übernehmen. Die Haltbarkeit hängt wesentlich von den Einsatzbedingungen und der Einhaltung der Betriebsgrenzen ab. Batteriemanagementsysteme inklusive Temperaturmanagement verhindern die schädliche und eventuell sicherheitskritische Überladung oder Tiefentladung der Akkumulatoren und kritische Temperaturzustände. Die Überwachung jeder einzelnen Batteriezelle erlaubt es zu reagieren, bevor es zu einem Ausfall oder der Schädigung weiterer Zellen kommt. Statusinformationen können für Wartungszwecke auch abgespeichert und im Fehlerfall als Meldungen an den Fahrer ausgegeben werden.

Grundsätzlich gilt, dass heute die Batteriekapazität der meisten Elektroautos für den Großteil aller Kurz- und Mittelstreckendistanzen ausreicht. So kam eine 2016 erschienene Studie des Massachusetts Institute of Technology zu dem Ergebnis, dass die Reichweite aktuell üblicher Elektroautos für 87 % aller Fahrten ausreichend ist. Dennoch sind die Reichweiten stark schwankend. Die Geschwindigkeit des E-Fahrzeugs, die Außentemperatur und besonders die Nutzung von Heizung und Klimaanlage führen zu einer bedeutenden Senkung der Aktionsradien. Die immer kürzeren Aufladezeiten und der stetige Ausbau der Ladeinfrastruktur ermöglichen es jedoch, die Aktionsradien der Elektroautos weiter zu erhöhen.

Grundregeln bei Arbeiten an Elektro- und Hybridfahrzeugen

Praxistipps

In Elektro- und Hybridfahrzeugen werden zwangsläufig Hochvoltkomponenten verbaut. Diese sind durch einheitliche Warnhinweise gekennzeichnet. Zusätzlich sind alle Hochvoltleitungen herstellerübergreifend in leuchtendem Orange ausgeführt.

Bei Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen gilt die folgende Vorgehensweise:

1. Spannungsfrei schalten

2. Gegen Wiedereinschalten sichern

3. Spannungsfreiheit feststellen

Beachten Sie die Vorgaben der Fahrzeughersteller und unsere Tipps für Werkstätten!

Worauf müssen Werkstätten und Beschäftigte achten?

Fahrzeug starten und bewegen:

Um ein Fahrzeug mit Hochvoltsystem fahren zu dürfen – und sei es nur aus oder in die Werkstatt – bedarf es einer Unterweisung der jeweiligen Person.

Service und Wartung:

Service- und Wartungsarbeiten (Räder wechseln, Inspektionsarbeiten) an Hochvoltfahrzeugen dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die zuvor durch einen „Fachkundigen für Arbeiten an HV-eigensicheren Fahrzeugen“ auf die Gefahren dieser Hochvoltsysteme hingewiesen und entsprechend unterwiesen wurden.

Austauschen von Hochvoltkomponenten:

Personen, die Hochvoltkomponenten wie z. B. einen Klimakompressor austauschen, müssen über die entsprechende Befähigung verfügen (Fachkundige für Arbeiten an HV-eigensicheren Fahrzeugen).

Austausch der Batterie:

Die Reparatur bzw. der Austausch von spannungsführenden Hochvoltkomponenten (Batterie) bedarf einer gesonderten Befähigung.

Pannenhilfe/Abschleppen/Bergen:

Wer an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen Pannenhilfe leistet, diese abschleppt oder auch birgt, muss eine Unterweisung in den Aufbau und die Funktionsweise der Fahrzeuge und deren Hochvoltsysteme erhalten haben. Des Weiteren sind vorab die jeweiligen Hinweise der Fahrzeughersteller zu berücksichtigen. Bei beschädigten Hochvoltkomponenten (Batterie) sollte die Feuerwehr hinzugezogen werden.

Innenraumklimatisierung

Grundlagen

Bei herkömmlichen Antriebskonzepten mit Verbrennungsmotor ist die Innenraumklimatisierung aufgrund 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 werden von den Fahrzeuginsassen als störend empfunden.

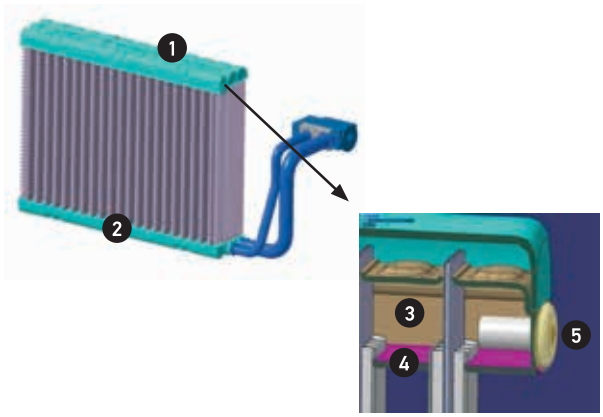
Um diesem Problem zu begegnen, können neuentwickelte Kältespeicher zum Einsatz kommen, sogenannte Speicherverdampfer. Der Speicherverdampfer besteht aus zwei Blöcken: einem Verdampfer- und einem Speicherblock. Beide Blöcke werden in der Start-Phase bzw. bei laufendem Motor mit Kältemittel durchströmt. Ein sich im Verdampfer befindliches Latentmedium wird währenddessen so weit gekühlt, dass es gefriert. Damit wird es zum Kältespeicher.

In der Stopp-Phase ist der Motor ausgeschaltet und der Klimakompressor 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, sodass 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 Hochvolt-Luft-Zuheizer zugeschaltet, welche die Heizungsfunktion übernehmen. Die Arbeitsweise ist ähnlich der eines Haarföhns: Die vom Innenraumluftgebläse angesaugte Luft wird beim Vorbeistreifen an den Heizelementen erwärmt und strömt danach in den Innenraum.

Speicherverdampfer

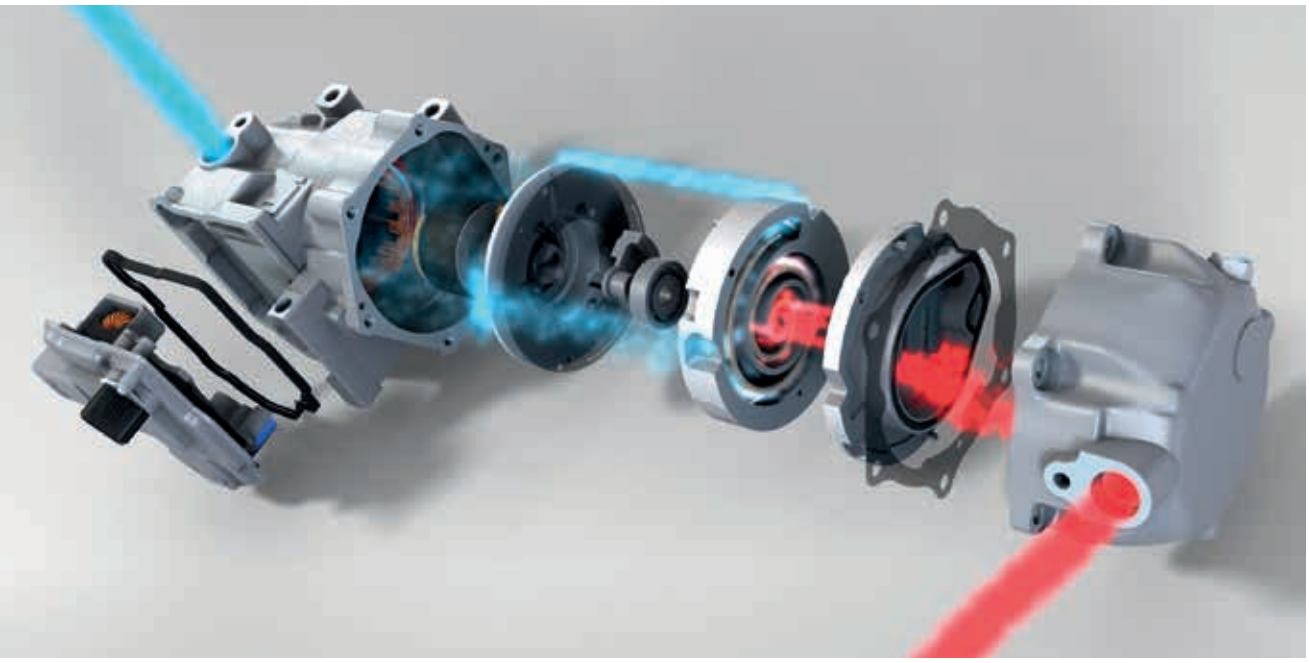


Schematische Darstellung – Speicherverdampfer:
(1) Verdampferblock mit 40 mm Tiefe, (2) Speicherblock mit 15 mm Tiefe, (3) Kältemittel, (4) Latentmedium, (5) Blindniet

Hochvolt-Klimakompressor

Funktion

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 Klimakompressor 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 Hochvolt-Kompressoren das Scroll-Prinzip 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 ein entsprechend großes Drehmoment für den Antrieb des elektrischen Kompressors zu erzeugen, kommt hier eine Gleichspannung von über 200 Volt zur Anwendung – eine im 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.

Temperaturmanagement der Batterie

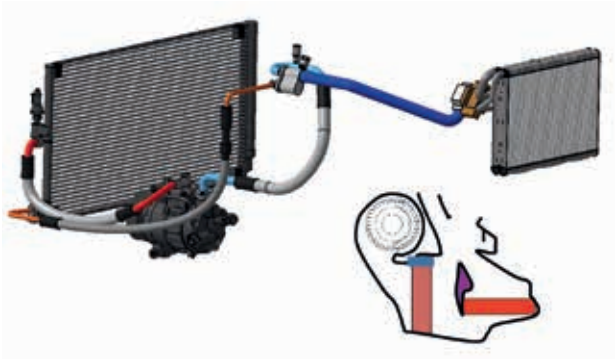
Vergleich

Temperaturmanagement der Batterie

Essenziell für den Betrieb eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs ist die Batterie. Diese muss die notwendigen erheblichen Energiemengen für den Antrieb schnell und zuverlässig bereitstellen. Zumeist sind dies Lithium-Ionen- und Nickel-Metall-Hybrid-Hochspannungsbatterien. Damit werden Größe und Gewicht der Hybridfahrzeugbatterien weiter reduziert.

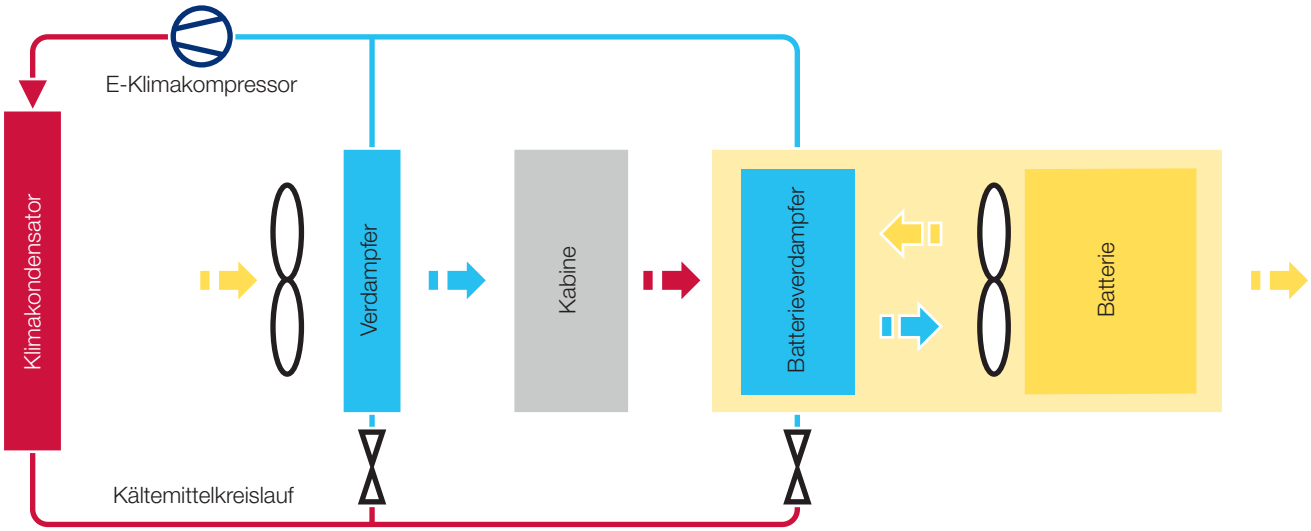
Es ist unbedingt erforderlich, dass die verwendeten Batterien in einem bestimmten Temperaturfenster betrieben werden. Ab einer Betriebstemperatur von +40 °C verringert sich die Lebensdauer, während unterhalb von 0 °C der Wirkungsgrad nachlässt und die Leistung sinkt. Darüber hinaus darf der Temperaturunterschied zwischen den einzelnen Zellen einen bestimmten Wert 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 Batterielebensdauer von einem Autoleben an (ca. 8 – 10 Jahre). Daher kann dem Alterungsprozess nur mit entsprechendem Temperaturmanagement entgegengewirkt werden. Bisher kommen drei verschiedene Möglichkeiten des Temperaturmanagements zur Anwendung:

Möglichkeit 1



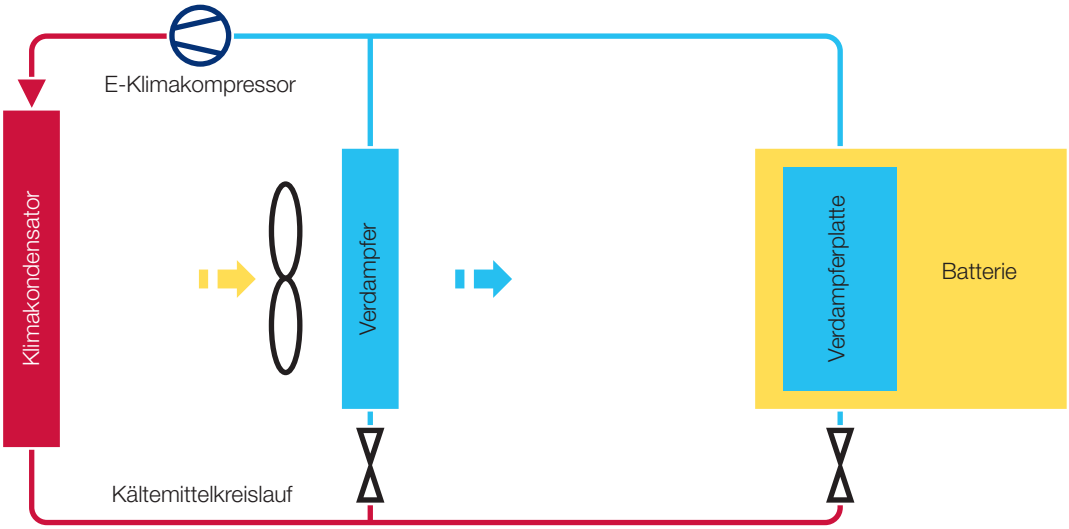
Luft wird aus dem klimatisierten Fahrzeuginnenraum angesaugt und zum Kühlen der Batterie genutzt. Die angesaugte kühle Luft aus dem Fahrzeuginnenraum hat eine Temperatur unter 40 °C. Diese Luft wird genutzt, um die frei zugänglichen Flächen des Batteriepakets zu umströmen.

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 Fahrgastraums mit der Batterie. Dies ist aus Sicherheitsgründen (z. B. Ausgasen der Batterie) als problematisch einzustufen.
- Nicht zu unterschätzen ist die Gefahr des Schmutzeintrags 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 Kleinklimagerät 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 denselben 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.

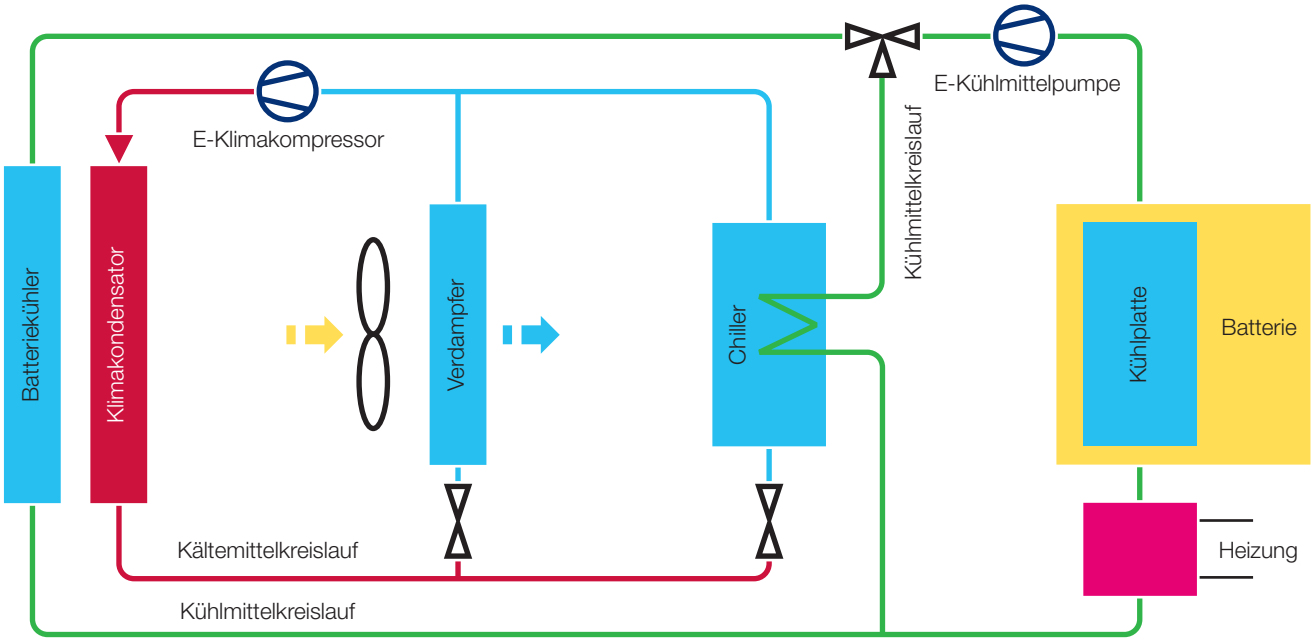
Aus diesen Anforderungen heraus resultiert die aufwendige Regelung der Menge des verdampfenden Kältemittels. Die besondere Bauform der Verdampferplatte und die damit ermöglichte Integration in die Batterie bieten eine große Kontaktoberfläche zum Wärmeaustausch. Damit kann gewährleistet werden, dass die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

Bei sehr niedrigen Außentemperaturen wäre eine Erhöhung auf die Idealtemperatur der Batterie von mindestens 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.

Hinweis

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

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 von Kühlmittel durchflossen, das sich aus Wasser und Glykol 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 Batterie- bzw. Niedertemperaturkühler mittels Fahrtwind gekühlt werden.

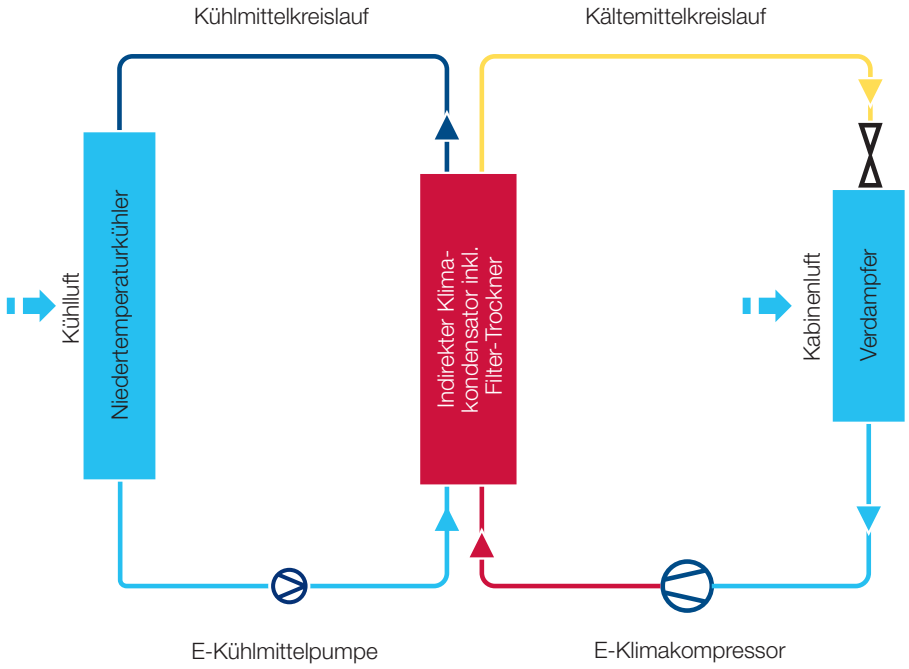
Reicht die Kühlung durch den Batteriekühler bei hohen Außentemperaturen nicht aus, durchströmt das Kühlmittel einen Chiller. In diesem wird Kältemittel der Fahrzeugklimaanlage verdampft. Außerdem kann Wärme sehr kompakt und mit hoher Leistungsdichte aus dem Sekundärkreislauf auf das verdampfende Kältemittel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

Indirekter Klimakondensator

Indirekte Klimakondensatoren, die nach der Verdichtung durch den Klimakompressor das erwärmte Kältemittel abkühlen und so verflüssigen, kommen bereits in vielen modernen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zum Einsatz und sind auch für Hybrid- und E-Fahrzeuge die beste technische Option. Sie sind kleiner, effizienter und leistungsstärker als direkt gekühlte Klimakondensatoren, da die Wärmeübertragung auf die Kühlflüssigkeit deutlich besser erfolgt als auf den Fahrtwind. Mit der indirekten Bauart und der dadurch flexibel wählbaren Position im Fahrzeug entfällt der klassische Klimakondensator in der Fahrzeugfront. Denn ein indirekter Klimakondensator nutzt nicht den Fahrtwind, sondern wird vom Kältemittel und zusätzlich vom Kühlmittel des Niedertemperaturkühlers durchströmt. Die niedrigere Temperatur des Kühlmittels wird dazu genutzt, das heiße, gasförmig vom Klimakompressor kommende Kältemittel abzukühlen und so den Verflüssigungsprozess des Kältemittels zu ermöglichen. Da der indirekte Klimakondensator nicht in der Fahrzeugfront verbaut werden muss, ist er vor mechanischen Beschädigungen (Steinschlag, Unfall) besser geschützt. Haupt-Kühlmittelkühler und der Niedertemperaturkühler bekommen mehr Luft, was wiederum die Effizienz des ganzen Systems steigert.

Je nach Fahrzeugarchitektur und Unterbringung des indirekten Klimakondensators, können neben der kleineren Baugröße auch kürzere Rohre und Leitungen zum und vom indirekten Klimakondensator verwendet werden. Damit kann die Menge an Kältemittel im Kreislauf niedriger gehalten werden als beim direkten Klimakondensator.

Der indirekte Klimakondensator hat zwei Ein- und zwei Ausgänge für Kälte- und Kühlmittel sowie in Ausbaustufen einen integrierten Filter-Trockner. Das macht ihn sehr kompakt und reduziert auch die Anzahl an Leitungen. In den unterschiedlichen Ausführungen (ohne/mit Trockner) kann der Klimakondensator in Fahrzeugen mit Klimaanlage oder mit Wärmepumpe und Klimaanlage eingesetzt werden.



Wärmepumpe

Für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben ist die Wärmepumpe eine verbrauchsarme und effiziente Heizung für den Innenraum.

Auch bei einem Elektroauto muss der Innenraum im Winter beheizbar sein. Wird die notwendige Wärme von mehreren Kilowatt über elektrische Heizer erzeugt, reduziert sich die Reichweite der Traktionsbatterie merklich.

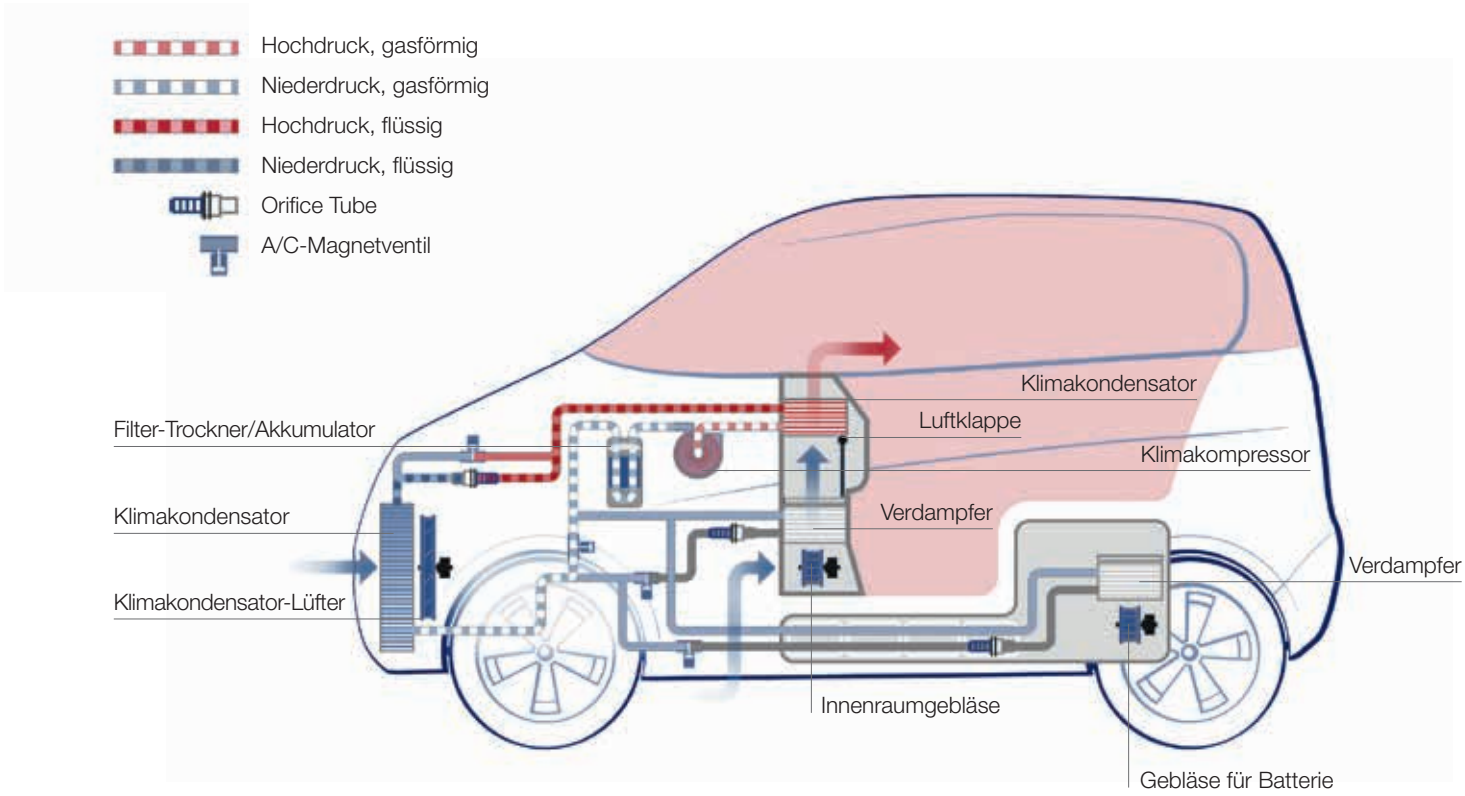
Eine Wärmepumpe entzieht der Außenluft Wärme und fördert sie in den Innenraum. Je nach Außentemperatur benötigt die Wärmepumpe nur etwa ein Drittel der elektrischen Leistung aus der Traktionsbatterie, um den Innenraum gleichermaßen zu heizen.

Wie funktioniert eine Wärmepumpe?

Jede Klimaanlage ist eigentlich eine Wärmepumpe. Zum Kühlen des Innenraums wird die Wärme nach außen an den Klimakondensator gefördert. Auch bei der Batteriekühlung, in unserem Beispiel ein Verdampfer mit Gebläse, wird die Wärme von der Batterie an den Klimakondensator vorne am Fahrzeug (außen) gefördert.

Für die Wärmepumpe wird der gleiche Klimakompressor der Klimaanlage genutzt. Ein zusätzlicher Klimakondensator im Innenraum des Fahrzeugs bringt über eine Luftklappe die Wärme in den Innenraum. Gleichzeitig schaltet ein Magnetventil den Kühlmittelkreislauf so, dass der Klimakondensator vorne am Fahrzeug jetzt als Verdampfer dient. Über verschiedene Magnetventile werden die Kreisläufe Klimaanlage, Batteriekühlung und Heizung geschaltet.

Aufbau der Wärmepumpe im Elektroauto



Brennstoffzelle und Wasserstoff

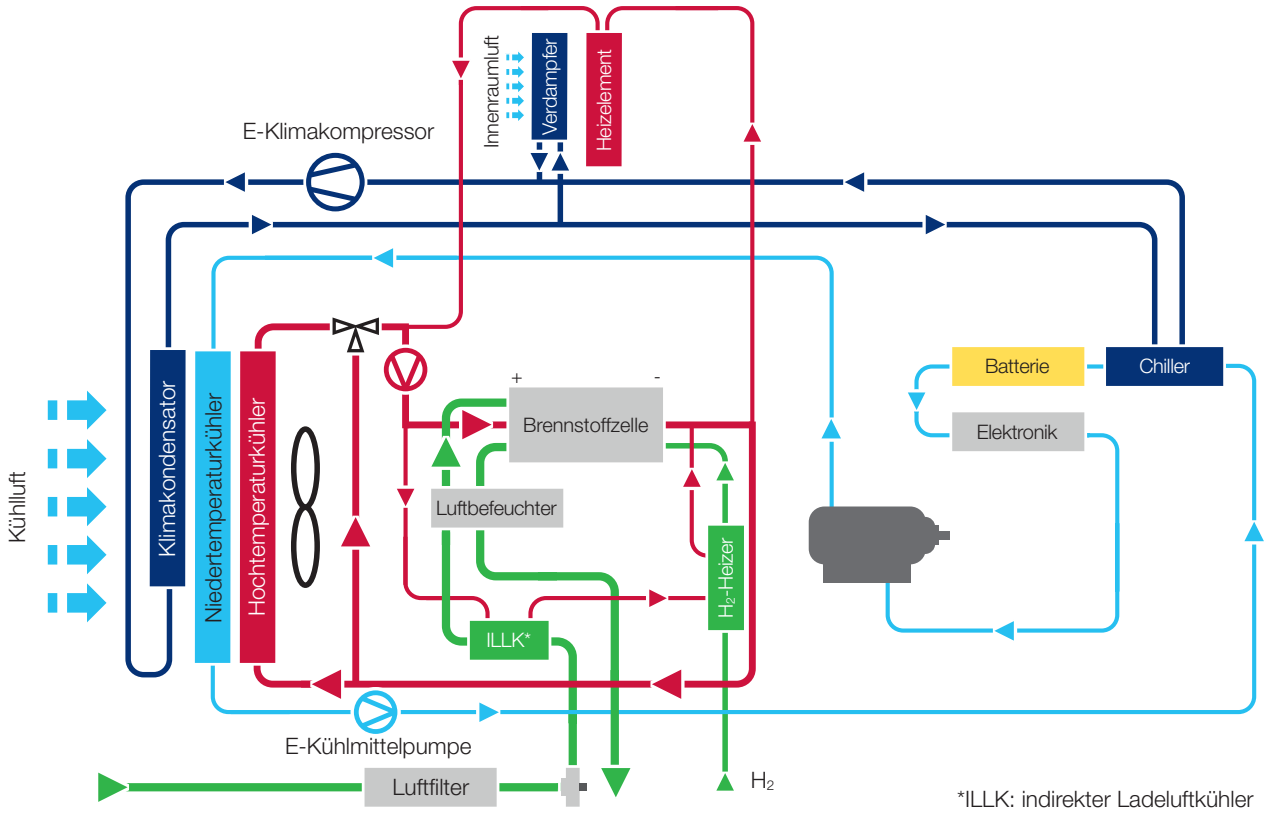
Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle nutzen Wasserstoff als Energieträger. Der Wasserstoff wird mit hohem Druck beim Betanken in die Druckbehälter im Fahrzeug gefüllt. Zusammen mit verdichteter Ansaugluft wird der Wasserstoff der Brennstoffzelle zugeführt. Die Brennstoffzelle erzeugt elektrischen Strom für den Traktionsmotor und die Nebenaggregate.

Weil die Brennstoffzelle etwas träge arbeitet, ist zusätzlich ein kleinerer Akku im Fahrzeug verbaut. Zum Beschleunigen und auch zur Rekuperation dient der Akku als Puffer.

Leistungselektronik, Motor und Brennstoffzelle haben hohe Ansprüche an die jeweilige optimale Temperierung. Die Brennstoffzelle benötigt zusätzlich besonders saubere Luft, die auch frei von schädlichen Gasen wie Ammoniak ist. Die Membranen der Brennstoffzelle müssen auch befeuchtet werden, damit sie lange zuverlässig arbeiten.

Vorteile eines Elektrofahrzeugs mit Brennstoffzelle sind eine große Reichweite und eine schnelle Betankung.

Bauteile und Baugruppen in Elektrofahrzeugen mit Brennstoffzelle



Klimakompressoröle für E-Klimakompressoren

Bei einem Defekt des E-Klimakompressors kann es teuer werden. Damit das möglichst nicht passiert, sollte auch auf hochwertiges Kompressoröl gesetzt werden. Das Öl ist eine der entscheidenden Komponenten für die Langlebigkeit des Verdichters. Warum es sich also schwer machen, wenn es auch einfach geht? Beim Kompressoröl heißt die Empfehlung: PAO-Öl 68 von MAHLE. Das nicht hygroskopische Mehrbereichsöl schmiert Klimakompressoren zuverlässig und ist zugleich eine wirtschaftliche Lösung für Werkstätten. Es eignet sich sowohl für die Kältemittel R134a und R1234yf als auch für mechanisch und elektrisch angetriebene Klimakompressoren.

PAO-ÖL 68

- Nicht hygroskopisch: Im Gegensatz zu anderen Ölen nimmt das PAO-Öl 68 keine Umgebungsfeuchtigkeit auf.
- Alternativ anstelle unterschiedlicher PAG-Öle verwendbar (Verwendungsübersicht beachten!): Bevorratung von nur einem statt bisher drei Ölen notwendig.
- Verfügt über mehr als 20 Jahre Praxisbewährung.
- Trägt zur Leistungssteigerung der Klimaanlage bei.
- Hat keine negativen Auswirkungen auf Komponenten des Klimakreislaufs (gilt auch für Verwendung in Klimaservicestationen/herstellerbelegt durch Sealed-Tube-Test nach Norm ASHRAE 97).
- Unser PAO-Öl 68 AA1 Clear Version (ohne Lecksuchmittel) kann auch mit dem neuen Kältemittel R1234yf und in elektrisch betriebenen Klimakompressoren in Hybrid- und Elektrofahrzeugen verwendet werden.

Vorteile und Wirkung

- Die nicht hygroskopische Eigenschaft hat den Vorteil, dass das PAO-Öl in den Werkstätten einfach zu handhaben ist; die benötigte Ölmenge kann auch aus großen Gebinden (z. B. 5 Liter) entnommen werden.
- Eine geringe Kältemittellöslichkeit in dem Öl bedeutet, dass das PAO-Öl nicht verdünnt wird und seine volle Viskosität im Klimakompressor behält.
- Ein Ölfilm in den Komponenten führt zu verbesserter Abdichtung und verringerter Reibung zwischen beweglichen Teilen im Klimakompressor.
- Betriebstemperatur und Verschleiß werden reduziert.
- Dadurch werden die Betriebssicherheit erhöht, Geräusche gemindert sowie Laufzeiten und Energieverbrauch des Klimakompressors verringert.

Hier finden Sie zusätzliche Informationen zu unserem PAO-Öl 68 sowie weiteren Klimakompressorölen.

MAHLE Artikelnummer/ MAHLE Service Solutions Artikelnummer	Produkt	Visko-sitäts-klasse	Inhalt	Verwendbar für Kälte-mittel	Verwendbar für	Verwendbar für Klimakompres-sortypen
PAO 68 AA1 – Clear Version (ohne Lecksuchmittel)						
ACPL 10 000P 1010350483XX	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	1,0 l	R1234yf, R134a, R413a, R22, R12, R507a, R500, R502, R513a	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit her-kömmlichem Benzin- oder Dieselmotor (Pkw, Nfz, Land- und Baumaschinen); Fahrzeugklimaanlagen in Hybrid- und Elektrofahr-zeugen; Klimaanlagen in Kühltrans-portern	Alle Kompressor-typen (auch elek-trisch betriebene Kompressoren), außer Flügelzellen-kompressoren
ACPL 11 000P 1010350484XX	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	500 ml			
ACPL 14 000P 1010350486XX	PAO AA1 Clear Version	ISO 68	5,0 l			
PAO 68 AA3 – Clear Version (ohne Lecksuchmittel)						
ACPL 13 000P 1010350485XX	PAO AA3 Clear Version	ISO 100	1,0 l	R1234y, R134a, R413a, R513a	Fahrzeugklimaanlagen in Fahrzeugen mit her-kömmlichem Benzin- oder Dieselmotor sowie Elektro- und Hybridantrieb (Pkw, Nfz, Land- und Bauma-schinen)	Speziell für Flügel-zellenkompressoren

Weiterbildung für die Reparatur von Elektro- und Hybridfahrzeugen

Wissenswertes

Um die komplexen Systeme, insbesondere im Bereich Thermomanagement, in Elektro- und Hybridfahrzeugen warten und reparieren zu können, ist eine permanente Weiterbildung unerlässlich. Beschäftigte, die Arbeiten an solchen Hochvoltsystemen durchführen, benötigen beispielsweise in Deutschland eine zusätzliche zweitägige Ausbildung als „Fachkundige/r für Arbeiten an Hochvolt (HV)-eigensicheren Fahrzeugen“.

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 Hochvoltsystemen bzw. deren Komponenten vorzunehmen. Die Reparatur bzw. der Austausch von spannungsführenden Hochvoltkomponenten (Batterie) bedarf einer gesonderten Befähigung.

Thermomanagement-Schulungsangebote

Egal, ob Sie gerade in der Ausbildung sind, bereits Berufserfahrung in der Werkstatt haben oder im Ingenieurswesen tätig sind: Im Angebot von MAHLE Aftermarket finden Sie die passende Schulung.

Neben Schulungen zur Theorie bietet MAHLE Aftermarket spezielle Praxistrainings zur Schadensvermeidung für Pkw, Lkw sowie für Land- und Baumaschinen.

Wir von MAHLE Aftermarket sind flexibel: Sie wählen das gewünschte Thema aus und sagen uns, wann und wo die Fortbildung stattfinden soll – wir organisieren alles Weitere. Sprechen Sie einfach Ihren MAHLE Aftermarket Handelspartner an oder kontaktieren Sie uns direkt über **ma.training@mahle.com.**

Die MAHLE Aftermarket Technikfachleute freuen sich auf interessante und spannende Veranstaltungen mit Ihnen!

- T-AC Klimatisierung im Fahrzeug: Aufbau, Funktion und die häufigsten Ausfallursachen einer Klimaanlage
- C-SK Sachkunde für Klimaanlagen im Fahrzeug
- C-CG Klimaservice – Kompressor Garantie Plus

Tipps für Werkstätten

Wartung von Elektro- und Hybridfahrzeugen

Auch bei allgemeinen Inspektions- und Reparaturarbeiten (beispielsweise an Auspuffanlagen, Reifen, Stoßdämpfern, Ölwechsel oder Reifenwechsel) kommt es zu einer besonderen Situation. Diese dürfen nur von Beschäftigten ausgeführt werden, die durch eine/n „Fachkundige/n für Arbeiten an HV-eigensicheren Fahrzeugen“ auf die Gefahren dieser Hochvoltsysteme hingewiesen und entsprechend unterwiesen wurden. Des Weiteren müssen zwingend Werkzeuge eingesetzt werden, die den Spezifikationen der Fahrzeughersteller entsprechen!

Kfz-Betriebe sind dazu angehalten, alle Beschäftigten, die mit dem Betrieb, der Wartung und der Reparatur von Elektro- und Hybridfahrzeugen zu tun haben, zu unterweisen. Bitte beachten Sie die jeweiligen länderspezifischen Gegebenheiten.

Werkzeuge für Arbeiten am Hochvoltsystem

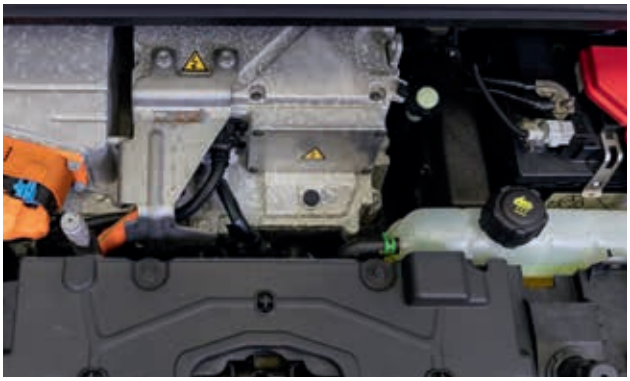
Pannenhilfe, Abschleppen und Bergen von Elektro- und Hybridfahrzeugen

Fahrerinnen und Fahrer von Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen (HV) sind keiner direkten elektrischen Gefährdung ausgesetzt – auch nicht im Falle einer Panne. Eine Vielzahl von Maßnahmen der Fahrzeughersteller sichert das HV-System ab. Auch die Pannenhilfe ist bei Fahrzeugen mit HV-Systemen ungefährlich, solange zur Beseitigung von Störungen keine Eingriffe in die HV-Anlage notwendig werden.

Gefahren bestehen jedoch im Falle einer Pannenhilfe oder beim Abschleppen von Fahrzeugen, die durch einen Unfall beschädigt sind oder aus Schnee oder Wasser geborgen werden müssen. Die Eigensicherheit der Fahrzeuge zum Schutz vor Gefährdungen durch Stromschlag oder Lichtbogen ist zwar sehr hoch, jedoch gibt es keine 100 %-ige Sicherheit für jeden Schadensfall. Im Zweifelsfall müssen die jeweiligen Informationen der Fahrzeughersteller berücksichtigt bzw. erfragt werden.

Wie erkenne ich, ob ein Fahrzeug über ein Hochvoltsystem verfügt?

- An dem Schriftzug am Armaturenbrett oder am Fahrzeug
- An orangefarbenen Hochvoltkabeln (siehe Abbildung); generell gilt: Hände weg von Hochvoltkomponenten und orangefarbenen Leitungen
- An der Kennzeichnung auf den HV-Komponenten (siehe Abbildung)



Motorraum Hochspannungskomponenten

Wer darf Pannenhilfe leisten?

Pannenhilfe an Elektro- und Hybridfahrzeugen darf leisten, wer speziell dafür qualifiziert wurde. Pannenhelfende erhalten deswegen eine Unterweisung in den Aufbau und die Funktionsweise von Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen. Hierbei gelten die jeweils länderspezifischen Anforderungen und Bedingungen für nicht-elektrotechnische Arbeiten. (Für Deutschland gilt die DGUV Information 200-005 „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen“ (bisher BGI 8686). Bitte beachten Sie die jeweiligen länderspezifischen Gegebenheiten.)

Welche sind die ersten Schritte bei der Pannenhilfe?

- Zündschlüssel abziehen (Achtung: Transpondersysteme schalten sich automatisch bei Annäherung ein) und danach Trennstecker/Disconnector der Hochvoltbatterie ziehen.
- Sichtprüfung durchführen, ob HV-Komponenten beschädigt sind.
- Keine Arbeiten an den HV-Komponenten durchführen. Diese dürfen nur Personen durchführen, die für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen qualifiziert sind. Dies gilt auch dann, wenn bei der Pannenhilfe HV-Komponenten beschädigt oder Beschädigungen festgestellt werden.
- Eine Restspannung kann auch nach dem Ausschalten des HV-Systems vorhanden sein – je nach Hersteller noch mehrere Minuten.

Trennstecker/Disconnector

Fremdstarten, Bergen und Abschleppen – was ist zu beachten?

Fremdstarten

Unbedingt Herstellerangaben beachten. Nur bei wenigen Fahrzeugen ist ein Fremdstarten über das 12/24-V-DC-Bordnetz möglich. Nach dem Abschalten können gefährliche Restspannungen vorhanden sein, die sich nicht über den Dauerentladewiderstand entladen. Vor dem Öffnen die Anweisung in der Betriebsanleitung bzw. die technischen Informationen des Fahrzeugherstellers beachten.

Bergen und Abschleppen

- Unbeschädigte Fahrzeuge können grundsätzlich auf ein Bergungsfahrzeug (Plateaufahrzeug) verladen werden.
- Beim Abschleppen mit Stange oder Seil sind die Herstellervorgaben zu beachten.
- Um Fahrzeuge sicher zu bergen, sind alle Maßnahmen aus dem Kapitel „Sichere Hilfe bei Elektroautos“ zu berücksichtigen.
- Wird das Fahrzeug mit einer Winde gezogen/geborgen, dürfen sich keine HV-Komponenten im Bereich der Anschlag- oder Ansetzpunkte befinden und beschädigt werden. Das Gleiche gilt beim Heben mit einem Wagenheber oder Ladekran.

Wie verhalte ich mich bei einem Unfall?

- Im Falle eines Unfalls wird das HV-System in den meisten Fällen mit der Auslösung des Airbags abgeschaltet. Dies gilt für fast alle Pkw, aber nicht unbedingt für Nutzfahrzeuge.
- Um gefährdungsfrei arbeiten zu können, sind alle Maßnahmen aus dem Kapitel „Grundregeln bei Arbeiten an Elektro- und Hybridfahrzeugen“ zu berücksichtigen.
- Einige Hersteller empfehlen beziehungsweise schreiben vor, den Minuspol der 12/24-V-DC-Bordnetz-Batterie abzuklemmen (weitere Infos sind auch den jeweiligen Rettungsleitfäden zu entnehmen).
- Wenn HV-Batterien oder HV-Kondensatoren (Energiespeicher bei Nutzfahrzeugen) durch einen Unfall beschädigt oder herausgerissen wurden, geht hiervon eine besondere Gefahr aus. Einsatzkräfte der Feuerwehr oder des THW sollten in diesem Fall zur Hilfe gerufen werden. Beim Hantieren mit beschädigten HV-Batterien ist eine entsprechende persönliche Schutzausrüstung (Gesichtsschutz, Schutzhandschuhe für das Arbeiten unter Spannung) erforderlich.
- Ausgelaufene Batterieflüssigkeiten können je nach Batterietyp ätzend oder reizend sein. Ein Kontakt sollte auf jeden Fall vermieden werden. Nach einem Unfall ist nicht auszuschließen, dass die HV-Batterien auch später noch durch interne Reaktionen in Brand geraten können. Unfallfahrzeuge sollten somit nicht in geschlossenen Räumen abgestellt werden.

Landingpage „Thermomanagement-Kampagne“

- Mit den „Keep cool!“-Werbemitteln und unserem beliebten Pinguin Ole werden wir die Werkstätten weiterhin aktiv dabei unterstützen, Klima-Checks an Autofahrer zu verkaufen. Darüber hinaus bieten wir praktische technische Unterstützung, wie z. B. Informationen zu Füllmengen.
- Jetzt online: Auf der Microsite der MAHLE Thermomanagement-Kampagne finden Werkstätten digitales Support-Material wie Onlinebanner und digitale Broschüren.

Weitere Informationen sind hier erhältlich.

Werkstattausstattung von MAHLE Service Solutions

MAHLE Service Solutions ist genau der richtige Partner, wenn es um den immer wichtiger werdenden professionellen Service von Klimaanlagen geht. Denn in Elektro- und Hybridfahrzeugen sorgt die Klimaanlage auch für die richtige Temperierung der Antriebsbatterie! Ebenfalls gut für die Batterie: unsere Diagnosegeräte TechPRO® mit E-SCAN und das neue BatteryPRO E-HEALTH, die eine schnelle Diagnose der Antriebsbatterie ermöglichen. In Kombination mit dem ebenfalls neuen E-CARE-Servicegerät zur Wartung der Kühlkreisläufe von Fahrzeugbatterien sind Sie perfekt für die Zukunft gerüstet!

Hier finden Sie das noch umfangreichere Sortiment an Klimaservicegeräten und Zubehör.

ArcticPRO®-Klimaservicegeräte

Artikelnummer: 1010350383XX

ArcticPRO® ACX 380 ist die Top-Klimaanlagenstation der Gerätereihe für R134a. Besser geht's nicht! Sie bietet alle kennzeichnenden Merkmale der Serie plus den extremen Komfort des integrierten POE-Ölkreislaufs, der für diejenigen notwendig ist, die neben Fahrzeugen mit traditionellen Motoren häufig Hybrid- oder Elektroautos warten. ACX 380 für R134a-Systeme lässt sich problemlos auf R1234yf oder bei Bedarf auch auf das Kältemittel R513a umrüsten. Dank der optionalen Integration unseres Diagnosebausteins für Klimaanlagen kann eine fachkompetente Diagnose der Klimakomponenten direkt auf dem Klimaservicegerät ausgeführt werden.

Artikelnummer: 1010350384XX

ArcticPRO® ACX 480 ist das Flaggschiff der Gerätereihe für R1234yf. Mit dem ACX 480 ist es möglich, den kompletten Klimaservice vollständig den automatisierten Prozessen der Station anzuvertrauen, um ein einwandfreies Ergebnis sicherzustellen und sich in der Zwischenzeit anderen Aktivitäten widmen zu können. Damit ist ein sicherer, effektiver und wirtschaftlicher Klimaservice garantiert! Auch das ACX 480 bietet die Integration mit speziellen Apps, die ein absolut innovatives und praktisches Management ermöglichen, sowie die Integration mit dem TechPRO®-Diagnosegerät, welches das Aktionsfeld noch erweitert.

Alle MAHLE ArcticPRO®-Klimaservicegeräte ermöglichen als Standard mit ihrer integrierten Spülfunktion ein schnelles und kostengünstiges Spülen von Klimaanlagen mit den Kältemitteln R134a bzw. R1234yf. Dabei müssen ein externes Spülgerät sowie Teile aus einem Spülset verwendet werden – beide sind separat erhältlich. Nach dem Start der Funktion am Gerät wird die Fahrzeugklimaanlage mit flüssigem Kältemittel unter hohem Druck gespült. Dieses wird anschließend wieder abgesaugt. Dieser Zyklus sollte dreimal durchgeführt werden, um eine möglichst optimale Reinigungswirkung zu erzielen.

Zubehör für das Spülen mit ArcticPRO®-Klimaservicegeräten

Mit den Klimaservicegeräten baut MAHLE sein Angebot für die Vernetzung der Werkstatt weiter aus. Über eine Smartphone-App können Werkstattmitarbeitende die Abläufe und den Gerätestatus einsehen oder automatisch eine Wartung in Auftrag geben. Die ASA-Schnittstelle am Gerät und die Einbindung in das Werkstattnetzwerk ermöglichen einen schnellen Datenaustausch. Auf dem großen Touchscreen, der für alle Geräte Standard ist, hat man alle Informationen, die programmierten Abläufe und den aktuellen Status stets im Blick. Ein Schnellstart ist jederzeit möglich. Während im Hintergrund über WLAN automatische Software-Updates laufen, kann weiter am Fahrzeug gearbeitet werden. Mögliche undichte Stellen im Klimasystem werden mithilfe von Stickstoff oder Formiergas über einen Direktanschluss am Klimagerät schnell entdeckt. Für einen zeitsparenden Service lassen sich die Geräte fernwarten: Per WLAN erhalten Werkstätten einen schnellen Support und Diagnose direkt auf dem Gerät.

Artikelnummer: 1010350276XX

ACX universelles Spülgerät für die Kältemittel R134a und R1234yf

- Spülbehälter mit Halterung für eine flexible Verwendung – ganz unabhängig von Klimaservicegerät und Ort
- In ergonomischer Position: Kontrollschauglas zur Überprüfung von Spülprozess und Kältemittelreinheit
- Flexible Anwendungen: HD-Schlauchanschluss und Adapterset für verschiedene Klimaservicegeräte
- Spüladapterset (⅜" und ¼") ermöglicht den Anschluss an alle handelsüblichen Spüladapter für die Klimaanlage bzw. an einzelne Komponenten der Anlage
- Kupplungsadapterset für die Kältemittel R134a und R1234yf zum Anschluss der ND-Kupplung am Spülgerät
- Optional: Schutzhaube zur Aufbewahrung

Hier finden Sie das noch umfangreichere Sortiment an Klimaservicegeräten und Zubehör.

ArcticPRO® ROU – Recovery Only Unit

- Unbekannte und kontaminierte Kältemittel einfach und sicher aus der Fahrzeugklimaanlage entfernen
- Ecological: Die professionelle und sichere Entsorgung schützt Mensch und Umwelt
- Economical: Die ROU ist in Verbindung mit einem Klimaservicegerät sofort einsatzbereit, es sind keine weiteren Hilfs- und Betriebsstoffe erforderlich
- Efficient: Unser patentierter interner Kreislauf garantiert einen schnellen Service mit einer Rückgewinnungsrate von 95 % innerhalb von 30 Minuten

Artikelnummer: 1010350326XX

Spülset für die Kältemittel R134a und R1234yf

Artikelnummer: 1010350053XX

Das Spülset umfasst spezielle Filter und Zubehör, die für Spülvorgänge benötigt werden. Das Set ist für alle unsere Servicestationen verwendbar.

IDX 500 Kältemittelanalysegerät

Internes Analysegerät für die MAHLE ACX-Klimaservicegeräte für die Kältemittel R134a und R1234yf

- Schneller als das Vorgängermodell
- Eindeutiges Ergebnis, ob sich R134a oder R1234yf in der Anlage befindet
- Größtmöglicher Schutz des Klimaservicegerätes
- Sichere Analyse über ND-Kupplung
- Sofortige Integration am Gerät durch Plug-and-play-Lösung
- Einfache, automatisch geführte Bedienung und umgehendes Messergebnis
- Vollautomatische Steuerung über integrierten Softwareprozess

Artikelnummer: 1010350393XX

Diagnose und Service der Antriebsbatterie

Die Batteriediagnose bei der Wartung und Reparatur von Plug-in-Hybriden und Elektroautos gewinnt zunehmend an Bedeutung – auch zur Ermittlung des Fahrzeugrestwertes bei Leasingrückläufern oder Gebrauchtwagen. Mit der E-SCAN-Funktion der TechPRO®-Gerätereihe können freie Werkstätten jetzt erstmals selbst Batteriediagnosen an E-Fahrzeugen durchführen – mit dem neuen Gerät BatteryPRO E-HEALTH ist das sogar über den Ladestecker möglich! Und da das Kühlsystem des Batteriepacks Kühlmittel enthält, muss es auch regelmäßig gewartet werden – am besten mit dem neuen Spülgerät E-CARE.

Diagnosegerät MAHLE TechPRO® Boost mit E-SCAN

Das erste Testgerät am Markt, das auch Antriebsbatterien über OBD diagnostizieren kann. Mit der E-SCAN-Funktion der TechPRO®-Gerätereihe können freie Werkstätten erstmals Batteriediagnosen an E-Fahrzeugen durchführen. Mit einem Klick stellt das Gerät alle Informationen zum Status des Batteriesystems in einem standardisierten Bericht zur Verfügung. In Kürze wird TechPRO® mit E-SCAN durch die beiden neuen Geräte E-HEALTH und E-CARE perfekt ergänzt!

Artikelnummer: 1010601736XX

E-HEALTH: Batteriediagnose über den Ladestecker

E-HEALTH diagnostiziert Fahrzeugbatterien über den Ladestecker und wertet die gemessenen Daten in der Cloud aus. So lässt sich der Zustand einer Batterie in Relation zu allen anderen erfassten Batterien gleichen Typs einer Flotte einordnen. Zudem erstellt E-HEALTH eine Prognose über die restliche zu erwartende Laufzeit eines Fahrzeugs. Bereits seit Anfang 2022 wird die neue Diagnoselösung gemeinsam mit dem TÜV NORD Mobilität und einem namhaften europäischen Flottenbetreiber in der Praxis erprobt.

E-CARE: Servicegerät zur Wartung der Kühlkreisläufe von Fahrzeugbatterien

E-CARE ist ein Servicegerät zur Wartung der Kühlkreisläufe von Fahrzeugbatterien. Fahrzeug- und Kühlmittelhersteller schreiben bestimmte Wechselintervalle für die eingesetzten Kühlmittel vor. Dank E-CARE kann MAHLE Aftermarket Werkstätten dabei unterstützen, weiteres Geschäftsvolumen jenseits des Verbrennungsmotors zu erschließen.

Die Temperaturregelung des elektrischen „Herzens“ ist für alle Elektro- und Hybridfahrzeuge von entscheidender Bedeutung. Das Kühlsystem des Batteriepacks spielt deshalb eine wichtige Rolle. Da es Kühlmittel enthält, muss es außerdem regelmäßig gewartet werden. Hier kommt die neue E-CARE-Einheit ins Spiel: das vielseitigste und leistungsfähigste Gerät zum Austausch von Kühlmittel auf dem Markt.

Das Gerät ermöglicht das Entleeren, Spülen und Wiederbefüllen des Kühlmittels der Batterien in Elektrofahrzeugen und unterstützt Werkstätten zusätzlich auch bei der Reparatur von E-Fahrzeugen innerhalb des komplexen Thermomanagementsystems.

Weitere Informationen sind hier erhältlich.

MAHLE Insider

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

www.mahle-aftermarket.com
www.mpulse.mahle.com

MAHLE-TK-2.3/2023-02/DE