

Thermomanagement 2

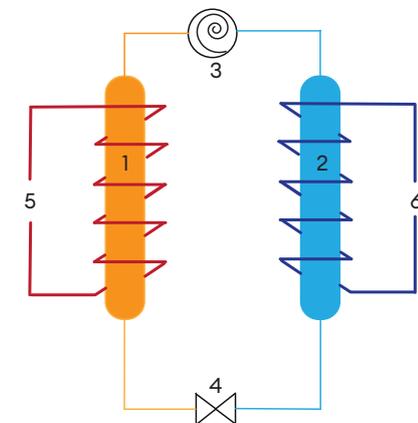
Bordnetzstruktur

Grundlagen

Neben der optimalen Temperatur für die Hochvoltbatterie und die andern Hochvoltkomponenten ist auch das Klima im Fahrgastraum ein wichtiger Faktor bei der Entwicklung von Fahrzeugen. Im Beitrag Bordnetzstruktur, Thermomanagement sind der Aufbau und die Funktion zur Herstellung der optimalen Betriebstemperatur für die Hochvoltkomponenten ausführlich beschrieben. Bei der Klimatisierung des Innenraumes stellt besonders das Heizen eine Herausforderung dar. Ohne die Abwärme des Verbrennungsmotors muss die Wärme für den Innenraum auf einem anderen Weg erzeugt werden. Eine einfache Variante sind PTC-Zuheizer. Diese benötigen aber eine hohe elektrische Leistung und verringern so die Reichweite. Eine weitaus effizientere Möglichkeit bieten Wärmepumpen, da der Betrieb des Kompressors weniger Energie benötigt als ein PTC-Zuheizer.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist, einfach erklärt, eigentlich nichts anderes als eine umgekehrte Klimaanlage. Die Wärmepumpe verdichtet ein Kältemittel und erwärmt dadurch über einen Wärmetauscher die Umgebungsluft. In Bild 1 ist der prinzipielle Aufbau ersichtlich.



- Bild 1: Wärmepumpe
- 1) Verdampfer
 - 2) Kondensator
 - 3) Verdichter
 - 4) Expansionsventil
 - 5) Wärmequelle z.B. Luft
 - 6) Heizung z.B. Innenraum

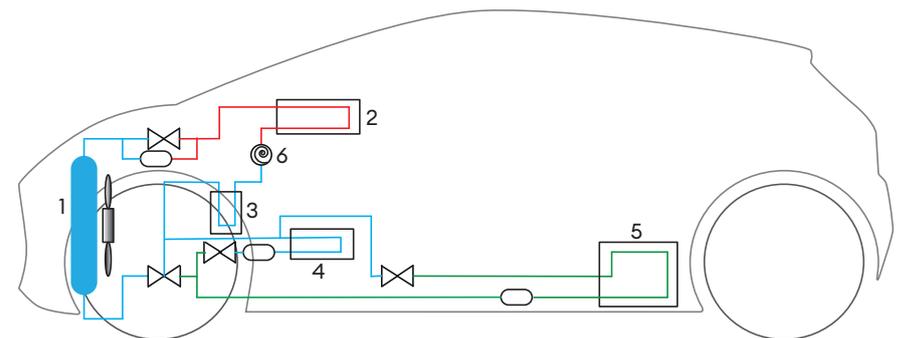
Ein Kompressor verdichtet das gasförmige Kältemittel und fördert es in den Kondensator, wo es flüssig wird und dabei Wärme an die Umgebungsluft abgibt. Danach wird es über ein Expansionsventil oder eine Festdrossel entspannt und anschliessend im Verdampfer gasförmig. Dazu wird Wärmeenergie benötigt, diese kann im Fahrzeug z.B. aus der Luft entnommen werden. Da der Kompressor elektrisch arbeitet, ist es möglich, das Fahrzeug bereits vor der Fahrt aufzuheizen. Geschieht dies sogar noch während das Fahrzeug aufgeladen wird, muss die benötigte Energie nicht direkt aus der Batterie bezogen werden.

Systemaufbau

Wird das System einer Wärmepumpe in einen bestehenden Kältemittelkreislauf einer Klimaanlage integriert, wird der Aufbau sofort komplexer. Man benötigt zusätzliche Ventile und Wärmetauscher. In Bild 2 ist der schematische Aufbau einer solchen Anlage zu sehen. Die blauen Leitungen stellen das Kältemittel als kaltes Medium dar und die roten Leitungen die des warmen Kältemittels. Die grünen Leitungen sind im Heizmodus nicht von Bedeutung. Im Heizmodus ist das Magnetventil vor dem Verdampfer (1) geschlossen. Dadurch muss heisses und flüssiges Kältemittel durch die Festdrossel fließen. Dadurch entsteht vor dem Verdampfer (1) ein Druckabfall und das Kältemittel verdampft. Damit es verdampfen kann, benötigen wir ein Medium, das dem Kältemittel die benötigte Wärme abgeben kann. Hier im Fahrzeug übernimmt diese Aufgabe die Umgebungsluft. Das nun kalte und gasförmige Kältemittel wird über den Trockner (3) vom Kompressor (6) angesaugt. Im Kompressor wird das Kältemittel komprimiert und somit erwärmt. Danach strömt es durch den Heizkondensator (2). Durch das Kondensieren wird Wärme an die Umgebungsluft abgegeben und damit der Innenraum geheizt. Danach strömt es wieder über die Festdrossel in den Verdampfer (1). Folgendes gilt es bei diesem Aufbau zu beachten. Der beschriebene Kreislauf und die Funktion des grossen Verdampfers (1) gilt nur für den Heizbetrieb. Soll der Innenraum gekühlt werden und die Aufgabe der Anlage nun beim Abkühlen des Innenraums liegen, verändern sich die Aufgaben der meisten Bauteile. Beim Betrieb als reine Klimaanlage wird aus dem Verdampfer (1) ein Kondensator und die Magnetventile werden so angesteuert, dass danach das Kältemittel durch den Innenraumverdampfer (4) strömt. Jetzt wird dort der Umgebungsluft durch das Verdampfen Wärme entzogen und der Innenraum gekühlt. Mit Klappen wird die Luft über den Innenraumverdampfer (4) geführt und der Heizkondensator (2) nicht mehr von der Luft durchströmt. Da das Magnetventil vor dem Kondensator (1) nun offen ist, strömt das Kältemittel nun nicht mehr durch die Festdrossel und

im Heizkondensator (2) findet keine Aggregatzustandsänderung mehr statt. Je nach Temperatur werden die Magnetventile des Verdampfers (5) bei der Hochvoltbatterie angesteuert, um dort die Temperatur zu regeln.

Durch den Umstand, dass jetzt bei der Wärmepumpe nur der Kompressor elektrische Energie benötigt, lässt sich die Reichweite im Winter deutlich steigern. Wird zusätzlich die Funktion des Vorheizens genutzt, bevor man im Auto wegfährt, lässt sich noch mehr Energie einsparen. Es braucht weniger Energie, den Innenraum auf einem bestimmten Temperaturniveau zu halten als aufzuheizen. Wird die Anlage mit dem Kältemittel R1234yf befüllt, gilt es jedoch folgenden Umstand zu beachten. Damit die Anlage als Wärmepumpe funktioniert, muss das Kältemittel im Verdampfer (1) mit Hilfe der Umgebungstemperatur verdampfen können. Dies ist bei diesem Kältemittel aber ab einer Umgebungstemperatur, die tiefer als ca. -15°C ist, nicht mehr möglich. Somit muss bei sehr tiefen Temperaturen wieder auf einen PTC-Zuheizer zurückgegriffen werden. Aus diesem Grund werden in Fahrzeugen, welche in die nördlichen Länder ausgeliefert werden, wo diese Temperaturen im Winter keine Seltenheit sind, serienmässig zusätzlich Zuheizer eingebaut. Diesen Nachteil kann man mit CO_2 (= R744) als Kältemittel beseitigen. In solchen Anlagen funktioniert die Wärmepumpe bis zu Temperaturen von -30°C . Zusätzlich kann R744 pro kg Flüssigkeit mehr Wärme transportieren und es ist ein natürlicher Bestandteil der Luft. Da der Druck im Betrieb mit bis zu 130 bar bedeutend höher ist als bei Anlagen mit R1234yf, sind bei der Konstruktion einige Punkte zu beachten. Die verbauten Komponenten müssen diesem Druck standhalten und zur Abdichtung werden Metalldichtungen verwendet. Die Pulsationen bei der Druckerzeugung können störende Geräusche erzeugen. Aus diesem Grund werden hermetisch abgedichtete Kompressoren eingebaut, welche die Geräusche besser dämpfen. Durch den Umstand, dass der Kompressor nicht vom Motor angetrieben wird, ist es möglich, ihn auf einer gedämpften Lagerplatte am Chassis zu montieren. Als Leitungen werden starre Metallrohre verwendet.



- Bild 2: Klimaanlage mit Wärmepumpe im Heizmodus
- 1) Verdampfer/Kondensator
 - 2) Heizkondensator
 - 3) Trockner
 - 4) Innenraumverdampfer
 - 5) Verdampfer Hochvoltbatterie
 - 6) Kompressor
- Festdrossel