

Thermomanagement

Grundlagen

Dass ein Verbrennungsmotor gekühlt werden muss, ist sicher jedem klar. Durch die Verbrennung und die Reibung der mechanischen Teile entsteht Wärme, die abgeführt werden muss. Dies wird durch das Kühlsystem erreicht, welches sich als Flüssigkeitskühlung im Motor etabliert hat. Eine Wirkung des elektrischen Stroms ist ebenfalls die Wärmewirkung, und wenn viel Strom fließt wie bei Elektro- oder Hybridfahrzeugen, so nimmt diese Wärmewirkung stark zu. Bei einem Hybridfahrzeug kann man je nach Bauform mehr oder weniger auf das Kühlsystem des Verbrennungsmotors zurückgreifen, bei Elektrofahrzeugen besteht diese Möglichkeit nicht. Um die wichtigsten Bauteile des Bordnetzes wie Batterie, Leistungselektronik oder den Elektromotor vor thermischer Überlastung zu schützen, benötigt man ein spezielles Thermomanagement mit verschiedenen Kreisläufen.

Aufbau

Eine einfache Variante für Fahrzeuge mit geringer Leistung bietet der Kältemittelkreislauf der Klimaanlage. Bei diesem System geht es hauptsächlich darum, die Batterie in einem günstigen Temperaturbereich zu betreiben. So muss sie bei tiefen Aussentemperaturen geheizt und bei Lade- oder Entladevorgängen mit hohen Strömen abgekühlt werden. Die Batterie soll nach Möglichkeit eine Temperatur von 60°C nicht überschreiten. In Bild 1 ist der schematische Aufbau

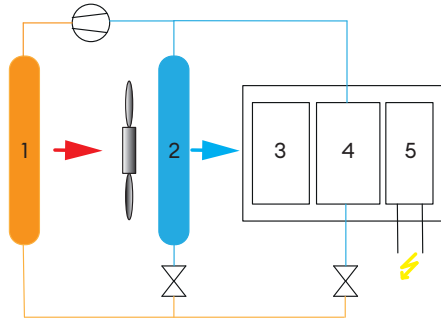


Bild 1: Direkte Batterieerwärmung

1. Kondensator
2. Verdampfer
3. Hochvoltbatterie
4. Kühlplatten
5. Elektrischer Zuheizung

dargestellt. Das Batteriemodul besteht aus der Batterie selbst, den Kühlplatten und einem elektrischen Zuheizung. Dabei befindet sich zwischen den Batteriesegmente immer eine Kühlplatte, welche vom Kältemittel durchströmt wird. Sollte die Temperatur zu tief sein, wird das Batteriemodul durch den elektrischen Zuheizung aufgewärmt. Bei Bordnetzen, die für leistungsstärkere Fahrzeuge konzipiert sind, braucht es eine effizientere Kühlung. Hier reicht eine direkte Kühlung mit dem Kältemittel oft nicht aus. In diesem Fall setzt man auf eine indirekte Batterieerwärmung

mit einem zusätzlichen Kältemittelkreislauf, wie er in Bild 2 dargestellt ist. Dieses System besteht aus drei Kreisläufen. Der eine arbeitet für die HV-Batterie. Dafür ist er mit einem Niedertemperaturkühler und einem Zuheizung ausgerüstet, um bei hohen Temperaturen zu kühlen und bei tiefen (Aussen-) Temperaturen zu heizen. Er ist zusätzlich über einen Chiller mit dem Kältemittelkreislauf der Klimaanlage verbunden. Um eine möglichst lange Lebensdauer der Batterie zu erreichen, beträgt die Soll-Temperatur in diesem Kreislauf zwischen 15 und 30°C. Im Fahrbetrieb wird die Temperatur durch den Niedertemperaturkühler (1) heruntergekühlt. Sollte dies nicht ausreichen, wird sie mithilfe des Chillers (4) weiter abgesenkt. Dabei wird das Kältemittel im Chiller durch das Kältemittel der Klimaanlage zusätzlich abgekühlt. Mit dieser Massnahme wird auch bei hohen Temperaturen eine ausreichende Kühlung sichergestellt. Herrschen tiefe Aussentemperaturen, wird das Kältemittel im Zuheizung (7) erwärmt und sorgt so für die gewünschte Betriebstemperatur der Batterie. Einen zweiten Kreislauf gibt es für die E-Maschine und die Leistungselektronik. In diesem Kreislauf soll die Temperatur einen Wert von 60°C nicht überschreiten. Die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Kühlkreisläufen ist der Grund, weshalb das System zwei getrennte Kreisläufe benötigt. Da durch den guten Wirkungsgrad der elektrische Antrieb nur sehr wenig Verlustwärme abgibt, benötigt man auch für die Innenraumheizung (= dritter Kreislauf) einen zusätzlichen Luftheizer (6). Somit kann die Heizung bei Fahrt und im Stand realisiert werden. Die erforderliche Energie kommt aus der Batterie, was sich negativ auf die Fahrzeugreichweite auswirkt.

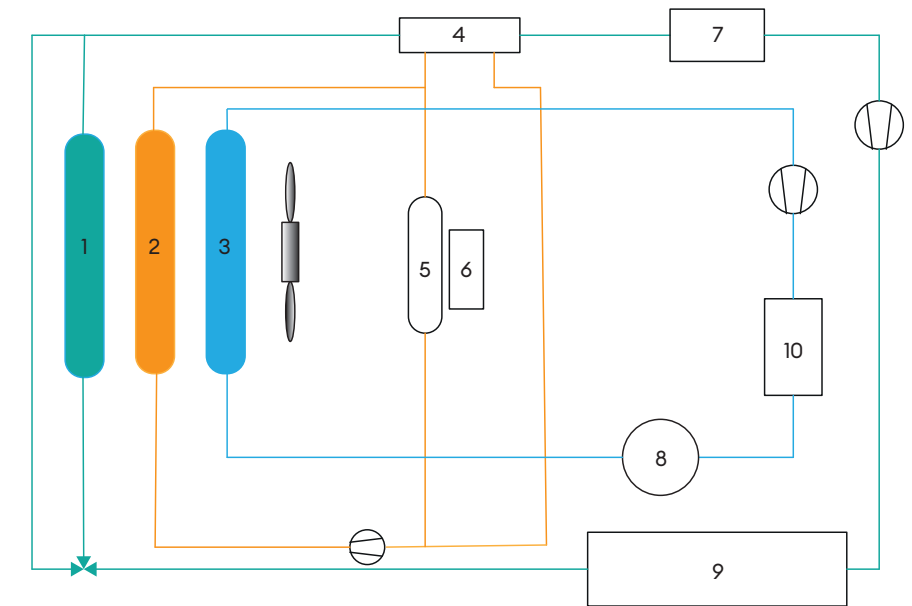


Bild 2: Indirekte Batterieerwärmung

1. Niedertemperaturkühler Batterie
2. Kondensator
3. Niedertemperaturkühler E-Maschine & Leistungselektronik
4. Chiller
5. Verdampfer
6. Luftheizer Innenraum
7. Hochvolt Kältemittelheizung
8. E-Maschine
9. Batterie
10. Leistungselektronik

Bordnetzstruktur

Bauteile

Ein besonderes Bauteil ist der Chiller. Er ist ein spezieller Wärmetauscher, der vom Kältemittel wie auch vom Kältemittel der Klimaanlage durchströmt wird. Die Absenkung der Temperatur des Kältemittels erfolgt durch die Verdampfung des Kältemittels im Chiller. Durch diese Aggregatzustandsänderung entzieht man dem Kältemittel Wärme.

Als Wasserpumpen werden elektrische Pumpen mit integrierter Regelung eingesetzt. Sie werden je nach geforderter Kühlleistung stufenlos zugeschaltet und arbeiten bedarfsgerecht.

Die Batterie wird mit Kühlplatten gekühlt, die zusammen mit den Batteriesegmenten ein zusammengehörendes Bauteil bilden, das Batteriemodul. Darin wechseln sich die Kühlplatten und die Batteriesegmente immer ab. Die Kühlplatten werden in Simulationen genau an die jeweilige Batterie angepasst. So erhält man einen optimalen Wärmetauscher mit einem geringen Druckverlust und einer hohen Kühlleistung.

Zum Heizen werden elektrische PTC-Zuheizung verwendet. Diese können Leistungen bis zu 7 kW aufnehmen. Um die Reichweite nicht zu stark zu verringern, können für den Innenraum auch effiziente Wärmepumpen eingesetzt werden.

Als Niedertemperaturkühler werden normale Aluminiumkühler verbaut. Da es sich um Niedertemperaturkühler handelt, sind diese von der Baugröße her kleiner als ein Kühler bei einem Verbrennungsmotor. Bei den anderen gängigen Bauteilen wie Thermostaten, Ausgleichbehältern, Absperrventilen und elektrischen Kühlerlüftern handelt es sich um dieselben Bauarten, wie man sie von herkömmlichen Kühlsystemen kennt.