

Immer cool bleiben

Thermomanagement | Wie verändert die Elektromobilität das Thermomanagement in Autos und welches klimafreundliche Kältemittel wird sich zukünftig durchsetzen? Antworten auf diese Fragen lieferte Zulieferer Denso auf seiner Jubiläumsfeier.



Ein BMW i7 steht im Denso-Windkanal, um die Klimaanlage ausgiebig testen zu können.

Foto: Alexander Junk

Oktober zahlreiche Geschäftspartner ein und gewährte einen Blick hinter die Kulissen. Unter anderem gab es interessante Einblicke in die Entwicklung von Klimaanlage und das Thermomanagement von modernen Elektroautos. Werner Hünemörder, Teamleader R&D Air Conditioning bei Denso Automotive, referierte über die unterschiedlichen Systeme, die aktuell in Stromern zum Einsatz kommen.

Im Gegensatz zum Verbrenner müssen bei einem E-Auto nicht nur der Innenraum, sondern auch die Batterie des Fahrzeugs und Komponenten wie die Leistungselektronik und der Antriebsstrang klimatisiert werden. Und während es im Innenraum mit rund 22 Grad Celsius für die Insassen am angenehmsten ist, muss die Batterie in einem Temperaturfenster von rund 15 bis 35 Grad Celsius gehalten werden. Und das sowohl im Winter als auch im Sommer und auch bei der Schnellladung und bei hohen Geschwindigkeiten. Während zu kalte Temperaturen der Batterie laut Hünemörder nichts ausmachen, sind hohe Temperaturen schädlich für den Stromspeicher

Der japanische Zulieferer Denso ist kein Unbekannter in der Branche und laut Statistik zweitgrößter Zulieferer weltweit nach Umsatz. In Eching bei München entwickelt die deutsche Niederlassung Denso

Automotive Deutschland GmbH unter anderem Klimatisierungs-Lösungen für alle wichtigen OEM und kann diese Lösungen im eigens konstruierten Windkanal testen. Der Windkanal bietet unter anderem die Möglichkeit, Windgeschwindigkeiten von bis zu 165 Kilometer pro Stunde und Temperaturen von minus 30 bis plus 50 Grad Celsius und Sonneneinstrahlung simulieren zu können – und das bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Fahrzeugs von bis zu 250 Kilometer pro Stunde.

Wohlfühltemperatur der Batterie

Auf der Jubiläumsveranstaltung zum 75-jährigen Bestehen lud Denso Ende



Foto: Alexander Junk

Ein Chiller aus dem Thermomanagement-Kreislauf eines Elektroautos.

Kurzfassung

Die Klimatisierung von E-Autos stellt hohe Anforderungen an das Thermomanagement. Zulieferer Denso hat vor Ort gezeigt, wie solche Systeme aufgebaut sind und was für Herausforderungen bestehen.



Foto: Alexander Junk

Klimaanlagen-Experte Werner Hünemörder stellte Thermomanagement-Systeme vor.

und können ab einem gewissen Maß zur Zerstörung oder zum Brand der Batterie führen – das sollte natürlich unbedingt verhindert werden.

Eine weitere Herausforderung: Die Abwärme des Verbrennungsmotors entfällt beim E-Auto weitgehend, sodass sie bei eisigen Temperaturen nicht zur Klimatisierung genutzt werden kann. Thermomanagement-Systeme in E-Autos müssen deshalb sowohl kühlen als auch heizen können. Das stellt die Fahrzeugentwickler vor Herausforderungen, denn die Energiedichte der Traktionsbatterie eines Elektroautos ist mit rund 0,65 Megajoule pro Kilogramm im Vergleich zum Dieselmotorkraftstoff (43 Megajoule pro Kilogramm) deutlich niedriger. Es ist also

trotz des hohen Wirkungsgrades der E-Autos deutlich weniger Energie zum Fahren und zur Klimatisierung vorhanden.

Das macht sich besonders im Winter bemerkbar, wo die Batteriekapazität durch niedrige Temperaturen ohnehin eingeschränkt ist und durch den Einsatz eines PTC-Hochvoltheizers, so wie er in vielen Stromern zum Einsatz kommt, die Reichweite nochmals reduziert wird. Je nach Einsatzweise der Heizung und durch häufige Anwendung wird die Reichweite des E-Autos durch solche Heizer um bis zu 50 Prozent reduziert.

20 Prozent mehr Reichweite

Abhilfe schafft der Einsatz von Wärmepumpen, die in einigen E-Autos bereits Standard oder gegen Aufpreis erhältlich sind. Hiermit lässt sich die Reichweite des E-Autos um bis zu 20 Prozent erhöhen, indem die Abwärme des Systems intelligent genutzt wird. Im Sommer funktionierte die Wärmepumpe umgekehrt und übernimmt die Funktion der Klimaanlage. Das Arbeitsprinzip der Wärmepumpe basiert auf einem geschlossenen Kreislauf mit einem speziellen Kältemittel, das seinen Aggregatzustand zwischen flüssig und gasförmig wechselt. Der Prozess beginnt am Verdampfer, wo das Kältemittel Wärme aus der Umgebung aufnimmt und dabei verdampft. Anschließend erhöht ein elektrisch betriebener Kompressor den Druck des gasförmigen Kältemittels, wodurch

es sich erhitzt. Das erhitzte Gas wird dann in einen Kondensator geleitet, wo es seine Wärme an einen Wärmetauscher abgibt und sich wieder verflüssigt. Zum Abschluss durchläuft das flüssige Kältemittel ein Expansionsventil, wodurch der Druck abfällt und das Kältemittel erneut verdampft. Dann beginnt der Kreislauf von vorn.

Intelligente Systeme kombinieren die Wärmepumpe oft mit PTC-Heizern für ein schnelles Aufheizen, bevor die effizientere Wärmepumpe übernimmt, um die Temperatur zu halten. Bei einfachen Systemen wird durch die Wärmepumpe nur der Innenraum des Fahrzeugs klimatisiert und ein weiterer Kreislauf übernimmt die Klimatisierung der Batterie, während fortschrittlichere Systeme beides kombinieren. Je nach Fahrzeughersteller kommen hier unterschiedliche Varianten zum Einsatz.

Natürliche Kältemittel

Im zweiten Teil seines Vortrags ging Hünemörder auch auf die Kältemittel ein, die zur Klimatisierung verwendet werden (siehe auch Kasten oben). Das in neueren Fahrzeugen weit verbreitete R1234yf in Klimaanlagen könnte laut Hünemörder langfristig verboten werden, um den Einsatz per- und polyfluorierter Chemikalien (PFAS) einzuschränken. Laut Hünemörder stünden CO₂ (R744) und Propan (R290) als natürliche Alternativen zur Verfügung. Alexander Junk

Welches Kältemittel setzt sich durch?

Es gibt verschiedene Kältemittel für Klimaanlagen und Wärmepumpen. Jedes Mittel hat seine spezifischen Vor- und Nachteile:

- **R134a**
In vielen älteren Fahrzeugen eingesetzt. Wurde in der EU ab 2011 aufgrund des hohen Treibhauspotenzials (GWP) von 1.440 verboten.
- **R1234yf**
Momentan das Standard-Kältemittel für neue Autos mit einem niedrigen GWP-Wert von unter 150. R1234yf ist entflammbar, wenn auch nur leicht. Enthält per- und polyfluorierte Chemikalien (PFAS).
- **R744 (CO₂)**
Bereits bei VW im Einsatz. Vorteil ist die hohe Verfügbarkeit, es benötigt aber sehr hohe Drücke und ist weniger ideal in heißen Ländern.
- **R290 (Propan)**
Gute Eigenschaften als Kältemittel und günstige Herstellung. Propan könnte auch ohne komplexe Modifikationen in konventionellen Klimaanlagen genutzt werden, es ist jedoch leicht entflammbar.



Foto: Alexander Junk

Am Standort Eching werden Klimaanlagen gemäß den Vorgaben der OEM entwickelt.