© Fotografie Hammerer

Dipl.-Ing. Holger Großmann
 Springer-Vieweg-Fachbuchautor,
 Leiter von Konferenzen und
 Seminaren, ehemals Audi AG

Kältemittel R1234yf und CO₂ im Vergleich

Thermodynamisch verhält sich das neue Kältemittel R1234yf ähnlich wie das bisherige R134a. Das Treibhauspotenzial, auch Global Warming Potential genannt, vermindert sich mit ihm von GWP 1430 auf 4 (GWP-Zahlenwerte Stand 2013). Dabei ist das Kältemittel R744 (Kohlenstoffdioxid oder CO₂) mit GWP 1 die Referenz. Nach Vorgaben der EU-Kommission (Richtlinie 2006/40/EG) dürfen in Pkw-Klimaanlagen schon bald, ab dem 1. Januar 2017, nur noch Kältemittel mit einem GWP kleiner als 150 für Neufahrzeuge verwendet werden. Die beiden Kältemittel R1234yf und R744 erfüllen diese Richtlinie, jedoch wurden mit R1234yf Fluorwasserstoffe nachgewiesen, aus denen sich gefährliche Flusssäure bilden kann, wenn das Auto brennt. Die Anpassungen für R1234yf beschränken sich auf ein neues Expansionsventil, wobei der Kältemittelmassenstrom erhöht wird, um die kleinere spezifische Verdampfungswärme auszugleichen.

Bei Systemen mit R744 sind die Drücke bis zu zehn Mal höher als mit R1234yf. Im Sommer beträgt der Hochdruck etwa 100 bar und befindet sich oberhalb des sogenannten kritischen Drucks (überkritischer Prozess). Die Regelung ist dadurch anspruchsvoller, aber nicht problematisch. Die Leistungszahl (COP, Coefficient of Performance) ist für gemäßigte klimatische Bedingungen gleichwertig, jedoch in heißen und feuchten Klimazonen geringfügig ungünstiger. Dies kann konstruktiv kompensiert werden, da die Komponenten aufgrund der höheren volumetrischen Kälteleistung kompakter bauen.

Bei E-Autos kann die Reichweite im Winter durch die elektrische Beheizung der Kabine um gut 50 % reduziert sein. Wärmepumpen (WP) können diesen Mangel teilweise ausgleichen, im Fall einer R1234yf-WP jedoch nur bis zu einer Außenlufttemperatur von circa -5 °C. Bei tieferen Werten ist eine elektrische Zusatzheizung erforderlich. Eine R744-WP dagegen arbeitet unterhalb von -5 °C mit einer höheren Heizleistung und ohne Undichtheiten, die bei anderen Systemen durch Unterdruck auftreten können. Sie ist deshalb die bessere Wahl. Bei allen Wärmepumpen mit Umgebungsluft als Wärmequelle kann der Wärmeübertrager im Frontend vereisen, insbesondere durch Gisch und Schneematsch. Hier besteht Handlungsbedarf.

In der Klimaanlage wird die Luft gekühlt und weitgehend entfeuchtet. Das entstehende Kondensat wird ins Freie abgeführt. Nach dem Ausschalten verbleiben aber bei heutigen Klimaanlagen circa 0,3 l Wasser im Verdampfernetz. Dort können biologische Prozesse zu Geruchsbelästigungen führen. Auch wurde plötzlicher Scheibenbeschlag beobachtet. Diese Mängel können mit einer R744-Klimaanlage vermieden werden, da deren Verdampfer vollständig neu gestaltet wird.

Beim 14. Karlsruher Fahrzeugklima-Symposium der TWK GmbH am 2. Juni 2016 wurde deutlich, dass aus technischer Sicht dem Einsatz von R744 in Pkw-Klimaanlagen grundsätzlich nichts mehr im Weg steht. Meines Erachtens kann R1234yf nur eine vorübergehende Lösung sein. Dagegen hat R744, insbesondere für elektrisch betriebene Pkw, eine vertrauensvolle Zukunft.