ADAC Position zum neuen Kältemittel R1234yf für Klimaanlagen in Kraftfahrzeugen (02.14.1000 – 27736 – STAND 03-2014)

Hintergrund

Die EU-Richtlinie 2006/40/EG schreibt ein Verbot von fluorierten Treibhausgasen mit einem GWP-Wert (Global Warming Potential) von mehr als 150 für neue Fahrzeugtypen ab 2011 vor. Die Industrie hat deshalb in den letzten Jahren mehrere alternative Kältemittel zur Anwendung im Kraftfahrzeug untersucht. Einige hat sie wegen erhöhter Brennbarkeit, ungünstiger thermodynamischer Eigenschaften oder gesundheitlicher Risiken verworfen. Taugliche Alternativen sind: R744 (Kohlendioxid; GWP-Wert 1) und ein neues synthetisches Kältemittel von Honeywell und DuPont: HFO1234yf (Hydrofluor-Olefine bzw. Tetrafluorpropylen, GWP Wert 4). Fahrzeughersteller im Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA) hatten sich bereits im September 2007 darauf verständigt, als weltweit erste Automobilunternehmen das besonders umweltfreundliche natürliche Kältemittel R744 (CO_2) künftig in Fahrzeugklimaanlagen einzusetzen. Alle Automobilhersteller haben sich indes in folgenden Jahren auf HFO1234yf –auch unter der Bezeichnung R1234yf bekannt – als künftiges Kältemittel geeinigt. Bei dieser Substanz handelt sich wieder um einen speziellen Fluorkohlenwasserstoff (FKW).

Aktueller Sachstand

Die Brennbarkeit und die Bildung von giftiger und stark ätzender Flusssäure bei Überhitzung des Kältemittels R1234yf werden seit etwa 2008 von der Deutschen Umwelthilfe (DUH) und dem Umweltbundesamt (UBA) kritisiert. Mit zwei spektakulären Brandtests – einer mit Unterstützung durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -Prüfung (BAM) – hat die DUH die Öffentlichkeit für das Thema sensibilisiert. Es wurden dafür die Kältekreisläufe älterer Fahrzeugmodelle ohne spezielle Anpassung mit dem neuen Kältemittel R1234yf befüllt und dann eine Undichtigkeit im Bereich heißer Abgasrohre provoziert. Das an dieser Stelle austretende Kältemittel und -öl entzündete sich. Es konnte hierbei die Bildung von gasförmigem Fluorwasserstoff – aus dem in Verbindung mit Wasser Flusssäure entsteht – nachgewiesen werden. Das UBA hatte im Oktober 2009 die BAM mit mehreren Untersuchungen – unter anderem mit Messungen im Fahrzeug zum Brandverhalten des Kältemittels R1234yf im Vergleich mit dem bisher eingesetzten Kältemittel R134a – beauftragt:

Der Entzündungsversuch eines aus der Lüftungsanlage austretenden R1234yf- Gasstroms mittels Hochspannungsfunken endete ohne Brand und Fluorwasserstoff.

In einem weiteren Versuch der BAM wurde der Innenraum eines Fahrzeuges mit einer unrealistisch großen Dosis R1234yf (doppelte Menge eines üblichen Kältesystems) befüllt und dann Teile eines Sitzposters entzündet, was auch ein Abbrennen des Kältemittel/Luftgemisches nebst Fluorwasserstoffbildung bewirkte.

Im September 2011 führte die Zeitschrift Autobild einen plakativen Versuch durch: In dem Institut für Chemie der Universität München wurde ein Schweinekopf (Metzgerei-Abfall) mit Fluorwasserstoff begast. Autobild hat aus der Verätzung des Kadavers einen praktischen Beweis für die Gefährlichkeit des neuen Kältemittels abgeleitet. Das Kältemittel R1234yf (chem. Summenformel C 3 H 2 F 4) besteht wie das bisherige Kältemittel R134a aus den chemischen Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff

und Fluor – allerdings in einer anderen chemischen Struktur, was bei einer einfachen Freisetzung in die Umwelt weniger Klimaschädlichkeit bedingt. Beide Kältemittel zerfallen bei starker Überhitzung oder Verbrennung in die ursprünglichen Elemente bzw. in einfachere Verbindungen; also u. a. in Fluorwasserstoff (HF). Anscheinend sind die HF-Konzentrationen in den Rauchgasen eines Fahrzeugvollbrandes kein spezielles Problem, denn von etwaigen Verletzungen ist bislang nichts bekannt geworden. Grundsätzlich enthalten die Brandgase eines Fahrzeuges immer sehr viele ätzende, aggressive, toxische oder kanzerogene Substanzen. Die ersten Autos mit dem neuen Kältemittel wurden zunächst Ende des Jahres 2011 erwartet. Aufgrund von Lieferschwierigkeiten der Hersteller Dupont und Honeywell sollte die Auslieferung relevanter Großserienfahrzeuge mit R1234yf erst zum Ende des zweiten Halbjahres 2012 starten. Der Gesetzgeber belangte die Fahrzeughersteller wegen der Lieferschwierigkeiten nicht. Dieses Moratorium war bis zum 31.12.2012 befristet.

Am 25. September 2012 verkündete Mercedes-Benz nach einem internen „Real-Life-Prüfverfahren“ kein R1234yf mehr in Fahrzeuge einzufüllen. Bereits damit ausgelieferte Fahrzeuge (etwa 700) werden zurückgerufen, um R1234yf gegen R134a (GWP-Wert 1440) auszutauschen. Hintergrund für diese Maßnahme ist die Erkenntnis aus dem „Real-Life-Prüfverfahren“, dass sich R1234yf in einem heißen Motorraum – anders als unter bisherigen Labortestbedingungen – als zündfähig erweisen kann.

Im November 2012 verbreitete Prof. Ferdinand Piëch, Aufsichtsratsvorsitzende der Volkswagen AG, in einem Interview, dass CO 2 das „richtige Kältemittel“ sei.

Anfang Februar 2013 hatten Daimler, BMW und Audi die Expertengruppe des Weltverbands der Automobilingenieure (SAE) verlassen, weil kein Einvernehmen in der Sicherheitsbeurteilung von Fahrzeugen mit R1234yf erzielt werden konnte.

Mitte Februar 2013 schrieb die EU-Kommission an die Bundesregierung, dass sie noch keinen Grund für einen weiteren Aufschub der EU-Richtlinie 2006/40/EG erkennen könne. Die EU-Kommission forderte zudem das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) auf, alle neu zertifizierten Modelle mit dem verbotenen R134a zu benennen und darzulegen, was die Behörde zu tun gedenke, um die Konformität mit dem Gesetz wiederherzustellen. Ende Februar 2013 hatte die Daimler AG verkündet, künftig auf das Kältemittel CO 2 zu setzen. Daimler-Vorstand Thomas Weber sagte: "Es freut uns sehr, dass wir uns darauf verständigen konnten, diese nachhaltige und sichere Lösung gemeinsam mit Audi, BMW, Porsche und Volkswagen mit Einbindung des VDA voranzutreiben." Am 3. April 2013 hatte Opel einen Front-Crashtest vom Opel Mokka veröffentlicht. Die Klimaanlage war mit dem Kältemittel R1234yf befüllt. Es konnte nach dem Crash kein Brand registriert werden. Einzelheiten zum Test sind unbekannt, weil der Untersuchungsbericht des TÜV Rheinland von Opel nicht veröffentlicht wurde. Die von Opel veröffentlichte Presseverlautbarung und Videosequenz sind kein hinreichender Sicherheitsnachweis.

Das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) hatte am 8. August 2013 den „Vorabbericht über Versuche mit Fahrzeugen zur Entflammung und HF-Exposition mit Fahrzeugklimaanlagen bei Verwendung von R1234yf“ veröffentlicht. Aus der Presse-Verlautbarung des KBA:

„Für die Testdurchführung wurden die vier zulassungsstärksten Modelle gewählt, die gemäß ihrer Typgenehmigung das neue Kältemittel R1234yf verwenden. Die Tests wurden unter Federführung und im Auftrag des KBA in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bundesanstalt

für Materialforschung und -prüfung und dem Umweltbundesamt entsprechend der gemeinsam entwickelten Testparameter durch den TÜV Rheinland durchgeführt. Im Laufe der Untersuchung wurden Fahrzeuge einem Crashtest in Anlehnung an dieUN Regelung 94 unterzogen. Die Schadensbilder der ausgewählten Crashfahrzeuge wurden analysiert, insbesondere im Hinblick auf die Komponenten des Kältemittelkreislaufs. Es folgten Ausströmversuche des Kältemittels in den verunfallten Kfz mit heißem Motor, die weitere Erkenntnisse zur Beurteilung des Risikos liefern sollten. Im Ergebnis haben sich bei diesen Versuchen keine hinreichenden Nachweise einer ernsten Gefahr im Sinne des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG) bei den hier getesteten und auf dem Markt befindlichen
Fahrzeugtypen ergeben. Entsprechend sind daher durch das KBA Maßnahmen nach dem ProdSG konkret nicht einzuleiten. Um sicherzustellen, dass das betrachtete Testspektrum nicht zu eng gewählt war, hat sich das KBA zum Zwecke der Ergebnisabsicherung über das empirisch nachgewiesene Schadensbild hinaus für ergänzende Versuche entschieden, um abzuprüfen, ob etwa bei verschärften Versuchsbedingungen Gefahrfälle zu erwarten wären. Bei diesen Versuchen sind in zwei Fällen Fluorwasserstoffexpositionen sowie in einem Fall zusätzlich reproduzierbare Entflammungen festgestellt worden, die auf Risiken des Kältemitteleinsatzes von R1234yf hinweisen. Vergleichstests mit dem „alten“ Kältemittel R134a führten hingegen zu keinen Gefährdungsszenarien.“

Der Abschlussbericht des KBA wurde am 8. Oktober 2013 veröffentlicht. Aus dem Fazit des Berichtes: „Die Auswertung der Versuchsergebnisse bestätigt im Wesentlichen die Aussagen des Vorabberichtes.

…Es lässt sich weiterhin folgendes zusammenfassen:

Aufgrund der Vergleichsmessungen mit dem bisherigen Kältemittel R134a in Stufe 3 bleibt festzuhalten, dass das generelle Sicherheitsniveau von Kraftfahrzeugen durch den Einsatz von R1234yf tendenziell verschlechtert wird, da beim Einsatz von R134a während des Tests keinerlei kritisches Schadensereignis erzeugt werden konnte.

Durch die funktionsbedingte Lage von Klimaanlagenkomponenten in crashrelevanten Zonen des Fahrzeugs (Front-Kondensator und Kältemittelleitungen) könnte es zu Fahrzeugbränden in Situationen kommen, die es in bisherigen Fahrzeugen zurzeit nicht gibt. Andere brennbare Stoffe sind in heutigen Fahrzeugkonstruktionen möglichst crashsicher angeordnet (z.B. Kraftstoffleitungen im hinteren Bereich des Motorraumes). Insofern steht der Einsatz von R1234yf im Widerspruch zu den intendierten europäischen Zielen der Verringerung der Gefährdungen im Straßenverkehr. Da nach wie vor nicht vollständig bekannt ist, unter welchen Bedingungen und mit welchen Faktoren es zu einer Kältemittelentflammung und Fluorwasserstoffexpositionen in Kraftfahrzeugen kommen kann, das Eintreten eines solchen Ereignisses aber unmittelbar zu einer ernsten Gefährdung für die Gesundheit von Fahrzeuginsassen und Ersthelfern führt, wird mit Nachdruck empfohlen, die Umstände weiter zu untersuchen. Gegenstand dieser Untersuchung sollte ebenfalls sein, ob diese Erkenntnisse zukünftig in das Genehmigungsverfahren von Fahrzeugen aufgenommen werden und Sicherheitsanforderungen für Fahrzeugklimaanlagensysteme gesetzlich festgelegt werden sollten. Da Typgenehmigungsvorschriften auf europäischem Recht basieren, stehen das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und das KBA diesbezüglich in Kontakt mit der Europäischen Kommission, um weitere Schritte festzulegen.“ Die DUH veröffentlichte am 21. Januar 2014 die Ergebnisse eines Brandversuches. Ein aktuelles, serienmäßiges Fahrzeug mit R1234yf wurde

in einem speziellen Tunnel angezündet. In den Brandgasen wurden „alarmierende Mengen“ – bis zu 45 ppm – von Flurwasserstoff nachgewiesen. Ende Januar 2014 hatte die EU-Kommission ein Vertragsverletzungsverfahren in Sachen Kältemittel in Autoklimaanlagen gegen die Bundesrepublik Deutschland eingeleitet. Das mit der Bewertung des KBA-Kältemitteltests beauftragte Joint Research Center (JRC) der Europäischen Kommission veröffentlichte am 3. März 2014 seinen Abschlussbericht und sieht keine Sicherheitsbedenken hinsichtlich der Verwendung von R1234yf. "Unter normalen und vorhersehbaren Verwendungsbedingungen" gebe es keine Hinweise auf ernsthafte Risiken, heißt es in dem Bericht. Es wurden bzw. werden (Stand 03/2014) bislang folgende Modelle mit R1234yf ausgeliefert:

BMW i3 ab 2013
Chevrolet Malibu ab 2012
Chevrolet Trax ab 2012
Citroen C4 PICASSO ab 2013
Ford Tourneo Custom (M1) ab 2013
Ford Transit (M1) ab 2013
Hyundai i10 ab November 2013
Hyundai i30 von März 2012 bis August 2012, ab 2013
Hyundai Santa Fe ab 2013
Kia Cee´d von Juni 2012 bis August 2012, ab 2013
Kia Optima ab Mai 2012
Kia Sportage ab 2012
Kia Carens ab 2012
Mazda CX-5 von April 2012 bis Mai 2012
Mercedes-Benz SL von September 2011 bis Mai 2012
Mitsubishi Space Star ab 2012
Nissan Note ab 2014
Nissan Quahqai ab Februar 2014
Lexus GS von Juli 2012 bis November 2012
Opel Mokka ab Januar 2013
Peugeot 308 ab September 2013
Renault Zoé ab 2013
Subaru XV ab März 2012
Subaru BRZ ab September 2012
Subaru Forester ab 2013
Subaru Impreza ab 2013
Suzuki SX4 ab Oktober 2013
Tesla Modell S ab 2013
Toyota GT86 von September 2012 bis Juni 2013
Toyota Prius Plus von Juni 2012 bis August 2012

Position des ADAC:

- Eine etwaige Erhöhung der Brandgefahr – besonders bei Unfällen – gegenüber dem bisherigen Kältemittel R134a kann aus Gründen der bestmöglichen Sicherheit nicht akzeptiert werden.

- Auf die Brandsicherheit der Fahrzeuge mit R1234yf ist auch deshalb größte Aufmerksamkeit zu richten, weil bei Verbrennung bzw. Überhitzung gefährliche Substanzen –etwa Fluorwasserstoff – entstehen können.
- Fahrzeughersteller, die das Kältemittel R1234yf eingefüllt haben oder weiter einfüllen sind aufgefordert, öffentlich mit einem authentischen Sicherheitsnachweis (etwa FMEA; Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) die Brandsicherheit für jedes Fahrzeugmodell unter Beweis zu stellen, weil die Sicherheit nicht nur vom Kältemittel, sondern auch von der konstruktiven Gestaltung der Klimaanlage und anderer Fahrzeugkomponenten abhängig ist.
- Bei allen Neufahrzeugen muss im Motorraum eine deutliche Kennzeichnung (etwa Aufkleber) über das verwendete Kältemittel informieren.
- Bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten von Klimaanlagen mit neuen Kältemitteln darf es keine Übervorteilung der Verbraucher durch unangemessene Kosten geben. Dies ist besonders im Zusammenhang mit der Quasi-Monopolstellung der Anbieter von R1234yf – Dupont und Honeywell – zu beachten.
- Der ADAC empfiehlt – wie bereits 2007 seitens des VDA angekündigt – Klimaanlagen mit dem natürlichen Gas/Kältemittel Kohlendioxid (R744) als besonders umweltfreundliche und sichere Alternative weiter zu entwickeln und so schnell wie möglich in den Marktzu bringen.
- Kohlendioxid wird schon sehr lange in stationären Anlagen als Kältemittel eingesetzt. Die besonderen konstruktiven Anforderungen zum zuverlässigen und sicheren Einsatz einer entsprechenden Kälteanlage bzw. Klimaanlage in einem Kraftfahrzeug werden vom ADAC als lösbar eingeschätzt.
- Die effektiven Kosten für den Autofahrer bewegen sich bei Klimaanlagen mit R1234yf und R744 voraussichtlich auf etwa gleichem Niveau.

ADAC e.V.
Technik Zentrum, 19. März 2014
Otto-Lilienthal-Straße 2, 86899 Landsberg a. Lech tet@adac.de