

Teil 1

DAS GIFTGAS AUS DER AUTO-KLIMAANLAGE

Gerade in den Sommermonaten ist heute eine Klimaanlage in unseren Kraftfahrzeugen nicht mehr wegzudenken. Dadurch kann eine angenehme Raumluft in der Fahrerkabine unabhängig von äußeren Einflüssen, wie Temperatur, Feuchtigkeit etc., erzeugt und aufrechterhalten werden. Man bedient sich dabei sogenannter Kältemittel (Freone), die jedoch im Hinblick auf den Brand- und Umweltschutz seit Jahrzehnten umstritten sind. Was steckt dahinter?

Text: Dr. Otto Widetschek

Klimaanlagen in Fahrzeugen funktionieren wie ein Kühlschrank. Dabei erzeugt eine verdampfende Flüssigkeit bzw. ein expandierendes Gas (das Kältemittel) Verdampfungs- bzw. Expansionskälte. Wir kennen als Feuerwehrleute dieses Phänomen, wenn wir aus einem Pressluftatmer Atemluft entnehmen: Denn dabei kühlt sich die Stahl- oder Kunststoffflasche ab! Beim Füllen eines Gasfeuerzeuges mit Butangas oder beim Entleeren einer Spraydose bemerken wir etwas Ähnliches. In der Physik spricht man dabei vom Joule-Thomson-Effekt!

Eigenschaften der Kältemittel

Kältemittel zur Fahrzeugklimatisierung sind rar, denn sie müssen bei extremen Umgebungsbedingungen (bis ca. 90 °C) noch sicher verflüssigt werden können. Zugleich soll der dabei auftretende Druck auf einem niedrigen, leicht beherrschbaren Niveau liegen. Das Kältemittel darf auch nicht aggressiv und für die notwendigen Schlauchverbindungen in der Klimaanlage undurchlässig sein. Zur Bezeichnung dieser Substanzen: Sie werden mit dem Buchstaben R (steht für Refrigerant, engl. Kältemittel) und einer Ziffernfolge versehen, die Rückschlüsse auf ihre Summenformel zulässt.

Kältemittel R12

Die ersten Klimaanlage wurden schon Ende der Dreißigerjahre in amerikanischen Limousinen der Firmen Nash und Studebaker eingebaut. Man setzte damals bereits FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe), wie das Kältemittel R12 (Dichlordifluormethan = CF_2Cl_2) ein, welches vor allem auch seit den frühen Fünfzigerjahren in Spraydosen als Treibmittel verwendet wurde. Es war eine Flüssigkeit mit vielen günstigen Eigenschaften: Billig, geruchlos, chemisch neutral und bei kleinem Druck gut handhabbar. Doch dann kam R12 auf die Schwarze Liste und wurde verboten! Was war geschehen?

Das Ozonloch

In den 1970er-Jahren entdeckte man, dass FCKW mit dem Ozon (O_3) in der Stratosphäre unserer Mutter Erde reagieren und dieses in molekularen Sauerstoff (O_2) umwandeln kann. Die Folge: Die Ozonschicht, eine unseren Planeten umgebende Schutzschicht, wird dünner und lässt mehr UV-Licht hindurch, welches beispielsweise die Gefahr von Hautkrebs erhöht. Das erste sogenannte Ozonloch wurde 1985 über der Antarktis entdeckt, später kam ein zweites über der Arktis hinzu. 1987 wurde daher das international gültige Protokoll von Montreal verabschiedet, laut dem FCKW sukzessive verboten wurden.

Kältemittel R134a

R12 stand noch bis zur Jahrtausendwende in Verwendung. Mit dem Verbot der fluorierten chlorierten Kohlenwasserstoffe (FCKW) als Ozonkiller musste jedoch auch dieses Kältemittel ab 2001 ausgetauscht werden. Als Ersatz bot sich schließlich das Kältemittel R134a (Tetrafluorethan = $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$) an, eine Substanz aus der Gruppe der teilweise fluorierten Kohlenwasserstoffe (H-FKW). Diese Kältemittel können die Ozonschicht zwar nicht schädigen, besitzen jedoch eine andere für die Umwelt negative Eigenschaft: Sie fördern nämlich den gefährlichen Treibhauseffekt in der Erdatmosphäre!

Fazit: Das war das erste Mal, dass man durch den Wechsel des Kfz-Kältemittels den Teufel mit Beelzebub ausgetrieben hat!

Empfindliche Erdatmosphäre

Was steckt hinter dem Treibhauseffekt? Die Erdatmosphäre schützt uns vor dem größten Teil der UV-Strahlung und ist für unser Wetter und Klima

verantwortlich. Nicht zuletzt enthält sie den für das Atmen wichtigen Sauerstoff (etwa 21 Vol.-%) und auch etwa 0,04 Vol.-% Kohlendioxid, durch welches das Atemzentrum im Gehirn des Menschen angeregt wird.

In seinem berühmten Buch „Stirbt unser blauer Planet? – Die Naturgeschichte unserer überbevölkerten Erde“ spricht der bekannte Wissenschaftspublizist Heinz Haber von einem delikaten Gleichgewicht, welches derzeit noch in der Erdatmosphäre herrscht. Dieses könnte jedoch schon bald durch Treibhausgase eine gefährliche Aufheizung erfahren bzw. durch die Zerstörung der Ozonschicht in der Stratosphäre das für Lebewesen wichtige Schutzschild gegen UV-Strahlung verlieren.

Der Treibhauseffekt

In diesem Zusammenhang spielt die Atmosphäre die Rolle eines Glashauses, in welchem die Temperatur bei Sonneneinstrahlung erheblich höher ist als im Freien. Der natürliche Treibhauseffekt ist für uns aber überlebenswichtig: Ohne ihn wäre die durchschnittliche Temperatur auf der Erdoberfläche um rund 33 °C niedriger und dadurch kaum bewohnbar. Wenn nun aber die Temperatur durch den Eingriff des Menschen ständig steigt, tritt das Gegenteil ein. Deswegen muss die Freisetzung von klimatreibenden Industriegasen hintangehalten werden. Das Kältemittel R134a ist nun eine derartige Substanz und darf seit 2017 in der EU in neuen Fahrzeugen nicht mehr verwendet werden.

B E E L

Kältemittel R1234yf

Als Alternative hat man nun aus diesen Gründen ab 2011 als neues Kühlmittel das Produkt R1234yf (Tetrafluorpropen = $C_3H_2F_4$) eingesetzt, welches die Umwelt entlasten sollte. Diese Chemikalie galt lange Zeit als umweltfreundlich und sicher. Grundlage dafür waren zahlreiche Labor- und Crash-Untersuchungen von internationalen Autoherstellern sowie unabhängigen Instituten.

Neues Kältemittel sehr umstritten!

Nun hat sich aber herausgestellt, dass dieses Kältemittel lebensgefährlich sein kann, denn es ist im Gegensatz zu den früheren Produkten entzündbar und bildet hochtoxische Verbrennungsprodukte. Seine Selbstentzündungstemperatur liegt bei 405 °C und die Zündgrenzen werden zwischen 6,2 und 12,3 Vol.-% angegeben. Dazu setzt R1234yf im Brandfall, neben dem stark ätzenden und giftigen Fluorwasserstoff (Flusssäure = HF) auch Carbonylfluorid (COF₂) frei. Diese

Chemikalie hat es aber in sich: Sie ist ein enger Verwandter des Gaskampfstoffes Phosgen aus dem Ersten Weltkrieg und stellt daher im Brandfall und auf heißen Oberflächen ein großes Sicherheitsrisiko für die Autoinsassen und Rettungskräfte dar.

Eine weitere Gefahr: R1234yf könnte auch unser Trinkwasser belasten! Es ist sehr instabil und bildet in der Atmosphäre vor allem die schwer abbaubare Trifluoressigsäure ($C_2HF_3O_2$). Diese ist jedoch wasserlöslich und stellt ein starkes Algengift und die Ursache für die Versauerung von Gewässern dar.

Fazit: Das war das zweite Mal, dass man durch den neuerlichen Wechsel des Kfz-Kältemittels den Teufel mit Beelzebub ausgetrieben hat!

Wie geht es weiter? Lesen Sie dazu die Folge 2 dieser Serie, in der wir uns mit der Frage nach einem Kältemittel beschäftigen, das alle Sicherheitskriterien erfüllen könnte. Und wie ist das mit Teufel & Beelzebub?

TEUFEL ZEBUB