

Der CO₂-Ausstoss von Otto- und Dieselmotoren



Ottomotoren und Dieselmotoren verbrennen Kraftstoffe, Benzin und Dieselöl. Beide sind Kohlenwasserstoffe, in deren Molekülen rund zwei Wasserstoffatome mit einem Kohlenstoffatom verbunden sind, wobei jedoch die molekulare Struktur verschieden ist. So besteht Benzin aus ringförmigen sogenannten polyzyklischen Molekülen, die leicht verdampfen. Dieselöl besteht dagegen aus kettenförmigen Molekülen, sogenannten Alkanen. Ihr Dampfdruck ist geringer als derjenige der polyzyklischen. Mit geringen Unterschieden enthalten Benzin und Dieselöl rund 85% Kohlenstoff und 15 Prozent Wasserstoff. Im Idealfall, das heisst bei vollständiger Verbrennung mit dem Sauerstoff der Luft, entsteht aus dem Kohlenstoff CO₂, aus dem Wasserstoff H₂O, also Wasser. Höchstmöglicher CO₂-Gehalt des Abgases bedeutet deshalb optimale Nutzung der Energie des Kraftstoffs. Er entspricht aber auch der geringsten Belastung der Umwelt.

Ausser dem CO₂, das ausser bei hohen Konzentrationen ungiftig ist, fallen als unerwünschte Bestandteile des Abgases dann nur Stickoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) an, beide zusammen mit NO_x bezeichnet. Ihre Konzentration nimmt mit der Verbrennungstemperatur zu. Sie sind in Ballungsgebieten unerwünscht, weil sie mit organischen Bestandteilen der Luft den sogenannten Smog und, mit dem Sauerstoff der Luft O₂, das die Atemwege ätzende Ozon (O₃) bilden. Da die Abgastemperatur beim Dieselmotor niedriger ist als beim Ottomotor, ist seine NO_x-Konzentration im Abgas rund 100 Mal geringer.

In Wirklichkeit erfolgt aber die Verbrennung der Kraftstoffe nie vollständig. Dies bedeutet, dass die Abgase ausser den genannten Beimengen, die nicht aus dem Kraftstoff selbst herrühren, sondern aus der Verbrennungsluft, unverbrannte Kohlenwasserstoff Moleküle enthalten, entweder in Dampfform wie bei Ottomotor (man bezeichnet sie mit Cm Hn) oder in Form von Ruß, wie beim Dieselmotor.

Darüber hinaus enthalten Ottomotoren nicht vollständig zu CO₂ oxidierten Kohlenstoff, nämlich das gefährliche Kohlenmonoxid CO. Dessen Anteil ist umso grösser, je fetter das aus Treibstoff und Luft bestehende Gemisch ist, das heisst, je geringer dessen Luftanteil ist. Da Dieselmotoren immer mit Luftüberschuss arbeiten, enthalten deshalb ihre Abgase nur unbedeutende CO-Werte.

Abgaskatalysatoren haben den Zweck, die giftigen Bestandteile des Abgases unschädlich zu machen. Dies bedeutet, dass man beim Ottomotor einmal das Kohlenmonoxid CO zu CO₂ «aufoxidiert», und, zum Zweiten, die unverbrannten Kohlenwasserstoffe möglichst vollständig verbrennt. Dazu benötigt man Sauerstoff. Dieser ist in dem Rest der unverbrauchten Luft im Abgas enthalten, aber auch in dem unerwünschten NO_x.

Die Kunst bestand nun darin, das NO_x zu «reduzieren», nämlich zu Stickstoff N₂ und mit dem dabei freiwerdenden Sauerstoff das CO zu CO₂ «aufzuoxidieren». Man bezeichnet dies mit «Redoxreaktion». Damit beseitigte man zwei Fliegen auf einen Schlag. Man beseitigte das giftige CO mithilfe des ebenfalls schädlichen NO_x.

Um es zusammenzufassen: Im Abgaskatalysator werden die drei Schadstoffe CO, Cm Hn, und NO_x in ungiftige Stoffe, nämlich in CO₂, H₂O und N₂ umgewandelt. Daher die Bezeichnung

«Dreiwegkatalysator».

CO₂ ist zwar ein Treibhausgas, ist aber in den vorliegenden geringen Konzentrationen ungiftig. Beim Dieselmotor bildet vorwiegend der Ruß den Schadstoff der Abgase. Er entsteht dadurch, dass sich bei der Verbrennung der in die Verbrennungsluft eingespritzten Tröpfchen des Kraftstoffs dessen Moleküle durch «Kracken» so verändern, dass sie schwer oxidierbar werden, bevor der Sauerstoff sie erreicht. Der sich so bildende Ruß verlässt dann unverbrannt den Brennraum und ist gesundheitsgefährdend, wenn er als Feinstaub in unsere Atemwege gelangt.

Deshalb bleibt nur die Wahl des Rußfilters, in dem der sich ansammelnde Ruß in bestimmten zeitlichen Abständen verbrannt wird, unter Bildung von CO₂. Dass aber offenbar auch der beim Dieselmotor verhältnismässig geringe NO_x-Anteil nicht immer vernachlässigbar war, soll – folgt man den Medien – beim bekannten VW Skandal zutage getreten sein.

Was jedoch CO₂-betriefft, so ist eine Täuschung über dessen Anteil im Abgas weder im Ottomotor noch im Dieselmotor möglich. Er ist mit dem Kraftstoffverbrauch verbunden. Auf jeden Liter verbrauchtes Benzin entfallen automatisch rund 2,3 Kilogramm CO₂, auf jeden Liter Dieselöl rund 2,6 Kilogramm CO₂. Man fragt sich, wie lange es dauern wird, bis alle Umweltpolitiker und Reporter dies kapiert haben werden und die dauernde Irreführung der Öffentlichkeit ein Ende findet.

Über den Verfasser

Prof. Dr. Peter Schoeck, 89, ein in seiner Wahlheimat Triesen wohnender, in Deutschland geborener Amerikaner, ist unseren Lesern durch zahlreiche Beiträge zu wissenschaftlichen und technischen Fragen bekannt. Seine berufliche Laufbahn umfasst eine weltweite akademische und industrielle Tätigkeit in der Weltraum- und Polarforschung und als leitender Direktor für Forschung und Entwicklung von Bosch und Mitglied des Vorstands der European Industrial Research Management Association. Unter seiner Leitung erfolgte unter anderem die Entwicklung der bekannten Lambda-Sonde, die seit 1973 die Funktion von Hunderten Millionen Abgaskatalysatoren regelt.