



Der Wechsel vom NEFZ- zum WLTP-Zyklus sorgt für einen höheren Verbrauch und damit mehr CO₂-Emissionen. Der neue Zyklus weist höhere Geschwindigkeitsanteile auf. Mittels portablen Messeinrichtungen PEMS werden die Prüfstandwerte auf der Strasse verifiziert. Abschaltvorrichtungen können so nicht mehr eingesetzt werden. (Bild: Mercedes-Benz)

Die Zukunft des Dieselmotors

Bei Emissionen, Wirkungsgrad und Reichweite unschlagbar

Das Jahr 2020 bringt für die Automobilimporteure eine herausfordernde Challenge: Wer anteilmässig nicht genügend sparsame Verbrenner, Hybride, Plug-in-Hybride und batterieelektrische Fahrzeuge verkaufen kann, bezahlt eine hohe CO₂-Abgabe. Auch der Diesel bleibt wichtig. **Andreas Senger**

Die maximal erlaubten 95 g/km CO₂-Ausstoss der Flotte der abgesetzten Neuwagen ist eine hohe Hürde. Zum Vergleich: 2019 lag der CO₂-Ausstoss im schweizerischen Mittel noch bei schätzungsweise über 130 g/km, was einem Benzinverbrauch von rund 6 Litern auf 100 Kilometer entspricht. Der Dieselmotor trumpft mit hohem Wirkungsgrad und damit haushälterischem Umgang mit dem Treibstoff, modernster Abgasnachbehandlung und viel Drehmoment auf und wird auch in Zukunft dank Innovation weiterhin wichtiger Antrieb für Personen- und Nutzfahrzeuge bleiben.

Dieselmotoren wandeln mehr chemische Energie des Treibstoffes in Wärmeenergie um. Damit ist der Zylinderdruck durchschnittlich höher als bei Ottomotoren. Seit Einfüh-

rung des Dreiwegekatalysators im Ottomotor und des Oxidationskatalysators beim Diesel sind die Schadstoffe Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffe (HC) kein Thema mehr. Da der Dieselmotor mit Luftüberschuss arbeitet, sind die beiden Emissionsanteile sowieso nahezu bei Null und können bei modernsten Fahrzeugen, welche die aktuellen Euro-6-Temp-Norm erfüllen, am Auspuffrohr kaum mehr nachgewiesen werden.

Auch die Herausforderung Partikelemissionen ist gelöst: Sowohl direkteinspritzende Ottomotoren wie auch Dieseltriebwerke verfügen über einen Partikelfilter. Weil der aufgeladene Selbstzünder mit höheren Kompressions- und Verbrennungsdrücken und magerem Gemisch arbeitet als der Benzi-

ner, entstehen systembedingt mehr Stickoxide NO_x. Diese werden durch ein SCR-System (selektive, katalytische Reduktion) und/oder NO_x-Speicherkatalysatoren ebenfalls stark reduziert. Um die Reduktion der NO_x-Emissionen auf quasi Null zu drücken, hat Volkswagen ein neues Doppeldosierungssystem präsentiert (siehe Box). Durch zwei Dosierstellen für das AdBlue und zwei SCR-Katalysatoren emittiert der Selbstzünder die Stickoxide lediglich noch an der Nachweisgrenze. Eine interne (Ventilüberschneidung) und/oder externe (mittels AGR-Ventil und/oder -kühler) Abgasrückführung hilft zusätzlich.

Durch den etwas höheren Heizwert des Dieseltreibstoffes, des höheren thermischen Wirkungsgrades des Selbstzünders und der dros-

selfreien Ansaugluftzulieferung schlägt der Diesel- den Ottomotor beim Verbrauch deutlich. Weniger Verbrauch bedeutet proportional weniger Kohlendioxid-Emissionen (CO₂). Doch warum setzen die Automobilhersteller auf Teufel komm raus auf die aufwendigen Hybrid- und Plug-in-Hybride sowie batterieelektrische Fahrzeuge BEV, welche die Fahrzeugmasse zusätzlich erhöhen? Kurz: Es geht nicht primär um Wirkungsgrade und technisch optimale Lösungen, sondern einzig darum, auf dem Rollenprüfstand während des WLTP-Zyklus einen grossen Anteil (Hybrid) oder gänzlich (BEV) elektrisch fahren zu können. Der Verbrauch der fossilen Energie kann so drastisch gedrückt werden (bspw. 2,3-Tonnen-SUV mit 1,7 l/100 km). Die elektrische Energie wird mit 0 g/km CO₂ gewertet, obwohl der europäische Strom-Mix weit davon entfernt ist, CO₂-frei oder -arm zu sein.

Die CO₂-Emissionen werden danach nach verkauften Fahrzeugmodellen durchschnittlich bestimmt. Wenn der Importeur also mehr BEV verkaufen kann, sind hoch motorisierte SUV im Modellmix nach wie vor möglich.

Konsequenterweise müssen insbesondere europäische Automobilhersteller den Rückstand auf die asiatischen Produzenten aufholen, die bei den Antrieben zum Teil Jahre Vorsprung haben. Dies bedingt, dass die Investitionen und die Manpower weg von den Verbrennungsmotoren hin zu den elektrifizierten Antrieben geleitet werden. Dass gerade im Autoland Deutschland zehntausende Jobs gestrichen werden, ist eine weitere Konsequenz. Einige europäische OEM haben die Weiterentwicklung für Verbrenner teilweise eingestellt.

Ob der Markt und damit die Kundinnen und Kunden sich überproportional für die deutlich teureren BEV entscheiden, wird sich im Verlaufe des Jahres zeigen. Fakt ist: Die Reichweitenthematik wird von den BEV-Befürwortern kleingeredet. Längere Distanzen sind mit einem BEV nur mühsam zurückzulegen, da der «Tankstopp» auch an einer Schnellladestation eine halbe Stunde und mehr dauert. Der Dieselantrieb schlägt auch in dieser Disziplin alle anderen Antriebsvarianten. Die Energiedichte des fossilen Treibstoffes Diesel ist derart hoch, dass mit einem Personenwagen mit 60 Liter Treibstofftank locker über 1200 km zurückgelegt werden können. Das Tanken ist innert Minutenfrist erledigt.

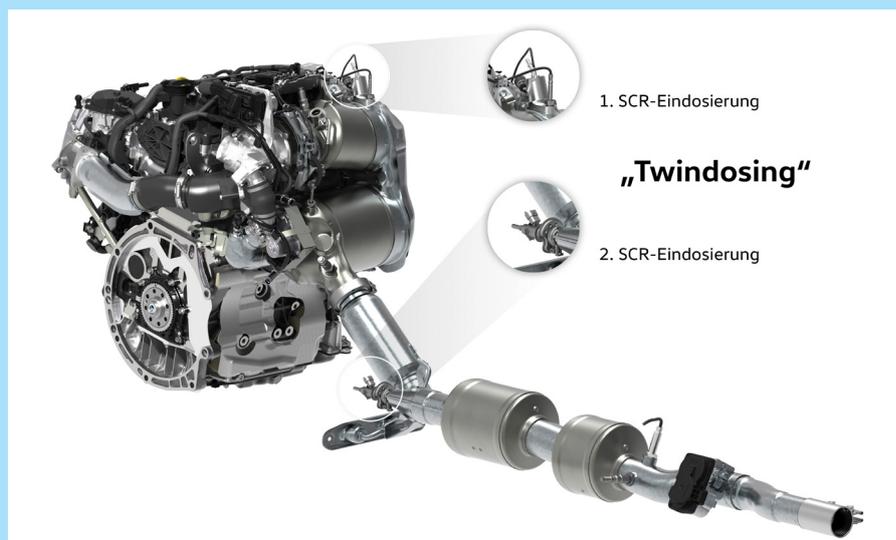
BEV eignen sich entsprechend vor allem in leichten und damit kleinen Fahrzeugen für Kurzstrecken. Allerdings ist es umwelttechnisch auch nicht sinnvoll, dass sich der Automobilist für die Kurzstrecke ein BEV zulegt und für längere Distanzen zusätzlich ein grosses Fahrzeug mit Verbrenner besitzt. Der CO₂-Vorteil wird so zunichtegemacht. Die CO₂-Emissionen für Produktion und Recycling schlagen doppelt zu Buche.

Auch für Nutzfahrzeuge wird der Selbstzün- der noch lange der Antriebsfavorit bleiben. Die Nutzlast ist bei keiner anderen Antriebsvariante so hoch wie beim Dieselantrieb. Nur für den Verteilerverkehr sind BEV sinnvoll, da sie lokal emissionsfrei sind. Eine interessante Alternative bei den Lastwagen ist zu-

dem Flüssiggas (LPG), Erdgas/Biogas (CNG) oder Wasserstoff (H₂). Wenn die CO₂-Thematik technisch konsequent angegangen würde, müsste zudem das Angebot an synthetisch hergestelltem Treibstoff hochgefahren werden.

Der aus Überschussstrom durch Elektrolyse aus Wasser hergestellte Wasserstoff kann durch das Fischer Tropsche Verfahren (mit CO₂ aus der Luft) zu HC-Verbindungen und damit synthetischen, flüssigen Treibstoffen umgewandelt werden. Sowohl Betankungsinfrastruktur wie auch Fahrzeugtechnik könnten weiterhin genutzt werden, die Mobilität wäre CO₂-neutral. Leider kostet aktuell der Liter künstlich produzierter Dieseltreibstoff ohne Steuern noch rund Fr. 2.20. <

So funktioniert das Twindosing SCR-System



Mittels VTG-Abgasturbolader aufgeladene Dieselmotoren arbeiten konsequent mit Luftüberschuss. Alle Rohemissionen werden mittels Filter oder Katalysator umgewandelt. Im Bild der neue 2.0-TDI-Reihenvierzylinder des Volkswagenkonzerns mit 110 kW/150 PS und «Twindosing» für den Passat und den neuen Golf 8.

se. Die Stickoxide galten nebst den Partikelemissionen als Achillesferse des Dieselmotors. Der motornah platzierte Oxidationsfilter fügt den unverbrannten Dieseltreibstoffmolekülen (HC-Verbindungen) und dem Kohlenmonoxid (CO durch unvollständige Verbrennung) Sauerstoff (O₂) zu. Die HC verbrennen zu CO₂ und Wasser H₂O und sorgen durch die Nachverbrennung für die Aufwärmung des nachfolgenden Dieselpartikelfilters DPF und des SCR-Katalysators. Der DPF filtert die Partikel aus und sorgt durch Nachverbrennung für deren Eliminierung. Der SCR-Katalysator reduziert durch Beigabe von AdBlue (wässrige Harnstofflösung) die NO_x zu N₂ und O₂. Bisher war nur eine Dosierstelle für das AdBlue und ein SCR-Katalysator verbaut. Einige Hersteller installierten einen passiven, zweiten SCR-Kat (Sperrkat), um das Ammoniak (NH₃), das in der Dosierstelle durch Einspritzen des AdBlue und der Reaktion mit Wasserdampf entsteht und beim ersten Kat nicht

für die Umwandlung verwendet wird, beim zweiten einzusetzen. Somit wird sichergestellt, dass kein Ammoniak aus dem Endrohr entweicht.

Volkswagen hat für den überarbeiteten 2.0-TDI eine Doppelindosierung entwickelt. Eine SCR-Beschichtung im motornahen Dieselpartikelfilter und ein nachgelagerter SCR-Kat sorgen mit einer separaten AdBlue-Eindosierung für eine effizientere Umwandlung der NO_x zu N₂. VW spricht von einer zusätzlichen Reduktion von 80 Prozent gegenüber dem Vorgängermotor. Der motornah SCR-Katalysator konvertiert bereits beim Kaltstart, weil die erforderliche Temperatur von 220 bis 350°C rasch erreicht werden. Der zweite Katalysator ist vor allem bei Vollastfahrten zuständig, dass die NO_x-Reduktion sichergestellt werden kann, da er weiter weg vom Motor platziert ist und seine optimale Konvertierung bei hohen Lastzuständen erfolgt.