

für Mitglieder

aus der umfassenden Kompetenz der Technischen Kommission der SSM

*Antriebstechnologien
Treib- und Schmierstoffe*

*Reglemente & Politik
Infos aus der SSM*

Emissionsvorschriften im Strassenverkehr Aktueller Stand und Ausblick

EURO VI: Ziel erreicht – Emissionen der Nutzfahrzeuge sind nahe Null

Ueli Wolfensberger, Meinrad Signer

Als vor etwa 30 Jahren nicht mehr nur die Zuverlässigkeit und die Leistung von Verbrennungsmotoren zählten, sondern zunehmend auch der Treibstoffverbrauch und die Emissionsminderung ins Zentrum des Interesses rückten, konnten wohl höchstens einige Fachleute abschätzen, wie diese Entwicklung verlaufen wird: Die Emissionen wurden bisher um mehr als 98% reduziert.

Für Lkws und Busse gilt ab 1. 1. 2013 (neue Typenprüfungen) und 1. 1. 2014 (alle neuen Inverkehrsetzungen) die Abgasnorm Euro VI. Die für Dieselmotoren kritischen Grenzwerte betragen nun für NO_x noch 0.46 g/kWh – ca. 3% des Wertes von Euro 0 von 1990 – und für die Partikelmasse 0.01 g/kWh – 1.4% des Euro-0-Wertes (0.7 g/kWh). Zudem muss auch ein Partikel-Anzahlgrenzwert eingehalten werden und das in einem repräsentativen Transiententest (kalt und warm). Zudem verlangt die Norm, dass bei schweren Nutzfahrzeugen auch im praktischen Fahrbetrieb bis zu 700'000 km die Emissionsgrenzwerte eingehalten werden müssen. Die Überprüfung erfolgt mit PEMS,

einem portablen Emissionsmesssystem (portable emission measurement system).

Messungen an voll beladenen 40 Tonnen-Lastzügen mit Euro-VI-Motoren bestätigen, dass diese pro Kilometer nur gerade so viel NO_x ausstossen wie ein Euro-5-Diesel-Pkw. Die Konzentration im Auspuff liegt meist im Bereich von 20 ppm, also tiefer als die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert).

Für Pkw tritt die Euro-6-Stufe 2014 in Kraft, dann wird nur noch marginal zwischen Benzin- und Dieselmotoren unterschieden. Die Grenzwerte, übrigens auch Partikelmasse und -anzahl für Benzinmotoren, liegen in kaum messbarem Bereich zwischen 2.5 und 20 % der Werte von Euro 1 von 1992, so beträgt der Grenzwert für Partikelmasse gerade noch 0.0045 g/km (gegenüber 0,18 g/km 1992).

Mit diesem Stand der Emissionen nahe Null dürfte es in naher Zukunft um die Abgasemissionen bzw. Emissionsvorschriften bei Fahrzeugen ruhig werden. Andere Herausforderungen werden in den Vordergrund treten, beispielsweise Verbrauch und CO₂-Reduktion.

Dieselpartikel: Anzahlgrenzwert zusätzlich zur Partikelmasse

Thomas Lutz

Partikel gelangen durch Verbrennungsprozesse, Abrieb und Aufwirbelung in die Atmosphäre oder entstehen erst in der Luft aus Vorläufersubstanzen. Dabei stammen die Grobpartikel mit aerodynamischen Durchmessern (Durchmesser eines hypothetischen Partikels der Dichte 1 g/cm^3 mit gleicher Sinkgeschwindigkeit) von über $2.5 \mu\text{m}$ vor allem aus mechanischen Vorgängen, während ultrafeine oder Nanopartikel mit Durchmessern unter 300 nm in Verbrennungsprozessen, speziell von Diesel- und auch Benzinmotoren, entstehen. Diese Feinstpartikel bilden zwar nur einen sehr geringen Teil der Gesamtmasse, stellen aber zahlenmässig den Grossteil der Partikel in der Luft dar. Zu ihren physikalisch/physiologischen Eigenschaften gehört, dass sie lungengängig sind und über die Lungenbläschen in den Blutkreislauf gelangen können. Aufgrund ihrer Zusammensetzung – überwiegend Kohlenstoff und organische Bestandteile – und ihrer sehr grossen Oberfläche sind Nanopartikel gesundheitsrelevant und können Auslöser sein für verschiedene Beeinträchtigungen der Atmungsfunktionen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und schliesslich auch Krebserkrankungen. Im Juni 2012 ist Dieselabgas (aus Motoren ohne Partikelfilter) von der World Health Organisation (WHO) offiziell als krebserregend für Menschen klassifiziert worden.

Dank grossen Verbesserungen des Verbrennungsprozesses von Dieselmotoren sind die schwarzen Dieselrauchschwaden verschwunden und auch der Ausstoss an nicht sichtbaren, ultrafeinen Partikeln konnte den kontinu-

kontinuierlich verschärften Emissionsvorschriften entsprechend gesenkt werden. Für Dieselmotoren der schweren Nutzfahrzeuge wird der Partikelgrenzwert von ursprünglich 0.7 g/kWh ab 2013 auf gerade mal 0.01 g/kWh reduziert, was nur mehr mittels Abgasnachbehandlung, sprich Partikelfilter, darstellbar ist. Die Einhaltung derart tiefer Grenzwerte lässt sich mit der bisher angewandten gravimetrischen Messmethode der Partikelemissionen nicht mehr zuverlässig reproduzierbar kontrollieren, weshalb seit einem Jahr für Dieselmotoren von Pkws und leichten Nutzfahrzeugen ein Anzahlgrenzwert von $6 \times 10^{11} \text{ \#/km}$ gilt. Für Benzinmotoren mit direkter Einspritzung ist dieser Wert ab 9. 2017 auch verbindlich, ab 9. 2014 beträgt der Grenzwert noch $6 \times 10^{12} \text{ \#/km}$. Der Anzahlgrenzwert für die schweren Nutzfahrzeuge, gültig ab 2013, ist je nach Prüfzyklus auf $8 \times 10^{11} \text{ \#/kWh}$ festgelegt worden.

Damit dürfte die Dieselpartikelfrage bei neuen Pkws und Nutzfahrzeugen gelöst sein.

Das in den 90er-Jahren gestartete VERT-Pilotprojekt zur Minderung der Partikelemissionen von im Tunnelbau eingesetzten Dieselfahrzeugen hat schliesslich der Nachrüsttechnologie mit geschlossenen Partikelfiltern – nun nicht mehr beschränkt nur auf den Untertagebau – in der ganzen Breite zum Durchbruch verholfen. Heute werden weltweit neben Strassenfahrzeugen auch Schiffe, Lokomotiven, Baumaschinen und andere mobile und auch stationäre Maschinen mit Dieselantrieb mit Partikelfiltersystemen nachgerüstet.

CO₂-Gesetzgebung für Personenwagen

Christian Bach

Die Schweiz hat per 1. Juli 2012 die Verordnung zur Minderung der CO₂-Emissionen von Personenwagen in Kraft gesetzt. Analog der EU-Richtlinie 443/2009 sollen damit die CO₂-Emissionen der neu in Verkehr gesetzten Pkw-Flotte bis 2015 von heute 155 auf 130 g/km abgesenkt werden. Werden die Zielvorgaben nicht erreicht, sind Sanktionen fällig. Diese sind im CO₂-Gesetz geregelt. Verbraucht die in einem Jahr neu in Verkehr gesetzte Flotte eines Importeurs im Mittel beispielsweise 1 l Benzin/100 km zu viel (z.B. 6.6 l Benzin/100 km \triangleq 152 g CO₂/km anstelle von 5.6 l Benzin/100 km \triangleq 130 g CO₂/km), so überschreitet der effektive CO₂-Wert dieser Flotte die Vorgabe um 22 g CO₂/km, was pro in Verkehr gesetztem Fahrzeug des Importeurs Sanktionen von ca. 2'800 CHF verursacht. Diese Sanktionen werden analog den Lenkungsabgaben auf flüchtige organische Verbindungen via Krankenversicherer an die Bevölkerung zurückbezahlt.

In diesem Sommer hat die EU beschlossen, die Zielvorgabe ab 2020 von 130 auf 95 g CO₂/km abzusenken. In Planung ist für 2025 eine weitere Reduktion auf 70 g CO₂/km. Man kann davon ausgehen, dass die Schweiz diese Bestimmungen ebenfalls übernehmen wird. Ca. 15 Jahre nach Einführung des ersten CO₂-Grenzwertes sollen die CO₂-Emissionen der neu in Verkehr gesetzten Personenwagen insgesamt um über 50 % gesenkt werden. Da die

Mittelklassefahrzeuge rund 50% der Pkw-Flotte ausmachen, entscheidet sich Erfolg oder Nicht-Erfolg massgeblich an diesem Fahrzeugsegment.

Diese ambitionierte CO₂-Reduktion ist nur möglich, wenn die Fahrzeuge leichter werden (eine Absenkung um 100 kg führt zu einer Verbrauchsminderung von 4-5%). Ebenso müssen die Teillastwirkungsgrade von Ottomotoren von heute 15-25% mittels Hybridisierung oder Downsizing und drosselfreier Lastregelung auf 25-30% gesteigert werden (daraus resultiert eine weitere CO₂-Reduktion um ca. 10%). Auch Reibungsmindermassnahmen, Start-Stopp-Systeme und Bremsenergie-Rückgewinnungs-Systeme müssen generell eingeführt werden (CO₂-Reduktion um 2-10%). Zudem kann erwartet werden, dass kohlenstoffarme Treibstoffe (Erdgas) und saubere biogene Treibstoffe (Biogas, Bio-Ethanol, Biodiesel, Wasserstoff, usw.) deutlich an Bedeutung gewinnen werden.

Die Abgasgesetzgebung hat in den letzten drei Jahrzehnten die Motorentechnologie massgeblich geprägt und eindruckliche technologische Entwicklungen initiiert – vor uns liegen nun zwei Jahrzehnte, in denen die Fahrzeugantriebe aufgrund der CO₂-Gesetzgebung deutliche Veränderungen erfahren werden.