

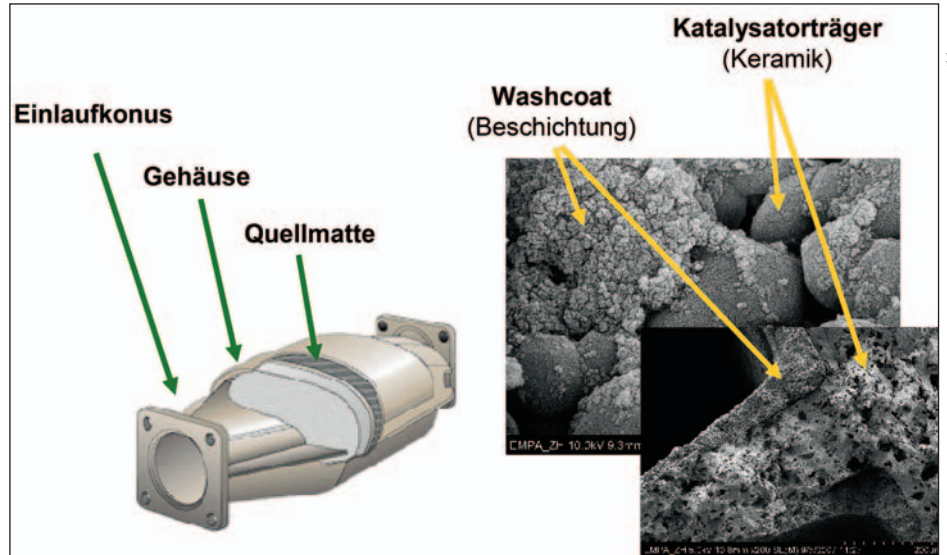
Schadstoffreduktion heute und morgen

Abgas sauberer als Luft?

Je mehr Energie ein Fahrzeug verbraucht, desto höher ist der Kohlendioxidausstoss, und je weniger gut die Abgasnachbehandlung gelöst wurde, desto höher sind die Emissionen. Welche Möglichkeiten der Abgasnachbehandlung auf dem Markt existieren und welche Techniken nötig sind, um die künftigen Vorschriften einzuhalten, zeigte die Vortragstagung der Schweizerischen Studiengesellschaft für Motorbetriebsstoffe (SSM).

Andreas Senger

Über 120 Tagungsteilnehmer erlebten am 20. September 2007 im Verkehrshaus Luzern eine spannende Vortragstagung, welche sowohl die politischen wie auch die technischen Aspekte von Emissionen und Immissionen beleuchtete. Der Morgen stand im Zeichen der gesetzgeberischen Rahmenbedingungen. George Ganz, Geschäftsführer der Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK), wies in seinem Referat auf die Notwendigkeit von Interventionsstufen hin. Eine dieser Massnahmen war Bestandteil seiner Ausführungen: die Geschwindigkeitsbegrenzung auf 80 km/h auf Nationalstrassen bei zu hohen Feinstaubbelastungen. In der anschliessenden Fragerunde zeigte sich die Diskrepanz zwischen Politik und



Vor allem der Einlaufkonus eines Dreivegekatalysators trägt massgeblich zur Konvertierungsrate bei. Je gleichmässiger das Abgas einströmt, desto gleichmässiger ist die Temperatur. Die Trägerschicht des Washcoat mit den eingebetteten Edelmetallen wie Platin, Rhodium oder Palladium ist kostenintensiv.

Technik. Meinrad Signer, selber Referent und stellvertretender Leiter der Iveco-Motorenforschung Arbon, bemerkte unter anderem, dass beim Felssturz von Gurtellenen auf die Gotthardautobahn die Feinstaubmessungen keinen Unterschied zeigten. Ob der Verkehr nun rollt, sich staut oder ob die Nationalstrasse infolge des Felssturzes gesperrt ist: die Feinstaubbelastung ist identisch.

Aktueller Stand der Technik

Der erste technische Vortrag wurde von Christian Bach, Leiter der Abteilung Verbrennungsmotoren der Empa, zum Thema Abgasnachbehandlung gehalten. Die aktuelle Technik mit Dreivegekatalysator, Partikelfilter, DeNO_x- oder Speicherkatalysator wurden gestreift, wobei Bach auf Probleme aller Entgiftungssysteme einging. Bei Dreivegekatalysatoren ist die Lebensdauer ein Thema. Durch chemische Vergiftung zum

Beispiel durch das im Motorenöl enthaltene Phosphor, aber auch durch thermische Alterung kann die Umwandlungseffizienz herabgesetzt werden. Bach zu diesem Phänomen: «Die katalytisch aktiven Edelmetallpartikel tauchen bei zu hoher thermischer Belastung ab in den Washcoat wie die Weinbeere beim Gugelhopfbacken, und die an der Oberfläche stattfindende

«Autobahntempo 80 bei zu hoher Feinstaubbelastung nützt nichts. Anreize statt Restriktionen wären sinnvoller.»



Meinrad Signer, stv. Leiter Iveco-Motorenforschung

dende Umwandlung von Kohlenmonoxid CO, Kohlenwasserstoffen HC sowie Stickoxiden NO_x zu Kohlendioxid CO₂, Wasser H₂O und Stickstoff N₂ wird reduziert.» Bei den Emissionssystemen des Dieselmotors nannte Bach vor allem die unterschiedlichen Partikelfiltersysteme. Sowohl die gleichmässige Freibrenntemperatur bei geschlossenen und somit äusserst wirksamen Filtern wie auch das dosierte

Bild: Pietro Senger



Rund 120 Teilnehmerinnen und Teilnehmer besuchten die Vortragstagung der Schweizerischen Studiengesellschaft für Motorbetriebsstoffe SSM im Verkehrshaus Luzern.

«Die Dauerhaltbarkeit von Abgassystemen ist wichtiger als noch niedrigere Emissionsgrenzwerte.»



Christian Bach, Leiter Abteilung Verbrennungsmotoren Empa.

Zuführen von Ammoniak bei SCR-Systemen zur Reduktion der Stickoxiden NO_x sind technische Schwierigkeiten, die es zu meistern gilt.

Die Empa forscht aber auch an der Zukunft von neuartigen Keramikträgerstrukturen für Dreiwege- und SCR-Katalysatoren. Durch einen Keramikschaum soll das Abgas homogenisiert und die Turbulenz im Innern des Katalysators erhöht werden, ohne dass der Abgasgegendruck zu stark ansteigt. Erste Versuche haben gezeigt, dass die Keramikschaumkatalysatoren bei niedrigen Temperaturen eine höhere Umwandlungseffizienz aufweisen als Kanalkatalysatoren. Bei sehr hohen Raumgeschwindigkeiten im Katalysator nimmt die Umwandlungseffizienz jedoch aufgrund der geringeren geometrischen Oberfläche ab.

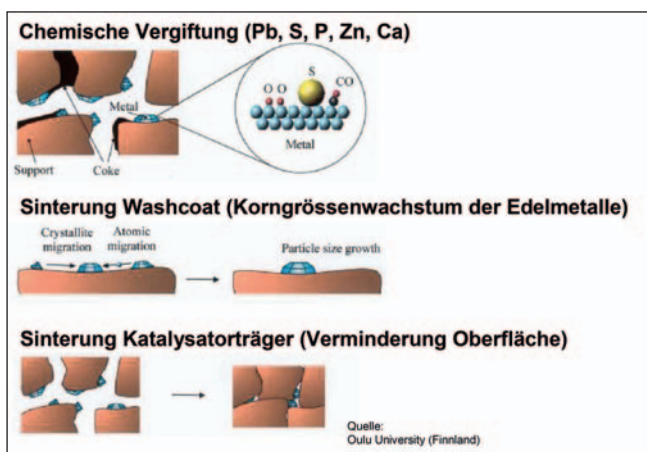
Für Bach ist es wichtig, dass die in den Abgasmessungen verwendeten Fahrzyklen mehr realitätsbezogen werden und dass die Dauerhaltbarkeit des gesamten Abgasreinigungssystems verbessert wird. Die Empa untersucht zur Zeit auch den Einfluss von Biotreibstoffen auf die aktuellen Emissionsminderungssysteme. Allfällige Katalysatorgifte müssten frühzeitig er-

kannt und dann auch vermindert werden.

Angebot/Nachfrage

Im Referat von Stefan Keppeler, Leiter Kraftstoffe bei Daimler Group Research, wurde die Problematik der Energieversorgung für Fahrzeuge aufgezeigt. Daimler verfolgte vor Jahren den Weg über die Brennstoffzelle und den Elektroantrieb. Die Problematik der Wasserstoffherstellung und der Tankinfrastruktur zeigte auch die Problematik für andere alternative, nichtfossile Treibstoffe auf. Im Weiteren hat sich bei Mercedes-Benz gezeigt, dass jede Reduktion der Schadstoffemissionen mit einem Anstieg des Verbrauches und somit einem höheren CO_2 -Ausstoss einhergeht. Keppeler wies auch auf die Verbesserungen bei den Bluetec-Dieselfahrzeugen hin. In naher Zukunft wird Mercedes-Benz in allen Fahrzeugkategorien dieselbetriebene Fahrzeuge mit SCR (DeNO_x) sowie verbesserten Partikelfiltersystemen auf den Markt bringen. Auch alternative Antriebssysteme wie Brennstoffzelle kombiniert mit Elektroantrieb sind nach wie vor in der Pipeline. Keppeler versprach für 2009 ein seriennahes Brennstoffzellenauto (was allerdings bereits vor Jahren versprochen wurde).

In der anschliessenden Fragerunde be-



Durch die chemischen Vergiftungen (insbesondere Schwefel S, Blei Pb, Phosphor P, Zinn Zn sowie Calcium Ca), aber auch durch die Alterung des Washcoats sinkt die Lebensdauer des Dreiwegekatalysators.

merkte ein Vertreter von Greenpeace Schweiz, dass man ausgerechnet bei Mercedes-Fahrzeugen, deren Flottenverbrauch in der Schweiz steigt, über Umweltschutzthemen spricht. In der emotional geladenen Atmosphäre kristallisierte sich heraus, dass der Markt im Automobilgeschäft spielt. Die Fahrzeugindustrie

«Unsere Autos fahren bald als luftsäubernde Staubsauger durch die Gegend.»

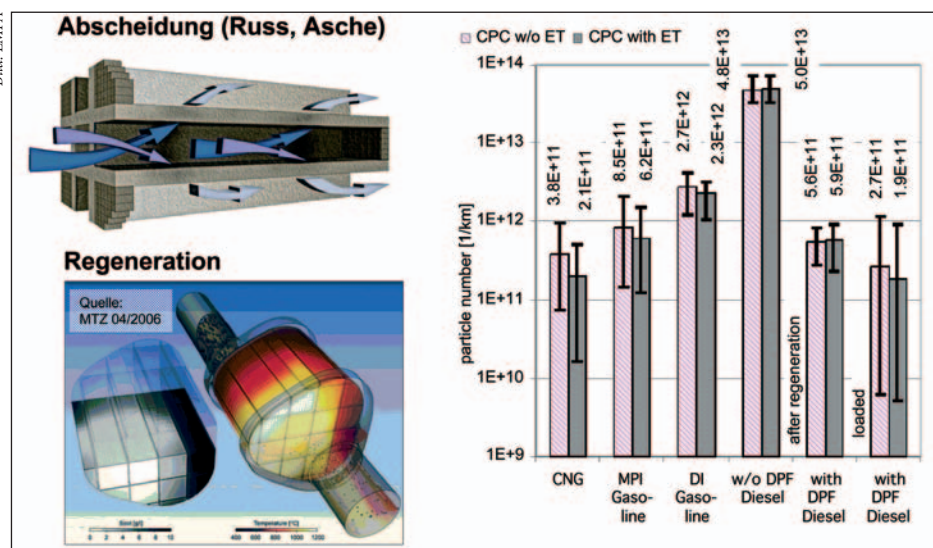


Stefan Keppeler, Leiter Kraftstoffe und Services DaimlerChrysler Group Research.

stellt die Produkte her, welche von den Kunden gewünscht werden. Vielmehr müsste die Politik dafür sorgen, dass verbrauchsgünstige und emissionsarme Fahrzeuge durch tiefere Steuern gefördert und umweltunfreundlichere Fahrzeuge stärker belastet werden.

Am Nachmittag wurden die Schadstoffminderungsmöglichkeiten bei schweren Nutzfahrzeugen sowie bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen aufgezeigt. Die Nutzfahrzeugbranche ist dabei ebenfalls sehr strengen Vorschriften unterworfen. Meinrad Signer, stellvertretender Leiter Iveco-Motorenforschung, zeigte die Möglichkeiten bei Lastwagenmotoren auf, um die strengen Emissionsgrenzwerte für Partikel und Stickoxide einhalten zu können. Bei Nutzfahrzeugen von Iveco werden zur Einhaltung künftiger Grenzwerte der Euro 6 eine ein- oder noch besser zweistufige Abgasturboladeraufladung, ein Entsti-

Bild: EMPA



Die Wirksamkeit des Partikelfilters DPF zeigt sich anhand der obenstehenden Messungen: Ein Dieselmotor mit DPF stösst weniger Partikel aus als ein Ottomotor mit Mehrpunktaugrohreinjection MPI.

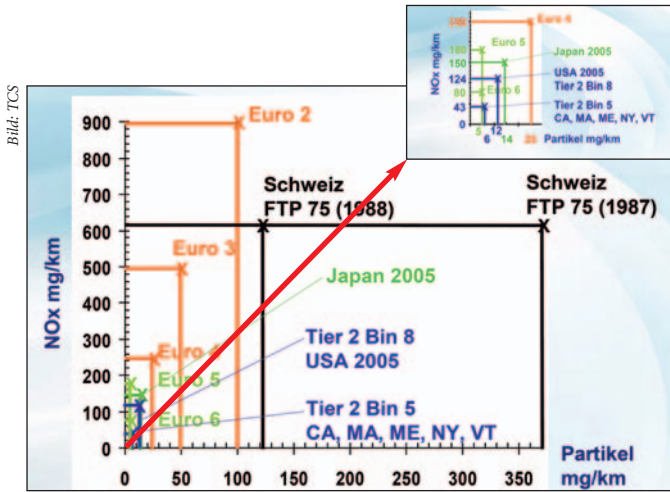


Bild: TCS

Die Abgasvorschriften am Beispiel des Dieselmotors werden immer strenger und erreichen ein Niveau, welches bald keine technisch sinnvolle und vor allem für den Kunden bezahlbare Massnahmen am Motor bringt.

ckungssystem (SCR) sowie ein Partikelfilter eingesetzt.

Andere Hersteller wie Scania setzen auf interne und externe Abgasrückführungssysteme statt SCR-Technik, um die Verbrennungstemperatur zu senken und in den Rohemissionen weniger NO_x zu emittieren. Für Euro 6 kommt die Industrie nicht mehr um eine zweistufige Aufladung herum, weil der Verbrauch ansonsten markant steigen würde.

Für landwirtschaftliche Fahrzeuge zeigte Marco Landis von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon auf, dass es keine Systeme ab Werk gibt. Nachrüstfilterlösungen (Kostenpunkt zwischen 8000 und 15 000 Franken) haben sich nachweislich als zu teuer und zu wenig effizient erwiesen.

mit geschlossener Kanalstruktur beträgt heute 99 Prozent, und sie kosten im Schnitt rund 900 Franken. Die untersuchte Nachrüstlösung an einem VW Touran mit offenen Kanälen kostete insgesamt 1330 Franken und wies lediglich einen Wirkungsgrad von 30 bis 50 Prozent auf.

Düstere Zukunftsaussichten

Klartext redete Meinrad Eberle, emeritierter Professor für Verbrennungsmotoren und Verbrennungstechnik der ETH Zürich, was den aktuellen Energiekonsum der Welt anbelangt. Die von der Politik proklamierte 2000-Watt-Gesellschaft stellte Eberle als eine Metapher für das Ziel einer unumgänglichen, starken Reduktion

Nachrüstung-Partikelfilter

Der Touring Club der Schweiz hat die Wirkung und der Kostenaufwand für PW-Nachrüstfiltersysteme untersucht. Roger Löhner, Leiter Technik, Umwelt und Wirtschaft, stellte die Ergebnisse vor. Auch hier steht der Kosten-Nutzen-Effekt im Missverhältnis. Der Wirkungsgrad von serienmässigen Partikelfiltern

des Energieverbrauchs dar. Eine wesentliche Reduktion von CO₂-Emissionen wird mit einer Substitution durch Strom erreicht werden (Heizsektor: Wärmepumpen). Auf absehbare Zeit wird der jährliche Stromverbrauch in der Schweiz um ein bis zwei Prozent zunehmen. Ganz generell wird es so sein, dass Strom zum Rückgrat unserer Energieversorgung werden wird. Deshalb dürfte es Sinn machen, sich die Option Kernenergie nicht zu verbauen.

Als mobiler Energieumwandler wird die Brennstoffzelle nach wie vor kontrovers diskutiert, was aber nicht heissen soll, dass die Forschung nicht weiter getrieben werden soll. Die Brennstoffzelle macht nur dann Sinn, wenn der Wasserstoff nachhaltig produziert wird. Die Produktion von



Meinrad Eberle, em. Prof. für Verbrennungsmotoren und -technik ETH Zürich

«Der Mensch ist von Grund auf intelligent, verhält sich aber beim Energieverbrauch sehr, sehr unverünftig.»

Wasserstoff mittels Elektrolyse ist problematisch. Der Wirkungsgrad einer Batterie (Laden und Entladen für Elektroantrieb) liegt im besten Fall bei 80 Prozent, derjenige für Wasserstoffherstellung bis zur Umwandlung in der Brennstoffzelle bei noch rund 34 Prozent. Bei Biotreibstoffen ist die Nutzung von Abfällen fraglos sinnvoll, wie auch die Nutzung schnell wachsender Hölzer. Die Intensivlandwirtschaft ist bezüglich Energieaufwand und Emissionen sehr problematisch. Letztere ist auch mehr als fragwürdig im Zusammenhang mit der Frage der Konkurrenzierung von Lebensmittel- und Treibstoffproduktion – unter anderem ein Problem der Ethik.

Klimarelevant ist aber die Absenkung der CO₂-Emissionen. Um das Klima zu retten, müsste der Energieverbrauch bis 2100 sechs Mal verkleinert werden auf 500 W fossile Leistung pro Kopf, um den CO₂-Verbrauch auf eine Tonne CO₂/Kopf reduzieren zu können. Mit der Massenmotorisierung und dem Wirtschaftsboom in China und Indien ist der Planet von diesem Ziel weit, weit weg. Heute fahren weltweit rund 800 Millionen Autos. 2050 bis 2100 werden es 5 Milliarden sein.

GRUNDLAGEN FÜR DISKUSSIONEN MÜSSEN FAKTEN SEIN

Massnahmen wie das Geschwindigkeitslimit von 80 km/h bei zu hohen Feinstaubbelastungen nützen der Umwelt nichts. Oft werden Massnahmen zur Schadstoffreduktion nicht auf Fakten basierend gefällt, sondern aufgrund der Machbarkeit. Im Industrie- sowie Land-/Forstwirtschaftssektor werden viel mehr Feinstaubpartikel PM 10 emittiert als im Verkehrssektor. Wenn die Details betrachtet werden, muss ausserdem festgestellt werden, dass gemäss Zahlen des Bundesamtes für Umwelt (Bafu) der Zugverkehr rund fünf Prozent der Feinstaubemissionen zu verantworten hat. Massnahmen zur Reduktion in diesem Bereich,

welche kostenintensiv sein würden, können aber nicht auf Privatpersonen abgewälzt werden, sondern müssten von der Allgemeinheit getragen werden. Der Umwelt ist dieser Umstand allerdings egal. Se

