

Die Luft in Europa ist viel sauberer geworden, trotzdem gibt es immer noch Überschreitungen der EU-Feinstaub- und Stickstoffdioxidgrenzwerte. Jüngst hat die WHO Dieselabgas als krebserregend eingestuft. War die Luftreinhaltepolitik nicht ausreichend ambitioniert? Was sind die Gründe für die noch bestehenden Probleme und wie können sie gelöst werden? **VON AXEL FRIEDRICH\***

## Luftverschmutzung durch den Verkehr



### ZUSAMMENFASSUNG:

**Die Techniken zur drastischen Reduktion der Schadstoffemissionen des Verkehrs sind vorhanden, sie müssen nur flächendeckend eingesetzt, nicht durch die Industrie mit Hilfe technischer Tricks umgangen werden. Die Gesellschaft ist hier gefordert, solche Praktiken zu verhindern. Für Baumaschinen müssen endlich auch die gleichen Anforderungen wie für Straßenfahrzeuge gelten.**

**\*Dr. Ing. Axel Friedrich** hat Technische Chemie an der TU Berlin studiert, war bis 2008 Abteilungsleiter „Verkehr, Lärm“ des deutschen Umweltbundesamtes und ist heute internationaler Verkehrsberater.

**D**ie Einführung und Verschärfung von Abgasgrenzwerten in der EU hat wesentlich zur Verbesserung der Luftqualität beigetragen. Moderne Benzinfahrzeuge der EU-Grenzwertstufe Euro 4 mit regeltem Dreiwegkatalysator emittieren schon nach wenigen Sekunden praktisch keine Schadstoffe mehr. Für Diesel-PKW wird dieser Zustand erst ab 2014/15 mit der Grenzwertstufe Euro 6 erreicht, wenn auch für Diesel-PKW der Partikelfilter und die Stickoxid-Nachbehandlung flächendeckend eingeführt werden. Bei schweren Nutzfahrzeugen und Bussen wird endlich ab der EU-Grenzwertstufe Euro 6 auch dort der Partikelfilter Standard werden.

### SCHWIERIGE SPURENSUCHE

Aber warum haben wir dann immer noch große Luftqualitätsprobleme und warum werden die Immissionsgrenzwerte für Partikel (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) in vielen europäischen Städten, auch in Österreich, überschritten? Leider ist die Antwort komplexer als es in der öffentlichen Diskussion oft dargestellt wird. Ein wichtiger Punkt ist dabei, was als Partikel definiert wird. Die in der EU-Luftqualitätsrichtlinie festgelegte Messmethode erfasst für PM<sub>10</sub> Partikel etwas vereinfacht dargestellt Feinpartikel, die kleiner als 10 Mikrometer sind, d.h. kleiner als ein hundertstel

Millimeter. Aber Dieselpartikel sind noch einmal um den Faktor 100 bis 1.000 kleiner und dadurch auch viel gesundheitsschädlicher. Trotz dieser schon seit langem bekannten Schädlichkeit hat die Auto- und LKW-Industrie solange wie möglich versucht, den Einsatz von Partikelfiltern, die mehr als 99 Prozent dieser ultrafeinen Partikel beseitigen, zu vermeiden. Durch höhere Einspritzdrücke und den Einsatz von Oxidationskatalysatoren wurde zwar die Masse der ausgestoßenen Partikel in den letzten zweieinhalb Jahrzehnten pro Fahrzeug deutlich reduziert, aber die Zahl der Partikel pro Kilometer, wenn überhaupt, nur sehr geringfügig verringert. Damit hat sich die Gesundheitsgefahr nicht verringert, im Gegenteil: die kleineren Partikel konnten tiefer in die Lunge eindringen und durch die Lungenwand in den Blutkreislauf gelangen und Herz-Kreislaufkrankungen sowie Herzinfarkt auslösen. Erst durch die Einführung der EU-Grenzwertstufe Euro 5 setzten die Autohersteller flächendeckend Partikelfilter ein. Aber bei LKW und Bussen wird dies erst ab Grenzwertstufe Euro 6 erzwungen, die aber erst ab 2013/14 in Kraft tritt.

### GEFÄHRLICHER NEBENEFFEKT

Der Einsatz der Oxidationskatalysatoren in Diesel-PKW hat einen gefährlichen Nebeneffekt. Dadurch wurde die Umwandlung von Stickstoffmonoxid



## Verkehr ohne Emissionen, ganz ohne Nebeneffekte und Tricks

(NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) im Abgas deutlich beschleunigt, sodass trotz sinkender Stickoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) die Konzentration von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) in der Luft an Straßen in den letzten 15 Jahren nicht gesunken, sondern an manchen Stellen sogar gestiegen ist. Und keiner soll behaupten, dies war nicht voraussehbar. Das deutsche Umweltbundesamt hat schon 1994 vor dem Einsatz von Oxidationskatalysatoren bei der Abgasbehandlung in Dieselmotoren gewarnt und darauf hingewiesen, dass dadurch in Zukunft mit einem Anstieg der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zu rechnen sei. Aber die Autoindustrie hat dies negiert, um die Kosten für den Partikelfilter zu sparen.

Da die hohen Belastungen in den Städten vor allem durch Altfahrzeuge verursacht werden 25 Prozent der Fahrzeuge verursachen 80 Prozent der Schadstoffemissionen ist nur schwer zu verstehen, warum in Österreich die Einführung von

effektiven Umweltzonen so verzögert bzw. verhindert wird.

### TRICKS DER MESSTECHNIK

Immer wieder zeigt sich jedoch ein Problem: die Fahrzeuge halten zwar im vorgeschriebenen Fahrzyklus bei 25 Grad Celsius die Grenzwerte ein, sobald aber von diesen wirklichkeitsfremden Bedingungen abgewichen wird, steigen die Schadstoffemissionen deutlich an. Der Einsatz moderner Elektronik macht dies heute noch einfacher möglich als vor 20 Jahren, als einfache Schalter und Sensoren zum Einsatz kamen. So wurden früher z.B. die Lambdasonden, die das Benzin-Luftverhältnis im Abgas messen, bei hoher Geschwindigkeit einfach abgeschaltet, um mehr Leistung zu erzielen, mit dem „Erfolg“ drastisch steigender Benzol- und Kohlenwasserstoffemissionen. Durch Zykluserkennung mit Hilfe abgespeicherter Daten und Sensoren

## ZUKUNFT

### ENTLASTUNG DURCH NEUE TECHNOLOGIEN?

Zukünftige Technologien zur Emissionsminderung bieten die Chance, das Problem der Emission von Luftschadstoffen durch den Straßenverkehr zu lösen. Leider bieten diese Technologien auch die Möglichkeit, falsch angewendet zu werden. So können zwar unter Prüfstandsbedingungen hervorragende Schadstoffemissionswerte erreicht werden, gleichzeitig aber fällt die Entlastung im realen Leben, sprich im Fahrbetrieb, erheblich geringer aus. Das Problem ist, dass diese Zusammenhänge oft sehr komplex sind und die Aufsichtsbehörden nicht den technischen Sachverstand besitzen, um der Industrie gegenzuhalten. Ironischerweise wurde schon einmal gefordert, zehn Prozent der Abgase durch den Innenraum von KFZ zu leiten. Das Ergebnis wären wirklich saubere Fahrzeuge.

” DIE SCHADSTOFFBELASTUNG DURCH DEN STRASSENVERKEHR KANN BEI KONSEQUENTER ANWENDUNG DER VORHANDENEN TECHNIK GESENKT WERDEN.

#### Kosten

Die Kosten für einen Dieseloxydationskatalysator betragen zwischen ca. 100 und 150 Euro, für einen geschlossenen Partikelfilter ca. 250 bis 350 Euro.

#### Grenzwerte

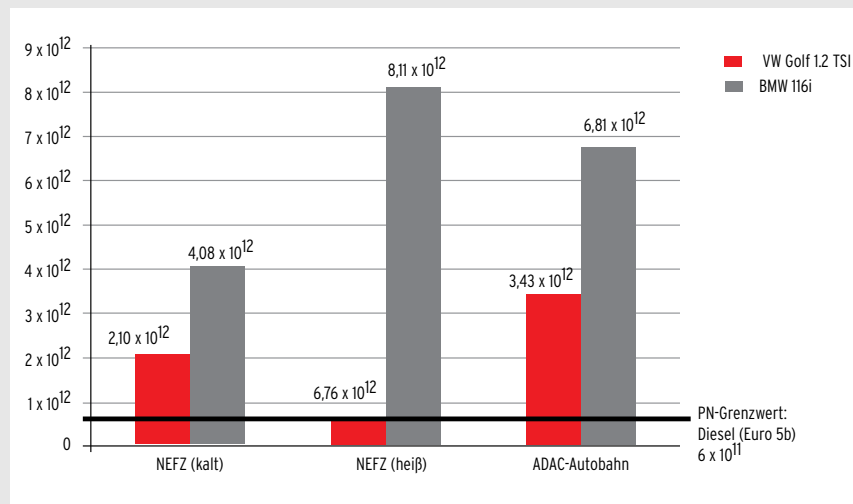
Die NO<sub>2</sub> Emissionen eines Euro 4 Diesel-PKW liegen vierfach höher als die eines Euro 2 Diesel-PKW, obwohl die NO<sub>x</sub> Emissionen 30 Prozent niedriger liegen. <http://www.no2-tagung2010.de/>

#### Umweltzonen

Die Einführung der Umweltzone mit grüner Plakette in Berlin hat die Rußbelastung der Luft in drei Jahren um mehr als die Hälfte verringert. Damit wird mehr als 500 Menschen im Jahr das Leben verlängert.

## PARTIKELANZAHLEMISSIONEN VON MODERNEN BENZIN-PKW

mit Direkteinspritzung im Vergleich von Prüfzyklus (Nefz) und realem Fahrbetrieb (ADAC) - 2011



Auffällig sind die hohen Emissionen des BMW, aber auch, dass sich die Emissionen außerhalb des Prüfzyklus stark erhöhen.

PN gibt die Emissionswerte ohne Filter im Abgas von PKW an. NEFZ = Neuer Europäischer Fahrzyklus, ADAC 130 = ADAC-Autobahnstest bis 130 km/h. Die eingetragenen Grenzwerte sind für den NEFZ (kalt) festgelegt. Für die Partikelanzahl beträgt der Grenzwert  $6 \times 10^{11}$  Partikel/km (Diesel/Euro 5b).  $6 \times 10^{11}$  entsprechen 600.000.000.000 Partikeln.

→ sind auch bei modernen PKW häufig die Schadstoffemissionen, aber auch die Kraftstoffverbräuche außerhalb der offiziellen Testbedingungen deutlich erhöht. Besonders zeigt sich das bei modernen Benzindirekteinspritzern. Bei einem BMW 116i wurden im Autobahnzyklus des ADAC  $\text{NO}_x$ -Werte von 1,9 g/km gemessen, mehr als 30-fach über dem Grenzwert von 0,06 g/km. Dass dies nicht durch die Fahrbedingungen verursacht wird, zeigt das gleichzeitig vermessene Fahrzeug VW Golf 1,2 TSI, dessen Emissionen fast bei Null lagen.

## ÖFFENTLICHER NAHVERKEHR

Der öffentliche Nahverkehr ist einer der wichtigsten Pfeiler einer nachhaltigeren Verkehrsentwicklung. Stadtbusse spielen dabei eine zentrale Rolle, da ihr Flächen- und Kraftstoffverbrauch pro Personenkilometer viel niedriger ist als

von PKW. Aber auch diese Fahrzeuge tragen zur Luftbelastung bei. Dadurch, dass sie nur innerhalb der Städte und viele Stunden pro Tag betrieben werden, ist es wichtig, dass die Schadstoffemissionen niedrig sind. Viele Städte haben in den letzten Jahren durch die Beschaffung von modernen Bussen mit der EU-Norm Euro 5 diesen Anforderungen Rechnung getragen. Sie mussten jedoch feststellen, dass die  $\text{NO}_x$ -Emissionen dieser Busse im Stadtbetrieb höher waren als die der Busse nach Euro 4, sogar höher als die der Stufe Euro 3. Eine Ursache ist auch die Auswirkung der Kalibrierung der zur Stickoxidminderung eingesetzten „Selective Catalytic Reduction“ (SCR)-Katalysatoren auf die Prüfbedingungen des Zulassungsmesszyklus. Dieser Zyklus enthält hohe Lastanforderungen mit den einhergehenden hohen Temperaturen. Im Stadtbetrieb treten jedoch deutlich geringere Abgastemperaturen auf, bei de-

nen die eingesetzten Katalysatoren nicht wirksam sind. Natürlich könnten die Hersteller die Fahrzeuge auf die städtischen Fahrbedingungen der Busse abstimmen. Dass dies möglich ist, zeigen die Messergebnisse von mit Partikelfilter und SCR-Katalysator nachgerüsteten Bussen, bei denen neben der fast vollständigen Partikelminderung eine  $\text{NO}_x$ -Reduktion von mehr als 85 Prozent erreicht wird.

## OFF-ROAD-BELASTUNG

Bei der Diskussion der Ursachen der Luftbelastung wird häufig übersehen, welchen Einfluss der Off-Road-Bereich hat. Ganz besonders seien hier Baumaschinen erwähnt. Baumaschinen werden fast immer in Ortschaften und von morgens bis abends betrieben. Zudem haben sie eine lange Lebensdauer, wodurch noch viele alte Geräte mit noch schlechteren Abgaswerten in Betrieb sind. Die Schadstoffemissionen werden im Gegensatz zu Straßenfahrzeugen keiner regelmäßigen Kontrolle unterzogen. Besonders die Bauarbeiter leiden unter den hohen Dieselpartikelemissionen. Es ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass Bauarbeiter ein deutlich erhöhtes Lungenkrebsrisiko haben. In der Schweiz hat dies schon 2003 zur Einführung einer Filterpflicht für Baumaschinen innerhalb geschlossener Ortschaften geführt. Obwohl für praktisch alle Baumaschinen Nachrüstfilter mit sehr hoher Wirksamkeit verfügbar sind, ist eine flächendeckende Regelung in Österreich und Deutschland immer noch nicht vorhanden. Immerhin hat die Deutsche Bahn AG bekannt gegeben, dass ab dem 1. Jänner 2013 Bauausschreibungen des Unternehmens die Filterpflicht vorsehen werden. Es ist überfällig, dass andere Unternehmen aus Verantwortung für die Bauarbeiter und die Anwohner von Baustellen diesem Beispiel folgen. Die vor kurzem von der Weltgesundheitsorganisation WHO erfolgte Einstufung von Dieselabgas als krebserregend macht die sofortige Handlungsnotwendigkeit deutlich. □

### Tricks der Autoindustrie

Früher gab es z.B. Schalter an der Drosselklappe oder Zündungszähler, um die Länge des Zyklus zu erkennen. Die „Innovationskraft“ der Autoindustrie zur Umgehung von Anforderungen des Gesetzgebers ist erstaunlich.

### WHO und Dieselkrebs

Die WHO hat Dieselabgas 2012 als krebserregend eingestuft. Diese Einstufung war überfällig, da diese Erkenntnisse schon seit über 20 Jahren vorliegen. [http://press.iarc.fr/pr213\\_E.pdf](http://press.iarc.fr/pr213_E.pdf)

### Partikelfilter für Benziner ...

... mit Direkteinspritzung reduzieren die Anzahl ultrafeiner Partikel nahezu vollständig. Die schnelle Markteinführung der gesundheitsschützenden und kostengünstigen Technik ist gefordert. [www.duh.de/pressemitteilung.html?&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=2941](http://www.duh.de/pressemitteilung.html?&tx_ttnews[tt_news]=2941)