

# Autoemissionen

## Vorkommen

Der motorisierte Individualverkehr u. der Güterverkehr durch Lkw gehören zu den größten Luftverschmutzern der Republik. Deutlich über 50% der Stickoxide, 70% des Kohlenmonoxids und auch über die Hälfte der Kohlenwasserstoffe (Umweltbundesamt 1992) dringen aus den Auspuffrohren der Pkw und Lkw. Zusammen mit den gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Lärm, Verkehrsunfällen und den indirekten Folgen durch Flächenverbrauch, Schadstoffemissionen bei der Entsorgung und nicht zuletzt durch den induzierten Bewegungsmangel durch Gebrauch des Automobils gehört der motorisierte Individualverkehr zu den großen Seuchen unserer Zeit (HELLMANN). (Quelle: ISHIAZAKO: Münch. med. Wschr. 136, Nr. 5)

Obwohl inzwischen über 40% der in München zugelassenen Kraftfahrzeuge als schadstoffarm einzustufen sind, haben die Belastungen durch verkehrsbedingte Luftschadstoffe in den letzten Jahren nicht abgenommen. Dies liegt in erster Linie daran, dass die Fahrleistungen, insbesondere bei Kurzstreckenfahrten, weiter angestiegen sind und der Trend zu leistungsstärkeren Kraftfahrzeugen immer noch ungebrochen ist. Derzeit werden innerhalb des Stadtgebiets von München täglich 19 Millionen Kilometer mit Kraftfahrzeugen zurückgelegt. Diese Kraftfahrzeuge verursachen nach Ermittlung des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz mehr als 70% der Luftschadstoffbelastungen in München. Den nachgewiesenermaßen krebserregenden Schadstoffen Benzol u- Dieselruß kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. (Quelle: LORENZ, J.: Die Luftbelastung für die Münchner Bevölkerung bei ungünstigen Wetterlagen. Münchn. ärztl. Anz. 6/Nov. 1993)

Orientierungsmessungen des Umweltamtes der Stadt Dortmund an zwei Verkehrsknotenpunkten im Innenstadtbereich ergaben eine alarmierend hohe Benzolbelastung der Luft. Eine besonders hohe Konzentration verursacht der Park-Such-Verkehr in unmittelbarer Nähe der Fußgängerzone. Hier hat man zur bevorzugten Einkaufszeit 23,5 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft gemessen. Am Innenstadtrand liegen die Werte zwischen 4,3 und 14 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft.

Im östlichen Ruhrgebiet belastet der Autoverkehr die Luft mit 850 Tonnen Benzol pro Jahr. Pro eine Million Menschen, die ihr Leben lang in Stadtgebieten mit einer Benzolkonzentration in der Luft von zehn Mikrogramm/Kubikmeter leben, muss mit bis zu 40 zusätzlichen Leukämie-Todesfällen gerechnet werden. Je nach Verkehrsdichte beträgt die Benzolkonzentration in der Luft von Stadtgebieten üblicherweise fünf bis 30 Mikrogramm/Kubikmeter. (Quelle: ÄZ, 14.9.91)

Tab. 1: Die Entwicklung der Kfz-Jahresproduktion in 70 Jahren

Land	1898	1902	1906	1965	1969
Frankreich	1 631	23 711	55 000	1 550 291	2 459 072
England	682	6 263	27 000	2 177 261	2 182 793
Deutschland	844	4 738	22 000	2 976 477	3 604 567
Belgien	-	1 700	12 000	175 503	311 059
Italien	-	350	18 000	1 160 817	1 595 951
USA	-	314	58 000	11 137 830	10 205 911
Japan	-	-	-	1 875 614	4 674 932
Ostblockländer	-	-	-	938 788	1 314 800
übrige Länder	-	-	-	2 194 419	3 346 970
Welt insgesamt	3 157	37 076	192 000	24 187 000	29 696 055

Tab. 2: Jährliche Schadstoffemissionen im Verkehr

	Straßenverkehr	übriger Verkehr
Flüchtige organische Verbindungen	1,404 Mio. t	78 000 t
Stickoxide	1,223 Mio. t	266 000 t
Diesel-Partikel	40 500 t	29 100 t
Benzol	68 700 t	1800 t

Ein biologisch kaum abbaubarer Benzinzusatz hat sich offenbar unbemerkt in deutschen Gewässern angereichert. Umweltanalytiker der Universität Frankfurt am Main wiesen die Substanz „Methyl-tertiär Butylether“ (MTBE) in Rhein, Main, Oder und Elbe nach. Es handelt sich dabei um die ersten Messergebnisse dieser Art, die eine Arbeitsgruppe in Deutschland vorlegt.

Die ermittelten MTBE-Konzentrationen sind „nicht wesentlich niedriger als die Werte, die in Flüssen in den USA ermittelt wurden“, sagt WILHELM PÜTTMANN, Geochemiker und Leiter der Frankfurter Forschergruppe. Kalifornien verbot in diesem Frühjahr die Beimischung von MTBE. Weil der Ether sogar das Grundwasser in dem US-Bundesstaat kontaminierte, muss ihn die Ölindustrie bis Ende 2002 aus den dort vermarkteten Kraftstoffen eliminiert haben. In höheren Konzentrationen kann MTBE Wasser ungenießbar machen. Die US-Umweltbehörde EPA stuft die nach Terpentin riechende Chemikalie sogar als potenziell Krebs erregend ein. Am meisten MTBE wird ausgerechnet den heute saubersten Spritsorten zugesetzt, etwa schwefel- und benzolreduziertem „Super plus“. Darin beträgt sein Anteil nach Angaben des Mineralöl Wirtschaftsverbandes in Hamburg bis zu 15 Volumenprozent. Die Chemikalie ist aber auch in geringeren Konzentrationen in bleifreiem Normal- und Superbenzin enthalten.

MTBE gehört zur Gruppe der so genannten Oxygenatoren oder Sauerstoffspender im Benzin. Der Ether gewährleistet eine hohe Oktanzahl und Klopfestigkeit des Sprits, verhindert also unerwünschte Selbstentzündungen des Kraftstoff-Luft-Gemisches im Motorraum. Überdies optimiert er die Verbrennung und drosselt damit den Schadstoffausstoß. So entstehen bei der Verwendung MTBE-haltigen Benzins weniger Krebs erregendes Benzol, giftiges Kohlenmonoxid und Smog fördernde Kohlenwasserstoffe.

Das UBA sieht „in Deutschland kein akutes Umweltrisiko durch MTBE“. Ein solches sei „auch in Zukunft nicht zu erwarten“. Warum? Weil – anders als in Kalifornien – Kraftstoff-Lager und Tankstellen nach den gesetzlichen Vorschriften in Deutschland „flüssigkeitsdicht“ gebaut sein müssen.

Doch die Hoffnung trott. Die Frankfurter Umweltanalytiker stießen in den 4 untersuchten Flüssen auf MTBE-Gehalte von durchschnittlich 60 bis 70 Milliardstel Gramm (Nanogramm) pro Liter. Damit liegen sie zwar „um den Faktor vier niedriger als die Mittelwerte in den USA“, wie PÜTTMANN resümiert, seien aber immer noch unerwartet hoch. Zumal die MTBE-Produktion in den Vereinigten Staaten ganz andere Dimensionen erreicht. So werden dort nach Püttmanns Recherchen jährlich acht Millionen Tonnen MTBE hergestellt – in Deutschland sind es lediglich 450 000 Tonnen im Jahr; in Amerika wurde das Sprit-Additiv schon 1974 eingeführt – in Deutschland erst gut ein Jahrzehnt später. PÜTTMANN vermutet, dass es auch nach der Markteinführung von MTBE in Deutschland „die eine oder andere Tank-Leckage gegeben haben muss“. Dort, wo die Substanz ausgetreten sei, „kann man annehmen, dass auch Grundwasser beeinträchtigt wurde“. Der Geochemiker glaubt deshalb an „eine ziemlich hohe Dunkelziffer“ von Gewässerverschmutzungen durch MTBE.

Die Messergebnisse aus Rhein, Main, Oder und Elbe betrachtet PÜTTMANN als „erste Einzelwerte“. Weitere Gewässer-Untersuchungen sollen folgen. Parallel dazu will das Institut für Mineralogie und Umweltanalytik an der Frankfurter Uni einen MTBE-Messplatz einrichten.

Als „kritischsten Punkt“ bei der Anwendung von MTBE sieht PÜTTMANN, dass der Ether „im Unterschied zu Mineralöl-Bestandteilen im Kraftstoff so gut wie nicht biologisch abgebaut wird“. Überdies hält sich der Verdacht, die Chemikalie sei möglicherweise Krebs erregend. „Wenn überhaupt, dann ist MTBE ein sehr schwaches Krebsgift“, sagt jedoch ALLAN HIRSH, Sprecher des California Air Resources Board, dessen Experten die MTBE-Ausstiegsregelung in Kalifornien formulierten. HIRSH zufolge ist MTBE „nicht im Entferntesten so toxisch wie Benzol“.

Genau das ist das Dilemma bei der Beurteilung der Massenchemikalie. Als Alternativ-Zusatz im Otto-Kraftstoff kann sie kritischere Umweltgifte wie Benzol zu einem gewissen Teil ersetzen. In Kalifornien angebotenes „reformuliertes Benzin“ sei „rund 40 Prozent ungiftiger als herkömmliche Vergaser-Kraftstoffe“, sagt HIRSH. Der Benzolgehalt der Umgebungsluft in Kalifornien habe sich seit Einführung der sauberen Benzinsorten in etwa halbiert. „Dies halten wir für einen wichtigen Gesichtspunkt“, betont auch STEFAN RODT stellvertretend für das UBA.

Andererseits infiltriert MTBE schleichend die Gewässer und wird deshalb selbst zu einem „inakzeptablen Risiko für unsere Wasserressourcen“ (HIRSH). Die Chemikalie ist also ein Segen für die Luft, aber ein Fluch für das Wasser. Besonders prekär wird die Situation durch eine neue EU-Richtlinie: Demnach darf Autobenzin in Europa vom Jahr 2005 an nicht mehr so viel Toluol, Xylol und andere Kohlenwasserstoffe enthalten wie heute. WOLF DRECHSLER vom UBA: „Das ohne MTBA zu erreichen, wird schwer werden.“  
(Quelle: Berliner Zeitung vom 8.9.99)

### **Diesel:**

Wie die Abgase der Lokomotiven den Fahrgästen in die Lunge geleitet werden, stellte ein Mediziner auf einer Bahnfahrt am eigenen Leibe fest. Auf der Fahrt zu einem Osteoporosevortrag in Kempten im Interregio IR 2603 Berlin-Oberstdorf wurde Chr. Günther Zeuge, wie die Motorgase der Diesellok, Baureihe 218, direkt in das Frischluftversorgungssystem der ersten beiden Waggons hinter der Lok eingespeist wurden. Die Fahrgäste klagten auf Befragen des Arztes über Kratzen in der Nase und im Rachen, Hustenreiz, Kopfschmerzen, Benommenheit, Übelkeit und Brechreiz. Ein auf der Rückfahrt mitreisender höherer Angestellter der Bahn versicherte dem Mediziner, das Problem sei schon lange in den Führungsetagen des Unternehmens bekannt. Ein Zugbegleiter berichtete dem Reisenden außerdem von einer dienstlichen Anweisung, dass die Klimaanlage in der ersten Klasse abzuschalten sei, wenn die Waggons unmittelbar hinter der Lok hängen.

Das dürfe aber nicht so interpretiert werden, als würde die Bahn ihre Zweiter-Klasse-Reisenden schlechter behandeln als die in der ersten. Vielmehr hänge das mit der unterschiedlichen Konstruktion der Waggons zusammen. Bei den Erster-Klasse-Wägen befinde sich die Frischluftansaugung im Dachbereich, bei der zweiten Klasse im Seitenbereich, wo sich das Problem weniger krass stelle. Die Umrüstung würde jedoch pro Lok eine Million Mark kosten.  
(Quelle: SZ, 1.12.1994)

Die zunehmende Abgasbelastung durch Dieselfahrzeuge führt zu einem dramatischen Anstieg von Atemwegserkrankungen. Bei ihrer 43. Konsultativtagung in Warnemünde Anfang Juli 1997 forderten deshalb Vertreter von ärztlichen Berufsorganisationen Deutschlands, Österreichs, Südtirols, Luxemburgs und der Schweiz in Übereinstimmung mit der Weltgesundheitsorganisation und der EU-Umweltagentur eine spürbare Senkung der Emissionen. Studien aus den USA und Europa zeigten die gesundheitsgefährdenden Auswirkungen von Feinstäuben, die bei der Verbrennung von Treibstoff, Holz, Kohle und auch Tabak entstünden. So könnten kleinste Staubeilchen tief in die Lunge eindringen und dort Schädigungen des Lungengewebes hervorrufen, was zu Husten, Bronchitis und Asthmabeschwerden führe. Vor allem Dieselabgase enthielten eine zwei-bis dreifach höhere Konzentration an Stickoxiden und eine 30-fach höhere Partikelkonzentration als Abgase von Benzinmotoren mit Katalysator, warnten Umweltmediziner der Ärzteorganisationen vor den Gefahren von Dieselschadstoffen.

Über das Ausmaß der Gesundheitsgefährdung durch Feinstäube gibt es schon seit einigen Jahren sehr genaue Angaben. In der Schweiz wurden die Auswirkungen von Feinstäuben auf die Gesundheit untersucht. In der landesweiten Untersuchung kamen die Wissenschaftler zu dem Ergebnis, dass allein im Jahr 1993 etwa 3800 vorzeitige Todesfälle, 38 000 Fälle von chronischer Bronchitis und 2,6 Millionen Asthmaanfälle auf Feinstaubbelastung zurückzuführen waren. Darüber hinaus standen 791 000 Tage Arbeitsunfähigkeit und 22 900 Krankenhaustage im Zusammenhang mit Atemwegs- und Herzerkrankungen.

(Quelle: Münchner Ärztliche Anzeigen Nr. 49 vom 6.12.97)

### **Gifte aus Katalysatoren:**

Seit mehr als zwei Jahrzehnten gelten sie als Wunderwaffe im Kampf gegen die Luftverschmutzung. In der Tat vermochten die Katalysatoren im Autoauspuff den Ausstoß von Smog verursachenden Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen im Abgas auf fast ein Zehntel früherer Werte zu senken. Doch diese Säuberung hat, wie die US-Umweltschutzbehörde nun berichtet, ihren Preis: Bei dem Prozess entsteht in den Katalysatoren das als „Lachgas“ bekannte Di-Stickstoffmonoxid („N<sub>2</sub>O“), eines der potentesten Treibhausgase. Mit steigender Zahl der mit einem Kat ausgerüsteten Autos, so heißt es in dem Bericht der Behörde, stieg auch die Konzentration von Lachgas in der Atmosphäre. Inzwischen macht es 7,2 Prozent des anthropogenen Treibhauseffekts aus. Und je effektiver ein Kat die Smog fördernden Stoffe reduziert, desto höher wird sein Ausstoß an Lachgas.

(Quelle: Der Spiegel v. 8.6.1998)

Bei der chemischen Eluierung (Auslösung) von Platin aus Katalysatoren können über 50 verschiedene Energie- und Bindungs-Zustände beobachtet werden, die häufig wechseln, und vielfach zum Wechsel der Eluierungs-Chemikalien zwingen. Nach Kenntnis von SIMPSON sei der Betrieb von Platin-Katalysatoren in offener Konnexion mit der Außenwelt arbeitstechnisch strengstens verboten. Abgesehen von der möglichen Erzeugung von Nervengas (Phosphorsäure-Ester) durch Katalysatoren im Automobilbetrieb sei auch mit der Erzeugung von Phosgen zu rechnen. Phosgen, COCl<sub>2</sub> ist ein farbloses, sehr giftiges, nicht brennbares Gas, welches auch im 1. Weltkrieg als Kampfgas verwendet wurde. Phosgen ist ein sehr gefährliches Atem- und Lungenreiz-Gift. Da geringere Mengen von Chlor im Kraftstoff u. im Öl unvermeidbar seien, müsse zwangsläufig mit der Bildung von Phosgen gerechnet werden. Selbstverständlich werde Platin in magnetischen Spannungsfeldern „beispielsweise denen der Lungenalveolar-Membranen“ zum reaktiven Radikal-Bildner.

Inzwischen stinkt es in vielen Städten nach faulen Eiern. Die Ursache ist der Schwefel-Wasserstoff, welcher durch den Katalysator-Prozess in Katalysator-Autos erzeugt wird. Die chemisch-toxikologische Fachliteratur führt zum Thema Schwefelwasserstoff folgendes auf: Ausschnitt des Kapitels „Schwefelwasserstoff“ aus dem Chemielexikon von RÖMPP. Es ist zu bedenken, dass Stadtbewohner nicht nur kurzzeitig, sondern kontinuierlich an den H<sub>2</sub>S aus den Kat-Autos exponiert werden.

**Physiologie:** Für Organismen ist H<sub>2</sub>S fast ebenso giftig wie Blausäure, MAK-Wert 15 mg/m<sup>3</sup>, Nachw. im Bereich von 0,5 ppm bis 7 Vol.% mit Prüfröhrchen (Dräger). Die Geruchsschwelle liegt zwar sehr niedrig (0,1 ppm = 0,15 mg/m<sup>3</sup>), doch kann Abstumpfung eintreten. Luft, die nur 0,035% H<sub>2</sub>S enth., wirkt bei längerer Einatmung lebensgefährlich, Luft mit mehreren Prozent H<sub>2</sub>S innerhalb weniger Sek. tödlich. Einatmung kleinerer H<sub>2</sub>S-Mengen führt zu Schwindel, taumelndem Gang, Atemnot u. nervösen Erregungszuständen. Unter dem Einfl. des H<sub>2</sub>S wandelt sich das Hämoglobin in sog. Sulfhämoglobin um (Addukt aus H<sub>2</sub>S u. Hämoglobin). Das Blut färbt sich unter dem Einfl. des H<sub>2</sub>S zuerst braun, bei stärkerer Einw. olivfarbig, und der Gasaustausch ist stark beeinträchtigt. Dabei handelt es sich um eine direkte Lähmung des Atemzentrums im Gehirn, die einer Herzschädigung infolge der auftretenden Anoxämie vorangeht. Gegenmaßnahmen bei H<sub>2</sub>S-Vergiftungen: Überführung in frische Luft, künstliche Atmung, Analeptika. Über Gefahren beim Umgang mit H<sub>2</sub>S u. über den Nutzen sofortiger 4-(Dimethylamino) phenol-Applikation. Nachw.: Man erkennt außerordentlich kleine H<sub>2</sub>S-Mengen am Geruch. Schwefel-Wasserstoff ist ein schweres Katalase-Gift. Katalasen, wie beispielsweise solche des Glutathion-Systemes, sind für die Erhaltung unserer Lebensvorgänge unverzichtbar. Eine Schädigung der Katalasen erhöht drastisch die Krebsgefährdung, weil krebserzeugende Noxen nicht entgiftet werden können. In der Tat hatte ich bei der Analyse der explosiven Zunahme von Lungenkrebsen in den amerikanischen und japanischen Ballungszentren öfter das „Gefühl“, dass dies nicht nur durch das inhalede Platin allein bedingt wurde, sondern möglicherweise noch ein weiterer aktivierender Faktor hinzukommt. Die relativ starke Diskrepanz zwischen Ballungszentrum und offenen Siedlungen, die aber dennoch an stark befahrenen Durchgangsstraßen liegen mögen, deutet dieses an. Übrigens haben vorliegende Messberichte aus Japan erwiesen, dass die Umweltbelastung an stark befahrenen Überlandstraßen durch die Einführung der Katalysatoren nicht nachgelassen haben. Die Kombination von inhaliertem Platin und Belastung durch Schwefel-Wasserstoff würde diese Vermutung bestätigen.

Die „Ärztliche Praxis“ am 18.12.1990: USA: Die Sterblichkeit bei Bronchial-Asthma steigt alarmierend, besonders Kinder sind betroffen! Zwischen 1968 und Mitte der siebziger Jahre habe die Asthma-Mortalität abgenommen, bis zu minus 7,8% jährlich. 1978 sei eine Wende eingetreten, seither steige die Asthma-Sterblichkeit um durchschnittlich 6,2% jährlich an! Es handele sich um einen echten Anstieg, der durch geänderte Diagnosekriterien nicht wesentlich beeinflusst werde. Die in der Literatur wiedergegebenen toxischen Wirkungen und toxischen Grenzwerte für Schwefel-Wasserstoff (beispielsweise 15 mg/m<sup>3</sup>, was wahrscheinlich in Ballungszentren ohne weiteres überschritten wird), beziehen sich auf relativ kurzzeitige Expositionen, beispielsweise über einige Stunden. Die ständige Produktion von Schwefel-Wasserstoff durch Katalysator-Autos würde jedoch größere Kreise der Bevölkerung ständig, über Jahre hin exponieren. Die Folgen sind ungleich kritischer einzuschätzen als die einer kurzzeitigen Exposition. Zwar gibt es in anderen Ländern auch einen Anstieg der Häufigkeit von Asthma-Erkrankungen, der auf verschiedene Luftverunreinigungen bezogen werden könnte, jedoch ist dies mit der dramatischen Entwicklung in amerikanischen Ballungszentren nicht zu vergleichen. Zeitlich fällt dieser entsetzliche Anstieg der jugendlichen Asthmasterblichkeit nur mit der Kat-Verbreitung zusammen. Die Insassen eines Katalysator Autos werden

offensichtlich mehr geschädigt, als dies bisher für möglich gehalten wurde. Ursache dafür sind neue Erkenntnisse über die biologischen Schädigungseffekte, die von relativ schwachen elektro magnetischen Frequenz-Energien ausgehen. Möglicherweise sind es gerade die schwachen EMF-Energien, nicht die starken, welche besonders problematisch sind. Die Wissenschaftszeitschrift „Science“, aber auch beispielsweise physikalische Forschungsstätten in der Loma-Linda-Universität in Kalifornien berichteten darüber. (In der Aussendung 24 der DVS wird auf diese Problematik eingegangen.) Es ist offensichtlich so, dass schwache elektro-magnetische Felder geeignet sind, ein elektro-magnetisches Zweifeld in den Zellsystemen zu induzieren, welches dann die eigentliche Schädigung verursacht. Sehr starke elektro magnetische Felder, die zudem meist kurzfristig einwirken, haben nicht die nötige Sanftheit, um diesen Effekt zu erzeugen. In diesem Zusammenhang ist es interessant zu sehen, dass die Insassen eines Audi 80 mit Katalysator erst nach einer Expositionszeit von 60 bis 100 Minuten zunehmend elektro-dynamische Schädigungen ihres Zellsystems aufweisen. Neigungen zu Entzündungen und Infekten, Abwehrschwäche, eine vermehrte Krebsgefährdung und vor allem eine schnellere Ermüdung sind die Folgen. Laut einer Mitteilung von Mercedes-Benz, und ebenso aus württembergischen Instituten ist derzeit nirgendwo in der Bundesrepublik die Bestimmung von Platin im Auspuffgas verlässlich möglich, die entsprechende Neutronen physikalische Technik sei nur bei FORD USA und im Sandia Lab in Albuquerque verfügbar. FORD USA hat den Verlust von ca. 1,5 µgPlatin pro Kilometer Laufstrecke bestätigt. *Auszüge aus: NIEPER, H.: Der KAT-Krimi geht weiter. raum&zeit 51/91*

Die von BMW eingesetzten Titan-Katalysatoren führten zu einem dramatischen Anstieg von Titan-Allergien in Süddeutschland (eig. Beobachtung, Bieger). Einerlei, ob der Motor der Zukunft nun der Diesel oder der Benzin-Direkteinspritzer nach Art des Mitsubishi GDI (Gasoline Direct Injection) sein wird: Die Entwicklung wirksamer Katalysatoren zur Verringerung der Stickoxide (Nox) ist in jedem Fall unumgänglich, denn ohne sie würden beide Motorkonzepte an kommenden Abgasgesetzen straucheln.

Das Problem: Diese Motoren laufen die überwiegende Zeit mager, und da versagt das bewährte Rezept des Dreiwegen-Katalysators mit Lambdaregelung, mit dem die heute gebräuchlichen Benzinmotoren ihre Stickoxide loswerden. Mit einem Trick funktioniert es aber doch. Der Trick heißt DeNO und kommt beim Mitsubishi GDI zum Zug: Eine zusätzliche Iridium-Beschichtung des Katalysators soll dabei eine gezielte katalytische Wirkung auf Stickoxide entfalten. Solche Kats heißen auch SCR-Kats (Selektive Catalytische Reduktion). Beim klassischen Katalysator kann sich der Motorenkonstrukteur die Sache noch einfach machen: Dank der Lambda-Regelung liegen in den Molekülen des angesaugten Kraftstoff-Luft-Gemischs die Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome quasi in exakt abgezählten und aufeinander abgestimmten Mengen vor.

Da kann bei einer vollständigen Verbrennung gar nichts anderes herauskommen als sauberes Abgas, weil Stickoxide und unvollständig verbrannte Kraftstoffanteile miteinander reagieren und sich dabei quasi gegenseitig auffressen. Ob diese vollständige Reaktion bereits im Motor stattfindet oder erst danach im Katalysator erfolgt, ist für die Abgasqualität völlig belanglos. Soll dieses Großreinemachen auch bei Magerbetrieb funktionieren, muss der Motorenbauer etwas tiefer in die Trickkiste greifen. Er muss durch innermotorische Maßnahmen dafür Sorge tragen, dass auch bei magerem Betrieb unverbrannte Komponenten immer so reichlich im Abgas zur Verfügung stehen, dass der Kat mit ihrer Hilfe die Stickoxide zuverlässig aus der Welt schaffen kann.

Die begehrte Anreicherung des Rohabgases mit Unverbranntem steuert entweder eine künstlich verschlechterte Verbrennung im Zylinder bei oder eine Nacheinspritzung nach bereits erfolgter Verbrennung. Common Rail-Diesel und GDI erlauben diesen Schachzug. Zuviel des Guten kostet allerdings unnötig Kraftstoff und heizt auch dem Kat gehörig ein. Genug Sauerstoff für eine Reaktion steht im Abgas schließlich zur Verfügung. Und das mag der DeNOx-Kat überhaupt nicht. Der Temperaturbereich, in dem er brauchbare NO x-Konvertierungsraten bietet, ist nämlich sehr klein. Der Hauptkonkurrent Speicherkat, den Toyota verwendet u. mit rund 1000 Patenten auch gut geschützt hat, bietet da eindeutig Vorteile. Er erreicht mit bis zu 90 % etwa doppelt so hohe NOx-Umwandlungsraten wie der DeNOx-Kat. Die im Katalysator in Form von Nitraten nur zwischen gelagerten Schadstoffe können da allerdings nicht ewig bleiben.

Der NO x-Speicher muss mit einer Umkehr der chemischen Prozesse regelmäßig entleert werden: Etwa alle Minute einmal muss der Motor dazu vorübergehend mit angefettetem Gemisch betrieben werden. Dank der dann reichlich vorhandenen unverbrannten Komponenten können die Stickoxide endgültig unschädlich gemacht werden.

Das erfordert allerdings erheblich weiter reichende Eingriffe in die Motorsteuerung, als das beim Motor mit DeNO x-Katalysator der Fall ist. Den Übergang vom mageren zum überfetteten Betrieb unter allen Bedingungen so präzise zu steuern, dass nicht jedesmal ein Ruck durchs Auto geht, erfordert eine ausgefuchste Motorelektronik.

Neben dem hohen motorischen Aufwand stört am Speicherkat die große Schwefelempfindlichkeit. Der heute in Europa verkaufte Kraftstoff macht ihm nachspätestens 10000 Kilometern den Garaus. Das erklärt den Ruf der Autohersteller nach schwefelarmem Kraftstoff.

An Ideen, wie der Speicherkat trotz Schwefel zu betreiben wäre, mangelt es nicht. Aber sie machen keinen besonders erfolversprechenden Eindruck. Eine so genannte Schwefelfalle vor dem Kat könnte zwar das Kat-Gift rechtzeitig abfangen, aber der regelmäßige Tausch bei der Inspektion ist viel zu aufwändig. Und die theoretisch mögliche Regeneration eines durch Schwefel vergifteten Kats mittels einer künstlichen Überhitzung treibt nur den Teufel mit dem Beelzebub aus: Die dann einsetzende thermische Alterung lässt die Konvertierungsrate absinken, wenn auch nicht so rasant, wie das der Schwefel bewirkt. Keine Schwefelempfindlichkeit u. gute Wirksamkeit zeigt der NOx-Killer Nummer drei, das SINOx-Verfahren. Es ist ein Abkömmling der Kraftwerkstechnik und wurde von Siemens zusammen mit Daimler-Benz, Iveco u. MAN zur Serienreife entwickelt – vorerst wegen der aufwändigen Technik freilich nur für den Einsatz in Lastwagen.

Einfach ist daran nur der Katalysator selbst, eine Keramik-Gitterstruktur nach bekanntem Muster, die aber ohne

Beschichtung auskommt. Der SINOx-Kat ist quasi durchgefärbt: Er besteht aus einer Mischung verschiedener Keramik-Materialien, hauptsächlich Titanoxid, Wolframoxid + etwas Vanadiumoxid, dem so genannten Vanadin.

Diese Substanzen wirken ähnlich wie das Iridium des DeNO x-Kats als selektiver Katalysator. In einem von den beiden anderen Verfahren nicht annähernd erreichten weiten Arbeits-Temperaturbereich setzen sie Stickoxide um. Und sie vermeiden einen Nachteil üblicher Diesel-Kats bei Schwefel im Kraftstoff: Die Bildung von Sulfat-Partikeln. Der Pferdefuß: DasSINO x-Verfahren benötigt als zusätzliche Wirksubstanz eine wässrige Harnstofflösung. Das bedeutet Steuerelektronik und Überwachungssensorik sowie einen zusätzlichen kleinen Tank im Auto, der regelmäßig nachgefüllt werden muss. Das kann wiederum nur mit einer entsprechenden Infrastruktur in den Tankstellennetzen funktionieren – aus der Traum, zumindest aus Sicht der Personenwagen-Hersteller, die ihren Kunden den Aufwand trotz aller Vorteile nicht zumuten wollen. Zukunftsforscher träumen derweil von Zeolithen. Das Kristallgitter dieser Silikatminerale bildet Gerüststrukturen, die von Kanälen und Hohlräumen durchsetzt sind. Weil sie große Mengen Wasser aufnehmen können, werden sie oft als Trocknungsmittel eingesetzt.

Durch den gezielten Einbau bestimmter Metallatome wie Kupfer und Eisen in die Kristallstruktur lässt sich Zeolithen auch eine definierte katalytische Wirkung aneignen. Ähnlich wie der SINOx-Kat sind sie bis in Temperaturbereiche um 500 Grad wirksam, wo der DeNOx-Kat längst das Handtuch geworfen hat. Die Konvertierungsrate der Zeolith-Kats liegt heute zwischen dem, was DeNOx- und SINO x-Verfahren bieten. Aber nur, wenn genügen Wärme zur Verfügung steht: Unter 300 Grad fällt die Wirkung der heutigen Versuchsmuster nämlich steil ab – problematisch beim Diesel, weil sein Abgas im Teillastbereich oft kühler ist. Die noch längst nicht abgeschlossene Forschung auf diesem Gebiet arbeitet aber noch an Verbesserungen. Mit einem Serieneinsatz ist deshalb frühestens in fünf Jahren zu rechnen.

Realisten setzen unterdessen auf den Speicher-Kat nach Toyota-Muster. Mit weniger Schwefel im Kraftstoff und standfesteren Beschichtungen lässt sich das Problem der eingeschränkten Lebensdauer mit großer Wahrscheinlichkeit lösen. Schließlich reagieren auch die klassischen Dreiwegekats dank verfeinerter Beschichtungen heute längst nicht mehr so empfindlich auf Blei, Schwefel und Phosphor, wie das bei den ersten Katalysator-Autos zu beklagen war.

Aber vielleicht kommt die Lösung auch aus einer ganz anderen Ecke: Versuche bei Shell mit einer Emulsion aus Dieselöl und Wasser als Kraftstoff haben schon zu NO x-Reduzierungen von bis zu 50 Prozent geführt.

Tabelle 3 zeigt die Raumlufbelastung in einem Mittelklassewagen.

Tab. 3: Belastungsprofil der Raumluf in einem Auto.

gemessener Stoff	gemessener Wert in µg/m <sup>3</sup> RL		Normalwerte
	Baujahr 1999	Baujahr 1991	
<i>Alkane</i>			
n-Hexan		28,5	
n-Heptan	26,0	9,0	<12,0
n-Octan	10,3	6,2	<8,7
n-Nonan	19,6	<5,0	<17,7
n-Decan	411,4	<5,0	<30,8
n-Undecan	260,3	9,4	<22,0
n-Dodecan		15,2	
Cyclohexan		<5,0	
Methylcyclohexan		<5,0	
<i>Aromatische Kohlenwasserstoffe</i>			
Benzol	34,2	143,2	<17,3
Toluol	94,4	44,4	<128,2
Ethylbenzol	373,1	43,1	<16,3
m-p-Xylol	503,5	99,1	<37,4
o-Xylol		41,8	
Styrol	24,1	45,3	<3,8
1,2,4-Trimethylbenzol		26,9	
<i>Halogen-Verbindungen</i>			
Dichlormethan	7,5	<5,0	
Chloroform	<2,5	<5,0	
Tetrachlormethan		<5,0	
1,1,1-Trichlorethan	<2,5	5,5	<14,7
cis 1,2-Dichlorethen		<5,0	
Trichlorethen	<2,5	<5,0	<11,1
Tetrachlorethen	<2,5	<5,0	<14,0
1,4-Dichlorbenzol		<5,0	
<i>Halogen-Verbindungen</i>			
Trichlorfluormethan Freon R11		8,1	
<i>Terpene</i>			
alpha-Pinen		<5,0	
3-Caren		<5,0	
Limonen		<5,0	
<i>Carbonyl-Verbindungen</i>			
Ethylacetat		<5,0	
n-Butylacetat		5,7	
Methylethylketon		<5,0	
Hexanal		<5,0	

RL = Raumluf

Die „Normalwerte“ sind einer Studie des Bundesgesundheitsamtes entnommen. Angegeben ist die 90. Perzentile der Messwerte aus 479 Haushalten. Die „Normalwerte“ können nur als Orientierung dienen.

(Quelle: auto motor sport 1/98)

## **Giftige Substanzen im Innenraum von Neuwagen**

Neuwagen enthalten im Innenraum zahlreiche gesundheitsgefährdende Stoffe, darunter Krebs erzeugende und Blut schädigende Substanzen. Das geht aus einer Untersuchung hervor, die das Bundesforschungsministerium in Auftrag gegeben hat. Das ZDF-Magazin „Mit mir nicht“ berichtete vorab, Wissenschaftler warnten vor Gefahren für Autofahrer. Nach Untersuchungen des TÜV Nord sonderten Kunststoffe und Kleber im Innenraum von neuen Autos zahlreiche Substanzen, etwa Benzol und Formaldehyd, ab. Der Toxikologe der Universität Kiel, HERMANN KRUSE, sprach von einem „Schadstoffcocktail“. Forschungsministerium und Automobilhersteller halten die gefundenen Konzentrationen bei ausreichendem Lüften dagegen nicht für gesundheitsschädlich. (Quelle: SZ 16.7.1998)

## **Wirkungscharakter**

Obwohl wir alle uns die längste Zeit unseres Lebens in geschlossenen Räumen aufhalten, können doch gesundheitliche Folgen unterschiedlicher Außenluftbelastungen bereits epidemiologisch nachgewiesen werden. Neben vielen Untersuchungen aus dem Ausland sei hier exemplarisch nur das „Wirkungskataster zu den Luftreinhalteplänen Rheinschiene-Süd und Rheinschiene-Mitte“ aus dem Jahr 1990 des Umweltministeriums des Landes Nordrhein-Westfalen erwähnt. Der epidemiologische Nachweis geht so weit, dass man Unterschiede der Sensibilisierungsrate gegen Pollen und Hausstaubmilben an der Aufenthaltsdauer im Verkehr festmachen kann.

Insbesondere die zunehmende Allergiehäufigkeit schon bei Kindern steht in einem offensichtlichen Zusammenhang zu den Belastungen aus dem Kraftverkehr. Auch scheint die Aggressivität der Pollen in Belastungsgebieten verstärkt, sowohl durch vermehrte Exprimierung der Maior-Antigene als auch durch die Schadstoffadsorption an die Pollen selbst (SCHINKOW). Im Vordergrund der Verkehrsdiskussion steht in den letzten Jahren die zunehmende Ozonbelastung der Troposphäre. In den letzten Jahren ist es zu einer kontinuierlichen durchschnittlichen jährlichen Zunahme der bodennahen Ozon-Konzentration um 2 bis 4% gekommen. Ein weiterer Anstieg ist auch bei drastischer Reduktion der Vorläuferstoffe zu erwarten, da durch vermehrte UV-Einstrahlung (Ozonloch) die Umsatzrate weiter ansteigen wird. In der mittleren und oberen Stratosphäre tragen emittierte Stickoxide zum teilweisen Abbau der Ozonschicht bei. Im Bereich der Tropopause dagegen, der Grenzschicht zwischen Troposphäre und Stratosphäre (in mittleren Breiten in etwa 11 km Höhe) bewirken sie nach derzeitigem Kenntnisstand eine Zunahme der Ozonkonzentration. Triebwerke von Flugzeugen emittieren Stickoxide und tragen durch deren Emission in großen Höhen, insbesondere auf internationalen Strecken, zu einer Beeinflussung der Chemie der Atmosphäre bei. Die medizinische Diskussion beschränkt sich bei der Ozon-Schädigung häufig auf obstruktive Atemwegserkrankungen und auch auf die bronchiale Reagibilität. Ozon als schlecht wasserlösliche Substanz erreicht aber die ganz tiefen Atemwege und die Alveolen, so dass eher eine entzündliche Reaktion der Lungenbläschen zu erwarten ist. Auch experimentelle Befunde der bronchoalveolären Lavage sprechen für die Auslösung einer chronischen Alveolitis als Ozonbelastungsfolge. Auch hierfür gibt es bereits epidemiologische Nachweise, wie die Untersuchungen von LIPPMANN aus Texas gezeigt haben. (Quelle: ISHIAZAKI: Münch. med. Wschr. 136, Nr. 5); KRAUS, W.: Luftverkehrsbedingte Emissionen von Stickoxiden. BMFT Forschungsinfo, Bonn 20.4.94)

Hauptursachen für die inzwischen dramatische Situation der Wälder besonders in den nördlichen Alpen sind die Luftverschmutzung und der Borkenkäferbefall. Zu sehen ist dies u. a. an dem massiv gestiegenen Ozongehalt auf den Bergen rund um Garmisch und die damit verbundenen Folgen. Die auf dem Wank und der Zugspitze vorgenommenen Messungen haben ergeben, dass häufig tagelang Ozonkonzentrationen von 120 bis 200 Mikrogramm pro Kubikmeter vorhanden waren. Besonders alarmierend ist es, dass diese Werte auch des Nachts kaum noch absinken. Das aus den Stickoxiden der Abgase entstehende bodennahe Ozon stammt in Bayern zu 80 Prozent (im Gebirge zu 90 Prozent) aus dem Autoverkehr, der nicht nur in Ballungsgebieten, sondern auch in Fremdenverkehrsarten immer mehr zunimmt.

Bei 60 Mikrogramm pro Kubikmeter liegt die Gefahrengrenze für Pflanzen, insbesondere für Laubbäume. Das Ozon greift die Wachsschicht der Blätter an und macht diese damit zugänglich für Pilzbefall. Bei den Fichten nimmt unter dem Einfluss von Bodenversauerung u. Ozon die ohnehin geringe Wurzeltiefe ab, was wiederum die Wasserversorgung behindert. Zudem vergiftet das Ozon die Schließzellen der Spaltöffnungen an den Nadeln u. Blättern, so dass die Bäume noch weiter austrocknen. Diese Schäden wiederum bilden die Voraussetzung für einen massiven Borkenkäferbefall. (Quelle: Der Borkenkäfer als Totengräber. SZ; Nr. 217/S. 39)

**Benzol:** Die Aromatenbelastung, insbesondere durch Benzol, hat nach Studien in mehreren Großstädten Deutschlands, wie in Köln, Frankfurt und Berlin, in ungünstig gelegenen Wohnungen toxikologisch bedenkliche Werte erreicht. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass Benzol in Abhängigkeit von seiner Konzentration ein Kanzerogen für den Menschen sein kann. Das möglicherweise erhöhte Krebs-Leukämierisiko für dauerexponierte Menschen, insbesondere für Kinder, erfüllt den Deutschen Ärztetag mit Sorge. Die Deutsche Ärzteschaft fordert deshalb,

– Des Weiteren sollten Tankstellen mittelfristig aus dichtbesiedelten Wohngebieten und unter Wohnhäusern entfernt werden.

– Der Benzolgehalt des Benzins sollte weiter reduziert werden, allerdings unter Beachtung der möglichen Toxizität erforderlicher Ersatzstoffe.

Die zunehmende Zahl von Benzinzusatzmitteln – wie hochverzweigter Äther (MTBE, GTBE oder TAME) sollten auf ihre Toxizität vor großindustriellem Einsatz zum Beispiel im Benzin eingehend überprüft werden. (Alaskaeffekt: Vielstimmige Klagen der Bevölkerung dort über Schwindelanfälle nach Einführung des neuen Benzins gemäß USA-Verordnung mit vermehrt hochwertigen Äthern.)

Die Auskunft eines qualifizierten Chemikers, der im Großanlagenbau für Benzin tätig ist, ergab, dass gerade die Ersatzstoffe toxikologisch bisher nicht ausreichend untersucht wurden. (AKBV, München, 1996.)

### **Rußpartikel für Tumorentstehung verantwortlich**

Für die Entstehung von Lungentumoren durch Dieselabgase wurden in früheren Untersuchungen vor allem die sogenannten PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons) verantwortlich gemacht, die an den Rußpartikeln des Abgases angelagert sind und mit diesen nach Inhalation in der Lunge abgelagert werden. Wie Dr. UWE HEINRICH, Institut für Inhalationstoxikologie und Aerosolforschung des Fraunhofer-Institutes für Toxikologie und Aerosolforschung Hannover, auf einem Presse-Kolloquium des Deutschen Grünen Kreuzes (DGK) in Hamburg berichtete, hätten mehrjährige Studien an Ratten jedoch gezeigt, dass nicht die angelagerten organischen Stoffe wie die PAH, sondern die Rußpartikel selbst in der Rattenlunge Tumoren hervorrufen. In Inhalationsexperimenten sei einerseits die Menge an PAH, die von den Tieren mit Dieselmotorabgas aufgenommen werden konnte, viel zu gering gewesen, als dass allein dadurch das Tumorgeschehen hätte erklärt werden können.

Andererseits konnte die Forschergruppe in zwei Untersuchungssituationen das kanzerogene Potential von Rußkernen eindeutig ermitteln. Inhalierten die Ratten Rußpartikel, die nahezu keine organischen Stoffe auf ihrer Oberfläche angelagert hatten, bildeten sich genauso Tumoren in der Lunge der Tiere wie bei der Inhalation von Dieselabgas. Für HEINRICH ist deshalb das Tumorgeschehen nach Dieselabgasinhalation nicht auf einen dieselußspezifischen Effekt, sondern auf einen ruß-oder allgemein partikelspezifischen Effekt zurückzuführen, der an die Unlöslichkeit des untersuchten Partikels gebunden ist: Je kleiner der Durchmesser und je größer die spezifische Oberfläche des inhalierten Partikels ist, um so ausgeprägter sei die Wirkungsintensität. In einem weiteren Versuch wurde den Ratten ein PAH-reiches Abgas zugeführt, das einen um den Faktor 1000 bis 10 000 höheren PAH-Gehalt als Dieselmotorabgas hat. Zunächst ergab sich das erwartete Ergebnis: Die kanzerogene Wirkung bestimmte sich entscheidend durch den höheren PAH-Gehalt. HEINRICH hob hervor, dass sich das kanzerogene Potential des PAH-reichen Abgases bei der gleichzeitigen Verabreichung von Rußkernen signifikant erhöhte: Als die Ratten beide Gase inhalierten, addierte sich nicht nur die kanzerogene Wirkung des reinen Rußes und der PAH, sondern es kam zu einem stärkeren Effekt als aufgrund der Summe der Einzeleffekte zu erwarten war. Die Übertragbarkeit dieser Erkenntnisse auf den Menschen sei allerdings noch nicht gesichert, erklärte HEINRICH. Obwohl die Ratte seit vielen Jahrzehnten mit Erfolg in der toxikologischen Prüfung für die Abschätzung des Gefährdungspotentials von Pharmaka und Umweltchemikalien eingesetzt werde, könne ohne eine umfassende Prüfung jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass bestimmte bei der Ratte gefundene Wirkungen beim Menschen nicht oder nur in abgeschwächter Form auftreten. Zudem hätten andere Tierarten wie Hamster und Maus infolge der Inhalation von Dieselmotorabgasen nicht die gleiche Häufigkeit von Tumoren gezeigt wie die Ratte. Der Wirkmechanismus, der bei der Ratte nach Inhalation von Dieselmotorabgasen zu Lungentumoren führe, müsse deshalb weiter aufgeklärt werden, um mit Sicherheit auszuschließen, dass es sich bei den Befunden um eine rattenspezifische Reaktion handle. HEINRICH verwies in diesem Zusammenhang auf derzeit noch laufende In-vitro-Experimente, welche die Reaktionen von humanen Lungenzellen und Lungenzellen aus der Ratten- und Hamsterlunge auf PAH und Rußpartikel vergleichend untersuchen.

*(Quelle: Neue Ursachen für Tumoren durch Dieselabgase? Apotheker-Zeitung, 28.1.1991)*

### **Luftverschmutzung begünstigt Lungen-Metastasen:**

Smog fördert die Metastasierung von Tumoren: Tierstudien haben ergeben, dass die Inhalation von Stickstoffdioxid die Ansiedlung von Krebszellen in der Lunge begünstigt. Eines der ungelösten Probleme der Onkologie ist die Kontrolle der Metastasierung. Den Einfluss der Luftverschmutzung hat Dr. Arnis Richters von der Universität von Southern California in Los Angeles untersucht. Der Pathologe wollte wissen, ob Stickstoffdioxid, ein häufiger Bestandteil verschmutzter Luft, Krebskranke beeinträchtigt. Die Ergebnisse seiner Studie an Mäusen stellte Richters bei Seminar der American Cancer Society in Daytona Beach vor. Er hatte die Tiere Luftverhältnissen ausgesetzt, die denen in Los Angeles vergleichbar waren. Nach einigen Wochen wurde den Mäusen ein Karzinogen für maligne Melanome injiziert. Bei den Stickstoffdioxid-Mäusen war die Mortalität signifikant erhöht; sie starben deutlich früher als Kontrolltiere, die gereinigte Luft geatmet hatten. Richters fand eine erhöhte Zahl von Krebszellkolonien in den Lungen der Mäuse, die dem Stickstoffdioxid ausgesetzt worden waren; das Ausmaß der Metastasierung war dosisabhängig. Der Wissenschaftler stellte fest, dass durch Inhalation erhöhter Stickstoffdioxid-Spiegel die Endothelzellen der Lungenkapillaren verletzt worden waren. Zudem hätten die Schadstoffe das Immunsystem geschwächt, berichtete der Pathologe weiter: Die Zahl der T-Lymphozyten sei gesunken. Studien mit Ozon führten zu vergleichbaren Ergebnissen. Inwieweit diese Beobachtungen auf den Menschen übertragbar seien, wollte Richters nicht ausführen. Um diese Frage zu klären, seien prospektive epidemiologische Studien nötig, betonte der Pathologe. Die Medizin könne es sich jedoch nicht leisten abzuwarten. Richters wies weiter darauf hin, dass die Luftverschmutzung auch für AIDS-Kranke eine Gefahr sein und ihren Zustand verschlechtern könne, da das Immunsystem beeinträchtigt werde. *(Quelle: AZ 4/90)*

**Dioxine:** Dem Umweltbundesamt liegen nach Auskunft von Umweltschutzreferent Rüdiger Schweikl Untersuchungen vor, nach denen mit bleihaltigem Benzin betriebene Kraftfahrzeugmotoren „in Atemhöhe“ Dioxine freisetzen in Konzentrationen, wie sie in der Abluft herkömmlicher Müllverbrennungsanlagen – dort allerdings „in Kaminhöhe“ – auftreten. Es handelt sich insbesondere um Bromdioxine, die auch als Straßenstaub in straßennahe Wohnungen eindringen können. Diese Belastungen gehen auf die chlor- und bromhaltigen Zusätze zurück, die dem bleihaltigen Benzin beigefügt werden, um das Entstehen motorschädlicher Bleiverbindungen – wie Bleioxid – zu verhindern.

Bei bleifreiem Benzin treten derartige Dioxinmissionen nicht auf. Aber auch bei bleihaltigem Benzin wäre das Entstehen der Dioxine vermeidbar, weil die erwähnten Zusätze (Scavenger) bei dem heute üblichen Bleigehalt gar nicht mehr notwendig sind, um Motorschäden zu vermeiden. Dies hat eine dem Umweltbundesamt jetzt vorgelegte Untersuchung ergeben.

Aus dem Umweltgutachten des Deutschen Bundestages von 1987 geht hervor, dass sich Dibenzodioxine

(PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) im Fettgewebe der Mütter ablagern (dies gilt für alle Bürger), durch Stillen auf den Säugling übertragen und dadurch zu schweren körperlichen Schäden führen können. Innerhalb von nur drei Monaten Stillzeit nimmt ein Säugling in Deutschland über die Muttermilch soviel Dibenzodioxine auf – das 130fache der duldbaren täglichen Aufnahme –, dass er am Ende dieses Vierteljahres den gleichen Dioxin-Körperfettgehalt hat wie ein Erwachsener. Dieses Gutachten besagt auch, dass das Risiko von bisher wenig erforschten neurotoxischen oder immuntoxischen Wirkungen von Organohalogenverbindungen beim Säugling besonders hoch ist, weil beide Funktionsbereiche, Nerven- und Immunsystem, im Reifungsprozess und daher besonders empfindlich sind. Es ist somit die Gefahr des plötzlichen Kindstodes besonders hoch. Dies wird u. a. durch den in Katalysatoren entstehenden Schwefelwasserstoff, dem Nervengas Phosgen usw., gefördert.

**Ausblick** Der motorisierte Individualverkehr wird weiter zunehmen. In einer Studie des Ifeu-Instituts für das Bayerische Wirtschaftsministerium ist ein weiterer Anstieg der Pkw-Dichte der privaten Haushalte bis auf 772 Pkw auf 1000 Einwohner über 18 Jahren in Bayern bis zum Jahr 2005 zu erwarten. Politische Konzepte zur Reduktion des Schadstoffausstoßes und Verminderung der Sekundärfolgen des motorisierten Autoverkehrs sind nicht in Sicht. Allenthalben dominieren Scheinlösungen wie Forcieren des Katalysatoreinbaus, Park-and-Ride-Strategien, Umgehungsstraßen, Tunnelbau und angebliche Förderung des öffentlichen Verkehrs, wie z. B. durch Bau von ICE-Strecken. Diese Diskussion ist auch deshalb wichtig, weil Folgekosten des motorisierten Individualverkehrs in andere Kostenbereiche transferiert werden. Allein die Krankenversicherung in einem Luftschadstoff-belasteten Gebiet hat ein Mehrfaches an Kosten zu tragen wie die Krankenversicherung in einem weniger belasteten Gebiet. (Quelle: ISHIZAKI: Münch. med. Wschr. 136; Nr. 5; 1994)

**Recht** Schwangere dürfen in Tankstellen nicht beschäftigt werden. Das Berliner Oberverwaltungsgericht entschied in einem Eilverfahren, dass dies wegen der in Tankstellen drohenden Gesundheitsgefahren selbst für die Tätigkeit an der Kasse gelte (Az.: OVG 6 S 72.92). Die in Tankstellen anzutreffende erhöhte Konzentration von Benzol rechtfertigt das Verbot. Nach den Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sei Arbeitgebern die Beschäftigung werdender Mütter mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen nicht erlaubt.

## Kasuistik

### 1. Fall:

P.E., 55 Jahre, w.

### Noxen:

15 Amalgamfüllungen

25 Jahre lang Autobahnanliegerin

### Anamnese:

Die ersten Füllungen mit Amalgam (sehr groß) wurden ca. 1957 eingesetzt.

1970 Unterleibsoperation: der rechte stark verzystete Eierstock wurde abgeschabt.

1979 Zysten im rechten Handgelenk

1974 Nieren – Tb dann Zyste an der rechten Niere

1983 OP/Gebärmutter und rechter (wieder verzysteter) Eierstock wurden entfernt

1985 Entfernung einer großen Zyste in der linken Brust und eine große Menge kleiner Zysten.

Oktober: 13 neue Amalgam-Füllungen. Daraufhin folgten Hormonstörungsschmerzen in der Brust, wieder Zysten, Bruch im Magen, gestörte Speiseröhrenmechanik, Nierenentzündung, Blase.

1987 OP Zahnwurzel wurde entfernt (u. Zyste)

1988 Sehnenscheidenentzündung beider Arme. Die Patientin konnte nichts mehr anfassen.

1989 Chronische Bronchitis verschlimmerte sich (Asthma bronchiale).

1993 Schmerzen im rechten Oberbauch. Schwellungen unter der Achsel, Hexenschuss.

1994 Mai–Juli: schwere Bronchitis. Seither blaue Lippen.

**Laborwerte:** Zahn: 47 Blei 6290,0 g/kg

Cobalt 298,0 g/kg Gold 81,0 g/kg Kupfer 3220,0 g/kg Zinn 5742,0 g/kg

Hg < 161,0 g/kg Formaldehyd 5503,1 mg/kg Aluminium 24500 g/kg

Glutathion-S-transferase 66 % Es wurden nur auffällige Werte angegeben.

**Diagnose:** Asthma bronchiale, chronische bds. Tendovaginitis, Mamma fibrosa cystica, Pollakisurie, Schlafstörung, Giftabbaustörung

**Kieferpanoramaaufnahme:** Tote (mit Formaldehyd gefüllte) Zähne: 47, 43

Granulome: 17, 15, 13, 23, 25, 26, 27, 32, 36, 41, 42, 46, 48

## Literatur

HEINZ, I., KLAASSEN-MIELKE, R.: Krankheitskosten durch Luftverschmutzung. Physika-Verlag, Heidelberg 1990.

LIPPMANN, M.: Health effects of Ozon. A critical review. J. Air poll. Control Ass. 39, 672–695 (1989).

Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen: Wirkungskataster zu den Luftreinhalteplänen Rheinschiene-Süd und Rheinschiene-Mitte, 1990.

SCHINKOW, H. A. E.: Assoziation von Luftallergenen und partikulären Aerosolen. Atemwegs Lungenkrankheiten 19, 1. Suppl. 94–95 (1993).

ISHIZAKI, T. et al.: Studies of prevalence of Japanese cedar pollinosis among the residents in a densely cultivated area. Ann. Allergy, Volume 58, April 1987.