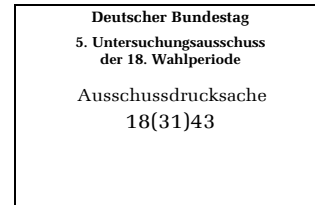


Prof. Dr. Helmut Greim
Technische Universität München



26.08.2016

Fragen zum Beweisbeschluss SV-2 zum Thema

Welche Auswirkungen auf Leben und Gesundheit der Bevölkerung, auf die Umwelt, das Klima und auf den Schutz der Verbraucher infolge von gegenüber den in der Typengenehmigung gemessenen Werten erhöhten Stickoxid(NOx)-Realemissionen und sonstigen Realemissionen von Fahrzeugen waren im Untersuchungszeitraum zu jeweils welchem Zeitpunkt öffentlich bzw. fachöffentlich bekannt und wie haben sich die NOx-Emissionen von Fahrzeugen im Untersuchungszeitraum entwickelt?

Toxikologie von NOx

NOx, d.h. NO und NO₂ sind beide in den Motorabgasen enthalten. Da NO aber nach der Emission rasch zu NO₂ oxidiert wird, liegt NOx in der Umgebungsluft nahezu vollständig als NO₂ vor, so dass sich die gesundheitliche Bewertung immer auf die gegebenen NO₂-Konzentrationen bezieht.

NO₂ ist ein Reizgas, das insbesondere in den Atemwegen zu entzündlichen Reaktionen führt. Aus Langzeit-Tierversuchen und kurzen, mehrere Stunden dauernde Exposition von Probanden ergibt sich eine unwirksame Konzentration im Bereich von 1,5 ppm d.h. etwa 3000 µg/m³. Basierend auf diesen Studien haben SCOEL, das Scientific Committee for Occupational Exposure Limits der Europäischen Kommission, die DFG-Arbeitsstoffkommission (MAK-Kommission) und der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) beim BMAS für Arbeitsplätze einen Grenzwert für NO₂ von 0,5 ppm (950 µg/m³) festgelegt. Dieser Wert gilt für gesunde Arbeiter bei Expositionen von 8 Std. pro Tag, 40 Std. pro Woche für die gesamte Lebensarbeitszeit und soll die Gesundheit nicht beeinträchtigen. Selbst wenn man einen Faktor 5 zur Berücksichtigung empfindlicher Personengruppen verwendet, sind die sich daraus ergebenden 200 µg/m³ noch zehnmal höher als die von der WHO anhand epidemiologischer Studien abgeleitete Wirkungsschwelle von 20 µg/m³. Daraus ergibt sich, dass die erheblich niedrigeren NO₂ Konzentrationen in einem Luftgemisch, für das adverse Wirkungen festgestellt worden sind, nicht auf NO₂ sondern auf das Zusammenwirken verschiedener Inhaltsstoffe in dem Luftgemisch zurückzuführen sind. Dies trifft auch z.B. für PM_{2,5}, Ozon oder andere Inhaltsstoffe eines Gemisches zu.

NO₂ ist daher als Marker für das untersuchte Luftgemisch anzusehen. Dazu kommt, dass die gesundheitlichen Auswirkungen einer Exposition durch viele weitere Faktoren wie Wetter, Gesundheitszustand und Alter der Exponierten, Aufenthaltszeit in der Umgebungsluft usw. beeinflusst werden.

Luftverschmutzung und Gesundheitsschäden:

Berichte von King's College, Parliament Hill Research und HEI

Beziehungen zwischen Luftverschmutzung und Gesundheitsschäden wurden kürzlich in den beiden Gutachten des King's College „Understanding the Health Impacts of Air Pollution in London“ (2015) und von Parliament Hill Research „The Impact of Air Pollution on Health“ (2014) ermittelt. Beide Berichte sind keine Neubewertungen der Immissionssituation. Vielmehr wird auf Basis der von der WHO (HRAPIE 2013) abgeleiteten Risikowerte für NO₂, Partikel und Ozon und unter Berücksichtigung der Bevölkerungszahl und Exposition errechnet, welchen Einfluss Änderungen,

insbesondere Absenkungen der Expositionen auf Morbidität, Krankenhausaufnahmen und Gesamt-Mortalität haben, um den sozio-ökonomischen Gewinn von Maßnahmen zur Absenkung der Immissionskonzentrationen zu bestimmen.

Die Berichte quantifizieren das gesundheitliche Risiko pro $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Kurzzeit- und Langzeitbelastungen von NO_2 und $\text{PM}_{2,5}$ unter Verwendung der Angaben in den beiden WHO Reports von 2013 (HRAPIE und REVIHAAP). Obwohl in dem REVIHAAP Report darauf hingewiesen wird, dass z.B. NO_2 nur als Marker für das entsprechende Schadstoffgemisch anzusehen ist (Question C4), werden daraus Risikowerte spezifisch für NO_2 und $\text{PM}_{2,5}$ abgeleitet.

Aus toxikologischer Sicht sind diese Angaben zumindest für NO_2 oder $\text{PM}_{2,5}$ nicht nachvollziehbar, da wie oben ausgeführt für NO_2 sowohl aus Tierversuchen wie auch aus Erfahrungen beim Menschen höhere Konzentrationen ohne Wirkung (NOAEL) abgeleitet worden sind.

Ähnlich groß ist der Unterschied bei Partikeln. Für inerte Partikel hat der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) des BMAS einen Arbeitsplatz-Grenzwert für die A-Fraktion (ca. PM_4) von $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$, d.h. $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, festgelegt. Für die Partikel im Abgas von Dieselmotoren, die nachgewiesenermaßen toxischer sind als inerte Partikel, diskutieren SCOEL, die deutsche MAK-Kommission und der Ausschuss für Gefahrstoffe einen Wert im Bereich von $20\text{-}50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, während WHO aufgrund epidemiologischer Studien für $\text{PM}_{2,5}$ von einem Wert unterhalb von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgeht.

Ein sehr informativer Bericht wurde im Jahre 2010 vom Health Effect Institute (HEI) in Boston veröffentlicht (Report No. 17). Für diesen Bericht wurden sämtliche seinerzeit vorhandenen Veröffentlichungen über Verkehrsbelastung und Gesundheit nach festgelegten Kriterien zunächst auf ihre Aussagefähigkeit überprüft und die nicht belastbaren aussortiert. Wichtigstes Ergebnis ist, dass für diesen Zusammenhang

- ausreichende Evidenz für Asthma von Kindern besteht,
- deutliche, aber nicht ausreichende Evidenz für kardiovaskuläre Morbidität und Einschränkungen der Lungenfunktion besteht,
- nur inadäquate Evidenzen für COPD, Atemwegssymptome bei Kindern und Erwachsenen, Krebserkrankungen, Schwangerschaft und Allergien bestehen.

Weiterhin aufschlussreich sind die folgenden Informationen:

Luftbelastungen aus dem Kfz-Verkehr resultieren aus den Emissionen der Motoren und sind abhängig von der Größe der Motoren (PKW, LKW), von Alter, Fahrweise, Wartung, Abgasreinigungsverfahren, Art und Qualität des Treibstoffes, Motorölen, Abrieb von Bremsen und Reifen.

Regulierung der Emissionen, Verbesserung der Katalysatoren, saubere Treibstoffe und regelmäßige Kontrollen haben in den letzten Jahren zu erheblichen Emissionsminderungen geführt.

Dadurch haben andere Quellen des Kfz-Verkehrs wie aufgewirbelter Straßenstaub, Abrieb von Reifen und Bremsen zunehmende Bedeutung erlangt, die allerdings bisher schwer zu quantifizieren sind.

Wichtig sind auch Angaben über den Anteil der Verkehrsemissionen an der Gesamtbelastung z.B. aus industriellen und privaten Verbrennungsprozessen, der sehr schwanken kann. So nennt der HEI-Bericht Zahlen für $\text{PM}_{2,5}$ aus dem

Straßenverkehr von 5% in Pittsburg bis zu 53% in Barcelona. Diese Unterschiede treffen auch zu für die übrigen Immissionen wie CO, NO_x, Benzol usw. In dem toxikologischen Teil wird darauf hingewiesen, dass NO₂, Partikel oder andere Inhaltsstoffe der Immissionen eher Marker für die Gesamtemission als allein ursächlich für die beobachteten adversen Wirkungen anzusehen sind.

Zusätzliche Anmerkungen

Die Komponenten der Immissionen sind vielfältig. Da man sie nicht einzeln messen kann, beschränkt man sich auf Leitsubstanzen wie Kohlenmonoxid, NO₂, Benzol, Kohlenstoffpartikel, gesamte Partikelmasse, ultrafeine Partikel, deren Messwerte dann auch für gesundheitliche Bewertung bzw. Risikoabschätzung herangezogen werden. Zu berücksichtigen ist dabei, dass eine Risikoabschätzung für eine bestimmte Konzentration eines Schadstoffes wie NO₂ nicht besagt, dass das Risiko auf der Exposition gegenüber NO₂ beruht, sondern dass es sich um eine Risikoangabe für ein Schadstoffgemisch handelt, das diese bestimmte Menge NO₂ enthält.

NO₂ wie auch Ozon als Reizgas hat eine sofortige Wirkung, die nach Expositionsende wieder abklingt. Dies trifft auch zu für PM_{2,5}, das ebenfalls zu entzündlichen Reaktionen in der Lunge führt, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass die Partikel über die mukoziliäre Clearance, d.h. den Reinigungsapparat der Lunge, wieder heraustransportiert werden, so dass nach Expositionsende die Wirkung auch zurückgeht. Bei sehr hohen Konzentrationen von mehr als 500 µg/m³ wird jedoch die Clearance beeinträchtigt, so dass es zu chronischen Entzündungen kommt.

Für die Emissionen von Dieselmotoren werden in dem gemeinsamen Dokument der Nordischen (NEG: Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks of Chemicals) und Niederländischen (DECOS: Dutch Expert Committee on Occupational Safety) Kommissionen (2016) angegeben, dass die EU-Emissionsstandards für Partikel aus Dieselmotoren von 0.36 g/kWh in 1992 auf 0.01 g/kWh in 2013 (≥ 85 kW Motor) abgesenkt worden sind. Damit sind die zulässigen Emissionen innerhalb von 20 Jahren um das 36-fache reduziert worden. Das bedeutet, dass im Laufe der Jahre der Anteil von Partikeln aus den Kfz-Motoremissionen zurückgegangen ist, wobei allerdings die zunehmende Verkehrsdichte zu berücksichtigen ist.

Soweit ich informiert bin, erfolgte eine Festlegung der Euro-Abgasgrenzwerte ab 1992 mit der Einführung von Euro 1. Die Abgas-Grenzwerte wurden und werden auf der Basis der technischen Möglichkeiten von der Gesetzgebung festgelegt und kontinuierlich der technischen Machbarkeit angepasst. Einen direkten Zusammenhang oder eine Abhängigkeit zwischen der Abgasgesetzgebung und Luftqualitätsgrenzwerten gibt es meines Wissens nicht. Etwa ab der Einführung des Diesel-Partikelfilters (Euro 4) wurde damit begonnen, die Abgasgrenzwerte in der öffentlichen Diskussion auch mit zu erwartenden Gesundheitseffekten zu verknüpfen, v.a. im Rahmen der Diskussion über den Feinstaub. Sinnvoll wäre sicherlich eine Quantifizierung der gesundheitlichen Auswirkungen dieser langfristigen Emissionsminderungen.

Um die Relevanz der gemessenen Konzentrationen für die Exposition der Bevölkerung bewerten zu können, ist die Kenntnis der Lokalisation der Messstationen von Bedeutung. Konzentrationen am berühmten Neckartor, dem Verkehrsknotenpunkt mit hoher Verkehrsdichte in Stuttgart, wo es aber praktisch keine Anwohner gibt, haben eine andere gesundheitlich Bedeutung als hohe Werte in dicht befahrenen Straßen mit Wohnhäusern. Dazu kommt, dass ein erheblicher Konzentrationsgradient besteht, der vom Schadstoff, der Bebauungsdichte, der Windrichtung und -geschwindigkeit abhängt.

Schließlich ist die Innenraumbelastung eine erhebliche Störgröße. Da die Luft in Innenräumen zumeist höhere Konzentrationen an Schadstoffen enthält als die Außenluft und sich die Bevölkerung Mitteleuropas zu mehr als 70% des Tages in Innenräumen aufhält, hat der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen in seinem Innenraumgutachten bereits 1999 darauf hingewiesen, dass Ergebnisse epidemiologischer Studien, welche die Innenraumbelastung nicht mit berücksichtigen, mit Vorsicht zu betrachten, wenn nicht wertlos sind. Eine gute Korrelation zwischen Innen- und Außenluft wird für $PM_{2,5}$ beschrieben.

- WHO 2013. Health risks of air pollution in Europe - HRAPIE project. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide
- WHO 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP project