

Kind und Umwelt

Luftschadstoffe und Kindergesundheit

Dr. med. Gerd Oberfeld *

Einführung

Von den klassischen Umwelttoxinen der Bereiche Wasser, Boden und Luft werden in Europa die weitreichenden Auswirkungen der Luftschadstoffe auf die Bevölkerung erst allmählich in ihrer Tragweite erkannt. Luftverunreinigungen betreffen weite Bevölkerungskreise, wobei eine persönliche Expositionsprophylaxe meist nur eingeschränkt möglich ist. Die biologischen Wirkungen reichen unter anderem von Belästigungen durch „schlechte Luft“ und Gerüche über eine Verschlechterung verschiedener Lungenfunktionsparameter, vermehrten und schwereren Asthmaanfällen, gehäuftem Auftreten und Verschlechterung von Bronchitiden, Herz-Kreislaufkrankungen, Rhinitiden, Sinusitiden, Pseudokrupphäufungen und Lungenkrebs bis zu Lebenszeitverkürzungen durch akute und chronische Einwirkungen insbesondere durch Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems und der Atemorgane.

Unter der Vielzahl verschiedener Luftschadstoffe haben sich etwa seit Beginn der 90er Jahre, auf Grund epidemiologischer Untersuchungsergebnisse, die Gruppe der partikelförmigen Luftschadstoffe als besonders relevant herauskristallisiert. So bezeichnete etwa das WHO-Regionalbüro Europa 1996 die Luftverschmutzung durch Partikel als eines der Hauptprobleme der Umweltbelastungen in Europa. Die EU-Umweltkommissarin, Ritt Bjerregaard, veröffentlichte 1997 Zahlen über die durch Luftverschmutzung entstandenen Gesundheitsfolgen und -kosten. An der Spitze der Luftschadstoffe standen die Partikel mit etwa zehnfach höheren Auswirkungen als Stickstoffoxide und Schwefeldioxid. Daher wird der Schwerpunkt in dieser Fortbildungsunterlage auch auf diese Luftschadstoffe gelegt.

Anlässlich der 3. WHO Ministerkonferenz Umwelt und Gesundheit der WHO-Region Europa im Juni 1999 in London wurden neben der Erstellung einer Charta zu Verkehr, Umwelt und Gesundheit die gesundheitlichen Folgen und Kosten der Luftverunreinigung durch lungengängige Partikel (PM10) aus dem Straßenverkehr in einem trilateralen Projekt (Frankreich, Schweiz und Österreich) erhoben. Die Vorbereitungen erfolgten durch das leadcountry Österreich, vertreten durch das BMUJF, und die WHO, unter anderem auch in enger Kooperation mit der Österreichischen Ärztekammer, Referat Umweltmedizin.

Gesundheitlichen Folgen der Luftverunreinigung durch lungengängige Partikel (PM10) aus dem Straßenverkehr, Österreich, 1996:

- 2.170 Todesfälle durch Herz- und Lungenerkrankungen (im Vergleich wurden 1996 bei Unfällen 1.027 Personen getötet)
- 4.365 Krankenhausaufnahmen wegen Herz- und Lungenerkrankungen
- 2.663 Fälle chronischer Bronchitis bei Erwachsenen
- 20.606 Bronchitisfälle bei Kindern
- 1.343.371 „Restricted activity days“ bei Erwachsenen
- 15.000 Asthmaanfälle bei Kindern
- 40.000 Asthmaanfälle bei Erwachsenen.

Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurden Lungenkrebsfälle nicht eigens ausgewiesen. Auf der Basis des Risikoschätzers der kalifornischen Umweltschutzbehörde und unter der Annahme einer durchschnittlichen Belastung der Bevölkerung mit Dieselruß (als EC) von $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ergeben sich 197 Lungenkrebstote pro Jahr durch Dieselabgase. Darüber hinaus mehren sich die Belege, dass Dieselabgase zu mehr Heuschnupfenbeschwerden führen. Erstmals liegen auch die finanziellen

Auswirkungen der Gesundheitsschäden durch die Emissionen des Straßenverkehrs vor. Auf der Basis von 1996 ergeben sich für Österreich insgesamt 38 Milliarden Schilling an direkten und indirekten Kosten.

Kernsatz: Die gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen wurden bislang unterschätzt. Epidemiologische Studien der 90er Jahre führen zu einem neuen Verständnis und nationalen wie internationalen Forschungen und Gegenmaßnahmen. Partikel dominieren die gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die Allgemeinbevölkerung.

Partikel

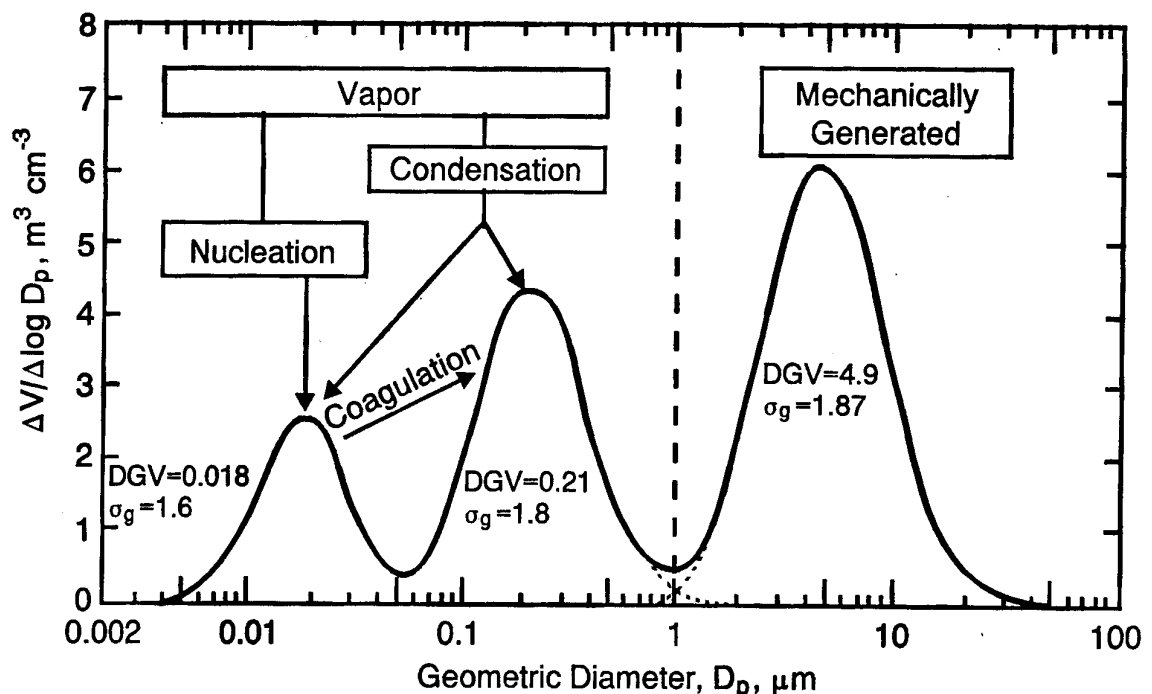
Partikel sind Mischungen von festen und flüssigen Teilchen in der Luft. Der Durchmesser reicht von einigen Molekülen bis etwa 100 μm .

Sichtbar sind insbesondere Partikel im Größenbereich von 1 μm mit Verminderung der Sichtweite durch Lichtstreuung und Absorption. Dieses Phänomen kann man z.B. bei Winter- und Sommersmogwetterlagen in Großstädten und Ballungsräumen beobachten.

Eine Betrachtung der Partikel ist grundsätzlich nach mehreren Gesichtspunkten möglich. Im folgenden werden einige der Möglichkeiten angeführt. Eine umfassende Übersicht zu Partikeln findet sich in den Air Quality Criteria for Particulate Matter der amerikanischen Umweltschutzbehörde.

Verteilung der Teilchengröße

Partikel sind im Hinblick auf ihre Größe dreimodal verteilt. Dabei wird ein Nukleations-, Akkumulations- und Grobpartikelbereich unterschieden. In einem Luftgemisch können Art, Masse, Zahl, Oberfläche und Größe der Partikel stark unterschiedlich sein.



Ultrafeine Partikel (ultrafine or nuclei-mode particles) \approx ca. 0,005 bis 0,1 μm

Der Vorgang der Partikelbildung wird Kernbildung oder Nukleation genannt. Es handelt sich dabei unter anderem um Molekülcluster, die aus der "gas-to-particle conversion" entstanden sind. Im Nukleationsbereich befindet sich die größte Anzahl der Partikel. Ihr Beitrag zur Gesamtmasse des atmosphärischen Aerosols ist gering. Teilchen im Nukleationsbereich wachsen zu größeren Partikeln

des sogenannten Akkumulationsbereiches zusammen. Ein weiteres Größenwachstum über den Akkumulationsbereich hinaus findet nicht statt.

Feine Partikel (fine-mode particles) \approx ca. 0,1 bis 1 μm

Hier finden sich im wesentlichen Agglomerate, die durch Zusammenwachsen ultrafeiner Partikel entstanden sind.

Grobe Partikel (coarse-mode particles) \approx ca. 1 bis 100 μm und größer

Diese Partikel entstehen im wesentlichen durch mechanische Zerkleinerung oder Aufwirbelung abgelagerter Teilchen.

Einatmungsmöglichkeit

Von der International Standards Organization (ISO) und dem American Council of Government Industrial Hygienists (ACGIH) wurde eine Einteilung der Partikelfraktionen nach der Möglichkeit verschiedene Tiefen des Atemtraktes zu erreichen, vorgenommen.

Einatembare (inhalable) Partikel können über Mund bzw. Nasenöffnungen in den Körper eindringen und sind kleiner als etwa 40-60 μm .

Thorakale (thoracic) Partikel können Atemwege jenseits des Kehlkopfes erreichen. Der cut-off liegt bei etwa 10 μm . Die Grenzziehung erfolgt ebenso wie die Messung nicht mit einem exakten cut-off sondern streut um den jeweiligen Wert.

Messverfahren

Derzeit stehen noch immer Verfahren im Vordergrund, welche die Masse je Volumen z.B. in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ messen. Aus Sicht der Wirkungsforschung sollte das Schwerkgewicht neben der Bestimmung der Teilchenanzahl samt Größenverteilung, insbesondere auf die Zusammensetzung (Wasser, Kohlenstoff, Nitrat, Sulfat, Metalle etc.) und die Teilchenoberfläche gelegt werden.

Die bisher in Europa und Österreich hauptsächlich angewandte Methode ist die Bestimmung der Massenkonzentration des **Gesamtschwebstaubes** (total suspended particulates = TSP). Der cut-off liegt dabei in einem Bereich von 25-45 μm Durchmesser.

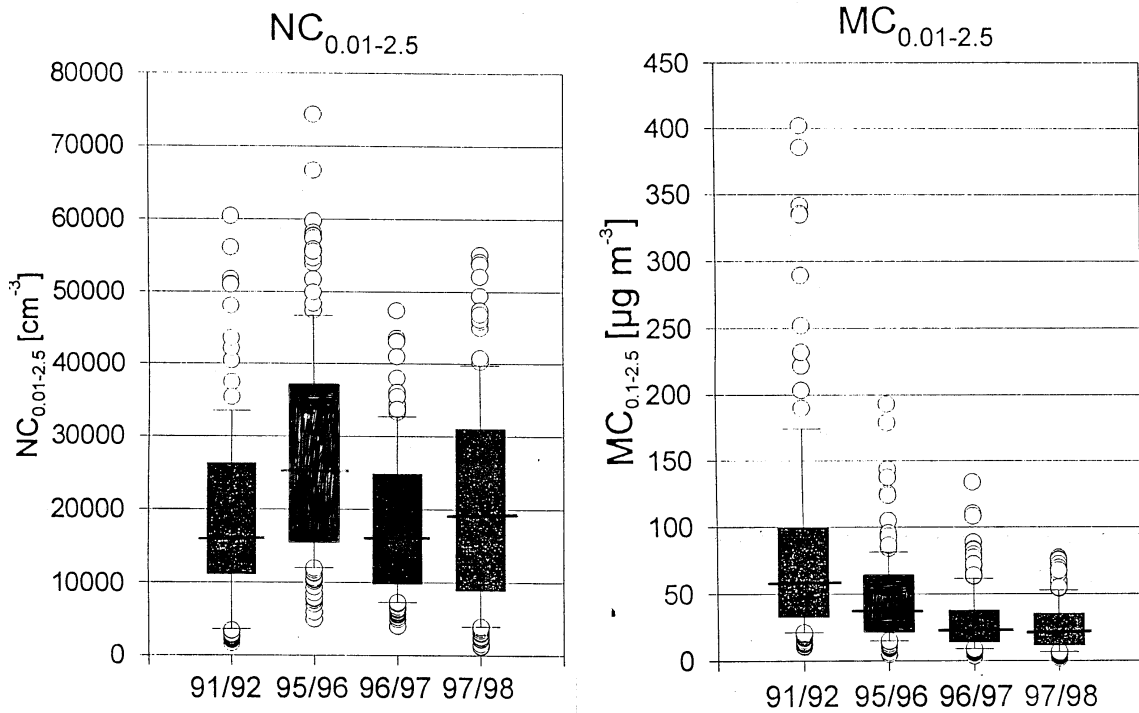
Die Messung von **PM₁₀** (cut-off im Bereich von etwa 10 μm) wird u.a. seit vielen Jahren in den USA und der Schweiz durchgeführt. Die PM₁₀-Messung bestimmt die Masse des Nukleations-, Akkumulations- und Grobpartikelbereiches bis etwa 10 μm \varnothing .

In den USA wird derzeit ein Messnetz und ein Grenzwert als Jahresmittelwert und 24 Stunden-Mittelwert für **PM_{2,5}** (fine particles) implementiert.

Die Messung von **black smoke** (BS) basiert auf der Messung der Schwärzung und wird z.B. seit Jahrzehnten in Großbritannien und Frankreich als Routinemessung durchgeführt. Sie detektiert dunkle Teilchen und daher vor allem Rußpartikel.

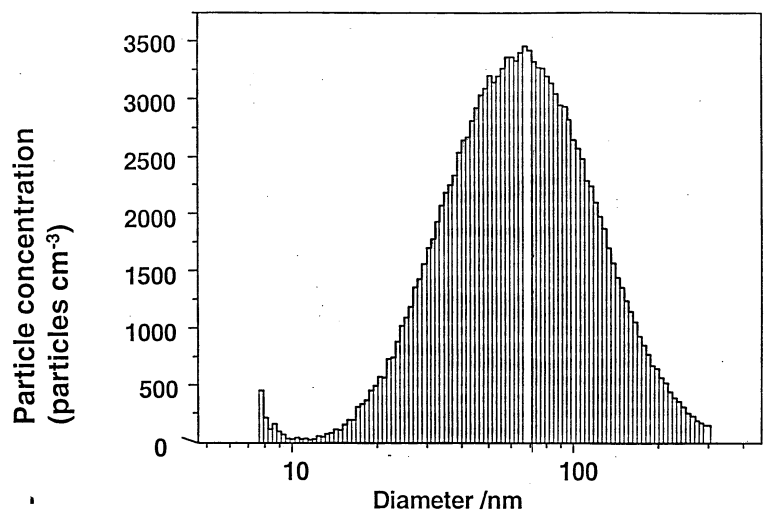
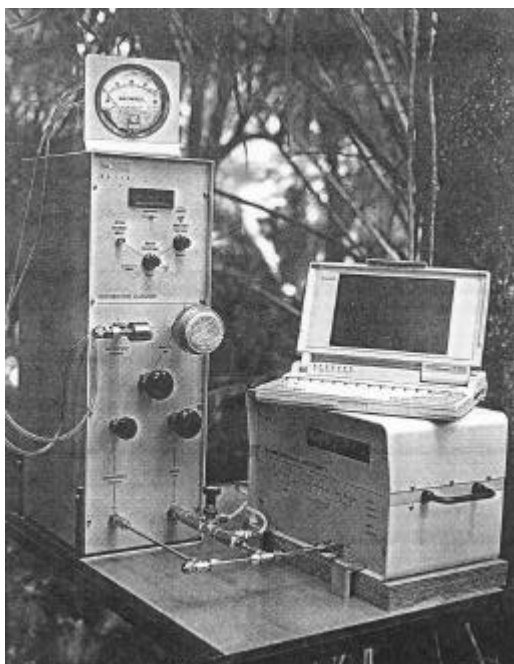
Rußteilchen bestehen aus dem eigentlichen **Rußkern (elemental carbon - EC)** und angelagerten organischen Verbindungen (organic carbon = OC). Dieselabgaspartikel bestehen etwa zu 70 Prozent, Benzinabgaspartikel zu etwa 30 % aus einem Kern von elementarem Kohlenstoff.

Partikelmessungen Erfurt
GSF Institut. f. Epidemiologie & Inst. f. Inhalationsbiologie



Die obenstehende Grafik zeigt die Messung der Anzahl der Teilchen (NC=Number Concentration) und der Teilchenmasse (MC=Mass Concentration) für Teilchen von 10 nm bis 2,5 µm. Deutlich sichtbar ist, die Abnahme der Massenkonzentration bei davon unveränderter Anzahlkonzentration.

Die **Zählung von Teilchen** erfolgt unter der Angabe der jeweiligen Größenklasse der Partikel. Im allgemeinen nimmt mit zunehmender Teilchengröße ihre Anzahl in der Atmosphäre ab. Das heißt, daß die Teilchenanzahl von den ultrafeinen und feinen Partikeln dominiert wird. Das linke Bild zeigt die Messgerätekombination für den Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) der Fa. TSI. Damit kann ein Größenspektrum der Teilchenanzahl bestimmt werden. Rechts ein 15-fach verdünntes Dieselabgas.



Typical diesel emission particle size distribution (dilution × 15)

Beispielhaft werden in der nachfolgenden Tabelle die Medianwerte von 145 Tagesmittelwerten aus einer Messserie in Erfurt (Oktober 1991 bis März 1992) angeführt. Diese zeigt etwa das 34 Teilchen im Bereich 0,5 bis 2,5 μm zu einer Massenkonzentration von 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ führten – hingegen 11230 Teilchen im Größenbereich von 10 bis 100 nm nur zu einer Massenkonzentration von 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Größenbereich [μm]	Anzahlkonzentration [1/ cm^3]	Massenkonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ultrafeine Partikel	0,01-0,1	11230	0,6
Feine Partikel	0,1-0,5	3690	44,1
Feine und Teile von groben Partikeln	0,5-2,5	34	7,0
PM10	0-10	-	59

Die Bestimmung der **Partikeloberfläche** ist z.B. mit einem Messgerät (Photoelectric charging = PC), das die mit PAH (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe – hier partikelgebunden mit mehr gleich drei Ringen) beladene Oberfläche der Teilchen kleiner 1 μm erfasst, möglich. Die Messung erfolgt hier auf dem Prinzip der Photoionisation der partikelgebundenen PAH mittels UV-Licht. Durch Kombination mit einem Messgerät (Diffusion Charging = DC) welches die Oberfläche aller Partikel misst, kann zwischen den einzelnen Quellen unterschieden werden..



Die nebenstehende Grafik zeigt eine solche zeitgleiche Messung. Dabei kann aufgrund der unterschiedlichen Relationen zwischen Gesamtoberfläche und PAH-beladener Oberfläche zB zwischen Kerzenrußpartikeln, Dieselabgasen (im Tunnel und außerhalb), Papierfeuer und Zigarettenrauch unterschieden werden.

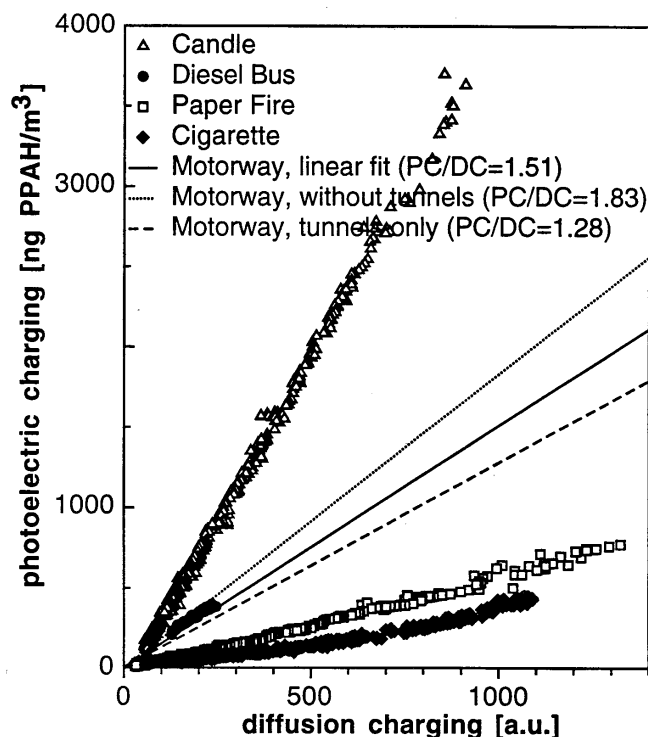


Figure 2 Photoelectric charging (PC) against diffusion charging (DC) for different combustion aerosols. The slope of the curves is characteristic for the aerosol source. Linear fits for aerosols found on motorways are also shown. They mainly consist of diesel emissions. The data points are for diesel particles collected in a plastic bag at the bus stop.

Exposition

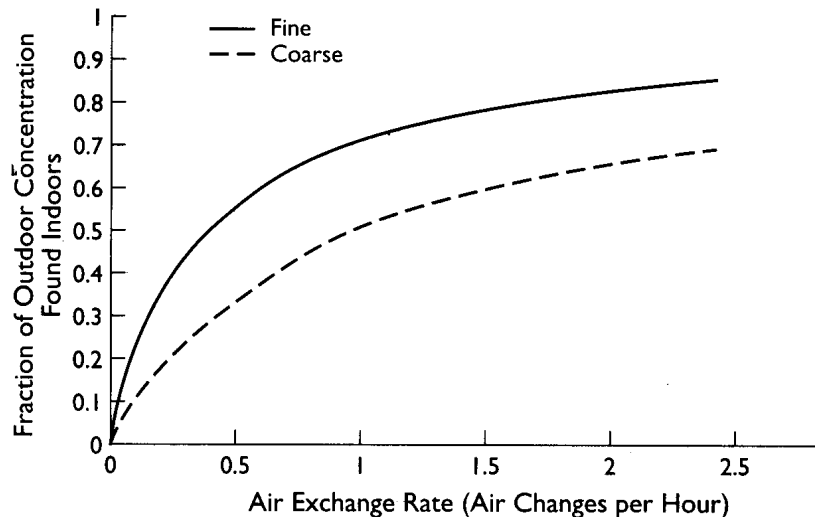
Für die Beurteilung eines gesundheitlichen Risikos ausgehend z.B. von Luftschadstoffen ist die **Emissionskonzentration** etwa eines Rauchgases einer Verbrennungsanlage oder eines Verbrennungsmotors ungeeignet.

Derzeit wird, unterstützt durch gesetzliche Regelungen, in der Regel die **Immissionskonzentration** für eine Beurteilung herangezogen. Immissionsmessungen gelten streng genommen jedoch nur für den jeweiligen Messparameter, den dabei herangezogenen Mittelungszeitraum und eben den Ort der Messung.

Im Gegensatz dazu gibt die Ermittlung der **Exposition** ein deutlicheres Bild. Bei der Expositionsermittlung (exposure assessment) werden z.B. nachfolgende Parameter erhoben:

- Konzentrationsverhältnisse Innen / Aussen (siehe untenstehende Grafik)
- Zeitanteile in Innen- und Aussenräumen – z.B. für verschiedene Altersgruppen
- Expositionsdauer (Minuten, Stunden, Tage, Jahre)
- Expositionskonzentration (Spitzenwerte, Durchschnittswerte)
- Kummulative Exposition z.B. über einen Tag, ein Jahr, die Lebenszeit
- Expositionspfad (z.B. Ingestion, Inhalation, dermale Aufnahme)

Die nebenstehende Grafik zeigt, dass feine Partikel (hier kleiner $2,5 \mu\text{m}$) leichter in Innenräume eindringen als grobe Partikel. Bei einer in der Praxis üblichen Luftwechselrate von 0,5 (=Austausch des halben Luftvolumens pro Stunde) beträgt der Anteil bei groben Partikeln (größer $2,5 \mu\text{m}$) etwa 30% der Außenluftkonzentration, bei feinen Partikeln (kleiner $2,5 \mu\text{m}$) etwa 50 % der Außenluftkonzentration.



Verkehrsexposition

Die nächste Grafik zeigt eine etwa 45 - minütige Messfahrt in Zürich, wobei zusätzlich ein Partikelmessgerät auf Streulichtbasis (LS) eingesetzt wurde. Die Messungen wurden alle 10 Sekunden aufgezeichnet. Nach etwa 9 Minuten wird die Autobahn erreicht und nach 10 Minuten das Portal des Gubristtunnels. Ein zweiter kurzer Tunnel (Baregg) wird nach 20 Minuten erreicht. Nach etwa 22 Minuten erfolgt eine Umkehr und Rückfahrt in die Gegenrichtung wieder mit den Tunneln Baregg und zuletzt Gubrist, wobei der Verkehr dichter war. Das LS-Signal kann mit dem Korrekturfaktor 0,3 (von der Voreinstellung Arizona Dust auf straßenverkehrsbedingte Partikel) auf PM_{10} (Masse) umgerechnet werden. Die PM_{10} Konzentration betrug im Mittel $34,8 \text{ mg}/\text{m}^3$. Unter Heranziehung des Verhältnisses von $\text{PC}/\text{LS}=0,73$ % für die gesamte Fahrt ergibt sich eine durchschnittliche partikelgebundene PAH-Massen Konzentration von $255 \text{ ng}/\text{m}^3$.

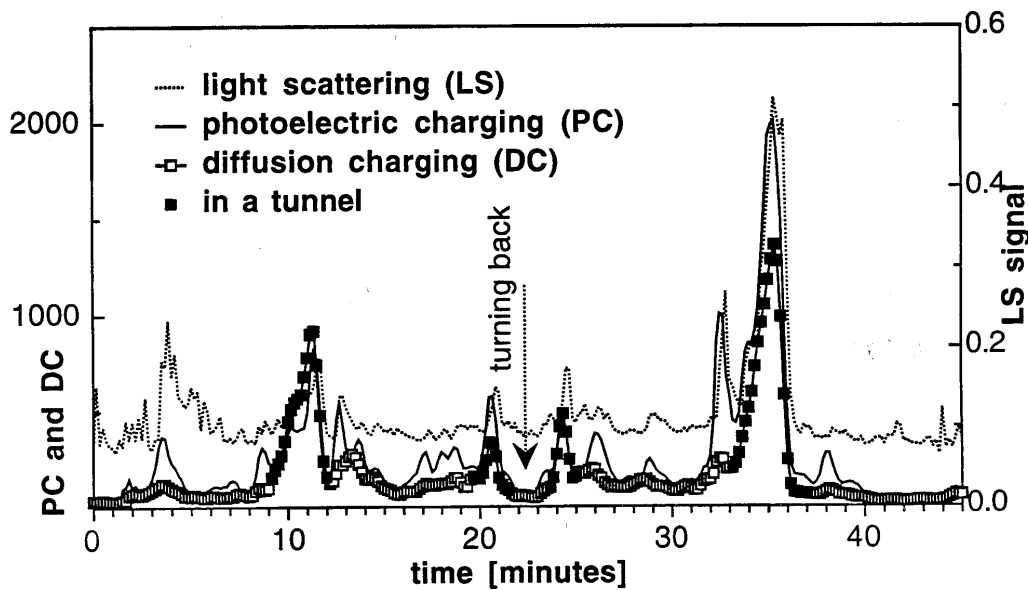
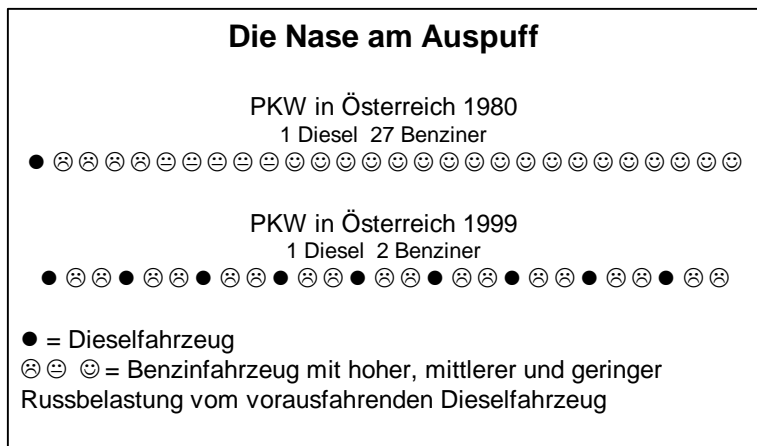


Figure 3 LS, PC and DC signals from a trip on the motorway from Zurich to Baden (Switzerland) and return (18. Nov. 1997). The two tunnels are marked with filled squares. The calibration of LS is for Arizona dust. It has to be multiplied by 0.3 to correctly reproduce the mass of the motorway aerosol in relation to the total mass of particle bound PPAH as observed by PC.

Die Nase am Auspuff

1980 war in Österreich etwa jeder 30. PKW dieseltreiben, 1999 ist es bereits jeder dritte. Somit verkürzte sich zunehmend die Entfernung zwischen einem Dieselfahrzeug und nachfolgenden Fahrzeugen. Die Expositionsbelastung gegenüber Dieselmotorabgasen stieg damit zusätzlich. Mit Dieselabgasen belastete Strassenräume, Tunnel und Parkhäuser sind Orte mit hohen Konzentrationen für die Allgemeinbevölkerung. Dabei wird ein frisch entstandenes und damit ein chemisch wie biologisch hoch-reaktives Gemisch aus Gasen und Partikeln inhaliert.



Kernsatz: Zur Beurteilung gesundheitlicher Wirkungen sollte nach Möglich die Exposition herangezogen werden. Die Emissionsbetrachtung ist dazu in der Regel nicht geeignet.

Umweltepide miologische Ergebnisse

Luftverschmutzung ist ein Gemisch aus Partikeln und Gasen, dass zusätzlich einer Umwandlung unterliegt. Zur Charakterisierung bedient man sich daher bestimmter Indikatoren. Dazu zählen unter anderem das SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, EC. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Substanzen die bestimmt werden können wie etwa Benzol, Toluol, Xylol, PAH's, PCDD, PCDF, Metalle und Schwermetalle, Formaldehyd, HCl, HF. Die Ableitung von Expositions-Wirkungsbeziehungen zwischen Luftschadstoffen bzw. dem Gemisch verschiedener Luftschadstoffe und der menschlichen Gesundheit ist in direkter Beziehung durch epidemiologische Untersuchungen möglich. Tierversuche können in der Regel Anhaltspunkte geben und sind insbesondere zur Erforschung der Pathomechanismen von Bedeutung. Ergänzend werden auch Untersuchungen z.B. in Klimakammern, wie etwa beim Ozon durchgeführt. Epidemiologische Studien im Bereich der Luftschadstoffe werden verstärkt seit den 70er Jahren in zunehmender Anzahl und mit besserer Methodik durchgeführt. Der wissenschaftlich breite Durchbruch gelang allerdings erst in diesem Jahrzehnt.

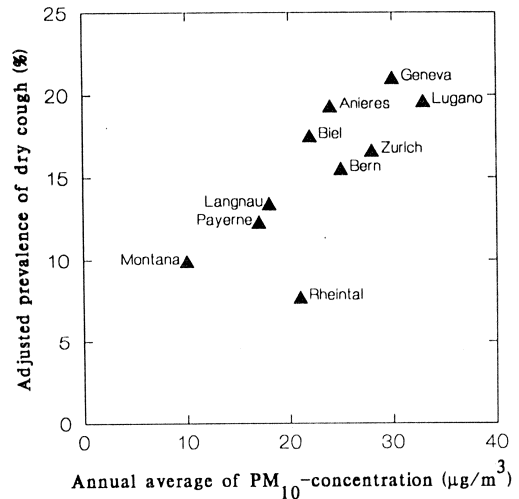
Beispielhaft werden einige Ergebnisse angeführt.

SCARPOL Studie

Die Schweizer SCARPOL Studie (Swiss Study on Childhood Allergy and Respiratory Symptoms with Respect to Air Pollution, Climate and Pollen, 1996), untersuchte etwa 4500 Schulkinder aus verschiedenen Teilen der Schweiz auf Atemwegserkrankungen und Allergien. Je höher die Feinstaubbelastung (PM₁₀) oder die NO₂-Belastung am Wohnort war, desto häufiger hatten die Kinder Husten im letzten Jahr durchgemacht, litten nachts an trockenem Reizhusten, hatten Erkältungen, welche mehr als 4 Wochen dauerten, oder Grippe oder Bronchitis im vergangenen Jahr.

Als weiteres Ergebnis brachte die SCARPOL Studie, dass die Exposition gegenüber Innenraumschadstoffen, wie dem Passivrauchen zu einer Erhöhung des Risikos für Lungenentzündung, Grippe, Bronchitis und wiederholtem Husten führte.

Community specific adjusted prevalence rates of dry cough and annual average of PM₁₀



	Wohngegend mit geringer Luftverschmutzung	Wohngegend mit starker Luftverschmutzung
Schwebstaub (PM ₁₀)	10 µg/m ³	33 µg/m ³
Stickstoffdioxid (NO ₂)	10 µg/m ³	58 µg/m ³
Häufige Hustenepisoden	24 %	47 %
Atemwegserkrankungen (Grippe, Bronchitis) im vergangenen Jahr)	32 %	45 %

ISAAC Studie Salzburg

Auf Basis einer erweiterten ISAAC Studie (International Study on Asthma and Allergies in Childhood) wurden unter anderem die Häufigkeiten von Asthma, Heuschnupfen, Neurodermitis und verschiedener Atemwegssymptome sowie Risikofaktoren erhoben. Grundlage der Analyse von Risikofaktoren waren die Erhebungsdaten von 3672 Kindern der 1. und 2. Schulstufe (Teilnahmerate=88,2 %) und 3371 Jugendlichen der 7. und 8. Schulstufe (Teilnahmerate = 85,1 %). Die Datenerhebung mittels Fragebogen erfolgte bei den Kindern im Februar 1995 über die Eltern. Die Jugendlichen füllten den Fragebogen im März und April 1995 in der Schule aus.

Zur besseren Erfassung längerfristiger Einwirkungen wurde die Wohndauer am letzten Wohnort für die Kinder mit mindestens drei Jahren (n=2965), für die Jugendlichen mit mindestens fünf Jahren (n=2705) angesetzt und die Analyse mit diesen Daten durchgeführt.

Von den Kindern wohnten 75 % der Kinder in der Stadt, 25 % in Umlandgemeinden. Bei den Jugendlichen wohnten 49 % in der Stadt und 51 % in Umlandgemeinden.

Das Alter der Kinder betrug 6-9 Jahre, das Alter der Jugendlichen 12-15 Jahre.

Prävalenzen in %

	Kinder (6-8 Jahre)	Jugendliche (12-15 Jahre)
Pfeifende oder keuchende Atemgeräusche in den letzten 12 Monaten	9,9	11,9
Diagnose Asthma	4,4	6,3
Symptome allergischer Rhinitis in den letzten 12 Monaten	13,4	22,5
Diagnose Heuschnupfen	8,9	20,4
Symptome atopischer Dermatitis in den letzten 12 Monaten	6,9	6,7
Diagnose Neurodermitis	10,4	5,0
Prävalenz von Asthmasymptomen auf Basis der Videofragen	-	18,0

Als Endpunkte wurden für die Kinder und Jugendlichen jeweils vier Krankheiten bzw. Krankheitssymptome ausgewählt:

- Kinder: Asthmasymptome, Nahrungsmittelallergie, Pseudokrapp, häufiger Husten.
- Jugendliche: Asthmasymptome, Nahrungsmittelallergie, allergischer Schnupfen, Angina.

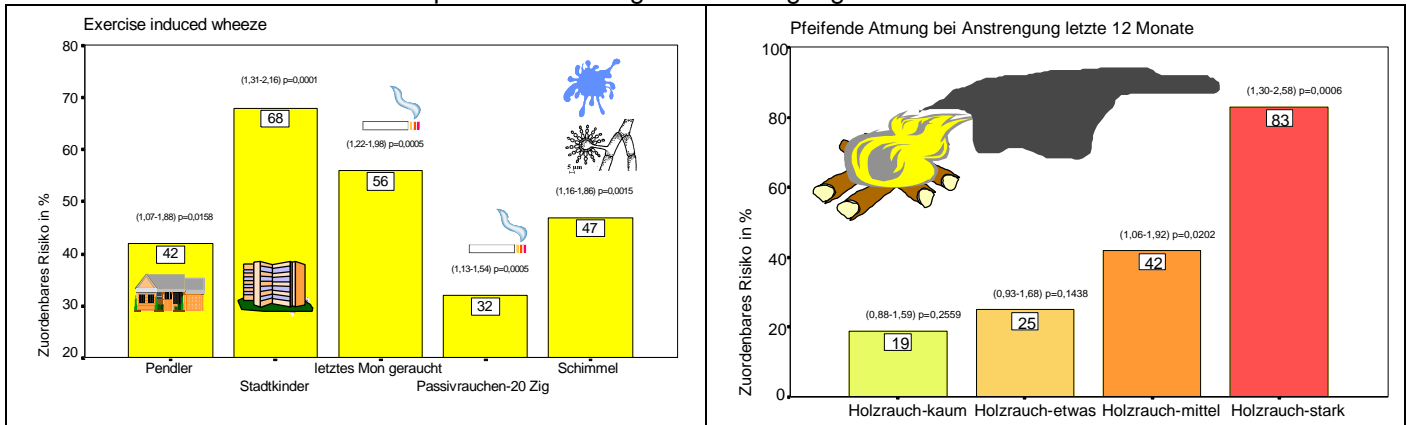
Die Analysen wurden mittels logistischer Regression durchgeführt und dabei das individuelle und bevölkerungszuordenbare Risiko berechnet. Eine Adjustierung wurde in allen Modellen für Alter und Geschlecht durchgeführt. Daten über den Sozialstatus standen nur für die Kinder zur Verfügung. Er zeigte jedoch in den Modellen keinen relevanten Einfluß auf die gefragten Koeffizienten, sodaß er nicht in das Modell aufgenommen wurde.

Bei den Modellen mit allergischen Krankheiten (Asthma, allergische Rhinitis und Nahrungsmittelallergie) wurde bewußt die familiäre Anamnese sowie eine Tierhaar- oder Tierschuppenallergie nicht in das Modell aufgenommen, um den Charakter nicht in Richtung unspezifisch und nichtallergisch zu verfälschen. Zum Vergleich wurden jedoch das individuelle und bevölkerungszuordenbare Risiko für die Faktoren väterliches und mütterliches Asthma bzw. Heuschnupfen und Nahrungsmittelallergie berechnet. Dabei zeigte sich, daß die bevölkerungszuordenbaren Risikofaktoren für Asthma, Heuschnupfen und Nahrungsmittelallergie von Vater oder Mutter vom Erklärungsanteil im Bereich oder unterhalb der übrigen Risikofaktoren liegen.

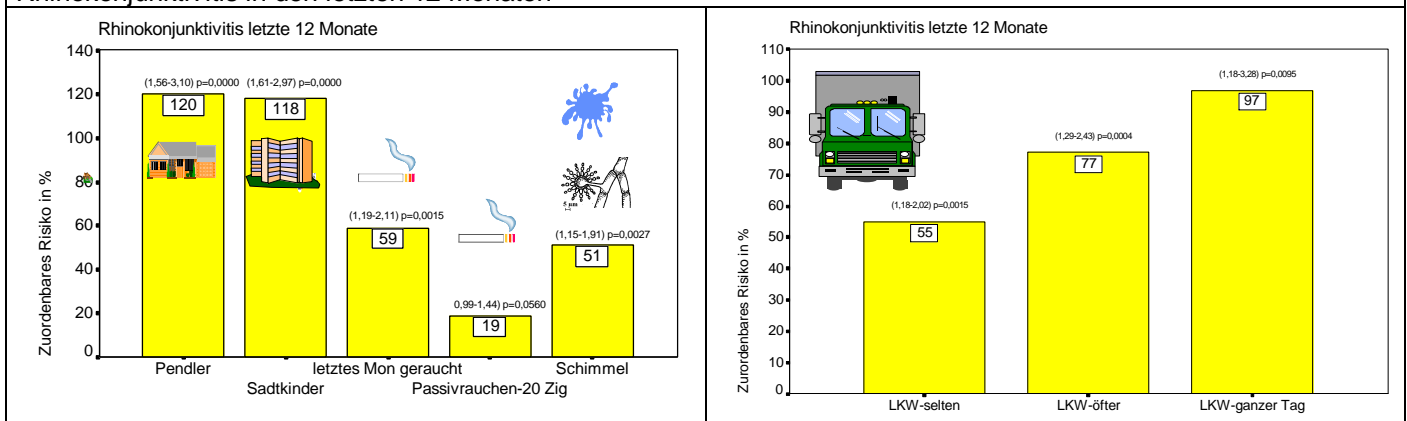
Die nachfolgenden Grafiken zeigen Ergebnisse der Zusammenhangsanalysen (logistische Regression) für die Jugendlichen für die Endpunkte (im Fragebogen jeweils als Symptomfragen formuliert):

- Exercise induced wheeze = pfeifende Atmung bei Anstrengung in den letzten 12 Monaten
- Rhinokonjunktivitis in den letzten 12 Monaten

Exercise induced wheeze = pfeifende Atmung bei Anstrengung in den letzten 12 Monaten:



Rhinokonjunktivitis in den letzten 12 Monaten



Durch die Analysen konnten zahlreiche bedeutsame Risikofaktoren identifiziert und quantifiziert werden.

- **Passivrauchen:** Asthmasymptome, häufiger Husten
- **Aktivrauchen:** Asthmasymptome, allergischer Schnupfen, Mandelentzündung
- **Feuchte Wohnungen und Schimmel:** Asthmasymptome, allergischer Schnupfen, häufiger Husten.
- **Holzrauch:** Asthmasymptome, Nahrungsmittelallergie, allergischer Schnupfen, Mandelentzündung, Pseudokrupp, häufiger Husten
- **Dieselabgase:** Asthmasymptome, allergischer Schnupfen, häufiger Husten

Feuchte oder schimmelbefallene Wohnungen führten vermutlich durch erhöhte Gehalte an Hausstaubmilben und Pilzen vermehrt zu Asthmasymptomen, allergischem Schnupfen und häufigem Husten. Die Faktoren Passivrauchen, Aktivrauchen, Holzrauch, LKW- und Verkehrsabgase haben einen gemeinsamen Nenner. Dieser gemeinsame Nenner sind ultrafeine und feine Partikel, wie Sie bei Verbrennungsvorgängen von Tabak, Holz oder Dieseltreibstoff entstehen.

Die gefundenen Risikofaktoren bieten ein großes Potential zur Prävention umweltmitbedingter Erkrankungen. Im folgenden werden Zielperspektiven für die Prävention der im Rahmen dieser Arbeit erkannten Risikofaktoren angeführt.

- Befriedigendes Wissen der Bevölkerung über die Wirkungen des Rauchens in Innenräumen auf Mitbewohner
- Optimaler Nichtraucherenschutz
- Schutz der Jugendlichen vor dem Einstieg in eine Raucherkarriere
- Befriedigendes Wissen der Bevölkerung über die gesundheitlichen Wirkungen von Festbrennstoffheizungen
- Aktionsprogramme zur raschen Absenkung der durch Festbrennstoffheizungen verursachten Partikelbelastung in der Außenluft

- Befriedigendes Wissen der Bevölkerung über die gesundheitlichen Wirkungen von Dieselmotoremissionen
- Aktionsprogramme zur raschen Absenkung der durch Dieselmotoren verursachten Partikelbelastung in der Außenluft
- Einrichtung von Informations- und Umsetzungsprogrammen für Wohnbau, Sanierung und Nutzerverhalten mit dem Ziel von trockenen Wohnungen ohne Feuchtflecken und Schimmel

SIDRIA Studie

Im Rahmen der SIDRIA Studie (studi italiani sui disturbi respiratori nell'infanzia lámbiente) wurden auf Basis einer erweiterten ISAAC Studie Zusammenhänge zwischen Atemwegssymptomen und Straßenverkehr untersucht. Dazu wurden etwa 39.000 Kinder (Alter 6-7) und Jugendliche (Alter 13-14) in 10 Regionen Nord- und Zentralitaliens untersucht.

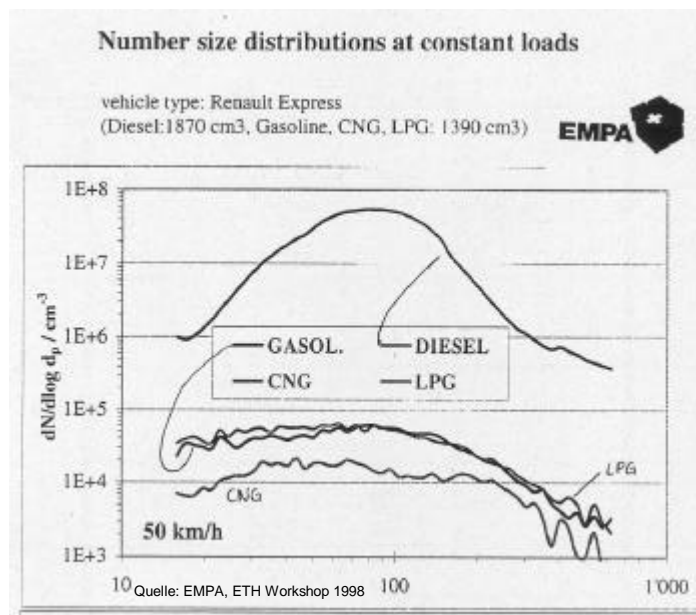
Für die Regionen Turin, Mailand und Rom zeigten sich Zusammenhänge zwischen der Schwerverkehrsdichte der Straße, an der die Kinder wohnten und verschiedenen Atemwegserkrankungen und –symptomen, wie etwa Asthmasymptomatik, Husten und Bronchitis.

Diesellabgase

Rußpartikelschleuder Dieselmotor

Diesellabgase sind Gemische aus Gasen, festen und flüssigen Teilchen, mit im Vergleich zu Benzinmotorabgasen etwa 100 bis 1000-fach höheren Rußemissionen. Der mittlere Durchmesser dieser Rußteilchen beträgt etwa 0,1 µm und führt bei der großen Teilchenzahl zu einer entsprechend großen Partikeloberfläche. An diese Oberfläche sind eine Vielzahl von erbgutverändernden, krebserzeugenden und giftigen Substanzen angelagert und

werden so bis in die Lungenbläschen transportiert. Der Oxidations-katalysator beim Dieselmotor reduziert den in der Gasphase ohnehin geringen Kohlenwasserstoffgehalt, Ruß bleibt unverändert, erhöht jedoch die Atemgifte Sulfatpartikel und NO₂ (letztere von etwa 7 % auf 40 %) beträchtlich und ist ein klassischer „Öko-Schmäh“. Effiziente Partikelfilter sind Stand der Technik und sind Abscheidegrade von mehr als 99% (entspricht einer Reduktion um den Faktor 100) möglich und notwendig.



Wirkungen

Dieselabgase führen beim Menschen zu einer Vielzahl von Symptomen und Krankheiten. Hauptbetroffen sind Kinder, ältere Menschen und Kranke. Eine soeben publizierte Arbeit zeigt jedoch auch bei jungen gesunden Erwachsenen deutliche Entzündungszeichen der Atemwege und im peripheren Blut. Die Exposition führt zu Husten, vermehrten Infekten der oberen und unteren Luftwege, Bronchitis, Asthmaanfällen, Heuschnupfenbeschwerden, Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, erhöhter Sterblichkeit und Lungenkrebs.

Wo bleibt die Politik?

Die Exposition der Österreichischen Bevölkerung gegenüber Dieselruß und Dieselabgasen zählt zu den größten lufthygienischen Problemen unserer Zeit und wird dies in Abhängigkeit von den politischen Entscheidungen in Österreich über Jahre oder Jahrzehnte bleiben. Diese massiven gesundheitlichen Belastungen sind vollkommen unnötig und könnten innerhalb von wenigen Jahren drastisch reduziert werden. Die Umsetzung ist vom politischen Willen in Österreich und nicht von der Technologie oder von Entscheidungen auf EU-Ebene abhängig. Das lufthygienische Musterland Österreich als Vorreiter beim Katalysator für Benzinfahrzeuge ist durch den Dieselboom insbesondere bei PKW's und leichten Nutzfahrzeugen zum lufthygienischen Sorgenkind in Europa geworden. Die in den letzten Jahren von Ärzten und der Österreichischen Ärztekammer mehrfach eingeforderte Aufklärung der Bevölkerung und Gegensteuerungsmaßnahmen sind bisher durch öffentliche Stellen im Gegensatz zur Schweiz mit einem PKW-Dieselanteil von konstant etwa 3 % (Anmerkung: dies entspricht dem Stand von 1980 in Österreich) nicht erfolgt. Erfahrungen in Frankreich (ADEME) zeigten, dass eine Favorisierung des Dieselmotors zu größeren Fahrzeugen und höheren Jahreskilometerleistungen führte, die in Summe eine höhere CO₂-Emissionen nach sich zogen.

Messungen und Bewertungen

Ruß kann als elementarer Kohlenstoff (EC) in der Luft bestimmt werden. In einem stärker dieselabgasbelasteten Gebiet in Wien wurde ein Jahresmittelwert für EC von 13 µg/m³ erhoben. In Österreich gibt es keine Außenluftgrenzwerte für Dieselpartikel. In der BRD gilt seit 1. Juli 1998 ein JMW für Ruß von 8 µg/m³. Bei Überschreitung sind Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung zu prüfen. Die Konferenz der Umweltminister der Bundesländer der BRD empfahl 1991 nach Tierversuchen jedoch einen JMW von 1,5 µg/m³ als Ziel- und Orientierungswert. Laut Berechnungen der kalifornischen Umweltschutzbehörde aus 1998 ergibt sich auf der Basis epidemiologischer Untersuchungen am Menschen bei einem akzeptierten Lungenkrebsrisiko von 1 zu 10.000 Exponierten sogar ein JMW für Dieselpartikel von 0,2 µg/m³ (unit-risk für EC = 43 x 10⁻⁵). Der in Österreich gültige Außenluftgrenzwert für Benzol von 10 µg/m³ als JMW basiert ebenfalls auf einem akzeptierten Krebsrisiko von 1 zu 10.000 und wird in der Regel deutlich unterschritten.

Was ist in Österreich notwendig?

1. Information der Österreicher über die Zusammenhänge zwischen Gesundheit, Umwelt und Verkehr und speziell über die Folgen der "Verdieselung" Österreichs für die Gesundheit und den Fremdenverkehr.
2. Grenzwerte für Rußteilchen mit einem Durchmesser unter 1 µm im Immissionsschutzgesetz-Luft.
3. Umwandlung der Normverbrauchabgabe (NOVA) in eine Emissionsabgabe (EMA).
4. KFZ-Steuergestaltung nach Gesundheitsfolgen - Stichwort wer bezahlt jährlich etwa 38 Milliarden öS Gesundheitsfolgekosten?
5. Treibstoffpreisgestaltung nach Kohlenstoffgehalt = Energieinhalt (bedeutet Diesel um 15 % teurer als Benzin).
6. Nachrüstung von Dieselmotoren mit effizienten Partikelfiltern (> 99% Reduktion für EC).

Holzheizungen

Ähnlich wie beim Dieselmotor auf Bundesebene, mit einer verringerten Anschaffungssteuer (NOVA) und geringeren Treibstoffpreisen, wird in Österreich der Einsatz von Holzheizungen vielfach auf Landesebene durch Kreditzuschüsse finanziell begünstigt. Unter den verschiedenen Heizsystemen haben Holzheizungen ohne nachgeschaltete Staubabscheidung einen deutlich höheren

Partikelaustoß (etwa Faktor 100 bis 1000) als etwa Gas- oder Ölheizungen. Holzheizungen können auch bedeutsame Emissionsquellen für polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) oder polychlorierte Dioxine und Furane sein. Insbesondere Allesbrenner und Kachelöfen werden zusätzlich fallweise zur Abfallverbrennung missbraucht und führen dann im Nahbereich zu extremen Immissionsbelastungen mit toxischen Stoffen. Die Verbrennung von Holz in entsprechend ausgestatteten Anlagen wie z.B. Hackschnitzelheizwerken mit Staubabscheidung und Rauchgaskondensation kann in Regionen mit hohem Holzheizungsanteil zur deutlichen Verringerung der Immissionsbelastung mit Luftschadstoffen führen. Dem Thema Holzrauch und Gesundheit widmen sich unter anderem zwei Internet-sites in Australien und Kalifornien. Epidemiologische Untersuchungen zeigen auch in Österreich deutliche Zusammenhänge zwischen Erkrankungen der Atemwege und Holzheizungen.

Schlussfolgerungen

Unter den in Österreich vorkommenden Luftschadstoffen dominieren für die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen nachfolgende Belastungen:

- Aktivrauchen
- Passivrauchen
- Dieselrauche
- Holzrauche
- Rauche von der Verbrennung von Biomasse im Freien (Stroh, Gras, Reisig, Abfälle etc.)
- Abgase von sonstigen Verbrennungsvorgängen

Bei entsprechender Exposition führen diese Schadstoffe zu einer erheblichen Krankheitslast bei unseren Kindern. Die Schadstoffquellen sind bekannt, eine entsprechende Reduktion der Belastung erfolgt in vielen dieser Bereiche, wenn überhaupt, nur sehr schleppend. In manchen Bereichen steigt die Expositionsbelastung wie etwa gegenüber Dieselabgasen ungebremst sogar weiter an. Die Ärzteschaft ist aufgerufen diese Belastungen aufzuzeigen und deren Reduktion bei Politik und Verwaltung einzufordern.

Internetadressen zum Thema Luftschadstoffe

- Umweltschutzbehörde Kalifornien - Einstufung von Dieselpartikeln als toxischer Luftschadstoff: <http://www.arb.ca.gov/toxics/dieseltac/dieseltac.htm>
- Umweltschutzbehörde Kalifornien - Air Quality Standards: <http://www.arb.ca.gov/aqs/aqs.htm>
- Umweltschutzbehörde British Columbia: <http://www.env.gov.bc.ca/>
- Umweltschutzbehörde USA - Indoor Air Quality: <http://www.epa.gov/iaq/>
- Umweltschutzbehörde USA - National Center for Environmental Assessment (NCEA): <http://www.epa.gov/ncea/>
- WHO Regionalbüro Europa - Air Quality Guidelines for Europe:
- <http://www.who.dk/tech/eh/airqual.htm>
- WHO Regionalbüro Europa – 3. WHO-Ministerkonferenz Umwelt und Gesundheit, Juni 1999 London: <http://www.who.dk/london99/>
- Dieselnet: <http://www.dieselnet.com/>
- University of Minnesota - Center for Diesel Research: <http://www.me.umn.edu/cdr/index.html>
- Health Hazards of Wood Burning: <http://burningissues.org/>
- Armidale Air Quality Group: <http://www.ozemail.com.au/~airqual/index.html>

*) Dr. med. Gerd Oberfeld ist Referent für Umweltmedizin der Österreichischen Ärztekammer und Umweltmediziner beim Land Salzburg.