

Feinstaub und Gesundheit

neue Resultate

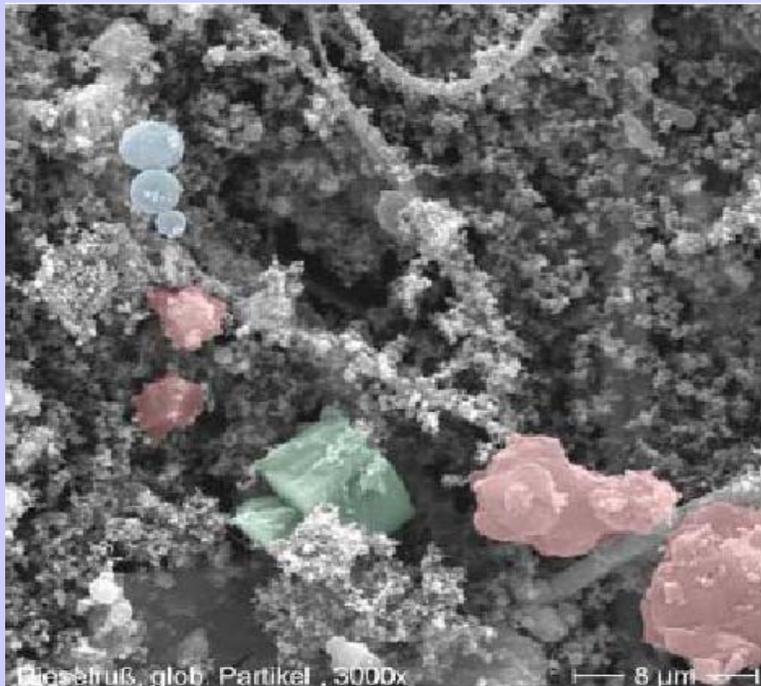


Bild : Umweltbundesamt Österreich

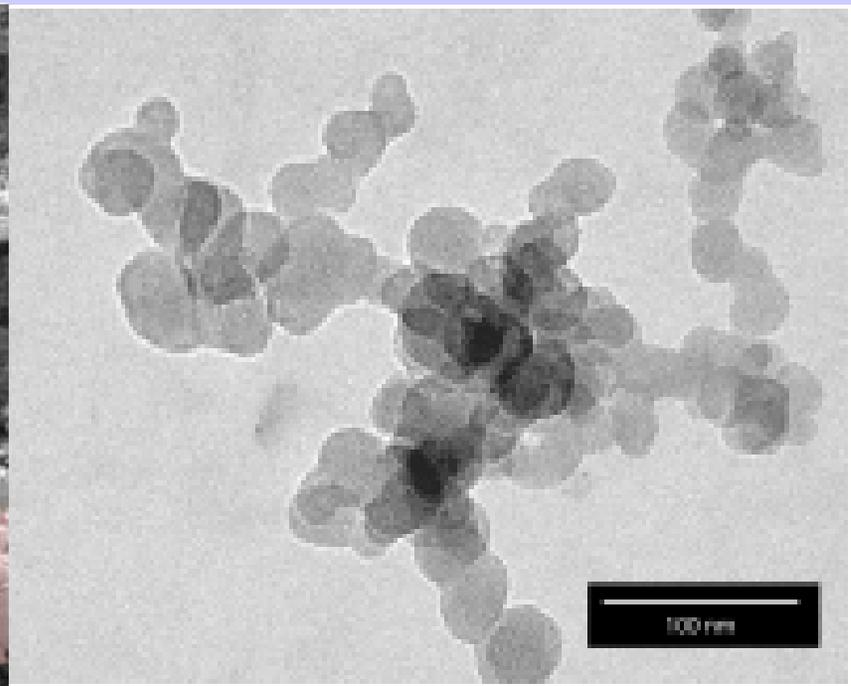


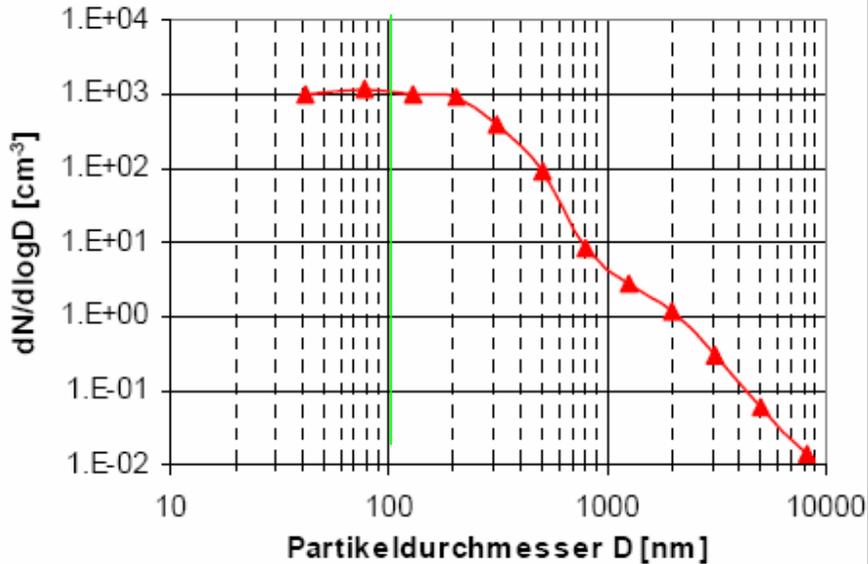
Bild: R. Kägi, EMPA

Dr. med. Regula Rapp

Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel

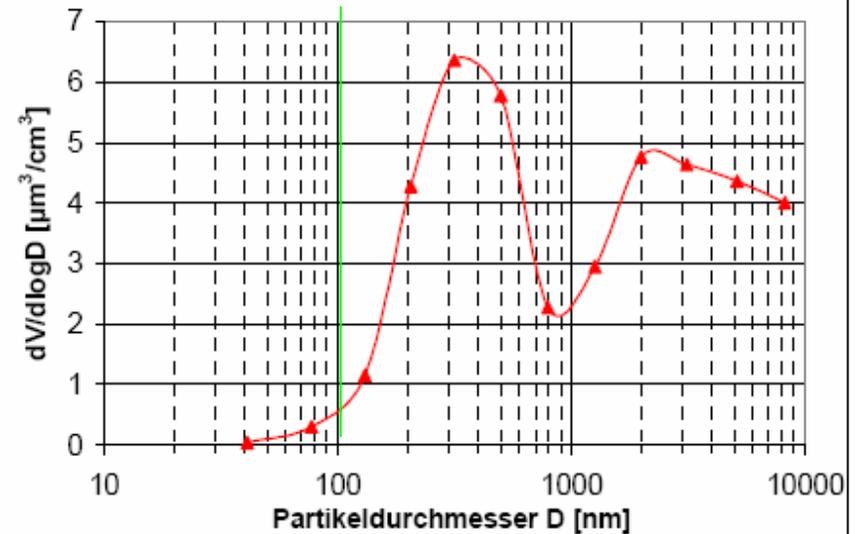
Grössenverteilung der Partikel

25.10.01 04:30



Anzahl

25.10.01 04:30



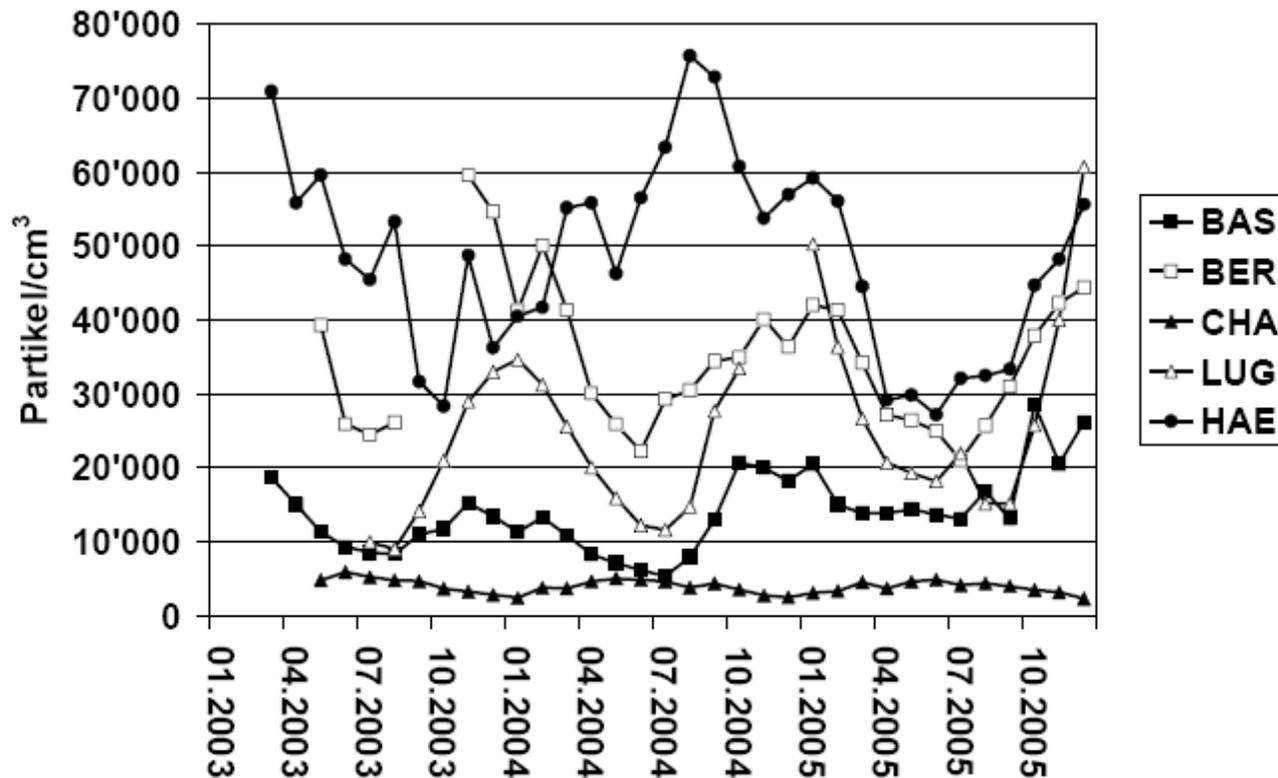
Volumen,
Masse

PSI, UVEK 2003

Volumen bzw. Masse der Aerosolpartikel wird durch die Partikel über 100nm bestimmt, die Anzahl durch die feinen und ultrafeinen Partikel

Ergebnisse von Partikelzahlmessungen in der Schweiz

Abb. 30 > Verlauf der Monatsmittelwerte der Partikelanzahl seit Beginn der Messreihen 2003.



Je näher zur Quelle, desto höher die Partikelzahlen

Ergebnisse von Tier- und Zellstudien

Ablagerung : Eingeatmete UF-Partikel lagern sich zu einem höheren Prozentsatz in der Lunge ab.

Entzündung : UF-Partikeln erzeugen eine Entzündung in den Lungen bei niedrigeren Massenkonzentrationen als grössere Partikel.

Transport: UF-Partikel können das Atemwegsepithel leicht durchdringen, gelangen ins Interstitium und in den Kreislauf (→ Gefässendothel, Gerinnung, weitere Organe).

Experimente bei Menschen: Zinkoxidpartikel

Ablagerung von feinen vs. ultrafeine ZnO-Partikel nach 2 Std. Einatmung:

Ultrafeine ZnO ca. 75%

Feine ZnO ca. 35%

Wirkung pro eingeatmete Masse nicht verschieden:

Keinerlei Unterschiede bei Symptomen, BD, Puls, EKG, HRV, Zellen im induzierten Sputum, Blutanalysen bezüglich Zellzahlen, Oberflächenmarker auf weissen Blutzellen, Gerinnungsfaktoren, lösliche Blutzytokine etc.

Nicht nur die Grösse der Partikel spielt eine Rolle, sondern auch deren chemische Zusammensetzung.

Experimente bei Menschen: Kohlepartikel

**UF Partikel von 7-75nm, median 25nm, Inhalation 2 Std.
24 gesunde Personen, 16 Personen mit leichtem Asthma
Verschiedene Konzentrationen (- 50µg/m³), Ruhe, Arbeit**

Geringfügige Verschlechterung der Funktion der kleinsten Atemwege, ohne entzündliches Bild.

Geringfügige Änderungen im Blut, ev. als Ausdruck der Aktivierung des Gefäßendothels

Schlussfolgerung:

Die ca. 10-100 mal höheren UF- Konzentrationen haben etwa gleich wenig Effekte wie Experimente mit konzentrierten Partikeln aus der Umwelt mit Durchmesser von 0.1-2.5µm.

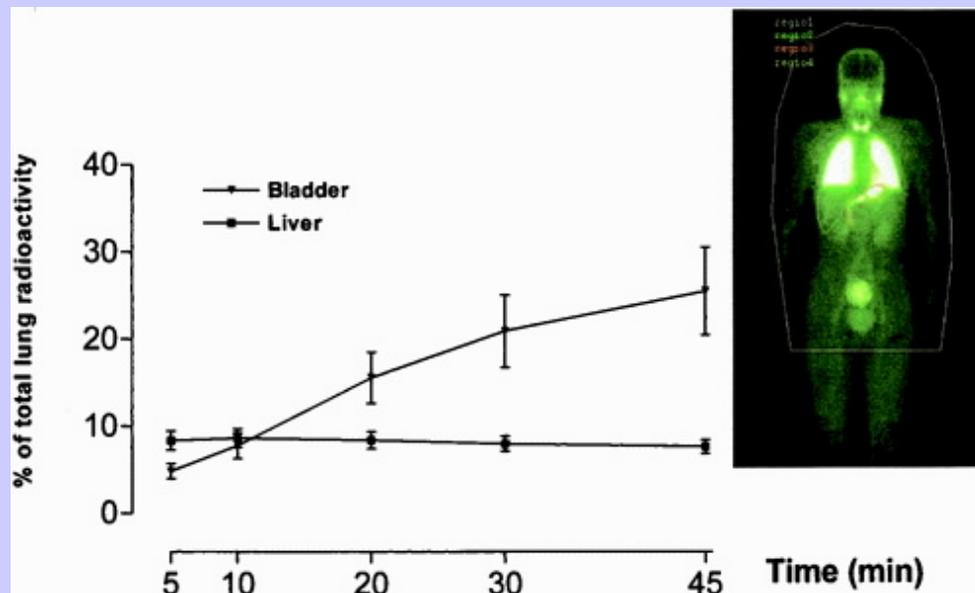
Experimente an Menschen

Transport der UF in den Kreislauf ?

Nemmar 2002: 5 gesunde Männer, 24-47 Jahre alt.

Inhalation von 100 mBq eines Aerosols von mit radioaktivem Technetium markierten ultrafeinen Kohlepartikeln (5-10nm) ohne Pertechnetat (TcO_4^-), genannt Technegas.

→ Nach 5 Min.
Radioaktivität in
Blut, Leber, Blase,
Urin.



Experimente an Menschen

Transport der UF in den Kreislauf ?

Mills 2006: 10 gesunde Personen 21-24 Jahren, Schottland.

Inhalation von 100 MBq Technegas, Partikel von 7-23nm, welche zu etwa 100nm Partikeln aggregieren.

Vergleich mit Pertechnetatlösung und direkter Injektion von Pertechnetat ins Blut.

**Nur ungebundene
Radioaktivität in Magen-Darm
und Blase,**

**keine partikelgebundene
Radioaktivität in Leber oder
Milz.**

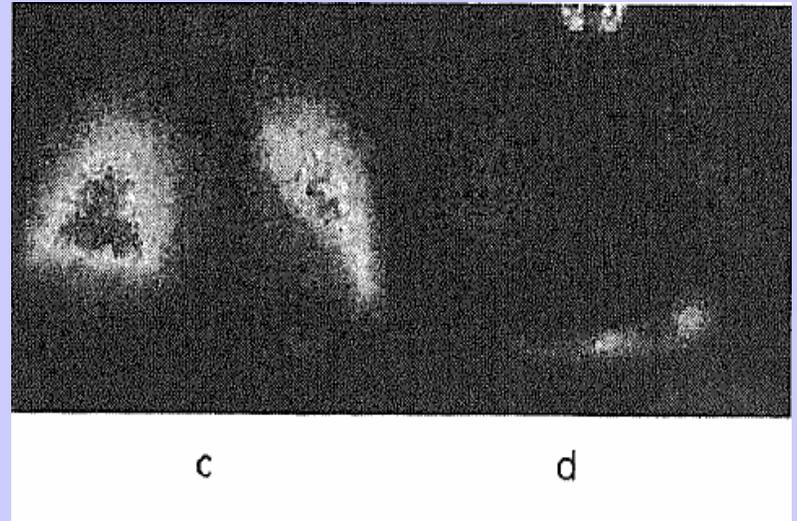
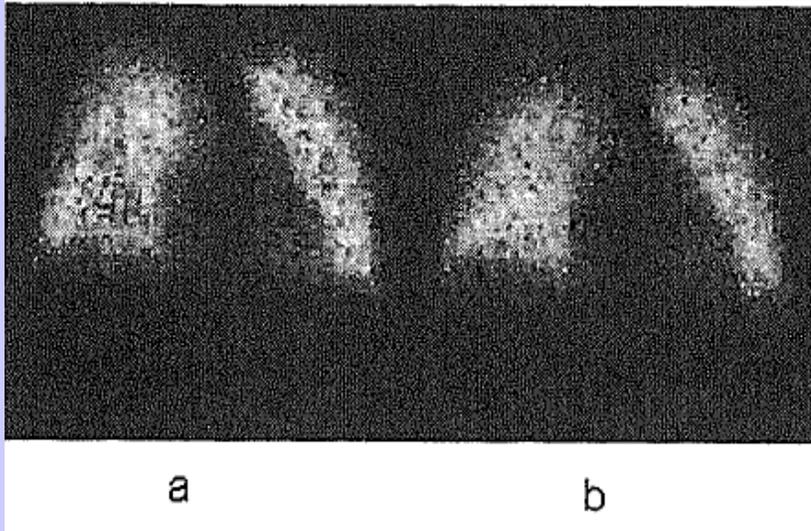
**→ Partikeltransport im
Nemmar-Versuch
möglicherweise vorgetäuscht
durch Lösung des
Pertechnetats von den
Partikeln bereits in der Lunge.**

Experimente an Menschen

Transport der UF in den Kreislauf ?

Wiebert 2006: 15 Personen, Deutschland.

Inhalation von Aerosol von Tc99- markierte Kohlepartikeln,
35nm und 100nm, modifiziert und nicht modifiziert



→ Partikeltransport im Nemmar-Versuch höchstwahrscheinlich vorgetäuscht durch Lösung des Pertechnetats von den Partikeln bereits in der Lunge.

Schlussfolgerungen aus den bisherigen Experimenten an Menschen

Ablagerung der ultrafeinen Partikel ist grösser

Grösse der Partikel allein ist offenbar kein Kriterium für die **Wirksamkeit pro Masse** in Bezug auf Entzündung

Transport in den Kreislauf konnte bei Menschen bisher nicht gezeigt werden

Mögliche Einflussfaktoren:

Chemische Zusammensetzung, Hydrophilität bzw. Lipophilie, Oxidationspotential, elektrische Ladung, Oberfläche, etc.

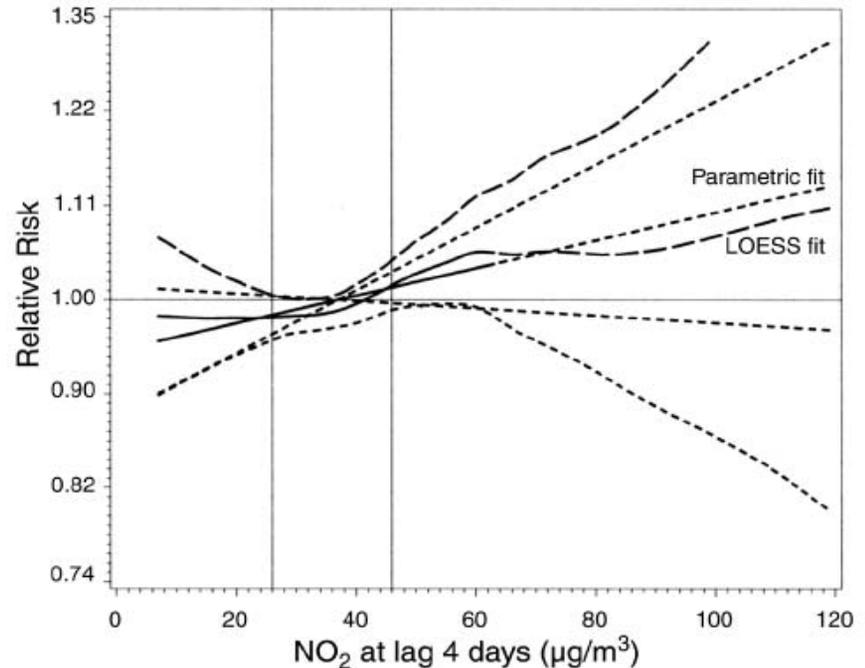
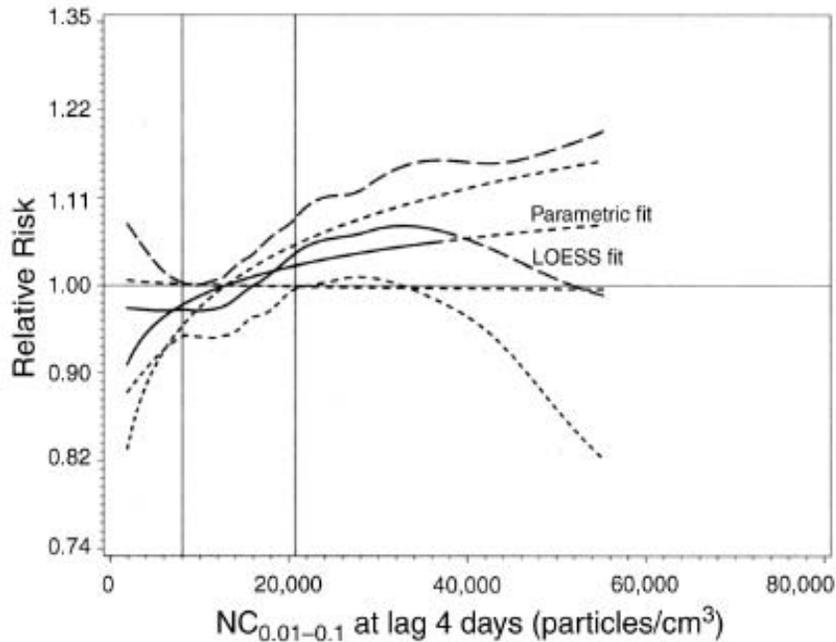
Epidemiologische Studien

**Zusammensetzung der Partikel komplex
je nach Quelle, bzw. Jahres-, Tageszeit
verschieden.**

**Mass für die Belastung mit ultrafeinen Partikeln
→ **Partikelzahl****

Zeitreihenstudie: tägliche Sterblichkeit und kurzfristige Schadstoffbelastung

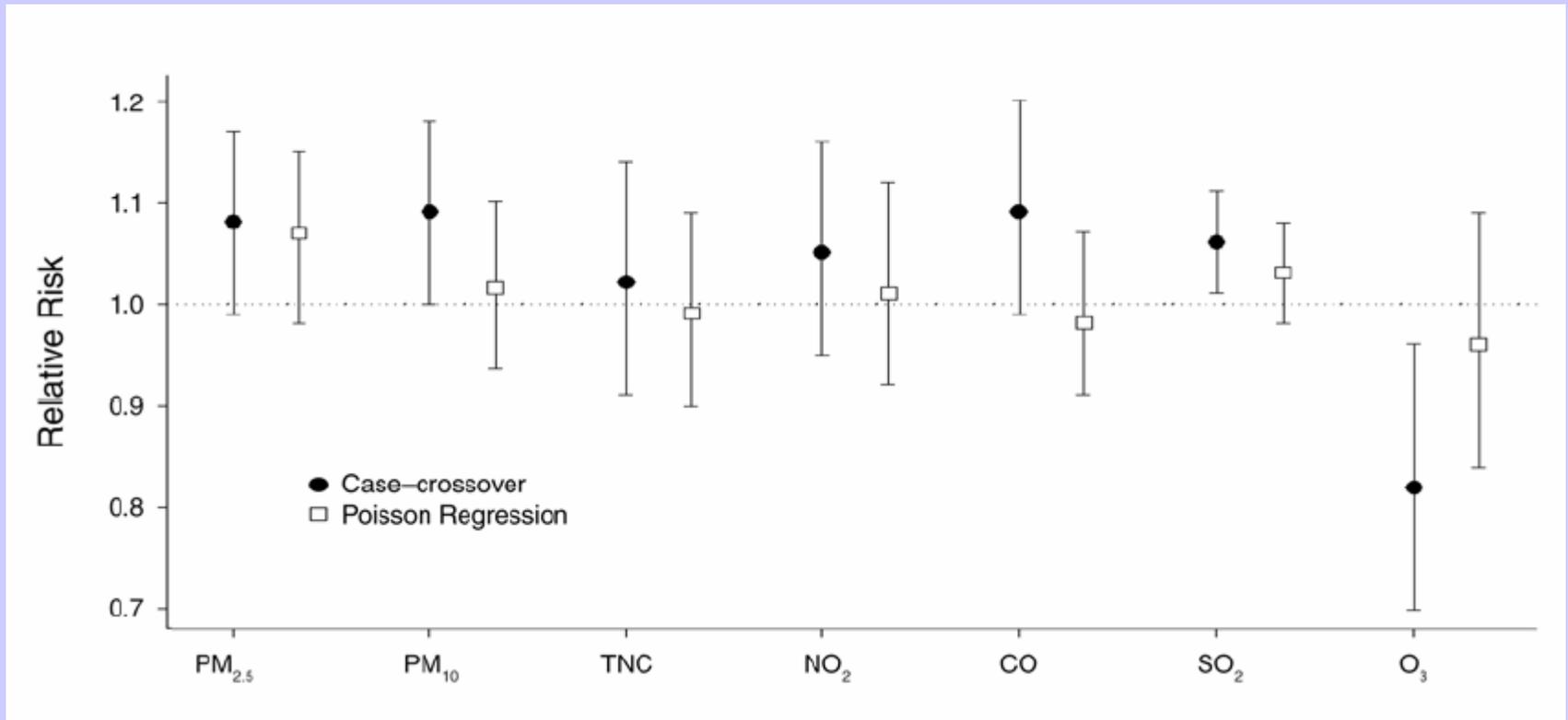
Erfurt 1995-1998



Zahl der ultrafeinen Partikel, NO, NO₂, CO sind eng korreliert, PM₁₀ zeigte ein anderes zeitliches Muster

Zeitreihenstudie Herzinfarkt

851 Infarktpatienten aus Augsburg



Rel. Risiko pro Anstieg des 24Std. Mittelwertes um den IQR 2 Tage vorher

Weitere Zeitreihen- und Panelstudien

- Asthmapanel in Erfurt, Kuopio, Helsinki
 - Atemwegskonsultationen in Atlanta
 - Notfälle wegen Herzkrankheiten in Atlanta
 - EKG bei Koronarpatienten in Helsinki, Erfurt, Amsterdam (ULTRA)
 - Herzrhythmus bei Patienten mit automatischem Defibrillator, Boston
 - Spitaleintritte wegen Herzinfarkt in Augsburg, Barcelona, Helsinki, Rom, Stockholm
 - Todesfälle an Hirnschlag in Helsinki
- usf. ...

Die Partikelzahl ist eng mit den übrigen Partikelindikatoren und mit CO, NO und NO₂ korreliert, Ergebnisse eher weniger konsistent.

→ Messung der Partikelzahl an üblichen Stationen ist nicht besonders geeignet als Wirkungsnachweis.

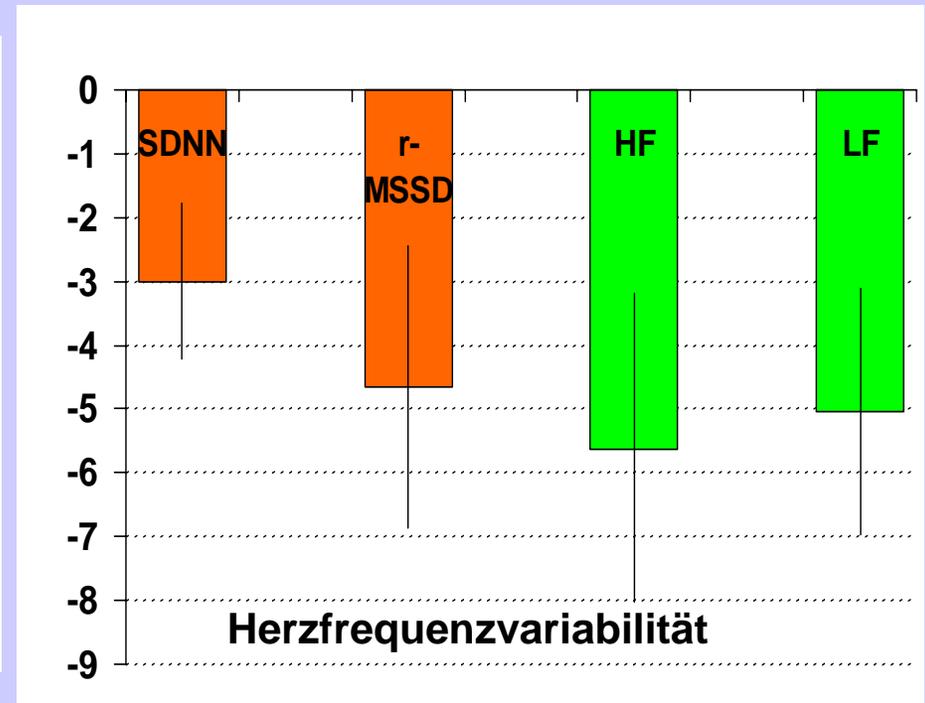
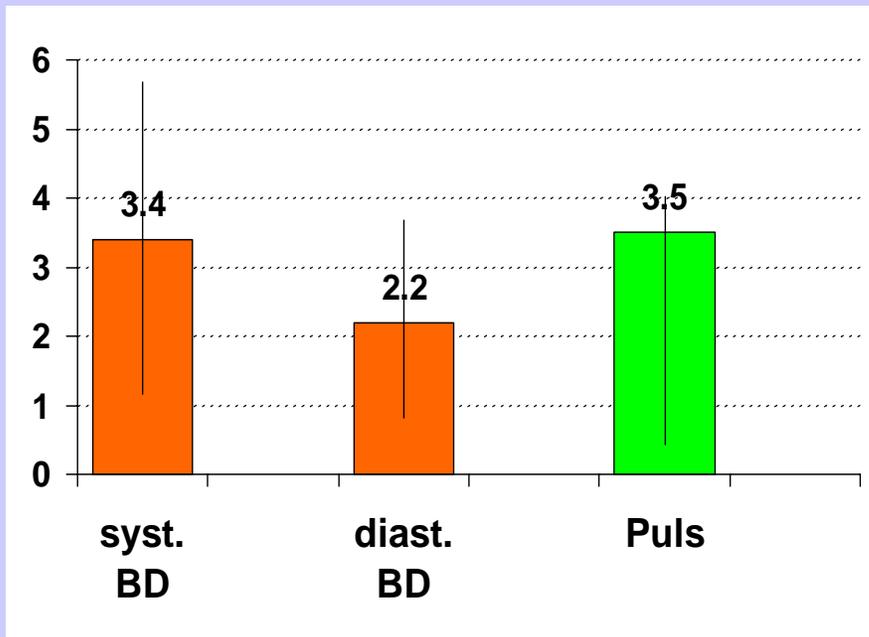
Individuelle Messungen der akuten Auswirkungen von UF in epidemiologischen Studien

?

Studie mit individuellen Messungen: Taipeh

10 Personen mit eingeschränkter Lungenfunktion

Tragbarer Partikelzähler und EKG- Messung von 7 00 – 23 00

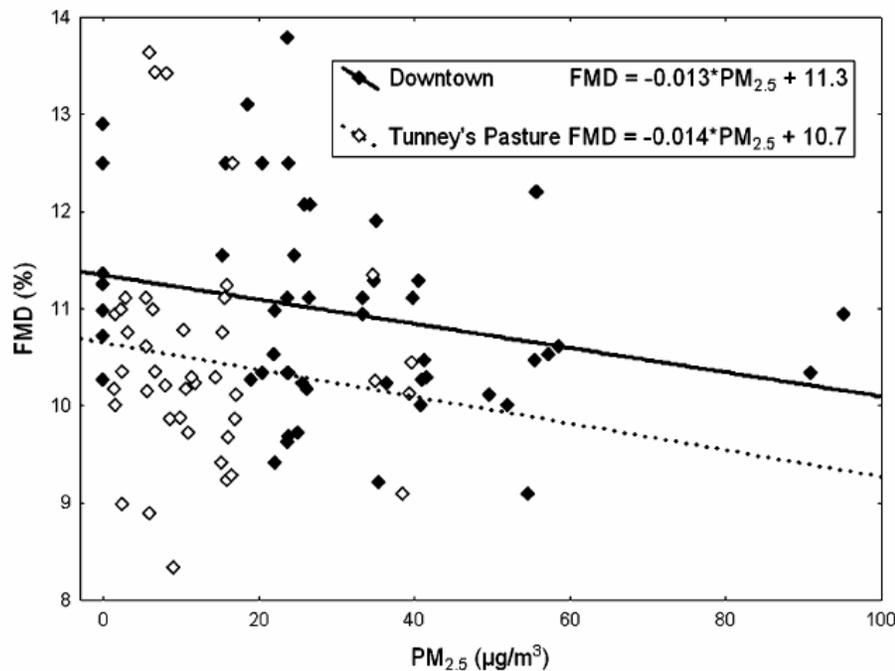


Veränderung pro 10'000 NC 0.02-1 in den 2 Std. vorher

Studie mit individuellen Messungen: Ottawa

39 gesunde Personen an zwei Bushaltestellen, Messung von Puls, Blutdruck, reaktive Erweiterung der Armarterie

PM_{2.5}, Zahl der PM₁-Partikel, NO₂- Messung über 2 Std.



Zunahme von PM_{2.5} um 30µg/m³ → Abnahme der reaktiven Erweiterung der Armarterie

Blutdruck nahm parallel zu NO₂ zu

Keinerlei Beziehungen zur Partikelzahl, Verkehrsdichte

Was wissen wir von Langzeitstudien ?

**Keine langfristigen Partikelanzahlmessungen
Partikelzahl ist nahe bei den Quellen der
ultrafeinen Partikel, d.h Strassen, am höchsten**

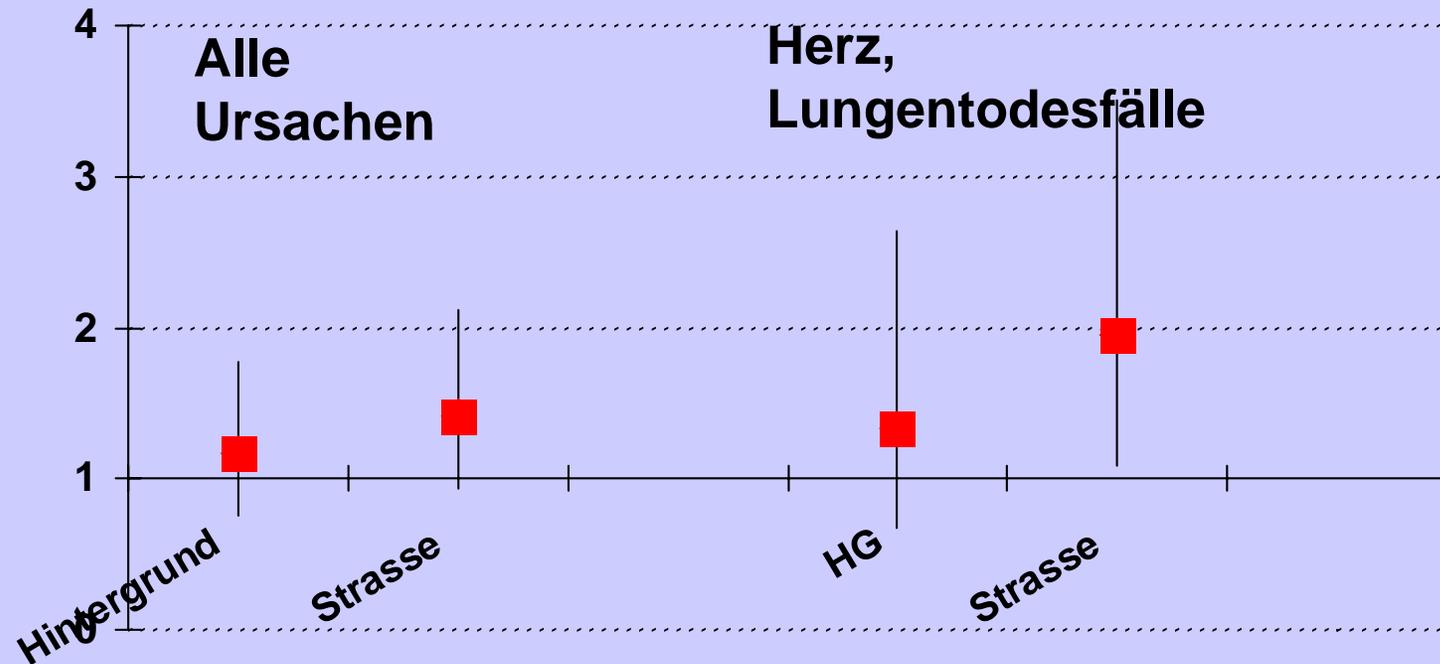
Verkehrsbelastung und Gesundheit:

- **Verkehrsdichte nahe bei der Wohnung**
- **Distanz der Wohnung zu stark befahrenen Strassen**

Niederländische Kohortenstudie

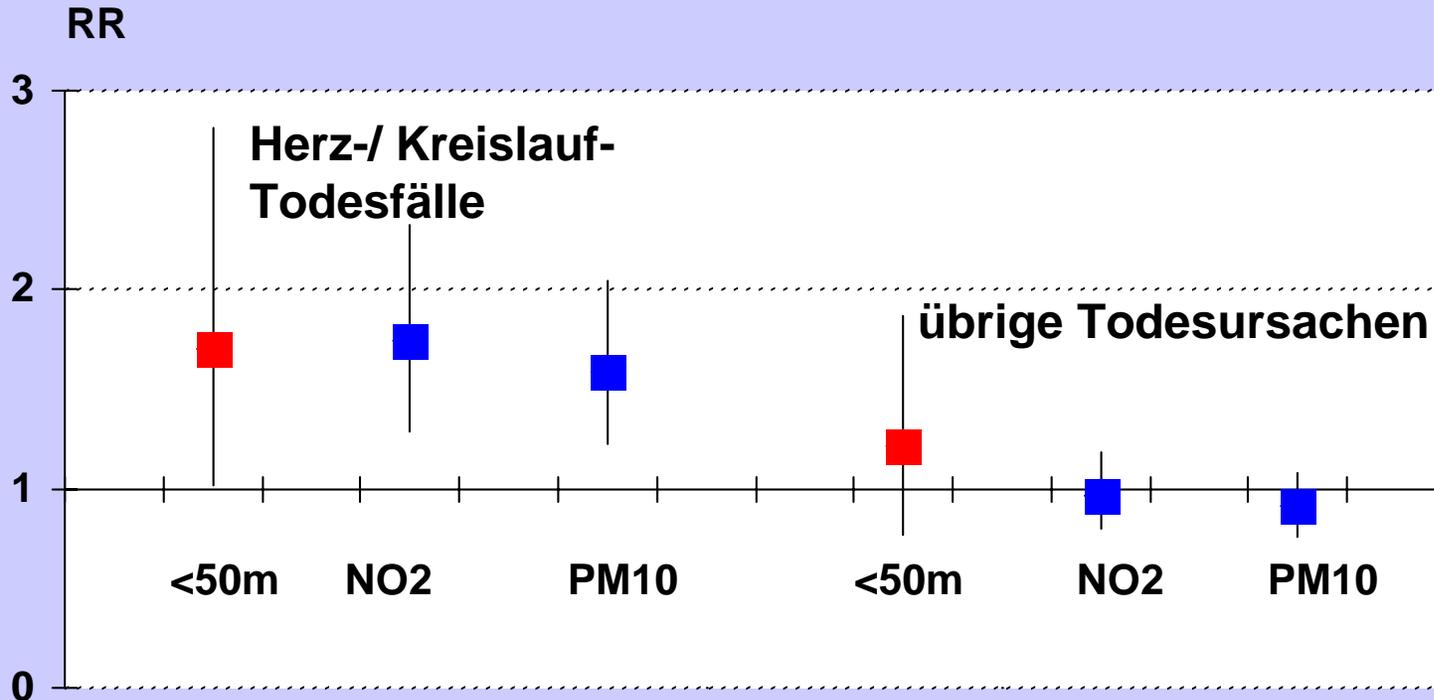
4492 Personen 1986-1998, 489 Todesfälle, Zunahme der Sterblichkeit pro $10\mu\text{g BS}/\text{m}^3$.

Rel. Risiko



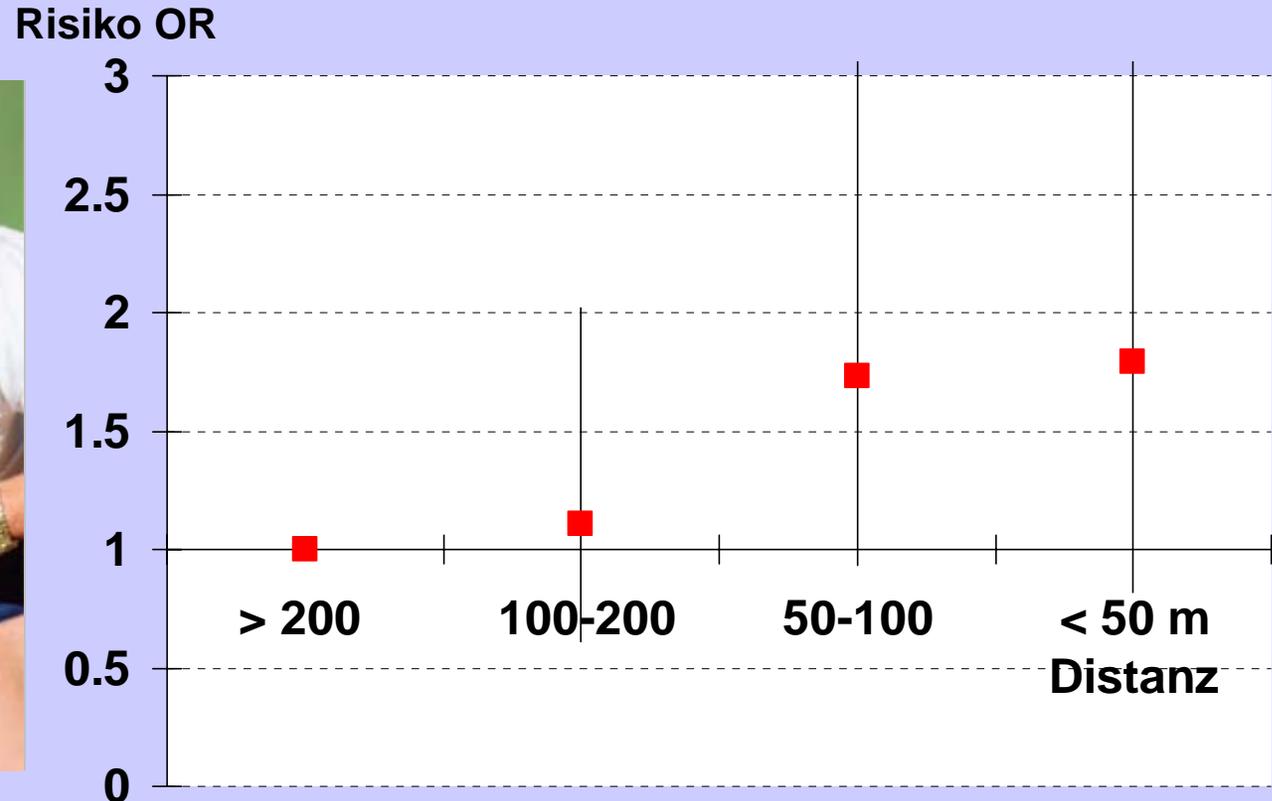
Frauenkohorte in Nordrhein-Westfalen

4752 Frauen, bei der ersten Untersuchung 55 Jahre alt,
Nachkontrollzeit 1985-2003



Relatives Sterberisiko und Wohndistanz zur nächsten stark befahrenen Strasse und unabhängig davon zu NO2 und PM10

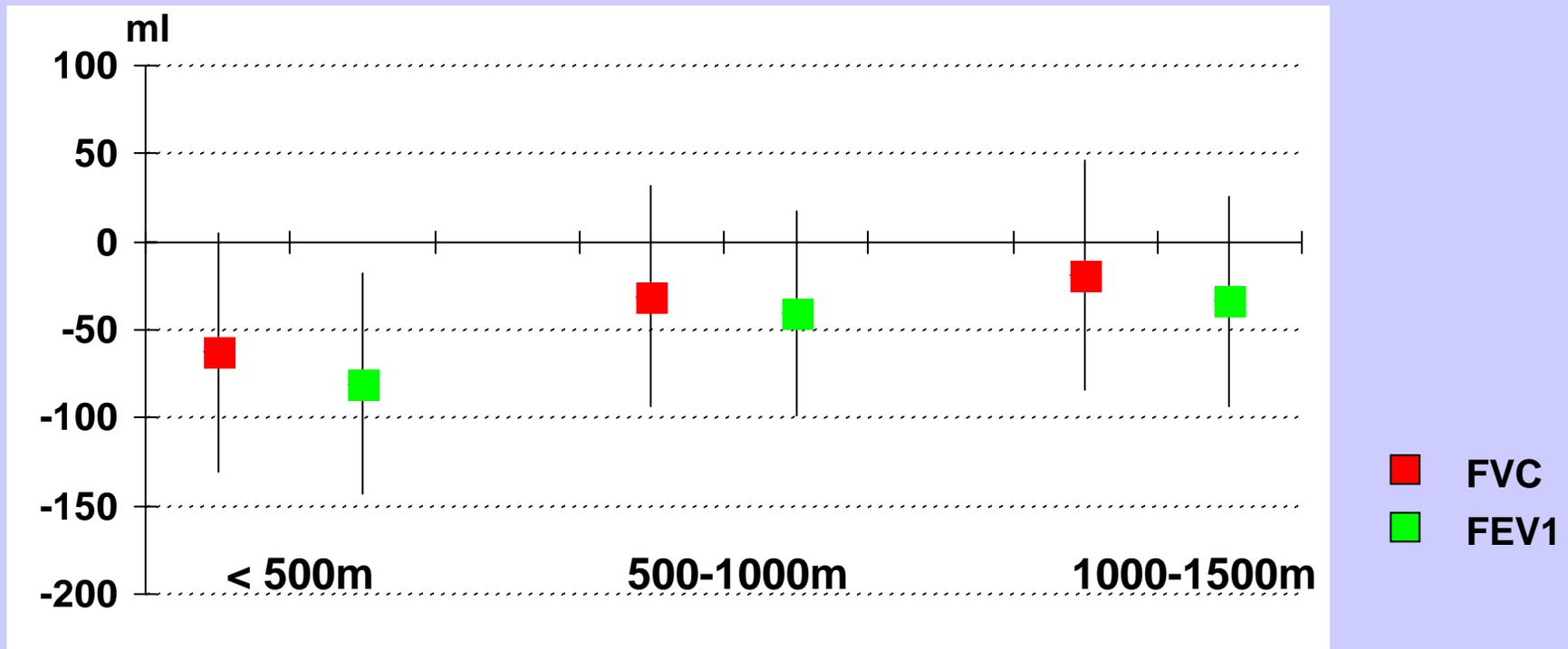
Wohnen an verkehrsbelasteten Strassen und Herzinfarkt oder Herzoperation



Querschnittstudie mit 3399 Personen 45-75 jähig aus Essen, Deutschland

Kalifornische Kinderkohorte

3677 Kinder, jährliche Messung der Lungenentwicklung
von 10-18 Jahren

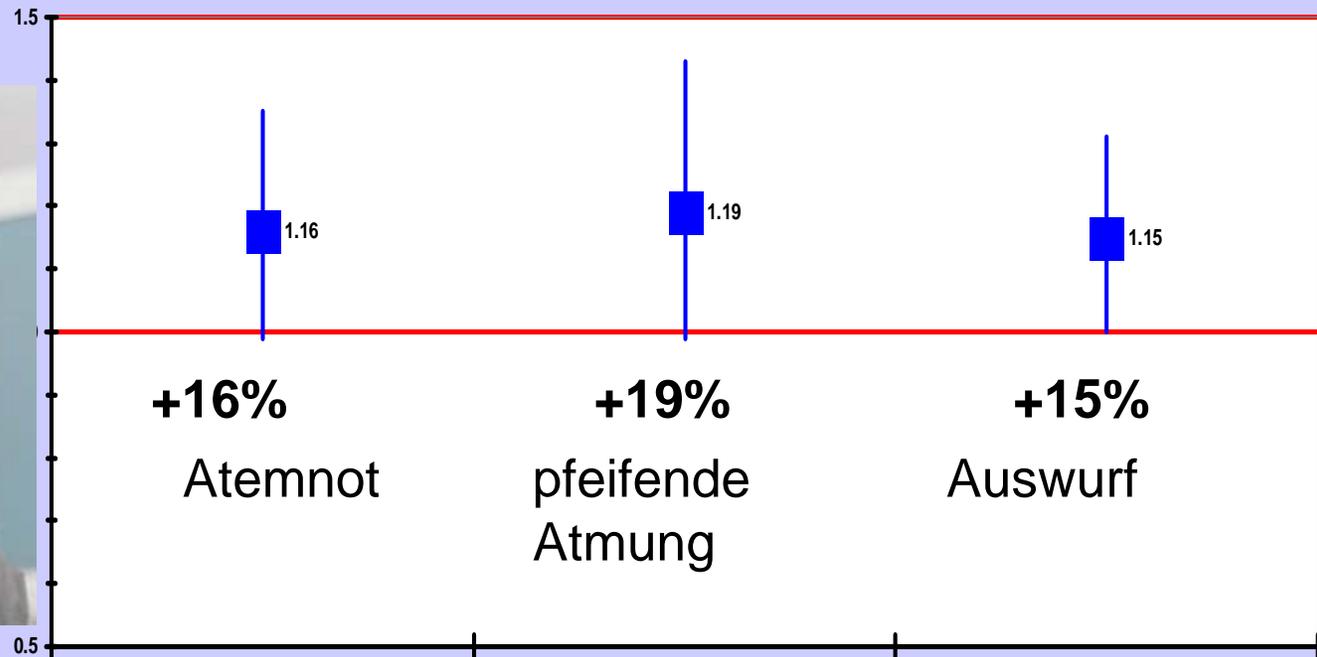


Defizit im Lungenwachstum von Kindern nahe bei einer Autobahn im
Vergleich zu Kindern mit Wohnsitz in mehr als 1500m Distanz

SAPALDIA Studie

4547 Personen aus 8 Gemeinden der Schweiz, mindestens 3 Jahre am selben Ort wohnhaft.

Wohnadresse in max. 20m Abstand zur nächsten Hauptstrasse:



Verkehrsnähe

**hat einen von der Hintergrundbelastung
mit Schadstoffen unabhängigen
schädlichen Einfluss**

Ursache



Ultrafeine Russpartikel

Beladen mit anderen Schadstoffen (z.B. Metallen)

In Kombination mit Gasen

?

Zusammenfassung

Experimentelle Studien an Menschen weisen darauf hin, dass die Toxizität der kleinsten Partikel nicht nur mit der Grösse zusammenhängt.

Bevölkerungsstudien zeigen aber, dass ultrafeine Partikel aus dem Verkehr sehr ernst genommen werden müssen.

Mit welchem Indikator diese Verkehrsmischung am besten gemessen wird, ist noch nicht klar.