

Feinstäube und deren Auswirkungen auf die Gesundheit

6.06.2005

Prof. Dr. R. Dierkesmann
Klinik Schillerhöhe
Gerlingen/Stuttgart



Freier Atmen

Definition der Stäube

TSP = Total suspended Particles = der gesamte Schwebstaub

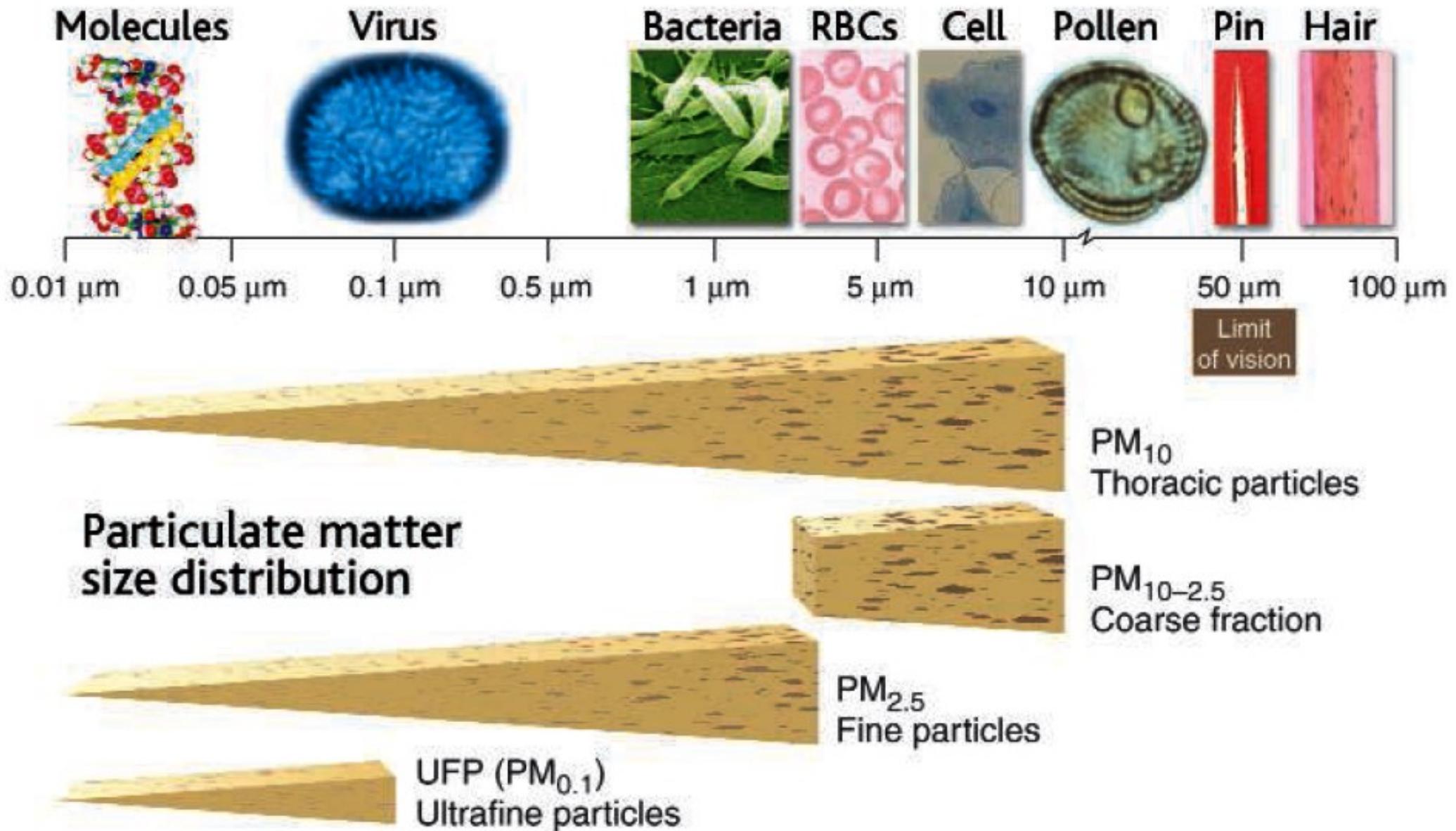
PM10 = Grobstaub = Stäube < 10µm im Durchmesser

PM2,5 = Feinstaub = Stäube < 2,5µm im Durchmesser

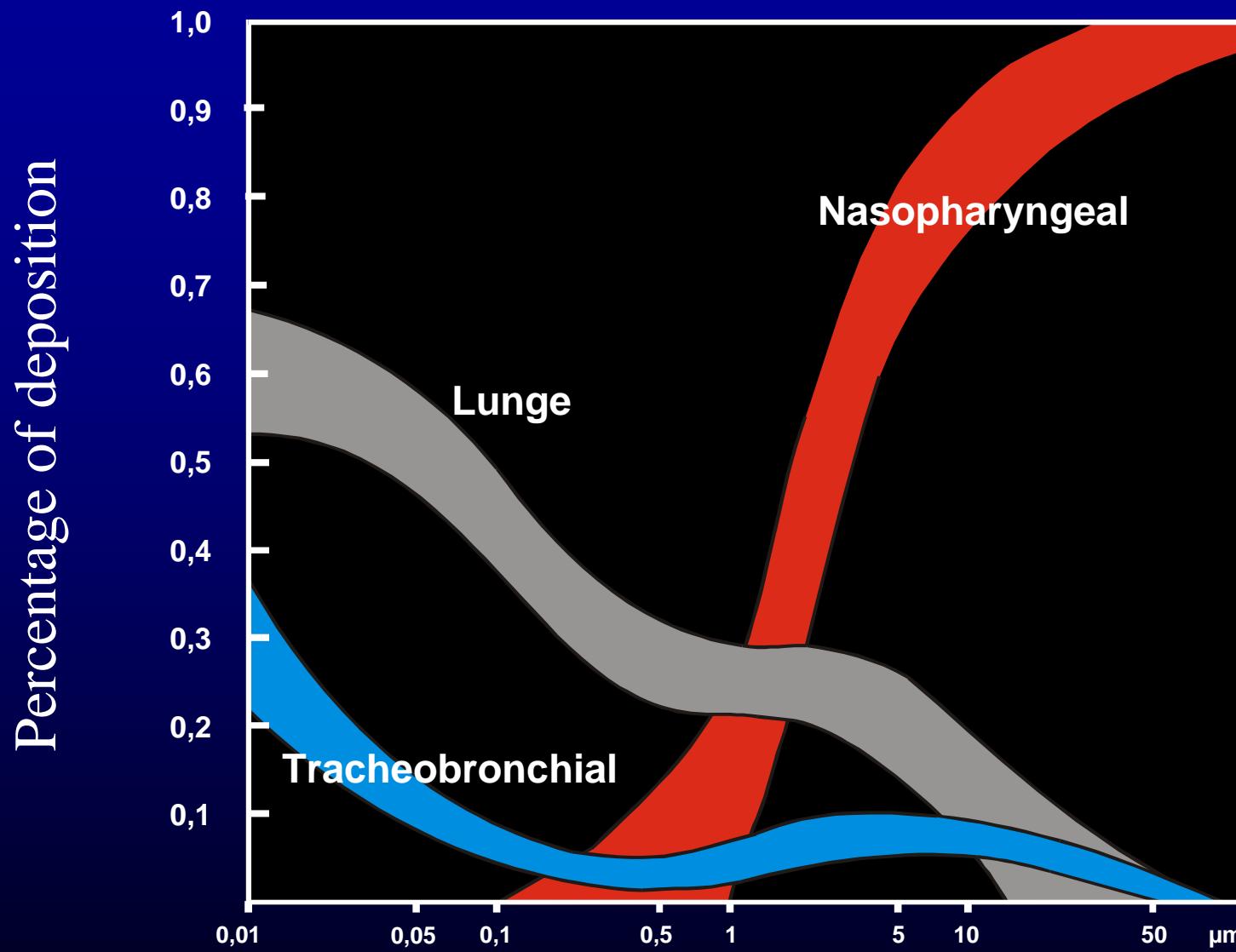
UFP = ultrafeine Stäube = Stäube < 100nm

Einfluß der Partikelgröße, –anzahl und -oberfläche bei
einer gegebenen Partikelmasse

Partikeldurchmesser in µm	Anzahl von Partikeln	Oberfläche der Partikel
10	1	1
1	10^3	10^2
0,1	10^6	10^4
0,01	10^9	10^6

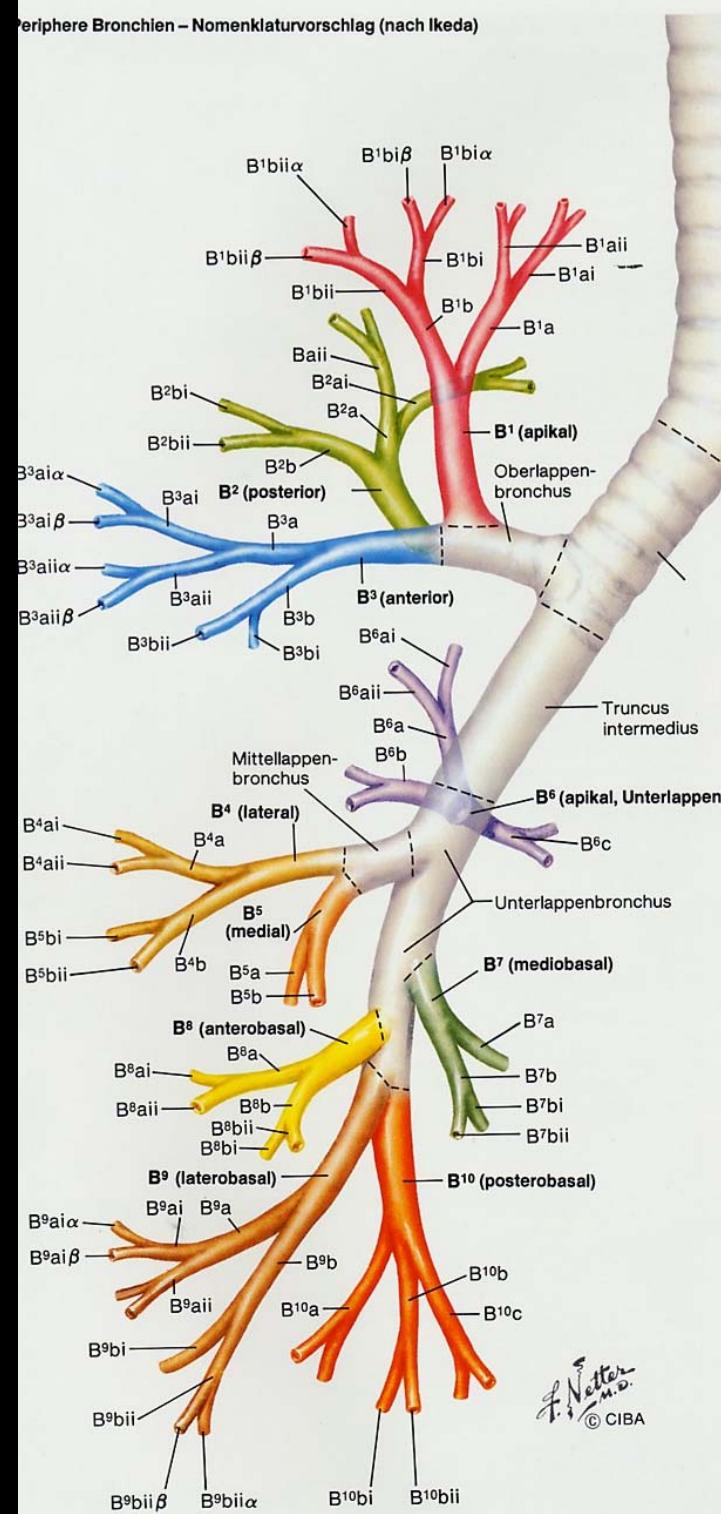


Particles with different aerodynamic diameters and their deposition in the different parts of the airways.

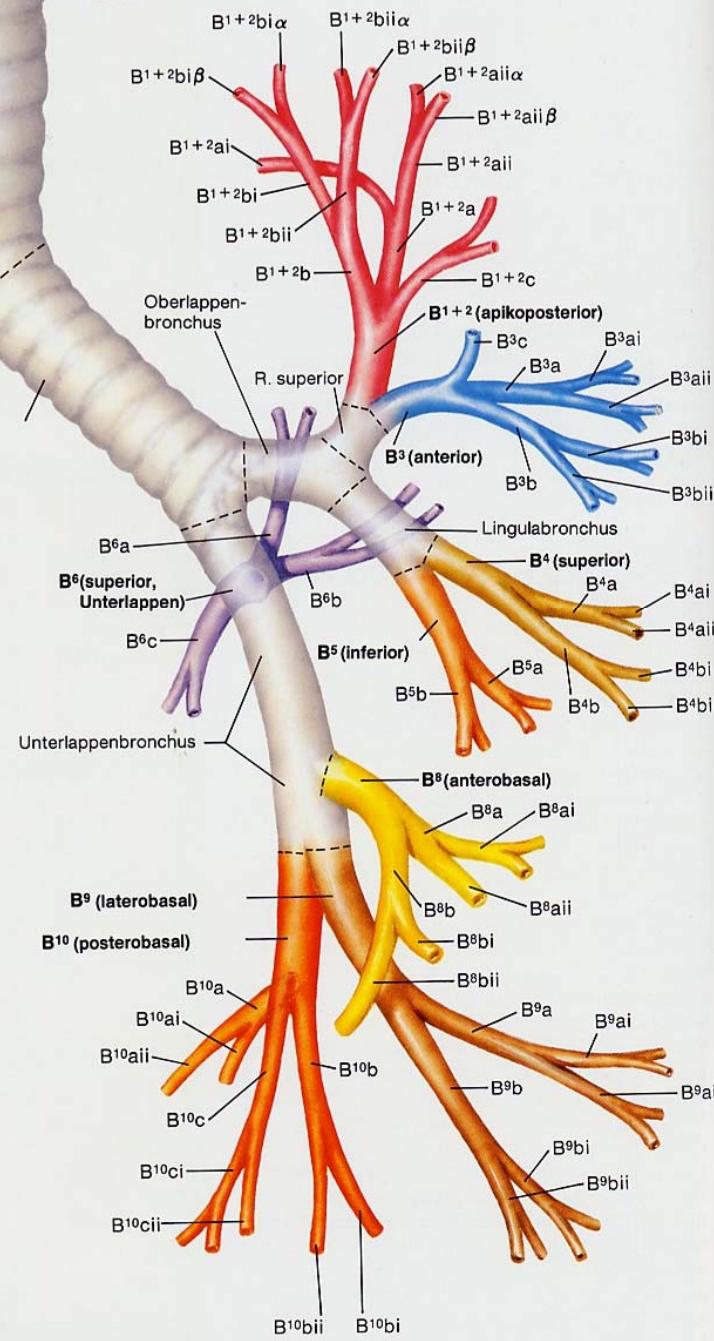


Distributions parameter 1,2 - 4,5. V: 1450 ml

Periphere Bronchien – Nomenklaturvorschlag (nach Ikeda)



Der Einfachheit halber sind bis zur 5. Teilungsgeneration nur einige wenige Bronchien durchnumeriert. Es sollte lediglich das Prinzip dargestellt werden



Quelle:
Ciba-Atlas



Vorlage von
Morgenroth et al.
Pneumonie, 1983



Quelle:
National Geographic



Quelle:
National Geographic

Veränderung der Lungenfunktion bei 120 Schulkindern

		Stadt 440 µg/m ³	St.Helen 11.000 µg/m ³
FVC	Jungen	-0.61	- 0.61 %
	Mädchen	-0.78	+ 0.96 %
FEV1	Jungen	-1.53 **	- 1.23 %
	Mädchen	-1.83 **	+1.07 %
FEV25-75	Jungen	-1.83	- 2.91 %
	Mädchen	-4.57 **	+0.44 %

Umweltmedizin



Untersuchungsmethoden

Epidemiologische Studien:

-Langzeitstudien }
-Kurzzeitstudien }

Mortalität
Morbidity
Medikamentenverbrauch
Symptome
Funktionswerte

Toxikologische Studien:

-Expositionsstudien

Gesundheit und Umwelt

Staub-Exposition in bewohnten Gegenden:

Zunahme von Husten, „Wheeze“, Bronchitis:

Braun-Fahrlander et al.: AJRCCM, 155 (1997) 1042-9

Dockery et al.: Environ Health Perspect, 104 (1996) 500-5

Heinrich et al.: Eur J Med Res, 4 (1999) 107-13, AJRCCM, 161 (2000) 1930-6,
Epidemiol, 13 (2002) 394-401

Krämer et al.: Int J Epidemiol, 28 (1999) 865-73

McConnell et al.: Health Perspect, 107 (1999) 757-60

Raizenne et al.: Environm Health Perspect, 104 (1996) 506-14

Zunahme Asthma:

J Heinrich, GSF, Neuherberg

A Peters, AJRCCM, 155 (1997) 1376-83

Verschlechterung der LuFu:

Ackermann-Liebrich et al.: AJRCCM, 155 (1997) 122-9

Zemp et al.: AJRCCM, 159 (1999) 1257-66

Peters et al.: Umweltmed Forsch Prax, 7 (2002) 101-15

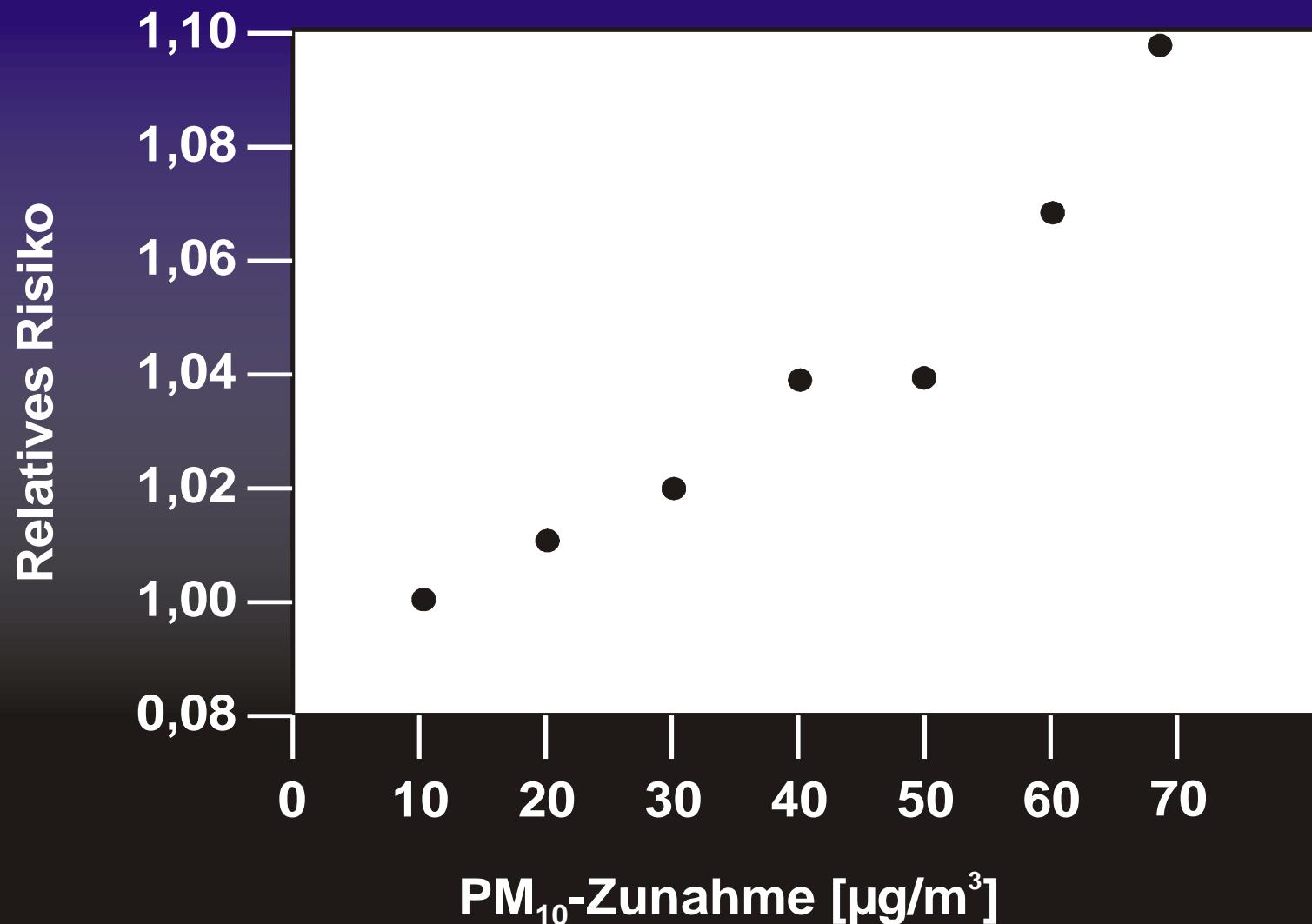
Anstieg der Plasmaviskosität und C-reaktives Protein:

Peters et al: Lancet, 349 (1997) 1682-7

Herzrhythmusstörungen:

Peters et al.: AQM J Epidemiol, 150 (1999) 1094-8; Epidemiol, 11 (2000) 11-17

Allgemeines Mortalitätsrisiko 1 Tag nach der jeweiligen Staubmessung



Ayres, JG:
Eur Respir Rev,
8 (1998) 135-8

Table 3. Excess relative risks of mortality associated with particulate matter – comparison of the main population studies

Study	PM ¹	General Mortality		Cardiopulmonary Mortality		Lung Cancer Mortality	
		Ex. RR ²	95% CI	Ex. RR	95% CI	Ex. RR	95% CI
Six Cities ³	PM _{2.5}	13%	(4.2; 23%)	18%	(5.8; 32%)	18%	(-11; 57%)
Six Cities ReAnal. ⁴	PM _{2.5}	14%	(5.3; 23%)	19%	(6.3; 33%)	21%	(-8.4; 60%)
ACS ⁵	PM _{2.5}	6.6%	(3.6; 9.9%)	11.6%	(6.6; 17%)	1.2%	(-8.7; 12%)
ACS ⁶	PM _{2.5}	7.0%	(4.0; 10%)	12.0%	(7.4; 17%)	0.8%	(-8.7; 11%)
ReAnal.							
ACS	PM _{15-2.5}	0.3%	(-0.9; 1.8%)	0.3%	(-1.5%; 2.4%)	-0.9%	(-5.5%; 3.8%)
ReAnal.							
ACS	PM _{10/15}	4%	(1.0; 9%)	7%	(3; 12%)	0.4%	(-4.0; 5%)
ReAnal.	dichotom.						
ACS	PM _{10/15}	2%	(-1.0; 4%)	6%	(3; 9%)	-0.8%	(-4.4; 3%)
Extended ⁷	PM _{2.5}	4.1%	(0.8; 7.5%)	5.9%	(1.5; 10%)	8.2%	(1.1; 16%)
ACS Extended	1979–83	5.9%	(2.0; 9.9%)	7.9%	(2.3; 14%)	12.7%	(4.1; 22%)
ACS Extended	PM _{2.5}	6.2%	(1.6; 11%)	9.3%	(3.3; 16%)	13.5%	(4.4; 23%)
AHSMOG ⁸	PM _{10/15}	2%	(-5; 9%)	1%	(-8; 10%)	174% ⁹	(45; 415%)
AHSMOG ⁹	30+ days	NA	NA	14%	(3; 26%)	NA	NA
AHSMOG ¹⁰	PM _{10/15} >100	9.3%	(-3.8; 24%)	20% ⁹	(-9; 55%)	36%	(-28; 157%)
VA ¹²	PM _{2.5}	-10.0%	(-15; -4.6%)				

¹ Standard increment: 10 µg/m³ for PM_{2.5} and 20 µg/m³ for PM_{10/15}.² Ex.RR (excess relative risk percent) = 100 * (RR – 1) for the standard inc.

3 Dockery et al. 1993; Krewski et al. 2000. Part II. Table 21a.

4 Krewski et al. 2000. Part II. Table 21c.

5 Krewski et al. 2000. Part II. Table 25a.

6 Krewski et al. 2000. Part II. Table 25c.

7 Pope et al. 2002.

8 Abbey et al. 1999 pooled estimate for male and female

9 Men only; no significant excess RR for women with respiratory deaths

10 In: McDonnell et al. 2000. two-pollutant models (fine und coarse particles).

11 only men

12 only men. time of exposure 1979–81. mortality 1982–88 Lipfert et al. 2000a. Table 7.

Statistisch signifikante Korrelationen ($p < 0,01$)
zwischen Mortalität und Umwelteinflüssen.
Los Angeles County 1970 - 1979.
(ungefilterte Werte !)

Mortalität

O3	-0,26
SO2	0,12
CO	0,28
NO2	0,18
Staub	0,30
Temp	-0,39
Feuchtigk.	-0,21

Kinney PL, 1991

AE Kunst et al., 1993

Mortality ratio

1.2

1.1

1.0

0.9

-15

-10

-5

0

5

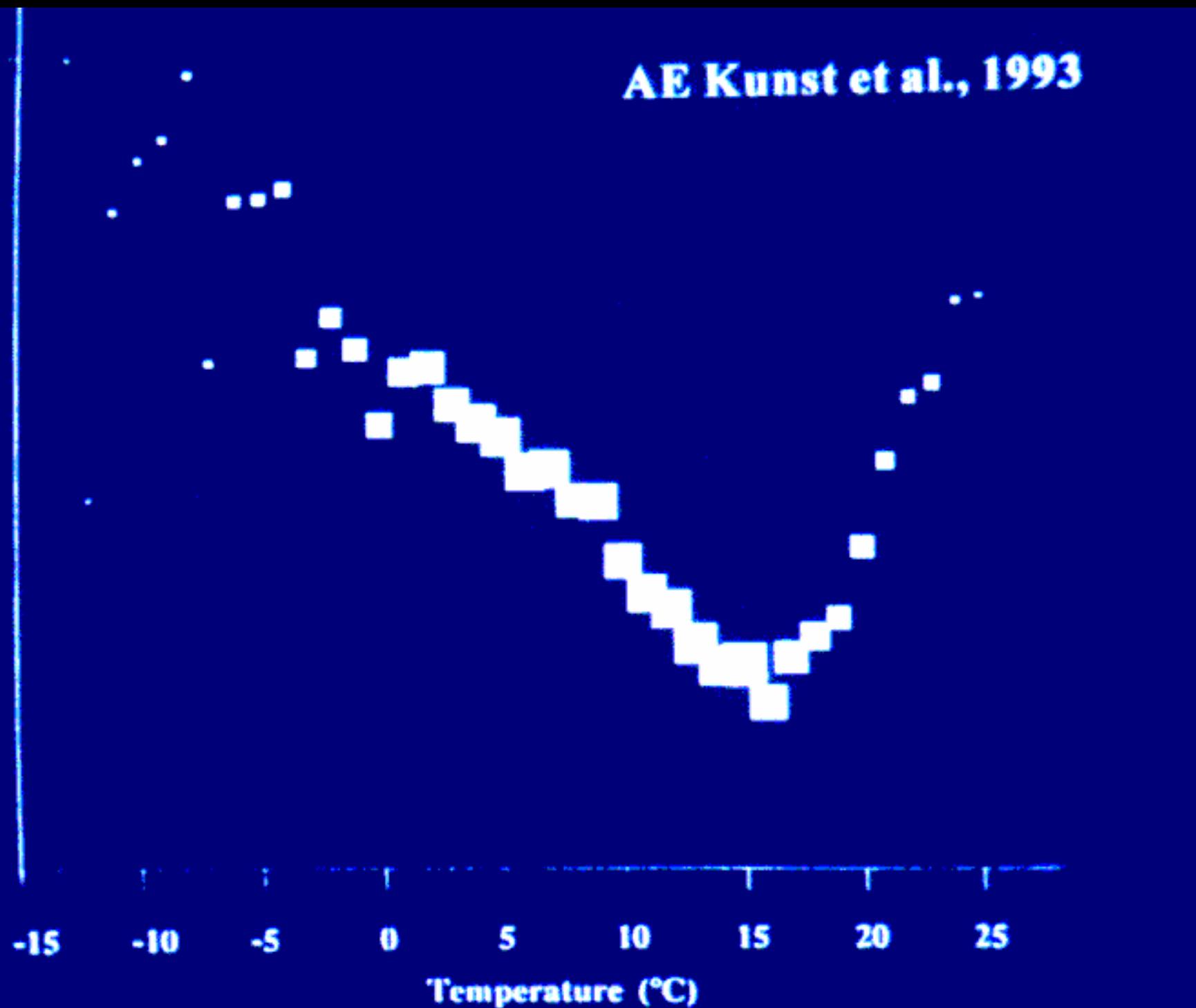
10

15

20

25

Temperature ($^{\circ}\text{C}$)



Statistisch signifikante Korrelationen ($p < 0,01$)
zwischen Mortalität und Umwelteinflüssen.
Los Angeles County 1970 - 1979.
(multiple Regression)

Mortalität

1 Tag O3	0,030
SO2	0,005°
CO	0,287°
NO2	0,040°
Staub	-0,063°
Temp	0,595
Feuchtigk.	0,014°

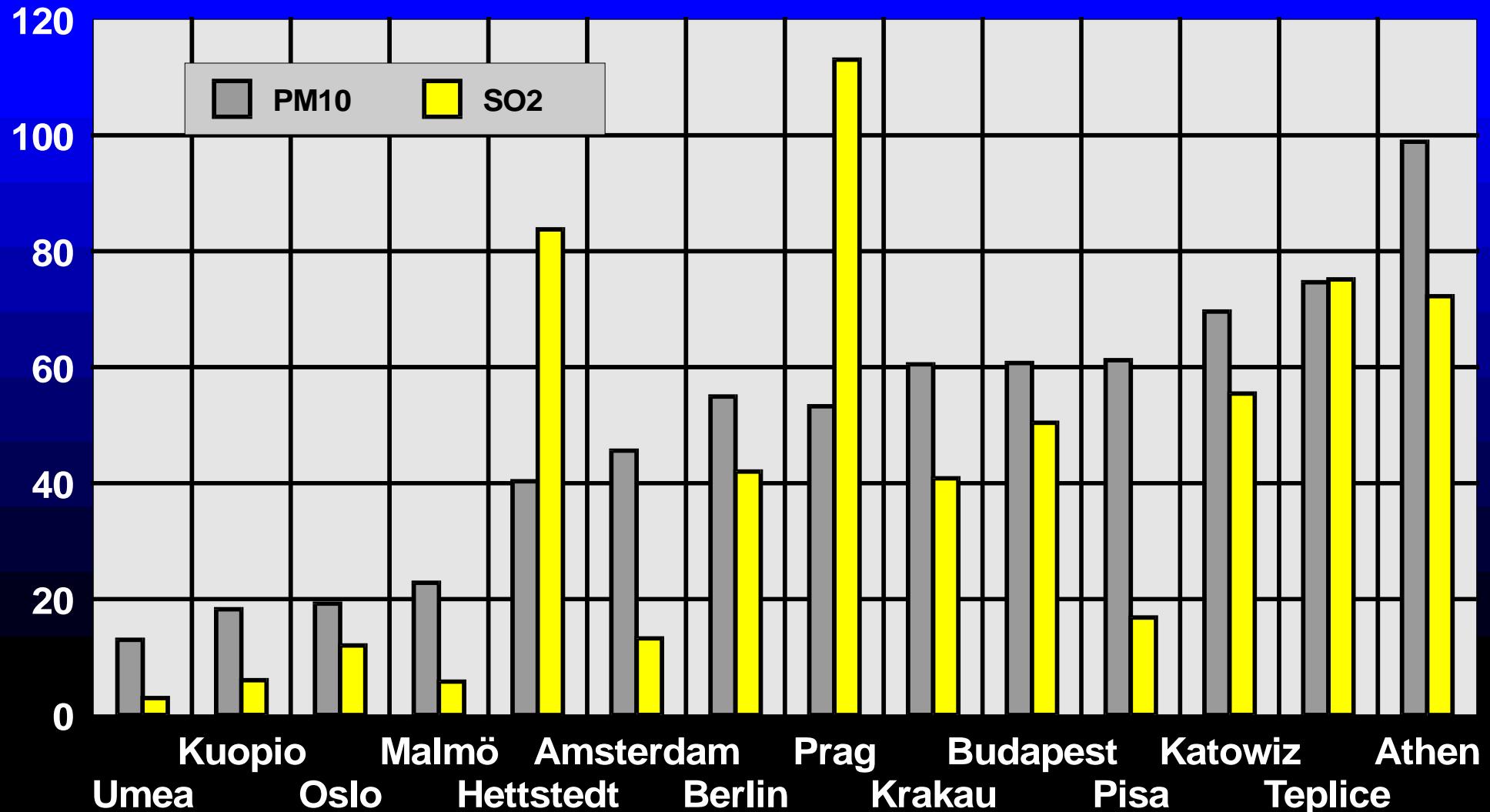
° = nicht signifikant

Kinney PL, 1991

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

$\mu\text{g}/\text{PEACE-Studie}$

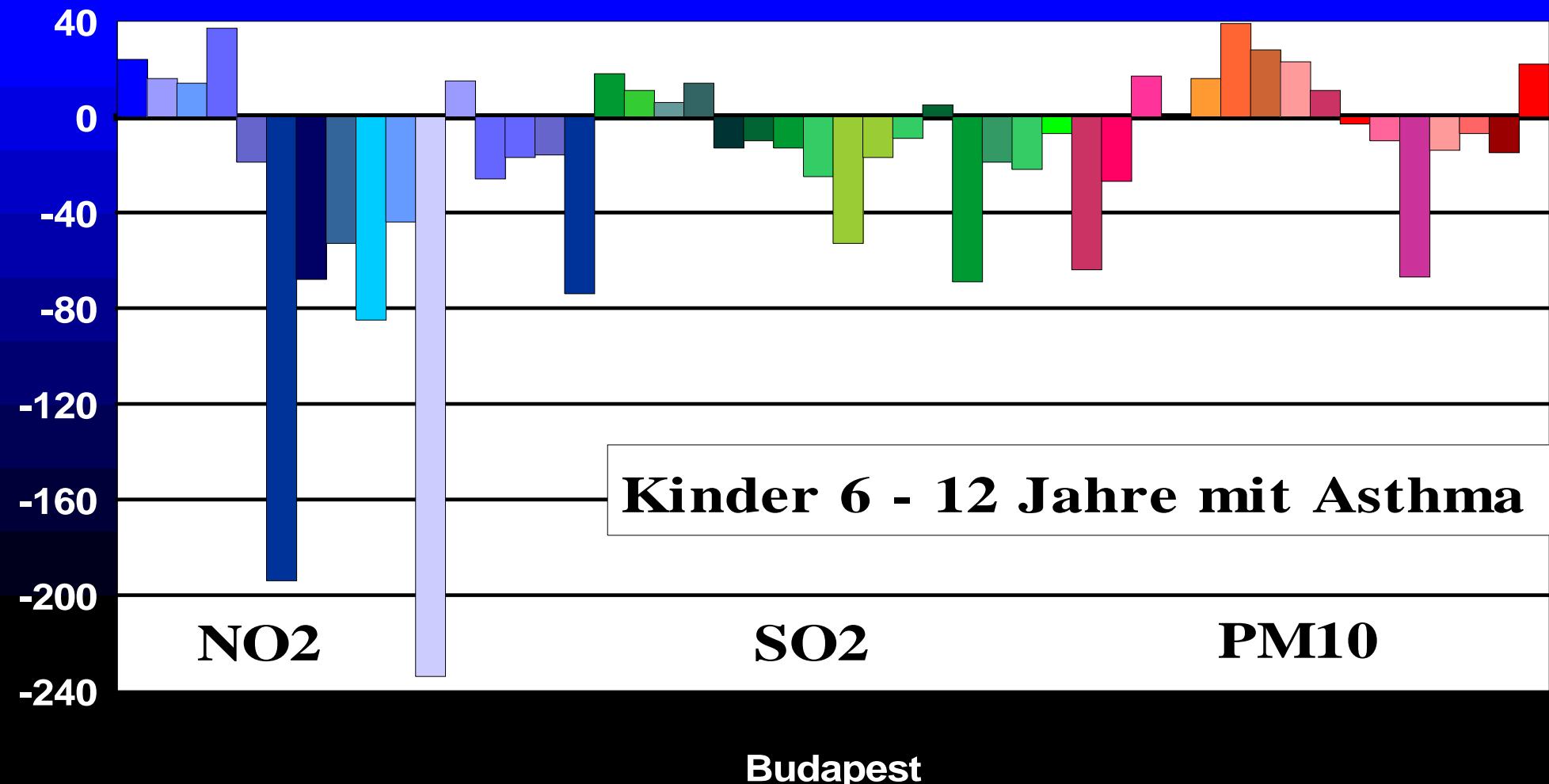
(Pollution Effect on Asthmatic Children in Europe)



W. Roemer et al: Eur Respir Rev, 8 (1998) 4-11

Korrelationskoeffizienten zwischen PEF und NO₂, SO₂ bzw. PM₁₀

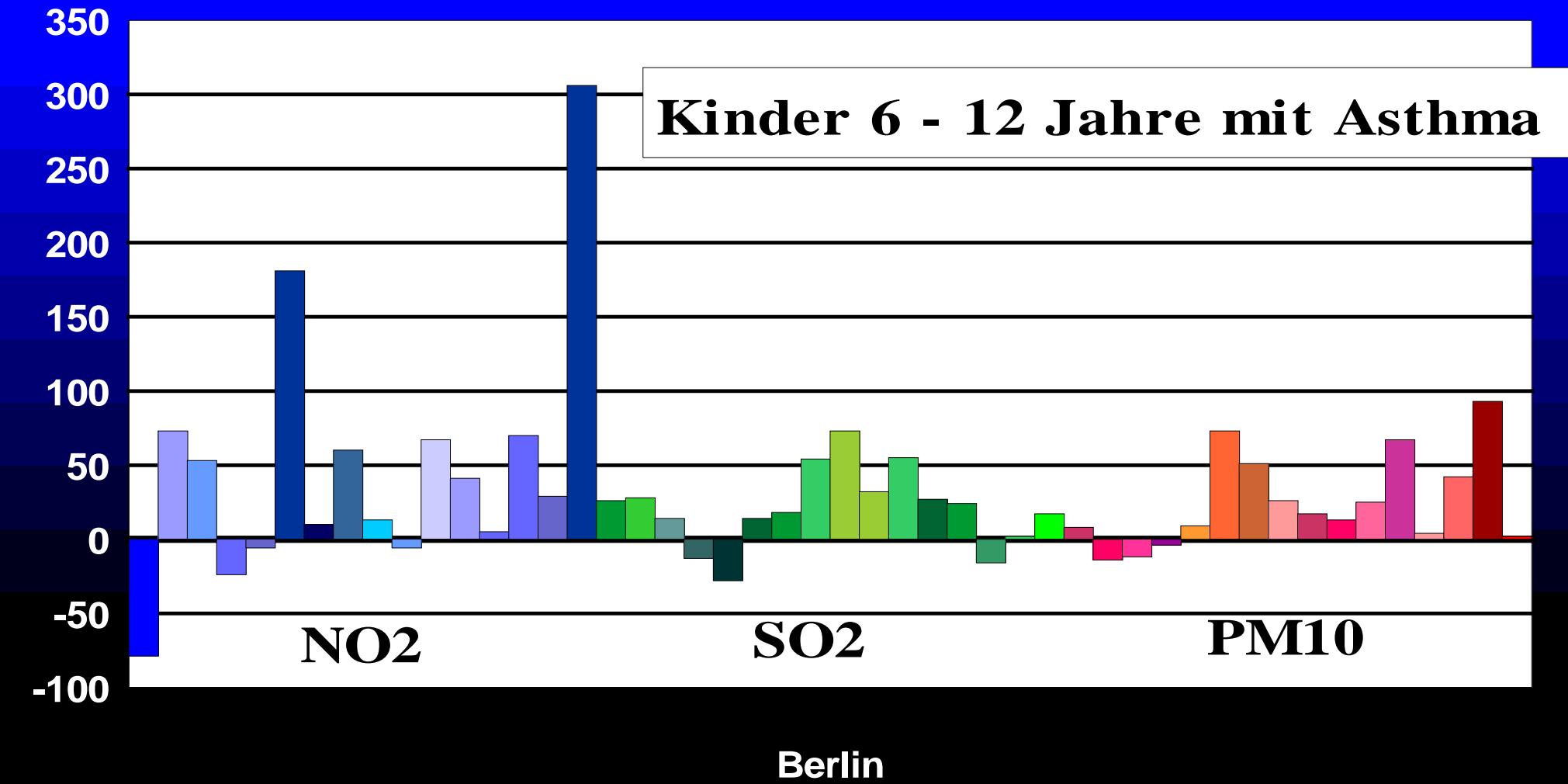
l/min/µg/m³



Budapest

PAECE-Studie (Eur Respir Rev, 8 (1998) 1-130)

Korrelationskoeffizienten zwischen PEF und NO₂, SO₂ bzw. PM10



Berlin

PAECE-Studie (Eur Respir Rev, 8 (1998) 1-130)

Fig. 1. Ranking of PM₁₀ estimates for all-cause mortality by annual average levels of PM₁₀ (left y-axis: mean PM₁₀ levels in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; right y-axis: RR in total mortality of a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ increase of PM₁₀)

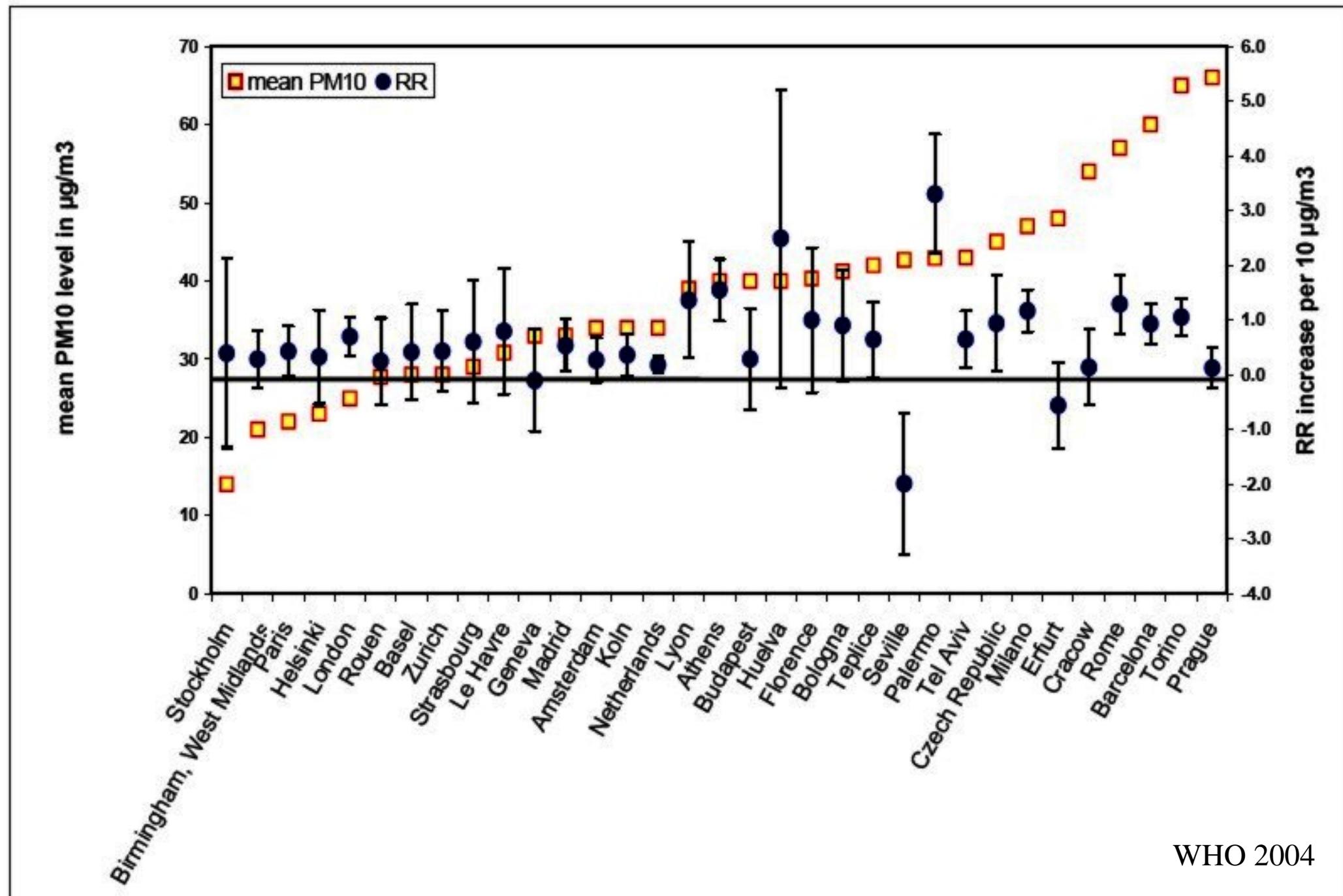


Table D. Relative risk summary estimates (FE Fixed-Effects, RE Random-Effects) for PM_{2.5} and daily mortality. Relative risks are for a 10 µg/m³ increases in PM_{2.5}

	All Cause	Cardiovascular	Respiratory
United States and Canada	1.010 (1.008, 1.013) FE 1.013 (1.008, 1.018) RE	1.019 (1.005, 1.032) FE 1.023 (1.003, 1.044) RE	1.011 (1.000, 1.021) FE 1.016 (0.994, 1.038) RE
Global	1.008 (1.006, 1.009) FE 1.009 (1.006, 1.013) RE	1.013 (1.005, 1.021) FE 1.013 (1.005, 1.022) RE	1.011 (1.002, 1.020) FE 1.011 (1.002, 1.020) RE
Europe*	1.003 (0.992, 1.015) WM 1.006 (0.998, 1.014) CR 0.984 (0.968, 1.000) ER	1.005 (0.998, 1.022) WM	0.944 (0.969, 1.031) WM

*:WM – West Midlands
CR – Czech Republic
ER – Erfurt

Rot eingeklammert sind die nicht signifikanten Ergebnisse.

WHO 2004

Estimated change in health damage due to PM in the EU through implementation of current legislation, 2000–2020

Health end-point	Units (1000s)	2000	2020	Difference
EU				
Mortality – long-term exposure	Life years lost	3001	1900	1101
Mortality – long-term exposure	No. premature deaths	288	208	80
Infant mortality	Cases	0.6	0.3	0.3
Chronic bronchitis	Cases	136	98	37
Respiratory hospital admissions	Cases	51	33	19
Cardiac hospital admissions	Cases	32	20	12
Restricted activity	Days	288 292	170 956	117 336
Respiratory medication use, children	Days	3510	1549	1961
Respiratory medication use, adults	Days	22 990	16 055	6935
Lower respiratory symptoms, children	Days	160 349	68 819	91 529
Lower respiratory symptoms, adults with chronic disease	Days	236 498	159 723	76 773
Germany				
Mortality – long-term exposure	Life years lost	657	413	244
Mortality – long-term exposure	No. premature deaths	65	48	17

Besonderheiten der UFP

Diese Partikel werden nur ungenügend von unseren Abfangsystemen erfasst und können im Blut und anscheinend entlang von Nervenbahnen transportiert werden. So können Herzrhythmusstörungen und evtl. neurologische Krankheiten entstehen.

Metallhaltige Partikel sind wahrscheinlich gefährlicher als andere. Betrifft vorwiegend Menschen mit vorbestehenden Atemwegs- bzw. Lungenkrankheiten oder Herzkreislaufkrankheiten. Mit Ausnahme des Krebsrisikos und des fraglichen Zusammenhangs mit M. Alzheimer sind Gesunde anscheinend nicht betroffen.

Die größeren Partikel führen eher zu kurzzeitig auftretenden Atemwegsstörungen. Die kleineren Partikel führen eher zu verzögerten Störungen.

Es sind eher Erwachsene betroffen, weniger Kinder und Jugendliche. UFP verklumpen relativ schnell zu größeren Partikel bis zu etwa 1 μm .

V.a. Extrapulmonale Schädigungen

G Oberdörster, Universität Rochester: **Transmission** von ultrafeinen Stäuben entlang des Nerven Olfaktorius nachgewiesen

L Calderon-Garciduenas, Universität Noth Carolina:

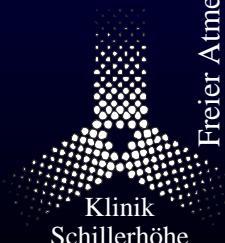
Bei Tieren Partikel bzw. typische mikroskopische Veränderungen
Daraus hergeleitet, dass **M. Alzheimer, M. Parkinson und evtl. M. Huntington** mit der Jahrzehnte langen Exposition gegenüber UFP zusammenhängen könnten. Diese Krankheiten seien in stark luftverschmutzten Gegenden häufiger

B Veronesi EPA:

Für **Gesunde** wohl keine relevante Gefahr, aber Raucher, alte Menschen, Übergewichtige, Astmatiker und untergewichtige Kinder haben ein größeres Risiko, an Altersdemenz zu erkranken

Einen ausreichenden Beweß für diese Zusammenhänge gibt es bisher jedoch nicht.

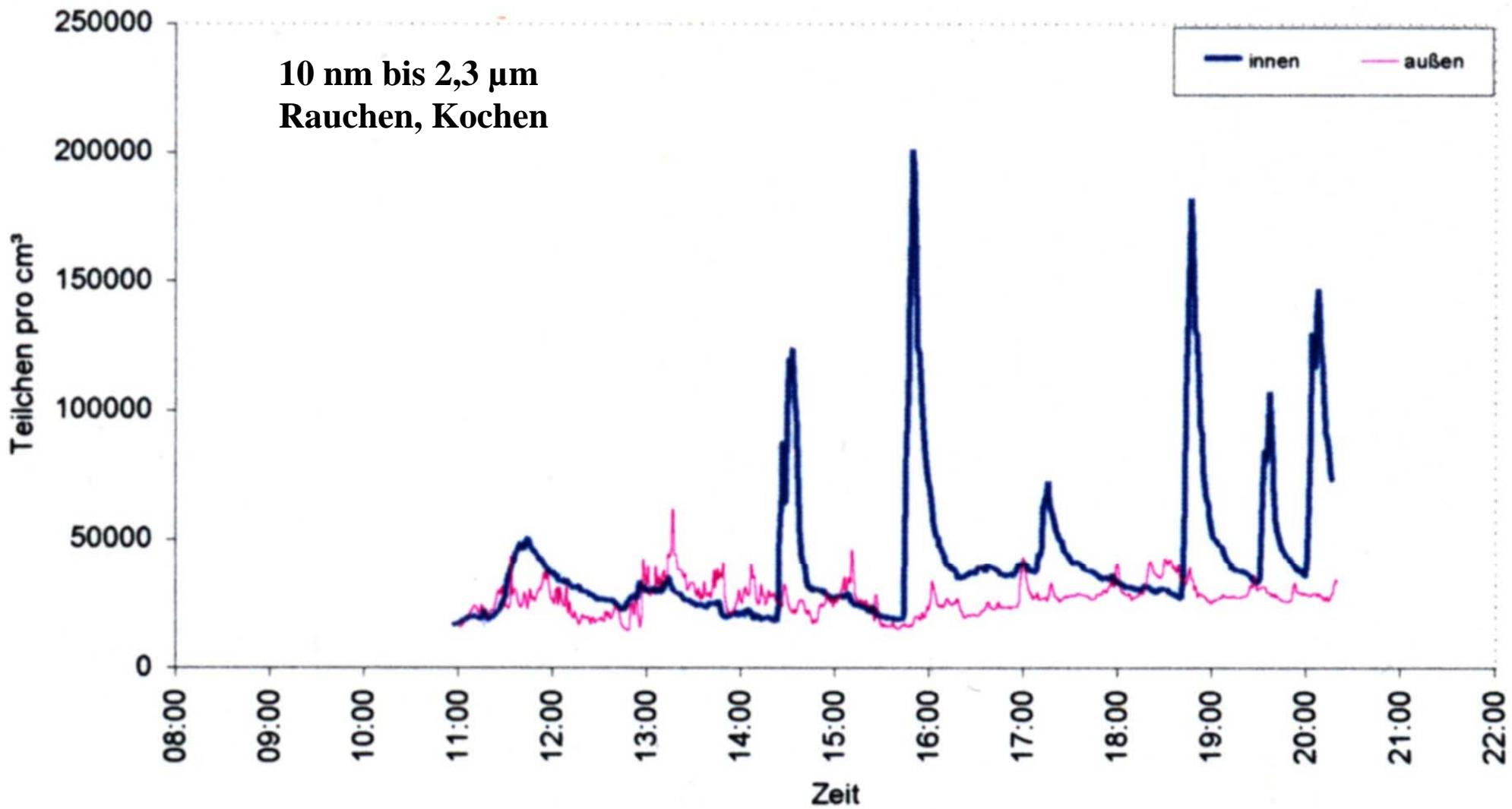
U l t r a f e i n e S t ä u b e



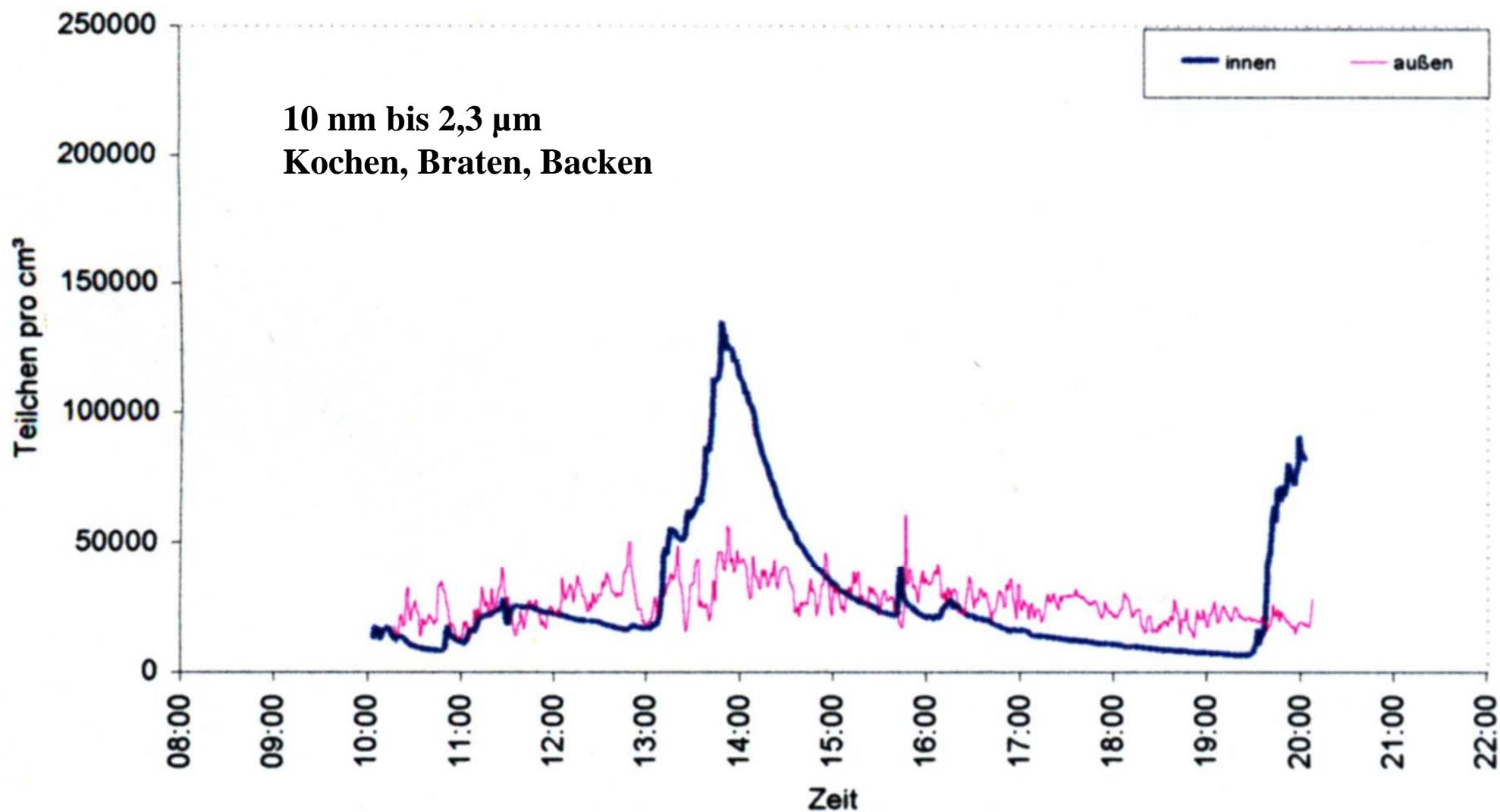
Wo atmet man wieviel ?

Schlafzimmer	2500 l
Andere Wohnräume	2500 l
Arbeitsplatz	3500 l
Im Freien	1500 l
	10000 l

01M981080 Wohnung [Teilchen pro cm³]

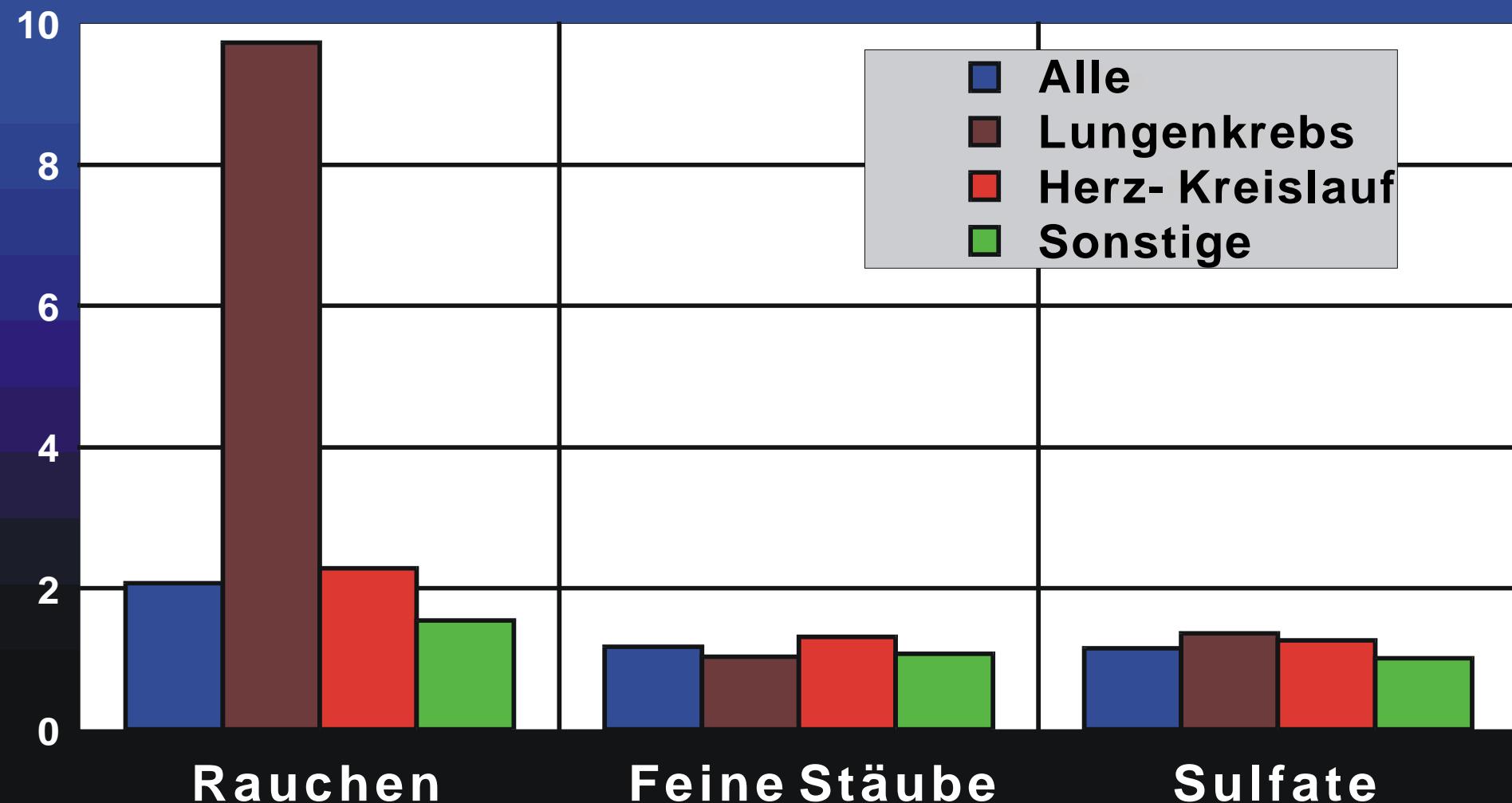


01M981078 Wohnung [Teilchen pro cm³]

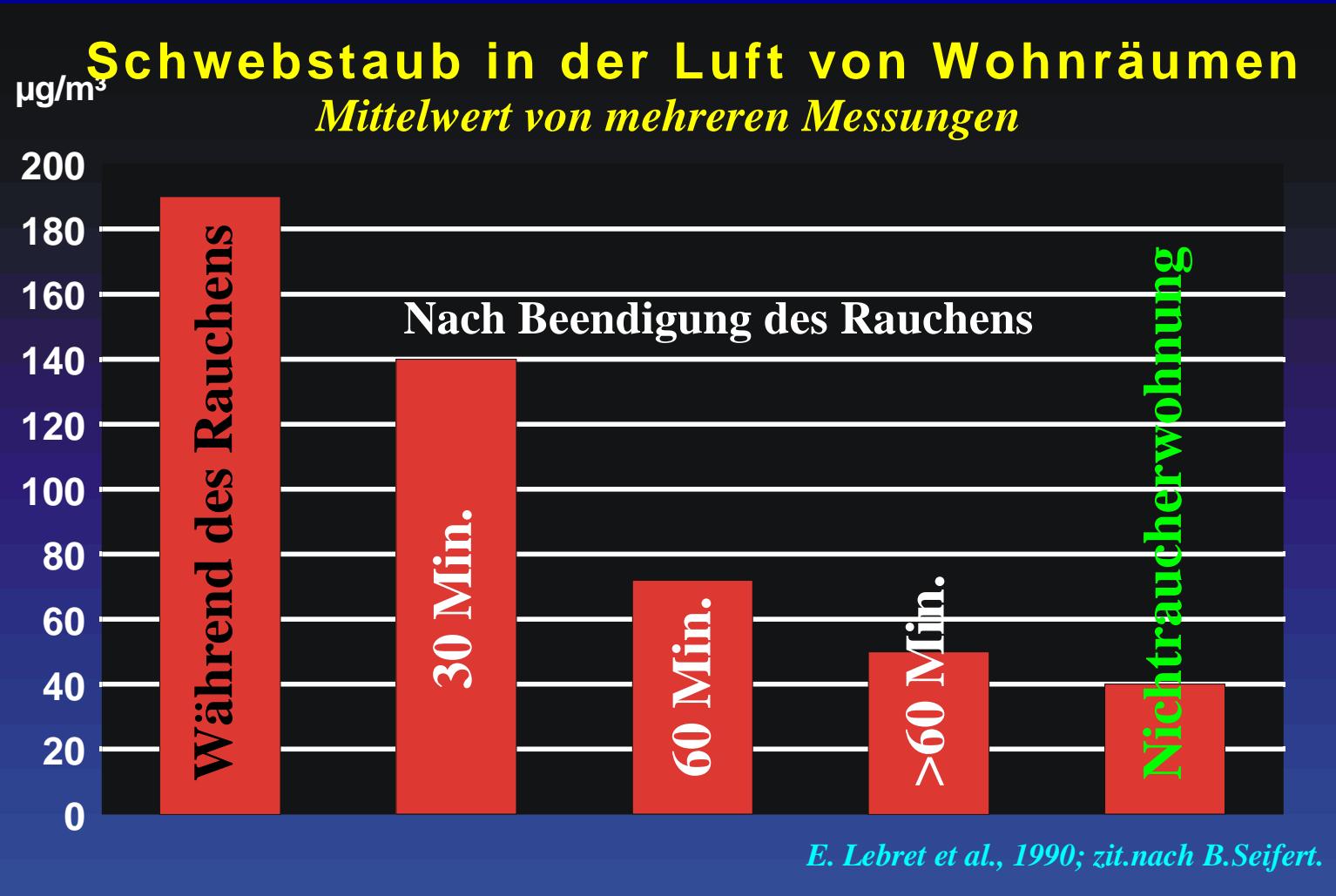


Mortalitätsrisiken bei inhalativen Belastungen

Prospektive Studie bei Erwachsenen



Pope CA.: AJRCCM, 151 (1995) 669-74



Zusammenfassung

Es gibt einen überzeugenden Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Feinstäuben und Gesundheitsschäden. Unklar ist, warum einige Studien diesen Zusammenhang nicht nachweisen konnten.

Es konnte bisher keine Schwellendosis für Gesundheitsschäden wahrscheinlich gemacht werden.

Die Gesundheitsschäden sind abhängig von der Größe und wahrscheinlich vorwiegend von der gesamten Oberfläche der Stäube. Damit ist die Massenangabe als Maßstab für mögliche Gesundheitsstörungen unbefriedigend. PM_{10} ist weniger relevant als $PM_{2,5}$.

Ultrafeine Stäube können wohl zu allen Organen gelangen und deswegen auch außerhalb der Atemwege Schäden verursachen.