

HelmholtzZentrum münchen

German Research Center for Environmental Health

Denkanstöße: Gesundheitsauswirkungen von Feinstaub und Lärm

Adjunct. Prof. Dr. Annette Peters

Helmholtz Zentrum München – German Research Center for Environmental Health, Institute of Epidemiology II, Neuherberg, Germany

Harvard School of Public Health,
Department of Environmental Health, Boston, MA, USA



Übersicht

- Luftschadstoffe
 - Allgemeine Einführung
 - Auswirkungen auf die Gesundheit
- Lärm
- Zusammenfassung und Ausblick



DWD 26.03.2014

Luftschadstoffe – Ein weltweites Problem



London, Mitte 20. Jahrhundert



Peking, 21. Jahrhundert

Luftschadstoffe – Gase und Feinstaub

- Schwefeldioxid (SO_2)
- Stickoxide (NO , NO_2)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Ozon
- Feinstaub
 - PM_{10} : Partikelmasse $< 10 \mu\text{m}$
 - $\text{PM}_{2.5}$: Partikelmasse $< 2.5 \mu\text{m}$
 - Ultrafeine Partikel: $< 100 \text{nm}$



Frage an die Zuhörer:

- Sind wir Ihrer Meinung nach ausreichend gegen die Gesundheitsauswirkungen des Feinstaubes in Deutschland geschützt?

Ja

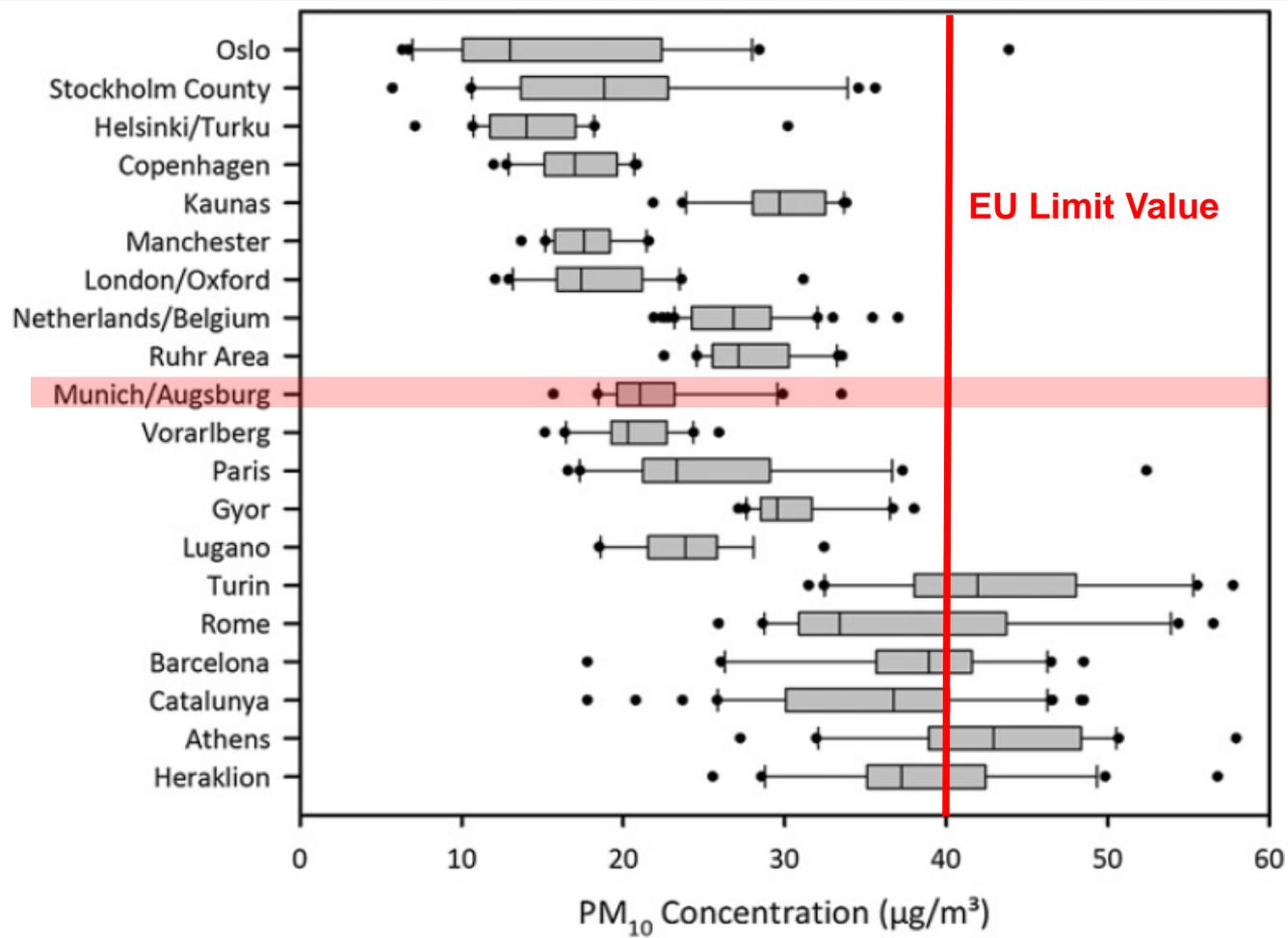
Nein

Weiß nicht

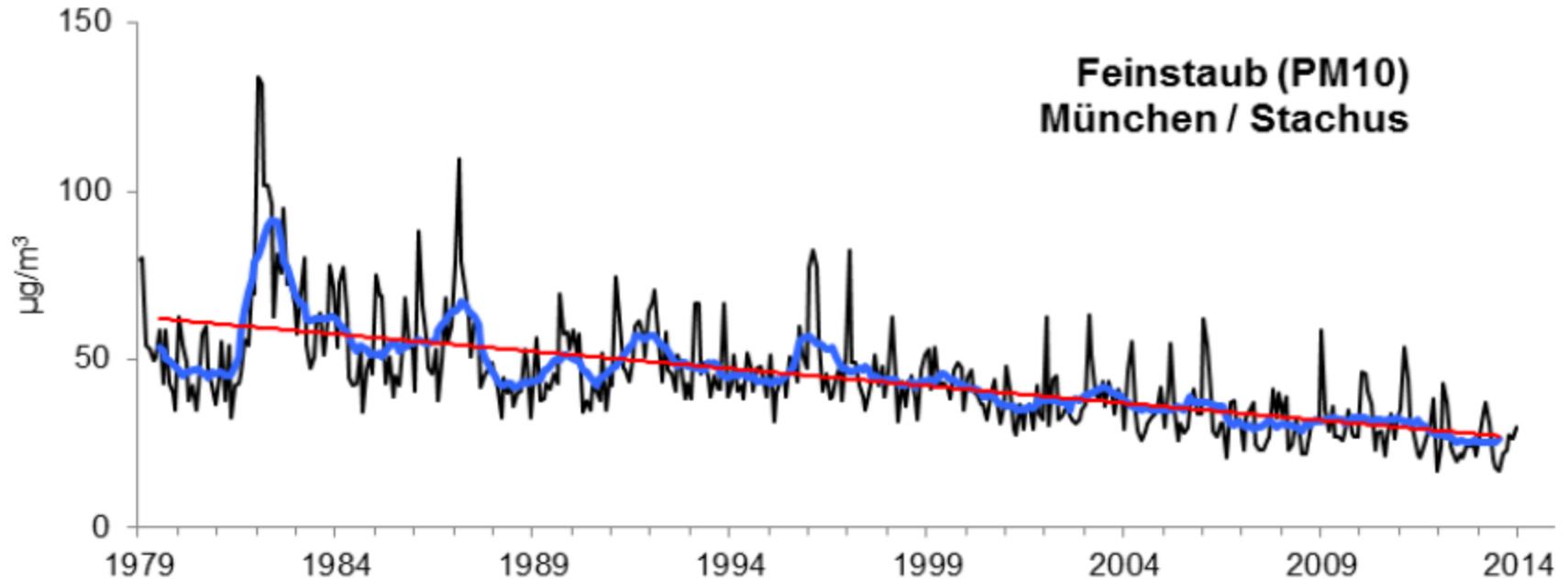


DWD 26.03.2014

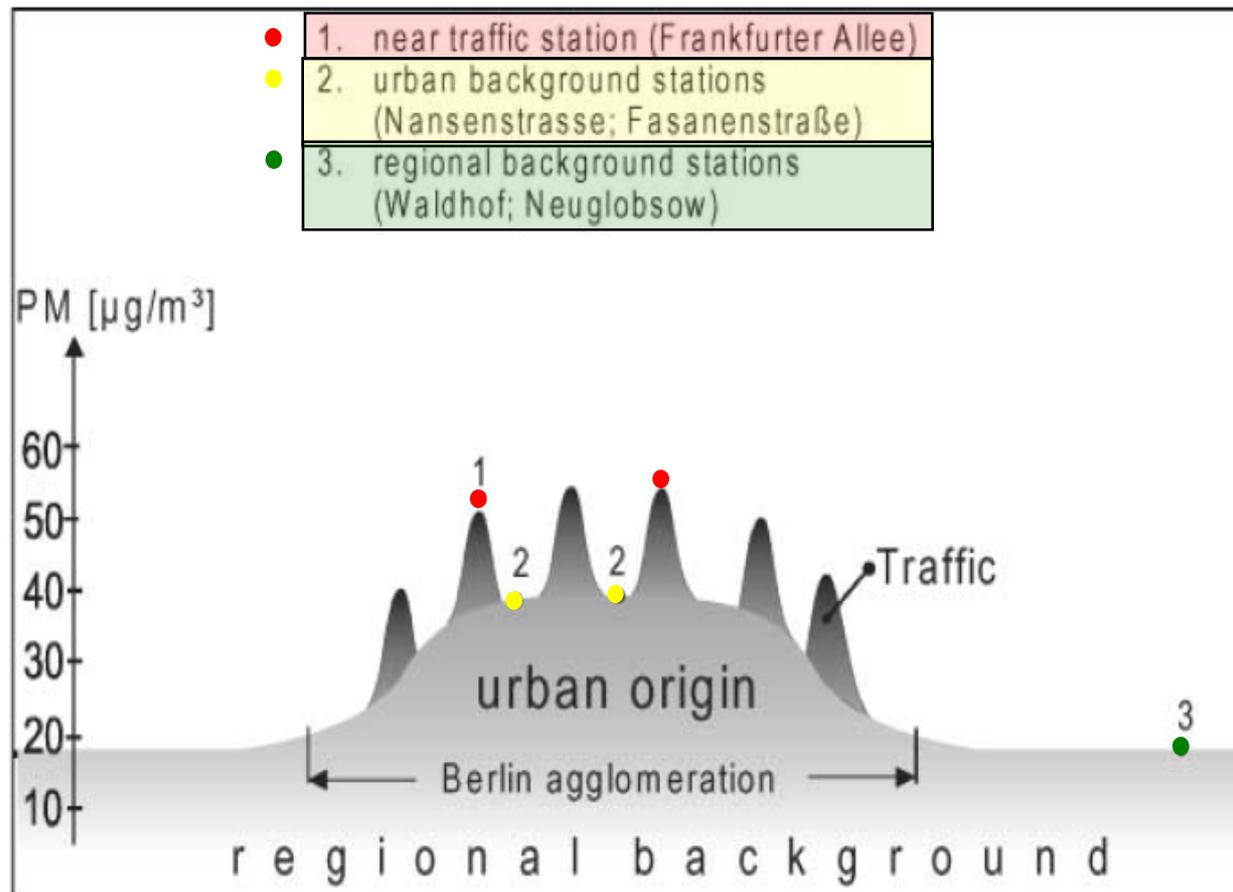
Jährliche mittlere PM₁₀ Konzentration



Entwicklung der Feinstaubbelastung

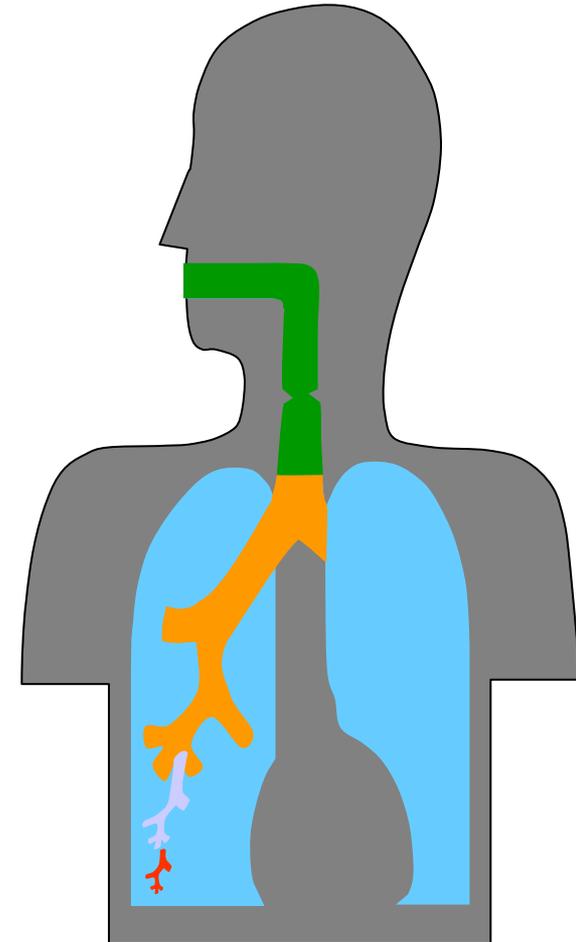


Schematische Darstellung der Feinstaubverteilung in einer Stadt

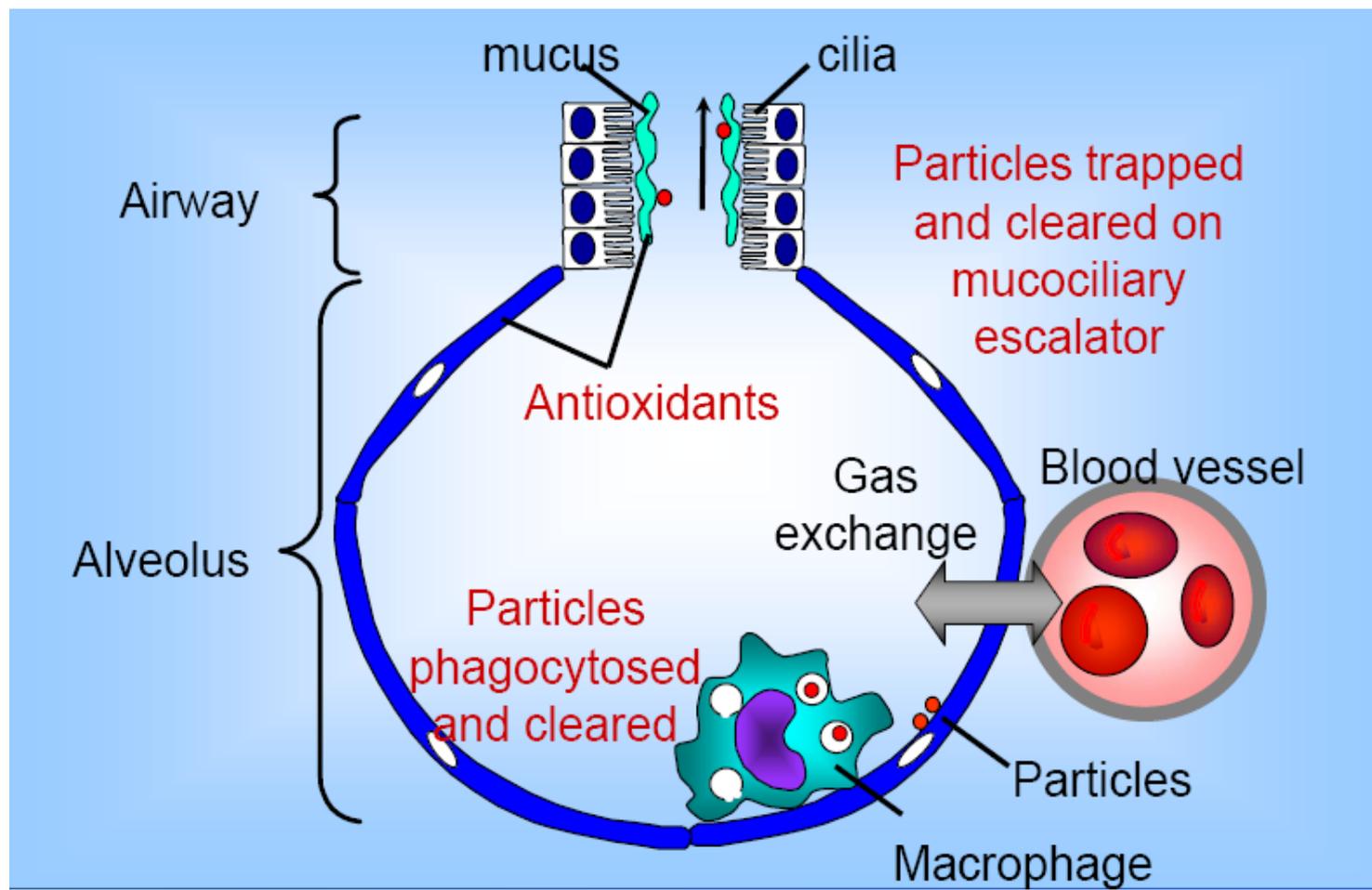


Ablagerung und Abtransport der Partikel hängen von der Größe ab

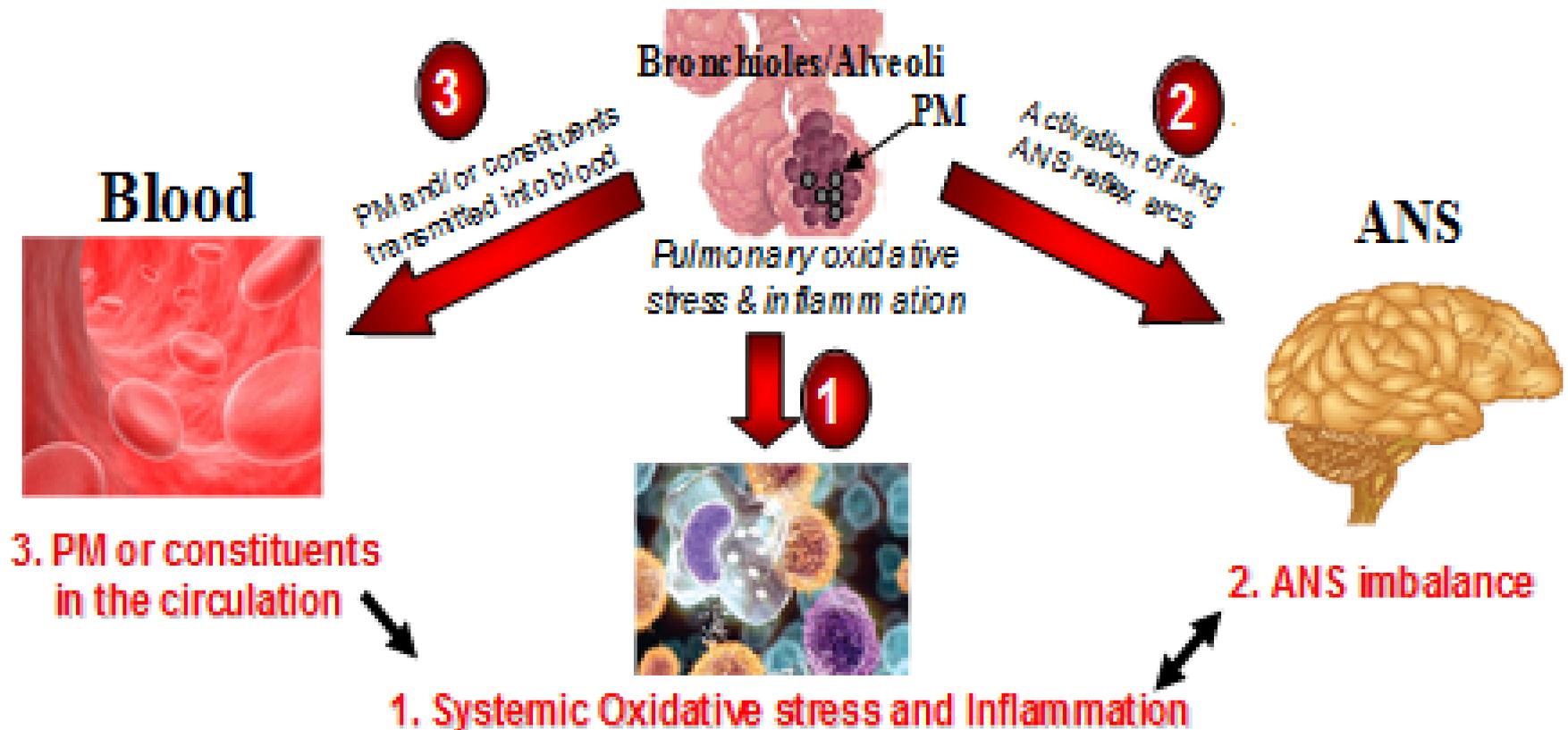
Inhalierbare Partikel: Obere Atemwege und Nasenraum (PM ₁₀ . Ø < 10 µm)
Fein Partikel: Untere Atemwege und Alveolen (PM _{2.5} . Ø < 2.5 µm)
Abtransport: Mukoziliärer Transport, Makrophagen, Translokation ins Blut (< 200 nm)



Wirkungen der Partikel in der Lunge



Auswirkungen auf das Herzkreislaufsystem



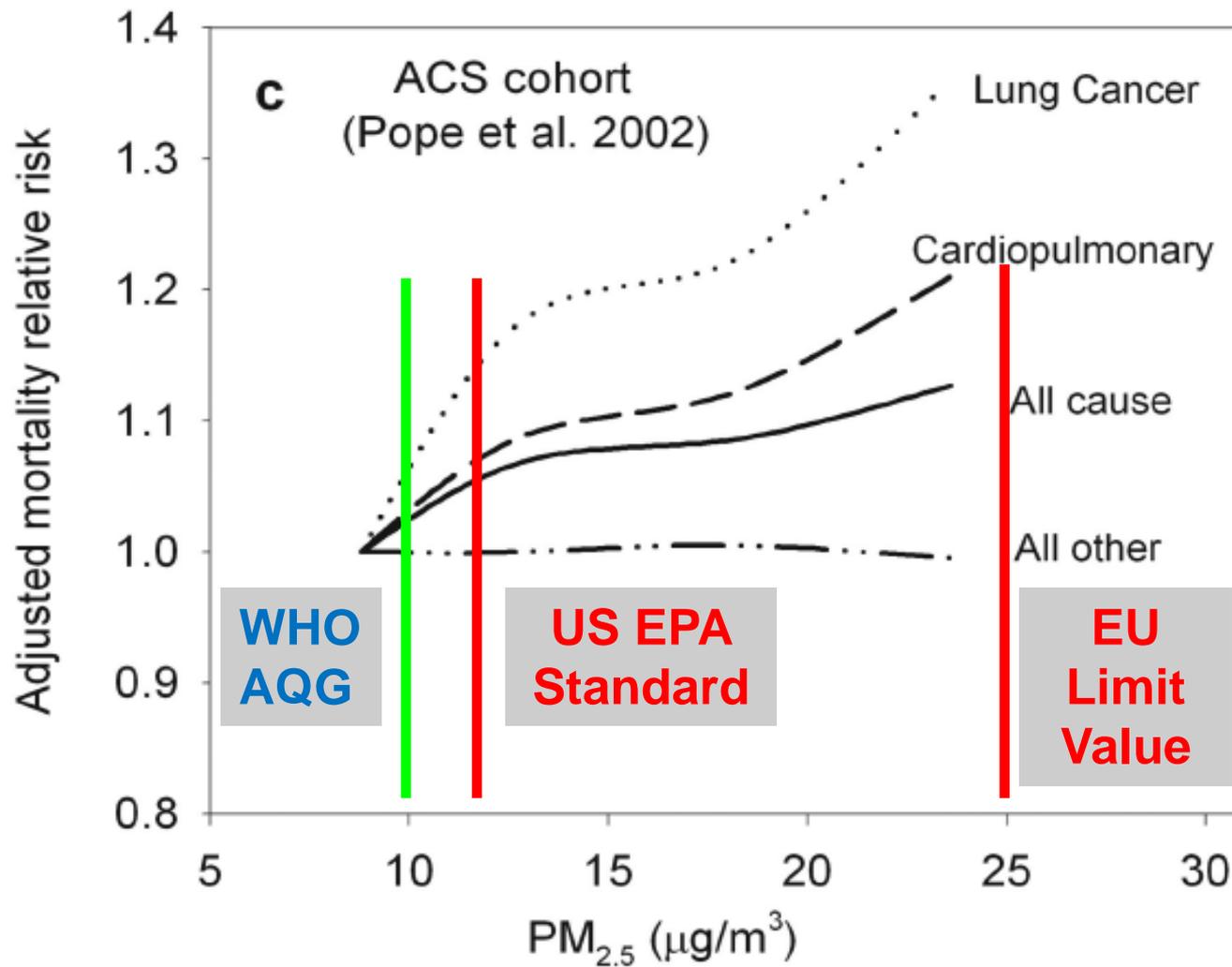
Übersicht

- Luftschadstoffe
 - Allgemeine Einführung
 - Auswirkungen auf die Gesundheit
- Lärm
- Zusammenfassung und Ausblick



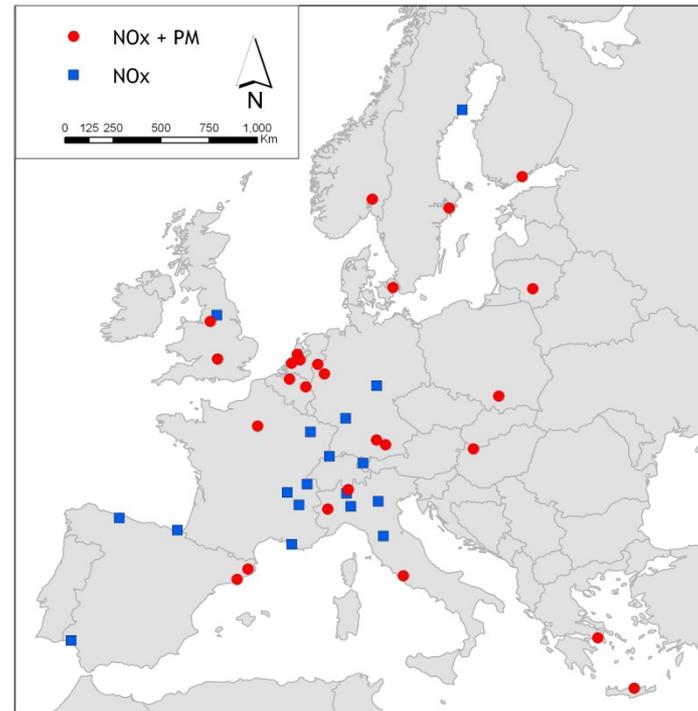
DWD 26.03.2014

Grenzwerte für Jahresmittelwerte von PM_{2.5}



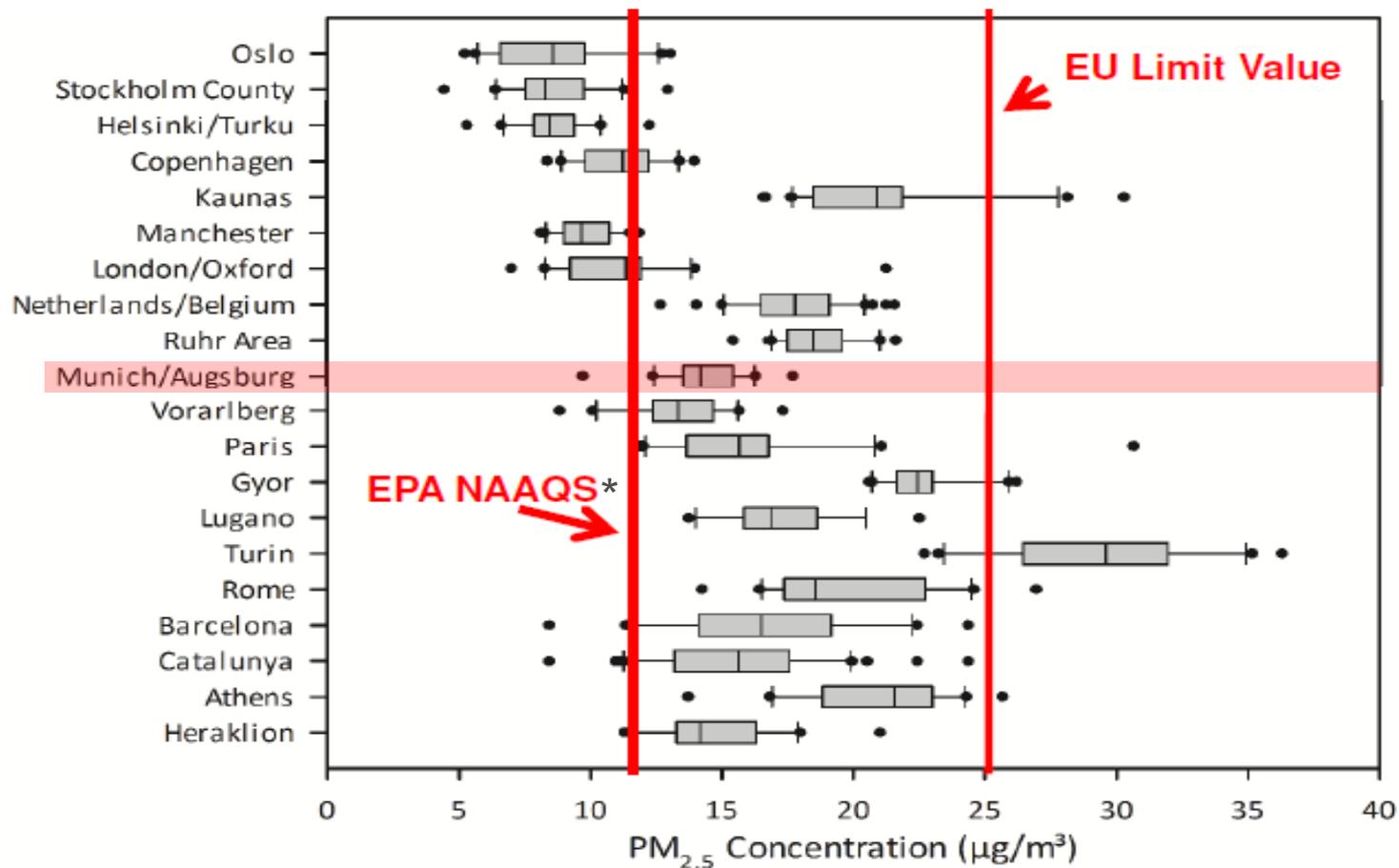
Europäische Studie ESCAPE: European Study of Cohorts for Air Pollution Effects

- Existierende Kohortenstudien
- Räumliche Verteilung von Luftschadstoffen mit GIS*
- Erkrankungen
 - bei Kindern
 - der Atemwege
 - des Herz-Kreislaufsystems
 - und Todesfälle



*GIS: Geographische Informationssysteme

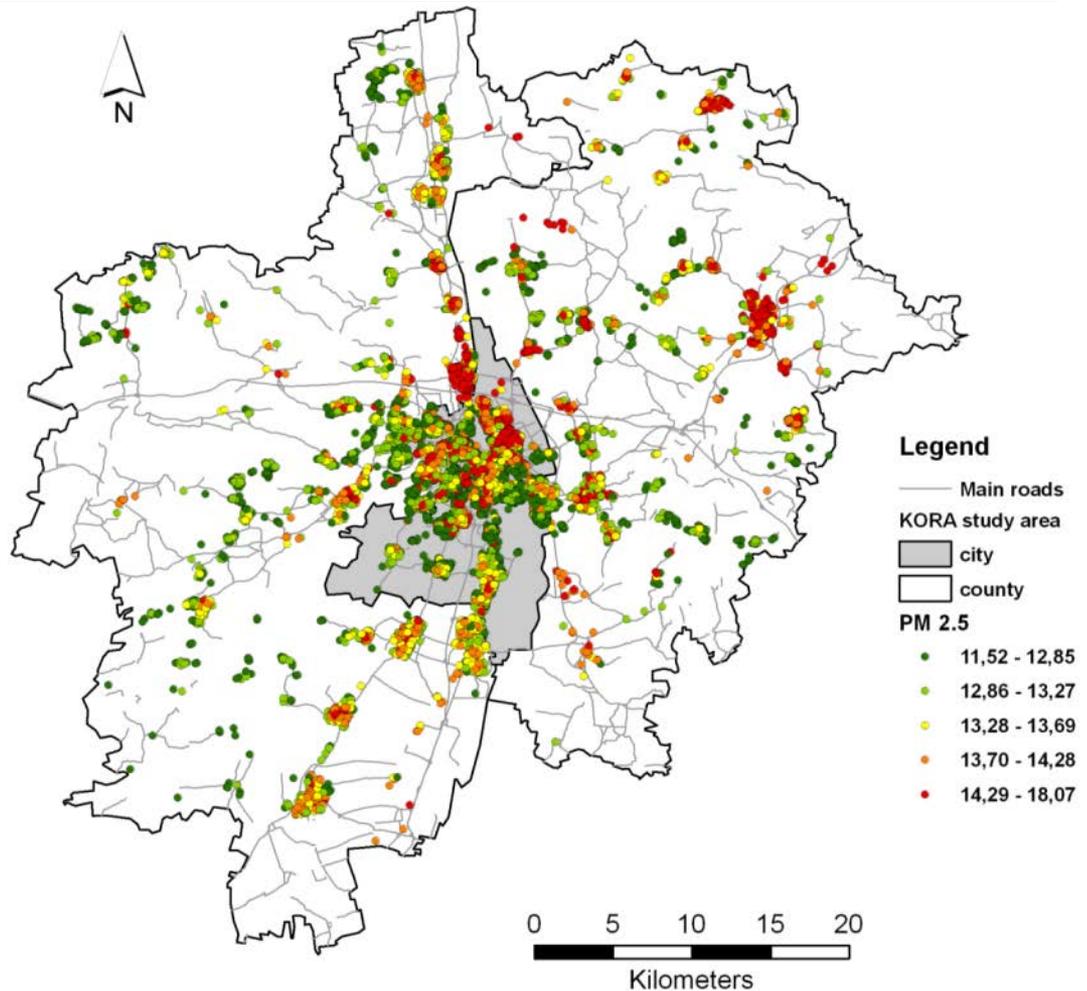
Jährliche mittlere PM_{2.5} Konzentration



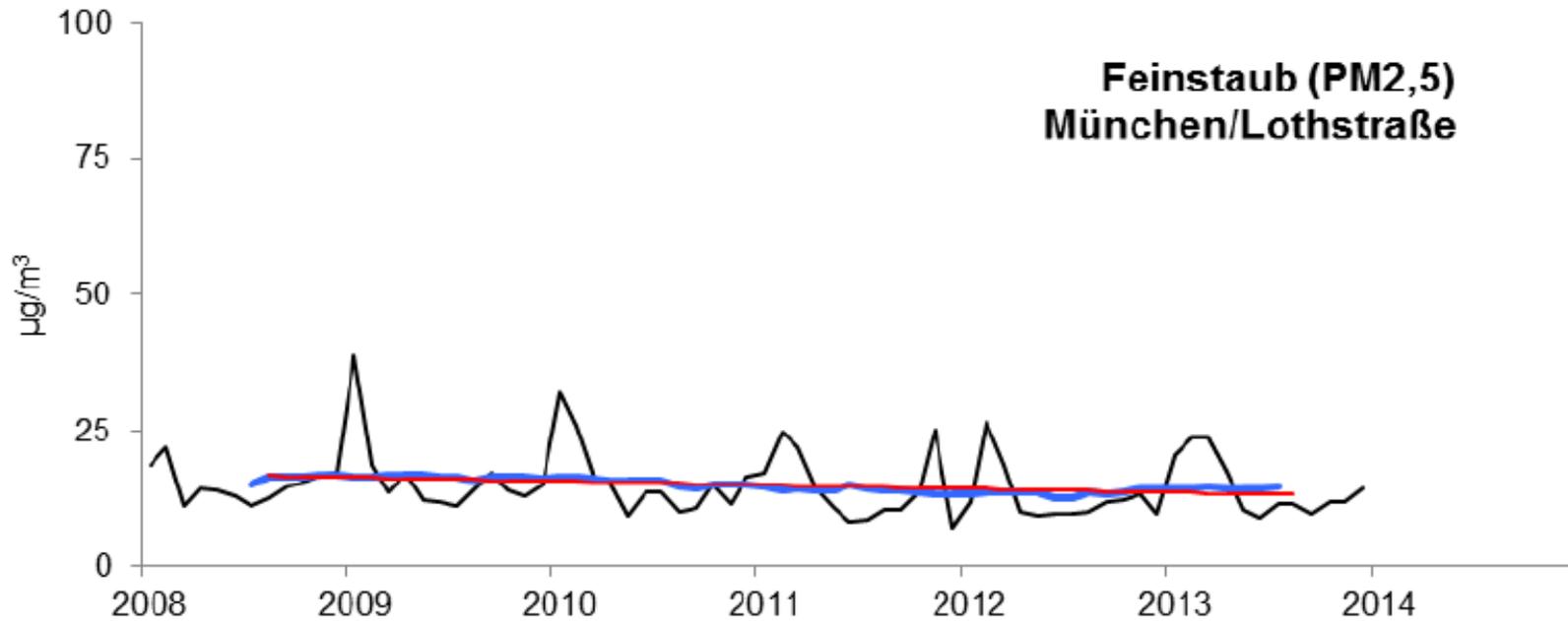
*Environmental Protection Agency National Ambient Air Quality Standard

Geschätzte Feinstaubbelastung in Augsburg

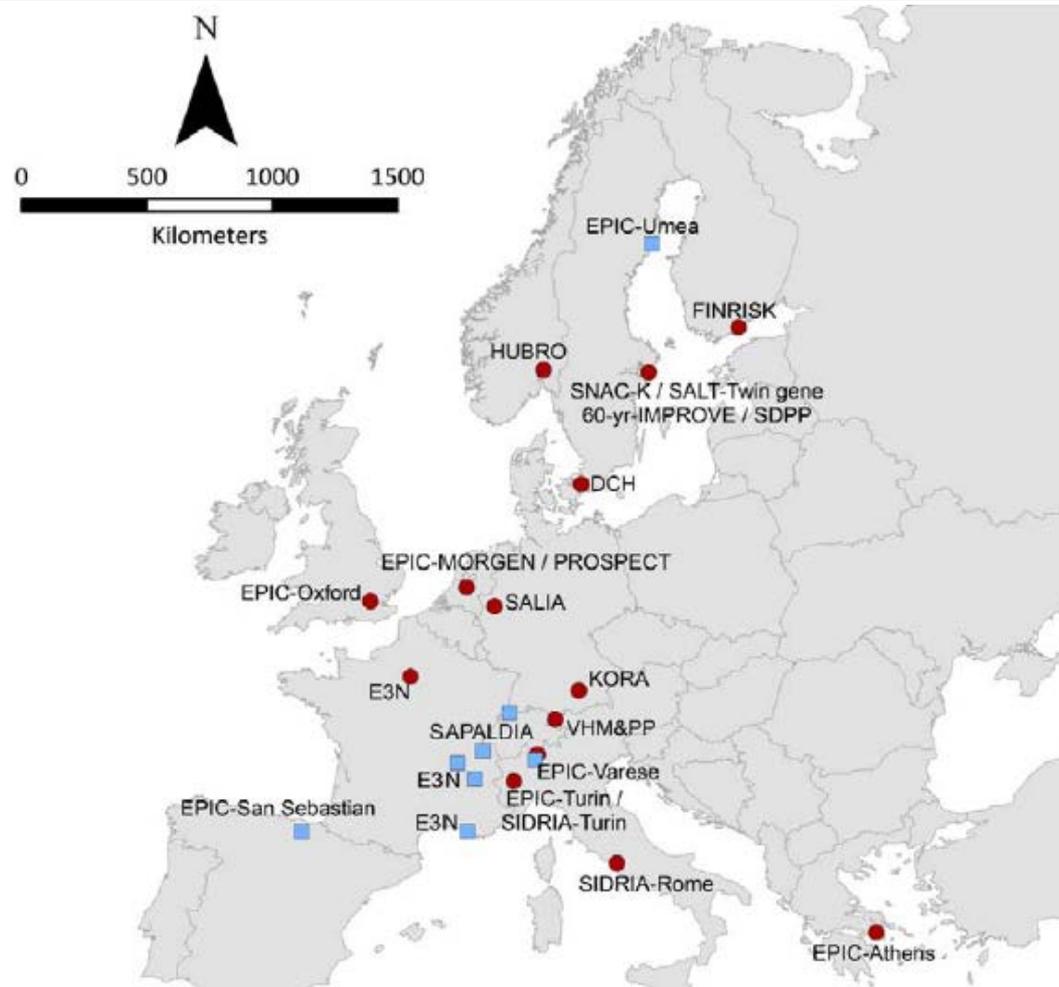
- Mittlere jährliche Feinstaubbelastung am Wohnort
- KORA: Kooperative Gesundheitsforschung in der Region Augsburg
- $PM_{2.5}$ in $\mu g/m^3$



Entwicklung der PM_{2.5}-Lanzeitwerte in München



Natürliche Mortalität: Kohorten



Hauptergebnisse für natürliche Mortalität

Exposure	Fixed Increment	Cohorts	Subjects	Hazard Ratios* (95% CI)
PM ₁₀ (µg/m ³) ‡	10	19	322,159	1.04 (1.00–1.09)
Coarse PM (µg/m ³) ‡	5	19	322,159	1.04 (0.98–1.10)
PM _{2.5} (µg/m ³) ‡	5	19	322,159	1.07 (1.02–1.13)
Absorbance PM _{2.5} (10 ⁻⁵ /m) ‡	1	19	322,159	1.02 (0.97–1.07)
NO ₂ (µg/m ³)	10	22	367,251	1.01 (0.99–1.03)
NO _x (µg/m ³)	20	22	367,251	1.02 (1.00–1.04)
Traffic intensity on the nearest road adjusted for background NO ₂ (vehicles/day) §	5,000	20	349,916	1.01 (1.00–1.03)
Traffic load on major roads in a 100m buffer adjusted for background NO ₂ (vehicles*meters/day)	4,000,000	21	357,380	1.01 (0.98–1.05)

*Adjusted for age (time variable), year of enrolment, sex, marital status, education, occupation, smoking status, smoking duration and smoking intensity, environmental tobacco smoke, fruit intake, vegetables intake, alcohol consumption, body-mass index (BMI), socioeconomic area-level variables

‡Particulate matter not available for EPIC-Umeå, EPIC-Varese, and EPIC-San Sebastian. For E3N and SAPALDIA, particulate matter was available for part of the cohort. §Not available for EPIC-Varese and EPIC-San Sebastian. ||Not available for EPIC-Varese.

Einfluss von PM_{2.5} auf natürliche Mortalität unterhalb spezifischer Grenzwerte

	Number of cohorts	Number of observations	HR (95% CI)	HR (95% CI) based on all participants (no threshold) in the same cohorts*
10 µg/m ³	9	68 527	1.02 (0.87–1.19)	1.06 (1.00–1.13)
15 µg/m ³	11	241 293	1.04 (0.98–1.11)	1.07 (1.01–1.13)
20 µg/m ³	17	304 759	1.07 (1.01–1.13)	1.06 (1.01–1.12)
25 µg/m ³	17	309 310	1.06 (1.00–1.12)	1.06 (1.01–1.12)
No threshold	19 (all)	322 159	1.07 (1.02–1.13)	1.07 (1.02–1.13)

At the threshold of 10 µg/m³, FINRISK, HUBRO, SNAC-K, SALT/Twin gene, 60-y/IMPROVE, SDPP, DCH, EPIC-Oxford, and VHM&PP were included. At the 15 µg/m³ threshold, the same studies were included, with the addition of KORA and E3N. At the 20 and 25 µg/m³ thresholds, all the aforementioned studies were included, with the addition of EPIC-MORGEN, EPIC-PROSPECT, SALIA, SAPALDIA, SIDRIA-Rome, and EPIC-Athens. HRs are presented per 5 µg/m³ for PM_{2.5}. HR=hazard ratio. *Example of reading the table: nine cohorts contributed to the 10 µg/m³ threshold analysis, providing an HR of 1.02. When the same nine cohorts were used for a standard analysis (disregarding thresholds—ie, including all participants), the HR was 1.06.

Partikel und Lungenkrebs: Teilnehmende Studien

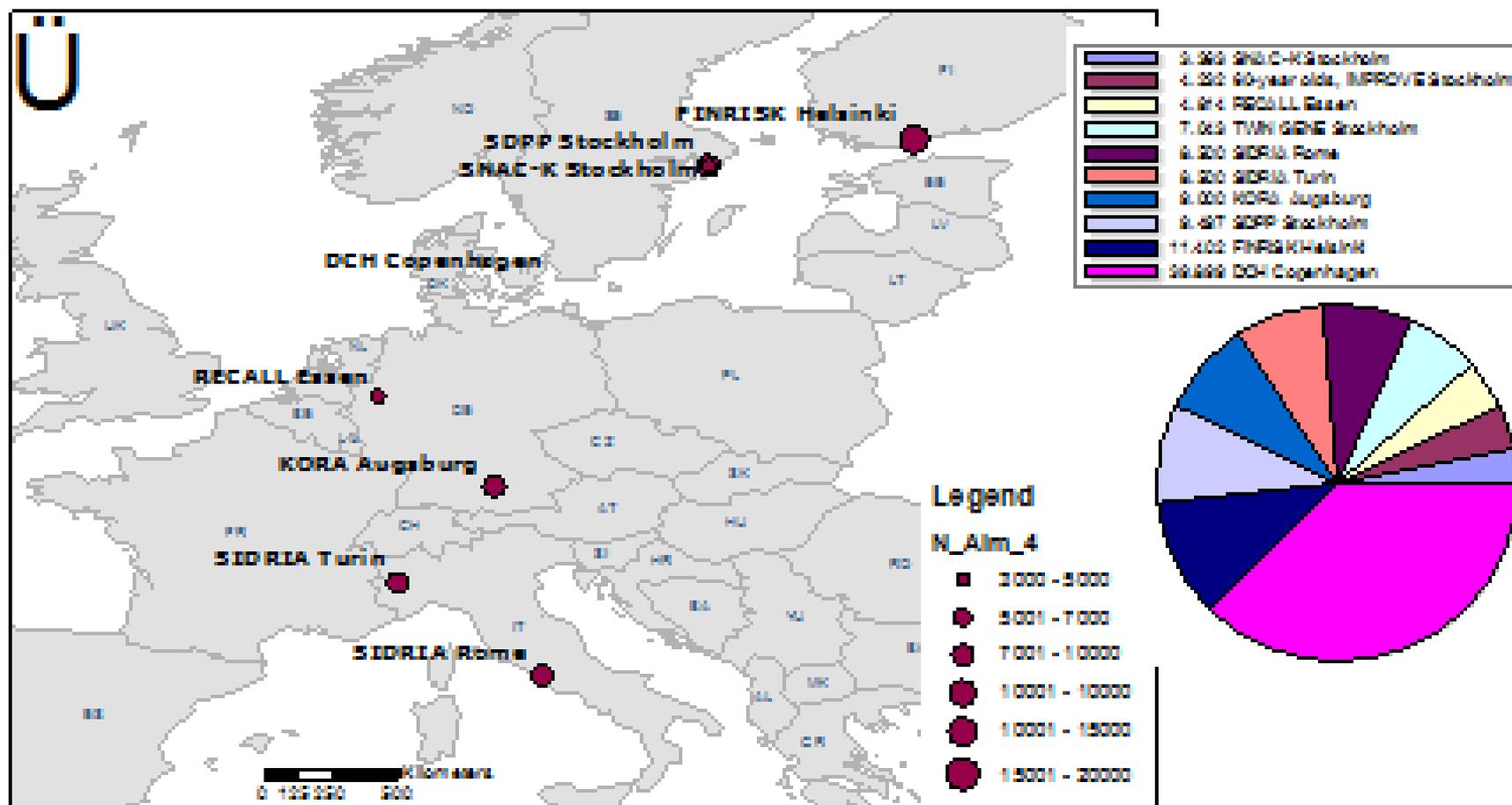


Partikel und Lungenkrebs

	Increase	Number of cohorts	HR (95% CI)			Measures of heterogeneity between cohorts (model 3)	
			Model 1*	Model 2†	Model 3‡	I ²	p value
PM ₁₀	10 µg/m ³	14	1.32 (1.12–1.55)	1.21 (1.03–1.43)	1.22 (1.03–1.45)	0.0%	0.83
PM _{2.5}	5 µg/m ³	14	1.34 (1.09–1.65)	1.17 (0.95–1.45)	1.18 (0.96–1.46)	0.0%	0.92
PM _{coarse}	5 µg/m ³	14	1.19 (0.99–1.42)	1.08 (0.89–1.31)	1.09 (0.88–1.33)	33.8%	0.11
PM _{2.5substance}	10 ⁻⁵ /m	14	1.25 (1.05–1.50)	1.09 (0.87–1.37)	1.12 (0.88–1.42)	19.0%	0.25
NO ₂	10 µg/m ³	17	1.07 (1.00–1.14)	0.99 (0.93–1.06)	0.99 (0.93–1.06)	0.0%	0.70
NOx	20 µg/m ³	17	1.08 (1.02–1.14)	1.01 (0.95–1.06)	1.01 (0.95–1.07)	0.0%	0.62
Traffic density on nearest road	5000 vehicles per day	15	1.02 (0.98–1.06)	1.00 (0.97–1.04)	1.00 (0.97–1.04)	0.0%	0.90
Traffic load on major roads within 100 m	4000 vehicle-km per day	16	1.10 (1.00–1.21)	1.07 (0.97–1.18)	1.09 (0.99–1.21)	0.0%	0.92

We included only participants without missing data in any of the variables included in model 3, so the datasets were identical for analyses with all three models. See appendix (p 25) for numbers of participants and lung cancer cases contributing to each meta-analysis result. HR=hazard ratio. PM₁₀=particulate matter with diameter <10 µm. PM_{2.5}=particulate matter with diameter <2.5 µm. PM_{coarse}=particulate matter with diameter 2.5–10 µm. PM_{2.5substance}=soot. NO₂=nitrogen dioxide. NOx=nitrogen oxides (the sum of nitric oxide and nitrogen dioxide). *Model 1: age (timescale in Cox model), sex, calendar time. †Model 2: model 1 + smoking status, smoking intensity, square of smoking intensity, smoking duration, time since quitting smoking, environmental tobacco smoke, occupation, fruit intake, marital status, education level, and employment status. ‡Model 3: model 2 + area-level socioeconomic status.

Inzidenz von Herzinfarkten: Kohorten



Hauptergebnisse für Herzinfarktinzidenz

Exposure	Fixed Increment	Cohorts	Subjects	Hazard Ratios* (95% CI)
PM ₁₀ (µg/m ³)	10	11	100,166	1.12 (1.01 to 1.25)
Coarse PM (µg/m ³)	5	11	100,166	1.06 (0.98 to 1.15)
PM _{2.5} (µg/m ³)	5	11	100,166	1.13 (0.98 to 1.30)
Absorbance PM _{2.5} (10 ⁻⁵ /m)	1	11	100,166	1.10 (0.98 to 1.24)
NO ₂ (µg/m ³)	10	11	100,166	1.03 (0.97 to 1.08)
NO _x (µg/m ³)	20	11	100,166	1.01 (0.98 to 1.05)
Traffic intensity on the nearest road adjusted for background NO ₂ (vehicles/day) [§]	5,000	10	95,733	1.01 (0.98 to 1.04)
Traffic load on major roads in a 100m buffer adjusted for background NO ₂ (vehicles*meters/day)	4,000,000	11	100,166	1.00 (0.95 to 1.06)

*Adjusted for age (time variable), year of enrolment, sex, marital status, education, occupation, smoking status, smoking duration and smoking intensity, socioeconomic area-level variables

§ All cohorts except Heinz Nixdorf Recall Study

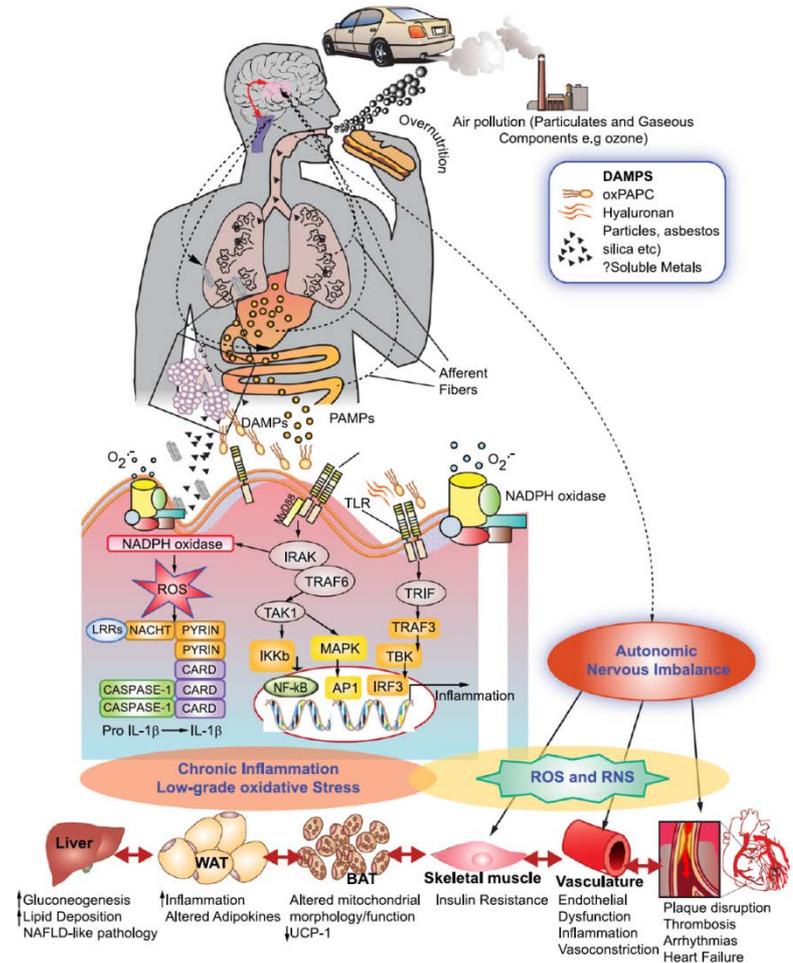
Einfluss von PM_{2.5} und PM₁₀ auf inzidente Herzinfarkte unterhalb spezifischer Grenzwerte

Exposure/threshold	N Cohorts	N Subjects	Hazard Ratios (95% CI)
PM₁₀ (10µg/m³ increase)			
Full range of exposure	11	100,166	1.12 (1.01-1.25)
Below 20 µg/m ³	7 [*]	64,363	1.20 (1.01-1.41)
Below 30 µg/m ³	8 [†]	77,997	1.12 (0.98-1.27)
Below 40 µg/m ³	9 [‡]	86,222	1.12 (1.00-1.27)
PM_{2.5} (5µg/m³ increase)			
Full range of exposure	11	100,166	1.13 (0.98-1.30)
Below 15 µg/m ³	7 [*]	73,420	1.19 (1.00-1.42)
Below 20 µg/m ³	9 [‡]	85,216	1.17 (0.91-1.50)
Below 25 µg/m ³	9 [‡]	87,532	1.18 (1.01-1.39)

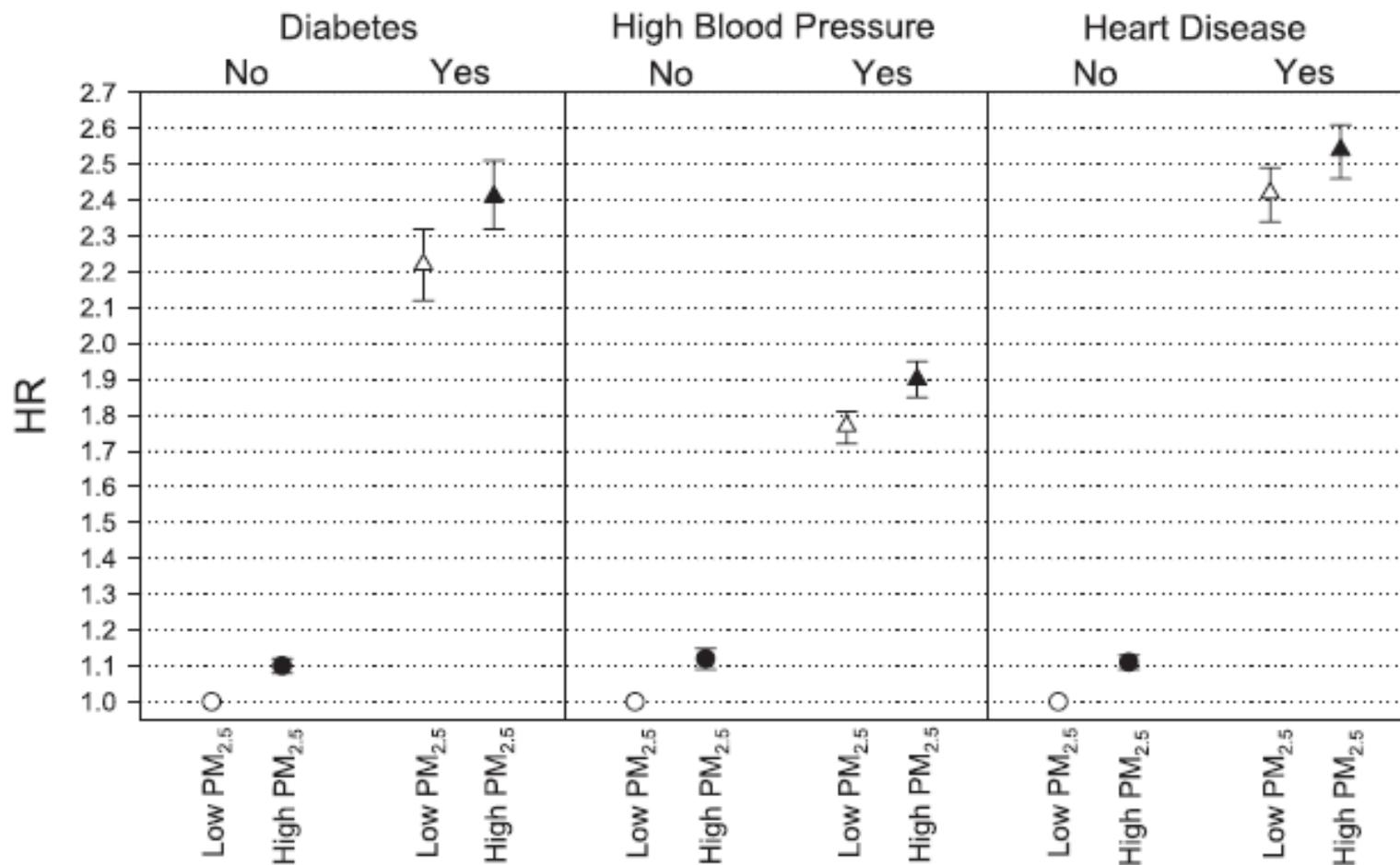
*without HNR, EPIC-Turin, SIDRIA-Turin and SIDRIA-Rome, †without EPIC-Turin, SIDRIA-Turin and SIDRIA-Rome, ‡without EPIC-Turin and SIDRIA-Turin

Zusammenspiel von Lebensstilfaktoren und Luftschadstoffen

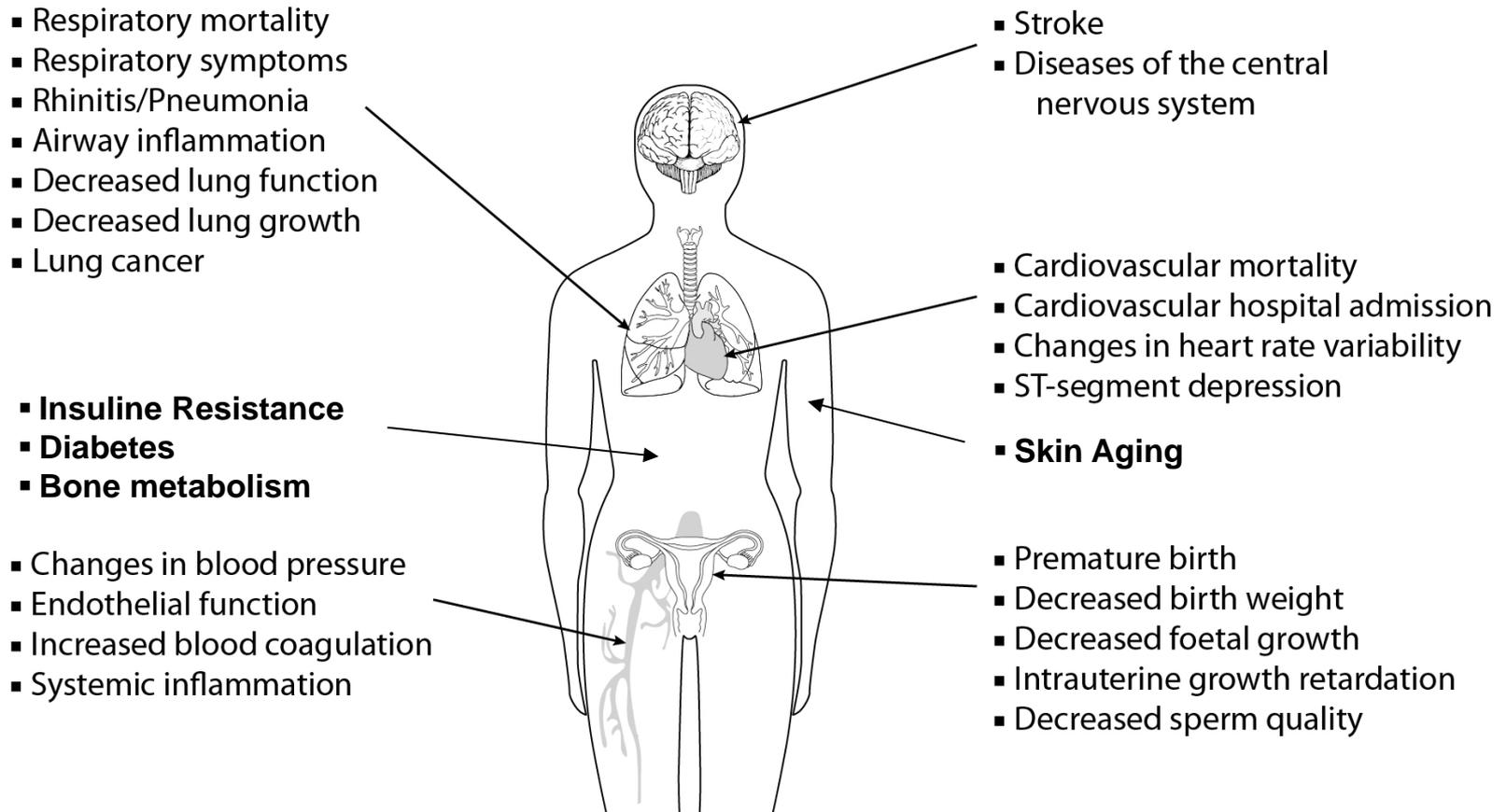
- Interaktion zwischen Umwelt und Überernährung
- Systemische Effekte
- Oxidativer Stress
- Aktivierung des autonomen Nervensystems



Feinstaub wirkt bei Menschen mit und ohne Vorerkrankung



Feinstaub wirkt auf viele Organe des menschlichen Körpers



Fazit: Feinstaub und Gesundheitsauswirkungen

- Ubiquitäre Exposition mit sehr variablen Verteilungen
- Die wissenschaftliche Evidenz belegt einen kausalen Zusammenhang, insbesondere für Herz-Kreislauf-erkrankungen
- Gegenwärtige Grenzwerte in der EU schützen nicht ausreichend die Bevölkerung



DWD 26.03.2014

Übersicht

- Luftschadstoffe
 - Allgemeine Einführung
 - Auswirkungen auf die Gesundheit
- Lärm
- Zusammenfassung und Ausblick



DWD 26.03.2014

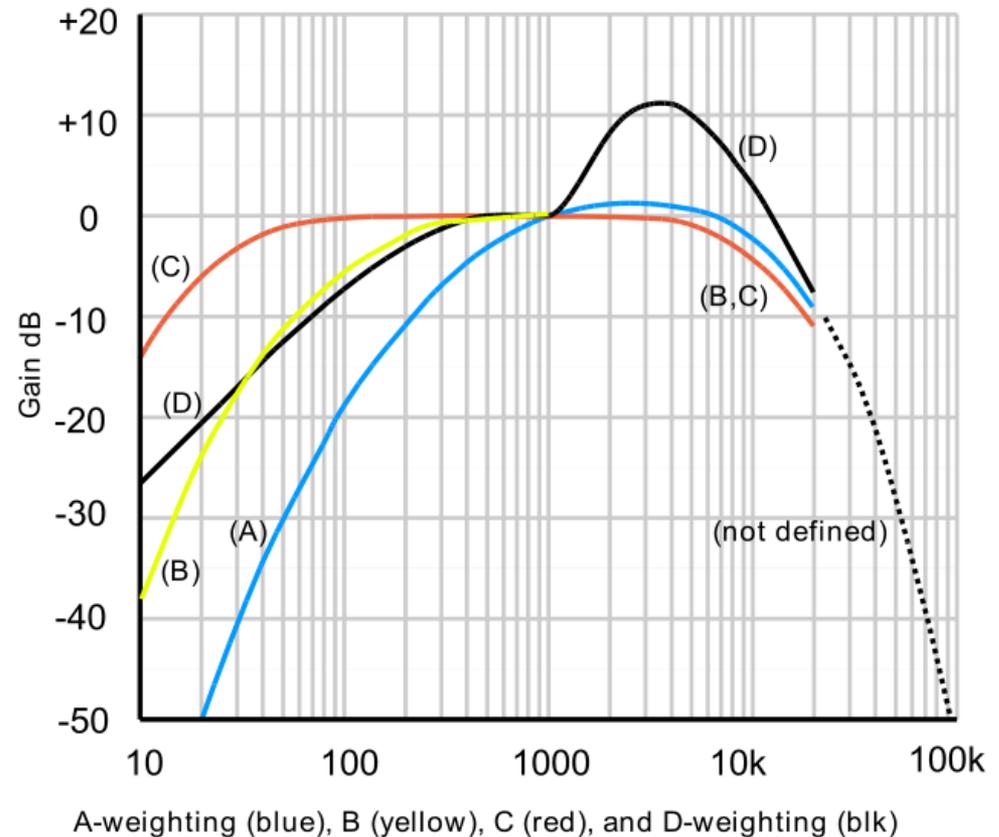
Lärm: Unerwünschte Geräusche und Töne

- Zeitlich sehr variabel
- Kumulative und maximale Expositionen sind relevant
- Frequenzen zwischen 20 und 20.000 Hertz

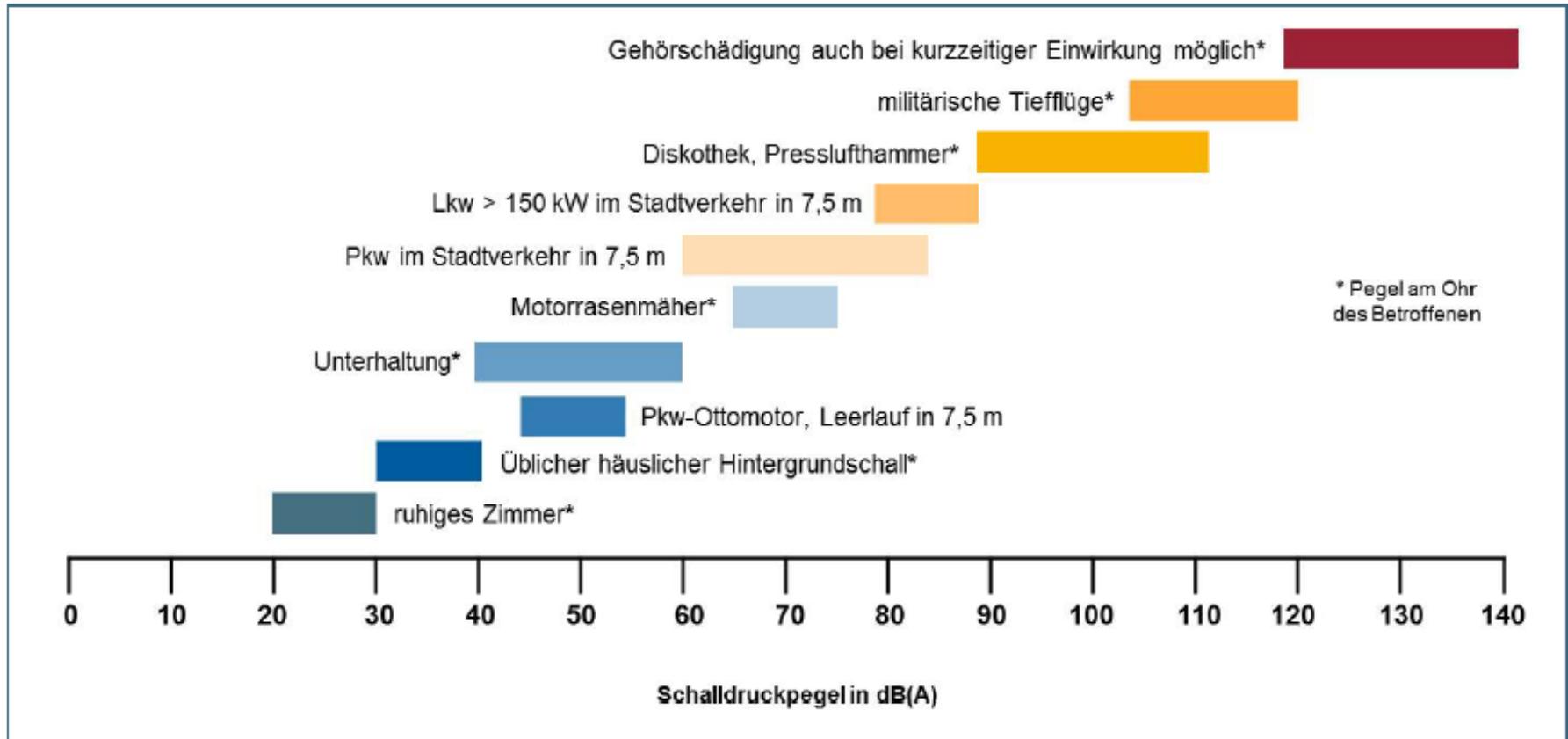


Messung und Modellierung des Lärms

- Gewichtung der Frequenzen:
A-Bewertungsfilter wird vielfach verwendet
- B und C für lauten Lärm, D für Fluglärm
- Modellierung basiert auf Daten für spezifische Quellen und physikalischen Ausbreitungsgesetzen



Lärmpegel in unterschiedlichen Situationen



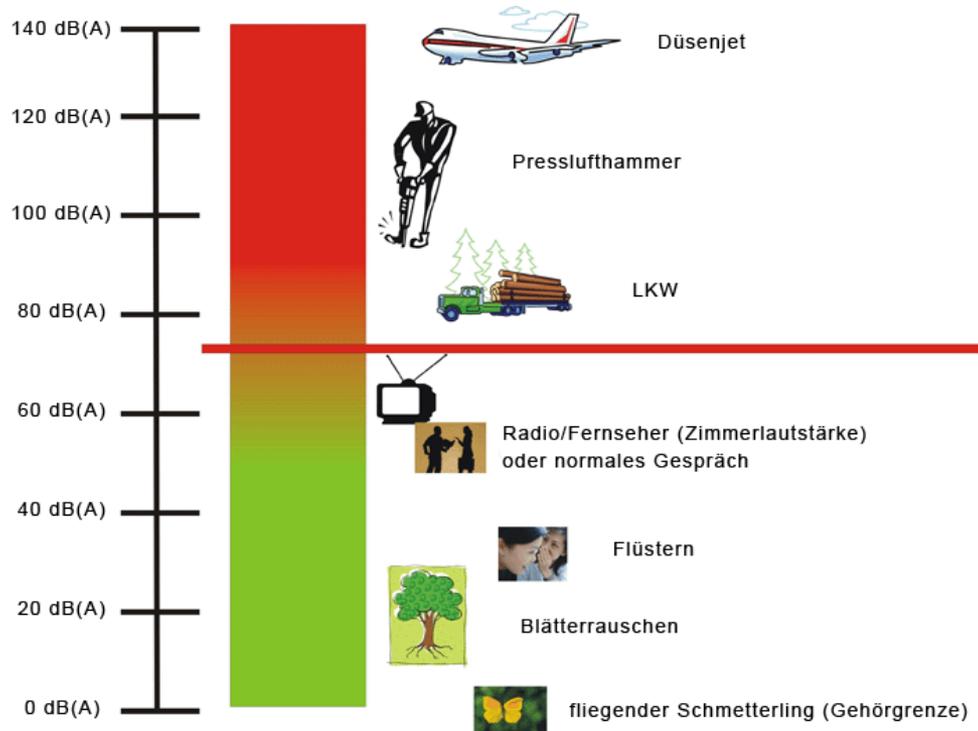
Frage an die Zuhörer:

- Sind Sie selbst Lärmpegeln ausgesetzt, die ein gesundheitliches Risiko bedeuten?

Ja

Nein

Weiß nicht



Lärm und Gesundheit

- Gehörschäden
Maximalbelastung sollte bei Kindern weniger als 120 dB und Erwachsenen 140 dB betragen
- Schlafstörungen
- Konzentrationsstörungen
- Irritationen
- Auswirkungen auf Herz-Kreislaufkrankungen

Verkehrslärm und Herzinfarkte

- Kohortenstudie,
> 50,000 Einwohner
Kopenhagen, Dänemark
- Fälle über Krankenakten
und
Todesbescheinigungen
- Relatives Risiko: 1.12
(95% CI: 1.02 – 1.23)
adjustiert für Lebensstil,
NO₂, Schienen- und
Flughafenlärm

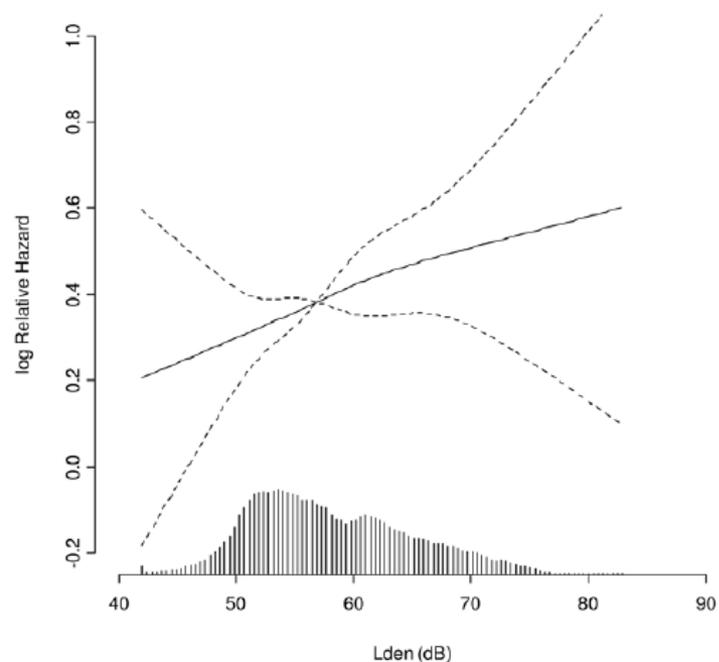
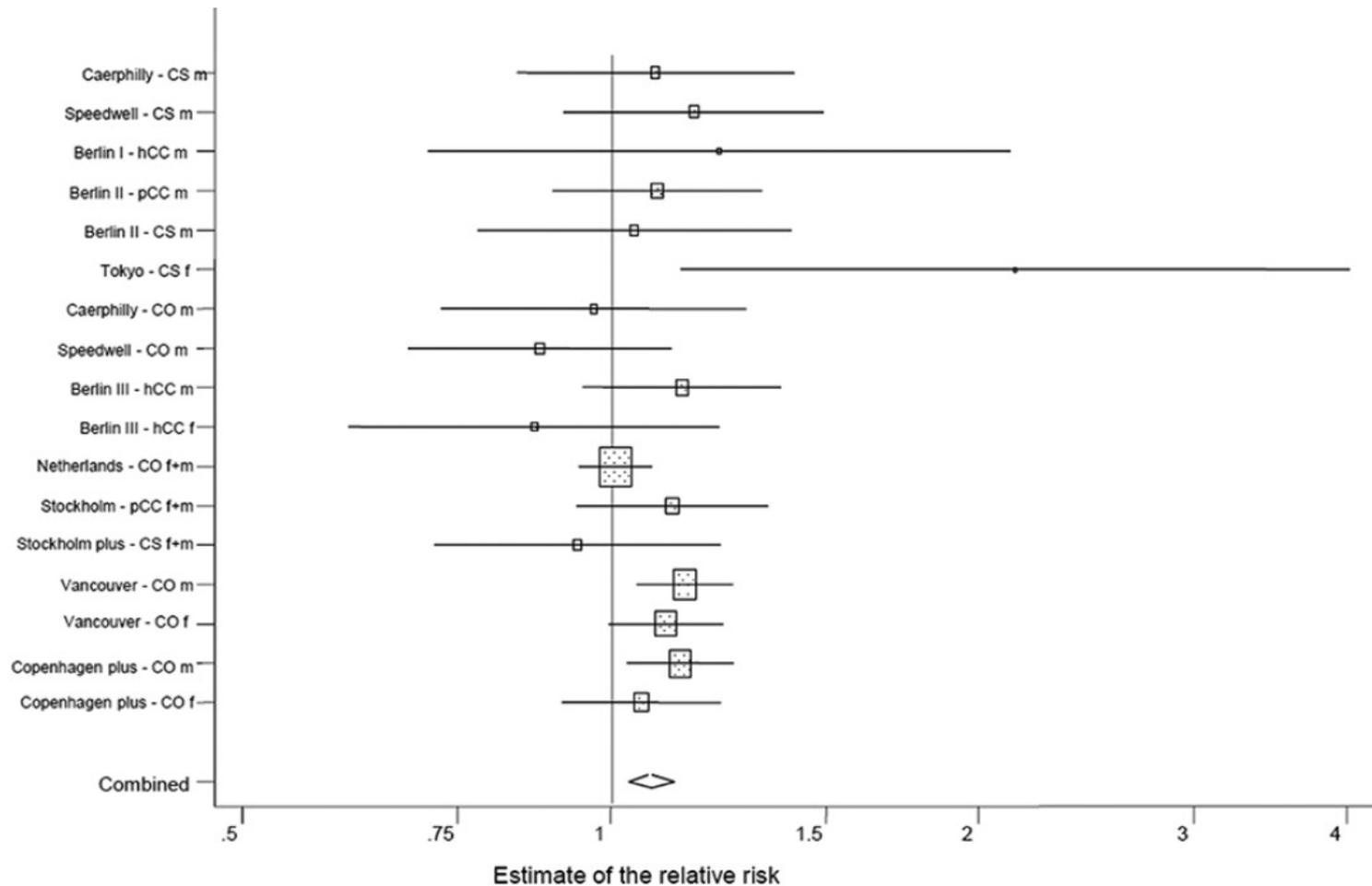


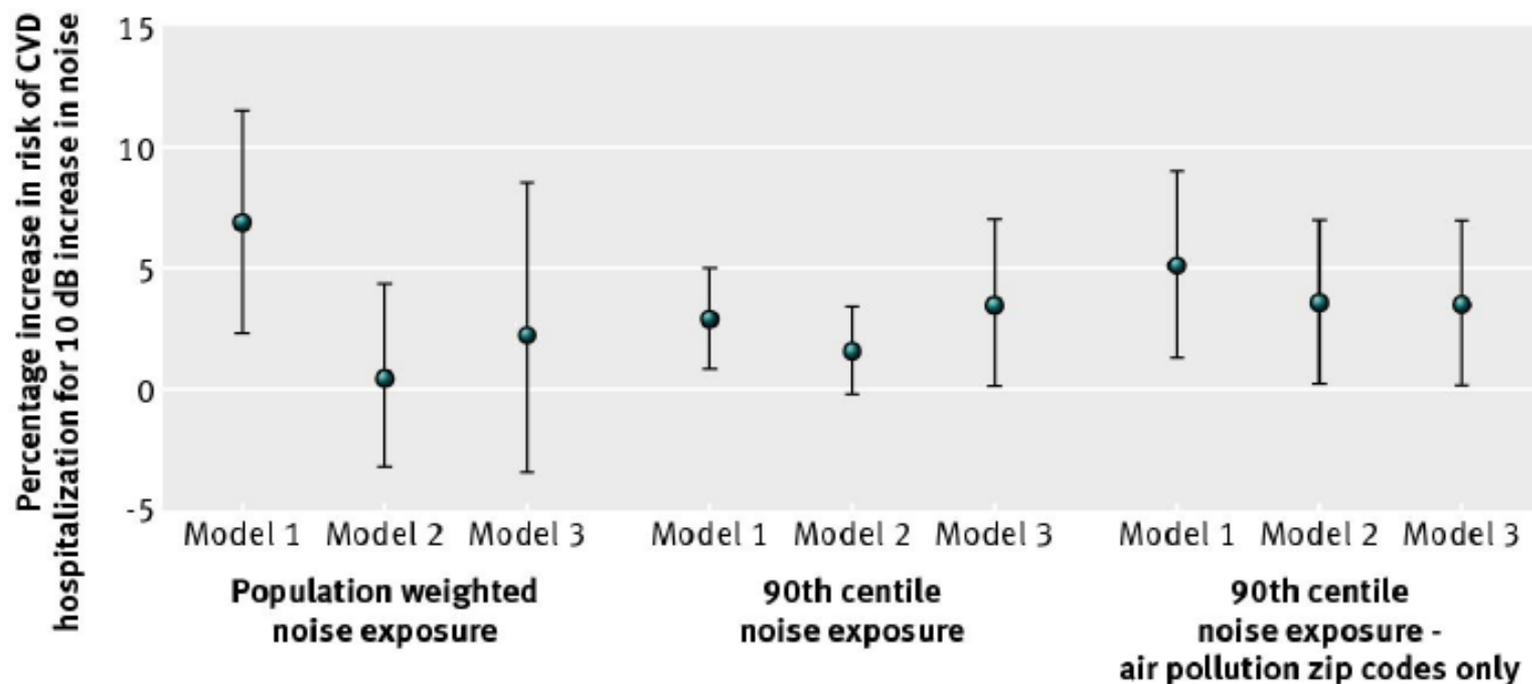
Figure 1. Association between road traffic noise and myocardial infarction. Association between exposure to road traffic noise (L_{den}) at the residence at the time of diagnosis and incident MI, adjusted for sex, smoking status, smoking duration, smoking intensity, intake of fruit, vegetables and alcohol, BMI, physical activity, calendar year, education, railway and airport noise, and air pollution. Solid line: incidence rate ratio, dashed lines: 95% confidence interval. The median (56.4 dB) is the reference. The columns at the x-axis show the distribution of exposure to road traffic noise.
doi:10.1371/journal.pone.0039283.g001

Überarbeitete Metaanalyse für Lärm und Herzinfarkt

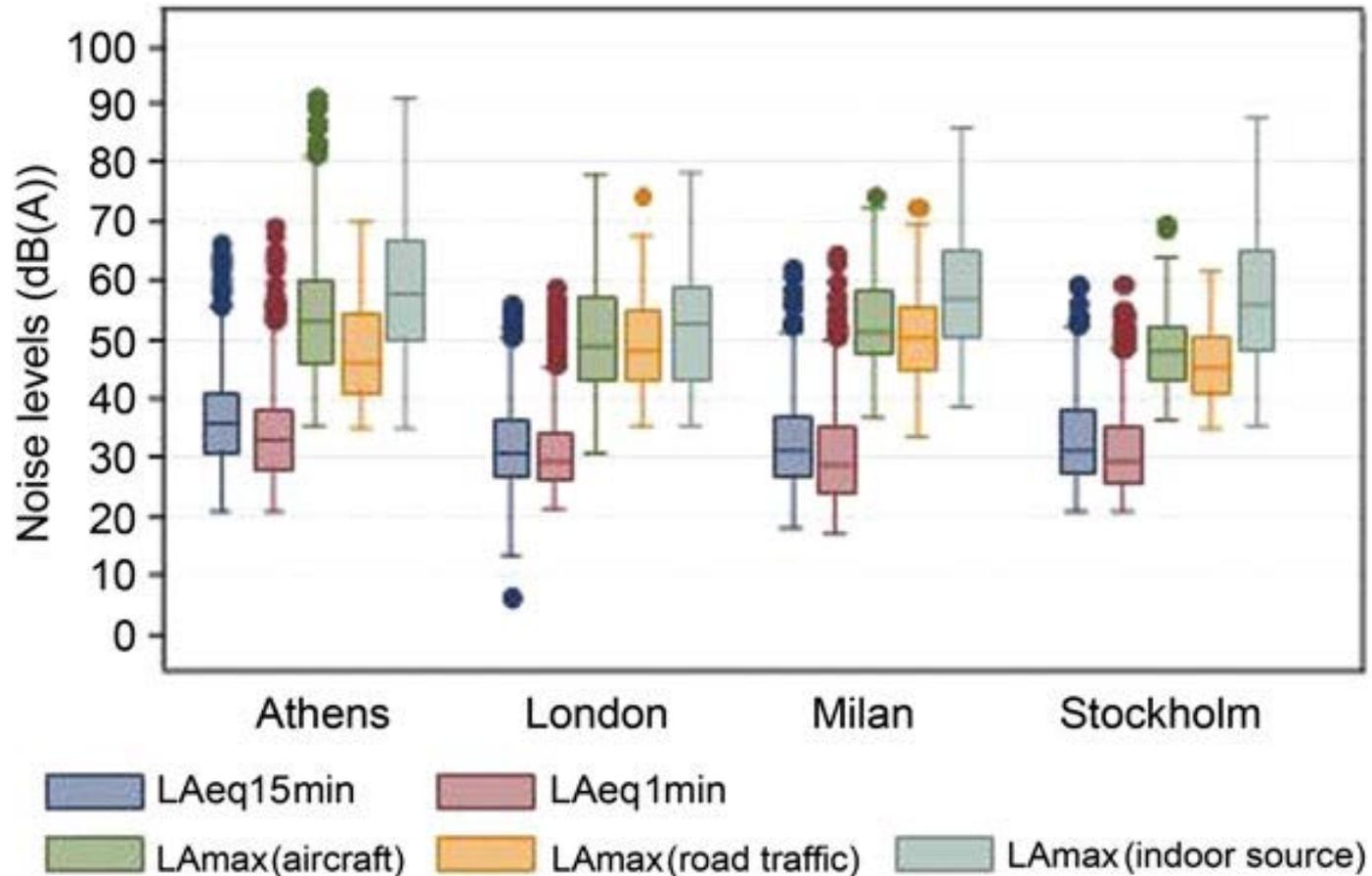


Fluglärm und Krankhauseinweisungen: Medicare-Kohorte

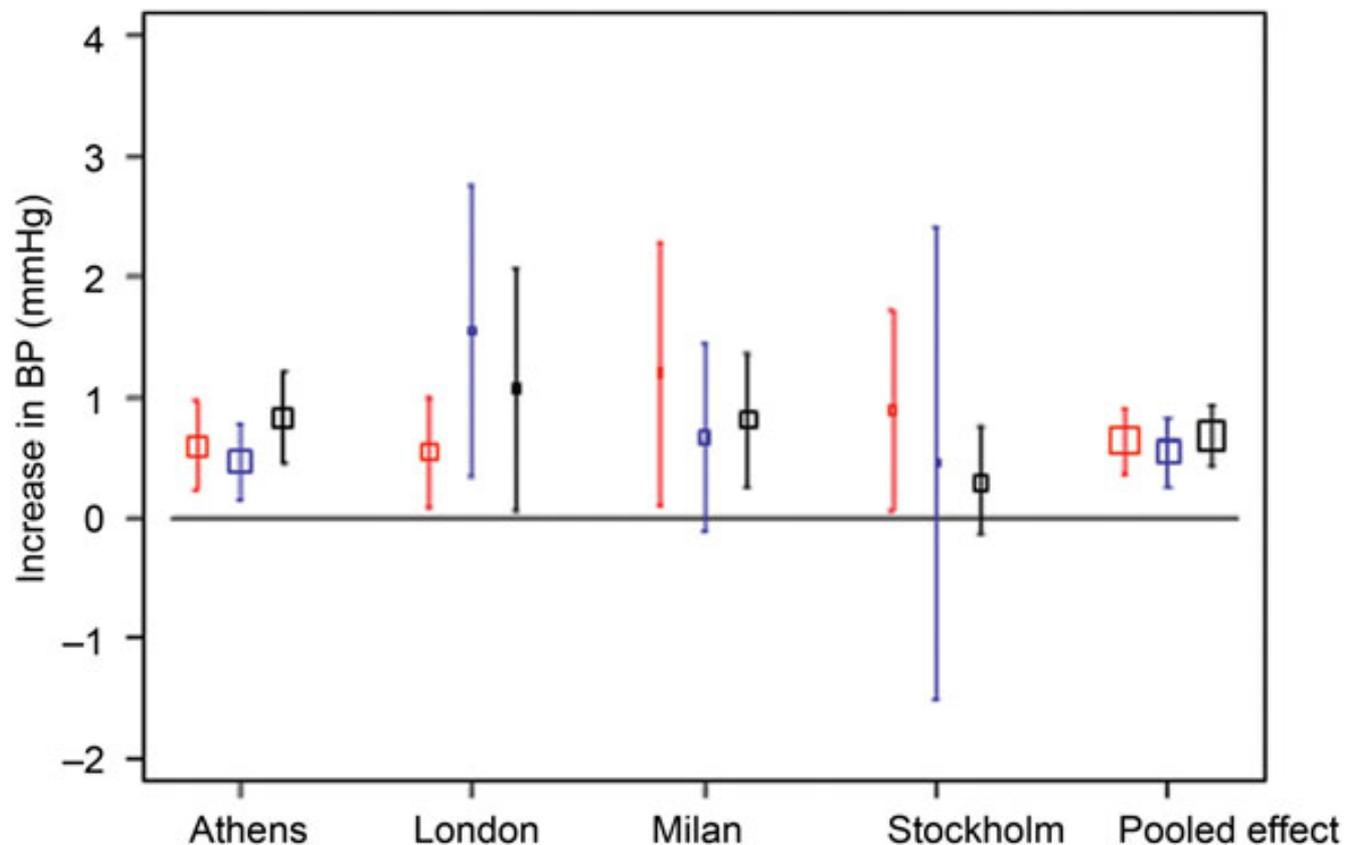
- 6 Mio Amerikaner älter als 65 Jahre, Jahr 2009 in der Umgebung von 89 Flughäfen



Lärm während der Nacht

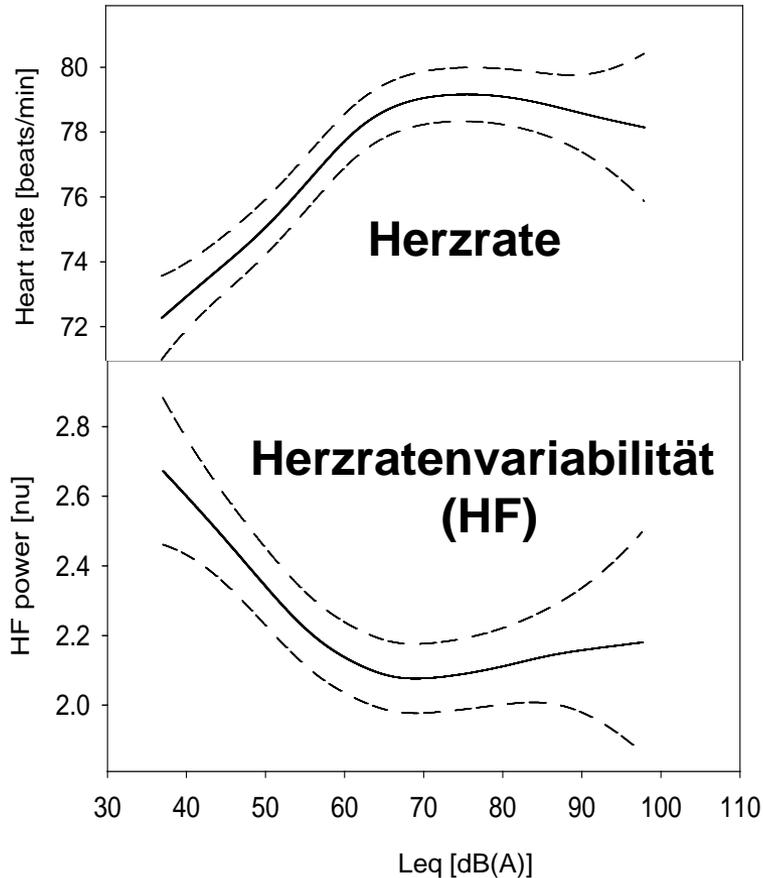


Lärm während der Nacht erhöht den Blutdruck



Rot: Flugzeug
Blau: Innenraum
Schwarz: Verkehr

Lärm verändert die Herzfunktion

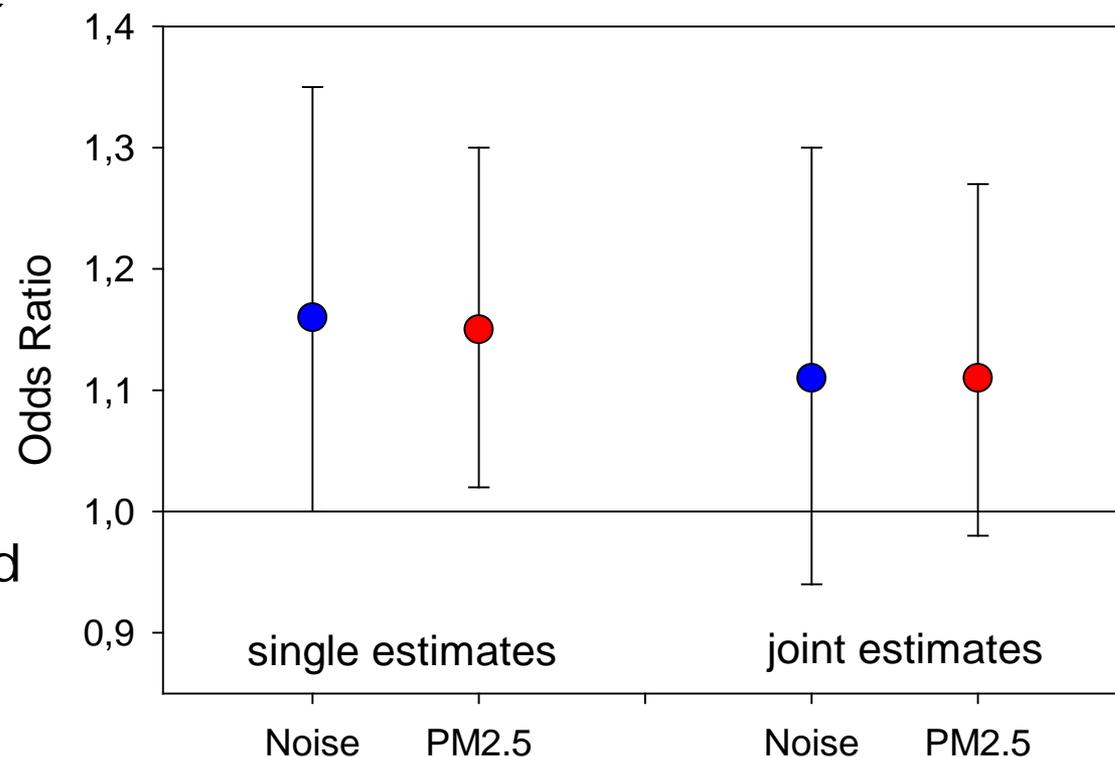


- Persönliche Messung des Lärms über 5-6 Stunden
- 64 Teilnehmer mit Typ 2 Diabetes oder Prädiabetes
- Unterschiedlichen Wirkung in leisen und lauten Umgebungen

· Upper pointwise 95% confidence limit
— Estimated function
· Lower pointwise 95% confidence limit

Verkehrslärm und Bluthochdruck

- Querschnittsstudie bei 1,893 Personen aus Augsburg
- Berücksichtigt individuelle Risikofaktoren
- Korrelation zwischen Lärm und (L_{DN}) and Feinstaub ($PM_{2.5}$): 0.41



Fazit: Lärm und Herz-Kreislauf-erkrankungen

- Ubiquitäre Exposition mit sehr variablen Verteilungen
- Die wissenschaftliche Evidenz war bis vor kurzen schwächer als die öffentliche Wahrnehmung
- Es gibt keine gesetzlich verbindlichen Grenzwerte im Umweltbereich

Übersicht

- Luftschadstoffe
 - Allgemeine Einführung
 - Auswirkungen auf Personen mit Diabetes
- Lärm
- Zusammenfassung und Ausblick



DWD 26.03.2014

Zusammenfassung und Ausblick

- Wissenschaftliche Evidenz erhärtet sich weiter, dass Feinstaub und Lärm die Gesundheit beeinflussen
- Die Belastungen sind ubiquitär
- Es konnten bisher keine sicheren Schwellenwerte festgestellt werden
- Die gegenwärtigen Grenzwerte schützen die Bevölkerung nicht ausreichend



Ausblick

- Gesunde Städte bleiben eine Aufgabe der Zukunft

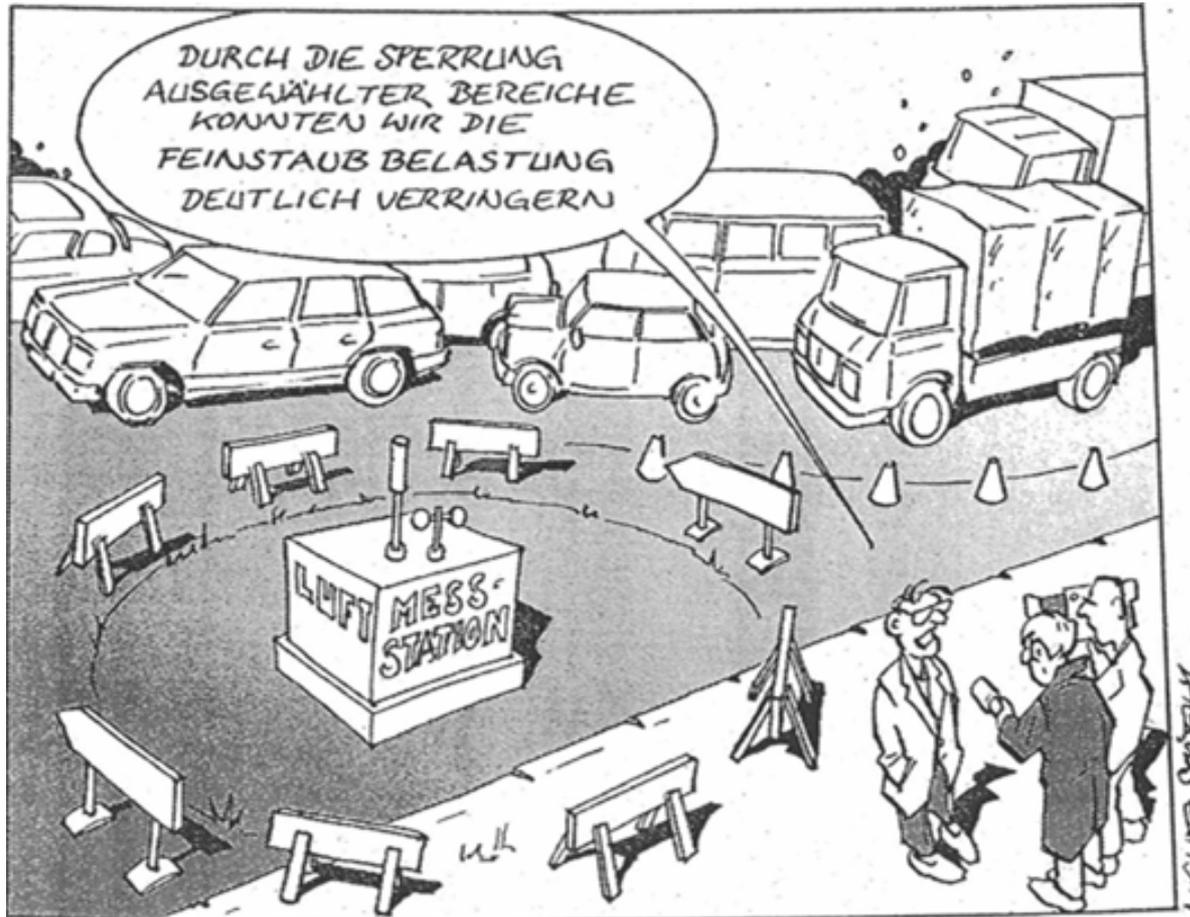


DWD 26.03.2014

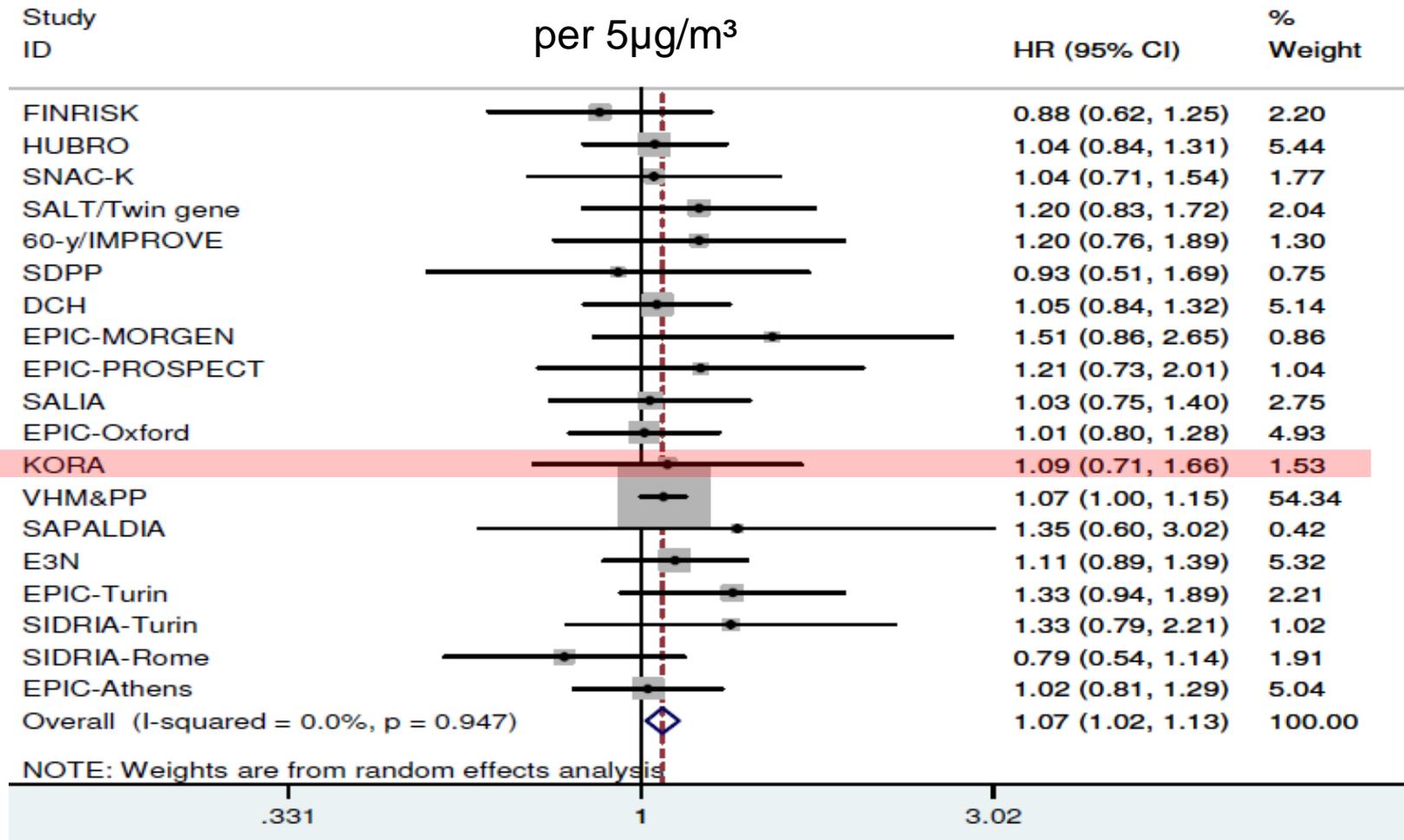
Institut für Epidemiologie II am Helmholtz Zentrum München



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Kohortenspezifische Ergebnisse für PM_{2.5}



American Cancer Society Study: Improved Air Pollution Exposures

Table 1. HRs (95% CI) Per 10- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Increment in $\text{PM}_{2.5}$ for All-Cause, Cardiovascular, and Diabetes Mellitus Mortality Using the Cox Model With Individual-Level Covariates, Without and With Ecological Covariates, and With Exposure Estimated Using the LUR-BME Model, Along With Number of Deaths and Relevant ICD-9 and ICD-10 Codes

Primary Cause of Death	No. of Deaths	ICD-9 Codes	ICD-10 Codes	HRs (95% CIs) Per 10- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2.5}$	
				Cox Model With Individual-Level Covariates; Exposure Based on LUR-BME	Cox Model With Individual-Level Plus Ecological Covariates; Exposure Based on LUR-BME
All-cause mortality	237 201	1.07 (1.05–1.09)	1.07 (1.06–1.09)
Cardiovascular disease	100 149	390–459	I00–I99	1.14 (1.12–1.17)	1.12 (1.10–1.15)
Ischemic heart disease	45 644	410–414	I20–I25	1.19 (1.15–1.23)	1.14 (1.10–1.18)
Heart failure, cardiac arrest, and related	18 314	420–429	I30–I51	1.12 (1.07–1.18)	1.11 (1.05–1.18)
Cerebrovascular disease	17 085	430–438	I60–I69	1.04 (0.99–1.10)	1.11 (1.05–1.17)
Hypertensive disease	3 129	401–405	I10–I13	1.20 (1.06–1.35)	1.11 (0.97–1.26)
Diabetes mellitus	4 890	250	E10–E14	1.08 (0.97–1.19)	1.13 (1.02–1.26)

CI indicates confidence interval; HR, hazard ratio; ICD, *International Classification of Diseases*; LUR-BME, land use regression-Bayesian Maximum Entropy; and $\text{PM}_{2.5}$, fine PM <2.5 μm in aerodynamic diameter.