

Gesundheitseffekte von Ultrafeinstaub

- Epidemiologische Studien -

Barbara Hoffmann

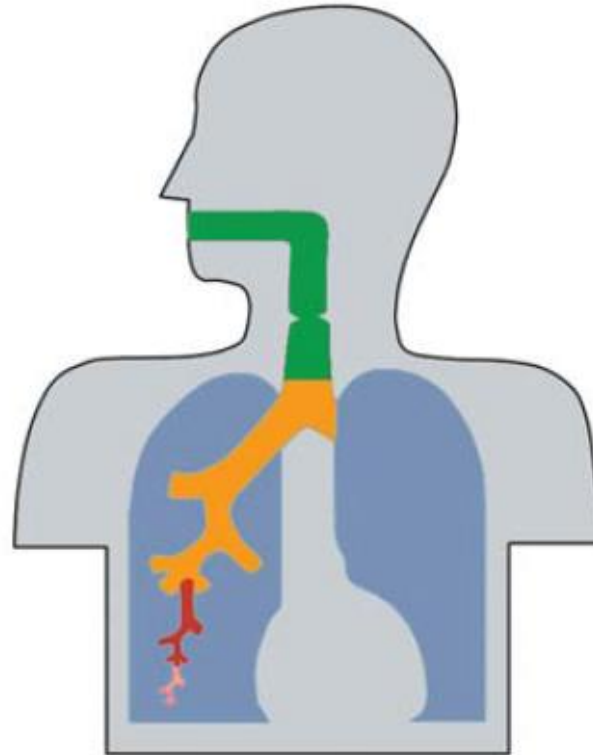
Ultrafeinstaub Expertenanhörung

Frankfurt

22./23.8.2019

Warum ist die Größe so wichtig?

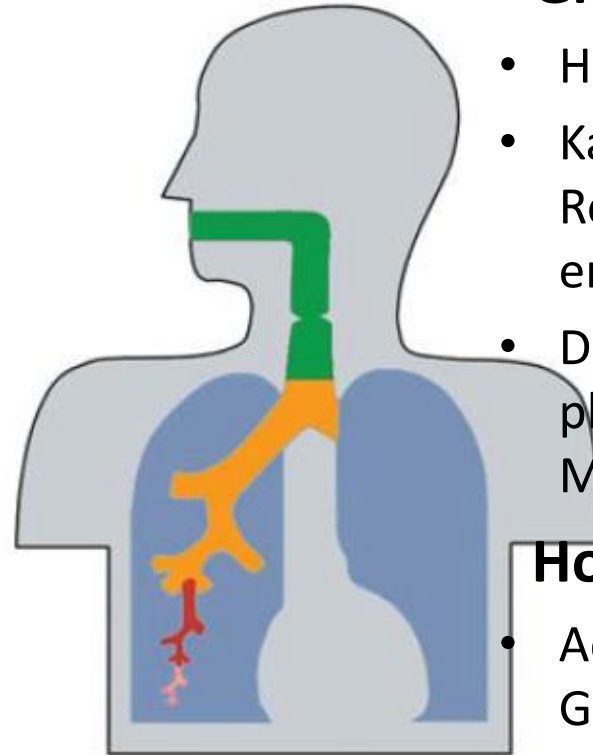
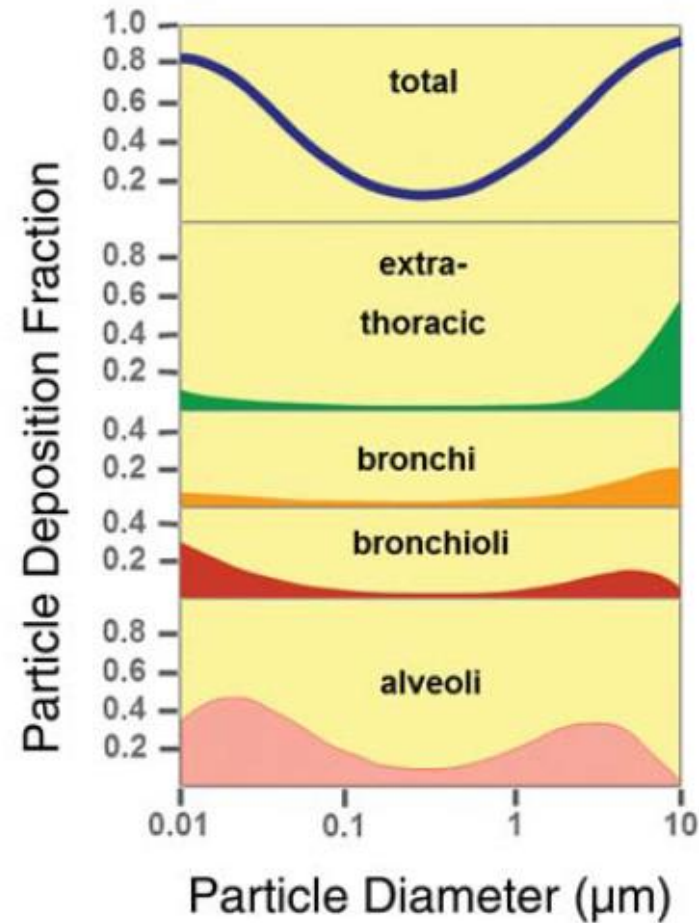
A) Biologische Faktoren



© 2006, Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Umweltmedizin

Warum ist die Größe so wichtig?

A) Biologische Faktoren



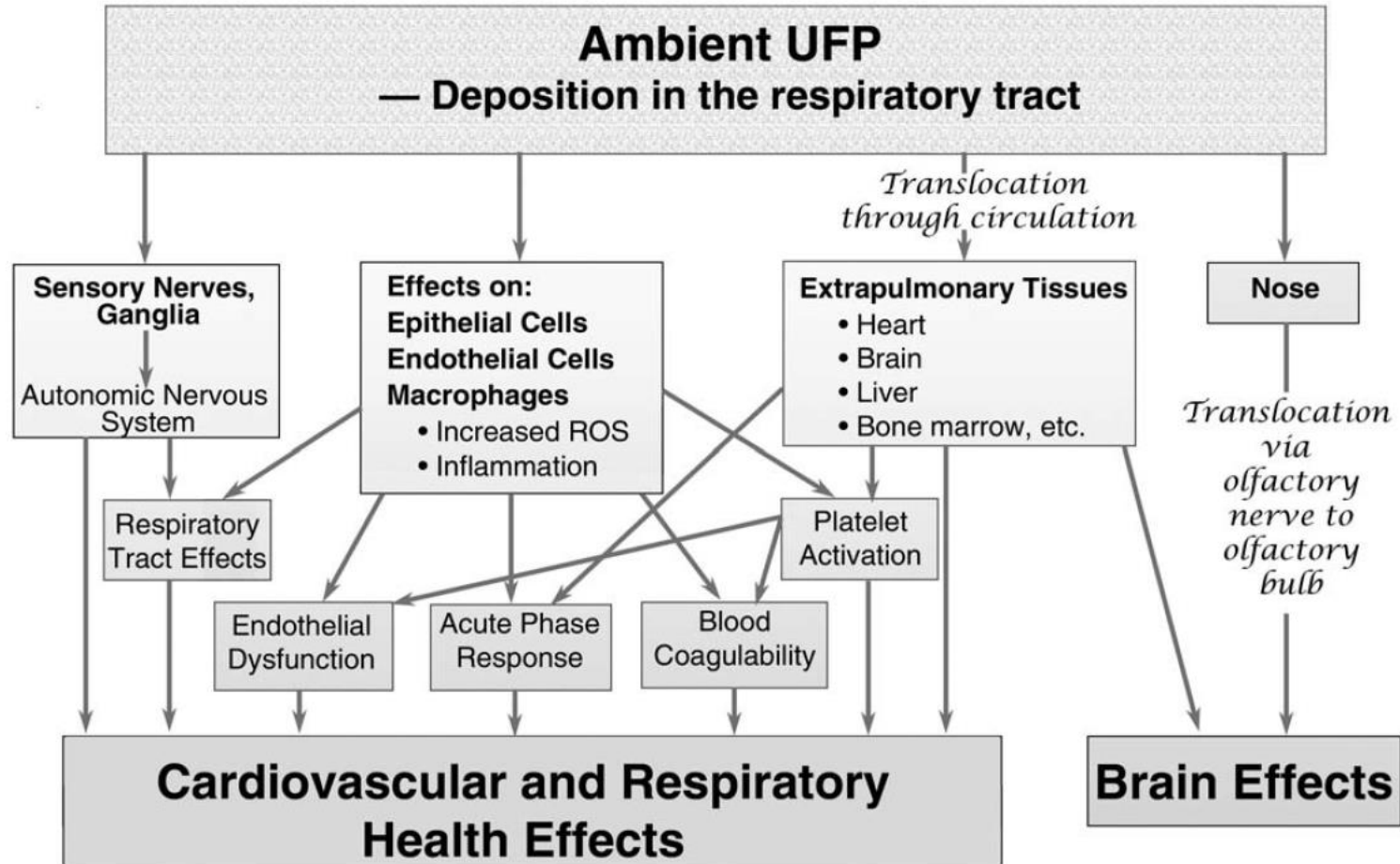
Größe gering

- Hohe Deposition
- Kann alveolaren Reinigungsmechanismen entkommen
- Diffusion durch physiologische Membranen

Hohe Oberfläche

- Adsorption von Giftstoffen
- Ort für Entstehung von Radikalen

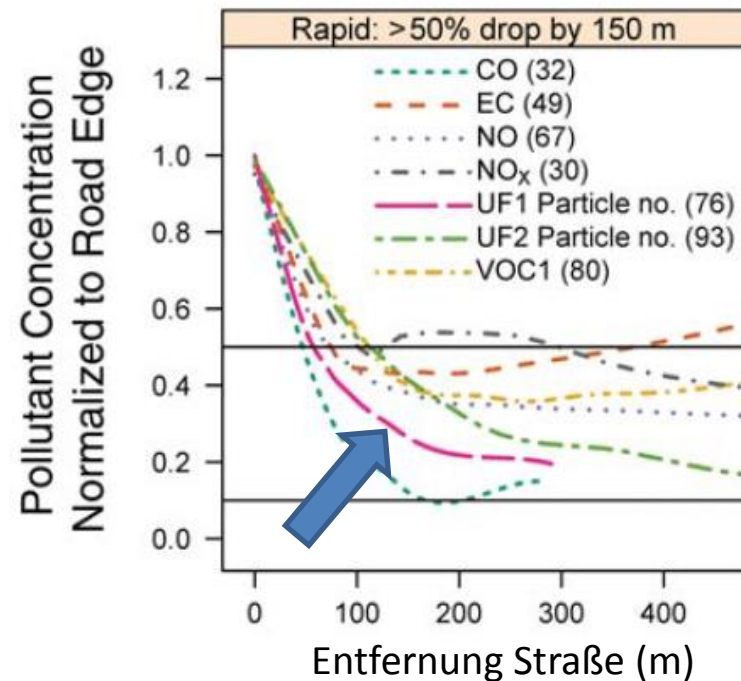
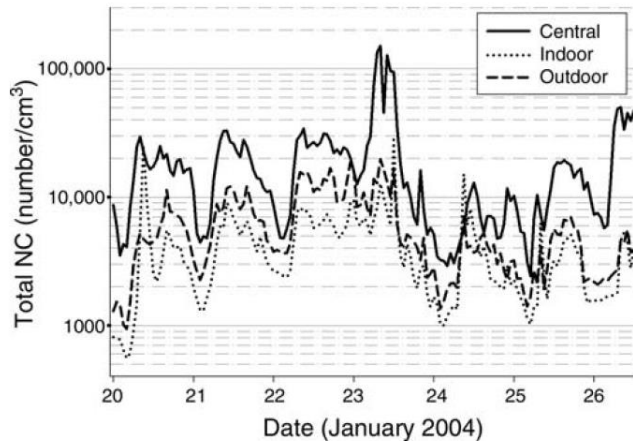
Biologische Konsequenzen



Warum ist die Größe so wichtig?

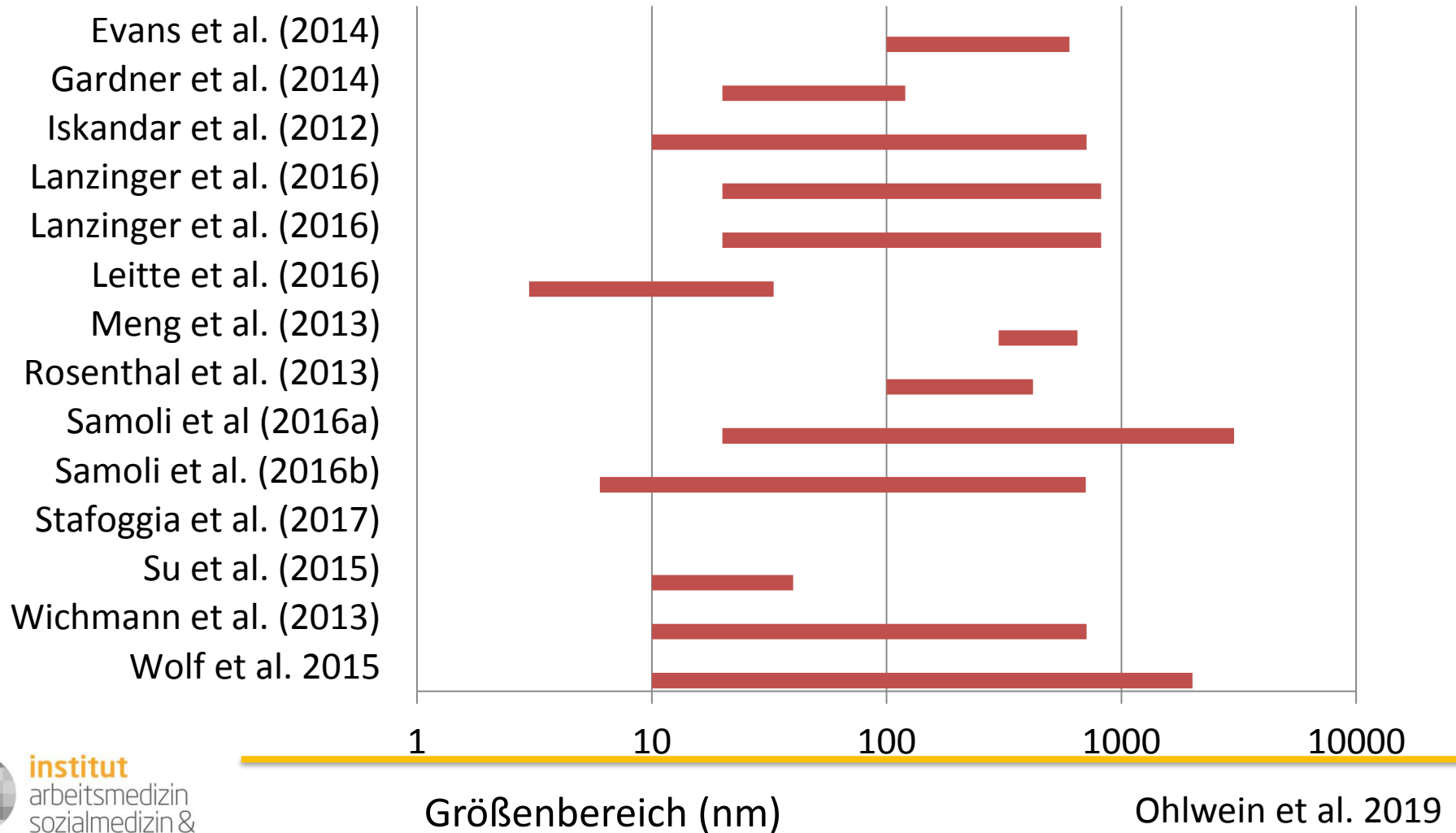
B) Expositionsbedingte Faktoren

Hohe zeitliche und räumliche Variabilität



Warum ist die Größe so wichtig?

C) Messbedingte Faktoren



Wie wird die Belastung erfasst?

- Zentrale Messstation
 - Nur für **akute** Effekte geeignet (Stunden bis Tage)
 - Zeitliche Schwankungen müssen nicht unbedingt für die gesamte Studienpopulation gleich sein
 - Aber: große Studienpopulationen können untersucht werden (ganze Städte)
- Dezentrale Messstationen (z. B. Arbeitsplatz, Schule, etc.)
 - Aufwendig, andere Aufenthaltsorte werden nicht berücksichtigt
- Personengebundene Messung
 - Sehr aufwendig, nur kleine Studienpopulationen möglich (unter 100)
- Modelle
 - Prinzipiell Lang- und Kurzzeitbelastung möglich
 - Bisher erst wenig Modelle mit UFP-Modul, vor allem für Langzeitbelastung
- Chemische Differenzierung
- Korrelation mit anderen Schadstoffen (NO₂, Feinstaub)

Wie wird die Belastung erfasst?

- **Zentrale Messstation**
 - Nur für **akute** Effekte geeignet (Stunden bis Tage)
 - Zeitliche Schwankungen müssen nicht unbedingt für die gesamte Studienpopulation gleich sein
 - Aber: große Studienpopulationen können untersucht werden (ganze Städte)
- Dezentrale Messstationen (z. B. Arbeitsplatz, Schule, etc.)
 - Aufwendig, andere Aufenthaltsorte werden nicht berücksichtigt
- Personengebundene Messung
 - Sehr aufwendig, nur kleine Studienpopulationen möglich (unter 100)
- Modelle
 - Prinzipiell Lang- und Kurzzeitbelastung möglich
 - Bisher erst wenig Modelle mit UFP-Modul, vor allem für Langzeitbelastung
- Chemische Differenzierung
- Korrelation mit anderen Schadstoffen (NO₂, Feinstaub)

Wie werden die Gesundheitseffekte erfasst?

- Akute Effekte (innerhalb von Stunden bis Tagen)
 - Zeitauflösung der gesundheitlichen Effekte oft auf täglicher Basis vorliegend (tägl. Todesfälle, Krankenhauseinweisungen, etc.)
 - oder gezielt messbar (z. B. Blutdruck, Lungenfunktion, etc.)
 - Feinere Auflösung (z. B. Minuten) nur für sehr spezielle Untersuchungen ohne klare gesundheitliche Relevanz (z. B. Variabilität der Herzfrequenz)
- Langzeiteffekte (innerhalb von Monaten bis Jahren)
 - Sterblichkeit, Anzahl von Neuerkrankungen (große Kohorten notwendig)

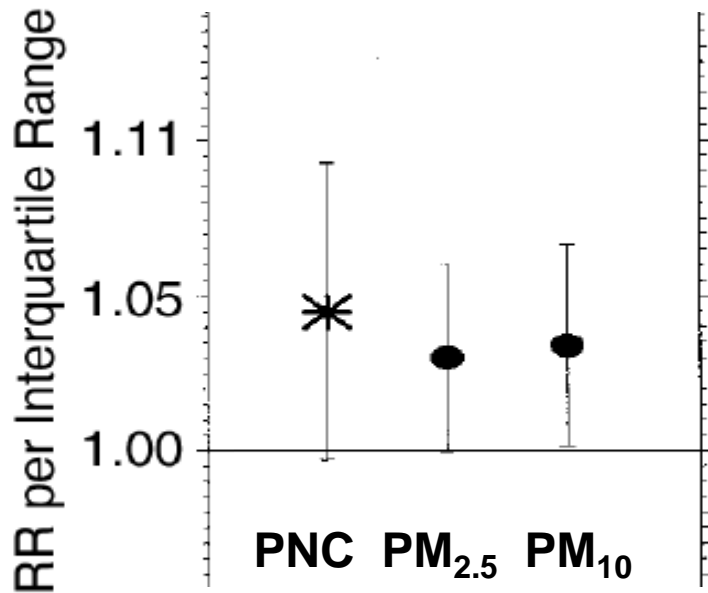
Wie werden die Gesundheitseffekte erfasst?

- **Akute Effekte (innerhalb von Stunden bis Tagen)**
 - Zeitauflösung der gesundheitlichen Effekte oft auf täglicher Basis vorliegend (tägl. Todesfälle, Krankenhauseinweisungen, etc.)
 - oder gezielt messbar (z. B. Blutdruck, Lungenfunktion, etc.)
 - Feinere Auflösung (z. B. Minuten) nur für sehr spezielle Untersuchungen ohne klare gesundheitliche Relevanz (z. B. Variabilität der Herzfrequenz)
- **Langzeiteffekte (innerhalb von Monaten bis Jahren)**
 - Sterblichkeit, Anzahl von Neuerkrankungen (große Kohorten notwendig)

Tägliche Mortalität



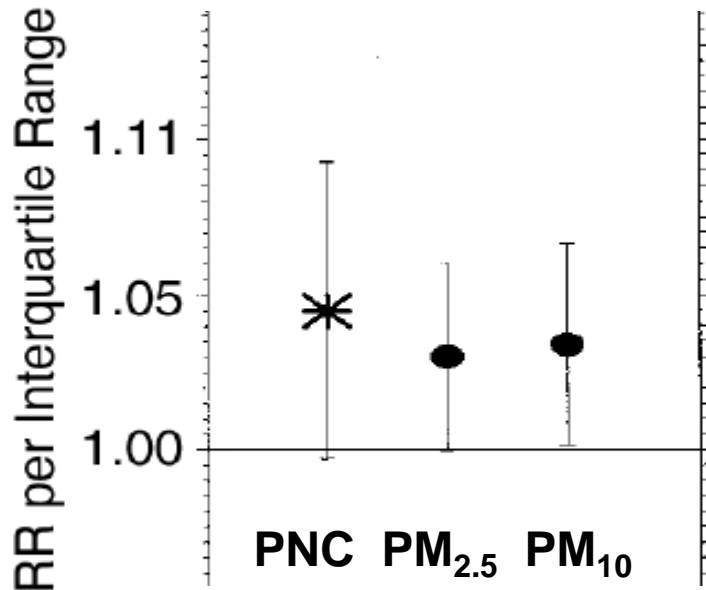
Wichmann et al. HEI 2000



Tägliche Mortalität



Wichmann et al. HEI 2000



Schlaganfall



Andersen et al. EHJ 2010

Air pollutant	One-pollutant model [OR (95% CI)]
UFPs	1.21 (1.04–1.41)*
PM ₁₀	1.08 (0.98–1.19)
NO _x	1.11 (0.95–1.30)
CO	1.10 (0.92–1.32)

HEI Perspectives 3

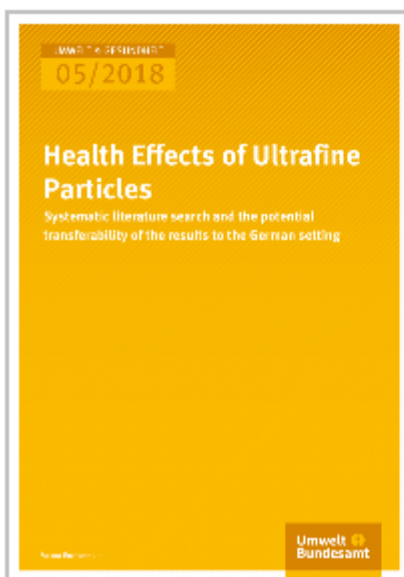
January 2013

Insights from HEI's research



Stand 2013

- Experimentelle und epidemiologische Studien liefern Hinweise, aber keine konsistente Evidenz für kurzfristige nachteilige Wirkungen von UFP.
 - Es ist unklar, inwieweit die beobachteten Wirkungen unabhängig von anderen Schadstoffen sind
 - Studien zu Langzeiteffekten sind nicht vorhanden
-
- Keine epidemiologische Studien speziell zu UFP von Flughäfen



 **Air, Health**

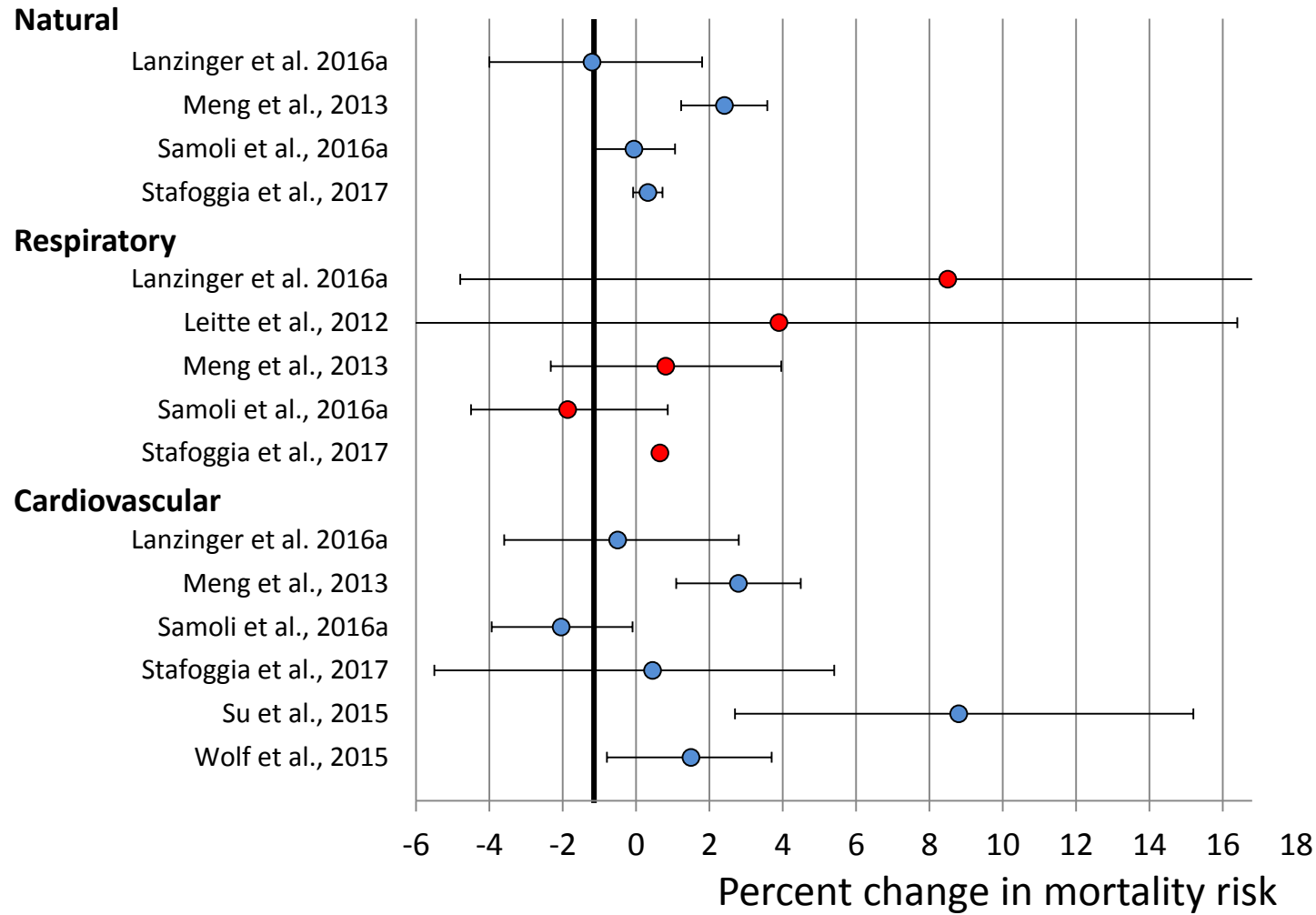
Health Effects of Ultrafine Particles

Systematic literature search and the potential transferability of the results to the German setting

Ultrafine particles represent the smallest size fractions of particles with sizes from one to about 100 nanometers in aerodynamic diameter . Thus, their specific health effects are related to their physical capacity to reach diverse organ systems. The aims of this project were to systematically review the scientific literature on the health effects of ultrafine particles, to

Tägliche Mortalität

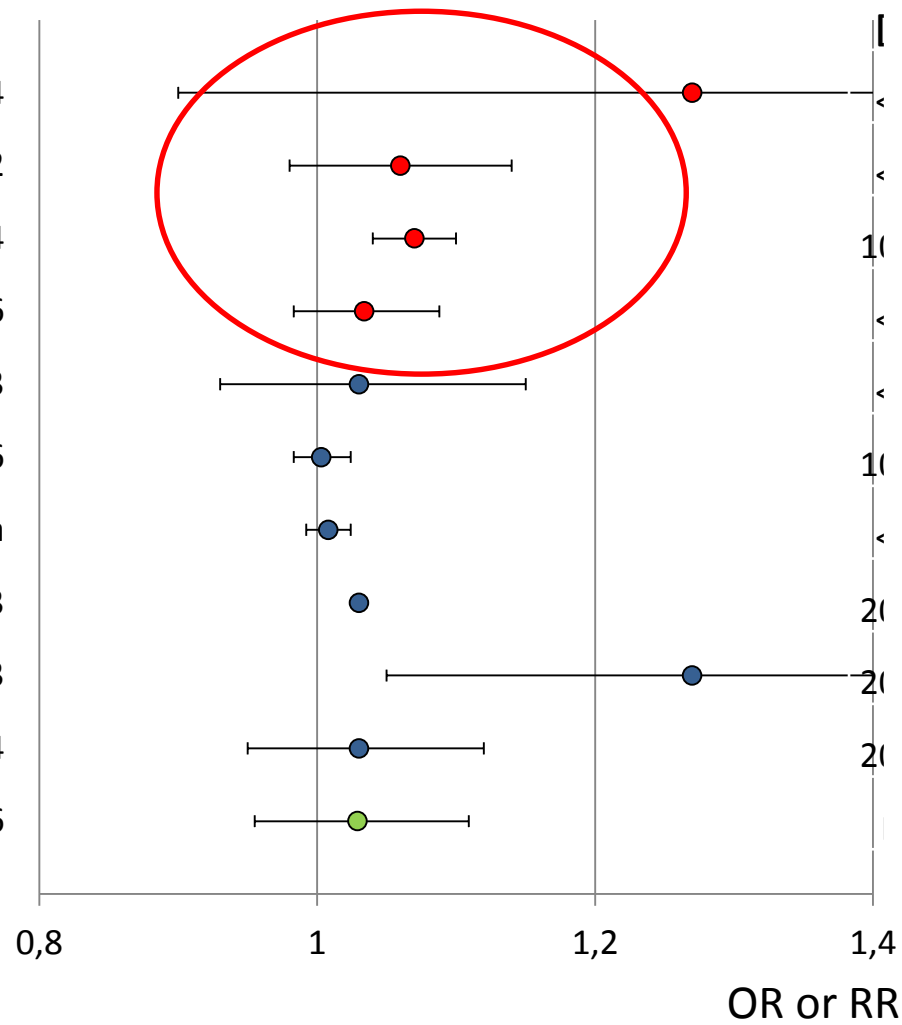
(Studien seit 2011)



Tägl. Notfälle und Krankenhausaufnahmen

Outcome

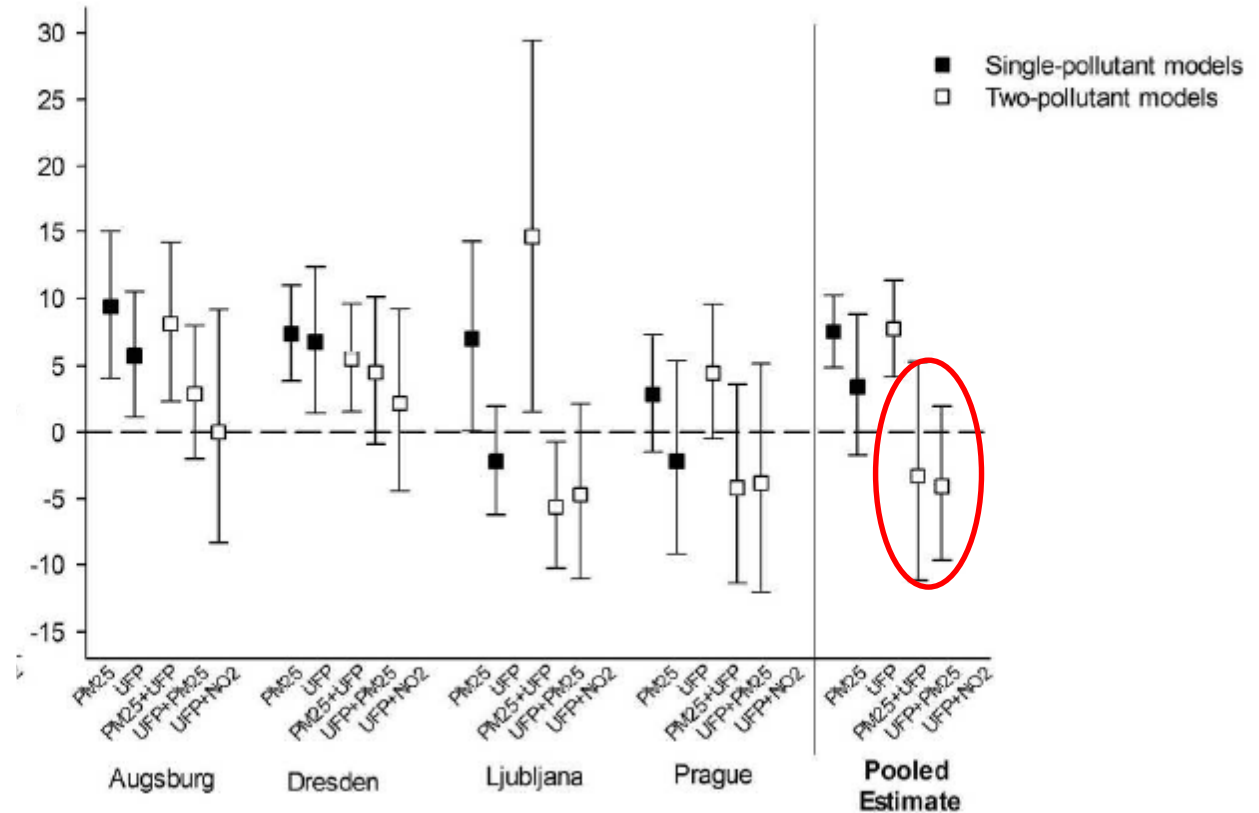
Paediatric asthma	Evans et al., 2014
Asthma	Iskandar et al., 2012
Respiratory	Diaz-Robles et al., 2014
Respiratory	Lanzinger et al., 2016
Cardiac causes	Rosenthal et al., 2013
Cardiac	Lanzinger et al., 2016
Cardiac	Samoli et al., 2016a
Cardiac arrest	Wichmann et al., 2013
MI	Rosenthal et al., 2013
ACS	Gardner et al., 2014
Diabetes	Lanzinger et al., 2016



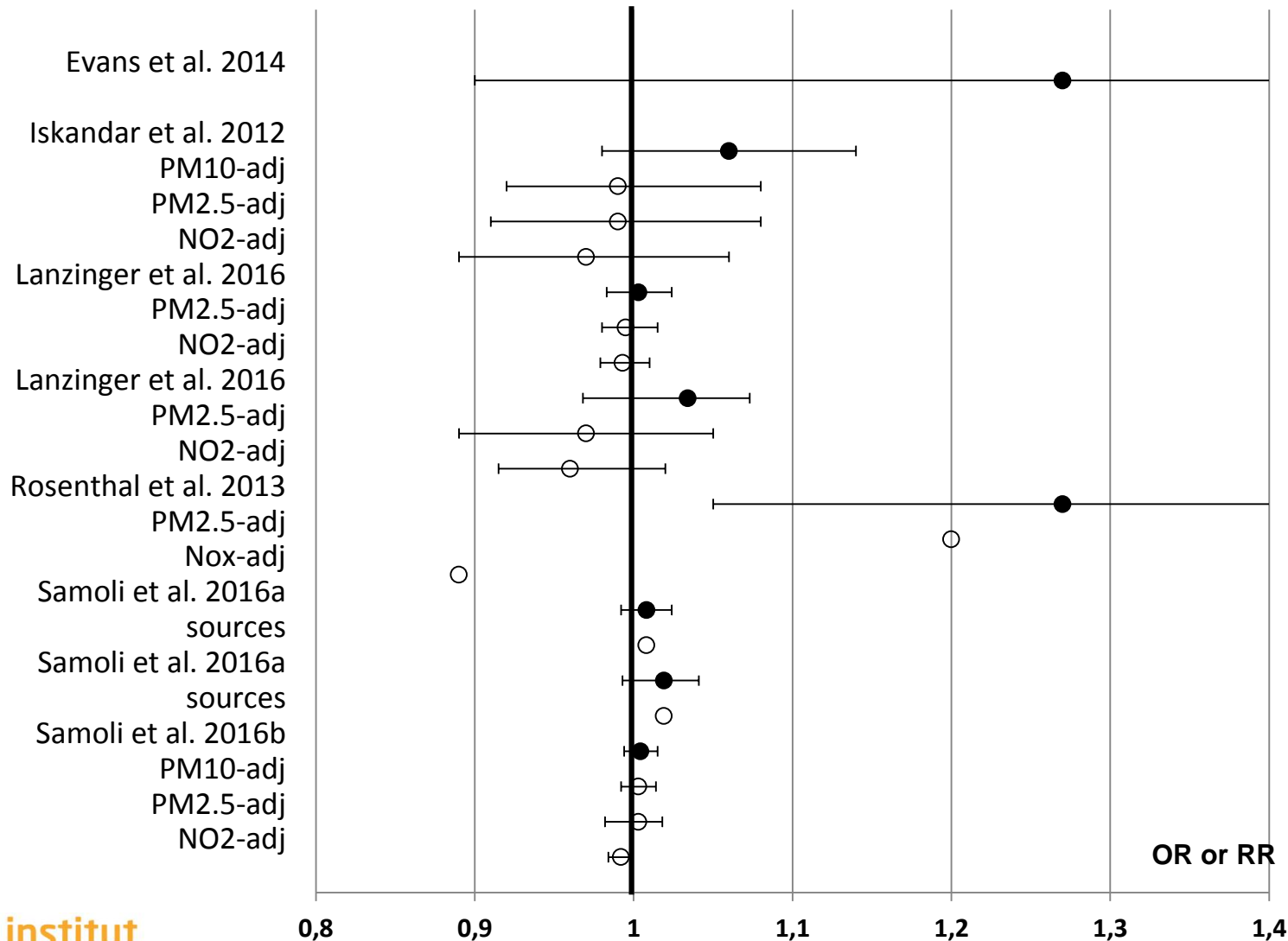
UFIREG-Projekt: Mehrexpositionsmodelle

B

Respiratory hospital admissions, 6-day average



Berücksichtigung von anderen Schadstoffen - Morbidity



OR or RR

„Subklinische“ Effekte

Outcome	Number of studies
Respiratory indices	11
Blood pressure	13
HRV	16
Arrhythmia	1
Vascular function	7
Pulmonary inflammation	12
Systemic inflammation	18
Neurocognitive outcomes	2

„Subklinische“ Effekte

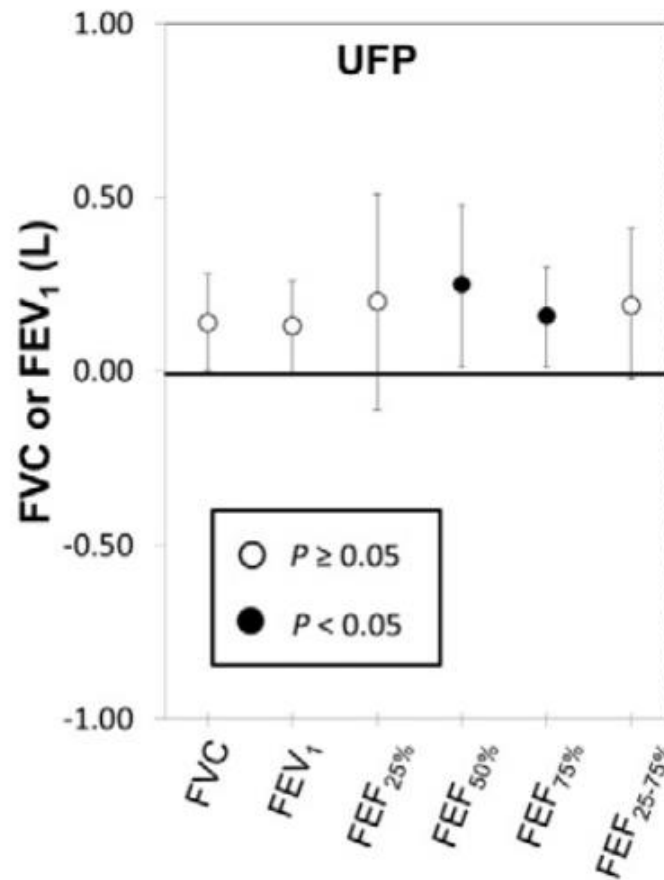
Outcome	Number of studies	Number of studies with associations in expected direction without co-pollutant adjustment
Respiratory indices	11	4/11
Blood pressure	13	9/13
HRV	16	12/16
Arrhythmia	1	1/1
Vascular function	7	4/7
Pulmonary inflammation	12	12/12
Systemic inflammation	18	7/18
Neurocognitive outcomes	2	1

„Subklinische“ Effekte

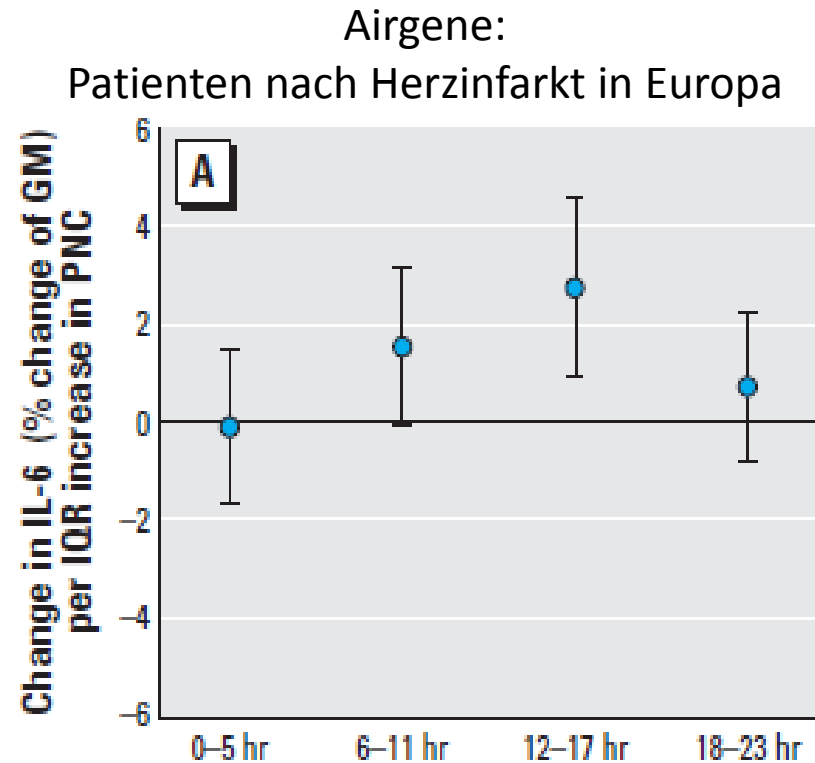
Outcome	Number of studies	Number of studies with associations in expected direction without co-pollutant adjustment	Number of studies with associations in expected direction with co-pollutant adjustment
Respiratory indices	11	4/11	3/3
Blood pressure	13	9/13	2/4
HRV	16	12/16	3/5
Arrhythmia	1	1/1	-
Vascular function	7	4/7	1/2
Pulmonary inflammation	12	12/12	2/2
Systemic inflammation	18	7/18	2/5
Neurocognitive outcomes	2	1	-

Lungenfunktion

59 Kinder mit Asthma oder Allergine, Taiwan



Entzündungsreaktion – akute Wirkungen



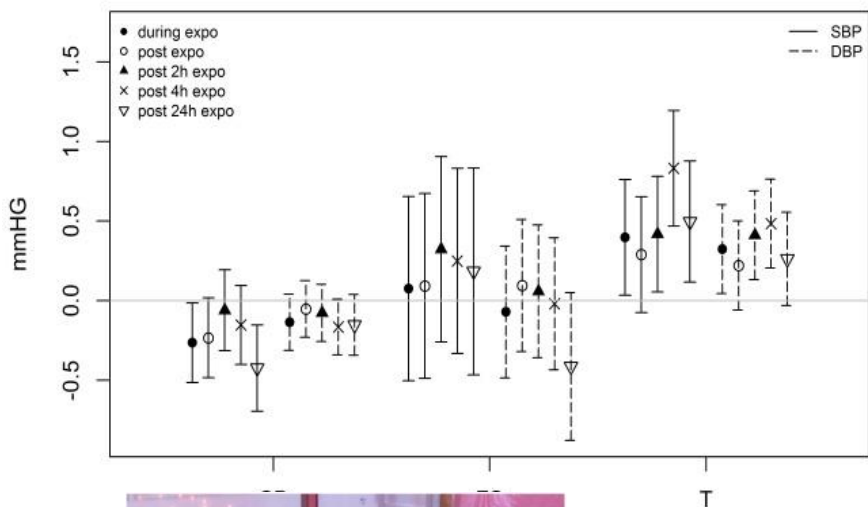
Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem

EPIA-Studie, N=55



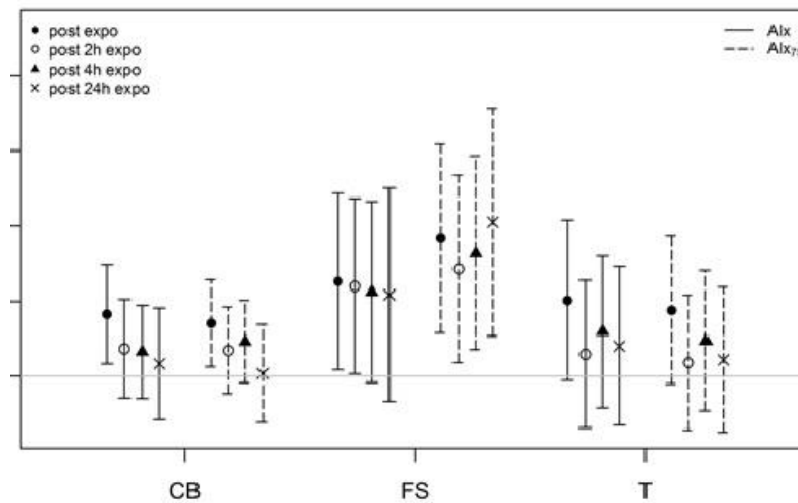
Blutdruck

PNC



Arterielle Steifigkeit

PNC



Wenig Langzeitstudien

Outcome type/ study	Outcome
Mortality Ostro et al. 2015	All-cause and cause-spec.
Morbidity Li et al. 2017 Laurent et al. 2014/2016b Laurent 2016a	Cardiometabolic Low birth weight Preterm birth
Subclinical Aguilera et al. 2016 Viehmann et al. 2015 Lane et al. 2015 Lane et al. 2016 Sunyer et al. 2016	Atherosclerosis Inflammation Inflammation Inflammation Cognitive function

Wenig Langzeitstudien

Outcome type/ study	Outcome	Associations w/o co-pollutant adjustment	Associations with co-pollutant adjustment
Mortality Ostro et al. 2015	All-cause and cause-spec.	0	Not conducted
Morbidity Li et al. 2017	Cardiometabolic	(+)	Not conducted
Laurent et al. 2014/2016b	Low birth weight	(+)	Not conducted
Laurent 2016a	Preterm birth	-/+	Not conducted
Subclinical			
Aguilera et al. 2016	Atherosclerosis	+	(+)
Viehmann et al. 2015	Inflammation	(+)	Not conducted
Lane et al. 2015	Inflammation	(+)	Not conducted
Lane et al. 2016	Inflammation	(+)	Not conducted
Sunyer et al. 2016	Cognitive function	+	Not conducted

Zusammenfassung

Outcome	Single pollutant effect
Short-term	49/79
Mortality	5/7
Morbidity	3/7
Hospital admission	4/10
Subclinical	37/55
Long-term	8/10
Mortality	1/1
Morbidity	3/4
Hospital admission	-
Subclinical	4/5

Zusammenfassung

Outcome	Single pollutant effect	Multi-pollutant effect	Consistency of general pattern in multipollutant models
Short-term	49/79	18/32	7/18
Mortality	5/7	4/6	1/4
Morbidity	3/7	-	-
Hospital admission	4/10	0/5	-
Subclinical	37/55	14/21	6/14
Long-term	8/10	0/1	-
Mortality	1/1	-	-
Morbidity	3/4	-	-
Hospital admission	-	-	-
Subclinical	4/5	0/1	-

Schlussfolgerungen - Epidemiologie

- Was wissen wir über Gesundheitseffekte von UFP? Noch nicht genug! Studienlage bisher noch sehr heterogen
- Bisher sind die beobachteten Effekte in der Bevölkerung teilweise inkonsistent
 - Stärkste Evidenz für akute Effekte auf die Lungengesundheit (Lungenfunktion, Entzündung in der Lunge) und Herz-Kreislauf-Wirkungen (Blutdruck, Herzratenvariabilität)
 - Aussagen zu Langzeitwirkungen zur Zeit noch nicht möglich
 - Rolle einzelner chem. Komponenten von UFP bisher nicht untersucht
- Erfassung der Exposition ist weiterhin die größte Herausforderung für Gesundheitsstudien – Verbesserungen notwendig: räumlich aufgelöst, Partikelgrößenverteilung
- Abgrenzung der isolierten Wirkung schwierig - Co-Schadstoffe messen
- Bei neuen Messungen direkt die Erfordernisse von epidemiologischen Studien „mitdenken“
- Zur Zeit keine ausreichende Evidenz zur Ableitung von Immissions-Grenzwerten

Take home message – Der Teufelskreis



Vielen Dank



email: b.hoffmann@uni-duesseldorf.de

phone: +49-211-586 729 110

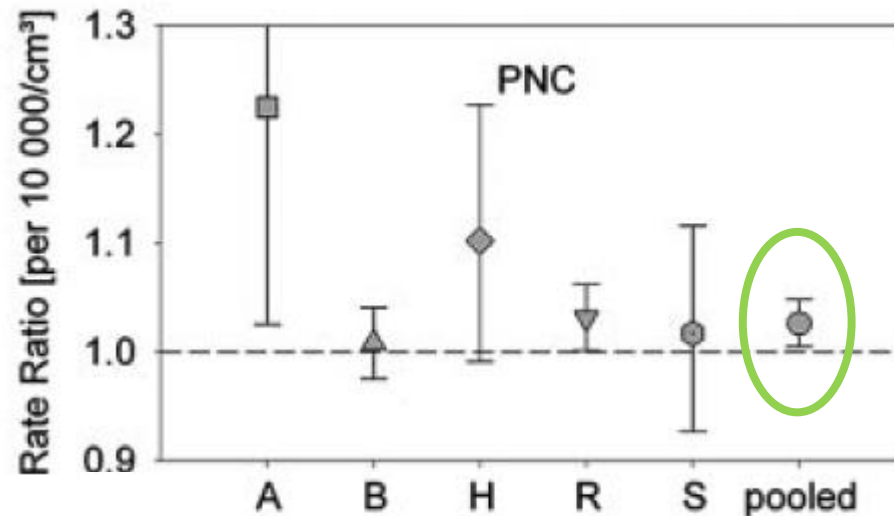


Kardiovaskuläres System

	Personal monitoring		
	PNC total period (10 ³ /cm ³)	Exposure at home (10 ³ /cm ³)*h	Exposure away from home (10 ³ /cm ³)*h
Number of subjects	N = 57	N = 57	N = 57
IQR	6.9	325.3	141.5
MVF	-2.6 (-5.2, 0.1)	2.4 (-5.2, 10.5)	-1.3* (-2.5, -0.1)
Baseline pulse amplitude	-9.6* (-15.7, -3.0)	-15.11 (-30.4, 3.6)	-3.4* (-6.4, -0.3)
Systolic blood pressure	0.7 (-0.6, 2.0)	1.3 (-2.1, 4.8)	0.3 (-0.3, 0.8)
Diastolic blood pressure	0.3 (-0.5, 1.2)	1.3 (-1.1, 3.7)	0.1 (-0.3, 0.5)
C-reactive protein	-1.2 (-11.7, 10.7)	-3.1 (-28.5, 31.3)	-0.5 (-5.3, 4.6)
Leukocytes	3.1* (0.3, 5.9)	-0.7 (-7.9, 7.1)	1.5* (0.3, 2.7)
Lymphocytes	1.7 (-1.4, 5.0)	2.8 (-5.6, 11.9)	0.6 (-0.7, 2.1)
Monocytes	-0.8 (-4.6, 3.1)	-6.4 (-15.6, 3.9)	-0.03 (-1.7, 1.7)
Neutrophils	5.5* (1.7, 9.4)	1.9 (-8.3, 13.4)	2.4* (0.8, 4.1)
Eosinophils	-3.3 (-8.6, 2.4)	-9.0 (-23.6, 8.6)	-1.0 (-3.4, 1.5)
FEV ₁ /FVC	-0.6 (-1.4, 0.2)	-1.0 (-3.1, 1.2)	-0.2 (-0.6, 1.1)

UFP bzw. Anzahlkonzentration sind assoziiert mit ...

Krankenhausaufnahmen nach Herzinfarkt

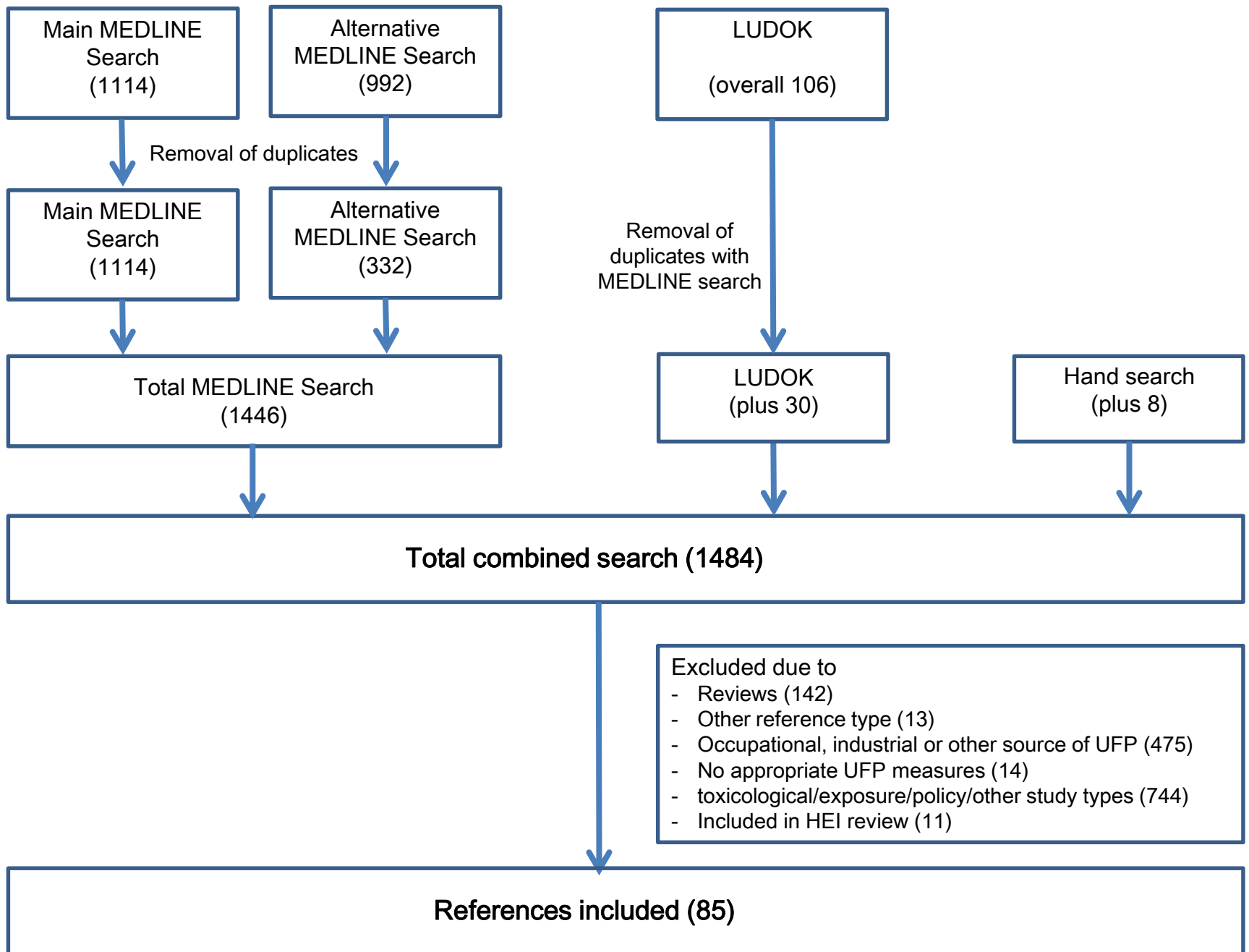


Von Klot et al. Circulation 2005

Langzeitexpo und Arteriosklerose

Sapaldia, Schweiz: CIMT per interdecile range

Exposure ^a (P90-P10 increase)	Main model ^b		Two-pollutant model ^b		PNC estimate in two-pollutant model ^c
	N	% change (95% CI)	N	% change (95% CI)	
PM ₁₀ last year (5.5 µg/m ³)	1500	1.58 (-0.30, 3.47)	1447	-0.05 (-4.30, 4.20)	2.13 (-2.31, 6.57)
PM _{2.5} last year (4.2 µg/m ³)	1500	2.10 (0.04, 4.16)	1447	1.73 (-2.67, 6.13)	0.63 (-3.60, 4.86)
Vehicular source of PM _{2.5} ^d	1503	1.67 (-0.13, 3.48)	1449	1.27 (-2.21, 4.74)	0.87 (-2.97, 4.72)
Crustal source of PM _{2.5} ^d	1503	-0.58 (-3.95, 2.79)	1449	-1.53 (-4.99, 1.93)	3.35 (-0.20, 6.90)
LDSA (30.5 µm ² /cm ²)	1449	2.32 (0.23, 4.40)	1449	3.41 (-3.65, 10.46)	-1.11 (-8.00, 5.78)
PNC (12,639 particles/cm ³)	1449	2.06 (0.03, 4.10)		n/a	n/a



Study characteristics (n=85)

World region	Number of studies	%
Africa	0	0.0%
North America	37	43.5%
Middle/ South America	1	1.2%
Western Europe	27	31.8%
Eastern Europe	2	2.4%
South-East-Asia	1	1.2%
Western-Pacific	12	14.1%
Multiple study regions	5	5.9%
Total	85	100.0%

Characteristics	short-term (N=75)	long-term (N=10)	Total (N=85)
Study design			
Case-cohort	-	1	1
Case-control	-	1	1
Cohort	4	4	8
Cross-sectional	4	4	8
Panel	32	-	32
Case-crossover	8	-	8
Scripted exposure	16	-	16
Time-series	11	-	11
Exposure assessment technique			
Model based	2	9	11
Measurement	73	1	74
Exposure metric			
UFP	9	5	14
quasi-UFP	45	5	50
UFP + quasi-UFP	19	0	19
Co-pollutants	32	1	33
Outcome type			
Mortality	7	1	8
Morbidity	7	4	11
Emergency	11	0	11
Subclinical	55	5	60
Outcome - organ related			
Total mortality	4	1	5
Cardiovascular	47	4	51
Respiratory	24	1	25
Inflammation	26	3	29
Oxidative stress	4	0	4
Neurocognitive	3	1	4
Other	2	3	5

Airports and airplanes?

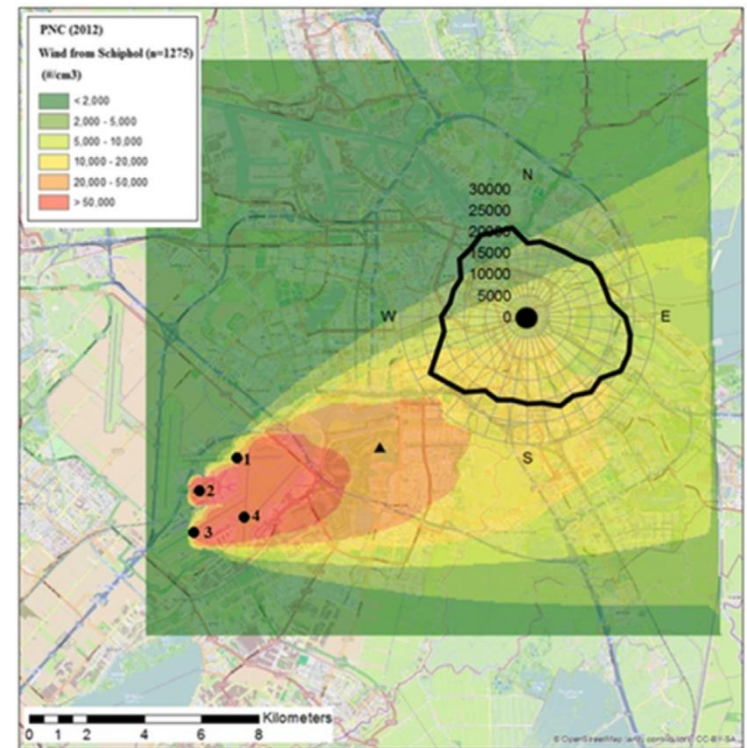
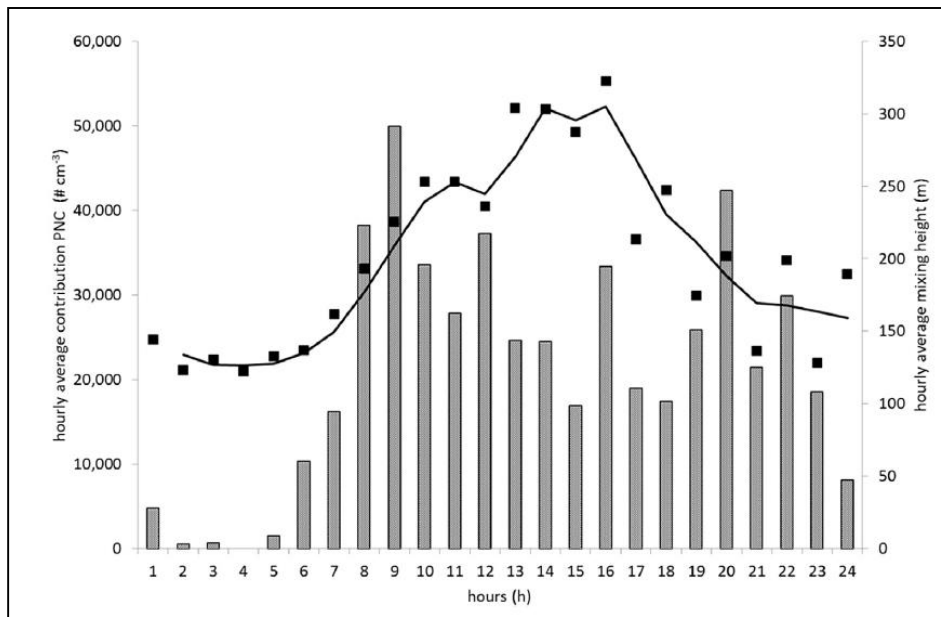




Schiphol

Long-term UFP 3-fold increase 7 km;
 >200.000 addresses exposed to
 elevated hourly or annual levels

Hourly UFP up to 50.000/ml 7 km downwind

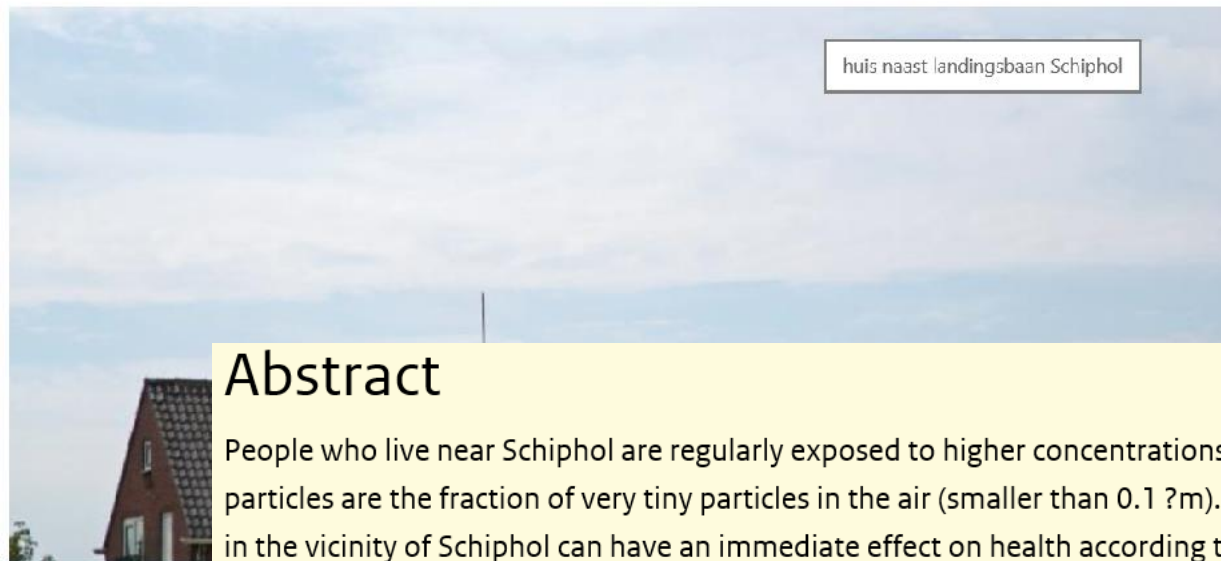


www.rivm.nl/ultrafijnstofschiphol

[Home](#) > [Nieuws](#) > Ultrafine particles in the vicinity of Schiphol Airport affect health

Ultrafine particles in the vicinity of Schiphol Airport affect health

Publication date 06/27/2019 - 15:30



Abstract

People who live near Schiphol are regularly exposed to higher concentrations of ultrafine particles. Ultrafine particles are the fraction of very tiny particles in the air (smaller than 0.1 μm). The exposure to ultrafine particles in the vicinity of Schiphol can have an immediate effect on health according to research carried out by RIVM. On days with high exposures, children suffer more from respiratory complaints such as shortness of breath and wheezing. Children also use more medication on such days. These problems primarily affect children who already suffer from respiratory symptoms and already take medication in that regard.

Short-term reductions in lung function were measured in children and healthy adults as a result of higher short-term exposure. In healthy adults, also short-term reductions in heart function were measured. On average, these changes are small and do not necessarily have to result in immediate health problems. However, these changes can be larger for individuals who are more sensitive to such issues, for example because they suffer from asthma or heart conditions.

Download

Research into the health effects of short-term exposure to ultrafine particles in the vicinity of Schiphol Airport
Research into the health effects of short-term exposure to ultrafine particles in the vicinity of Schiphol Airport (English synopsis) [→](#)

Measurements and calculations of ultrafine particles originating from air traffic around Schiphol : For research (English synopsis) [→](#)

Summary1

- Aircraft operations influence air quality in neighboring communities
- Reductions in emissions offset by growth in aviation industry and increases in airport traffic
- Particles are typically smaller than UFP from road traffic
- Peak exposures can reach up to 4 mill/ml, on average 3-5 fold increase in 10 km distance
- Plumes from aircraft operations extend far beyond what was known from highways
 - Vertical spread of plume emitted aloft
 - Number of emitted particles too large to decay rapidly

Summary2

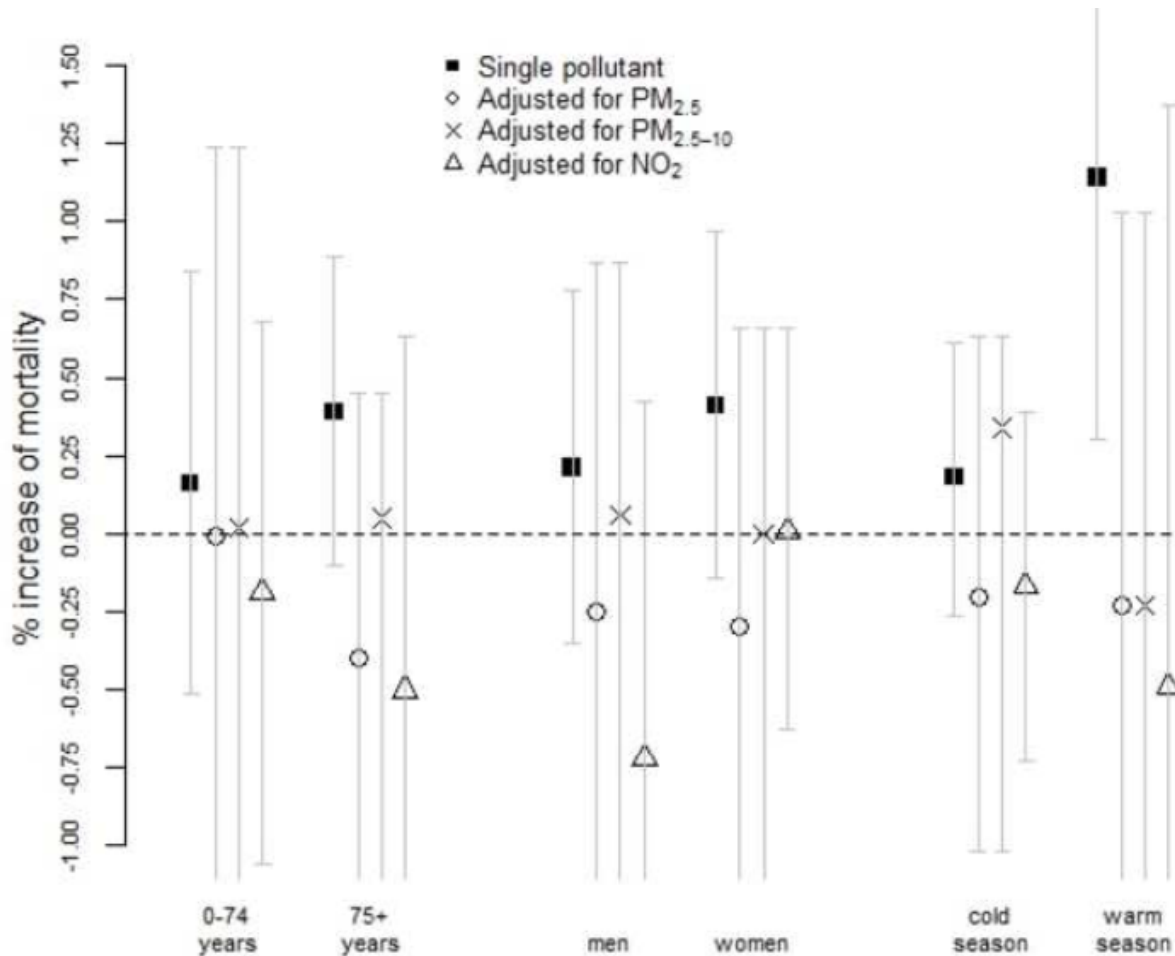
- Large airports can contribute a substantial fraction (30-35%) of total particles in adjacent areas
- Sources: Take-off and climb-out, landing, planes waiting at the gates
- Spatial pattern for soot differently -> ground traffic not the dominant source of UFP
- Population exposure: increased long- and short-term exposures to relevant parts of the population
- Epidemiological evidence limited to short-term UFP exposure, scarcity of long-term exposure studies,
- First airport-specific study: lung function decrement, pulmonary symptoms and medication increase

Wie werden die Gesundheitseffekte erfasst?

- Akute Effekte (innerhalb von Stunden bis Tagen)
 - Zeitauflösung der gesundheitlichen Effekte ist oft der limitierende Faktor bei der Analyse von Effekten
 - Oft auf täglicher Basis vorliegend (tägl. Todesfälle, Krankenhauseinweisungen, etc.)
 - oder messbar (z. B. Blutdruck, Lungenfunktion, etc.)
 - Feinere Auflösung (z. B. Minuten) nur für sehr spezielle Untersuchungen ohne klare gesundheitliche Relevanz (z. B. Variabilität der Herzfrequenz)
- Langzeiteffekte (innerhalb von Monaten bis Jahren)
 - Sterblichkeit, Anzahl von Neuerkrankungen

Subgruppen und Mehrexpositionsmodelle

Natürliche Mortalität pro 10.000/ml



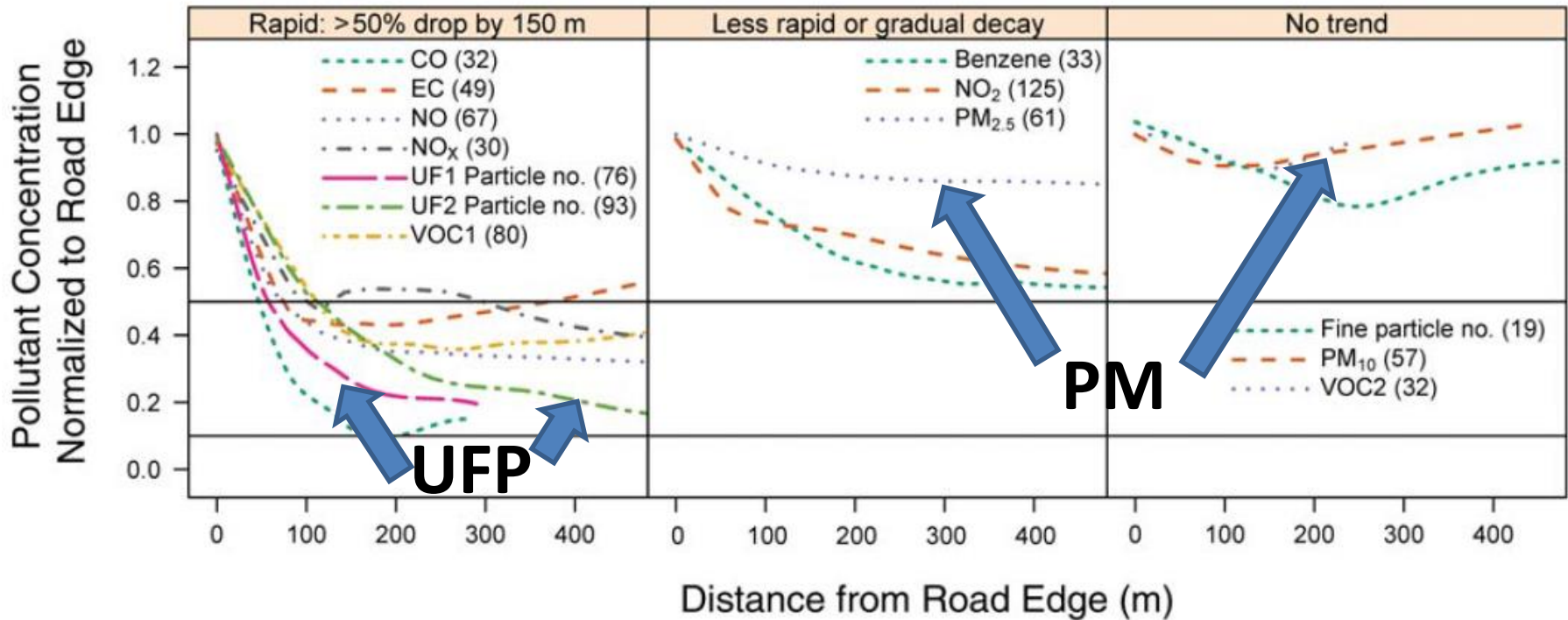
Keine UFP-Assoziationen nach Adjustierung für andere Schadstoffe

Stärkere Assoziationen im Sommer

Warum ist die Größe so wichtig?

B) Expositionsbedingte Faktoren: Instabilität

Ort

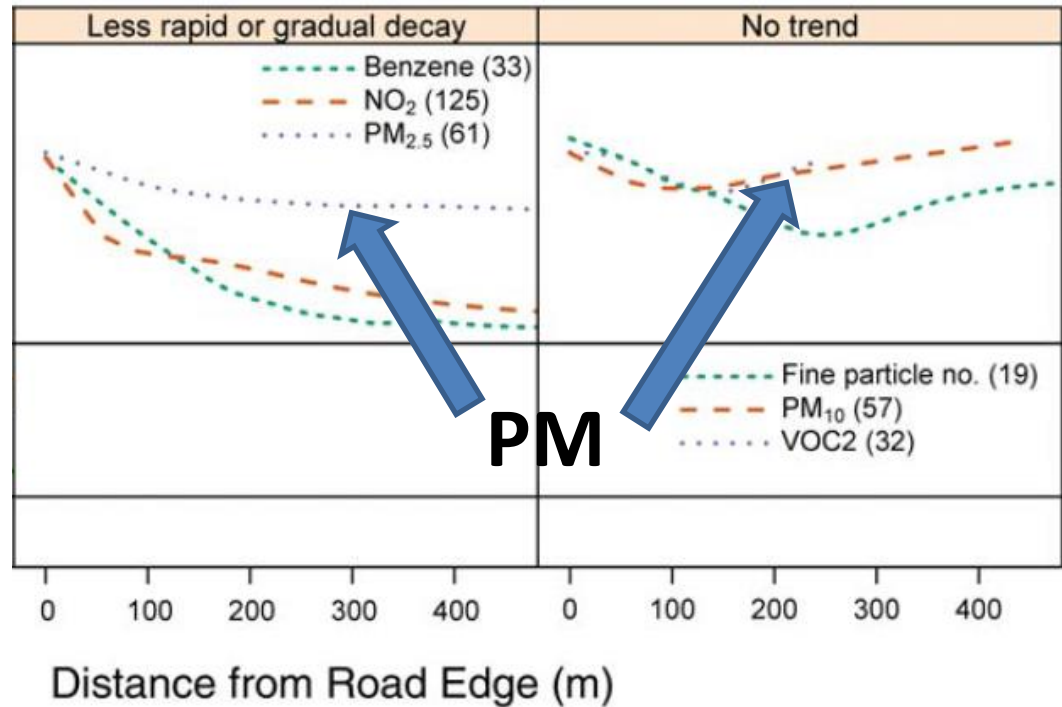


Warum ist die Größe so wichtig?

B) Expositionsbedingte Faktoren: Instabilität

Ort

Pollutant Concentration
Normalized to Road Edge

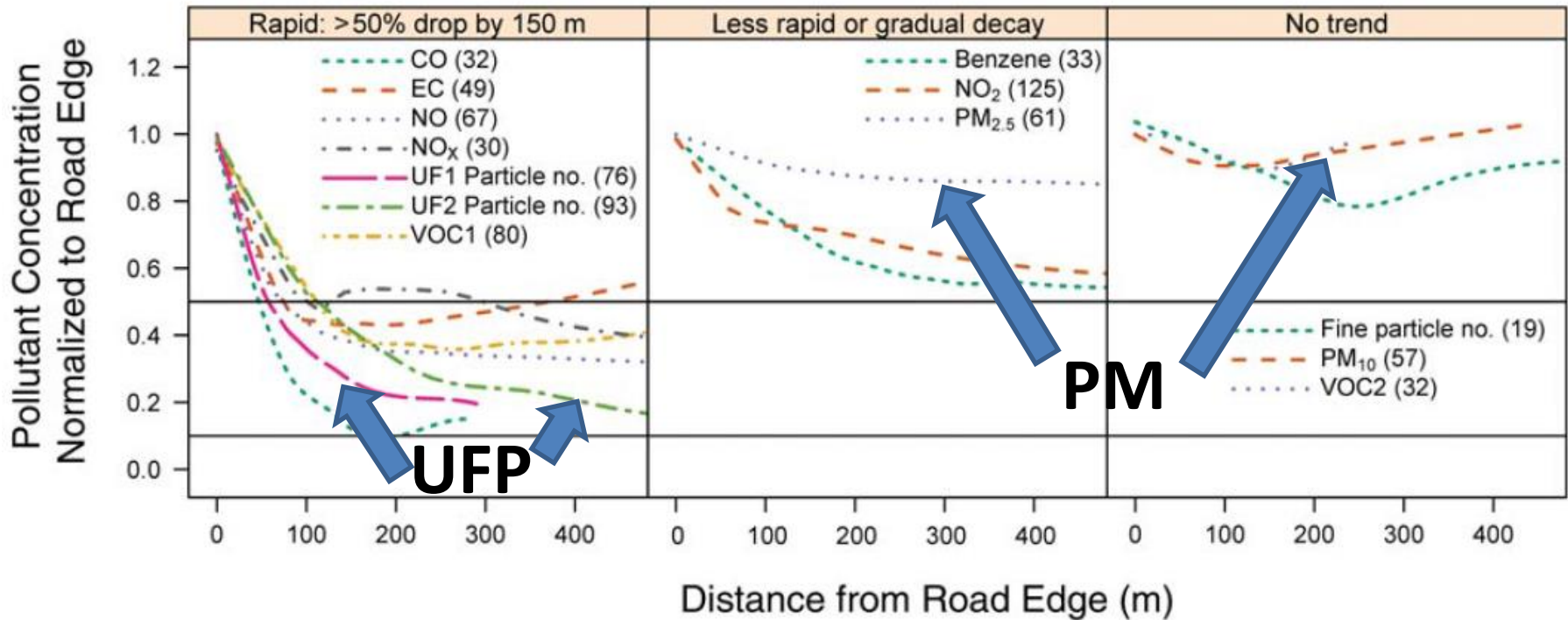


PM

Warum ist die Größe so wichtig?

B) Expositionsbedingte Faktoren: Instabilität

Ort

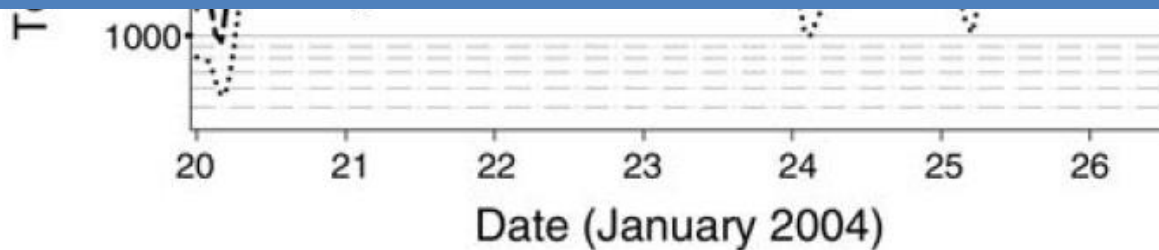


Warum ist die Größe so wichtig?

B) Expositionsbedingte Faktoren: Instabilität Zeit



Räumliche und zeitliche Variabilität hoch → Erfassung der Belastung von Probanden in epidemiologischen Studien sehr schwierig



Effekte auf die Lungenfunktion

