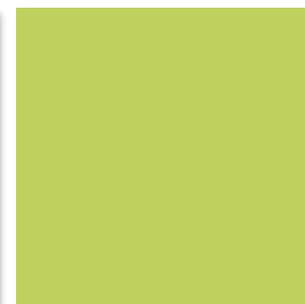
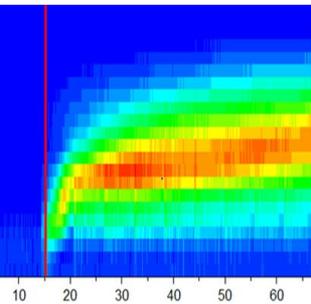
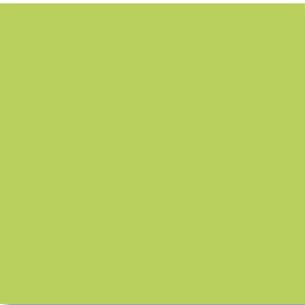


# WORKSHOP ULTRAFEINE PARTIKEL: ERGEBNISSE KLINISCHER UNTERSUCHUNGEN

Dennis Nowak

13.3.2020



# Potenzielle Interessenkonflikte

**Forschungsunterstützung:** EU, DFG, BMBF, DGUV (u.a. Druckerprojekt), BGW, Bundesarbeitsministerium, Bayerische Ministerien, Industrie (MAN, FMG, Siemens, Audi), Versicherungen, ADAC/ÖAMTC u.a., Kliniken, Erzbischöfliches Ordinariat, Caritas

**Vortragstätigkeit:** Astra Zeneca, Berlin Chemie, GSK, Boehringer Ingelheim, Lilly, Mundipharma, Novartis

**Beratertätigkeit:** Gerichte, UVT, Europäischer Altreifenrecyclingverband

# UFP: Ergebnisse klinischer Untersuchungen

- Kontrollierte Expositionsstudien “real life”
- Kontrollierte Expositionsstudien im Labor
- Vorarbeiten
- Denkbarer Plan

# Integrated Science Assessment for Particulate Matter



Office of Research and Development  
Center for Public Health & Environmental Assessment, Research Triangle Park, NC

UMWELT & GESUNDHEIT

05/2018

# Health Effects of Ultrafine Particles

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

For our Environment

Umwelt  
Bundesamt

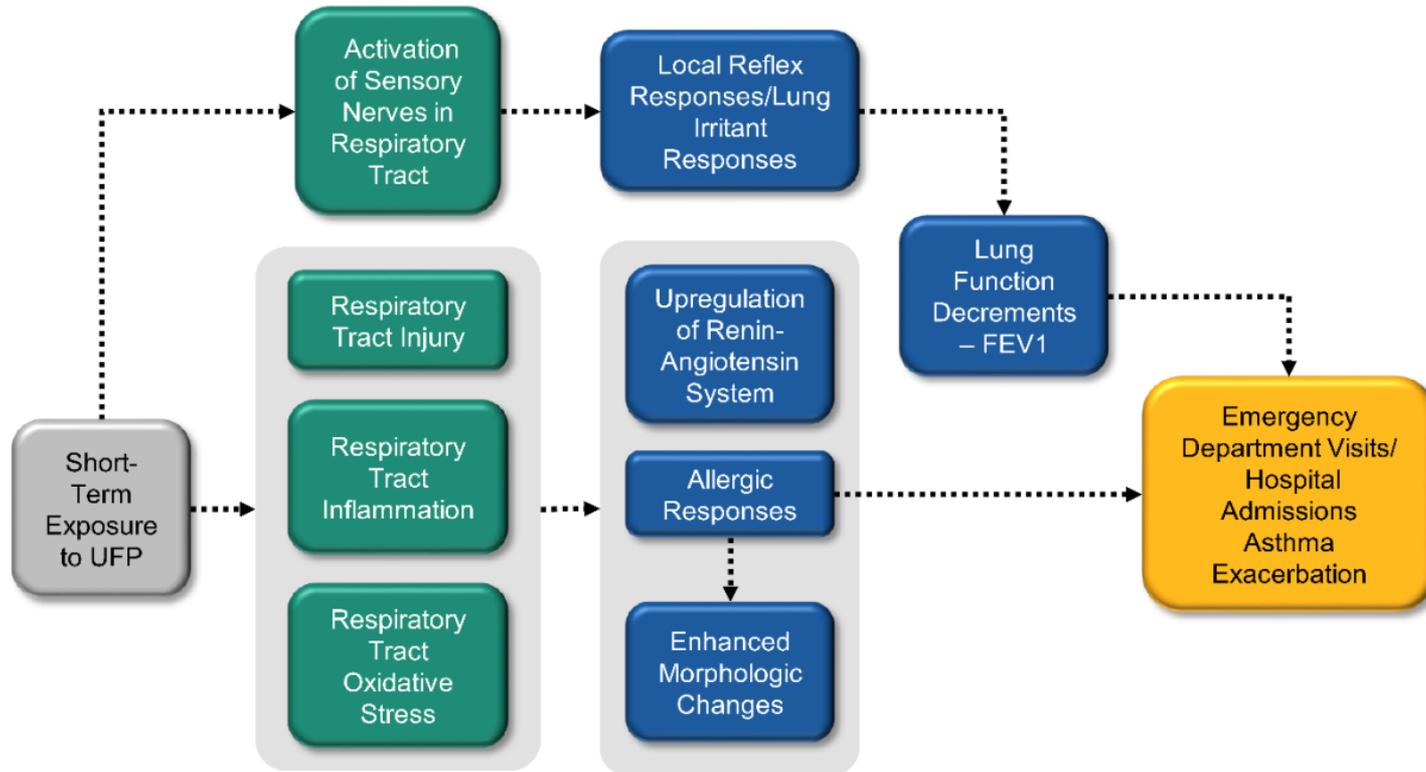
Ohlwein S et al, [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/uba\\_ufp\\_health\\_effects\\_haupt\\_final.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/uba_ufp_health_effects_haupt_final.pdf) (2018)

Design	Studienanzahl	%
<b>Langzeit</b>	gesamt=10	
Fall-Kohortenstudie	1	1.2%
Fall-Kontrollstudie	1	1.2%
Kohortenstudie	4	4.7%
Querschnittsstudie	4	4.7%
<b>Short-Term</b>	gesamt =75	
Kohortenstudie	4	4.7%
Querschnittsstudie	4	4.7%
Panelstudie (Querschnitt)	1	1.2%
Panelstudie (wiederholte Messungen)	31	36.5%
Case-crossover	8	9.4%
Scripted exposure	16	18.8%
Zeitreihenstudien	11	12.9%
<b>Gesamt</b>	<b>85</b>	<b>100.0%</b>

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“

- Alle unverblindet
- Outcomes:
  - Respiratorische Morbidität
  - Lungenfunktion
  - Blutdruck
  - Herzfrequenzvariabilität
  - Gefäßfunktion
  - Atemwegsentzündung
  - Systemische Entzündung
  - Neurokognition

# Respiratorische Effekte (ff)



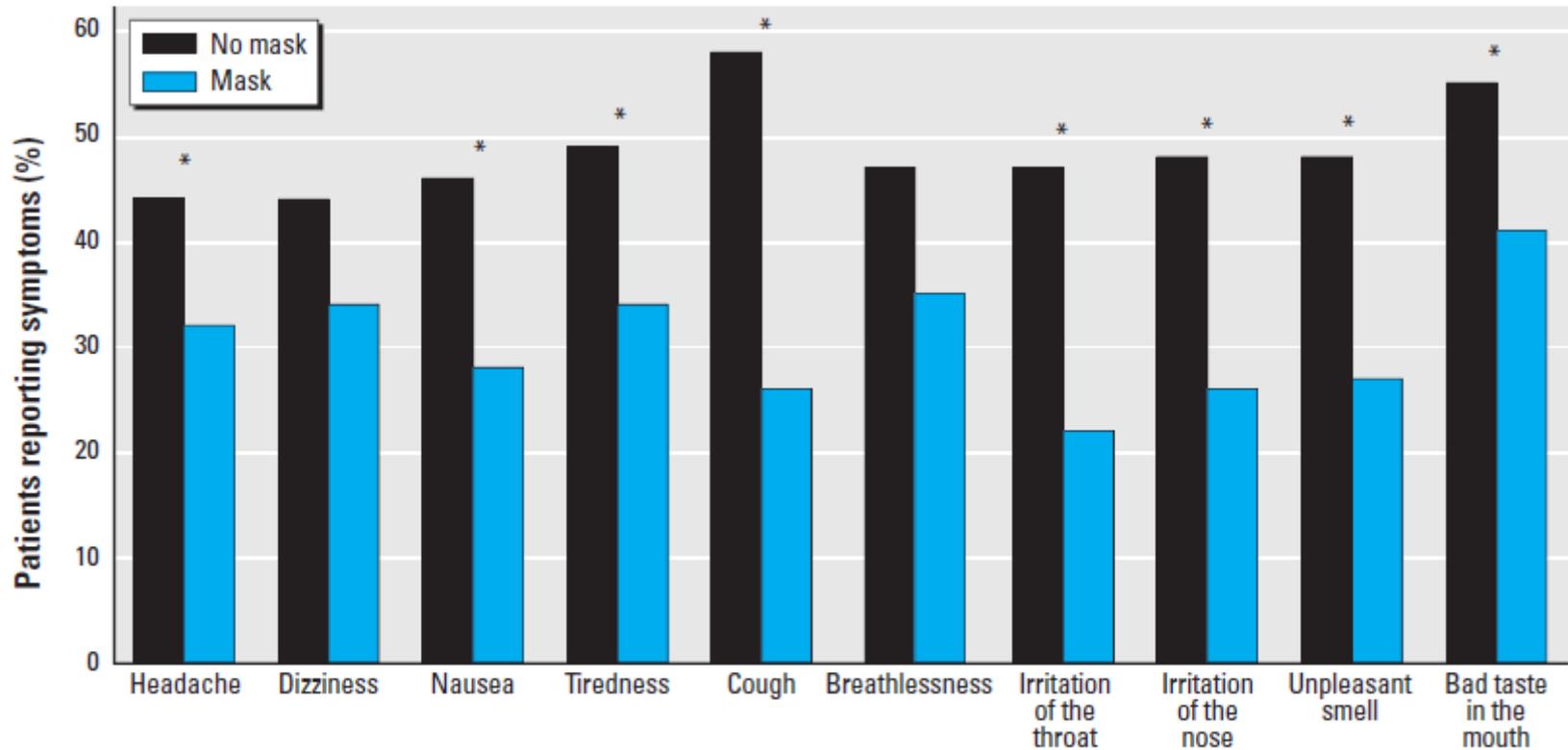
FEV<sub>1</sub> = forced expiratory volume in 1 second; UFP = ultrafine particles.

Note: The boxes above represent the effects for which there is experimental or epidemiologic evidence related to UFP exposure, and the arrows indicate a proposed relationship between those effects. Shading around multiple boxes is used to denote a grouping of these effects. Arrows may connect individual boxes, groupings of boxes, and individual boxes within groupings of boxes. Progression of effects is generally depicted from left to right and color coded (gray = exposure; green = initial effect; blue = intermediate effect; orange = effect at the population level or a key clinical effect). Here, population-level effects generally reflect results of epidemiologic studies. When there are gaps in the evidence, there are complementary gaps in the figure and the accompanying text below.

**Figure 5-50** Potential biological pathways for respiratory effects following short-term UFP exposure.

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Respiratorische Morbidität

98 Patienten mit KHK auf Straße in Peking ohne / mit FFP1-Maske



**Figure 1.** Self-reported symptoms of well-being in the presence or absence of the face mask.

\* $p < 0.05$ .

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Respiratorische Morbidität

Zusätzlich unter FFP1-Maske:

- Blutdruck niedriger
- Herzfrequenzvariabilität höher
- ST-Senkungen weniger

„Such interventions to reduce personal exposure to PM air pollution have the potential to reduce the incidence of cardiovascular events in this highly susceptible population“

*UFP dominant, aber nicht separierbar*

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Lungenfunktion (1)

- 39 asthmatische Pendler in Atlanta: Weniger FEV1-Abfall bei geringerer Partikelanzahlkonzentration (Mirabelli MC et al, Epidemiology 26 (2015) 546-555)
- 15 gesunde Radfahrer auf 2 Strecken in Berkeley: kein Unterschied in spirometrischen Veränderungen (Jarjour S et al, Environ Health 2013,12:14)
- 32 gesunde Radfahrer auf 2 Strecken in Kalifornien: Spirometrie bei Radfahren mit hoher UFP-Konzentration ↓ (Park HY et al, Environ Health 2017; 16:6)

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Lungenfunktion (2)

- 31 gesunde Studenten 5 h exponiert: U-Bahn-Station, 2 verkehrsbelasteten Straßen, Bauernhof und städtische Hintergrundbelastung: FEV1-Veränderungen korrelieren mit Partikelanzahlkonzentration (Janssen NA et al, OEM 72 (2015) 49-56)
- Ähnliche Befunde (Strak M et al, EHP 120 (2012) 1183-1189)

*Nur zwei Studien für Ko-Pollutants adjustiert*

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Blutdruck

- RR ↑ mit Partikelanzahlkonzentration:

**ja** (Kubesch NJ et al, OEM 72 (2015) 284-293)

**nein** (Laumbach RJ et al, Part Fibre Toxicol 2014; 11:45)

**borderline** (Weichenthal S et al, Part Fibre Toxicol 2014; 9; 11:70)

- Mittlerer, aber nicht diastolischer und systolischer RR ↓

**mit vs. ohne Maske** (Langrish JP et al, EHP 120 (2012) 367-372)

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Herzfrequenzvariabilität

- HRV ↓ mit Partikelanzahlkonzentration:

**ja** (Shutt RH et al, Environ Health 2017; 16:4, Langrish JP et al, EHP 120 (2012) 367-372)

**nein** (Laumbach RJ et al, Part Fibre Toxicol 2014; 11:45, Weichenthal S et al,  
Part Fibre Toxicol 2014; 9; 11:70)

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Gefäßfunktion

- Reaktive Hyperämiezeit ↑ mit Partikelanzahlkonzentration:

ja (Weichenthal S et al, Part Fibre Toxicol 2014; 9; 11:70)

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Atemwegsentzündung

- FeNO ↑ mit Partikelanzahlkonzentration:

ja (Bos I et al, Med Sci Sports Ex (2013) 439-447, Mirabelli MC et al, Epidemiology 26 (2015) 546-555, Strak M et al, OEM 70 (2013) 332-340)

- Malondialdehyd ↑ als Marker für oxidativen Stress  
mit Partikelanzahlkonzentration:

ja (Mirabelli MC et al, Epidemiology 26 (2015) 546-555)

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Systemische Entzündung

- CRP ↑ mit Partikelanzahlkonzentration:

nein (Strak M et al, OEM 70 (2013) 332-340)

- Neutrophile ↑ mit Partikelanzahlkonzentration:

ja (Steenhof M et al, Inhal Toxicol 26 (2014) 141-165)

- TNF ↑ mit Partikelanzahlkonzentration:

ja (Steenhof M et al, Inhal Toxicol 26 (2014) 141-165)

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“: Outcome Neurokognition

- Fehlender Anstieg von BDNF (brain derived neurotrophic factor) beim Radfahren mit ↑ Partikelanzahlkonzentration im Vergleich zu geringer Partikelanzahlkonzentration:  
ja (Bos I et al, Neurosci Lett 500 (2011) 129-132)
- Fehlende Verbesserung neurokognitiver Tests bei aerobem Training mit ↑ Partikelanzahlkonzentration im Vergleich zu geringer Partikelanzahlkonzentration:  
ja (Bos I et al, Med Sci Sports Exerc (2013) 439-447)

*Nicht für Ko-Pollutants adjustiert*

# 16 kontrollierte Expositionsstudien „real life“

- Outcomes:
  - Respiratorische Morbidität **Hinweise (1 Studie)**
  - Lungenfunktion **Hinweise**
  - Blutdruck variabel
  - Herzfrequenzvariabilität variabel
  - Gefäßfunktion **advers (1 Studie)**
  - Atemwegsentzündung **advers**
  - Systemische Entzündung variabel
  - Neurokognition **Hinweise**

*UFP dominant, aber immer Mischexpositionen,  
nicht durchgehend adjustiert, damit Kausalität  
für UFP m.E. **fraglich***

**Table 1-4 Health and welfare effects causality determinations from the 2009 and current Integrated Science Assessment for Particulate Matter.**

Summary of Causality Determinations		
Size Fraction	2009 PM ISA	Current PM ISA
<i>Chapter 5. Respiratory Effects</i>		
<b>Short-Term Exposure</b>		
PM <sub>2.5</sub>	Likely to be causal	Likely to be causal
PM <sub>10-2.5</sub>	Suggestive of, but not sufficient to infer	Suggestive of, but not sufficient to infer
UFP	Suggestive of, but not sufficient to infer	Suggestive of, but not sufficient to infer
<b>Long-Term Exposure</b>		
PM <sub>2.5</sub>	Likely to be causal	Likely to be causal
PM <sub>10-2.5</sub>	Inadequate	Inadequate
UFP	Inadequate	Inadequate
<i>Chapter 6. Cardiovascular Effects</i>		
<b>Short-Term Exposure</b>		
PM <sub>2.5</sub>	Causal	Causal
PM <sub>10-2.5</sub>	Suggestive of, but not sufficient to infer	Suggestive of, but not sufficient to infer
UFP	Suggestive of, but not sufficient to infer	Suggestive of, but not sufficient to infer

<b>Fraction Ultrafine</b>	<b>2000 PM ISA</b>	<b>2019 PM ISA</b>
<b>Cardiovascular effects</b>		
Long term	inadequate	inadequate
<b>Metabolic effects</b>		
Short term	-	inadequate
Long term	-	inadequate
<b>Nervous system effects</b>		
Short term	inadequate	suggestive but not sufficient to infer
Long term	-	suggestive but not sufficient to infer

# Respiratory and cardiovascular responses to walking down a traffic-polluted road compared with walking in a traffic-free area in participants aged 60 years and older with chronic lung or heart disease and age-matched healthy controls: a randomised, crossover study

*Rudy Sinharay\*, Jicheng Gong\*, Benjamin Barratt, Pamela Ohman-Strickland, Sabine Ernst, Frank Kelly, Junfeng (Jim) Zhang, Peter Collins, Paul Cullinan, Kian Fan Chung*

40 Gesunde, 40 COPD, 39 KHK in Oxford Street vs. Hyde Park

Luftbelastung mit mehreren adversen Outcomes assoziiert

COPD: UFP-Effekte auf Lungenfunktion

# UFP: Ergebnisse klinischer Untersuchungen

- Kontrollierte Expositionsstudien “real life”
- Kontrollierte Expositionsstudien im Labor
- Vorarbeiten
- Denkbarer Plan

# UFP: Expositionsstudien im Labor (1)

Doppelblinde Studien möglich:

- **Gesunde: Reduktion expiratorischer Flüsse**  
(Pietropaoli AP et al, Inhal Toxicol 16 (2004) 59-72)
- **UFP aus Kfz-Emissionen: oxidativer DNA-Schaden**  
(Bräuner EV et al, EHP 115 (2007) 1177-1182)
- **Typ 2-Diabetiker: Herzfrequenzvariabilität ↓**  
(Vora R et al, Part Fibre Tox 2014; 11:31)

# UFP: Expositionsstudien im Labor (2)

- Metabolisches Syndrom und GSTM1-Defizit:  
Entzündungsmarker ↑, Gerinnungsmarker ↑ (Devlin RB et al, Toxicol Sci 140 (2014) 61-72)
- Gesunde: 8-OH-DG ↑ (Liu L et al, EHP 123 (2015) 534-540)
- Gesunde > 50: UFP und Ozon in Kombination, aber nicht UFP allein: Sputum-Neutrophilie, systemisch Leukozytose (Heusser K et al, Scientific Reports (2019) 9:3641)

# UFP: Ergebnisse klinischer Untersuchungen

- Kontrollierte Expositionsstudien “real life”
- Kontrollierte Expositionsstudien im Labor
- Vorarbeiten
- Denkbare Plan

# Studienziel

## ***Erste Hypothese:***

Ergebnisse der Emissionsmessungen aus Bürogeräten unter kontrollierten Bedingungen in Testkammern sind nutzbar für das Design von Expositionsversuchen mit Versuchspersonen in Expositions-kammern.

## ***Zweite Hypothese:***

Kontrollierte Expositionen von Versuchspersonen gegenüber Emissionen aus Bürogeräten sind durchführbar und lassen Schlussfolgerungen über mögliche gesundheitsschädliche Effekte zu und sind Vor-Ort-Messungen an Arbeitsplätzen deutlich überlegen.

## ***Dritte Hypothese:***

Das Auftreten gesundheitlicher Effekte bei Gesunden, Asthmatikern und beschwerdeführenden Personengruppen lässt sich durch eine experimentelle Studie unter kontrollierten Bedingungen in der Expositions-kammer erfassen.

# Untersuchungen

Konventionelle Lungenfunktion (Spirometrie, Ganzkörperplethysmographie)

Exhalierendes NO bei konstantem Fluss und verschiedenen Ausatemraten

Messung der alveolären NO-Konzentration

(Exhalierendes CO)

Kombinierte Diffusionskapazität für NO und CO (DLNO /DLCO)

Analyse des Atemkondensats auf  $H_2O_2$  als Marker für oxidativen Stress

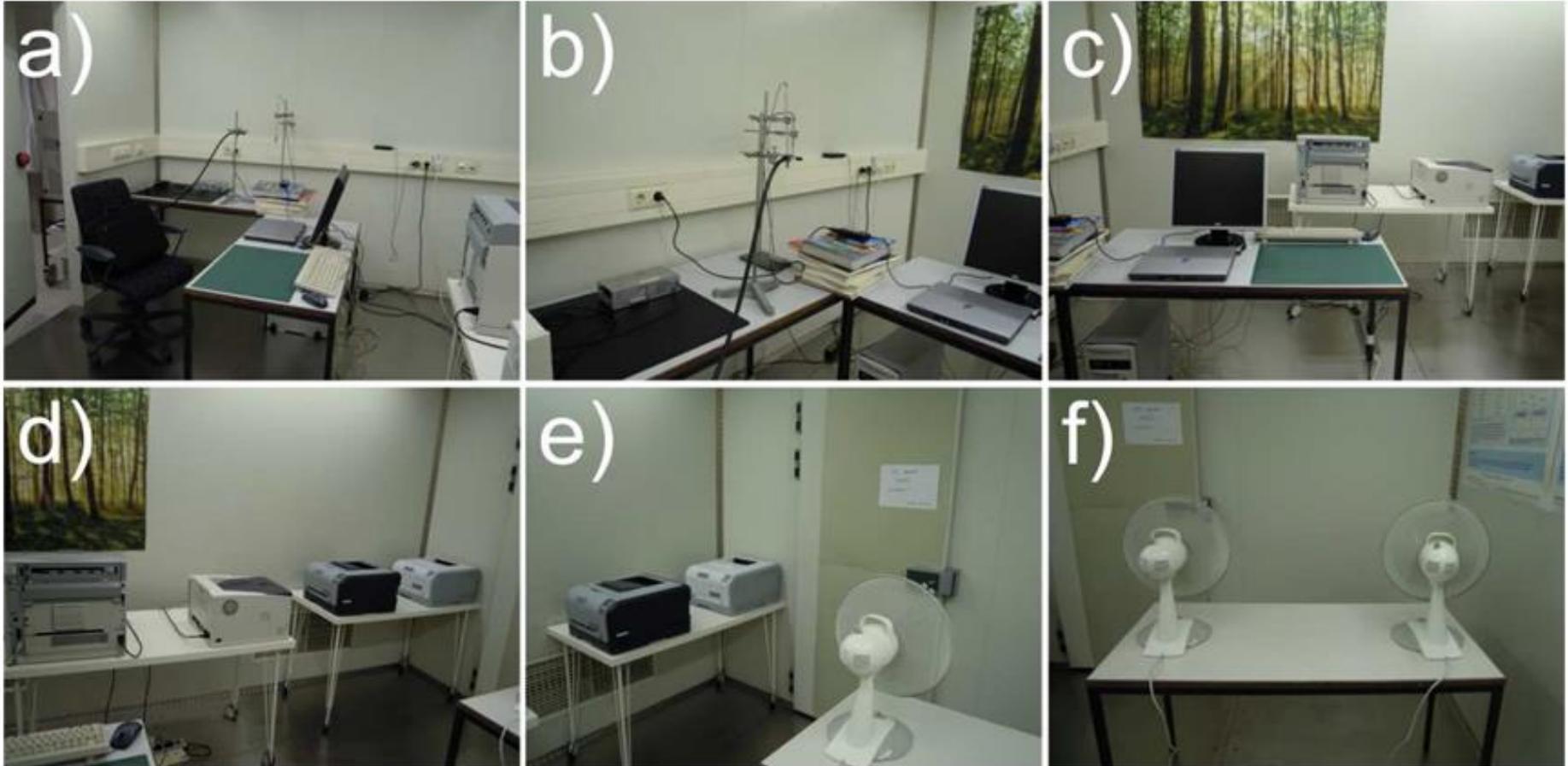
Standardisierter Befindlichkeitsfragebogen

Aufmerksamkeits- und Belastungstest d2

Computergestützte Neurokognitionstests

Systemische Entzündungsmarker (IL-1, IL-6, TNF-alpha, GM-CSF, NO-Metabolite) in Blut und Nasensekret

# Expositionsraum



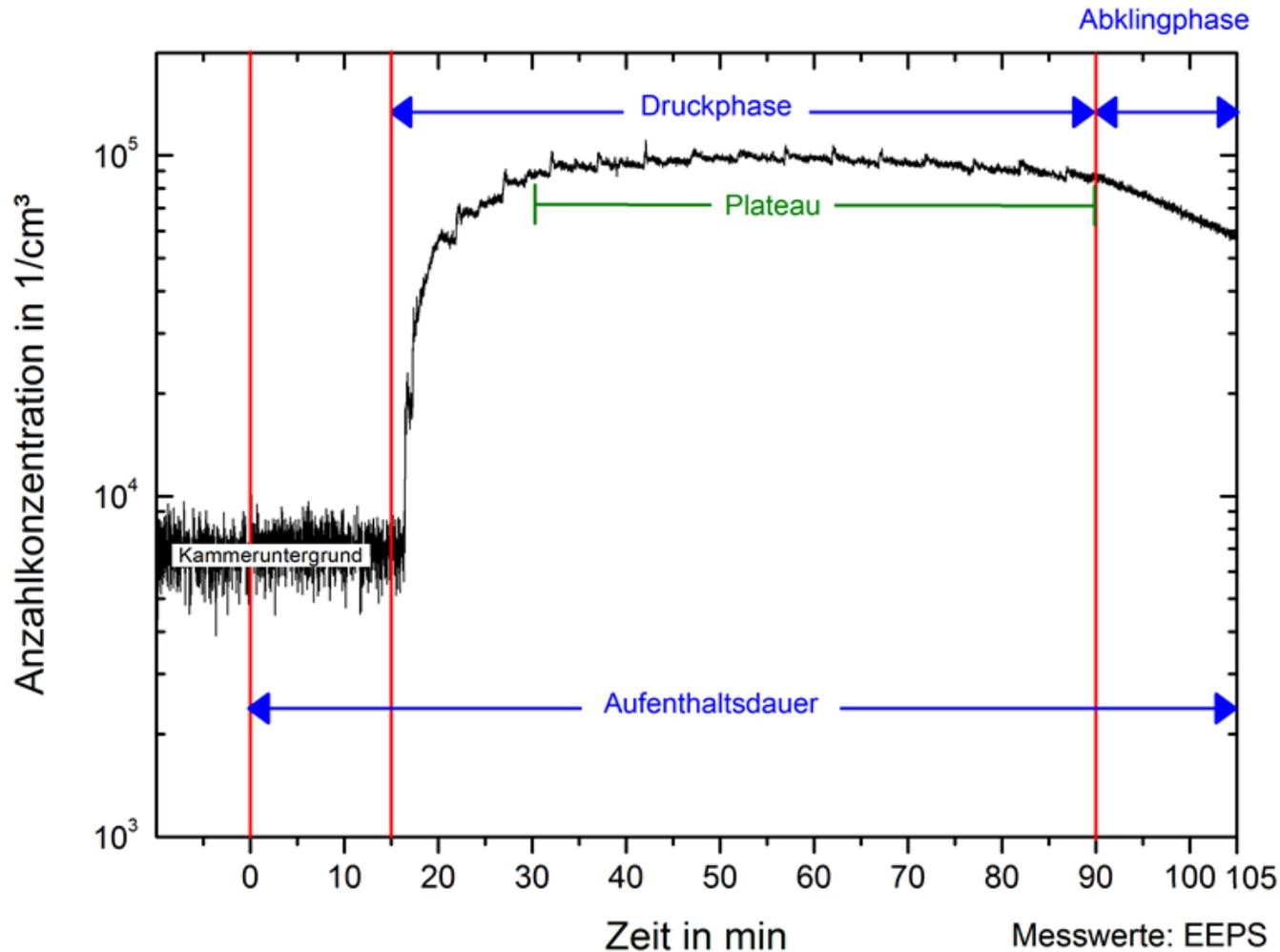
Oben: Schematischer Aufbau der Expositions-kammer; gezeigt ist die Druckeraufstellung bei einer High-Level-Exposition. Unten: Innenansicht der Expositions-kammer: a) Eingang und Sitzplatz des Probanden, b) Sensoren und Aerosolmesspunkt, c) Probandenposition, d) Druckerpositionen, e) Position inaktiver Drucker, f) Standort der Ventilatoren

# Expositionsraum

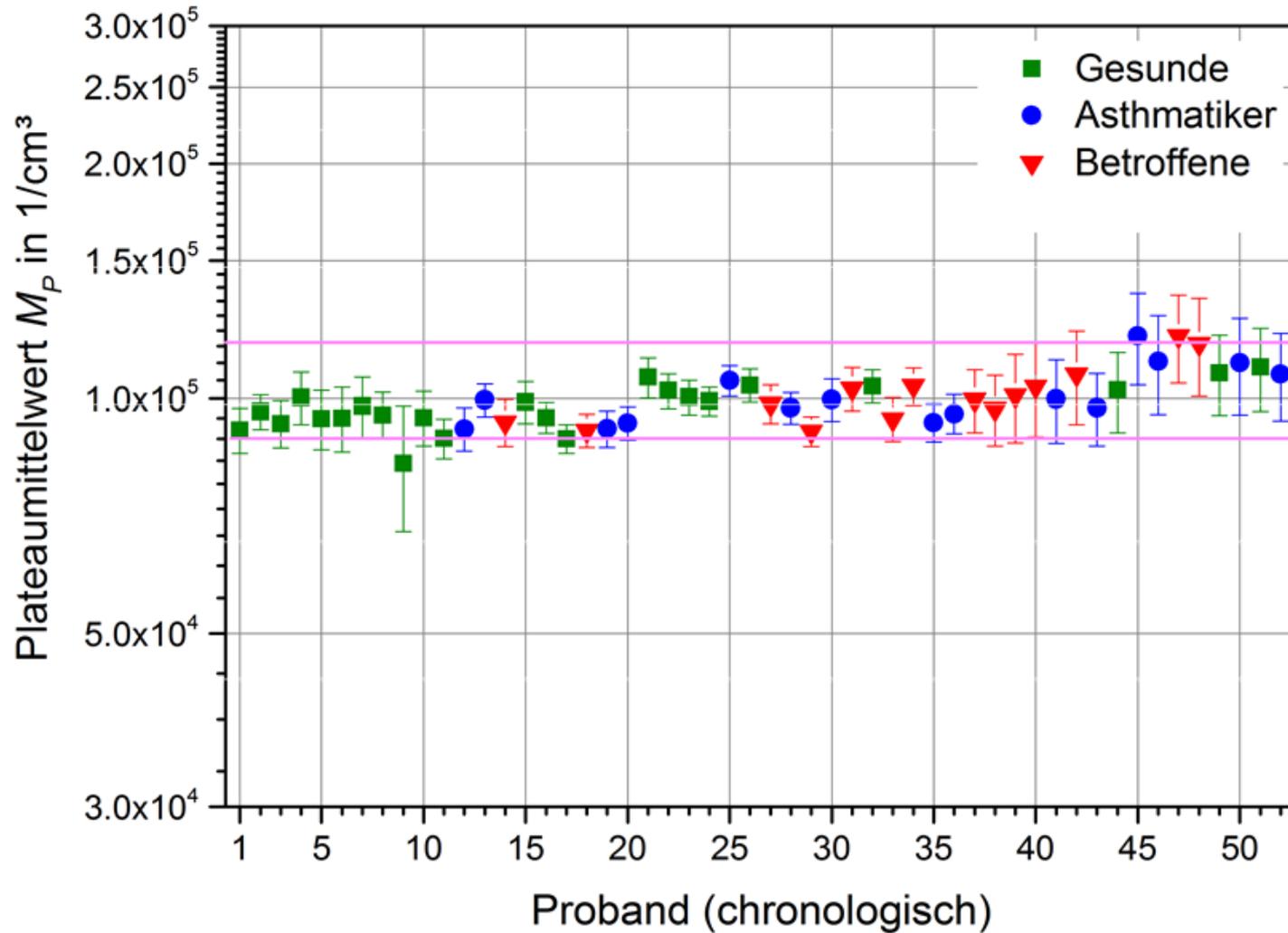


Sitzplatz des Probanden mit Ansaugschlauch für die Ultrafeinpartikelmessung, Sonden für das Klimamonitoring und Messgerät für Partikel im  $\mu\text{m}$ -Bereich (Grimm 1.108)

# Typischer zeitlicher Verlauf der Gesamtpartikel-Anzahlkonzentration bei einer High Emitter-Exposition

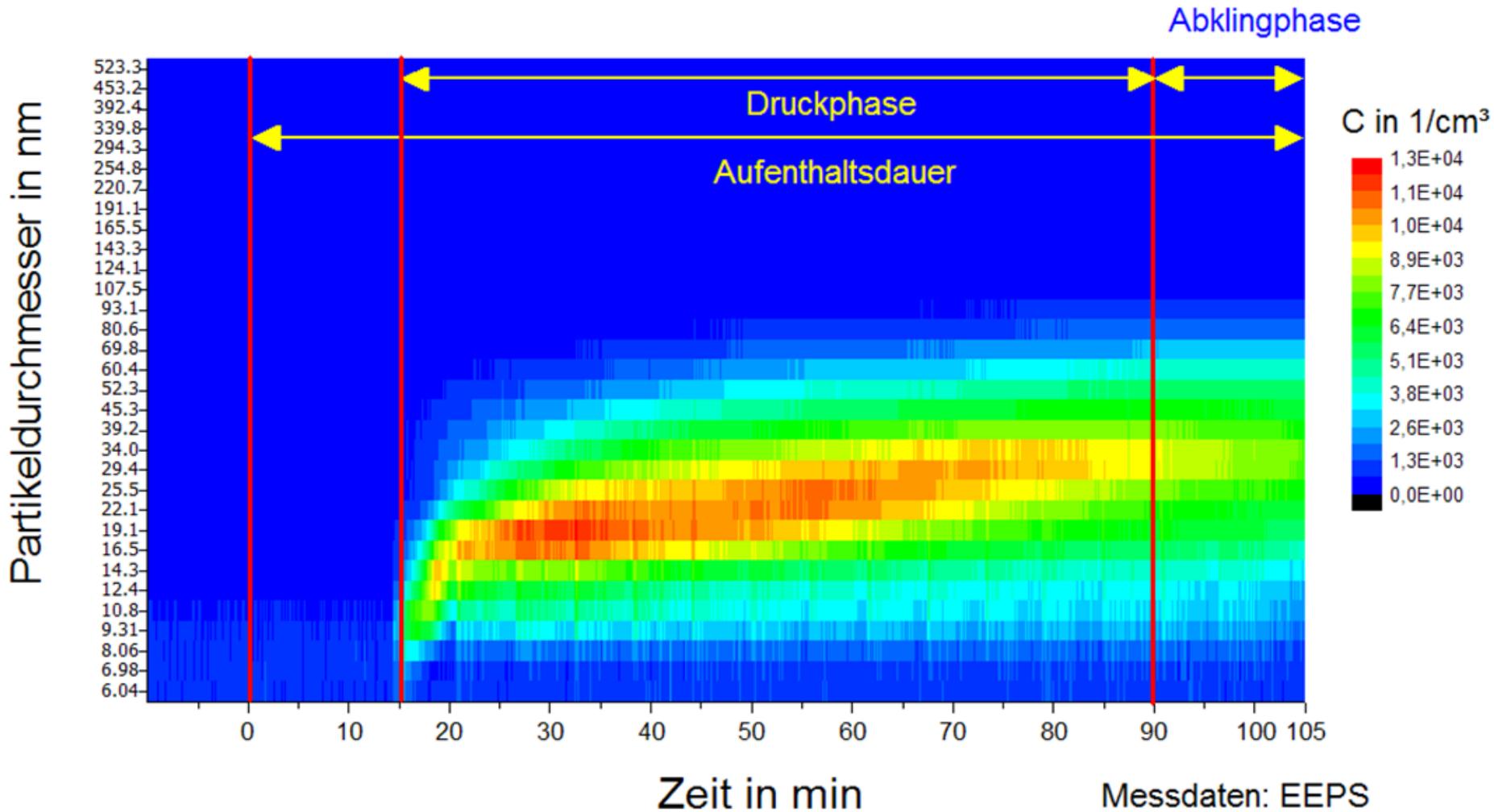


# Plateau-Anzahlkonzentrationen der HE-Expositionen



Plateauparameter  $M_P$  der High-Level-Expositionen. Der 90 %-Konfidenzbereich ist gekennzeichnet.

# Partikelgrößenverteilung <560 nm über die gesamte Aufenthaltsdauer bei HE-Exposition



# Anthropometrische Daten der Probanden

	Gesunde	Asthma-Probanden	Betroffene
Anzahl (m;w)	23 (12;11)	14 (5;9)	15 (3;12)
Alter	43,6	35,6	47,6
SD	12,5	11,6	6,8
min;max	20;60	21;57	33;58
Größe (cm)	174,3	169,4	167,5
SD	5,5	9,9	9,8
BMI	25,0	24,6	25,0
SD	3,6	1,8	4,7

Alter in Jahren, BMI in  $\text{kg}/\text{m}^2$

# Ablauf der Expositionen der Probanden

	Proband	Untersucher
Vorbereitung		Einlaufen und Kalibration der Messgeräte, Überprüfung der Uhrzeit, Laborvorbereitungen, Vorbereitung der Drucker
	10:00 Uhr: Abholung des Probanden Anamnese, Blutdruckmessung, Anlegen des EKGs	
		Start Klimaanlage Kammer
Voruntersuchung	Exhalierendes CO	
	NO-Kalibration und -Messung bei 4 Flussraten	
	CO- und NO-Diffusionskapazität	
	Bodyplethysmographie	
	Atemkondensat-Sammlung	
10-minütige Ruhezeit	Kondensataufbereitung	
Einlegen der Nasenwatte		
Blutentnahme		
Entfernen der Nasenwatte		
Fragebogen zu Symptomen	Stopp Klimaanlage Kammer	
Toilettenbesuch		

<b>Exposition</b>	Betreten der Kammer 1. Testreihe Computertests Druckeraktivität für 75 Minuten, nach 50 Minuten 5-minütige Ruhezeit 2. Testreihe Computertests Verlassen der Kammer	Probenaufbereitung
<b>Nachuntersuchung</b>	Fragebogen Sympt. + Zusatzfragen Wohlbefinden evtl. Toilettenbesuch Exhalierendes CO NO-Kalibration und -Messung bei 4 Flussraten CO- und NO-Diffusionskapazität Bodyplethysmographie Atemkondensat-Sammlung 10-minütige Ruhezeit Einlegen der Nasenwatte Blutentnahme Entfernen der Nasenwatte	Start Klimaanlage Kammer
		Auslesen von Expositionsdaten (Grimm)
		Kondensataufbereitung
<b>Nachbereitung</b>		Vorbereitung der Drucker für nächsten Termin
		Probenaufbereitung
		Transport der Mikrowell-Platten zum Lesegerät
		Bestimmung der H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Werte im Atemkondensat

# Zusammenfassung (Physiologie)

- Über alle Probanden gemittelt
- Keine statistisch signifikanten / relevanten Änderungen in Spirometrie und Bodyplethysmographie oder CO-Diffusionskapazität
- Volumenbezogene Diffusionskapazität für NO fiel nach HE- stärker als nach LE-Exposition, Unterschied nicht signifikant
- Bronchiales und alveoläres NO keine Änderungen
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Anstieg für beide Expositionen, ohne belegbaren Unterschied
- Im Serum Anstieg der Konzentration von ECP nach HE- und LE-Exposition, tendenziell stärker nach HE; Gesamt-IgE nach beiden Expositionen geringfügig erhöht
- Für Zytokine sowie 8-OHdG im Serum keine bzw. keine interpretierbaren / statistisch robusten Effekte
- Im Nasensekret Anstieg der Konzentration von IL-6 nach beiden Expositionen, tendenziell stärker nach LE- als nach HE-Exposition; IL-8 Abnahme nach LE, nach HE nicht statistisch signifikant
- **Funktionell und biochemisch kein konsistentes Bild derart, dass Änderungen klar Betroffenen, Asthmatikern oder bronchial Hyperreagiblen hätten zugeordnet werden können**

## ORIGINAL ARTICLE

# Health effects of laser printer emissions: a controlled exposure study

S. Karrasch<sup>1,2</sup>  | M. Simon<sup>1</sup> | B. Herbig<sup>1</sup> | J. Langner<sup>3</sup> | S. Seeger<sup>3</sup> | A. Kronseder<sup>1</sup> | S. Peters<sup>1</sup> | G. Dietrich-Gümperlein<sup>1</sup> | R. Schierl<sup>1</sup> | D. Nowak<sup>1,4</sup> | R. A. Jörres<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Institute and Outpatient Clinic for Occupational, Social and Environmental Medicine, Inner City Clinic, University Hospital of Munich, Ludwig-Maximilians-Universität, Munich, Germany

<sup>2</sup>Institute of Epidemiology I, Helmholtz Zentrum München - German Research Center for Environmental Health, Neuherberg, Germany

<sup>3</sup>Division Materials and Air Pollutants, BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, Berlin, Germany

<sup>4</sup>Comprehensive Pneumology Center Munich (CPC-M), Member of the German Center for Lung Research, Munich/Neuherberg, Germany

## Correspondence

Dr. Stefan Karrasch, Institute and Outpatient Clinic for Occupational, Social and Environmental Medicine, Inner City Clinic, University Hospital of Munich, Ludwig-Maximilians-Universität, Munich, Germany.  
Email: stefan.karrasch@med.uni-muenchen.de

 Funding information

German Statutory Accident Insurance,  
Grant/Award Number: FP294

## Abstract

Ultrafine particles emitted from laser printers are suspected to elicit adverse health effects. We performed 75-minute exposures to emissions of laser printing devices (LPDs) in a standardized, randomized, cross-over manner in 23 healthy subjects, 14 mild, stable asthmatics, and 15 persons reporting symptoms associated with LPD emissions. Low-level exposures (LLE) ranged at the particle background ( $3000 \text{ cm}^{-3}$ ) and high-level exposures (HLE) at  $100\,000 \text{ cm}^{-3}$ . Examinations before and after exposures included spirometry, body plethysmography, transfer factors for CO and NO (TLCO, TLNO), bronchial and alveolar NO, cytokines in serum and nasal secretions (IL-1 $\beta$ , IL-5, IL-6, IL-8, GM-CSF, IFN $\gamma$ , TNF $\alpha$ ), serum ECP, and IgE. Across all participants, no statistically significant changes occurred for lung mechanics and NO. There was a decrease in volume-related TLNO that was more pronounced in HLE, but the difference to LLE was not significant. ECP and IgE increased in the same way after exposures. Nasal IL-6 showed a higher increase after LLE. There was no coherent pattern regarding the responses in the participant subgroups or single sets of variables. In conclusion, the experimental acute responses to short but very high-level LPD exposures were small and did not indicate clinically relevant effects compared to low particle number concentrations.

## ORIGINAL ARTICLE

# Psychological and cognitive effects of laser printer emissions: A controlled exposure study

B. Herbig<sup>1</sup>  | R. A. Jörres<sup>1,2</sup> | R. Schierl<sup>1</sup> | M. Simon<sup>1</sup> | J. Langner<sup>3</sup> | S. Seeger<sup>3</sup> |  
D. Nowak<sup>1,2</sup> | S. Karrasch<sup>1,2,4</sup> 

<sup>1</sup>Institute and Clinic for Occupational, Social and Environmental Medicine, University Hospital, LMU Munich, Munich, Germany

<sup>2</sup>Comprehensive Pneumology Center Munich (CPC-M), Member of the German Center for Lung Research, Munich, Germany

<sup>3</sup>Division Materials and Air Pollutants, BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, Berlin, Germany

<sup>4</sup>Institute of Epidemiology I, Helmholtz Zentrum München – German Research Center for Environmental Health, Neuherberg, Germany

## Correspondence

Britta Herbig, Institute and Clinic for Occupational, Social and Environmental Medicine, University Hospital, LMU Munich, Munich, Germany.  
Email: [britta.herbig@med.uni-muenchen.de](mailto:britta.herbig@med.uni-muenchen.de)

## Funding information

German Statutory Accident Insurance, Grant/Award Number: FP294.

## Abstract

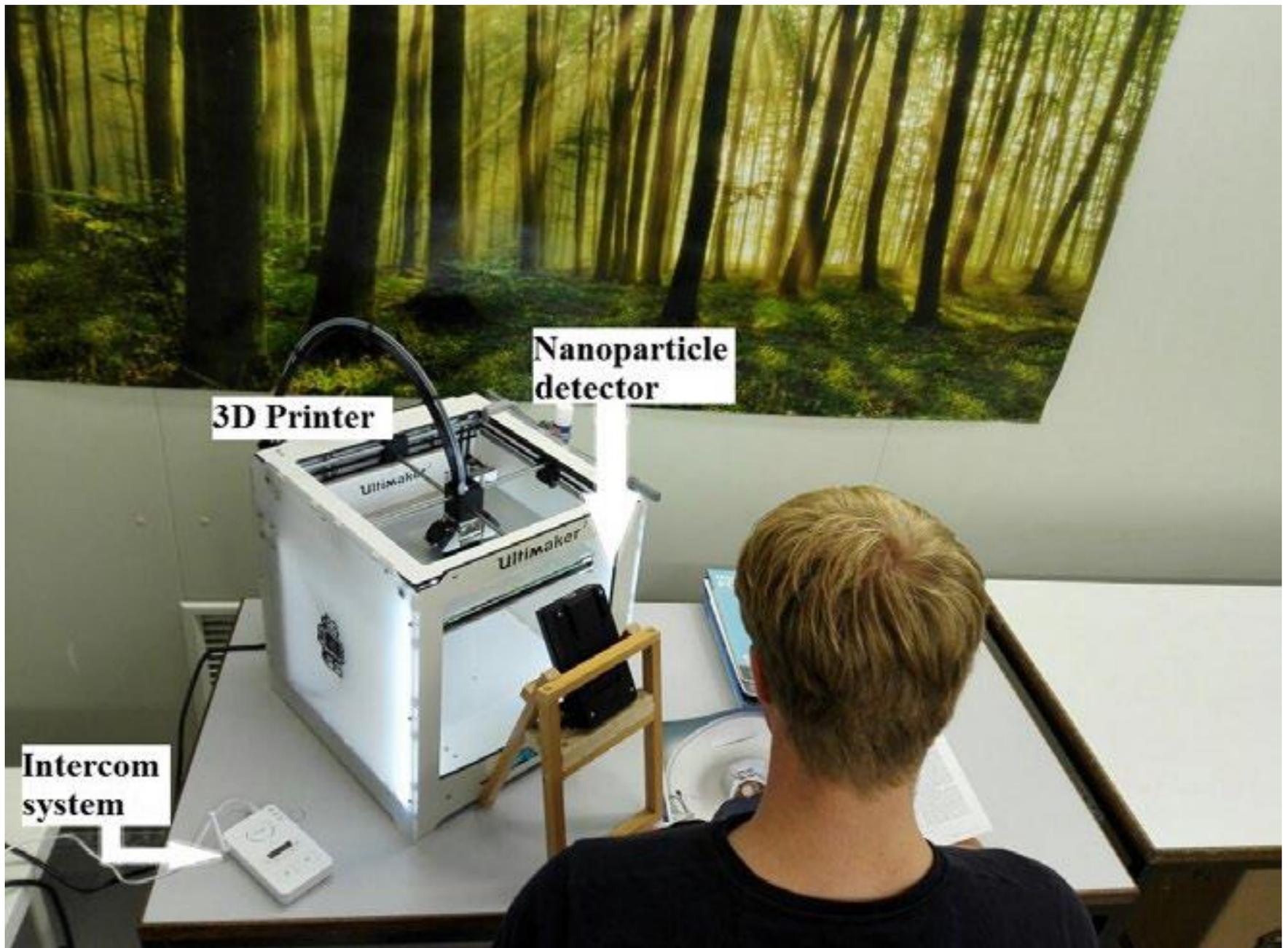
The possible impact of ultrafine particles from laser printers on human health is controversially discussed although there are persons reporting substantial symptoms in relation to these emissions. A randomized, single-blinded, cross-over experimental design with two exposure conditions (high-level and low-level exposure) was conducted with 23 healthy subjects, 14 subjects with mild asthma, and 15 persons reporting symptoms associated with laser printer emissions. To separate physiological and psychological effects, a secondary physiologically based categorization of susceptibility to particle effects was used. In line with results from physiological and biochemical assessments, we found no coherent, differential, or clinically relevant effects of different exposure conditions on subjective complaints and cognitive performance in terms of attention, short-term memory, and psychomotor performance. However, results regarding the psychological characteristics of participants and their situational perception confirm differences between the participants groups: Subjects reporting symptoms associated with laser printer emissions showed a higher psychological susceptibility for adverse reactions in line with previous results on persons with multiple chemical sensitivity or idiopathic environmental intolerance. In conclusion, acute psychological and cognitive effects of laser printer emissions were small and could be attributed only to different participant groups but not to differences in exposure conditions in terms of particle number concentrations.

## KEYWORDS

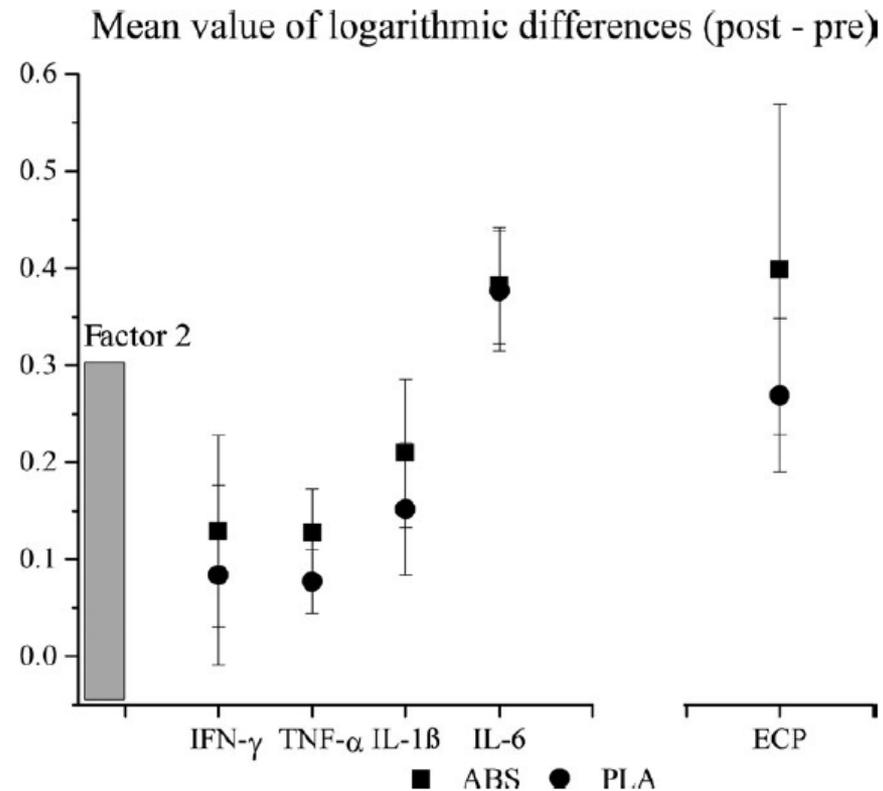
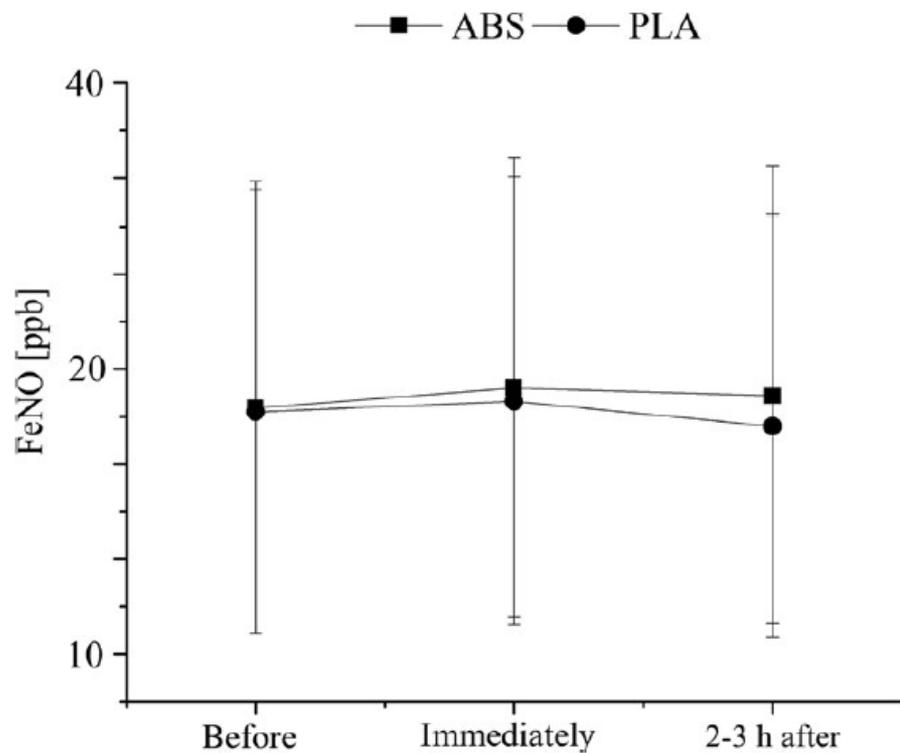
cognitive performance, exposure, idiopathic environmental intolerance, laser printer emission, multiple chemical sensitivity, subjective complaints

# Acute health effects of desktop 3D printing (fused deposition modeling) using acrylonitrile butadiene styrene and polylactic acid materials: An experimental exposure study in human volunteers

I. Gümperlein<sup>1</sup>  | E. Fischer<sup>1</sup> | G. Dietrich-Gümperlein<sup>1</sup> | S. Karrasch<sup>1,2,3</sup>  |  
D. Nowak<sup>1,3</sup> | R. A. Jörres<sup>1,3</sup> | R. Schierl<sup>1</sup>







ABS = Acrylnitril-Butadienstyrol, PLA= Polymilchsäure

# UFP: Ergebnisse klinischer Untersuchungen

- Kontrollierte Expositionsstudien “real life”
- Kontrollierte Expositionsstudien im Labor
- Vorarbeiten
- Denkbarer Plan

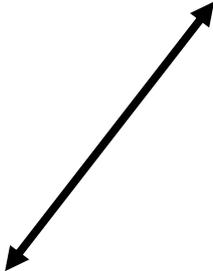
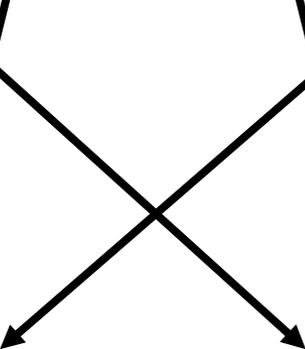
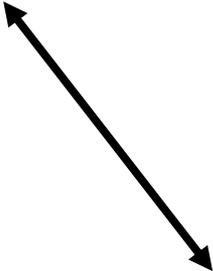
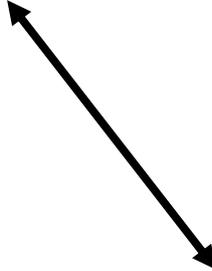
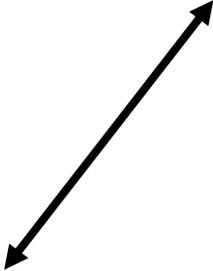
Kommunikation

Epidemiologie:  
Kohorten

Exposition quantitativ,  
qualitativ

Panel-Studienansatz

Kontrollierte Exposition  
- real life  
- Labor



Sehr gute Charakterisierung der Exposition

Sehr gute Charakterisierung der Probanden

Gesunde oder Risikogruppe (z. B. BHR, GSTM1-Mangel)

Cross-over-Design mit verschiedenen Outcomes

z. B. Englischer Garten vs. Landshuter Allee

mit / ohne noise cancelling device

...

# Kontrollierte Expositionsstudien

## Real life

Mischexposition

Unverblindet

Lebensnah

...

## Labor

Reine Exposition

Verblindet

Substanzspezifisch

...



# Relevanz von Humanstudien für die Ableitung von Arbeitsplatzgrenzwerten

Positionierung der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe



DER KOPIERER  
GEHT WIEDER!

KANN IHNEN  
ABER AUCH  
EGAL SEIN!

