

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

2. Symposium UFP in der Außenluft und in Innenräumen

Ultrafeine Partikel (UFP) – was ist bekannt und was müssen wir wissen?

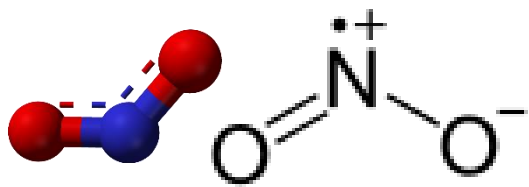
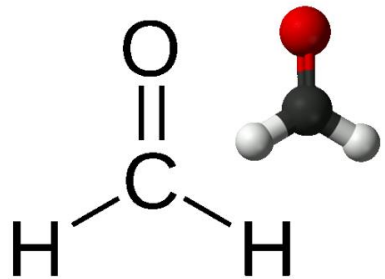
Wolfram Birmili, II 1.3, Innenraumhygiene
Umweltbundesamt (UBA), Corrensplatz 1, 14195 Berlin
Email: wolfram.birmili@uba.de

Mit fachlichen Beiträgen von:

UBA: Anja Lüdecke, Ana-Maria Scutaru, Wolfgang Straff, Katrin Süring, Dietrich Plaß
TROPOS: Jiangyue Zhao, Jia Sun, Alfred Wiedensohler; LfULG: Gunter Löschau

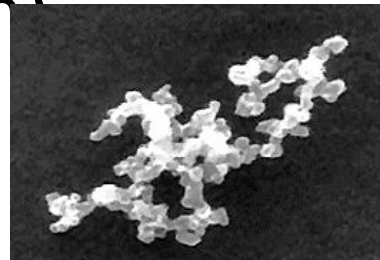
Schädliche Exposition des Menschen über die Luft...

Gase



Partikel
(Feinstaub)

Ultrafeine
Partikel ($D < 100$
 nm)



Strahlung



α



β



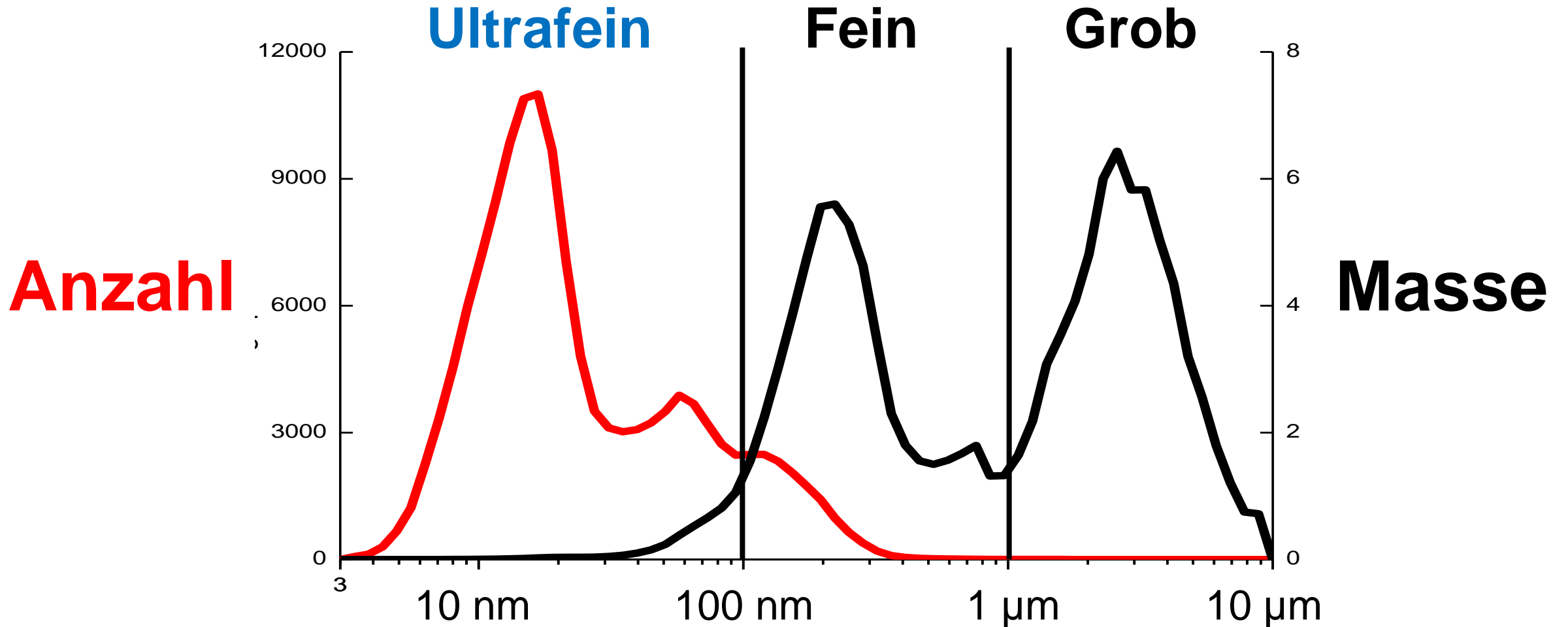
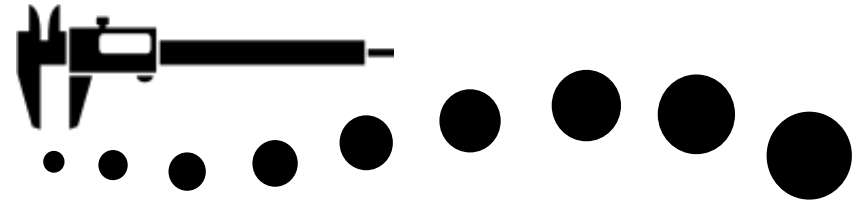
γ



n

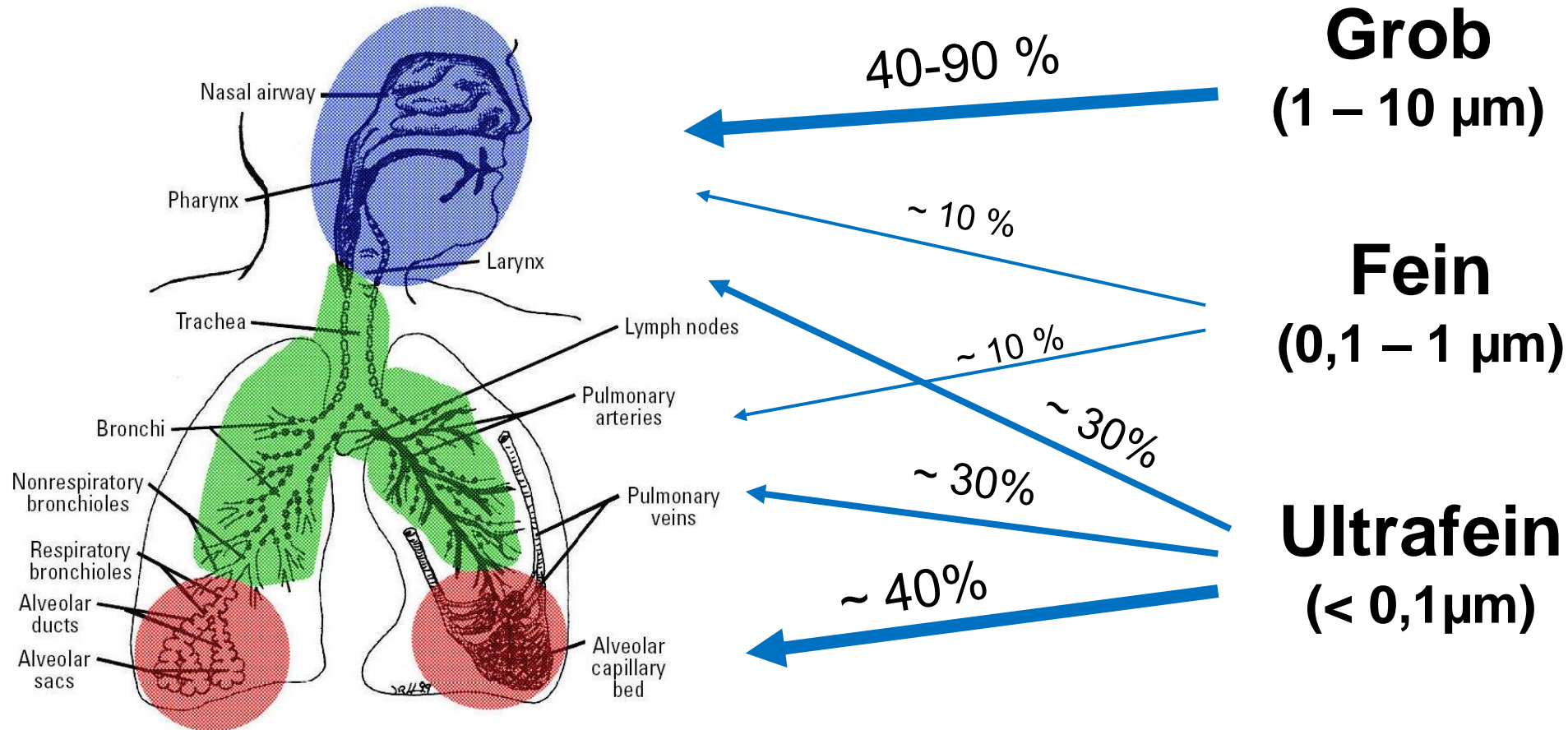


Die Größenverteilung



Daten: Leibniz-Institut für Troposphärenforschung, Leipzig

Lungendeposition der Partikel



Quelle: Oberdörster et al. (2005) *Environ. Health Perspect.* DOI: 10.1289/ehp.7339

Bei den Prozentzahlen handelt es sich um grobe Schätzungen.
Konkret hängt dies von der Struktur der Partikelgrößenverteilung ab.

Begrifflichkeit

Nanopartikel

- nm-Dimension
- Industrielle Produktion
- Materialien mit besonderen Eigenschaften
- Arbeitsplatz

Ultrafeine Partikel

- $D_p < 100 \text{ nm}$
- „Nichtbeabsichtigt“
- Verbrennungsprozesse
- Natürliche Quellen
- Umwelt

Partikel: gesundheitlich relevante Faktoren

- Größe
- Oberfläche
- Form
- Löslichkeit / Biopersistenz
- Oberflächenreaktivität
 - Kristallstruktur
 - Funktionalisierte Gruppen oder Beschichtungen
- Status der Agglomeration / Mischung

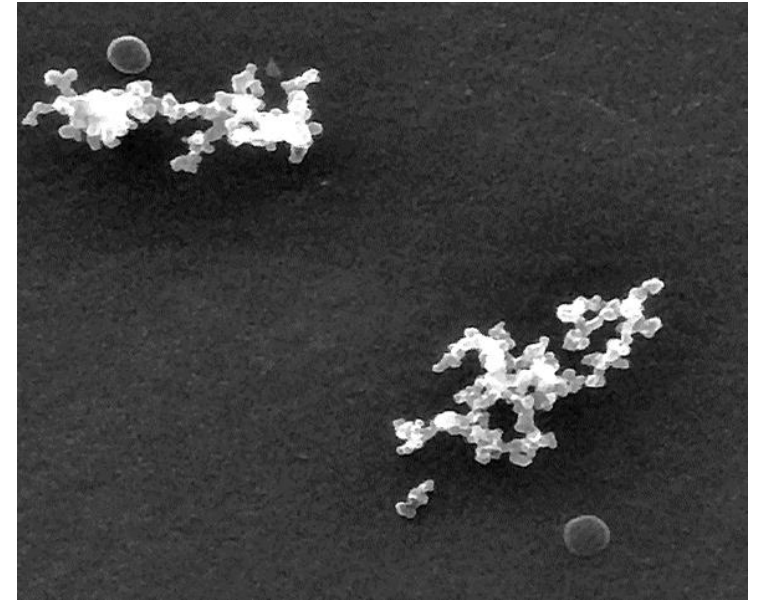
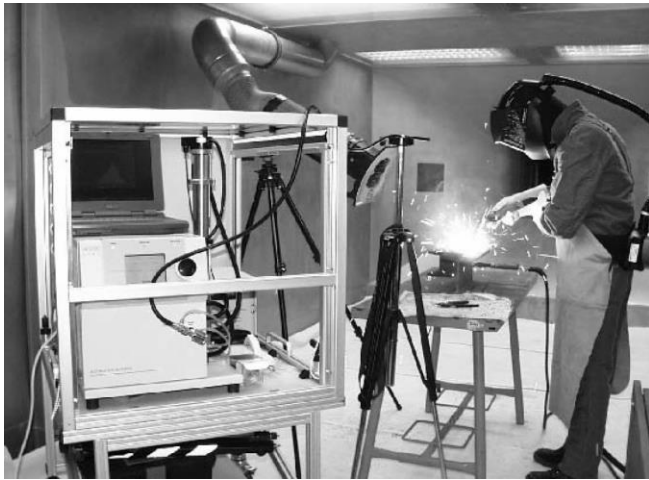


Abbildung: Martin Ebert, TU Darmstadt

Typen von UFP

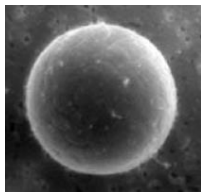
Metallurgie



Verbrennungs-
prozesse



Biosphäre

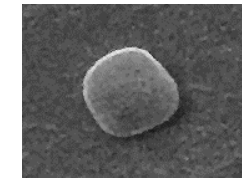
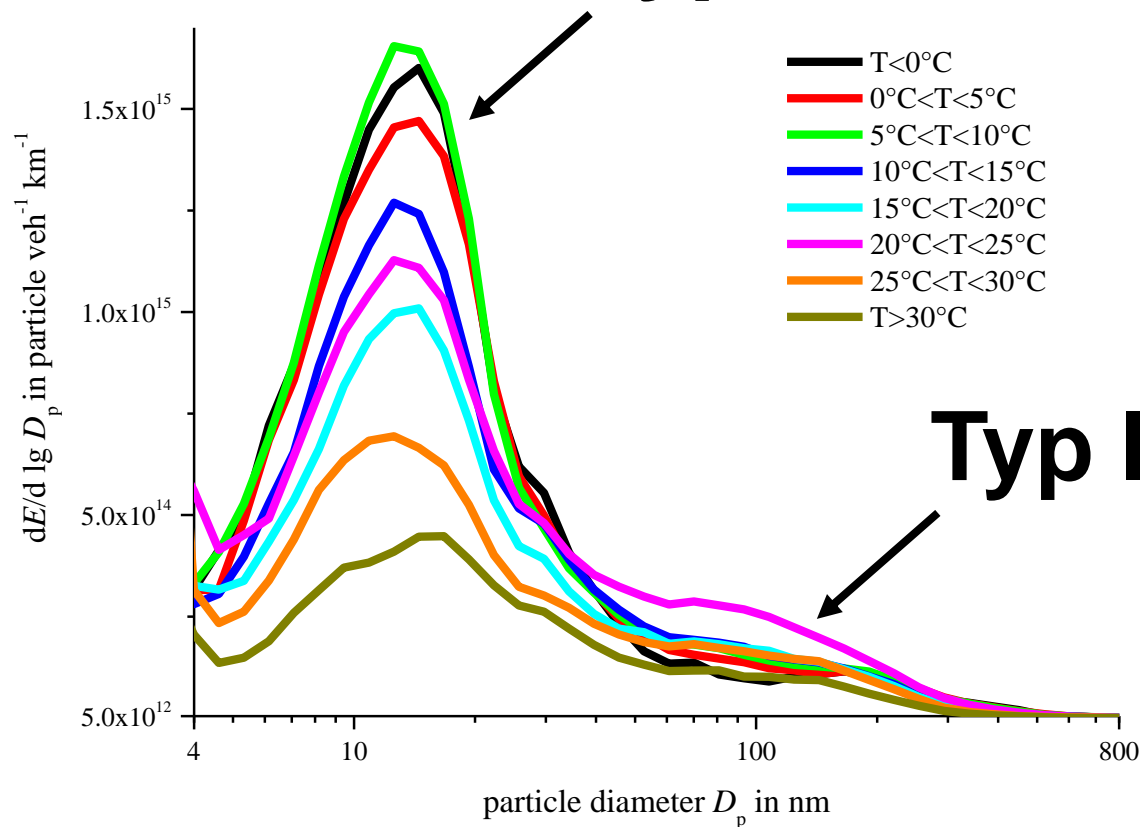


Bildquellen: Riediger und Möhlmann (2001) Gefahrst. Reinh. Luft 61: 429-434. <https://www.n-tv.de>, www.goodfreepictures.org.

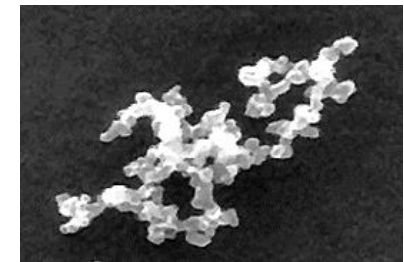
Partikel aus Verkehrsabgasen

Typ I: 10-20 nm

Kondensat

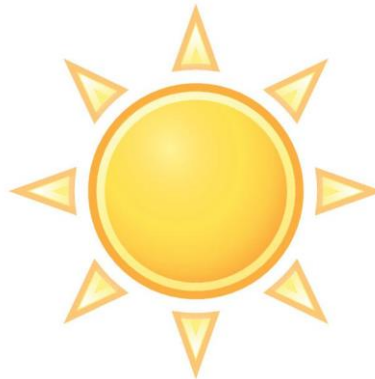
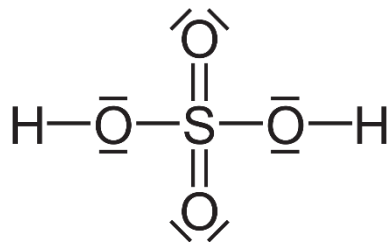
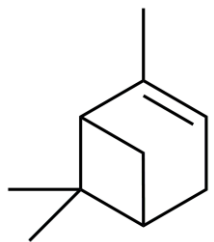
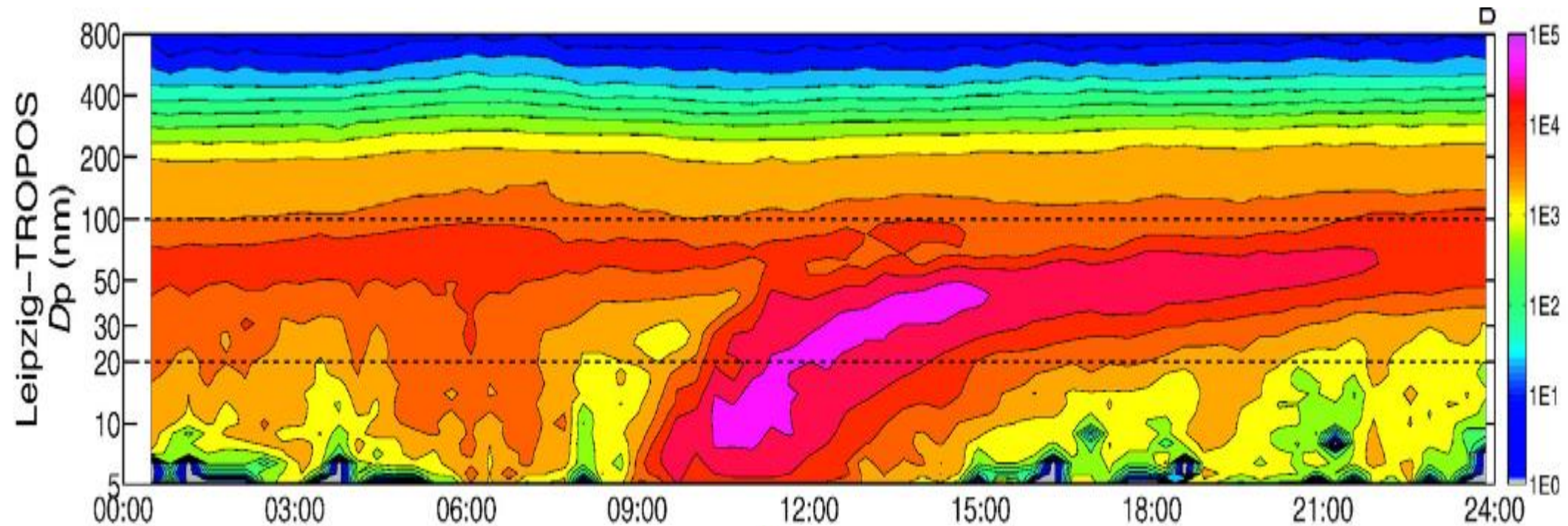


Ruß



Bildquelle: Klose, S., W. Birmili, J. Voigtländer et al. (2009) Particle number emissions of motor traffic derived from street canyon measurements in a Central European city. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 9, 3763-3809.

Photochemische Bildung von UFP



**Quelle: Schwefelsäure
und organische
Verbindungen
(anthropogen/natürlich)**



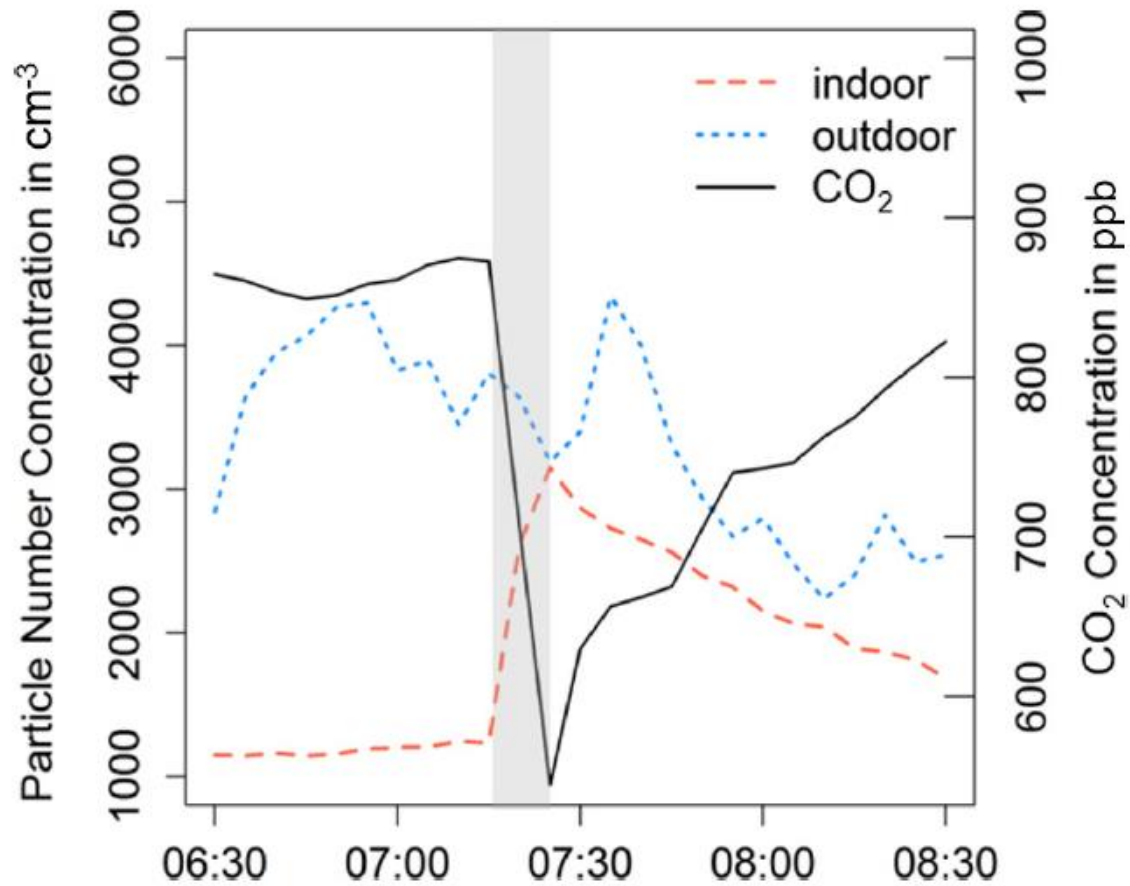
Innenraumquellen für UFP



Innenraumquellen für UFP

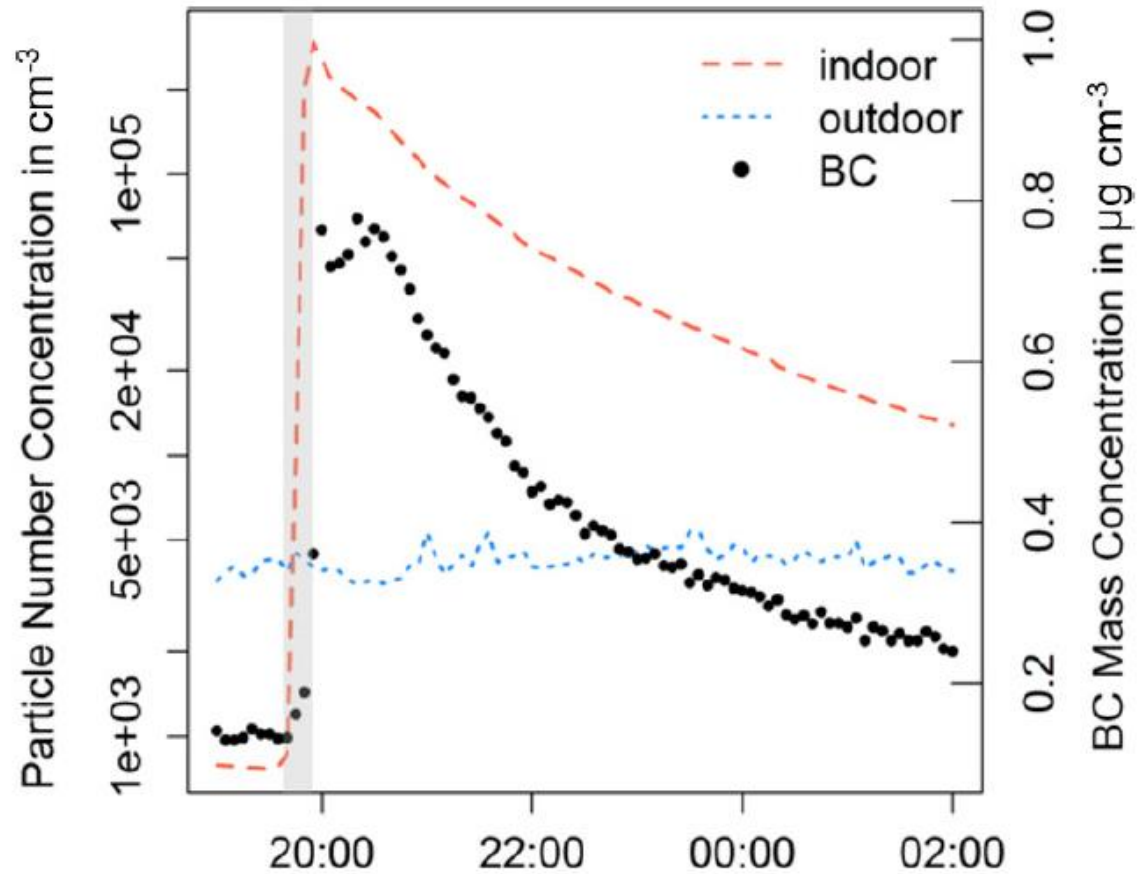


Wohnungsmessungen



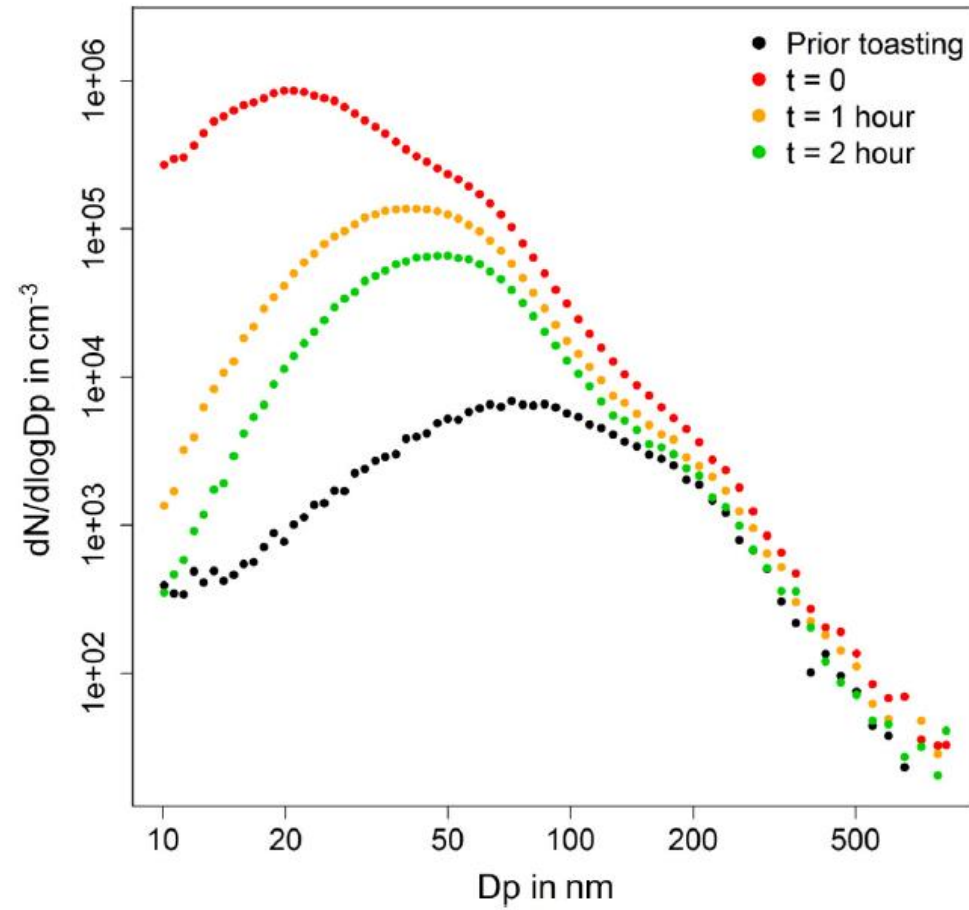
UFOPLAN FKZ 3715 61 200: "Ultrafeine Partikel im Innenraum und in Umgebungsluft..."

Wohnungsmessungen



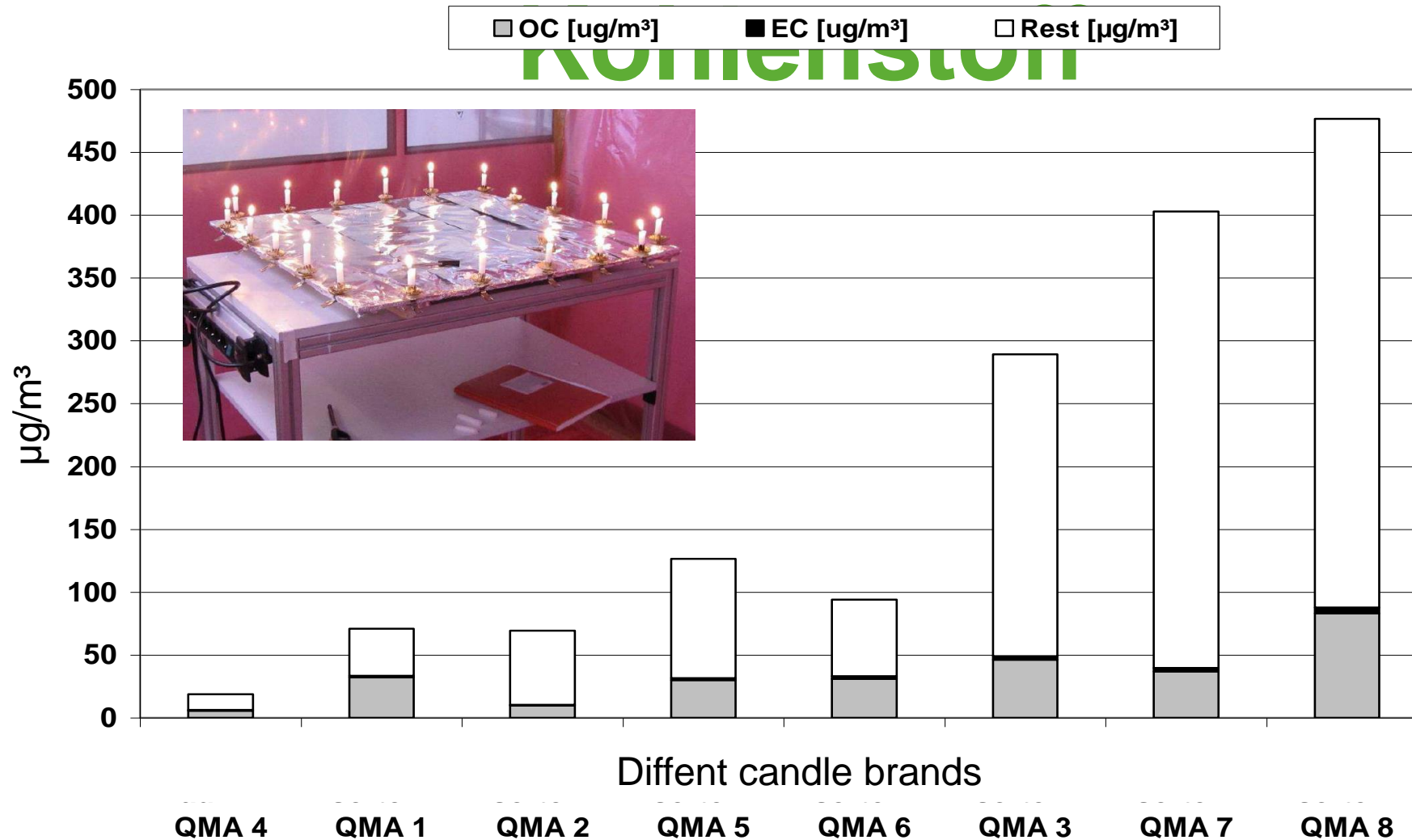
UFOPLAN FKZ 3715 61 200: Ultrafeine Partikel im Innenraum und in Umgebungsluft...

Wohnungsmessungen



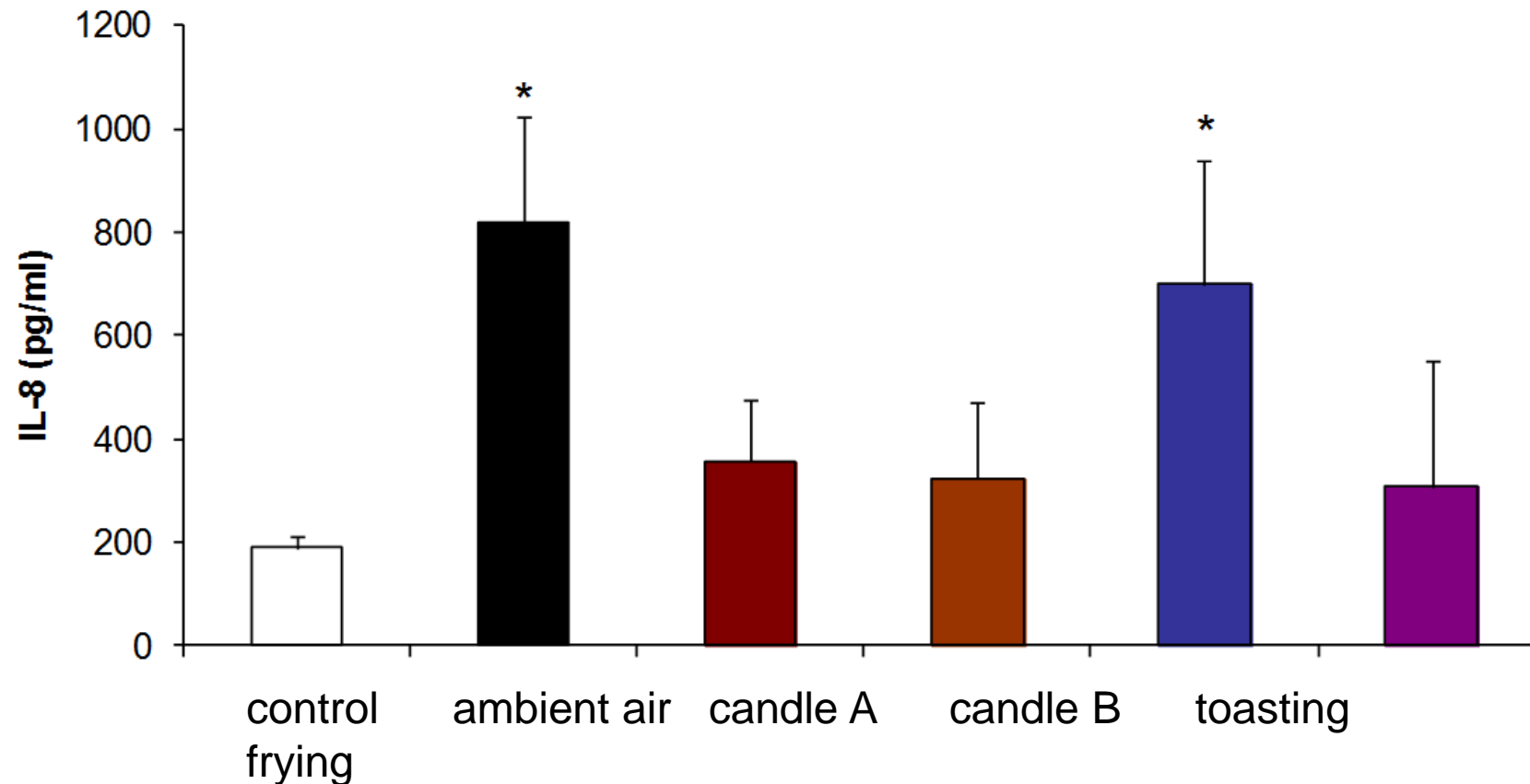
UFOPLAN FKZ 3715 61 200: Ultrafeine Partikel im Innenraum und in Umgebungsluft...

Elementarer und organischer



Quelle: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3711_62_205_partikel_innenraum_bf.pdf

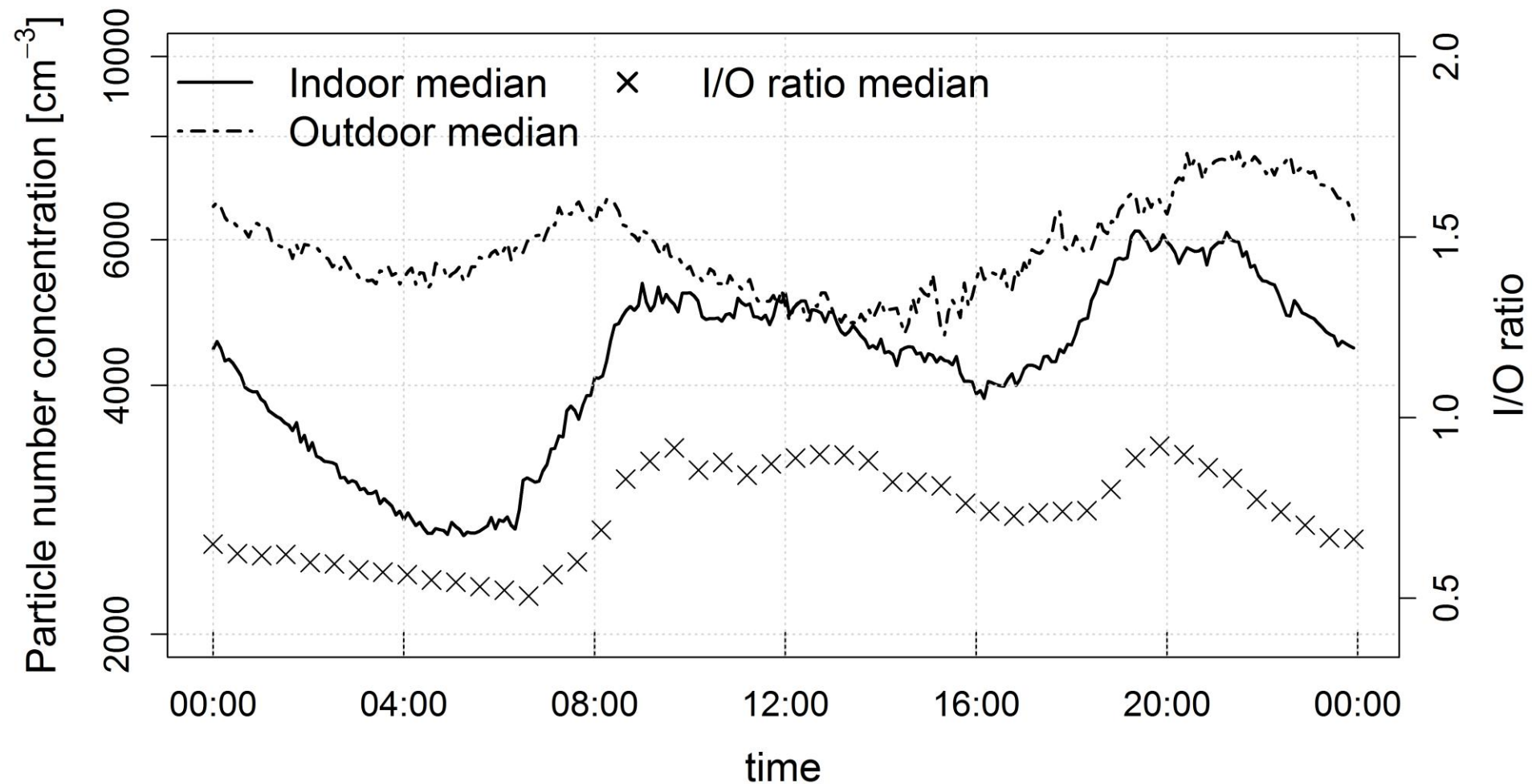
Zellbiologische Versuche (Zytokin IL-8)



IL-8 release by human A549 lung epithelium after treatment with indoor particles 50 $\mu\text{g/ml}$ ($n = 3$); * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Quelle: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3711_62_205_partikel_innenraum_bf.pdf

Wohnungsmessungen



UFOPLAN FKZ 3715 61 200: Ultrafeine Partikel im Innenraum und in Umgebungsluft...

Datenmenge: ca. 200 Tage

Regulierungen für UFP?

Arbeitsplatz, MAK-Wert
Alveolengängiger Staub (PM_{1,5})
„biopersistent“
300 µg/m³
(eigentlich nicht für UFP)

Außenluft:
nein

Innenraumluft:
nein

Warum liegt die Festlegung von Richt- oder Grenzwertwerten für UFP noch in so weiter Ferne?

- Ungenügende Kenntnis der Dosis-Wirkungsbeziehung (REVIHAAP, 2013)
- Keine Monitoringverpflichtung -> geringe Menge an Expositionsdaten -> geringe epidemiologische Evidenz
- UFP-Messungen aufwendig, Probleme bei Standardisierung

Für UFP aus der Luft fehlt es an Dosis-Wirkungsbeziehungen

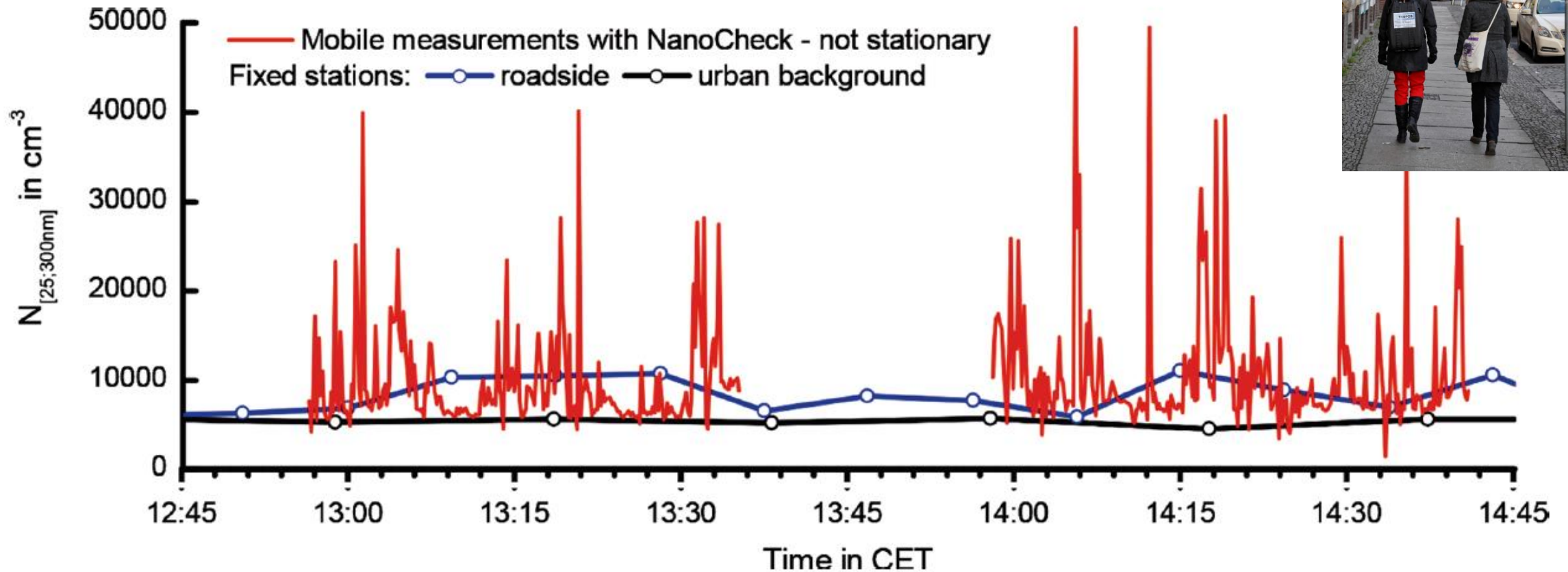
Probleme:

Erkenntnisquellen:

Tierversuche
Probandenversuche
Epidemiologische
Studien

Wenig UFP-Messungen
UFP-Konzentrationen sind stark variabel.
Persönliche Dosis unklar. Langzeitbelastung?
Analyseverfahren begrenzt.
Zählende Verfahren werden erst seit ca. 10
Jahren normiert.

UFP sind räumlich und zeitlich variabel



Bildquelle: Birmili, W. et al.: Micro-scale variability of urban particle number and mass concentrations in Leipzig, Germany, *Meteorolog. Z.*, 22, 155–165, 2013.

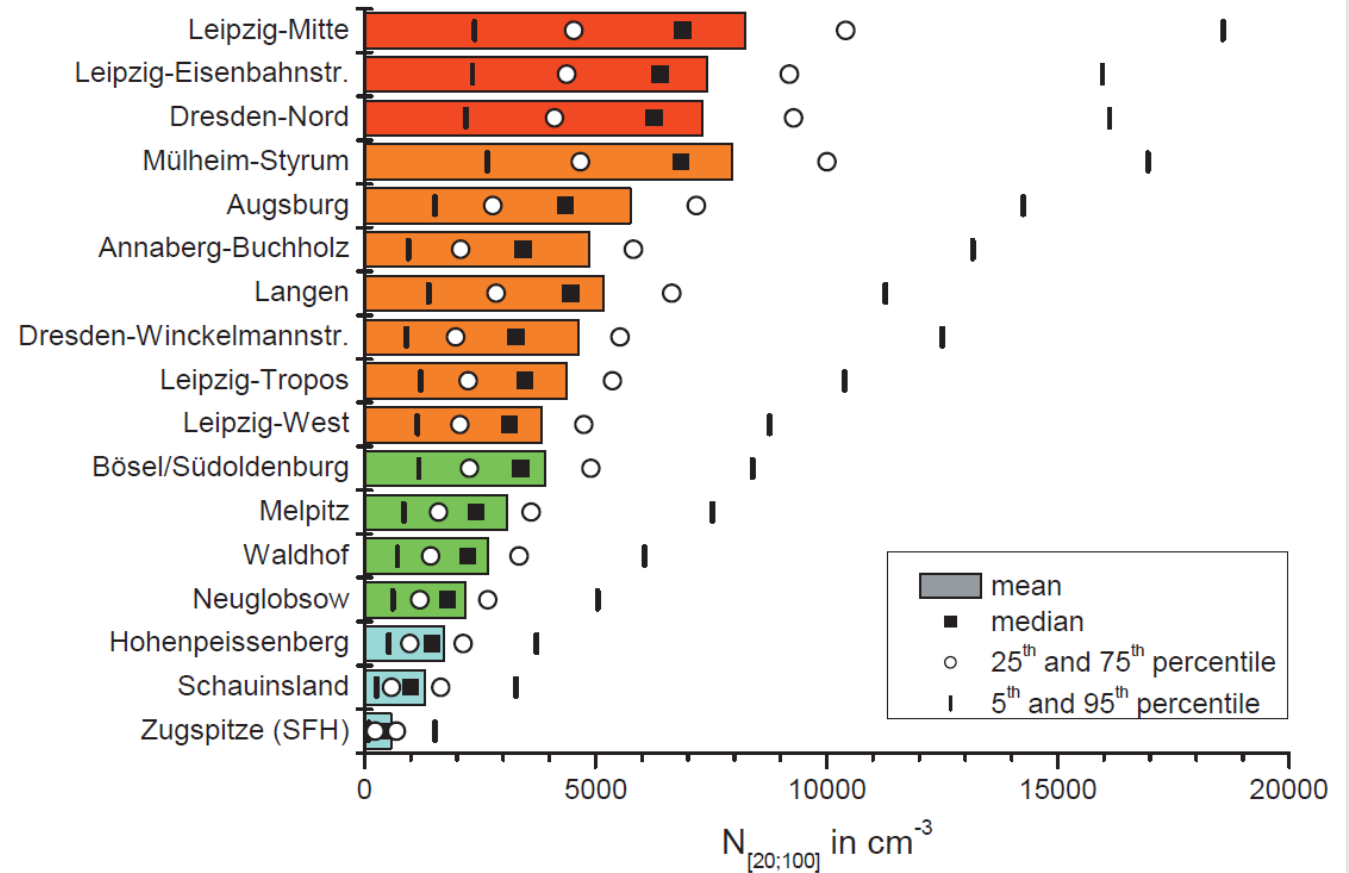
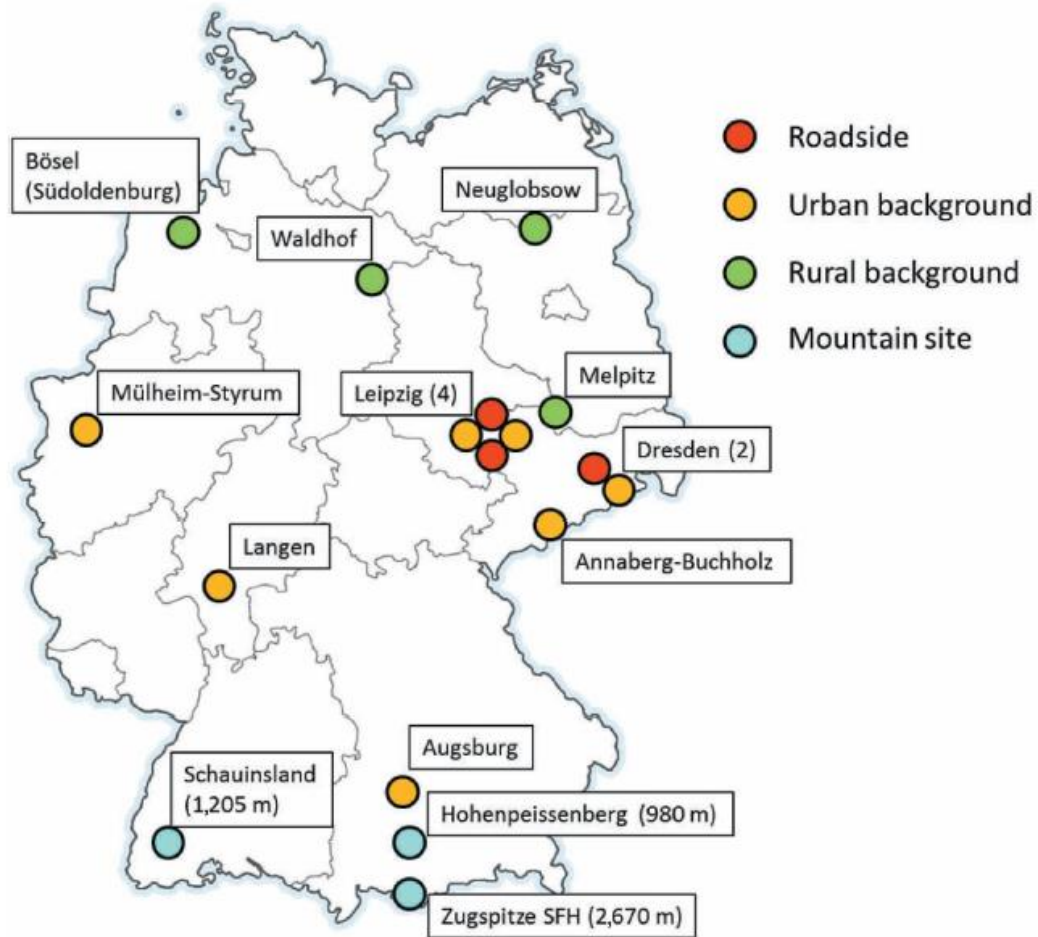
Hat es Sinn, zunächst auf nationaler Ebene beispielsweise Alarm- oder Informationsschwellwerte festzulegen?

- Nein. Zum jetzigen Zeitpunkt fehlen tatsächlich noch die wissenschaftlichen Grundlagen, welche Grenz-, Richt- oder Informationsschwellenwerte rechtfertigen würden.
- In der Umwelt gemessene Partikelanzahlkonzentrationen alleine sind nicht ausreichend, um solche Werte festzulegen.

Sind die derzeit vorliegenden Daten zum Vorkommen von UFP in der Umwelt „ausreichend“?

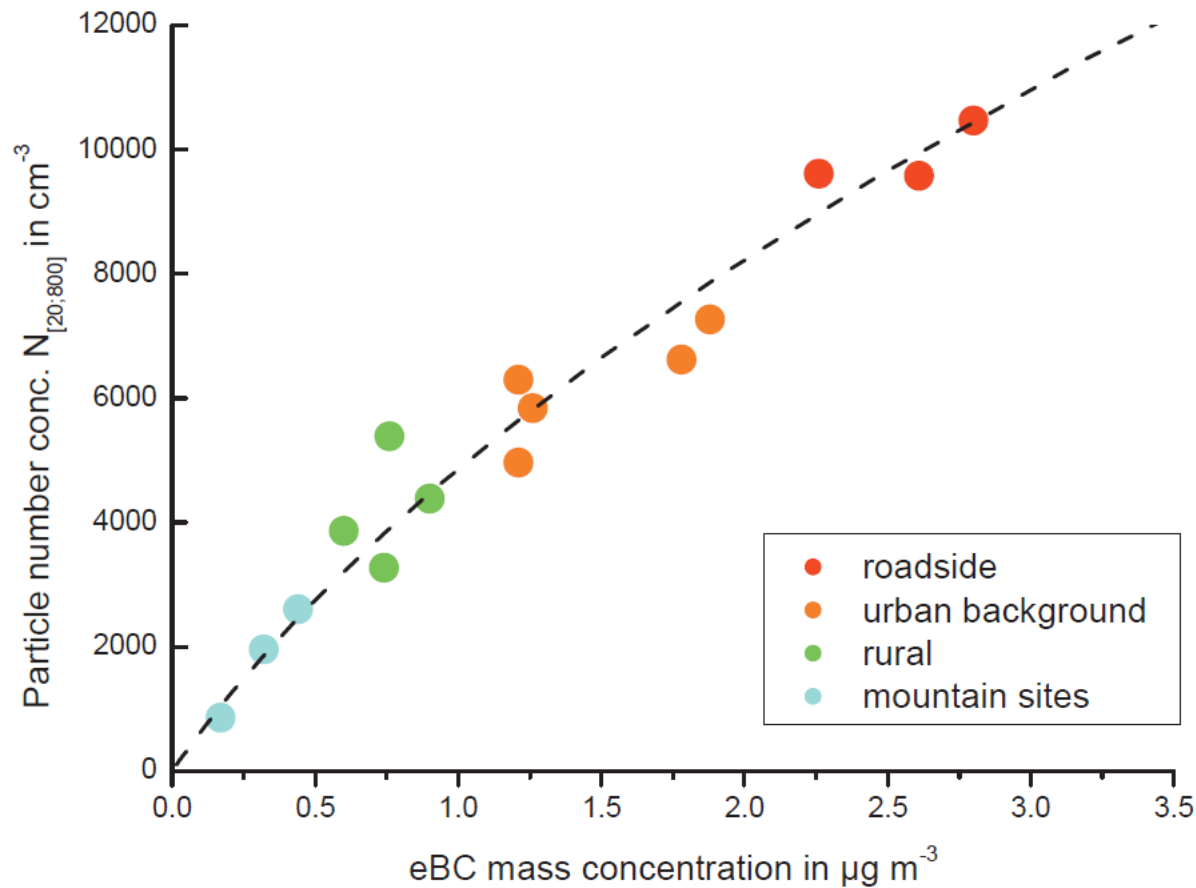
- Außenluft:
Grundlegendes raum-zeitliches Verhalten; Quellen
- Innenraum:
Grundlegende Kenntnis von Quellprozessen
- Mangel an personengebundener Expositionsmessung

Deutschlandweite Trends



Birmili et al. (2015) Atmospheric aerosol measurements in the German Ultrafine Aerosol Network (GUAN) - Part III: Black Carbon mass and particle number concentrations 2009-2014, *Gefahrst. Reinh. Luft*, 75(11/12), 479-488, 2015.

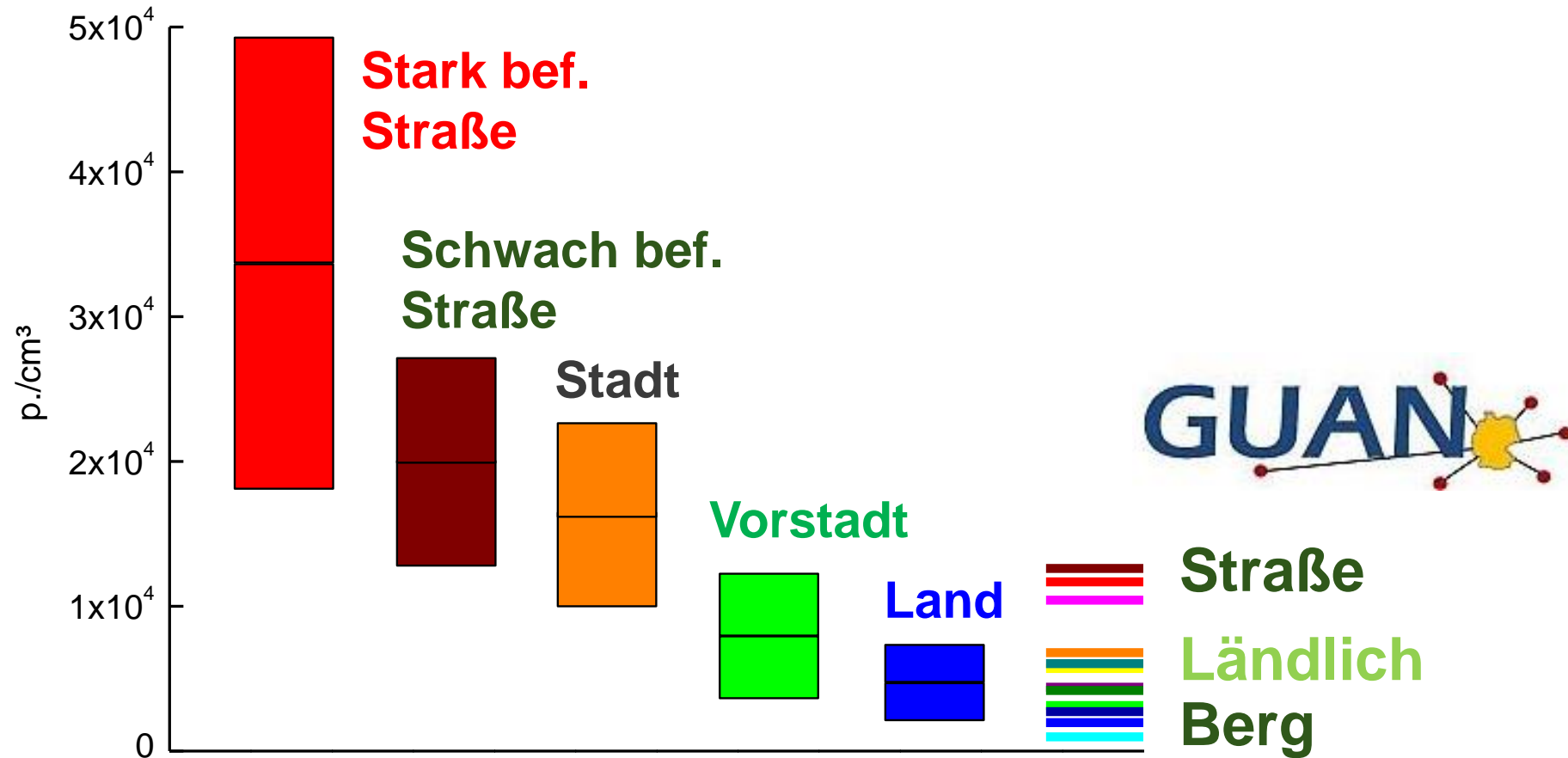
Partikelanzahl und „Ruß“



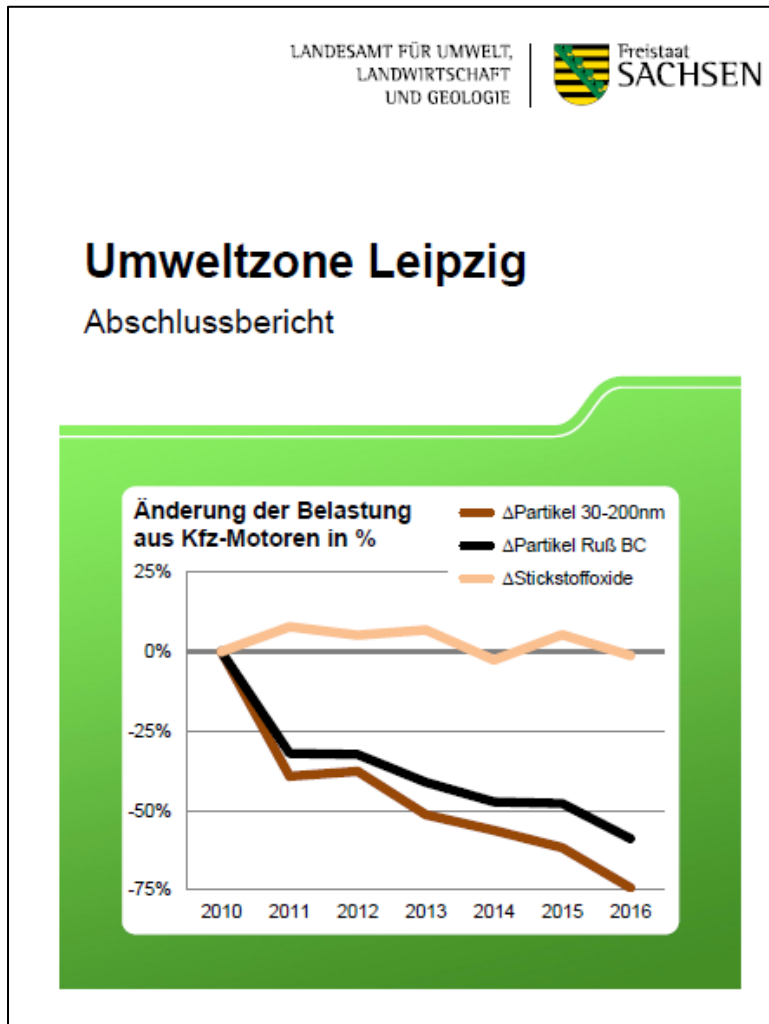
Partikel aus
Verbrennungs-
prozessen sind die
wesentliche Quelle
dieser Korrelation

Birmili et al. (2015) Atmospheric aerosol measurements in the German Ultrafine Aerosol Network (GUAN) - Part III: Black Carbon mass and particle number concentrations 2009-2014, *Gefahrst. Reinh. Luft*, 75(11/12), 479-488, 2015.

Partikelanzahl weltweit



Zeitliche Trends

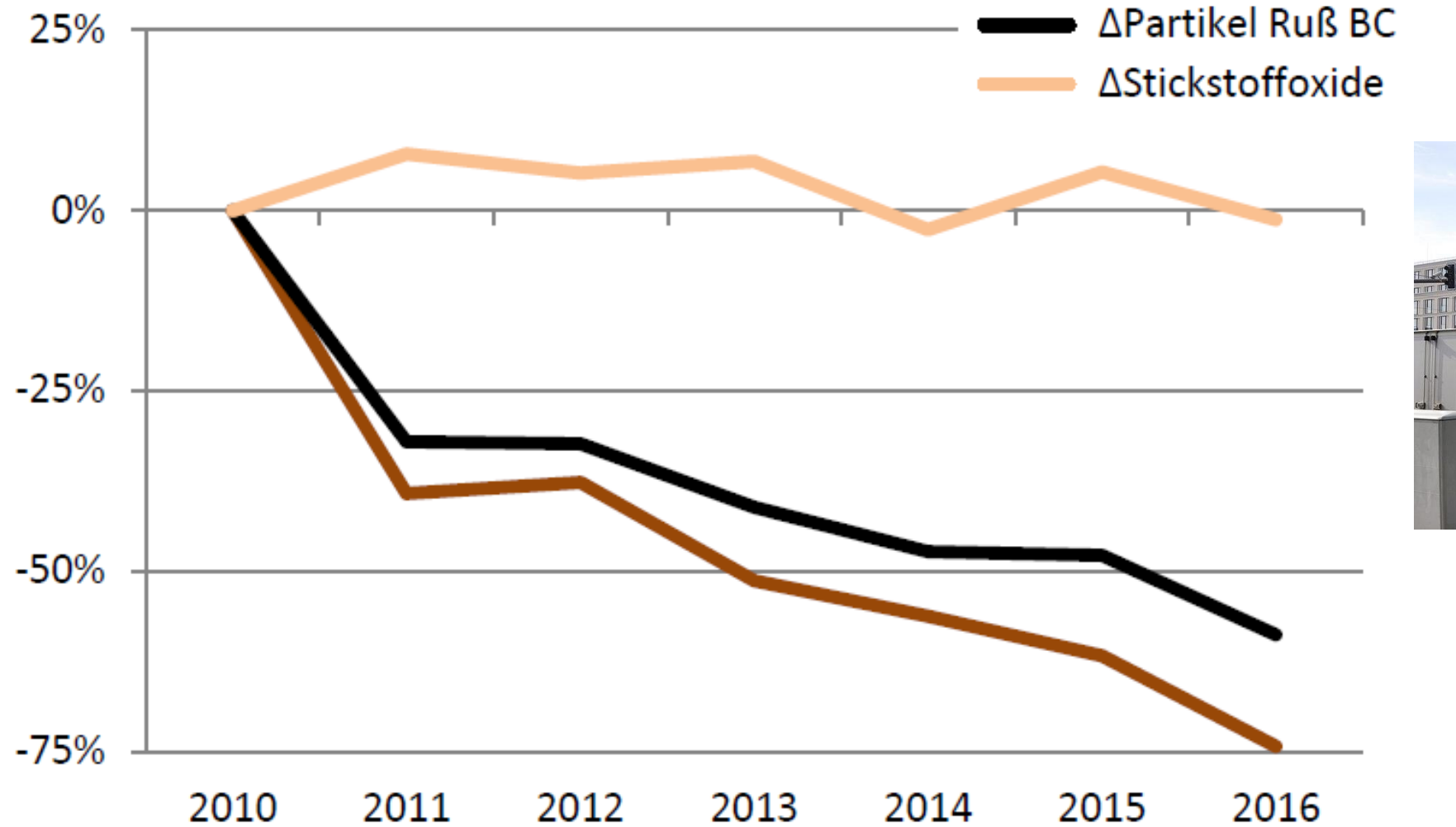


Löschau et al. (2017) Umweltzone Leipzig – Abschlussbericht. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, 75 S.

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/29757>



Änderung Immissionsanteil Motor in %



Löschau et al. (2017) <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/29757>

Umweltzone Leipzig

„Die beschleunigte Modernisierung der Fahrzeugflotte in der Umweltzone Leipzig führte zu einer deutlichen Partikelreduzierung in der Außenluft durch die verringerten Motoremissionen der Fahrzeuge.“

„Die nachgewiesene Partikelminderung im Bereich von 59 bis 81 % zeigt, wie erfolgreich die Einführung der Dieselpartikelfilter in der Fahrzeugflotte war und wie dies zu einer enormen Partikelminderung am Straßenrand führte.“

Löschau et al. (2017) <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/29757>

Zeitliche Trends Deutschland

Table 3. Temporal trends in atmospheric pollutant concentrations at the GUAN sites, as determined through the Sen-Theil trend analysis. Bold face indicates trends significantly different from zero on the 95% confidence level.

No.	Site name	Trend analysis period	eBC, relative annual change in %	$N_{[20;800]}$, relative annual change in %	$N_{[20;100]}$, relative annual change in %	$N_{[100;800]}$, relative annual change in %	M_{10} , relative annual change in %	NO_2 , relative annual change in %
2	Augsburg	2009 to 2014	-4.1	8.2	-9.7	-3.6	not evaluated	not measured
3	Bösel/Süddoldenburg	2009 to 2014	-4.4	5.2	-4.8	-5.4	3.2	+3.4
4	Dresden-Nord	2009 to 2014	-9.0	3.3	-3.1	-3.5	5.2	-4.2
6	Hohenpeißenberg	2009 to 2014	-6.7	0.8	-1.0	-0.7	8.2	-1.0
8	Leipzig-Eisenbahnstraße	2009 to 2014	-4.0	3.6	-3.7	-3.8	not measured	not measured
9	Leipzig-Mitte	2009 to 2014	-5.7	6.7	-6.4	-7.2	3.5	-1.6
10	Leipzig-Tropos	2009 to 2014	-5.6	4.9	-5.6	-2.8	not measured	-0.3
11	Leipzig-West	2009 to 2014	-5.6	5.1	-5.8	-2.3	5.0	-5.2
12	Melpitz	2009 to 2014	-4.2	0.7	-0.2	-1.2	2.3	+0.0
13	Mülheim-Styrum	2009 to 2014	not measured	1.3	-1.3	-0.7	1.8	-3.7
15	Schauinsland	2009 to 2014	-11.5	4.0	-3.6	-4.7	5.4	+5.5
16	Waldhof	2009 to 2014	+0.4	4.1	-4.0	-3.9	2.4	-2.4
17	Zugspitze (Schneefernerhaus)	2009 to 2014	-6.3	not evaluated	not evaluated	not evaluated	5.0	not evaluated

2009-2014

Was können wir aktuell tun?

Arbeitsplatz: Exposition vermeiden
(auch durch technische Mittel)



Innenraum: Quellen/Exposition vermeiden
(insbesondere bei sensitiven Personen)



Außenluft ?



Wie könnte es weitergehen?

- Sicherung der existierenden UFP-Messungen
- Koordinierte Expositions- und Gesundheitsmessungen
- Annäherung an personenbezogene Expositionsdaten
 - Räumliche Verdichtung durch Messung / Modellierung ?
 - Innenraum (?)
- Stoffspezifische Informationen / Partikeltypen
- Direkte Dosismessungen ?

International Conference on Toxic Substances in Indoor Air, 2018

16-18. September 2018, Berlin

- Ziel: Breitere Bekanntmachung toxikologisch abgeleiteter Richtwerte für Schadstoffe im Innenraum
- Risk assessment, Indoor carcinogens, Children's health, New contaminants, Building products, Indoor mould, Particles
- Organization: Marike Kolossa-Gehring, Malgozata Debiak, Ana-Maria Scutaru, Wolfram Birmili, Regine Szewzyk

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Wolfram Birmili

Fachgebiet II 1.3

Innenraumhygiene, gesundheitsbezogene Umweltbelastungen

Umweltbundesamt

Corrensplatz 1

14195 Berlin

Email: wolfram.birmili@uba.de

Tel.: (030) 8903-1306