

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Luftschadstoffe: Flörsheim

Feinstaub – von grob bis ultrafein

Dr. Klaus Wirtz / H. Gerwig

Fachgebiet II 4.4/ Experimentelle Untersuchungen zur Luftgüte

Umweltbundesamt

Paul-Ehrlich Straße 29

63225 Langen (Hessen)

Nationales Referenzlabor

Gliederung

1 VORSTELLUNG

2 PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN

- 2.1 Definition – Welche Teilchen kommen in der Luft vor
- 2.2 Luftschadstoff – was versteht man darunter
- 2.3 Messverfahren: Jedem Bestandteil der Luft gerecht werden

3 DURCHGEFÜHRTE MESSUNGEN

- 3.1 Stationär in Langen
- 3.2 Mobile Messungen
- 3.3 Messstation Raunheim

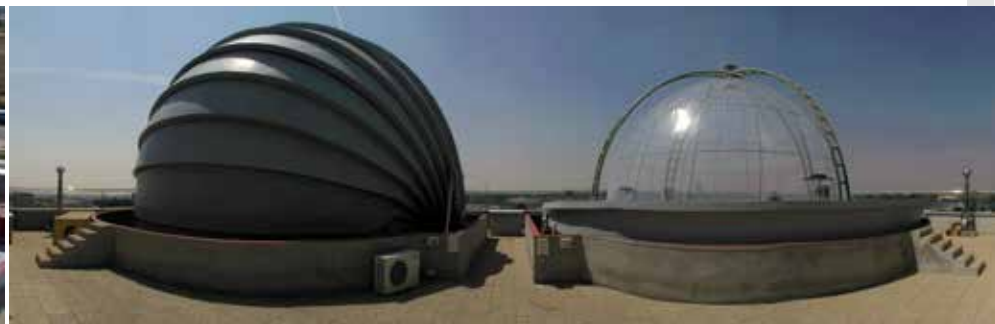
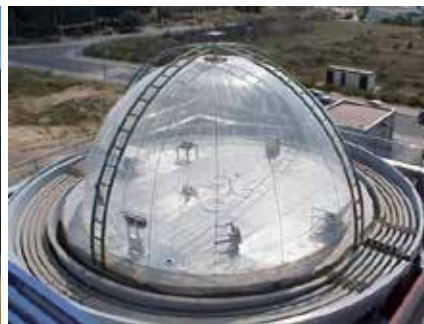
4 WIRKUNGEN

- 4.1 Was ist bekannt
- 4.2 Was wissen wir noch nicht – Forschungsbedarf!

5 AUSBLICK

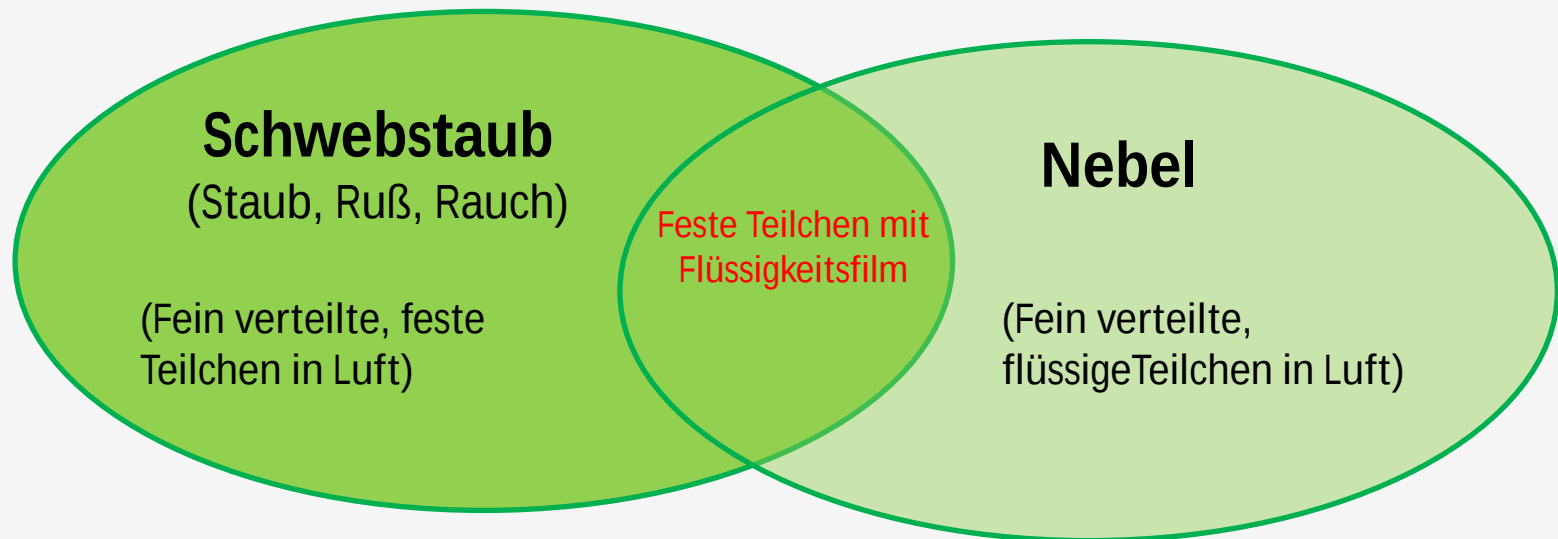
Vorstellung

Studium:	1978/1979	Chemie an der Bergischen Universität Wuppertal
Diplomarbeit:	1985	Kinetische Untersuchungen an SO_2 und SO_3 mit atmosphärischer Relevanz
Promotion:	1992	Bildung von Alkylnitrat bei der Oxidation von Kohlenwasserstoffen in der Atmosphäre
Wiss. Mitarb.	1985 -1995	Wissenschaftlicher Mitarbeiter Universität Wuppertal
Leiter EUPHORE	1995 -2006	Atmosphärische Umwandlungen beim Abbau von Kohlenwasserstoffen
Umweltbundesamt	seit 2006	Fachgebiet II 4.4, Langen – Nationales RefLab



Physikalische Grundlagen

Aerosole



Quellen: Aufwirbelungen, Oberflächenbearbeitung, chemische Reaktionen (Verbrennungen), Kondensation, semi-volatiler Verbindungen

Physikalische Grundlagen

Bezeichnungen für Schwebstaub

§ Ruß

Aus Kohlenstoff bestehende Teilchen
(unvollständige Verbrennung)

§ Staub

Fein verteilte feste Teilchen durch mechanische
Prozesse entstanden

§ Rauch

Fein verteilte feste Teilchen durch chemische oder
thermische Prozesse entstanden

(Hausstaub, Faserstaub, Blütenstaub, etc.)

Staub – ein besonderer Luftschadstoff?

Unterschied:

- Ø Komplexe Zusammensetzung
- Ø Größe und Form für gesundheitliche Wirkung mit verantwortlich
- Ø Bestimmung aller wesentlicher Eigenschaften sind viele Messverfahren notwendig

Physikalische Grundlagen

Größeneinteilungen (PM10; PM2,5; PM0,1)



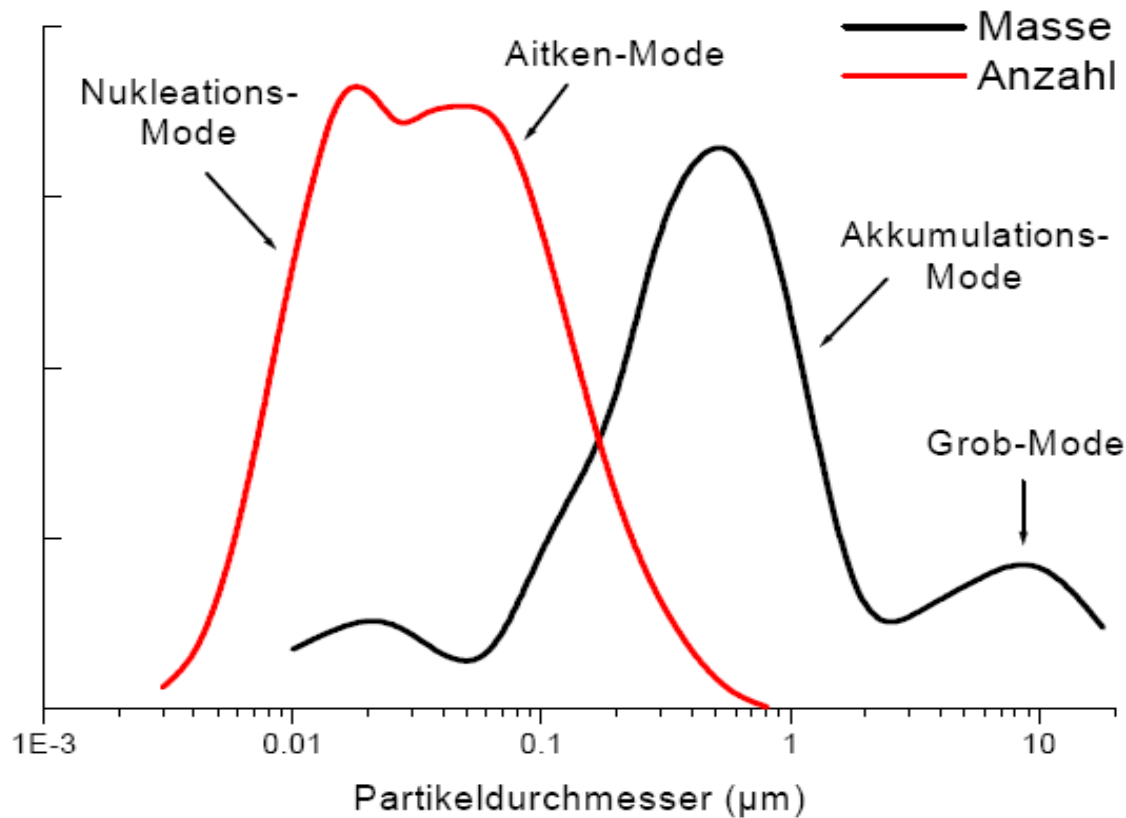
Quelle: Umweltbundesamt

Lebensdauern: Funktion der Größe:

0,1 µm	~3 Tage
1 µm	~1 Tag
10 µm	~2 h

Physikalische Grundlagen

Größeneinteilungen (PM₁₀; PM_{2,5}; PM_{0,1})



Grenzwerte

Grenzwerte

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit gelten seit dem 1. Januar 2005 europaweit Grenzwerte für die Feinstaubfraktion PM_{10} . Der Tagesgrenzwert beträgt $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und darf nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden. Der zulässige Jahresmittelwert beträgt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Für die noch kleineren Partikel $PM_{2,5}$ gilt seit 2008 europaweit ein Zielwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel, der bereits seit dem 1. Januar 2010 eingehalten werden soll. Ab 1. Januar 2015 ist dieser Wert verbindlich einzuhalten und ab dem 1. Januar 2020 dürfen die $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte den Wert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht mehr überschreiten.

PM10 und PM2,5 werden als Gesamtmasse bestimmt

Standardreferenzverfahren (auf Filter abgeschieden und gewogen;
Tagesmittelwert)

Automatisch (β -Absorption; TEOM; optische Verfahren -> aktuelle
Daten)

Wie sehen diese Partikel aus?



Foto: K.Wirtz

Klassisches Vorkommen

Messtechnik: [passiver
Depositionssammler für
alle Größenklassen](#)

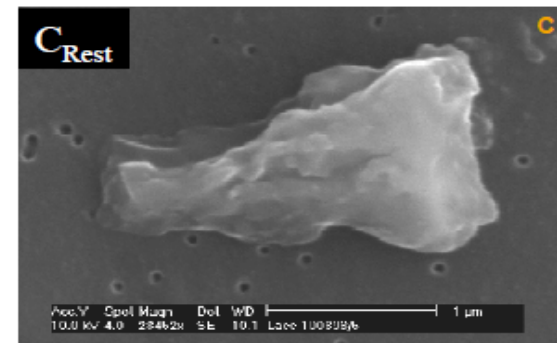
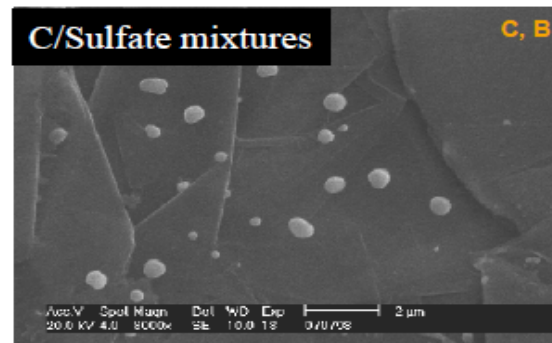
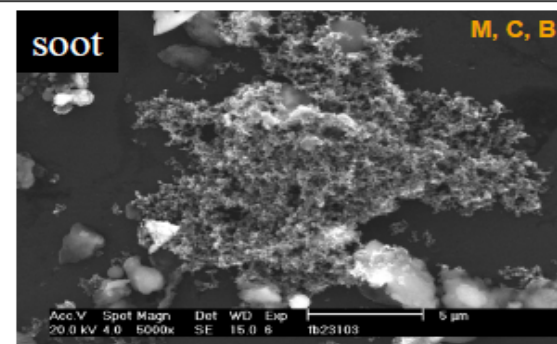
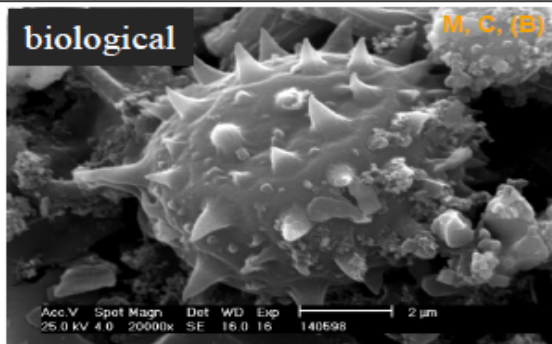
Hausstaub !!

Quellen: Rauchen,
Kochen, Kerzen,
Räucherstäbchen,
Raumsprays, Faserabrieb,
usw.

Wie sehen diese Partikel aus?

Klassifikation von Kohlenstoffhaltigem Material

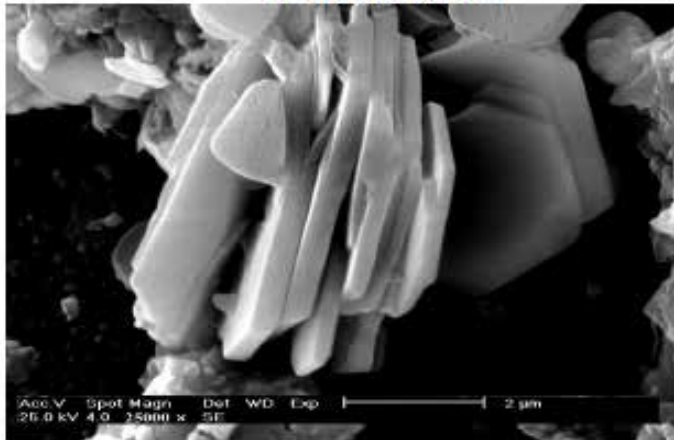
Identifikation der biologischen und der Rußfraktion



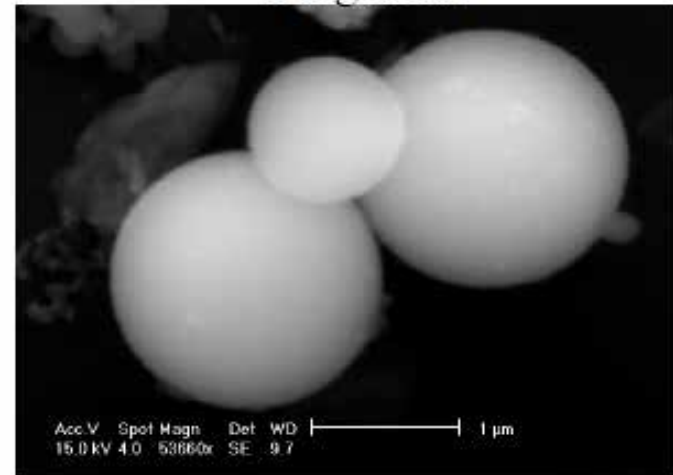
Klassifikationskriterium: M-morphology C- chemistry B- beam stability

Wie sieht das aus?

Bodenstaub



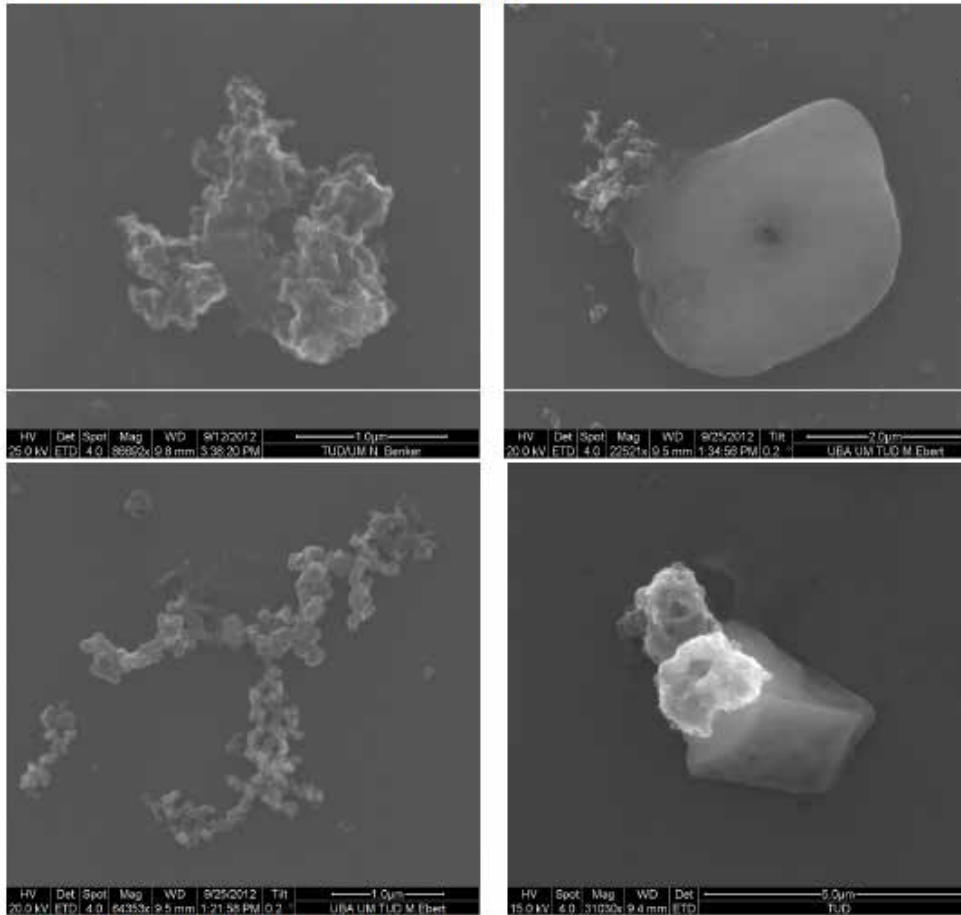
Flugasche



Wie sieht das aus?

Partikelgruppen: Ruß

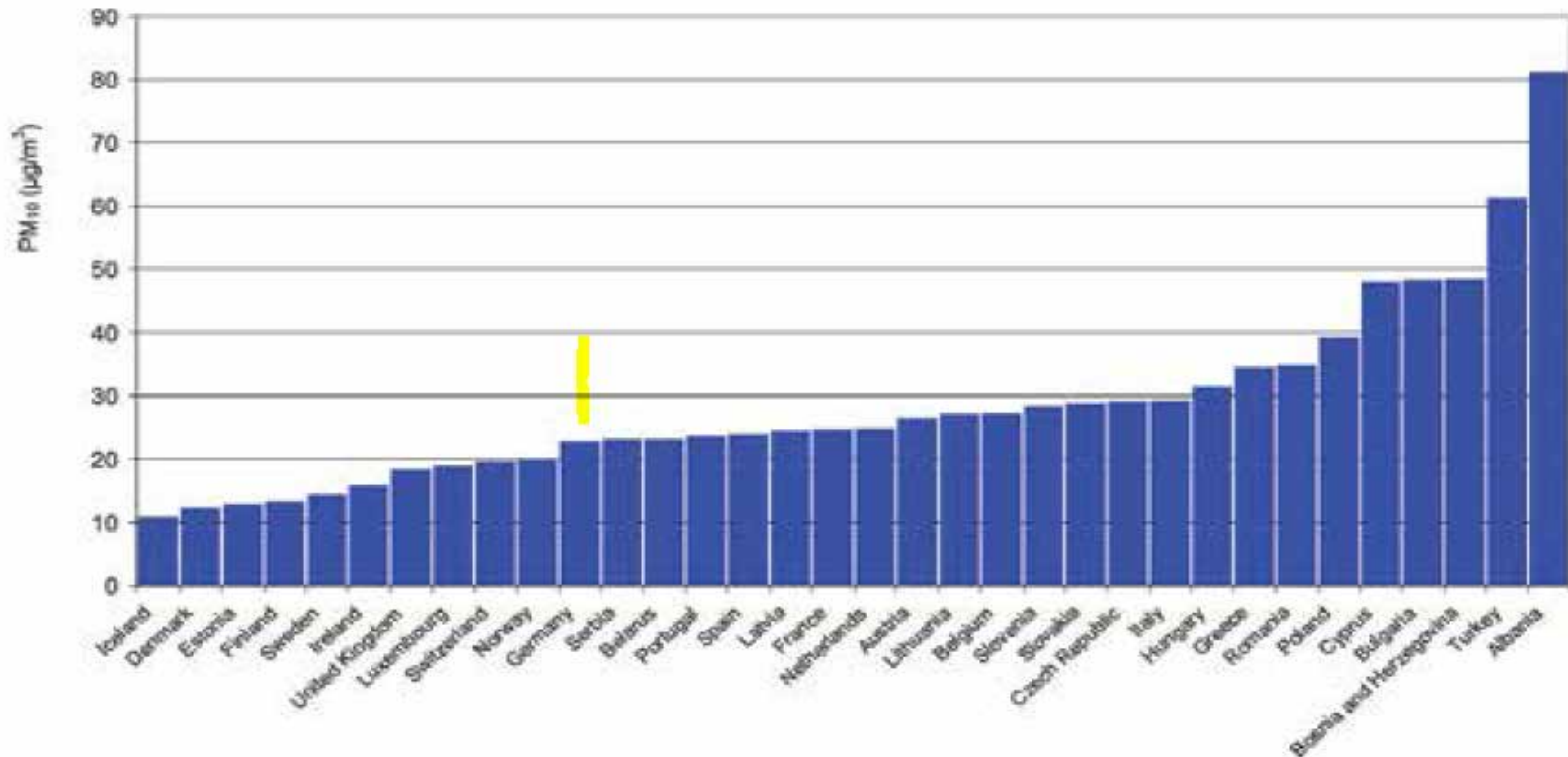
starke interne Vermischung mit sek. Material



08.10.2012 | Umweltbundesamt | PD Dr. Martin Ebert |

Wo steht Deutschland?

Population-weighted annual mean PM₁₀ in cities by WHO European Member State, 2010



Source: WHO Regional Office for Europe (4).

http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf

Messverfahren

Inhaltsstoffe

Impaktoren

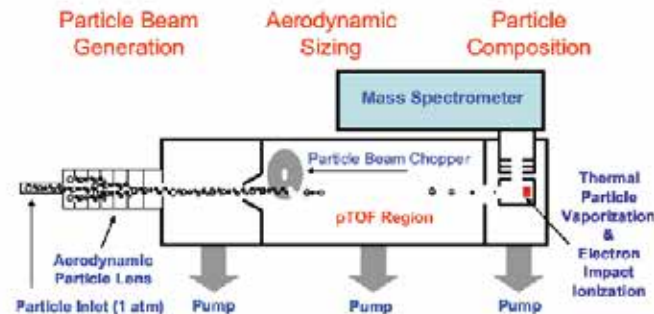
Zyklone

Technologisch
aufwändig:
Limit: 40 nm



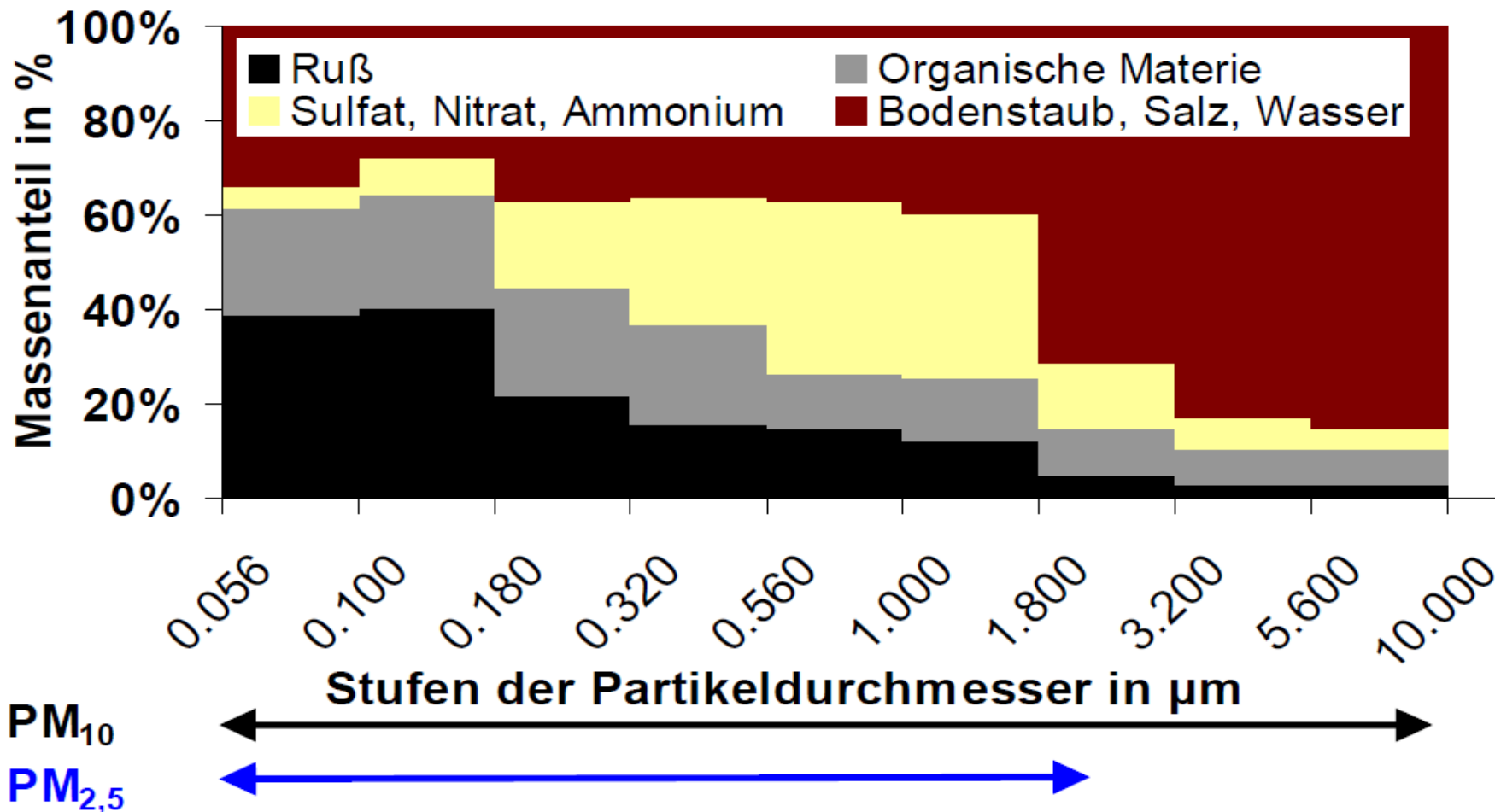
AMS Aerosol Mass Spectrometer Systems

*Measure real-time, non-refractory,
size-resolved particulate chemical
composition and mass.*



<http://www.aerodyne.com/sites/default/files/Aerosol%20Mass%20Spectrometer%20Systems.pdf>

Zusammensetzung PM (Hauptbestandteile)



,H., 2005. Korngrößendifferenzierte Feinstaubbelastung in Straßennähe in Ballungsgebieten Sachsens. Abschlussbericht (13-8802.3250/10). Landesamt für Umwelt und Geologie. <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fn05/501988653.pdf>; Messort Dresden Schlescher Platz

Messverfahren



NSAM (10 - 1000 nm),
TSI
Partikel**oberfläche** in $\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$

SMPS (10 - 660 nm)
3936 / CPC 3010, TSI
(modifiziert d. TROPOS)
Partikelanzahlgrößenverteilung
in $\#/\text{cm}^3$ in mehreren Klassen

UCPC (3 - 1000 nm)
3776, TSI
Partikelanzahl in $\#/\text{cm}^3$

WS600
Wetterstation, LUFFT

ELPI (30 – 10.000 nm)
DEKATI
Partikelanzahlgrößenverteilung

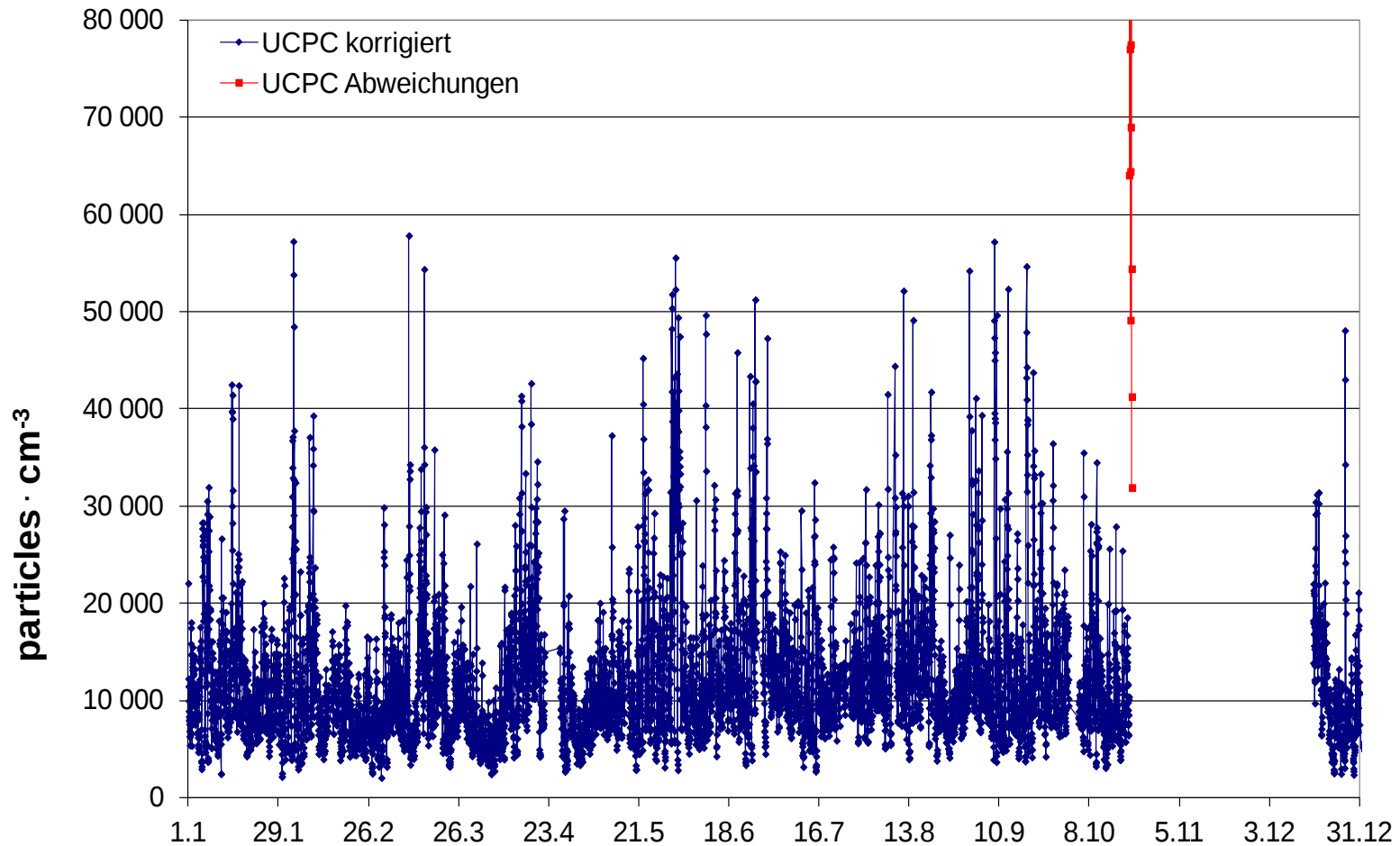


Fotos: H. Gerwig



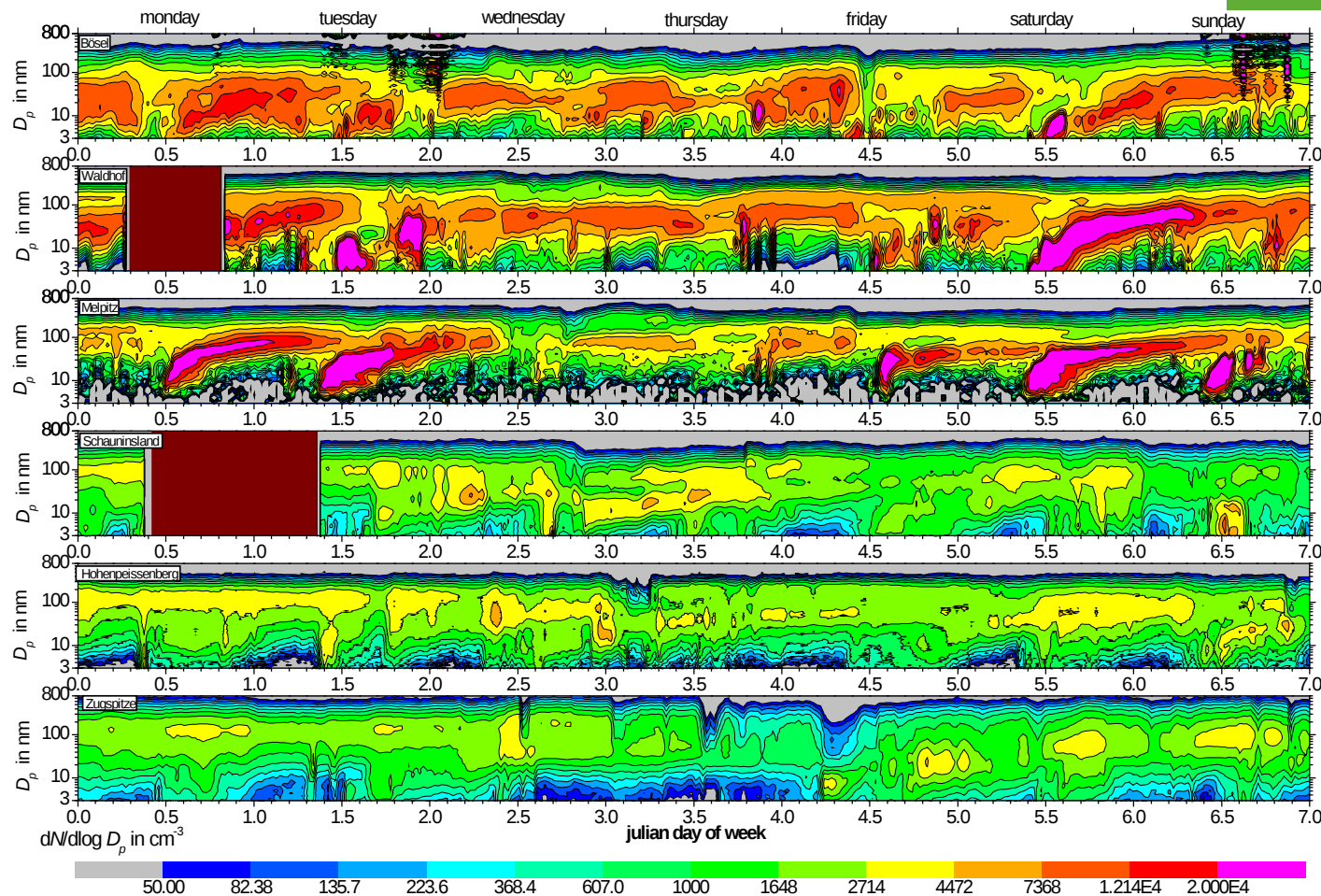
UCPC Daten in Langen

UCPC 2013



1 Stundenmittelwerte UCPC (3 nm – 1000 nm; Langen 2013)

SMPS Daten Partikelneubildung



Bösel

Waldhof

Melpitz

Schauinsland

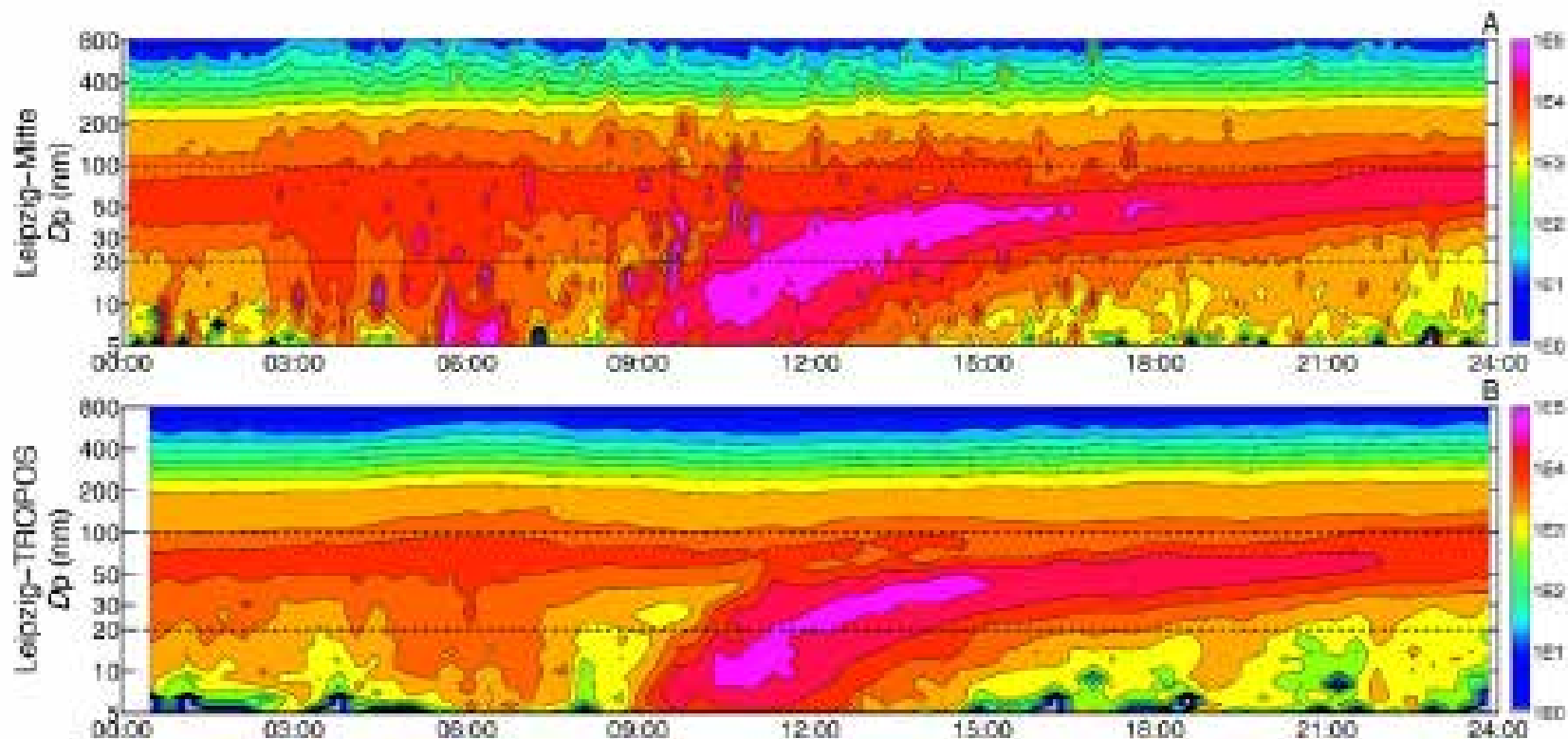
Hohen-
peissenberg

Zugspitze

IFT Tropos Leipzig

SMPS Daten Partikelneubildung

N. Ma, W. Birmili / Science of the Total Environment 512-513 (2015) 154-166



IFT TROPOS Leipzig

Anteil Partikelneubildung

Welcher Anteil der Partikelanzahlkonzentration ist auf Neubildung zurückzuführen?

Typ	Anteil am Jahresmittel
Straßenschlucht (5-100 nm):	7%
Städt. Hintergrund (5-100 nm):	14%
Ländlich (5-100 nm):	30%

Science of the Total Environment 512–513 (2015) 154–166



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Estimating the contribution of photochemical particle formation to ultrafine particle number averages in an urban atmosphere

N. Ma, W. Birmili *

Leibniz Institute for Tropospheric Research, Permosenstr. 15, 04318 Leipzig, Germany



Windrichtungseinfluss auf Partikelgrößen UCPC Daten in Langen

Angaben für Arbeitstage
(Mo-Fr.) (09/09 – 06/10)



3-10 nm:

Wind aus

120 ° , 230 ° , 350 °

= Gasheizungen

0

— 3-10

— 10-30

— 30 - 500

— ALDSA

10-30 nm:

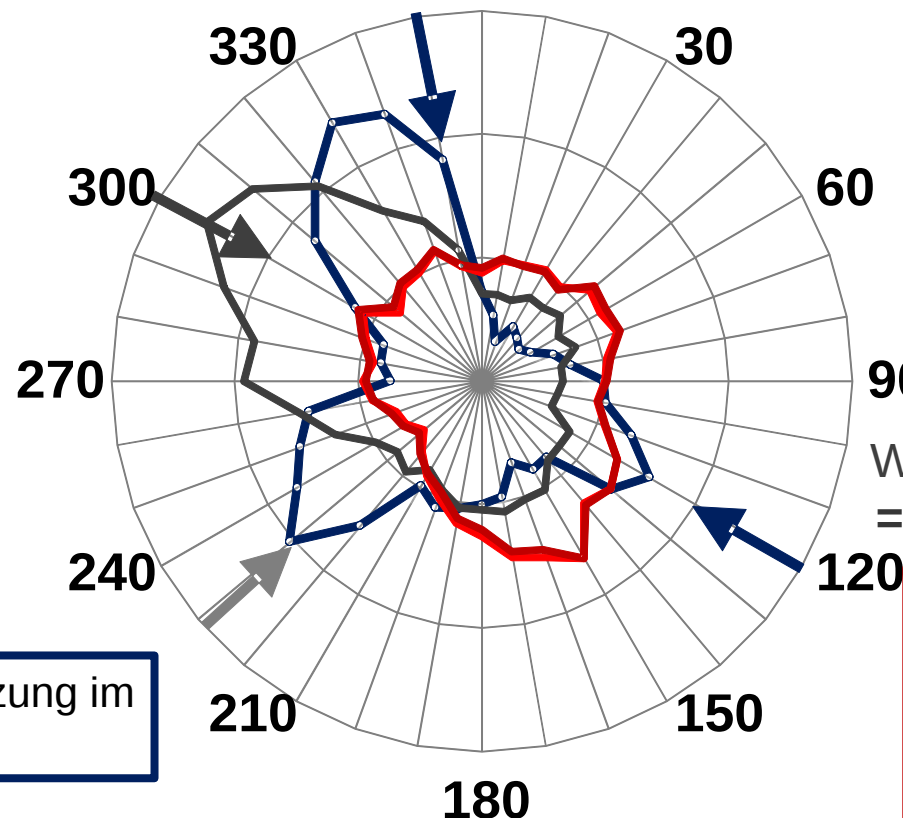
Wind aus 300 ° :

x 2.5 > Mw..

= Flughafen in 5 km?



Zentrale Gasheizung im
Wohngebiet



30 - 500 nm:

Wind aus u.a. 150 °

= Strassenverkehr

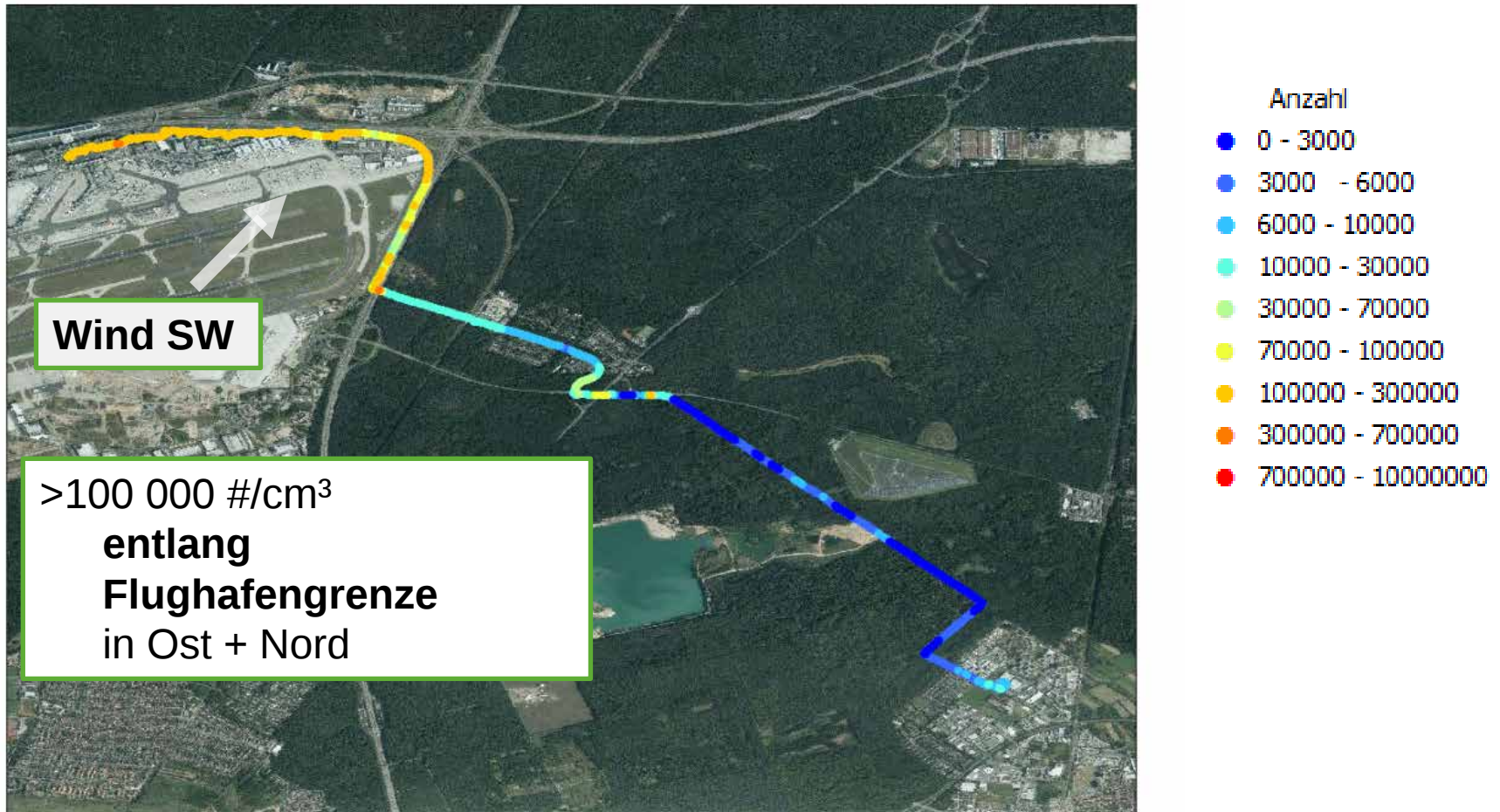


Innerer Kreis = Mittelwert = Faktor 1

Fotos: H. Gerwig

Mobile Messungen / DiscMini

12. Aug 2013 Hauptwindrichtung SSW, Flugzeug Landemodus



UCPC Daten in Langen/Raunheim



Bild von der Lage der Messstation in
Raunheim (HLUG)

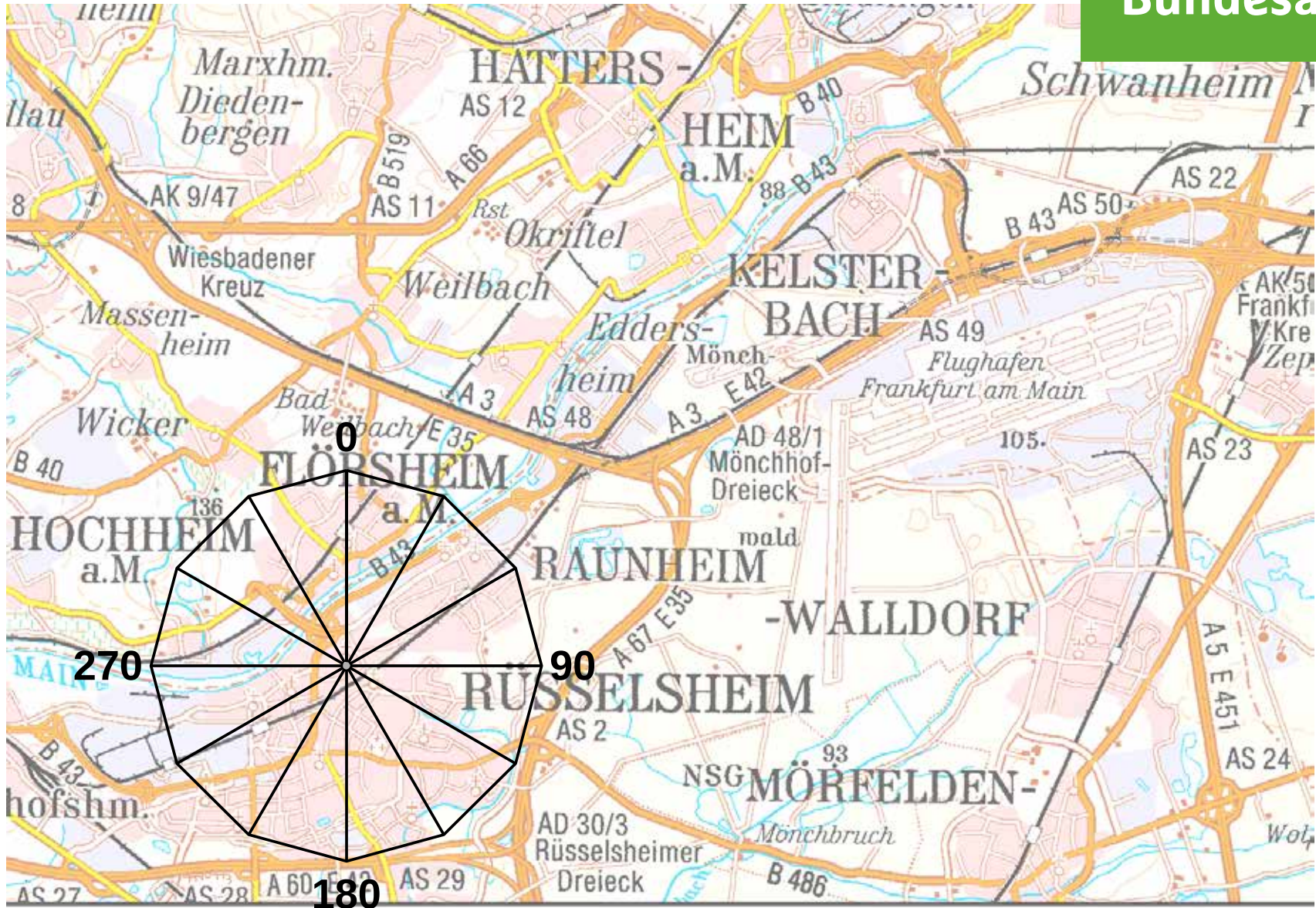
Fotos H. Gerwig



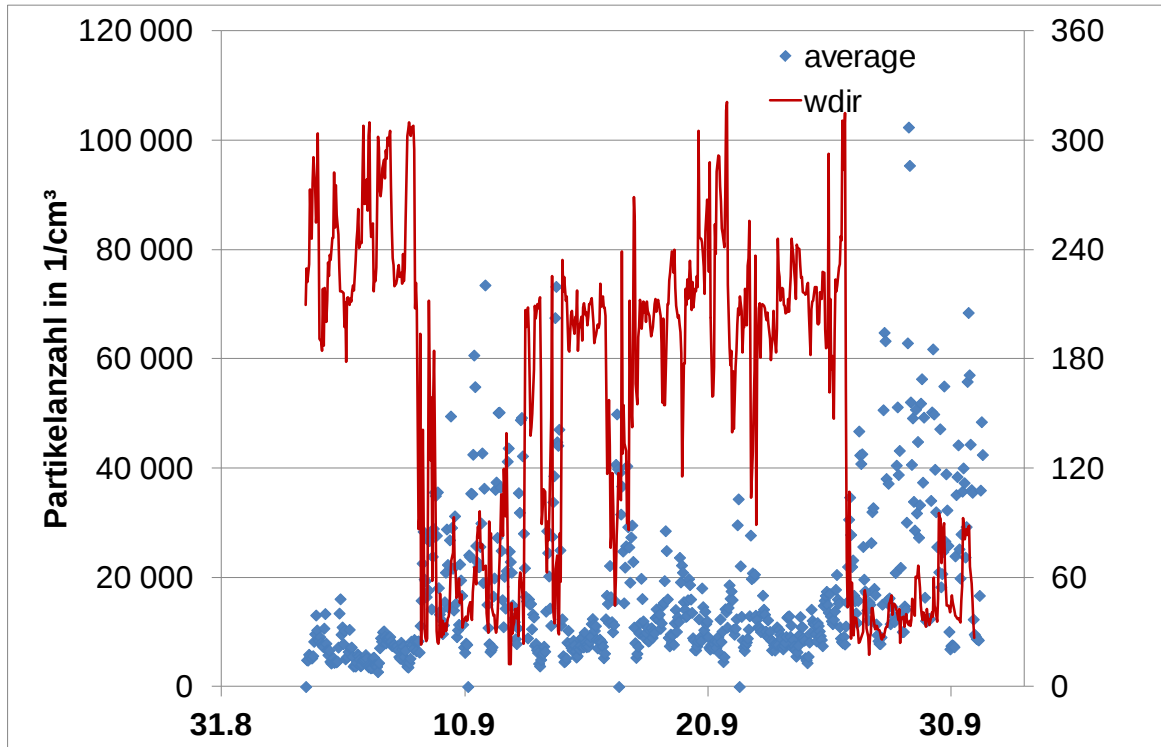
Flugspuren Anflug, n. STANLY, DFS (WR Ost)

Beispiel Vorbeiflug ca. 400 m Höhe, 300 m südlich durch B763 am
21.1.2015 0704





UCPC Daten in Raunheim



Partikelanzahlkonzentration $\#/cm^3$ UCPC (3 nm – 1000 nm)

- **Tabelle 6:** → Langjährige Stationsmittelwerte für die Partikelanzahl, in absteigender Reihenfolge der Gesamtpartikelanzahl. Gezeigt sind Mittelwert (μ) und Standardabweichung (σ) auf Basis von Stundenmittelwerten. Die zeitliche Abdeckung beträgt in der Regel 2009-2014. Zu Abweichungen siehe Fußnoten und Abbildung 6.

N in cm^{-3}	N _[20;800 nm]		N _[20;60 nm]		N _[60;100 nm]		N _[100;300 nm]		N _[300;800 nm]	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
Leipzig-Mitte ¹	10494	1956	6280	1241	1988	379	2009	428	191	78
Leipzig-Eisenbahnstr.	9632	1835	5513	1033	1897	388	2034	510	169	98
Dresden-Nord	9505	1280	5384	807	1891	271	2041	342	187	78
Leipzig-Tropos	5816	1467	3223	999	1128	273	1314	345	138	72
Bösel-(Südoldenburg)	5366	995	2748	559	1147	244	1312	353	146	56
Leipzig-West ¹	5200	1089	2851	723	1015	240	1192	327	131	71
Melpitz	4365	1021	2157	678	900	228	1161	307	137	77
Waldhof	3841	1015	1834	578	822	261	1041	344	133	70
Neuglobsow ²	3268	626	1428	368	746	187	964	248	122	69
Hohenpeißenberg	2609	635	1159	283	550	145	812	246	83	43
Schauinsland	1969	832	889	408	414	182	605	266	57	35
Zugspitze-(Schneefernerhaus) ³	865	420	402	158	171	97	269	178	23	20

¹2010-12/2014 (spätere Inbetriebnahme)

²2010-2014 (spätere Inbetriebnahme)

³2013-2014. Daten vor 2013 erwiesen sich als inkonsistent.

Wirkungen

Weltweit sieben Millionen frühzeitige Todesfälle jährlich

Laut Weltgesundheitsorganisation ([WHO](#)) ist Luftverschmutzung weltweit das größte auf Umweltfaktoren basierende Gesundheitsrisiko und verursacht Schlaganfälle, Herzerkrankungen und chronische Lungenkrankheiten. Die WHO beziffert die Zahl der Toten infolge von schmutziger Luft auf weltweit sieben Millionen Menschen jährlich.

Die
Welt

Feinstaub in der Luft ist nach einem Bericht der [Europäischen Umweltagentur](#) pro Jahr für etwa 430.000 vorzeitige Todesfälle in der EU verantwortlich. Zum Vergleich: Laut Umweltbundesamt gibt es jährlich allein in Deutschland etwa 47.000 vorzeitige Todesfälle durch Feinstaub.

Feinstaub

Immer mehr Tote durch Luftverschmutzung

Etwa 3,3 Millionen Menschen sterben jährlich weltweit an Luftverschmutzung. Doch der Hauptgrund sind überraschenderweise nicht Industrie und Verkehr.

FAZ

Weitere Forschungstätigkeiten

BMUB (Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit)
hat Forschungsmittel bewilligt, die es erlauben, die Zusatzbelastung im Bereich der Ultrafeinstäube für einen Großflughafen weiter zu erforschen.

Beginn: 2016

Kurztitel: Ultrafeinstäube im Umfeld von großen Flughäfen

Ziel: Beschreibung der räumlich zeitlichen Verteilung
Identifizierung von Kenntnislücken

Projekt wird extern vergeben (Auftragsforschung)

Aufgrund des hohen öffentlichen Interesses möchten wir einen Begleitkreis einrichten, damit die Erkenntnisse allen interessierten und betroffenen Parteien auch frühzeitig bekanntgeben können.



Ausblick

- Ø Feinstaub **und** Ultrafeinstaub sind allgegenwärtig!
- Ø Die höchsten Anzahlkonzentrationen finden sich im Bereich der Ultrafeinstäube.
- Ø Die Variabilität der Partikelanzahlkonzentration ist in Quellennähe (3 nm- 1000 nm) sehr hoch
- Ø Hohe Anzahlkonzentrationen bedeuten nicht besonders hohe Wirkungen

Die Luft gehört uns allen!
Jeder kann dazu
beitragen, die Belastung
zu verringern!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Klaus Wirtz
Umweltbundesamt
II 4.4

Graphiken, Auswertungen und Diagramme: H. Gerwig (UBA)

Quelle Fotos: H. Gerwig, J. Viidanoja, K. Wirtz, M. Martin Reviejo

Besonderer Dank: W. Birmili Leibniz Institut für Troposphärenforschung

www.uba.de

Literatur und Quellenangaben