



Das Lebensministerium



UFIPOLNET – Dauermessung von Ultrafeinstaub- Partikelgrößenverteilungen in der Stadt

H. Gerwig¹, G. Löschau¹, L. Hillemann², A. Zschoppe³, B. Wehner⁴, A. Wiedensohler⁴

¹Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

²Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft, Radebeul

³TOPAS GmbH, Dresden

⁴Leibniz-Institut für Troposphärenforschung, Leipzig

Freistaat  Sachsen

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

UFIPOLNET – Dauermessung von Ultrafeinstaub- Partikelgrößenverteilungen in der Stadt

Entwicklung und Erprobung eines kostengünstigen
Partikelanzahlgrößenspektrometers

1. Warum Ultrafeinstaub?
2. Das Projekt
3. Messmethoden und UFP 330
4. Erste Ergebnisse
5. Abschluss-Konferenz
6. Zusammenfassung





(Foto: C. Moormann 2007)



(Foto: H. Gerwig 2006)

24% der Bevölkerung
fühlt sich durch **Feinstaub**
z.B. Dieselruß
persönlich **stark belastet**

(GLOBUS Infografik GmbH, 23.4.07)

Warum Ultrafeinstaub?



(Foto: EU, 2005)

Margot Wallström, Vize-Präsidentin der Europäischen Kommission und Stavros Dimas (Kommissar Umwelt) messen die partikuläre Luftverschmutzung September 2005

- **EU-Kommission** fordert mehr Forschung zu Ultrafeinstaub-Konzentrationen und negative Gesundheitseffekte (CAFE-WG)
- **Feinstaub (PM10):**
70.000 Menschen sterben **pro Jahr** frühzeitig daran in Deutschland
(EU-Kommissar Dimas: FAZ 24.10.06)
- Auf europäischer Ebene liegen **noch wenige Erkenntnisse** zu Verhalten und Verbreitung von **ultrafeinen Stäuben über längere Zeiträume** vor

Warum Ultrafeinstaub?

Ein **Fußball** verhält sich zu einem **Stecknadelkopf**
wie **Feinstaub** zu **Ultrafeinstaub**



Haardurchmesser



Feinstaub



1 Mikrometer



Ultrafeinstaub

< 0,1 Mikrometer

100 Mikrometer

10 Mikrometer

1 000 mal kleiner als Durchmesser
menschlichen Haares:
< 0,0001 Millimeter
< 100 Nanometer



Warum Ultrafeinstaub?

Gesundheitliche Auswirkung: Klein, aber gemein

Ultrafeinstaub dringt tief in die Lunge ein und darüber hinaus:

Besonders kleine Staubpartikel (< 0,1 Mikrometer, z. B. aus Ruß von Dieselmotoren) können die **Schranke zum Blutkreislauf überwinden** und über diesen Weg zu **Herz-Kreislauf-Erkrankungen** beitragen (Quelle: SMS, 2007)

- Tendenz: **Je kleiner die Partikel, um so besser Zusammenhang mit negativen Gesundheitseffekten** -> plausibler die Hypothesen zur Wirkung (LUA – Sachsen, 2005)

Winzige Invasoren
Mögliche Auswirkungen des Feinstaubes auf den menschlichen Körper

1 Mit der Atemluft werden ständig kleinste Staubteilchen aufgenommen. Bis zu 10 Mikrometer (10 tausendstel Millimeter) große Partikel bleiben an den Schleimhäuten des Nasen-Rachen-Raums hängen.

2 Kleinere und kleinste Staubpartikel können über Luftröhre und Bronchien bis tief in die Lunge vordringen.

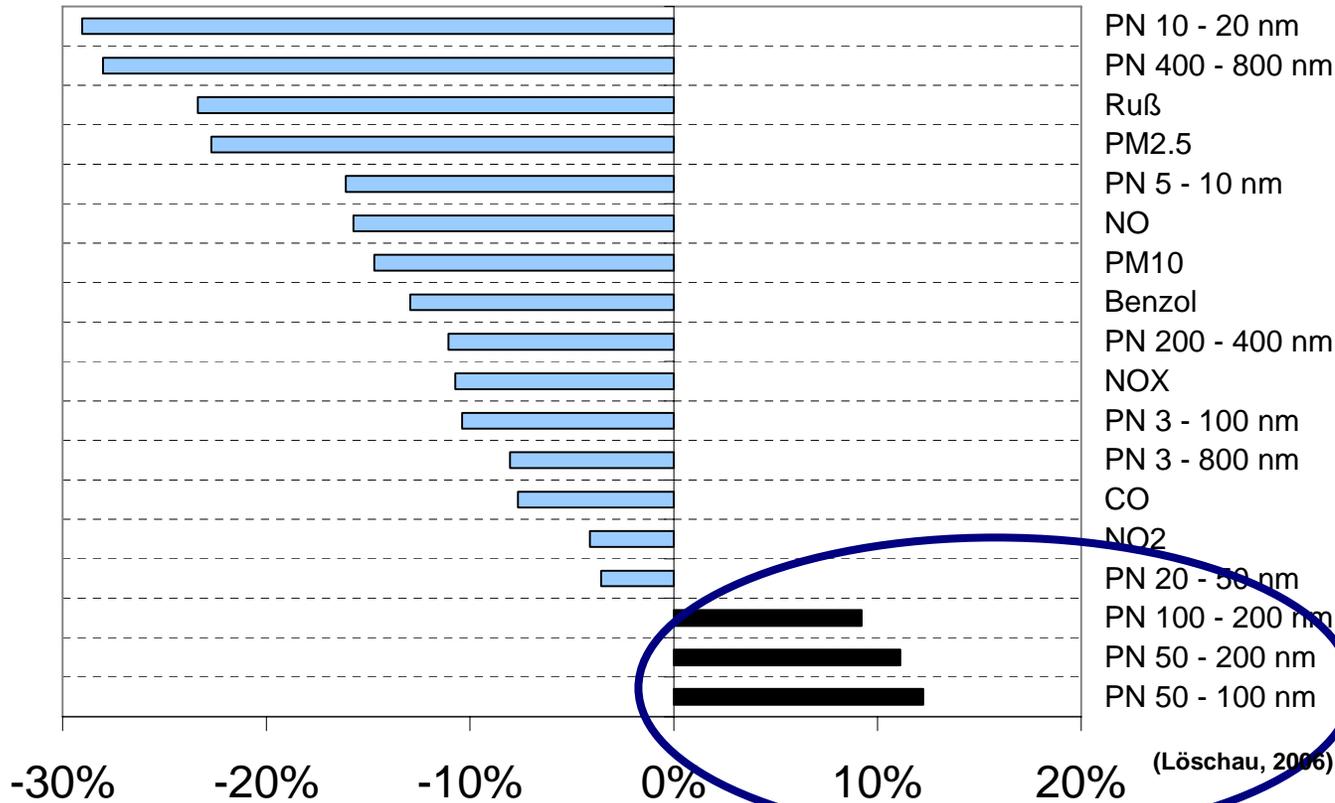
(Spiegel, 2003)

Nachrichten aus der Chemie | 51 | Dezember 2003 | www.gdk

Warum Ultrafeinstaub? Partikelmessungen in Dresden und Erfurt

Änderung der Konzentrationsniveaus der Anzahl von 8/2002 - 8/2005

Schlesischer Platz, Dresden (PN = Partikelanzahlkonzentration)



Dresden:

**Zunahme Partikelanzahl
50 – 200 nm**

**Zunahme Anteil
Diesel-Kfz (30%)**

**Maximum Anzahl von
Rußpartikeln aus
Dieselmotoren bei
60 bis 100 nm
(Löschau, 2006)**

Erfurt:

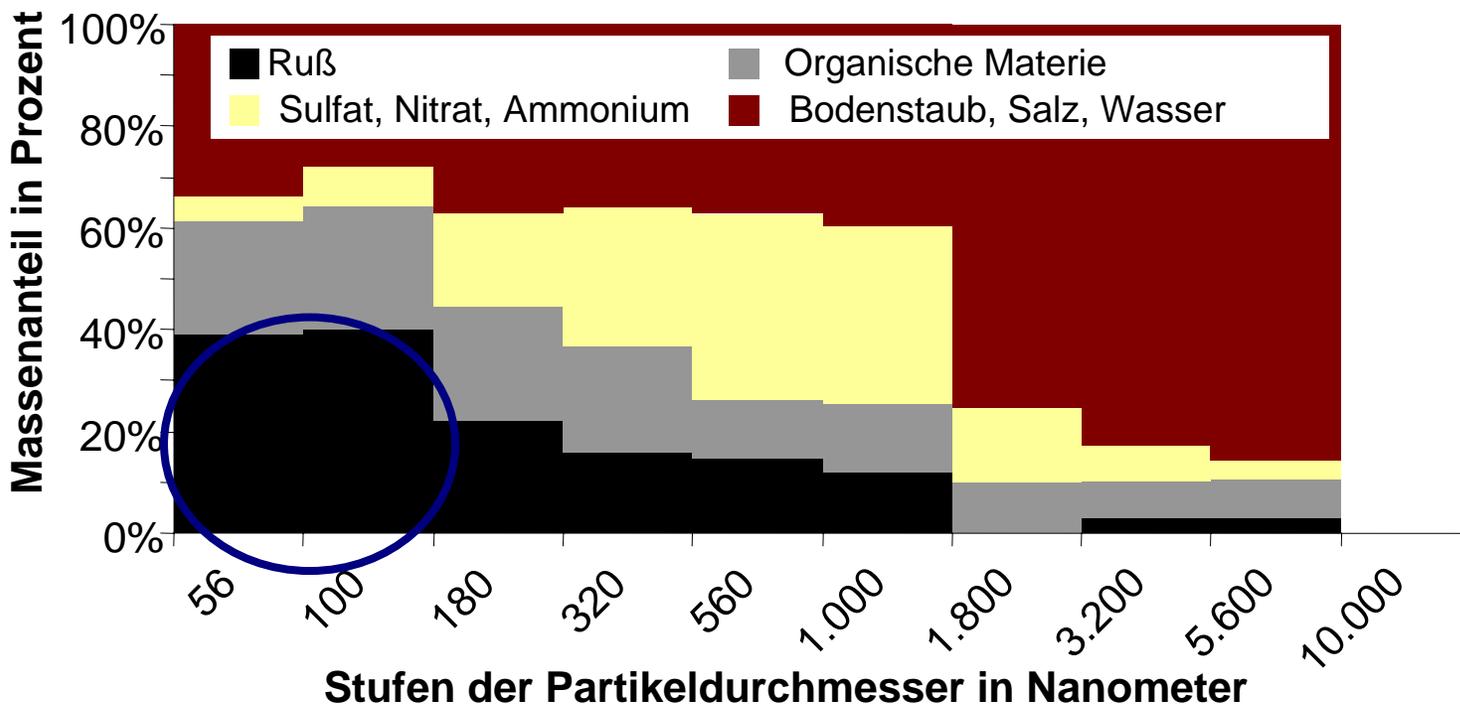
**Zunahme Partikel
30-60 nm**

**Winterhalbjahre 90er
(Cyrus et al., 2002)**



Warum Ultrafeinstaub?

Partikelmessungen in Dresden - Zusammensetzung



(Gerwig, 2005)

Feinstaub < 10 Mikrometer (= 10.000 Nanometer):
hohe Anteile aus Bodenstaub, Salz, Ammonium, Nitrat und Sulfat

ultrafeiner Staub < 0,1 Mikrometer (= 100 Nanometer)
hauptsächlich **Ruß** (40%) + organische Chemikalien (20%)

UFIPOLNET – Dauermessung von Ultrafeinstaub- Partikelgrößenverteilungen in der Stadt

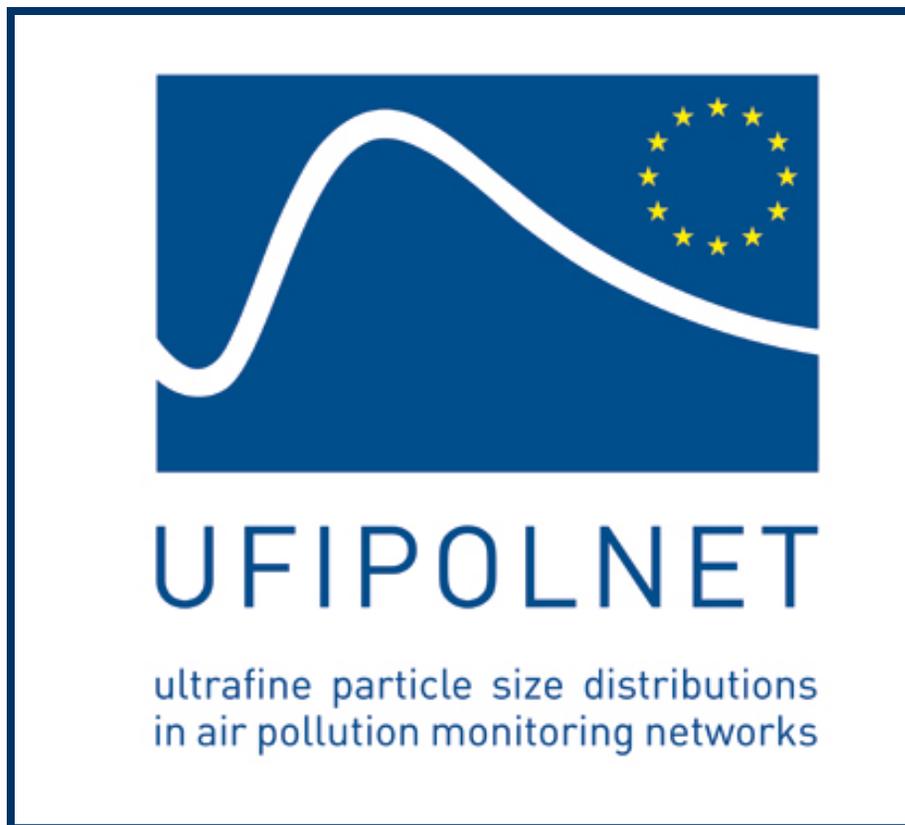
Entwicklung und Erprobung eines kostengünstigen Partikelanzahlgrößenspektrometers

1. Warum Ultrafeinstaub?
- 2. Das Projekt**
3. Messmethoden und UFP 330
4. Erste Ergebnisse
5. Abschluss-Konferenz
6. Zusammenfassung



Das Projekt

Was bedeutet UFIPOLNET?



- **Ultrafine Particle Size Distributions in Air Pollution Monitoring Networks**
Partikelgrößenverteilung von Nanopartikeln in Messnetzen zur Luftüberwachung
- **Ziel:** Bau und Erprobung von **bezahlbarem Messgerät** für Ultrafeine Staubpartikel in Immissionsmessnetzen über 1 Jahr
- **Projektlaufzeit:** 12/2004 – 11/2007
- **EU-Fördermittel:** 400 T€
sächsische Partner: 270 T€
(Gesamtbudget = 868 T€)

Das Projekt Wer macht mit?



Leadpartner:

LfUG (mit **UBG**)

6 weitere Partner:

- CR, D, S
- Unternehmen,
wissenschaftliche Institute,
Luftqualitätsmessnetze
- **IfT, TOPAS, TSI,
GSF, ITM, CHMU**



Das Projekt Wo wird gemessen?

stark befahrene Straßen (3 Messorte):

- Stockholm: Hornsgatan
- Dresden: Schlesischer Platz
- Prag: Strahovský Tunnel

Verkehrsarm, zentrumsnah:

- Augsburg: Friedberger Straße

Seit wann wird gemessen?

Dezember 2006:

Dresden

Februar 2007:

Stockholm, Prag, Augsburg



Das Projekt Verbreitung über Medien

25.1. 05 Dresden: Zeitungen, Internet

05.03. 07 Stockholm: TV, Internet

FREITAG, 28. JANUAR 2005 SÄCHSISCHE ZEITUNG 7

Sächsische Firmen messen europaweit ultrafeinen Staub

Dresden. Sachsens Luft ist künftig unter internationaler Beobachtung. Nach Angaben des Landesamtes für Umwelt und Geologie sind Firmen aus dem Freistaat in ein Projekt zur Messung ultrafeiner Staubpartikel in der Luft einbezogen. Dafür überweist die EU bis Ende 2006 allein nach Sachsen 400000 Euro. Ultrafeine Staubpartikel gelten heute als eigentliches Problem der Luftqualität. Sie sind 10000-mal kleiner als die Dicke eines menschlichen Haares und können Atemwegs- und Herz-Kreislaufkrankungen hervorrufen. (dpa)

07.02. 07 Dresden: TV, Zeitungen , Radio, Internet



http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/luft-laerm-klima_16534.html



Das Projekt Nutzen

Erkenntnisgewinn

- Einschätzung der Gesamtpartikelanzahl
- Partikelzusammensetzung in Fläche und Dauer

Datensammlung

- zu kleineren Partikeln (0,1 μm)
- Überwachung der Minderung z.B. durch Partikelfilter
- mittels einfachem + günstigem Gerät

rechtzeitige Planung

Vorbereitung für Routinebetrieb

(vgl. vorausplanende Messungen in Vergangenheit
von BaP, Schwermetalle vor 4. TRL z.B. in Sachsen)

UFIPOLNET – Dauermessung von Ultrafeinstaub- Partikelgrößenverteilungen in der Stadt

Entwicklung und Erprobung eines kostengünstigen Partikelanzahlgrößenspektrometers

1. Warum Ultrafeinstaub?
2. Das Projekt
- 3. Messmethoden und UFP 330**
4. Erste Ergebnisse
5. Abschluss-Konferenz
6. Zusammenfassung



Messmethoden und UFP 330

Massenkonzentration
in Mikrogramm pro Kubikmeter:
PM10, PM2,5, PM1



Partikel-Anzahlkonzentration
in Partikel pro Kubikzentimeter



Messmethoden und UFP 330

Massevergleich:

1 Partikel 10 Mikrometer

= 1.000.000 Partikel 0,1 Mikrometer

Partikelanzahl in Deutschland

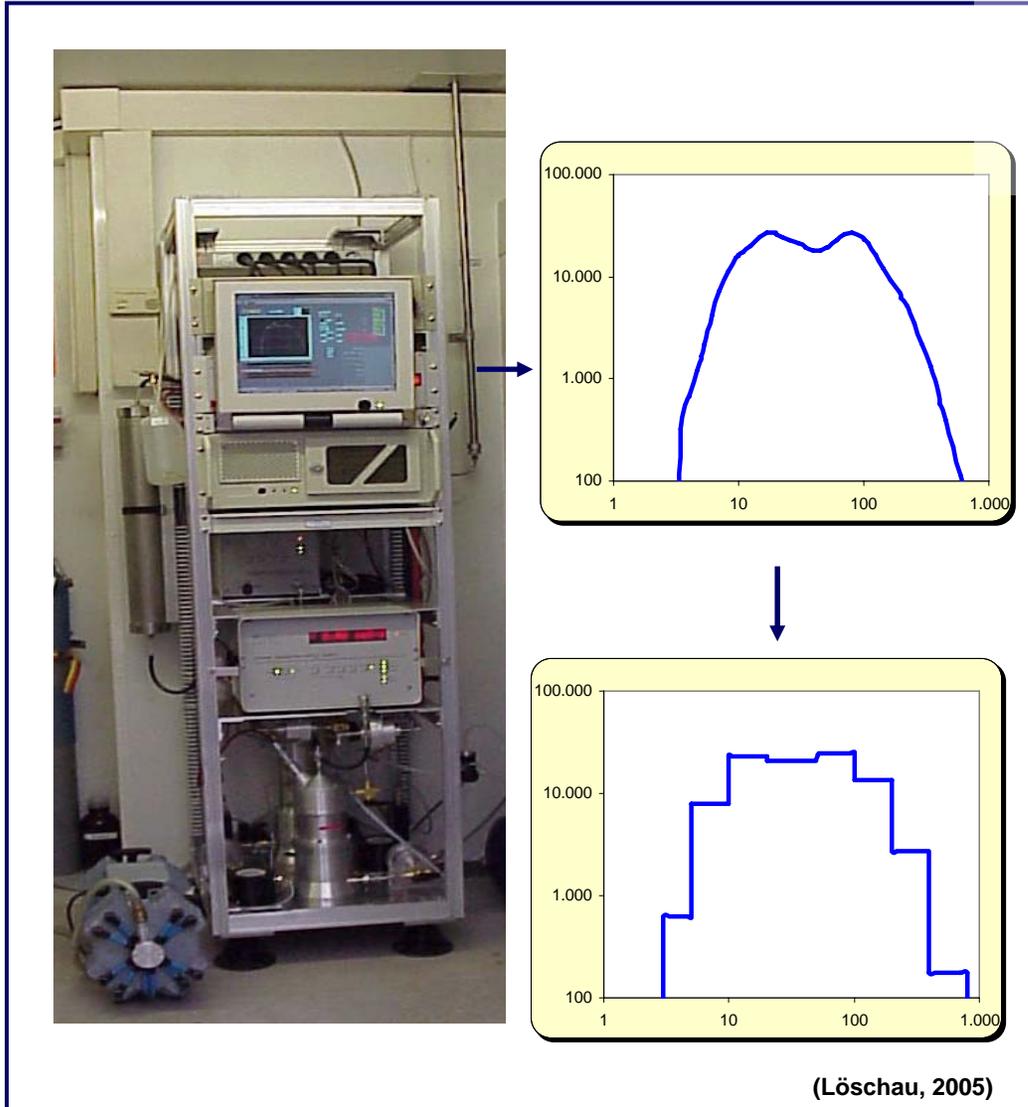
(Median 10 – 100 nm in 1/cm³ Angaben gerundet, 25 Messorte):

Gebirge	1.000 – 2.000
ländlich	3.000 – 4.000
Städt. Hintergrund	5.000 – 13.000
verkehrsnahe	10.000 – 23.000

Quelle: Birmili , 2006



Messmethoden und UFP 330 Referenzgerät für Anzahlverteilung



(Löschau, 2005)

Twin-DMPS =
Zwei Differential Mobility
Particle Sizer

- IfT-Leipzig
- 3 - 800 nm
(20 – 800 nm
und 3 – 20 nm)

Reduktion für Datenbank UBG:

- Halbstundenmittelwerte
- 8 Partikelgrößenklassen

Messmethoden und UFP 330

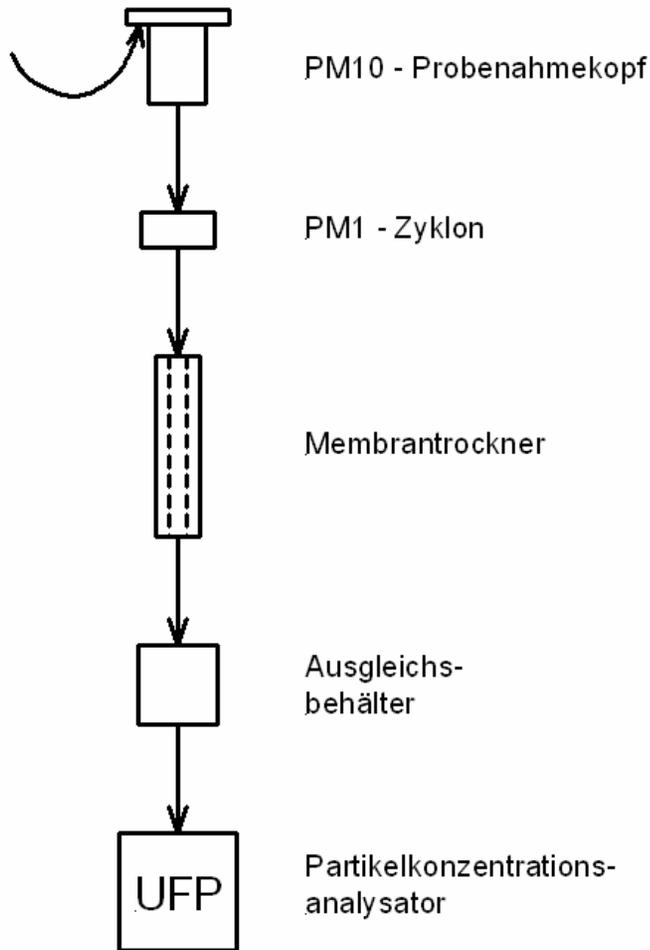
UFP 330 - Eigenschaften

- Hersteller: TOPAS GmbH, Dresden
- Partikelanzahlgrößenverteilung
- Kein Butanol oder Radioaktivität
- Wartungsintervall ca. > 3 Monate
- 6 Partikelgrößenklassen
(K1-K6)
>20 | >30 | >50 | >70 | >100 | >200 (800) nm
- Mindestkonz. ca. 1000 cm⁻³
- Erschwinglich
- Einfach
- Nutzbar in Routinemessnetzen



Dresden Schlesischer Platz, 07.02.2007

Messmethoden und UFP 330 Probenahme



(Skizze: Wehner/Hillemann, 2007)

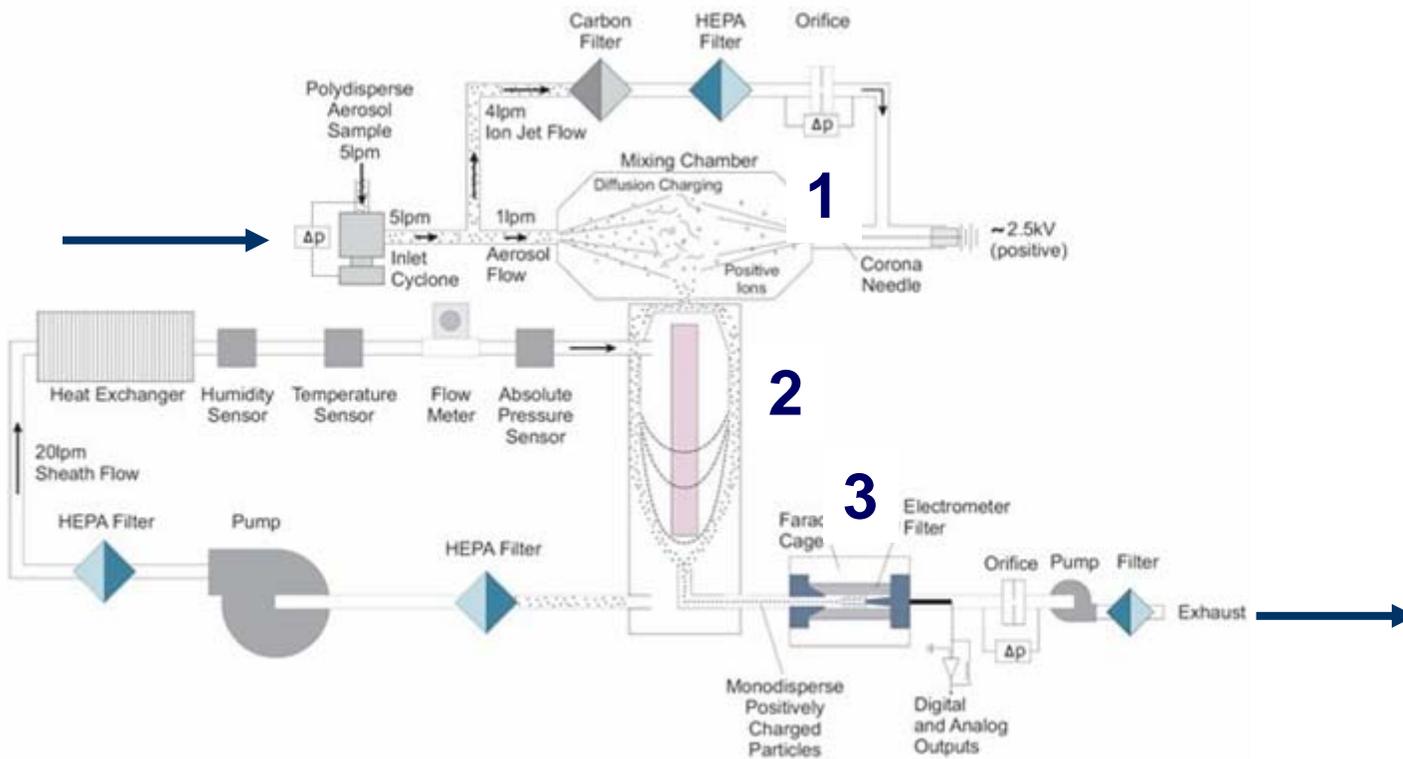
- Abscheidung grober Partikel $> 1 \mu\text{m}$
- Trocknung
- Dämpfung von Konzentrationsspitzen

Messmethoden und UFP 330

Funktion

Partikel werden geladen, getrennt, gezählt und Anzahl pro Größenklasse berechnet

- elektrische Aufladung (1)
- Differentieller Mobilitätsanalysator (2)
- Elektrometer (3)



Messmethoden und UFP 330

Datenübermittlung

- Single Board Computer + LCD-Anzeige/Bedienung
- Standardschnittstellen:
USB, RS 232, Firewire
- Datenübertragung:
Bayern-Hessen-Protokoll;
Stations- PC/Modem oder IP
- Messnetz: z.B. ADVIS
- (Laptopzugang)

Test 1 [myg/m3]	Test 2 [myg/m3]	Test 3 [myg/m3]	UFP K1 [p/cm³]	UFP K2 [p/cm³]	UFP K3 [p/cm³]	UFP K4 [p/cm³]	UFP K5 [p/cm³]	UFP K6 [p/cm³]	TEM [GF]
28.7	-3.0	31.7							
33.7	-3.1	36.8							
32.3	-2.3	34.7							
26.7	-2.3	29.0							
26.7	-2.3	28.9							
28.1	-1.7	29.8							
41.3	-1.8	43.1*	0*	0*	0*	0*	0*	0	
39.3	-3.1	42.4*	1812*	1361*	889*	999*	1494*	574	
23.1	-2.8	25.8	1316	1027	701	1000	1876	575	
25.9	-1.2	27.1	1295	1524	925	977	1896	628	
27.8	-0.8	28.7	2245	1883	1086	1178	1862	637	
21.7	0.4	21.2	1520	1192	854	959	1417	483	
16.0	0.9	15.1	1392	1394	781	828	1345	472	
15.1	-0.9	16.0	2440						
15.0	-1.3	16.3	1887						
16.4	-1.0	17.4	1898						
39.6	-0.8	40.4	1623						
69.2	-0.5	69.7	1864						
74.4	0.5	73.9	2263						
100.4	1.6	98.8	676						
95.3	1.2	94.1	1397						
46.0	0.5	45.5	1454						
34.5	-0.2	34.8	1552						
29.0	0.1	28.8	1493						
18.5	-0.2	18.7	1516						
15.6	-1.8	17.5	2092						
17.8	-0.8	18.5	1494						
41.2	1.6	39.6	1245						
53.6	0.9	52.7	1667						
28.9	0.9	29.0	1580						

UFIPOLNET – Dauermessung von Ultrafeinstaub- Partikelgrößenverteilungen in der Stadt

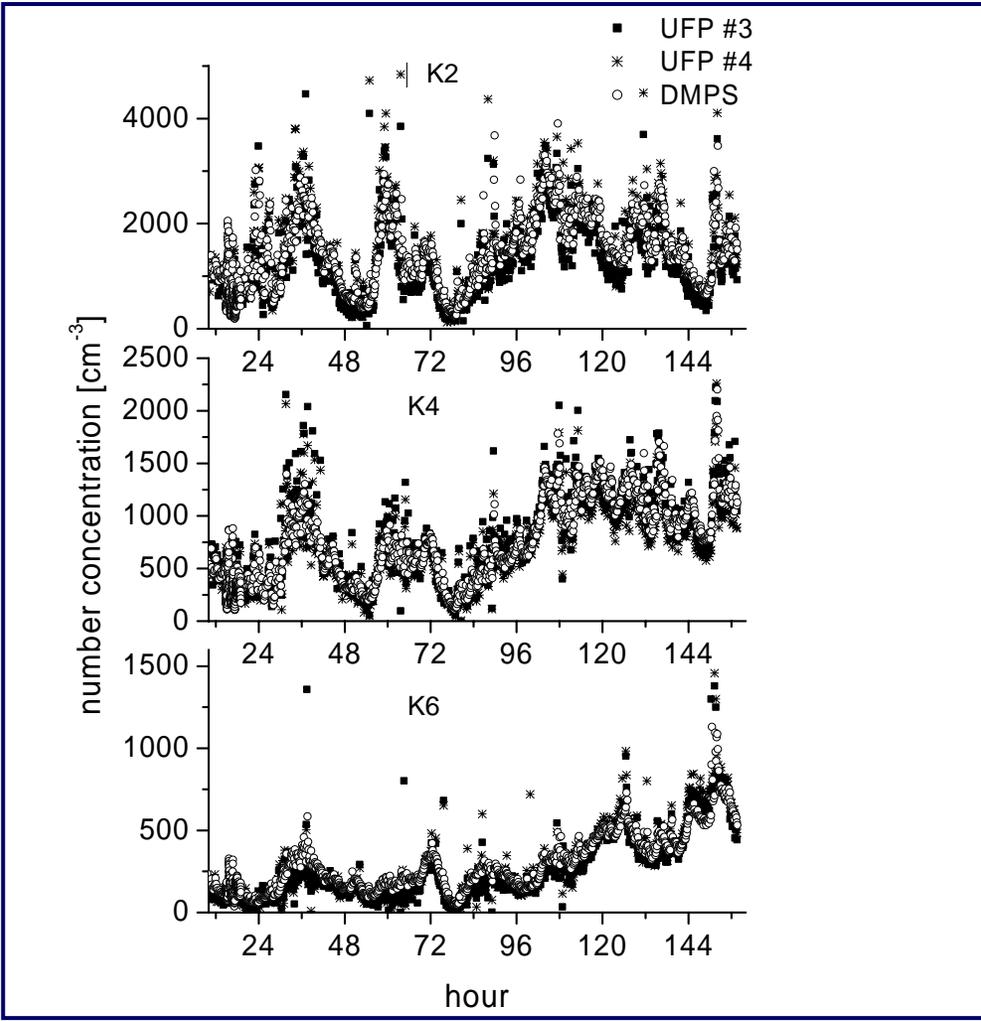
Entwicklung und Erprobung eines kostengünstigen Partikelanzahlgrößenpektrometers

1. Warum Ultrafeinstaub?
2. Das Projekt
3. Messmethoden und UFP 330
- 4. Erste Ergebnisse**
5. Abschluss-Konferenz
6. Zusammenfassung



Erste Ergebnisse

Qualitätssicherung: Vergleich mit DMPS Leipzig, Eisenbahnstr., Jan 2007



Output des UFP330:
Anzahlkonzentration in 6 Größenklassen

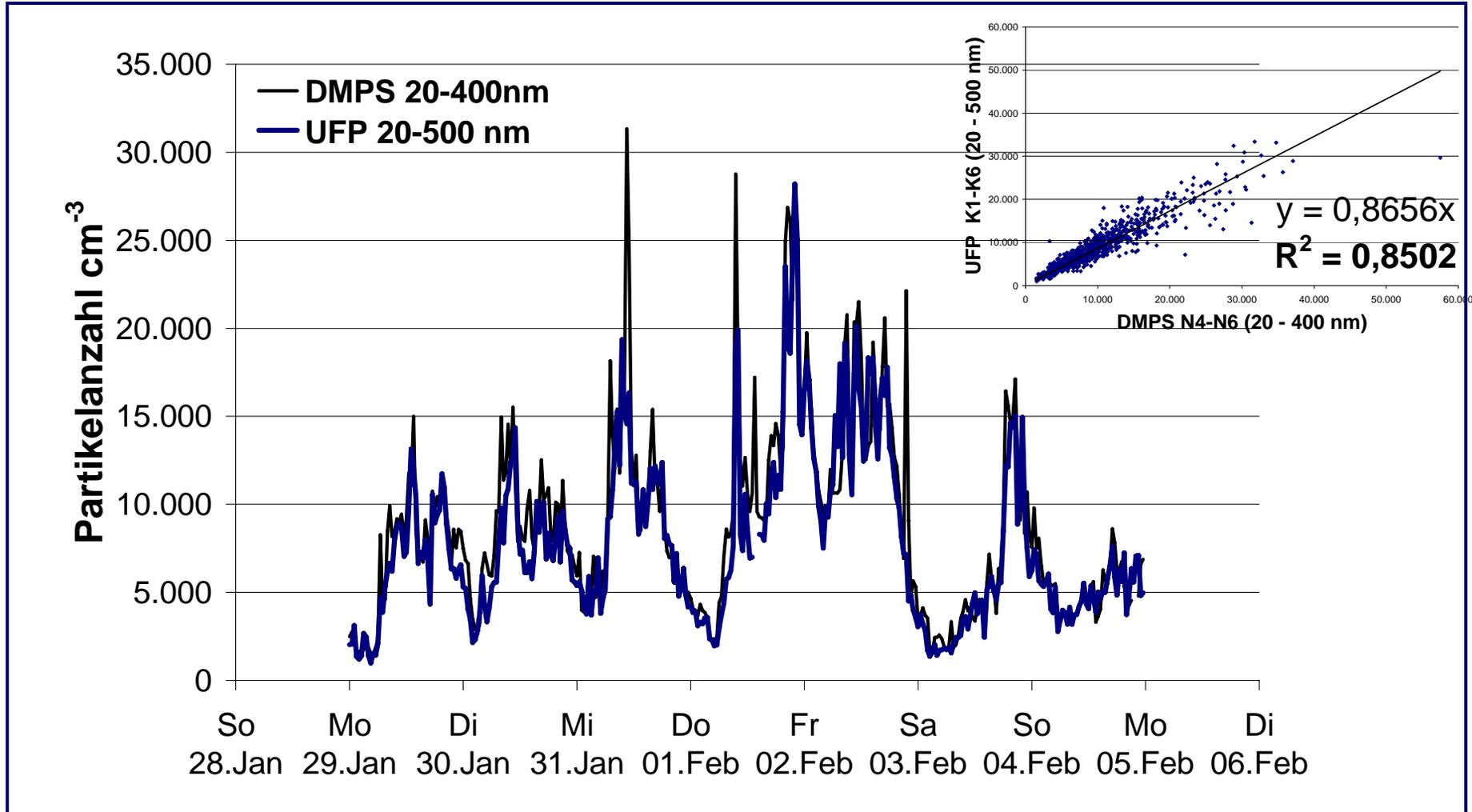
Dargestellt:
K2 (30 – 50 nm),
K4 (70 – 100 nm),
and K6 (>200 nm).

(Wehner et al. (2007):
The new UFP 330: Comparison with a DMPS for
ambient aerosols, eingereicht für EAC 2007)



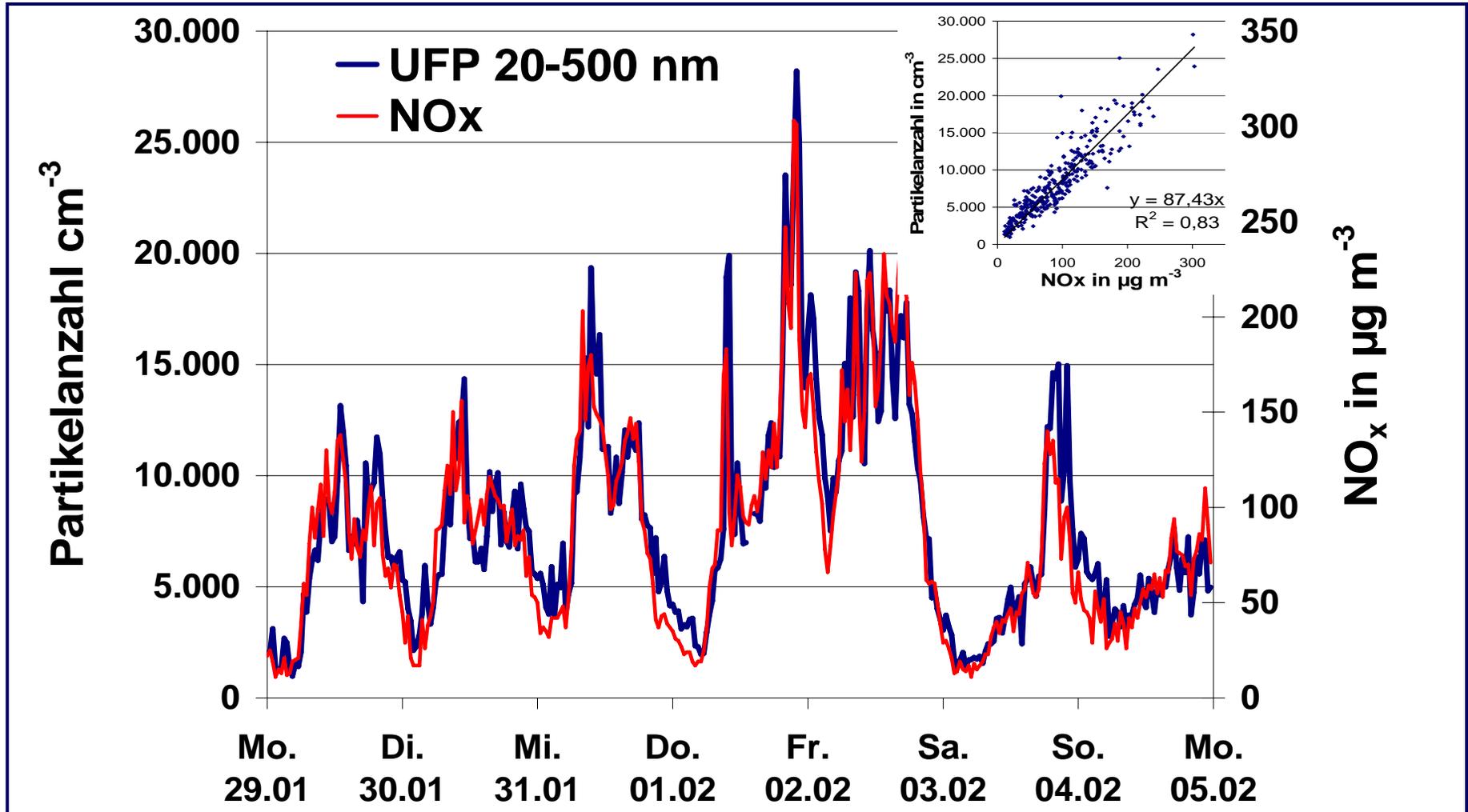
Erste Ergebnisse

Qualitätssicherung: Vergleich mit DMPS, Dresden, Schlesischer Platz (29.01.-05.02.2007)



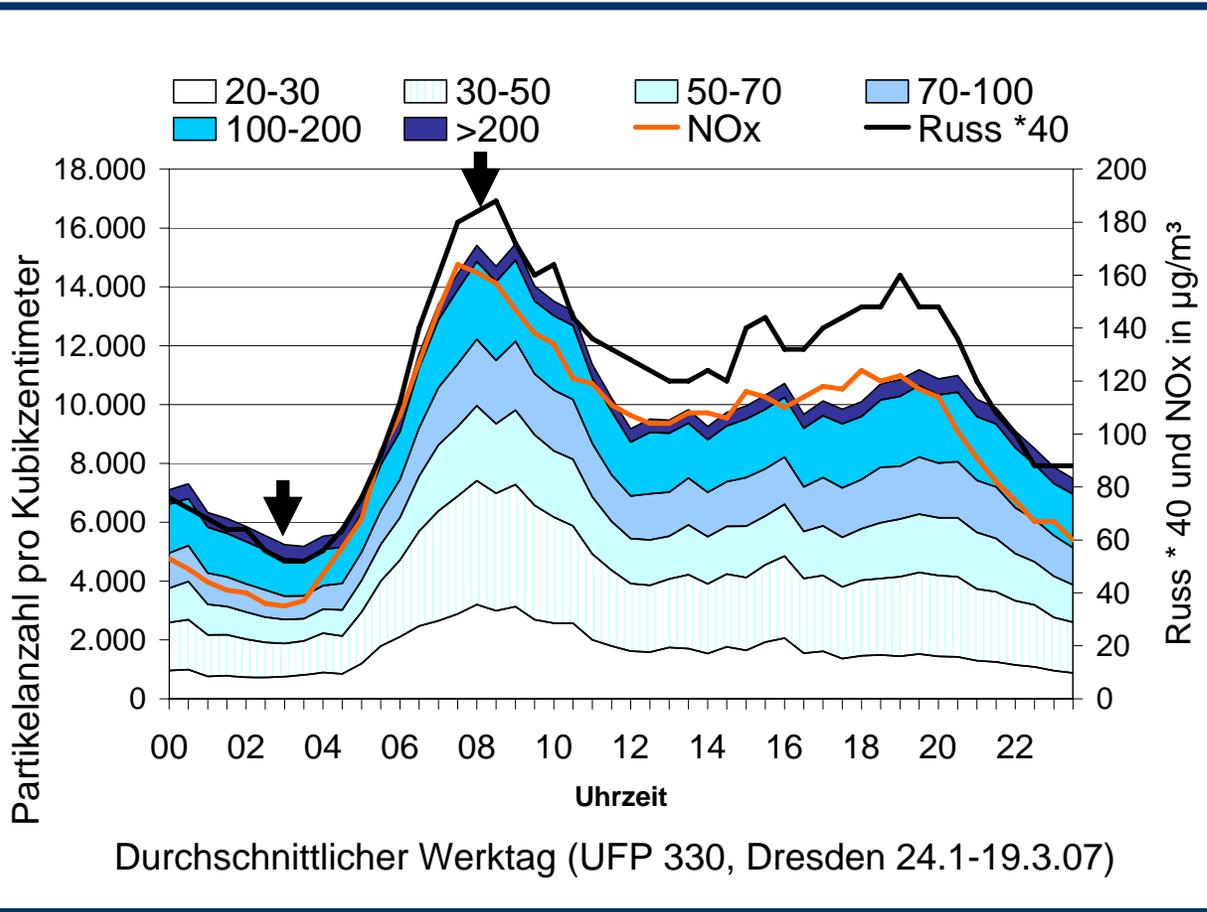
Erste Ergebnisse

Vergleichsmessungen NO_x Dresden Schlesischer Platz (29.01.-05.02.2007)



Erste Ergebnisse

Werktag Dresden Schlesischer Platz (24.01.-19.03.2007)



Partikelgrößenverteilung

- Durchschnittlicher Werktag:
Minimum 3:00 h
Maximum 8:00 h
- Referenzgerät:
mehr als 90% Partikel zwischen 10 - 200 nm

UFIPOLNET – Dauermessung von Ultrafeinstaub- Partikelgrößenverteilungen in der Stadt

Entwicklung und Erprobung eines kostengünstigen Partikelanzahlgrößenspektrometers

1. Warum Ultrafeinstaub?
2. Das Projekt
3. Messmethoden und UFP 330
4. Erste Ergebnisse
- 5. Abschluss-Konferenz**
6. Zusammenfassung



Abschluss-Konferenz

« Ultrafine Particles in Urban Air »

- 100-150 Teilnehmer
- 2 Tage in Dresden
- **23.-24. Oktober 2007**
- Ultrafeinstaubmessungen, Modellierung, gesundheitliche Aspekte, Umsetzung Luftreinhaltung
- Ort: Sächsische Aufbaubank (SAB)

Bürgerveranstaltung

- **22.10.2007 18:30**

Info unter www.ufipolnet.eu



UFIPOLNET – Dauermessung von Ultrafeinstaub- Partikelgrößenverteilungen in der Stadt

Entwicklung und Erprobung eines kostengünstigen Partikelanzahlgrößenspektrometers

1. Warum Ultrafeinstaub?
2. Das Projekt
3. Messmethoden und UFP 330
4. Erste Ergebnisse
5. Abschluss-Konferenz
- 6. Zusammenfassung**



Zusammenfassung

Motivation:

- **Ultrafeinstaub-Messungen notwendig:**
 - Gesundheitsgefahren besser einschätzen
 - Entwicklung Luftkonzentrationen beobachten

UFIPOLNET:

- Partikelgrößenspektrometer für Messnetze eingesetzt
- UFP 330: **günstiger, einfacher, (Messnetzerprobt)**
- Messungen seit Dez-06 bzw. Feb-07
- **Vergleichsmessungen:** Gut zu Referenzgerät, korreliert mit NOx
- **Konferenz** „Ultrafine Particles in Urban Air“ 23. - 24. Okt. 2007

www.ufipolnet.eu



Danke an alle Projekt-Partner!



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!



wird mit Unterstützung des Finanzierungsinstruments



der Europäischen Gemeinschaft
und der Finanzierung des Freistaats Sachsen und Projektpartner durchgeführt



Dokumentation

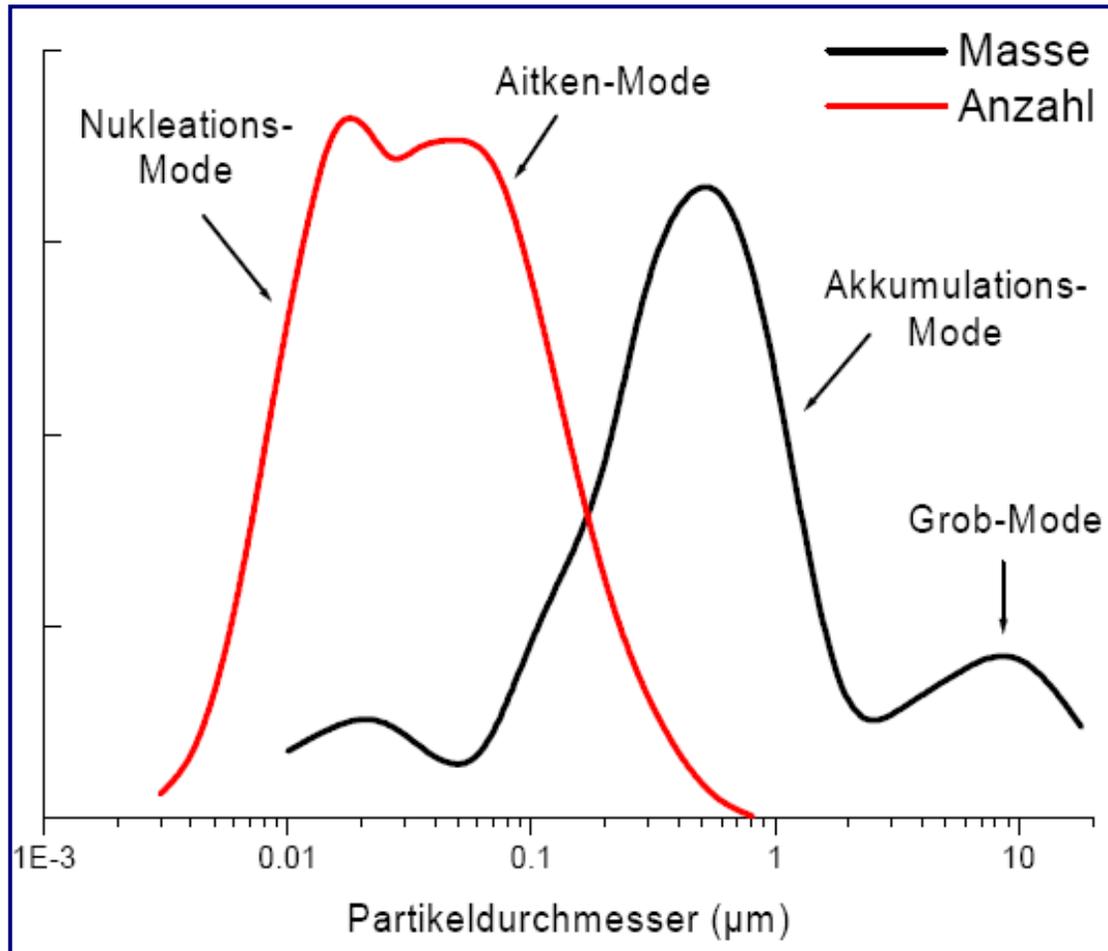
- **www.ufipolnet.eu**
- **Eigenforschungs-Report über Inhaltsstoffe**
(Gerwig 2005) www.umwelt.sachsen.de/lflug/luft-laerm-klima_5356.html
- **Quellgruppenquantifizierung von PM10 an einer Verkehrsmessstation in Dresden;**
Gerwig, H.; Bittner, H.; Brüggemann, E.; Gnauk, T.; Herrmann, H.; Löschau, G.; Müller, K.
Gef. Reinhalt. Luft, 2006, 66, 175 – 180
- **Löschau, G. (2006a): Partikelanzahl in verkehrsnaher Außenluft – Teil 1:**
Belastungsniveaus und Tendenz. Gefahrenstoffe – Reinhaltung der Luft 66 (2006) Nr. 10,
S. 431-435
- **Löschau, G. (2006b): Partikelanzahl in verkehrsnaher Außenluft – Teil 2: Einfluss der**
Meteorologie und erste Ursachenanalyse. GRdL 66 (2006) Nr. 11/12, S. 483-488
- **Birmili 2006: Räumlich-zeitliche Verteilung, Eigenschaften und Verhalten ultrafeiner**
Aerosolpartikel (>100nm) in der Atmosphäre, sowie die Entwicklung von Atmosphäre, sowie
die Entwicklung von Überwachung in Deutschland Umweltbundesamt, Redaktion : D. Bake
Forschungsbericht 203 43 257/05 UBA-FB 000942 UBA Texte 26 - 06
- **SMS** Internetseite zu Ultrafeinstaub und Gesundheit:
http://www.sms.sachsen.de/de/bf/staatsregierung/ministerien/sms/ispf_1043.htm#sprungmarke_luftverschmutzung
- **LUA** Sachsen zu Ultrafeinstaub und Gesundheit 2005:
http://www.lua.sachsen.de/pu/Mitteilungen/Docs/luam_2005_02.pdf
- **UBA 2005:** www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/feinstaub.pdf
- **EU:** <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/05/1170&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en> (Sep 2005)
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/06/1447&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en> (Okt 2006)



Ergänzungsfolien bei Bedarf



Von Feinstaub zu Ultrafeinstaub



Dimensionslose
Größenverteilung von Partikelanzahl und Partikelmasse in der stark befahrenen Straßenschlucht Leipzig-Eisenbahnstraße.
(Quelle: Birmili , 2006)

Partikelanzahl ist am **höchsten** im Bereich **< 100 nm**, während **Masse** und **Volumen** ihr **Maximum** bei **400 nm** haben. Damit ist die Charakterisierung der ultrafeinen Partikel über Anzahlmessungen am besten geeignet.

Teilchenanzahl ist **geeignete Messgröße**, mit der sich fachliche und finanzielle Anforderungen erfüllen lassen.