



Das Lebensministerium



## UFIPOLNET – Dauermessung von Ultrafeinstaub- Partikelgrößenverteilungen in der Stadt

H. Gerwig<sup>1</sup>, G. Löschau<sup>1</sup>, L. Hillemann<sup>2</sup>, A. Zschoppe<sup>3</sup>, B. Wehner<sup>4</sup>, A. Wiedensohler<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

<sup>2</sup>Staatliche Umweltbetriebgesellschaft, Radebeul

<sup>3</sup>TOPAS GmbH, Dresden

<sup>4</sup>Leibniz-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

### 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)

Nasenschleimhäute und Rachen	> 10µm
Kehlkopf	4,7 - 5,8µm
Luftröhre und Bronchien	3,3 - 4,7µm
sek. und terminale Bronchien	1,1 - 3,3µm
Alveolen	< 1,1µm

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

**Ultrafeinstaub dringt tief in die Lunge ein und darüber hinaus:**

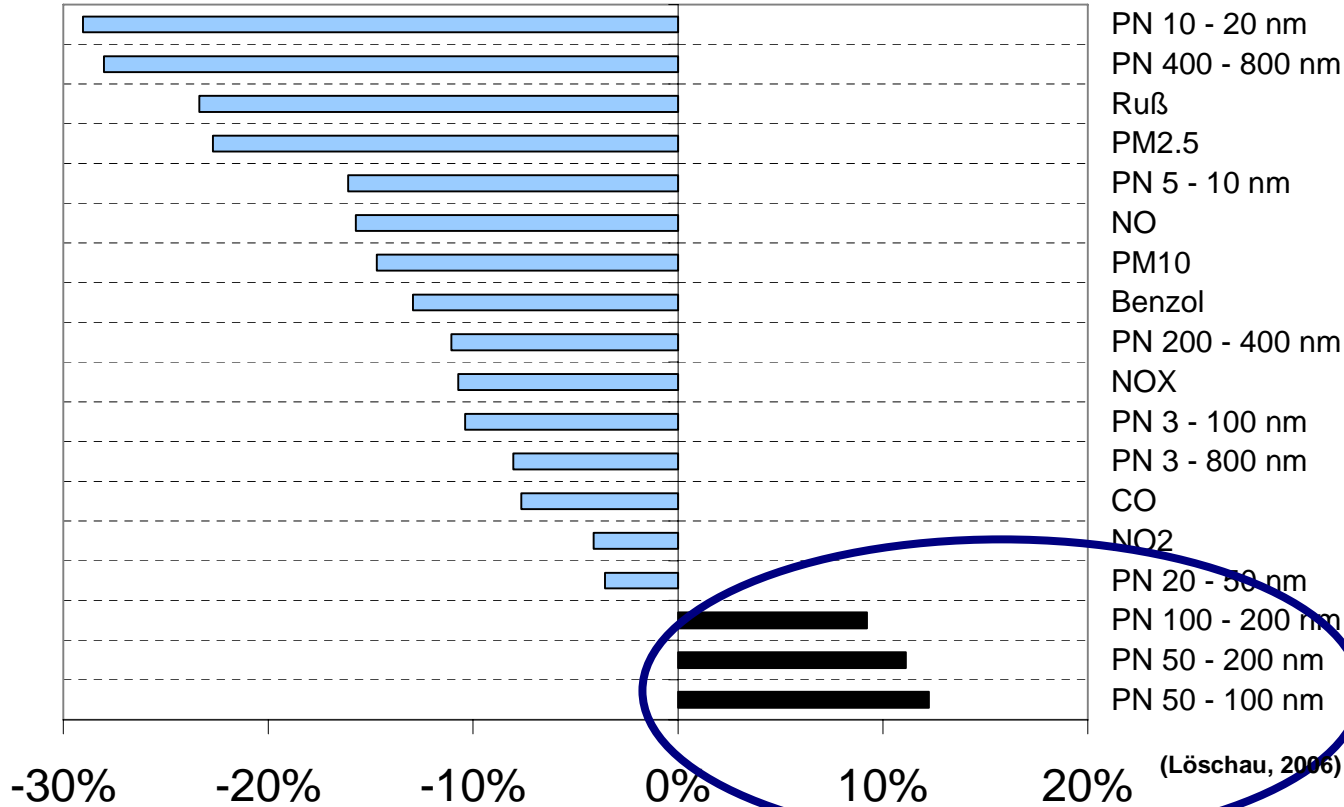
Besonders kleine Staubpartikel (< 0,1 Mikrometer, z. B. aus Ruß von Dieselmotoren) können die **Schranke zum Blutkreislauf überwinden** und über diesen Weg zu **Herz-Kreislauf-Erkrankungen** beitragen (Quelle: SMS, 2007)

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

# 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:

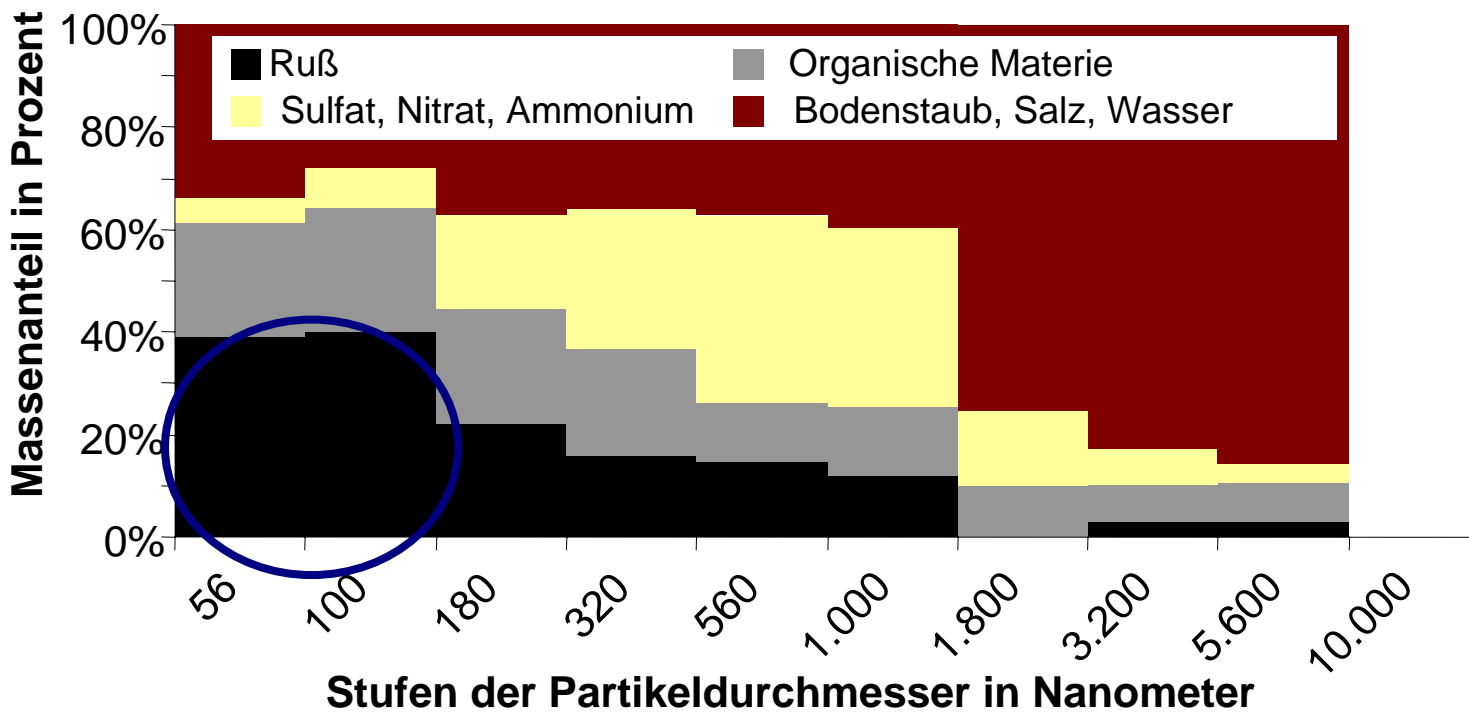
**Zunahme Partikel  
30-60 nm**

**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

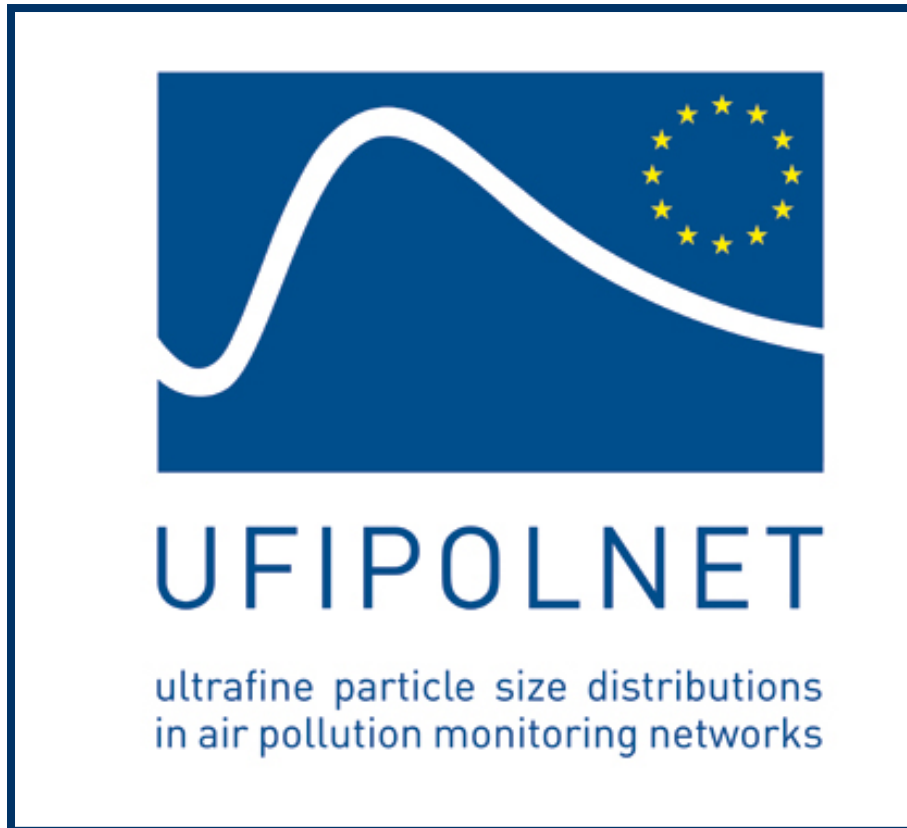
## Entwicklung und Erprobung eines kostengünstigen Partikelanzahlgrößenspektrometers

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



## Das Projekt

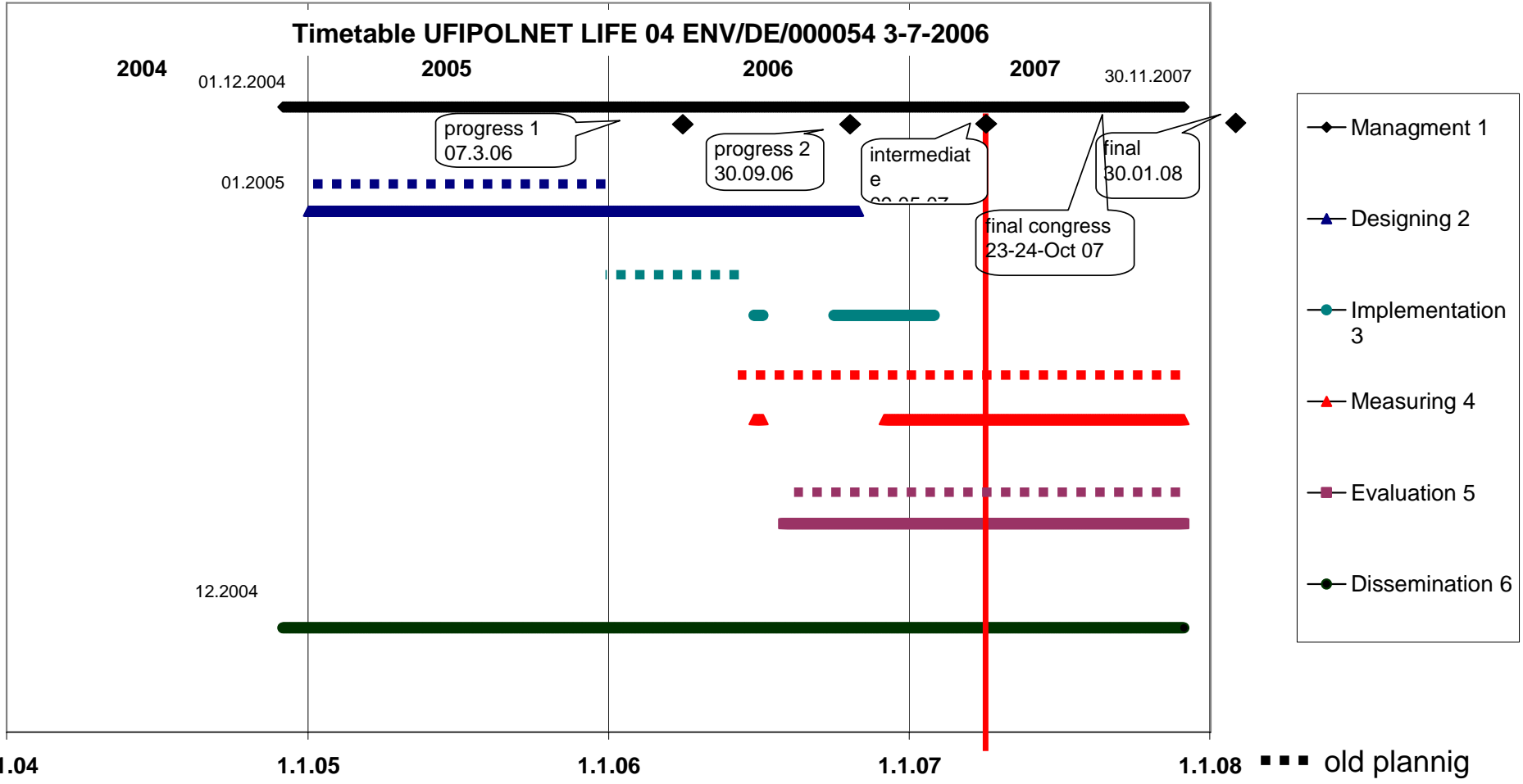
# Was bedeutet UFIPOLNET?



- **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 Zeitplan

### Timetable UFIPOLNET LIFE 04 ENV/DE/000054 3-7-2006



## 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](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  $\mu\text{m}$ )
- 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/cm<sup>3</sup> 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

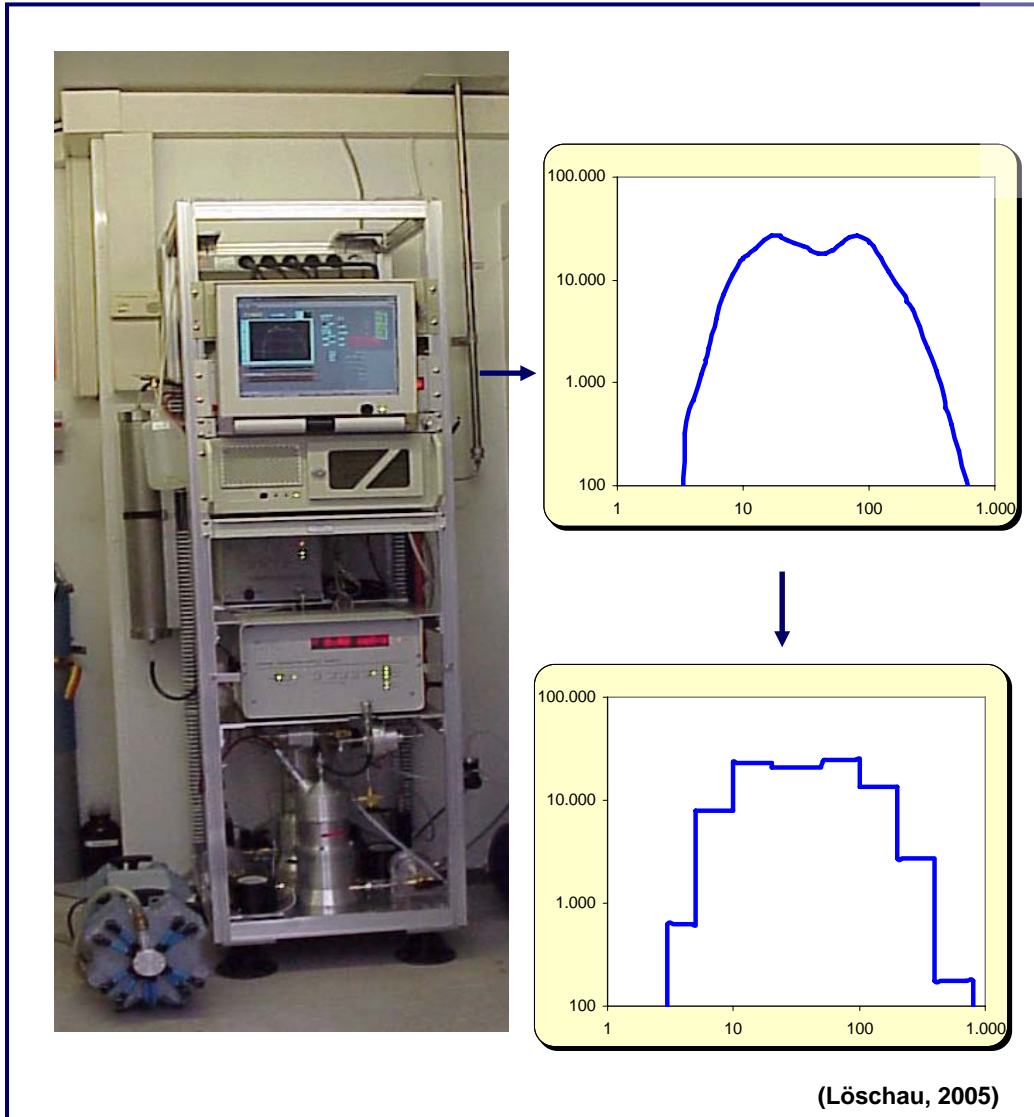
Twin-DMPS =  
Zwei Differential Mobility  
Particle Sizer

- IfT-Leipzig

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

**Reduktion für Datenbank UBG:**

- Halbstundenmittelwerte
- 8 Partikelgrößenklassen



## Messmethoden und UFP 330

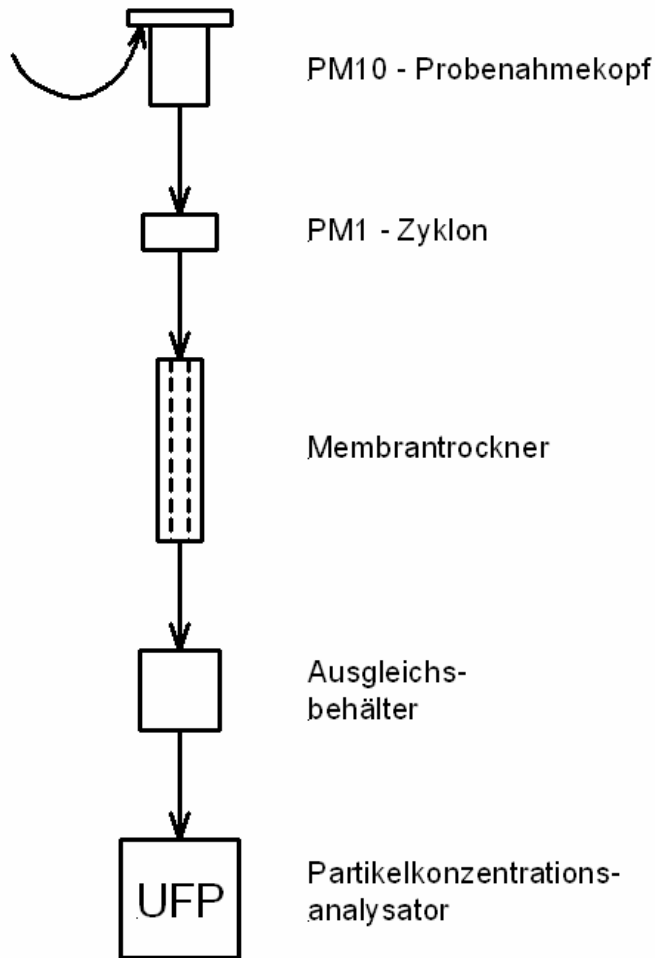
### UFP 330 - Eigenschaften

- 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<sup>-3</sup>
- Erschwinglich
- Einfach
- Nutzbar in Routinemessnetzen



Dresden Schlesischer Platz, 07.02.2007

## Messmethoden und UFP 330 Probenahme



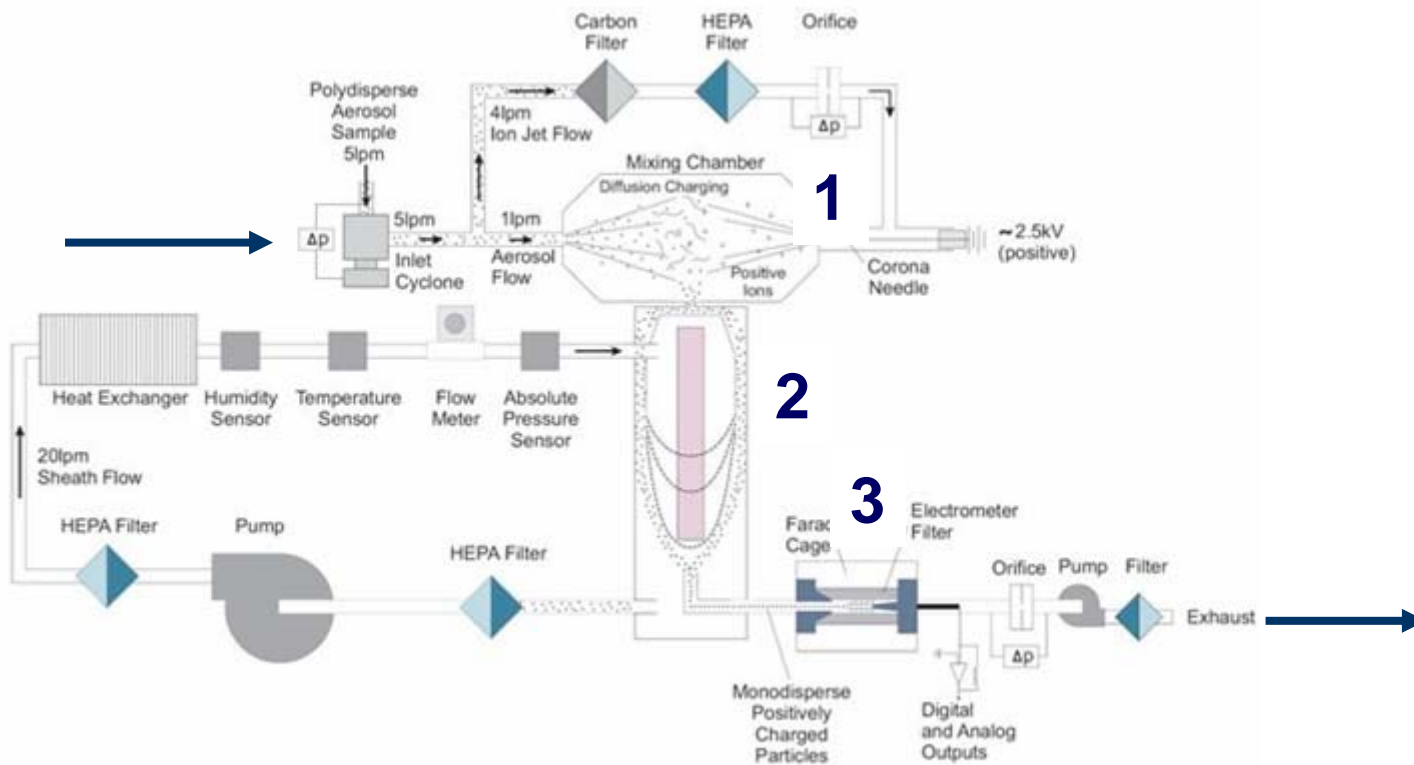
(Skizze: Wehner/Hillemann, 2007)

- 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

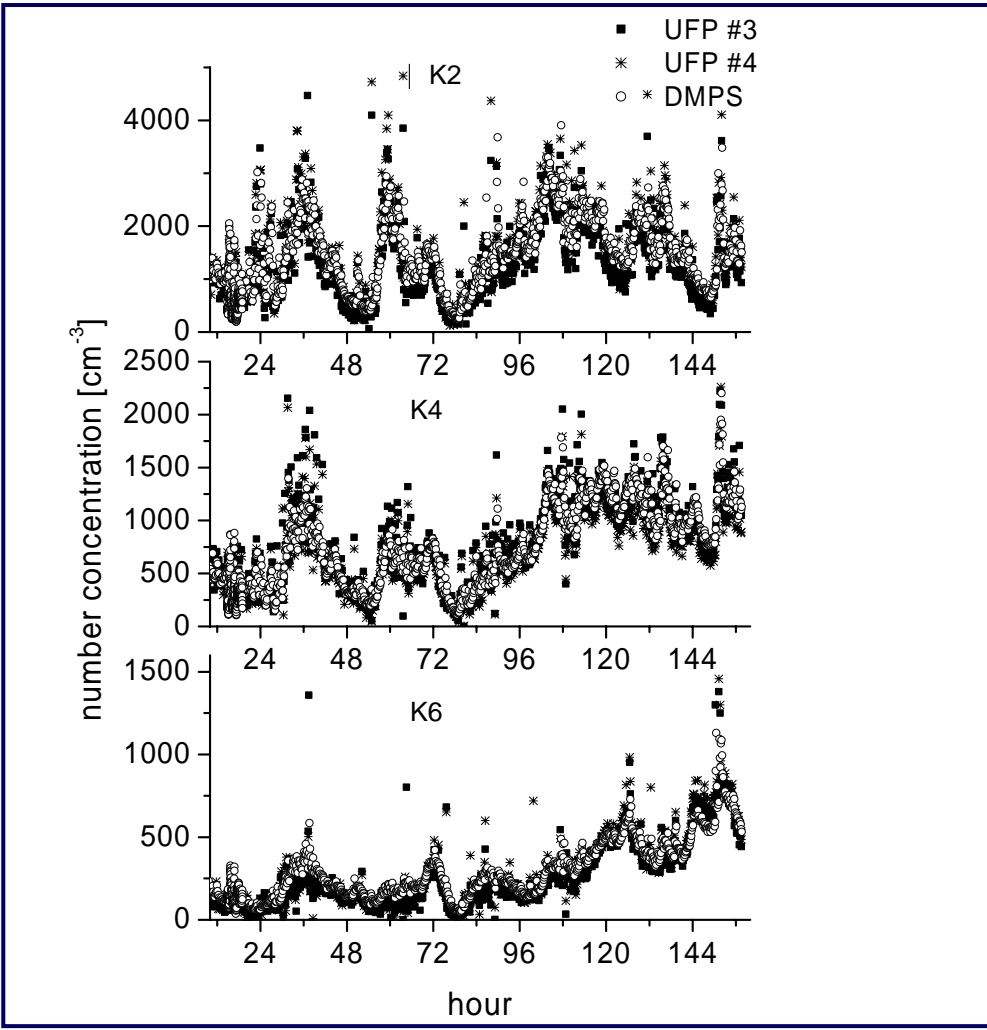
1. Warum Ultrafeinstaub?
2. Das Projekt
3. Messmethoden und UFP 330
- 4. Erste Ergebnisse**
5. Abschluss-Konferenz
6. Zusammenfassung





# Erste Ergebnisse

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



Output des UFP330:  
Anzahlkonzentration in 6 Größenklassen

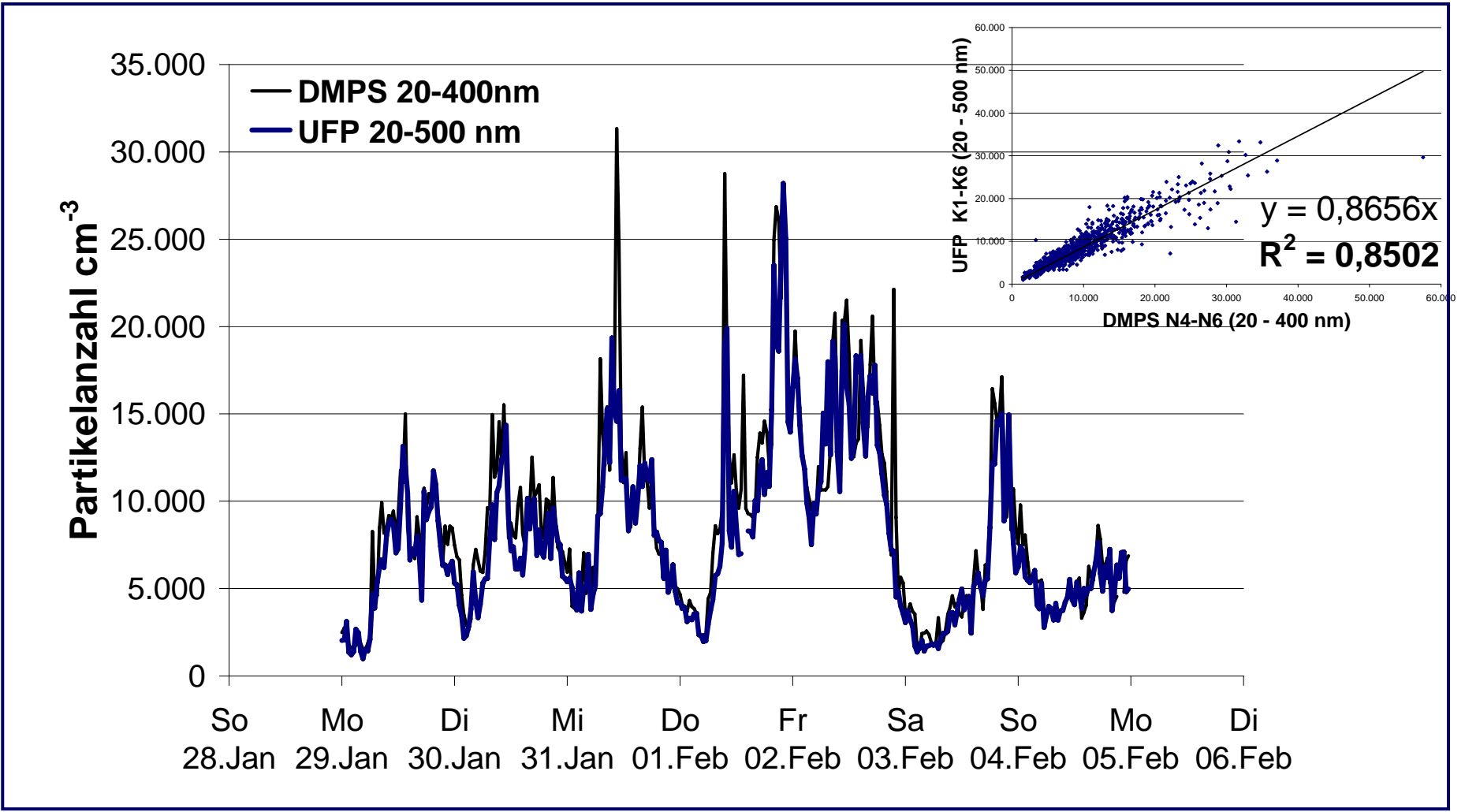
Dargestellt:  
K2 (30 – 50 nm),  
K4 (70 – 100 nm),  
and K6 (>200 nm).

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



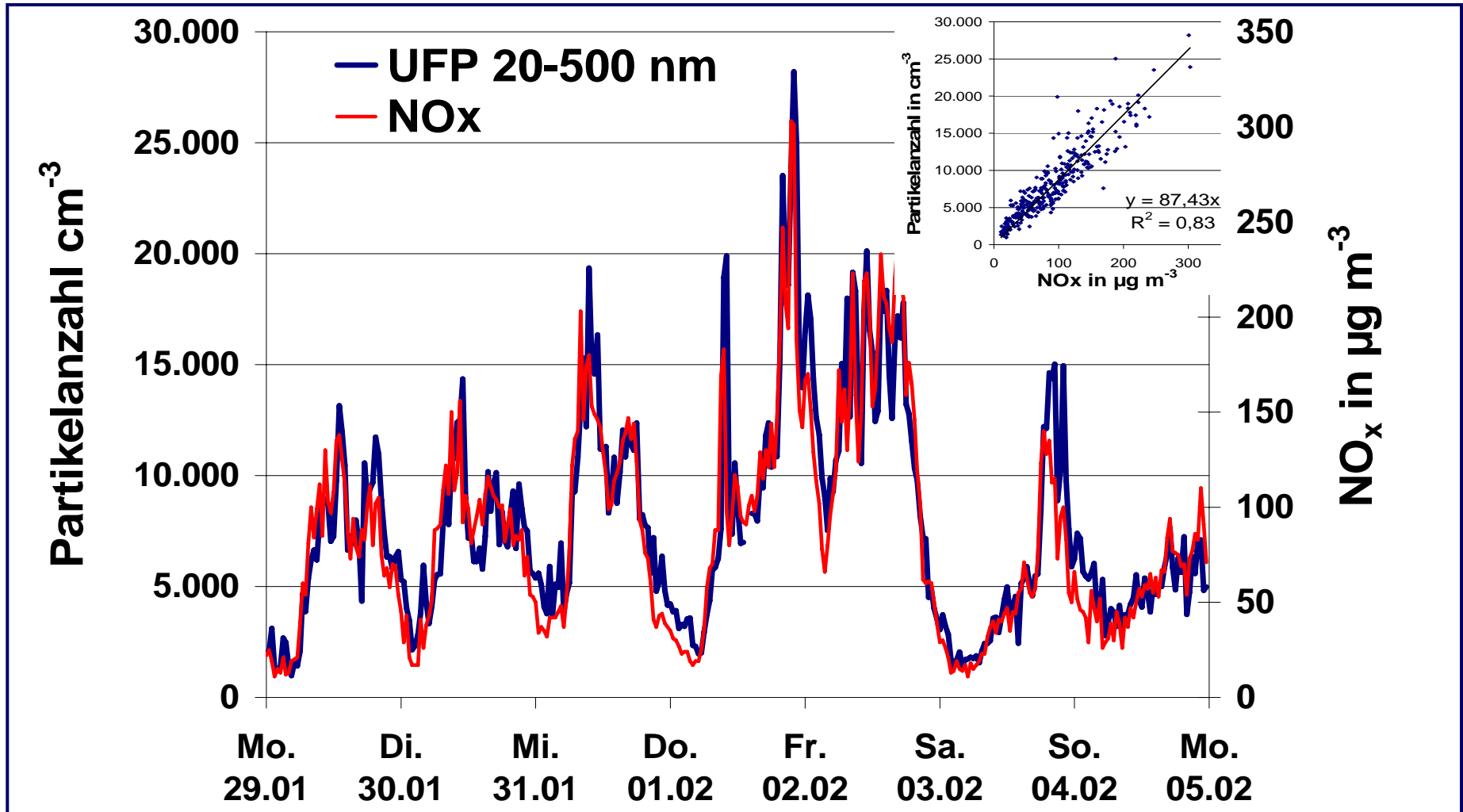
# Erste Ergebnisse

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



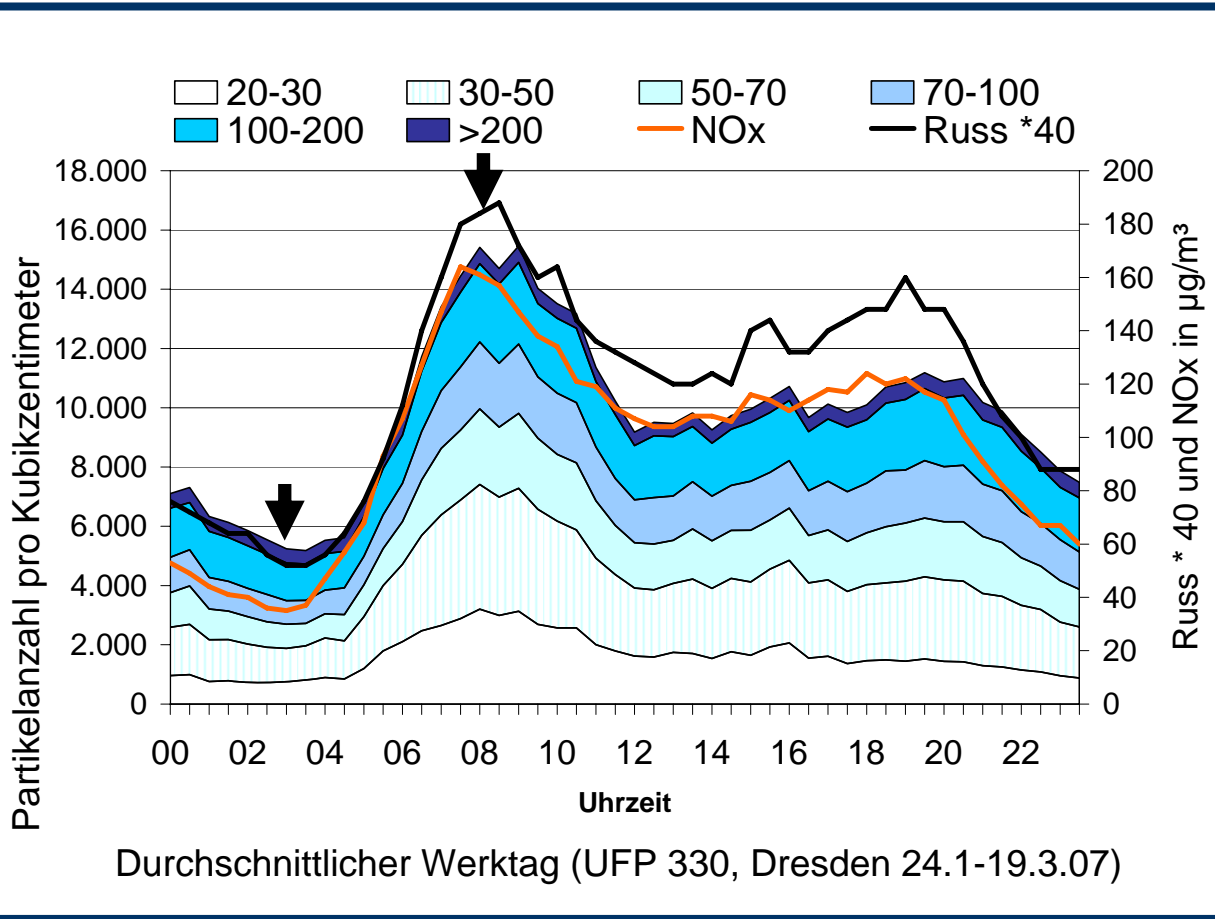
# Erste Ergebnisse

## Vergleichsmessungen NOx 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](http://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](http://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

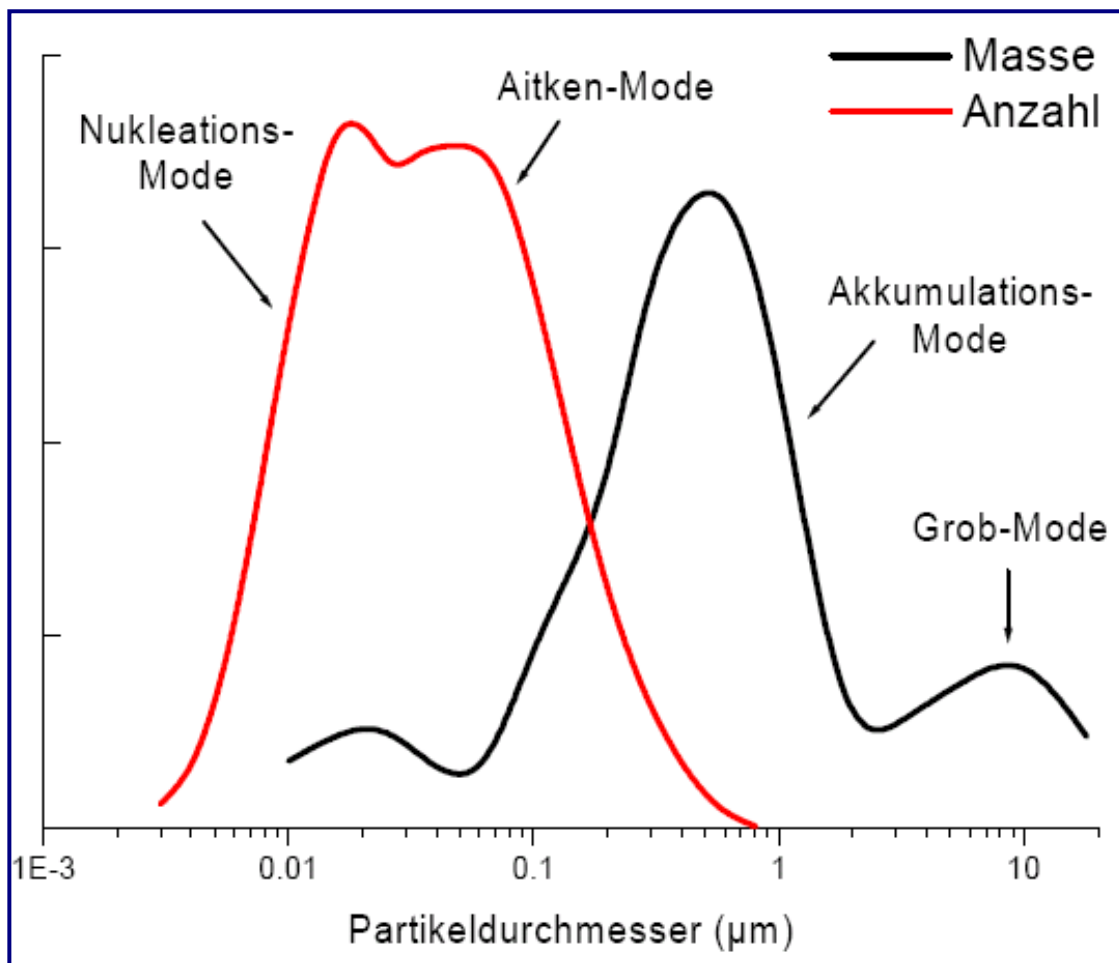
- **www.ufipolnet.eu**
- **Eigenforschungs-Report über Inhaltsstoffe**  
(Gerwig 2005) [www.umwelt.sachsen.de/lflug/luft-laerm-klima\\_5356.html](http://www.umwelt.sachsen.de/lflug/luft-laerm-klima_5356.html)
- **Quellgruppenquantifizierung von PM10 an einer Verkehrsmessstation in Dresden;**  
Gerwig, 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](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](http://www.lua.sachsen.de/pu/Mitteilungen/Docs/luam_2005_02.pdf)
- **UBA 2005:** [www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/feinstaub.pdf](http://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.