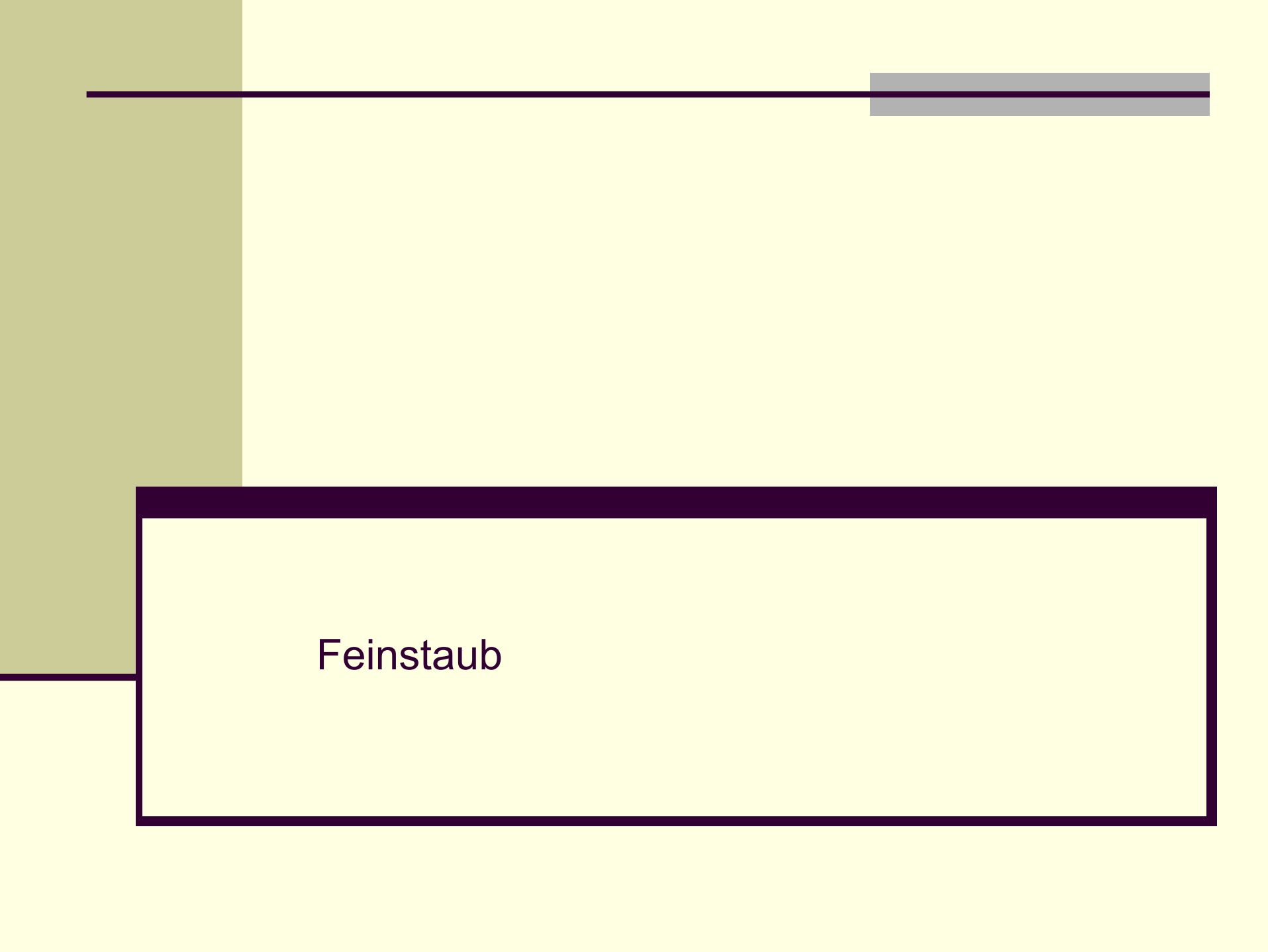


The image features a minimalist abstract design. A light beige background is accented by a vertical olive green bar on the left and a horizontal grey bar at the top right. A dark purple line runs horizontally across the top, and another runs horizontally on the left. A large, dark purple rectangular frame is positioned in the lower half of the image, containing the text 'Feinstaub' in a dark purple, sans-serif font.

Feinstaub

# Feinstaub

---

Feinstaub (Aerosol) wird betrachtet in Hinblick auf

Partikelanzahl pro Luftvolumen ("Anzahlkonzentration")

Partikelmasse pro Luftvolumen ("Massenkonzentration")

Größenverteilung

Chemische Zusammensetzung

Optische Eigenschaften

Aerodynamische Eigenschaften

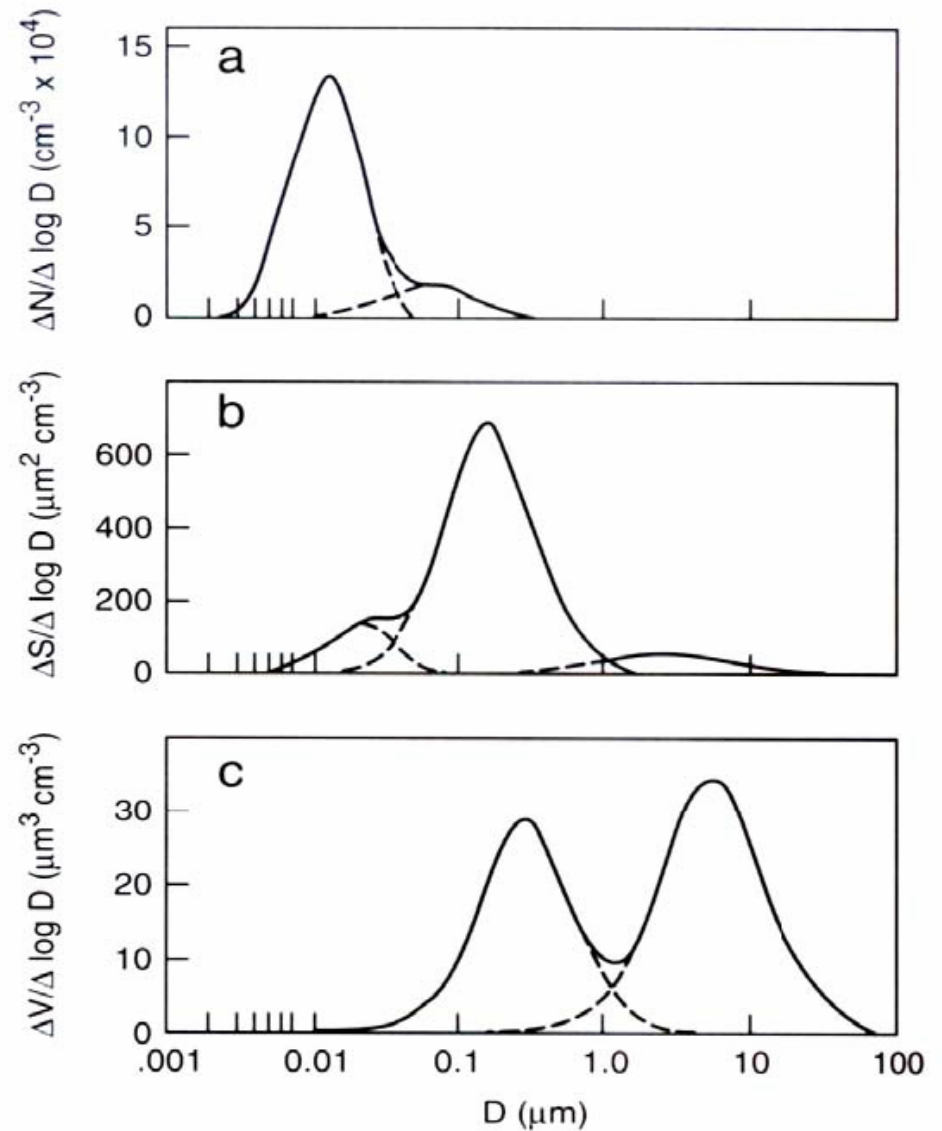
- Der Nukleationsmode im Größenbereich von einigen 10 nm sind die durch homogene Kondensation produzierten Aerosolpartikel angesiedelt.
- Im mittleren Größenbereich um ca. 0.1  $\mu\text{m}$  befindet sich der Akkumulationsmode. Dieser entsteht durch Koagulation, d.h. dem Zusammentreffen kleinerer Aerosolpartikel.
- Große Partikel (zwischen 1 und ca. 10  $\mu\text{m}$ ), entstanden durch Dispergierung von Aerosolen vom Boden oder der Wasseroberfläche, bilden den Dispersionsmode.

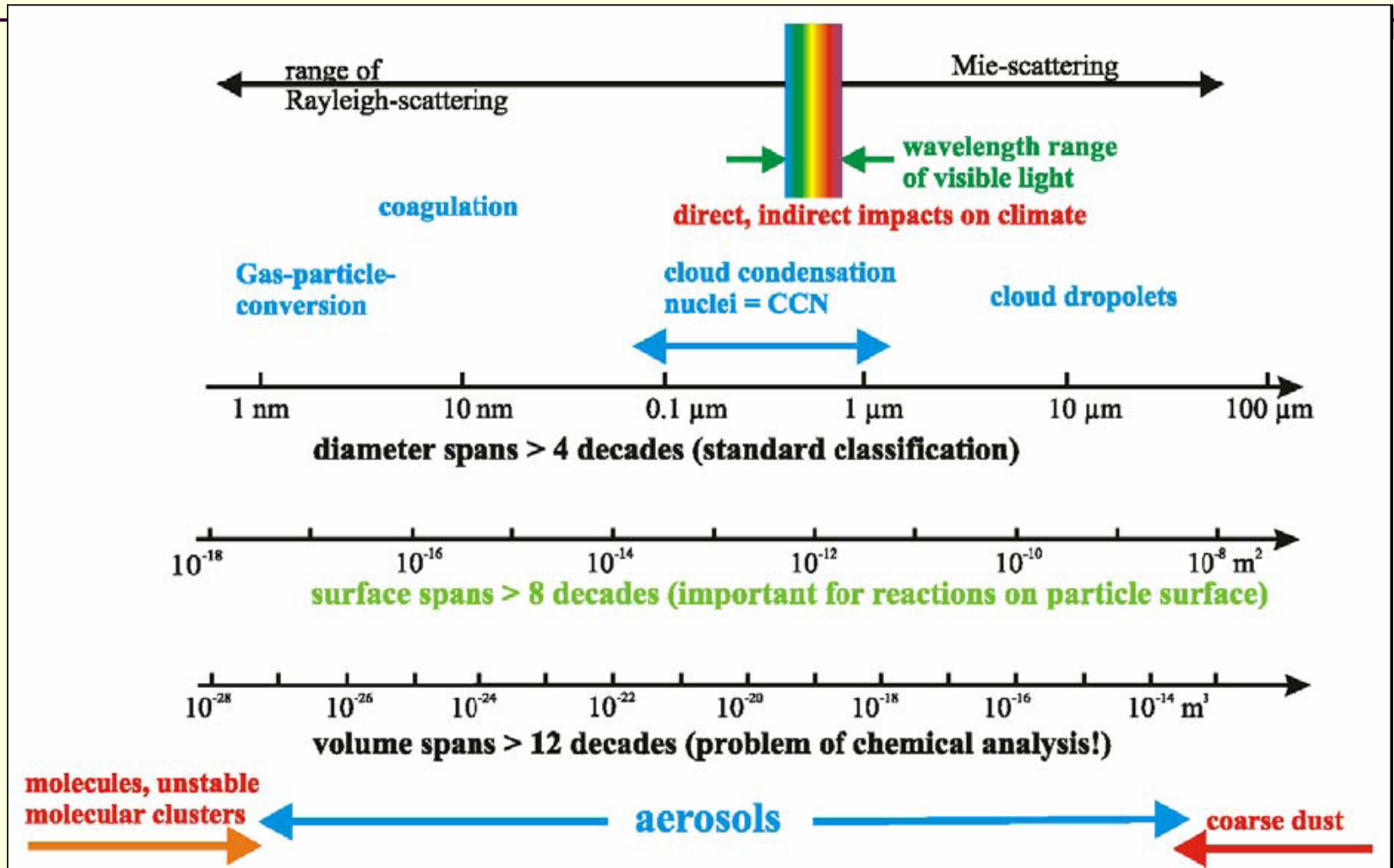
Typische Größenverteilung  
von urbanem Aerosol

(a): Anzahlspektrum;

(b): Oberflächenspektrum;

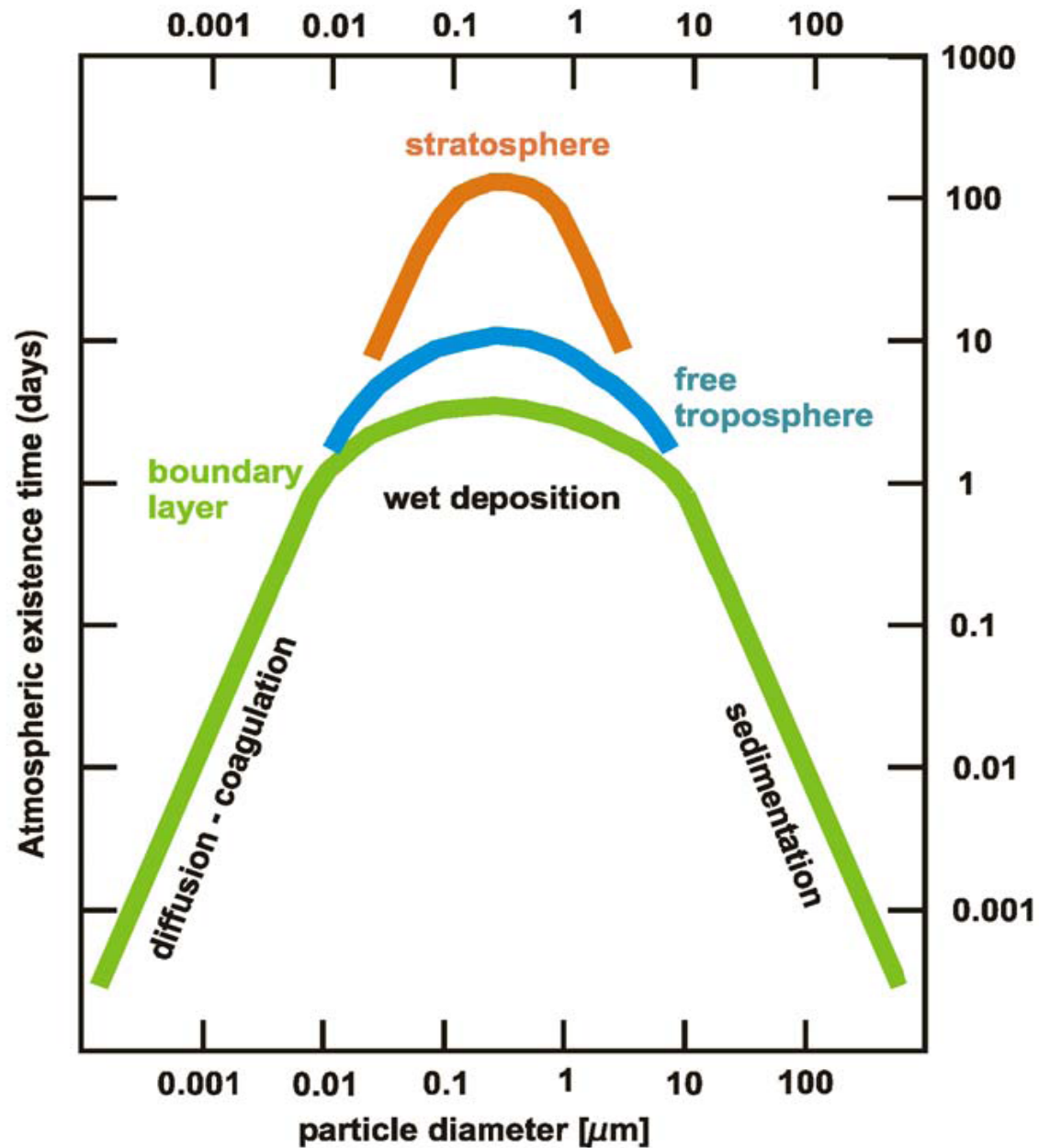
(c): Volumenspektrum.





# Verweilzeit

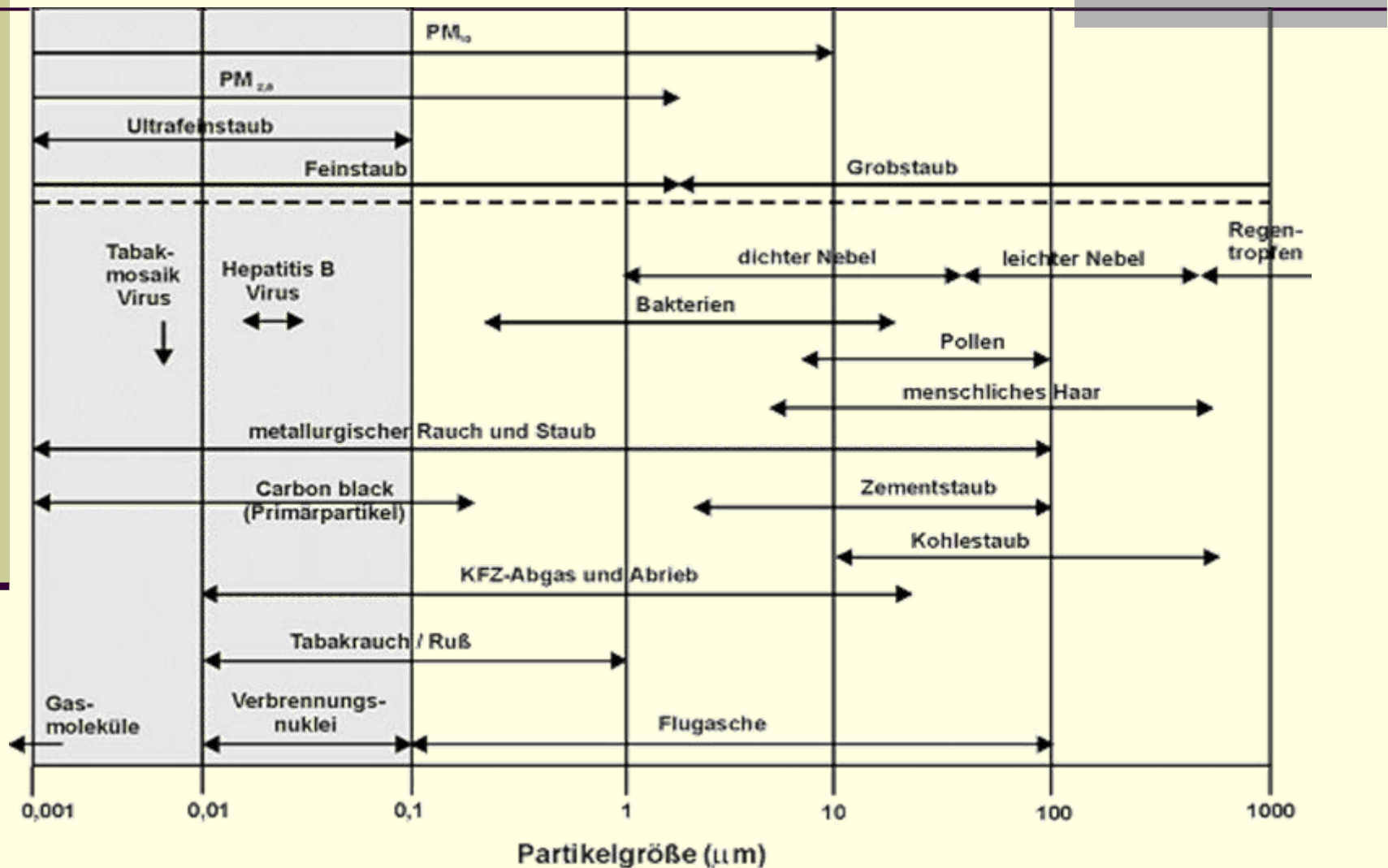
MPI-Hamburg



## Quellen, Arten und Hauptbestandteile von Stäuben

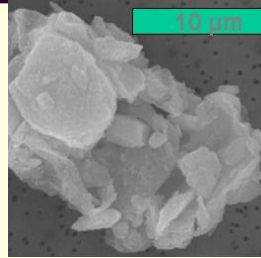
| Quelle              | Staubart                                         | Hauptbestandteile                                                                                                     |
|---------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energieerzeugung    | Flugasche, Ruß                                   | SiO <sub>2</sub> , 2 CaO SiO <sub>2</sub> , CaO, CaSO <sub>4</sub> ,<br>CaCO <sub>3</sub> , Kohlenstoff, Ca-Aluminate |
| Kohleverarbeitung   | Kohlenstaub                                      | Kohlenstoff                                                                                                           |
| Metallurgie         | Verhüttungsstaub                                 | Metalloxide, Metalle, Zuschlagstoffe,<br>Erzstaub                                                                     |
| Chemische Industrie | Industriestaub                                   | Sulfate, Chloride, Phosphate, Koks-<br>staub, Calciumoxid, Metalloxide,<br>Kunststoffpartikeln                        |
| Baustoffindustrie   | Mineralstaub                                     | Zement, Kalk, Schlackepartikeln                                                                                       |
| Glasindustrie       | Glasstaub                                        | Quarz, Silikate, Metall- und Nichtme-<br>talloxide                                                                    |
| Verkehr             | Straßenstaub                                     | Öl-, Ruß-, Gummirückstände, Koh-<br>lenwasserstoffaerosole, Bleiverbin-<br>dungen                                     |
| Landwirtschaft      | Düngemittel-, Getreide-<br>und Futtermittelstaub | Düngemittel, Pestizide                                                                                                |
| Holzverarbeitung    | Holzstaub                                        | Cellulose                                                                                                             |
| Textilindustrie     | Faserstaub                                       | Baumwolle, Kunststoffe                                                                                                |

Krug (2003)

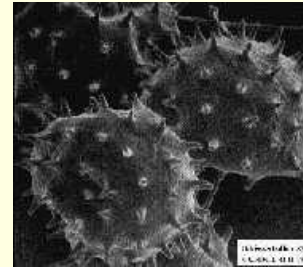


## verschiedene Aerosole (Außen- und Innenraum)

Wüstensand



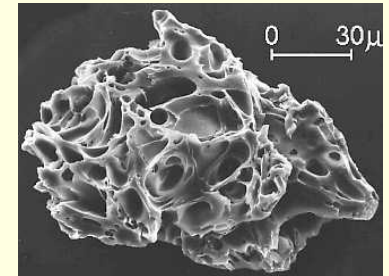
Pollen



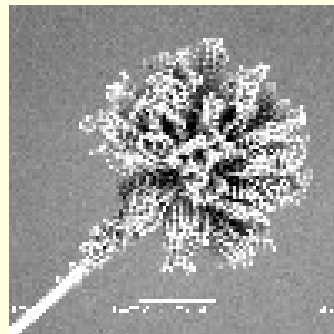
Milben



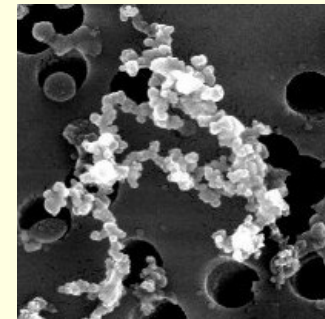
Aschepartikel



Schimmelpilz



Rußpartikel





# Quellen

Ozeanisch



Vulkanisch



Kosmisch

Biogen

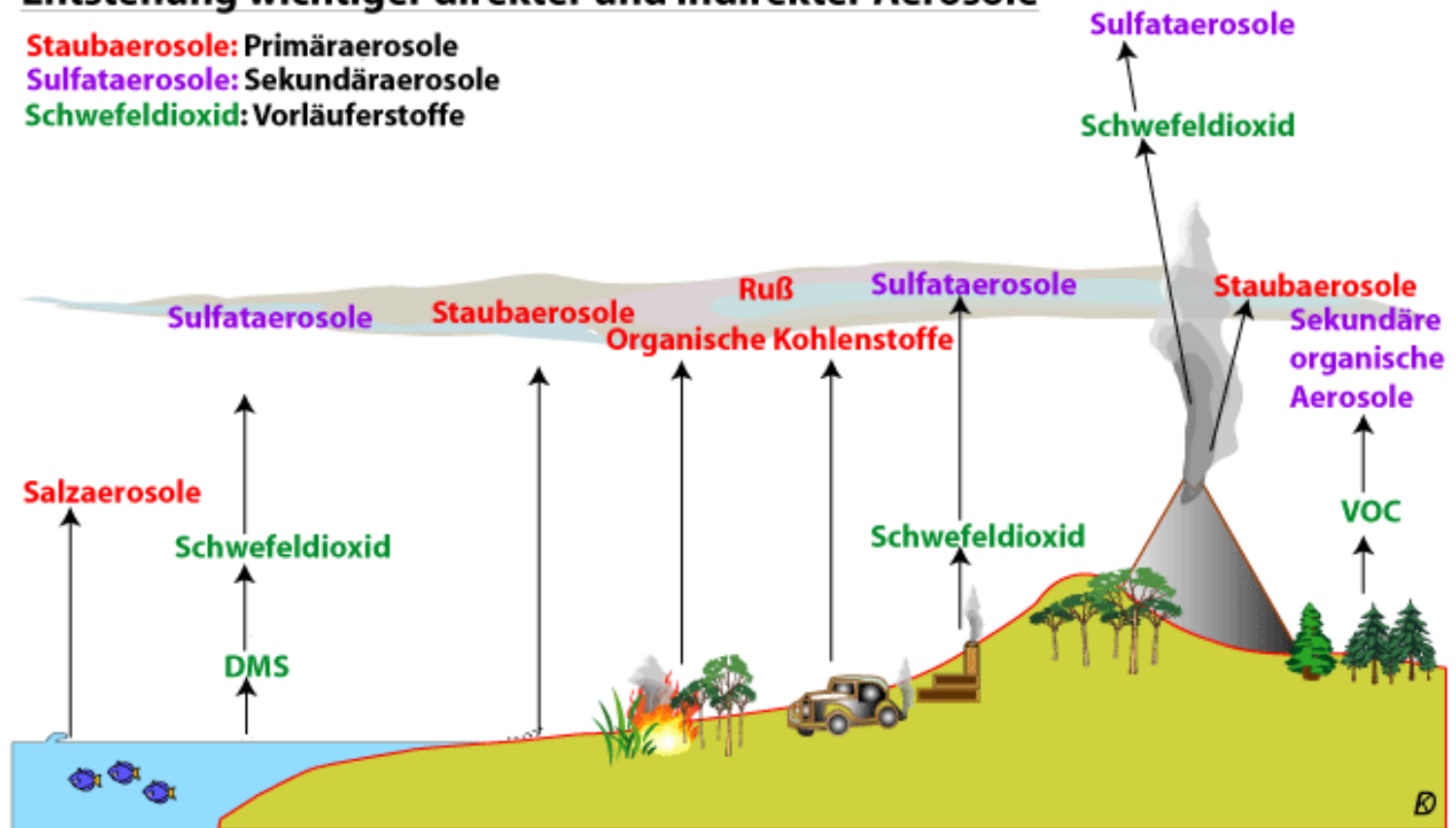
Antropogen

Mineralisch

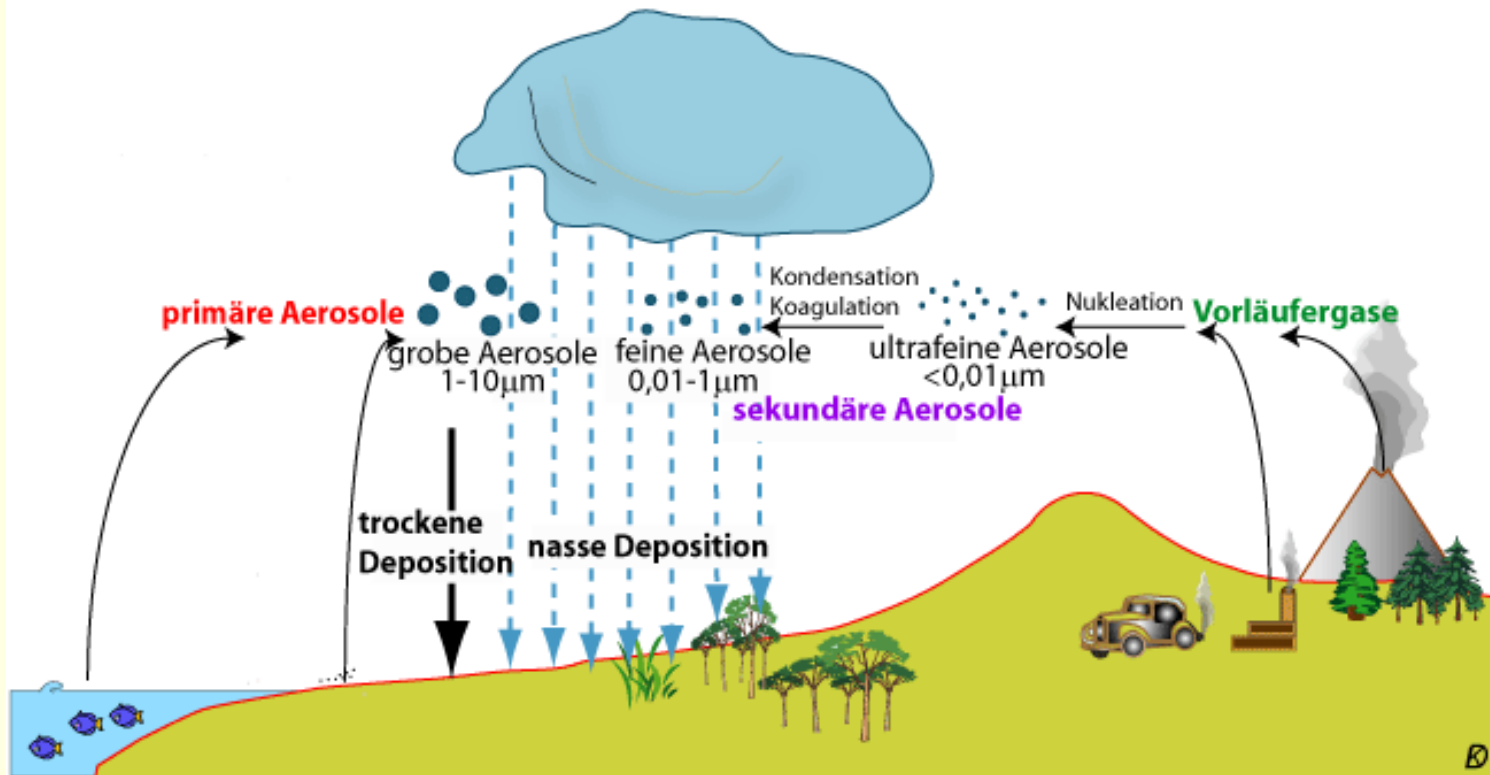


## Entstehung wichtiger direkter und indirekter Aerosole

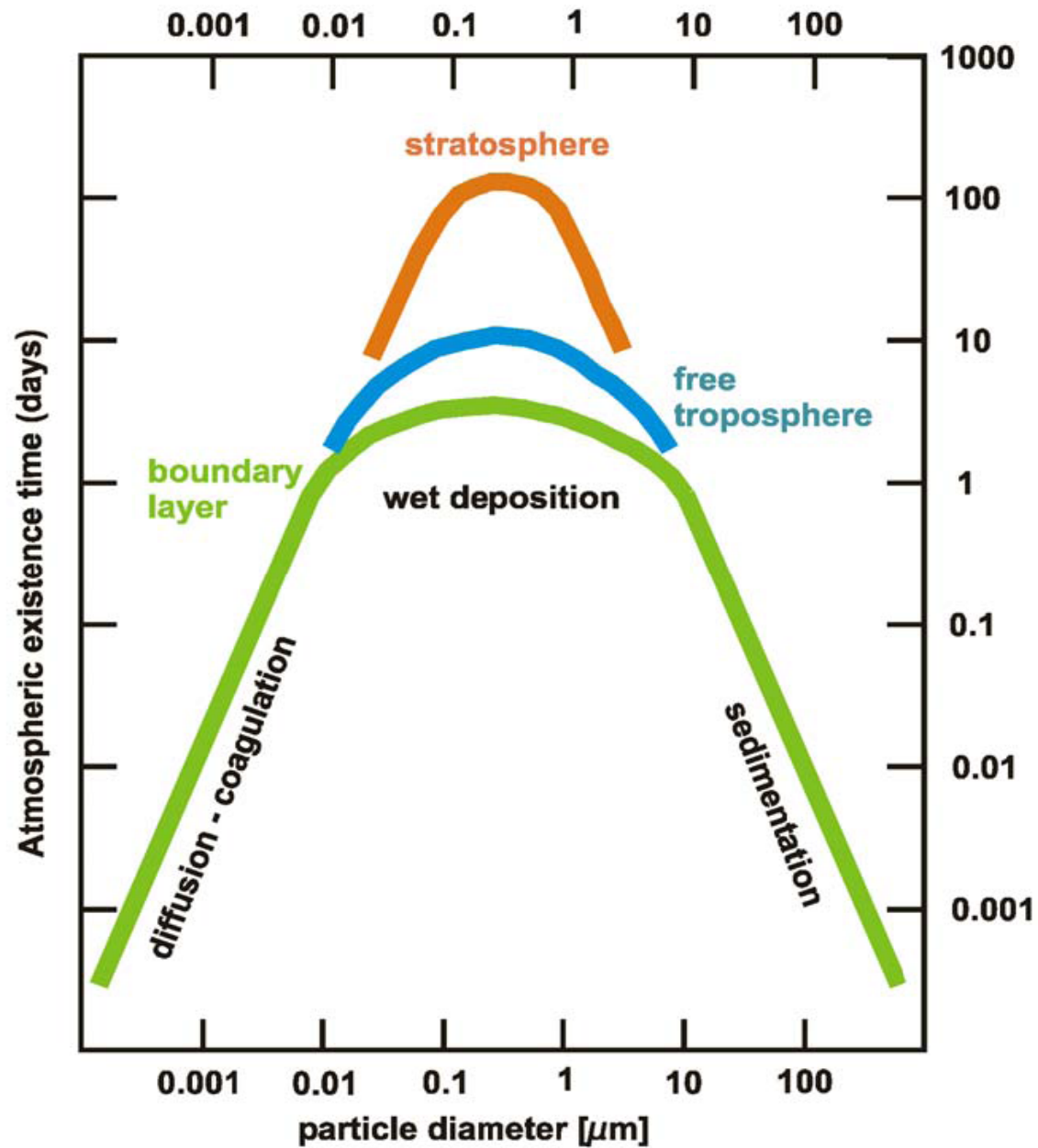
**Staubaerosole:** Primäraerosole  
**Sulfataerosole:** Sekundäraerosole  
**Schwefeldioxid:** Vorläuferstoffe



## Aerosole: wichtige Prozesse der Entstehung, Umwandlung und Entfernung aus der Atmosphäre



Verweilzeit



# Luftreinhaltung PM10

## Beispiel Berlin

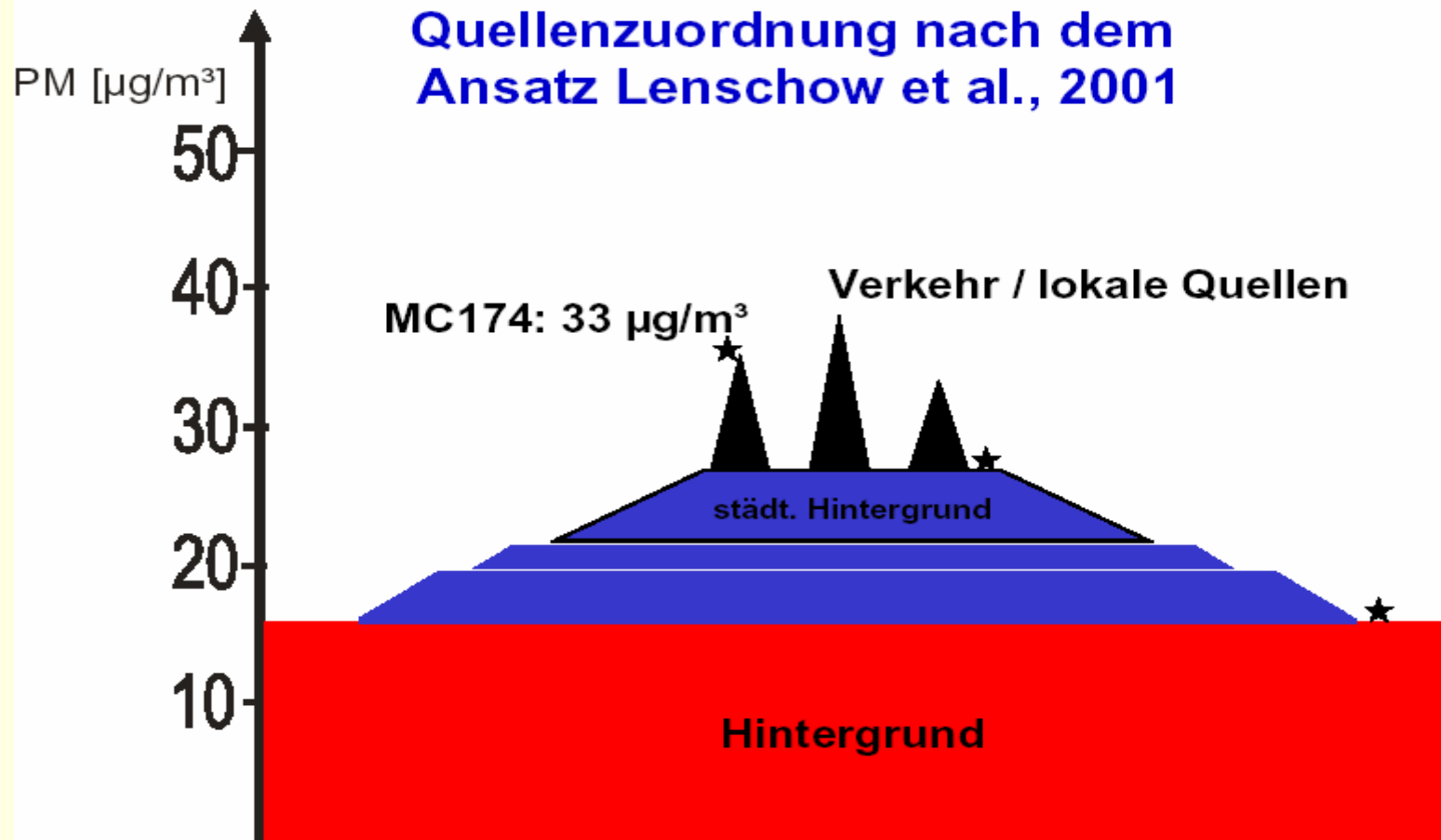
---

### Senatverwaltung für Stadtentwicklung Berlin



Projekt: Ursachenanalyse von Feinstaub (PM10)-Immissionen in Berlin unter Berücksichtigung von Messungen der Staubinhaltsstoffe am Stadtrand, in der Innenstadt und in einer Stadtschlucht

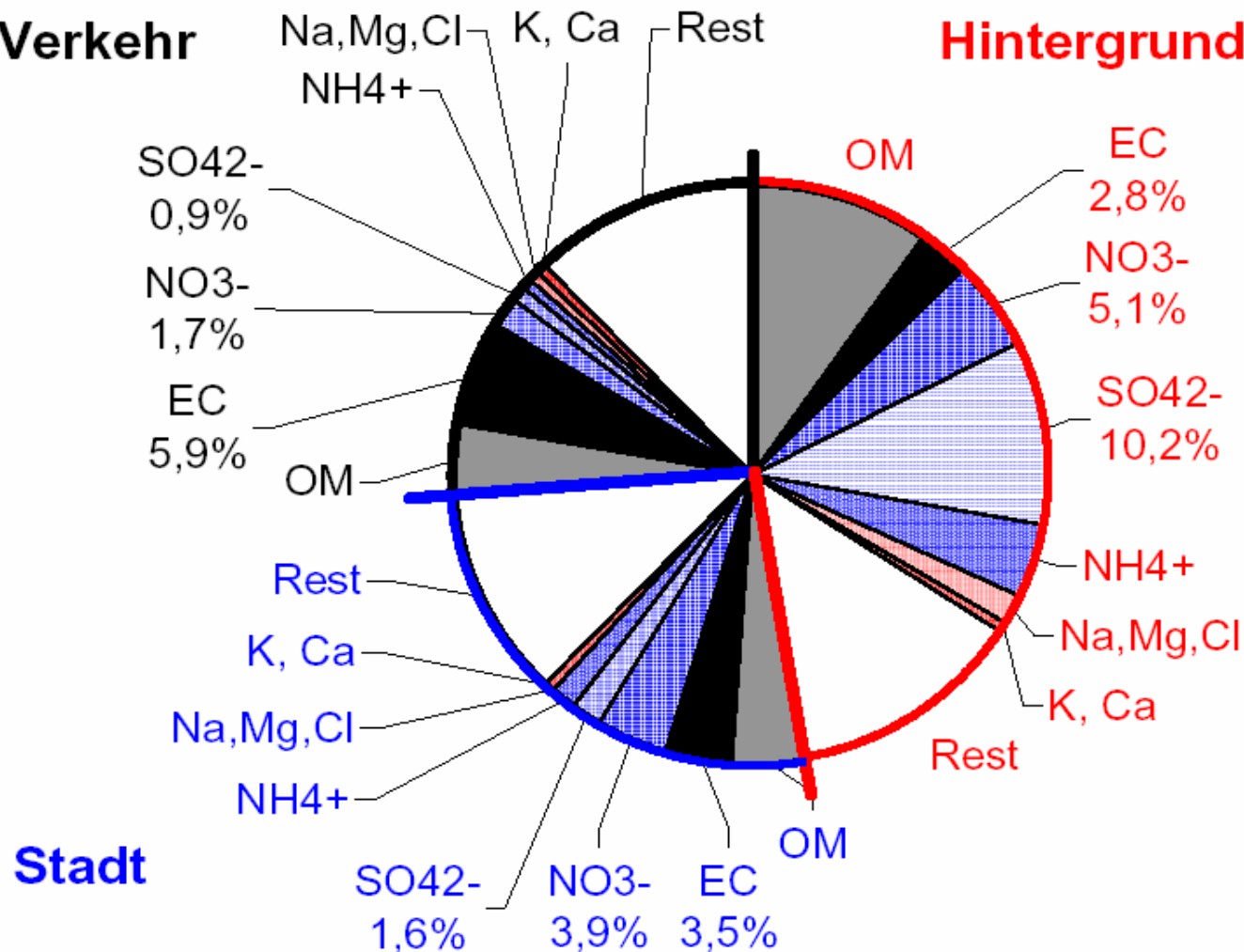
Senat Berlin, IUTA Duisburg, BTU Cottbus, TU Berlin, UBA, FU Berlin





**Verkehr**

**Hintergrund**

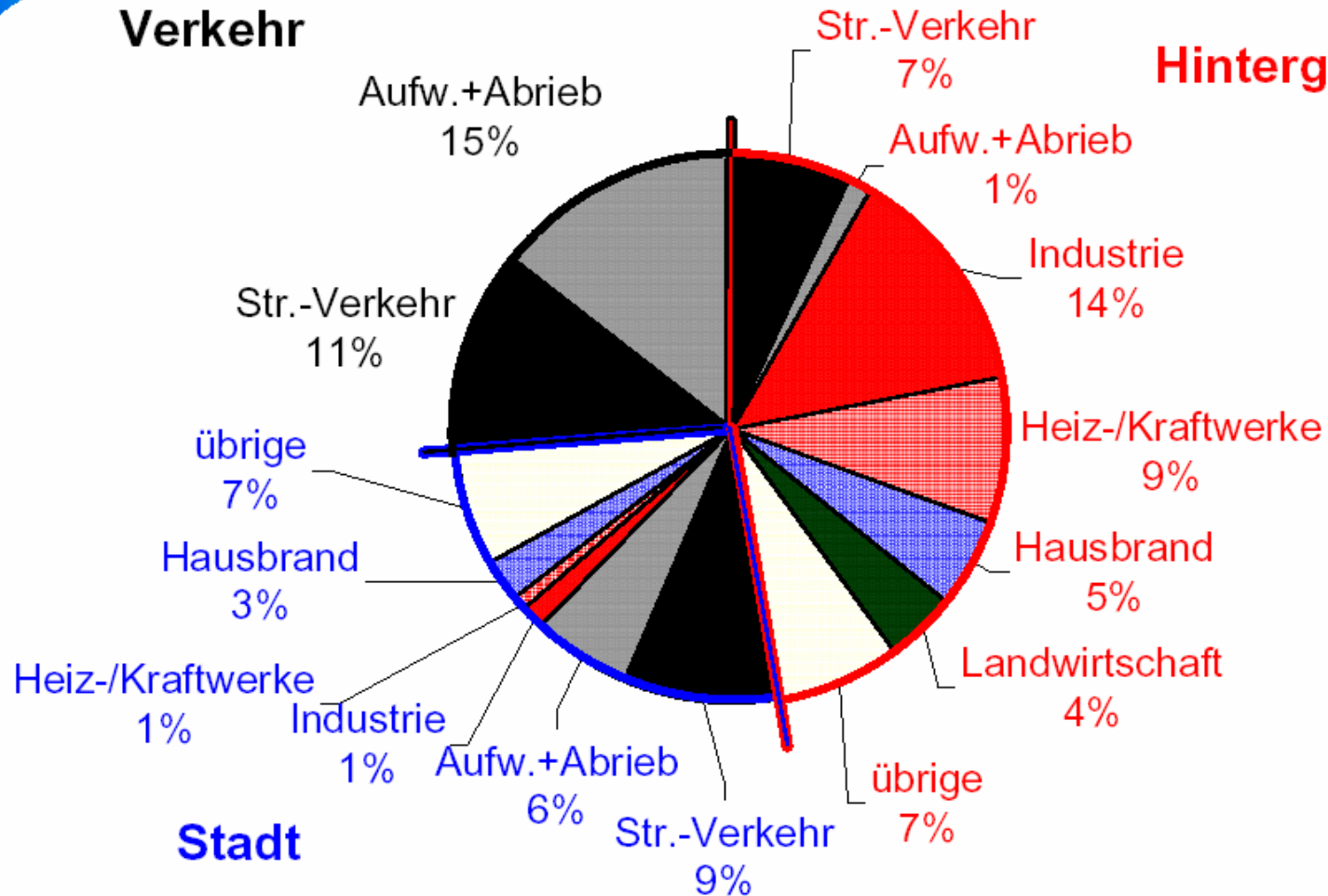


## MC174: Quellenzuordnung Regionen und Emittentengruppen



### Verkehr

### Hintergrund



übrige: Lösemittel, mobile Maschinen, Müllverbrennung, Sonstige



# Biogene Aerosole

---

Partikel werden durch Aktivität von lebenden Organismen hervorgebracht

**Primäre** biogene Aerosole sind Pollen, Pilze, Mikroorganismen, Bakterien oder Viren  
Waldbrände oder Viehhaltung mit einer Größe von 2.5 bis 100µm (PM2.5 bis PM100)

**Sekundäre** entstehen aus chemischen Prozessen mit einer Größe unter 1µm (PM1)

Beispiel natürlicher Bildung:

- sekundäre **natürliche** Aerosole entstehen aus Reaktion von Schwefelgas-Emissionen.
- aus dem Ozean werden Schwefelverbindungen von Phytoplankton emittiert und in der Atmosphäre in Reaktionen anderen Stoffen zu Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) verwandelt.
- biologische Abbauprozesse in der Pflanzen- und Tierwelt führen zur Freisetzung von Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S mit faulem Geruch)
- daraus werden in weiteren Reaktionen Sulfataerosole gebildet.
- natürliche Quellen führen auch zur Bildung von kohlenstoffhaltigen Gasen und führen zur Bildung von sekundären Aerosolen

# Aerosol EC/OC

---

- Kohlenstoffhaltige Anteil des Aerosols besteht aus
  - elementarem Kohlenstoff (C)
  - Vielzahl von Kohlenstoffverbindungen (organischer Anteil OC)

OC wird **primär** direkt emittiert bei Verbrennungsprozessen,  
wird **sekundär** durch Kondensation aus gasförmigen Produkten  
gebildet

OC besteht nur aus einem Teil aus Kohlenstoff und enthält viele  
andere Bestandteile: Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff usw.  
durch Reaktion mit SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und NO<sub>2</sub>

# Aerosol 2

---

- Primäre Quellen

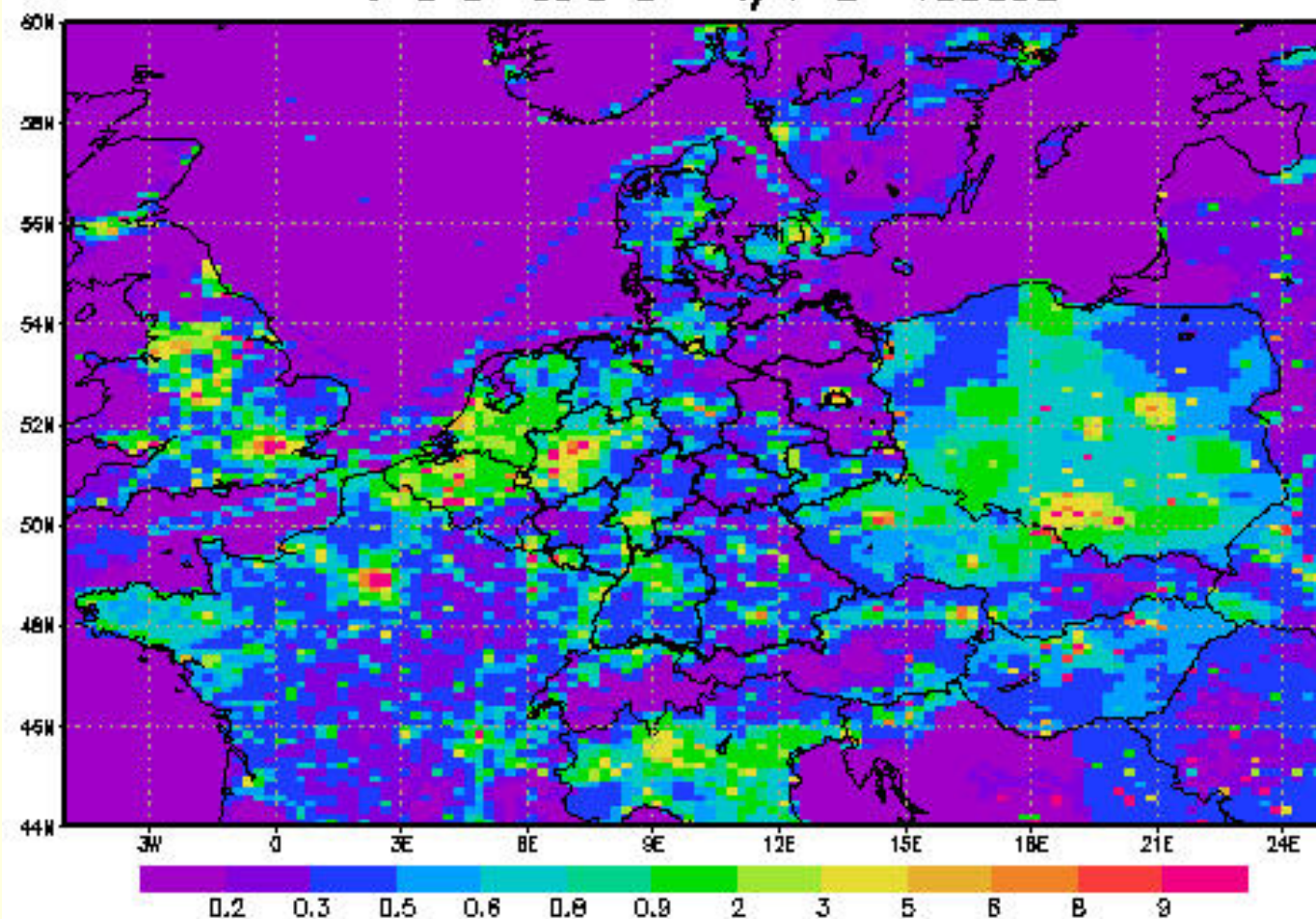
- Verbrennungsprozesse, chemische Produktion, Heizöl und Benzin, natürliche Quellen

- Beispiel Los Angeles emittierte 1996 im Mittel ca. 30 Tonnen OC/Tag

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| ■ Kochen und Grillen        | 21% |
| ■ Straßenstaub              | 16% |
| ■ Feuerstellen              | 14% |
| ■ Kfz ohne Kat.             | 12% |
| ■ Diesel-Kfz.               | 6%  |
| ■ Putz- und Streicharbeiten | 5%  |
| ■ Waldbrand                 | 3%  |
| ■ Kfz mit Kat.              | 3%  |
| ■ Zigaretten                | 3%  |

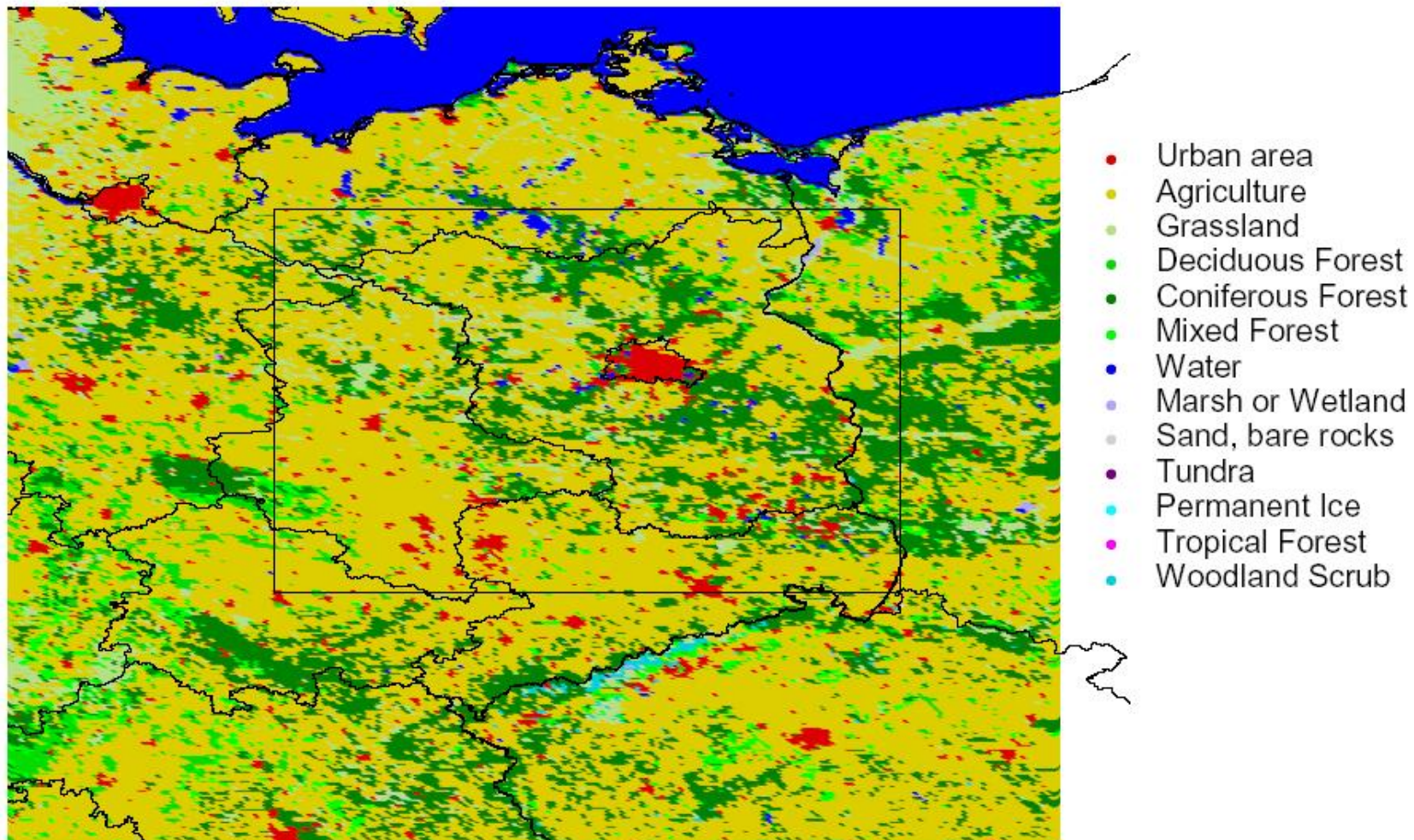
- Größenordnung ergibt sich von Nanopartikeln bis 2.5µm (PM2.5)

## PM10 Emissions in t/km<sup>2</sup> TNQ2000





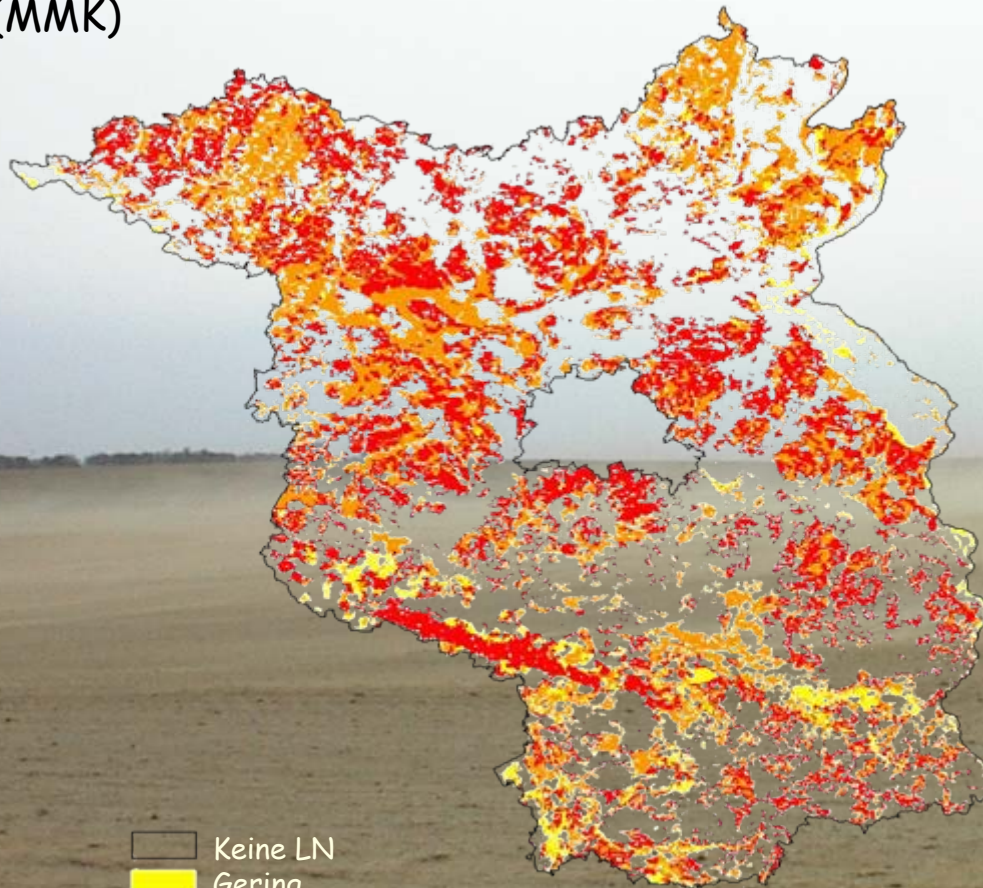
# Landuse



# Winderosion in Brandenburg



Potentielle  
Winderosionsgefährdung  
(MMK)



Thiere et al.  
(Lieberoth 1988)



# Wahrnehmung der Winderosion



## Beziehung zwischen Bodenabträgen und ihren Erscheinungen im Feld (Chepil 1959)

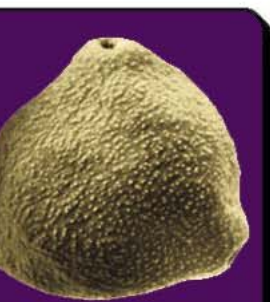
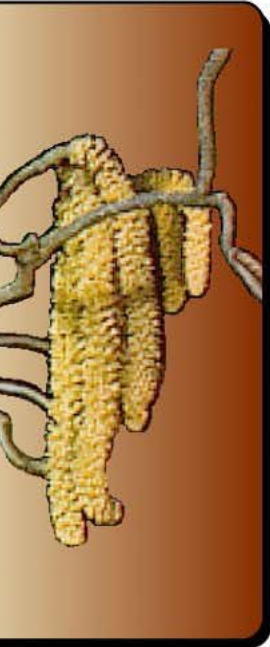
| Beschreibung der Erosion | Erscheinungen der Erosion                                               | Jährlicher Bodenverlust (t/ha) |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Keine bis unbedeutend    | Keine deutlich sichtbaren Anzeichen der Bodenbewegung                   | < 40                           |
| Leicht                   | Geringe Bodenbewegung, WW im Keimstadium nicht geschädigt               | 40 - 125                       |
| Moderat                  | Ab- und Auftragserscheinungen > 2.5 cm, WW im Keimstadium geschädigt    | 125 - 375                      |
| Hoch                     | Abtrag/Auftrag 2.5 - 5 cm mit entsprechenden Akkumulationen am Feldrand | 375 - 750                      |
| Sehr hoch                | Abtrag/Auftrag 5 - 7.5 cm, geringe Dünenbildung                         | 750 - 1125                     |
| Extrem hoch              | Abtrag/Auftrag > 7.5 cm, Dünen und Treibsandablagerungen                | > 1125                         |

Spanne für Deutschland

# Blütenstände und Pollen der 6 wichtigsten Allergie auslösenden Pflanzen

## Hasel

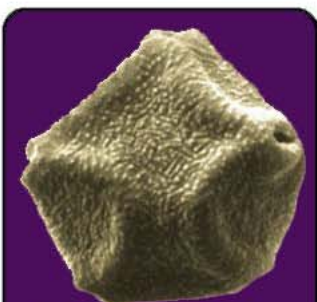
Februar - April



Grösse: ca 25µm

## Erle

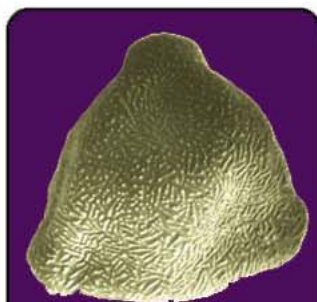
Februar - April



Grösse: ca 25µm

## Birke

März - Juni



Grösse: ca 24µm

## Gräser

April - September



Grösse: ca 26µm

## Roggen

Mai - August



Grösse: ca 95µm

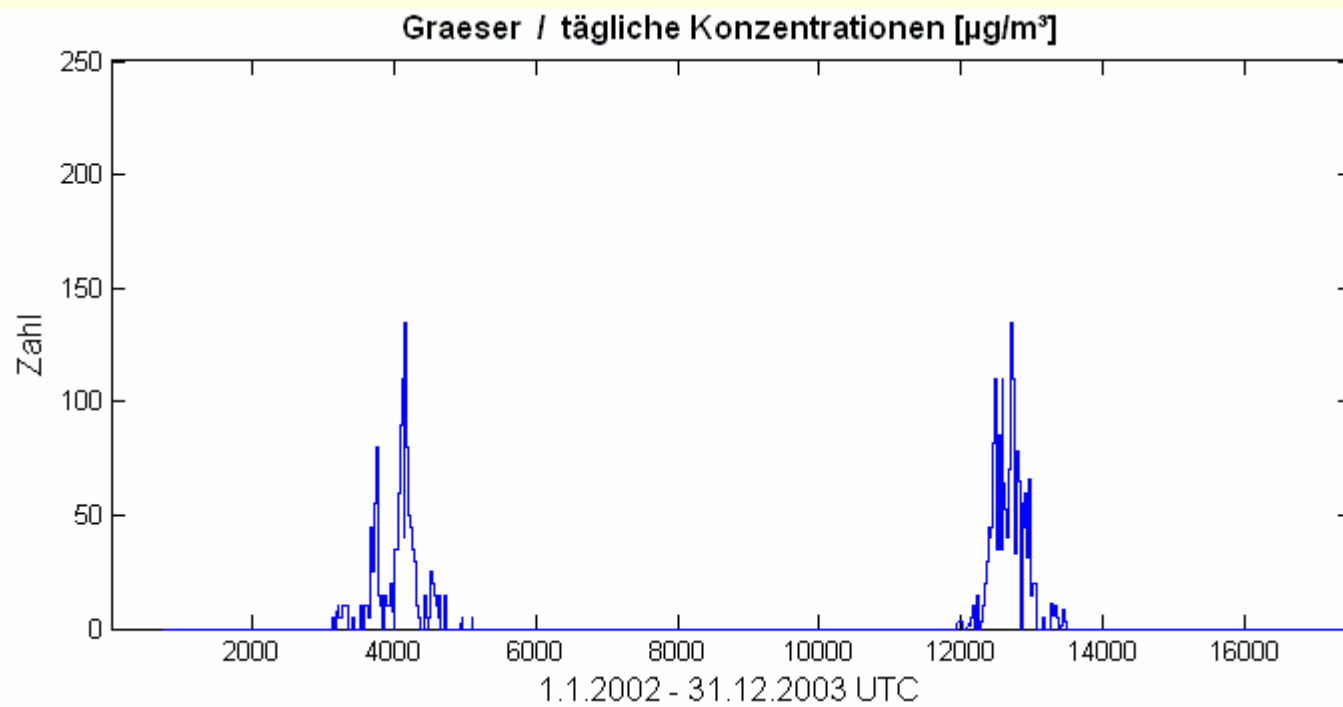
## Beifuss

Juni - September



Grösse: ca 19µm



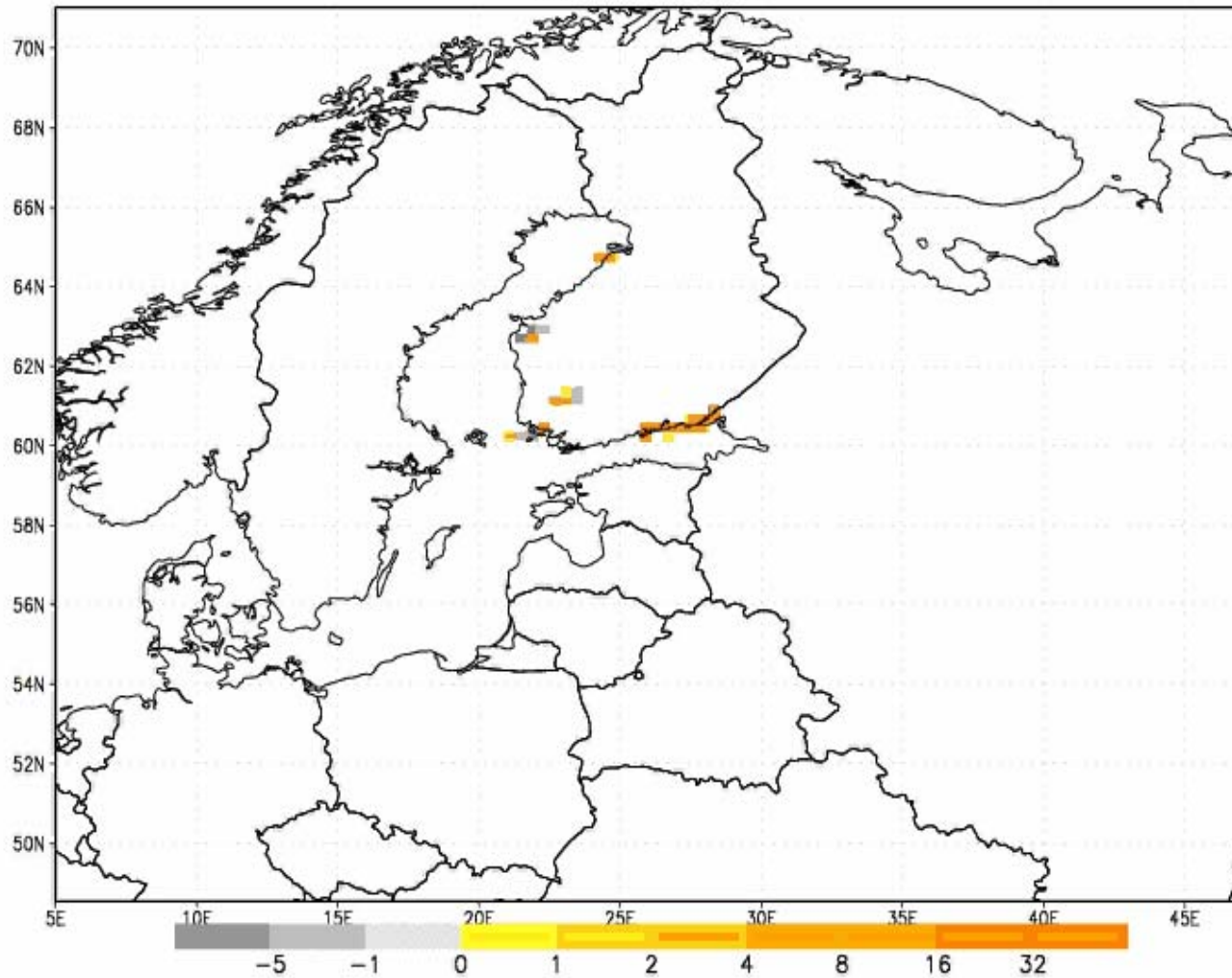


## Beispiel aktuelle Prognose des Risikos der Birkenpollenbelastung, Projekt des Finnischen Meteorologischen Instituts, Siljamo et al.

---

- Simulation der Ausbreitung von Birkenpollen in Nord- und Zentraleuropa mit einem komplexen Ausbreitungsmodell
- Birken im großen Umfang in Nordeuropa, Rußland, Baltikum angesiedelt
- Transportbetrachtung zur Bestimmung von Quellgebieten
- Risikodarstellung mit Emissionsgebieten im Baltikum
- Birkenpollen mit Größe von ca.  $20\mu\text{m}$  (PM<sub>20</sub>)
- Wesentliche Quellgebiete für Finnland sind die Baltischen Staaten, Mitteleuropa und Rußland sind wetterlagenabhängig relevant
- Komplexe Vorhersage von Pollenflug wird weiterentwickelt

Sensitivity area, part/100km<sup>2</sup>  
21Z06MAY2003



Area of risk, part/100km<sup>2</sup>  
01Z16APR2004

