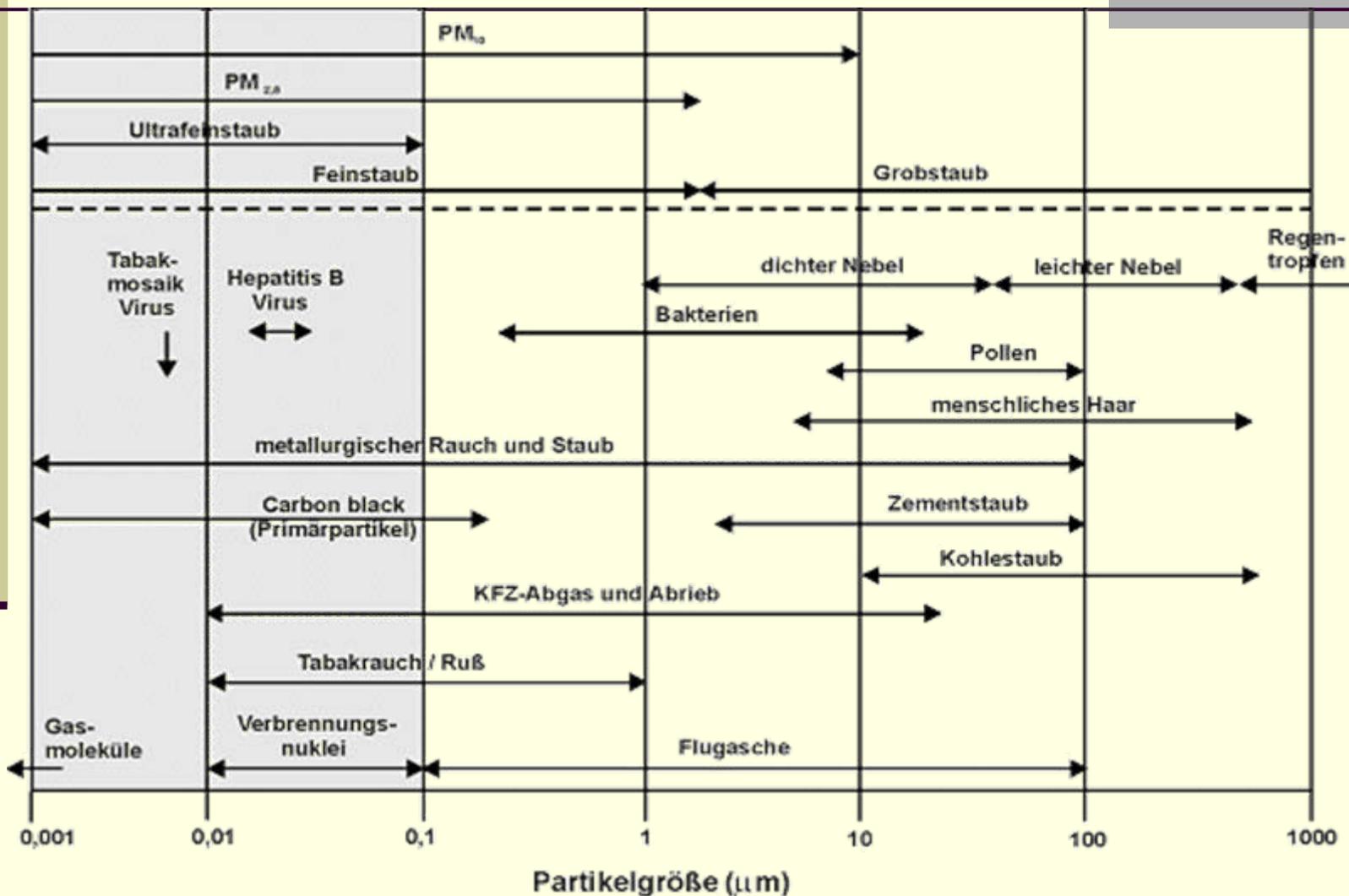


Feinstaub

Quellen, Arten und Hauptbestandteile von Stäuben

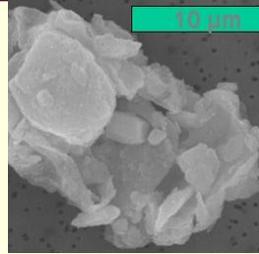
Quelle	Staubart	Hauptbestandteile
Energieerzeugung	Flugasche, Ruß	SiO ₂ , 2 CaO SiO ₂ , CaO, CaSO ₄ , CaCO ₃ , Kohlenstoff, Ca-Aluminate
Kohleverarbeitung	Kohlenstaub	Kohlenstoff
Metallurgie	Verhuttungsstaub	Metalloxide, Metalle, Zuschlagstoffe, Erzstaub
Chemische Industrie	Industriestaub	Sulfate, Chloride, Phosphate, Koksstaub, Calciumoxid, Metalloxide, Kunststoffpartikeln
Baustoffindustrie	Mineralstaub	Zement, Kalk, Schlackepartikeln
Glasindustrie	Glasstaub	Quarz, Silikate, Metall- und Nichtmetalloxide
Verkehr	Straßenstaub	Öl-, Ruß-, Gummiruckstande, Kohlenwasserstoffaerosole, Bleiverbindungen
Landwirtschaft	Düngemittel-, Getreide- und Futtermittelstaub	Düngemittel, Pestizide
Holzverarbeitung	Holzstaub	Cellulose
Textilindustrie	Faserstaub	Baumwolle, Kunststoffe

Krug (2003)

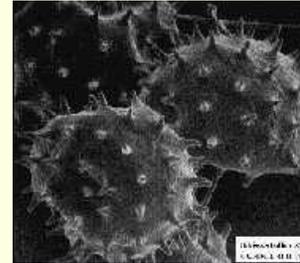


verschiedene Aerosole (Außen- und Innenraum)

Wüstensand



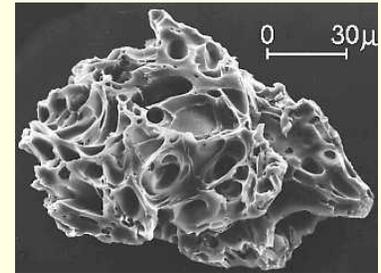
Pollen



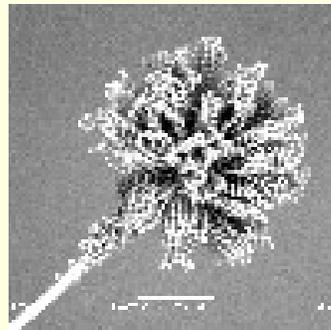
Milben



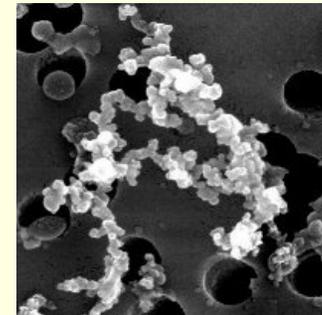
Aschepartikel



Schimmelpilz



Rußpartikel



Quellen

Ozeanisch



Vulkanisch



Kosmisch

Biogen

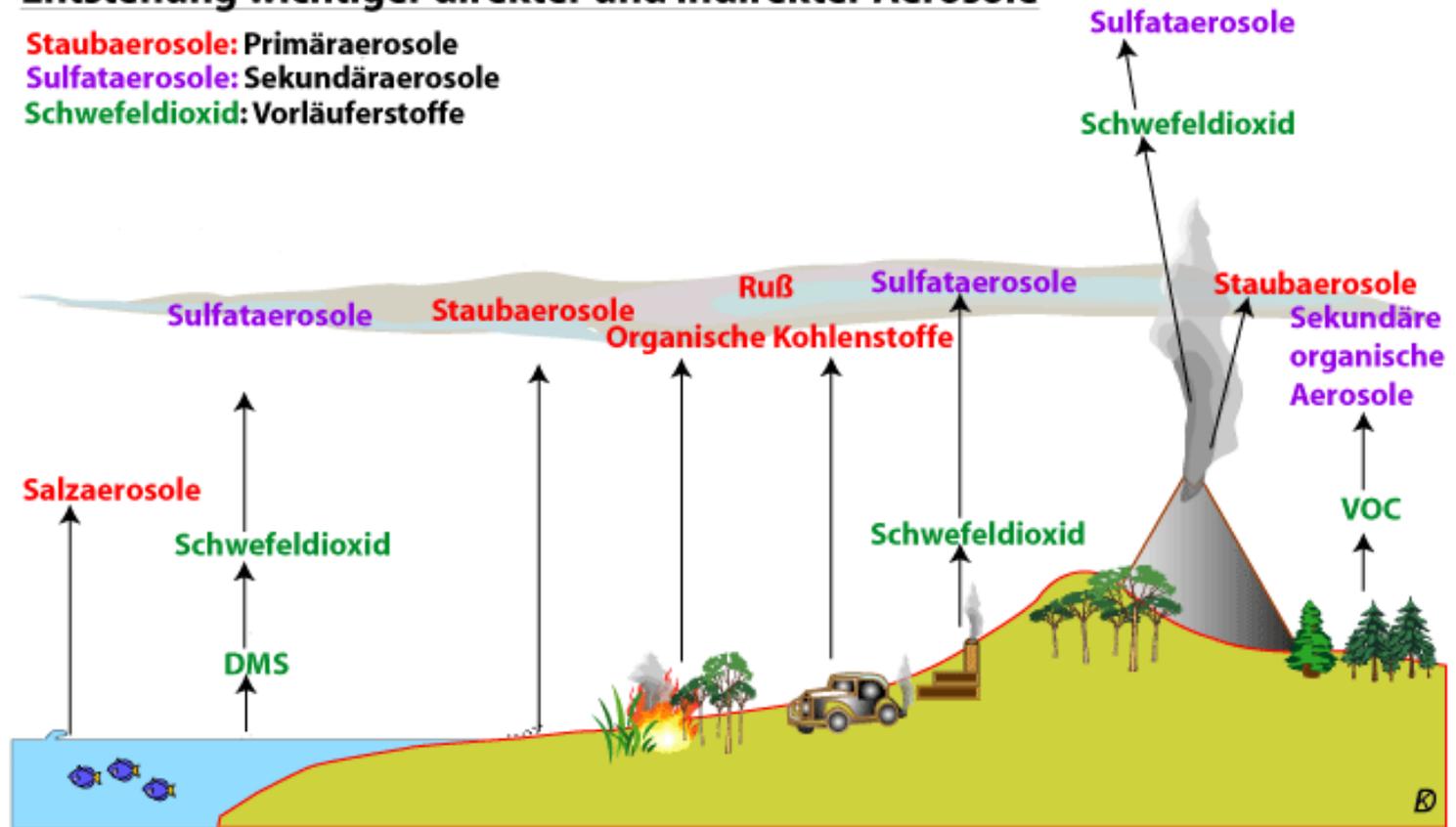
Antropogen

Mineralisch

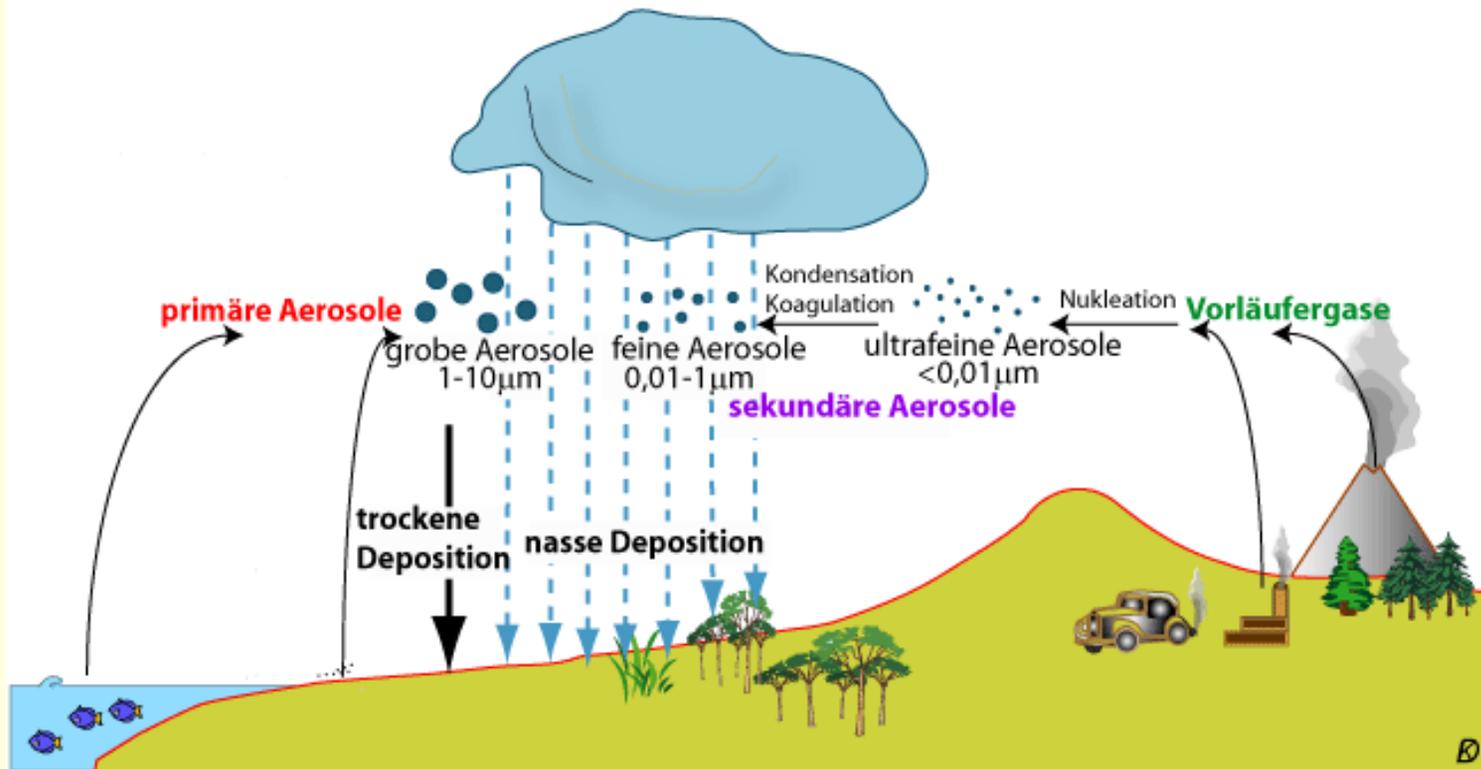


Entstehung wichtiger direkter und indirekter Aerosole

Staubaerosole: Primäraerosole
Sulfataerosole: Sekundäraerosole
Schwefeldioxid: Vorläuferstoffe



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



Feinstaub

Feinstaub (Aerosol) wird betrachtet in Hinblick auf

Partikelanzahl pro Luftvolumen ("Anzahlkonzentration")
Partikelmasse pro Luftvolumen ("Massenkonzentration")
Größenverteilung
Chemische Zusammensetzung
Optische Eigenschaften
Aerodynamische Eigenschaften

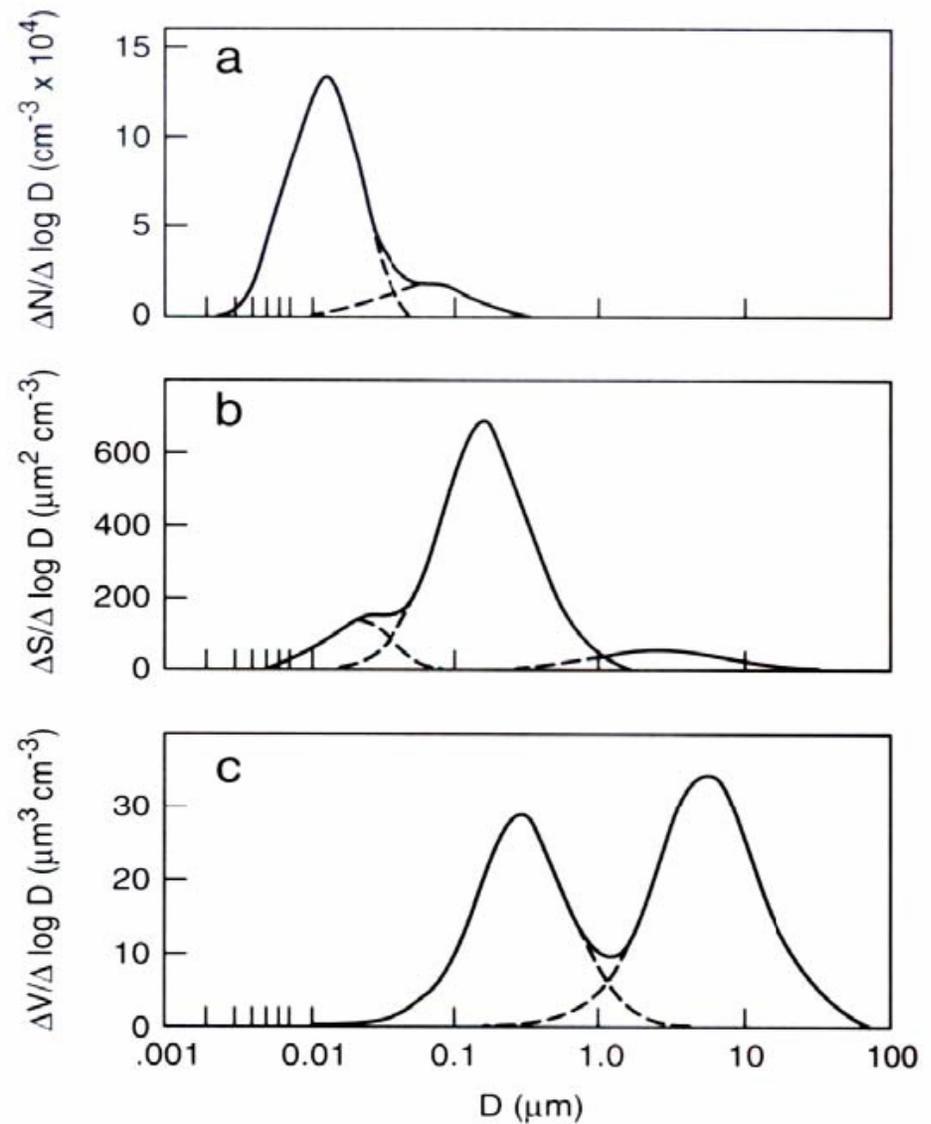
- Der Nukleationsmode im Größenbereich von einigen 10 nm sind die durch homogene Kondensation produzierten Aerosolpartikel angesiedelt.
- Im mittleren Größenbereich um ca. 0.1 μm befindet sich der Akkumulationsmode. Dieser entsteht durch Koagulation, d.h. dem Zusammentreffen kleinerer Aerosolpartikel.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

Typische Größenverteilung
von urbanem Aerosol

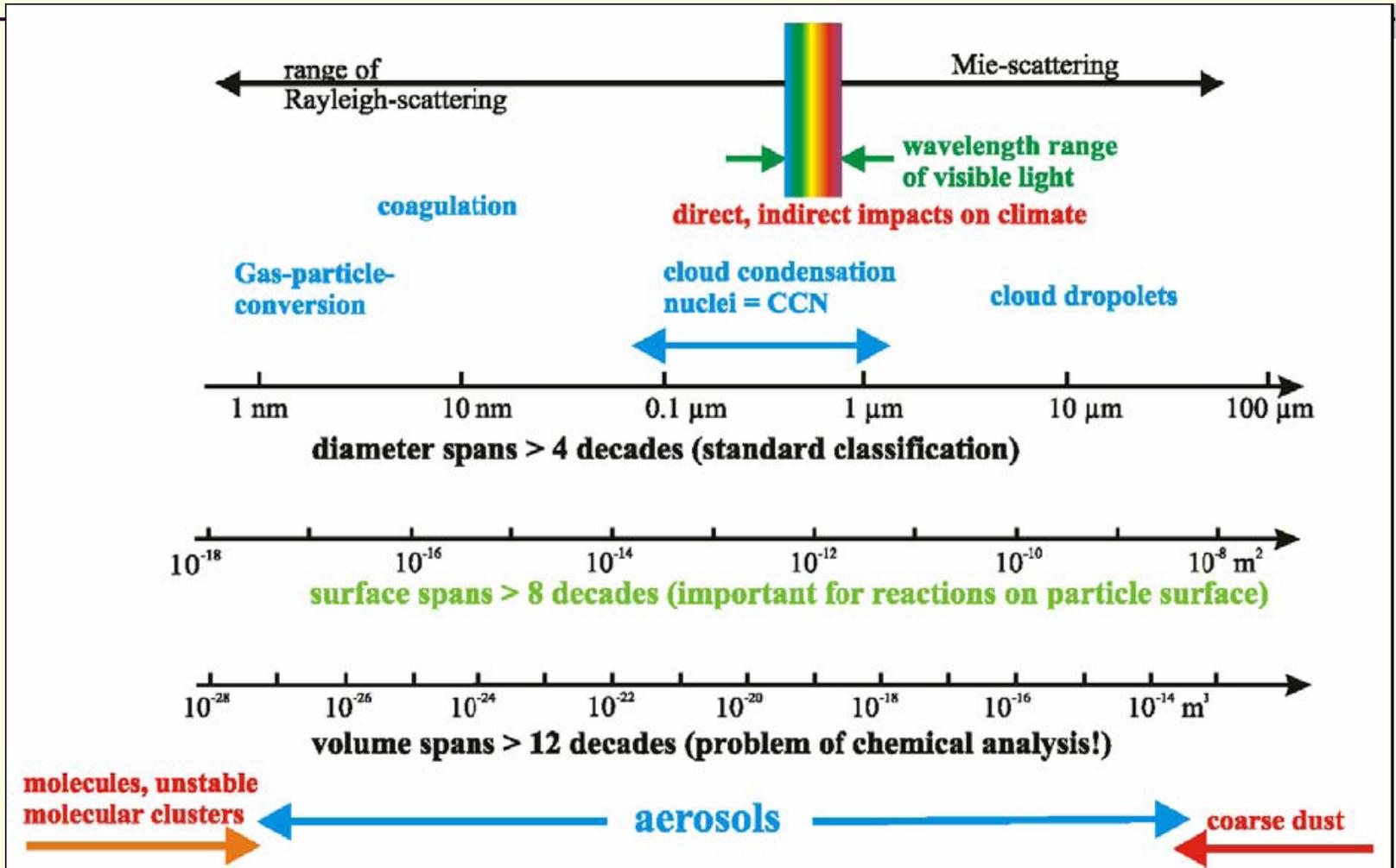
(a): Anzahlspektrum;

(b): Oberflächenspektrum;

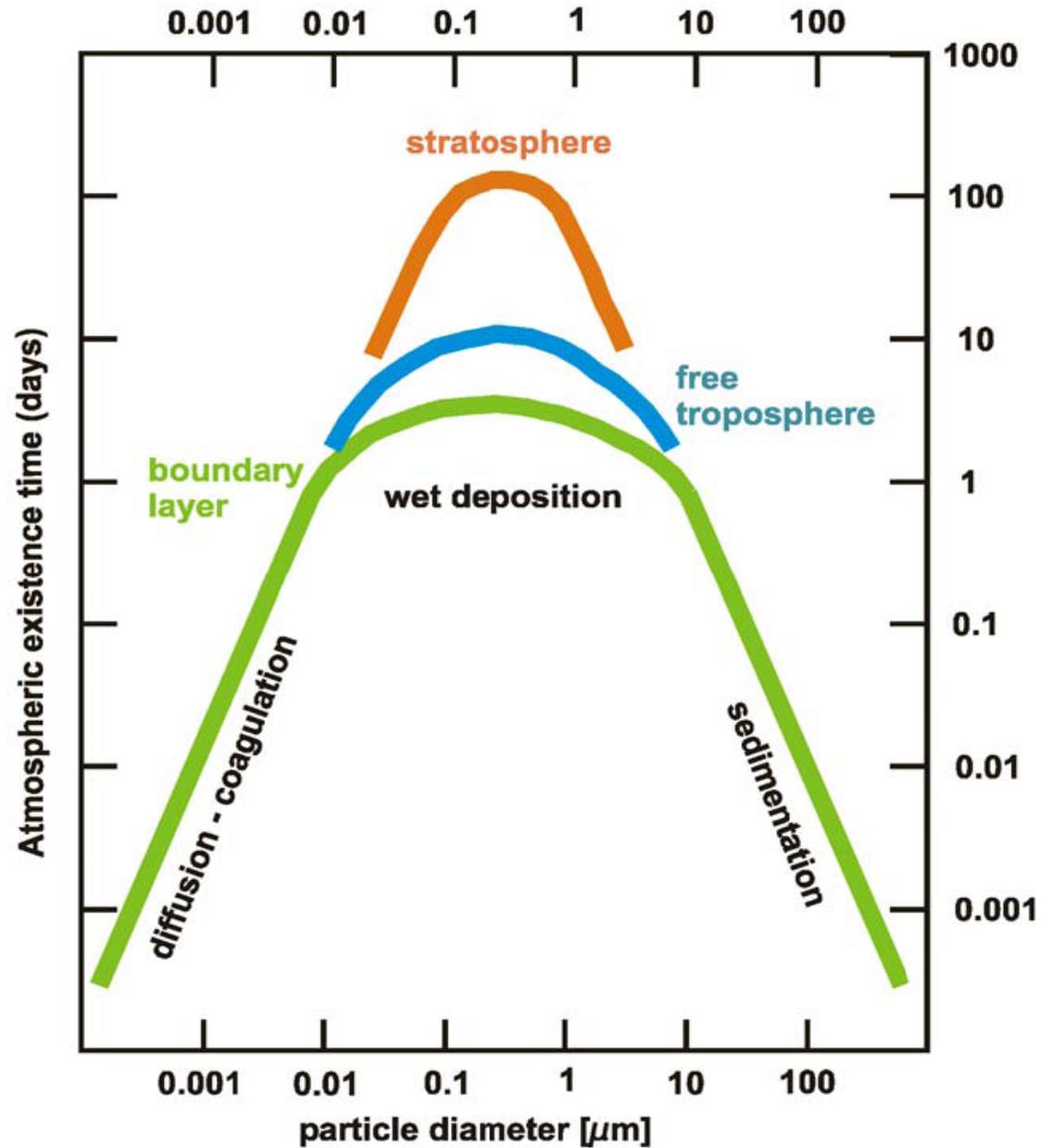
(c): Volumenspektrum.



Größenverteilung und Effekte



Verweilzeit



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 100 μm (PM_{2.5} bis PM₁₀₀)

Sekundäre entstehen aus chemischen Prozessen mit einer Größe unter 1 μm (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 (SO₂) verwandelt.
- biologische Abbauprozesse in der Pflanzen- und Tierwelt führen zur Freisetzung von Schwefelwasserstoff (H₂S 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

Organisches Aerosol

- Kohlenstoffhaltige Anteil des Aerosols besteht aus
 - elementarem Kohlenstoff (C)
 - Viele 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 SO₂, O₃ und NO₂

Primär Aerosol OM

- Primäre Quellen von OM

- 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 Streifarbeiten	5%
■ Waldbrand	3%
■ Kfz mit Kat.	3%
■ Zigaretten	3%

Luftreinhaltepläne

inhaltliche Vorgaben

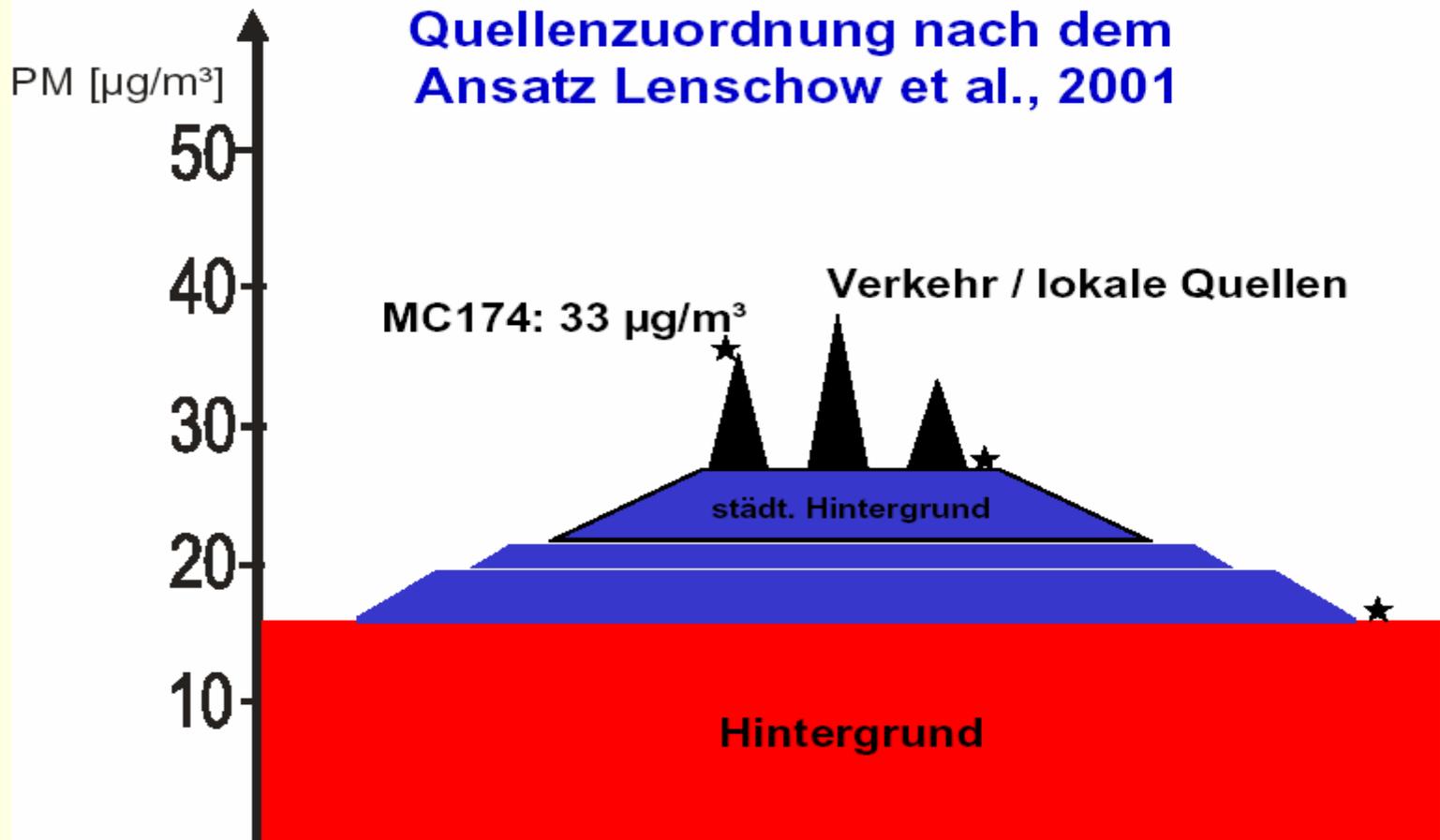
■ Bestandsaufnahme:

- Räumliche Verteilung der Luftbelastung und Grenzwertüberschreitungen
- zeitliche Entwicklung der Luftqualität

■ Ursachenanalyse:

- räumliche Herkunft der Luftbelastung (z.B. Anteil lokaler Quellen und des Ferntransport von Schadstoffen)
- Maßgebliche Verursachergruppen und ihr Anteil an der Immissionsbelastung
- Gründe für Grenzwertüberschreitungen (Emittenten, Episoden mit Ferntransport, natürliche Quellen)

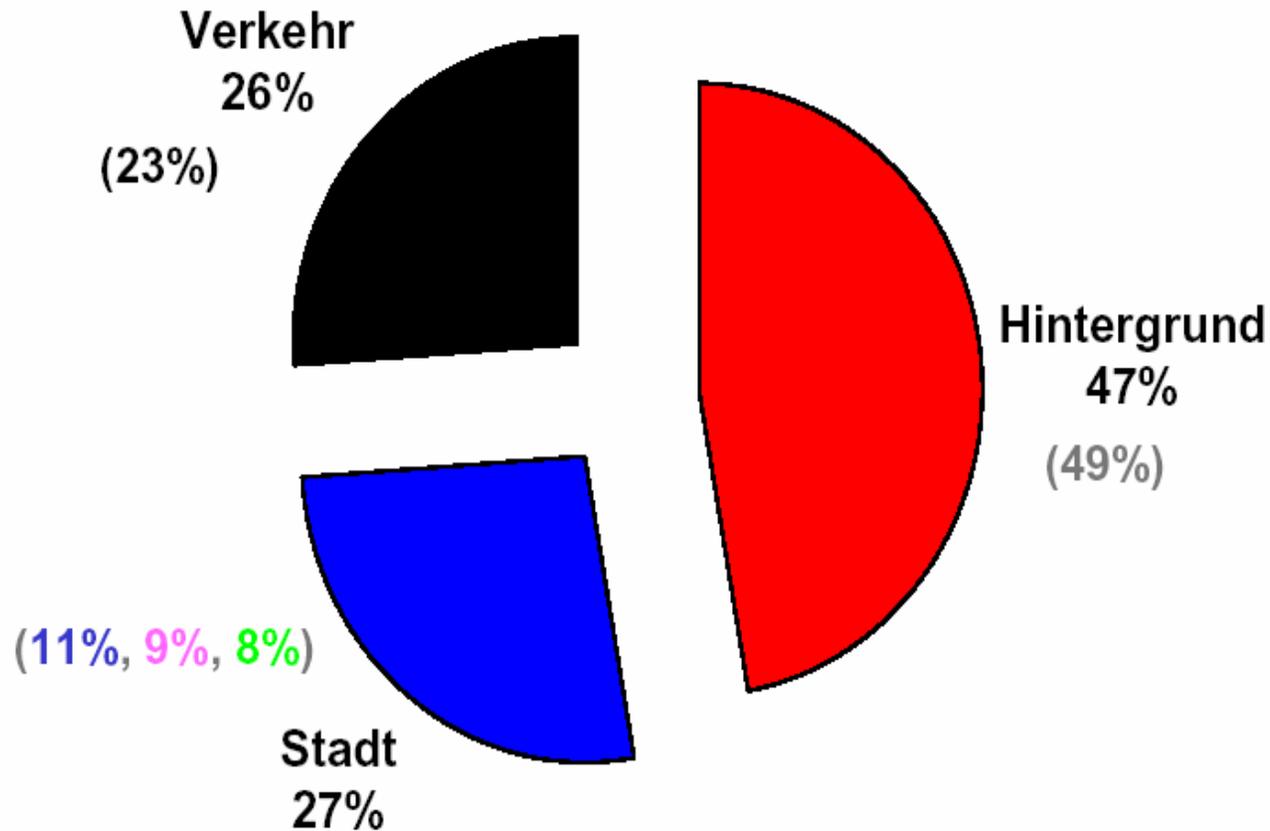
☞ Messungen, Ausbreitungsrechnungen, Emissionskataster, statistische Verfahren



MC174: Quellregionen PM10 (2)

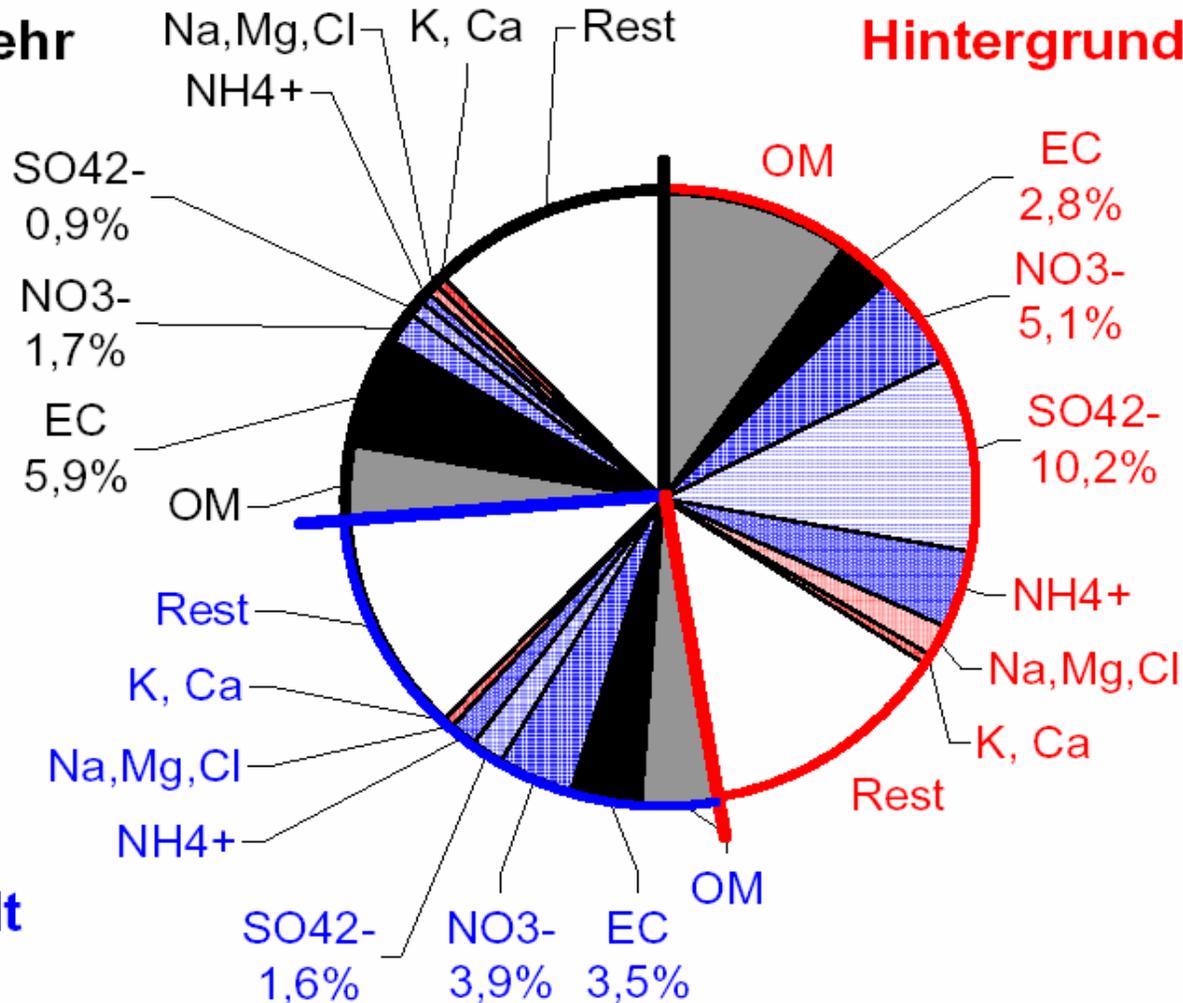


MC174: 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Verkehr

Hintergrund



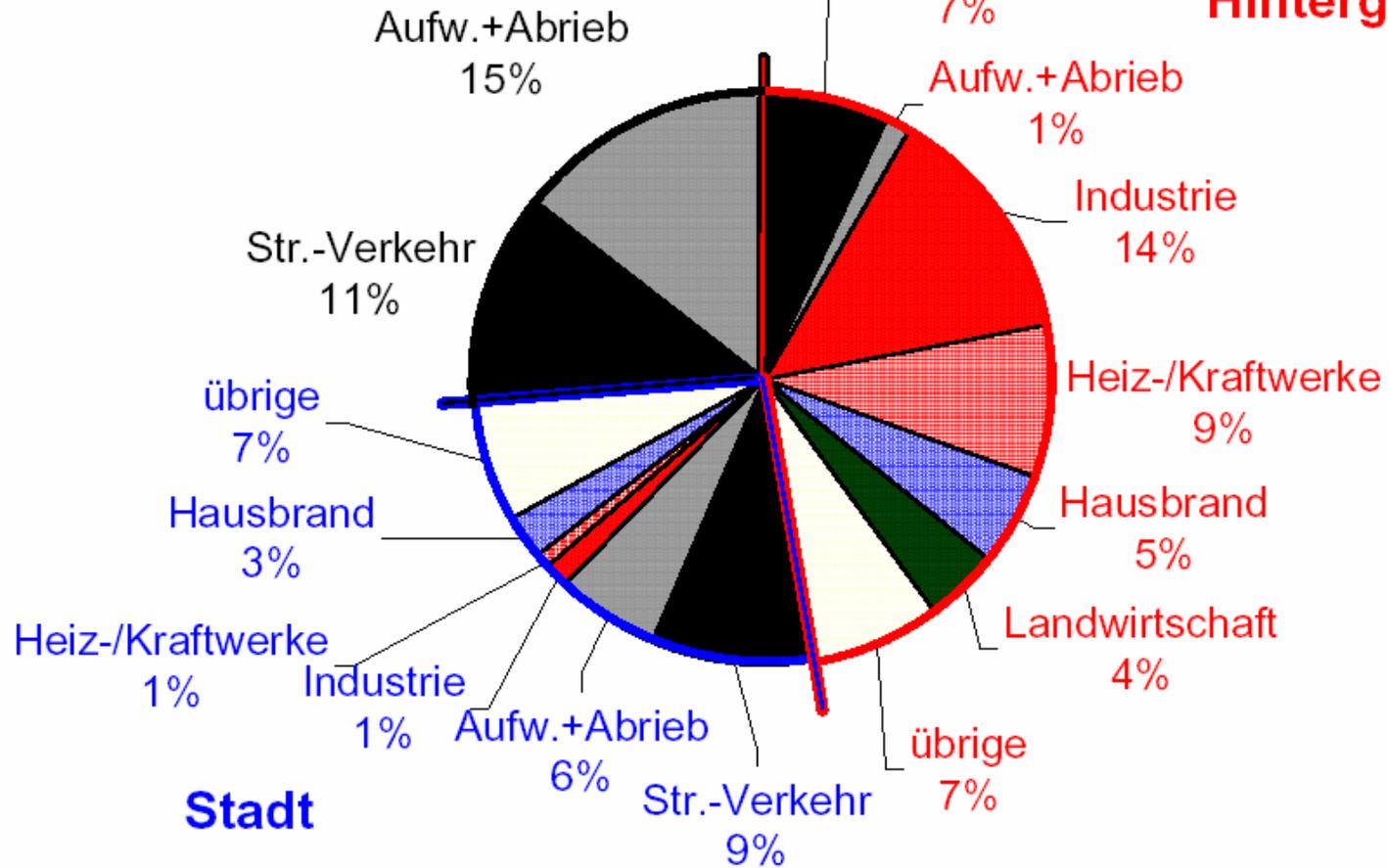
MC174: Quellenzuordnung Regionen und Emittentengruppen



Verkehr

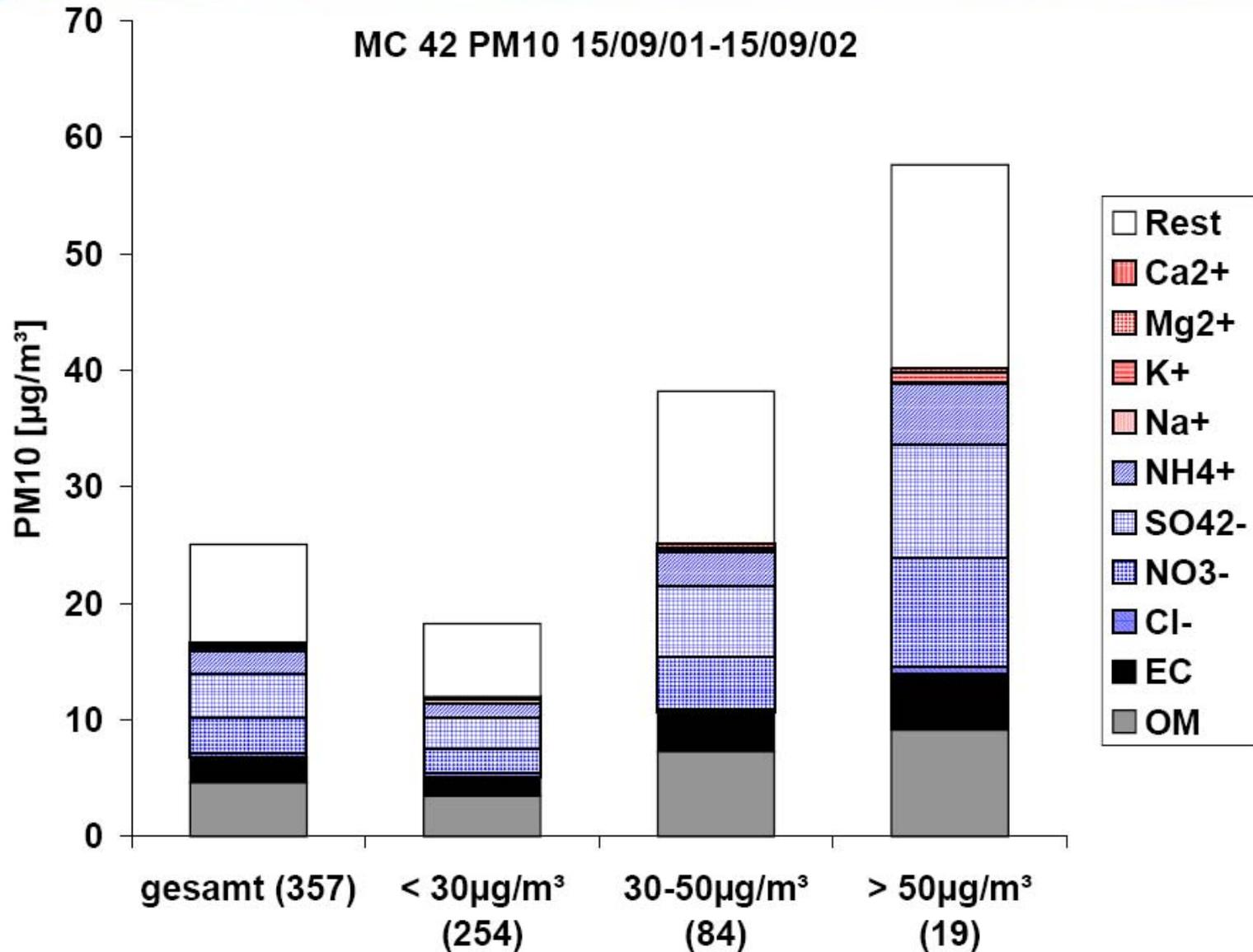
Str.-Verkehr

Hintergrund

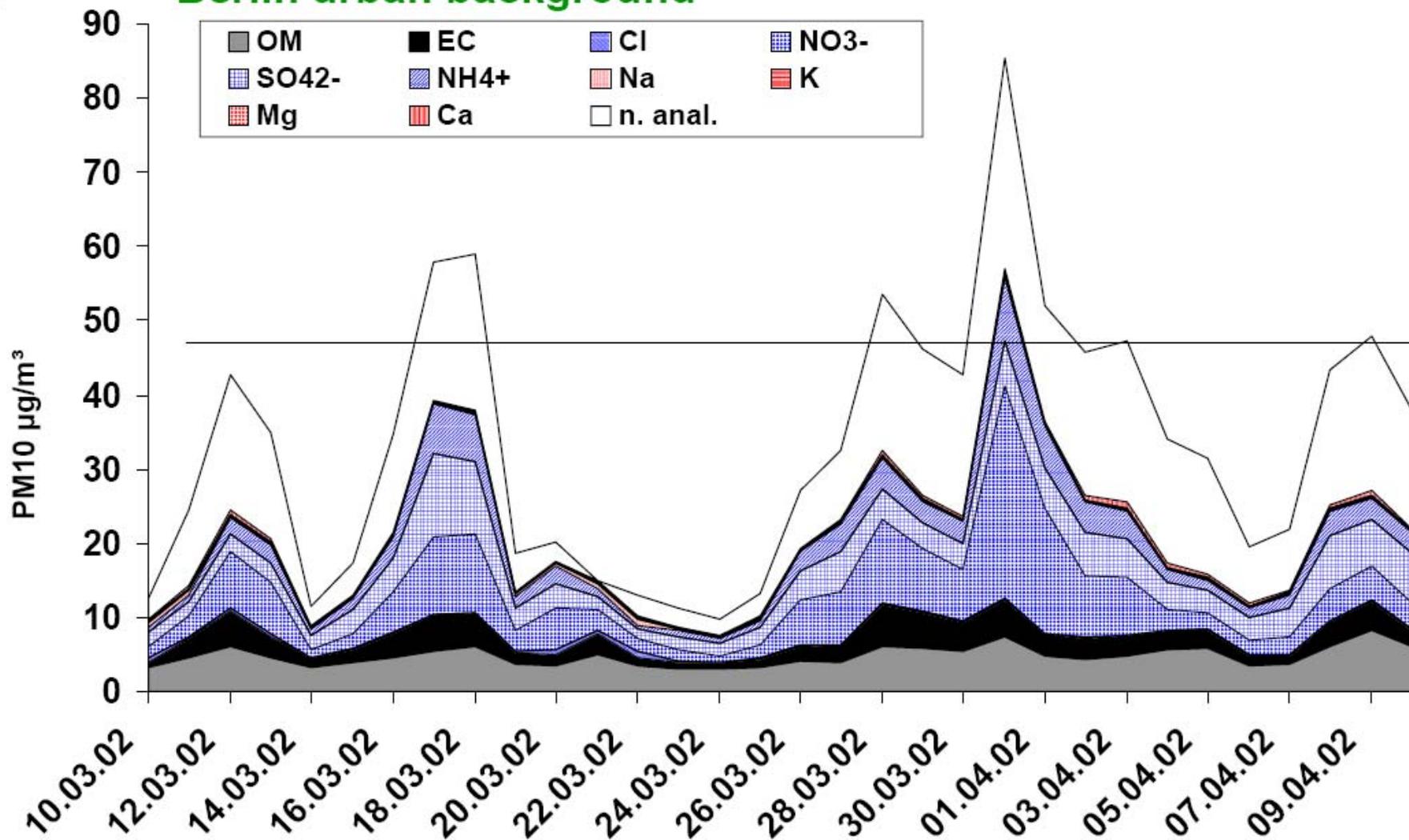


übrige: Lösemittel, mobile Maschinen, Müllverbrennung, Sonstige

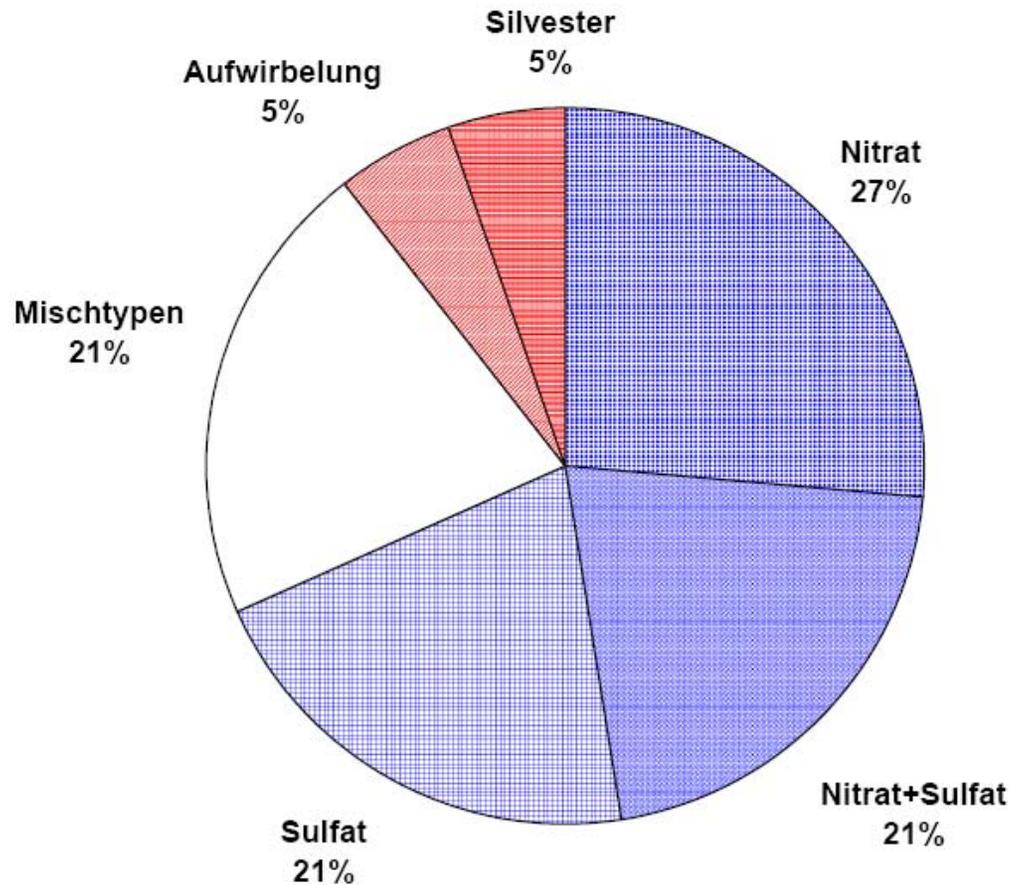
Vergleich Konzentrationsbereiche



Berlin urban background

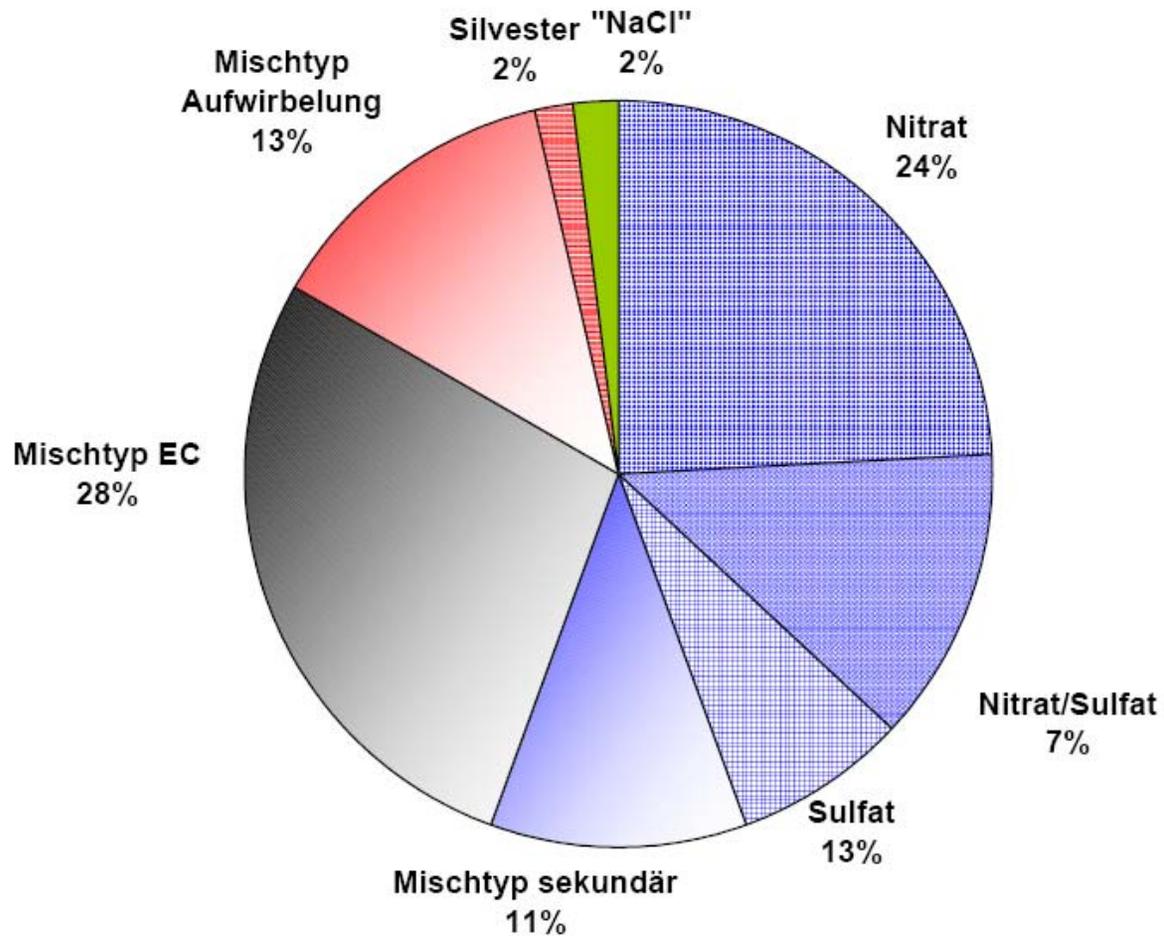


Episodentypen



Städt. Hintergrund(19)

Episodentypen



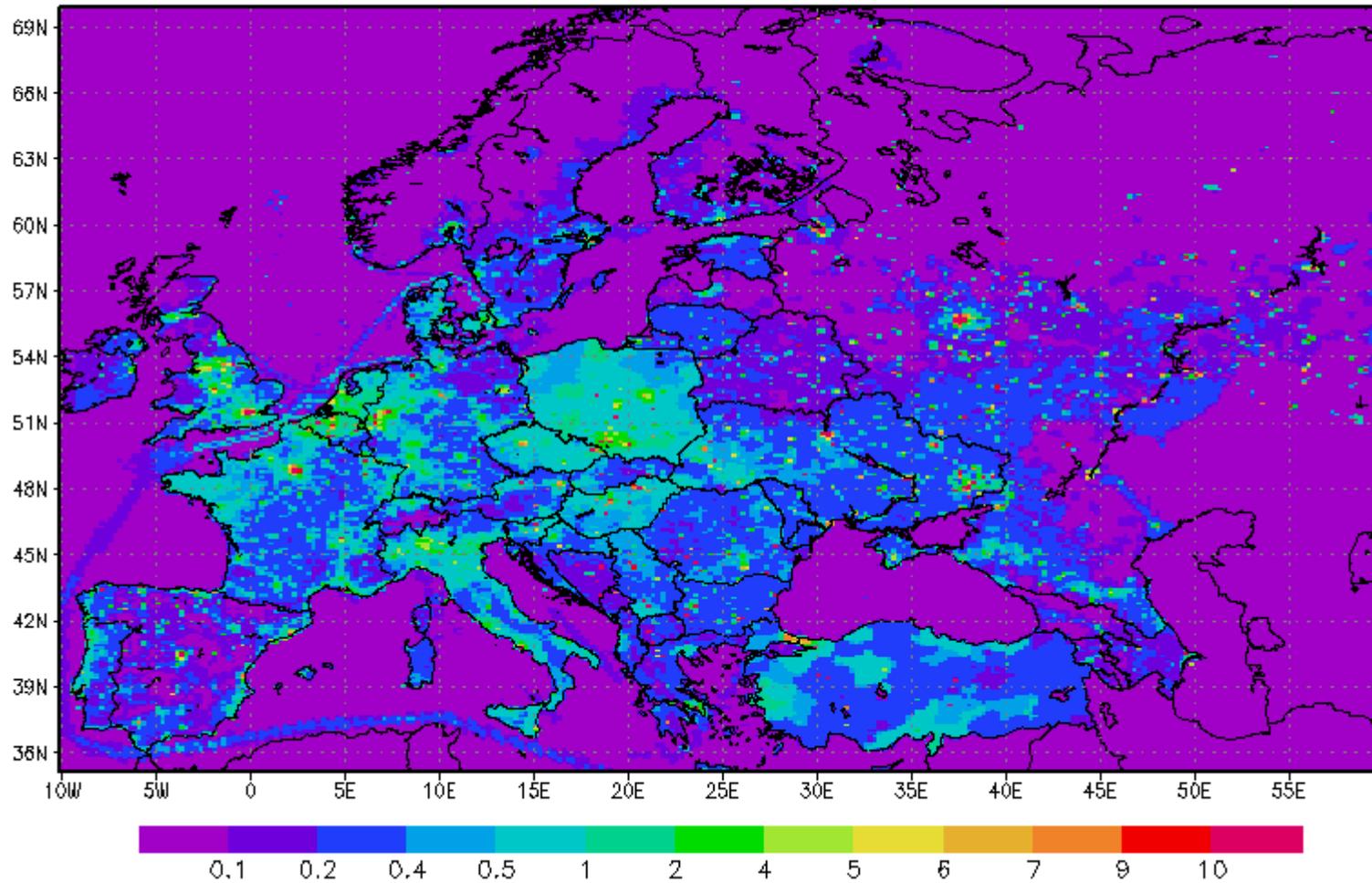
Verkehr (54)

Bemerkungen

Probleme bei der Darstellung von PM2.5:

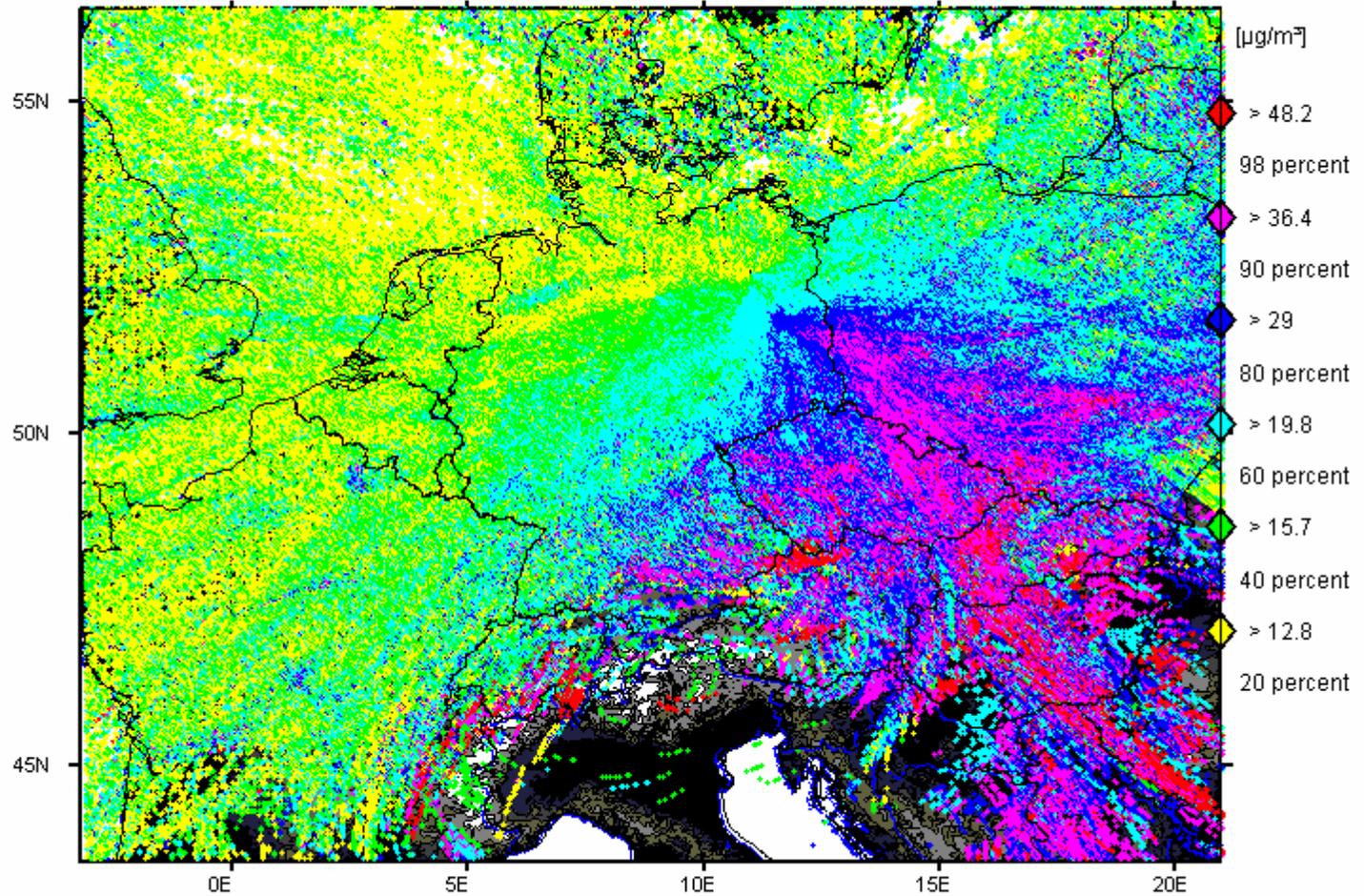
- Verweilzeit in der Luft ist höher
- Hoher Anteil an sekundären Aerosolen, besonders bei Belastungsepisoden (nahe 50% in Berlin)
- Source/Receptor-Beziehung ist durch Vorläufersubstanzen erschwert

PM10 Emissions TN02000 t/(a km²)



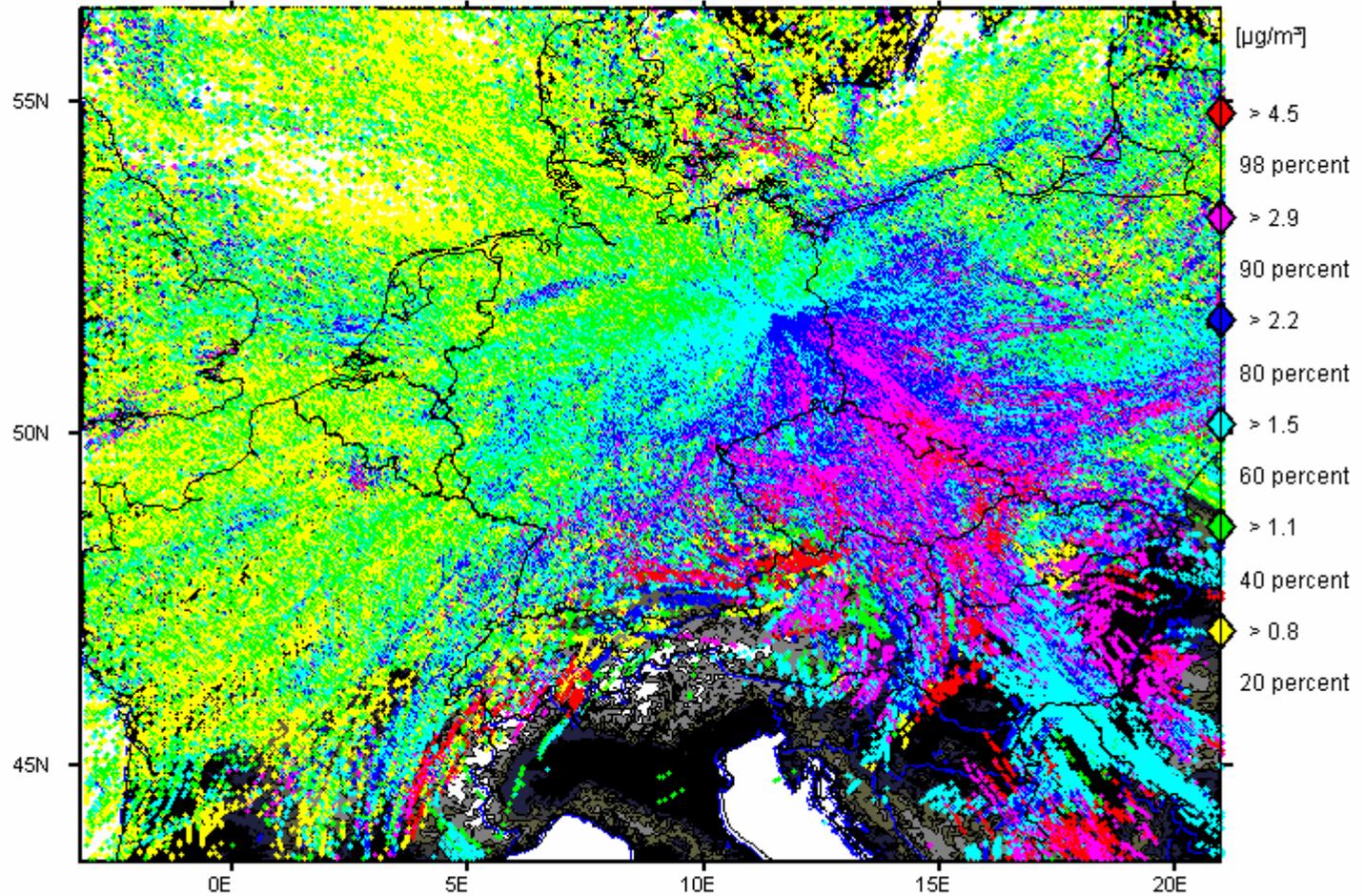
pm10 -

mean local sum of observed concentrations / km²
22 observations - 02.10.2001 - 01.11.2002 / surface backward trajectories



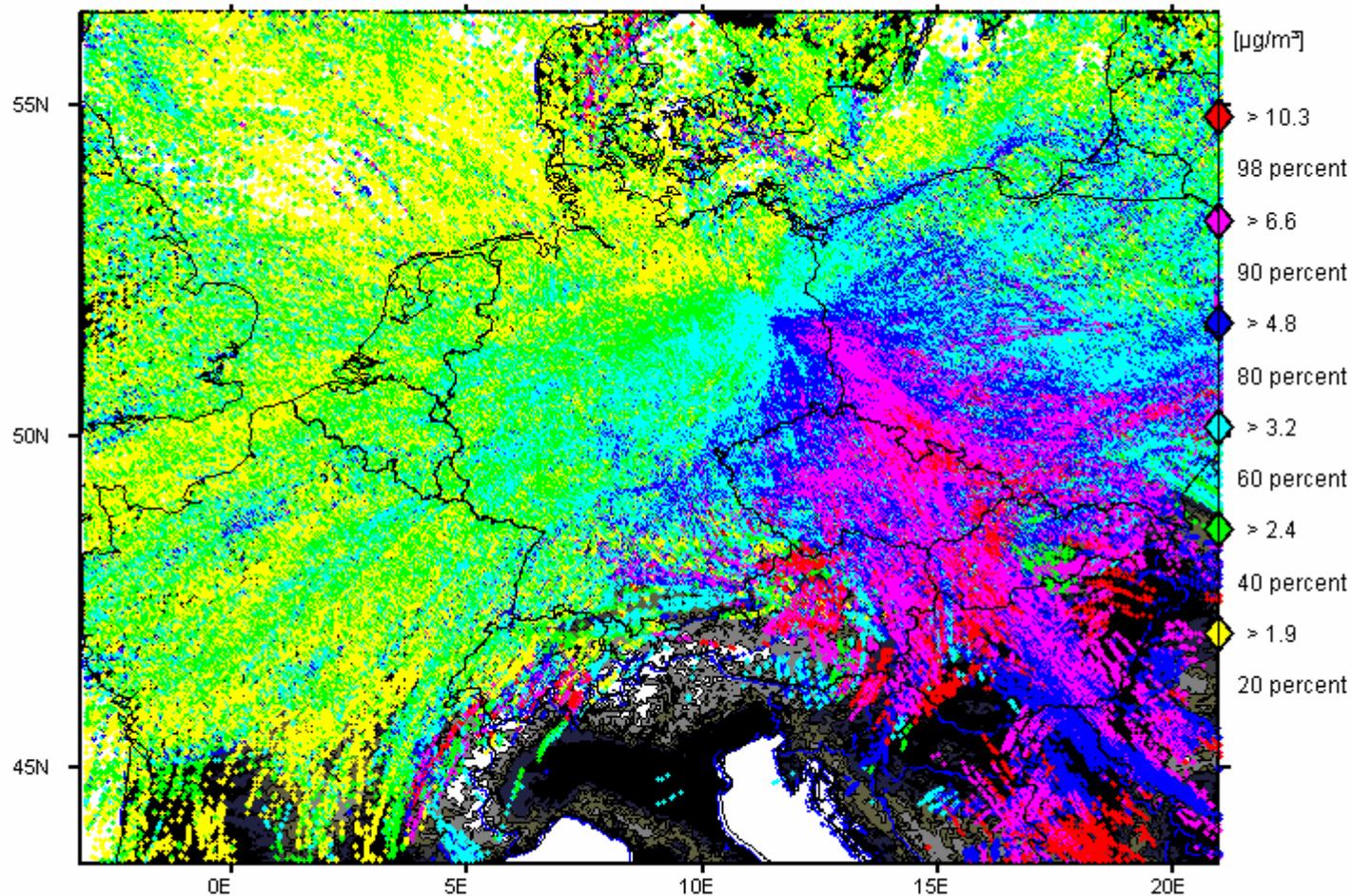
nh4 -

mean local sum of observed concentrations / km²
22 observations - 02.10.2001 - 01.11.2002 / surface backward trajectories

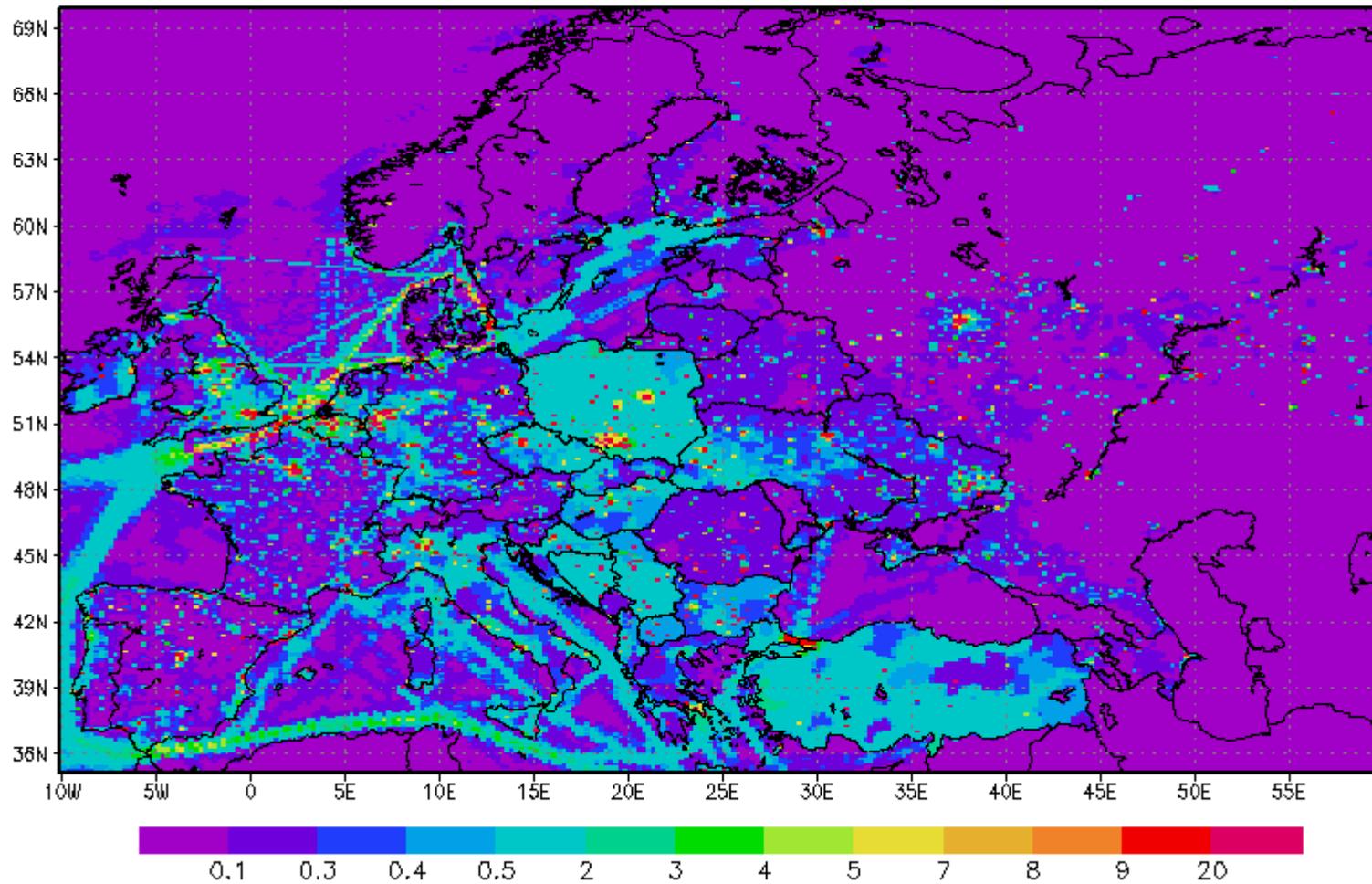


so4 -

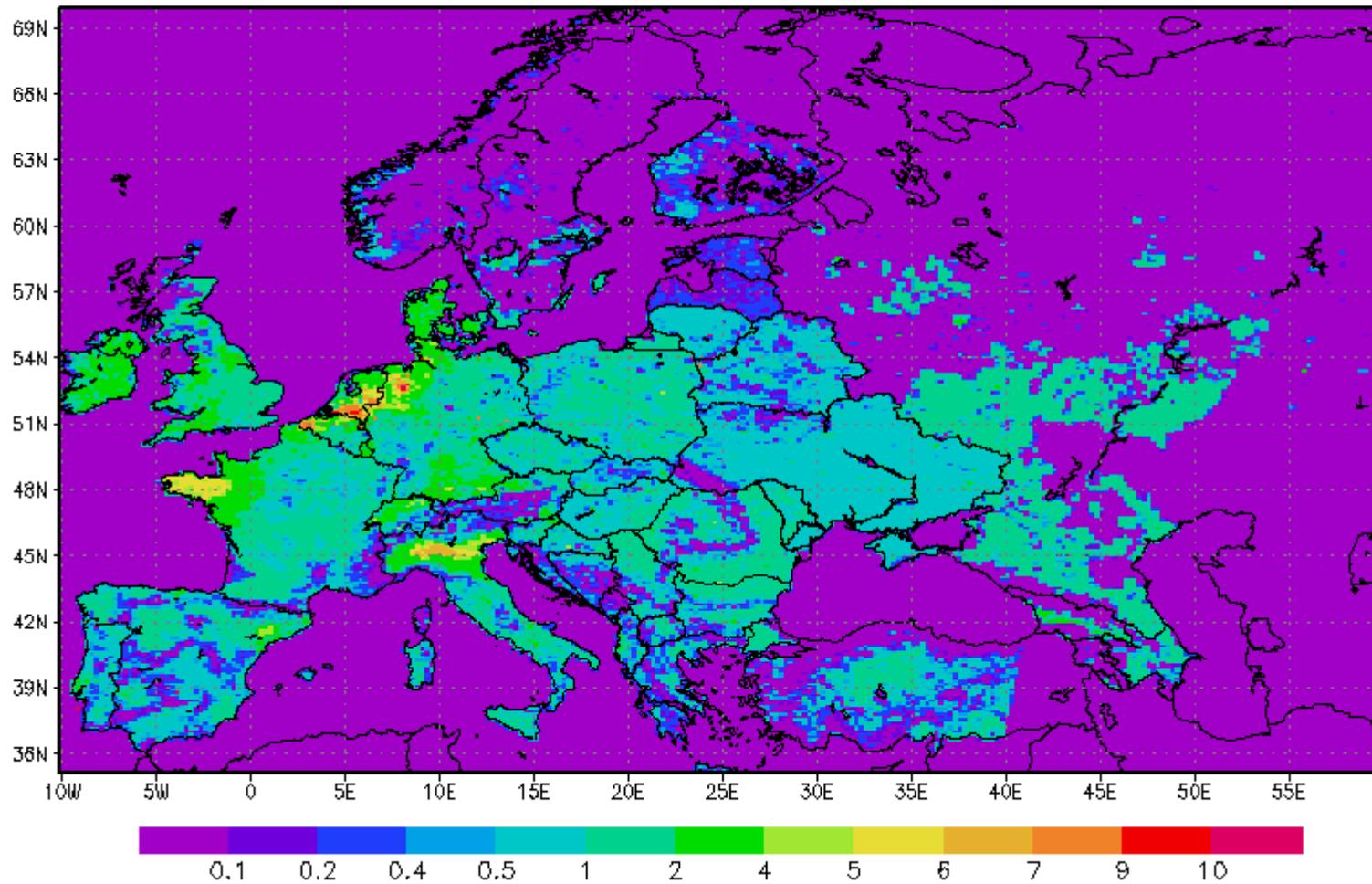
mean local sum of observed concentrations / km²
22 observations - 02.10.2001 - 01.11.2002 / surface backward trajectories



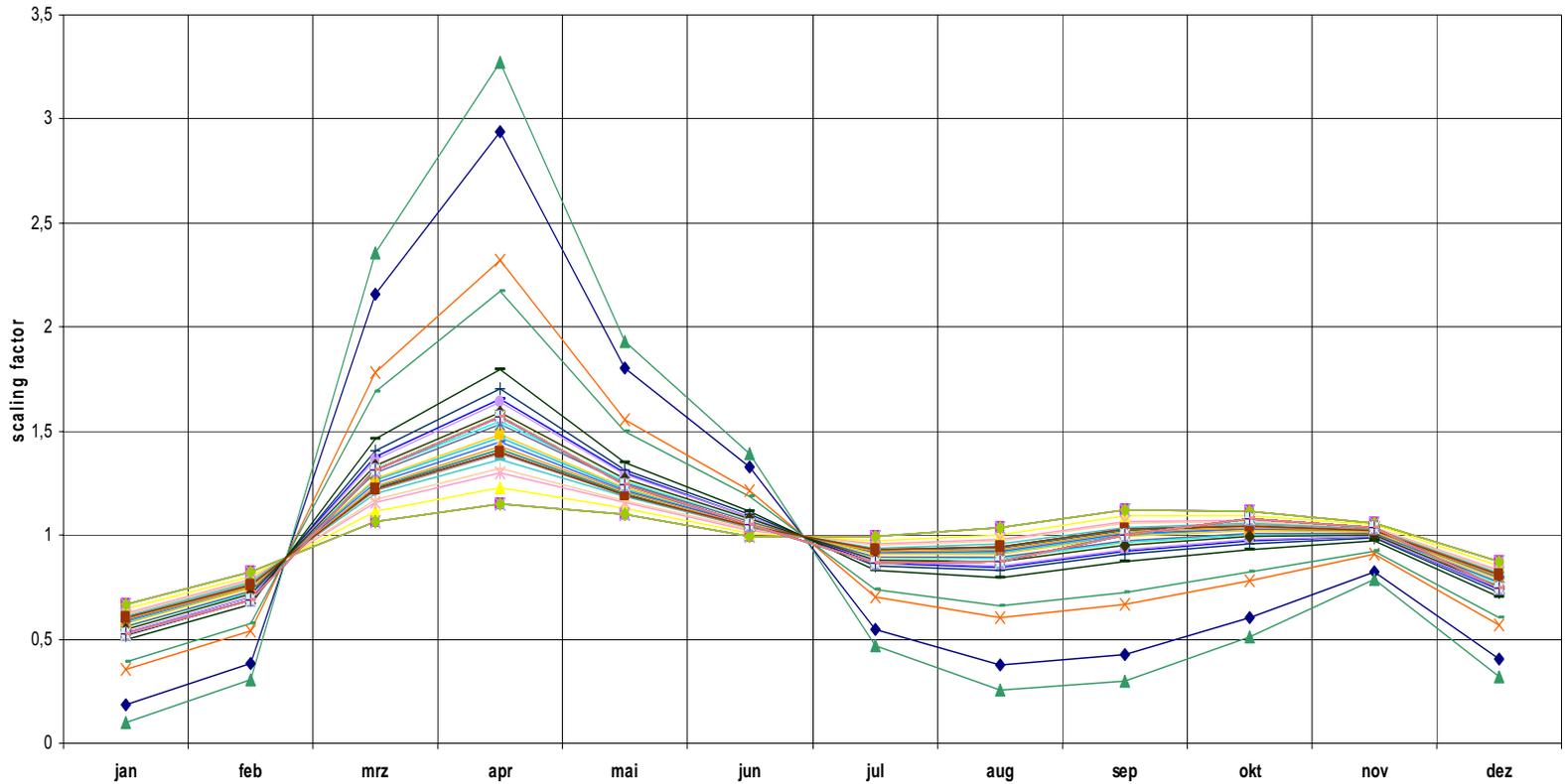
S02 Emissions TN02000 t/(a km2)



NH3 Emissions TNO2000 t/(a km²)

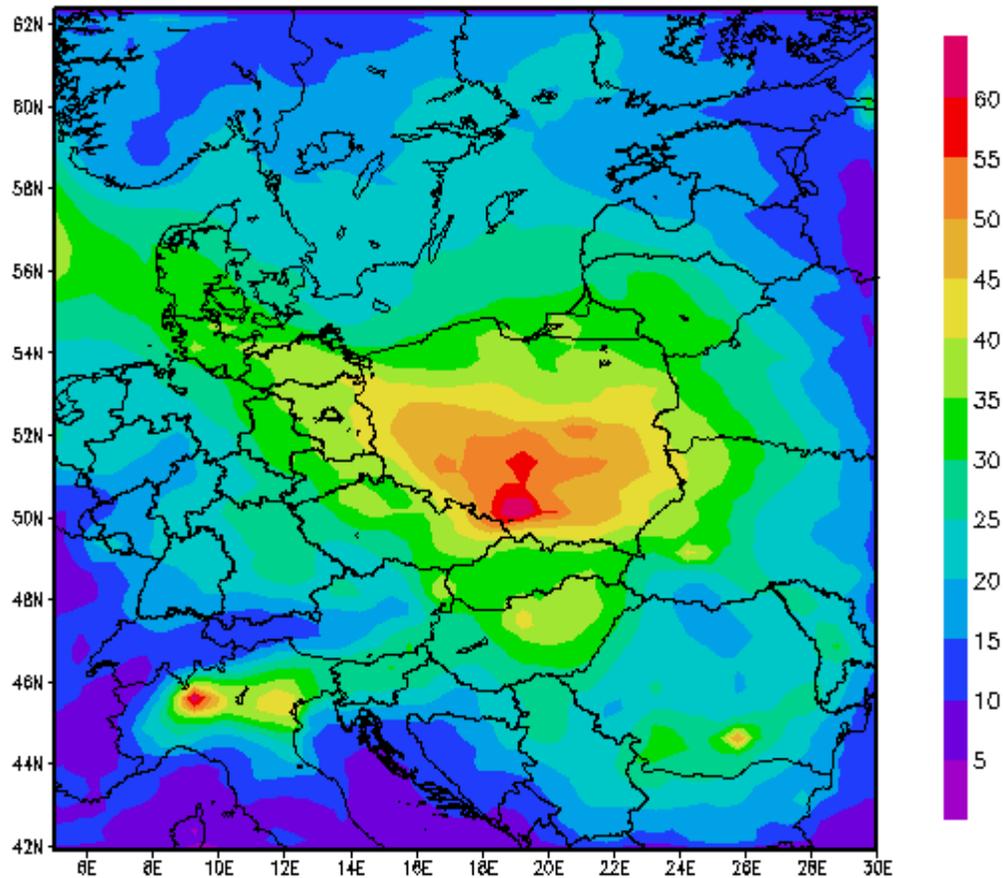


NH3



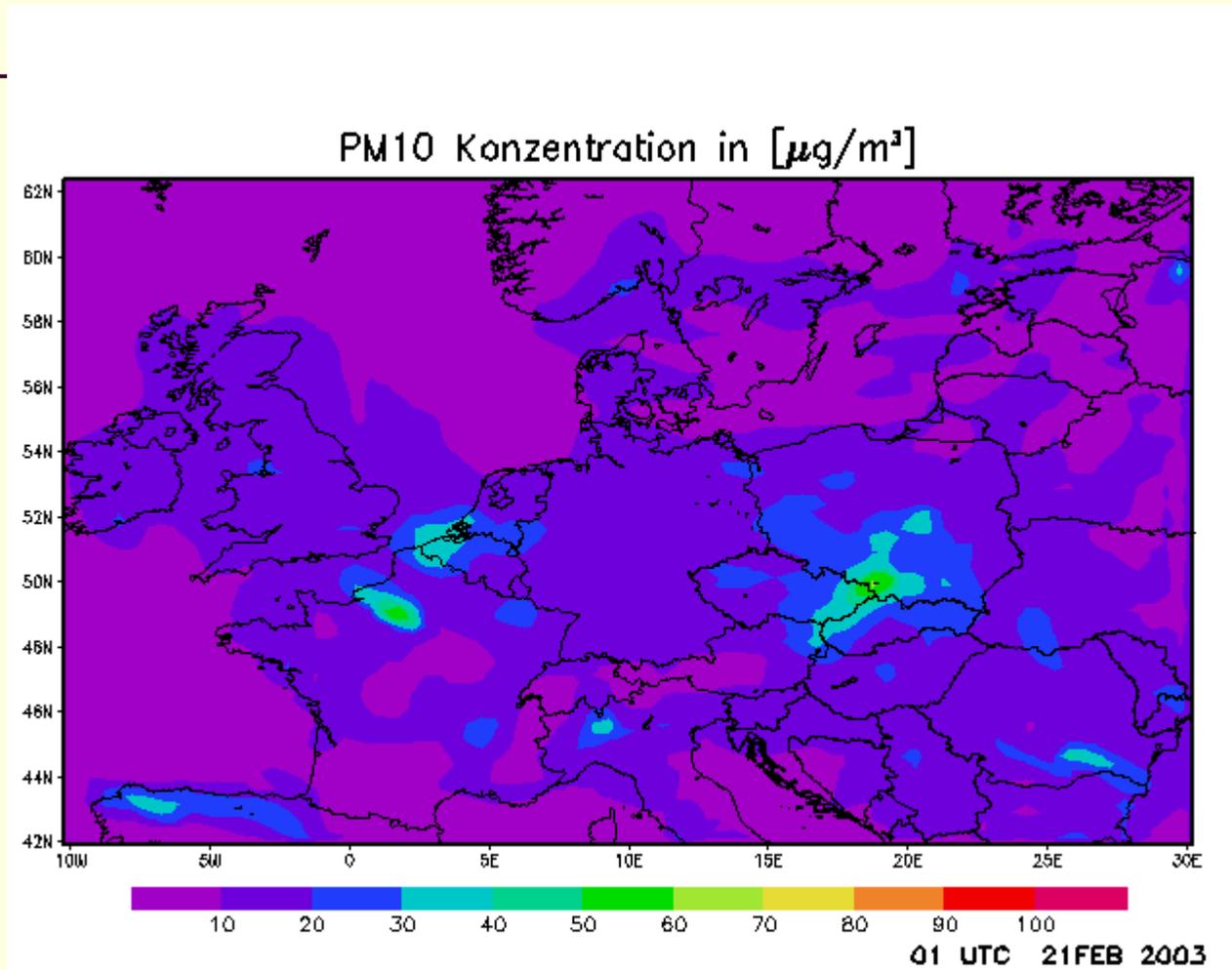
- | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ◆ Austria | ◆ Belgium | ▲ Bulgaria |
| ◆ Switzerland | ◆ Czech Republic | ● Former Federal Republic of Germany |
| ◆ Denmark | ◆ Estonia | ◆ Spain |
| ◆ Finland | ◆ France | ▲ Greece |
| ◆ Hungary | ◆ Ireland | ◆ Lithuania |
| ◆ Luxembourg | ◆ Latvia | ◆ Malta |
| ◆ Netherlands | ◆ Romania | ▲ Poland |
| ◆ Portugal | ◆ Slovakia | ● Sweden |
| ◆ Slovenia | ◆ Former German Democratic Republic | ◆ United Kingdom |
| ◆ Italy | ◆ Turkey | ▲ Albania |
| ◆ Iceland | ◆ Kaliningrad | ◆ Kola/Karelia |
| ◆ St. Petersburg/Novgorod-Pskov | ◆ Republic of Moldova | ◆ Belarus |
| ◆ Ukraine | ◆ Bosnia and Herzegovina | ▲ Rest of the Russian Federation |
| ◆ Croatia | ◆ Kazakhstan | ◆ Yugoslavia |
| ◆ The former Yugoslav Republic of Macedonia | ◆ Armenia | ◆ Georgia |
| ◆ Cyprus | ◆ Germany | ◆ Remaining Asian areas |
| ◆ Liechtenstein | ◆ Monaco | ◆ Russian Federation |
| ◆ North Africa | | |

PM10 Konzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Referenz



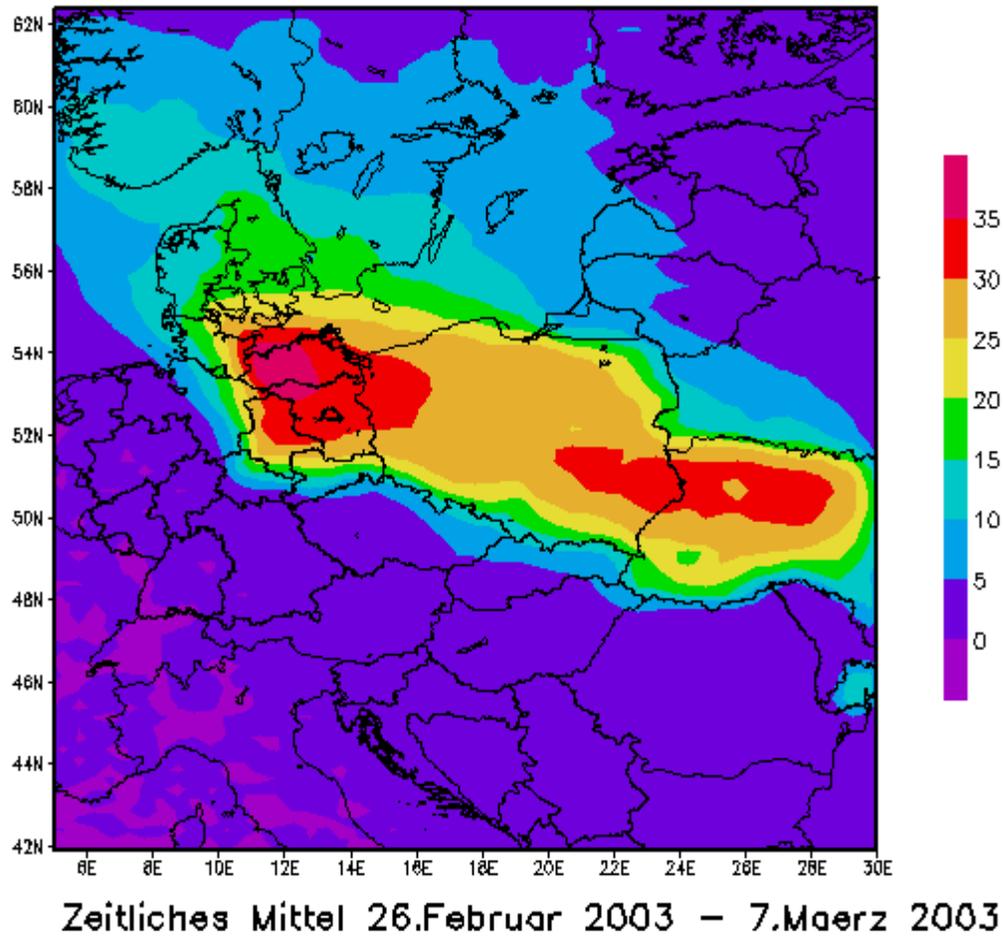
Zeitliches Mittel 26.Februar 2003 – 7.Maerz 2003

Animation zur PM10-Episode 25.2. – 10.3.2003

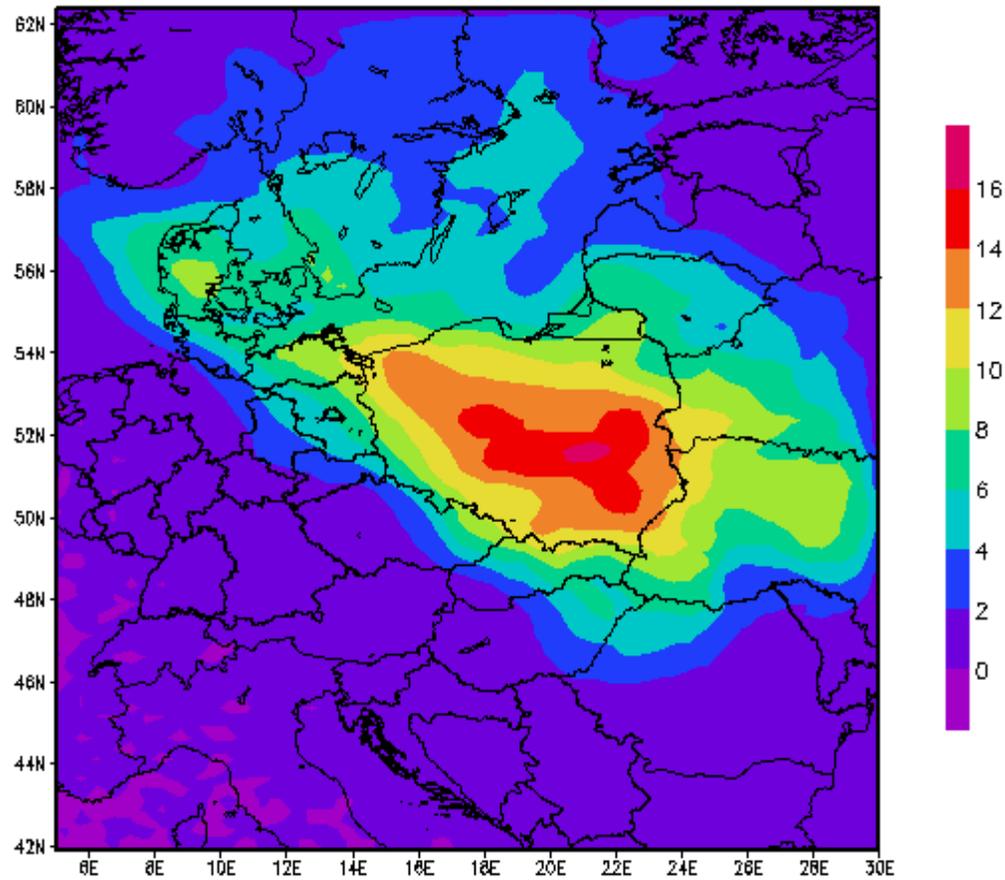


gif-Datei mit dem Internet-Browser öffnen!

Abweichung von PM10 Referenz in % (NH_3) Szenario 2

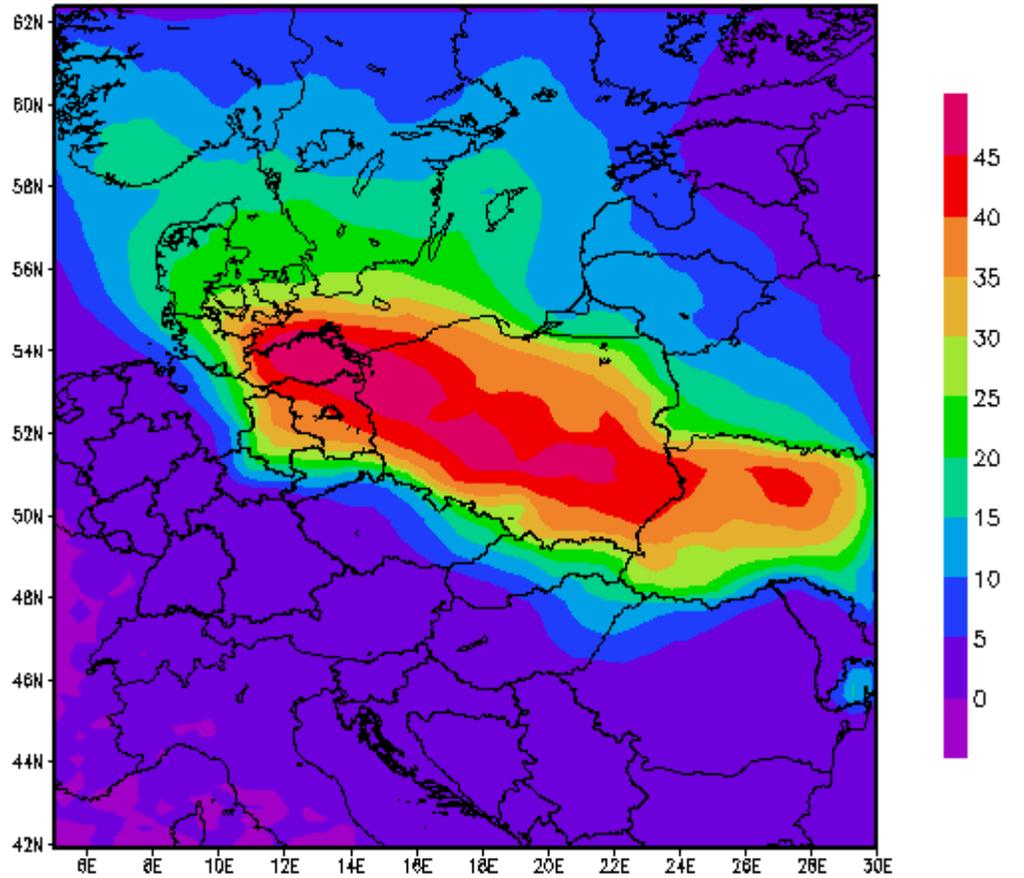


Abweichung von PM10 Referenz in % (SO_2) Szenario 3



Zeitliches Mittel 26.Februar 2003 – 7.Maerz 2003

Abweichung von PM10 Referenz in % ($\text{SO}_2 + \text{NH}_3$) Szenario 1



Zeitliches Mittel 26. Februar 2003 – 7. März 2003

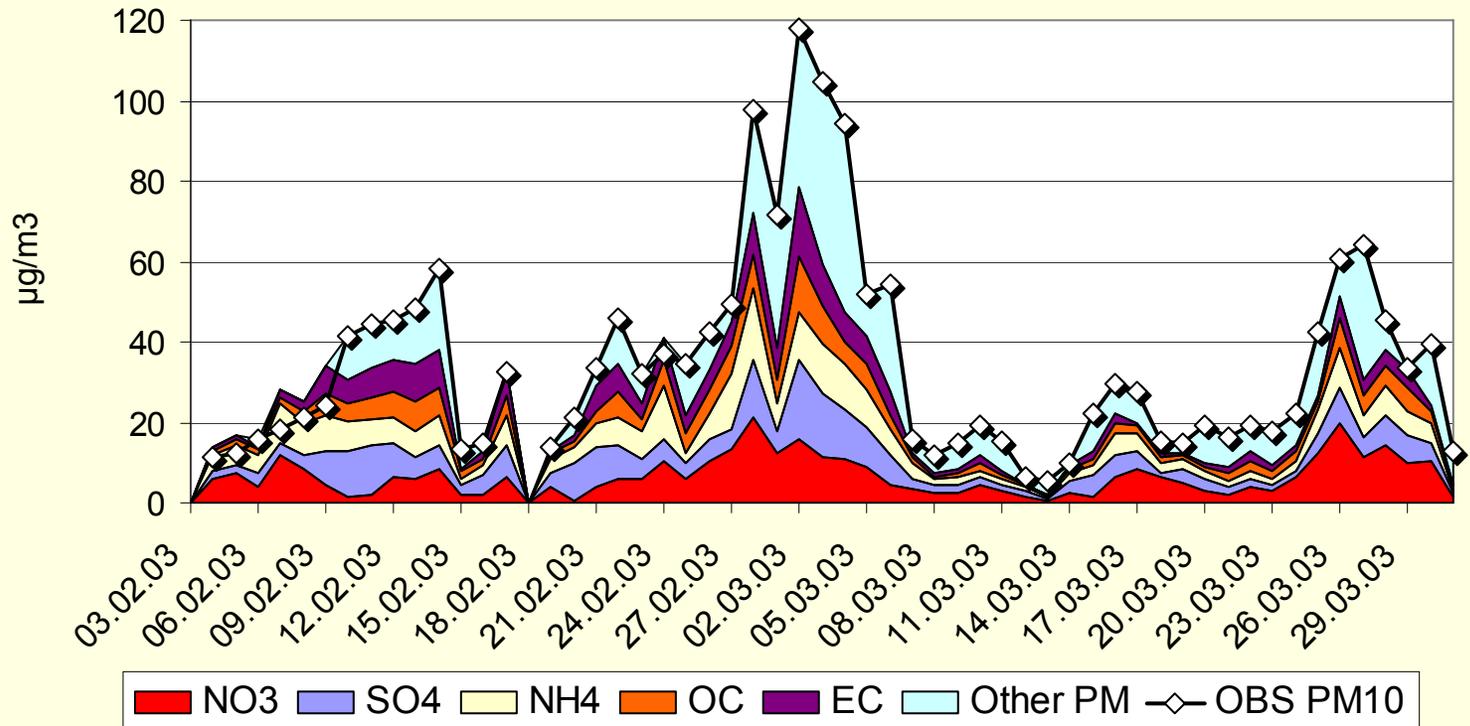
Bemerkungen:

- Unterschiede der Zusammensetzung von Messungen und Modellrechnung
- Fehlende Anteile bei Emissionen? (z.B. Wasseranteil)
- Unbekannter Anteil bei PM10/PM2.5 (Wasser u.a.)
- Skalenabhängigkeit der CT Modellierung
- Approx. Prozessbeschreibung und Meteorologie

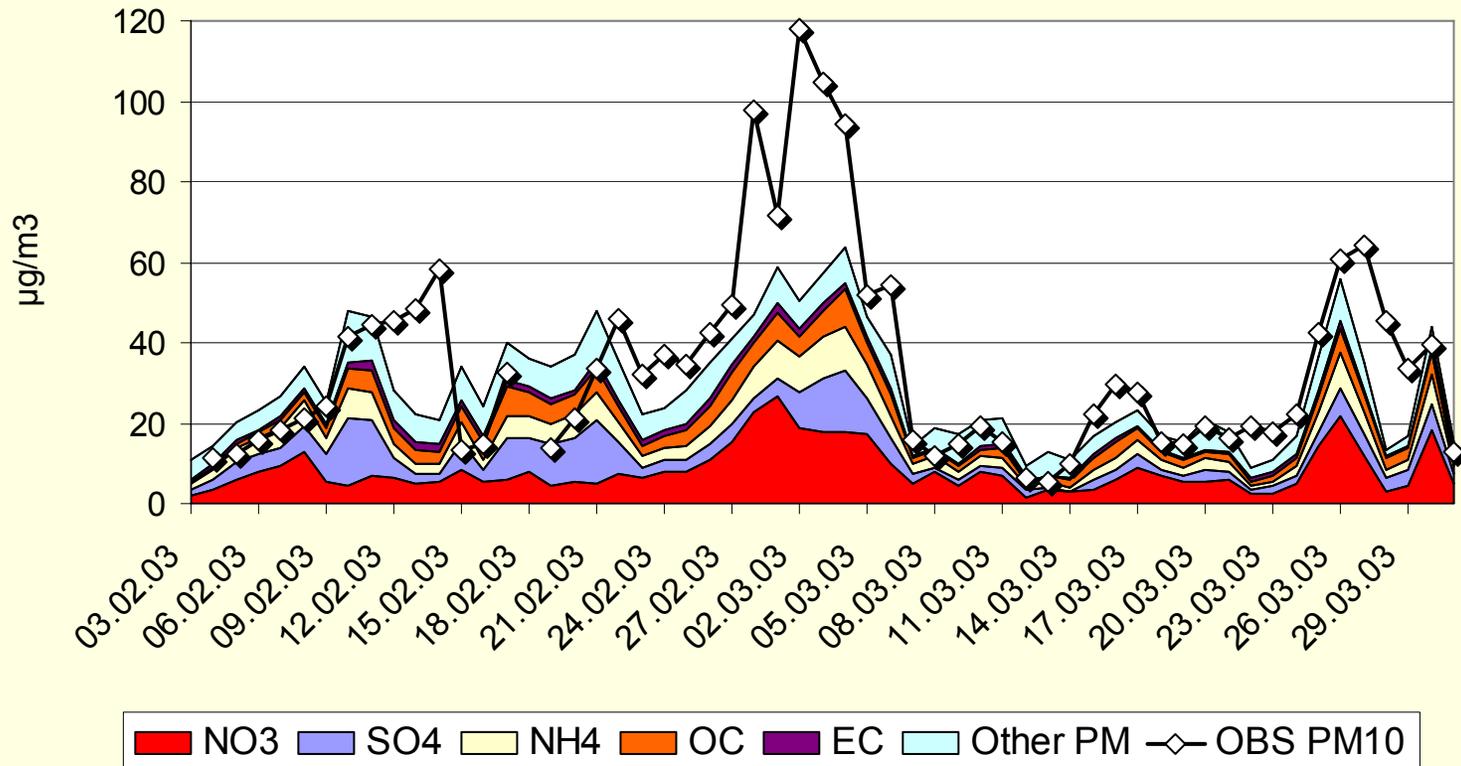
Schlussfolgerung:

- Modellrechnungen können z.Zt. nur partiale Anteile erfassen
- Hohe Belastungen werden gedämpft dargestellt

Melpitz: Observed PM10 composition Daily Mean Jan-Apr 2003



Melpitz: RCG PM10 composition Daily Mean Feb3-March31 2003



Bemerkungen:

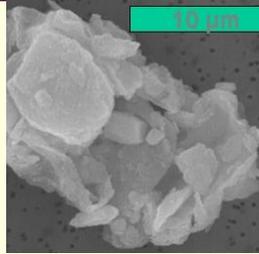
- Unterschiede der Zusammensetzung von Messungen und Modellrechnung
- Fehlende Anteile bei Emissionen? (z.B. Wasseranteil)
- Unbekannter Anteil bei PM10/PM2.5 (Wasser u.a.)
- Skalenabhängigkeit der CT Modellierung
- Approx. Prozessbeschreibung und Meteorologie

Schlussfolgerung:

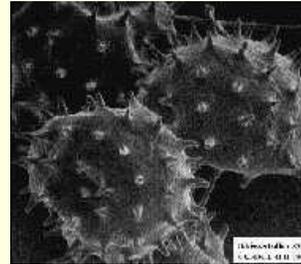
- Modellrechnungen können z.Zt. nur partiale Anteile erfassen
- Hohe Belastungen werden gedämpft dargestellt

verschiedene Aerosole (Außen- und Innenraum)

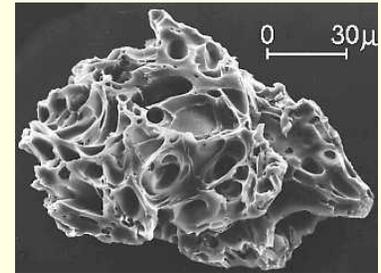
Wüstensand



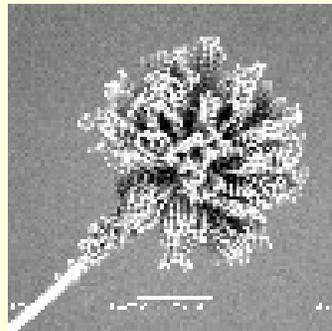
Hibiskuspollen



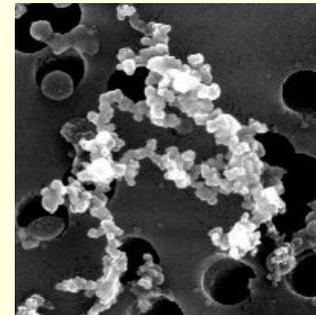
Aschepartikel (St Helen)



Schimmelpilz



Rußpartikel



Blütenstände und Pollen der 6 wichtigsten Allergie auslösenden Pflanzen

Hasel

Februar - April

Erle

Februar - April

Birke

März - Juni

Gräser

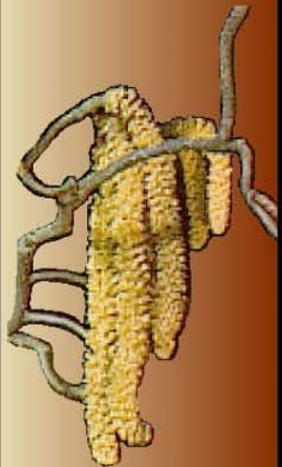
April - September

Roggen

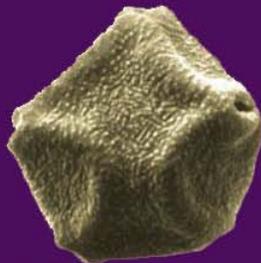
Mai - August

Beifuss

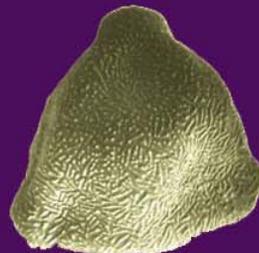
Juni - September



Grösse: ca 25 μ m



Grösse: ca 25 μ m



Grösse: ca 24 μ m



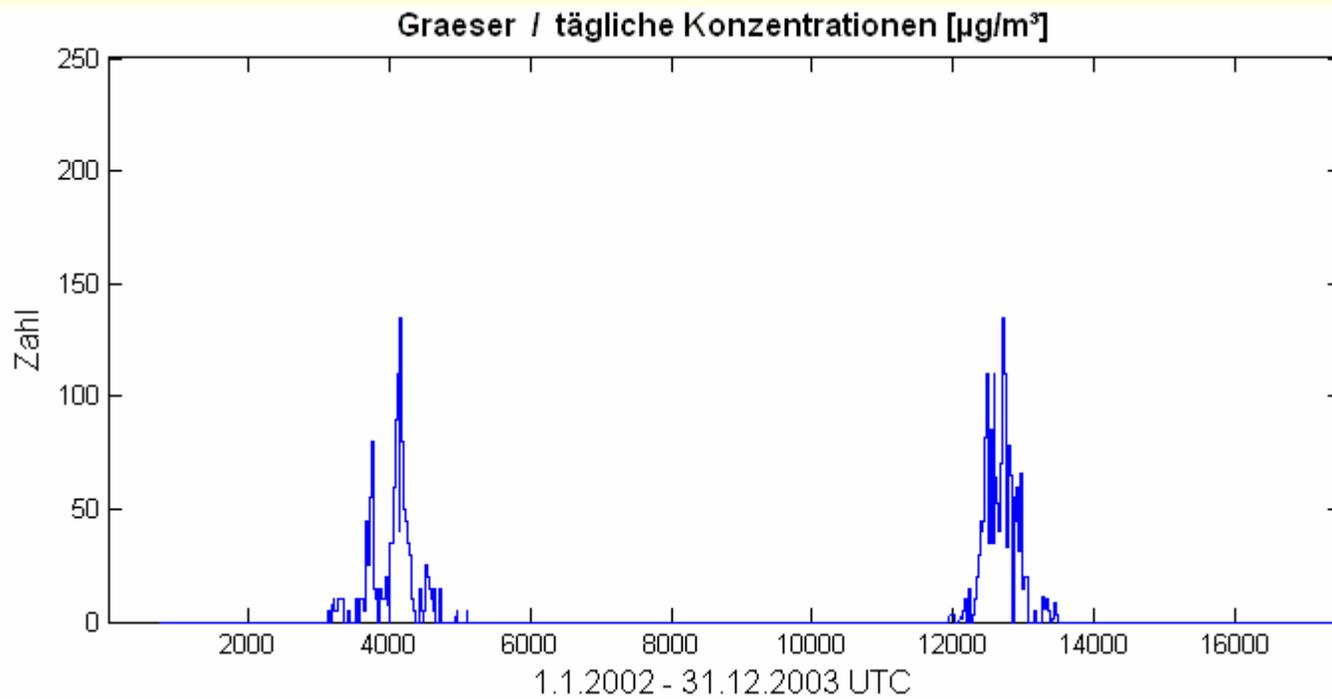
Grösse: ca 26 μ m



Grösse: ca 95 μ m



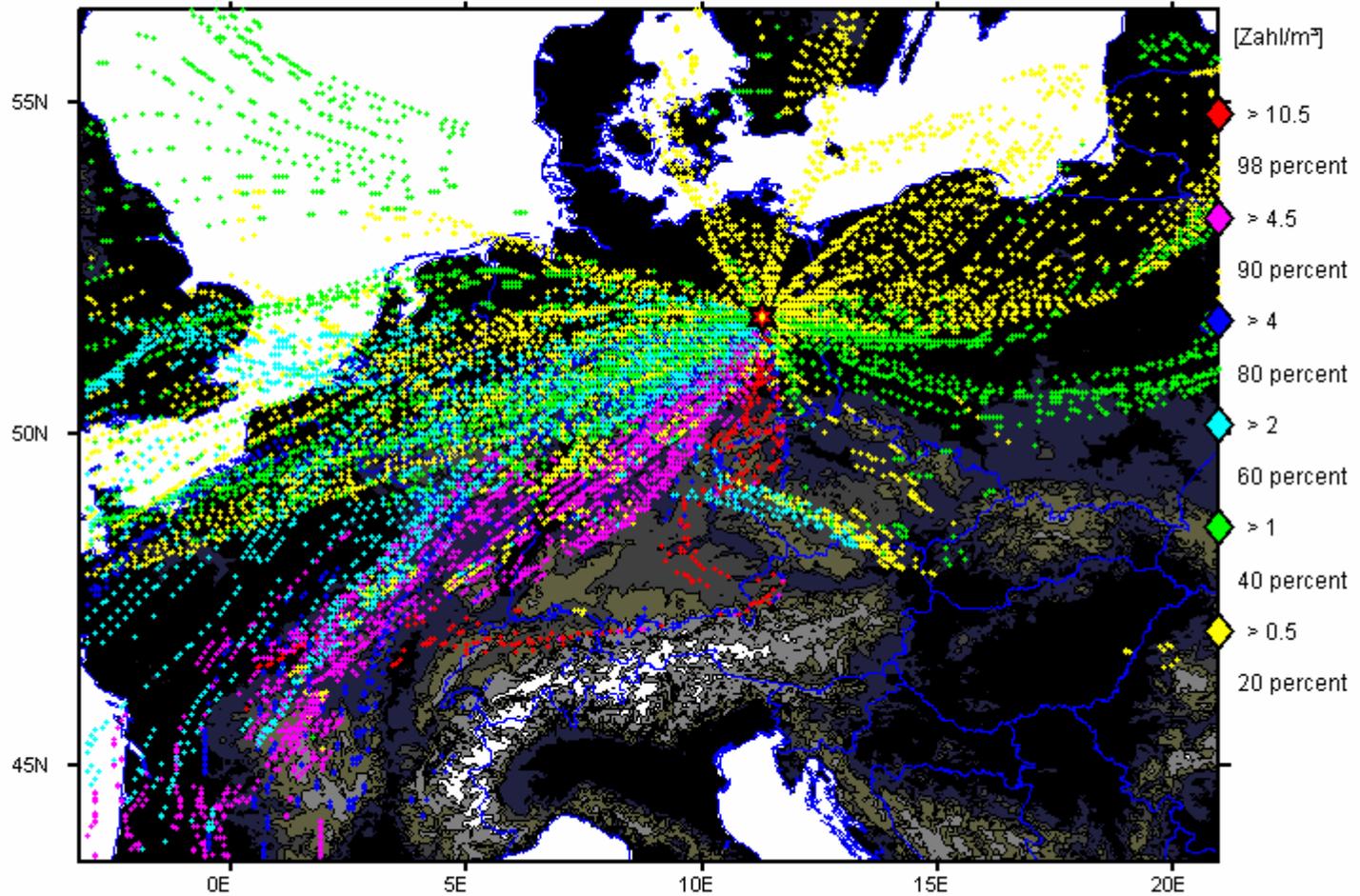
Grösse: ca 19 μ m



Birke -

time interval mean of observed concentrations / km²

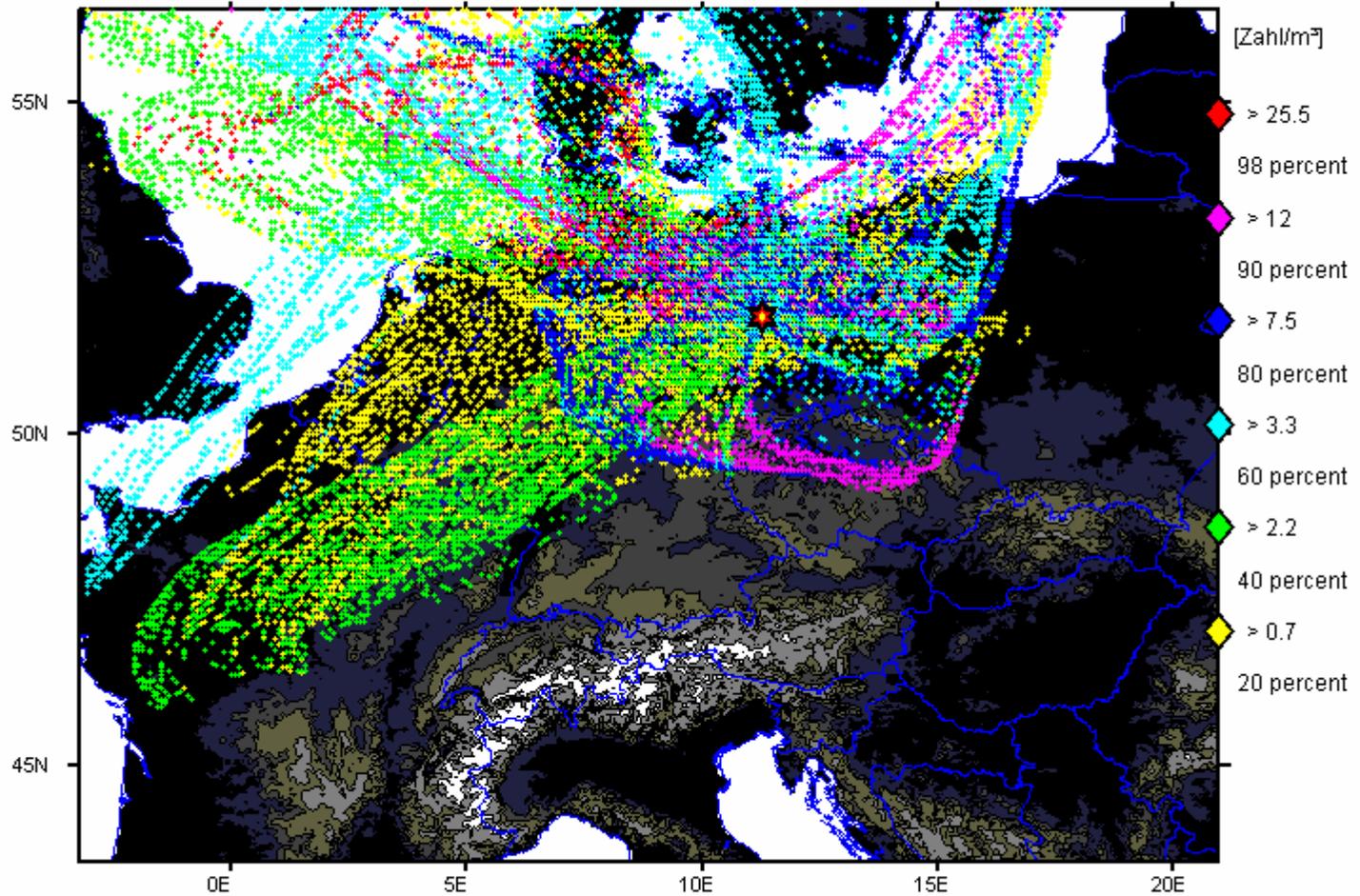
Fichteberg - 02.01.2002 - 31.12.2002 / 3d backward trajectories



Birke -

time interval mean of observed concentrations / km²

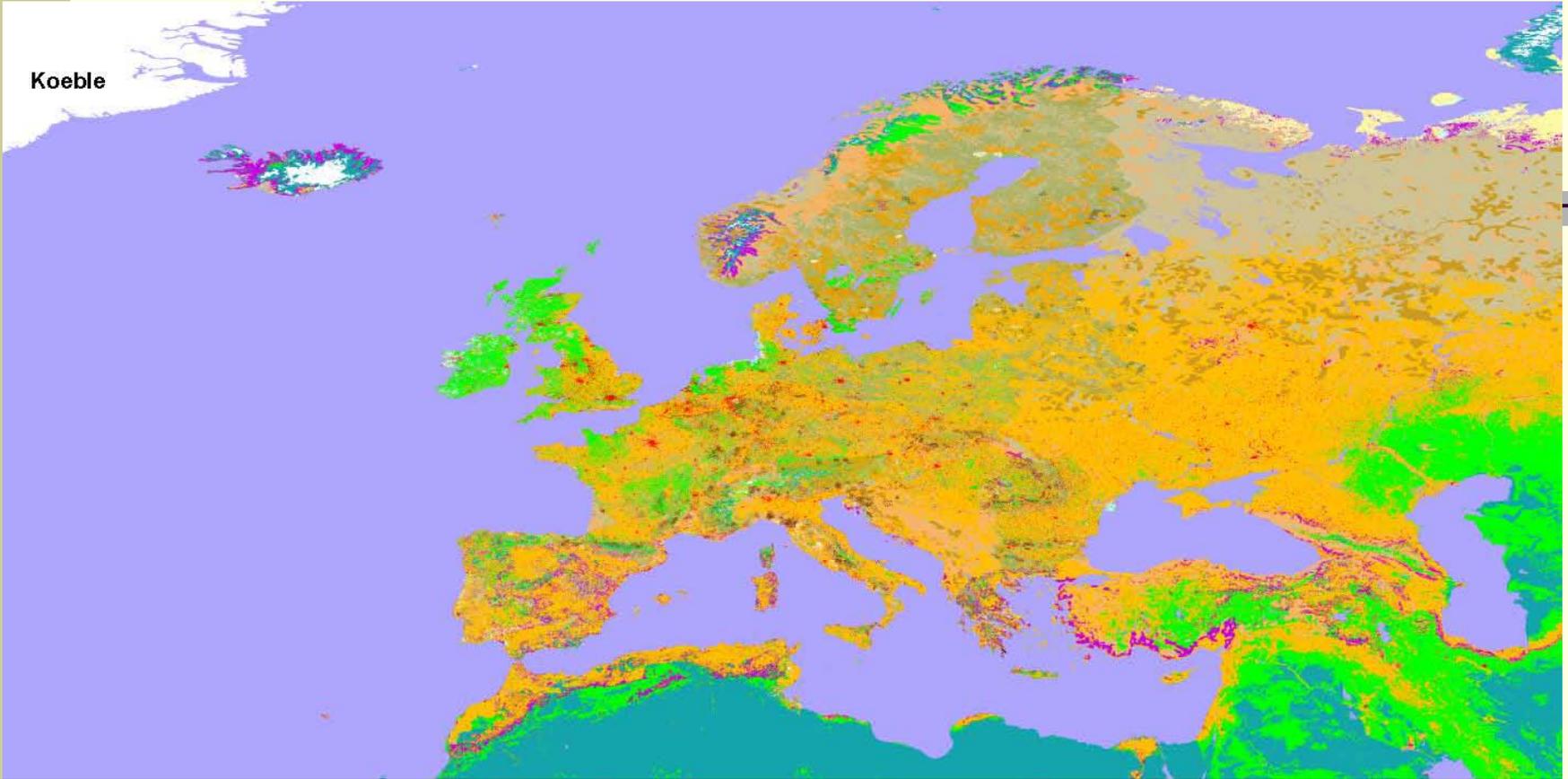
Fichteberg - 02.01.2003 - 31.12.2003 / surface backward trajectories



Birkenpollen, 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. $20\mu\text{m}$ (PM₂₀)
- Wesentliche Quellgebiete für Finnland sind die Baltischen Staaten, Mitteleuropa und Rußland sind wetterlagenabhängig relevant
- Komplexe Vorhersage von Pollenflug wird weiterentwickelt

Koeble



Smia_def_com

- Urban areas
- Agriculture
- Grassland
- Deciduous forest
- Coniferous forest
- Mixed forest
- Water
- Marsh or wetland
- Sand, bare rocks
- Tundra
- Perennial ice
- Woodland scrub

Siria_def_com

- Abies alba*
- Abies balsamifera*
- Abies cephalonica*
- Acer campestre*
- Acer opalus*
- Acer platanoides*
- Acer sp.*
- Alnus cordata*
- Alnus glutinosa*
- Alnus incana*
- Arbutus unedo*
- Betula pendula*

- Betula pubescens*
- Buxus sempervirens*
- Carpinus betulus*
- Carpinus orientalis*
- Castanea sativa*
- Cedrus atlantica*
- Cupressus sempervirens*
- Eucalyptus sp.*
- Fagus sylvatica*
- Fagus orientalis*
- Fagus sylvatica*
- Fraxinus angustifolia*
- Fraxinus excelsior*

Landuse classes

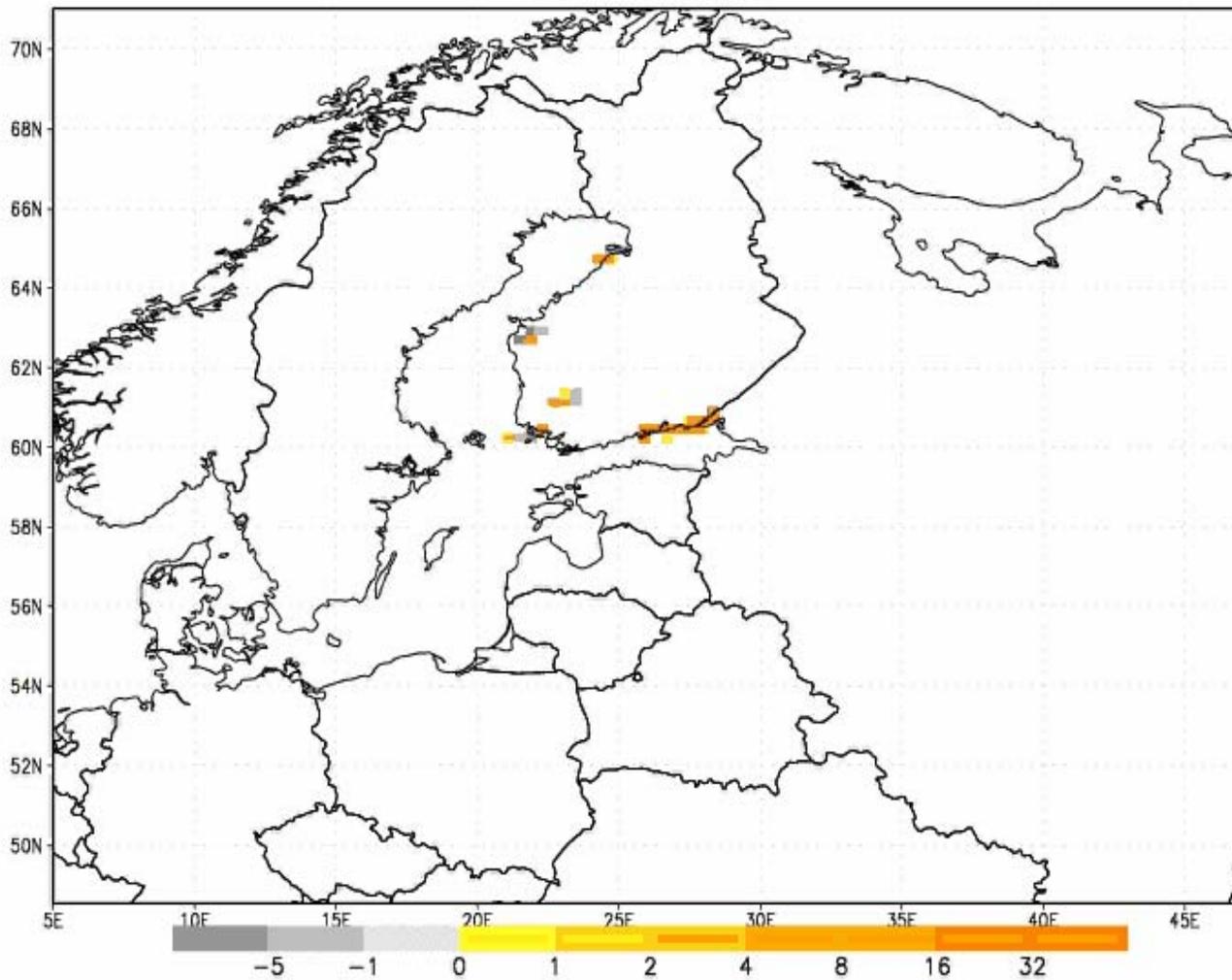
- Fraxinus ornus*
- Juniperus communis*
- Juniperus oxycedrus*
- Juniperus thurifera*
- Larix decidua*
- Larix laricina*
- Olea europaea*
- Ostrya carpinifolia*
- Other broadleaves
- Rosa alba*
- Rosa sibirica*
- Rosa sibirica*
- Rosa sibirica*
- Pinus cembra*

- Pinus contorta*
- Pinus halepensis*
- Pinus nigra*
- Pinus pinaster*
- Pinus pinea*
- Pinus radiata*
- Pinus strobus*
- Pinus sylvestris*
- Pinus uncinata*
- Platanus orientalis*
- Populus alba*
- Populus canadensis*
- Populus hybridus*

- Populus nigra*
- Populus tremula*
- Prunus avium*
- Pseudotsuga menziesii*
- Quercus cerris*
- Quercus coccifera*
- Quercus faginea*
- Quercus frainetto*
- Quercus fructosa*
- Quercus ilex*
- Quercus macrocarpa*
- Quercus pedunculata*
- Quercus pubescens*

- Quercus pyrenaica*
- Quercus robur*
- Quercus rotundifolia*
- Quercus rubra*
- Quercus suber*
- Quercus trojana*
- Robinia pseudoacacia*
- Sorbus aucuparia*
- Tilia cordata*
- Tilia platyphyllos*
- Tsuga sp.*
- No Data

Sensitivity area, part/100km2
21Z06MAY2003



Area of risk, part/100km²
01Z16APR2004

