

# Luftqualität und Modellierung am IMK-IFU

Peter Suppan

Institut für Meteorologie und Klimaforschung  
Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)  
Garmisch-Partenkirchen

# Institut für Meteorologie und Klimaforschung

Bereich: Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)

Leiter: Prof. Dr. Wolfgang Seiler  
Stellvertreter: Priv. Doz. Dr. Hans Papen

Kst. 5260

Administration und Zentrale Dienstleistungen

Dipl.-Ing. Heiner Stengel  
Stellvertreter: Rainer Müller

Sekretariat

Monika Liebl-Rombach

Betriebs- und Sicherheitsbeauftragter:

Sifa  
Sibe  
SSB  
Laser  
S1

Langer  
Schmid  
PD Dr. Papen  
Dr. Trickl  
Dr. Schnitzler

Zentrum für stabile Isotope (CSI)  
Dr. Nicolas Brüggemann

World Calibration Center (WCCM)  
Dr. Hans-Eckhart Scheel

## Abteilung

Atmosphäre/Biosphäre-Wechselwirkung im globalen Wandel

Leiter: Priv. Doz. Dr. Hans Papen  
Stellvertreter: Priv. Doz. Dr. Klaus Butterbach-Bahl

### Arbeitsgruppen:

- Ökosystemare Stoffflüsse und Spurengaskreisläufe  
Priv. Doz. Dr. Hans Papen
- Biologische Prozesse der N- und C-Spurengasbildung  
Priv. Doz. Dr. Jörg-Peter Schnitzler
- Organismische Wechselwirkungen und Biodiversität  
Prof. Dr. Heinz Rennenberg
- Regionalisierung biogener Spurengasemissionen  
Priv. Doz. Dr. Klaus Butterbach-Bahl

## Abteilung

Atmosphärische Trends und regionale Klimaänderung

Leiter: Dr. Harald Kunstmann  
Stellvertreter: Dr. Ralf Sussmann

### Arbeitsgruppen:

- Variabilität und Trends atmosphärischer Parameter  
Dr. Ralf Sussmann
- Gekoppelte numerische Modellsysteme  
Dr. Rüdiger Grote
- Klimaentwicklung und terrestrischer Wasserhaushalt  
Dr. Harald Kunstmann
- Luftqualität in Ballungsräumen und sensitiven Regionen  
Dr. Peter Suppan

## Arbeitsthemen (I)

- Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Stadt/Land und Stadt/Klima und deren Rückkopplung auf die Luftqualität
  - Ausbreitungsbedingungen und Mischungsschichthöhen
  - Luftqualität in sensitiven Regionen (Alpentäler)
  - Auswirkungen der Klimaänderung auf die luftchemischen Parameter
  
- Entwicklung und Validierung von innovativen Messverfahren und deren Anwendung zur Erfassung und Bewertung der Luftqualität (z.B. Ballungsräumen, Flughäfen)
  - Weiterentwicklung spezifischer Messverfahren (u. a. FTIR)
  - Emissionen aus schwer zugänglichen Quellen (Flugzeuge)
  - Inverse Modellierung für heterogene Emissionen (u. a. Flughäfen)

## Arbeitsthemen (II)

- Weiterentwicklung gekoppelter numerischer Simulationsmodelle (z.B. WRF-Chem, Anbindung Mikroskaliger Modelle)
- Anwendung und Ableitung von Szenarien und Emissionsminderungsstrategien (z.B. Source Attribution)
- Entwicklung eines Interfaces zu anderen Disziplinen (z.B. Gesundheit, Verkehrsmanagement, Behörden)

## Tools (u.a.)

- **Mesoskalige meteorologische Modellierung**
  - MM5, WRF
- **Regionale Klimamodellierung**
  - MM5, CLM, MCCM
- **Chemie-Transport-Modellierung**
  - MCCM, WRF-Chem
- **Hydrologische Modellierung**
  - WaSiM (flächendifferenziert),  
OSU-LSM (SVAT)
- **Inverse Modellierung**  
(nichtlineare Parameterschätzung)
  - PEST & MM5, PEST & WaSiM, PEST & OSU-LSM

Nicht-hydrostatisch  
→ hohe räumliche  
Auflösung

Physikalisch basiert

## Technische Infrastruktur (I)

- **mobile Fernerkundung**
  - FTIR (passiv, aktiv), DOAS, SODAR, ceilometer, IR-Kamera
- **mobile in situ Luftschadstoffmesstechniken**
  - CO, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, THC, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, Wetterstationen, Kanister Luftprobenahme
- **Laborspektroskopie**
  - Whitezellen, Gaszellen, 356 kW-Brenner

## Technische Infrastruktur (II)

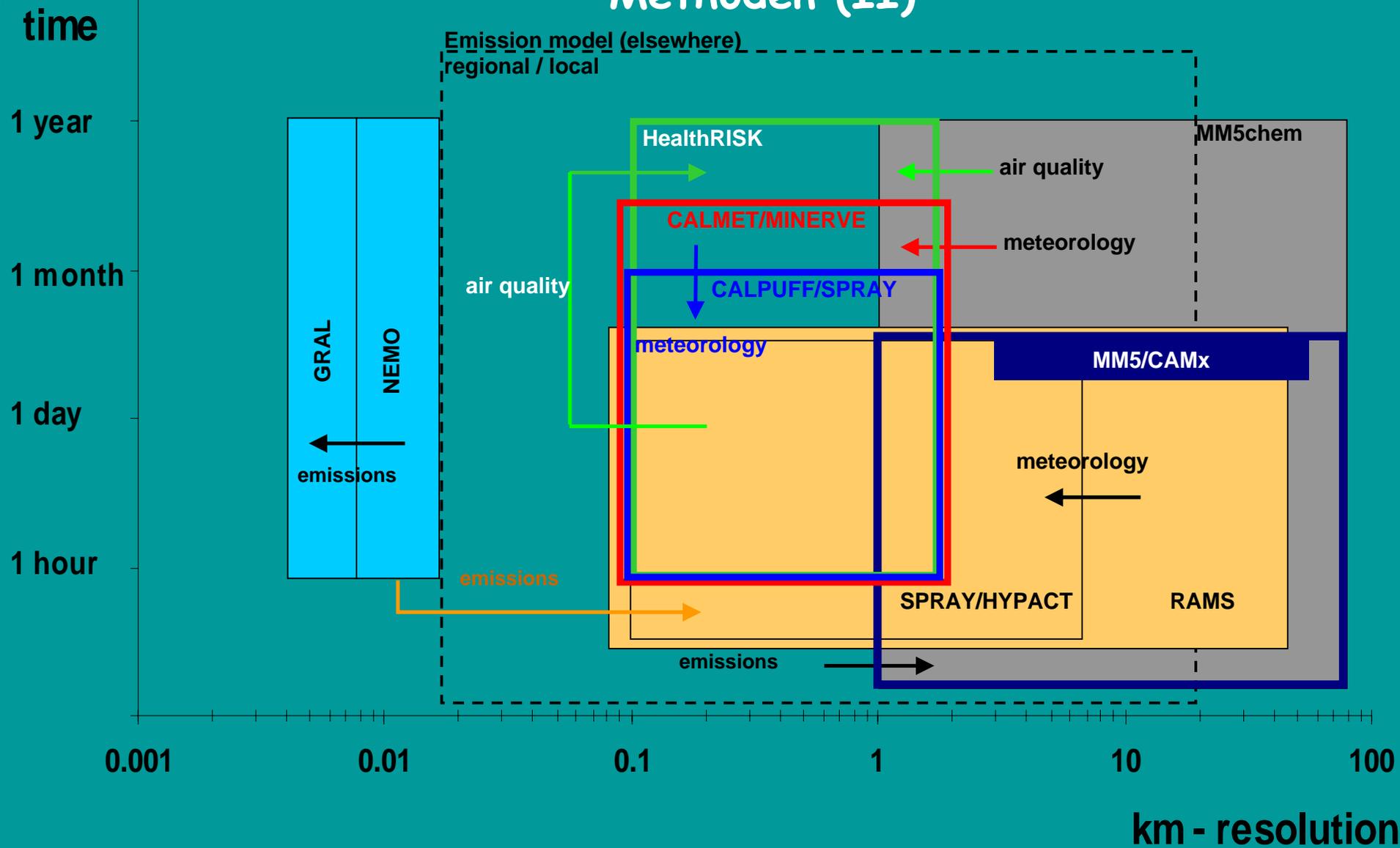
- LINUX-Cluster  
(NEC, 220 Prozessoren, 3 GHz)
- SGI Octane 2000 (8 Prozessoren)
- Raid Speichersysteme, 24 TByte
- Archivierung: DVD "Juke Box"  
z.Zt. 12 TByte



## Methoden (I)

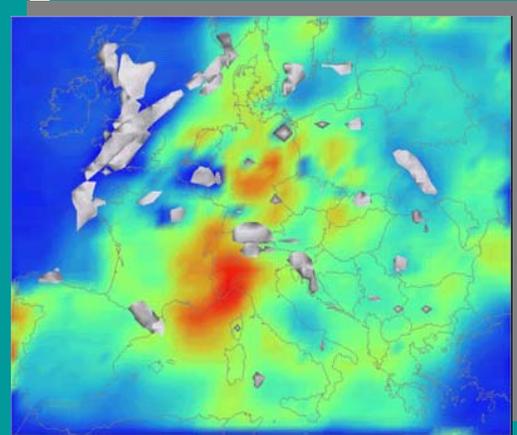
- **Statistische Methoden**  
Trend- & Signifikanzanalyse, lineare Diskriminanzanalyse etc.
- **Satellitenfernerkundung**  
NOAA-AVHRR: Prozessierung: Winchips, ERDAS  
Analyse: AHAS -> SEBAL (Fokus sensible & latente Wärmeströme)  
Landsat, SPOT: ICAROS NET Plattform
- **Quellen-Rezeptor Analysen** zur Abschätzung des Beitrags von Emissionen (z.B. Verkehr) zur Luftqualität
- **Emissionsquellstärkenbestimmung**  
inverse Modellierung: AUSTAL/LASPORT
- **FTIR-Auswerte-Methoden**
  - o Passiv-FTIR: MAPS-Software mit ILS
  - o Aktiv-FTIR: VOC-Referenzspektren, EVAL
- **Mischungsschichthöhenbestimmung, Windenergieverfügbarkeit**  
SODAR-Software, Ceilometer-Software

## Methoden (II)

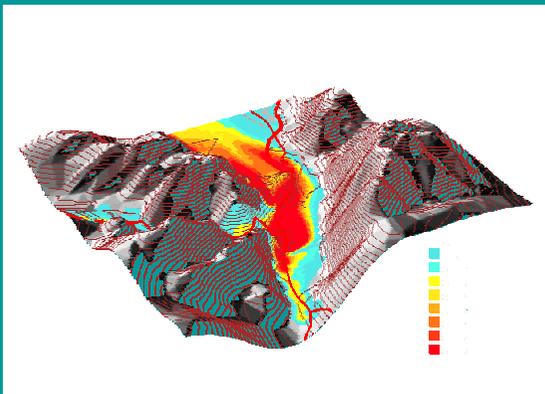


# Forschungszentrum Karlsruhe

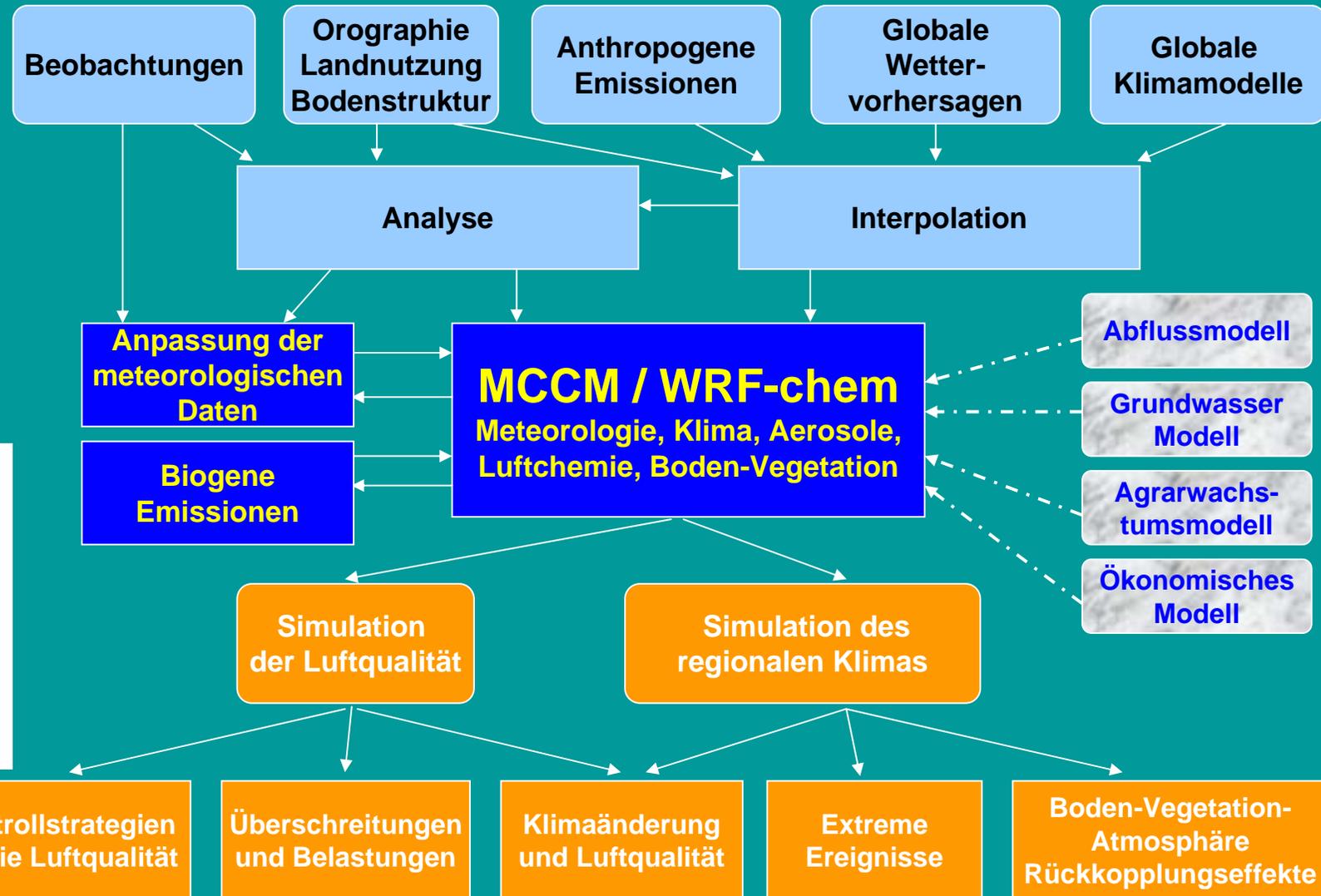
- **Multiscale-Climate-Chemistry-Model (MCCM)**
- **Weather Research and Forecast Model with chemistry (WRF-chem)**



Regional



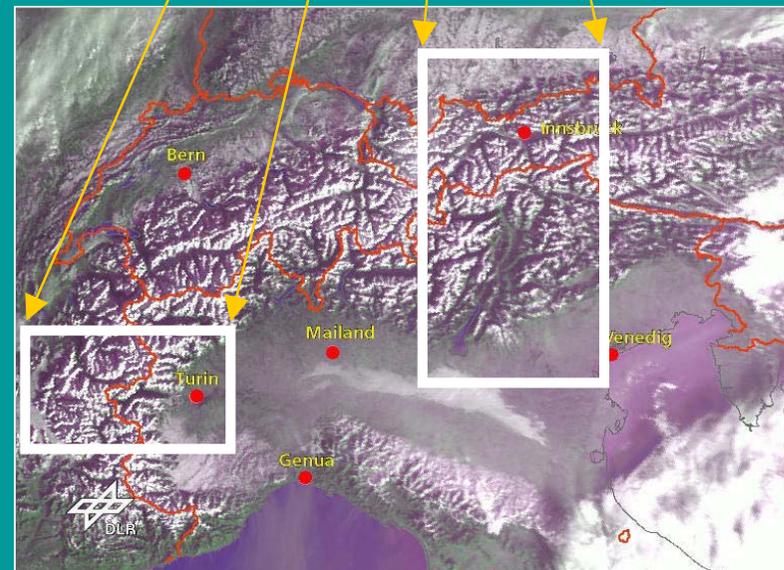
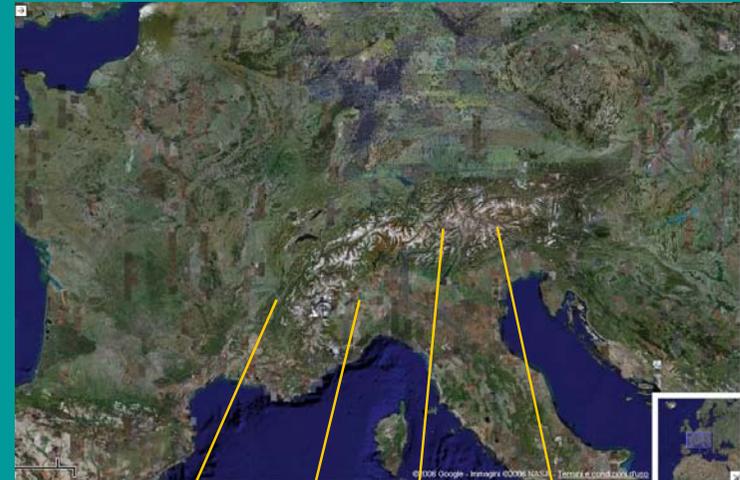
Lokal



## Modellierungsstrategie

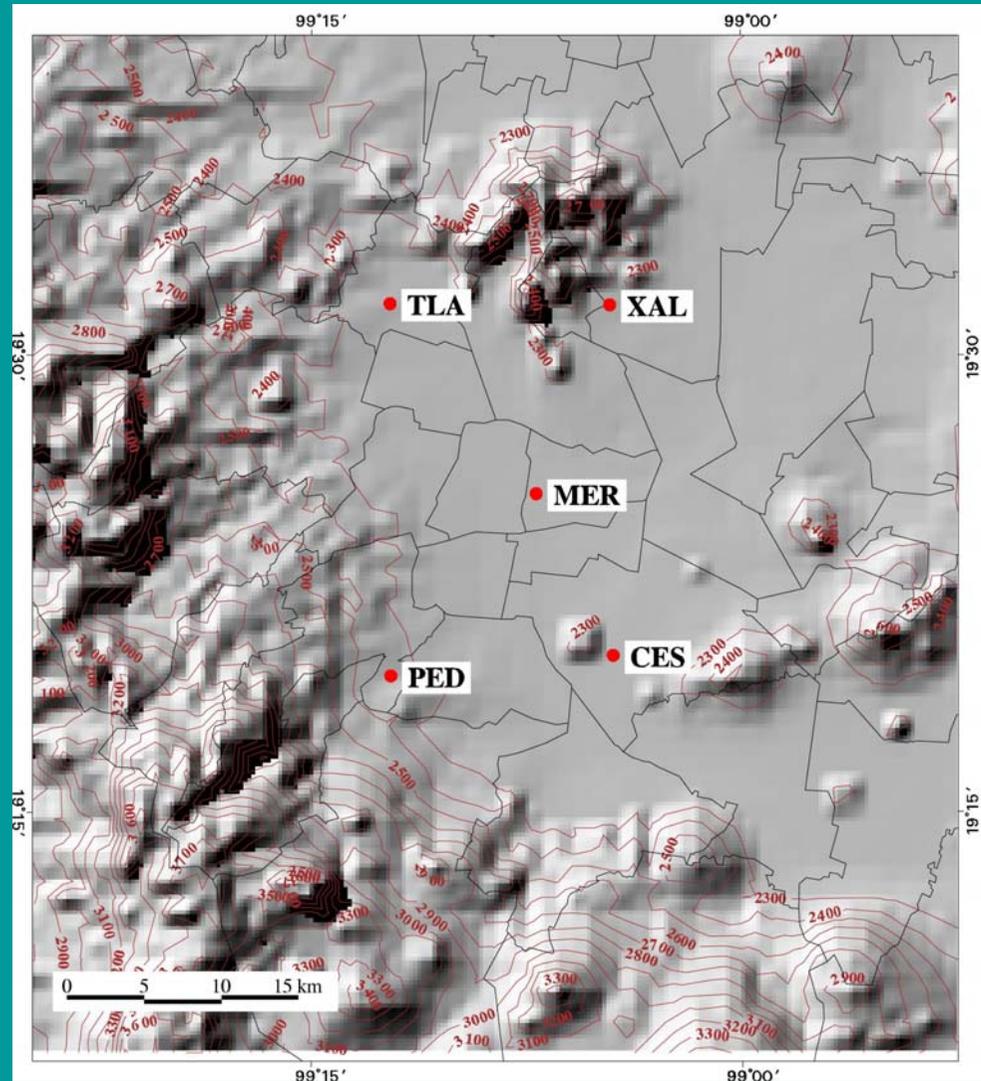
Beispiel einer "Nesting"-  
Strategie für den Bereich  
Brenner bzw. Frejus

- D1: 66x59 Gitterboxen - 56.7 km
- D2: 79x70 Gitterboxen - 18.9 km
- D3: 88x79 Gitterboxen - 6.3 km
- D4: 79x94 Gitterboxen - 2.1 km



# Ausgewählte Ergebnisse: Luftqualität und Modellierung

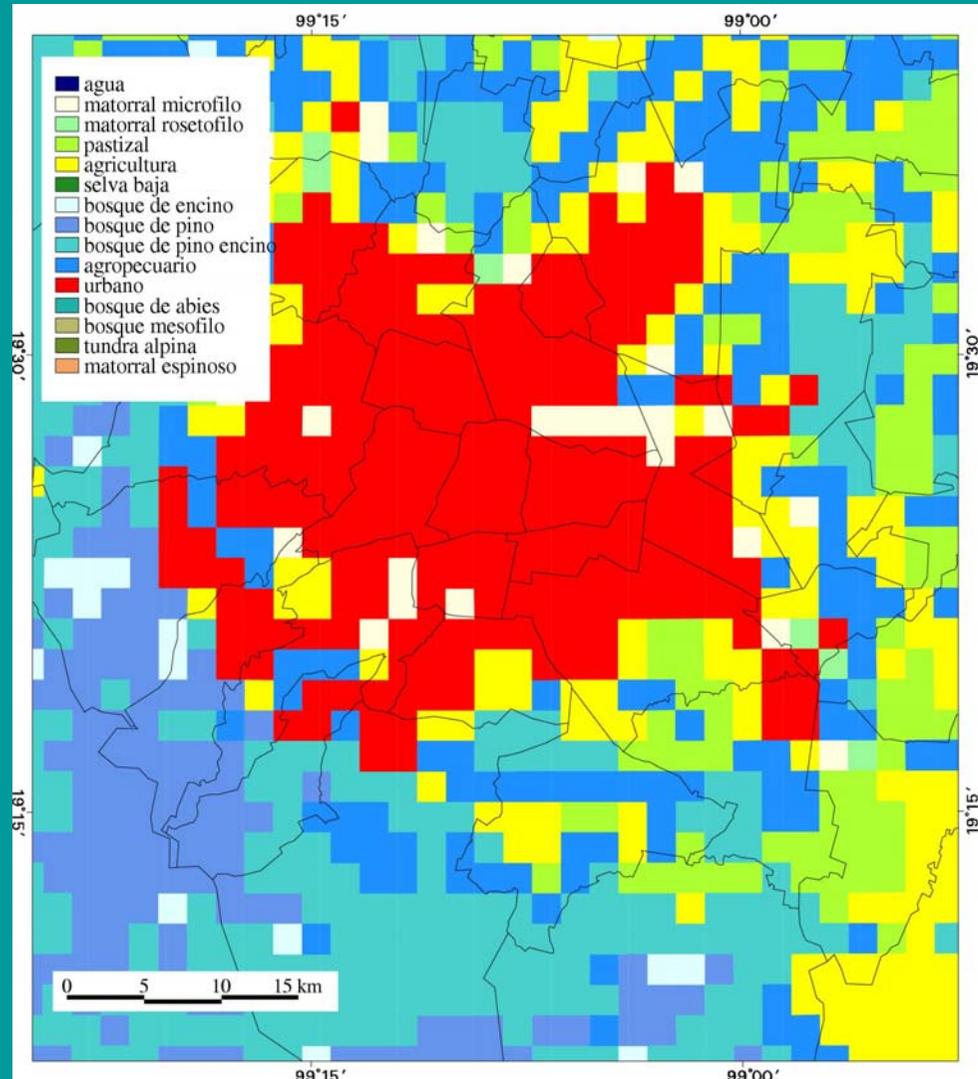
Topographie



Mexico

## Ausgewählte Ergebnisse: Luftqualität und Modellierung

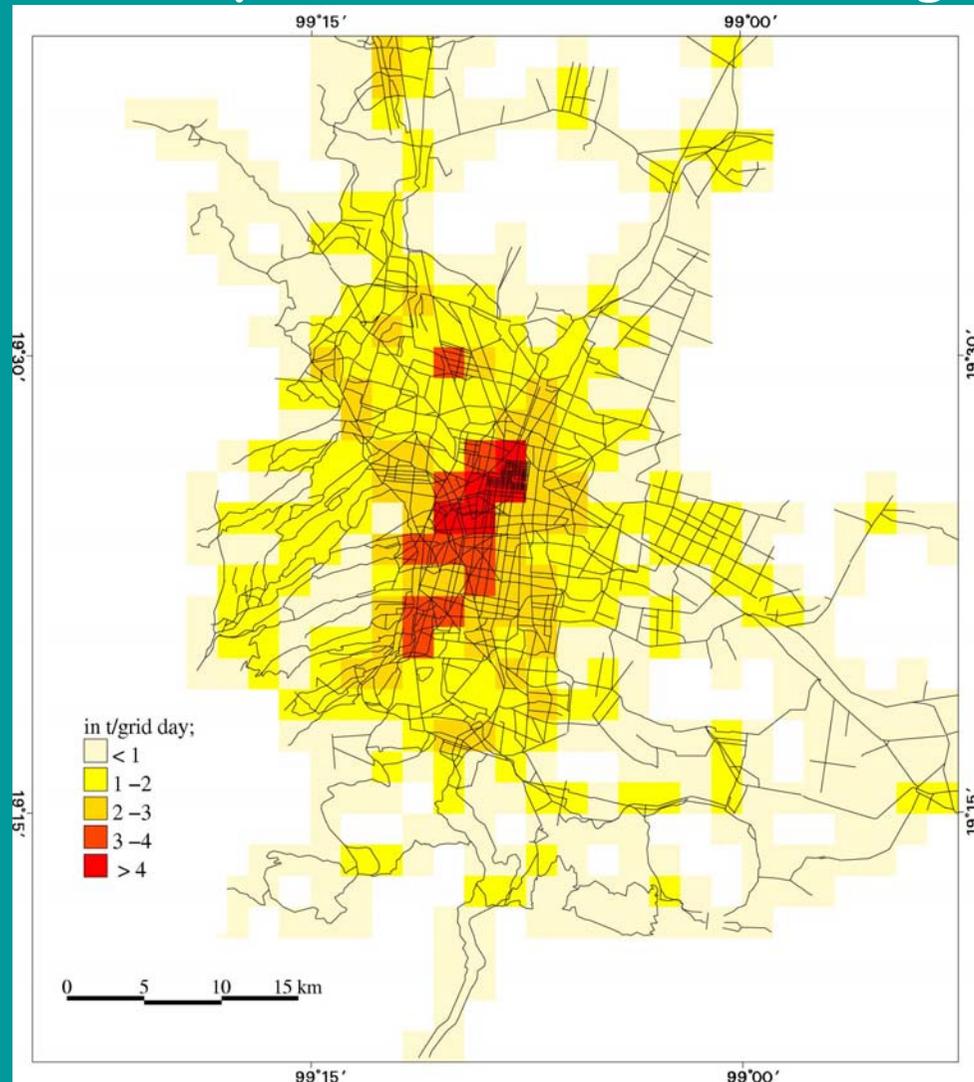
Landnutzung



Mexico

## Ausgewählte Ergebnisse: Luftqualität und Modellierung

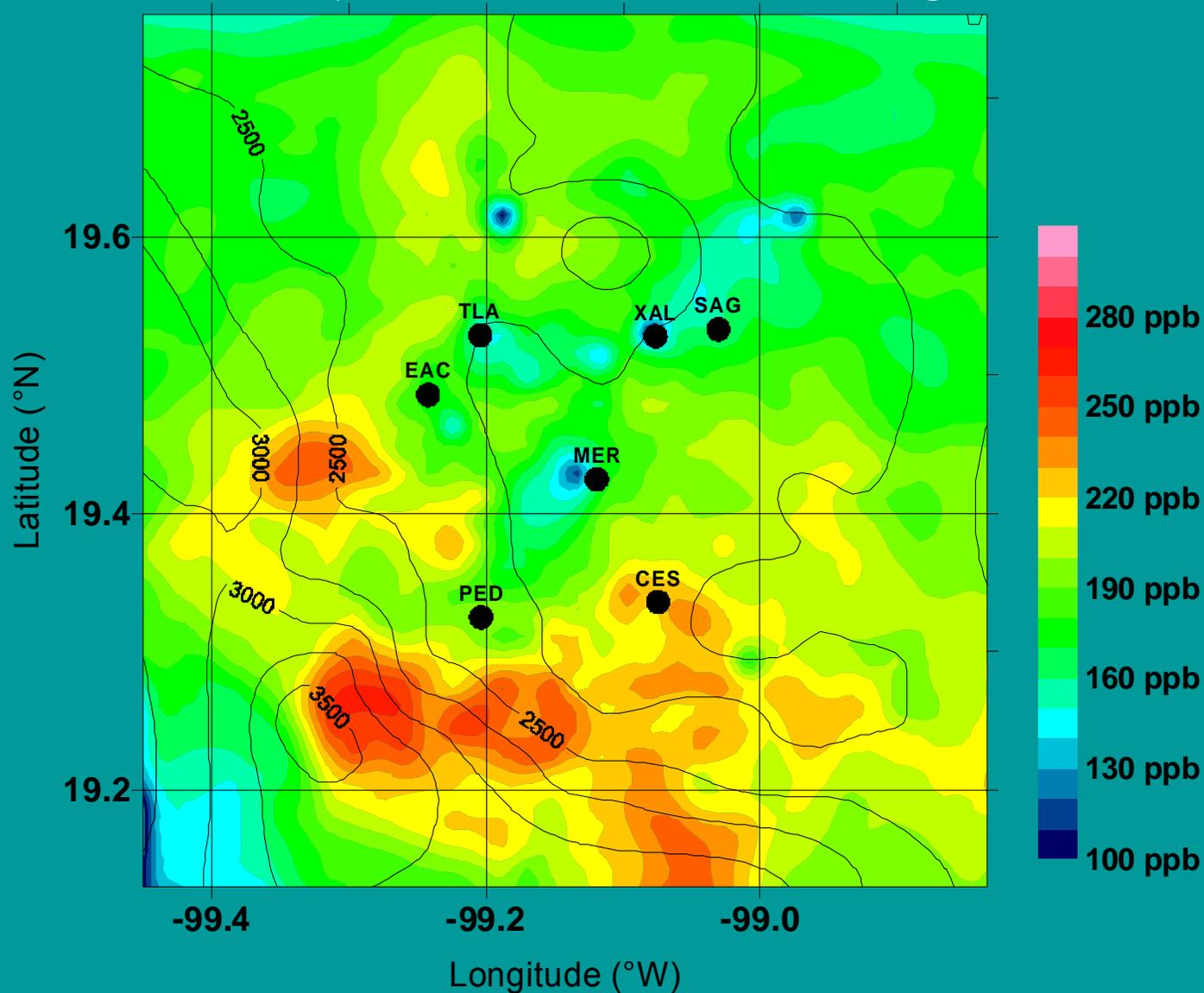
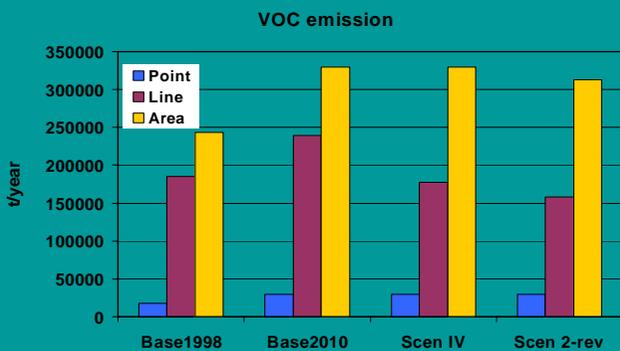
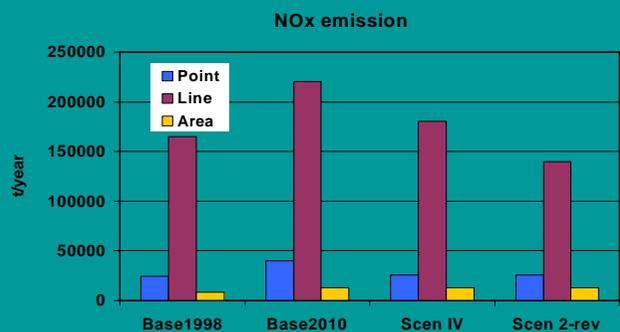
### NO<sub>x</sub> Emissionen



Mexico

# Ausgewählte Ergebnisse: Luftqualität und Modellierung

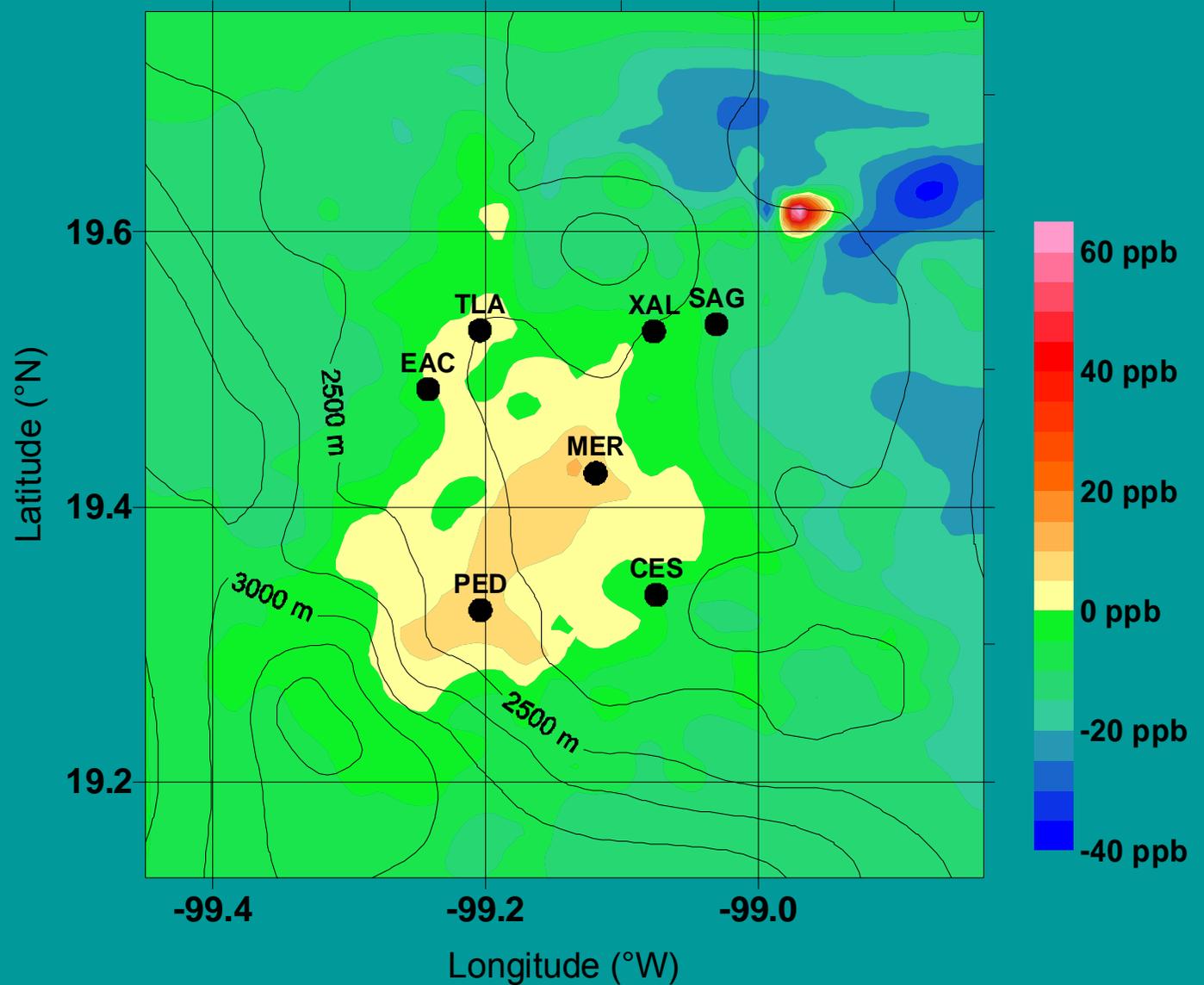
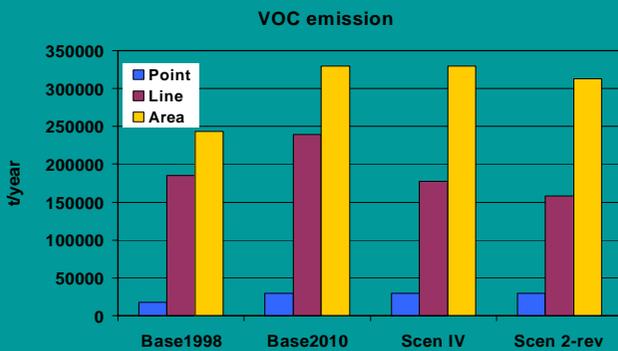
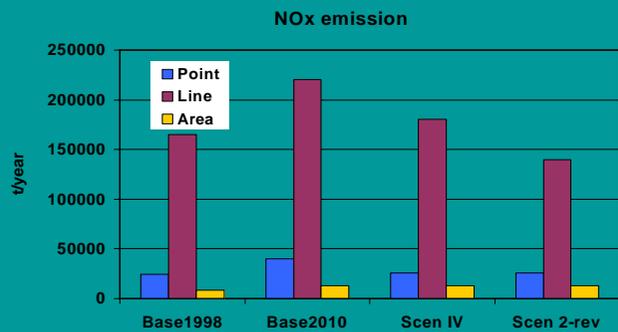
## O<sub>3</sub>-Konzentrationen in 2010



Mexico

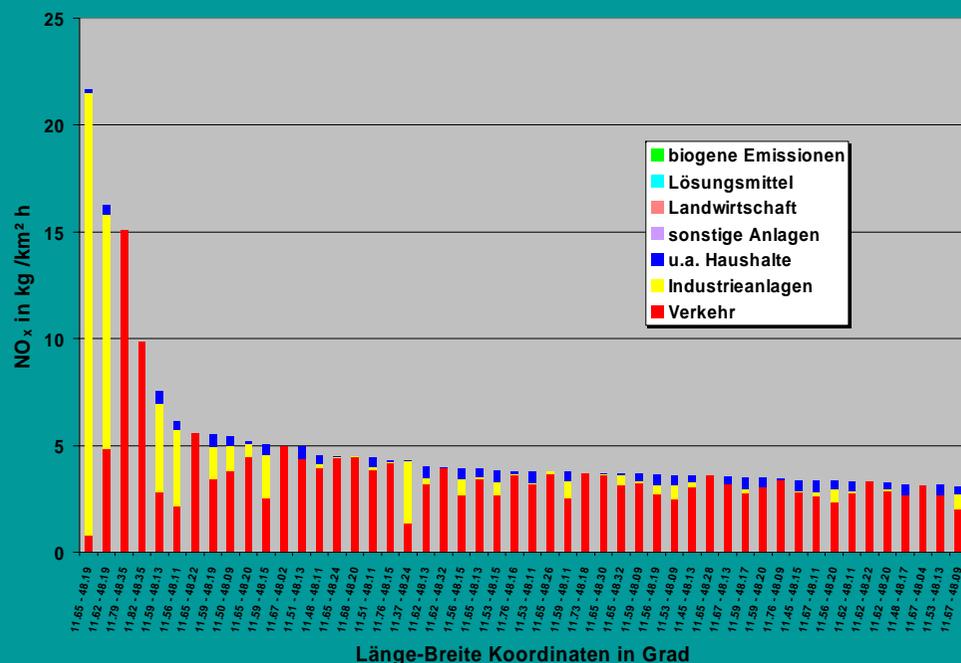
# Ausgewählte Ergebnisse: Luftqualität und Modellierung

## O<sub>3</sub>-Differenzen in 2010

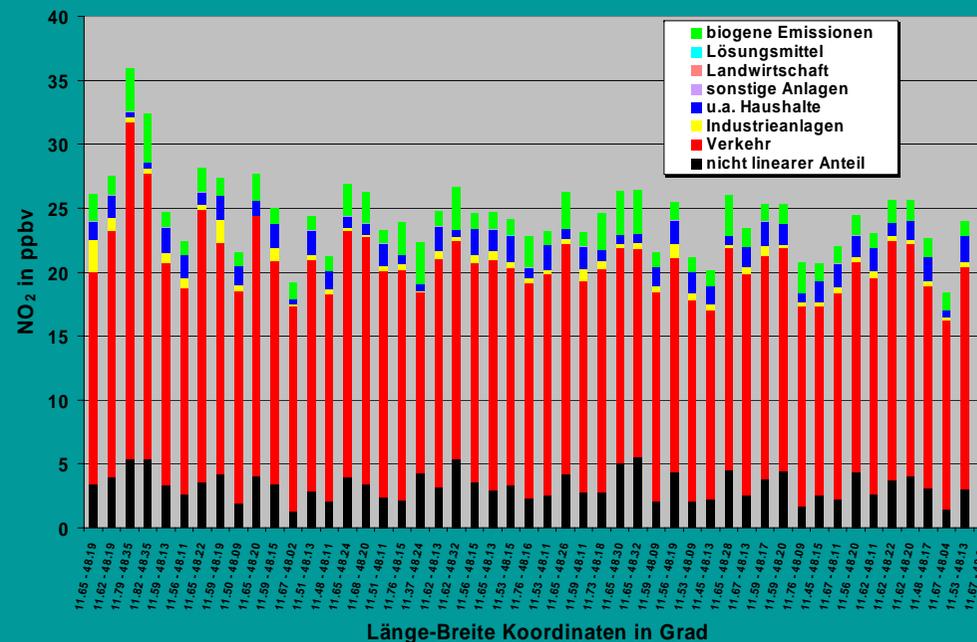


Mexico

# Ausgewählte Ergebnisse: Luftqualität und Modellierung



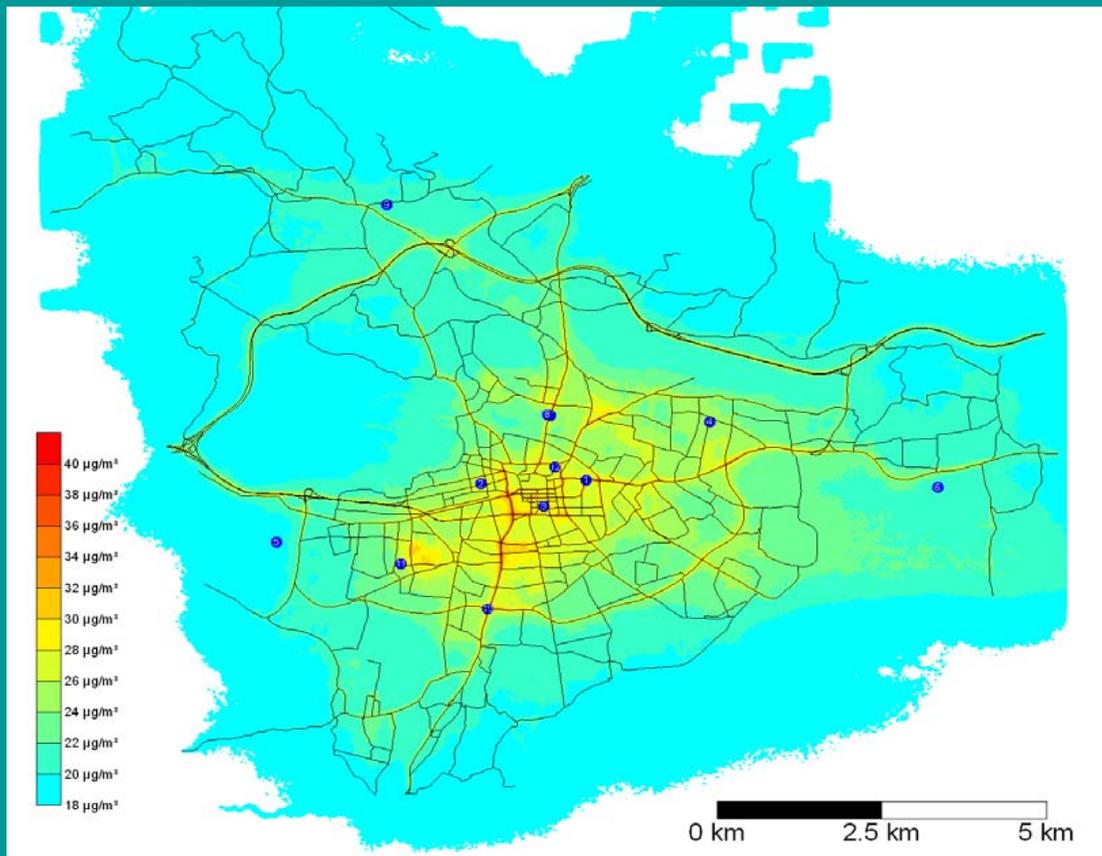
Quellenzuordnung der Stickoxid-Emissionen (NO<sub>x</sub>) für die Gitterzellen mit den höchsten Emissionen für den Großraum München in 2000



Quellen-Rezeptoranalyse von NO<sub>2</sub> (geordnet nach den höchsten NO<sub>x</sub> Emissionen) für den Großraum München in 2000

München

## Ausbreitung von Luftschadstoffkomponenten in der Mikroskala



Beispiel: Klagenfurt  
Jahresmittelwert PM<sub>10</sub>



EU-LIFE project  
Klagenfurt Graz Bozen

## Ausbreitung von Luftschadstoffkomponenten in der Mikroskala

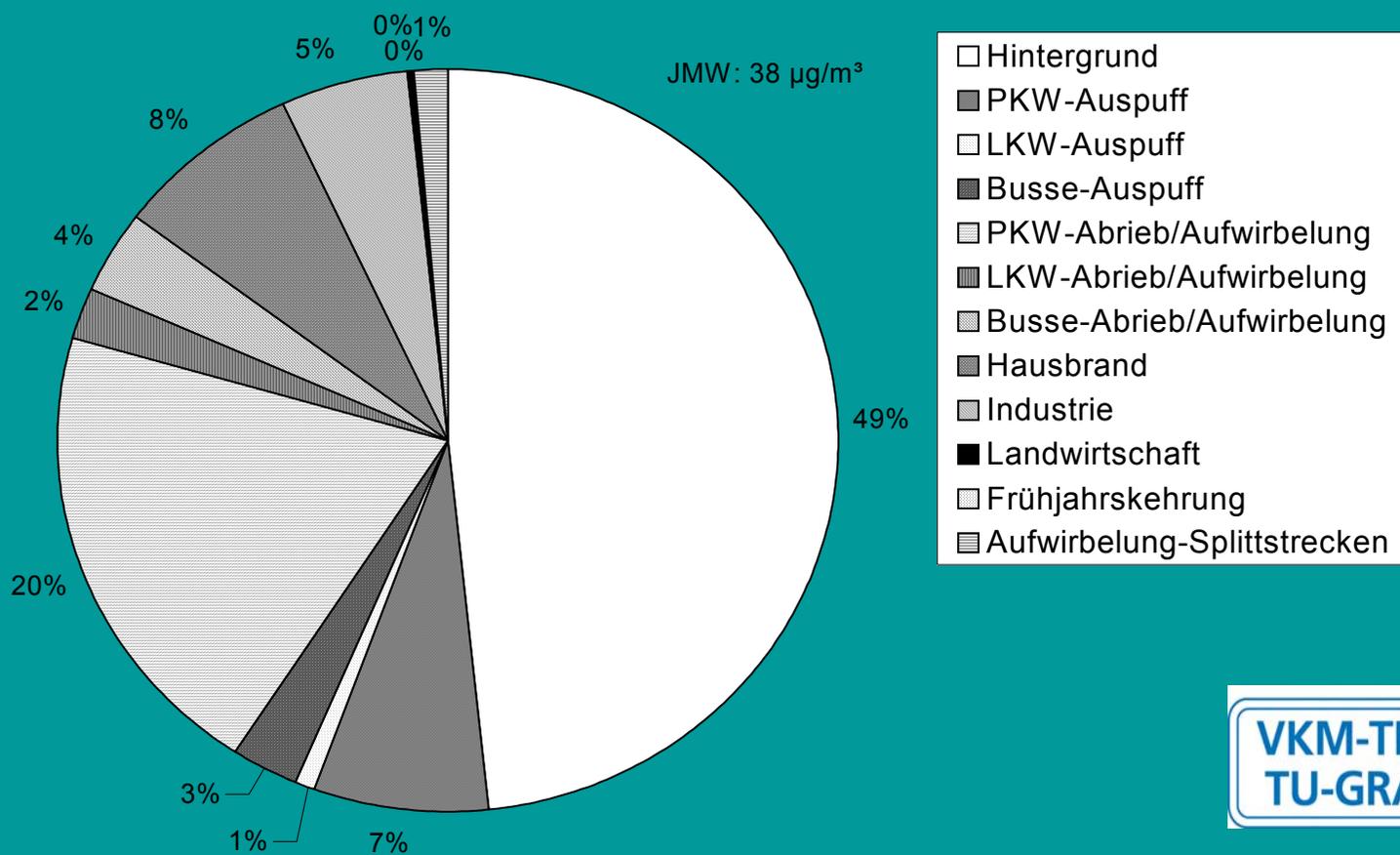


Beispiel: Klagenfurt  
Jahresmittelwert  $PM_{10}$



EU-LIFE project  
Klagenfurt Graz Bozen

## Verursacher Anteile am Jahresmittelwert

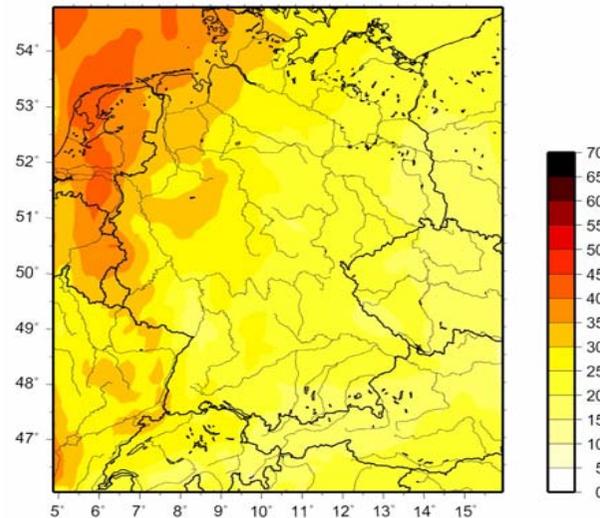
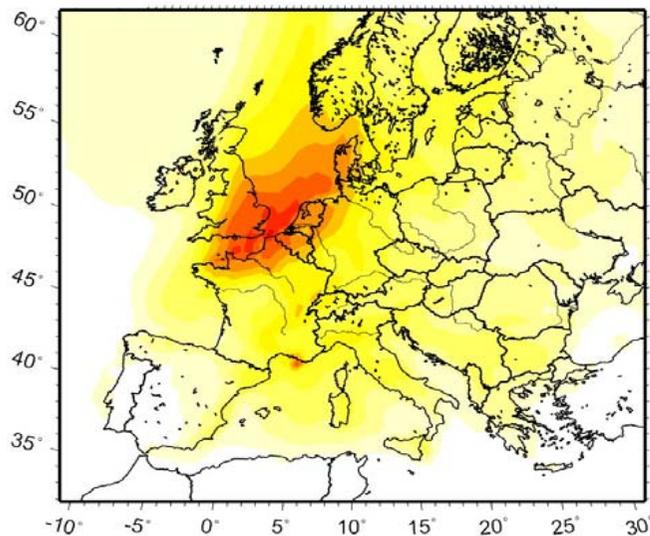


Beispiel: Klagenfurt  
Verursacher  
Jahresmittelwert  $\text{PM}_{10}$

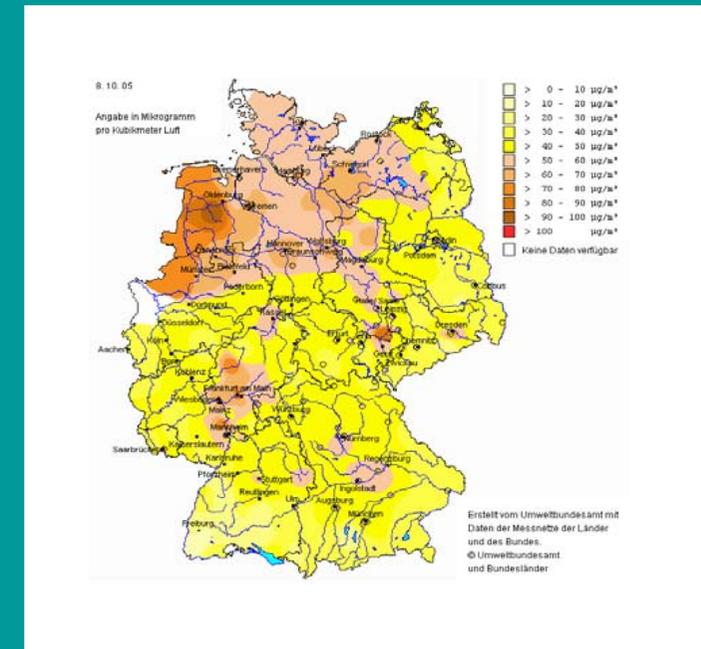


EU-LIFE project  
Klagenfurt Graz Bozen

## Simuliertes $PM_{2.5}$ und gemessenes $PM_{10}$

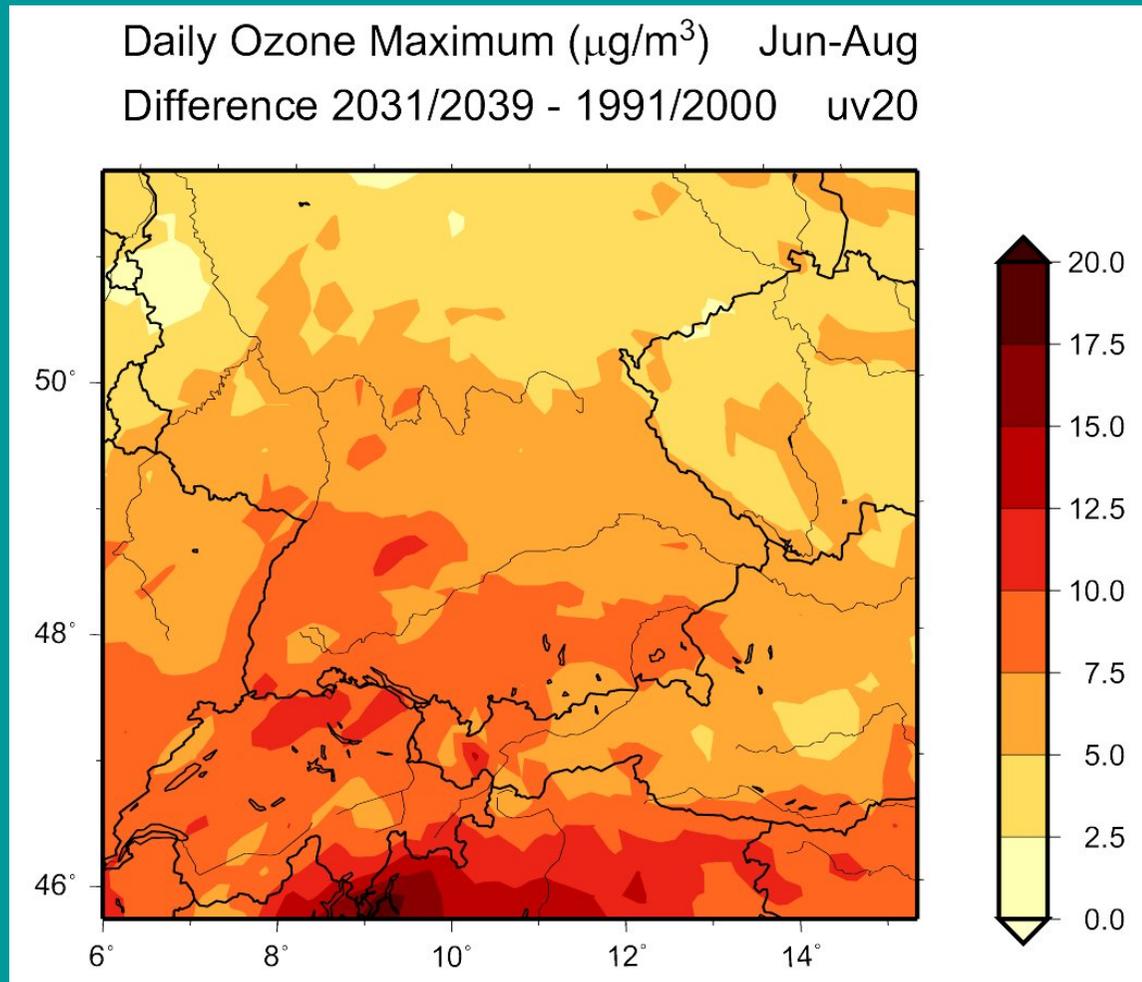


Vorhersage für den 8. Oktober 2005  
(Domain 1 mit 60 km und Domain 2 mit 15 km)



Erfasste  $PM_{10}$  Werte  
für den 8. Okt. 2005  
(Quelle: UBA)

## Luftqualität und Klima



Änderung der  $\text{O}_3$ -  
Konzentrationen (z.B. der  
maximalen Ozonwerte)  
unter dem Einfluss der  
Klimaänderung

## **Zusammenfassung**

- **Modellierung ist ein wichtiger Bestandteil für eine umfassende Beschreibung relevanter luftchemischer Prozesse**
- **Modellierung sollte als Bestandteil einer integrativen Betrachtung im Zusammenhang mit messtechnisch erfassten Daten (in situ, remote sensing, Satelliten) gesehen werden**
- **Modellierung des Klimawandel und der Luftchemie sind relevante Arbeitsthemen der nahen Zukunft**

**Renate Forkel:** Modellierung / Luftchemie

**Johannes Werhahn:** Vorhersage / Interfaces

**Stefan Emeis:** Messungen / Meteorologie / Grenzschicht

**Klaus Schäfer:** Messungen / in situ, remote sensing /  
Luftchemie / inverse Modellierung

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**