

# Chemisches Wetter - Teil II: Fallstudien

***Peter Suppan***

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

**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**  
**Garmisch-Partenkirchen**  
*[peter.suppan@kit.edu](mailto:peter.suppan@kit.edu)*

# „Chemisches“ Wetter

## Peking

50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

344  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

2005/01/18

2005/01/22

Source: Matthias Tesche, IfT

# „Chemisches“ Wetter

Peking

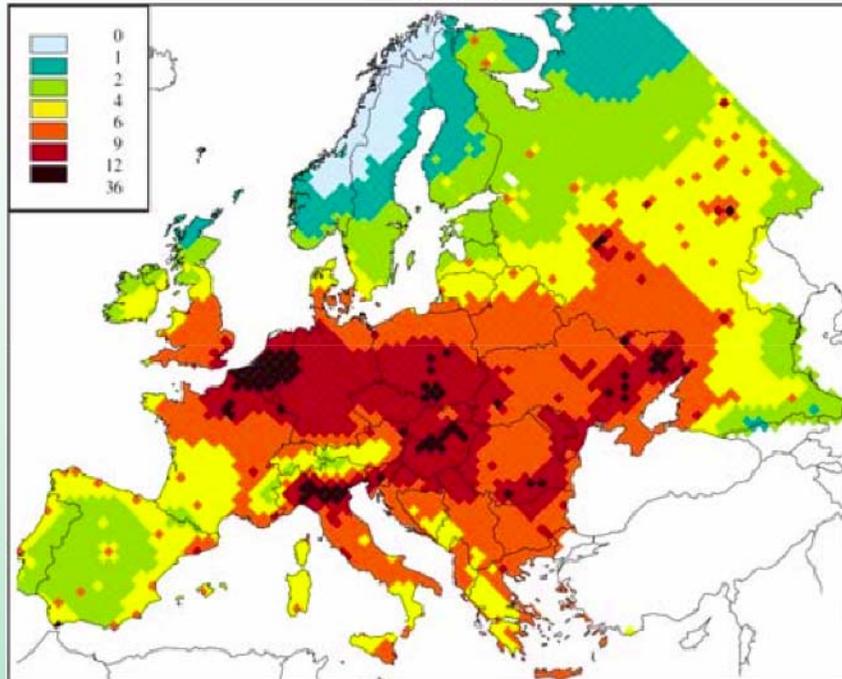
18.04.2006



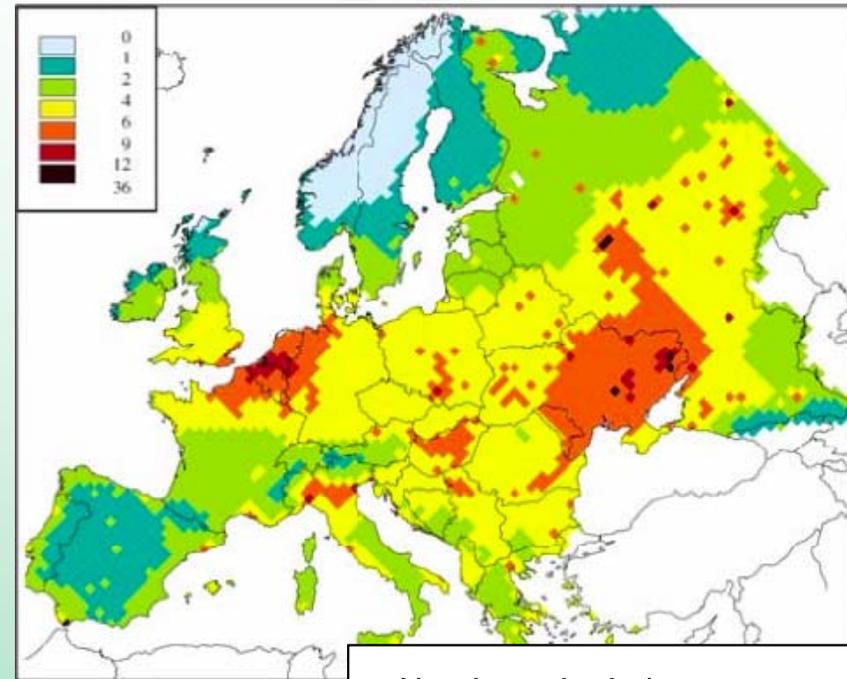
Photos by Stefan Norra

# Auswirkungen

2000



2020



Abnahme der Lebenserwartung  
durch PM<sub>2,5</sub> in Monaten

## EU-Durchschnitt 2000 vs 2020:

- Abnahme der Lebenserwartung von 9 Monaten auf 6 Monate reduziert
- Sterberaten von 4 Mio. pro Jahr auf 2.3 Mio. reduziert
- Vorzeitige Todesfälle pro Jahr von 386.000 auf 251.000 reduziert
- Jährliche (schwerwiegende) Krankenhauseinlieferungen von 110.000 auf 63.000 reduziert

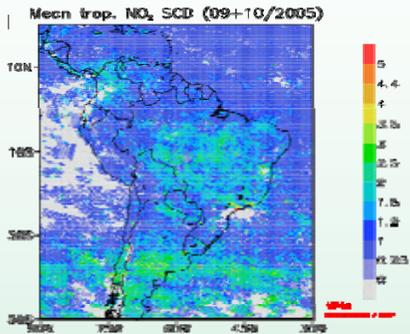
Source: CAFÉ (Clean Air for Europe), 2005  
by support of Alexandra Schneider (HMGU)

# Fallbeispiele & Anwendungen

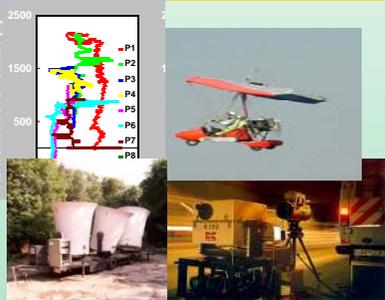
- Bewertungsstudien von chemischen Mechanismen und numerischen Methoden (→ Bayern)
- Messungen & Simulation von Episoden, Validierungen, Vergleiche, Strategien und Szenarien  
(→ Mexico City, Santiago de Chile, Peking, München, Augsburg, Berlin)
- Langzeitsimulationen vor dem Hintergrund von Jahresmittelwerten  
(→ Alpine Region)
- Operationelle Vorhersage für  $O_3$  und  $PM_{10}$   
(→ Süddeutschland, Bayern, Steiermark, Kärnten)
- Klima-Chemie Simulation für Jetztzeit- und zukünftiges Klima  
(→ Süddeutschland, Mexiko)

# Integrierter Ansatz

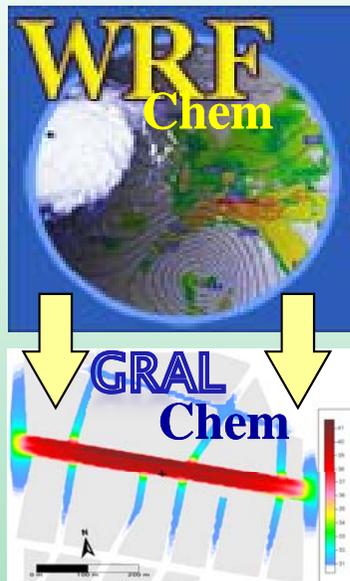
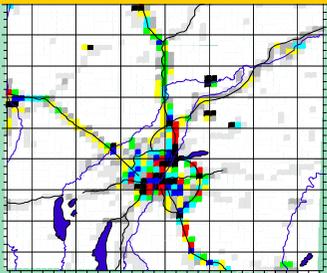
## Satellitendaten



## Monitoringdaten



## Emissionsdaten



Luftqualität

Szenarien

Indikatoren

Mortalität

Subklinische Effekte

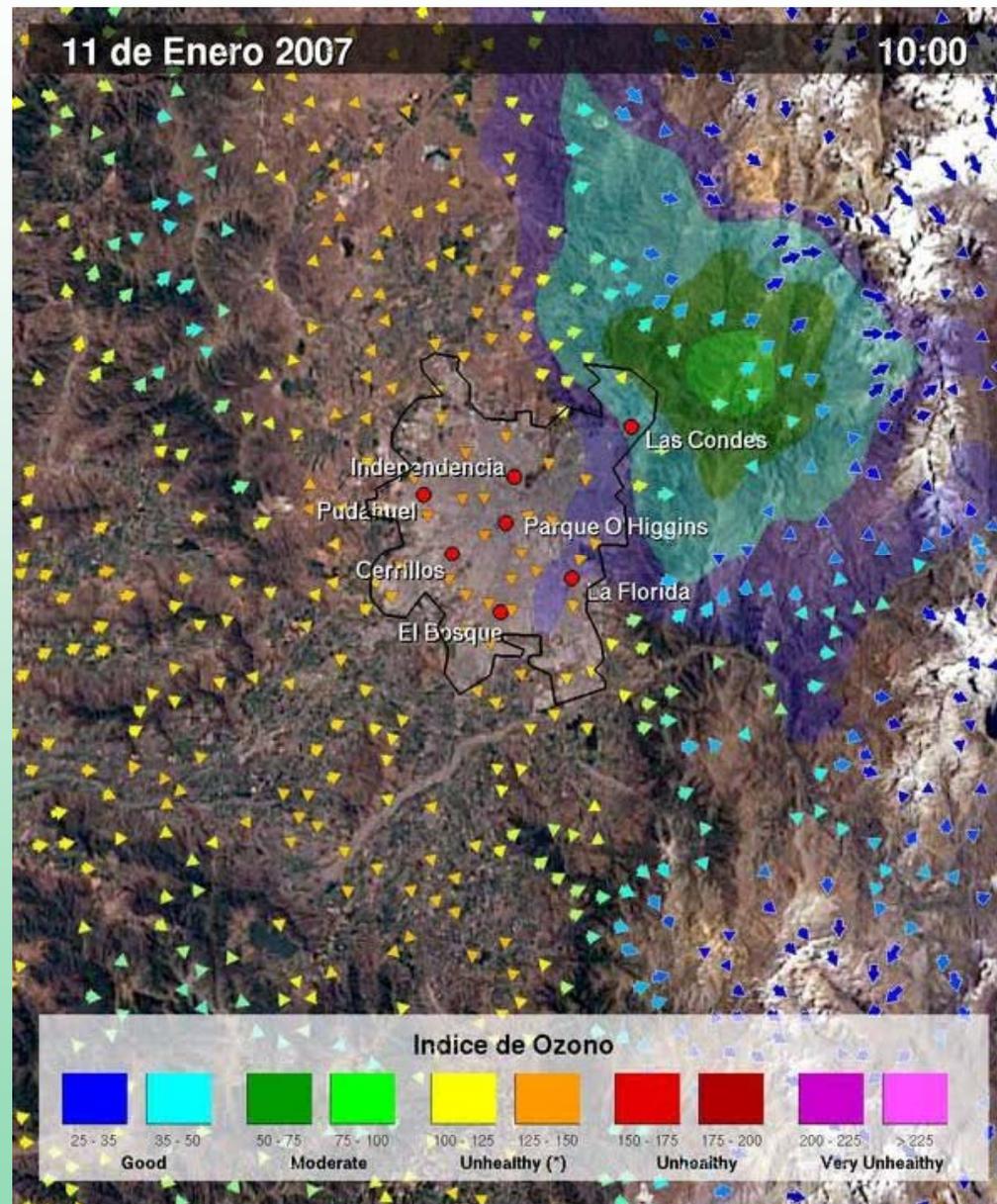
Gesundheitsauswirkungen



Stakeholder / Politiker

# Ozonexposition

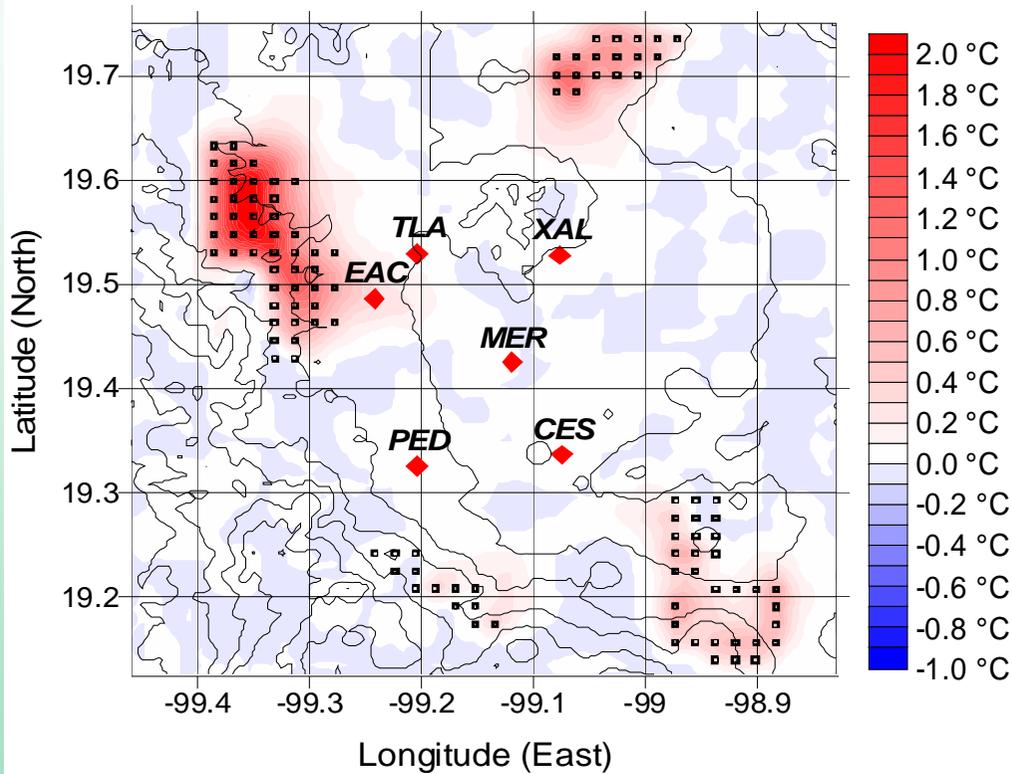
Santiago de Chile



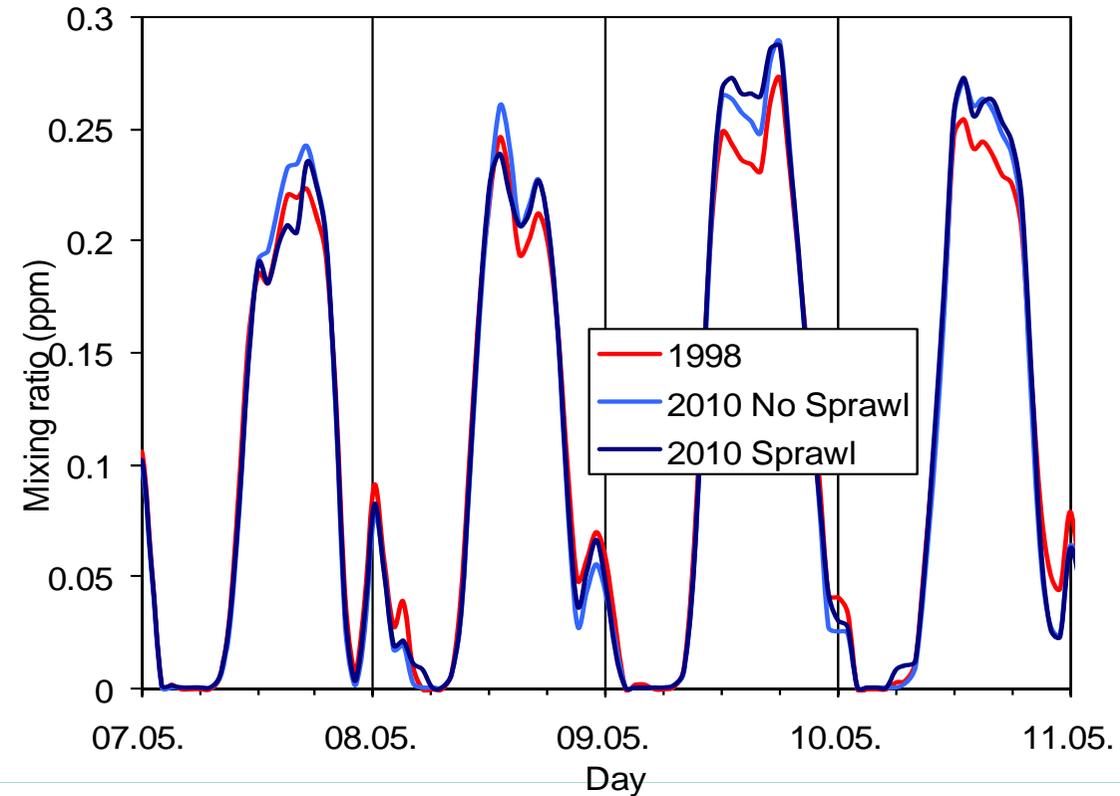
Quelle: R. Schmitz (IMK-IFU, UCH)

# Landnutzungsänderung

Temperaturdifferenz mit und ohne Zersiedelung



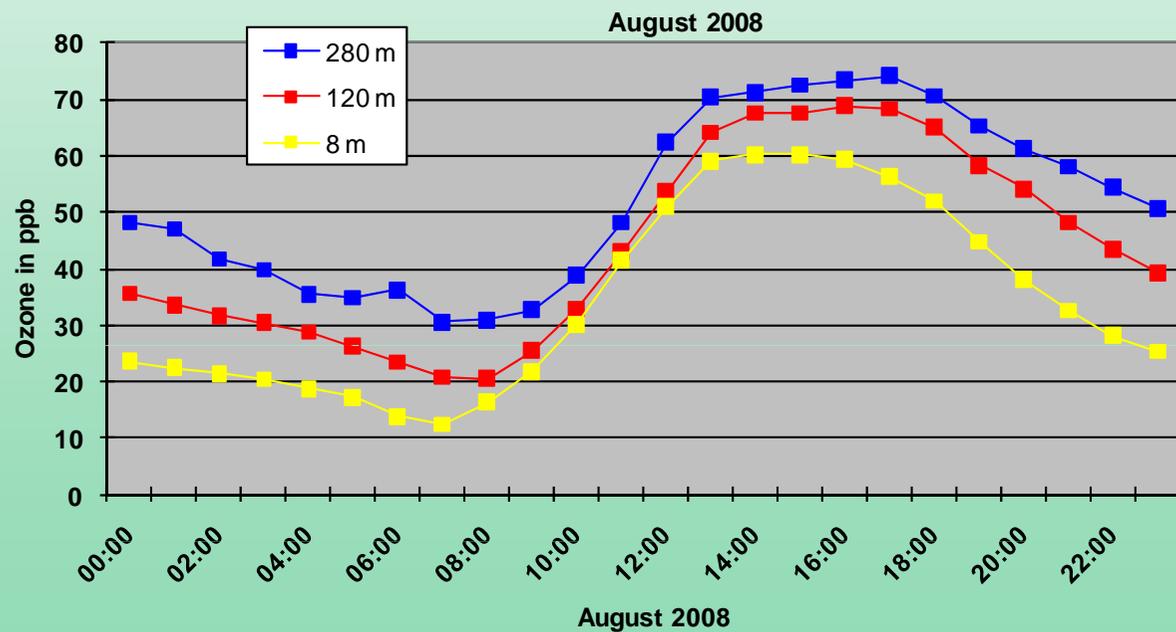
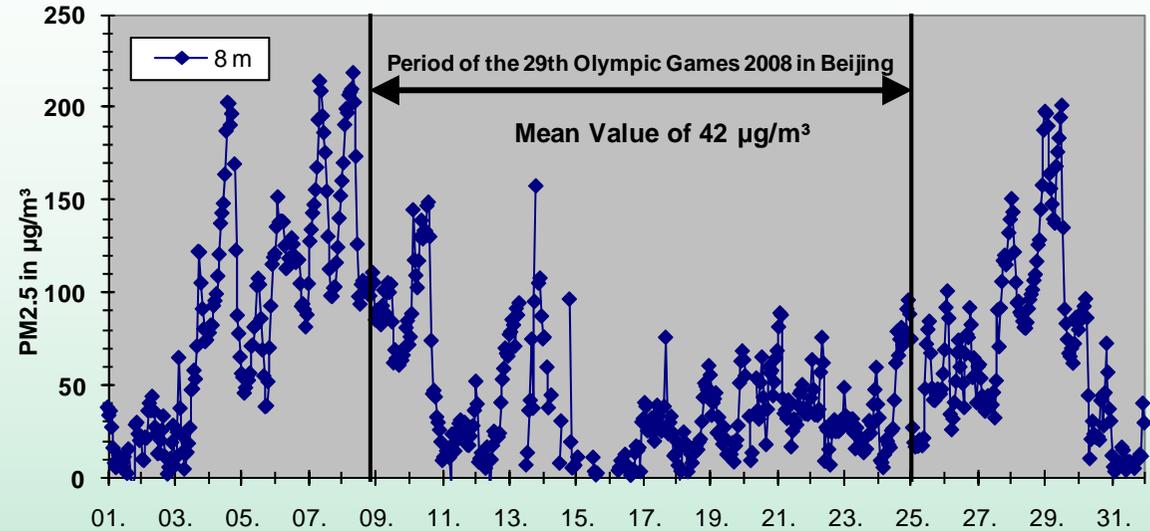
Ozon: Cerro de la Estrella



Mexico City

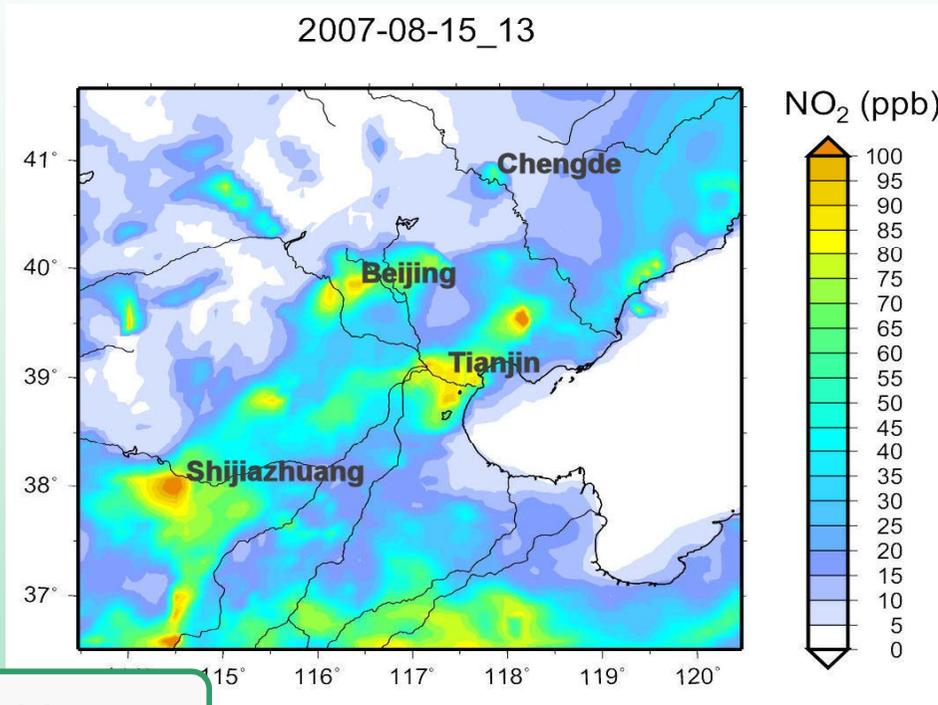
# Vertikale Messungen

Peking



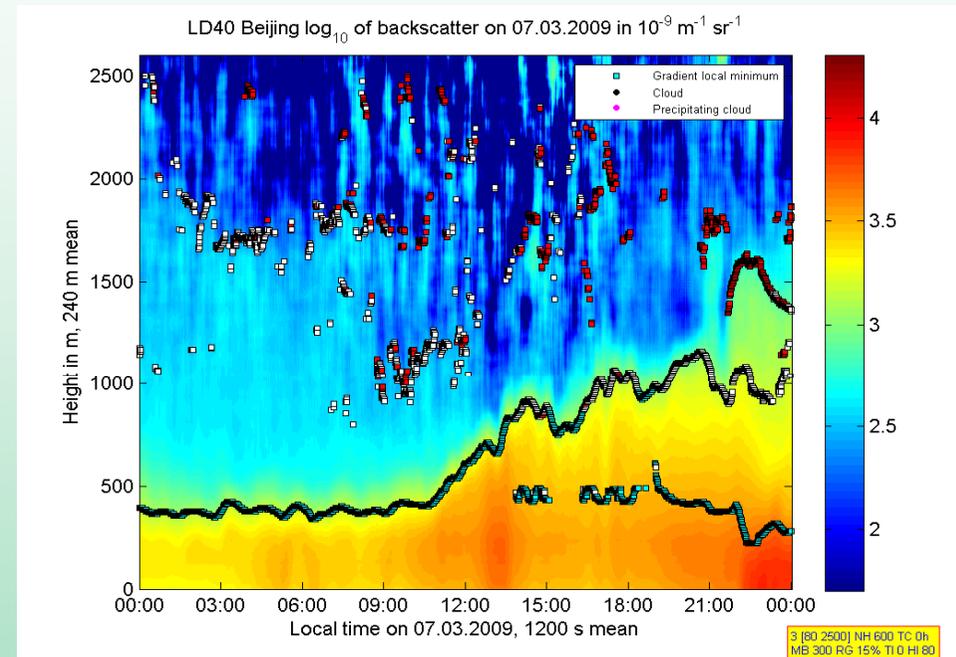
Quelle: X. Jinyuan (CAS), China

# Messungen / Simulationen Großraum Peking



Peking

Luftqualitätsmodellierung im Großraum Peking  
(in Kooperation mit CAS-IAP)

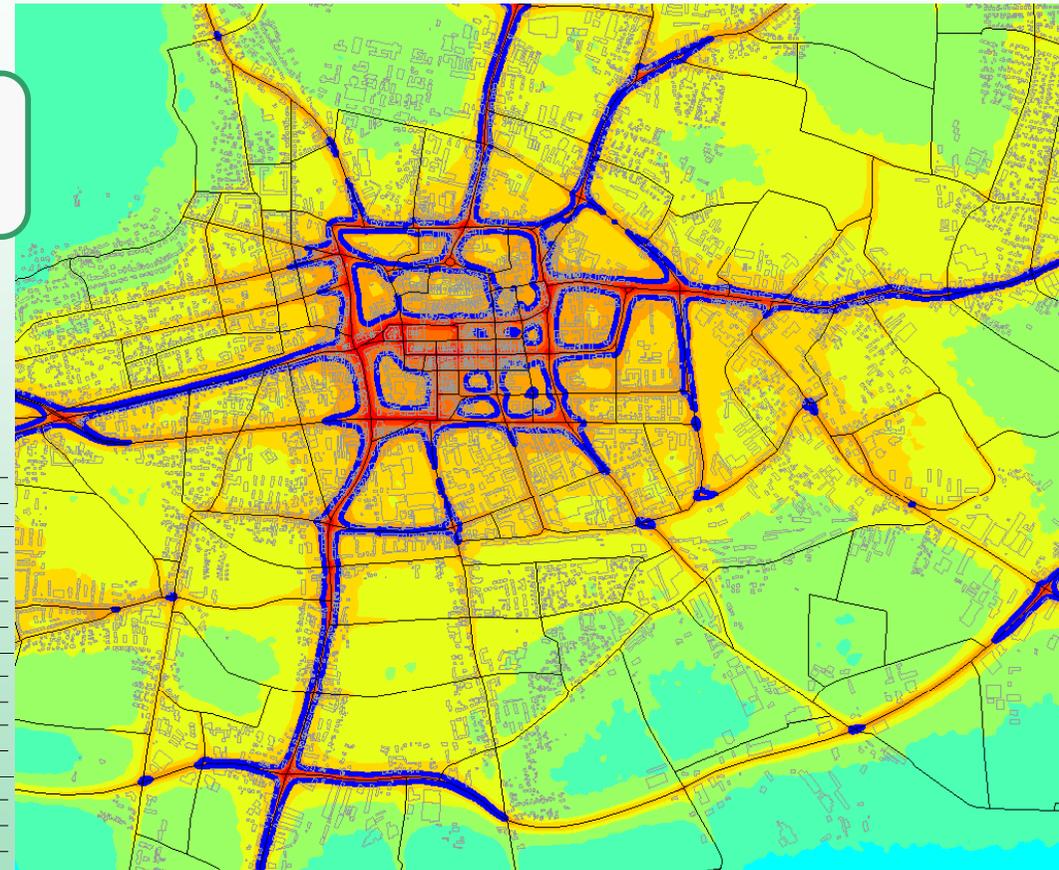
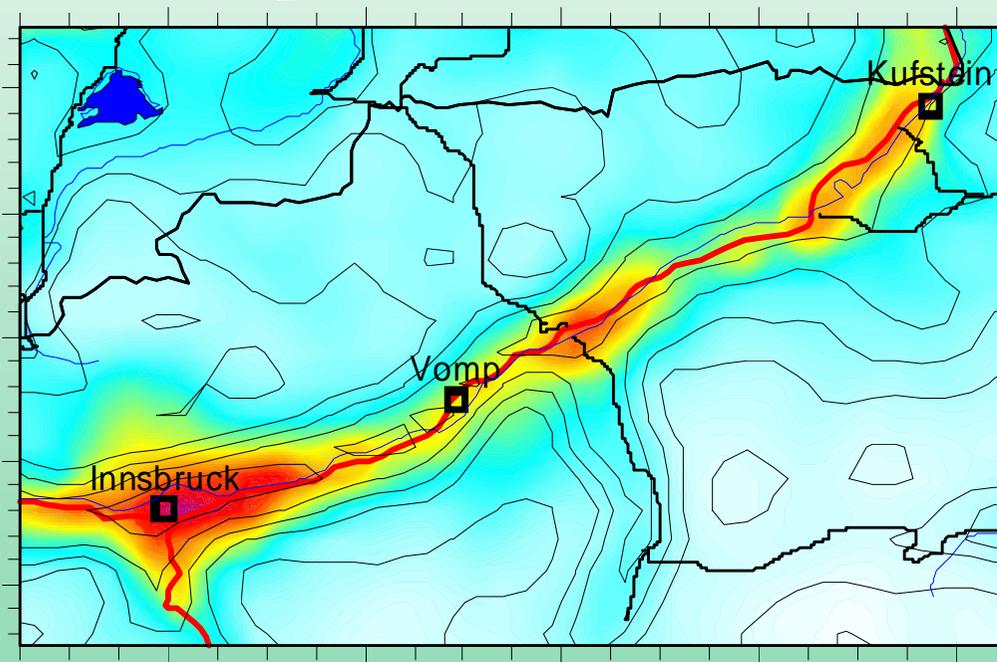


Messung der Mischungsschichthöhe mit  
einem Ceilometer (IMK-IFU, Vaisala) in Peking

# Skalenübergang

Grenzwert-  
überschreitungen

Mesoskalige Simulationen  
z.B. NO<sub>2</sub> mit MCCM



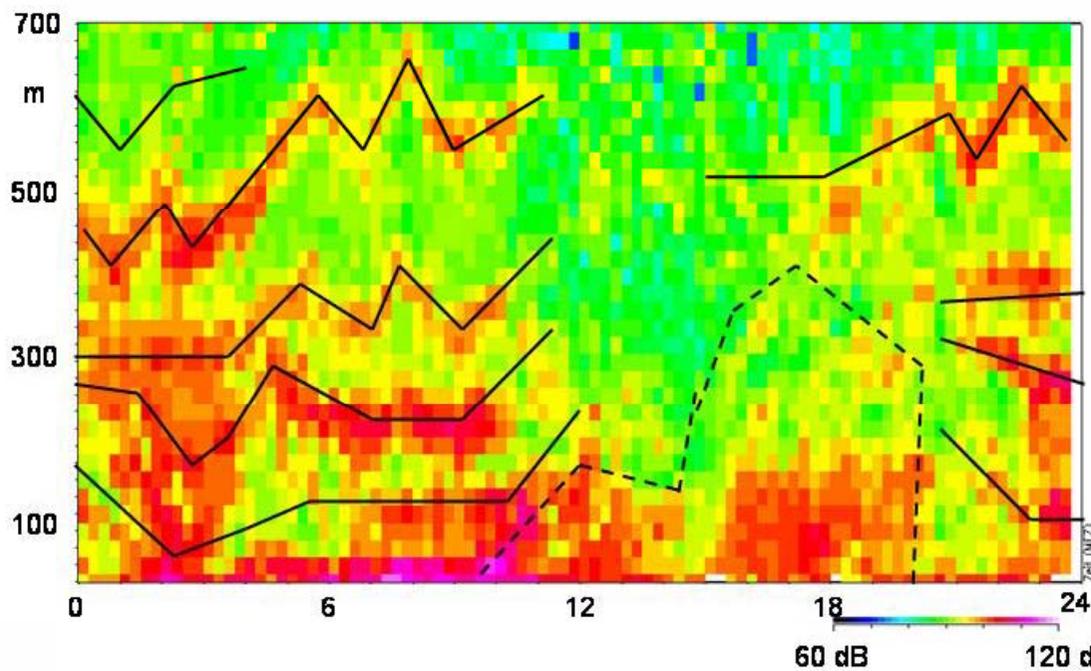
Source: EU-LIFE Project  
Klagenfurt Graz Bozen

KAPA GS

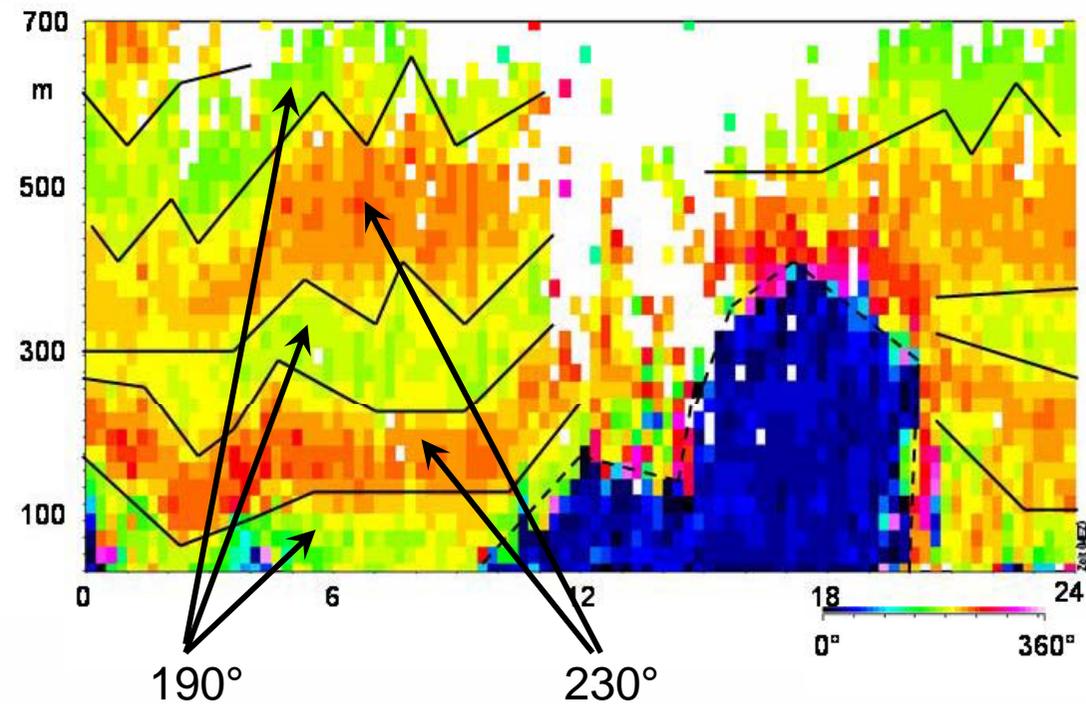
Mikroskalige Simulationen  
z.B. NO<sub>2</sub> mit GRAL

# Skalenübergang - vertikal

## Rückstreuintensität

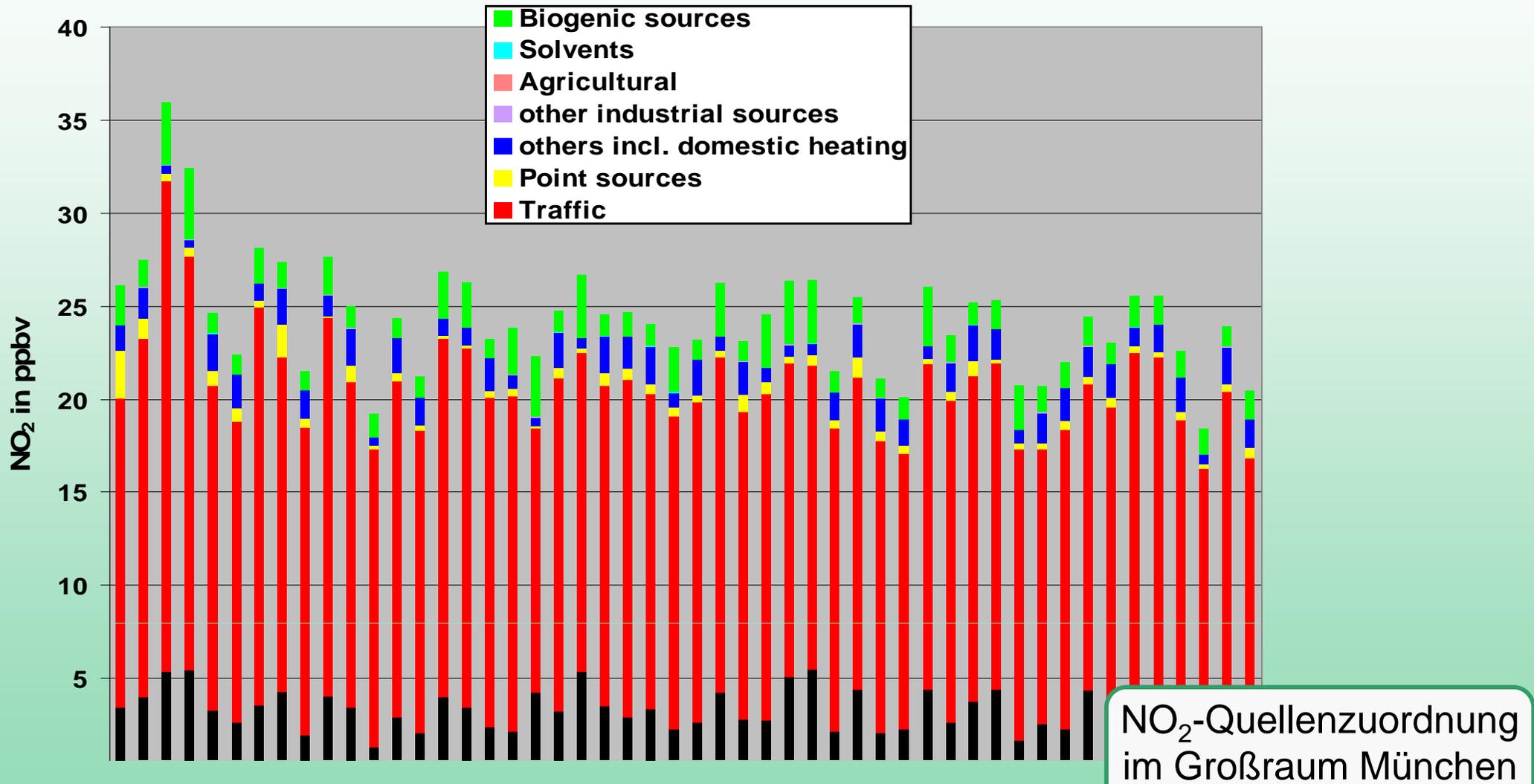


## Windrichtung

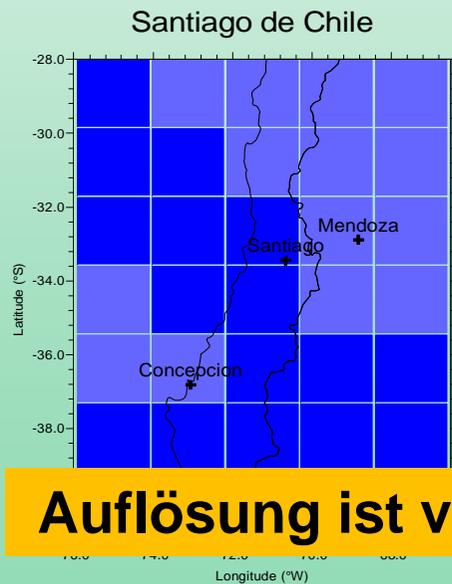
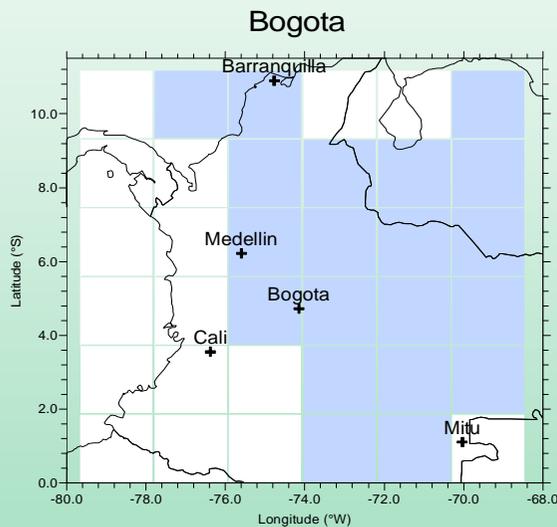
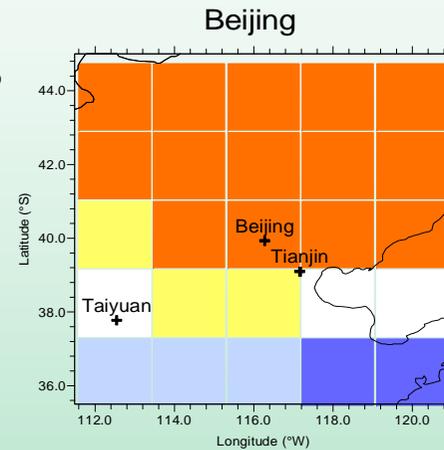
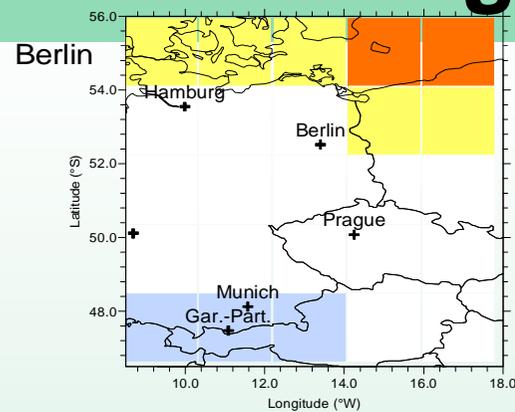
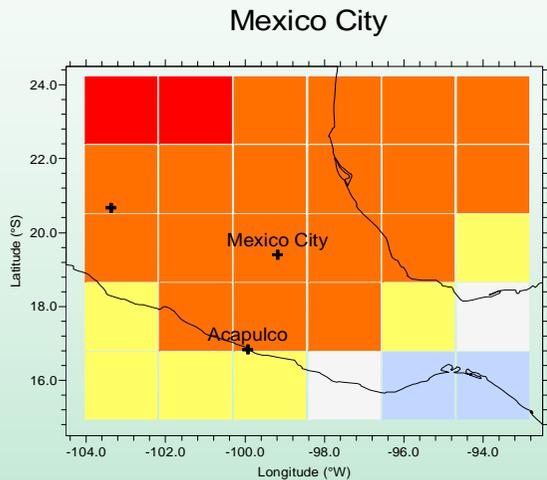


SODAR Messungen in einem Alpental (Winter)

# Quellenzuordnung

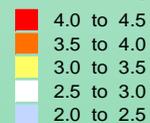


# Klimaänderung



ECHAM5 - A1B scenario  
Future (2071-2100) - Present (2001-2030)

Temperature Change in °C



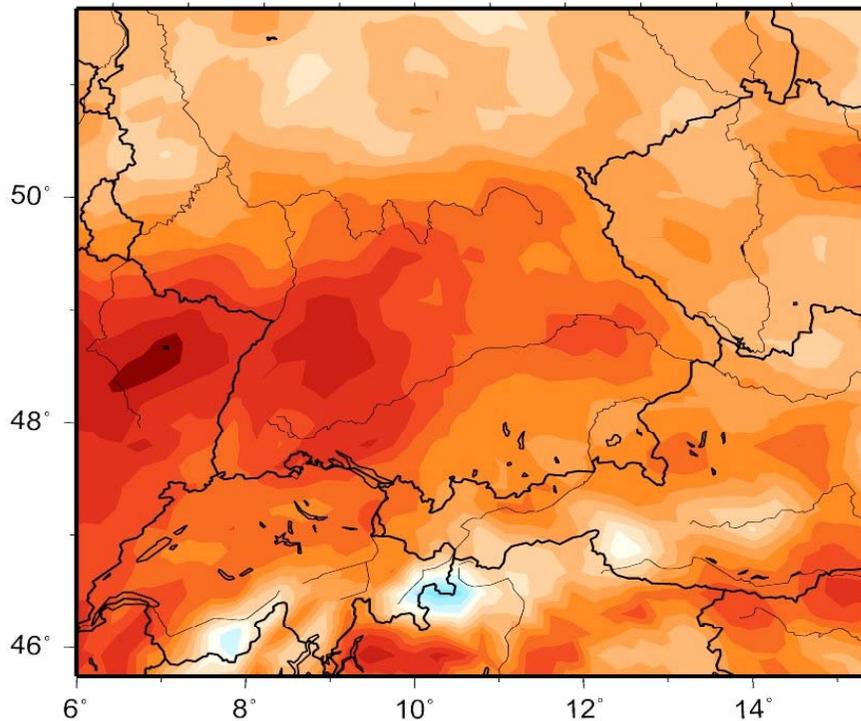
Globale Klimaänderungs-  
signale im urbanen Umfeld

**Auflösung ist viel zu ungenau für regionale Analysen !**

# Regionale Klima-Chemiesimulationen

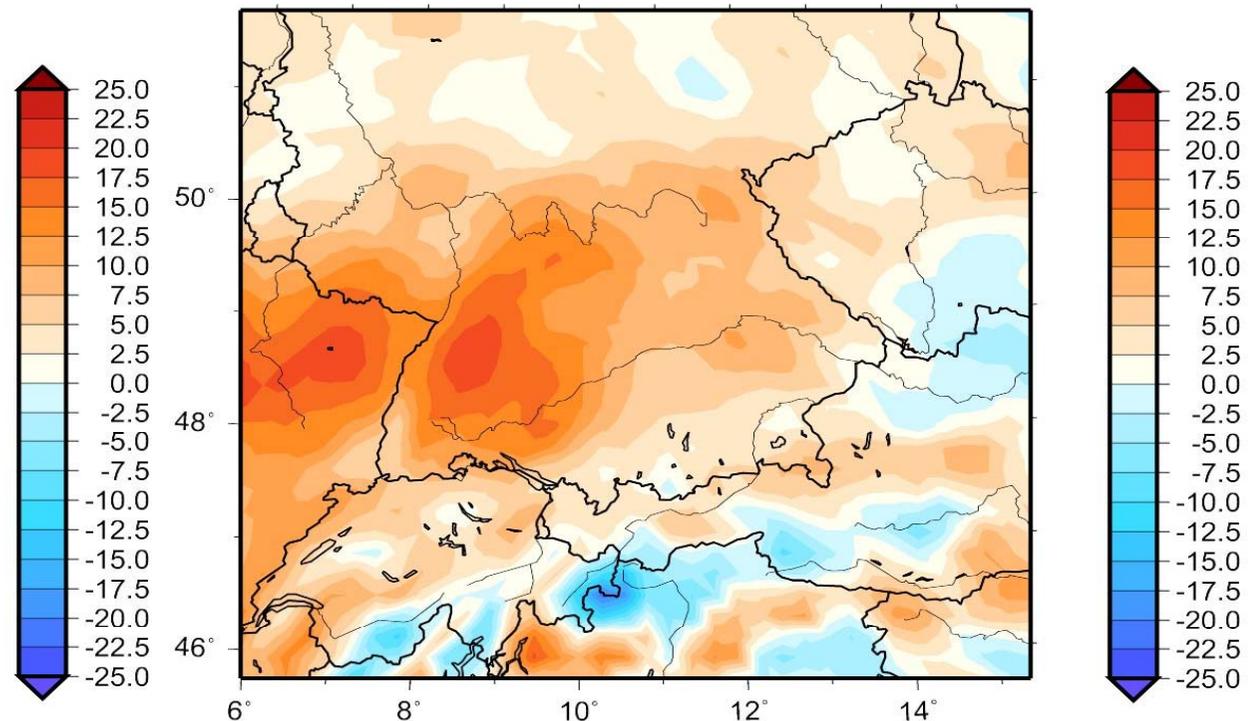
## Solarstrahlung

Solar Radiation ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) Jun-Aug  
Difference 2031/2039 - 1991/2000 uv20



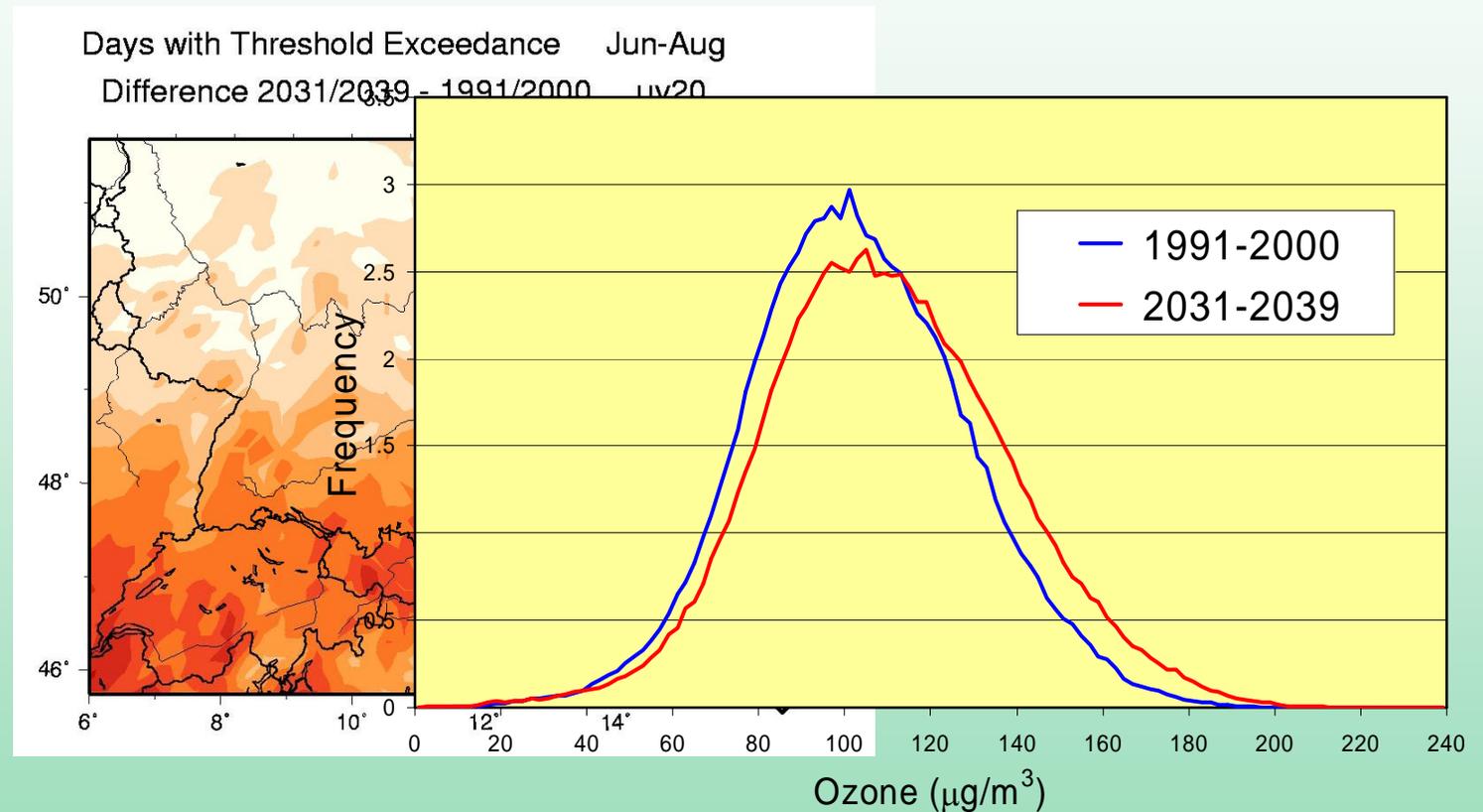
## UV Strahlung

UV-Radiation ( $\text{mW}/\text{m}^2$ ) Jun-Aug  
Difference 2031/2039 - 1991/2000 uv20



(Forkel & Knoche, 2006, JGR)

# Regionale Klima-Chemiesimulationen

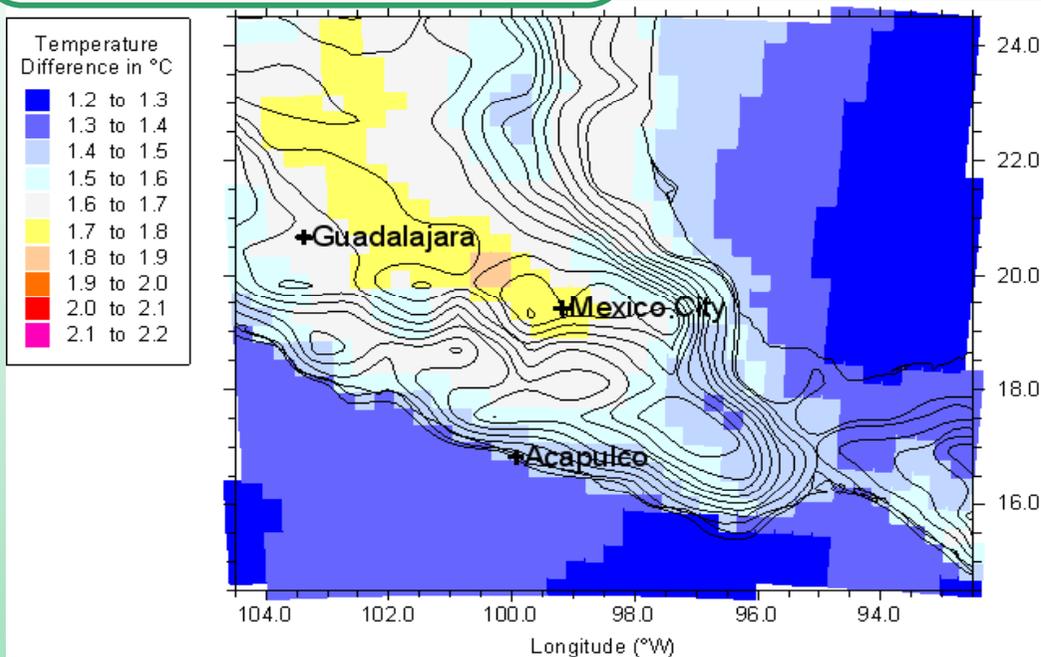


Grenzwertüberschreitungen in der täglichen  $\text{O}_3$  Maxima  
Zukunft

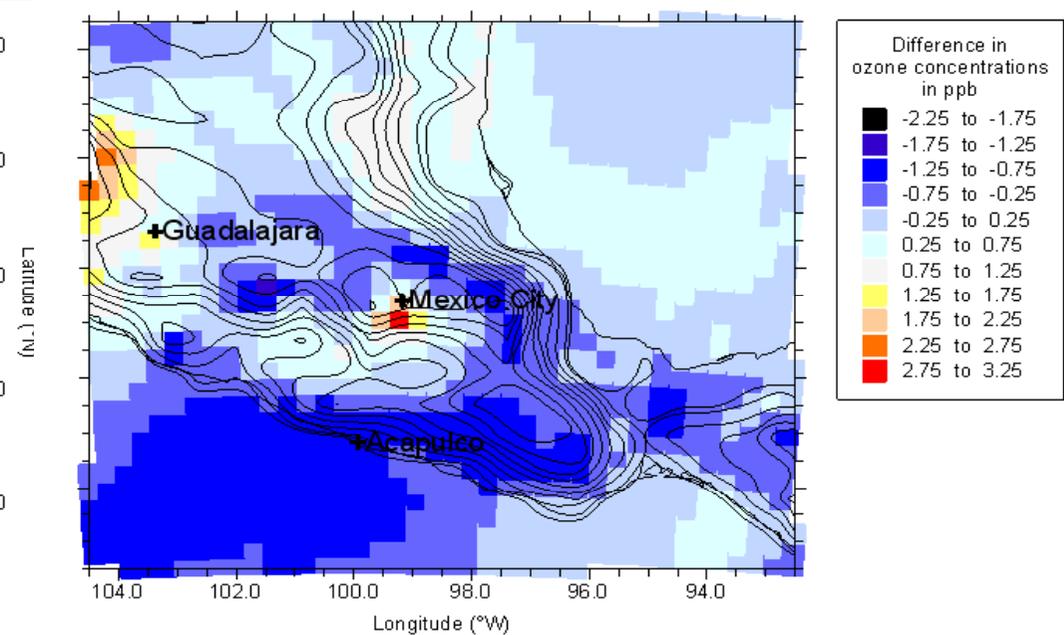
Setup: 60-20 km Gitter  
2x10 Jahre  
Süddeutschland

# Regionale Klima-Chemiesimulationen

## Hochauflösende Klima-Chemiesimulationen für Mexiko



Temperaturdifferenzen



Unterschiede in den Ozonkonzentrationen

## ➤ Chemisches Wetter .....

- ✓ ist mehr als nur Vorhersage der Luftqualität
- ✓ beinhaltet auch Episoden und Klimazeiträume
- ✓ befasst sich mit Emissionsstrategien (→ Umweltzonen) und Anpassungsszenarien (→ Klimawandel)
- ✓ spiegelt sich wider in regionalen und urbanen Regionen (→ Verkehr und Luftverschmutzung, biogene Emissionen)
- ✓ ist die Grundlage für die Bewertung von Gesundheitsauswirkungen (→ epidemiologische Untersuchungen / Fehlanzeige).

# Anmerkungen und Ausblick

- Modelle / Modellierungstools sind nur ein Teil einer integrativen Beschreibung der Luftqualität
- Messungen stellen das zweite Standbein zur Beschreibung des chemischen Wetters dar
- Simulationsergebnisse sind immer nur so gut, wie die Eingangsgrößen
- Diversität der Modelle spricht gegen typische Community Modelle



## Zukünftige Schwerpunkte:

- Stärkere Verbindung der Messungen mit den Simulationen
- Regionale gekoppelte Klima-Chemie-Simulationen
- Modellkopplungen zur Bio-, Hydro-, Pedosphäre und zur Epidemiologie

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



## Kooperationspartner:

Yuesi Wang, Hong Liao, Xin Jinyuan  
Jose Agustín García, Gerardo Ruiz  
Rainer Schmitz, Ricardo Muñoz  
Michael Hagen  
Frank Baier  
Ulrich Franck  
Annette Peters, Josef Cyrus

*Chinese Academy of Sciences (CAS), Peking*  
*Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*  
*Universidad de Chile, Santiago de Chile (UdC)*  
*Fondo Nacional de Salud (FONASA)*  
*Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR)*  
*Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ)*  
*Helmholtz Zentrum München (HMGU)*