

Luftqualität, Klimaänderung und Gesundheit

Eine Herausforderung für die multi-disziplinäre Forschung

Peter Suppan

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU)
Garmisch-Partenkirchen
peter.suppan@kit.edu



- ✓ Problemstellung und Fakten
- ✓ Interdisziplinäre Forschungsansätze
- ✓ Methodik
- ✓ Ergebnisse

→ Umfrage unter 500 Megacity - „Stakeholdern“

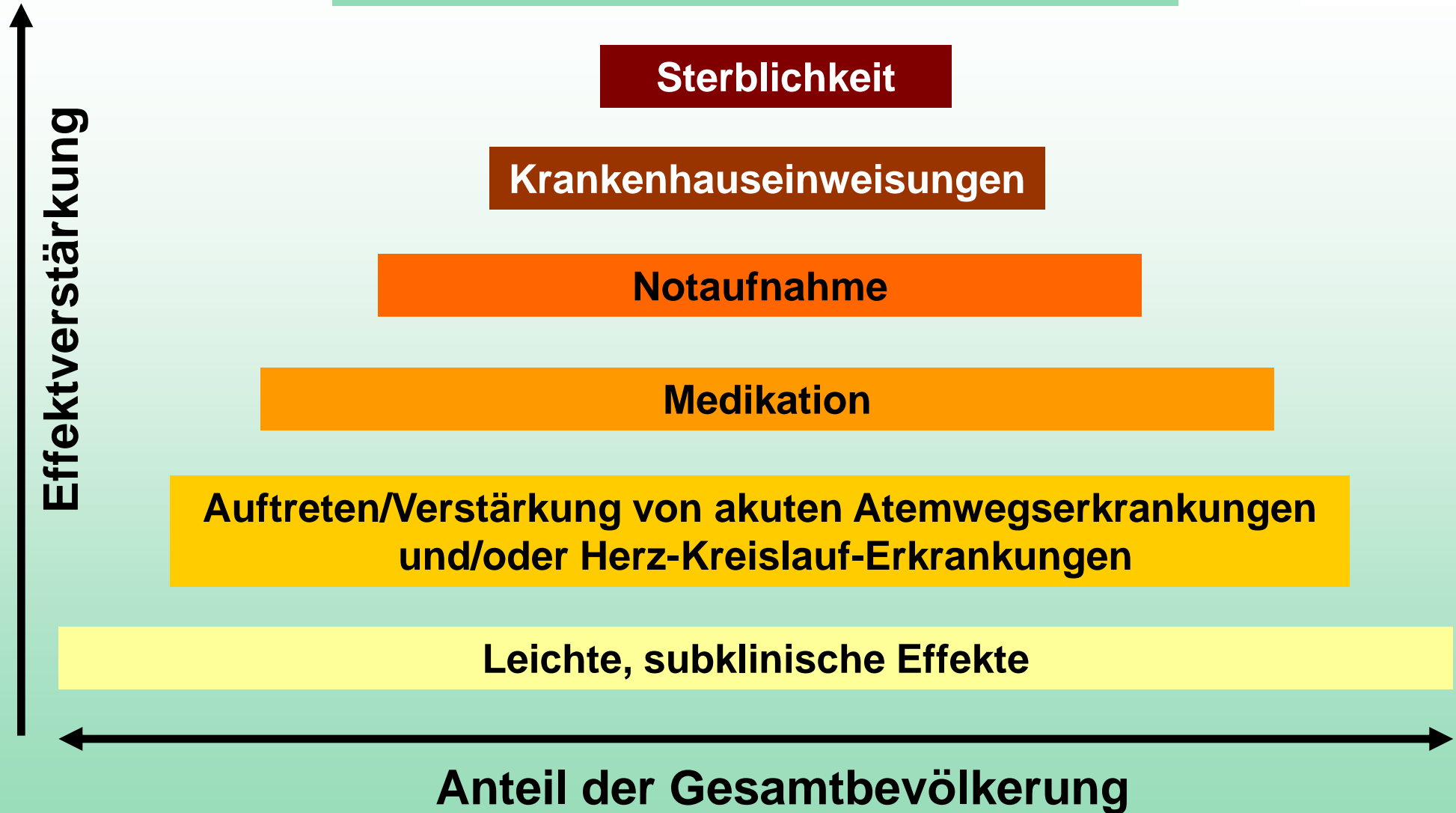
Luftverschmutzung ist die größte Herausforderung, gefolgt von der **Belastung durch den Verkehr**

aber

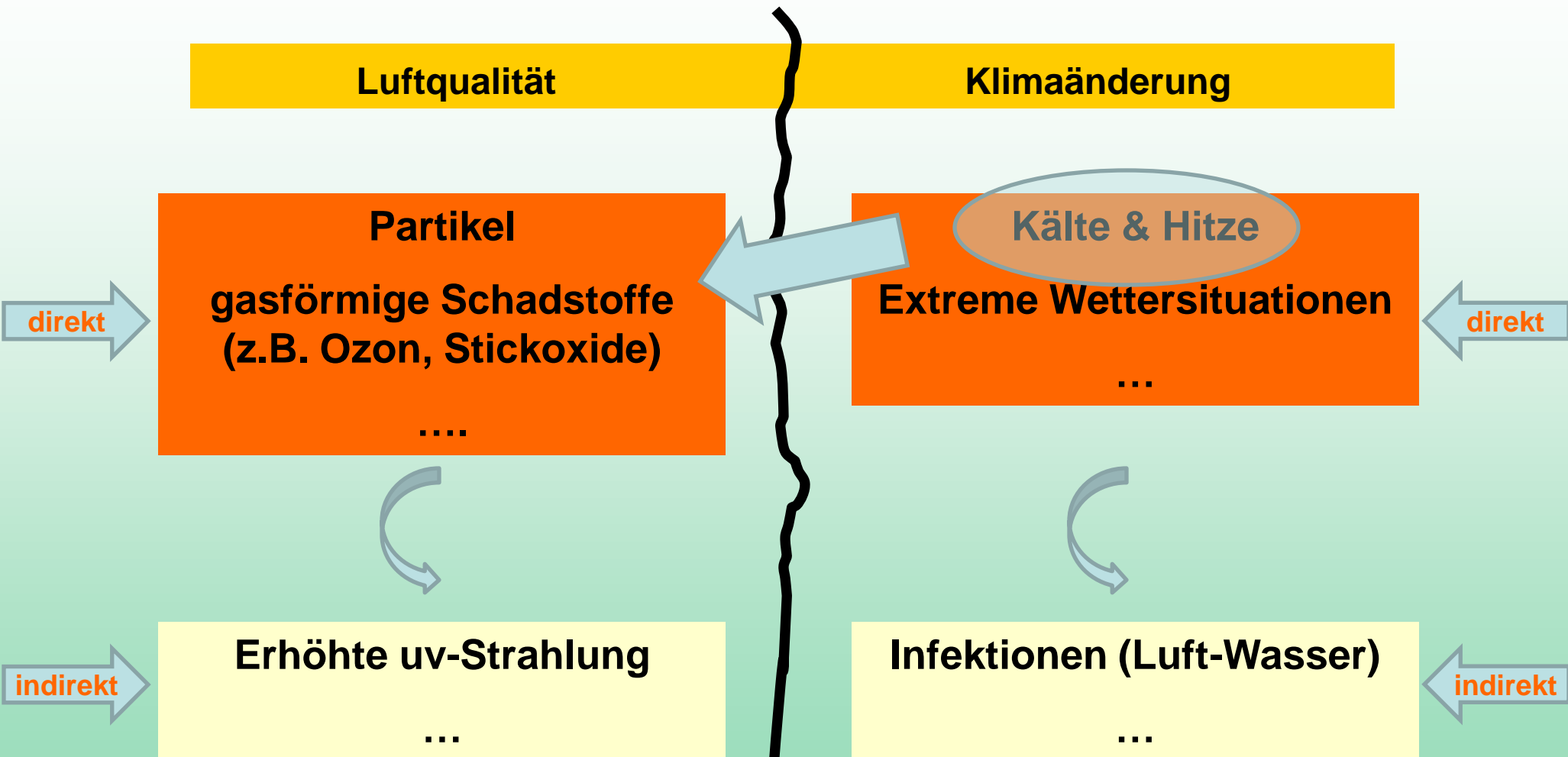
„Die Umwelt ist wichtig, wird aber manchmal um des ‘wirtschaftlichen Wachstumswillen‘ geopfert“

Quelle: Siemens, 2007

Gesundheitspyramide

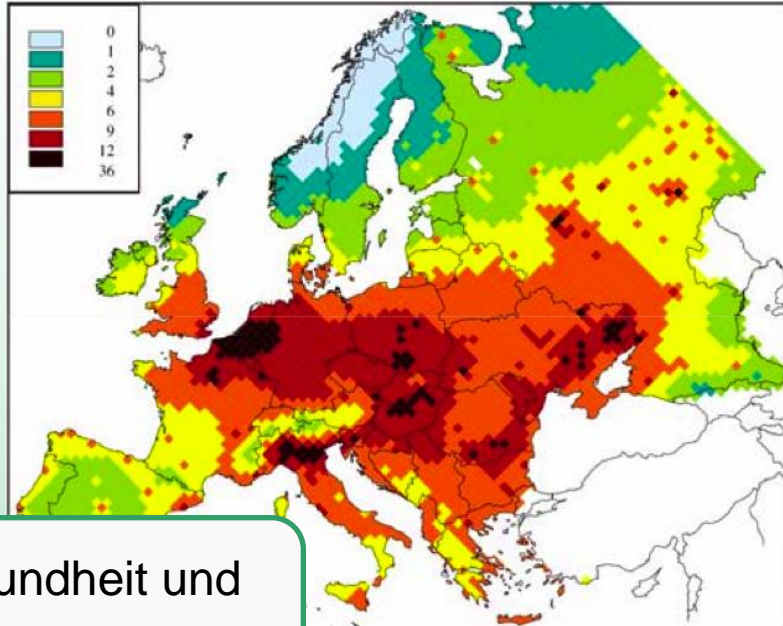


Ursachen

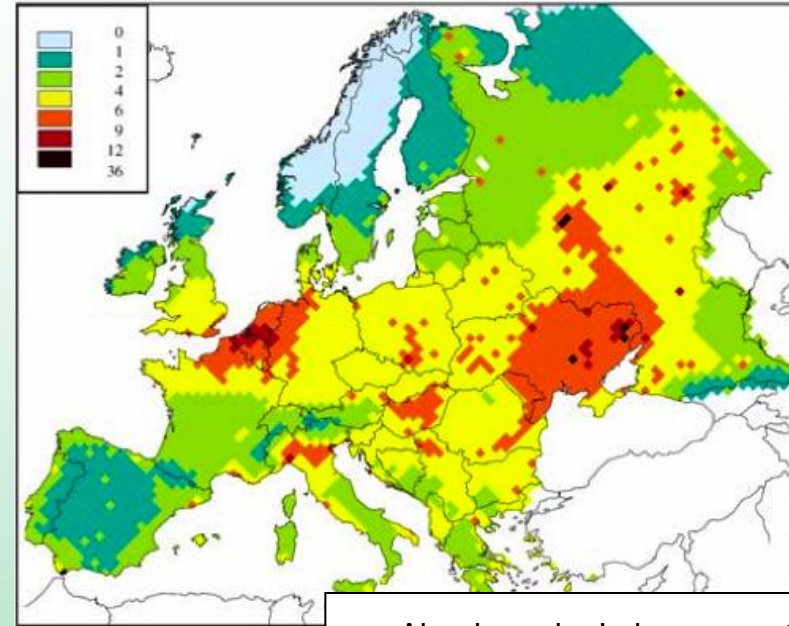


Luftqualität: Auswirkungen

2000



2020



Gesundheit und
Luftverschmutzung

Abnahme der Lebenserwartung in
Monaten bedingt durch PM_{2.5}

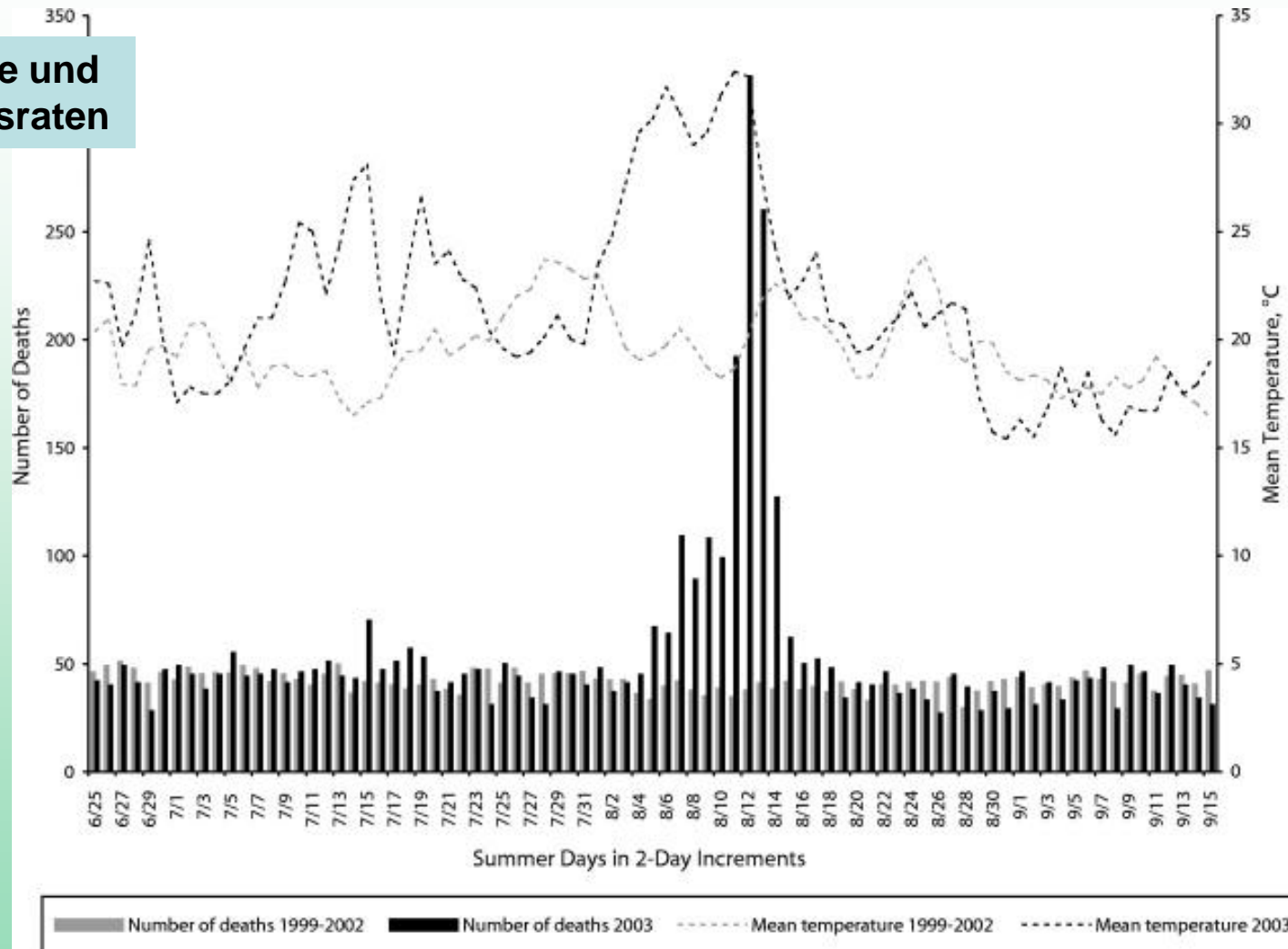
EU-average 2000 vs 2020:

- Life expectancy reduction of 9 months – reduced to 6 months
- Annual loss of 4 Mio. life years – reduced to 2.3 Mio
- Annually 386.000 premature deaths – reduced to 251.000
- Annually 110.000 serious hospital admissions – reduced to 63.000

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

Meteorologie / Klima: Auswirkungen

Hitzewelle und Mortalitätsraten



Source: Vandentorren et al. 2004

- **Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung und menschlicher Gesundheit (zunehmend bzgl. einzelner Schadstoffe)**
- **Zusammenhang zwischen Meteorologie/Wetter/Klima und menschlicher Gesundheit (relativ konkret bzgl. der Lufttemperatur)**

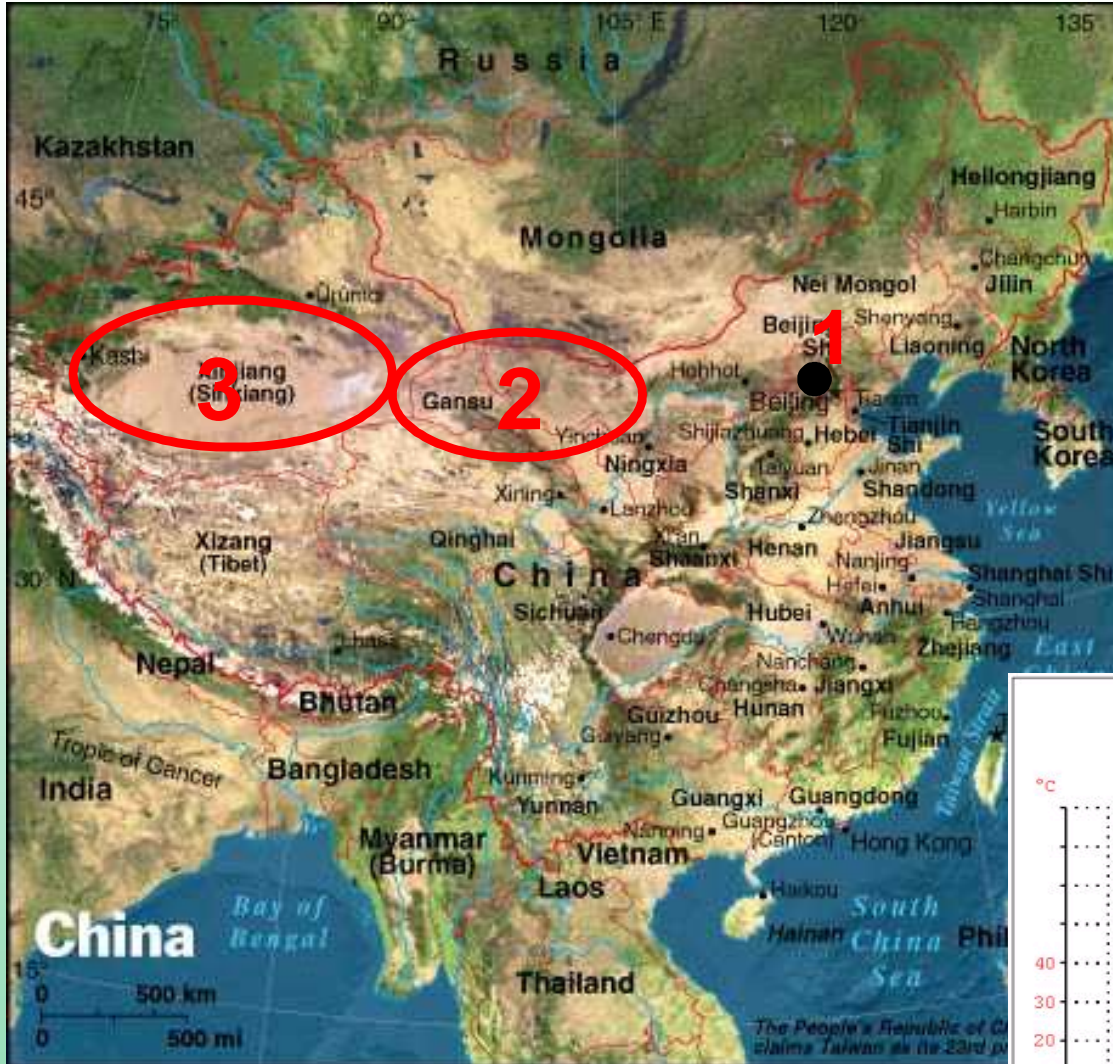
Forschungsbedarf

- **Komplexe Wechselwirkung von Emission-Transmission-Luftverschmutzung-Deposition/Belastung**
- **Einfluss des Klimas auf diese Zusammenhänge**
- **Holistische Analysen benötigen interdisziplinäre Ansätze**
- **.....**

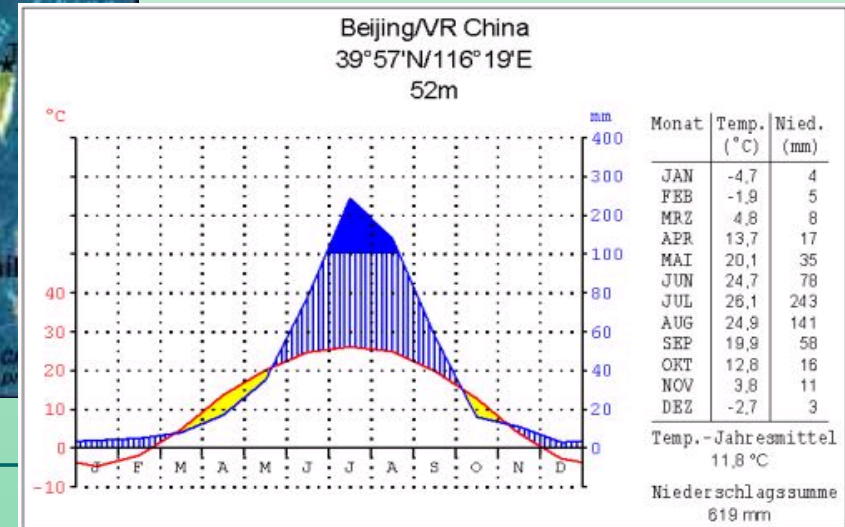
➤ Landnutzungsänderung



„Natürliche“ Landnutzungsänderung



- 1: Peking
- 2: Wüste Gobi
- 3: Wüste Takla Makan



Source: Stefan Norra (KIT/IMG)

Auswirkungen

Peking

18.04.2006



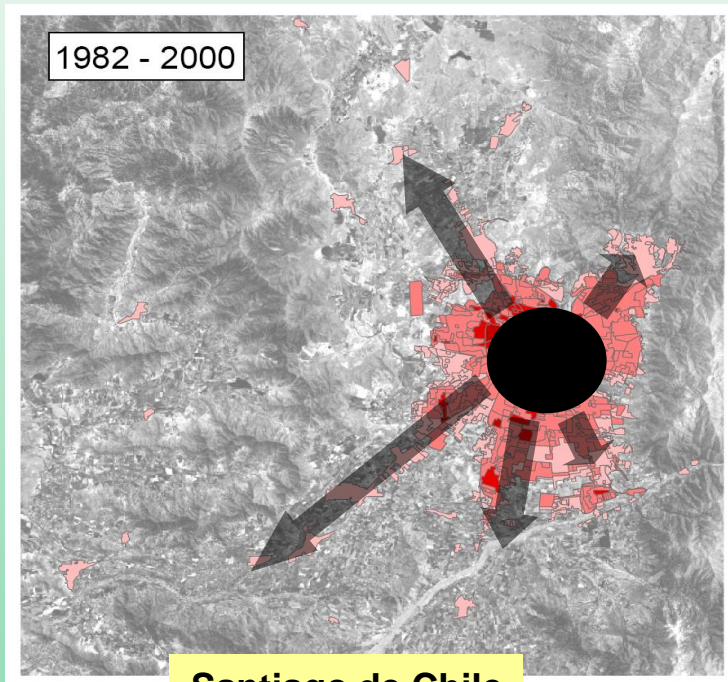
Photos by Stefan Norra

Anthropogene Landnutzungsänderung

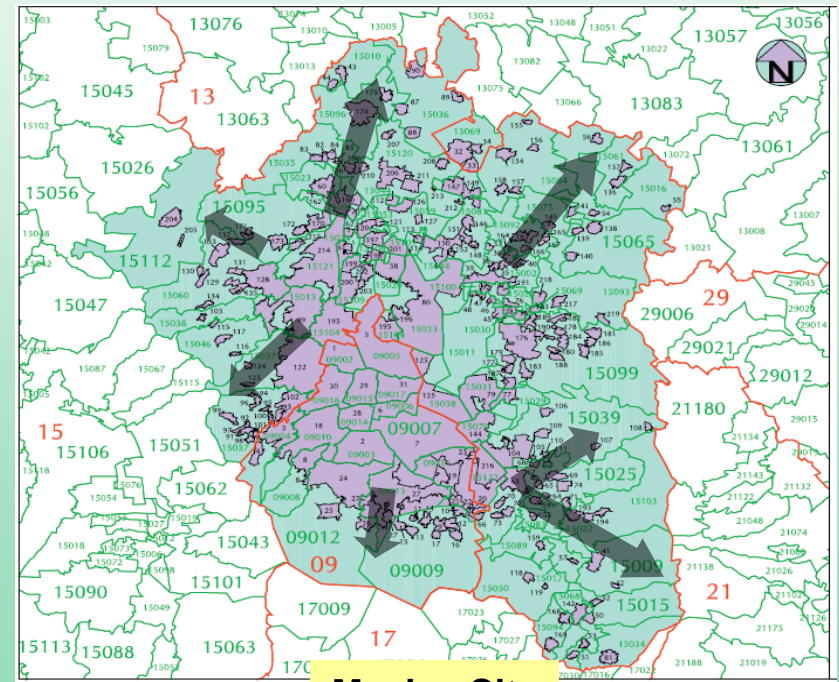
| | Santiago de Chile 2002 | Mexico City 2005 |
|---|---------------------------|---------------------|
| Population | 6.061.000 | 19.410.000 |
| Urbanized area (km ²) | 641 | 1800 |
| Population density (p / km ²) | 9.500 | 10.800 |
| Population growth (% / y) | ~1,32 | ~1,28 |

Source: U. Weiland, E. Banzhaf, A. Ebert, A. Kindler, R. Höfer (UFZ)

Source: Poduje 2005 (Santiago de Chile)
APEREC 2007 (Mexico City)



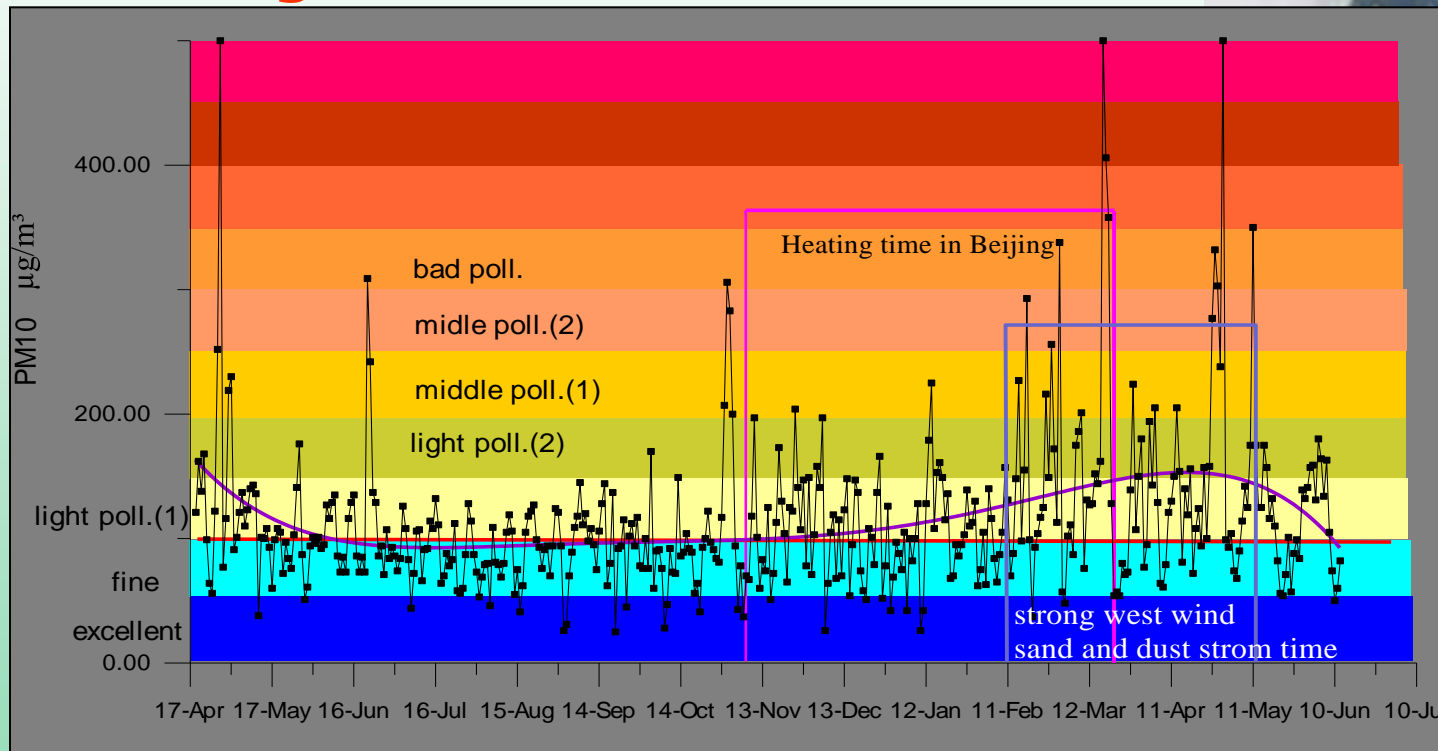
Santiago de Chile



Mexico City

Auswirkungen: PM₁₀

Peking



Source: Stefan Norra, KIT

Visuelle Auswirkungen

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

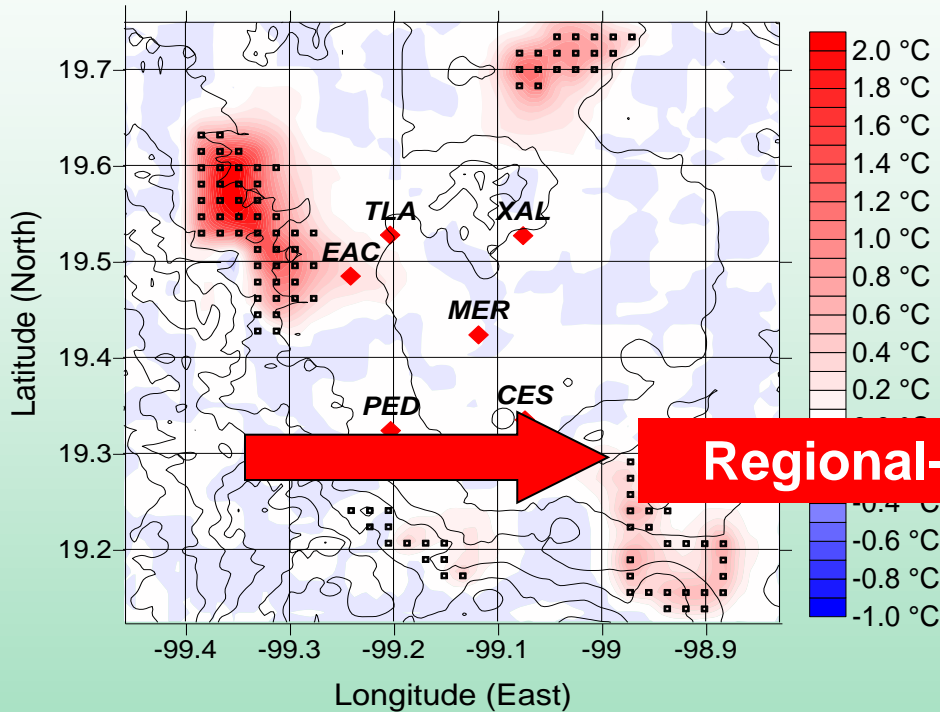
344 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

2005/01/18

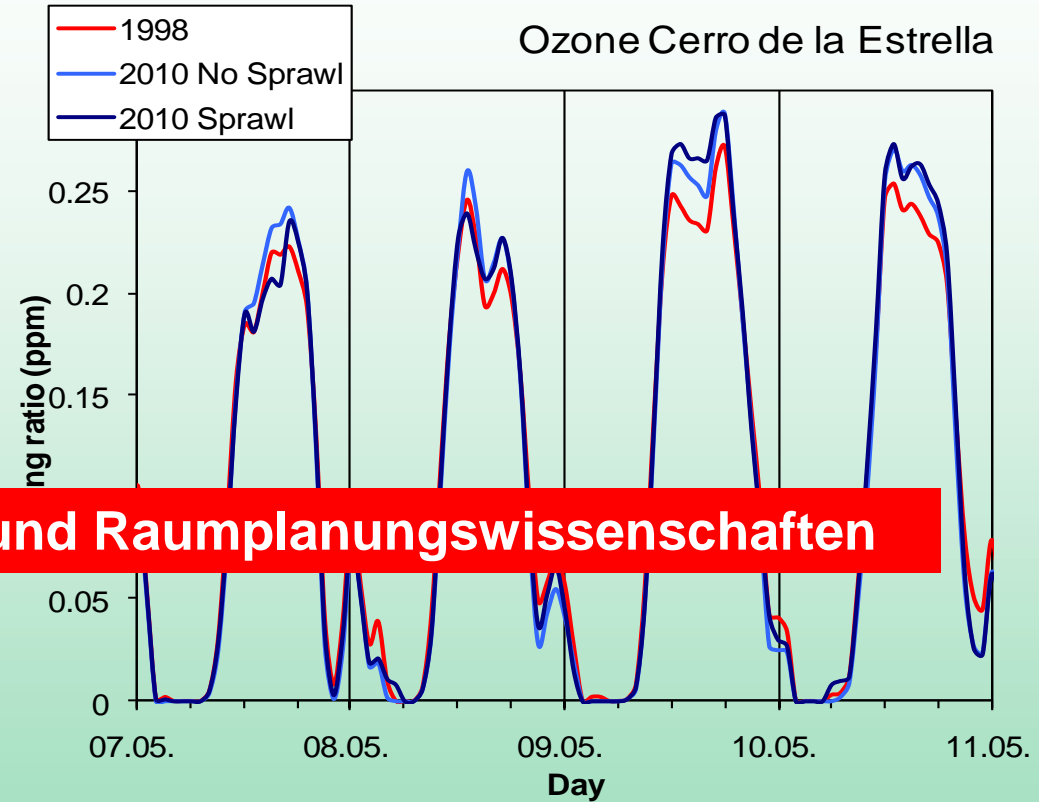
2005/01/22

Source: Matthias Tesche, IfT

Auswirkungen auf die Luftqualität



Temperaturdifferenz mit / ohne Ausweitung der Stadt



Tägliche Änderung der Ozonkonzentrationen unter Berücksichtigung der Landnutzungsänderung

Regional- und Raumplanungswissenschaften

Einflussfaktoren

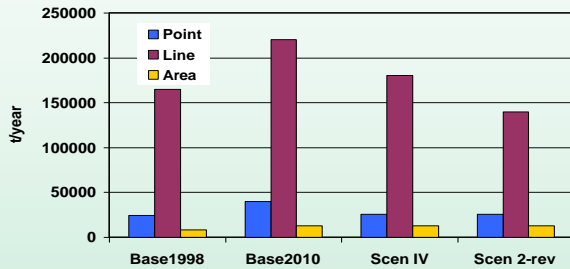
- Landnutzungsänderung
- Energie



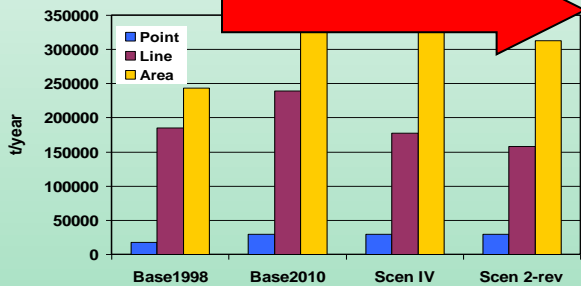
Anpassungsstrategien

z.B. Mexiko City

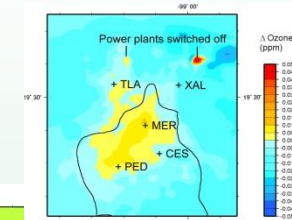
NOx emission



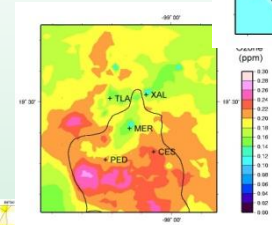
VOC emission



Informationen über derzeitige Emissionen und Emissionsminderungsmaßnahmen



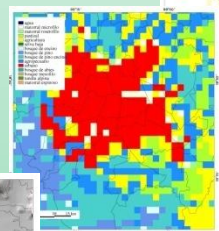
O₃-Differenz in 2010



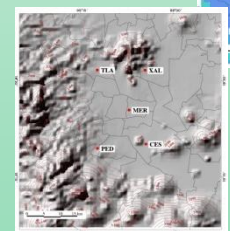
O-Konzentrationen in 2010

Disziplinen zu Energie- & Technologieentwicklung

NOx Emissionen



Landnutzungsänderung



Topographie

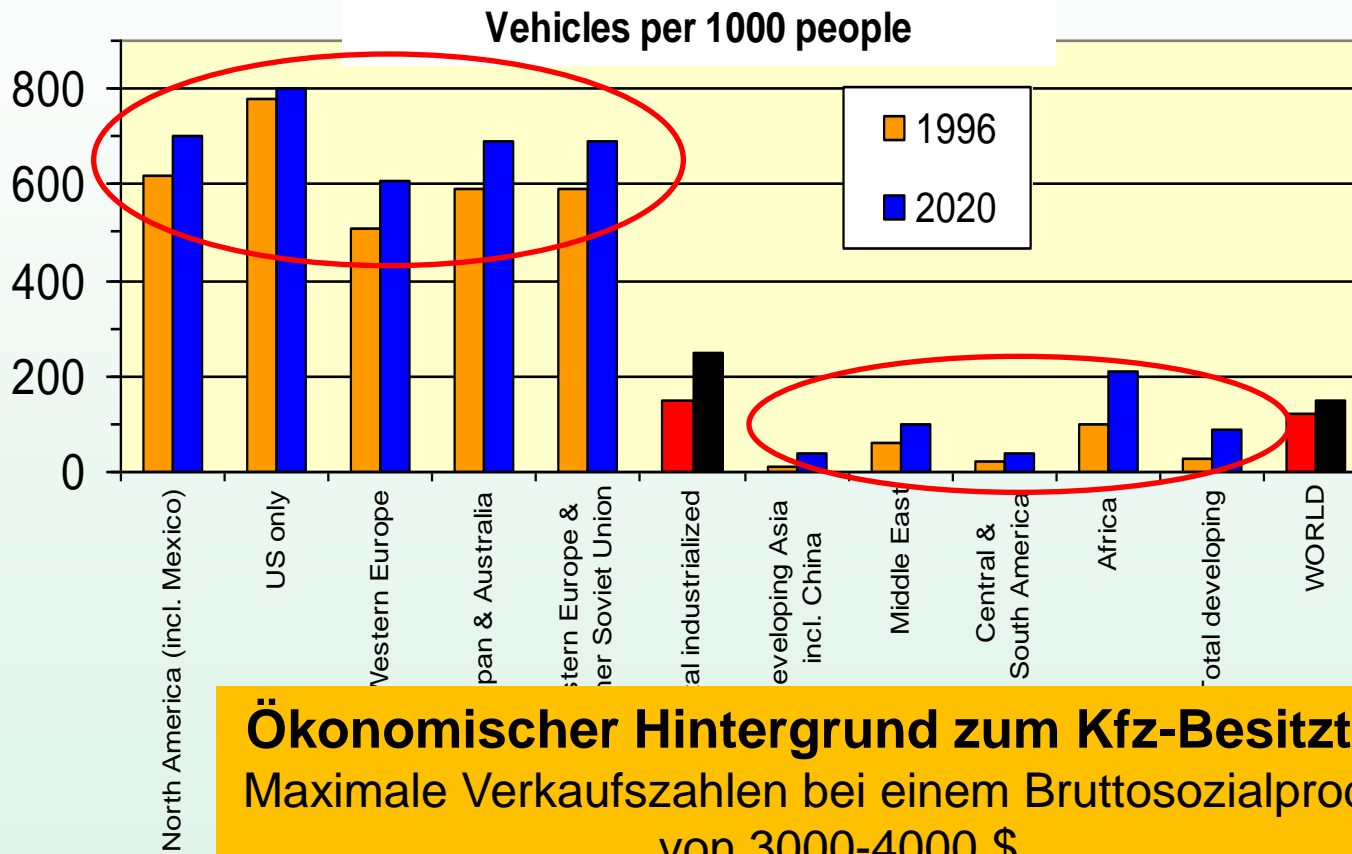
Einflussfaktoren

- Landnutzungsänderung
- Energie
- Mobilität



© Mertins

Verkehr



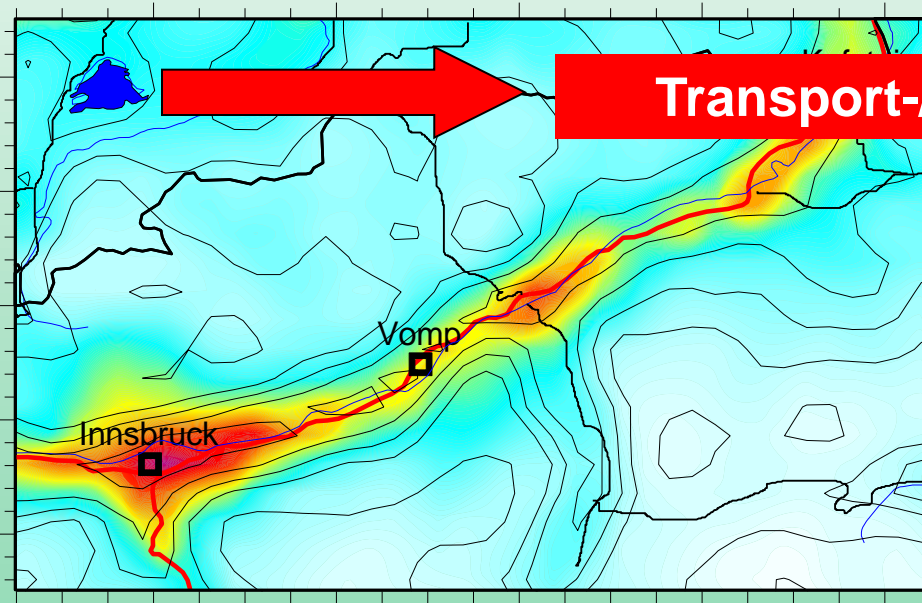
Ökonomischer Hintergrund zum Kfz-Besitzum
 Maximale Verkaufszahlen bei einem Bruttosozialprodukt von 3000-4000 \$

Verkehrsaufkommen
 in 1996 und 2020

Verkehr: Verknüpfung von Skalen

Grenzwertüberschreitung

Mesoskalige Modellierung z.B.
von NO₂ mit MCCM



Transport-/Verkehrswissenschaften



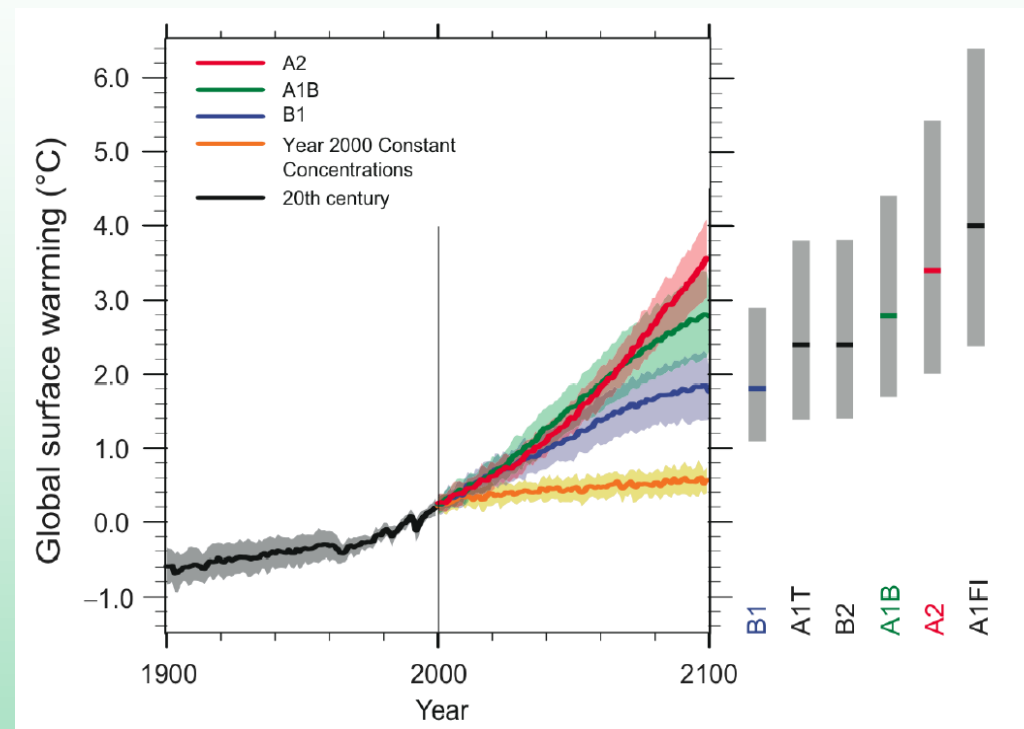
Source: EU-LIFE Project
Klagenfurt Graz Bozen

KAPA GS

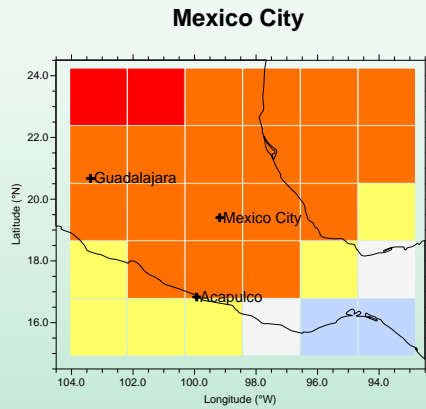
**Mikroskalige Modellierung
z.B. von NO₂ mit GRAL**

Einflussfaktoren

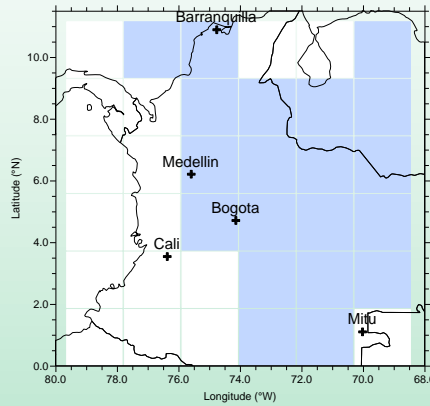
- Landnutzungsänderung
- Energie
- Mobilität
- Klimaänderung



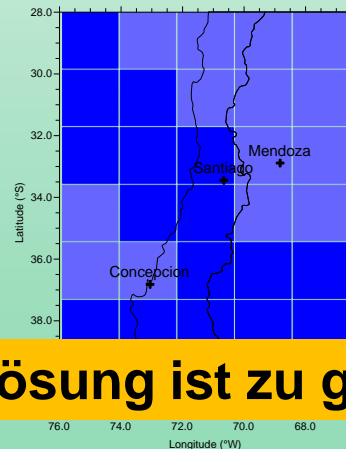
Klimaänderung



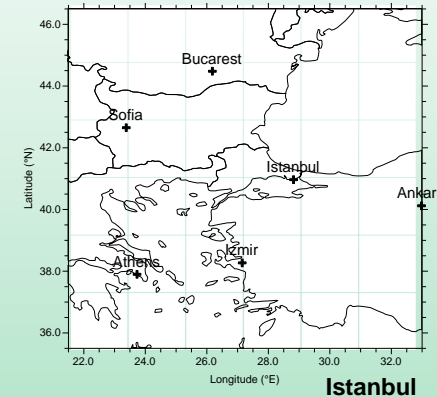
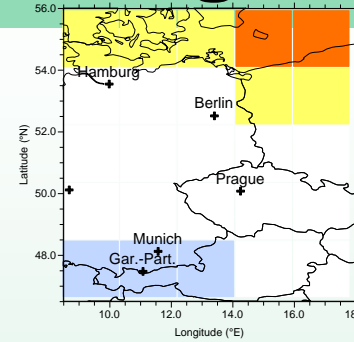
Bogota



Santiago de Chile

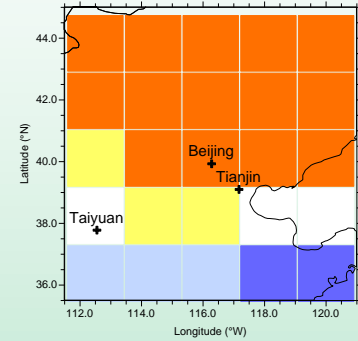


Berlin



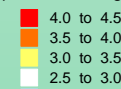
Istanbul

Beijing



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

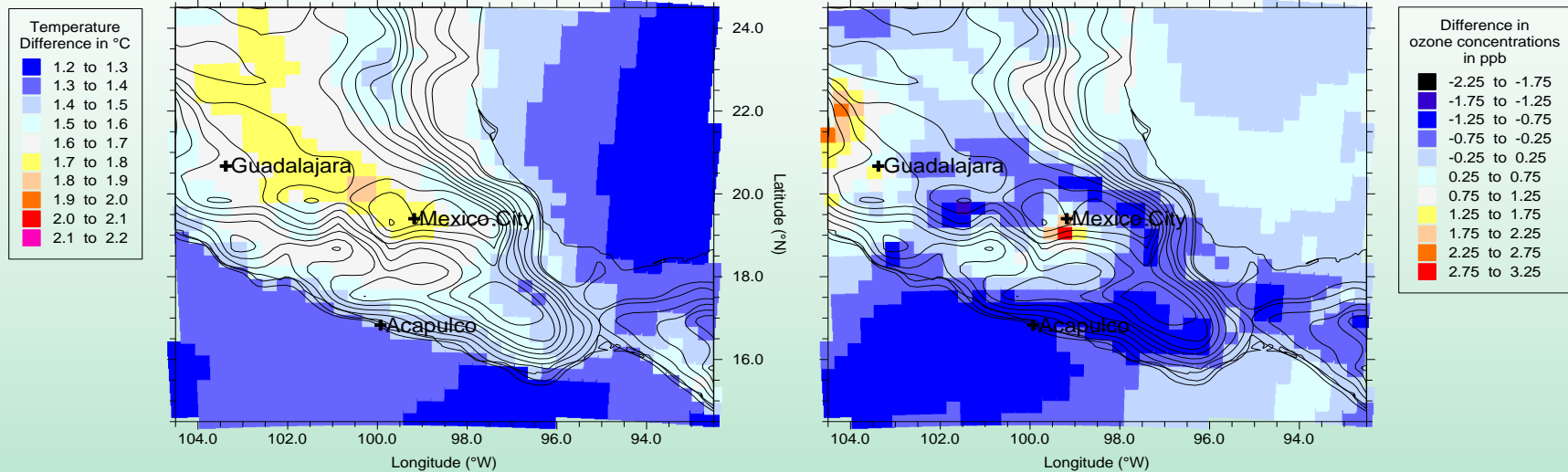
Temperature Change in °C



Einfluss der
Klimaänderung auf
urbane Bereiche

Auflösung ist zu grob für regionale Analysen !

Klimaänderung

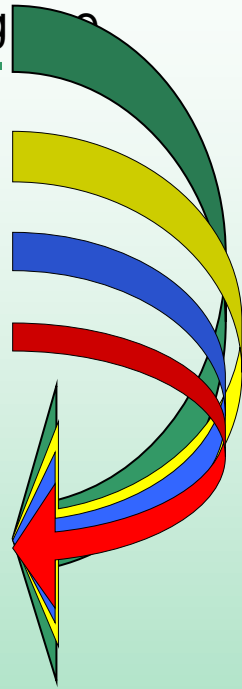
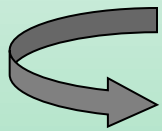


Hoch aufgelöste Klima-
Chemie-Simulationen für
Mexiko

Einflussfaktoren

- Landnutzungsänderung
- Energie
- Mobilität
- Klimaänderung

- Luftqualität
- Gesundheit



Integrierter
Ansatz

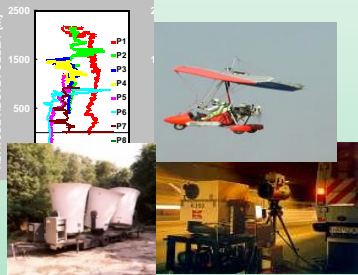


Methodischer Ansatz

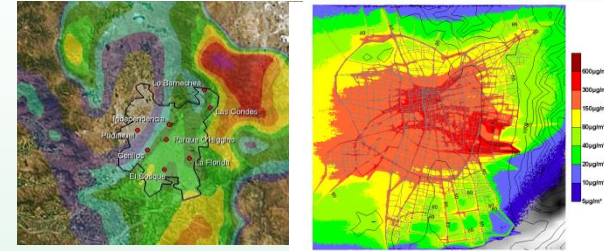
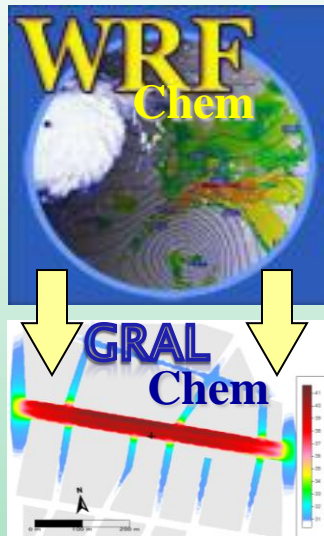
Stadtentwicklung



Monitoring/Messungen



Verkehrsdaten



Luftqualität

Szenarien

Indikatoren

Integrierte
Luftqualitäts-
unter-
suchungen

Mortalität

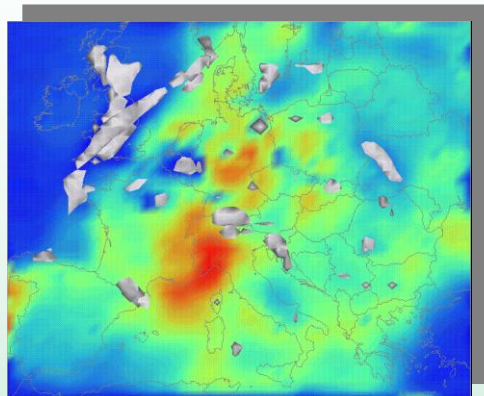
Subklinische Effekte

Gesundheits-
auswirkungen

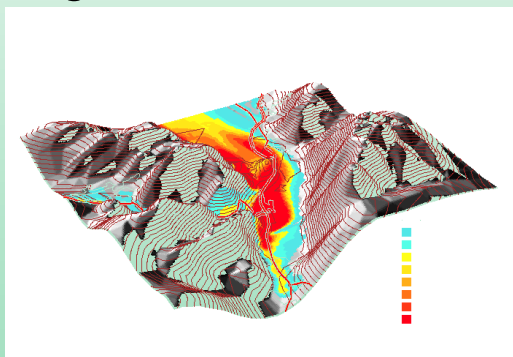


Stakeholder

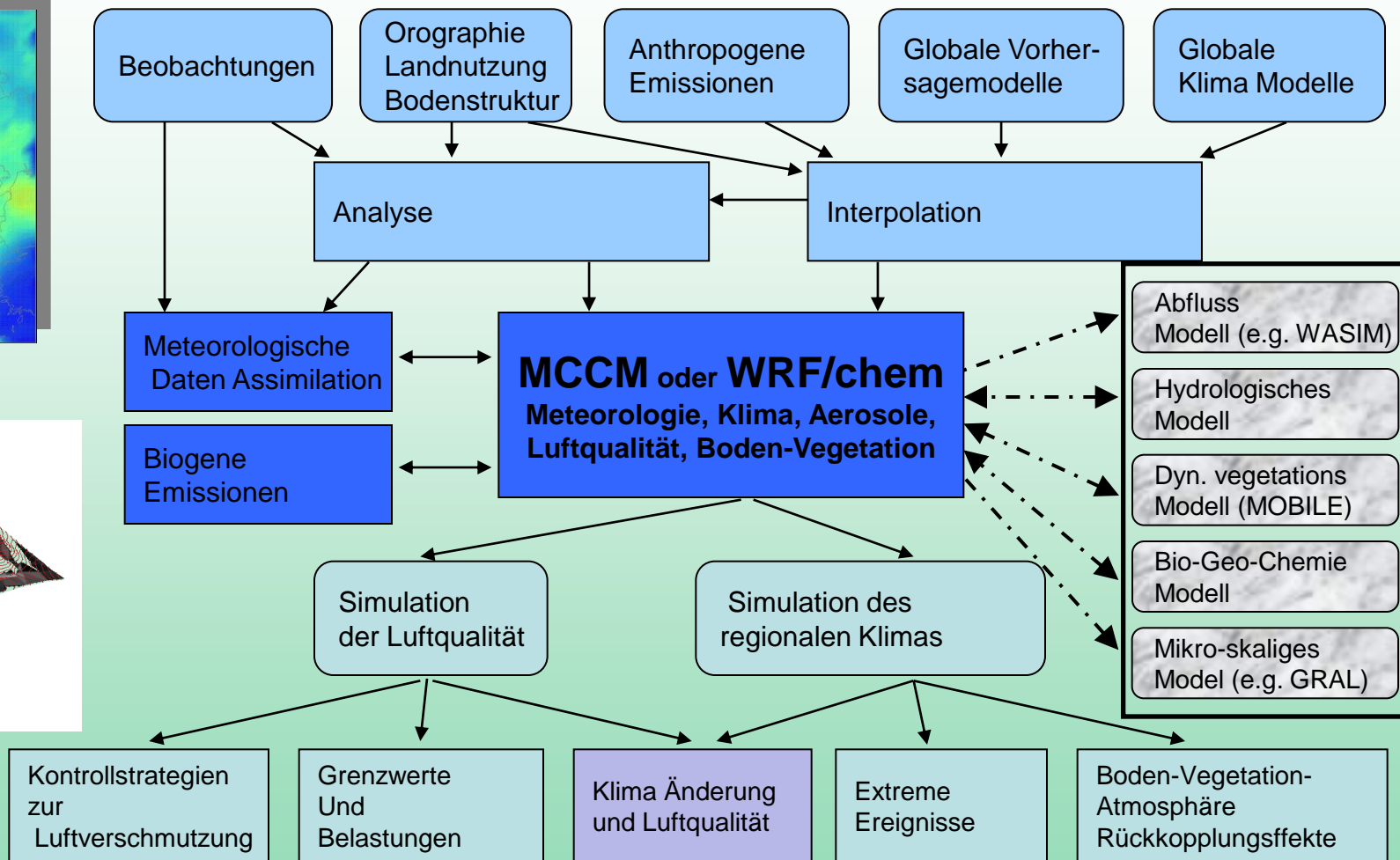
Modellsystem



regional



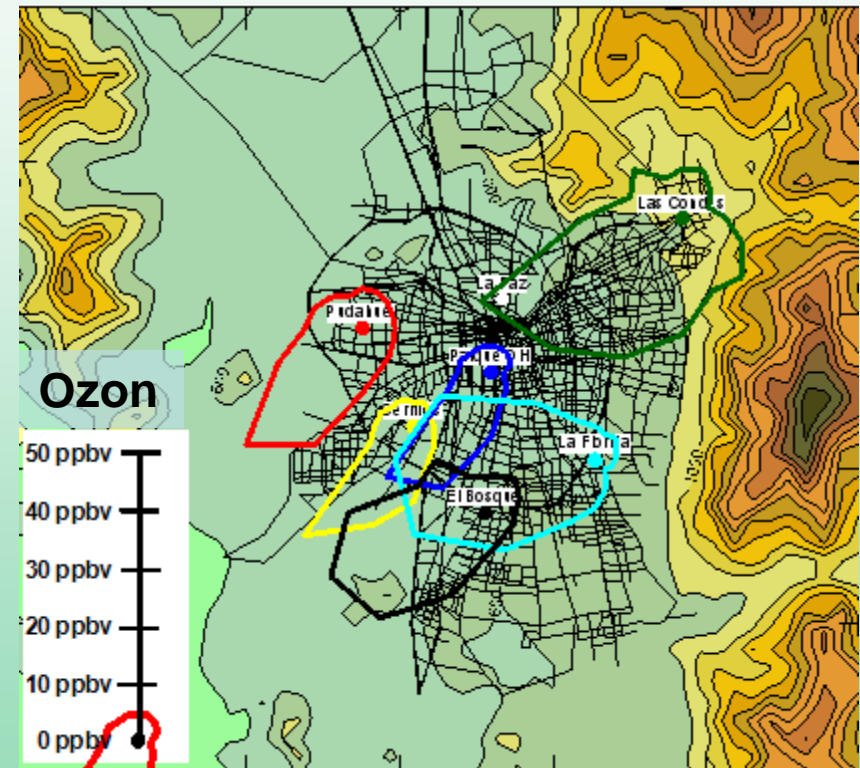
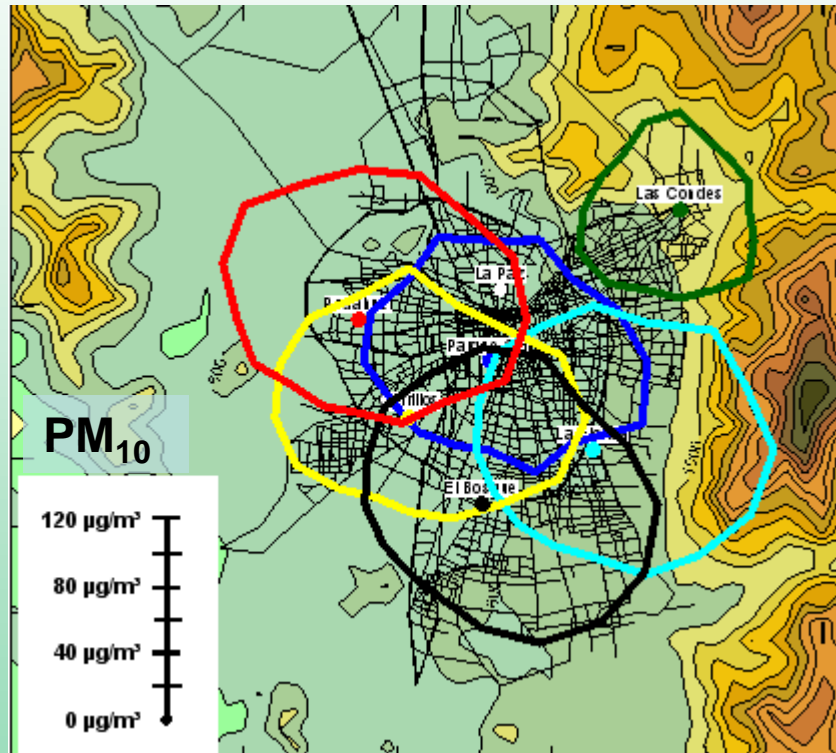
lokal



Luftqualität

Verteilung der Schadstoffkonzentrationen
in Abhängigkeit der Windrichtung für 2004

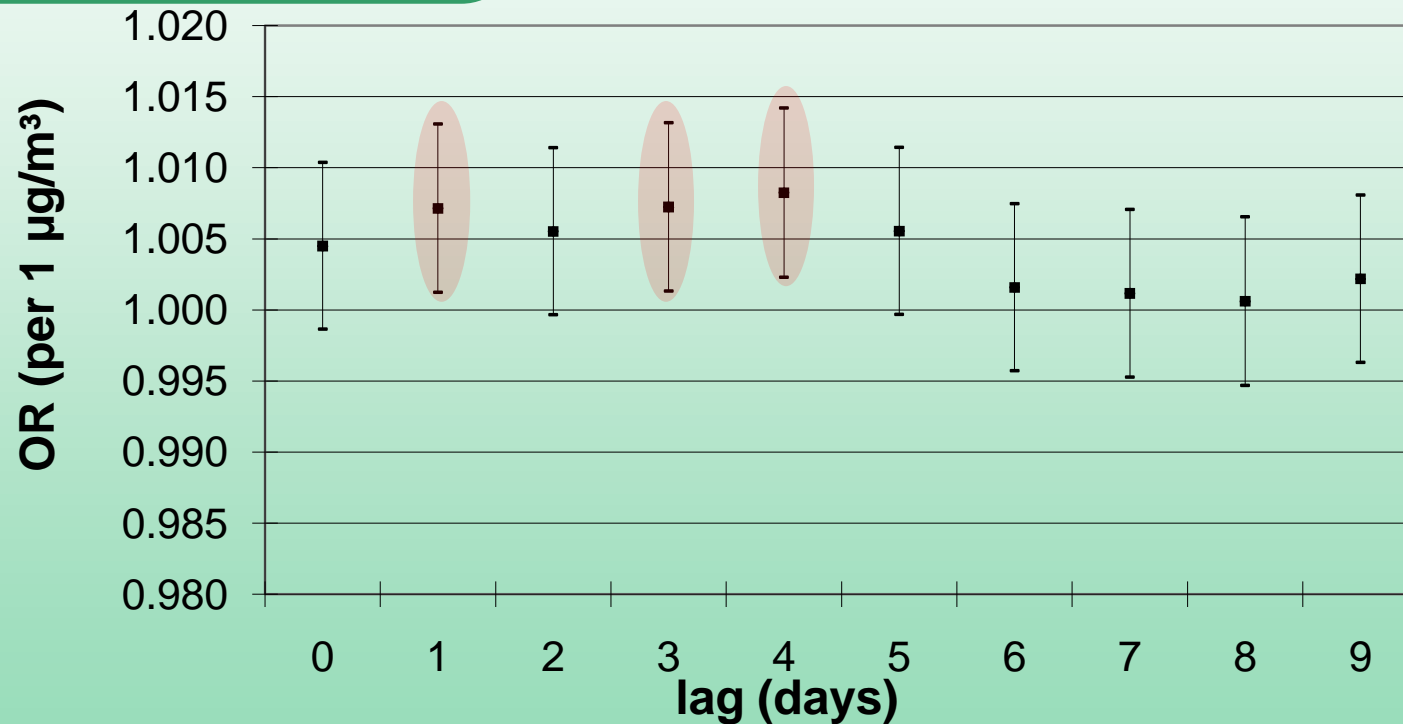
- Santiago de Chile -



Gesundheitsauswirkungen

Risikoanstieg von chronischer Erkrankung des unteren Atemtrakts bei einem Anstieg von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10}

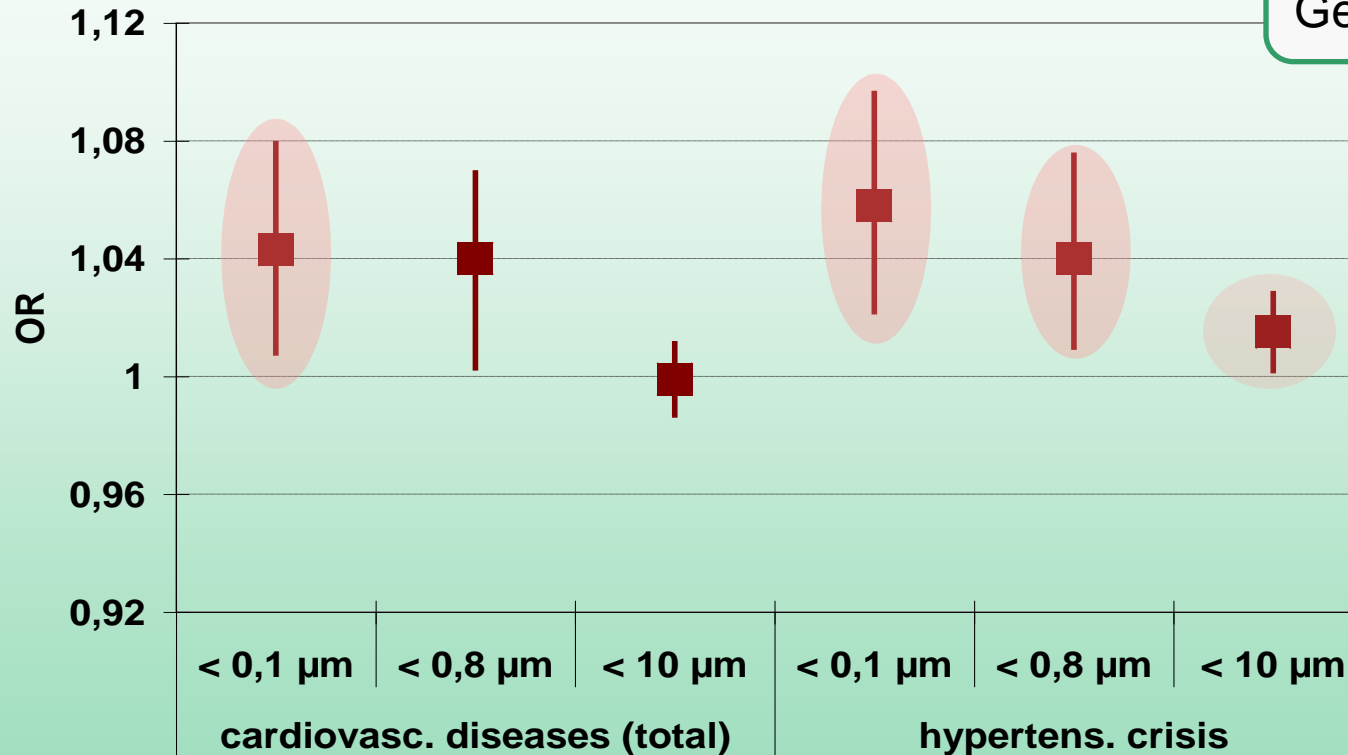
- Santiago de Chile -



Source:
U. Franck (UFZ)

Gesundheitsauswirkungen

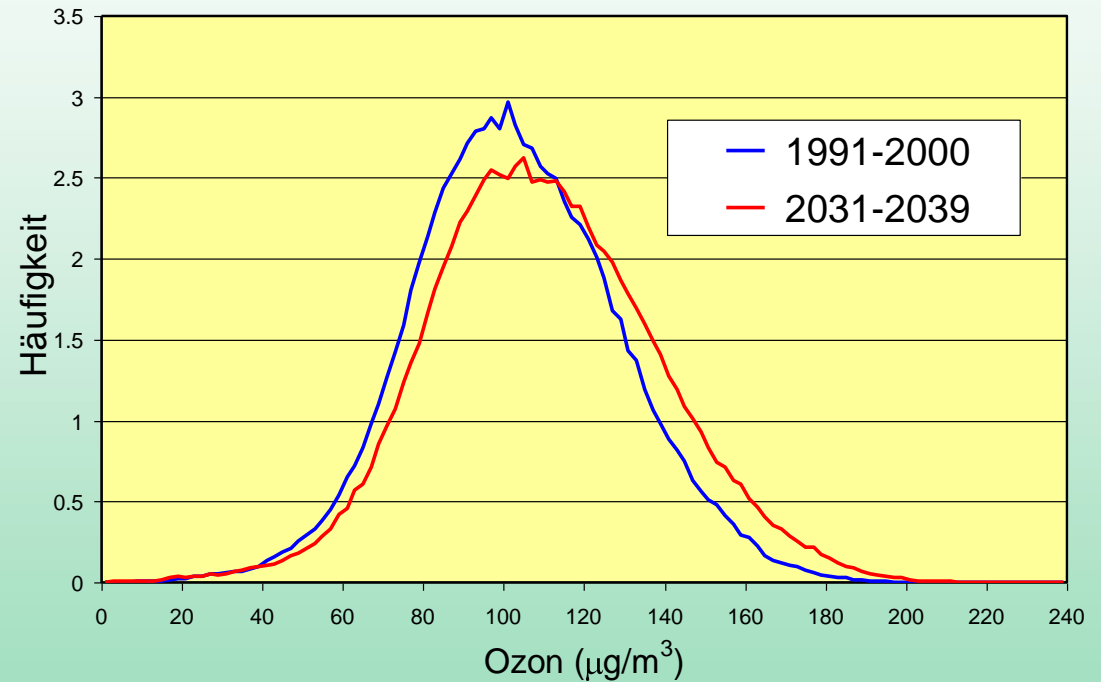
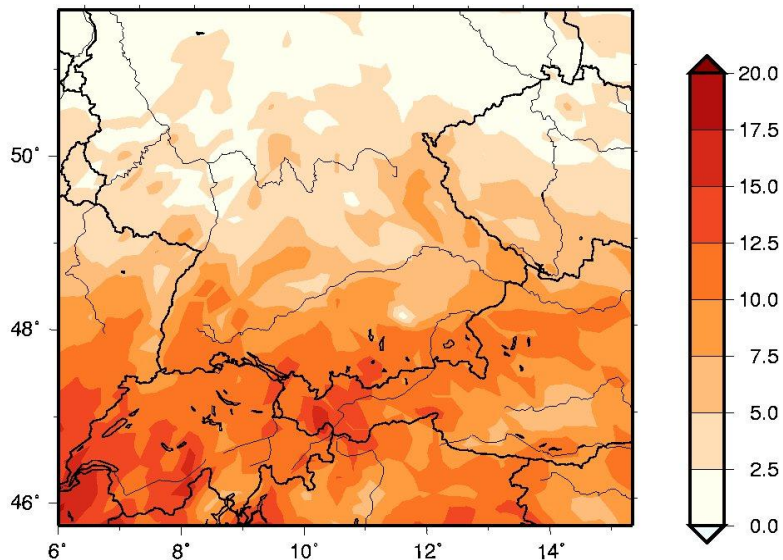
Partikelgröße und Gesundheitsauswirkungen



Odeh SF, PhD Thesis 2006
Franck U, Odeh SF, Wiedensohler A,
Wehner B, Herbarth O et al. 2009 subm.

Klima-Chemie-Simulationen

Days with Threshold Exceedance Jun-Aug
Difference 2031/2039 - 1991/2000 uv20



Zukünftige Grenzwertüberschreitungen

Setup: 60-20 km Gitter
2x10 Jahreszeitraum
Süddeutschland

Verteilung des täglichen O₃ Maximums

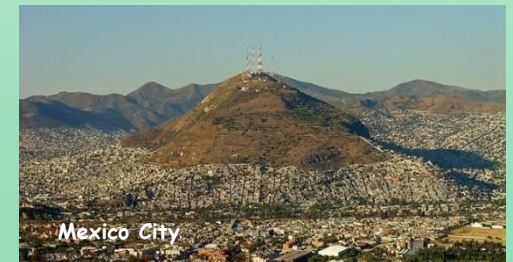
- Risikoabschätzung zur ursachenspezifischen Mortalität und Entstehung von Herzinfarkt unter veränderten Klimabedingungen
 - Dynamisches Downscaling von globalen Klimamodellergebnissen auf die regionale Skala
 - Berechnung von Zeitscheiben
 - Hohe Auflösung (ca. 10 km)
 - Übertragung der Informationen auf Städte mit hoher Einwohnerzahl
 - Abschätzung der Morbitäts- und Mortalitätsraten

Zusammenfassung

- Komplexen Zusammenhänge von Luftqualität/Klimaänderung/Gesundheit können nur in einem integrierten Ansatz untersucht werden
- Enge Verbindungen zu
 - **Regional- und Raumplanung**
 - **Energie & Technologie Entwicklung**
 - **Transportwissenschaften**
 - **Gesundheit / Epidemiologie**
 - **Sozialwissenschaften**
- Zentrale Probleme von urbanen Bereichen
- Untersuchungen zur Luftqualität / Klimaänderungen und deren Auswirkungen auf die Gesundheit sind die Grundvoraussetzung von Reduktions- und Anpassungsstrategien zur Reduzierung von z.B.
 - **Umweltrisiken (Luftverschmutzung, Verkehrsbelastung,)**
 - **Soziale Risiken (Sozialräumliche Differenzierung, Gesundheitsproblem, ...)**
 - **Finanzielle Risiken (Gesundheitssystem, Transport, Produktion, ...)**

Kooperationen

- **Memorandum of Understanding (MoU)** between IMK-IFU and the **Universidad Nacional Autonoma de Mexico (UNAM)** about a cooperation in the fields of research and education (e.g. *Air Quality, Climate Change*)
- Establishing of the **International Competence Center for Sustainable Urban Development (ISUD)** in Santiago de Chile (“*capacity building*”; “*multidisciplinary research on Megacities*”; “*applying knowledge*”) between FZK and **Universidad de Chile** in Santiago
- **Contract of Cooperation** between the **Institute of Atmospheric Physics (IAP)** of the **Chinese Academy of Sciences (CAS)** and IMK-IFU about “*Monitoring and Modelling of Air Quality at the Megacity, Beijing*”
- **Memorandum of Understanding (MoU)** between KIT and the **Qingdao Research Academy of Environmental Sciences (QRAES)** on research in the “*Field of atmospheric pollution in the greater region of Qingdao*”



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Arbeitsgruppe

„Regionale Kopplung von Ökosystem- Atmosphäre Prozessen“

Stefan Emeis, Renate Forkel, Rüdiger
Grote, Maria Hoffmann, Carsten Jahn,
Martin Nogalski, Klaus Schäfer, Johannes
Werhahn

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 Autonoma de Mexico (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)*