

# Megacities: Risiken aus Sicht der Luftqualität

**Peter Suppan, Renate Forkel, Wolfgang Junkermann**

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

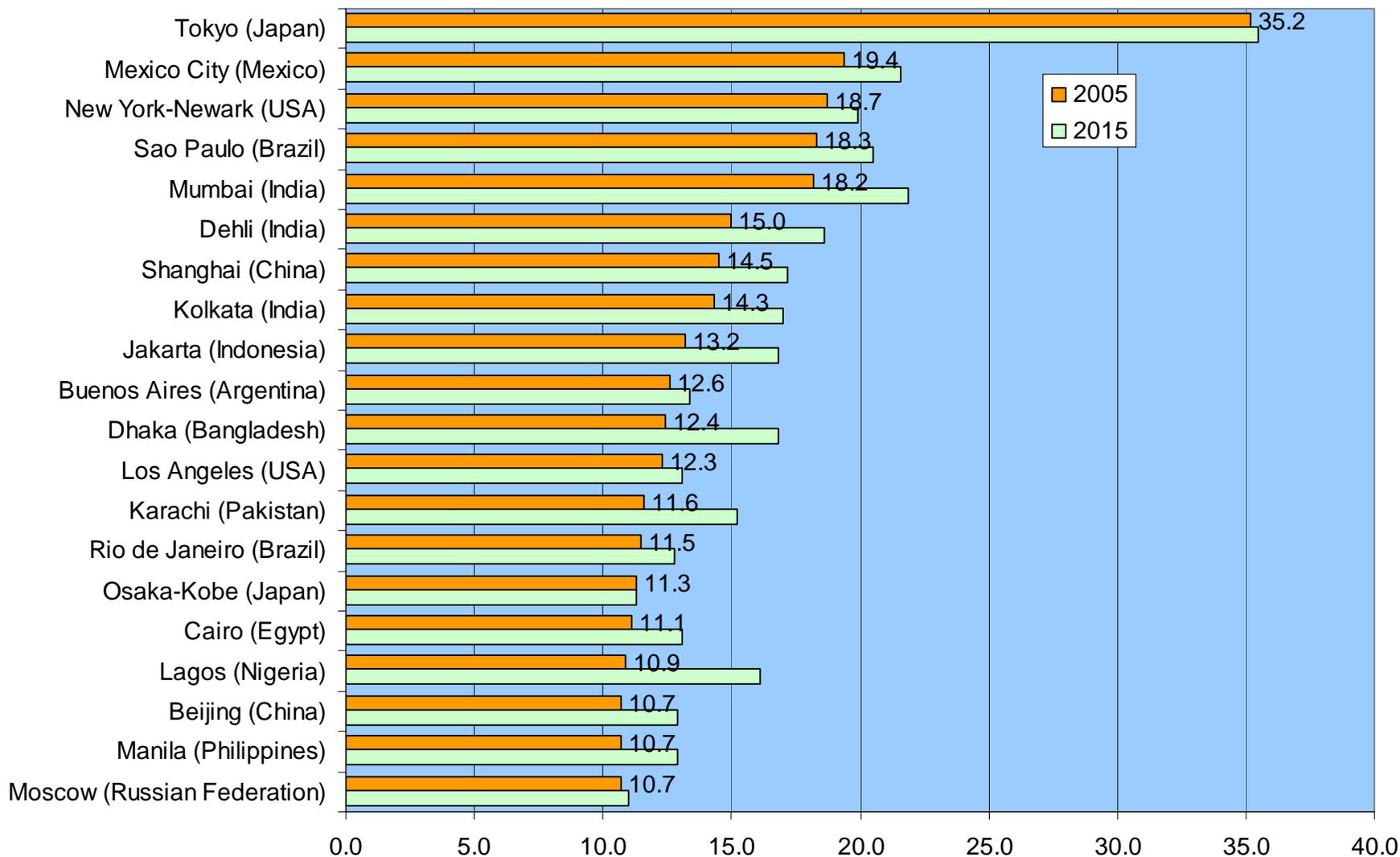
**Ulrich Franck**

Department Expositionsforschung und Epidemiologie  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)  
Leipzig

# Historie

- Deklaration der UNEP und der WHO zur Luftverschmutzung in Städten (1974)
- Report über eine effektivere Planung des Energiebedarf und des Transportwesens zur Reduzierung der Exposition und der gesundheitlichen Risiken (1992)
- 1975: 3 MC      2005: 20 MC      2015: 22 MC (4 > 20 Mill.)
- 2/3 der MC in Entwicklungsländern
- Seit 2007 leben mehr als 50 % (3.3 Mrd.) der Weltbevölkerung in urbanen Bereichen

# Bevölkerungszahlen



## Ursachen -> Chancen

- Arbeitgeber, Wohnraum, Bildungsmöglichkeiten, medizinische Versorgung, ...
- Wirtschaftszentren, Finanzzentren, Verkehrsknotenpunkte
- Wachstumsmotoren
  - São Paulo, Bangkok: ca. 10 % der Bevölkerung decken ca. 40 % des BSP (2003) ab



Shanghai



Mexico City

## Probleme -> Risiken

- Wohnraum
- Soziales Gefüge
- Landnutzung
- Energie
- Mobilität
- Umwelt
- Luftqualität
- Gesundheit





Luftverschmutzung stellt neben den  
Verkehrsproblemen die größte  
Herausforderung in Megacities dar  
(Umfrage bei mehr als 500 Megacity - „stakeholdern“)

**aber**

„The environment matters, but may be  
sacrificed for growth“

# Luftqualität und Megacities ?

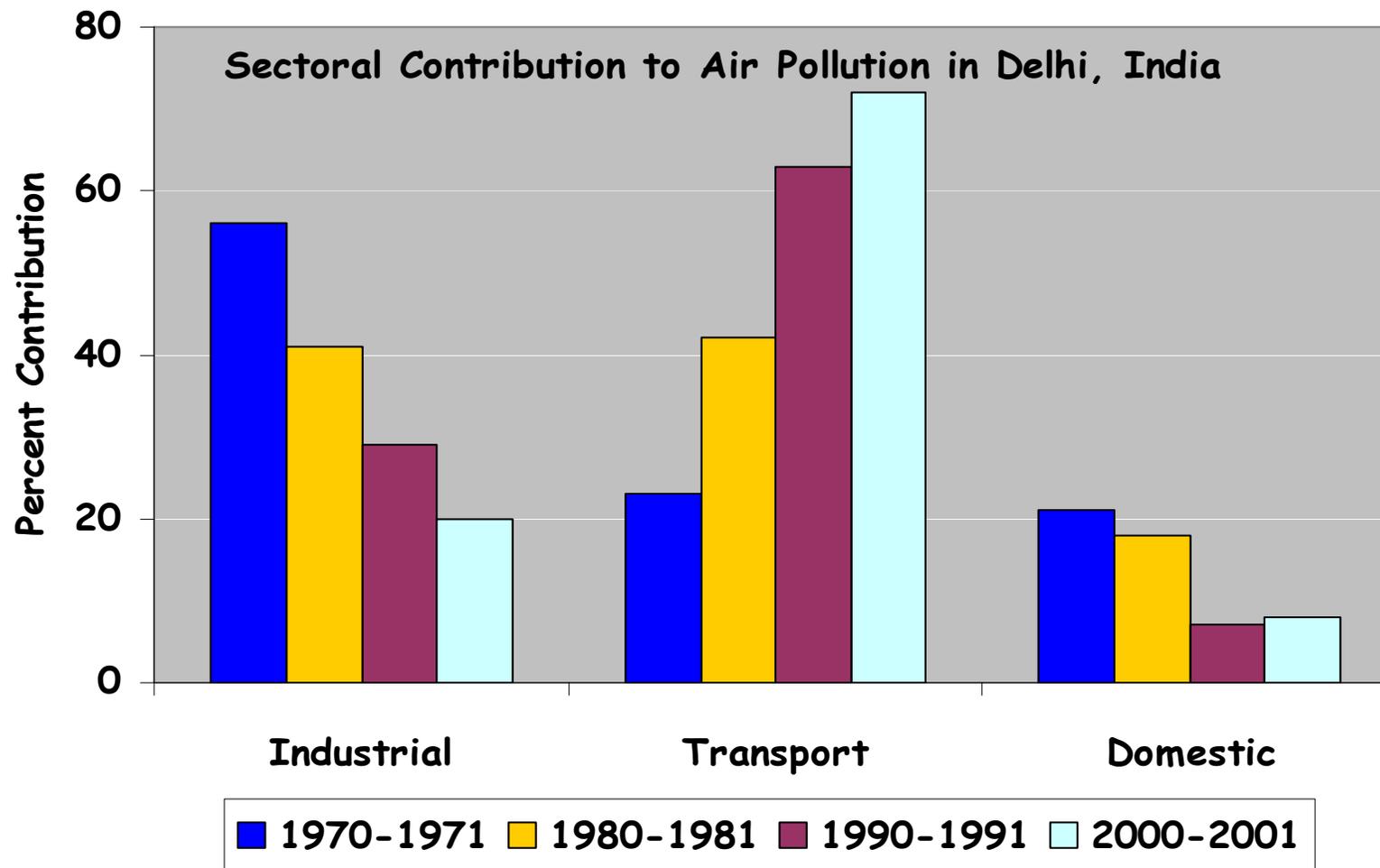
- **Beitrag zur Landnutzungsänderung**
  - ↪ Änderung der Zusammensetzung der Atmosphäre
- **Konzentration von Energiequellen und Verkehr**
  - ↪ Zunahme / Änderung der Emissionen
- **Beitrag zur Klimaänderung**
  - ↪ Rückkopplungseffekte (Aerosole, Strahlung)
- **Auswirkungen auf die Lebensqualität/Gesundheit**
  - ↪ Strategien und Minderungsmaßnahmen

# Emissionen großer Städte

		CO Emissionen pro Einwohner (kg/EW)	Einwohner (Mill.)
<b>Megacities</b>	Peking	253	10.0
	Shanghai	167	13.2
	Los Angeles	166	11.8
	Moskau	131	10.1
	Mexico City	101	18.1
<b>OECD Länder</b>	Portugal	110	10.0
	Belgien	101	10.3
	Ungarn	73	10.0
	Tschechische R.	63	10.3
	Niederlande	43	15.9

Source: Gurjar-Lelieveld, New Directions - Mega Cities and Global Change, AE 39 (2005)

# Sektorale Emissionen

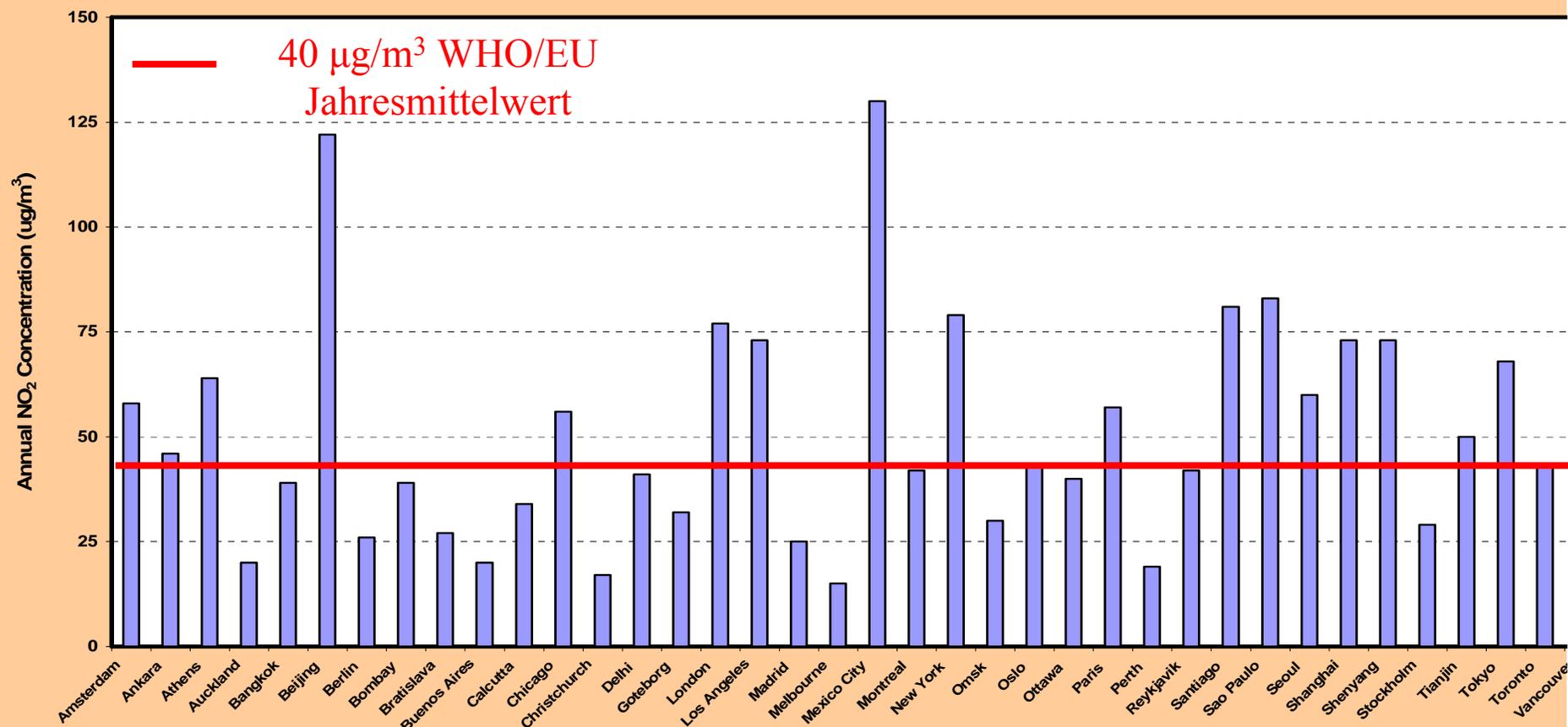


Source: University of Hertfordshire, Atmospheric Science Research Group (ASRG)

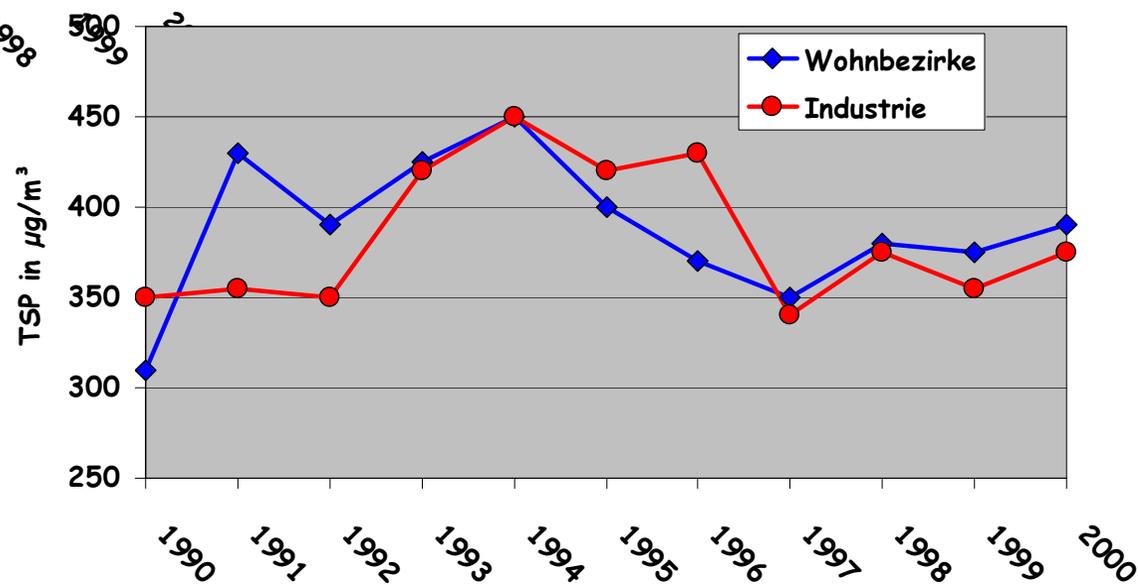
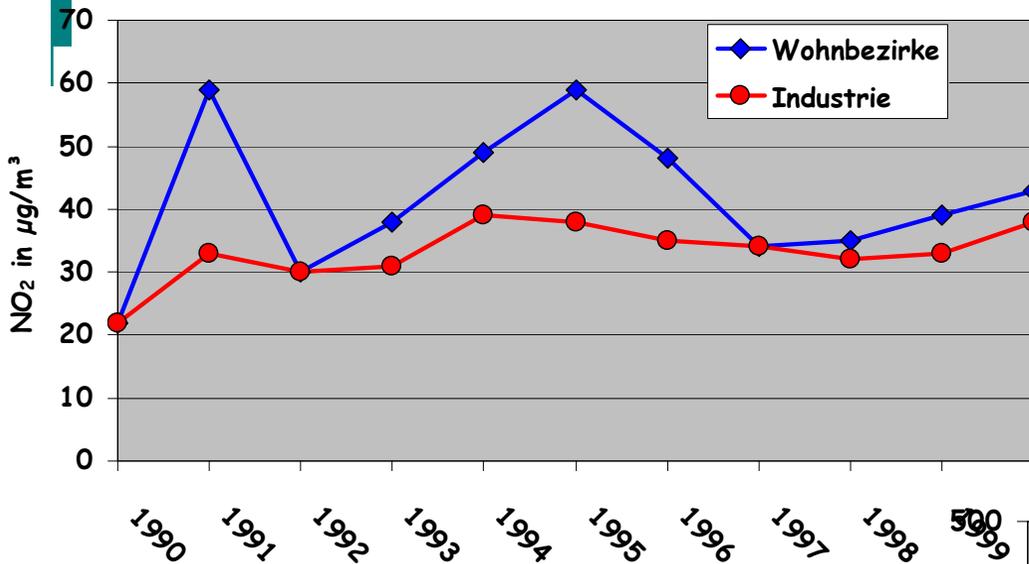
# NO<sub>2</sub> Konzentrationen

Latest Annual NO<sub>2</sub> Concentrations of Selected Cities of the World (1990-1999)

Source: World Resources 1998-1999



# Trends in der Luftqualität



Source: Gurjar et al., 2004, Emission estimates and trends (1990-2000) for megacity Dehli and implications, AE, 38.

## Initiative zu "Risk Habitat Megacity"

- **Partnern aus den Helmholtzzentren**
  - German Aerospace Centre (DLR)
  - Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)
  - Helmholtz Centre for Infection Research (HZI)
  - GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)
  - Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ)
- **Partnern in Südamerika**
  - United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC/CEPAL)
  - Universidad de Chile
  - Pontificia Universidad Católica de Chile
  - Pontificia Universidad Católica de Valparaiso
- **Zielgebiet „Ankerstadt“: Santiago de Chile**
- **Laufzeit: Juli 2007 – Juni 2013**

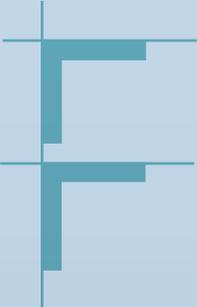
Forschungs-  
projekt

# Risk Habitat Megacity

## Die "Megacity" als Risikolebensraum

MC-Risiko

- **Natürliche Gefahren**  
*Erdbeben, Vulkanismus, Tsunami*
- **Natürliche durch den Menschen hervorgerufenen Gefahren**  
*Zusammenspiel von natürlichen und menschlichen Faktoren (z.B. Wohngebiete in potentiellen Überflutungsgebieten, Hangrutschungen durch Erosionen)*
- **„man-made“ Risiken**  
*Bedrohung des menschlichen Lebens und der Gesundheit durch Luftverschmutzung, Abfall und Abwasser, fehlende Wohnungssicherheit, soziale Ausgrenzung und Kriminalität*

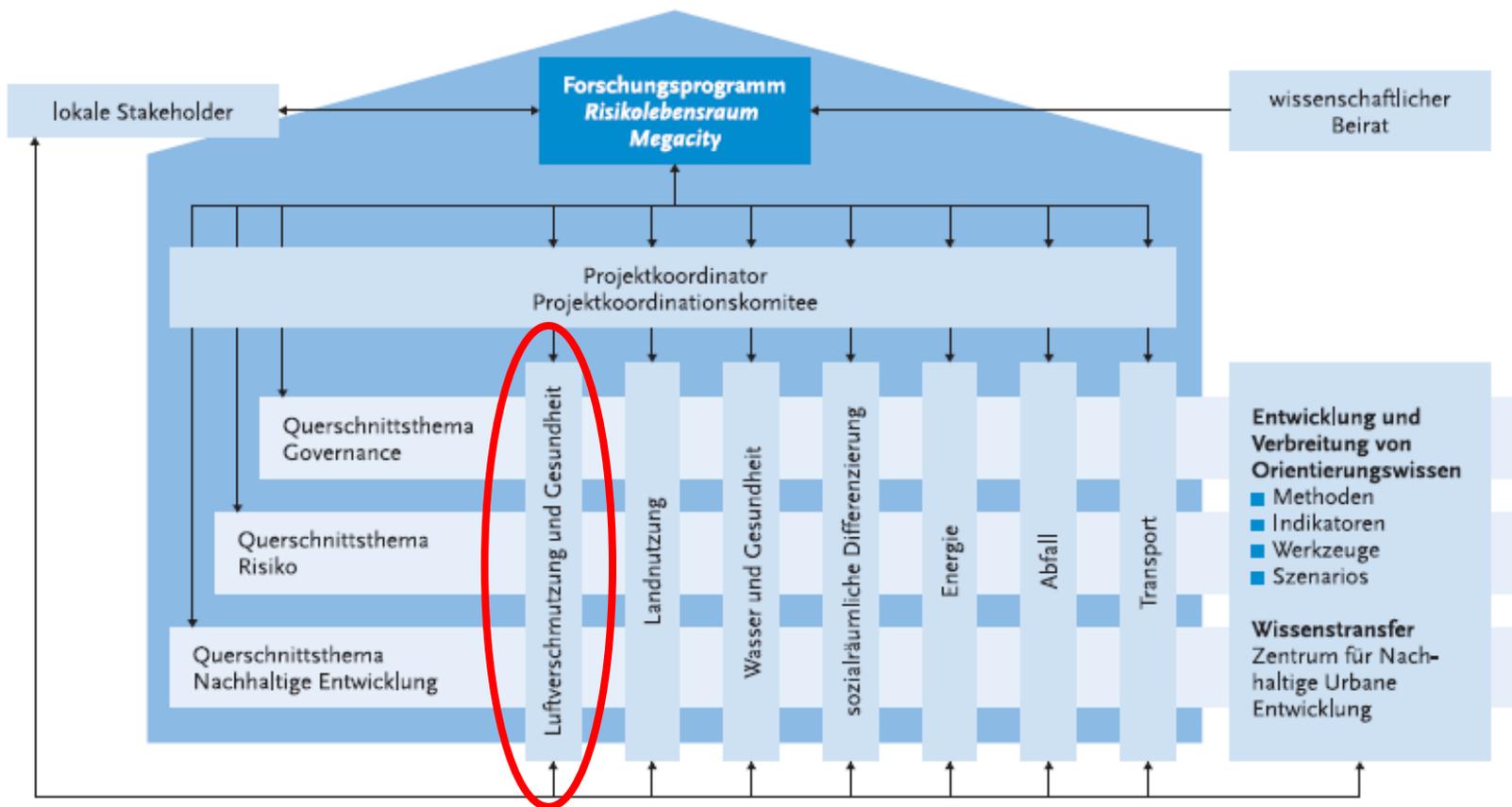


Ziele

## Ziele der Initiative

- Nachhaltige und zukunftsweisende Entwicklung
- Charakterisierung der Risiken, der antreibenden Faktoren und deren Konsequenzen
- Entwicklung von Strategien und Instrumenten für das Risikomanagement einer Megacity
- Integration von Wissenschaft und Praxis
- Umsetzung von Lösungen

Integration



# Risk Habitat Megacity

# Luftqualität und Gesundheit

Hintergrund

Fragen

Methode

Bereiche mit hohem vs niedrigem Expositionsniveau		Asthma & Allergien	Bronchitis
Emissionen durch Hausbrand	Leipzig	10 %	50 %
Verkehrsemissionen	Leipzig	70 %	0 %
	Mendoza	120 %	30 %

# Luftqualität und Gesundheit

Hintergrund

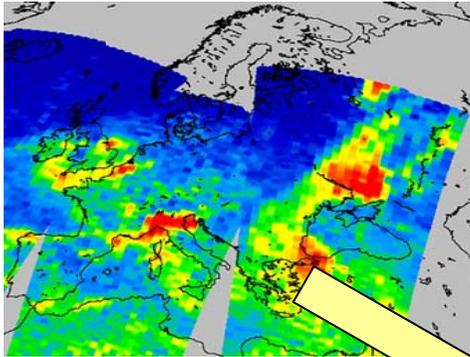
Fragen

Methode

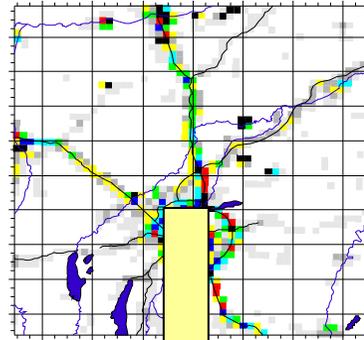
- Verstehen wir die komplexen Zusammenhänge zwischen Emissionen, Luftqualität und deren Auswirkungen auf die Gesundheit?
- Wie können „brauchbare“ Emissionskataster für eine verlässliche Bewertung der Luftqualität entwickelt werden?
- In welchem Umfang werden die Verkehrsemissionen durch die Verkehrsflotten und den Verkehrsfluss gesteuert?
- Wie können verschiedene Informationsplattformen genutzt und verknüpft werden um eine umfassende Bewertung der Luftqualität zu gewährleisten?
- Welche Beziehungen bestehen zwischen spezifischen Komponenten wie  $PM_{10}$  oder  $NO_2$  und dem Auftreten von Erkrankungen?
- Wie korrelieren verkehrs- und wohngebietsbezogene Personendaten mit der Luftqualität und der Gesundheit?

# Plattformen und Integration

Satellitendaten



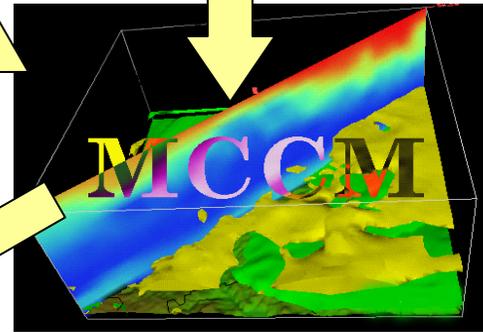
Emissionsdaten



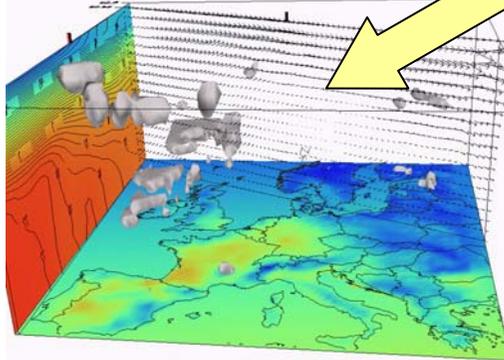
Messdaten



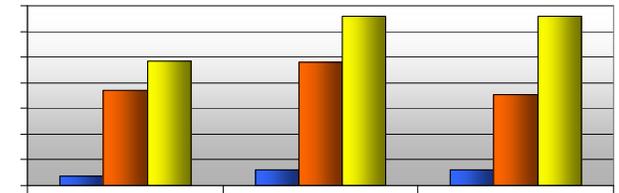
Hintergrund  
Fragen  
Methode



Mesoscaliges Klima-  
Chemie Modell



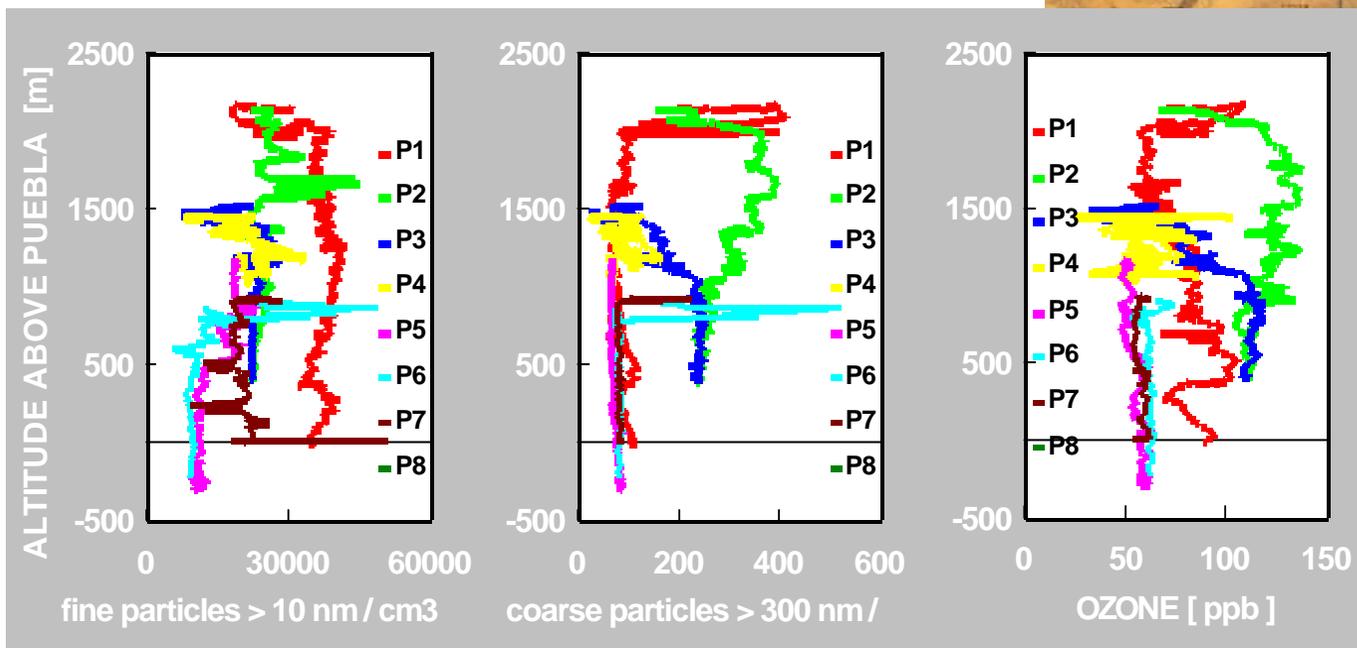
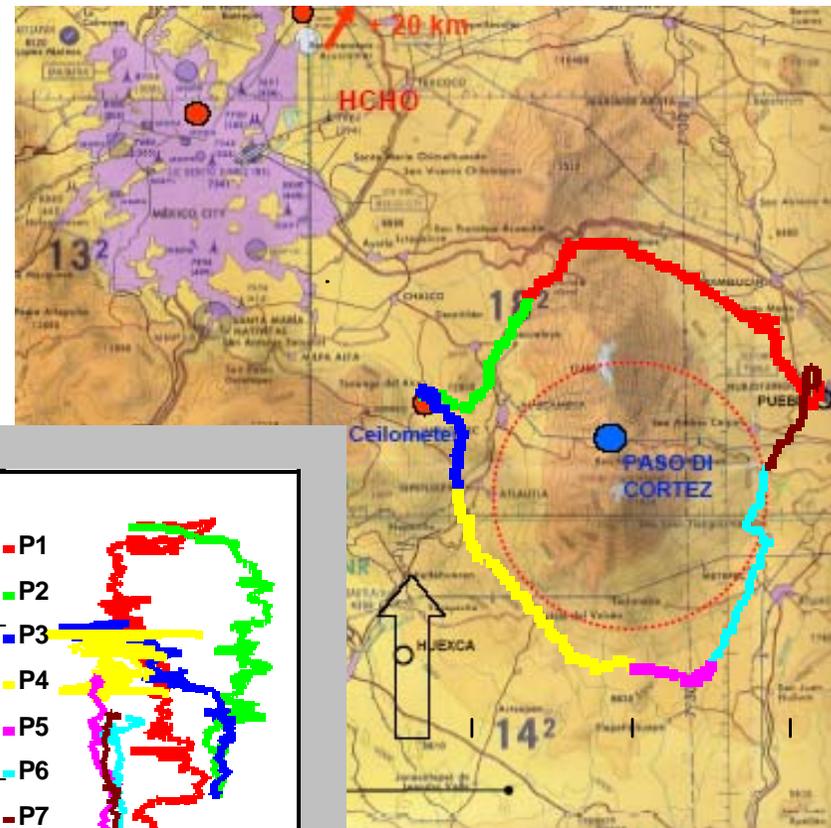
Luftqualität



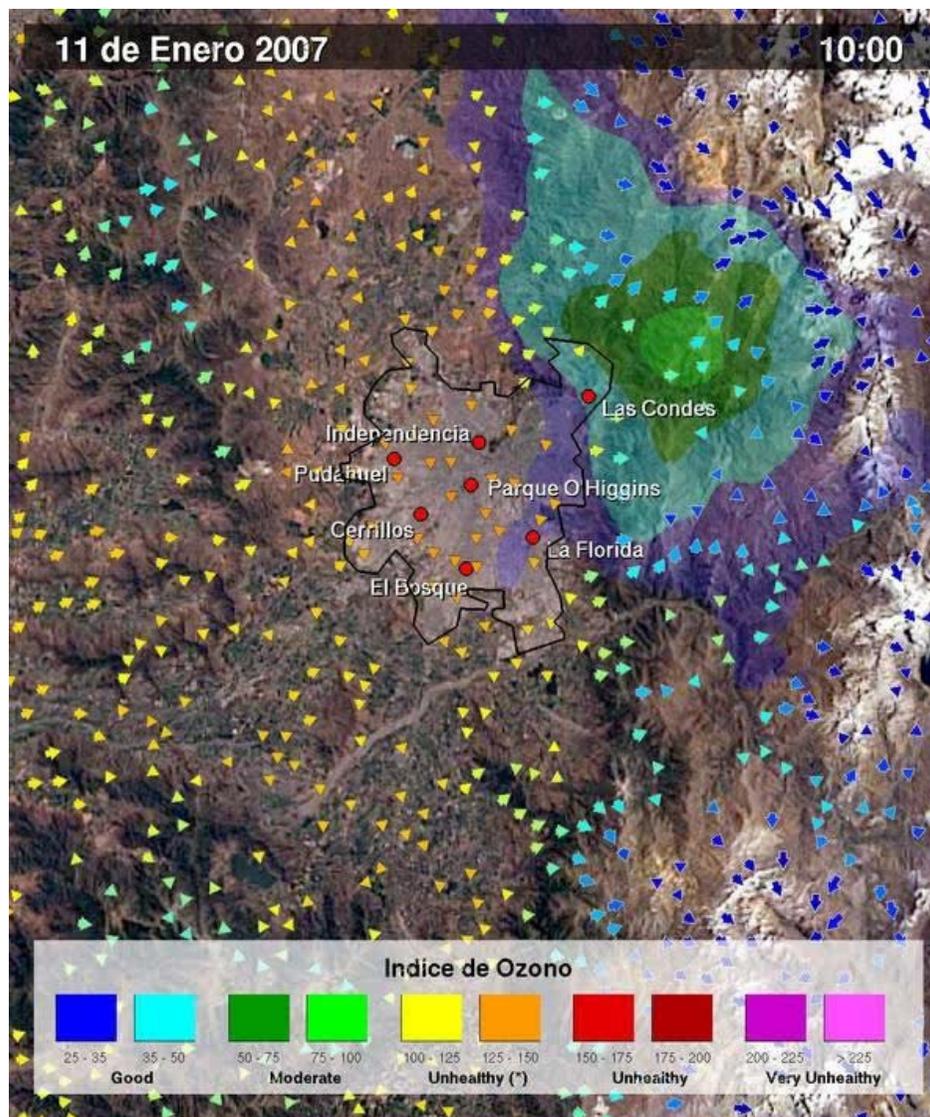
Base1998      Base2010      Scen IV

Maßnahmen

# Luftqualitätsmessungen

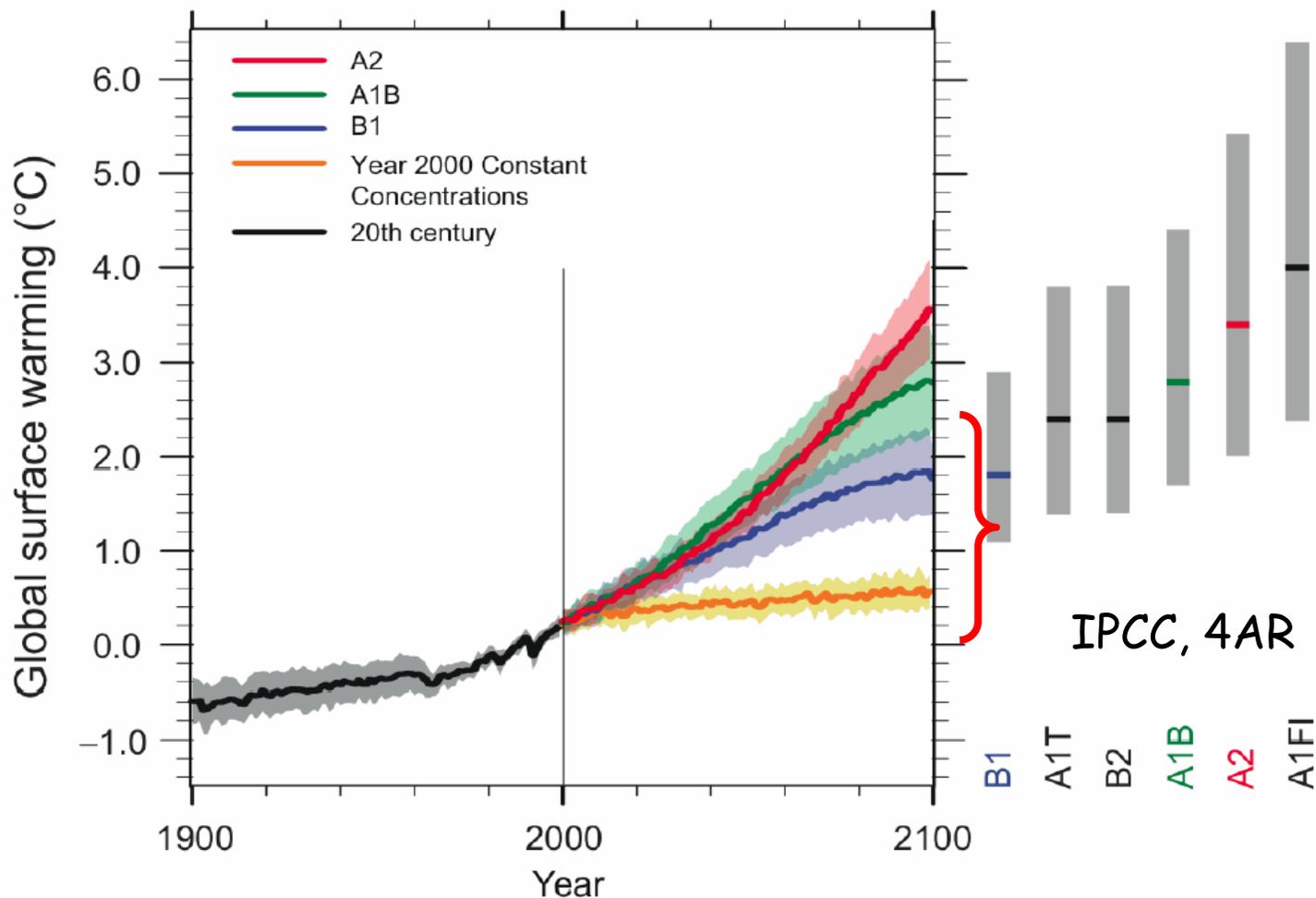


Zeitliche Verteilung der Ozonkonzentrationen im Großraum Santiago de Chile und Bewertung der Belastung für einen Zeitraum von 3 Tagen



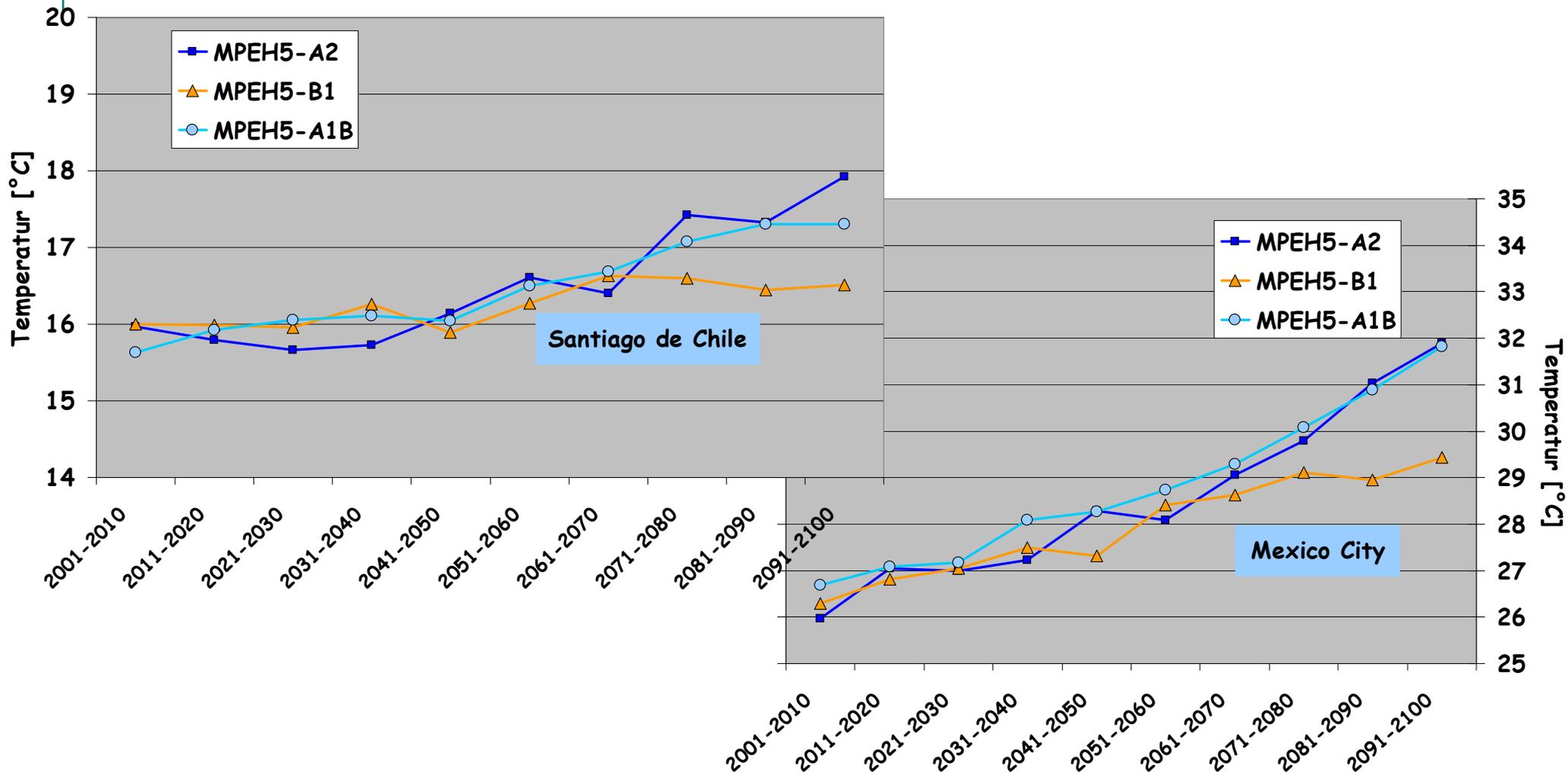
Quelle: R. Schmitz, UCH

# Globaler Klimawandel: was uns erwartet

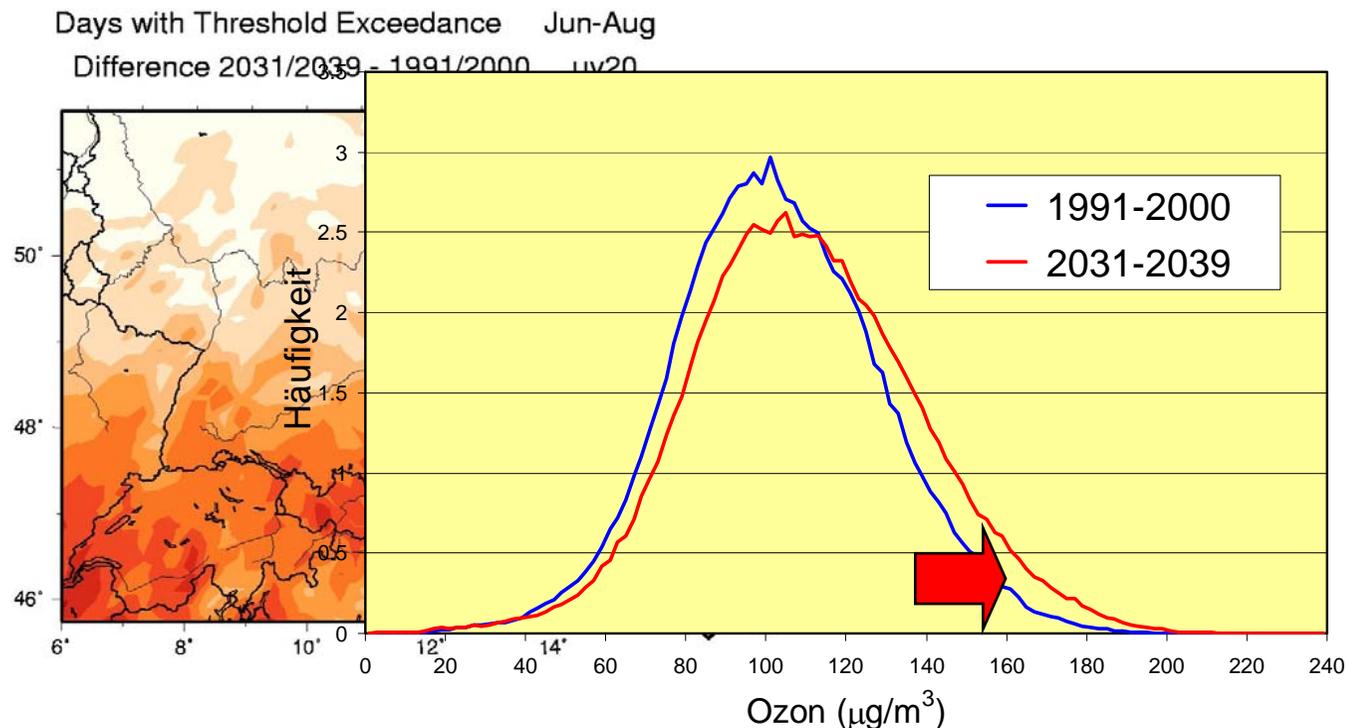


**Selbst optimistische Szenarien: 2.5°C ↑**

# Temperaturänderung „Regional“



# Klima-Chemie Simulationen



## Zukünftige Grenzwertüberschreitungen des täglichen $\text{O}_3$ Maximums

Setup: 60-20 km Gitter  
2x10 Jahreszeitraum  
Süddeutschland

# Zusammenfassung (I)

- Luftqualität spielt durch die Verknüpfung verschiedener Arbeitsgebiete eine signifikante Rolle für die nachhaltige Entwicklung einer Megacity
- Durch die Verknüpfung zwischen Energie-/-verbrauch, Transport, Luftqualität und Gesundheit werden zentrale Probleme einer Megacity bearbeitet
- Die Bewertung der Luftqualität und deren Auswirkungen auf die Gesundheit sind Grundvoraussetzungen für Minderungs- und Anpassungsstrategien sowie für die Reduzierung von:
  - Umweltrisiken (z.B. Luftverschmutzung, Verkehrsinfarkte, Abfall)
  - Soziale Risiken (z.B. sozialräumliche Trennung, Gesundheitsprobleme)
  - Finanzielle Risiken (z.B. Gesundheits-, Transportsysteme, Produktion)

# Zusammenfassung (II)

## Gesellschaftspolitisch

- Wissenschaftlich fundierte Entscheidungsunterstützung ermöglichen
- Vermeidungs- und Anpassungsstrategien an Klimawandel ableiten

## Wissenschaftlich

- Entwicklung & Anwendung prognosefähiger prozessorientierter Modelle
- Auswirkung globale Klimaänderung auf regionales Klima, u.a.
  - a. Luftqualität in Ballungsräumen
  - b. klimarelevante biogene Emissionen
- Berücksichtigung der dynamische Wechselwirkung:  
Klima  $\Leftrightarrow$  Wasserhaushalt  $\Leftrightarrow$  Vegetation  $\Leftrightarrow$  Biogeochemie  $\Leftrightarrow$  Luftchemie
- Integrierter Ansatz: Prozessstudien, Langzeitmessung & Simulation

# Ausblick

- Santiago de Chile, u.a.
  - ↪ Untersuchungen der Verkehrsemissionen und deren Auswirkungen auf die Luftqualität und die Gesundheitsbelastung
  - ↪ Minderungs- und Anpassungsstrategien
  
- Mexico City, u.a.
  - ↪ Auswirkungen der Klimaänderung auf die Luftqualität
  - ↪ Auswirkungen der Landnutzungsänderungen
  
- Peking, u.a.
  - ↪ Klimaänderung und Luftqualität
  - ↪ Stadt- /Umland-Beziehungen
  
- München/Augsburg
  - ↪ Prozessstudien

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

## Externe Kooperationspartner

Yuesi Wang, Hong Liao, Xin Jinyuan  
Jose Agustín García, Gerardo Ruiz  
Rainer Schmitz, Ricardo Muñoz  
Michael Hagen  
Frank Baier  
Ulrich Franck, Olf Herbarth

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