

Institut für Meteorologie und Klimaforschung Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU) KIT, "Campus Alpin"



IMK-IFU Atmosphärische Umweltforschung
Garmisch-Partenkirchen

 **Forschungszentrum Karlsruhe**
In der Helmholtz-Gemeinschaft

 **Universität Karlsruhe (TH)**
Research University - founded 1825

Klimawandel – Klimaforschung am KIT

Hans Peter (HaPe) Schmid

Institut für Meteorologie & Klimaforschung
KIT / Forschungszentrum Karlsruhe
Garmisch-Partenkirchen

*KIT Jahrestag, 19. März, 2009:
Haus der Wissenschaft, Karlsruhe*

„Pro Pace et Fraternitate Gentium“

2007

UNFCCC

Copyrighted Material



CLIMATE CHANGE 2007
THE PHYSICAL SCIENCE BASIS

Klimawandel & Meeresspiegel Erhöhung:

- grosser Migrationsdruck
- knappe Ressourcen (Energie/Nahrung)
- grosses Konfliktpotential

Klimaschutz = Friedenspolitik



Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change



Copyrighted Material



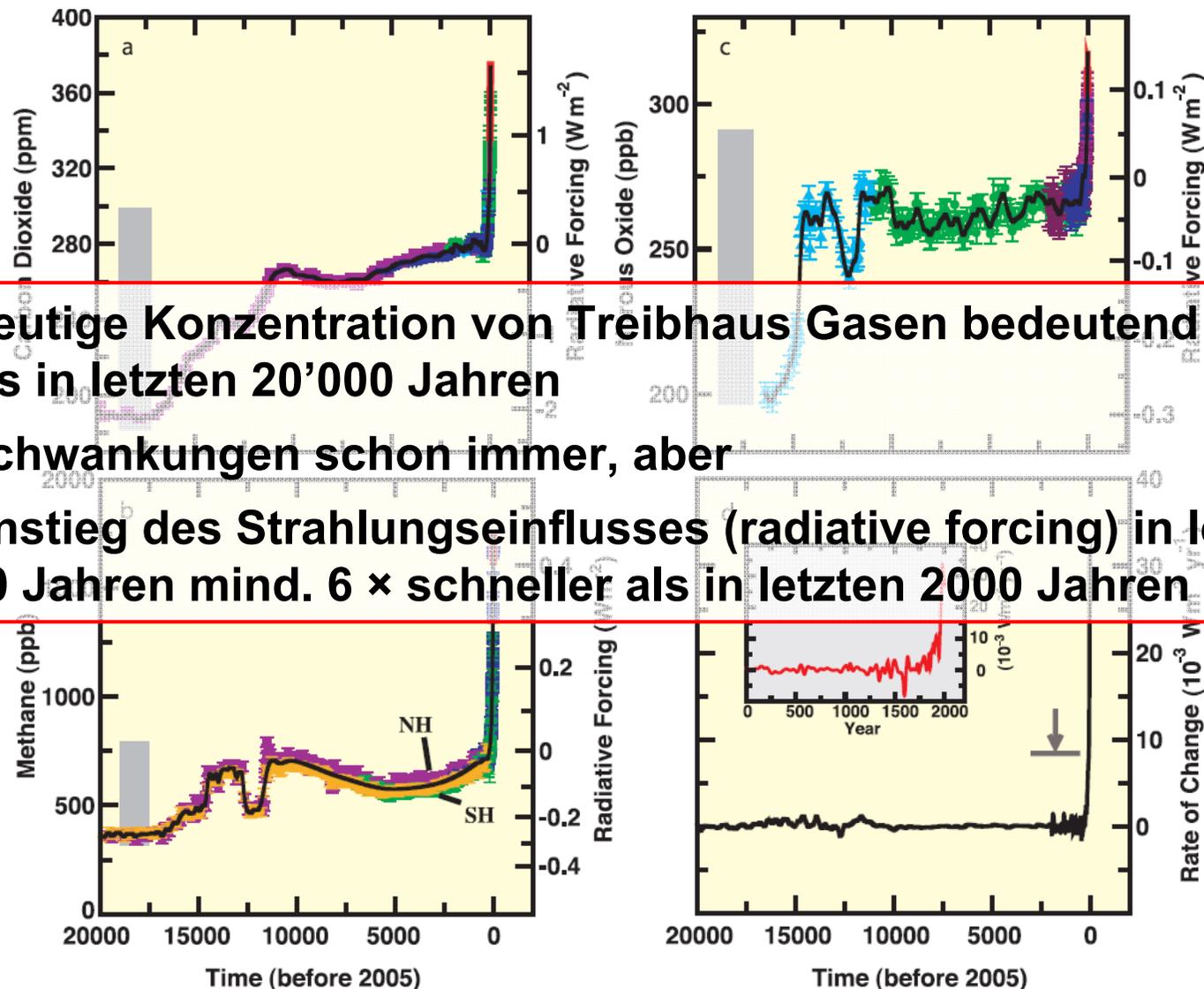
Copyright © 2006 by PARAMOUNT CLASSICS, a Division of PARAMOUNT PICTURES. All Rights Reserved.

PARTICIPANT PRODUCTIONS



Klimawandel: Die Treibhaus Forcings

- Heutige Konzentration von Treibhaus Gasen bedeutend höher als in letzten 20'000 Jahren
- Schwankungen schon immer, aber
- Anstieg des Strahlungseinflusses (radiative forcing) in letzten 40 Jahren mind. 6 × schneller als in letzten 2000 Jahren

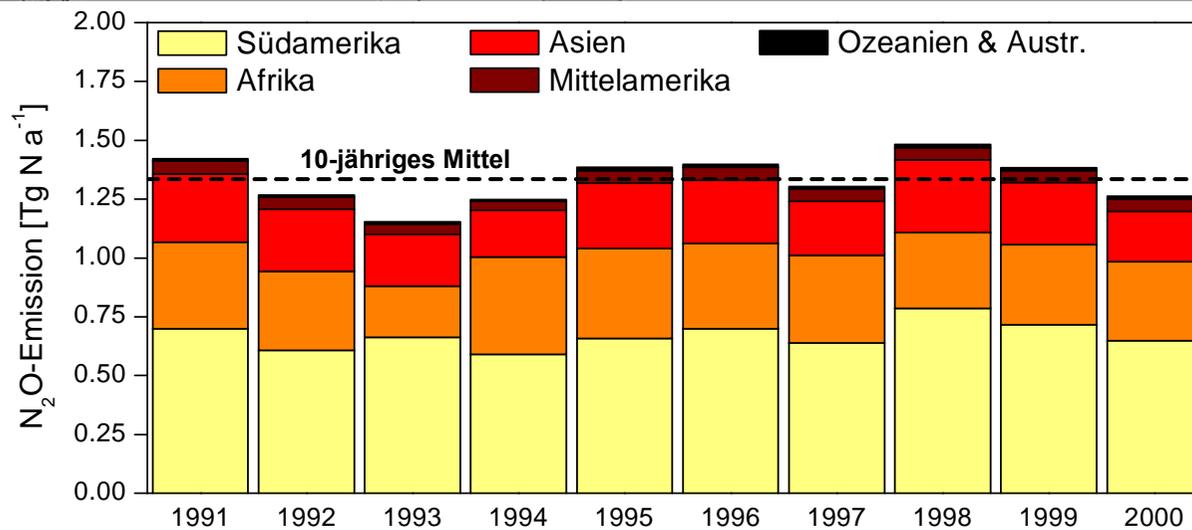
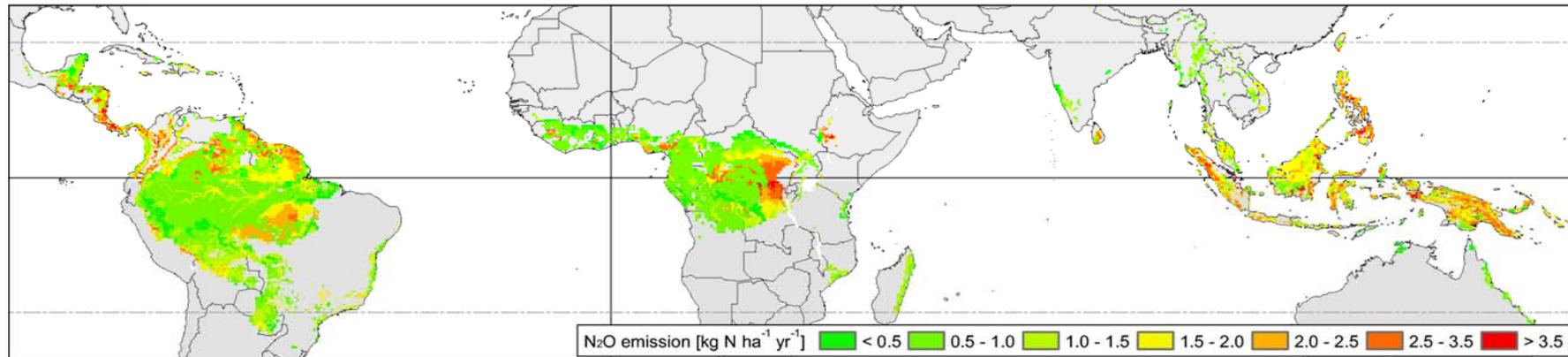


IPCC 2007 (AR4)

Klimawandel: Die Treibhaus Forcings

Für Klimamodellierung: Emissionen müssen verstanden werden

N₂O-source strength of tropical rain forest (1991-2000)



(Werner et al. 2007)

Klimawandel: Die Treibhaus Forcings

Example: Forest-Atmosphere Exchange of N_2O (NitroEurope)

Höglwald Site, Upper Bavaria, 1994 – (continuing)

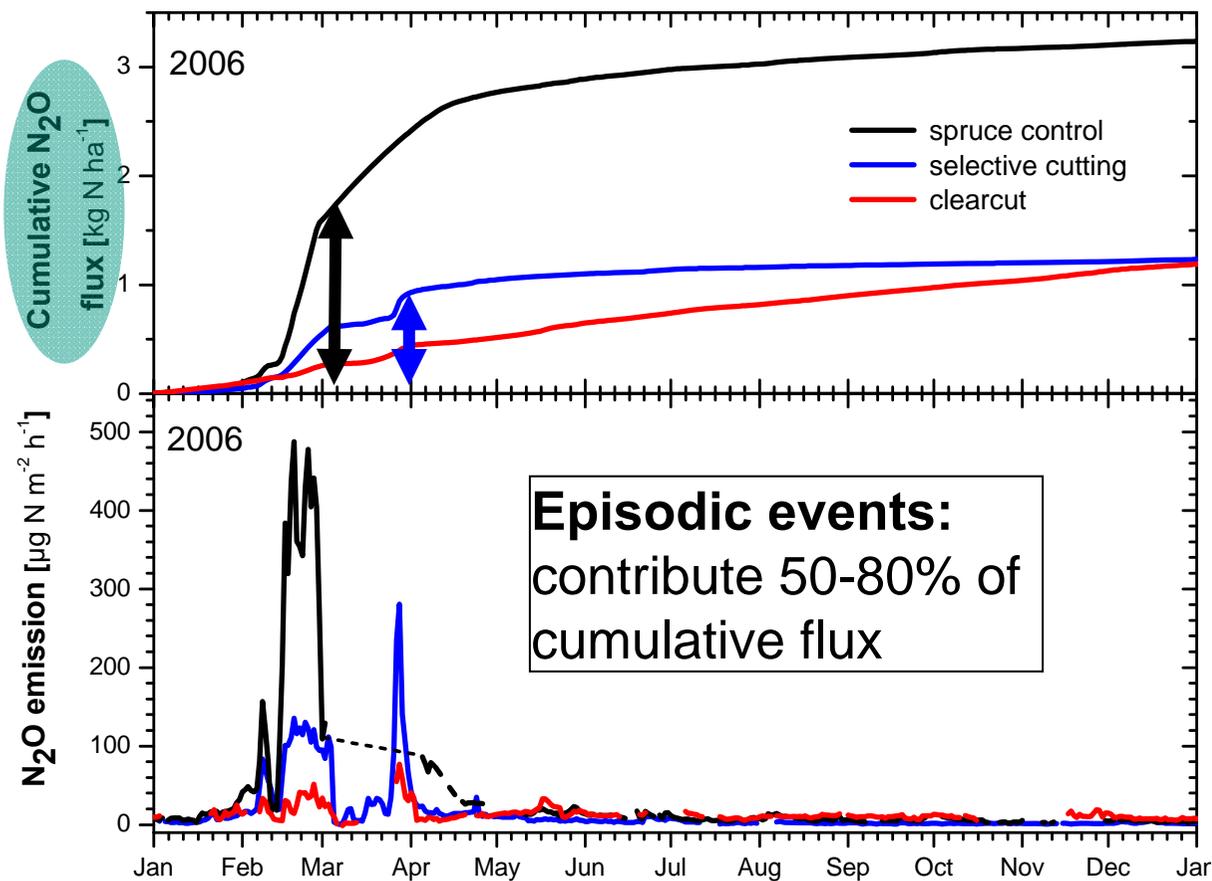


weltweit längste
kontinuierliche N_2O -
Fluss Zeitreihe



Klimawandel: Die Treibhaus Forcings

N₂O Emissions at Höglwald Forest Long-Term Site *2006 short-term thaw events*



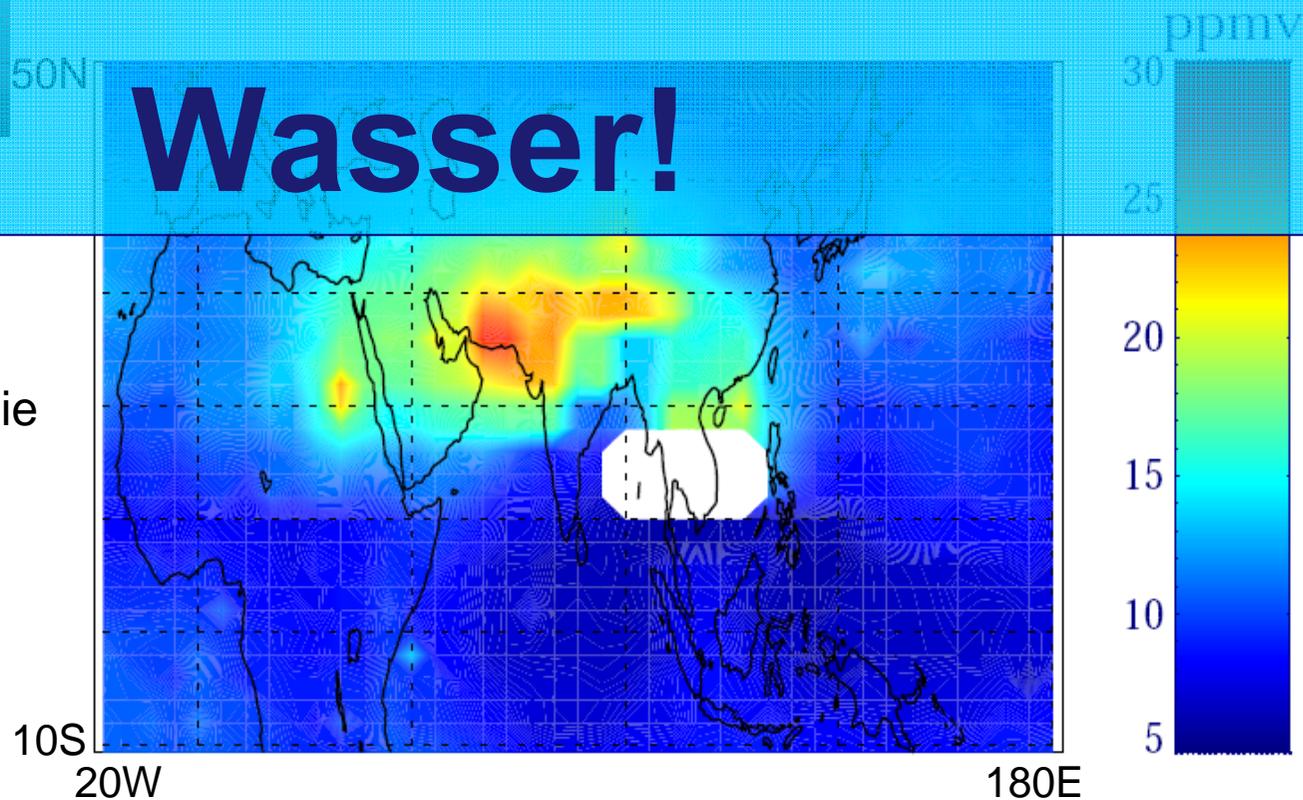
Impact of episodic events detected only due to **continuous, long-term** observation

leads to **detailed process studies, lab experiments and model development**

Stärkster atmosphärischer Klimafaktor:

Wasser!

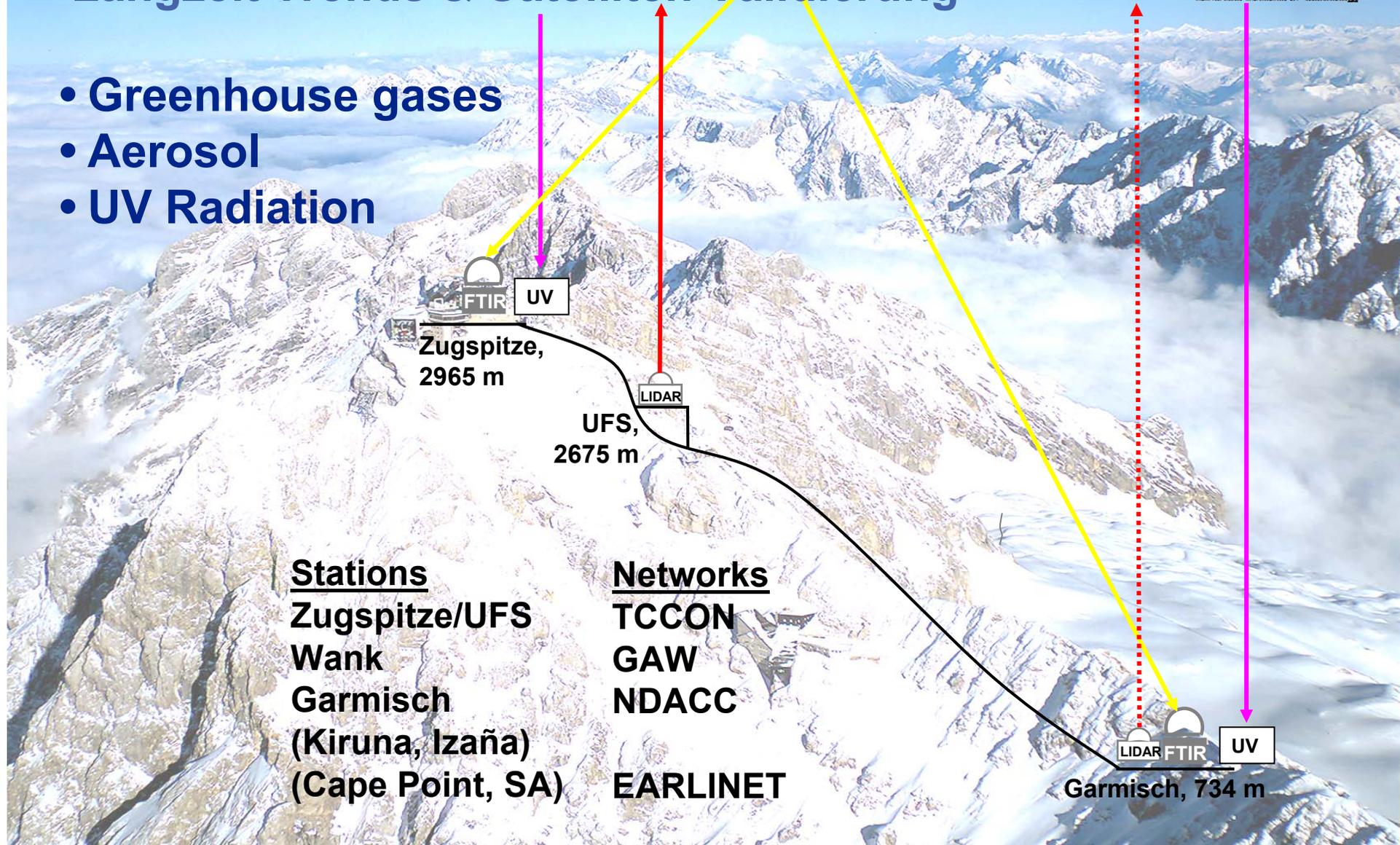
MIPAS auf Envisat



MIPAS misst weltweit die vertikale Verteilung von Wasserdampf mit über 1000 Profilen täglich.

Atmosphärische Sondierung: Langzeit Trends & Satelliten Validierung

- Greenhouse gases
- Aerosol
- UV Radiation



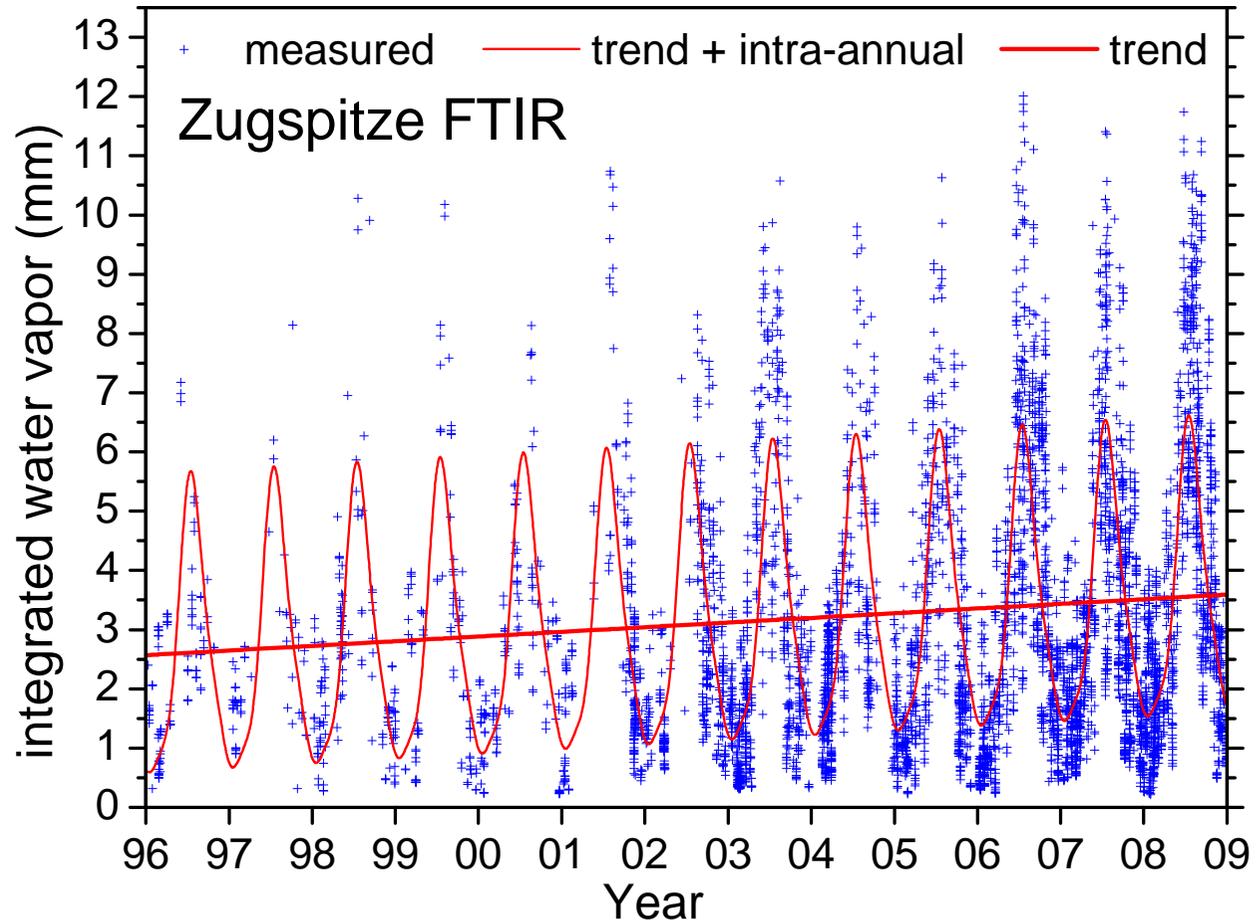
Atmosphärische Sondierung: Langzeit Trends & Satelliten Validierung

Deutschland's höchste
"Spitzenforschung"



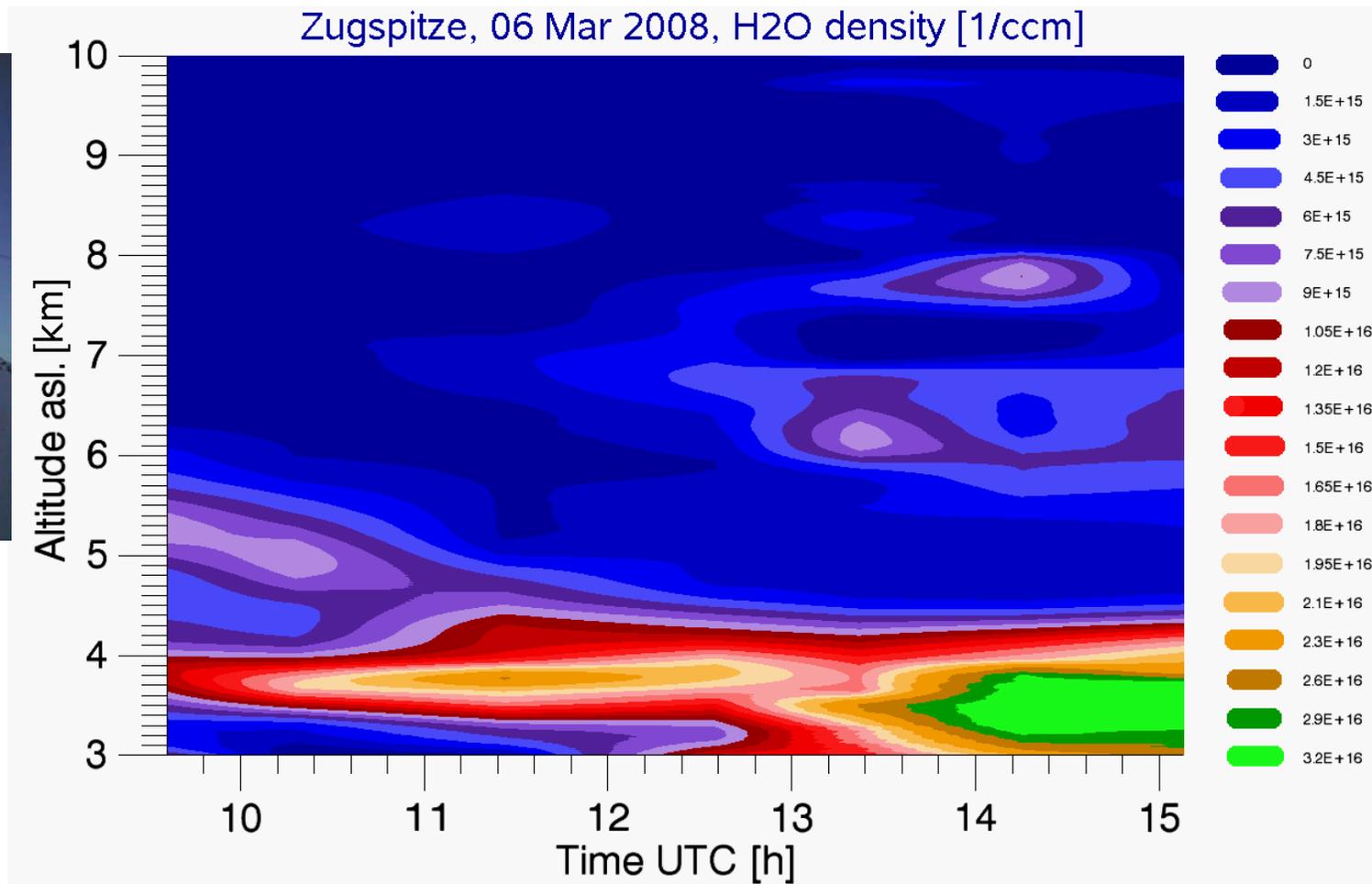
**H₂O Trend:
regional grosse
Unterschiede!**

Leichter (aber signifikanter) Wasserdampf Trend



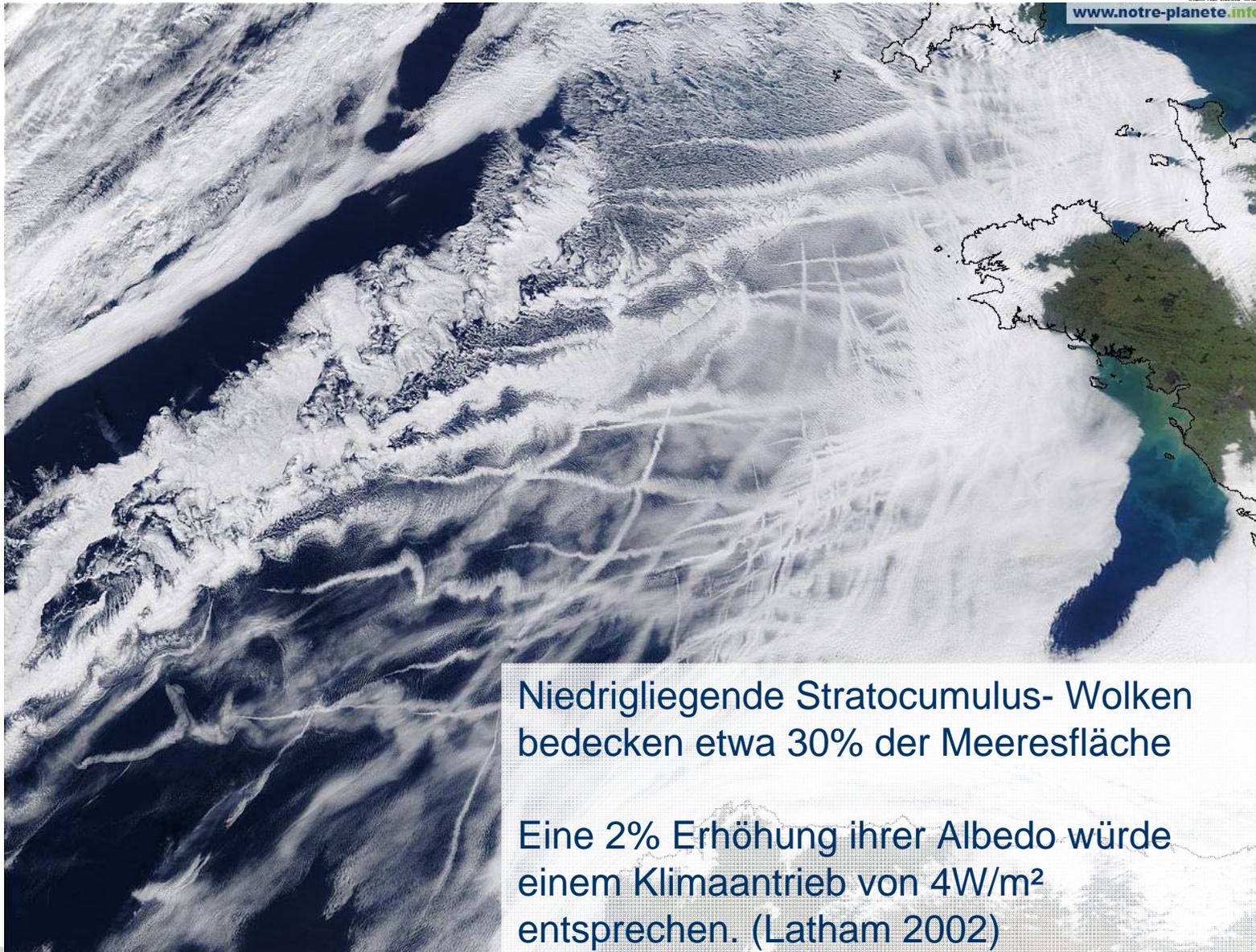
Sussmann, Borsdorff, et al.: Atmos. Chem. Phys., submitted

Atmosphärische Sondierung: Langzeit Trends & Satelliten Validierung



UFS Schneefernerhaus, Wasserdampf-DIAL LIDAR

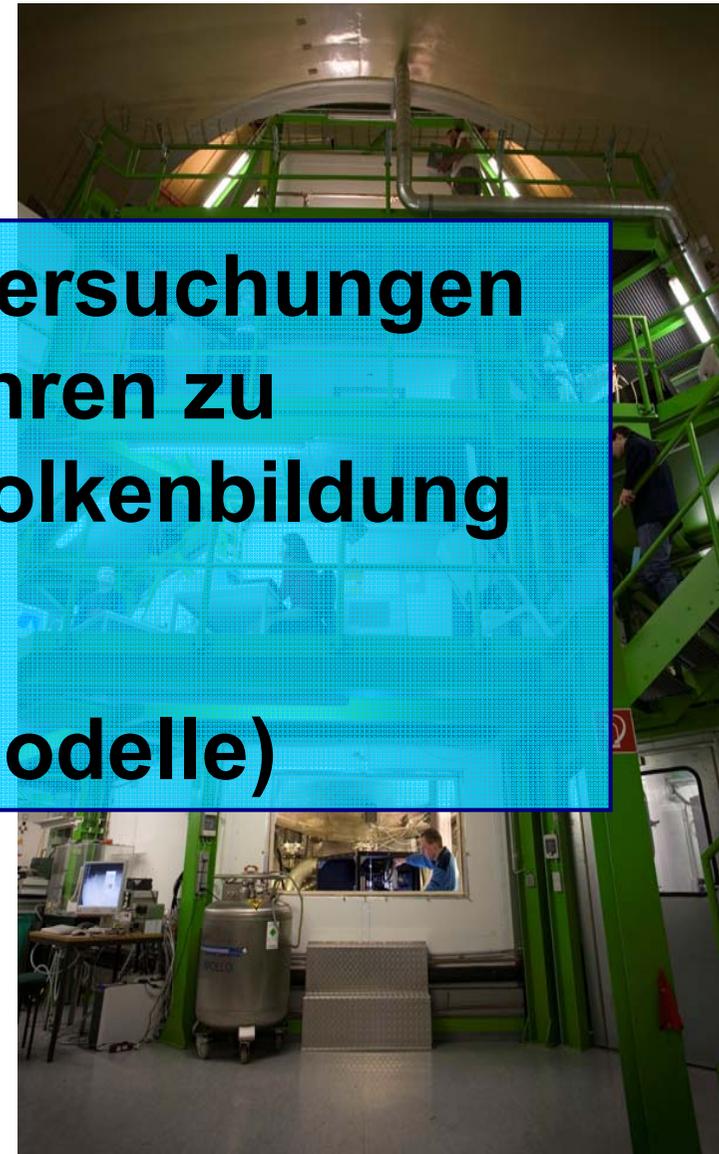
Erhöhte Wolkenreflektivität durch Schiffsverkehr



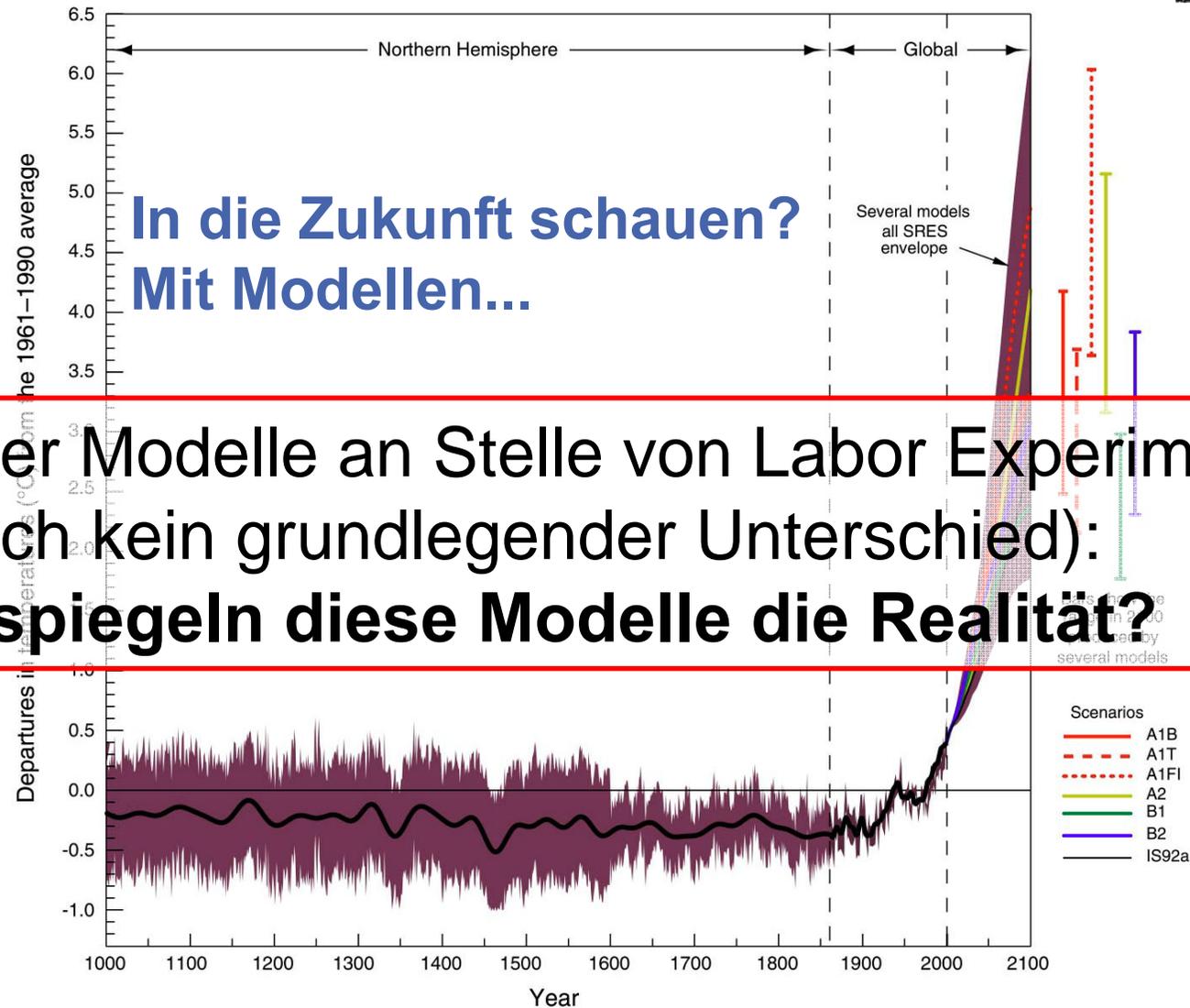
Aerosol- Wolken Wechselwirkung: Die AIDA Simulationskammer



**Mikrophysikalische Untersuchungen
in der AIDA Kammer führen zu
Prozessmodellen für Wolkenbildung
und Strahlungs Effekte
(z.B. für Klimamodelle)**



Klimawandel – Klimamodellierung



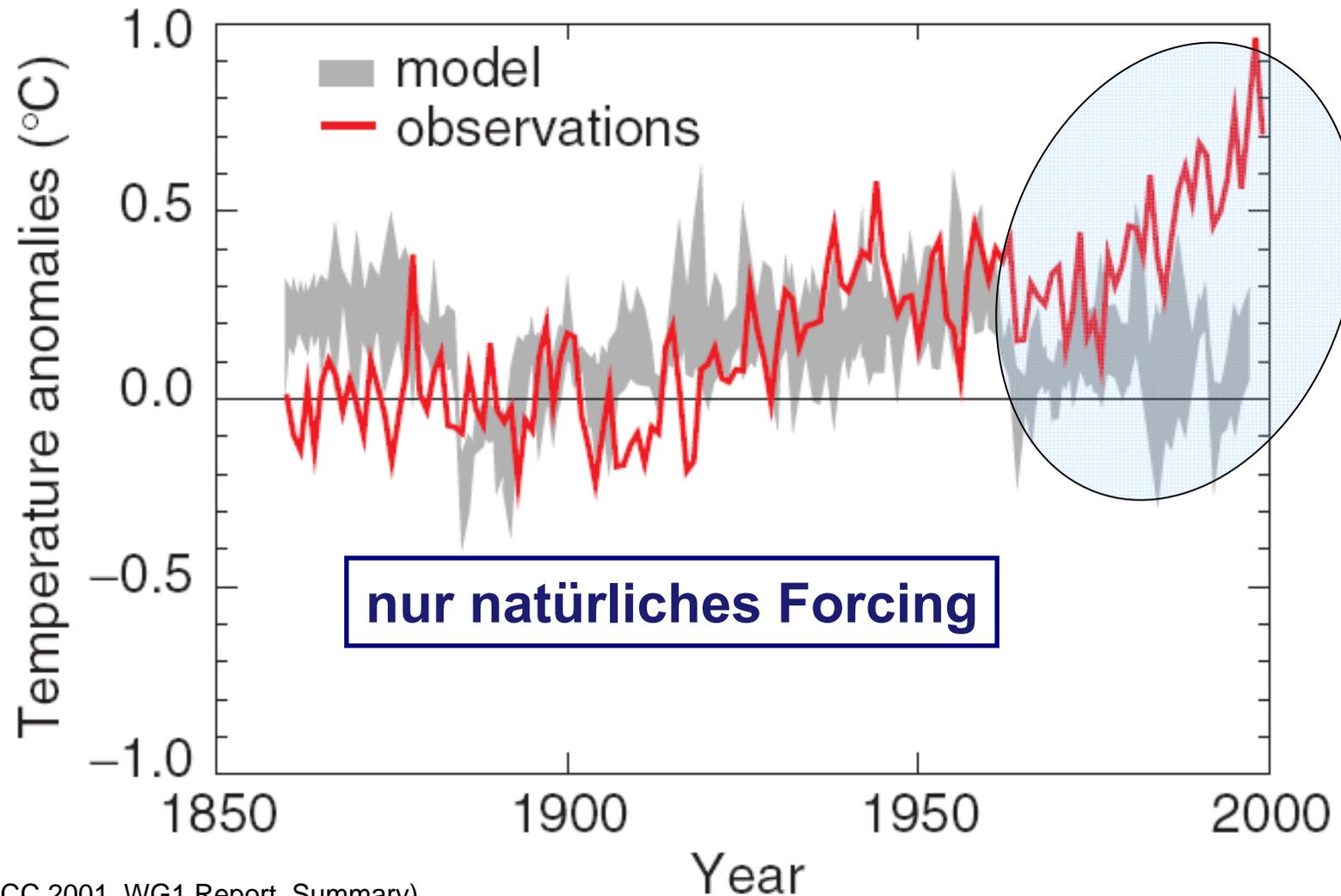
In die Zukunft schauen?
Mit Modellen...

Computer Modelle an Stelle von Labor Experimenten
(eigentlich kein grundlegender Unterschied):
Widerspiegeln diese Modelle die Realität?

(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Zeigen sie die Realität?

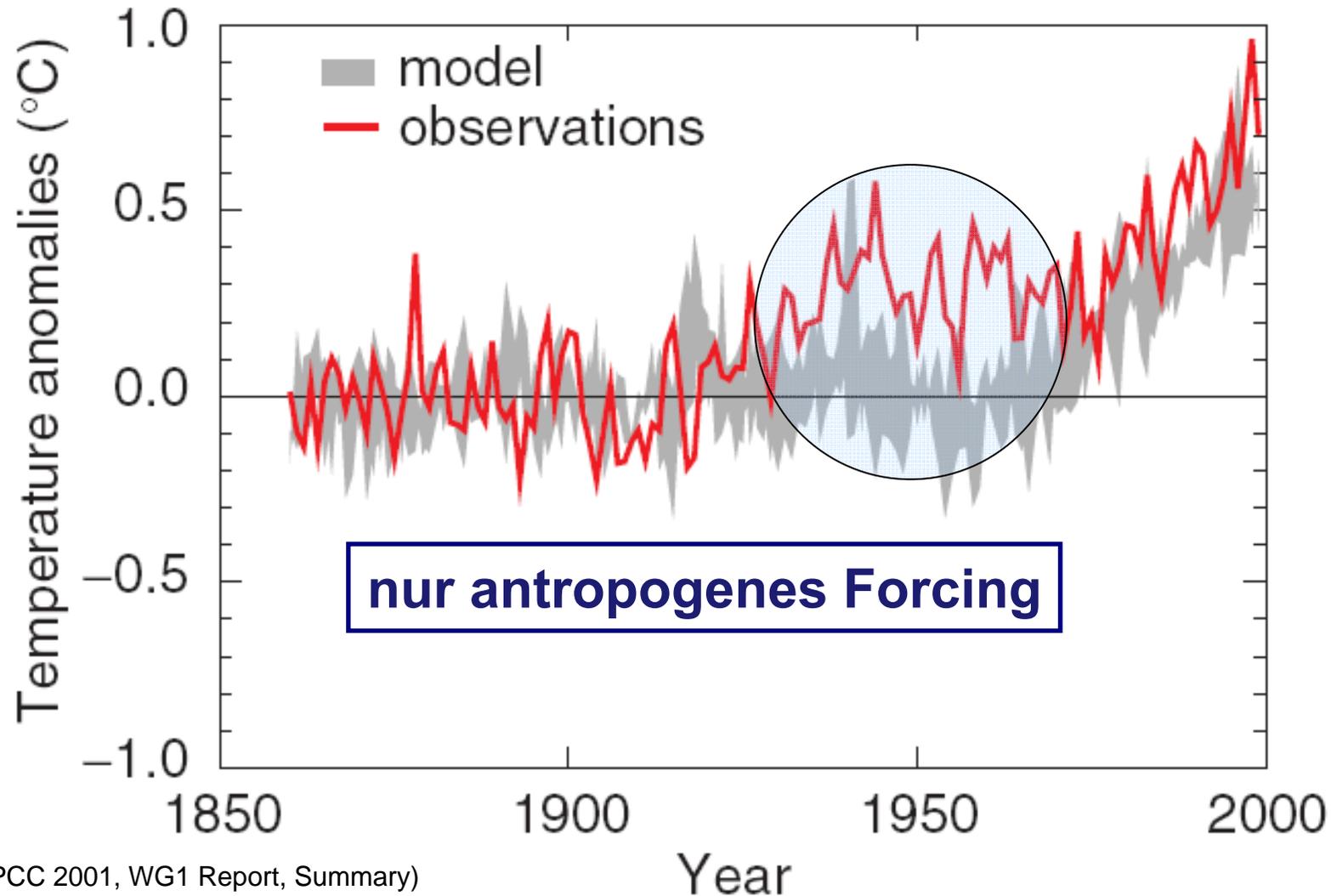
(a) with solar and volcanic forcing only



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Zeigen sie die Realität?

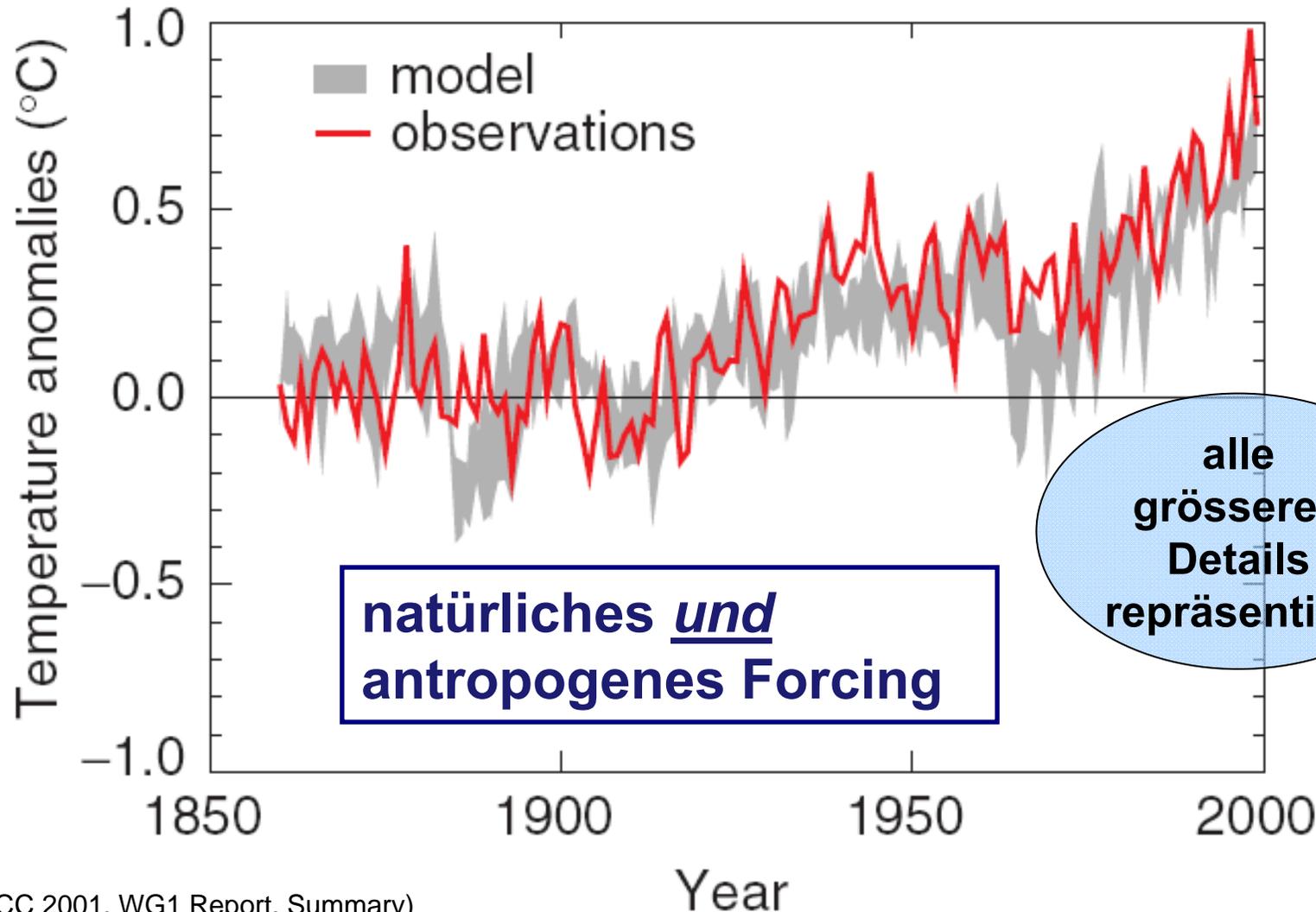
(b) with anthropogenic forcing only (greenhouse gases, ozone, aerosols)



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Zeigen sie die Realität?

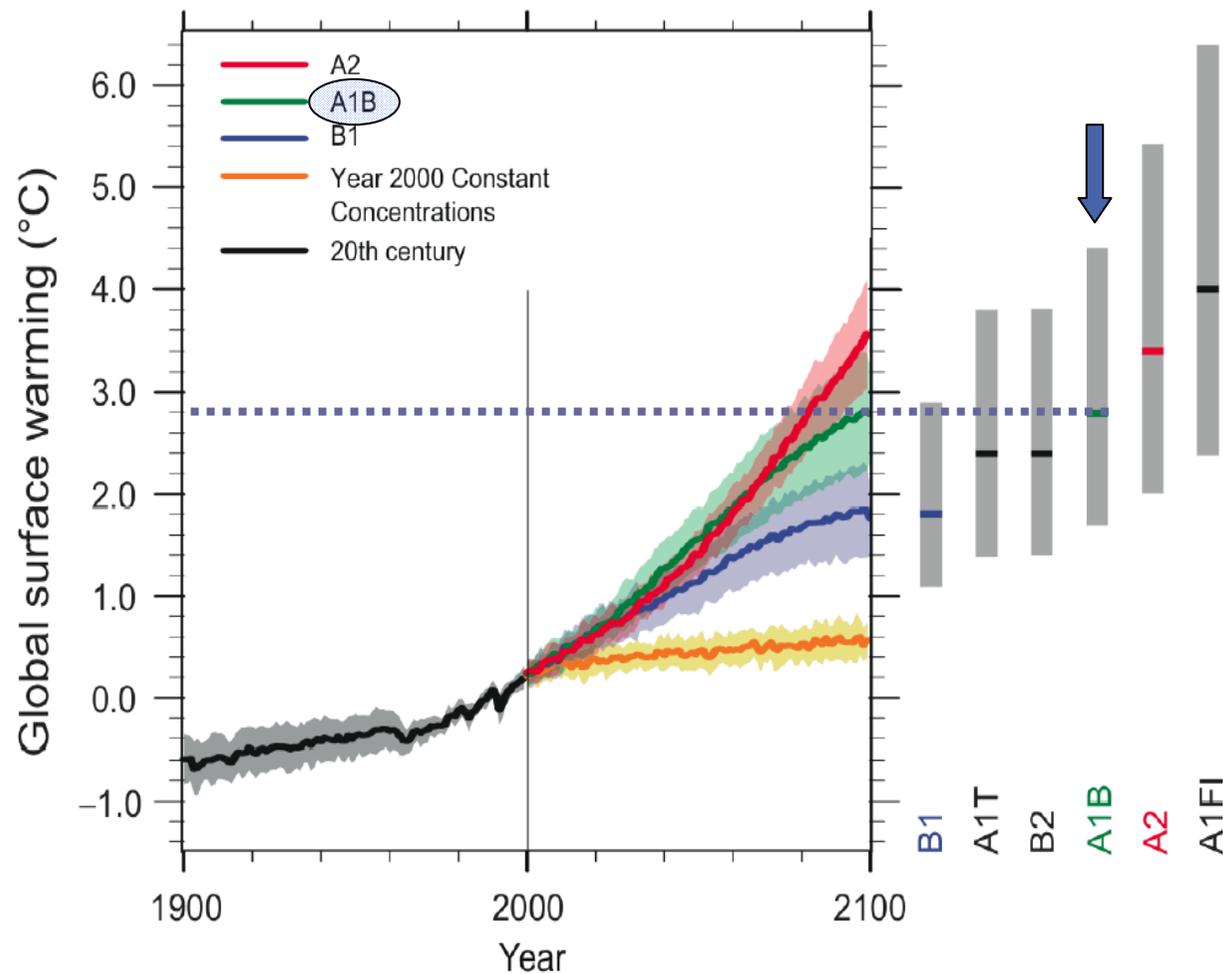
(c) with all forcings, both natural and anthropogenic



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

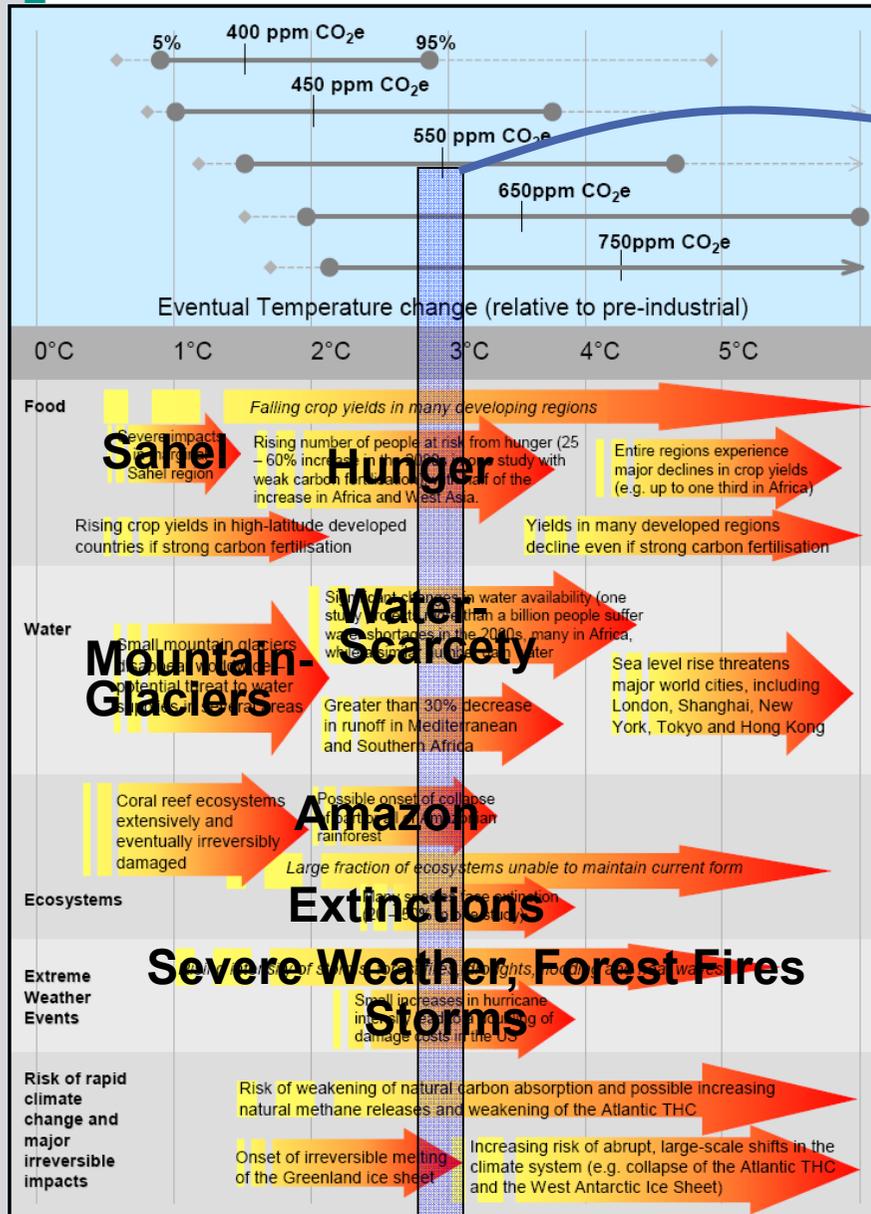
Klimamodelle: Klimaprojektionen

Globaler Klimawandel: Szenarios führen zu Vorhersagen

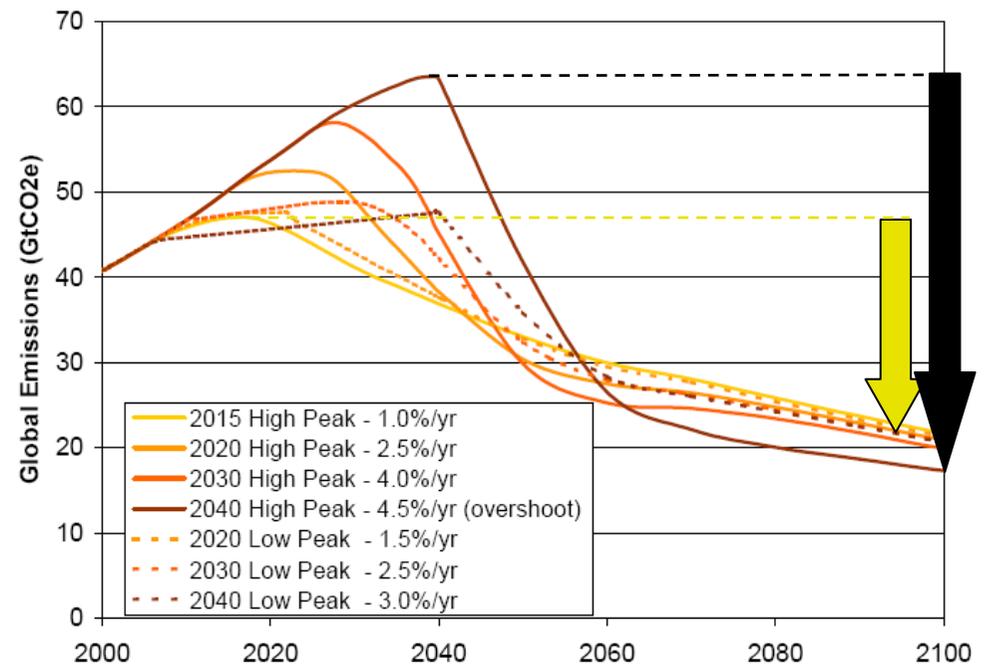


(source: IPCC 2001)

Klimawandel – Was kommt auf uns zu?



CO₂ Emission Scenarios for Stabilisation at 550 ppm



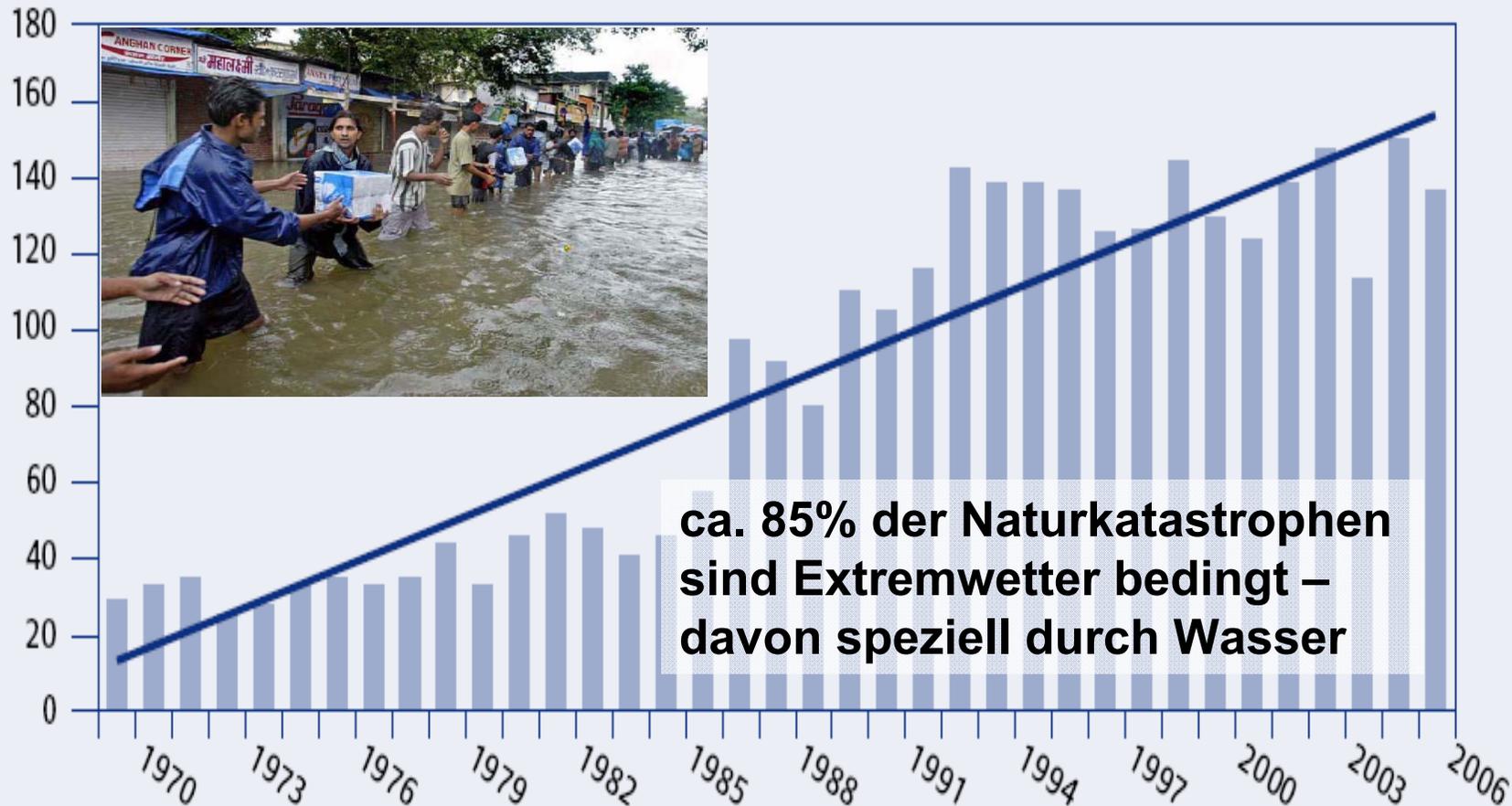
Greater Reduction = Greater Costs

Source: Stern Report, 2006

Klimawandel – Klimafolgen?

Number of natural catastrophes

Kosten sind real!



ca. 85% der Naturkatastrophen sind Extremwetter bedingt – davon speziell durch Wasser

Source: SwissRe, sigma 2/07

Beispiel: Klimawandel und Wasser



der Blaue Planet



Nicht genug Wasser?



Oder zu viel?



70% Ozean

30% Land

Beispiel: Klimawandel und Wasser

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen



<i>Flood Event</i>	<i>Total (M€)</i>	<i>Insured (M€)</i>
Bayern 1999	393	30
Bayern 2005	205	46
D/A/CH 1999	409	40
D/A/CH 2005	3000	1700



Flooding Catastrophies in the Alpine Region

Beispiel: Klimawandel und Wasser

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen



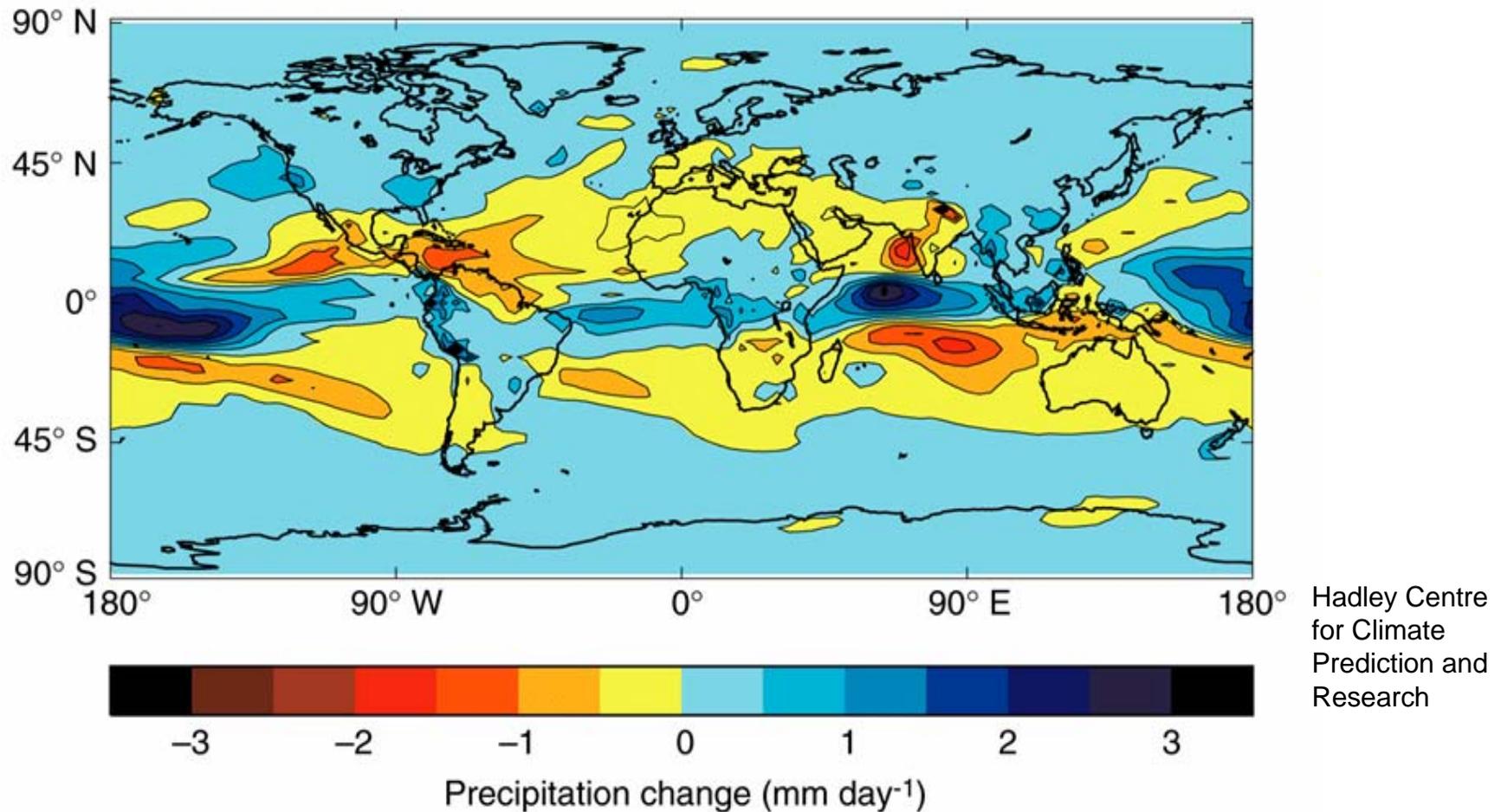
Droughts in Europe...

... and in the Sahel

Beispiel: Klimawandel und Wasser

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen

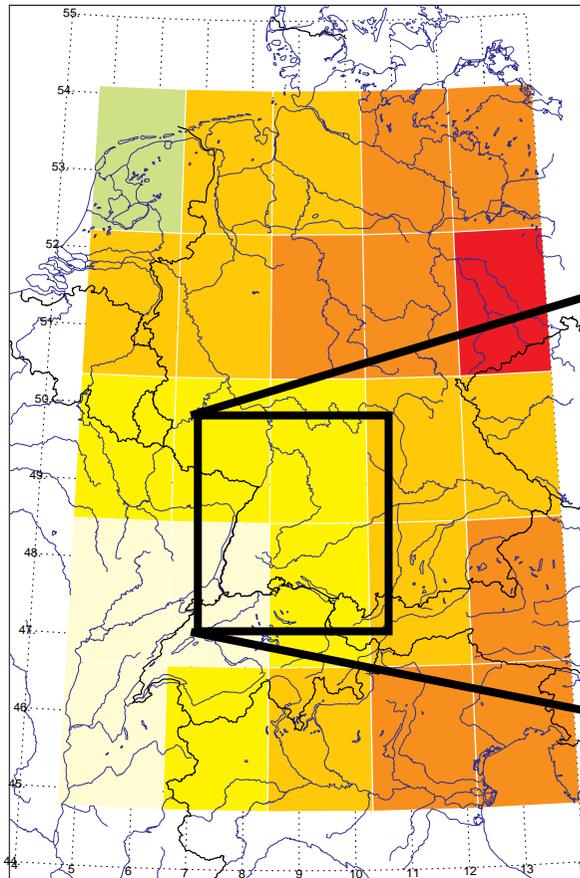
Projected Changes in Annual Precipitation for the 2050s



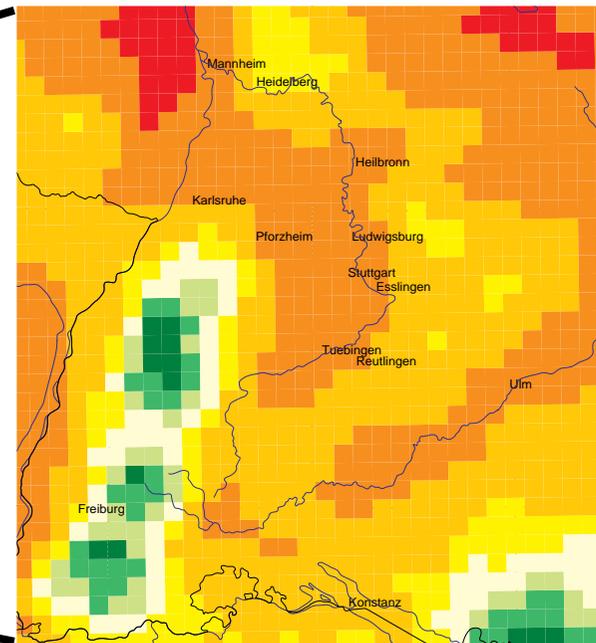
⇒ Resolution too coarse for regional impact analysis !

Regionale Modellierung

Wirkung der Modellauflösung

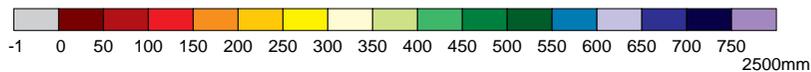


Niederschlag Herbst (SON)
1971-2000



COSMO CLM 7 km

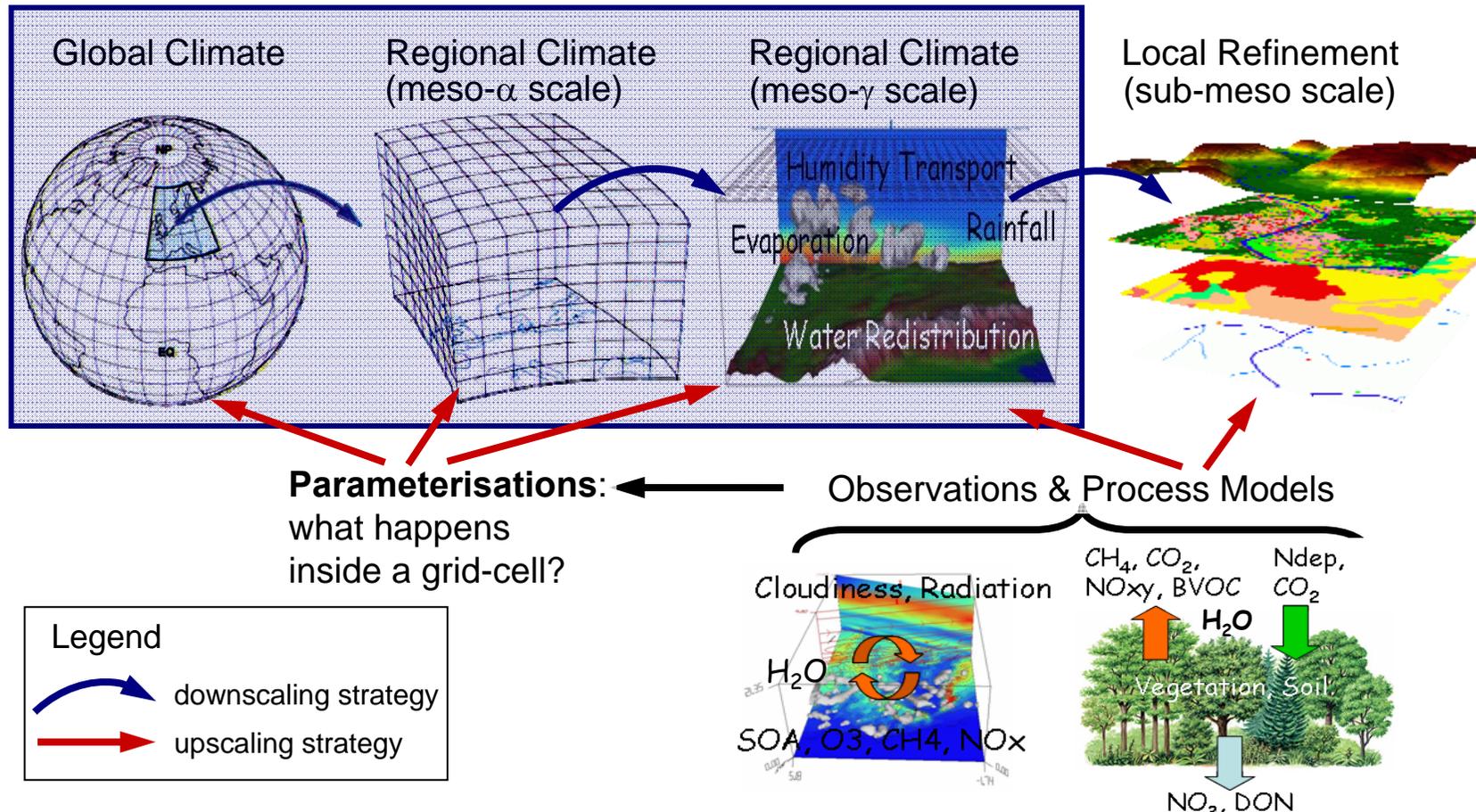
SON Prec.: avg.= 230, min.= 144, max.= 364mm
C20 ECHAM5 SON precipitation 1971 - 2000



Regionale Modellierung

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen

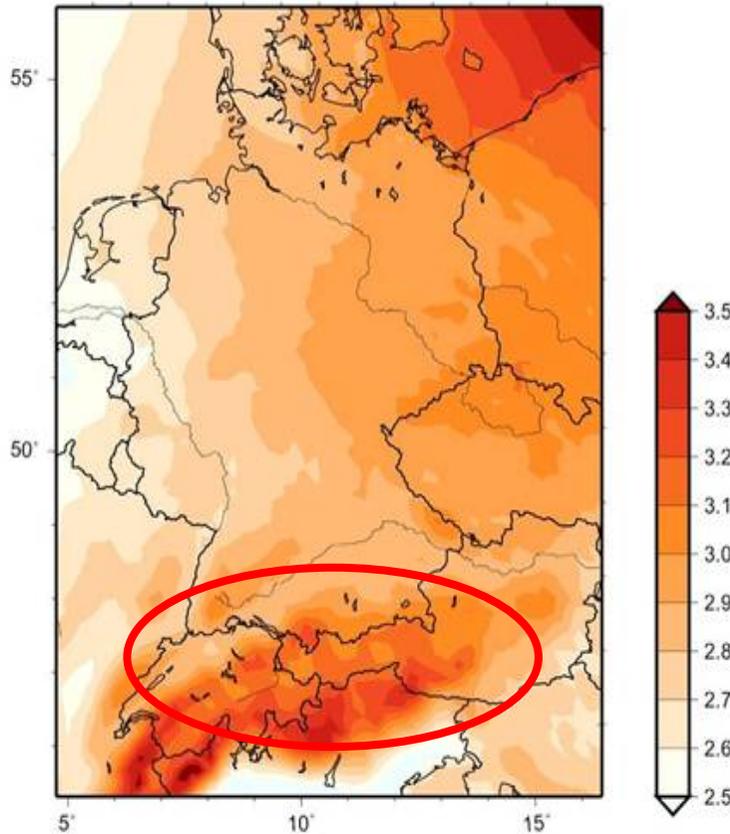
- Observations + Modelling
- Downscaling and Upscaling



Beispiel: Klimawandel und Wasser

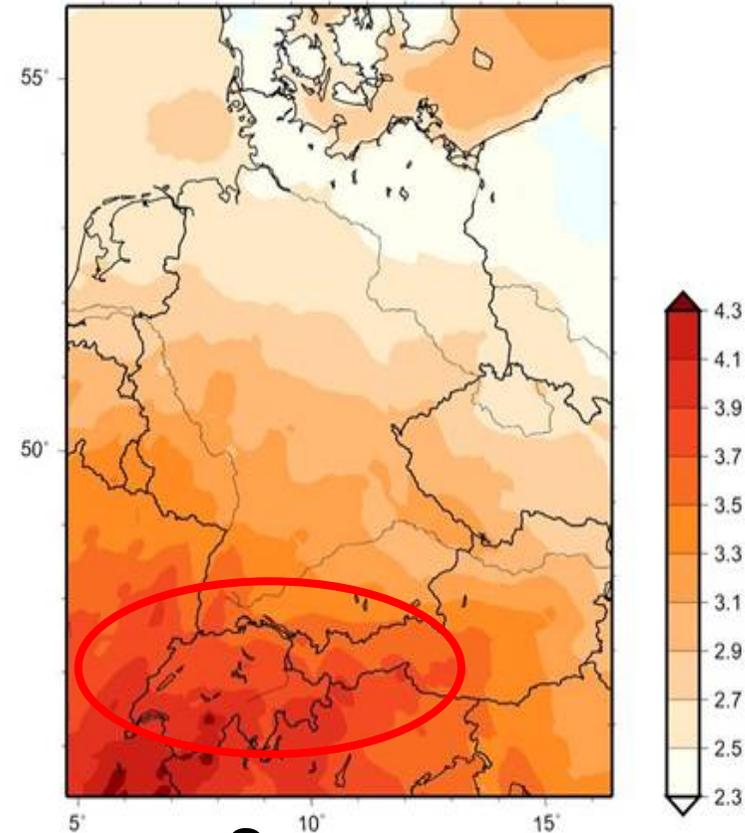
Regional Climate Modelling

Temperature (°C) dec-feb
2070/99-1960/89 deklim $\Delta = 19.2$ km



Winter

Temperature (°C) jun-aug
2070/99-1960/89 deklim $\Delta = 19.2$ km



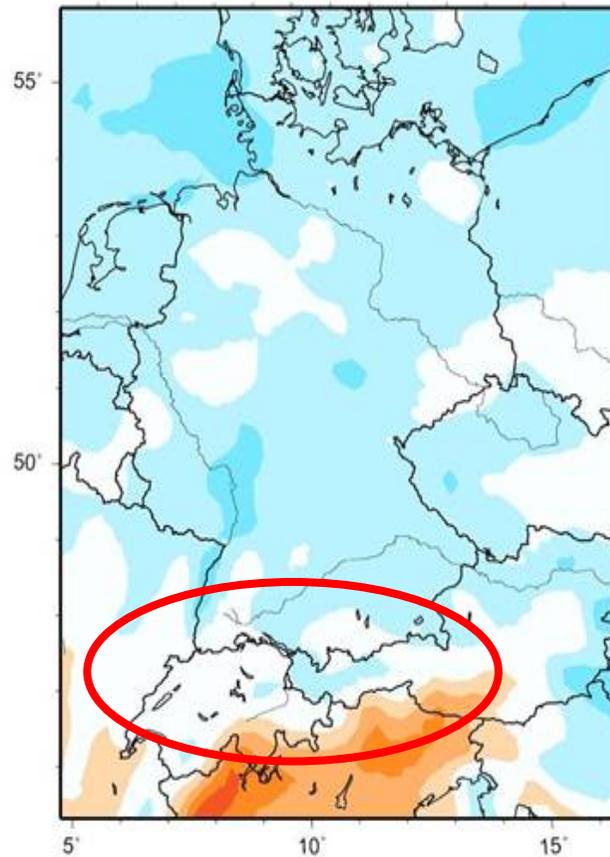
Sommer

Alpine area: 3-4°C „hot spot“ in Europe

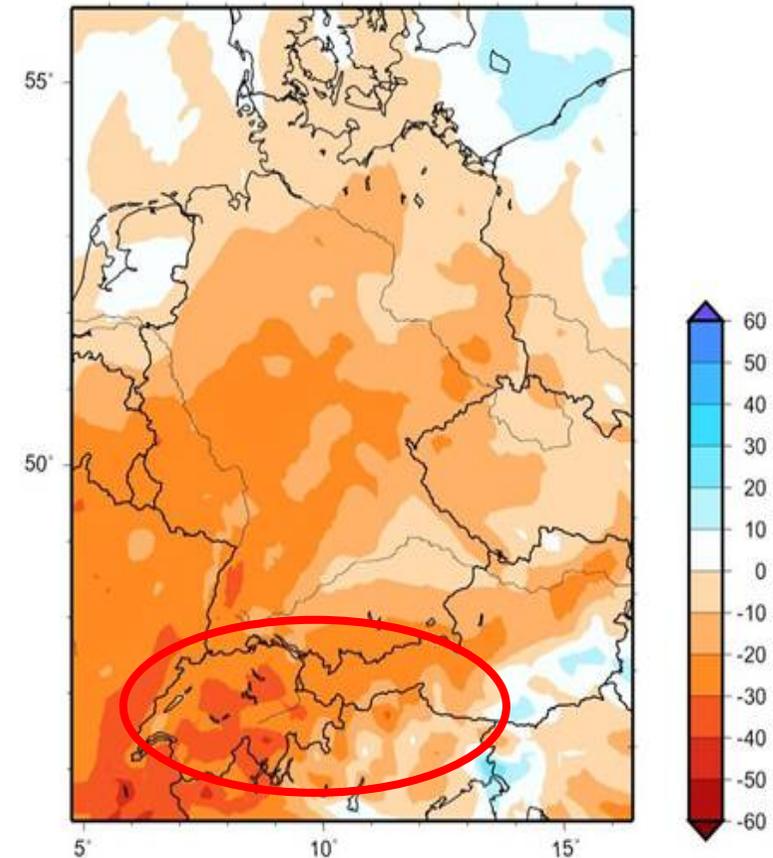
Beispiel: Klimawandel und Wasser

Regional Climate Modelling

Precipitation dec-feb
2070/99-1960/89 (%) deklim $\Delta = 19.2$ km



Precipitation jun-aug
2070/99-1960/89 (%) deklim $\Delta = 19.2$ km



Up to 30% more precipitation in winter (Europe $\approx +11\%$)
Up to 40% less precipitation in summer (Europe $\approx -1\%$)

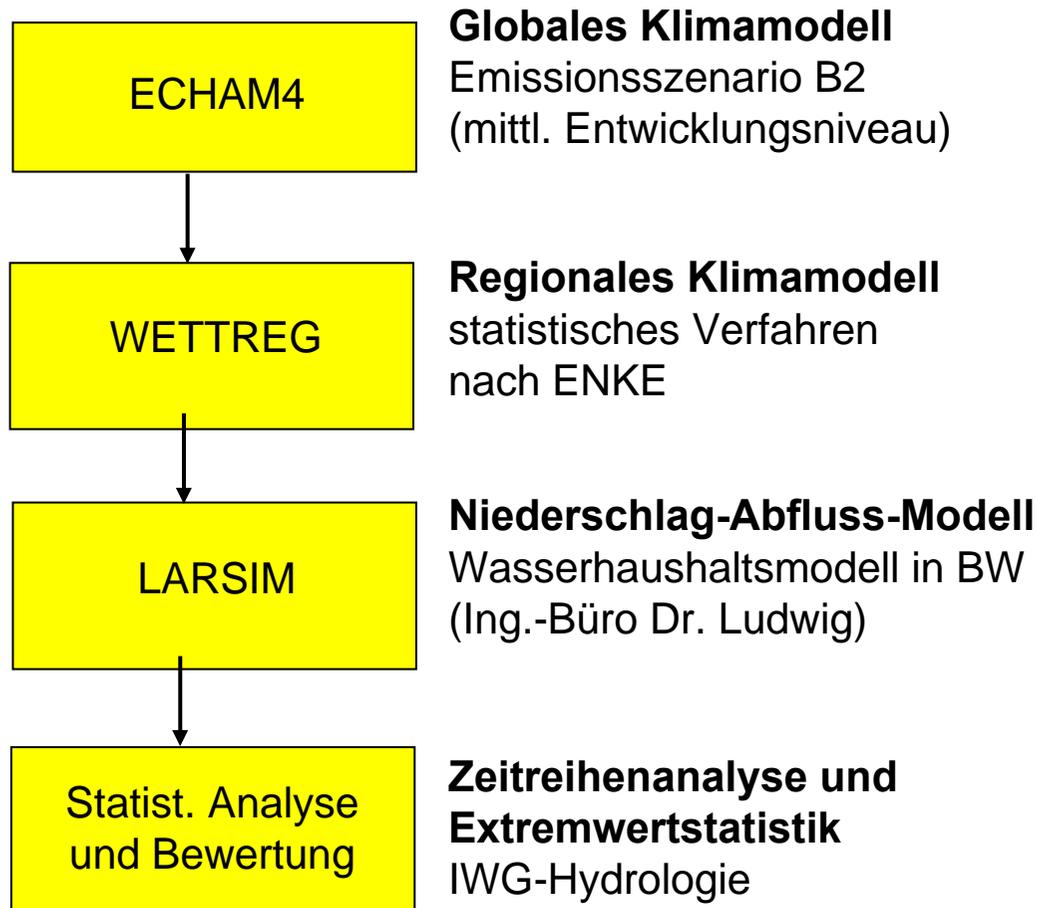
Beispiel: Klimawandel und Wasser

Klimawandel und Abflüsse in Baden-Württemberg

Hydrologie Vergleich : Projektion (2021/2050) – Ist-Zustand (1971/2000)



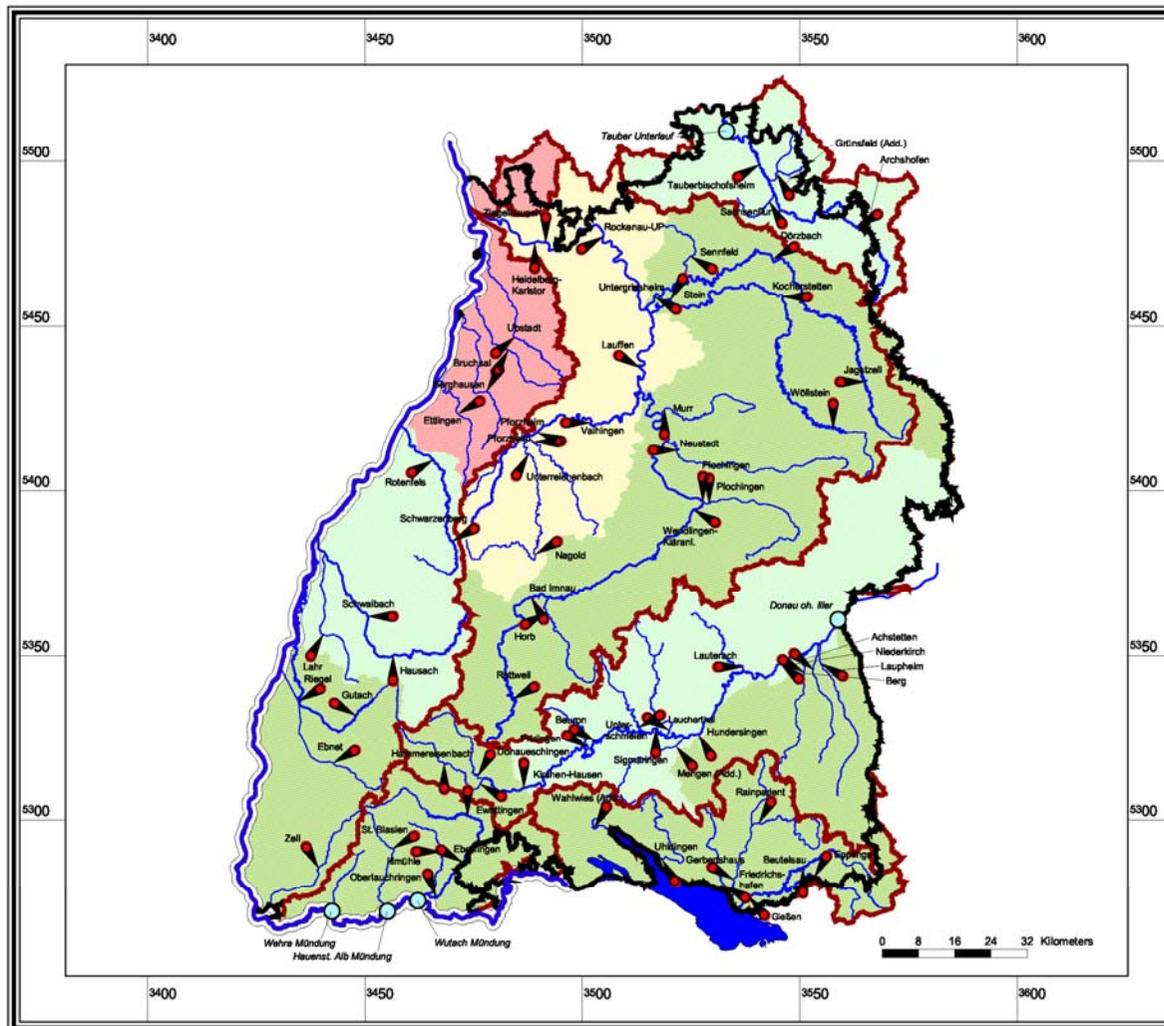
ausgewählte Modellkette:



Beispiel: Klimawandel und Wasser

Klimawandel und Abflüsse in Baden-Württemberg

Veränderung des Abflussdefizits (2021/2050 – 1971/2000)



WG
Institut für Wasser
und Gewässerentwicklung
Abteilung Hydrologie
Universität Karlsruhe (TH)

LU:W
Landesanstalt für Umwelt,
Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg

Legend:

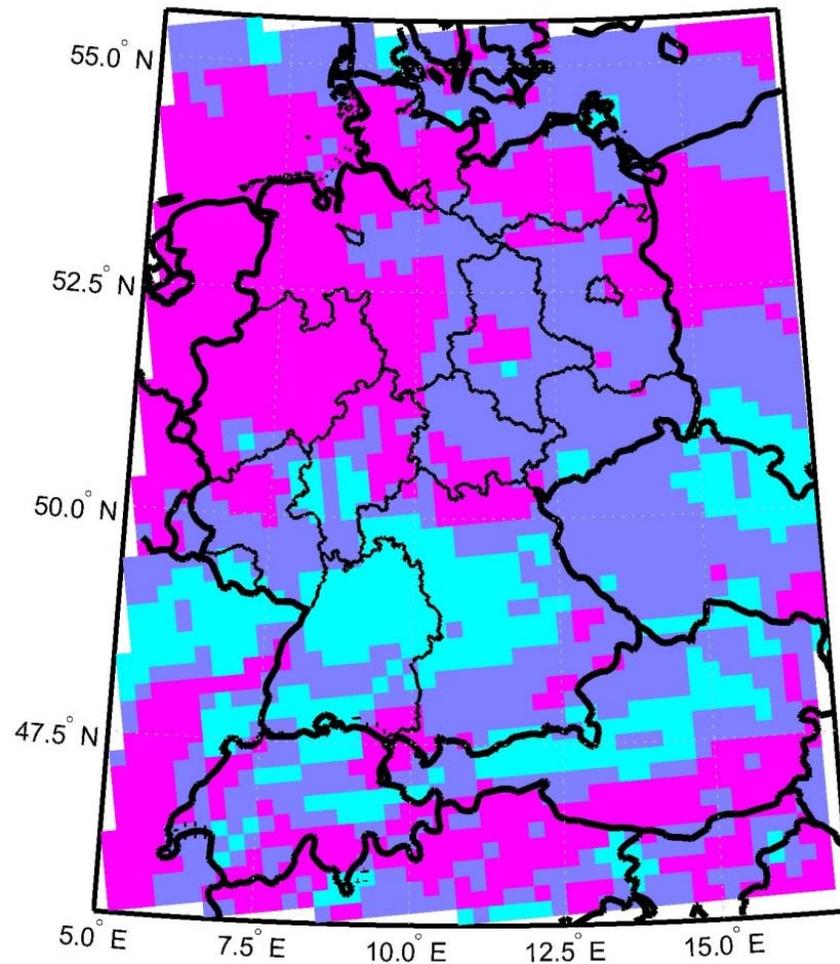
- Landesgrenze (black outline)
- Flussgebiete (red outline)
- Pegel (red pin)
- Gewässerstellen (blue circle)

MQD (Jahr)

- starke Zunahme (dark green)
- deutliche Zunahme (light green)
- schwache Veränderung (yellow)
- deutliche Abnahme (pink)
- starke Abnahme (red)
- keine Angabe (white)

Regionale Modellierung

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen



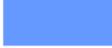
(Rauthe und Kunz, 2009)

Änderung des Sturmklimas

Modell REMO:

2021-2050 vs 1971-2000

**Mehrheit der
Modelle/Szenarien (>4)
mit Zu-/Abnahme
Böengeschwindigkeit**

-  Zunahme
-  Abnahme
-  nicht eindeutig

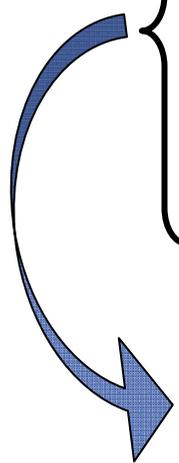
Regionale Modellierung

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen

Climate Change and Air Quality

Air Quality – affected by:

- Climate
- Land Use / Land Cover
- Energy Production
- Mobility



- **Air Quality**
- **Health**

Assessment Requires
Integrated Approach



Santiago de Chile

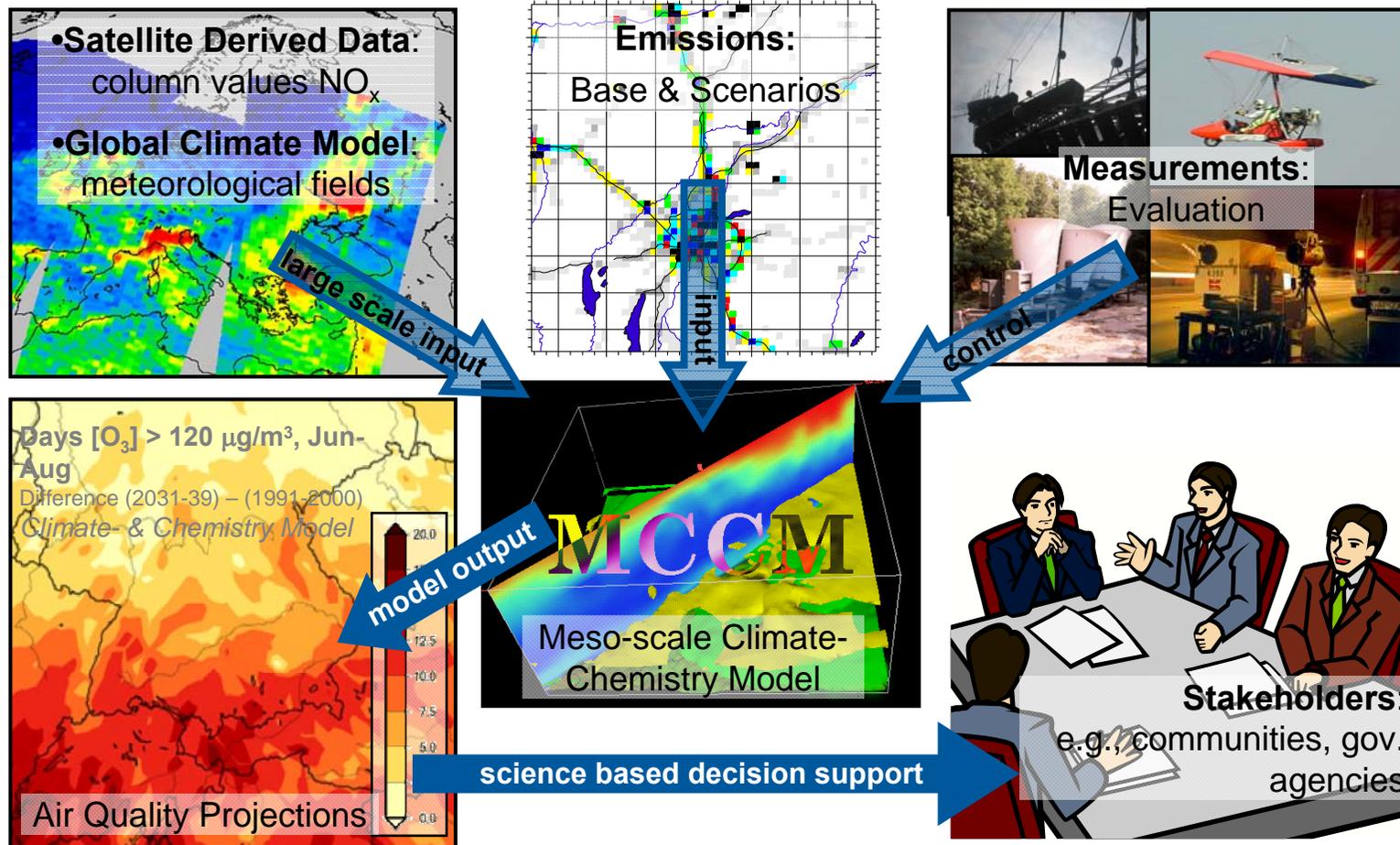


Regionale Modellierung

Climate Change and Air Quality

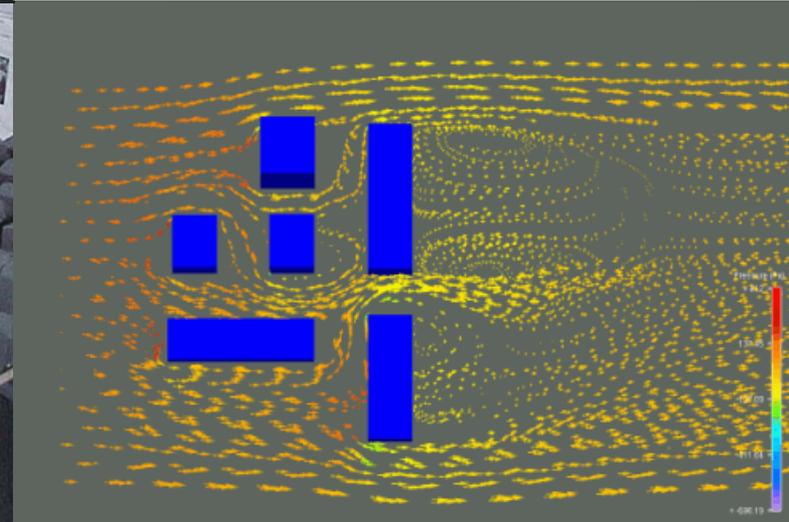
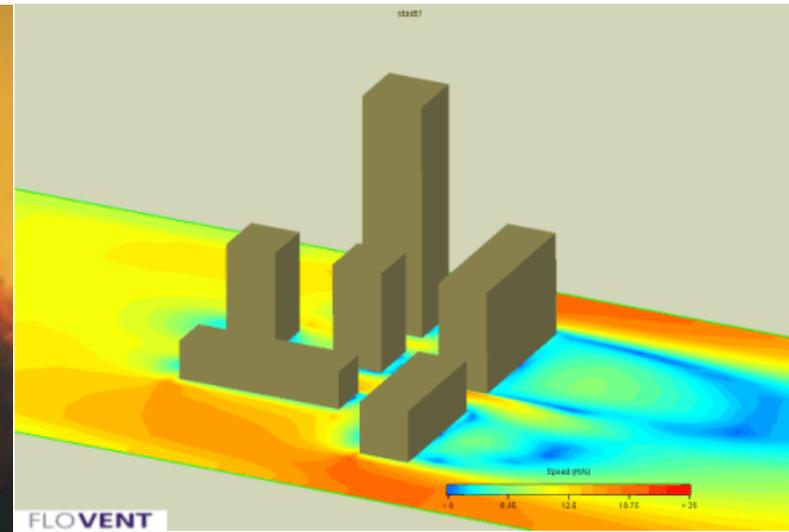
Coupled Mesoscale Climate Chemistry Model (MCCM):

integration of models & observations for air quality mitigation decision support



Ausbreitung von Schadstoffen im urbanen Bereich

- Simulationstudien im atmosphärischen Grenzschichtwindkanal
- Numerische Modellierung



Klimafolgen – Einfluss auf Stromversorgung

Problem:

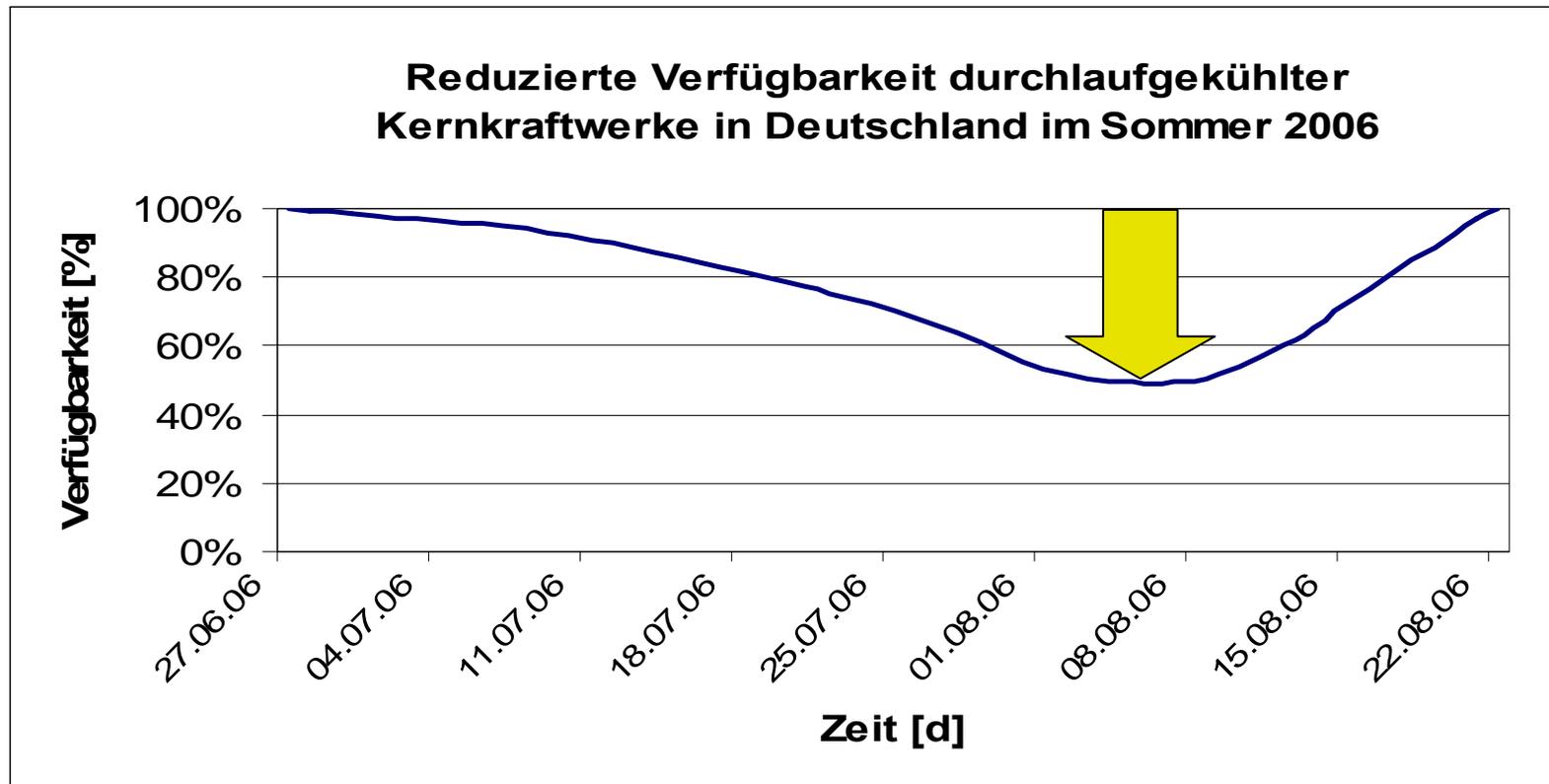
Thermische Kraftwerke benötigen **Kühlwasser** und unterliegen Grenzwerten der Flusswassertemperatur. **Hohe Wassertemperatur führt zu eingeschränktem Kraftwerksbetrieb:**

Methodik:

- **Zeitreihen von Luft- und Wassertemperaturen** bei Kraftwerken (Abb.)
- **Korrelationsanalysen** der Luft- und Wassertemperaturen
- **Projektion von Wassertemperaturen** mithilfe der Lufttemperaturen aus dem regionalen Klimamodell **REMO** (MPI-MET)



Klimafolgen – Einfluss auf Stromversorgung



Quelle: Hoffmann (2007), eigene Berechnungen nach Deutsches Atomforum (2007)

Anfragen

Outreach:

Beratung

Bewertung

Schulung

Forschung

...

- wissenschaftliche Resultate vermitteln
- Stakeholder beraten
- Konsequenzen diskutieren

Kompetenzen

KIT-Einrichtungen

Einrichtungen

Universitäten

LUBW

BfG

DLR-IPA

→ "Clearing House" nötig

Schwerpunktt Themen

Regionale Klimaszenarien

→ HGF Klimabüros

- Aerosole, Wolkenprozesse und Klima
- Naturkatastrophen und Klimawandel
- Abflussszenarien aus Klimaszenarien
- Gewässerbiologie und Wasserstraßen

Spurengase und deren Trends

Zustand und Entwicklung der Ozonschicht

- Klimabedingte Risiken für Wälder
- Ökosystemare Stoffkreisläufe
- Klimawirkung von Luftfahrt und Verkehr

Klimaforschung ist:

Global Climate Scenarios
Global Climate Models

- aufwändig
- vielseitig
- disziplinenübergreifend

Regional Observations & Process Studies

Coupled Regional Climate & Earth System Modelling

→ nur in breiter Zusammenarbeit möglich!

Regionally Differentiated Impacts

→ HGF Klimainitiative

Scientifically Based Decision Support

HYDROSPHÄRE

Wasserressourcen, Prozesse und Management im Wandel

Thematisches Gesamtziel:

Grundlagenforschung zur Dynamik der Prozesse in der Hydrosphäre und Entwicklung von Werkzeugen, Technologien und Konzepten zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Wasserressourcen lokal, regional und global

Arbeitsgebiete:

- Wasserressourcen und Hydrologie
- Prozesse und Dynamik
- Simulationswerkzeuge
- Wassertechnologien
- Wasserwirtschaftliche Anlagen
- Integriertes Wasserressourcen-Management

18.03.2009:
Vorprojekt bewilligt!!!

Klimawandel – Klimaschutz?

Klimaschutz ist kein wirtschaftliches “Schönwetter” Problem!



Klimawandel – Anpassung?

Strategien für Anpassung an Klimawandel sind nötig...



Danke für die Aufmerksamkeit!



This work is supported by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) through the Helmholtz Association.