

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



Klimawandel & Meeresspiegel Erhöhung:

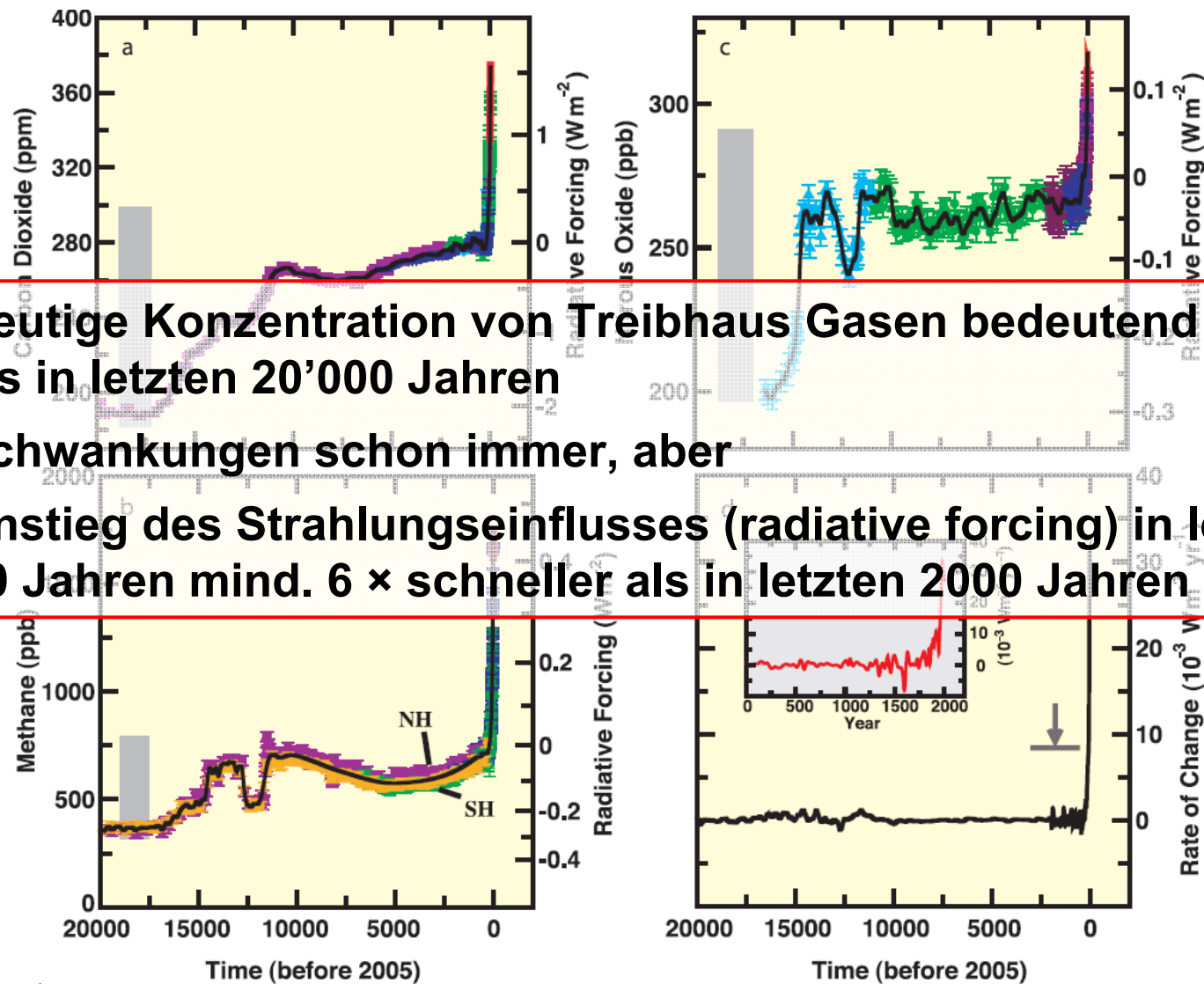
- grosser Migrationsdruck
- knappe Ressourcen (Energie/Nahrung)
- grosses Konfliktpotential

Klimaschutz = Friedenspolitik



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

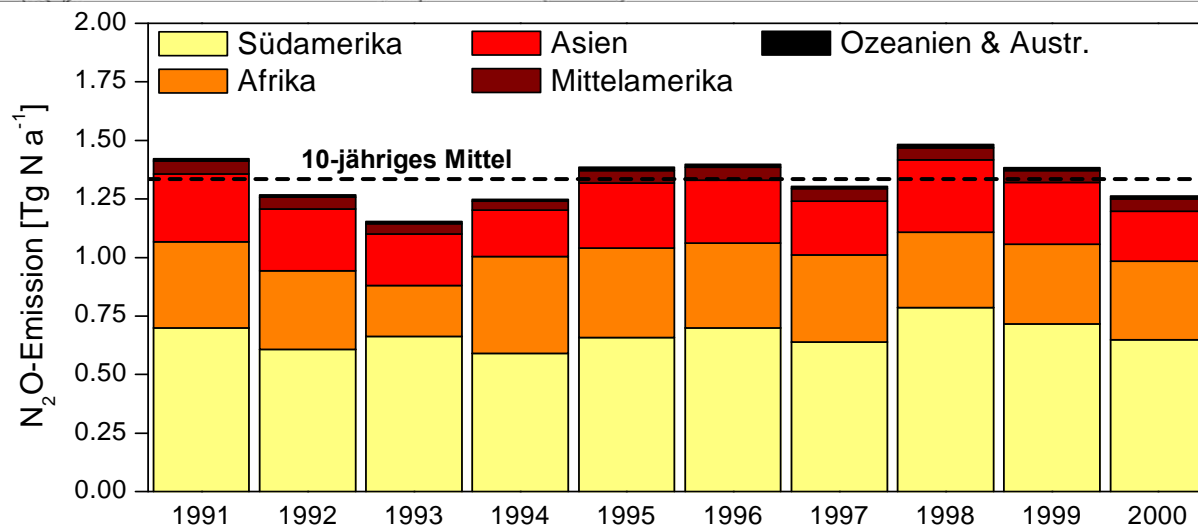
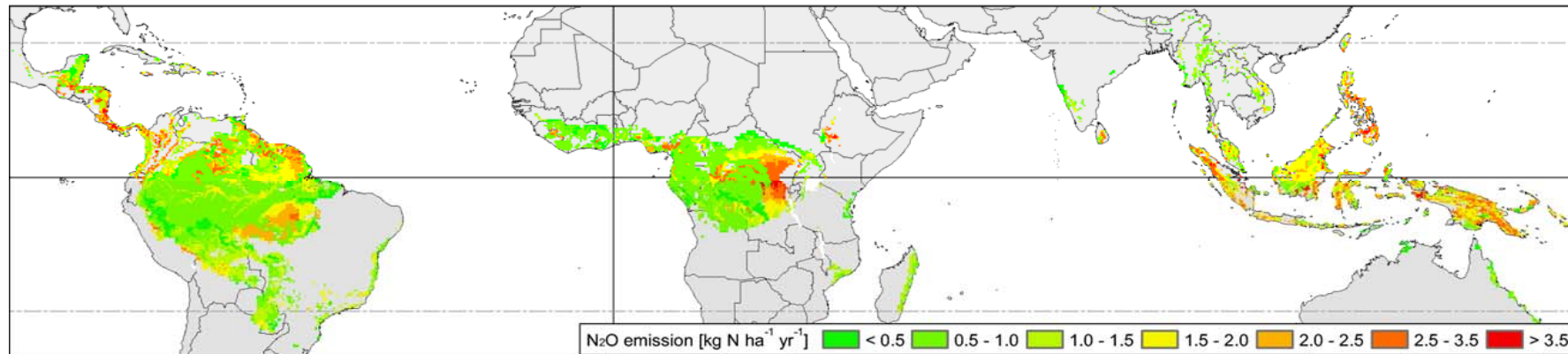


IPCC 2007 (AR4)

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)

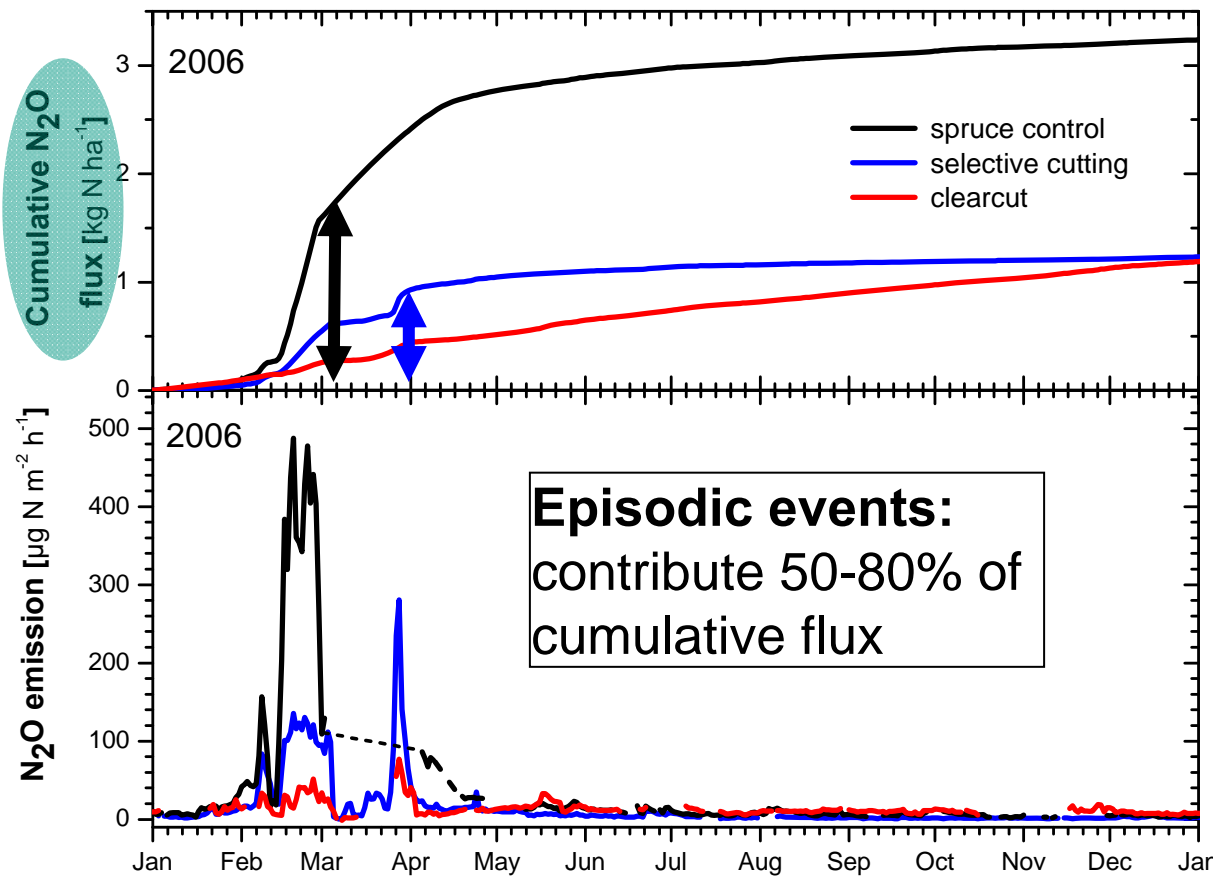


weltweit längste
kontinuierliche N_2O -
Fluss Zeitreihe



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

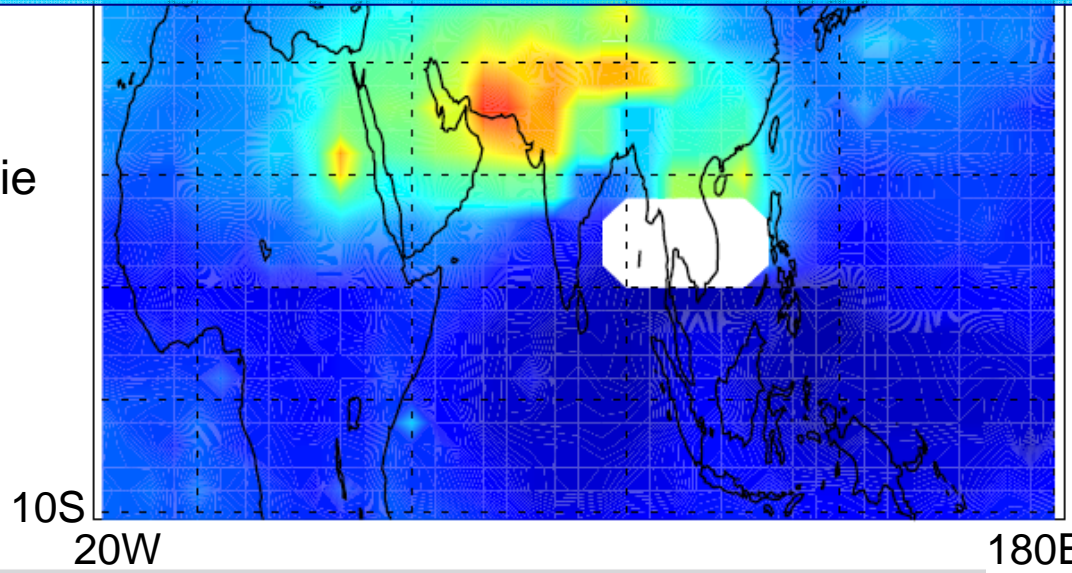
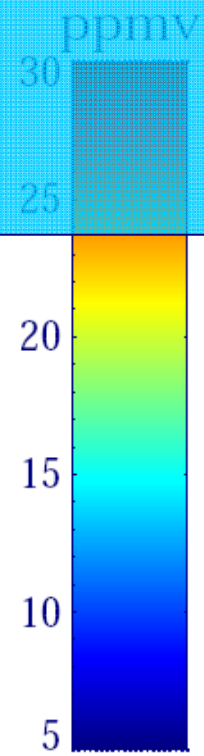
leads to **detailed process studies, lab experiments and model development**

Stärkster atmosphärischer Klimafaktor:

Wasser!

MIPAS auf Envisat

Wasserdampfverteilung im Tropopausenbereich
Die hohen Werte über dem Indischen Subkontinent zeigen den Aufwärtstransport
aufgrund der asiatischen Monsun-Aktivität.

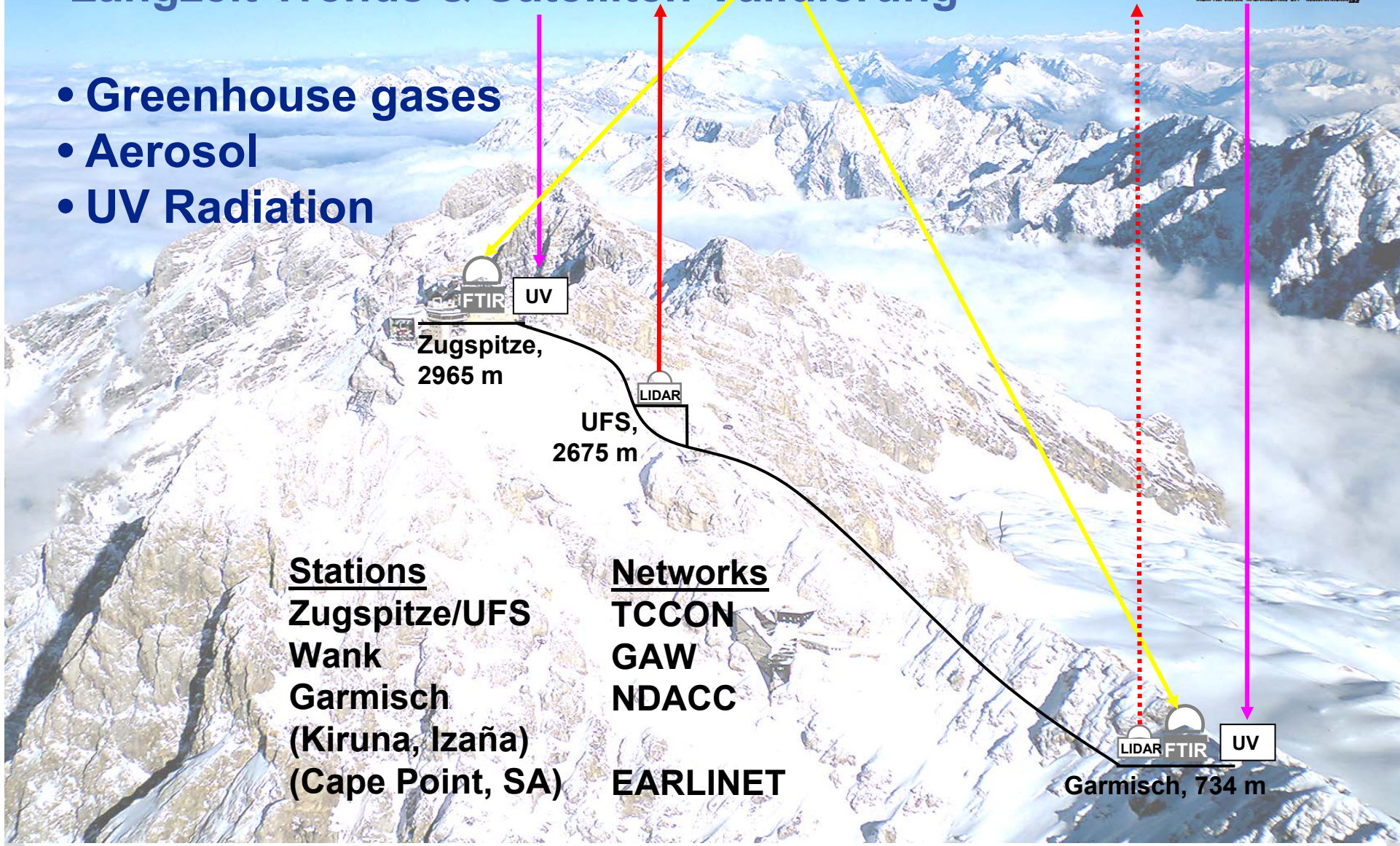


MIPAS misst weltweit die vertikale Verteilung von Wasserdampf mit über 1000 Profilen täglich.

Atmosphärische Sondierung: Langzeit Trends & Satelliten Validierung



- Greenhouse gases
- Aerosol
- UV Radiation



Stations

Zugspitze/UFS
Wank
Garmisch
(Kiruna, Izaña)
(Cape Point, SA)

Networks

TCCON
GAW
NDACC
EARLINET

Garmisch, 734 m

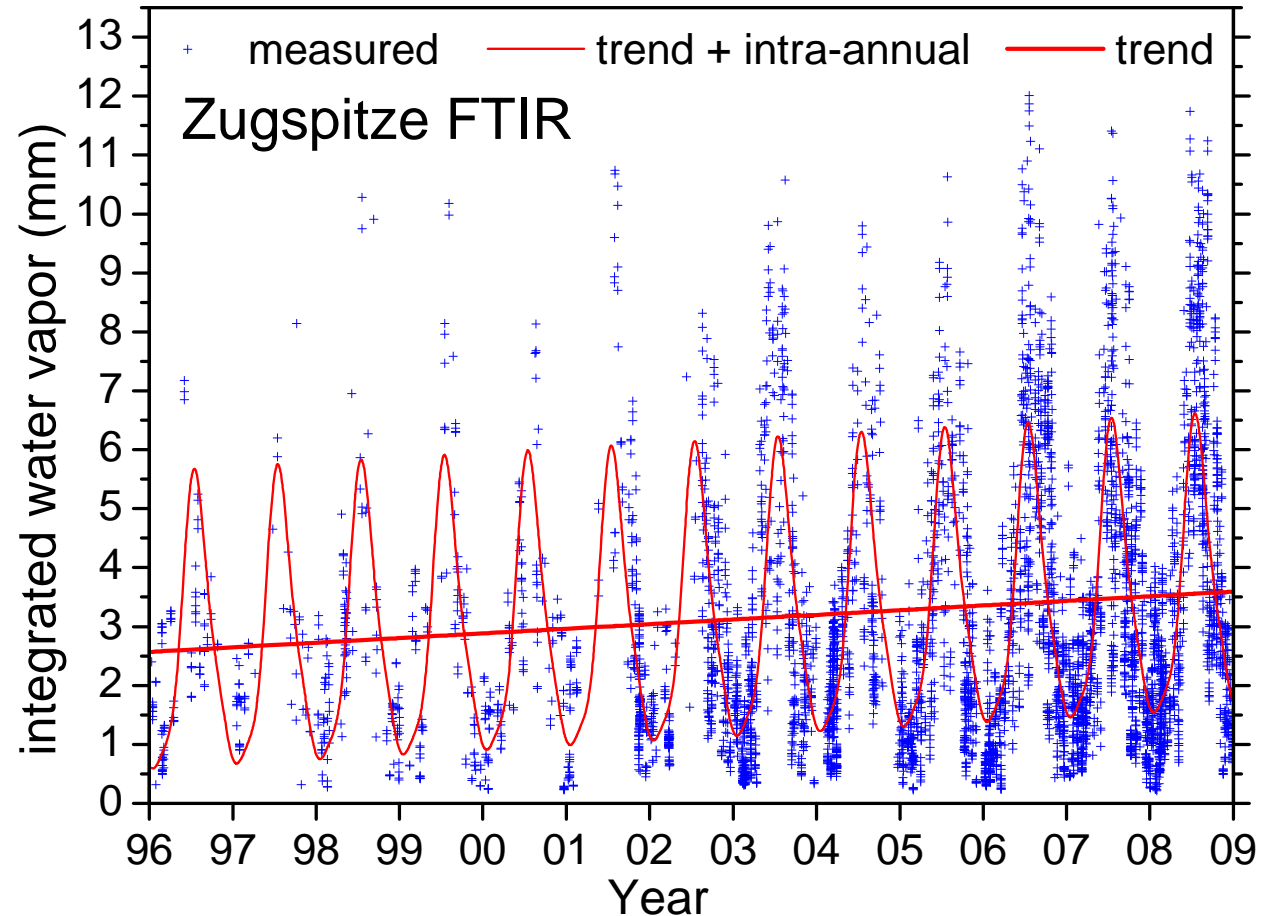
Atmosphärische Sondierung: Langzeit Trends & Satelliten Validierung

Deutschland's höchste
"Spitzenforschung"



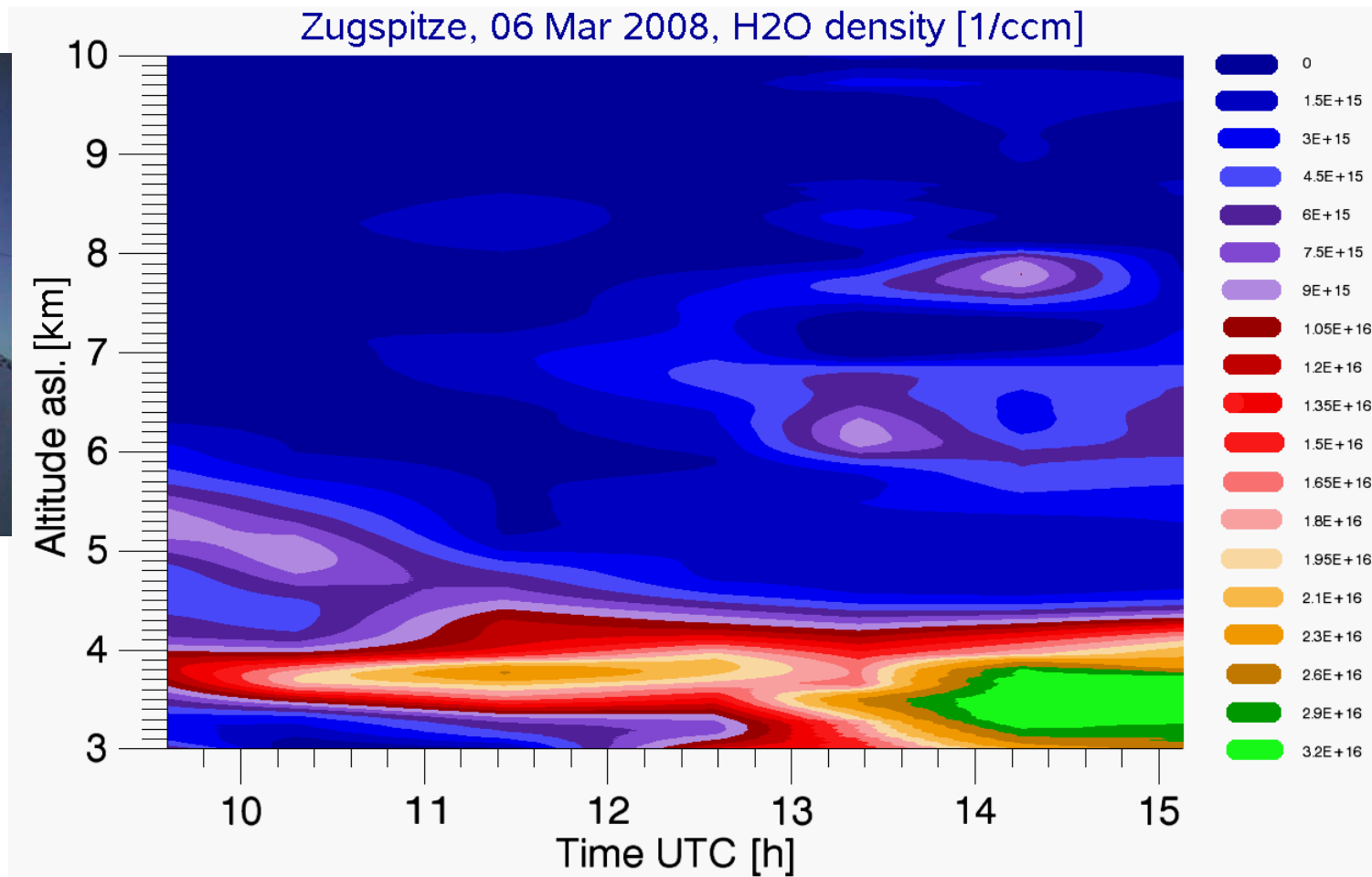
**H₂O Trend:
regional grosse
Unterschiede!**

Leichter (aber signifikanter) Wasserdampf Trend



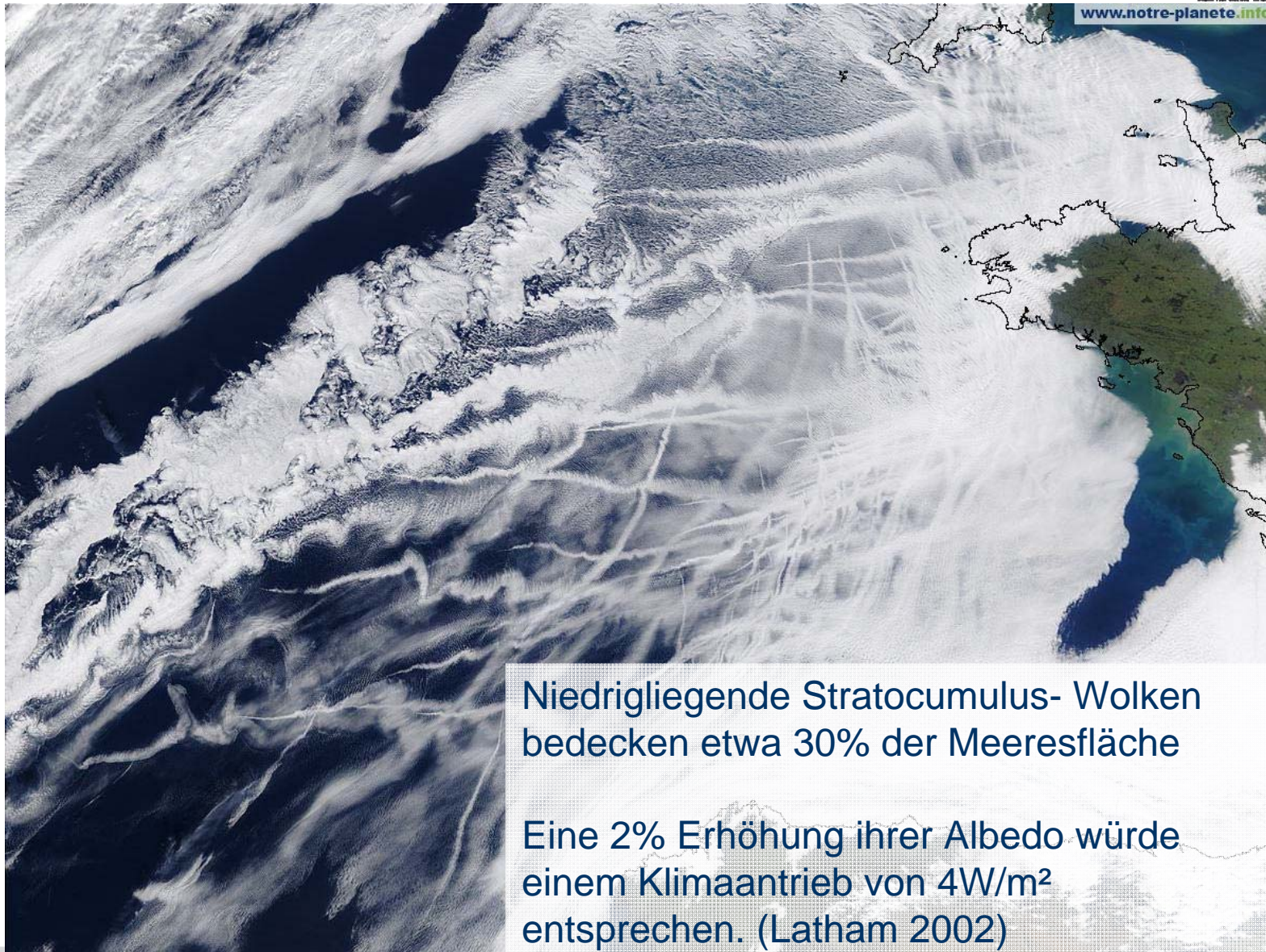
Sussmann, Borsdorff, et al.: Atmos. Chem. Phys., submitted

Atmosphärische Sondierung: Langzeit Trends & Satelliten Validierung



UFS Schneefernerhaus, Wasserdampf-DIAL LIDAR

Erhöhte Wolkenreflektivität durch Schiffsverkehr



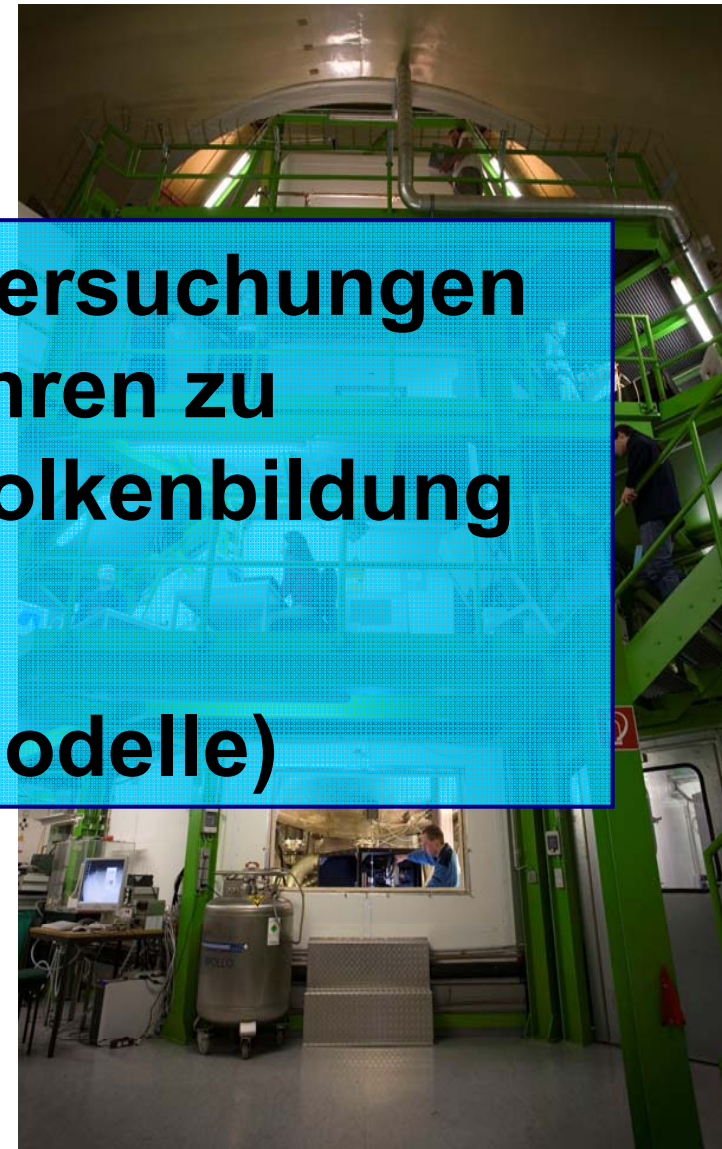
Niedrigliegende Stratocumulus- Wolken bedecken etwa 30% der Meeresfläche

Eine 2% Erhöhung ihrer Albedo würde einem Klimaantrieb von 4W/m^2 entsprechen. (Latham 2002)

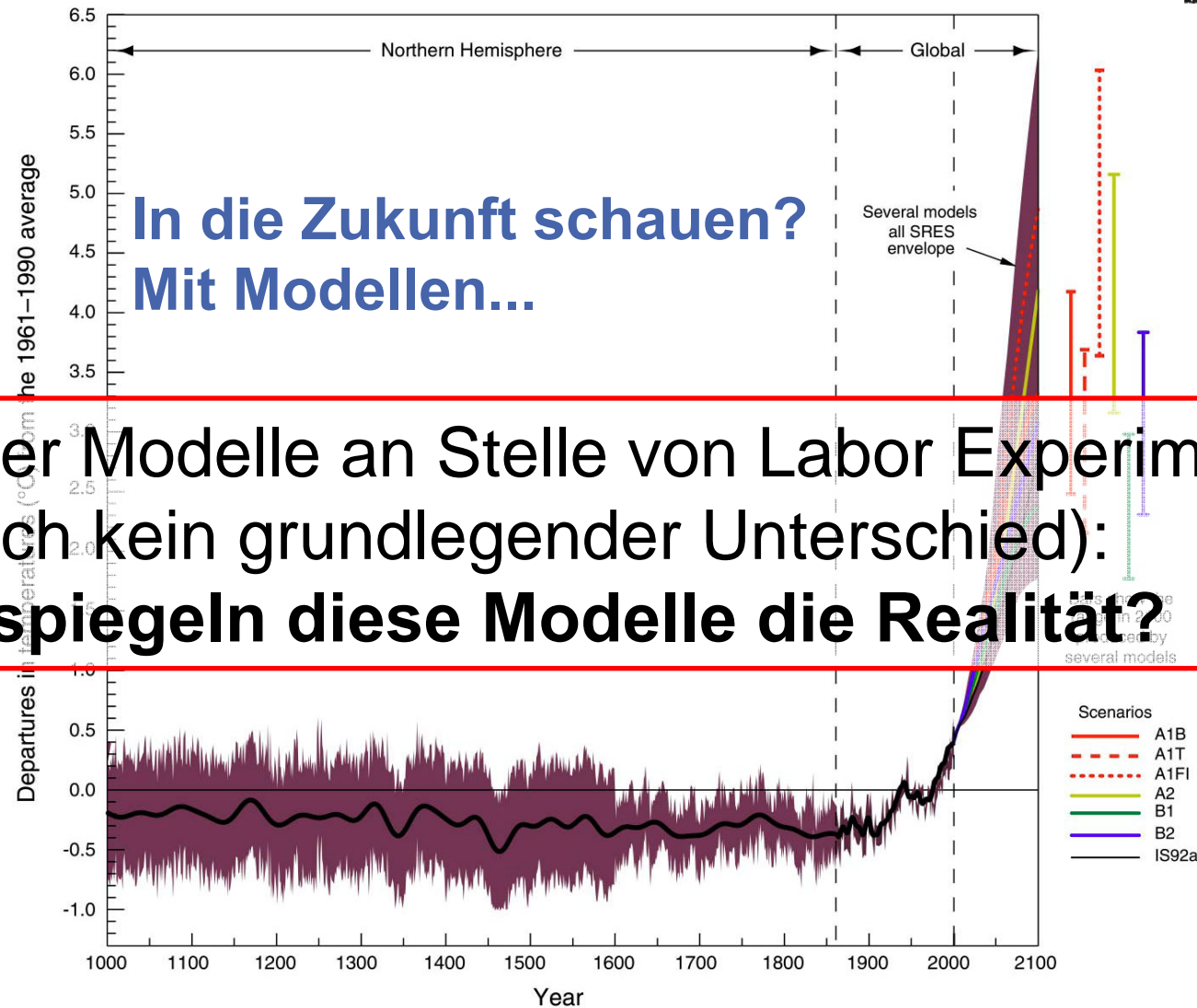
Aerosol- Wolken Wechselwirkung: Die AIDA Simulationskammer



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



Klimawandel – Klimamodellierung



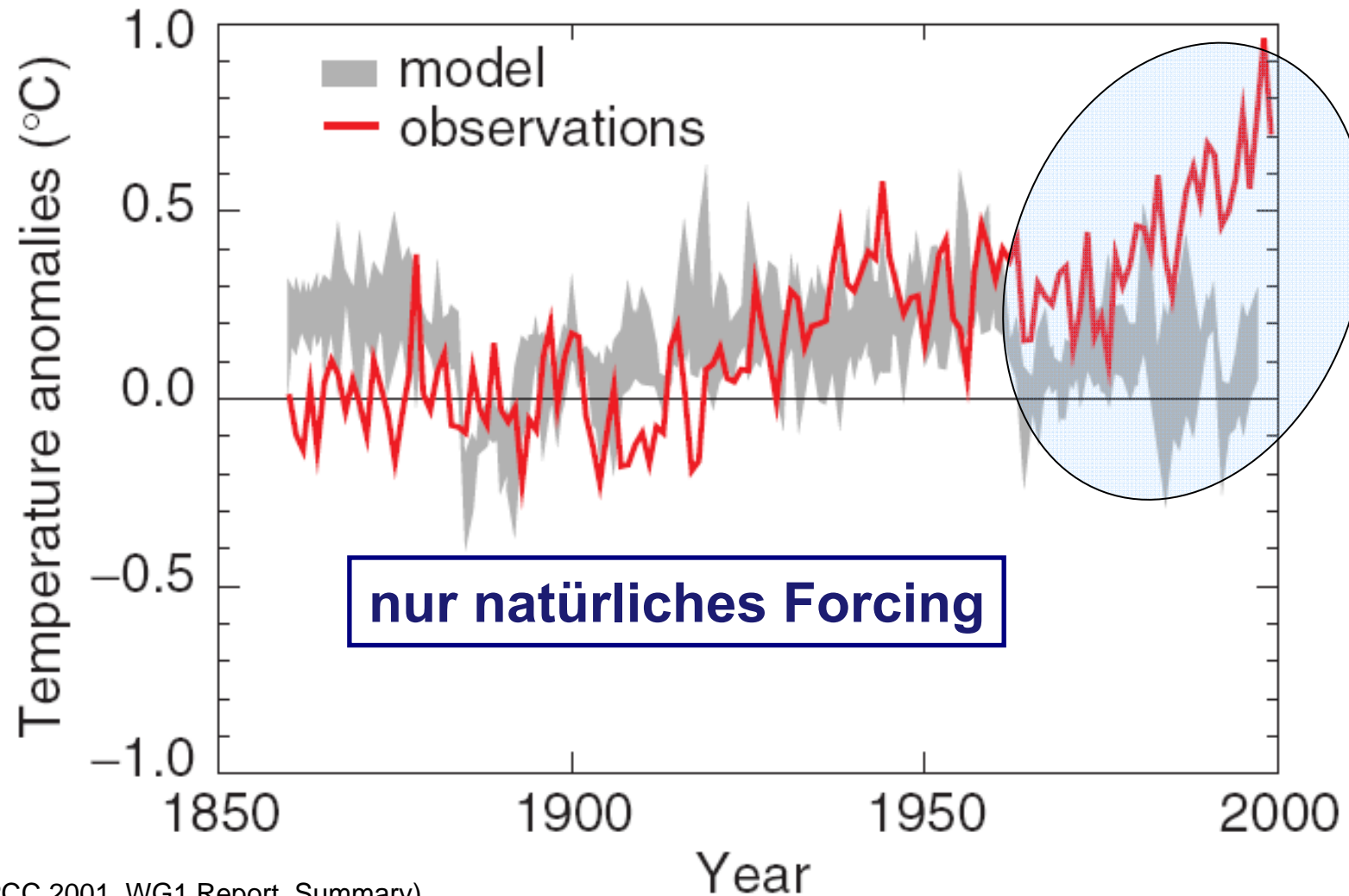
In die Zukunft schauen?
Mit Modellen...

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?

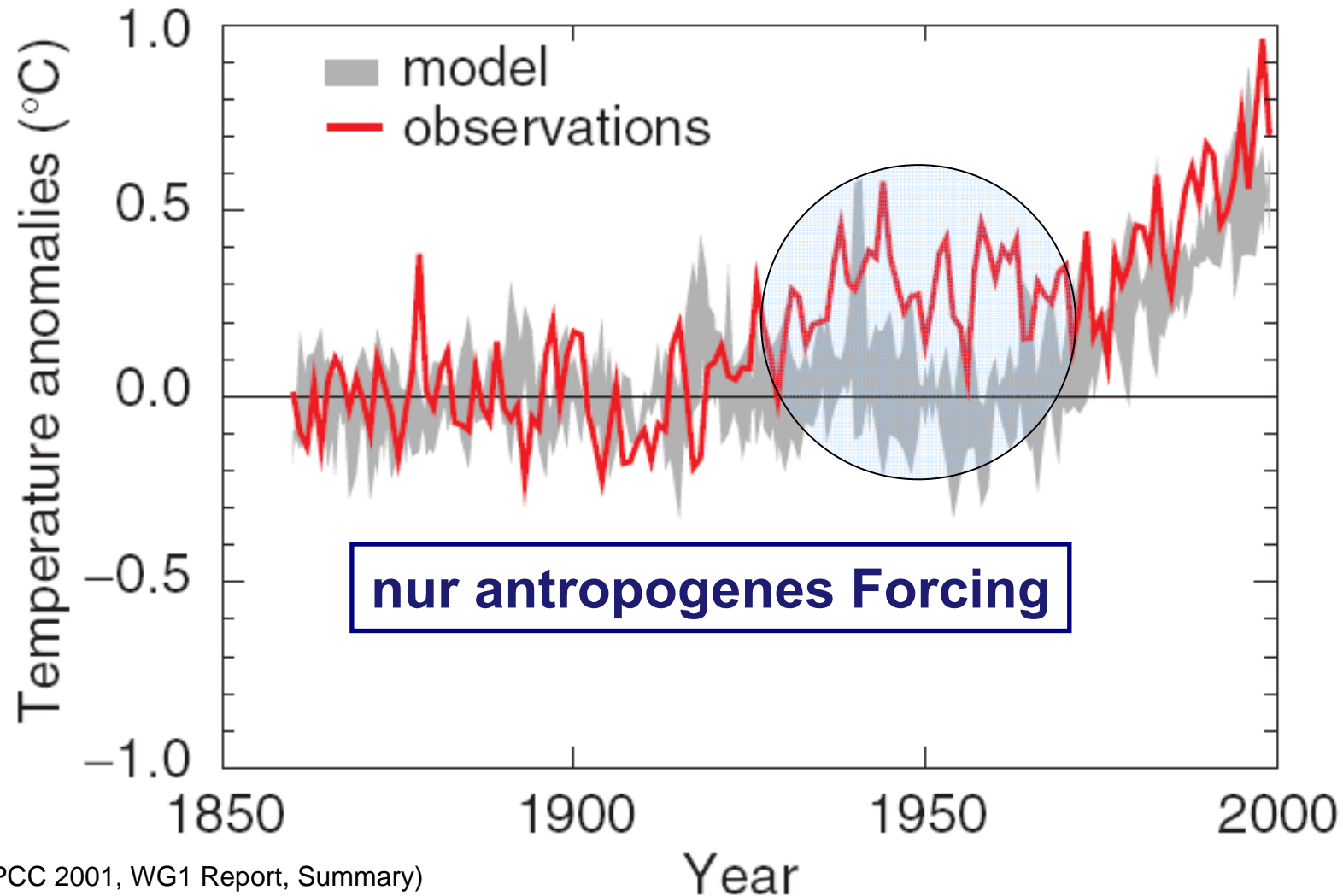
(a) with solar and volcanic forcing only



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Zeigen sie die Realität?

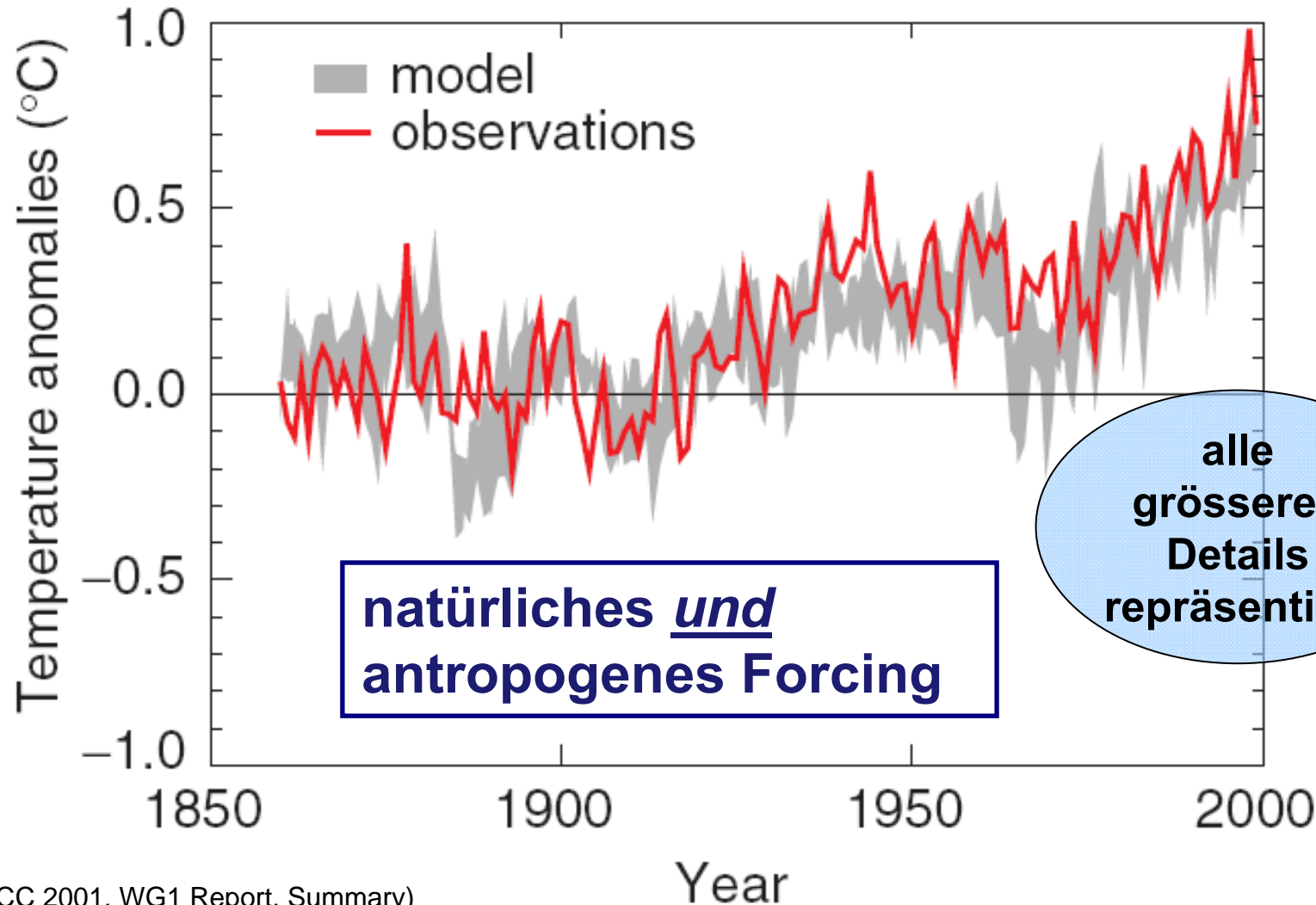
(b) with anthropogenic forcing only (greenhouse gases, ozone, aerosols)



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Zeigen sie die Realität?

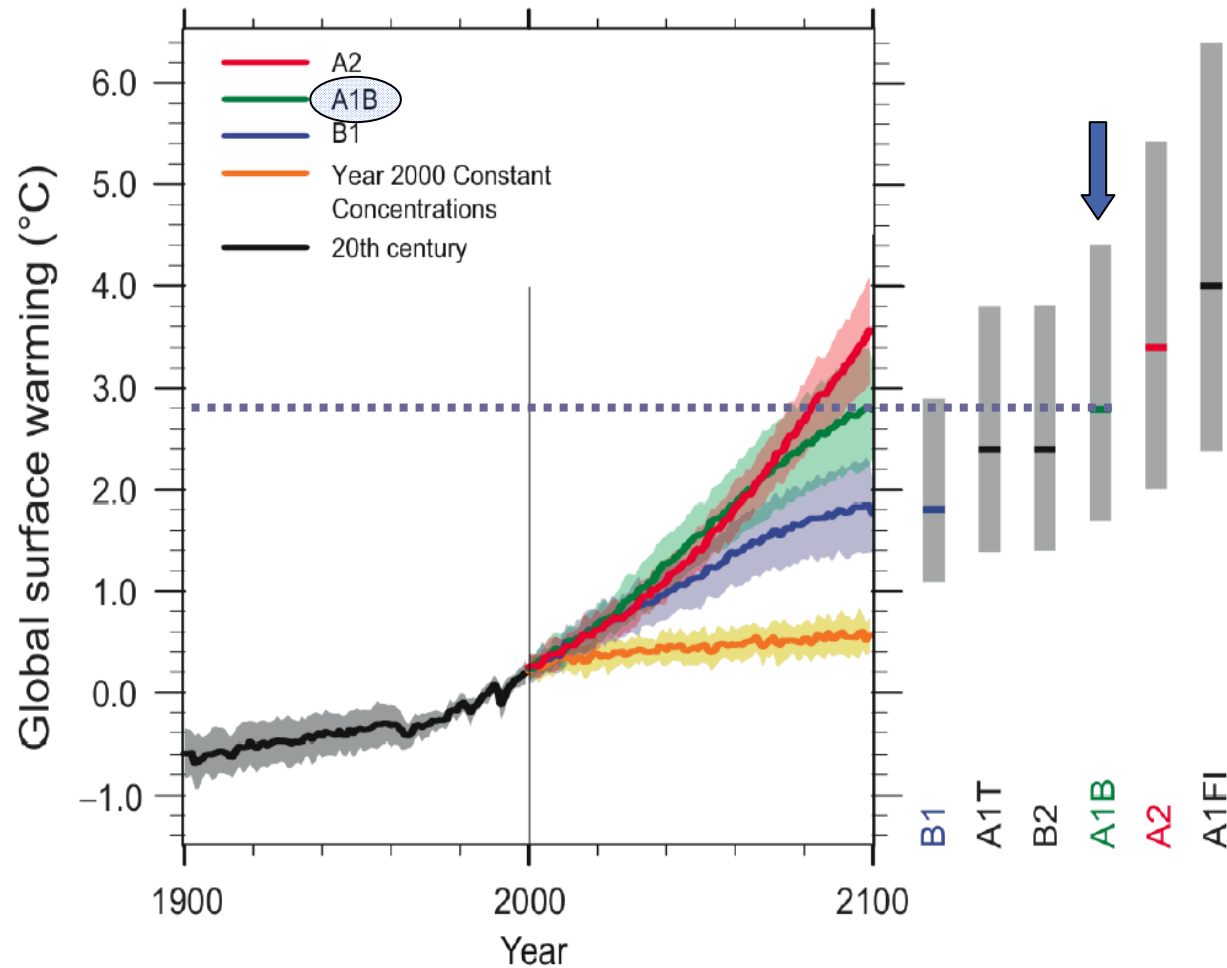
(c) with all forcings, both natural and anthropogenic



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

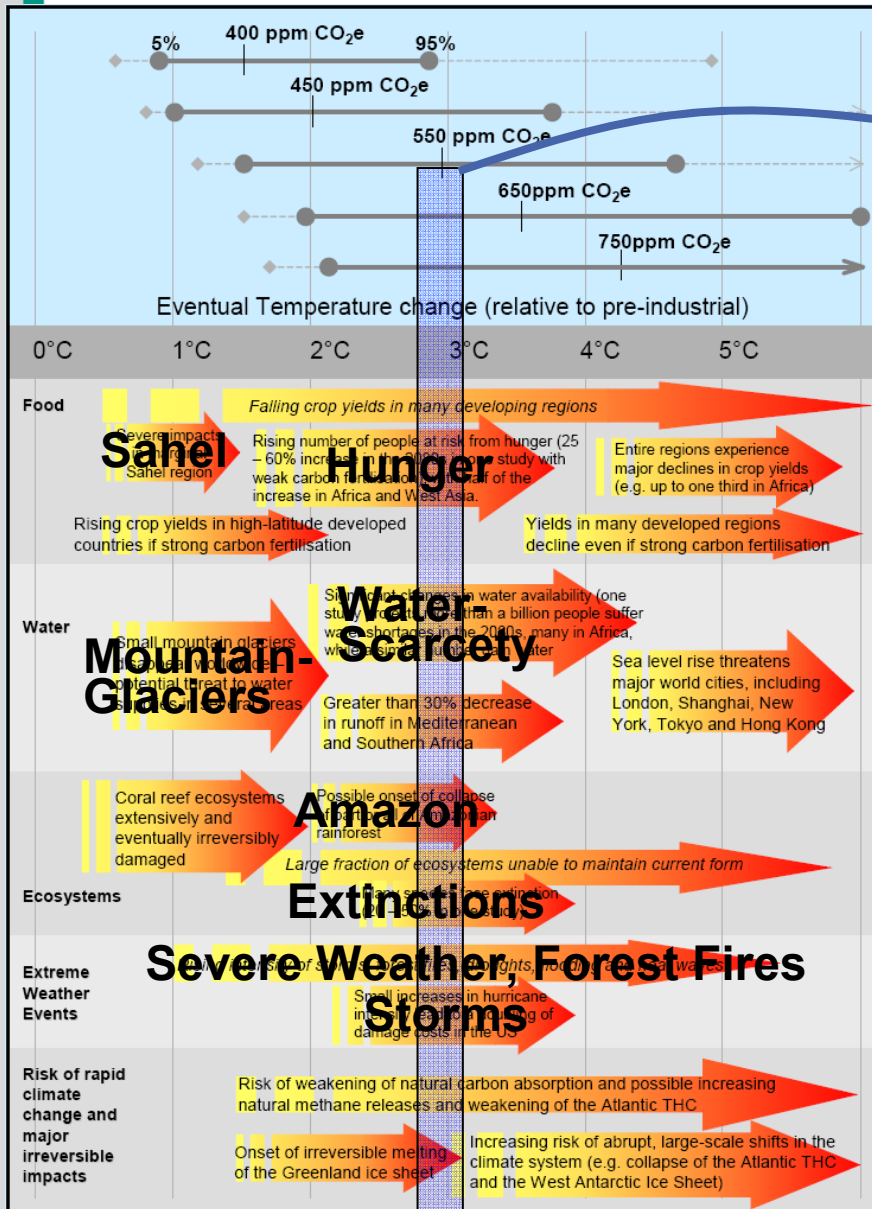
Klimamodelle: Klimaprojektionen

Globaler Klimawandel: Szenarios führen zu Vorhersagen

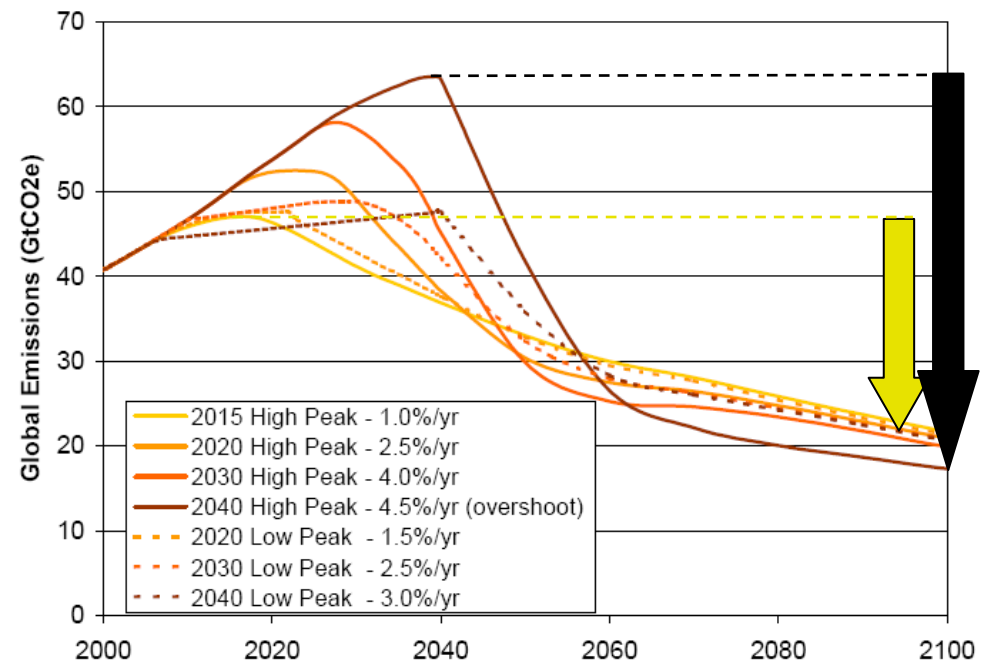


(source: IPCC 2001)

Klimawandel – Was kommt auf uns zu?



CO₂ Emission Scenarios for Stabilisation at 550 ppm



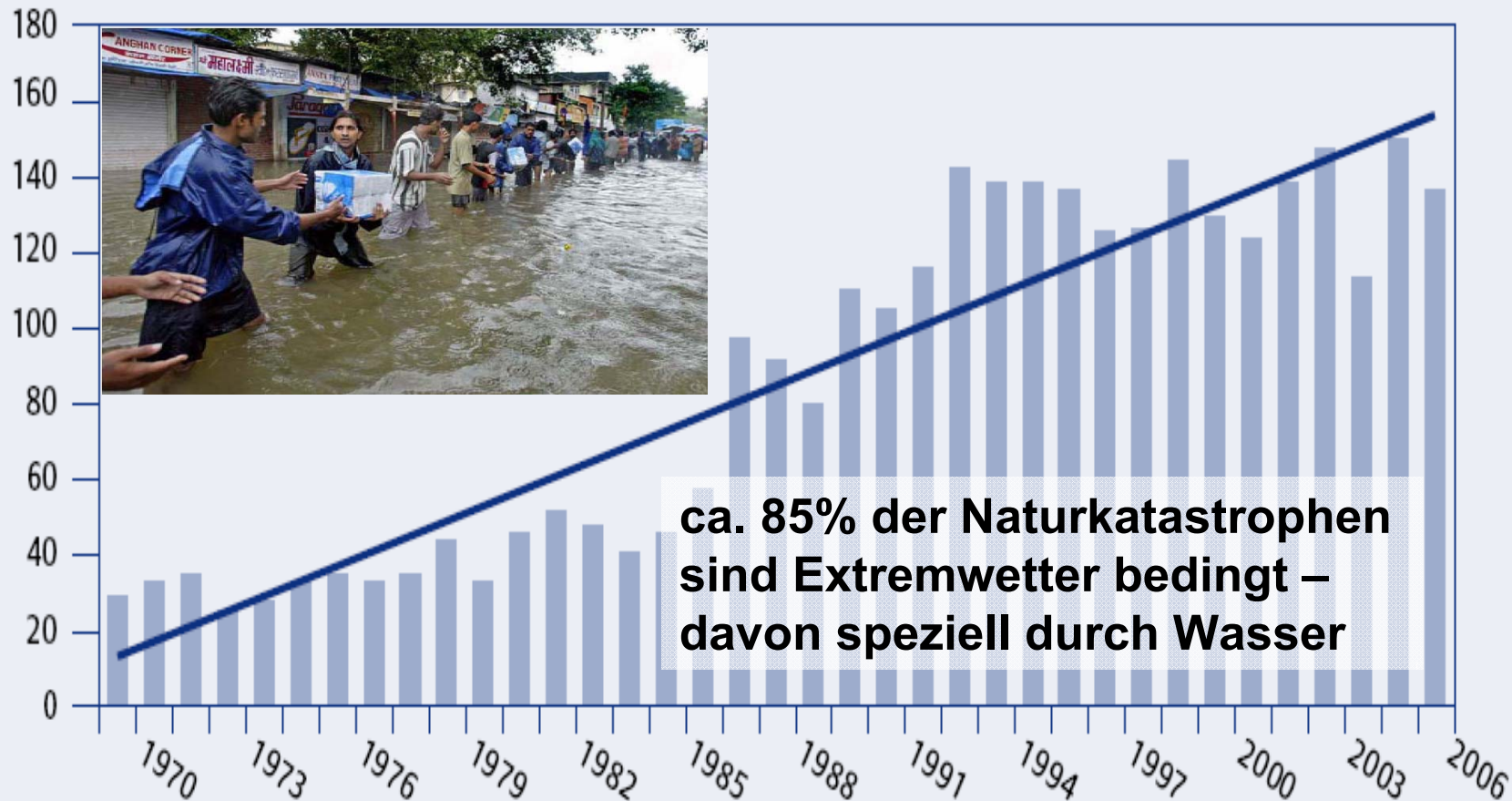
Greater Reduction = Greater Costs

Source: Stern Report, 2006

Klimawandel – Klimafolgen?

Number of natural catastrophes

Kosten sind real!



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



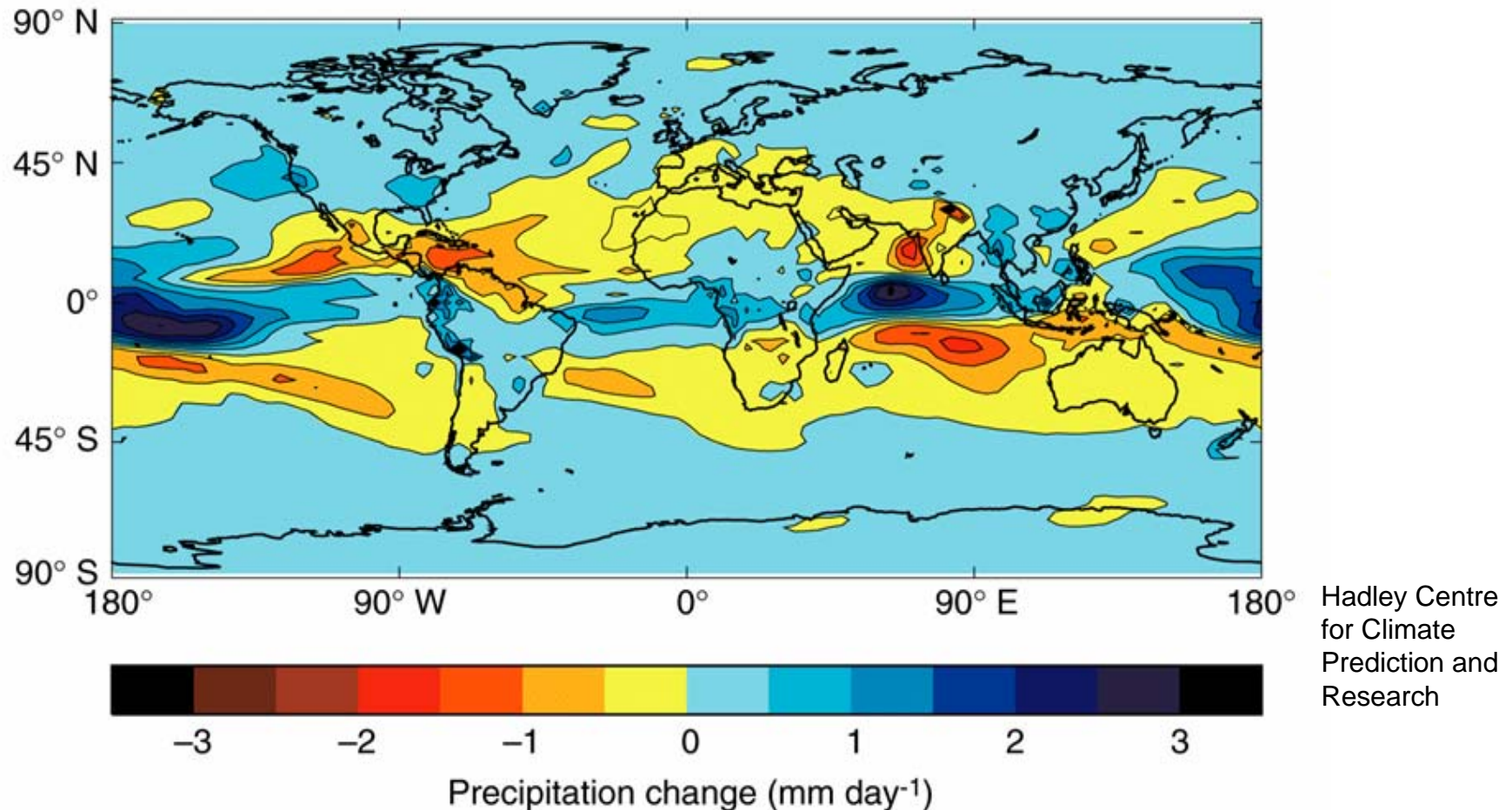
Droughts in Europe...

... and in the Sahel

Beispiel: Klimawandel und Wasser

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen

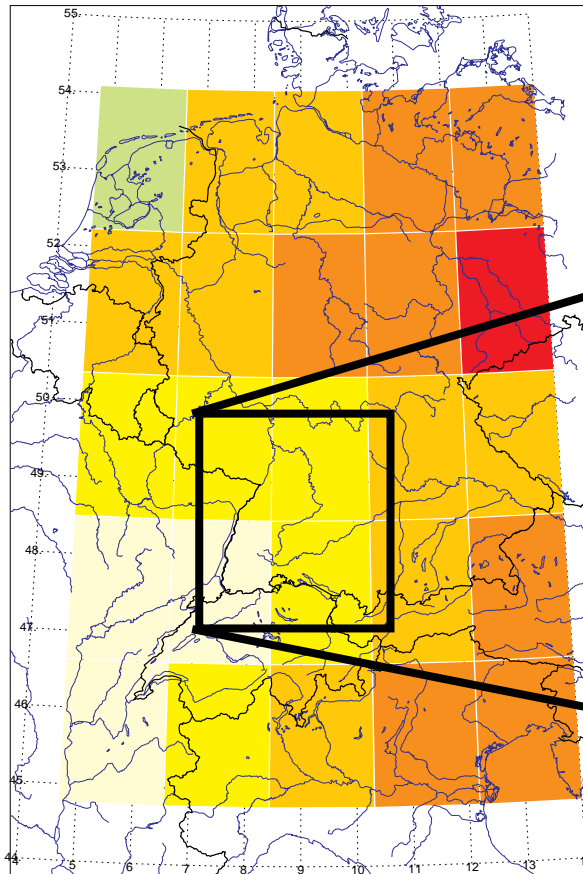
Projected Changes in Annual Precipitation for the 2050s



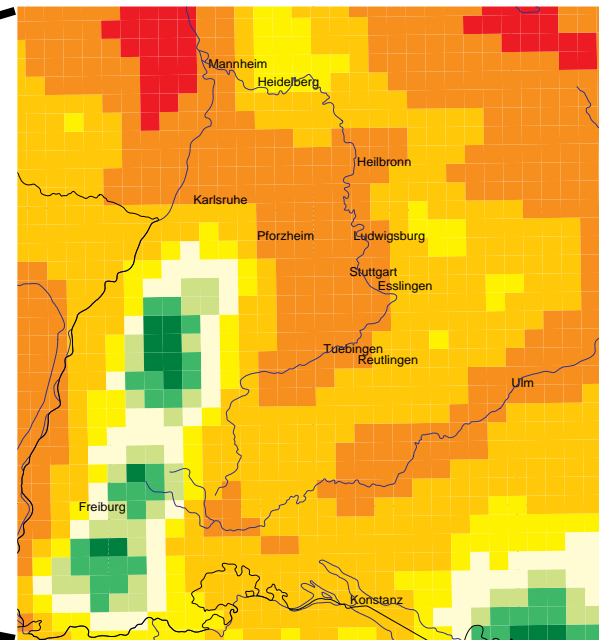
⇒ Resolution too coarse for regional impact analysis !

Regionale Modellierung

Wirkung der Modellauflösung

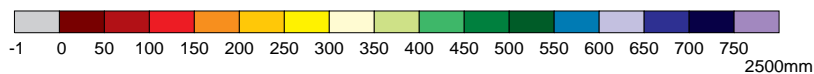


Niederschlag Herbst (SON)
1971-2000



COSMO CLM 7 km

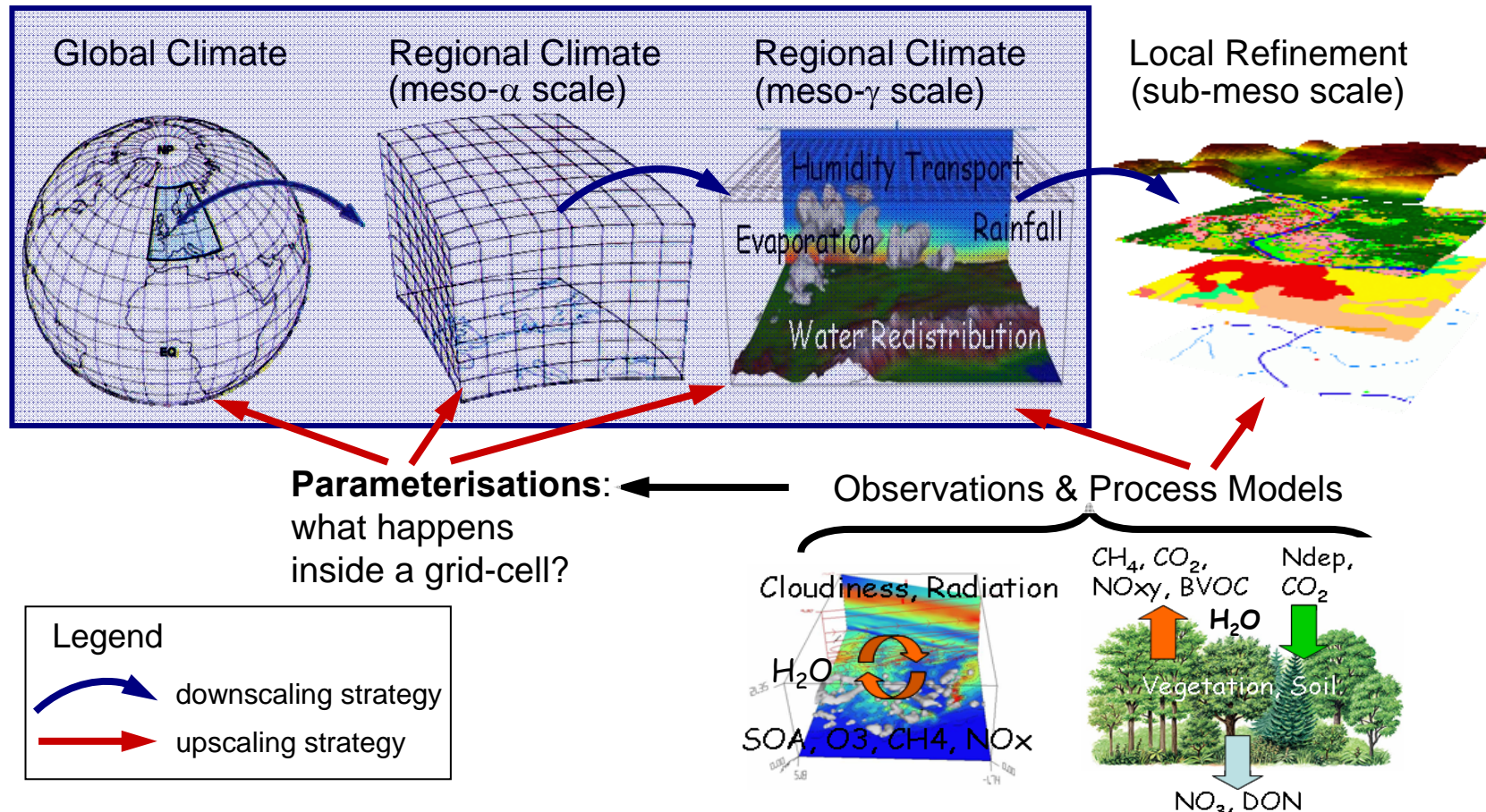
SON Prec.: avg.= 230, min.= 144, max.= 364mm
C20 ECHAM5 SON precipitation 1971 - 2000



Regionale Modellierung

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen

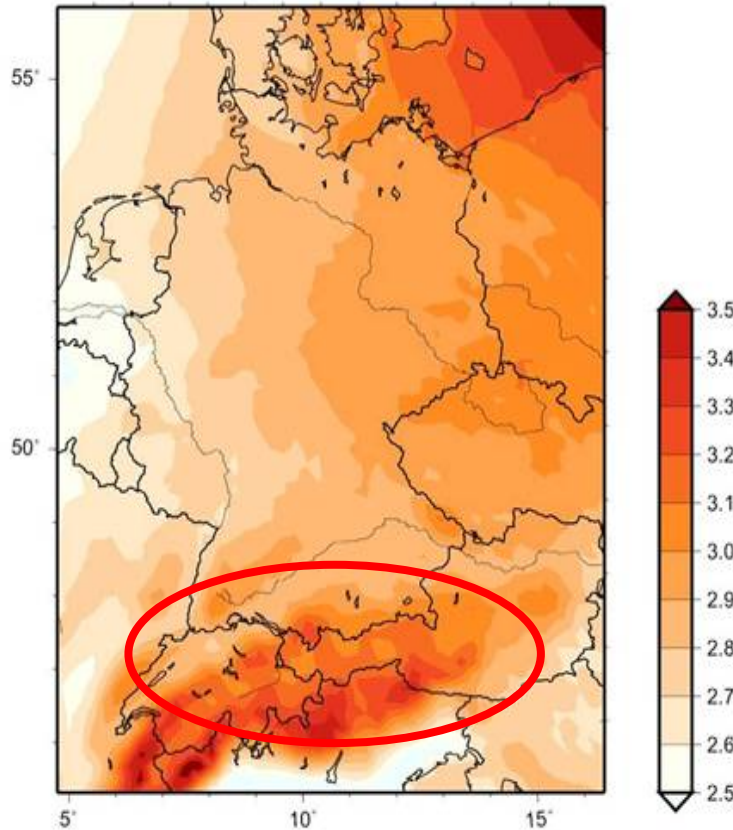
- Observations + Modelling
- Downscaling and Upscaling



Beispiel: Klimawandel und Wasser

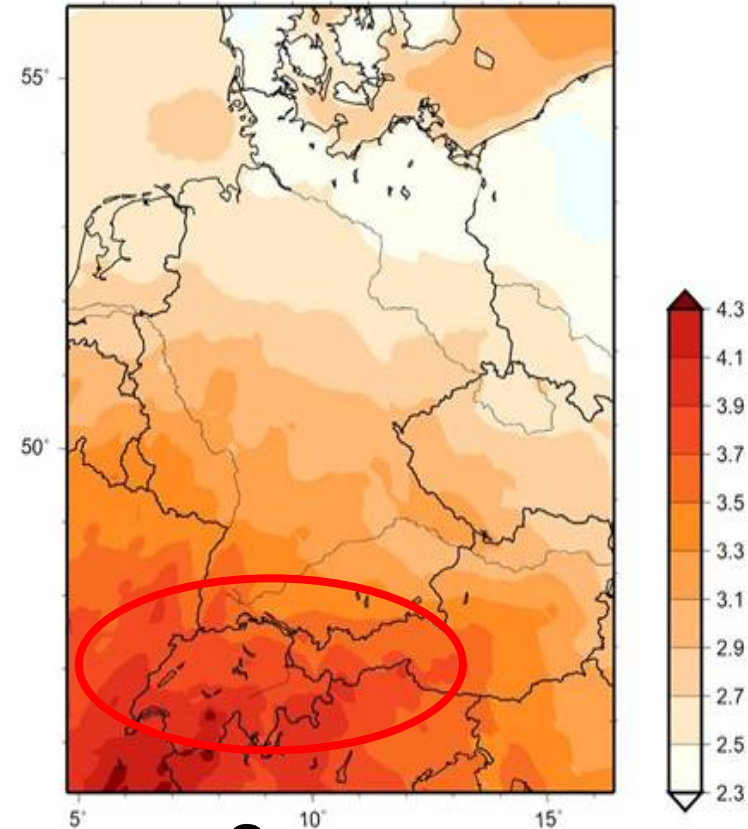
Regional Climate Modelling

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



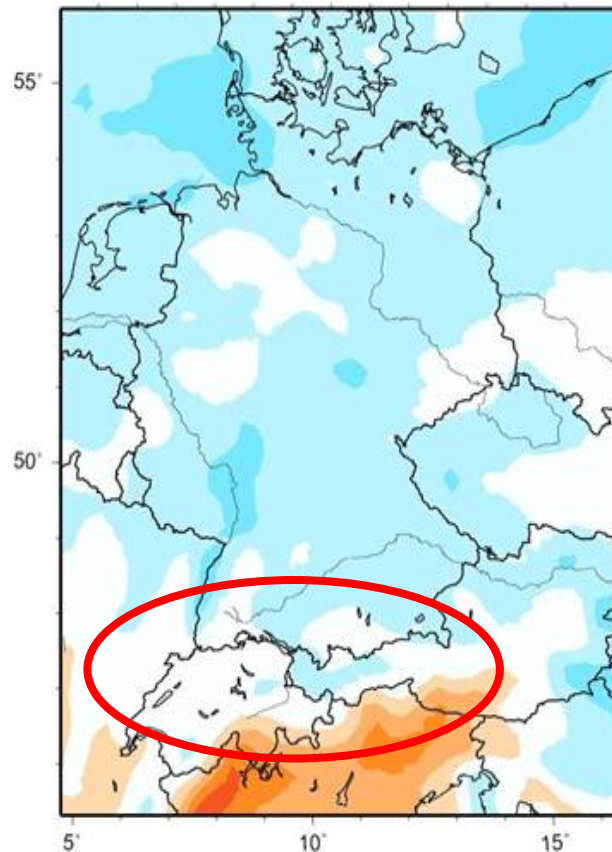
Sommer

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

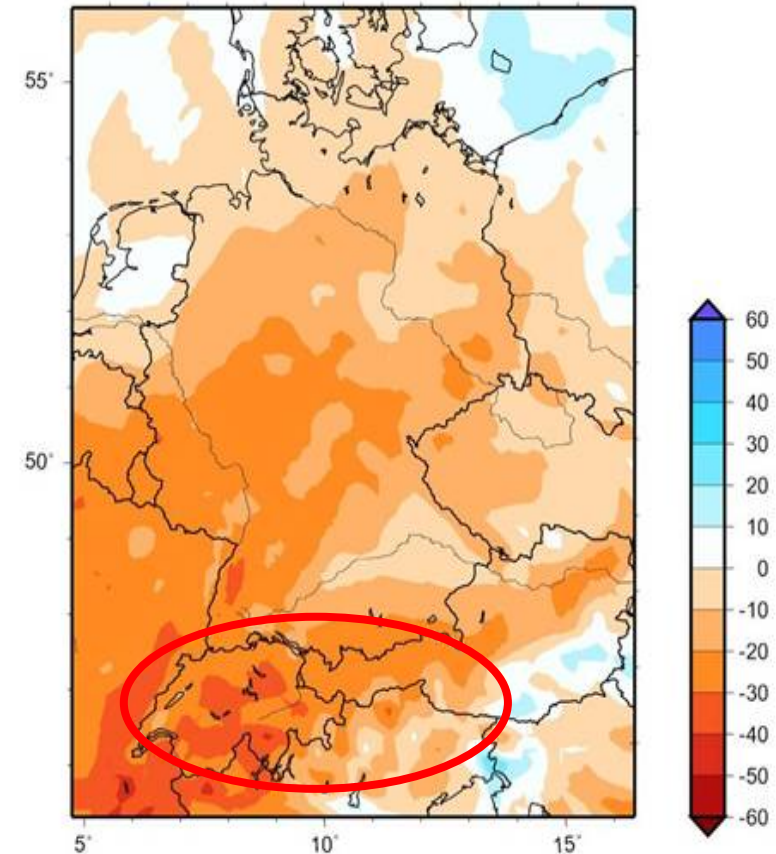
Beispiel: Klimawandel und Wasser

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 $\approx -1\%$)

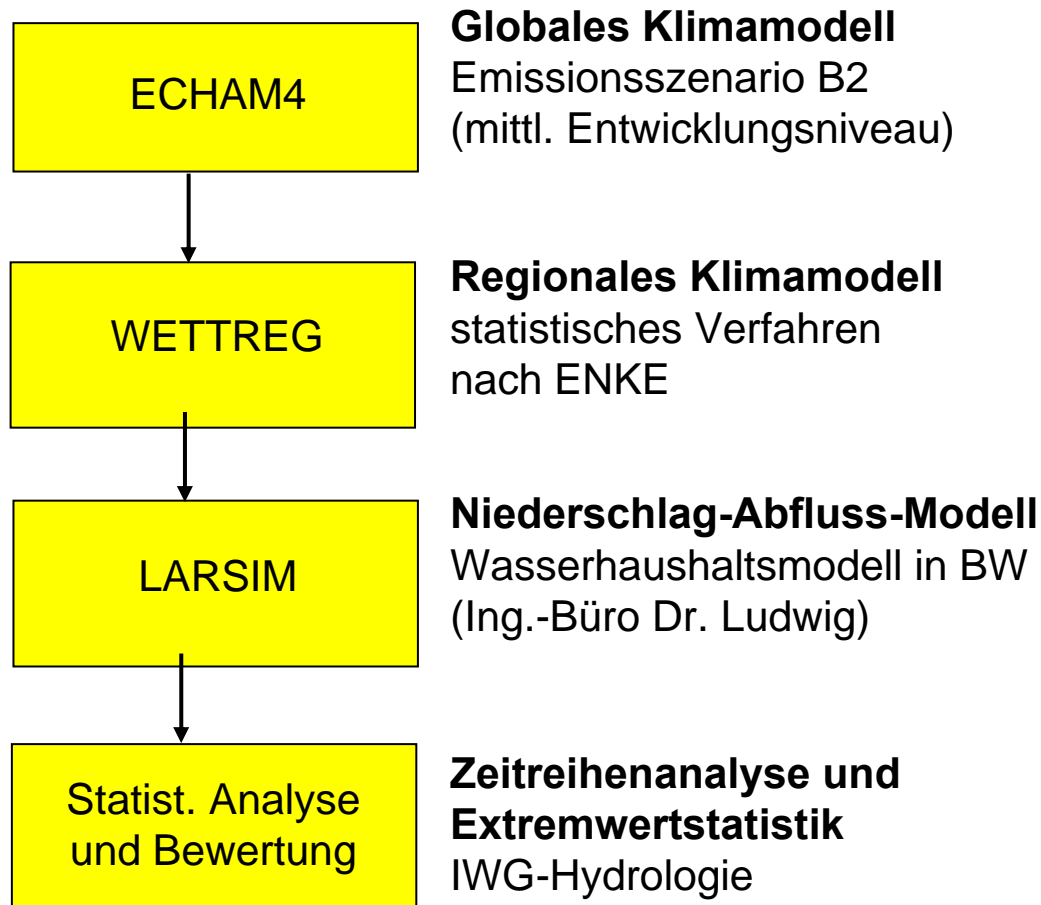
Beispiel: Klimawandel und Wasser

Klimawandel und Abflüsse in Baden-Württemberg

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



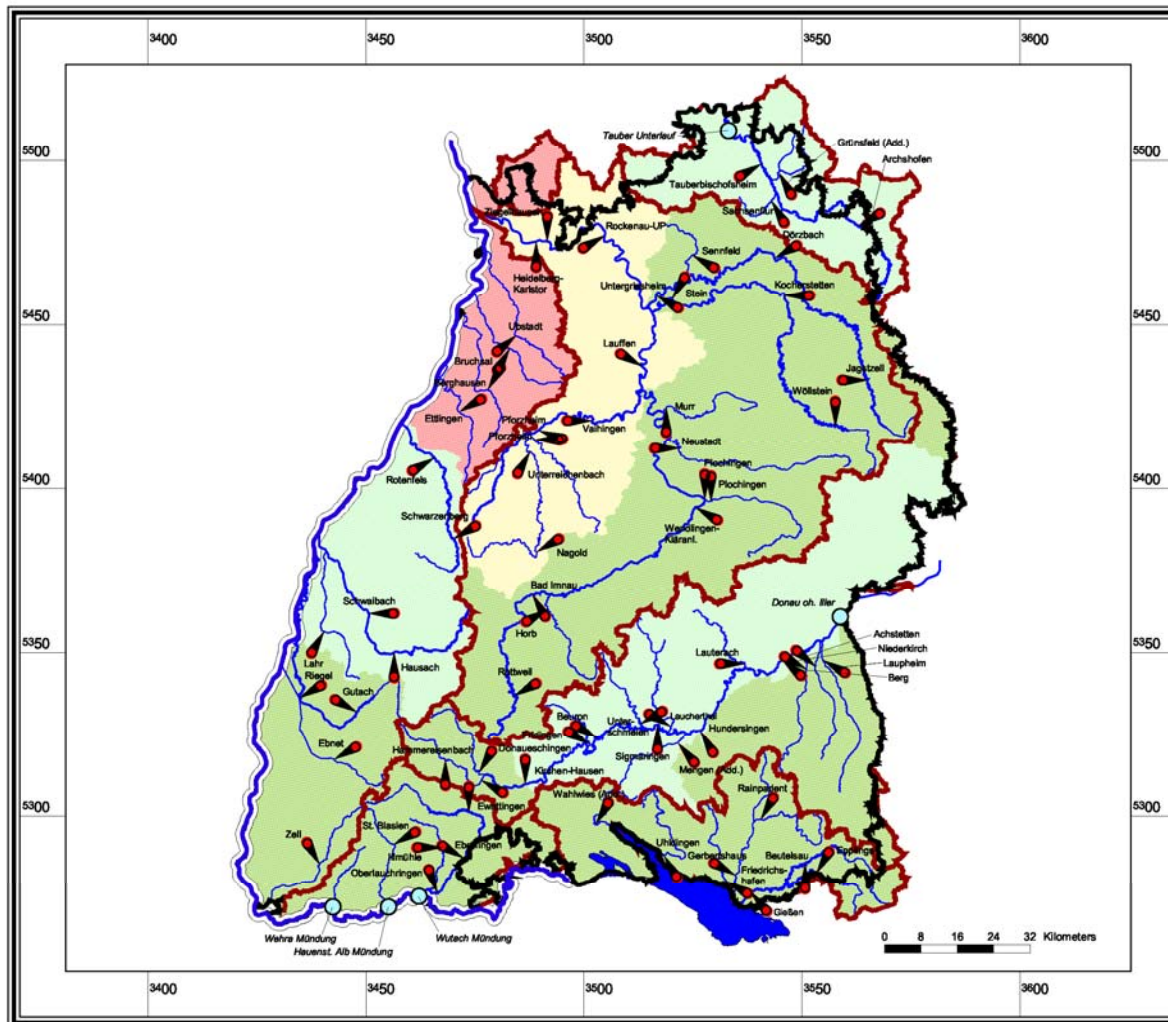
ausgewählte Modellkette:



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

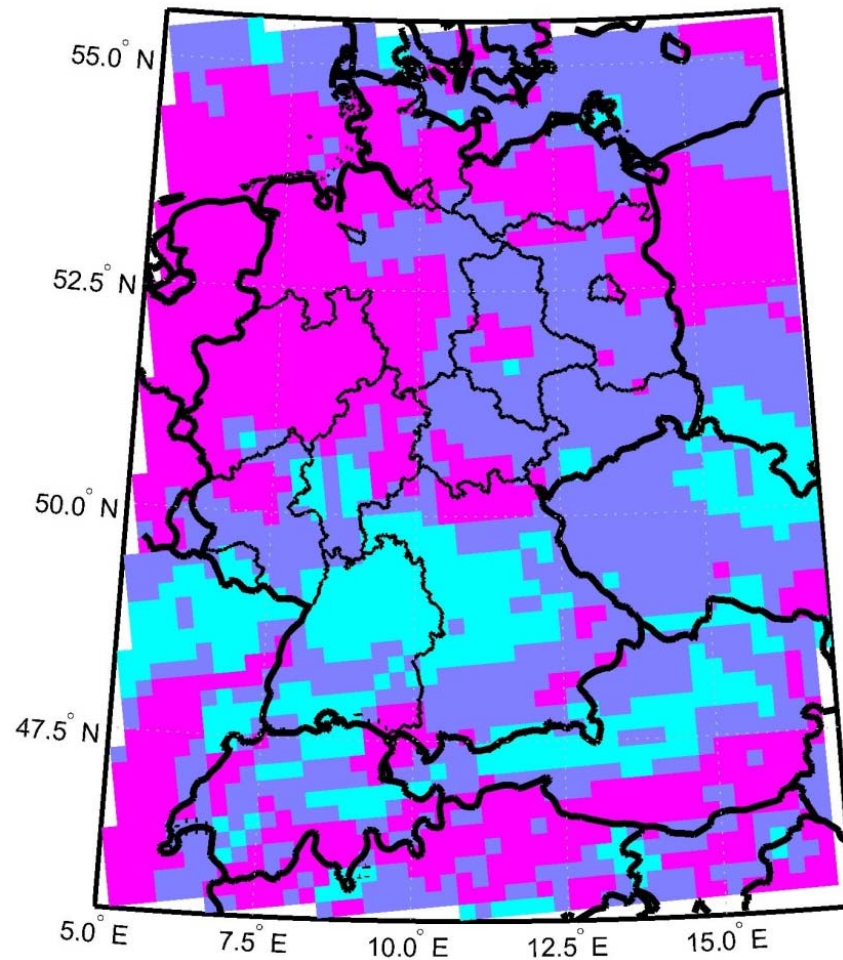
MQD (Jahr)

- starke Zunahme
- deutliche Zunahme
- schwache Veränderung
- deutliche Abnahme
- starke Abnahme
- keine Angabe

Legend for map symbols:
Landesgrenze (black outline)
Flussgebiete (red outline)
Pegel (red pin)
Gewässerstellen (blue circle)

Regionale Modellierung

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen



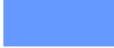


Änderung des Sturmklimas

Modell REMO:

2021-2050 vs 1971-2000

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

-  Zunahme
-  Abnahme
-  nicht eindeutig

(Rauthe und Kunz, 2009)

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

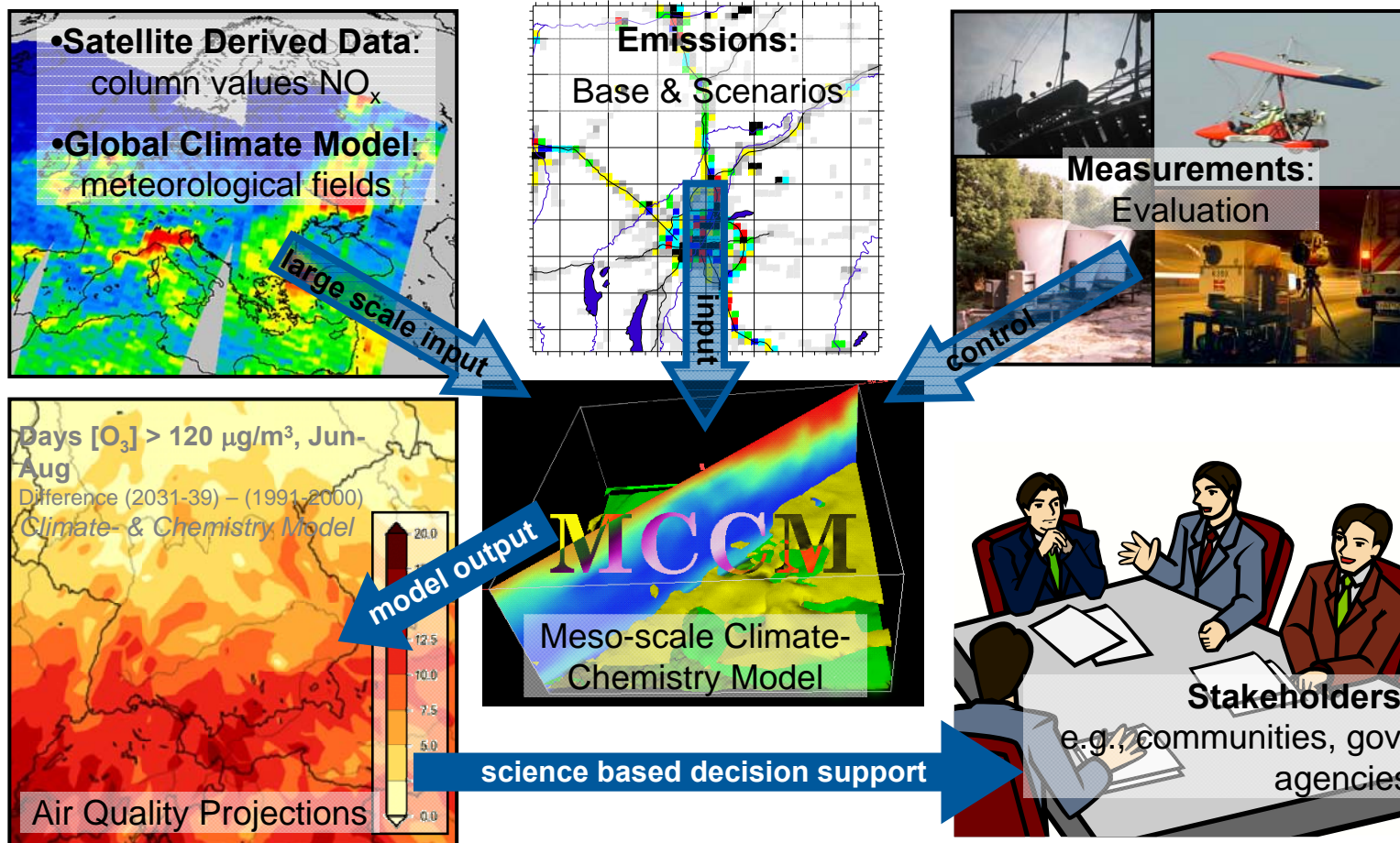


Regionale Modellierung

Climate Change and Air Quality

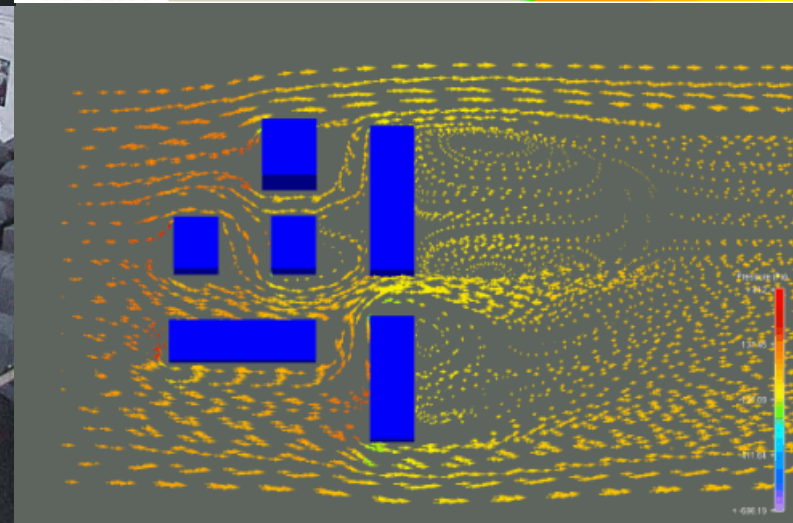
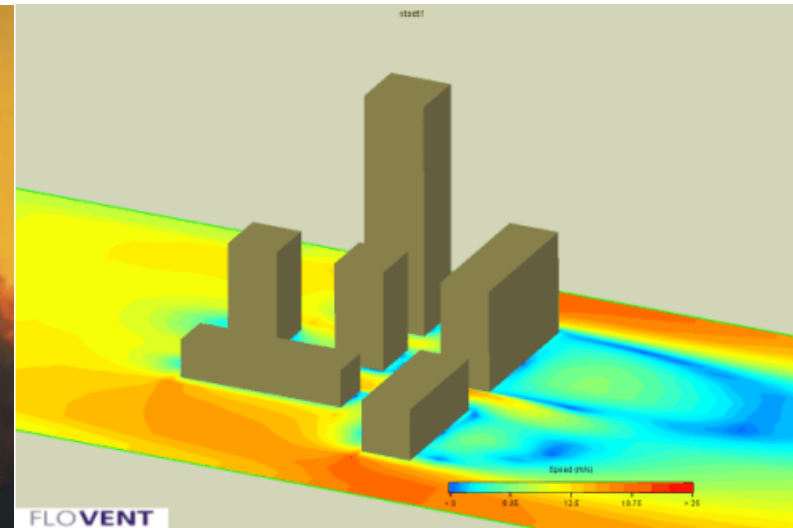
Coupled Mesoscale Climate Chemistry Model (MCCM):

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:

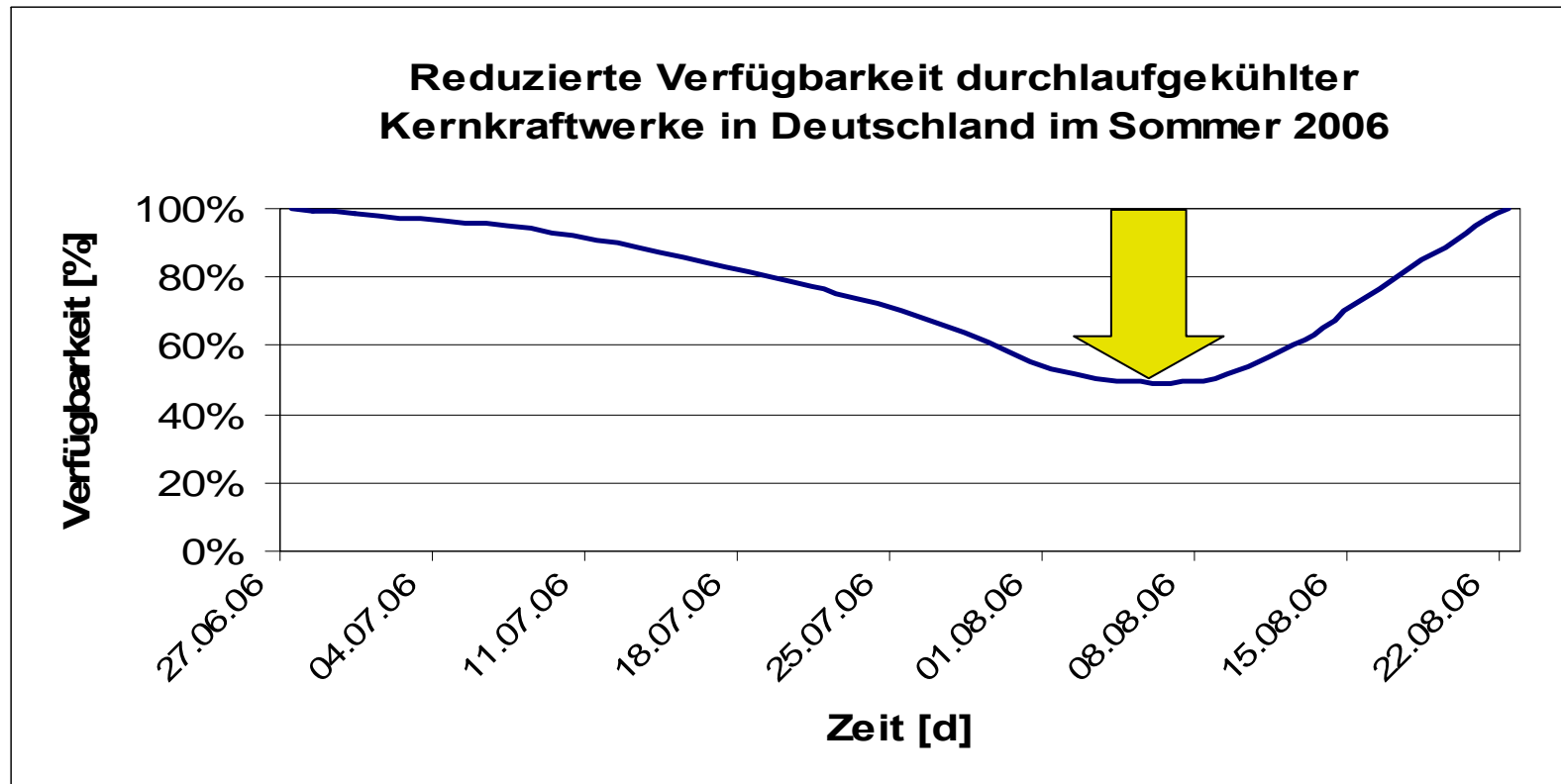
Thermische Kraftwerke benötigen **Kühlwasser** und unterliegen Grenzwerten der Flusswassertemperatur. **Hohe Wassertemperatur führt zu eingeschränktem Kraftwerksbetrieb:**

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...



... aber Anpassung wird kaum sehr idyllisch sein!

Danke für die Aufmerksamkeit!



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