

Atmosphärische Umweltforschung

Institut für Meteorologie und Klimaforschung IMK-IFU

Forschungszentrum Karlsruhe



Hans Peter Schmid, Institutsleiter

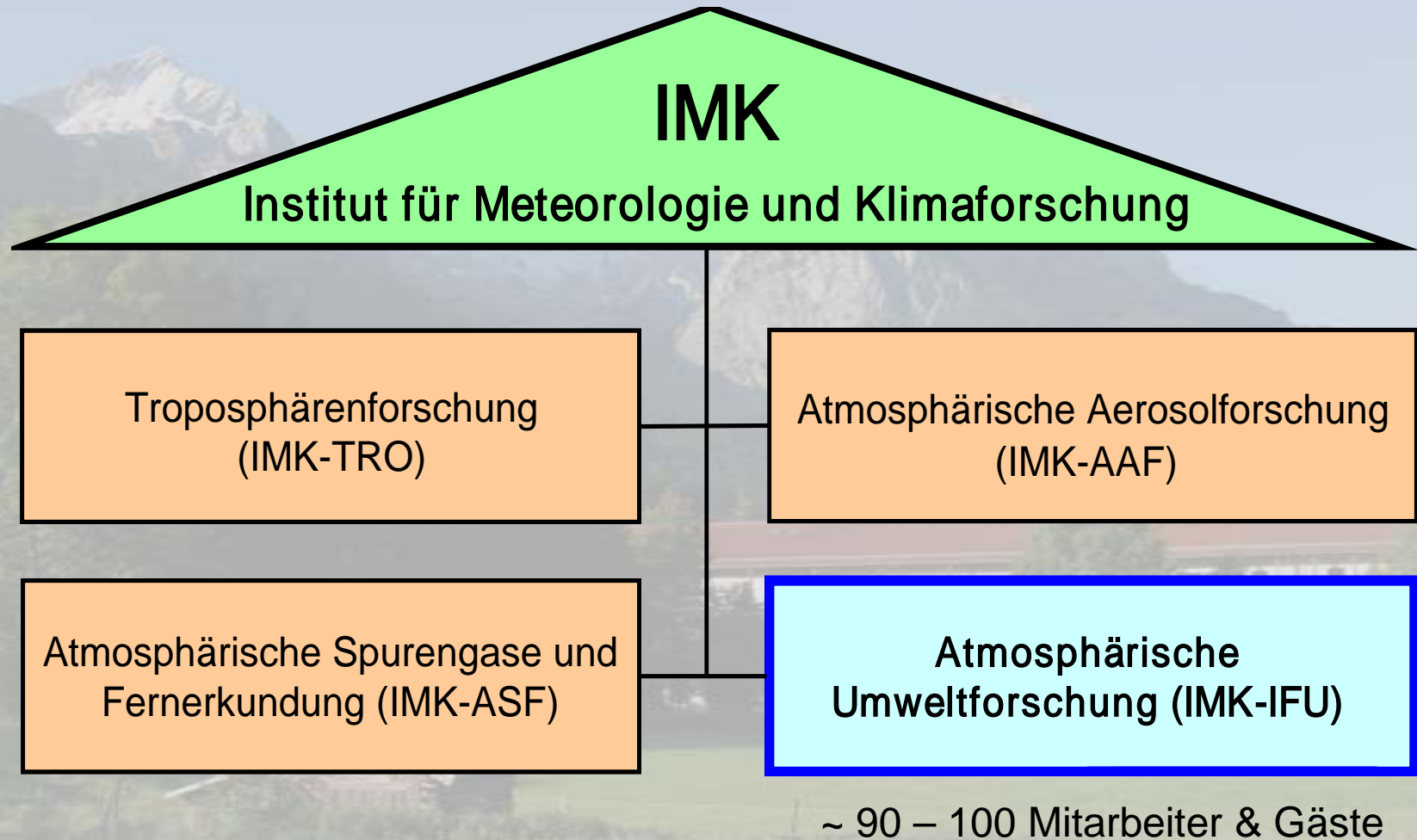
Atmosphärische Umweltforschung

Institut für Meteorologie und Klimaforschung IMK-IFU

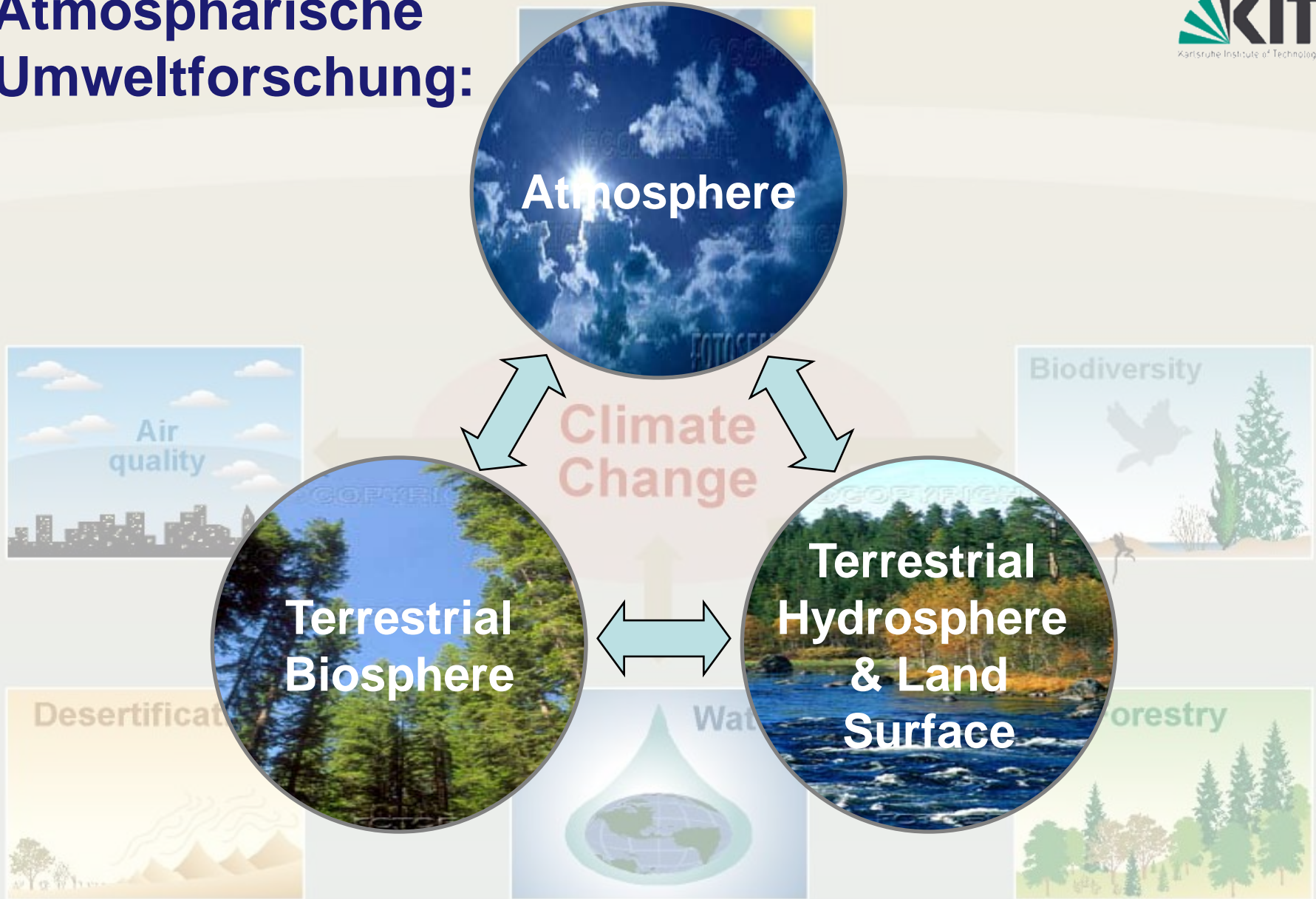
Karlsruhe Institut für Technologie



Hans Peter Schmid, Institutsleiter




Atmosphärische Umweltforschung:



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Was bedeutet Globaler Klimawandel für die Region?



Hans Peter Schmid, IMK-IFU

Es gibt verschiedene Gründe für Änderungen des Klimas...

Sprachregelung:

natürliche Klima-Variabilität (climate variability)

- Milanković Zyklen (extern)
- Sonnenaktivität (extern)
- Vulkanismus (extern)
- Schnee/Eis Bedeckung (intern)
- Meeresströmungen (intern)
- Globale Zirkulation (intern)

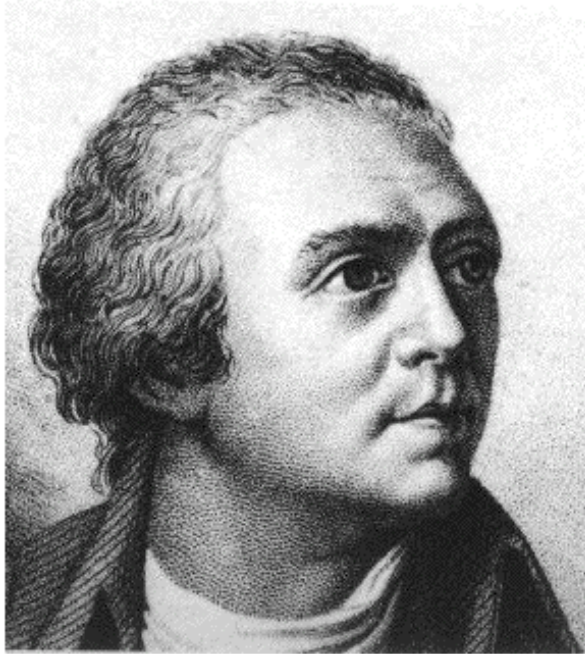
z.B. { *El Niño/ La Niña*
North Atlantic Oscillation

anthropogener Klima-Wandel (climate change)

- Treibhaus Gase (Veränderung)
- Aerosol
- Landnutzung
- Kondensstreifen (Tropopause)

Der Treibhaus Effekt: keine neue Idee!

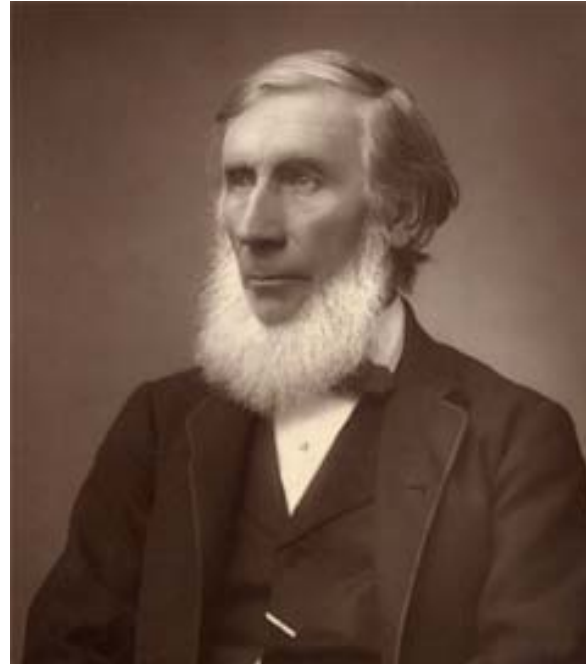
Die „Väter“ der Treibhaus Theorie



**Horace-Bénédict
de Saussure**

(1740 -1799) Swiss aristocrat,
physicist and alpinist (Mont Blanc).

„Heliothermometer“: simple
greenhouse warming
experiments



John Tyndall

(1820 – 1893) Irish natural
philosopher.

Identified through laboratory
experiments the absorption of
thermal radiation by complex
molecules



Svante August Arrhenius

(1859 – 1927) Swedish chemist and
one of the founders of the science of
physical chemistry.

Theorized that doubling the
amount of CO₂ in the
atmosphere might raise the
Earth's temperature by 5 or 6 °C.

Dominantes Umwelt Phänomen: Der Treibhaus Effekt

“natürlich” (H₂O): $\Delta T = 33 \text{ C}$

“erweitert” (CO₂ etc.): $\Delta T = 35\text{-}36 \text{ °C} (= + 2\text{-}3 \text{ °C})$

(auf Venus, CO₂: $\Delta T = 450 \text{ °C}$)

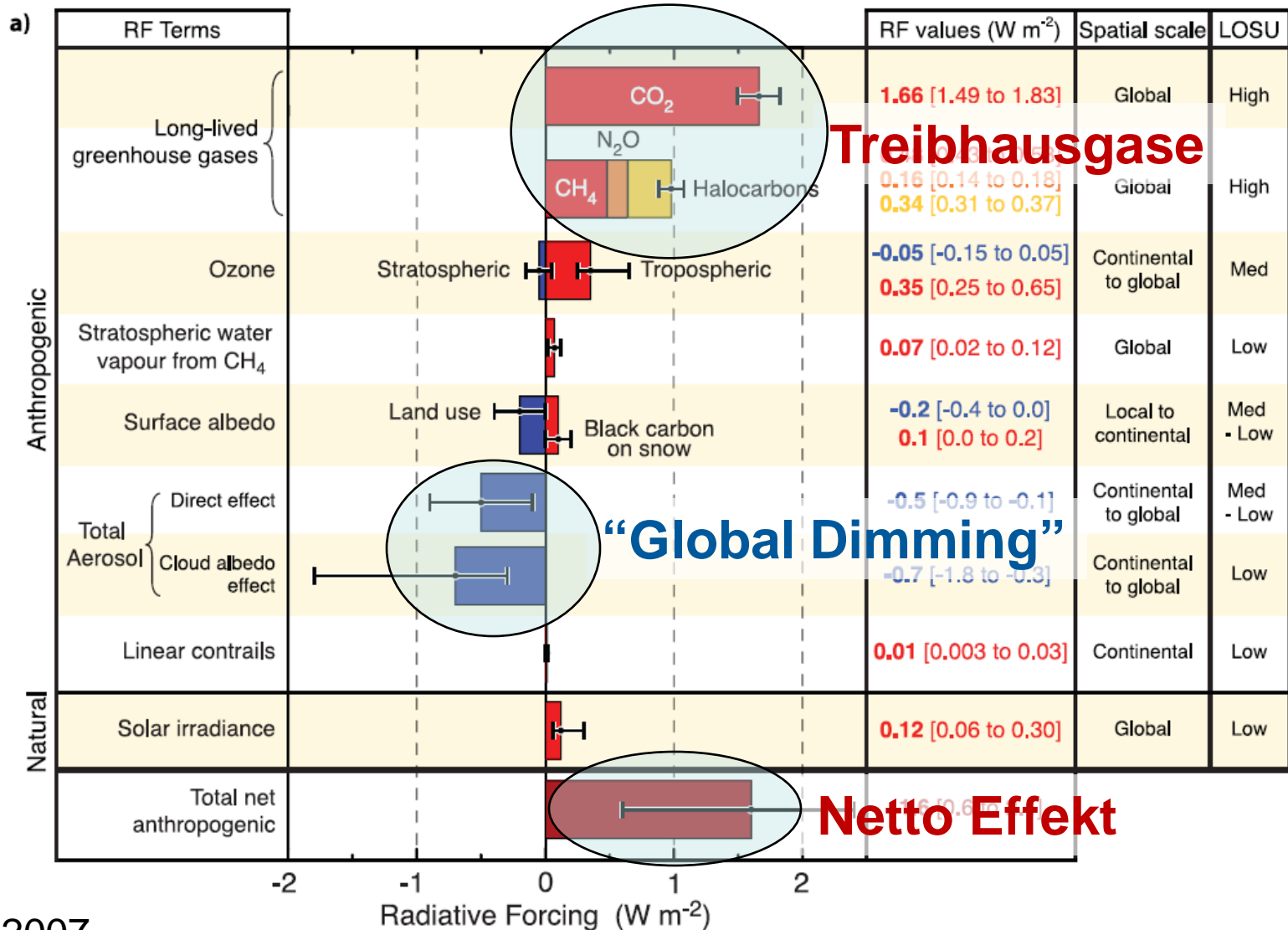


Absorbed in atmosphere
by greenhouse gases

Infra-red
radiation
from surface

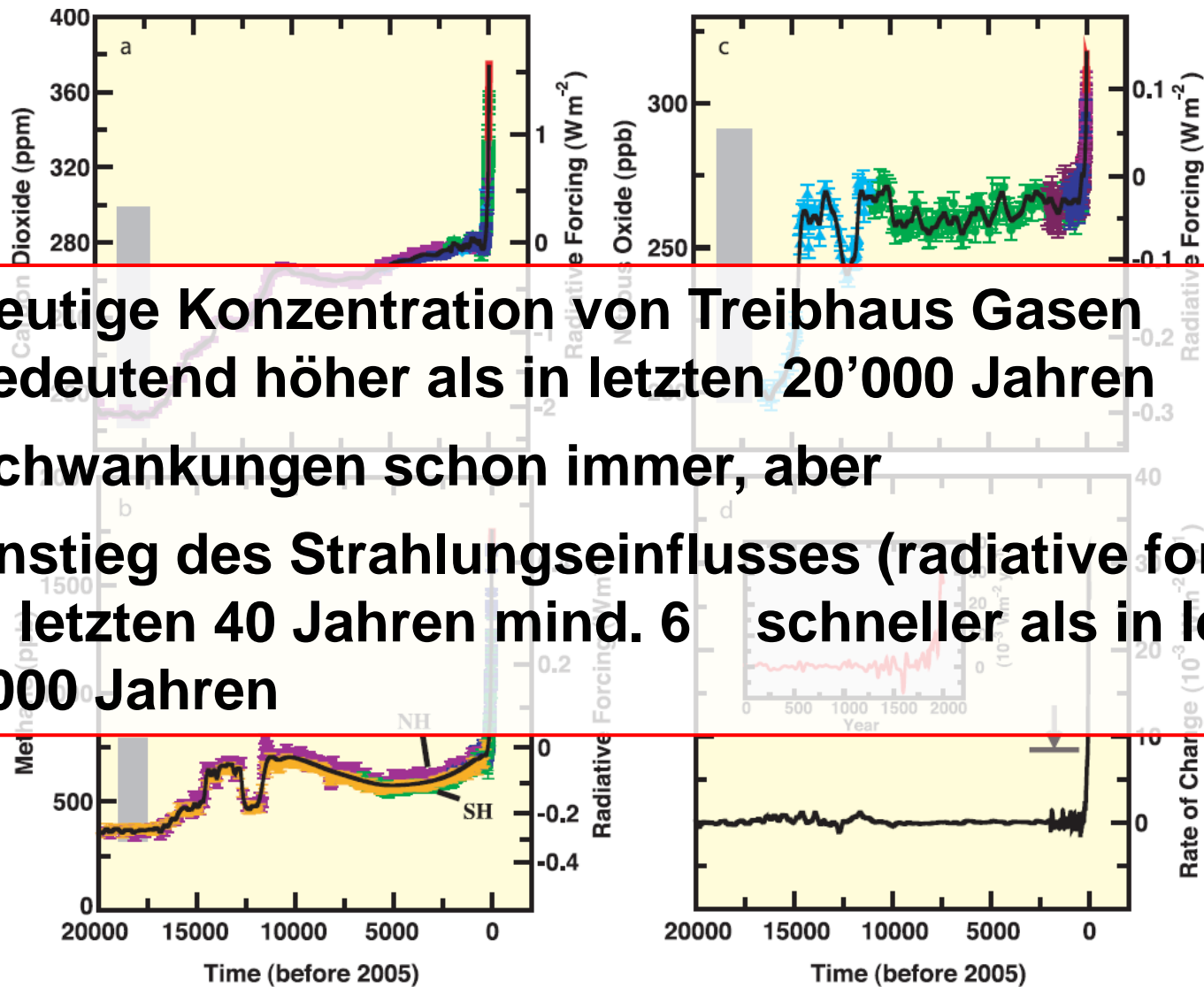


Global gemittelte Strahlungswirkung



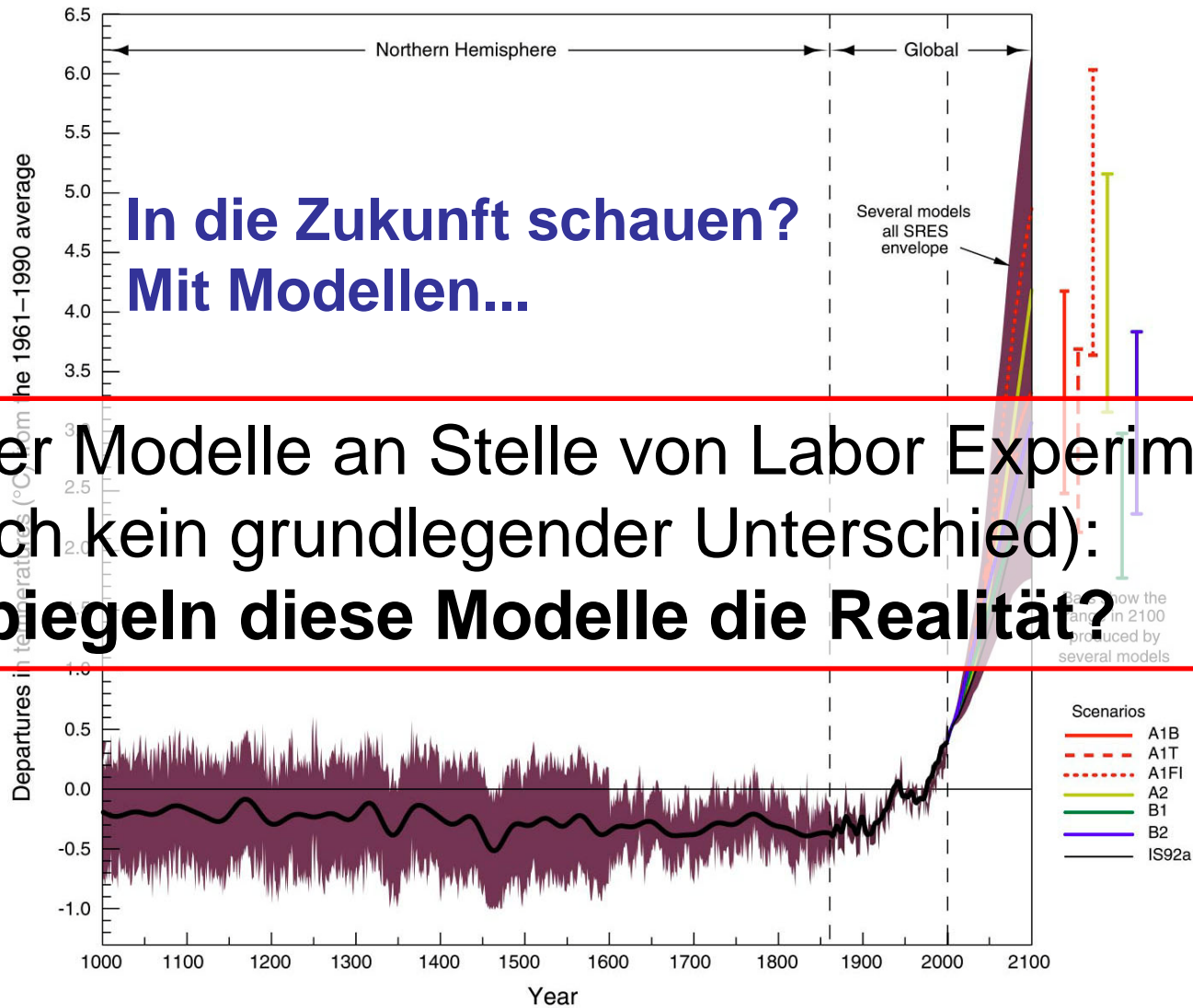
IPCC 2007

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)

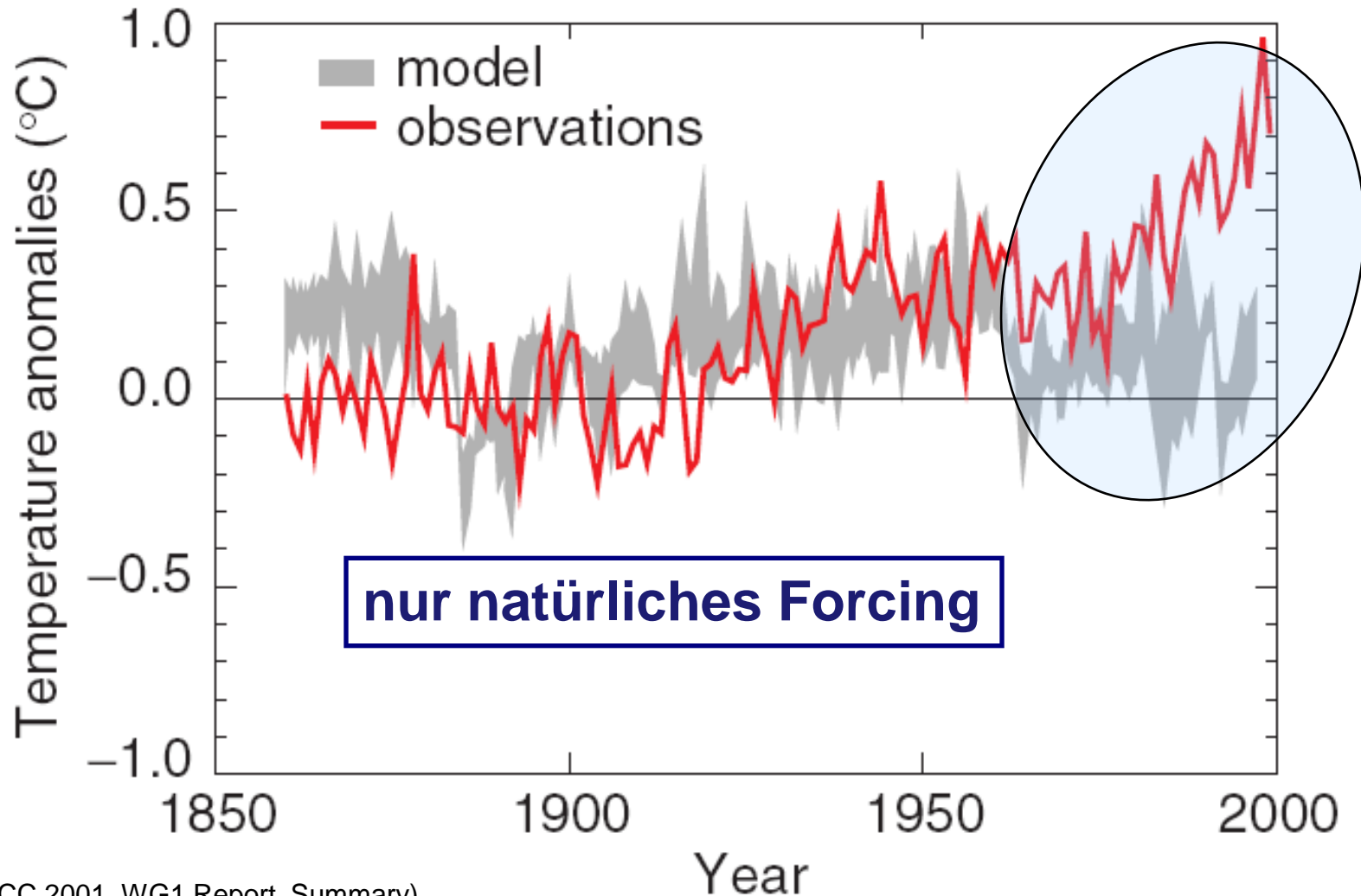


Computer Modelle an Stelle von Labor Experimenten (eigentlich kein grundlegender Unterschied):
Widerspiegeln diese Modelle die Realität?

(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Zeigen sie die Realität?

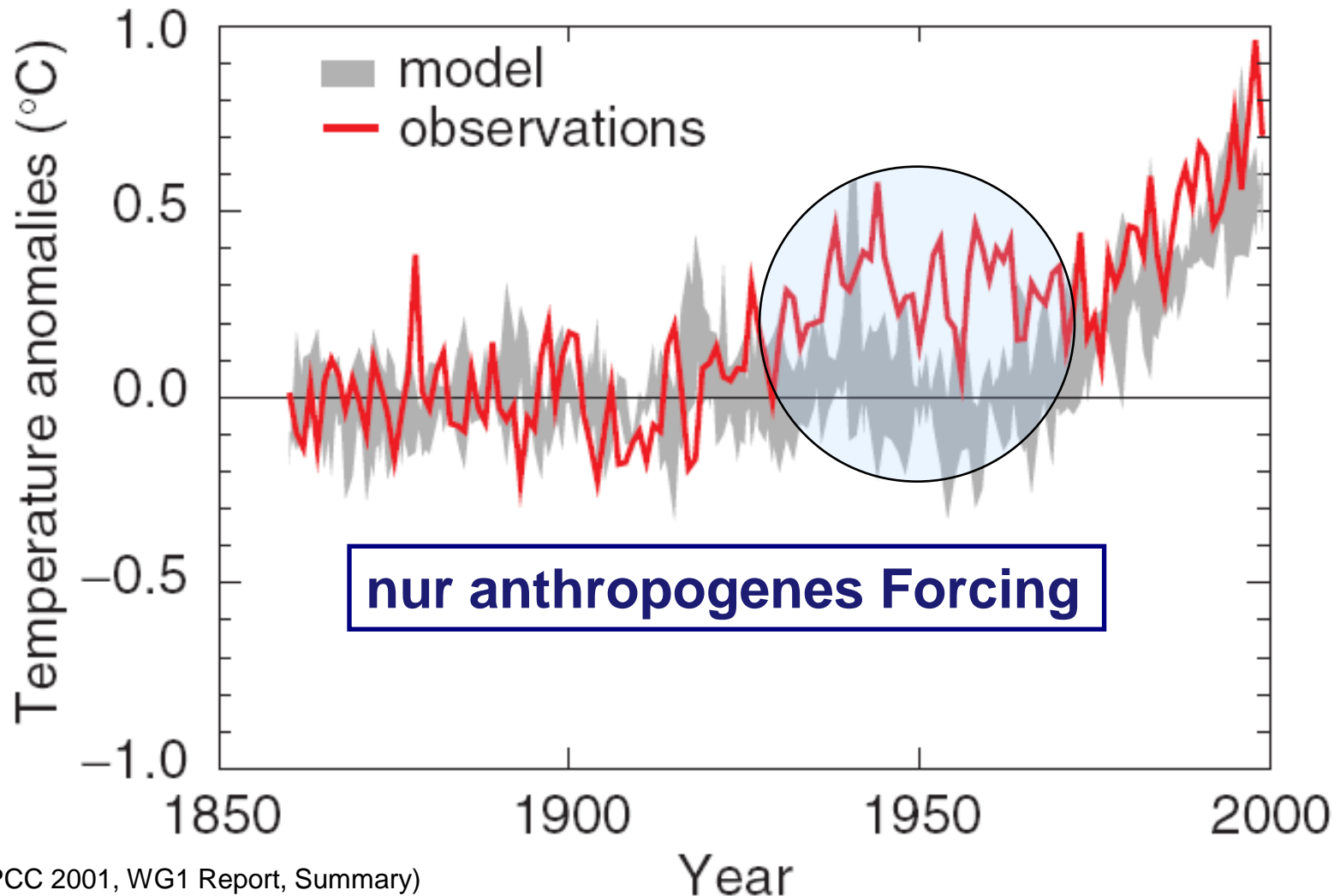
(a) with solar and volcanic forcing only



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Zeigen sie die Realität?

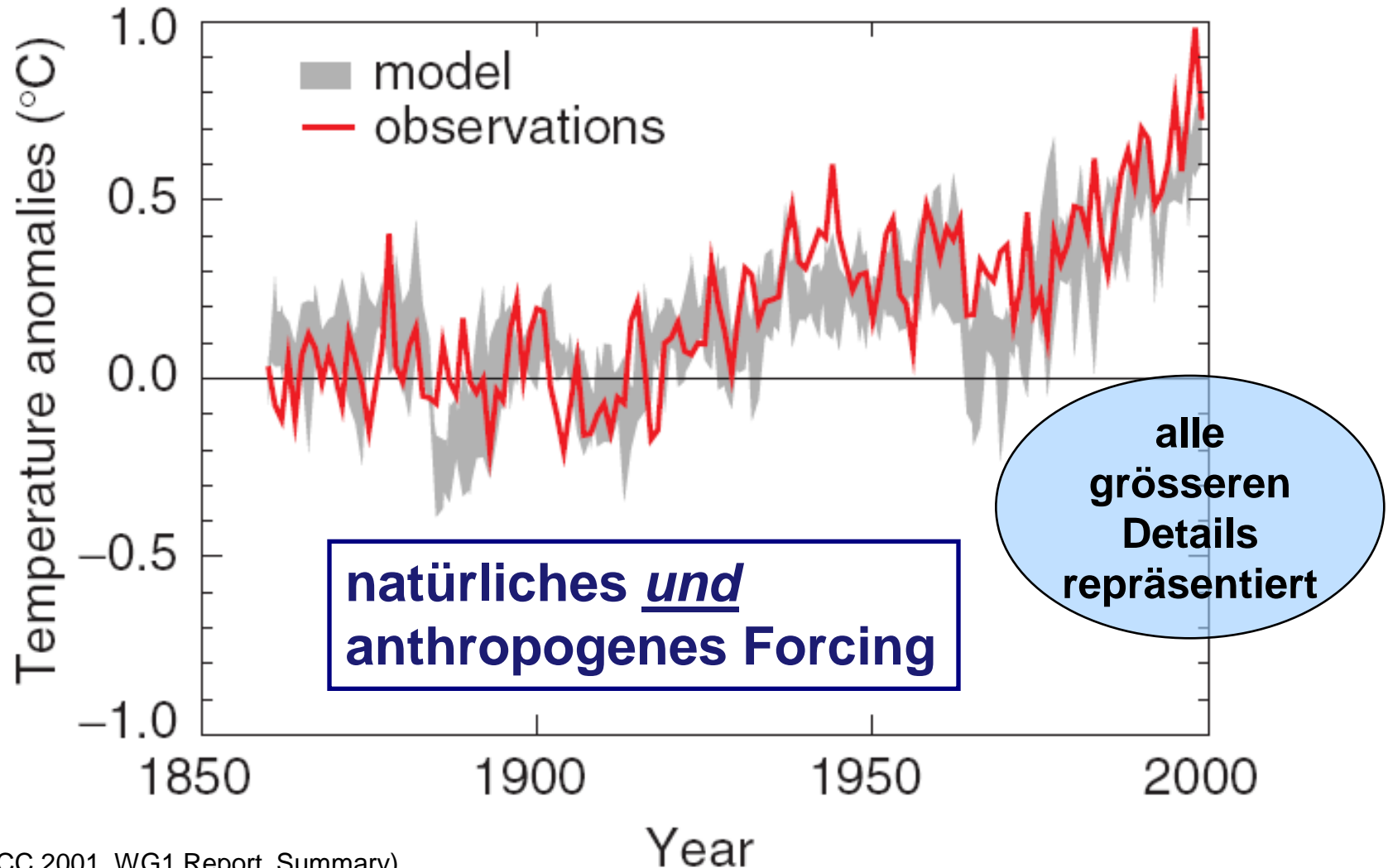
(b) with anthropogenic forcing only (greenhouse gases, ozone, aerosols)



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Zeigen sie die Realität?

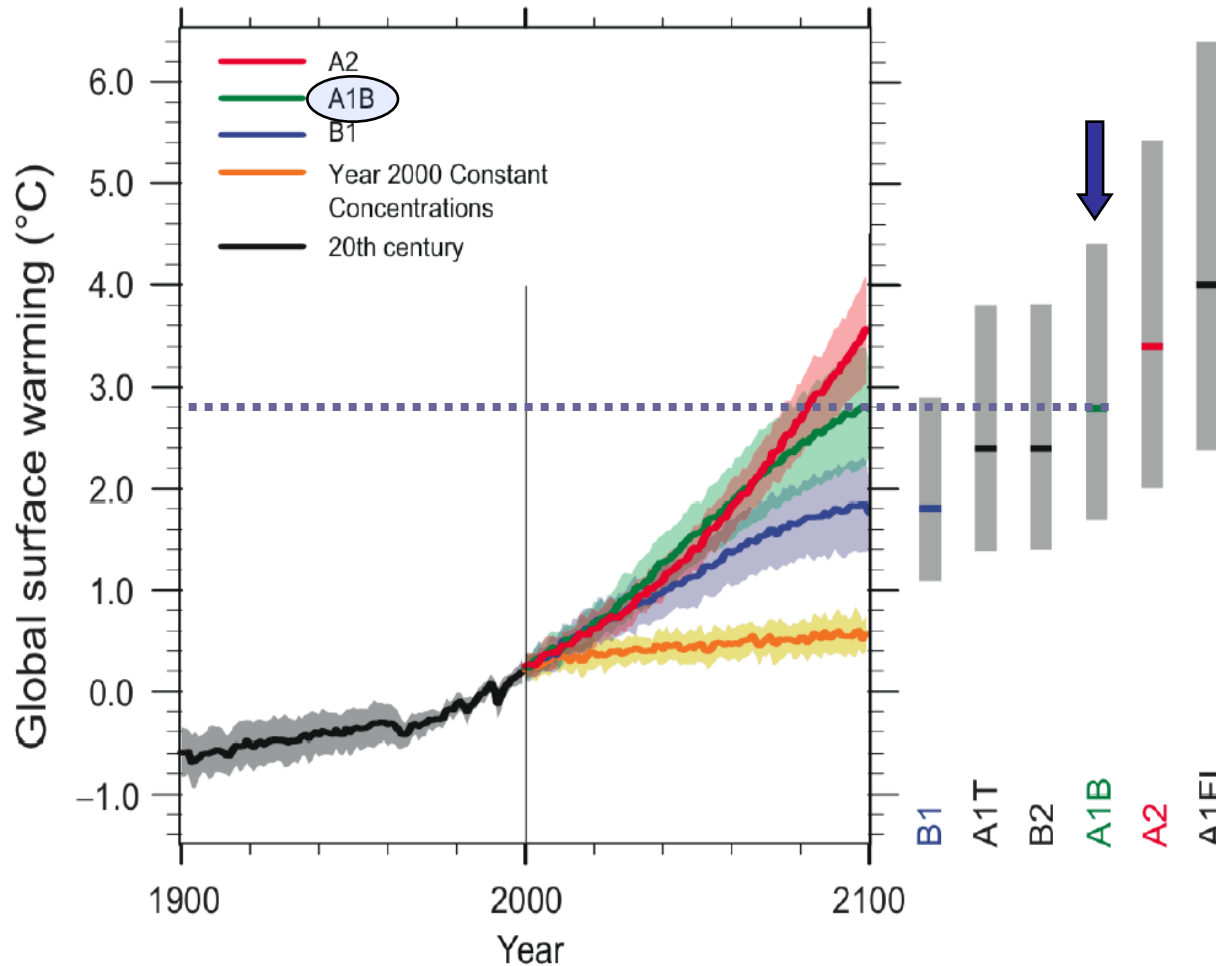
(c) with all forcings, both natural and anthropogenic



(source: IPCC 2001, WG1 Report, Summary)

Klimamodelle: Klimaprojektionen

Globaler Klimawandel: Scenarios führen zu Vorhersagen

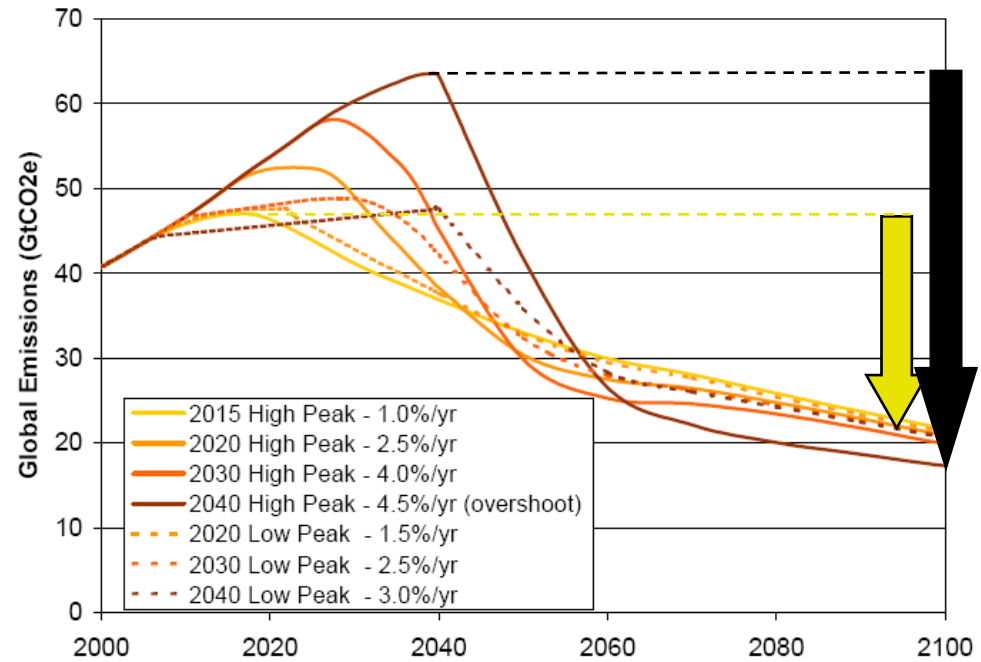


(source: IPCC 2001)



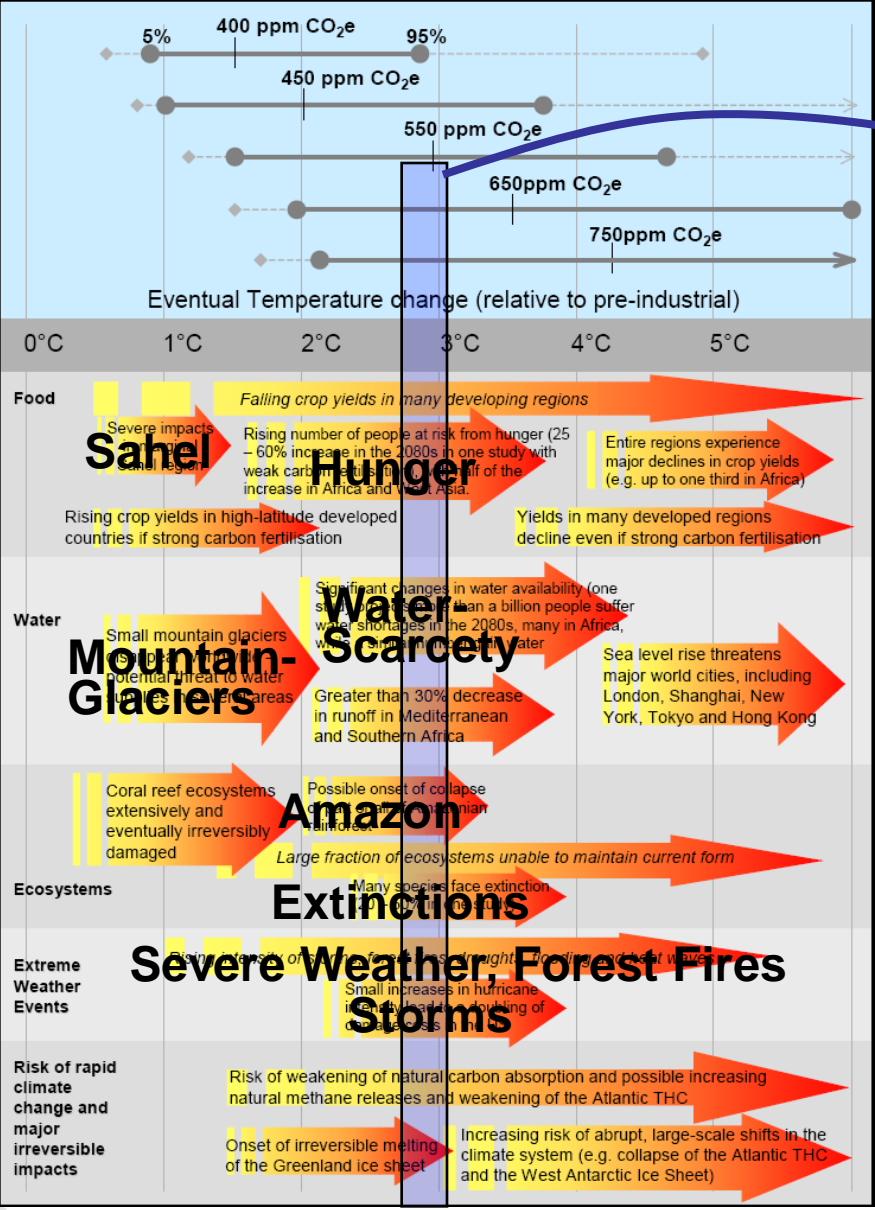
Klimawandel – Was kommt auf uns zu?

CO₂ Emission Scenarios for Stabilisation at 550 ppm



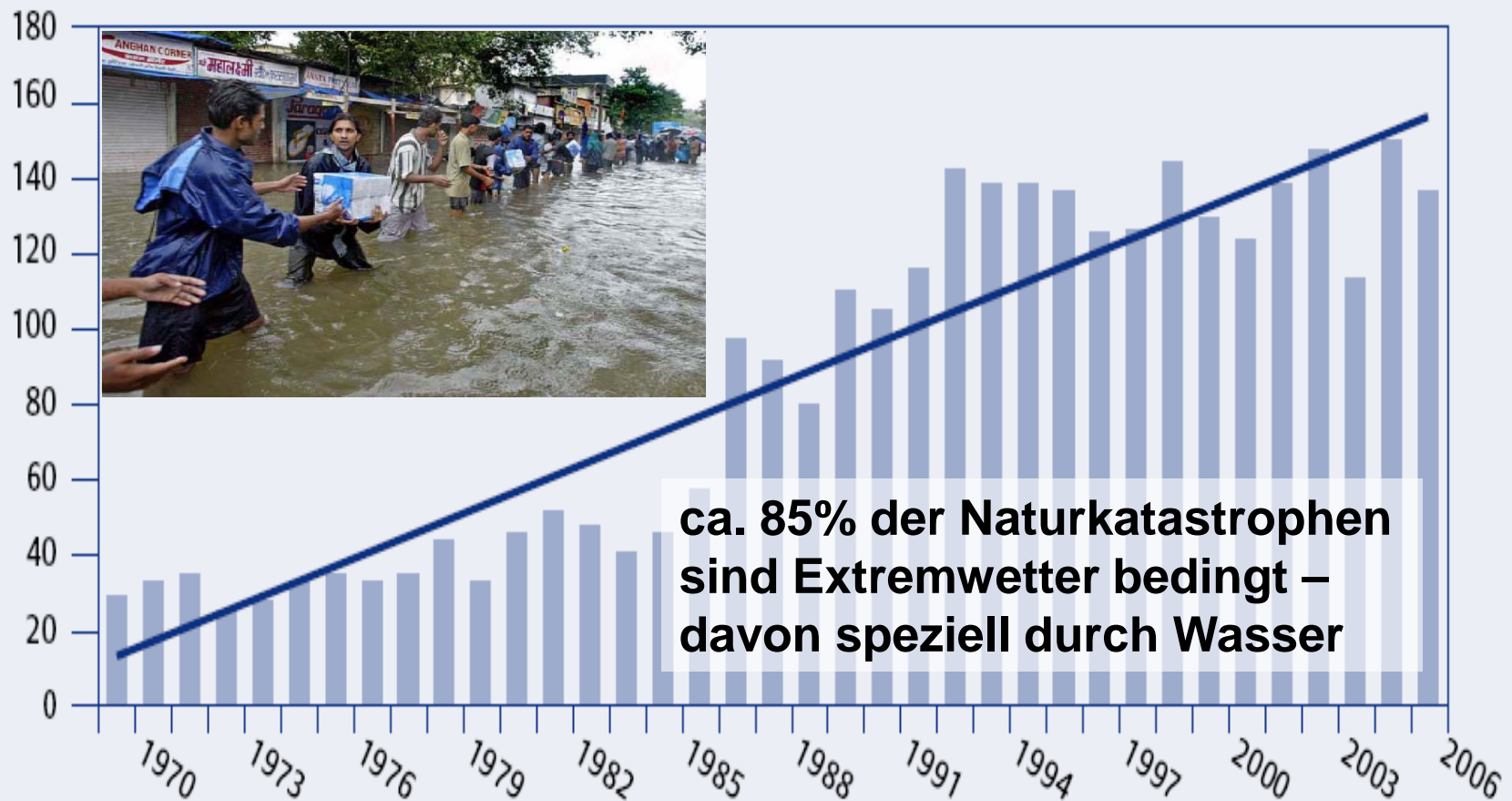
Greater Reduction = Greater Costs

Source: Stern Report, 2006



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



Italien &
Griechenland
2007



Rhein 2003
Düsseldorf



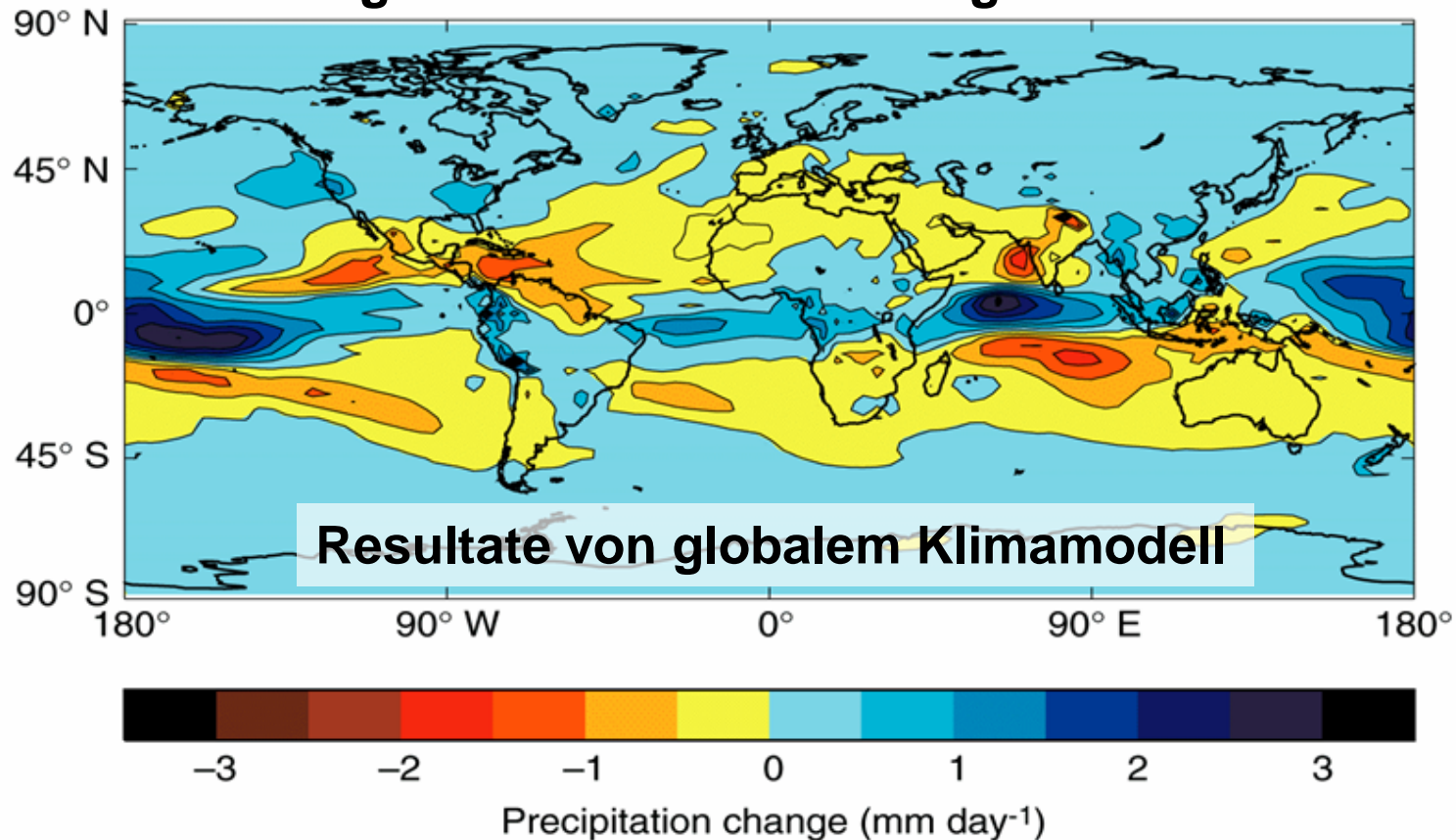
Dürre in Europa...

... und im Sahel

Beispiel: Klimawandel und Wasser

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen

Änderung des Jahresniederschlags 1990er-2050er



Hadley Centre
for Climate
Prediction and
Research

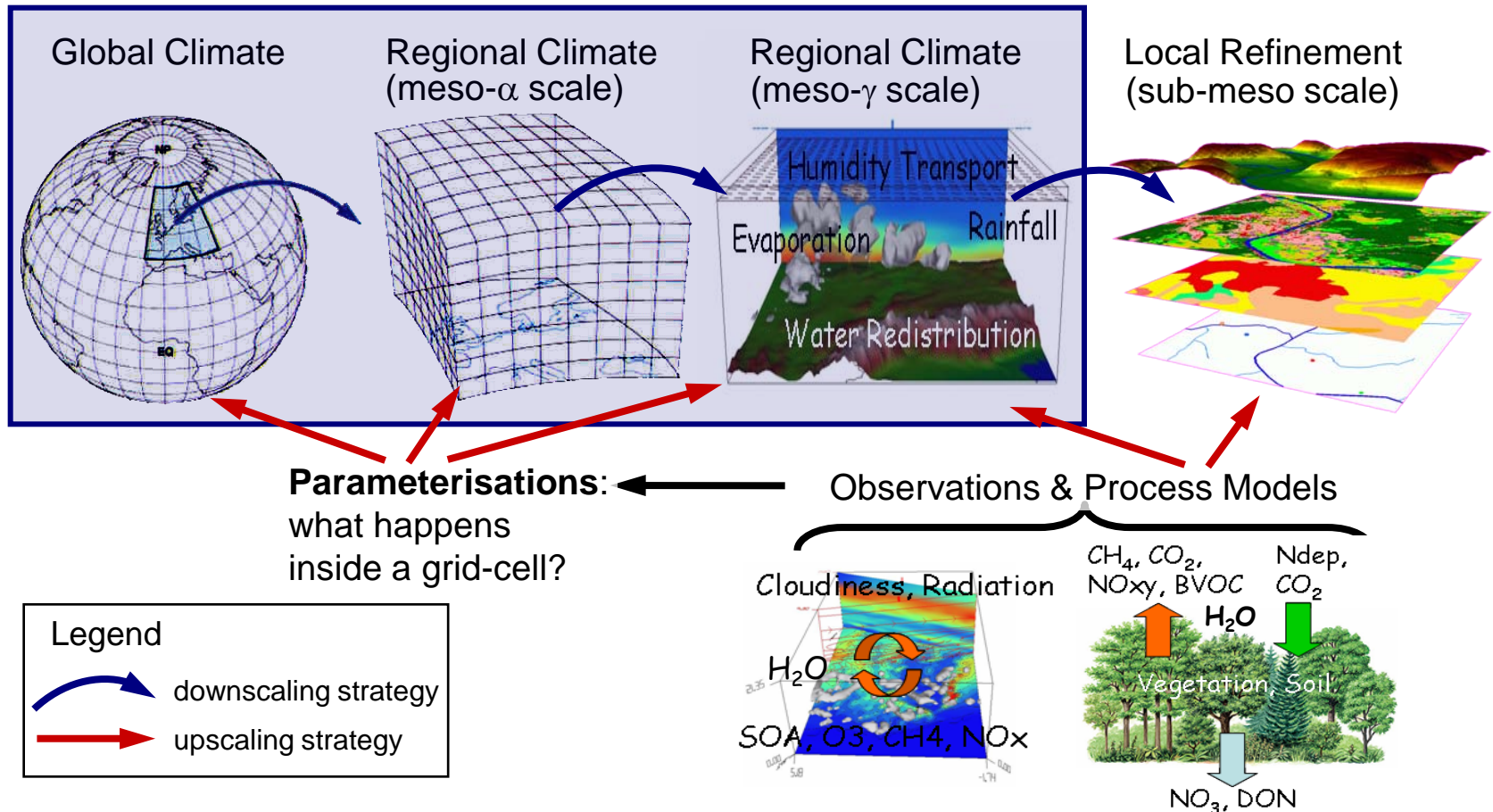
⇒ **Auflösung zu grob für regionale Impact Analyse !**

Denke Global, Bewerte Regional, Handle Lokal

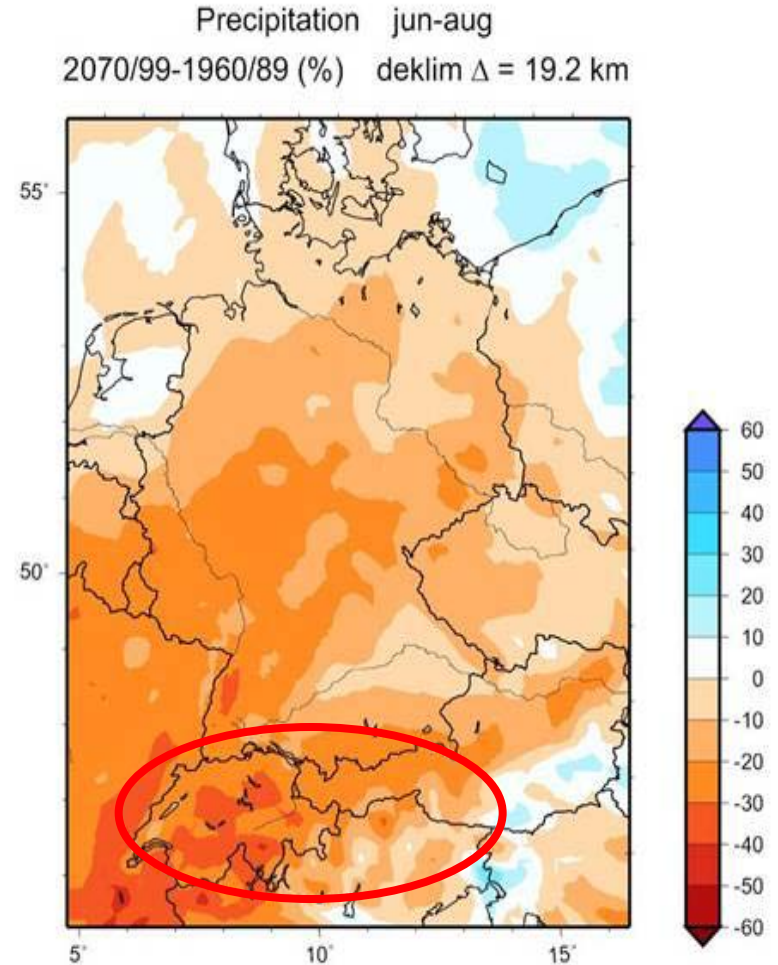
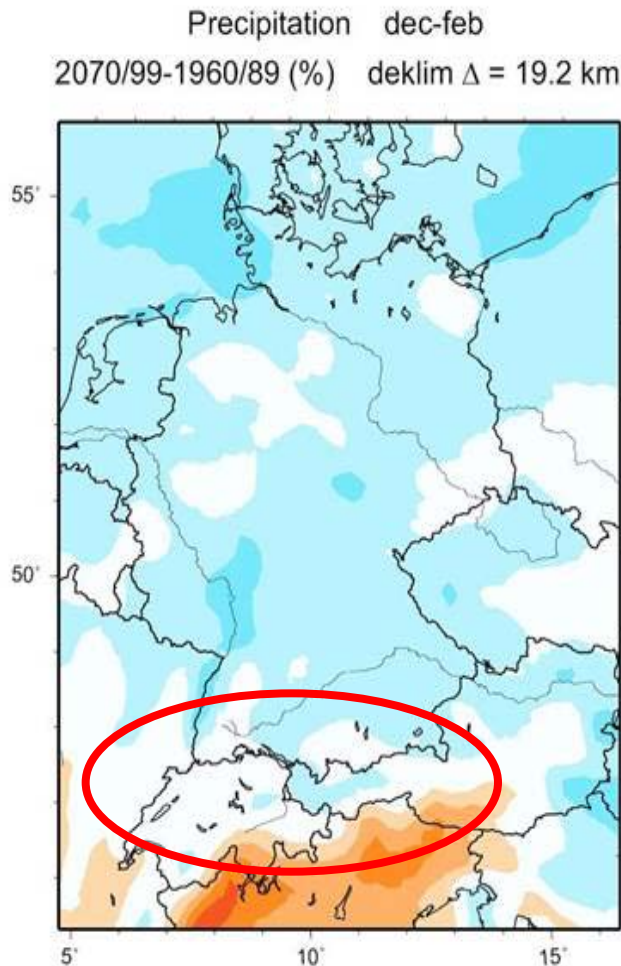


C.F. Kennel. 2009. Issues in Science and Technology, p. 1-8.

- Observations + Modelling
- Downscaling and Upscaling

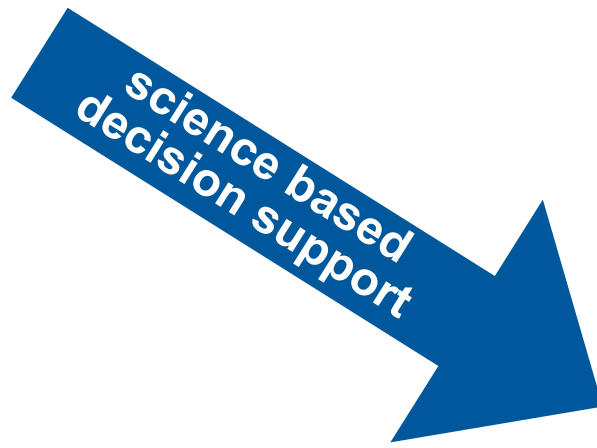
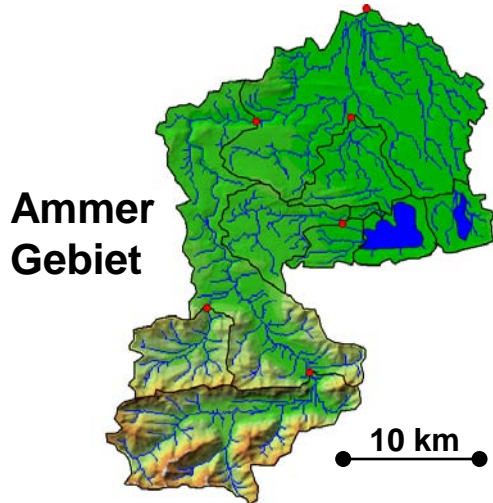
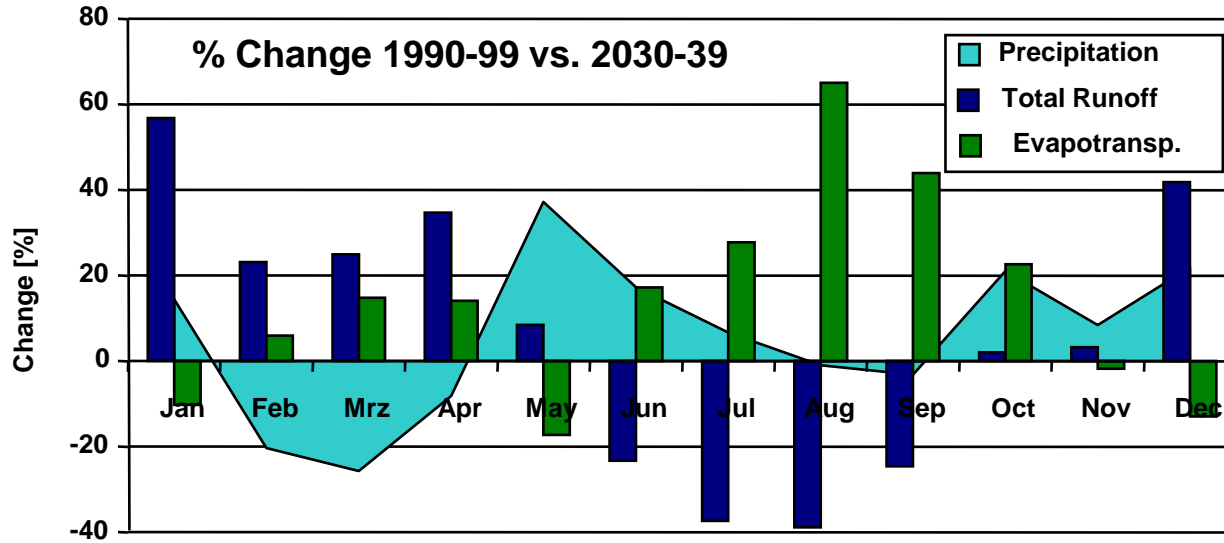


Blick in die Zukunft: Regionale Klimamodellierung



bis 30% mehr Niederschlag im Winter (Europa $\approx +11\%$)
bis 40% weniger Niederschlag im Sommer (Europa $\approx -1\%$)

Blick in die Zukunft: Regionale Klimamodellierung



Blick in die Zukunft: Regionale Klimamodellierung

Tage mit Schneebedeckung:

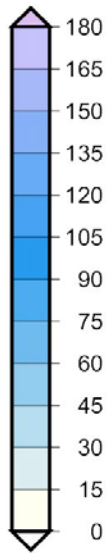
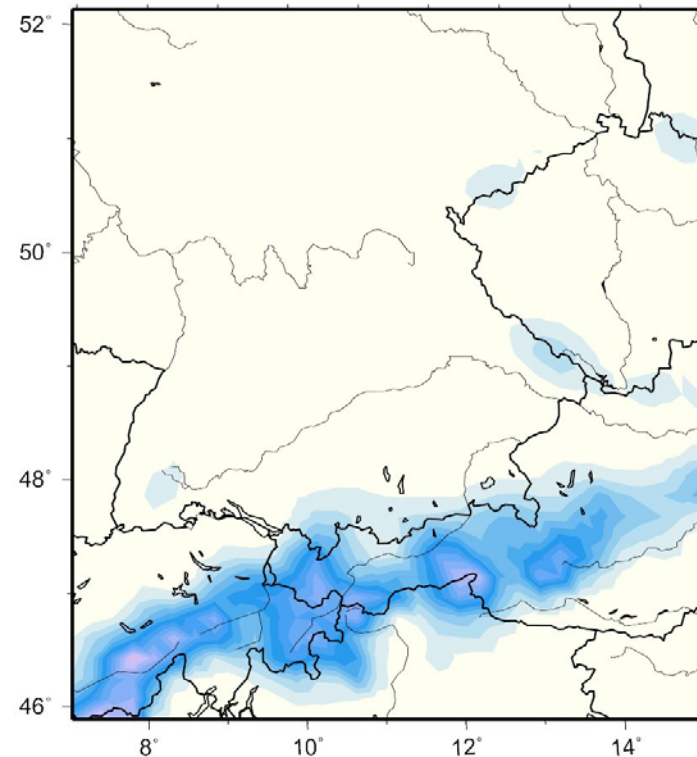
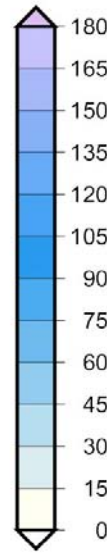
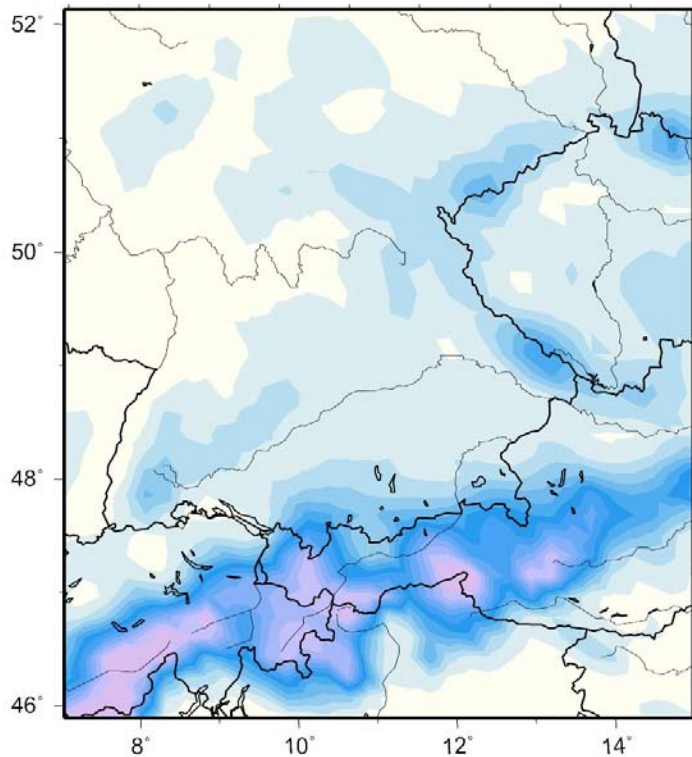
1960-1989



2070-2099

Jan-Dez 1960-1989 □ MM5

Jan-Dez 2070-2099 □ MM5



(Quelle: Kunstmann *et al.*, FZK-IMK-IFU)

Blick in die Zukunft: Regionale Klimamodellierung

Die Zukunft des Wintersportes?



Regionale Modellierung

Globaler Wandel – Regionale Konsequenzen

Klimawandel und Luftqualität

Luftqualität – Einfluss von:

- Klima
- Landnutzung/
Landbedeckung
- Energie Produktion
- Mobilität

• Luftqualität

• Gesundheit

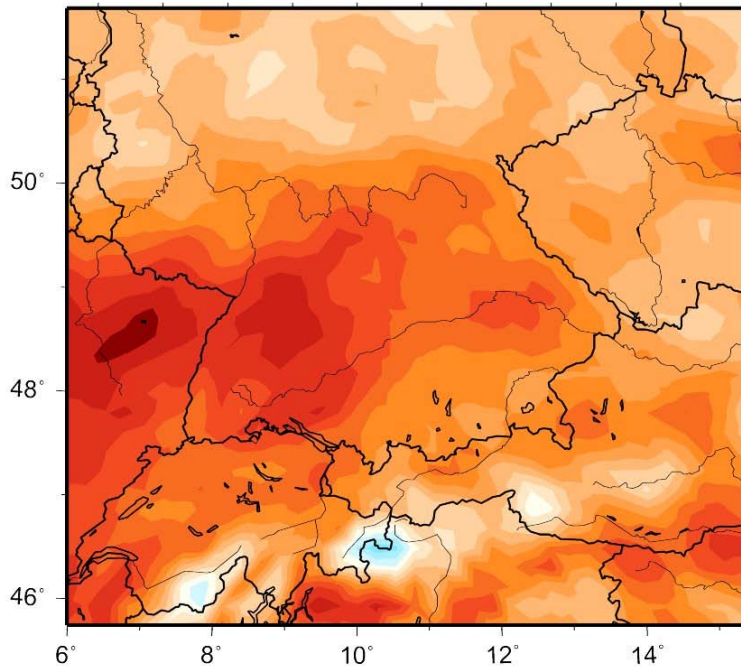


Bewertung braucht integrativen Ansatz

Regional Climate Change in Southern Germany

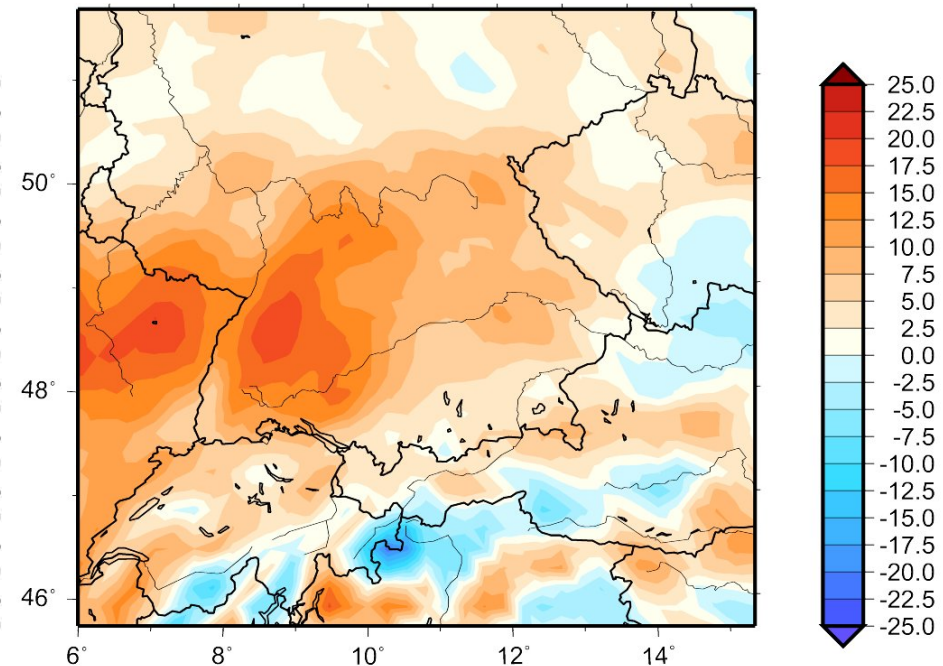
Solar Radiation

Solar Radiation (W/m^2) Jun-Aug
Difference 2031/2039 - 1991/2000 uv20



UV Radiation

UV-Radiation (mW/m^2) Jun-Aug
Difference 2031/2039 - 1991/2000 uv20



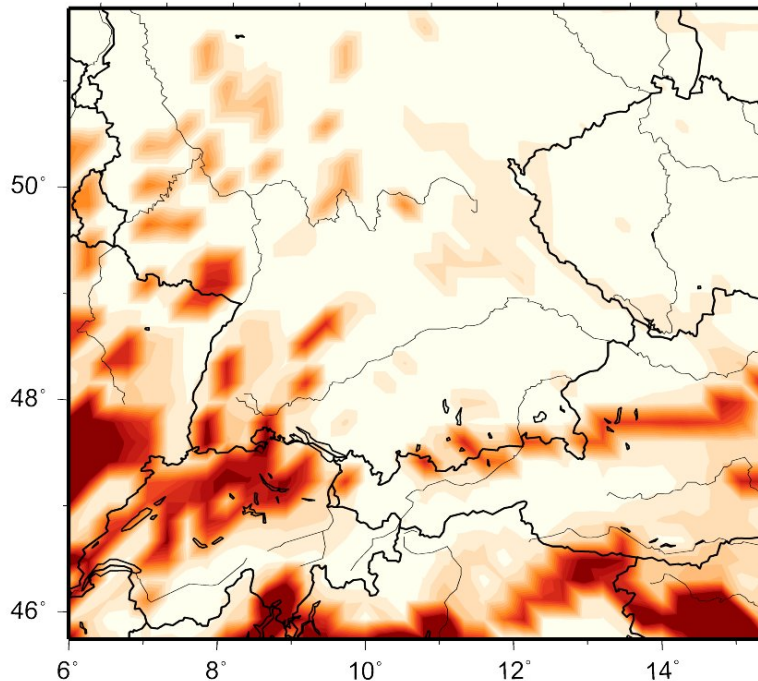
(Forkel & Knoche, 2006. JGR)

Regional Air Quality change in Southern Germany

Isoprene Mixing Ratio

Isoprene (ppb) Jun-Aug

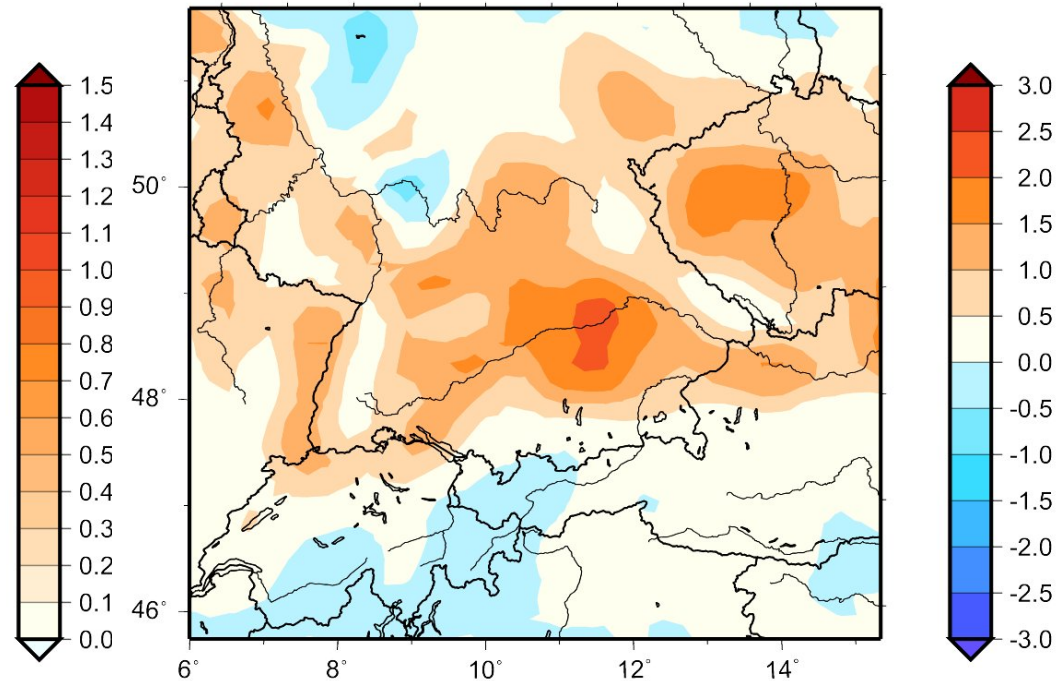
Difference 2031/2039 - 1991/2000 uv20



NO_x Mixing Ratio

NO_x (ppb) Jun-Aug

Difference 2031/2039 - 1991/2000 uv20

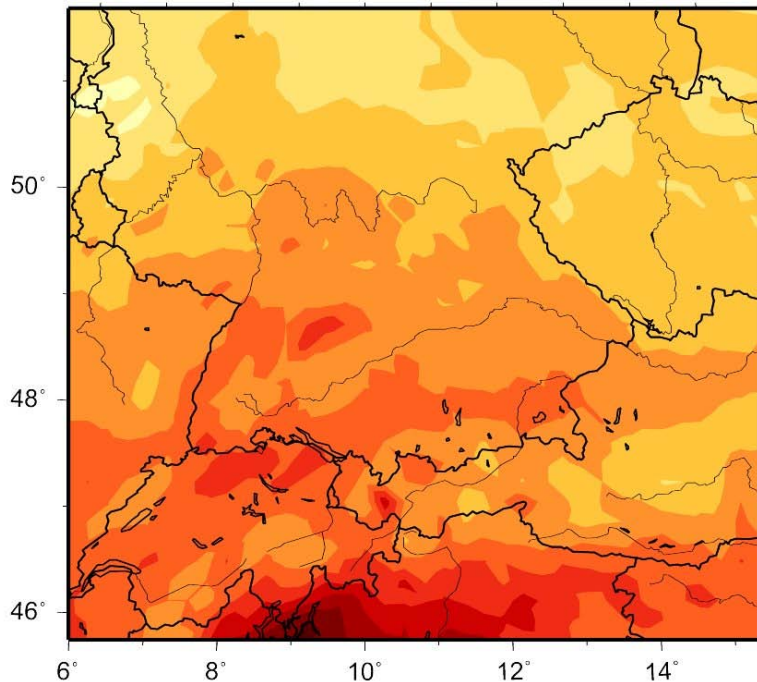


(Forkel & Knoche, 2006. JGR)

Regional Air Quality change in Southern Germany

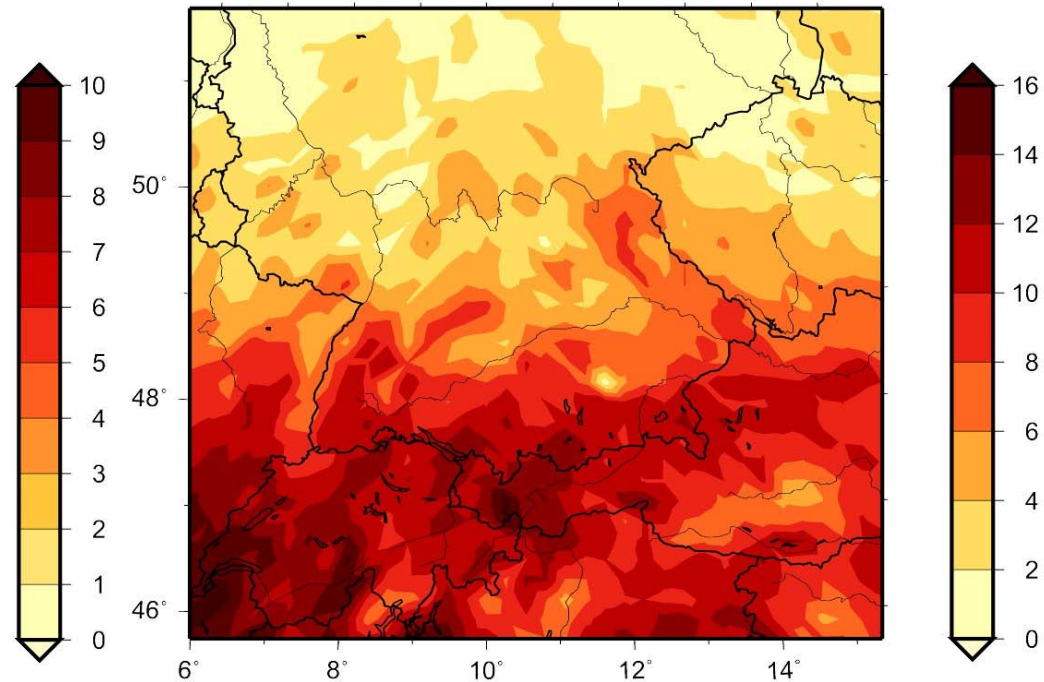
Ozone Maximum

Daily Ozone Maximum (ppb) Jun-Aug
Difference 2031/2039 - 1991/2000 uv20



O₃ Exceedance Days

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



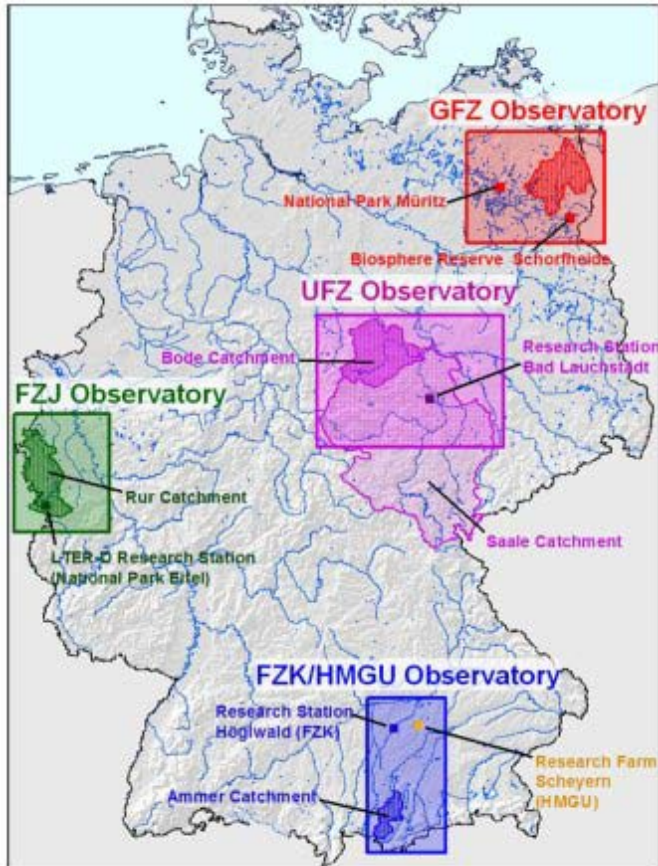
(Forkel & Knoche, 2006. JGR)





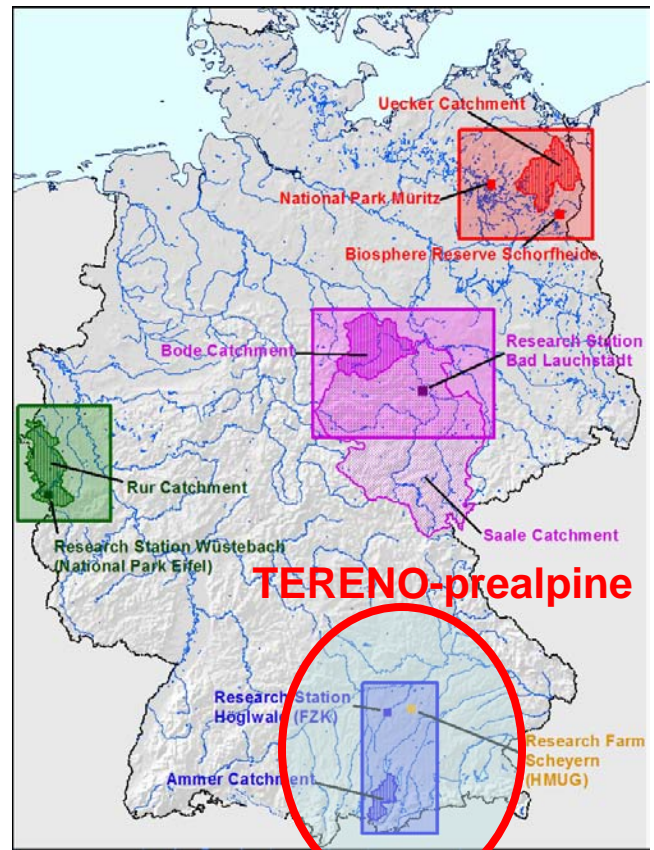
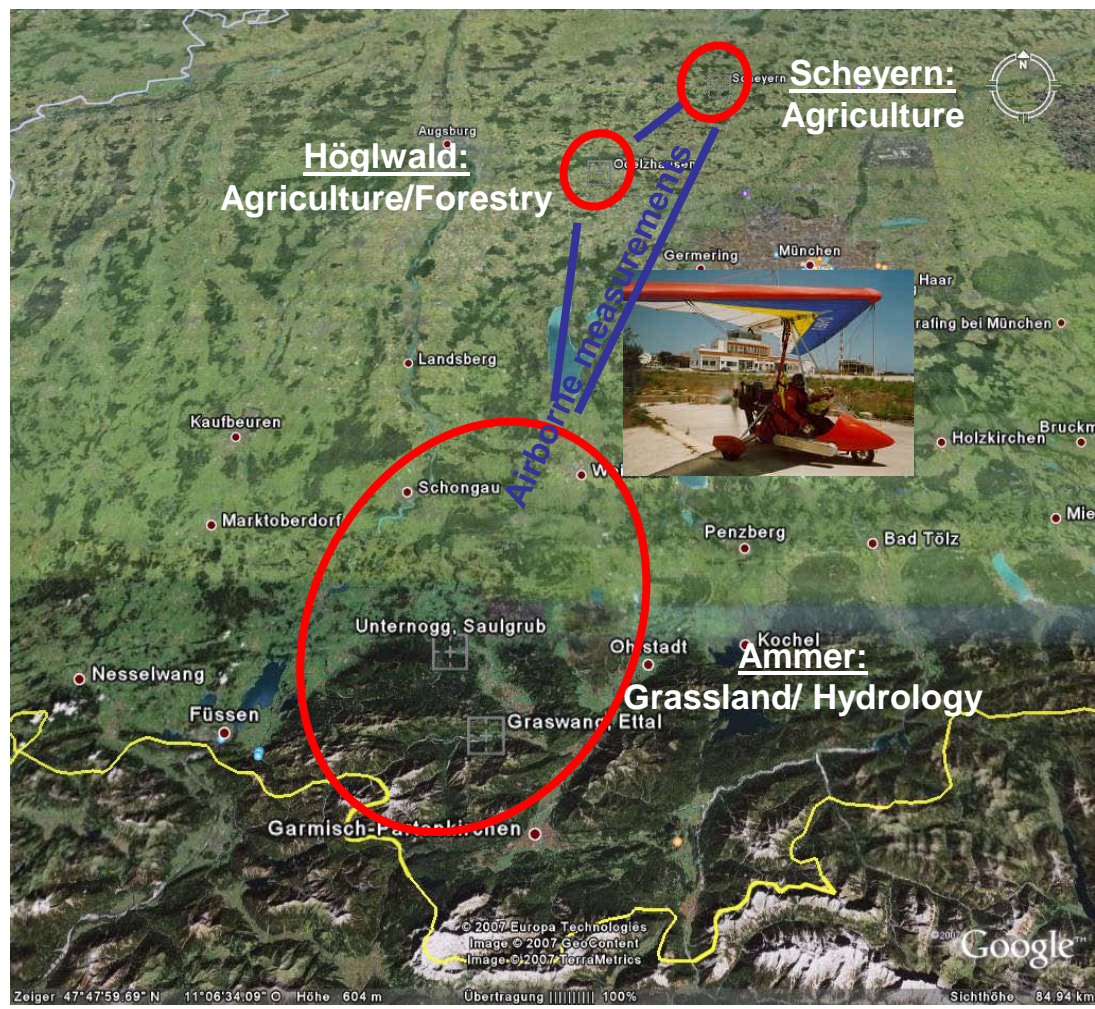
T=RENO

Terrestrial Environmental Observatory Network





TERENO-prealpine Observatorium



KIT/IMK-IFU & HMGU



Klimawandel-Experiment Ammer



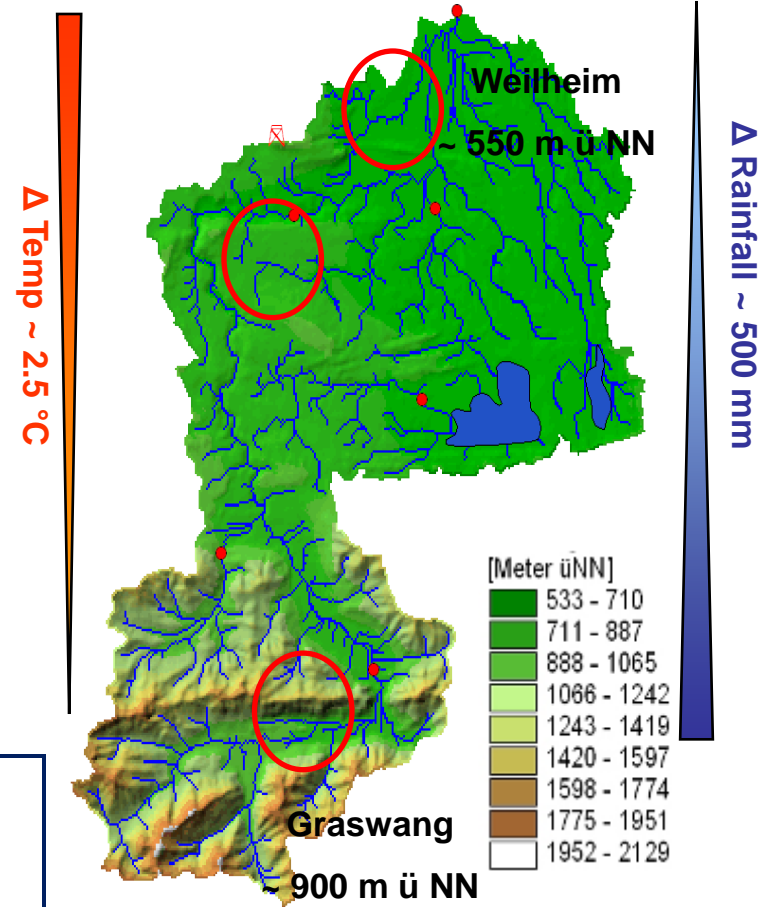
- Klima Station
- Energiebilanz
- Stoffbilanzen (CO₂, H₂O, etc.)

- Regenscanner



- Lysimeter Felder (~ 1m³)
- Messung von N₂O, NO_x, CO₂, CH₄ an Lysimeter Systemen

- Teilnahme an internationalen Messprogrammen
- Kooperation mit Universitäten
- Ausbildung von Jungwissenschaftlern





Lokale Partnern in TERENO-prealpine Observatorium

- **Wasserwirtschaftsamt (WWA) Weilheim:**
 - Liegenschaftsverwaltung – Auswahl geeigneter Standorte
 - Interessen über messtechnische Synergie-Effekte
- **LfU Bayern:** Einbindung von TERENO in „Messnetz 2000“ (DWD/LfU) (Niederschlag, rel. Feuchte, Temperatur, Globalstrahlung, Sonnenscheindauer, Wind, Schneehöhe etc.)
- **TU München, Lehrstuhl für Bodenkunde** (Prof. Dr. Kögel-Knabner): Partner in BayForkast Projekt im TERENO-Ammer Gebiet
- **PROCEMA (VI):** Internationale Projektgemeinschaft
"Regional Precipitation Observation by Cellular Network Microwave Attenuation and Application to Water Resources Management"
- **TU München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie** (Dr. M. Drösler): BMLEF/vTI Projekt Treibhausgas Stoffumbau in renaturierten Mooren

Klimawandel – Klimaschutz?

Klimaschutz ist kein wirtschaftliches “Schönwetter” Problem!



Strategien für Anpassung an Klimawandel sind nötig...



Danke für Ihr Interesse!

Research at IMK-IFU is supported, in part, by

- ***HGF (Helmholtz Association of German Research Centres)***
- ***BMBF (Federal Ministry of Education and Research)***
- ***Freistaat Bayern (State of Bavaria)***