

Eiszeit oder Treibhausklima?

Ergebnisse des neuen Klimaberichtes



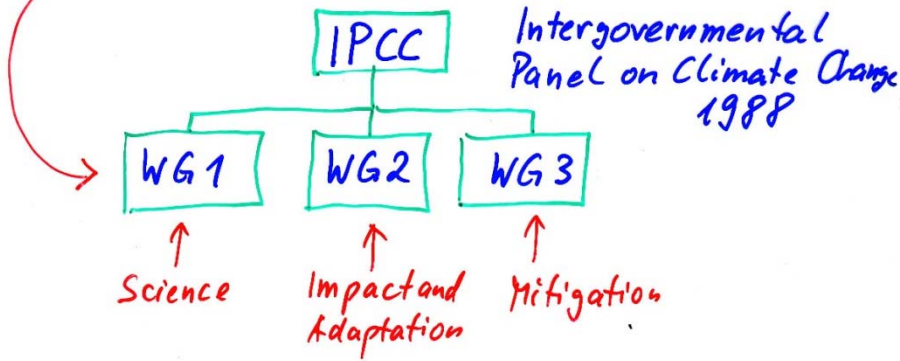
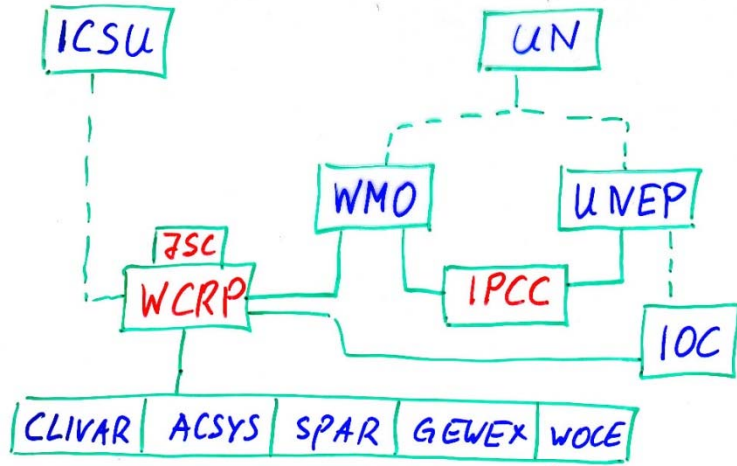
Peter Lemke

**Coordinating Lead Author
IPCC Fourth Assessment Report
Chapter 4**

**Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
Bremerhaven**

**Institut für Umweltphysik
Universität Bremen**

IPCC AR4



TAR: Third Assessment Report (2001)

SAR: 1995

FAR: 1990

www.ipcc.ch

CLIMATE CHANGE 2007

THE PHYSICAL SCIENCE BASIS

Friedensnobelpreis 2007



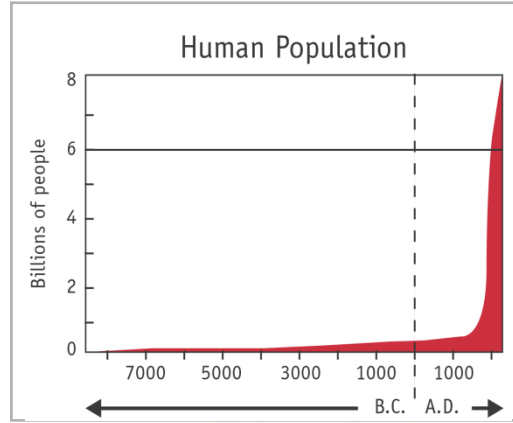
Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change



IPCC (2007): WG1 Co-Chairs Solomon (USA) and Qin (China)

IPCC AR4

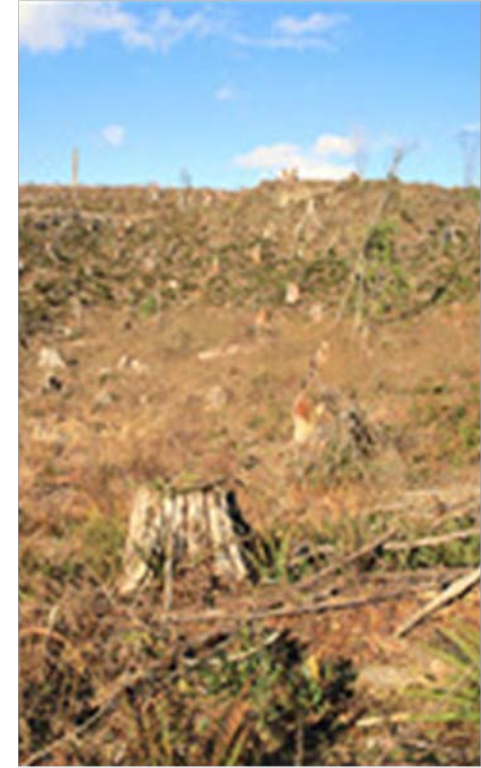
Weltbevölkerung: 6,756,528,577



The Challenge: Sustainable Management of an Ever-Changing Planet



The Challenge: Sustainable Forestry **JCC AR4**



Ernährung

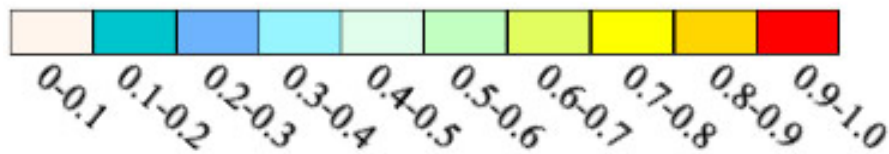
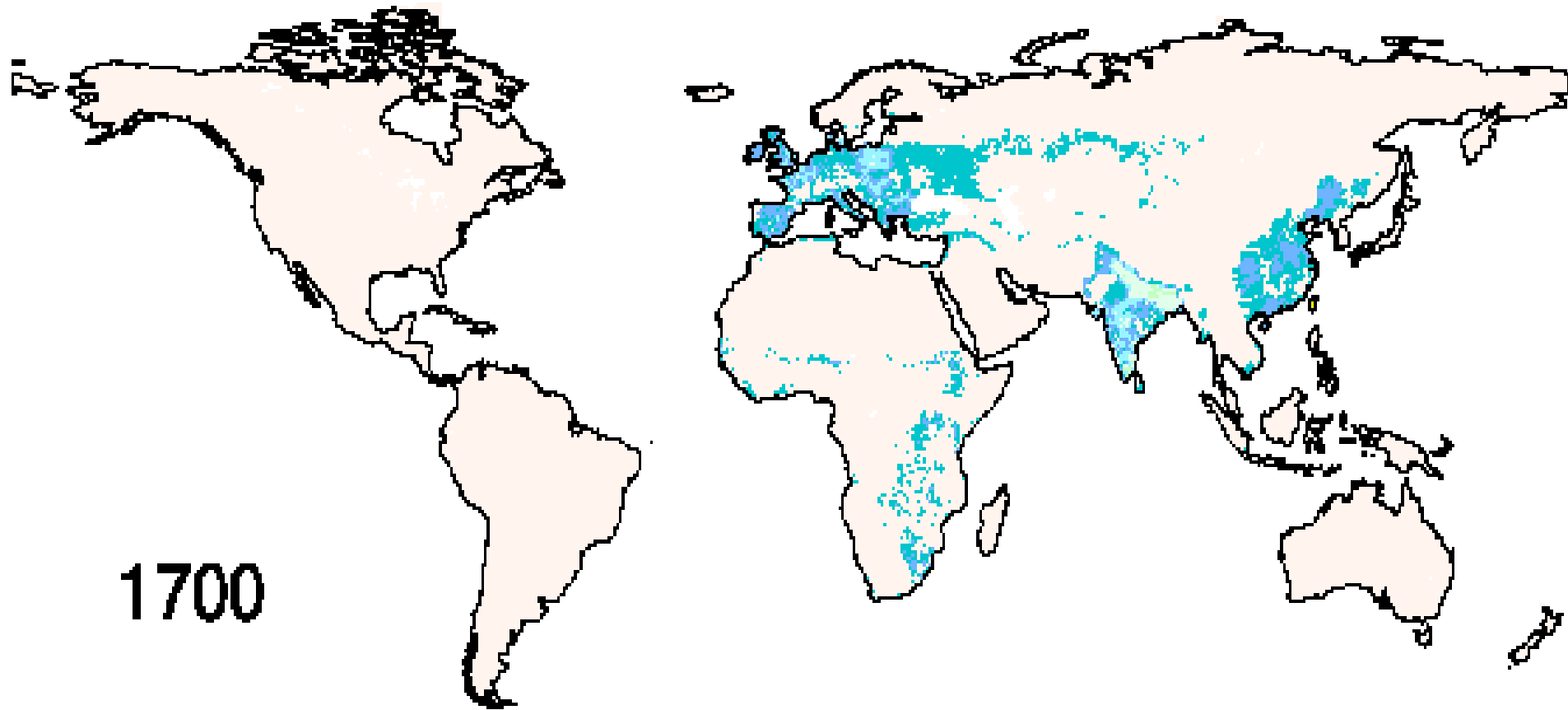


The Challenge: Food Security **CCAR4**

Global Crop Cover Change 1700 to 1992



Center for
Sustainability and
the Global Environment
Institute for Environmental Studies
University of Wisconsin-Madison



Fraction of Grid Cell in Croplands

BIOME 300
PAGES LUC

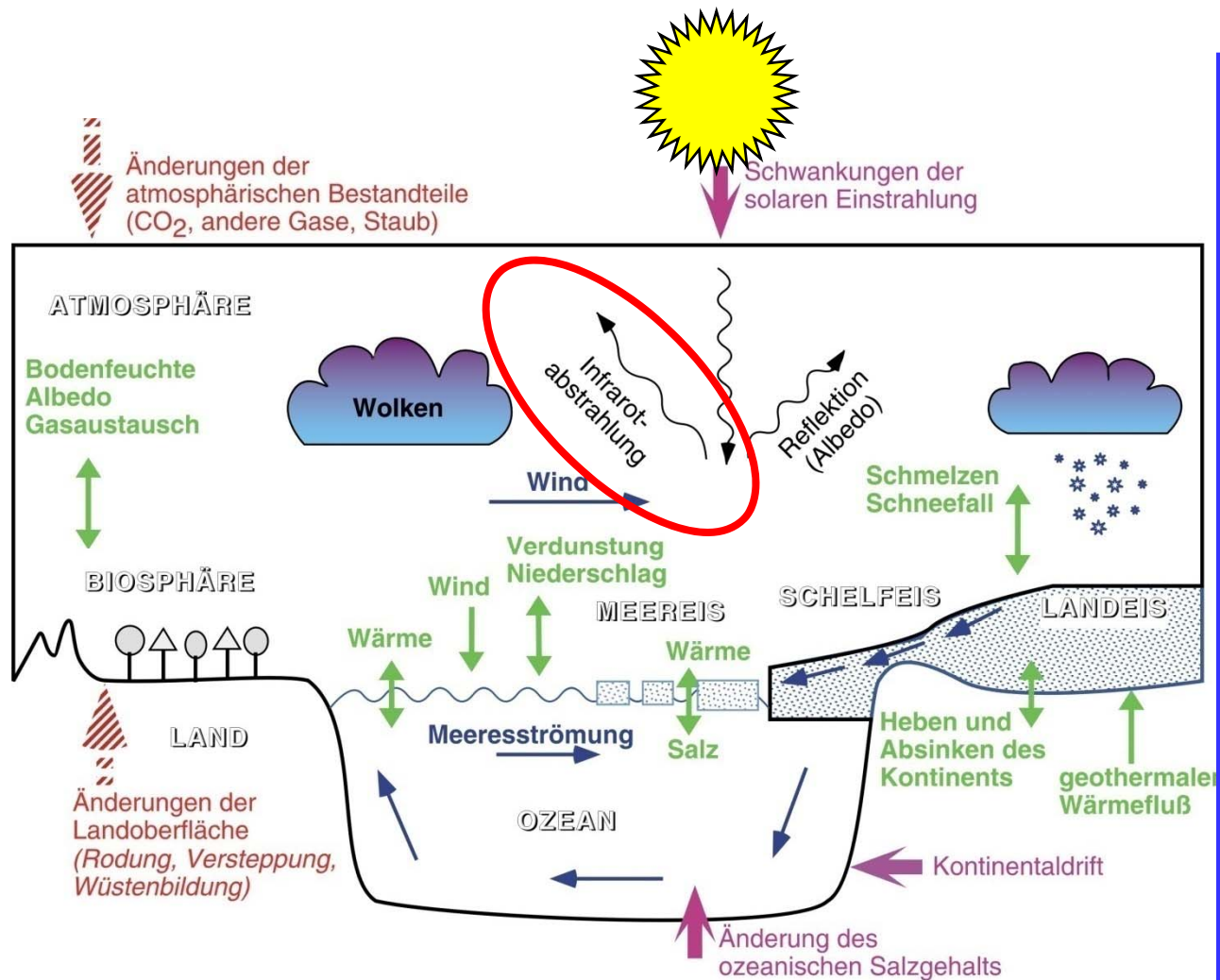


CO₂



The Challenge: Sustainable Energy **IPCC AR4**

Klimasystem



Planetare Gleichgewicht:
Strahlungs-
Temperatur

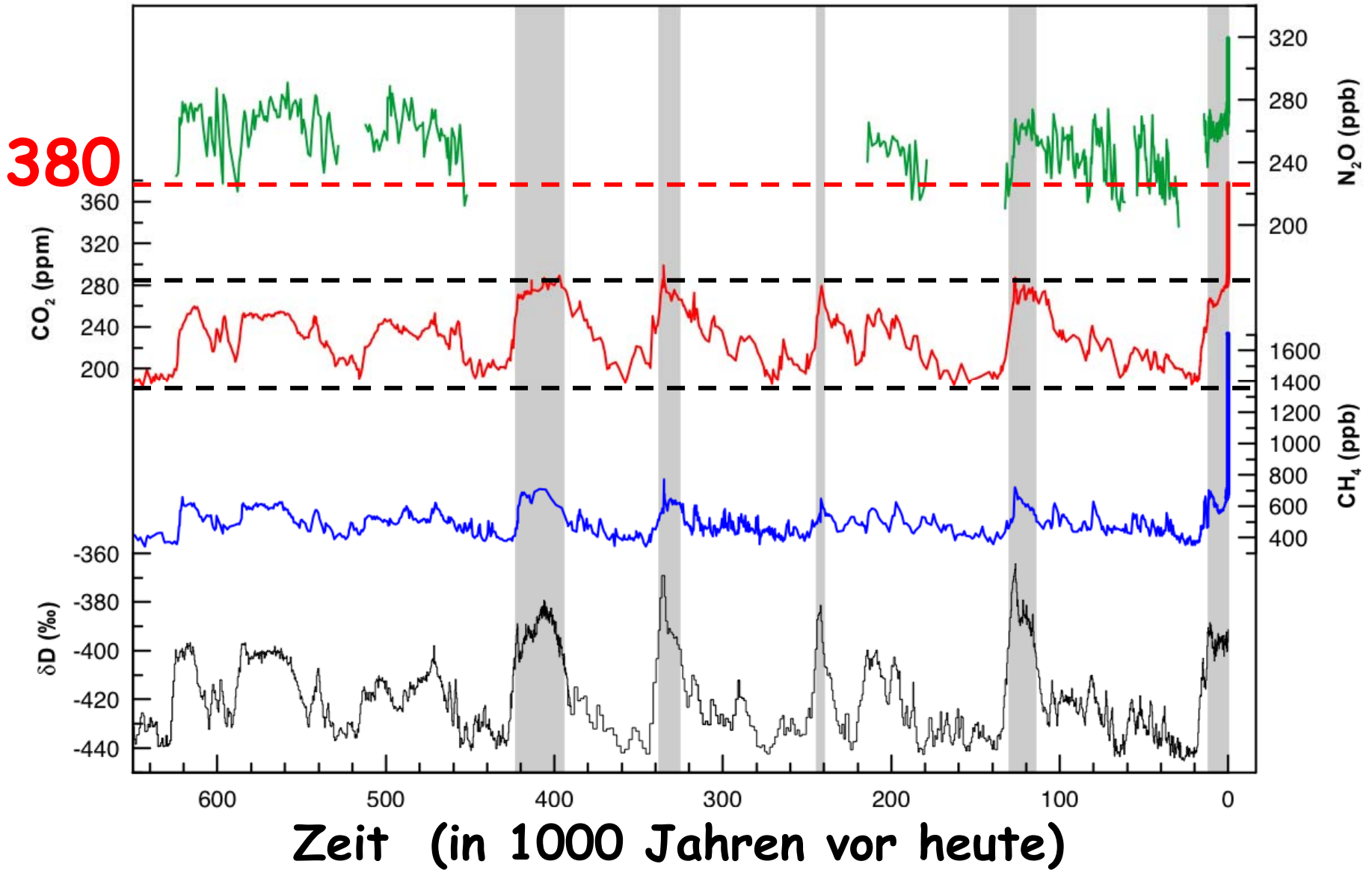
255 K = -18°C

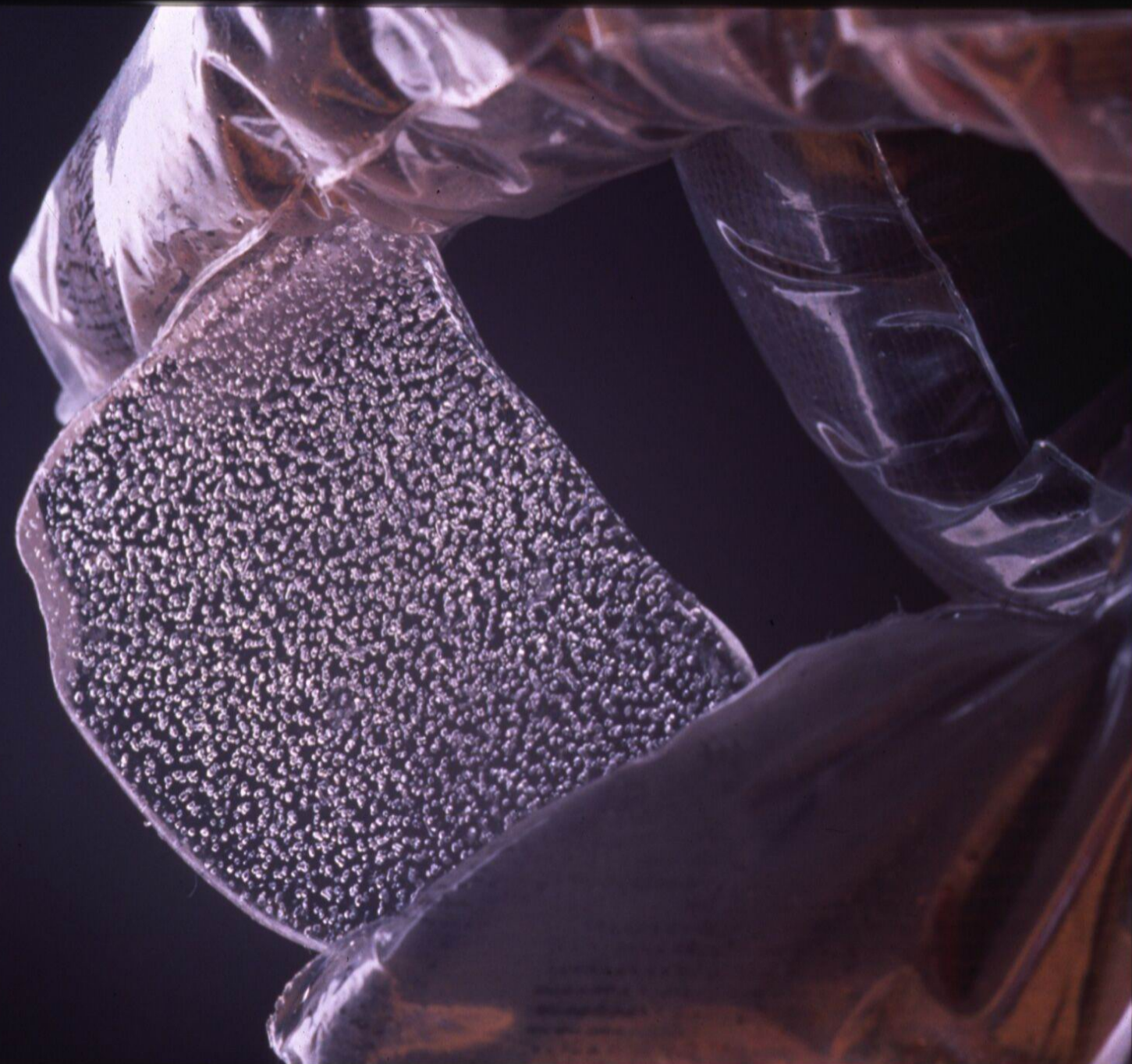
Natürliche
Treibhausgase

Oberflächentemp.

288 K = +15°C

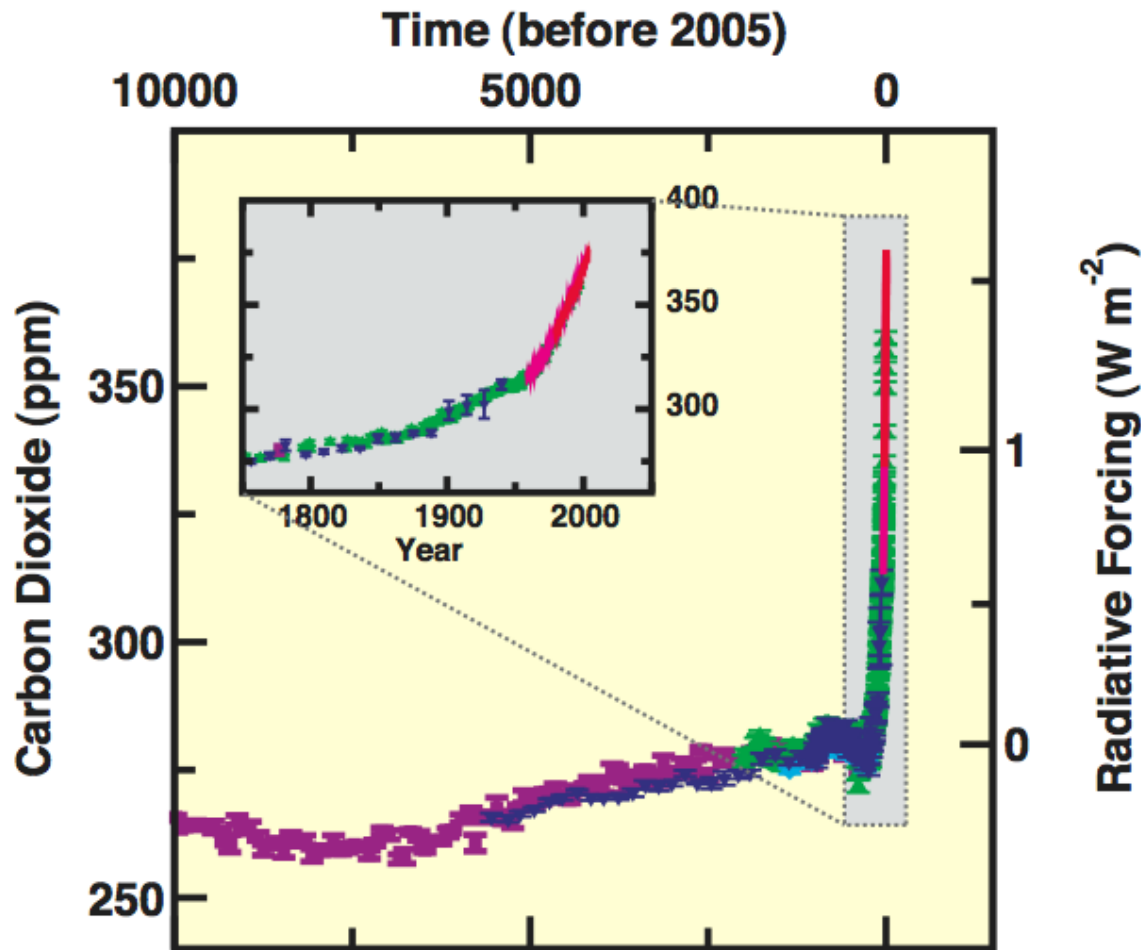
Atmosphärische Gaskonzentrationen aus Eiskernen



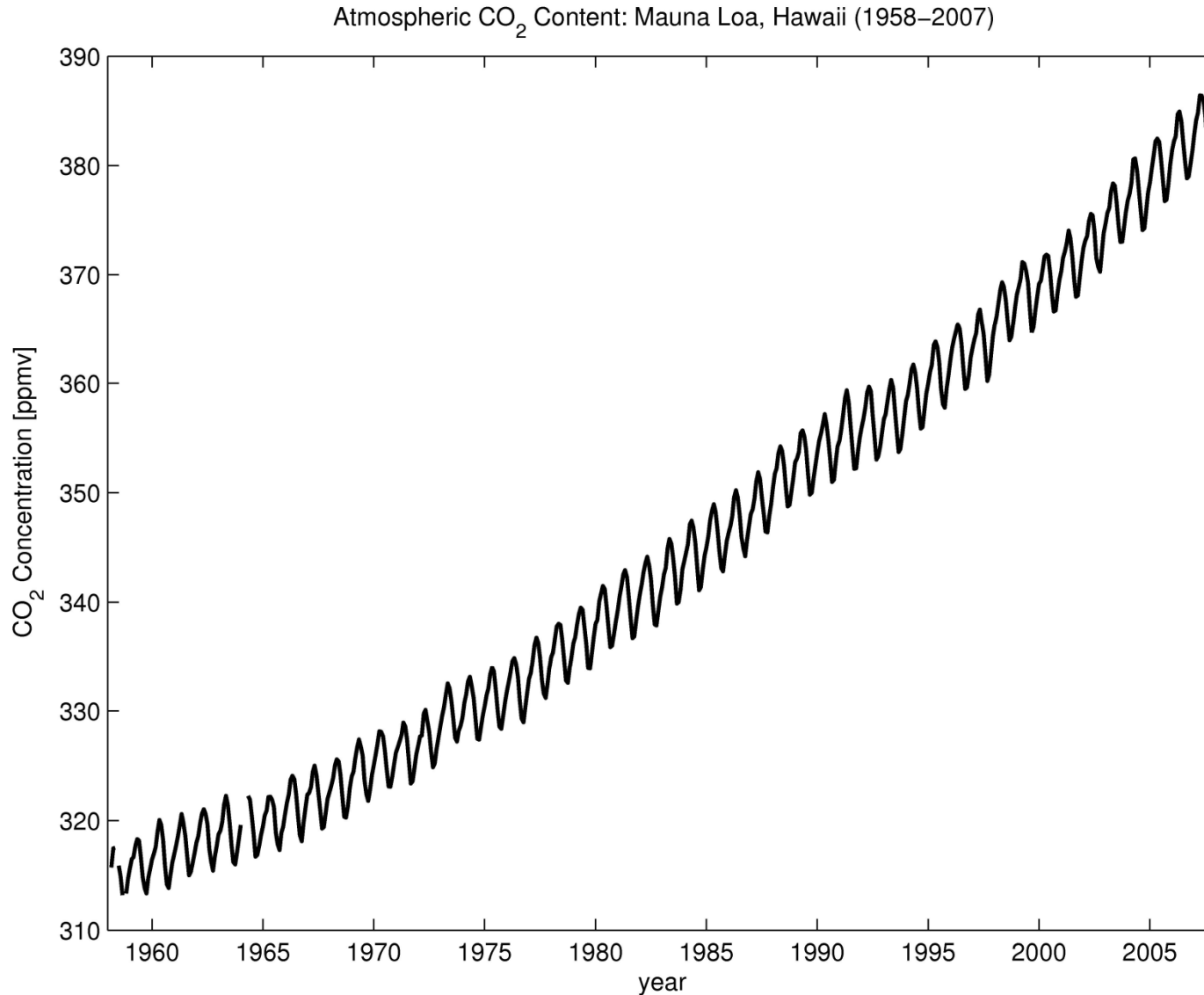


Atmosphärische Gaskonzentrationen aus Eiskernen

Changes in Greenhouse Gases from ice-Core and Modern Data

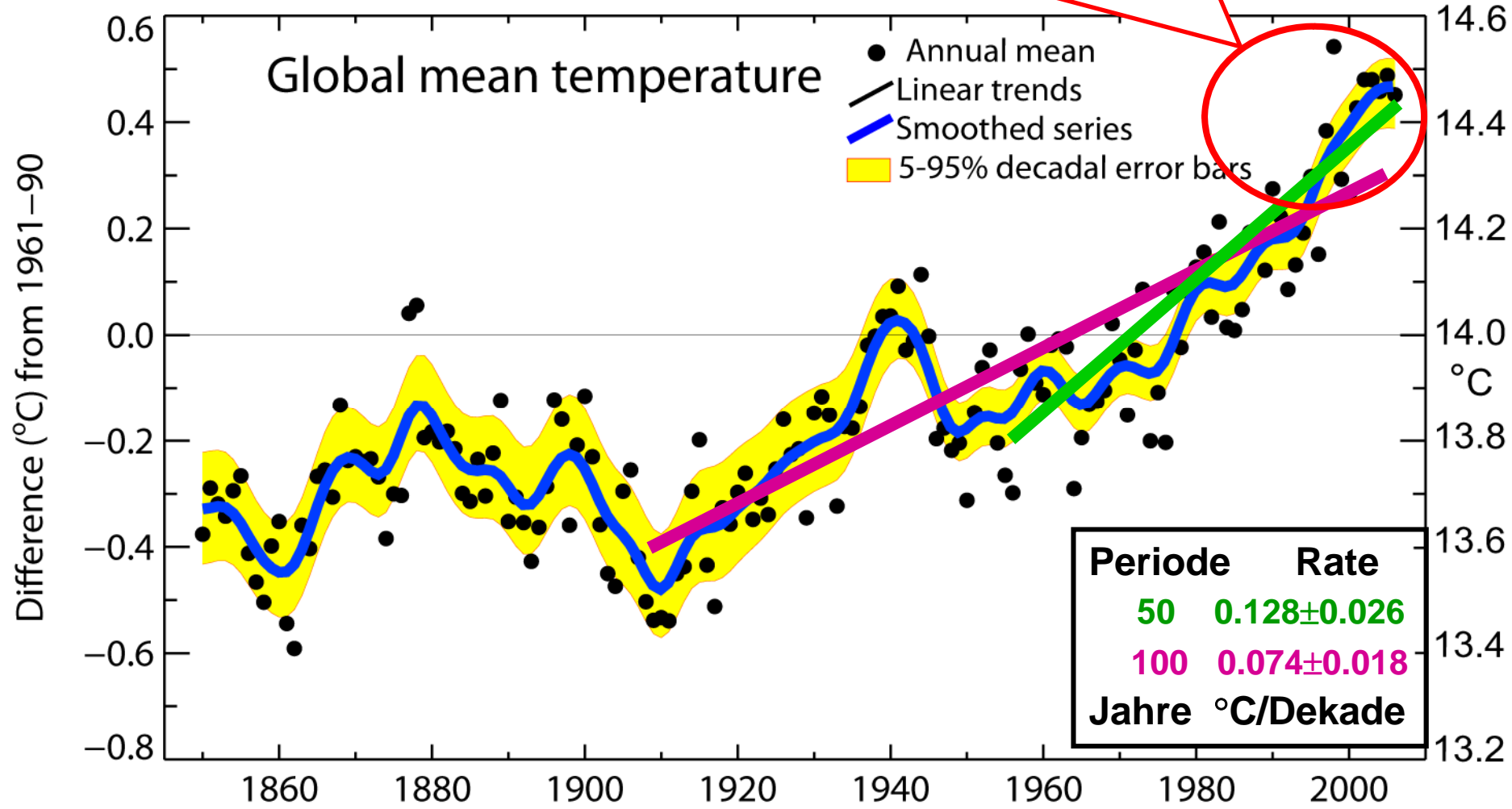


Atmosphärischer CO₂-Gehalt: Mauna Loa (1958-2006)

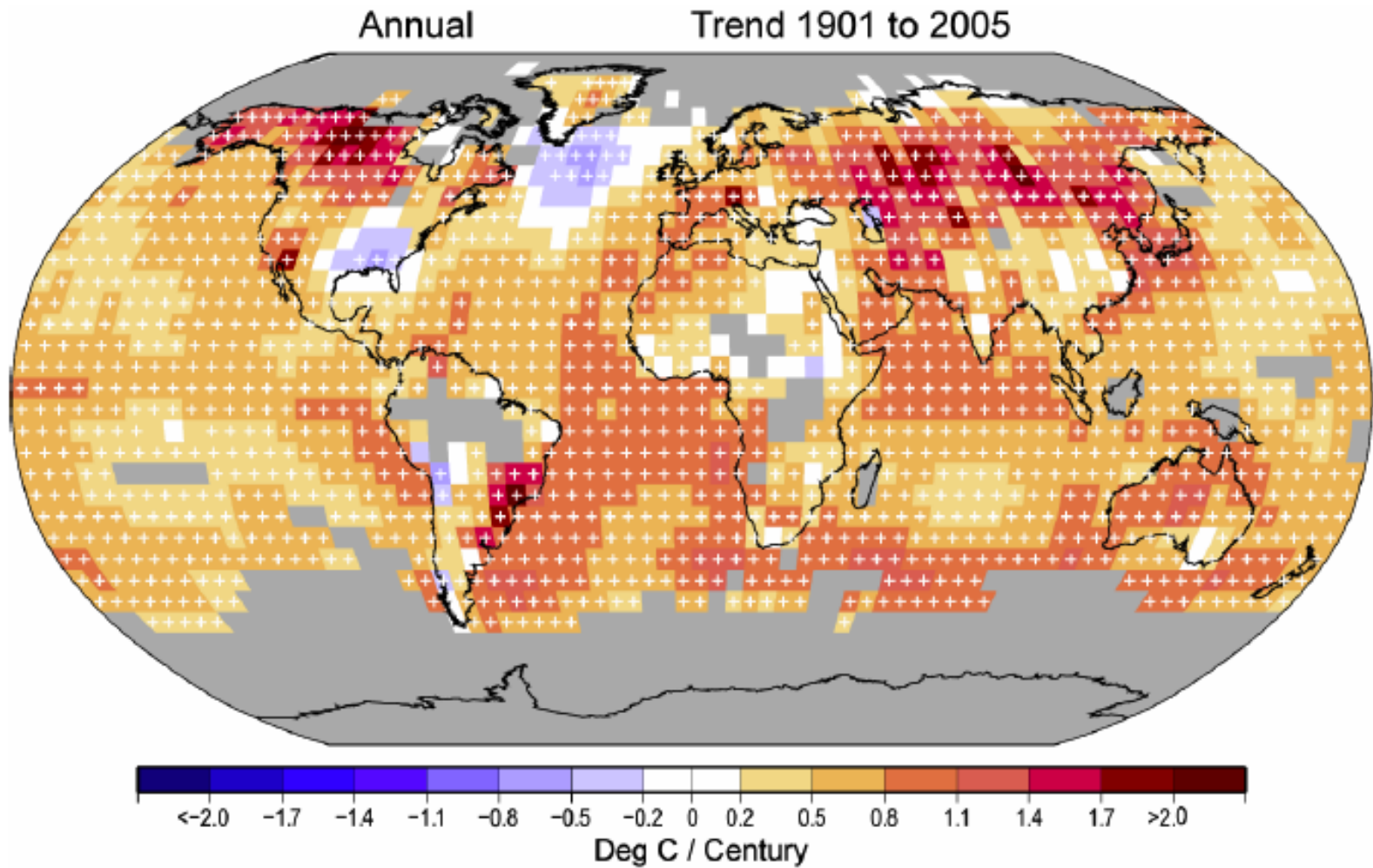


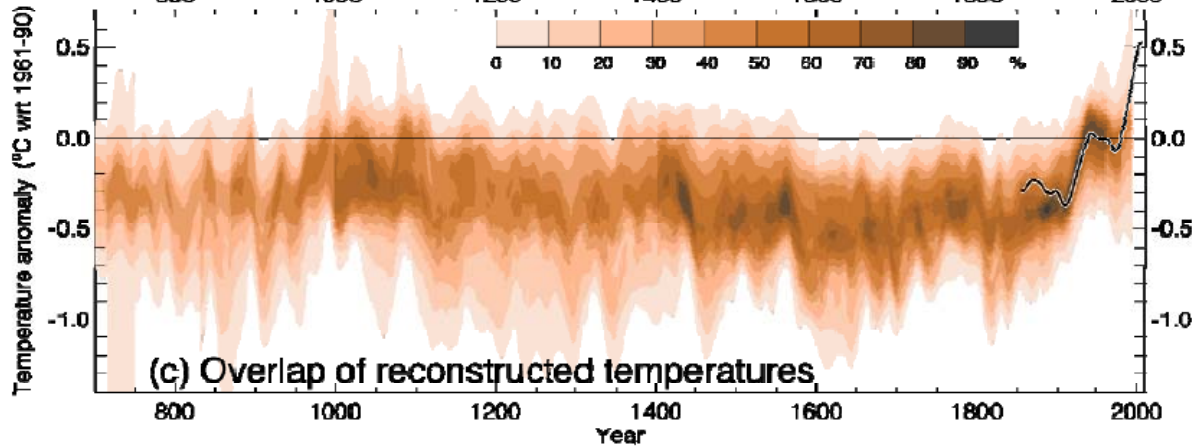
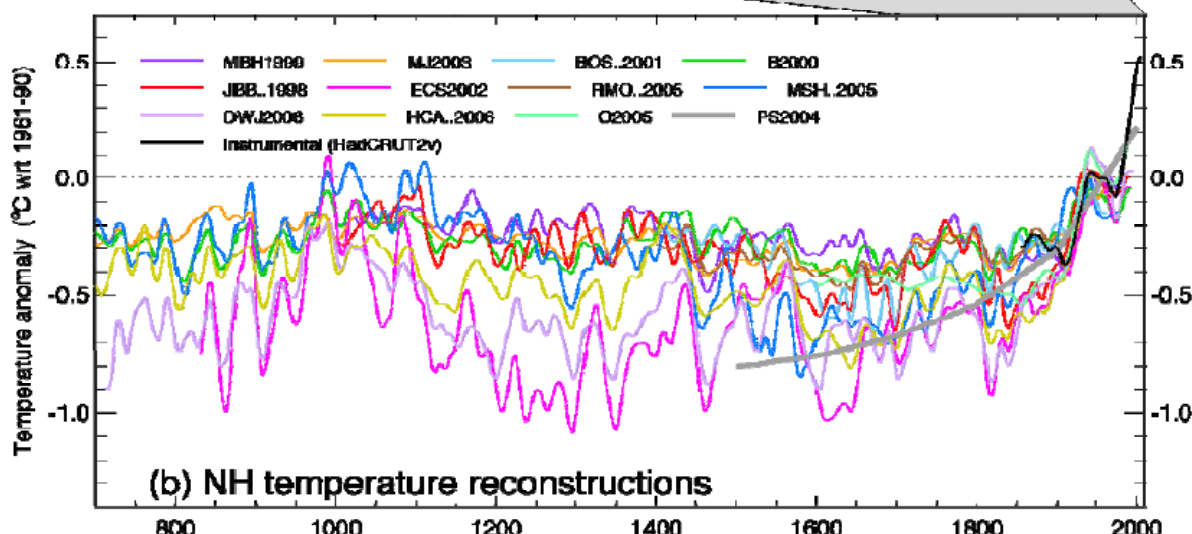
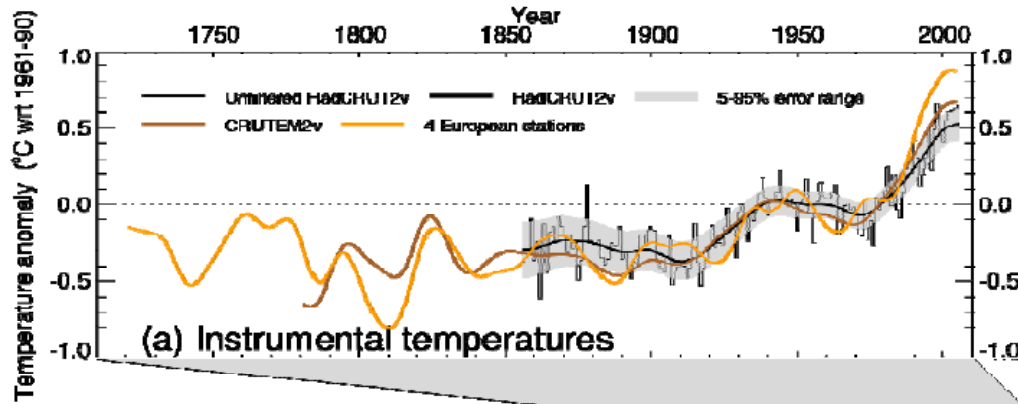
Global gemittelte Temperaturen steigen schneller mit der Zeit

Die wärmsten 12 Jahre:
1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006,
2001, 1997, 1995, 1999, 1990, 2000



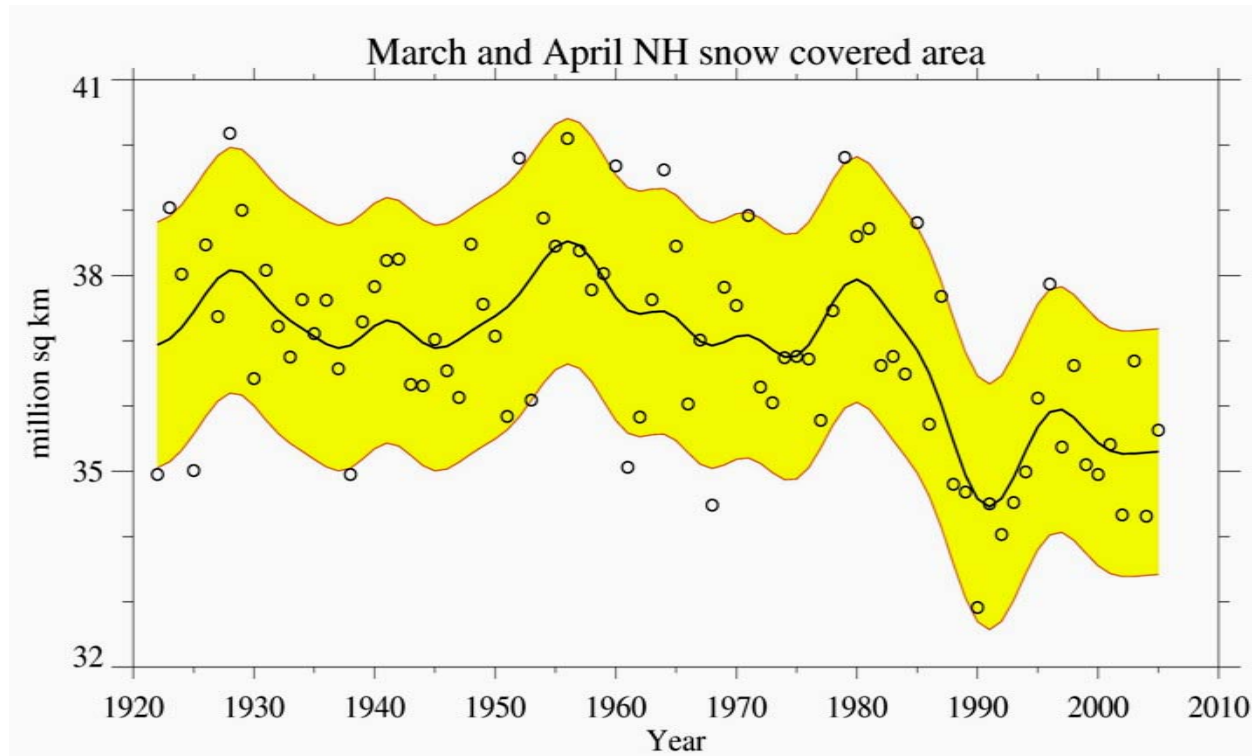
Temperaturtrend seit 1901



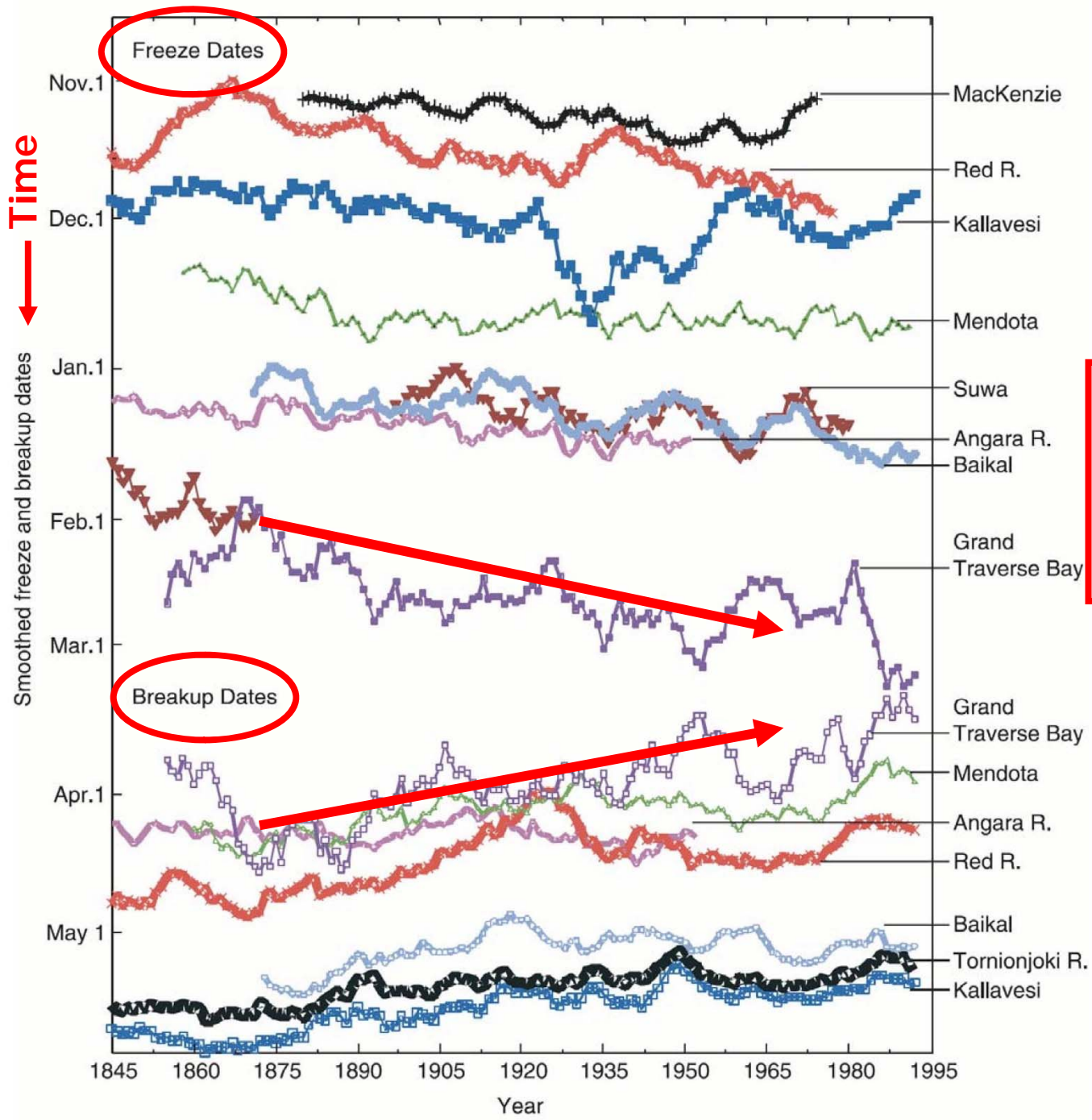


Average NH temperatures during the past 50 years were **very likely** warmer than during any other 50-year period in the last 500 years and **likely** the highest in at least the past 1300 years.

Schneefläche hat sich verringert



**Schneefläche im Frühling:
5% Reduktion in den 1980ern**

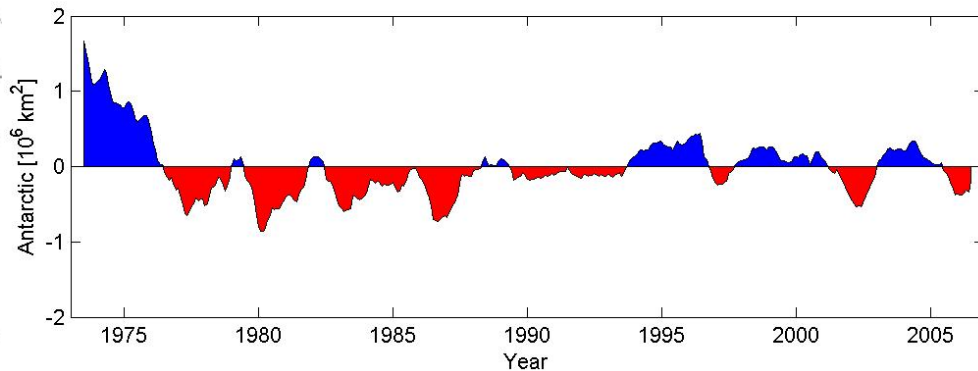
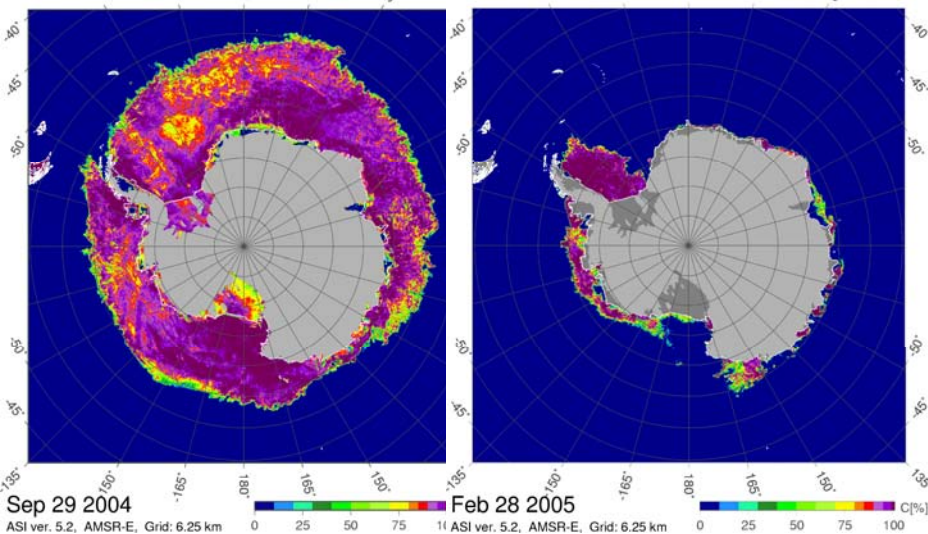
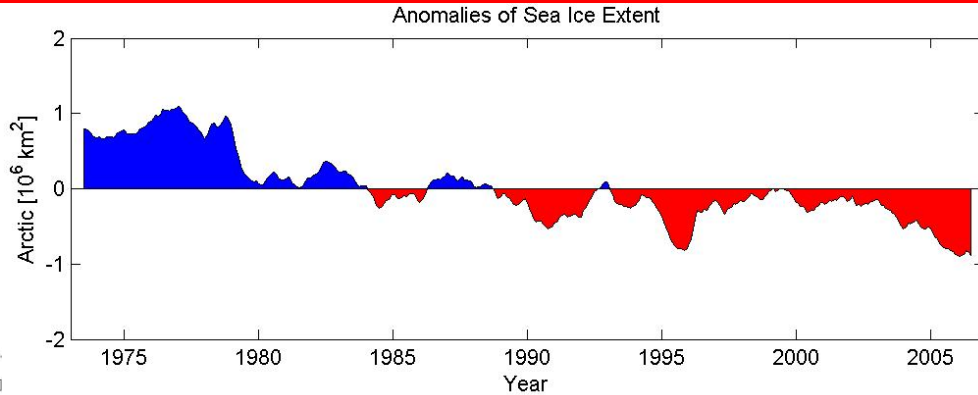
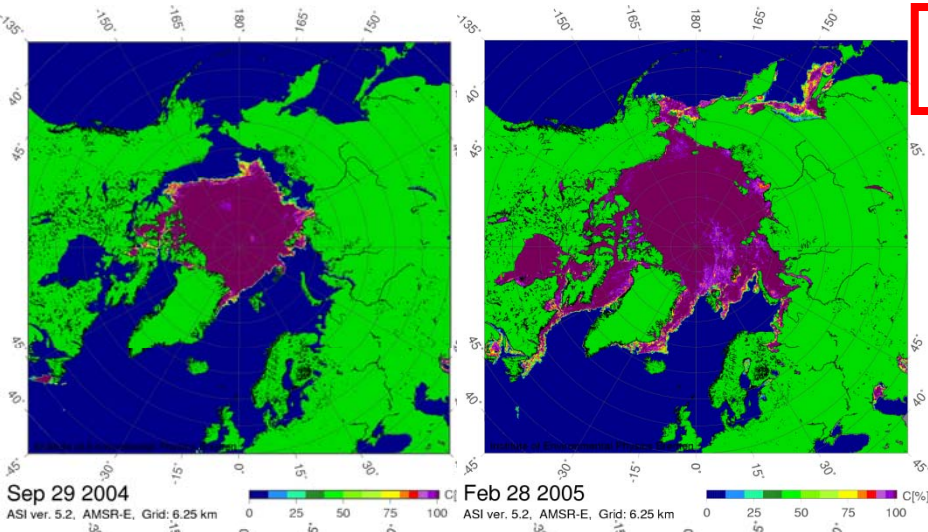


**Fluss und
See-Eis**

**Vereisungs-
dauer:
-12 Tage**

Meereis - Ausdehnung

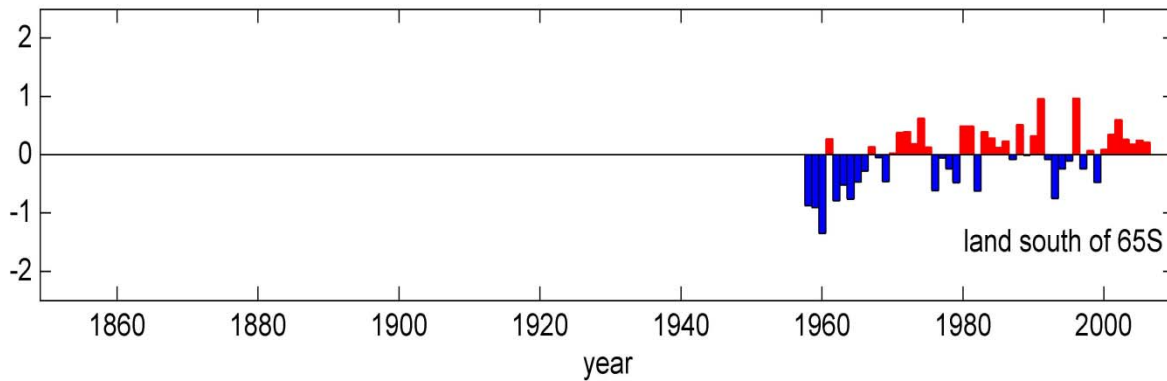
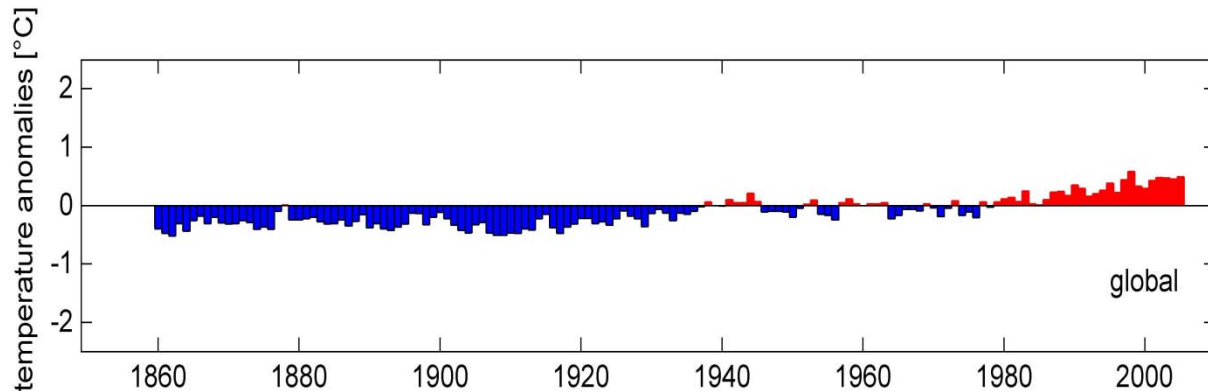
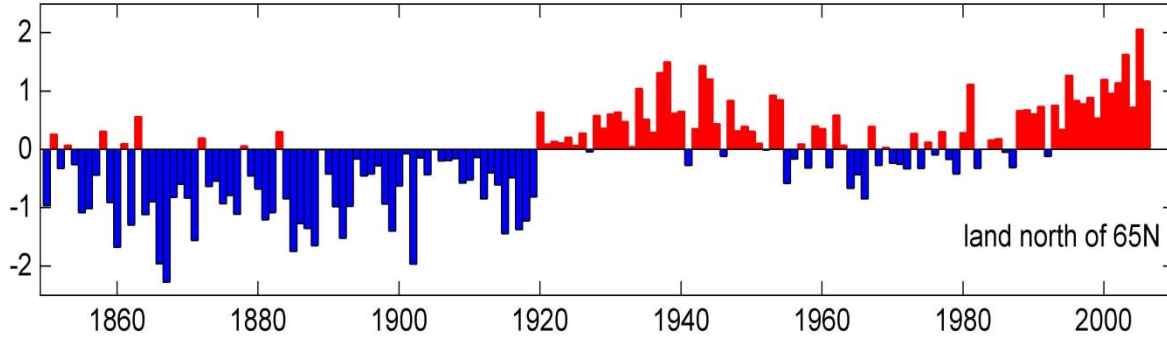
NH Trend: -2.7% pro Dekade



SH Trend: nicht signifikant

Temperaturen in den Polargebieten

Surface Air Temperature Anomalies (w.r.t. 1961-1990)



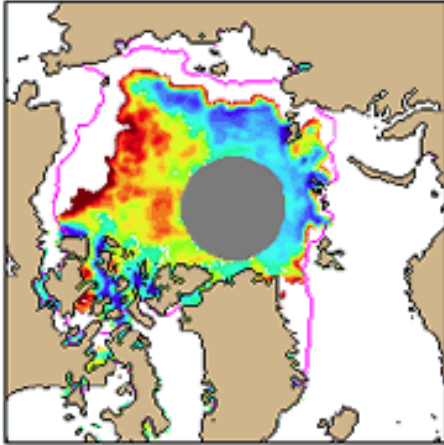
**Trend
(letzten 50 Jahre)**

$$T_{\text{Arktis}} = 1,1^{\circ}\text{C}$$

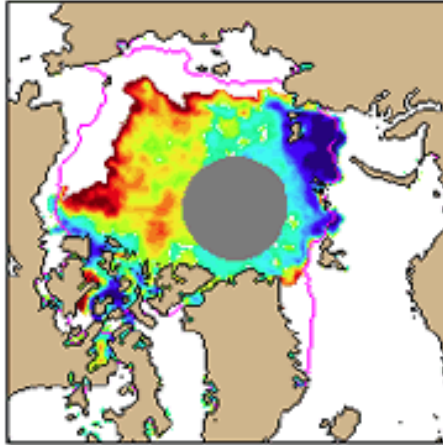
$$T_{\text{global}} = 0,6^{\circ}\text{C}$$

Arktische Meereis-Ausdehnung im Sommer

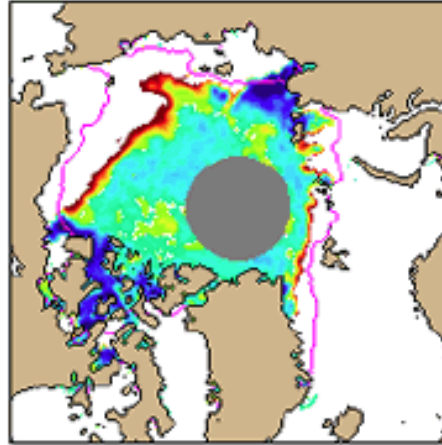
2002



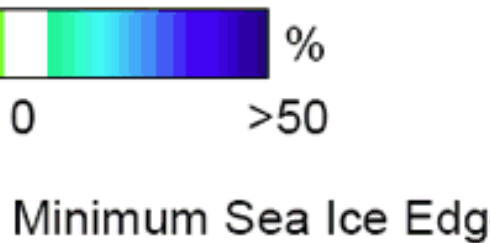
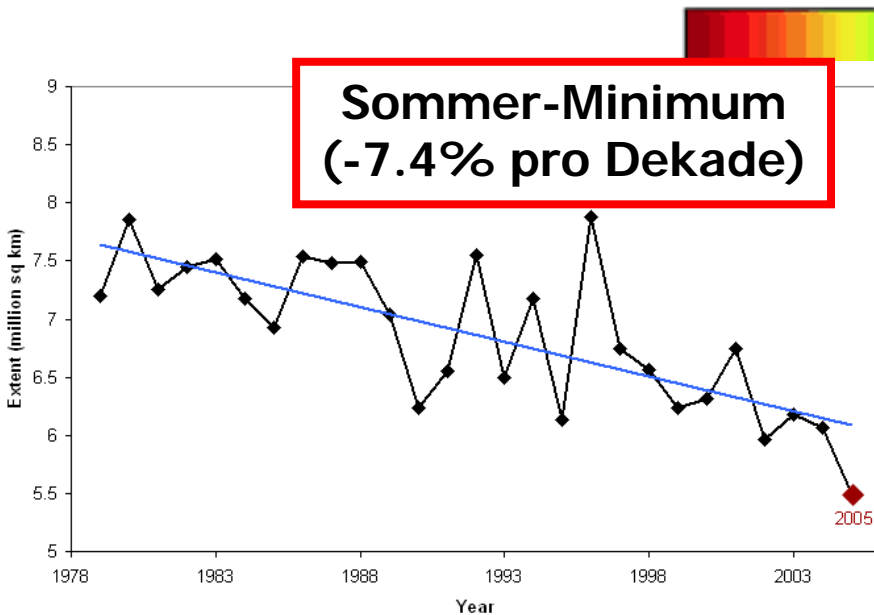
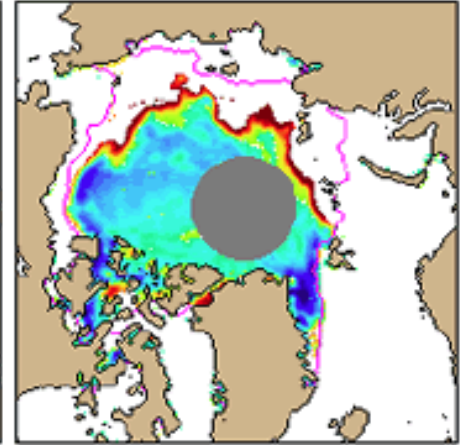
2003



2004



2005



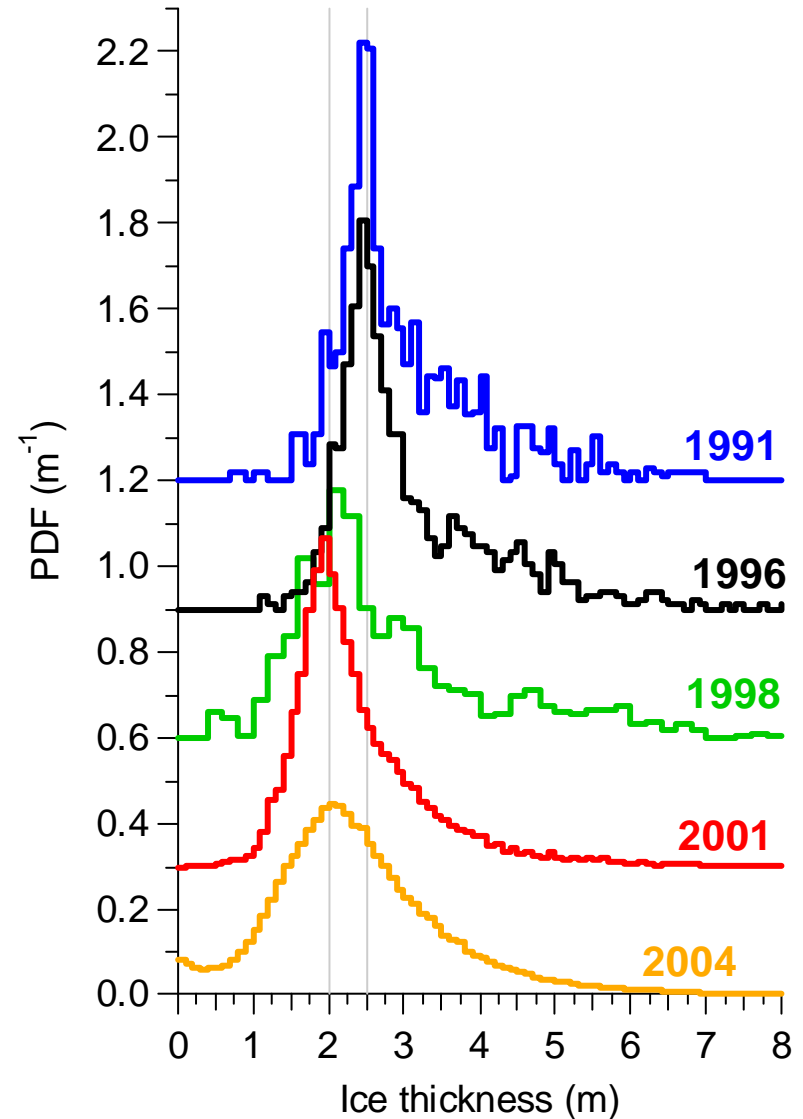
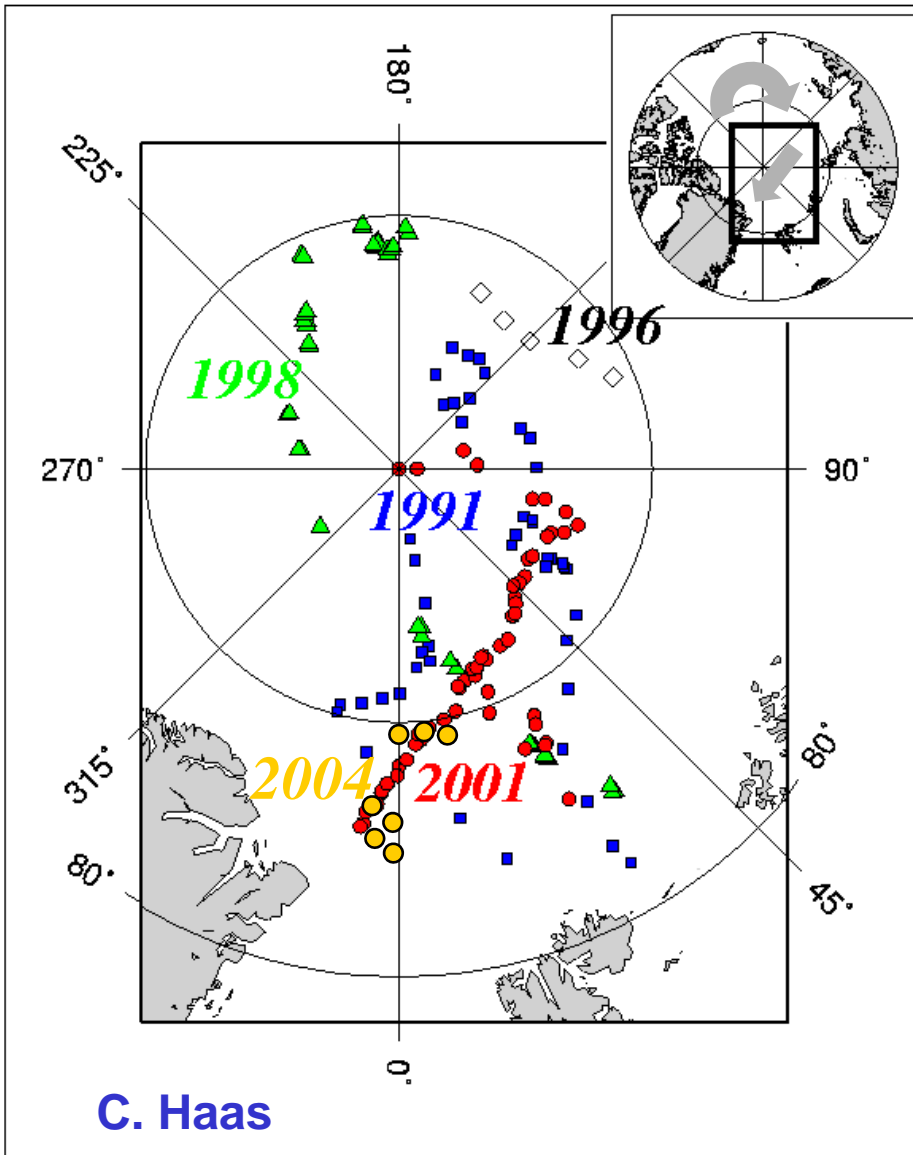
2 Sept 2007



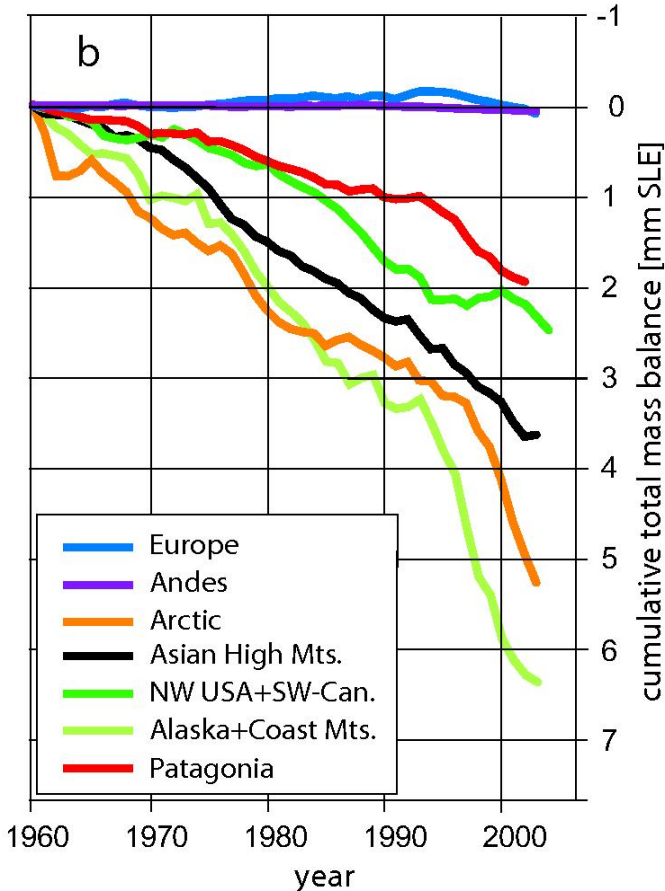
Messungen der Meereisdicke



Variabilität der Meereisdicke in der Transpolar Drift 1991, 1996, 1998, 2001 & 2004



Beitrag von Gletschern zum Meeresspiegelanstieg seit 1961



1911



2001



Morteratsch Gletscher

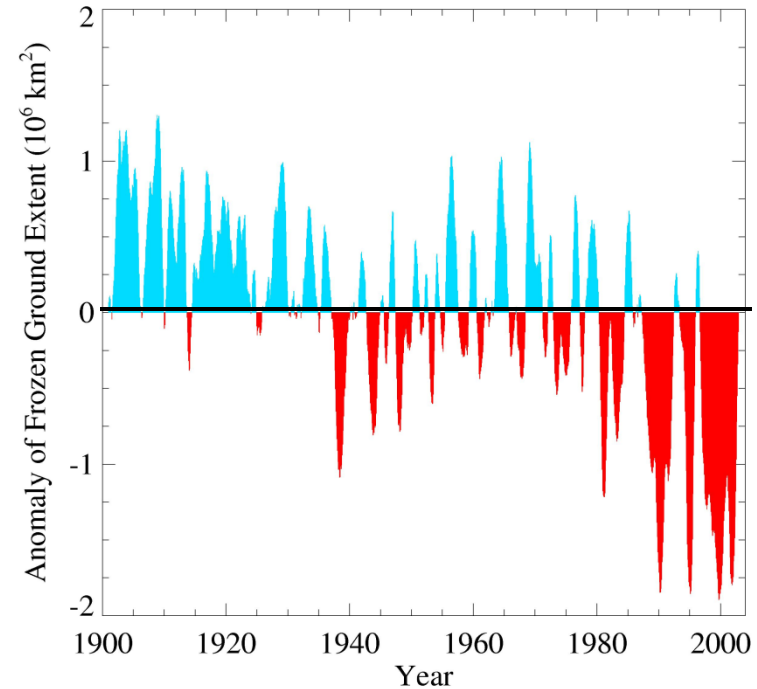
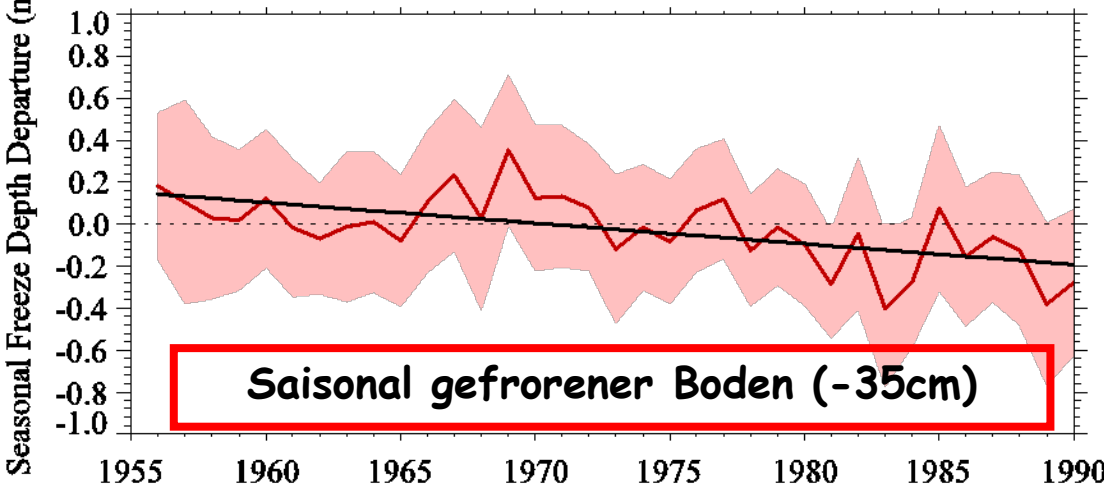
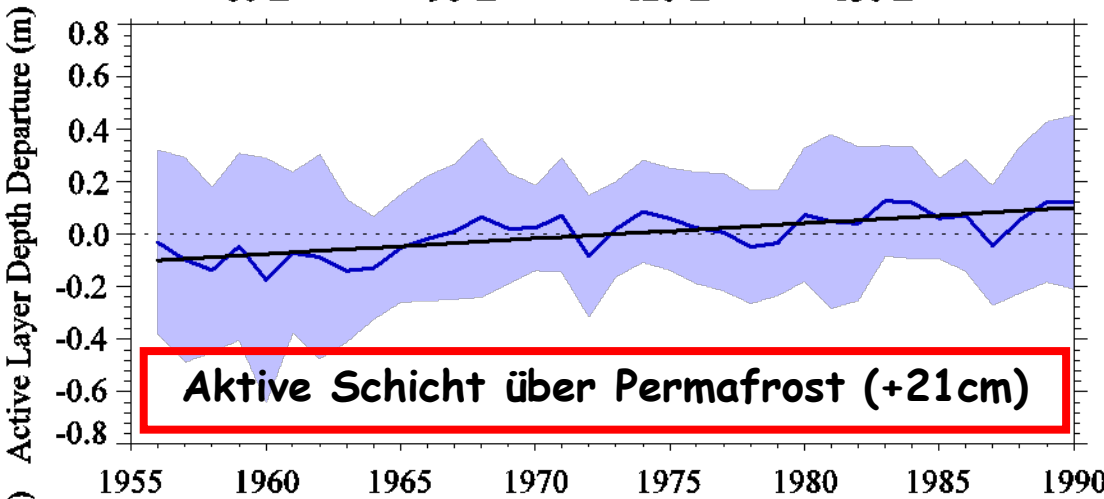
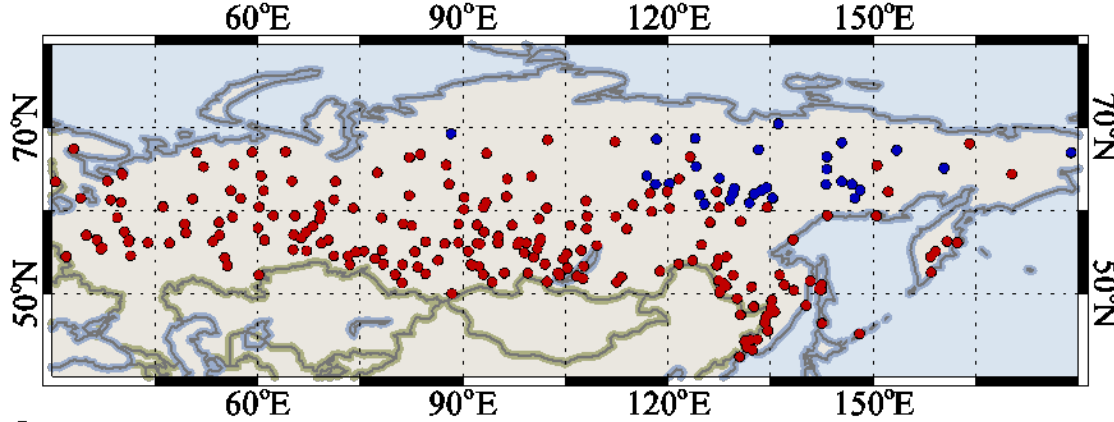
Massenverlust von Gletschern und Eiskappen:

❖ $0.37 \pm 0.16 \text{ mm yr}^{-1}$, 1961-1990

❖ $0.77 \pm 0.22 \text{ mm yr}^{-1}$, 1991-2004

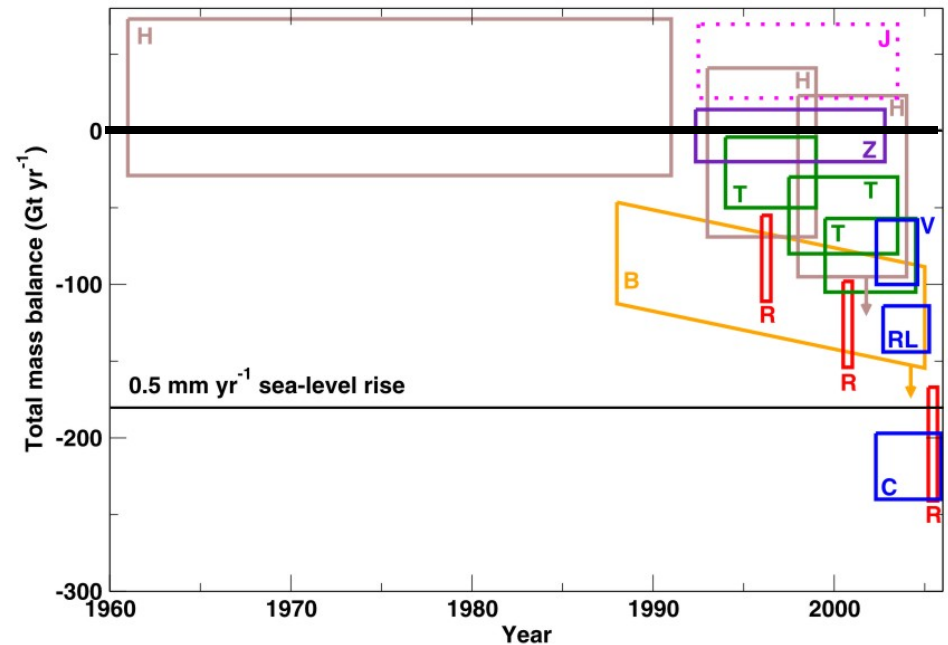
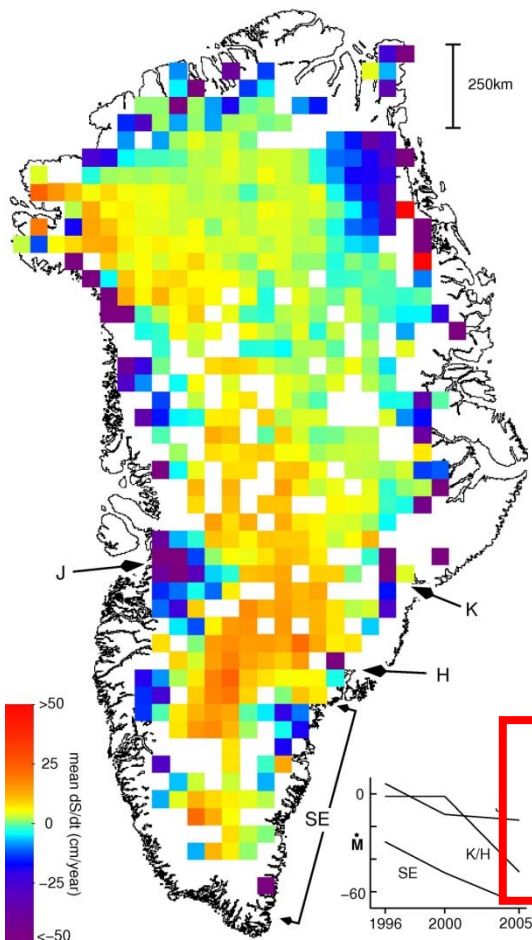
**Verstärkter
Gletscherrückgang seit
Beginn der 1990er**

Gefrorener Boden Permafrost



Fläche des saisonal gefrorenen Bodens in der NH hat sich von 1901 bis 2002 um 7% verringert.

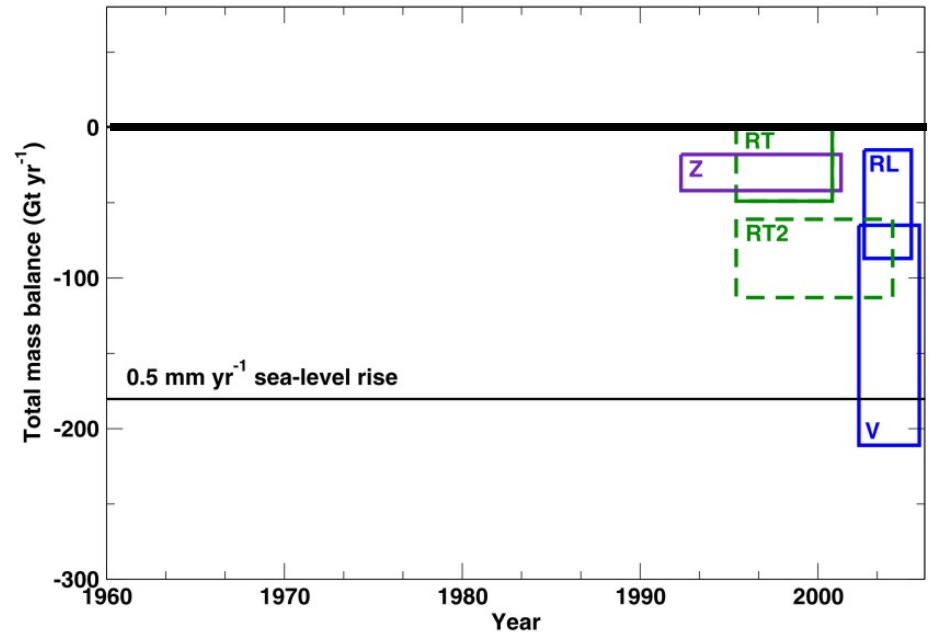
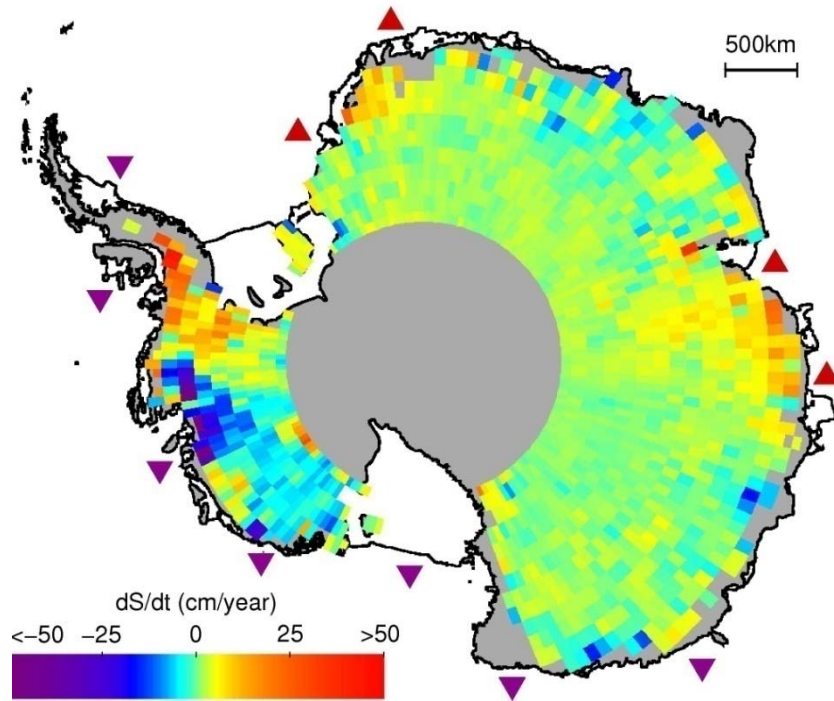
Grönländischer Eisschild schrumpft



Grönlands Massenverlust steigt durch Gletscherabfluss und Schmelzen

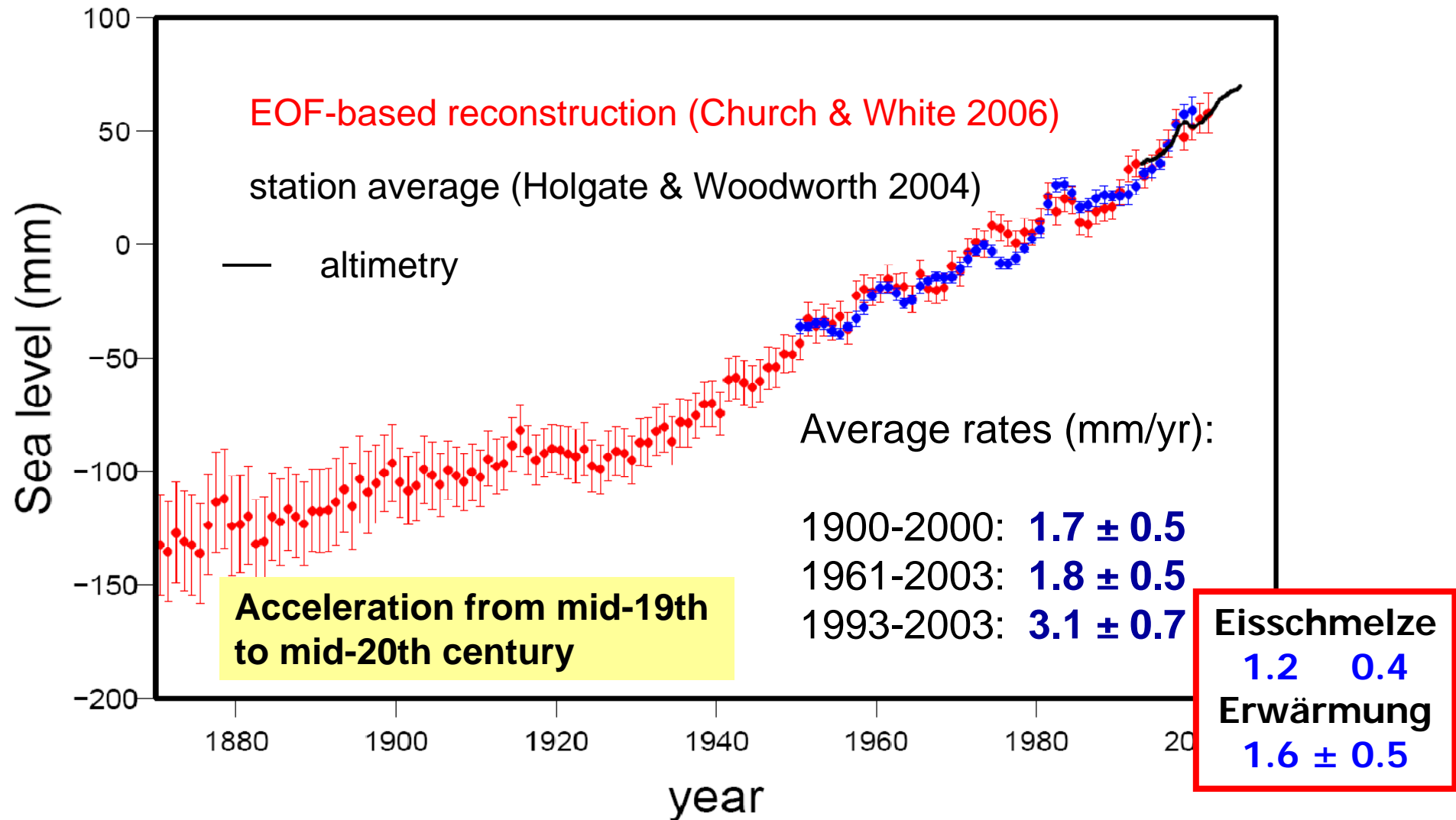
Grönland gewinnt Masse im Inneren, aber verliert mehr am Rand

Antarktischer Eisschild schrumpft



Antarktischer Eisschild
verliert Masse durch
verstärkten Gletscherabfluss

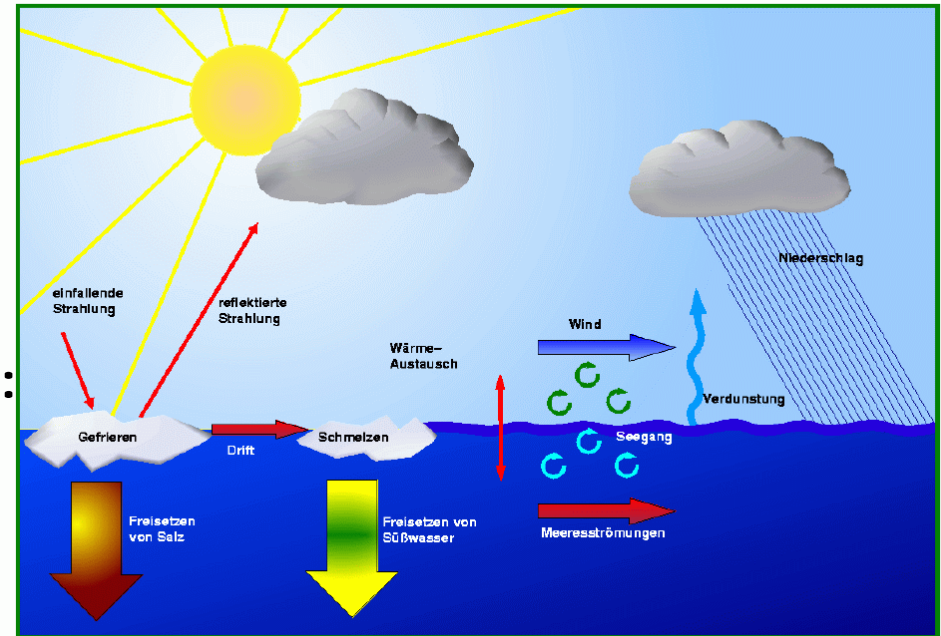
Globaler Meeresspiegelanstieg seit 1870



Modelle für Atmosphäre und Ozean

Zustandsvariablen:

Temperatur	T
Salzgehalt, Feuchte	S, q
Druck	p
Strömung, Wind	u, v, w



1. Massenerhaltung (Wasser, Luft):

$$\frac{1}{\rho} \frac{D\rho}{Dt} = -\nabla \cdot \mathbf{u}$$

2. Massenerhaltung für Salz/Wasserdampf

3. Energieerhaltung

4. Impulserhaltung (3):

$$\frac{D\mathbf{u}}{Dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{u} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \mathbf{g} + \mathbf{F}$$

Temperatur der letzten 7 Jahrhunderte

- *Very unlikely* unforced variability alone
- Influence of external forcing detected
- Independent temperature and forcing reconstructions

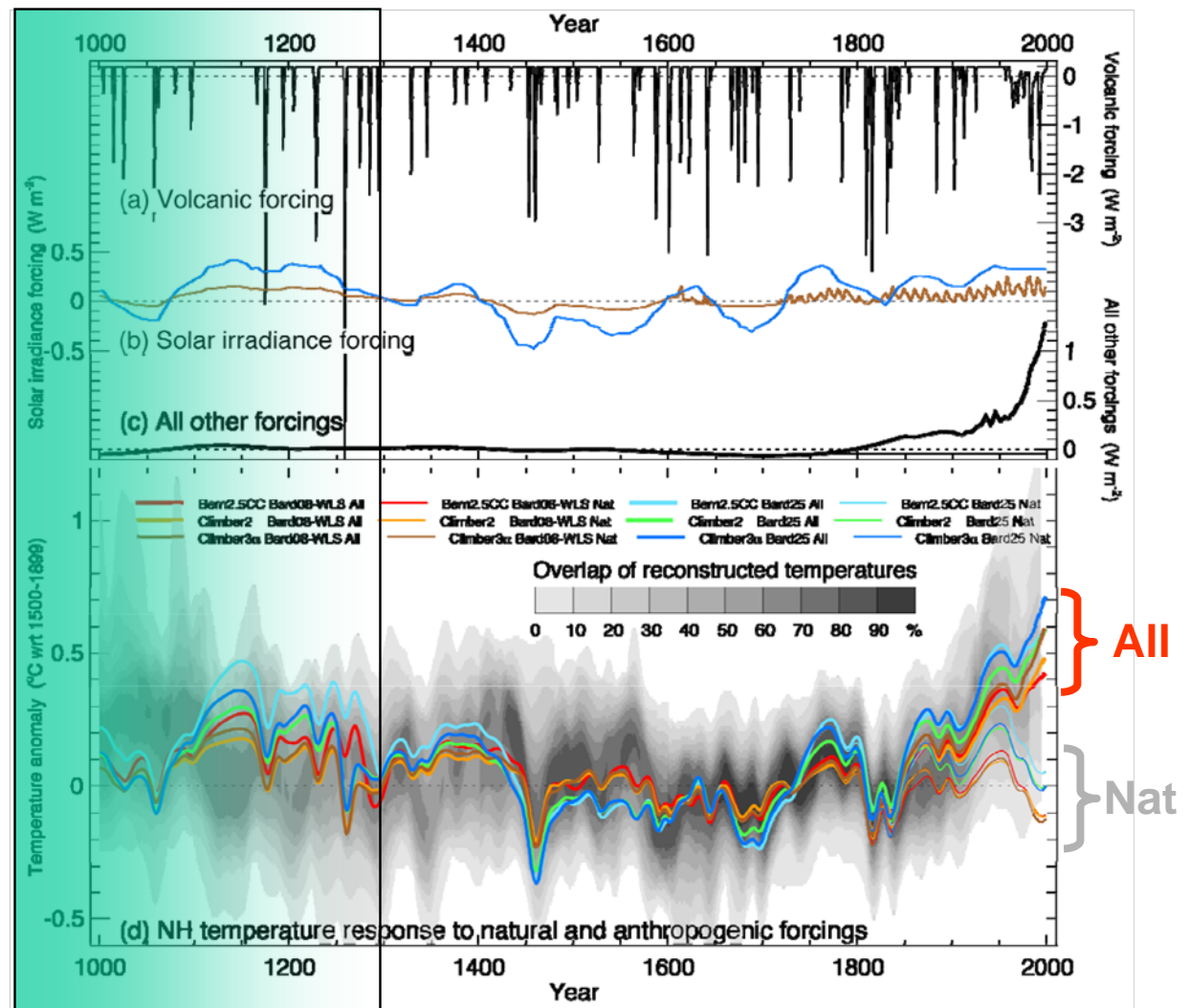
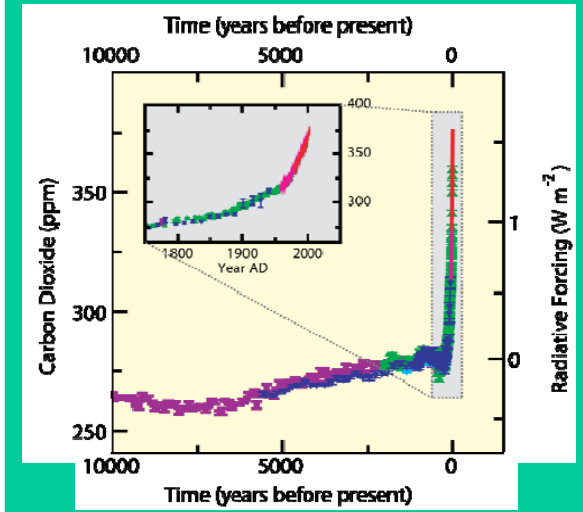
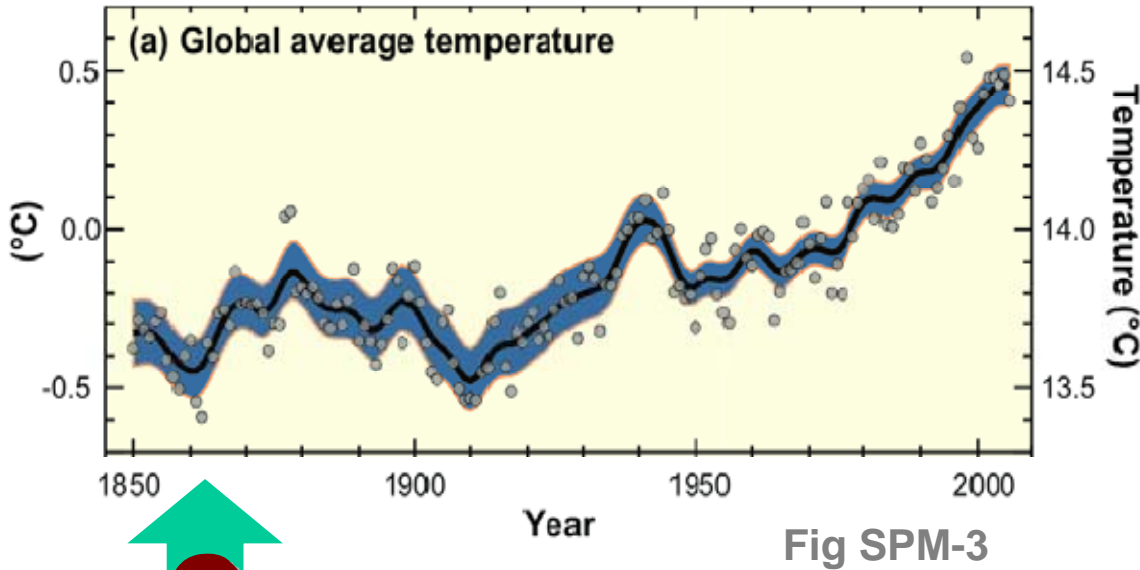


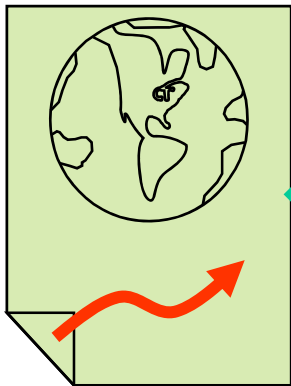
Fig. 6.14

Attribution Process

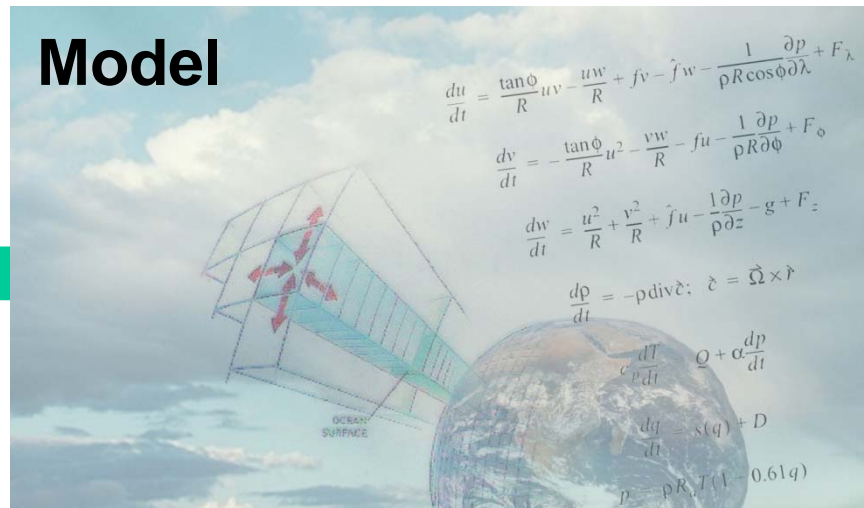
SPM-1



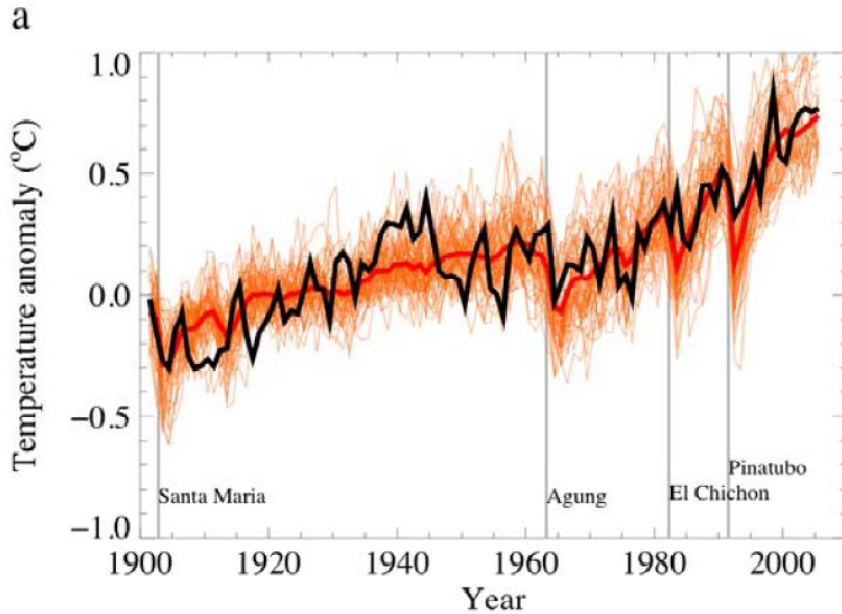
- other GHGs
- aerosols
- volcanic
- solar
- natural internal



Model

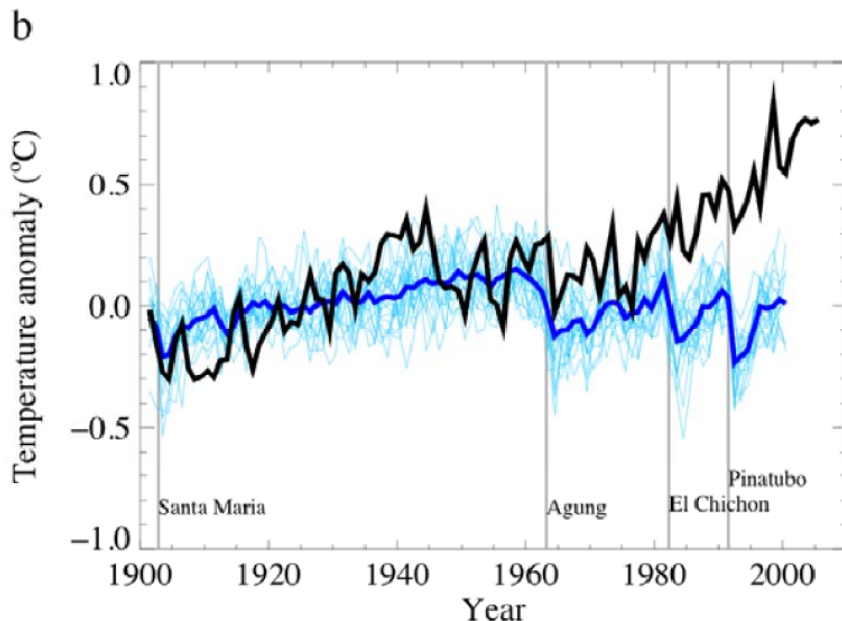


Klimasimulationen 1900 - 2000



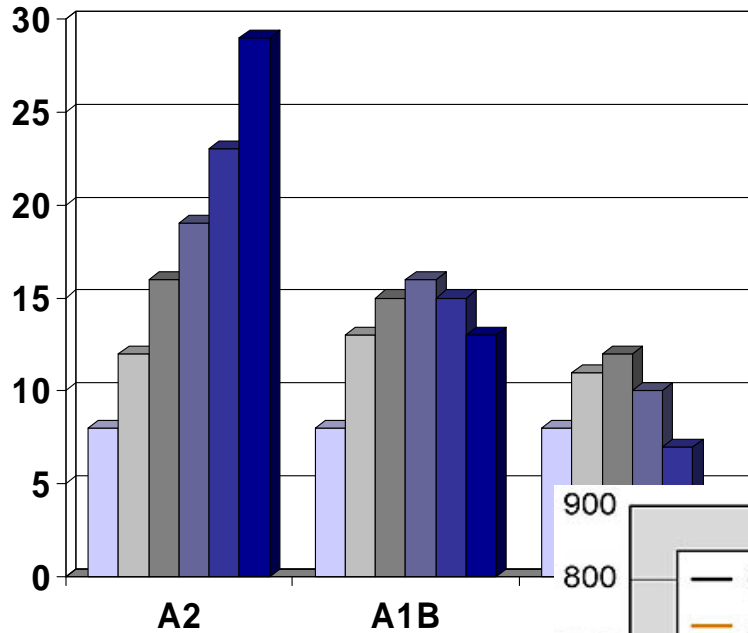
mit anthropogenen
Treibhausgas-Emissionen

Erwärmung der letzten
50 Jahre ist durch den
Menschen verursacht.

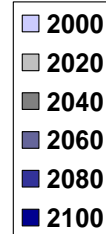


ohne anthropogene
Treibhausgas-Emissionen

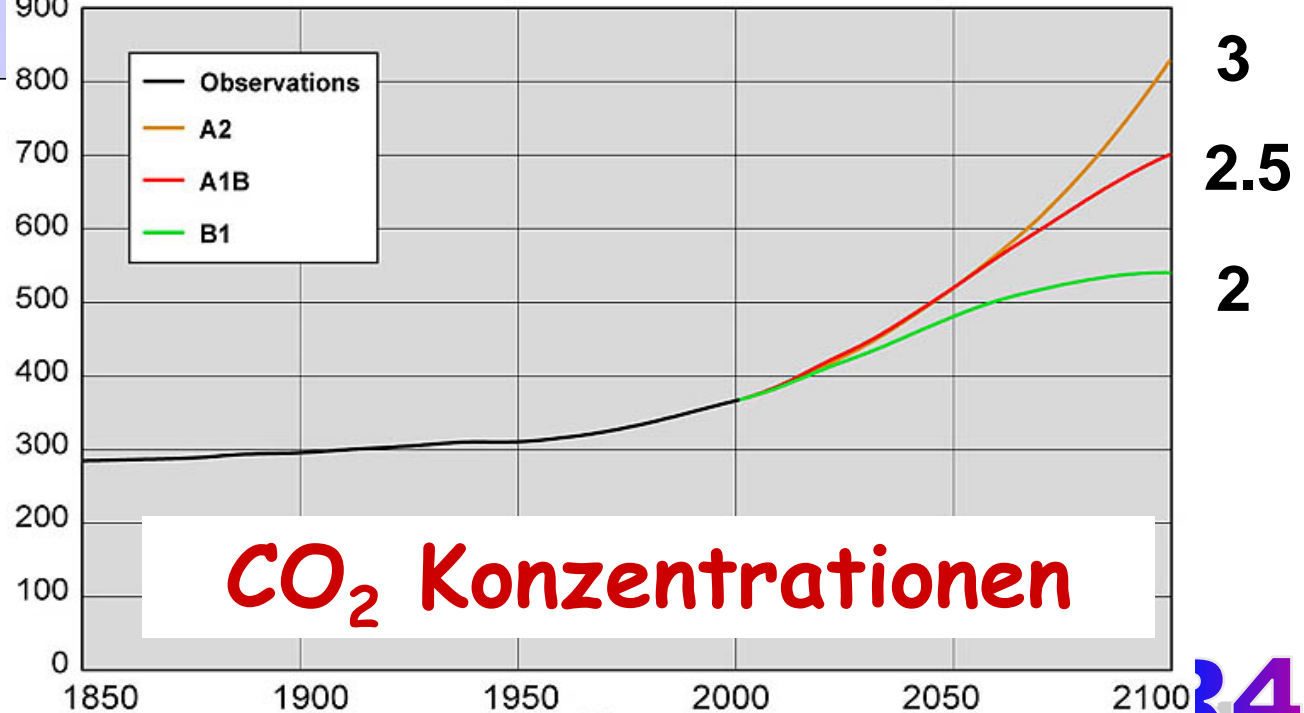
CO2 Emissionen (Milliarden Tonnen Kohlenstoff)



Szenarien der wirtschaftlichen und technologischen Entwicklung



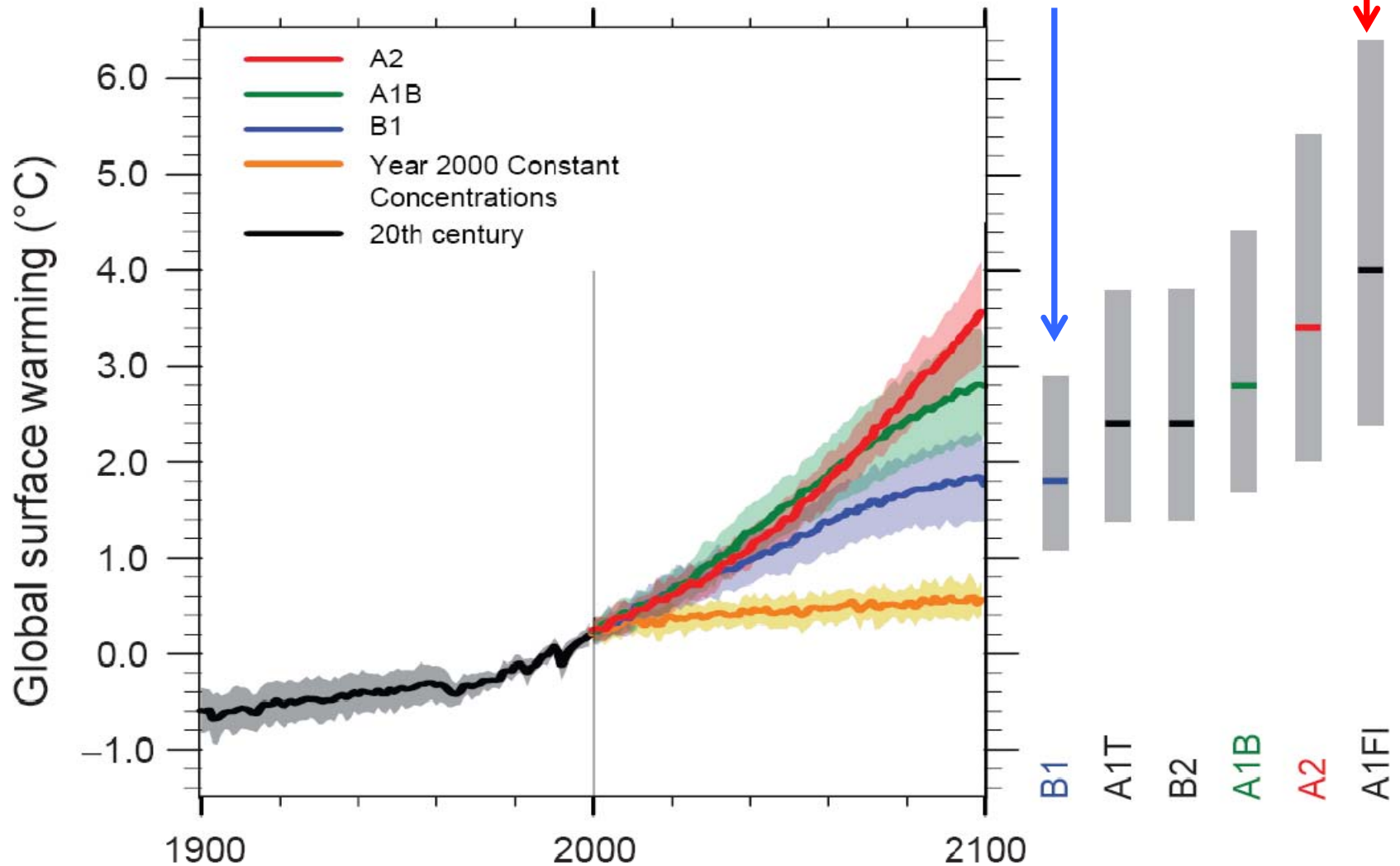
ppmv



CO₂ Konzentrationen

Projektionen der globalen Erwärmung

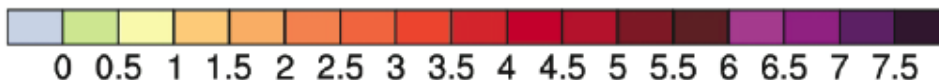
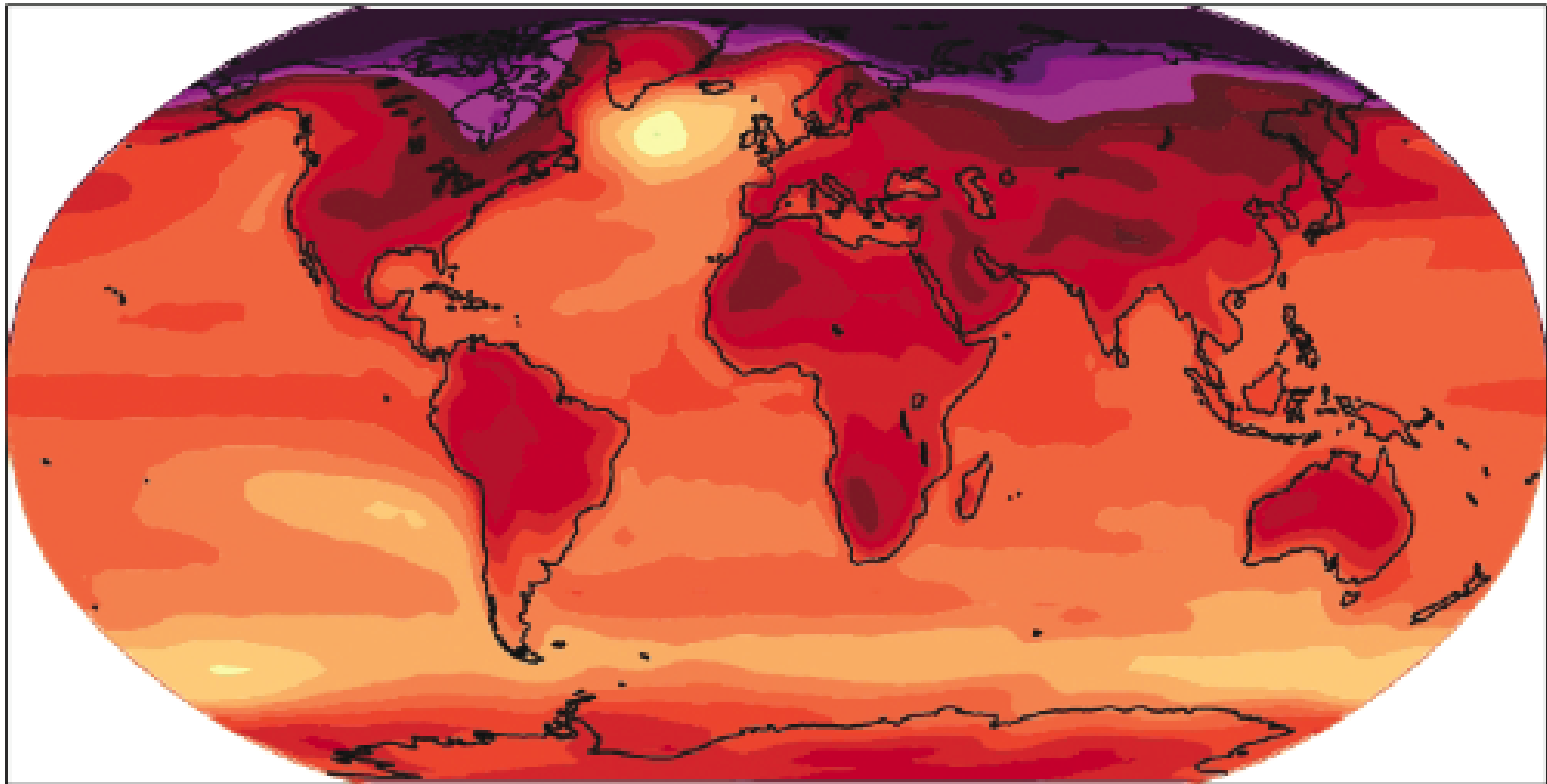
CO₂ Äquivalent: 600 → 1550



CO₂-Klima-Szenarien

- ❖ Größte Erwärmung in CO₂-Klimaszenarien in Polargebieten (Oberflächen-Energiebilanz; Temperatur – Eisalbedo Feedback)

A2: 2090-2099

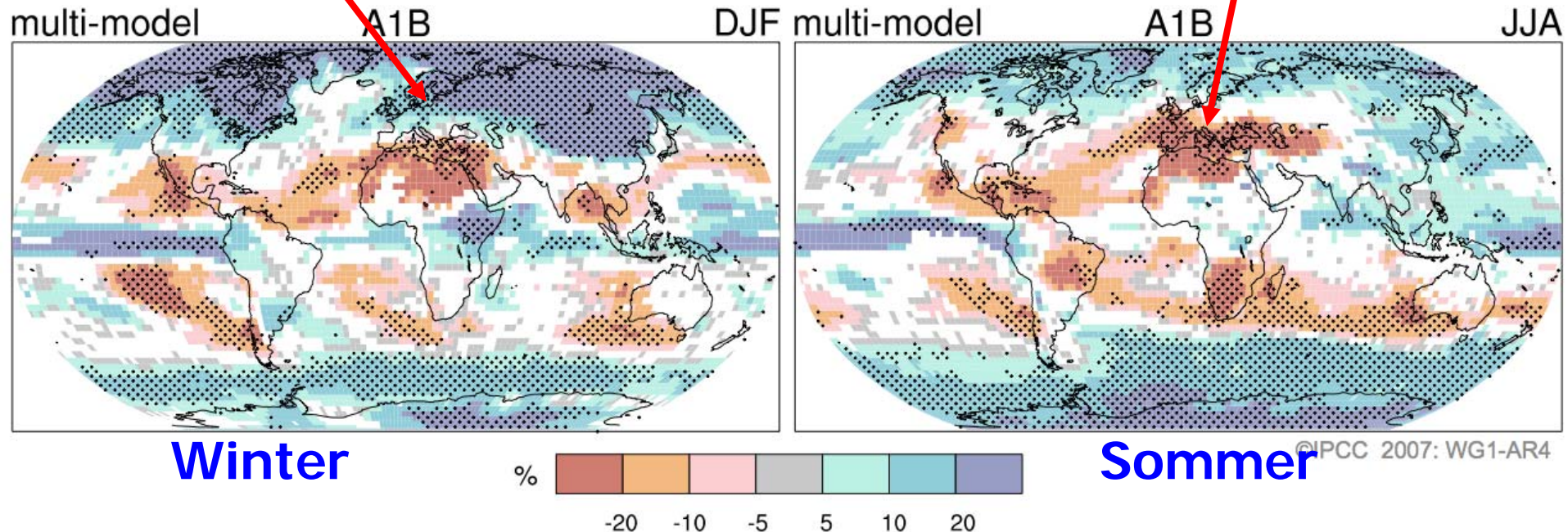


Projizierte Änderung der Niederschlagsverteilung

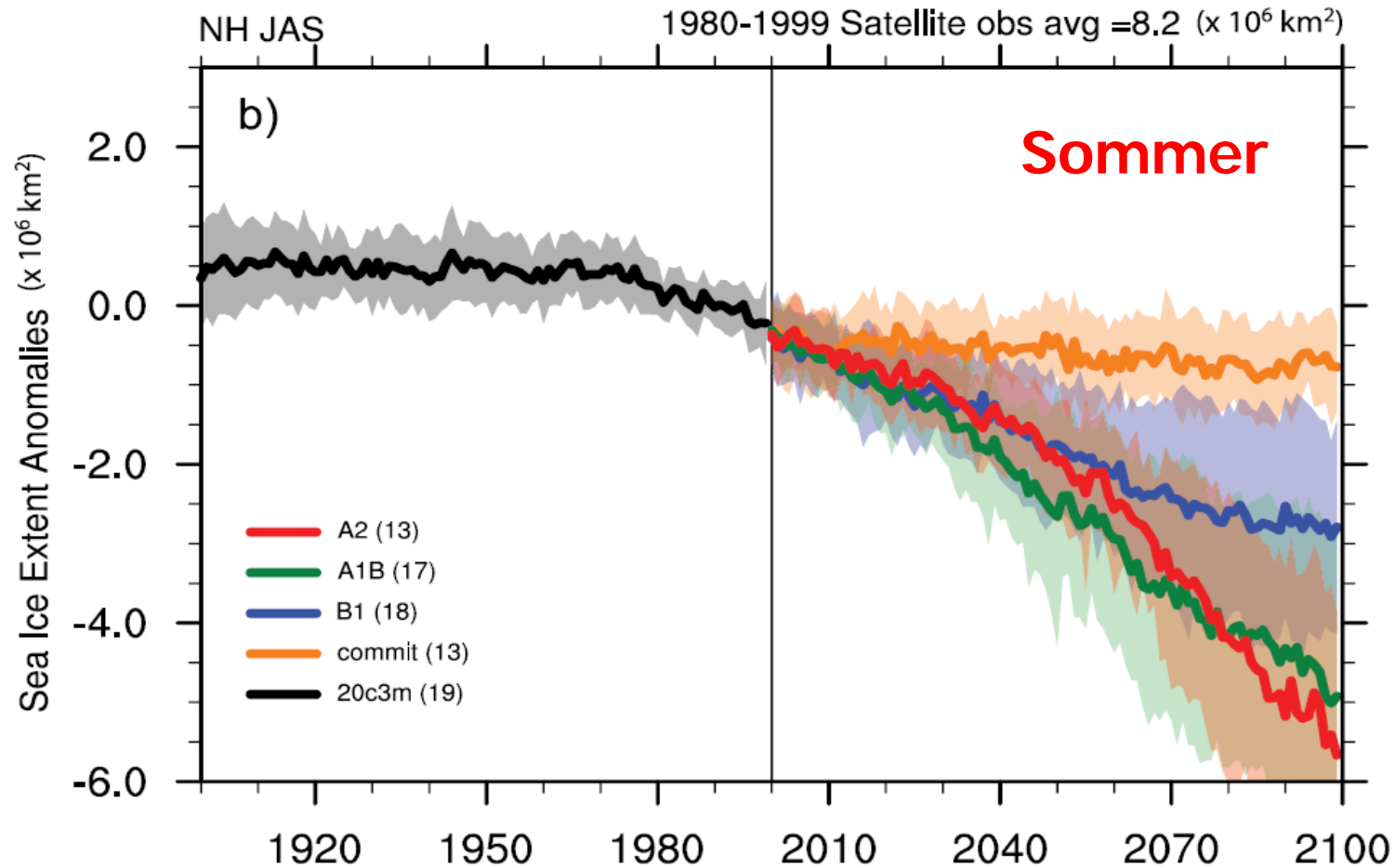
nasser Winter

trockener Sommer

Projected Patterns of Precipitation Changes

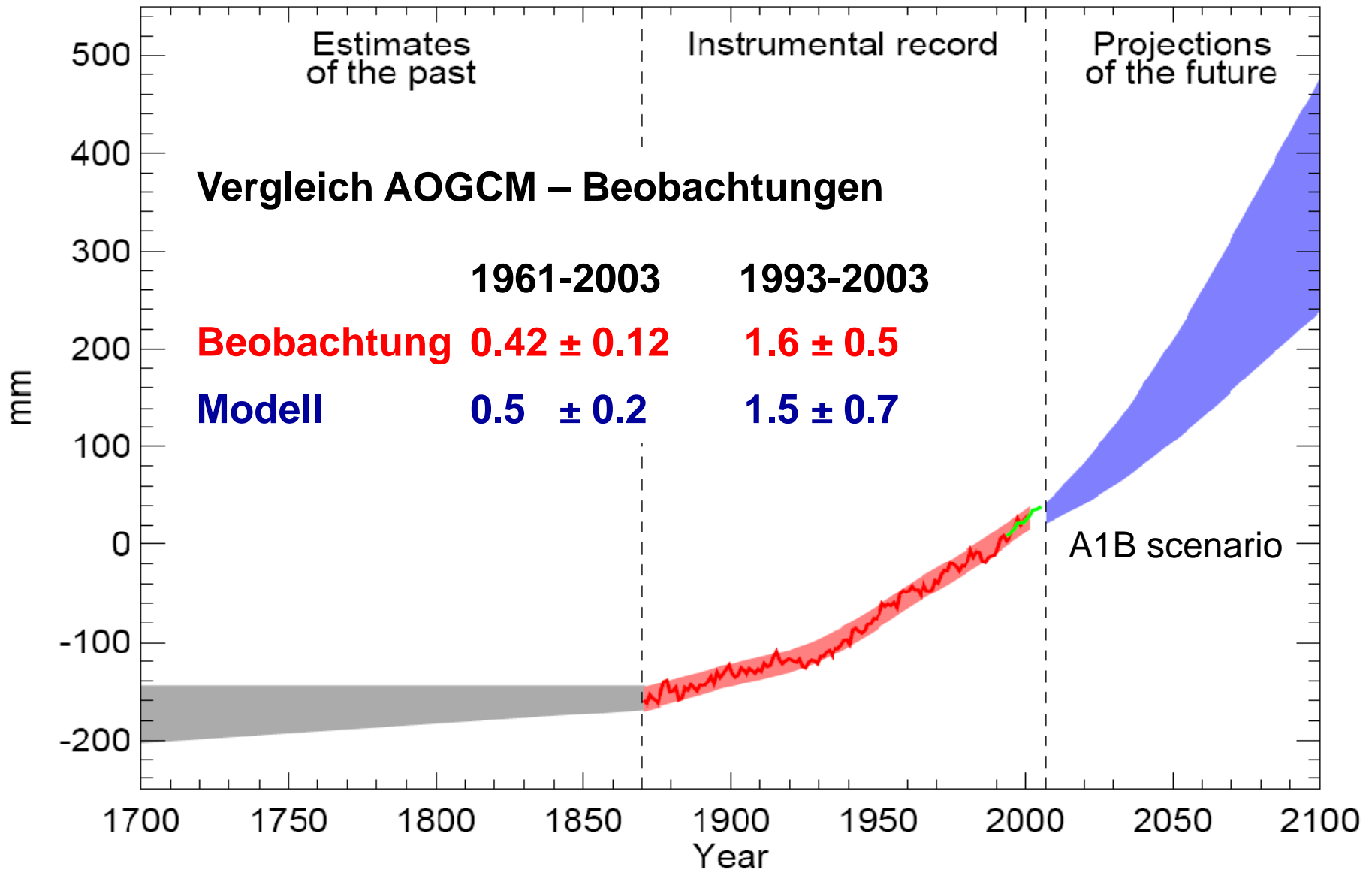


Projizierte Ausdehnung des arktischen Meereises

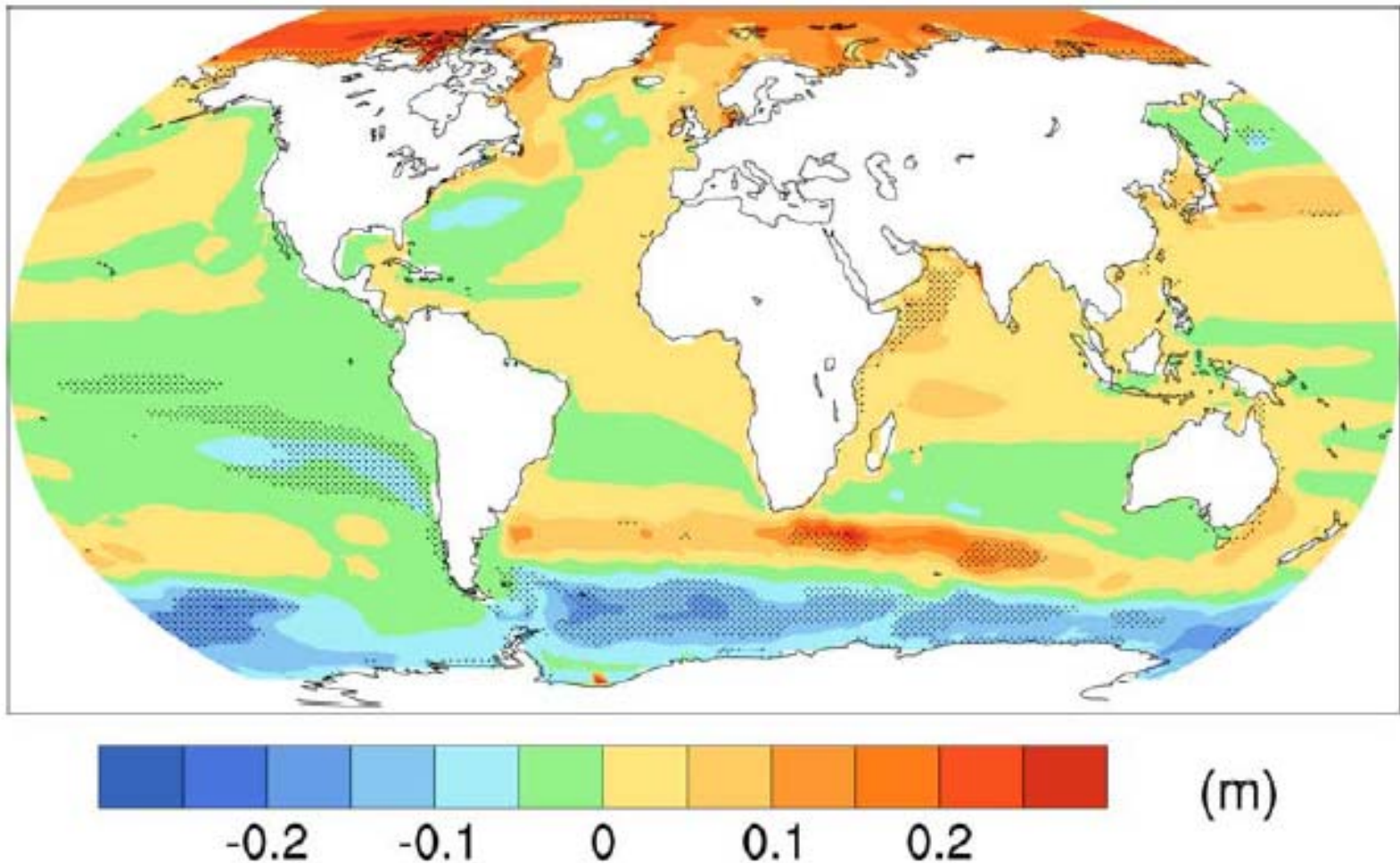


In einigen Szenarien verschwindet das arktische Meereis im Sommer 2080

Meeresspiegelanstieg 1700 - 2100



Projizierter regionaler Meeresspiegelanstieg



Sea level change (2080-2099 relative to 1980-1999) under A1B.
Average of 16 AOGCMs. Spatial variation about 25% of global mean.

Projektionen für 2090-2099

❖ Temperatur:

niedrig: +1.8°C (1.1 – 2.9°C)

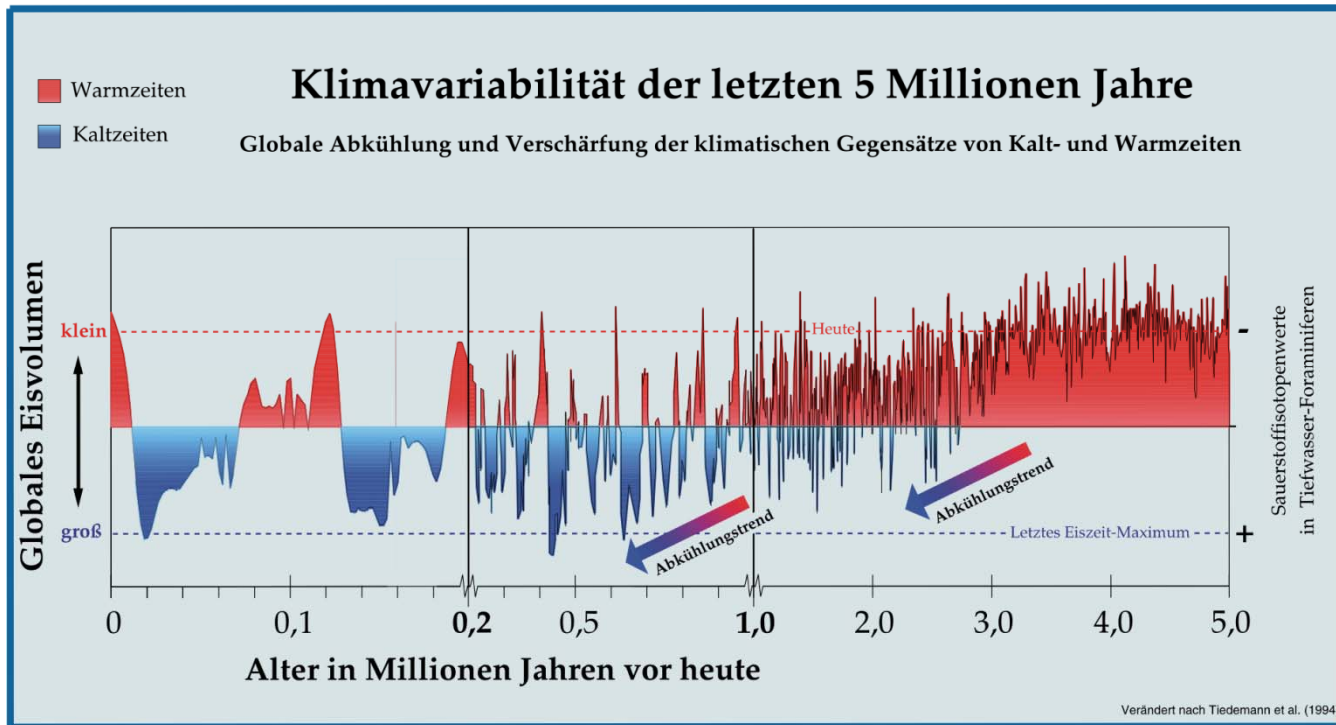
hoch: +4.0°C (2.4 – 6.4°C)

❖ Meeresspiegel:

niedrig: 18 – 38 cm

hoch: 26 – 59 cm

...und wie geht es weiter?



Die nächste Eiszeit kommt bestimmt!

... aber erst in einigen zehntausend Jahren!!!

Unser Problem sind die nächsten 100 Jahre.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

