

Klimawandel

Natürlich, oder vom Menschen verursacht?

Fortbildungstag des Zweigverein München
der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft
19.05.06

Dr. Susanne Nawrath
Potsdam Institut für Klimafolgenforschung

Überblick

- Was bedeutet Klima überhaupt?
- Warum ändert es sich, und woher wissen wir das?
- Wie hat es sich im 20. Jahrhundert verändert?
- Was können wir über die Zukunft sagen?

Klima ≠ Wetter

Wetter: augenblicklicher Zustand der
Atmosphäre
(z.B. Temperatur, Niederschlag, Wind, Luftdruck)

Witterung: allgemeiner Charakter des
Wetterablaufes
(z.B. Milder Winter)

Klima: mittlerer Witterungsablauf
(30 Jahre)

Klima

Hippokrates (460-375 v.Chr.):

Begriff Klima vom griech. Wort für 'neigen'

von Humboldt 1831:

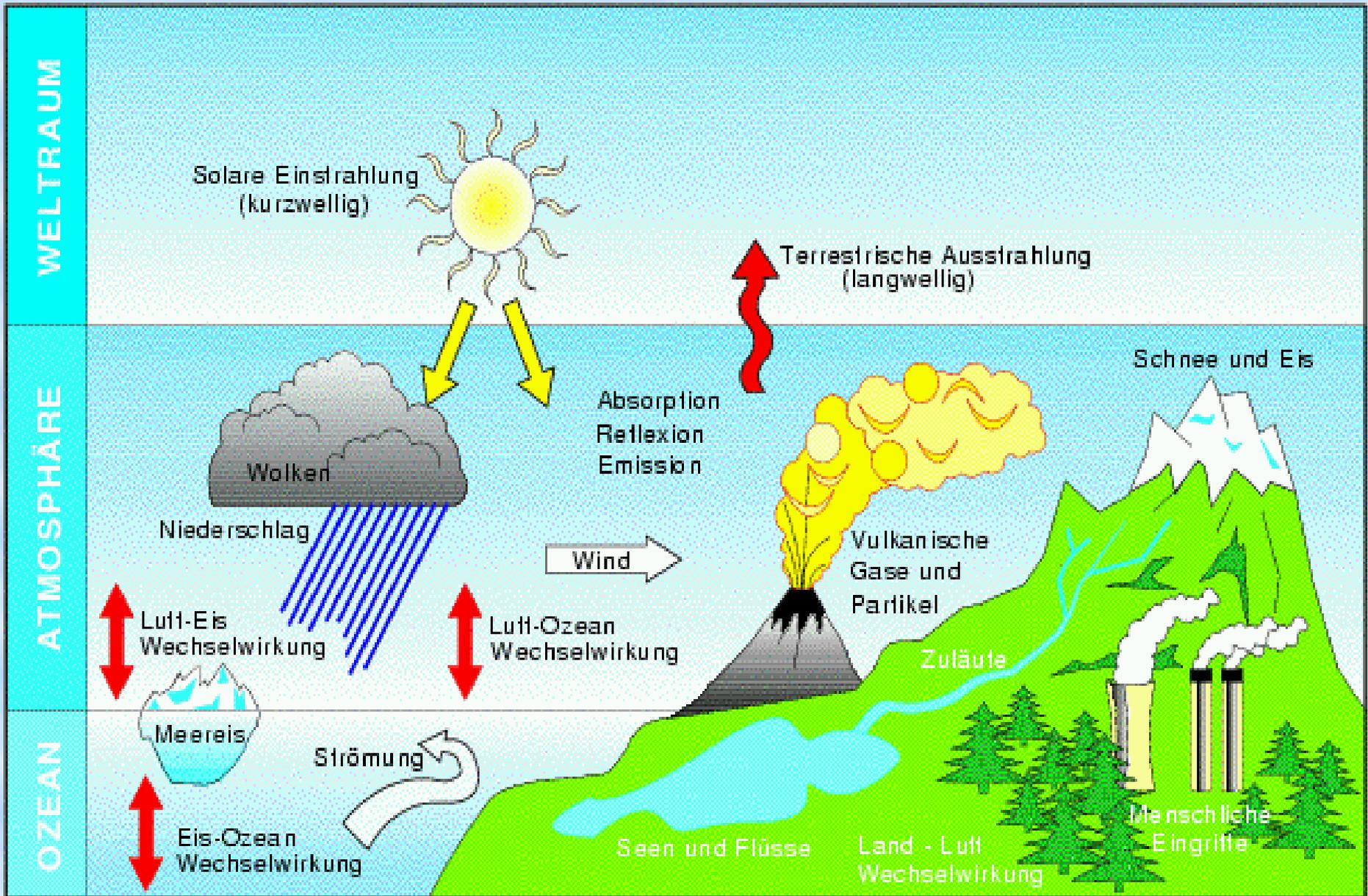
'Das Wort Klima umfasst in seiner allgemeinen Bedeutung alle Veränderungen in der Atmosphäre, von denen unsere Organe merklich affiziert werden;...' (Betriebsklima)

Köppen 1906:

'Unter Klima verstehen wir den mittleren Zustand und gewöhnlichen Verlauf der Witterung an einem gegebenen Orte. Die Witterung ändert sich, während das Klima bleibt.
(Klimazonen)

Heute: Klimaänderungen sind möglich.

Das Klimasystem



(Hamburger Bildungsserver (HBS))

Werkzeuge der Klimaforschung

- **Beobachtungen**

(Mess-Stationen, Schiffsmessungen, Bojen, Satelliten)

Klima heute

- **Paläodaten**

(Eisbohrkerne, Sedimente, Korallen, Baumringe,...)

Klima früher

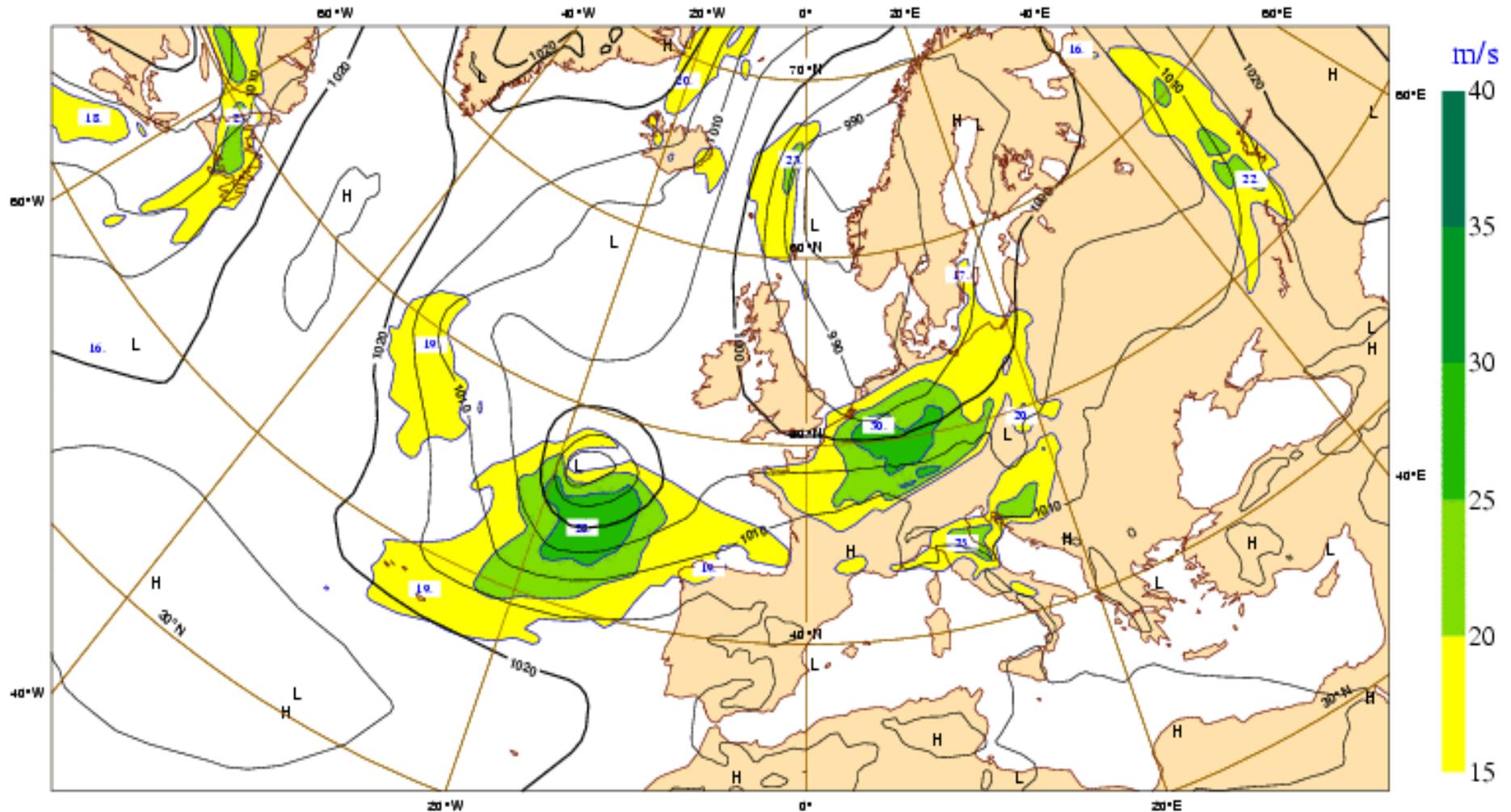
- **Klimamodelle**

“Labore” der Klimaforschung

Klima-Prozesse, Zukunft

Wetterlage am 21. Mai 2006

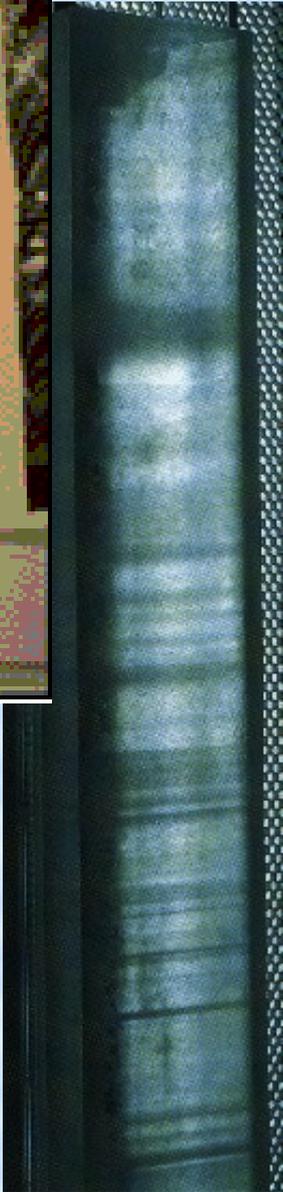
Wednesday 17 May 2006 00UTC ©ECMWF Forecast t+096 VT: Sunday 21 May 2006 00UTC
Surface: Mean sea level pressure / 850-hPa wind speed



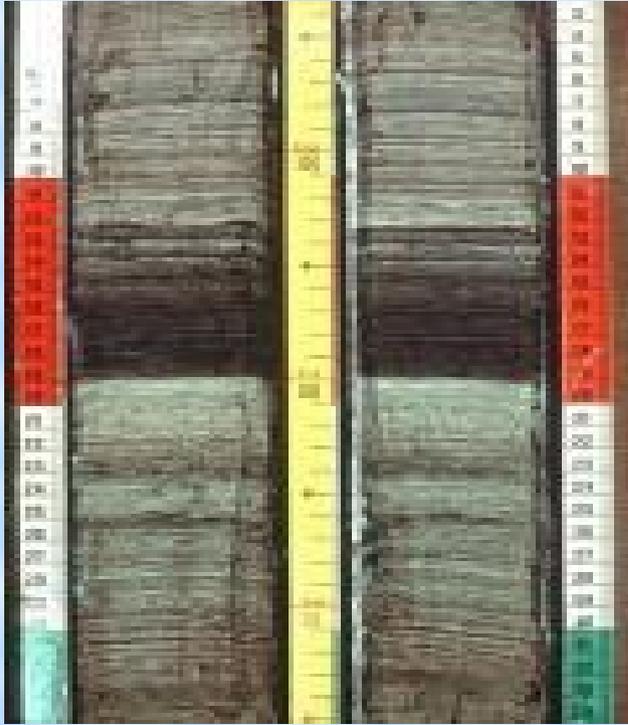
Klima-Archive



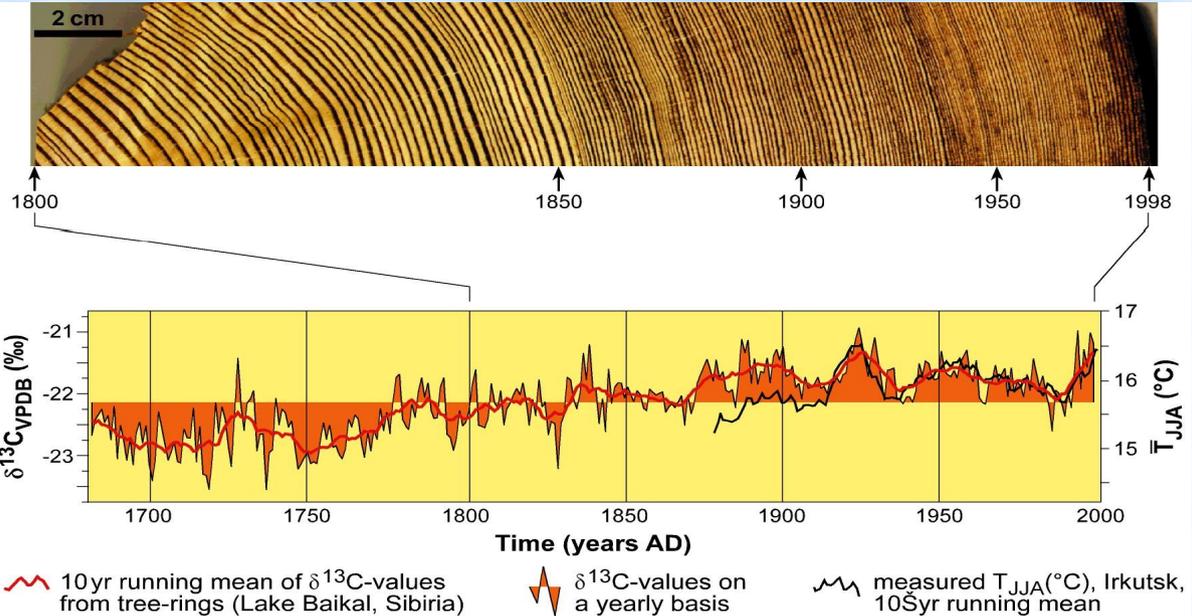
Korallen
(Wellington,
U. of Houston)



Eisbohrkerne
(Alley&Bender, 02)



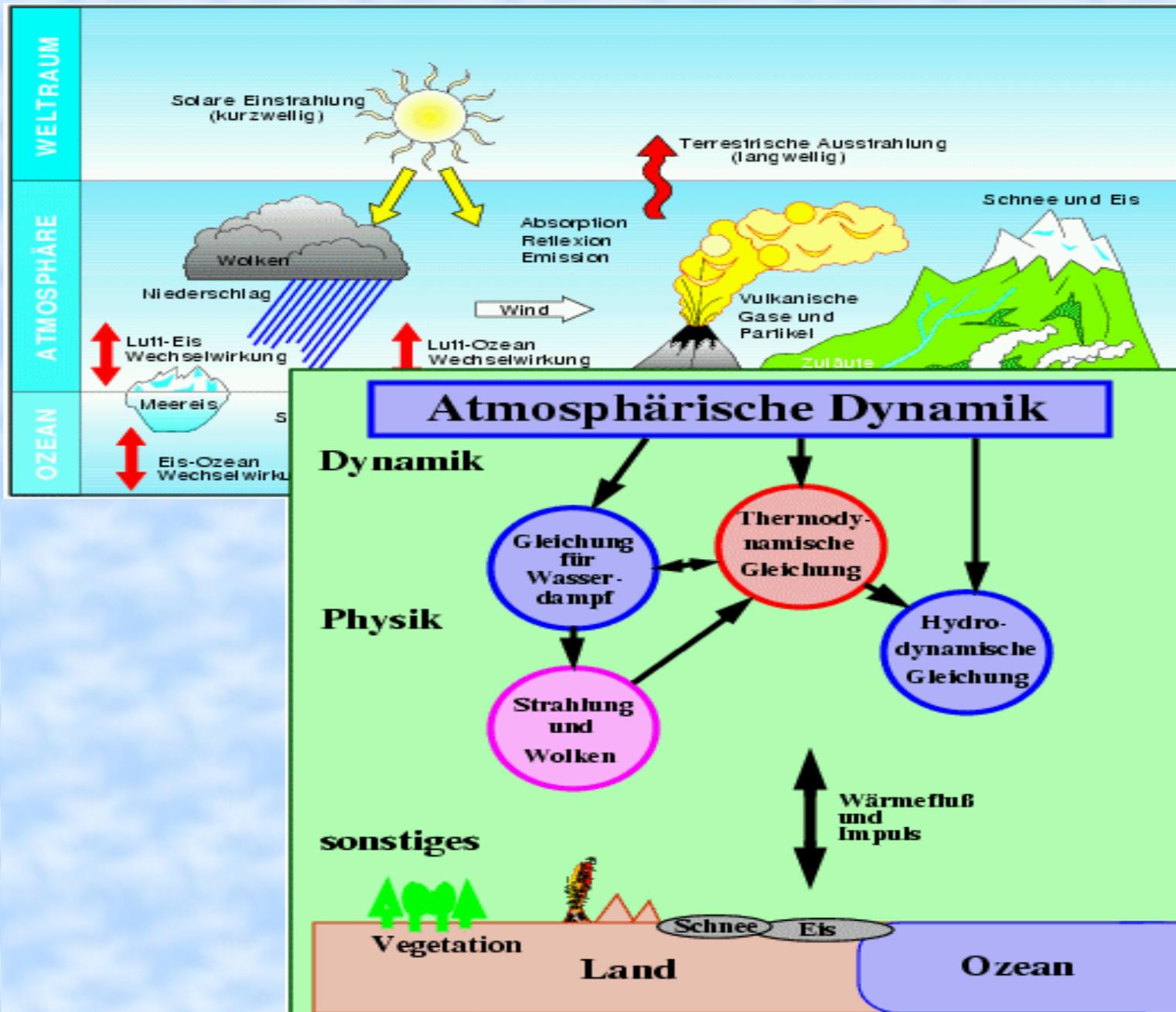
Sedimente
(GZ Göttingen)



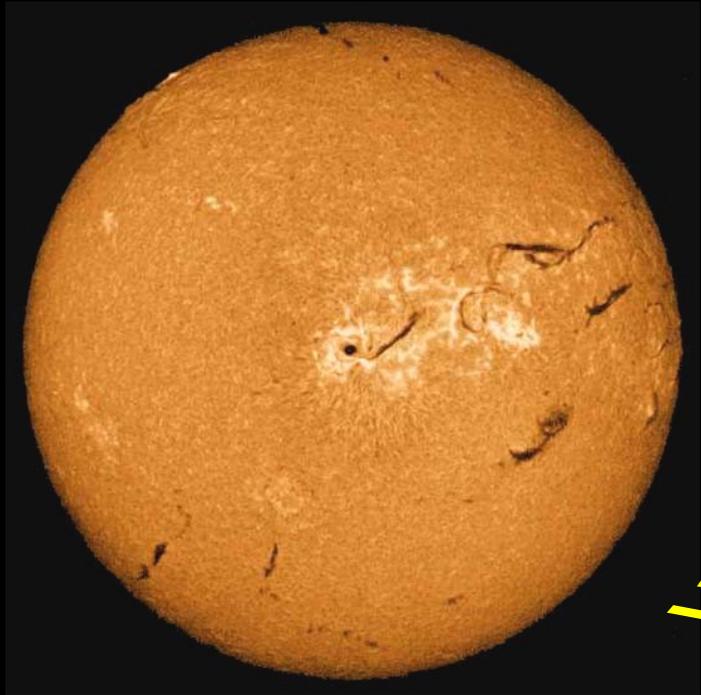
Baumringe
(Schleser&Vos,93)

~ 10yr running mean of $\delta^{13}\text{C}$ -values from tree-rings (Lake Baikal, Siberia)
 ▲ $\delta^{13}\text{C}$ -values on a yearly basis
 ~ measured $T_{\text{JJA}}(\text{°C})$, Irkutsk, 10Syr running mean

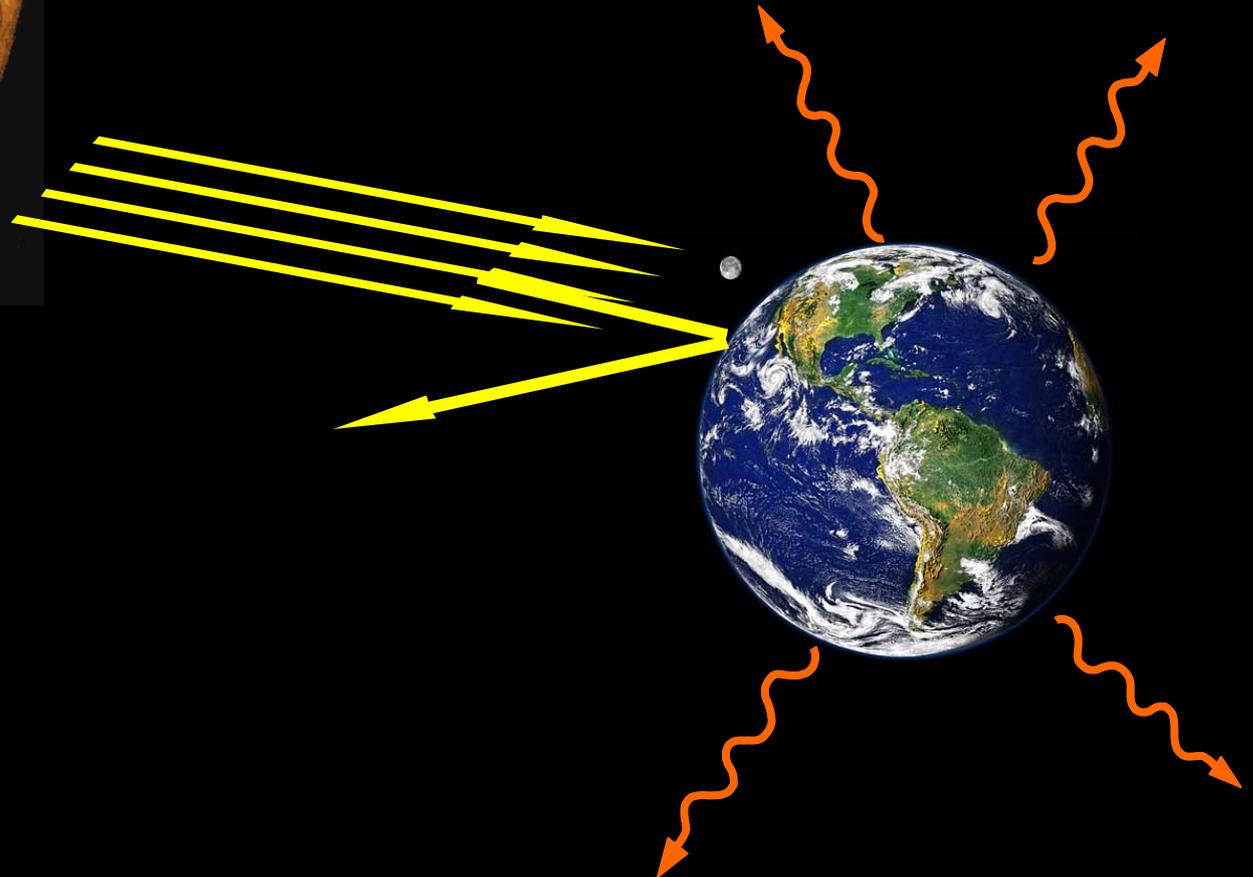
Klimamodelle



(HBS)

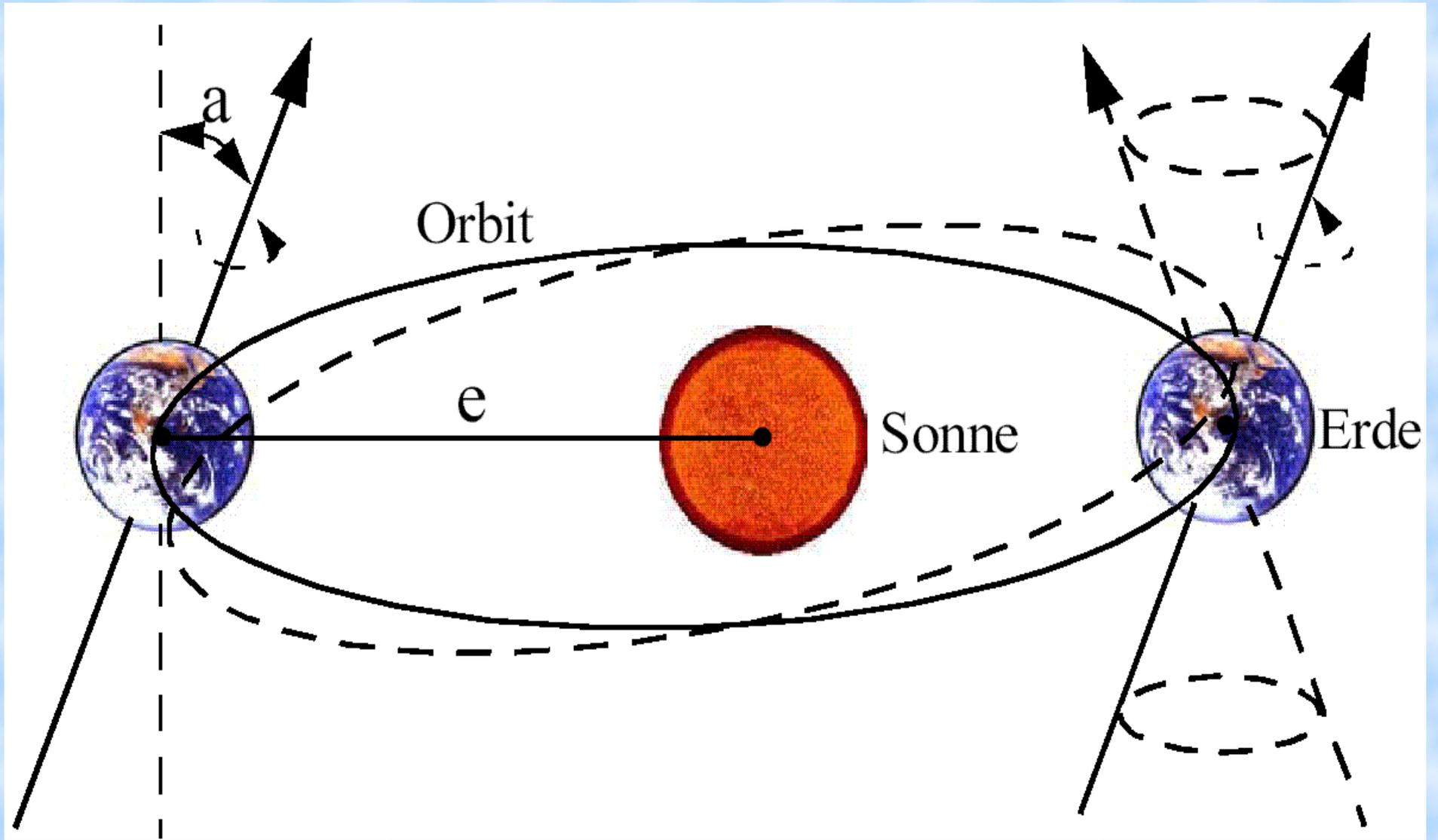


Sonneneinstrahlung - Reflektion
= Wärmeabstrahlung



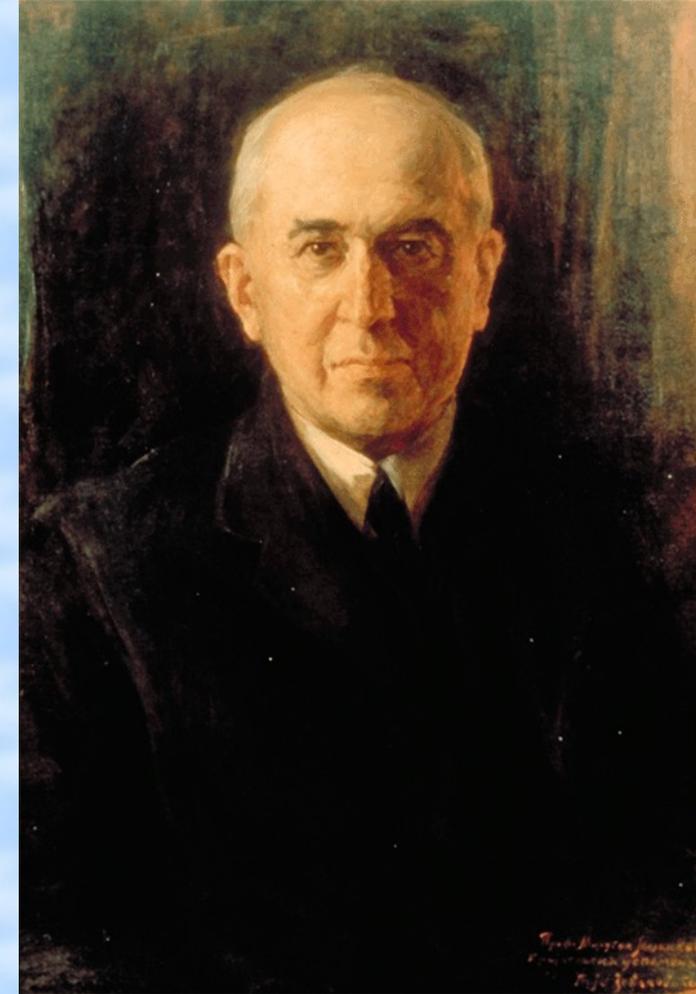
Klima ist das Ergebnis einer Energiebilanz

Erdumlaufbahn



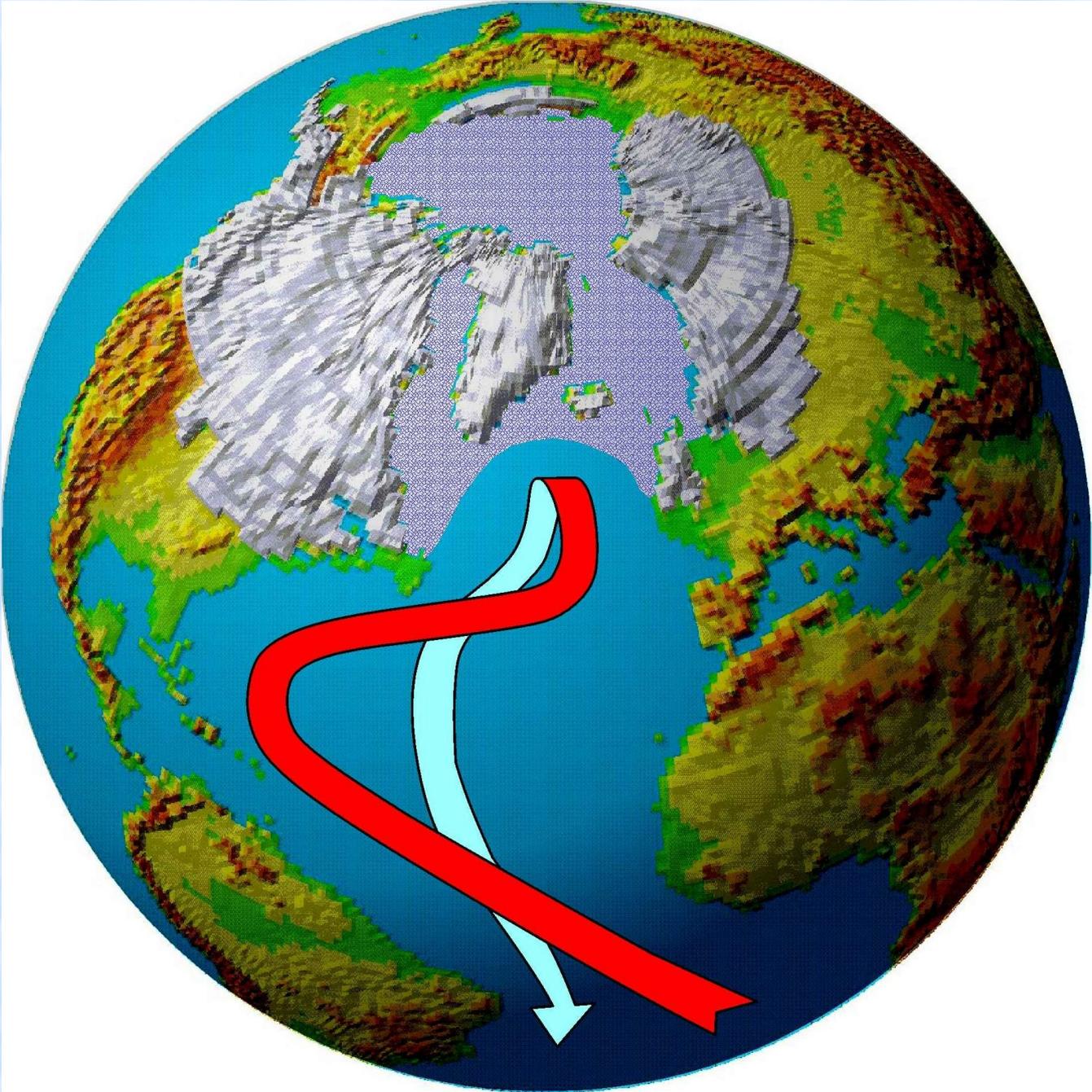
Milankovitch Theorie (1920)

- **Exzentrizität** der Erdbahn (Abweichung von Kreisbahn)
Periode ca. 100.000 Jahre
Gegensätze zwischen Winter und Sommer
Gesamtmenge der Strahlung im Jahresmittel
- **Schiefe der Ekliptik** (Neigung der Erdachse)
Periode ca. 40.000 Jahre
Gegensätze zwischen Winter und Sommer
- **Präzession** (Kreiselbewegung der Erdachse)
überlagert mit Drehung der Bahnellipse
Perioden ca. 23.000 und 19.000 Jahre
Zeitpunkt von Aphel und Perihel
Gegensätze zwischen Winter und Sommer

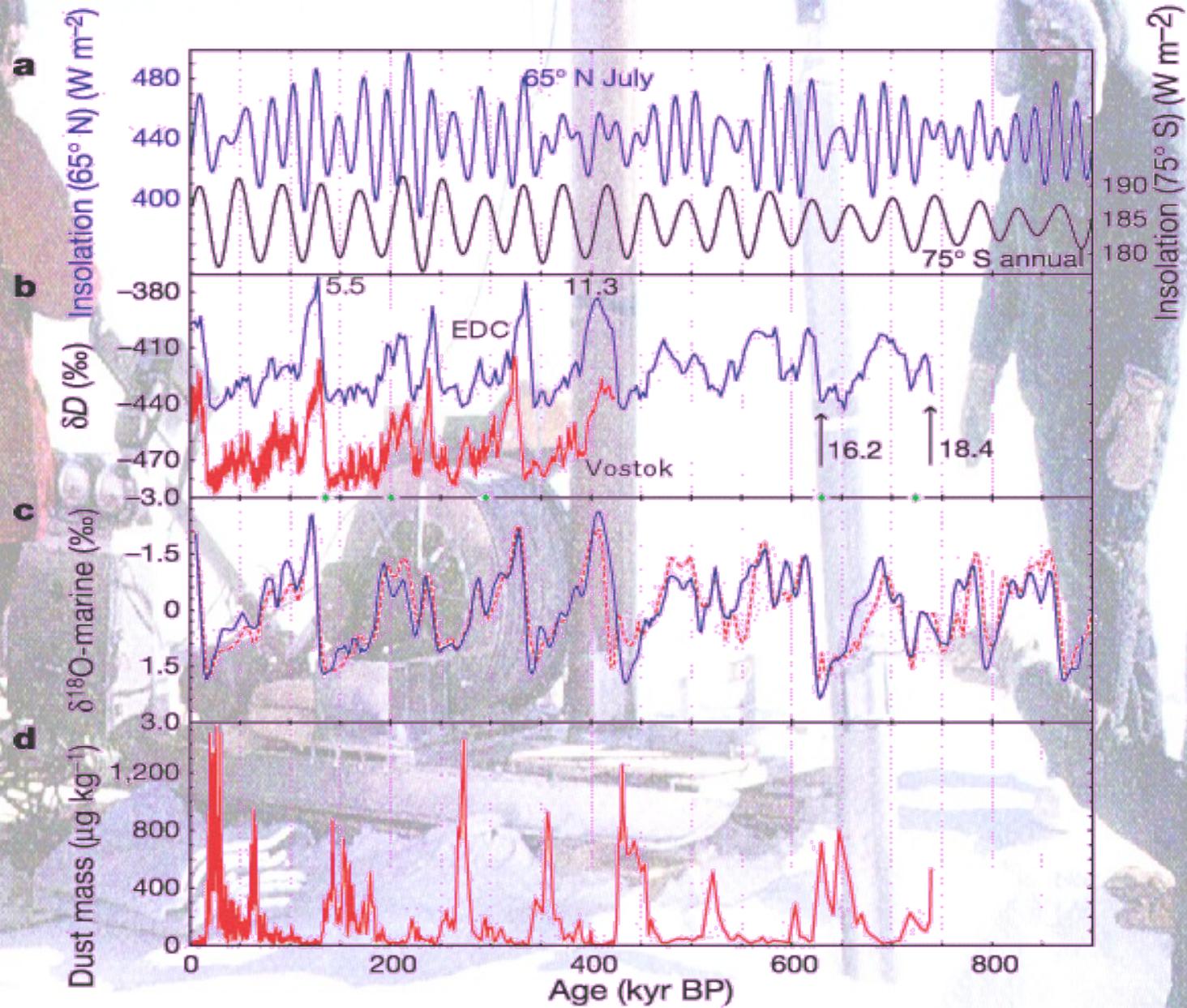


(users.aber.ac.uk/avc2/cycles.htm)

Bestätigung erst 1976 durch Tiefseesedimente
(J. D.Hays, J. Imbrie und N. J. Shackleton, Science)



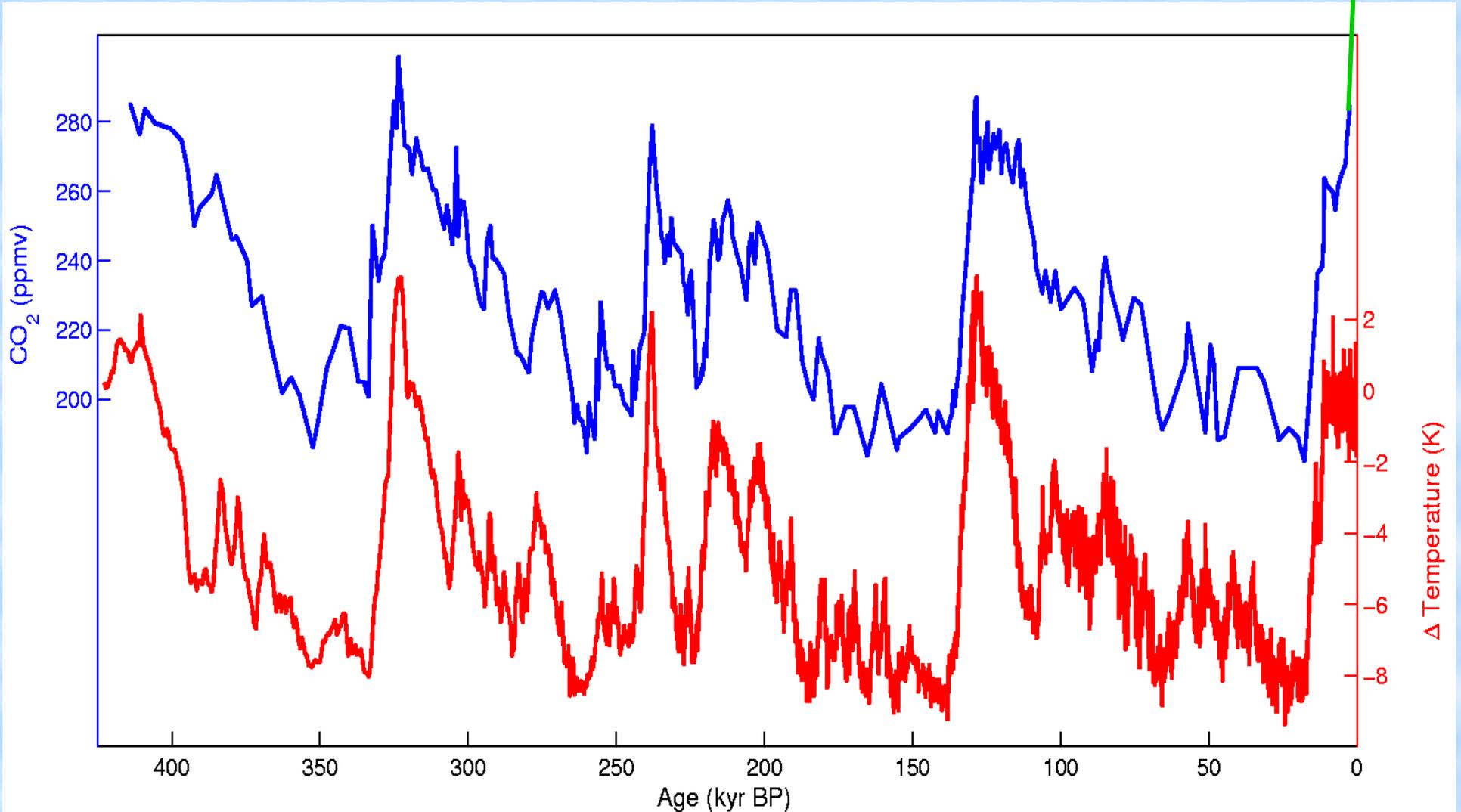
Eisbohrkern, EPICA



(Nature, 10.6.04)

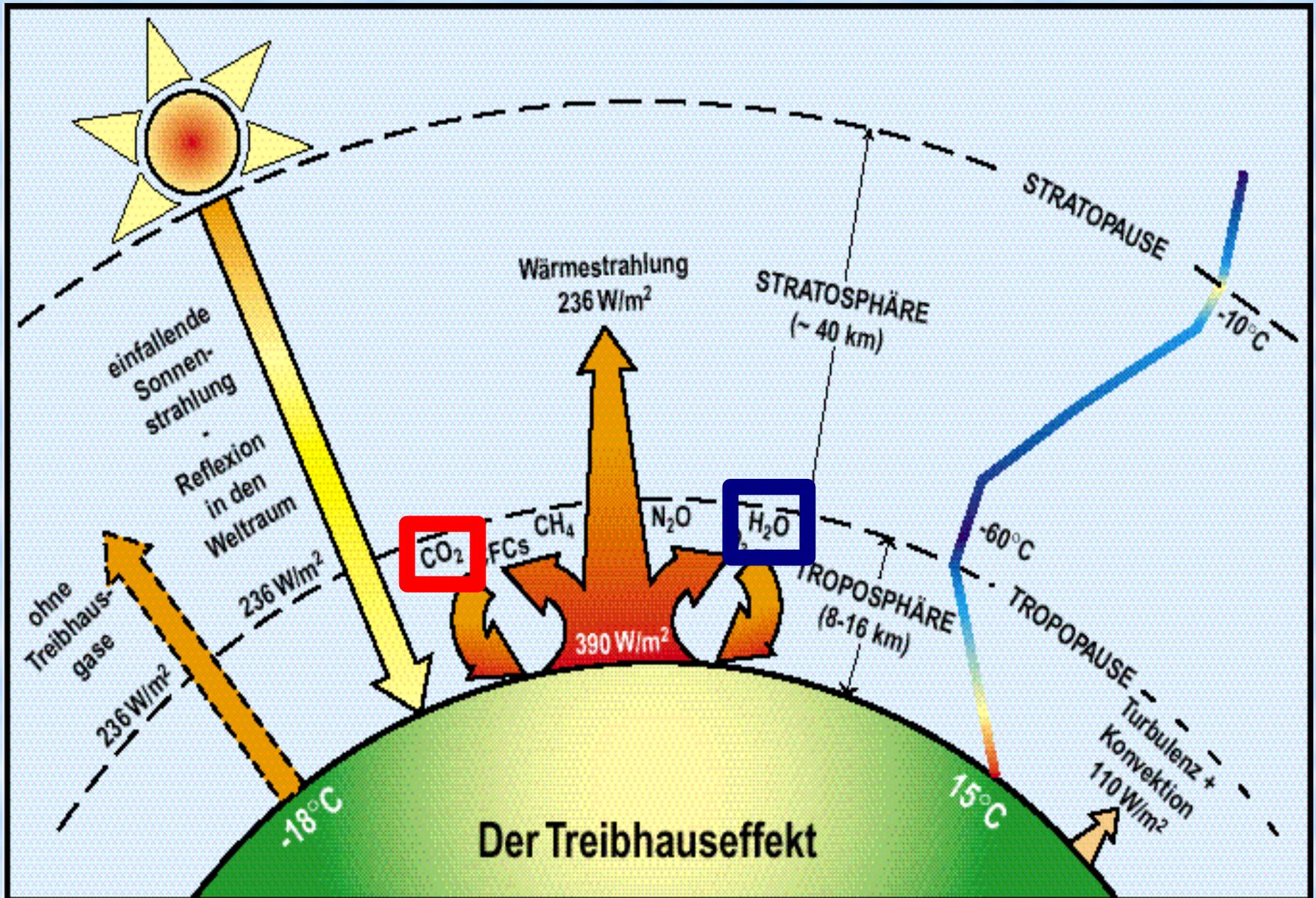
Eisbohrkern, Vostok

380



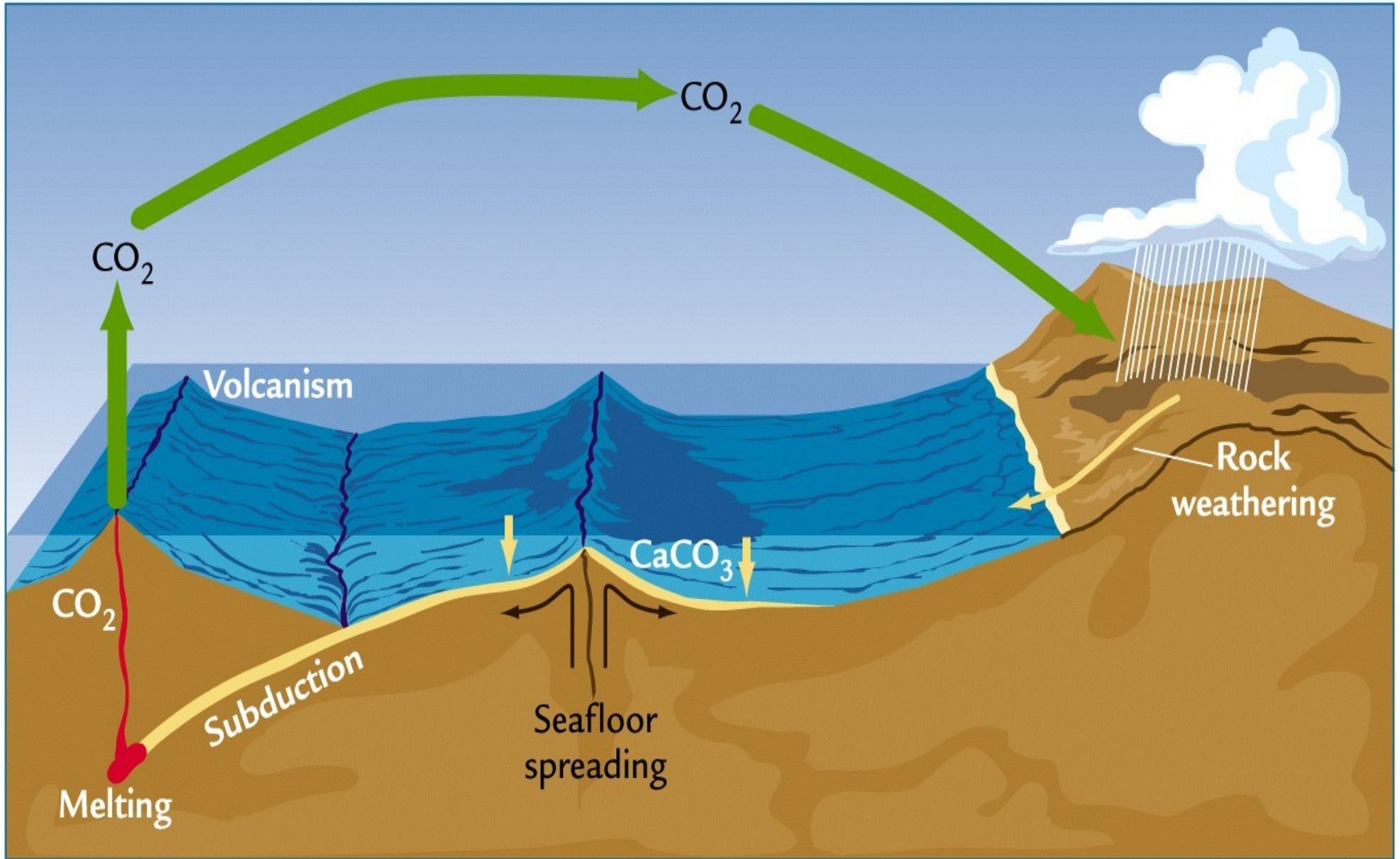
(Petit et al., Barnola et al.)

Treibhauseffekt

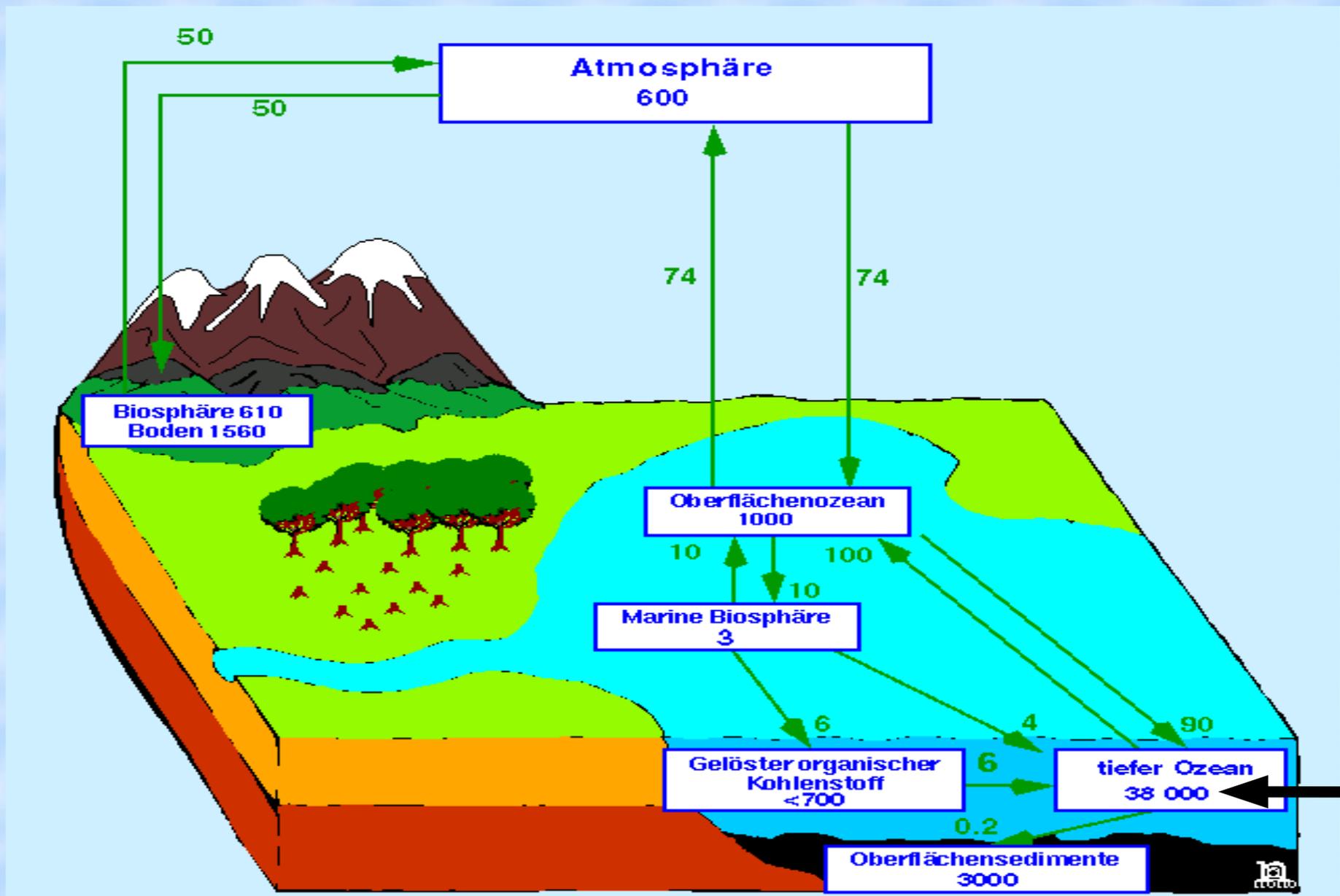


(MPI, Hamburg)

Kohlenstoffkreislauf, langfristig

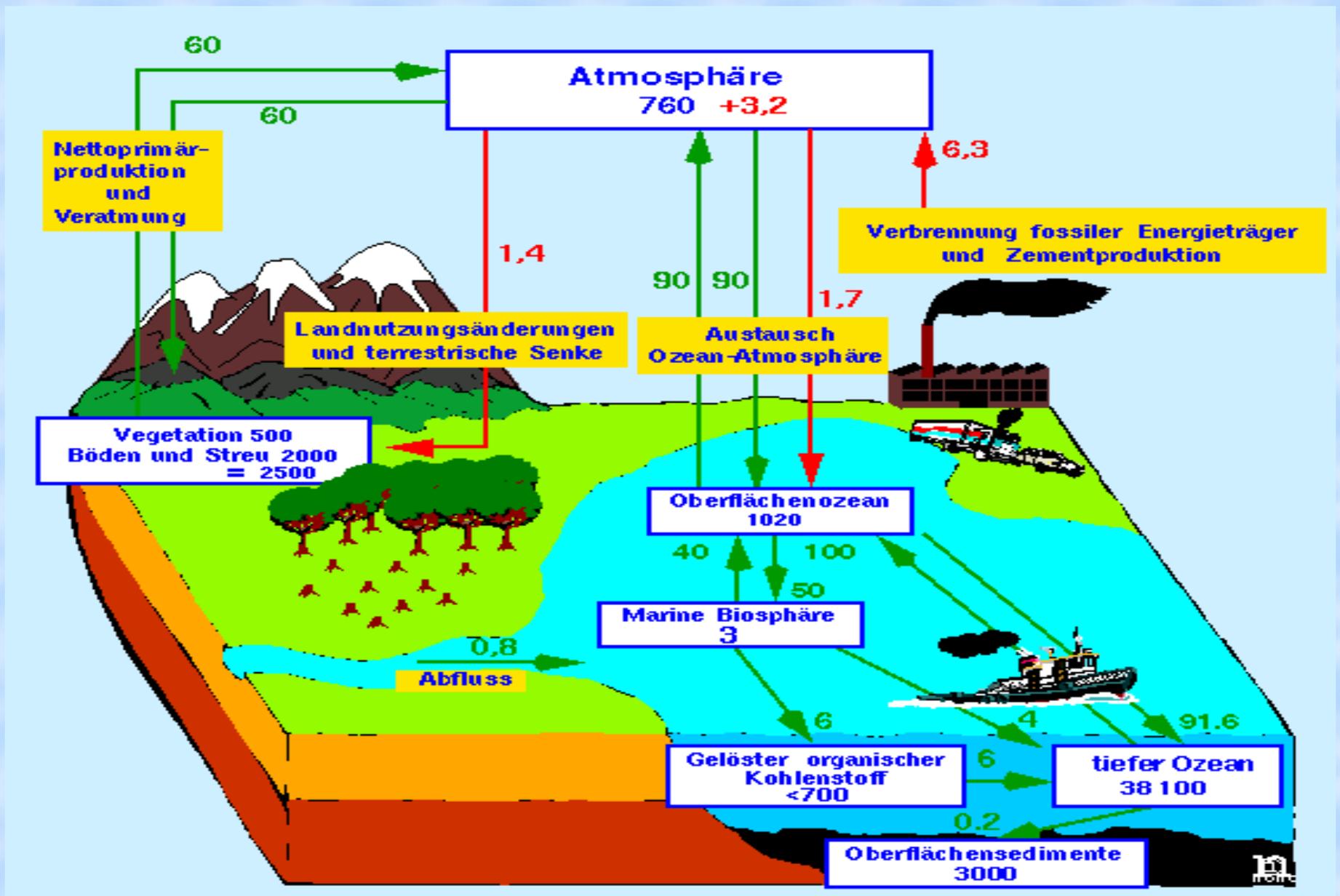


Kohlenstoffkreislauf, kurzfristig



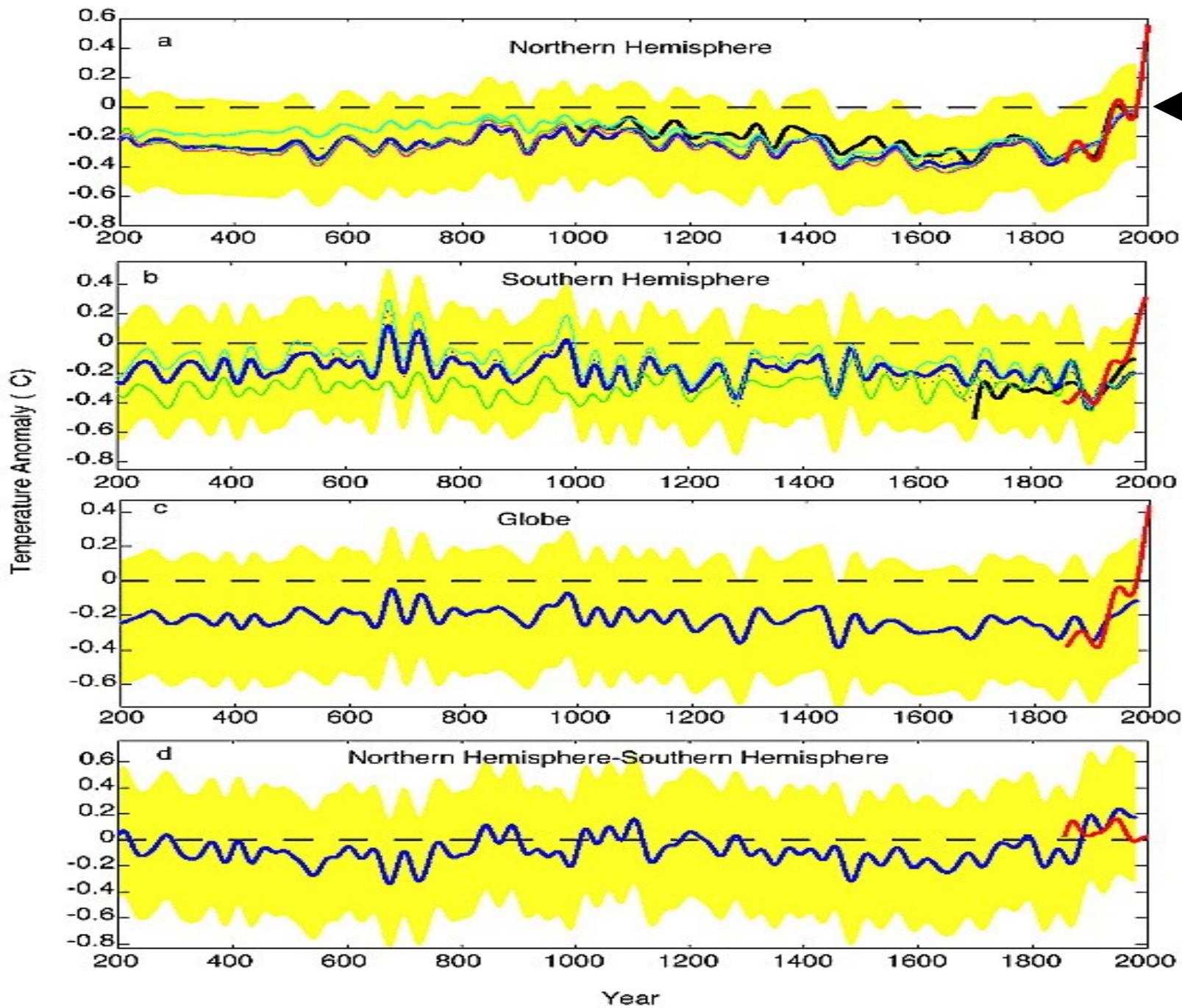
(HBS)

Kohlenstoffkreislauf, menschlicher Einfluss



(HBS)

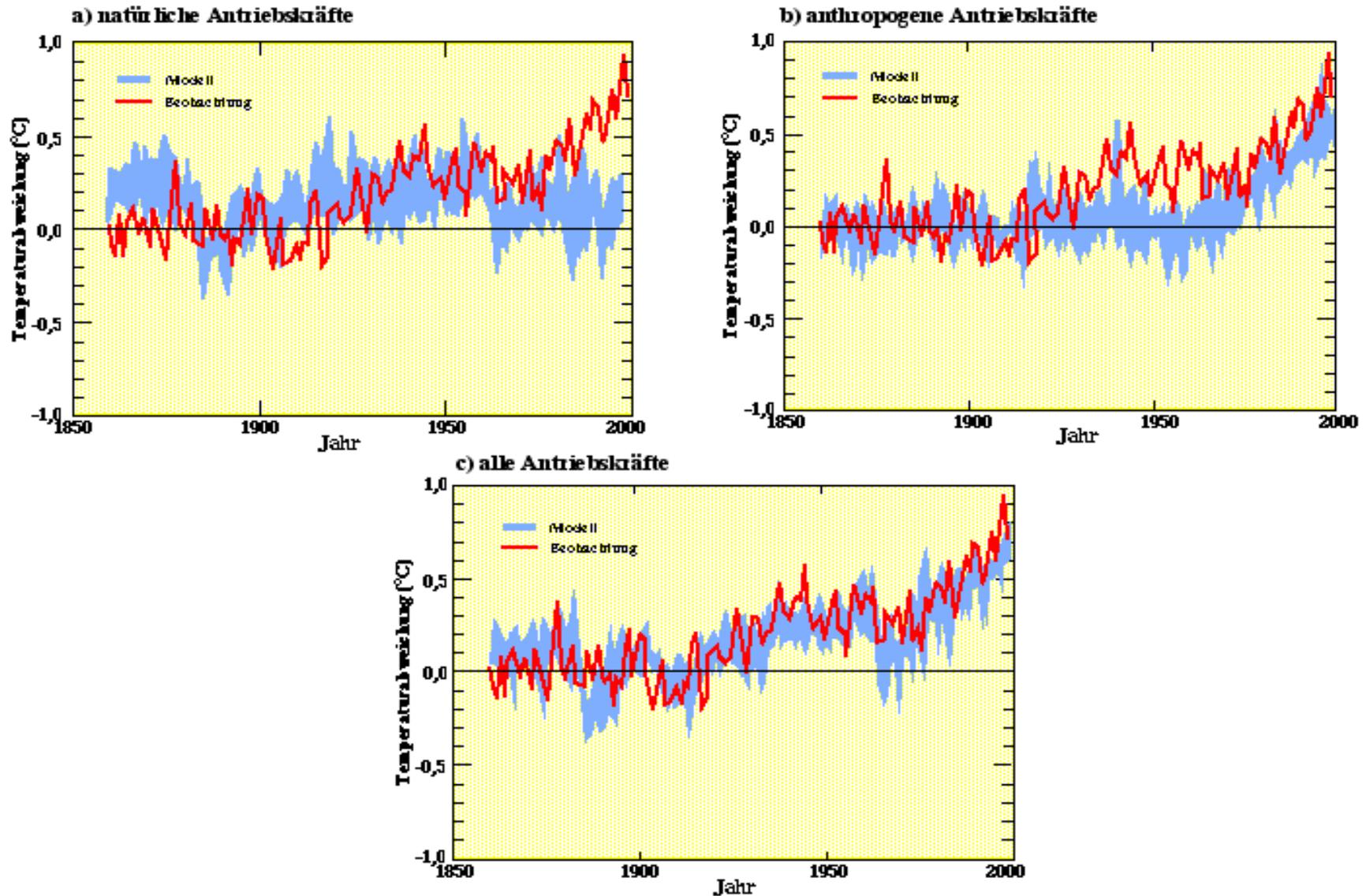
Mann and Jones, 2003



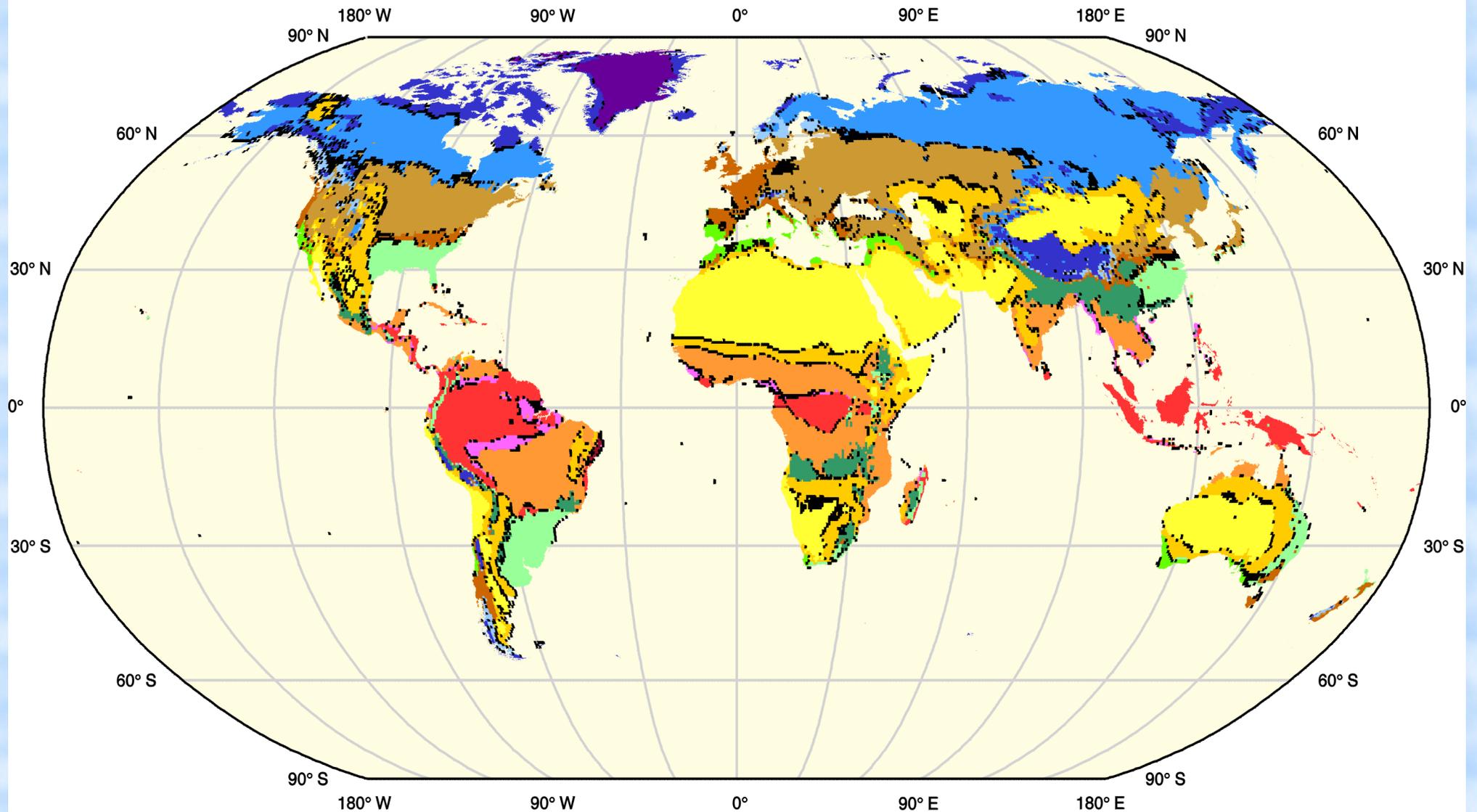
Mittelwert
1961-1990

Die letzten 150 Jahre

Die simulierte jährliche globale Mitteltemperatur



Klimaklassifikation nach Köppen 1901 - 1995



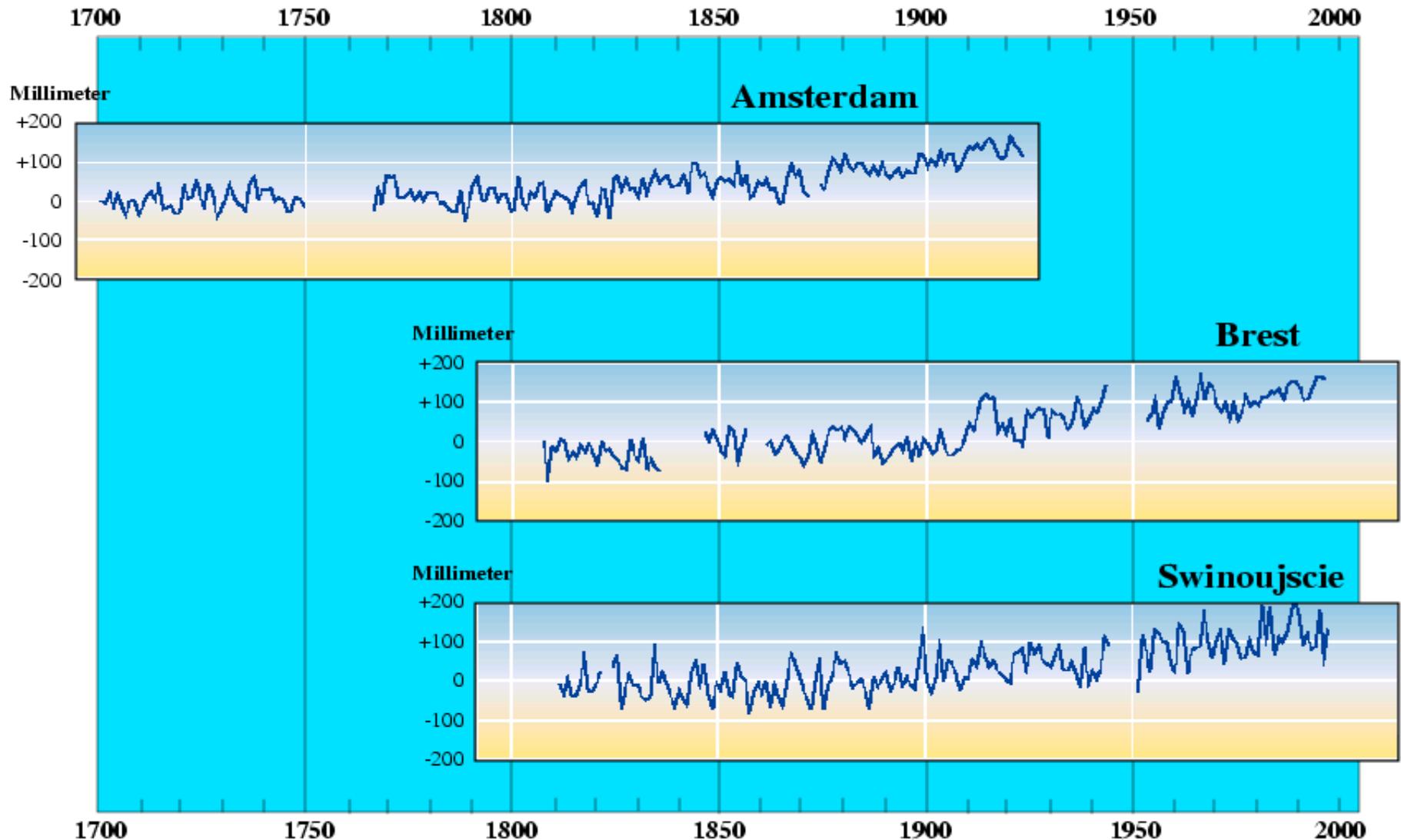
Klimatypen

■ Veränderung 1981-95



Beobachteter Meeresspiegelanstieg

Meeresspiegelanstieg in den letzten 300 Jahren



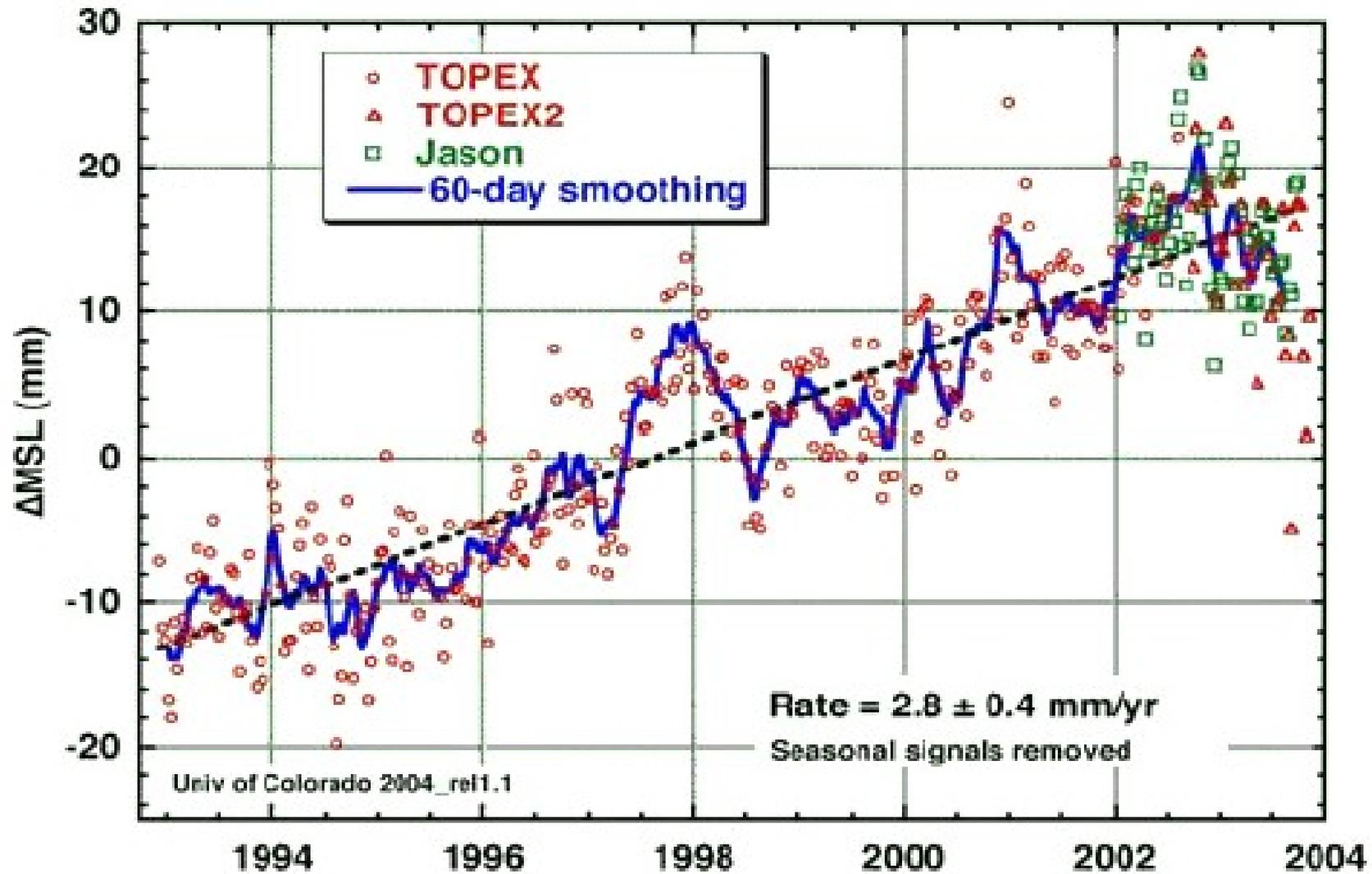
(IPCC/HBS)

Beobachteter Meeresspiegelanstieg

- Global 10-20cm (1900-1990)
- Ungefähr 1 bis 2 mm/Jahr

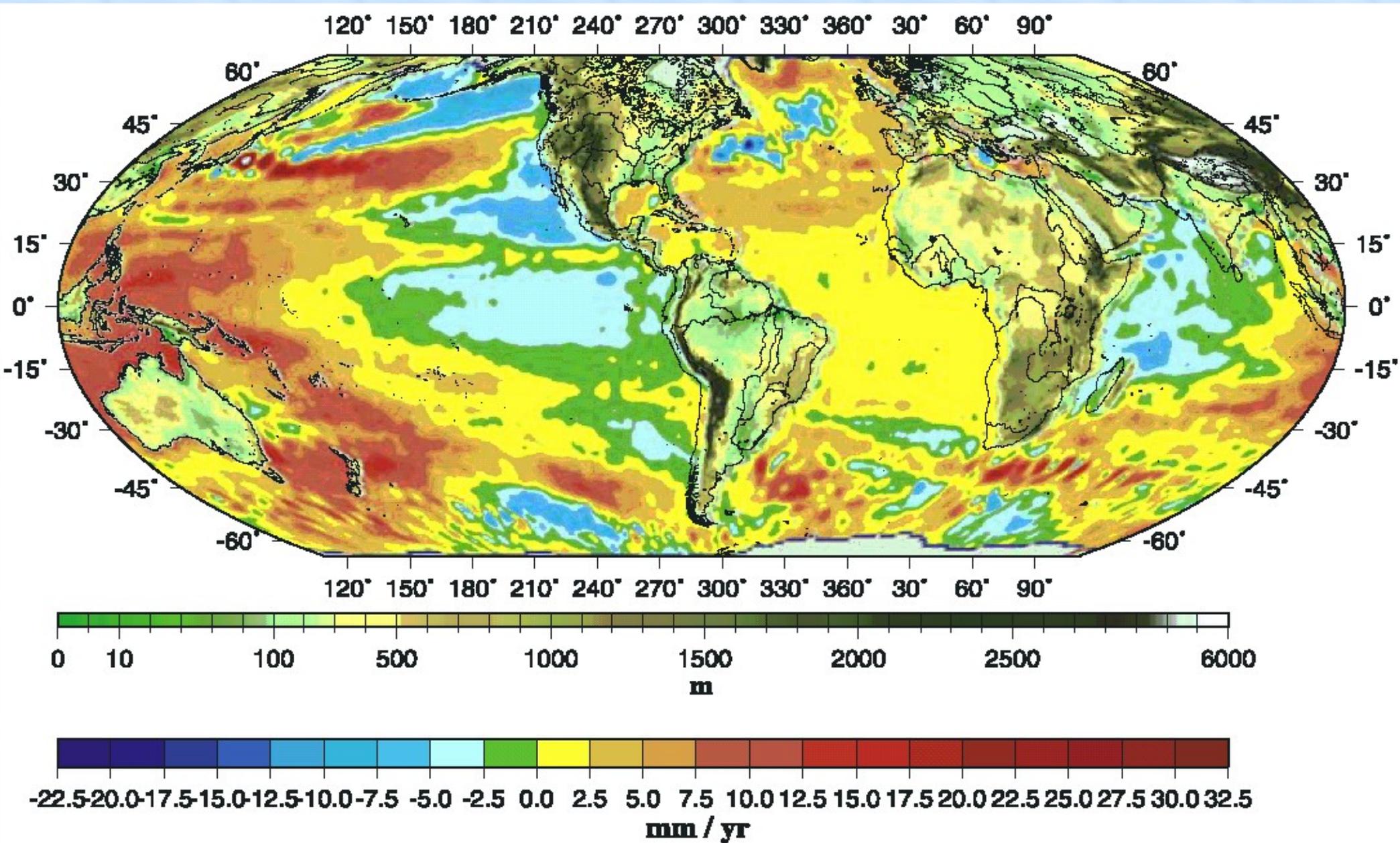
- Anstieg regional unterschiedlich
- Nicht überall Messungen möglich
(langfristige Messungen nur vereinzelt vorhanden)
- Landeis reagiert z.T. noch auf Erwärmung nach letzter Eiszeit
- Kontinente heben bzw. Senken sich
(z.T. auch noch von Eiszeit)
- Prozesse noch nicht voll verstanden
(Modelle unterschätzen)

Meeresspiegelanstieg, aktuell



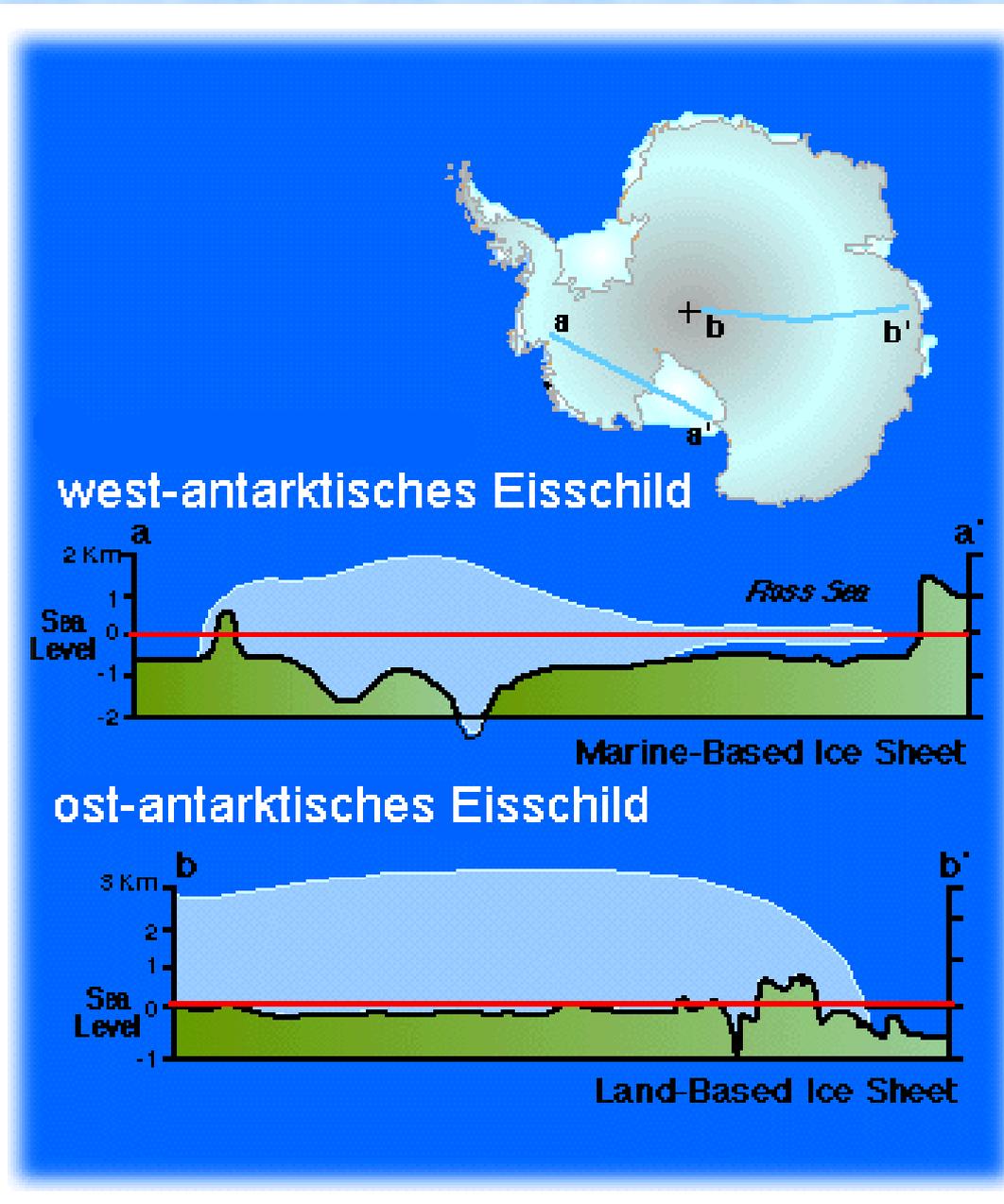
(Cazenave and Nerem, 2004)

Meeresspiegelanstieg, regional

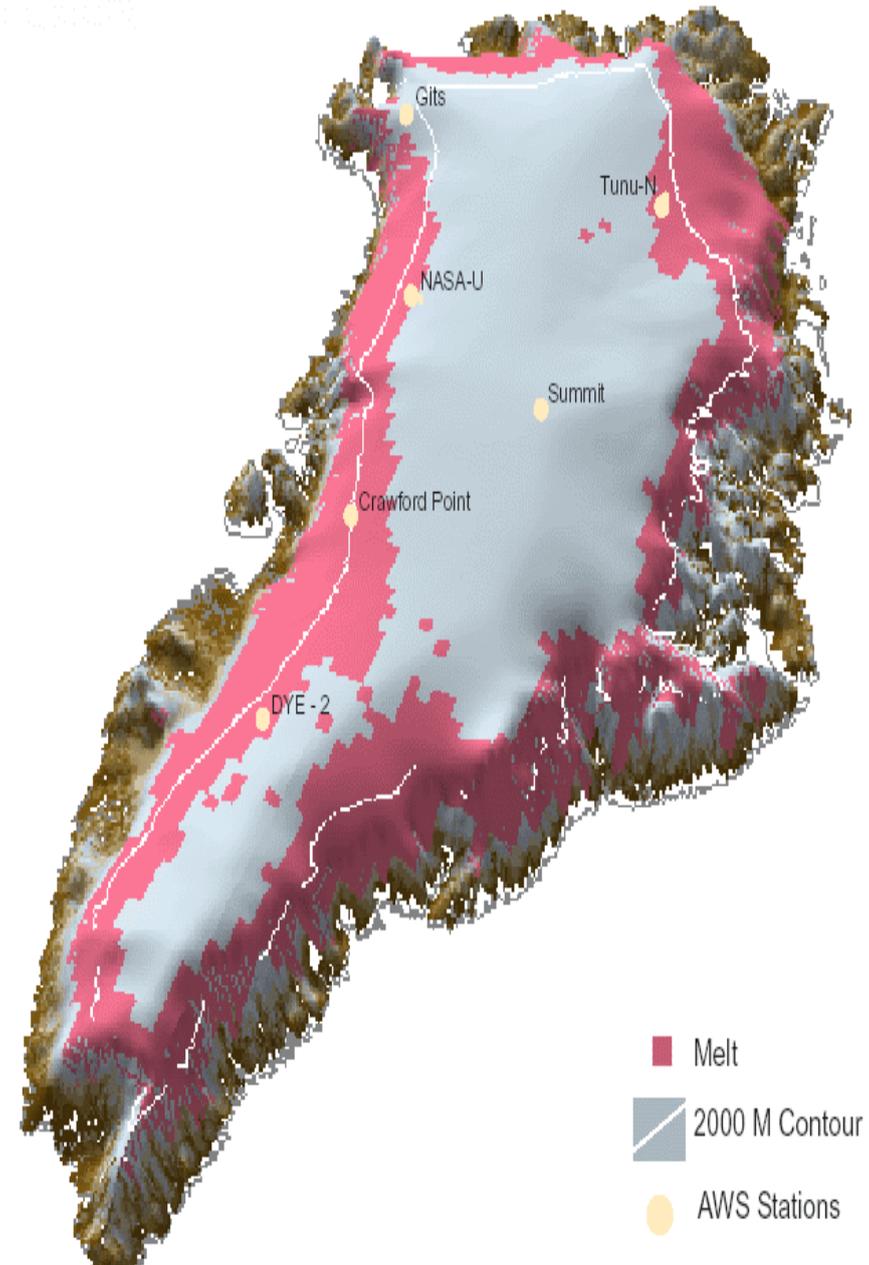


(Cazenave and Nerem, 2004)

Inlandeis



(ESPERE, nach Bentley 1964)

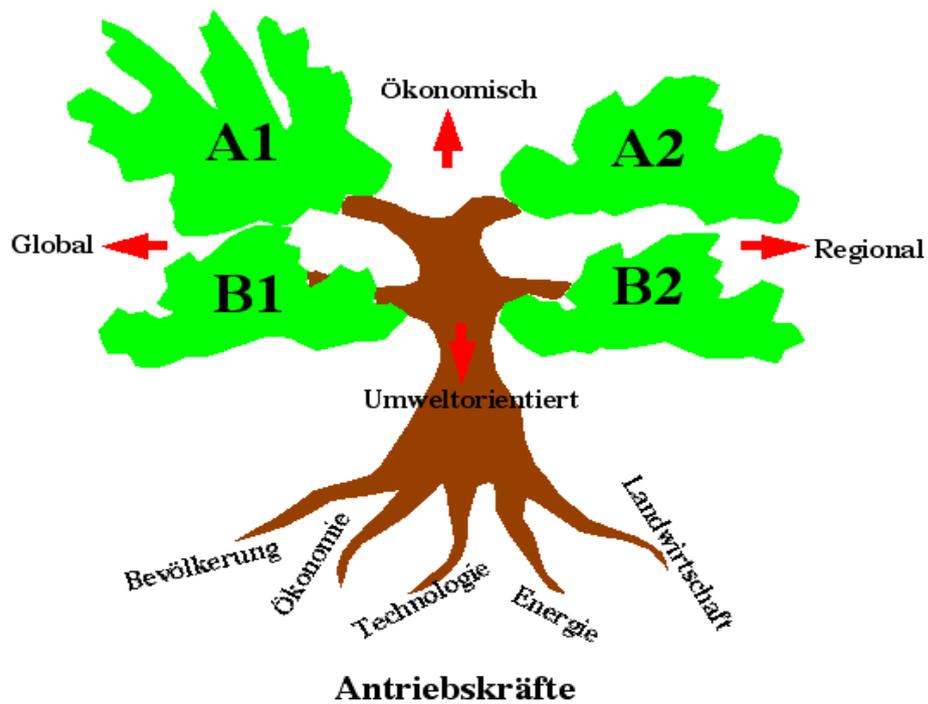


(ESPERE, nach Steffen)

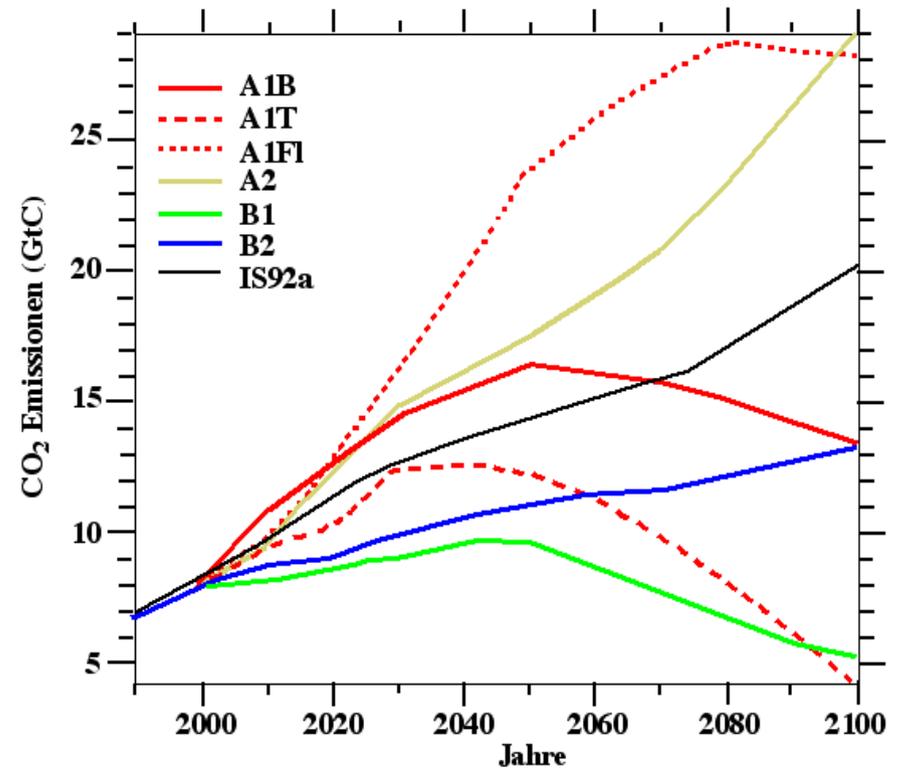
Klima in der Zukunft

Entwicklung

SRES-Szenarien



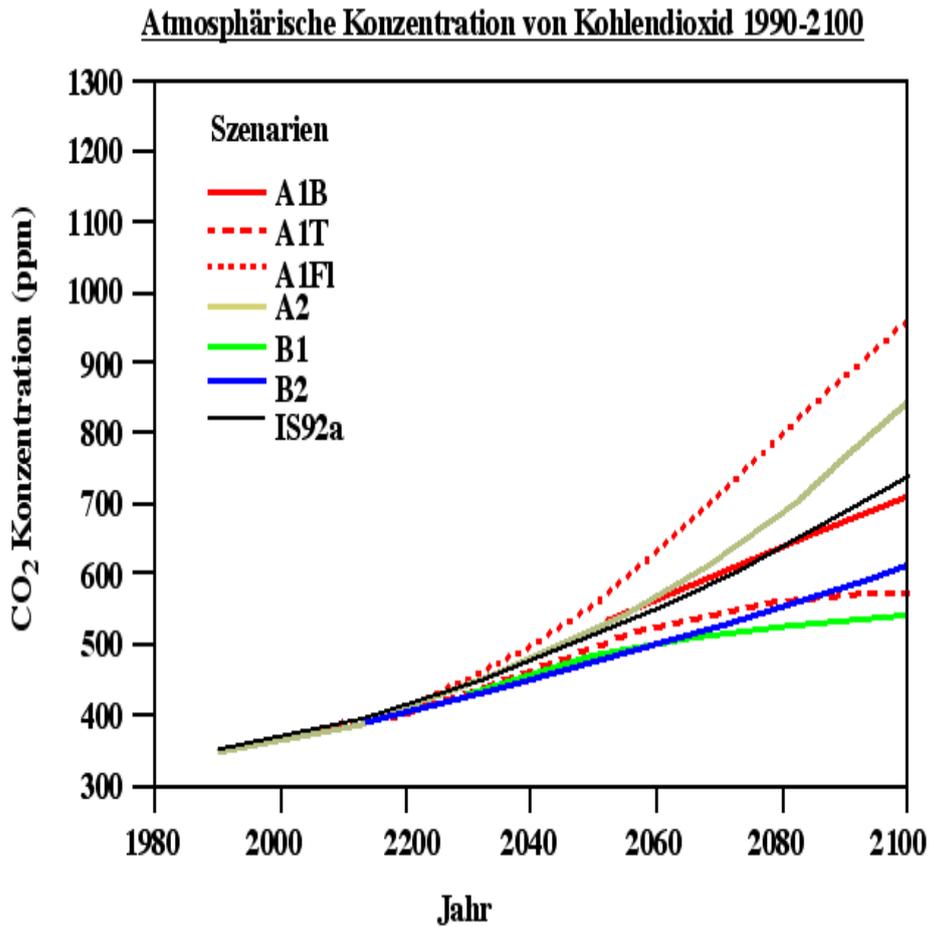
CO₂ Emissionen



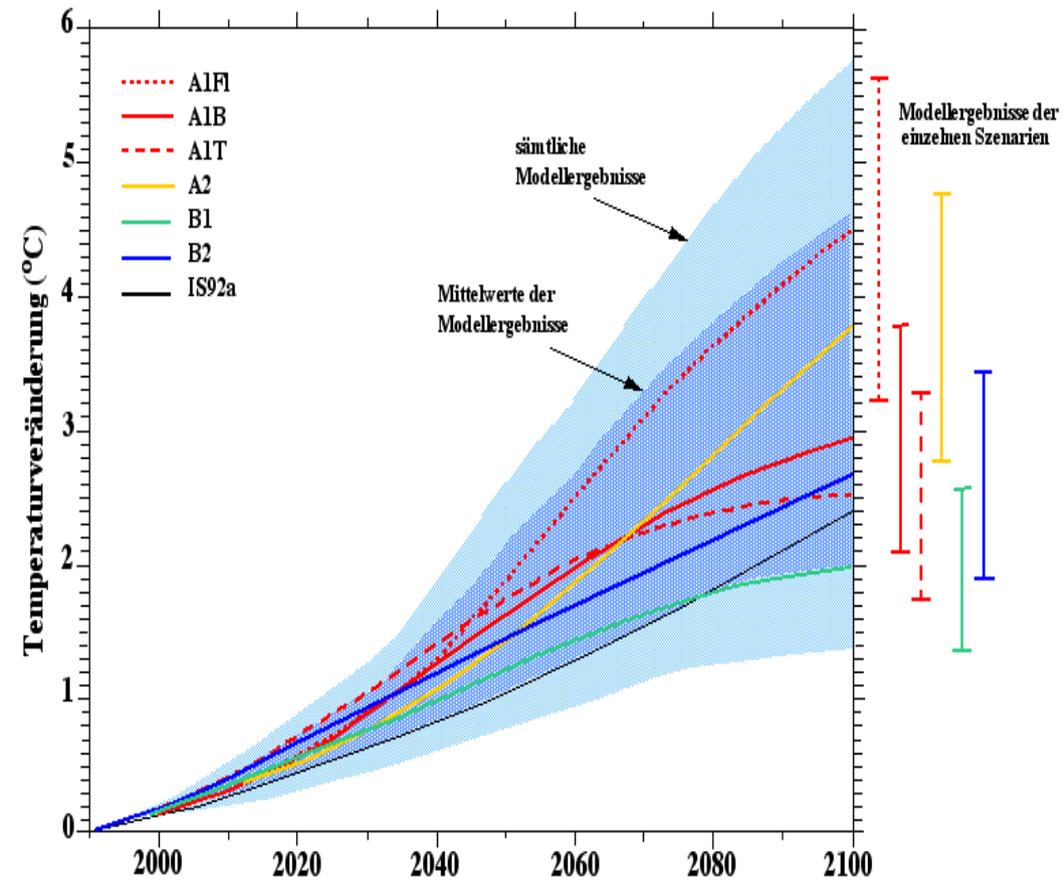
(IPCC/HBS)

Modellergebnisse

CO₂ Konzentrationen

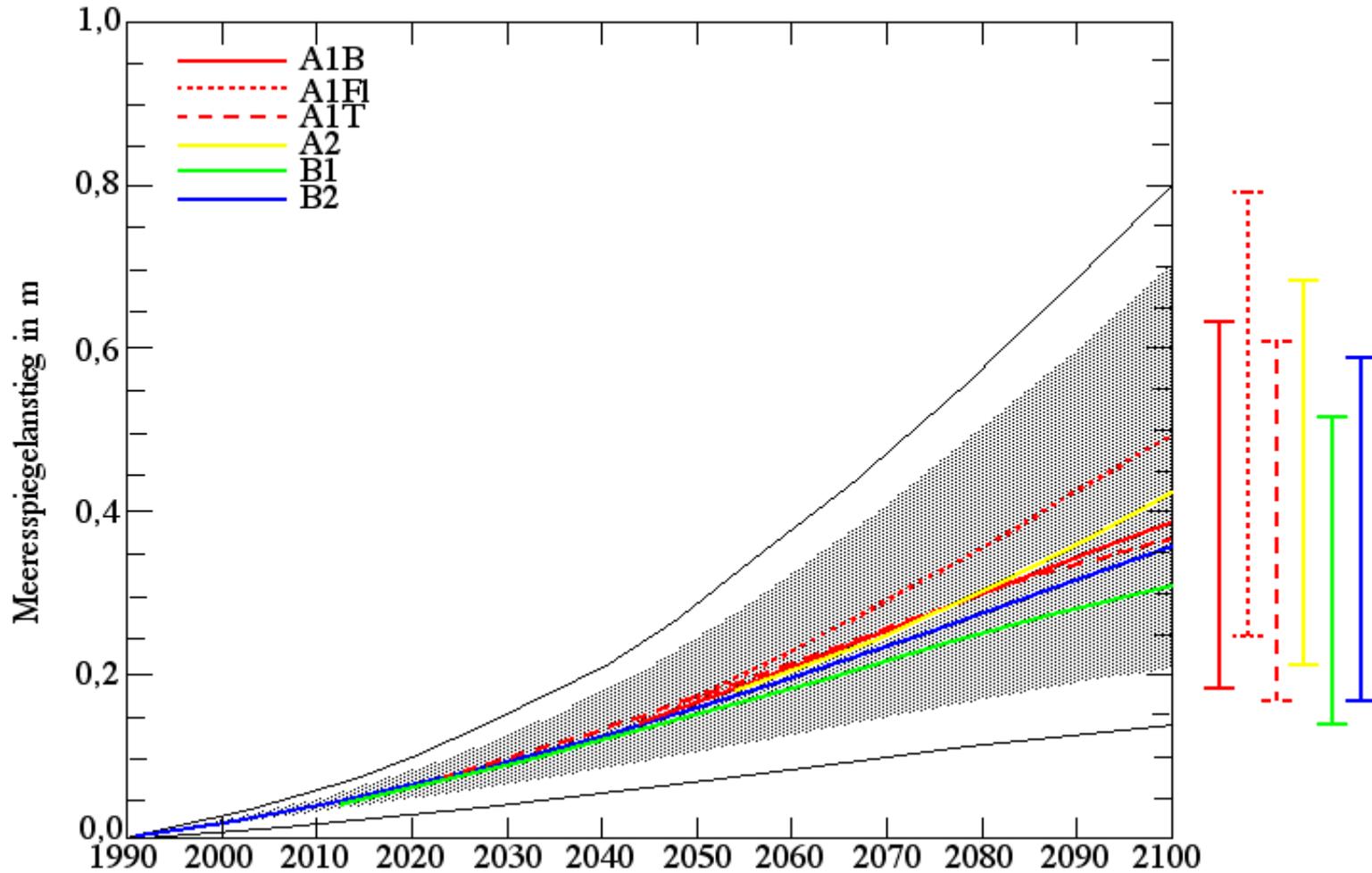


Temperaturanstieg



(IPCC/HBS)

Meeresspiegelanstieg



(IPCC/HBS)

Zusammenfassung

- Es gab natürliche Klimaschwankungen in der Vergangenheit
- Diese wurden verursacht durch Änderungen in der Sonneneinstrahlung, in der Zusammensetzung der Atmosphäre, und durch Rückkopplungseffekte
- Die Erwärmung im 20. Jahrhundert ist nur durch den Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen erklärbar
- Dieser Anstieg wird vom Menschen verursacht, und wird sich sehr wahrscheinlich in Zukunft fortsetzen

Informationsquellen

Internet

- www.ozean-klima.de
- www.espere.net
- www.hamburger-bildungsserver.de
- www.rrz.uni-hamburg.de/Klima2000
- www.grida.no/climate/ipcc_tar (siehe Literatur)
- www.klima-potsdam.de
- www.realclimate.org
- www.google.de (Vorsicht!)

Literatur

- IPCC, Climate Change 2001, The Scientific Basis (nächste Ausgabe vorraussichtlich 2007)