

Klimawandel und seine Ursachen

IPCC (Intergovernmental Panel of
Climate Change) Report 2007

Dr.-Ing. Hans **Oerter**

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
Meeresforschung in der Helmholtzgemeinschaft (HGF)

Hans.Oerter@awi.de

- 1) Was ist Klima ?
- 2) Wie hat sich das Klima in der Vergangenheit geändert ?
- 3) Was sind die Ursachen für Klimaänderungen ?
- 4) Status quo und Szenarien für die Zukunft (IPCC Report 2007)

1) Was ist Klima ?

Wetter: heute

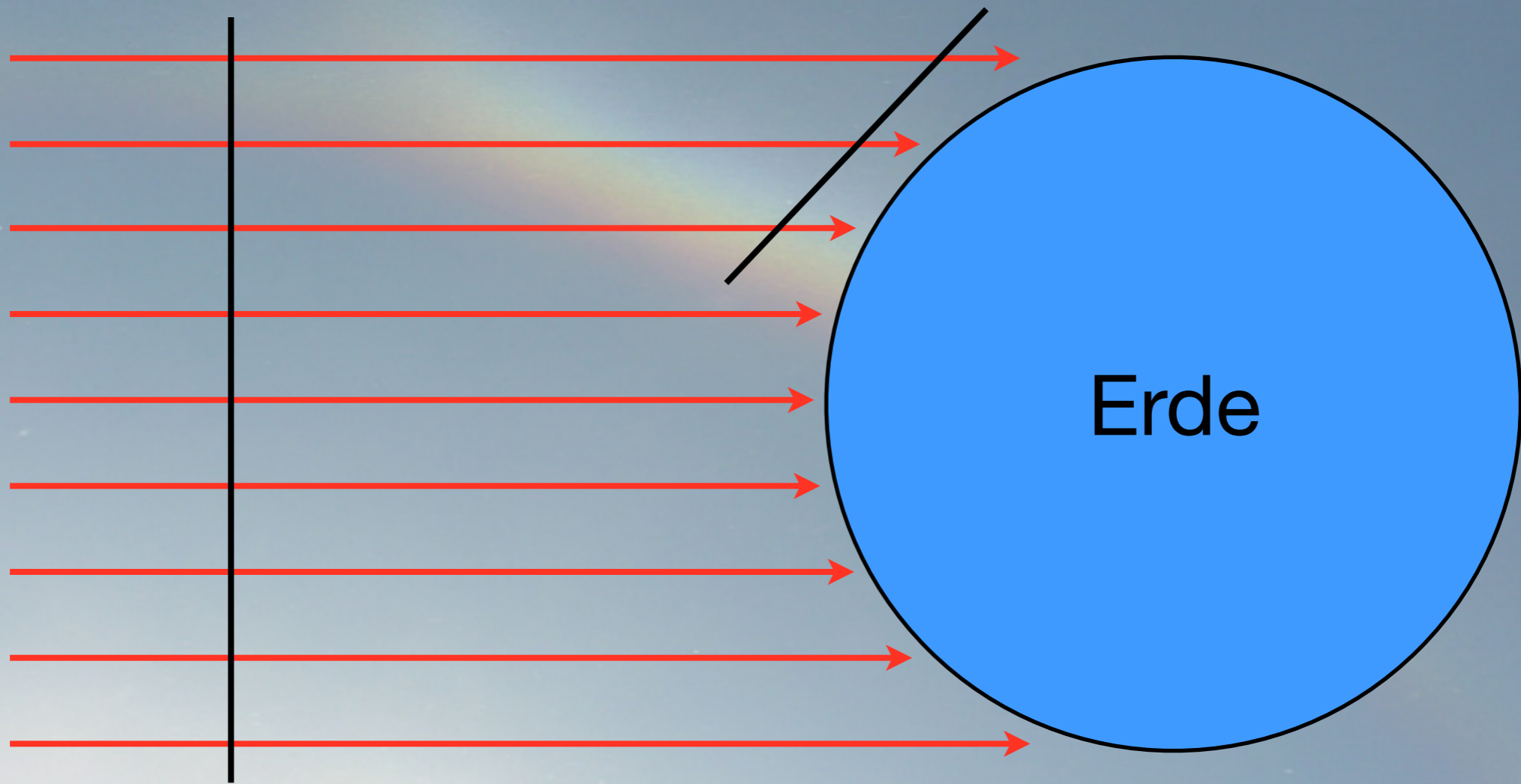
Witterung: Woche bis Monat

Klima: 30 Jahre (1961-1990)

Klima (griech.) = Neigung

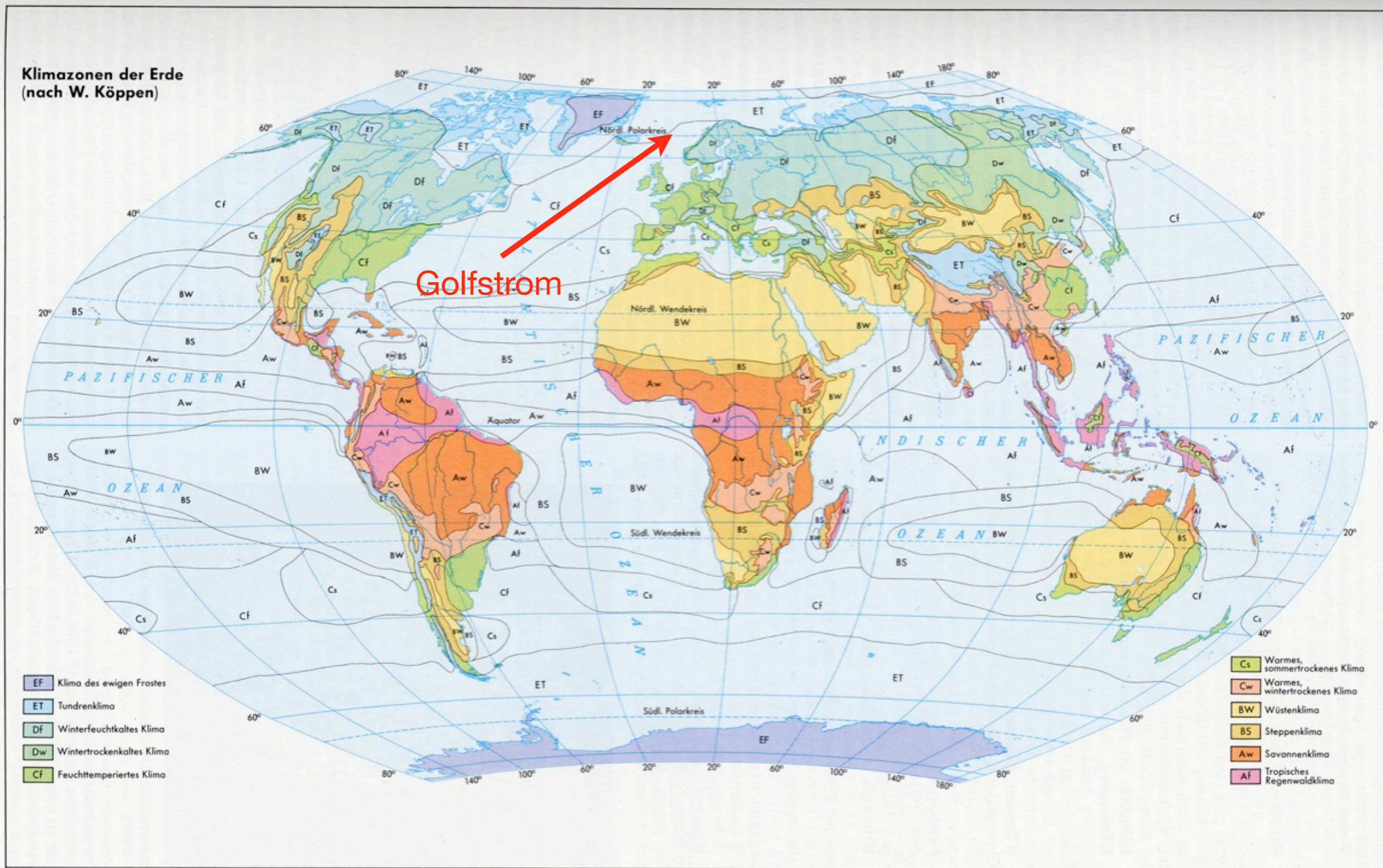
Klima (griech.) = Neigung

Sonne



Energie pro Fläche

Die Klimazonen der Erde nach W. Köppen



Aus: Brockhaus Enzyklopädie, F.A. Brockhaus, Mannheim, 19. Aufl., 1990

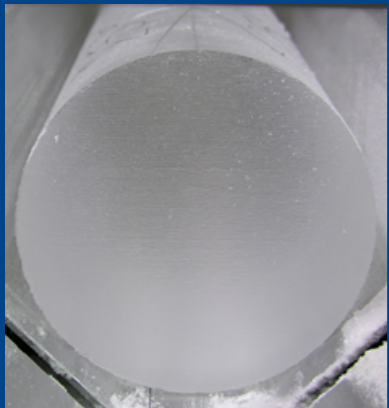
2) Wie hat sich das Klima in der Vergangenheit geändert ?

2.1 Temperaturänderungen in den letzten 1000 Jahren

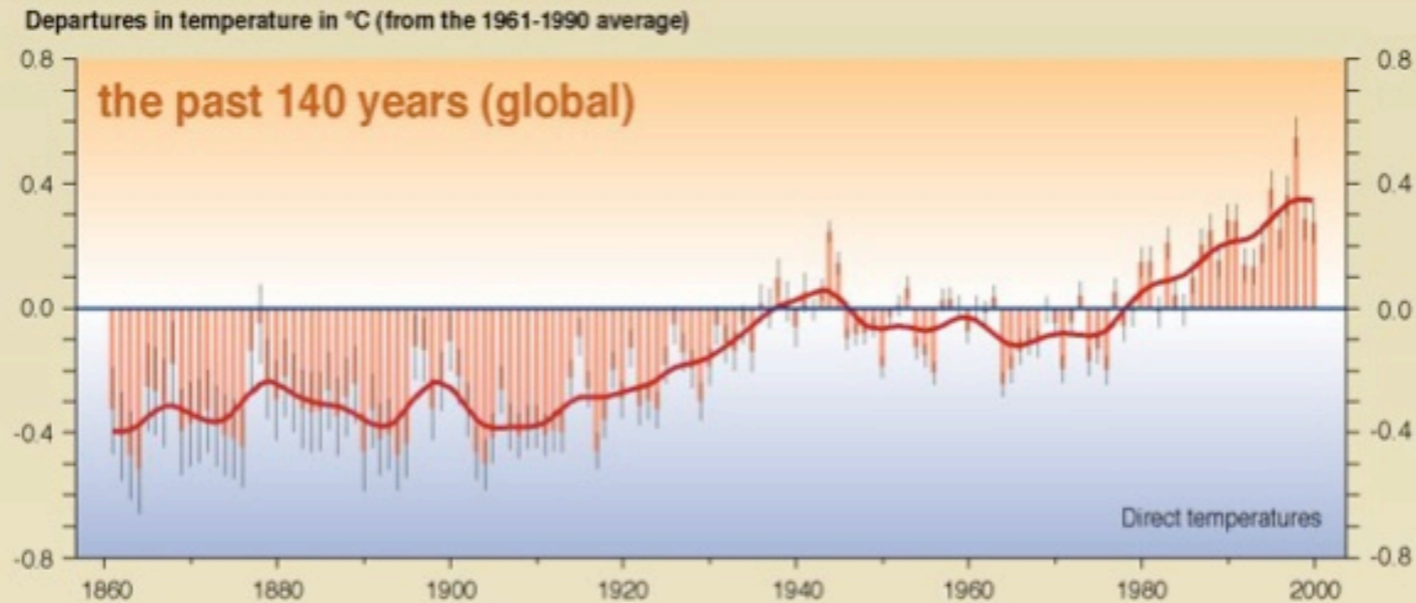
2.2 Eis als Archiv für Klimaänderungen

2.3 Tiefe Eiskernbohrungen in der Antarktis und in Grönland

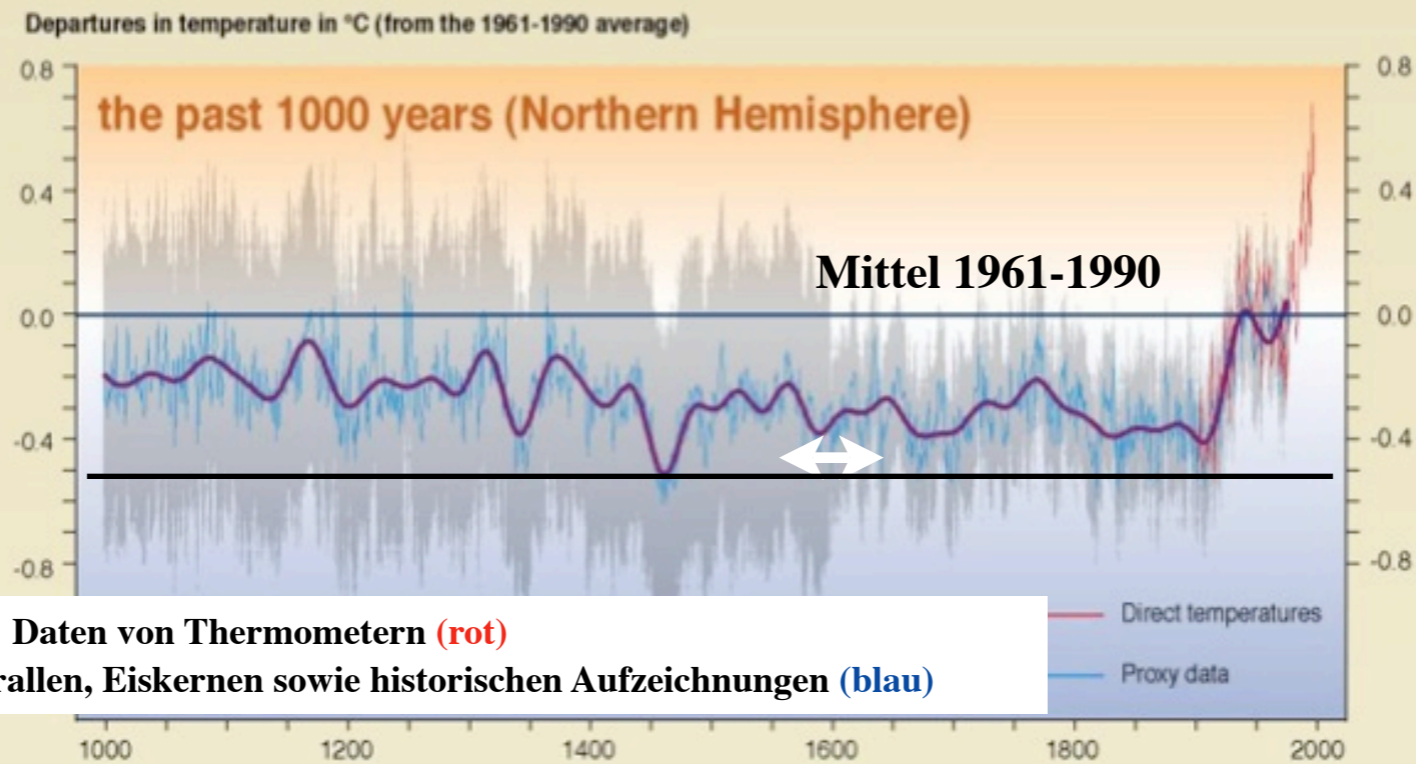
2.1 Änderung der Lufttemperatur



Abweichung der Temperatur (°C)
vom Mittel der Jahre 1961-1990



+ 0.4 °C
global



+ 0.7 °C
Nordhem.

Pieter Brueghel d.J.
(1564-1638)

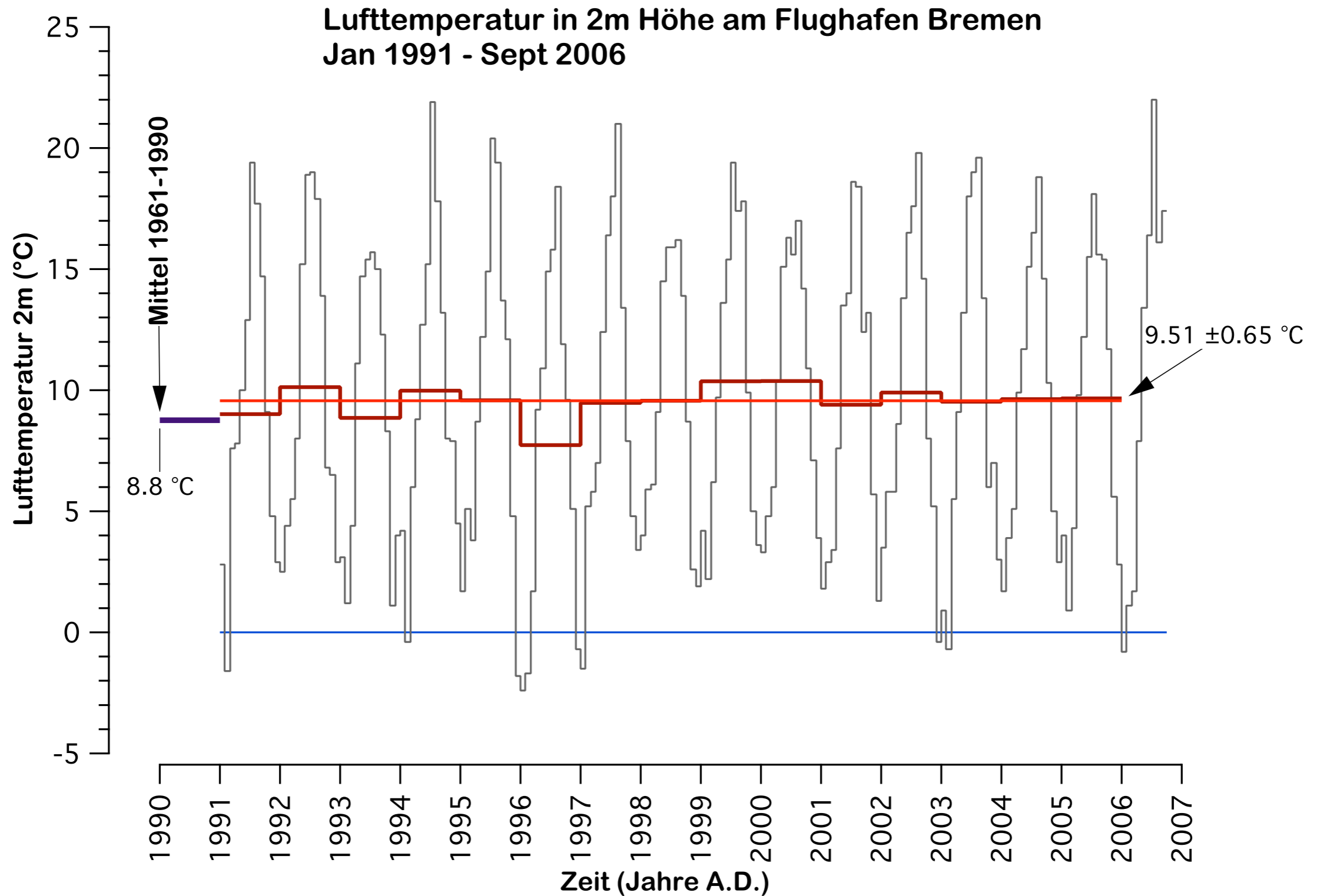
SYR - FIGURE 2-3

Daten von Thermometern (rot)
und von Baumringen, Korallen, Eiskernen sowie historischen Aufzeichnungen (blau)

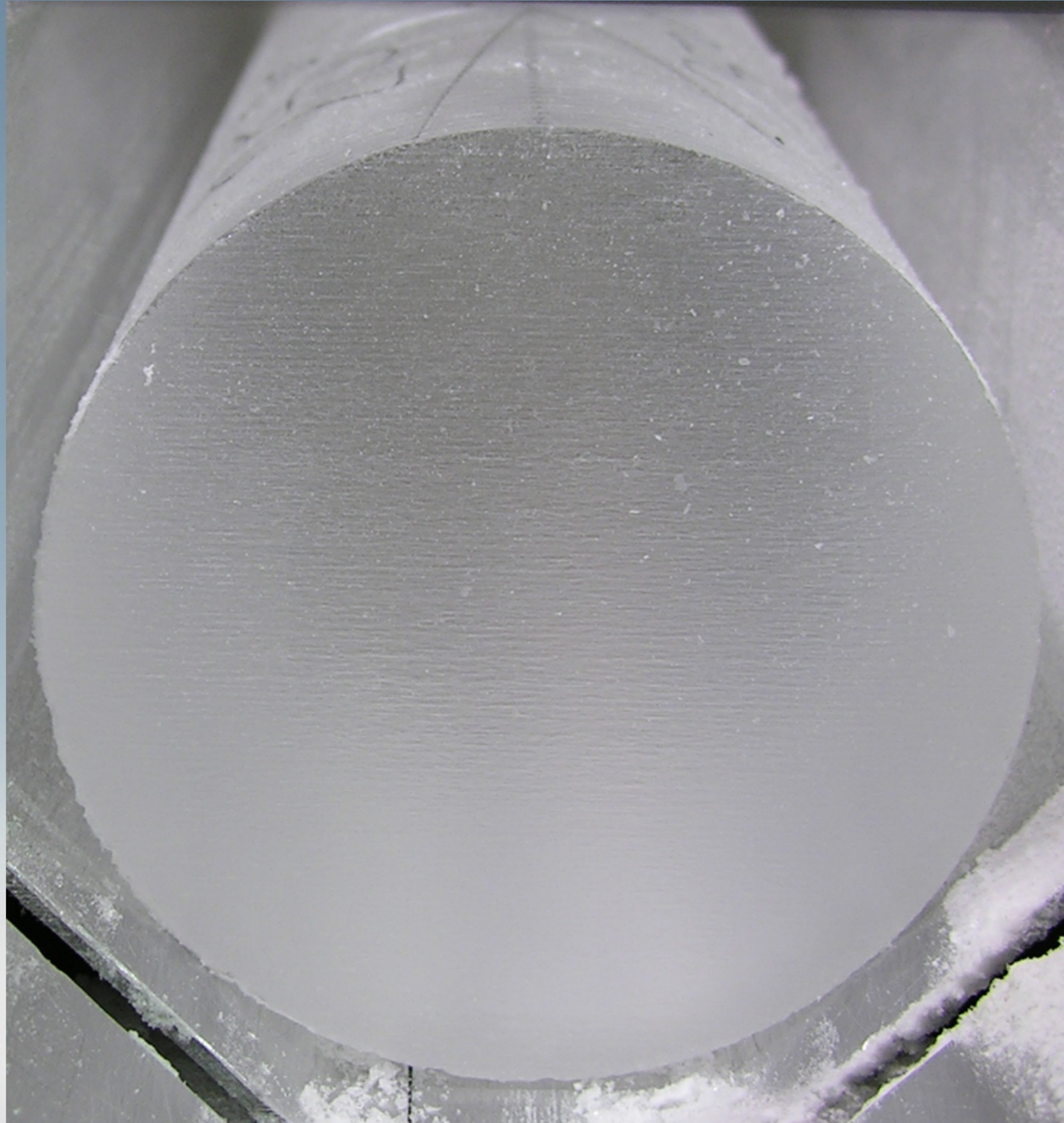


Pieter Bruegel d.J. (1564-1638): Winterlandschaft mit Vogelfalle I, 1601. Kunsthistorisches Museum Wien

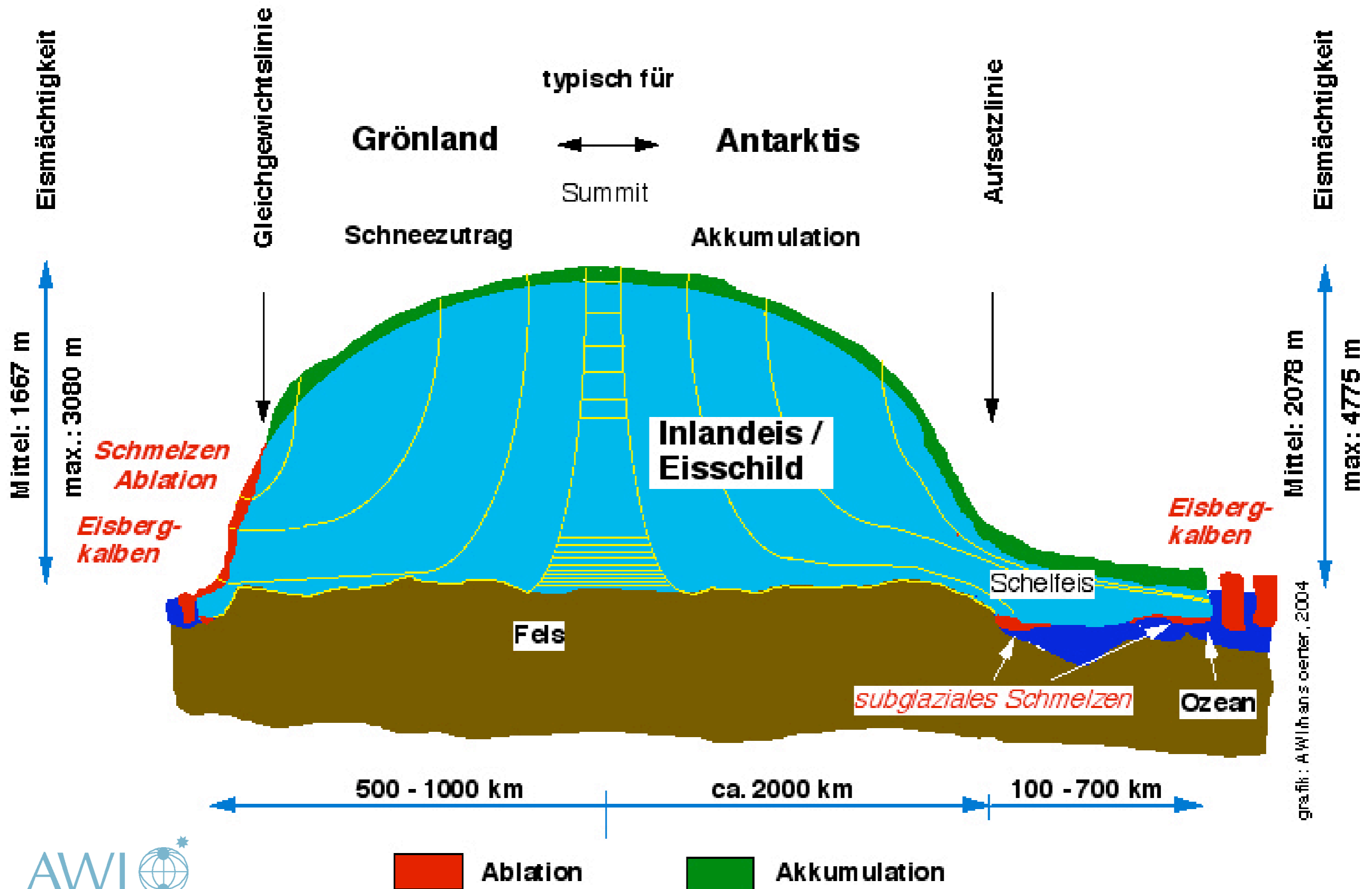
Beispiel Bremen



2.2 Eis als Archiv für Klimaänderungen

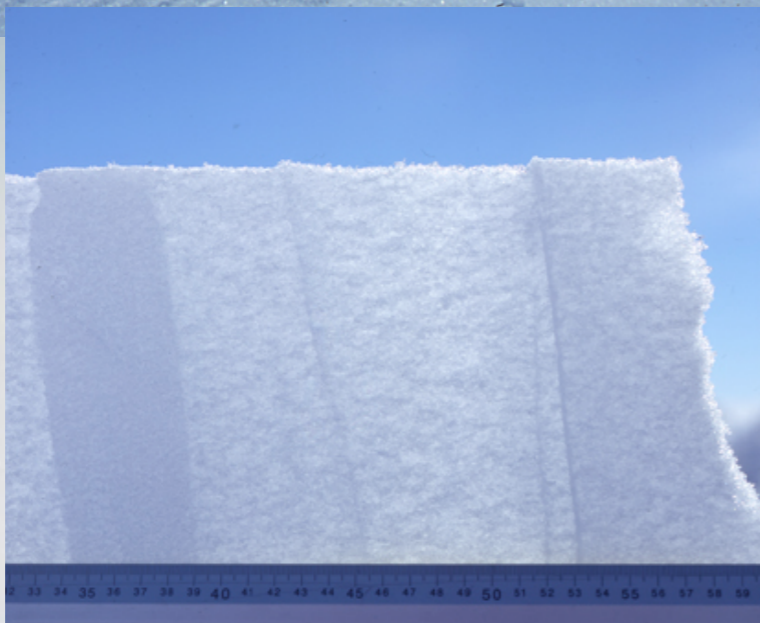
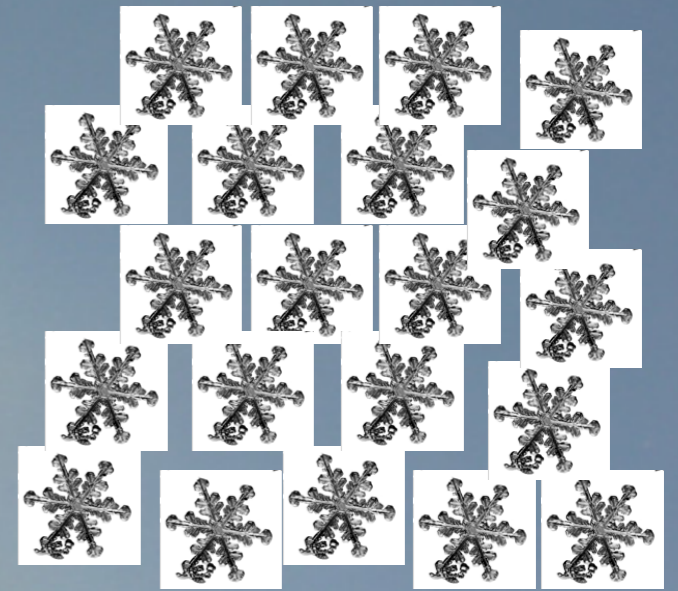
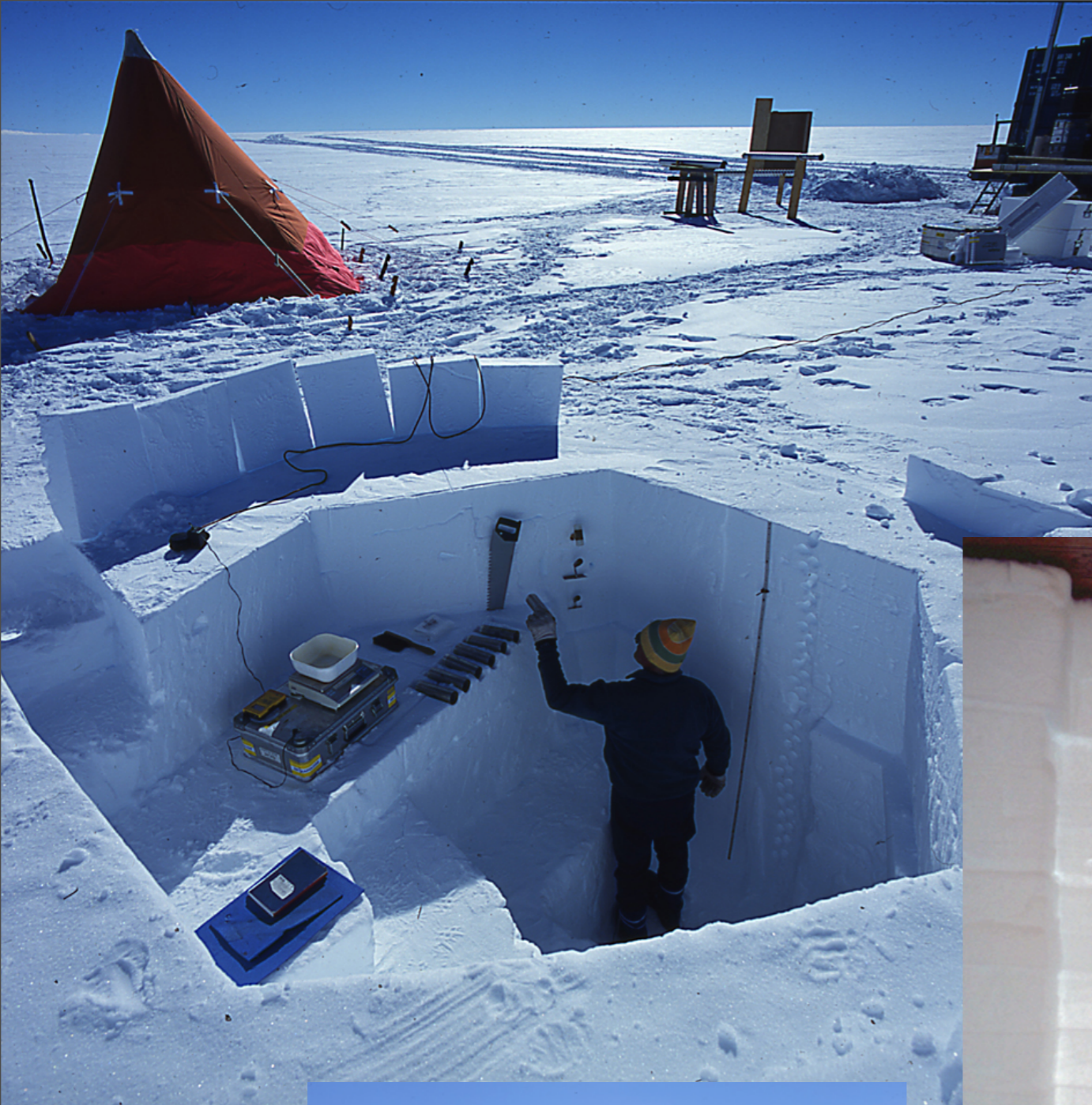


Schematischer Querschnitt durch ein Eisschild

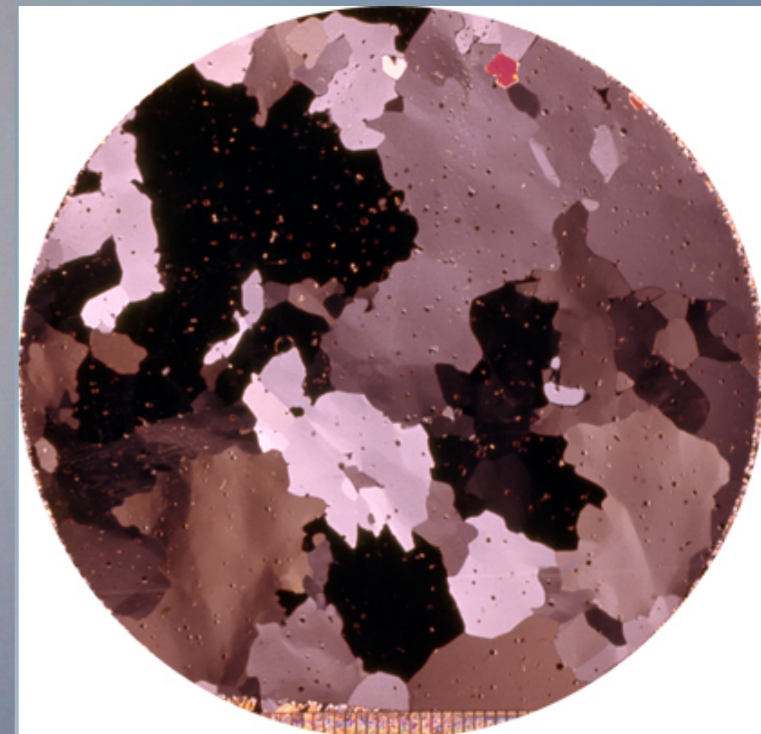


grafik: AWI/Innsbrunn, 2004

Ein Eisschild baut sich aus über einander liegenden Jahresschichten auf.

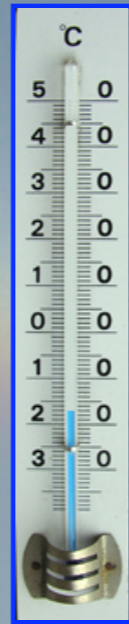


fotos: hans oerter

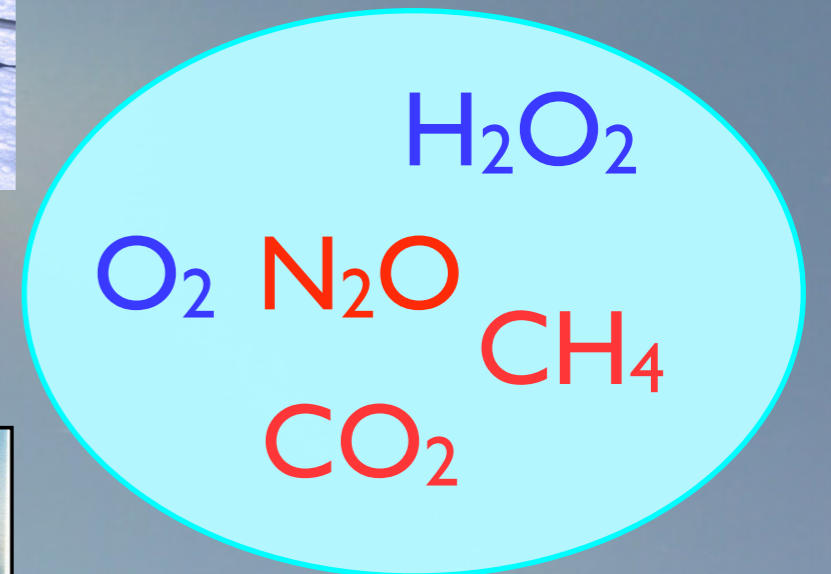


Das Klima-Archiv Eis speichert Informationen zu:

Lufttemperatur



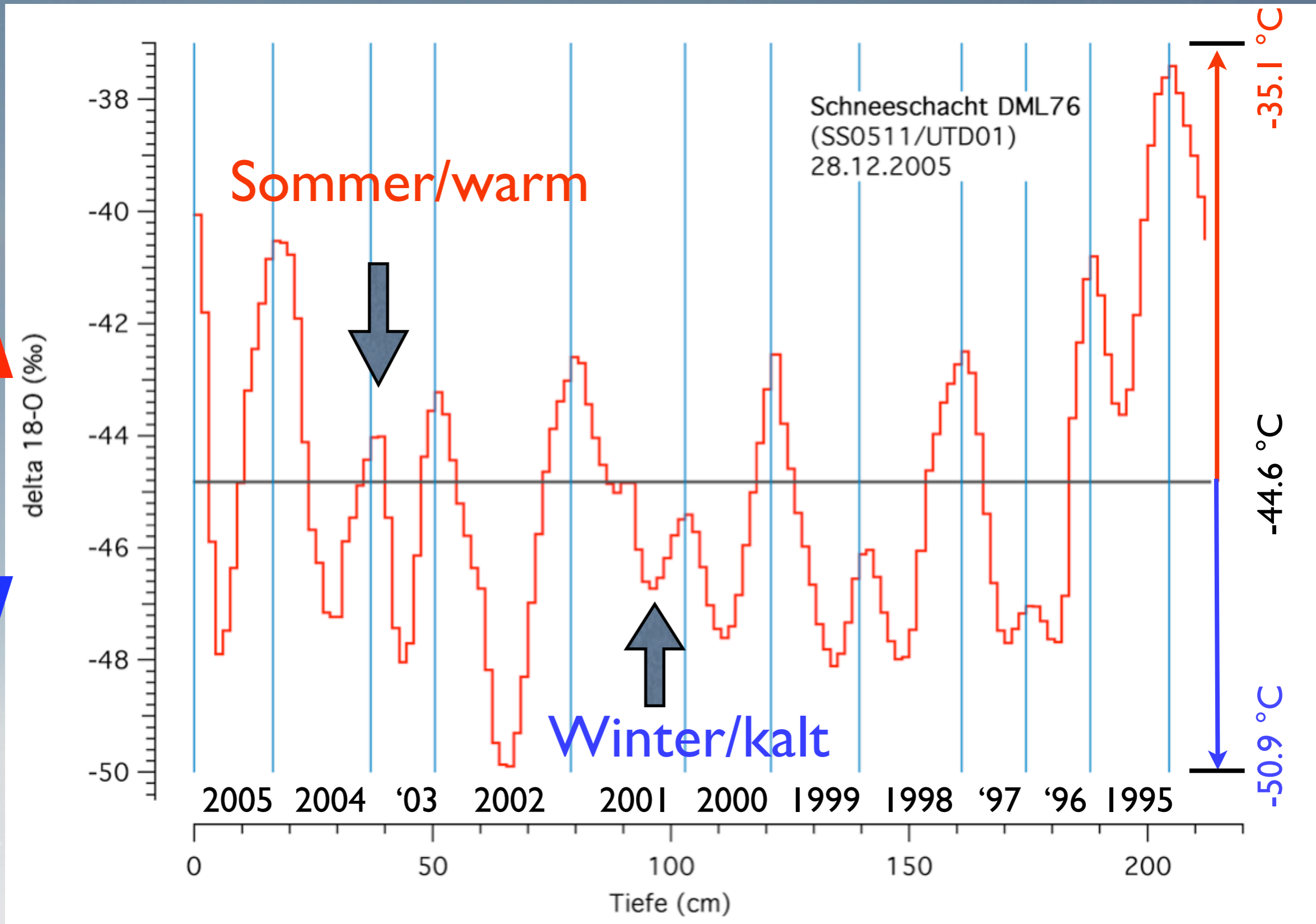
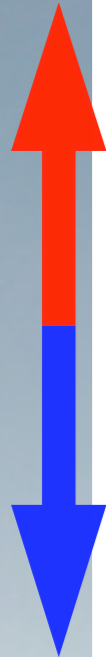
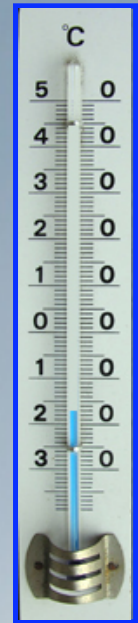
Gasgehalt in der Atmosphäre



Aerosole



Das "Isotopen-Thermometer" ($\delta^{18}\text{O}$)



2.3 Tiefe Eiskernbohrungen in der Antarktis (und in Grönland)



Antarktische Halbinsel

Weddellmeer

EPICA-DML, 2774m, >300 ka

Kohnen

JARE

3029m, >1000 ka ?

Dome F

Dyer Pl.

B15 Berkner Is.

China, geplant

Südpol

Dome A

Russl., F, US
3600m, 420 ka

Siple St.

Vostok

Byrd

Siple D.

EPICA-DC, 3270m, 890 ka

Dome C

Law Dome

Taylor D.

Rossmeer

I, F, D, UK

Talos D.

Eiskerntiefbohrungen in der Antarktis

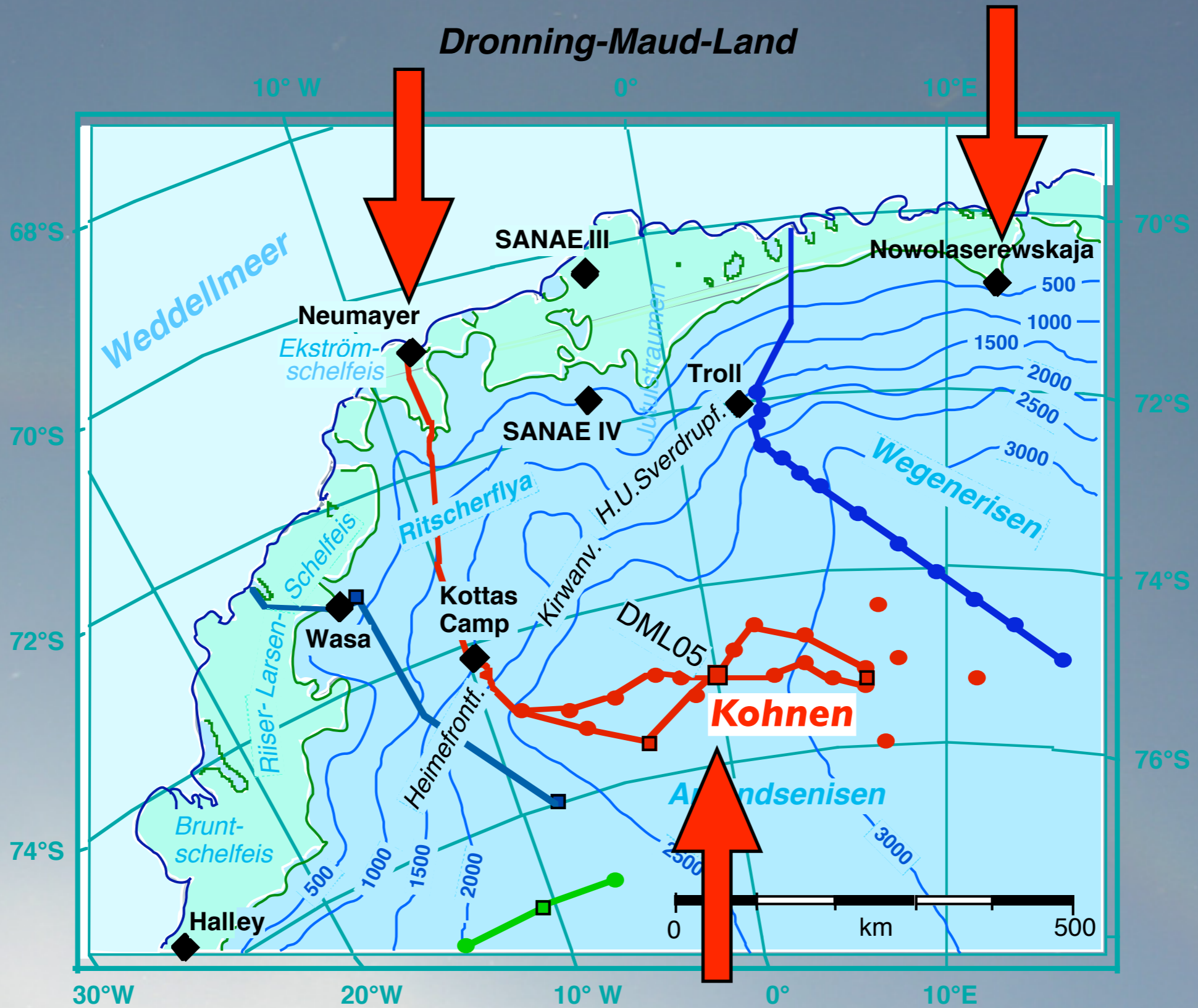
layout: w. rack, h. oerter, AWI

Wie bohrt man einen tiefen Eiskern?

Logistik und Bohrtechnik



Dronning-Maud-Land



- | | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------------|--------------|
| Meer | Schelfeis | Inlandeis, gegründetes Eis | 2000 Höhenlinie | Aufsetzlinie |
| Traversenrouten: | | | | |
| Großbritannien | Schweden | Deutschland | Norwegen | |



foto: j. köhler, 2005



foto: hans oerter, 2005

Landung bei Kohnen-Station, Antarktis



Basler BT76 (DC-3)

EPICA-Bohrcamp Kohnen-Station



foto: hans oerter, 2006

Funk, PC, e-mail
Messe
Küche
Sanitärcontainer
2 Schlafräume
à 4 Pers.
Schneesmelze
Generator
Werkstatt

Zum Bohren

Kohnen-Station
75°S, 0 °E, 2882 m



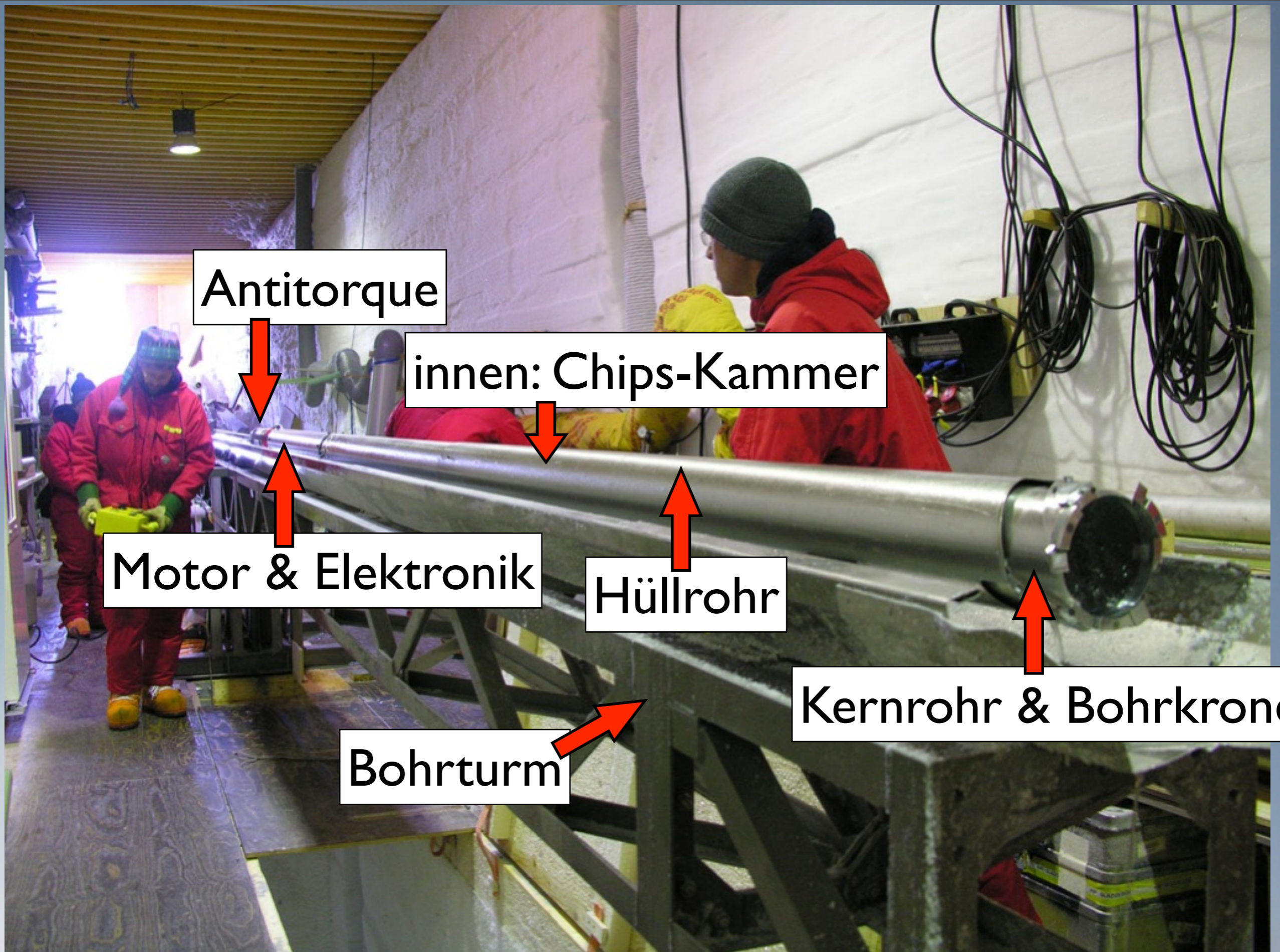
2 Schlafräume
à 4 Pers.

Schneesmelze
Generator

Werkstatt







Antitorque



innen: Chips-Kammer



Motor & Elektronik



Hüllrohr



Kernrohr & Bohrkrone



Bohrturm







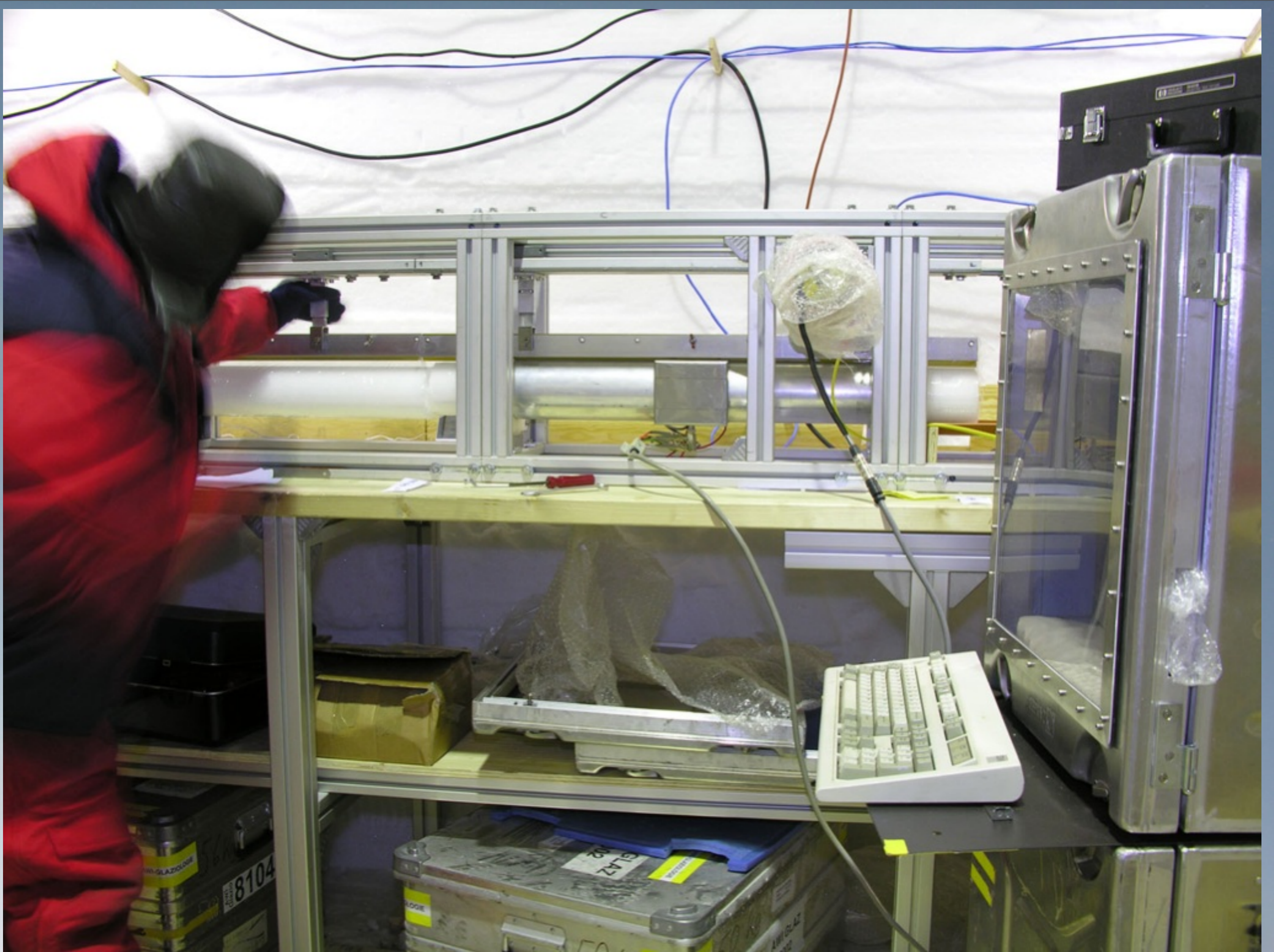


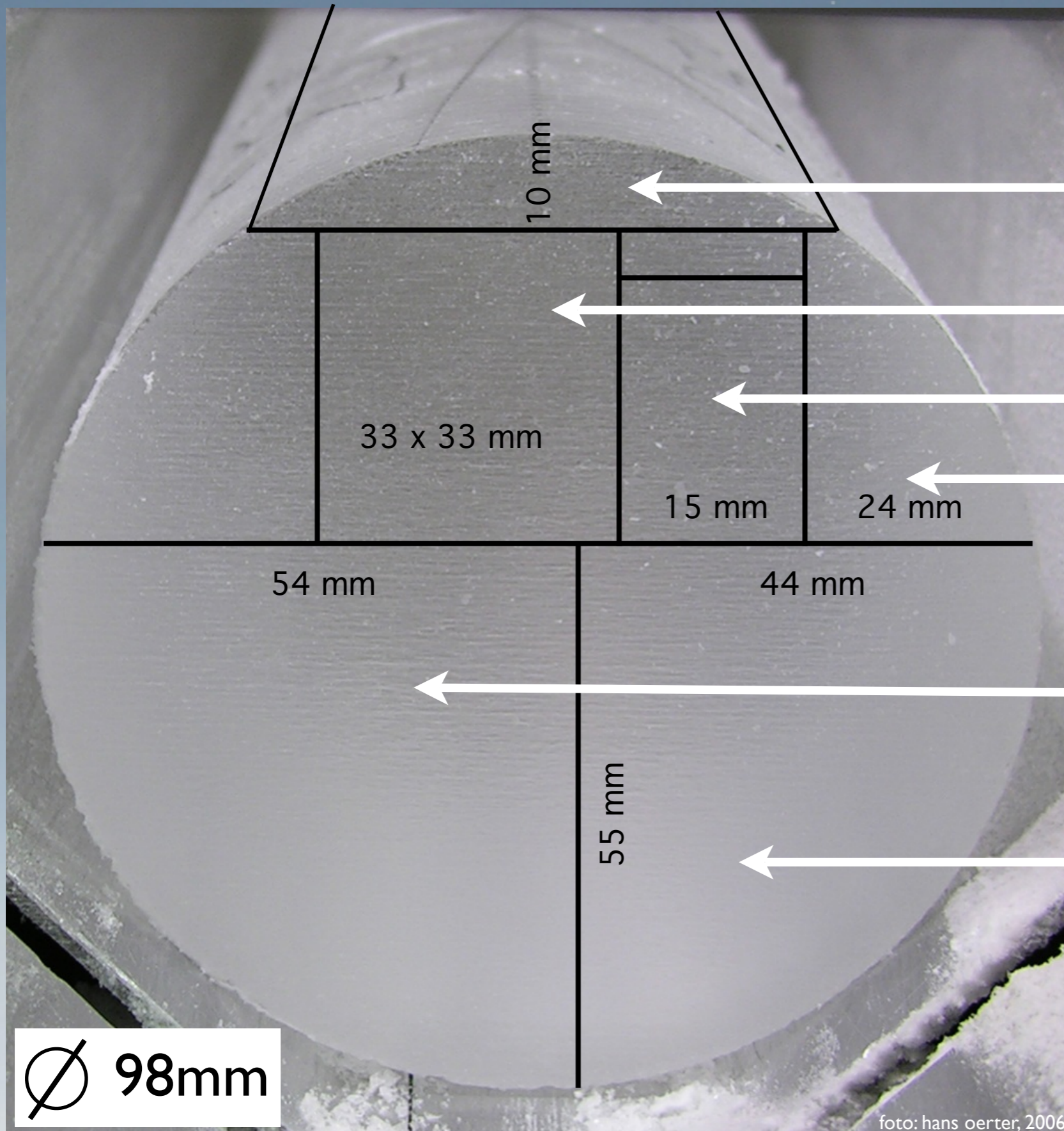
foto: hans oerter, 2006







foto: hans oerter, 2006



Dünnschnitte

CFA

$\delta^{18}\text{O}$

^{10}Be

Archiv

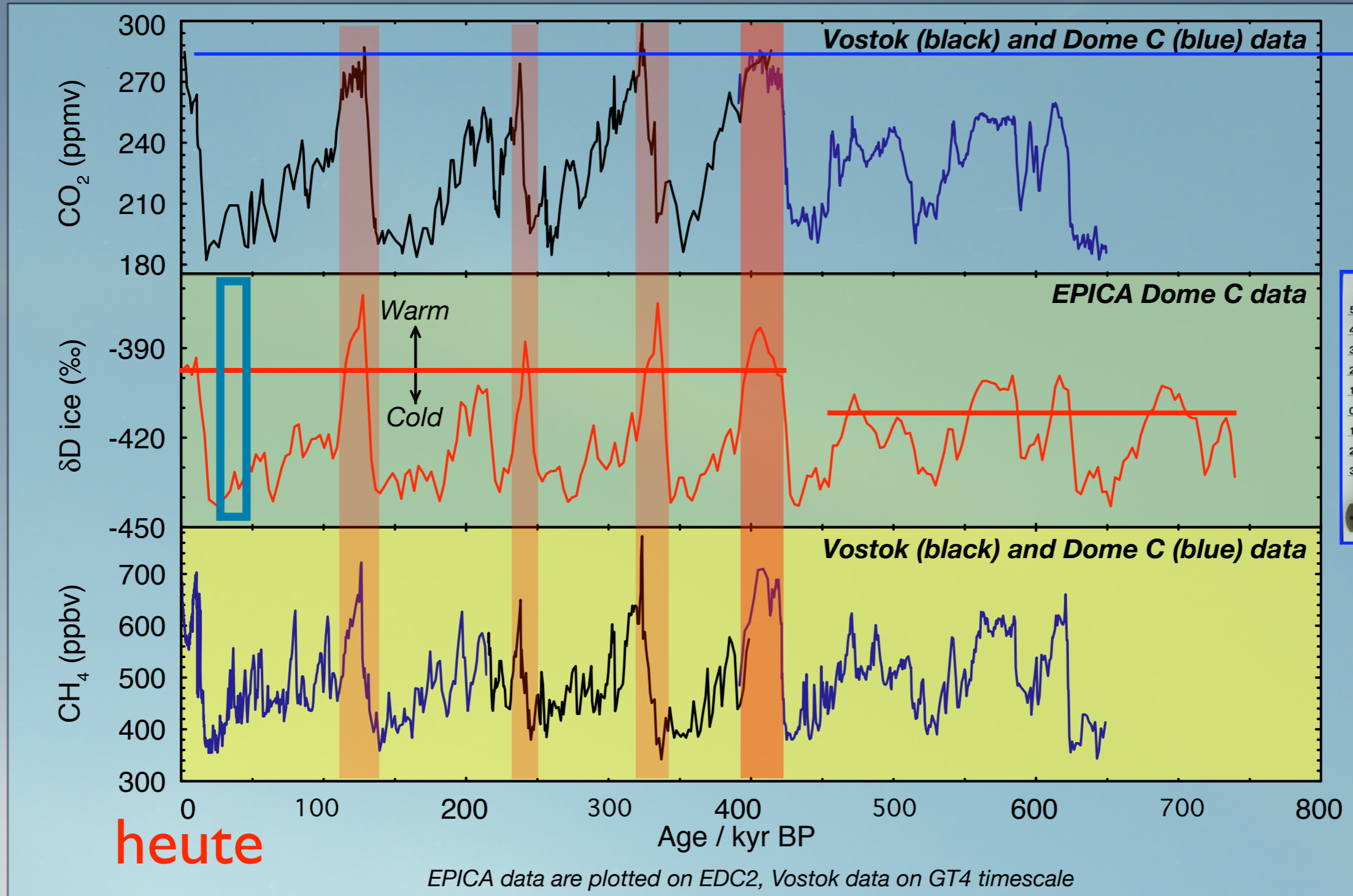
**Gase,
Staub**

Probenzuteilung aus dem Eiskern

Antarctic ice core records: Vostok and EPICA CO₂, CH₄ and δD

heute 375

vor 1850 AD



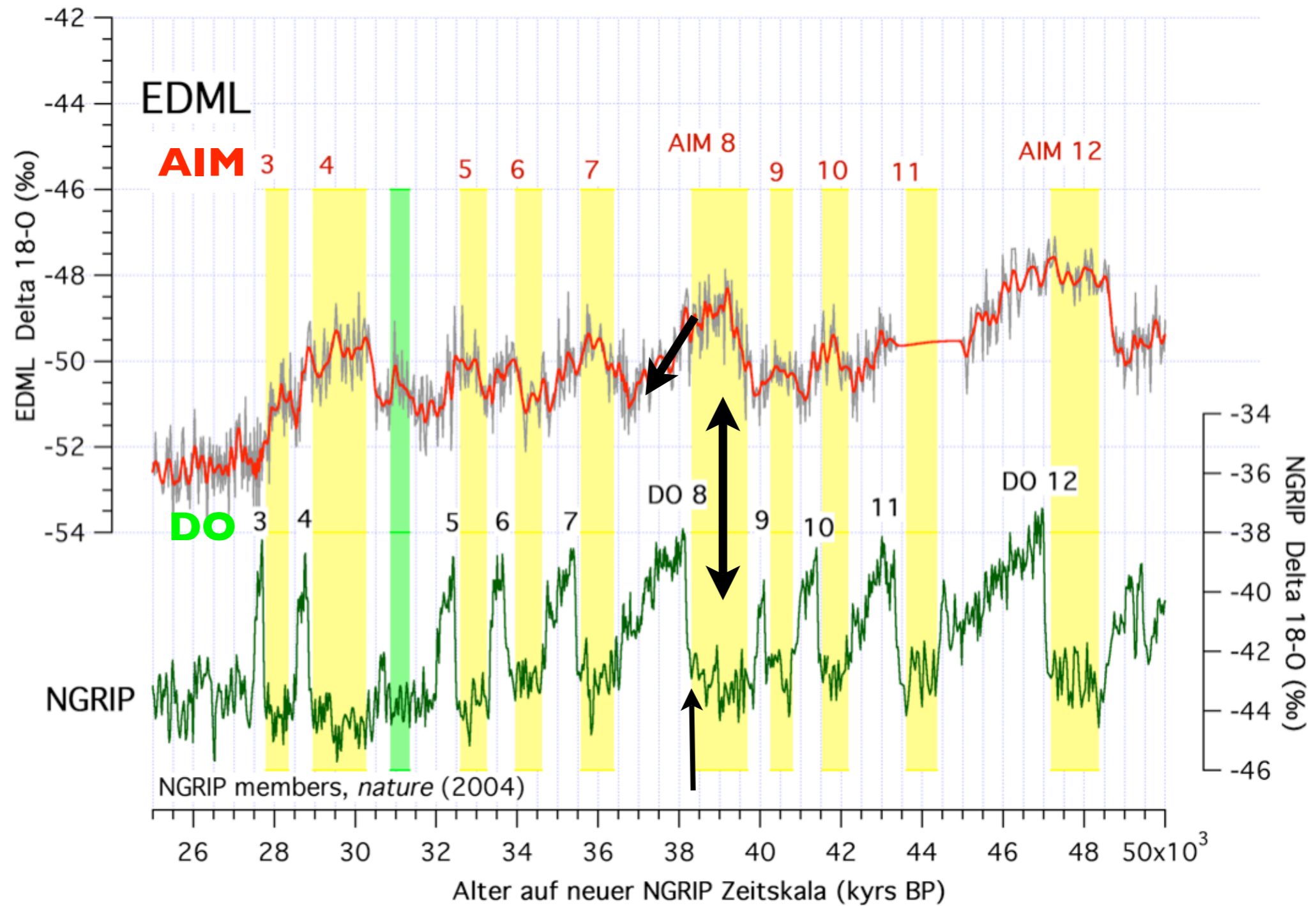
Petit et al., 1999 (Vostok), Siegenthaler et al., 2005 (Dome C - CO₂), Spahni et al., 2005 (Dome C - CH₄), EPICA community members, 2004 (δD)



Vergleich Antarktis (EDML) - Grönland (NGRIP)

Jedes antarktische Isotopen Maximum (AIM) im EDML-Kern entspricht einem DO Ereignis in Grönland (NGRIP)

In der Antarktis beginnt die Erwärmung in einer Kaltphase (Stadial) des Nordens, die Abkühlung in einer Warmphase (Interstadial)



Quelle: EPICA community members: *Nature*, Vol. 444, November 9, 2006)

3) Was sind die Ursachen für Klimaänderungen ?

3.1 “Orbital forcing”

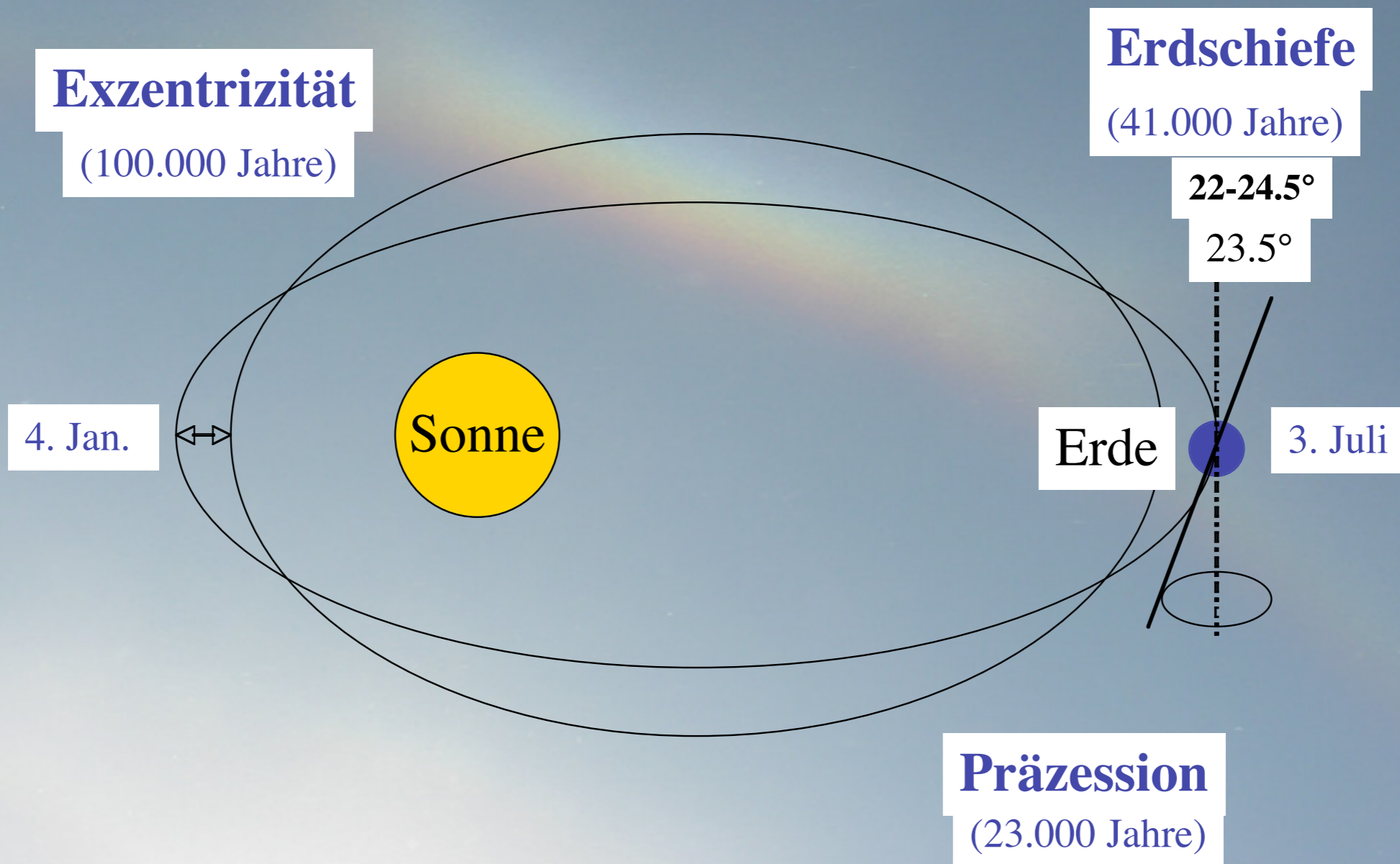
3.2 Albedo der Erdoberfläche

3.3 Treibhausgase

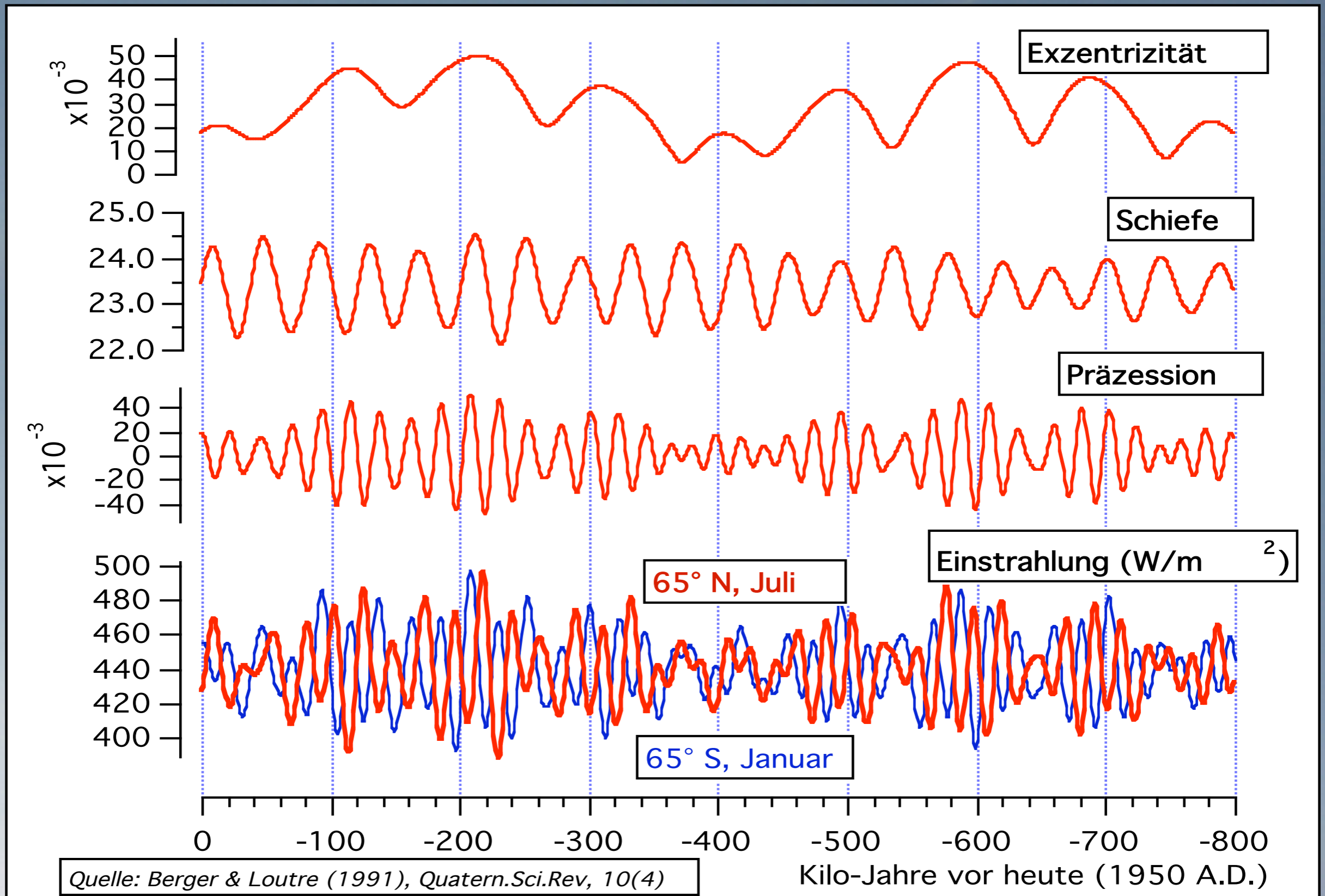
3.4 Bevölkerungswachstum

3.1 “Orbital forcing”

Erdumlaufbahn



Die Sonneneinstrahlung ändert sich mit der Zeit



3.2 Albedo der Erdoberfläche

(Rückstrahlungsvermögen einer Oberfläche)



foto: h. oerter, 1994

Albedo der Erdoberfläche



foto: h. oerter, 2007

Wald ~20%



foto: h. oerter, 1996

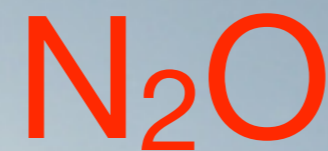
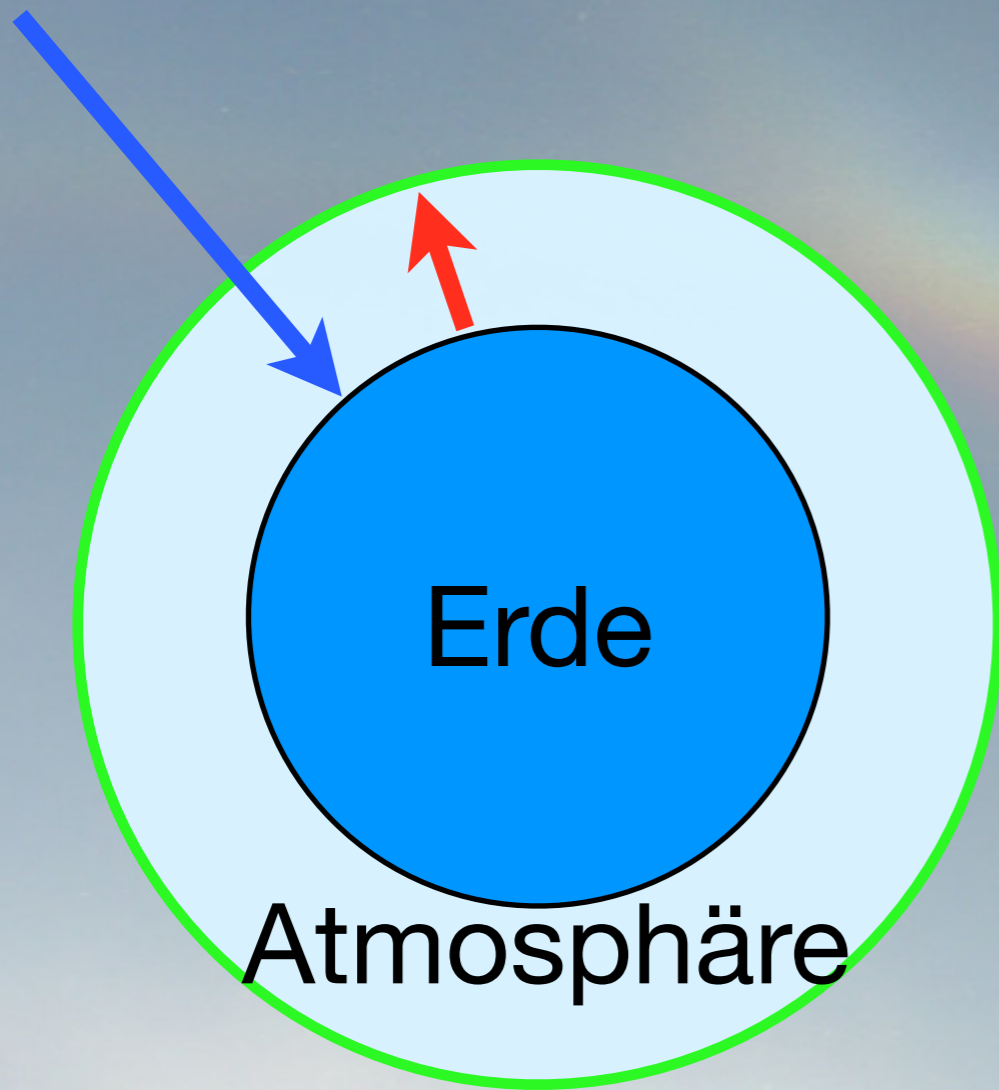
Wasser ~5 %



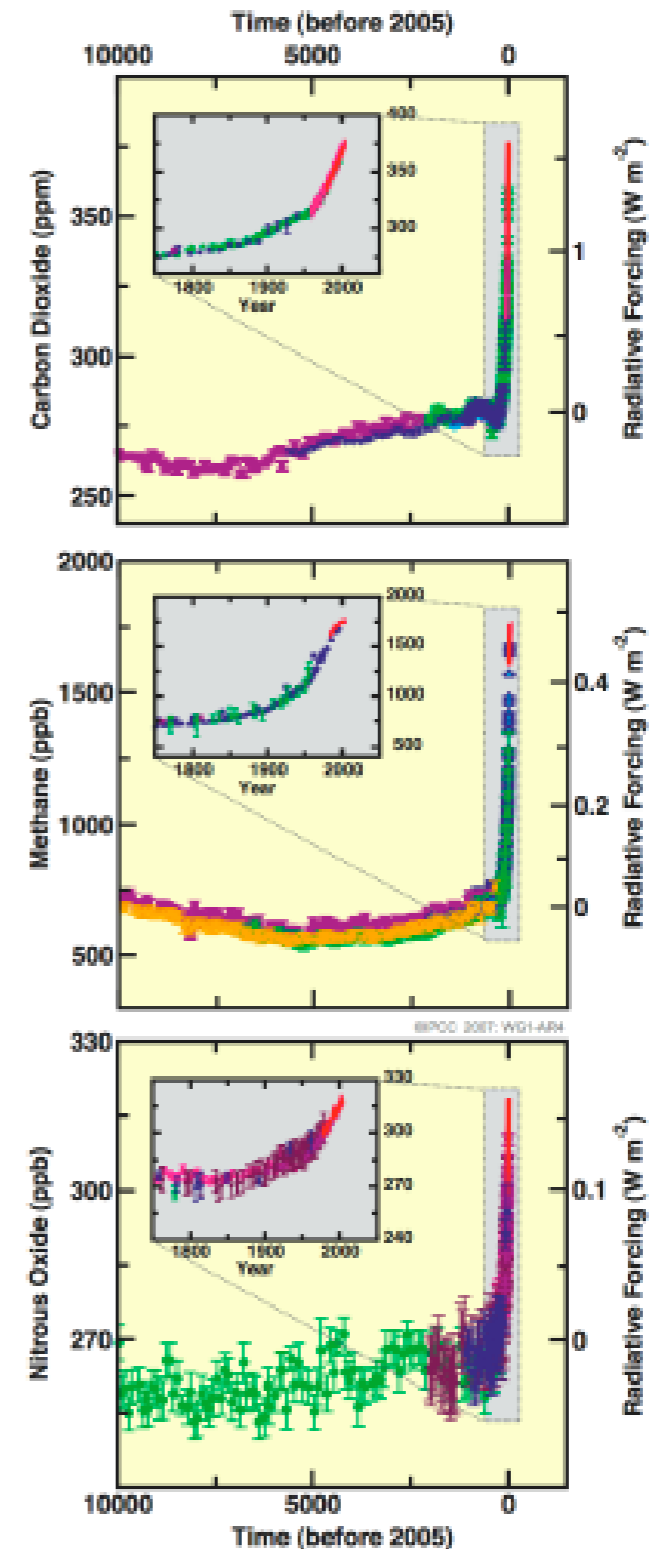
foto: h. oerter, 1996

Schnee ~80 %

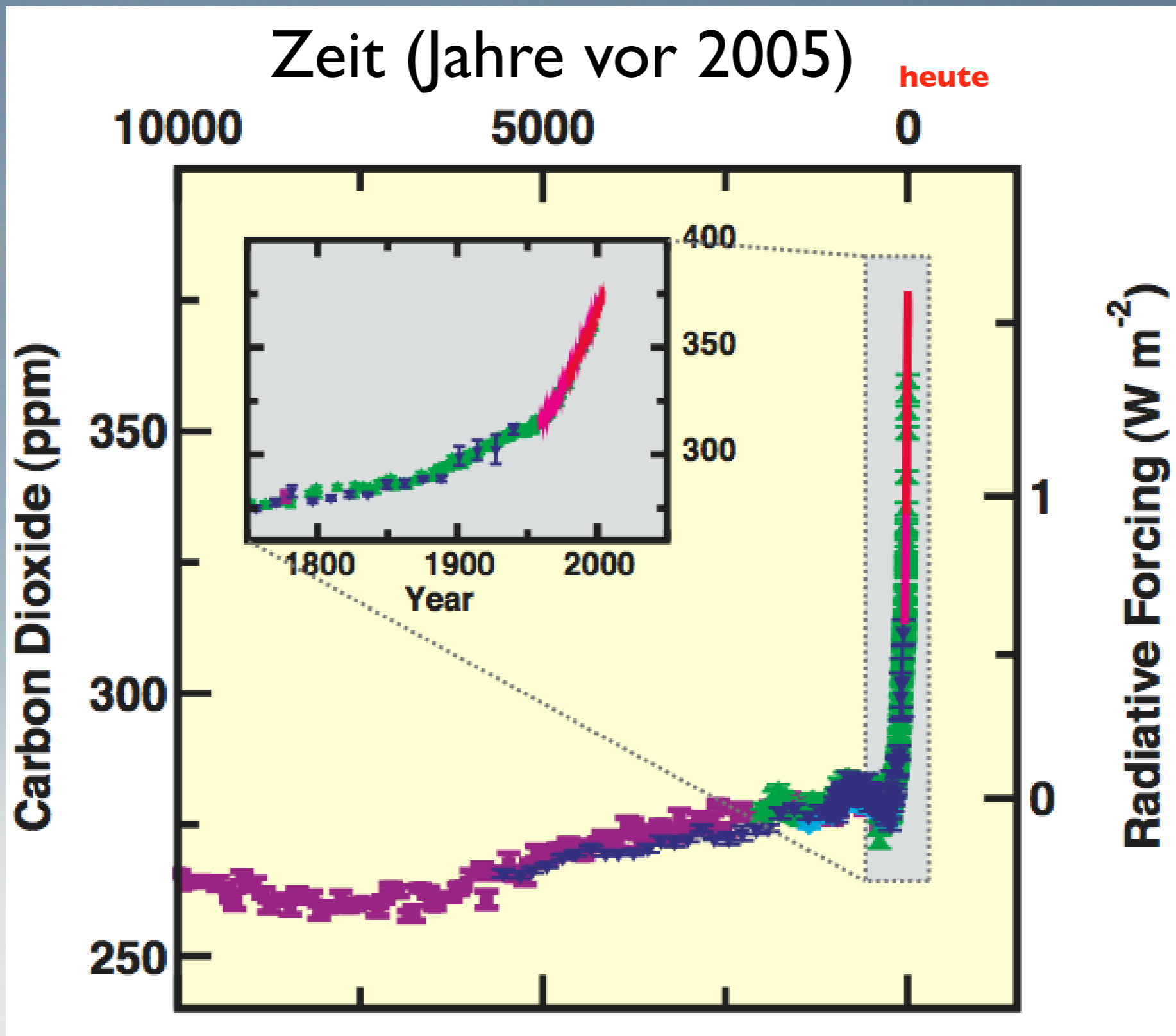
3.3 Treibhausgase



Changes in Greenhouse Gases from ice-Core and Modern Data

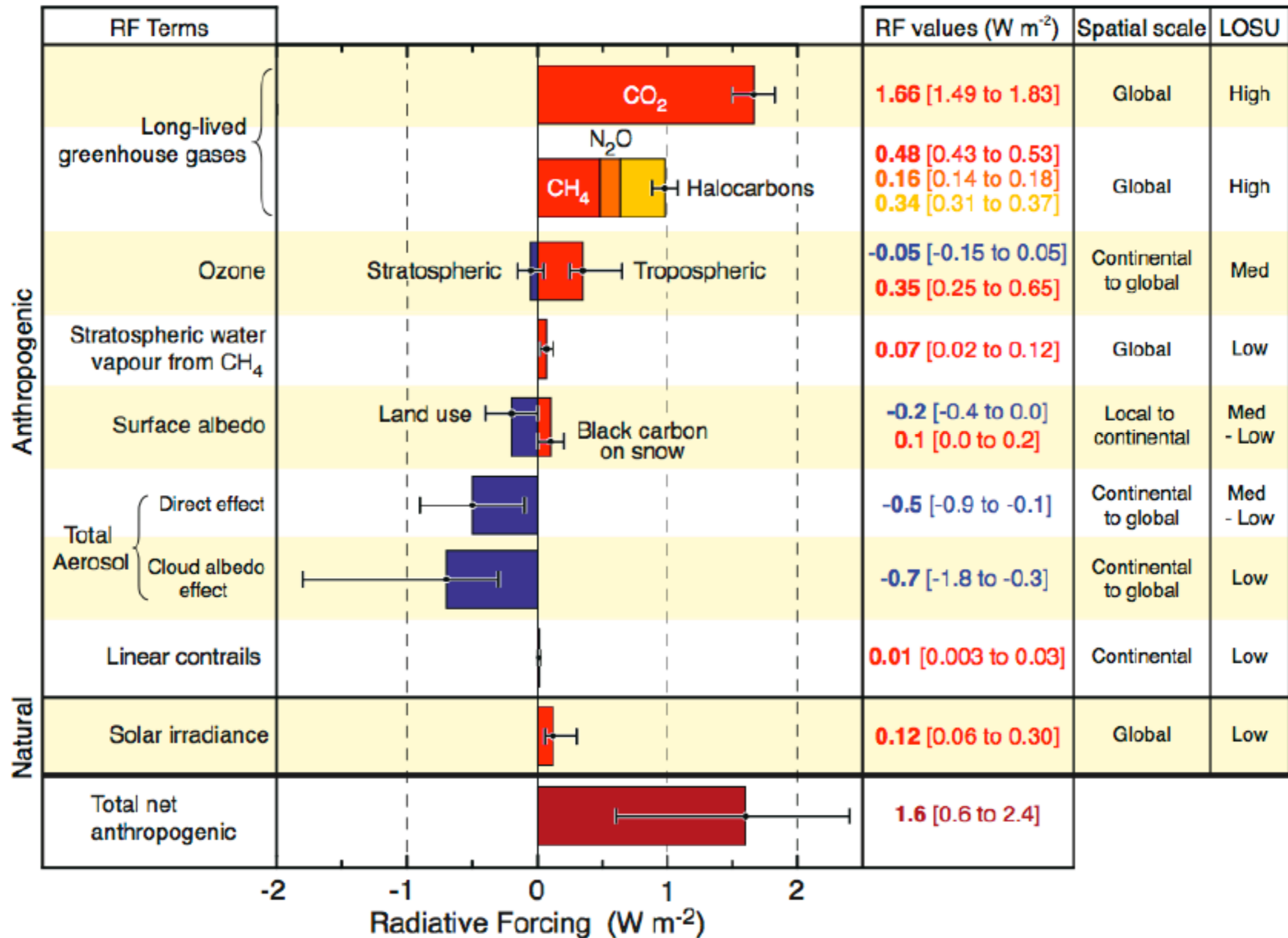


Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre



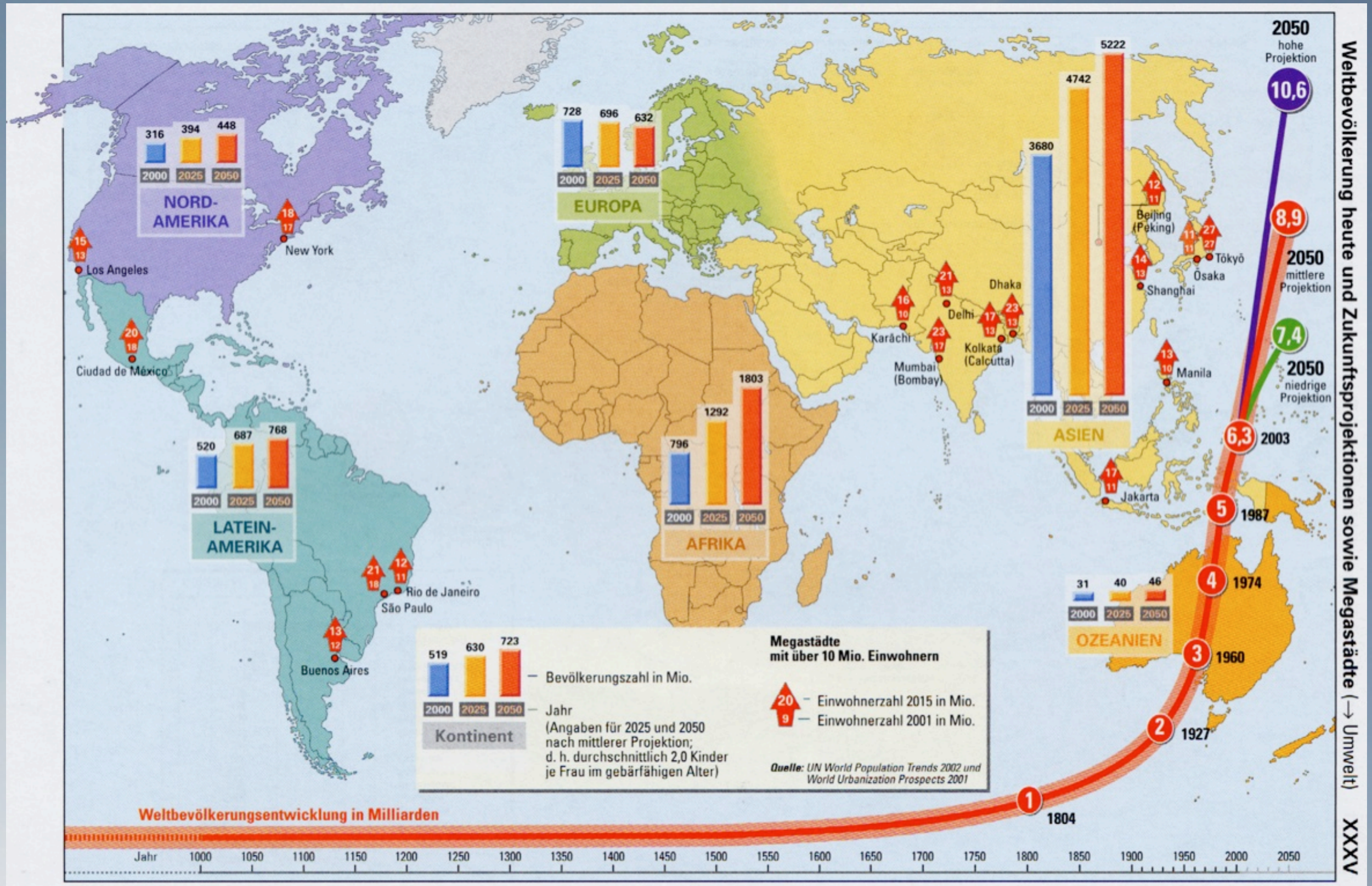
Quelle: IPCC, Climate Change 2007: The Physical Basis, Summary for Policy Makers (www.ipcc.ch)

Radiative Forcing Components



©IPCC 2007: WG1-AR4

3.4 Wachsende Weltbevölkerung



4) Status quo und Szenarien für die Zukunft (IPCC Report 2007)

www.ipcc.ch

4.1 Lufttemperatur

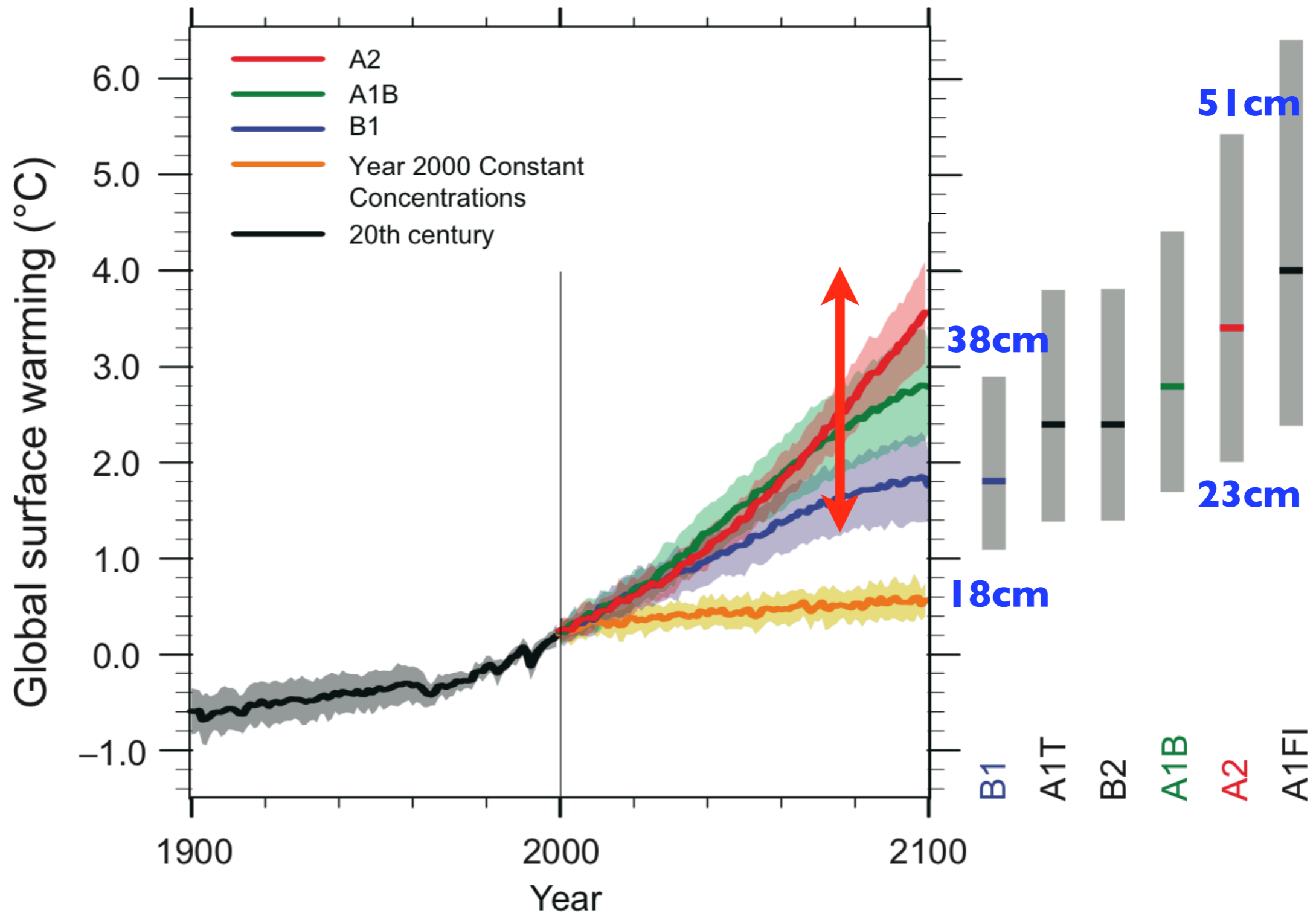
4.2 Meeresspiegel

4.3 Eis- und Wasservorräte

4.4 Gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen

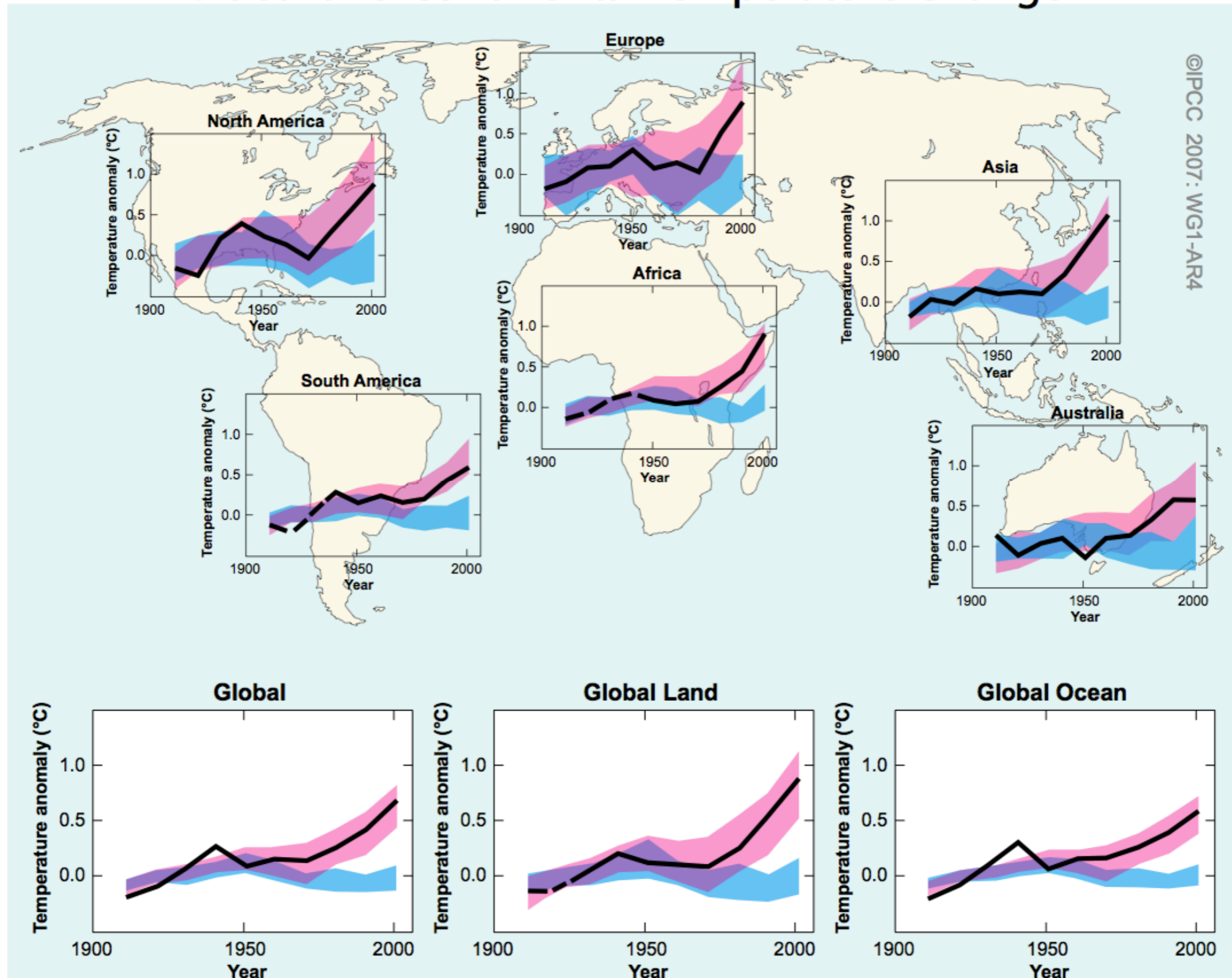
4.1 Lufttemperatur

Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



Treibhausgase oder Änderung Erdumlaufbahn?

Global and Continental Temperature Change



Quelle: IPCC, Climate Change 2007: The Physical Basis, Summary for Policy Makers (www.ipcc.ch)

4.2 Meeresspiegelenerhöhung und Ursachen

Ozean - Ausdehnung durch Erwärmung

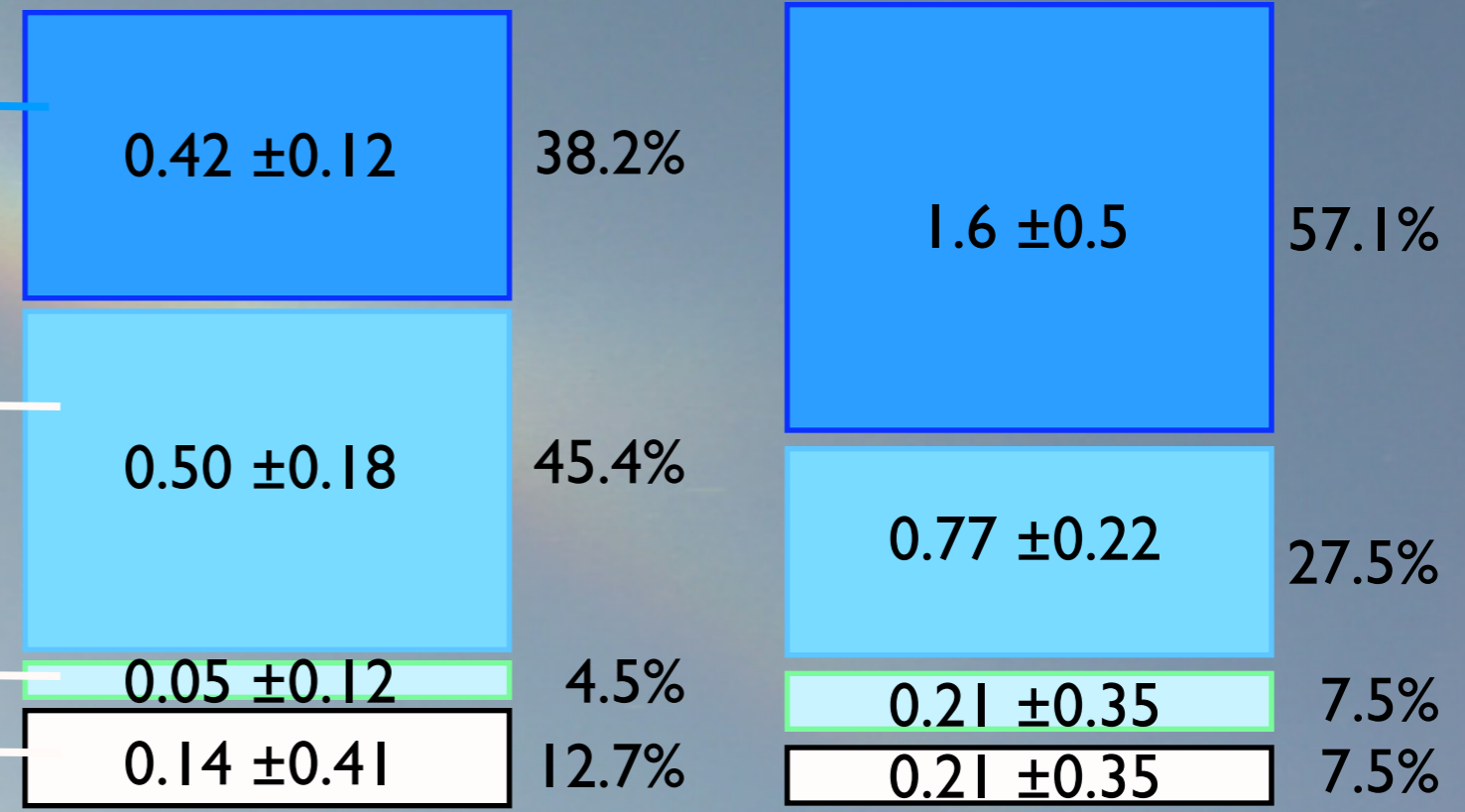
Gletscher und Eiskappen

Grönland

Antarktis

1961-2003
mm pro Jahr

1993-2003
mm pro Jahr



Summe Modell: 1.1 ± 0.5 (100%) 2.8 ± 0.7 (100%)

Summe Messung: 1.8 ± 0.5 3.1 ± 0.7

Differenz: -0.7 ± 0.5 -0.3 ± 1.0

- Dekadenmittel
- Jahresmittel

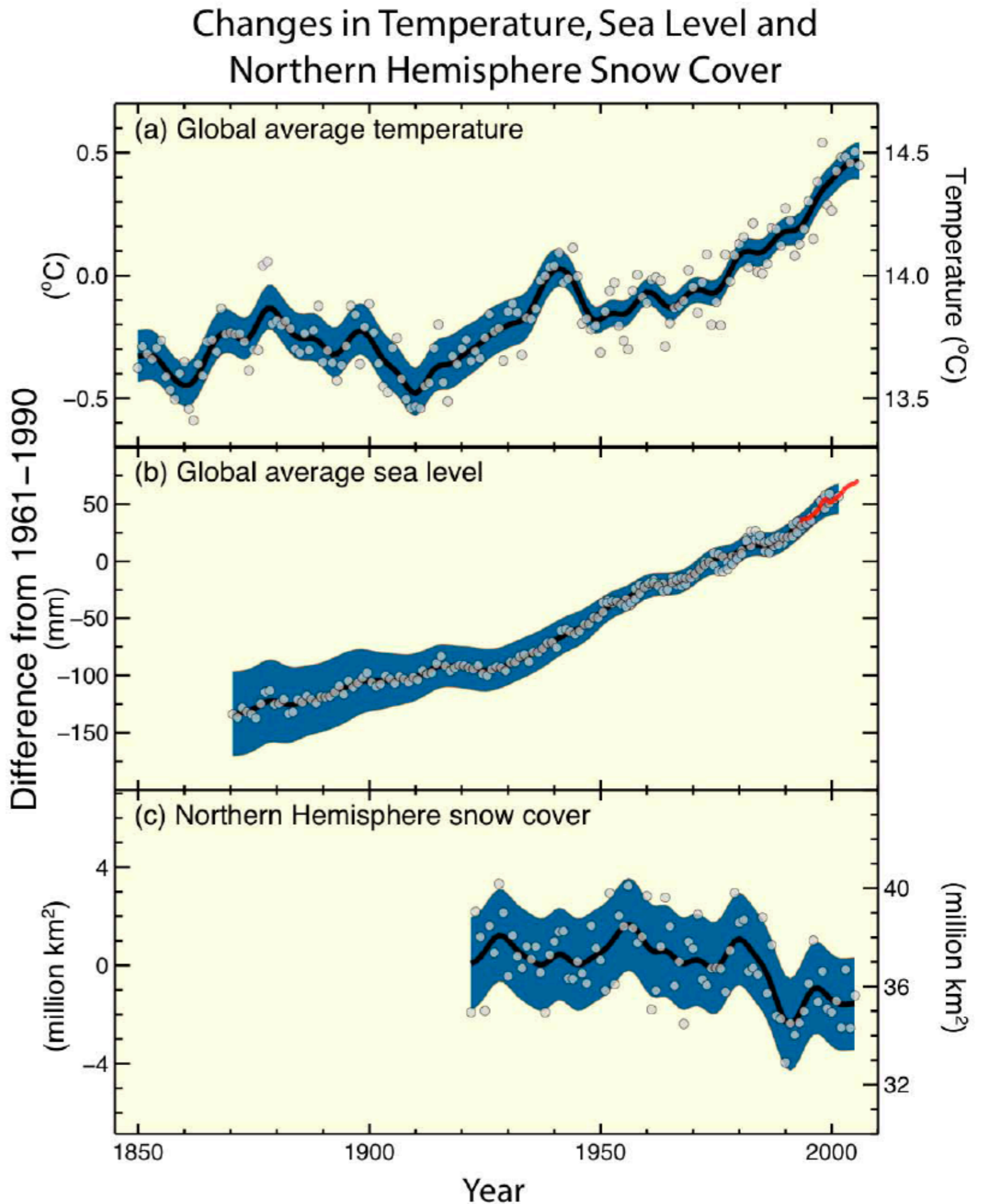
Globale Lufttemperatur

Globaler Meeresspiegel

blau: Pegelmessung

rot: Satellitendaten

Ausdehnung
Schneebedeckung
März-April



Änderung Niederschlag

Projected Patterns of Precipitation Changes

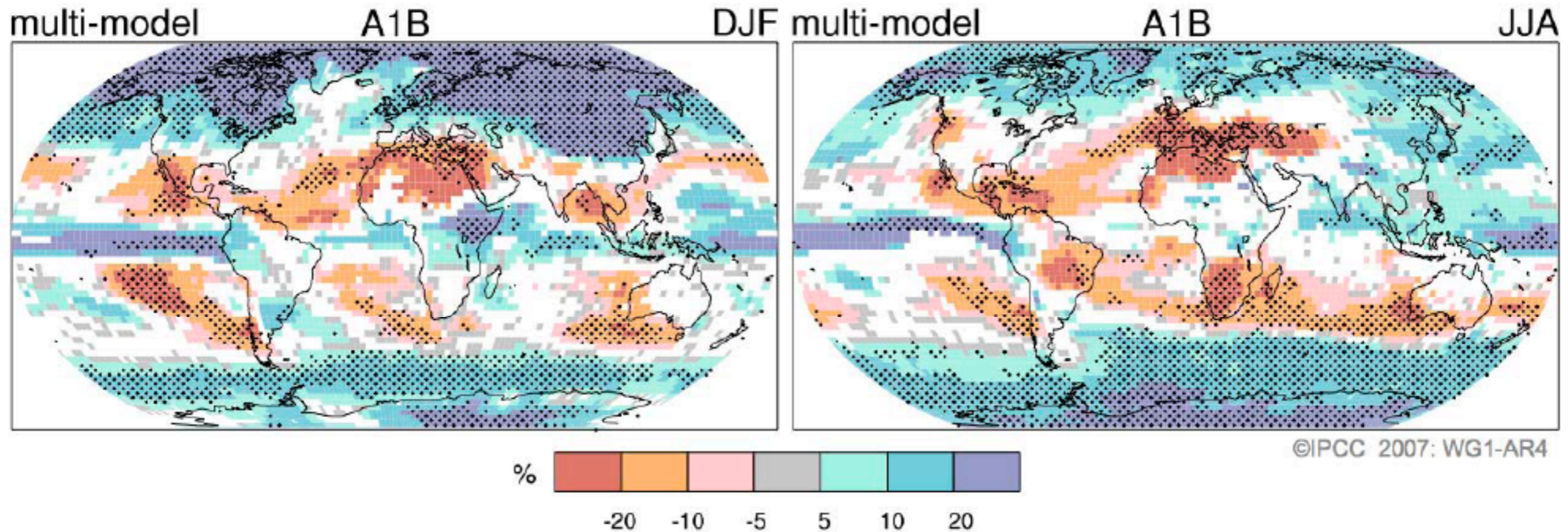
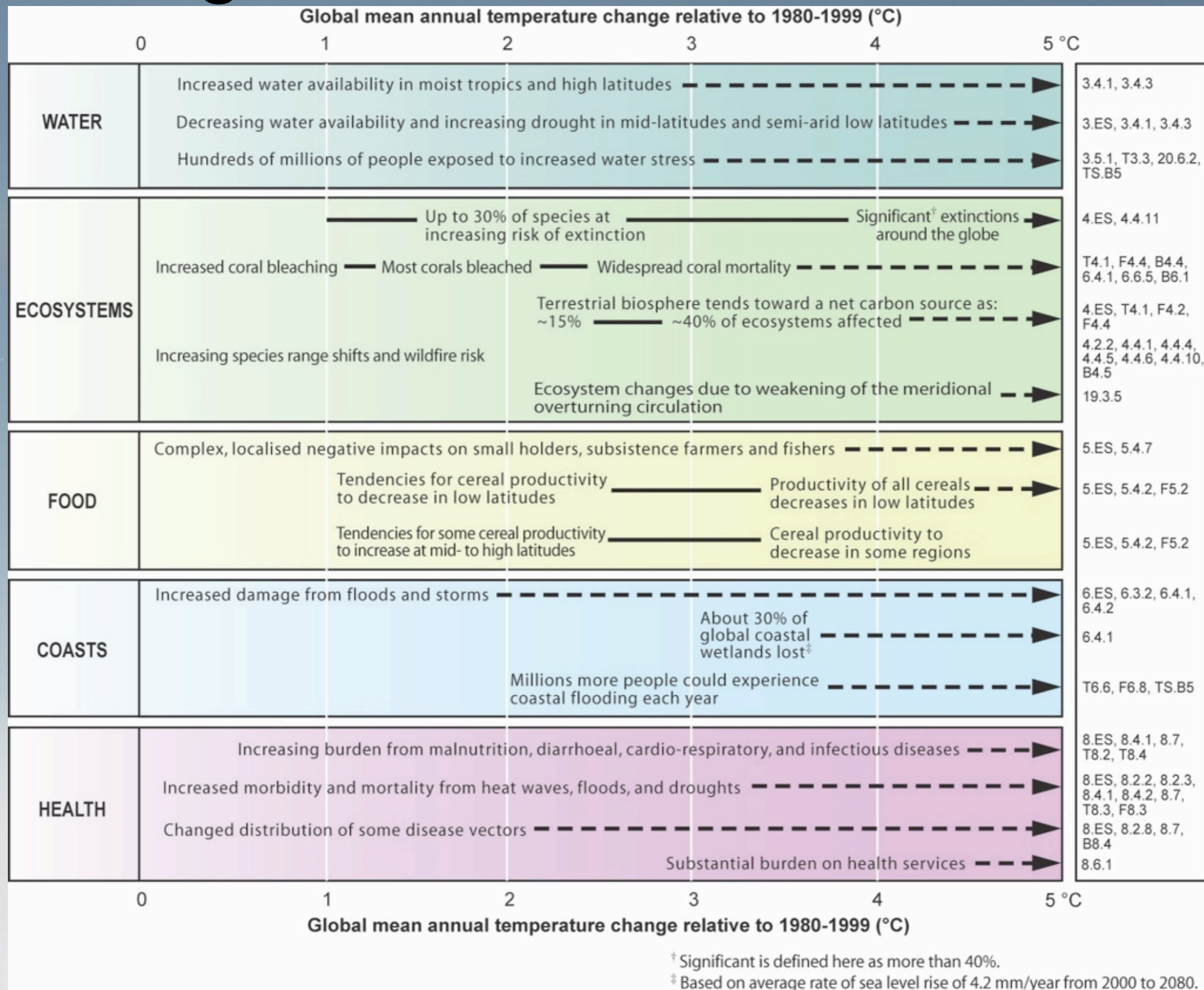


FIGURE SPM-7. Relative changes in precipitation (in percent) for the period 2090–2099, relative to 1980–1999. Values are multi-model averages based on the SRES A1B scenario for December to February (left) and June to August (right). White areas are where less than 66% of the models agree in the sign of the change and stippled areas are where more than 90% of the models agree in the sign of the change. {Figure 10.9}

4.4 Gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen





**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**