

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

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008

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

1) Was ist Klima ?

Wetter: heute

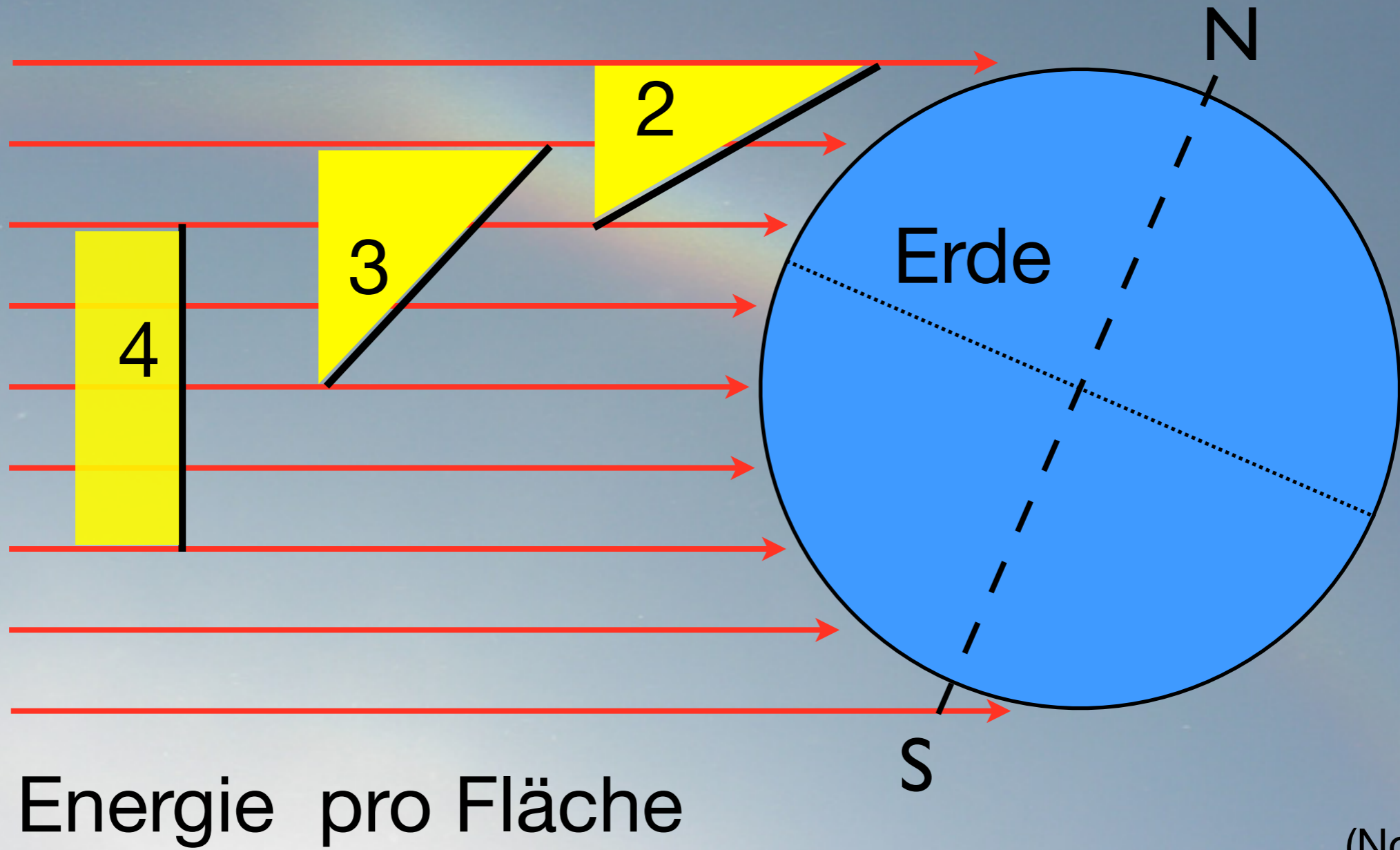
Witterung: Woche bis Monat

Klima: 30 Jahre (1961-1990)

Klima (griech.) = Neigung

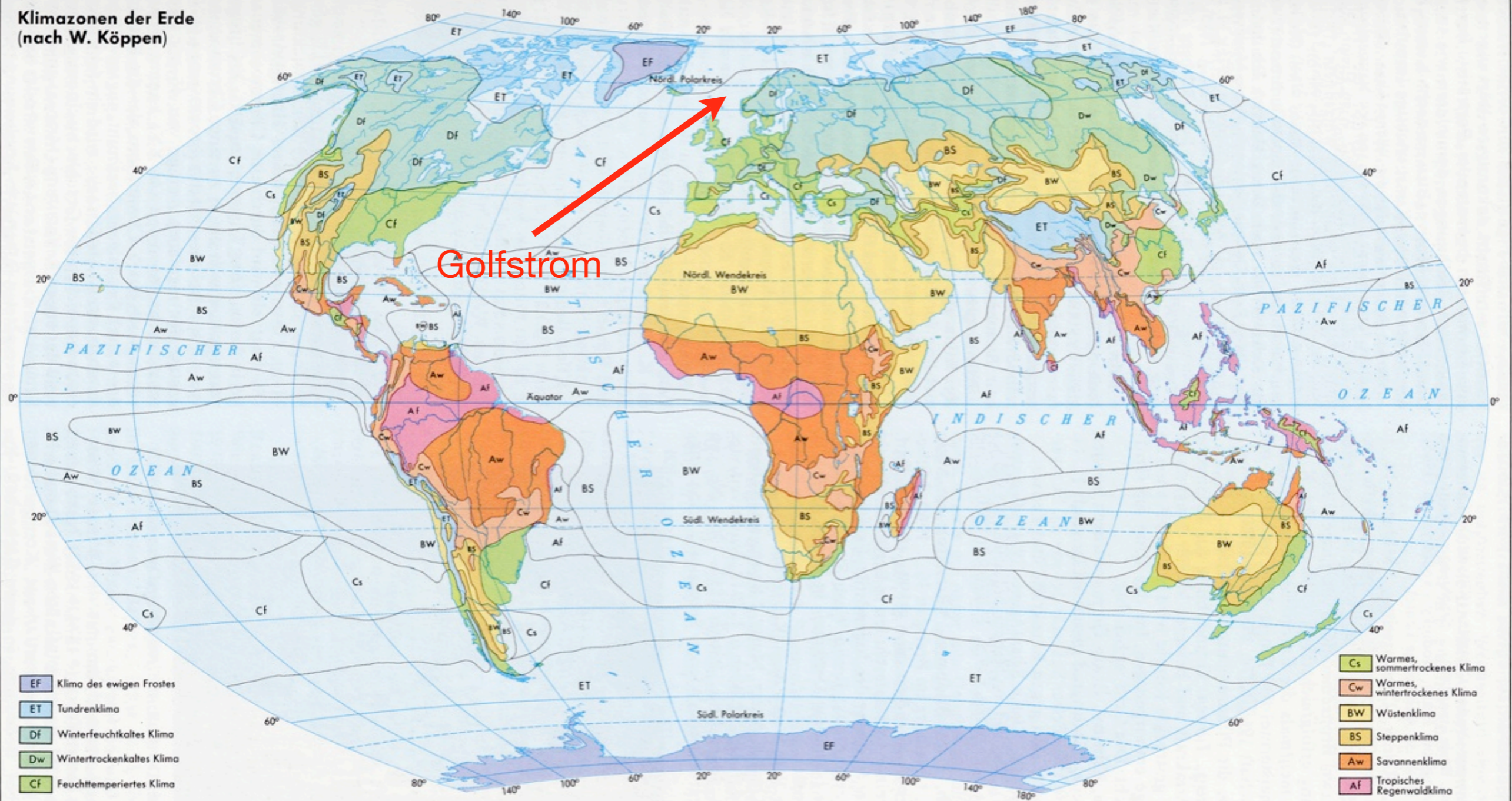
Klima (griech.) = Neigung

Sonne



(Nordwinter)

**Klimazonen der Erde
(nach W. Köppen)**



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

Die Klimazonen der Erde nach W. Köppen

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

2.1 Temperaturänderungen in den letzten 1000 und 100 Jahren

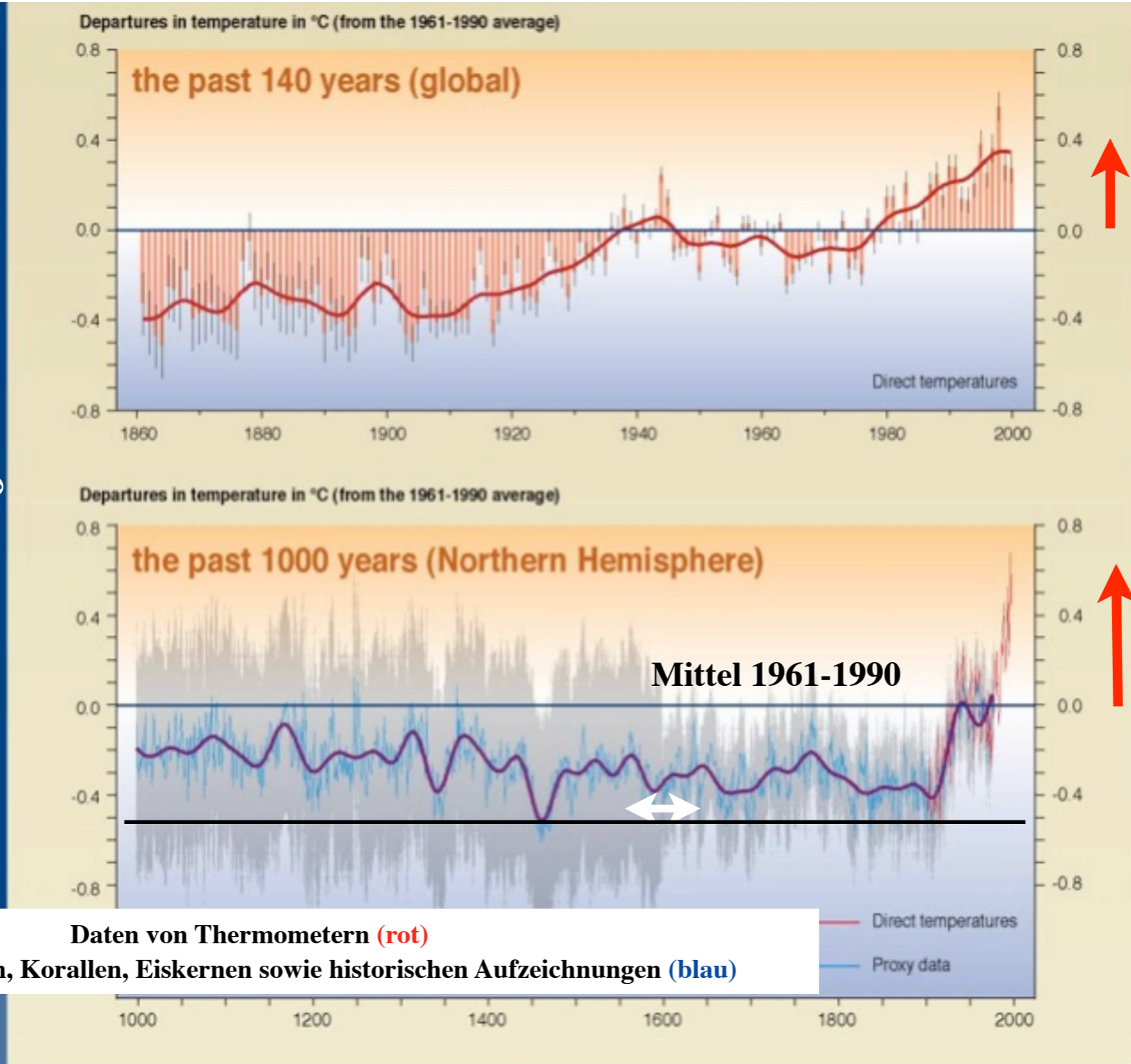
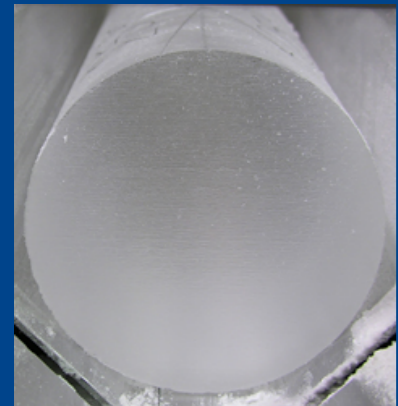
2.2 Eis als Archiv für Klimaänderungen

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

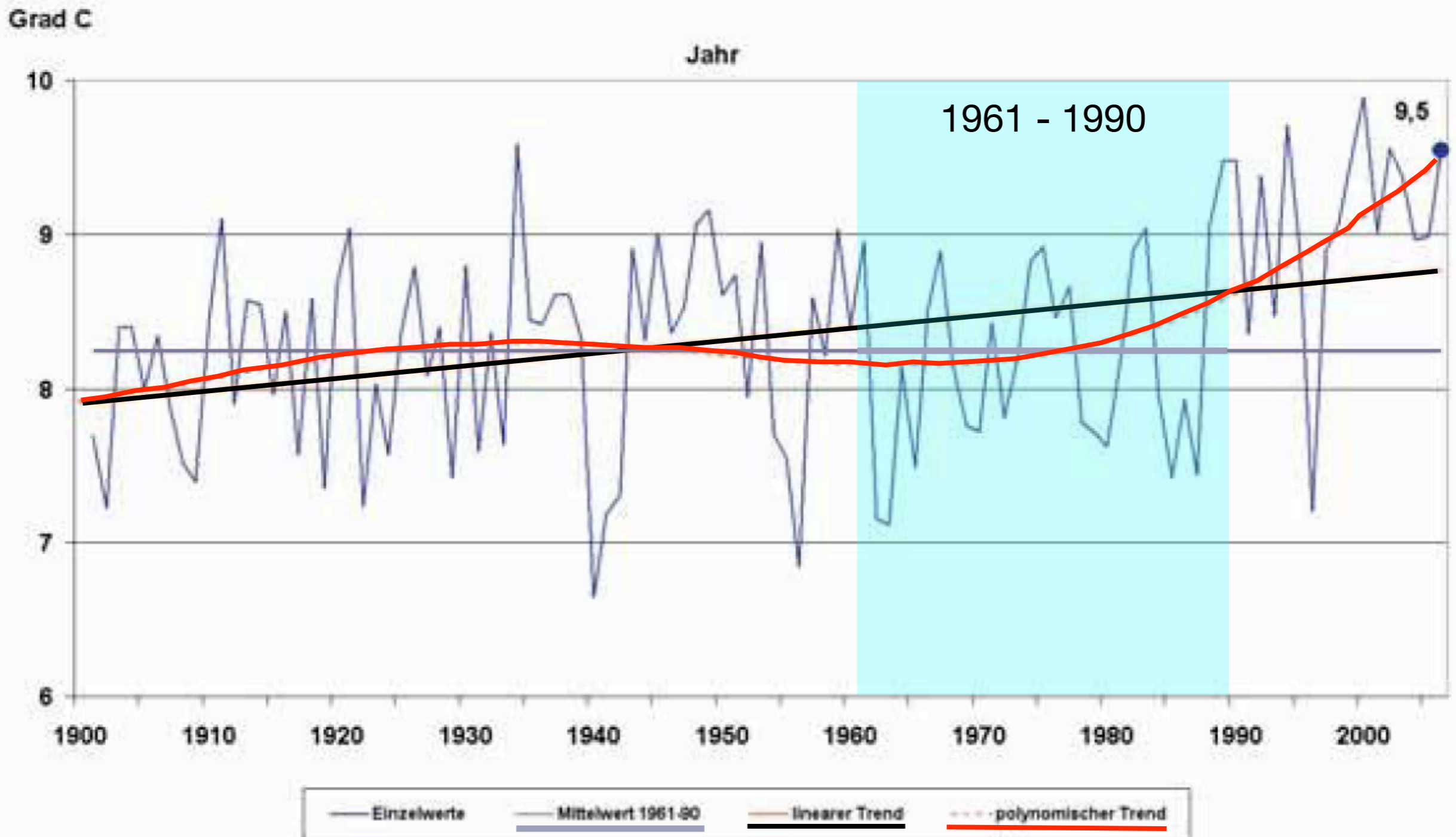
IPCC
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE





Pieter Brueghel d.J. (1564-1638): Winterlandschaft mit Vogelfalle I, 1601.

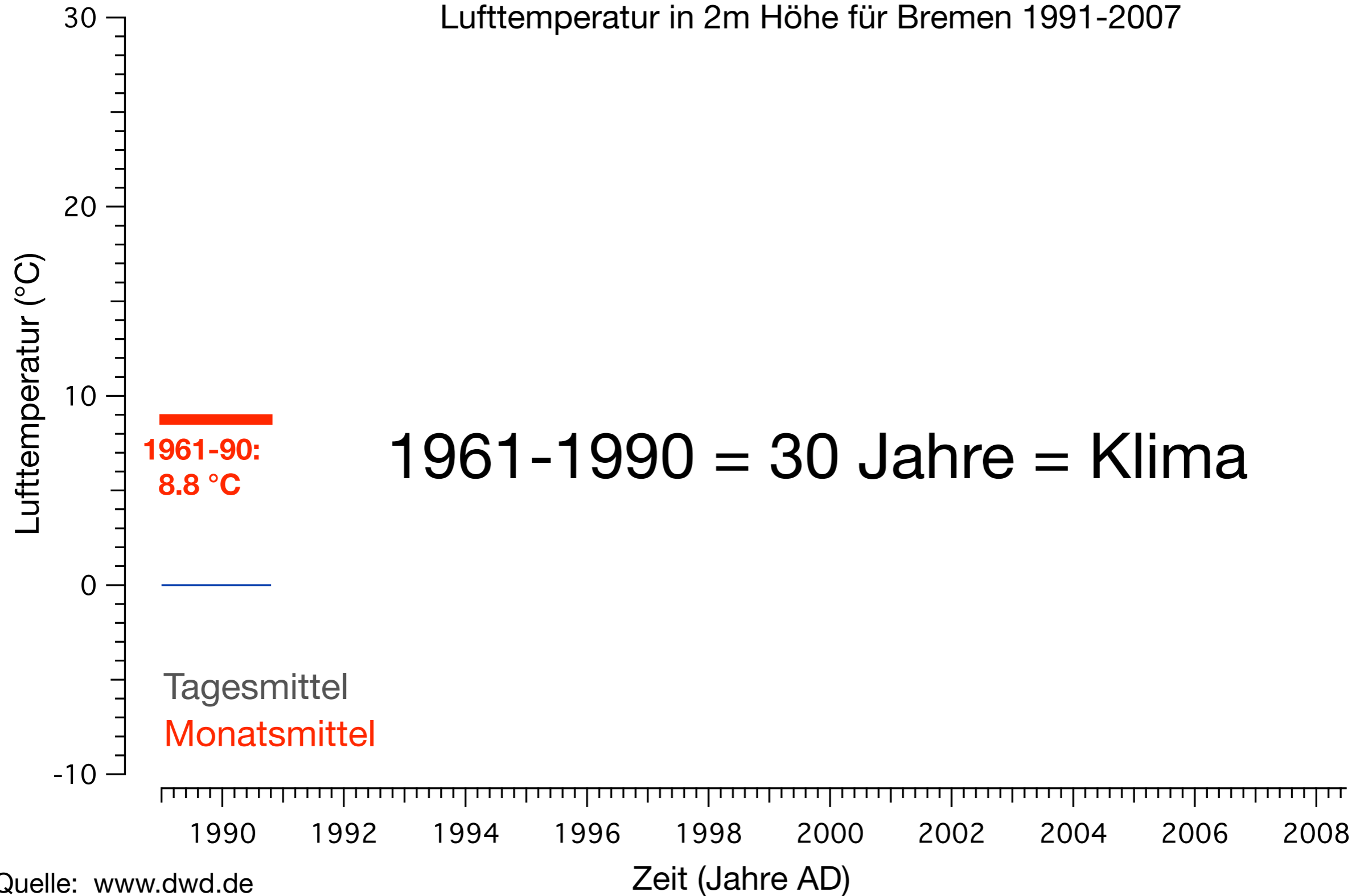
Kunsthistorisches Museum Wien



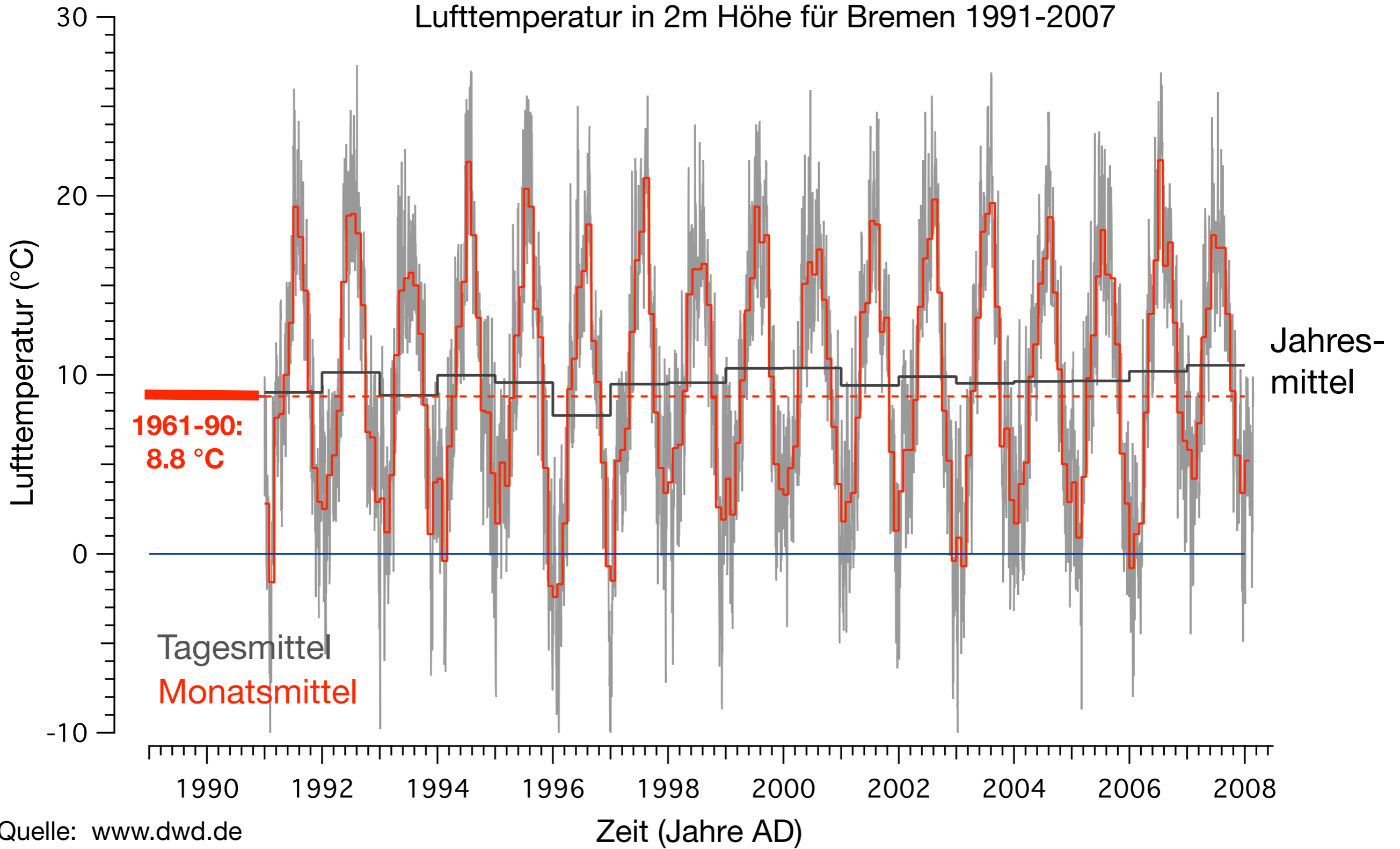
Jahresmittel der Lufttemperaturen in Deutschland von 1901 bis 2006. Der lineare Trend weist einen Anstieg (Erwärmung) um $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ aus.

Quelle: G. Müller-Westermeier, Deutscher Wetterdienst: Klimawandel in Deutschland - DWD nennt neueste Zahlen und Fakten (2007). (<http://www.dwd.de>)

Lufttemperatur in 2m Höhe für Bremen 1991-2007



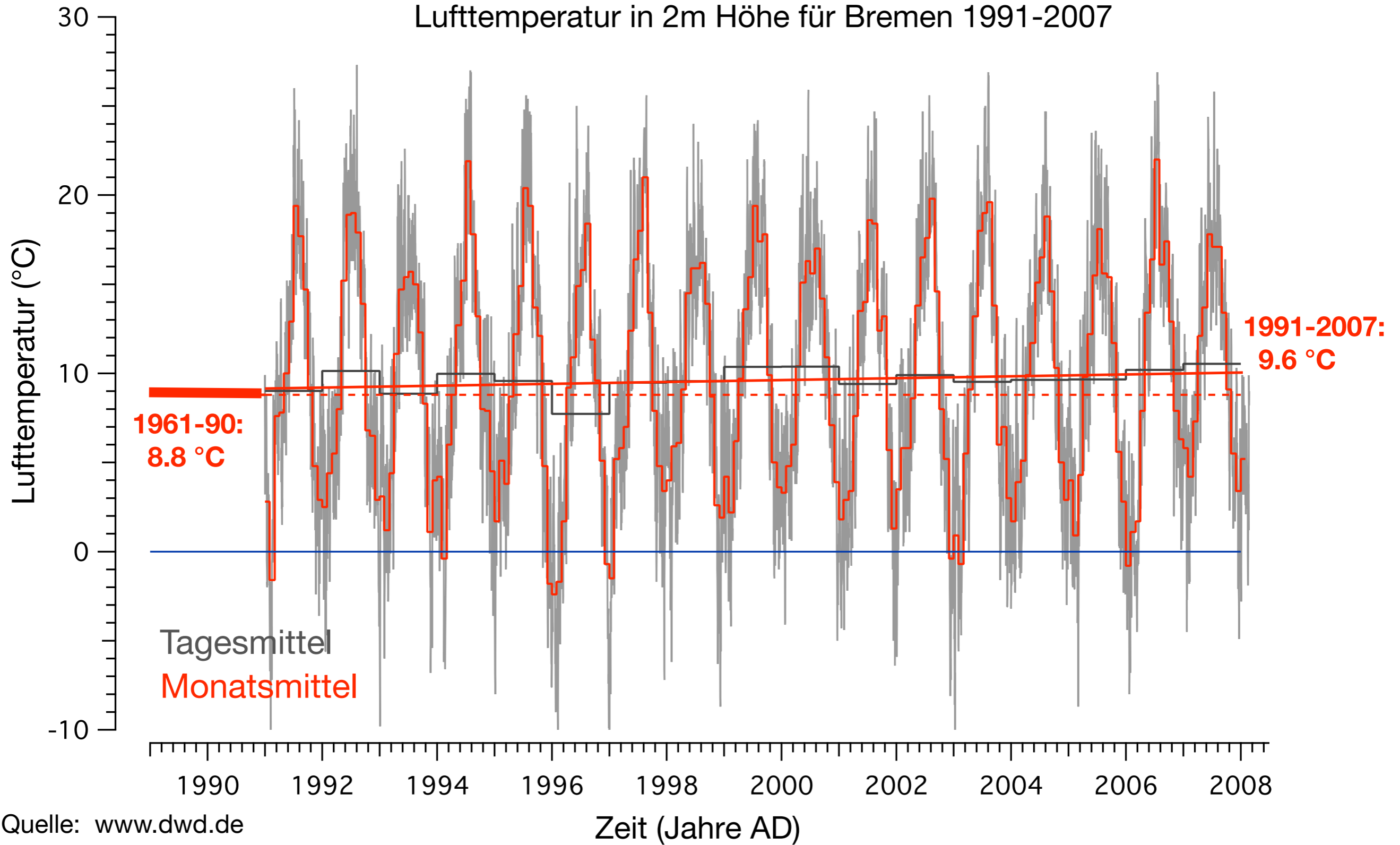
Lufttemperatur in 2m Höhe für Bremen 1991-2007



zum Klima von Bremen

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008

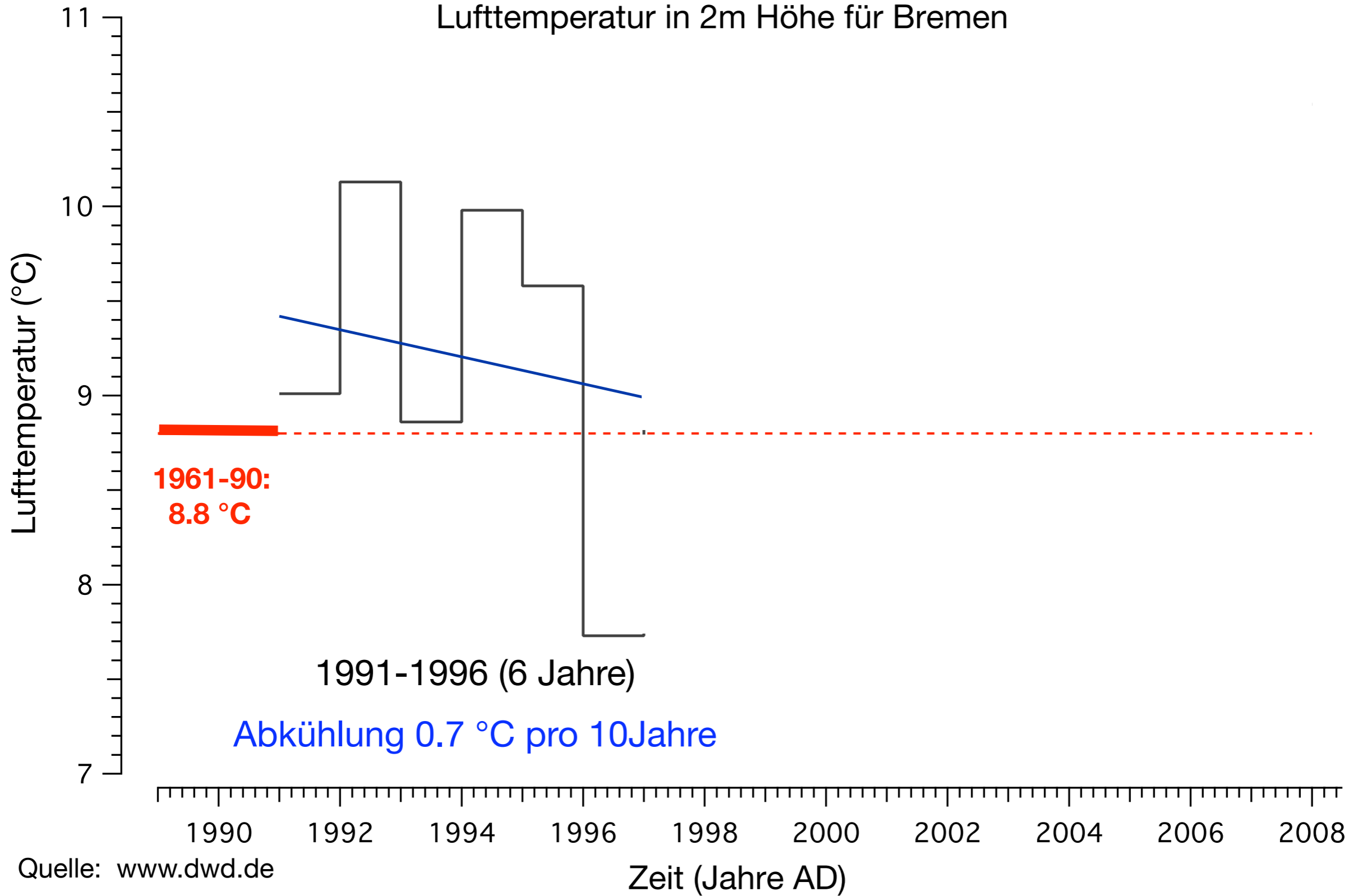
Lufttemperatur in 2m Höhe für Bremen 1991-2007



zum Klima von Bremen

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008

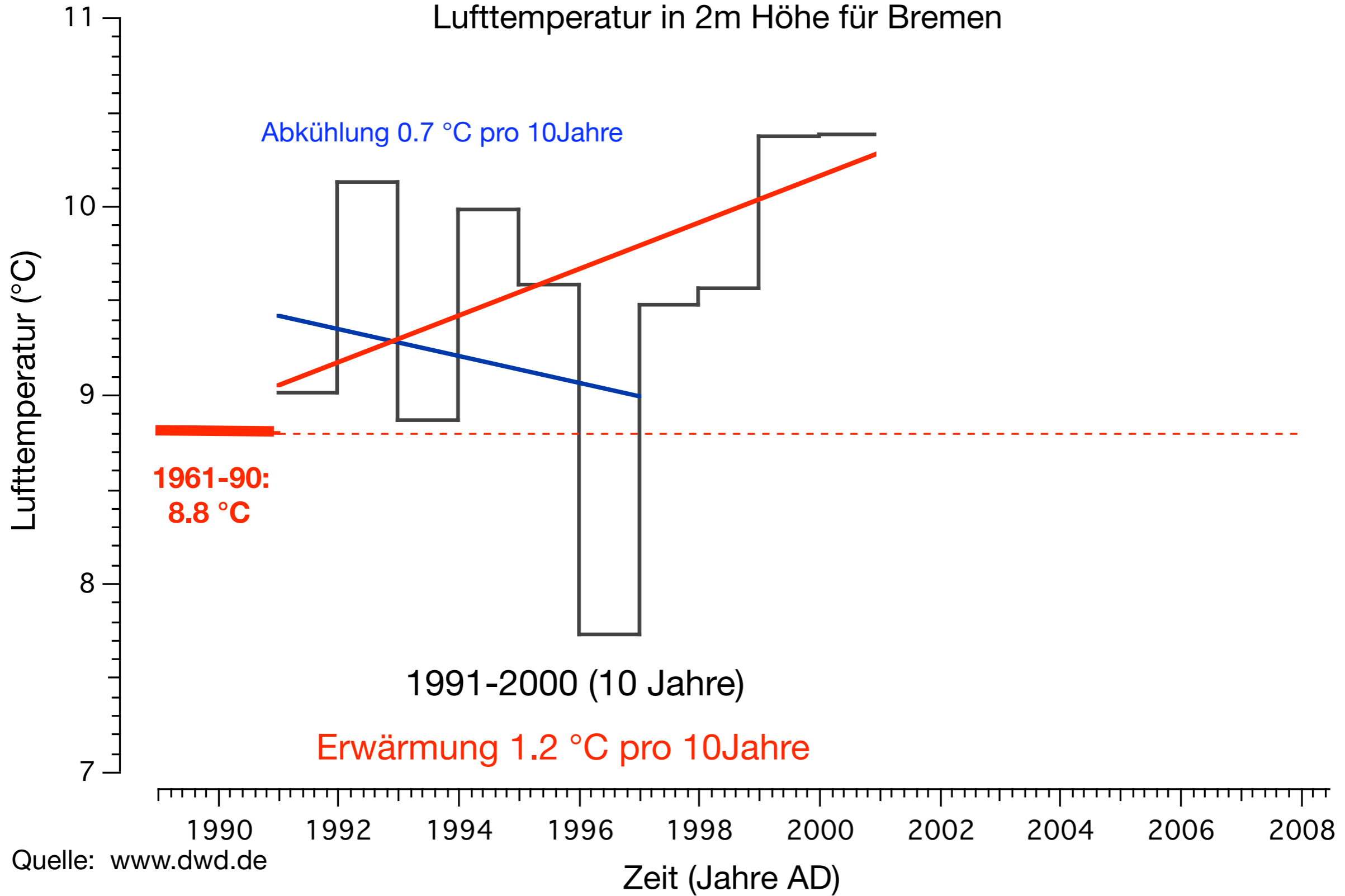
Lufttemperatur in 2m Höhe für Bremen



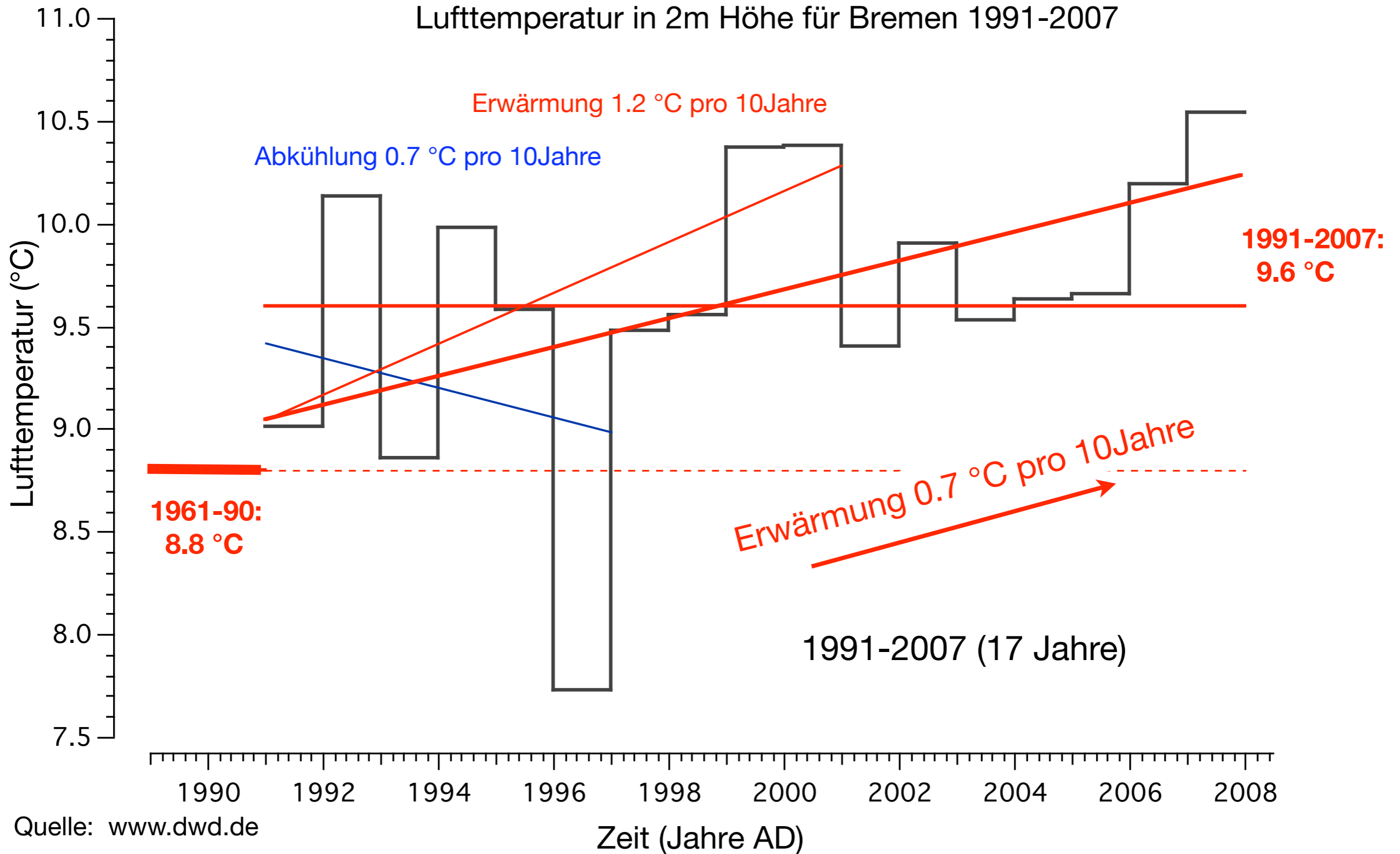
zum Klima von Bremen

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008

Lufttemperatur in 2m Höhe für Bremen



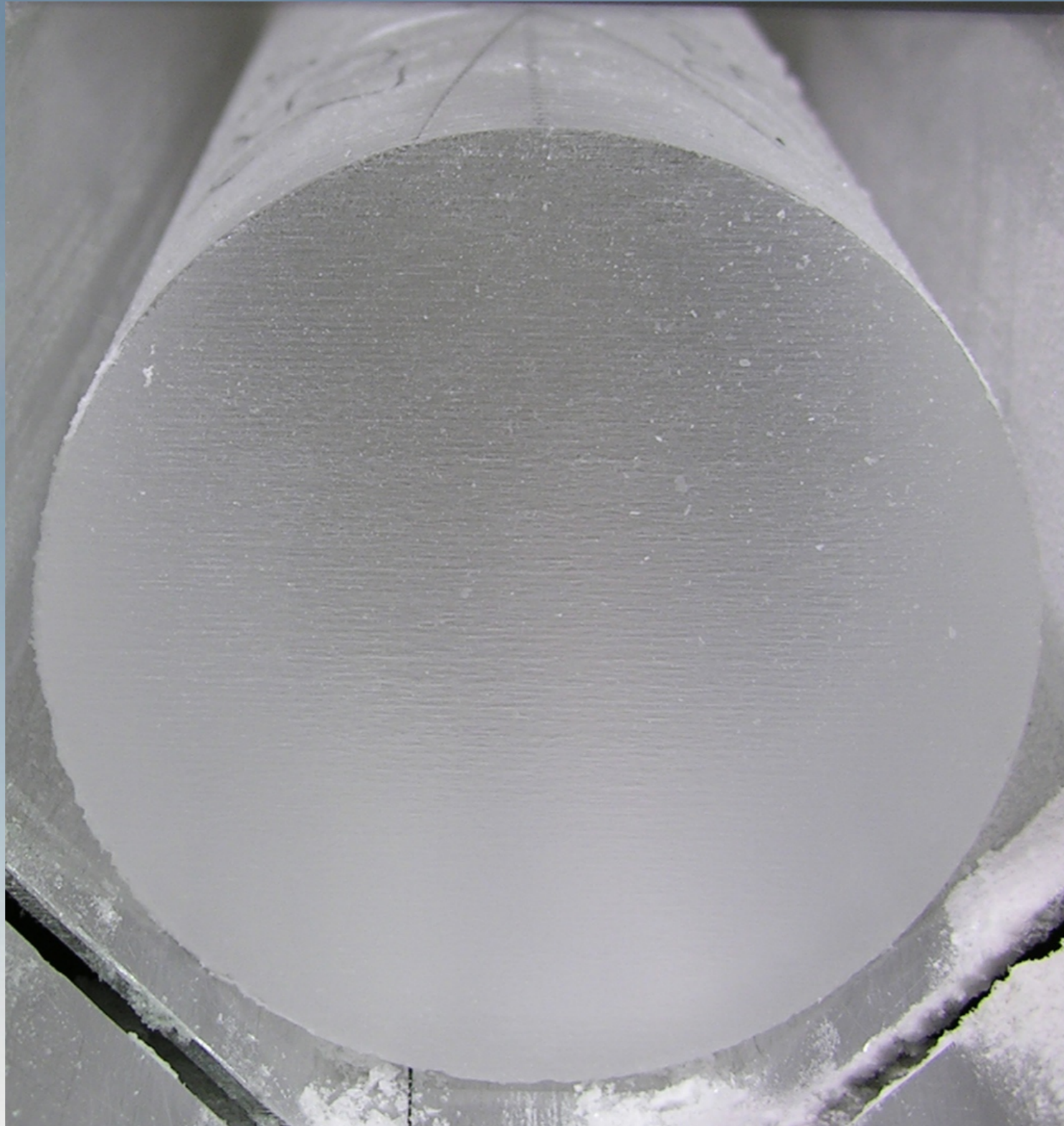
zum Klima von Bremen



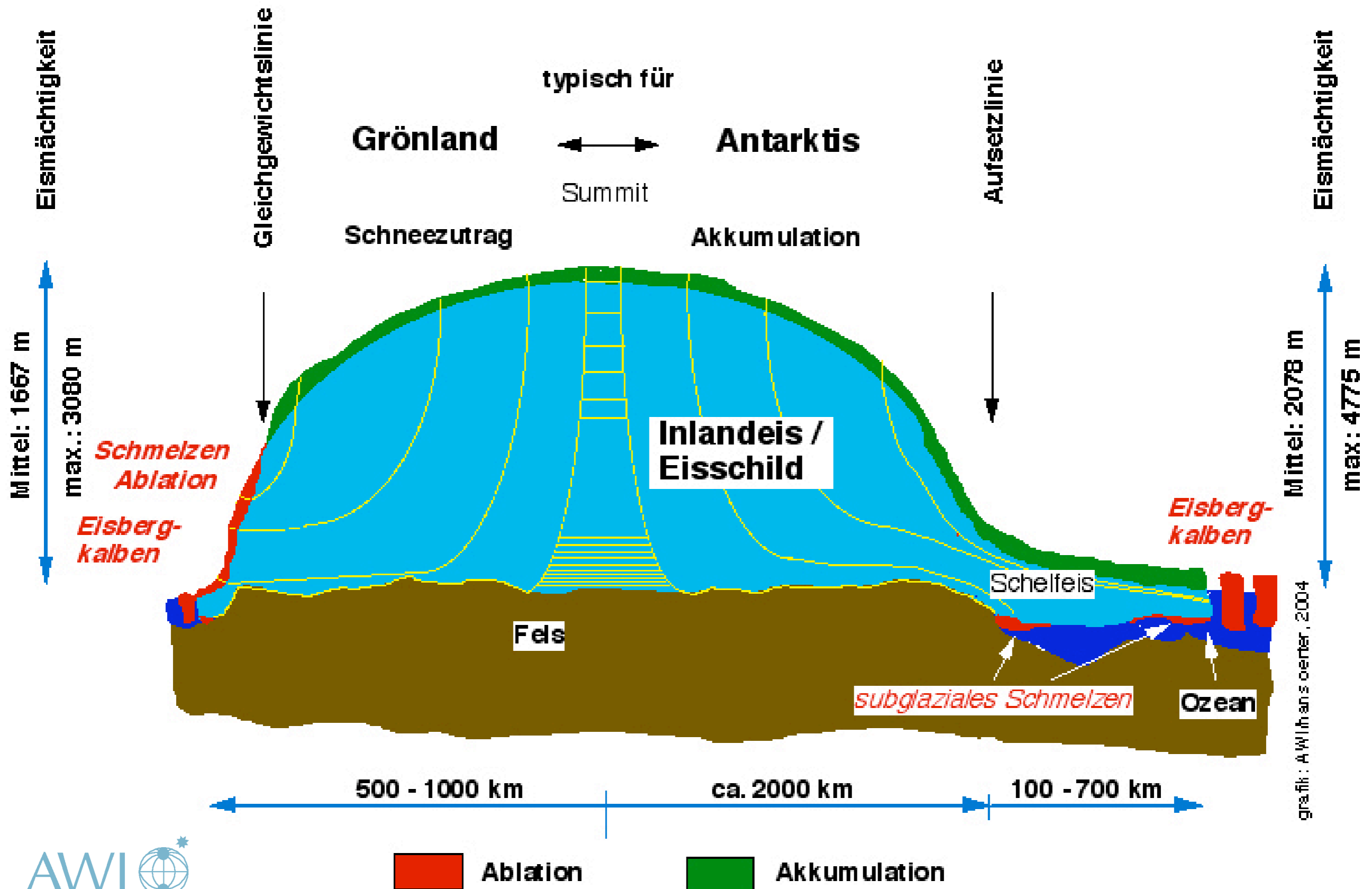
zum Klima von Bremen

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008

2.2 Eis als Archiv für Klimaänderungen

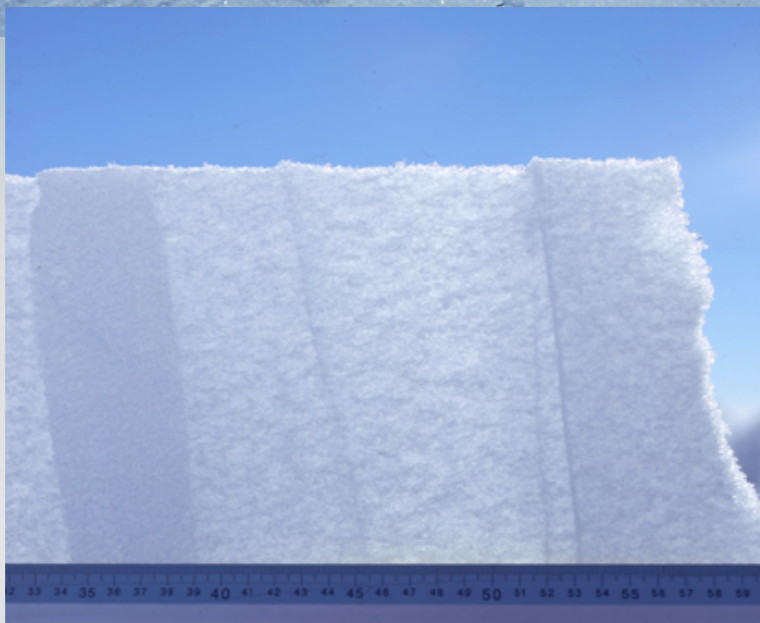
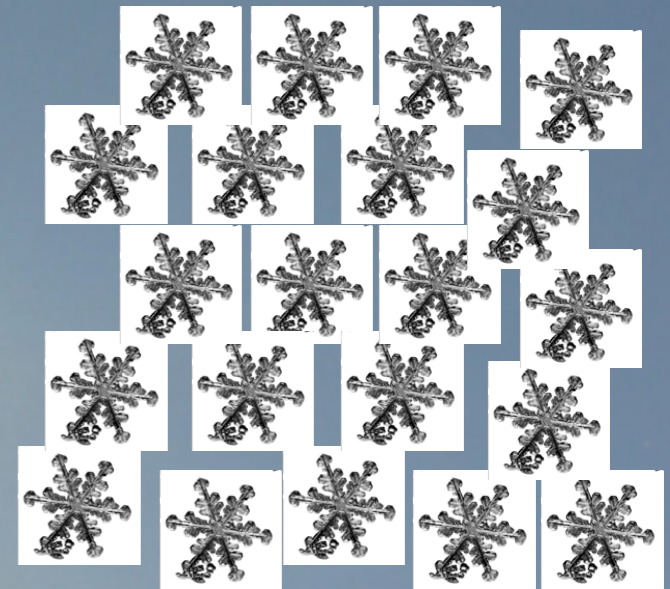
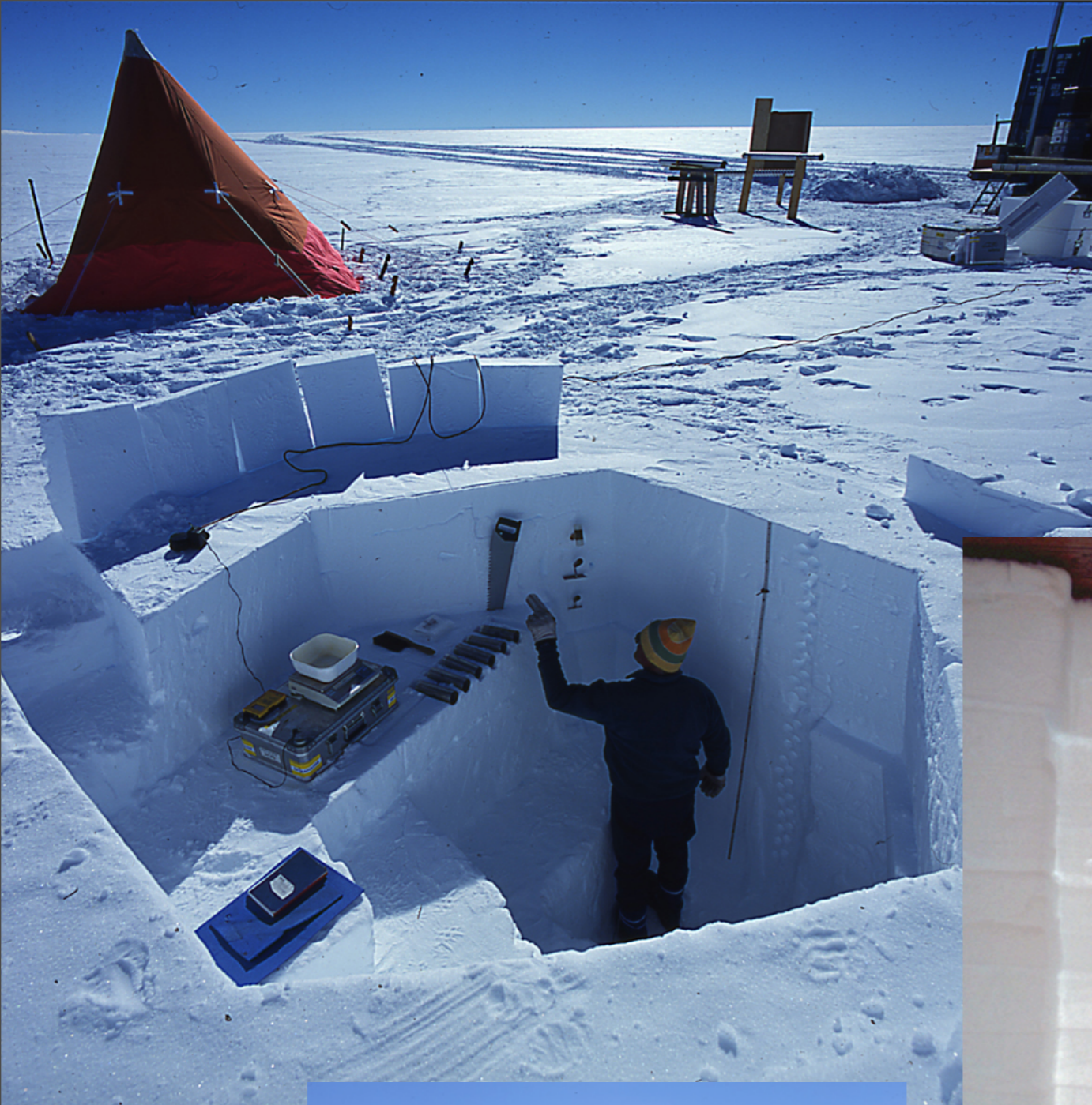


Schematischer Querschnitt durch ein Eisschild

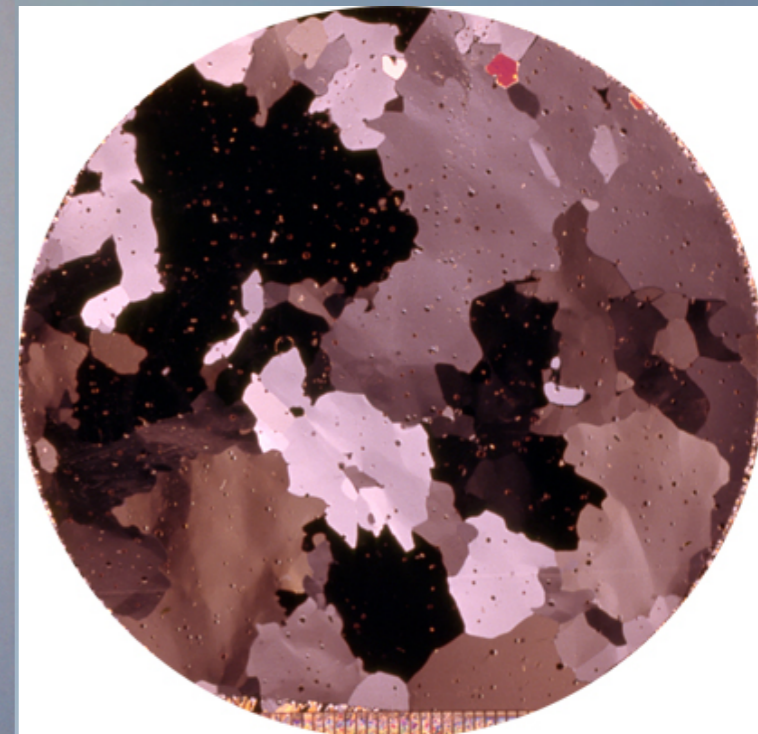


grafik: AWI/Innsbrunn, 2004

Ein Eisschild baut sich aus über einander liegenden Jahresschichten auf.

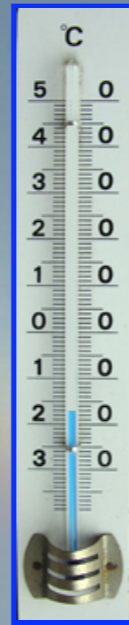


fotos: hans oerter

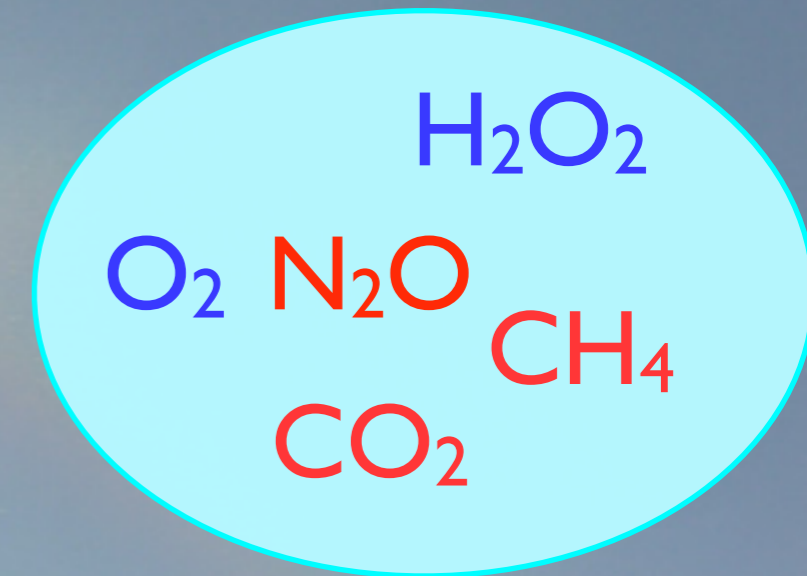


Das Klima-Archiv Eis speichert Informationen zu:

Lufttemperatur



Gasgehalt in der Atmosphäre



Aerosole



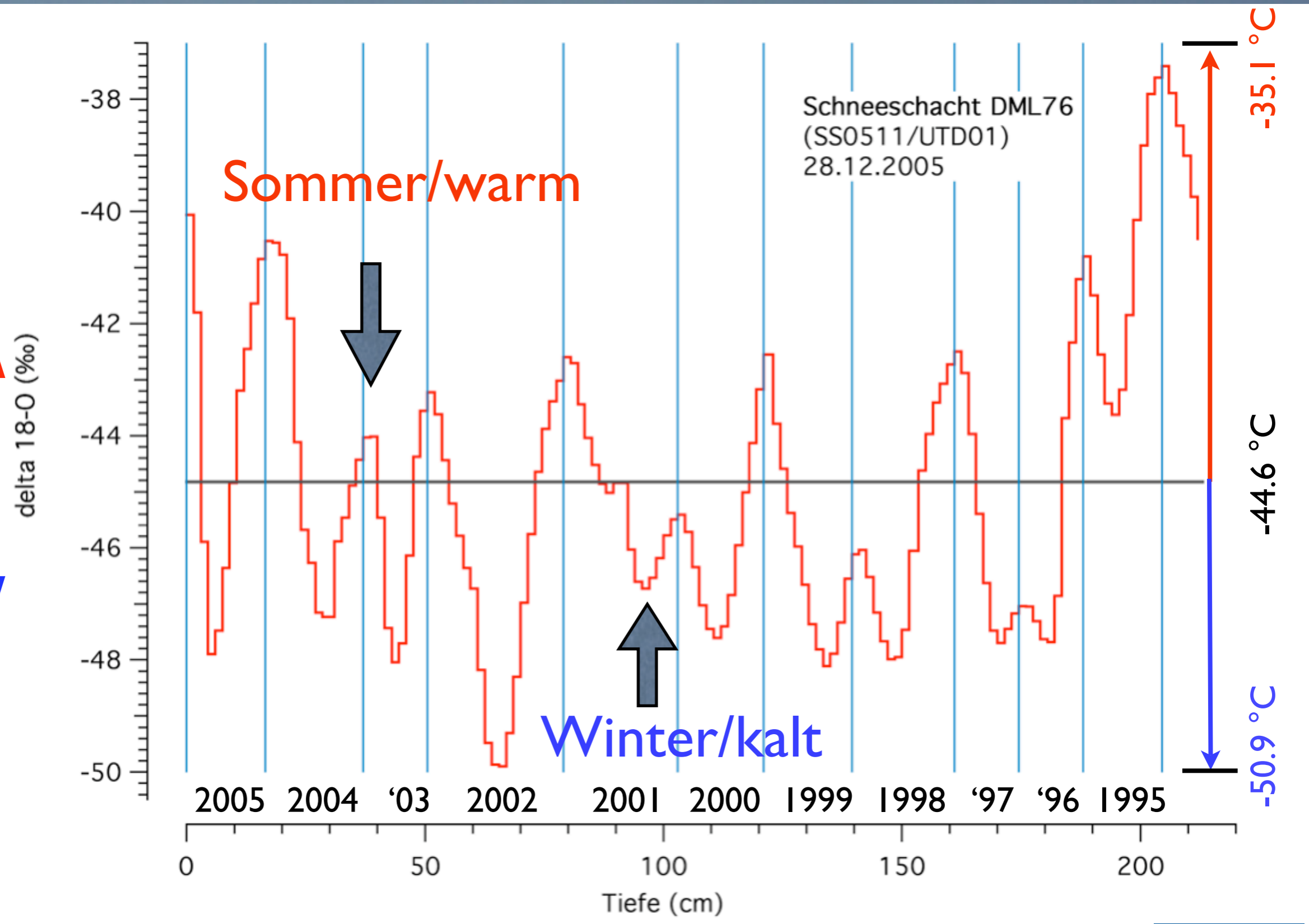
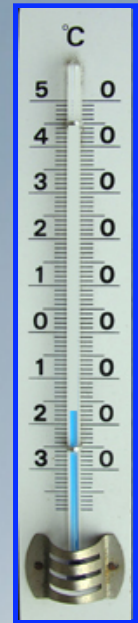
Mt. Pinatubo 1991



foto: NOAA



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




2.3 Tiefe Eiskernbohrungen in der Antarktis (und in Grönland)



Antarktische Halbinsel

Weddellmeer

EPICA-DML,
2774m, >250 ka

Kohnen

JARE

3029m, >700 ka

Dome F

Dyer Pl.

BIS Berkner Is.

China, geplant

Südpol

Dome A


Siple St.

Russl., F, US

3600m, 420 ka

Vostok

Byrd

 EPICA-DC,
3270m, 890 ka

Siple D.

Dome C

Law Dome

Taylor D.

Rossmeer

I, F, D, UK

Talos D.

Eiskerntiefbohrungen in der Antarktis

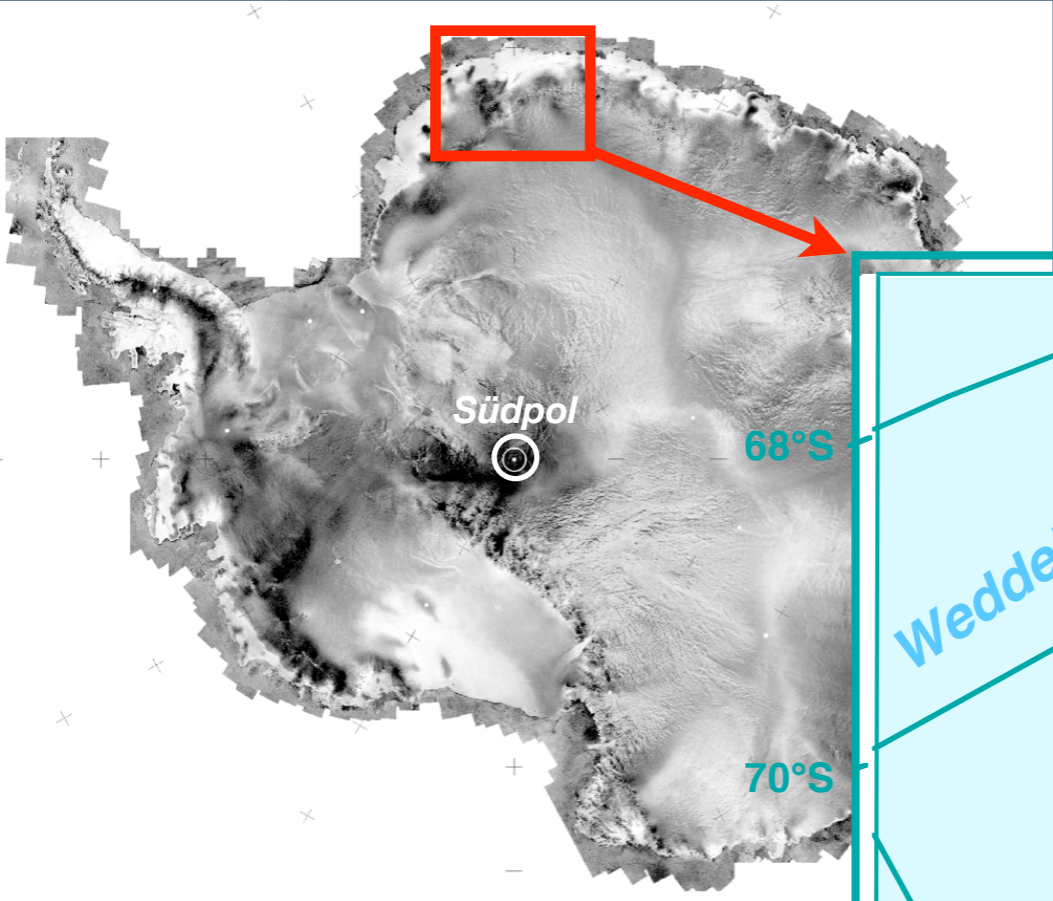
layout: w. rack, h. oerter, AWI

Wie bohrt man einen tiefen Eiskern?

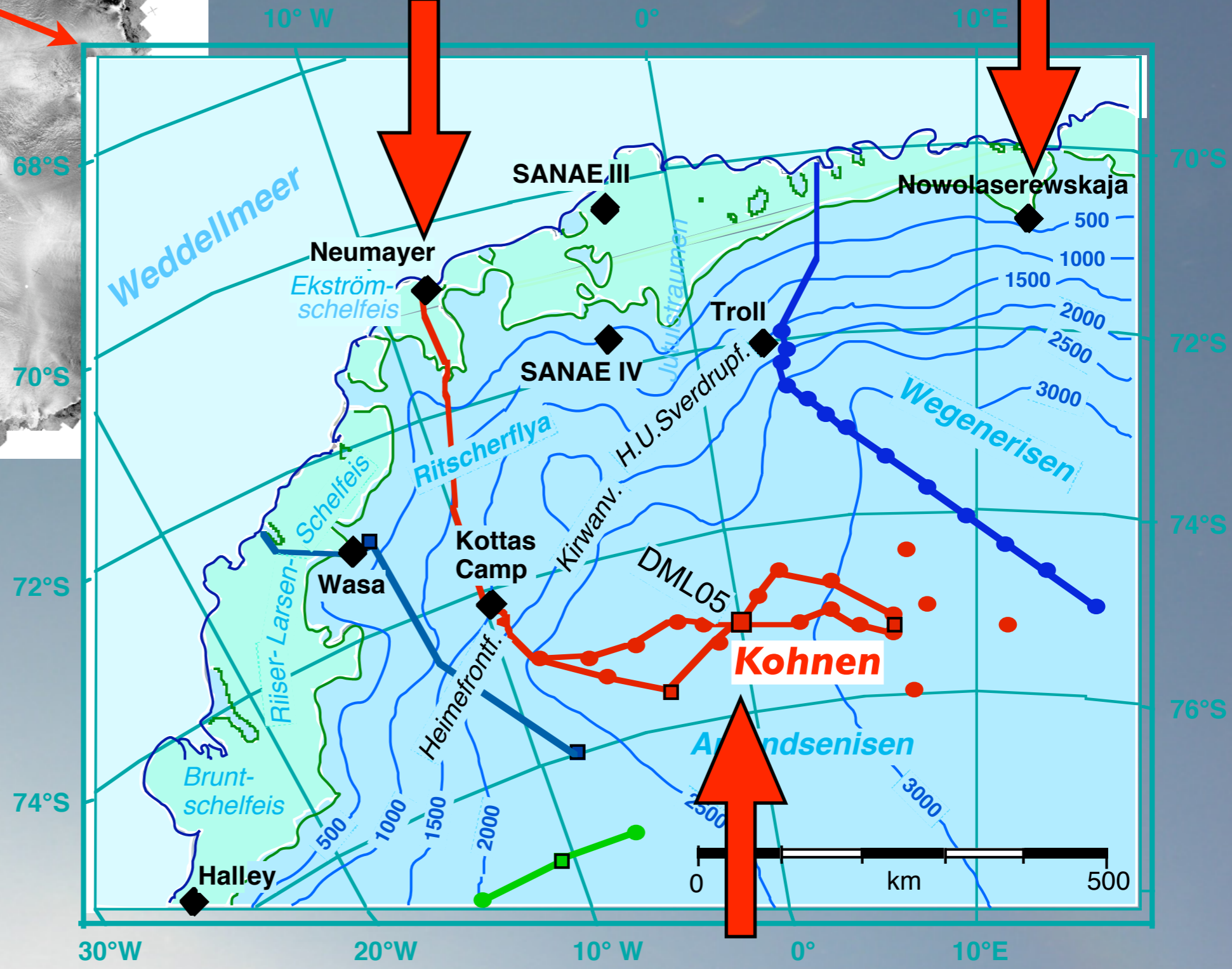
Logistik und Bohrtechnik



foto: hans oerter,



Dronning-Maud-Land



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



Traversenrouten: — Großbritannien — Sch



foto: hans oerter, 2005

Novolazerewskaja Airfield, Antarktis

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008



Basler BT67 (DC-3)

foto: hans oerter, 2008

Ankunft bei Kohlen (9.Jan.08)

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008

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

foto: hans oerter, 2006



2 Schlafräume
à 4 Pers.
Schneesmelzer
Generator



Kohnen-Station

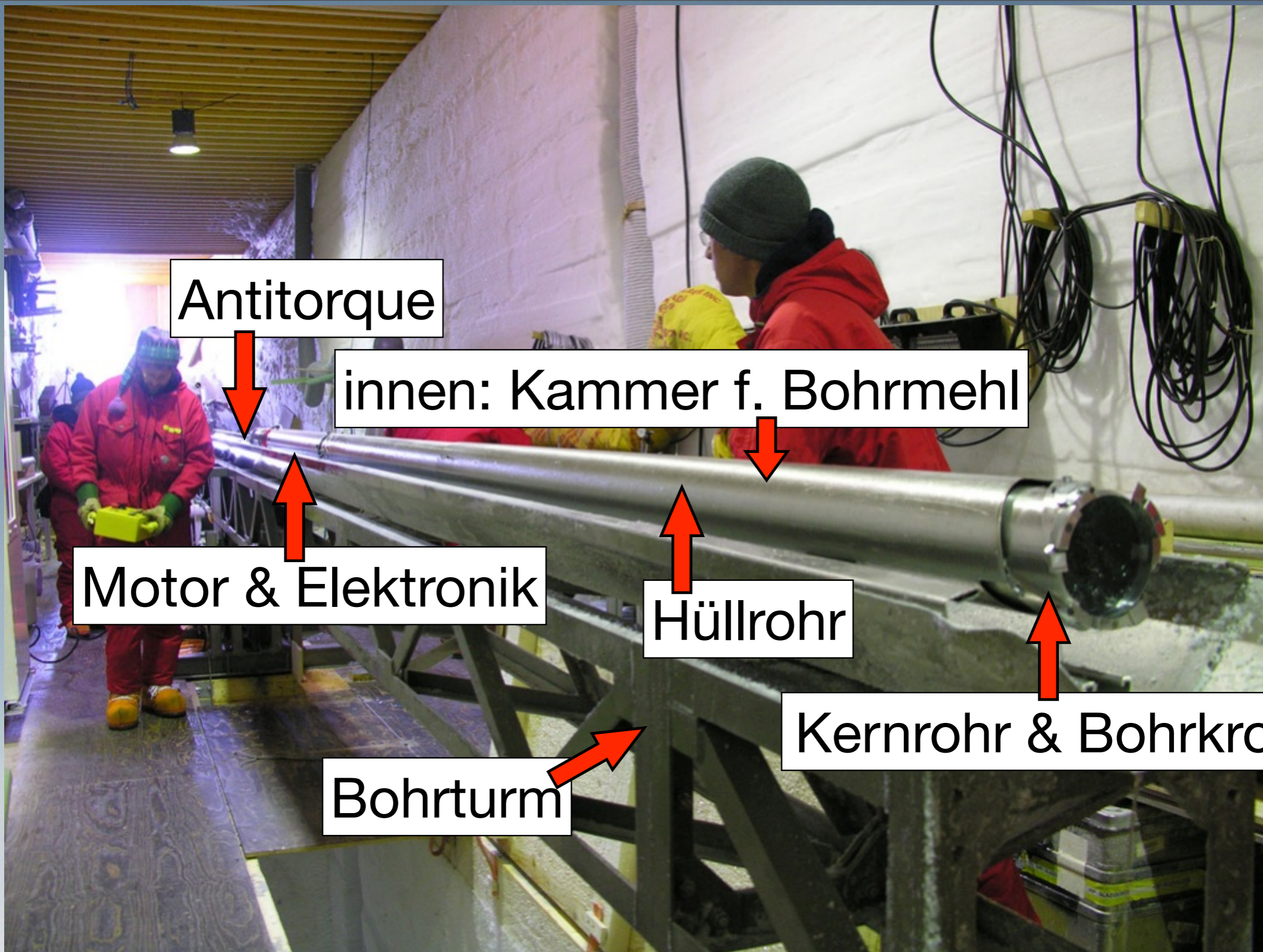
Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008



foto: hans oerter, 2006

Im Drill Trench: der Bohrturm

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008



Antitorque

innen: Kammer f. Bohrmehl

Motor & Elektronik

Hüllrohr

Kernrohr & Bohrkrone

Bohrturm

foto: hans oerter, 2005

Der Bohrer



foto: hans oerter, 2006

Erste Inspektion des frischen Kerns



foto: hans oerter, 2006

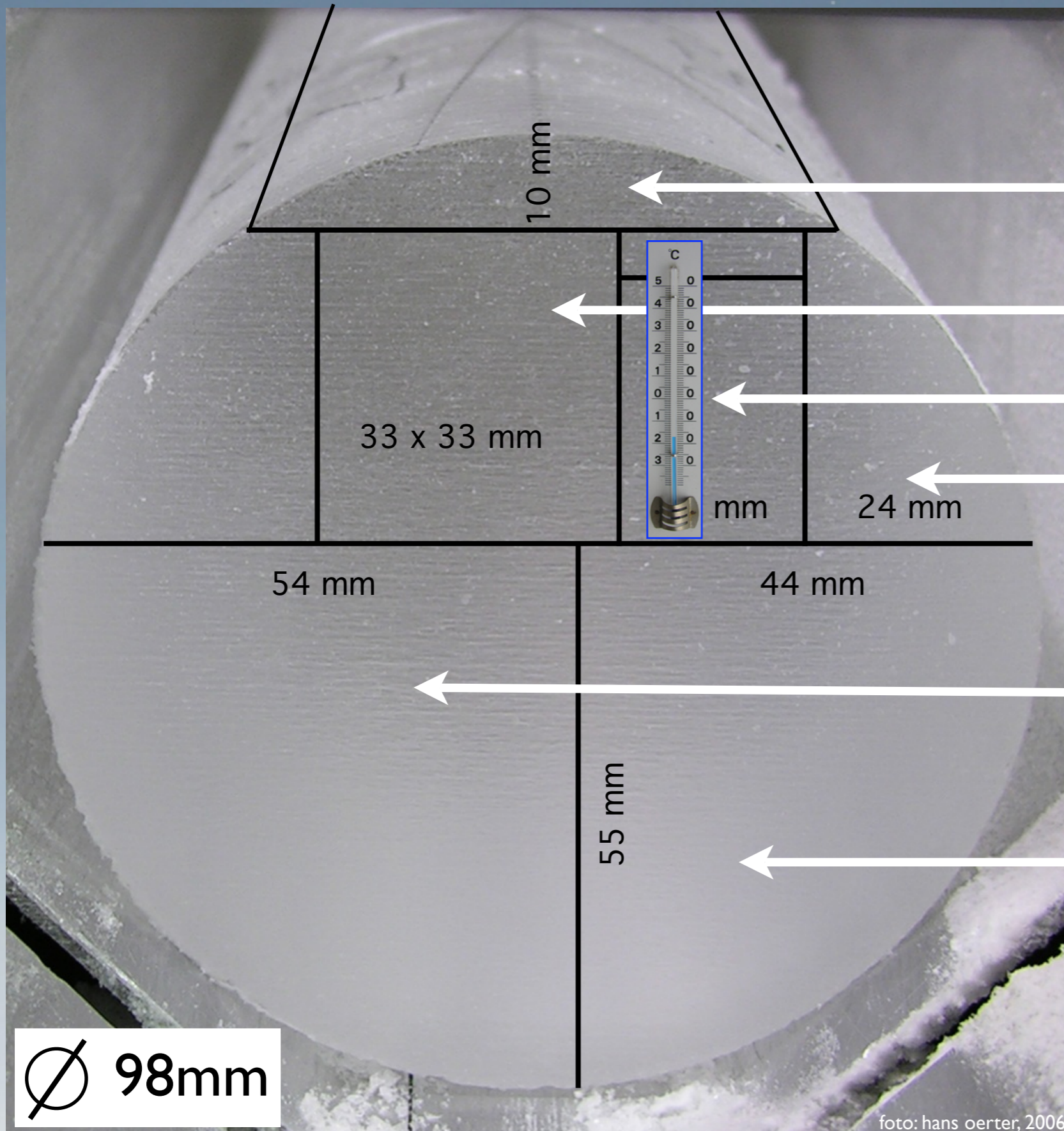
Sägen auf 1-Meter-Stücke

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 4. April 2008



foto: hans oerter, 2006

Twin-Otter von British Antarctic Survey (BAS)



Dünnschnitte

CFA

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

^{10}Be

Archiv

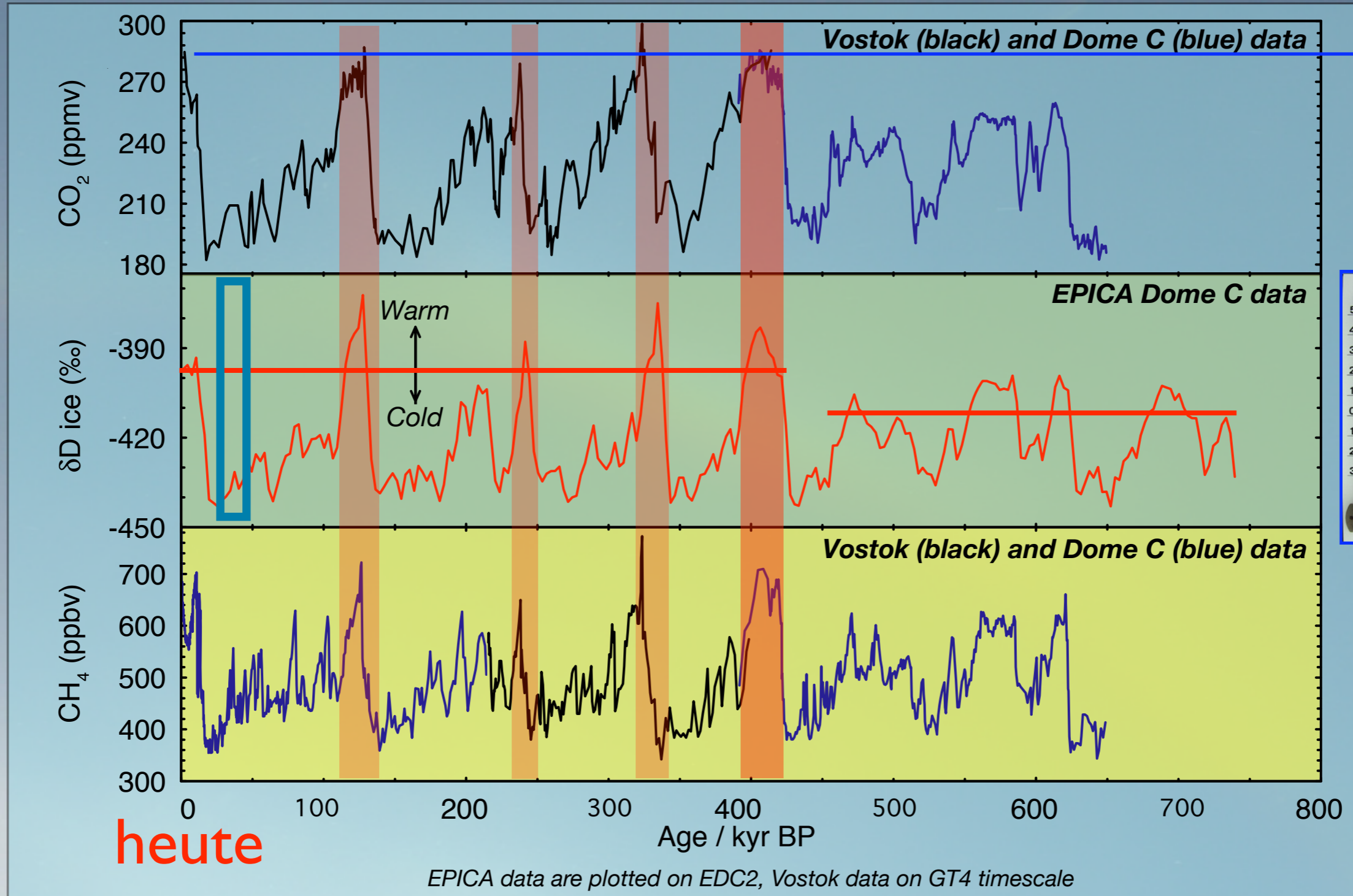
**Gase,
Staub**

Probenzuteilung aus dem Eiskern

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

heute 375

vor 1850 AD



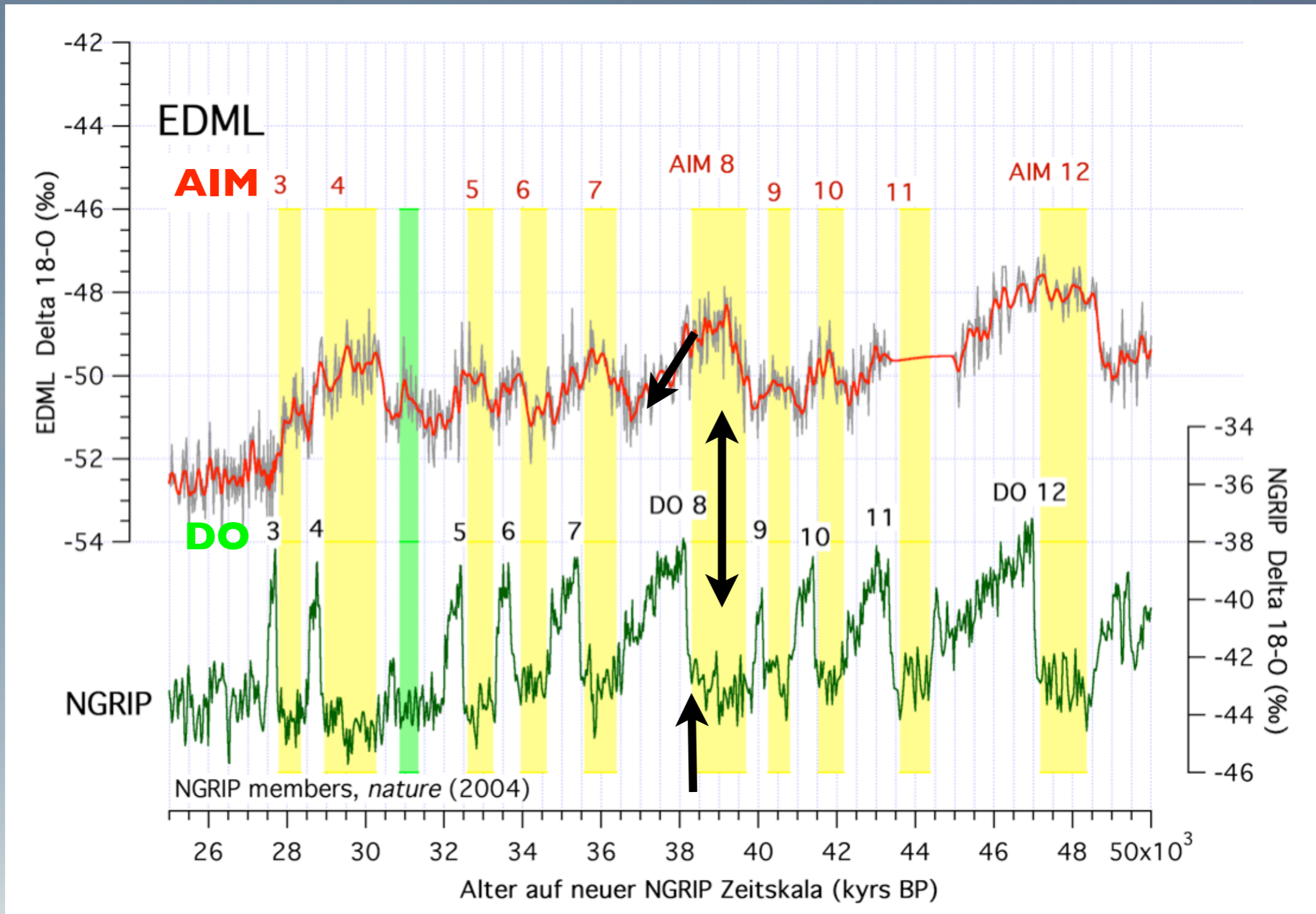
GLOBAL
I G B P
CHANGE

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

PAAGES
PAST GLOBAL CHANGES

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)

Vergleich Antarktis (EDML) - Grönland (NGRIP)

3) Was sind die Ursachen für Klimaänderungen ?

3.1 “Orbital forcing”

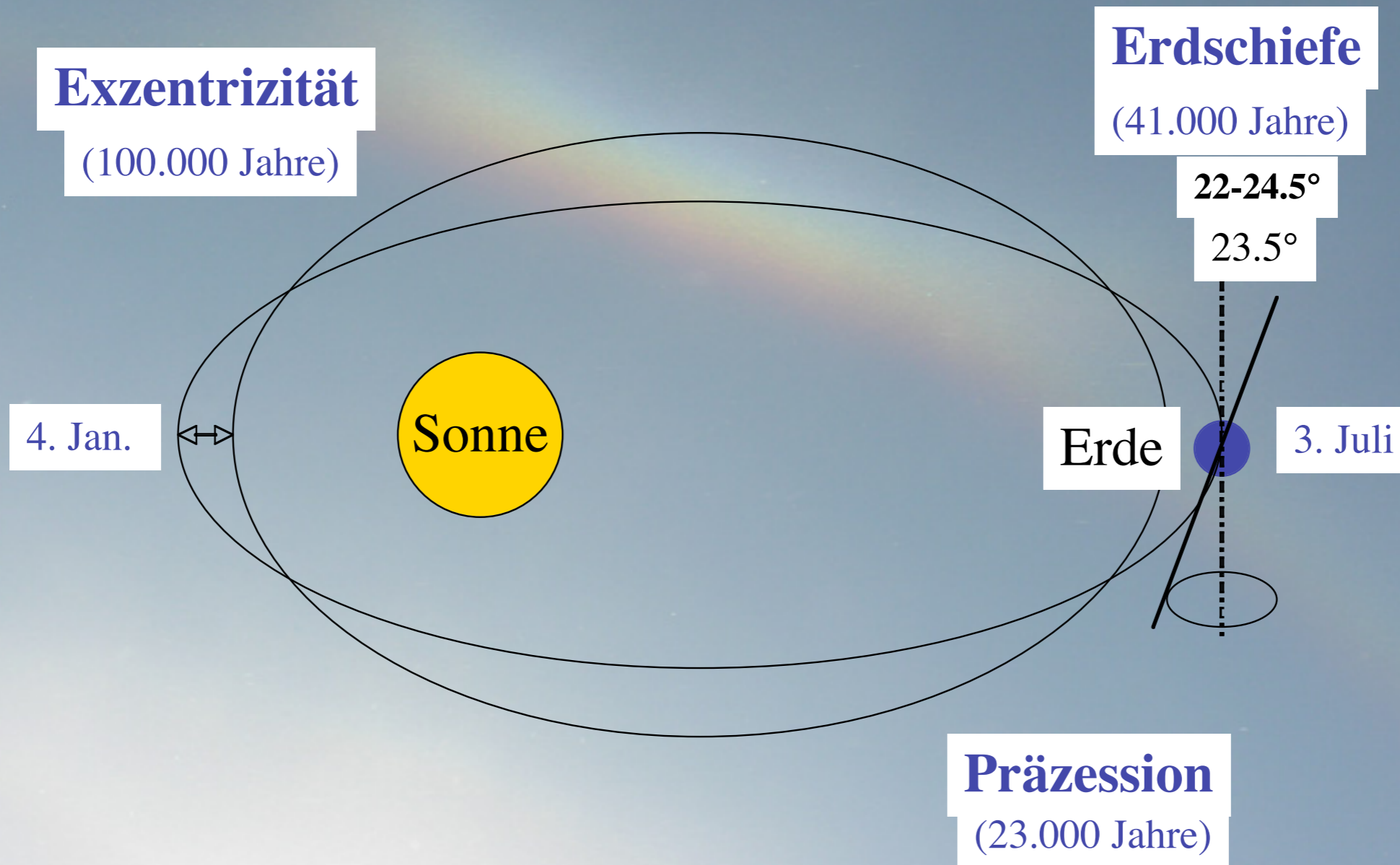
3.2 Albedo der Erdoberfläche

3.3 Treibhausgase

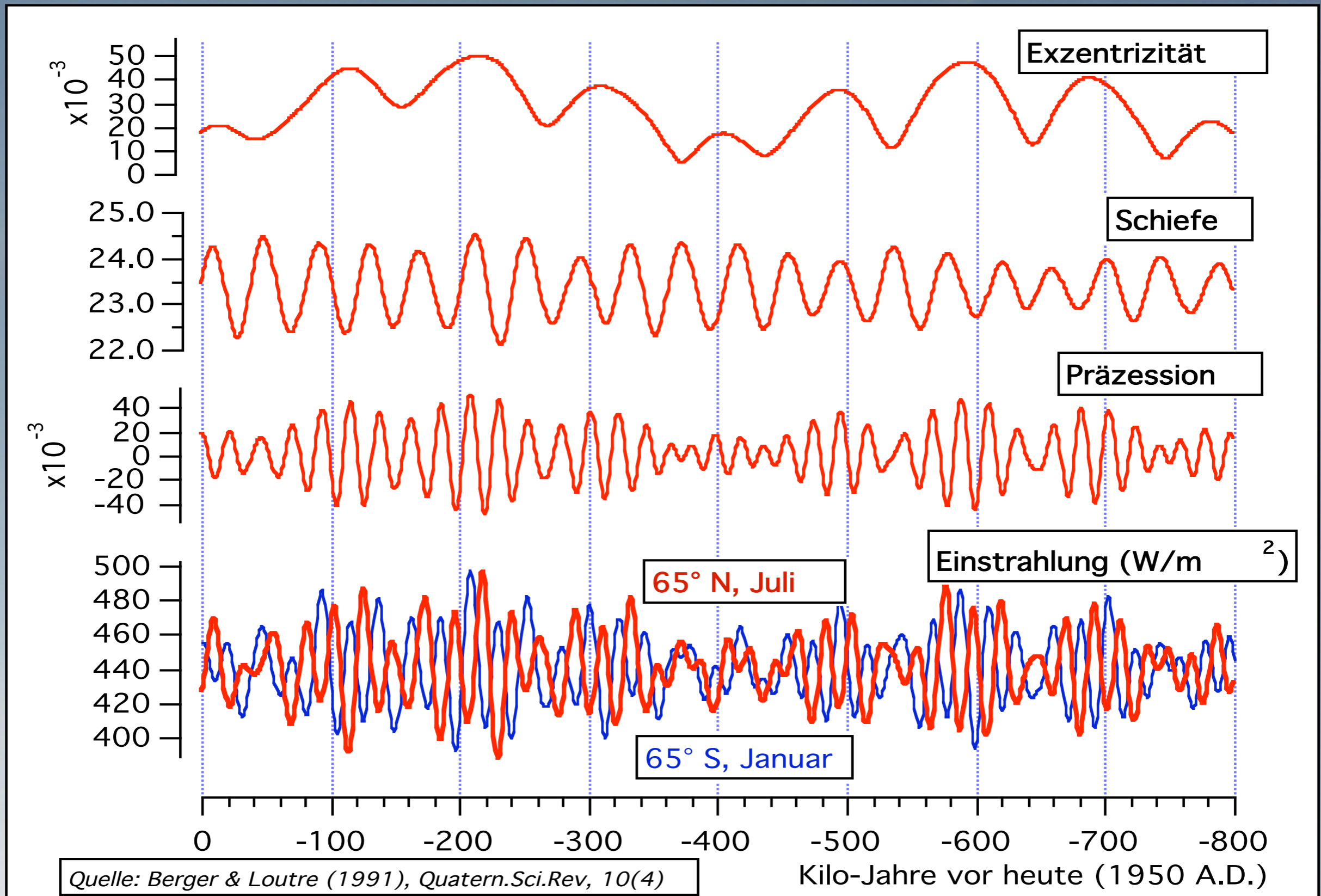
3.4 Bevölkerungswachstum

3.1 "Orbital forcing"

Erdumlaufbahn



Die Sonneneinstrahlung ändert sich mit der Zeit



3.2 Albedo der Erdoberfläche

(Rückstrahlungsvermögen einer Oberfläche)



foto: h. oerter, 1994



foto: h. oerter, 2007



foto: h. oerter, 1996



foto: h. oerter, 1996

Wald ~20%

Wasser ~5 %

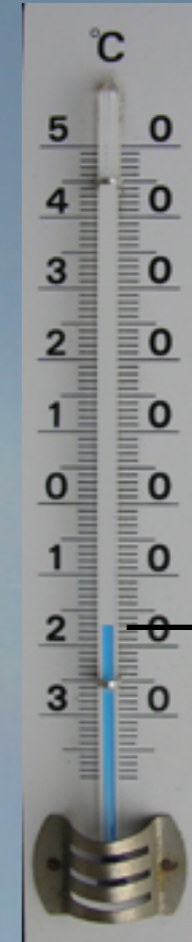
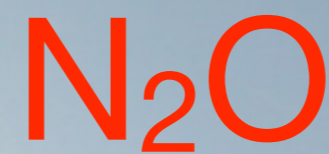
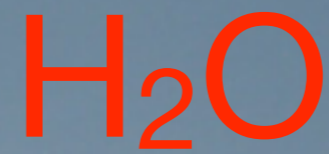
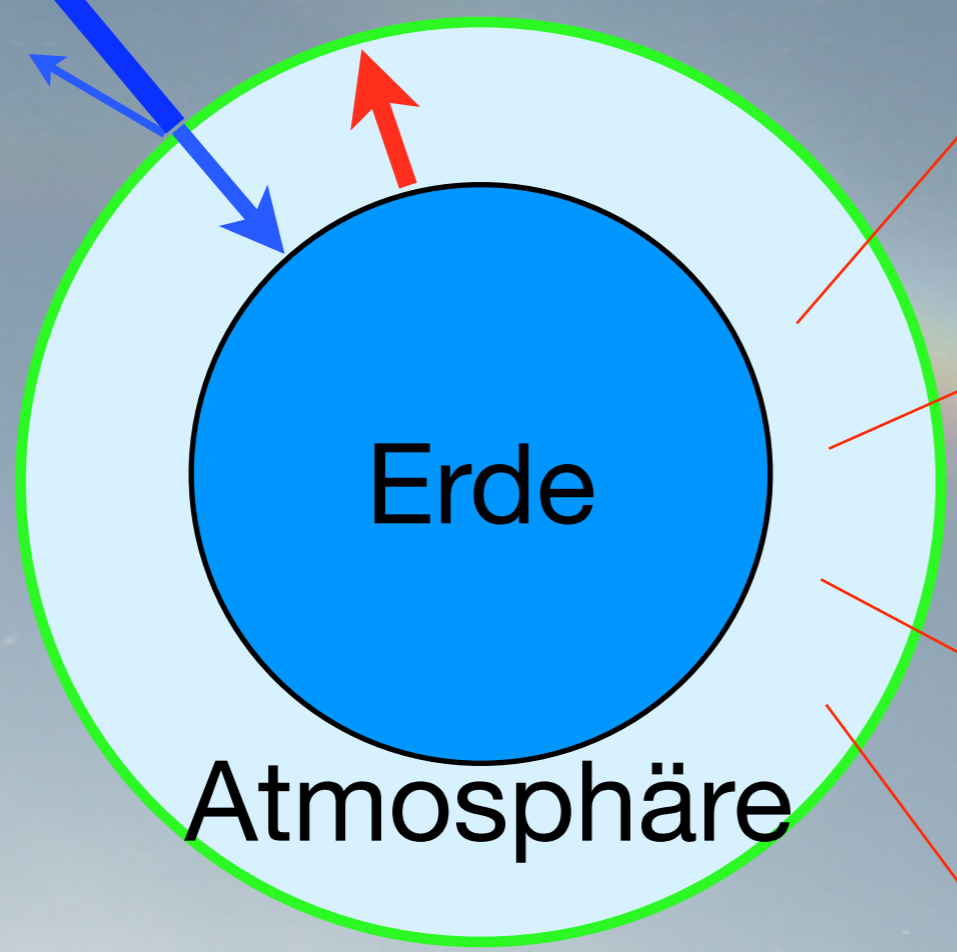
Schnee ~80 %

Albedo der Erdoberfläche

3.3 Treibhausgase

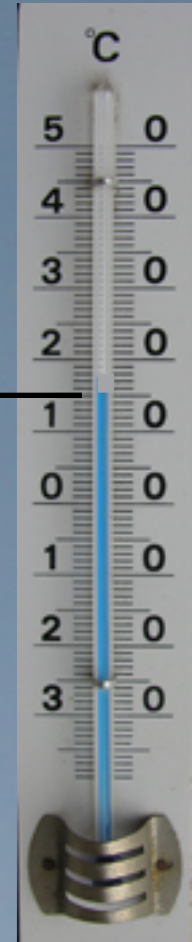
Sonne

kurzwellig
langwellig



+15°C

-18°C



ohne
mit
Treibhausgase

Schichtdicke Atmosphäre nicht maßstäblich!

Treibhauseffekt

Sonne

H₂O

CO₂

CH₄

N₂O

kurzwellig

langwellig

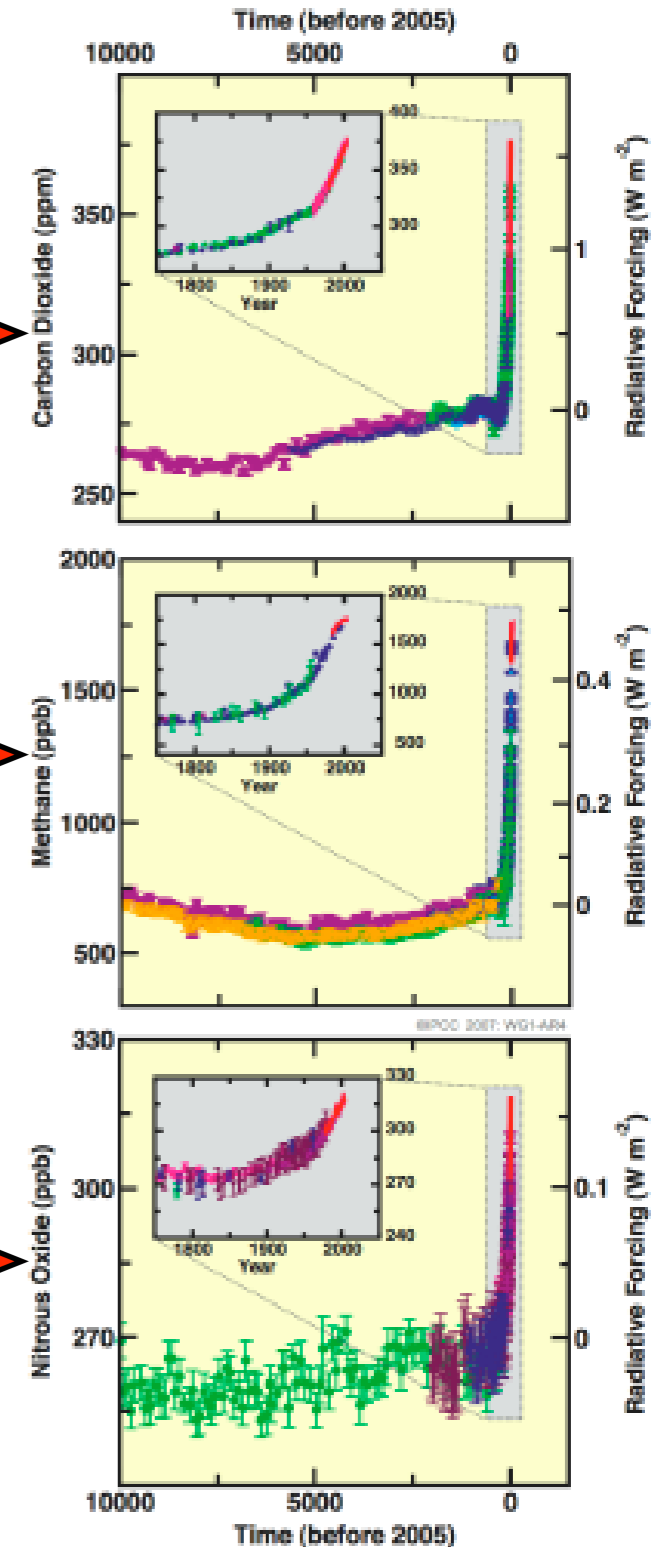
Erde

Atmosphäre

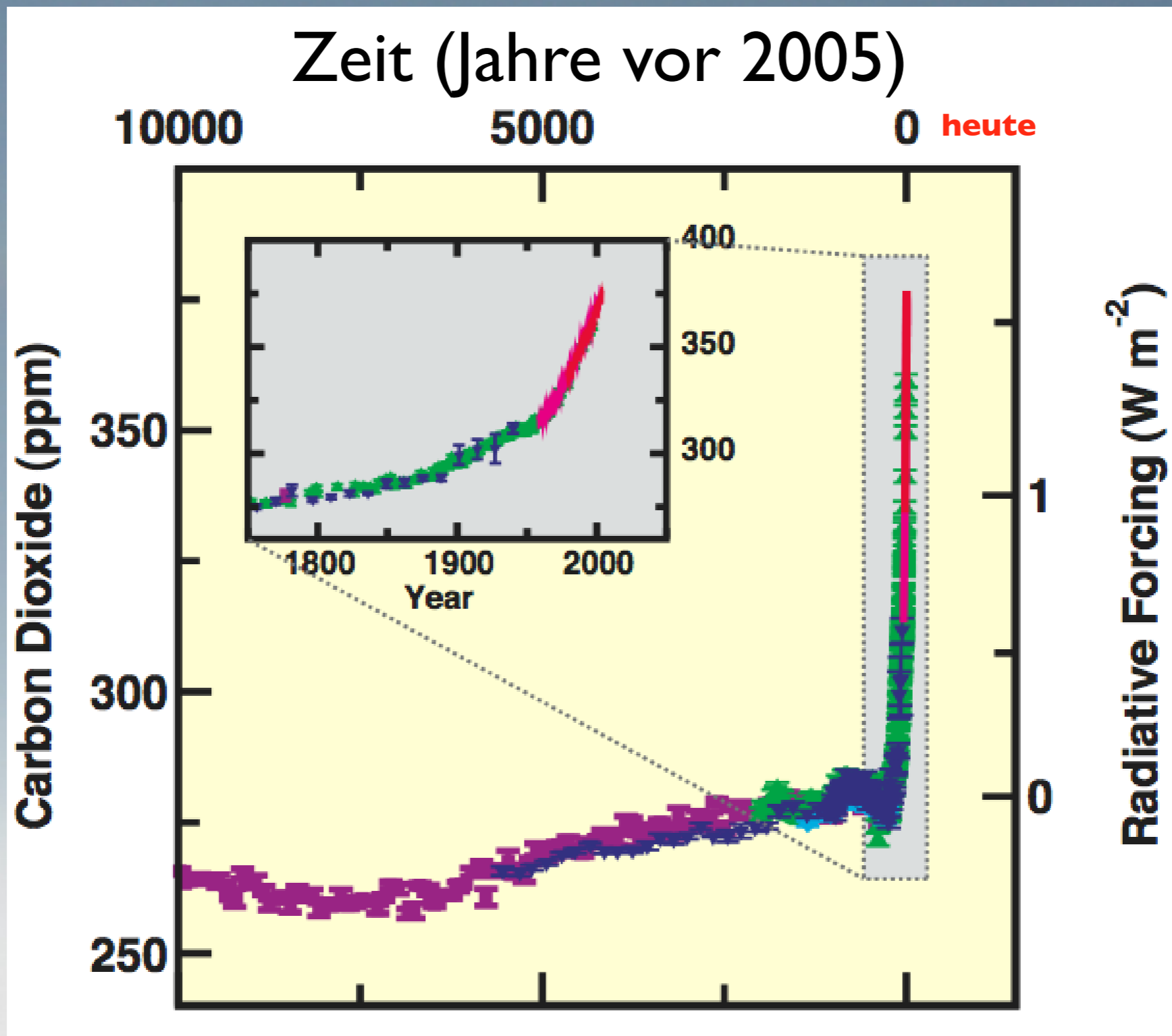
Schichtdicke Atmosphäre nicht maßstäblich!

Treibhauseffekt

Changes in Greenhouse Gases from ice-Core and Modern Data

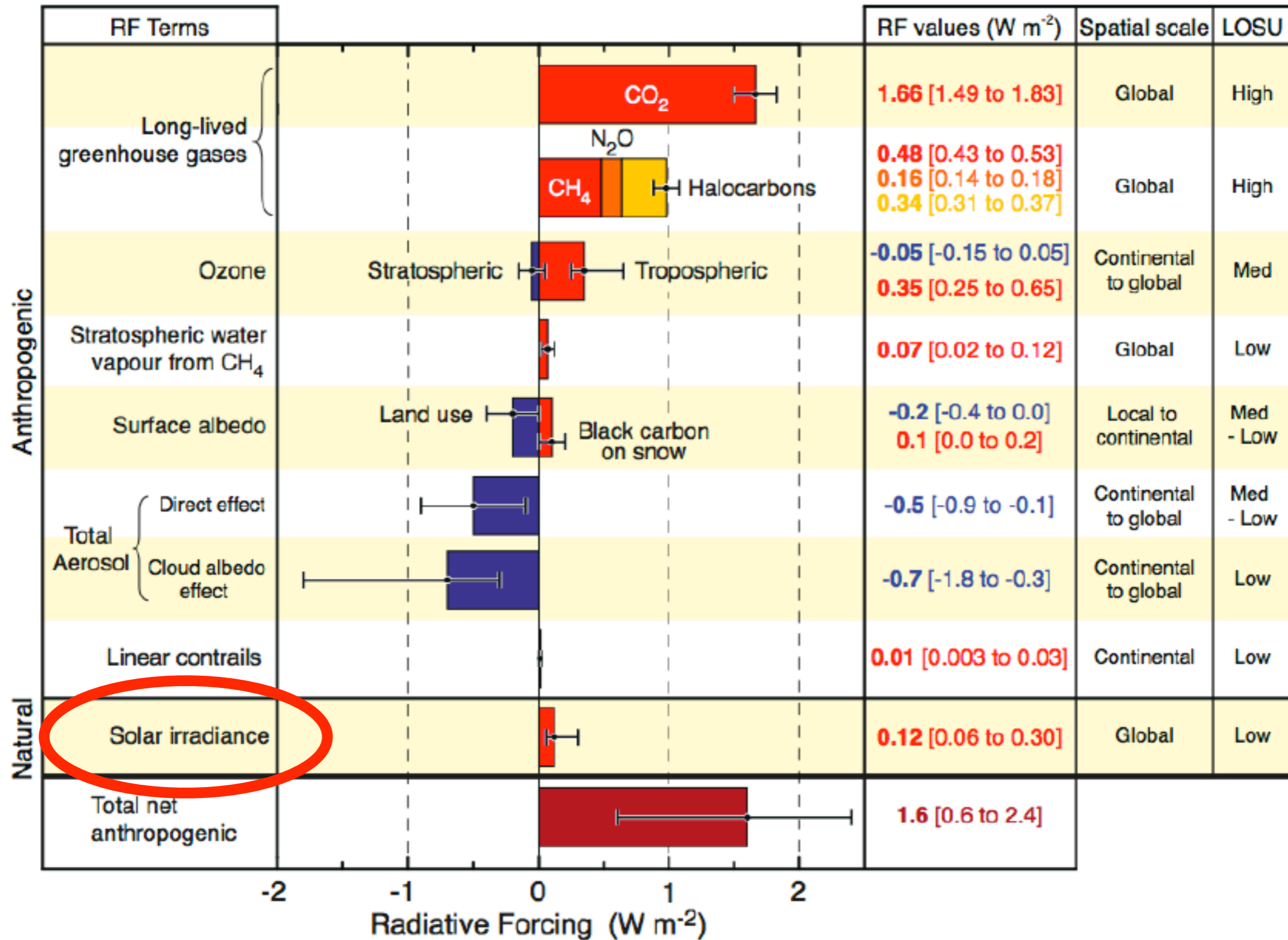


Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre



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

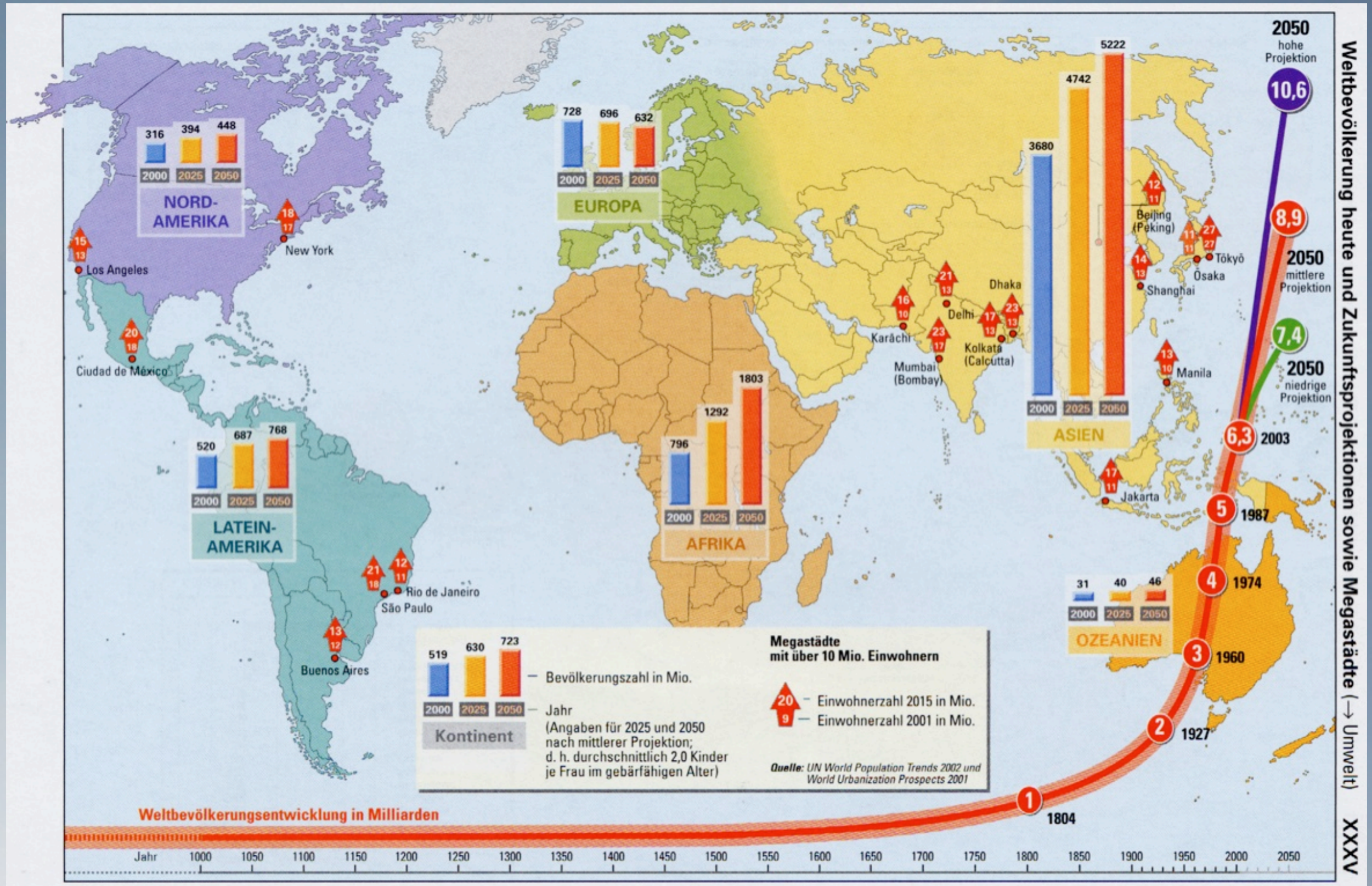
Radiative Forcing Components



©IPCC 2007: WG1-AR4

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

3.4 Wachsende Weltbevölkerung



Quelle: Der Fischer Weltatlas 2004, Frankfurt a.M. (2003)

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

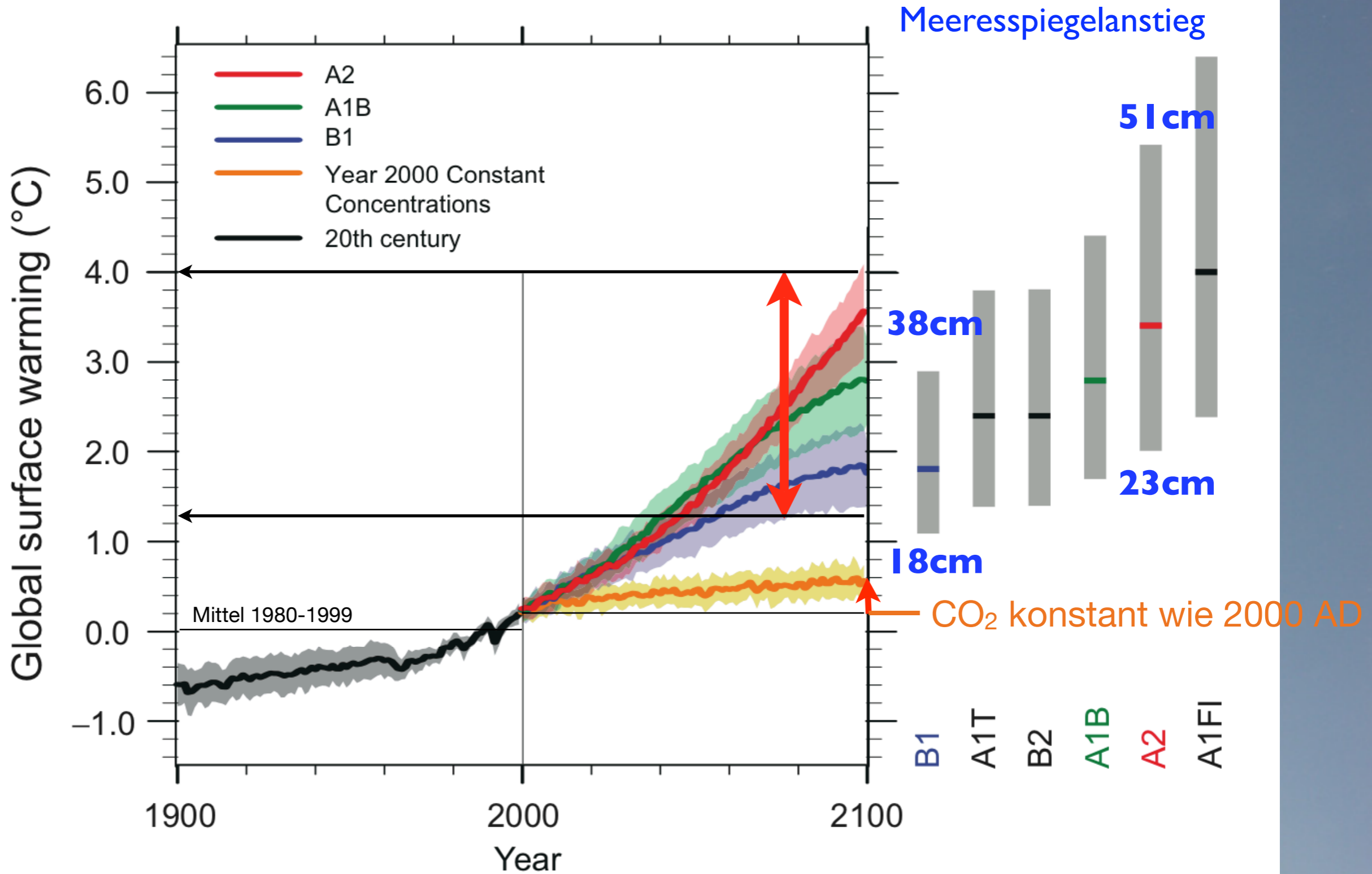
www.ipcc.ch

4.1 Lufttemperatur

4.2 Meeresspiegel

4.3 Gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen

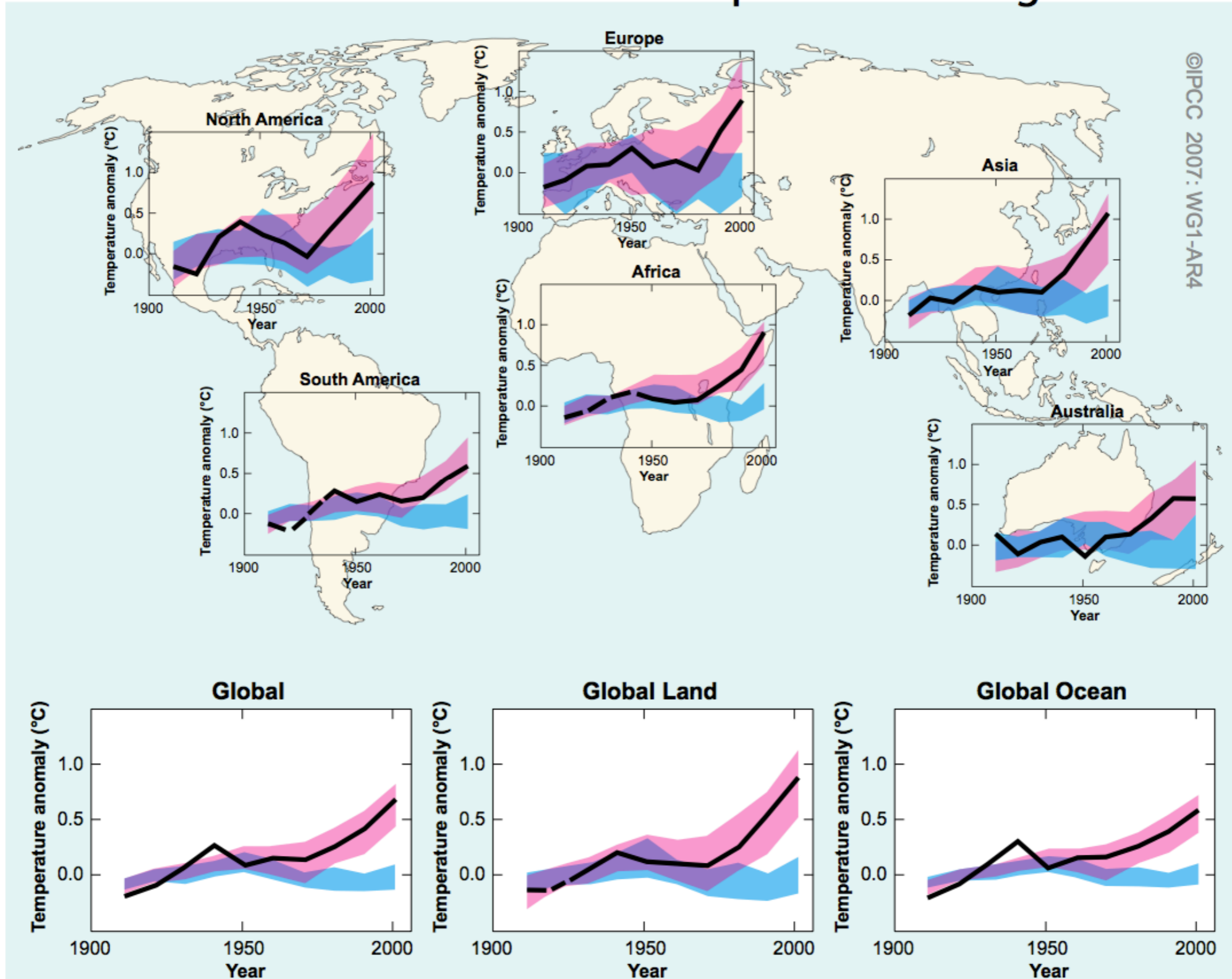
Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



4.1

Informationen aus dem IPCC- Report 2007: Erhöhung der mittleren globalen Lufttemperatur

Global and Continental Temperature Change



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

Treibhausgase oder Änderung Erdumlaufbahn?

4.2

Ozean - Ausdehnung durch Erwärmung

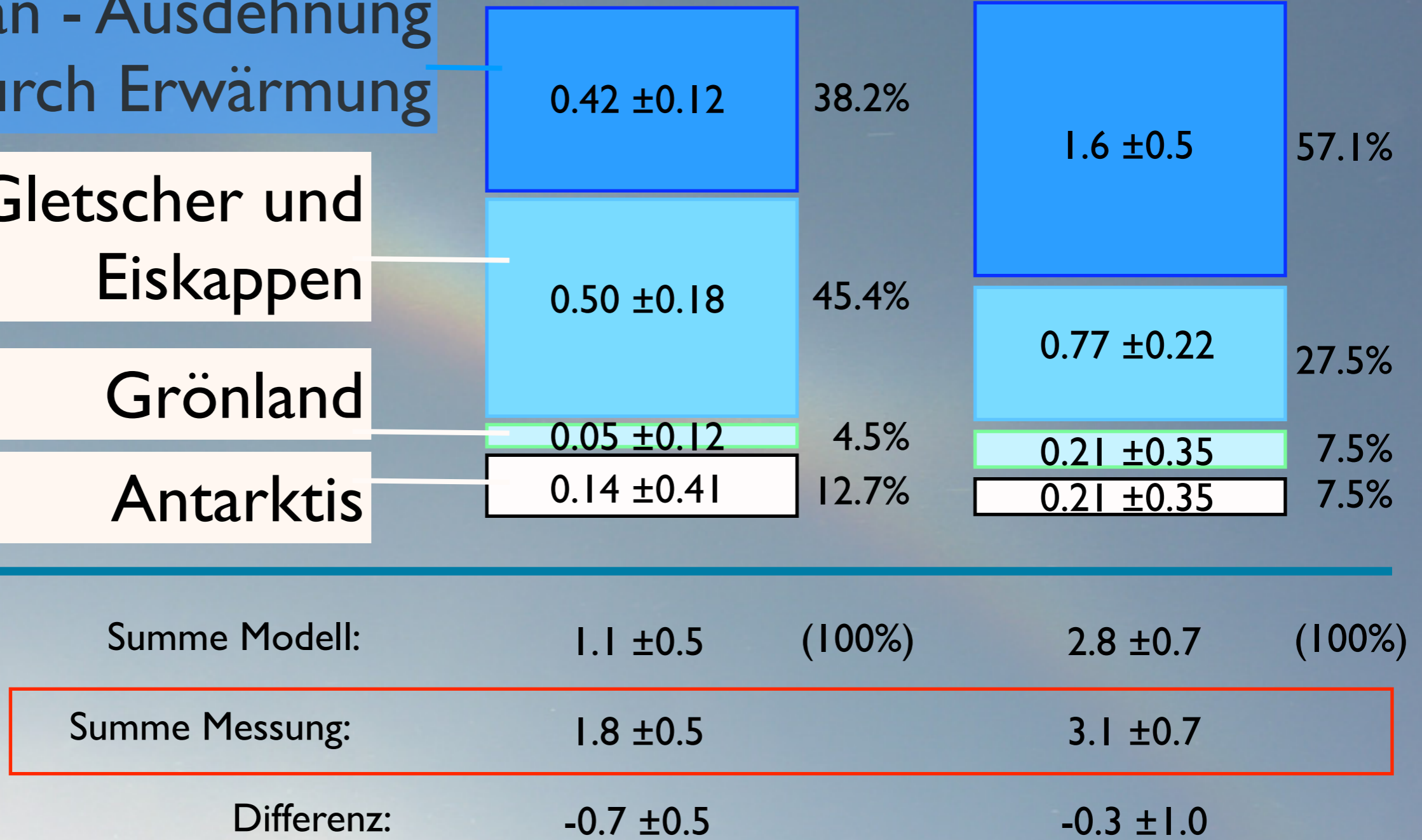
Gletscher und Eiskappen

Grönland

Antarktis

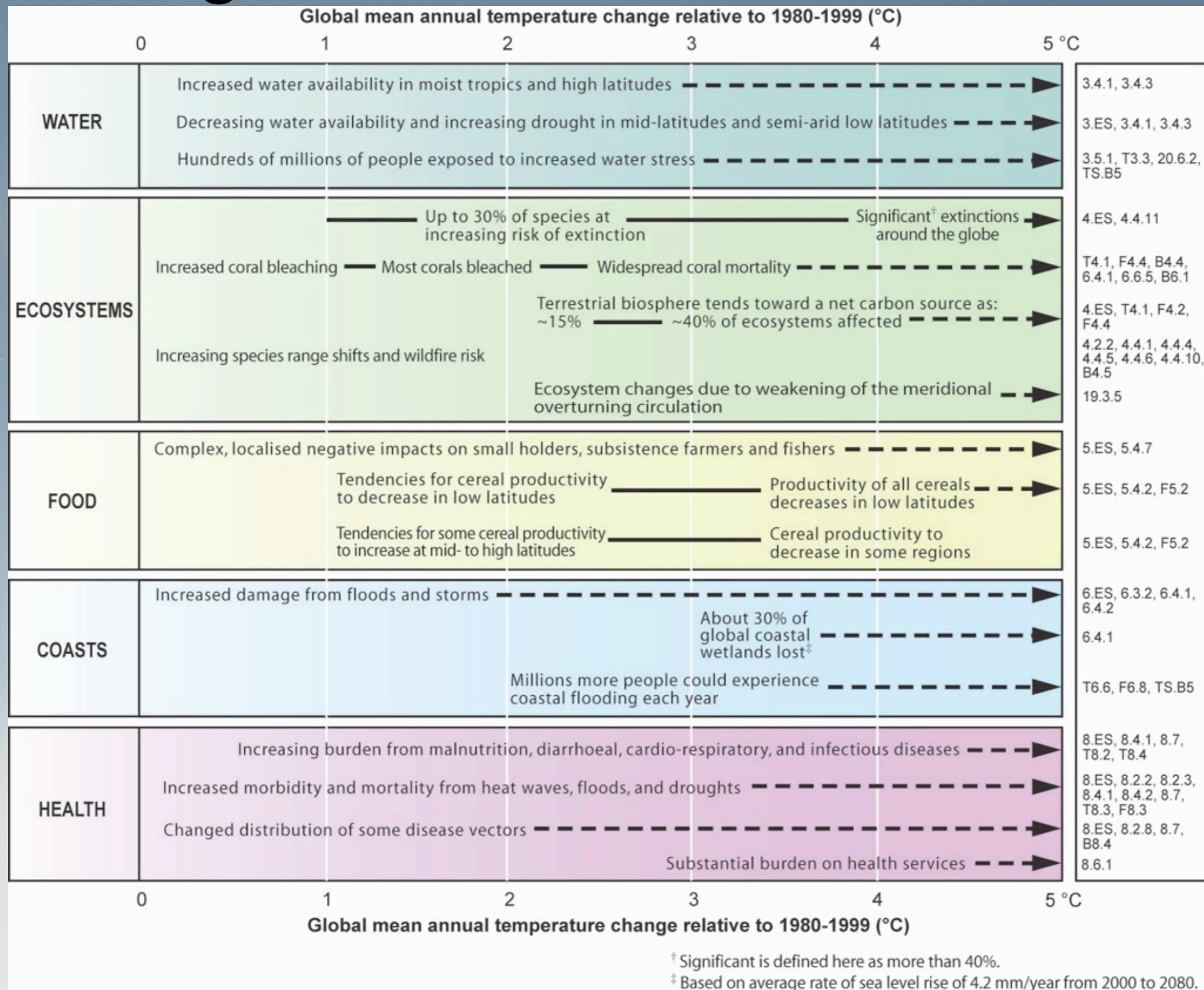
1961-2003
mm pro Jahr

1993-2003
mm pro Jahr



Informationen aus dem IPCC- Report 2007:
Meeresspiegelenerhöhung und Ursachen

4.4 Gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen





**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**