

Klimawandel und seine Ursachen

Dr.-Ing. Hans Oerter

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

Hans.Oerter@awi.de

vorweg einige nützliche Hinweise aufs Internet:

Folien des Vortrags als pdf:

<http://www.awi.de/People/show.php?hoerter>,
weiter zu „Invited talks“, dann zu „Other invited talks“

IPCC 4th Assessment Report 2007:

<http://www.ipcc.ch>

The AR4 Synthesis Report/Summary for Policy Makers
in Deutsch:

Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle Univ. Stuttgart, Hessbrühlstr. 49a,
70565 Stuttgart; info@de-ipcc.de

Umweltbundesamt:

<http://www.umweltbundesamt.de>

- 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

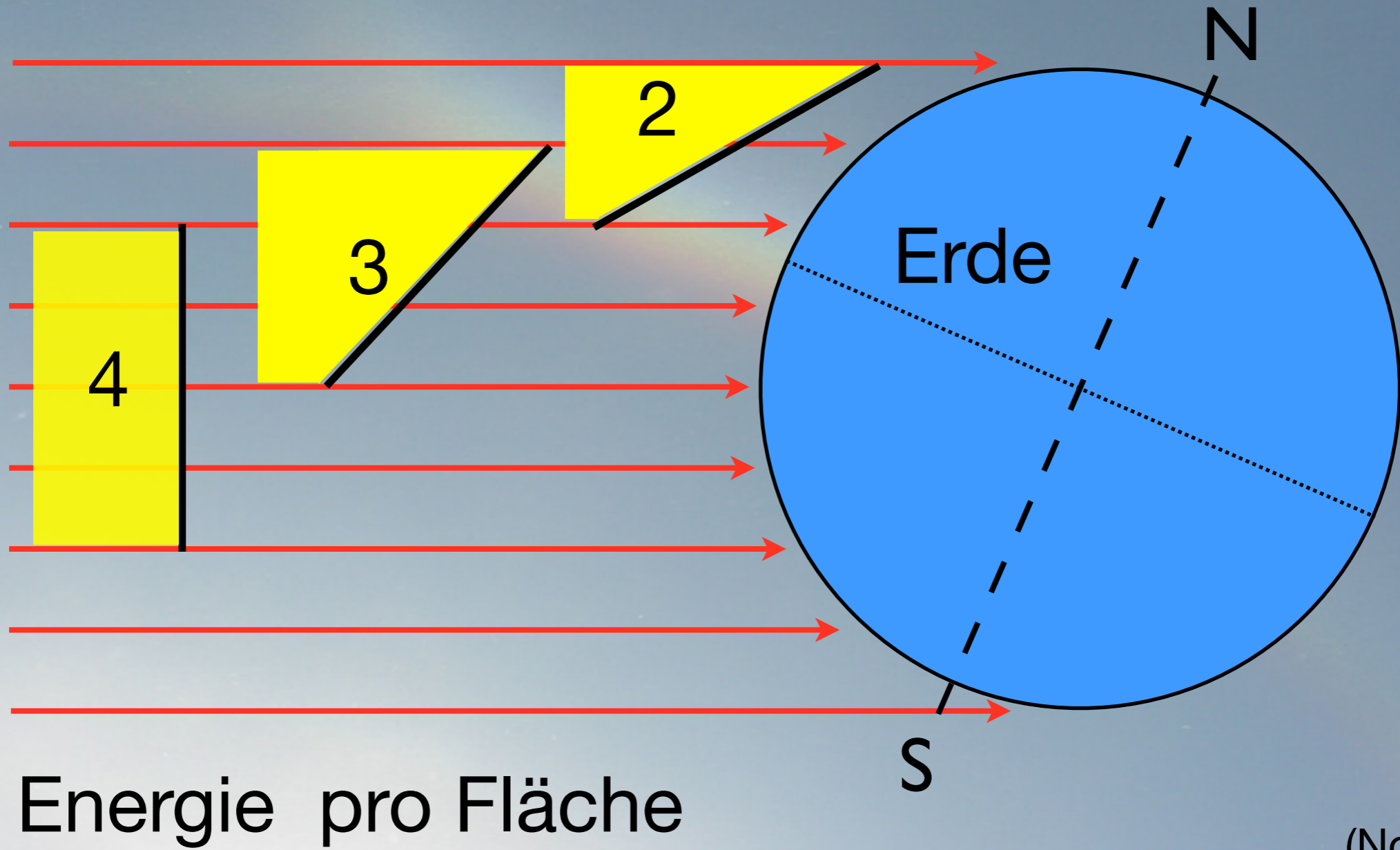
Witterung: Woche bis Monat

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

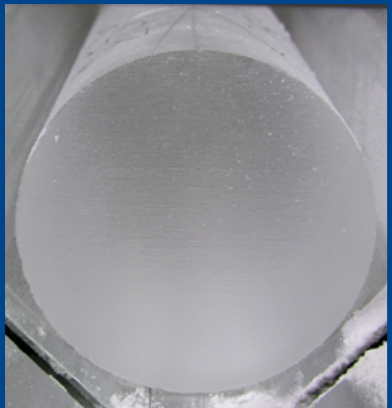
2) Wie hat sich das Klima in der Vergangenheit geändert ?

2.1 Temperaturänderungen in den letzten 1000 und 100 Jahren

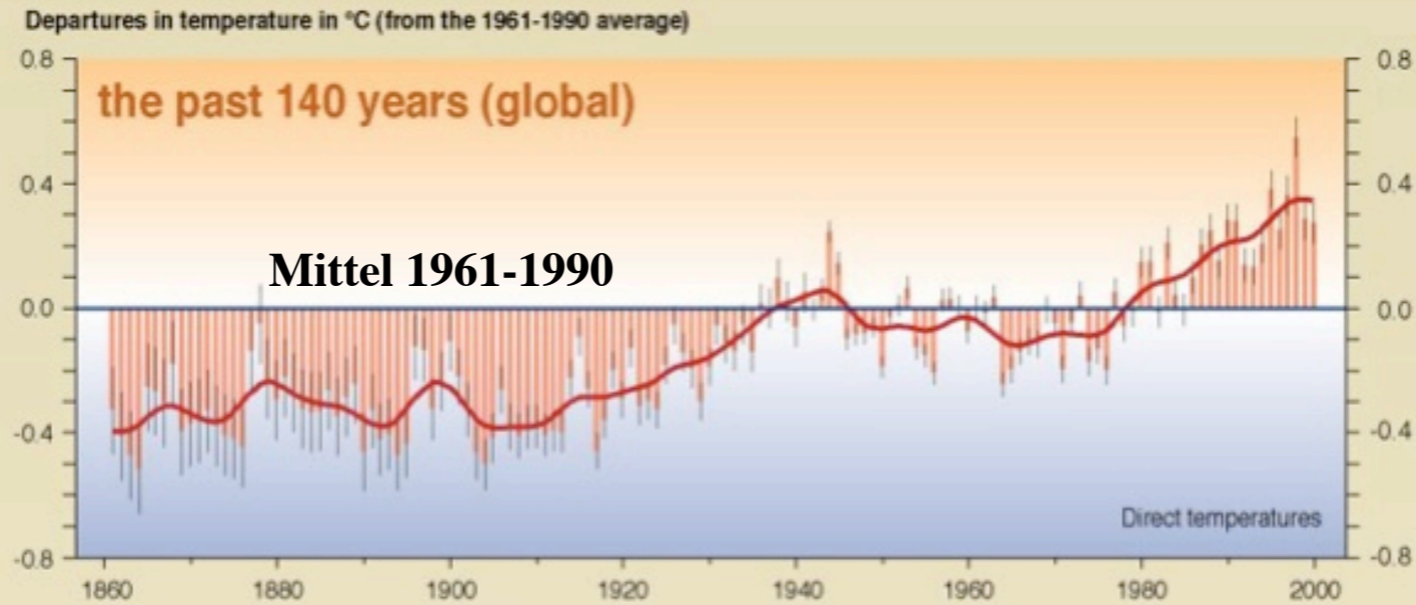
2.2 Eis als Archiv für Klimaänderungen

2.3 Tiefe Eiskernbohrungen in der Antarktis (und in Grönland)

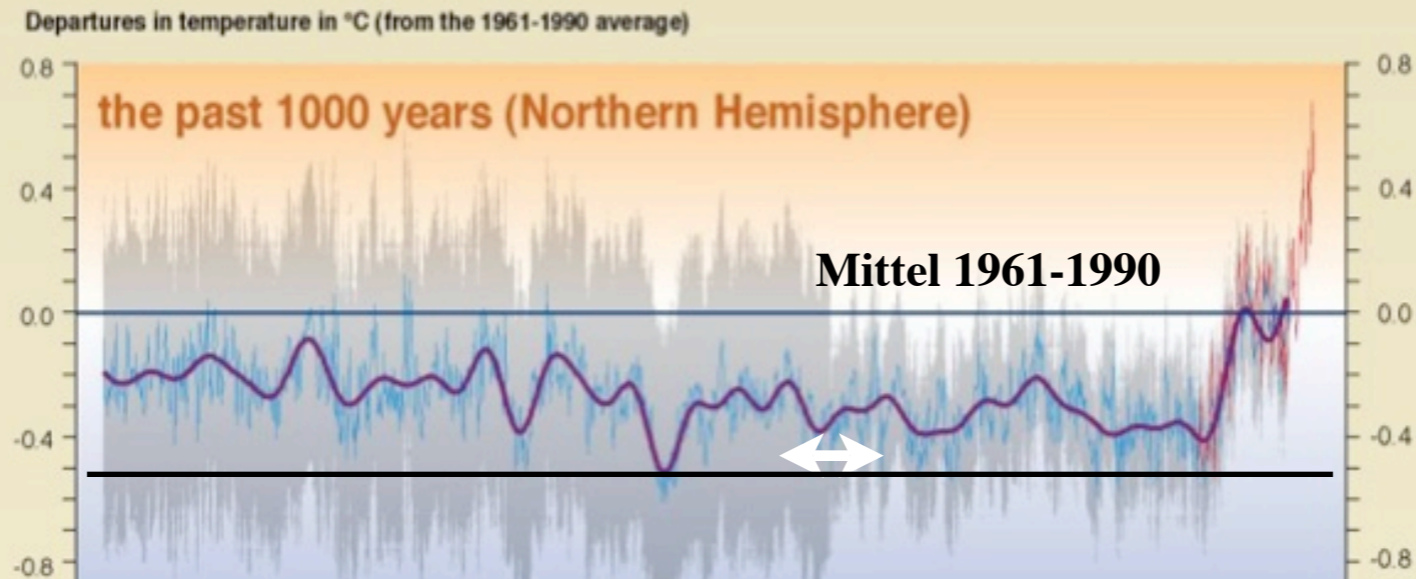
2.1 Änderung der Lufttemperatur



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

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

— Direct temperatures
— Proxy data

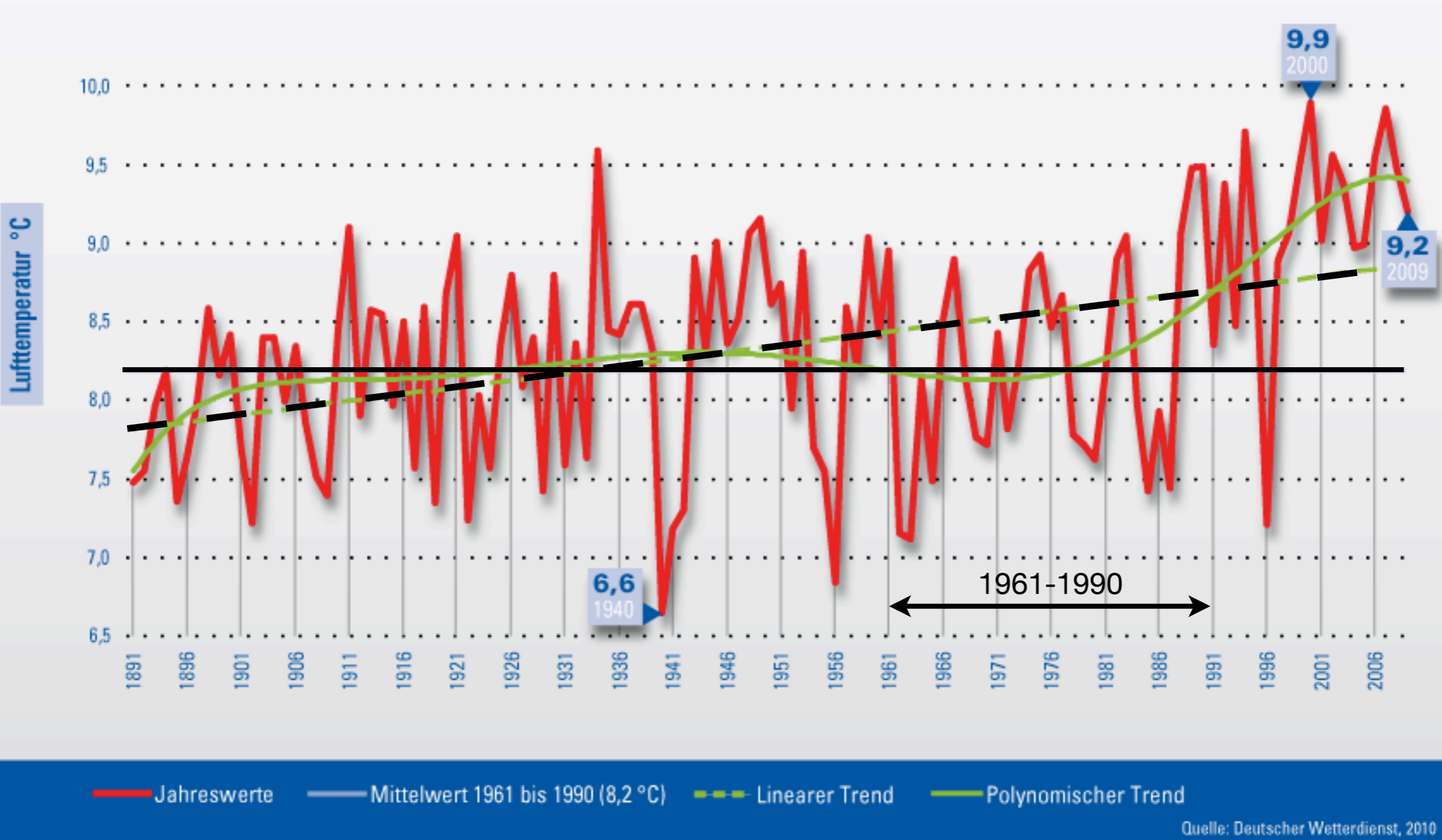


Pieter Bruegel d.J. (1564-1638): Winterlandschaft mit Vogelfalle I, 1601.

Kunsthistorisches Museum Wien

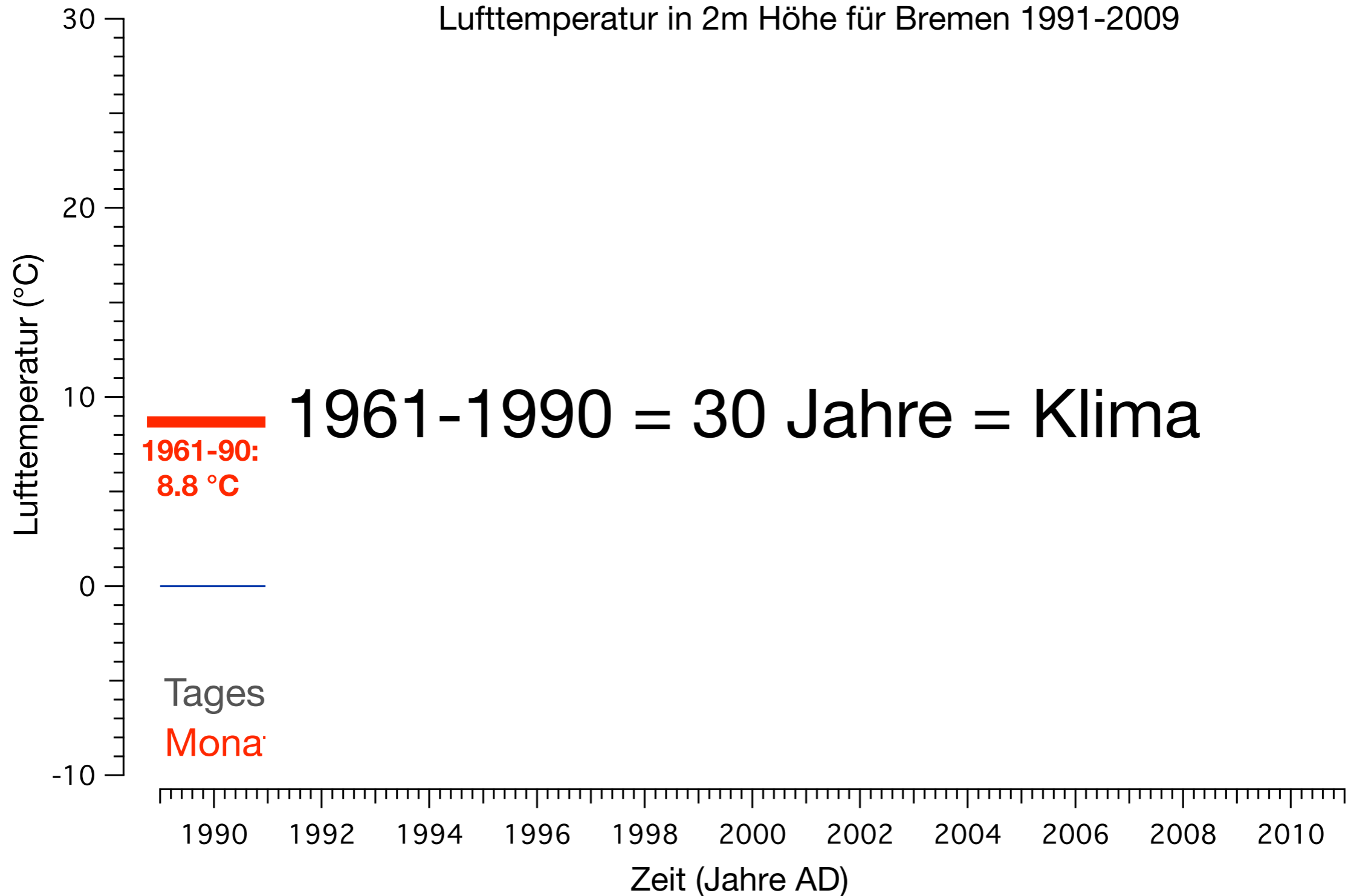
Lufttemperatur (Jahresmittelwerte) Deutschland – 1891 bis 2009

Deutscher Wetterdienst



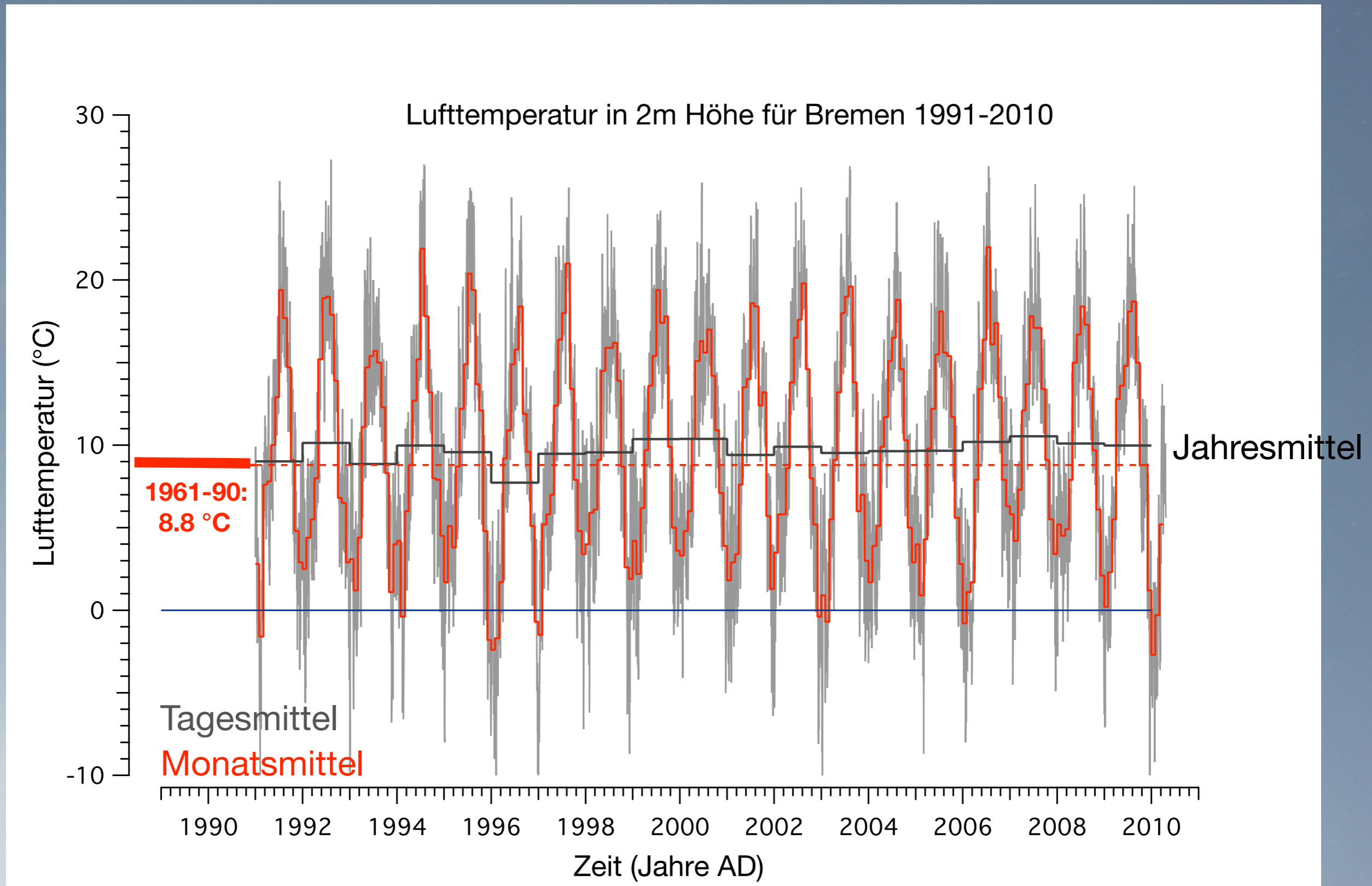
- Jahresmittelwerte der Lufttemperatur (Flächenmittelwert für die Bundesrepublik Deutschland)
- Mittelwert 1961-1990 (zur Zeit gültiger Bezugszeitraum der WMO)
- Linearer Trend 1891-2009
- Polynomischer Trend 1891-2009

Lufttemperatur in 2m Höhe für Bremen 1991-2009



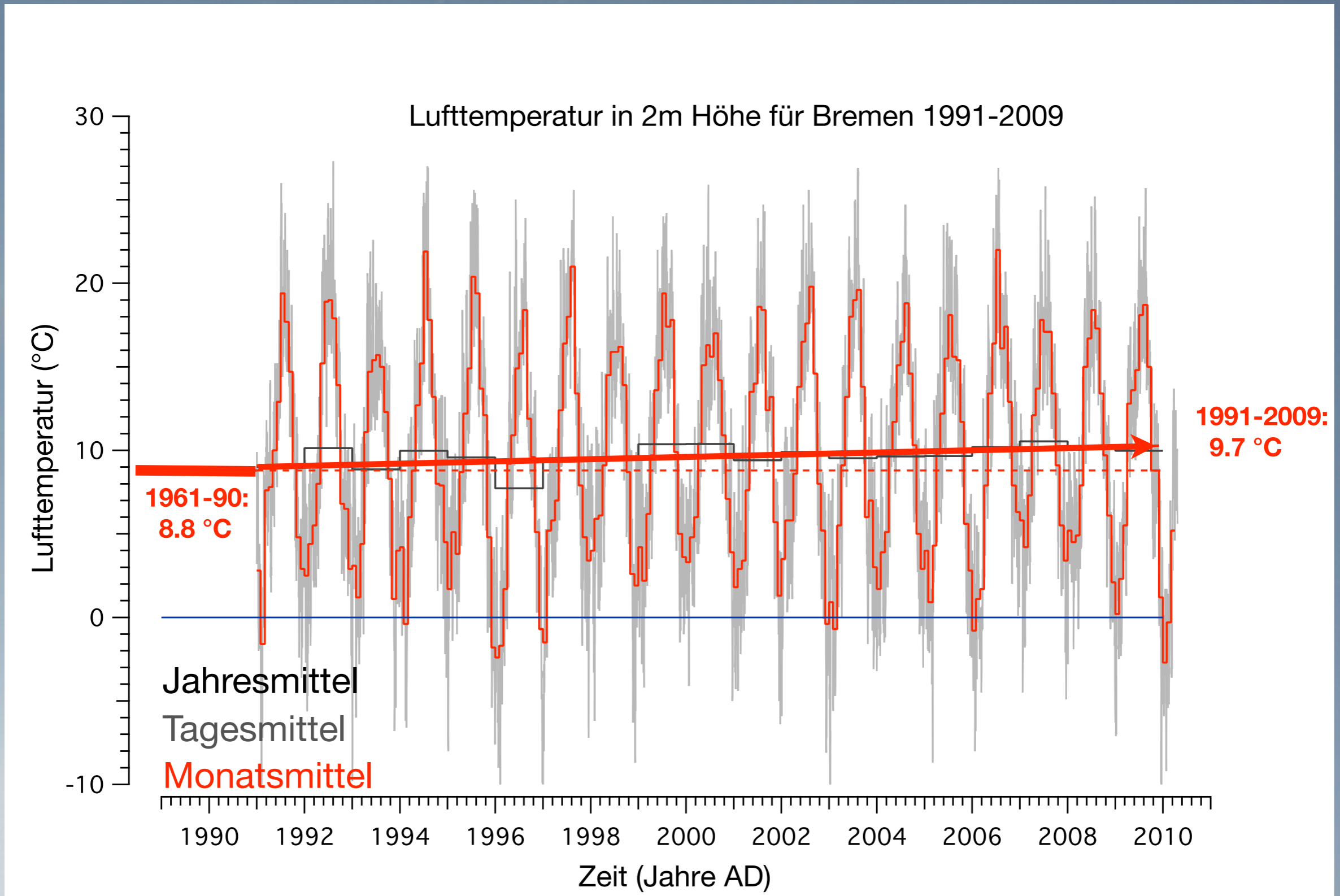
Quelle: www.dwd.de

zum Klima von Bremen



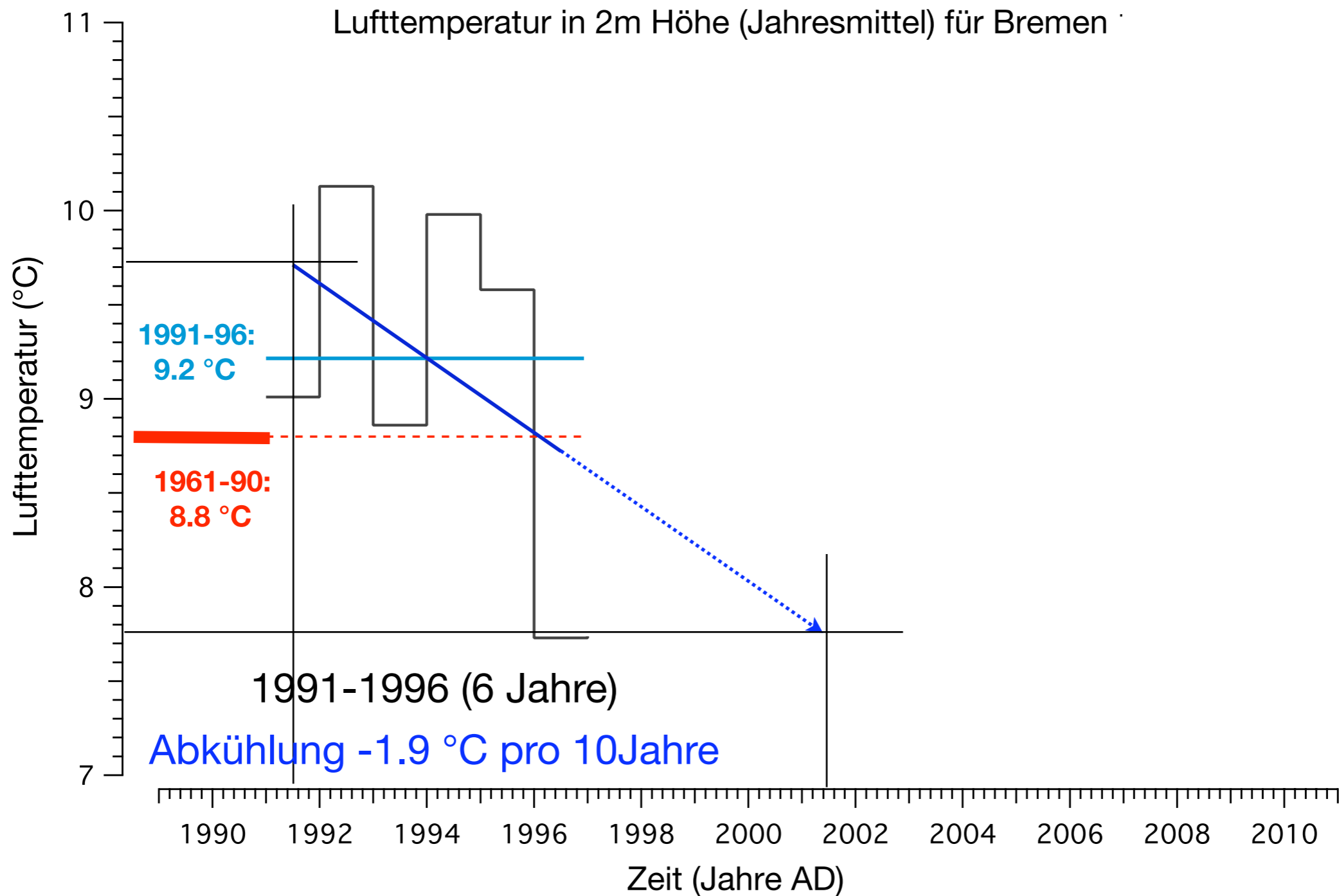
Quelle: www.dwd.de

zum Klima von Bremen



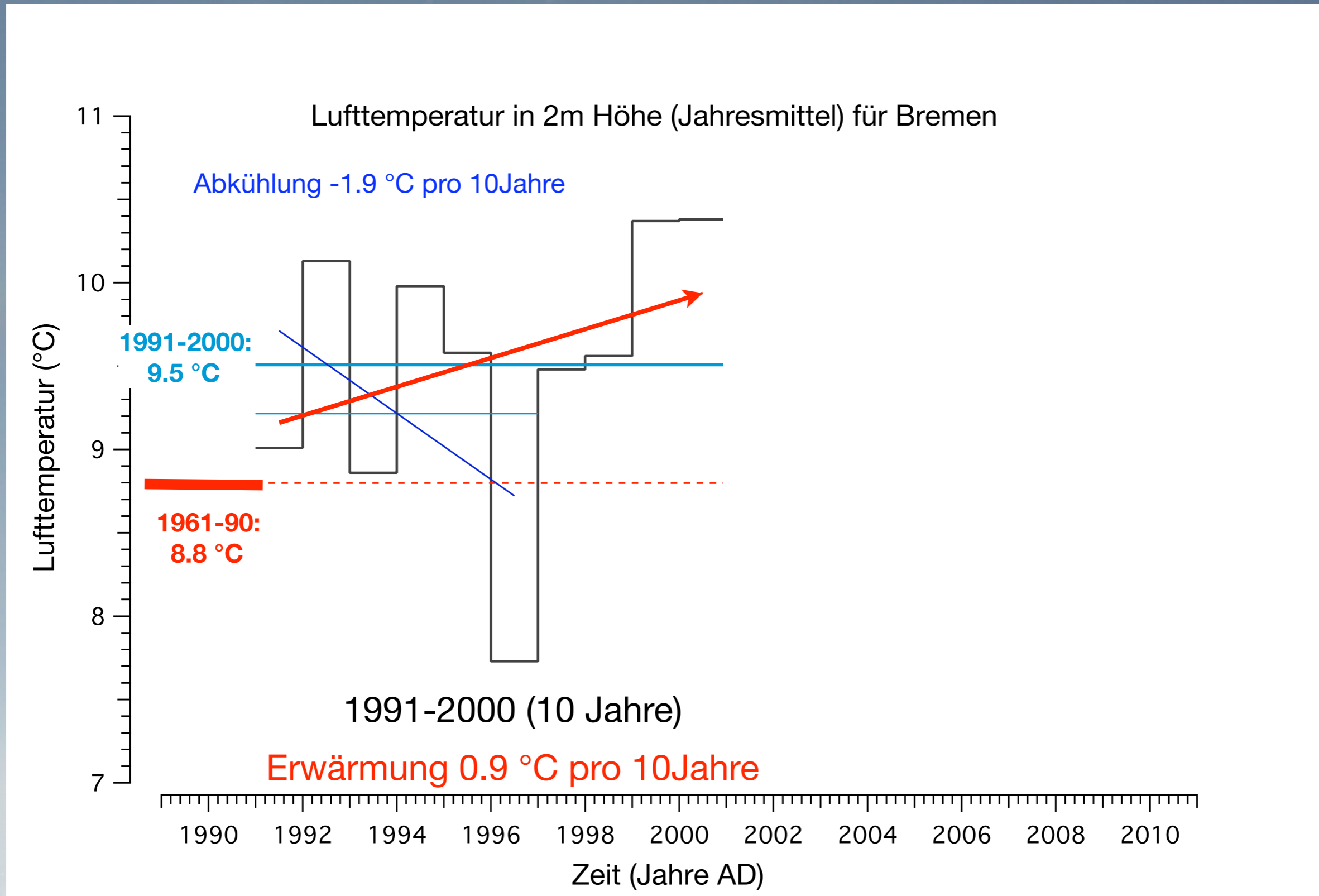
Quelle: www.dwd.de

zum Klima von Bremen



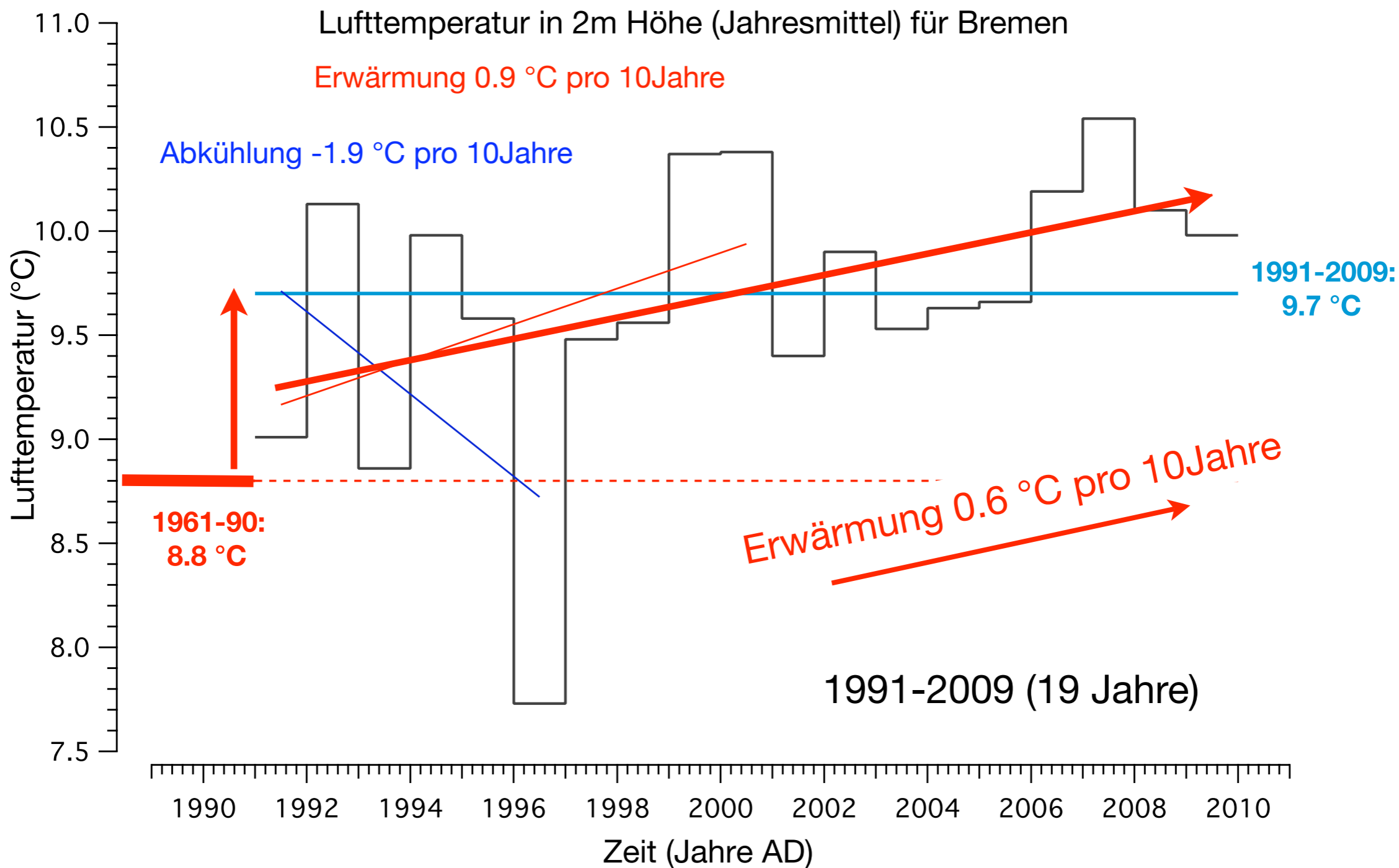
Quelle: www.dwd.de

zum Klima von Bremen



Quelle: www.dwd.de

zum Klima von Bremen



Quelle: www.dwd.de

zum Klima von Bremen

2.2 Eis als Archiv für Klimaänderungen

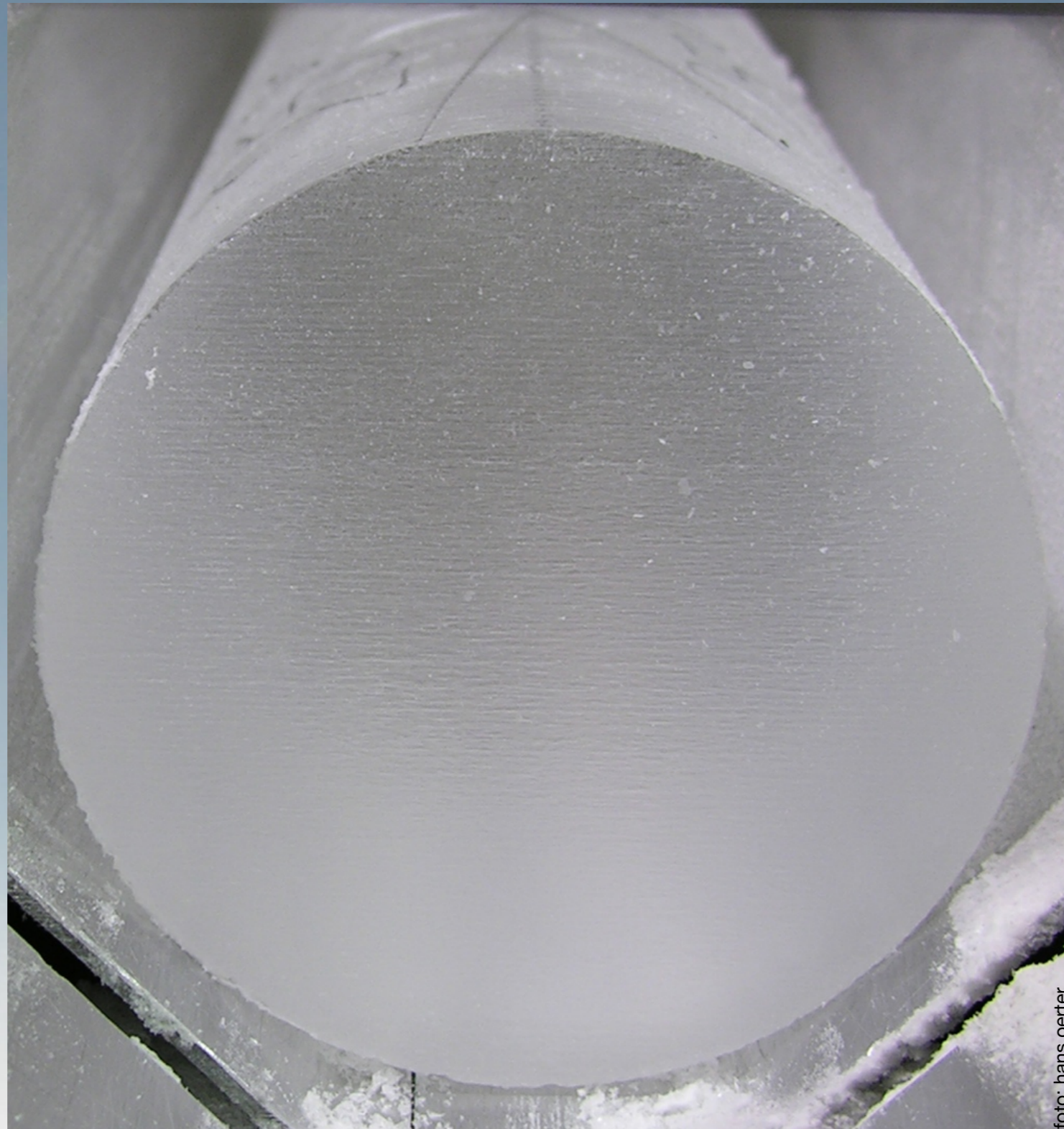
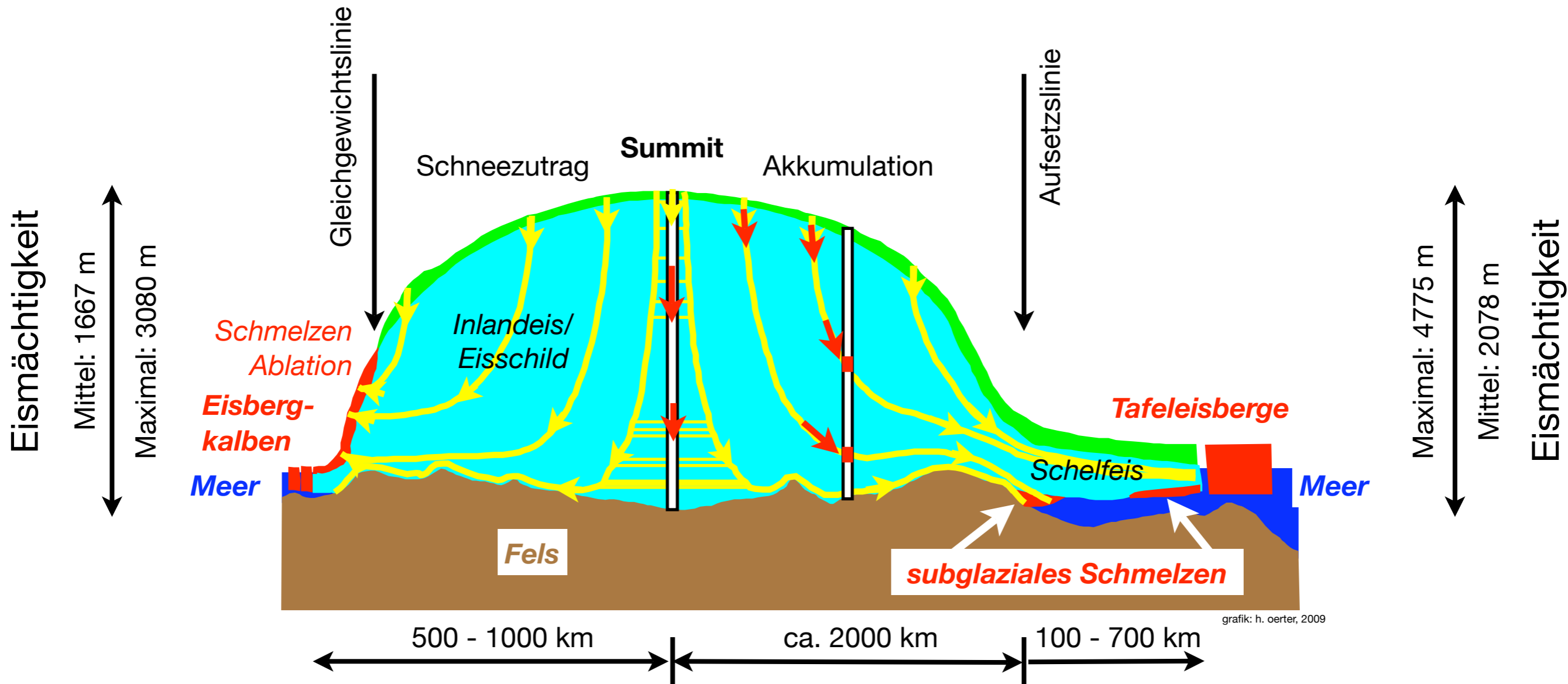


foto: hans oerter

Schematischer Querschnitt durch einen Eisschild

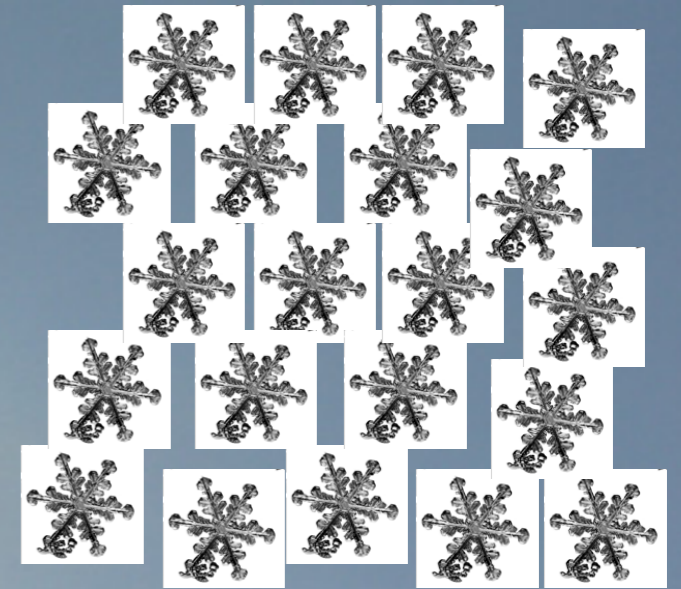
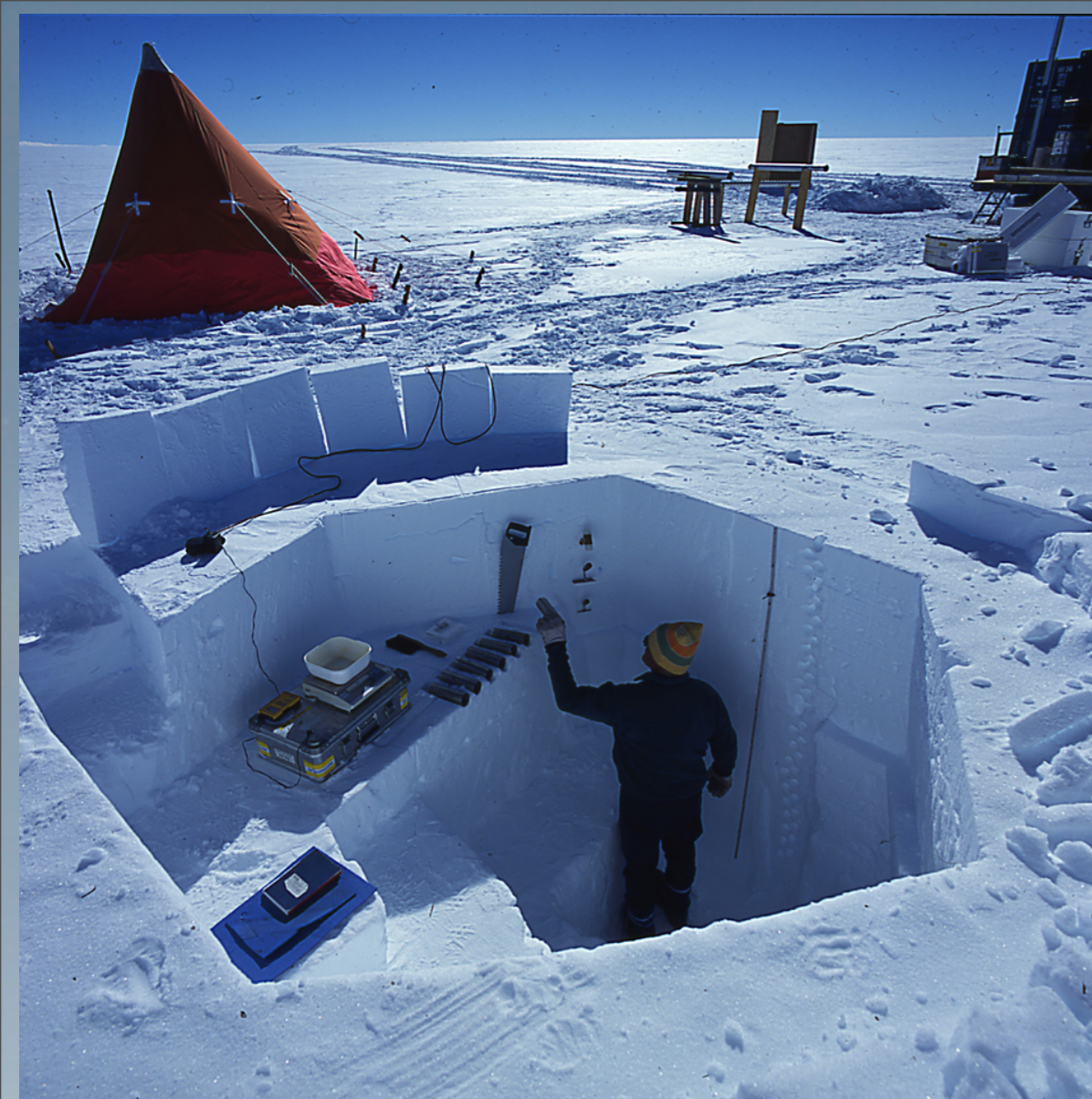
typisch für
Grönland ↔ **Antarktis**



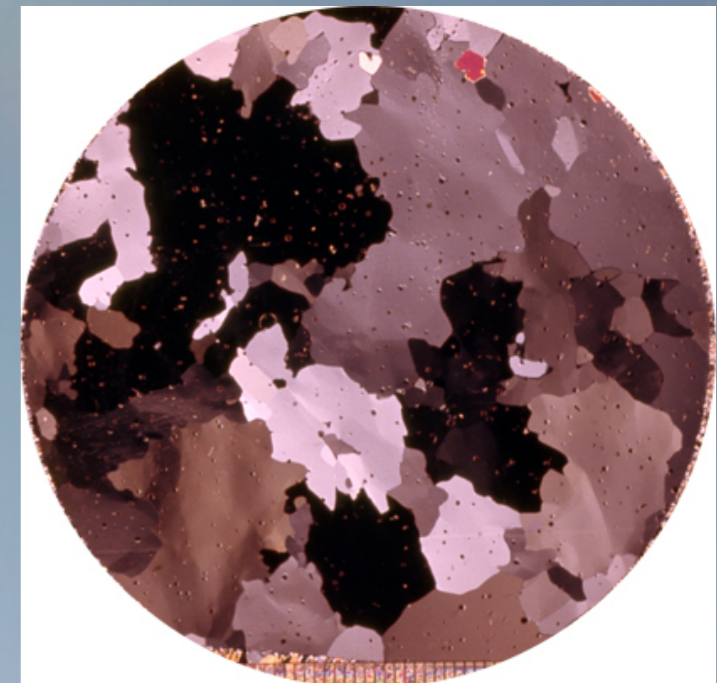
Eisfließlinie
 Ablationsgebiet
 Akkumulationsgebiet

Inlandeis Antarktika entspricht 61,1m Meeresspiegeländerung
 Inlandeis von Grönland entspricht 7,2 m Meeresspiegeländerung (IPCC 2001)

Ein Eisschild baut sich aus über einander liegenden Jahresschichten auf.

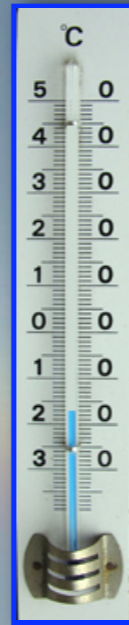


fotos: hans oerter



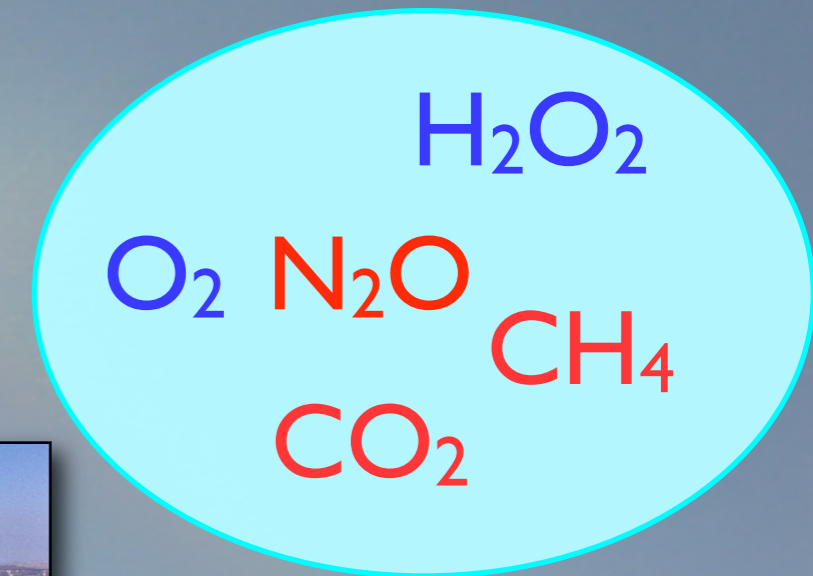
Das Klima-Archiv Eis speichert Informationen zu:

Lufttemperatur



← $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$

Gasgehalt in der Atmosphäre



Aerosole



Mt. Pinatubo 1991

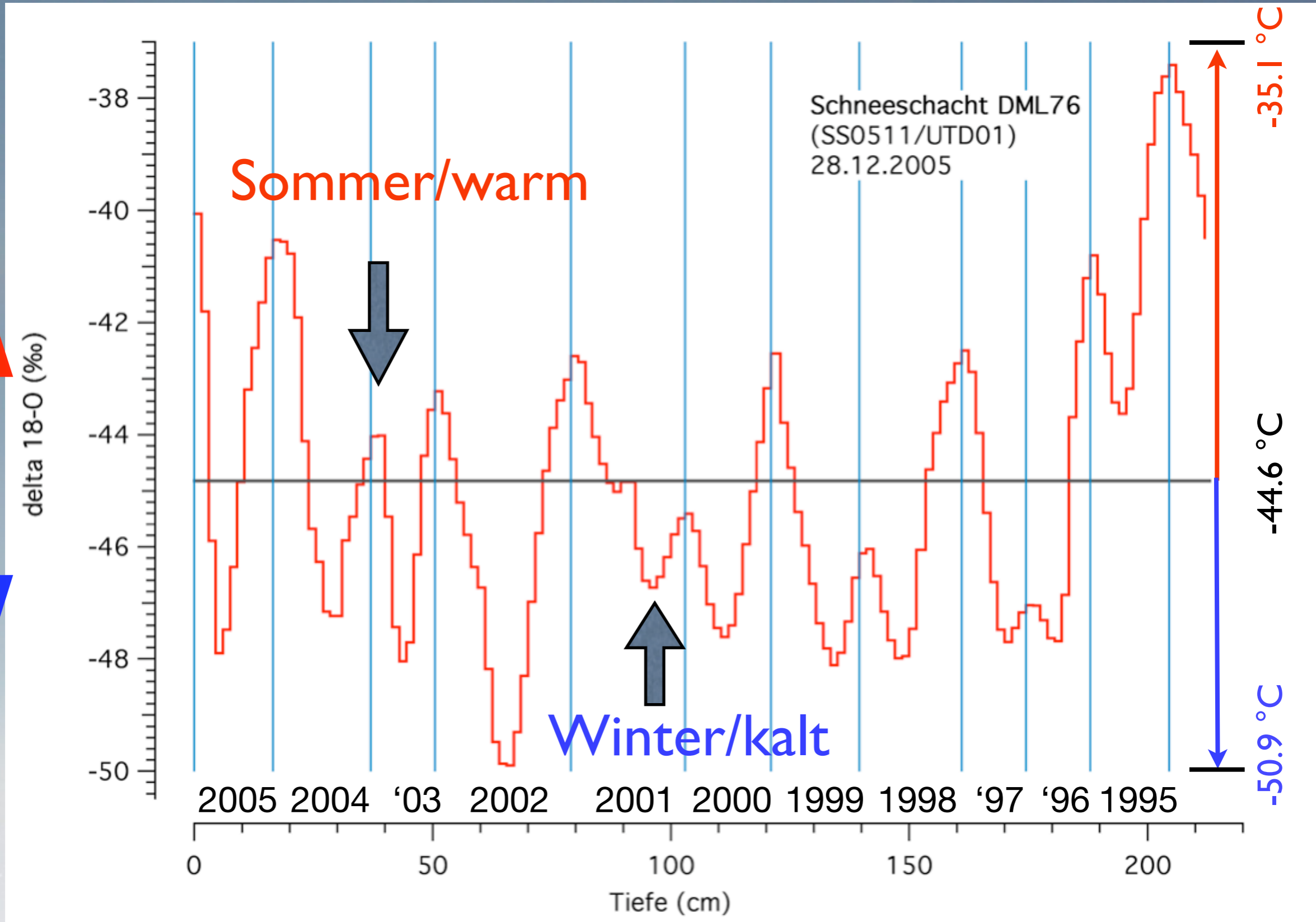
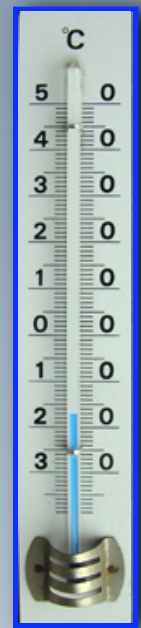
foto: NOAA



foto: h. oerter, 1973



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



2.3 Tiefe Eiskernbohrungen in der Antarktis (und in Grönland)



foto: hans oerter, 2006

Antarktische Halbinsel

Weddellmeer

EPICA-DML, 2774m, >250 ka
Kohnen

JARE

3029m, >700 ka

Dome F

Dyer Pl.

B15 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

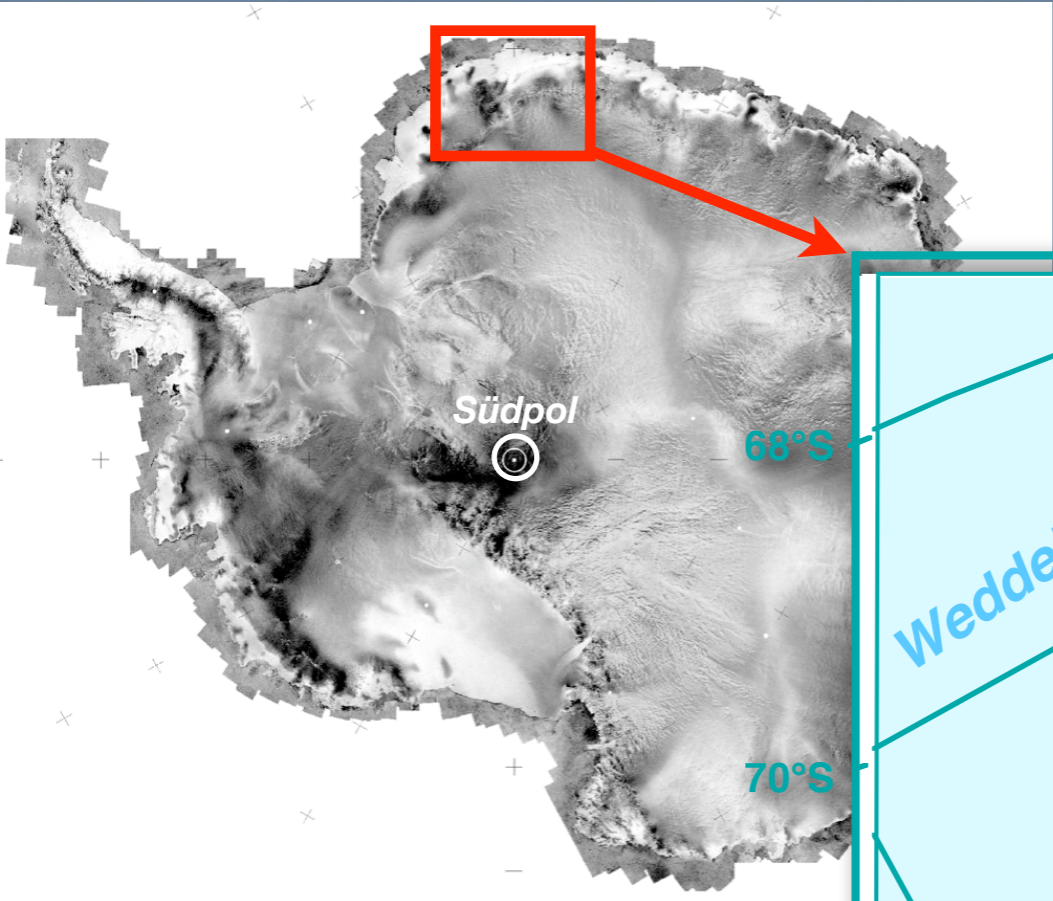
layout: w. rack, h. oerter, AWI

Wie bohrt man einen tiefen Eiskern?

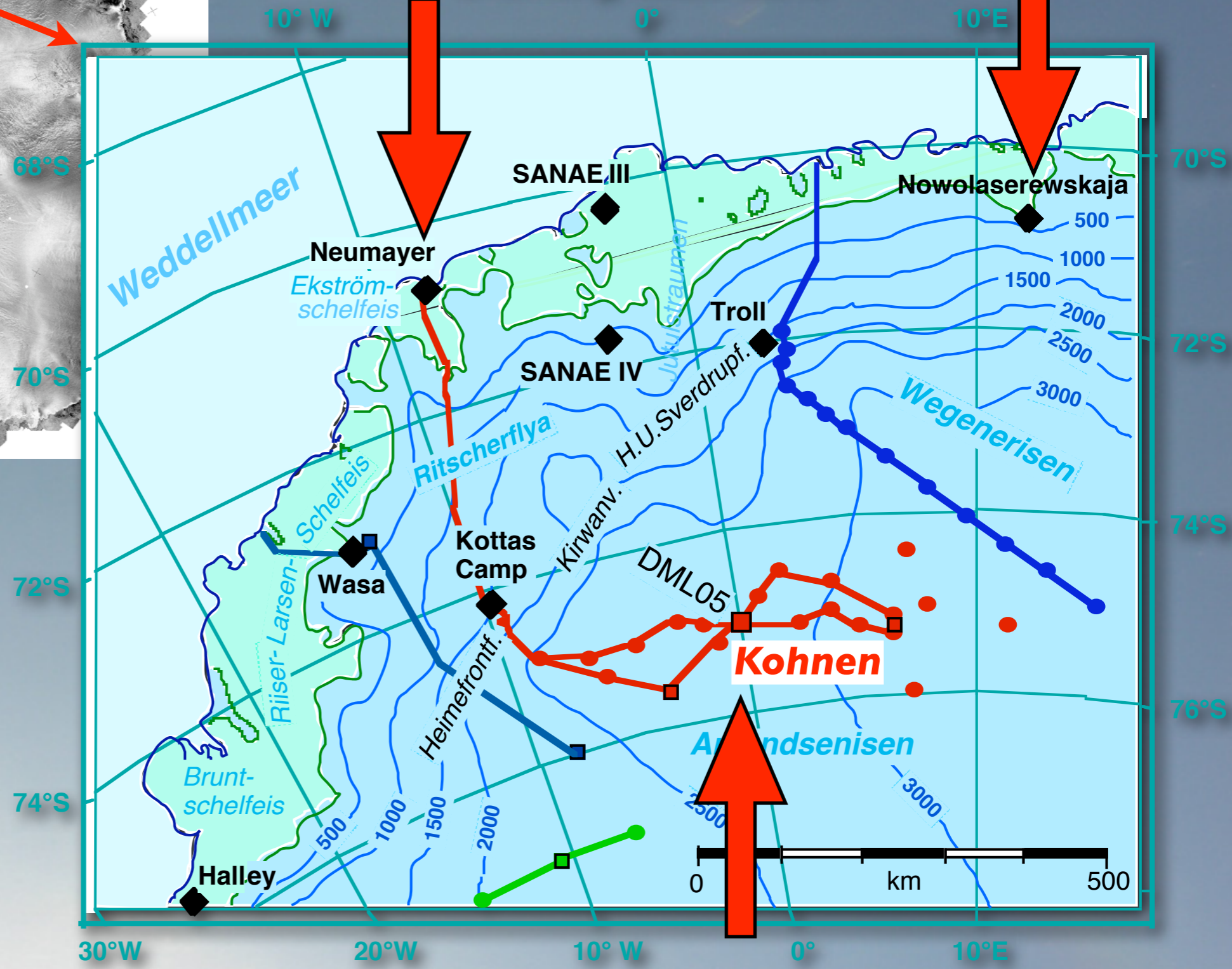
Logistik und Bohrtechnik



foto: hans oerter, 2006



Dronning-Maud-Land



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





Basler BT67 (DC-3)

foto: hans oerter, 2008

Ankunft bei Kohlen (9. Jan. 2008)

EPICA-Bohrcamp Kohnen-Station



foto: hans oerter, 2006

Zum Bohren

Funk, PC, e-mail

Messe

Küche

Sanitärcontainer

2 Schlafräume

á 4 Pers.

Schneesmelze

Generator

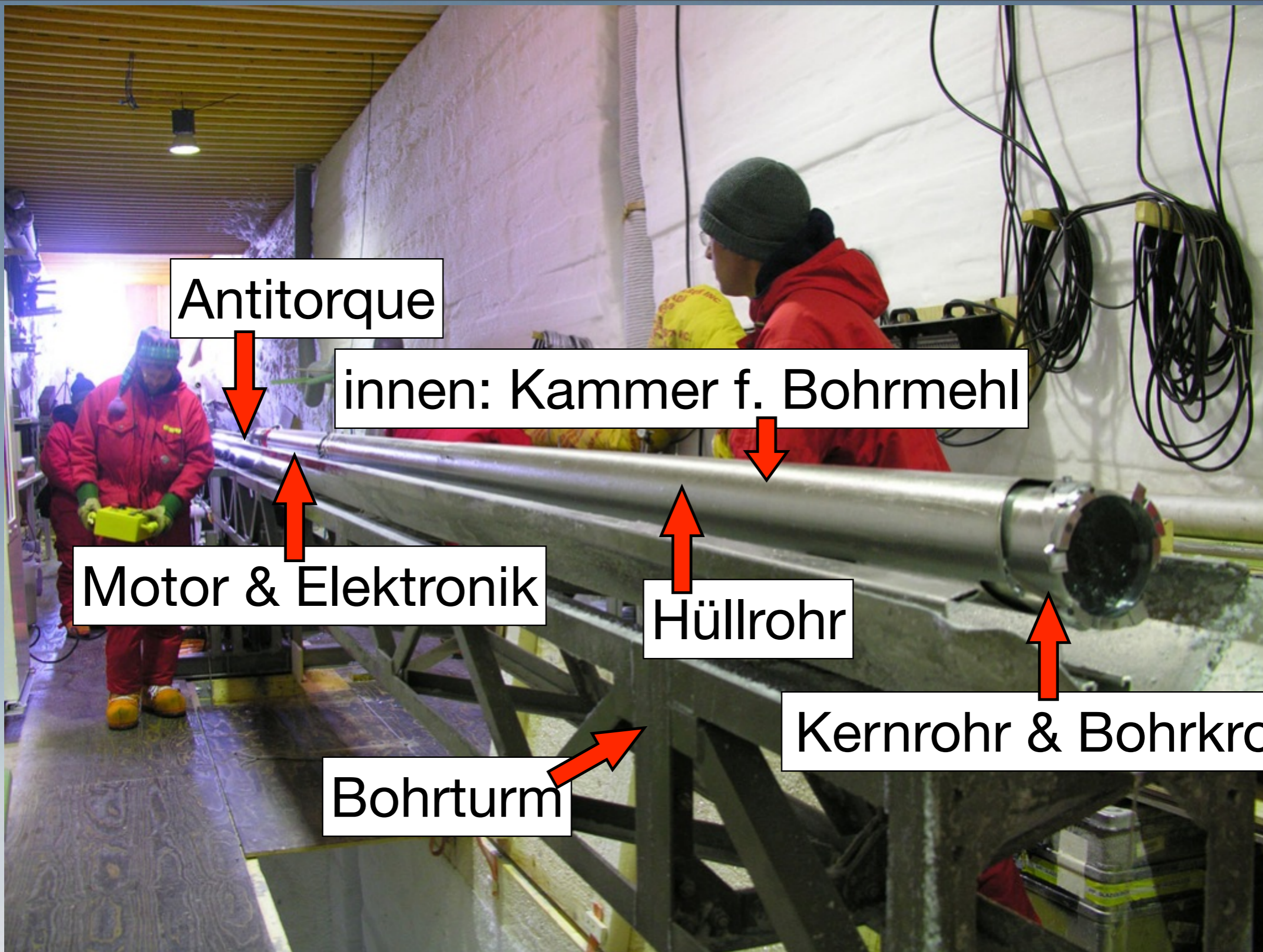
Werkstatt

Kohnen-Station
75°S, 0 °E, 2882 m



foto: hans oerter, 2006

Im Drill Trench: der Bohrturm



Antitorque

innen: Kammer f. Bohrmehl

Motor & Elektronik

Hüllrohr

Kernrohr & Bohrkrone

Bohrturm

Der Bohrer

foto: hans oerter, 2005



foto: hans oerter, 2006

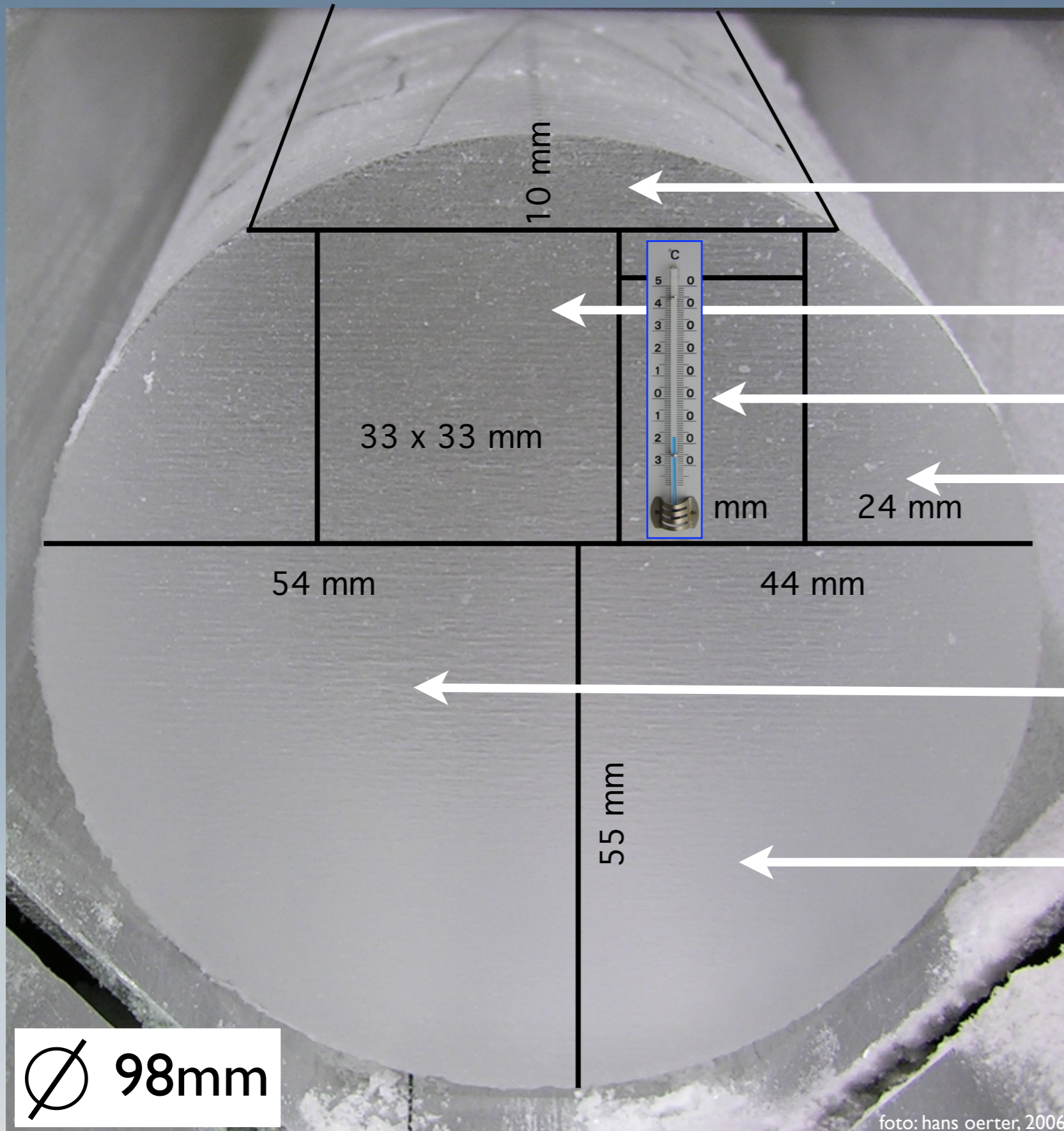
Erste Inspektion des frischen Kerns

Beitrag zu Vorl. Wirtschaftsethik, Hochschule Bremerhaven, 23. April 2010



foto: hans oerter, 2006

Twin-Otter von British Antarctic Survey (BAS)



Dünnschnitte

CFA

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

^{10}Be

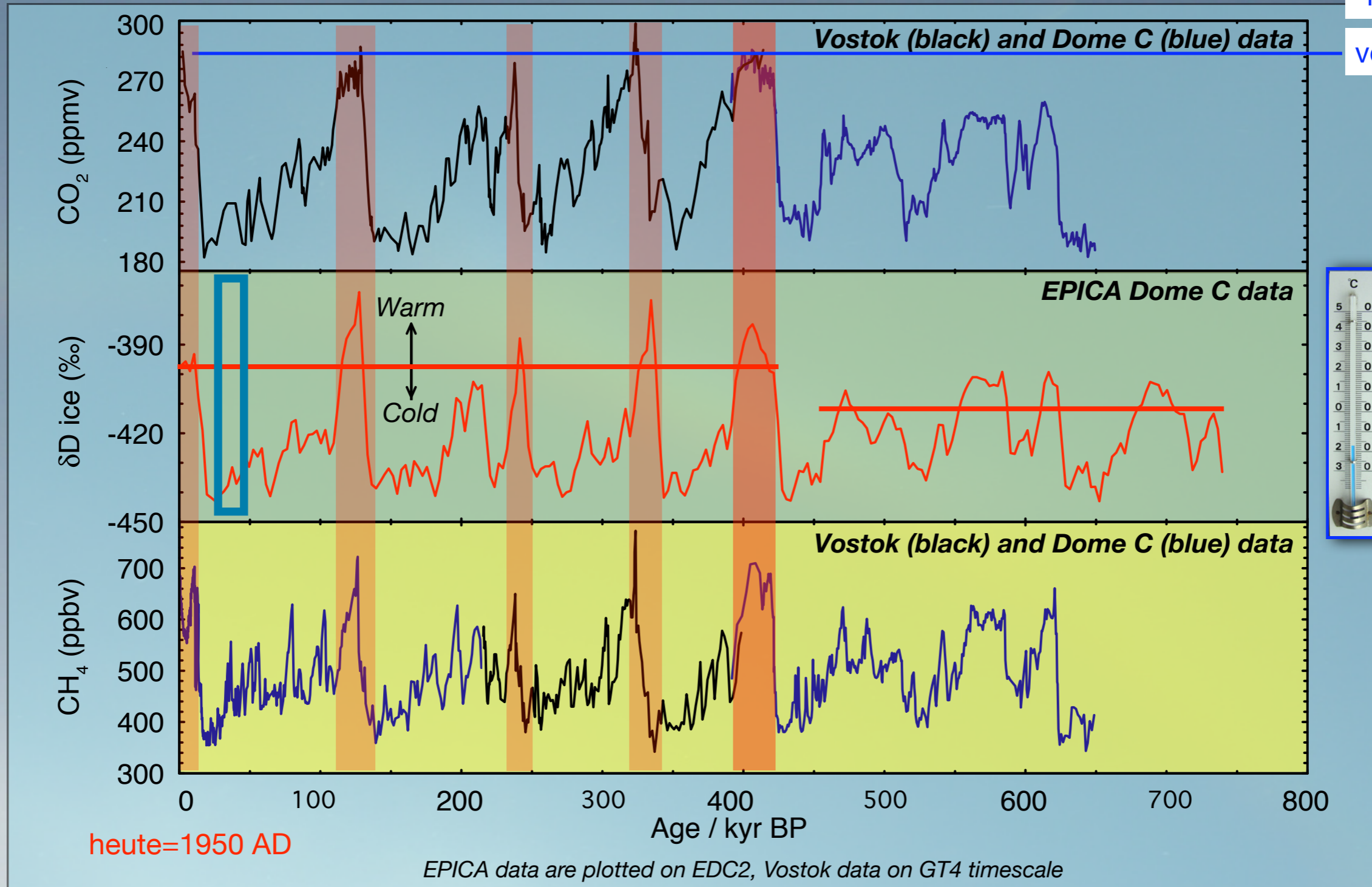
Archiv

**Gase,
Staub**

Probenzuteilung aus dem Eiskern

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

heute 385
vor 1850 AD

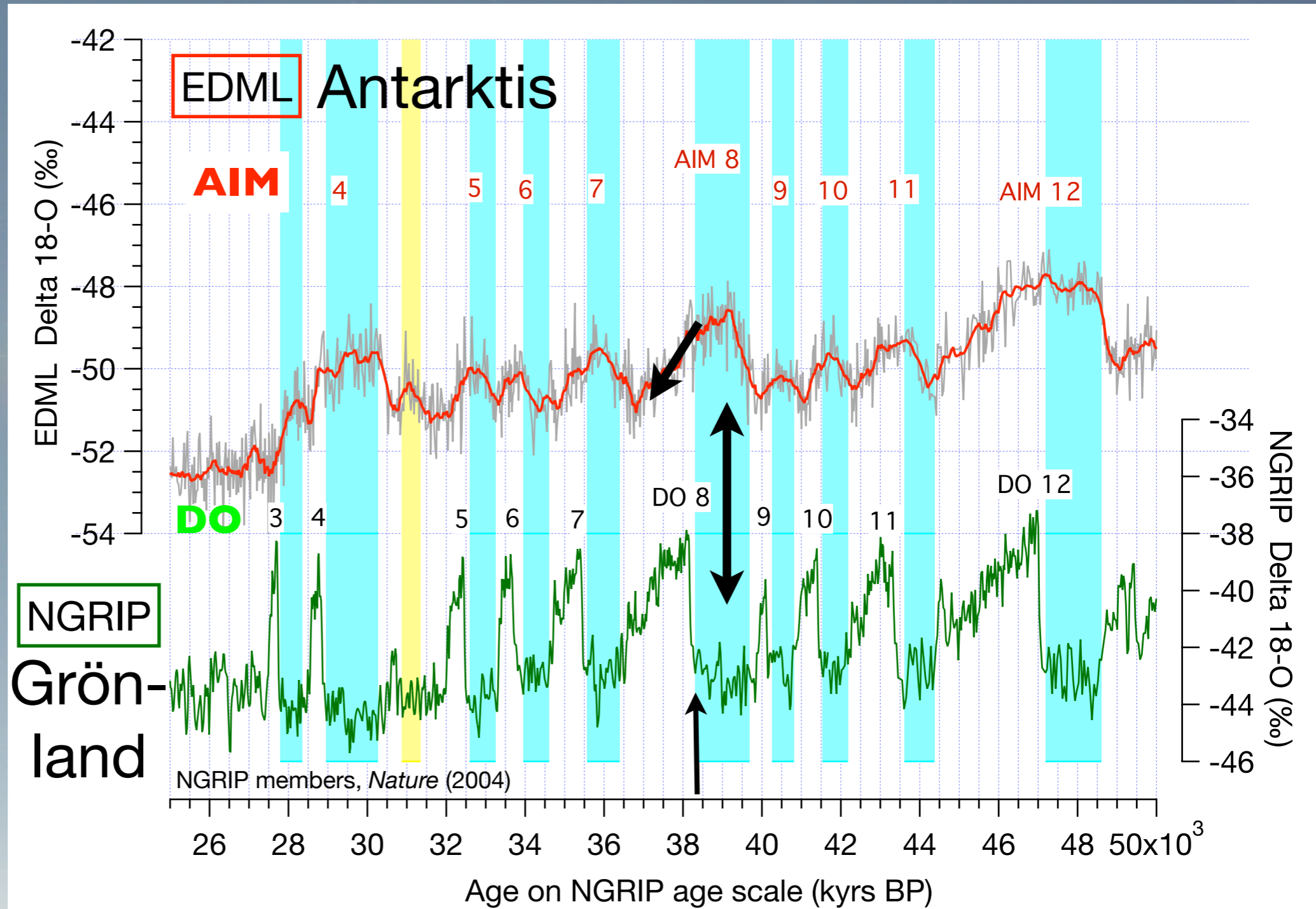


Petit et al., 1999 (Vostok), Siegenthaler et al., 2005 (Dome C - CO₂), Spahni et al., 2005 (Dome C - CH₄), EPICA community members, 2004 (δD)



Jedes antarktische Isotopen Maximum (AIM) im EDML-Kern entspricht einem Dansgaard/Oeschger (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, 2006)

Vergleich Antarktis (EDML) - Grönland (NGRIP)

3) Was sind die Ursachen für Klimaänderungen ?

3.1 “Orbital forcing”

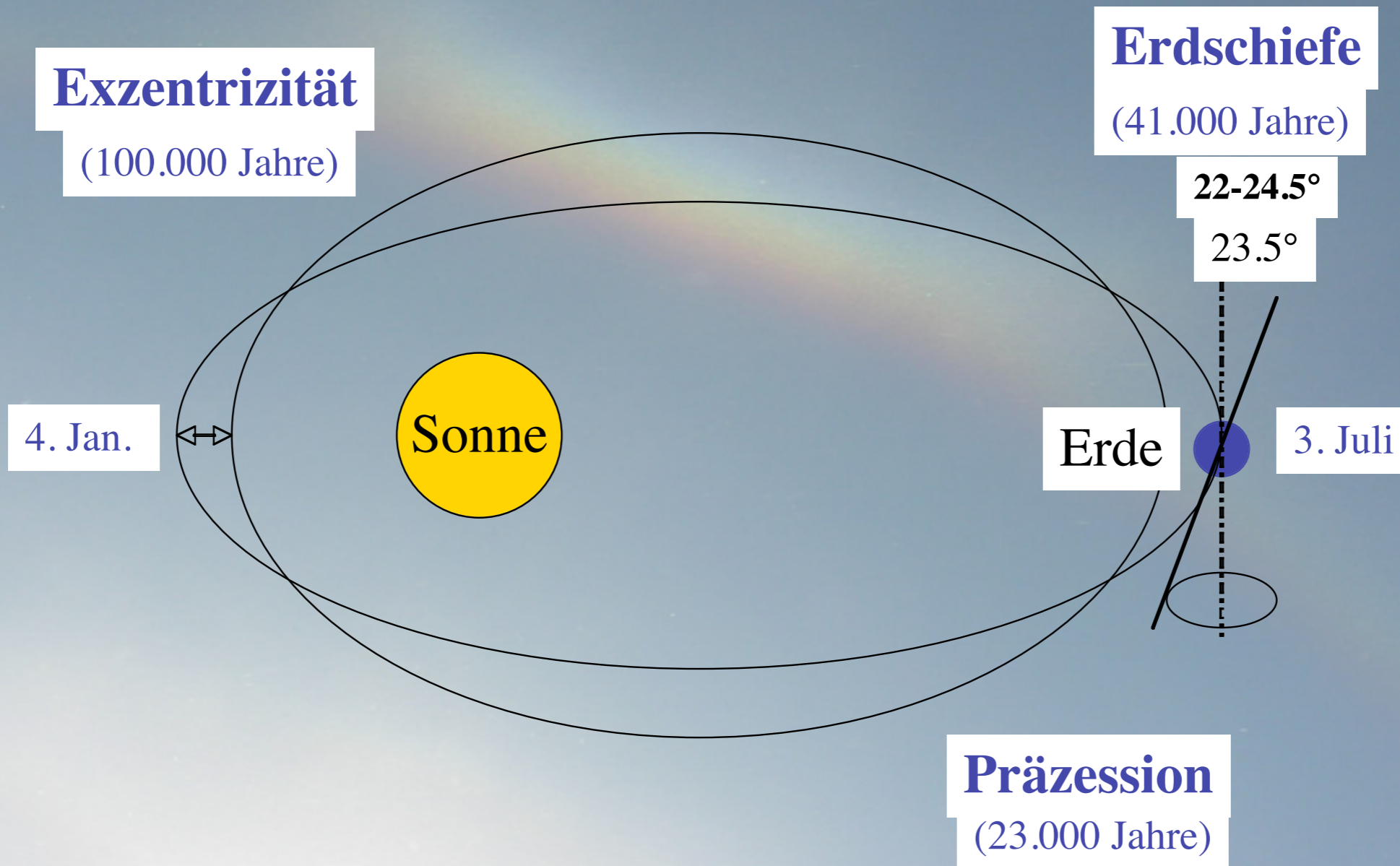
3.2 Albedo der Erdoberfläche

3.3 Treibhausgase

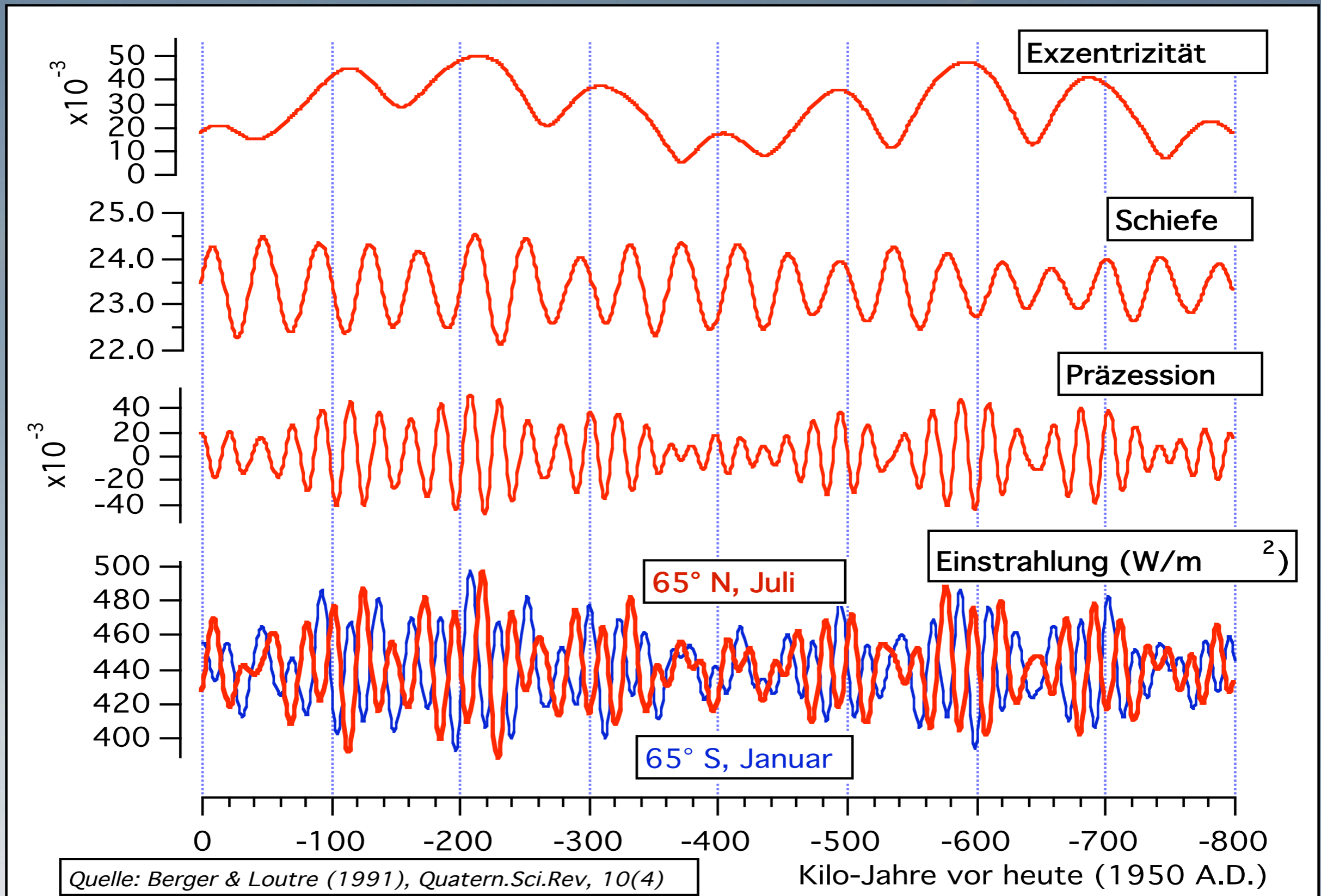
3.4 Bevölkerungswachstum

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 %

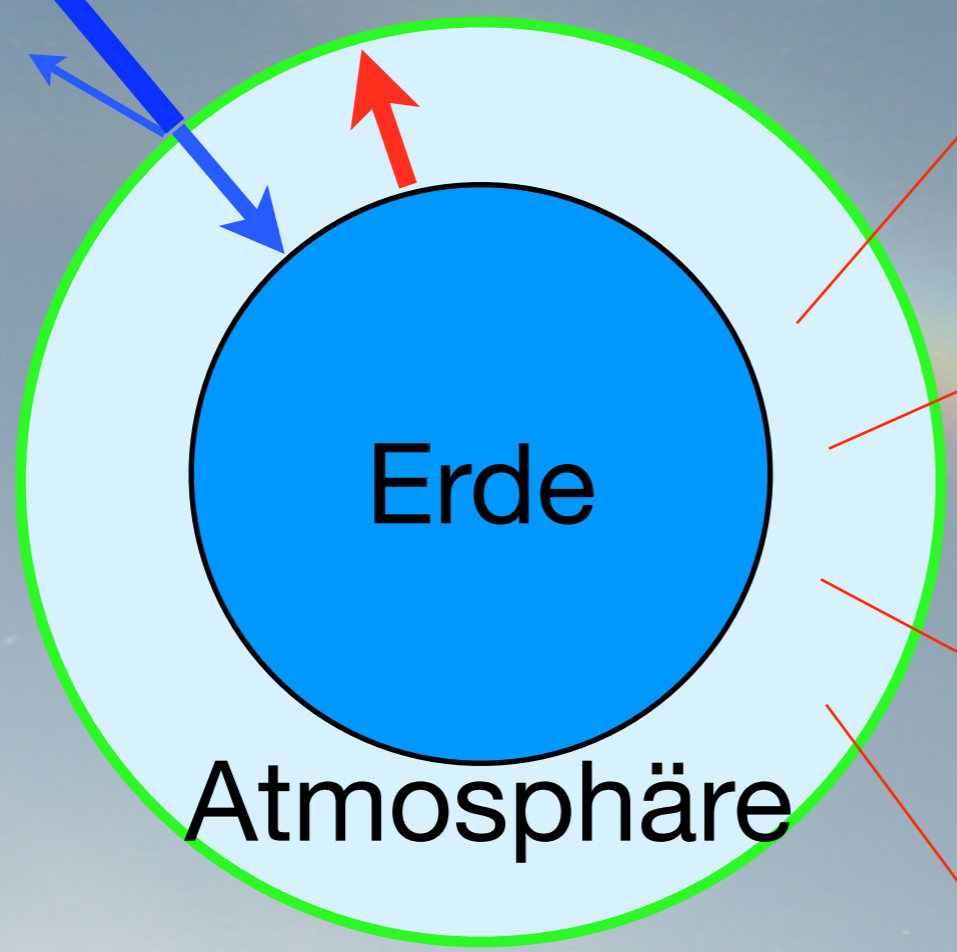
Schnee ~80 %

Albedo der Erdoberfläche

3.3 Treibhausgase

Sonne

kurzwellig
langwellig

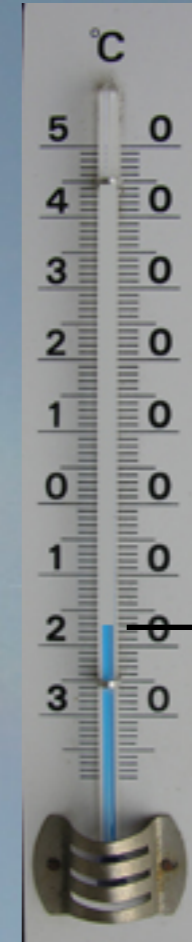


H_2O

CO_2

CH_4

N_2O

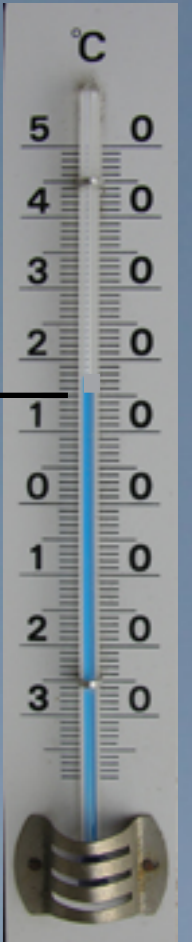


ohne

Treibhausgase

+15°C

-18°C



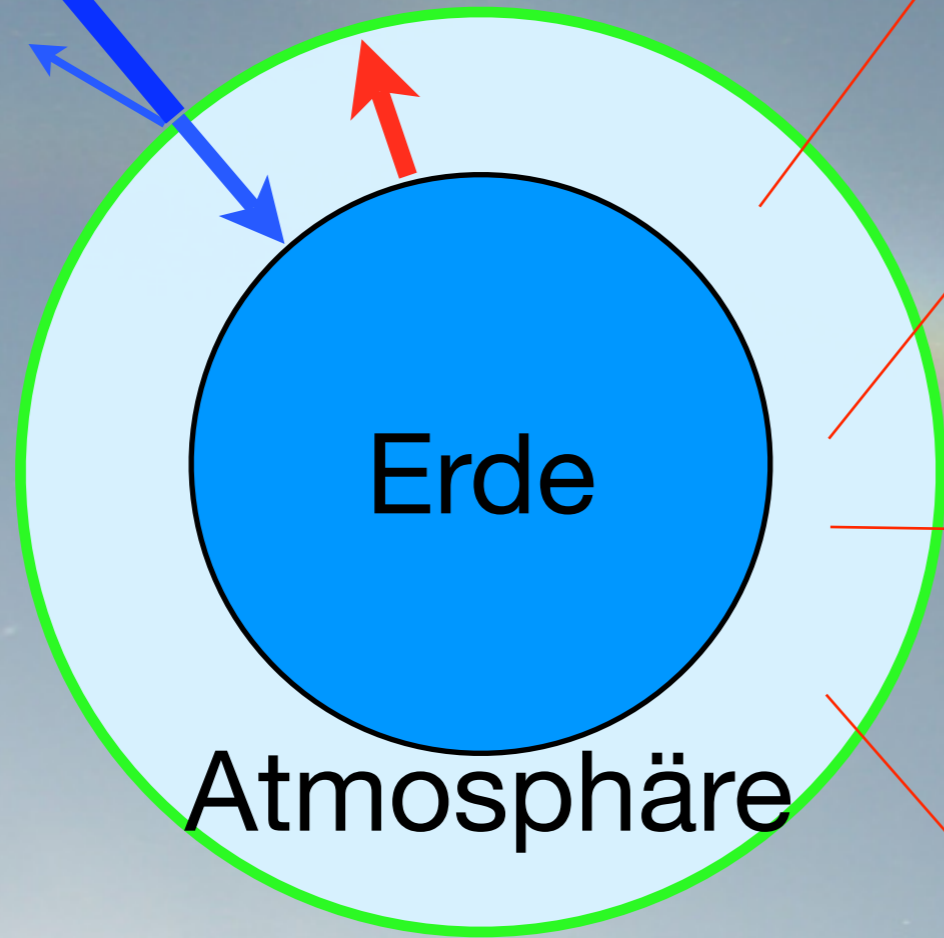
mit

Schichtdicke Atmosphäre nicht maßstäblich!

Treibhauseffekt

Sonne

kurzwellig
langwellig

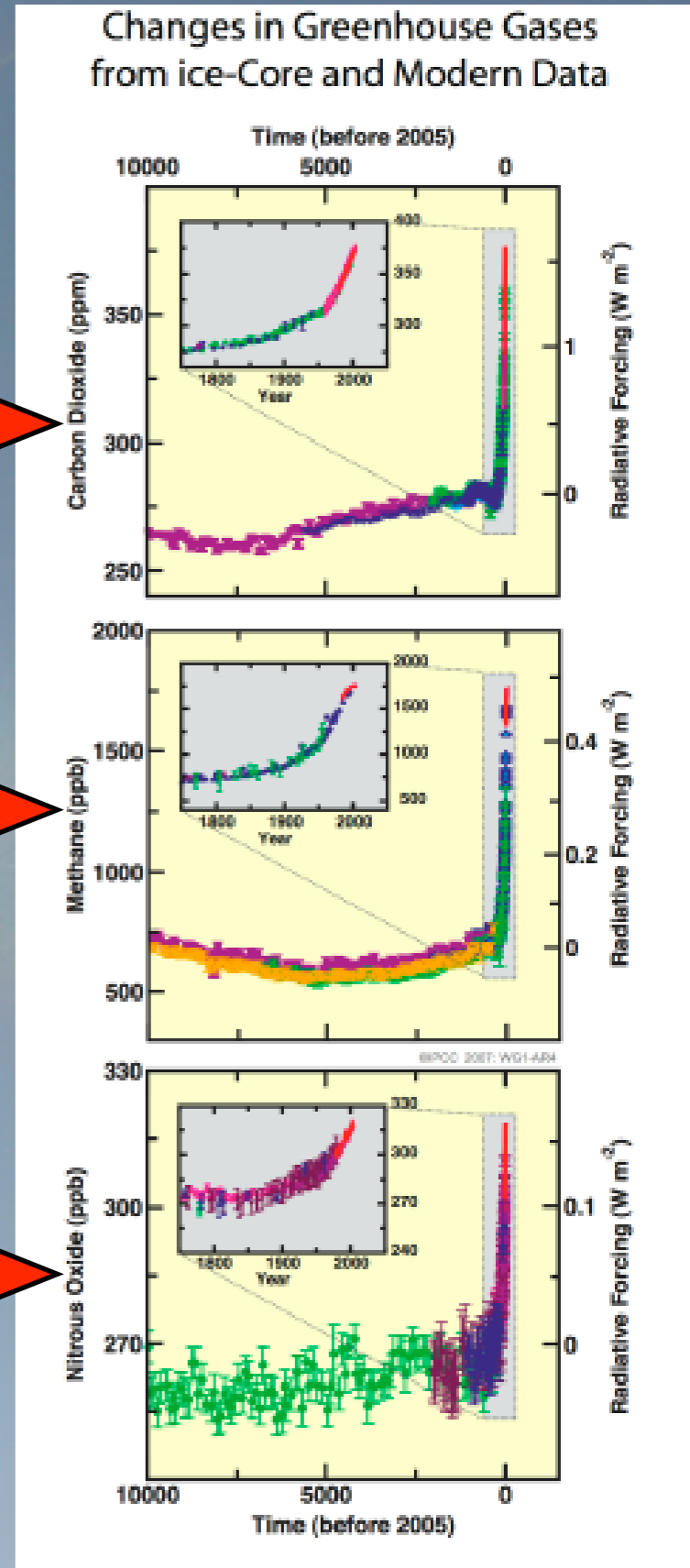


H₂O

CO₂

CH₄

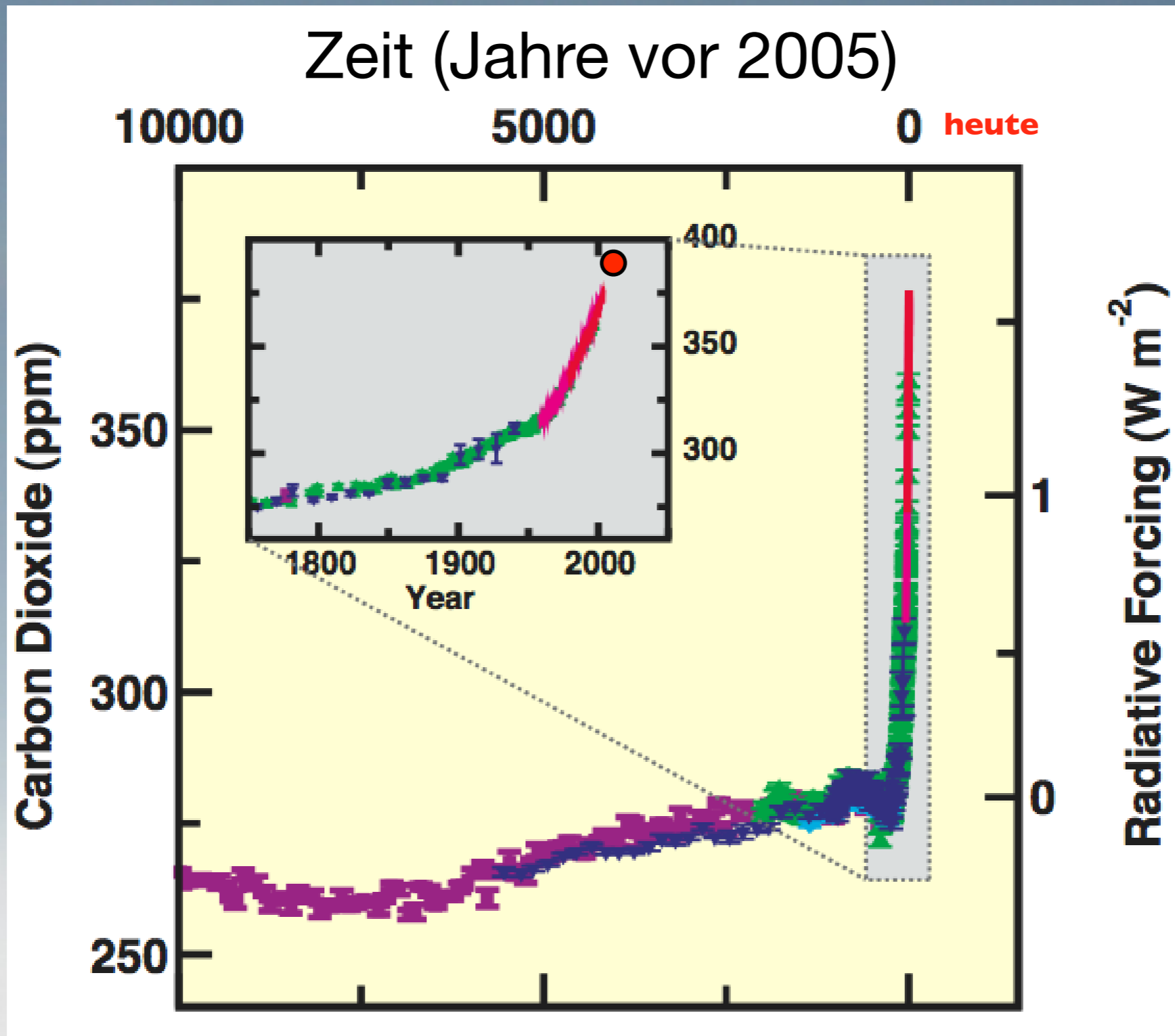
N₂O



Schichtdicke Atmosphäre nicht maßstäblich!

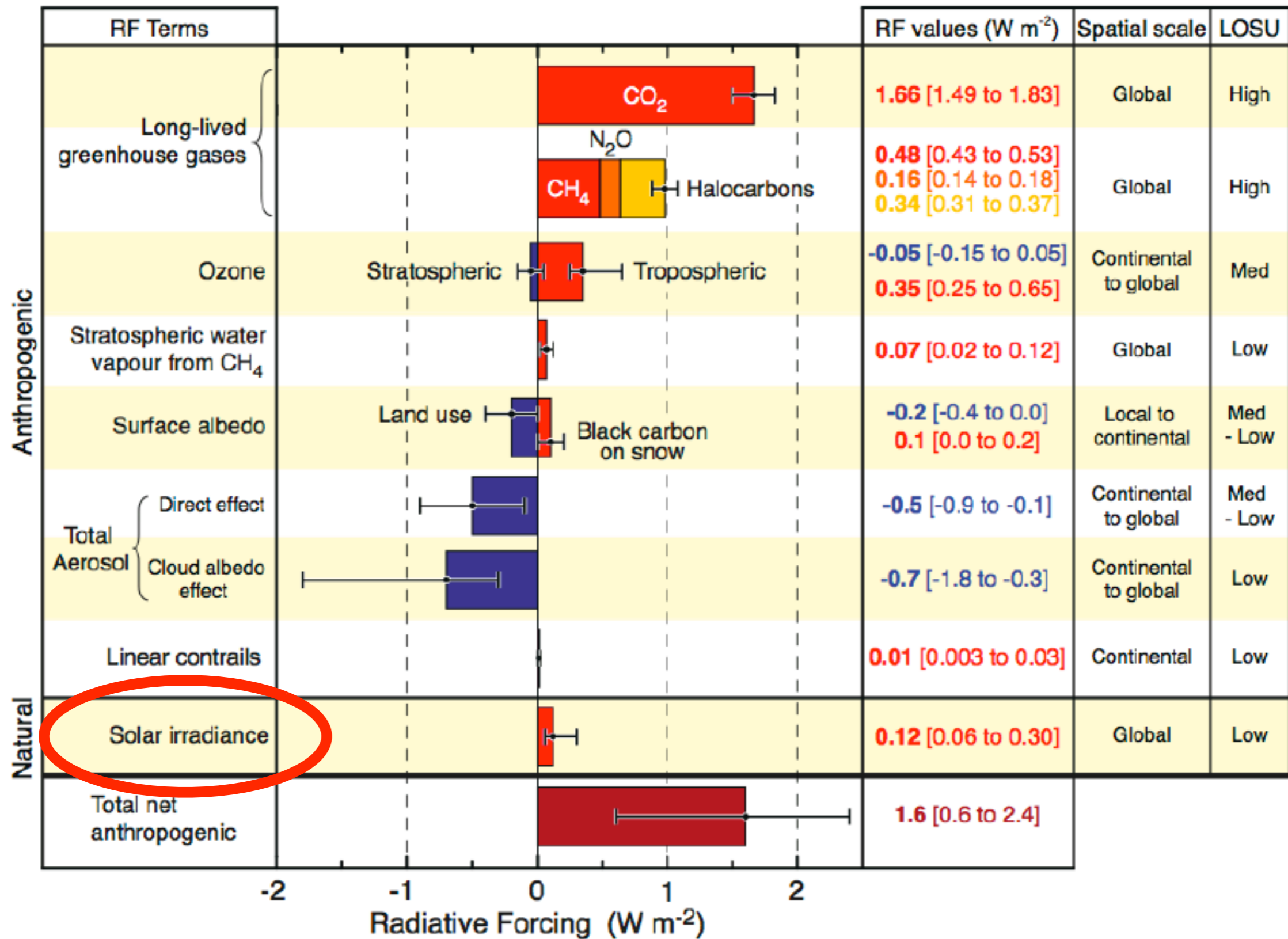
Treibhauseffekt

Kohlendioxid-Gehalt in der Atmosphäre



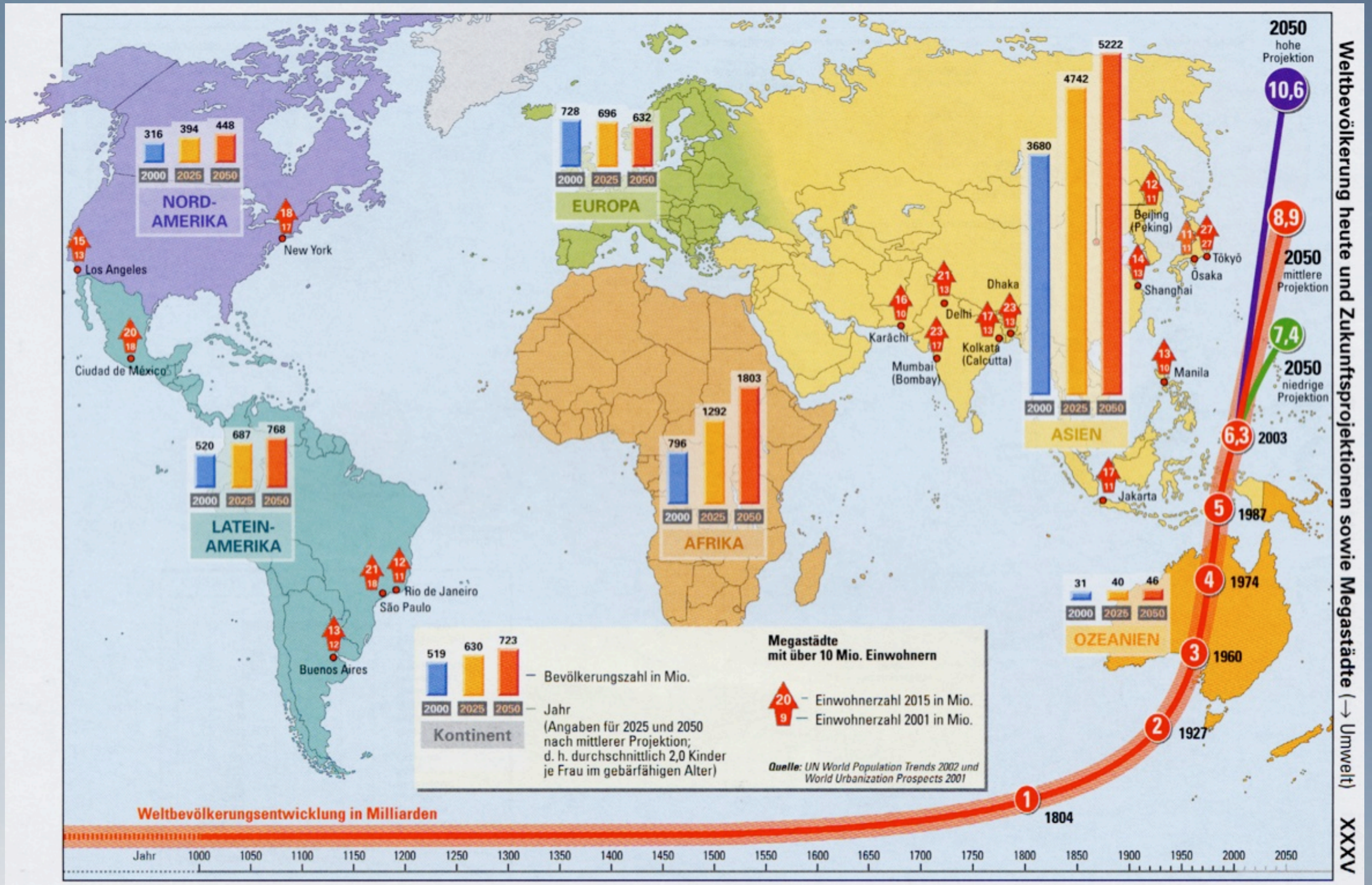
Quelle: IPCC, Climate Change 2007: The Physical Basis, Summary for Policy Makers (www.ipcc.ch)

Radiative Forcing Components



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

3.4 Wachsende Weltbevölkerung



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

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

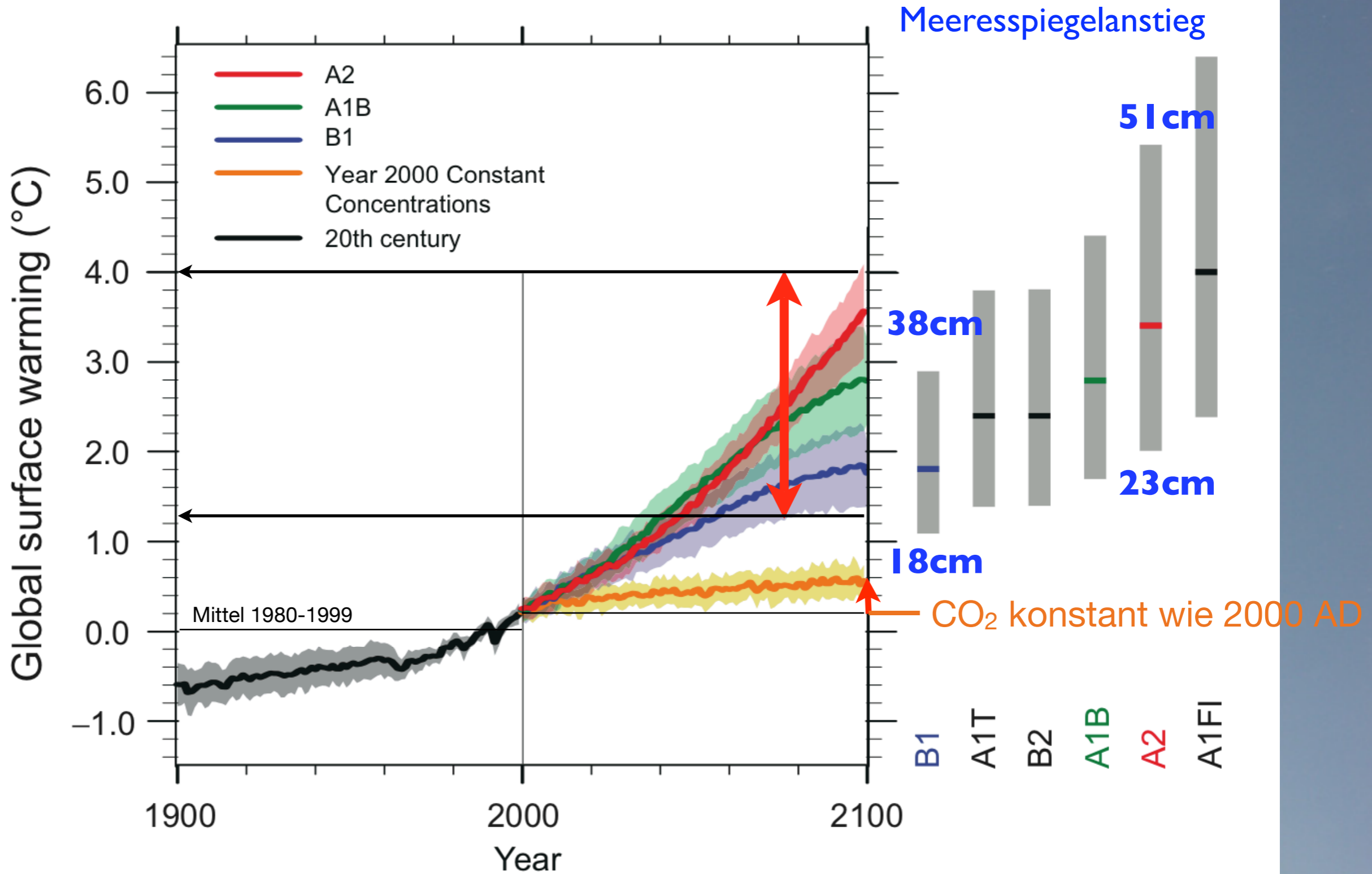
www.ipcc.ch

4.1 Lufttemperatur

4.2 Meeresspiegel

4.3 Gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen

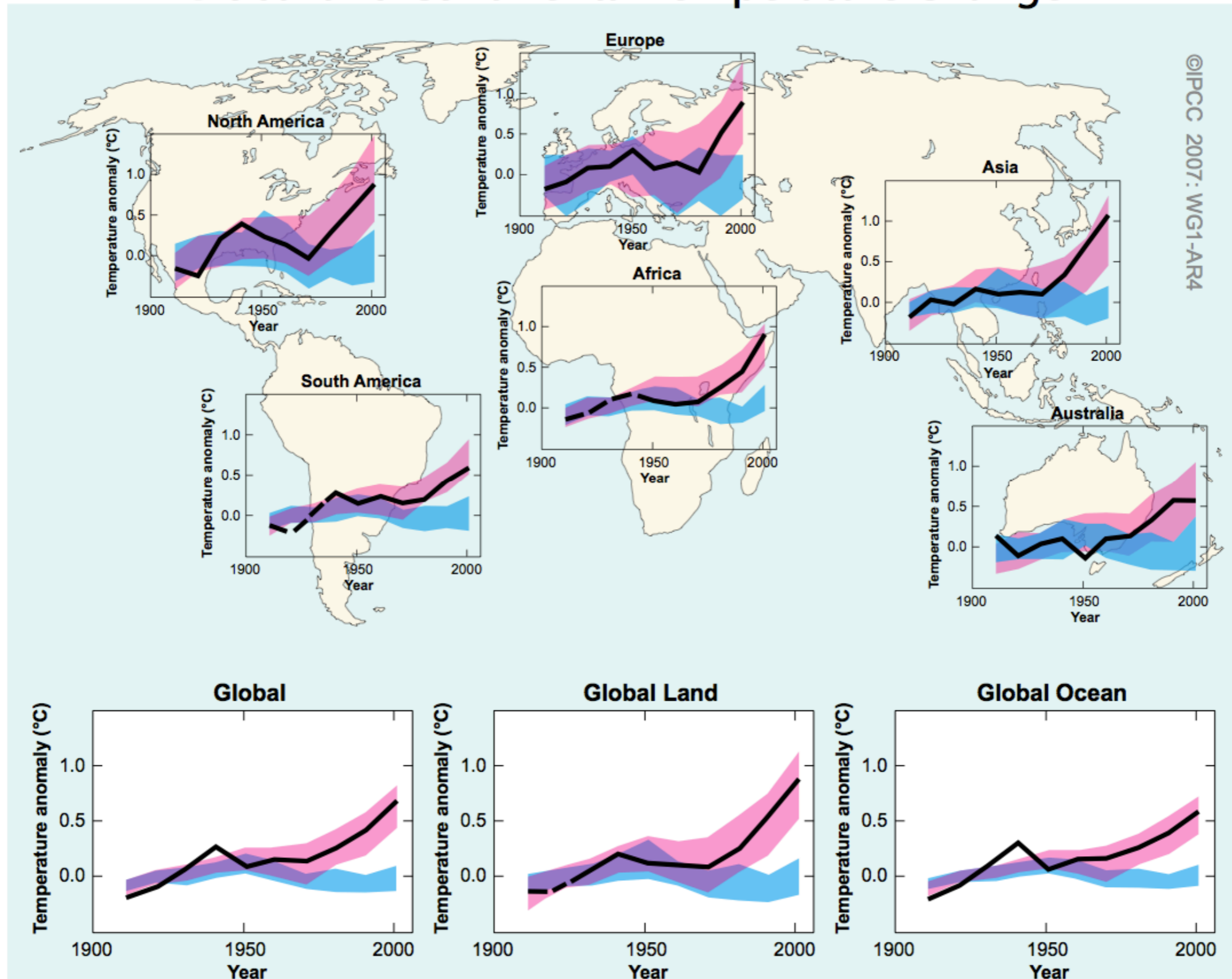
Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



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

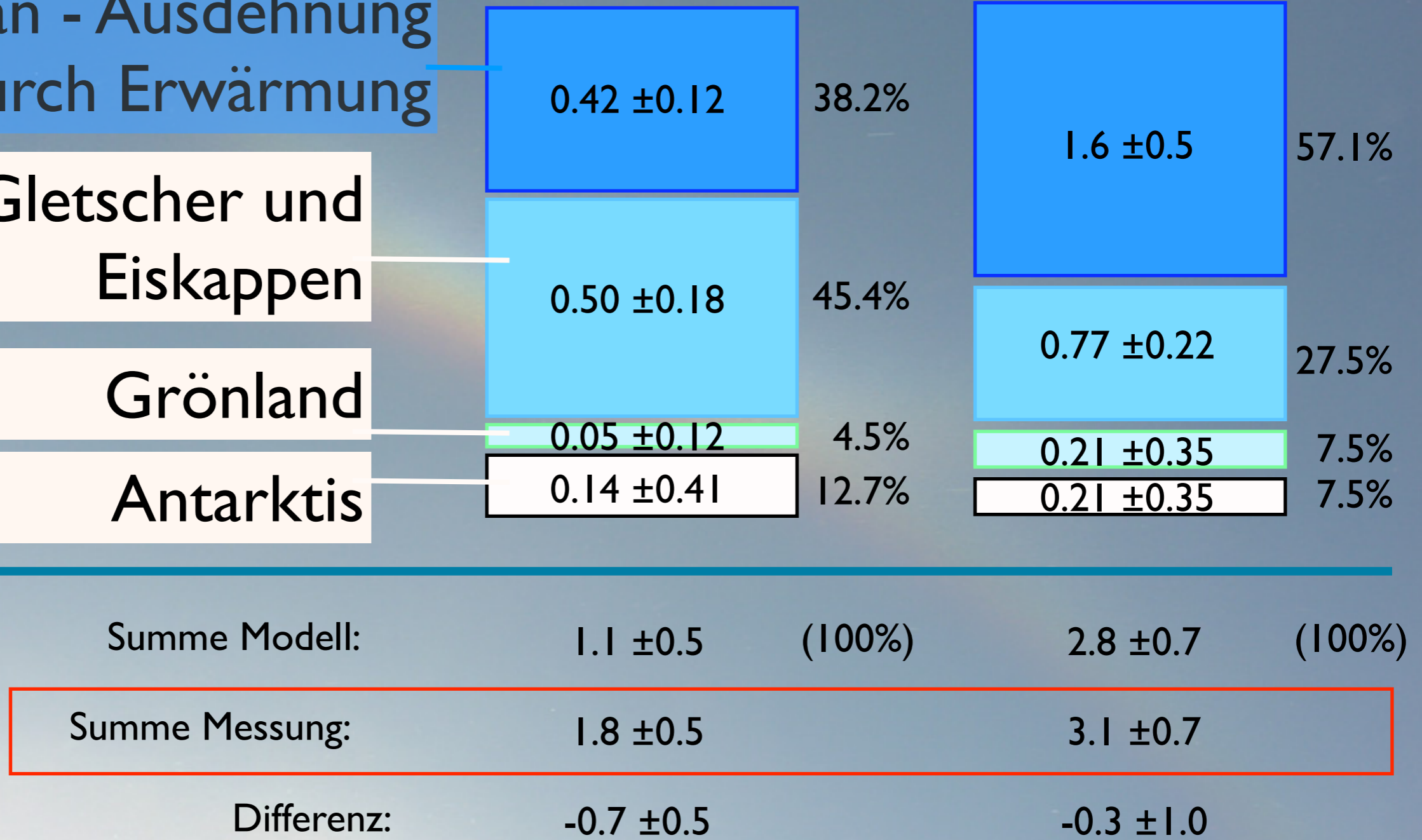
Gletscher und Eiskappen

Grönland

Antarktis

1961-2003
mm pro Jahr

1993-2003
mm pro Jahr



Informationen aus dem IPCC- Report 2007:
Meeresspiegelerhöhung und Ursachen

Abtauchen ist keine Lösung !

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

