

Klimawandel und seine Ursachen

Dr.-Ing. Hans Oerter

Hans.Oerter@awi.de

Beitrag zu Vorlesung Wirtschaftsethik,
Hochschule Bremerhaven, 31. Mai 2013

STADT THEATER
BREMERHAVEN



ODYSSEE : KLIMA

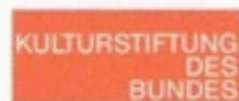
TRANSDISZIPLINÄRES FESTIVAL



7. BIS 9. JUNI &
14. BIS 16. JUNI 2013

AM STADTTHEATER BREMERHAVEN

Gefördert durch die



Kooperationspartner u.a.



ALFRED WEGENER-INSTITUT
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-
UND MEERESFORSCHUNG



KURSKLIMASTADT
BREMERHAVEN

Störenfritz des Klimafrie

Einst profilierte sich Fritz Vahrenholt als Umweltschützer
Was treibt den Mann? Und finden seine

Ja ist denn schon Klimawandel?

Das Extremwetter lädt
wieder zum Spekulieren ein

ZEIT No.2 (2013)

ZEIT No.48 (2012)

Antarktis auf der Waage

Der Westen verliert Eis, der Osten legt zu

SZ Nr.246 (2012)

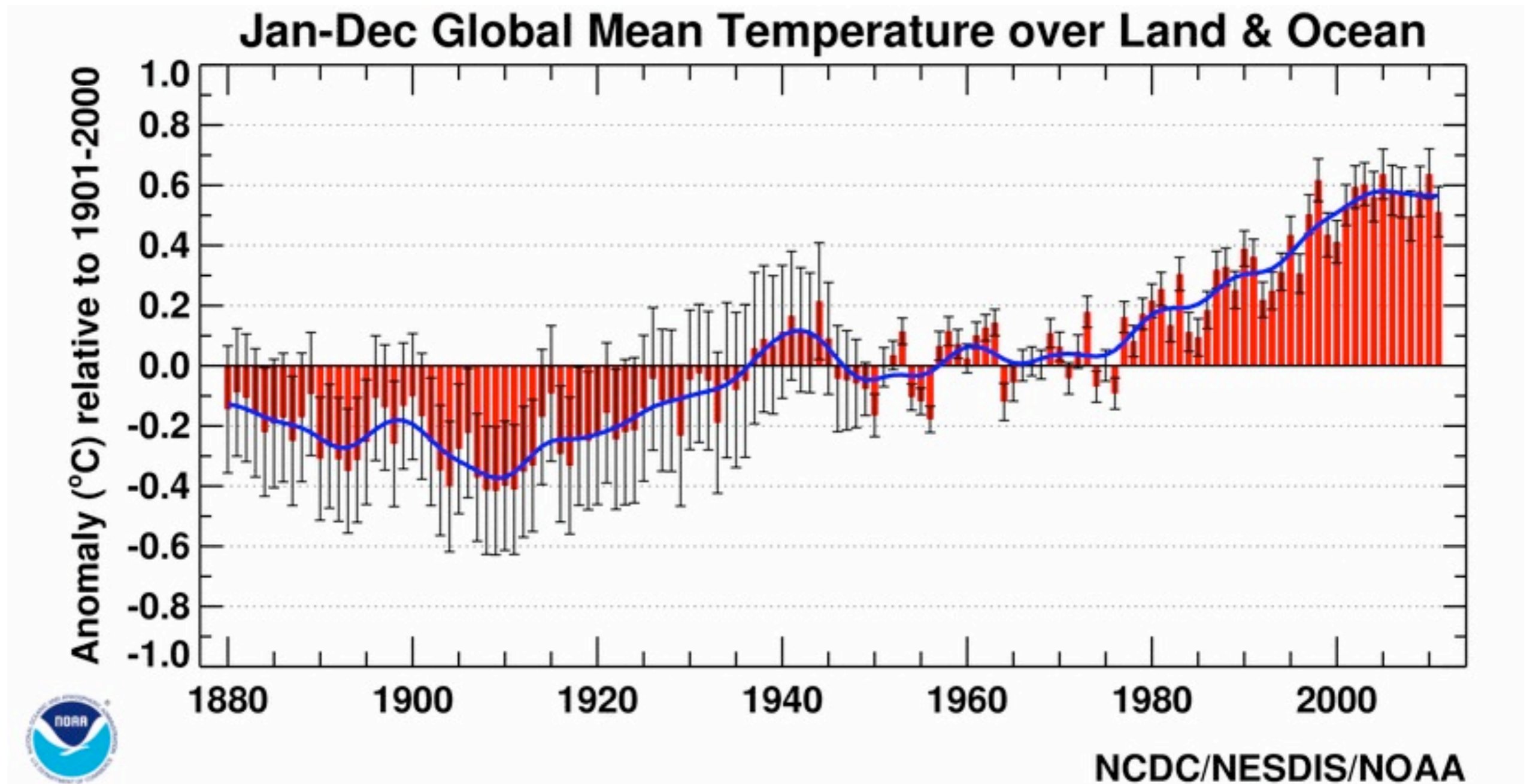
SZ Nr.199

What Do U.S. Students Know About Climate Change?

Ask introductory-level undergraduate students about climate change science, and you are likely to get some eyebrow-raising responses. For example, you may hear, “The greenhouse effect is caused by the hole in the ozone layer, which allows in more sunlight,” “The melting of floating sea ice will result in catastrophic flooding of our coastal areas,” or “Humans are not the main cause of climate change.” While students are clearly concerned about climate change

(83% of students polled by *Theissen* [2008] were), recent work suggests that many have significant misconceptions about the fundamental science behind it. Considering the urgent nature of the issue and the important role that students will play as informed citizens and decision makers, geoscientists and educators may want to consider using strategies that better ensure students’ climate literacy.

Jährliche globale Temperatur-anomalien





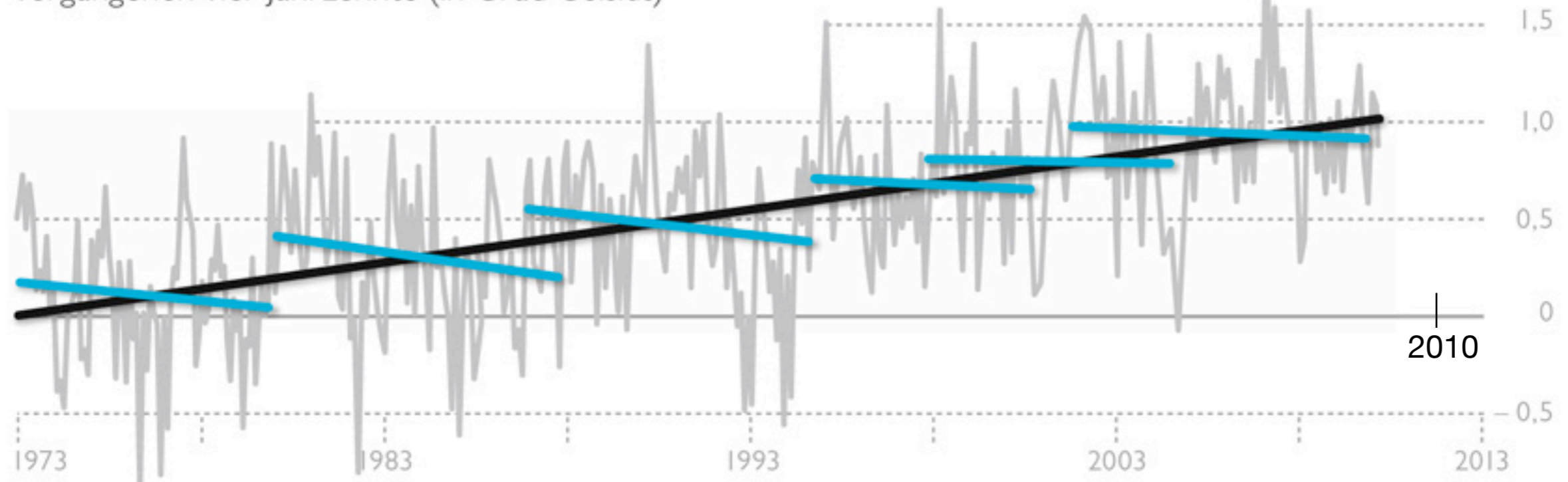
<http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php>

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

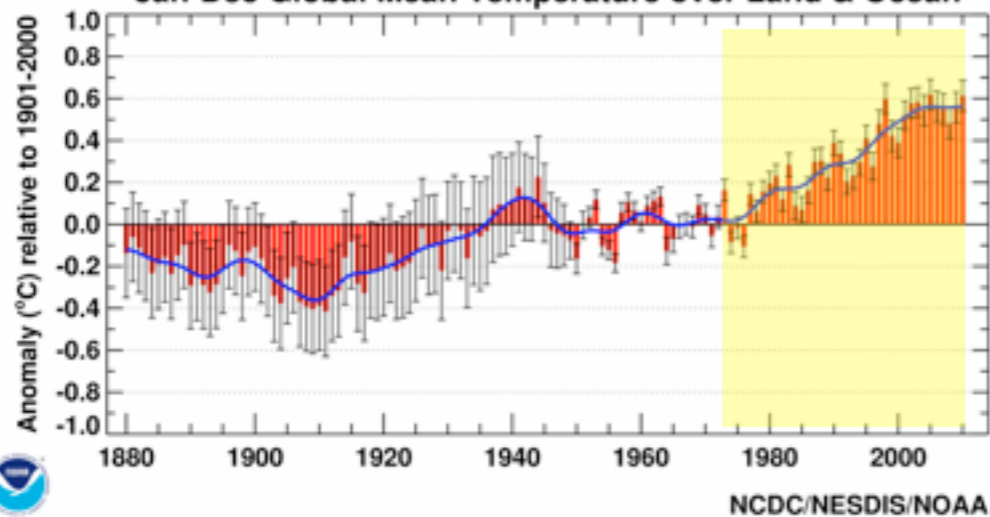
Wie man einen Trend umkehrt

Mittelwert der globalen Temperatur im Verlauf der vergangenen vier Jahrzehnte (in Grad Celsius)

-  Langfristig steigt die Temperatur
-  Bei entsprechender Auswahl scheint sie zu sinken



ZEIT-Grafik/Quelle: www.skepticalscience.com
Jan-Dec Global Mean Temperature over Land & Ocean



Die Zeit No.7, S. 35 vom 9. Febr. 2012

<http://www.zeit.de/2012/07/Klimawandel-Fakten>

<http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php>

1) Was ist Klima ?



Wetter: heute

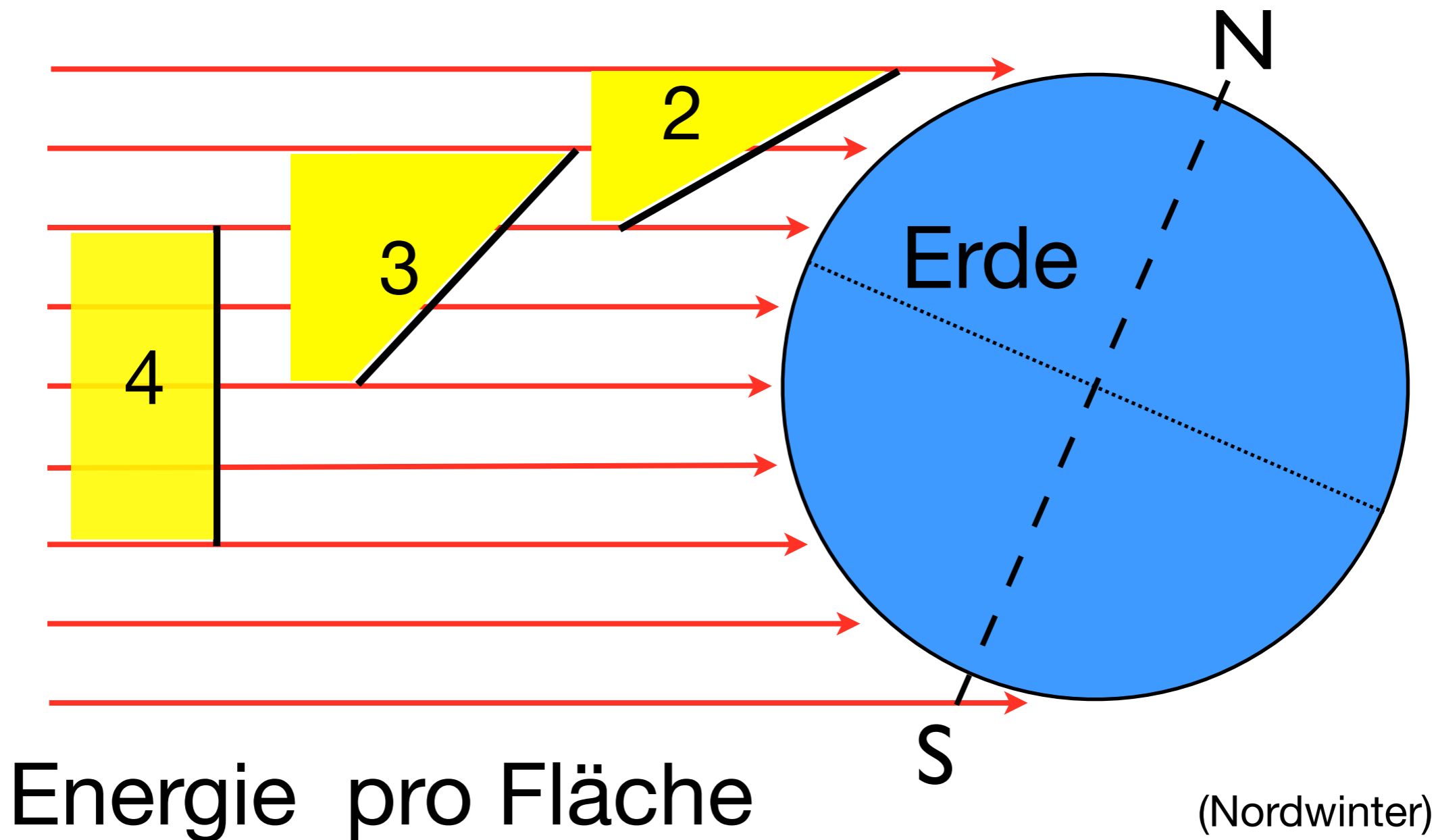
Witterung: Woche bis Monat

Klima: 30 Jahre (1961-1990)

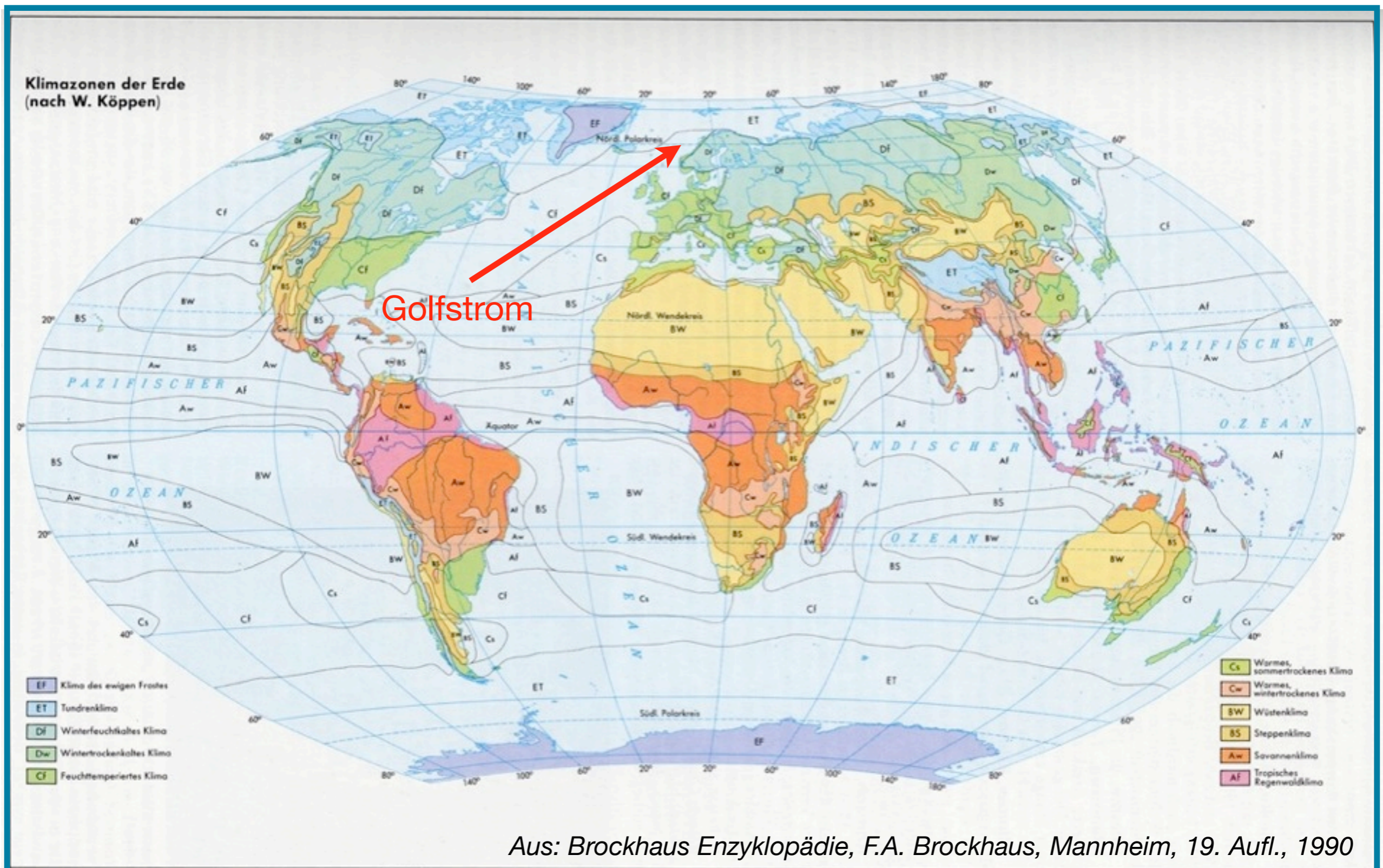
Klima (griech.) = Neigung

Klima (griech.) = Neigung

Sonne



Die Klimazonen der Erde nach W. Köppen



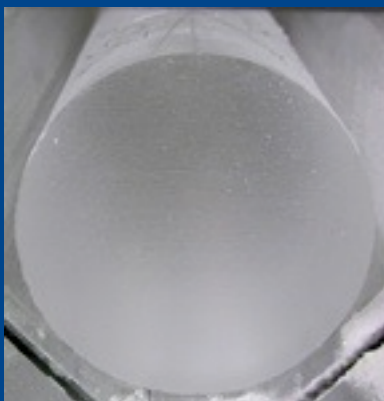
2) Wie hat sich das Klima in der Vergangenheit geändert ?

2.1 Temperaturänderungen in den letzten 1000 und 100 Jahren

2.2 Eis als Archiv für Klimaänderungen

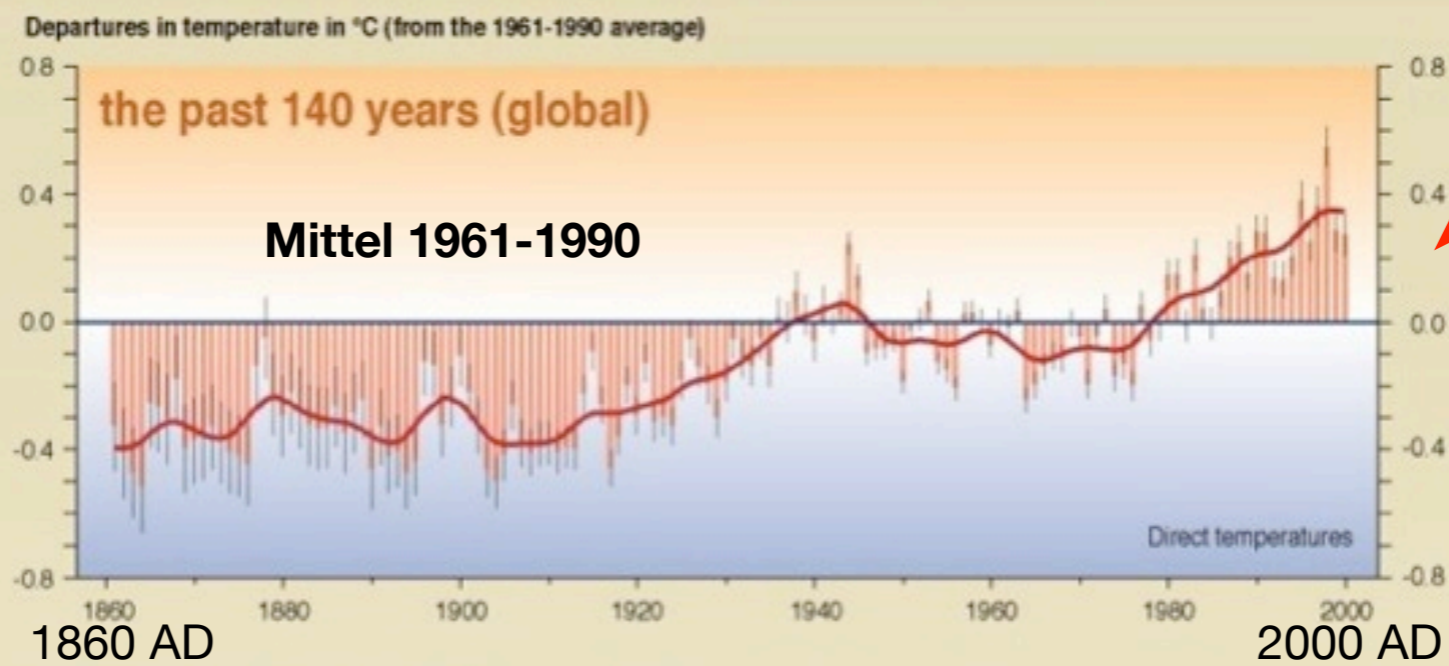
2.3 Tiefe Eiskernbohrungen in der Antarktis (und in Grönland)

2.1 Änderung der Lufttemperatur

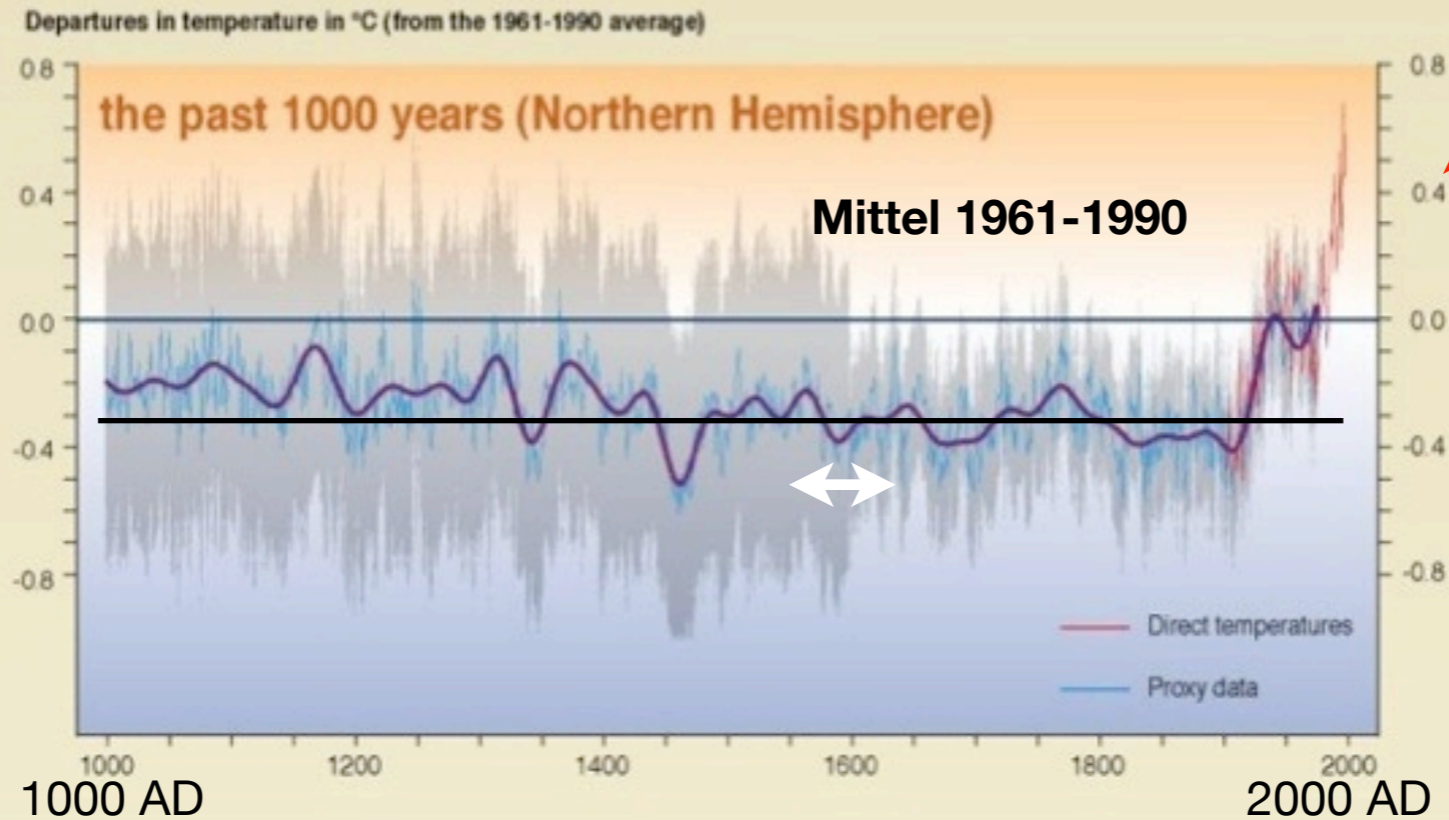


Abweichung der Temperatur (°C) vom Mittel der Jahre 1961-1990

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



+ 0.4 °C global



+ 0.7 °C Nordhem.

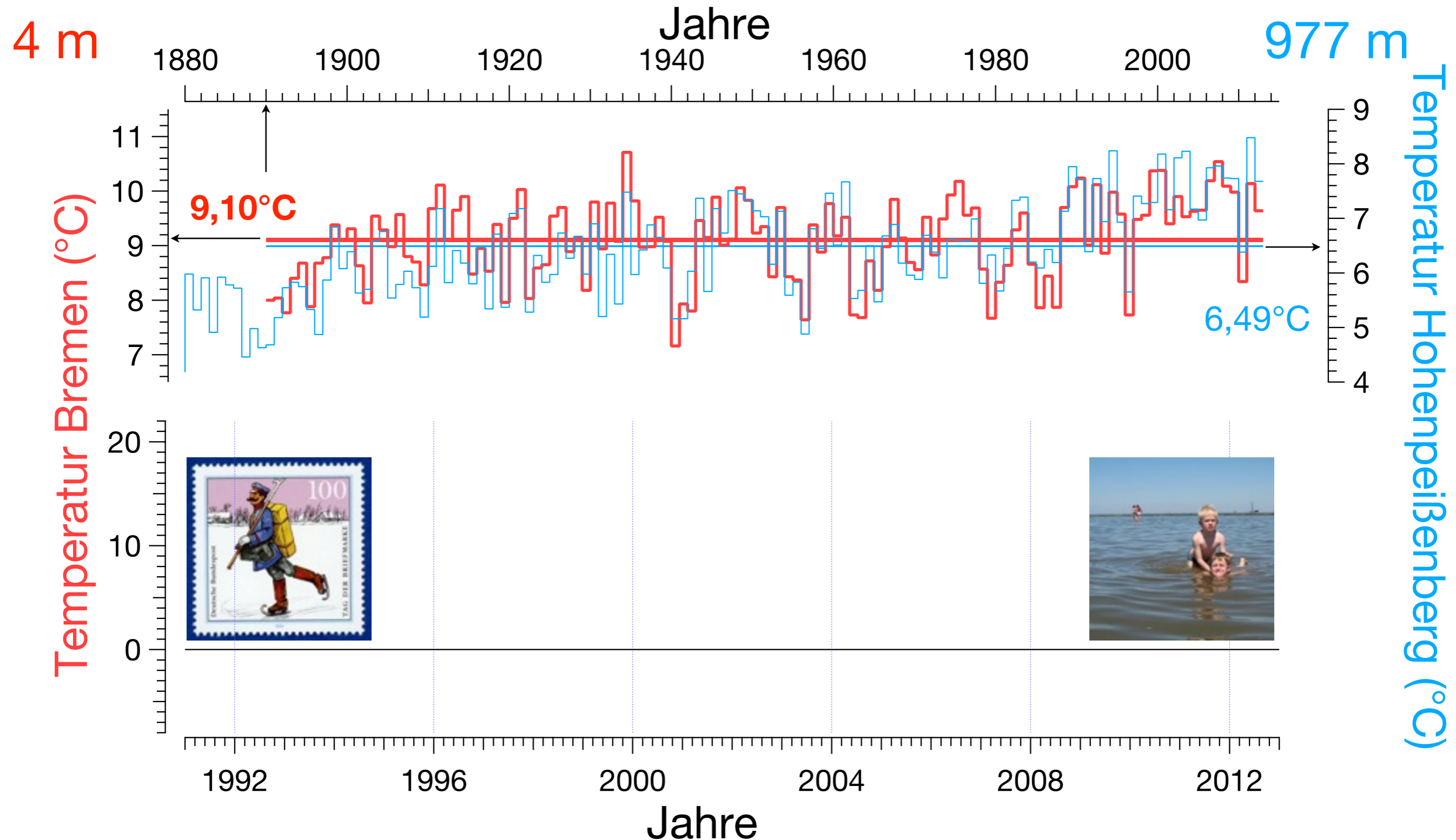
Pieter Brueghel d.J. (1564-1638)

SYR - FIGURE 2-3

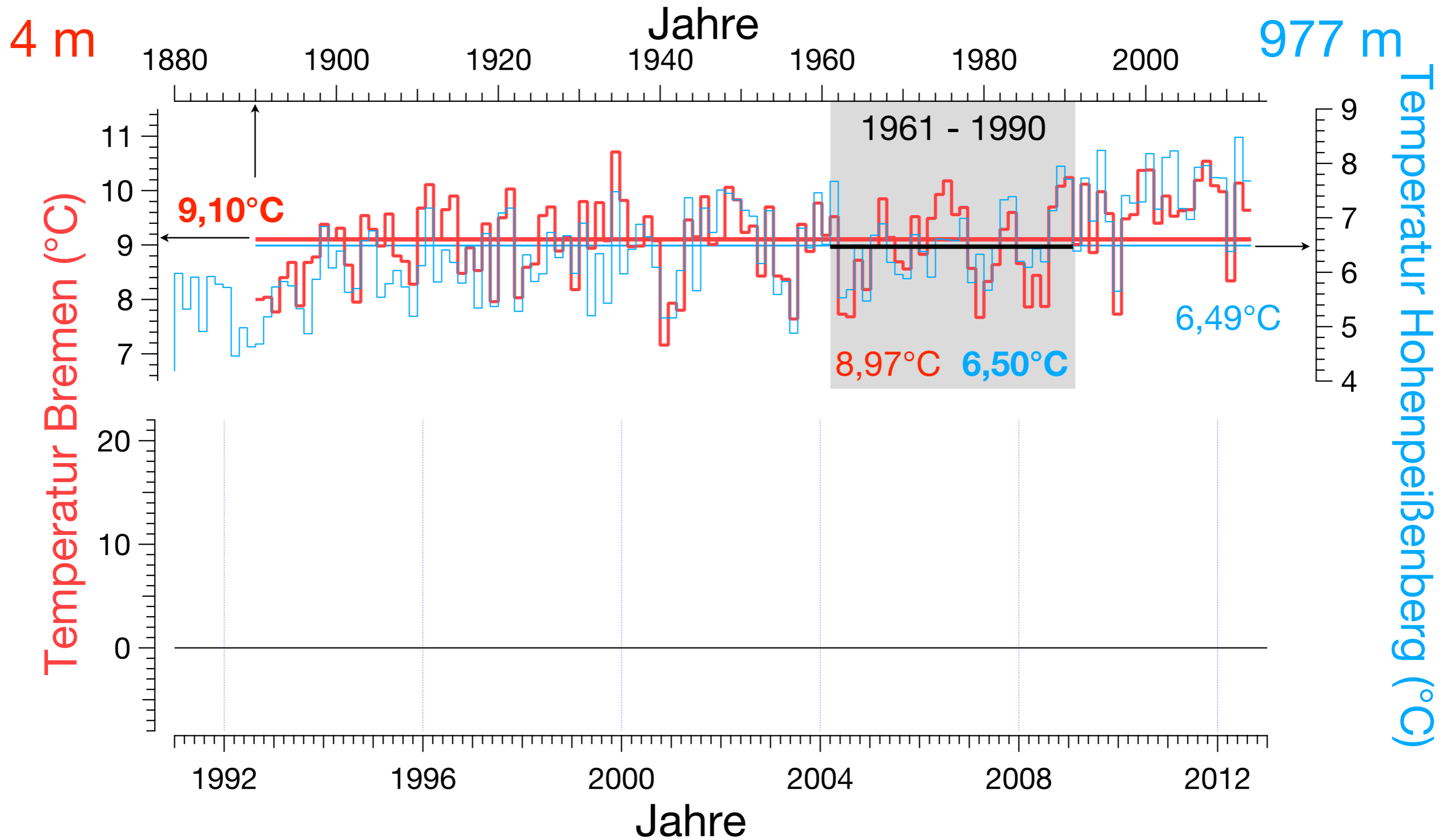
Pieter Bruegel d.J. (1564-1638): Winterlandschaft mit Vogelfalle I, 1601.
Kunsthistorisches Museum Wien



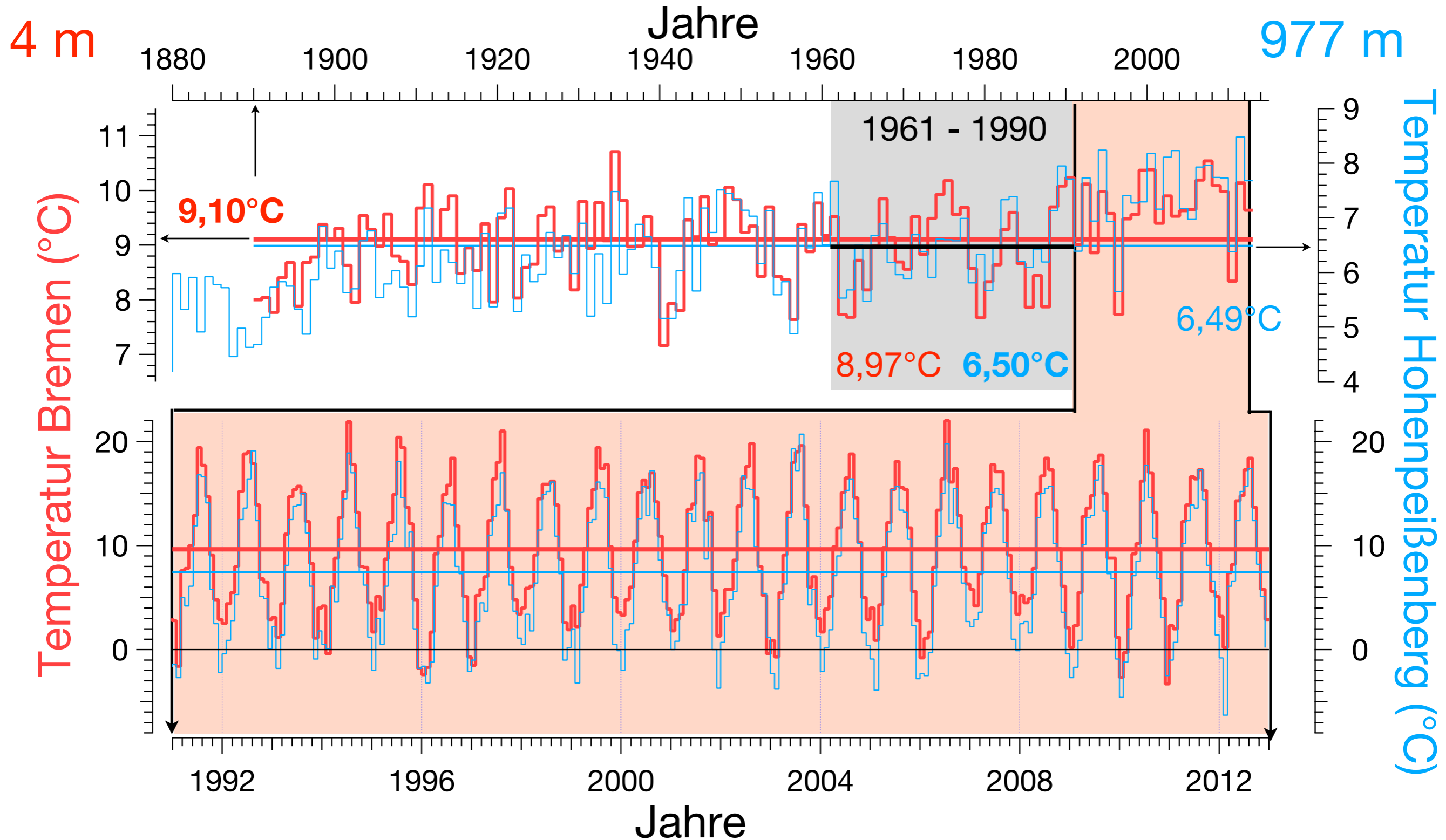
Temperaturreihe DWD 1890-2012: Bremen & Hohenpeißenberg



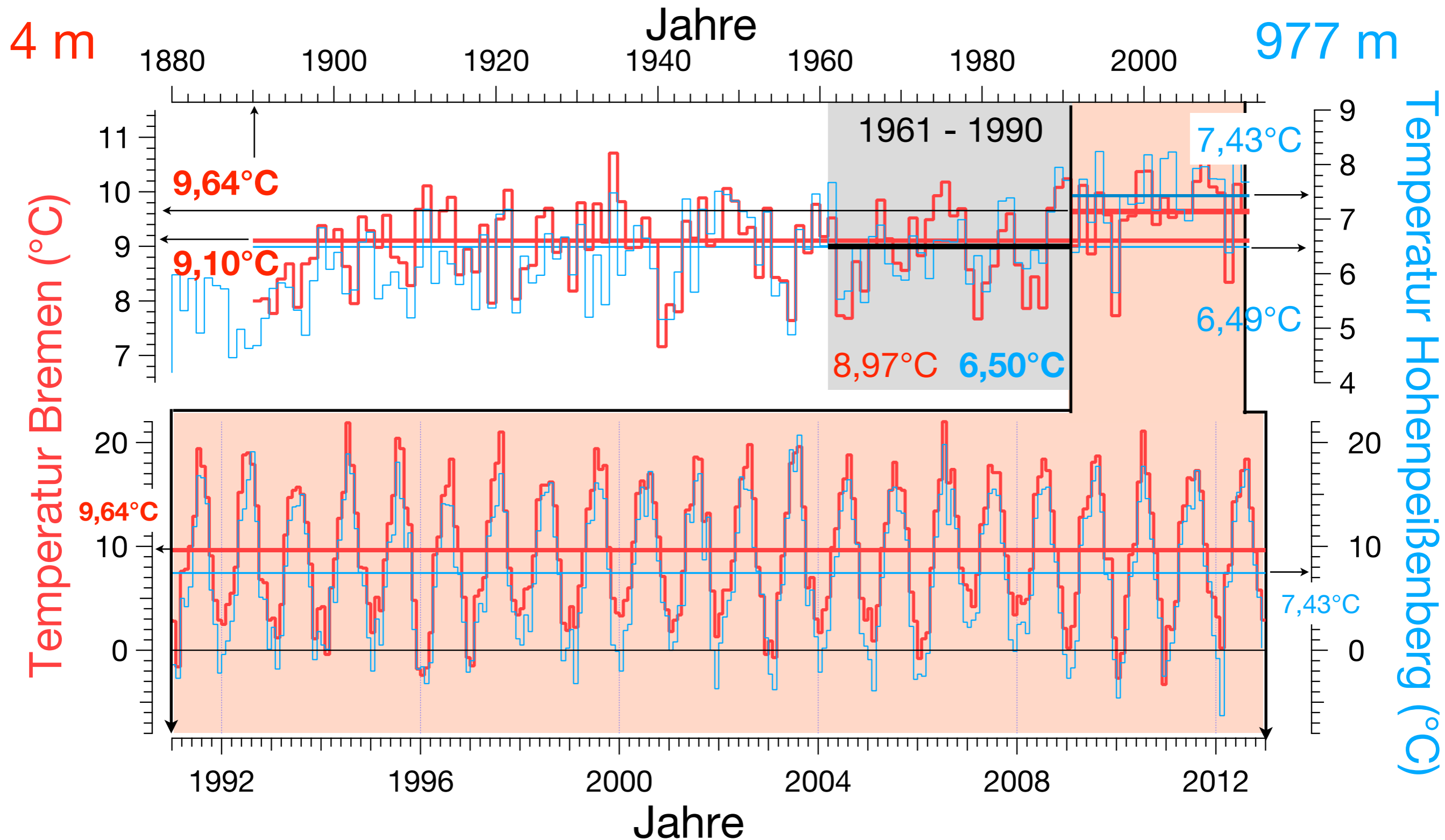
Temperaturreihe DWD 1890-2012: Bremen & Hohenpeißenberg



Temperaturreihe DWD 1890-2012: Bremen & Hohenpeißenberg



Temperaturreihe DWD 1890-2012: Bremen & Hohenpeißenberg



Störenfritz des Kli

Einst profilierte sich Fritz Vahrenholt als Umweltschürer
Was treibt den Mann? Und finden seine

Forscher brechen auf ins ewige Eis

„Polarstern“ läuft heute in Richtung Kapstadt aus

BREMERHAVEN. Der Forschungs-
eisbrecher „Polarstern“ startet
heute zu seiner 28. Antarktisex-
pedition. An den fünf Expediti-

objekt der Arbeitsgruppe Ozeani-
sche Akustik am Alfred-Wegener-
Institut. Die Forscher haben ver-
gangenes Jahr etwa 700 Kilometer

ZEIT No.48 (2012)

Wassers auf der Waage

Der Westen verliert Eis, der Osten legt zu

SZ Nr.246 (2012)

stabil galten

SZ Nr.199

2.2 Eis als Archiv für Klima- änderungen

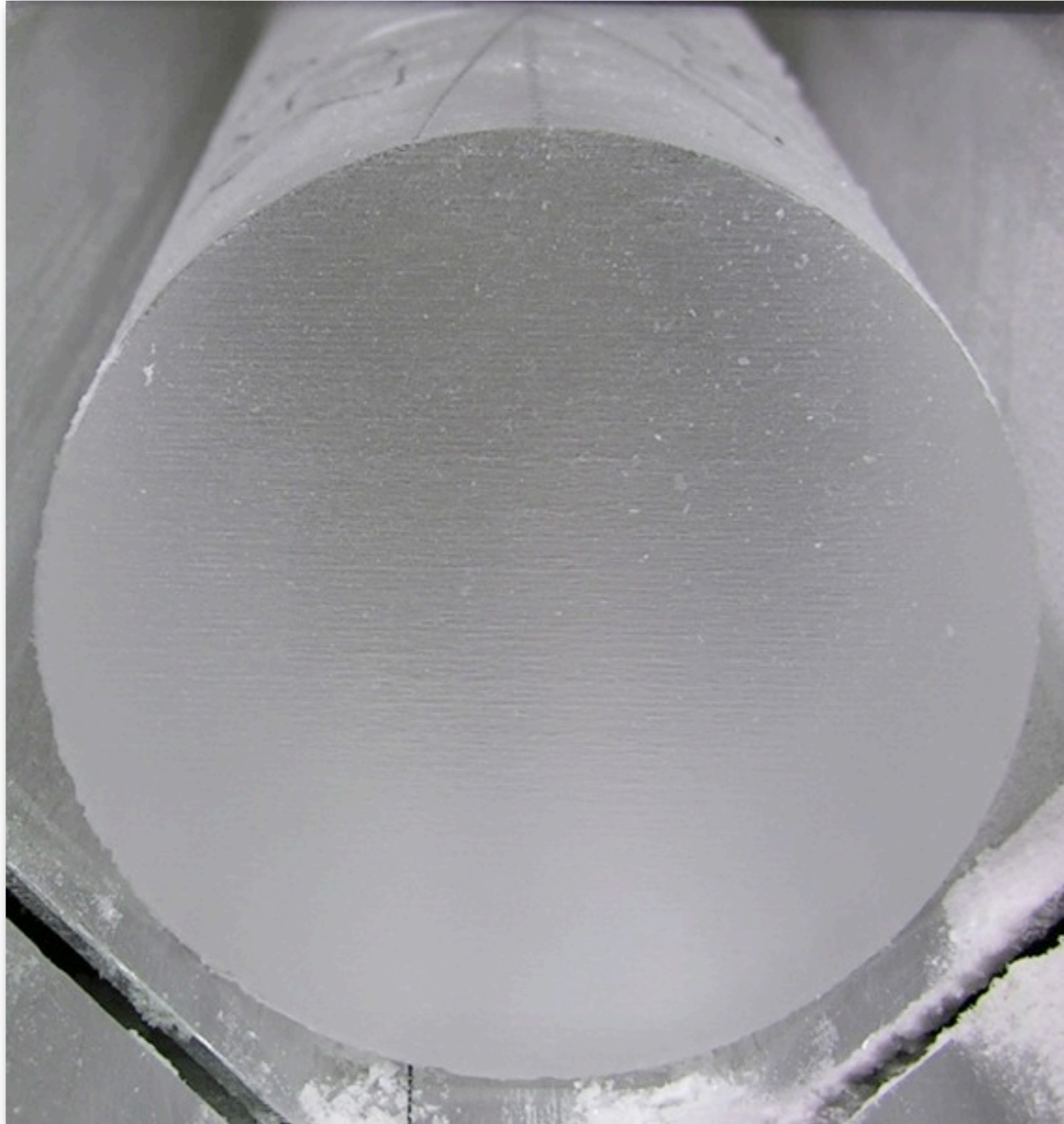
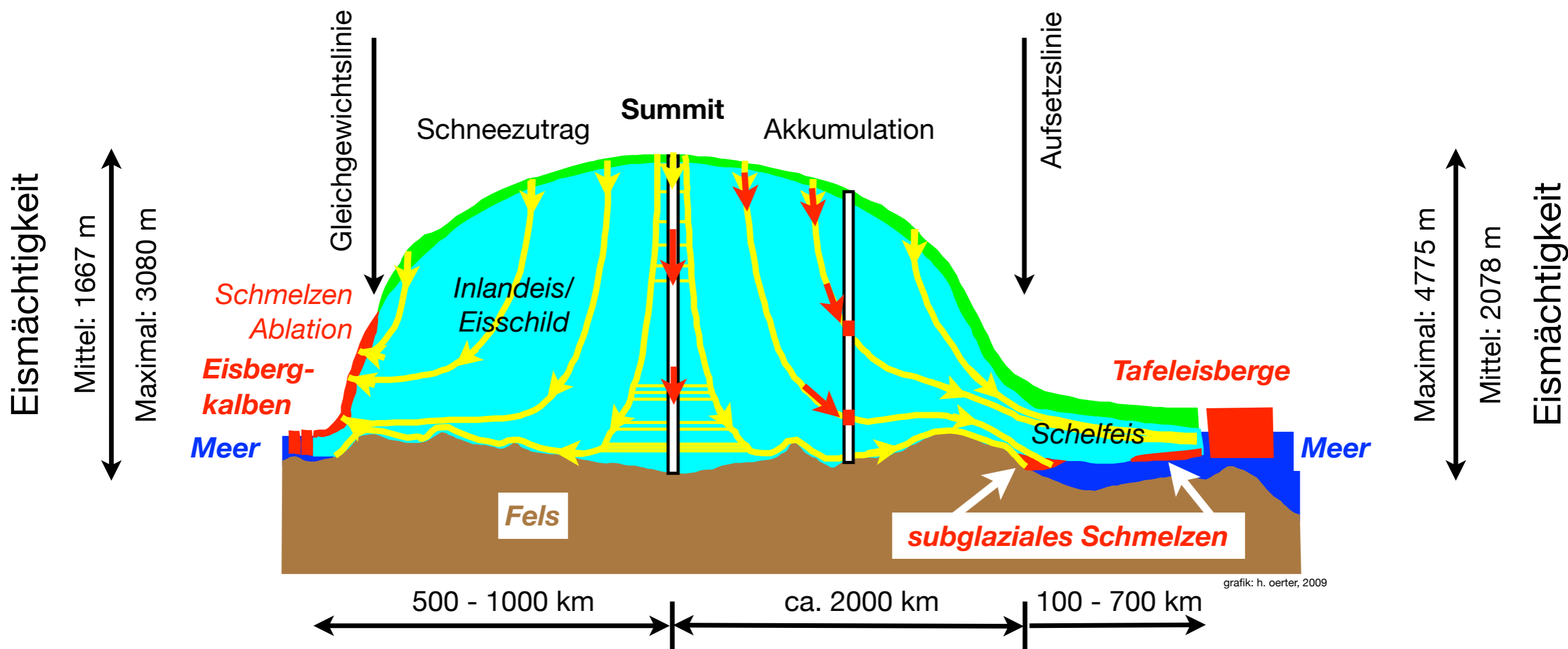


foto: hans oerter

Schematischer Querschnitt durch einen Eisschild

typisch für **Grönland** ↔ **Antarktis**

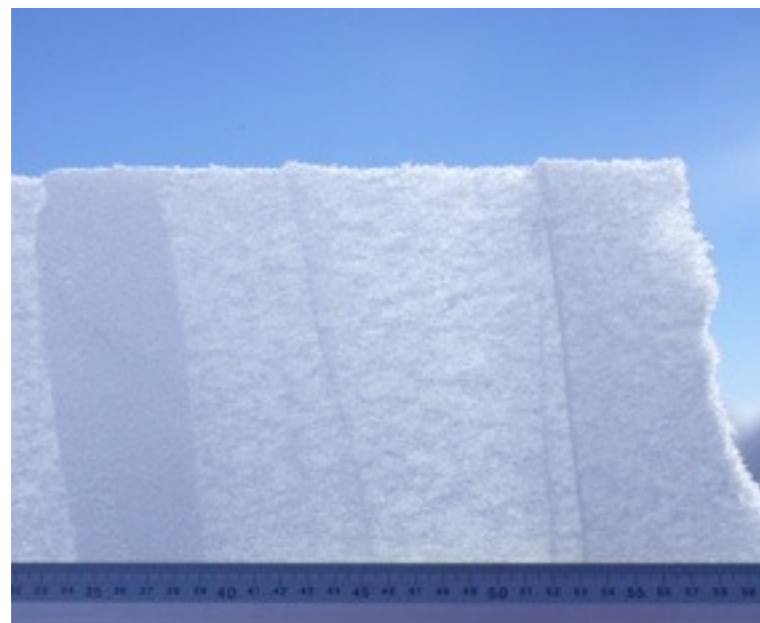
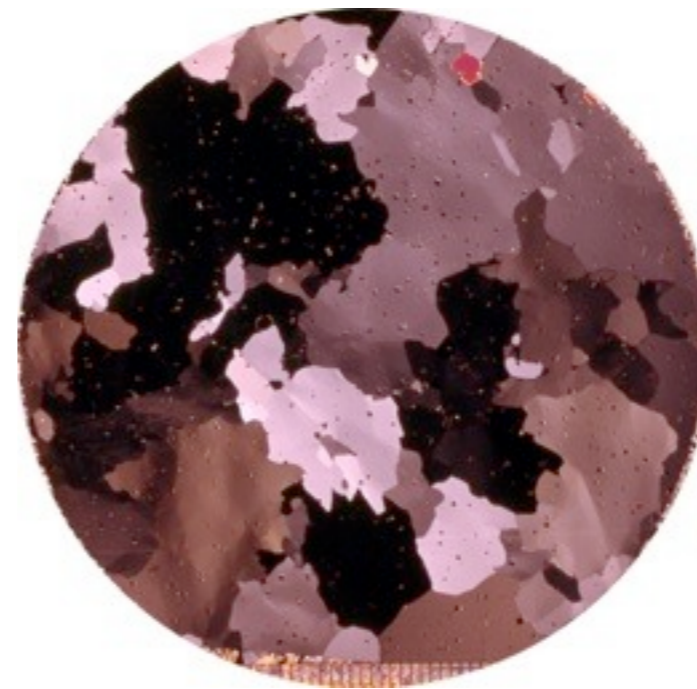
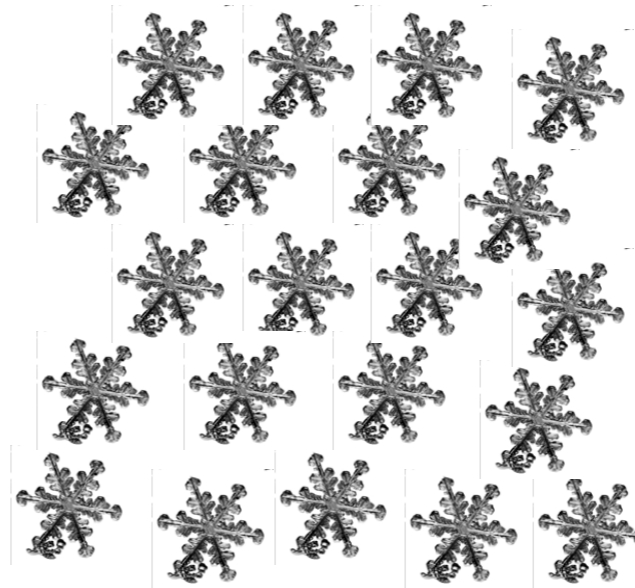
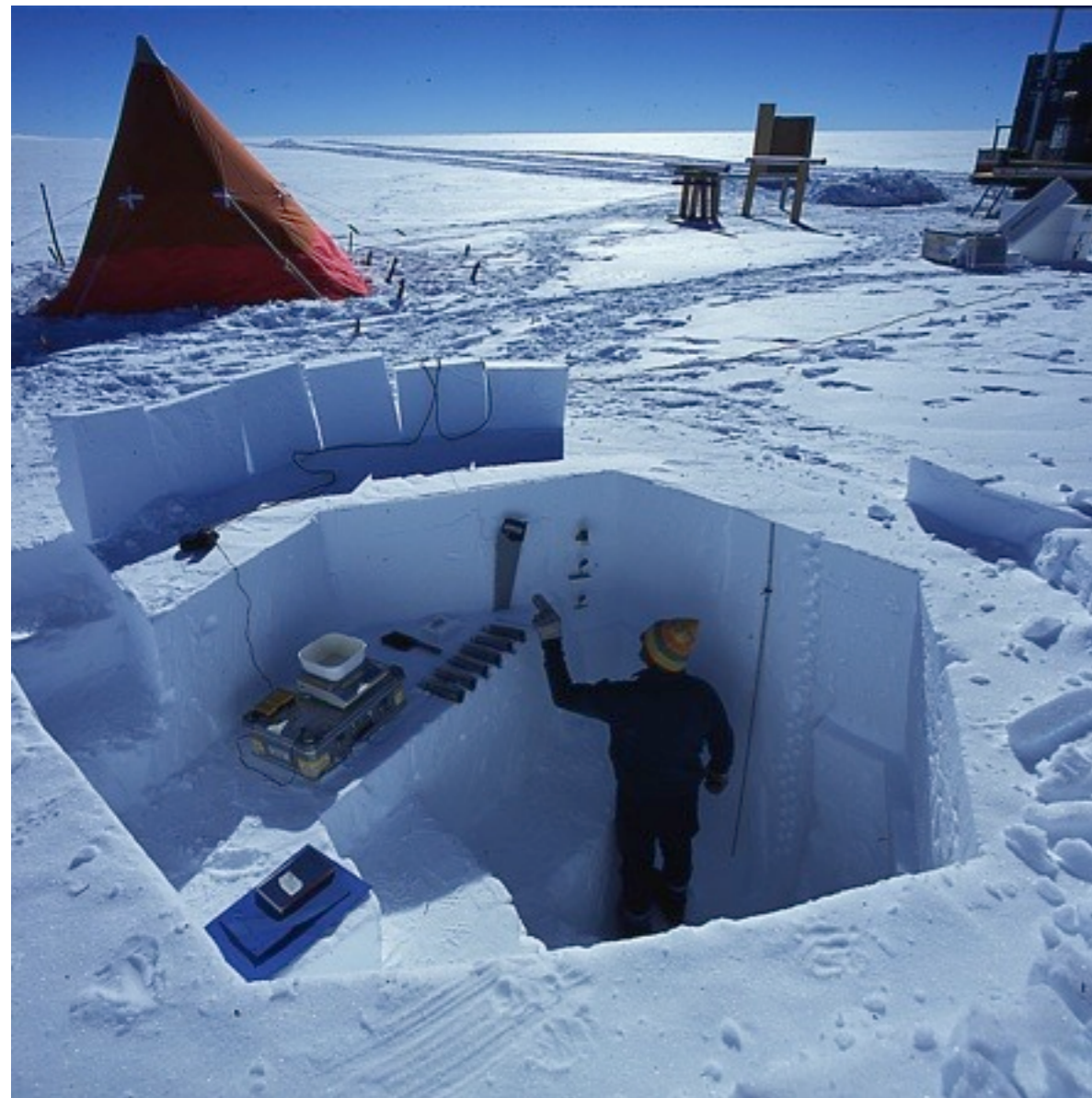


grafik: h. oerter, 2009

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.

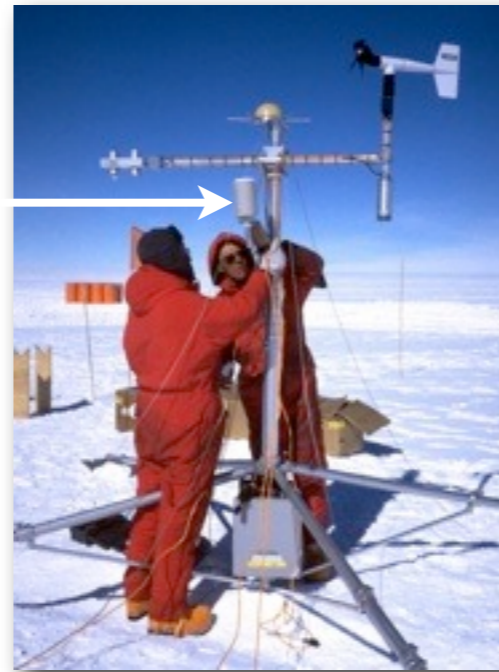
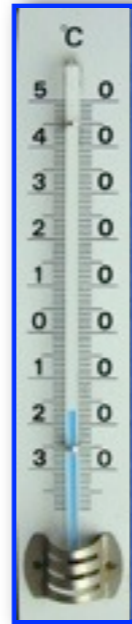


fotos: hans oerter

Das Klima-Archiv Eis speichert Informationen zu:

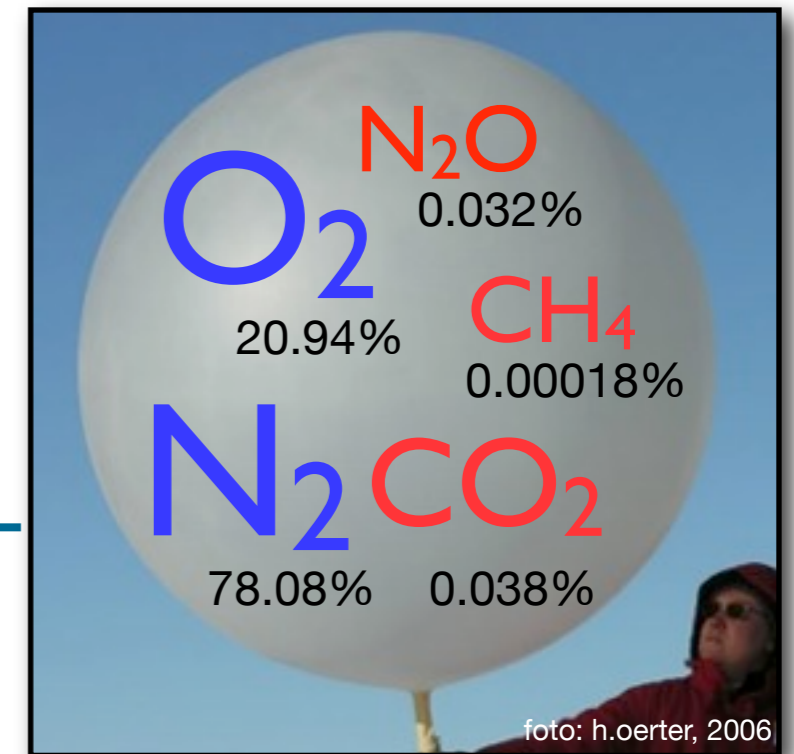


Lufttemperatur



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

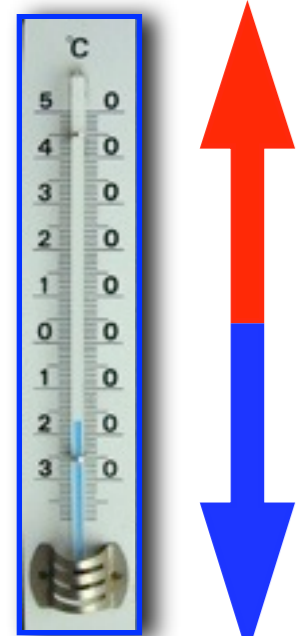
Gasgehalt in der Atmosphäre



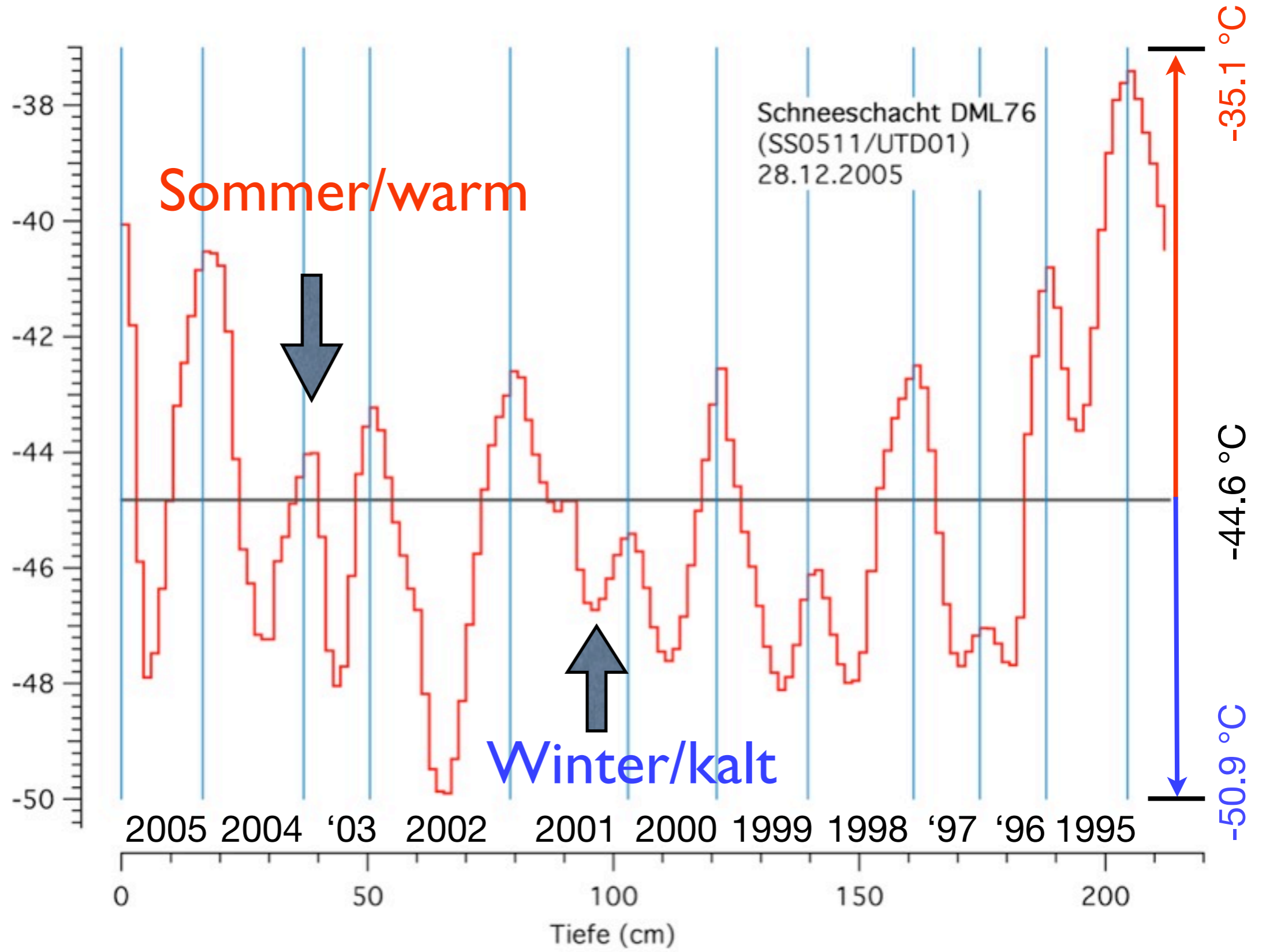
Aerosole



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



delta 18-O (‰)



2.3 Tiefe Eiskernbohrungen in der Antarktis (und in Grönland)



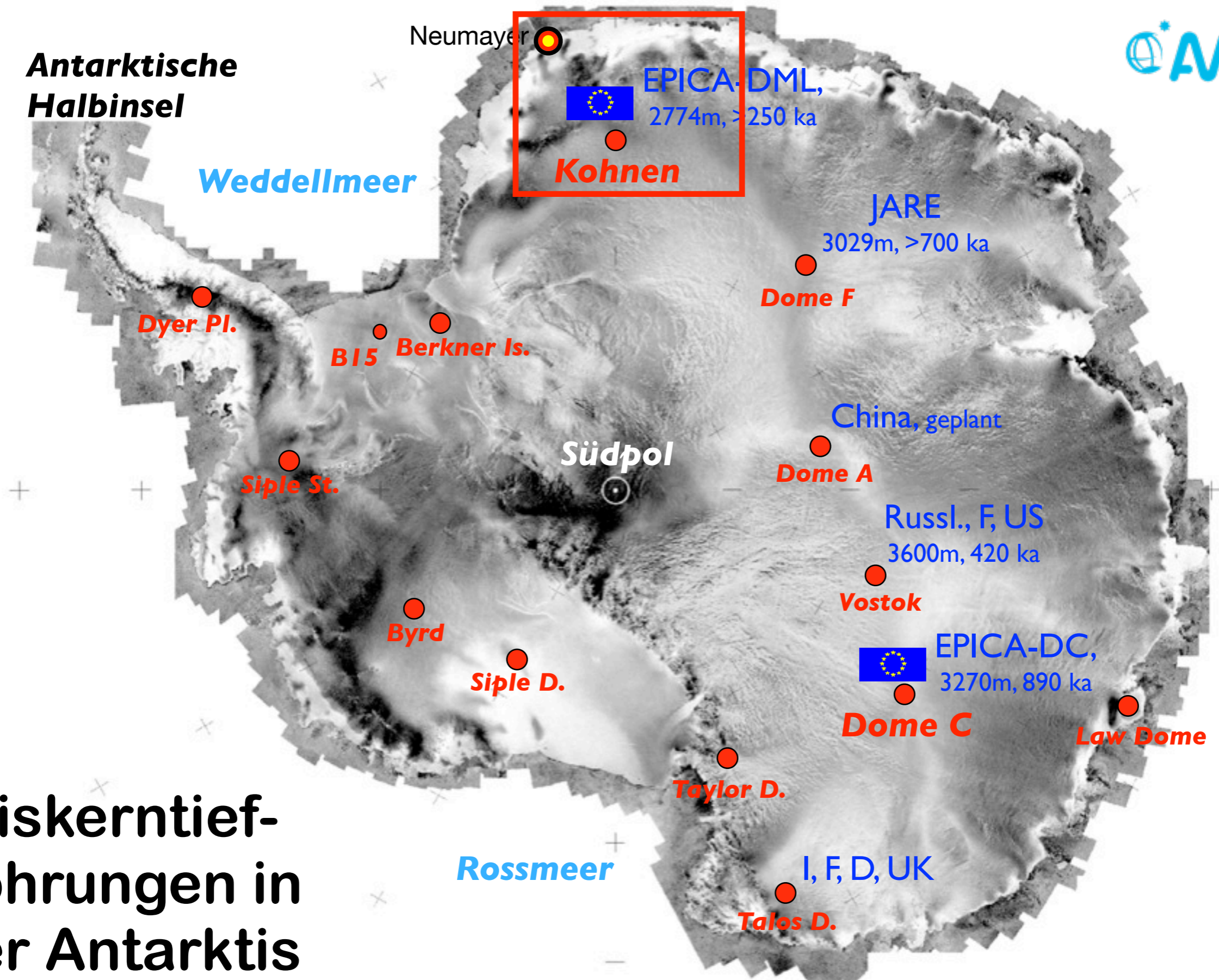
foto: hans oerter, 2006

Antarktische Halbinsel

Weddellmeer

Rossmeer

Eiskerntiefbohrungen in der Antarktis

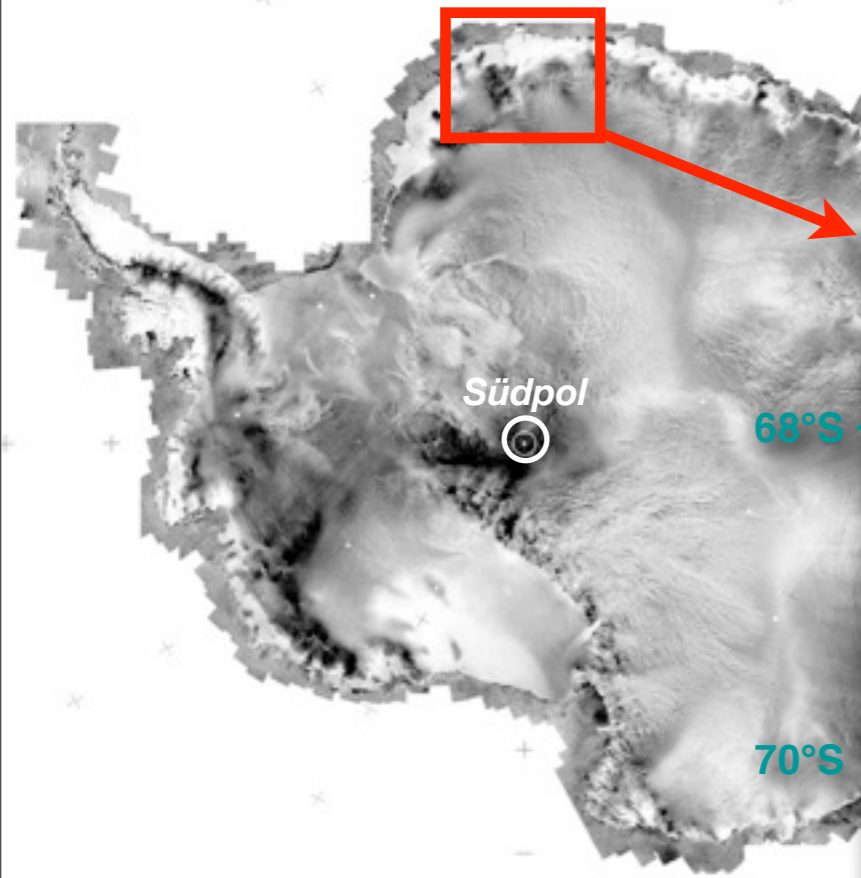


Wie bohrt man einen tiefen Eiskern?

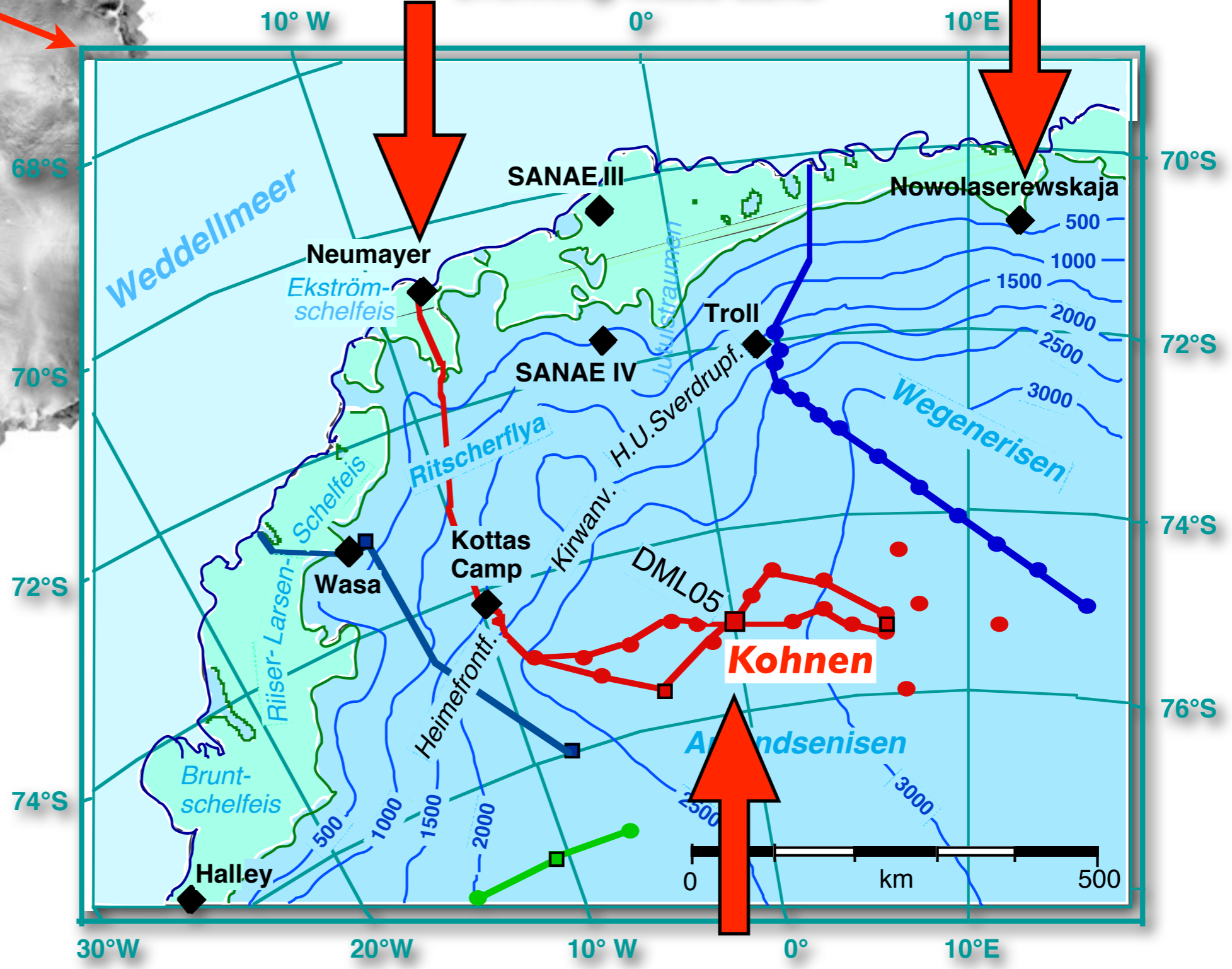


Logistik und Bohrtechnik





Dronning-Maud-Land



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



ng-
Eil
◆
AE I
◆
elfeis
Ritscher
wanv.
0° W
ünde
- Sch

fotos: hans oerter

Ankunft bei Kohlen (9. Jan. 2008)



Basler BT67 (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



Antitorque



innen: Kammer f. Bohrmehl



Motor & Elektronik



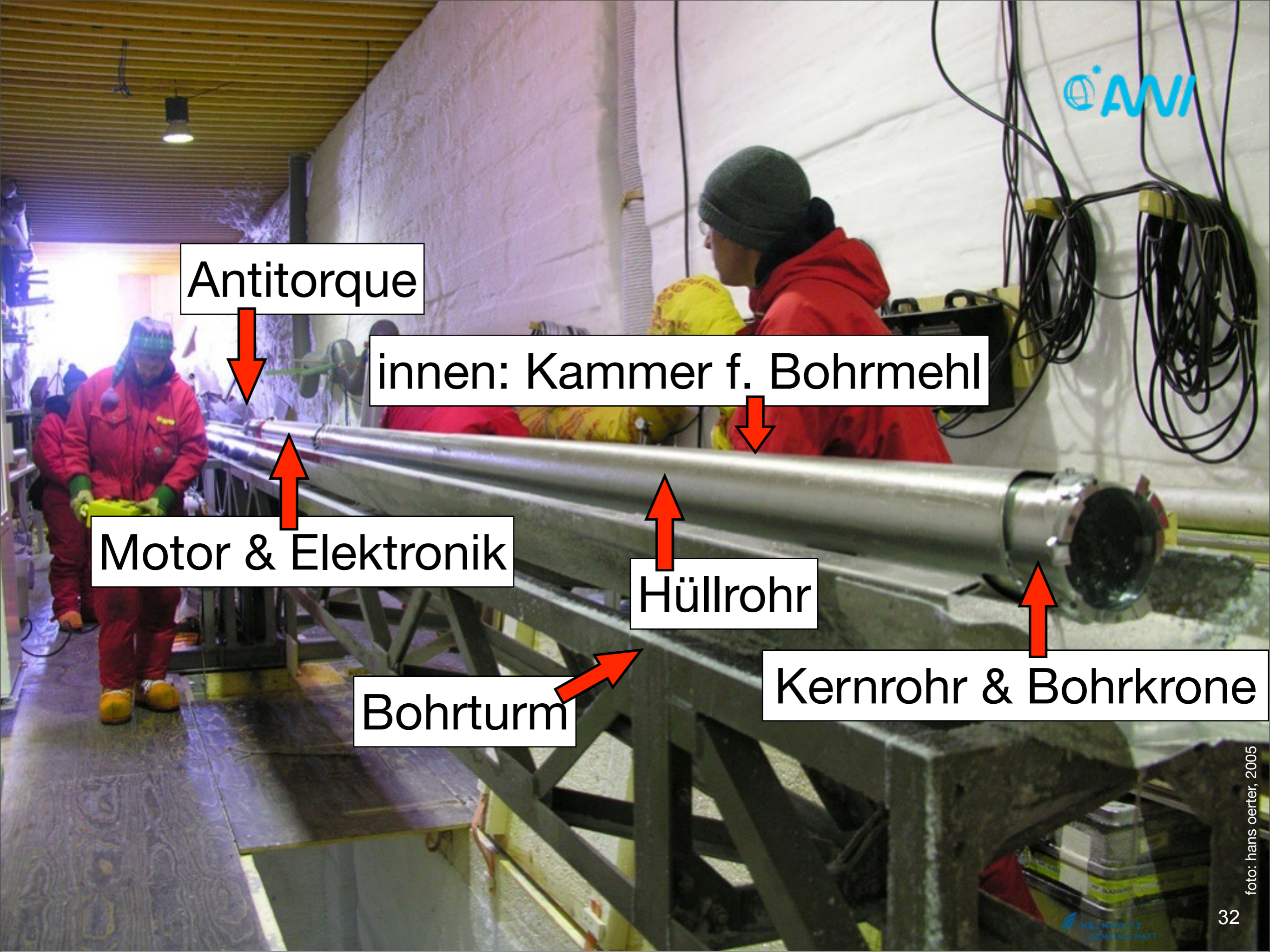
Hüllrohr



Bohrturm



Kernrohr & Bohrkrone



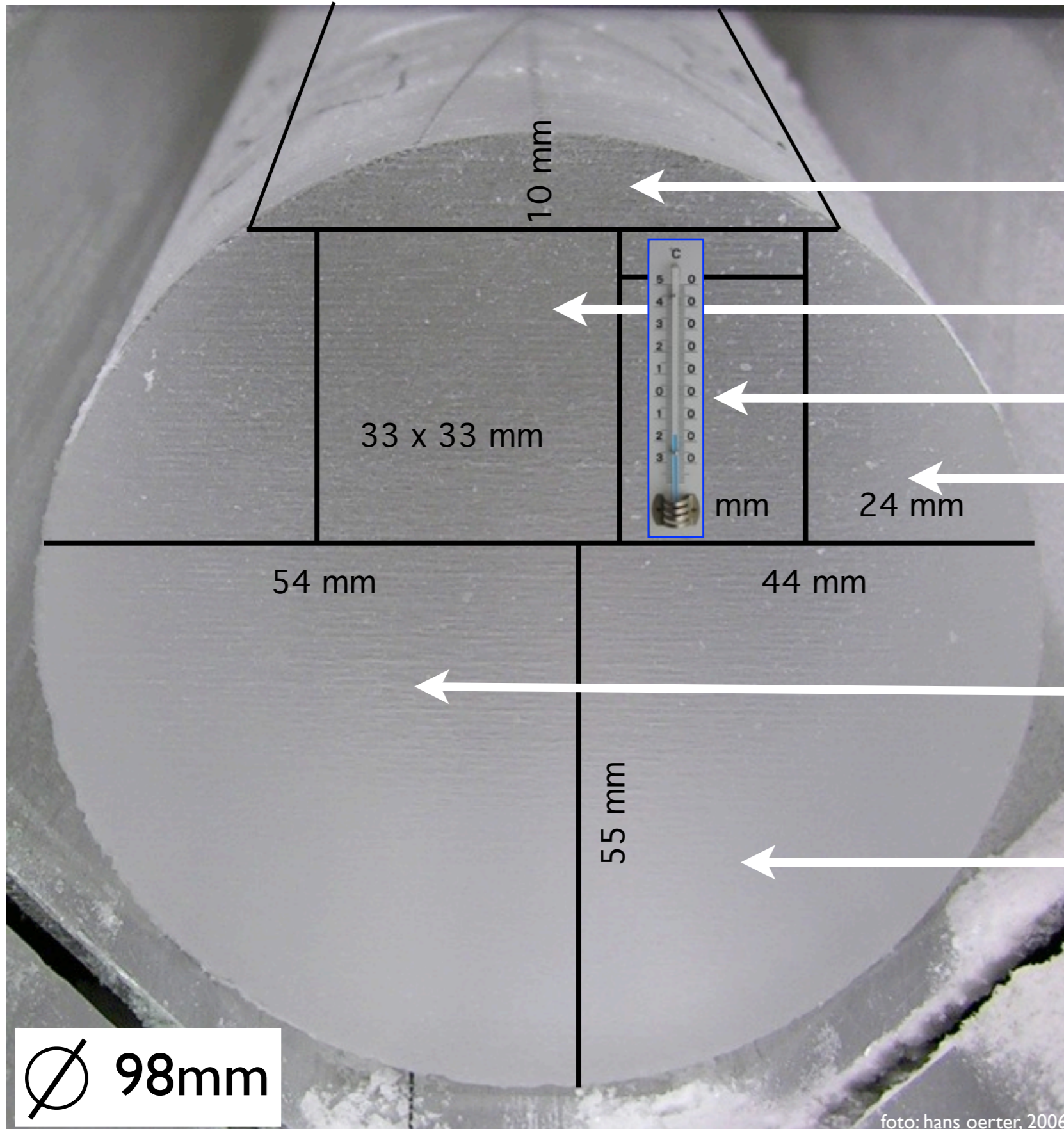
Erste Inspektion des frischen Kerns





Twin-Otter von British Antarctic Survey (BAS)

Probenzuteilung aus dem Eiskern



Dünnschnitte

CFA

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

^{10}Be

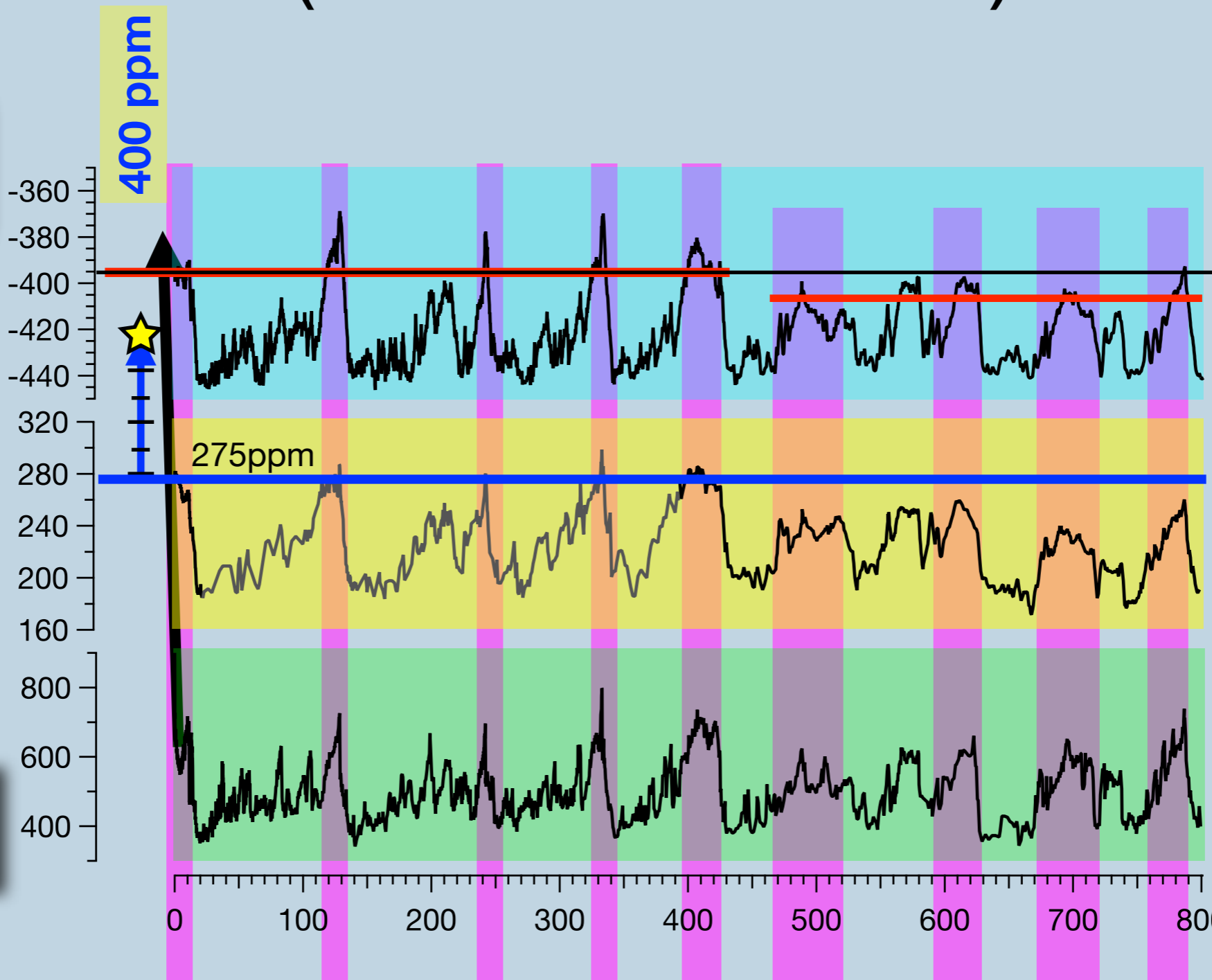
Archiv

**Gase,
Staub**

Klimadaten aus antarktischen Eiskernen (EDC und Vostok)



**Deuterium
(‰-SMOW)**



**CO₂
(ppmv)**

**Methan
(ppbv)**

Eisalter/Gasalter EDC3-Altersmodell (kaBP)

Quellen (NOAA/WDC Paleoclimatology):

Jouzel et al.(2007):
Science 317, 793-796

Lüthi, D.et al. (2008):
Nature 453, 379-382

Loulerque, L. et al.
(2008): *Nature* 453,
383-386

3) Was sind die Ursachen für Klimaänderungen ?



3.1 “Orbital forcing”

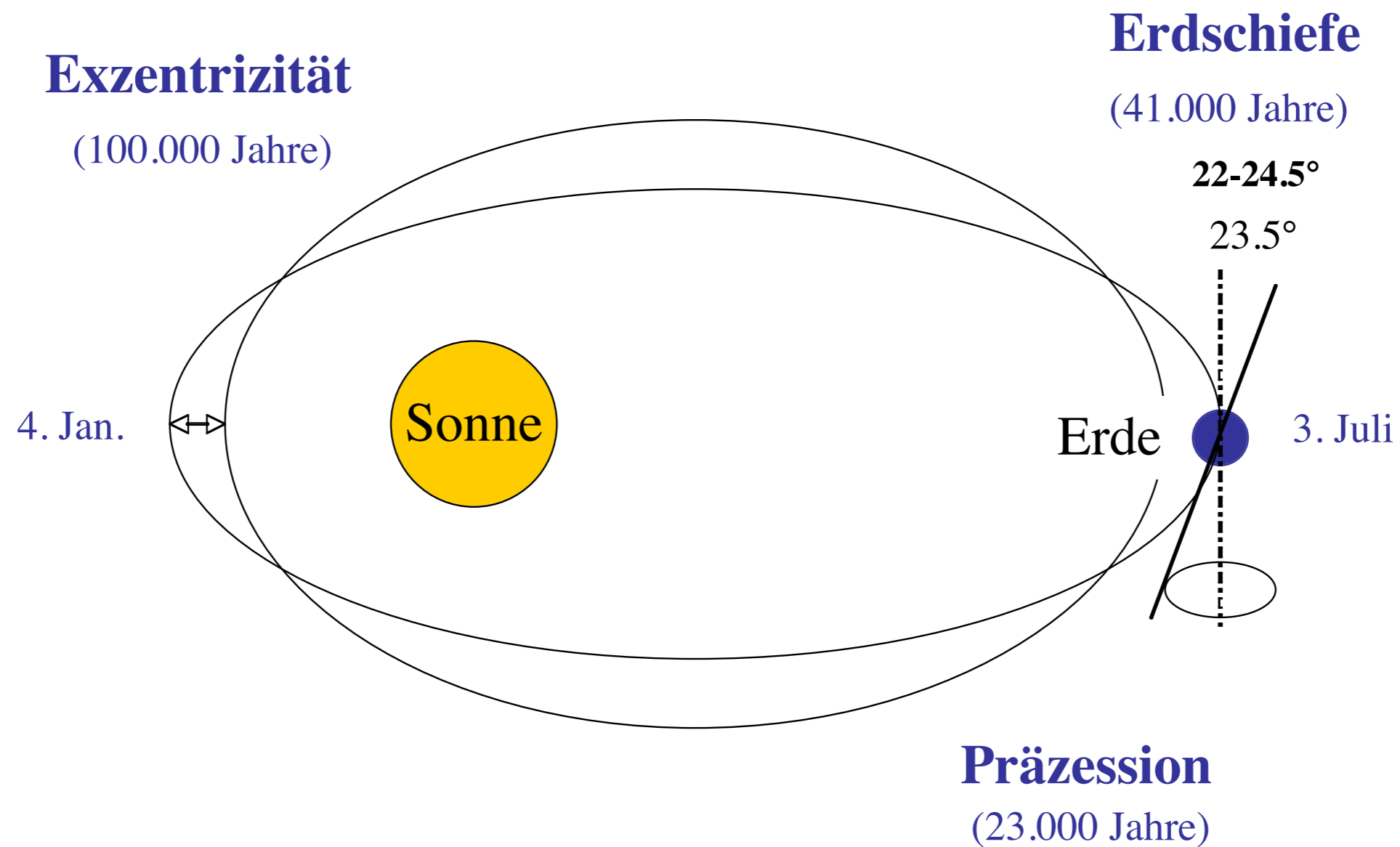
3.2 Albedo der Erdoberfläche

3.3 Treibhausgase

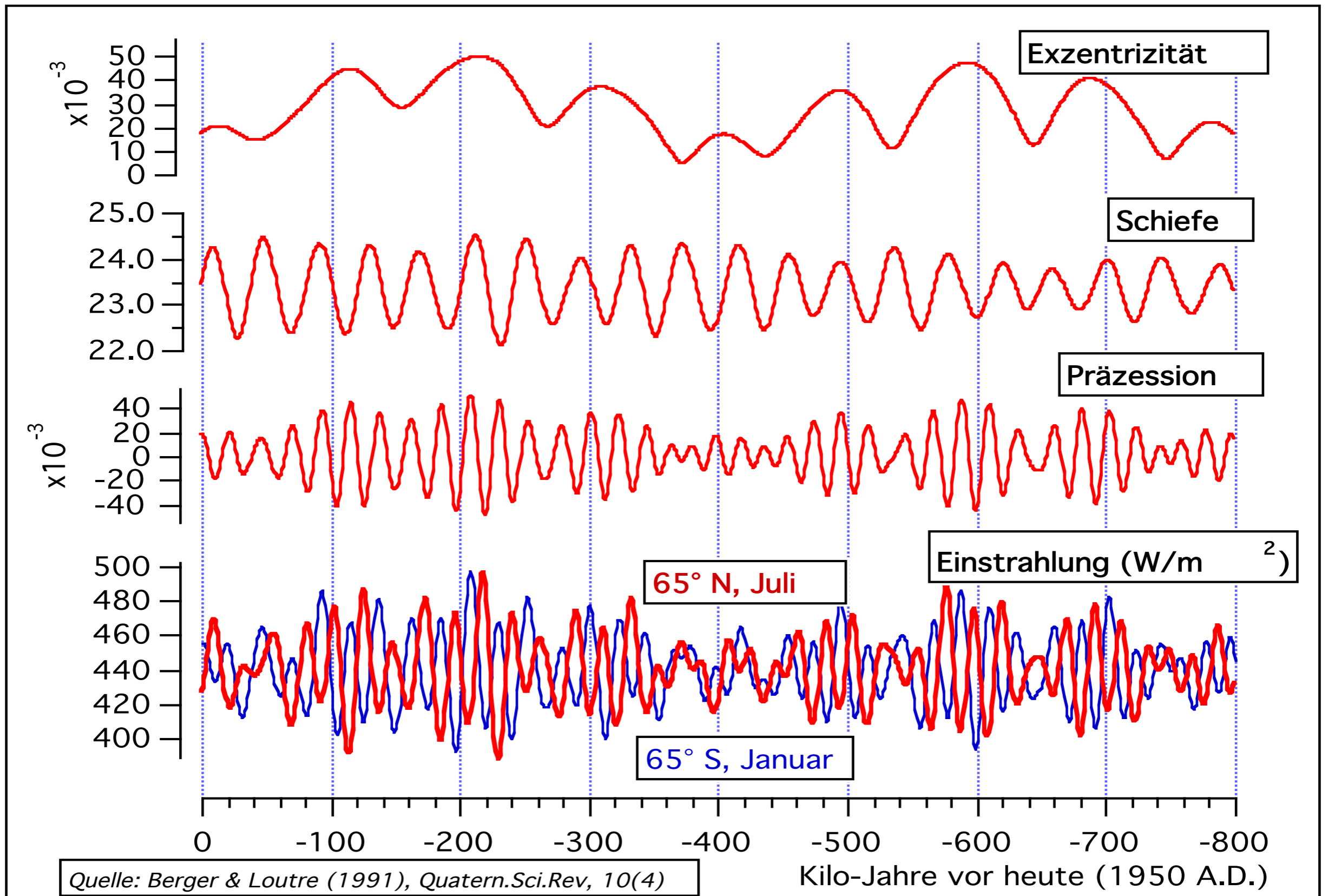
3.4 Bevölkerungswachstum

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

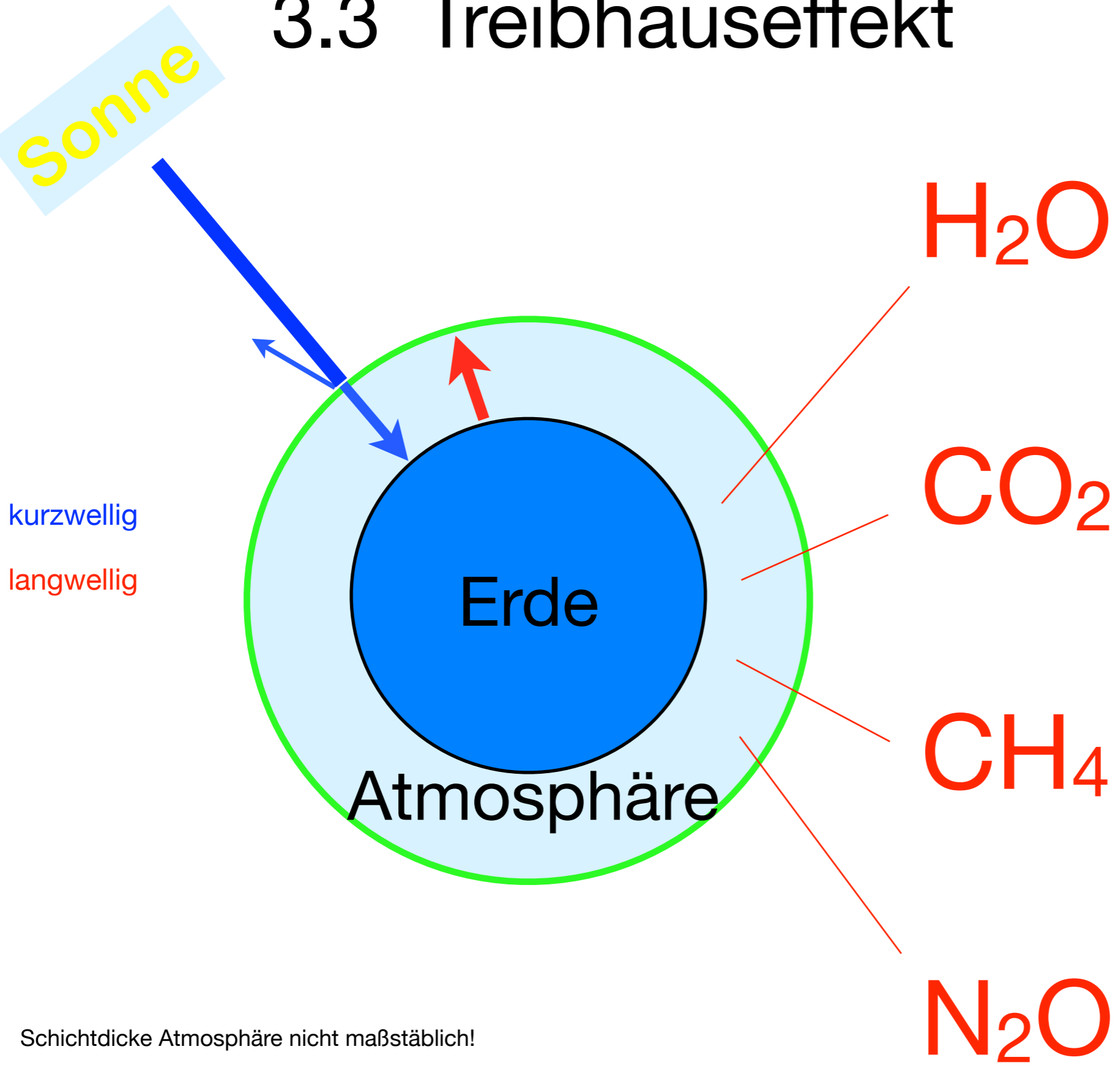
Wasser ~5 %



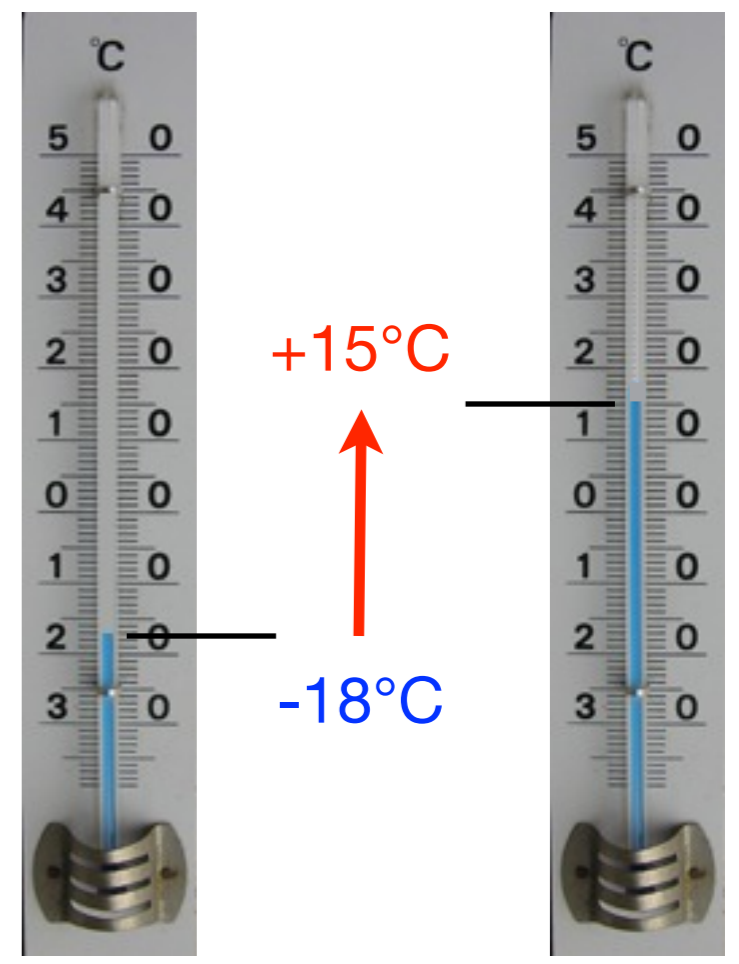
foto: h. oerter, 1996

Schnee ~80 %

3.3 Treibhauseffekt



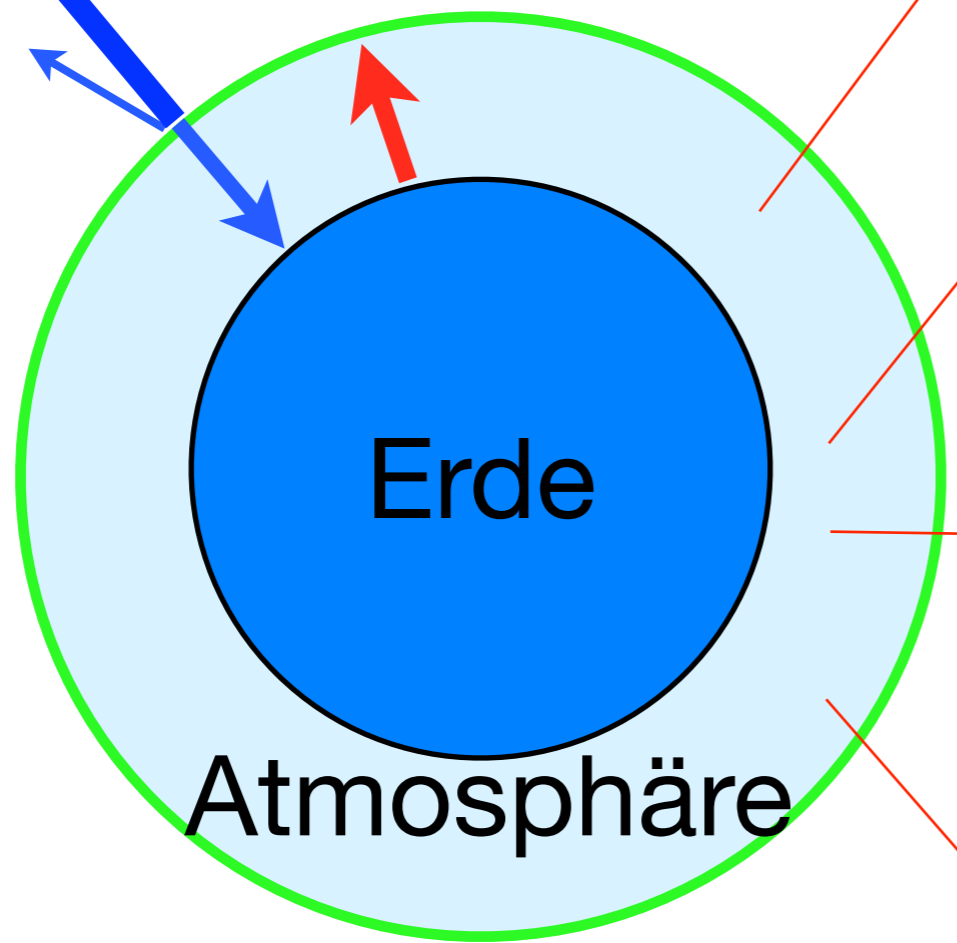
Schichtdicke Atmosphäre nicht maßstäblich!



3.3 Treibhauseffekt

Sonne

kurzwellig
langwellig



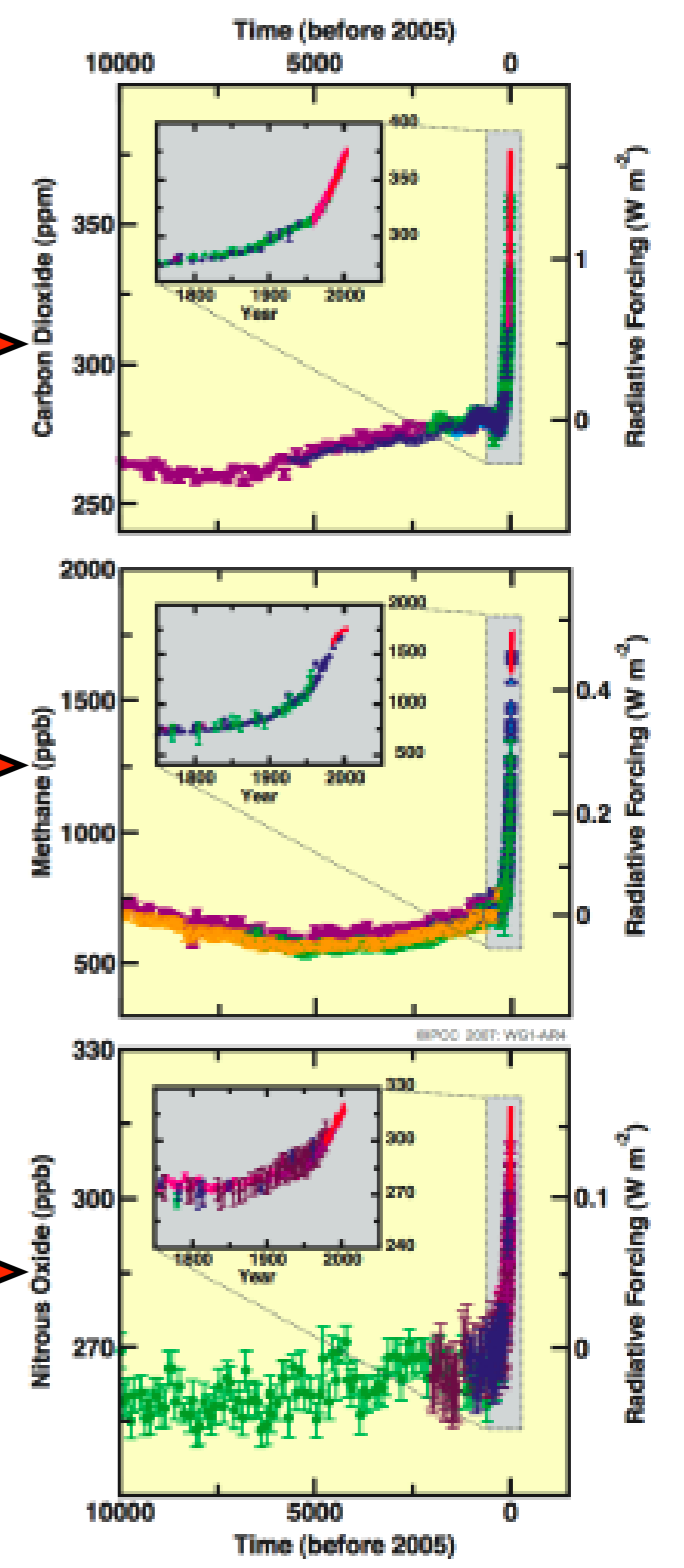
H₂O

CO₂

CH₄

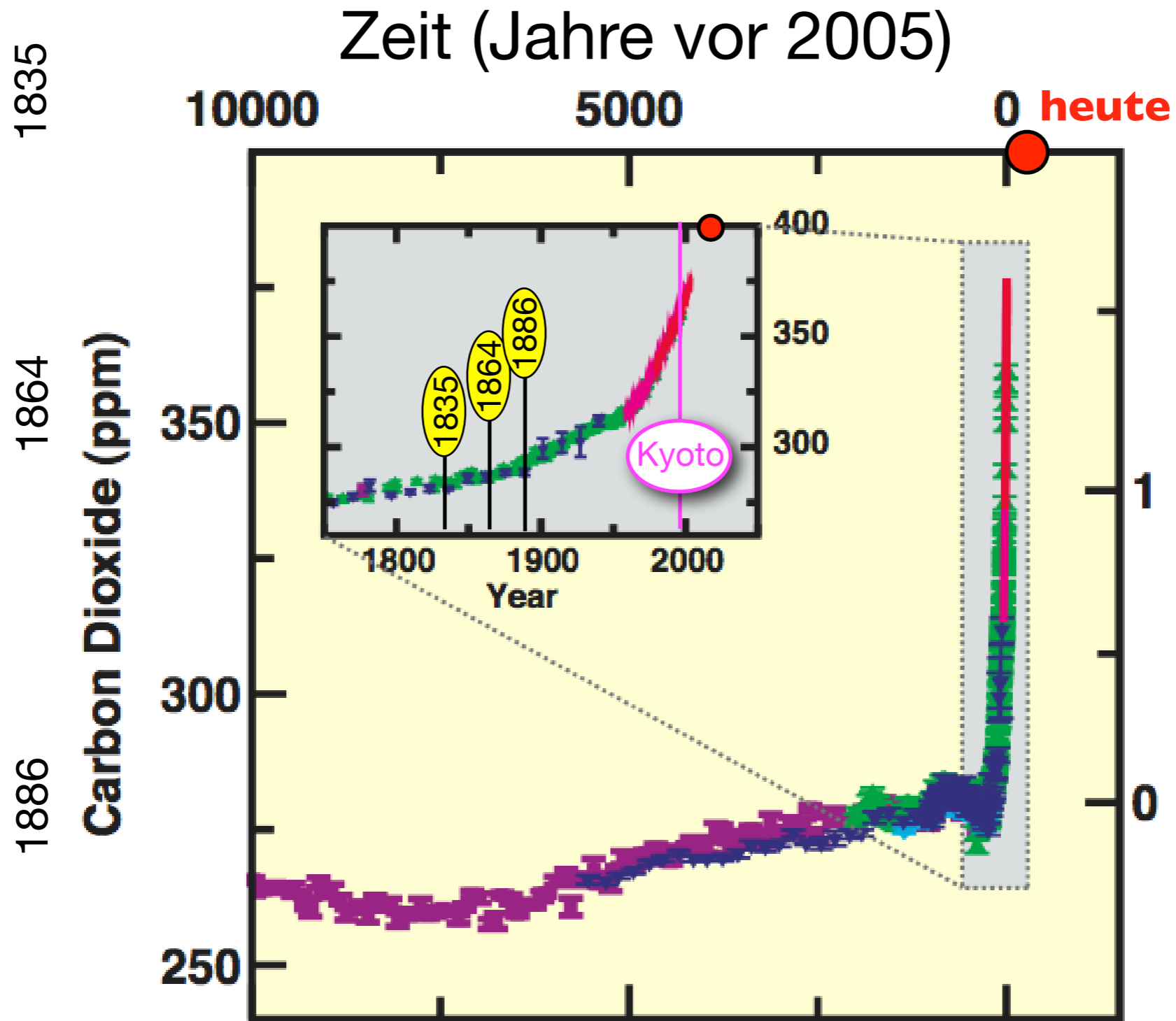
N₂O

Changes in Greenhouse Gases from ice-Core and Modern Data



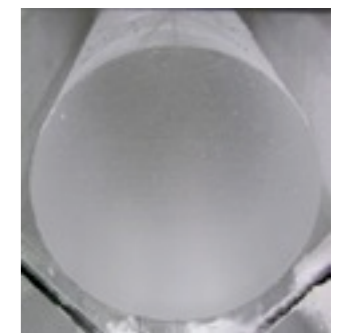
Schichtdicke Atmosphäre nicht maßstäblich!

CO₂-Gehalt in der Atmosphäre



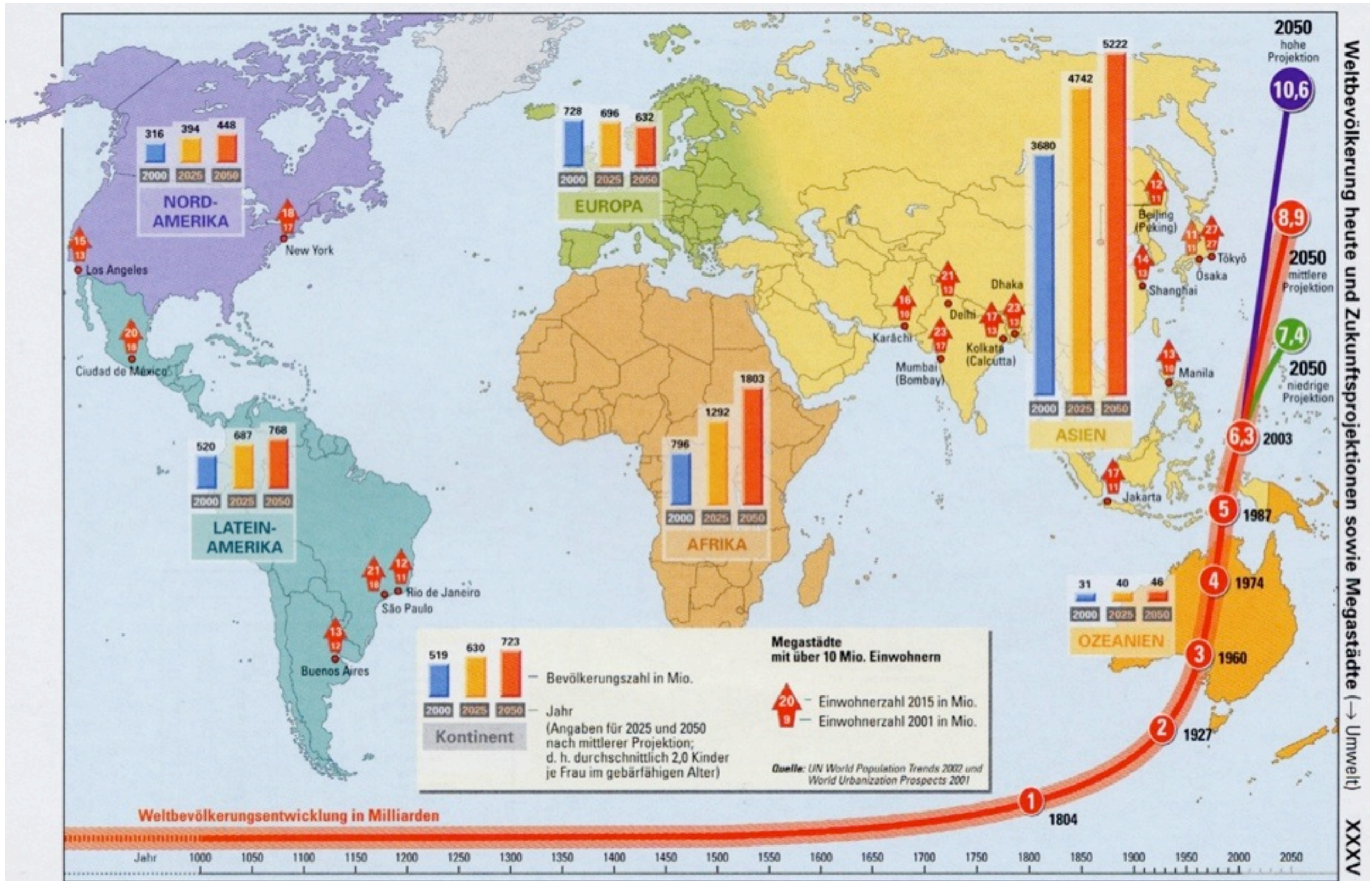
— Messung an Luftproben seit 1958

— Messung an Eisproben



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

3.4 Wachsende Weltbevölkerung



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

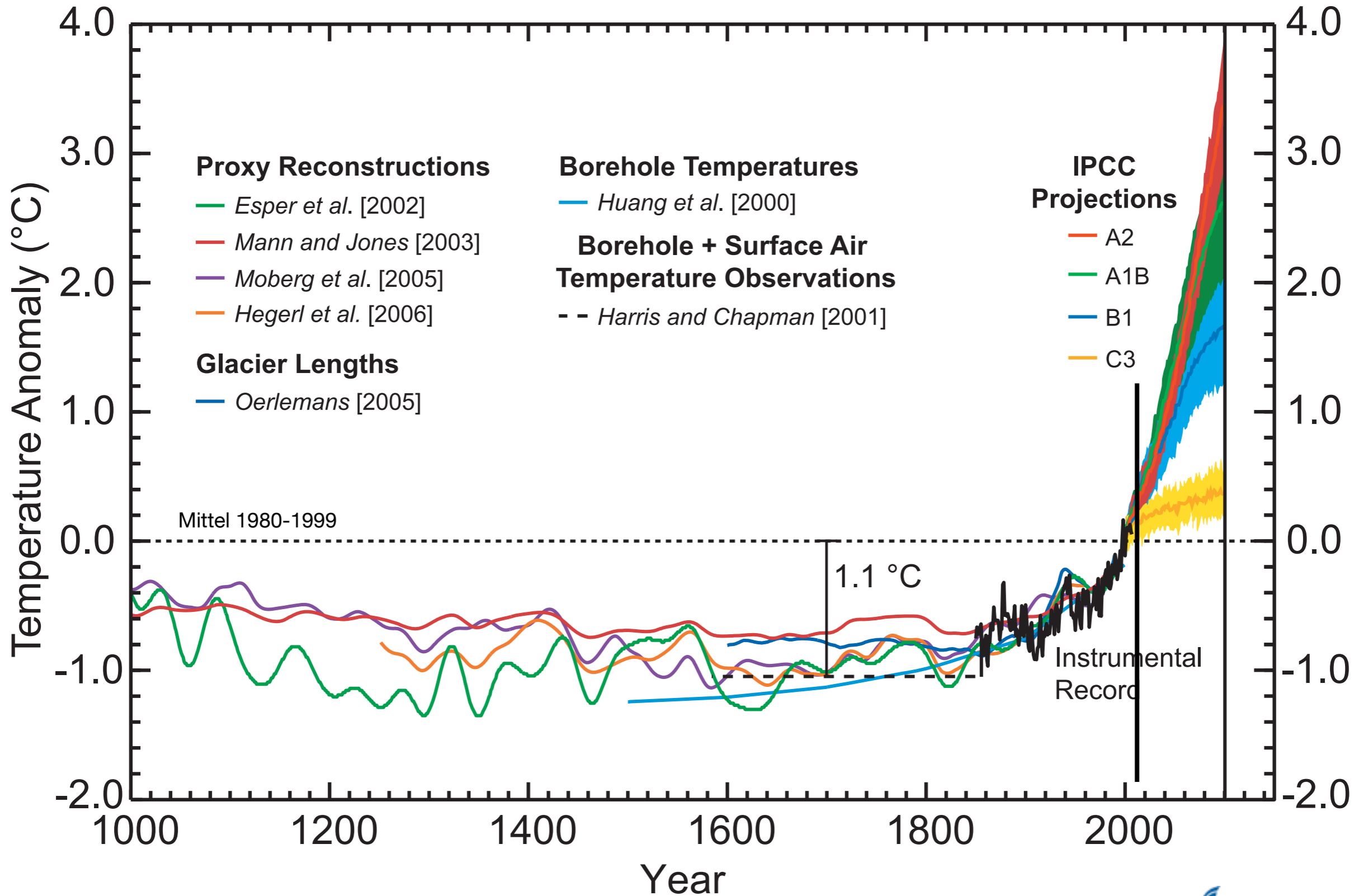


www.ipcc.ch

4.1 Lufttemperatur

4.2 Meeresspiegel

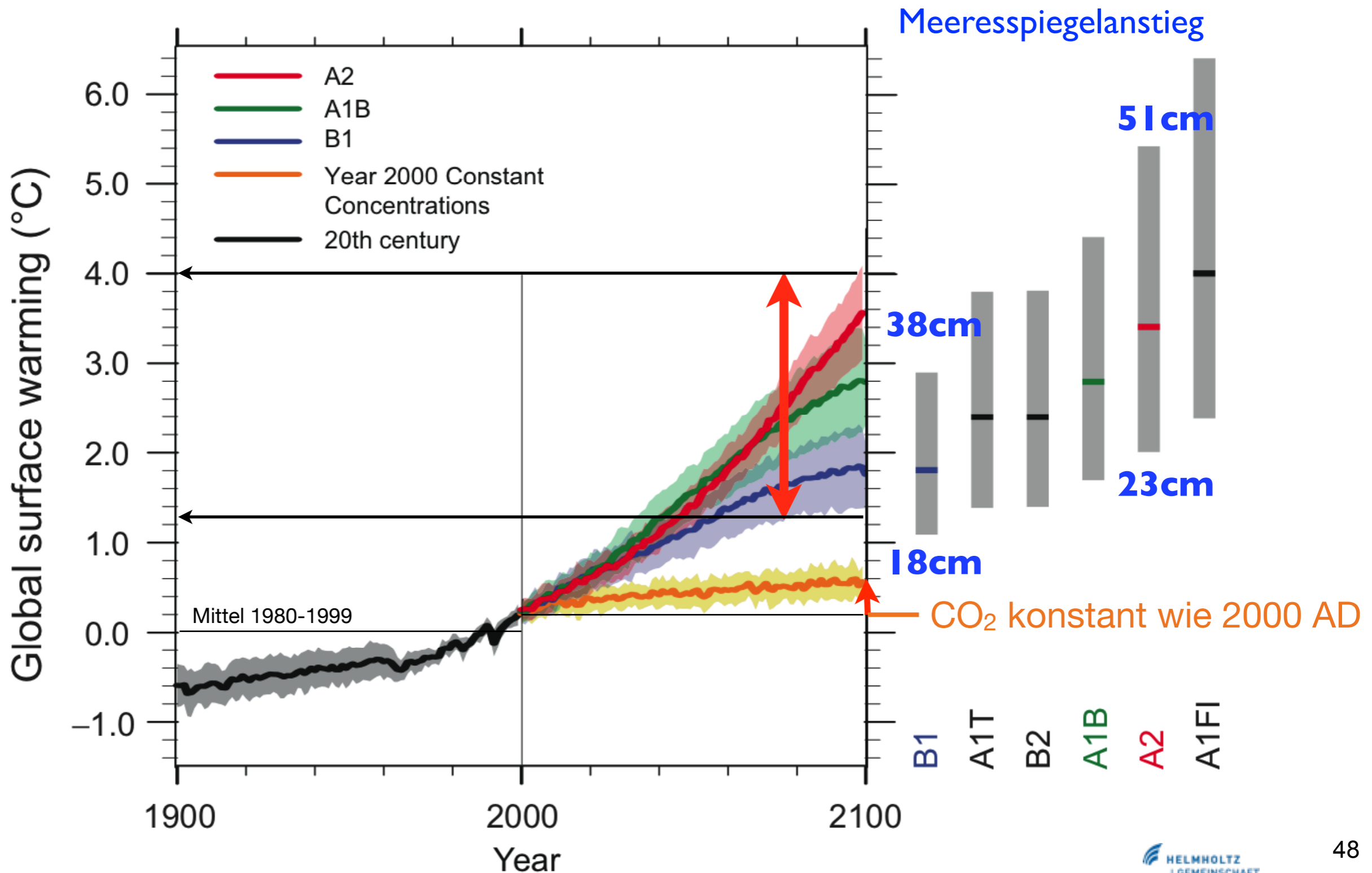
4.1 Climate Change: Past, Present, and Future



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

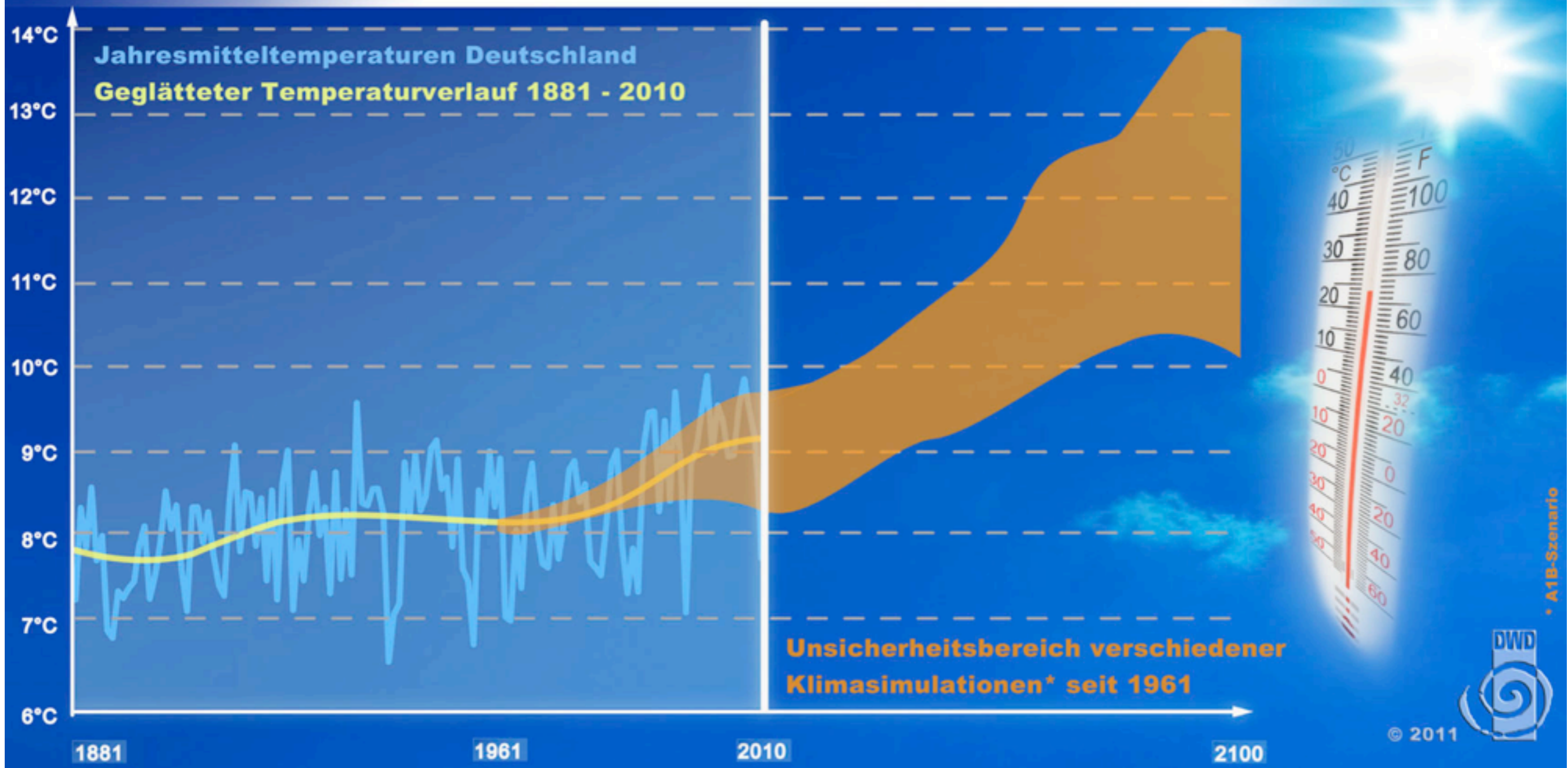


Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming



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

Deutscher Wetterdienst: Die Erwärmung setzt sich fort

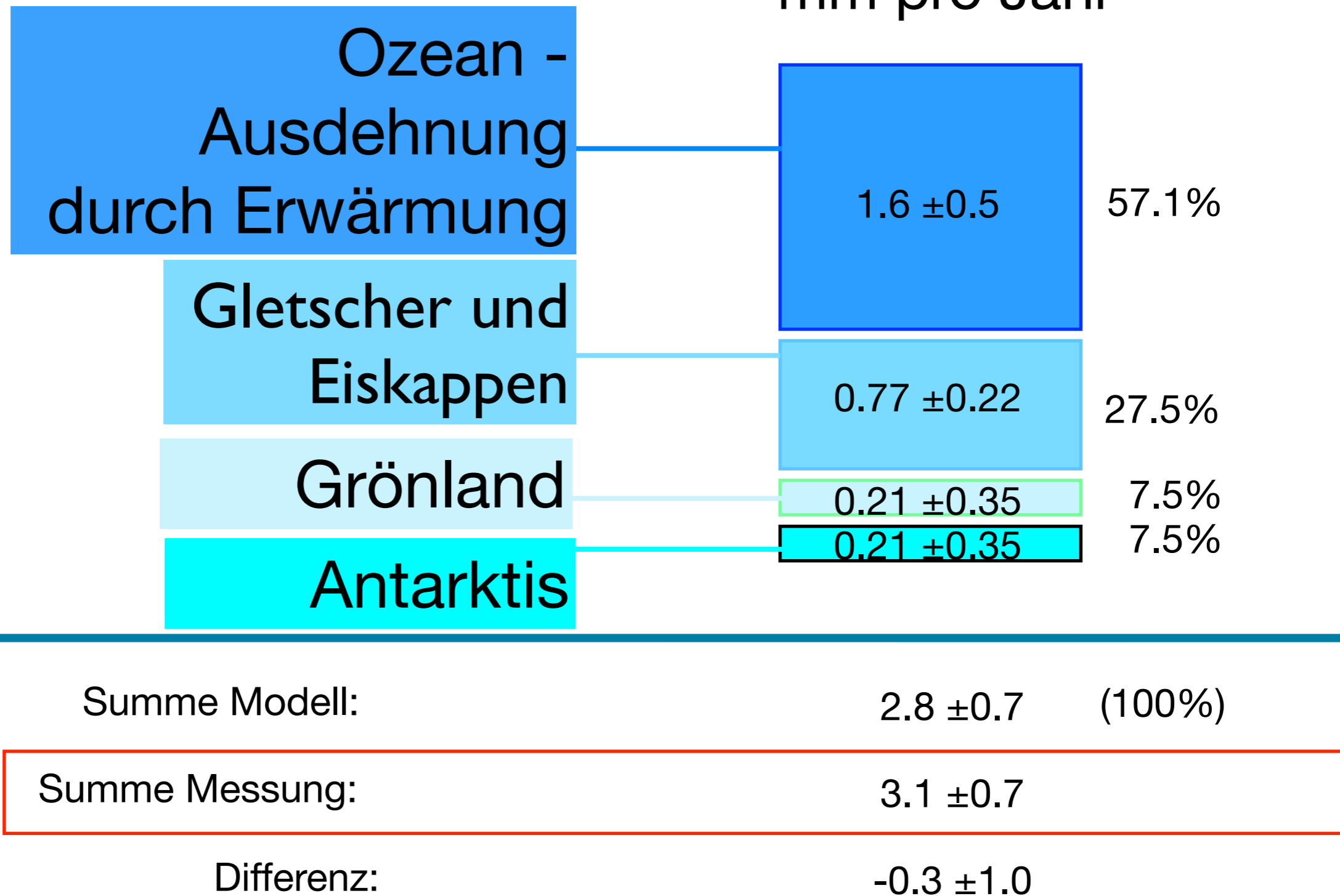


Quelle: www.dwd.de

4.2 Meeresspiegelenerhöhung und Ursachen

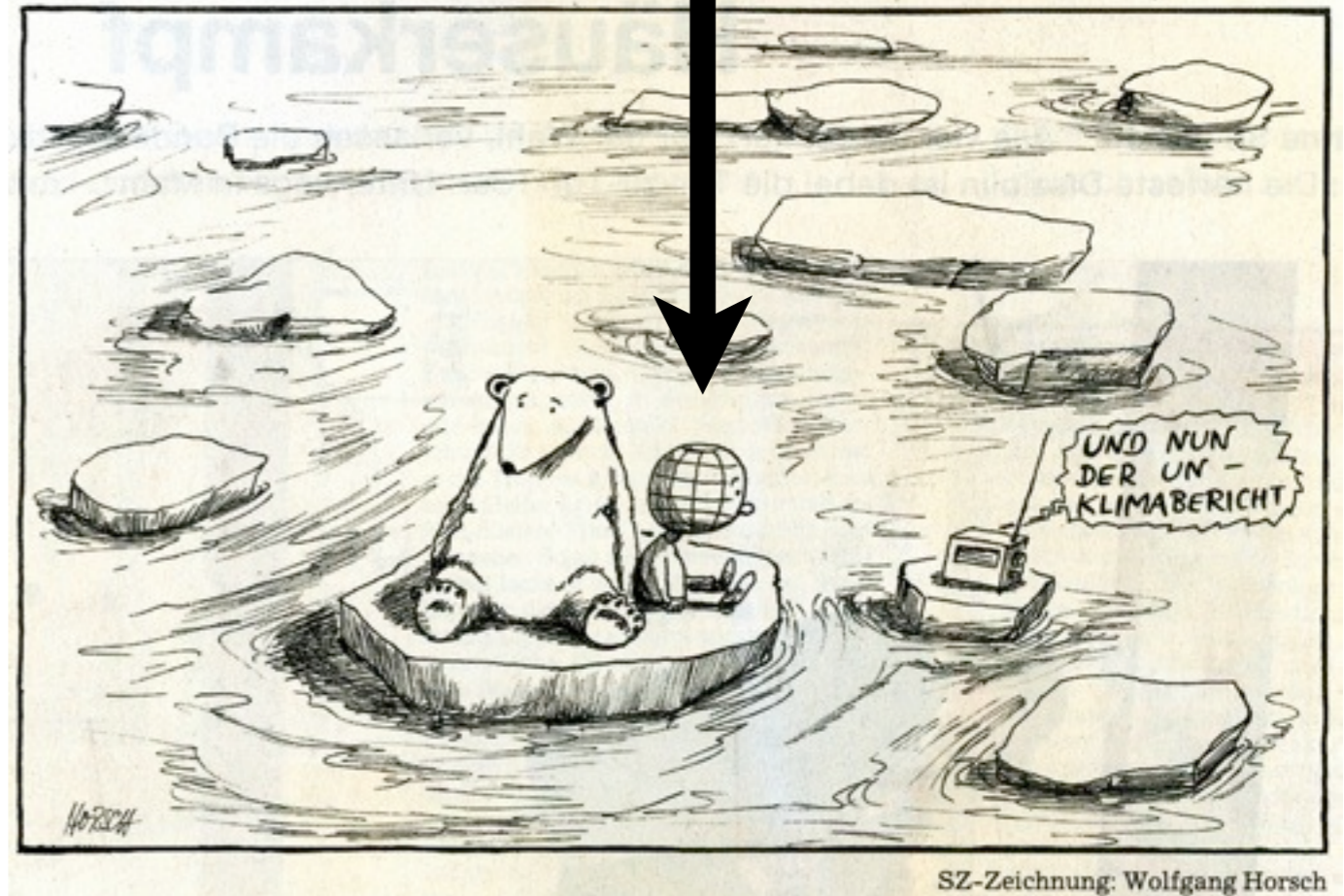


1993-2003
mm pro Jahr



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

Wo bleibt der Mensch ?



Süddeutsche Zeitung 24. Sept. 2009

Sie müssen sich dieser Frage stellen !

Abtauchen ist keine Lösung !



einige nützliche Hinweise aufs Internet:



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; www.de-ipcc.de

Umweltbundesamt

<http://www.umweltbundesamt.de>

<http://www.awi.de/People/show?hoerter>

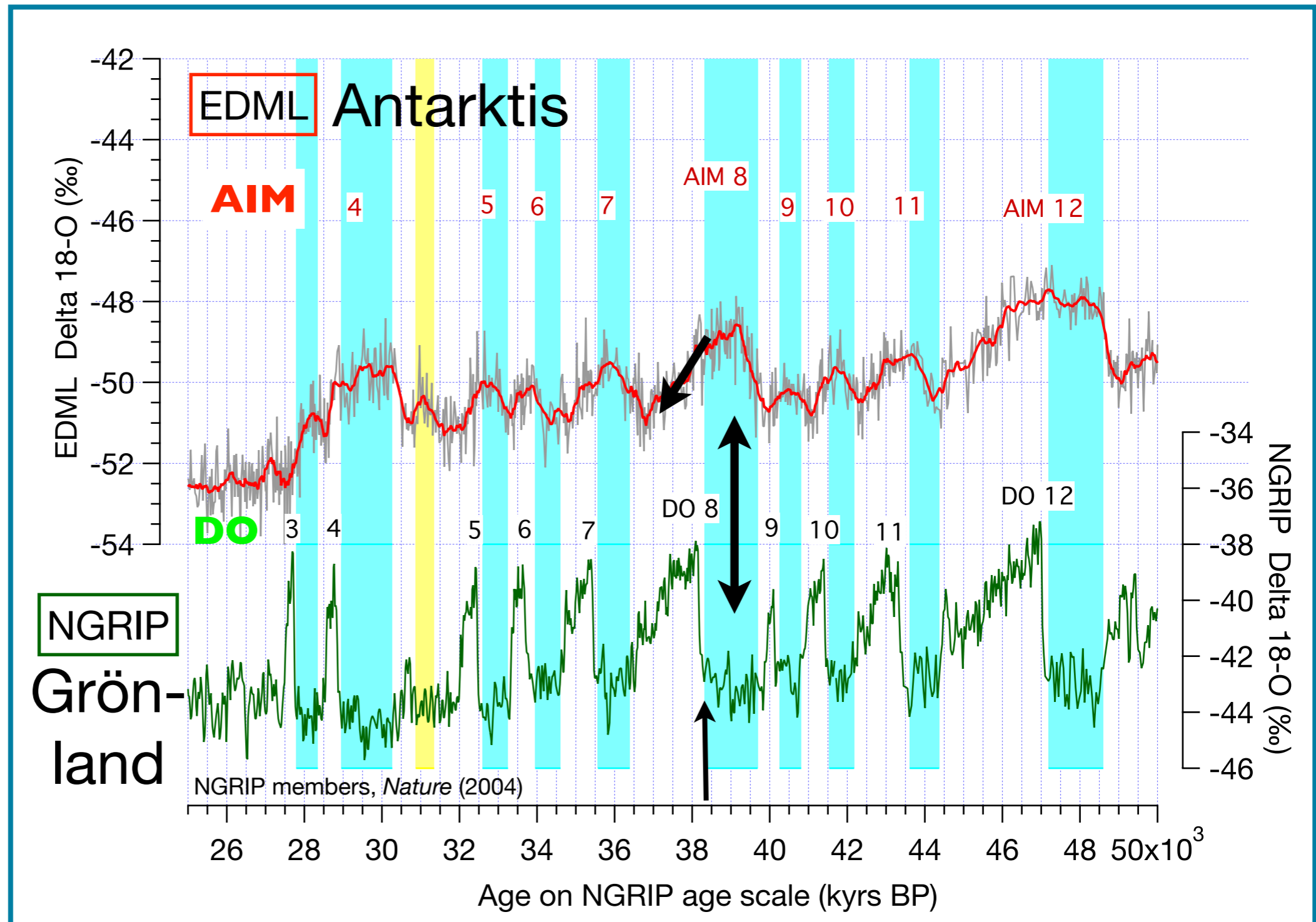
<http://epic.awi.de/view/ldapid/hoerter/conference=5Fitem.html>

Vergleich Antarktis (EDML) - Grönland (NGRIP)



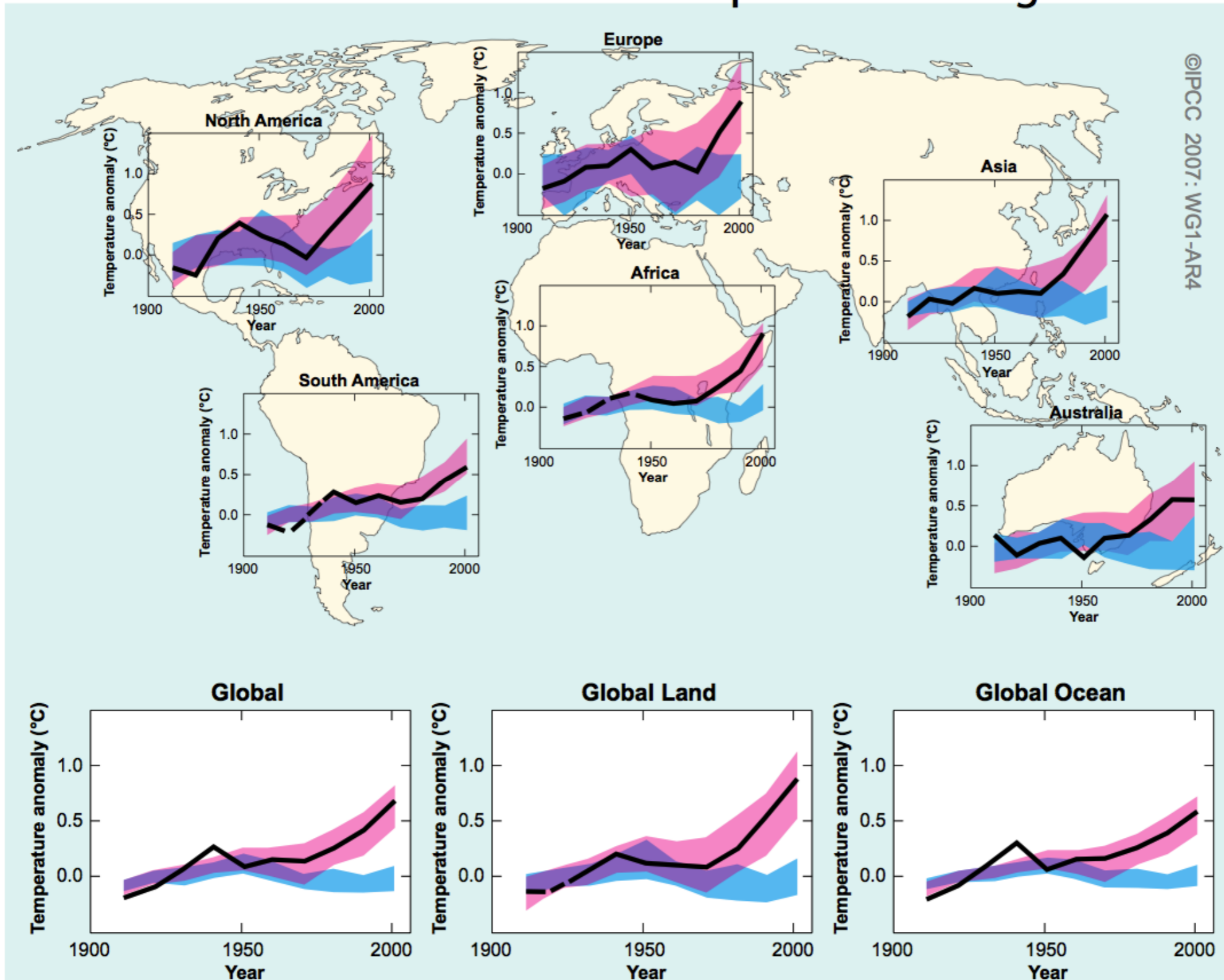
Jedes antarktische Isotopen Maximum (AIM) im EDML-Kern entspricht einem Dansgaard/Oeschger (DO) Ereignis in Grönland (NGRIP)

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)

Global and Continental Temperature Change



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

