

Aus dem Eis der Vergangenheit für das Klima der Zukunft lernen

Hans Oerter

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
in der Helmholtz-Gemeinschaft, Bremerhaven

Einleitung: Ein Blick in eisige Landschaften.

Wo und wie bohrt man Eiskerne ?

Was lernen wir aus den Eiskernen
über das Klima der Vergangenheit ?

Was erwartet uns in der Zukunft ?

Hintereisferner,
Ötztaler Alpen 2010



Alpine Gletscher - Indikator für Klimaveränderung

foto: hans oerter, 2010

Beispiel Vernagtferner/Ötztaler Alpen

Postkarte um 1910



Photochromiekarte No. 13503, München: Purger & Co. (um 1910)

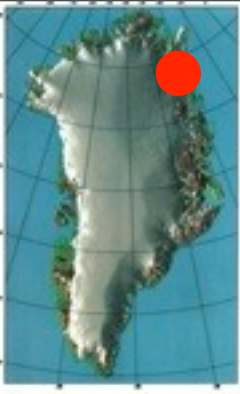
Aufnahme September 2010



Photo: Hans Oerter, 11. September 2010



foto: hans oerter, 1998







Grönländisches Inlandeis - Indikator für Klimaveränderung

Schmelzen des Grönländischen Inlandeises

Die Abbildung zeigt die Fläche des Grönländischen Eisschildes auf der, in der Zeit von 1979-2008, Eisschmelze auftrat. Die Fläche wurde aus Satellitenbildern abgeleitet. Zwischen 33 and 55% des gesamten Eismassenverlustes des Grönländischen Eisschildes stammt von der Eismenge, die an der Oberfläche schmilzt und abfließt.

Die Fläche mit Eisschmelze nahm zwischen 1979 und 2008 um etwa 30% zu.

Die beiden Extremjahre waren 2007, mit der maximalen Flächenausdehnung und 1992, mit der minimalen Ausdehnung.

Aus Modellrechnungen und Satellitenbeobachtung ergab sich für 2007, dass die Fläche mit oberflächlichem Schmelzen etwa 50% der gesamten Oberfläche des Grönländischen Eisschildes entsprach.

Quelle: NSIDC/Steffen et al. 2008.

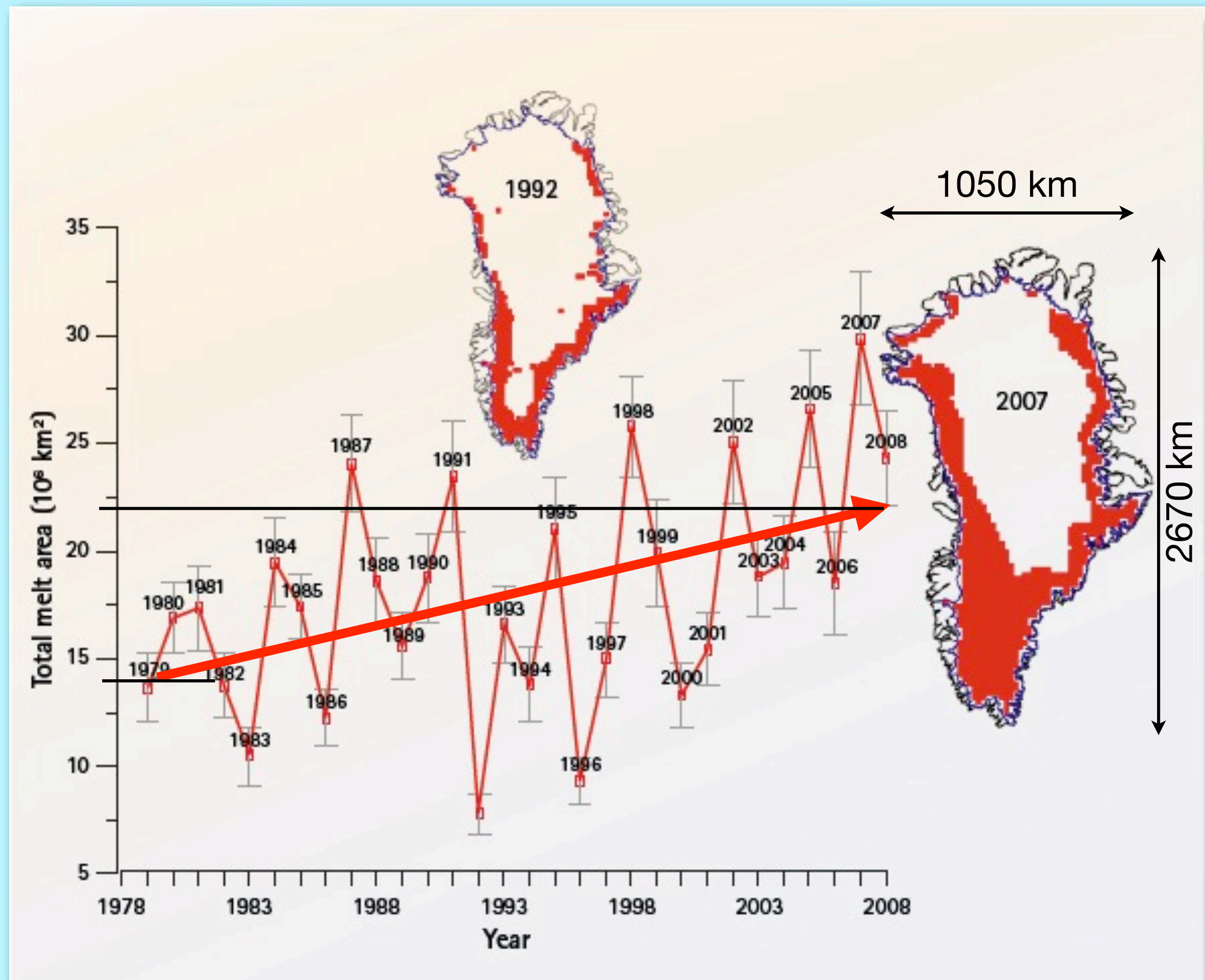
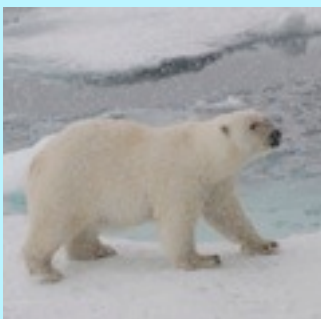




foto: hans oerter, 2010

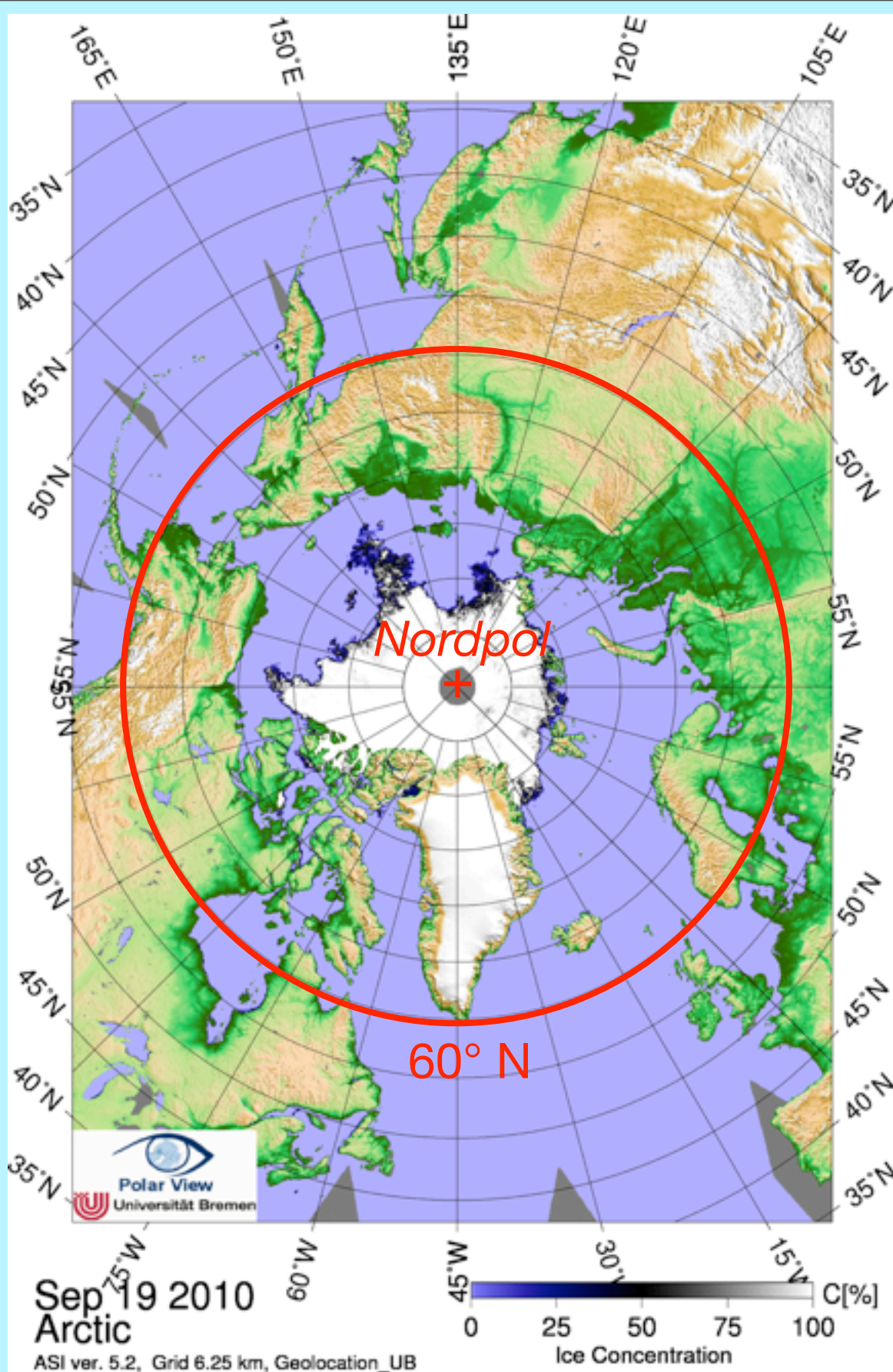
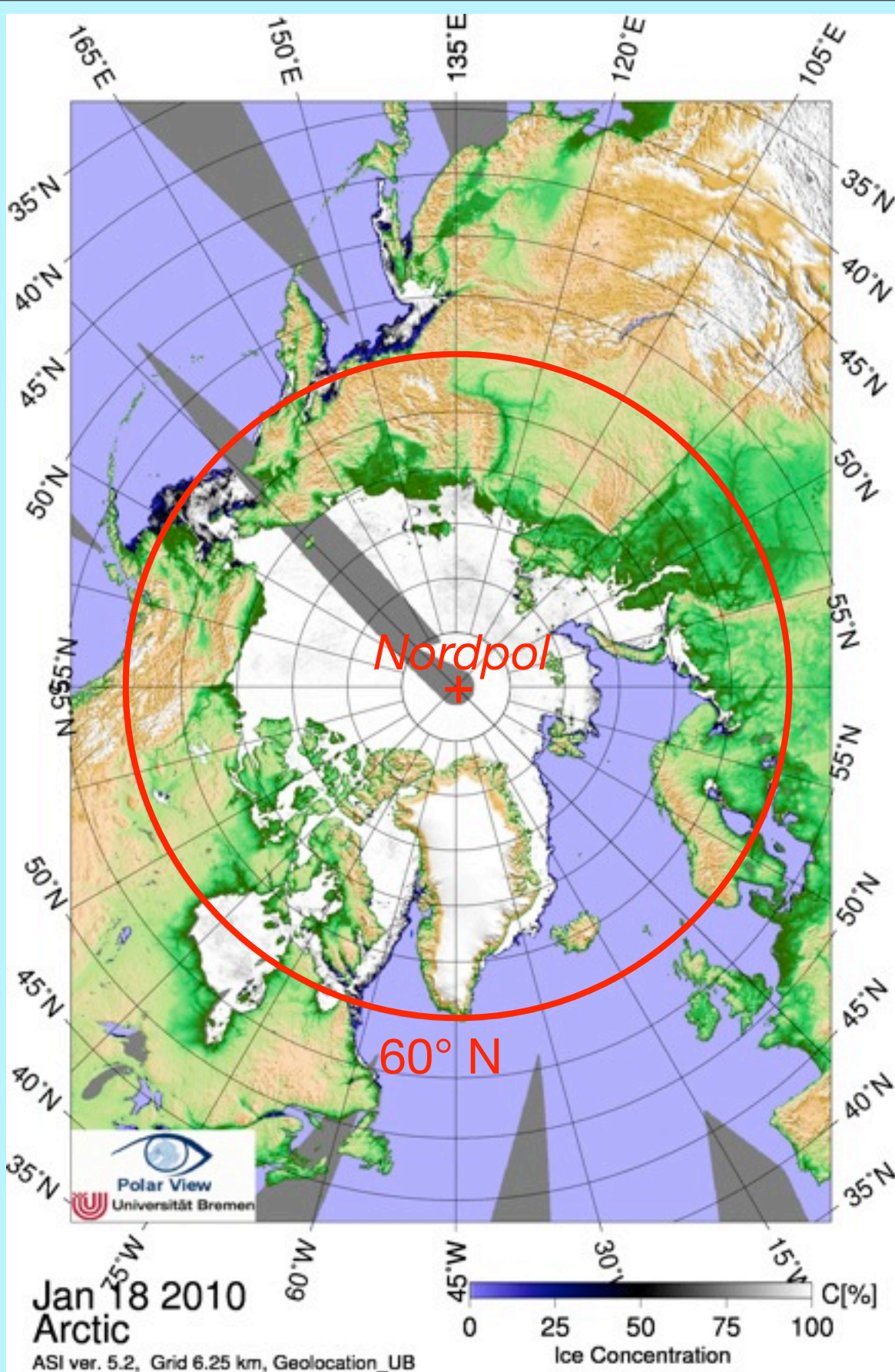


Arktisches Meereis - Indikator für Klimaveränderung



Arktis - Winter

Arktis - Sommer



Quelle: www.iup.physik.uni-bremen.de

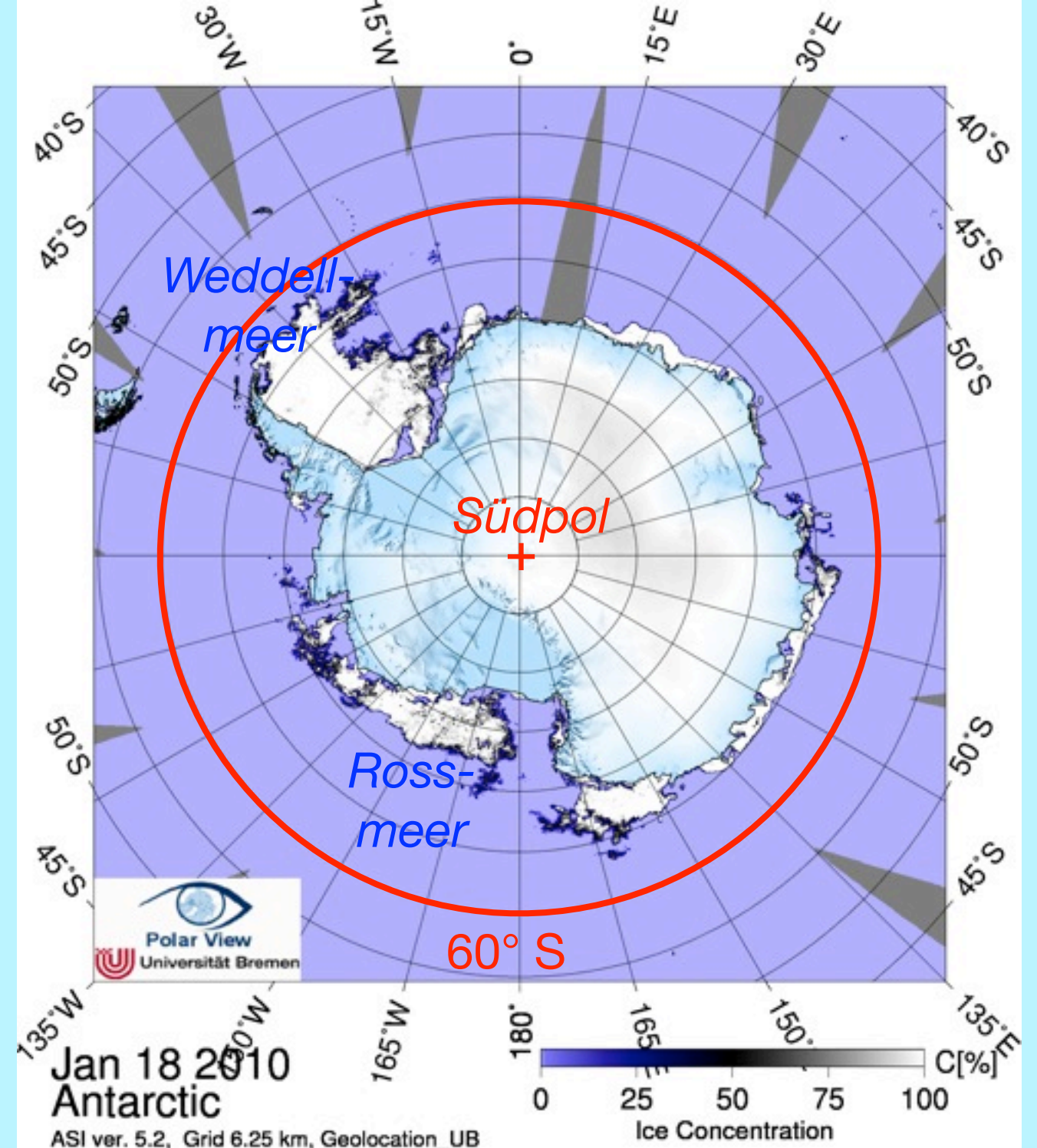
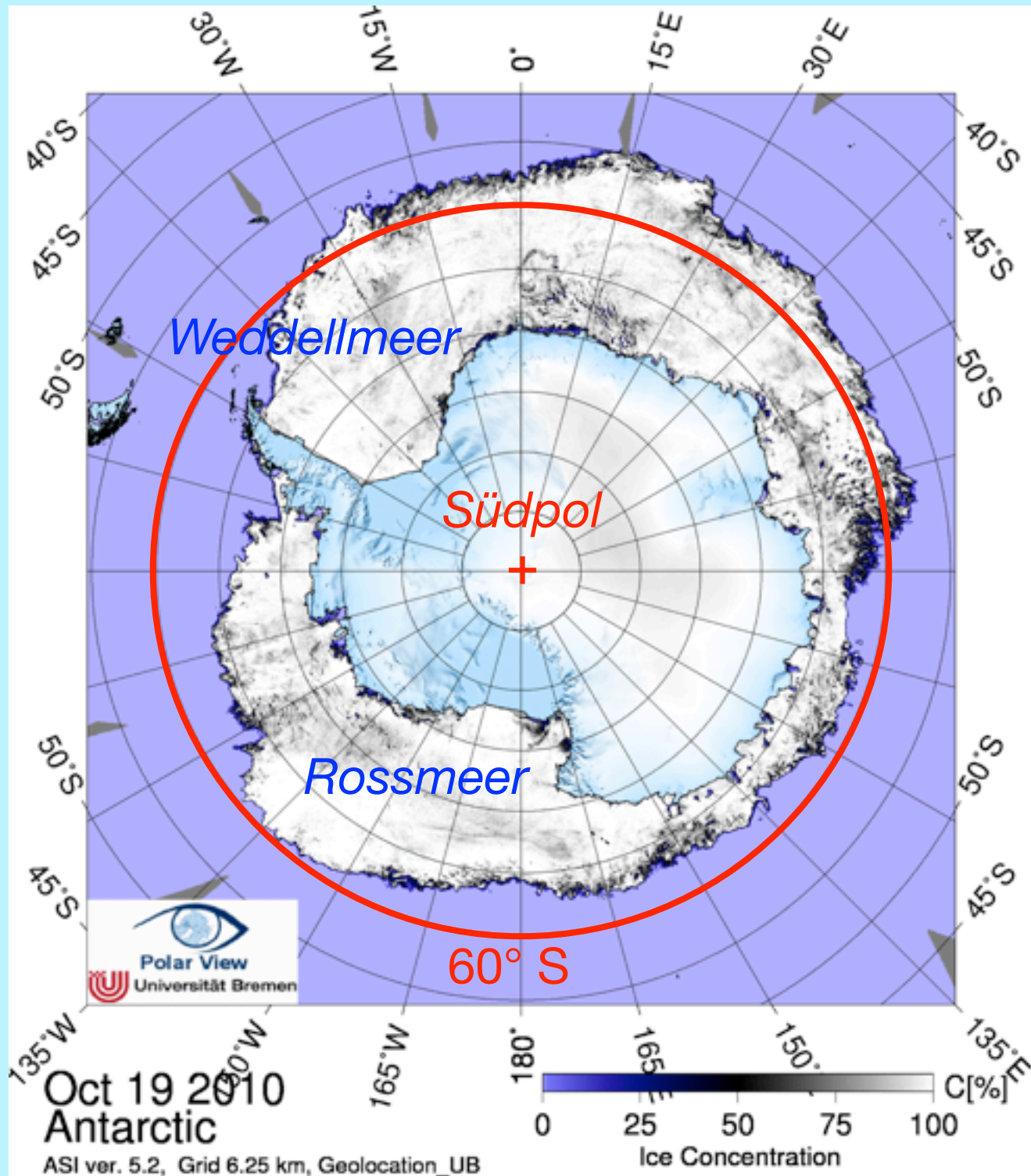
Antarktisches Meereis

Meereisausdehnung Antarktis



Antarktis - Winter

Antarktis - Sommer

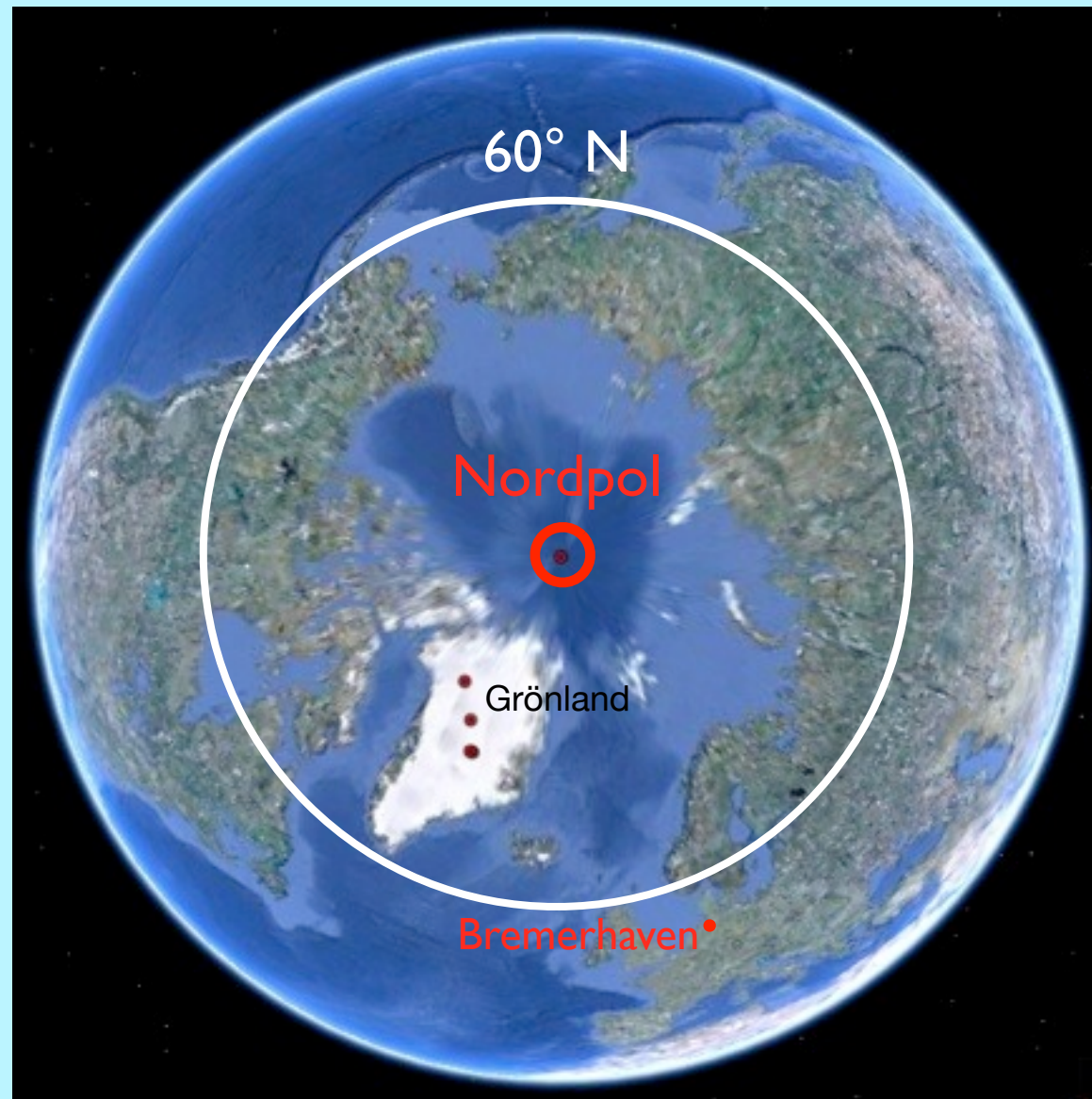


Die Polarregionen:

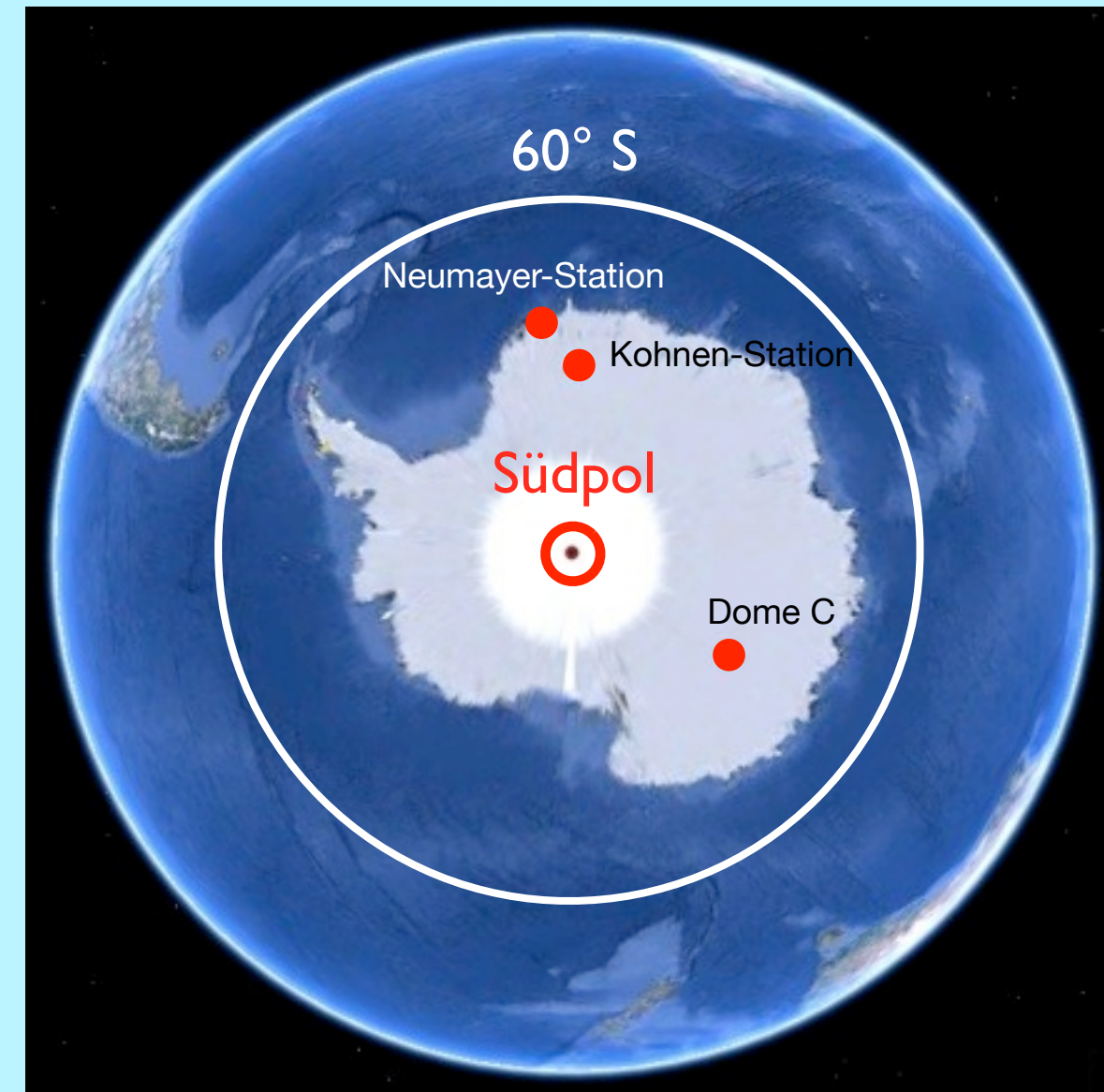
Arktis

und

Antarktis



Meer von Land umgeben
Nordpol liegt im Meer



Land von Meer umgeben
Südpol liegt auf eisbedecktem
Kontinent (ca. 2830 m ü.M.)

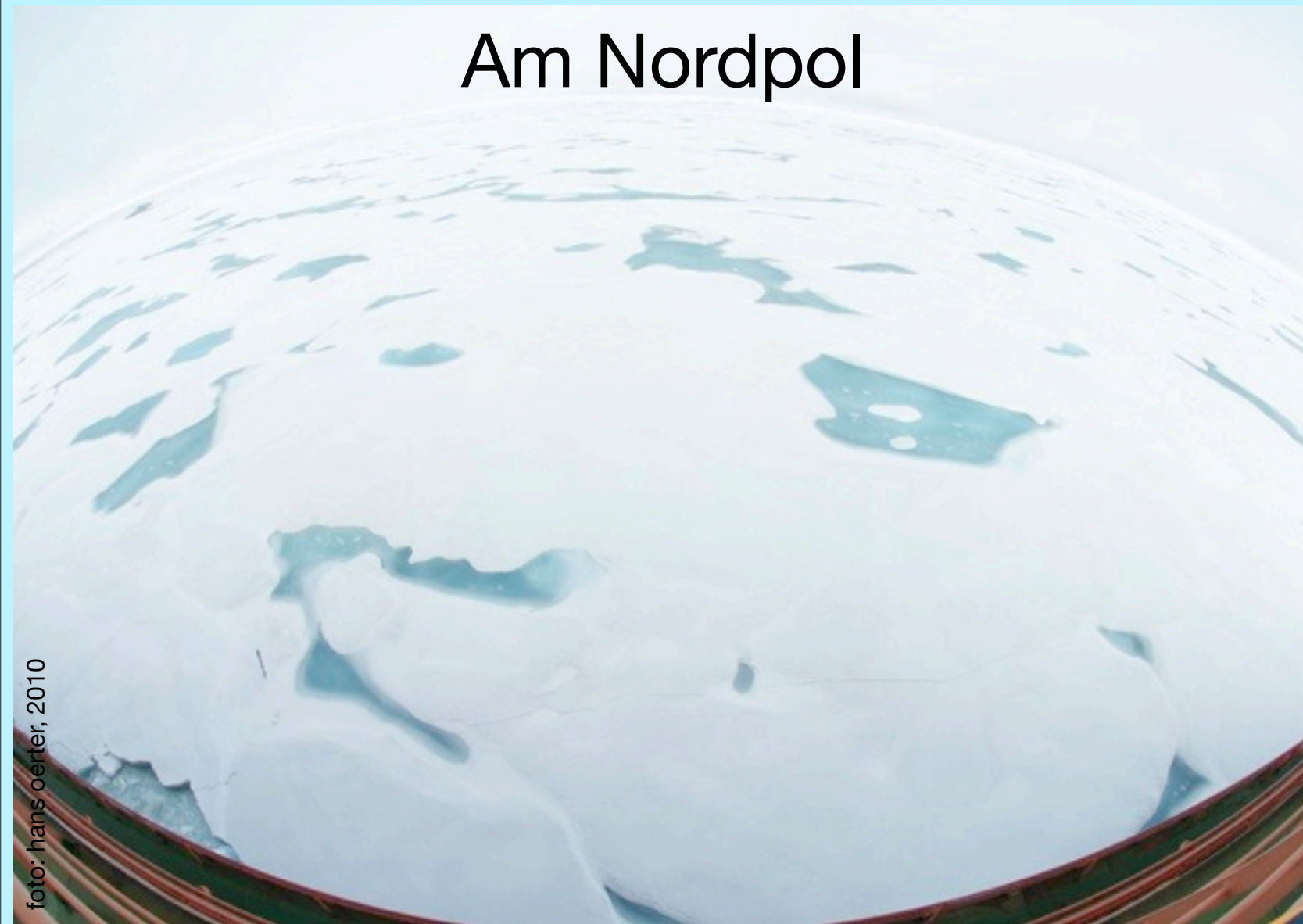
Die Polarregionen:

Arktis

und

Antarktis

Am Nordpol



Scott-Amundsen-Base (USA)



↑
neue Station, seit 2003

Meer von Land umgeben
Nordpol liegt im Meer

Land von Meer umgeben
Südpol liegt auf eisbedecktem
Kontinent (ca. 2830 m ü.M.)

Die Polarregionen:

Arktis

und

Antarktis



Meer von Land umgeben
Nordpol liegt im Meer



Land von Meer umgeben
Südpol liegt auf eisbedecktem
Kontinent (ca. 2830 m ü.M.)

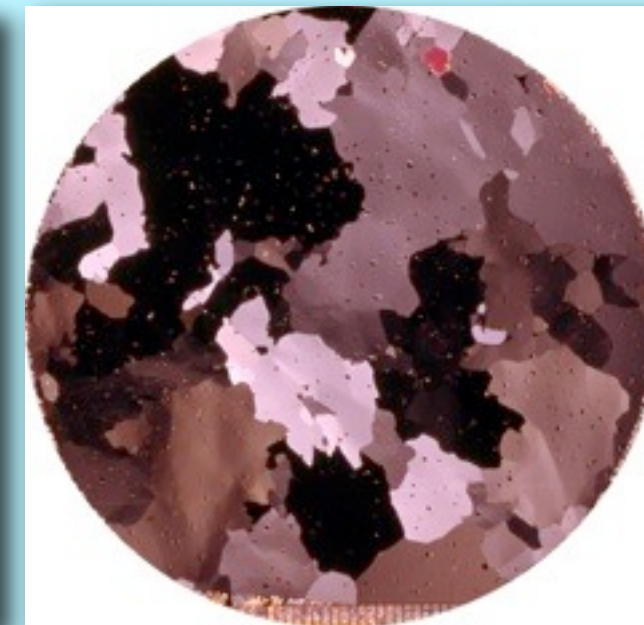
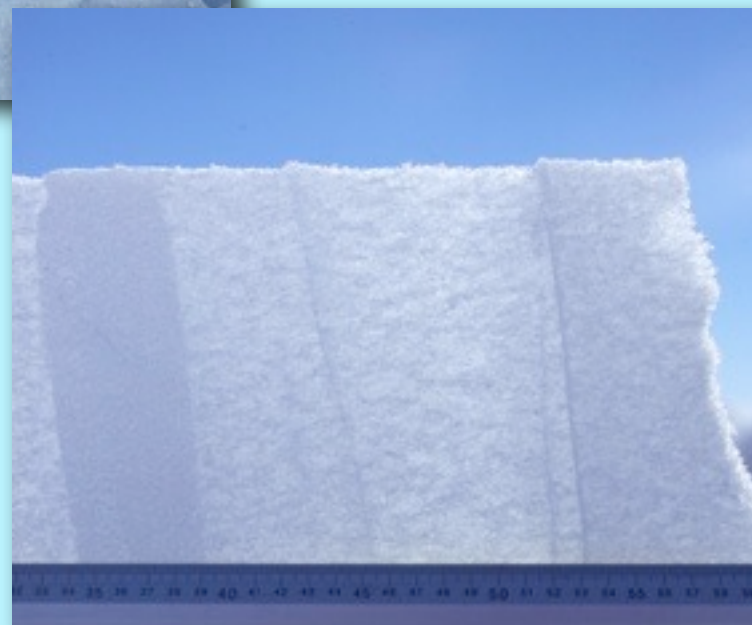
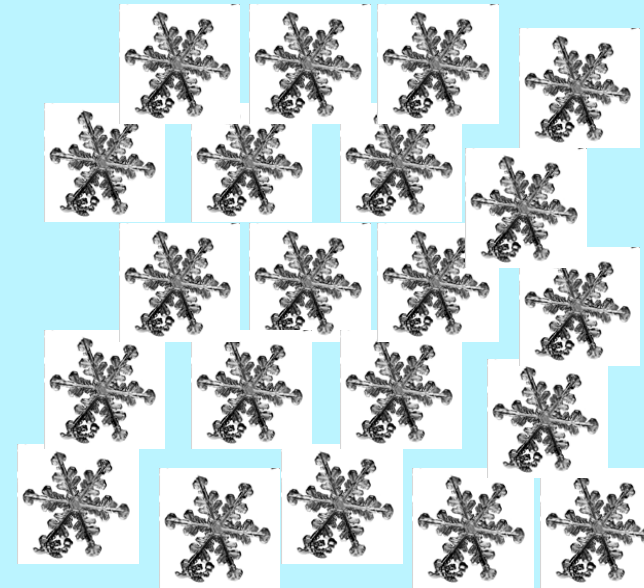
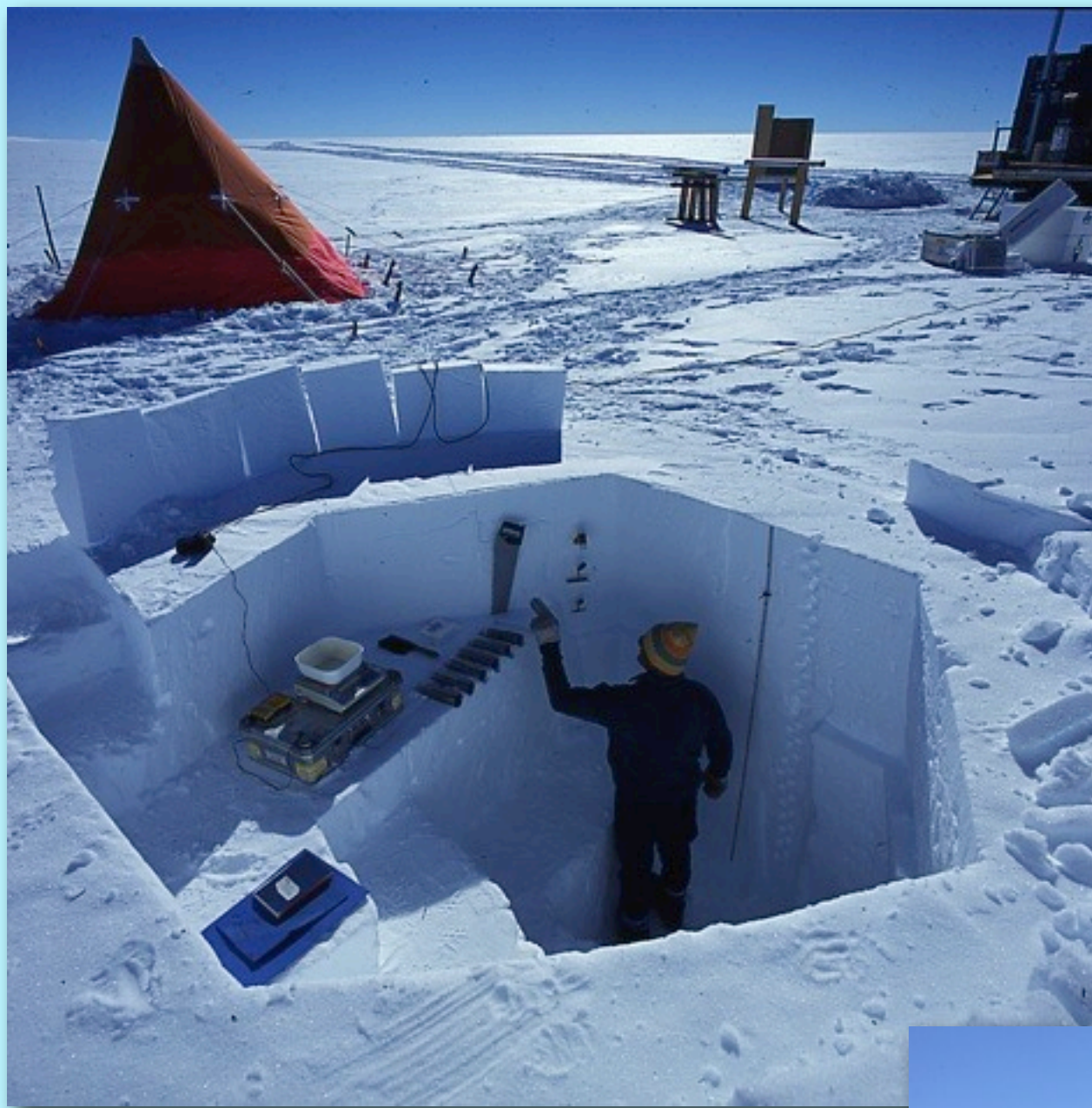
Google Earth, 2010



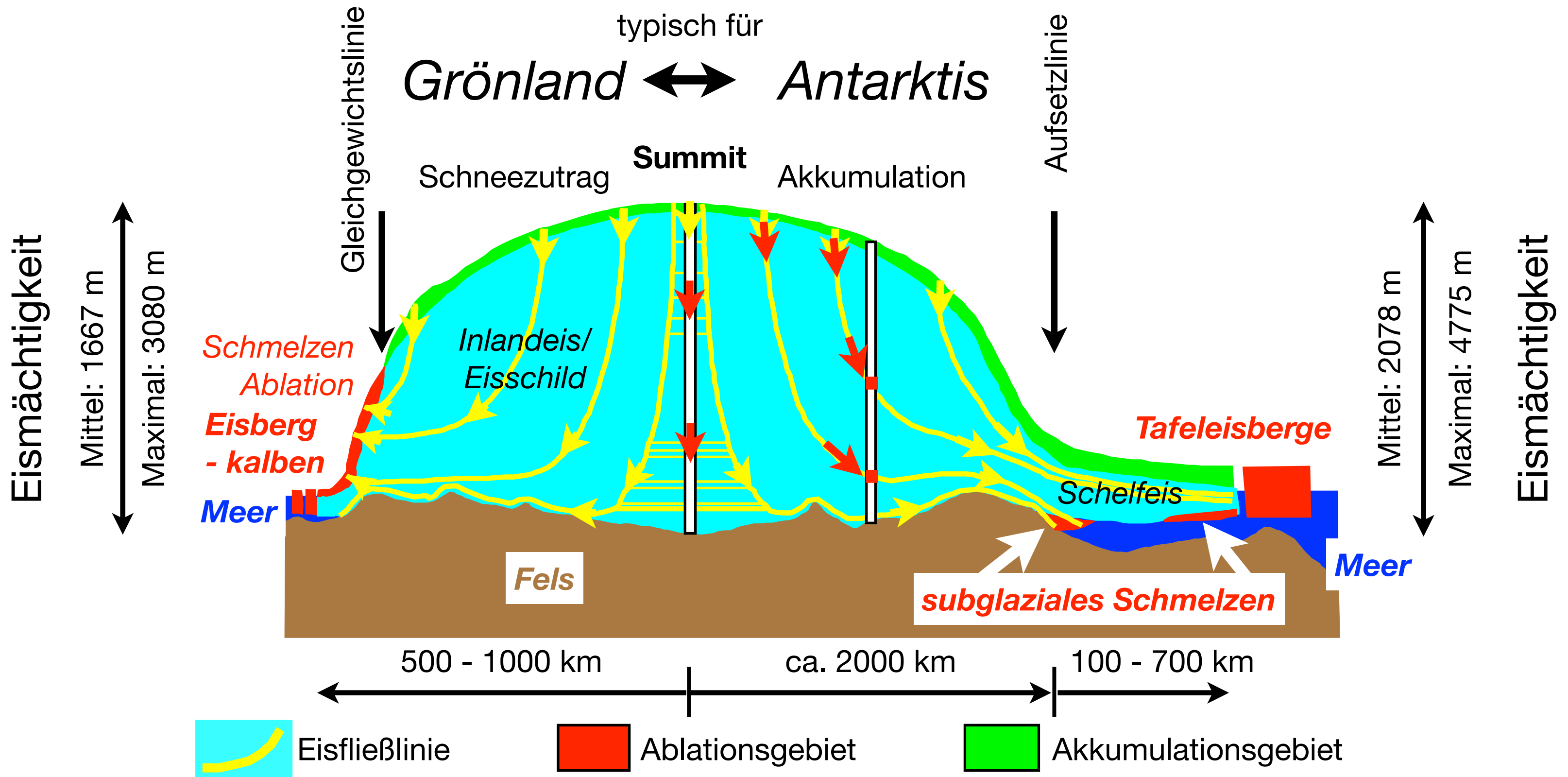
Wo und wie bohrt man Eiskerne ?



Ein Eisschild baut sich aus über einander liegenden Jahresschichten auf.



Schematischer Querschnitt durch einen Eisschild



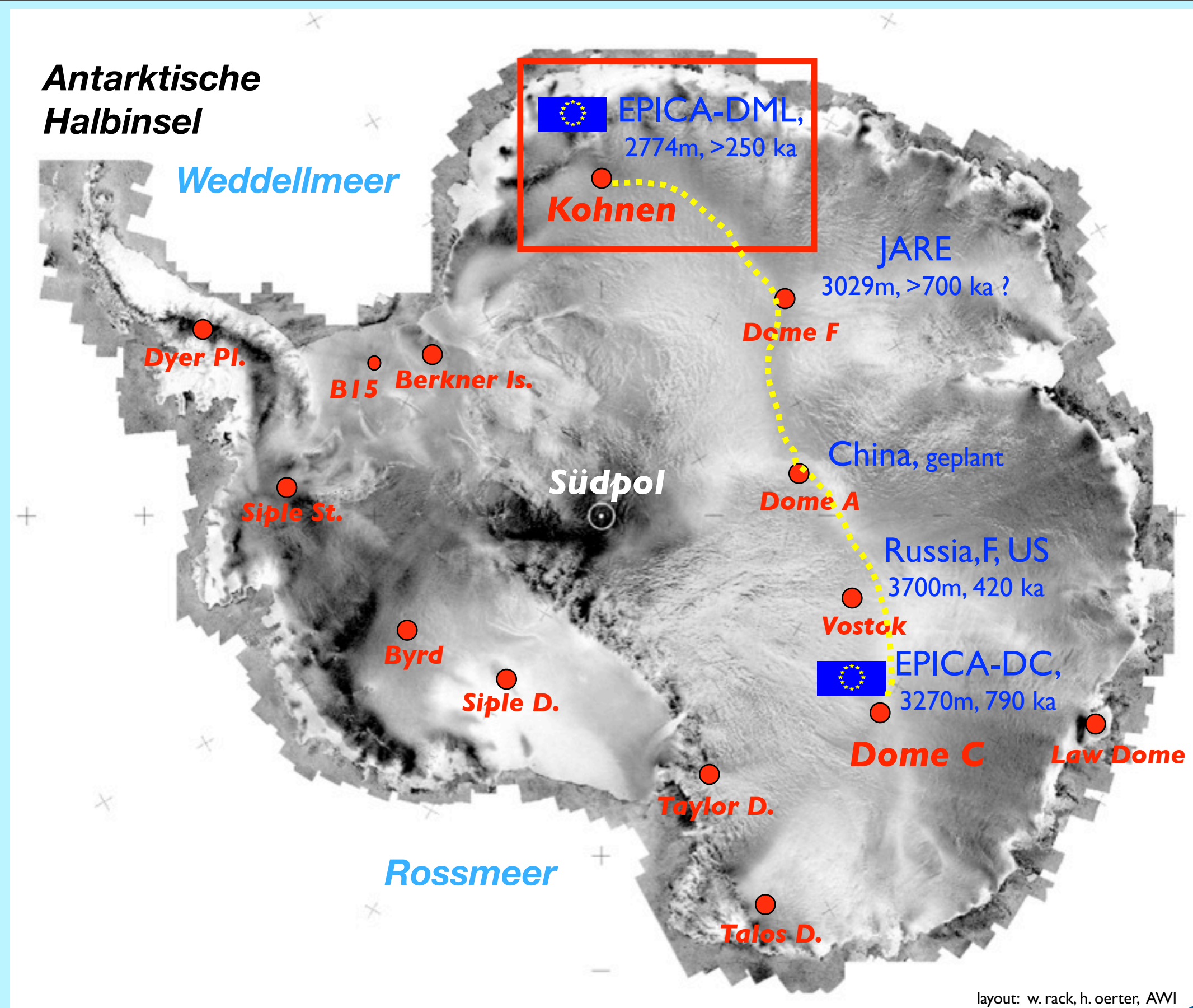
grafik: h. oerter, 2009

Tiefe Eisbohrkerne in der Antarktis

European Project for Ice Core Drilling in Antarctica
(EPICA)

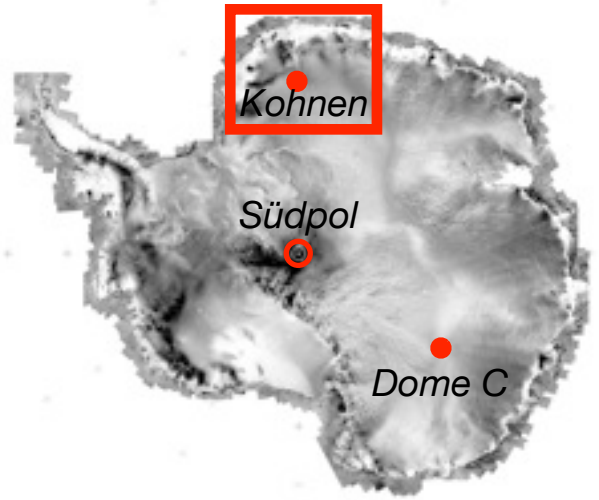
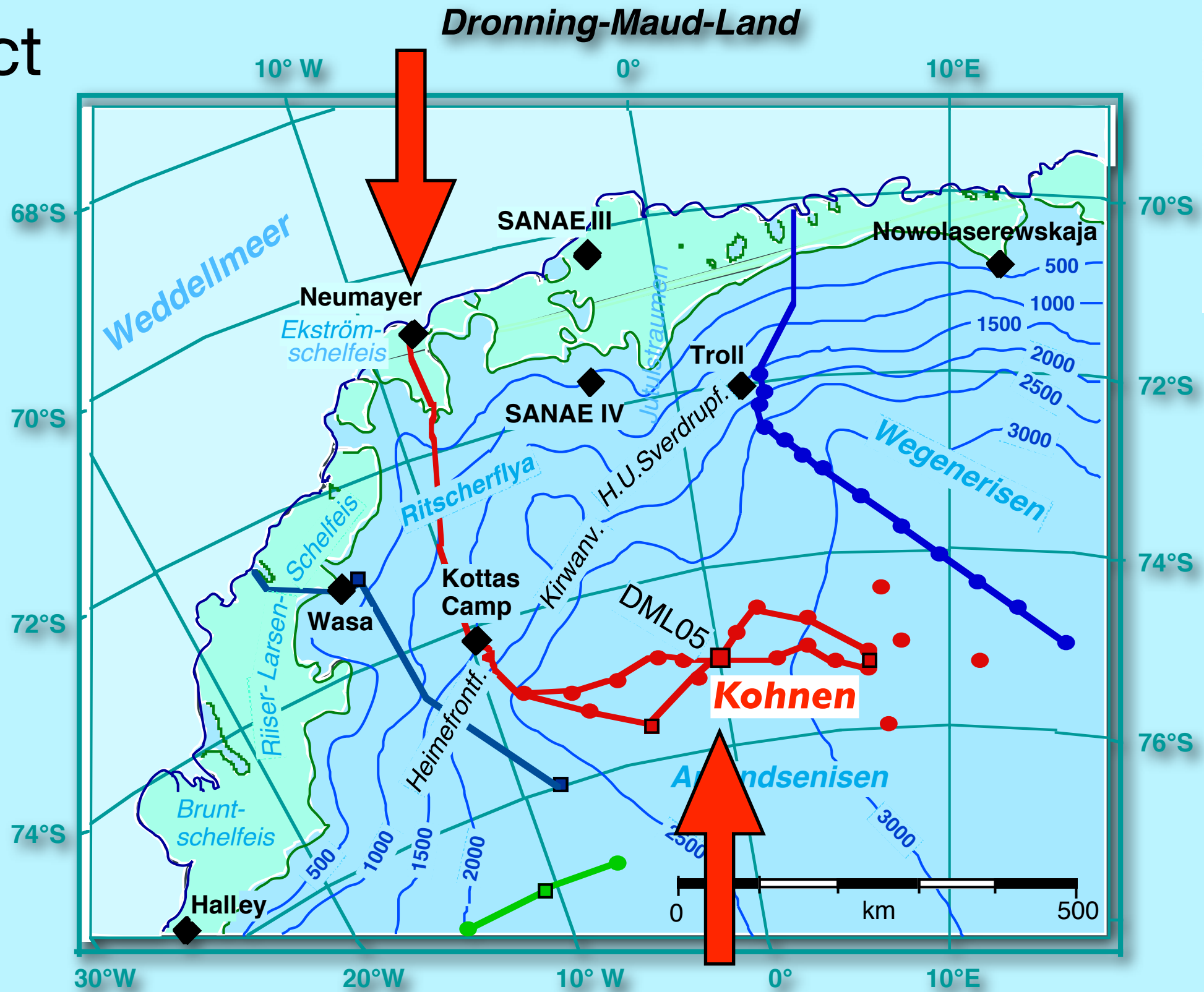


Haupteissscheide der Ostantarktis



layout: w. rack, h. oerter, AWI

European Project for Ice Core Drilling in Antarctica (EPICA)



Meer Schelfeis Inlandeis, gegründetes Eis 2000 Höhenlinie Aufsetzlinie

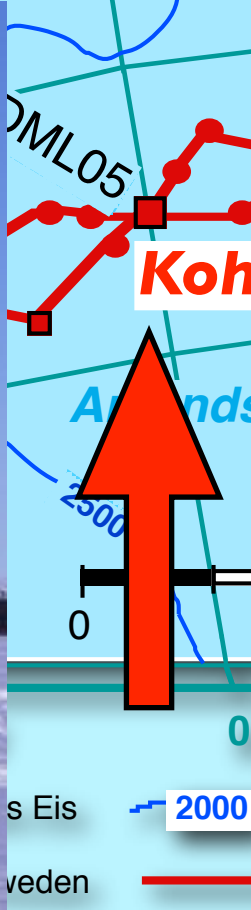
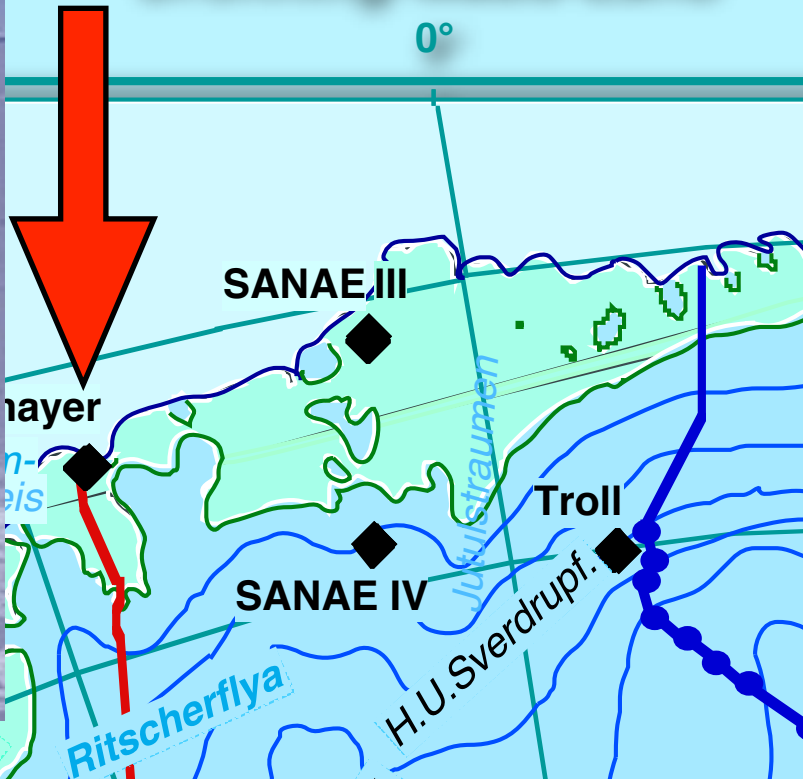
Traversenrouten: Großbritannien Schweden Deutschland Norwegen

Luftaufnahme der Neumayer-Station III, im Hintergrund die Atka-Bucht.



Foto: Ude Cieluch, Alfred-Wegener-Institut, 2009

Dronning-Maud-Land



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

Zum Bohren

Kohnen-Station
75°S, 0 °E, 2882 m

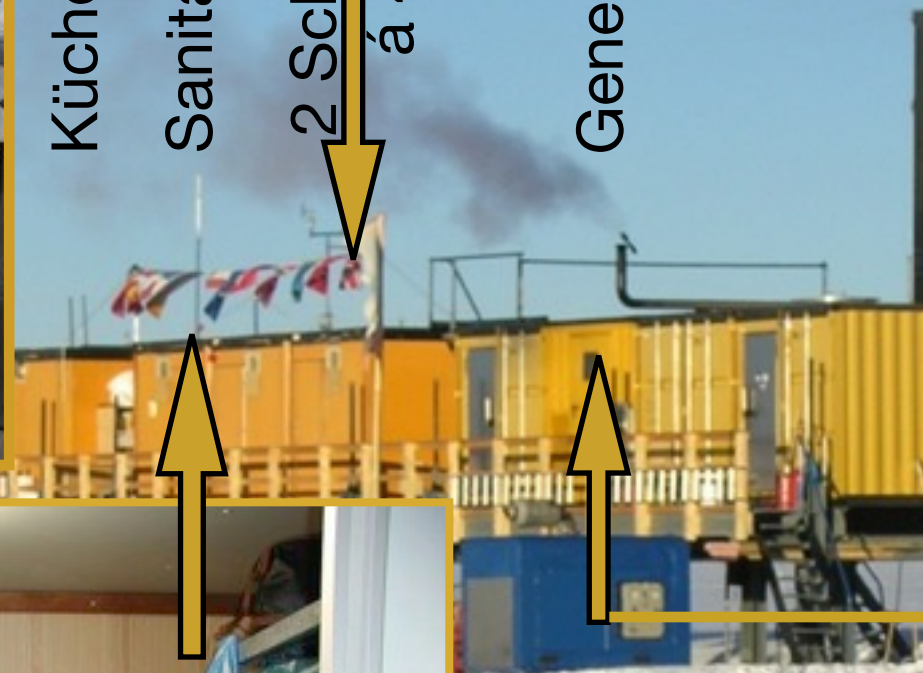


Küche

Sanitärcontainer

2 Schlafräume
à 4 Pers.

Generator



Kohnen Station

75°00'09"S, 00°04'06"E,
2892 m (WGS84)

Bohrzeitraum:
2001-2006

Mittlere Jahres-
temperatur: -44.6 °C

Akkumulationsrate:
64 kg m⁻²a⁻¹

Eis-Fließgeschwindigkeit:
0,756 m/a

Eisdicke:
2782 ±10m

Länge Eiskern:
2774,1 m



foto: hans oerter, 2006

Antitorque



innen: Chips-Kammer



Motor & Elektronik



Hüllrohr



Kernrohr & Bohrkrone



Bohrturm

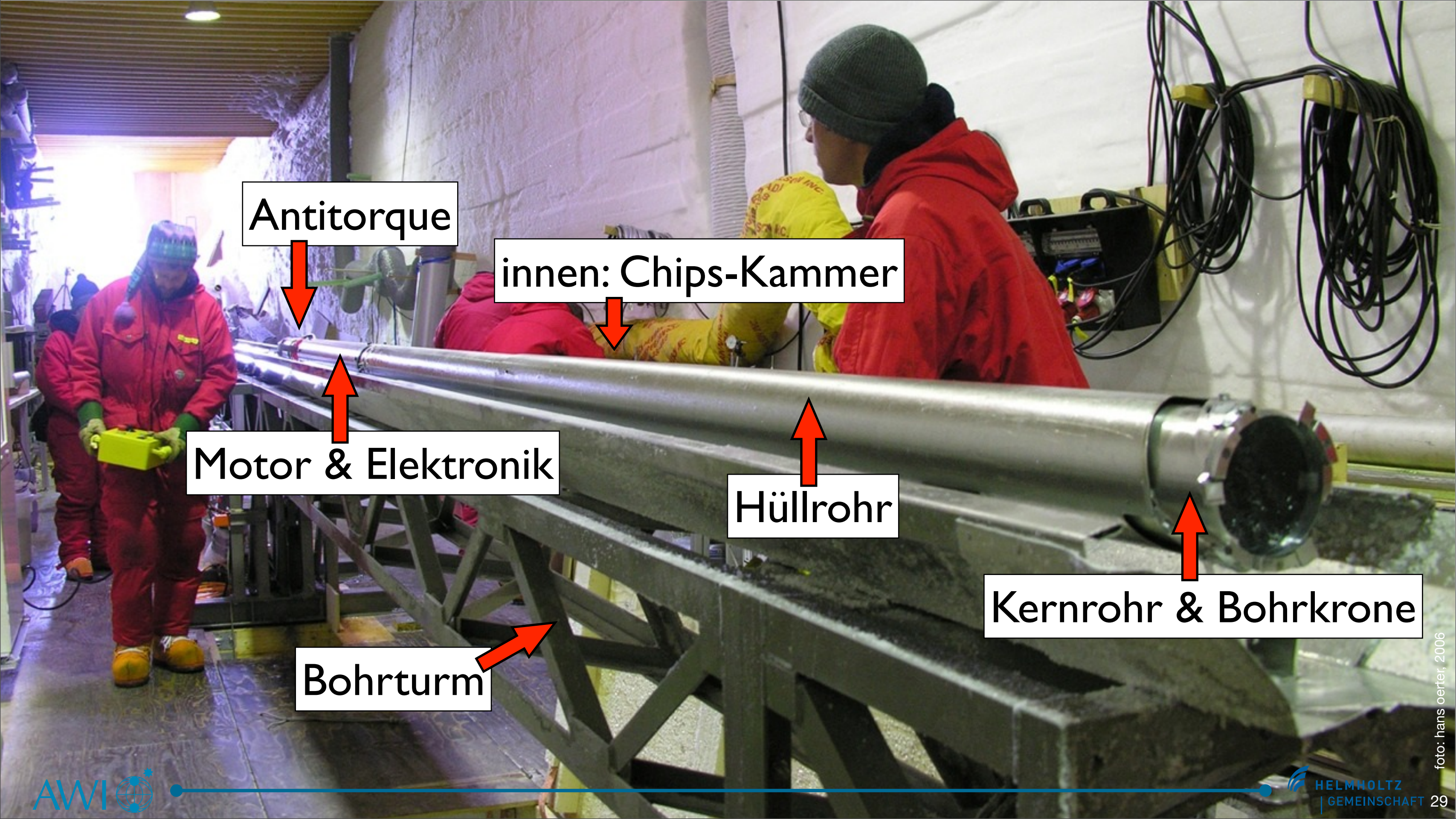
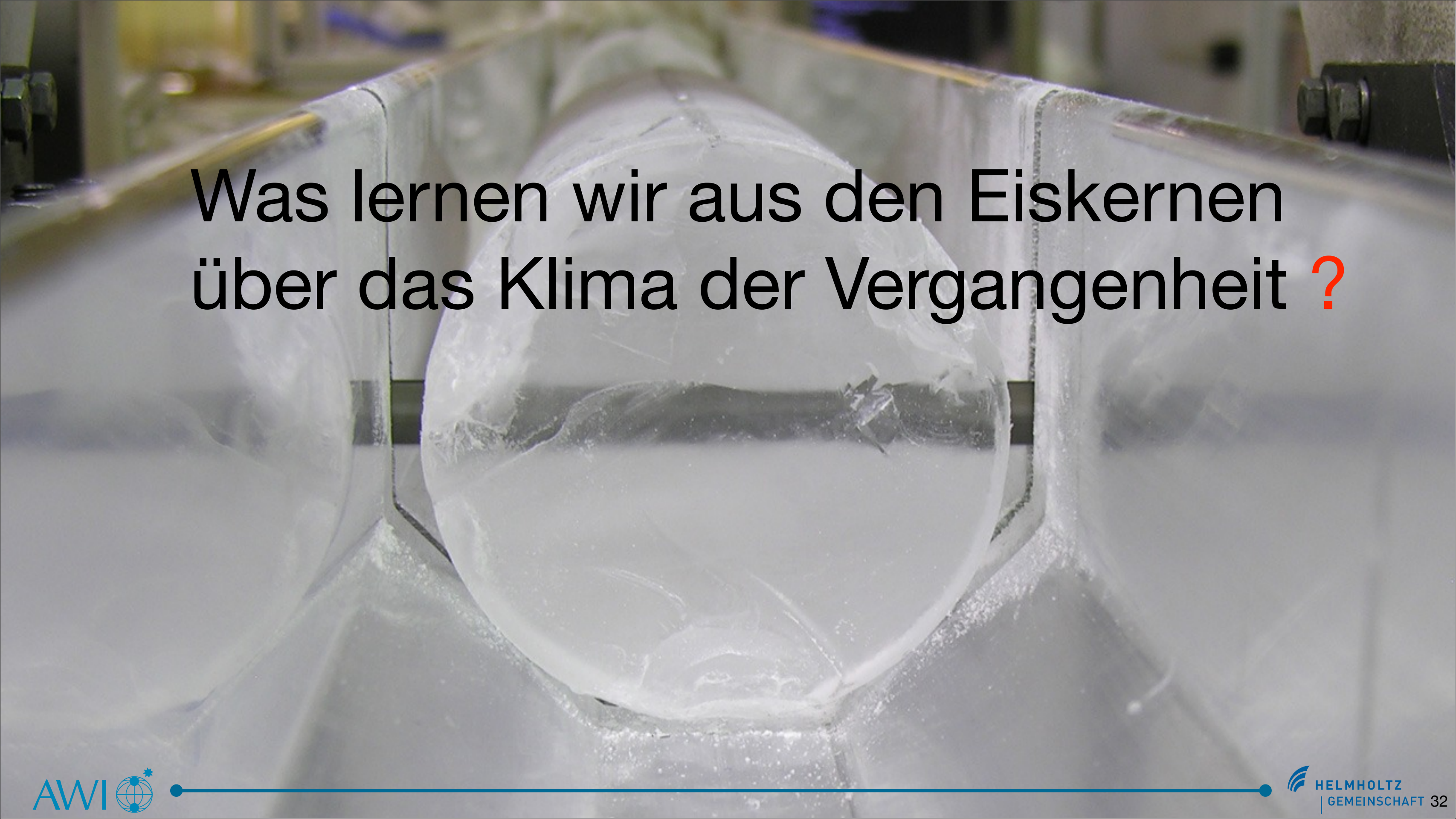


foto: hans oerter, 2006



foto: hans oerter, 2006



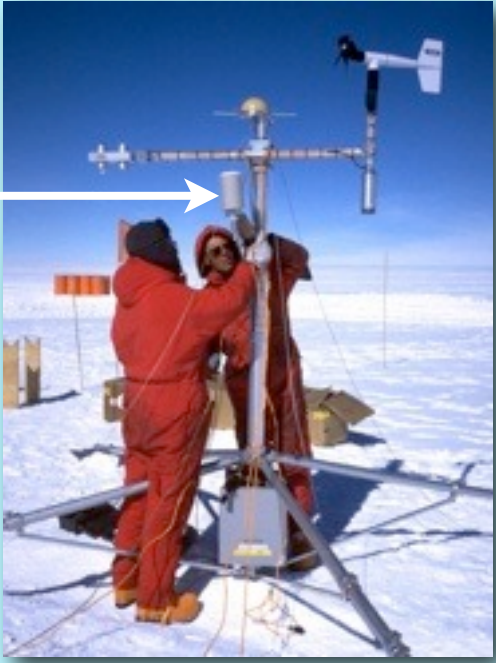
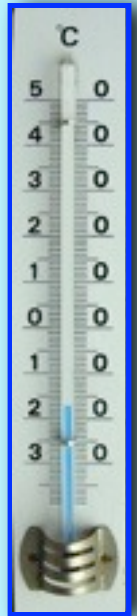
A close-up photograph of a cylindrical ice core sample held within a metal container. The ice shows distinct horizontal layers, indicating different time periods. The container is made of polished metal, and the background is slightly blurred, showing other parts of the equipment.

Was lernen wir aus den Eiskernen
über das Klima der Vergangenheit ?

Das Klima-Archiv Eis speichert Informationen zu:

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

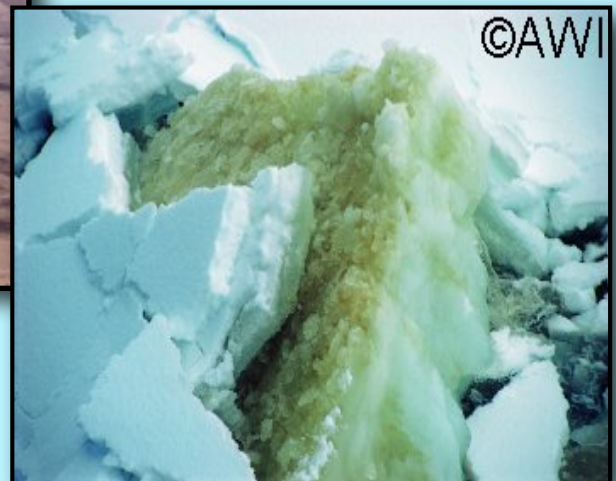
Lufttemperatur



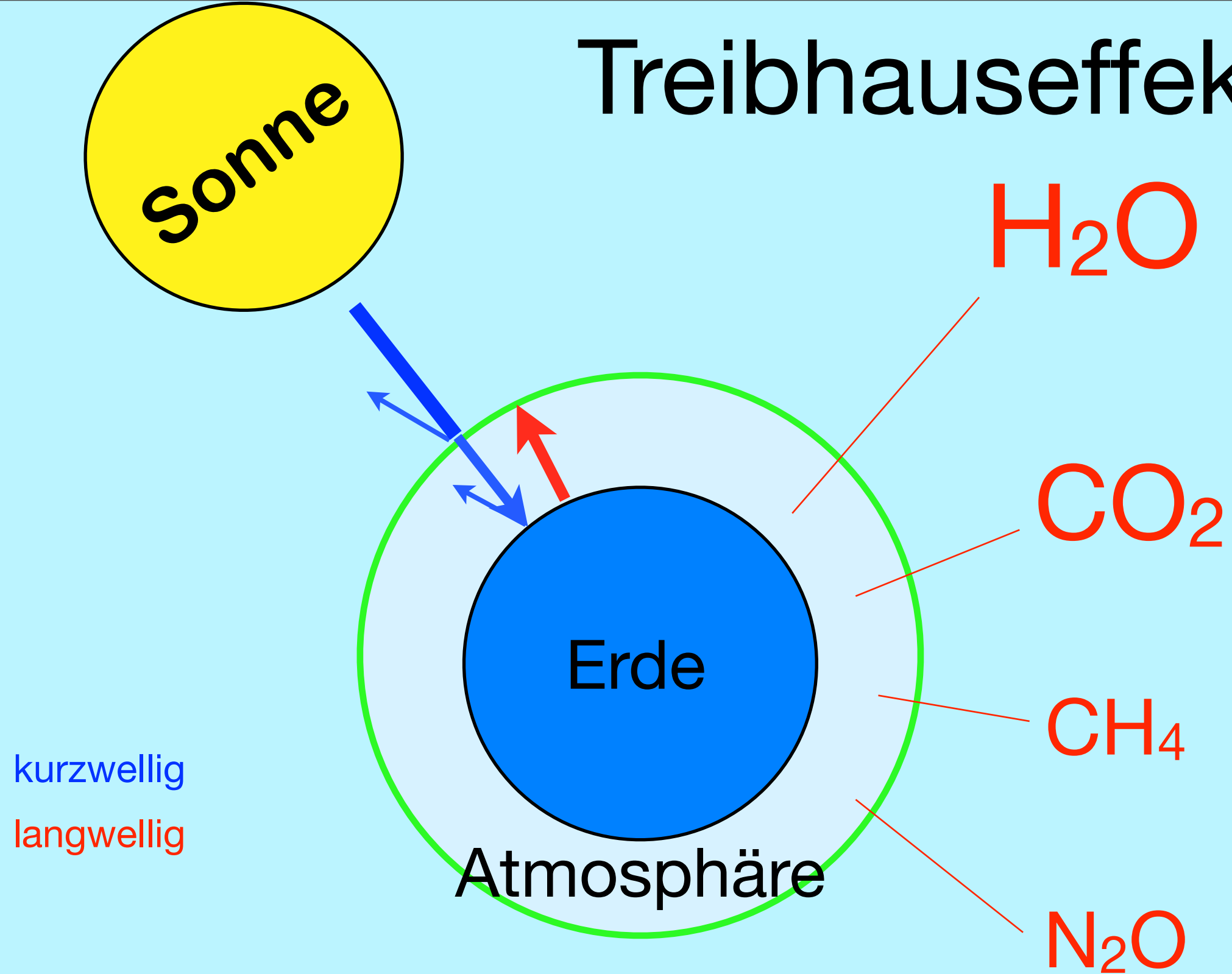
Gasgehalt in der Atmosphäre



Aerosole

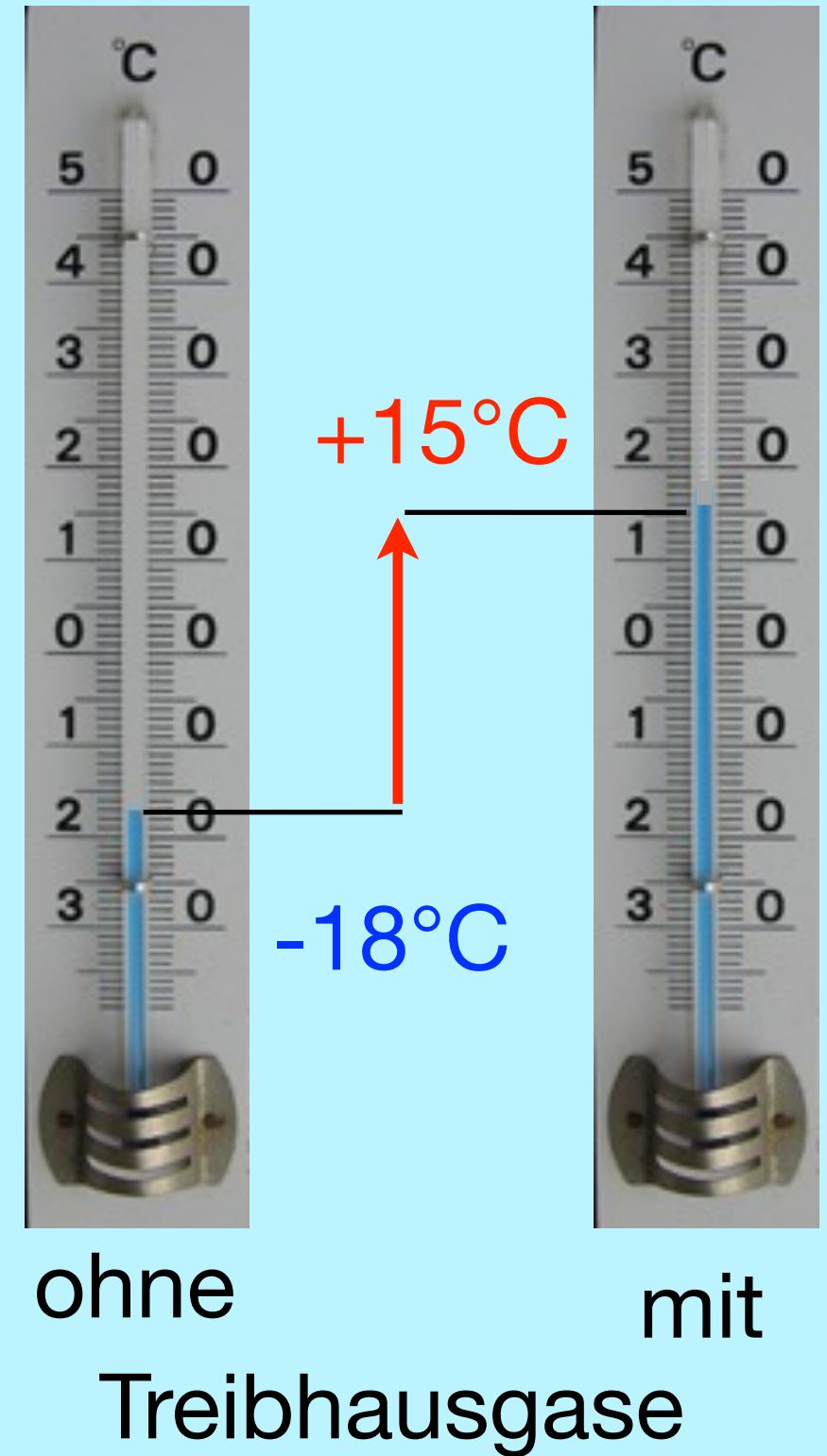


Treibhauseffekt



kurzwellig
langwellig

Schichtdicke Atmosphäre nicht
maßstäblich!



Das Eislabor am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven

Horizontalsäge

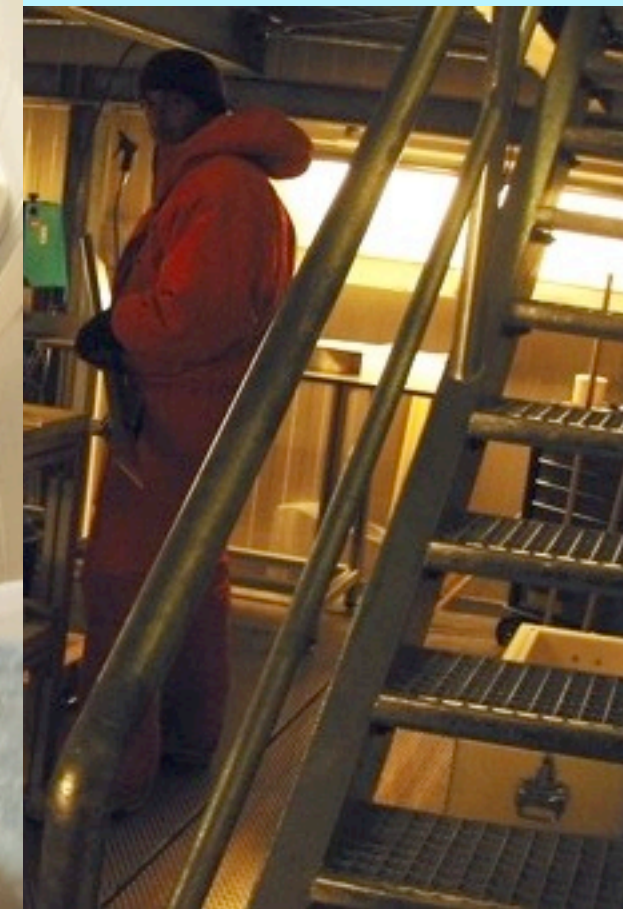
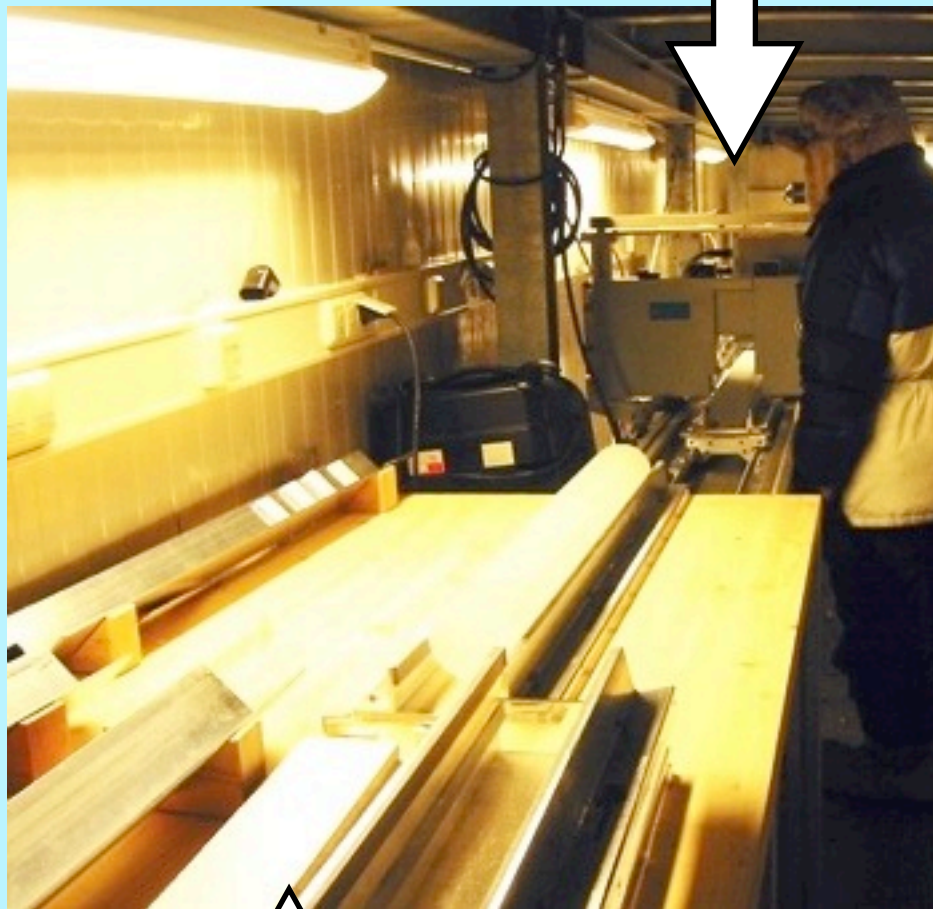
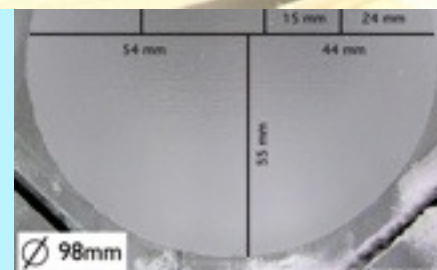
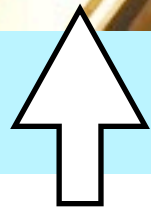


foto: hans oerter, 2002

foto: hans oerter, 2009

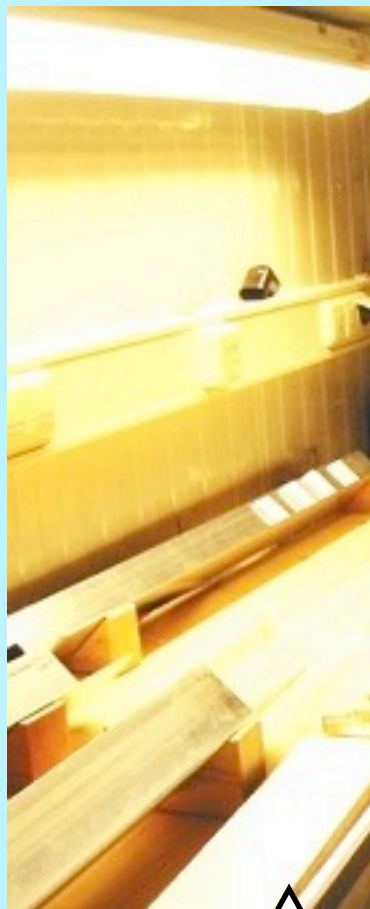
Auspacken des Kerns



Das Eislabor am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven

Horizontalsäge

Line-Scan



Auspac



foto: hans oerter, 2003



foto: hans oerter, 2002

Vorbereitung für Line-Scan

Das Eislabor am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven

Horizontalsägen



Längs- und Querschnitte



Auspacken des Ke

Vorbereitung für Line-Scan

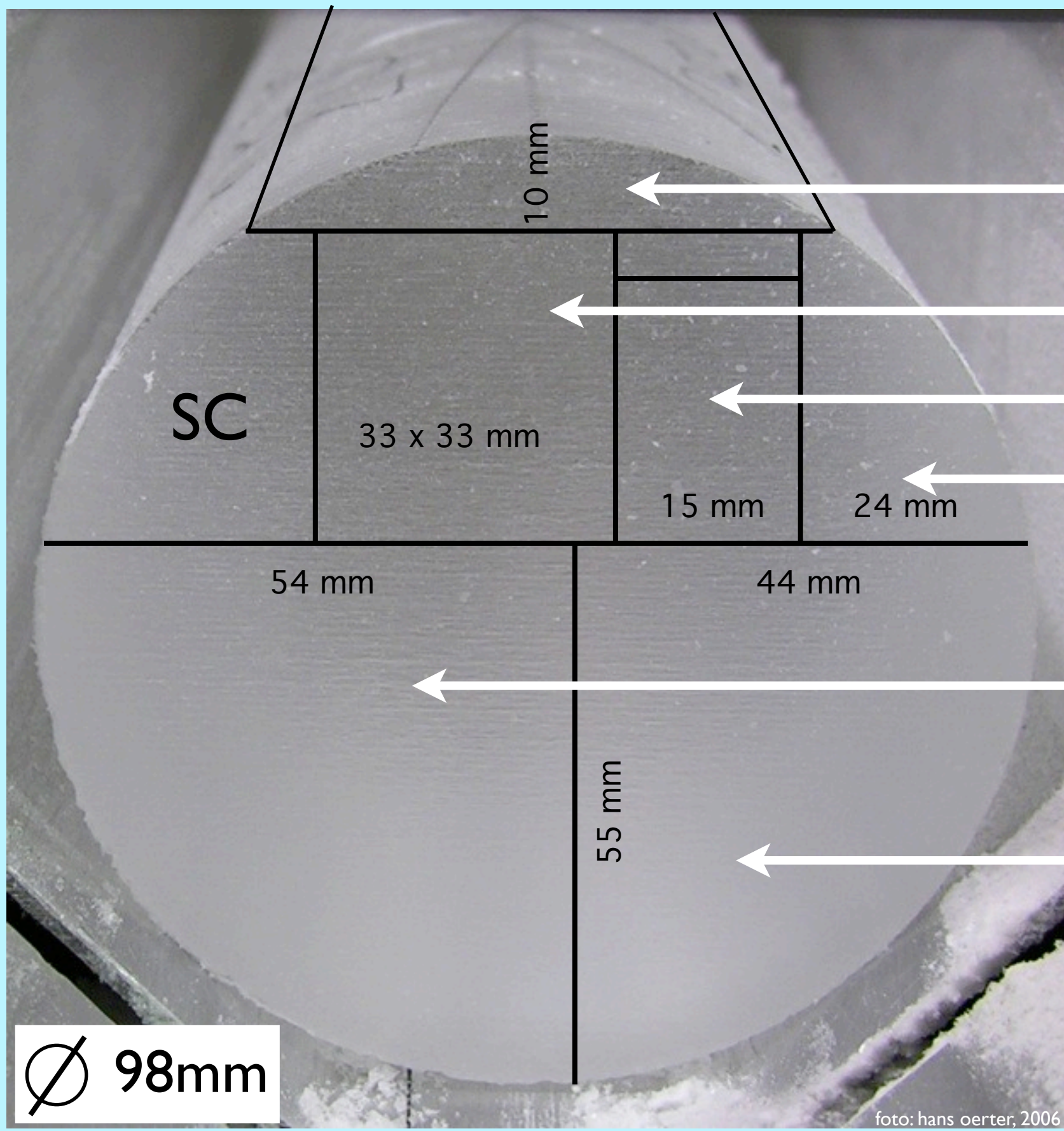


foto: hans oerter, 2003

∅ 98mm



foto: hans oerter, 2002



Dünnschnitte

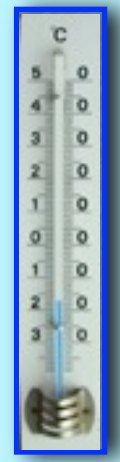
CFA

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

^{10}Be

Archiv

Gase, Staub

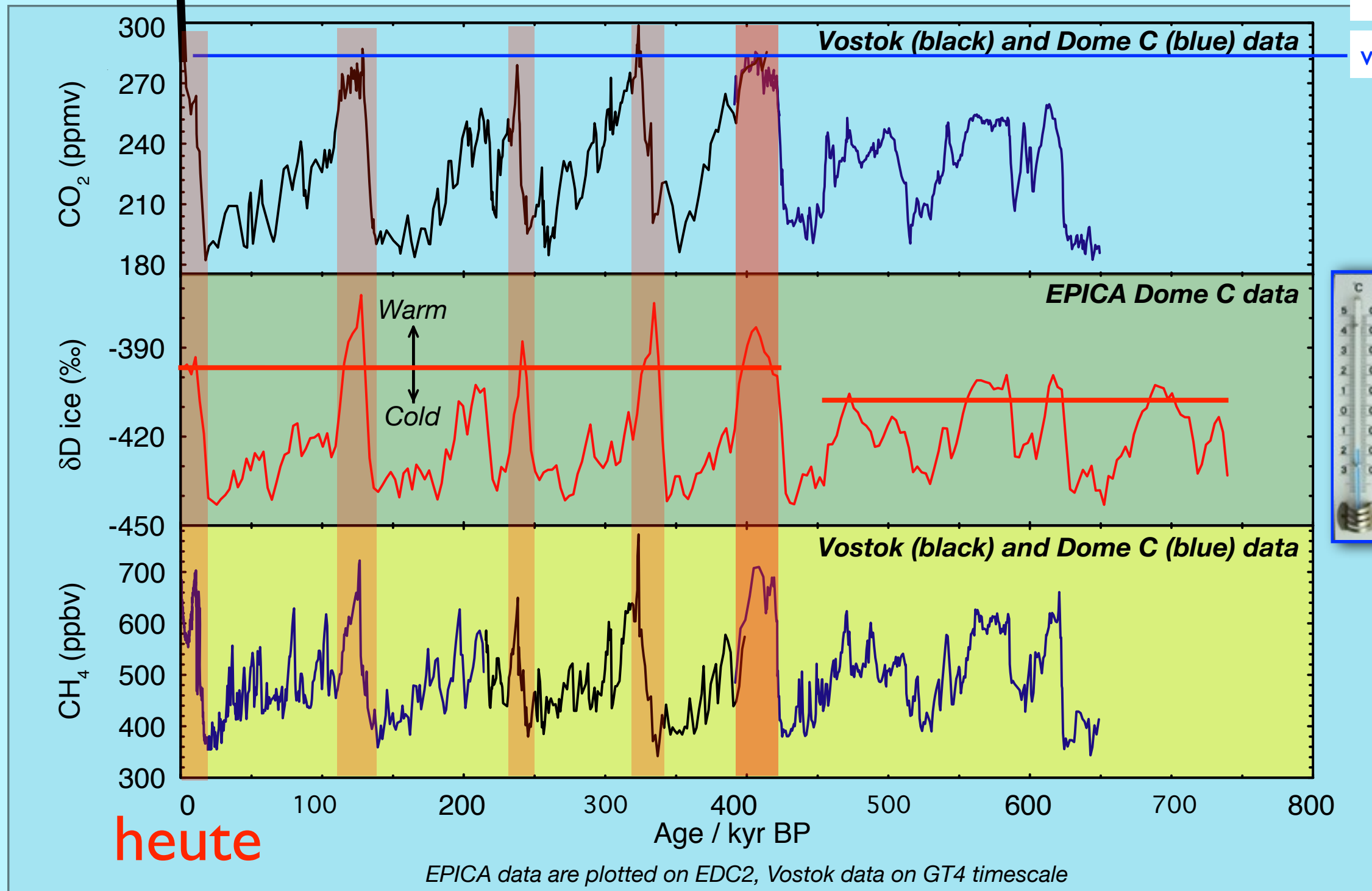


Ø 98mm

SC: wird vom Steering Committee
auf Antrag verteilt

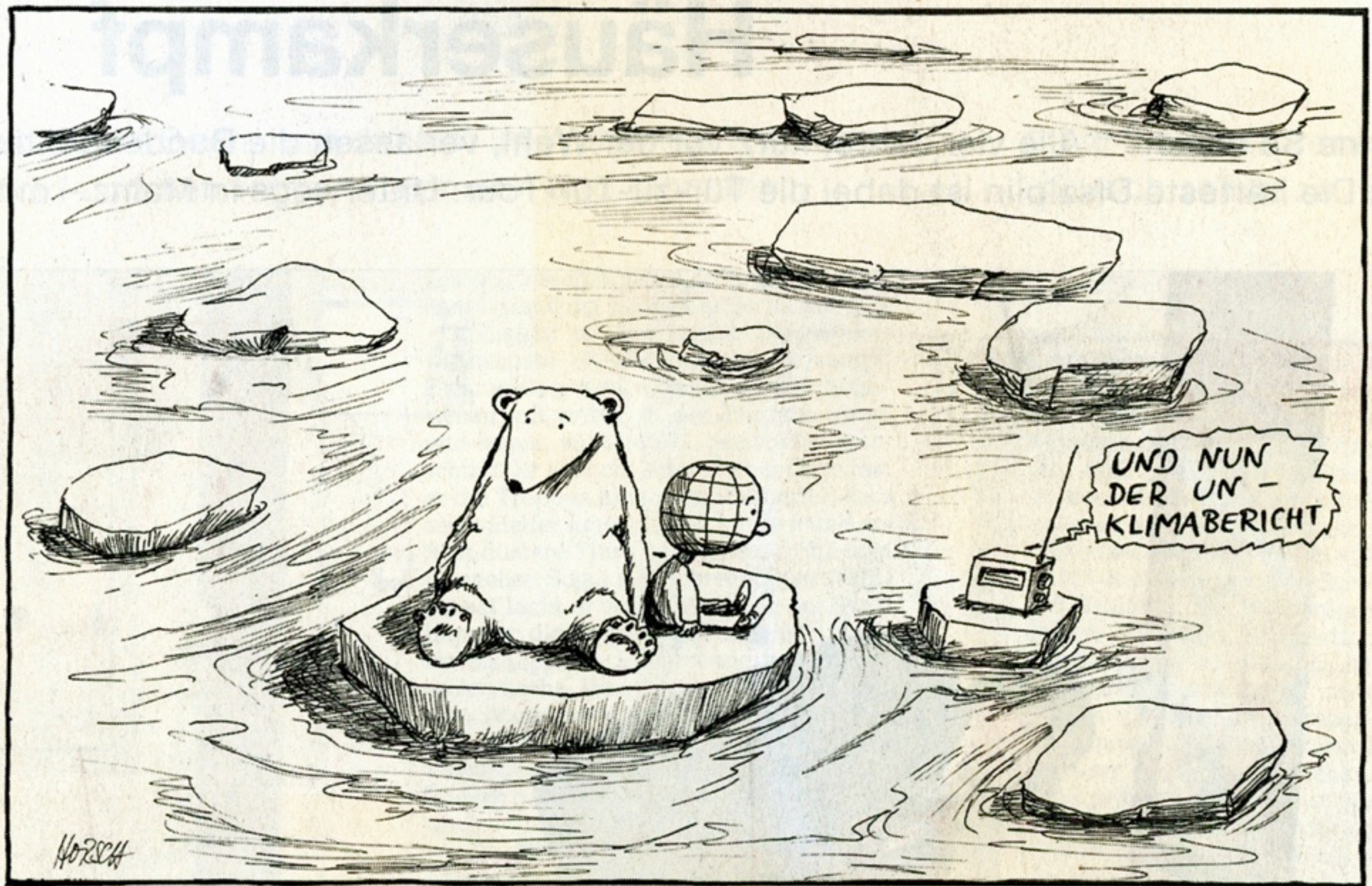
foto: hans oerter, 2006

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



Was erwartet uns in der Zukunft ?





SZ-Zeichnung: Wolfgang Horsch

Süddeutsche Zeitung 24. Sept. 2009

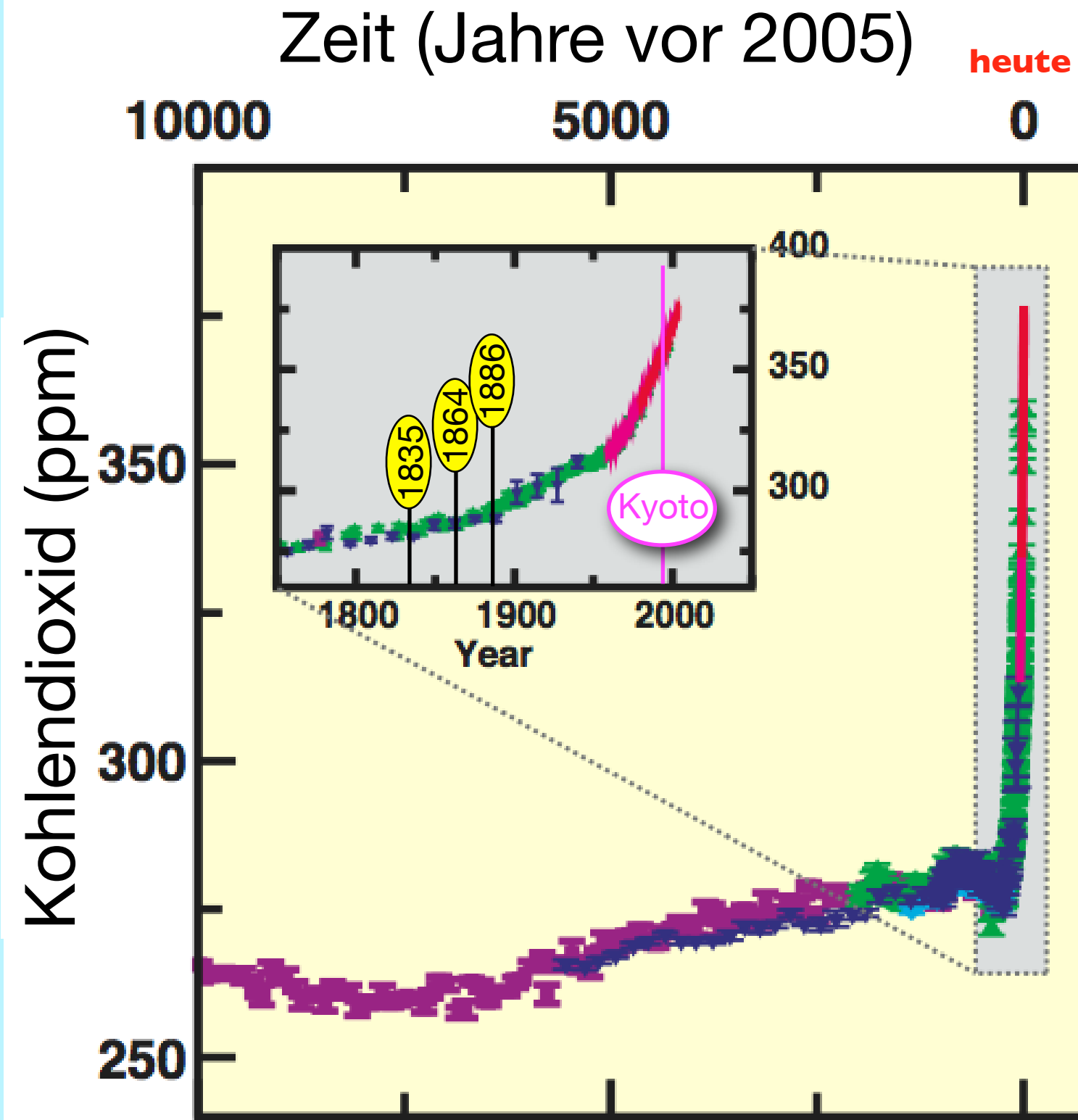
Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre



1835

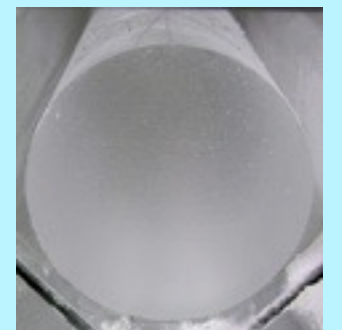
1864

1886



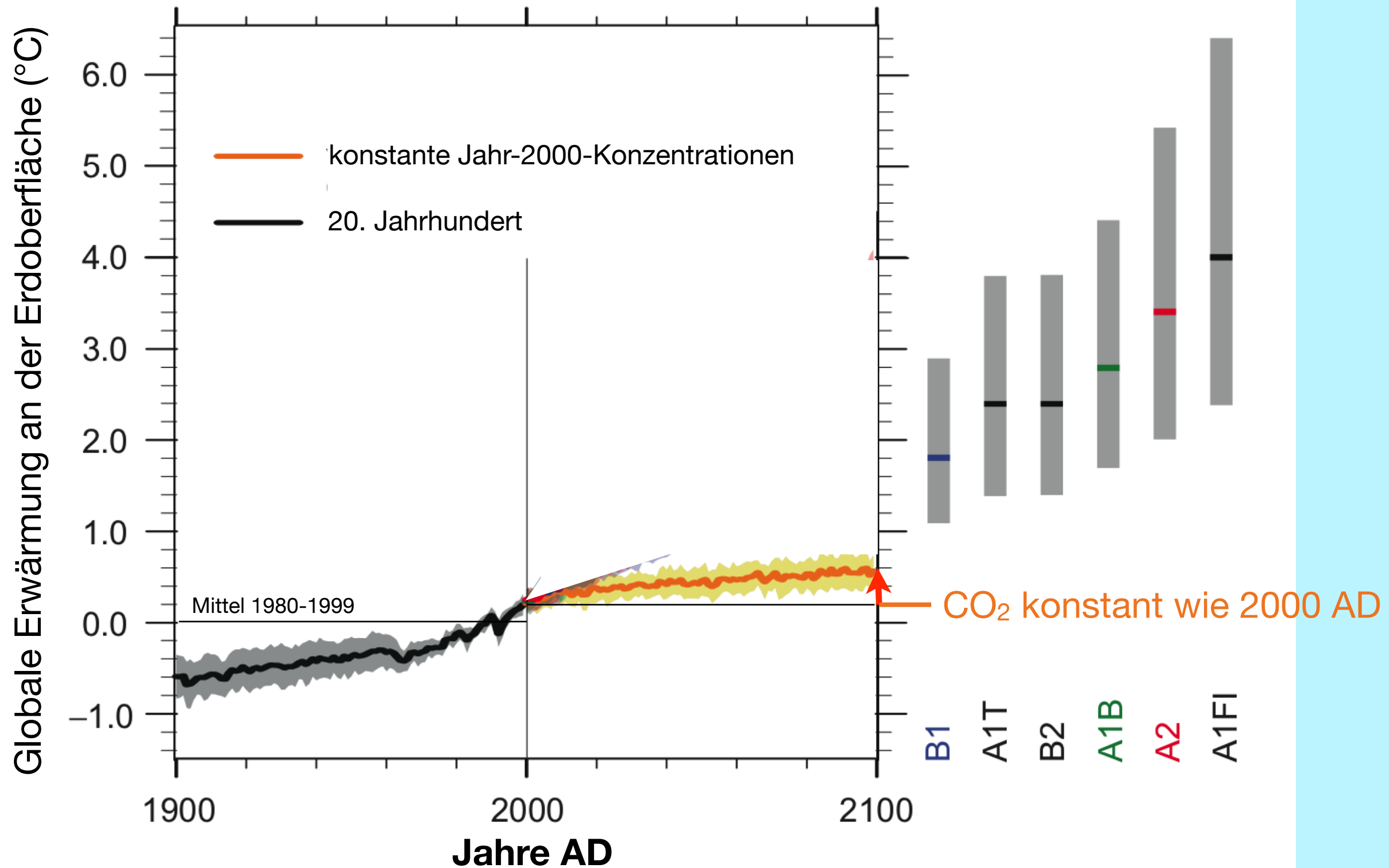
Messung an
Luftproben
seit 1958

Messung an
Eisproben

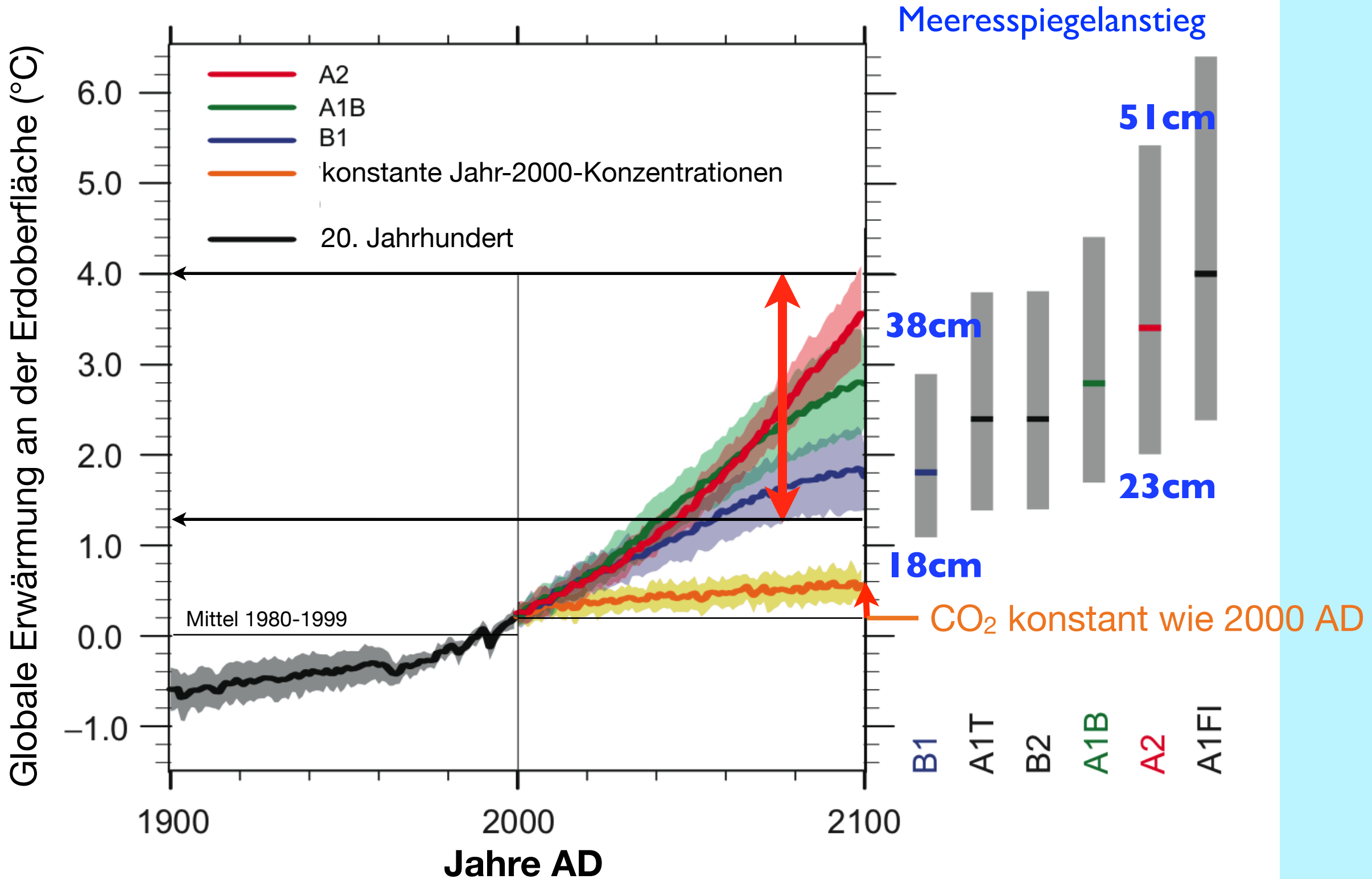


Quelle: IPCC, Climate Change 2007: The Physical Basis, Summary for Policy Makers (www.ipcc.ch)

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



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

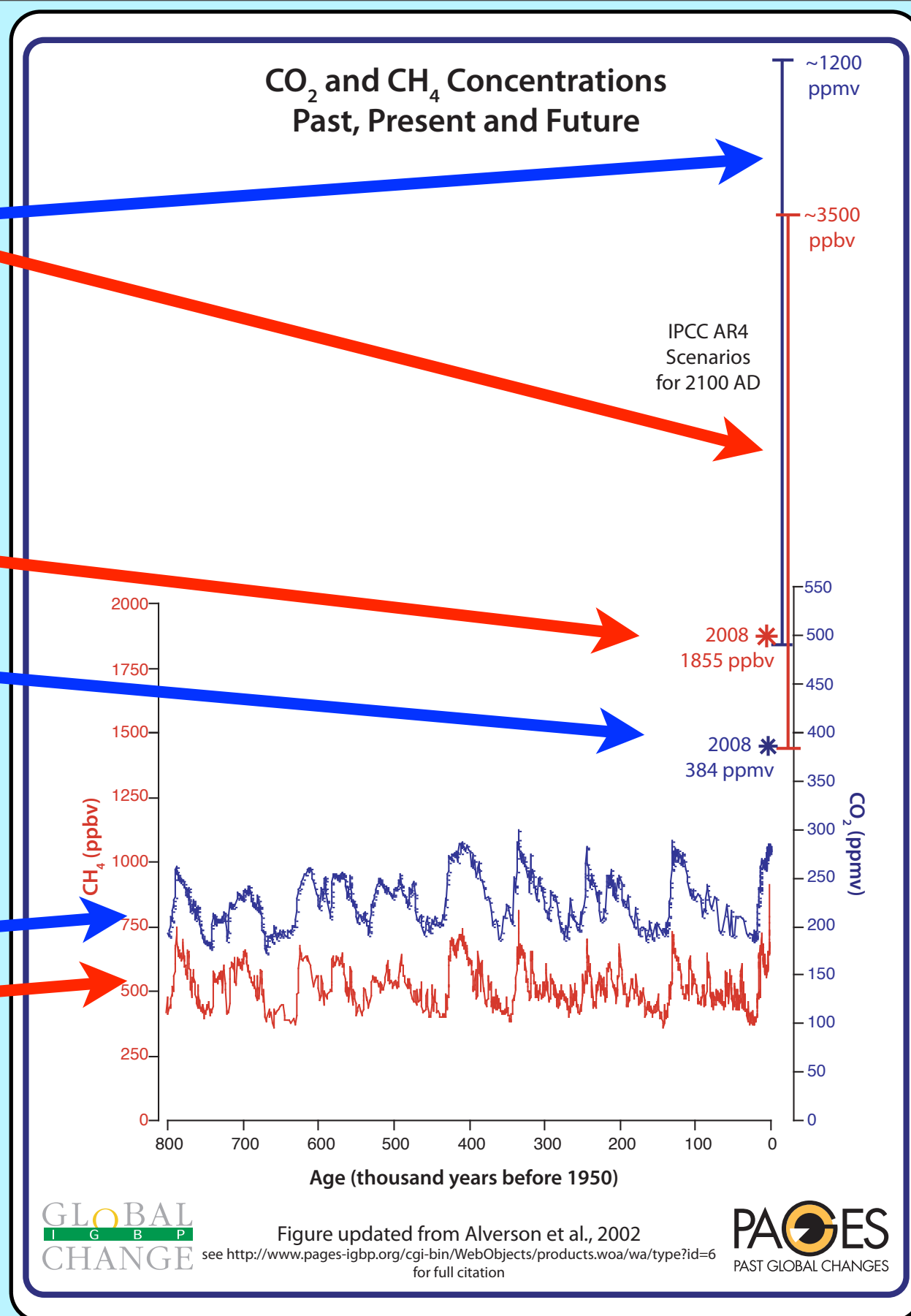


Der Blick in die Zukunft

Mögliche Konzentrationen in der Zukunft nach den IPCC AR4 Rechnungen für das Jahr 2100.

Vergleich mit atmosphärischen Werten von 2008 AD

Änderungen des **Kohlendioxid- (CO₂)** und **Methangehalts (CH₄)** während der vergangenen 800 000 Jahre, gemessen an Antarktischen Eiskernen.



CO₂ data is a compilation of the following records:

- Monnin et al., 2001: Science, 291: 112-114.
- Petit et al., 1999: Nature, 399: 429-236.
- Pepin et al., 2001: J. Geophysical Res. 106: 31,885-31,892.
- Raynaud et al., 2005: Nature, 436: 39-40.
- Siegenthaler et al., 2005: Science, 310: 1313-1317.
- Luethi et al., 2008: Nature, 453: doi:10.1038/nature06949

CH₄ data:

- Louergue, L., et al., 2008: Nature, 453: 383-386.

Current atmospheric concentrations:

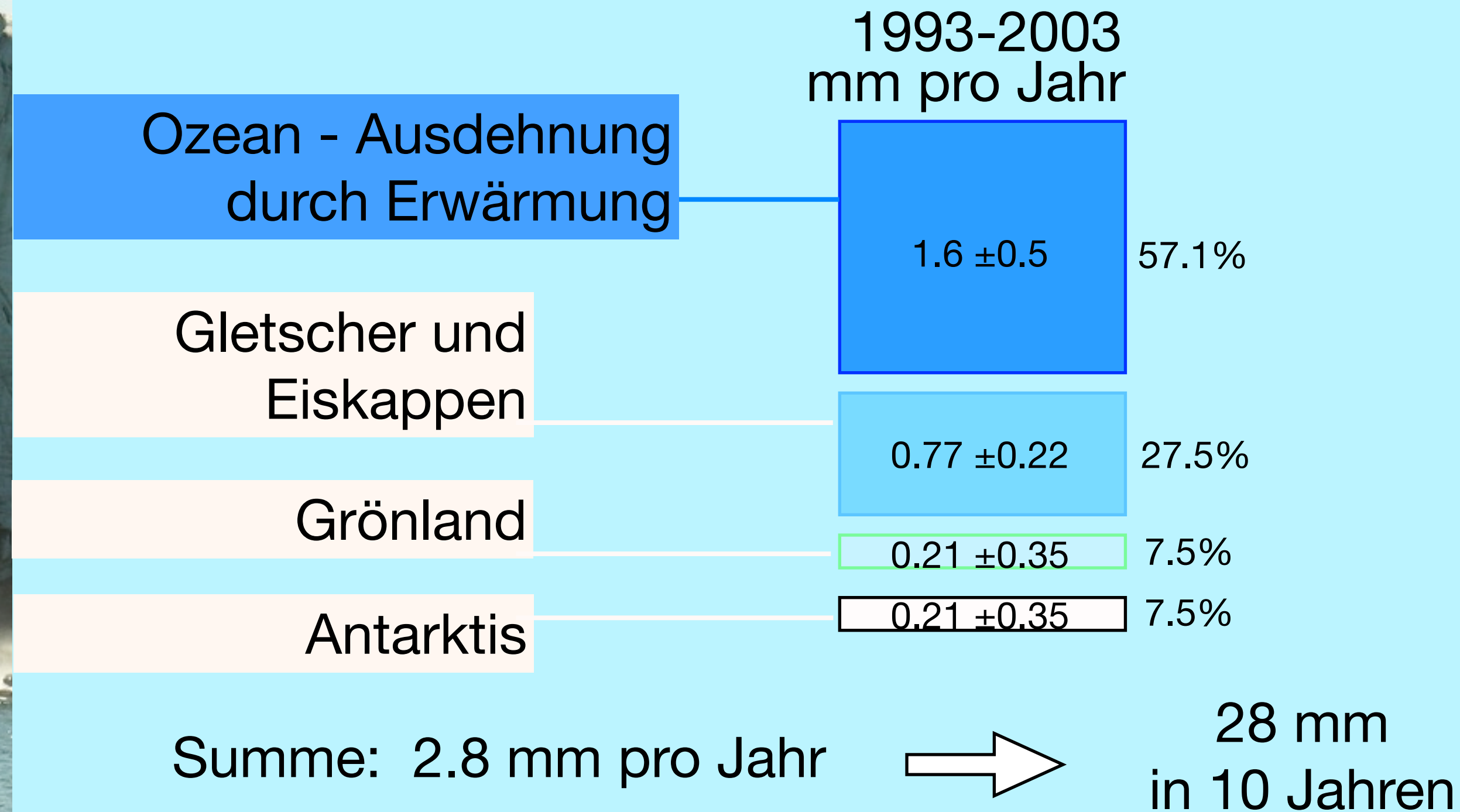
the Carbon Dioxide Information Analysis Center (<http://cdiac.ornl.gov>).

CO₂: Pieter Tans NOAA/ESRL
www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends

CH₄: Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE)

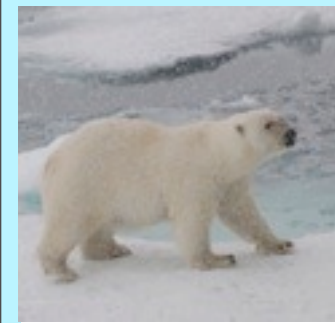
Quelle: <http://www.pages-igbp.org>

Informationen aus dem IPCC- Report 2007: Was verursacht Meeresspiegelanstieg ?



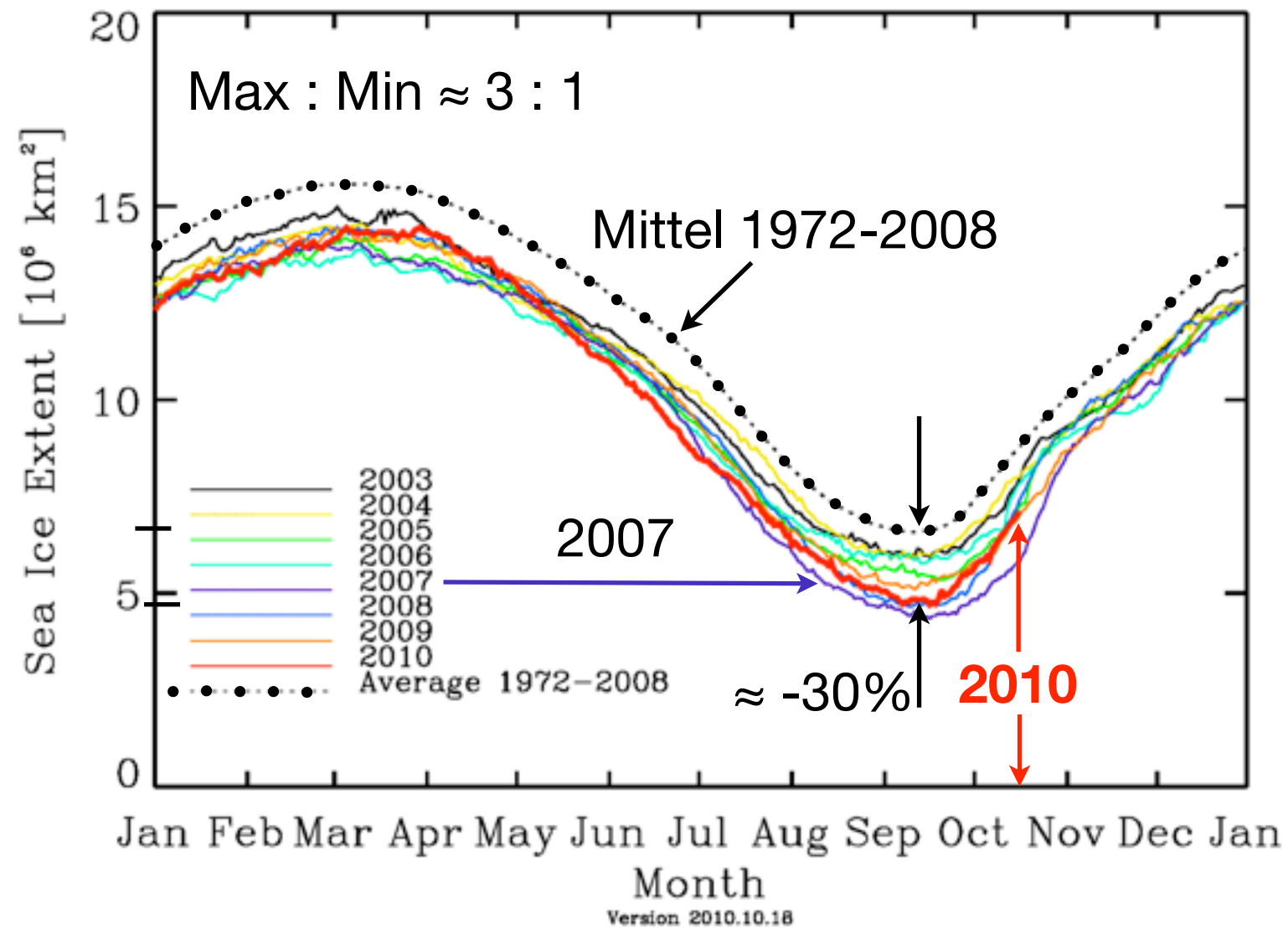
Quelle: IPCC, Climate Change 2007: The Physical Basis, Summary for Policy Makers (www.ipcc.ch)

Jahreszeitliche Veränderung der Meereisbedeckung



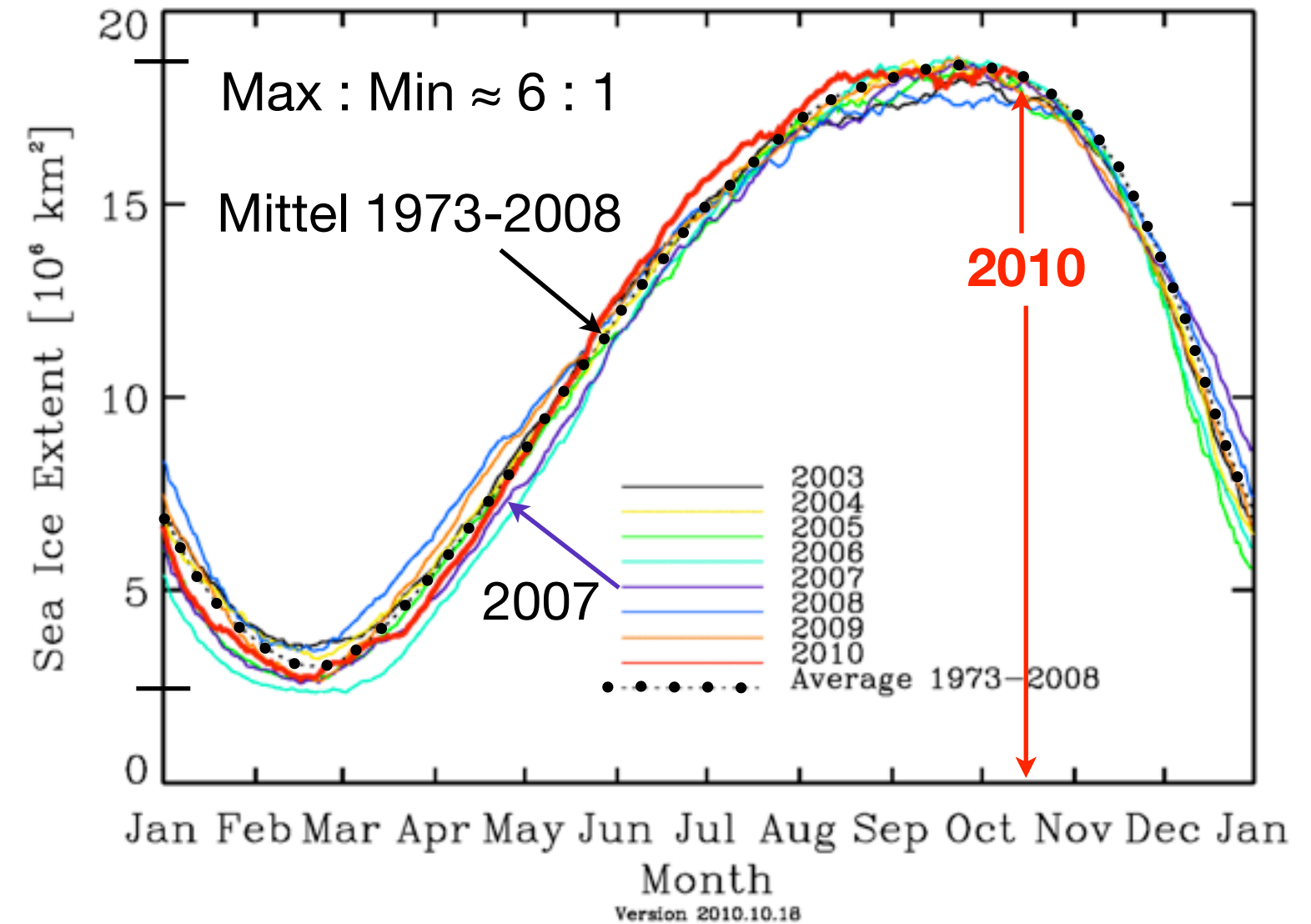
Arktis

Arctic Sea Ice Extent



Antarktis

Antarctic Sea Ice Extent



Quelle: www.iup.physik.uni-bremen.de

Abnahme des arktischen Meereises

Ausdehnung des Meereises in der nördlichen Hemiphäre am Ende des Nord-Sommers (September).

Dargestellt sind **Ergebnisse von 15 Modellen**, wie sie für unterschiedliche Szenarien im IPCC-Bericht 2007 verwendet wurden (**punktierte Linien**).

Der **Mittelwert** aus den 15 Modellen ist als **schwarze durchgezogene Linie** dargestellt.

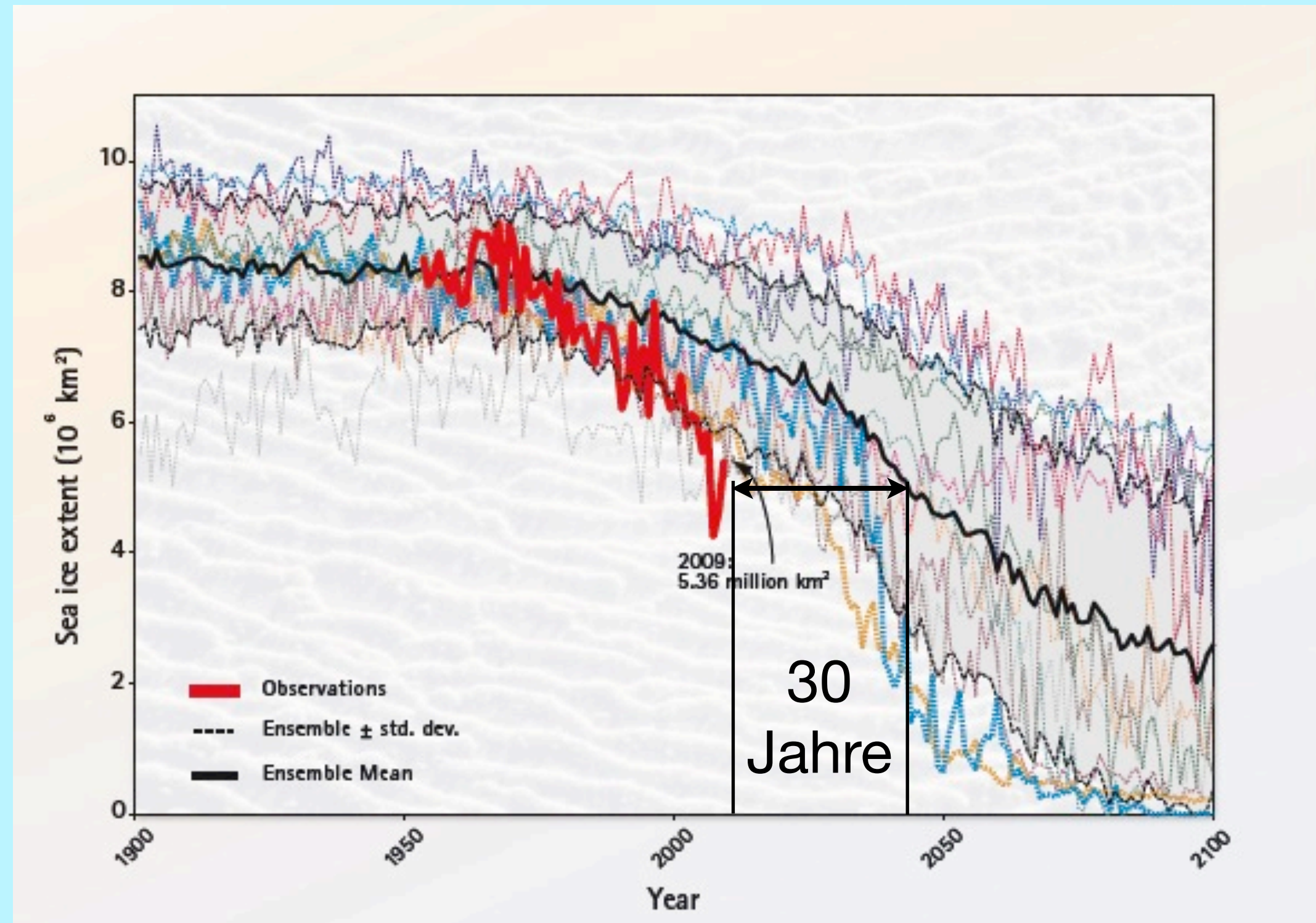
Die aus **Satellitendaten** abgeleiteten Werte zeigt die dicke **rote Kurve**.

Die Abbildung zeigt, dass die Eisfläche um 11,2% pro Dekade abnimmt, eine deutliche stärkere Abnahme als in allen IPCC-Szenarien.

Am Ende des Sommers 2009 (und 2010) war die mit Meereis bedeckte Fläche in der Arktis zwar größer als in den Jahren 2007 und 2008 mit der bisher beobachteten minimalen Meereis-Ausdehnung. Man muss aber beachten, dass die meereisbedeckte Fläche noch nicht wieder den Status früherer Jahre erreicht hat und, dass die **Abnahme der Eisfläche den IPCC-Szenarien um 30 Jahre voraus ist!**

Neuere Modellläufe zeigen, dass ein im Sommer fast eisfreies Nordpolarmeer noch vor der Mitte dieses Jahrhunderts erwartet werden kann.

Quelle: National Snow and Ice Data Center, University of Colorado at Boulder, USA. Updated from Stroeve et al. 2007.iii



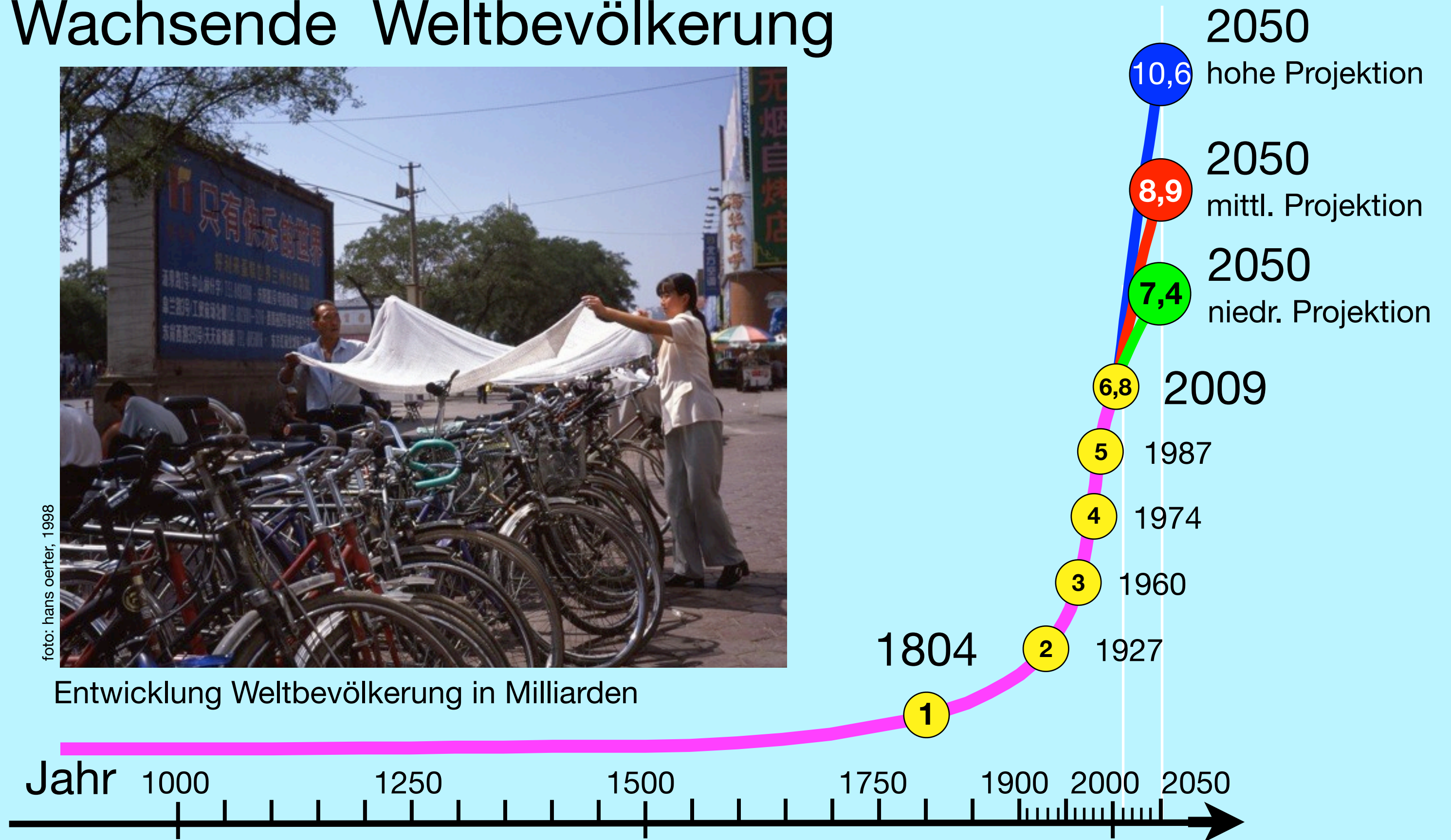
Koç N, Njåstad B, Armstrong R, Corell RW, Jensen DD, Leslie KR, Rivera A, Tandong Y & Winther J-G (eds) 2009. Melting snow and ice: a call for action. Centre for Ice, Climate and Ecosystems, Norwegian Polar Institute.

Wachsende Weltbevölkerung



foto: hans oerter, 1998

Entwicklung Weltbevölkerung in Milliarden



Quelle: Der Fischer Weltatlas 2004/2010, Frankfurt a.M. (2003, 2009)

Die großen Eisschilde der Erde sind ein einzigartiges Klimaarchiv.

Das Eis unserer Erde, sowohl Landeis wie Meereis, reagiert sichtbar auf klimatische Änderungen.

Klimaveränderungen lassen sich nicht aufhalten, nur verzögern.

Klimaänderung ist ein globales Problem.

Reduzierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe dringend notwendig.

Abtauchen ist keine Lösung !

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

