

Eis - ein Archiv und Warnsignal für Klimaänderungen

Dr.-Ing. Hans Oerter

Hans.Oerter@awi.de

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
Meeresforschung, Bremerhaven



foto: hans oerter, 2009

Missverständnisse



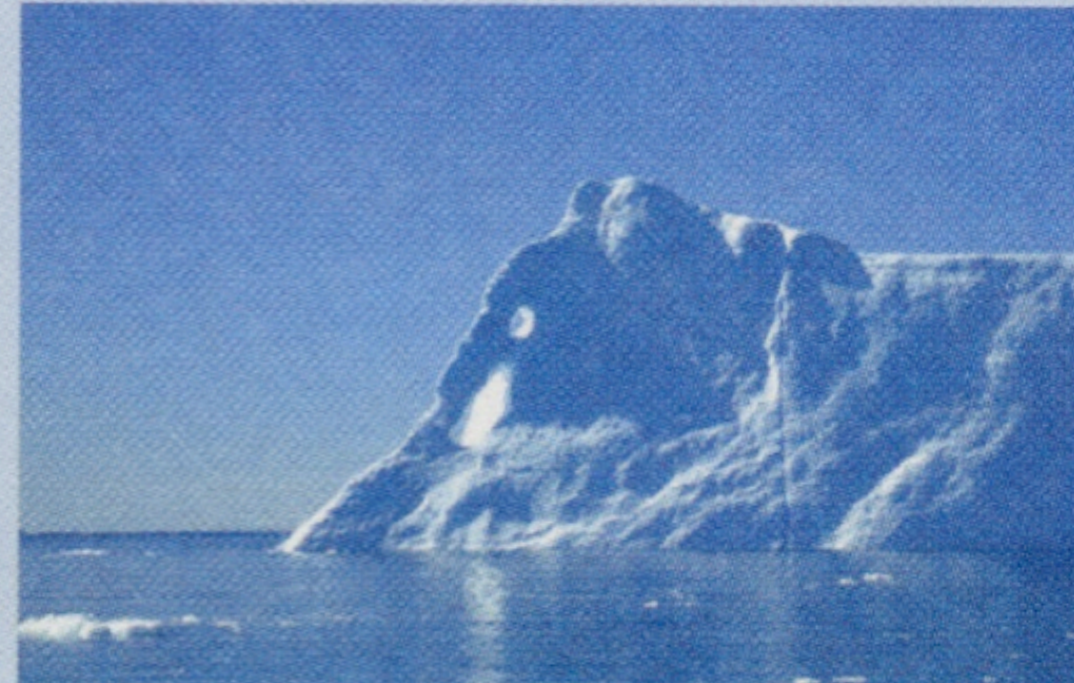
Klimaschutz
– selbst aktiv werden!

GRÖNLAND-Tour mit Energiespartipps
Frühjahr/Sommer 2007

KLIMA SUCHT SCHUTZ – EINE VOM BUNDESUMWELTMINISTERIUM GEFÖRDERTE KAMPAGNE



Die GRÖNLAND in Fahrt



Eisberge am Nordpol

Quelle: Alfred Wegener Institut
für Polar- und Meeresforschung

Seit der Expeditionsfahrt der GRÖNLAND vor knapp 140 Jahren hat sich viel verändert. Wie Klimaforscher berichten, schmilzt das Eis am Nordpol und in der Antarktis mit alarmierender Geschwindigkeit. Die Folgen davon sind der Anstieg des Meeresspiegels und Veränderungen der Meeresströme.

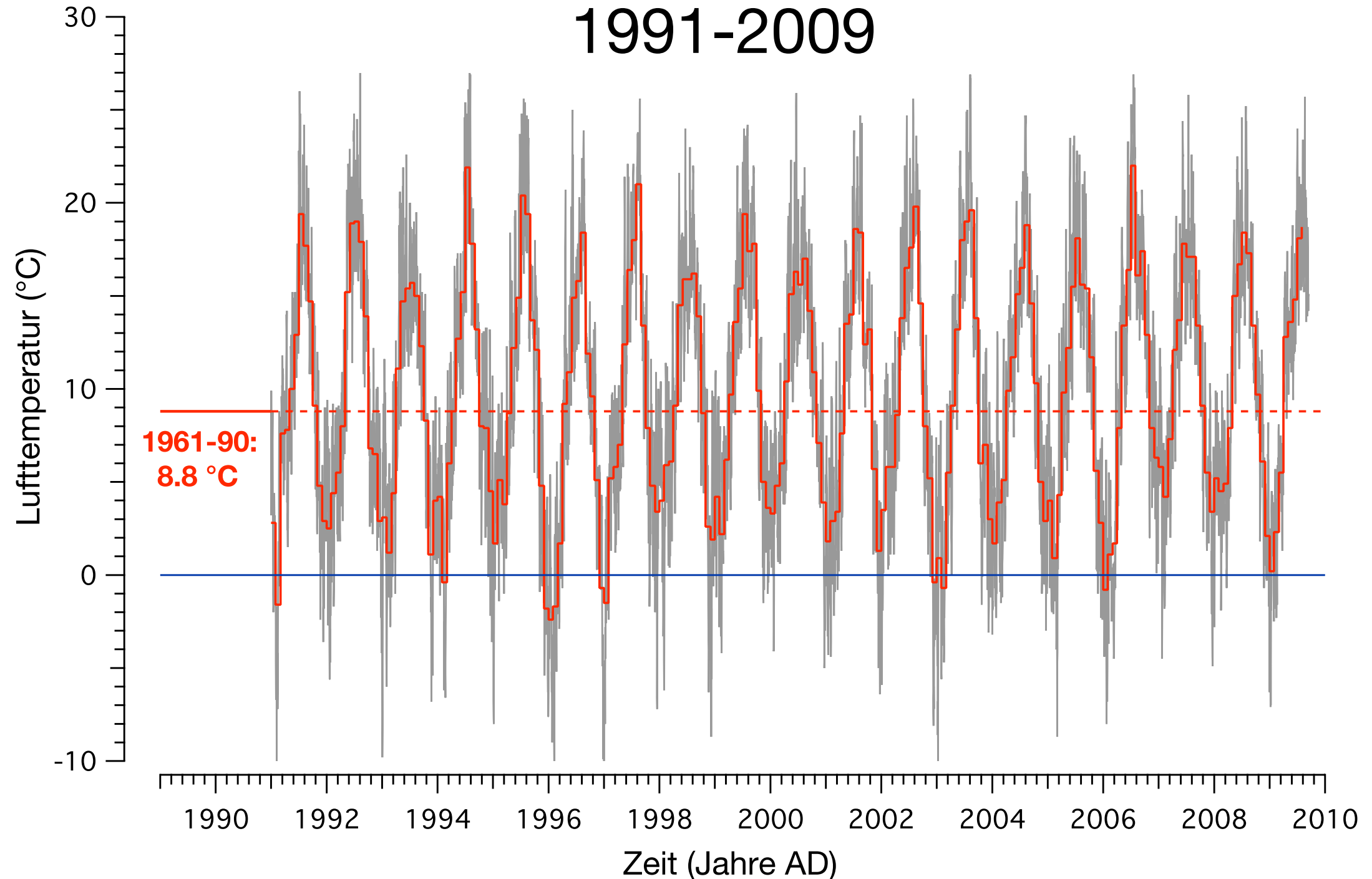
Hat „Global Change“ etwas mit Schwanewede zu tun ?

grau: Tagesmittel

rot: Monatsmittel

Klimawerte:
30 Jahre
z.Zt.
1961-1990

Lufttemperatur in 2 m Höhe für Bremen Flughafen 1991-2009



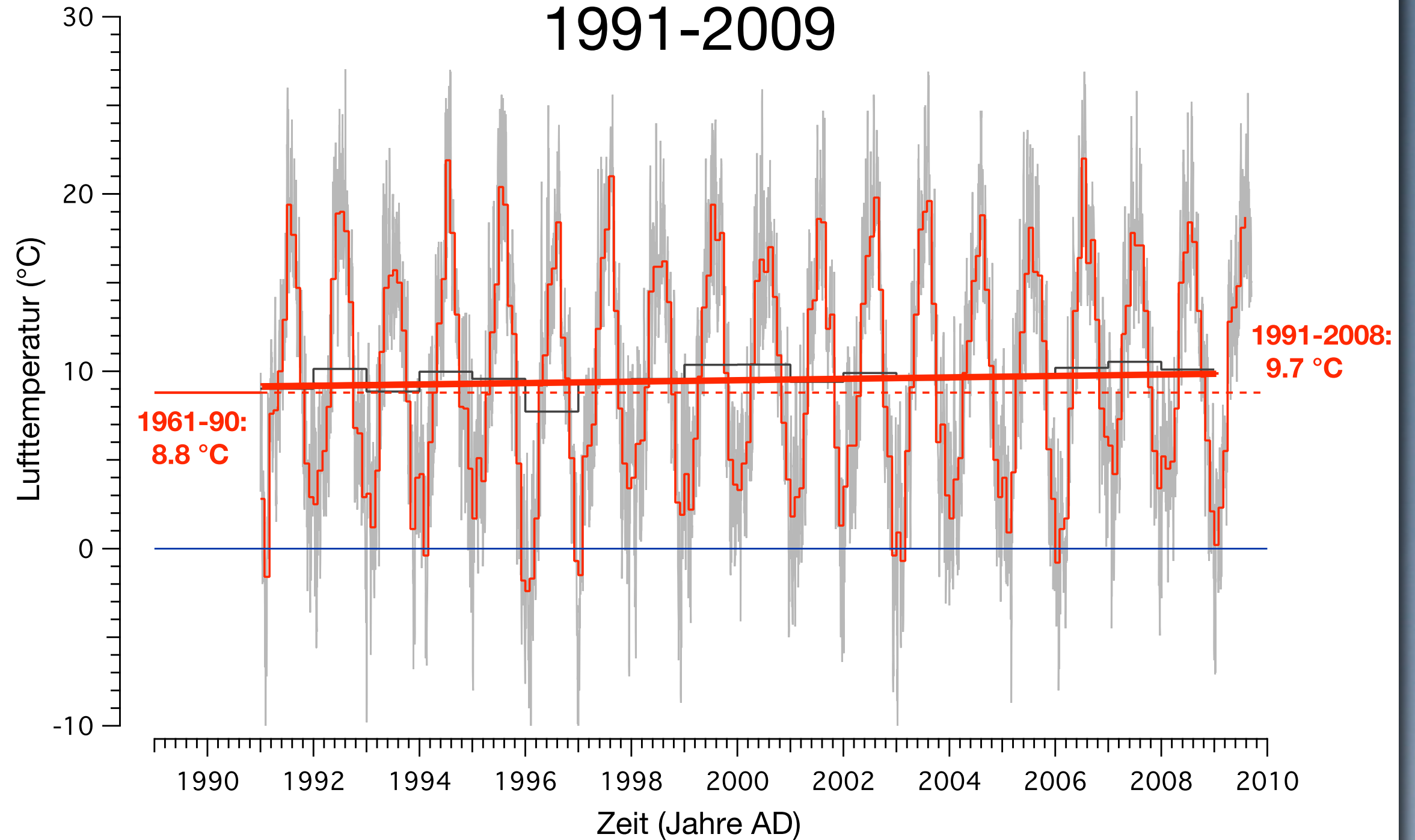
Hat „Global Change“ etwas mit Schwanewede zu tun ?

grau: Tagesmittel

rot: Monatsmittel

schwarz:
Jahresmittel

Lufttemperatur in 2 m Höhe für Bremen Flughafen 1991-2009



Einführung



Die Arktis

Das Meereis der Arktis



Die Antarktis

Eiskernbohrungen



Blick in die Zukunft

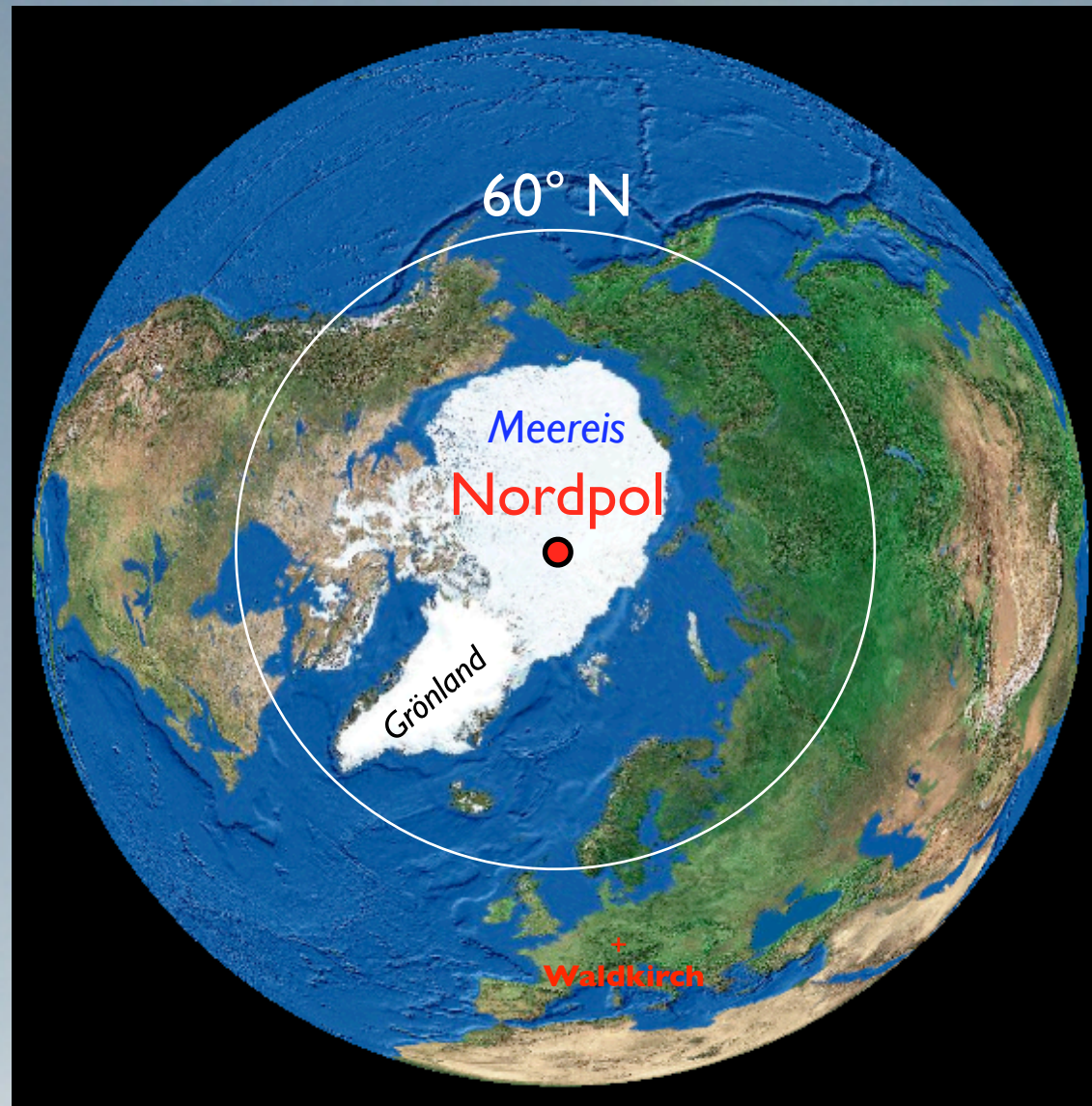


Die Polarregionen:

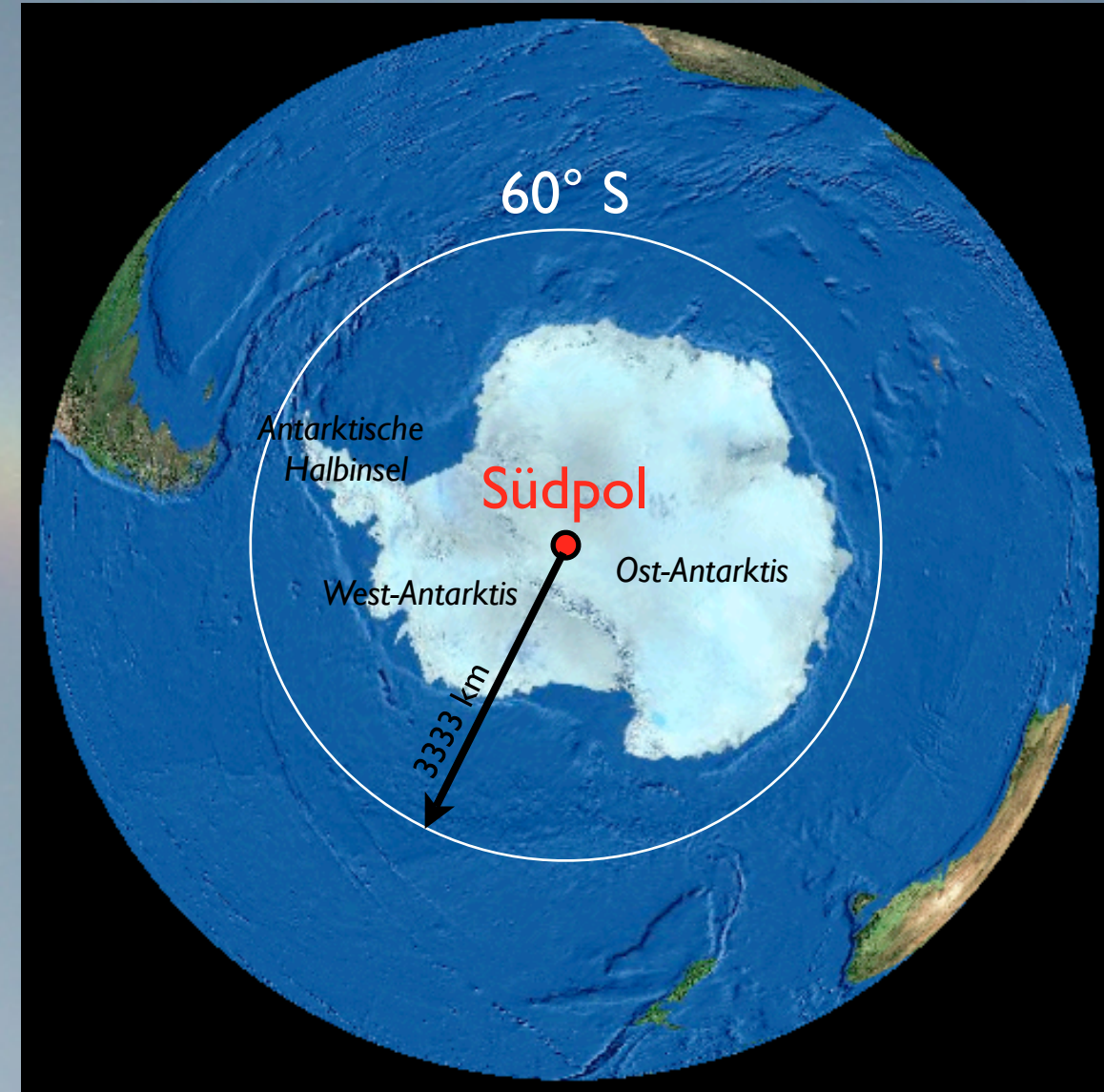
Arktis

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



Meer von Land umgeben
Nordpol liegt im Meer



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

Bilder der Arktis: Grönland, Schmelzwassersee auf dem Eis

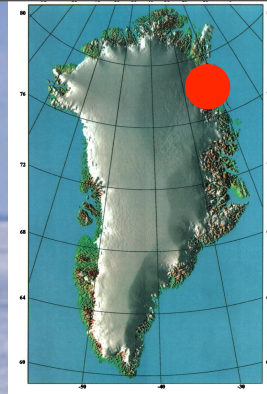
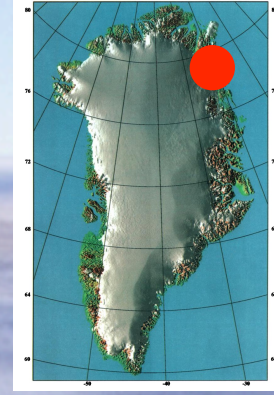


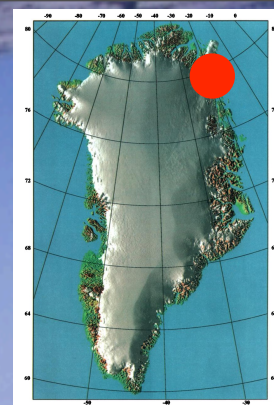
foto: hans oerter, 1993

10

9







Akkumulations-
oder
Nährgebiet



Ablations- oder
Zehrgebiet

Schema zur Massenbilanz von Grönland

Gleichgewichtslinie

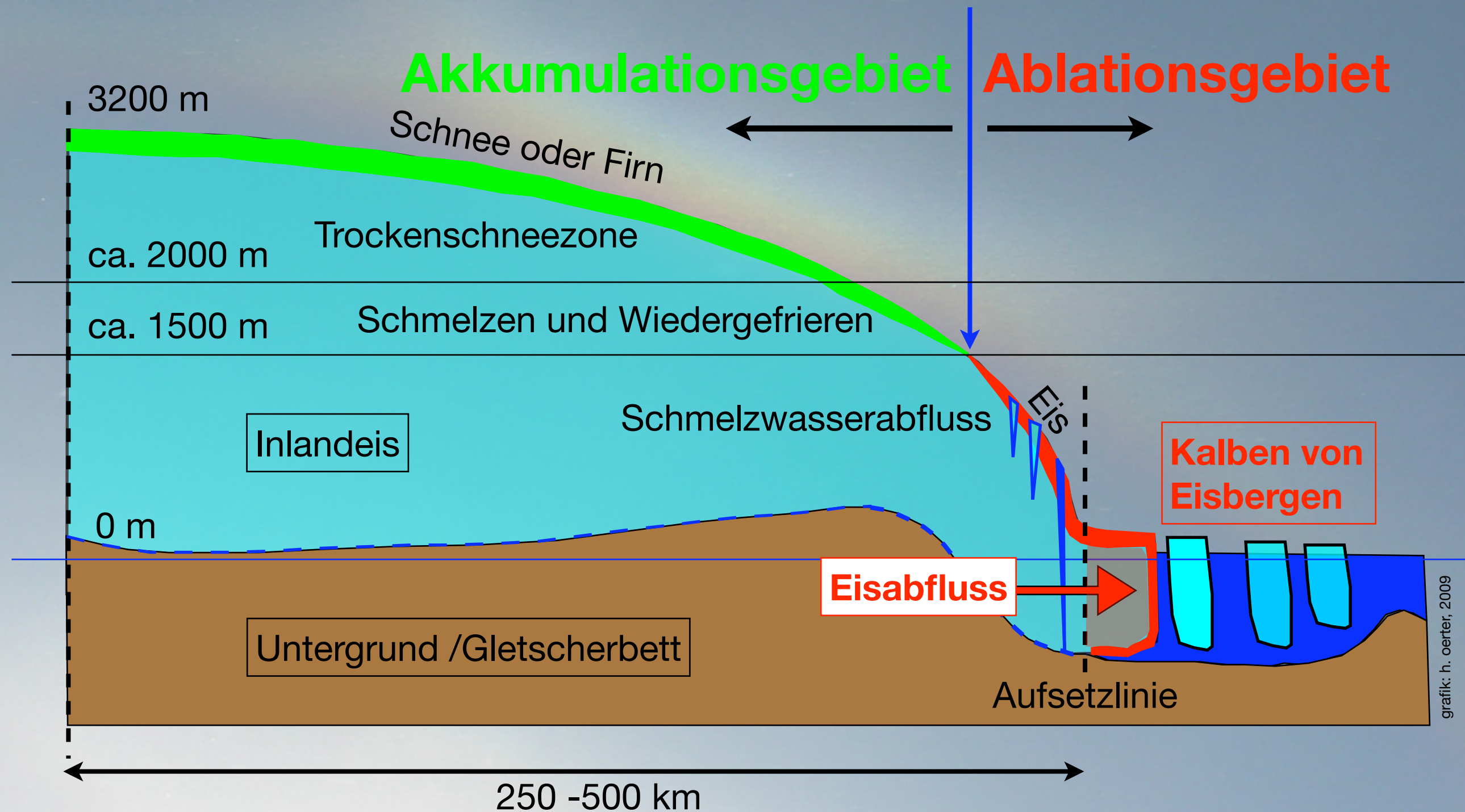










foto: Archiv AWI/H.Eicken, 1991

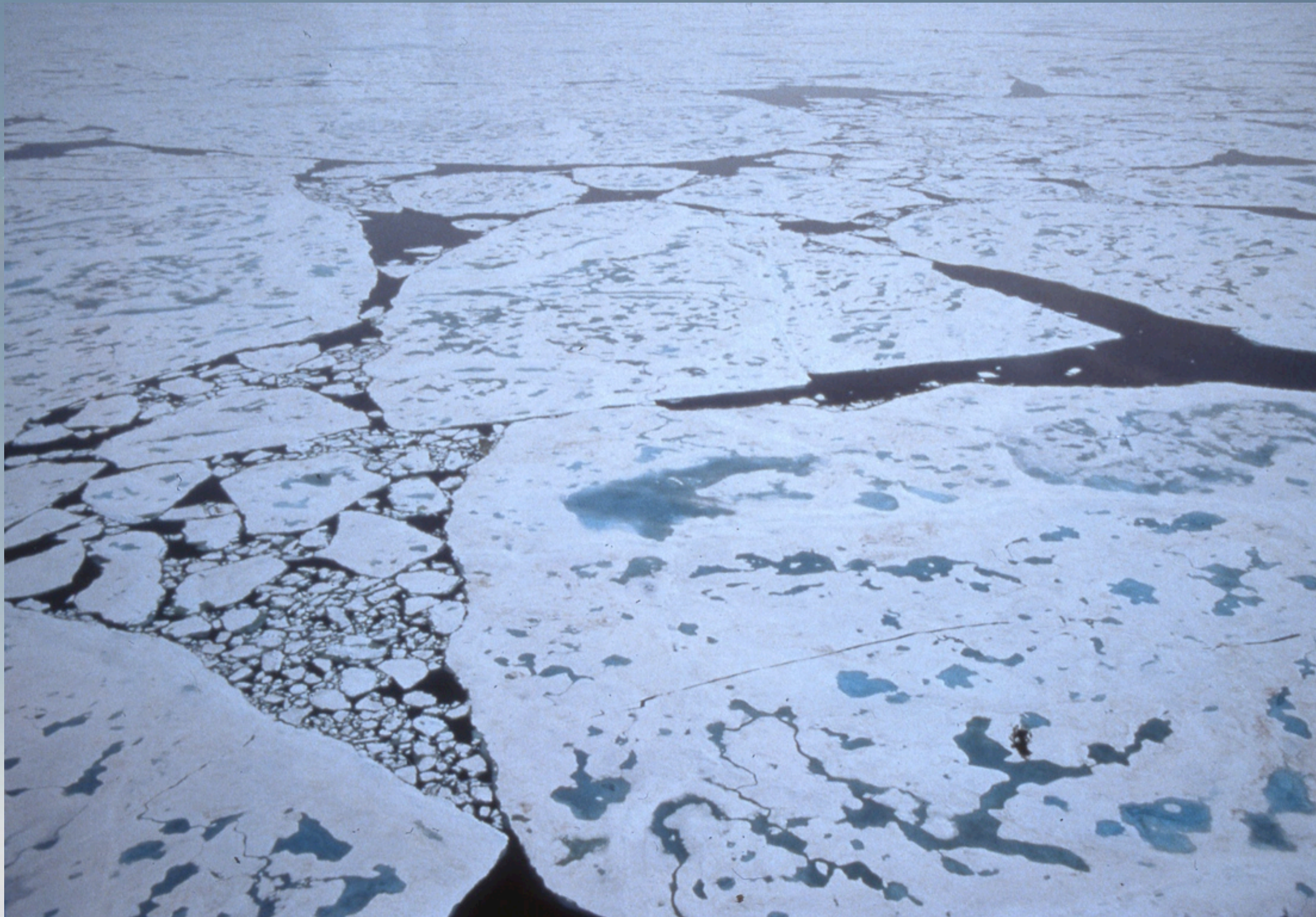


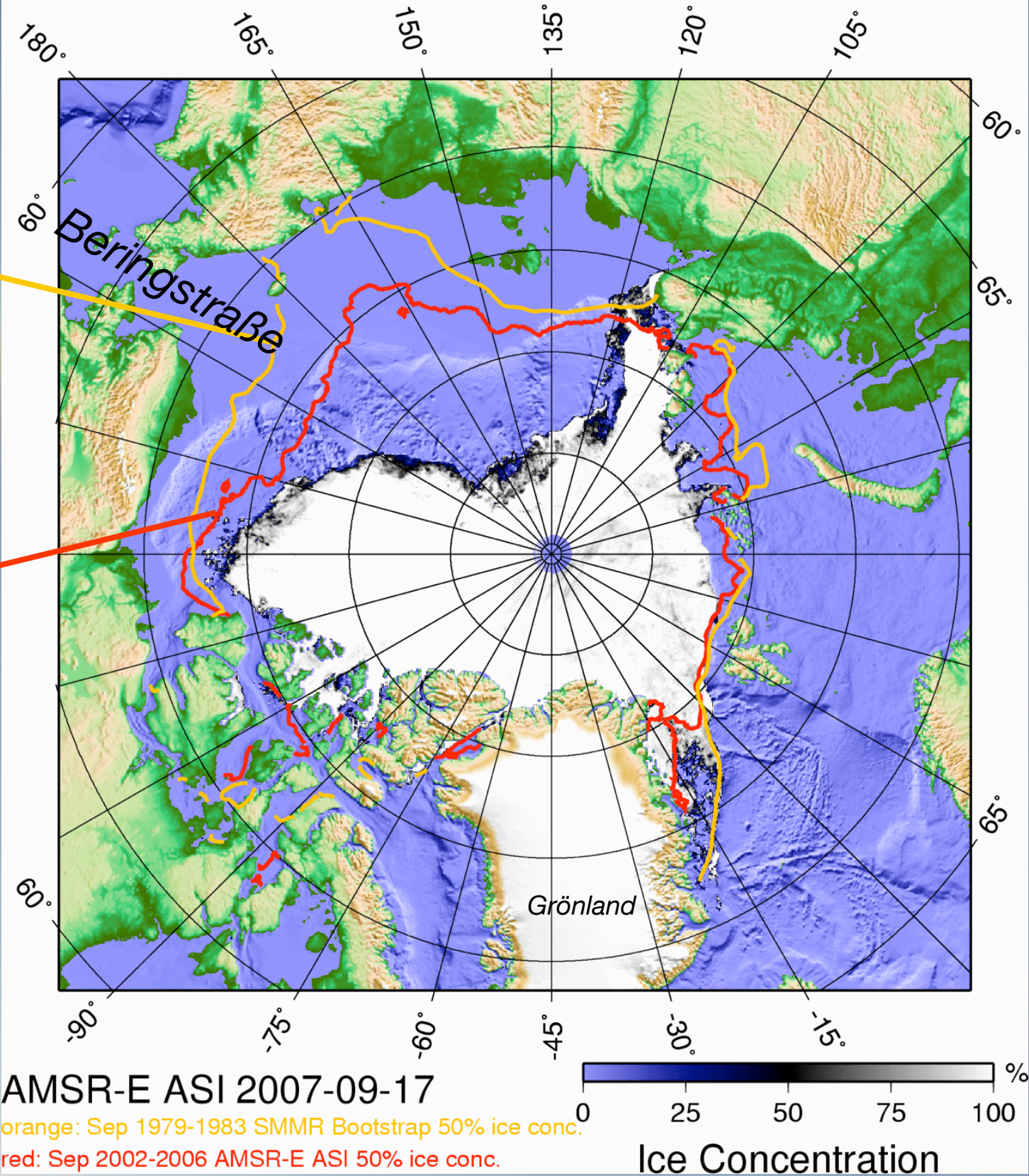
foto: Hajo Eicken/AWI, 1991

minimale Ausdehnung Meereis 2007

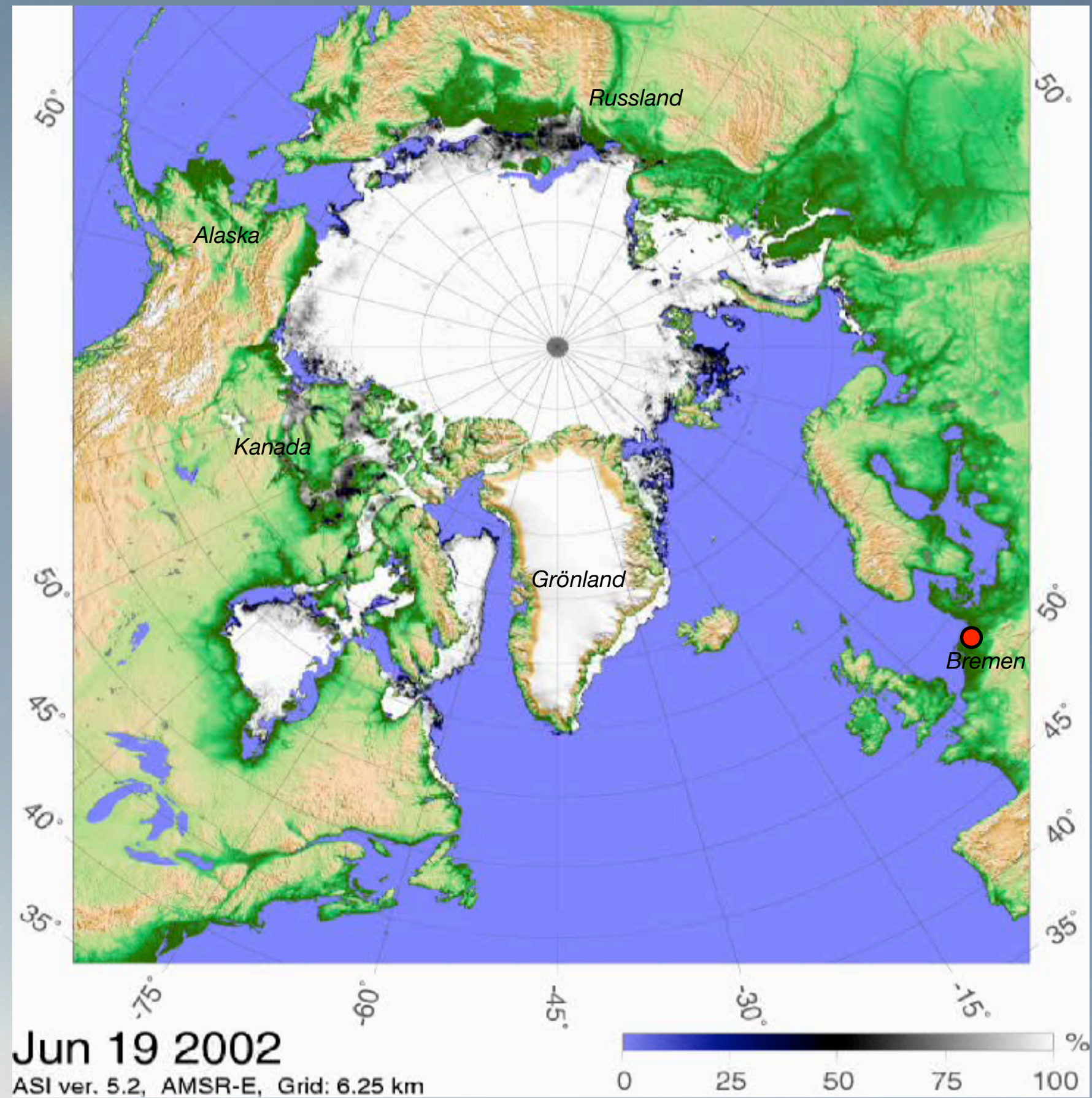
Mittel Meereisausdehnung
Ende September 1979-1983
(50% Bedeckung)

Mittel Meereisausdehnung
Ende September 2002-2006
(50% Bedeckung)

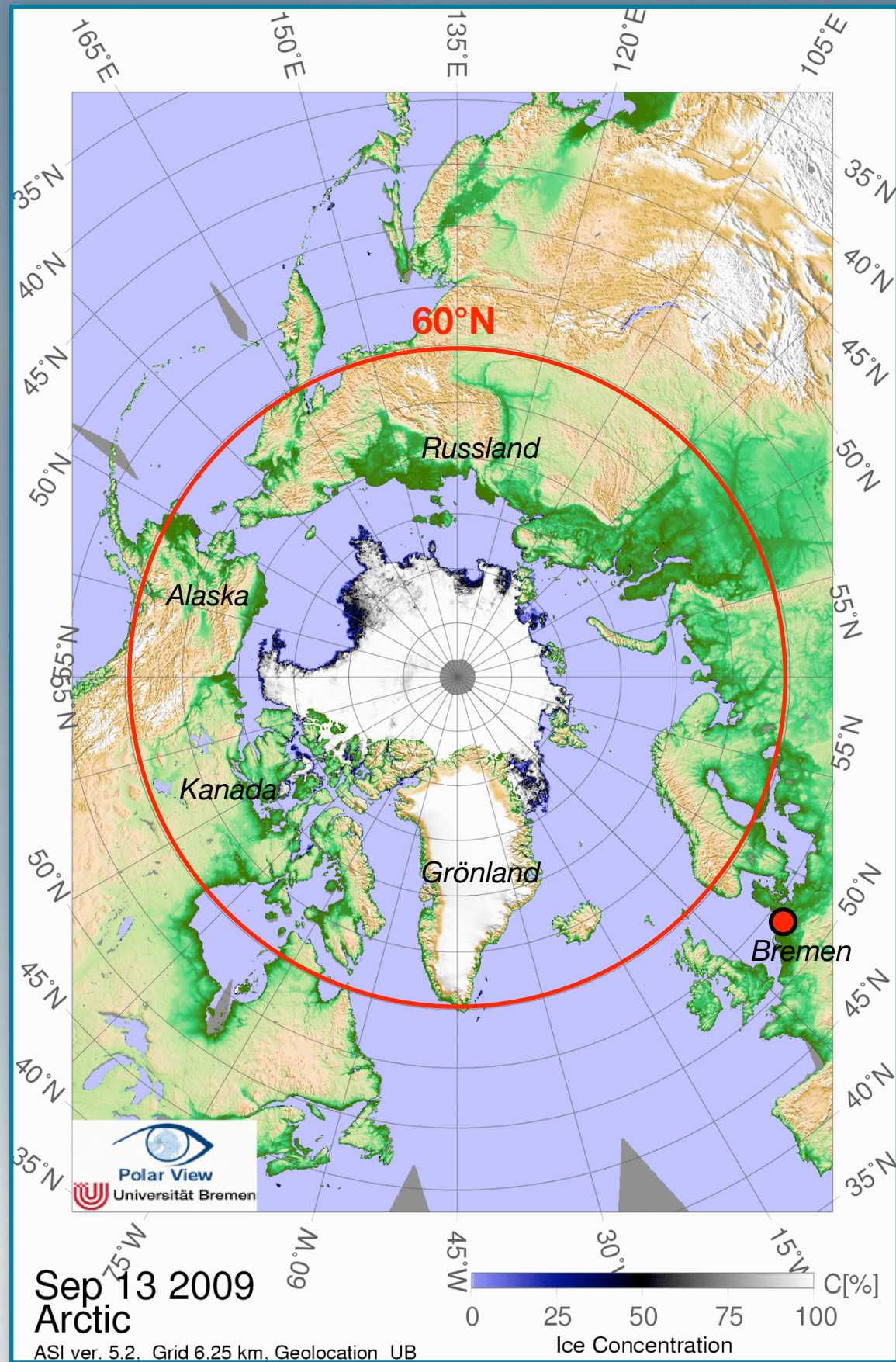
Veränderung der
Meereisausdehnung
von Sommer 2002 bis
Sommer 2005



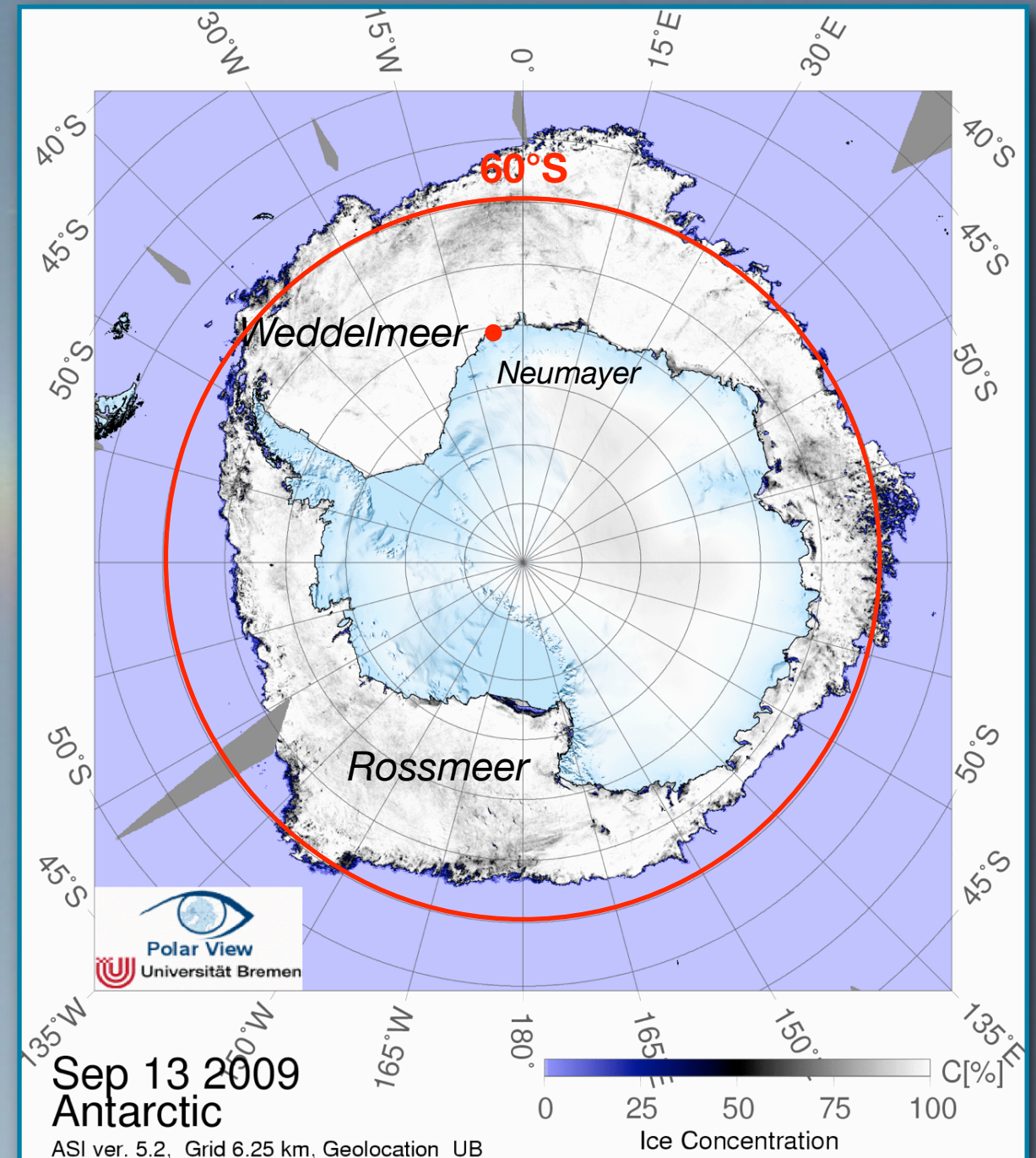
Veränderung der Meereisausdehnung von Sommer 2002 bis Sommer 2005



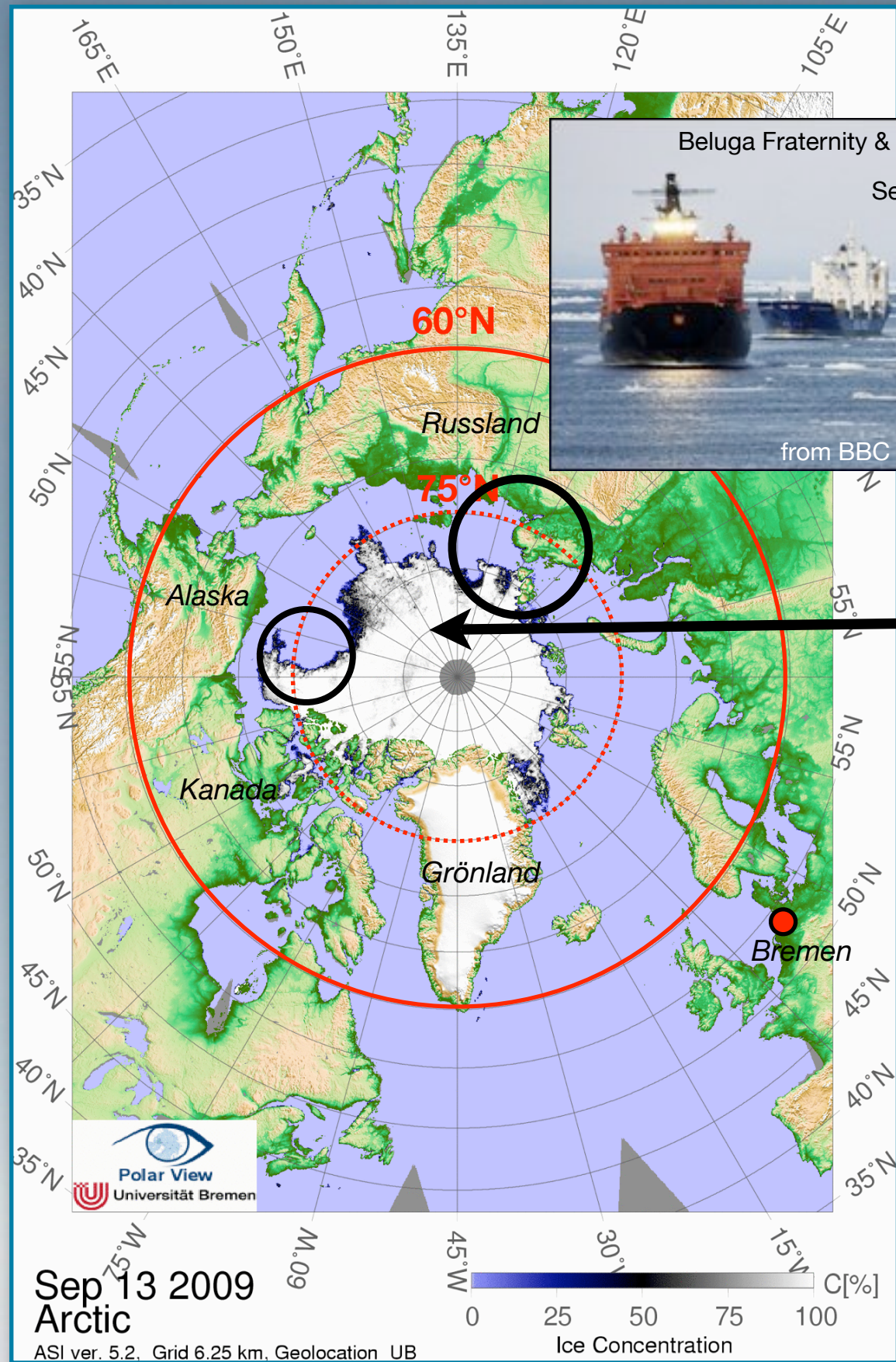
Meereisdehnung Arktis



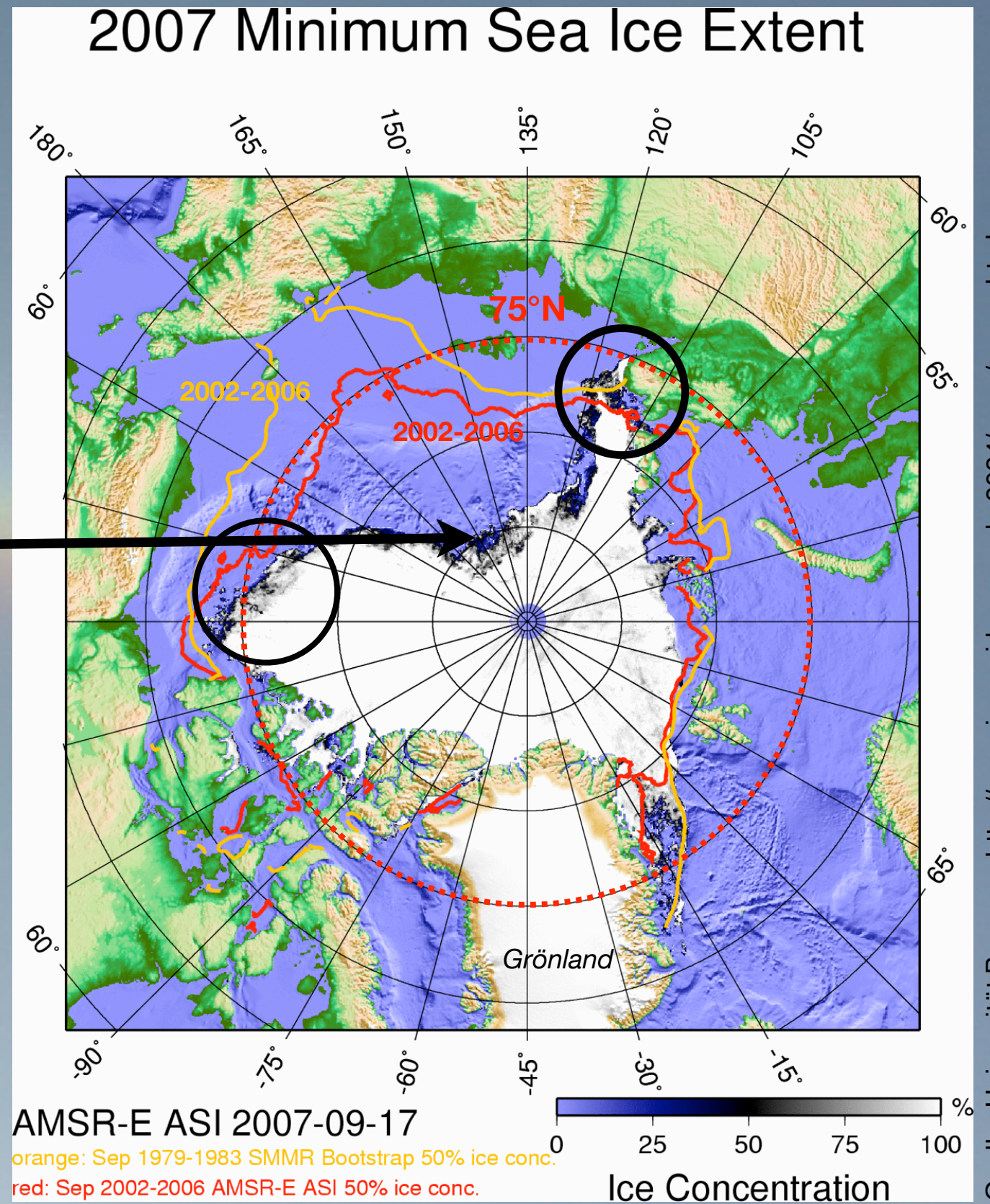
Meereisdehnung Antarktis



Meereisdehnung Arktis



Meereisdehnung Arktis 2007



Quelle: Universität Bremen; <http://www.iup.uni-bremen.de:8084/amsr/amsre.html>

Zwischenbilanz Arktis

Arktis: Meer von Land umgeben

Nordpol liegt im Meer

Arktischer Ozean von Meereis bedeckt, 1-4 Meter dick

Fläche und Volumen nehmen im Sommer stark ab

Meereis ist Lebensraum

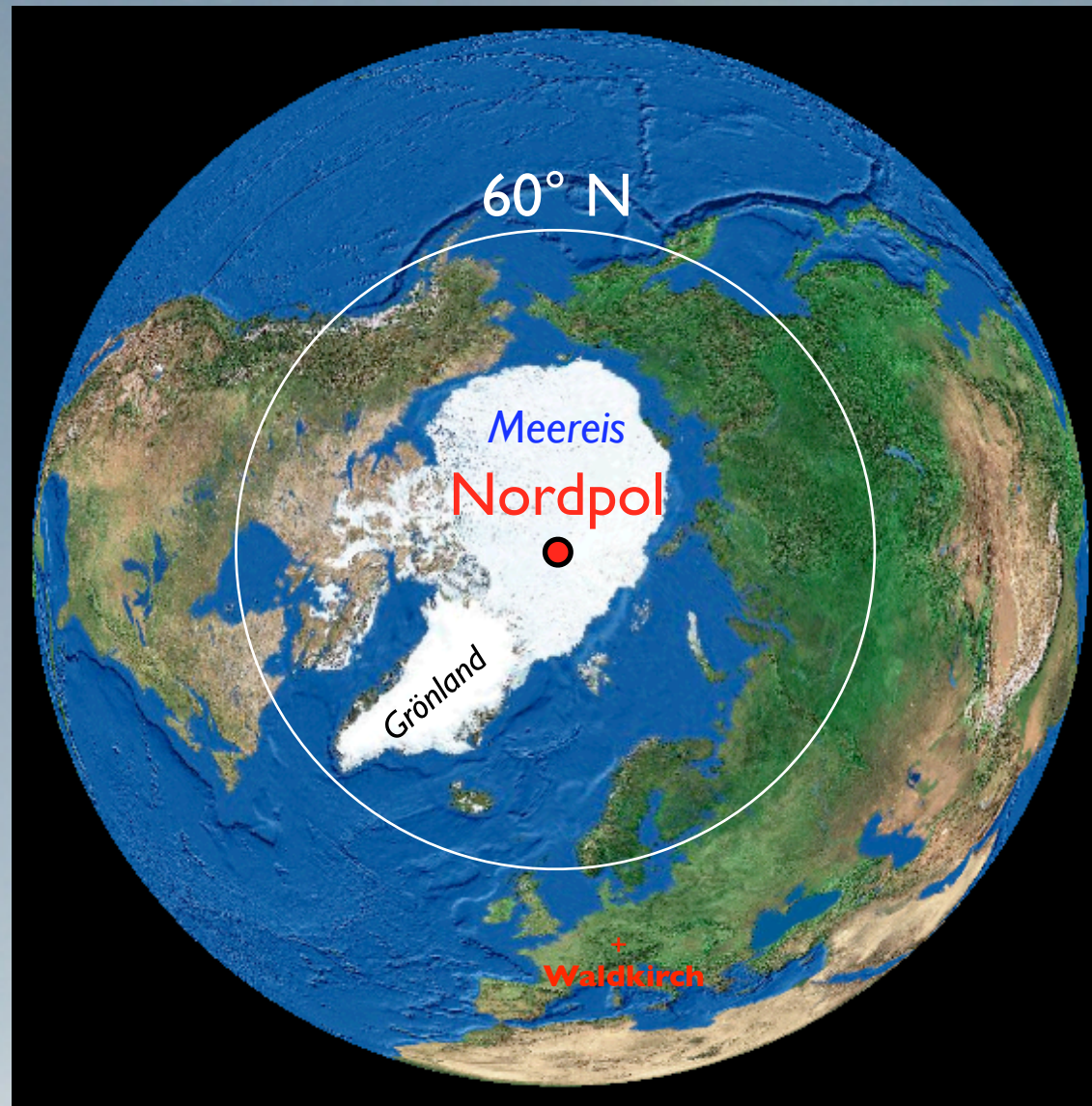
weniger Meereis im Sommer: Schifffahrt, Bodenschätze, ...

Die Polarregionen:

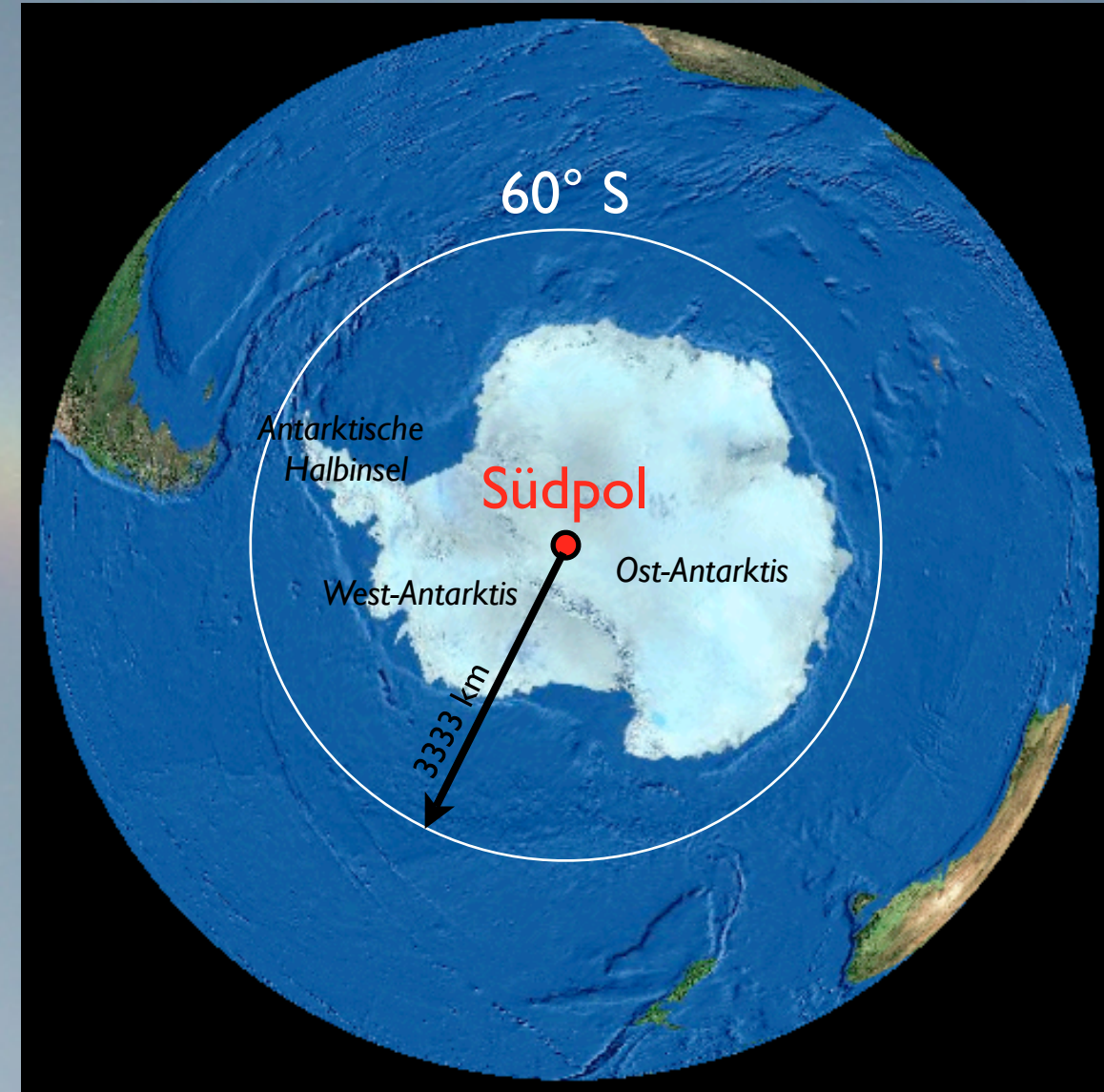
Arktis

und

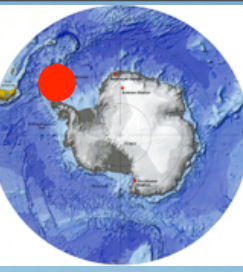
Antarktis

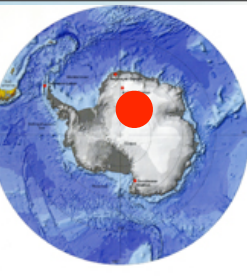


Meer von Land umgeben
Nordpol liegt im Meer



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



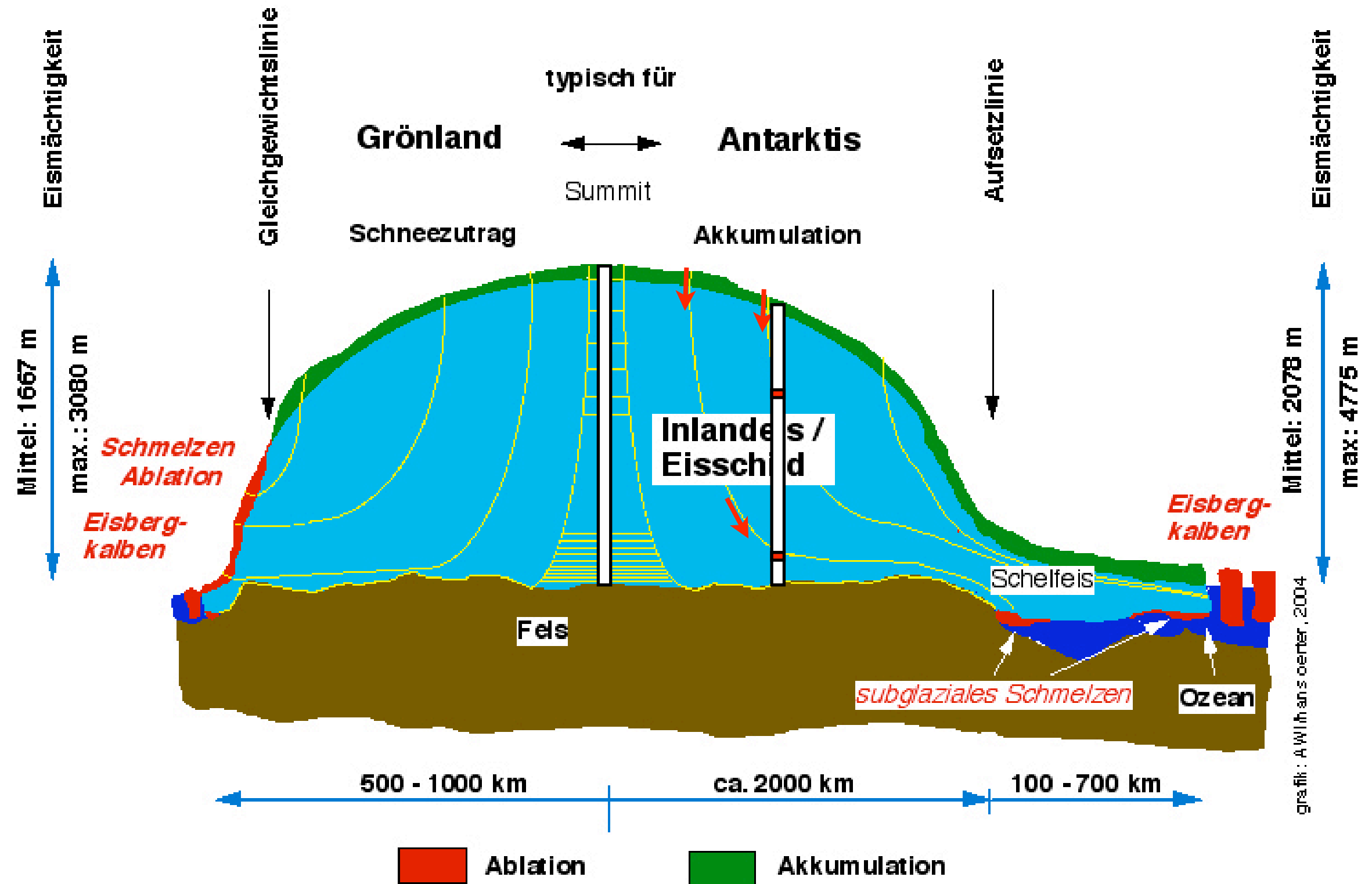


Inlandeis Antarktika
entspricht 61,1m
Meeresspiegeländerung

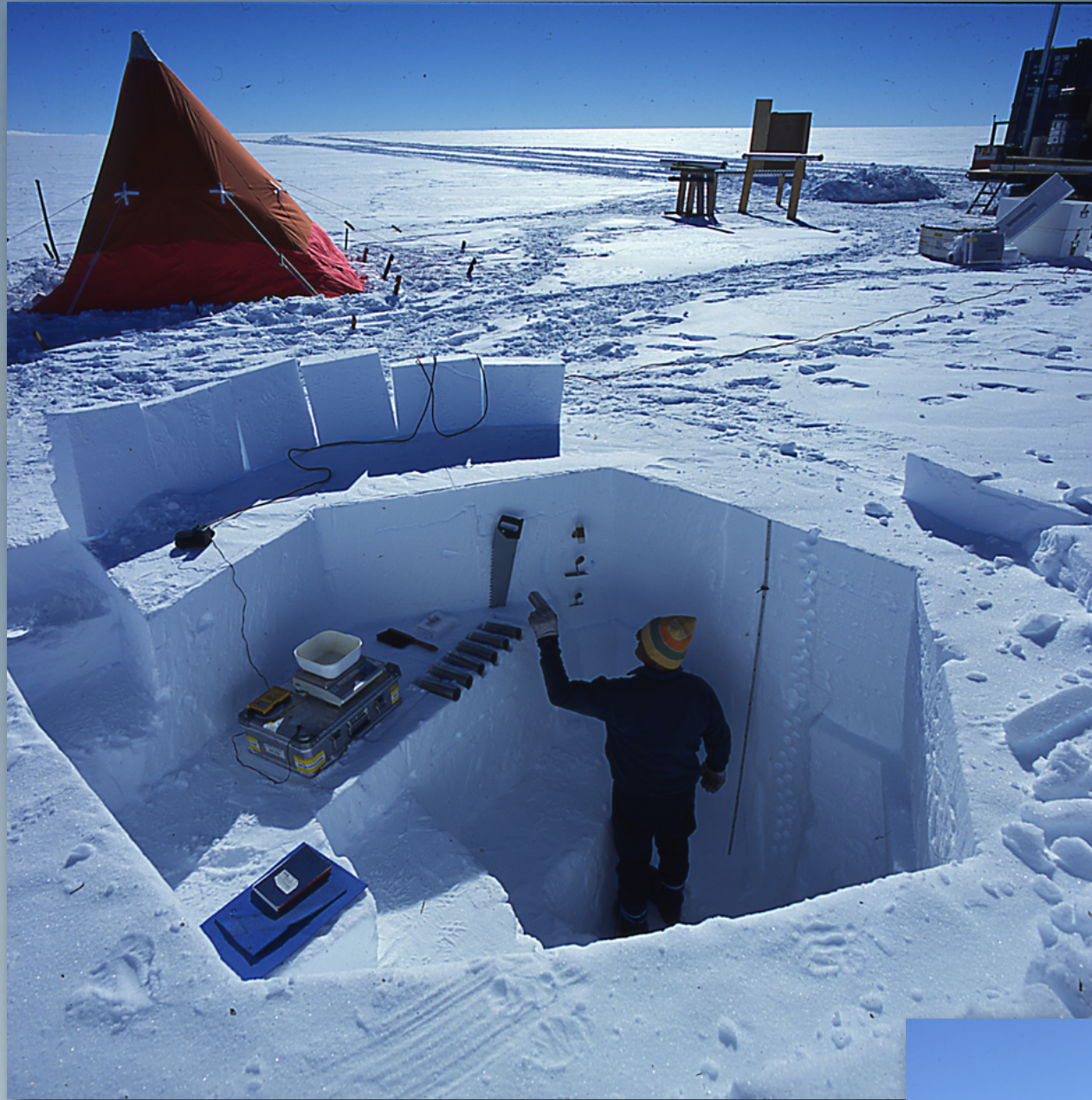
Inlandeis von Grönland
entspricht 7,2 m
Meeresspiegeländerung

(IPCC 2001)

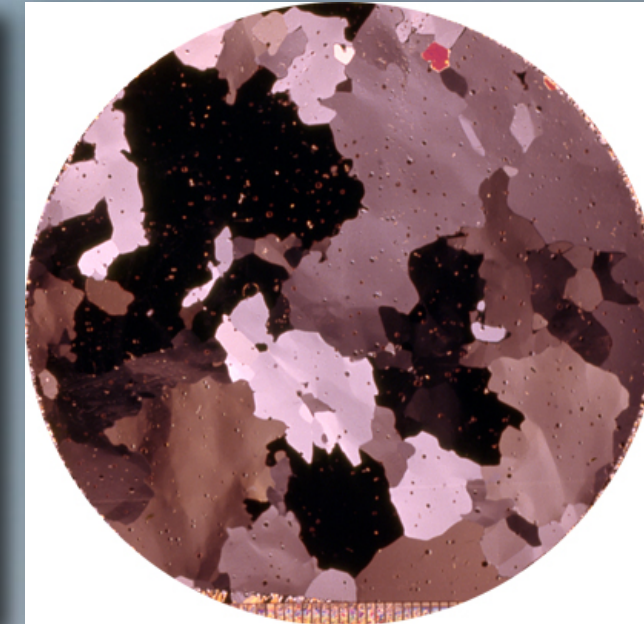
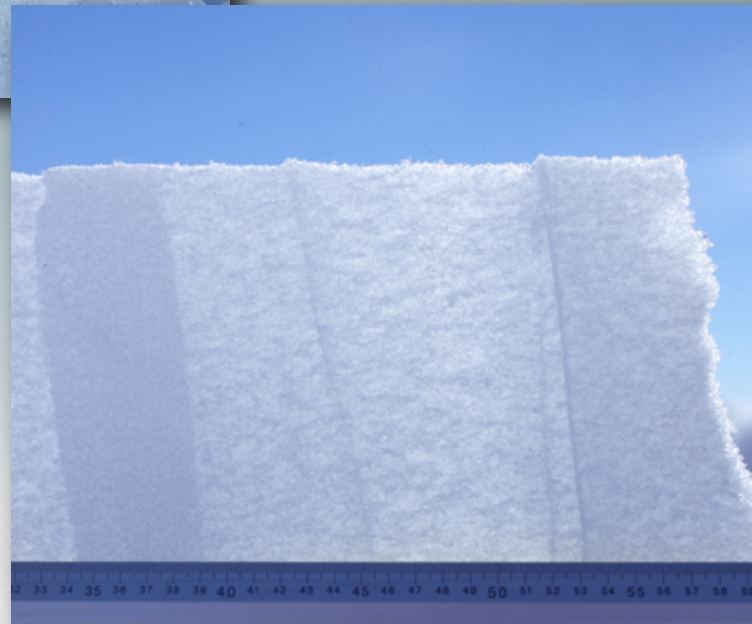
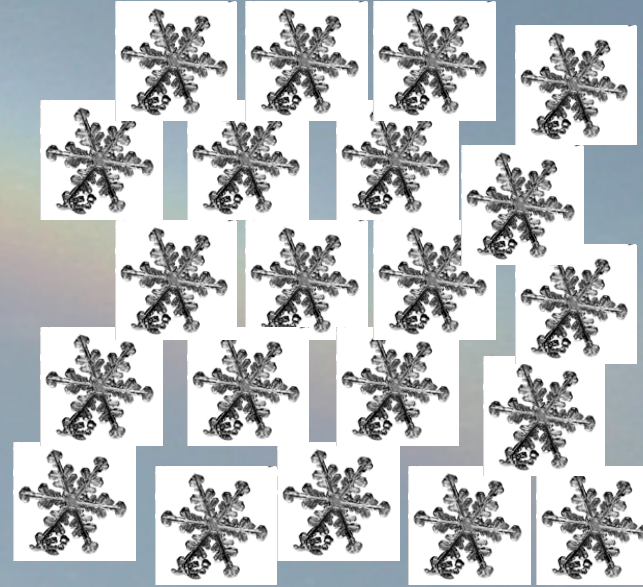
Schematischer Querschnitt durch einen Eisschild



graf. fil.: A. Wilhans oenter, 2004



Ein Eisschild baut sich aus über einander liegenden Jahresschichten auf.

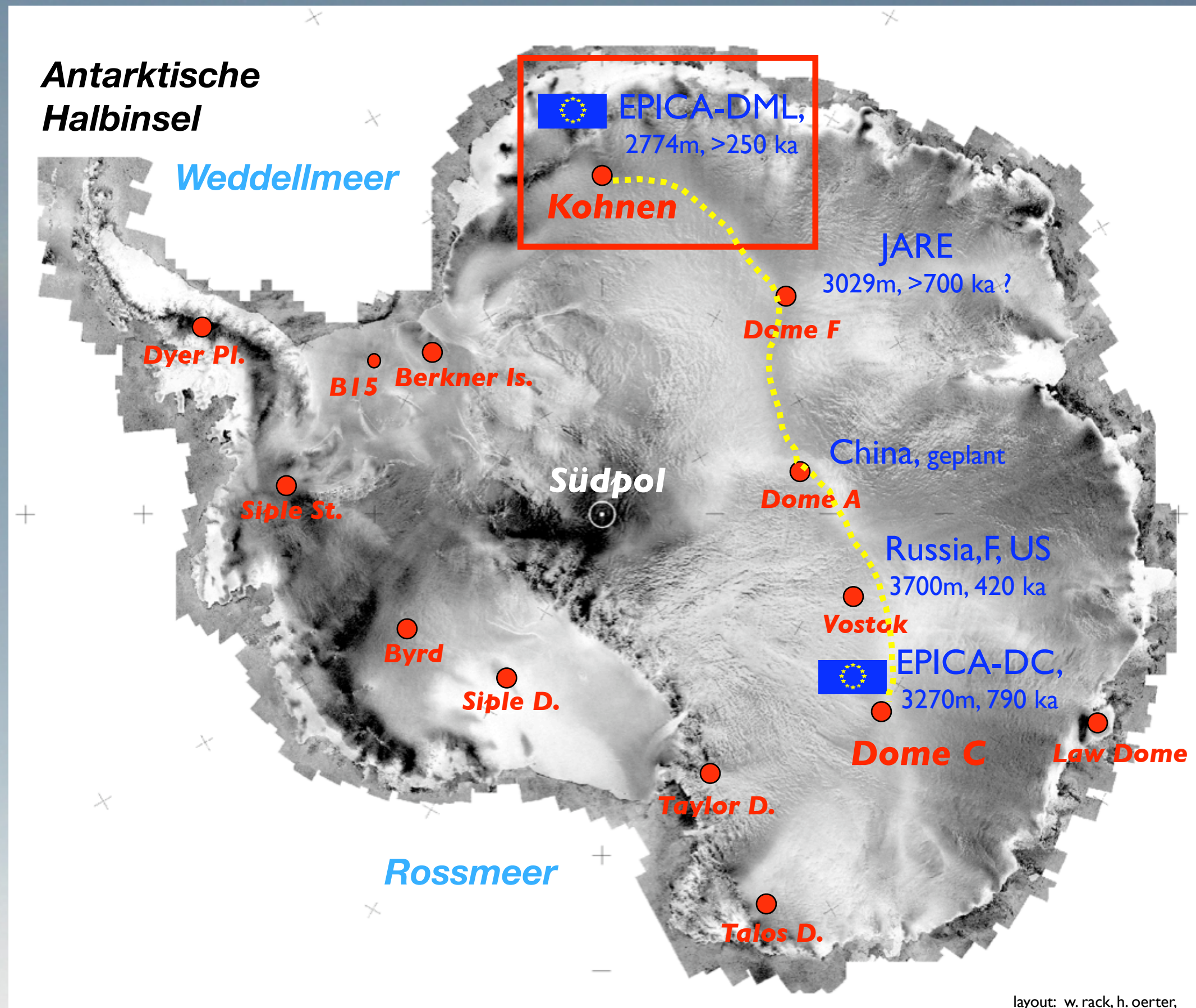


Tiefe Eisbohrkerne in der Antarktis

European Project for Ice Core Drilling in Antarctica (EPICA)

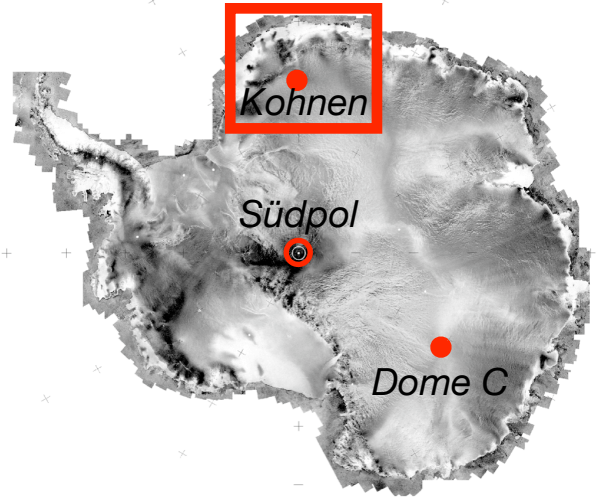
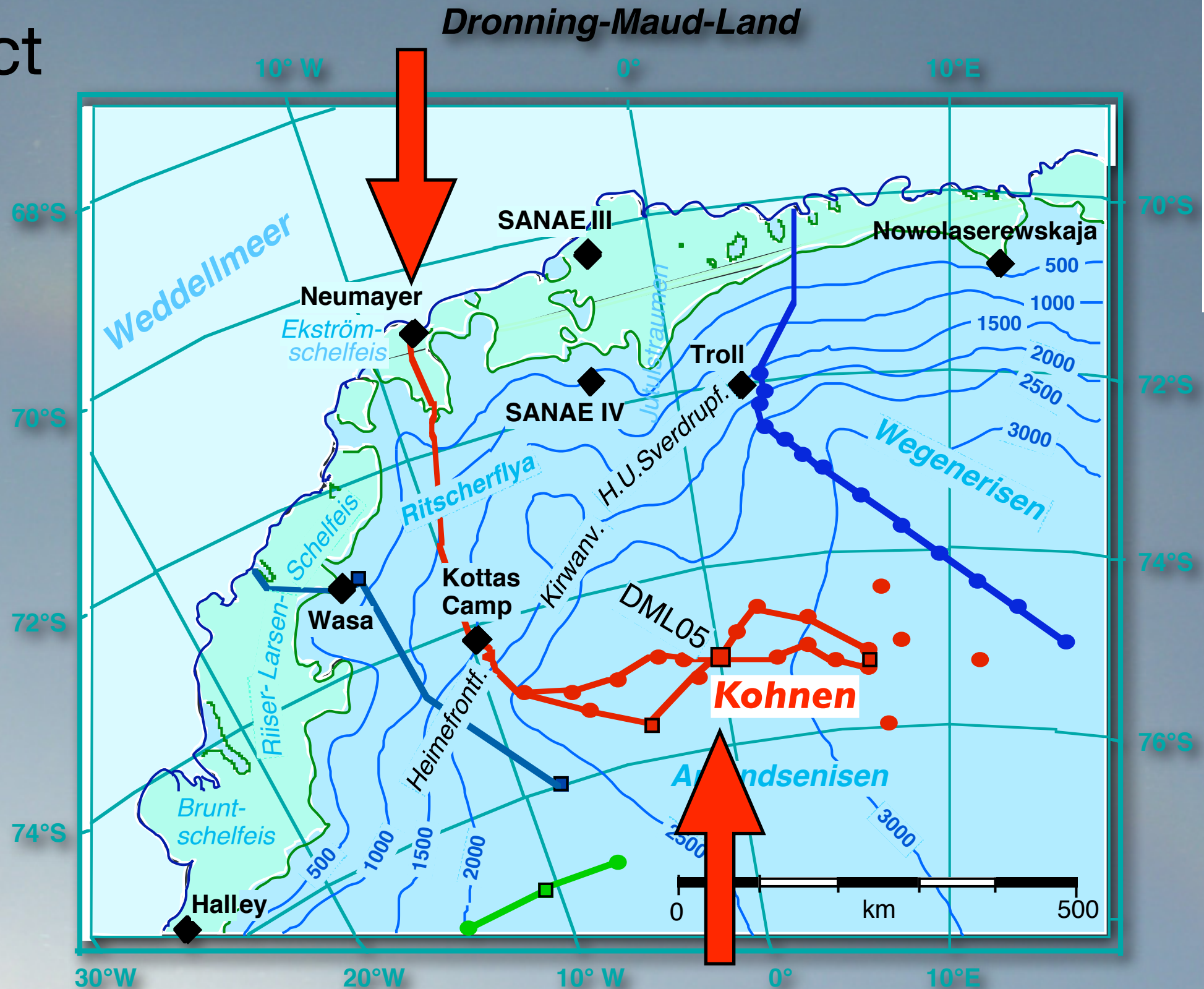


Haupteissscheide der Ostantarktis



European Project for Ice Core Drilling in Antarctica (EPICA)

Zeugen des Klimawandels der Vergangenheit: Eisbohrkerne

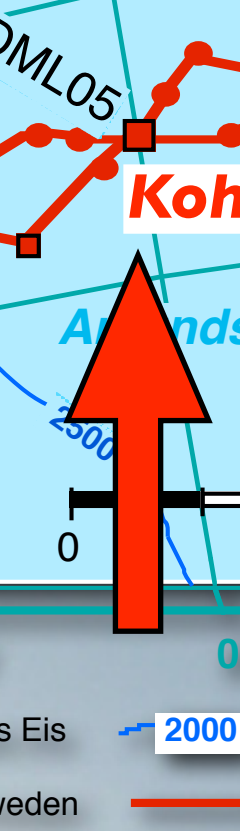
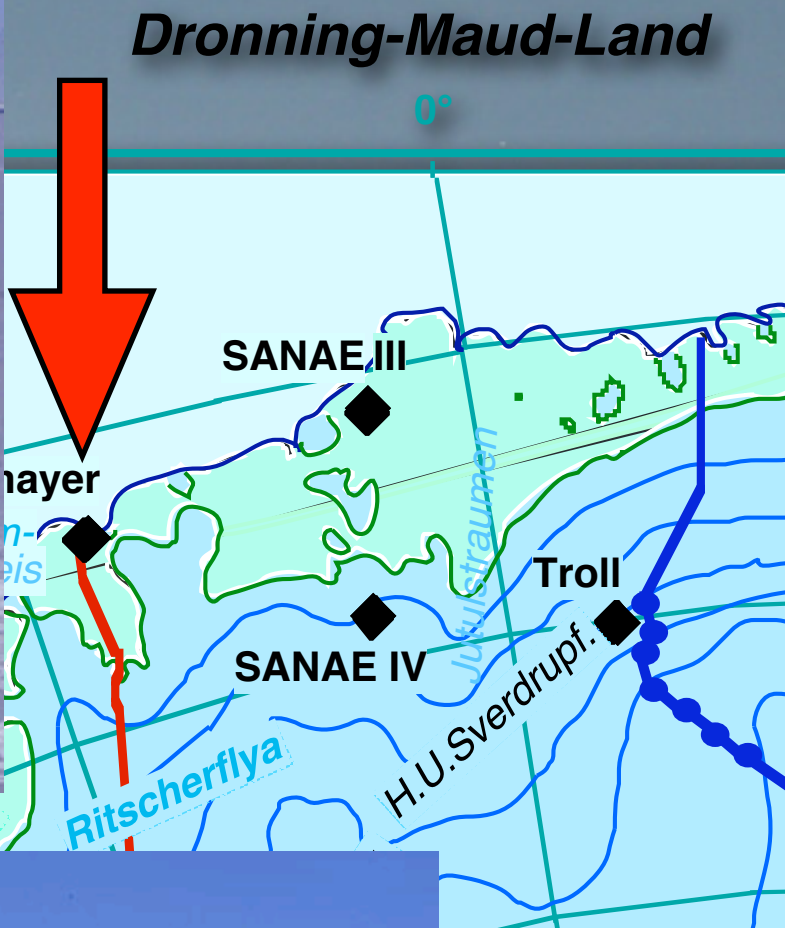


- Meer
- Schelfeis
- Inlandeis, gegründetes Eis
- 2000 Höhenlinie
- Aufsetzlinie
- Traversenrouten:
 - Großbritannien
 - Schweden
 - Deutschland
 - Norwegen

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



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



- 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

foto: hans oerter, 2006

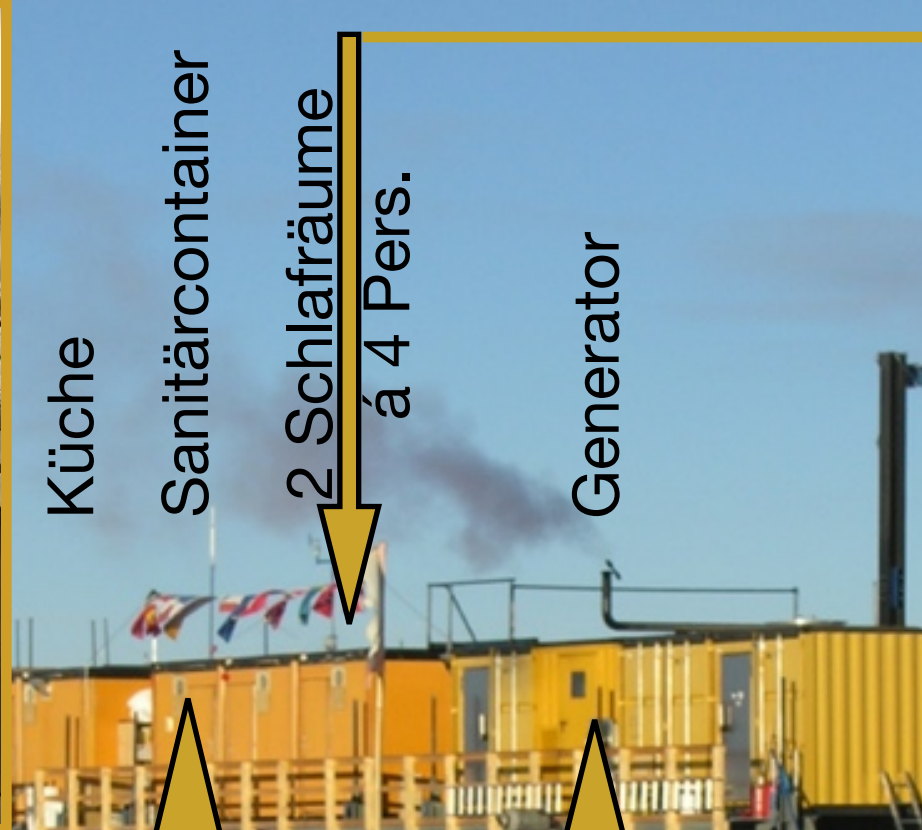


Küche

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: -45 °C

Akkumulationsrate:
64 kg m⁻²a⁻¹

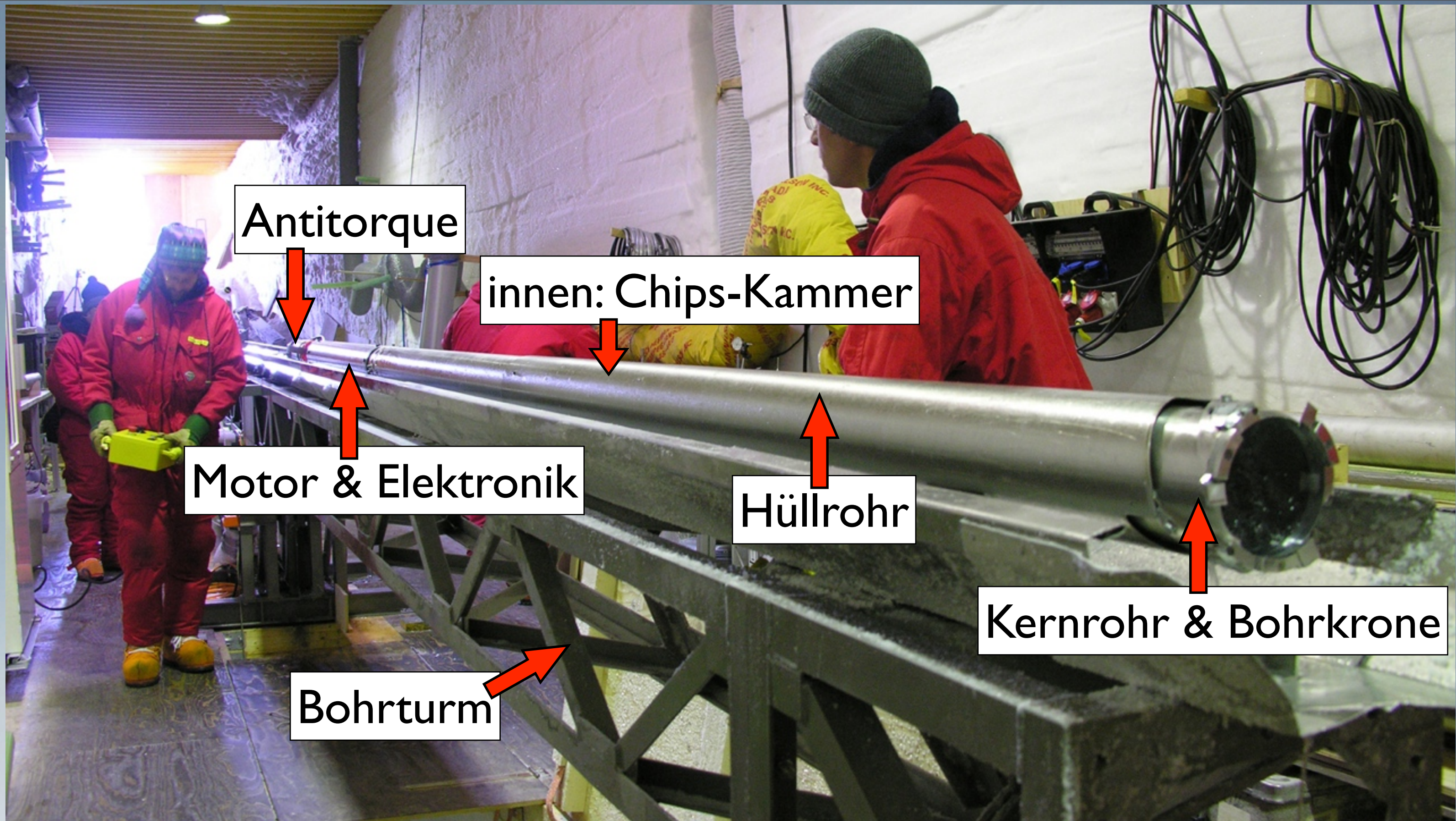
Eis-Fließgeschwindigkeit:
0,756 m/a

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

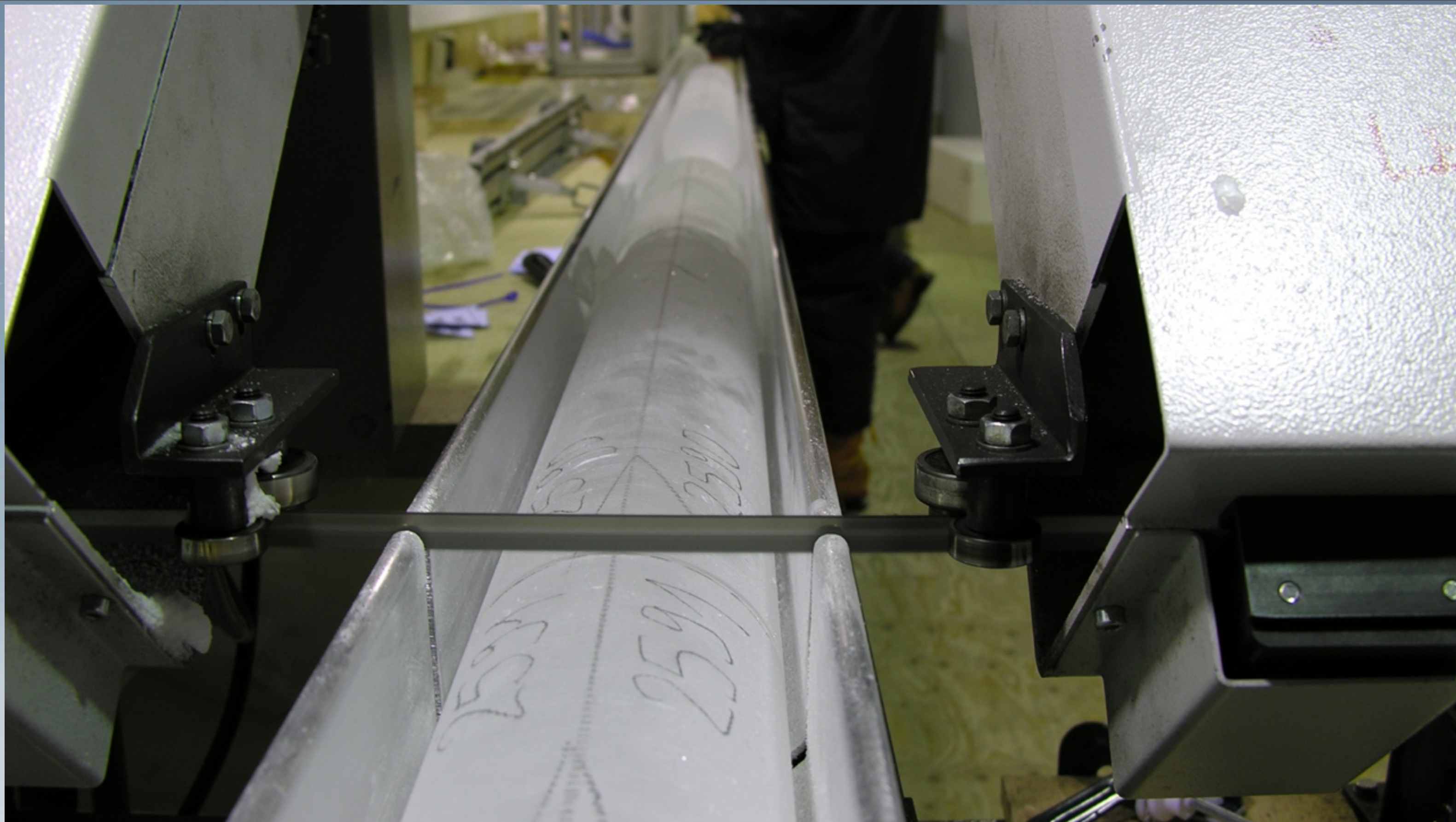


foto: hans oerter, 2006



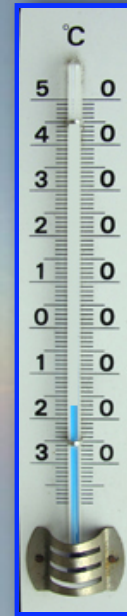


Twin-Otter von British Antarctic Survey (BAS)

foto: hans oerter, 2006

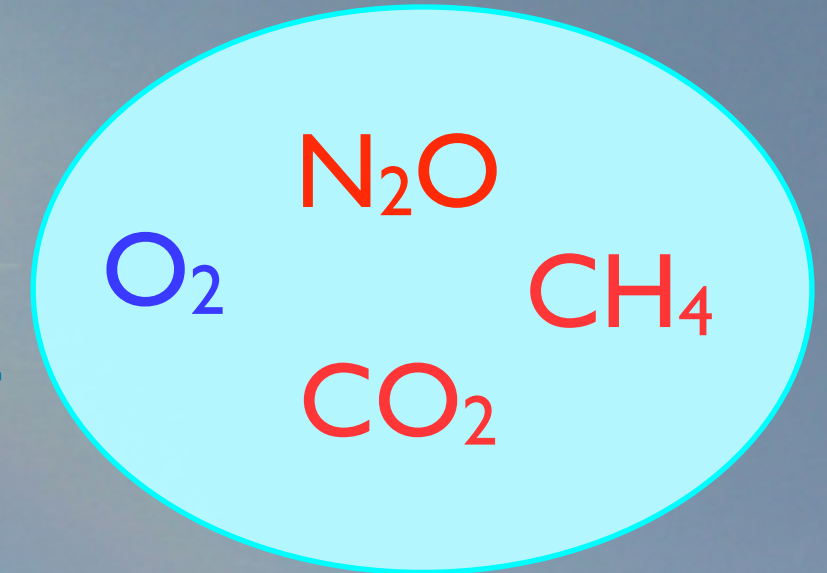
Das Klima-Archiv Eis speichert Informationen zu:

Lufttemperatur



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

Gasgehalt in der Atmosphäre



Aerosole





Szenenwechsel: Eislabor Bremerhaven

Das Eislabor am Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven

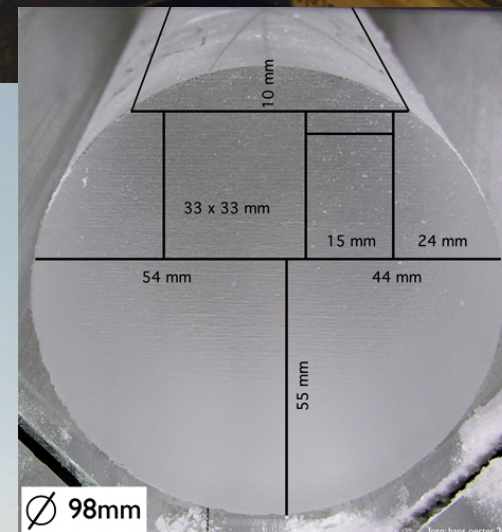
Horizontalsäge

Line-Scan

Längs- und Querschnitte



Auspacken des Kerns

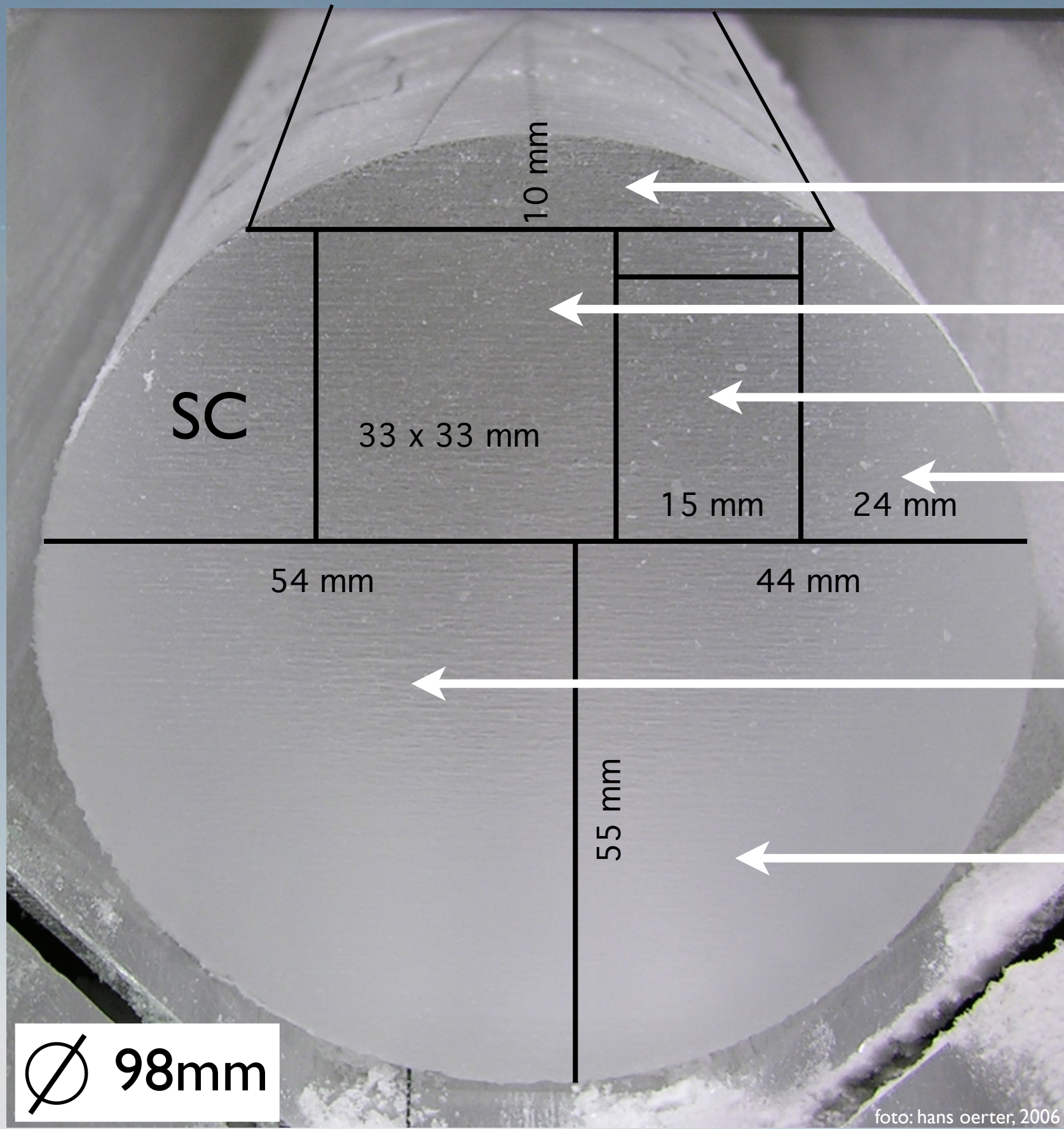


Vorbereitung für Line-Scan

foto: hans oerter, 2002

im Eislabor





Dünnschnitte

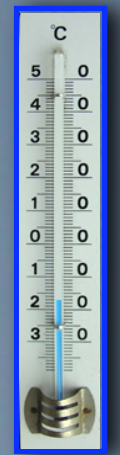
CFA

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

^{10}Be

Archiv

Gase, Staub

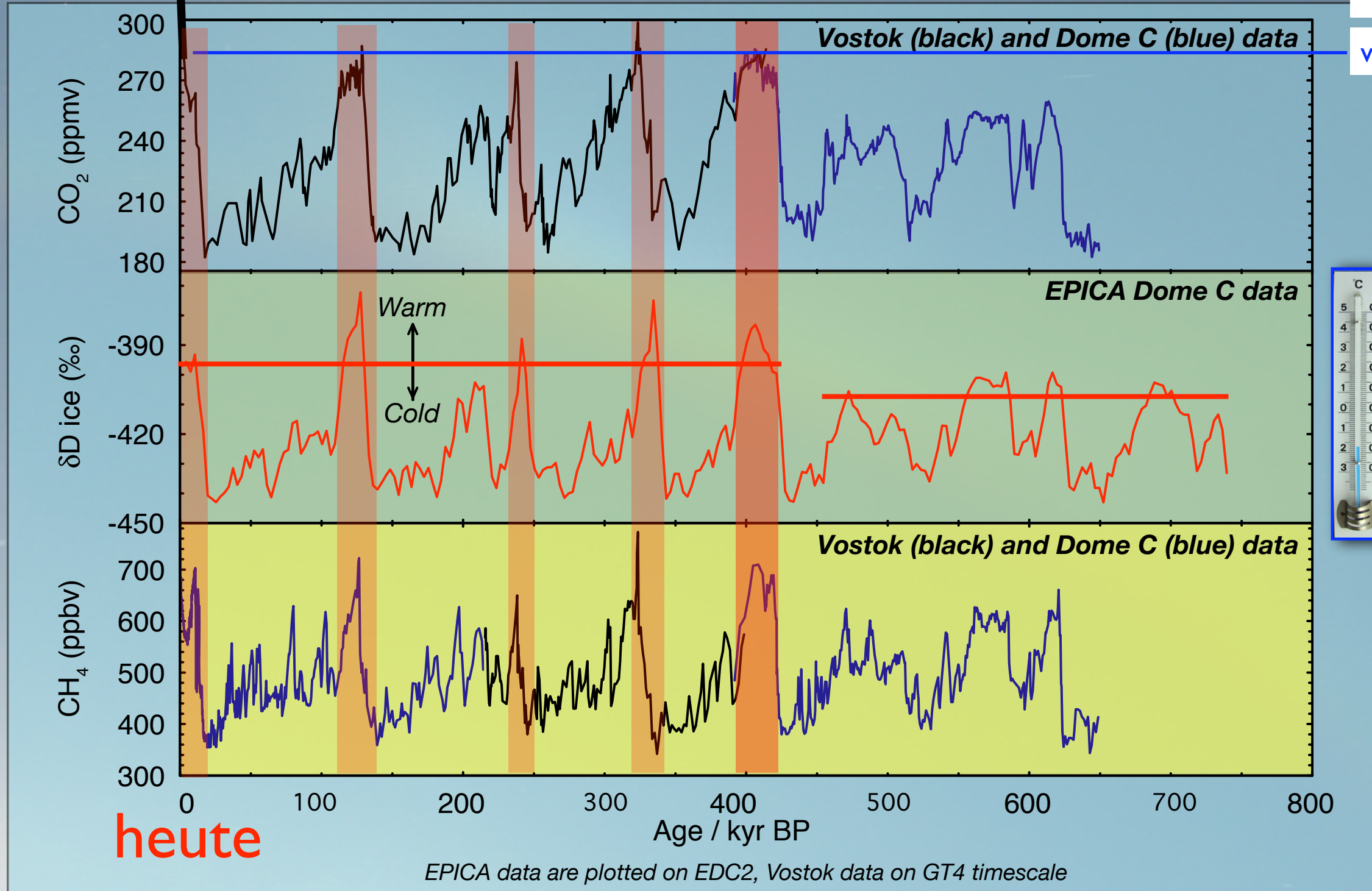


\varnothing 98mm

foto: hans oerter, 2006

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

Zeugen des Klimawandels der Vergangenheit: Eisbohrkerne:



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



Zwischenbilanz Antarktis

Antarktis: Land von Meer umgeben

Südpol liegt auf dem Inlandeis in 2835 Metern Höhe

Inlandeis gutes Klimaarchiv

Eiskerne zeigen 100.000 Jahre Zyklus

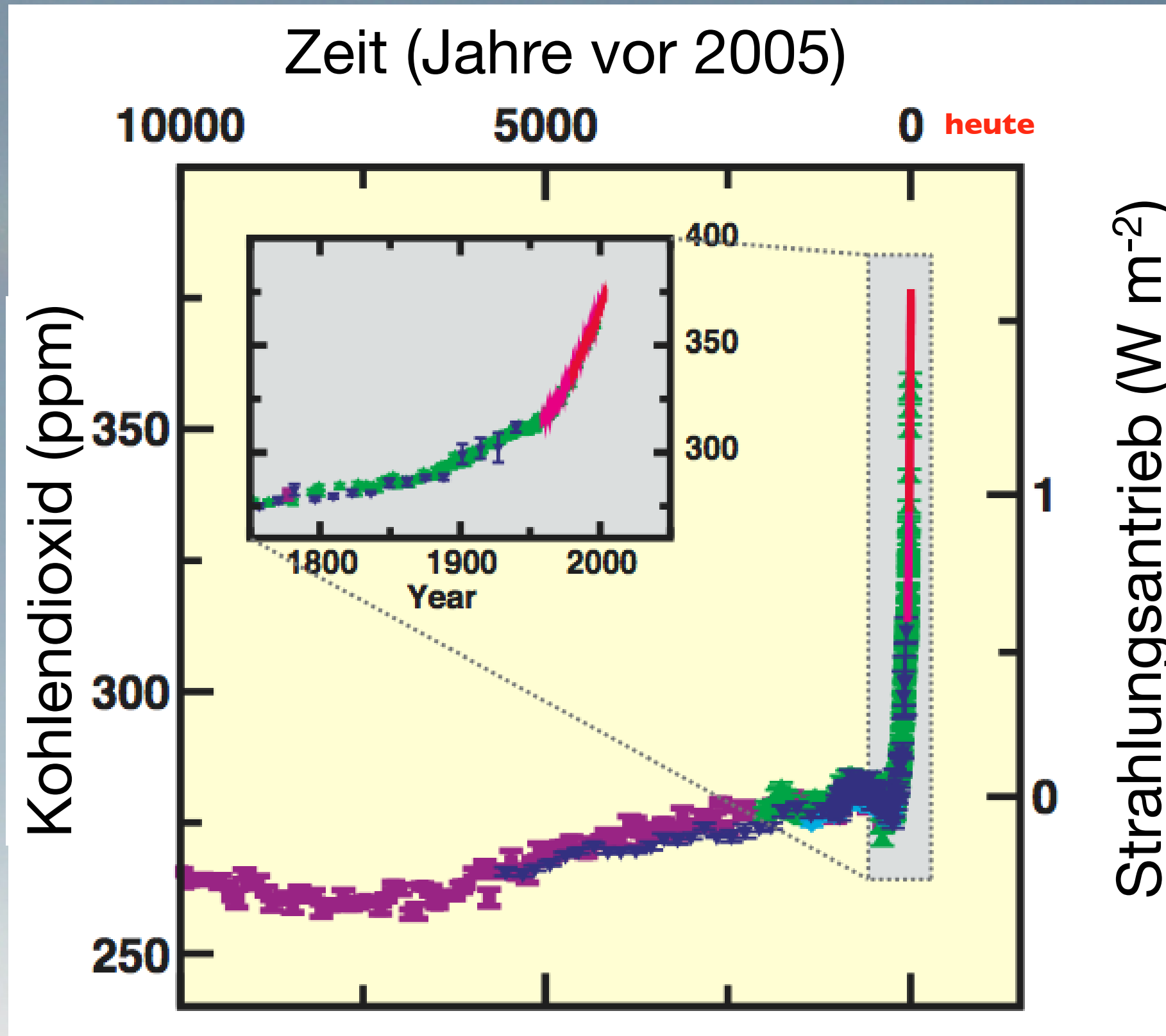
Eiskerne zeigen, dass CO₂ früher niedriger war als heute

Der Blick in die Zukunft



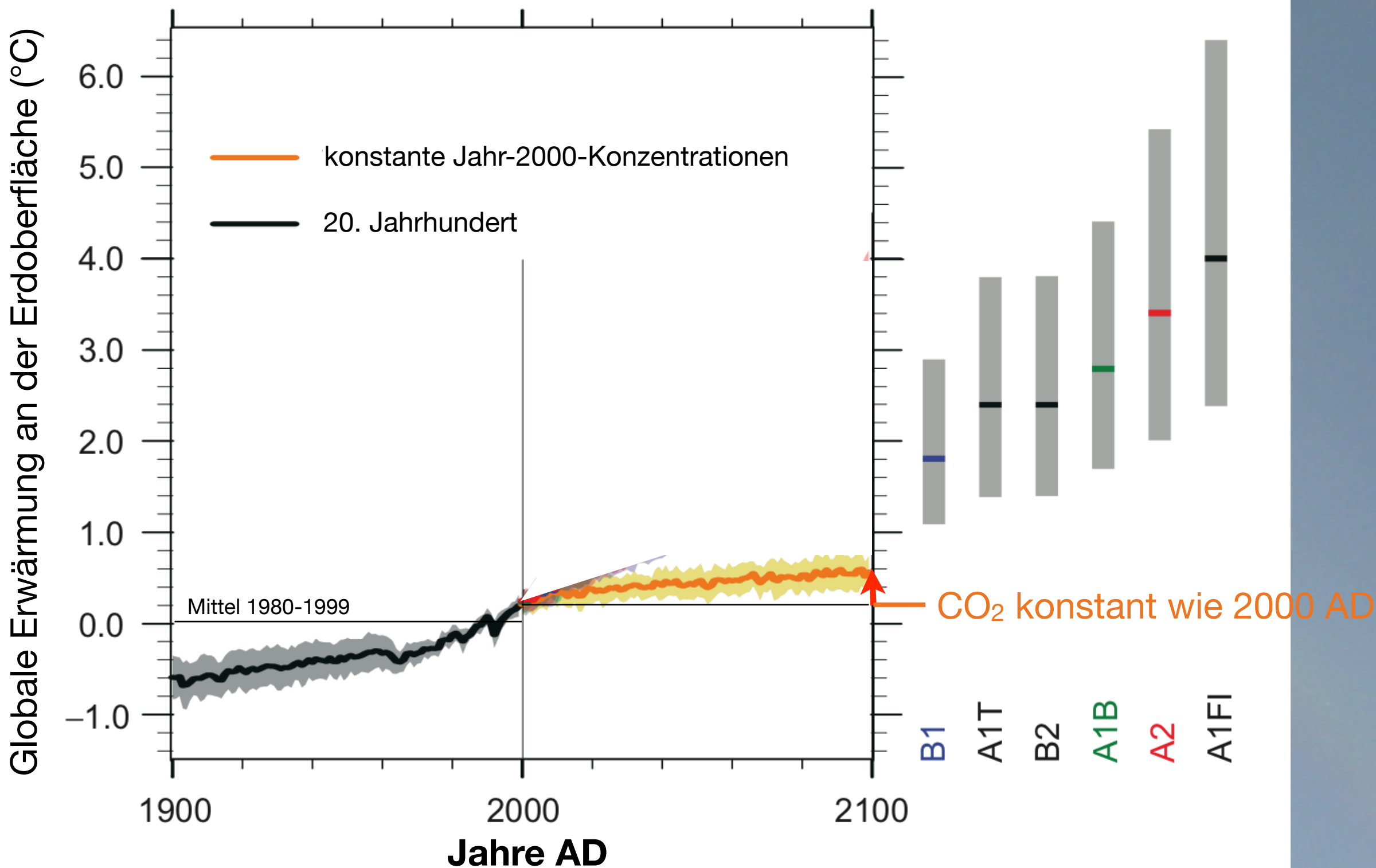
Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre

Zeugen des Klimawandels der Vergangenheit: Eisbohrkerne:

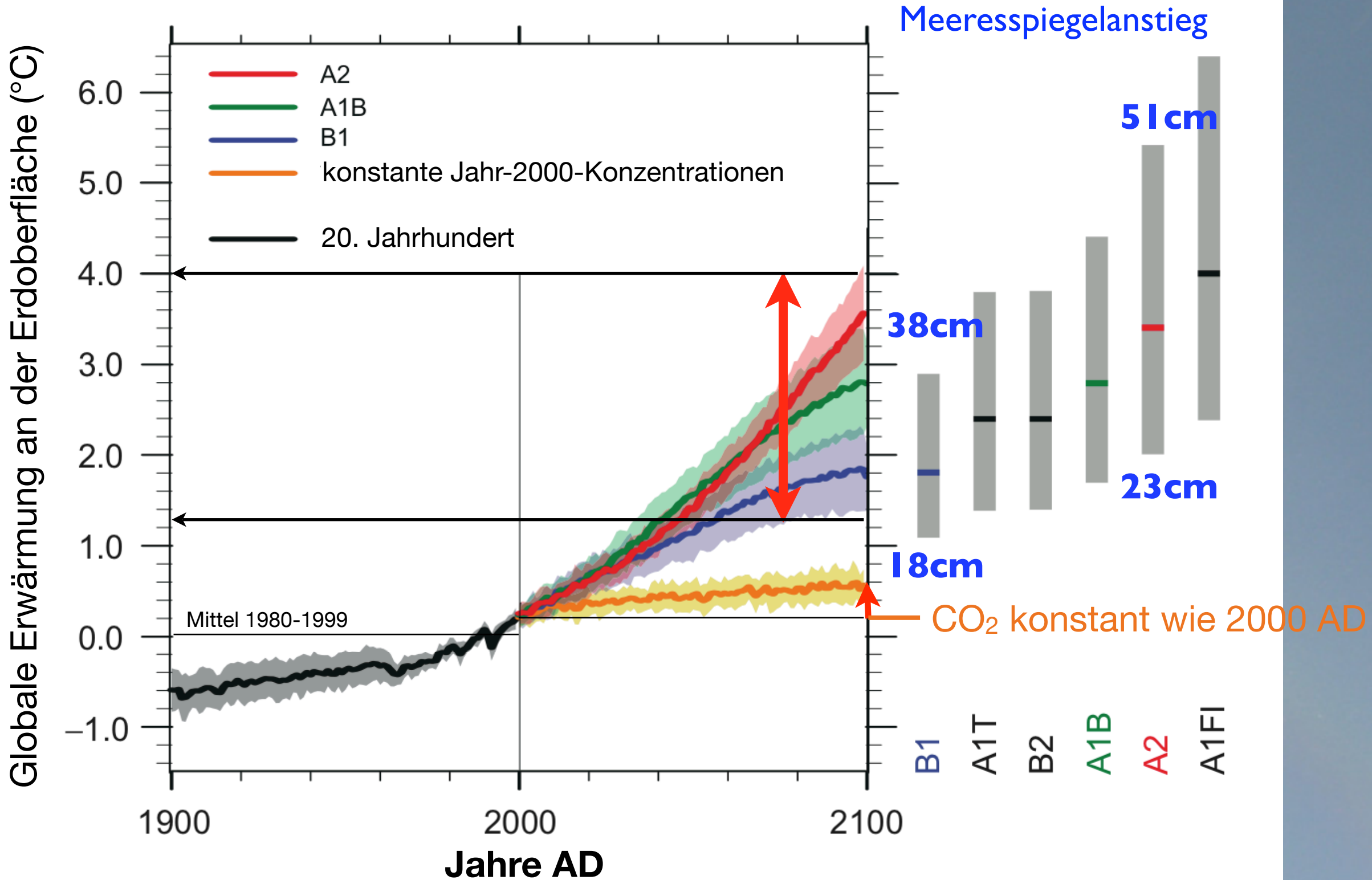


Quelle: IPCC, Climate Change 2007: The Physical Basis, Summary for Policy Makers (www.ipcc.ch)

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



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



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

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

1993-2003
mm pro Jahr

Ozean - Ausdehnung
durch Erwärmung

1.6 ± 0.5

57.1%

Gletscher und
Eiskappen

0.77 ± 0.22

27.5%

Grönland

0.21 ± 0.35

7.5%

Antarktis

0.21 ± 0.35

7.5%

Summe: 2.8 mm pro Jahr



28 mm
in 10 Jahren

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

Zwischenbilanz Blick in die Zukunft

Gehalt an CO₂ und anderen Treibhausgasen steigt

Verbrennen fossiler Brennstoffe Ursache für CO₂-Anstieg
steigende Treibhausgase verursachen Temperaturanstieg

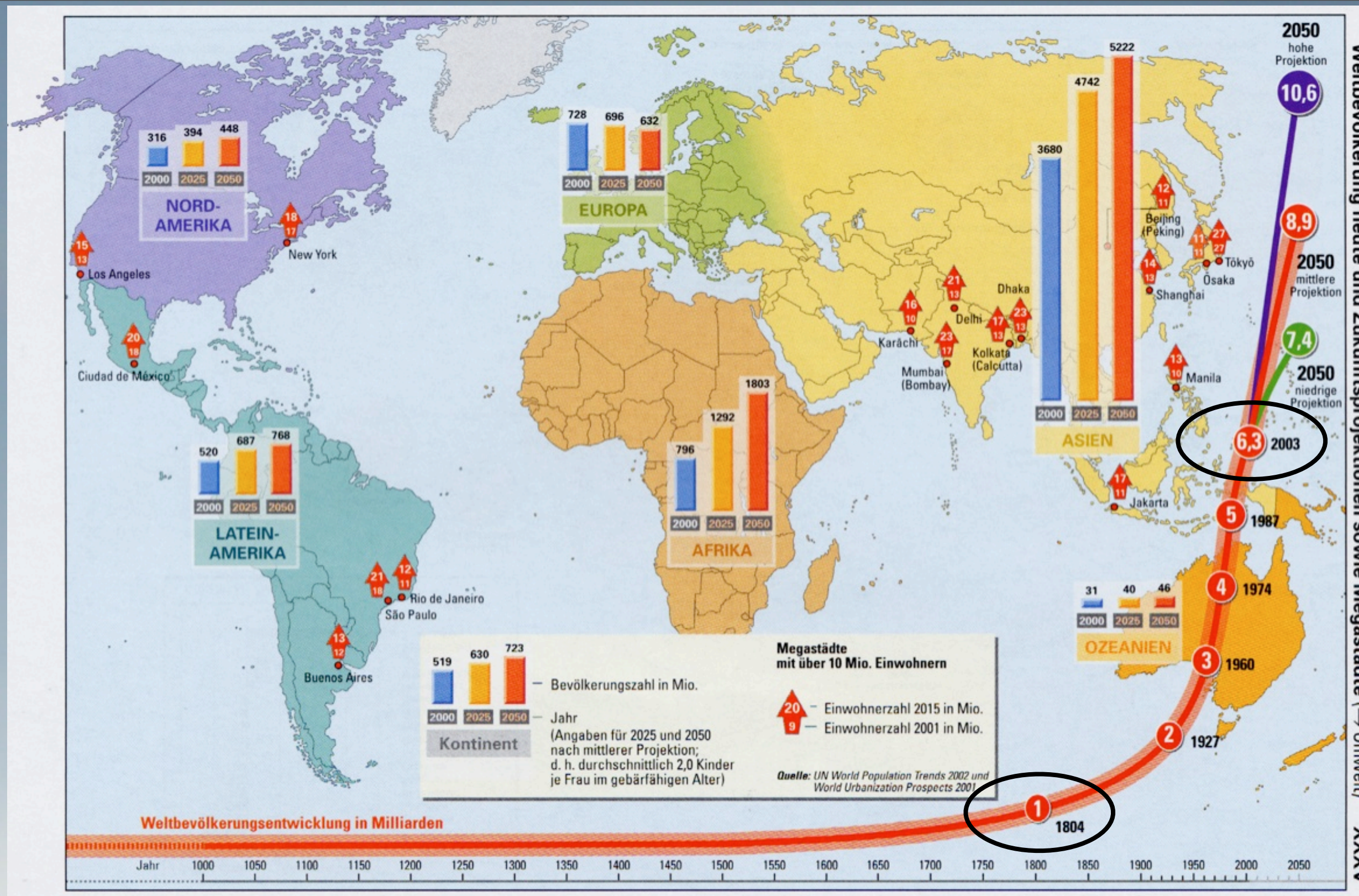
Meeresspiegel wird in den nächsten Jahrzehnten steigen

Ursache: Wärme-Ausdehnung des Ozeans und Schmelzen
von Gletschern, Inlandeis und schnellere Eisströme



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

Hans.Oerter@awi.de

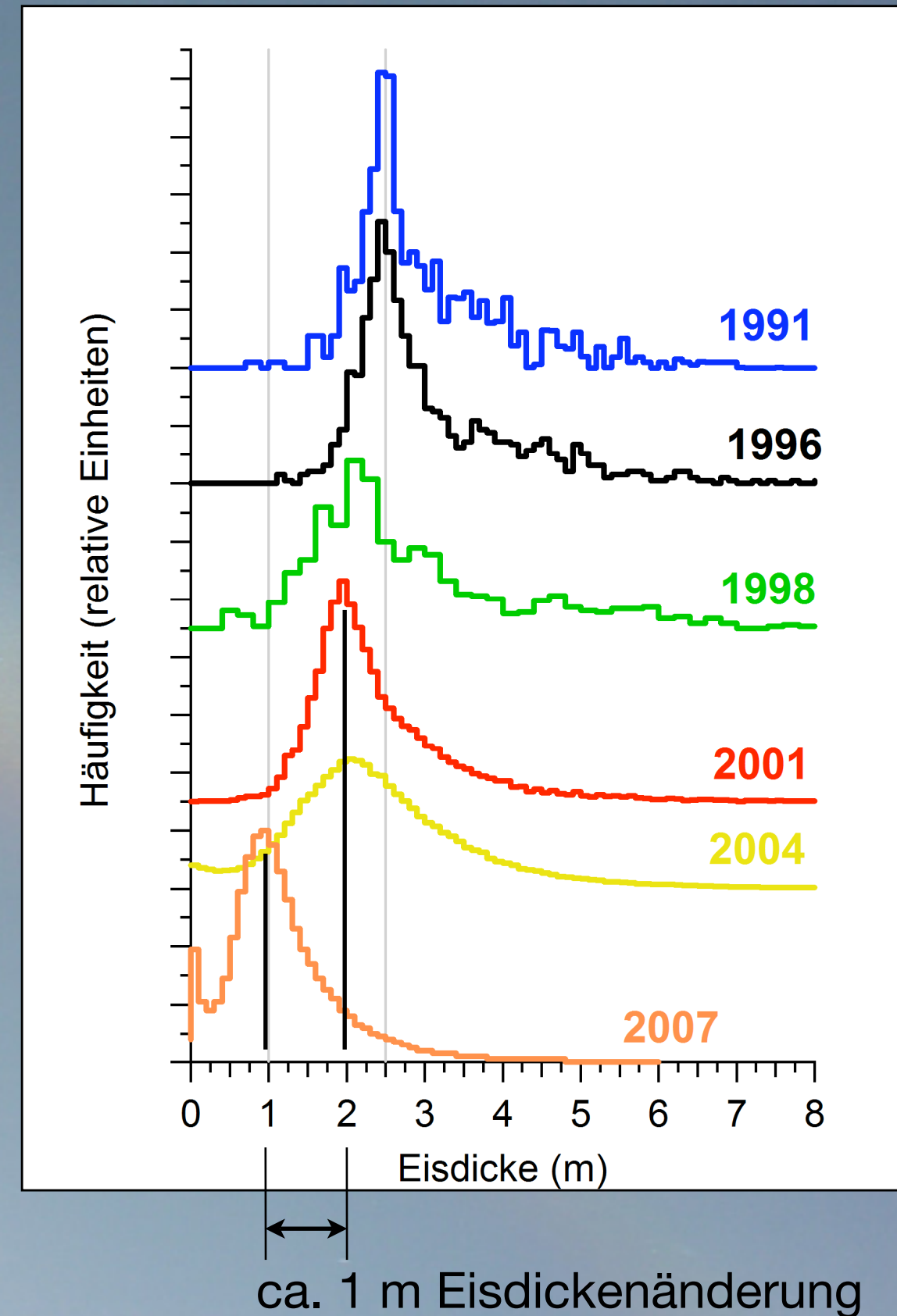
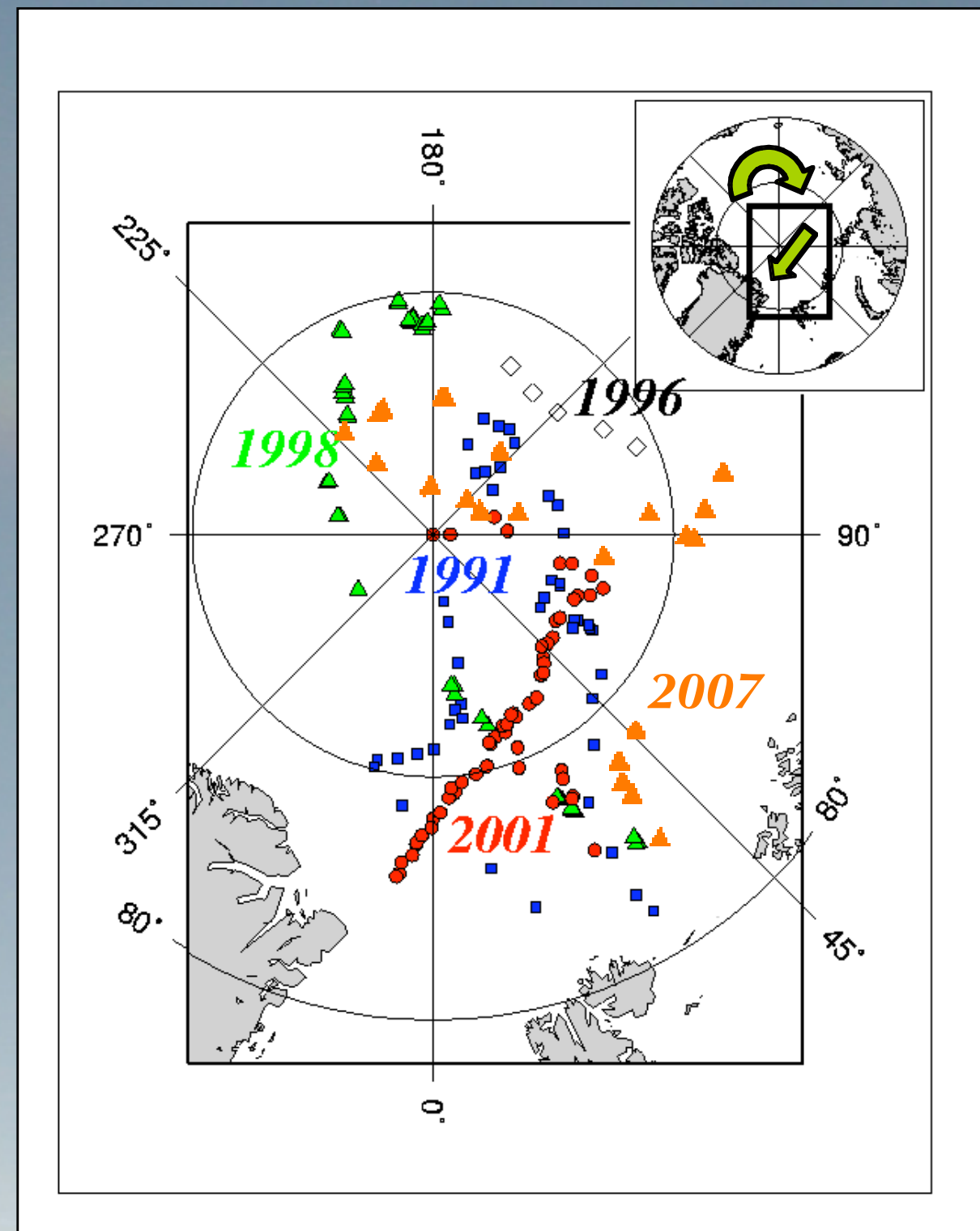


Quelle: Der Fischer Weltatlas 2004, Frankfurt a.M. (2003)

Wachsende Weltbevölkerung

Eisdickenmessungen des AWI, Bremerhaven mit FS Polarstern 1991-2007

Änderung des Eisregimes
von mehrjährigem zu
einjährigem Eis



Quelle: C. Haas, S. Hendricks, L. Rabenstein, AWI (pers. Mitt.)