

# Wie lange hält das Eis ?

Dr.-Ing. Hans Oerter

[Hans.Oerter@awi.de](mailto:Hans.Oerter@awi.de)

[www.awi.de](http://www.awi.de)

Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), Bremerhaven

Hugo-Eckener-Schule - Wirtschaftsgymnasium, 22. Januar 2013



photo: hans oerter, 2007

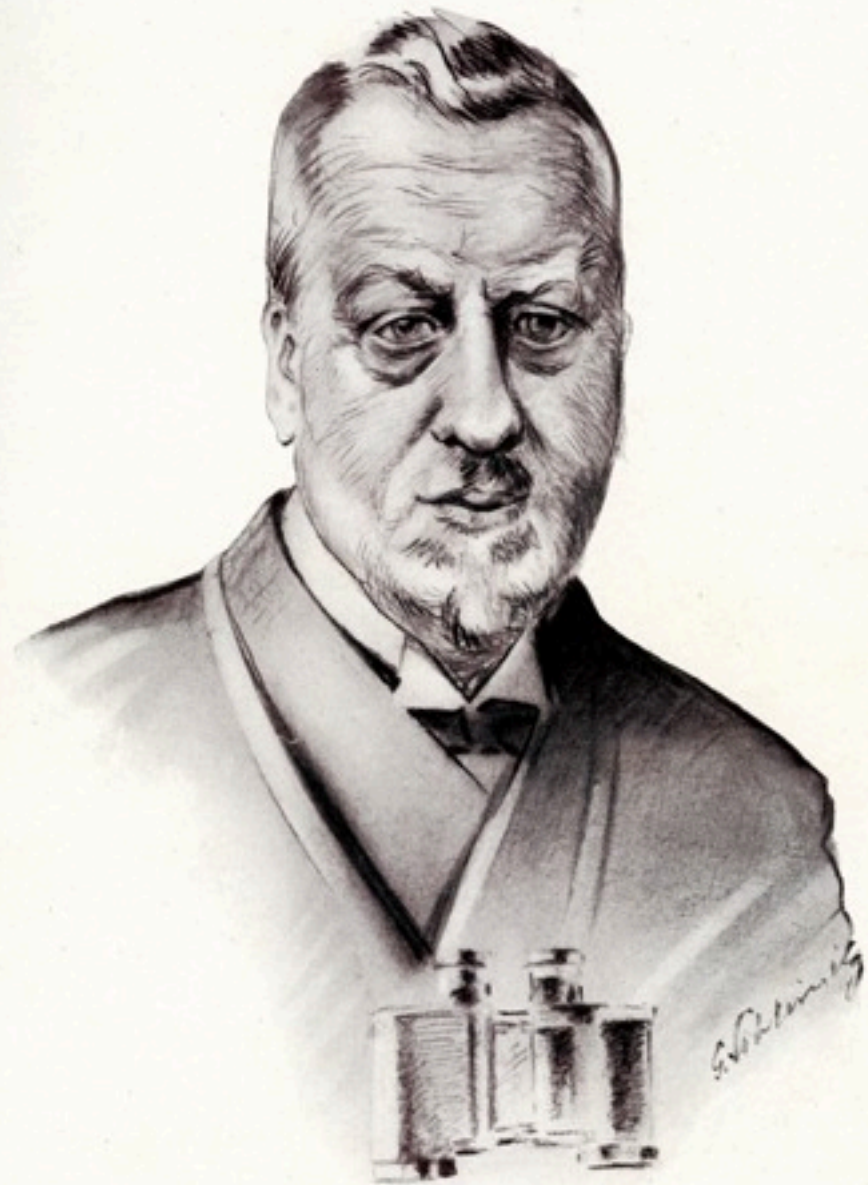




Cook und Peary heiss im Kampfe  
Wer den Nordpol hat erreicht  
Achten nicht, dass unterdessen  
Zepp' den richtigen Punkt erschleicht.

1909



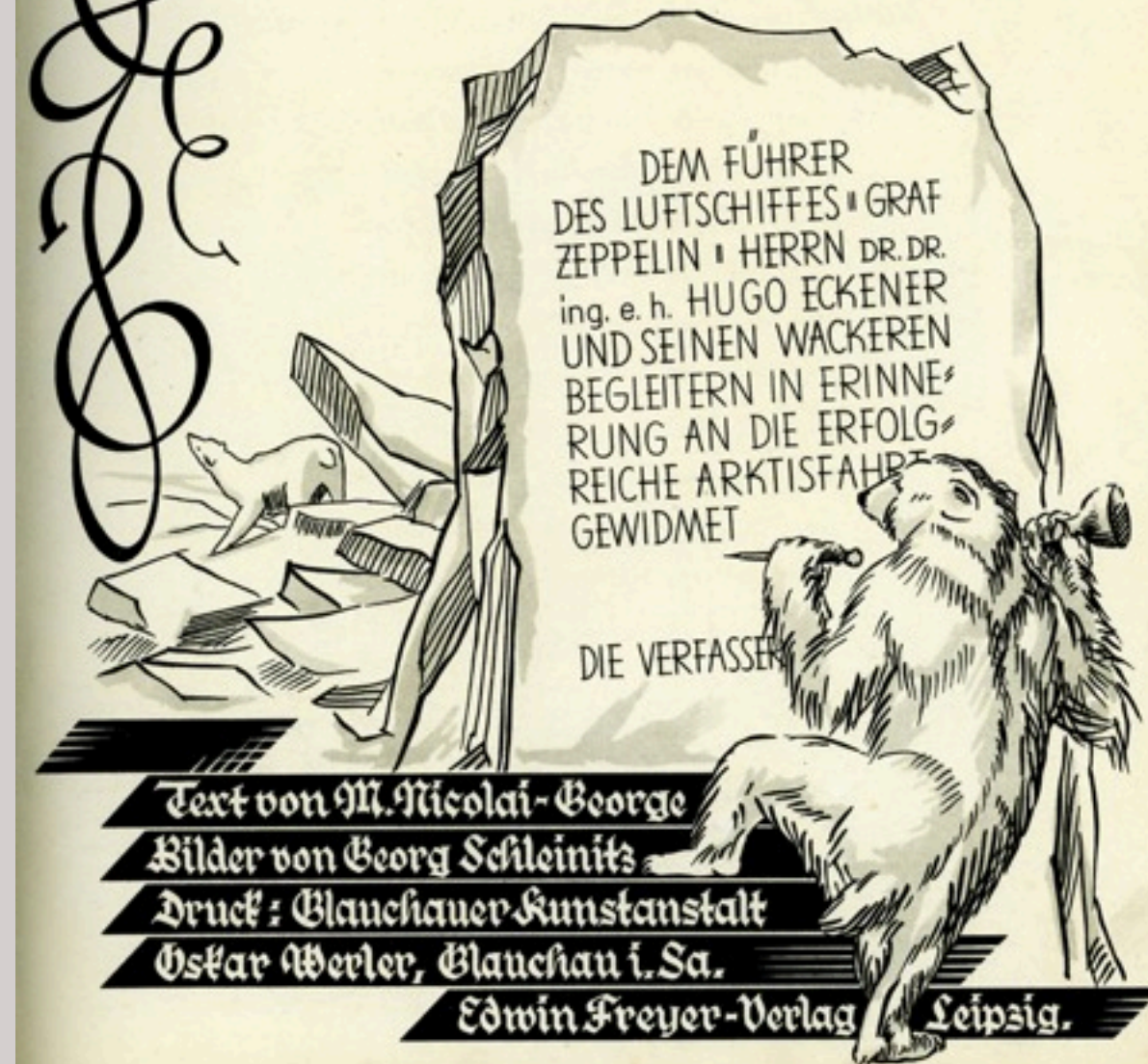


*Ich glaube; langsam kommt der Welt die Vernunft wieder*

*Hugo Eckener*

# Der Zeppelin im Eis

Ein Bilderbuch für große und kleine Kinder



ca.  
1931/1932





Der Teddy hatte schnell geschrieben:  
„Verzeiht, und sorgt Euch nicht, Ihr Lieben!  
Mir geht es hier im Zepp sehr gut,  
ich bin vergnügt und habe Mut.  
Es fliegt sich durch die Luft sehr schön.  
Was kann man da nicht alles sehn!  
Hier oben es mir sehr gefällt,  
wir fliegen um die ganze Welt.  
Und wenn ich werde artig sein,  
bringt mich Herr Eckener wieder heim.  
Viel Spielzeug wartet meiner schon,  
es grüßt Euch Euer lieber Sohn.“





# Störenfritz des Klimaf...

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

» Wir müssen der Debatte den Kopf abschneiden, den populärsten Fürsprecher beseitigen, sonst seiten wir auch das Problem «

## Ja ist denn schon Klimawandel?

Das Extremwetter lädt wieder zum Spekulieren ein

ZEIT No.2 (2013)

## rieger

reden, die Erderwärmung finde

JUNO KERSTIN KOHLENBERG

» Tatsächlich ist die Population der Eisbären fünfmal so groß wie vor 40 oder 50 Jahren «

ZEIT No.48 (2012)

Nie gab es so wenig Meeresspiegelanstieg wie heute

## Schutzg...

Gletscher im Karakorum

## Antarktische Gletscher

Der Westen verliert Eis,

SZ Nr.246 (2012)

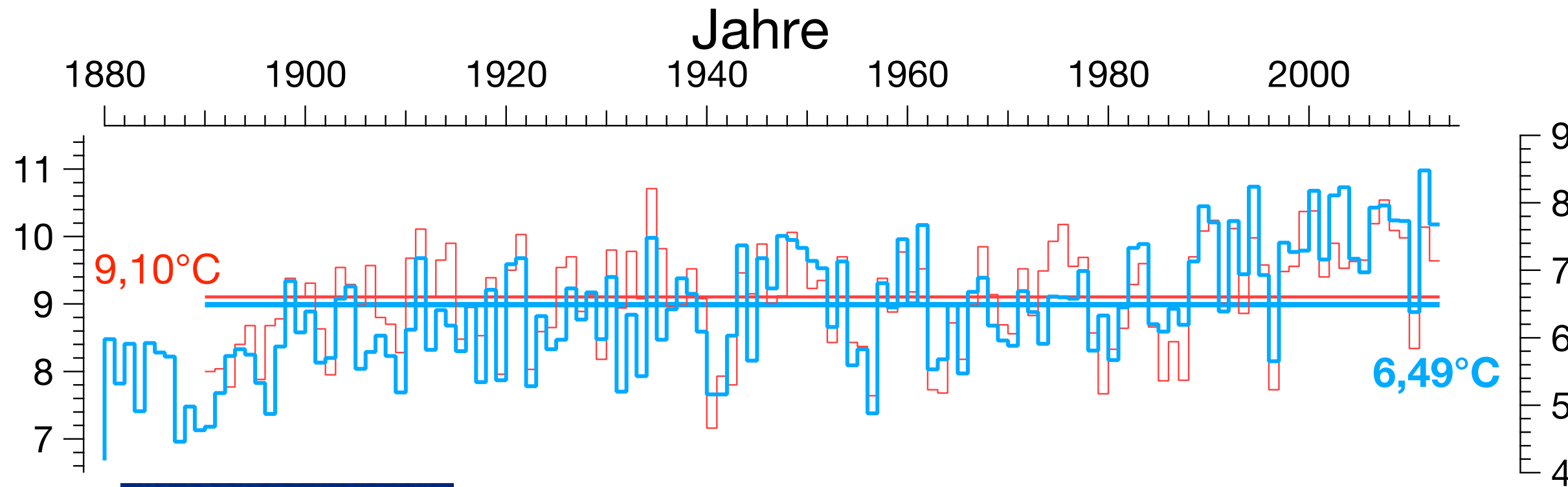
Die Arktis erwärmt sich schneller als jede andere Region – mit weltweiten Folgen SZ Nr.199 (2012)



# Temperaturreihe DWD 1890-2012: Bremen & Hohenpeißenberg

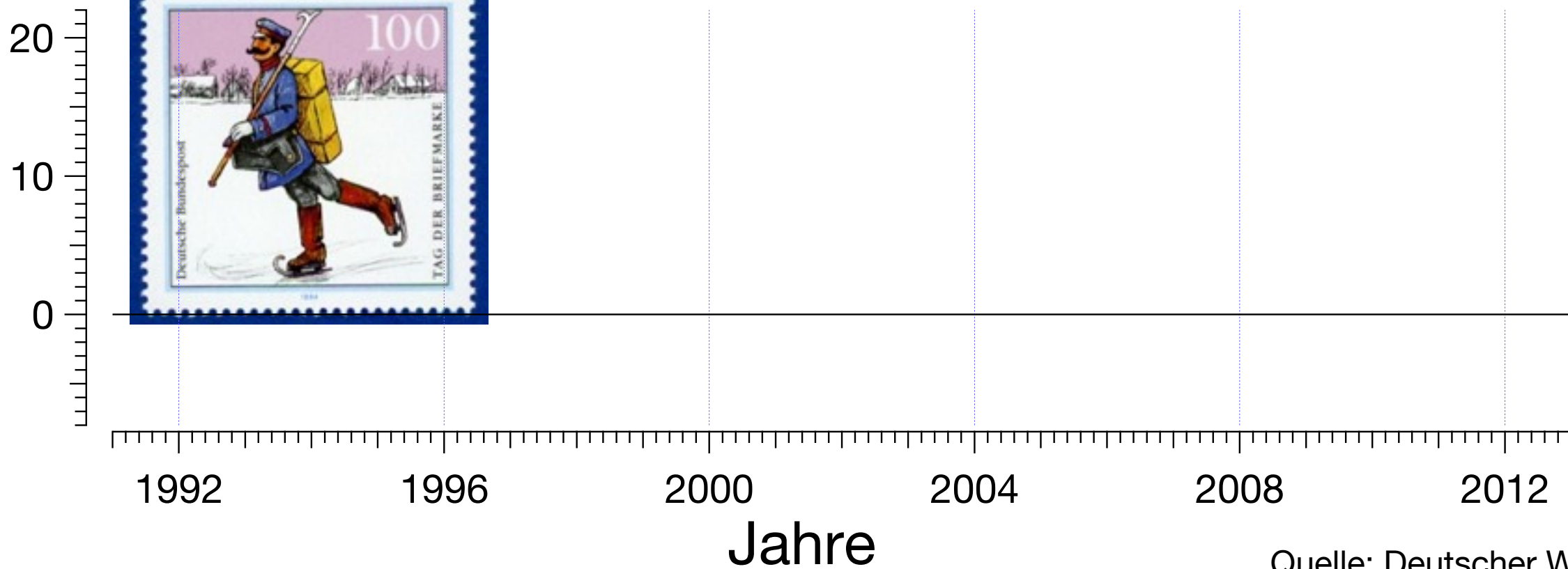
4 m

Temperatur Bremen (°C)



977 m

Temperatur Hohenpeißenberg (°C)



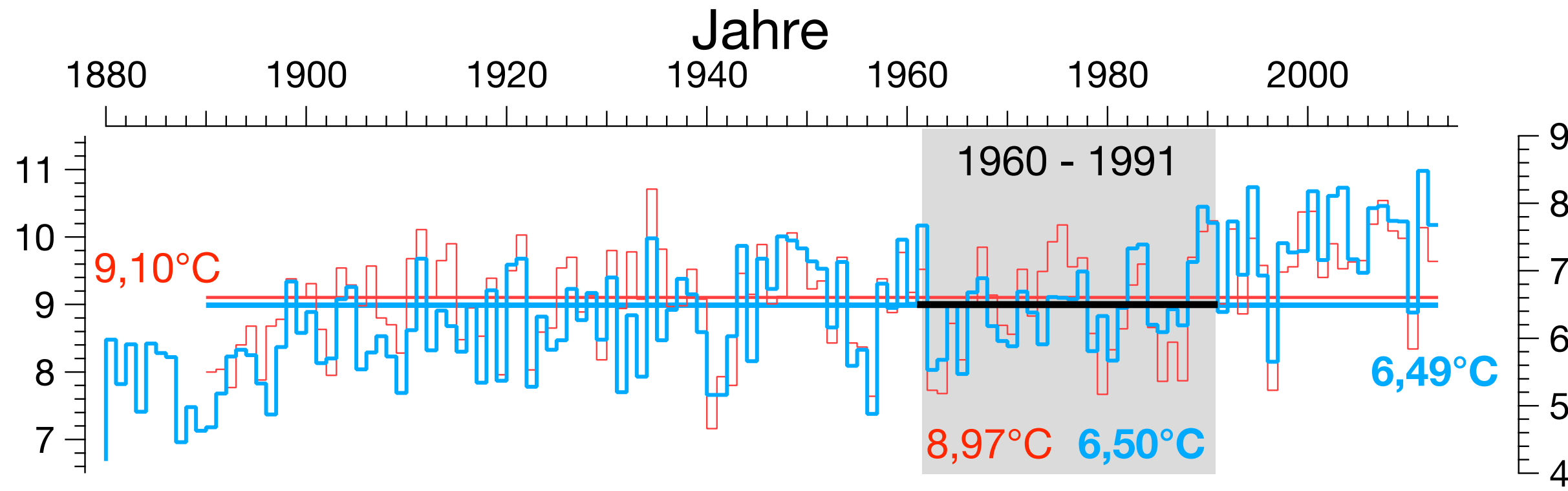
Quelle: Deutscher Wetterdienst [www.dwd.de](http://www.dwd.de)



# Temperaturreihe DWD 1890-2012: Bremen & Hohenpeißenberg

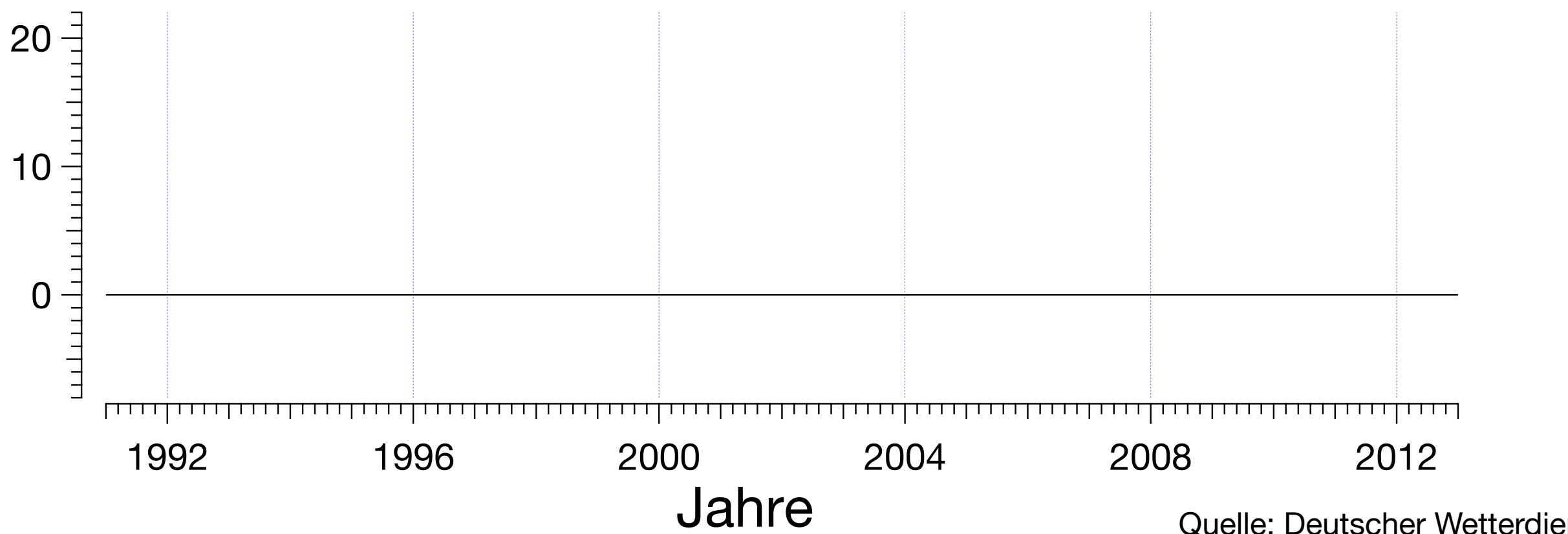
4 m

Temperatur Bremen (°C)



977 m

Temperatur Hohenpeißenberg (°C)



Quelle: Deutscher Wetterdienst [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

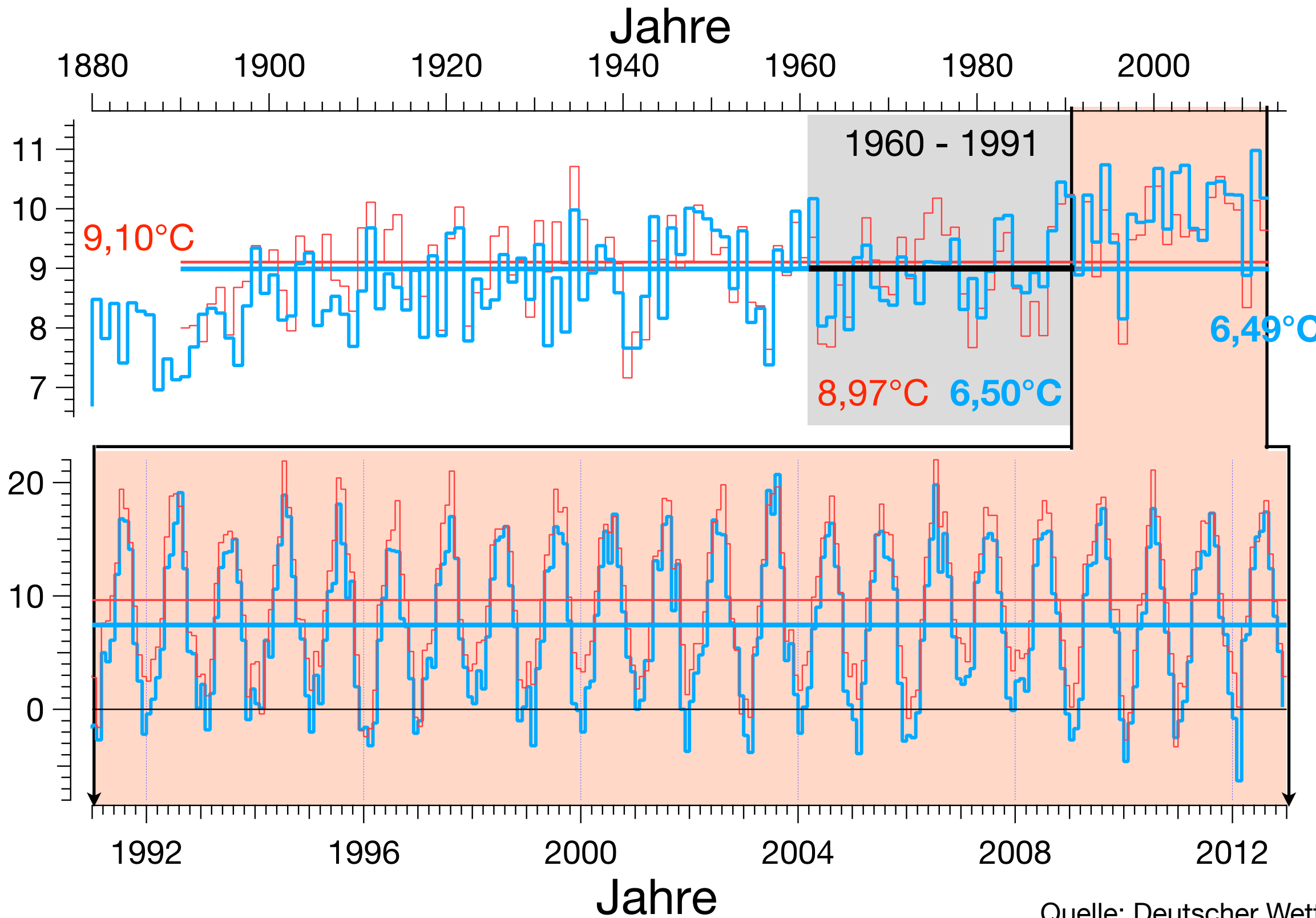
Quelle: Deutscher Wetterdienst [www.dwd.de](http://www.dwd.de)



# Temperaturreihe DWD 1890-2012: Bremen & Hohenpeißenberg

4 m

Temperatur Bremen (°C)



977 m

Temperatur Hohenpeißenberg (°C)

Quelle: Deutscher Wetterdienst [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

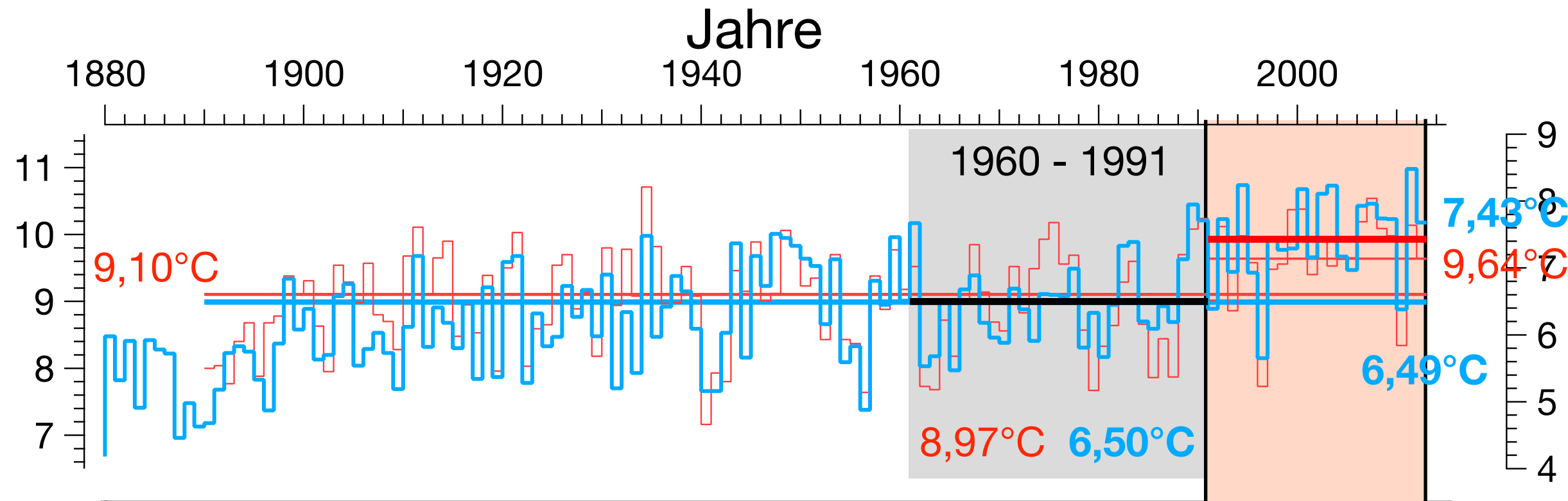
Quelle: Deutscher Wetterdienst [www.dwd.de](http://www.dwd.de)



# Temperaturreihe DWD 1890-2012: Bremen & Hohenpeißenberg

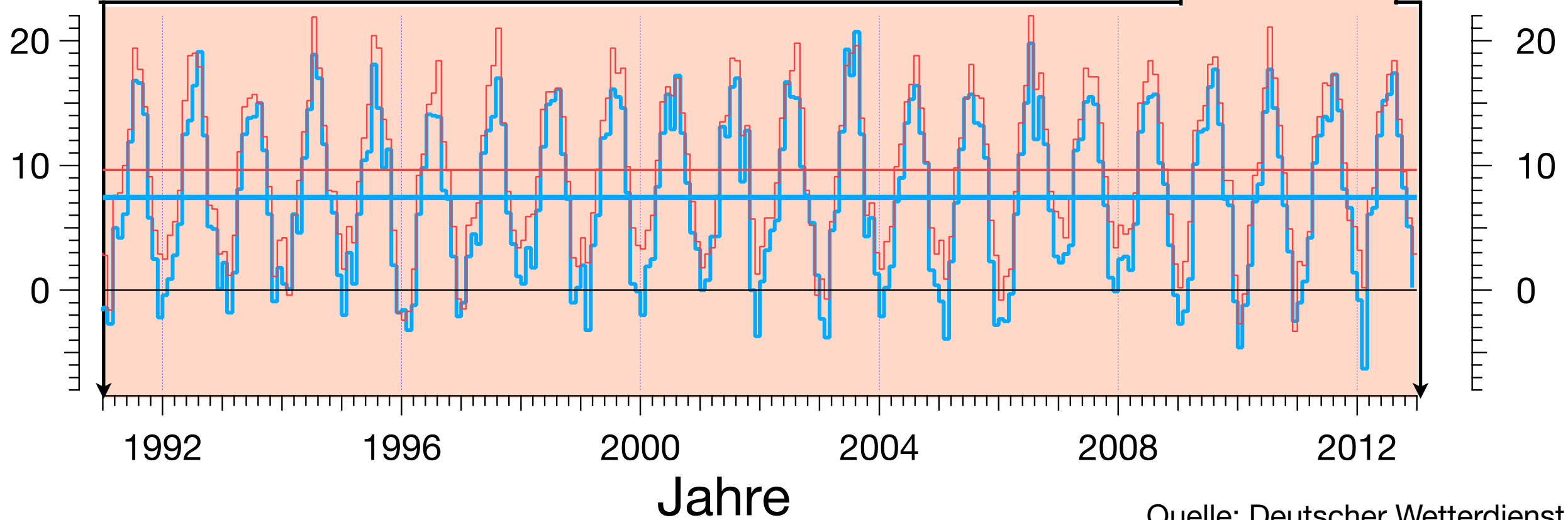
4 m

Temperatur Bremen (°C)



977 m

Temperatur Hohenpeißenberg (°C)



Quelle: Deutscher Wetterdienst [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

Quelle: Deutscher Wetterdienst [www.dwd.de](http://www.dwd.de)



# Störenfritz des K...

Einst profilierte sich Fritz Vahrenholt als Umwel...  
Was treibt den Mann? Und finden seine Th...

anches Buch vermarkte...  
am wial...

# Forscher brechen auf ins ewige Eis

„Polarstern“ läuft heute in Richtung Kapstadt aus

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

objekt der Arbeitsgruppe Ozeanische Akustik am Alfred-Wegener-Institut. Die Forscher haben vergangenes Jahr etwa 700 Kilometer

ZEIT No.2 (2013)

» Tatsächlich

Population der Eisbären fünfmal so groß wie vor 40 oder 50 Jahren «

ZEIT No.48 (2012)

SZ Nr.199 (2012)



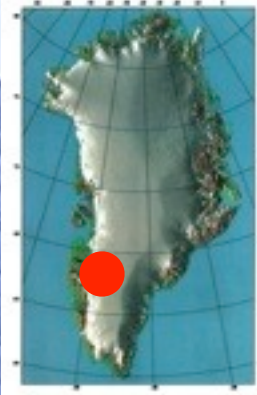
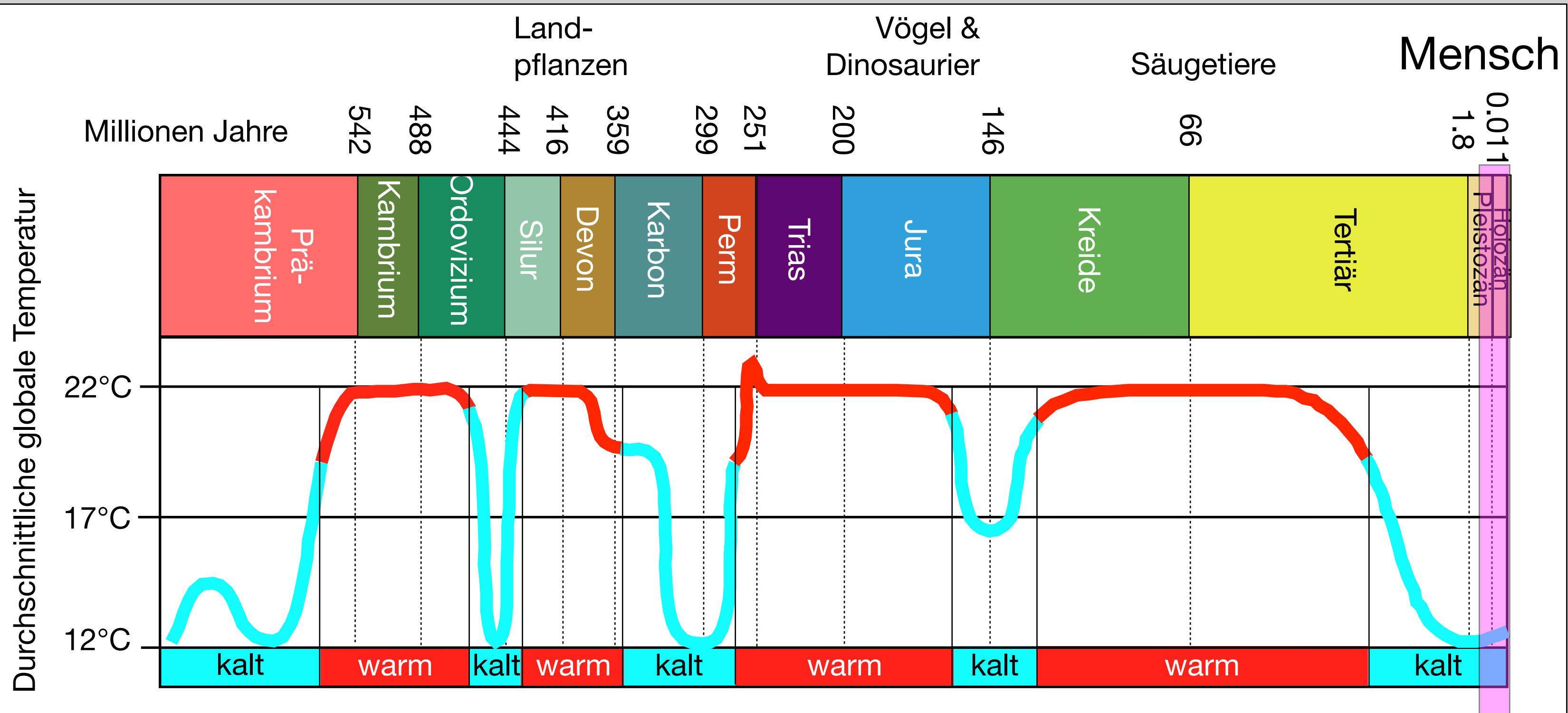


foto: hans oerter, 2001



# Temperaturänderung auf geologischer Zeitskala



verändert nach: [www.geologieinfo.de/palaeoklima](http://www.geologieinfo.de/palaeoklima)

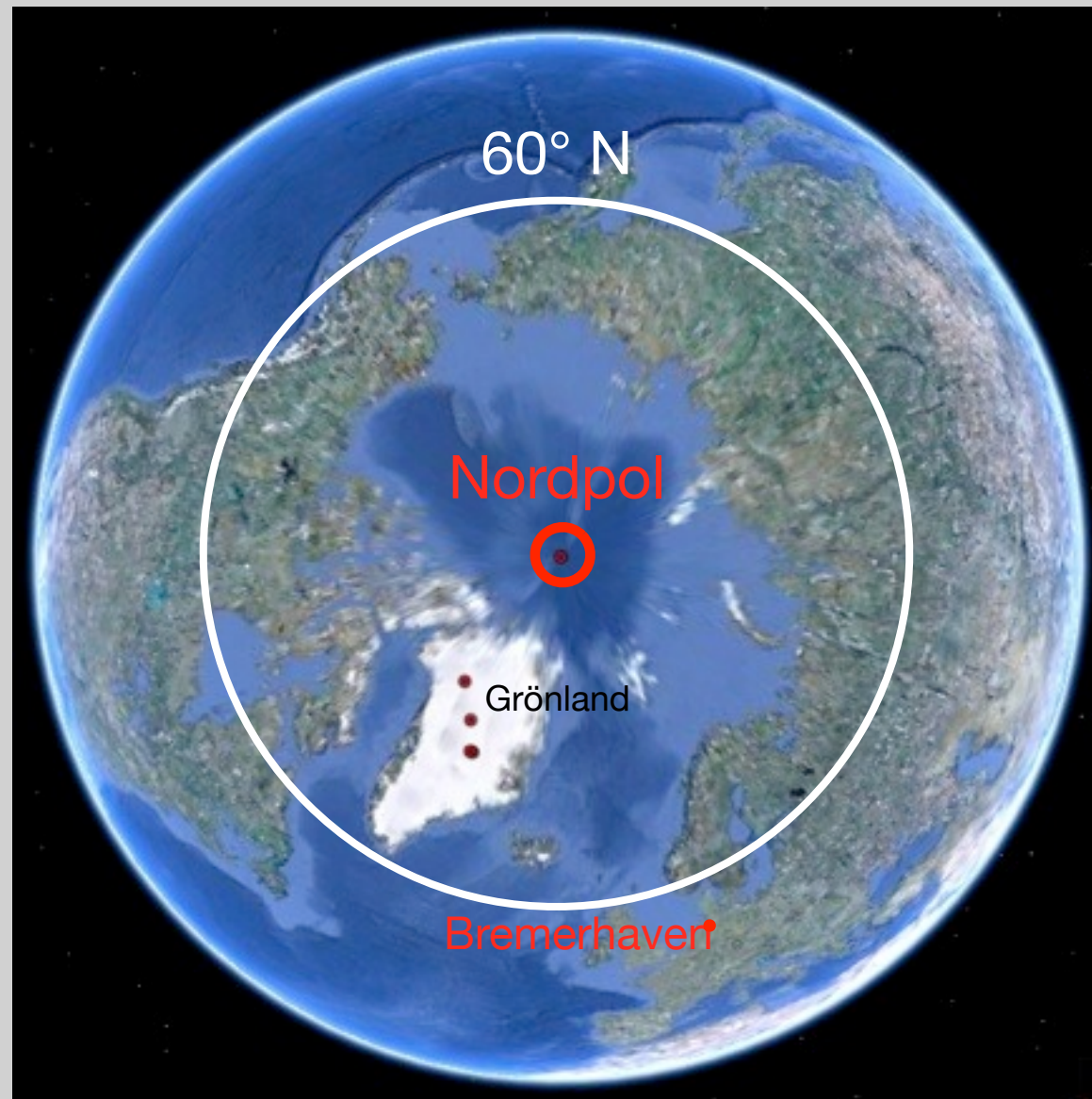


# Die Polarregionen:

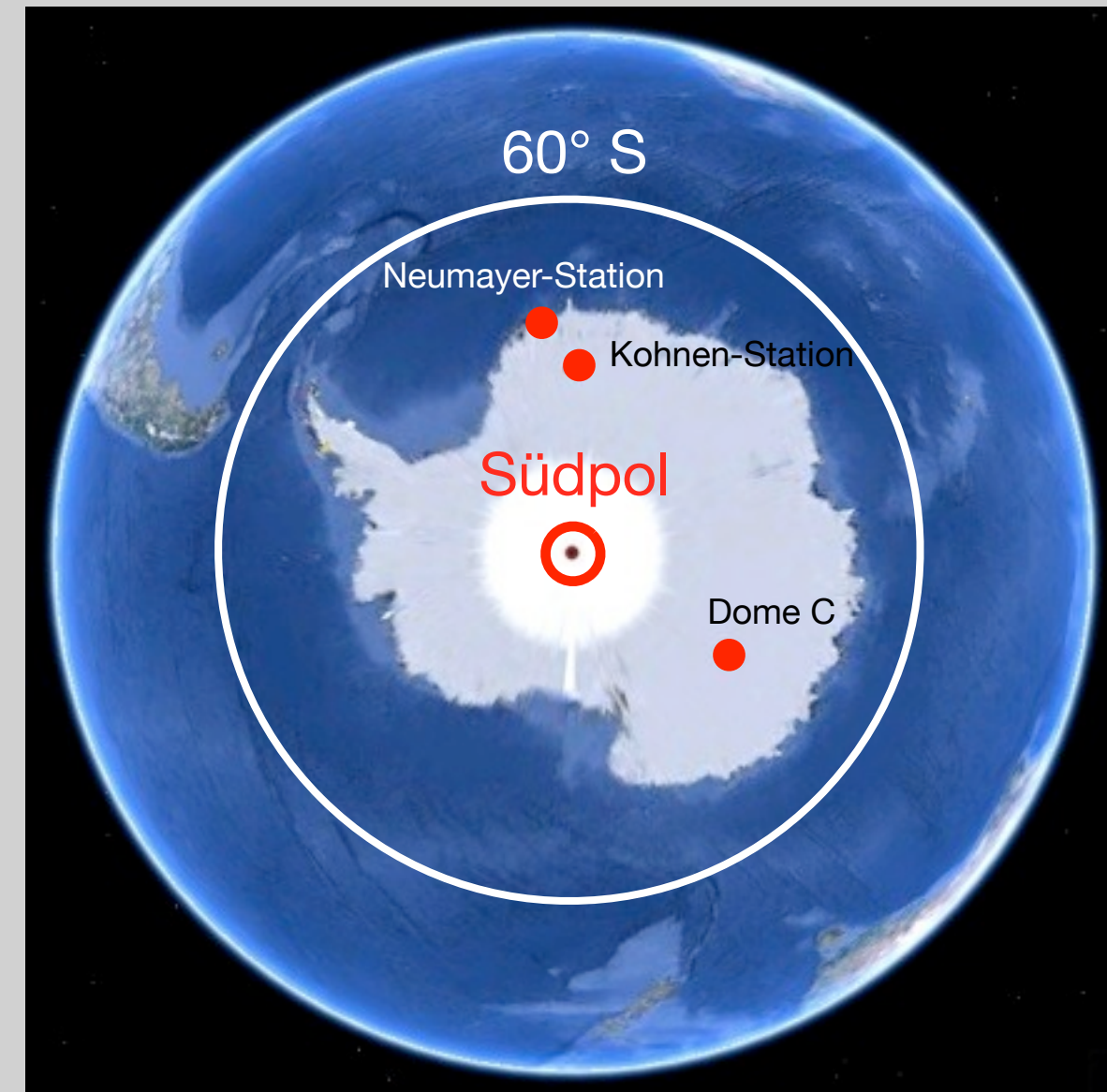
## Arktis

und

## Antarktis



Meer von Land umgeben  
Nordpol liegt im Meer



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



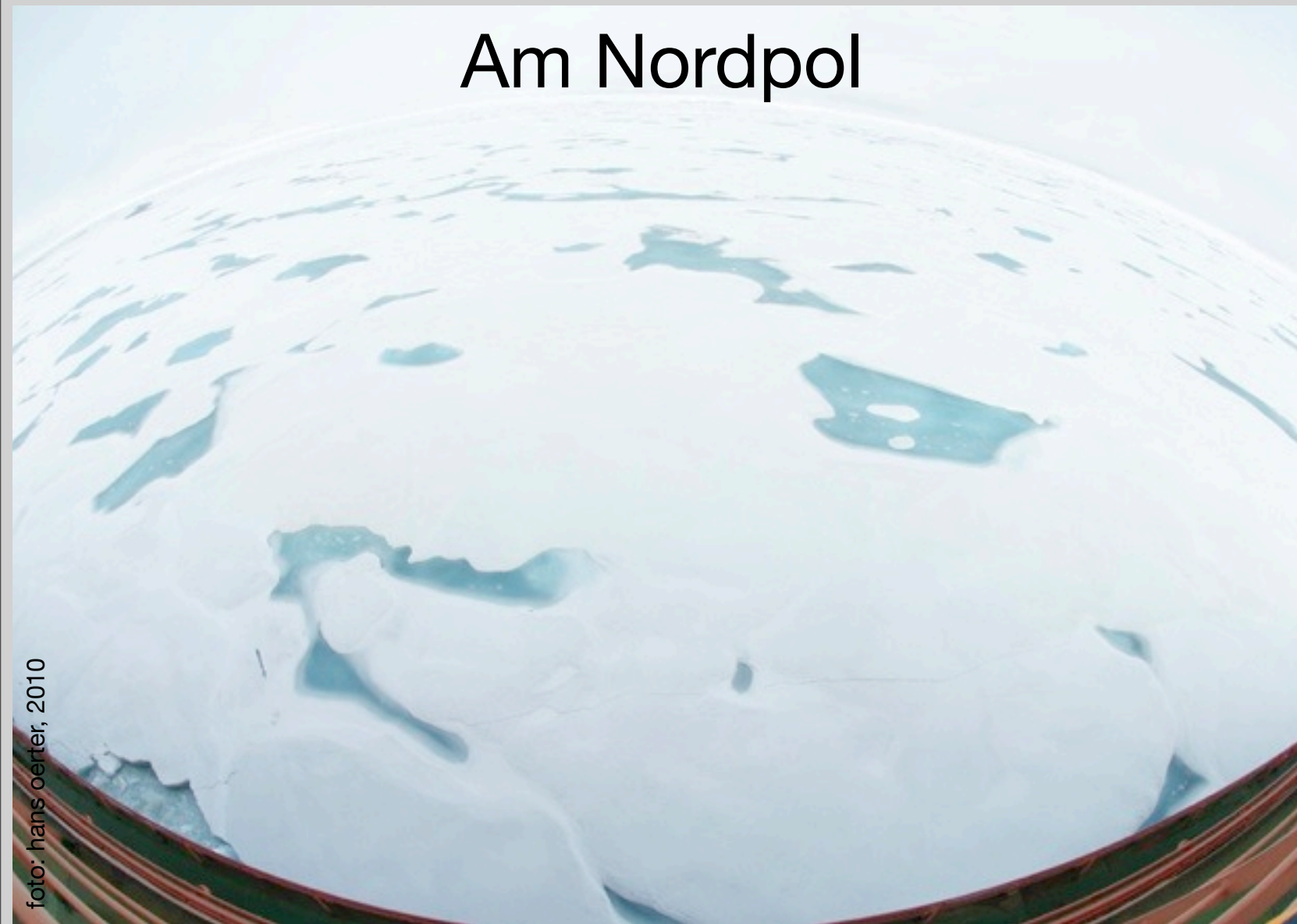
# Die Polarregionen:

## Arktis

und

## Antarktis

### Am Nordpol



Meer von Land umgeben  
Nordpol liegt im Meer

### Am Südpol Scott-Amundsen-Base (USA)



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



# In der Antarktis

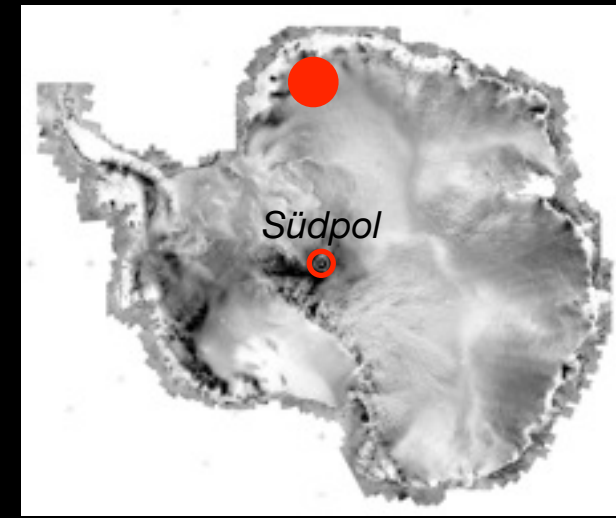
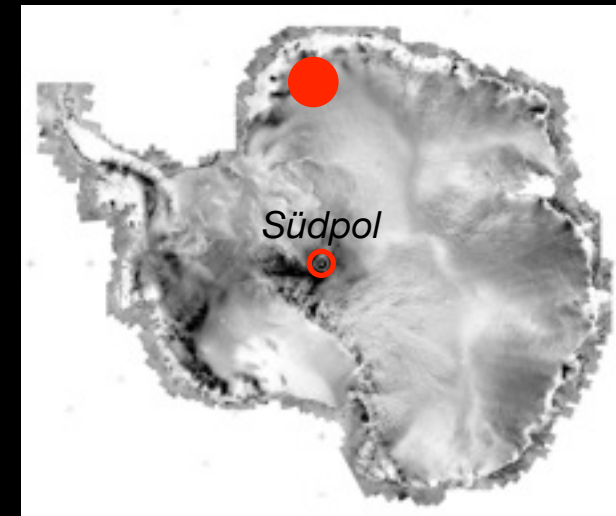


photo: hans oerter

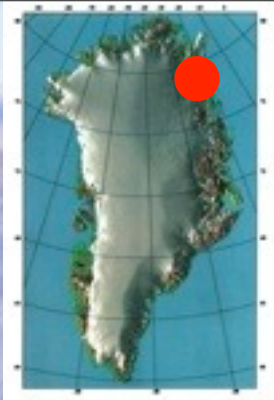


# In der Antarktis

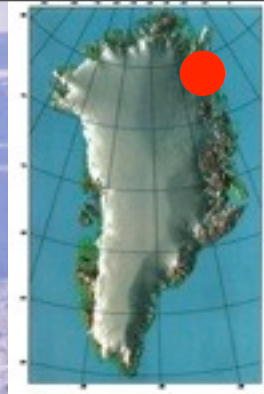


video: hans oerter, 2000











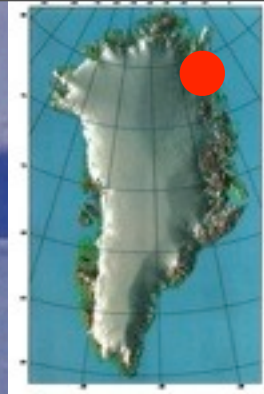
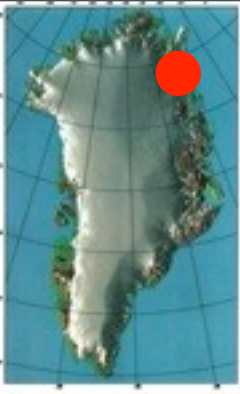


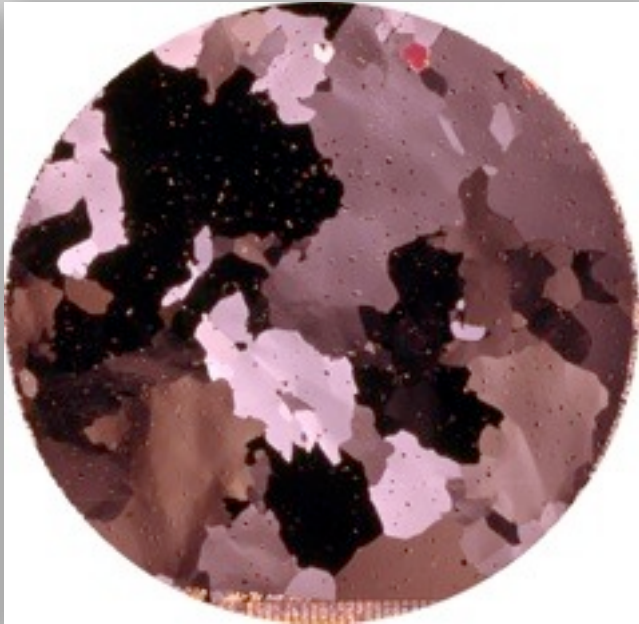
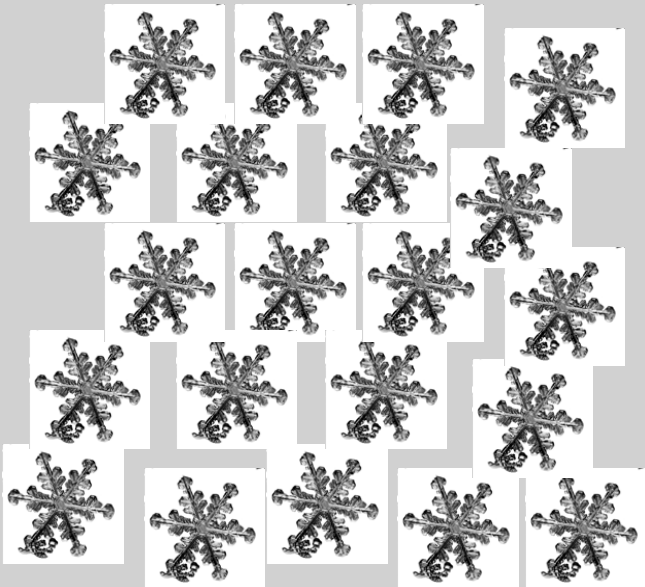
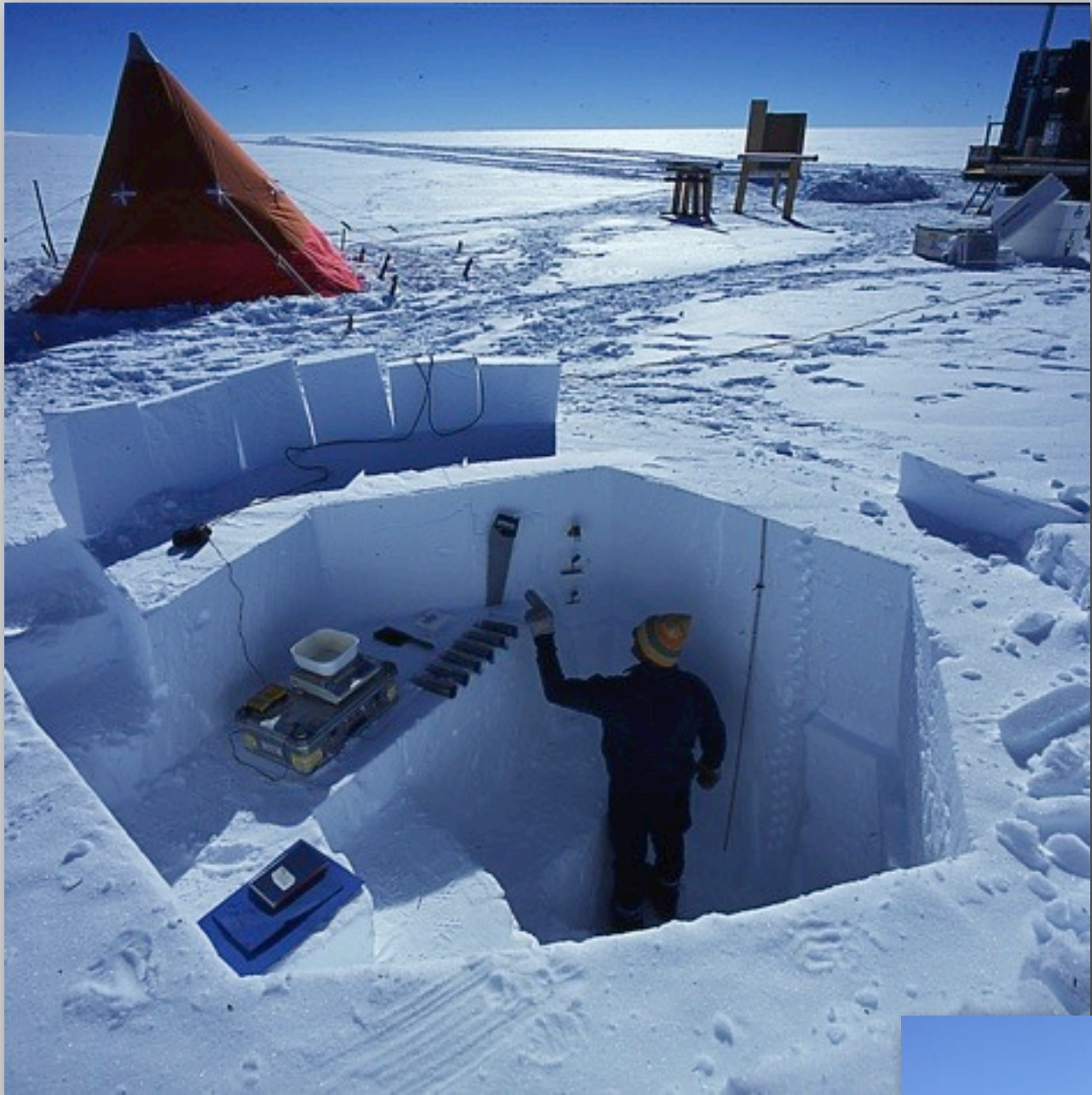
photo: hans oerter, 1993





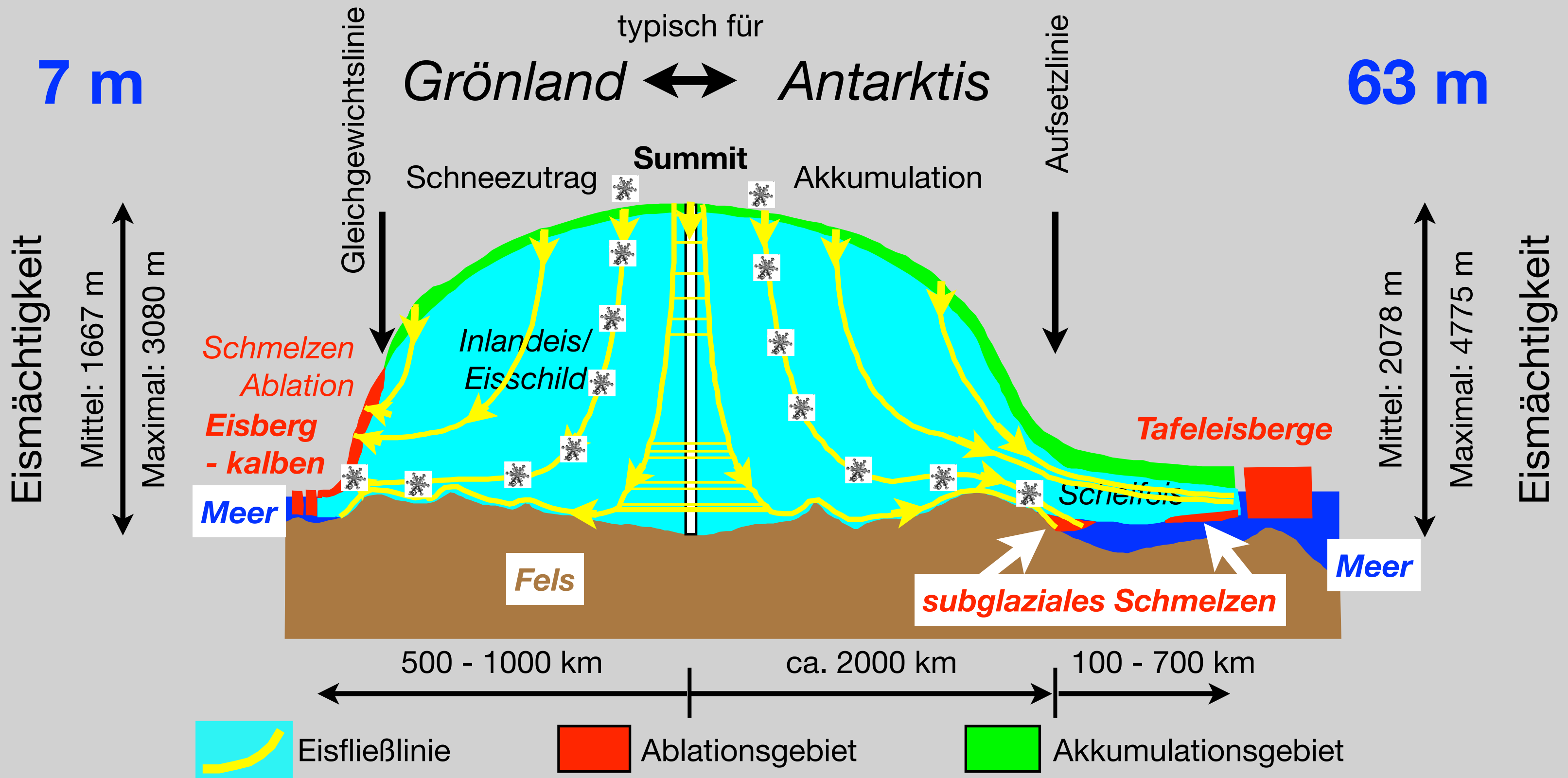


# Ein Eisschild baut sich aus über einander liegenden Jahresschichten auf.





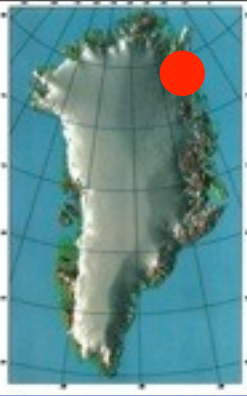
# Schematischer Querschnitt durch einen Eisschild



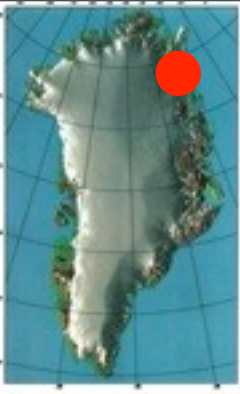
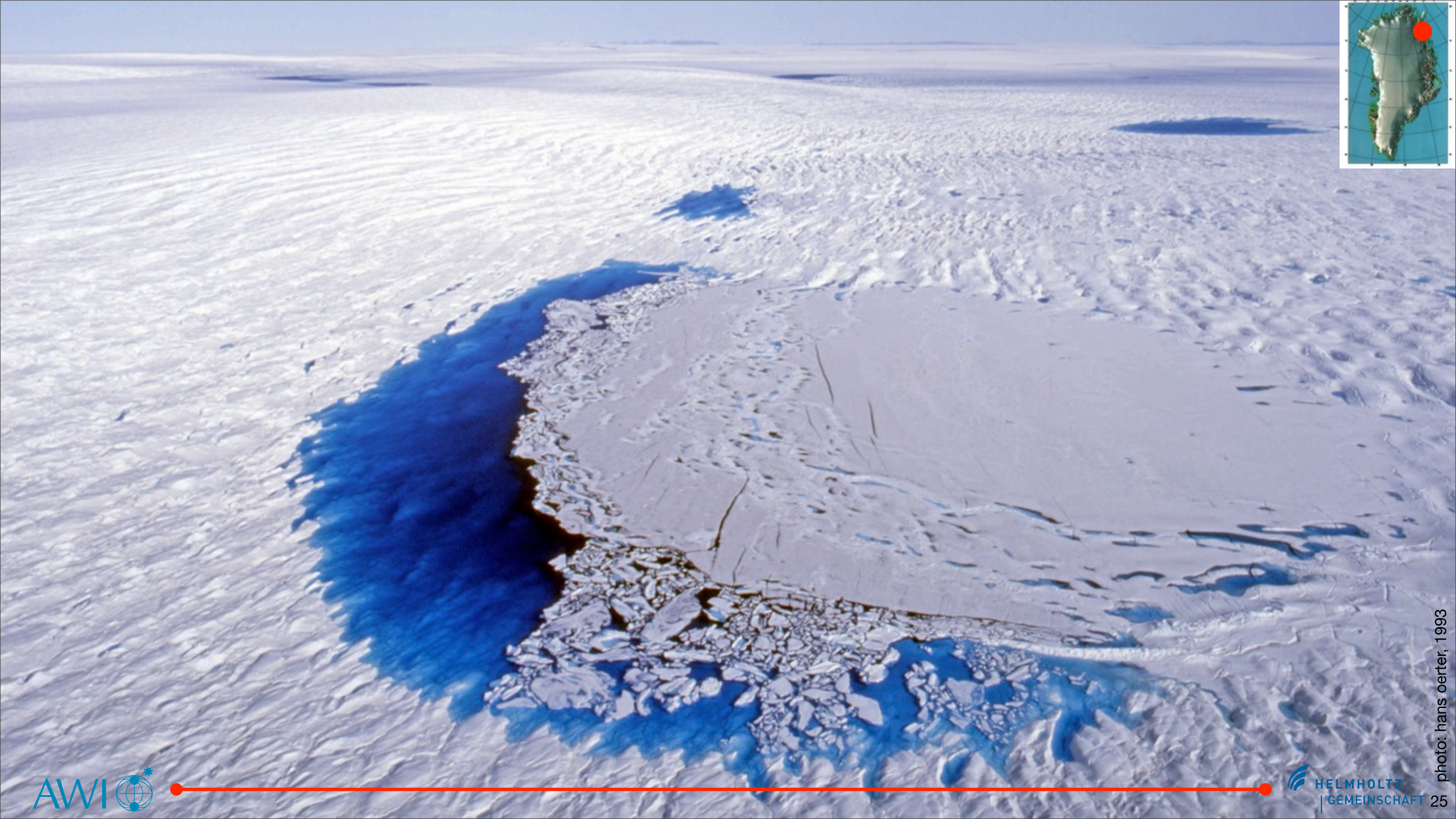
grafik: h. oerter, 2009



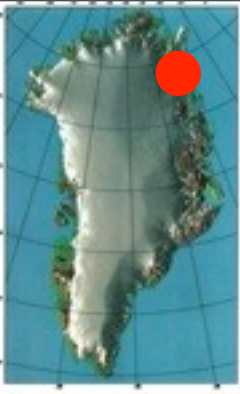
# Schmelzen auf dem Grönländischen Inlandeis



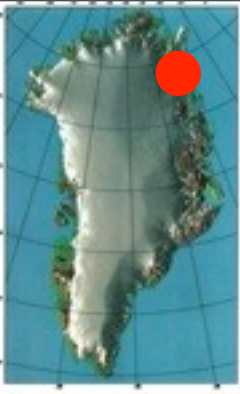














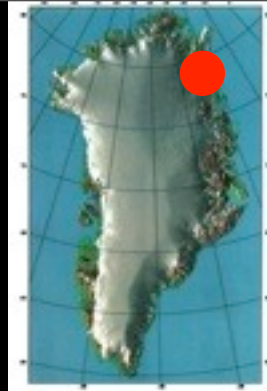
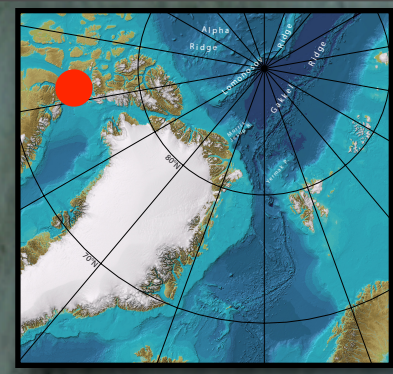
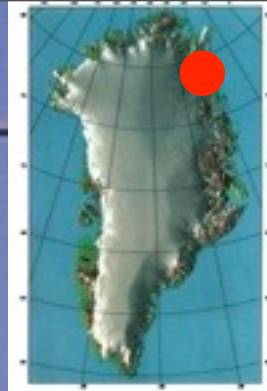


photo: hans oerter











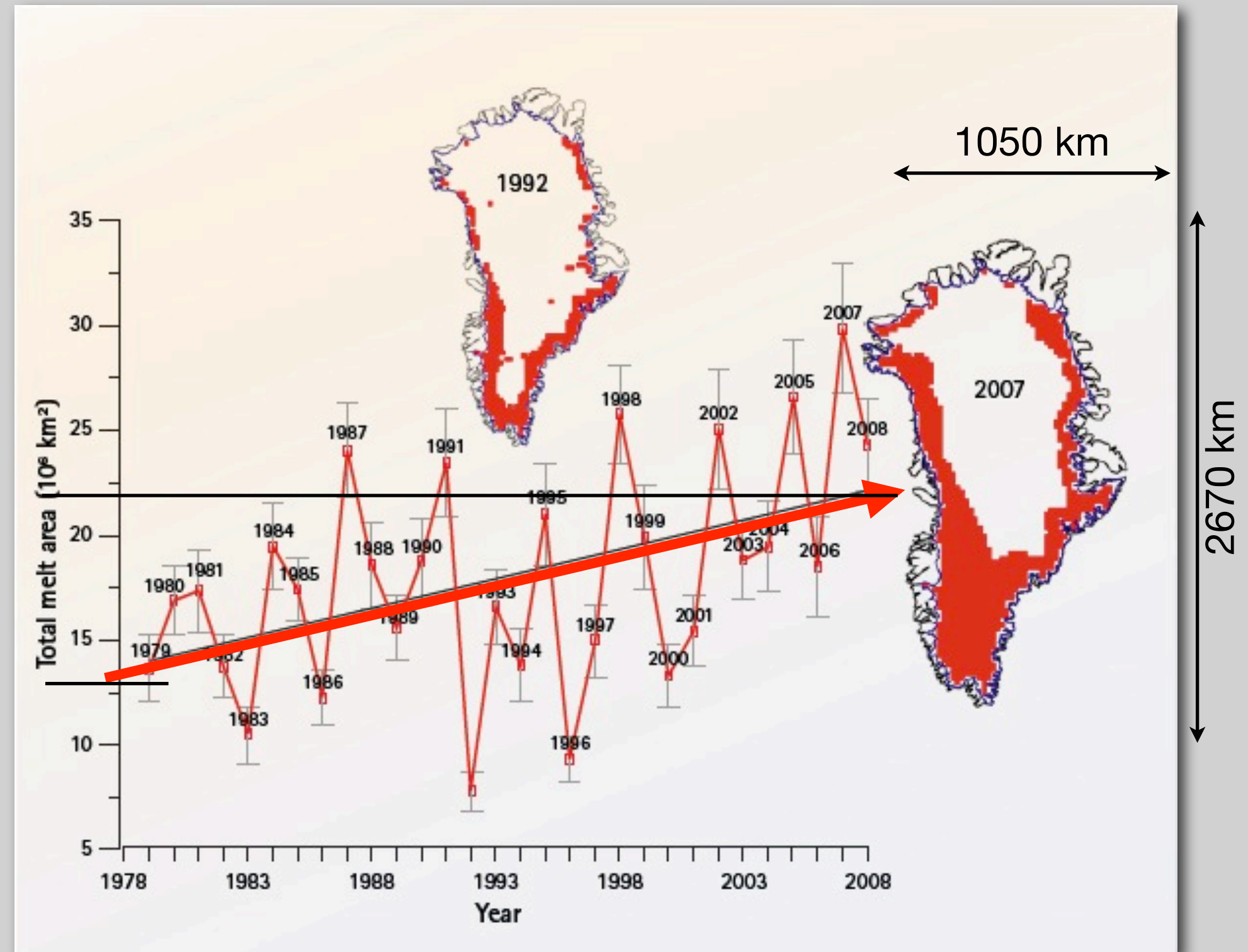
# Schmelzen des Grönländischen Inlandeises

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

*Die beiden Extremjahre waren 2007 (maximale Fläche) und 1992 (minimale Fläche).*

*2007 trat oberflächiges Schmelzen auf etwa 50% der Fläche des Grönländischen Eisschildes auf.*

Quelle: NSIDC/Steffen et al. 2008.





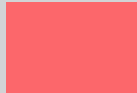


# Eisschmelze auf dem Grönländischen Inlandeis Juli 2012

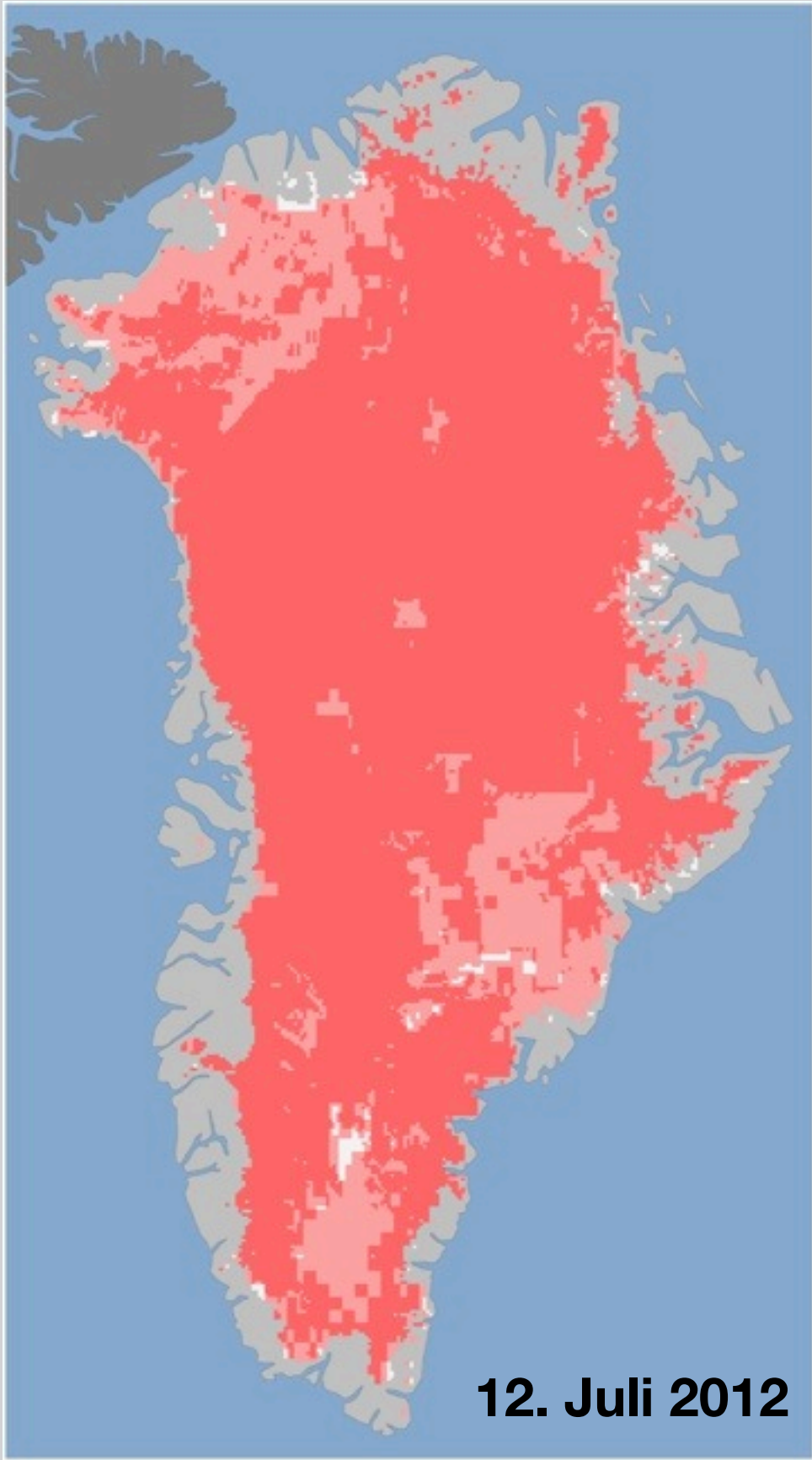
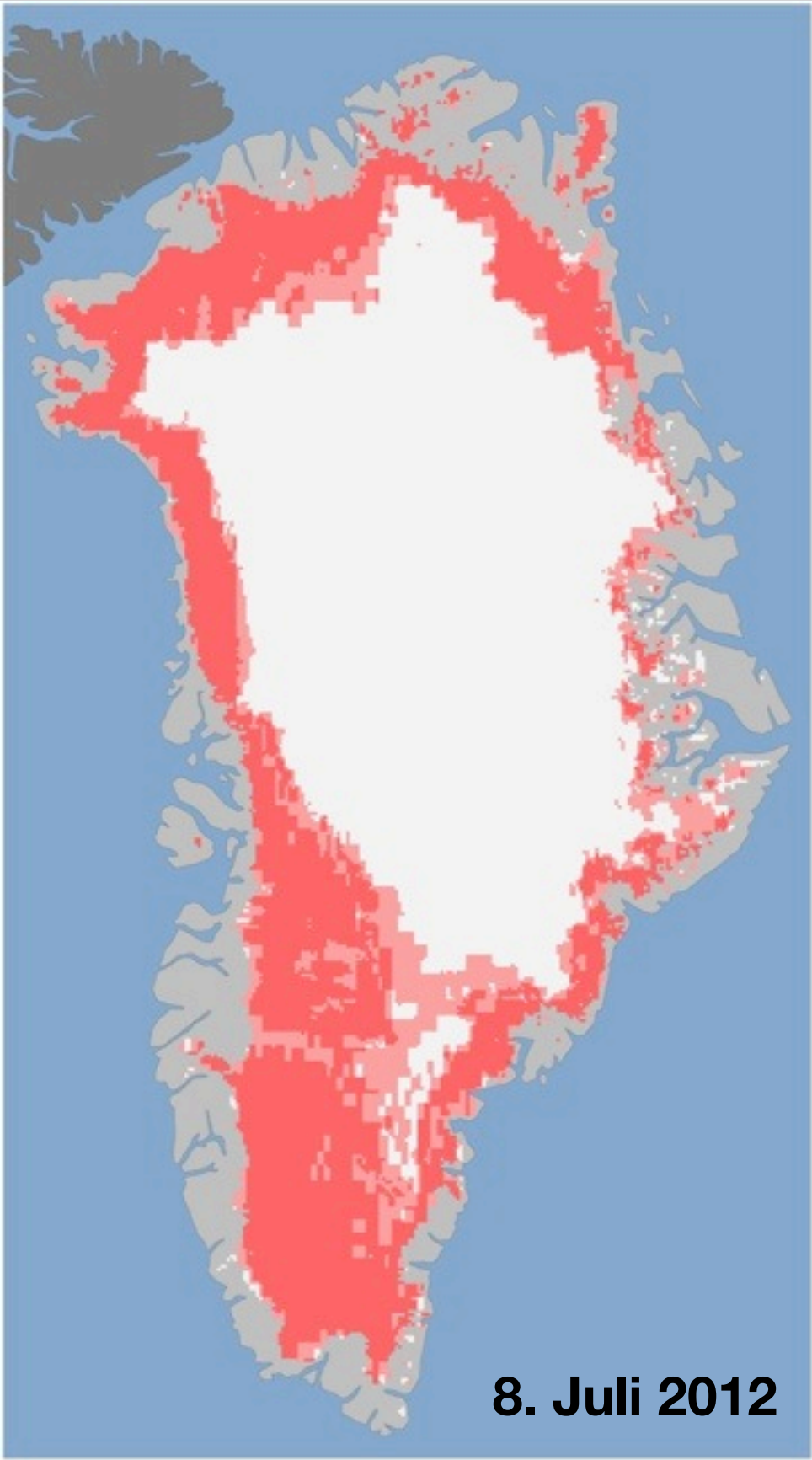
am 8. Juli 2012

Schmelzen auf ca. **40 %** der Oberfläche

am 12. Juli 2012

Schmelzen auf ca. **97 %** der Oberfläche

-  2-3 Satelliten zeigen Schmelzen
-  1 Satellit zeigt Schmelzen
-  kein Schmelzen



Credit: *Nicolo E. DiGirolamo, SSAI/NASA GSFC, and Jesse Allen, NASA Earth Observatory, 2012*



# Massenbilanz Antarktis

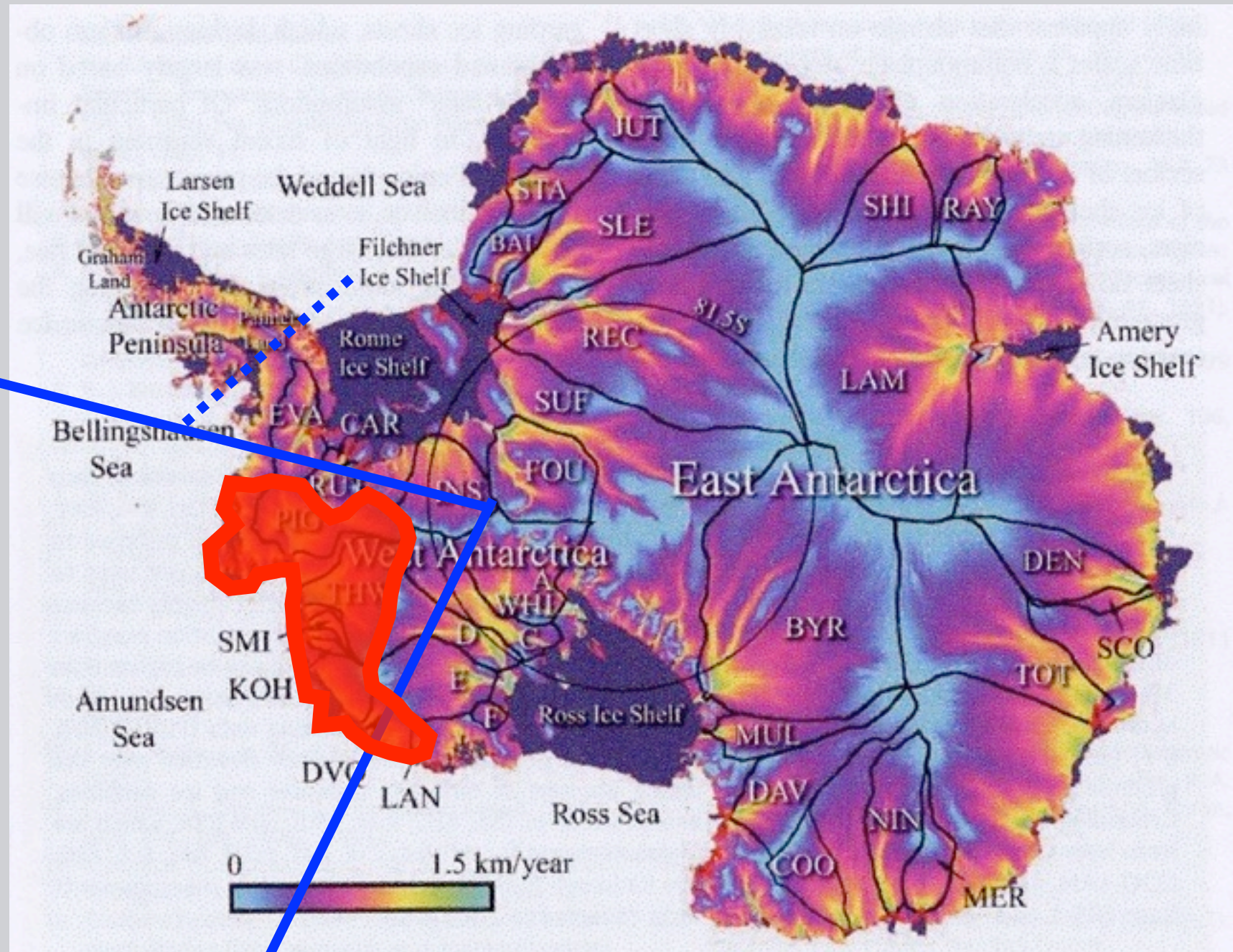
Antarktische Halbinsel:  
**negative Bilanz**

**< 0**

Westantarktis mit  
Pine Island Gl.,  
Thwaites Gl., SMI,  
KOH, DVQ und  
LAN :

**negative Bilanz**

**< 0**



Ostantarktis und  
Zuflüsse Filchner-  
Ronne-Sch. und  
Ross-Sch. :

**etwa  
ausgeglichene  
Bilanz**

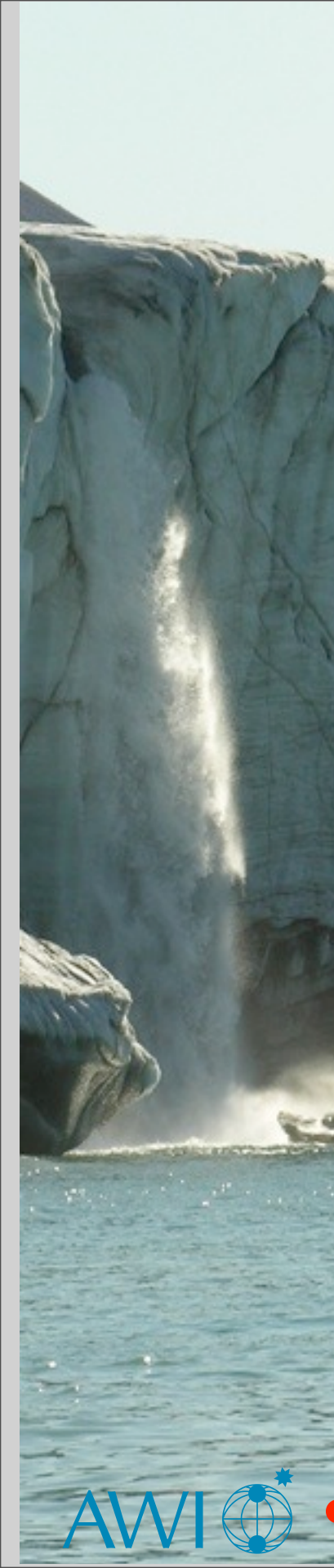
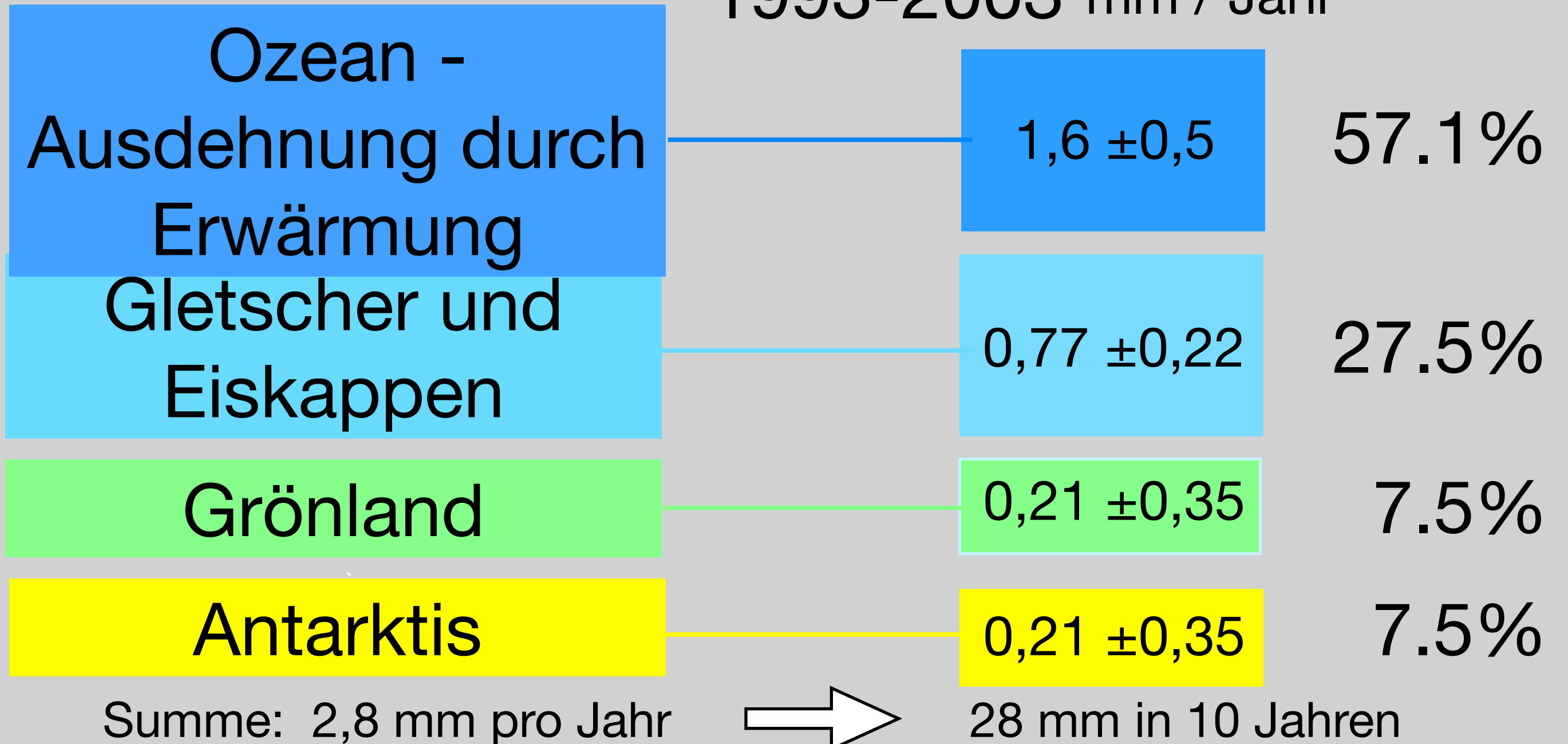
**± 0**

Quelle: Rignot & Thomas, 2002: Mass Balance of Polar Ice Sheets, Science 297, 1502-1506.



# Information aus IPCC-Report 2007: Was verursacht Meeresspiegelanstieg ?

1993-2003 mm / Jahr





# Landeis

Antarktis: Kontinent von Meer umgeben

Arktis: Meer von Land umgeben

Arktis/Grönland: im Sommer starkes Schmelzen an der Eisoberfläche

Massenbilanz Arktis/Grönland: stark negativ

Massenbilanz Antarktis: leicht negativ, infolge beschleunigten Eisabflusses



# Was ist Meereis?

Meereis ist gefrorenes Meerwasser.

Beim Gefrieren von Meerwasser gefriert nur das Wasser, das Salz fällt aus.

Meereis wird vom Wind und den Meeresströmungen bewegt.

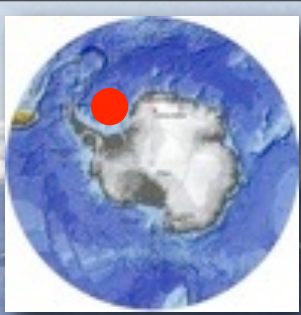
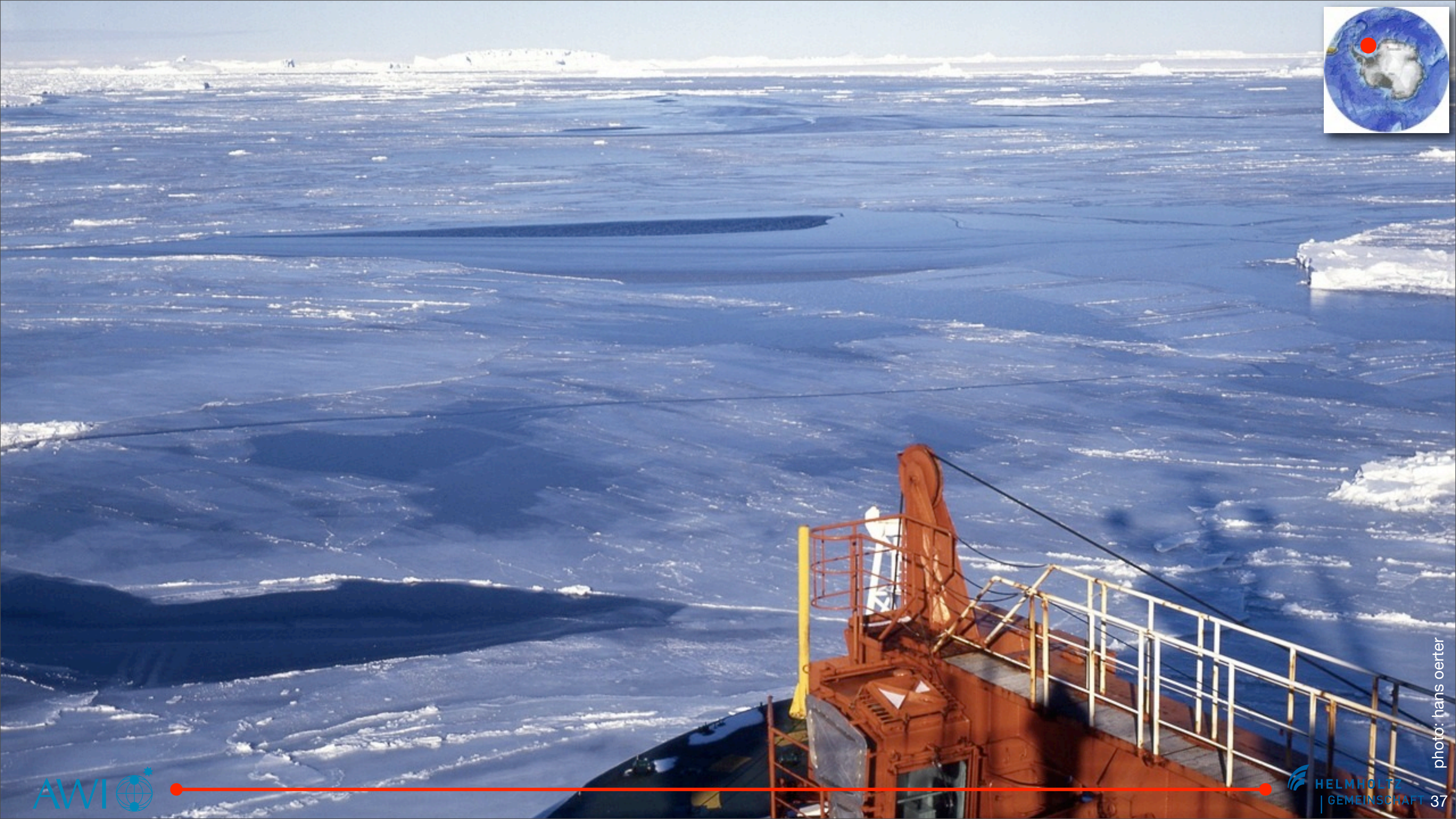
Meereis schmilzt im Sommer und gefriert im Winter.

Meereis ist ein Lebensraum.

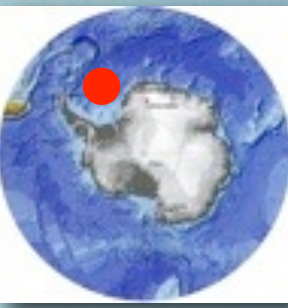


photo: hans oerter











# Fahrt mit einem Eisbrecher durch Meereis



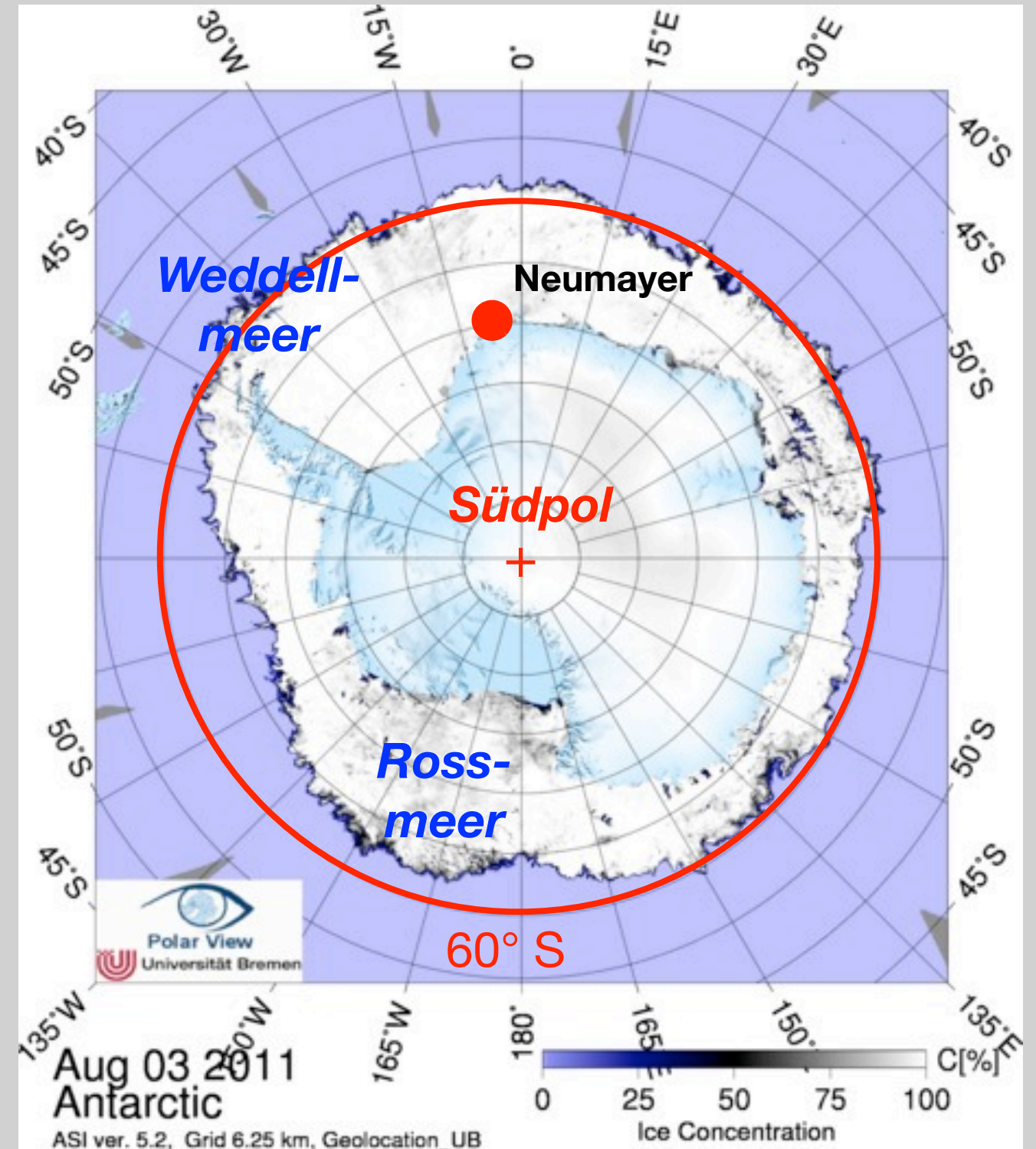
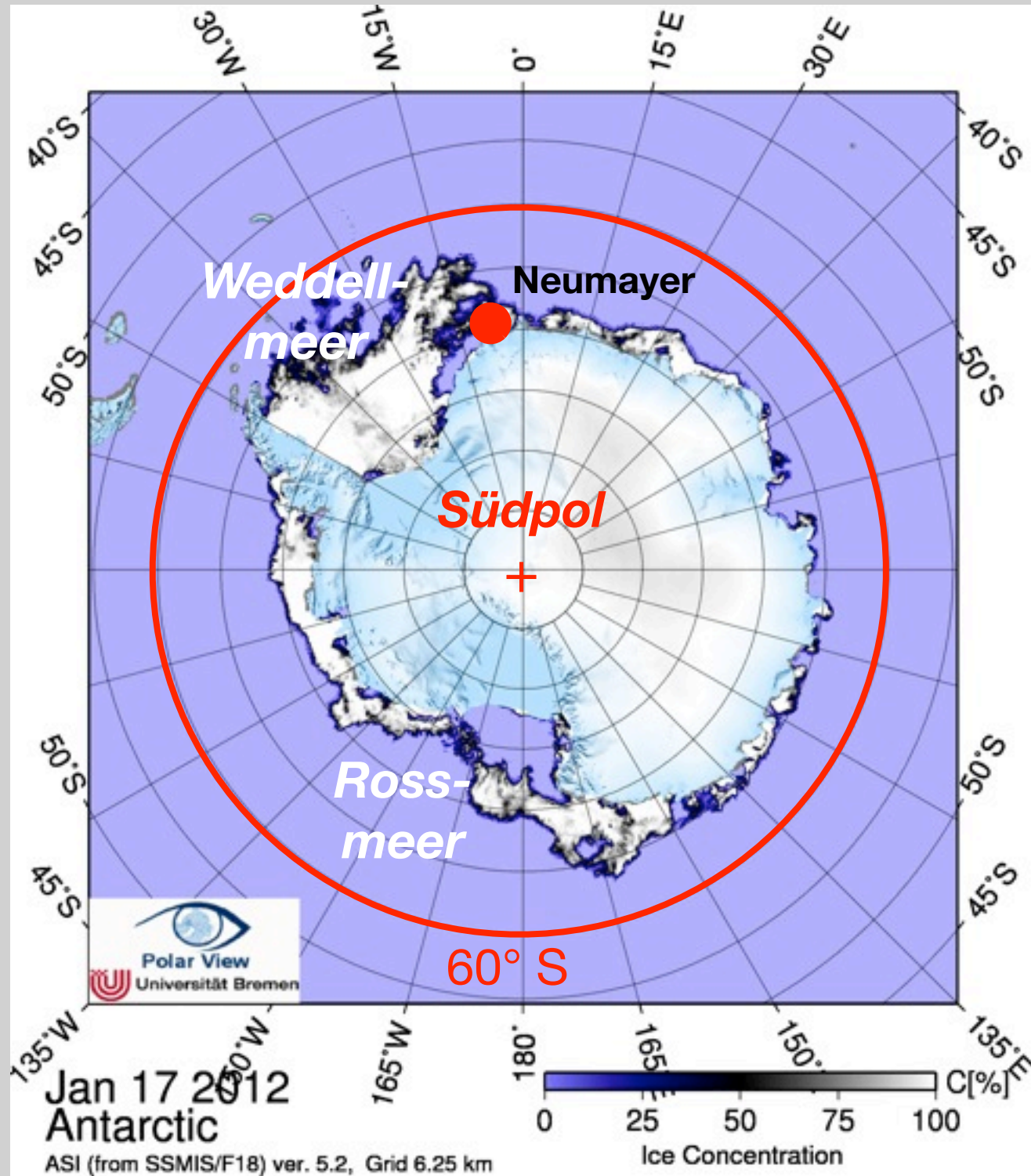
video: hans oerter, 2000



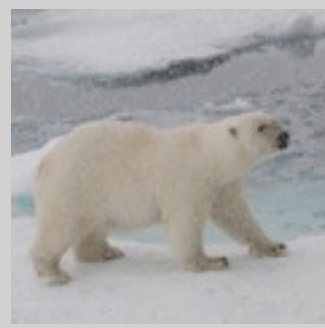
# Meereisausdehnung Antarktis



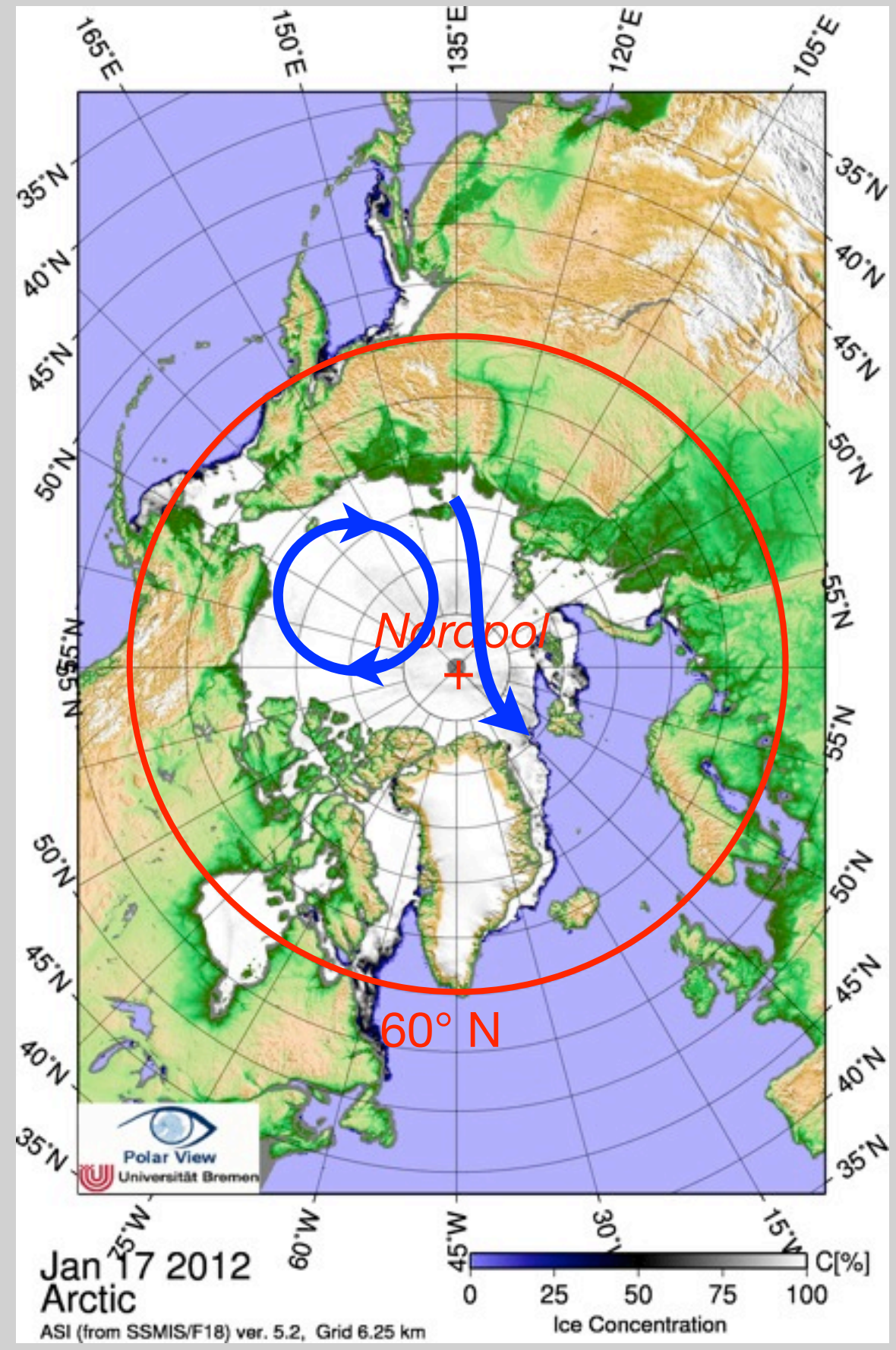
Antarktis - Sommer  
Antarktis - Winter



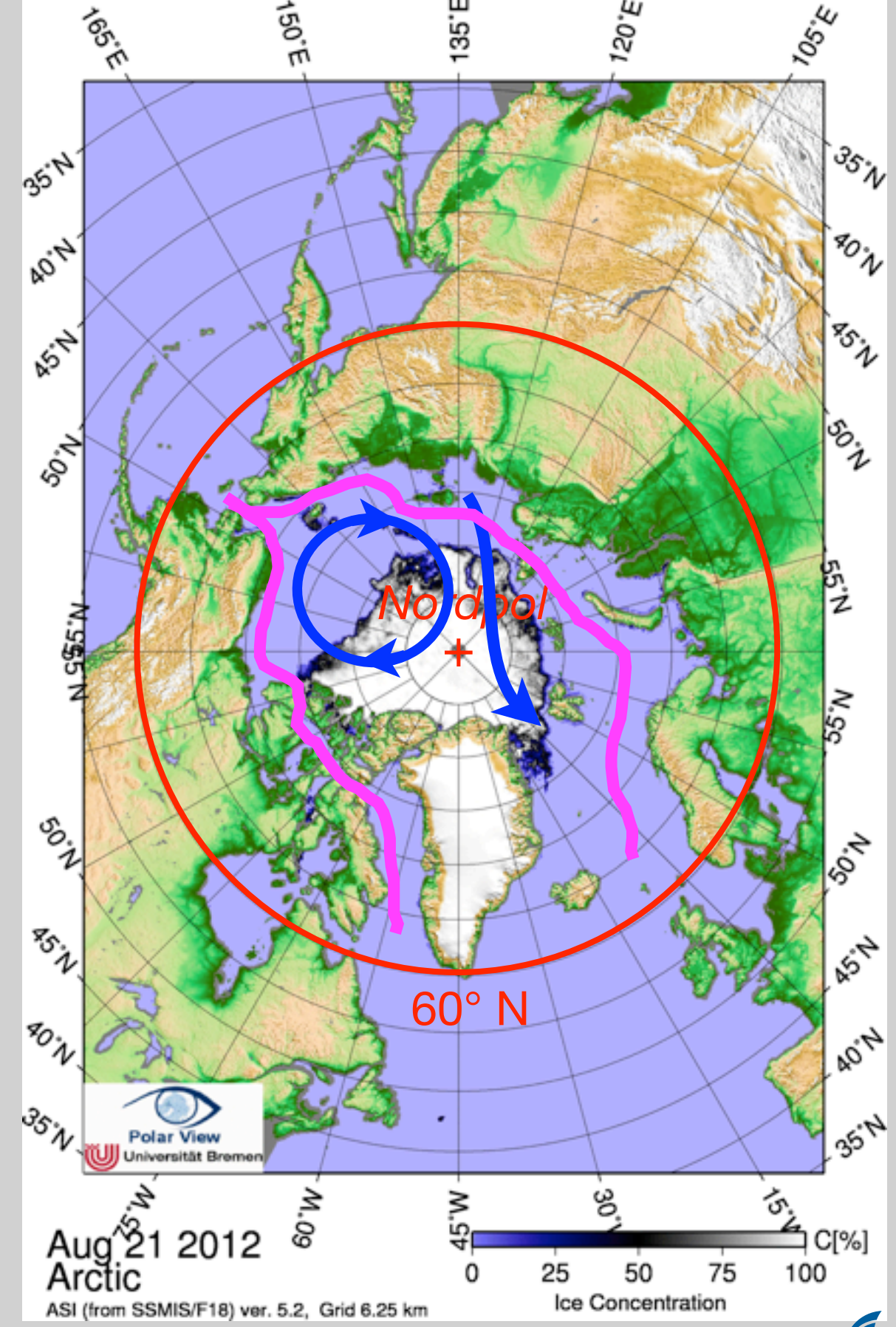




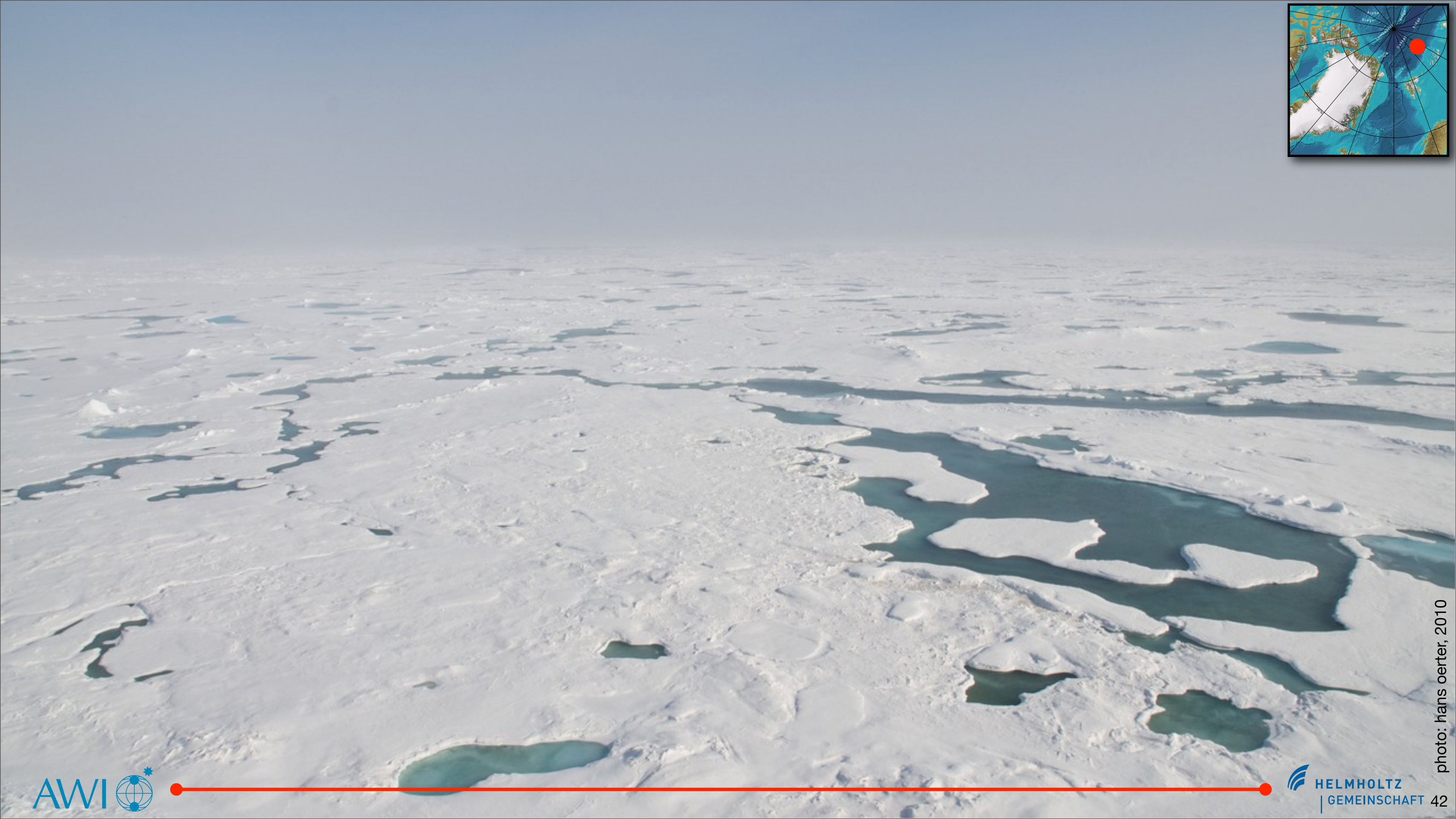
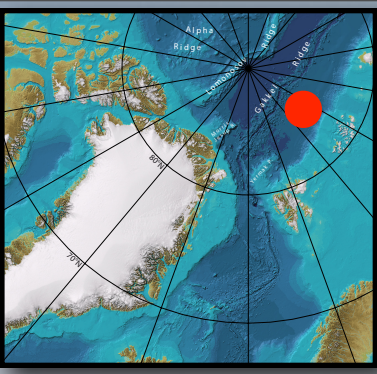
# Arktis - Winter



# Arktis - Sommer









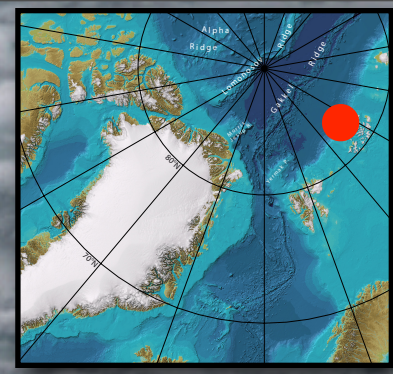




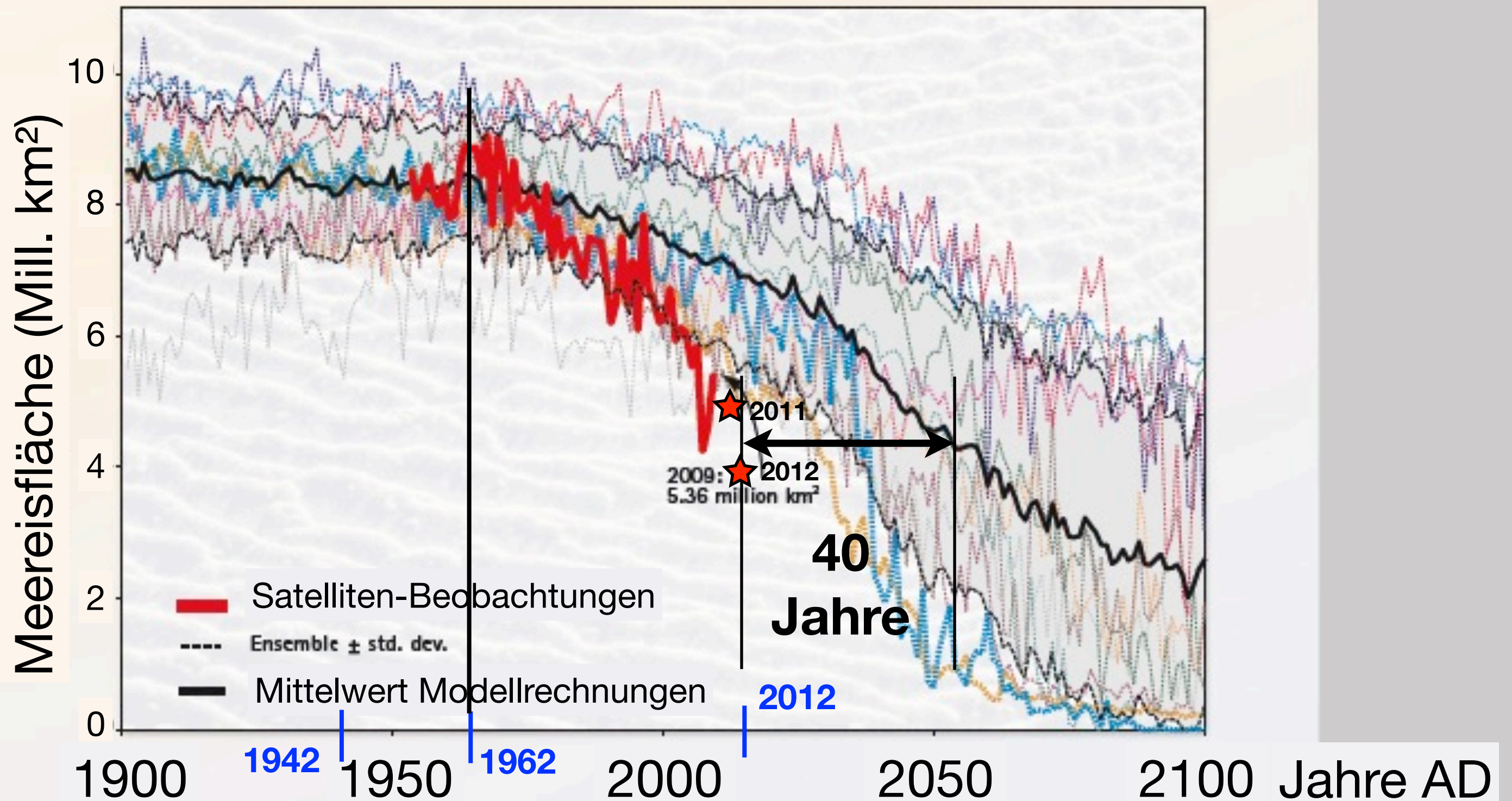


photo: hans oerter, 2007



# Ausdehnung des arktischen Meereises

am Ende des Nord-Sommers (September)



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



Das »ewige Eis« in der Nordpolarregion taut und hat einen Wettstreit um die dort vermuteten Ressourcen entfacht – zu groß ist der weltweite Bedarf an Öl und Gas. Doch was gibt es in der Arktis wirklich zu holen? Wie hoch ist der technische Aufwand? Und welche Instrumente der Konfliktlösung bietet die Politik? Wie Spieler in einem gigantischen Monopoly konkurrieren die Anrainer um die vielversprechenden Gebiete im hohen Norden und unterstreichen ihre Ansprüche mit symbolischen Aktionen und Drohgebärden. Christoph Seidler beschreibt anschaulich, welche Möglichkeiten sich rund um den Nordpol bieten, und analysiert, welche Gefahren der Kampf um die Ressourcen für die Welt birgt – politisch, wirtschaftlich und ökologisch.

CHRISTOPH SEIDLER  
Arktisches Monopoly

CHRISTOPH SEIDLER

# Arktisches Monopoly

Der Kampf um die Rohstoffe der Polarregion



DVA

SPIEGEL  
BUCHVERLAG

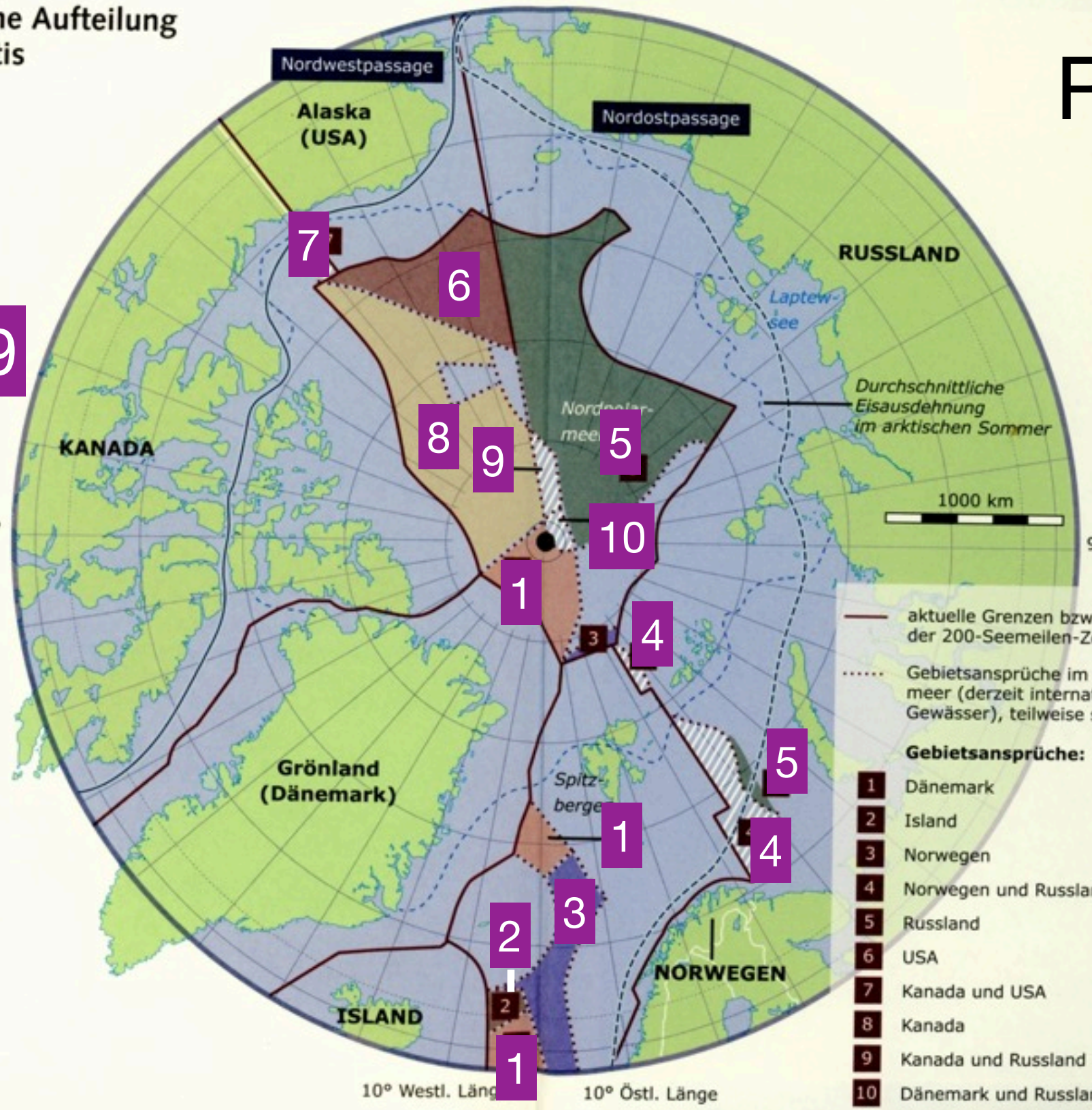
DVA

SPIEGEL  
BUCHVERLAG

München: DVA (2009)



Mögliche Aufteilung der Arktis



USA 6 7

Kanada 7 8 9

Grönland/  
Dänemark 1 10

Island 2

Russland 5 4 9 10

Norwegen 3 4



# Meereis

Meereis ist gefrorenes Meerwasser

Meereis ist immer in Bewegung

Meereis schmilzt im Sommer und gefriert im Winter

Meereis im Nordpolarmeer nimmt stark ab

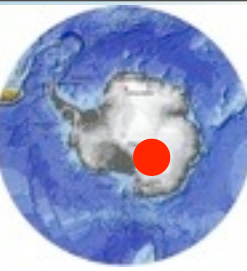
Meereis im Südpolarmeer zeigt wenig Veränderung

Meereis ist ein wichtiger Lebensraum

Territoriale Ansprüche im Nordpolar



# 800.000 Jahre Klimageschichte aus dem Inlandeis der Antarktis



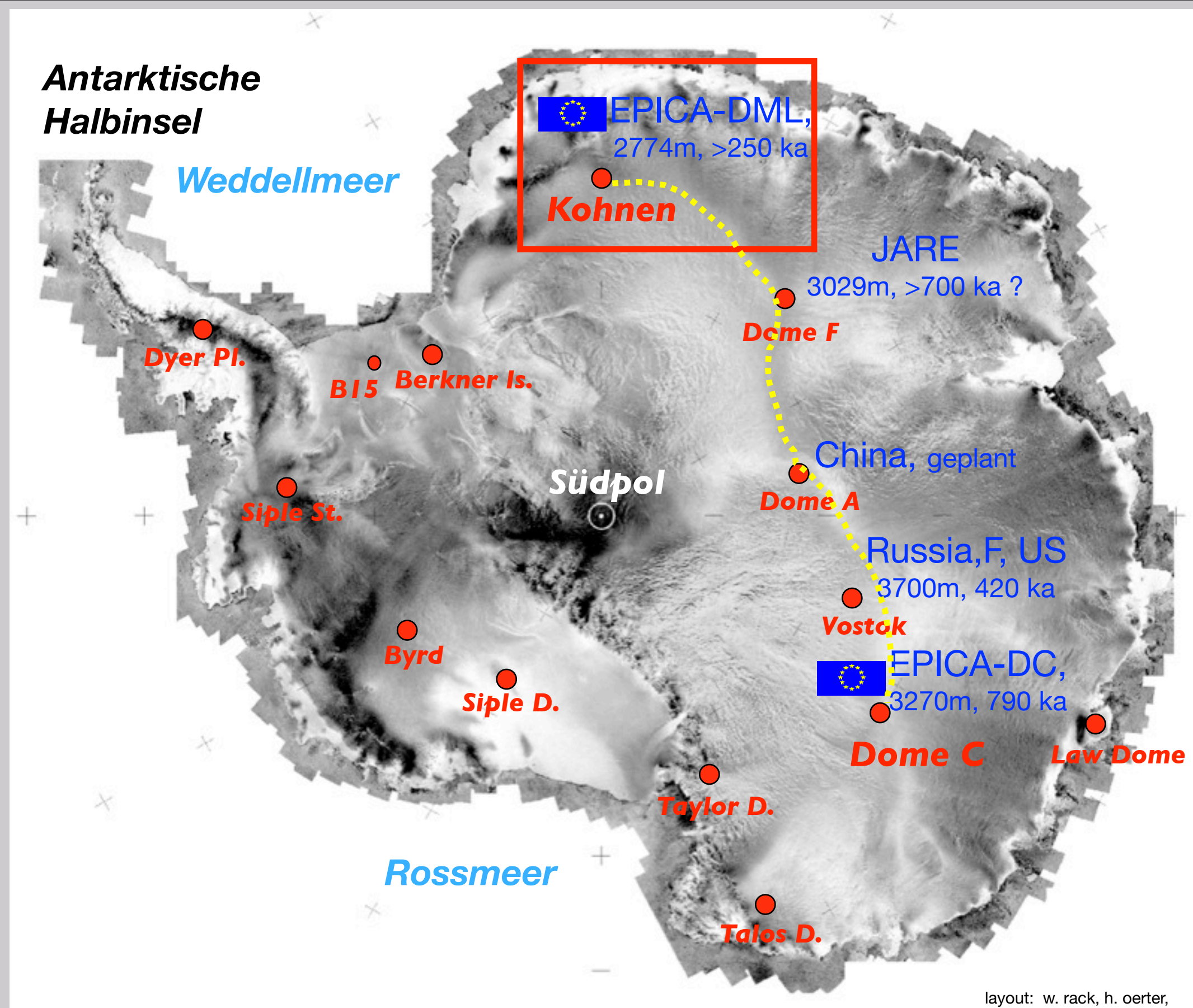


# Tiefe Eisbohrkerne in der Antarktis

European Project for Ice Core Drilling in Antarctica  
(EPICA)



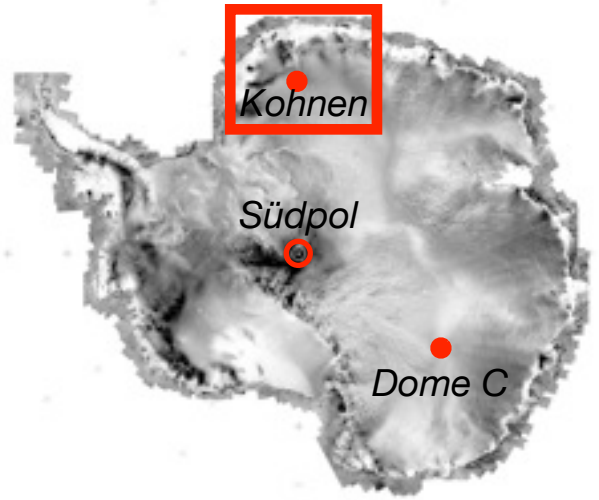
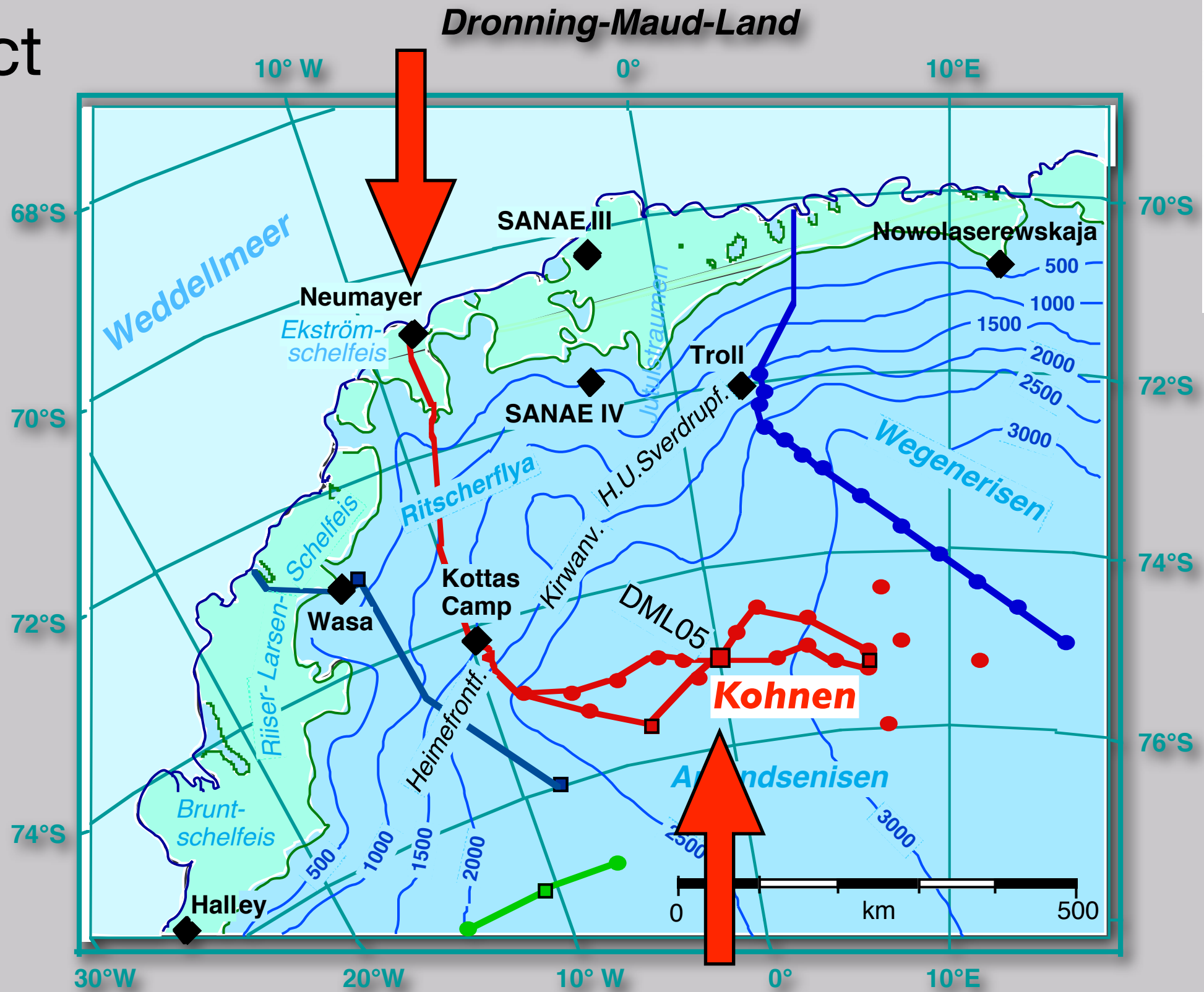
Haupteissscheide der Ostantarktis



layout: w. rack, h. oerter,



# European Project for Ice Core Drilling in Antarctica (EPICA)



Meer
  Schelfeis
  Inlandeis, gegründetes Eis
  2000 Höhenlinie
  Aufsetzlinie

**Traversenrouten:**
 Großbritannien
  Schweden
  Deutschland
  Norwegen

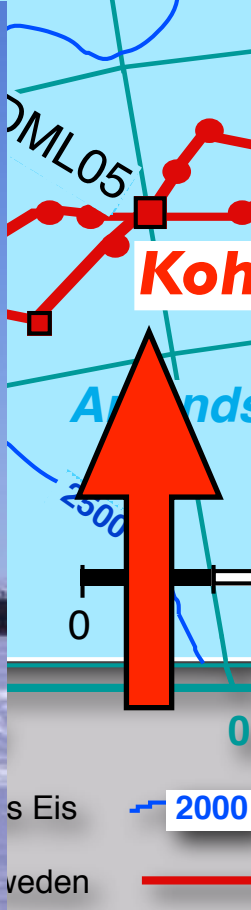
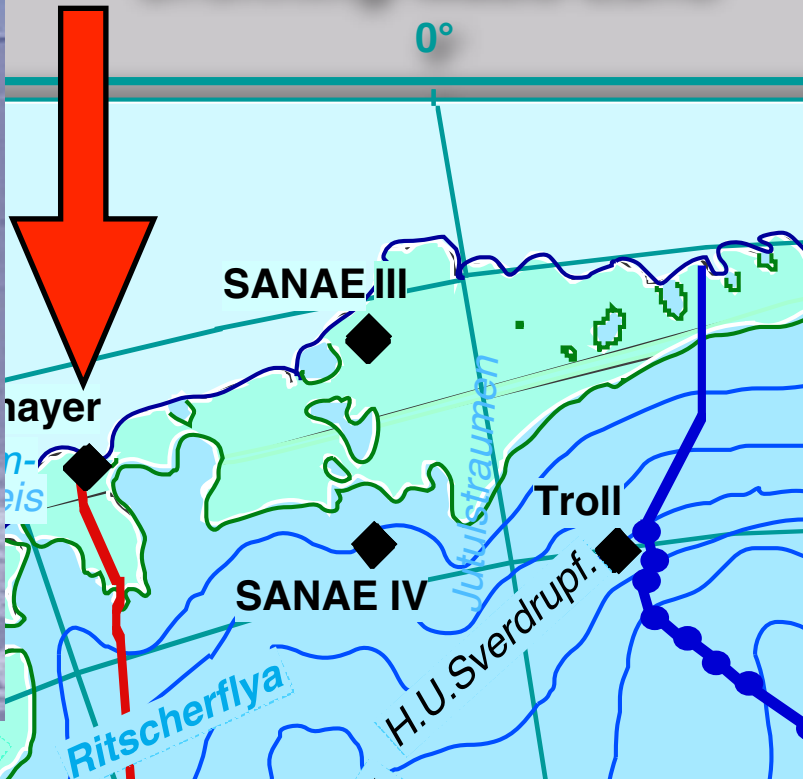




photo: AWI, 2009



# 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



# Eiskerntiefbohrung in der Antarktis

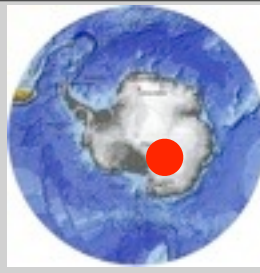
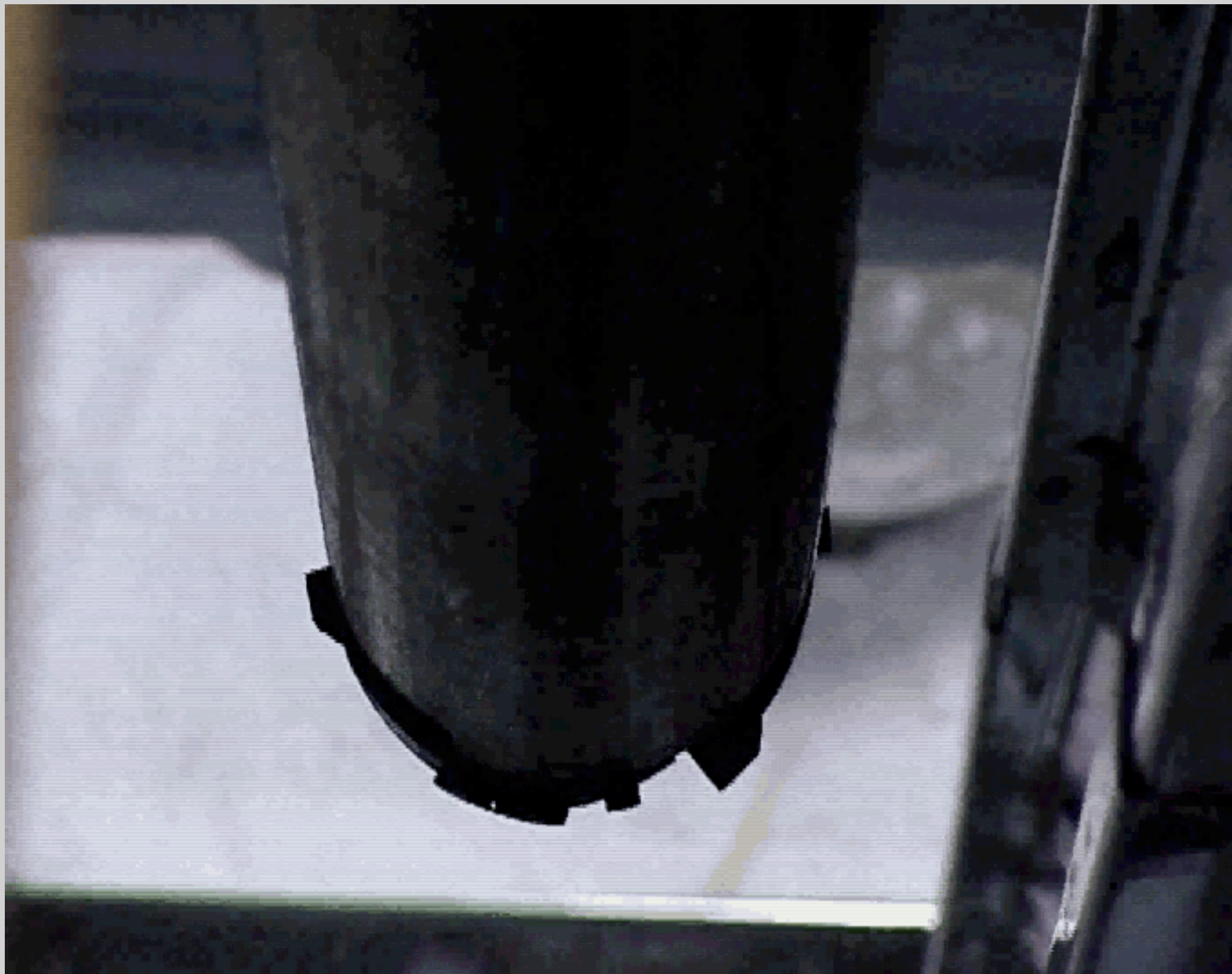


foto: hans oerter, 2006

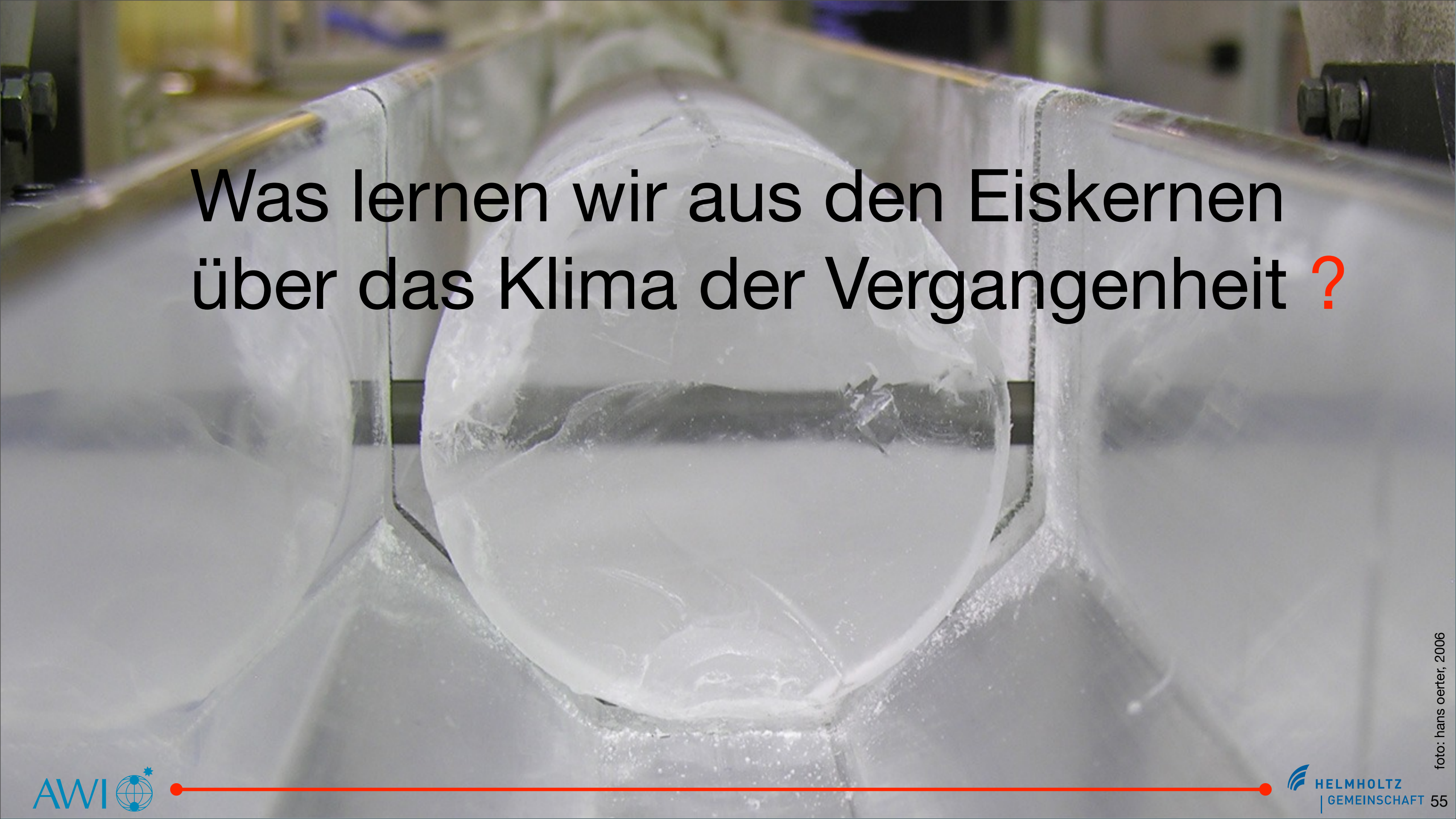




## Bohren eines Eiskerns

Archiv AWI/Kipfstuhl





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



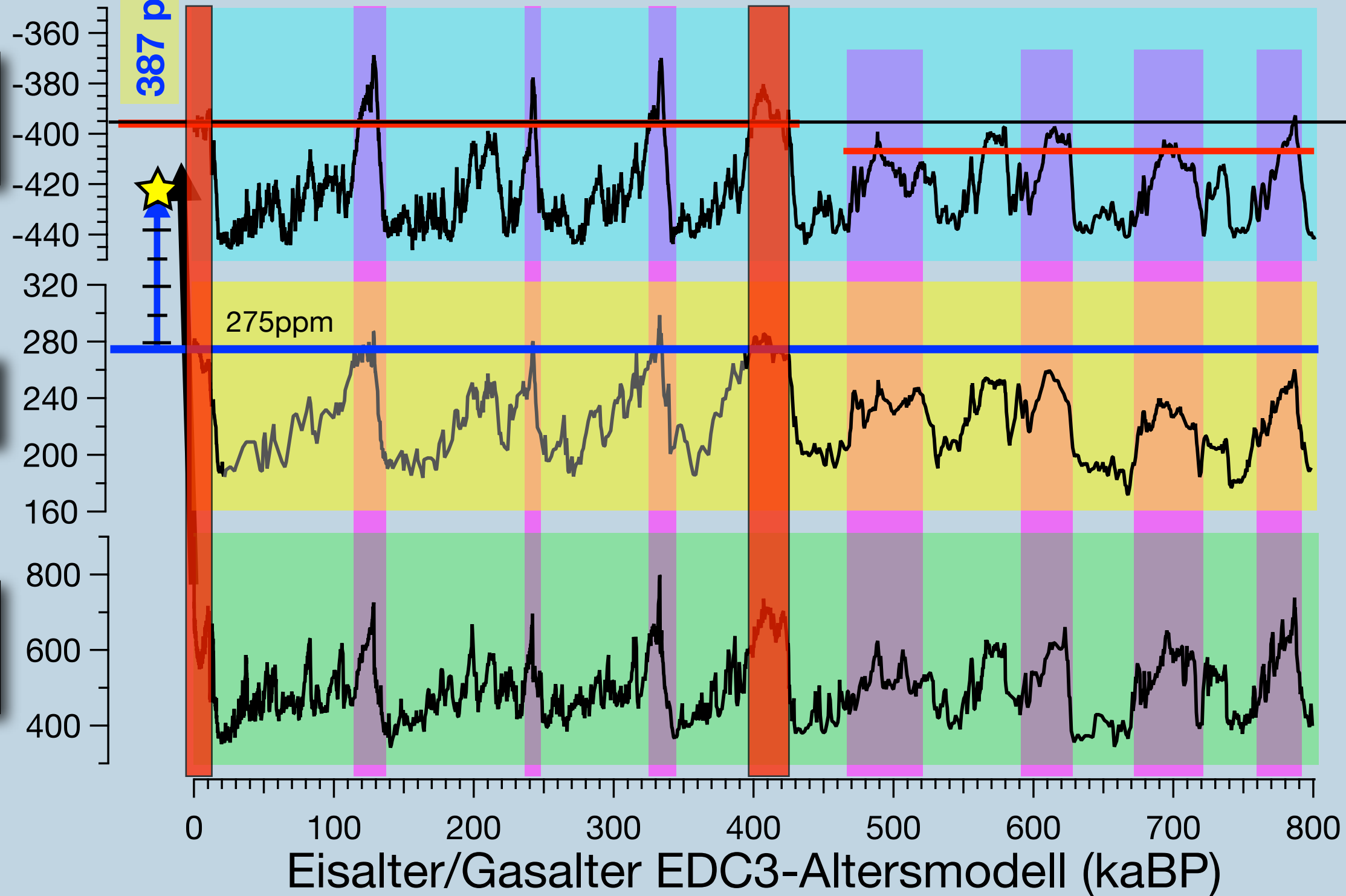
# Klimadaten aus antarktischen Eiskernen

(EDC und Vostok)

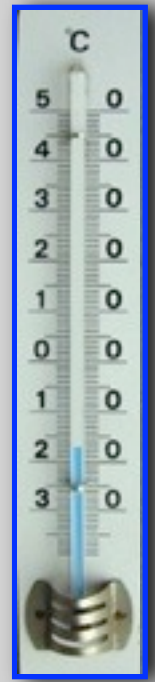
**Deuterium**  
(‰-SMOW)

**CO<sub>2</sub>** (ppmv)

**Methan**  
(ppbv)



+5°C  
-10°C



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



# Eis als Klimaarchiv

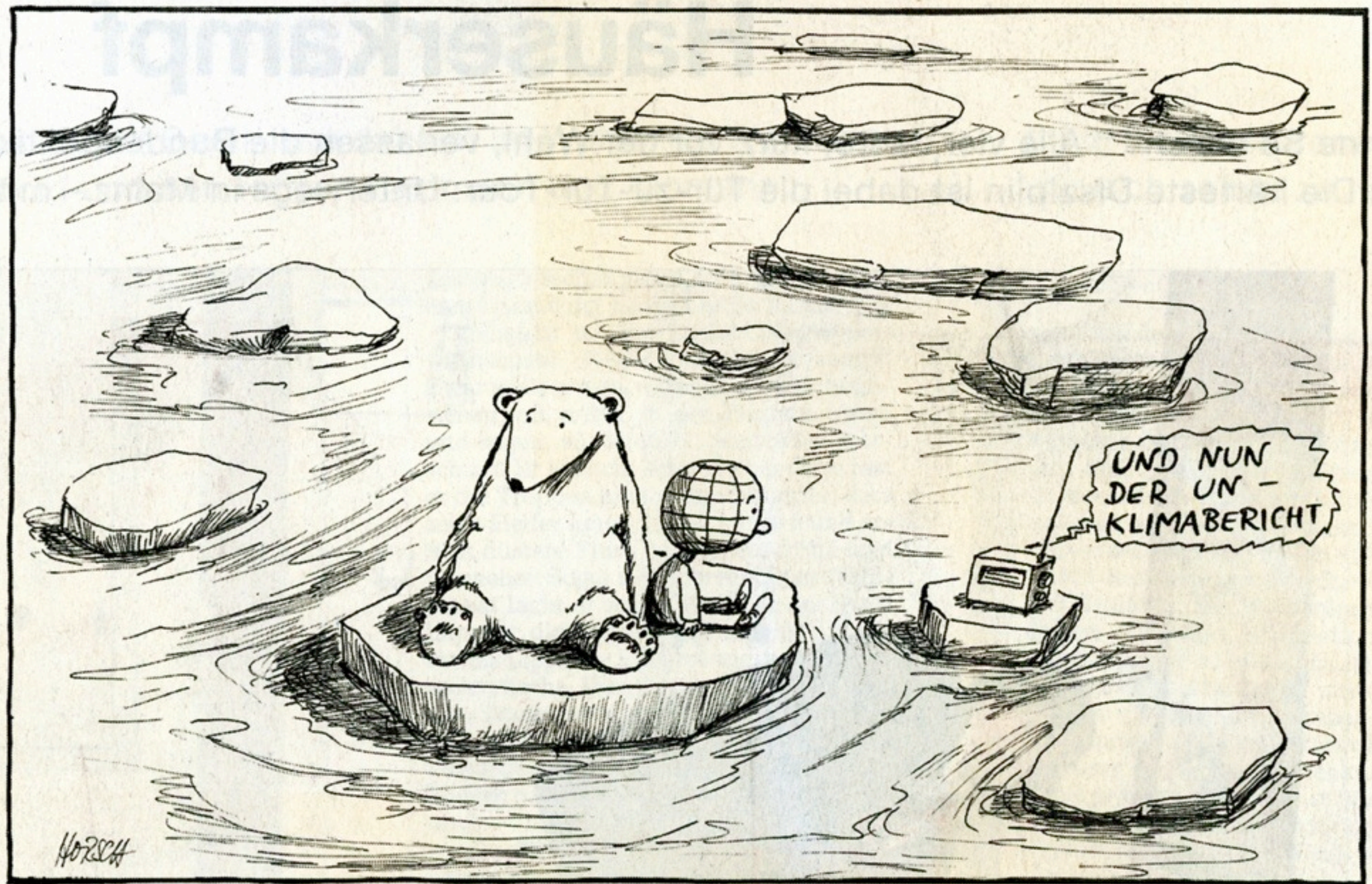
Eisalter in Grönland bis 122.000 Jahre

Eisalter in der Antarktis bis 800.000 Jahre

Eis speichert Temperaturschwankungen

Eis speichert Zusammensetzung der Atmosphäre, u.a.  
den Gehalt an den Treibhausgasen CO<sub>2</sub> und Methan



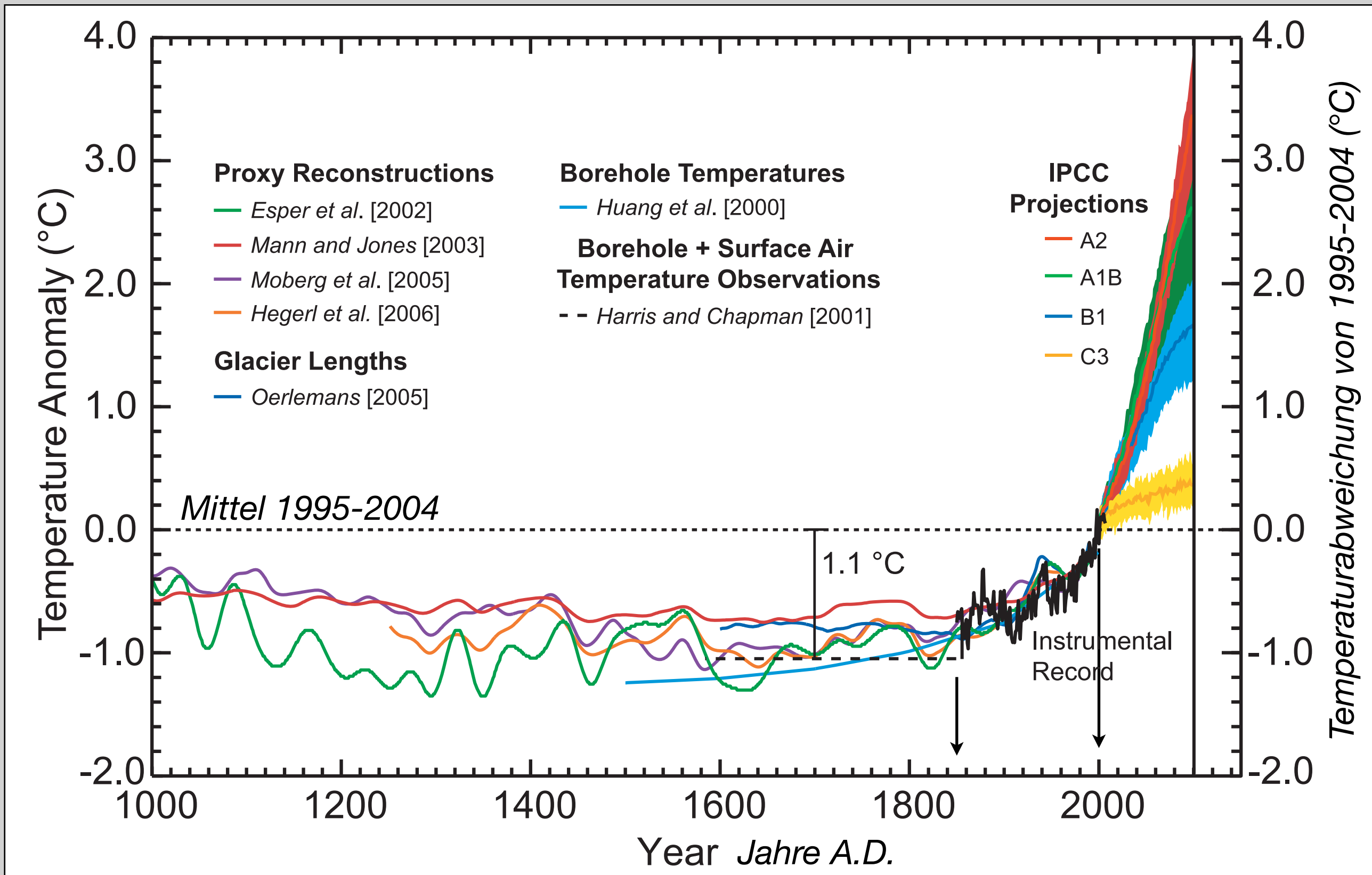


SZ-Zeichnung: Wolfgang Horsch

Süddeutsche Zeitung 24. Sept. 2009

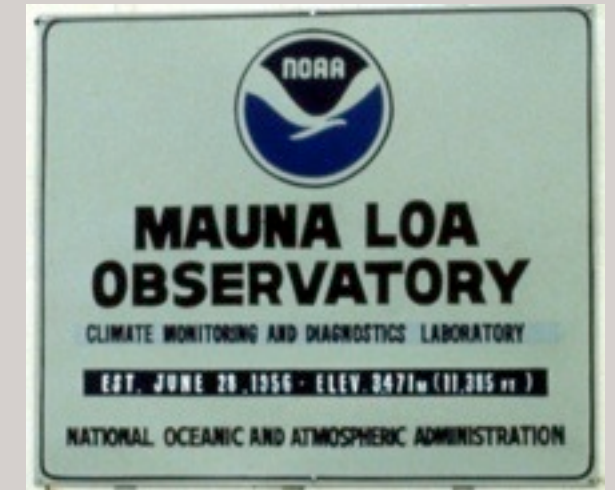
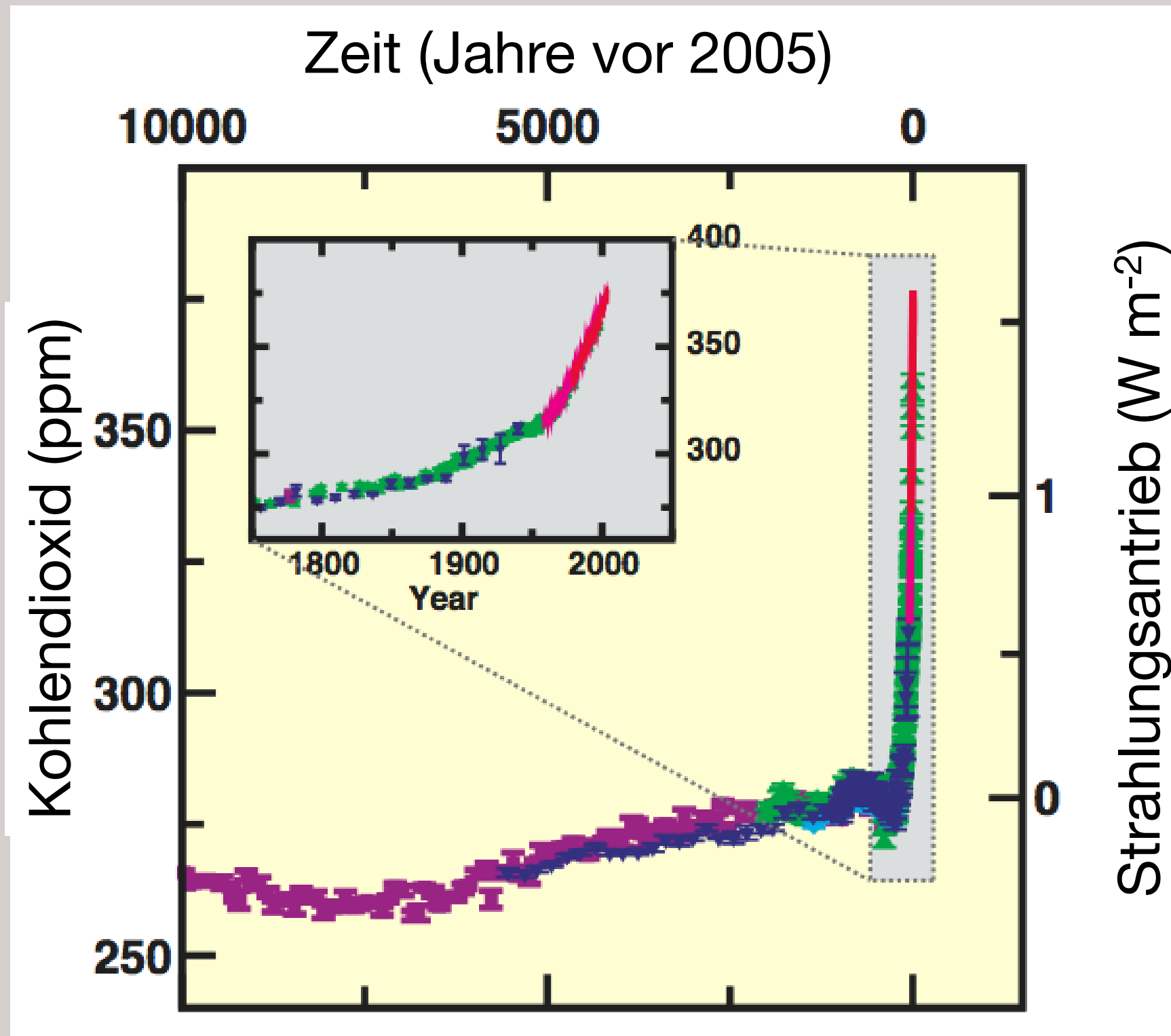


# Klimaänderung: Vergangenheit und Zukunft



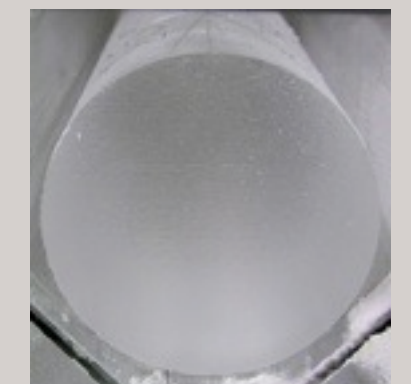


# Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre



Messung an  
Luftproben seit 1958

Messung an  
Eisproben



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



# Ansteigende Weltbevölkerung

2003 AD: 6,3 Mrd.

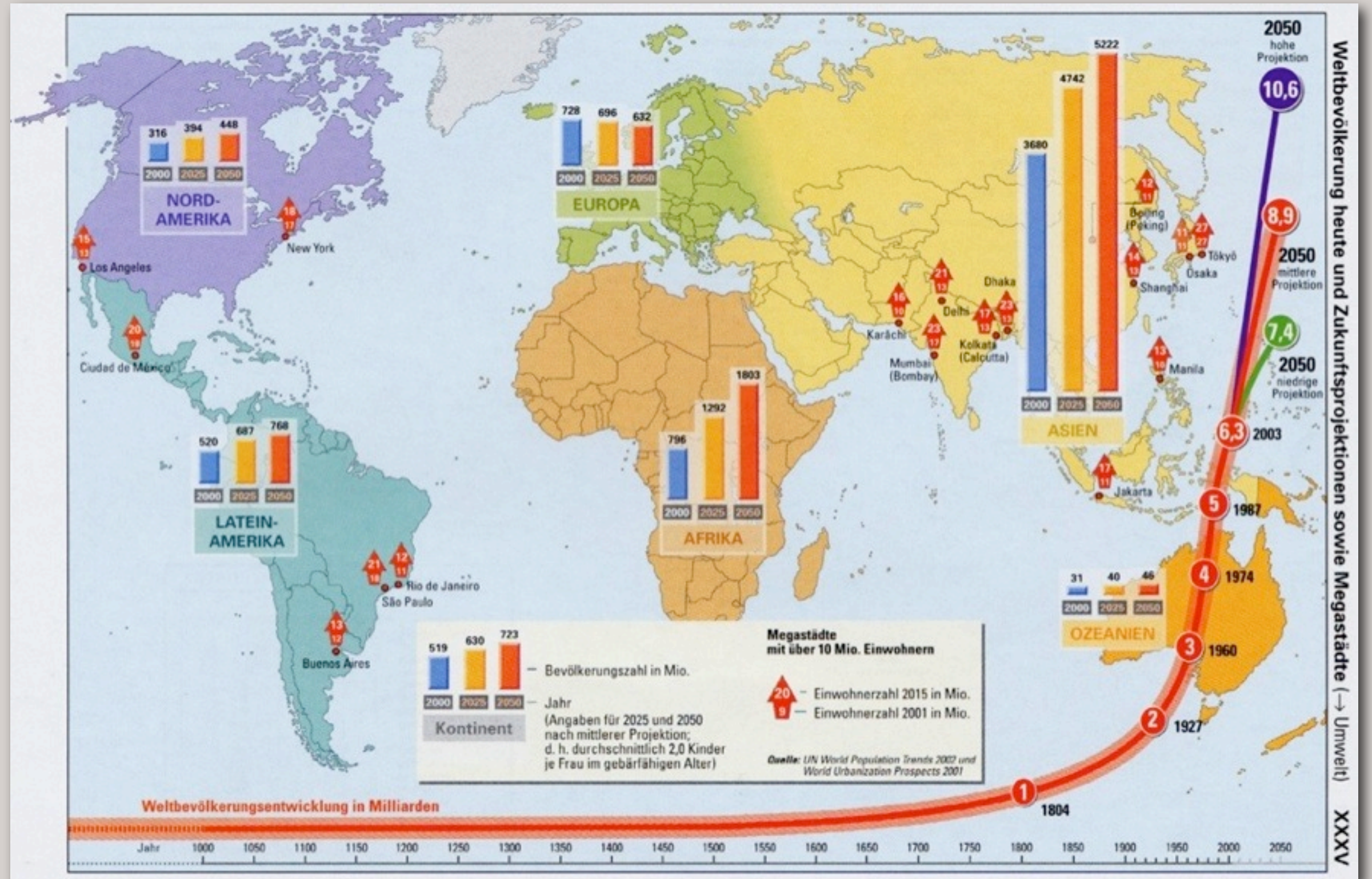
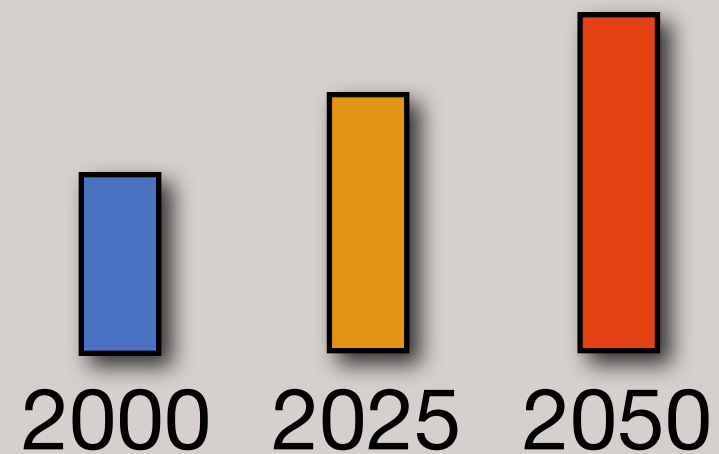
1987 AD: 5 Mrd.

1974 AD: 4 Mrd.

1960 AD: 3 Mrd.

1927 AD: 2 Mrd.

1804 AD: 1 Mrd.



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