

Grönland oder Grünland? – Über den grönländischen Eisschild unter sich ändernden Klimabedingungen.

Hans Oerter

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

Hans.Oerter@awi.de

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

Wie stelle ich mir Grönland vor ?



Was ist die Massenbilanz eines Eisschildes ?



Schmilzt Grönland dahin ?





Grönland/ Kalaallit Nunaat

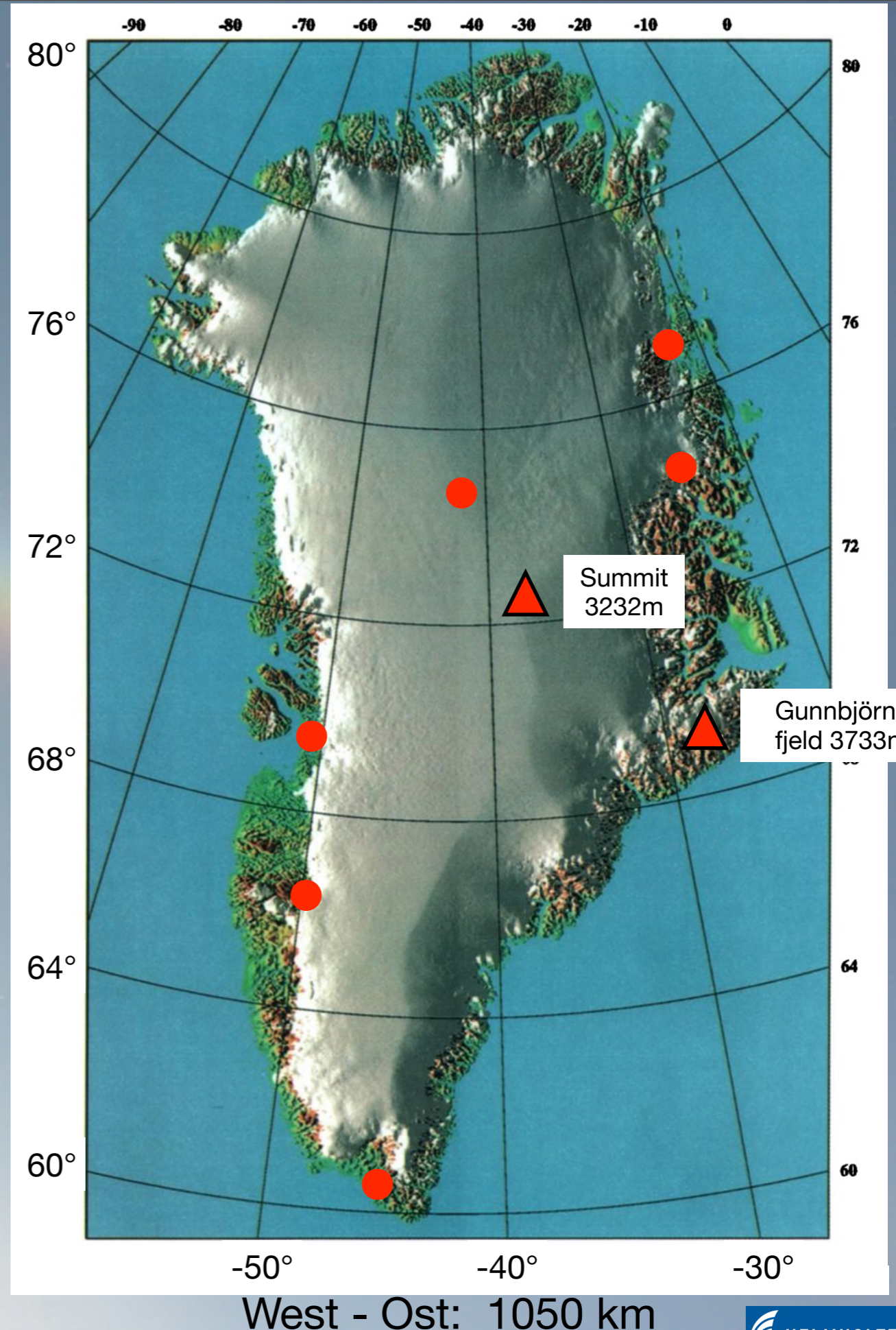
Fläche: 2,166 Mill. km²
 eisfrei: 0,410 Mill. km²
(BRD: 0,357 Mill. km²)
 eisbedeckt: 1,756 Mill. km²
 Vergletscherung: 81,1 %

Quelle: Der Fischer Weltatmanach 2009

Mittlere Eismächtigkeit 1670 m

Grönländisches Inlandeis entspricht
7,3 m Meeresspiegeländerung

Süd - Nord: 2670 km



West - Ost: 1050 km

aus: S. Ekholm, J. Geophys. Res. 101, B10 (1996)



aus: S. Ekholm, J. Geophys. Res. 101, B10 (1996)

foto: hans oerter, 2008

Igaliku



aus: S. Ekholm, J. Geophys. Res. 101, B10 (1996)

foto: hans oerter, 2001

Eisrand bei Kangerlussuaq



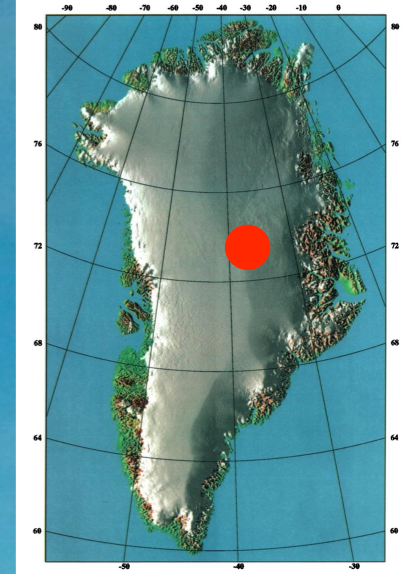
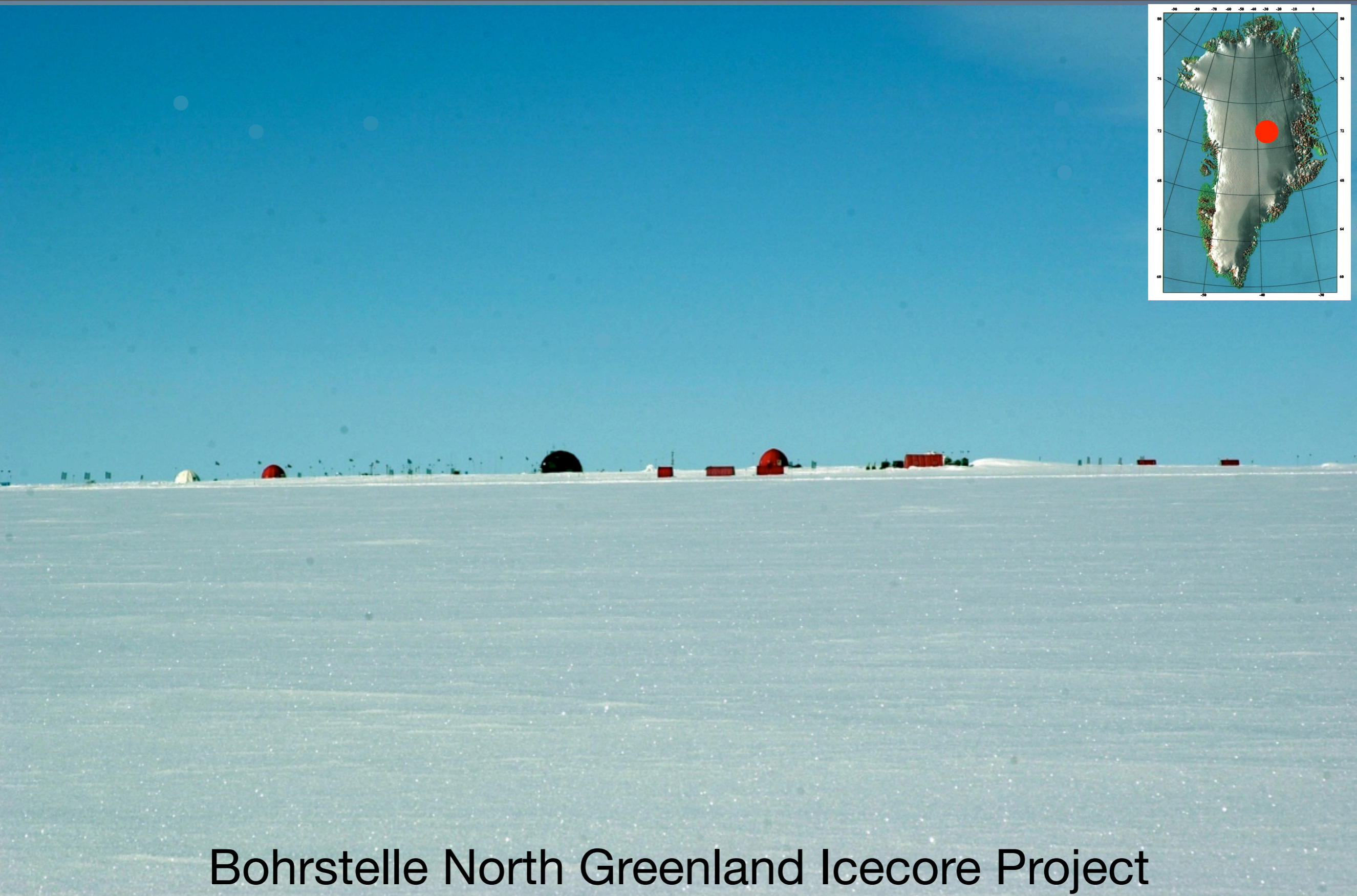
DMG Zweigverein Frankfurt/M, Offenbach, 19. Mai 2010





Ilulissat: Sermermiut und Eisfjord (Kangia)

DMG Zweigverein Frankfurt/M, Offenbach, 19. Mai 2010

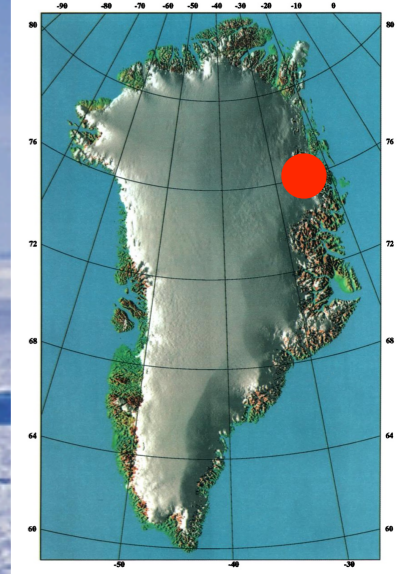


Bohrstelle North Greenland Icecore Project 1999-2003



Heinkelgletscher, Ostgrönland

DMG Zweigverein Frankfurt/M, Offenbach, 19. Mai 2010



Storstrømmen, Nordostgrönland

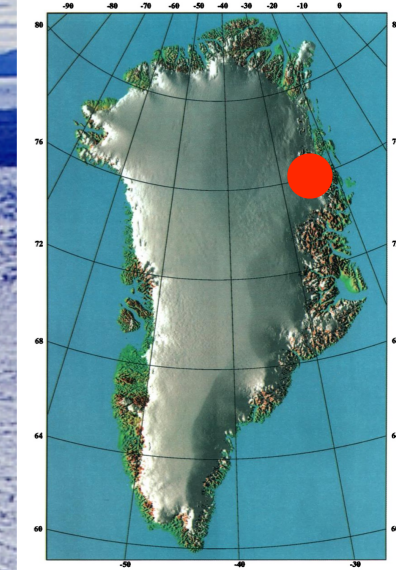


foto: hans oerter, 1994

Storstrømmen, Nordostgrönland

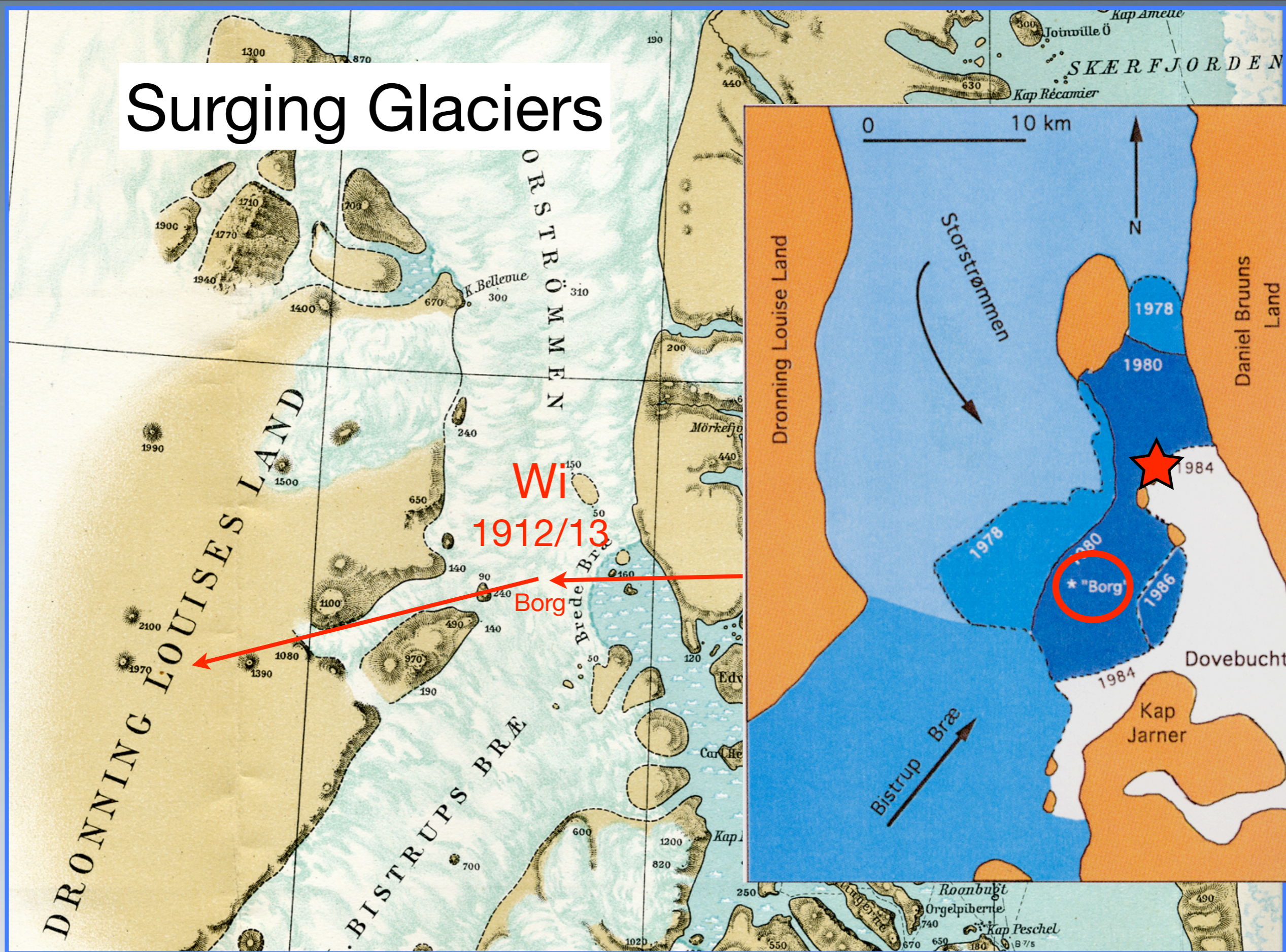


aus: S. Ekholm, J. Geophys. Res. 101, B10 (1996)

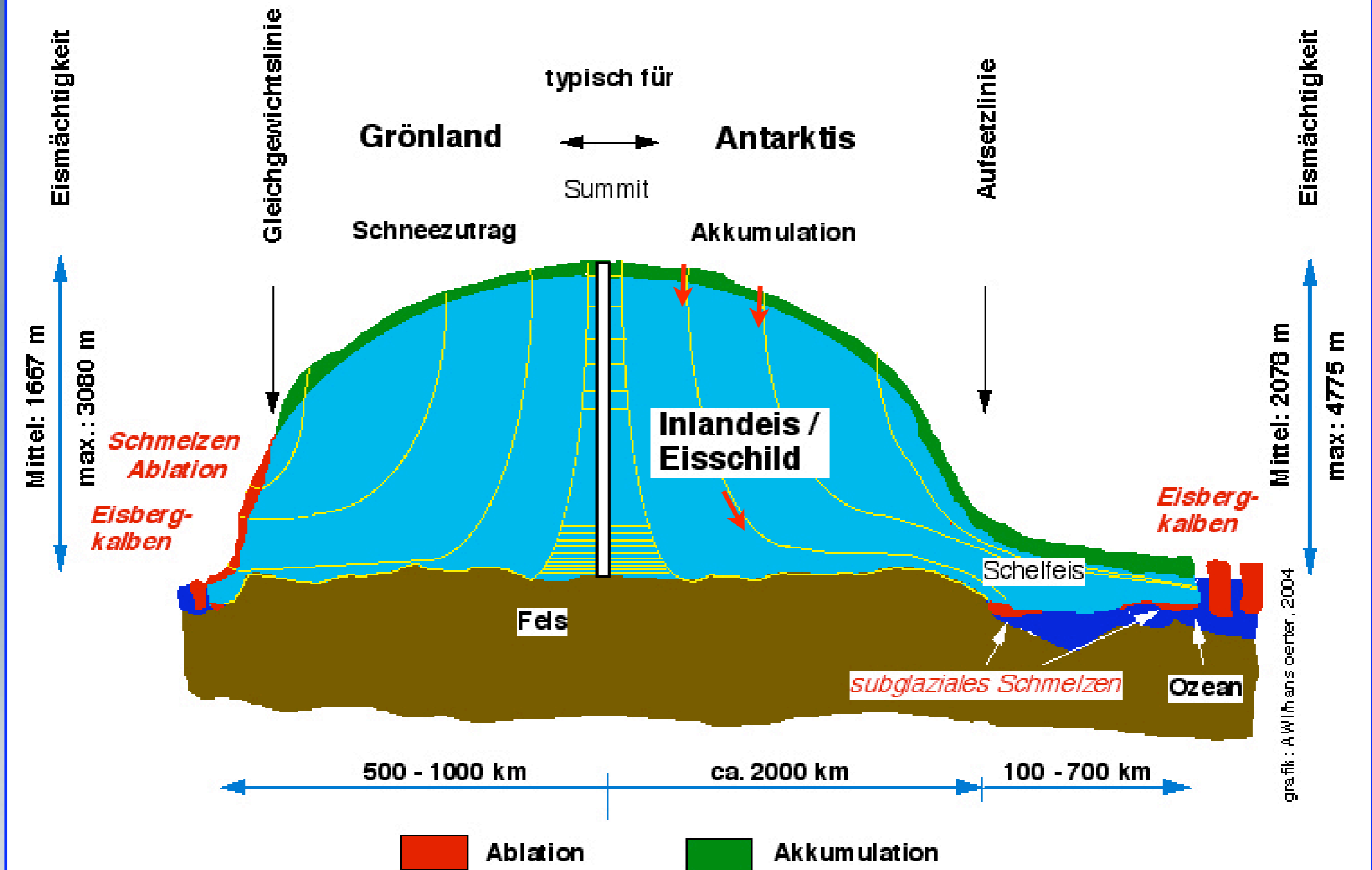
foto: hans oerter, 1993

Storstrømmen, Nordostgrönland

Surging Glaciers



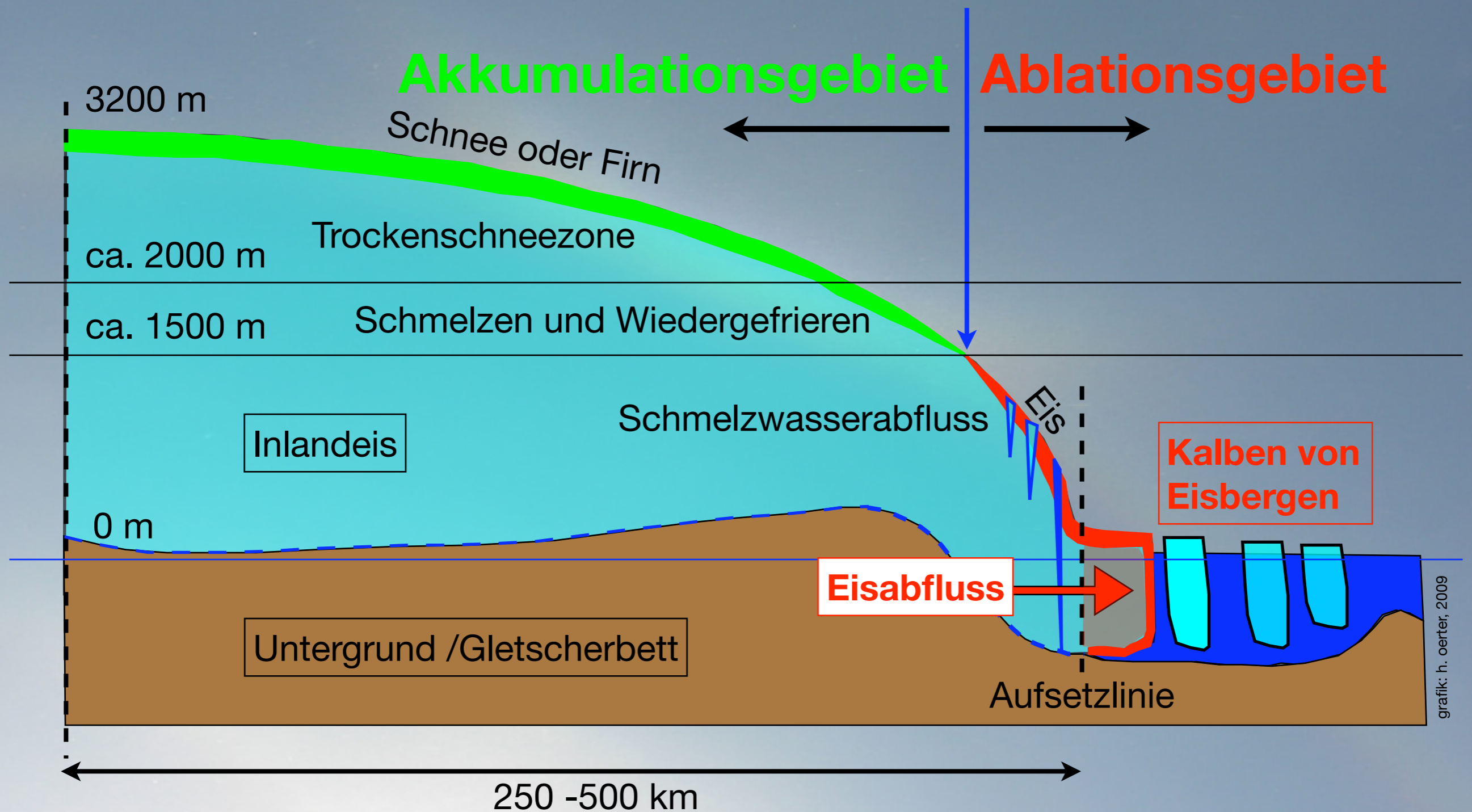
Schematischer Querschnitt durch ein Eisschild



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

Schema zur Massenbilanz von Grönland

Gleichgewichtslinie



grafik: h. oerter, 2009

Wie dick ist das Eis ?



Eisradar

Polar2 bei NorthGRIP

Foto: Lambert, Optimare



foto: hans oerter, 1998

Wie groß ist die Oberflächenmassenbilanz ?



foto: hans oerter, 1993

Wie schnell fließt das Eis ?



foto: R. Dietrich, 2004

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Dietrich, TU Dresden am Jakobshavn Isbræ, 2004

Albedo der Eisoberfläche

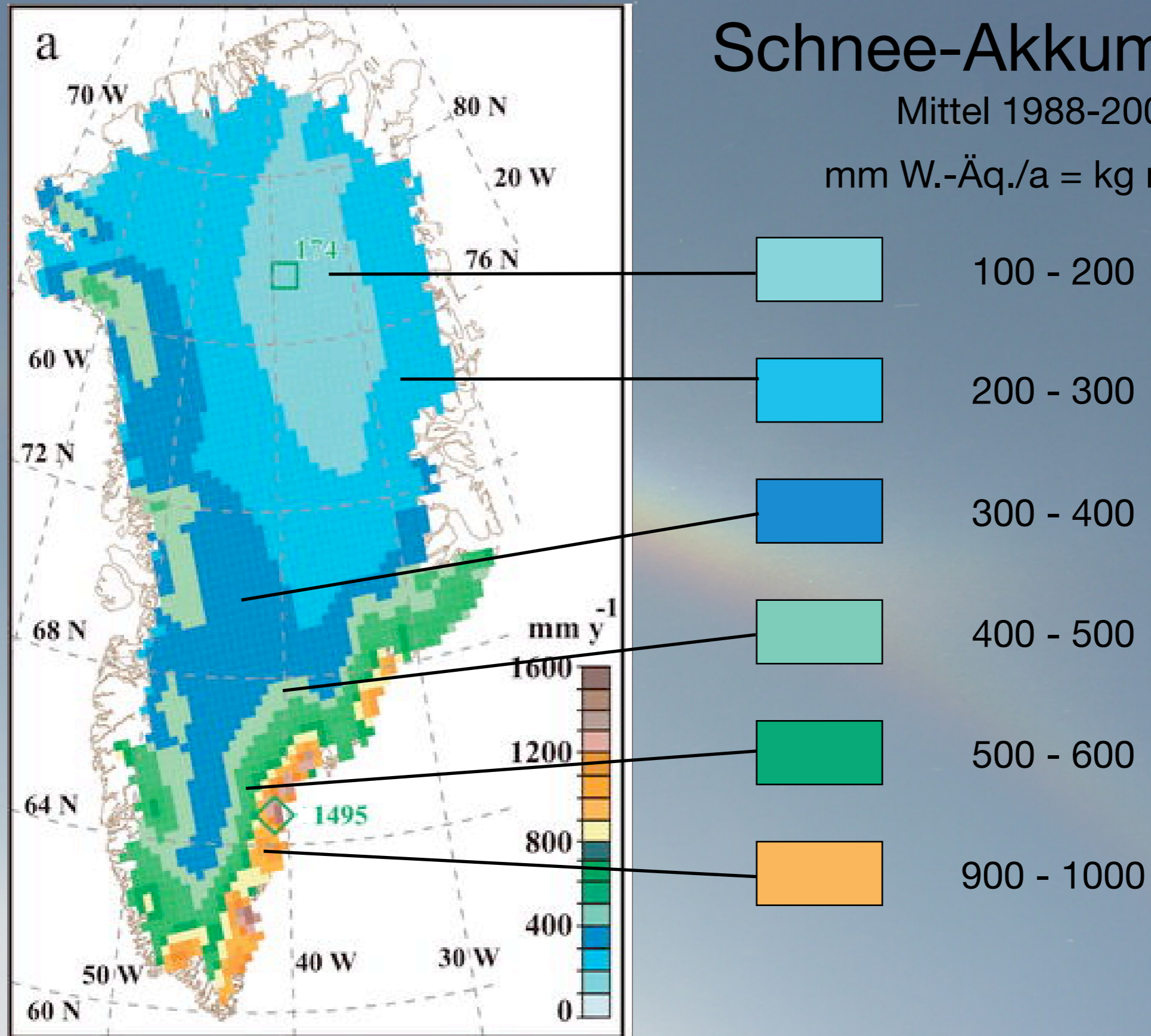


foto: h. oerter, 1994

Schnee-Akkumulation

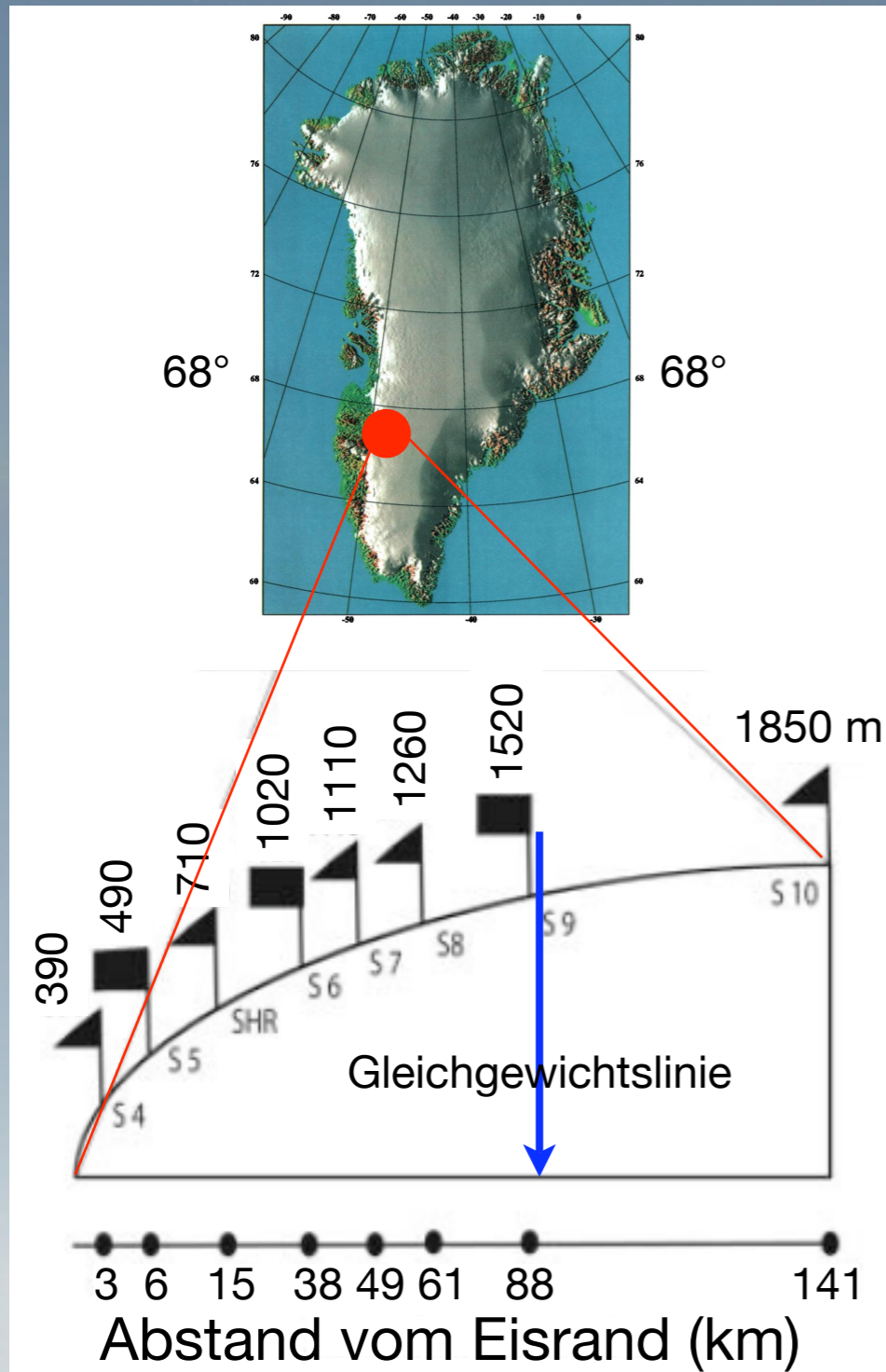
Mittel 1988-2004

mm W.-Äq./a = kg m⁻² a⁻¹

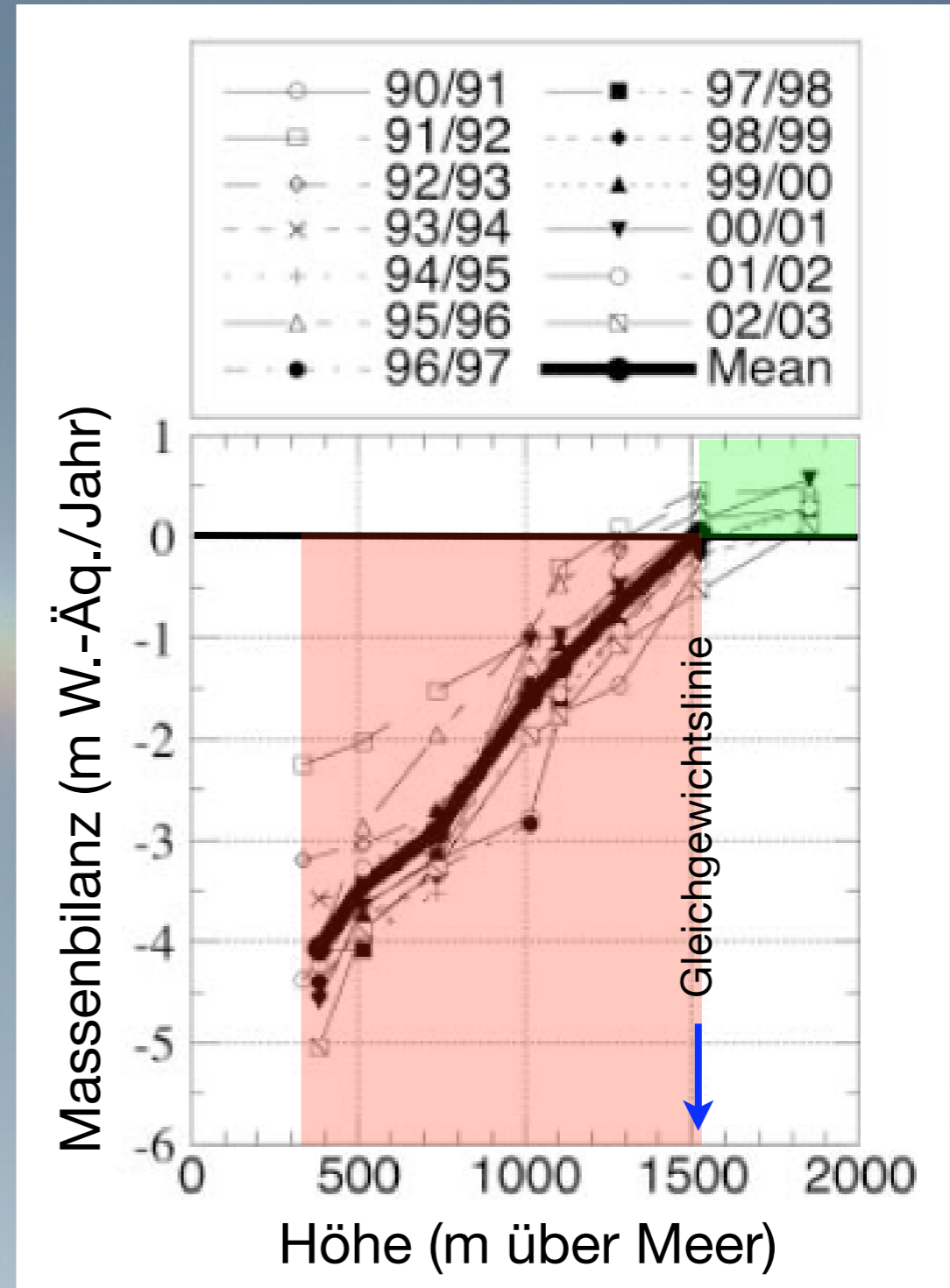


Box, J. E. et al. (2006): Greenland ice sheet surface mass balance variability (1988-2004) from calibrated polar MM5 output. J. Climate 19, 2783-2800

Beispiel der Massenbilanzbestimmung



Das K-Profil. Die Dreiecke kennzeichnen Punkte mit Massenbilanzmessungen, die Rechtecke Autom. Wetterstationen im August 2004. Die Höhen sind Mittelwerte für den Zeitraum 1996–2002 (GPS-Messungen).



Oberflächen-Massenbilanz-Messungen als Funktion der Höhe, im Zeitraum 1990–2003. Die dicke Linie ist der Mittelwert für den ganzen Zeitraum.

Quelle: Messungen der Universität Utrecht. Van de Wal et al. (2005): Surface mass-balance observations and automatic weather station data along a transect near Kangerlussuaq, west Greenland. Annals Glaciology 42, 311-316

Oberflächen-Massenbilanz des Inlandeises

Akkumulation
ansteigend

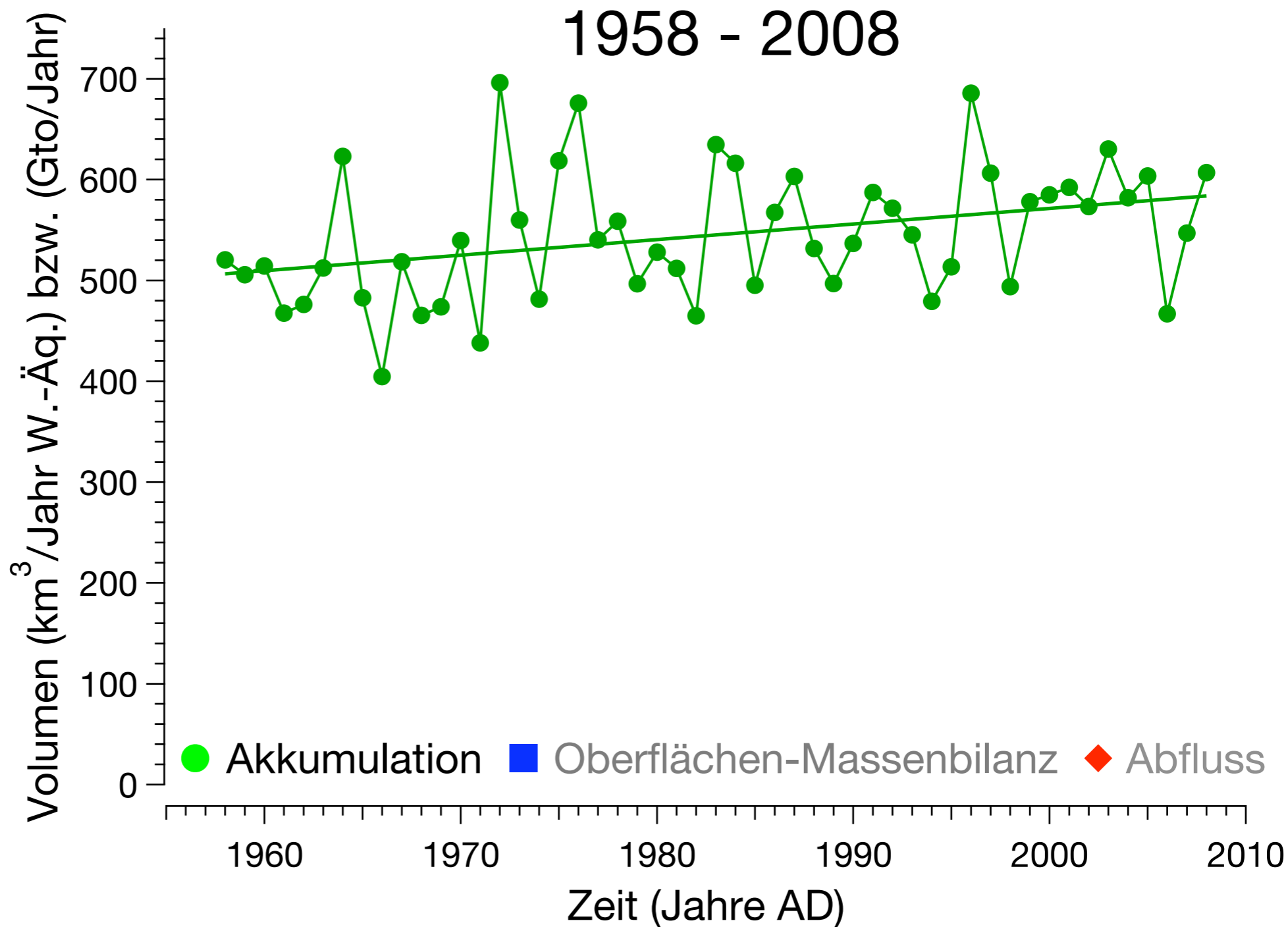
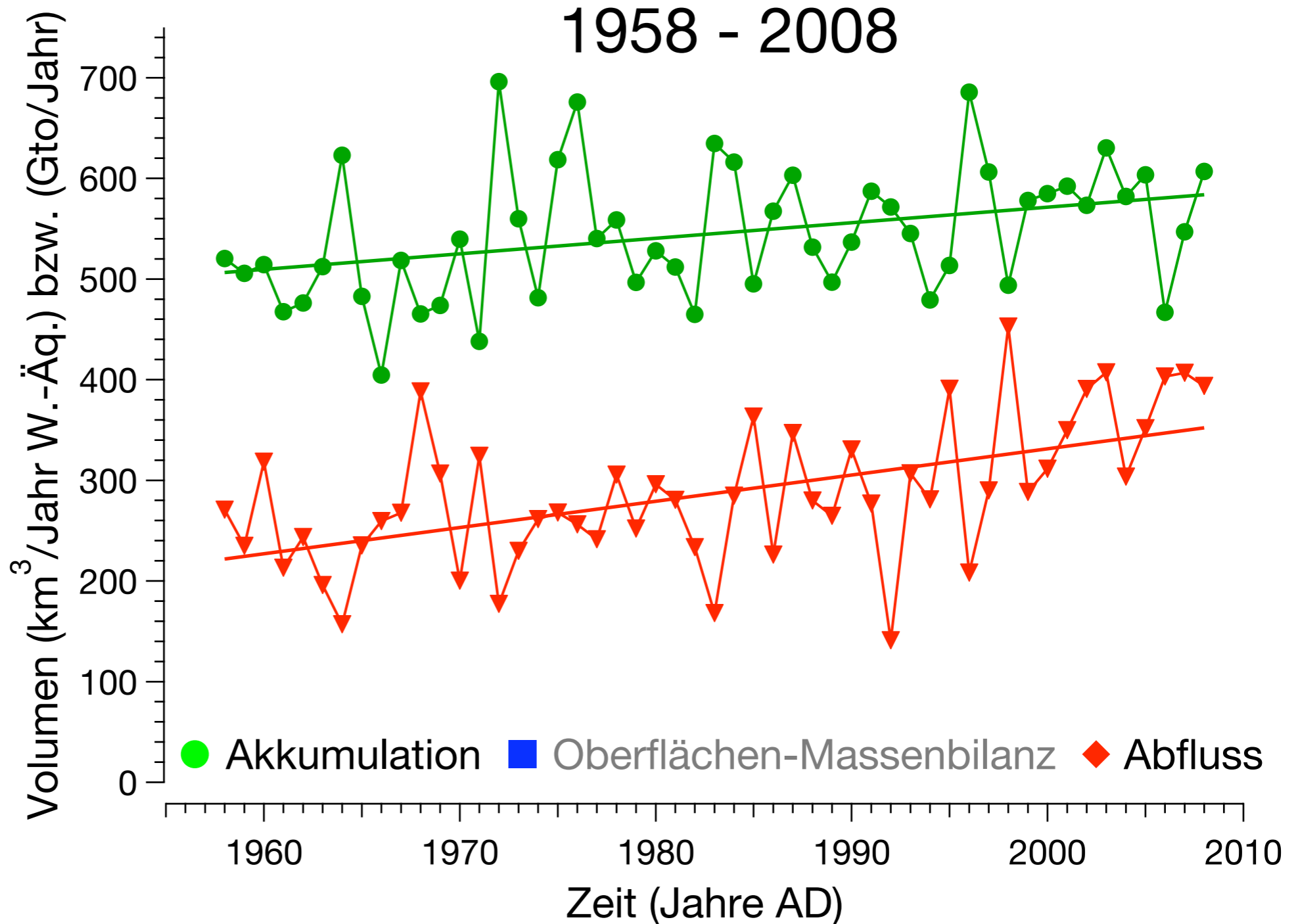


Abbildung nach Hanna et al. (2008); Daten für 2008 von Hanna (pers. Mitt.)

E. Hanna et al. (2008): Increased Runoff from Melt from the Greenland Ice Sheet:
A Response to Global Warming. *J. Climate* **21**, 331-341

Oberflächen-Massenbilanz des Inlandeises

Akkumulation
ansteigend



Schmelz-
wasserabfluss
ansteigend

Abbildung nach Hanna et al. (2008); Daten für 2008 von Hanna (pers. Mitt.)

E. Hanna et al. (2008): Increased Runoff from Melt from the Greenland Ice Sheet:
A Response to Global Warming. *J. Climate* **21**, 331-341

Oberflächen-Massenbilanz des Inlandeises

Akkumulation
ansteigend

Oberflächen-
Massenbilanz
leicht
abnehmend

Schmelz-
wasserabfluss
ansteigend

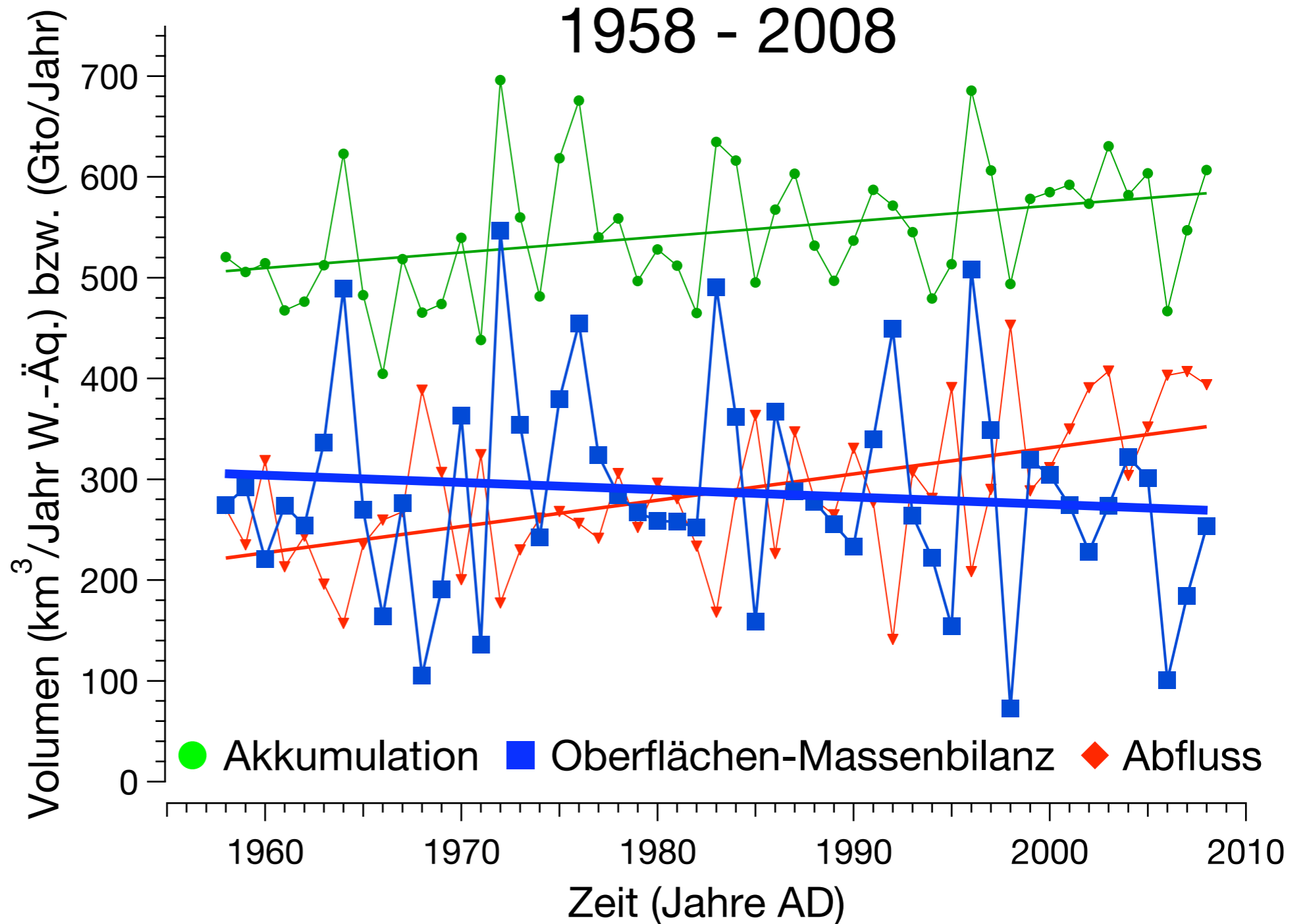
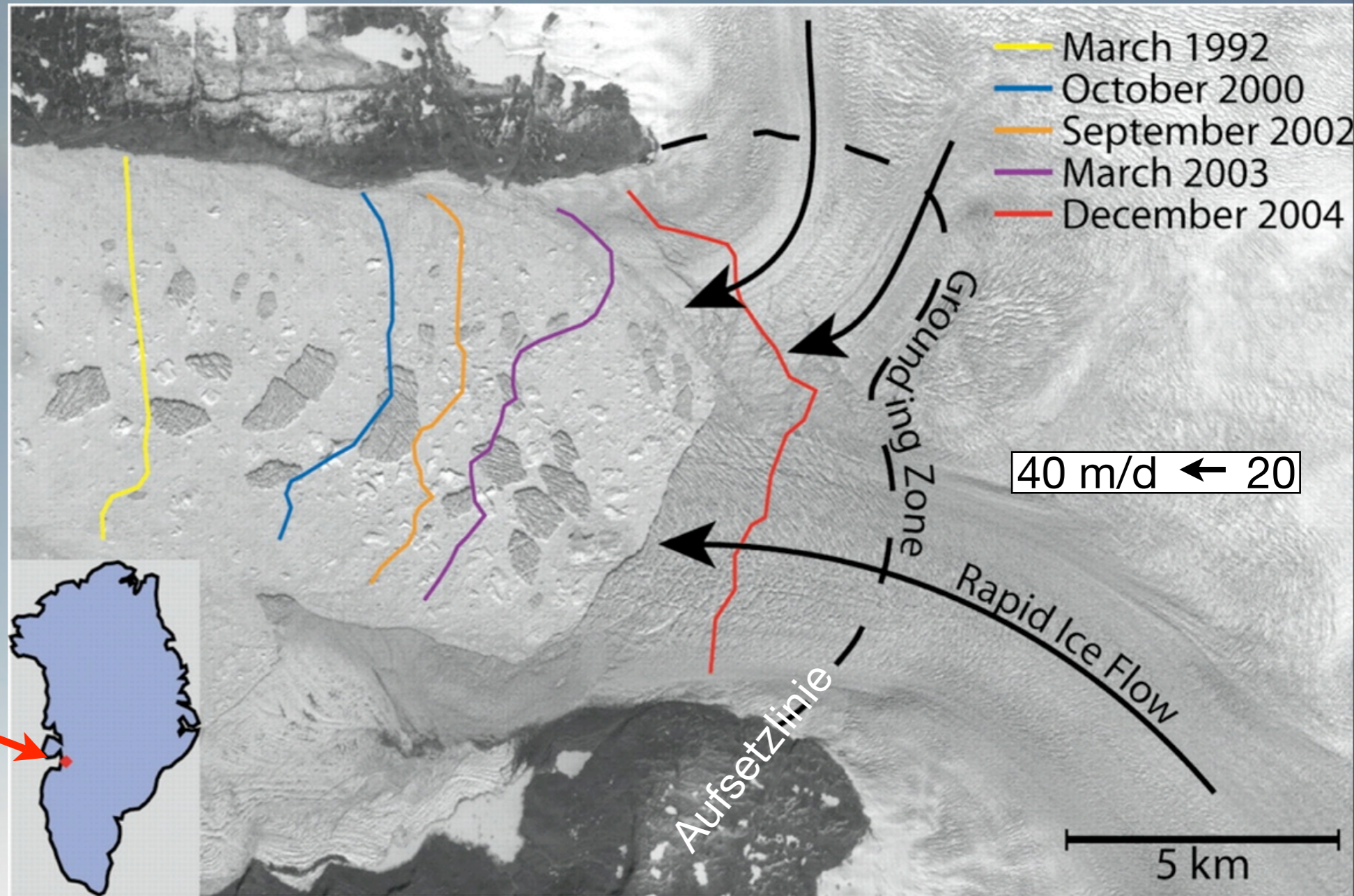


Abbildung nach Hanna et al. (2008); Daten für 2008 von Hanna (pers. Mitt.)

E. Hanna et al. (2008): Increased Runoff from Melt from the Greenland Ice Sheet:
A Response to Global Warming. *J. Climate* **21**, 331-341

Abfluss über Grounding Line oder einen anderen definierten Querschnitt aus Eismächtigkeit und Fließgeschwindigkeit



Jakobshavn Gletscher
(Sermeq Kujallek)

aus: R.B. Alley et al.: Ice-Sheet and Sea-Level Changes. Science 310, 456-460 (2005)

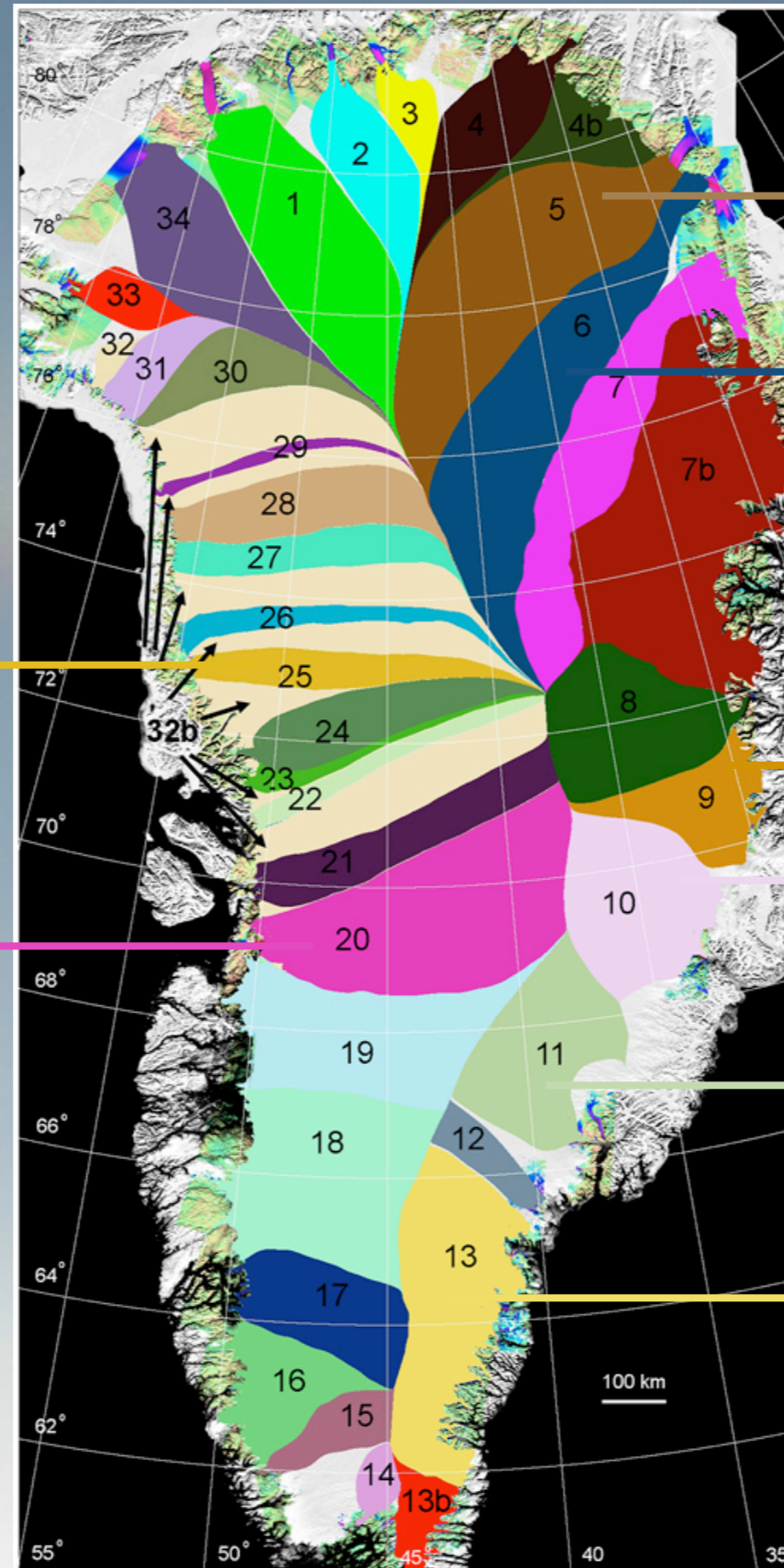
Eisabfluss & Oberflächenmassenbilanz

Upernavik Isstrom

beschleunigt 2006-2007

Jakobshavn Gl.

beschleunigt seit 2002



79-Grad Gl.

konstant

Zachariae Isstrom

beschleunigt 1996-2007

Daugaard-Jensen Gl.

konstant

Kangerdlugssuag Gl.

beschleunigt 2002-2003, 2007

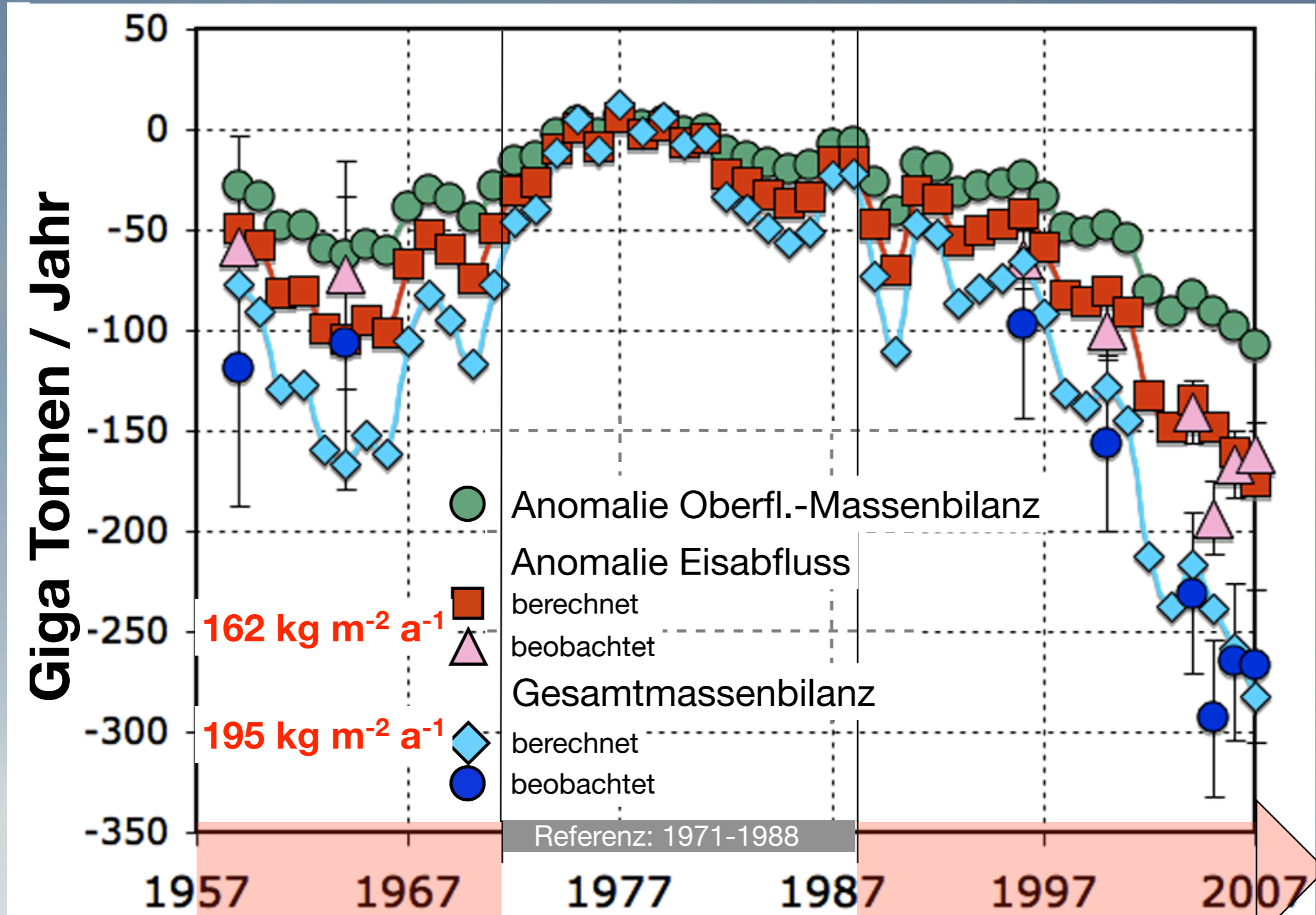
Helheim Gl.

beschleunigt 2002-2003

beschleunigt 1996-2006

Quelle: Rignot et al. (2008):
Geophys. Res. Letters, Vol. **35**

Eisabfluss & Oberflächenmassenbilanz

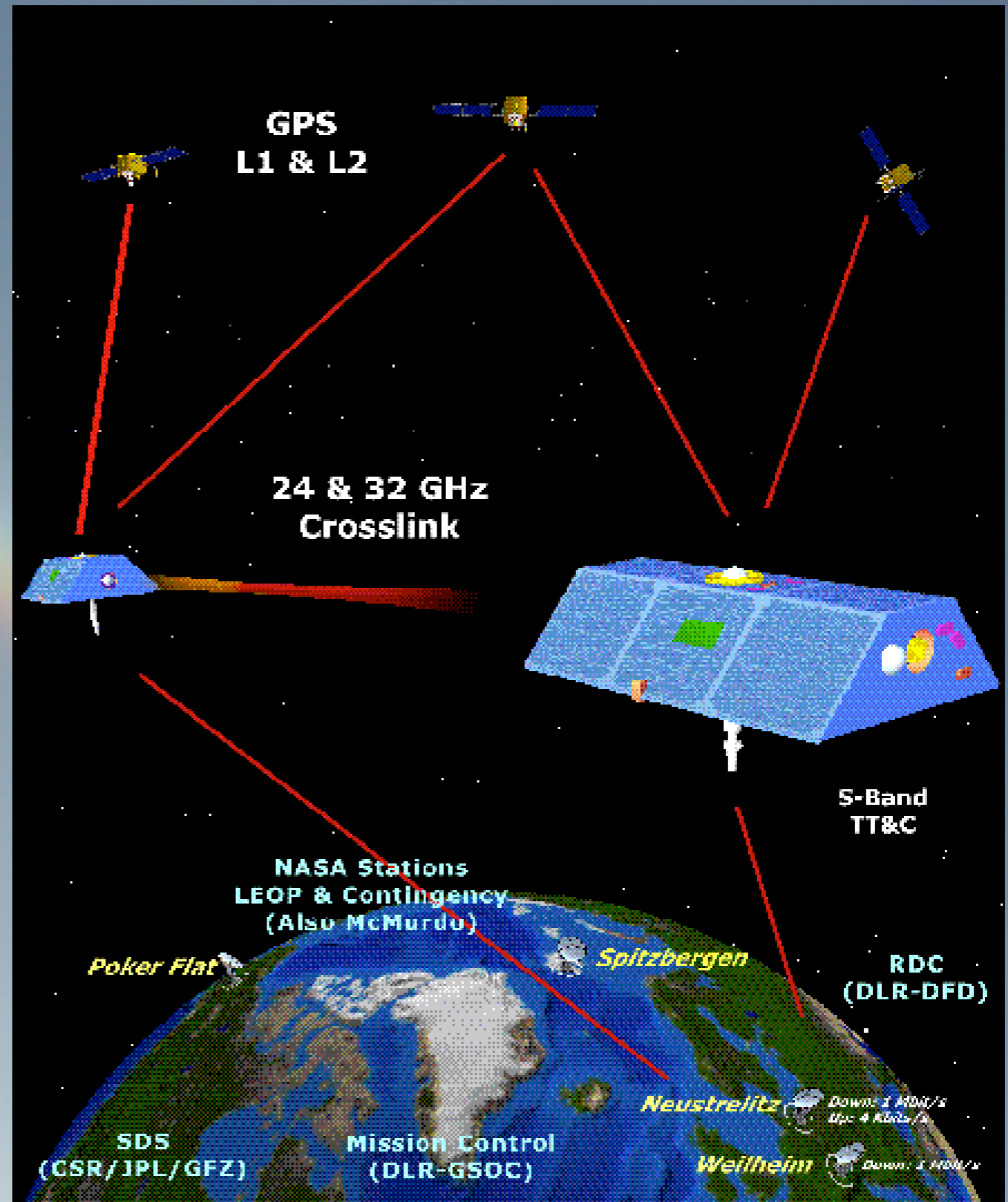


Quelle: E. Rignot, J. E. Box, E. Burgess & E. Hanna (2008): Mass balance of the Greenland ice sheet from 1958 to 2007. Geophys. Res. Letters, Vol. **35**, L20502, doi:10.1029/2008GL035417



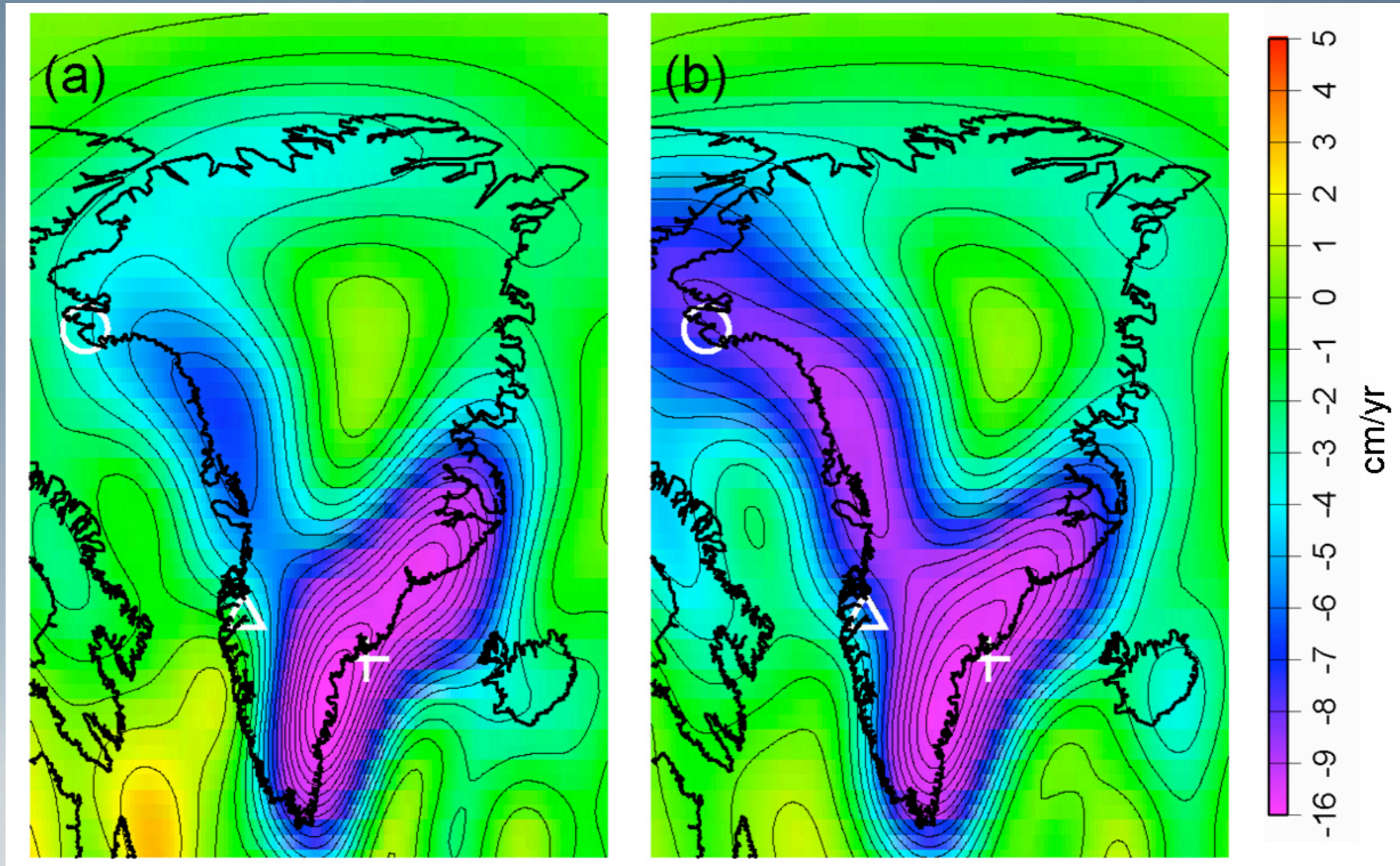
GRACE: Gravity Recovery and Climate Experiment

im Umlauf seit
17. März 2002



Flughöhe ca. 500 km; Gitterweite ca. 150 km

Massenverlust in cm/Jahr Wasseräquivalent, bestimmt aus monatlichen GRACE Schwerefeldlösungen



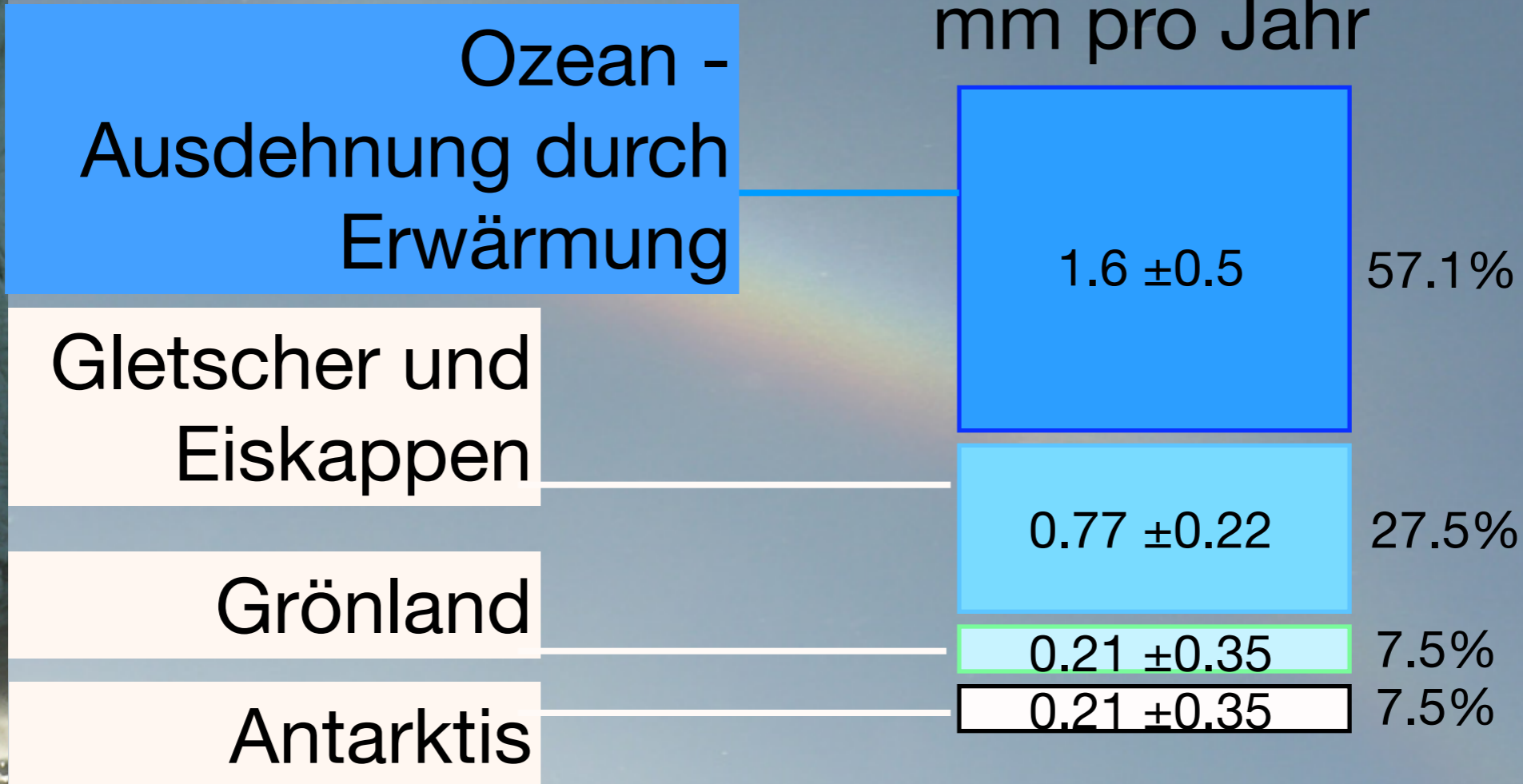
Februar 2003 - Februar 2007

Februar 2003 - Juni 2009

Quelle: Khan et al.: Spread of ice mass loss into northwest Greenland observed by GRACE and GPS. Geophys.Res.Lett., 37, L06501 (2010)

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

1993-2003
mm pro Jahr




Summe: 2.8 mm pro Jahr



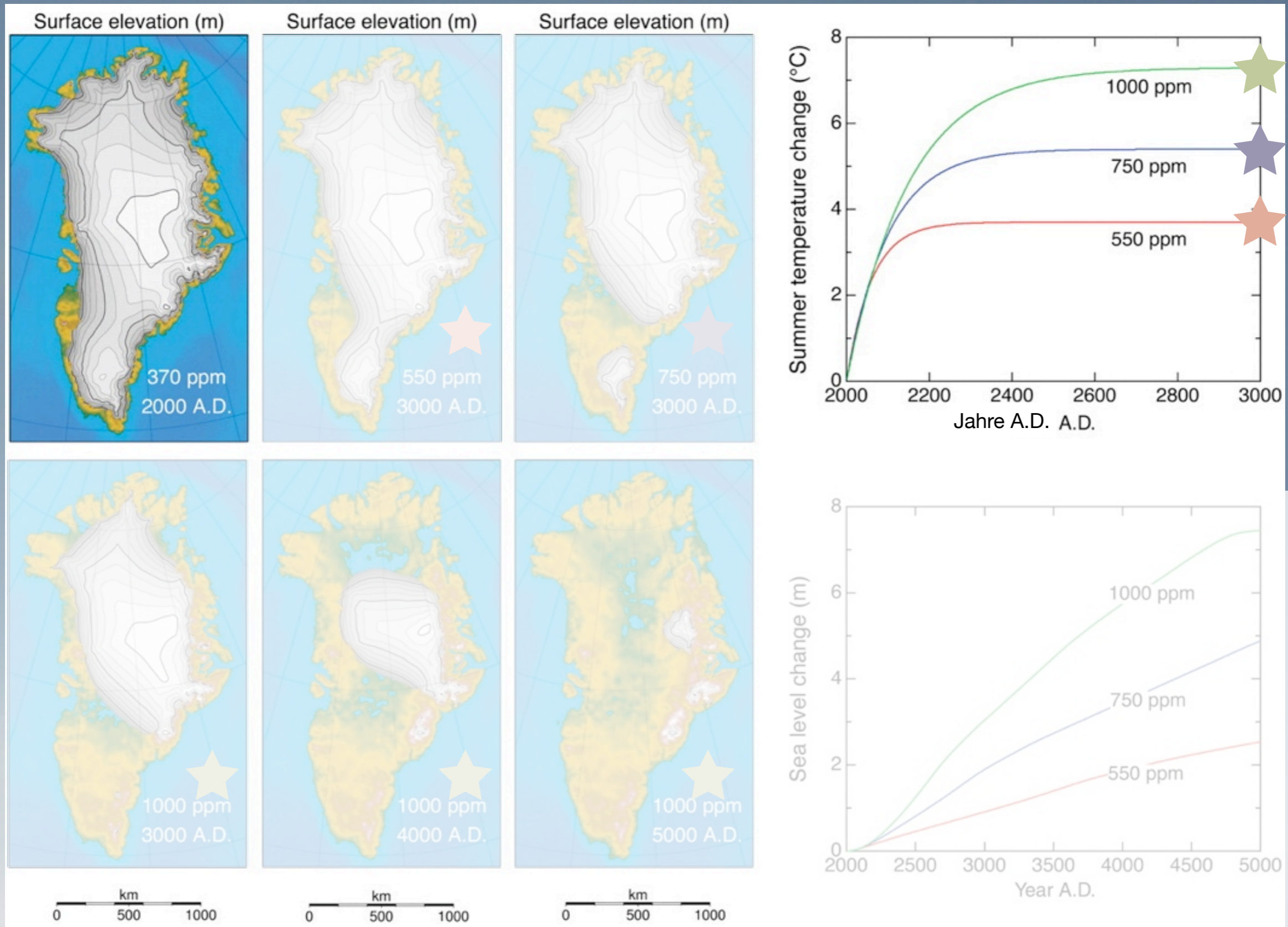
28 mm
in 10 Jahren

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



Verstärkter Süßwassereintrag hat Einfluss auf Ozeanzirkulation

Die Zukunft des Grönländischen Inlandeises



Quelle: R.B. Alley et al.: Ice-Sheet and Sea-Level Changes. Science 310, 456-460 (2005)

Die Massenbilanz des grönländischen Inlandeises ist negativ, d.h. die Eismasse nimmt ab.

Die Fläche auf der Abschmelzen auftritt und der Betrag des Abschmelzens haben zugenommen, aber auch der Schneezutrag (Akkumulation).

Viele Eisströme (Gletscher) sind schneller geworden und führen deshalb mehr Eismasse ins Meer ab.

Abschmelzung und Eisabfluss führen zu verstärktem Süßwassereintrag in den Ozean.

Die Zeitskala für das gesamte Abschmelzen des grönländischen Inlandeises unter den wärmsten Klimaszenarien liegt im Bereich von Jahrtausenden.

Eisrand Kronprins Christian Land, NO-Grönland

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



foto: hans oerter, 1993

Eisrand Kronprins Christian Land, NO-Grönland