

Woudschotenconferentie, 17 december 2005

Antarctisch alarm



Michiel van den Broeke

Universiteit Utrecht, Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek (IMAU)

Terugtrekken van gletsjers leidt tot zeespiegelstijging

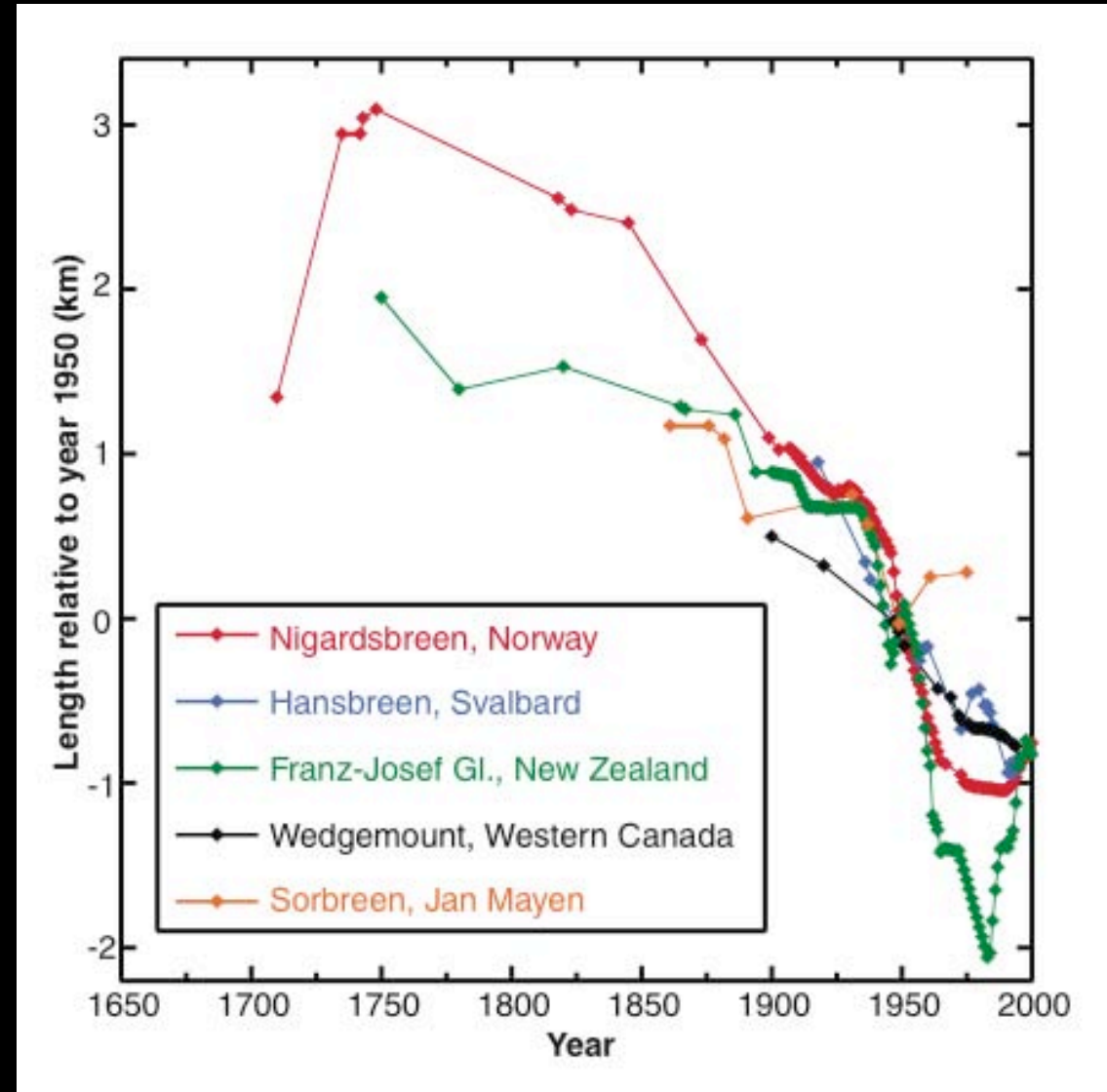


Photographed in 1928



Photographed in 2000

South Cascade Glacier in Washington, bron NSIDC



Karakteristieken van ijskappen en gletsjers

| <i>Schatting van huidige:</i> | Antarctische ijskap | Groenlandse ijskap | Alle andere gletsjers |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Oppervlakte (10^6 km ²) | 12 | 1.8 | 0.7 |
| Gemiddelde dikte (m) | 2100 | 1707 | 265 |
| Volume (10^6 km ³) | 26 | 3.1 | 0.2 |
| Equivalenten mondiale zeespiegelstijging (m) | 70 | 7.2 | 0.5 |



Antarctisch Alarm

1. Verschillen en overeenkomsten tussen het Noordpool en Zuidpool gebied
2. Klimaat en massabalans van Antarctica
3. Verleden en toekomst



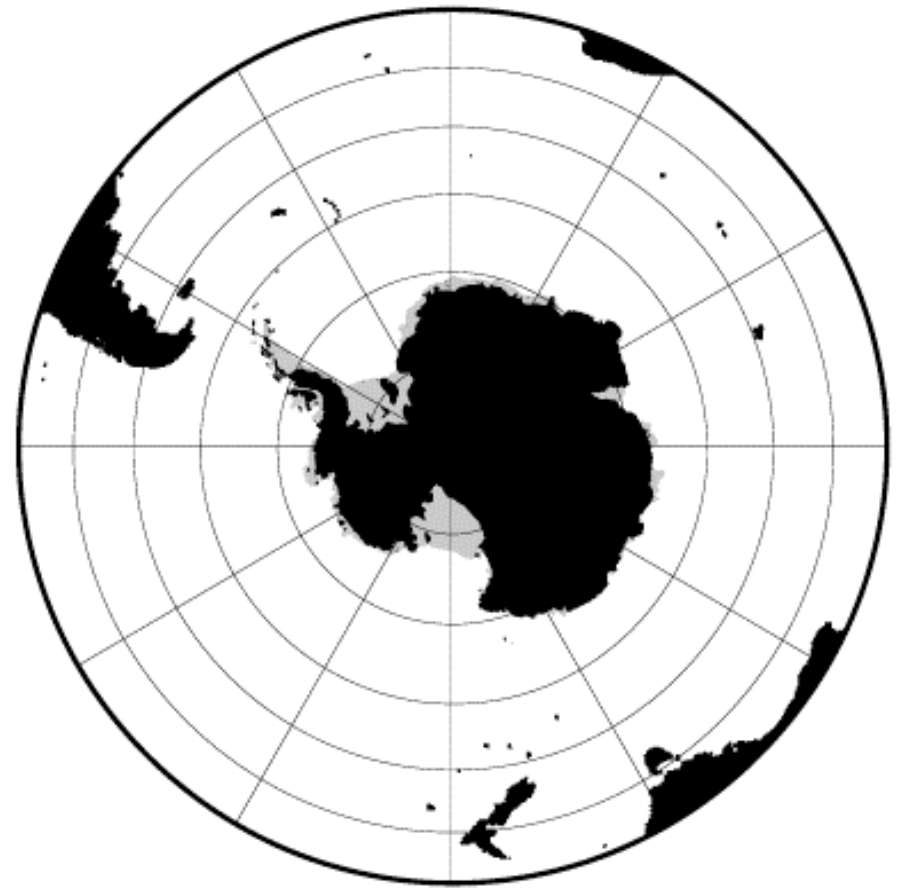
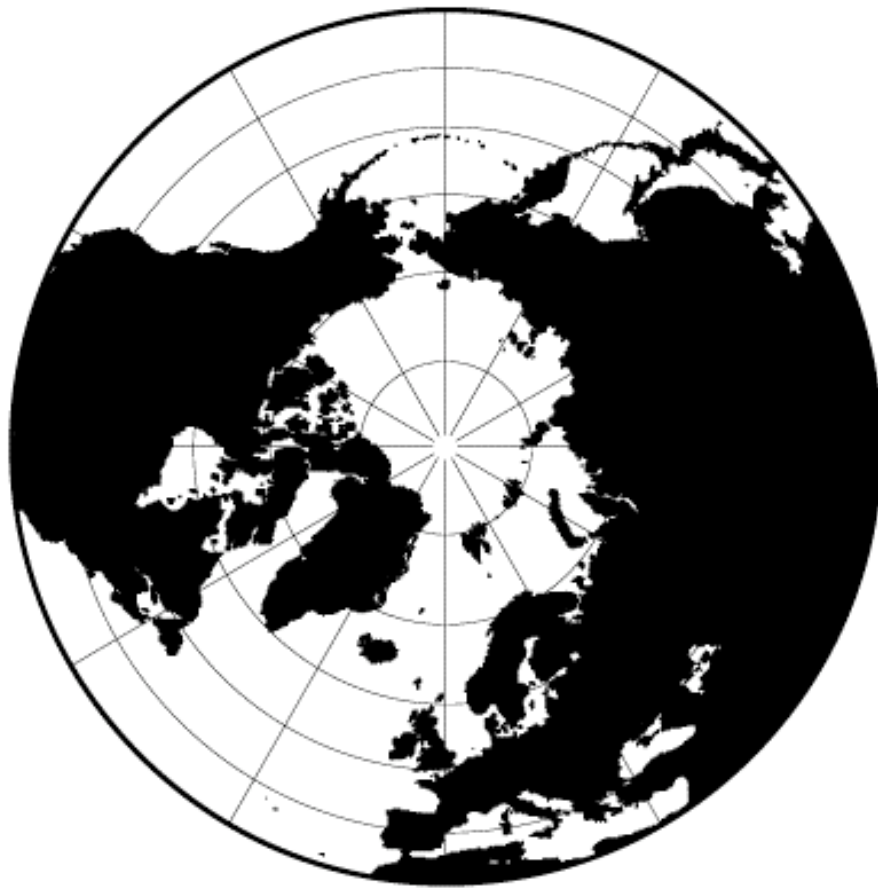
Antarctisch Alarm

1. Verschillen en overeenkomsten tussen het Noordpool en Zuidpool gebied

2. Klimaat en massabalans van Antarctica

3. Verleden en toekomst

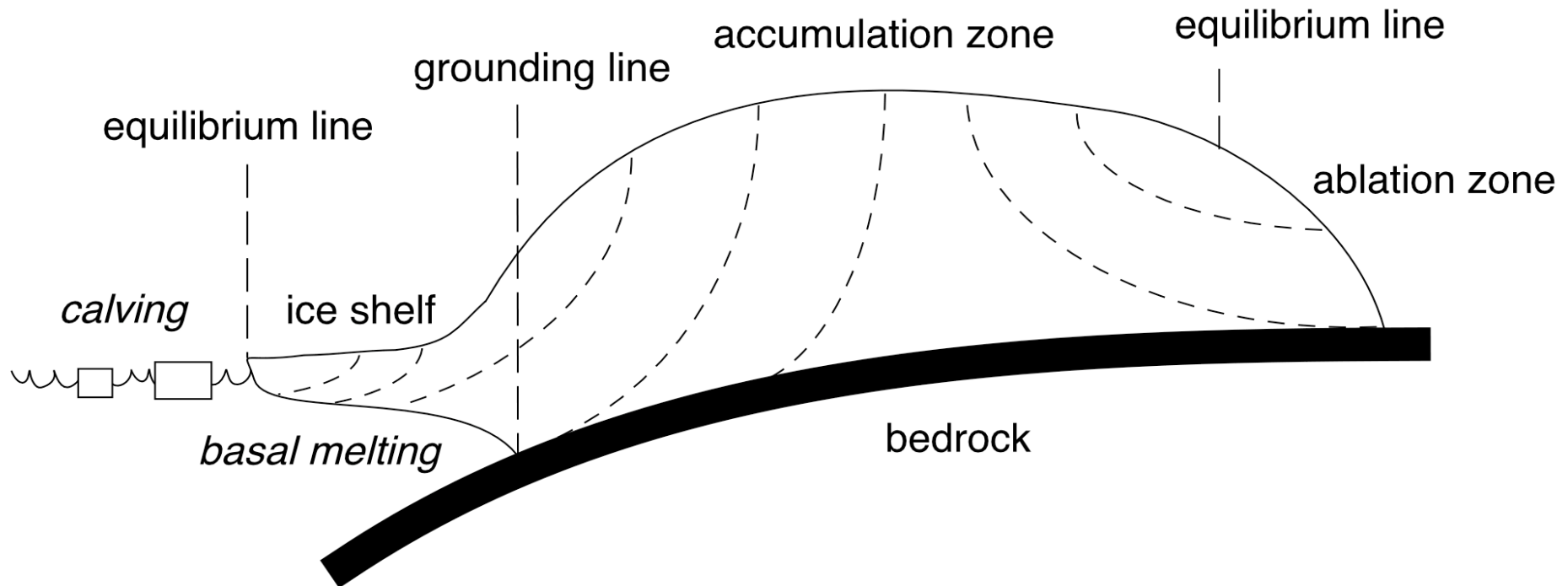
*“The Arctic is an ocean surrounded by continents,
the Antarctic a continent surrounded by oceans...”*



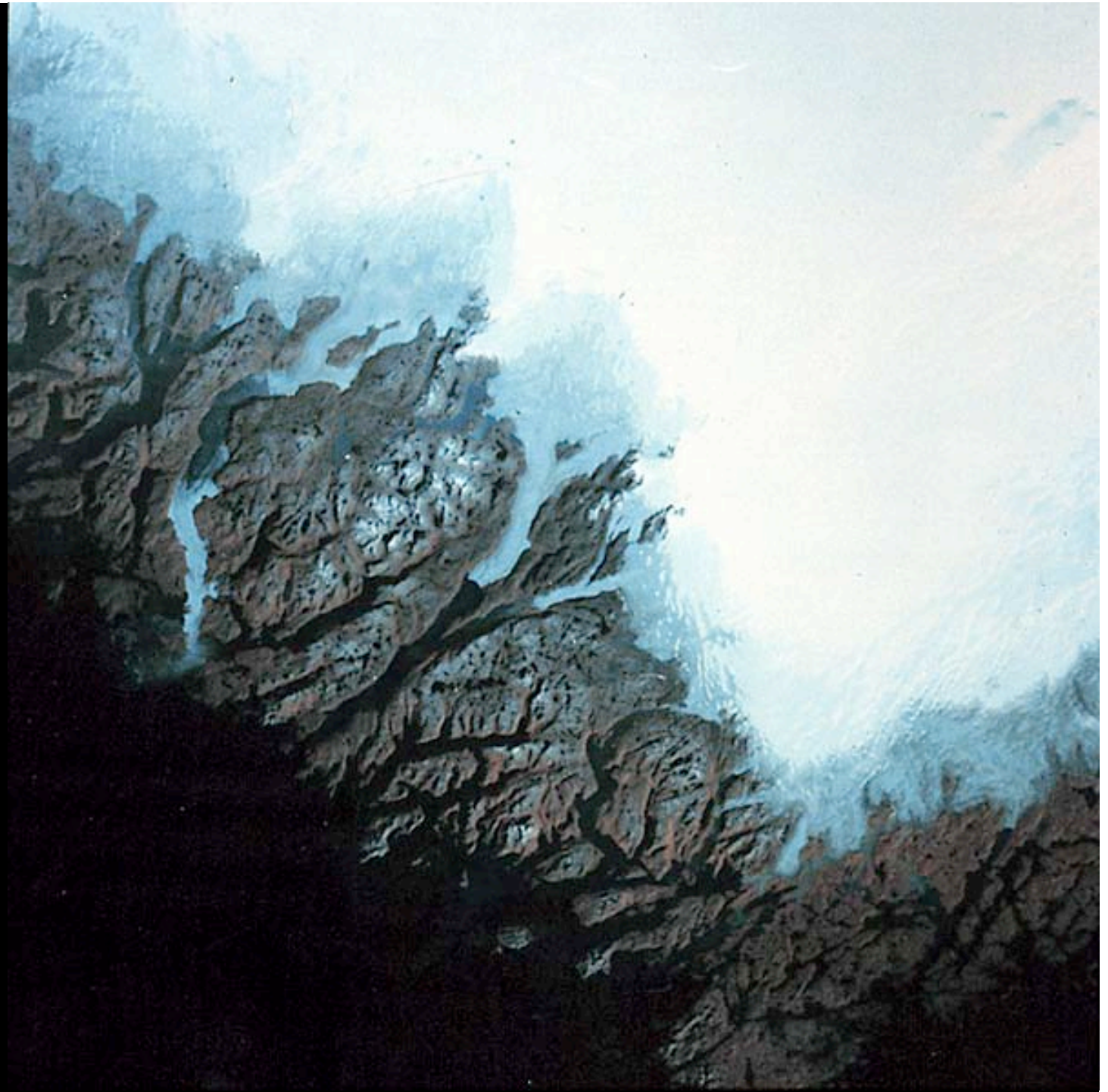
Verschillende soorten ijskappen

Antarctica

Groenland en gletsjers



Groenland: ablatiezone



*Zuid Groenland
400 x 400 km*

Blik op
Antarctica
vanuit de
ruimte



*Foto genomen
door Apollo 17
missie op weg
naar de Maan, 7
december 1972*

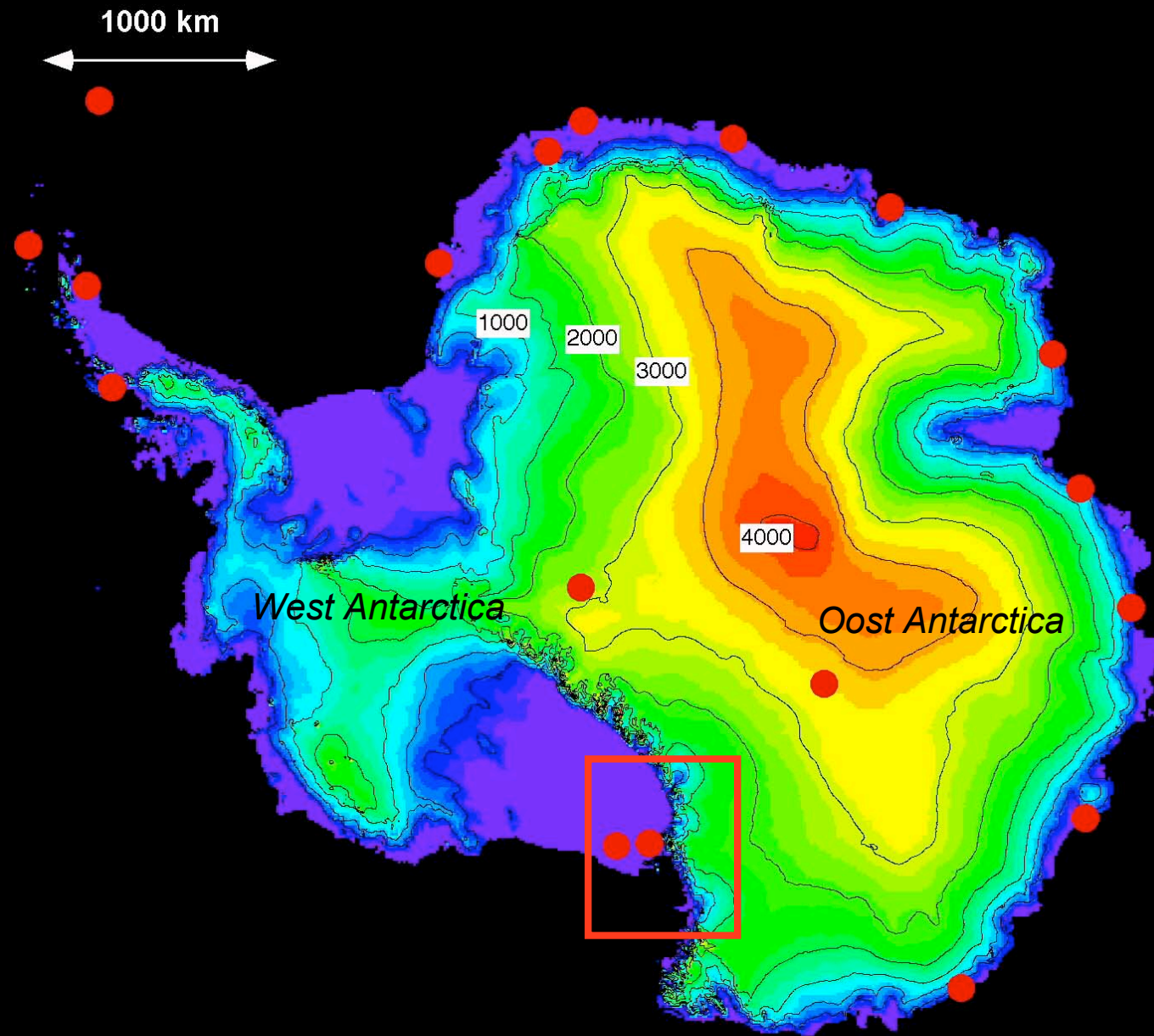
Antarctica: topografie

● Permanent bemande
onderzoekstations

*Equivalente
zeespiegelstijging:*

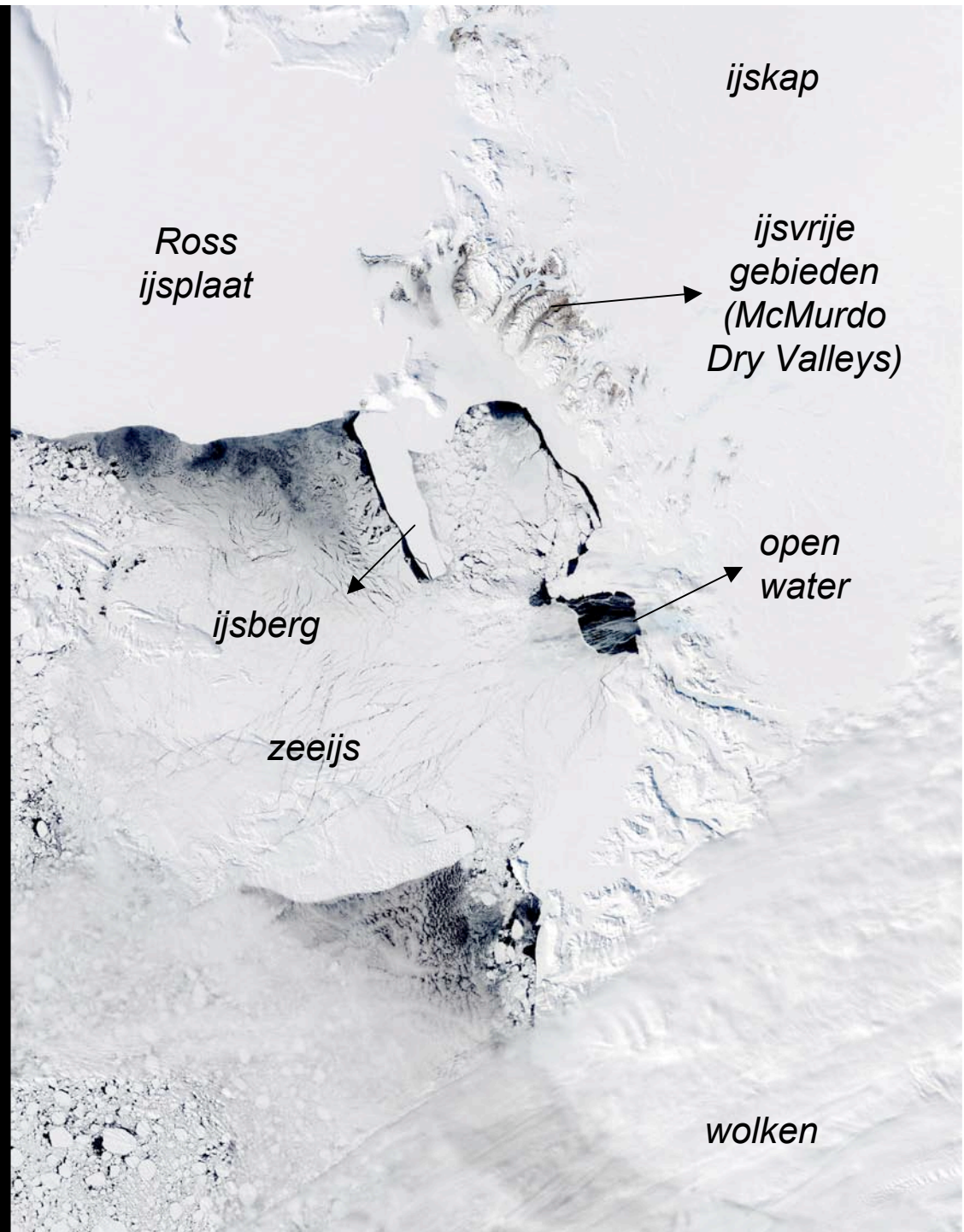
Oost Antarctica: 65 m

West Antarctica: 5 m



data courtesy of J. Bamber, Bristol University

Antarctica vanuit de ruimte

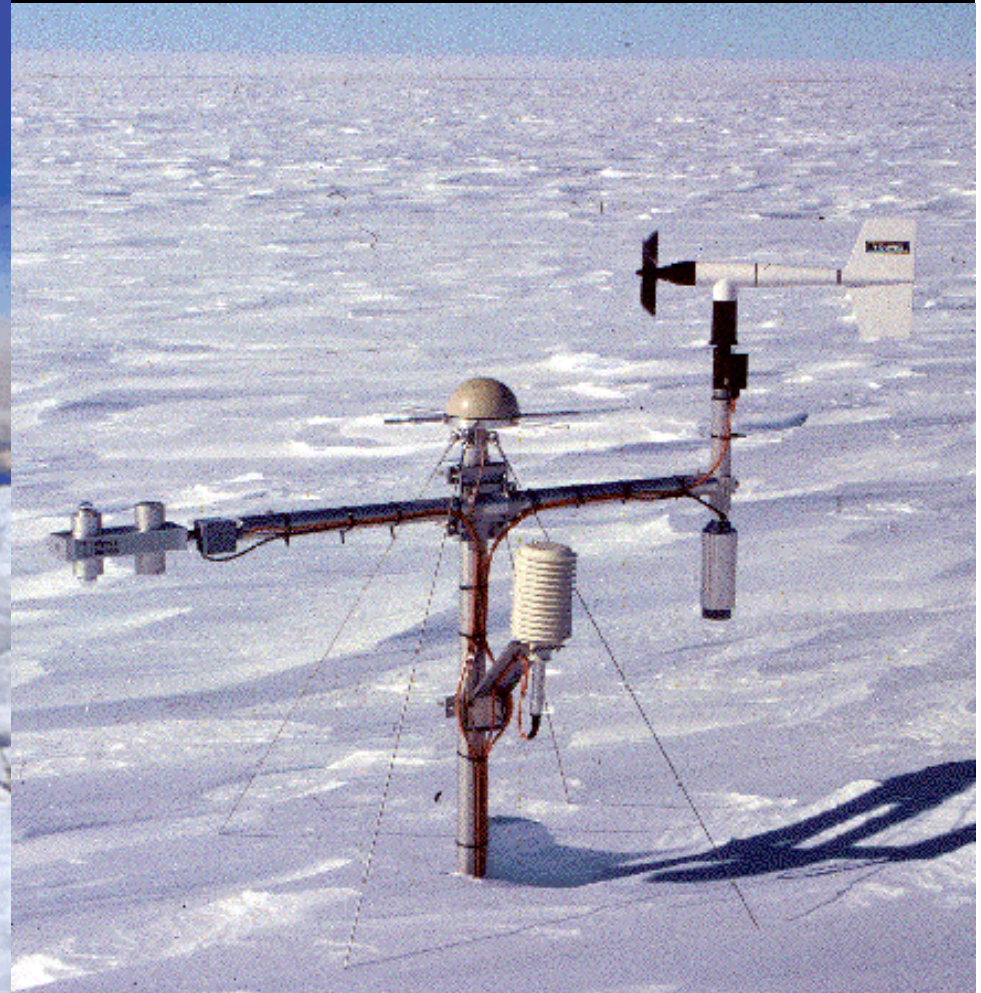


*Omgeving van Ross ijsplaat
(1200 x 1600 km)*

NB: geen tekenen van smelt!

Ablatie (Groenland)

Accumulatie
(Antarctica)





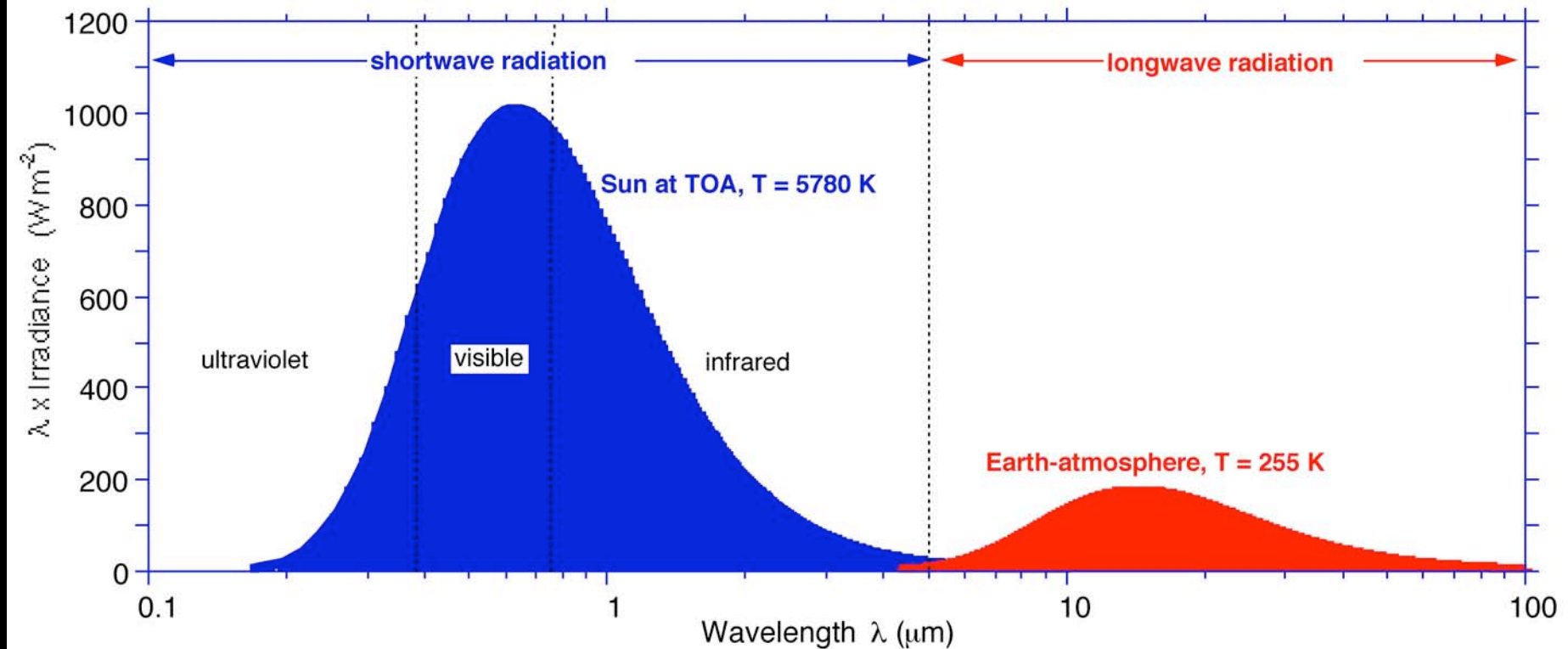
Antarctisch Alarm

1. Verschillen en overeenkomsten tussen het Noordpool en Zuidpool gebied
2. Klimaat en massabalans van Antarctica
3. Verleden en toekomst



Straling, temperatuur en wind

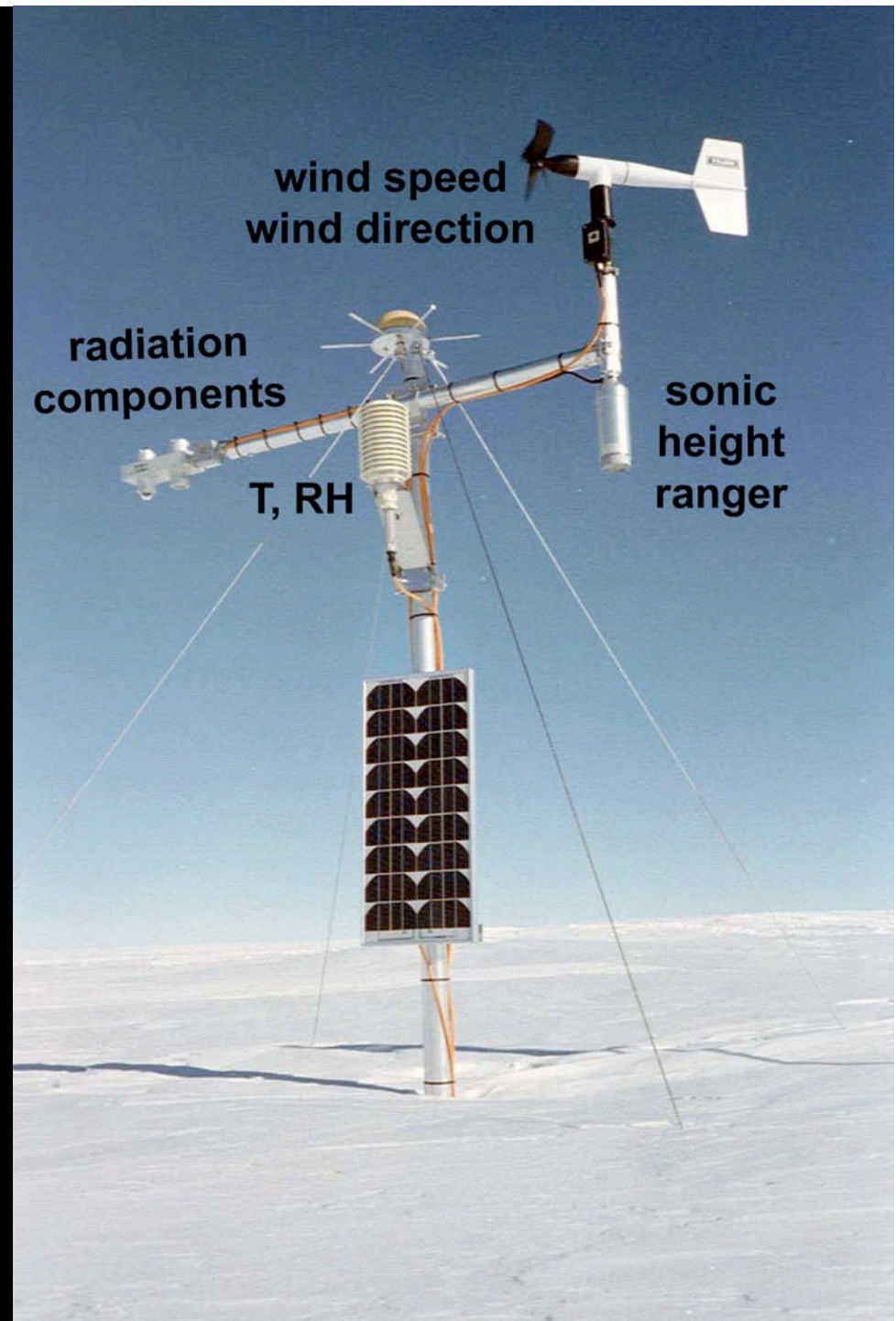
Planck: zwarte straler



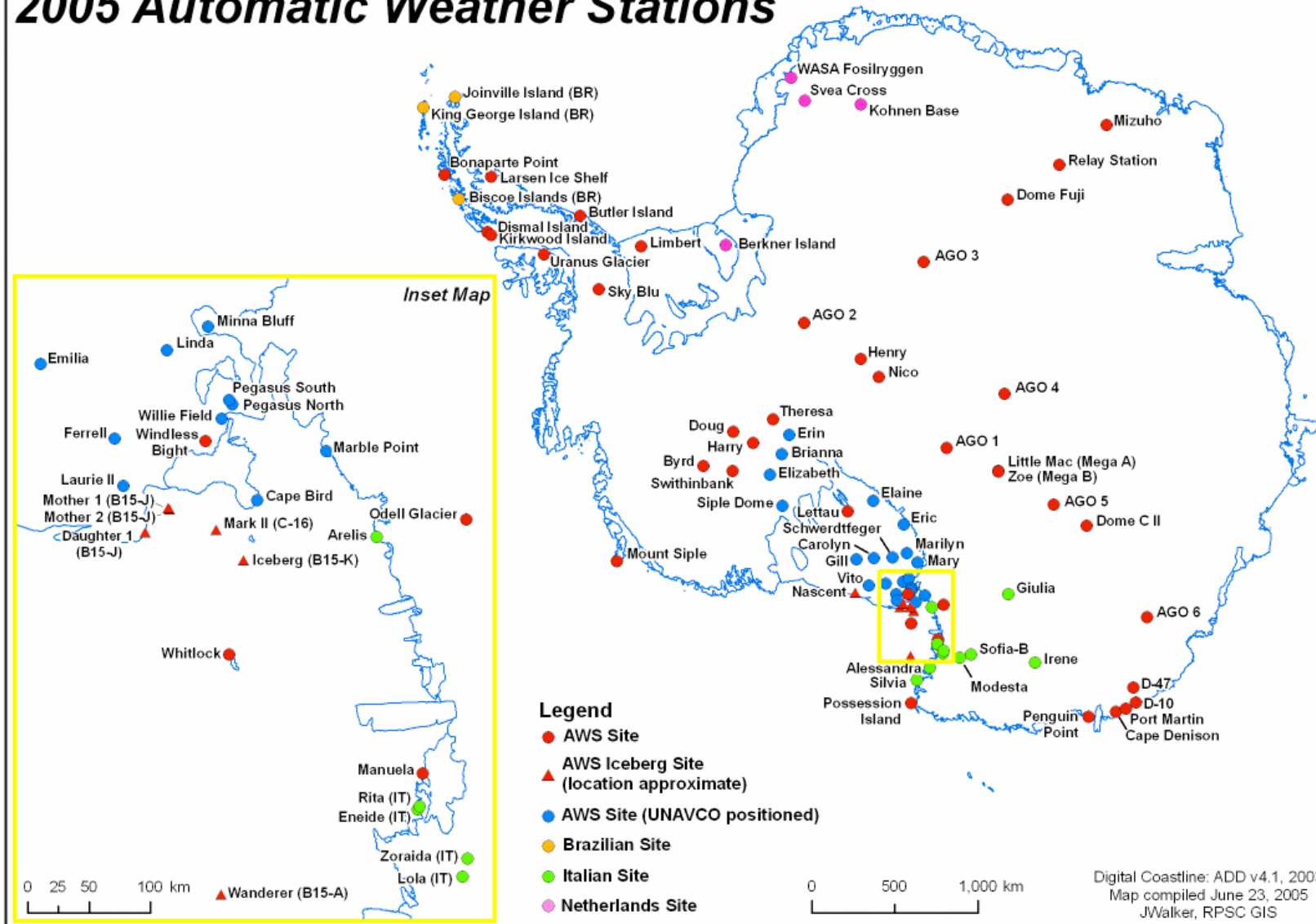
Kortgolvlige zonnestraling en langgolvlige terrestrische straling overlappen vrijwel niet

IMAU automatisch weerstation (AWS)

- Luchtdruk
- Temperatuur
- Relatieve vochtigheid
- Windsnelheid
- Windrichting
- Sneeuwhoogte
- Sneeuwtemperatuur (10 dieptes)
- Kortgolvlige en langgolvlige straling
- Gevoed door 120 12 g Lithium batterijen (voldoende voor 3 jaar metingen met gemiddeld verbruik < 1 W)

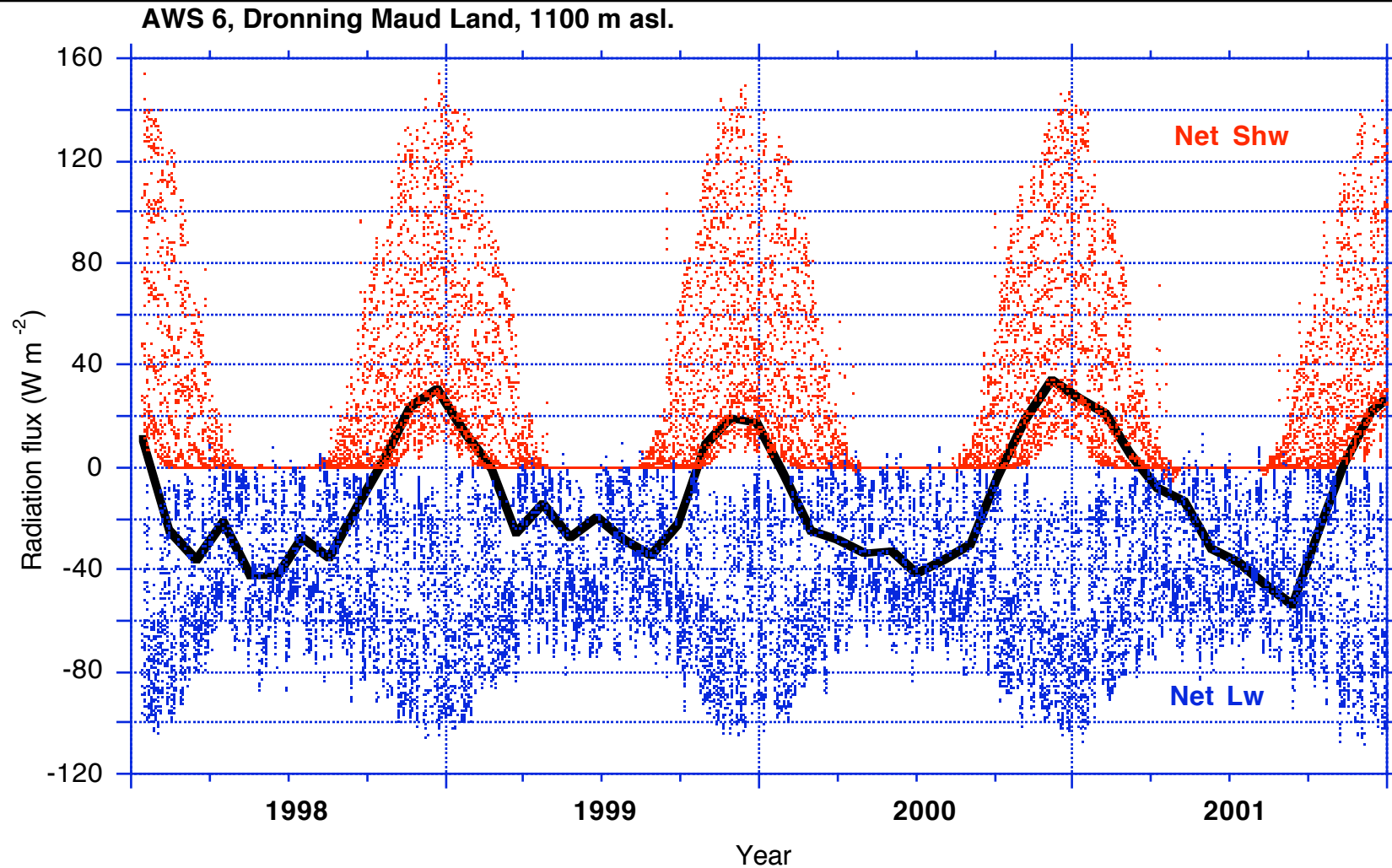


University of Wisconsin - Madison 2005 Automatic Weather Stations



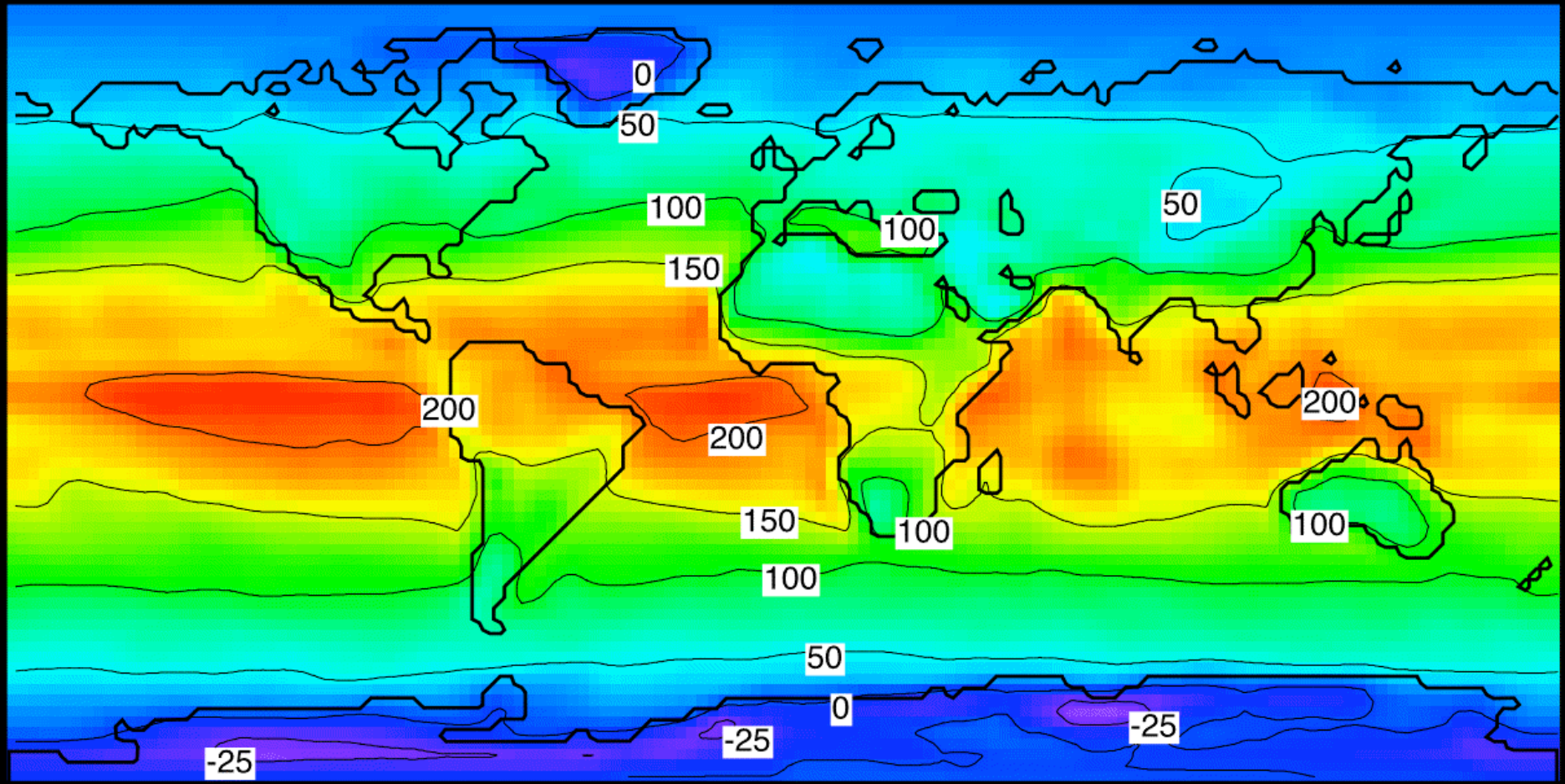
AWS gegevens beschikbaar via internet

AWS 6, netto kortgolvlige en langgolvlige straling (W m^{-2})

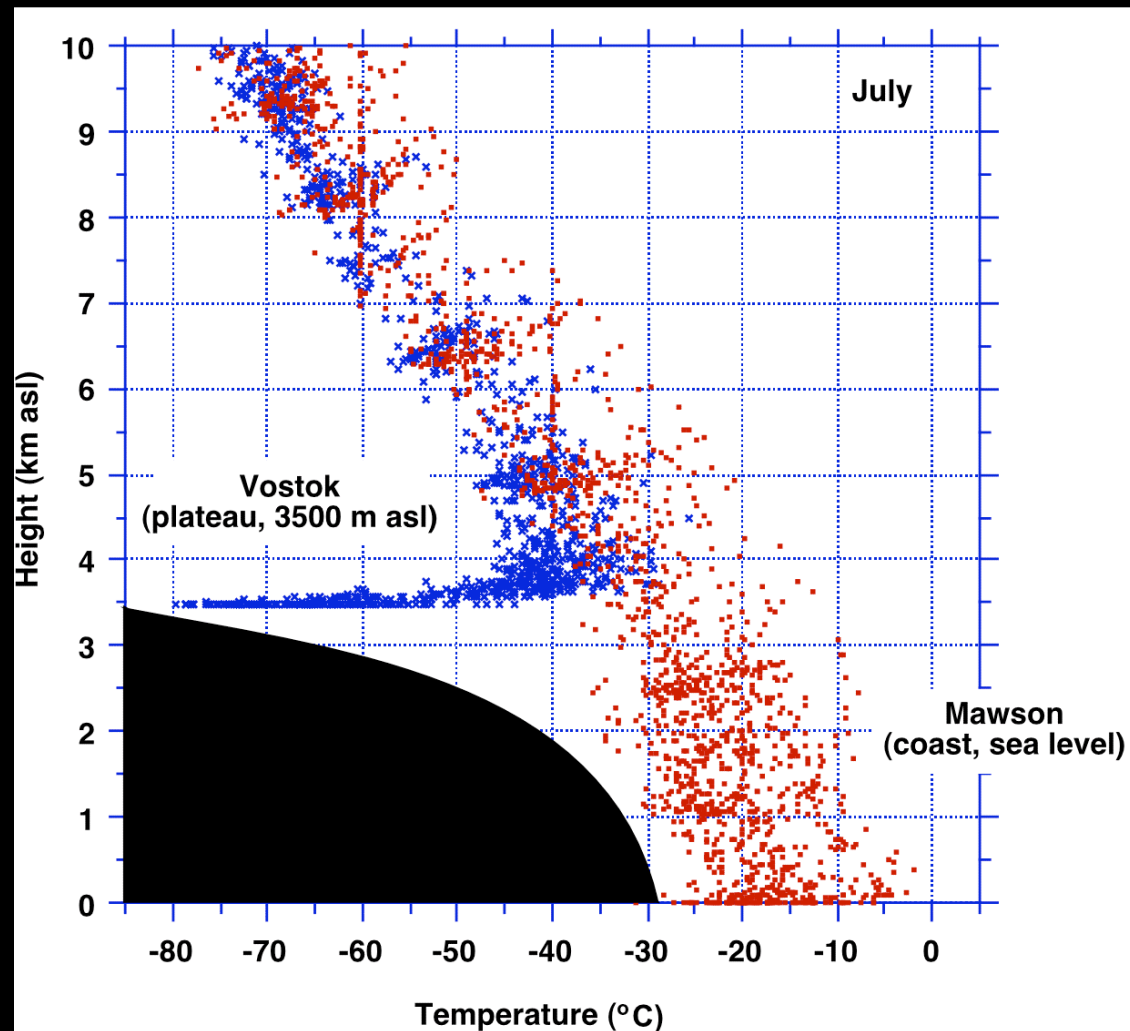


Gemiddeld over een jaar is de netto straling negatief!

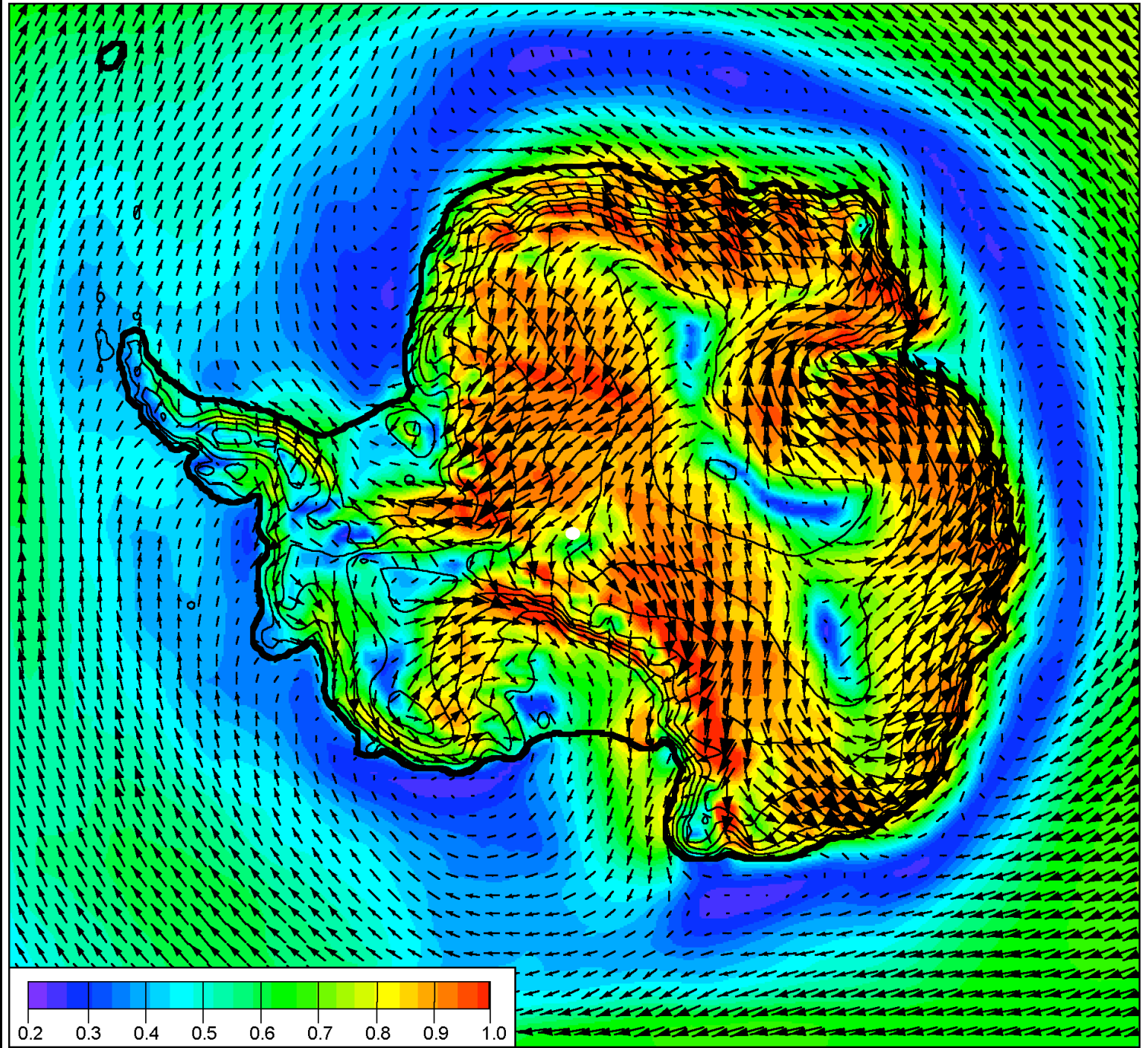
Netto straling, jaargemiddeld (W m^{-2})



Oppervlakte temperatuurinversie

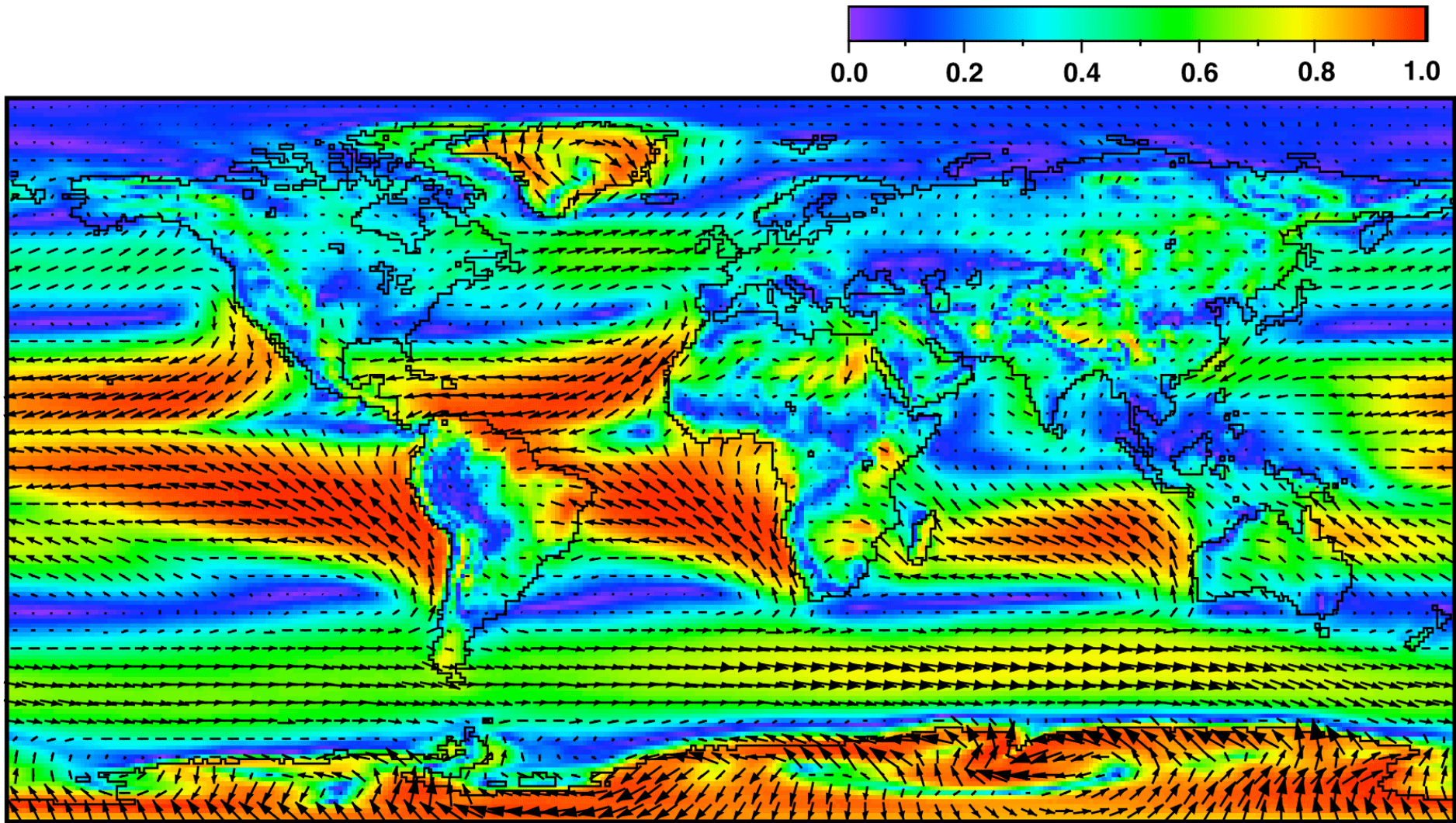


Kata- batische wind



*Jaargemiddelde
windvector en
directionele
constantheid,
RACMO1 model*

Mondiale jaargemiddelde wind en directionele constantheid

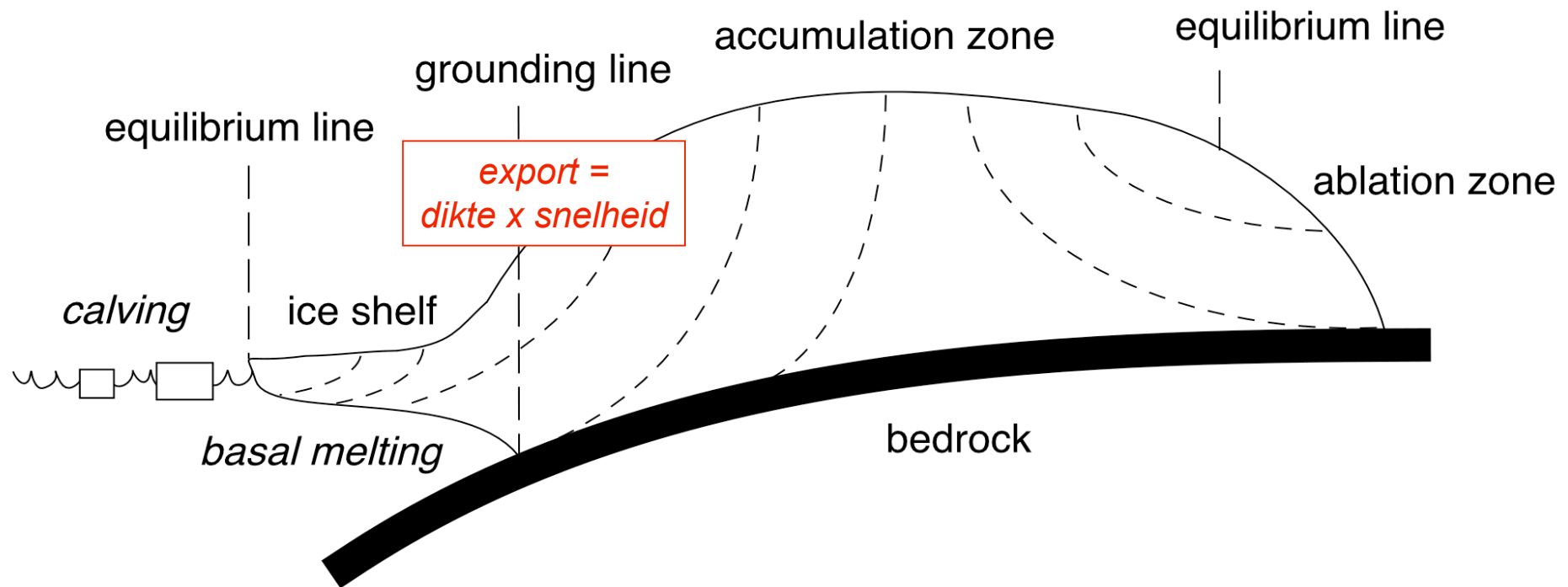


Gegevens van ECHAM-4 model

Massabalans



Massabalans = accumulatie - export - ablatie



Massabalans > 0: zeespiegel daalt

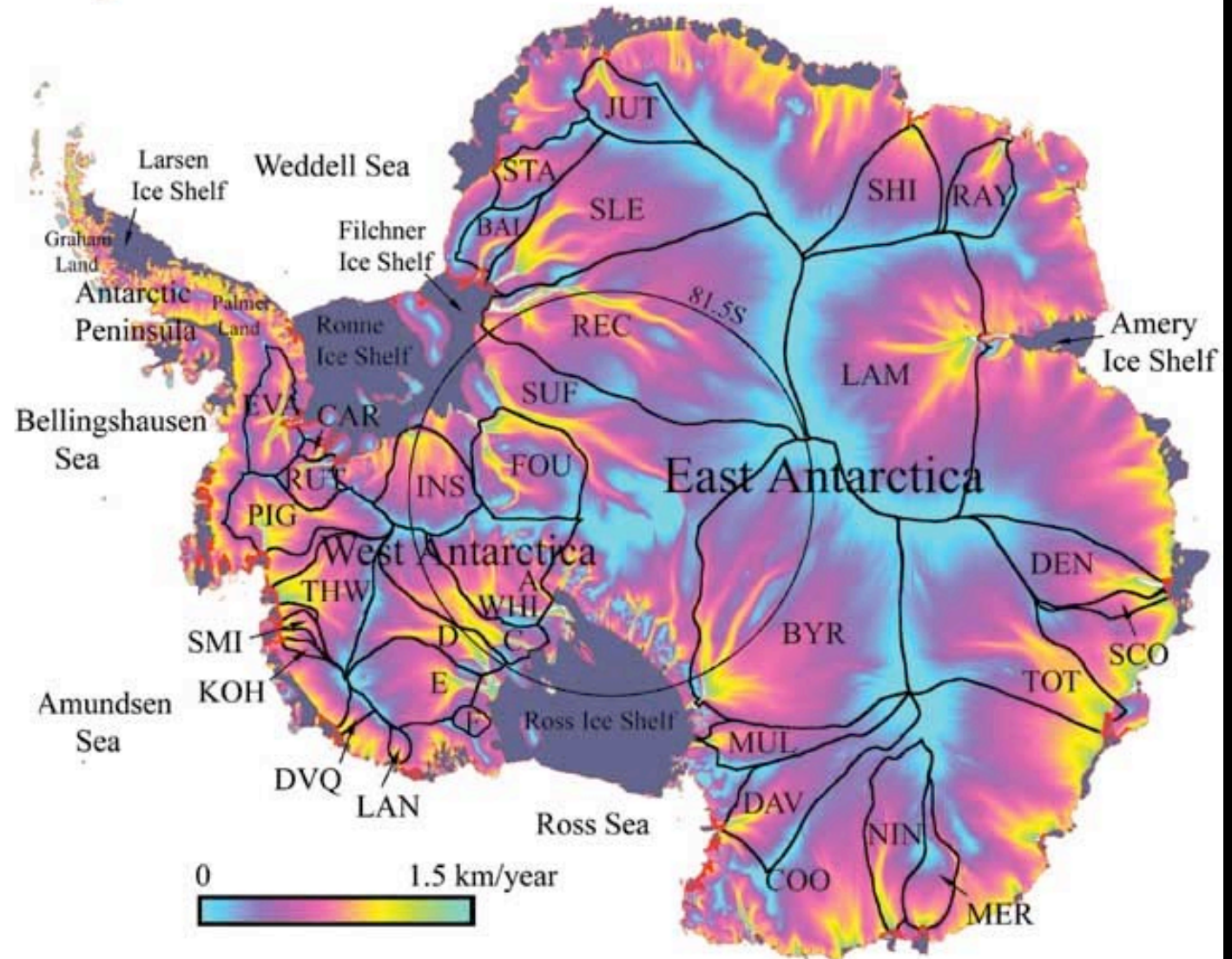
Massabalans < 0: zeespiegel stijgt

Massabalans van ijskappen en gletsjers

| <i>Huidige schatting van:</i> (in km ³ water) | Antarctische ijskap | Groenlandse ijskap | Alle andere gletsjers en ijskappen |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Accumulatie | 2250 | 550 | 670 |
| Smelt en runoff | -50 | -250 | -690 |
| Export (ijsbergen) | -1700* | -300* | -50 |
| Afsmelting onder ijsplaten | -500 | - | - |

(*balans verondersteld)

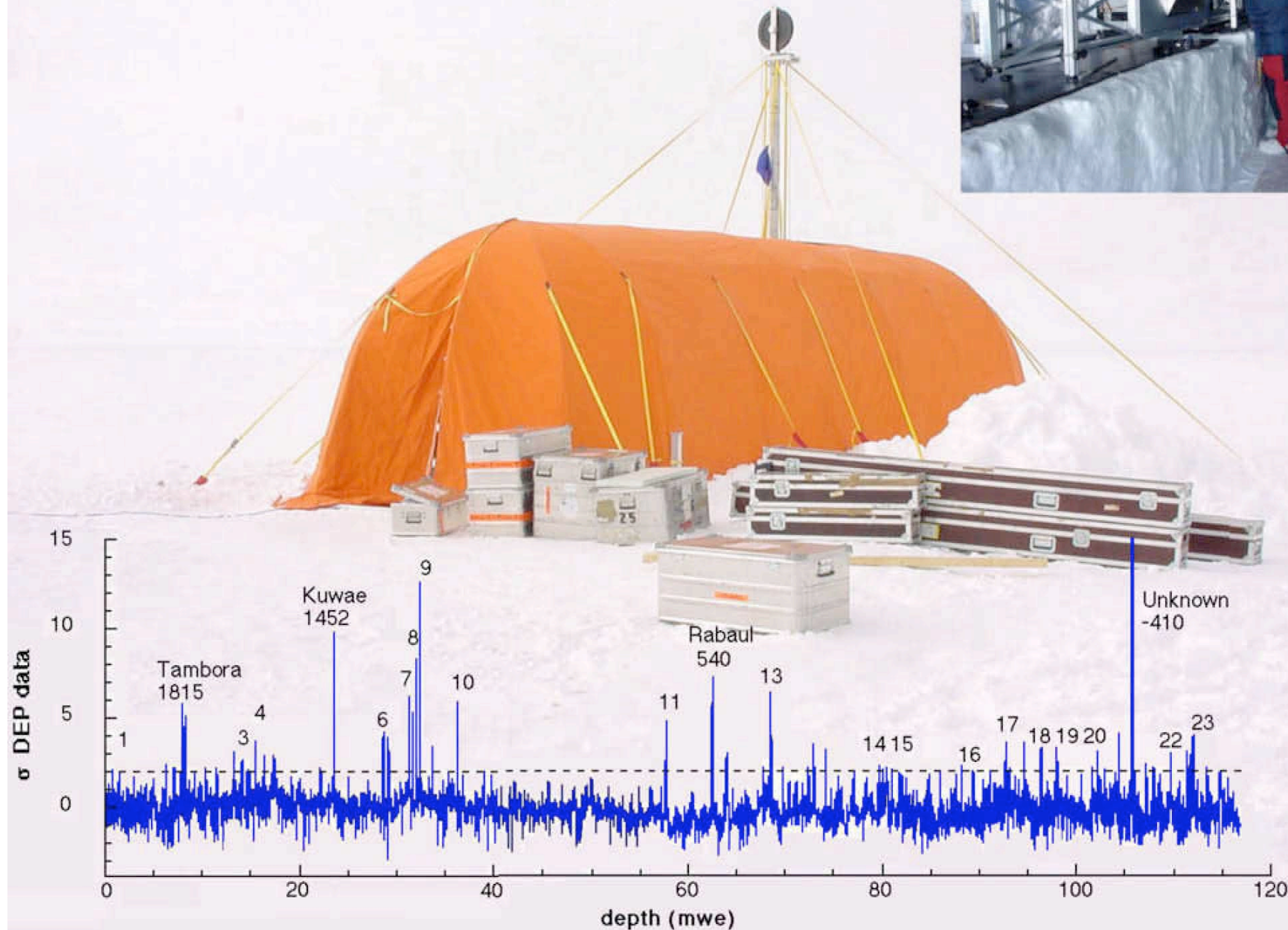
Export



Ijsstroomsnelheid kan met behulp van satellieten worden bepaald!

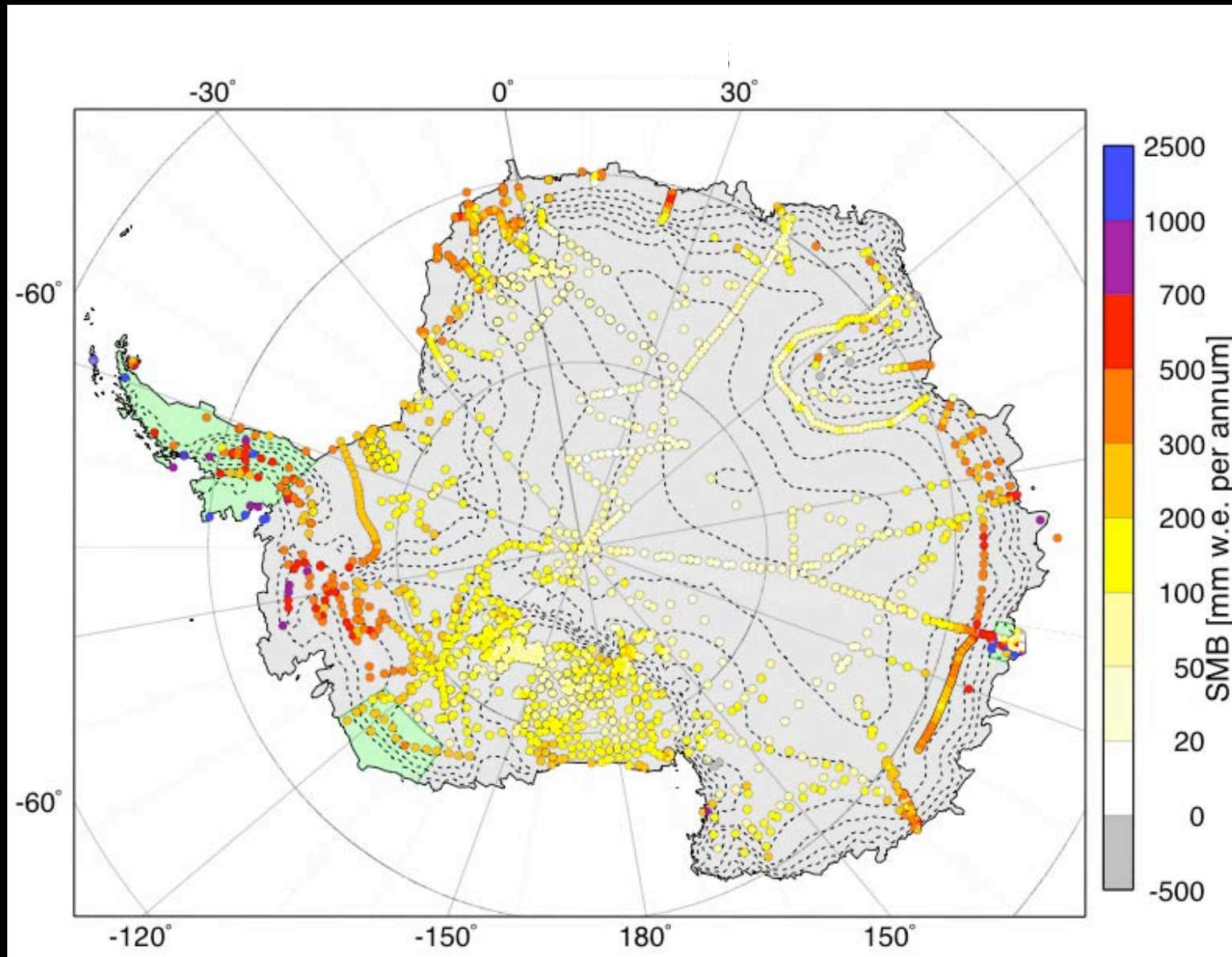
Bron: Science

Het meten van accumulatie



Gemeten accumulatie

(in mm water per jaar, 1955-2004, $N = 1,900$)



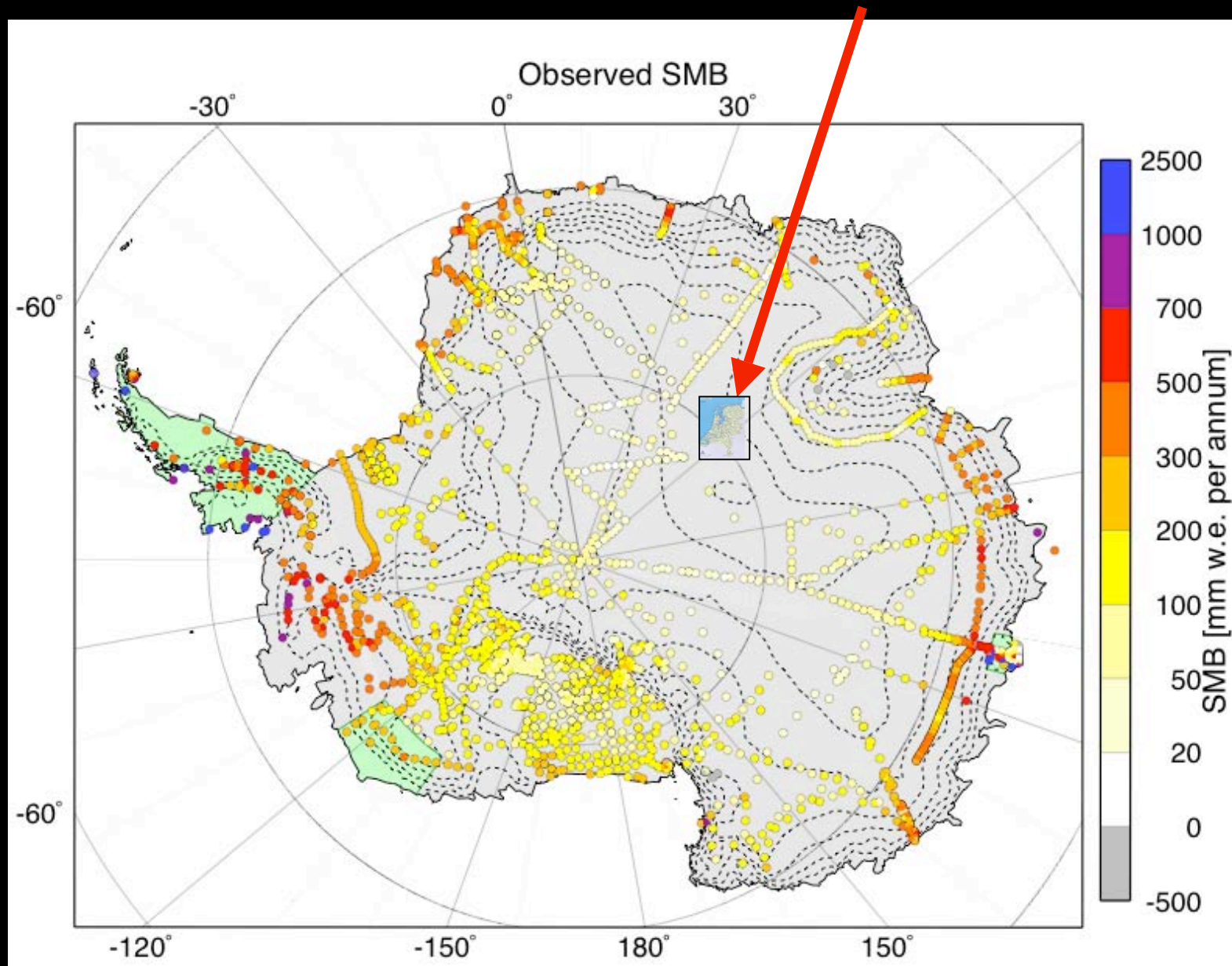
Verdeling van 325 KNMI neerslagstations in Nederland



Hoge stationsdichtheid is nodig omdat neerslag grote variaties kent over kleine afstanden

Bron: KNMI

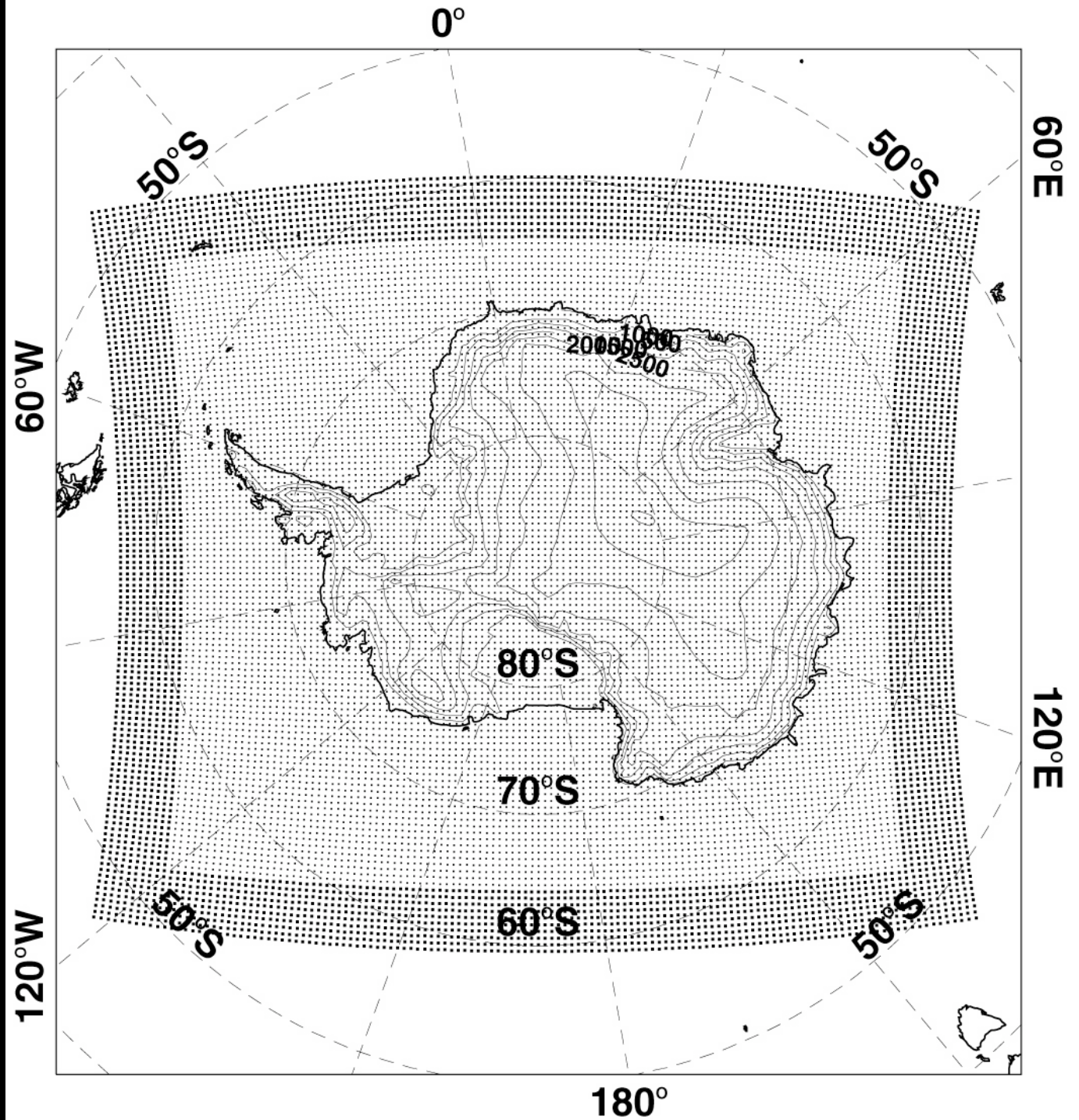
Om dezelfde dichtheid van metingen in Antarctica te bewerkstelligen zouden > 100,000 waarnemingen nodig zijn, tegen < 2,000 nu beschikbaar (in 50 jaar!)



Remedie:

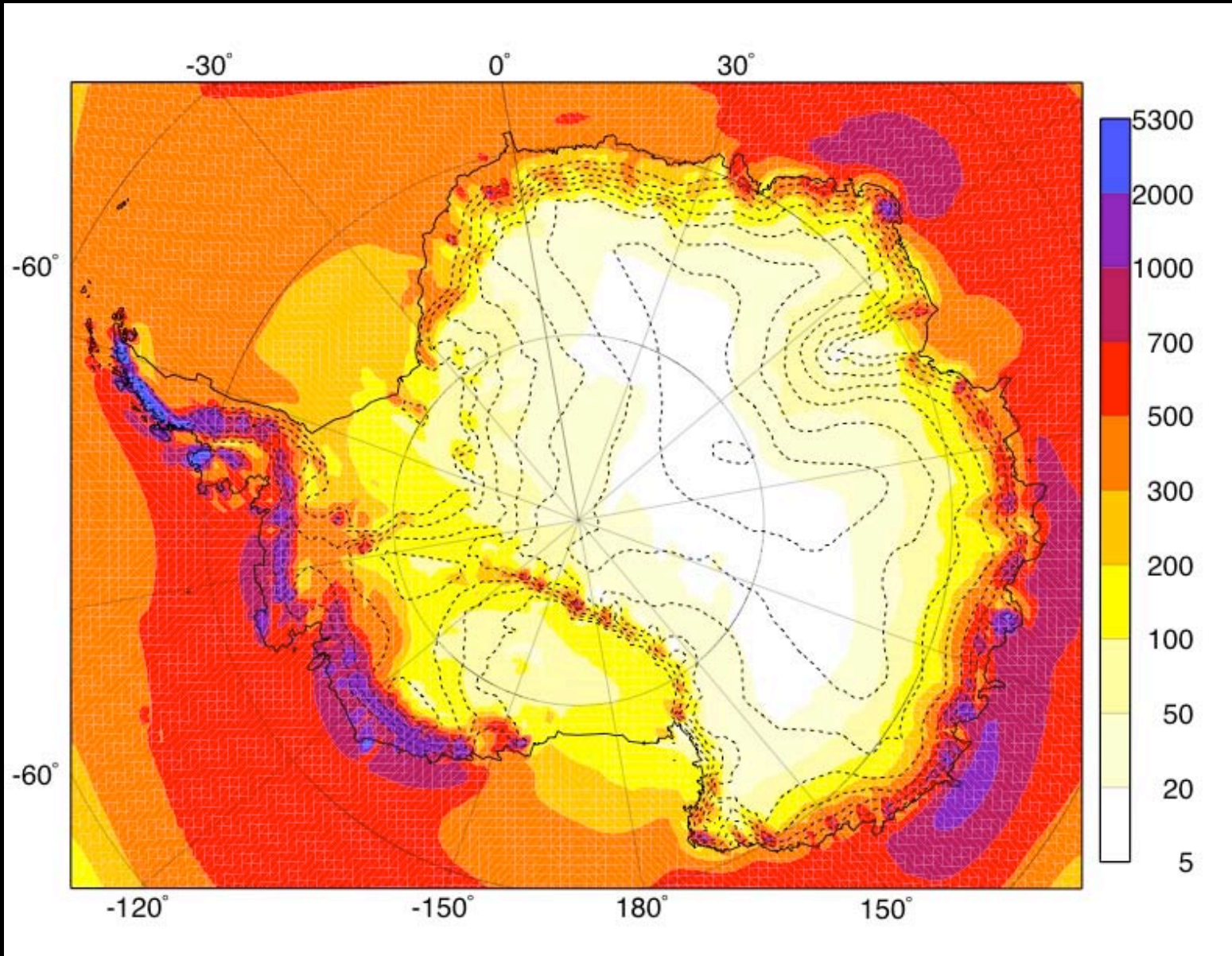
Regional
Atmosferisch
Klimaatmodel
(RACMO2/ANT)

*55 x 55 km resolutie
40 lagen in verticaal*



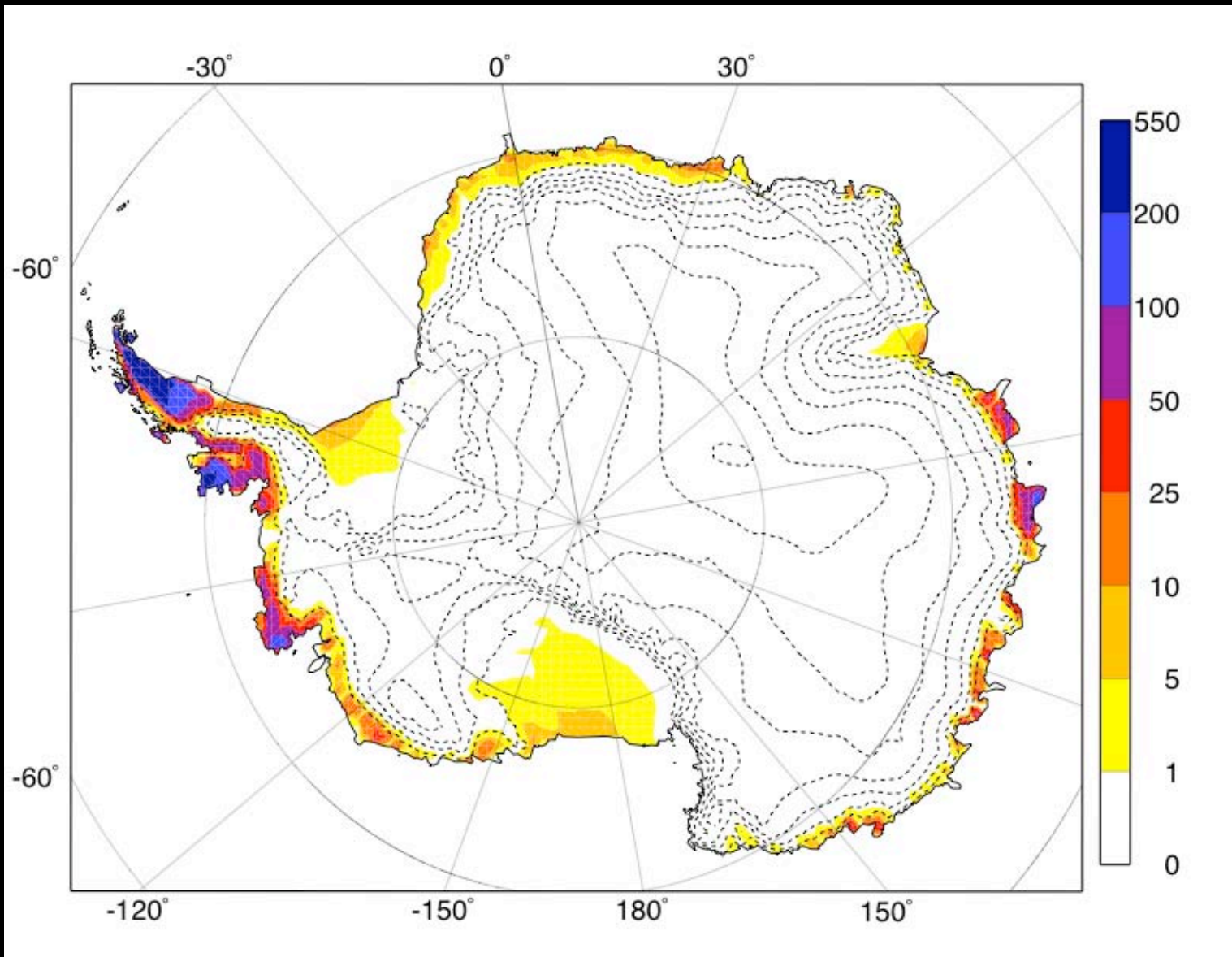
Sneeuwval (mm per jaar)

RACMO/ANT2 model data

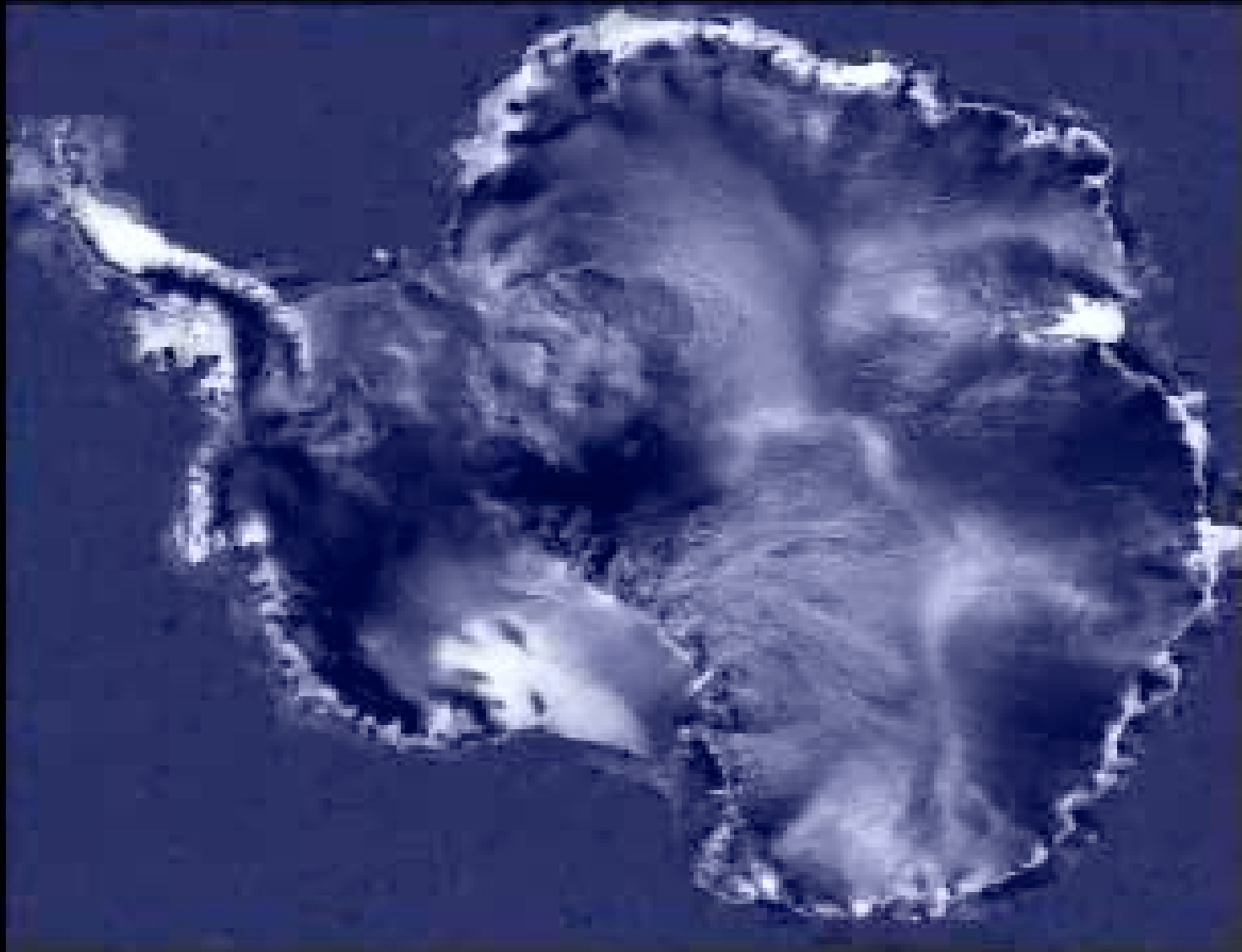


Smelt (mm per jaar)

RACMO/ANT2 model data

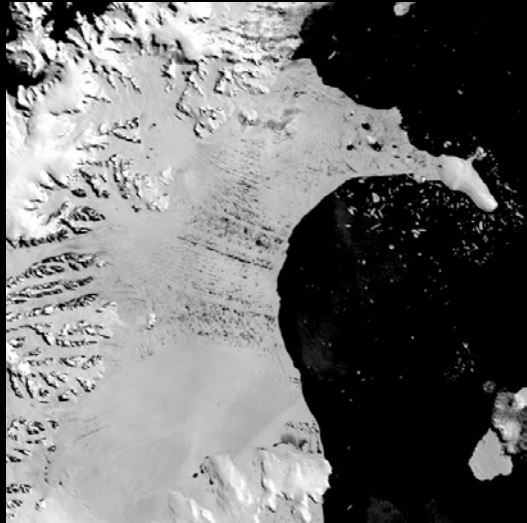


De ijsplaten van het Antarctisch Schiereiland

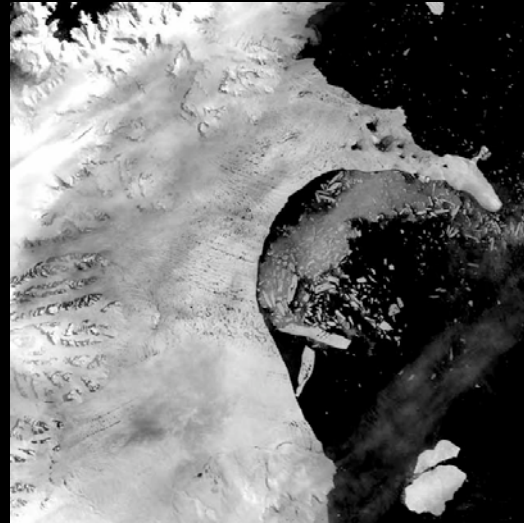


Bron: <http://www.nasa.gov>

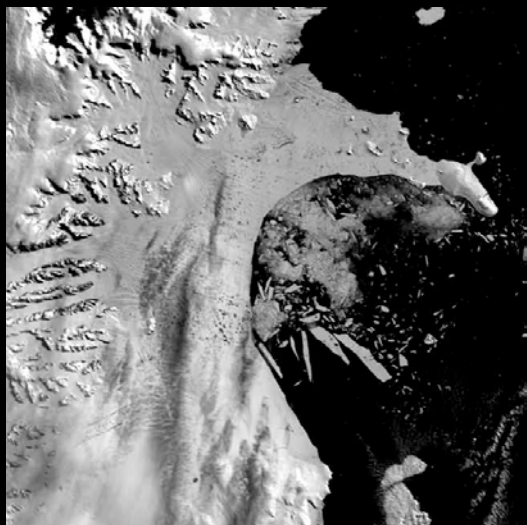
31 Jan. 2002



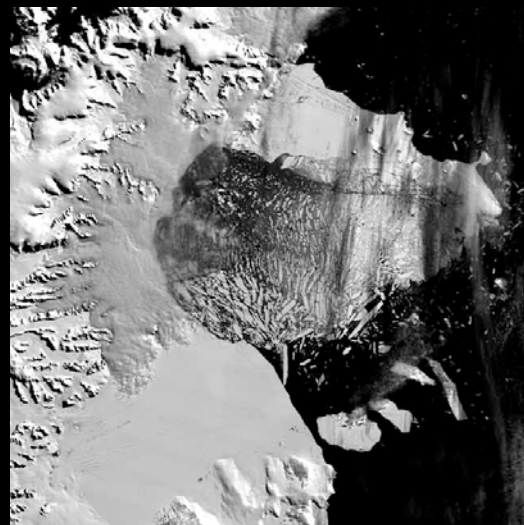
17 Feb. 2002



23 Feb. 2002



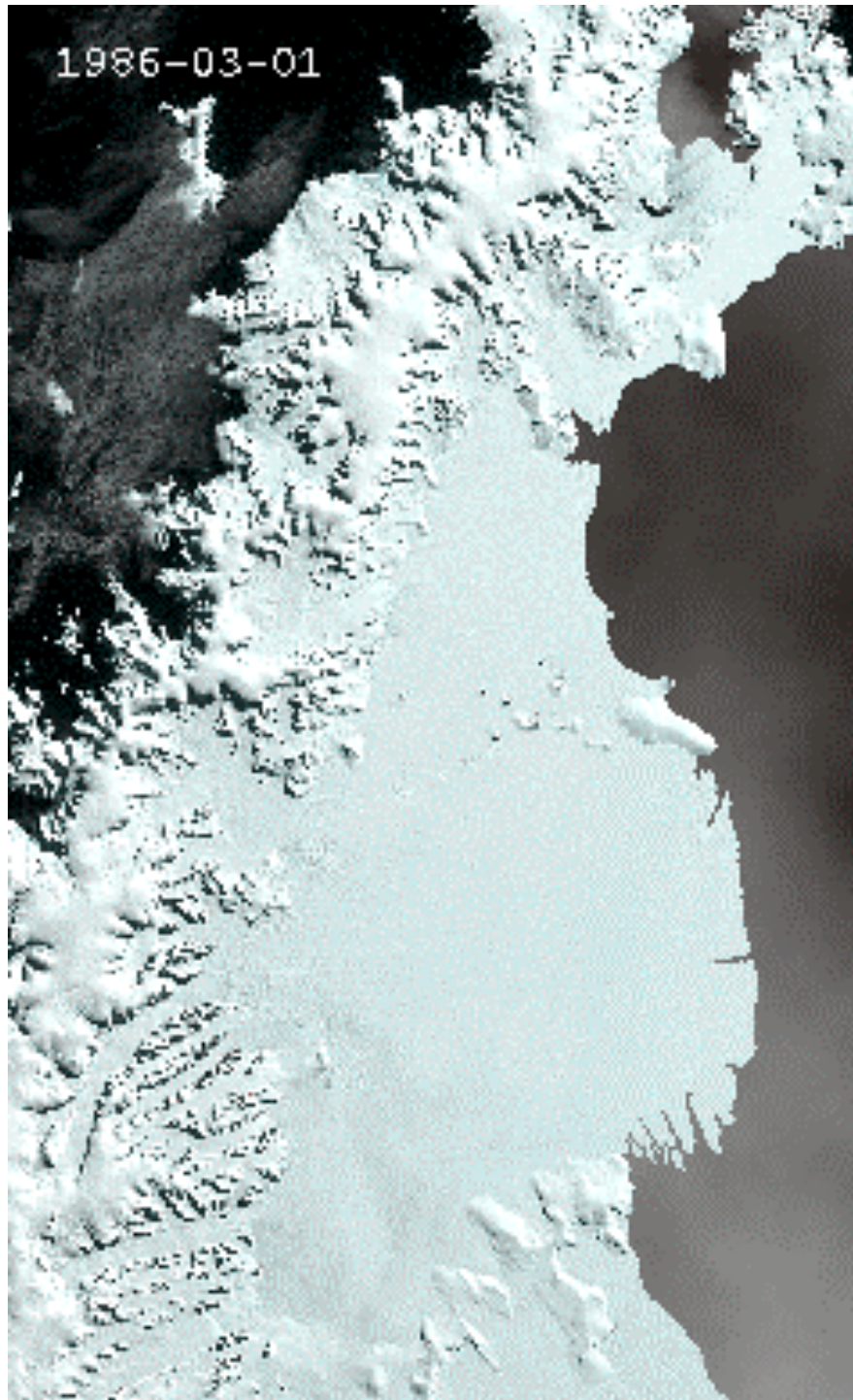
5 Mar. 2002



Opbreken van
Larsen B ijsplaat
in het Antarctisch
Schiereiland

*> 3000 km² van 200-
1000 m dikke ijsplaat
verdwijnt in iets meer
dan een maand tijd*

Bron: NSIDC



Terugtrekking van ijsplaten aan de oostkust van het Antarctisch Schiereiland sinds 1986

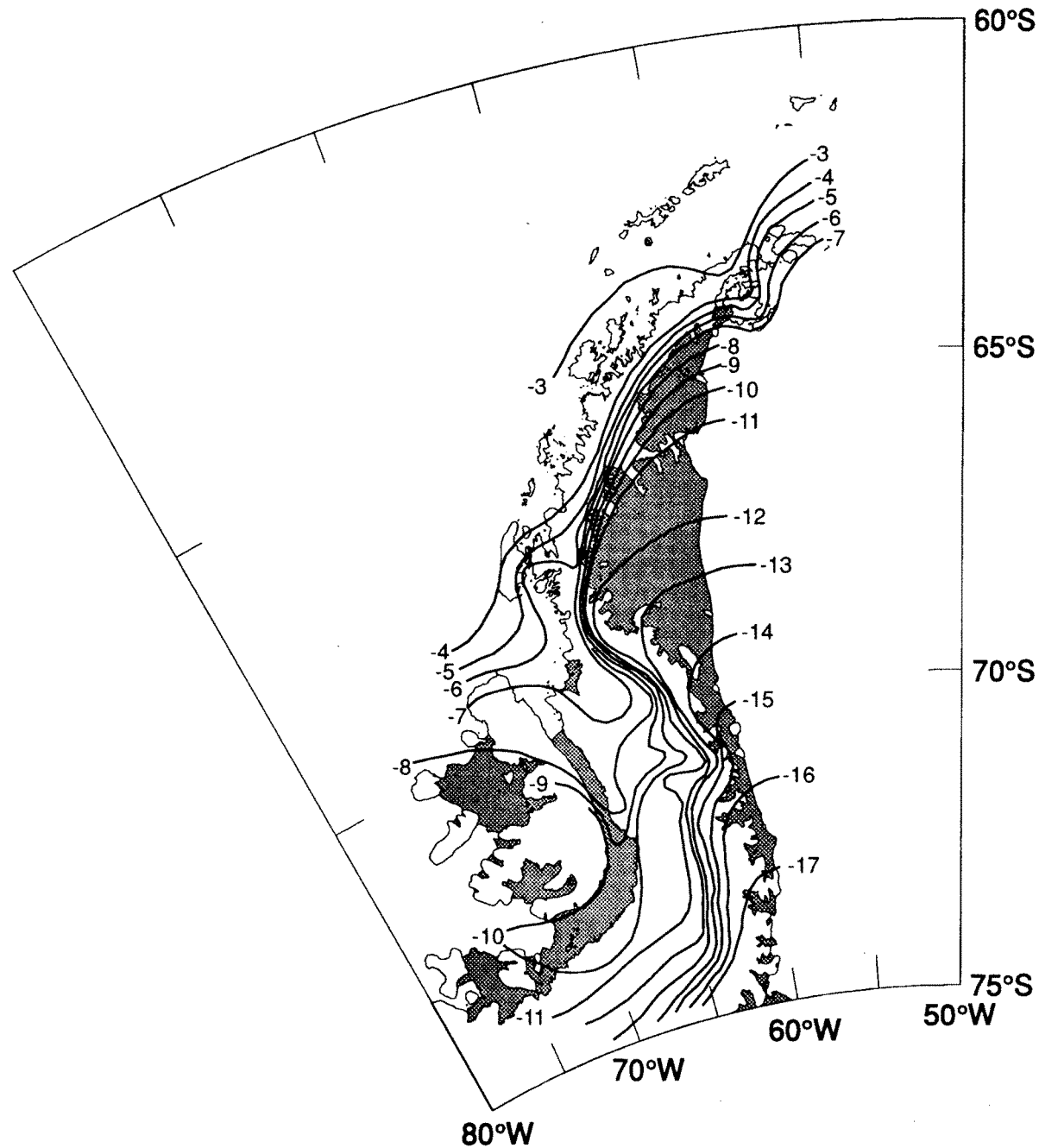
*De terugtrekking
verloopt van noord
naar zuid. De
zuidelijkste ijsplaten
waren al 100,000 jaar
stabiel!*



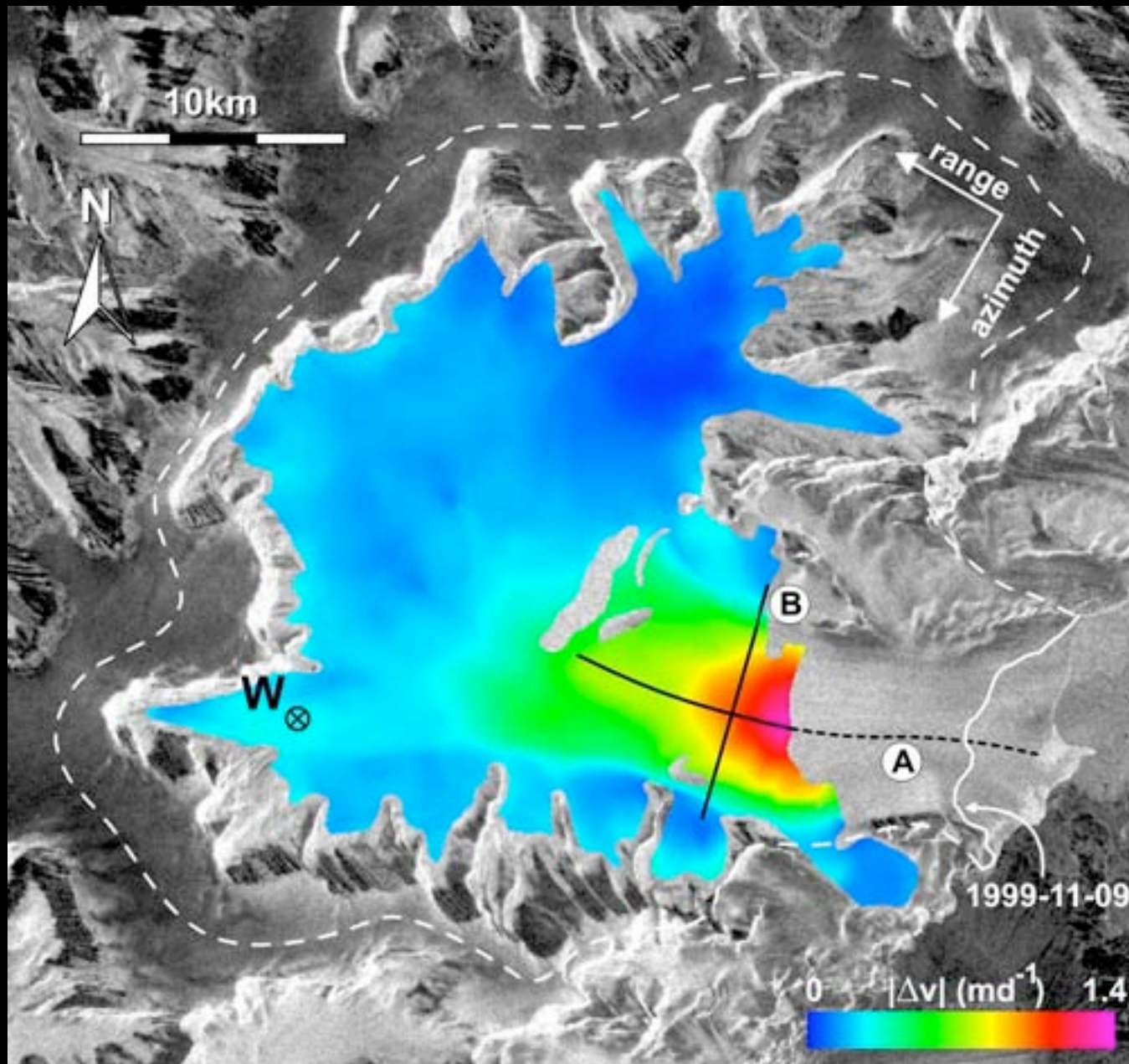
50 km

Bron: Universiteit van Innsbruck

*Al in 1978 voorspelde
Mercer dat de
-5 °C isotherm de
bestaanslimiet van ijsplaten
is*

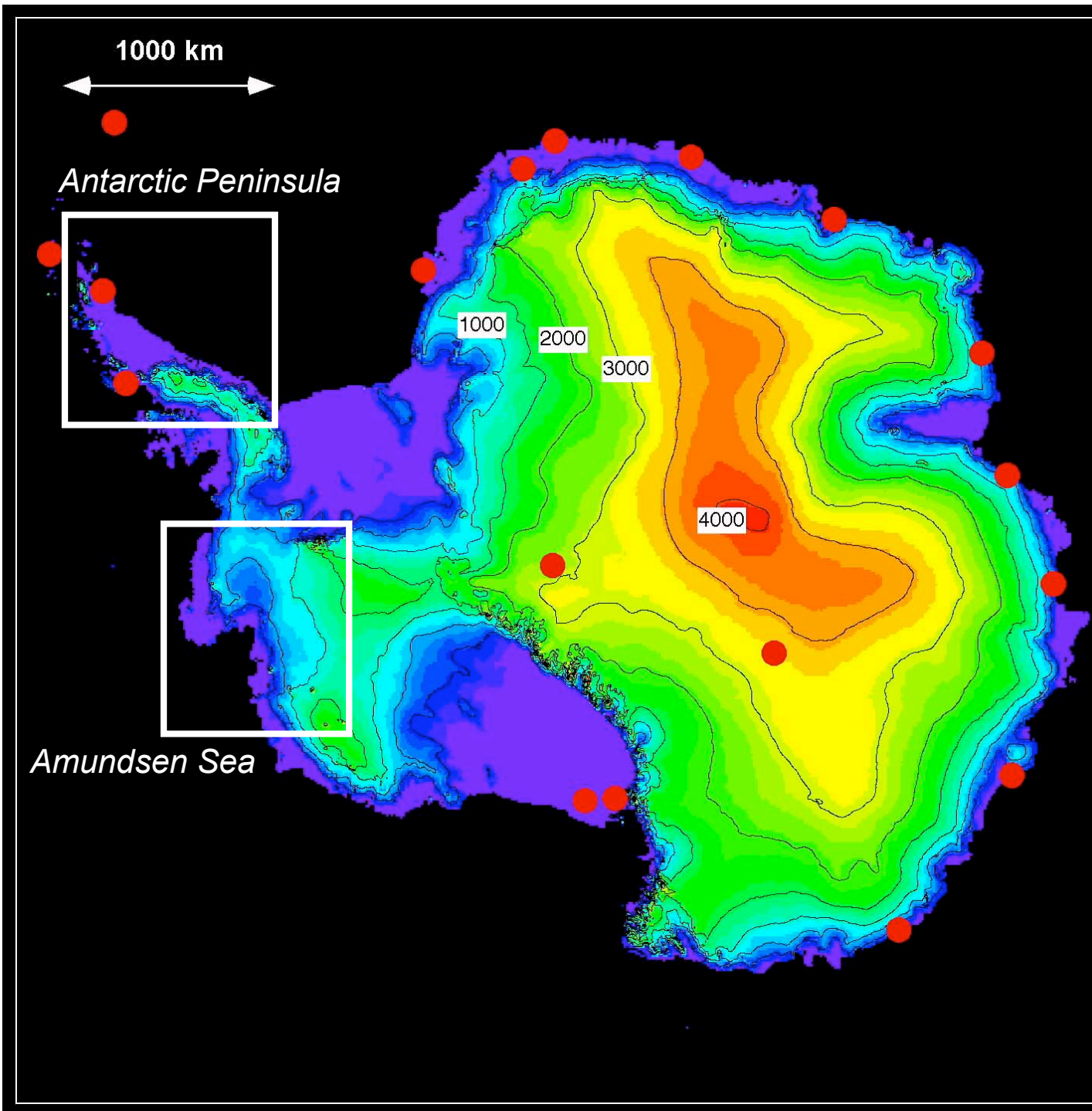


Bron: Nature



Ook voorspelde hij dat daardoor gletsjers op het vasteland sneller in zee gaan stromen: zeespiegelstijging!

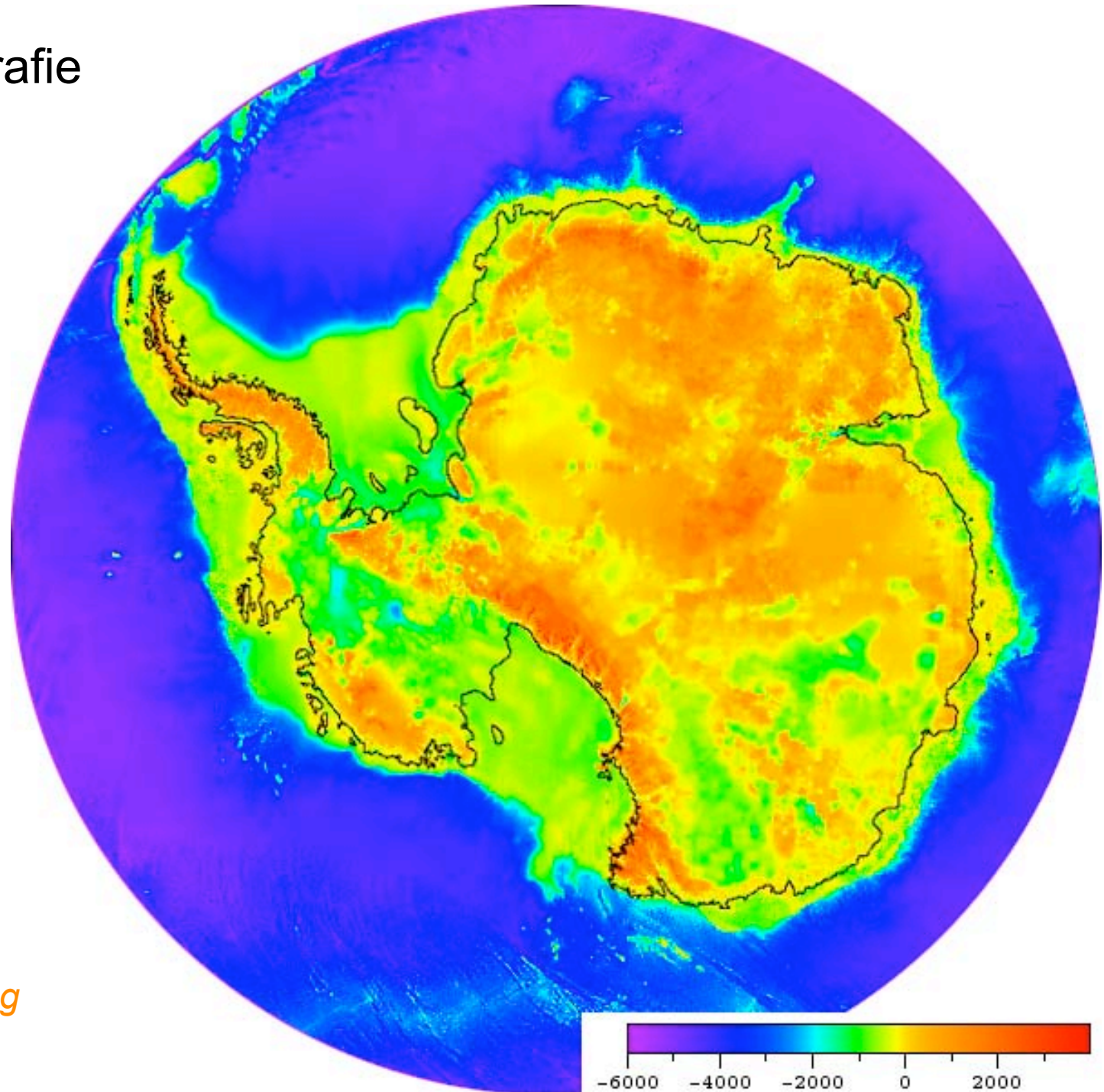
Bron: University of Innsbruck



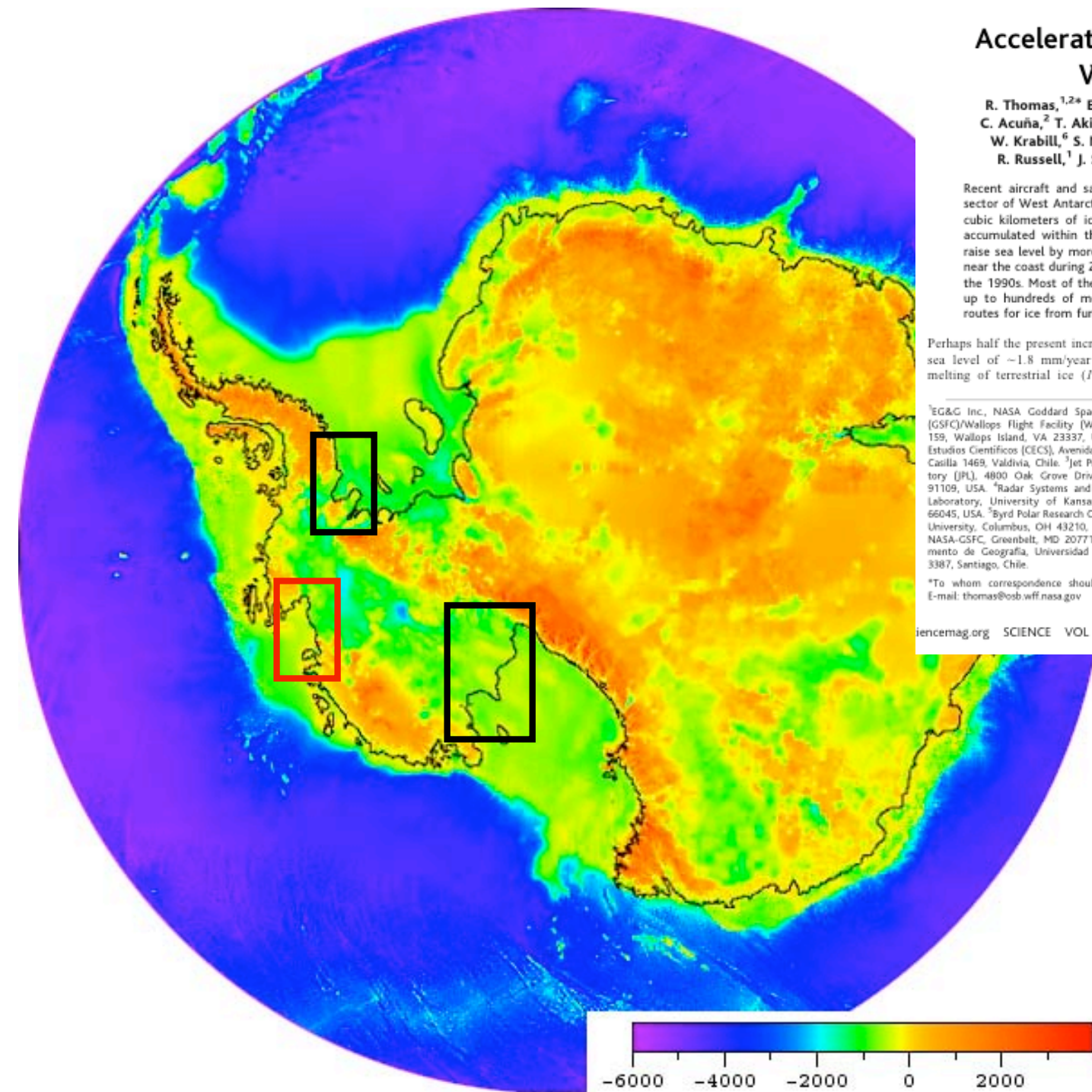
Mercer beweerde verder dat de West Antarctische ijskap gevaar loopt als bij verdere opwarming de grote Ross en Filchner-Ronne ijsplaten zouden opbreken

●
Permanently staffed research stations

Bodempogografie
(in m boven
zeeniveau)



*Zwarte lijn geeft
huidige begrenzing
van ijskap aan*



Accelerated Sea-Level Rise from West Antarctica

R. Thomas,^{1,2*} E. Rignot,^{2,3} G. Casassa,² P. Kanagaratnam,⁴ C. Acuña,² T. Akins,⁴ H. Brecher,⁵ E. Frederick,¹ P. Gogineni,⁴ W. Krabill,⁶ S. Manizade,¹ H. Ramamoorthy,⁴ A. Rivera,^{2,7} R. Russell,¹ J. Sonntag,¹ R. Swift,¹ J. Yungel,¹ J. Zwally⁶

Recent aircraft and satellite laser altimeter surveys of the Amundsen Sea sector of West Antarctica show that local glaciers are discharging about 250 cubic kilometers of ice per year to the ocean, almost 60% more than is accumulated within their catchment basins. This discharge is sufficient to raise sea level by more than 0.2 millimeters per year. Glacier thinning rates near the coast during 2002–2003 are much larger than those observed during the 1990s. Most of these glaciers flow into floating ice shelves over bedrock up to hundreds of meters deeper than previous estimates, providing exit routes for ice from further inland if ice-sheet collapse is under way.

Perhaps half the present increase in global sea level of ~1.8 mm/year is caused by melting of terrestrial ice (1). During the

1990s, nonpolar glaciers accounted for an estimated 0.4 mm/year (2) and Greenland for ~0.15 mm/year (3). Although data from Antarctica are still sparse, they suggest a net loss from West Antarctica equivalent to ~0.2 mm/year and approximate balance in East Antarctica, where uncertainty remains large (4). Substantial grounding line retreat (5, 6), thinning (7), and acceleration (8) have been observed on glaciers flowing into the Amundsen Sea, with small ice shelves now but larger ones in the past (9). These glaciers flow into ice shelves over beds well below sea level, and sustained thinning would allow them to float free from bedrock, potentially easing resistive forces acting on upstream ice

¹EG&G Inc., NASA Goddard Space Flight Center (GSFC)/Wallops Flight Facility (WFF), Building N-159, Wallops Island, VA 23337, USA. ²Centro de Estudios Científicos (CECS), Avenida Arturo Prat 514, Casilla 1469, Valdivia, Chile. ³Jet Propulsion Laboratory (JPL), 4800 Oak Grove Drive, Pasadena, CA 91109, USA. ⁴Radar Systems and Remote Sensing Laboratory, University of Kansas, Lawrence, KS 66045, USA. ⁵Byrd Polar Research Center, Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA. ⁶Code 972, NASA-GSFC, Greenbelt, MD 20771, USA. ⁷Departamento de Geografía, Universidad de Chile, Casilla 3387, Santiago, Chile.

*To whom correspondence should be addressed. E-mail: thomas@osb.wff.nasa.gov



Antarctisch Alarm

1. Verschillen en overeenkomsten tussen het Noordpool en Zuidpool gebied

2. Klimaat en massabalans van Antarctica

3. Verleden en toekomst

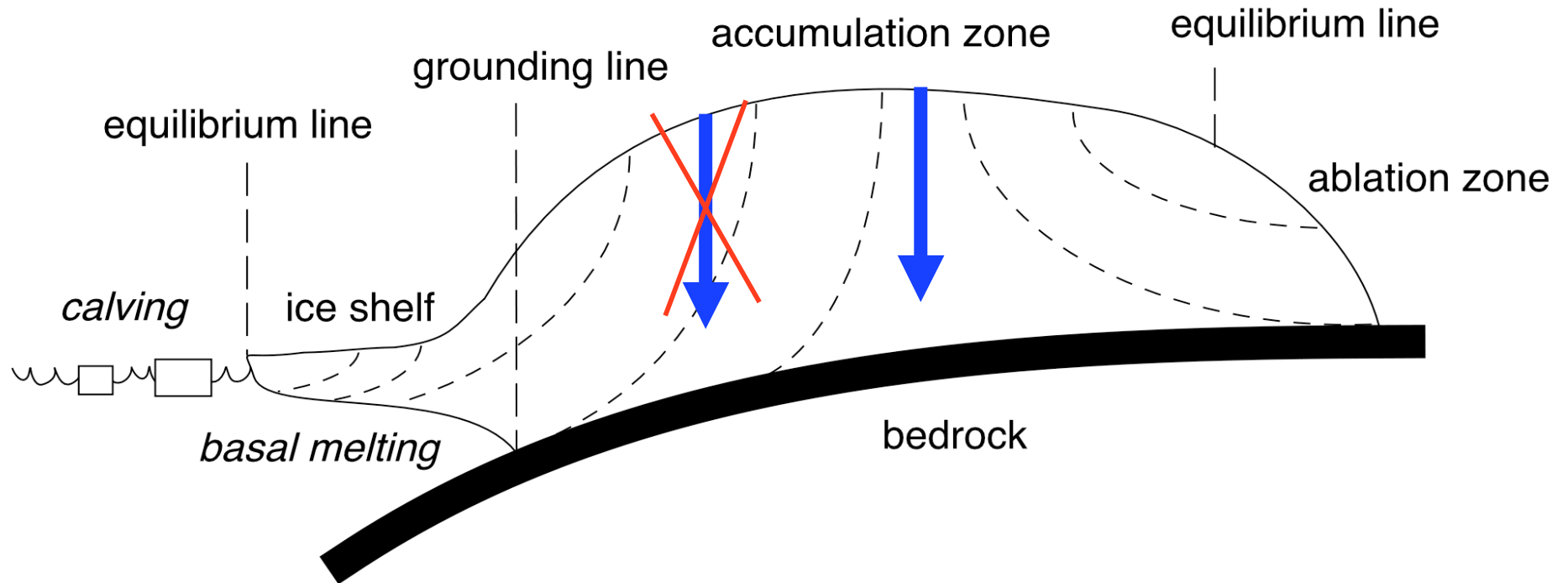
Ijskappen als klimaatarchief



Stroming in een ijskap

Ice sheet with maritime periphery.....

and land periphery



*Het hoogste punt van de ijskap heeft het minst last van deformatie en advectie:
er vindt alleen verticaal transport en compressie plaats (dunner worden van de
jaarlagen)*

Recept voor het boren van een diepe ijskern:

Stel 100 miljoen euro veilig

Bouw een boor

Test de boor

Huur ervaren (en duur) boorpersoneel...



...kies een plekje waar nog geen
diepe ijskern is geboord...

...transporteer materiaal en mensen naar Antarctica...



....en naar het midden van de ijskap.....



....kijk uit voor spleten...



....bouw een basis voor 30 personen....



...verwijder 4000 m³ sneeuw...



...met een lier voor 3500 m high-tech kabel...



...en een boortoren van 6 m hoog...



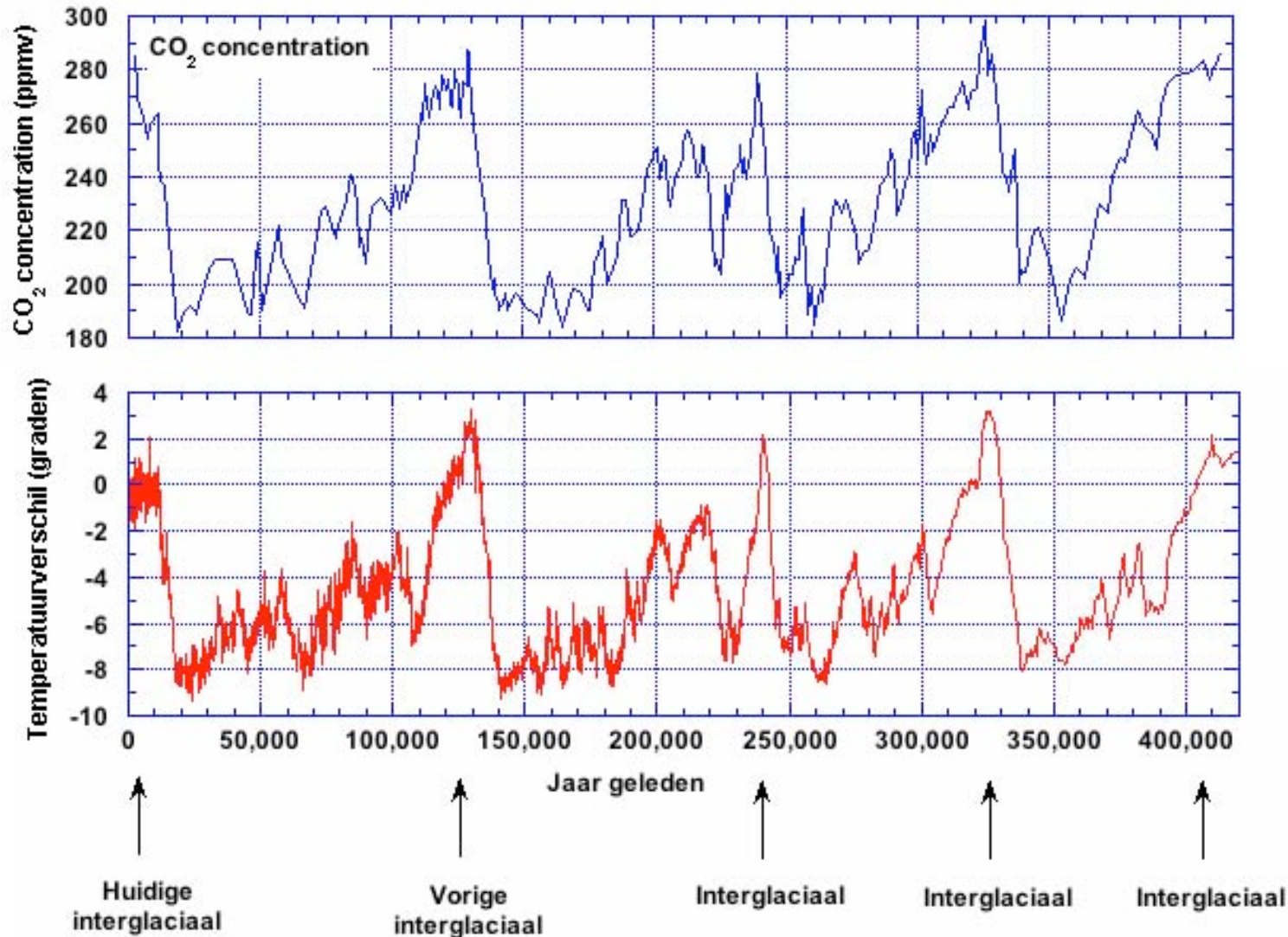
...en de boorkop met
anti-tordeer sectie en
electronica.

Boren maar! *

**Neem vijf seizoenen de tijd. Als boor vast
komt te zitten, ga terug naar vorige stap.*



Resultaten van de Vostok ijskern



Variaties van broeikasgas-concentratie en temperatuur zijn altijd hand in hand gegaan

Historische CO₂ concentraties:

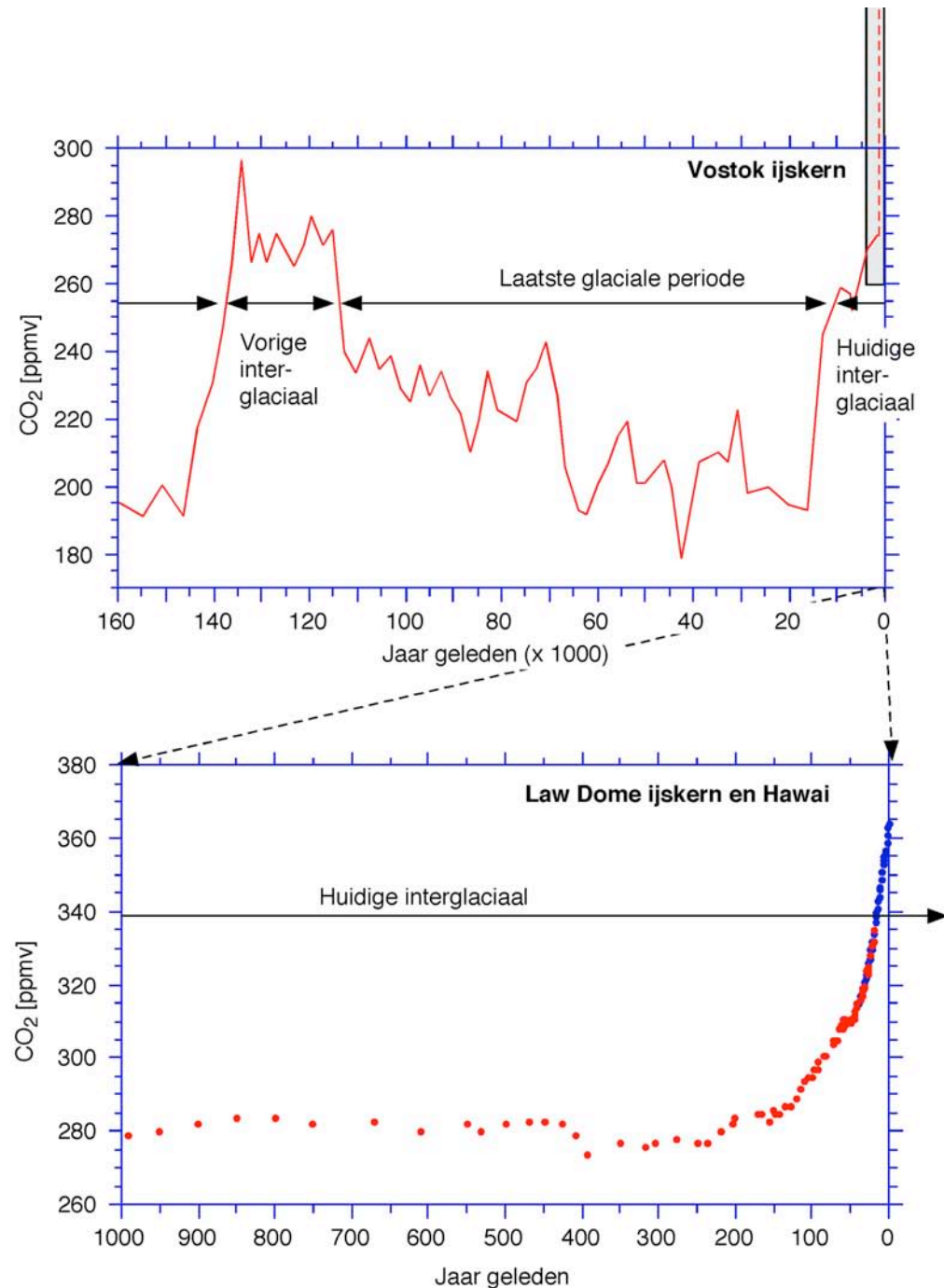
1. Vostok ijskern (rode lijn)

2. Law Dome ijskern (rode punten)

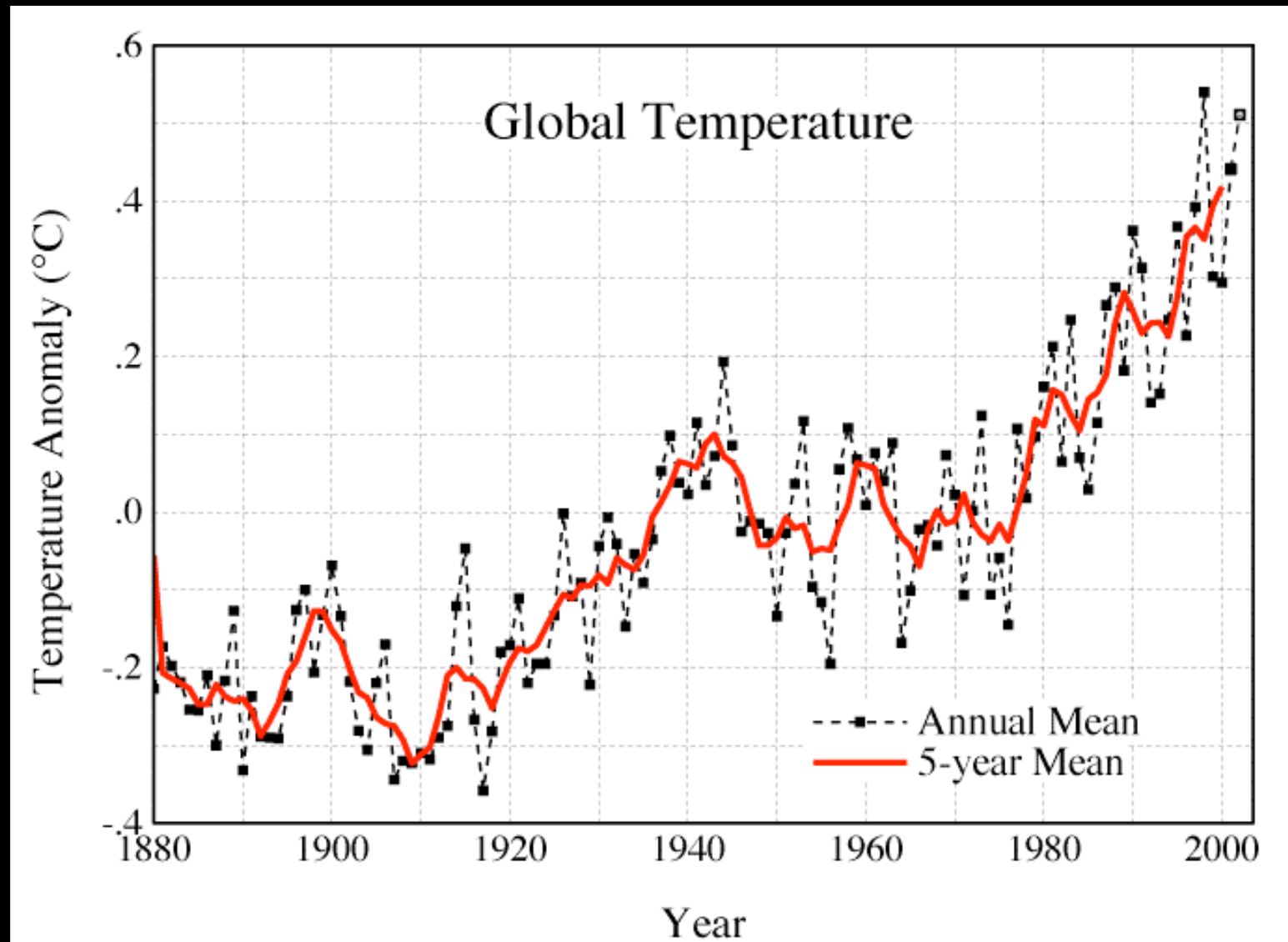
3. Directe metingen in de atmosfeer (Hawaii, blauwe punten)

Huidige CO₂ concentratie (380 ppmv) ligt 30% hoger dan het maximum van de afgelopen miljoen jaar!

Deze stijging vond plaats in nog geen 150 jaar!



Het hoeft dan ook niet te verbazen dat de temperatuur op Aarde stijgt...



Samenvatting



1. Door menselijke activiteiten is de samenstelling van de atmosfeer de afgelopen 200 jaar dramatisch snel veranderd
2. Dit is gepaard gegaan met een mondiale temperatuurstijging, die vooral de laatste 20 jaar lijkt te versnellen
3. Op Antarctica heeft dit geleid tot het opbreken van 200-1000 m dikke ijsplaten in het Antarctisch Schiereiland, en het versneld in zee stromen van gletsjers in het achterland
4. Verdere opwarming van Antarctica kan leiden tot het opbreken van de ijsplaten in West Antarctica, en desintegratie van de West Antarctische ijskap, hetgeen de zeespiegel wereldwijd met 5 m zou doen stijgen

Moeten we ons zorgen maken om de toekomst van de Antarctische ijskap?

Oordeelt U zelf....

2005 hoort
wereldwijd
bij de
warmste vier
jaar sinds
1861...

Bron: WMO



World Meteorological Organization
A specialized agency of the United Nations

Weather • Climate • Water

For use of the information media
Not an official record

Press Release

EMBARGOED UNTIL 15 DECEMBER 2005 15H00 GMT

WMO-No. 743

WMO STATEMENT ON THE STATUS OF THE GLOBAL CLIMATE IN 2005:

GENEVA, 15 December (WMO)—The global mean surface temperature in 2005 is currently estimated to be +0.48° C above the 1961-1990 annual average (14°C), according to the records maintained by Members of the World Meteorological Organization (WMO). **2005 is currently the second warmest year on record and 2005 is likely to be among the warmest 4 years in the temperature record since 1861**, but official figures will not be released until February. The year 1998 remains the warmest year, with optimum averaged surface temperatures averaging +0.54°C above the same 30-year mean. The uncertainty in the global temperature values, arising mainly from gaps in data coverage, are such that 2005 could be the warmest year or the eighth warmest year on record. The last 10 years (1996-2005), with the exception of 1996, are the warmest years on record.

Averaged separately for both hemispheres, 2005 surface temperatures for the northern hemisphere (0.65°C above 30-year mean) are likely to be the warmest and for the southern hemisphere (0.32°C above 30-year mean), the fourth warmest in the instrumental record from 1861 to the present.

Globally, October 2005 was the warmest October on record, surpassing that of last year and June 2005 was the warmest June, surpassing that of 1998. Areas of significant warmth were widespread with large areas of Africa, Australia, Brazil, China and the United States showing significantly above-average temperatures. Much of the North Atlantic and tropical Indian Ocean were also significantly warm, along with the Gulf of Alaska. Sea-surface temperatures in the North Atlantic in 2005 are likely to be the warmest on record.

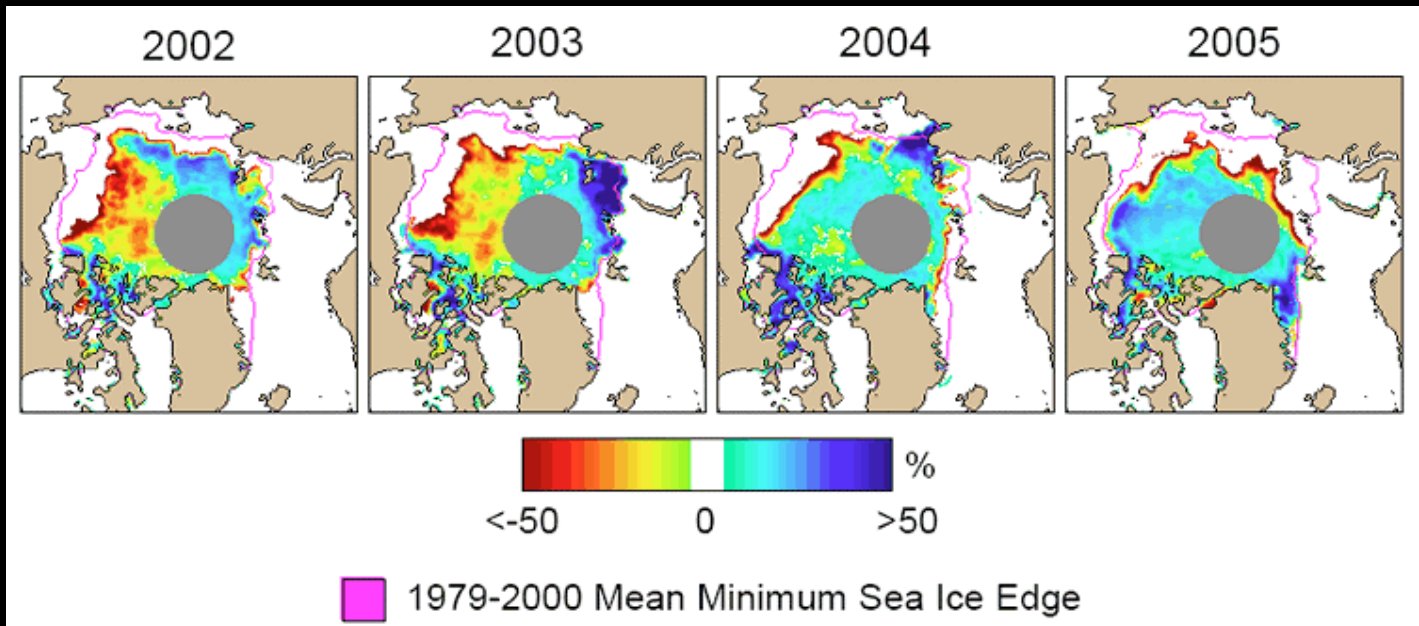
The large-scale climate phenomenon El Niño can contribute to above-average warmth, as was the case with extremely strong 1997/1998 episode. But the weak El Niño conditions in the equatorial Pacific Ocean that developed in 2004, faded quickly to near-neutral conditions by March 2005 and little impact on global temperatures occurred.

Since the start of the 20th century, the global average surface temperature has risen between 0.6°C and 0.7°C. But this rise has not been continuous. Since 1976, the global average temperature has risen sharply, at 0.18°C per decade. In the northern and southern hemispheres, the 1990s were the warmest decade with an average of 0.38°C and 0.23°C above the 30-year mean, respectively.

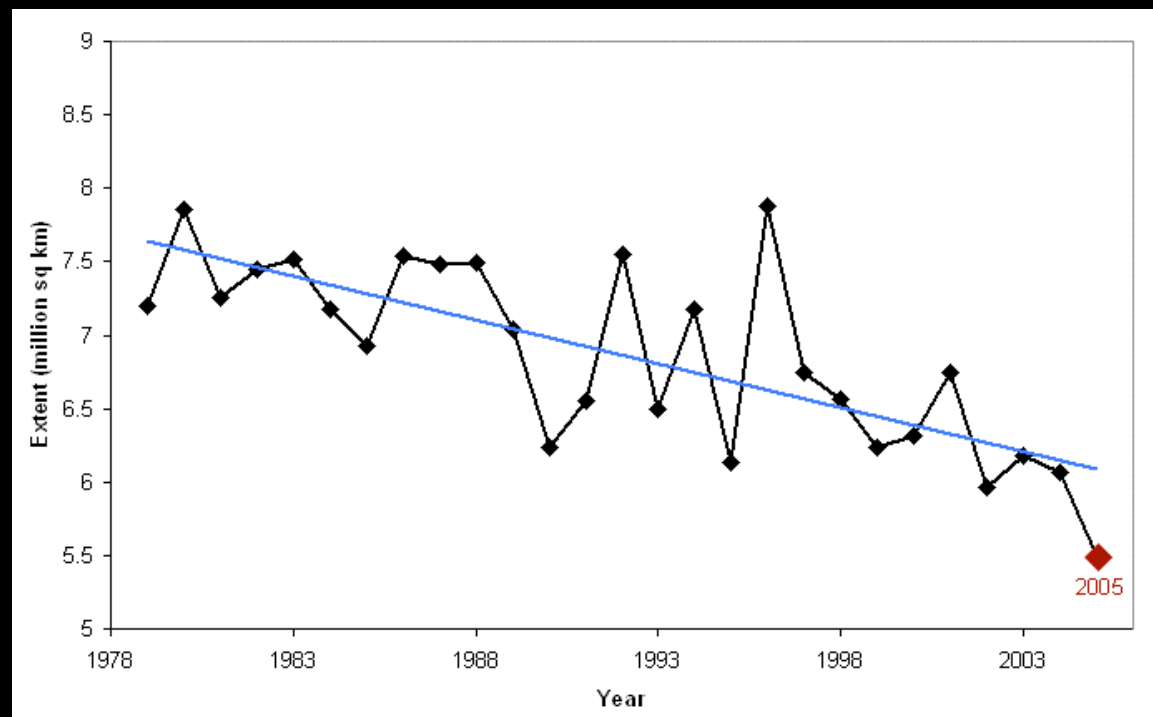
Regional temperature anomalies

For Australia, preliminary data indicate that 2005 will be the hottest year since records commenced in 1910, with around 97 per cent of the continent experiencing above-average mean temperatures. During the January-May period, the hottest maximum temperatures on record exacerbated the exceptionally dry conditions. Nationwide temperatures during the first five months of the year were 1.75°C above normal, surpassing the previous record by a substantial

Afnemende
zeeijs-
bedekking in
Arctische
oceaan,
dieptepunt in
2005...

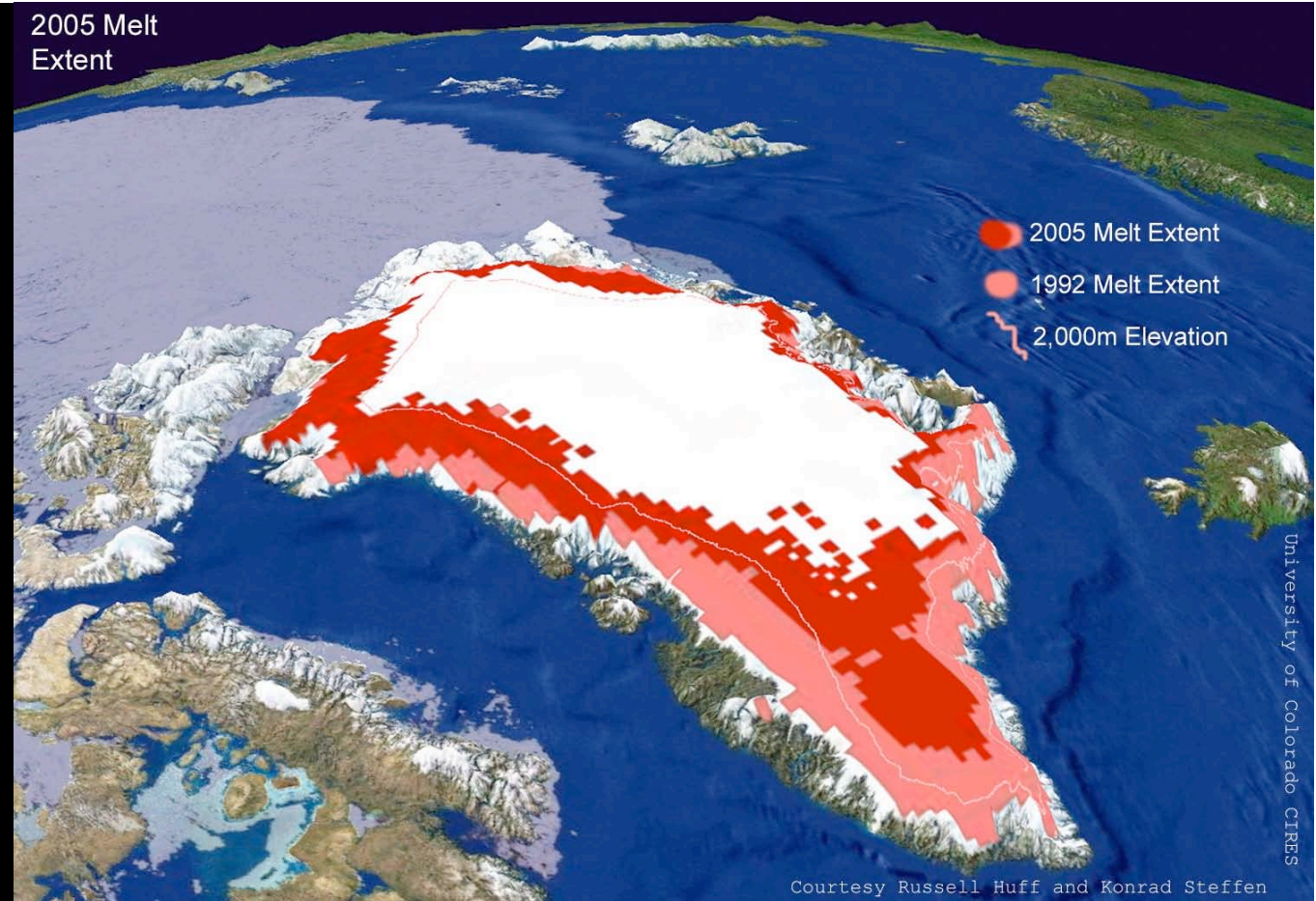


*In het huidige
tempo kan het
Arctisch bekken
aan het einde van
de eeuw ijsvrij zijn*

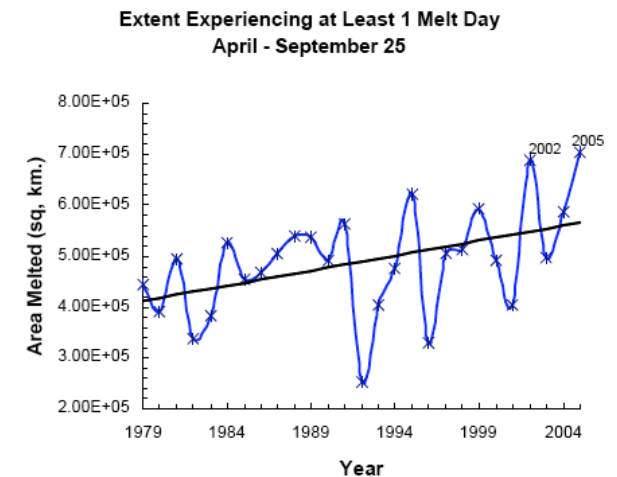


Bron: NISDC

Smelt aan het oppervlak van Groenlandse ijskap piekte in 2005...



Oppervlak dat tenminste één smeltdag bereikte in 2005 een nieuw maximum



Bron: CIRES



Bedankt voor de aandacht!

Contact: m.r.vandenbroeke@phys.uu.nl