

KNAG, 8 Juni 2022

Het Grote IJs

Michiel van den Broeke

Universiteit Utrecht

Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht (IMAU)



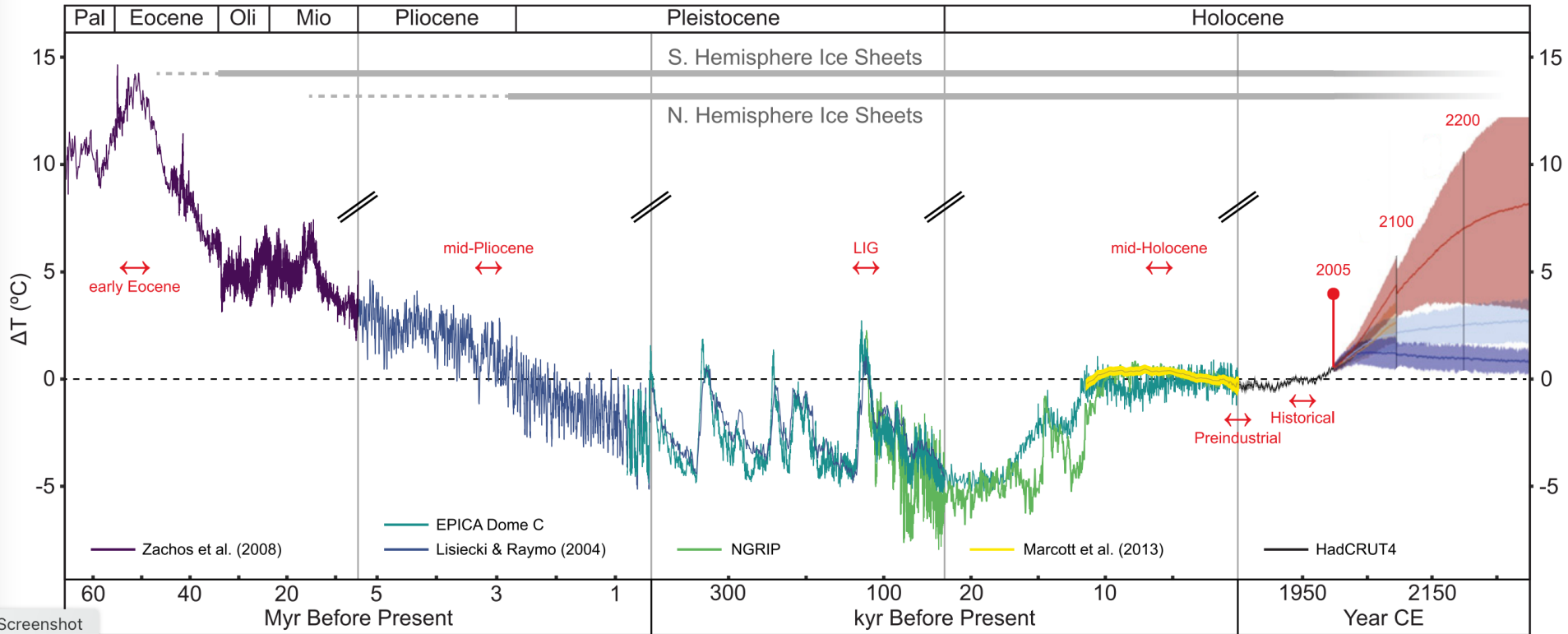
Utrecht University

Institute for
Marine and Atmospheric
research Utrecht



NESSC
NETHERLANDS EARTH SYSTEM SCIENCE CENTRE

We leven in een ijstijd!

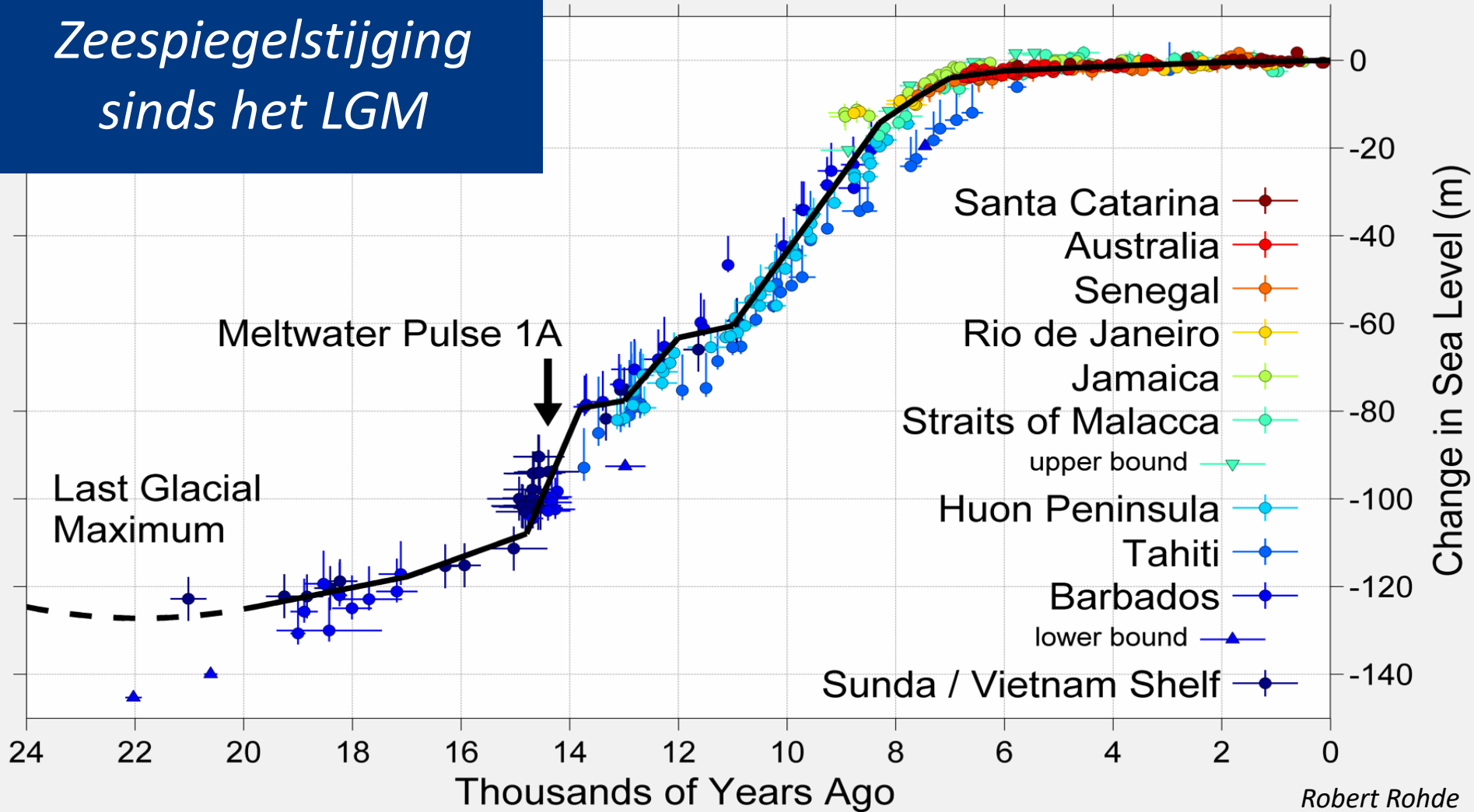


Screenshot

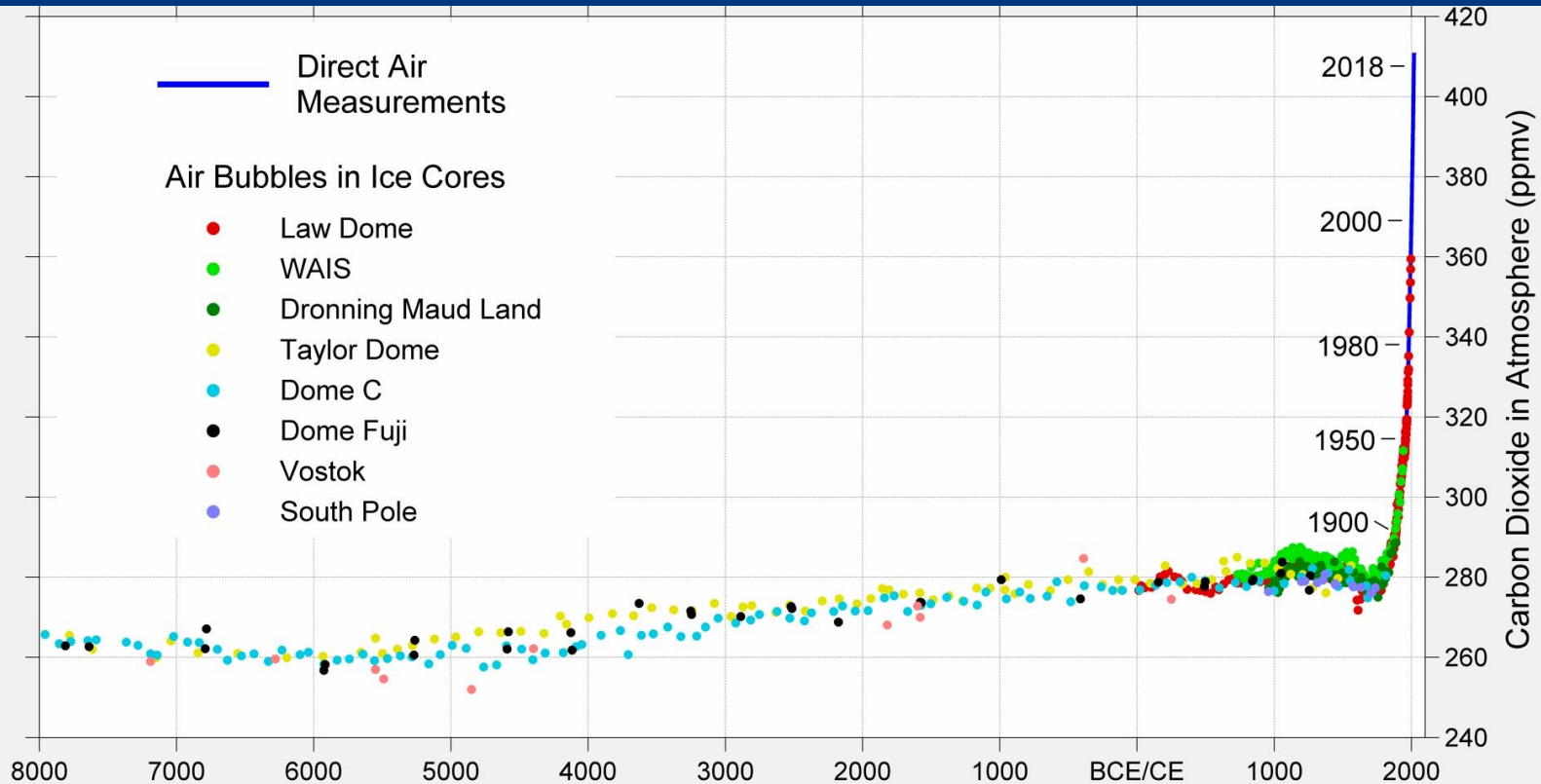
Het laatste glaciële maximum (LGM)



Zeespiegelstijging sinds het LGM

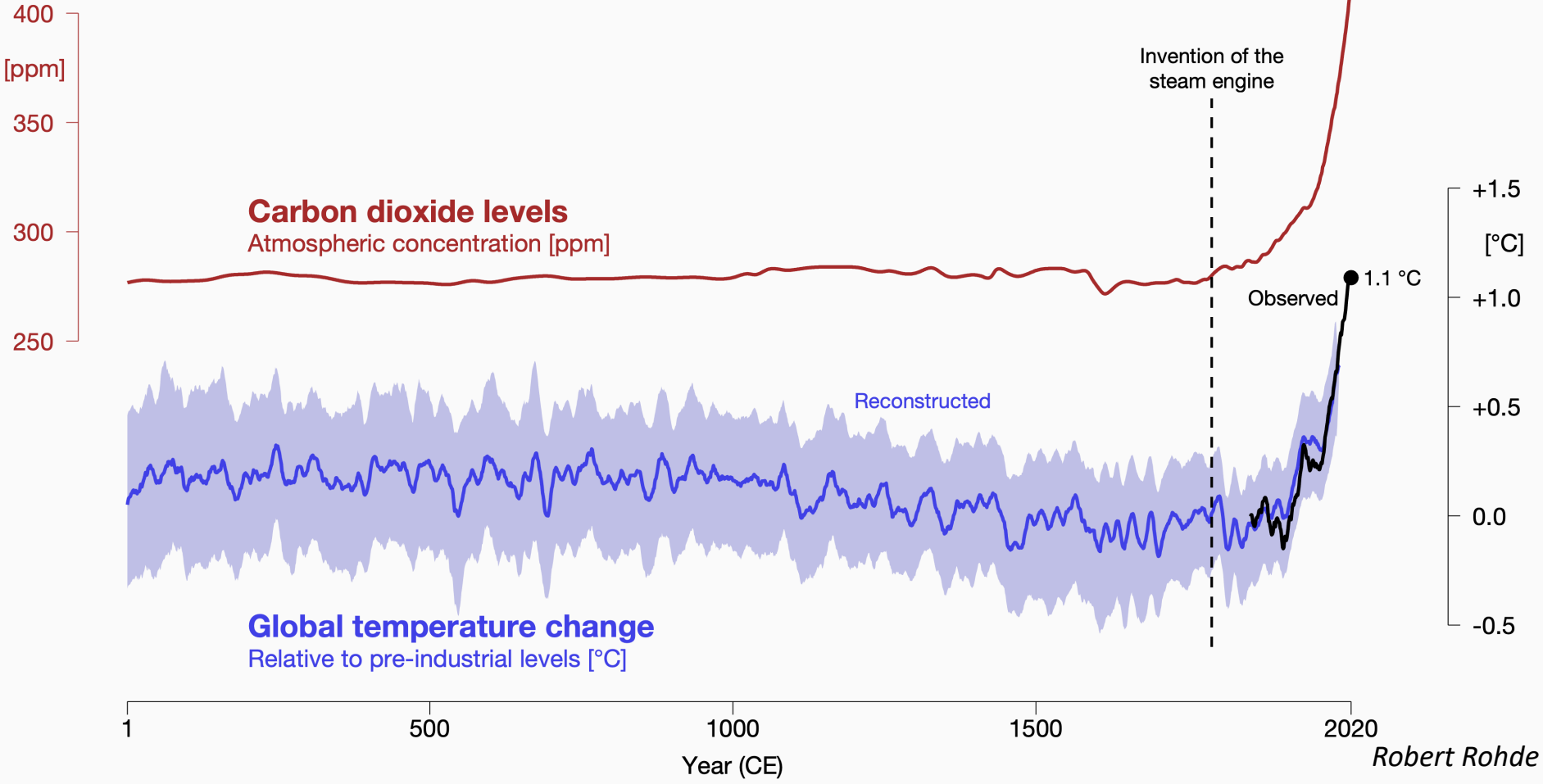


Het Antropoceen: CO₂ concentratie



Observed changes in climate over the last 2020 years

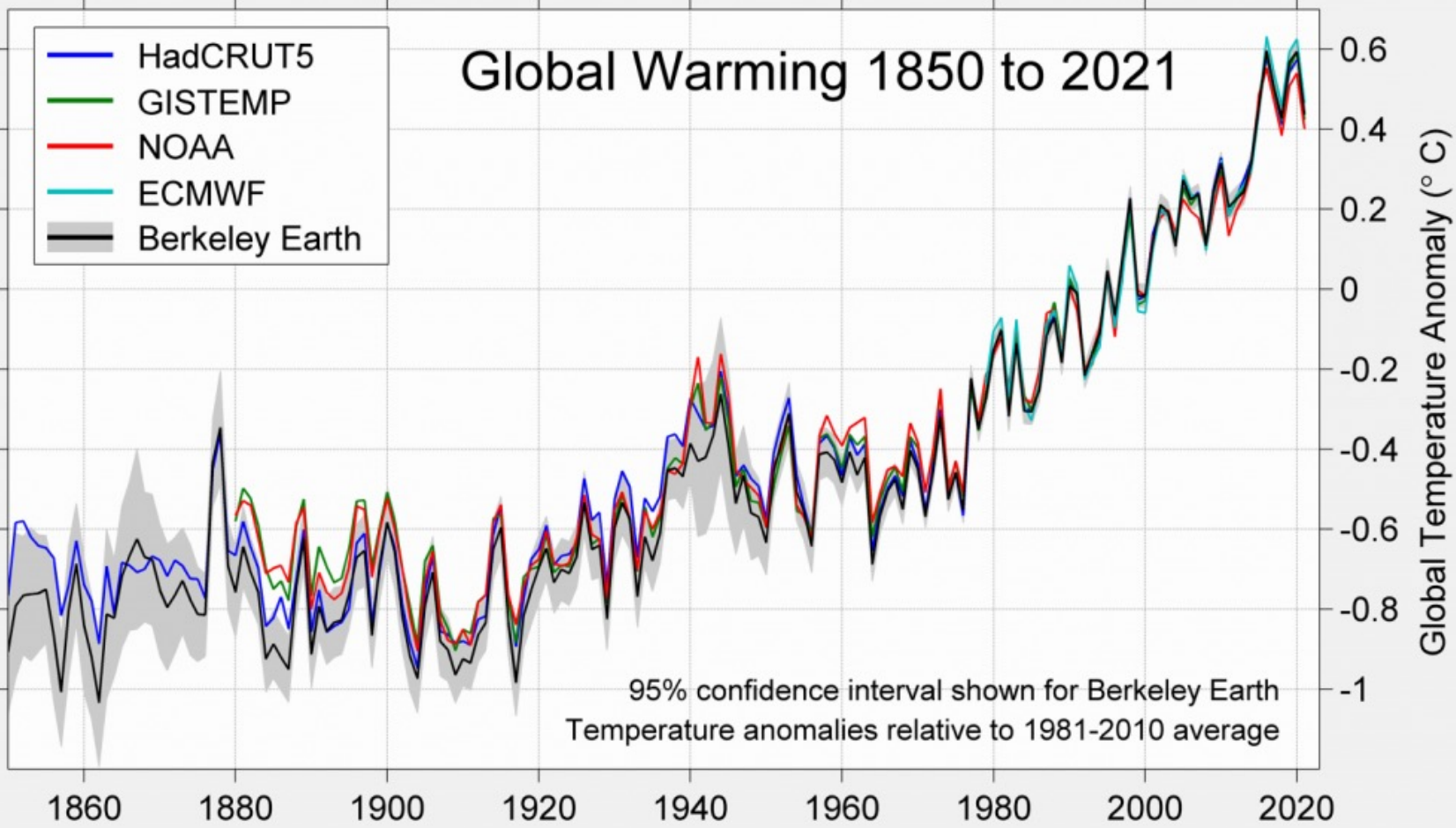
Variations in atmospheric carbon dioxide levels and global average temperature



Robert Rohde

Global Warming 1850 to 2021

- HadCRUT5
- GISTEMP
- NOAA
- ECMWF
- Berkeley Earth



95% confidence interval shown for Berkeley Earth
Temperature anomalies relative to 1981-2010 average

Klimaatverandering is niet iets van de toekomst

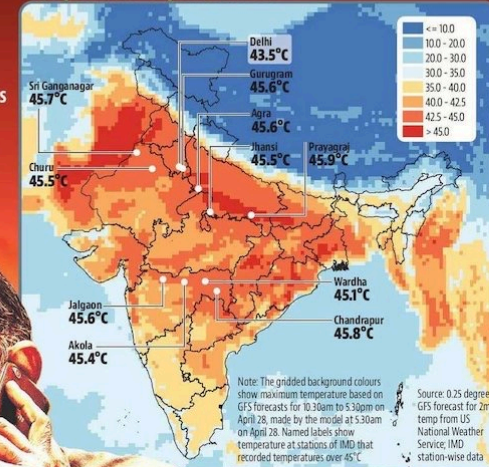
- Heatwaves
- Droughts and forest fires
- Downpours and flooding

Across India, an intense heatwave flashes red

An intense heatwave is sweeping large swathes of India, extending from the country's west and northwest to the east, with weather officials warning that it may worsen in coming days. A look at what regions in the country are grappling with record-breaking maximum temperature, and the role played by the rain (or lack of it).

By Abhishek Jha

HOT, HOTTER, HOTTEST



A RECORD HEAT IN INDIA'S NORTH-WEST

Historical data on temperatures is publicly available from the India Meteorological Department (IMD) only for grids and not individual stations or cities. These grids are of 1 degree resolution: boxes of latitudes and longitudes 1 degree apart.

According to IMD's gridded dataset, the average maximum temperature till April 27 was 35.7 degrees Celsius, the highest in five years for this period of April. However, India's headline number hides just how hot northwestern India has been. In four states - Madhya Pradesh, Rajasthan, Punjab, and Gujarat - the average max temperature in April 2022 so far has been the highest since 1951; while it has been the second highest in Delhi (including neighbouring districts because the city is too small to be captured alone in IMD's gridded data), Uttar Pradesh, and Haryana.

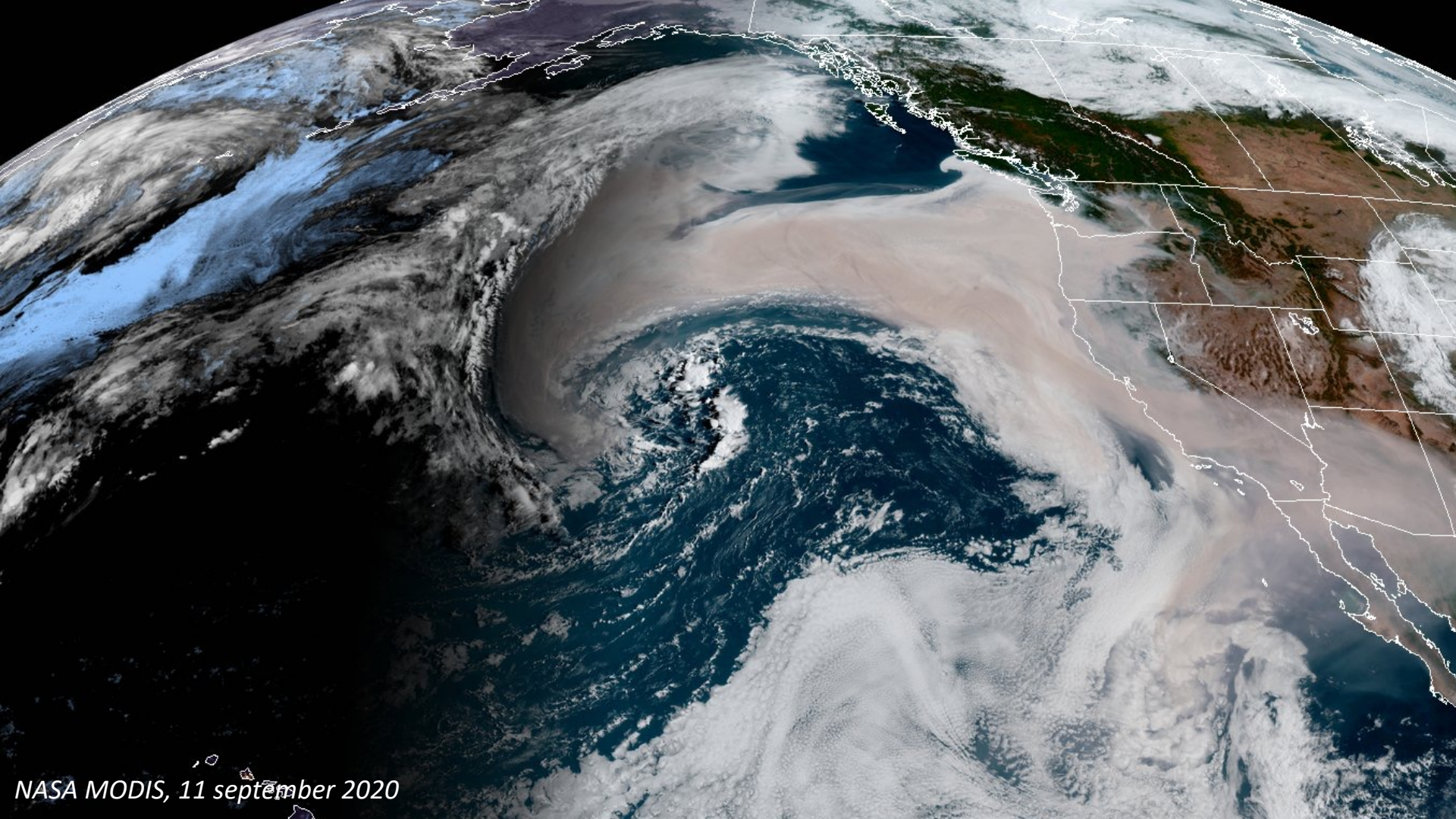
The national average has been drawn downwards by north-eastern states, most of which have experienced one of their coldest Aprils by maximum temperature, and southern states like Tamil Nadu and Karnataka, where maximum temperature are closer to the middle value since 1951.

CONTRIBUTION OF RAIN?

Unprecedented deficits in rainfall in north-western India is a reason why temperatures in this region are creating new records. Rainfall in the April 1 to April 27 interval in Punjab, Haryana, MP, UP, Jharkhand, Himachal, Uttarakhand, and Telangana is in the bottom 20 since 1901, according to IMD's gridded dataset. The rainfall deficit, compared to the average in 1961-2010 period, in all these states except Uttarakhand (79%) and Telangana (69%) is more than 80%. In states like Delhi, Rajasthan, and Gujarat, the departure may not be unprecedented, but is 94% or higher. They have not recorded even half a millimetre of rainfall. Most north-eastern states, on the other hand, have recorded surplus rainfall.

STATES WITH MOST DEFICIT



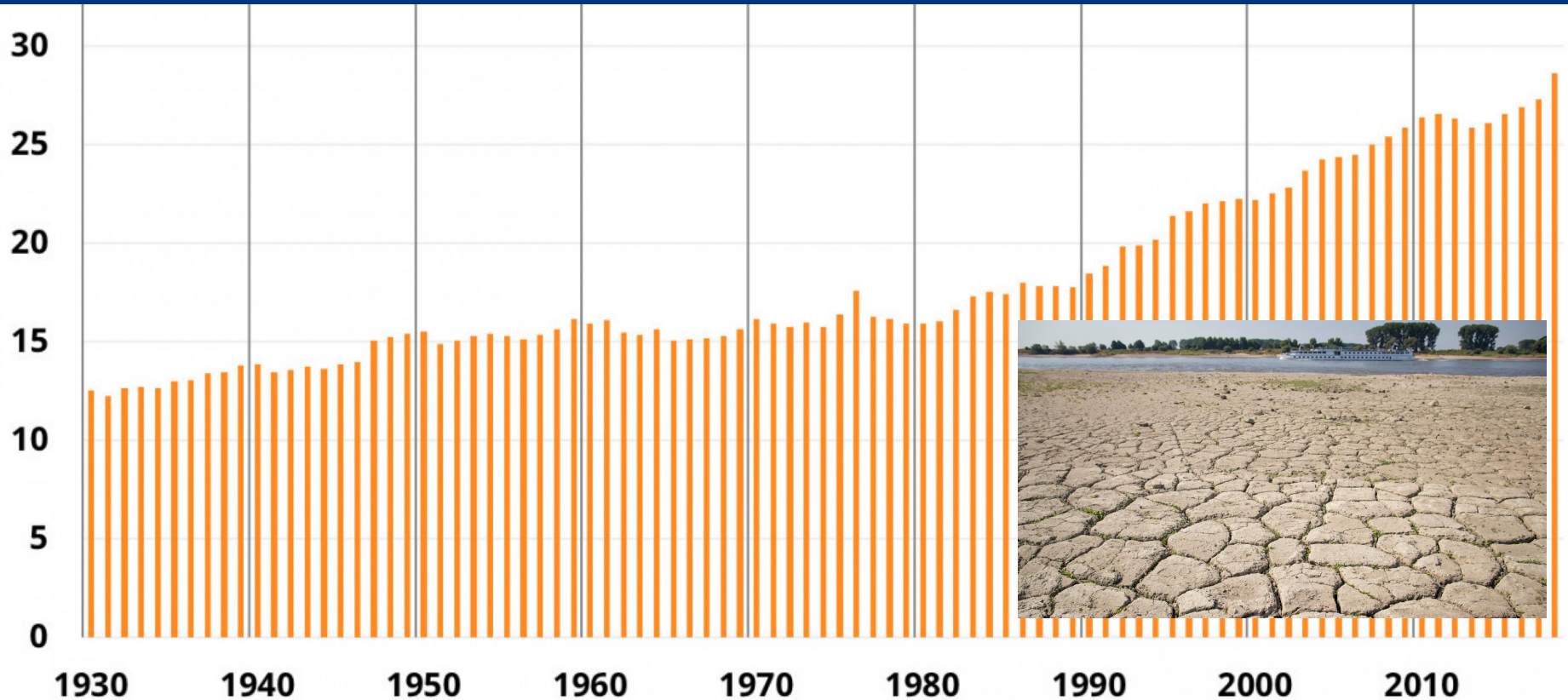


NASA MODIS, 11 september 2020



Queensland, Australia, februari 2022

Aantal zomerse dagen ($T_{max} \geq 25 \text{ } ^\circ\text{C}$), De Bilt



Mer de Glace, Franse Alpen



1919



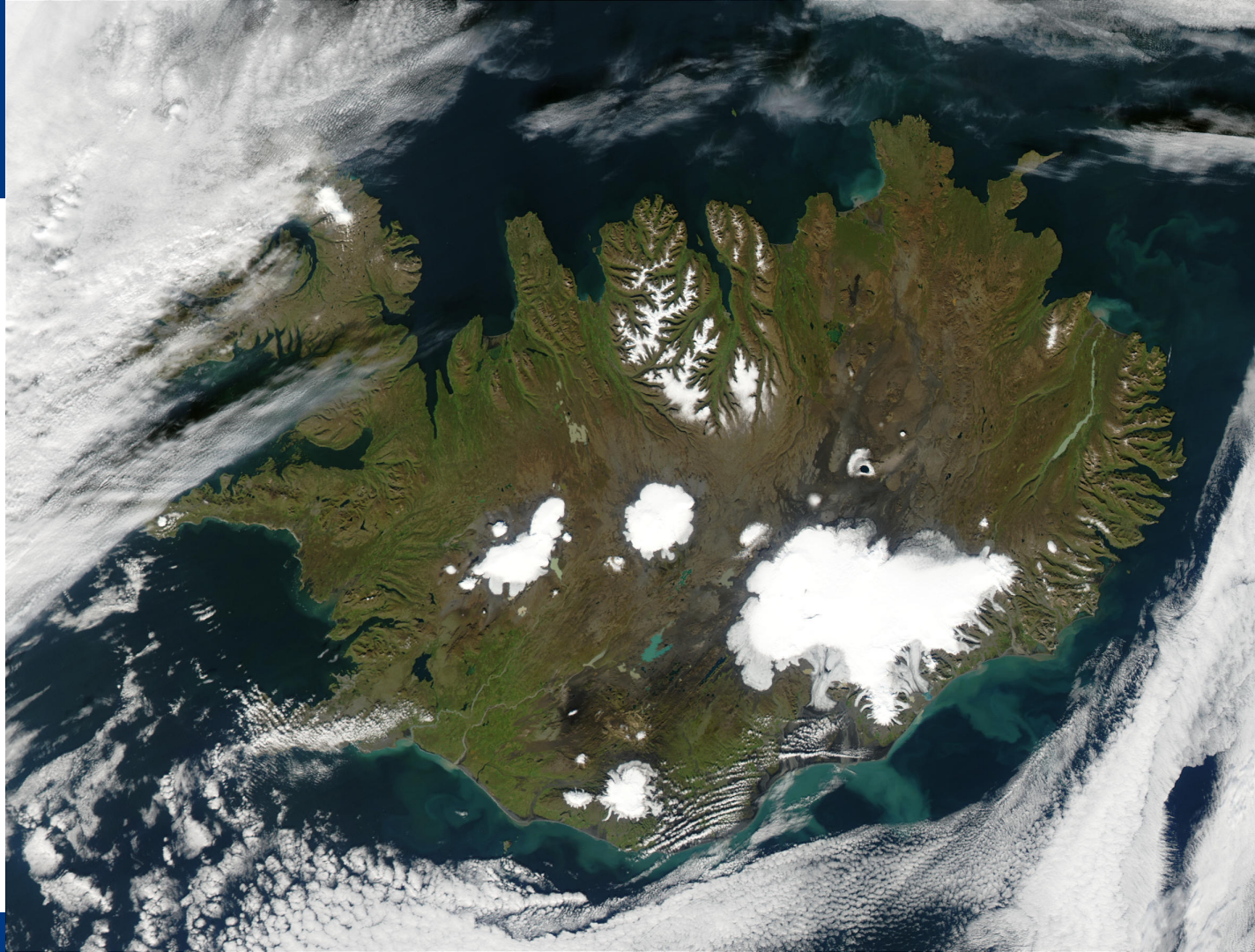
2019



Europa's grootste ijskap

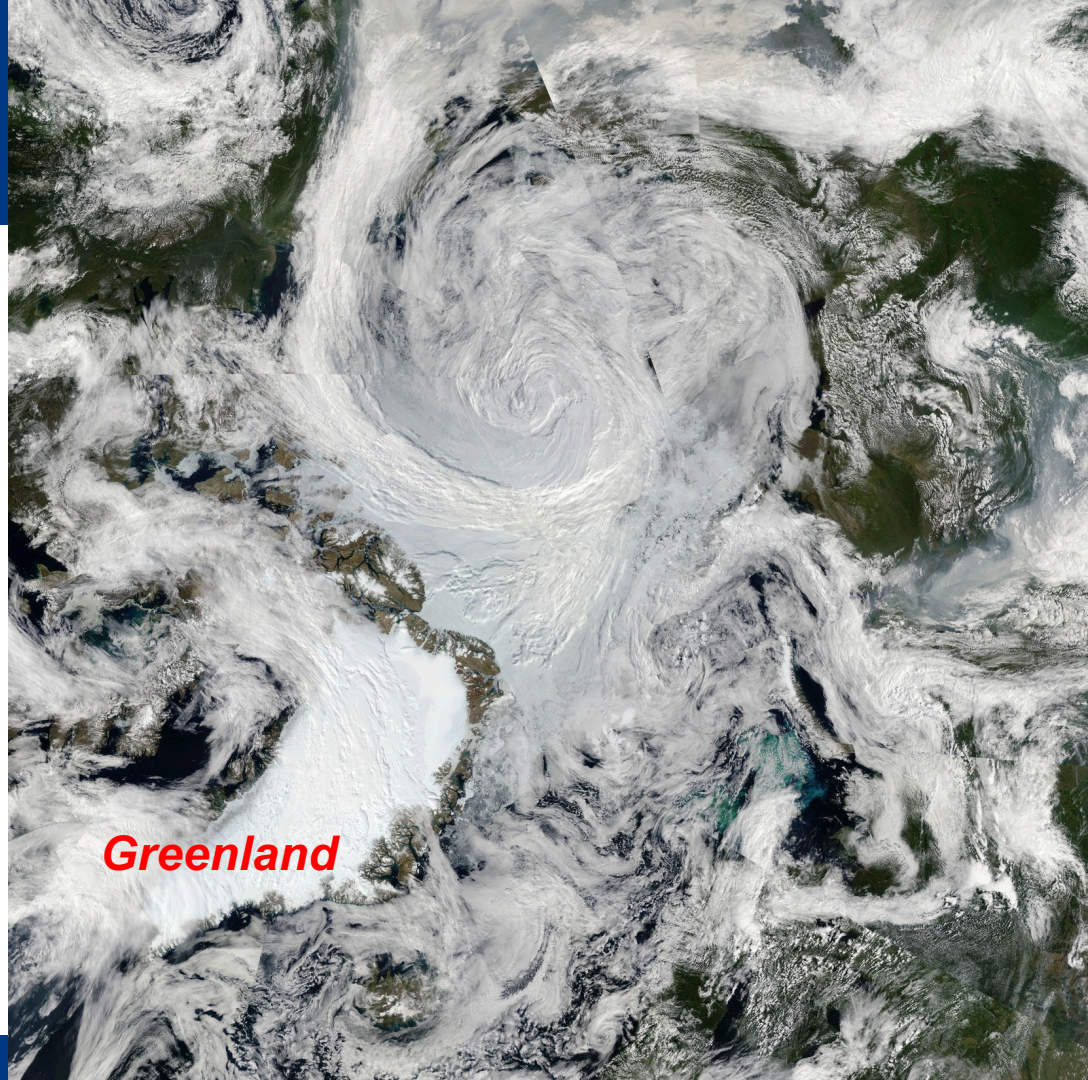
Vatnajökull

Volume ~3500 km³



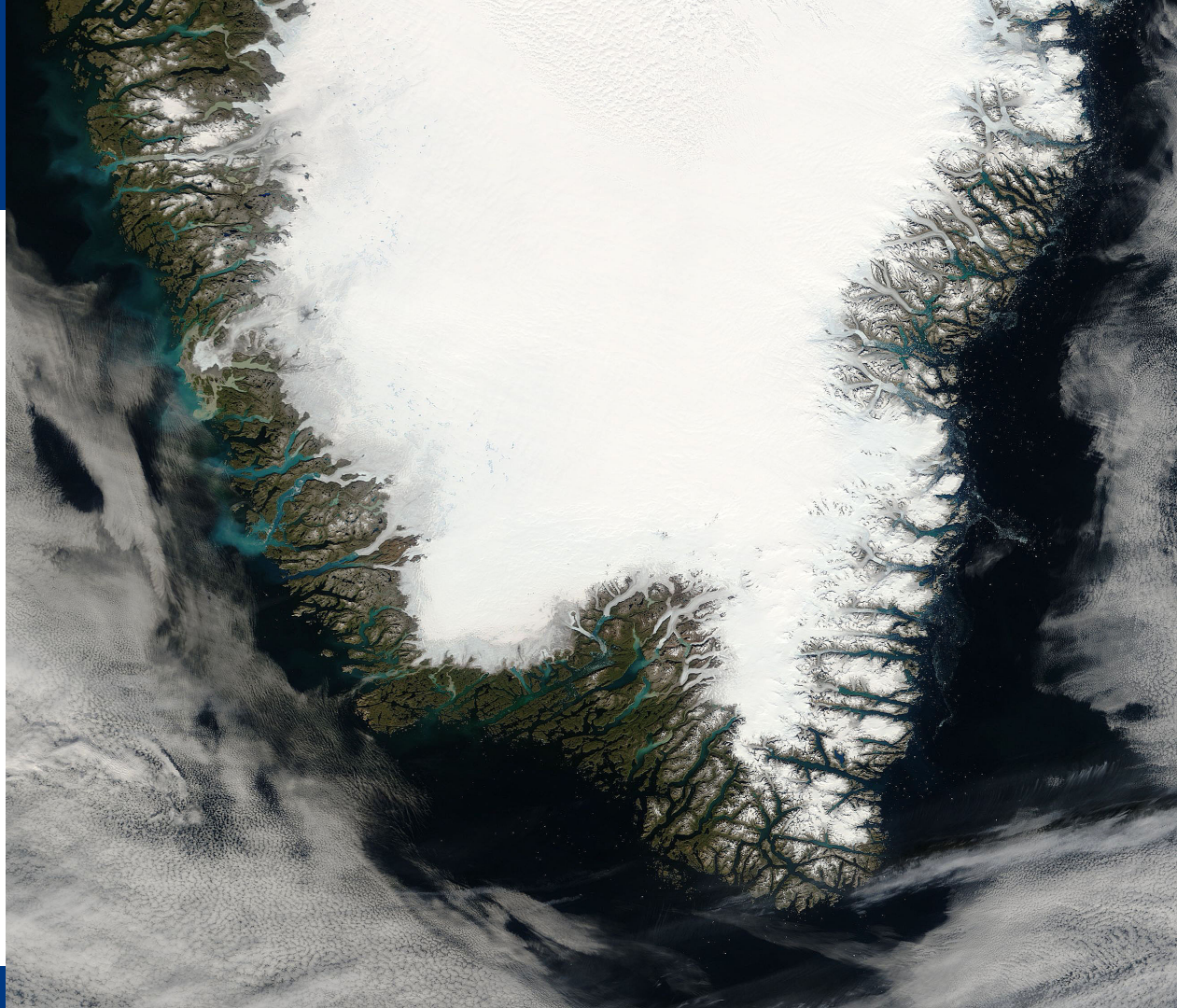
Noordpoolgebied

*Een ocean omringd
door continenten*



Zuid Groenland

*Ijskap eindigt op
land of in fjorden*



West Groenland



Noordoost Groenland



Zuidoost Greenland



Rink gletsjer, west Groenland



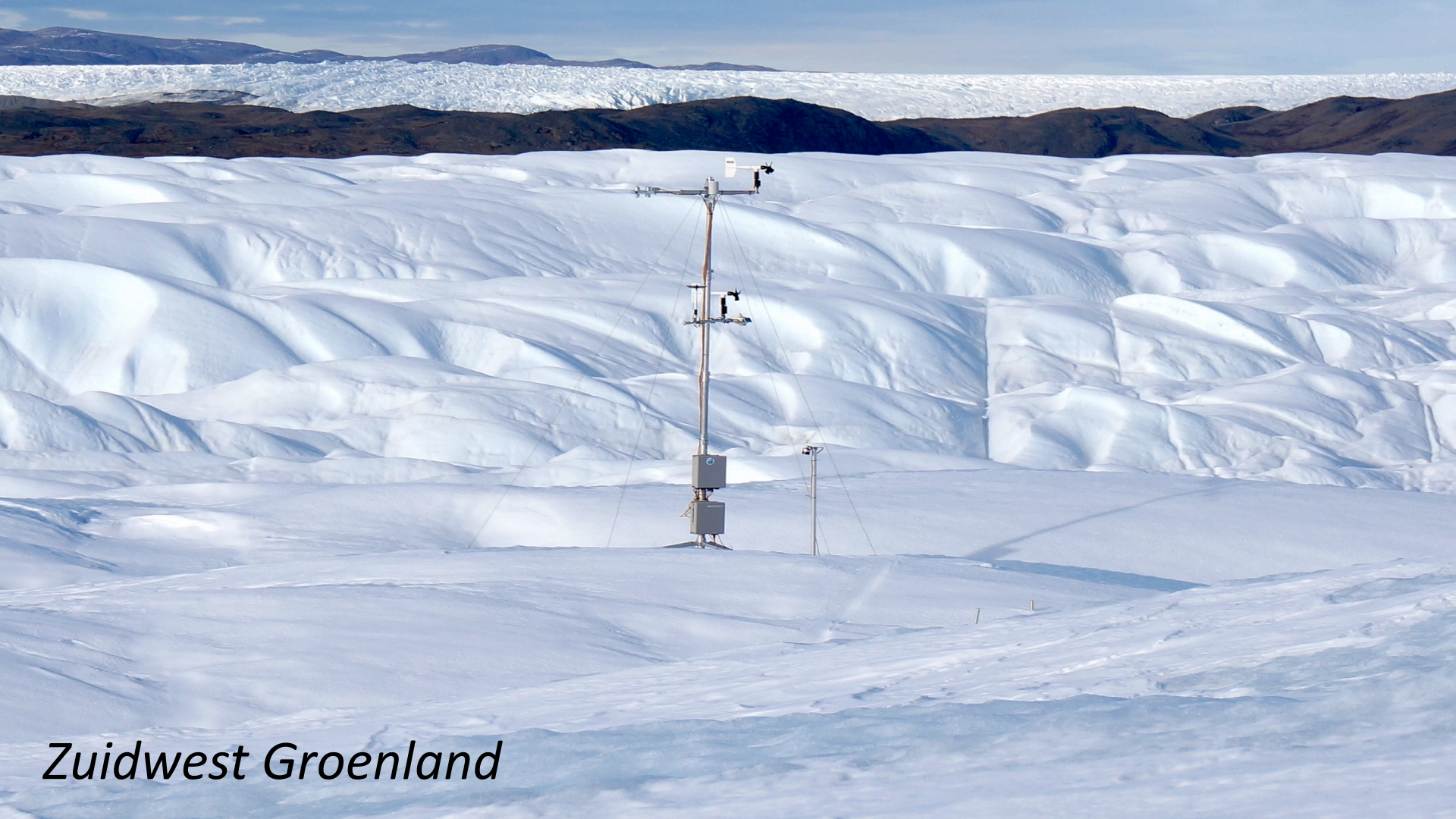
RINK ISBRAE: 338 DAILY IMAGES



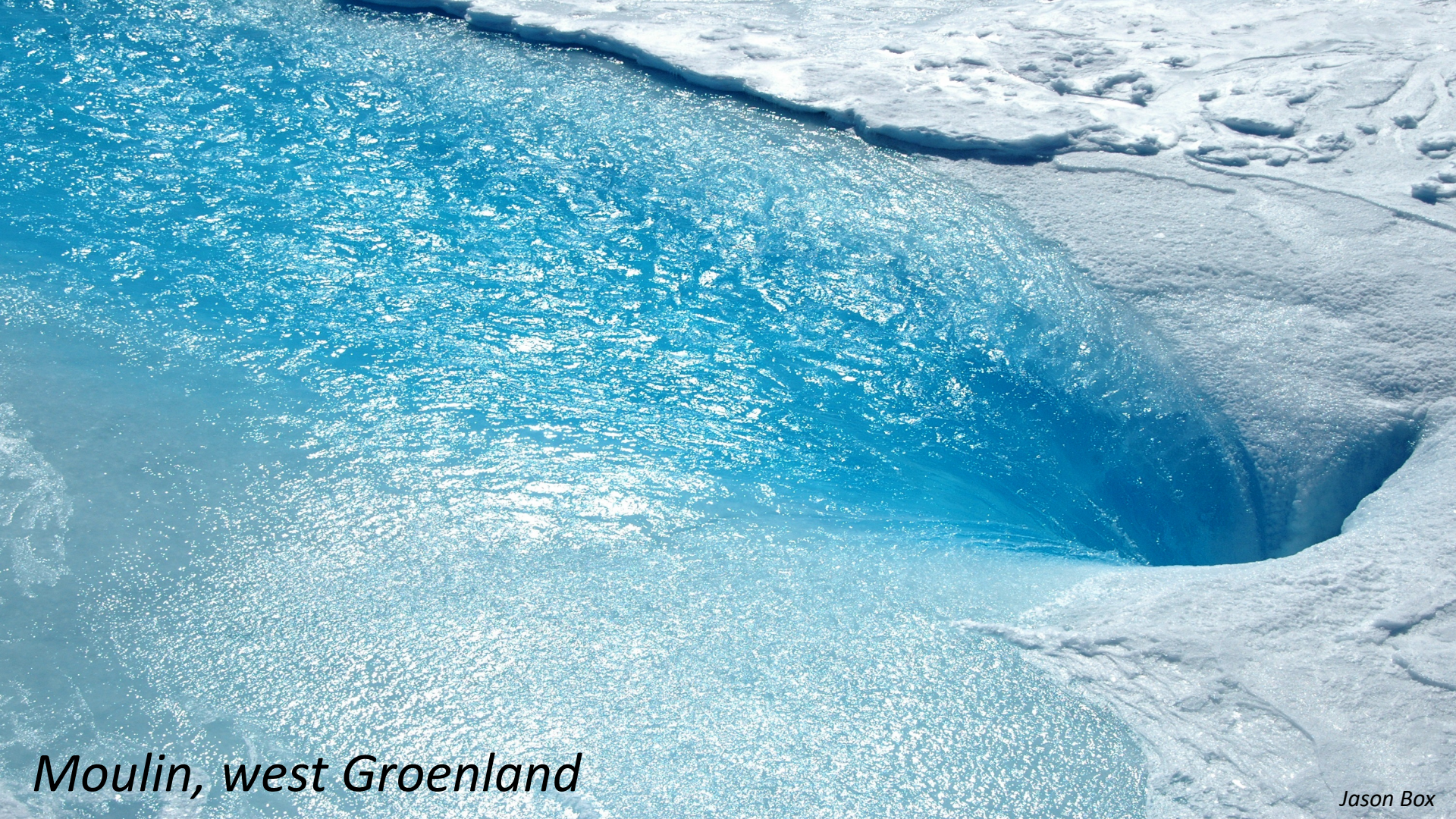
Jason Box

West Groenland





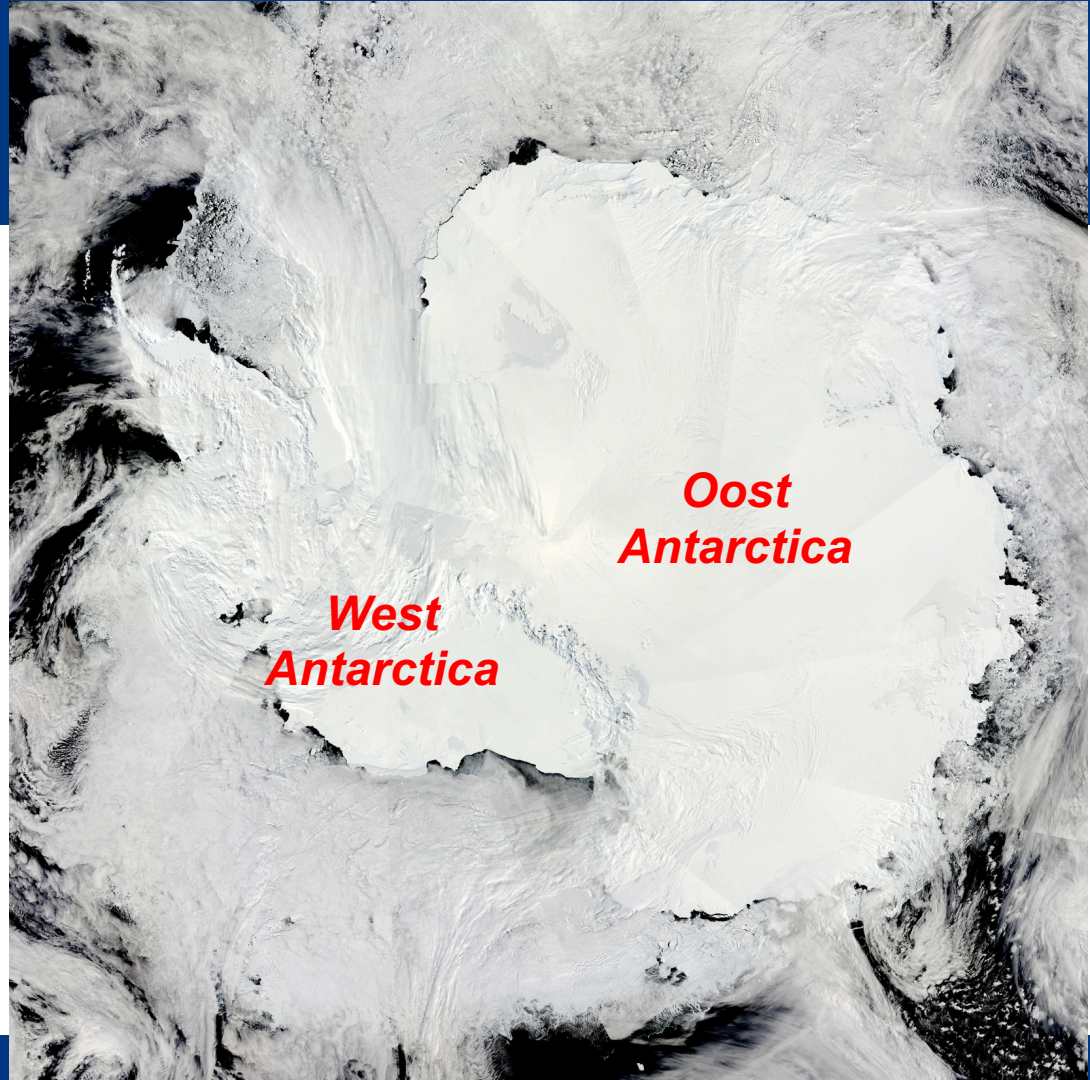
Zuidwest Groenland



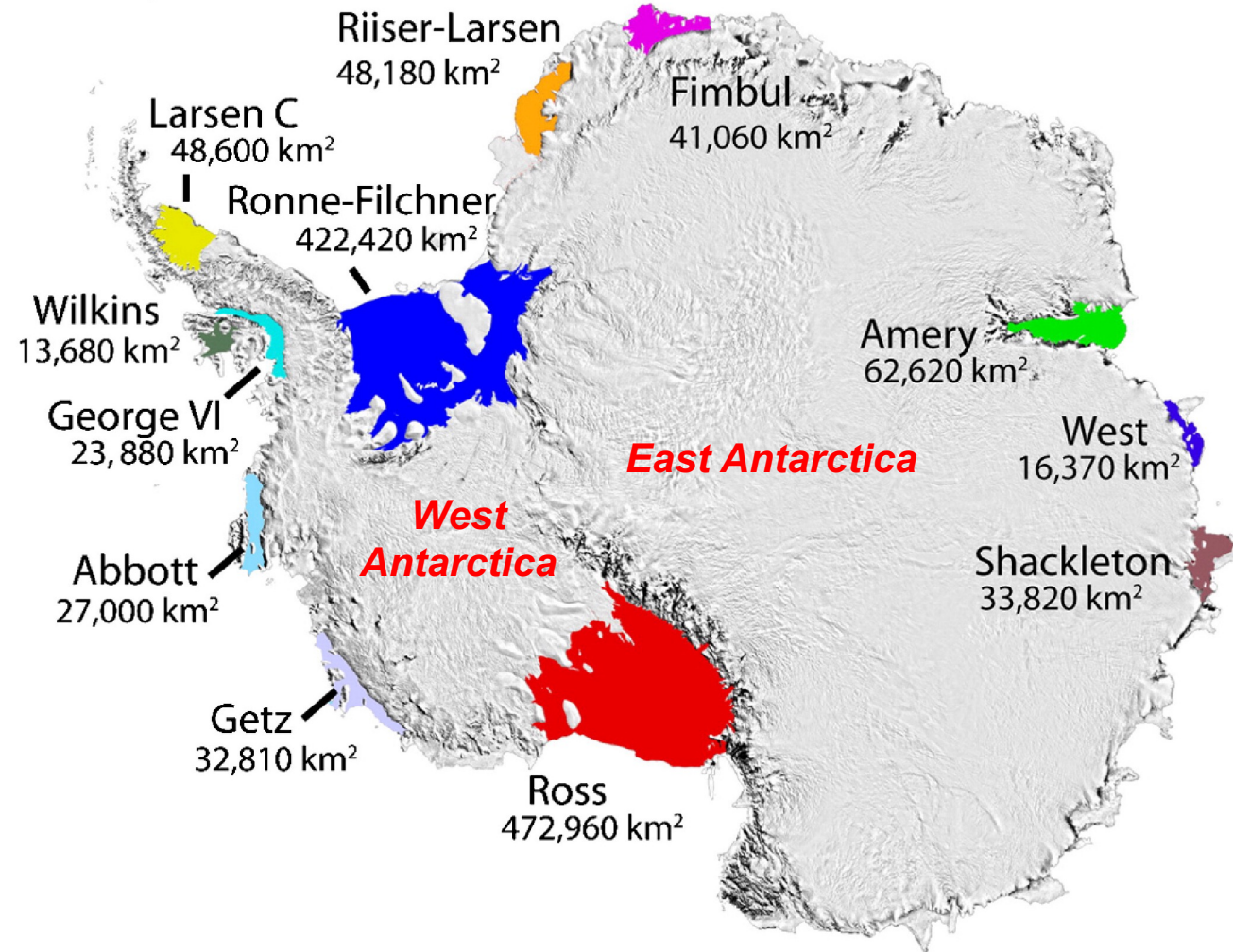
Moulin, west Groenland

Antarctica

*Een continent
omringd door
oceanen*



Ijsplaten van Antarctica



Nederland op schaal

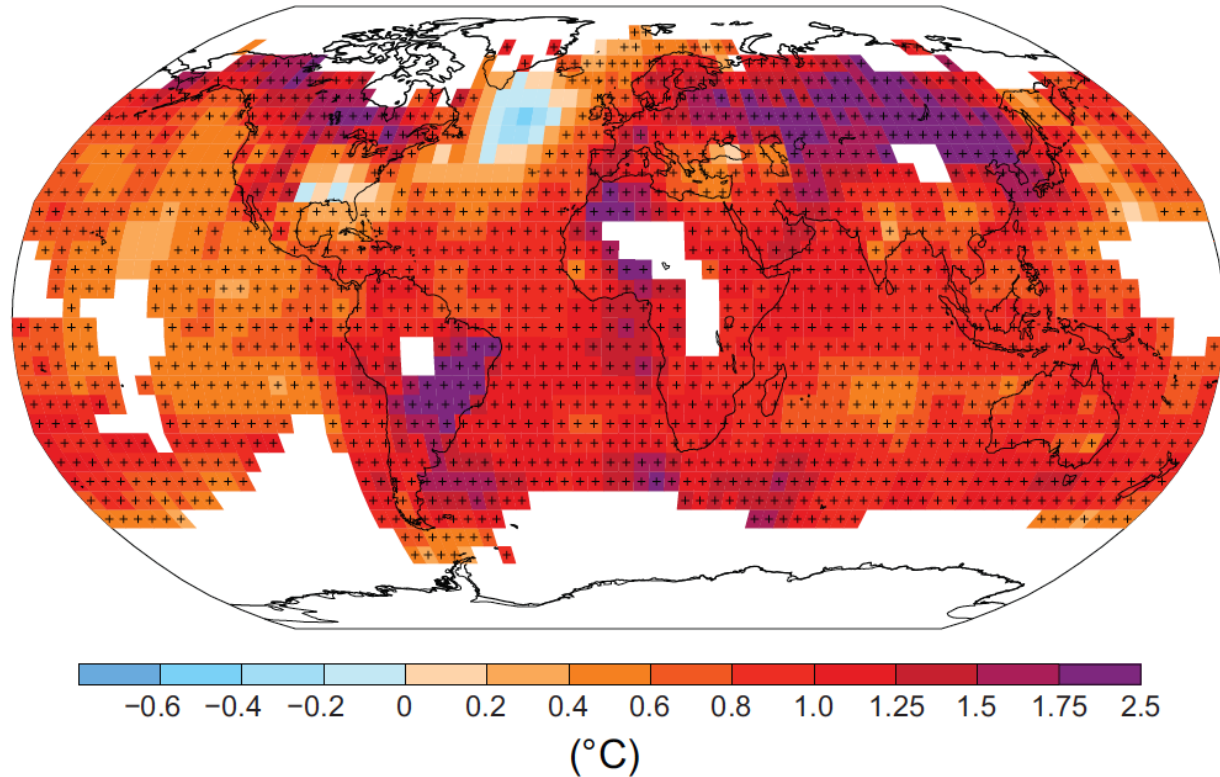
RV Polarstern bij Fimbul ijsplaat



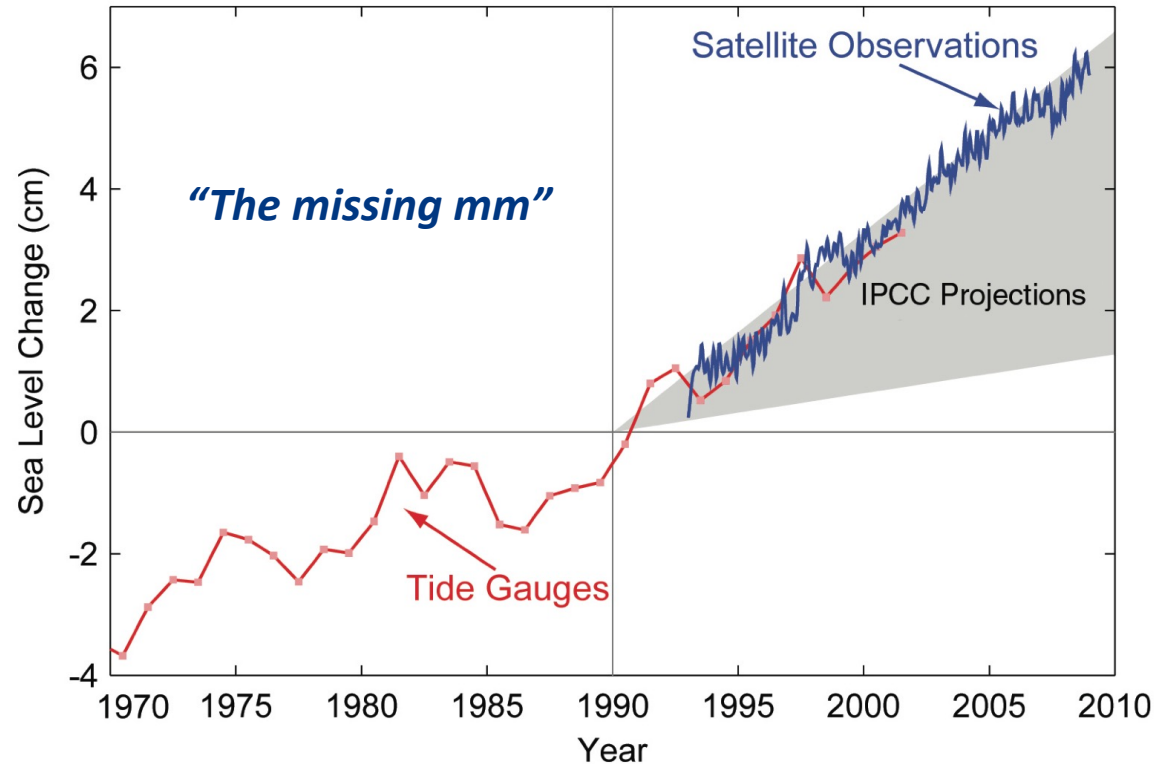
Antarctische tafelijsberg



Waargenomen opwarming sinds 1900



IPCC First Assessment Report (1990)



The Copenhagen Diagnosis, 2009

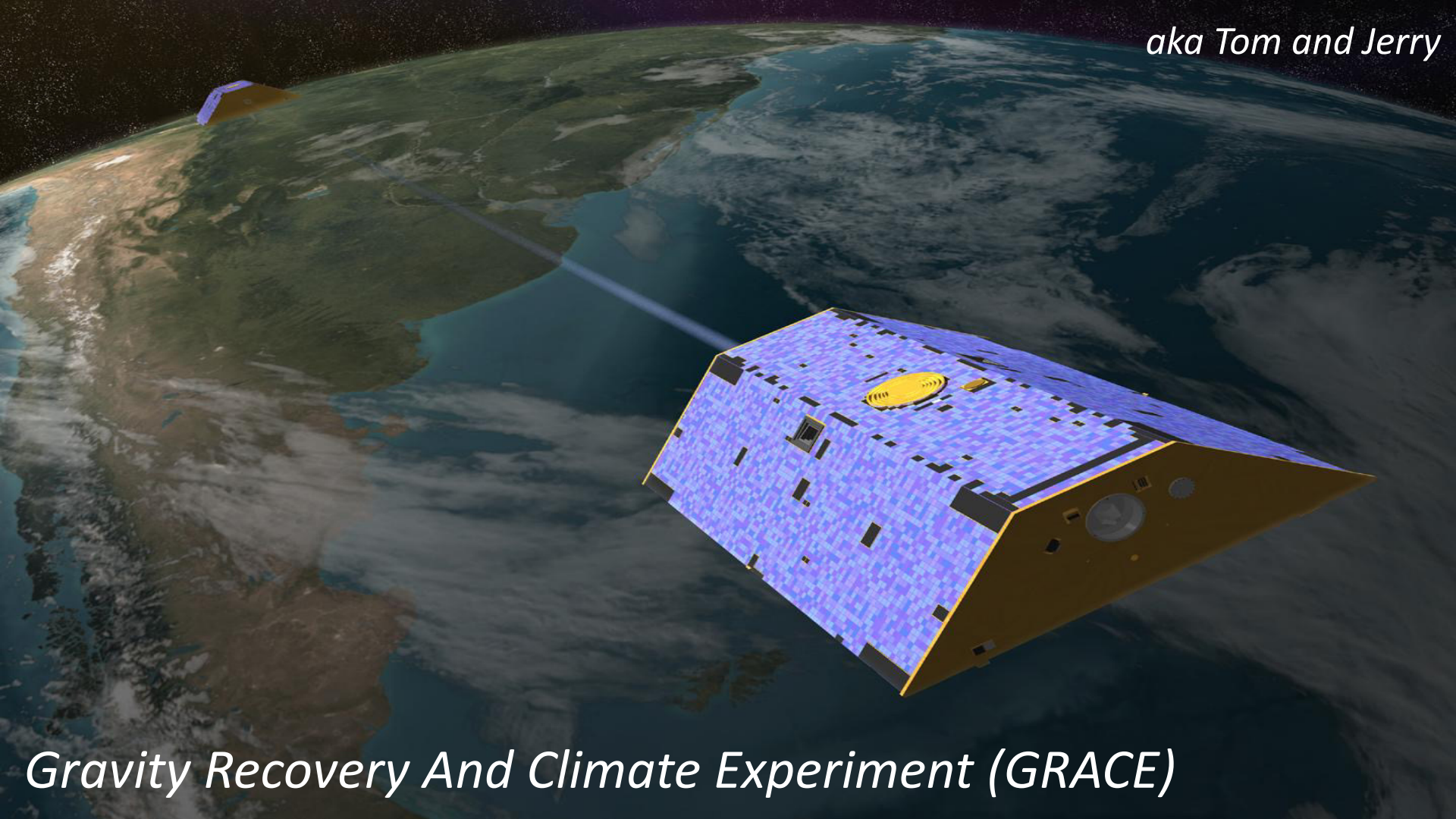
CLIMATE CHANGE

The IPCC Scientific Assessment

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME

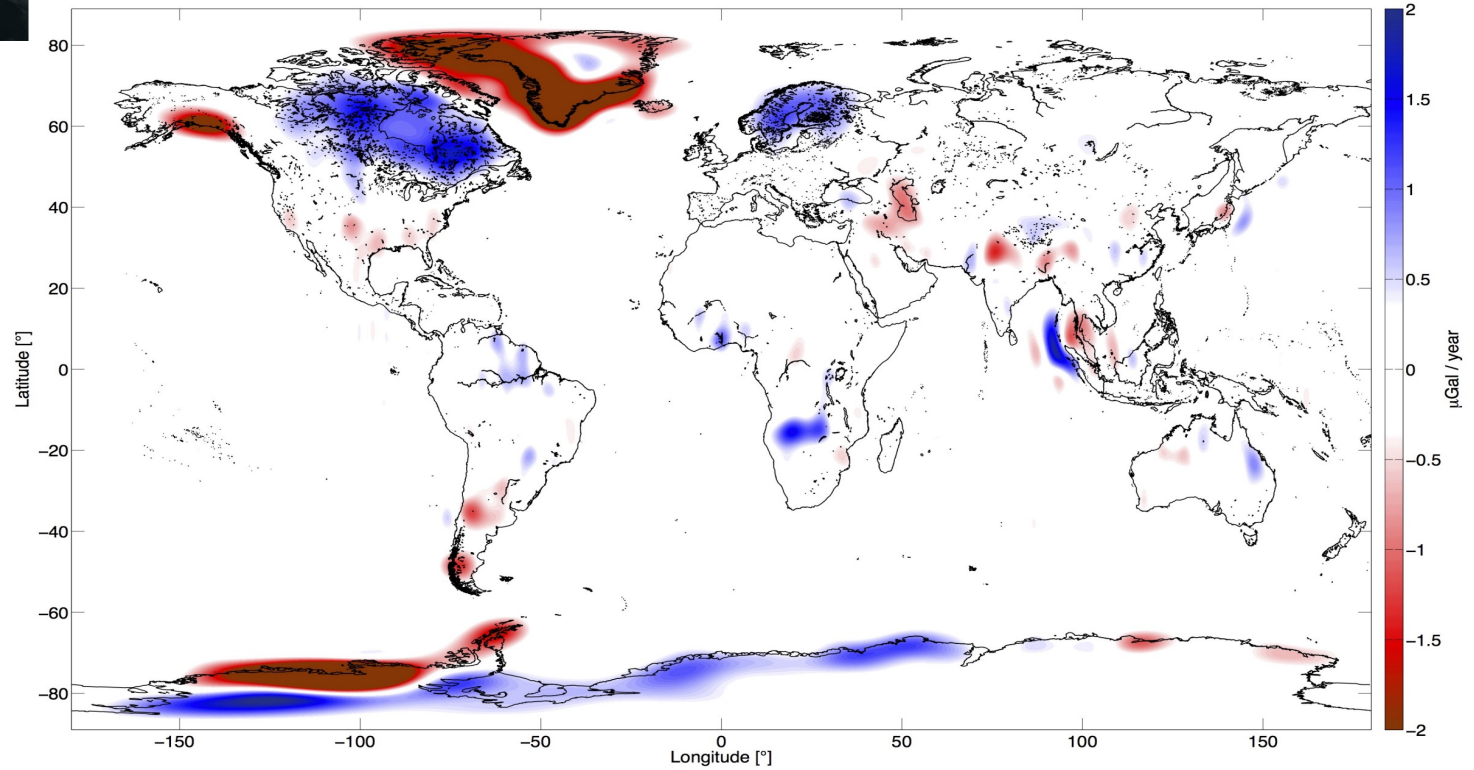
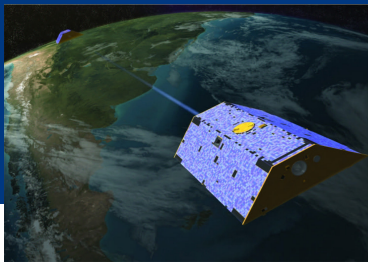
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

aka Tom and Jerry

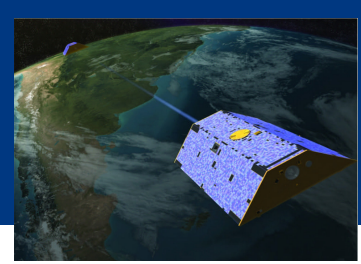


Gravity Recovery And Climate Experiment (GRACE)

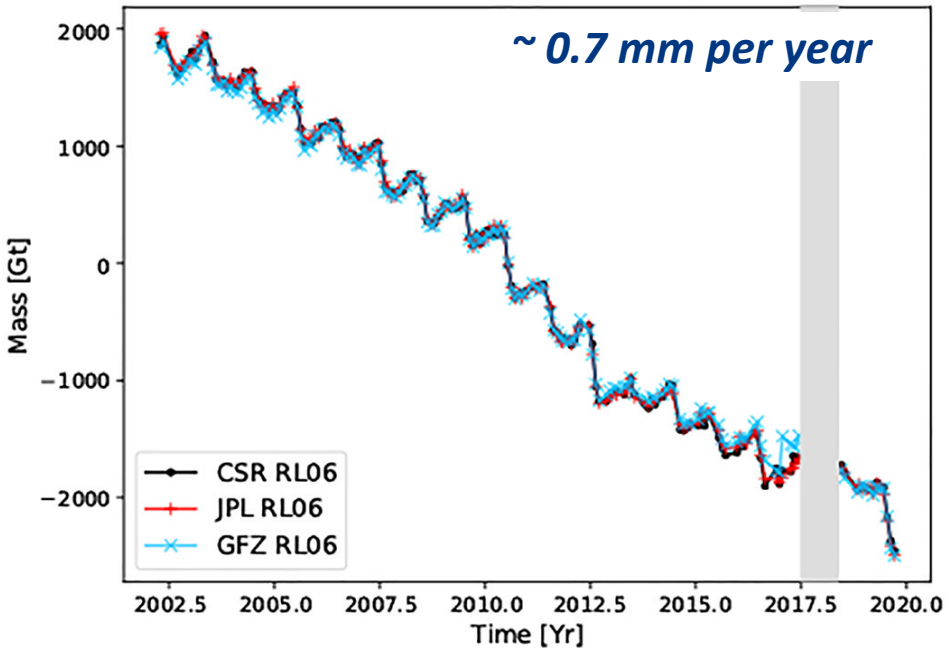
GRACE: de grote ijskappen verliezen massa!



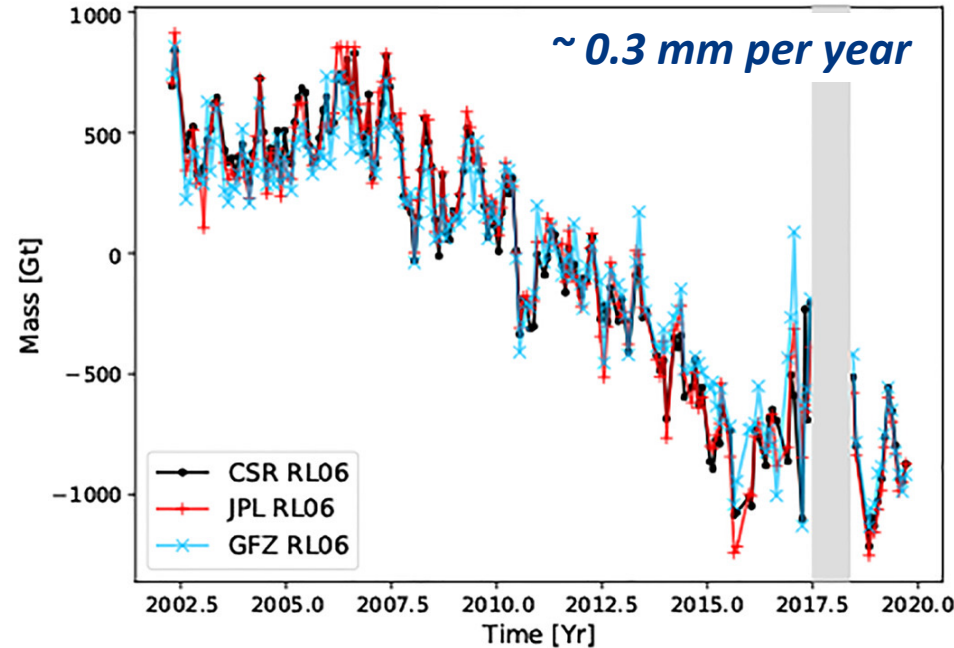
Tijdseries van het massaverlies



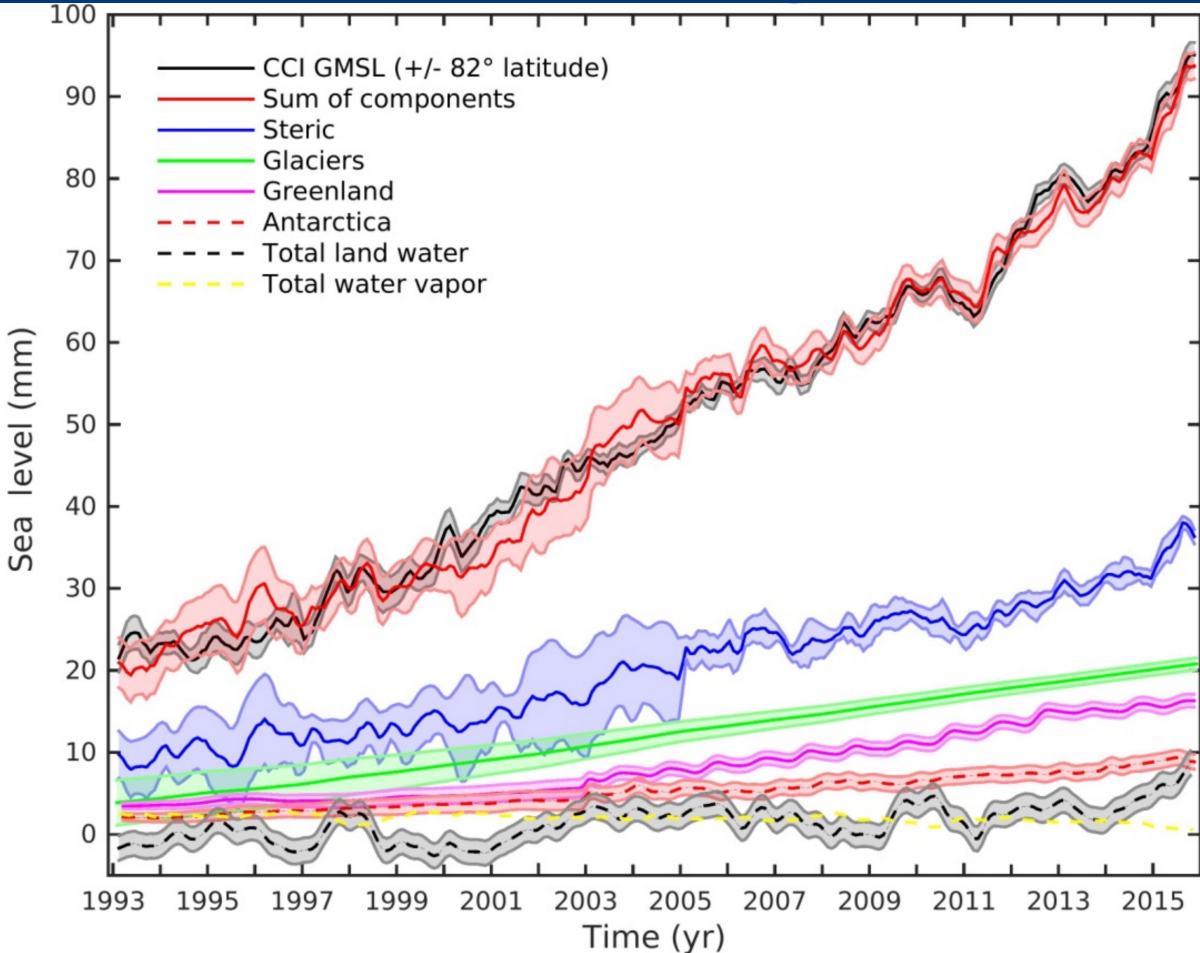
Groenland



Antarctica



Componenten van zeespiegelstijging



Som componenten

Satellietwaarnemingen

Thermische expansie

Valleigletsjers

Groenland

Antarctica

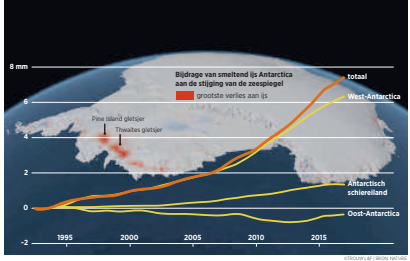
Dammen en aquifers

Atmosferisch water



Donderdag 14 Juni 2018
Bas Haring, filosoof:
 Van sommige diersoorten
 is het niet zo erg
 als ze zouden misterven
 de verdieping

Smelten Antarctica niet meer te stoppen



Klimaat Het verlies aan ijs op Antarctica is in tien jaar verdrievoudigd. Een forse zeespiegelstijging dreigt.

Joop Engels
 REDACTIE WETENSCHAP

Antarctica verliest steeds sneller ijs. Verdwem rond 2005 nog slechts 73 miljard ton ijs in ze, sindsdien is het verlies verdrievoudigd naar 210 miljard ton per jaar. Vooral de ijskap van West-Antarctica, het deel van het Zuidpoolgebied dat richting Argentinië wijst, kalfte in hoog tempo. In dit proces heeft zijn kameelrug juist waarschijnlijk bijgeleefd, waardoor het onomkeerbaar is geworden.

Grote gletsjers sluipen steeds sneller in zee

In het veld van de ijsplaten vinden 24 onderzoeksgroepen vandaag de gegevens die de gletsjers 15 jaar zijn verzameld over het Zuidpoolgebied. "Het is een update van eerdere berichten", zegt een van de onderzoekers, hoogleraar polaire meteorologie Michiel van den Broeke van de Universiteit Utrecht. "We hebben nu een compleet beeld van het smeltproces. En zien dat het massaverlies van West-Antarctica is toegenomen. Bij een vorige rapportage was die omvang rond 2005 niet zo duidelijk te zien."

Vaak zijn berichten over smeltende ijskappen gebaseerd op een type meting, op satellietgegevens bijvoorbeeld. Dan zie je wel dat het ijs minder wordt, zegt Van den Broeke. "Maar je weet niet precies wat er gebeurt, welke processen een rol spelen. In het door verminderte meeterveld of door veranderde ijsstroming? Of een combinatie?"

Door de meetgegevens te combineren met modelberekeningen zien de onderzoekers dat het grootste ijsverlies ontstaat doordat grote gletsjers steeds sneller in zee glijden.

De meeste gegevens zijn gebaseerd op satellietgegevens bijvoorbeeld. Dan zie je wel dat het ijs minder wordt, zegt Van den Broeke. "Maar je weet niet precies wat er gebeurt, welke processen een rol spelen. In het door verminderte meeterveld of door veranderde ijsstroming? Of een combinatie?"

Door de meetgegevens te combineren met modelberekeningen zien de onderzoekers dat het grootste ijsverlies ontstaat doordat grote gletsjers steeds sneller in zee glijden.

WK 2018

Wordt hij de sterspeler in Rusland?
 Terug naar het Madeira van Ronaldo
 DE VERDIEPING



WK voetbal van start

- ▶ Geen Oranje, toch is het feest NEDERLAND 11
- ▶ Nu of nooit voor Lionel Messi SPORT 18
- ▶ De WK-colum van Henk Hoijtink SPORT 19

Niet langer 'Mr. No'
 Ruttes pro-EU-speech VANDAAG 4

Strandparadijs Noord-Korea
 Wat bedoelde Trump? VANDAAG 5

Autovakantie Duitsland

Nu met extra kortings!

24 dagen voor 75

De wereld is Krás

Het Duitse merengebied

Wiken het prachtige landschap met de Oostzee binnen handbereik. Verlijf in een mooi hotel met ontbijt en bezoek het oudste dorpje van de wereld Schier-Schloss.

Kras.nl/17560 of bel 088-0885 886

Donderdag 14 Juni 2018

NRC

HANDELSBLAD



Urinoir
 Dit is geen Duchamp, dit is een Elsa van Freytag
 In het nieuws 3
 Cultuur C4-5

ALGEMEEN HANDELSBLAD (50%) EN NIEUWE ROTTERDAMSE COURANT (50%)

nrc.nl JAARGANG 48 NO 254 PRIJS €2,60

Missies
 Krijgsmacht kiest niet meer voor Mali
 In het nieuws 4-5

Macedonië
 Naamswijziging kan helpen bij regionale vrede
 Buitenland 16-17

WK 2018
 Afrap voor vier weken voetbal in Rusland

WK-column 2
 De exoten 9
 Merkansing voor Rusland 10-11
 Commentaar 15
 Onrust bij Spanje E10-11



Klimaatwetenschap

Het ijs op de Zuidpool smelt angstwekkend snel

Antarctica verliest al jaren ijs met 7 miljoen kilo per seconde. De oorzaak is warmer zeewater.

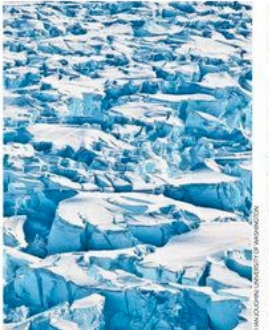
Door onze medewerker **Henke Belintan**

AMSTERDAM Rijns 7 miljoen kilo per seconde. Zowel ijz verloor de Antarctische ijskap netto tussen 2012 en 2017. Het jaar werd de ijskap daarmee 299 miljard ton lichter - ruim drie keer zoveel als het jaar-inkomen van de Nederlandse Staat. Dat schrijft een groot internationaal onderzoeksteam deze week in het tijdschrift Nature, in een themanummer over de veranderingen in het Antarctische ijs en de gevolgen daarvan voor de rest van de wereld.

Op het continent Antarctica ligt ongeveer 90 procent van het aarde smeltend, de zeespiegel wereldwijd met 58 meter te laten stijgen. Het landijs is gemiddeld twee kilometer dik, soms zelfs bijna vijf kilometer. De ijskap is niet statisch. Het ijs wordt voortdurend in de oostelijke richting van zijn eigen gewicht bevestigd naar de randen van het continent, als een pudding die uit elkaar valt. Het ijs wordt voortdurend in de oostelijke richting van zijn eigen gewicht bevestigd naar de randen van het continent, als een pudding die uit elkaar valt. Het ijs wordt voortdurend in de oostelijke richting van zijn eigen gewicht bevestigd naar de randen van het continent, als een pudding die uit elkaar valt.

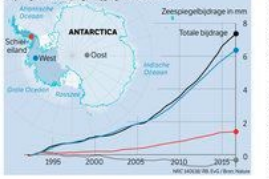
Drijvende ijsplaten
 Van den Broeke is een van de hoofd-antennes van de Nature studie. "Langs tweedevan de de Antarctische kustlijn stroomt dat ijs de oceaan op, waar het drijvende ijsplaten vormt van honderden meters dik. Het drijft in smelt. Dan heeft dat geen invloed op de zeespiegel, behalve als Van den Broeke. Maar deze ijsplaten fungeren als een rem op de ijsplaten. Deze ijsplaten dragen worden de verdwijning, dan valt die rem weg. Dan kan het landijs sneller smelten naar zee stromen en verliest de ijskap massa. Dat is wat er nu gebeurt." Dit is veelvuldig gaat steeds sneller.

Aan het artikel in Nature worden 30 onderzoekers mee uit onder meer de 7% Groen-Brilant, Frankrijk, Duitsland, Noorwegen, Canada en Nederland. Het kernlabo, onder leiding van Van den Broeke, publiceerde ook in 2012 al in Nature. "Daaruit bleek dat het ijsverlies



Sletten in de Pine Island-gletsjer, bij het punt waar deze de zee op drijft.

Stijging zeespiegel door Antarctica



14 juni 2018

ALTIJD EN OVERAL TROUW

ONTDEK UW KRANT DIGITAAL
 www.trouw.nl

8 710571 004009

24°C

Nu valt met schijnt
 overal de zon.
 3-Midagde nam op een heerlijk...

Inhoud

Opinie 16-19 | Familieberichten 5 | Cultureel 2-3 | De Gids, te C17-31 | Economie 1-4 | Sport 16-18

Bezorginformatie

nrc.nl/service • 088 572 0572
 ma-vr 08.00-19.45 uur, za 11.00-16.30 uur

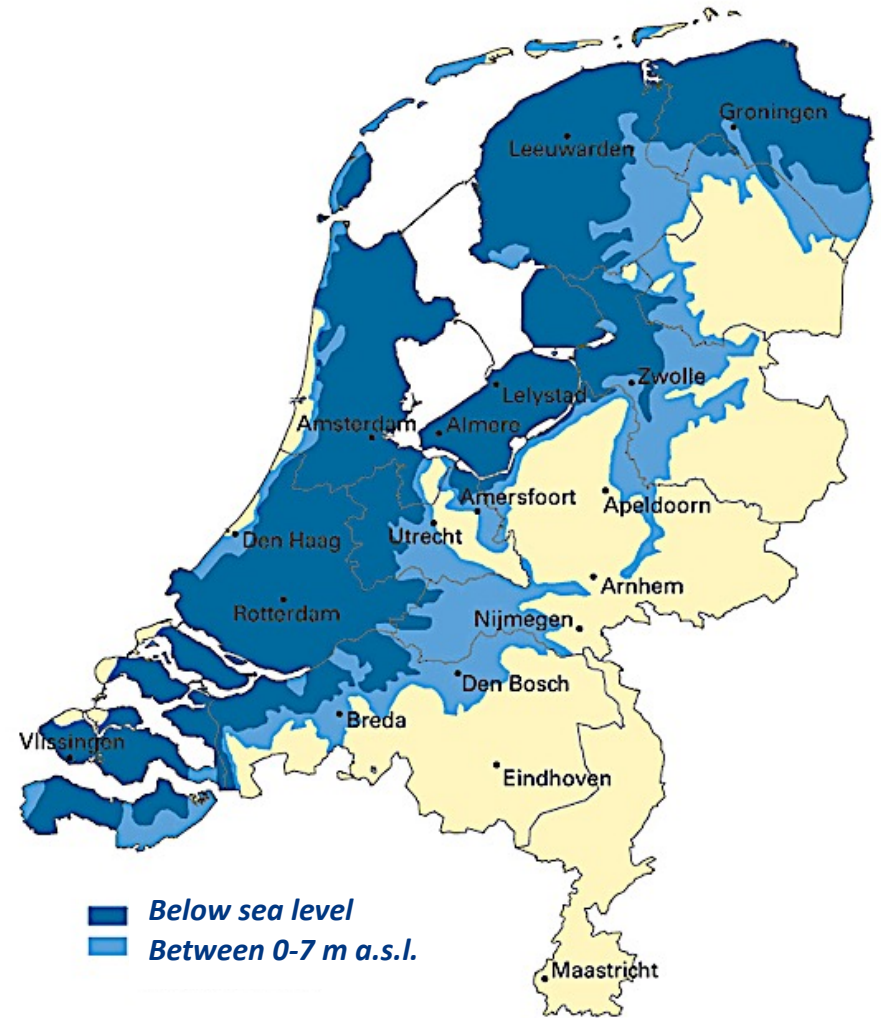
Lees NRC ook online

Zo geregeld Ga naar nrc.nl/activer

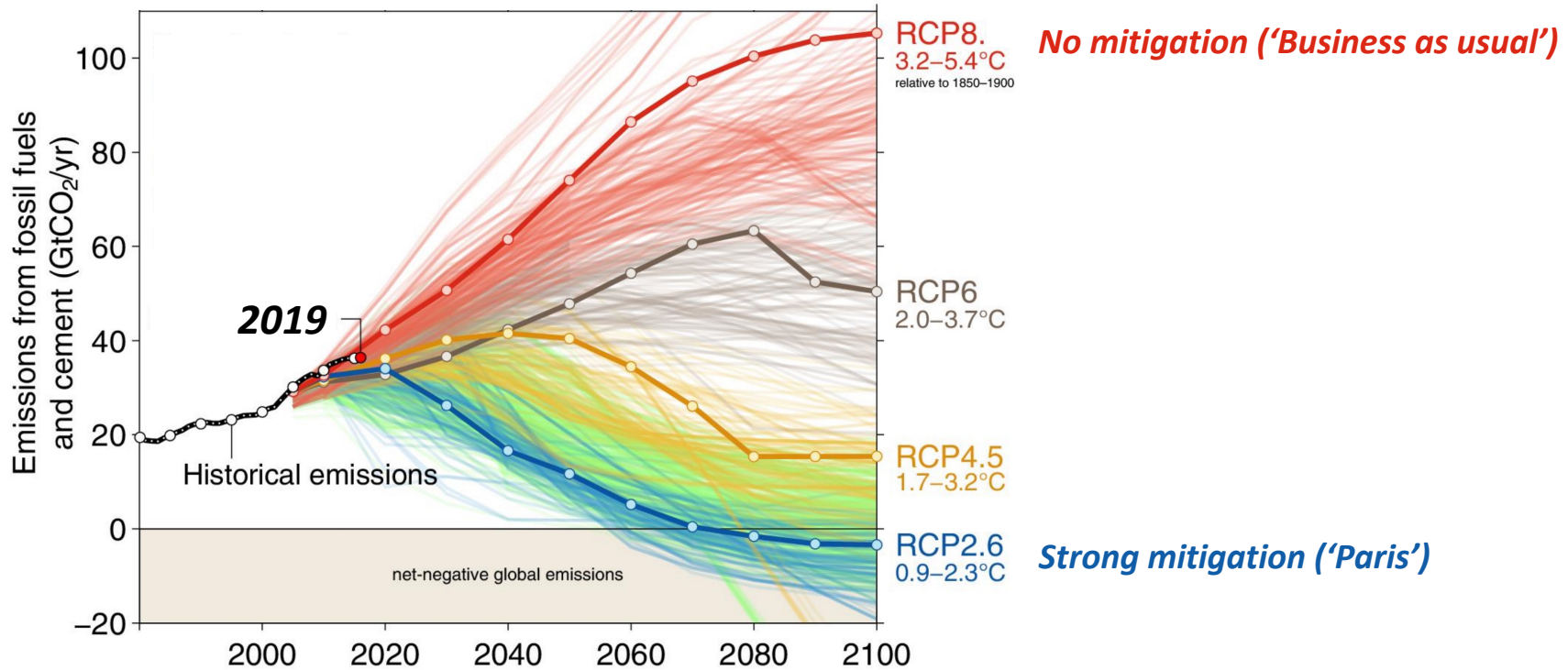
Potentieel voor zeespiegelstijging

<i>Estimated</i>	Antarctica	Greenland	All other glaciers
Surface area (10^6 km ²)	12.3	1.7	0.5
Average thickness (m)	2000	1700	100-260
Volume (10^6 km ³)	24.7	2.9	0.05-0.13
Equivalent sea level rise (m)	56.6	7.3	0.15-0.37

Nederland in 2300?



IPCC klimaatscenario's

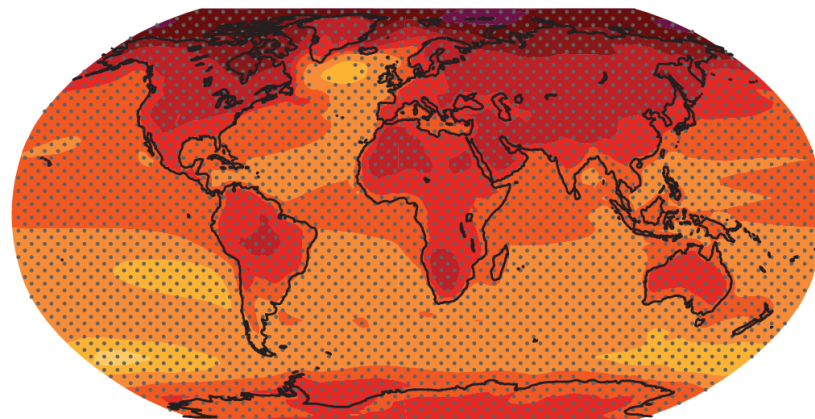
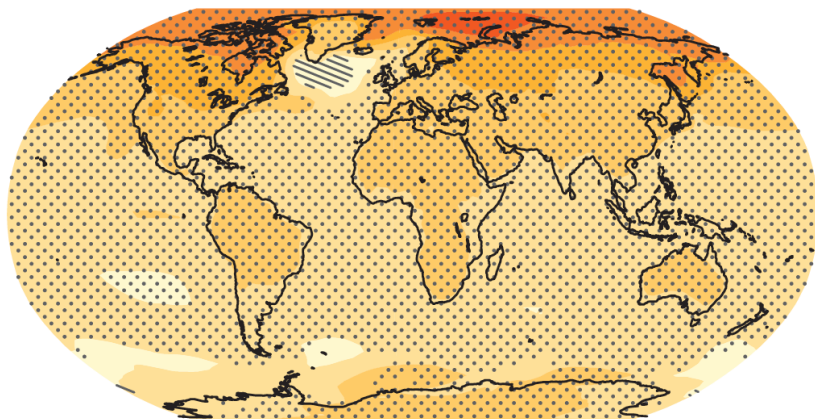


Twee extreme klimaatscenario's

RCP 2.6

RCP 8.5

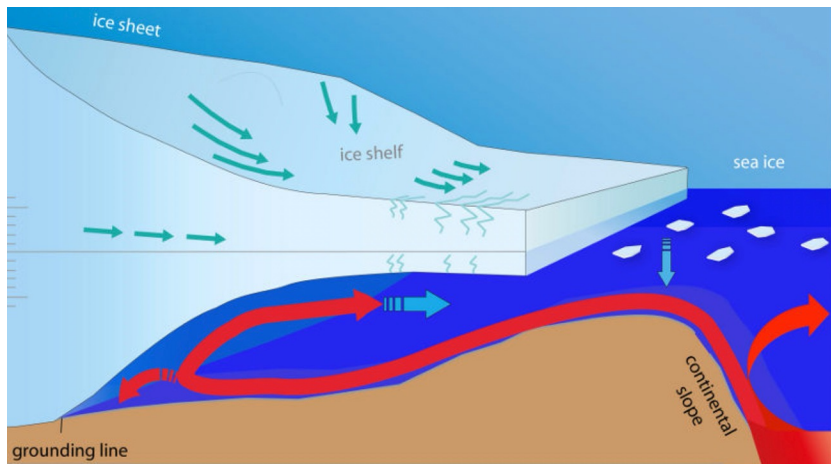
Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)



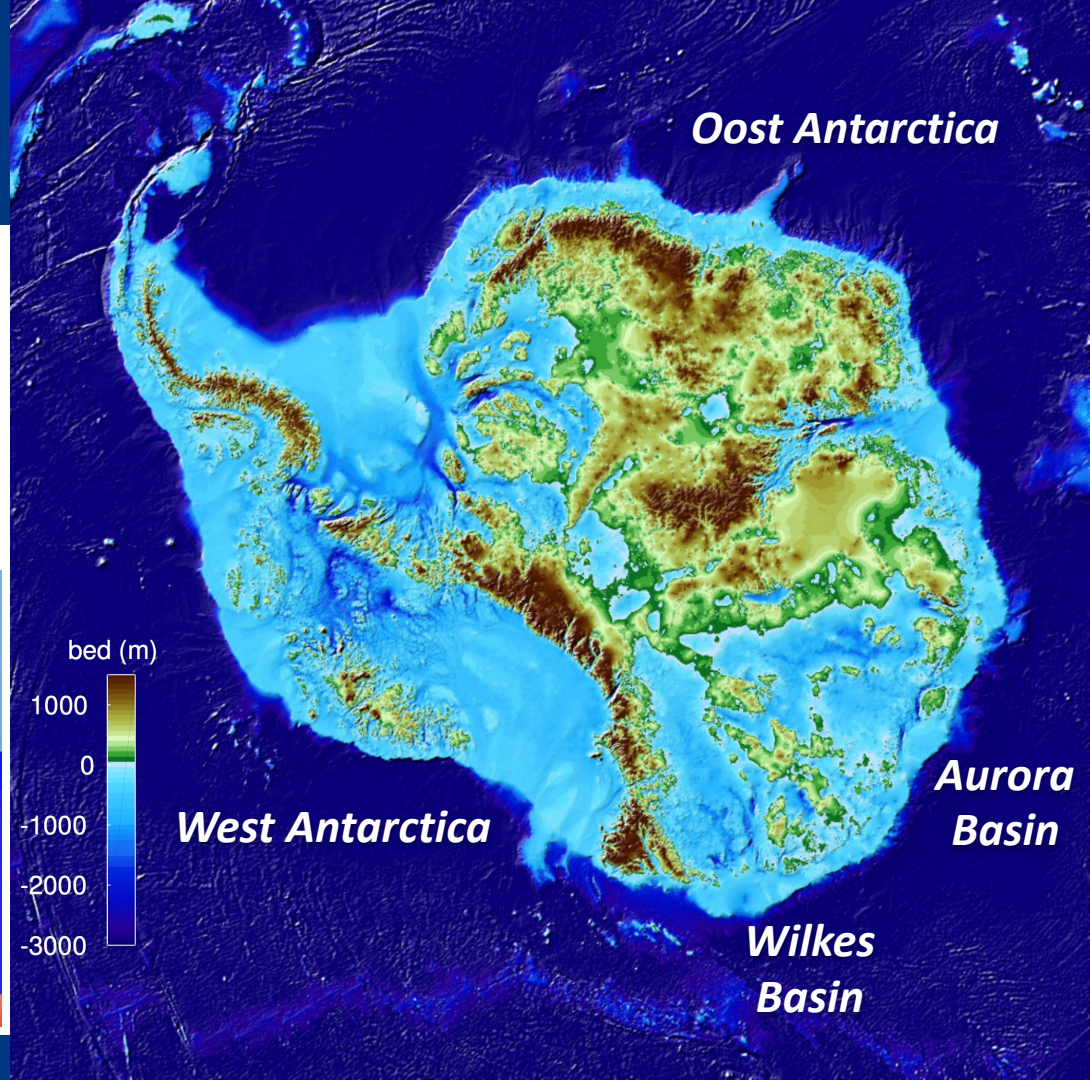
Succesvolle mitigatie ('Parijs')

Geen mitigatie ('Business as usual')

De rotsbodem onder de Antarctische ijskap

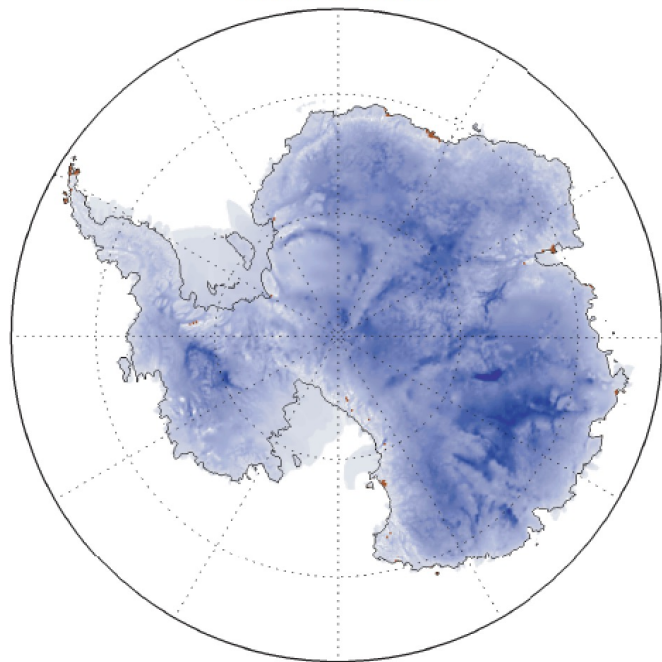


Morlighem et al., 2019



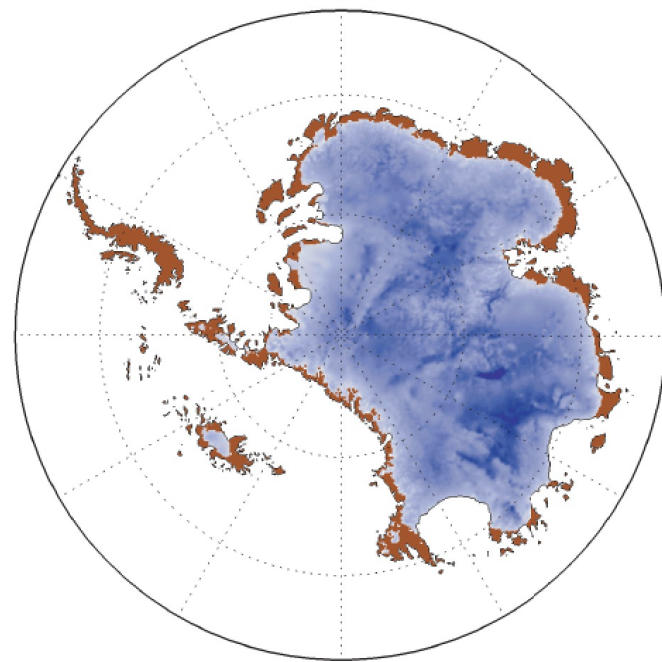
Gemodelleerde deglaciatie van Antarctica

RCP2.6 2500



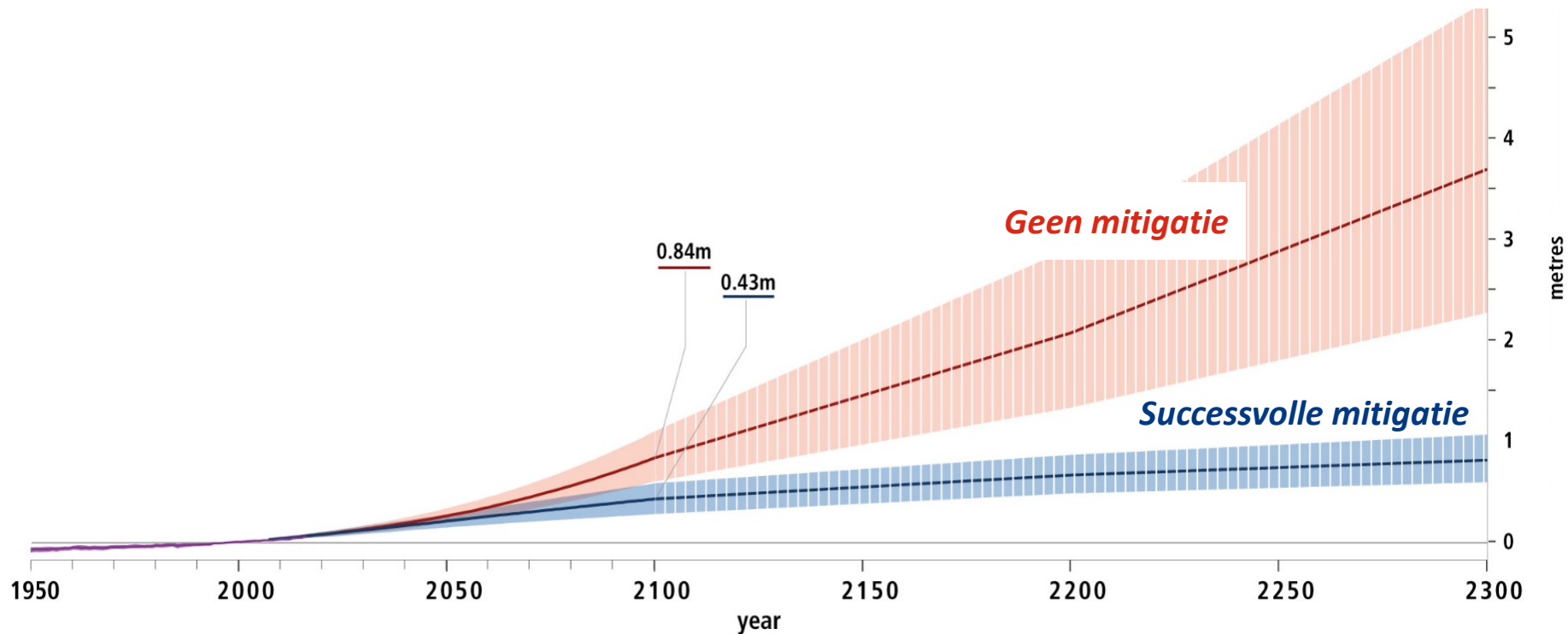
Succesvolle mitigatie ('Parijs')

RCP8.5 2500



Geen mitigatie ('Business as usual')

IPCC zeespiegelprojecties (2019)



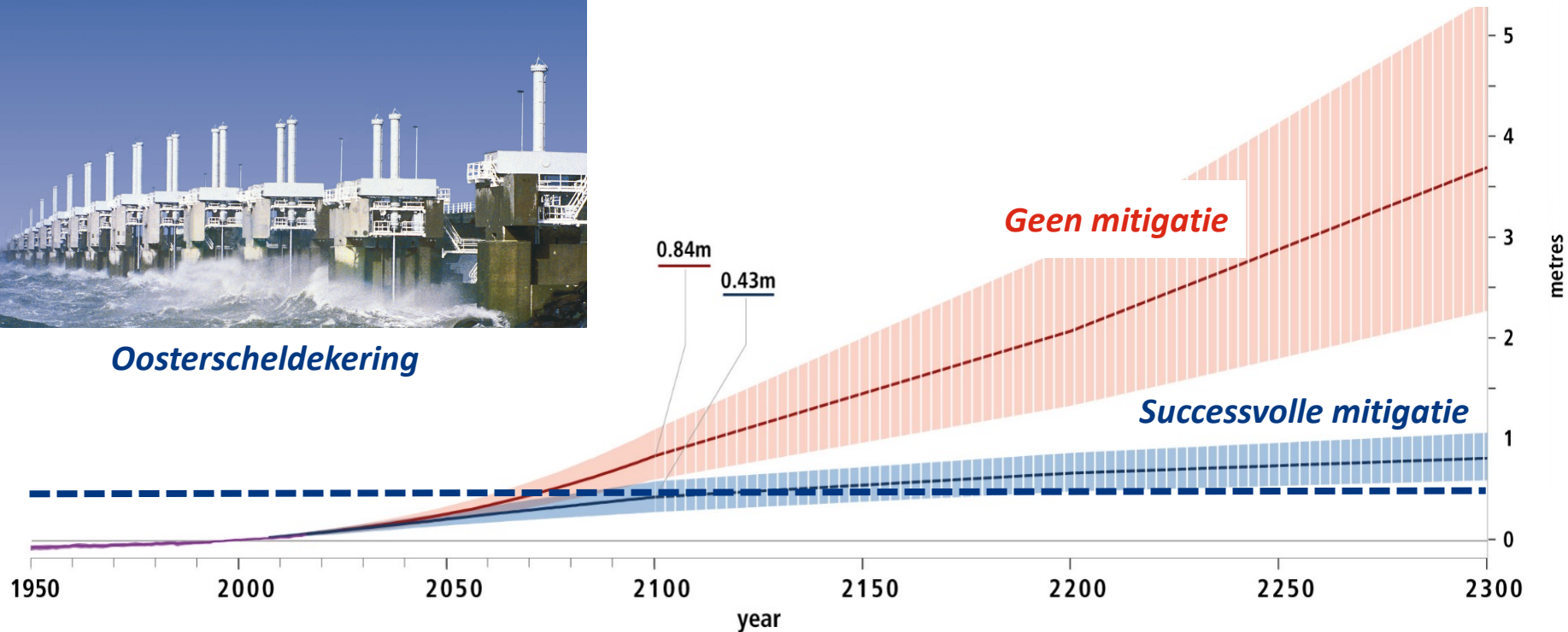
Oosterscheldekering (1986)



IPCC zeespiegelprojecties (2019)



Oosterscheldekering

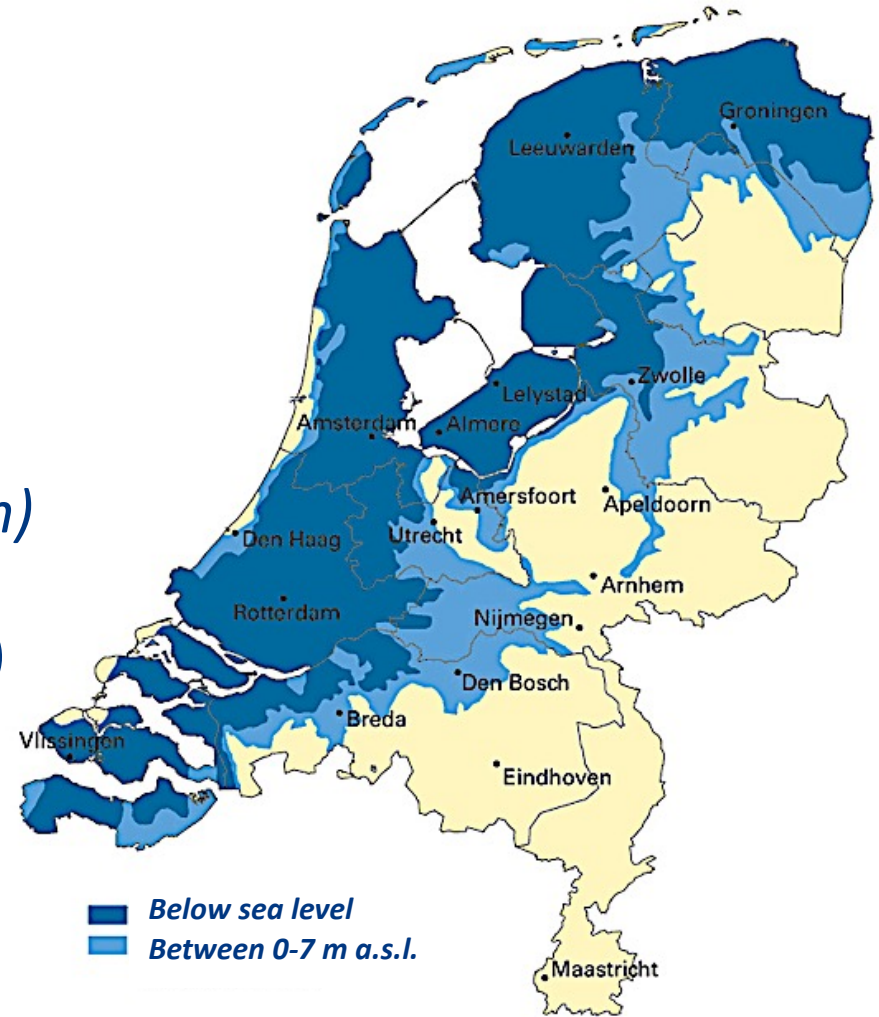


Nederland in 2300?

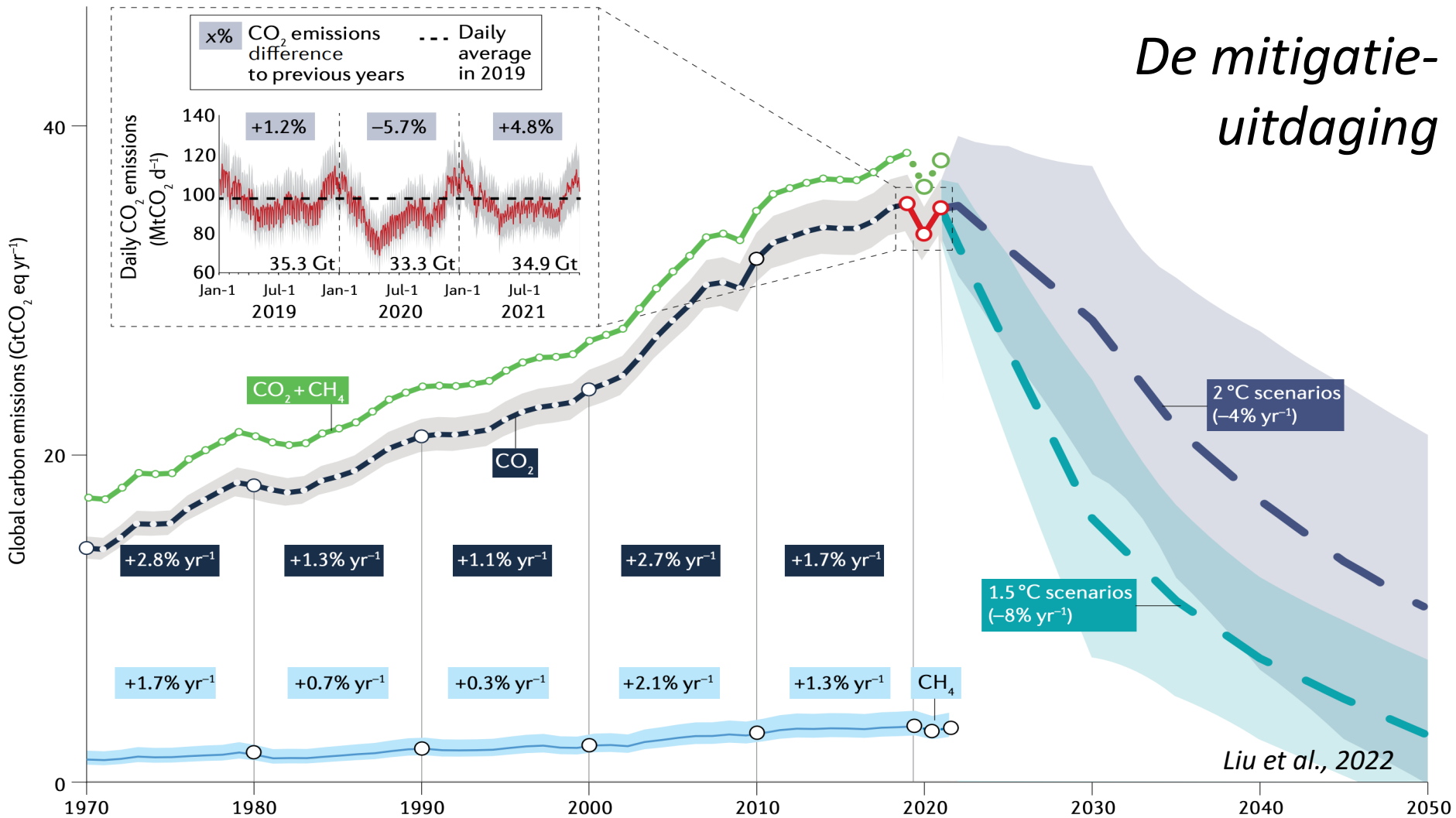
Wat we nodig hebben om dit te voorkomen:

Adaptatie (in NL: nieuwe Deltawerken)

Mitigatie (snel naar nul CO₂ emissie)



De mitigatie-uitdaging



KNAG, 8 Juni 2022

Bedankt voor de aandacht!

Zijn er vragen?



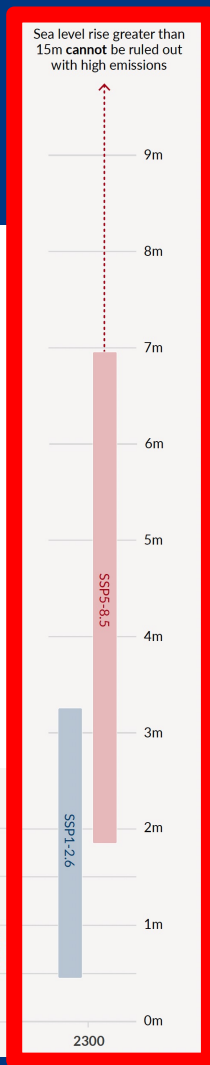
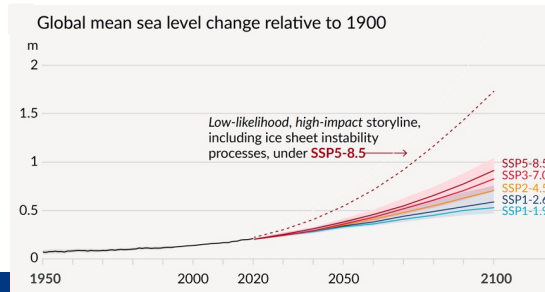
Utrecht University

Institute for
Marine and Atmospheric
research Utrecht



NESSC
NETHERLANDS EARTH SYSTEM SCIENCE CENTRE

De meest recente IPCC zeespiegelprojecties (2021)

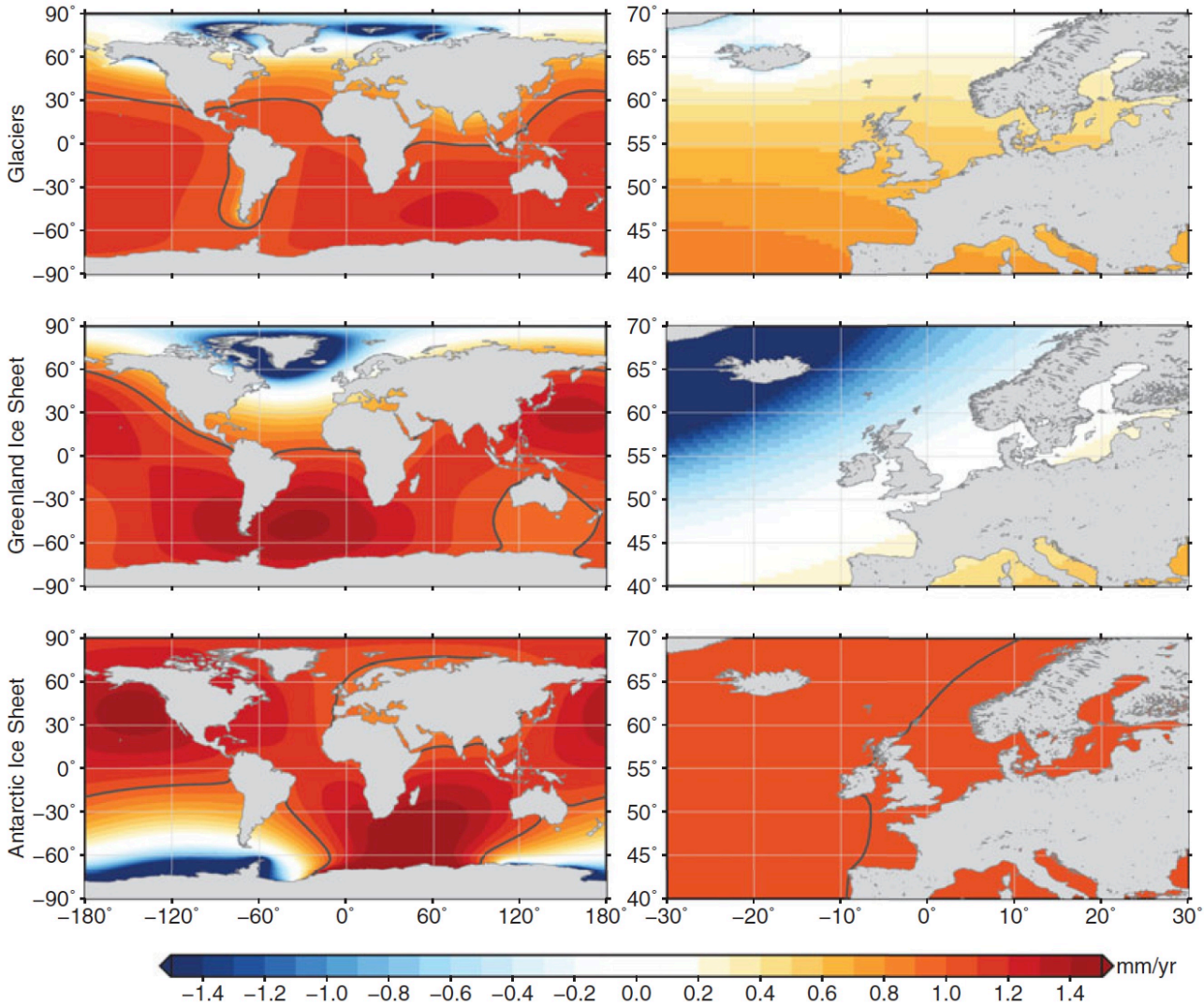


SSP5-8.5 in 2300: SLR > 15 m cannot ruled out

SSP5-8.5 in 2300: SLR 2 - 7 m

SSP1-2.6 in 2300: SLR 0.5 - 3 m

Gravitational and rotational effects



Marine Ice Sheet / Ice Cliff Instability (MISI / MICI)

