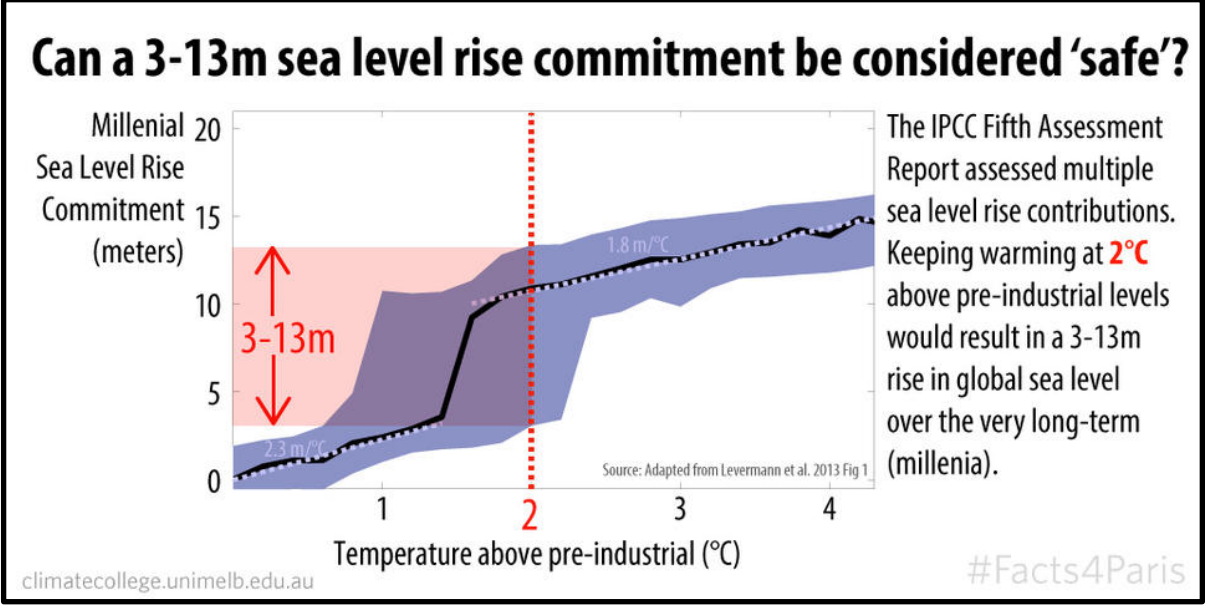
Hoelang is Holland nog houdbaar?

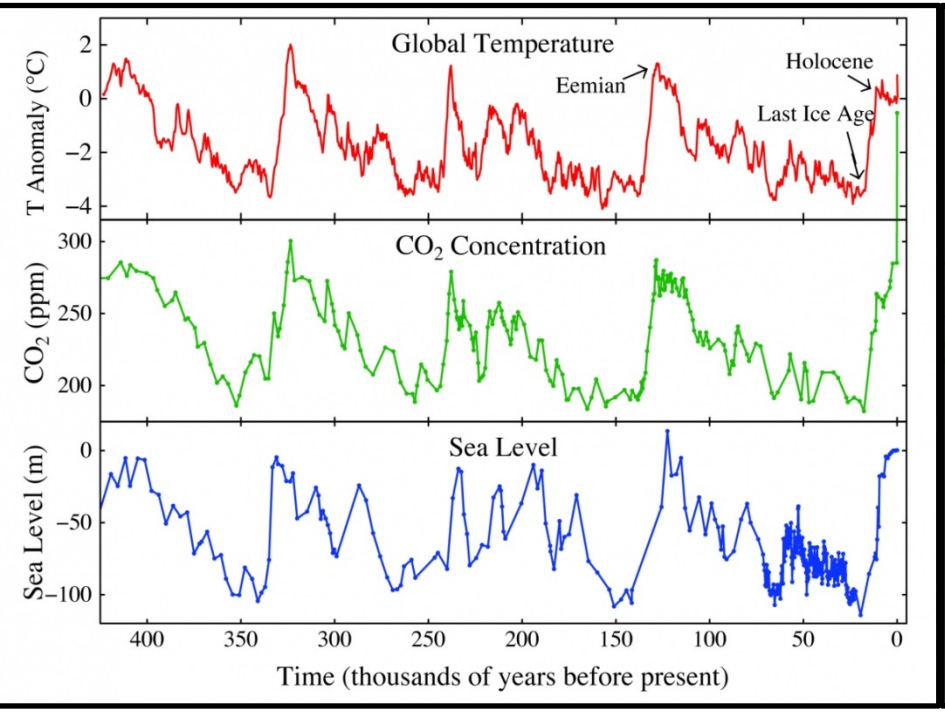
Sybren Drijfhout (KNMI, Universiteit Utrecht)

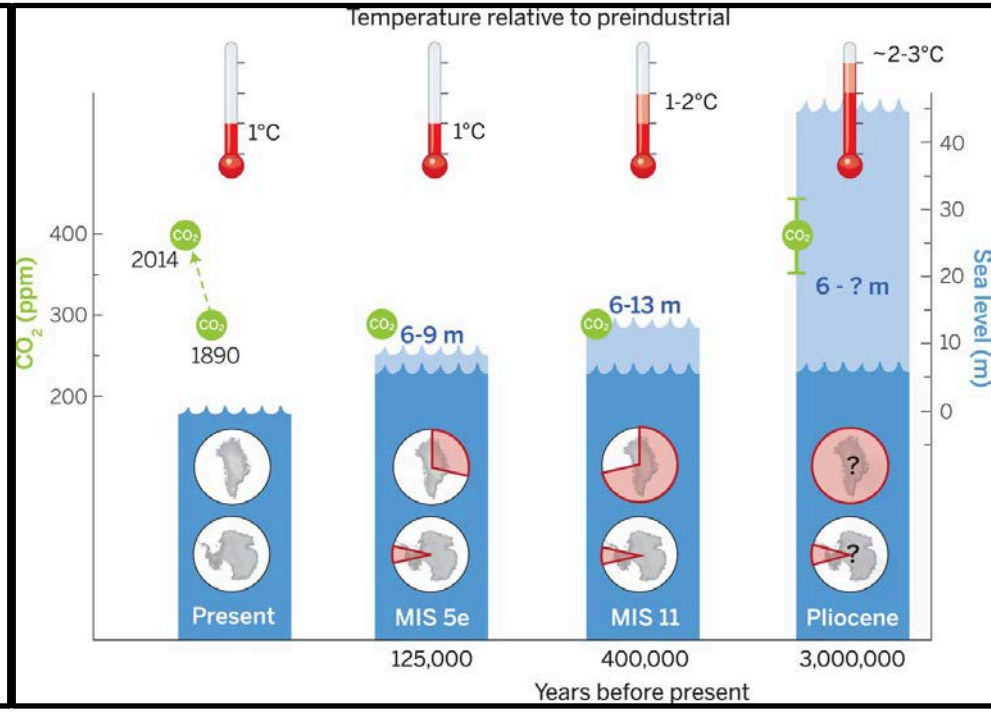
- De zeespiegel blijft nog eeuwen stijgen nadat broeikasgas emissies zijn gestopt.
- Als de instabiliteit van de ijskappen overeenkomt met de nieuwste model berekeningen en we broeikasgas emissies **niet** terugdringen, kunnen we binnen een paar honderd jaar 10-20 m zeespiegelstijging (ZSS) verwachten.
- Zelfs met de meest agressieve emissiereductie kunnen we op termijn van 200 jaar 3-4 m ZSS niet uitsluiten.
- Wanneer moeten we beginnen met nadenken over een plan B?

Zeeniveau gemeten op een plek waar weinig natuurlijke variaties voorkomen, itt Nederland, en wereld gemiddelde temperatuur als functie van de tijd in spiralen (Ed Hawkins)



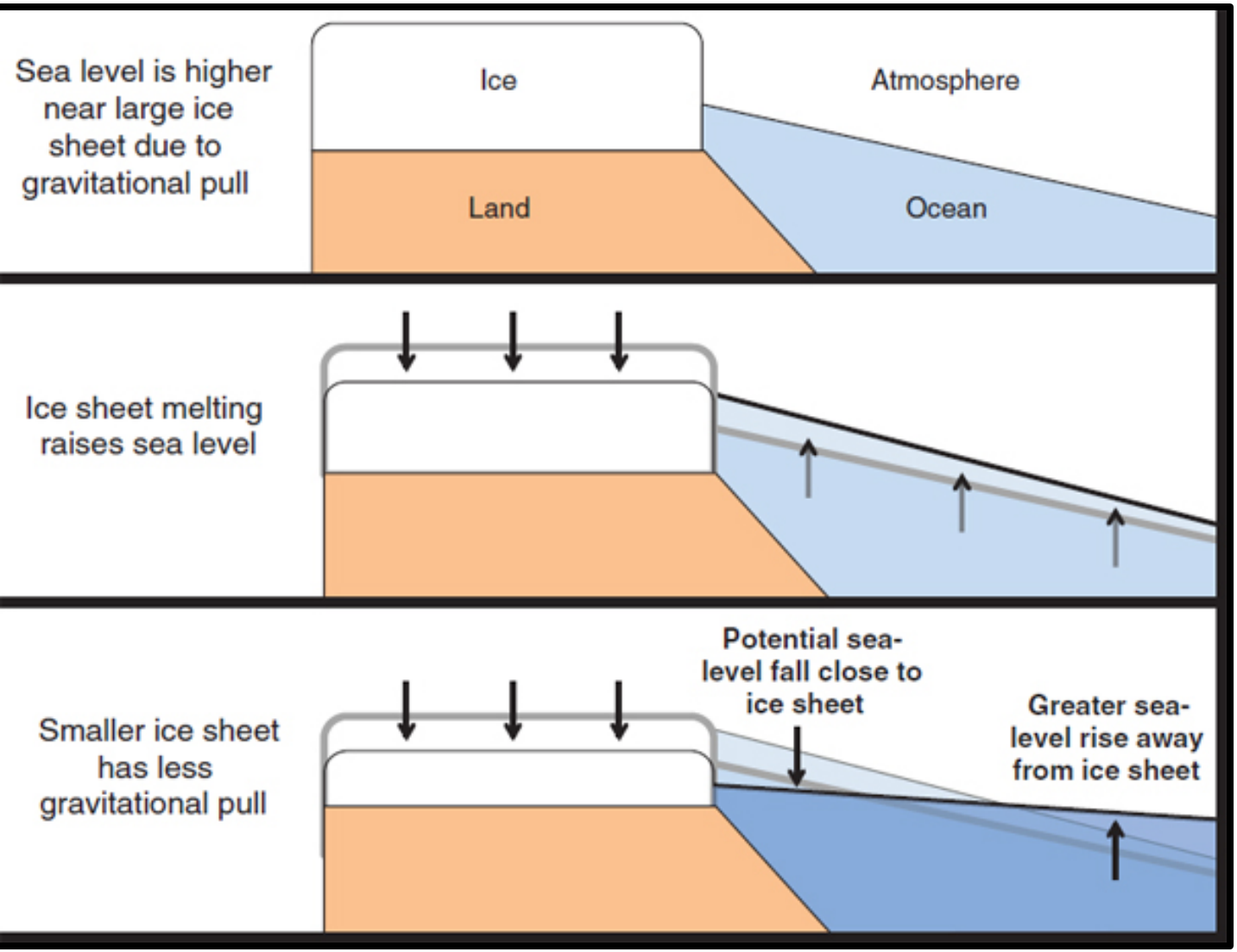
Levermann et al. 2013





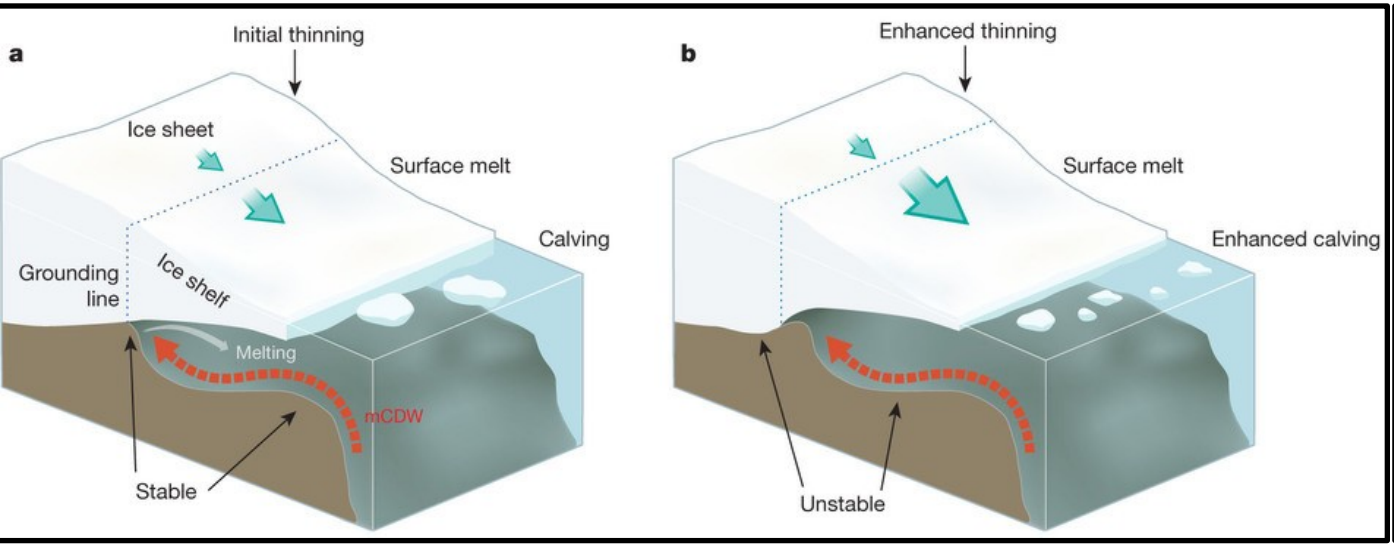
Reconstructies, Hansen en Sato 2012

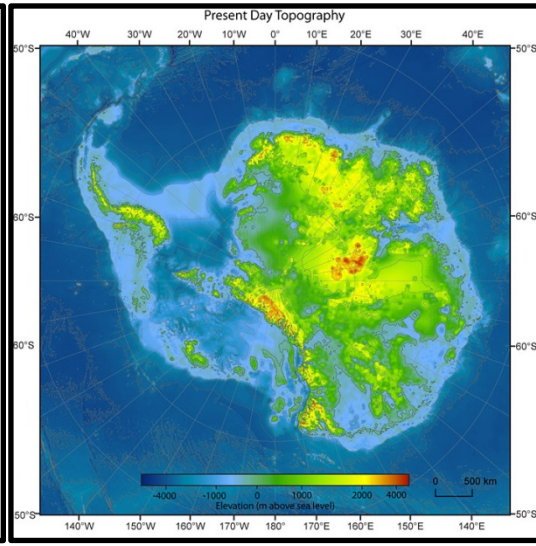
Verband tussen wereld gemiddelde temperatuur en zeespiegelstijging uit geologisch verleden (Dutton et al, 2015)



Het zelf-gravitatie effect, National Research Council (2013), www.nap.edu

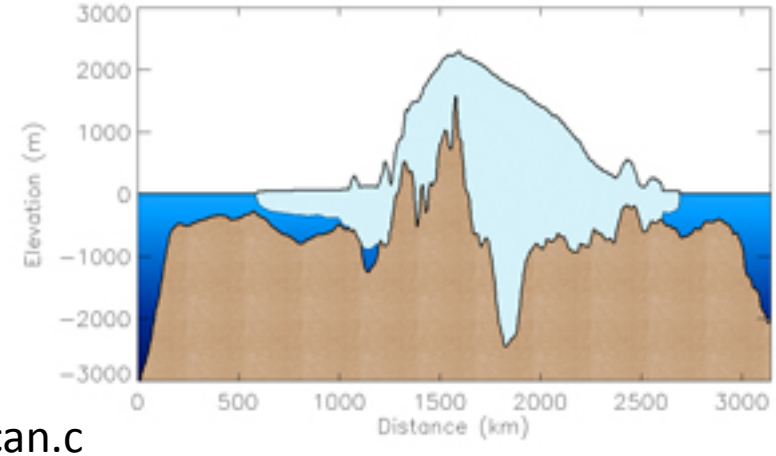
MISI werd niet meegenomen in de IPCC-scenario's; wel (een beetje) in de KNMI scenario's en tegenwoordig in alle ijskapmodellen gemodelleerd. Het is ook waargenomen op de ice-shelves aan de westkant van West-Antarctica





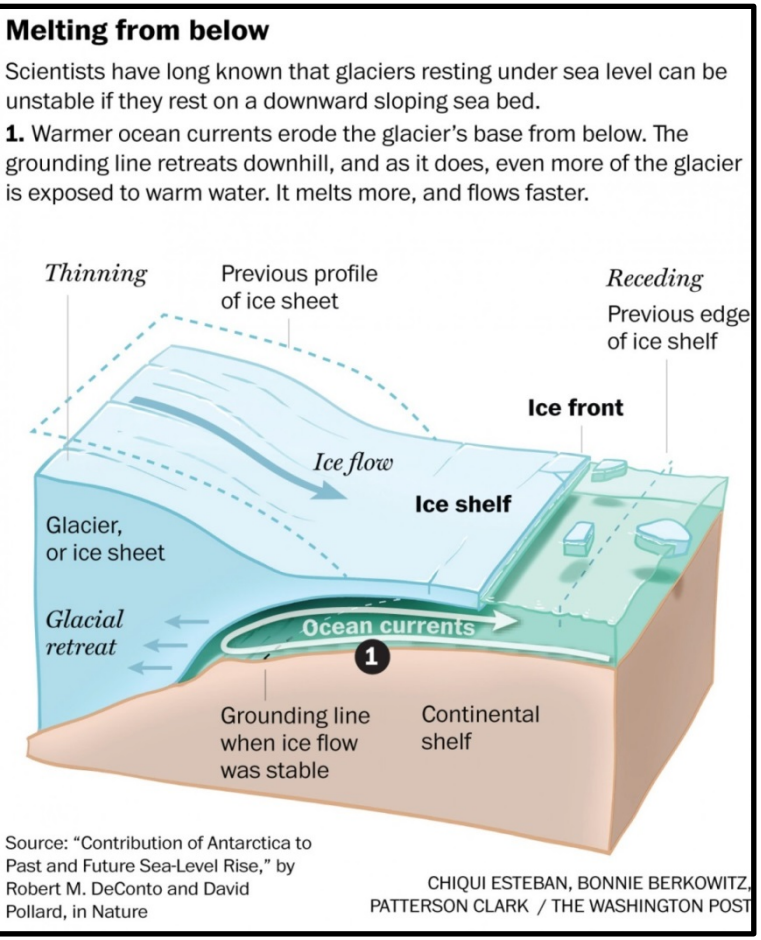
Schematische weergave van MISI: Marine Ice Sheet Instability, Hanna et al (2013)

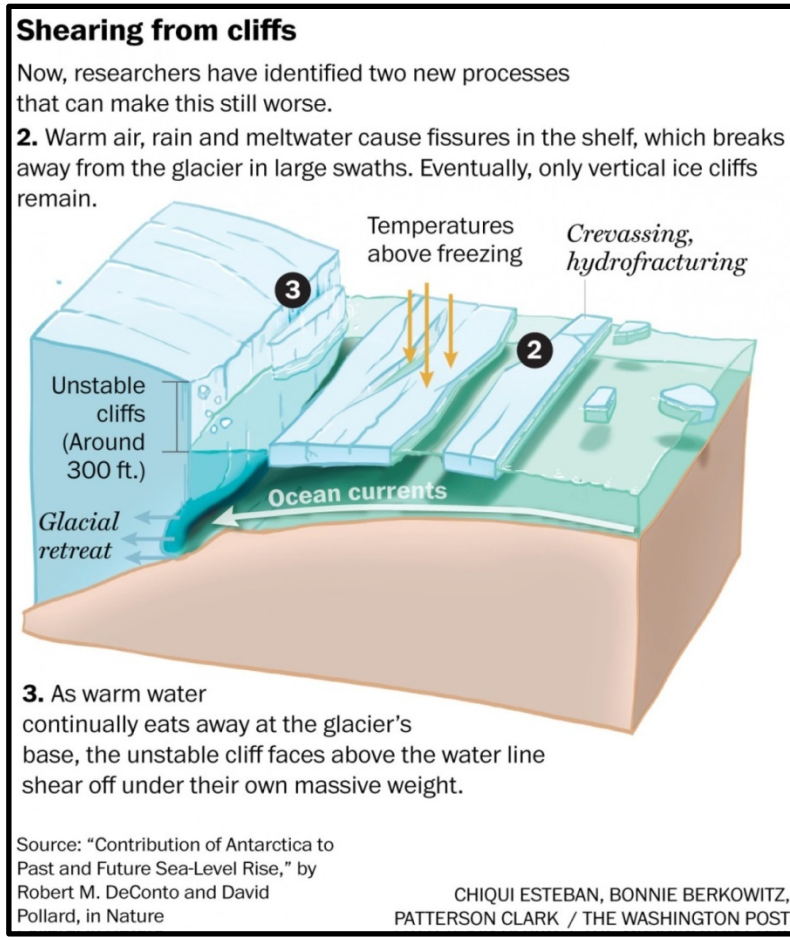
Bodem topografie van Antarctica, www.dur.ac.uk



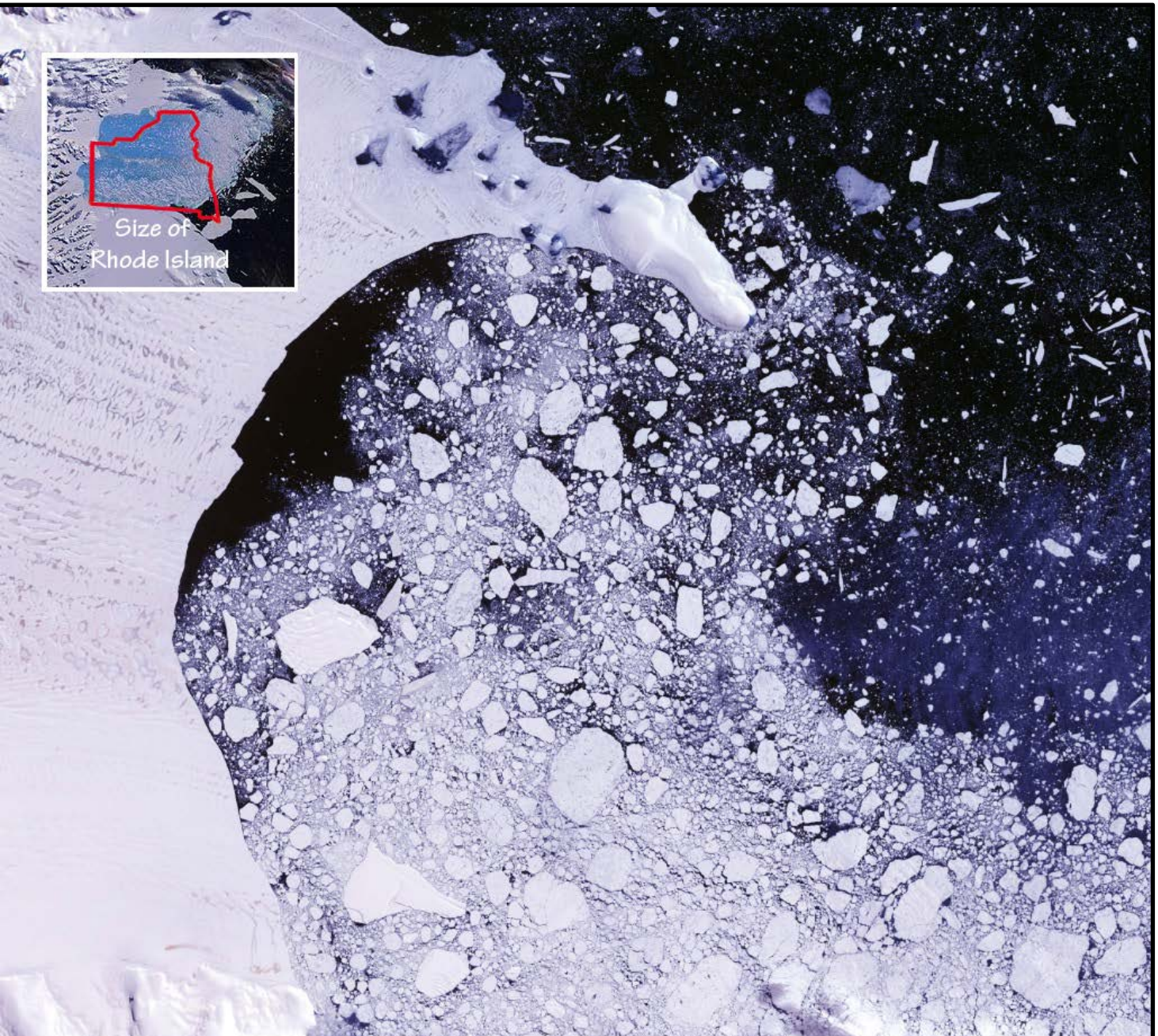
Dwarsdoorsnede https://blogs.scientificamerican.c

De nieuwe fysische processen





Uitleg van de twee nieuwe processen in het ijsmodel van de Conto en Pollard door de Washington Post.
Links proces 1 dat ook in andere ijskapmodellen wordt meegenomen (MISI).
Rechts de 2 processen die het nieuwe ijskap model ook meeneemt.

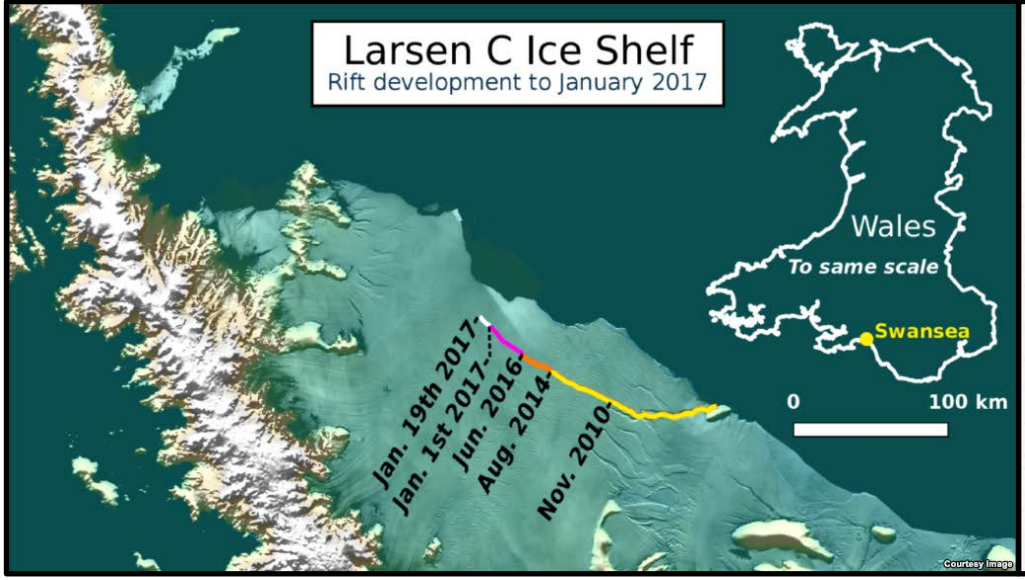


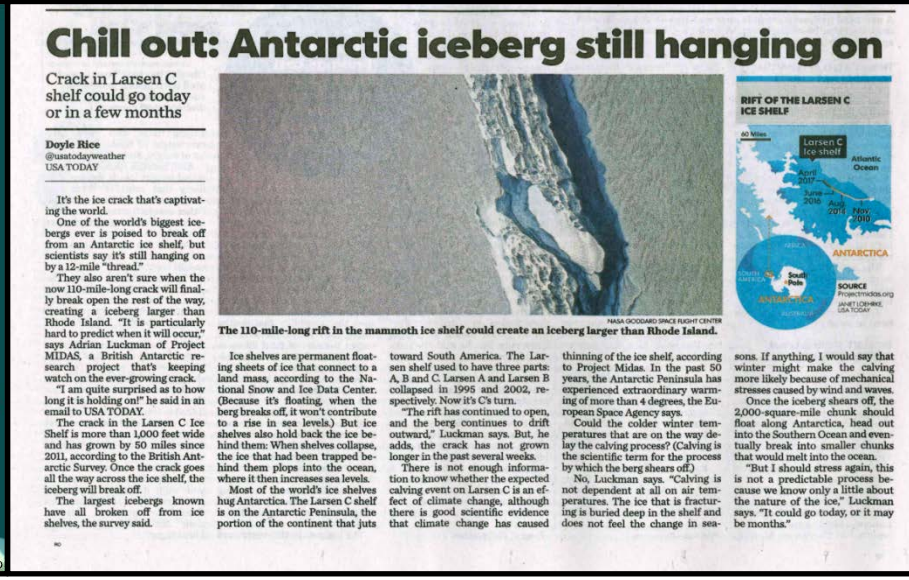
Opbreken van de Larsen B ijsplaat bij het Antarctisch schiereiland in 2002

www.nasa.gov

De Nansen ijsplaat op Oost Antarctica (www.esa.int

Opbreken van delen van de Antarctic Peninsula gletsjer door smeltwater kanalen. Links: Rita Willaert; rechts: Chogori20 op https://nl.pinterest.com.pin





Chill out: Antarctic iceberg still hanging on

Crack in Larsen C shelf could go today or in a few months

Doyle Rice
@usatodayweather
USA TODAY

It's the ice crack that's captivating the world.

One of the world's biggest icebergs ever is poised to break off from an Antarctic ice shelf, but scientists say it's still hanging on by a 12-mile "thread."

They also aren't sure when the now 110-mile-long crack will finally break open the rest of the way, creating a iceberg larger than Rhode Island. "It is particularly hard to predict when it will occur," says Adrian Luckman of Project MIDAS, a British Antarctic research project that's keeping watch on the ever-growing crack.

"I am quite surprised as to how long it is holding on!" he said in an email to USA TODAY.

The crack in the Larsen C Ice Shelf is more than 1,000 feet wide and has grown by 50 miles since 2011, according to the British Antarctic Survey. Once the crack goes all the way across the ice shelf, the iceberg will break off.

The largest icebergs known have all broken off from ice shelves, the survey said.

NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER

The 110-mile-long rift in the mammoth ice shelf could create an iceberg larger than Rhode Island.

RIFT OF THE LARSEN C ICE SHELF

60 Miles

Larsen C Ice shelf

Atlantic Ocean

April 2017

June 2016

Aug. 2014

Nov. 2010

AFRICA

SOUTH AMERICA

South Pole

ANTARCTICA

AUSTRALIA

SOURCE
Project midas.org
JAN 17 | 2016-REC
USA TODAY

Ice shelves are permanent floating sheets of ice that connect to a land mass, according to the National Snow and Ice Data Center. (Because it's floating, when the berg breaks off, it won't contribute to a rise in sea levels.) But ice shelves also hold back the ice behind them: When shelves collapse, the ice that had been trapped behind them plops into the ocean, where it then increases sea levels.

Most of the world's ice shelves hug Antarctica. The Larsen C shelf is on the Antarctic Peninsula, the portion of the continent that juts toward South America. The Larsen shelf used to have three parts: A, B and C. Larsen A and Larsen B collapsed in 1995 and 2002, respectively. Now it's C's turn.

"The rift has continued to open, and the berg continues to drift outward," Luckman says. But, he adds, the crack has not grown longer in the past several weeks.

There is not enough information to know whether the expected calving event on Larsen C is an effect of climate change, although there is good scientific evidence that climate change has caused thinning of the ice shelf, according to Project Midas. In the past 50 years, the Antarctic Peninsula has experienced extraordinary warming of more than 4 degrees, the European Space Agency says.

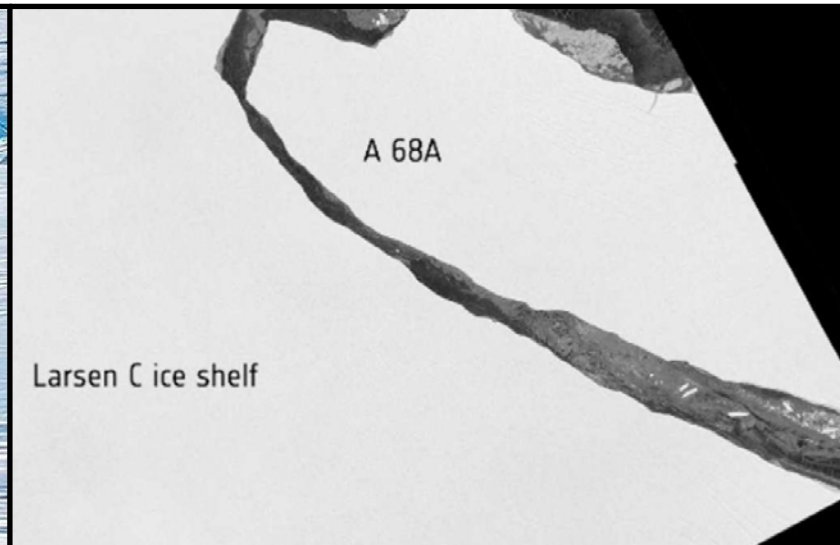
Could the colder winter temperatures that are on the way delay the calving process? (Calving is the scientific term for the process by which the berg shears off.)

No, Luckman says. "Calving is not dependent at all on air temperatures. The ice that is fracturing is buried deep in the shelf and does not feel the change in seasons. If anything, I would say that winter might make the calving more likely because of mechanical stresses caused by wind and waves.

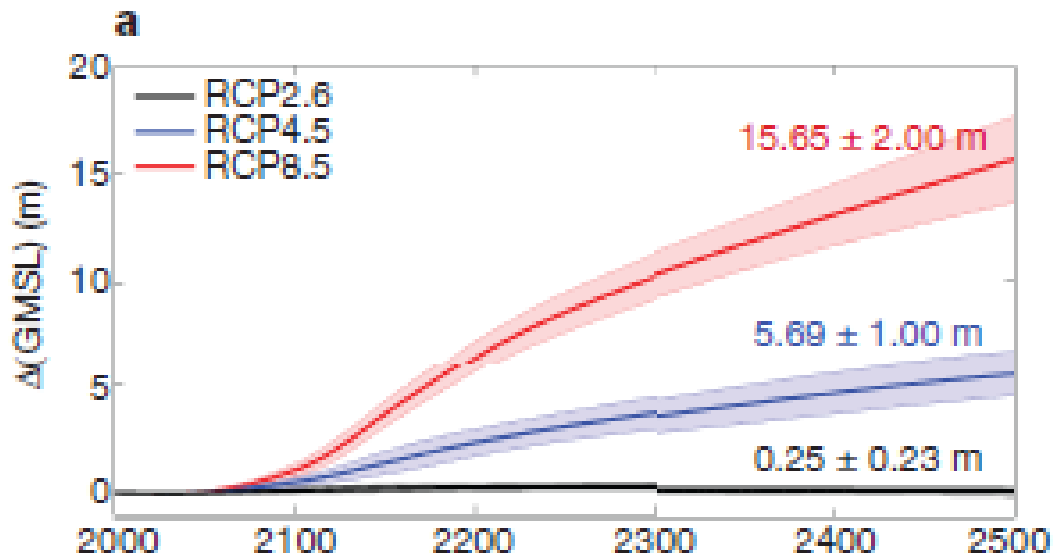
Once the iceberg shears off, the 2,000-square-mile chunk should float along Antarctica, head out into the Southern Ocean and eventually break into smaller chunks that would melt into the ocean.

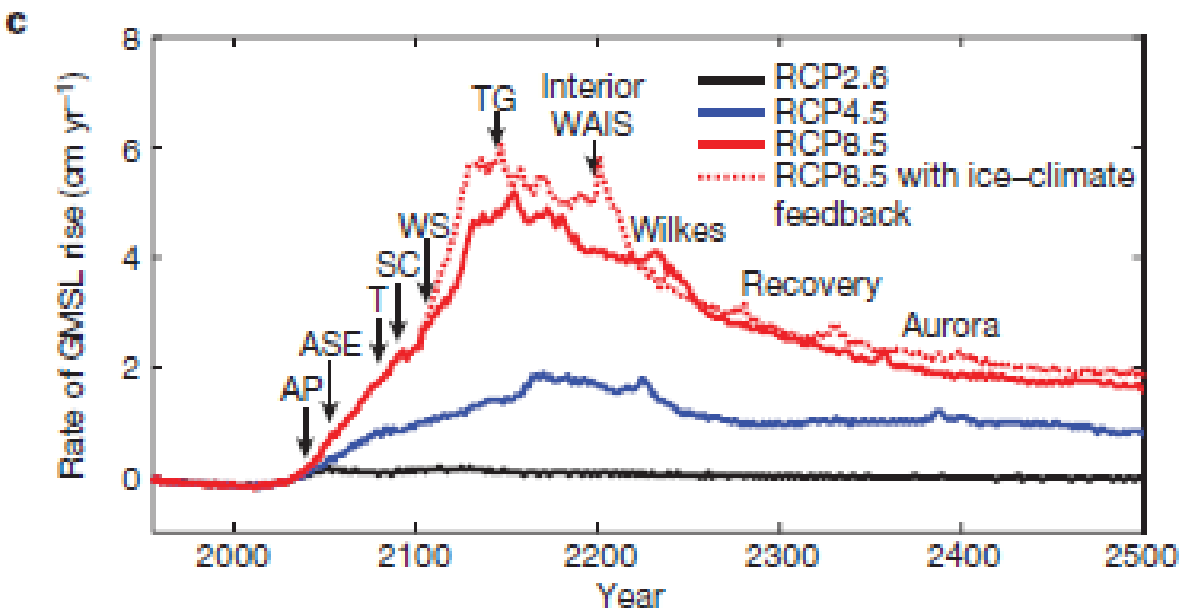
"But I should stress again, this is not a predictable process because we know only a little about the nature of the ice," Luckman says. "It could go today, or it may be months."

De scheur in Larsen C, www.nasa.gov, tussen november 2016 en september 2017

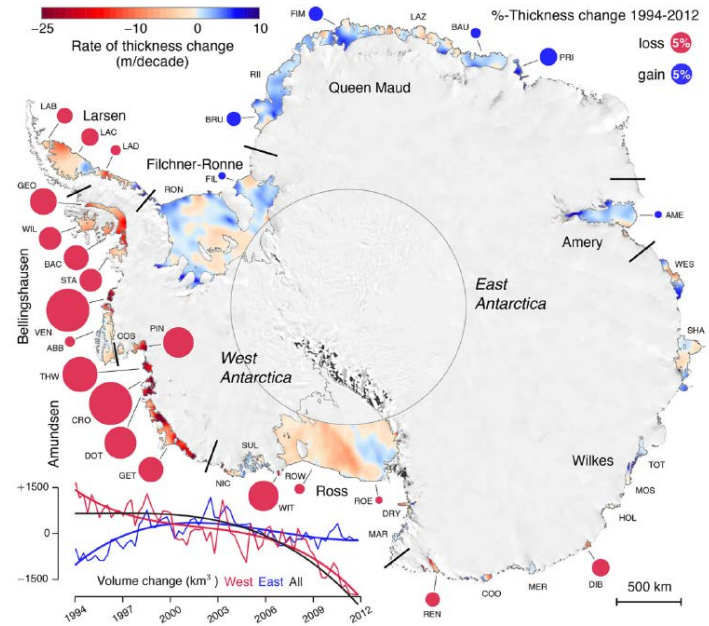


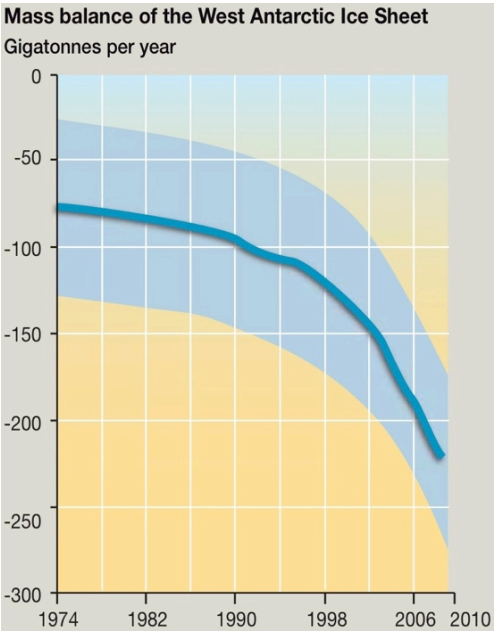
De langere termijn

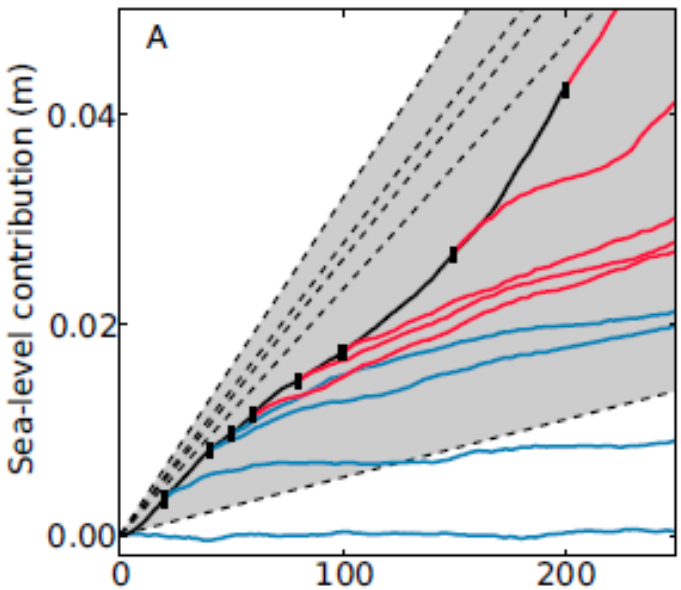


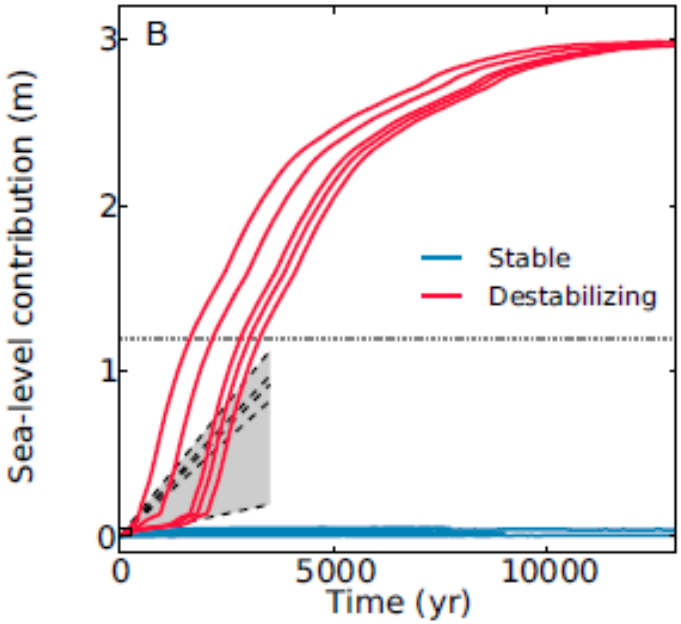


Waarom wetenschappers zich zorgen maken over de Antarctische ijskap

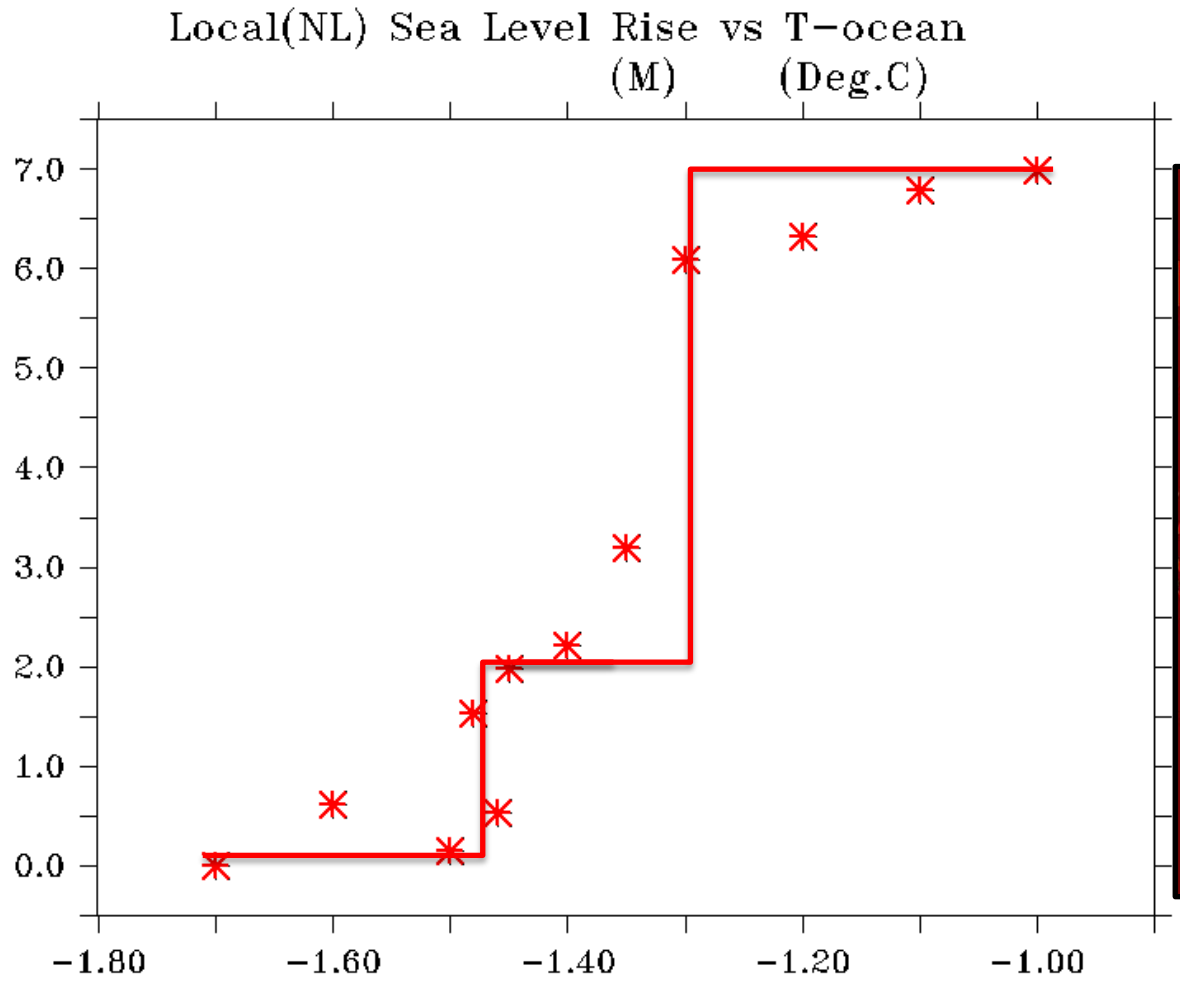


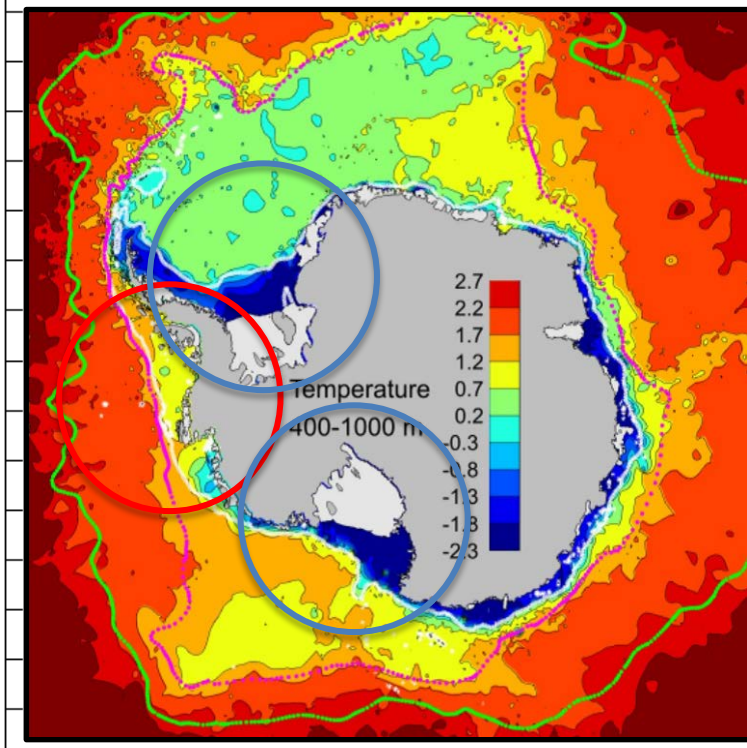






Na ~ 1 cm zeespiegel stijging tgv massa verlies Antarctica (~ 3600 gigaton) is het proces niet meer te stoppen en zijn we gecommitteerd aan 3 m (3.6 voor NL) extra ZSS





Volume van de Antarctische ijskap als functie van de oceaantemperatuur onder de drijvende ijsplaten
Drijfhout, Blundell, Kovachev

British Antarctic Survey, gebaseerd op data van de Southern Ocean Database
In de rode cirkel zijn de zeewater temperaturen al warmer dan het kantelpunt (-1.4), in de blauwe cirkels nog niet.

Waarschijnlijkheidsverdeling van zeespiegelstijging per 2100 voor het IPCC scenario en "worst-case" scenario van deConto en Pollard

IPCC
IPCC met Antarctica volgens deConto en Pollard 2016
Rekening gehouden met temperatuurafhakelijkheid van de ijskap processen
Rekening gehouden met de onzekerheid in klimaat gevoeligheid klimaatmodellen

Zelfs als alle bijdragen aan de zeespiegelstijging bekend zijn, dan is het eindresultaat nog steeds sterk afhankelijk van hoe die bijdragen bij elkaar moeten worden opgeteld, afhankelijk van onderlinge correlaties en andere factoren

Le Bars, Drijfhout & de Vries 2017, ERL

Conclusies

- Recente modelsimulaties van de Antarctische ijskap impliceren een veel sterkere ZSS bij dezelfde mate van opwarming dan de laatste IPCC en KNMI scenario's impliceren
- Als CO_2 in dit tempo blijven stijgen tot 2250 moeten we rekening houden (bovengrens) met een zeespiegelstijging van 15 m in 2500; 6 m in 2200 en een piek in de trend van ~5m/eeuw
- Als we de emissies kunnen stoppen in 2100 voorspelt het model nog altijd 2.5 m extra in 2200 en 5-6 m extra in 2500. Als we COP21 onmiddellijk uitvoeren en met geo-engineering de CO_2 uit de lucht gaan halen blijft de extra zeespiegelstijging volgens het model beperkt tot < 50 cm
- Het model gaat er echter van uit dat de afbraak van de West Antarctische ijskap nog niet is begonnen. Veel experts denken dat dat al wel het geval is. Een ander model laat zien dat al bij 1 cm zeespiegelstijging (3600 gigaton) tgv massaverlies van West Antarctica het proces van destabilisatie onomkeerbaar is.
- Sinds 2000 verliest West Antarctica ca 4% per jaar van de grenswaarde van 3600 gigaton. Dit betekent dat we rekening moeten houden met de mogelijkheid van 4 m (3 m extra) zeespiegelstijging op termijn van een paar eeuwen, ook als we binnen 10 jaar starten met agressieve CO_2 reducties, duurzame energie en geo-engineering.