

De afsmelting van ijs draagt inmiddels voor meer dan de helft bij aan de waargenomen zeespiegelstijging. Foto genomen vanuit onderzoeksschip NOAA Fairweather in de buurt van Alaska.



FOTO: NOAA'S NATIONAL OCEAN SERVICE

## IPCC-5: *What's new?*

Het IPCC heeft een nieuw rapport uitgebracht over de verwachte klimaatverandering. Is het allemaal meer van hetzelfde of heeft de wetenschap sinds het verschijnen van het vorige rapport progressie geboekt?

**Roderik van de Wal**

Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht,  
Universiteit Utrecht

Ongeschiedlijk is er niet veel veranderd in de zin dat we sinds begin jaren 80 al menen te weten dat een verdubbeling van de CO<sub>2</sub>-concentratie uiteindelijk zal leiden tot een temperatuurstijging van 1,5 tot 4,5 °Celsius. Wel zijn de modellen om de ontwikkelingen te simuleren en te voorspellen

intussen enorm verbeterd en dankzij satellietwaarnemingen kunnen we de simulaties steeds beter toetsen aan de werkelijkheid. Toch zijn we nog niet veel opgeschoten met klimaatvoorspellingen over een tijdspanne van duizenden jaren. Er is lang gedacht dat de gegevens uit het paleoklimaat andere inzichten zouden geven, maar dat blijkt mee te vallen. Als de paleowaarnemingen goed gecorrigeerd worden voor alle terugkoppelingsmechanismen die in de toen geldende omstandigheden speelden, leveren ze eigenlijk hetzelfde inzicht op als de moderne waarnemingen en modellen. Wel kunnen we de extreme temperatuurstijgingen die vroeger voorspeld werden, nu uitsluiten.

### **AFZIENBARE TIJDSHORIZON**

Wat in de laatste dertig jaar vooral duidelijk is geworden, is dat we voor ons klimaatbeleid niet zozeer moeten focussen op waar het klimaat over duizenden jaren naartoe gaat (en een nieuw evenwicht ontstaat), maar dat we moeten bekijken hoe het systeem Aarde reageert op een langzame toename in broeikasgassen van zeg 1% per jaar – ongeveer de toename in een groot deel van de

20<sup>e</sup> eeuw (nu gaat het harder, ondanks de economische crisis).

De *transient* klimaatgevoeligheid geeft een schatting van de temperatuur als de CO<sub>2</sub>-concentratie verdubbelt. In de loop der jaren is die schatting nauwkeuriger geworden en hij wordt nu gesteld op 1,1 tot 2,5 °Celsius. Dat geeft de politiek een houvast in de keuzes waar we naartoe willen binnen een afzienbare tijdshorizon.

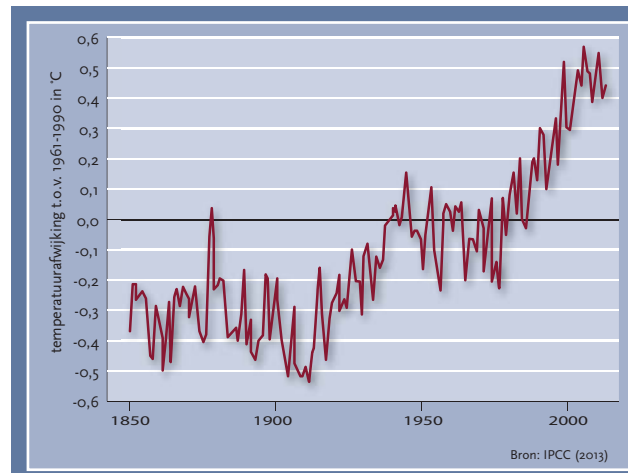
## MENSELIJKE INVLOED

Het rapport is ook stilliger geworden in de uitspraak dat de mensheid het klimaat op aarde over de laatste honderd jaar beïnvloed heeft. Dat de opwarming de laatste tien jaar minder snel verloopt – waar de media zo'n issue van maken – doet daar niets aan af. Gemakshalve wordt voorbijgegaan aan het feit dat de temperatuur aan het begin van die tien jaar erg hoog lag als gevolg van een El Niño. De laatste dertig jaar hebben mondiaal gemiddeld een ongeëvenaard hoge temperatuur laten zien, waarbij die in het laatste decennium zelfs het hoogst is. Dit wordt keurig in het IPCC-rapport gemeld in de samenvatting voor politici (figuur 1). Kortom: niet de gemiddelde temperatuur is gedaald maar de snelheid van de opwarming is de laatste tien jaar afgevlakt.

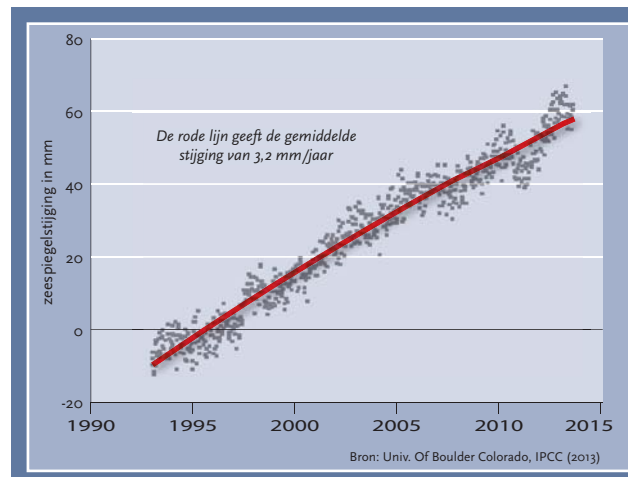
Het punt is echter dat het versterkte broeikaseffect speelt op langere tijdschalen dan tien jaar. Als morgen de CO<sub>2</sub>-concentratie 1 ppm (part per million/promille) gestegen is, betekent het nog niet dat morgen een warme dag zal worden. Er is veel variabiliteit in het klimaatsysteem op allerlei tijdschalen, waarbij die over tien jaren vaak gedomineerd worden door processen in de oceaan, zoals El Niño en nog vele anderen. Het is wetenschappelijk natuurlijk heel interessant te achterhalen waarom deze tijdelijke variaties ontstaan. Het IPCC-rapport gaat daar in een van de achterliggende hoofdstukken dan ook uitgebreid op in. We lijken inmiddels een redelijk begrip te hebben van dit soort mechanismen, maar we missen nog modellen die ze goed simuleren. Het voorspellen van een El Niño een paar maanden vooruit gaat goed als we veel waarnemingen in het model stoppen om de initiële condities te bepalen van waaruit verder gerekend wordt. Zonder die bepalingen komen de fluctuaties nog niet goed uit de verf, niet in frequentie en niet in sterkte. Werk aan de winkel dus.

## VERSNELDE ZEESPIEGELSTIJGING

Vergelijkbare problemen spelen bij de zeespiegelstijging. Al jaren woedt er een wetenschappelijke discussie of de zeespiegelstijging nu versnelt of niet. Dat lijkt een eenvoudige vraag aangezien de stijging in de 19<sup>e</sup> eeuw te verwaarlozen was en satellietmetingen aangeven dat de stijging over de laatste twintig jaar ongeveer 3 mm/jaar is. Om vanuit stilstand naar 3 te komen moet je versnellen toch? Maar op tijdschalen korter dan honderd jaar lopen we vast. Allereerst omdat de meettechnieken in de loop der tijd flink veranderd zijn. Vóór 1993 werden schattingen van de zeespiegelstijging gebaseerd op peilstokken langs de kust, waarvan er maar een beperkt aantal een lange tijdreeks hebben. Sinds 1993 gebruiken we satellietmetingen die overal op de oceaan hoogteveranderingen meten. Figuur 2 geeft de mondiaal gemiddelde zeespiegelstijging op basis van satellietwaarnemingen. Daaruit blijkt



**Figuur 1:**  
Waargenomen  
temperatuurstijging  
(1850-2012)



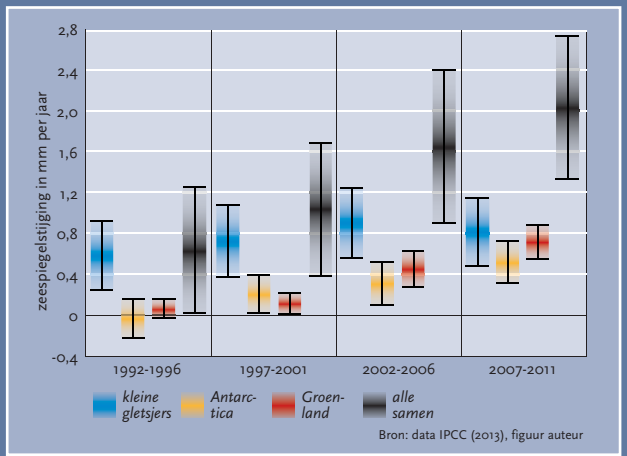
**Figuur 2:**  
Waargenomen  
zeespiegelstijging  
(1993-2012)

dat er grote ruimtelijke en tijdsafhankelijke fluctuaties voorkwamen. Het jaar na de sterke El Niño van 1998 steeg de zeespiegel 10 mm/jaar, maar na de La Niña van 2010-2011 daalde de zeespiegel. De verschillen in meettechniek zijn vermoedelijk toch niet de oorzaak van de verschillen in snelheid van de zeespiegelstijging tussen het begin en eind van de 20<sup>e</sup> eeuw. Misschien speelt het einde van de Kleine IJstijd en de daarbij behorende afsmelting van gletsjers op hoge breedtegraad wel een belangrijke rol, maar ook hier valt nog een hoop te onderzoeken.

## AFSMELTING IJSKAPPEN

Toch weten we veel meer over de zeespiegelstijging dan in 2007, toen het vorige IPCC-rapport uitkwam. Allereerst begrijpen we nu beter waarom de zeespiegel is gestegen, zowel over de laatste eeuw als over de laatste twintig jaar. De stijging wordt veroorzaakt door het uitzetten van oceaanwater, de afsmelting van ijskappen, en veranderingen in de opslag van water op land. Als we de recente schattingen van de afzonderlijke componenten bij elkaar optellen, komen die over honderd jaar en over twintig jaar aardig overeen met de satellietwaarnemingen. De bijdrage van de smeltende ijsmassa's is wel snel groter aan het worden. Figuur 3 laat dat zien voor Groenland, Antarctica en de kleine gletsjers. Smeltend ijs draagt inmiddels voor meer dan de helft bij aan de waargenomen zeespiegelstijging. Die versnelling zien we niet terug in de totale stijging van de zeespiegel. Blijkbaar is de bijdrage van andere com-

**Figuur 3:**  
Bijdrage van Antarctica, Groenland en gletsjers aan de zeespiegelstijging (1992-2011).

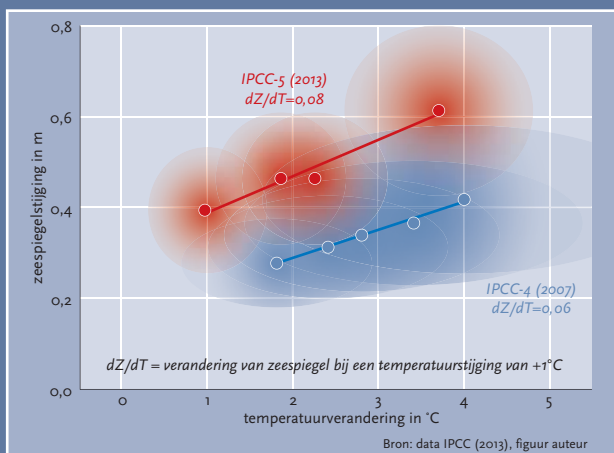


sneller stromen van ijs in vooral Zuidoost-Groenland en West-Antarctica niet konden verklaren. De bijdrage van deze ijsdynamische processen aan de vermindering van de massa van ijskappen werd dan ook niet meegenomen in de zeespiegelprojecties van IPCC-4. In IPCC-5 wordt nu een projectie gegeven van de bijdrage van smeltende ijskappen, die onafhankelijk is van de geschatte emissie van broeikasgassen. De ijsdynamiek wordt namelijk veel meer beïnvloed door oceaanstroming en watertemperatuur op een beperkt aantal specifieke plaatsen.

Zulke 'emissiescenario onafhankelijke' projecties zijn ook gemaakt voor het effect van de veranderingen in grondwater en dammen op de zeespiegelstijging. Menselijk handelen is nu eenmaal moeilijk in te schatten.

Figuur 4 laat zien dat zelfs als de temperatuurverandering minimaal is, er toch een significante stijging van de zeespiegel zal optreden. Omdat ook de schattingen van de gevoeligheid van gletsjers voor temperatuurveranderingen hoger uitvallen, zijn de zeespiegelstijgingen in IPCC-5 flink (40%) naar boven bijgesteld. De grootste informatiewinst lijkt echter te zijn dat er nu een waarschijnlijkheid aan projecties wordt toegekend. We weten niet volgens welk emissiescenario de toekomst zal verlopen, maar we weten wel hoe waarschijnlijk de zeespiegelstijging bij een bepaald emissiescenario is. Figuur 5 laat de projecties zien.

**Figuur 4:**  
Zeespiegelstijging en temperatuurverandering in rapport IPCC-4 (2007) en IPCC-5 (2013)



Bij eenzelfde temperatuurstijging is de voorspelde zeespiegelstijging in IPCC-5 groter dan in IPCC-4. De zeespiegelstijging neemt sneller toe als de temperatuurstijging groter wordt in IPCC-5.

## FIJNPROEVERS

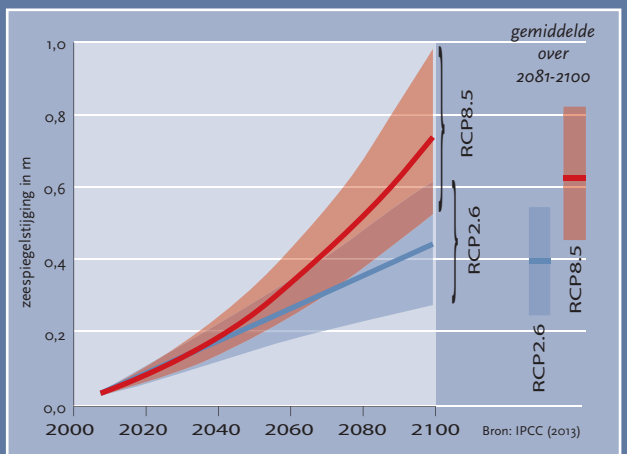
Al met al kunnen we concluderen dat de wetenschap toch heel wat vooruitgang geboekt heeft in de laatste zes jaar, maar je moet er wel de tijd voor nemen om dat te laten doordringen. Dertig bladzijden telt de samenvatting die is opgesteld voor politici en andere geïnteresseerde leken. De achterliggende 2000 bladzijden zijn meer voor de fijnproevers en per onderwerp gerubriceerd. Wie zijn tanden op een bepaald aspect wil stukbijten, kan terecht op de IPCC-website, waar het volledige rapport te downloaden is. Inclusief de 50.000 punten van kritiek die de reviewers in de loop van de tijd geuit hebben en de antwoorden daar weer op van de auteurs. •

[1] [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

BRON:

- IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In: Stocker, T. e.a. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, in press.

**Figuur 5:**  
Zeespiegelstijging bij twee emissiescenario's in de 21<sup>e</sup> eeuw. De 17-83% betrouwbaarheidsintervallen van de scenario's zijn aangegeven met een schaduw.



ponenten juist wat kleiner geworden. Of dit het begin is van een significante afname van het ijsvolume moet nog bewezen worden.

Maar het is een enorme winst dat we in ieder geval begrijpen welke componenten de zeespiegelstijging veroorzaken. Het heeft er zeker aan bijgedragen dat er in het nieuwe IPCC-rapport een waarschijnlijkheid toegekend wordt aan de projecties voor zeespiegelstijging in de komende eeuw. Die waarschijnlijkheid kon zes jaar terug nog niet gegeven worden omdat we het plotseling

## IN HET VOLGENDE NUMMER

In het volgende nummer van *Geografie* meer over IPCC-5. Mike Hulme (Department of Geography, King's College London en auteur van vier boeken over klimaatverandering) komt daarin aan het woord samen met Henk Donkers (Radboud Universiteit Nijmegen). Zij hebben het onder meer over *geo-engineering* als aanpak van klimaatverandering.