

Informatie voor sessie Klimaatprobleem met minister Kamp
Woensdag 9 januari 2013, Ministerie van EL&I

Overeenstemming

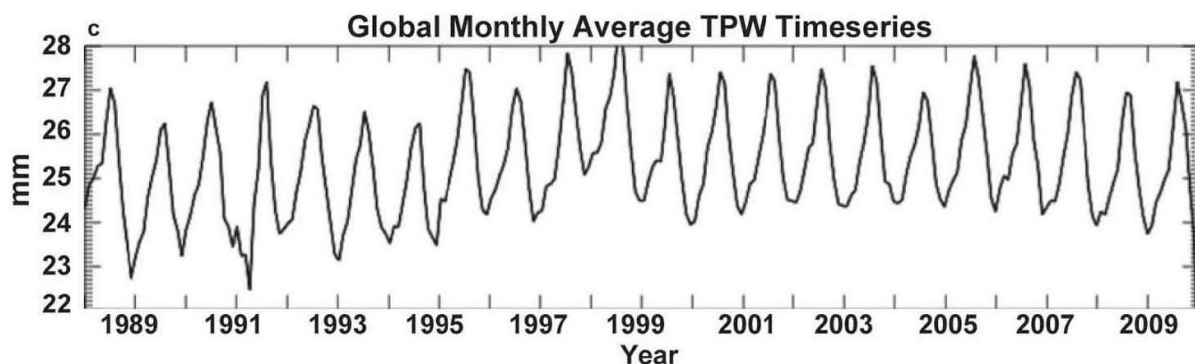
Over een aantal zaken bestaat overeenstemming. De CO₂-concentratie stijgt door toedoen van de mens en zal blijven stijgen in de 21e eeuw. De CO₂-concentratie is in honderdduizenden jaren niet zo hoog geweest. Verder terug in het verleden is de CO₂-concentratie wel vele malen hoger geweest dan nu.

CO₂ is een broeikasgas en heeft als zodanig de potentie om de aarde op te warmen. Het is nu warmer dan anderhalve eeuw geleden. Een deel van de opwarming is dus waarschijnlijk het gevolg van de toegenomen concentratie aan broeikasgassen in de atmosfeer. Mainstream en sceptische onderzoekers gaan ervan uit dat een verdubbeling van de CO₂-concentratie sec (we zitten nu op een 40% toename sinds de start van de industriële revolutie) een theoretische opwarming zal geven van ongeveer 1 graad Celsius. Tot zover is er geen onenigheid. Het punt is alleen dat alle hierboven beschreven punten op zichzelf nog geen reden zijn voor grote zorg.

Debat

Het IPCC (als synoniem voor de mainstream klimaatwetenschap) gaat er echter vanuit dat de opwarming door het stralingseffect van CO₂ versterkt zal worden door zogenaamde feedbackprocessen. De belangrijkste versterkingsfactoren zijn waterdamp (door opwarming meer waterdamp, wat zelf ook weer een broeikasgas is) en wolken (het idee is dat lage bewolking in de toekomst zal afnemen waardoor meer zonlicht het aardoppervlak bereikt wat dus leidt tot meer opwarming).

De versterking door waterdamp is plausibel. Probleem is alleen dat de 'beste' mondiale waterdampmetingen¹ de laatste 25 jaar nog geen trend laten zien:



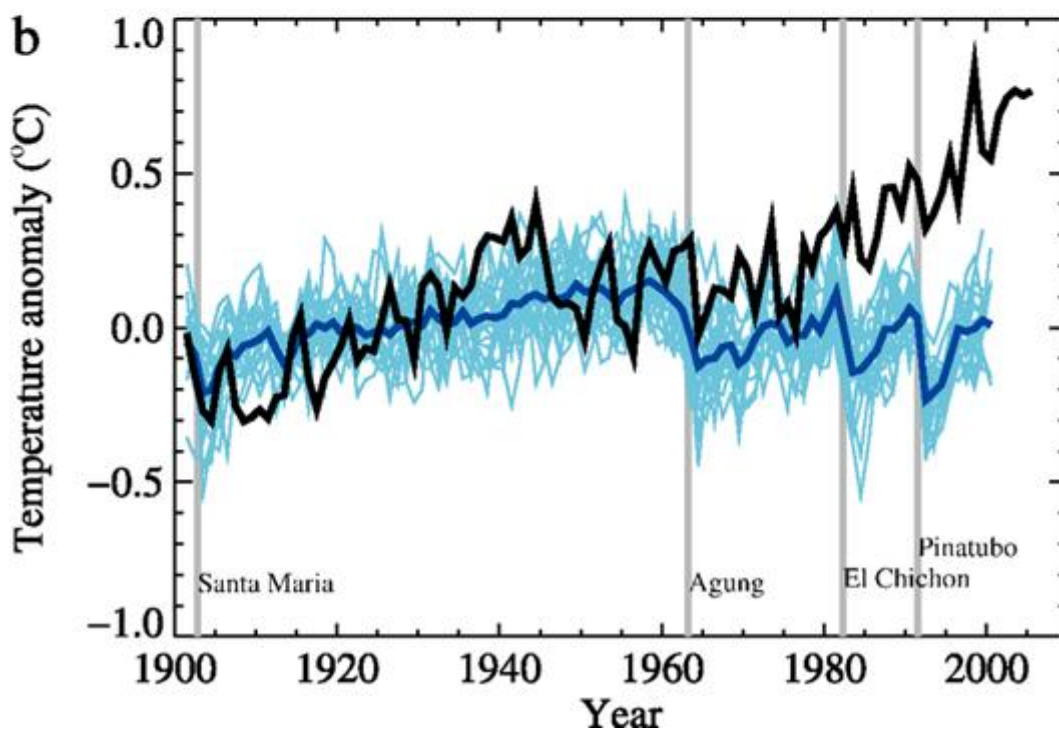
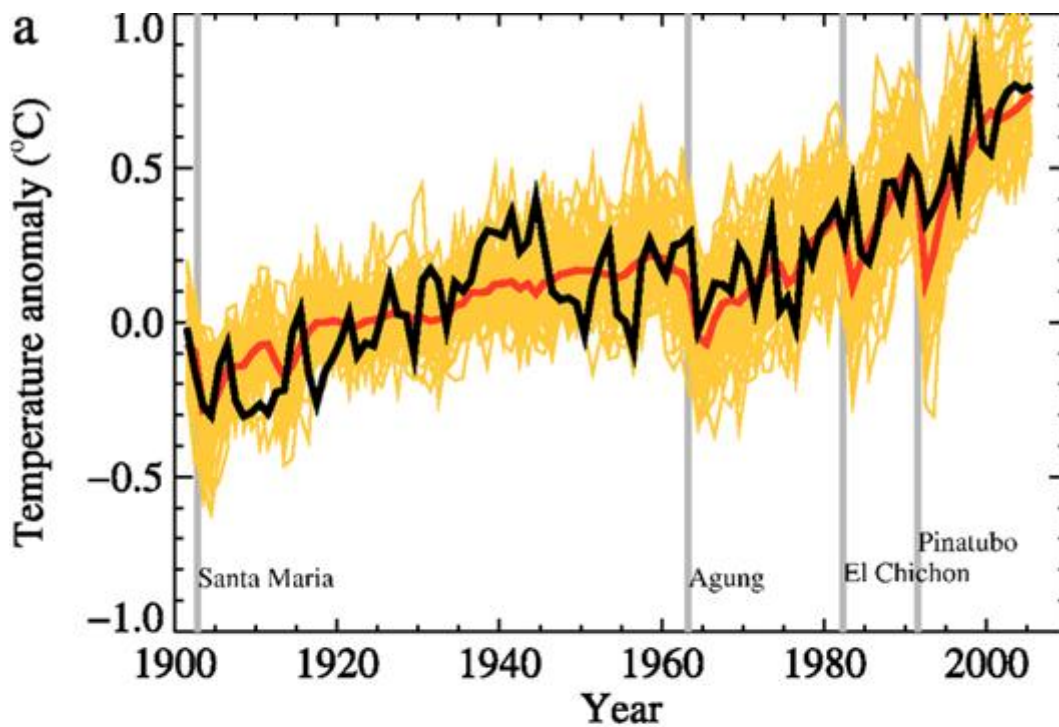
De wolkenfeedback is hoogst onzeker, erkent ook het IPCC. Sommige sceptici denken dat wolken de opwarming door CO₂ juist zullen dempen waardoor het opwarmende effect van een verdubbeling van de CO₂-concentratie beperkt zal blijven tot een halve of een hele graad.

¹ Vonder Haar, T. H., J. Bytheway, and J. M. Forsythe (2012), [Weather and climate analyses using improved global water vapor observations](https://doi.org/10.1029/2012GL052094), Geophys. Res. Lett., doi:10.1029/2012GL052094

Dit is in een notendop het klimaatdebat. De mainstream opvatting is dat de klimaatgevoeligheid (de opwarming bij een verdubbeling van de CO₂-concentratie) ongeveer drie graden is. Dat zou betekenen dat ons de komende eeuw nog wel één of twee graden opwarming te wachten staat. Sceptici betwisten deze 'hoge' schatting van de klimaatgevoeligheid. Zij verwachten slechts een geringe opwarming in de komende eeuw.

Hoofdconclusie van het IPCC

Het IPCC stelde in het vierde rapport in 2007 dat het zeer waarschijnlijk is dat het merendeel van de opwarming sinds 1950 door broeikasgassen veroorzaakt is. Dit was de hoofdconclusie van het rapport (vrij vertaald: de aarde warmt op en het komt door de mens). Deze claim is wat sceptici betreft omstreden. Hoe is het IPCC tot die conclusie gekomen? De volgende twee figuren uit het vierde IPCC-rapport leggen dat het beste uit:



De dikke zwarte lijn is de mondiale temperatuur. In de bovenste grafiek is de rode lijn het gemiddelde van alle klimaatmodellen dat het IPCC gebruikt. In dit geval zijn de modellen gevoed met zowel natuurlijke (zon/vulkanen) als antropogene (broeikasgassen/aerosolen) invloeden. De modellen zijn ogenschijnlijk goed in staat om de mondiale temperatuur te simuleren. De blauwe lijn onder laat het resultaat zien als dezelfde klimaatmodellen alleen gevoed worden met natuurlijke factoren (zon/vulkanen). De boodschap is dus: de modellen kunnen de recente opwarming alleen

verklaren met het opwarmende effect van broeikasgassen. Je kunt ook nog zeggen: er is geen andere verklaring voor de recente opwarming dan de bijdrage van broeikasgassen.

Dit lijkt op het eerste gezicht zeer overtuigend bewijs. Toch zijn er flink wat kanttekeningen bij te plaatsen. Ten eerste wisten de modelleers van tevoren al wat eruit moest komen. Ze hebben hun model derhalve kunnen 'tunen' om de gewenste uitkomst te krijgen. Inmiddels is bekend dat de verschillende modelgroepen dit ook daadwerkelijk gedaan hebben. Modelleers weten uit ervaring hoe gevoelig hun model ongeveer is voor broeikasgassen (dat wil zeggen hoe snel de temperatuur in het model oploopt als CO₂ toeneemt).

Modellen die alleen gevoed worden met broeikasgassen genereren teveel opwarming tussen 1970 en 2000. Dit wordt gecompenseerd met afkoeling door aerosolen (als gevolg van luchtverontreiniging). Gevoelige modellen gebruiken veel afkoeling door aerosolen, minder gevoelige modellen gebruiken minder afkoeling door aerosolen. De modellen krijgen dus min of meer dezelfde uitkomst op verschillende manieren.

Modelbouwers weten dat ze de mondiale temperatuur in ieder geval goed moeten krijgen. Maar daarmee vervalt de mondiale temperatuur in feite als criterium om de modellen achteraf mee te toetsen. Desondanks gebruikt het IPCC deze exercitie als 'bewijs' voor de bijdrage van broeikasgassen. Dat is krom, stellen sceptici.

Waar blijft de opwarming?

De CO₂-concentratie is met 40% toegenomen. Maar ook andere broeikasgassen (zoals methaan en lachgas) dragen bij aan de opwarming. Omgerekend naar CO₂-eenheden zou nu al 75% van het verdubbelingseffect van CO₂ gerealiseerd moeten zijn. Met een klimaatgevoeligheid van drie graden zou er al zeker 2 graden opwarming moeten zijn. We hebben echter pas 0,8 graden opwarming gehad in de afgelopen anderhalve eeuw. Of zelfs minder als de kritiek van sceptici terecht is dat een deel van de gemeten opwarming het gevolg is van verstedelijking en andere socio-economische processen.

Het gat tussen de verwachte 2 en de opgetreden 0,8 graden opwarming wordt door het IPCC 'gedicht' met het afkoelende effect door aerosolen. De grootte van dit effect is echter nog heel onzeker. De laatste jaren wordt het afkoelende effect van aerosolen steeds verder naar beneden bijgesteld (minder afkoeling). Dit houdt in dat het gat tussen 0,8 en 2 graden opwarming met deze 'wildcard' niet meer gedicht kan worden. De logische conclusie is dan dat de klimaatgevoeligheid lager is.

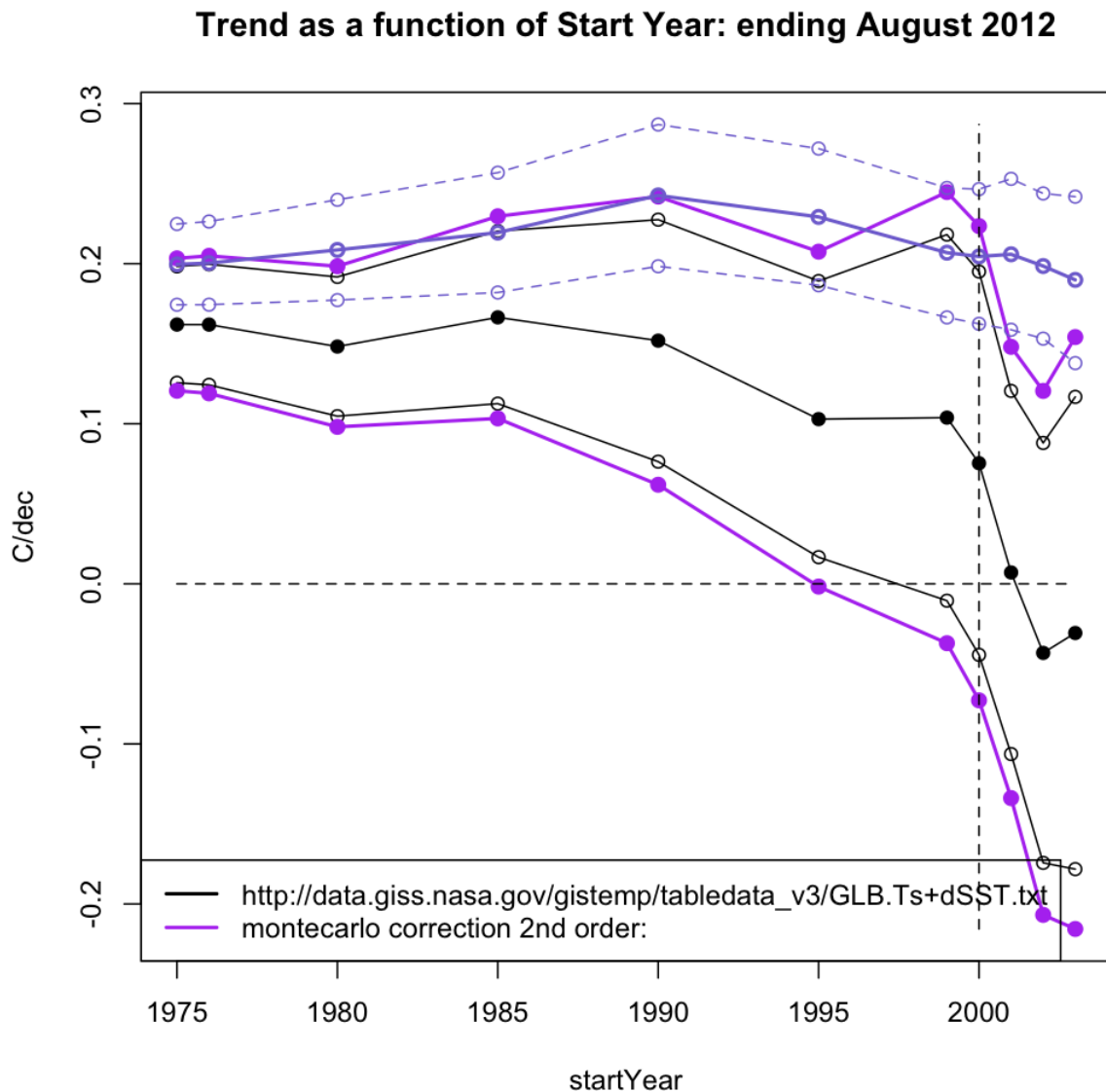
Steeds meer studies (ook van mainstream onderzoekers), die puur gebaseerd zijn op de waargenomen opwarming van de afgelopen anderhalve eeuw komen, dan ook tot schattingen voor de klimaatgevoeligheid die aanzienlijk lager zijn, rond de 1,5 graden. Het IPCC blijft vooralsnog echter volhouden dat de waarschijnlijke range voor de klimaatgevoeligheid 2 tot 4,5 graad is en dat waardes lager dan 1,5 zeer onwaarschijnlijk zijn. Sceptici vinden dit een voorbeeld van de keizer die geen kleren aan heeft. Want hoe kan een waarde beneden de 1,5 graad zeer onwaarschijnlijk zijn als er degelijke studies verschijnen met waardes rond de 1,5 graad als beste schatting? De strijd hierover zal de komende jaren verder oplaaien.

Waar blijft de opwarming? Deel 2

De laatste jaren is er groeiende onrust over het gebrek aan opwarming in de laatste 15 jaar. De

wereldtemperatuur lijkt op een plateau te zitten, de opwarming stagneert. In diezelfde periode is CO2 harder dan ooit gestegen. Er zijn geen grote vulkaanuitbarstingen geweest (die leiden tot kortstondige afkoeling) en ook de bijdrage van aerosolen is waarschijnlijk eerder afgenomen dan toegenomen. Er wordt volop gespeculeerd over de oorzaak van deze stagnatie, vooralsnog kun je zeggen dat *the jury is out*.

Klimaatmodellen zagen deze stagnatie niet aankomen. Sowieso kan je stellen dat klimaatmodellen, hoe goed ze op het oog ook overeen komen met de mondiale temperatuur, hoger uitvallen dan de werkelijkheid. Dat is goed te zien in onderstaande figuur:



Lucia Liljegren -The Blackboard <http://rankexploits.com/musings>

In zwart de waargenomen mondiale opwarmingstrend in graden/decennium. In blauw de gemiddelde trend van de modellen. Paars is 95% onzekerheidsrange rond de waarnemingen. De blauwe stippellijn geeft de onzekerheid rond de modellen aan. De trend is steeds berekend vanuit het betreffende jaar tot aan augustus 2012. Dus het punt in 1975 is de trend over de periode 1975-2012.

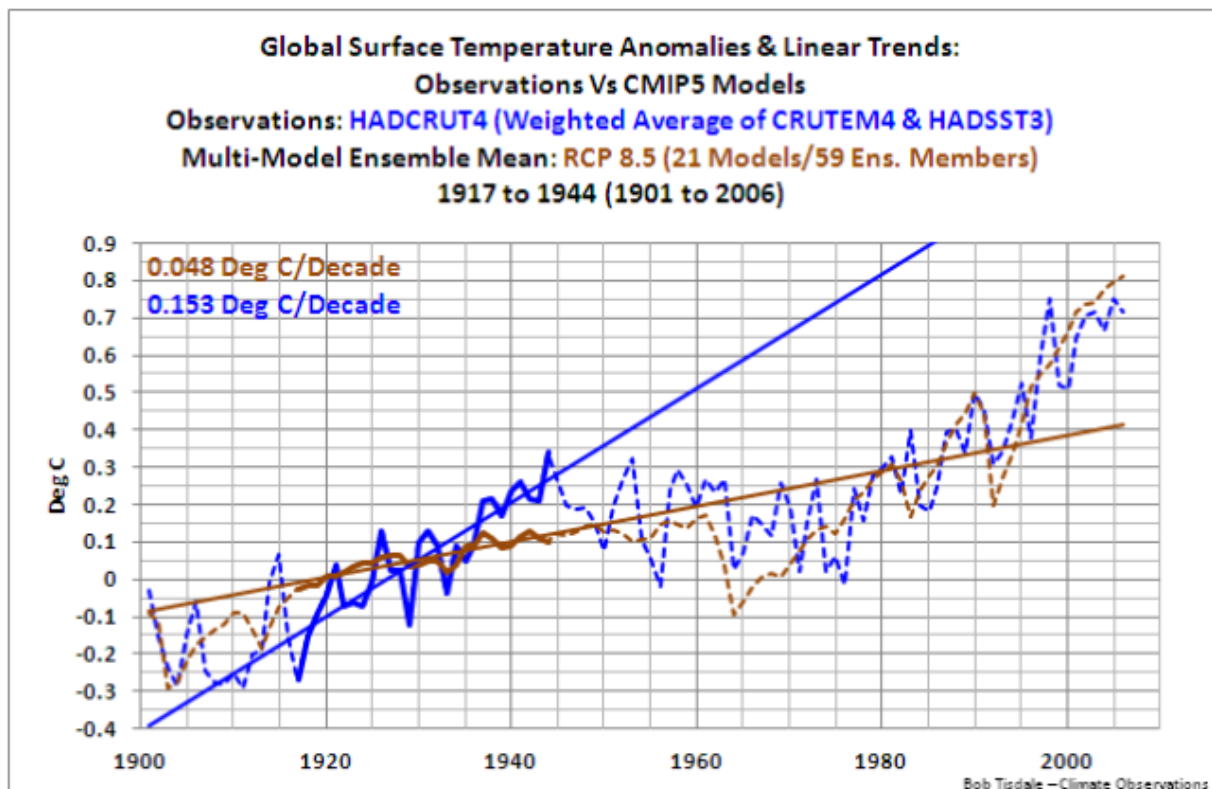
Op alle momenten is de opwarming in de modellen groter dan in werkelijkheid. Vanaf midden jaren negentig begint de opwarmingstrend te dalen. De trend sinds 2001 en 2002 (inclusief de onzekerheidsmarges) valt zelfs helemaal buiten de range van de modellen.

Merk op dat de modellen de periode na 2000 niet hebben kunnen tunen en dat er over deze periode dus sprake is van een 'voorspelling'.

Ik vraag klimaatonderzoekers in interviews vrijwel altijd hoe lang de stagnatie mag duren voordat ze gaan twijfelen aan de broeikashypothese. De antwoorden variëren van tien tot dertig jaar. Stel je voor wat er zou gebeuren als er werkelijk dertig jaar lang (dus tot 2025) geen opwarming te zien zal zijn. Kan je dan nog volhouden dat het twee voor twaalf is?

Vroege opwarming

Begin twintigste eeuw, van 1910 tot 1940, vond er ook opwarming plaats. Die opwarming was even groot als de recente opwarming. Klimaatmodellen kunnen deze opwarming niet goed simuleren:



Dus de modellen die we gebruiken om te 'bewijzen' dat de recente opwarming door broeikasgassen komt, zijn niet in staat een even grote opwarming een halve eeuw eerder te simuleren. CO2 kan geen hoofdrol gespeeld hebben omdat de CO2-concentratie pas na de tweede wereldoorlog flink is gaan stijgen. In alle eerlijkheid moet je concluderen dat klimaatonderzoekers nog geen idee hebben wat de oorzaak is van die 'vroege opwarming'. Enige bescheidenheid zou ons derhalve sieren als het gaat om stellige uitspraken doen over de oorzaken van klimaatverandering.

De zon

Diverse klimaatsceptici vermoeden dat de zon een grotere rol speelt dan het IPCC tot nu toe aanneemt. Het IPCC schat dat broeikasgassen ongeveer twintig keer zoveel hebben bijgedragen aan de opwarming dan de zon. Sceptici gaan ervan uit dat er een (nog onbekend)

versterkingsmechanisme moet zijn dat kleine veranderingen in de zon uitvergroten. In het (verre) verleden heeft de zon namelijk overduidelijk een grote rol gespeeld bij klimaatveranderingen en er is geen reden om aan te nemen dat de rol van de zon nu uitgespeeld zou zijn. Er verschijnen dan ook studies²³ die een groter deel van de opwarming aan de zon toeschrijven (ongeveer 0,3 van de 0,8). De klimaatgevoeligheid voor CO₂ zakt daarmee tot zo'n één graad.

In 2008 is de zon vrij onverwacht in een dip geraakt. Zonnewetenschappers houden er rekening mee dat de zon de komende decennia minder actief zal zijn. Onduidelijk is nog in hoeverre de huidige stagnatie van de temperatuur al met de dalende activiteit van de zon te maken heeft. Wat dat betreft staat ons wetenschappelijk gezien een heel interessante periode te wachten waarin een 'koude' zon gaat 'duelleren' met een toename van broeikasgassen.

Neerslag

Een warmere wereld zal gemiddeld gezien een nattere wereld zijn. Meer verdamping, meer neerslag. Ook op dit vlak blijkt de werkelijkheid echter weerbarstig. Neerslagmetingen sinds 1900 laten geen duidelijke trend zien. De verwachte toename is ook klein, in de orde van 1 à 2 procent. Sinds het satelliettijdperk zijn de metingen verbeterd. Hieronder een voorbeeld afkomstig van het Global Precipitation Climatology Project:

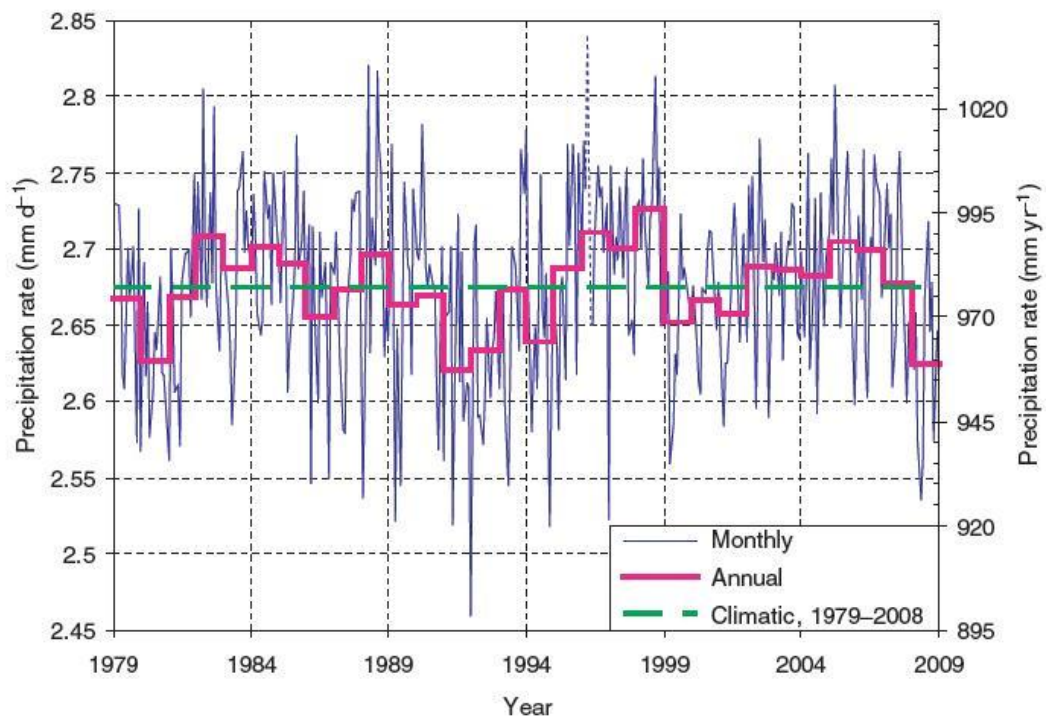


Figure 6 Evolution of the globally averaged monthly precipitation in the 30-year period 1979–2008, based on data from GPCP (:

De hoeveelheid neerslag fluctueert behoorlijk, van maand tot maand en van jaar tot jaar. Over de hele periode van dertig jaar is er echter geen trend.

² Nir J. Shaviv (2008); Using the oceans as a calorimeter to quantify the solar radiative forcing, *J. Geophys. Res.*, 113, A11101, doi:10.1029/2007JA012989

³ Ziskin, S. and Shaviv, N. J., "Quantifying the Role of Solar Radiative Forcing over the 20th Century", *Astrophysics and Space Science*.

Extremen

In sommige gebieden neemt extreme neerslag toe, maar in andere gebieden af. Ook op dit vlak kun je (nog) niet spreken van een mondiale toename. Niet verrassend daarom is dat er ook geen toename is aan maximale rivierafvoeren en overstromingen. Ook andere weersextremen, zoals orkanen, komen niet vaker voor. Het IPCC heeft dat inmiddels ook erkend in het in 2011 verschenen SREX rapport. Ook is er geen toename in het aantal droogtes.

Kortom, hoewel de mondiale temperatuur is gestegen en CO₂ daar waarschijnlijk aan bijgedragen heeft leidt dat (nog) niet tot een toename van allerlei extreme weersomstandigheden.

Zeespiegel

Een van de weinige echt mondiale gevolgen van klimaatverandering is het stijgen van de zeespiegel. Het is redelijk onomstreden dat de zeespiegel de afgelopen eeuw ongeveer 18 centimeter is gestegen. Dit is ook ongeveer de trend aan de Nederlandse kust (bv Den Helder). Er wordt nog gesteggeld of de zeespiegelstijging in de loop van de 20e eeuw iets is gaan versnellen. De bewijzen daarvoor zijn niet sterk.

Sinds 1992 beschikken we over een mondiale metingen met behulp van satellieten. Die geven een iets hogere zeespiegelstijging voor de periode 1992 tot nu, zo'n 3 mm/jaar (i.p.v. de 1,8 mm/jr over de 20e eeuw). Recent meldde het Amerikaanse NOAA dat de stijging over de periode 2005-2012 echter slechts 1,5 mm/jr is.

Het is nog verre van duidelijk of de 'versnelde' 3 mm/jr die de satellieten aanvankelijk maten een tijdelijke fluctuatie is of de voorbode voor een snellere toename van de zeespiegel in de 21e eeuw. Merk op dat voor een zeespiegelstijging van bijvoorbeeld een meter tussen nu en 2100 jaarlijkse stijgingen nodig zijn van 10 mm/jr, meer dan het vijfvoudige van de trend van de afgelopen eeuw.

Klimaatbeleid en energiebeleid

Een van de redenen waarom het klimaatonderzoek zo gepolitiseerd is geraakt is dat de klimaatwetenschap een te prominente rol heeft gekregen bij de politieke besluitvorming. Voorstanders van verregaand klimaatbeleid zijn vooral de IPCC-rapporten gaan gebruiken als verantwoording voor mitigatie. Tegenstanders van beleid (in de VS de Republikeinen) zijn daarom de wetenschap zelf aan gaan vallen.

Dit is fraai gedocumenteerd in een rapport van het Rathenau-instituut⁴, dat laat zien dat er sinds de oprichting van het IPCC (in 1988) veel minder over klimaat is gedebatteerd in de Tweede Kamer dan ervoor. Er werd als volgt geredeneerd: het IPCC heeft gesproken en nu is het aan ons om te handelen. Minister Cramer van VROM zei nadat er fouten in het vierde IPCC-rapport waren ontdekt dat ze blindelings op het IPCC-rapport moest kunnen vertrouwen en dat ze geen fouten meer zou dulden. Het is een vreemde interpretatie van de rol van het IPCC want afgesproken door alle landen is dat de IPCC-rapporten beleidsrelevant maar ook beleidsneutraal zijn. IPCC-rapporten schrijven dus geen beleid voor, maar in de praktijk werden de rapporten wel als zodanig geïnterpreteerd.

'Handelen' was van meet af aan synoniem aan CO₂-reductie (en de reductie van andere broeikasgassen). De redenering daarbij was/is dat je met mitigatie klimaatverandering kunt 'voorkomen'. Adaptatie werd/wordt als een inferieure aanpak beschouwd. Het zou pas nodig zijn als mitigatie faalt.

Nu steeds duidelijker is dat allerlei weersextremen niet of niet aantoonbaar veranderd zijn, wordt ook duidelijker dat de ideeën over mitigatie en adaptatie helemaal mank gaan. Immers als de CO₂-

⁴ <http://www.rathenau.nl/publicaties/publicatie/ruimte-voor-klimaatdebat.html>

toename geen (aantoonbare) invloed heeft op overstromingen, dan zal CO₂-reductie ook geen aantoonbaar beleidseffect hebben. Hetzelfde geldt voor droogte, hittegolven, orkanen, stormen etc. Voor rationeel klimaatbeleid snijdt het dus veel meer hout om ervan uit te gaan dat alle extremen die in verleden zijn voorgekomen opnieuw kunnen gebeuren en dat piekwaarden zelfs hoger uit kunnen vallen (eens in de 100, 200 of 500 jaar gebeurtenissen kunnen immers morgen plaatsvinden). Vanuit het oogpunt van extremen is adaptatie voorlopig dan ook (zeker voor de komende decennia) het enige pragmatische antwoord. Onlangs nog vielen er duizend doden in de Filipijnen door een tyfoon. Met betere weersvoorspellingen, early warning systems voor de bevolking, betere huizen enz. kan het aantal slachtoffers dat bij toekomstige orkanen valt hopelijk naar beneden gebracht worden.

Een belangrijke conclusie is dat klimaatbeleid niet hetzelfde is/kan zijn als CO₂-beleid. Als zodanig is het onverstandig om 'klimaat' een te grote rol te laten spelen bij energiebeleid. Het is op dit moment onbekend hoe we de wereldeconomie versneld kunnen decarboniseren, zeker als het gebruik van kernenergie daarbij niet gewenst zou zijn.

Doelstellingen als 80% CO₂-reductie zouden in de praktijk neerkomen op het in gebruik nemen van ongeveer één nieuwe kerncentrale per dag tussen nu en 2050. Of als u wilt een veelvoud daarvan aan windmolens of zonnecentrales.

Slotconclusie

De CO₂-concentratie in de atmosfeer stijgt door verbranding van fossiele brandstoffen. Het is nog allerminst duidelijk of dit zo'n groot effect zal hebben op het mondiale klimaat. De voortekenen zijn relatief gunstig, dat wil zeggen, die duiden erop dat het klimaat (aanzienlijk) minder gevoelig is voor broeikasgassen dan het IPCC tot nu toe aanneemt.

Adaptatie is voor de komende decennia sowieso de meest pragmatische vorm van klimaatbeleid. Mitigatie gaat gezien de groei van de wereldbevolking en wereldeconomie een heel lastige klus worden. We zullen moeten accepteren dat de CO₂-concentratie de komende decennia tot eeuw zal blijven stijgen. Investeren in energie R&D ligt voor de hand. We kunnen nu niet voorzien welke technieken in 2050 voorhanden zijn om wel flinke stappen te kunnen zetten op weg naar decarbonisatie van de mondiale economie.