

# BASISBEGINSELEN VAN KLIMAATWETENSCHAP

## INHOUD

---

1 Voorwoord en samenvatting .....	2
2. Elektromagnetische straling.....	3
3. Structuur van de atmosfeer.....	3
4. De zon.....	5
5. Atmosferisch-oceanische oscillaties.....	7
6. Ijstijden.....	8
7. Atmosferische deeltjes (wolken, aerosolen, vulkanisme) .....	9
Wolken .....	9
Aerosolen .....	9
Vulkanisme.....	10
8. Atmosferische broeikasgassen .....	10
CO <sub>2</sub> .....	10
CH <sub>4</sub> .....	11
Waterdamp.....	11
bronnen .....	12
9. Enkele wetenschappelijke controversen.....	14
Zeespiegelstijging .....	14
Bijdrage aan opwarming .....	16
Opwarming-hiatus .....	20
10. Epiloog.....	20
Bewijslast ligt bij alarmisten.....	21
De klimaatmodellen van het IPCC zijn niet gevalideerd, kunnen nooit gevalideerd worden en zijn derhalve politiek irrelevant.....	23
Een toekomstige afkoeling overleven .....	23
Over de auteur .....	24
LITERATUUR EN REFERENTIES.....	25

---

## 1 VOORWOORD EN SAMENVATTING

---

Het nummer van 2 februari 2016 van *Science* bevatte een artikel met de titel: 'klimaatverwarring bij Amerikaanse leerkrachten'. De auteurs betreuren het dat slechts 60% van de 1500 leerkrachten in de steekproef het sterk eens zijn met de AGW-hypothese ('Anthropogenic Global Warming': door de mens veroorzaakte opwarming van de atmosfeer) en dat de leerkrachten deze ook werkelijk aan hun studenten onderwezen. <http://science.sciencemag.org/content/351/6274/664.full>

Velen, daarentegen, vinden die 60% te hoog en gebaseerd op onjuiste wetenschappelijk informatie.

Dit boekje is derhalve bedoeld als handreiking om o.a. leerkrachten en leerlingen van het voortgezet onderwijs een beter begrip bij te brengen van de klimaatwetenschap. Het legt op eenvoudige wijze de basisbeginselen uit.

Het behandelt kwantitatieve onderwerpen zoals elektromagnetische straling en de structuur van de atmosfeer, waaronder het broeikaseffect. Daarnaast schenkt het aandacht aan de invloed van de zon en (onderzees) vulkanisme, die waarschijnlijk de belangrijkste invloeden op het klimaat uitoefenen.

Natuurlijke invloeden bijvoorbeeld oscillerende oceanische weerssystemen, zijn onvoldoende begrepen. Sterkte en tijdstip van optreden zijn niet voldoende bekend en kunnen dus moeilijk worden voorspeld. Bovendien treedt er van geval tot geval aanzienlijke variatie op. Dat maakt modelstudies onzeker. Alleen observatie achteraf kan zekerheid bieden.

Na opsomming van natuurlijke en menselijke invloeden, worden in het kort de zes van de thans meest actuele wetenschappelijke geschilpunten over de oorzaken van de klimaatverandering samengevat. Zouden deze oorzaken bekend zijn of tenminste kunnen worden geschat, dan is er weinig ruimte voor verschil van mening over wat er gedaan kan worden aan het toekomstige klimaat. Maar dat is helaas niet het geval. Daarenboven dient te worden bedacht dat het grootste gevaar niet schuilt in opwarming van de atmosfeer maar in afkoeling en de schadelijke gevolgen daarvan voor de voedselvoorziening.

In het nawoord geef ik mijn persoonlijke visie op de problematiek, die niet als alleen-zaligmakend dient te worden beschouwd. Wel wil ik de bekende econoom John Maynard Keynes parafraseren: 'Wanneer de feiten veranderen, zal ik mijn inzichten veranderen. Wat doet u, meneer?'

Om misverstand te voorkomen, dit boekje is niet bedoeld als een leerboek over klimaatwetenschap, fysica, weerkunde, geologie, statistiek of andere disciplines, en evenmin over politiek.

## 2. ELEKTROMAGNETISCHE STRALING

---

Het elektromagnetisch spectrum reikt van radiogolven (golflengte in meters tot kilometers) via infrarood (golflengte in micrometers) via zichtbaar en ultraviolet licht (1 nanometer golflengte = 1 miljardste meter of Ångström = 100 miljoenste meter) tot röntgen- en gammastraling, gemeten in een tien miljardste meter (röntgenstraling) tot een 100.000 miljardste meter (gammastraling).

Handige relaties: golflengte (in meter) x frequentie (in Hertz per seconde) = de lichtsnelheid in m/s. Stralingsenergie =  $h \times$  frequentie/foton;  $h$  = Plancks Constante =  $6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \times \text{s}$

Zwartelichaamstraling: alle lichamen stralen energie overeenkomstig hun temperatuur. De totaal uitgestraalde energie varieert volgens:  $\sigma \times T^4$  waarbij  $T$  de oppervlaktetemperatuur is en  $\sigma$  de Boltzmannconstante is:  $1,380\ 6488 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$  ( $K$  is de temperatuur in graden kelvin)

De energiepiek treedt op bij een golflengte die wordt bepaald door de Wet van Wien:  $b/T = 2,897\ 77 \times 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{m}$ . Bij  $T = 300\text{K}$  piekt de golflengte bij 10 micron ( $10^{-6}$  meter).

## 3. STRUCTUUR VAN DE ATMOSFEER

---

De meeste atmosferen, planetair of stellair, worden gekenmerkt door 'hydrostatisch evenwicht'. Dit schept een radiale drukverdeling die zich tegen de zwaartekracht 'verzet', die immers de atmosfeer wil doen ineensorten. Meer informatie hierover is te vinden in elk standaard leerboek over meteorologie of planetaire fysica dat handelt over de druk- en dichtheidverdeling naar gelang de hoogte.

Er bestaat een karakteristieke maat, 'scale height' genaamd, een algemene manier om te beschrijven hoe een waarde afneemt in relatie tot de hoogte, afhankelijk van de temperatuur. Deze wordt gewoonlijk gebruikt om de atmosfeer van een planeet te beschrijven. Het is de verticale afstand over welk de dichtheid en druk afnemen met een factor  $1/e$ . ([http://astro.unl.edu/naap/scaleheight/sh\\_bg1.html](http://astro.unl.edu/naap/scaleheight/sh_bg1.html))

Een andere belangrijke grootheid is het temperatuurverloop dat de temperatuurverandering aangeeft in relatie tot de hoogte. Gewoonlijk is deze negatief (temperatuur daalt bij grotere hoogte), maar soms is dit verloop positief, aangeduid als inversie. Boven grote steden draagt dit verschijnsel bij aan het vasthouden van de luchtvervuiling.

Meteorologische leerboeken berekenen het zogeheten 'droge verloop' (in het vakjargon de droge adiabaat genoemd), maar nemen ook het 'natte verloop' ofwel de aanwezigheid van waterdamp in beschouwing (de natte adiabaat).

Condensatie van water geeft de verdampingswarmte af aan de atmosfeer en verlaagt daarmee het temperatuurverloop.

De aardse atmosfeer heeft al deze eigenschappen. De onderste laag heet de troposfeer en reikt tot een hoogte van 12 km (16 km in de tropen). De bovengrens heet tropopauze. De temperaturen in de hoger gelegen stratosfeer nemen wat toe vanwege ozon die UV-straling absorberen met een golflengte van 250 nm en hoger.

Ondanks de geringe aanwezigheid van ozon en de weinige geabsorbeerde energie, is de opwarming significant. Stratosferische ozon is belangrijk, omdat het huidkanker verwekkende UV-straling absorbeert. Ozon is bovendien een belangrijk broeikasgas. Het heeft een sterke absorptie bij 10,3 micron terwijl de resterende atmosfeer doorgaans sterk doorlatend is.

De stratosfeer reikt tot 50 km. hoogte en gaat over in de mesosfeer, die zich kenmerkt door absorptie van bepaalde bandbreedten van UV-straling van de zon en overgaat in de ionosfeer (eigenlijk diverse onderscheiden lagen). Hier is de term verwarrend daar het percentage ionen toeneemt met de hoogte. Sprekend van de neutrale atmosfeer gebruiken we termen als mesosfeer, thermosfeer, waar het 1500 graden C kan worden, en exosfeer, waar de dichtheid zo gering is dat steeds meer van de weinige atomen en moleculen, die nog met elkaar kunnen botsen, in het heelal verdwijnen.

Bij beschouwing van het ioniserende deel van de atmosfeer, gebruiken we termen als ionosfeer en magnetosfeer, waar het geomagnetische veld belangrijker wordt dan zwaartekracht bij het bepalen van bewegingen van ionen en elektronen. Deze onderwerpen echter vallen buiten het bestek van de klimaatdiscussie.

---

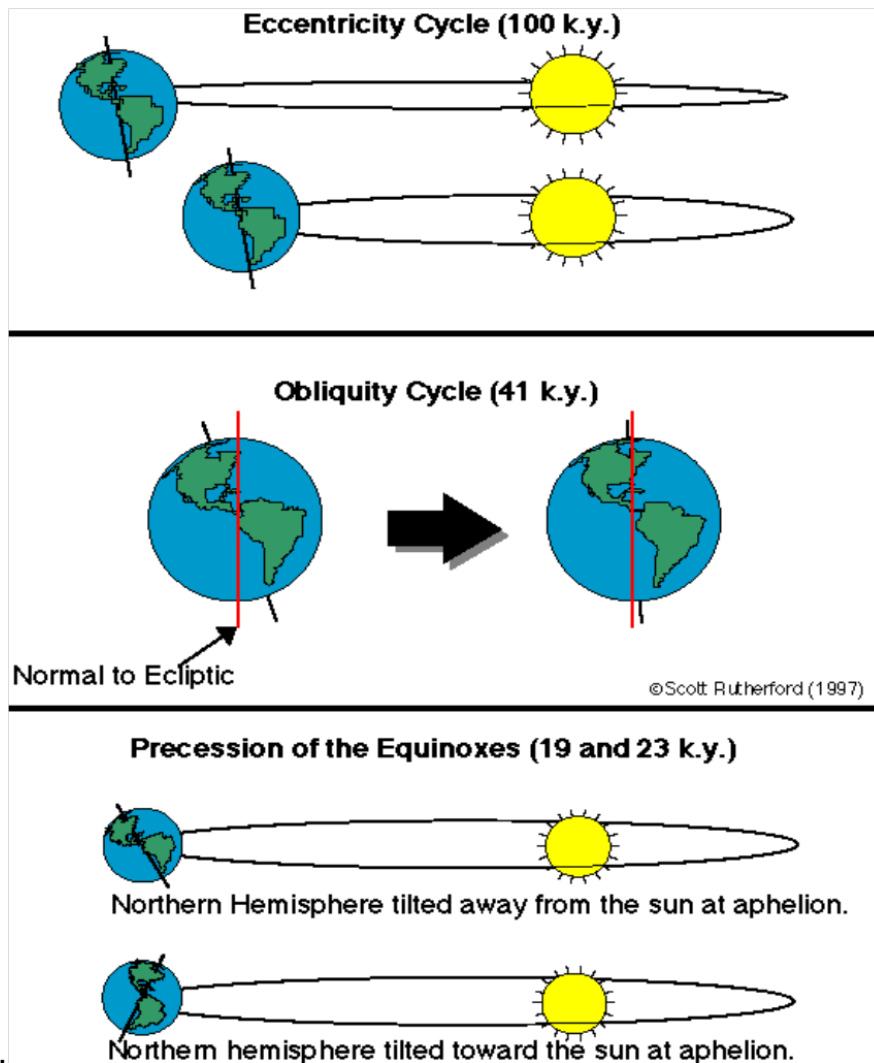
## 4. DE ZON

---

De zon is onze ster en voorziet de aarde en andere planeten van energie. Hoewel de zon als een constante beschouwd wordt, is deze juist variabel, vooral te zien aan de zonnevlekkencyclus van ca. 11 jaar. Het aantal zonnevlekken varieert bij elke cyclus. We komen nu (in 2017) in cyclus 25 sinds de metingen.

Een deel van de variabiliteit komt door de beweging van de aarde. Wij kennen de dag-nacht-cyclus door de rotatie. Zo varieert ook de stand van de aardas met een cyclus van  $\sim 41.000$  jaar. Verder is de baan van de aarde om de zon soms cirkelvormig en soms elliptisch. Het perihelium, het punt waar de aarde het dichtst bij de zon staat, valt in januari.

Tenslotte is daar het verschijnsel van precessie, wat het best vergeleken kan worden met een draaiende tol die wankelt en met een cyclus van  $\sim 23.000$  jaar. Het betreft hier de cycli genoemd naar de Servische ingenieur en geofysicus Milutin Milankovic.



De zonnestraling kent, naast de 11-jarige cyclus van zonnevlekken, nog meer cycli. Zo is er de 22-jaars-Schwaab-cyclus (wanneer het polaire magnetische veld van de zon omklapt). Daarnaast is er de 80-jaars-Gleisberg-cyclus van 200 jaar, en mogelijk een 1000 tot 1500-jarige cyclus (ontdekt in ijsboorkernen door Dansgaard en Oeschger).

De observatieperiode van de zon is nog te kort om alle cycli te kennen. Bijna alle zonnestraling (TSI: 'Total Solar Irradiation') verdwijnt in de ruimte bij een temperatuur van 6000 graden K. De TSI varieert weinig, reden waarom daarmee in de meeste klimaatmodellen geen rekening wordt gehouden.

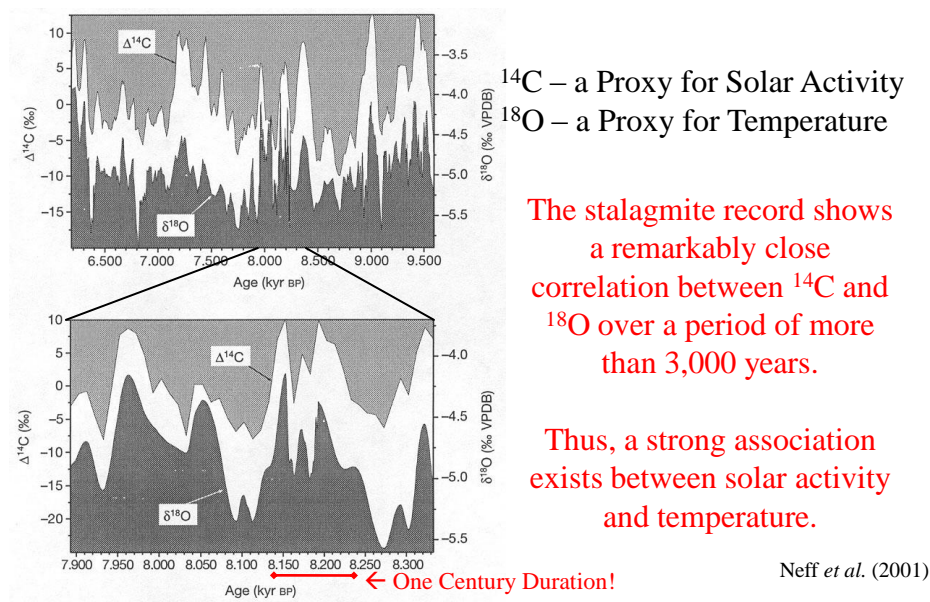
Vrijwel alle zonvariabiliteit vindt haar oorsprong in de corona die een temperatuur van enkele miljoenen graden heeft. De corona is de bron van de meeste UV-straling en van geladen deeltjes, de zogeheten zonnwind, die de magnetische veldlijnen van de zon de ruimte in brengt. Van bijzonder belang zijn ook de Coronaire Massa Emissies (CME). Indien deze de aarde direct treffen kunnen zij ernstige verstoring van het aardmagnetisch veld veroorzaken, magnetische stormen geheten. Deze CME's tasten ook de intensiteit van de galactische kosmische straling aan. Deze straling beïnvloedt sterk het klimaat op aarde door veranderingen in bewolking. Op zijn beurt beïnvloedt dit het albedo (weerkaatsing) van de aarde en hiermee de hoeveelheid geabsorbeerde dan wel weerkaatste instraling van de zon.

Veel informatie hierover is afkomstig van stalagmieten (kalkstructuren in grotten) op diverse continenten. De grafiek hieronder toont observaties in een grot in Oman. De bovenste curve betreft Koolstof -14 ( $^{14}\text{C}$ ), dat in de bovenste troposfeer door kosmische straling wordt aangemaakt, en hierdoor een redelijke *proxy* (benadering) is voor zonactiviteit. Vlak hieronder staan de Zuurstof-18 ( $^{18}\text{O}$ )-gegevens, een redelijke *proxy* voor de temperatuur van het water dat in de grot de stalagmieten vormde. Het betreft hier een periode van meer dan 3.000 jaar en die de nauwe correlatie tussen  $^{14}\text{C}$ - en  $^{18}\text{O}$ -isotopen laat zien.

Daaronder is een 400-jaar lange sectie van deze periode uitvergroot om meer detail te laten zien. Ik zie dit resultaat, gepubliceerd in Nature, als een bijzonder sterk bewijs van de effecten van zon op klimaat.

Velen menen dat de zon de belangrijkste invloed heeft op ons klimaat en dat veranderingen aan de zon de vele waargenomen klimaatveranderingen veroorzaakt.

## Stalagmite Records in Oman



Alleen, omdat wij nog weinig begrijpen van de fysica van de zon zijn de mogelijkheden tot het doen van goede voorspellingen over het toekomstige klimaat beperkt. Maar de wetenschap schrijdt voort. (<https://eos.org/research-spotlights/new-solar-wind-model-could-improve-space-weather-forecasts>)

## 5. ATMOSFERISCH-OCEANISCHE OSCILLATIES

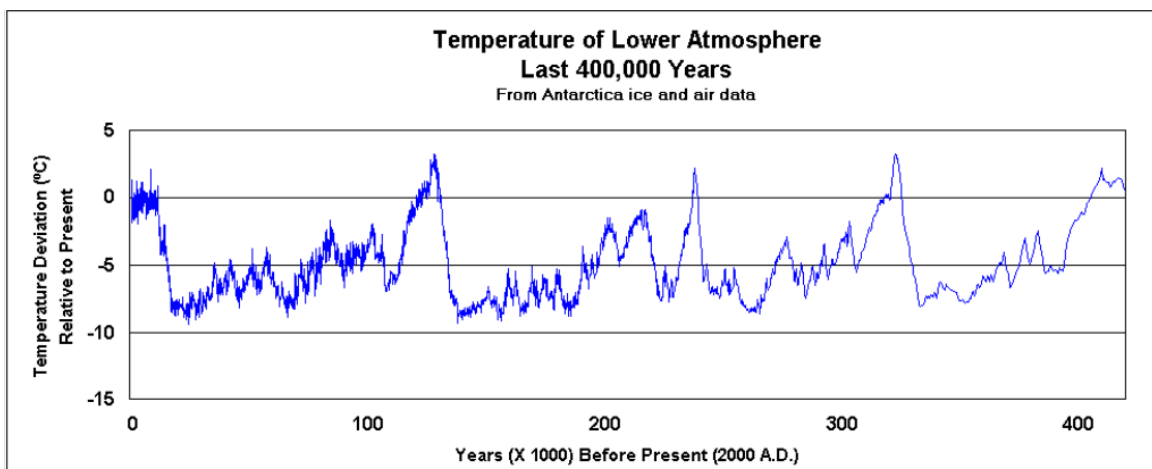
Wij vermoeden dat interacties tussen atmosfeer en oceanen resulteren in quasi-periodieke klimaatschommelingen. De meest bekende is El Niño (El Niño Southern Oscillation of ENSO). De ENSO werd door vissers bij de kust van Peru ontdekt. De normale sardinevangst verdween soms volledig wanneer de wateren van de oostelijke Stille Oceaan plotseling opwarmden en de opwaartse stuwung van nutriënten stopte.

De ENSO doet zich grofweg om de 5 jaar voor en leidt tot wereldwijde weersveranderingen. 1997-1998 was de periode van de super-ENSO, ofschoon 2016 nog sterker zou kunnen zijn. Sterke winden uit het westen voeren warm Pacifisch water naar het oosten (Peru) en houden daardoor de opwaartse stuwning tegen. Helaas kunnen we het optreden van ENSO noch de sterkte ervan voldoende precies voorspellen. Maar de wereldwijde gevolgen voor het weer zijn duidelijk te merken.

Er bestaan ook andere wereldwijde schommelingen zoals de Noord Atlantische Oscillatie (NAO) en de Pacific Decadal Oscillatie (PDO), die als eerste door de zalmvissers in Alaska werd ontdekt. De PDO heeft een wereldwijd effect en treedt ongeveer elke 30 jaar op, terwijl de NAO en periodicititeit van 60 jaar kent.

En er zijn nog andere schommelingen zoals de Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC), verantwoordelijk voor de Golfstroom en daarmee het gematigde klimaat van West-Europa. De vrees bestaat dat als de Golfstroom stopt of afzwakt, het klimaat in Ierland en het VK continentaal zal worden. Een dergelijke gebeurtenis zou wel eens de plotselinge Jonge Dryas veroorzaakt kunnen hebben, een periode van afkoeling 12.000 jaar geleden. Met raadselen omgeven zijn bekende 1000 tot 1500 jarige schommelingen die door Dansgaard en Oeschger ontdekt zijn in de Groenlandse ijsboorkernen. Wij weten niet of deze door de zon zijn veroorzaakt of dat er andere factoren in het spel zijn.

Er is wel geopperd dat hier sprake zou kunnen zijn van een 'interne' schommeling, veroorzaakt door de zon of een andere externe gebeurtenis – een zogeheten stochastische oscillator. Hoe dan ook, deze schommeling is van groot belang voor het klimaat in het verleden en mogelijk medeverantwoordelijk voor de Middeleeuwse Opwarming (ongeveer 600 – 1400) en de Kleine IJstijd (1400 – 1850).



Bron: Petit, Jouzel *et al.*

---

## 6. IJSTIJDEN

---

Tot slot bespreken we de lange termijnvariatie van het aardse klimaat die begon bij de afkoeling 65 miljoen jaar geleden. De Antarctische ijsvorming begon 34 miljoen jaar geleden, naar mijn schatting. Gedurende de afgelopen 2,5 miljoen jaar geleden traden ijstijden op – ongeveer 20 in getal die elk 100.000 jaar duurden, onderbroken door warme interglaciale perioden van rondweg 10.000 jaar.

---



Mensen overleefden deze Pleistoceense periode niet zonder slag of stoot. De meest recente ijstijd stopte 12.000 jaar geleden en luidde het tijdperk van het holoceen in, het tijdperk van de landbouwontwikkeling, de bevolkingsexplosie en de Industriële Revolutie.

De regelmaat van de ijstijden tijdens het Pleistoceen lijkt te worden bepaald door de bewegingen van de aarde binnen het zonnestelsel, ontdekt door de Servische astronoom Milutin Milankovic. Niettemin blijven er vele onbeantwoorde vragen, met name wat nu een ijstijd veroorzaakt. Zouden wij dit weten, dan zouden wij deze met *geo-engineering* kunnen tegengaan. Relevanter is het zich wederom voordoen van een Kleine IJstijd als de koude fase van de volgende D-O-cyclus (Dansgaard-Oeschger).

Vele astrofysici vermoeden dat deze binnen 2 of 3 decennia zou kunnen plaatsvinden. Wij kennen de specifieke aanjager niet. Een *geoengineering*-plan is gesuggereerd dat gebruik maakt van het broeikaseffect in de vorm van 'manmade' cirruswolken die een ecologische ramp (effecten op landbouw en de mondiale voedselvoorziening) zou kunnen afzwakken, zo niet afwenden.

## 7. ATMOSFERISCHE DEELTJES (WOLKEN, AEROSOLEN, VULKANISME)

---

---

### Wolken

---

De meeste wolken bestaan uit waterdruppeltjes. Cirruswolken (in de koude bovenste lagen van de troposfeer) bestaan uit ijskristallen. Wolken zijn van groot belang voor het klimaat daar deze de hoeveelheid zonnestraling op aarde bepalen. Wolken kunnen zonnestraling absorberen, maar ook reflecteren, al naar gelang de eigenschappen van de wolken, zoals verontreiniging van de wolkenkernen en de grootte-frequentieverdeling van de druppels.

Simulatie van wolken is een uitdaging voor klimaatmodellering omdat deze te wijd-mazig is om rekening te kunnen houden met kleine wolken. Klimaatmodellen zijn in het bijzonder ongeschikt om de dynamica van wolken te simuleren zoals de 'explosie' van tropische cumuluswolken. Daardoor zijn klimaatmodellen gedwongen om belangrijke grootheden, zoals aanzuiging door en uitregening van deze wolken, als parameter in te voeren. Klimaatmodellen simuleren daardoor neerslag uit wolken slecht.

---

### AEROSOLEN

---

Veel soorten atmosferische aerosolen komen van nature voor, waaronder door wind weggeblazen mineraal woestijnstof of rook van bosbranden. Andere belangrijke aerosolen worden door de mens veroorzaakt. De verbranding van fossiele brandstoffen, steenkool in het bijzonder, produceert zwaveldioxide dat zonlicht weerkaatst. Andere aerosolen zijn roetdeeltjes die zonlicht absorberen en de atmosfeer ter plaatse opwarmen.

Oceanisch leven kan wolkenvormende kernen loslaten. Evenzo doet scheepvaartverkeer dit. Het is lastig om rekening te houden met aerosolen, vanwege hun variabele verdeling over tijd en plaats. Sommige soorten zijn hygroscopisch en vormen dus waterdruppels, wat hun optische eigenschappen verandert.

---

## VULKANISME

---

Vulkanen barsten vaak uit en spuwen gassen en deeltjes uit in de atmosfeer. Hun effect kan gewoonlijk worden genegeerd, behalve wanneer zij de stratosfeer bereiken waar zij voor één of meer jaren kunnen verblijven. Zwaveldioxide bijvoorbeeld kan zwavel-aerosolen in de stratosfeer brengen dat een merkbare afkoeling tot gevolg hebben. Een grote eruptie als van de Tambora op Soembawa in 1815 was de oorzaak van wat bekend staat als het jaar zonder zomer in 1816.

Er is nog weinig bekend of dergelijke gebeurtenissen tot atmosferisch-oceanische schommelingen leiden of tot het ontstaan van ijstijden.

---

## 8. ATMOSFERISCHE BROEIKASGASSEN

---

Atmosferische broeikasgassen absorberen zonnestraling in het infrarood-gebied (IR). Uitstraling van IR vanuit een atmosfeer die kouder is dan het aardoppervlak, geeft een reductie van 'Outgoing Long-Wave Radiation' (OLR) uit de atmosfeer de ruimte in. Om de energiebalans te herstellen zal het aardoppervlak dan opwarmen. Gemeten naar het effect van broeikasgassen geldt deze volgorde: waterdamp, CO<sub>2</sub>, methaan en enkele andere gassen.

Een prettige eigenschap van hun broeikaseffect is dat ruwe berekeningen ervan mogelijk zijn, in tegenstelling tot de klimaateffecten van natuurlijke factoren. Dit wil evenwel niet zeggen dat de klimaateffecten van broeikasgassen belangrijker zijn dan die van de natuurlijke factoren als zonactiviteit of vulkanisme.

De genoemde vier broeikasgassen zijn natuurlijke componenten van de atmosfeer. Menselijke activiteit kan waterdamp toevoegen, maar dit is verwaarloosbaar. De menselijke bijdrage aan CO<sub>2</sub> sinds 1750 bedraagt in de orde van 30%, voornamelijk afkomstig uit het verbranden van fossiele brandstoffen en cementproductie. Grofweg de helft van methaan (CH<sub>4</sub>) heeft een natuurlijke oorsprong zoals o.a. moerassen, rijstvelden en vee door anaërobische bacteriën.

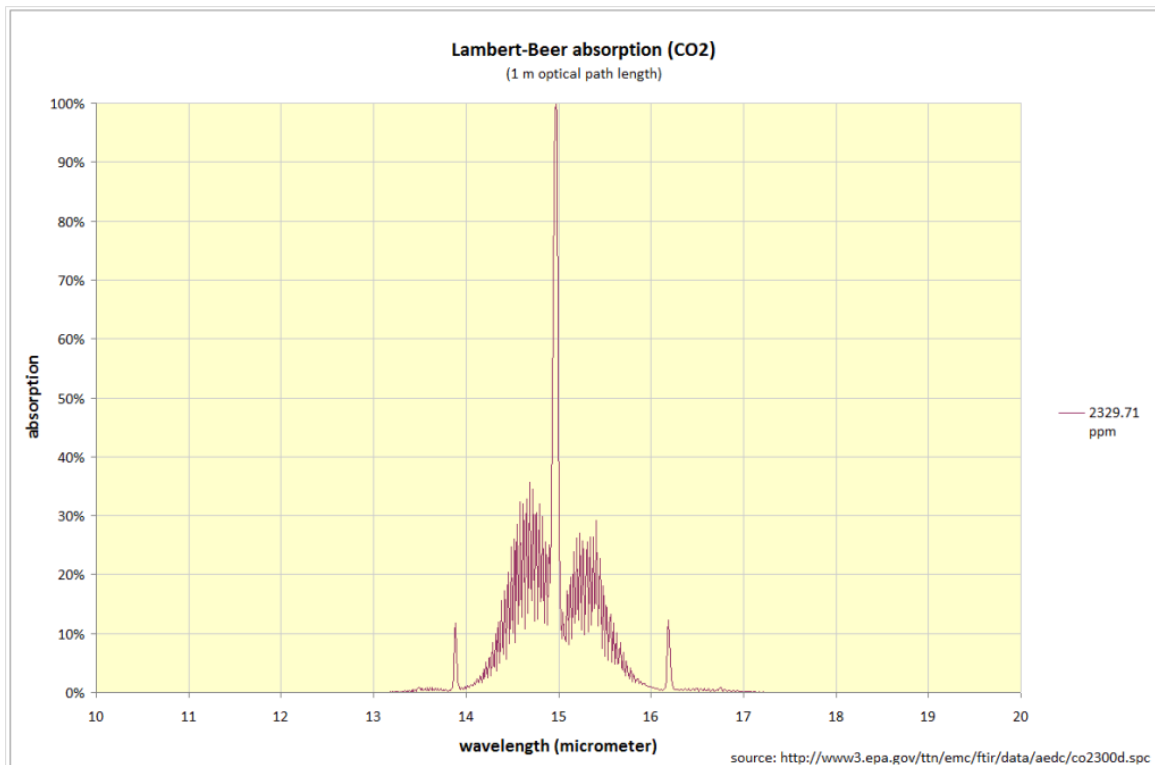
---

### CO<sub>2</sub>

---

CO<sub>2</sub> kan tientallen jaren verblijven in de atmosfeer en zich daarmee goed mengen. Er is een beperkte grotere hoeveelheid op het noordelijk halfrond en een duidelijk seizoensmatige variatie in opname in de biosfeer tijdens de lente op het noordelijk halfrond en het vrijkomen in de herfst. Diverse plannen voor opvang en opslag van CO<sub>2</sub> zijn bestudeerd, maar geen ervan is economisch haalbaar.

CO<sub>2</sub> absorbeert sterk bij 15 micrometer; bij een atmosferische CO<sub>2</sub>-concentratie van 400 ppm raakt de spectraallijn (bij een golfgetal van 667/cm) verzadigd bij een dikte van minder dan een meter; bij hogere CO<sub>2</sub>-waarden wordt de absorptie snel logaritmisch.



<https://klimaathype.wordpress.com/2015/12/14/over-de-verzadiging-van-het-co2-spectrum/>

<https://wattsupwiththat.com/2010/03/08/the-logarithmic-effect-of-carbon-dioxide/>

#### CH<sub>4</sub>

Methaan CH<sub>4</sub> kan ca. 10 jaar in de atmosfeer verblijven, waarna het voornamelijk verwijderd wordt door OH-radicalen en door ozon (O<sub>3</sub>) in de troposfeer. Een beetje methaan lekt naar de stratosfeer waar het oxideert tot water(damp) en CO<sub>2</sub> zodat het een belangrijke bron van waterdamp is in de stratosfeer.

#### WATERDAMP

Waterdamp is veruit het belangrijkste broeikasgas, deels doordat het overvloedig voorkomt, ruim 100 maal meer dan CO<sub>2</sub>. Echter, de verdeling in ruimte en tijd varieert sterk. Klimaatmodellen kunnen geen rekening houden met deze verdeling, al is dit een cruciale factor voor de berekening van het totale broeikaseffect. Van bijzonder belang is de aanwezigheid in de bovenste troposfeer (ongeveer 10 km.). Als deze laag droog is, straalt waterdamp uit naar de ruimte vanuit de warme grenslaag eronder (ongeveer 5 km hoogte). Omgekeerd, als de hoge troposfeer vochtig is, dan straalt waterdamp infrarode straling de ruimte in bij de zeer lage temperatuur op die hoogte.

Binnen de chaotische dynamiek van de energiebalans met de inkomende zonnestraling vormt waterdamp afhankelijk van het bovenstaande een positieve dan wel negatieve *feedback* met het broeikaseffect van CO<sub>2</sub> afhankelijk dus van de verdeling van waterdamp in hoogte en tijd.

Het broeikaseffect van methaan is om drie redenen te verwaarlozen, ook al absorbeert methaan infrarode straling sterk:

- Het aantal moleculen is laag, 1% van CO<sub>2</sub> en ongeveer 0,01% van waterdamp.
- De relevante bandbreedte voor absorptie door methaan worden 'overlapt' door die van waterdamp. ([http://irina.eas.gatech.edu/EAS8803\\_Fall2009/Lec6.pdf](http://irina.eas.gatech.edu/EAS8803_Fall2009/Lec6.pdf))
- Methaan komt voor waar het aardoppervlak weinig energie uitstraalt.

## BRONNEN

---

*US-NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration):*

<http://www.noaa.gov/>

[www.NCEI.noaa.gov](http://www.NCEI.noaa.gov)

<https://www.ncei.noaa.gov/><https://www.ncei.noaa.gov/>

<https://www.ncei.noaa.gov/>

[www.NCDC.noaa.gov](http://www.NCDC.noaa.gov)

*Data services GES DISC (Goddard Earth Science Data and Information Services Centre):*

<http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/services>

*GISS (NASA Goddard Institute for Space Studies):*

<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

*Met Office Hadley Centre for Climate Science and Services:*

<http://www.metoffice.gov.uk/climate-guide/science/science-behind-climate-change/hadley>

*KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut):*

<http://www.knmi.nl/home>

*EIKE (Europäisches Institut für Klima und Energie):*

<http://www.eike-klima-energie.eu/>

*Climate4you:*

<http://www.climate4you.com/>

### **Oceanen:**

*National Oceanographic Data Centre (NODC):*

[https://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD/pr\\_wod.html](https://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD/pr_wod.html)

---

**Zeespiegel:**

Joint Archive for Sea Level (JASL):

<http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhs/c/jasl.html>

*Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL):*

<http://www.psmsl.org/data/>

## **Instrumenten**

*MSU en AMSU:*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced\\_Microwave\\_Sounding\\_Unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Microwave_Sounding_Unit)

*UAH (University of Alabama, Huntsville):*

<http://nsstc.uah.edu/climate/>

*RSS (Remote Sensing Systems):*

<http://www.remss.com/measurements/upper-air-temperature>

*Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES):*

*Earth Radiation Budget Experiment (ERBE):*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Clouds\\_and\\_the\\_Earth%27s\\_Radiant\\_Energy\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Clouds_and_the_Earth%27s_Radiant_Energy_System)

*Atmospheric Infrared Sounder (AIRS):*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric\\_Infrared\\_Sounder](https://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_Infrared_Sounder)

*Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS):*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Total\\_Ozone\\_Mapping\\_Spectrometer](https://en.wikipedia.org/wiki/Total_Ozone_Mapping_Spectrometer)

*ARGO:*

[http://www.argo.ucsd.edu/Argo\\_data\\_and.html](http://www.argo.ucsd.edu/Argo_data_and.html)

*Deep ARGO:*

[https://usclivar.org/sites/default/files/meetings/2014/ocb-presentations/Johnson\\_G.pdf](https://usclivar.org/sites/default/files/meetings/2014/ocb-presentations/Johnson_G.pdf)

---

## 9. ENKELE WETENSCHAPPELIJKE CONTROVERSEN

---

Hierna zullen zes belangrijke klimaatcontroversen worden behandeld.

- Zeespiegelstijging (ZSS): gekenmerkt door meningsverschillen over de data.
- Vier onderwerpen over 'attributie', zijnde de oorzaak van de klimaatverandering, menselijke of natuurlijke, in relatie tot de temperatuurtrends in de 20ste eeuw.
- De zogeheten 'hiatus' ofwel opwarmingspauze, zijnde een periode van verminderde of afwezige opwarming, ondanks toenemende broeikasgassen in de atmosfeer, tussen 1997 (of 2002) tot heden (2015).

---

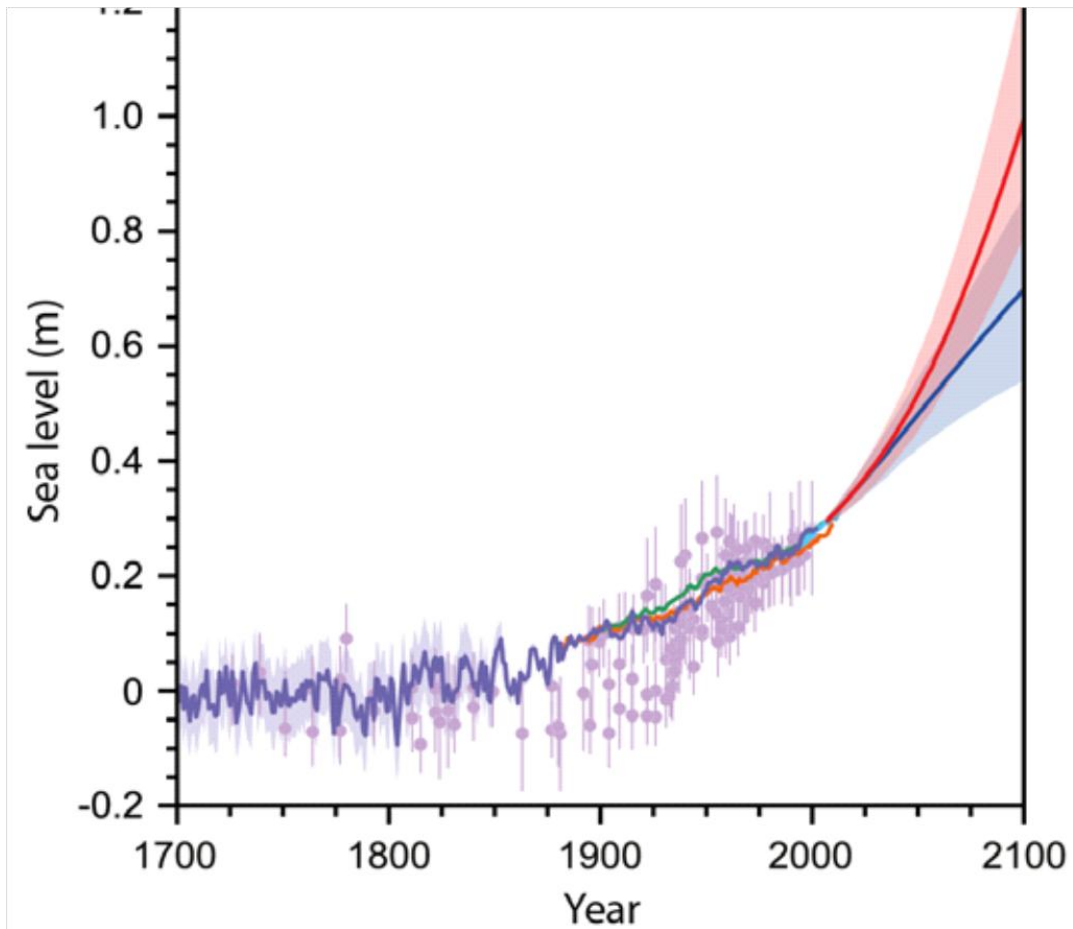
### ZEESPIEGELSTIJGING

---

De grootste zorg bij klimaatverandering betreft zeespiegelstijging die op vele plaatsen wereldwijd sinds 100 jaar gemeten wordt met peilinstrumenten. We weten dat na het

---

maximum van de laatste ijstijd 18.000 jaar geleden, het zeeniveau met 120 meter is gestegen. Dit belangrijke thema zal worden behandeld aan de hand van het belangrijkste resultaat dat gepresenteerd is door het UN-IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) in het Assessment Report AR5 (2013).



- De grafiek vertoont een plotselinge versnelling rond 1885. Toch is er geen bijzonder voorval rond die tijd bekend dat daarvoor een verklaring zou kunnen bieden.
- De grafiek vertoont een plotselinge versnelling in 1993. Maar opnieuw, er is geen bijzondere gebeurtenis bekend in die tijd die daarvan de oorzaak zou kunnen zijn, behalve de introductie van satellietradar-hoogtemeting die een verdubbeling van de zeespiegelstijging van (3,2 mm per jaar) aangeeft in vergelijking met de oude metingen met peilschalen (1,8 mm per jaar).
- Het IPCC claimt deze versnelling van zeespiegelstijging in de 20ste eeuw. De meeste onderzoekers bestrijden dit en stellen dat er geen versnelling heeft plaatsgevonden. Sommigen stellen zelfs dat er een vertraging heeft plaatsgevonden rond 1960.

Deze verschillen leiden natuurlijk tot verschillende waarden in 2100. Lang daarvoor zou het mogelijk moeten zijn om vast te stellen welke van datasets de meest correcte is.

---

### BIJDRAGE AAN OPWARMING

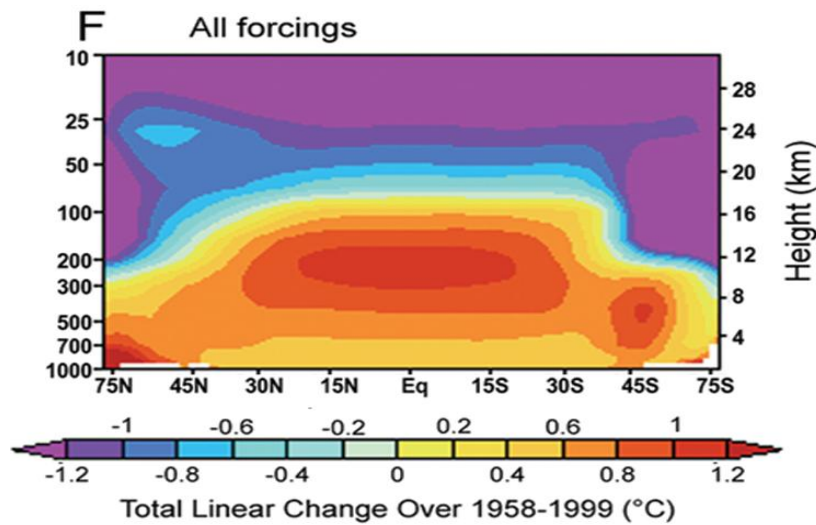
---

In de 20<sup>e</sup> eeuw registreerden de thermometers van weerstations twee periodes van opwarming, namelijk van 1910 – 1940 en van 1977 – 1997. Welke is van natuurlijke oorsprong en welke door de mens veroorzaakt?

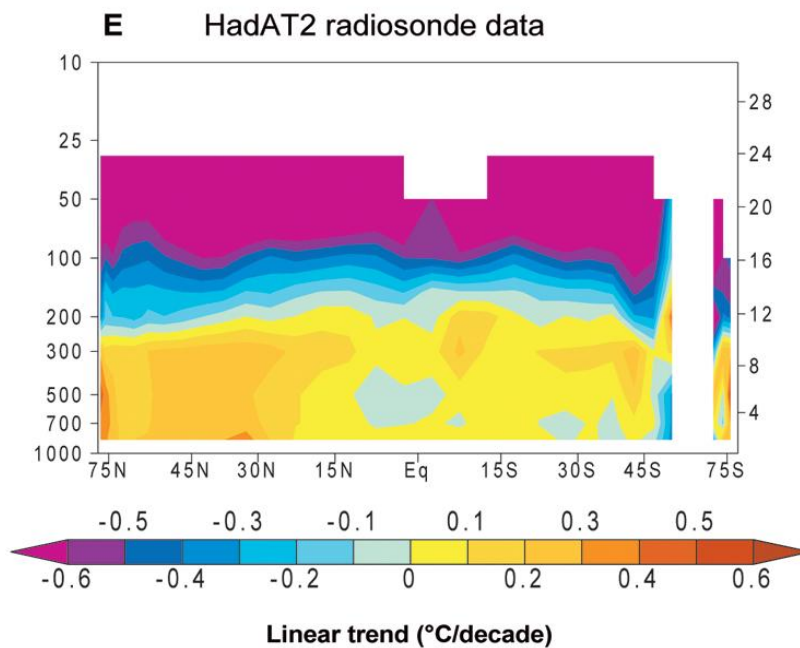
- In een artikel in 'Science', en aangehaald door het IPCC-AR1 (1990), claimen Santer en Wigley dat de opwarming van 1910–1940 antropogeen is. Zowel tegen hun statische methode als het resultaat zelf is bezwaar gemaakt. Het IPCC heeft de claim nooit publiekelijk ingetrokken, maar steunt deze niet langer.
- IPCC-AR2 (1996) claimt dat de opwarming van 1977-1997 antropogeen is en beroept zich op de zogeheten *hotspot* als vingerafdruk van AGW (Anthropogenic Global Warming; door de mens veroorzaakte opwarming). De *hotspot* wordt gemodelleerd als een versterkte opwarmingstrend in de tropische bovenste troposfeer. Echter, een publicatie (CCSP-SAP-1.1, 1996) laat voor diezelfde periode zien dat er geen waargenomen bewijs is voor een *hotspot*. (Verdere details zijn te vinden in papers door Singer in Energy & Environment 2011 en 2013 ([http://www.sepp.org/science\\_papers/santer\\_critique\\_ene\\_june2011\\_final.pdf](http://www.sepp.org/science_papers/santer_critique_ene_june2011_final.pdf), en <http://eae.sagepub.com/content/24/3-4/405.abstract>). Het IPCC heeft de claim nooit ingetrokken maar steunt de *hotspot* niet langer.



CCSP 1.1 – Chapter 1, Figure 1.3F PCM Simulations of Zonal-Mean Atmospheric Temperature Change

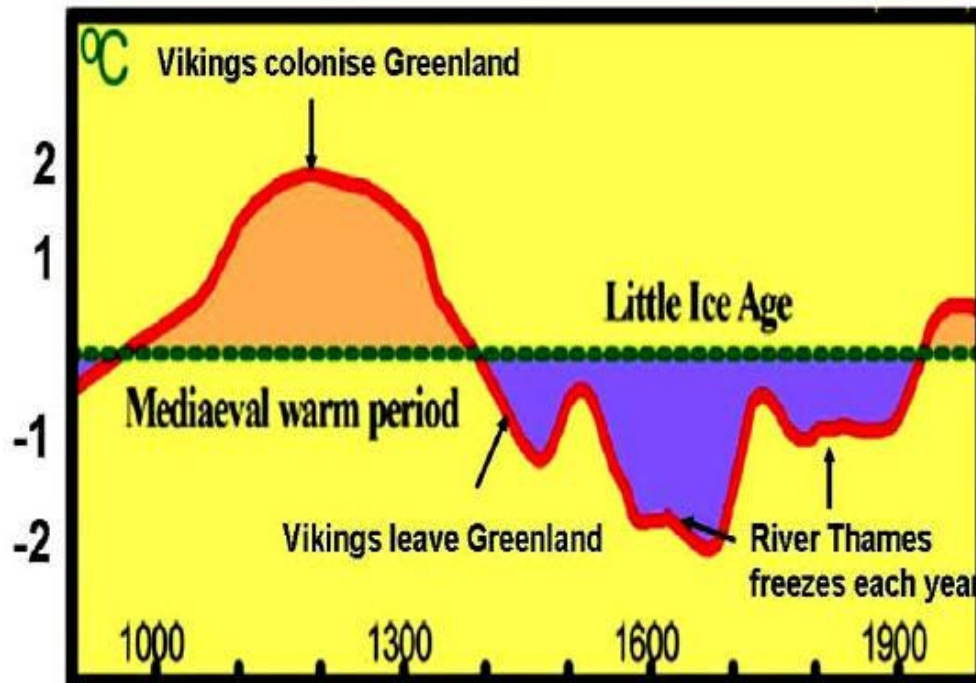


CCSP 1.1 – Chapter 5, Figure 7E

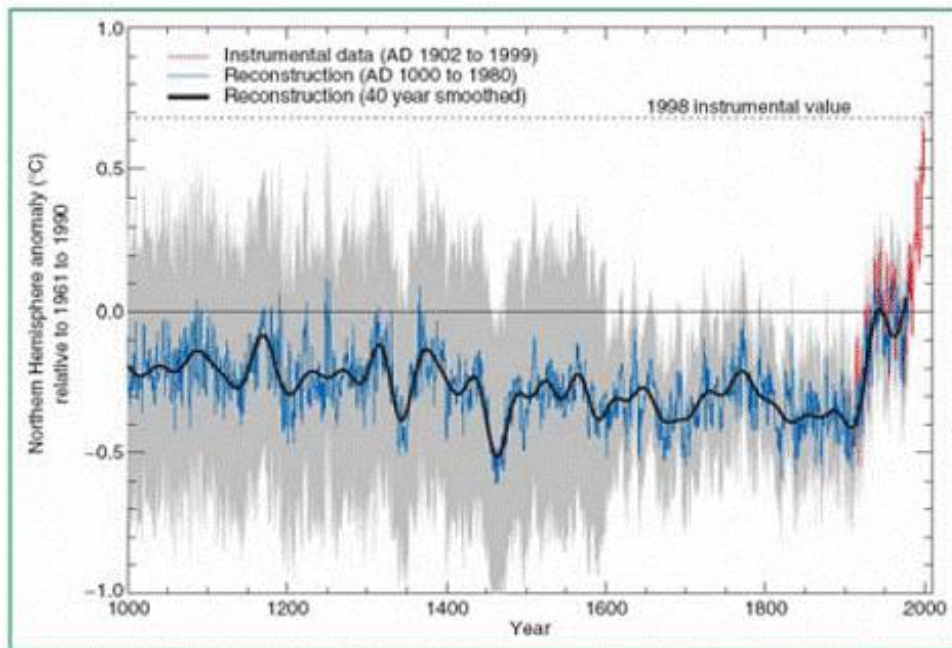


- IPCC-AR3 (2001) 'bewijst' het bestaan van AGW op basis van de claim dat de 20ste eeuw de warmste is van de afgelopen 1.000 jaar. Als bewijs haalt het IPCC de hockeystickgrafiek aan gebaseerd op Multiproxy-analyse gepubliceerd door Michael Mann. Zoals in het blog 'Climateaudit' is aangetoond, is deze analyse ondeugdelijk gebleken. Bovendien hebben veel ander data aangetoond dat de Middeleeuwse Opwarming warmer was dan de 20ste eeuw. Ook historische documenten maken melding van deze middeleeuwse opwarming. Dit conflict is nog niet volledig opgelost. Merk echter op dat in de tweede grafiek hierna, gekopieerd uit IPCC-AR3 de 'gerecon-

strueerde temperaturen ontleend aan diverse *proxies*, de opwarming van 1910 – 1940 laten zien, abrupt vlak voor 1980 stopt. In plaats daarvan zijn de afwezige (niet-afgebeelde) *proxy*-temperaturen vervangen door zogeheten 'waargenomen temperaturen' afkomstig van weerstations op het land.



*Medieval warm period? Yes. This drawing of a graph in the IPCC's 1990 report shows it clearly.*



Voorgaande grafiek: IPCC-AR1 (1990). Grafiek hierboven: multi-*proxy* analyse IPCC-AR3 (2001). Let op het ontbreken van de bekende middeleeuwse opwarming.

- IPCC-AR4 (2007) en AR5 (2013) en vele bronnen stellen dat de gerapporteerde opwarming aan het aardoppervlak van 1977 – 1997 reëel is. Elke andere dataset voor die periode laat echter het ontbreken van een significante opwarmingstrend zien inclusief atmosfeer-temperatuurmetingen door satellieten en radiosondes, temperaturen van zeeoppervlak (SST), nachtelijke mariene luchttemperaturen (NMAT), vele *proxy*-temperaturen, en bewijs van temperatuurextremen, zeespiegelstijging en zonnedata. Men kan daarom vermoeden dat de temperatuurdata van de weerstations op land te hoog zijn, waarschijnlijk als gevolg van het *Urban Heat Island*-effect (UHI). Dit verhoogde opwarmingseffect ontstaat doordat weerstations op land steeds dichter in de buurt komen te staan van stedelijke bebouwing, vliegvelden, asfalt etc. De conclusie van het IPCC over AGW is daarom twijfelachtig.

## Discrepancies between Data Sets

*Criterion adopted: Temp difference 1995 minus 1942*

---

<b>Land-based sfc; Global (IPCC):</b>	Diff= $\sim 0.5C$
» US (GISS):	Diff= $\sim zero$
• <b>Ocean:</b> SST (Gouretski GRL 2012)	Diff= $\sim zero$
NMAT (Hadley Centre)	Diff= $\sim zero$
OHC (1997 -1979) "ave"	Diff= $< 0.1C$
• <b>Atm:</b> Satellite MSU-LT (1997-79)	Diff= $\sim zero$
Radiosondes (1997-79)	Diff= $\sim zero$
• <b>Proxies</b> (mostly land-sfc)	Diff= $\sim zero$

---

---

### OPWARMING-HIATUS

---

Thermometers op land laten gedurende bijna 20 jaar in wezen geen opwarming zien – sinds 1997- zulks in strijd met de resultaten van klimaatmodellen waarin stijgende concentraties van broeikasgassen een dominante rol spelen.

Een recent controversieel NOAA-artikel in Science (2015) (<http://science.sciencemag.org/content/348/6242/1469>) kwam met een correctie van enkele oceaantemperaturen en concludeerde dat de hiatus niet bestond. Volgens het artikel zou de opwarming in overeenstemming zijn met de modellen. Een kritisch artikel in Nature Climate Change (2016) (<http://www.nature.com/nclimate/journal/v6/n3/full/nclimate2938.html>) houdt echter het bestaan van de hiatus vol. Maar het is onbekend of het simpelweg een pauze is en de opwarming na de krachtige El Niño (ENSO) van 2016 weer zal hervatten.

---

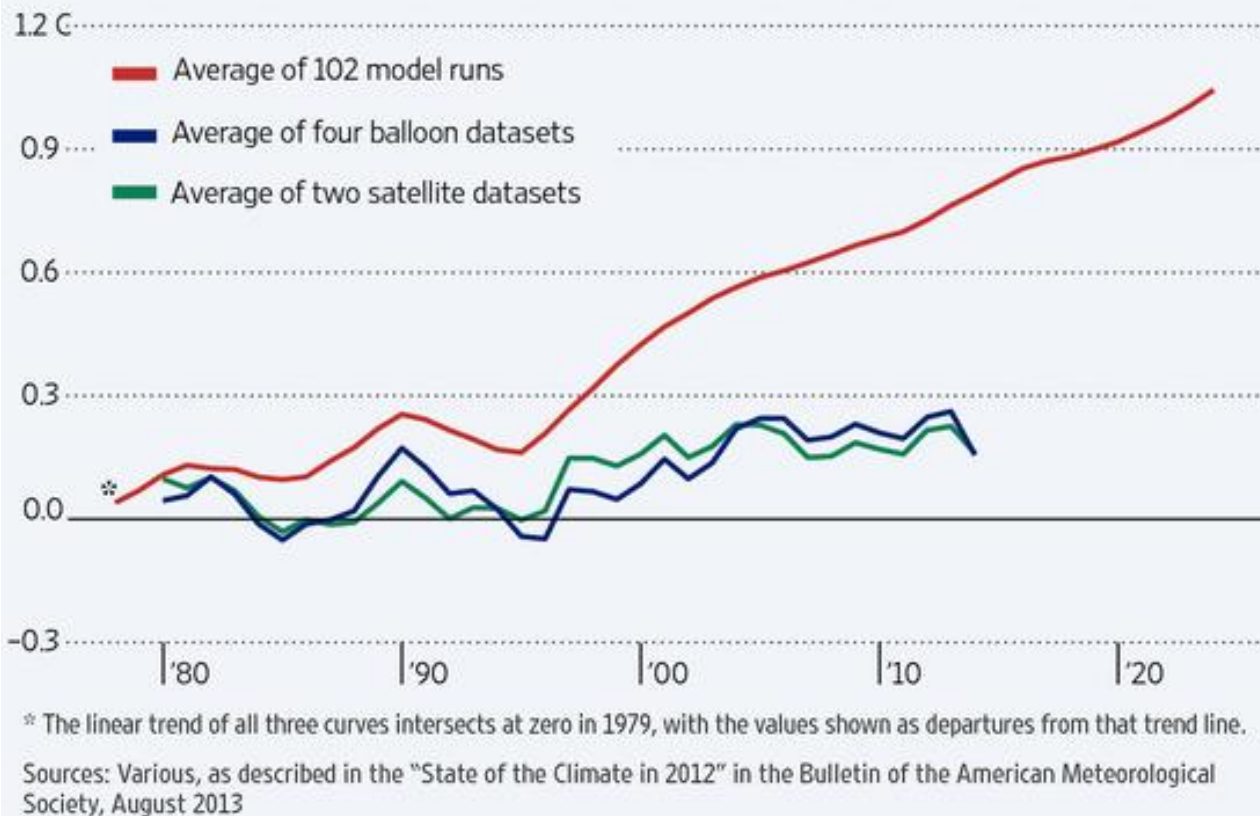
## 10. EPILOOG

---

Wat hebben we over klimaatverandering geleerd? Ik geef hier enkele persoonlijke inzichten over klimaatverandering, die niet noodzakelijkerwijs door iedereen hoeven te worden geaccepteerd.

## Warming Predictions vs. the Real World

Global mid-tropospheric temperature 5-year averages, in degrees Celsius



Volgens J. Christy.

Klimaatverandering vindt miljoenen jaren plaats lang voordat de mens bestond. De oorzaken van die verandering zijn duidelijk alle van natuurlijke aard - niet door de mens veroorzaakt (antropogeen). Er is geen reden om aan te nemen dat deze natuurlijke oorzaken opeens zijn gestopt. Bijvoorbeeld, vulkanisme, invloeden van de zon en oceanische oscillaties gaan allemaal door tot op de dag van vandaag. Wij kunnen deze natuurlijke klimaat-*forcings* niet precies modelleren, zodat wij er niet op kunnen anticiperen hoe sterk deze in de toekomst zullen zijn.

Laten wij dit de nul-hypothese noemen: klimaatveranderingen worden door natuurlijke krachten veroorzaakt. Deze staat tegenover de alternatieve hypothese, namelijk dat de huidige klimaatverandering van antropogene aard is. Logischerwijs ligt de bewijslast bij de alarmisten om aan te tonen dat de nul-hypothese niet in staat is om de empirische data te verklaren, en daarmee verworpen is ten gunste van de alternatieve hypothese. Met andere woorden: alarmisten zullen met overtuigende meetgegevens moeten komen als bewijs voor de antropogene klimaatverandering (AGW). Zij moeten

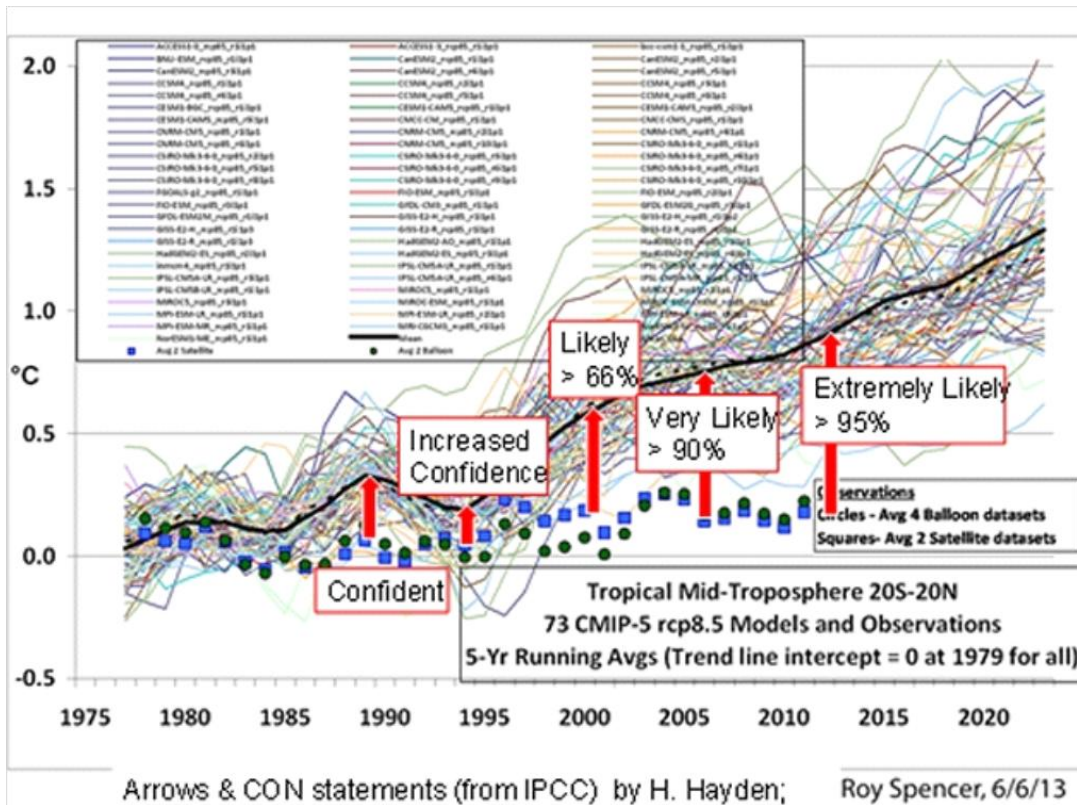


dit doen door gedetailleerde vergelijking van de data met de klimaatmodellen. Dit is natuurlijk uiterst moeilijk en praktisch onmogelijk, daar men de natuurlijke invloeden niet exact kan specificeren.

Wij kennen geen dergelijke gedetailleerde vergelijking, wel slechts anekdotisch bewijs. Wij moeten echter wel toegeven dat AGW plausibel is. CO<sub>2</sub> is immers een broeikasgas en het niveau stijgt, voornamelijk door de verbranding van fossiele brandstoffen sinds de Industriële Revolutie.

Toch, wanneer wij klimaatmodellen vergelijken met observaties van het verleden (*hindcasting*) blijkt dat de AGW veel beperkter is dan de modellen projecteren. Er is zelfs een interval van niet-significante opwarming (pauze of hiatus) gedurende zo'n 18 jaar, ondanks de snelle stijging van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer. Er is thans geen algemeen geaccepteerde verklaring voor deze discrepantie tussen de uitkomsten van modellen en waarnemingen, hoofdzakelijk in de 21ste eeuw.

De samenvattingen van de vijf IPCC-rapporten van 1990 tot 2014 houden vol dat er geen kloof is. Vreemd is dan vooralsnog dat naarmate dit verschil grotere en groter wordt, het IPCC met zekerheid claimt dat er geen steeds breder wordende kloof is. De IPCC-rapporten geven successievelijk 50%, 66%, 90%, en zelfs 95% voor de zekerheid dat meer dan de helft van de opwarming sinds 1950 van menselijke oorsprong is. Hiermee wordt bedoeld het IPCC een groeiend vertrouwen heeft in zijn conclusie. Waarop dit vertrouwen is gebaseerd, heeft het IPCC niet nader gepreciseerd.



Samengevat kan worden gesteld dat door een toenemend verschil tussen metingen en de uitkomst van modellen de AGW-hypothese ('Anthropogenic Global Warming', door de mens veroorzaakte opwarming) is weerlegd.

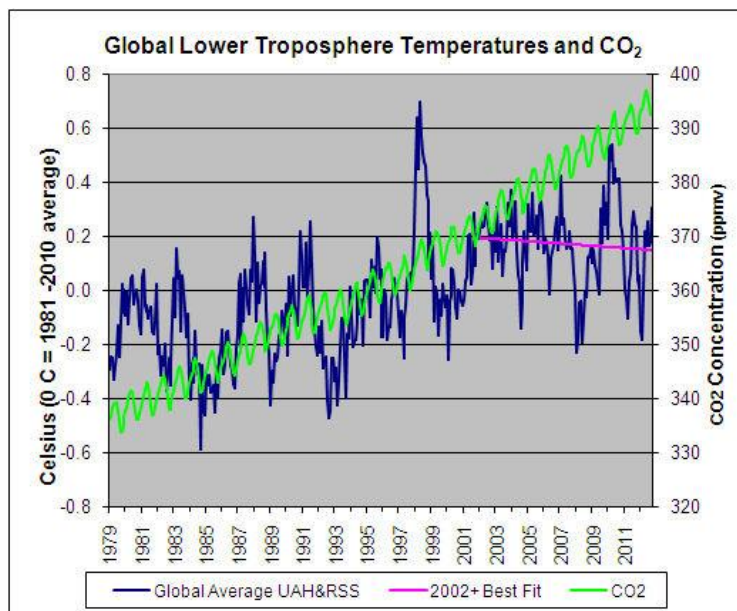
---

**DE KLIMAATMODELLEN VAN HET IPCC ZIJN NIET GEVALIDEERD, KUNNEN NOOIT GEVALIDEERD WORDEN EN ZIJN DERHALVE POLITIEK IRRELEVANT**

---

Hoe dan ook is elke opwarming in de afgelopen eeuw waargenomen gering en zeer waarschijnlijk economisch gunstig. Zorgvuldige studies door toonaangevende economen en landbouwexperts hebben deze feiten vastgesteld (zie o.a. NIPCC Climate Change Reconsidered II-2014).

Wij kunnen het ontbreken van enige *significante* broeikasopwarming dan ook als vaststaand feit beschouwen (merk de nadruk op *significant*). Beleid om CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren is een verspilling van hulpbronnen die beter aangewend kunnen worden voor echte maatschappelijke problemen, zoals gezondheidszorg. Bovendien is dat beleid contraproductief, zoals aangetoond door talloze landbouwpublicaties.




---

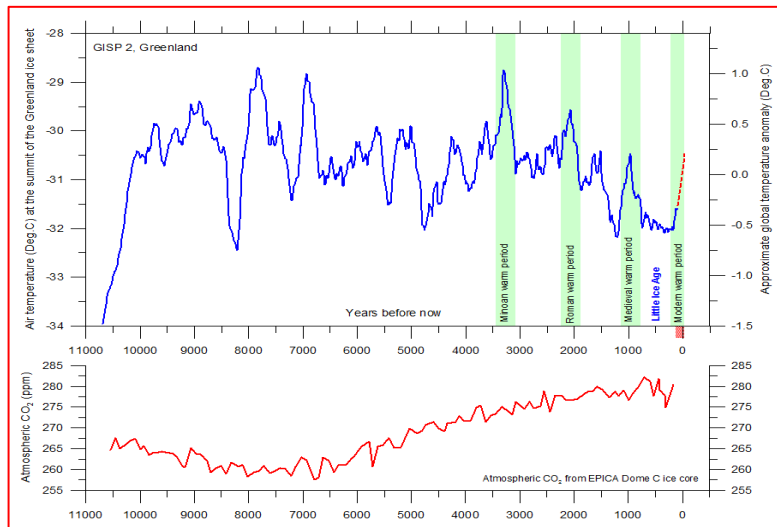
**EEN TOEKOMSTIGE AFKOELING OVERLEVEN**

---

Wij zouden ons meer zorgen moeten maken over een afkoeling – die door vele klimaatwetenschappers mogelijk wordt geacht – met ongunstige effecten op de ecologie, misoogsten en ernstige gevolgen voor de mensheid. Singer en Avery beschreven in *'Unstoppable Global Warming: Every 1500 years'* één waargenomen klimaatcyclus, ontdekt in ijsboorkernen (D-O-effect) gedurende de jongste ijstijd.

Loehle en Singer claimen bewijs te hebben dat deze cyclus zich tot het heden voortzet. Historische documenten maken gewag van een (voor de mensheid weldadige)

cyclus van de Middeleeuwse Opwarmingsperiode (MWP) en de donkere Kleine IJstijd (LIA) met misoogsten, hongersnoden, ziekte en massale sterfte. Vele zonexperts verwachten een nieuwe Kleine IJstijd binnen enkel tientallen jaren.



Bron: R. Alley.

Wij moeten daarom naar wegen zoeken om een mogelijke afkoeling tegen te gaan door, tegen lage kosten en met weinig ecologisch risico, de toepassing van *geo-engineering*, gebruik makend van een specifiek broeikaseffect, niet gebaseerd op CO<sub>2</sub>. Aannemend dat dit niet voldoende werkt, moeten wij ons tegelijkertijd op aanpassing (adaptatie) voorbereiden, met speciale aandacht voor bestendige voedsel-, water- en energievoorziening. De vooruitzichten voor een dergelijke adaptatie zijn veelbelovend, mits deze goed wordt voorbereid. Een eventuele toekomstige koudeperiode zal een test zijn voor de overlevingskracht van onze technologische beschaving.

---

## OVER DE AUTEUR

---

*S. Fred Singer is emeritus hoogleraar van de University of Virginia en oprichter-directeur van het 'Science & Environmental Policy Project' (SEPP). In 2014 trok hij zich na 25 jaar als voorzitter terug uit het SEPP. Zijn specialismen zijn atmosferische en ruimtetfysica. Als expert op het gebied van 'remote sensing' en satellieten, trad hij op als oprichter-directeur van de 'US Weather Satellite Service' en, meer recent, als vice-voorzitter van de 'US National Advisory Committee on Oceans & Atmosphere'. Hij is een gekozen 'Fellow' van diverse wetenschappelijke verenigingen en 'Senior Fellow' van het 'Heartland Institute' en het 'Independent Institute'. Hij was medeauteur van de NY Times best seller 'Unstoppable Climate Warming: Every 1500 year'. In 2007 richtte hij op, en was hij voorzitter van, het NIPCC ('Nongovernmental International Panel on Climate Change'), dat diverse wetenschappelijk rapporten heeft uitgegeven (zie: [NIPCCreport.org](http://NIPCCreport.org)).*

---



Voor recente publicaties zie: [http://www.americanthinker.com/s\\_fred\\_singer/](http://www.americanthinker.com/s_fred_singer/) en Google Scholar.

## LITERATUUR EN REFERENTIES

---

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

NIPCC: [www.nipccreport.org](http://www.nipccreport.org)

Altitude dependence of atmospheric temperature trends: Climate models versus observation, S.F. Singer *et al*:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2004GL020103/full>

The Hockey Stick Illusion, A.W. Montford:

<https://www.amazon.com/Hockey-Stick-Illusion-Climategate-Independent/dp/1906768358>

Atmospheric Science, J.M. Wallace en P.V. Hobbs:

<http://store.elsevier.com/Atmospheric-Science/John-Wallace/isbn-9780127329512/>

Heaven And Earth: Global Warming - The Missing Science, Ian Plimer:

<https://www.amazon.co.uk/Heaven-Earth-Warming-Missing-Science/dp/0704371669>

Unstoppable Global Warming, S.F. Singer en D.T. Avery:

<https://www.amazon.com/Unstoppable-Global-Warming-Updated-Expanded/dp/0742551245>

Ice Ages and Interglacials, Donald Rapp:

<http://www.springer.com/us/book/9783642300288>

Statistical Analysis in Climate Research, H. von Storch en F.W. Zwiers:

<http://www.leif.org/EOS/vonSt0521012309.pdf>

- - -