

Op zoek naar de weegschaal

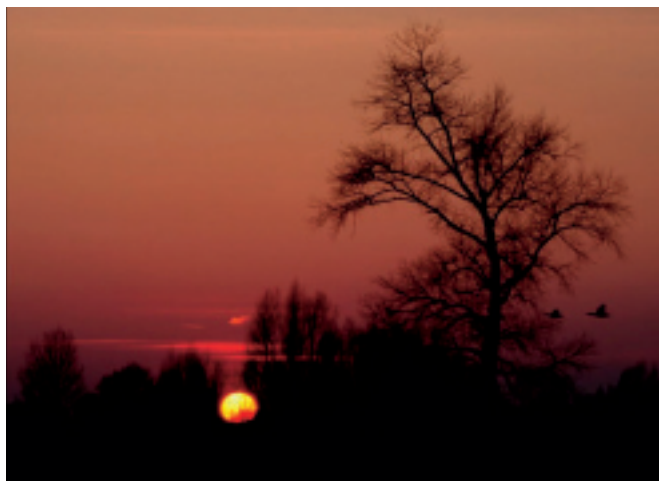
De klimatologie en de flogistontheorie

Arthur Rorsch

In mei zal van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) een dik rapport verschijnen dat de wetenschappelijke basis vormt voor de veronderstelde opwarming van de aarde. Op 2 februari werd alvast in Parijs met veel tamtam een samenvatting gepubliceerd, de Summary for Policymakers (SPM). Die werd samengesteld door vertegenwoordigers van de aan het IPCC deelnemende landen. Concepten van het nog niet verschenen hoofdrapport hebben wél in brede kring gecirculeerd. Daarop is door velen commentaar geleverd, maar visies die afweken van die van de hoofdredactie van de Scientific Base, zijn grosso modo genegeerd. Daarom besloot een tiental gerenommeerde wetenschappers, op basis van hetzelfde genoemde concept, een alternatieve kijk op de wetenschappelijke stand van zaken uit te brengen. Hun op 5 februari in Londen gepresenteerde rapport is gepubliceerd onder de titel Independent Summary for Policymakers (ISPM). De conclusies in beide samenvattingen staan in menig opzicht lijnrecht tegenover elkaar. In de alarmistische officiële SPM staat dat het nu voor ruim 90 procent zeker is dat meer dan de helft van de waargenomen klimaatverandering sinds 1950 werd veroorzaakt door de mens; in het bijzonder door de uitstoot van CO₂ als gevolg van het verstoken van fossiele brandstoffen. De alternatieve ISPM stelt dat de Scientific Base nog onvoldoende wetenschappelijke onderbouwing biedt om aan te nemen dat er werkelijk sprake zou zijn van een desastreuze ontwikkeling. De waargenomen klimaatveranderingen zouden nog steeds binnen de grenzen van de natuurlijke variabiliteit liggen en kunnen worden verklaard op grond van andere hypothesen dan die waarvan het IPCC uitgaat. De ISPM komt echter maar nauwelijks toe aan het formuleren van deze alternatieve hypothesen. In het onderstaande wordt één daarvan toegelicht. Doch eerst wordt een overweging gegeven, op grond van de wetenschapsgeschiedenis, waarom de door vele hedendaagse klimaatwetenschappers onderschreven uitgangspunten van het IPCC op termijn wel eens verkeerd zouden kunnen uitpakken.

De stof met het negatieve gewicht

In de zeventiende eeuw ontwikkelden Becker (1635-1682) en Stahl (1660-1734) de flogistontheorie om de verschijnselen van oxidatie en reductie te verklaren. Bij verbranding van bijvoorbeeld koolstof, fosfor of zwavel, of van een metaal als magnesium, wordt een vlam waargenomen en zij veronderstelden dat bij deze oxidatie een stof (flogiston) uit deze producten werd vrijgemaakt. Hoe meer zo'n brandbare stof van dit flogiston zou bevatten, des te gemakkelijker zou zij vlam vatten. Bij het in de lucht verdwijnen bleef een onbrandbaar product over. Bij reductie zou zich het omgekeerde proces afspelen en zou flogiston worden opgenomen. Gedurende de gehele achttiende eeuw heeft deze theorie de chemie beheerst en alle chemische reacties die met oxidatie en reduc-



*Komt de zon ook op in de klimatologie?
(bron: Wikipedia)*

tie te maken hebben, werden op deze manier in reactievergelijkingen beschreven.

Dit is natuurlijk de omgekeerde wereld: bij verbranding van een stof gaat er niet iets uit, maar wordt er juist zuurstof opgenomen. Dat blijkt uit het feit dat de verbrandende stof zwaarder in plaats van lichter wordt. Er was een weegschaal voor nodig om dit aan te tonen. Die hadden de flogistonisten al wel tot hun beschikking en zij merkten de gewichtstoename ook wel op, maar zij bleven het verschijnsel verklaren door aan flogiston een negatief gewicht toe te kennen. In het tweede deel van de achttiende eeuw toonde Lavoisier (1743-1794) weliswaar aan dat bij verbranding zuurstof wordt opgenomen, maar de theorie bleef nog tot het eerste deel van de negentiende eeuw aanhangers houden. Daarbij speelde ook een gedachtecronkel van Guyton de Morveau (1737-1816) een rol. Die veronderstelde dat het soortelijk gewicht van flogiston alleen maar kleiner was dan van lucht en hij vergeleek het lichter zijn van metaal + flogiston ten opzichte van de metaalkalk met een zwaar voorwerp dat door een luchtballon omhoog getild wordt.

Ik ben op dit opmerkelijke stukje wetenschapsgeschiedenis gestuit bij het bestuderen van het werk van Johann Tobias Lowitz¹, een apotheker in Sint Petersburg die in dezelfde tijd als Guyton leefde. Lowitz was een niet zeer bekend, maar verdienstelijk chemicus, die onder meer azijnzuuranhydride voor het eerst bereidde en het absorberende vermogen van houtskool ontdekte. Dit laatste was van grote praktische betekenis voor het schoonhouden van het drinkwater op lange zee-reizen. Niettemin, ruim tien jaar na de dood van Lavoisier was hij nog steeds een overtuigd flogistonist. Hoewel hij chemisch gezien op een verkeerd spoor zat, verhinderde dit hem niet om belangrijke chemische omzettingen te ontdekken.

Met betrekking tot het hierna volgende heb ik mij afgevraagd



*Antoine Laurent Lavoisier ont-krachtte de flogistontheorie.
(bron: Wikipedia)*

of, als Stahl destijds over een supercomputer zou hebben beschikt om daarmee het verloop van chemische reacties te voorspellen, hij dan in een vroeg stadium reeds zijn theorie zou hebben laten vallen. Waarschijnlijk niet, want als je flogiston als gegeven in het computermodel zou invoeren, zou het in alle reactievergelijkingen als zodanig blijven opduiken. Er was een weging, dat wil zeggen een meting nodig om de theorie de wereld uit te helpen.²

Is CO₂ het hedendaagse flogiston?

Het CO₂ in de atmosfeer absorbeert infraroodstraling van het aardoppervlak en vervolgens zendt het ook weer infraroodstraling uit, deels terug naar het oppervlak, deels in de richting van het heelal. Daardoor verwacht men dat het bijdraagt aan het broeikas-effect. Dat broeikas-effect wordt echter overwegend veroorzaakt door waterdamp die in veel hogere concentratie dan CO₂ aanwezig is. Hierdoor ontstaat een temperatuurgradiënt in de atmosfeer op basis van een stralings-evenwicht tussen absorptie en emissie. Dit kan worden beschreven met een wiskundige formule die gebaseerd is op basiswetten uit de fysica. De temperatuurgradiënt wordt echter niet alleen door het stralingsevenwicht bepaald, maar ook door het water dat aan de aardoppervlakte verdampt, daaraan warmte onttrekt, en dan met luchtstromen opwaarts beweegt en daarmee latente warmte in de atmosfeer brengt (dit wordt de evapoconvectie genoemd). De waterdamp condenseert tot wolken, die eveneens bijdragen aan de neerwaartse straling naar het oppervlak en de opwaartse straling richting heelal. Deze processen zijn niet eenvoudig in wiskundige formules te vangen.

Een belangrijk punt is dat het CO₂ als gas hoger in de atmosfeer opstijgt dan de waterdamp en dat CO₂ daarom vooral bijdraagt aan de uitstraling naar het heelal. Aldus verwacht men dat, als de CO₂-concentratie toeneemt, de temperatuurgradiënt zal veranderen. Dit kan theoretisch gemodelleerd worden en op een computer gesimuleerd. Op basis van deze modellen is de hypothese ontwikkeld dat CO₂ het broeikas-effect zal versterken. Sommige opponenten van deze hy-

pothese zijn echter van mening dat het effect op de vorm van de temperatuurgradiënt zodanig is dat hierdoor de oppervlaktetemperatuur slechts in geringe mate zal worden beïnvloed (zie box A).

Meer gedurfd is de veronderstelling dat de verhoging van de CO₂-concentratie een direct gevolg is van een toegenomen opwarming door de zon (een warmere oceaan is minder in staat om CO₂ vast te houden) en dat vervolgens de toegenomen concentratie in de hogere luchtlaag bijdraagt aan het herstellen van het energie-evenwicht van aarde en atmosfeer tezamen.

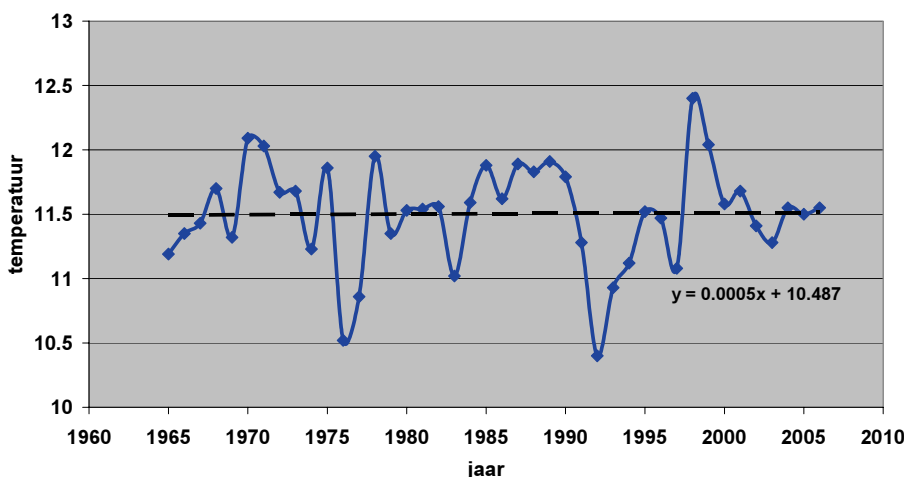
Waar is de weegschaal?

Op het eerste gezicht zou men verwachten dat een toename van het broeikas-effect zou kunnen worden gemeten, maar zo eenvoudig is dat niet. Algemeen wordt aangenomen dat in de vorige eeuw de gemiddelde aardtemperatuur met 0,8 °C is gestegen en dat gelijktijdig de CO₂-concentratie met 30% is toegenomen. Coincidentie kan echter niet zonder meer worden uitgesloten. Verscheidene andere factoren die de temperatuur beïnvloeden, bijvoorbeeld verandering in de zonneactiviteit, hebben een grote invloed op de meteorologische verschijnselen die uiteindelijk het klimaat in de verschillende klimaatzones beïnvloeden.

Maar kan de temperatuurgradiënt dan als zodanig niet worden gemeten? Hierbij stuiten we op het probleem dat deze nogal grillig verandert, gedurende de dag-nacht- en de seizoenswisselingen en ook op uiteenlopende manieren op verschillende locaties op aarde.

Een andere eigenschap van CO₂ is dat het zich relatief snel met de winden over de atmosfeer verspreidt. Op grond daarvan zou men verwachten dat een concentratieverandering overal een zelfde effect zal hebben. Dat is niet het geval. Boven het Amundsen-station op Antarctica en in Christchurch (Nieuw Zeeland) steeg de CO₂-concentratie zoals overal elders; echter zonder significante temperatuurverandering (zie Figuur 1). Is dit dan de definitieve weging waarmee de theorie van het door CO₂ verhoogde broeikas-effect de wereld uit wordt geholpen? Neen, zo simpel is het ook weer niet. De processen die zich in het atmosferische systeem afspelen, zijn zo complex dat waarnemingen op een specifieke locatie niet representatief hoeven te zijn voor de werking van het gehele systeem. Zoals in het bovenstaande reeds werd gesteld, kan de evapoconvectie op verschillende locaties verschillend uitwerken.

Een veelgehoord standpunt is dat de combinatie van alle waargenomen verschijnselen - en hierbij wordt dan in het bijzonder gewezen op het optreden van exceptionele weercondities - bewijst dat extra CO₂ het broeikas-effect versterkt.



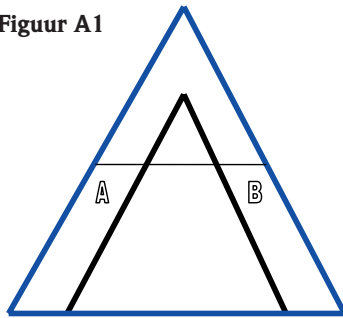
Figuur 1: Temperatuurverloop in Christchurch, Nieuw-Zeeland.
(bron: John McLean, Australië)

Box A

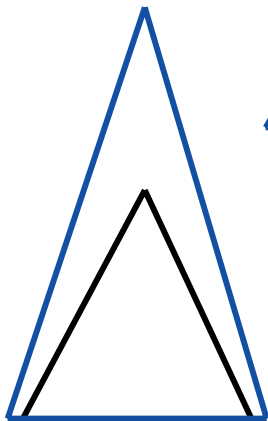
Een simpel schema voor de twee alternatieve hypothesen betreffende het effect van CO₂ op het broeikas effect

De warmte-inhoud van het onderste deel van de atmosfeer, de troposfeer, zou kunnen worden weergegeven met een driehoek. Zie Figuur A1 (in zwart). Met de hoogte neemt de temperatuur vrijwel lineair af en daarmee de warmte-inhoud. In het schema vertegenwoordigt de lengte van een lijn (A-B) in de driehoek de hoogte van de temperatuur op een bepaalde hoogte. De klassieke opvatting is dat de verhoging van de CO₂-concentratie de temperatuurgradiënt van 0 tot 10 km hoogte evenredig doet opschuiven. De driehoek voor de warmte-inhoud wordt een congruente grotere driehoek (in blauw). De basis van de driehoek verbreedt zich en de top wordt verhoogd.

Figuur A1



Figuur A2



In de alternatieve visie van Lindzen en Essenhig verandert de basis van de driehoek echter nauwelijks, maar neemt de totale warmte-inhoud van de troposfeer wel toe door verhoging van de top. Zie figuur A2.

In de alternatieve visie stijgt de temperatuur aan het aardoppervlak door de verhoging van de CO₂-concentratie (of van enig ander broeikasgas dan water) maar weinig, doch wel in de hogere luchtlagen. De bovenkant van de troposfeer gaat omhoog.

Opponenten van deze visie zien dit als een tamelijk krampachtige poging om aan een theorie vast te houden, zoals Guyton de Morveau deed ten aanzien van de flogistontheorie. Samenvattend: er is voldoende reden om de theorie van het door CO₂ veroorzaakte versterkte broeikas effect in twijfel te trekken (vergelijk de flogistontheorie). Dit is iets meer dan een woordspelletje. De naam flogiston is afgeleid van het Griekse *flogizoo* en betekent branden. De vergelijking raakt echter het essentiële probleem: wat is oorzaak en wat is gevolg bij het interpreteren van waarnemingen? Dit is een probleem waarop we regelmatig stuiten in de klimaatwetenschap.

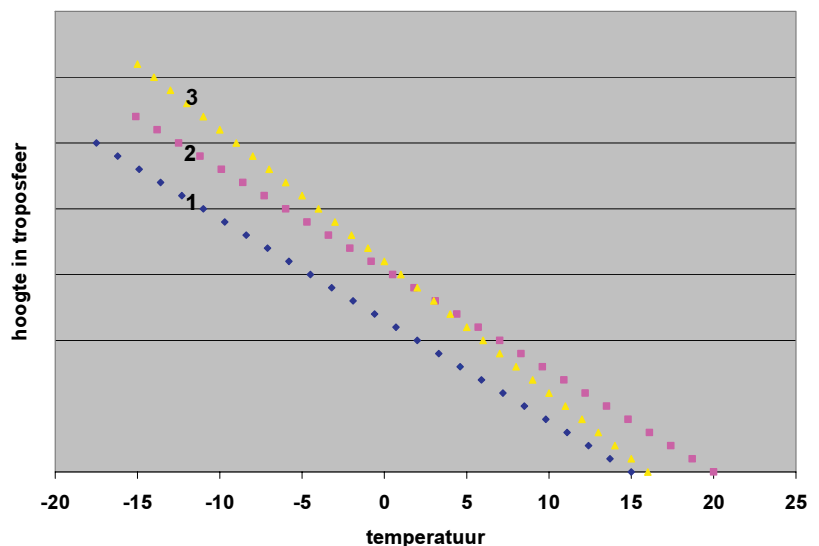
In het onderstaande wordt wat betreft de werking van CO₂ een 'anti-flogistontheorie' toegelicht. Maar op voorhand zij gesteld: er is daarvoor ook geen definitief bewijs in de geest van de weging van Lavoisier. Het blijft vooralsnog een kwestie van persoonlijke waardering welke theorie men het meest plausibel acht.

Overwegingen voor een anti-flogistontheorie; waarnemingen anders geïnterpreteerd

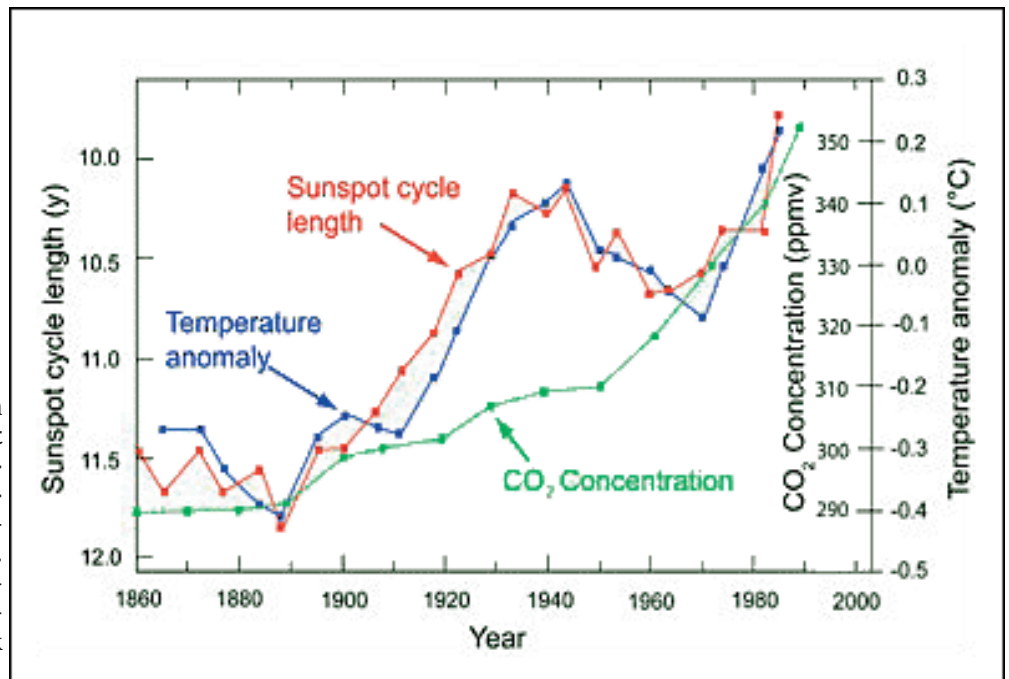
De idee dat CO₂ een invloed zou kunnen hebben op het wereldklimaat, stamt van Arrhenius (1859-1927) en was gebaseerd op waarnemingen van ijstijden en tussenijstijden (interglacialen). Lage temperatuur ging gepaard met lage CO₂-concentratie, hogere temperatuur met hogere CO₂-concentratie in de atmosfeer. Arrhenius veronderstelde dat hoge CO₂-concentratie gedurende interglacialen een bijdrage zou leveren aan een verhoogd broeikas effect. Ondertussen is bij beschouwing van een meer nauwkeurige geologische tijdschaal gebleken dat stijging en daling van de CO₂-concentratie de temperatuursverandering volgen, en niet omgekeerd. Dit is ook theoretisch een meer logische samenhang. Waarom zou de CO₂-concentratie spontaan dalen of stijgen in de atmosfeer? Er is een goede reden te bedenken waarom de temperatuur zelfstandig zou fluctueren: bij de afwisseling van ijstijden en interglacialen ging het om veranderingen van de op aarde ontvangen zonne-energie (Milankovitch-cycli: veranderingen in de aardbaan en de stand van de aardas), terwijl op de korte tijdschalen de wisselende activiteit van de zon bepalend is voor klimaatveranderingen. Daalt de temperatuur, dan lost meer CO₂ in de oceanen op. Stijgt de temperatuur, dan wordt uit dit grote reservoir (veertigmaal het volume van de lucht) CO₂ in de atmosfeer gebracht.

Figuur 2: Modellen voor de verandering van de temperatuurgradiënt in de atmosfeer.

Lijn 1: het verloop van de temperatuur met de hoogte boven het aardoppervlak bij de huidige samenstelling van infrarood absorberende moleculen.
 Lijn 2: het verwachte verloop volgens de gangbare opvatting indien de concentratie van zulke moleculen toeneemt.
 Lijn 3: het verwachte verloop volgens Lindzen en Essenhig.



Figuur 3: De relatie tussen wisselende zonne-activiteit en gemeten temperatuurfluctuaties in het zeewater, alsmede het verloop van de CO₂-concentratie in de atmosfeer.
 (bronnen: Friis-Christensen & Lassen, Science 254, # 5032; 1991-11-01, pp 698-700, respectievelijk IPCC-rapporten; zie ook Figuur 4)



Daarmede is de grondgedachte die heeft geleid tot het opstellen van de CO₂-flogistontheorie grotendeels getorpedeerd, maar wat zich op een geologische tijdschaal heeft afgespeeld, hoeft nog niet representatief te zijn voor wat er in recente tijden is gebeurd. Onmiskenbaar is door een toenemend gebruik van fossiele brandstof een extra bron in het natuurlijke systeem geïntroduceerd. Extra CO₂ zou een versterkend effect kunnen hebben. Echter ook op een recente tijdschaal, dertig jaar, waarbij jaarlijks de wereldwijd berekende gemiddelde temperatuur sterk varieert, blijkt dat in relatief warme jaren meer CO₂ in de atmosfeer accumuleert dan in koude jaren. Wat jaarlijks door gebruik van fossiele brandstof in de atmosfeer wordt gebracht, vertoont bovendien weinig coïncidentie met de toevoeging van CO₂ aan de atmosfeer. Dit maakt de stelling dat CO₂-accumulatie de temperatuur volgt, en niet omgekeerd, wel plausibel, maar is toch geen afdoend bewijs dat de antropogene CO₂-emissie geen enkel effect zou hebben op de opwarming van de atmosfeer. Die moet op fysische gronden wel worden verwacht. Er is geen twijfel aan dat CO₂ infrarood absorbeert en dat het bijdraagt aan de terugstraling naar het aardoppervlak.

Om iets te begrijpen van wat zich in de atmosfeer zou kunnen afspelen, moeten we terug naar oorzaken van de instelling van de temperatuurgradiënt in die atmosfeer. Zich voornamelijk basierend op meteorologisch en fysisch inzicht, postuleerde Lindzen (MIT) dat de gradiënt zodanig zal veranderen dat een toenemende warmte-absorptie aan het aardoppervlak nauwelijks effect zal hebben, terwijl dat in de hogere luchtlagen wel het geval zal zijn. Meer kwantitatief werd dit uitgewerkt door Essenhigh³, een proces-ingenieur die zijn bevindingen in verbrandingsovens testte (zie Figuur 2). Hij kwam tot een overeenkomstige conclusie, door nadere beschouwing van de wiskundige vergelijkingen die de fysische processen van straling en emissie beschrijven. Zijn conclusie (tot dusver niet weerlegd) is dat het eindeffect van het broeikas effect voornamelijk, zo niet uitsluitend wordt bepaald door water, en wel door de meest langgolvlige emissiebanden daarvan. Het fysisch model komt hierop neer: de onderscheidene absorptiebanden voor infrarood van water en CO₂ (en overwegend van water) leiden bij concentratieverhoging initieel wel tot een verhoging van de atmosferische temperatuur, maar de emissie van warmte naar het

heelal wordt daarmede ook verhoogd. Kortgolvig ingevangen infrarood wordt ook weer door een soort fluorescentieverschijnsel langgolvig uitgezonden en dit bepaalt uiteindelijk de temperatuurgradiënt op een soort minimum. Het verwachte effect is een steiler verlopen van de gradiënt, met weinig invloed aan het aardoppervlak, maar wel met toename van de temperatuur in de hogere luchtlagen.

Indien deze, vooralsnog theoretische interpretaties juist zijn (en meer adequaat blijken dan de 'CO₂-flogistontheorie'), wat wordt dan het algemene beeld van de oorzaken van recent waargenomen verschijnselen?

De zon is de drijvende kracht achter de klimaatveranderingen. De wisselende activiteit ervan kan verklaren waarom er tussen 1940-1965 weinig temperatuurverhoging was en waarom er sinds 1970 een opmerkelijke stijging waarneembaar is (zie Figuur 3). De gemiddelde wereldwijde temperatuur stabiliseert zich sinds 1998, en vertoont zelfs een lichte daling.⁴

Dit zou het signaal kunnen zijn van de aanzet tot een volgende Kleine IJstijd, die door astrofysici in het vooruitzicht wordt gesteld op grond van zonfluctuatie-modellen. Dit zijn uiteraard ook maar modellen, maar die zijn in principe niet beter of slechter dan die welke door de aanhangers van de CO₂-flogistontheorie worden gebruikt.

Deze laatste stellen, en tot voor kort niet geheel ten onrechte, dat de waargenomen zonfluctuaties te gering zijn om de waargenomen temperatuurstijging in de vorige eeuw kwantitatief te verklaren. Deze fluctuaties komen tot uitdrukking in de zonnevlekken, die zelf geen grote directe invloed hebben op de stralingsenergie die het aardoppervlak bereikt. Maar de elementaire deeltjes die de zon uitstoot (meer deeltjes bij een meer actieve zon), beïnvloeden de intensiteit van de kosmische straling die ons uit het heelal bereikt, en in de laatste jaren is gepostuleerd dat deze in het bijzonder de wolkvorming beïnvloedt, waardoor de zon dus indirect een extra invloed op de temperatuur zou uitoefenen. Recent experimenteel onderzoek van Svensmark lijkt hiervoor thans experimenteel bewijs te leveren.⁵

Het klimaatsysteem nader en anders bekeken⁶

De belangrijkste elementen die het lokale klimaat bepalen, zijn:

- 1) de zon, waarvan de warmte afkomstig is;
- 2) de oceanen, die 70 procent van het aardoppervlak uitmaken en die een grote warmtecapaciteit hebben, herdistribueren met golfstromen de ontvangen zonnecapaciteit;
- 3) de dampkring, zo genoemd vanwege het hoge watergehalte, die infrarood-straling van het aardoppervlak als het ware terugkaatst en die aldus meehelpt om het merendeel van dat oppervlak op een temperatuur te houden die de levende wezens aangenaam is.

Ongeveer ook in deze volgorde spelen de processen van energietransport zich af. Het zichtbare zonlicht dringt relatief diep in de oceaan door, zodat een laag tot ongeveer 400 m diepte de warmte opneemt. Dit in tegenstelling tot het infrarood dat slechts enkele millimeters in water doordringt. Deze laatste energieopname leidt in eerste instantie tot verdamping, waarmee zogenaamde latente warmte naar de dampkring wordt overgebracht. Zoals gezegd: deze energie wordt daaruit ook weer gedeeltelijk teruggekaatst in de vorm van infraroodstraling, waarbij zich kennelijk een soort dynamisch evenwicht instelt. De bepaling van de positie van dit dynamische evenwicht is niet eenvoudig omdat de latente warmte zich ook naar hogere luchtlagen verplaatst. Deze processen zijn wel op grond van basisprincipes in de fysica te beschrijven, maar de wiskundige formuleringen zijn alleen weer te geven met zogenaamde (onoplosbare) niet-lineaire differentiaalvergelijkingen. Wat zich in de interactie wateroppervlak-atmosfeer afspeelt, kan slechts met rekenmodellen op de computer worden gesimuleerd. Maar intuïtief kan wel worden aangevoeld dat als de van de zon ontvangende energie verandert, dit ook de ligging van genoemd dynamisch evenwicht zal beïnvloeden. En op elke plaats op aarde op een andere wijze, omdat de condities bij de extremen equator en pool zeer verschillend zijn wat betreft ontvangen zonnestraling. Deze wisselt uiteraard met de seizoenen, maar recent onderzoek van De Jager⁷ wijst uit dat de uitwerking van fluctuerende energietoever van de zon ook verschillend uitwerkt op verschillende plaatsen op de aarde.

Hierdoor komt de ingewikkelde weermachine in werking met de zich in bepaalde klimaatzones bewegende hoge- en lagedrukgebieden waarvan we de uitwerking uiteindelijk als het 'weer' ervaren, gekarakteriseerd door temperatuur, neerslag, windkracht en -richting, bewolking en zonneschijn. En met name in de gematigde klimaatzones wisselt die uitwerking dagelijks, en over een berekend maand- en jaargemiddelde. Al deze voortdurend veranderende weerparameters worden thans nauwkeurig gemeten. Men kan wat dit betreft niet van onzekerheden spreken, zoals klimatologen frequent doen. De onzekerheid zit voornamelijk in de interpretatie van de getallen, waarbij het gaat om de vraag hoe de weerparameters hun waargenomen waarden berekenen en hun jaarlijks gemiddelde.

De cruciale vraag is momenteel welke invloed de atmosferische CO₂-concentratie nu eigenlijk uitoefent op dit complexe systeem. Een prealabele vraag is wellicht, waarom deze in de huidige atmosfeer zo laag is dat ze in 'part per million volume' (ppmv) moet worden uitgedrukt. Er zijn meer prealabele vragen. Het merendeel van het CO₂ op aarde is opgeslagen in de oceanen, in sedimenten en kalkgesteenten, en in de levende organismen. En welke invloed oefent de van de zon ontvangen energie nu uit op de uitwisseling van CO₂ in de atmosfeer met de fasen waarin het in overwegende mate verkeert? Het zijn heel nuchtere vragen waarop nog geen bevredigend antwoord is te geven. Er zijn wel speculatieve antwoorden geformuleerd met betrek-

Box B

De ontcijfering van het Maya-schrift: de Thompson-affaire

Ontcijfering van dode talen was reeds in de negentiende eeuw een belangrijk onderwerp van onderzoek. Na de spectaculaire decodering van de Egyptische hiërogliefen door J.F. Champollion (1790-1832) volgde die van het lineair B van de Myceense Grieken door M. Ventris (1922-1956).

In de negentiende eeuw kregen de complexe tekens van het Maya-schrift ook al aandacht. Belangrijk houvast daarbij was de identificatie (door E. Fürstemann, 1822-1906) van de kalenders van dit volk, dat kennelijk reeds over een grote astronomische kennis beschikte. Spoedig lukte het ook de hiërogliefen voor de windrichtingen, alsmede enkele cijfers, te decoderen (L. de Rosny; 1837-1914), maar veel verder kwam men niet. Er ontwikkelde zich een school (E. Seler, 1849-1922 en C. Thomas, 1825-1910) die de oplossing ging zoeken door veronderstelde fonetische verbanden te leggen. Er ontwikkelden zich zeer verschillende opvattingen over het symbolenschrift, hetgeen tot interessante disputen leidde, maar tot een doorbraak kwam het niet.

Totdat Eric Thompson (1898-1975) op het toneel verscheen, een Engelsman die lange tijd aan het Carnegie Institute in Washington was verbonden. De doorbraak ging echter in een verkeerde richting. Er waren tot 1952 ook al door anderen verkeerde oplossingen gegeven, maar Thompson lijkt zoveel autoriteit te hebben gehad dat zijn idee algemeen aanvaard werd. Opvallend is hoe onaangenaam hij collega's aanviel die zijn visie niet onderschreven.

Inmiddels had de Rus Y.V. Knorosov (geboren in 1922) zich achter het ijzeren gordijn over de tekens gebogen. Hij publiceerde in 1952 in een Russisch tijdschrift een eerste aanzet tot de ontcijfering die nu als de correcte wordt beschouwd. Toen Knorosovs ideeën het Westen bereikten, ging Thompson buitengewoon fel, *ad hominem*, in de aanval: "Heeft Knorosov enige wetenschappelijke betekenis? Het antwoord is duidelijk: nee. Dit is Marxistisch bedrog." De grote meester had gesproken en tot de dood van Thompson in 1975 kreeg Knorosov geen voet aan de grond. Toen daarna de ideeën van de laatste werden overgenomen, kwam de ontcijfering in een sneltreinvaart tot stand.

Volgens de analyse van M.C. Coe¹¹ heeft Thompson met zijn autoriteit en minachting voor anderen de ontcijfering zo'n vijftig jaar op achterstand gezet, en wellicht tegen beter weten in. In zelfoverschatting en gedreven door 'geloof' heeft hij pseudowetenschap bedreven en daarmee onvoorstelbaar veel Maya-onderzoekers in zijn ban weten te houden.



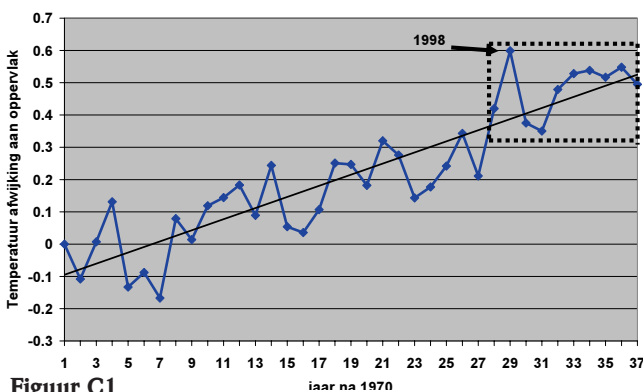
Bladzijde uit Codex Trio-Cartesianus, bewaard in Museo de las Americas in Madrid. (bron: Wikipedia)

Box C Goochelen met trendlijnen voor gemiddelde wereldwijde temperatuurverhoging

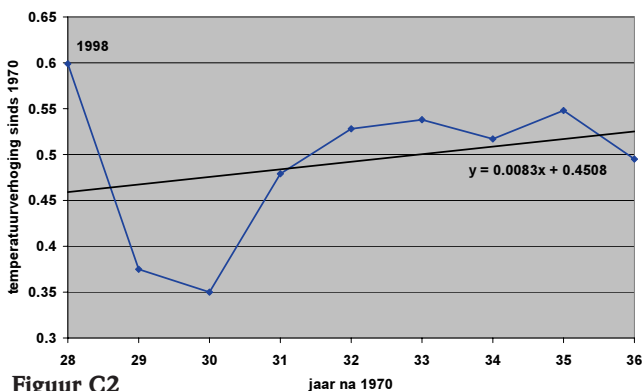
De sinds 1970 aan het aardoppervlak gemeten temperatuurwaarden vertonen een duidelijke stijgende trend. Zie Figuur C1. Sceptici wijzen er echter op dat sinds het jaar 1998 de temperatuur weer is gedaald en zich op een lager niveau lijkt te stabiliseren. Zie Figuur C2. De helling van de trendlijn is daarin meer dan gehalveerd van 0,0172 tot 0,0083 graden per jaar. De aanhangers van de veronderstelling dat de temperatuurverhoging doorzet, wijzen er echter op dat 1998 een exceptioneel jaar was en feitelijk buiten beschouwing zou moeten blijven. Zie Figuur C3, waarin dit punt is genegeerd. Bij deze benadering blijkt dat de helling van de trendlijn bijna verdubbeld is van 0,014 tot 0,023 graden per jaar.

Wie heeft het gelijk aan zijn kant?

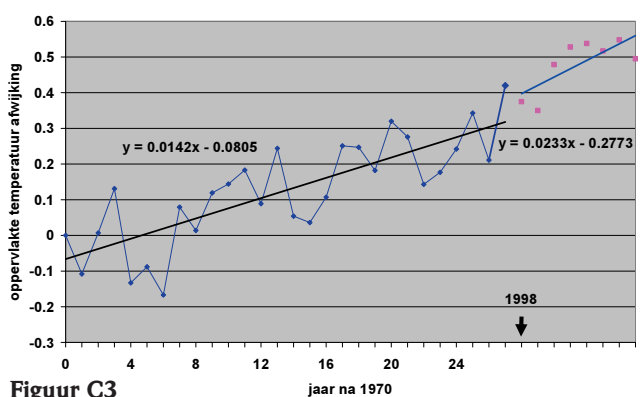
Het is in ieder geval duidelijk dat selectief gebruik van een enkel gegeven tot zeer uiteenlopende conclusies kan leiden.



Figuur C1



Figuur C2



Figuur C3

king tot de interactie tussen de dampkring en de bovenlaag van de oceanen. Men heeft ‘gerekend’ aan de CO₂-overdracht tussen beide fasen, op grond van de temperatuurafhankelijke partiële druk in beide, maar dit alsof beide in stilstand zijn. Met name de grote stormen, orkanen, die regelmatig in het equatoriale gebied ontstaan, roeren de bovenlaag van de oceanen tot 400 m diepte heftig om. Daarmede komt mogelijk CO₂ in pulsen uit het water vrij, dat vervolgens tot hoog in de dampkring opstijgt en zich verder over de aardbol wijd verspreidt en daar de warmte-uitstraling naar het heelal bevordert.

Een model zou bijvoorbeeld het volgende kunnen zijn: het is zeer aannemelijk dat een grote orkaan z'n ontstaan te danken heeft aan het bereiken van een (hoge) grenswaarde van de lokale watertemperatuur.⁸ Het is een *jumping to conclusions* dat het ontstaan van orkanen aan een versterkt broeikas-effect (CO₂) zou kunnen worden toegeschreven.⁹ Op grond van bovengenoemde overweging kan de warmte (geabsorbeerd via infrarood) in eerste instantie via verdamping wordt afgevoerd. Het ligt voor de hand om een (tijdelijk) verhoogde zeevatertemperatuur aan een toegenomen instraling van het zonlicht toe te schrijven. Het optreden van de storm herstelt dan het stralingsevenwicht van aarde + atmosfeer, door CO₂ in de hoge luchtlaag te brengen.

Blijft niettemin de vraag welk effect de humane CO₂-emissie via gebruik van fossiele brandstof heeft. Mogelijk zou zonder die emissie de gemiddelde temperatuur hoger zijn gestegen dan nu is waargenomen; waarbij de toegenomen zonne-activiteit de achterliggende oorzaak is.

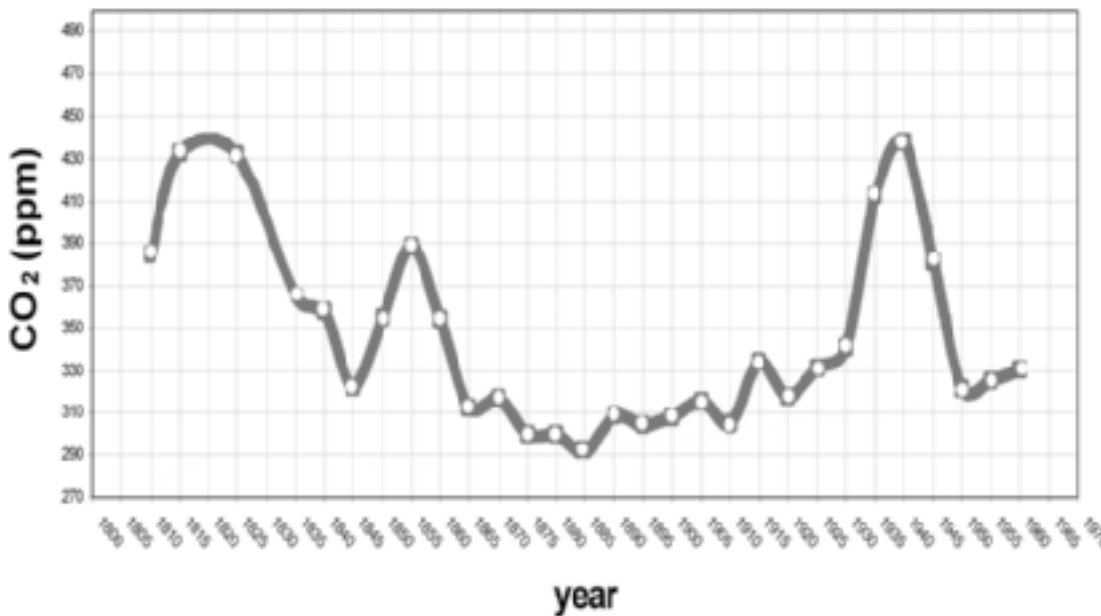
Een wetenschapsfilosofisch standpunt en regels voor good scientific practice

Bovengenoemde overwegingen vindt men niet terug in de beschouwing van de overtuigde CO₂-flogistonisten, die zich vastbijten in hun eigen overtuiging en deze met een opmerkelijke autoriteit menen te kunnen poneren.

Wetenschappelijke vergissingen op basis van autoriteit zijn wetenschapshistorisch goed gedocumenteerd.¹⁰ De grote Newton zette vijftig jaar onderzoekers op een verkeerd spoor met zijn theorie over de voortplanting van het geluid. De autoriteit Thompson¹¹ zette met zijn ontcijfering van de Mayataal ook ruim vijftig jaar andere onderzoekers op het verkeerde been (zie box B).

Zeer waarschijnlijk zijn we door de vroege propagandisten voor de CO₂-flogistontheorie ook al op het verkeerde been gezet. Niet zozeer met de theorie van Arrhenius, die tenminste het overwegen waard was, maar vanwege het literatuuronderzoek van Callendar en Keeling naar metingen van CO₂-concentraties in de atmosfeer in de negentiende en de twintigste eeuw, waaruit zij concludeerden dat de stijging in de laatste decennia zonder precedent was. E.G. Beck heeft deze oude literatuur opnieuw onderzocht¹² en concludeert dat er wel degelijk aanwijzingen zijn dat omstreeks 1820 en 1940 de CO₂-concentratie in de atmosfeer aanzienlijk hoger was dan tegenwoordig (zie Figuur 4). Waarom werd dit door Callendar en Keeling verzwegen? Zij selecteerden de gegevens op basis van een mate van betrouwbaarheid (die Beck betwist), maar belangrijker is dat zij alle waarnemingen die meer dan 10% afweken van het eeuwgemiddelde, hebben genegeerd. Geen wonder dus dat dan de huidige stijging als “zonder precedent” wordt aangemerkt.

Eveneens zeer twijfelachtig is de wijze waarop in IPCC-kring is gereageerd op de bevindingen van Mann *et al.*¹³ Zij kwamen tot de conclusie dat de huidige gemiddelde aardtemperatuur gedurende de afgelopen 1000 jaar zonder precedent zou zijn, waarbij het bestaan van de warme middeleeuwen



Figuur 4: CO₂-concentratie in de ²atmosfeer op het Noordelijk Halfrond volgens E.G. Beck.

werd ontkend. Manns resultaten zijn niet reproduceerbaar gebleken.

Opponenten van de CO₂-flogistontheorie menen veel meer voorbeelden te hebben gevonden van *data picking* en selectief gebruik van wetenschappelijke literatuurreferenties, onder andere op het terrein van afsmelten van gletsjers en ijskappen en zeespiegelstijging (zie de ISPM)¹⁴.

Het officiële SPM geeft een diagram weer waaruit volgens het ondertekend de temperatuurstijging tot 2005 kan worden gelezen. Er wordt echter in de grafiek een gemiddelde over een decennium weergegeven en dit loopt slechts tot 2000. Hierdoor wordt de stabilisatie van de temperatuur na 1998, dus betreffende de periode van de laatste acht jaar, gemaskeerd (zie box C).

Er is nog heel veel ruimte voor wetenschappelijke discussie. Maar geconstateerd moet worden dat zowel op wereldschaal als op nationaal niveau de CO₂-flogistonisten deze discussie met hun opponenten uit de weg gaan, met het argument dat de klimatologen het in meerderheid met elkaar eens zijn. En dat wordt prominent gemanifesteerd. Men neemt in de kring

van de CO₂-flogistonisten eenvoudigweg geen notitie van de tegenwerpingen die in de ISPM worden gemaakt, alsof de auteurs daarvan zonderling zouden zijn.

Ter afsluiting het volgende. Het is beslist niet ondenkbaar dat de overmatige productie van CO₂ door toenemend gebruik van fossiele brandstof de samenstelling van de atmosfeer beïnvloedt en daarmee het klimaat mede bepaalt. Er zijn echter de nodige tegenwerpingen te maken wat betreft de invloed van CO₂ op het klimaat, tegenwerpingen die in de IPCC-documenten worden genegeerd, maar die zeker niet (kunnen) worden ontzenuwd. Voor de opvatting van fervente wetenschappelijke opponenten van het IPCC zie men de film "The Great Global Warming Swindle"¹⁵.

Er blijven twijfels bestaan, die in de IPCC-rapporten helaas worden genegeerd. Daarbij is de richting van klimaatverandering verre van duidelijk. We kunnen waarschijnlijk een tweede Kleine IJstijd rond het midden van deze eeuw tegemoet zien. Maar het IPCC-circuit lijkt in een soort overwinningroes te verkeren, ervan uitgaand dat de opwarming is bewezen. Deze euforie wordt mogelijk door een koude douche gevolgd.

Noten

- ¹⁾ A.Rörsch, "Johan Tobias Lowitz", *Chemisch Weekblad*, 53 (1957), 17: 92.
- ²⁾ Voor kritiek op het gebruik van modellen in de klimatologie zie men M. Crok, "Mist in kristallen bol", *NatuurWetenschap & Techniek*, maart 2007: 2331.
- ³⁾ R. Essenhigh, "Prediction of the Standard Atmosphere Profiles of Temperature, Pressure, and Density with Height for the Lower Atmosphere by Solution of the (S-S) Integral Equations of Transfer and Evaluation of the Potential for Profile Perturbation by Combustion Emissions", *Energy & Fuels*, 2006, 20: 1057-1067.
- ⁴⁾ <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/> (januari 2007)
- ⁵⁾ H. Svensmark, J.O.P. Pedersen, N.D. Marsh, M.B. Enghoff and U.I. Uggerhoj, "Experimental evidence for the role of ions in particle nucleation under atmospheric conditions", *Proc. R. Soc.*, A, doi, 1098/rspa October 2006, 1773.
- ⁶⁾ Anders dan in de brochure *De Staat van het klimaat 2006, nader verklaard* (redactie R. van Dorland & B. Jansen, uitgave PCCC).

- ⁷⁾ C. De Jager, "Solar Forcing of Climate, 1: Solar Variability", *Space Science Reviews*, (2005) 120: 197-241 DOI: 10.1007/s11214-005-7046-5 C _ Springer 2005. Helaas niet genoemd in voorgaande brochure.
- ⁸⁾ K. Emanuel, *Orkanen* (NWT wetenschappelijke bibliotheek, 2006).
- ⁹⁾ Zoals in een brochure van het Nederlandse Platform Climate Change Communication, *De staat van het klimaat 2006, nader verklaard*. Dit is een verzameling constateringingen zonder nadere uitleg en zonder bronvermeldingen.
- ¹⁰⁾ H. Hellman, *Great Feuds in Science* (John Wiley, 1998).
- ¹¹⁾ M.D. Coe, *Breaking the Maya Code* (Thames and Hudson, 1992).
- ¹²⁾ E.G. Beck, "180 years accurate CO₂ analysis in air by chemical methods", *Energy & Environment*, 18 (2007), 2: 259-282.
- ¹³⁾ Mijnerzijds wordt geen verwijzing gegeven omdat de betreffende publicatie uit het oogpunt van *good scientific practice* voor afwijzing in aanmerking komt.
- ¹⁴⁾ www.independentSPMfinal.pdf
- ¹⁵⁾ <http://www.youtube.com/watch?v=PGWr1hclp2U>