

Klimaatverandering: legende of werkelijkheid?

Over de duurste controverse in de geschiedenis van de wetenschap

Dick Thoenes
April 2009

Inhoud

1. Weer en klimaat
2. Meting van temperaturen
3. Het natuurlijke broeikaseffect
4. Mogelijke menselijke invloeden op het klimaat
5. Een splitsing van de geesten
6. Klimaatverandering als officieel standpunt
7. Het broeikasgeloof
8. Kritiek op de AGW-theorie en de klimaatpolitiek
9. Nieuwere inzichten in klimaatverandering
10. Conclusies

VOORWOORD

“Het klimaat” is een belangrijk maatschappelijk probleem geworden. Er wordt veel over gesproken en er wordt, vooral op overheidsniveau, verbazend veel geld aan uitgegeven. Maar wat weten wij, burgers en belastingbetalers, eigenlijk van het klimaat?

In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de wetenschappelijke achtergronden van de mechanismen die ons klimaat bepalen. Dit blijkt minder eenvoudig te zijn dan veel mensen denken. Het klimaat is een buitengewoon ingewikkeld systeem dat wij nooit volledig zullen kunnen doorgronden. Er bestaat een samenspel van natuurlijke processen die door de miljoenen jaren heen hebben gezorgd voor een leefbaar klimaat op onze planeet. Er deden zich af en toe warmere en koudere perioden voor, maar over langere termijn bleef het klimaat redelijk stabiel. In de eerste helft van de 20^e eeuw heeft het klimaat zich hersteld van een koudere periode die enkele eeuwen heeft geduurd, de “Kleine IJstijd”. In de afgelopen halve eeuw zijn de temperaturen een klein beetje op en neer gegaan.

Nu wordt door velen gevreesd dat het klimaat verstoord wordt door acties van de mens, met name door het verstoken van grote hoeveelheden fossiele brandstoffen. Maar zijn er echt aanwijzingen dat het op de aarde warmer wordt? Op het eerste gezicht leek dit het geval te zijn, maar dit wordt door recente metingen niet bevestigd. De overheden in Europa hebben gekozen voor een politiek die gebaseerd is op de theorie van “door de mens veroorzaakte wereldwijde opwarming” (“anthropogenic global warming”, AGW). Recent onderzoek toont echter aan dat deze theorie niet juist is. Maar dat wordt niet algemeen erkend. Er is een grote controverse in de wetenschap ontstaan, maar daar heeft de politiek een grote rol in gespeeld. En er heeft inmiddels een belangrijke legendevorming plaatsgevonden, waarvan hier de geschiedenis kort wordt beschreven.

Dit artikel geeft enige achtergronden van de verschijnselen die het klimaat bepalen. Het is geen wetenschappelijk betoog, maar het is wel gebaseerd op recente wetenschappelijke publicaties. Het is geschreven voor de geïnteresseerde leek, voor mensen die wat meer willen weten over deze ingewikkelde problematiek.

Aan het eind is een literatuurlijst toegevoegd voor hen die verder willen lezen. Deze betreffen voor een deel populair-wetenschappelijke artikelen, waarin verder verwezen wordt naar wetenschappelijke literatuur. Literatuurverwijzingen in de tekst zijn ingevoegd tussen []. Verder is ook een aantal grafieken opgenomen die ik vond in de literatuur. Ze dienen ter illustratie en maken geen deel uit van het betoog. Wel wordt er in de tekst naar deze grafieken verwezen.

1. Weer en klimaat

We ervaren allen dagelijks “het weer” als iets erg belangrijks. We vinden het weer mooi of lelijk, goed of slecht, we hebben er altijd een mening over. Het weer kan in belangrijke mate onze stemming beïnvloeden en het is ook een van de meest voorkomende gespreksonderwerpen. De meesten van ons kijken of luisteren dagelijks naar het weerbericht. Voor veel van onze activiteiten zijn wij van het weer afhankelijk. Dit geldt vooral voor het werk van boeren op het land, maar ook voor allerlei vormen van sport en spel. Vooral in het winterseizoen kunnen weersomstandigheden van grote invloed zijn op het wegverkeer. Voor de scheepvaart en luchtvaart is het weer altijd van belang.

Het is niet zo eenvoudig om te omschrijven wat het begrip “weer” eigenlijk inhoudt. Het is op zijn minst een combinatie van omstandigheden zoals temperatuur, zonnestraling, vochtigheid, neerslag, windsnelheid en bewolgingsgraad. De neerslag kan nog allerlei vormen hebben, bijvoorbeeld regen, mist, sneeuw, ijzel, hagel, dauw of rijp. Het weer kan wisselvallig van karakter zijn of juist stabiel. Het weer kan zeer geleidelijk veranderen of juist heel plotseling omslaan. Verder kennen wij de verschillende seizoenen met hun sterk verschillende weertypen. En we beseffen natuurlijk dat er over de gehele wereld gelijktijdig enorm veel verschillende soorten weer voorkomen.

Wanneer wij over verschillende weertypen praten in verschillende landen of landstrekken, gebruiken we het woord “klimaat”. Van Dale (13^e druk, 1999) geeft als betekenis van *klimaat* “de gemiddelde of samengestelde natuurlijke gesteldheid van de lucht en het weer in een landstreek, met name de gemiddelde temperatuur en regenval”. We zouden aan deze definitie natuurlijk nog andere kenmerken van het weer, zoals hierboven genoemd, kunnen toevoegen. Belangrijk in deze definitie is dat het klimaat hier steeds een *lokale* betekenis heeft, het slaat op een *landstreek*. We kunnen bijvoorbeeld zeggen dat het Nederlandse klimaat gematigd maar wisselvallig is en dat er ook landen zijn met een meer stabiel maar een meer extreem klimaat. We onderscheiden nog verschillende soorten klimaat, bijvoorbeeld zeeklimaat, landklimaat, poolklimaat, tropisch klimaat, woestijnklimaat of alpine klimaat. We kunnen in de wereld vele tientallen, wellicht honderden gebieden onderscheiden met verschillende klimaten.

Daarnaast wordt “klimaat” tegenwoordig ook nog in een andere betekenis gebruikt, die niet vermeld wordt in de 13^e druk van Van Dale, namelijk het klimaat van de gehele aarde. Daarmee wordt een soort gemiddeld *wereldklimaat* bedoeld. Dat is geen eenvoudig begrip. Om dit klimaat te beschrijven, moet je alle weercondities over de gehele wereld middelen over dag en nacht en over het gehele jaar. Zo'n gemiddeld klimaat is een abstractie, want het komt nergens op aarde voor. Het belangrijkste kenmerk van een klimaat is de over het jaar gemiddelde temperatuur. Men vindt zo bijvoorbeeld een gemiddelde temperatuur van het hele aardoppervlak van ongeveer +15°C (graad Celsius). Ondertussen variëren plaatselijke temperaturen van +50°C (in Arabië, overdag, in de zomer) tot -70°C (in Antarctica, in de poolwinter). Niettemin is een gemiddeld “wereldklimaat” een bruikbaar rekenkundig begrip.

We gebruiken het woord “klimaat” in deze betekenis om bijvoorbeeld de gemiddelde weertoestanden te beschrijven in het verre verleden, duizenden, miljoenen of zelfs miljarden jaren geleden. In vroegere geologische tijdperken kwamen uiteenlopende klimaten voor. We kunnen echter ook vaststellen dat onze planeet Aarde in de loop van de laatste drie miljard jaar een betrekkelijk stabiel klimaat heeft gekend. De gemiddelde temperatuur bewoog zich in die tijd binnen plus of min 10 °C ten opzichte van het gemiddelde, maar het bleef op de lange termijn ongeveer gelijk. In die zelfde tijd is de intensiteit van de zonnestraling met 30% toegenomen (deze blijft ook nu nog toenemen). Deze toename van 30% zou een blijvende temperatuurverhoging van 20 °C hebben kunnen veroorzaken. Dat is echter niet gebeurd. Ook is de temperatuur in al die tijd nooit uit de hand gelopen. De aarde is nooit helemaal bevroren geweest en nooit zo warm geworden dat leven niet langer mogelijk was. We weten nu dat dit komt door de aanwezigheid van grote hoeveelheden water, een typisch kenmerk van onze planeet [Lovelock, 1979].

Laten we wat minder ver teruggaan in de tijd, naar een tijdperk ongeveer 250 miljoen jaar geleden, genaamd het Perm. Toen heerste er op de gehele aarde een guur klimaat met grote

ijskappen op de polen. In het daaropvolgende Trias was het klimaat veel warmer en droger dan het huidige. In de volgende tijdperken Jura en Krijt heerste er een tropisch klimaat over de hele aarde en lagen er nergens ijskappen. Er ontwikkelden zich reusachtige planten en grote reptielen. Ongeveer 50 miljoen jaren geleden werd het weer koeler. In de laatste miljoen jaren zijn er verschillende ijstijden geweest. We bevinden ons nu in een relatief warme periode tussen twee ijstijden in. Over 10.000 jaar zal er een volgende ijstijd heersen. Dan zal bijvoorbeeld heel Scandinavië weer door een dikke ijslaag bedekt zijn. Deze klimaatveranderingen worden veroorzaakt door regelmatige doch zeer langzame veranderingen in de baan en de beweging van de aarde [Kroonenberg, 2006].

We horen tegenwoordig dikwijls het begrip *klimaatverandering*, maar dat kan ook weer in twee verschillende betekenissen worden gebruikt. Veel lokale klimaten veranderen voortdurend een beetje. Wij hebben in Nederland veel strenge winters gehad in de jaren '40, ook enkele in de jaren '60 en '80. In West Europa is er de laatste 20 jaar echter sprake van een zekere opwarming van het klimaat, met minder koude winters, maar eigenlijk niet met duidelijk warmere zomers. We moeten daarbij bedenken dat West Europa niet meer dan 1% van het aardoppervlak inneemt en dat er vele andere gebieden op aarde zijn waar het in die tijd ook warmer of juist kouder is geworden. Zulke plaatselijke klimaatveranderingen, die enkele tientallen of honderden jaren kunnen duren, hebben zich altijd en overal voorgedaan.

Wanneer er tegenwoordig over klimaatverandering wordt gesproken, dan wordt meestal een verandering van het gemiddelde *wereldklimaat* bedoeld. Zulke veranderingen hebben zich ook in de meer recente geschiedenis regelmatig voorgedaan. Uit allerlei onderzoek is gebleken dat het bijvoorbeeld in de Romeinse tijd en in de Middeleeuwen beduidend warmer was dan nu. Er was in de Middeleeuwen wijnbouw in Engeland en landbouw op Groenland. In de vijftiende eeuw begon de wereld merkbaar af te koelen, met een minimum in de tweede helft van de zeventiende eeuw. We worden daaraan herinnerd door prachtige schilderijen met wintertaferelen, zoals die van Hendrik Avercamp. Ook in andere landen was het koud; er zijn Engelse schilderijen van kermissen op de bevroren Thames. Uit meer recent onderzoek is gebleken dat het over de hele wereld in die tijd merkbaar kouder was dan nu. We spreken in dit verband van "De Kleine IJstijd". In de loop van de negentiende eeuw begon de wereld weer een beetje op te warmen. Deze opwarming heeft zich voortgezet tot omstreeks 1940. Daarna is er sprake van wisselende wereldtemperaturen (zie figuren 1 t/m 5, achteraan). Of de gemiddelde temperatuur van de aarde op dit moment stijgend of dalend is, is niet met zekerheid vast te stellen. We moeten beseffen dat de recente lokale temperatuurstijging in West Europa en een eventuele opwarming van de gehele aarde los van elkaar staande verschijnselen zijn. We komen hier later op terug. Laten we eerst enige achtergronden bekijken.

2. Meting van temperaturen.

Het meten van temperaturen is een vak apart. Wanneer het KNMI zegt dat het morgen bijvoorbeeld 20 graden wordt, dan slaat dit op de gemiddelde temperatuur *van de lucht*, dichtbij de grond. Deze wordt gemeten op 1,5 meter hoogte, in de schaduw, in de wind, ver van gebouwen. Een goede manier om als amateur de temperatuur van de lucht te meten is om een thermometer op te hangen aan een boomtak, in de schaduw en in de wind. Thermometers die tegen een muur hangen meten een temperatuur die in ligt tussen de temperatuur van de muur en die van de lucht. Wanneer de zon daarop schijnt, of wanneer die eerder op die muur geschenen heeft, meten we een temperatuur die enkele of zelfs vele graden hoger kan liggen. Muren kunnen in de zon aardig opwarmen. Als de thermometer tegen een muur op het noorden hangt, kan die bij helder weer juist weer enkele graden lager aanwijzen dan de temperatuur van de lucht. Zoals je ook vorst aan de grond kunt hebben terwijl de lucht een temperatuur heeft van iets boven het vriespunt. Dat komt doordat vaste voorwerpen warmte uitstralen naar de hemel, vooral wanneer die onbewolkt is, en daarbij kunnen afkoelen tot een temperatuur onder die van de lucht. Dat gebeurt ook overdag. Dit verschijnsel speelt een belangrijke rol in ons klimaat, zoals we verderop zullen zien.

Wanneer wij veranderingen van het wereldklimaat nauwkeurig willen onderzoeken, moeten we gemiddelde temperaturen en gemiddelde temperatuurveranderingen *over de hele wereld* bepalen. Dit is geen eenvoudige zaak. Er zijn over de wereld verspreid ongeveer 2000 officiële weerstations, die de temperatuur van de lucht zorgvuldig registreren (vroeger waren het er 5000). Door de gemeten temperatuurgegevens te verzamelen en te middelen, hopen we een gemiddelde temperatuur van de hele aardatmosfeer te bepalen. Een probleem is, dat al die weerstations erg ongelijkmatig over het aardoppervlak zijn verdeeld. Daarom gebruikt men de volgende methode: het aardoppervlak wordt verdeeld in een groot aantal vakken (van 5 bij 5 graden) en van elk vak wordt de gemiddelde temperatuur bepaald uit de metingen van de weerstations in dat vak. De gemiddelde temperatuur van de vakken met veel weerstations is natuurlijk nauwkeuriger dan die van vakken met slechts één weerstation. Er zijn echter ook vakken waarin zich geen enkel weerstation bevindt. Hiervoor wordt dan een temperatuur geschat door middeling van de temperaturen van de omliggende vakken. Vervolgens wordt dan het gemiddelde van alle vakken bepaald. In dit gemiddelde ligt een zekere onnauwkeurigheid besloten, vanwege de minder nauwkeurige gegevens over vakken met weinig of geen weerstations. En dat zijn er helaas een heleboel. Bedenk verder dat slechts 30% van het aardoppervlak uit land bestaat en dat in de oceanen geen weerstations zijn. Daar is men aangewezen op metingen op schepen, maar die meten niet op vaste plaatsen en zijn natuurlijk op grote stukken van de wereldzeeën vrij dun gezaaid.

Maar er is nog andere een reden dat de zo gemeten gemiddelde wereldtemperaturen onnauwkeurig zijn. Dat komt doordat niet in alle weerstations de metingen op een correcte manier worden uitgevoerd. Soms staan weerstations te dicht bij een bebouwde kom (steden produceren namelijk altijd warmte) en soms staan thermometers boven zand, of boven een stenen- of asfaltoppervlak (in plaats van boven gras). Al deze factoren veroorzaken *te hoge* gemeten temperaturen. Als deze effecten in de loop van de jaren zijn toegenomen, registreren ze ook een te hoge temperatuur*stijging*. Dit laatste kan worden veroorzaakt door de groei van de bebouwde kom van steden, waardoor weerstations die vroeger op het platteland lagen nu in een stedelijke agglomeratie liggen. Een andere reden is dat in de laatste tientallen jaren meer dan de helft van de weerstations over de hele wereld is gesloten vanwege bezuinigingen, vooral in afgelegen gebieden, waar de temperaturen altijd iets lager zijn dan in de dichter bevolkte delen van de wereld [Gray, 2000]. Ook hierdoor wordt een stijging veroorzaakt van de berekende gemiddelde temperaturen.

Er worden ook metingen gedaan vanuit weerballonnen en vanuit satellieten. Die hebben beide het voordeel dat ze geen last hebben van aardse verstoringen en dat ze een groter oppervlak bestrijken. De satellietmetingen hebben bovendien nog het voordeel dat ze de gehele aarde omspannen. Dit maakt het berekende gemiddelde betrouwbaarder. De temperatuurmeting vanuit satellieten is echter gebaseerd op een indirecte methode (via spectroscopie), waardoor een extra ijking nodig is. Niettemin wordt deze methode als de nauwkeurigste beschouwd. Toch wordt in bepaalde kringen vastgehouden aan de resultaten van grondmetingen.

Er zijn in de loop der tijd grote hoeveelheden statistisch materiaal over temperatuurmetingen gepubliceerd. Tot het midden van de jaren '70 waren de cijfers grotendeels gebaseerd op grondmetingen. Het bleek dat er een stijging van ongeveer 0,5 à 0,6°C van de gemiddelde wereldtemperatuur had plaatsgevonden tussen 1900 en 1940 (zie figuur 2). Daarna was de temperatuur ongeveer 0,2°C gedaald tot 1975. Vanaf 1979 kwamen satellietmetingen beschikbaar, die als betrouwbaarder werden beschouwd. Van 1979-1998 steeg de temperatuur volgens satellietmetingen weer met ongeveer 0,3 à 0,4°C. De netto stijging van 1900-2000 bedroeg dus ongeveer 0,6°C. Na 1998 is de temperatuur niet meer gestegen (zie figuren 3 en 5). Hierbij dient te worden opgemerkt dat over een korte termijn van enkele jaren onmogelijk een duidelijke trend kan worden vastgesteld. Dat komt omdat de gemiddelde temperatuur van jaar tot jaar merkbaar op en neer gaat, soms wel enkele tienden van een graad (zie figuren 3 en 5). En omdat de gemiddelde temperatuur per tien jaar met niet meer dan ongeveer 0,1°C verandert, moeten we wel 20-30 jaar wachten voor we een stijging of daling werkelijk goed kunnen waarnemen.

Het is overigens interessant dat uit de satellietmetingen is gebleken dat de temperatuurstijging van 1979-1998 zich alleen heeft voorgedaan op het noordelijk halfrond. Op het zuidelijk halfrond zijn de gemiddelde temperaturen constant gebleven. Dat betekent dus, dat de gemiddelde temperatuurstijging op het noordelijk halfrond tweemaal zo groot was als blijkt uit figuur 3 [Rörsch et al. 2005], [Singer, 2009]. Hieruit blijkt ook dat de gemeten opwarming niet *wereldwijd* was.

Onlangs is veel te doen geweest over gemeten temperatuurstijging op Antarctica. Dat betrof slechts incidentele metingen op het Antarctisch schiereiland. De gemiddelde temperatuur van geheel Antarctica is in de afgelopen 30 jaar echter voortdurend gedaald [Crok, 2008].

3. Het natuurlijke “broeikaseffect”.

Onze aarde heeft een atmosfeer die bestaat uit lucht en dat is een mengsel van zuurstof (21%), stikstof (ongeveer 78%), argon (1%). Bovendien bevat lucht nog waterdamp (variërend van 0-2%). De zon die op de aarde schijnt, maakt het oppervlak warmer en dit oppervlak verwarmt de lucht. De wind verspreidt de opgewarmde lucht over het aardoppervlak.

Als de aarde wel een atmosfeer zou hebben maar geen water, zouden de klimaten op aarde heel anders zijn dan nu. Het zou 's zomers veel warmer zijn en 's winters veel kouder. De aanwezigheid van water maakt onze planeet bewoonbaar. Door het grote oppervlak van de oceanen (70% van het aardoppervlak) en de grote warmtecapaciteit van water wordt er in de zeeën zeer veel zonnearmte opgeslagen. De oceaanstromingen verspreiden deze warmte over de hele aarde. Ook wanneer het langdurig koud wordt, bevriezen de oceanen niet. Door de richting van de Golfstroom heeft bijvoorbeeld West Europa een gematigd klimaat.

Verder verdampt er voortdurend water onder invloed van zonnearmte. Dit gebeurt op open water en ook op plaatsen waar de aarde vochtig is, zoals in Nederland op de meeste plaatsen gewoonlijk het geval is. De waterdamp stijgt op en condenseert op grote hoogte waarbij warmte vrijkomt. Daarbij vormen zich wolken die een deel van het zonlicht tegenhouden (gemiddeld over de hele wereld ongeveer 50-60%). Uiteindelijk vloeien de waterdruppeltjes waaruit de wolken bestaan samen en vormen zich grotere druppels die als regen (soms als hagel of sneeuw) naar beneden vallen. De wolken op grotere hoogten bestaan uit ijsdeeltjes. Wolken hebben nog een belangrijk effect: ze houden een deel van de zonnearmte tegen en kaatsen die terug naar het heelal. Meer wolken betekent minder zonnearmte die het aardoppervlak bereikt. Zo werkt het hele systeem als een soort thermostaat: meer zonnearmte, meer verdamping, meer wolken, minder zonnearmte, enzovoort [Rörsch et al, 2005].

De verdamping en condensatie van water is één van de mechanismen die zorgen voor transport van warmte van het aardoppervlak naar hogere luchtlagen.

Maar er zijn nog twee andere mechanismen van belang. Het aardoppervlak verliest een belangrijk deel van de ingestraalde zonnearmte door directe overdracht naar de lucht. De opgewarmde lucht stijgt op en verwarmt hogere luchtlagen. In de derde plaats verliest het aardoppervlak warmte door straling in opwaartse richting. Deze warmtestraling, die in principe dwars door de lucht heen gaat, wordt toch voor een belangrijk deel onderschept (geabsorbeerd) en wel door de in de lucht aanwezige waterdamp en verder door wolken. Zuurstof en stikstof kunnen geen warmtestraling absorberen, maar waterdamp wel. Ook kooldioxide (CO₂), dat in sporen in de lucht aanwezig is (0,04%), absorbeert warmtestraling.

Door deze drie mechanismen: verdamping en condensatie, overdracht en opstijging van warme lucht en straling gevolgd door absorptie, wordt de lucht op grotere hoogte warmer. Zodoende wordt een deel van de zonnearmte tijdelijk vastgehouden, zodat het aardoppervlak ook weer warmer kan worden. Daardoor nemen verdamping, warmteoverdracht en straling weer toe, tot er een evenwichtstemperatuur bereikt wordt (zie verder hoofdstuk 9a).

Oorspronkelijk werd door veel onderzoekers vooral de nadruk gelegd op het verschijnsel warmtestraling gevolgd door absorptie. Men sprak in dit verband van een “broeikaseffect”, omdat het verschijnsel een beetje aan een broeikas doet denken. Er is echter een groot verschil, want een echte broeikas is van boven en aan de zijkant afgesloten, zodat hier geen

warmtetransport door opstijgende lucht of waterdamp plaatsvindt. Daardoor kan het in een echte broeikas veel warmer worden.

Het zijn overigens niet alleen waterdamp en CO₂ die warmte absorberen. Ook andere gasvormige verbindingen die als sporen in de lucht voorkomen, zoals methaan (omstreeks 0,0001 %) en stikstofoxiden (nog weer veel minder) absorberen warmte en dragen daardoor bij aan het broeikas effect. Als er geen waterdamp en kooldioxide zouden zijn, zou de gemiddelde luchttemperatuur op aarde ongeveer -18 °C zijn, in plaats van +15 °C. Het verschil van ongeveer 33°C noemt men het “natuurlijke broeikas effect”. Het grootste deel van dit broeikas effect wordt veroorzaakt door waterdamp. Hierdoor is de aarde bewoonbaar. Welk deel wordt veroorzaakt door CO₂ is niet met zekerheid bekend. Volgens de berekeningen van Barrett (zie figuur 7) zou het 7 °C zijn. Volgens anderen slechts 2,5 °C (dit volgt uit een mondelinge mededeling van E. Källén, IVA's Klimatseminarium, Stockholm, 16-1-2009), dat CO₂ verantwoordelijk is voor 5% van het broeikas effect, uitgedrukt in W/m²).

Andere mechanismen voor warmtetransport, zoals warmteoverdracht en verdamping plus condensatie van water, zorgen overigens voor de grootste bijdrage aan de opwarming van de atmosfeer. De term “broeikas effect” is dus eigenlijk verkeerd gekozen.

Het is belangrijk om hieraan toe te voegen dat de lucht, die waterdamp en kooldioxide bevat, de opgenomen warmte door straling weer doorgeeft naar hogere luchtlagen en uiteindelijk naar het heelal. Zo wordt alle ingestraalde zonne-energie uiteindelijk toch weer uitgestraald. Hier kom ik op terug in hoofdstuk 9a.

De intensiteit van de zonnewarmte wordt voor een belangrijk deel bepaald door de afstand van de aarde tot de zon. Deze heeft voor ons net een geschikte waarde, waardoor de aarde de enige planeet in het zonnestelsel is met een klimaat waarbij plantaardig en dierlijk leven op grote schaal mogelijk is.

Zoals gezegd speelt de aanwezigheid van water hierbij een essentiële rol. Water heeft in dit verband dus drie belangrijke effecten:

- Vloeibaar water werkt als een grote warmtebuffer (wat temperatuurverschillen tussen dag en nacht beperkt, evenals temperatuurverschillen tussen zomer en winter).
- Door verdamping en wolkenvorming heeft water een thermostaatwerking (waardoor temperatuurwisselingen worden beperkt).
- Waterdamp veroorzaakt het grootste deel van het zogenaamde broeikas effect. (waardoor er op de aarde gemiddeld een aangename temperatuur heerst).

4. Mogelijke menselijke invloeden op het klimaat

Het inwonertal van de gehele aarde moet in het begin van onze jaartelling ongeveer 100 miljoen zijn geweest. Het was in 1800 toegenomen tot 1 miljard, in 1900 tot 2 miljard en in 2000 tot ruim 6 miljard. Tot ongeveer 1800 had de mensheid nog maar een klein deel van het aardoppervlak in gebruik genomen. In de loop van de 19^e eeuw zijn allerlei landen “ontdekt” en bevolkt. In de 20^e eeuw, waarin de bevolking toenam van 2 tot 6 miljard, heeft de mensheid het grootste deel van het aardoppervlak in bezit genomen.

Dit heeft allerlei consequenties gehad. De meest opvallende is de verandering in het gebruik van het aardoppervlak. Waar oorspronkelijk een groot deel van het aardoppervlak bedekt was met oerwouden en woeste gronden, is nu een belangrijk deel van de grond in gebruik genomen voor landbouw, veeteelt en bosbouw¹. En niet te vergeten, voor bewoning. In dichtbevolkte landen zoals Nederland wordt een aanzienlijk deel van het land gebruikt voor stedelijke bebouwing. Deze veranderingen van het bodemgebruik hebben zeker invloed gehad op plaatselijke klimaten, omdat ze de bovengenoemde mechanismen voor warmtetransport beïnvloeden.

Een tweede opvallende verandering is het toegenomen verbruik van brandstoffen.

¹ Overigens is er nog steeds 75% van de oorspronkelijke bebouwing over.

De mens heeft altijd brandstoffen gebruikt voor de bereiding van warm eten en voor de verwarming van woningen. Behalve dat het verbruik is gestegen met de toegenomen bevolking, zijn er in de loop van de twintigste eeuw nog allerlei brandstofverbruikende activiteiten bijgekomen, met name de industrie en het verkeer, die bijzonder sterk zijn gegroeid. Ook het gebruik van brandstofsoorten is veranderd. Vroeger waren hout en turf de belangrijkste brandstoffen, later werden dat steenkool, aardolie en aardgas. Verder kwamen daar waterkracht en kernenergie bij. Voor veel toepassingen wordt met behulp van brandstoffen, waterkracht of kernenergie eerst elektriciteit opgewekt die gemakkelijk kan worden gedistribueerd en vervolgens toegepast in woningen, in de industrie en in het verkeer (trams en treinen). Door de enorme verhoging van de levensstandaard in de westerse en sommige Aziatische landen is het energieverbruik vooral sinds ongeveer 1950 buitengewoon sterk gestegen en deze stijging zal zeker nog geruime tijd doorgaan.

Deze grootschalige verbranding van "fossiele brandstoffen" (steenkool, aardolie en aardgas) heeft twee belangrijke gevolgen gehad. Door grote industriecomplexen zoals olieraffinaderijen en door grote steden wordt zoveel warmte geproduceerd, dat de lucht in de directe omgeving daar merkbaar warmer is dan op het platte land. Een deel van de bij industrie vrijkomende warmte wordt in zogenaamde koeltorens omgezet in waterdamp, die wij als enorme witte stoomwolken zien opstijgen (foto's daarvan worden graag gebruikt om zogenaamde "luchtverontreiniging" zichtbaar te maken; deze "verontreiniging" is dus in werkelijkheid gewoon zuiver water).

In de tweede plaats komen er bij die verbranding van fossiele brandstoffen grote hoeveelheden kooldioxide (CO_2) en waterdamp (H_2O) vrij die zich met de atmosfeer vermengen. Al die waterdamp die vrijkomt uit koeltorens en schoorstenen vermengt zich met de waterdamp van natuurlijke oorsprong en komt uiteindelijk weer als regen naar beneden. De kooldioxide vermengt zich met de natuurlijke kooldioxide die door de natuur wordt geproduceerd (wat veel meer is) en komt uiteindelijk grotendeels (98%) terecht in de planten die de aarde bedekken (en die immers leven van CO_2) en in de oceanen. Omstreeks 2% van het in totaal geproduceerde CO_2 wordt niet geabsorbeerd en hoopt zich op in de atmosfeer (zie verder hoofdstuk 9c). In de loop van de twintigste eeuw ontdekte men dat het CO_2 -gehalte van de atmosfeer aanmerkelijk was gestegen, namelijk van ongeveer 0,027% in 1900 tot 0,037% in 2000. Het lag voor de hand te vermoeden dat dit het gevolg was van het toegenomen brandstofverbruik. Een snelle berekening leerde overigens dat de hoeveelheid CO_2 die er in de atmosfeer was bijgekomen nog niet eens de helft was van wat er in die tijd door de mens door verbranding in de lucht was gebracht. Blijkbaar was meer dan de helft van de menselijke CO_2 -uitstoot al door de natuur opgenomen (zie verder hoofdstuk 9c).

Het lag voor de hand om een verband te leggen tussen de stijging van de gemiddelde temperatuur van de aarde en de toename van het CO_2 -gehalte van de atmosfeer. In 1896 had de Zweedse fysicus Svante Arrhenius de theorie verkondigd dat CO_2 , evenals waterdamp, bijdraagt aan het "broeikaseffect" en dat een verdubbeling van het CO_2 -gehalte van de atmosfeer wel eens tot een temperatuurstijging van 5 °C zou kunnen leiden. Hij had deze theorie ontwikkeld om de ijstijden te verklaren. De theorie was echter nooit experimenteel bevestigd. Tijdgenoten van Arrhenius, zoals Ångström, hebben zijn theorie in 1899 al weerlegd. Verder bleek uit later onderzoek dat bij het aflopen van de ijstijden eerst de temperatuur omhoog was gegaan en pas daarna het CO_2 -gehalte van de atmosfeer. Dat betekende dat CO_2 niet de oorzaak van de temperatuurstijging kon zijn geweest (maar misschien wel het gevolg). Maar toen in de jaren '80 de gemiddelde wereldtemperatuur opnieuw begon te stijgen (zie hoofdstuk 3), lag volgens sommigen een verband met het stijgende CO_2 -gehalte toch wel voor de hand en werd de theorie van Arrhenius door enkele wetenschappers (o.a. de meteorologen Bolin en Houghton) opnieuw naar voren geschoven. Naast het natuurlijke "broeikaseffect" werd er nu gesproken van een mogelijk "extra broeikaseffect" (van CO_2) dat door de mens zou zijn veroorzaakt.

Wanneer de veronderstelling juist was dat de toename van het CO_2 -gehalte veroorzaakt was door het verbranden van fossiele brandstoffen, dan zou daar uit kunnen volgen dat door menselijk handelen het klimaat wordt beïnvloed. Om deze conclusie hard te maken moest

dus de juistheid van drie veronderstellingen worden bewezen:

1. De toename van het CO₂-gehalte van de atmosfeer was veroorzaakt door het stoken van fossiele brandstoffen.
2. De toename van het CO₂-gehalte van de atmosfeer was op zijn beurt de oorzaak van de gemeten temperatuurverhoging.
3. Verdere toename van het CO₂-gehalte van de atmosfeer zou moeten leiden tot verdere temperatuurverhoging.

Let op dat 2 en 3 verschillende veronderstellingen zijn!

We zullen de theorie, gebaseerd op deze drie veronderstellingen, kortheidshalve aanduiden met de term “broeikasttheorie”, hoewel we deze eigenlijk “de theorie van het extra broeikaseffect” zouden moeten noemen.

Deze veronderstellingen zijn niet eenvoudig te bewijzen (zie hoofdstukken 5, 8 en 9).

Er ontstond echter in bepaalde kringen een ongerustheid vanwege de *mogelijkheid* dat de broeikasttheorie juist zou kunnen zijn. Door de enorme aandacht van de pers voor deze zaak werd deze mogelijkheid al gauw vertaald in een zekerheid. Dit kwam ook doordat de politiek er zich mee ging bemoeien. Politici kunnen in het algemeen niet werken met onzekerheden. Zij moeten op basis van de gegevens die hen ter beschikking staan, besluiten om wel of geen actie te nemen. En als zij besluiten om wèl actie te nemen, dan voelen zij zich vaak verplicht om de gegevens waarop ze het besluit baseren, voortaan als zekerheden te beschouwen.

Hierbij heeft het zogenaamde “voorzorgsprincipe” een belangrijke rol gespeeld. Dit principe luidt in gewoon Nederlands dat men beter kan voorkomen dan genezen. Dit klinkt verstandig, maar er hangt altijd wel een prijskaartje aan. Men zou bijvoorbeeld kunnen bepleiten, dat we boven heel Nederland op 500 meter hoogte een groot ijzeren dak moeten bouwen, om de schade van neervallende vliegtuigen te beperken. Bijna iedereen zal dit absurd vinden, niet alleen vanwege de kosten, maar ook vanwege andere bezwaren (geen zonlicht, bijvoorbeeld). Men moet daarom bij allerlei voorzorgsmaatregelen steeds goed nadenken of de kosten daarvan wel opwegen tegen de kansen dat zich een bepaalde schade voordoet. Dit is ook van toepassing op de klimaatproblematiek. Het “zo maar” toepassen van het voorzorgsprincipe kan tot volkomen verkeerde beslissingen leiden [Hanekamp, 2005].

Voortaan ging men er dus van uit dat verdere verhoging van de menselijke uitstoot van CO₂ onvermijdelijk zou leiden tot een verdere wereldwijde opwarming. Het concept “Anthropogenic Global Warming” (AGW) (door de mens veroorzaakte wereldwijde opwarming) was geboren. Enkele bewogen wetenschappers, waaronder de Zweedse meteoroloog Bert Bolin vroegen hiervoor internationale politieke aandacht. Al vrij snel kwam dit onderwerp op de agenda van de Verenigde Naties.

In 1988 werd onder auspiciën van de VN het IPCC opgericht (“Intergovernmental Panel on Climate Change”) dat als opdracht kreeg, om op basis van gepubliceerde resultaten van wetenschappelijk onderzoek, na te gaan wat de invloed was van de mens op het klimaat. Het IPCC moest aan de deelnemende regeringen rapporteren en aanbevelingen doen hoe deze zouden moeten reageren op de effecten van door de mens veroorzaakte klimaatverandering. Vanaf dat moment werd de AGW een *politiek feit*. Vergeten werd dat dit idee in feite niet meer was dan een theoretische *mogelijkheid*.

Het IPCC bracht rapporten uit in 1991, 1996, 2001 en 2007 [IPCC]. Elk rapport omvatte meer dan 1000 pagina's aan wetenschappelijke artikelen, maar ze waren steeds voorzien van “Summaries for Policymakers” (SPM's) waarin de belangrijkste conclusies en aanbevelingen waren samengevat. Deze SPM's werden op grote schaal verspreid en geciteerd. De conclusies werden in de loop der jaren steeds explicieter. In het laatste rapport werd gesteld “dat het voor meer dan 90% zeker was dat de mens verantwoordelijk was voor meer dan 50% van de gemeten temperatuurstijging”. Verder werd de verwachting uitgesproken dat de gemiddelde wereldtemperatuur in de 21^e eeuw tussen 1,4 en 5,8°C zou stijgen. Overigens had het IPCC er zelf vanaf het begin op gewezen dat deze uitspraken gebaseerd waren op een hele serie onzekerheden. En het IPCC spreekt niet van “voorspellingen” maar van “projecties”, dat wil

zeggen extrapolaties van recente ontwikkelingen, verwachtingen dus. De grote spreiding van 1,4 tot 5,8°C werd veroorzaakt door het toepassen van verschillende economische toekomstscenario's. De grootste temperatuurstijging wordt verwacht wanneer de gehele wereldbevolking in 2100 een welvaartsniveau zou hebben vergelijkbaar met dat van de USA in 2006. Of dit erg waarschijnlijk is, is een andere kwestie¹.

We moeten hierbij nog aantekenen dat de uitdrukking “dat het voor 90% zeker was” geen wetenschappelijke basis heeft. Bedoeld werd dat in een bepaalde commissie 90% van de aanwezigen die mening had.

5. Een splitsing van de geesten

Na de eerste rapportage van het IPCC (1991) ontstond er een heel bijzondere situatie in het klimaatonderzoek. Terugkijkend kunnen we zien dat het klimaatonderzoek zich geleidelijk splitste in twee verschillende richtingen.

De ene richting zouden we de “meteorologische” (weerkundige) richting kunnen noemen. In deze richting hield men zich vooral bezig met onderzoek van het wereldklimaatstelsel en vooral met de onderlinge wisselwerking van processen die in het klimaat een rol spelen. Hierbij worden modellen gebruikt van wereldwijde luchtcirculatiestromen en oceaanstromen. Een “model” is in dit verband een verzameling wiskundige vergelijkingen die de werkelijkheid moet simuleren. Verder onderzocht men plaatselijke temperatuurverhogingen, afname van poolijs, inkrimping van gletsjers, e.d. We kunnen dit samenvatten als een zo gedetailleerd mogelijke beschrijving van het klimaat zoals we dat om ons heen kunnen waarnemen. Voorts werden er pogingen ondernomen om de toekomstige ontwikkeling van het klimaat te voorspellen. Hierbij werd als veranderlijke parameter het CO₂-gehalte van de atmosfeer ingevoerd. Een en ander was gebaseerd op de als juist aangenomen broeikas Theorie. Hierbij maakte men gebruik van computermodellen. Een ander onderzoekerterrein betrof voorspellingen over de gevolgen van klimaatveranderingen in de toekomst, zoals stijging van de zeespiegel, veranderingen in de flora en fauna, e.d. Zo ontstond er een reusachtige hoeveelheid onderzoek die geheel gebaseerd was op de veronderstelde juistheid van de broeikas Theorie, een gegeven dat veelal onvermeld bleef. De onderzoekers van deze richting waren in principe AGW-aanhangers. Het was toen al duidelijk dat veel wetenschappers zich bij hun onderzoek lieten leiden door hun politieke of religieuze overtuigingen.

Binnen de andere richting hield men zich vooral bezig met achtergrondonderzoek op het gebied van het klimaat. We zouden dit de “fysische” richting kunnen noemen. In deze richting hield men zich meer bezig met de fysische achtergronden van de klimaatverschijnselen. Dit onderzoek omvatte vier volledig verschillende terreinen. Eén terrein betrof het samenspel van de verschillende mechanismen van verticaal energietransport van het aardoppervlak naar de atmosfeer, die de temperatuur van de atmosfeer bepalen (hierboven reeds kort genoemd in hoofdstuk 4). Een tweede terrein betrof de oceaanstromingen en de wisselwerkingen tussen de oceanen en de atmosfeer. Een derde terrein had te maken met de kooldioxidehuishouding in de atmosfeer, dus de natuurlijke processen waarbij CO₂ wordt geproduceerd en opgenomen, alsmede de invloed van de menselijke CO₂-uitstoot daarop. Een vierde onderzoeksgebied betrof de kosmische (buitenaardse) invloeden op het klimaat, te weten de kleine veranderingen in de aardbaan, de veranderlijke zonneactiviteit en de kosmische straling. Dit was in feite al een vrij oud onderzoeksgebied, waar zowel geologen als astronomen bij zijn betrokken.

Dat er vanuit verschillende gezichtspunten onderzoek werd gedaan naar verschijnselen die te maken hebben met het wereldklimaat, was op zichzelf van groot belang. Het merkwaardige was echter, dat er al snel een kloof ontstond tussen de beide onderzoekrichtingen en dat er nauwelijks meer wetenschappelijke discussie plaatsvond tussen onderzoekers van deze beide richtingen.

¹ Dit zou een dusdanig verbruik van aardolie betekenen dat de nu bekende voorraden al vóór 2100 zouden zijn uitgeput. Een onrealistisch scenario!

Achteraf kunnen we inzien dat hier sprake was van twee verschillende “paradigma’s”¹. Het paradigma van de eerste richting (de “meteorologische”) was gericht op een beschouwing van het klimaat *van binnen uit*. Dus: wat zien wij als we naar de klimaatverschijnselen om ons heen kijken? Het klimaatonderzoek was in feite een verlengstuk van meteorologisch (weerkundig) onderzoek. Binnen dit paradigma had men *gekozen* voor de AGW-theorie. Het paradigma van de andere richting (de “fysische”) was meer gericht op een beschouwing van het klimaat *van buiten af*. Dit was de denkwijze die vooral eigen is aan natuurkundigen en scheikundigen, die gewend zijn hun experimenten in het laboratorium te doen. Wat zien wij als wij in gedachten van een zekere afstand kijken naar de planeet Aarde waar zich allerlei verschijnselen voordoen? Welke mechanismen zijn er werkzaam? Hoe verliep het aardse klimaat in de verschillende geologische tijdperken? Alle mogelijke effecten worden in het onderzoek meegenomen. De AGW-theorie stond in het paradigma van deze richting volledig ter discussie.

De moeilijkheid van wetenschappelijke paradigma’s is, dat de aanhangers ervan niet altijd inzien dat hun eigen paradigma hun visie op het geheel kan beperken. Aanhangers van verschillende paradigma’s kunnen daardoor vaak moeilijk met elkaar communiceren. Lange tijd was het ook niet zo duidelijk dat het hier inderdaad verschillende paradigma’s betrof. De verschillen zijn ook niet scherp omljnd en het onderscheid dat hier wordt gemaakt tussen de “meteorologische” en de “fysische” beschouwingwijze is betrekkelijk grof. Hoewel deze richtingen elkaar in feite overlappen, was de “splitsing van geesten” toch een feit. Deze duurt nu al meer dan vijftien jaar en heeft zeer nadelige gevolgen gehad voor de vooruitgang van de wetenschap. Het is van belang om na te gaan hoe dit heeft kunnen gebeuren.

Het is duidelijk dat de politiek hierin een doorslaggevende rol heeft gespeeld. De oprichting van het IPCC was een politieke daad, met duidelijk politieke doelstellingen. Men ging er van uit dat het klimaat beïnvloed werd door de mens en met name door de bevolking van de rijke landen. Men veronderstelde verder dat de arme landen de eerste slachtoffers zouden zijn van een eventuele klimaatverandering. Deze zou immers leiden tot temperatuurverhoging en stijging van de zeespiegel, die juist de landen in de tropen het ergst zouden treffen. Het klimaatprobleem werd dus vanaf het begin gezien als een politiek probleem dat vroeg om een politieke oplossing. Hoewel het de bedoeling was dat het IPCC zou rapporteren over de voortgang van de wetenschap, was er hier bij voorbaat al sprake van een zekere vooringenomenheid. De opdracht van het IPCC was immers gebaseerd op het AGW-principe. Het gevolg was dat voornamelijk resultaten van onderzoek van AGW-aanhangers werden opgenomen en niet van onderzoek van de meer fysisch georiënteerde richting. Omdat het klimaat te eng was gedefinieerd, zag men in het IPCC niet dat het “andere” onderzoek van cruciaal belang was voor het begrijpen van het klimaat in al zijn complexiteit.

Daarbij kwam, dat veel van het werk van de meteorologische richting eigenlijk geen echt wetenschappelijk *onderzoek* betrof, maar bestond uit computersimulaties. Hierbij wordt gebruik gemaakt van modellen van het wereldklimaat. Daarin moesten aannames worden gemaakt over de menselijke uitstoot van CO₂ in de toekomst. Verder waren deze modellen gebaseerd op de “broeikas-theorie”, die voorspelde dat meer CO₂ de wereld zou opwarmen. Allerlei resultaten van het fysische achtergrondonderzoek werden meestal niet in de IPCC-rapportage meegenomen. Ze pasten nu eenmaal niet in het daar gangbare paradigma. Het onderzoek in de richting die hier “meteorologisch” wordt genoemd, werd als het “officiële” klimaatonderzoek beschouwd en het onderzoek dat hier “fysisch” heet, werd eigenlijk niet als klimaatonderzoek erkend. Deze zienswijze werd door de nationale overheden overgenomen.

¹Een paradigma is een complex geheel van opvattingen, methoden en vraagstellingen, dat de wetenschappelijke gemeenschap van een bepaald tijdvak een idee geeft van wat de belangrijke vragen zijn, en hoe die opgelost moeten worden. Een paradigma is het referentiekader van waaruit wij de werkelijkheid interpreteren (<http://labyrinth.rienkjonker.nl/glossary>). Zie ook [Kuhn, 1962].

De “Summaries for Policymakers” (SPM’s) van de IPCC-rapporten hebben een duidelijk dubbelzinnig karakter. Enerzijds moeten ze de resultaten van wetenschappelijk onderzoek samenvatten, met voorzichtige conclusies en allerlei reserves, anderzijds zijn het duidelijke politieke “statements” die in sterk tendentieuze termen zijn opgesteld. Maar het zijn juist deze SPM’s die door journalisten en politici werden gelezen en overal uitgebreid werden geciteerd. Daarbij werden de meest dramatische uitspraken natuurlijk het meest aangehaald.

De politici hebben zich snel van het AGW- idee meester gemaakt, sinds zij (in navolging van Margaret Thatcher) ontdekten dat hier een mogelijkheid lag om veel stemmen te vergaren. Het klimaat is immers iets waar iedereen “voor” is! Men zag dan ook dat vrijwel alle politieke partijen dit idee spoedig omarmden. Het paste in Nederland ook goed bij het “poldermodel”, dat immers gebaseerd is op een consensuscultuur. Er ontstond een nieuw begrip “Klimaatpolitiek”.

Er speelde overigens nog veel meer. Al in de jaren '80 had zich in veel westerse landen een belangrijke verandering voorgedaan in de financiering van universitair onderzoek. Dit hield in dat vrij onderzoek aanzienlijk werd ingeperkt en dat bepaalde politiek gewenste onderzoekgebieden werden gestimuleerd. Uiteraard viel hier het klimaatonderzoek onder, echter alleen het onderzoek gebaseerd op het AGW-principe. Dit werd immers gezien als het enige “echte” klimaatonderzoek. Zo ontstond er een heel bedenkelijke terugkoppeling: onderzoek waarmee de broeikas Theorie werd bevestigd kreeg financiële steun, de resultaten werden gebruikt om politieke standpunten te onderbouwen, politici die in de broeikas Theorie geloofden kregen daardoor meer invloed. Hierdoor ontstond een steeds machtiger ambtenarenapparaat om AGW-gerelateerd onderzoek te bevorderen, en kwam er meer geld beschikbaar voor onderzoek waarmee alleen de broeikas Theorie werd bevestigd. Dit was wat men noemt een “positieve terugkoppeling” of een zichzelf versterkend systeem. Het gevolg hiervan was, dat onderzoek naar de meer fysische achtergronden van klimaatverschijnselen steeds minder steun kreeg. Vooral in de USA kwam het voor dat dit type onderzoekers hun werk moest beëindigen en dat zij op grote schaal werden ontslagen. Op de voortgang van het achtergrondonderzoek kom ik terug in hoofdstuk 9.

De “splitsing der geesten”, zoals ik dit noemde, deed zich voor in de meeste westerse landen. Ze heeft geleid tot een zeer ongezonde situatie in de wetenschappelijke wereld. Bovendien had zich door de overheersende positie van de AGW-aanhangers in de samenleving een zekere *legende* gevormd. De legende van de “anthropogenic global warming”, die in de westerse wereld nu wijd verbreid is.

6. Klimaatverandering als officieel standpunt

Het nieuwe idee was “klimaatverandering”, waarmee bedoeld werd een door de mens veroorzaakte wereldwijde opwarming, de zogenaamde AGW. Over een mogelijke afkoeling werd zelden gesproken, hoewel die door sommige deskundigen wel degelijk als een reële mogelijkheid wordt gezien. De klimaatverandering, in de zin van opwarming, werd niet meer beschouwd als een Theorie, maar als een feit, en het werd een door bijna iedereen aanvaard uitgangspunt voor allerlei verschillende beleidsvragen. In opvallend korte tijd werd dit idee door de media zo intensief verspreid, dat het verder als iets volkomen vanzelfsprekends werd beschouwd. De legende was gevestigd. Het merkwaardige was niet alleen dat men collectief “vergat” dat die klimaatverandering niet meer was dan een Theorie, maar ook dat men er van uitging dat een eventuele opwarming van de aarde *altijd ongunstig* zou zijn. Het IPCC had er overigens op gewezen dat een wereldwijde opwarming tot 2 °C meer voordelen dan nadelen zou hebben, uitgedrukt zowel in geld als in mensenlevens. De voordelen zijn een verhoogde opbrengst van de landbouw, een besparing van energie en minder slachtoffers van vrieskou in de winters. Die energiebesparing moeten wij niet onderschatten; ook in een land met zachte winters zoals in Nederland, zou een temperatuurverhoging van 2 °C in de winter leiden tot een besparing van wel 20% in de stookkosten. De verhoging van landbouwopbrengsten zou in landen met een gematigd of koel klimaat zeer aanzienlijk zijn. We moeten daarbij vooral denken aan landen als Canada en Rusland. De belangrijkste nadelen van een hogere temperatuur

zouden een verhoogde zeespiegel kunnen zijn, met meer kansen op overstromingen in kustgebieden, en meer slachtoffers van grote hitte (doch veel minder dan er anders aan vrieskou zouden bezwijken). Over de hoogte van een eventuele zeespiegelstijging verschilden de deskundigen van mening. In de officiële bezorgdheid over “klimaatverandering” werden in elk geval de eventuele voordelen van temperatuurverhoging opzijgeschoven.

AGW werd een begrip dat zich snel over de wereld verspreidde. Onder auspiciën van de VN werden er reusachtige internationale klimaatconferenties gehouden met soms wel 20.000 deelnemers. Dit waren maar voor een klein deel wetenschappers (hoogstens enkele procenten), de meeste deelnemers waren ambtenaren, afkomstig uit bijna alle landen van de wereld. In 1997 werd op zo'n conferentie in Kyoto een internationale overeenkomst gesloten waarin de deelnemende landen verklaarden de CO₂-uitstoot aan banden te zullen leggen. Deze overeenkomst staat bekend als het Kyoto-protocol. Ondertekenaars waren voornamelijk Europese landen en ontwikkelingslanden. Grote landen buiten Europa, zoals USA, Rusland, India, China, Brazilië en Australië deden er niet aan mee. De reusachtige VN-klimaatconferenties werden daarna nog vele malen gehouden maar leverden verder geen belangrijke beslissingen op.

De EU koos voor een “klimaatbeleid” in navolging van het Kyoto-protocol, een veelomvattend programma bedoeld om klimaatverandering zoveel mogelijk tegen te gaan. Dit beleid was gericht op vermindering van de CO₂-uitstoot. Dit kwam in de eerste plaats neer op beperking van het energieverbruik. Dit betekent in de praktijk rendementsverhoging maar ook beperking van industriële activiteiten. De regeringen van EU-landen formuleerden elk hun eigen klimaatbeleid.

In andere opzichten was energiebesparing natuurlijk een noodzakelijk streven, gezien de toenemende schaarste aan aardolie, maar ook om de afhankelijkheid van de OPEC-landen te verminderen. De noodzaak van energiebesparing is met name in de westerse wereld inderdaad urgent, ook nu door de economische crisis de olieprijs tijdelijk dalen. De schaarste aan olie uitte zich lange tijd in steeds hogere prijzen. Tengevolge daarvan werd elke vorm van energie duurder. De accijns op brandstoffen werd in veel landen ook nog verder verhoogd, met het argument dat dit de zuinigheid zou bevorderen. Dit is overigens nergens gebleken. De resultaten van dit beleid zijn tot nu toe beperkt, omdat de moderne westerse mens niet erg geneigd lijkt om zuinig te zijn. Twee van de belangrijkste mogelijkheden tot besparing van energie in de privé-sector zijn: betere isolatie van woningen en het gebruik van zuinigere auto's. Hoewel een deel van de bevolking hier inderdaad bewust voor heeft gekozen, is het nu anno 2009 toch opmerkelijk dat een groot deel van de oudere woningen in Nederland nog steeds geen dubbele beglazing heeft en dat er lange tijd steeds meer brandstofverslindende auto's werden gekocht (met name SUV's). In de industrie zijn door rendementsverbeteringen wel aanzienlijke besparingen bereikt.

Het overheidsbeleid en de voorlichting door de media had nog tot gevolg dat, in de ogen van veel politici, klimaatbeleid en energiebesparing onlosmakelijk aan elkaar verbonden waren. Veel burgers zien dat tegenwoordig dan ook zo. Dit maakte deel uit van de legende. Het is echter een misverstand, want besparing van energie is een feitelijke noodzaak, terwijl klimaatbeleid nog steeds gebaseerd is op onbewezen theorieën en onduidelijke ideeën over de gevolgen van een eventuele klimaatverandering. Als later blijkt dat het klimaatbeleid onjuist is, moet de noodzaak voor energiebesparing natuurlijk wel overeind blijven.

Het overheidsbeleid ging nog verder dan het bepleiten van energiebesparing en het tegengaan van industriële activiteiten. Allereerst was daar het systeem van verhandelen van “emissierechten”, waarbij enorme sommen werden betaald aan landen met een sterk achtergebleven industrie, zoals Polen en Rusland, om emissierechten (van CO₂) van hen over te nemen. Deze rechten waren internationaal vastgesteld. Daarnaast werd een reusachtig plan opgezet voor de bouw van windturbines voor elektriciteitsopwekking. Dit lijkt heel aantrekkelijk, want de wind waait immers voor niets. Er zijn echter wel enorme investeringen voor nodig en het blijft de vraag of deze zelfs bij veel hogere

olieprijzen ooit rendabel kunnen worden. Verder worden er plannen ontwikkeld voor afscheiding van CO₂ uit rookgassen (met bestaande technologie) en voor ondergrondse opslag daarvan onder hoge druk. Aan al deze projecten worden reusachtige hoeveelheden belastinggeld uitgegeven. Ik kom hier in hoofdstuk 8 op terug.

7. Het broeikasgeloof

Dat het klimaatprobleem al direct zo politiek gekleurd was, kwam door de specifieke tijdgeest. In de westerse landen was in de jaren '70 en '80 een zeer belangrijke ontwikkeling in gang gezet, lang voordat "het klimaat" zoveel aandacht kreeg. In deze tijd ontstond het zogenaamde "milieuactivisme", dat snel een brede aanhang kreeg en min of meer door de politieke richtingen heen liep. Toen het klimaatprobleem een onderwerp van discussie werd (eind jaren'80), werd het principe van AGW onmiddellijk vrij algemeen aanvaard. "De mens verpest met zijn egoïsme niet alleen het milieu, maar de hele planeet", werd het populaire idee.

Oorspronkelijk waren deze bewegingen gebaseerd op een serieuze zorg voor het milieu en het klimaat, maar in de loop der tijd begonnen ze een eigen leven te leiden, los van de realiteit. Op den duur ontwikkelde het milieuactivisme zich tot een levensbeschouwing die men in het Engels "environmentalism" noemt, een beweging die de belangen van het milieu ("environment") in principe hoger stelt dan de belangen van de mens en die in feite de mens zelf als milieuvijandig beschouwt.

Het merkwaardige is natuurlijk dat diezelfde mens onverminderd doorgaat met het op grote schaal verbruiken van grondstoffen en energie. De steun aan de milieubeweging werd door sommigen dan ook gezien als een soort moderne vorm van "aflaat"¹. Opmerkelijk is ook dat Nederland voorop loopt in de steun aan de milieubeweging, per hoofd van de bevolking. Het "environmentalism" spitste zich steeds meer toe op een geloof in de door de mens veroorzaakte opwarming van de wereld (AGW). Dit werd later het "broeikasgeloof" genoemd. De meer gedreven broeikasgelovigen werden echte alarmisten, die graag vreselijk onheil voorspelden. Dit sluit nauw aan bij een herkenbare behoefte aan doemdenken en aan een daarmee samenhangend collectief schuldgevoel bij de moderne westerse mens.

Al snel werd duidelijk dat in de publieke discussie de wetenschappelijke feiten er al lang niet meer toe deden. Het werd steeds gewoner om te overdrijven, om gegevens en statistieken te manipuleren en zelfs om de waarheid geweld aan te doen. Dit werd goedgepraat met het argument dat het noodzakelijk was voor de "goede zaak".

Nieuwe onderzoeksresultaten die de AGW-theorie niet bevestigden waren voor de alarmisten niet meer relevant. AGW werd tot dogma verheven. En waar het geloof begint, houdt de rede op. Op deze manier heeft het broeikasgeloof een brede aanhang gekregen, niet alleen in Nederland, maar vooral ook in de Angelsaksische landen en daarnaast in Scandinavië en in Duitsland. Parallellen met de schuldcultuur van protestantse godsdiensten zijn hier wellicht geen toeval. .

Zoals hierboven al is opgemerkt kozen de meeste politieke partijen voor een politiek gebaseerd op het broeikasgeloof. Dit werd "politiek correct" gevonden en het paste in de consensuscultuur. Nog opmerkelijker is dat ook de media hierin op grote schaal meegingen. In Nederland laten het NOS-Journaal, de zogenaamde "kwaliteitskranten" en de omroepverenigingen nog steeds zelden een kritisch geluid horen als het gaat om het broeikasgeloof. Sterker nog, critici die af en toe van zich laten horen (die al gauw "klimaatceptici" werden genoemd) worden door deze media nauwelijks serieus genomen. Zelfs de meest gerenommeerde wetenschappers onder hen worden met wantrouwen bejegend. Hun integriteit wordt in twijfel getrokken en aanvallen worden gericht tegen de personen en niet tegen hun argumenten. Het is verder steeds gebruikelijker geworden dat de media berichtgeving over mogelijk komend onheil aandikken en

¹ Een gebruik dat stamt uit de Middeleeuwen, waarmee iemand door geld te geven aan de kerk, vergeving voor zijn zonden kon verkrijgen.

overdrijven. We zien dit gebeuren op alle gebieden, met name bij milieu en klimaat, maar ook bij de economie.

Het meest beroemde of eigenlijk beruchte voorbeeld van klimaatalarmisme is de film (of dia-serie) van Al Gore, "An Inconvenient Truth" [Gore, 2006]. Objectief gezien zou je deze film tot het genre van de "science fiction" kunnen rekenen, die, zoals andere science fiction films, voor 1% is gebaseerd op science en voor 99% op fiction. Maar de film werd niet gepresenteerd als science fiction. Hij moest de indruk wekken dat Gore de mensheid wilde waarschuwen voor serieuze gevaren, ja zelfs voor grote rampen, die ons zouden overkomen als wij onze levens niet zouden beteren. Nader bekeken blijkt deze film echter nauwelijks enige wetenschappelijke basis te hebben. En daarbij wordt de dreiging van klimaatverandering tot in het absurde overdreven. De film is door het grote budget en het hoge technische niveau een meesterlijk voorbeeld van misleidende propaganda. De film werd dan ook een groot commercieel succes¹. In dit verband lijkt het toch heel bedenkelijk dat leerlingen van veel scholen aangemoedigd werden om de film van Al Gore te gaan zien. Inmiddels is het in Engeland bij gerechtelijke uitspraak verboden de film aan scholieren te vertonen zonder daarbij de negen meest grove onjuistheden van de film te vermelden [Peck, 2007]. Sindsdien zijn er veel meer dan negen onjuistheden in de film geconstateerd [Monckton 2007-2], [Kininmonth, 2007]. Overigens hebben ook veel serieuze AGW-aanhangers de film van Gore verworpen omdat deze ook in hun ogen een overtrokken beeld geeft.

Er is een film gemaakt als tegenzet: "The Great Global Warming Swindle" [Durkin, 2007]. In deze film komt een aantal hooggekwalificeerde wetenschappers aan het woord, die in rustige, evenwichtige bewoordingen vertellen over wat zij weten van het klimaat. Deze film is in Nederland door de KRO vertoond. Dit heeft echter geleid tot grote verontwaardiging en heftige reacties bij een aantal "politiek correcte" kranten. De *inhoud* van de film werd echter in die kranten grotendeels doodgezwegen.

Geleidelijk werden de uitingen van broeikasgelovigen onverdraagzamer en fanatieker. Men schrok er niet voor terug serieuze kritische wetenschappers af te schilderen als misdadigers. Verschillende wetenschappers die meewerkten aan de film van Durkin werden bedreigd. Zowel in Engeland als in Australië gingen er stemmen op om klimaatsceptici het recht van publicatie te ontzeggen. Sommigen gingen nog verder en eisten dat klimaatsceptici strafrechtelijk zouden worden vervolgd. Ontkenners van global warming werden gelijkgesteld aan ontkenners van de holocaust, dus diegenen die de massamoorden in de Duitse concentratiekampen ontkennen. Dergelijke voorbeelden geven aan dat het broeikasgeloof tot vreemde excessen kan leiden. Zelfs dat sommige mensen bereid zijn de vrijheid van meningsuiting hiervoor in de waagschaal te stellen. Dergelijke deformaties kenden we tot nu toe alleen in totalitaire staten.

8. Kritiek op de AGW-theorie en de klimaatpolitiek

Direct na de publicatie van het eerste rapport van het IPCC (1991) ontstond er een stroom van kritiek op de werkwijze van het IPCC en op de standpunten die door het IPCC werden verkondigd. De kritiek betrof allereerst de werkwijze, bijvoorbeeld het feit dat de SPM (Summary for Policymakers) niet voor goedkeuring was voorgelegd aan de wetenschappers die er aan hadden bijgedragen en dat er veranderingen in de rapportage waren aangebracht die in strijd waren met onderzoeksresultaten.

De belangrijkste kritiek op de inhoud van de rapporten betrof allereerst het feit dat deze grotendeels stoelde op de broeikastheorie, die onvoldoende was gefundeerd en niet door experimenten was bevestigd. In de tweede plaats dat veel fysisch achtergrondonderzoek niet in

¹ Gore heeft voor zijn werk de Nobelprijs voor de vrede gekregen. Wat velen niet weten is dat de overige ("de echte") Nobelprijzen worden toegekend door de Zweedse Academie van Wetenschappen, na uitvoerige studies en zorgvuldige selectieprocedures, maar dat de prijs voor de vrede wordt toegekend door een commissie van 4-5 personen uit het Noorse parlement. Dit heeft Alfred Nobel zo in zijn testament bepaald. Het is dus in feite een politieke prijs.

de rapportage was opgenomen. En in de derde plaats dat de klimaatmodellen die voor toekomst-“projecties” werden gebruikt, duidelijk tekort schoten om het klimaat weer te geven. Zo werd in het IPCC rapport van 2007 nog verkondigd dat de wereld snel aan het opwarmen was, terwijl er sinds 1998 in feite geen opwarming meer had plaatsgevonden (figuur 6) [Rörsch, 2008]. Kortom, de kritiek betrof het feit dat de rapportage uitging van de onaantastbaarheid van de AGW-doctrine, die in werkelijkheid ter discussie zou moeten staan.

Een van de eerste critici die waarschuwde tegen de onvoldoende gefundeerde conclusies van het IPCC was de onlangs overleden Frits Böttcher, die toen in Nederland een roepende in de woestijn was [Böttcher, 1992]. De kritiek ging in de USA zo ver dat verschillende vooraanstaande klimaatonderzoekers (zoals R.S. Lindzen en S.F. Singer) al in de jaren '90 afstand namen van het IPCC.

Het IPCC legde de kritiek echter naast zich neer en ging bij de volgende rapporten op dezelfde voet verder. Het was duidelijk dat het IPCC zich politiek al compleet gebonden had.

Al gauw ontstond er een onverkwikkelijke situatie. Klimaatonderzoekers in overheidsinstellingen negeerden de openlijke kritiek en beweerden dat zij de enige echte deskundigen waren en dat hun standpunten niet ter discussie konden staan. In officiële uitspraken werd verkondigd dat “alle wetenschappers het er over eens waren” dat de AGW-theorie vaststond¹. Wie het er niet mee eens was, kon kennelijk in hun ogen geen echte wetenschapper zijn. Terwijl het voor de vooruitgang van de wetenschap juist noodzakelijk is, dat er voortdurende discussie en uitwisseling van ideeën plaatsvindt tussen onderzoekers met (vooral) verschillende opvattingen. Concrete voorstellen van sceptici om in Nederland een wetenschappelijke discussie aan te gaan over het klimaat werden en worden tot op heden genegeerd.

Inmiddels is er een enorme hoeveelheid wetenschappelijke literatuur ontstaan waarin de diverse consequenties van de AGW-theorie aan de kaak worden gesteld. Een van de belangrijkste punten van kritiek hierbij was de inmiddels fameuze “hockeystick”-grafiek, waarop de voornaamste conclusies in het IPCC-rapport van 2001 waren gebaseerd. Deze grafiek toonde berekende historische waarden van de gemiddelde wereldtemperatuur als functie van de tijd. Met die grafiek werd getoond dat de temperaturen gedurende de laatste 1000 jaar vrijwel constant waren geweest, maar dat er in de laatste eeuw een abrupte stijging was opgetreden. Deze werd dan toegeschreven aan het door de mens veroorzaakte broeikaseffect. De lijn in de grafiek had de vorm van een horizontale ijshockeystick (zie figuur 4). Later werd door onderzoekers aangetoond dat er bij het bepalen van deze grafiek belangrijke fouten waren gemaakt [Crok, 2005], [McKittrick, 2007] en dat er zelfs opzettelijk was geknoeid. In werkelijkheid was de temperatuur, zoals hierboven al is aangegeven, in de middeleeuwen hoger dan nu en in de 17^e eeuw lager. Ook de voortdurende stijging van de temperatuur in de laatste eeuw was overdreven weergegeven, daar die in werkelijkheid afnam rond 1940. In het laatste IPCC-rapport (2007) kwam de “hockeystick” dan ook niet meer voor. Overigens is nooit toegegeven, dat eerdere uitspraken gebaseerd op deze grafiek, onjuist waren. Dit geldt zowel voor het IPCC als voor de overheidsinstanties die hun uitspraken hierop baseerden. Verdere kritiek op de IPCC-rapporten waren gebaseerd op nieuwe wetenschappelijke inzichten die voortkwamen uit fysisch achtergrondonderzoek. Op dit laatste ga ik in het volgende hoofdstuk verder in.

Na het verschijnen van het 4^e rapport van het IPCC (2007) hebben twee verschillende wetenschappelijke commissies hun voornaamste kritische reacties gepubliceerd.

- In Canada verscheen het “Independent Summary for Policymakers (ISPM)” [McKittrick, 2007], geheel gebaseerd op het 4^e IPCC-rapport, maar leidende tot andere conclusies.
- In de USA verscheen het rapport van het “Non-governmental International Panel on Climate Change (NIPCC)” [Singer, 2009] dat radicaal afrekende met de AGW-theorie.

Er bestaat een overweldigende hoeveelheid literatuur waarin de uitspraken van het IPCC werden bekritiseerd. In de rapporten van ISPM en NIPCC wordt daarnaar verwezen. Ik heb er

¹ “The science is settled” luidt de mantra in het Engels. Het weerwoord is: in real science nothing is ever settled.

hier nog enkele uitgekozen die goed toegankelijk zijn voor de leek, zie de literatuurlijst onder [Gray, 2002], [Labohm et al, 2004], [Labohm 2007-2], [Kininmonth, 2007], [Monckton 2007-1] en [Lindzen, 2008]. Een soort encyclopedie op het gebied van de klimaatwetenschap is te vinden op een Canadese site [Friends of Science, 2009]. Deze geeft een zeer volledig overzicht van de gehele klimaatwetenschap en is uiteraard kritisch over de AGW-theorie.

Ook in het Nederlandse taalgebied zijn kritische artikelen verschenen [Rozendaal], [Labohm], [Crok, 2005], [Rörsch et al, 2005], [Labohm, 2007-1], [Oerlemans, 2007], [Crok, 2008], [Rörsch, 2008] [Labohm 2008], [Tennekes, 2009].

Een van de belangrijkste punten van inhoudelijke kritiek betrof het feit er geen correlaties werden gevonden tussen veranderingen in de gemiddelde wereldtemperatuur en het gemiddelde CO₂-gehalte van de atmosfeer (zie figuren 5 en 6). Ook waren de gemeten temperatuurprofielen in de atmosfeer heel anders dan die volgden uit de klimaatmodellen. Deze laatste voorspelden aanzienlijk hogere temperaturen op grotere hoogten in de tropen, terwijl metingen wezen op een geringe afkoeling [Singer 2009, NIPCC, zie daarin figuren 3.4.2 en 3.4.3.].

Er zijn pogingen ondernomen om er achter te komen welk deel van de klimaatwetenschappers nu eigenlijk achter de AGW-theorie staat. Het IPCC beweert dat zijn uitspraken worden gesteund door meer dan 2500 wetenschappers. Dit getal slaat op het aantal onderzoekers dat aan de IPCC-rapporten heeft bijgedragen, maar aan hen werd nooit gevraagd of zij het met de conclusies eens waren. Nader onderzoek leerde dat het aantal wetenschappers dat aan de rapporten heeft bijgedragen en dat het IPCC-standpunt steunt, waarschijnlijk niet groter is dan 60. In de USA werd een petitie aan de regering aangeboden, waarin erop werd aangedrongen het Kyoto-accordeo niet te ratificeren, omdat dit gebaseerd is op onjuiste wetenschap. Deze petitie is ondertekend door 31.000 wetenschappers, die met naam en toenaam te vinden zijn op het internet [Petition project, 2007]. Nu wordt in de wetenschap de waarheid natuurlijk niet bepaald door het tellen van stemmen. Het is in de geschiedenis van de wetenschap maar al te vaak gebeurd dat een klein aantal dissidenten op termijn het gelijk aan hun zijde kreeg. De vraag is nu echter wie de echte "dissidenten" zullen blijken te zijn, de AGW-aanhangers of de sceptici.

De meeste vooraanstaande politici, ook in Nederland, reageerden in het geheel niet op de kritiek op het IPCC. Alleen in Engeland is, in het Hogerhuis althans, een voorstel besproken om de deelname aan het IPCC op te zeggen. Dit is echter niet aangenomen. In Nederland kwam het zelfs nooit tot een politiek debat. Het lijkt regel dat men in de politiek niet terugkomt op eerder ingenomen standpunten. Het wordt dan afgedaan als een "gepasseerd station". Aankomende politici, die later in de politiek actief werden, springen, zoals dat heet, "op de rijdende trein". Ze conformeren zich aan in de politiek gangbare opvattingen. Dit is wel heel anders dan in de wereld van de wetenschap, waar alles voortdurend ter discussie hoort te staan. We staan er niet altijd bij stil dat een groot deel van de huidige wetenschap ooit controversieel was. Niettemin heeft diezelfde wetenschap geleid tot technische toepassingen die nu door iedereen gebruikt worden (elektromagnetisme, radio, kunststoffen, chips, enzovoort).

Twee impliciete aannames in het beleid van de EU en van de Nederlandse regering waren zeer opmerkelijk:

- Het huidige wereldklimaat wordt als ideaal beschouwd, zodat elke klimaatverandering als ongewenst wordt gezien.
- Men gaat er in het algemeen van uit dat wij mensen het wereldklimaat kunnen beïnvloeden en zelfs kunnen sturen.

Beide aannames zijn op zijn minst voor discussie vatbaar. Waarom zou het huidige *gemiddelde* wereldklimaat het beste zijn? De mensheid leeft in gebieden met zeer uiteenlopende klimaten; zowel in Finland als in Indonesië lijken de mensen redelijk gelukkig, ondanks een gemiddeld temperatuurverschil van meer dan 20 °C. Ook schijnen wij goed te kunnen leven in seizoenen

met halfjaarlijkse temperatuurveranderingen van 20 °C of meer. Verder blijkt uit de geschiedenis duidelijk dat warmere klimaten door de mens altijd als gunstiger werden ervaren dan koudere. Waarom zijn we eigenlijk niet blij met enige “global warming”? (Dit heeft Poetin zich ooit laten ontvallen).

Wat betreft de tweede aanname: Of de mensheid door het stoken van fossiele brandstoffen het wereldklimaat merkbaar beïnvloedt, is tussen wetenschappers een punt van de grote controverse. En als dat inderdaad niet zo blijkt te zijn, dan zullen wij een eventuele klimaatverandering, van natuurlijke of van menselijke oorsprong, nooit kunnen ombuigen. Maar weinigen schijnen hiervan op de hoogte te zijn!

Ook in de wereldpolitiek ontstond een onverkwikkelijke situatie. Omdat de grote landen buiten Europa niet mee willen doen met het Kyoto-protocol, kan er van een wereldomvattende actie “om het klimaat te redden” nooit iets terecht komen. Het is duidelijk dat Europa, met minder dan 10% van de totale wereldbevolking, nooit echt een belangrijke rol kan spelen bij de beheersing van het wereldklimaat, als dat al mogelijk zou zijn. Europa heeft zich met zijn fervente Kyoto-politiek in de wereld in een geïsoleerde positie geplaatst [Labohm].

Verder kwam er veel kritiek op de plannen van de overheid om op grote schaal windmolenparken te bouwen. De energiebesparingen die men hiermee kan bereiken zijn namelijk veel minder dan het op het eerste gezicht lijkt. Dit komt door twee dingen: de wind als energiebron is “dispers” (verspreid), waardoor er veel (relatief kleine, dure) eenheden moeten worden gebouwd om een flinke opbrengst te verkrijgen. Dit maakt windenergie in principe erg duur. Bij toenemende olieprijs zullen de investeringskosten van windmolens ook toenemen. Verder is de veranderlijkheid van de wind een complicerende factor. De opgewekte energie is evenredig met de derde macht van de windsnelheid, dus als bijvoorbeeld de windsnelheid tot de helft terugvalt, wordt het opgewekte vermogen acht maal kleiner. Beneden windkracht 4 levert een windturbine al bijna geen energie meer. En boven windkracht 8 moet hij om veiligheidsredenen worden uitgeschakeld. Daardoor is de gemiddelde productie van een windturbine niet meer dan ongeveer 20% van het geïnstalleerde vermogen (op zee iets hoger). Om bijvoorbeeld de capaciteit van een flinke elektrische centrale te evenaren zijn er een paar duizend grote windmolens nodig (à minstens 2 miljoen euro).

Bij de bouw van een windturbinepark moet bovendien voldoende capaciteit aan gewone centrales ter beschikking staan om de energiebehoefte bij weinig wind of bij harde wind op te vangen. Dit is nodig omdat elektrische energie niet kan worden opgeslagen¹. Dit heeft twee consequenties: Men moet voor energieopwekking tweemaal investeren en de gewone centrales moeten ook bij voldoende wind toch steeds op een bepaalde capaciteit blijven draaien. Daarbij komt dat het plotseling omschakelen bij snel toenemende of afnemende wind om technische redenen aan grenzen is gebonden. In Duitsland, waar veel windmolens staan, heeft dit reeds tot ernstige stroomstoringen geleid.

Uit het voorgaande volgt, dat men nooit kan zeggen dat een windmolenpark, van een bepaalde capaciteit, voldoende stroom levert voor zo en zoveel huishoudens, zoals zo vaak wordt verkondigd. Dat kan alleen in combinatie met een conventionele centrale van minstens dezelfde capaciteit.

Om bovengenoemde redenen kan in de praktijk nooit meer dan ongeveer 20% van de behoefte aan elektrische energie door windkracht worden geleverd. Als men bedenkt dat de elektriciteitsvoorziening ongeveer 15% van het totale energieverbruik vertegenwoordigt, betekent dit dus dat niet meer dan ongeveer 3% van de totale energiebehoefte uit windenergie kan komen. Stel eens dat alle landen van de wereld op maximale schaal windmolens zouden bouwen (wat natuurlijk om meerdere redenen ondenkbaar is), dan zou, als de broeikasttheorie al juist zou zijn, dit een beperking van de temperatuurstijging betekenen van minder dan 0,1 °C. Hieruit blijkt dat het inzetten van windmolens om “het klimaat te sparen” absoluut zinloos is [Halkema, 2008].

¹ Als er minder stroom wordt verbruikt, moet de energieproductie dus onmiddellijk worden verminderd. Om deze reden worden windmolens vaak 's nachts stilgezet.

Dergelijke bezwaren gelden voor het winnen van elektriciteit uit zonne-energie, met zogenaamde fotovoltaïsche cellen (zonnecellen). Ook de zonnewarmte is als energiebron zeer dispers (gemiddeld over het gehele aardoppervlak 160 W/m^2), dat wil zeggen dat men reusachtige oppervlakken nodig heeft. En de zon schijnt niet altijd. Ook voor zonne-energie geldt dat opslag niet mogelijk is. De zo opgewekte stroom is momenteel nog veel duurder dan die uit windenergie, maar er zou meer toekomst in kunnen zitten, omdat de kostprijs van zonnecellen nog sterk kan dalen. Men moet deze ontwikkelingen echter alleen stimuleren met het oog op alternatieve energievoorzieningen voor de toekomst en zeker niet vanwege het klimaat.

Zoals gezegd is volgens het IPCC een kleine verhoging van de gemiddelde temperatuur voor de mensheid gunstig. Men zou daarom kunnen argumenteren dat men de CO_2 -uitstoot juist *niet* zou moeten beperken en het gebruik van fossiele brandstoffen zou moeten bevorderen. Omdat gebleken is dat plantengroei merkbaar wordt bevorderd door hogere CO_2 -gehalten van de atmosfeer, zou men met recht steenkool, aardolie en aardgas “groene” brandstoffen kunnen noemen. Maar een dergelijke ironie wordt in deze tijd natuurlijk niet gewaardeerd, omdat deze niet “politiek correct” is.

Door de aanhangers van de AGW-doctrine is vaak gewezen op het inkrimpen van gletsjers en het afsmelten van poolijs als tekenen van “global warming”. Het is inderdaad opvallend dat veel gletsjers, met name in Europa, de laatste 150 jaar aanmerkelijk zijn ingekrompen. Volgens de geologen die al lange tijd onderzoek doen aan dit verschijnsel heeft dit verschillende oorzaken. Eén is opwarming die zich in Europa voordeed na de “Kleine IJstijd”, tot ongeveer 1940. Maar daarna zijn sommige gletsjers zelfs versneld teruggetrokken, terwijl er nauwelijks meer sprake was van enige opwarming (zie eind hoofdstuk 2 en figuur 5). Maar er zijn nog twee andere factoren die waarschijnlijk belangrijker zijn. Dat zijn de vermindering van neerslag van regen en sneeuw in de betreffende gebieden (door plaatselijke verandering van weersomstandigheden¹), waardoor er minder ijs van bovenaan wordt aangevoerd, en de neerslag van fijn stof, met name stuifzand en roet. Hierdoor neemt de “witheid” van het oppervlak af, waardoor er veel meer zonnewarmte wordt opgenomen. Dit effect is van groot belang. Dit stof is grotendeels afkomstig van menselijke activiteiten, maar CO_2 speelt daarbij waarschijnlijk geen rol [Oerlemans, 2001].

De afname van het oppervlak van het Noordpoolijs gedurende de laatste jaren is opvallend. Minder algemeen bekend is dat het oppervlak van het Zuidpoolijs in diezelfde tijd belangrijk is toegenomen. Het totale oppervlak van drijvend ijs aan de beide polen is ongeveer gelijk gebleven. De oorzaak van deze “verschuiving” van ijs van de Noordpool naar de Zuidpool is voor zover ik weet niet bekend [Crok, 2008]. Overigens betreft het hier een periodiek verschijnsel. In 1930 was er ongeveer even weinig Noordpoolijs als nu. In 1903-1906 voer de Noor Roald Amundsen door de Noordwest Passage van de Atlantische naar de Stille Oceaan. Het afsmelten van Noordpoolijs wordt overigens niet in de eerste plaats veroorzaakt door warmere lucht, maar door warmer oceaanwater dat onder het poolijs doorstroomt. De veranderingen van hoeveelheden poolijs moeten dus in verband worden gebracht met periodieke veranderingen in de richting van oceaanstromen.

Zowel het inkrimpen van gletsjers als het afsmelten van poolijs zijn dus geen indicaties van “global warming” per se. Het is zelfs aannemelijk dat ze er niets mee te maken hebben.

Er is ook veel te doen geweest over een mogelijk versnelde stijging van de zeespiegel, tengevolge van een wereldwijde temperatuurstijging. Wanneer niet alleen de lucht, maar ook het oceaanwater warmer zou worden, zou dit uitzetten, waardoor het niveau zou stijgen. Maar nu, in 2009, zijn er nog steeds geen aanwijzingen dat de stijging van de zeespiegel, die nu ongeveer 18 cm per eeuw bedraagt, is toegenomen, ook niet door smeltend landijs.

Er is onlangs een geruchtmakend rapport verschenen van een commissie-Veerman, waarin werd uitgegaan van een zeespiegelstijging van meer dan een meter in de komende 100 jaar.

¹ Zoals de afname van het sneeuwdek op de Kilimanjaro, veroorzaakt door boskap in de omgeving, waardoor er minder neerslag viel.

Gevolg was een voorstel voor een Deltaplan II, dat jarenlang anderhalf miljard per jaar zou moeten kosten. De veronderstelde zeespiegelstijging is niet gebaseerd op enig wetenschappelijk onderzoek, maar op kansberekening, waarbij de kans werden geschat op gebeurtenissen met een zeer kleine waarschijnlijkheid. Deze schattingen zijn echter ook weer niet gebaseerd op wetenschap. Er zijn politici die eisten dat er voor het Deltaplan II een fonds zou worden ingesteld waar toekomstige regeringen niet meer aan zouden kunnen komen. Met andere woorden: de democratie zou permanent moeten wijken voor een excès van het broeikasgeloof! Maar ook de belangrijke kritiek op zo'n onverantwoord rapport als dat van de commissie-Veerman, wordt in Nederland in het algemeen niet serieus genomen.

Alles bij elkaar heeft de klimaatpolitiek tot nu toe vooral geleid tot uitgave van enorme hoeveelheden geld. Er zijn allerlei ondernemingen opgekomen die hun bestaan te danken hebben aan overheidssubsidies en die in hun reclames de AGW-legende ijverig uitdragen. Er is in feite een reusachtige belangencoalitie ontstaan die het hele klimaatcircuit in stand houdt [Dekker, 2007].

De belangrijkste maatschappelijke kritiek op de Europese klimaatpolitiek ging over het feit dat navolging van het Kyoto-protocol onvermijdelijk zal leiden tot aanzienlijke beperking van industriële productie, hetgeen weer zeker zal leiden tot verdere economische achteruitgang, werkloosheid en verslechtering van de betalingsbalans. De industriële activiteiten die in Europa worden beëindigd, zullen immers worden overgenomen door landen als China en India [Labohm]. Daarbij komt dat het naleven van het Kyoto-protocol, zelfs als de broeikasstheorie juist zou zijn, geen belangrijke invloed op het klimaat zal *kunnen* hebben. De meest "optimistische" berekeningen voorspellen een beperking van een eventuele temperatuurstijging van hoogstens enkele tienden van een graad in 50 jaar. "Kyoto" vraagt dus astronomische opofferingen (de EU schat ze voor Europa op € 175 miljard per jaar) zonder dat daar iets wezenlijks tegenover staat.

9. Nieuwere inzichten in klimaatverandering

Zoals al vermeld in hoofdstuk 5, is er veel onderzoek verricht naar verschijnselen die te maken hebben met de fysische achtergronden van het klimaat, waar de media tot nu toe weinig aandacht aan schonken. Het betreft vier gebieden:

- a. Verticale warmtetransport in de atmosfeer.
- b. Invloeden van de oceanen.
- c. De kooldioxidehuishouding in de atmosfeer.
- d. Kosmische invloeden op het klimaat.

In het navolgende worden deze kort besproken. Daarna volgt een overzicht (onder e).

- a. Verticale warmtetransport in de atmosfeer

Het aardoppervlak ontvangt praktisch al haar energie van de zon. Daarnaast is er een kleine warmtestroom vanuit het binnenste der aarde, waar nog steeds radioactieve processen plaats vinden, doch deze warmtestroom is te verwaarlozen ten opzichte van de zonne-energiestroom. De energiestroom van de zon die de aarde bereikt wordt voor ongeveer de helft teruggekaatst door het wolkendek. Van de rest wordt een deel geabsorbeerd door de atmosfeer, maar een groter deel bereikt het aardoppervlak. Deze stroom varieert tussen 0 en ongeveer 1000 W/m^2 , maar bedraagt gemiddeld over de hele aardbol en over dag en nacht, ongeveer 160 W/m^2 . Na het aardoppervlak te hebben opgewarmd wordt deze warmtestroom praktisch in zijn geheel weer naar het heelal teruggezonden. Dit gebeurt in stappen.

Zoals reeds genoemd in hoofdstuk 3, verliest het aardoppervlak zijn warmte door drie processen die naast elkaar plaatsvinden:

- Warmteoverdracht door "convectie" naar de lucht. De lucht wordt warmer, stijgt op (als een soort "bellen") en verwarmt de hogere luchtlagen.
- Verdamping van water uit zeeën, meren, rivieren, kanalen en dergelijke en uit vochtige grond. De gevormde waterdamp condenseert op grotere hoogte (wolkenvorming) waarbij de warmte weer vrijkomt.

- Warmteoverdracht door straling. Dat wil zeggen dat het warme aardoppervlak warmtestraling omhoog zendt. Deze straling wordt grotendeels geabsorbeerd door de in de lucht aanwezige waterdamp en CO₂ en verder door de wolken. Een klein deel loopt door naar het heelal.

Alle drie deze processen zorgen ervoor dat warmte van het aardoppervlak wordt getransporteerd naar de onderste lagen van de atmosfeer (tot ongeveer 3000 m). Deze wordt daardoor warmer, zodat het aardoppervlak ook weer warmer wordt, waardoor deze drie warmtetransportprocessen op gang gehouden worden (want warmte stroomt immers altijd van hogere naar lagere temperatuur). De warmere lagen van de atmosfeer staan de warmte weer trapsgewijs af, van de ene laag naar de volgende. Bovendien gaat er op elke hoogte warmte-uitwisseling tussen wolken en omgevende lucht gepaard met verdamping of condensatie van water. We hebben dus te maken met een uiterst ingewikkeld complex van processen.

Uiteindelijk verliezen de hogere lagen van de atmosfeer hun warmte door directe uitstraling naar het heelal. Het zijn vooral de wolken die voor deze uitstraling zorgen en daarnaast CO₂. Volgens een fysische wet zijn stoffen die warmte absorberen namelijk ook warmtestralers. Zo ontstaat er een evenwichtssituatie, waardoor het aardoppervlak veel warmer wordt dan het zou zijn als er geen atmosfeer was. Hierdoor wordt de temperatuur van de lucht bij het oppervlak gehandhaafd op een voor ons aangename gemiddelde waarde van +15 °C.

De drie warmtetransportprocessen vanaf het aardoppervlak zijn niet even groot. Overdag verhouden ze zich bij benadering respectievelijk als 6:3:1. De bijdrage van straling is dus overdag de kleinste en vormt ongeveer 10% van het totale energietransport vanaf het aardoppervlak. 's Nachts is de uitstraling naar verhouding veel belangrijker. Daardoor kan het aardoppervlak dan flink afkoelen.

De warmtestraling die van het aardoppervlak omhoog wordt gezonden wordt, zoals hierboven aangegeven, voor een deel geabsorbeerd door de "broeikasgassen" waterdamp en CO₂ en voorts door wolken. Het deel dat niet wordt geabsorbeerd loopt door naar het heelal. Als er meer waterdamp of CO₂ in de lucht komt, neemt deze absorptie verder toe en loopt er minder straling door naar het heelal. Dan worden atmosfeer en aardoppervlak nog warmer. De vraag is nu, hoe groot dit effect is waar het CO₂ betreft. Dit gaat dus over het "extra broeikas effect". Dit is in feite niet precies bekend. Er is een moeilijkheid, namelijk dat het broeikas effect van waterdamp vele malen groter is dan dat van CO₂. Als er geen waterdamp zou zijn, zou het effect van CO₂ veel belangrijker zijn dan het nu is, maar nu wordt een groot deel van de uitgestraalde warmte toch al door waterdamp geabsorbeerd. Een verhoging van het CO₂-gehalte heeft daarom slechts een marginaal effect. Bovendien is bij het huidige CO₂-gehalte van de atmosfeer de absorptie van warmtestraling al bijna maximaal. Barrett berekende dat een verhoging van het CO₂-gehalte van 250 tot 1000 ppm¹ (tweemaal zo hoog als door het IPCC wordt voorzien) zal leiden tot een temperatuurverhoging van slechts 2 °C [Barrett, 2008]. Een verdere verhoging van het CO₂-gehalte heeft dan vrijwel geen effect meer. Dat zou dus betekenen, dat zelfs bij een flinke verhoging van de menselijke uitstoot van CO₂, de temperatuur van de atmosfeer nooit meer dan 2 °C zou kunnen stijgen (zie figuur 7).

Dit is heel anders dan de projecties van het IPCC ons doen geloven. Andere onderzoekers berekenen een nog kleinere temperatuurverhoging. Er zijn namelijk in de atmosfeer enkele tegenwerkende effecten werkzaam. In de eerste plaats wordt extra warmte, die kan ontstaan door het extra broeikas effect, voor een deel afgevoerd via verdamping plus condensatie, gevolgd door warmte-uitstraling (naar het heelal) door de gevormde wolken. Een tweede effect is, dat een toename van het CO₂-gehalte in hogere luchtlagen, waar zich praktisch geen waterdamp bevindt, ook leidt tot een verhoogde warmtestraling van de atmosfeer naar het heelal. Op laag niveau draagt CO₂ dus bij aan absorptie van warmte, op hoog niveau aan de uitstraling ervan. Een Hongaarse onderzoeker, Miskolczi, is de eerste die de verticale transportprocessen in de atmosfeer volledig doorrekende. Hij heeft zijn berekeningen

¹ ppm = parts per million, 1 ppm = 0,0001%

experimenteel bevestigd. Hij toonde aan dat een verhoging van het CO₂-gehalte van de atmosfeer uiteindelijk geen merkbare invloed kan hebben op de temperatuur [Rörsch, 2008]. Uit deze gedachtengang blijkt dat de oorspronkelijke “broeikasttheorie” niet klopt. De processen in de atmosfeer zorgen voor een nauwkeurige regeling van de temperatuur die niet gemakkelijk te verstoren is.

b. Invloeden van de oceanen.

De invloeden van de oceanen op het klimaat zijn ook van groot belang. De warmtecapaciteit van al het water in de zeeën is vele malen groter dan die van de atmosfeer; daardoor vormt het zeewater een enorme warmtebuffer. Deze zorgt allereerst voor egalisering van de luchttemperaturen. Dit is goed merkbaar in landen die dichtbij zee liggen en een zeeklimaat hebben. De invloed van de oceanen strekt zich echter veel verder uit.

Wanneer wij over opwarming van de aarde spreken, bedoelen we meestal opwarming van de atmosfeer. We zouden echter moeten kijken naar de opwarming van de oceanen, waar meer dan duizend keer zoveel warmte kan worden opgeslagen als in de atmosfeer (voor dat de temperatuur bijvoorbeeld 1 °C stijgt). Een eventuele tijdelijke opwarming van de atmosfeer, van bijvoorbeeld enkele graden, wordt op de langere duur geheel door de oceanen overgenomen, waarbij de temperatuur daarvan niet meer dan enkele duizendsten van een graad zal stijgen.

We kunnen het water in de zeeën verdelen in twee lagen: de bovenste ongeveer 300 meter, die in sterke wisselwerking staat met de lucht, met een oppervlaktetemperatuur die maar weinig lager ligt dan die van de lucht, en de daaronder gelegen watermassa (gemiddeld ongeveer 3000 meter dik) die een veel lagere temperatuur heeft. Beneden de 1000 meter is de zeewatertemperatuur overal maar 4 °C. Dit is heel opmerkelijk, omdat op grotere diepte in de aarde de temperatuur juist veel hoger is.

De oceanen hebben nog verschillende invloeden op het wereldklimaat:

In de eerste plaats treedt er, zoals gezegd, aan de oppervlakte onder invloed van zonnestraling een voortdurende verdamping op. Daardoor wordt de temperatuur van het wateroppervlak binnen nauwe grenzen constant gehouden ook als de instraling toeneemt [Rörsch et al., 2005].

In de tweede plaats zijn er reusachtige zeestromen die grote hoeveelheden warm oppervlaktewater naar hogere breedtegraden brengen, zowel naar het noorden als naar het zuiden. Bekend is de Golfstroom die er voor zorgt dat Noordwest Europa een zacht klimaat heeft. Op hogere breedtegraden mengt dit water zich met koud smeltwater van de polen. Een deel van het koude water stroomt langs het oppervlak terug naar de tropen. De omlooptijd van deze stroom is van de orde van een half jaar à een jaar. Een ander deel van het afgekoelde water zakt naar de bodem (dit gebeurt bijvoorbeeld bij IJsland) en stroomt op grote diepte weer terug naar de tropen. Deze stroom handhaaft de lage temperatuur van 4 °C op grote diepte. In de tropen stijgt deze stroom weer op en vermengt zich met het warme water. Deze circulatiestroom heeft een omlooptijd van vele honderden jaren. Die “opwellingen” van zeewater in de tropen kunnen onregelmatigheden vertonen die invloed hebben op plaatselijke klimaten. Er bestaan vele circulatiestromen aan de oppervlakken van de oceanen, die verschillende onregelmatigheden kunnen vertonen. Bekend zijn de stromen “El Niño” en “La Niña” die ongeveer eens in de tien jaar in Zuid Amerika aanzienlijke klimaatverstoringen kunnen veroorzaken. Deze verstoringen beïnvloeden zelfs de gemiddelde wereldtemperatuur. De onregelmatige zeestromen beïnvloeden ook het jaarlijkse afsmelten van poolijs. Wanneer er meer warm water naar de polen stroomt, smelt er meer ijs. Door de daarvoor benodigde smeltwarmte heeft dit een verlagende werking op de gemiddelde wereldtemperatuur. Dit zijn enkele redenen dat dit gemiddelde willekeurige schommelingen vertoont (zie figuren 3 en 5). Maar in het algemeen hebben de oceanen een sterke stabiliserende werking op de temperatuur van de atmosfeer.

c. De kooldioxidehuishouding in de atmosfeer.

Kooldioxide (CO₂) is samen met water (H₂O) de belangrijkste bouwsteen van levende organismen. Alle groene planten nemen CO₂ uit de lucht op en zetten die samen met water (meest uit de grond) om in koolhydraten, een verzamelnaam voor de stoffen waaruit planten zijn opgebouwd (cellulose, zetmeel, suikers en dergelijke). Dit proces vindt plaats onder invloed van

zonlicht en wordt "fotosynthese" (opbouw door licht) genoemd. Bij dit proces komt zuurstof (O_2) vrij. Alle zuurstof die mens en dier inademen is door planten gemaakt (uit water en CO_2). Wanneer wij planten opeten en verteren verloopt het omgekeerde proces: we verbruiken daarbij zuurstof en breken de koolhydraten af tot water en CO_2 . Dit proces levert de energie waarvan wij leven. Dit kan dus worden gezien als een indirecte vorm van zonne-energie. De CO_2 die wij en andere dieren inademen komt in de atmosfeer en wordt weer door planten opgenomen. Zo is de cirkel gesloten: plant en dier houden elkaar zo in leven.

Een deel van de koolhydraten die mens en dier opnemen wordt gebruikt om het lichaam in stand te houden. Alle levende organismen zijn dus "gemaakt" van CO_2 . Het is een interessante gedachte dat elk koolstofatoom in ons lichaam, gebonden in bijvoorbeeld eiwitten of vetten, of als kalk in onze botten, ooit als CO_2 in de lucht heeft gegeten.

In het licht van het bovenstaande is het dus absurd om CO_2 een "vervuilende" stof te noemen, zoals nu in brede kringen gangbaar is. In de USA is onlangs een wetsvoorstel ingediend waarin CO_2 formeel als vervuilende stof wordt aangemerkt. Dit is natuurlijk "politiek correct", maar het getuigt wel van een ongelooflijk gebrek aan realiteitszin.

Lang niet alle planten worden door dieren opgegeten. Het overgrote deel van de gewassen sterft af en verrot langzaam onder invloed van micro-organismen. Ook daarbij worden de koolhydraten afgebroken tot water en CO_2 die weer in de atmosfeer terecht komen. Dit proces gaat overigens veel langzamer dan de opname.

Er bestaat zo een reusachtige kringloop van CO_2 van lucht via plant terug naar de lucht. De omvang van deze kringloop is bij benadering bekend en bedraagt ongeveer 220 miljard ton per jaar over de gehele aarde. Het is echter de gewoonte om deze stromen uit te drukken in gigaton koolstof per jaar (GtC/j). Een gigaton is een miljard ton. Verder komt 1 ton C (koolstof) overeen met 3,67 ton CO_2 , dus de kringloop via de biosfeer bedraagt ongeveer 60 GtC/j.

Er is ook nog een kringloop van CO_2 via de oceanen. In koude zeeën wordt CO_2 geabsorbeerd (opgenomen) en nadat het water is teruggestroomd naar de tropen, wordt in de warme zeeën CO_2 weer gedesorbeerd (afgegeven). Deze circulatiestroom is nog groter dan die via de planten en wordt geschat op ongeveer 90 GtC/j. In totaal wordt er dus per jaar 150 GtC uit de atmosfeer gehaald en wordt er een ongeveer gelijke hoeveelheid weer in teruggebracht. Let wel: deze getallen zijn langetermijn-gemiddelden, ze kunnen in de loop van jaren variëren. Ze variëren zelfs nog sterker met de seizoenen. Wanneer het zomer is op het noordelijk halfrond, is de CO_2 -opname door planten veel groter dan gemiddeld over het jaar, waardoor het CO_2 -gehalte van de atmosfeer in die maanden sterk daalt. Dit komt omdat er op het noordelijk halfrond veel meer land is en dus veel meer planten zijn dan op het zuidelijk halfrond. Vervolgens stijgt het CO_2 -gehalte weer in onze winter (zie figuur 5, bovenste curve en figuur 8). Dit komt vooral door de ontleding van plantenresten, die vooral in de tropen het hele jaar doorgaat.

Aan deze enorme CO_2 -stromen wordt door de mens nog een flinke hoeveelheid toegevoegd, die in de laatste halve eeuw is gegroeid van ongeveer 2 tot ongeveer 7 GtC/j. Deze is nu dus van de orde van 4,5% van de natuurlijke productie. In al die jaren heeft de mens een grote hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer gebracht. Als deze volledig in de atmosfeer zou zijn achtergebleven zou het CO_2 -gehalte in de atmosfeer met ruim 200 ppm moeten zijn gestegen. Het is in werkelijkheid echter maar gestegen met ongeveer 100 ppm (= 0,01%). Ongeveer de helft is dus verdwenen, dat wil zeggen opgenomen door de planten en door de oceanen. Preciezer gezegd: de verdwenen hoeveelheid is gelijk aan de hoeveelheid die in die tijd *meer* door de natuur is opgenomen dan er in diezelfde tijd door de natuur is afgegeven. De hoeveelheden CO_2 die jaarlijks door planten en oceanen worden opgenomen kunnen niet nauwkeurig worden bepaald, dus kunnen we daarvan geen juiste boekhouding maken. We weten alleen dat de hoeveelheid CO_2 die er jaarlijks in de atmosfeer bij komt gemiddeld ongeveer 3 GtC is, zodat de natuurlijke CO_2 -opname ongeveer 4 GtC/j groter moet zijn geworden dan de natuurlijke productie.

Er komt ook nog een zekere hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer afkomstig van vulkanen. Deze hoeveelheid is van de orde van enkele GtC/j, maar wisselt zeer sterk.

Verder blijkt uit deze getallen dat van de totale CO_2 -stromen die de atmosfeer binnenkomen, van natuurlijke en menselijke oorsprong (in totaal ruim 150 GtC/jaar), ongeveer 98% weer door

de natuur wordt opgenomen, terwijl er zich 2% in de atmosfeer ophoopt (dat is dus die 3 GtC/j). Het is overigens niet zeker dat die 3 GtC die er per jaar bijkomt, inderdaad grotendeels van menselijke oorsprong is. Daarover bestaan verschillen van inzicht. Het is ook mogelijk dat de natuurlijke productie van CO₂ is toegenomen, net zo als de natuurlijke opname. Dat is moeilijk aan te tonen. Het is verder opmerkelijk dat de toename van het CO₂-gehalte van de atmosfeer in de eerste en in de tweede helft van de 20^e eeuw ongeveer even groot was (resp. van 270-320 ppm en van 320-370 ppm), terwijl de menselijke productie van CO₂ in de tweede helft van de eeuw veel groter was dan in de eerste helft (zie figuur 5).

Een ander belangrijk gegeven is dat de oceanen ongeveer 50 maal zoveel CO₂ bevatten als de atmosfeer en wel voornamelijk in de vorm van bicarbonaat, dat weer kan ontleden tot CO₂. Een van de gevolgen van de grote circulatietijden van de diepzeestromen in de oceanen is, dat de in een koudere periode extra opgenomen CO₂, voor een deel pas na eeuwen in warmere perioden zal vrijkomen. Zeer kleine temperatuurveranderingen in het water kunnen grote gevolgen hebben voor de afgifte van CO₂ aan de atmosfeer. Nog een complicerende factor is, dat het circulerende water een zeker hoeveelheid CO₂ verliest in de vorm van calciumcarbonaat (CaCO₃), vooral in de vorm van kalkskeletten van mariene organismen (schelpjes en dergelijke), die naar de bodem zakken¹. Daardoor wordt de interpretatie van de gemeten veranderingen in het CO₂-gehalte van de atmosfeer nog weer moeilijker.

Uit satellietfoto's is afgeleid dat de totale hoeveelheid groene planten op de aarde (meest bossen) in de laatste 50 jaar met ongeveer 2% is toegenomen, ondanks de ontbossing. Het zou dus kunnen zijn dat de stijging van de natuurlijke opname overeenkomt met de massa van de planten die erbij gekomen zijn, maar we kennen de getallen niet nauwkeurig genoeg om dit te kunnen berekenen. Het is wel aannemelijk dat de versterkte plantengroei het directe gevolg is van het verhoogde CO₂-gehalte van de atmosfeer. In Nederland wordt van dit principe gebruik gemaakt door op grote schaal CO₂ in broeikasen te leiden om de groei van gewassen te bevorderen.

We weten dat de natuurlijke processen waarbij CO₂ wordt opgenomen grotendeels onafhankelijk verlopen van de processen waarbij CO₂ wordt geproduceerd. Dit geldt zeker voor de plantenwereld: de snelheid van de fotosynthese is onafhankelijk (tenminste op korte termijn) van de snelheid van verrotting. Iets dergelijks geldt voor de snelheid van absorptie in koude zeeën en desorptie uit warme zeeën, die voor een deel pas eeuwen later optreedt (zie hoofdstuk 9a). We weten alleen dat, uitgesmeerd over eeuwen, deze processen ongeveer aan elkaar gelijk moeten zijn. Dat zijn ze in het verleden ook geweest, maar kortetermijn-variaties in al deze stromen doen zich voortdurend voor. Het is dus denkbaar dat de opname van CO₂, hetzij door fotosynthese dan wel door absorptie in de oceanen, verder blijft toenemen. Als deze absorptie op den duur sneller zou toenemen dan de menselijke productie, kan de situatie ontstaan dat het CO₂-gehalte van de atmosfeer niet verder toeneemt en dat dan dus 100% van de door de natuur en de mens geproduceerde CO₂ wordt opgenomen door de natuur. Dit is mogelijk wanneer de mens kans ziet om effectief op energie te bezuinigen zodat het verbruik van fossiele brandstoffen niet langer toeneemt. De natuurlijke opname zou dan slechts enkele procenten hoeven te stijgen. Let wel, dit zijn speculaties.

We moeten concluderen dat we al die processen die een rol spelen bij de CO₂-huishouding in de atmosfeer beslist onvoldoende kennen om de veranderingen in het CO₂-gehalte precies te kunnen begrijpen. Maar we weten ook dat die veranderingen maar een heel geringe invloed op het wereldklimaat kunnen hebben.

d. Kosmische invloeden op het klimaat.

We weten dat kleine regelmatig optredende veranderingen in de aardbaan de oorzaak zijn van de ijstijden. Dit zijn klimaatveranderingen die optreden met een regelmaat van ongeveer 100.000 jaar, waarbij de temperatuur van de aarde zo'n 10 graden op en neer kan gaan. Het is

¹ Zo werden er in vroegere geologische tijdperken op de bodem van de zeeën kalksteenformaties gevormd, die in latere tijden aan de oppervlakte kwamen, zoals de krijtrotsen van Dover en Møn.

belangrijk om te bedenken dat we de regelmatige bewegingen van de aarde en van andere planeten nauwkeurig kunnen voorspellen over heel lange tijden, terwijl we de grillige processen in de aardatmosfeer nog niet over tien dagen kunnen voorspellen. We weten dus bijvoorbeeld zeker dat er al over 10.000 à 20.000 jaar veel lagere temperaturen zullen heersen dan nu [Kroonenberg, 2006], [Avery en Singer, 2007], maar we weten niet hoe warm het volgende jaar zal zijn.

Maar er zijn nog andere kosmische verschijnselen die ook op korte termijn van invloed zijn op het aardse klimaat. De aarde is blootgesteld aan verschillende soorten straling die van buitenaf onze planeet benaderen en die een indirecte invloed hebben op ons klimaat. De eerste komt van de zon. Deze zendt verschillende soorten straling naar de aarde. Allereerst het zichtbare zonlicht plus infrarode en ultraviolette straling. Deze straling verandert met de tijd maar heel weinig (plus of min 0,1%). Daarnaast wordt door de zon de zogenaamde “zonnewind” uitgezonden, dat is een stroom van geladen deeltjes die met zeer onregelmatige tussenpozen en met zeer wisselende sterkte de ruimte in wordt geslingerd. Ze dringt door tot de buitenste grenzen van het zonnestelsel, maar op het oppervlak van de aarde merken wij daar weinig van, omdat onze atmosfeer ons daartegen beschermt. Van ver uit het heelal komt “kosmische straling” naar de aarde. Die is afkomstig van sterren die lang geleden geëxplodeerd zijn (zogenaamde nova’s en supernova’s). Deze straling bestaat ook uit geladen deeltjes, maar met een veel hogere energie en een veel lagere dichtheid dan de zonnewind. De kosmische straling heeft zo’n hoge energie dat die dwars door vaste stoffen heen gaat, ook door het menselijk lichaam. Gelukkig bereikt maar een zeer klein deel van de kosmische straling het aardoppervlak, anders zou er op aarde geen leven mogelijk zijn. Het grootste deel wordt afgebogen onder invloed van het magneetveld van de aarde en door de zonnewind en gaat zo langs de aarde zonder het oppervlak te bereiken.

De intensiteit van de kosmische straling is over perioden van enkele eeuwen praktisch constant, maar de zonnewind niet. Deze is afhankelijk van de zonneactiviteit die sterk op en neer kan gaan. Dat heeft te maken met de structuur van de zon. De zon lijkt misschien een rustig gloeiende bol waaraan weinig verandert. Wat het zichtbare licht betreft is dat ook zo. Maar de zon is van binnen voortdurend in beweging. Er doen zich op de zon allerlei circulaties en enorme erupties voor, waarbij af en toe grote hoeveelheden massa de ruimte in worden geslingerd. Het vreemde is dat deze processen vrij grillig verlopen. Soms is de zon een aantal jaren volkomen rustig en doen zich weinig of geen uitbarstingen voor, maar soms ook is hij langere tijd zeer onrustig en met veel erupties.

Wanneer wij de zon bekijken door een beroet glaasje, zien wij een mooie oranje bol. Soms zien we grillige donkere vlekken op het zonneoppervlak, de zogenaamde zonnevlekken. Die duiden op circulaties waarbij je iets dieper de zon in kijkt. De grote vlammen, waarbij grote hoeveelheden massa uitgestoten worden, kunnen we alleen zien bij een totale zonsverduistering, maar ze kunnen zich altijd voordoen. De zonnevlekken zijn een goede maat voor de zonneactiviteit: hoe meer zonnevlekken hoe meer zonneactiviteit. Sinds Galilei de zonnevlekken in 1612 ontdekte, heeft men regelmatig aantallen geteld. Men ontdekte in de loop der eeuwen dat jaren met meer zonnevlekken vaak jaren waren met warmere zomers. Maar het heeft tot ongeveer 1990 geduurd dat men een overtuigende correlatie vond.

De wetenschappelijke verklaring hiervan is niet eenvoudig. Veel zonnevlekken gaan samen met een sterkere zonnewind. Er blijkt een interactie te bestaan tussen zonnewind en kosmische straling. In feite ontvangt de aarde minder kosmische straling naarmate de zonneactiviteit sterker is. De vraag is nu wat kosmische straling dan met klimaat te maken heeft.

De Deense fysicus Svensmark heeft daarvoor een interessante theorie ontwikkeld en deze met experimenten bevestigd. Hij ontdekte dat kosmische straling een belangrijke rol speelt bij de vorming van wolken. Als er veel kosmische straling in de atmosfeer doordringt worden vele condensatiekernen gevormd en ontstaan er meer en kleinere druppeltjes. Daardoor ontstaat er een groter wolkendek. Hierdoor bereikt er minder zonnewarmte het aardoppervlak en wordt het op de aarde minder warm, althans boven land. Volgens deze theorie wordt het klimaat door het wolkendek bepaald en niet andersom!

Zo heeft de zonneactiviteit op indirecte wijze invloed op het klimaat: meer zonneactiviteit resulteert in hogere temperaturen. Kleine temperatuurschommelingen in de afgelopen eeuwen, alsmede de temperatuurstijging tussen 1979 en 1998, konden inderdaad in verband worden gebracht met wisselingen in de zonneactiviteit [Svensmark en Calder, 2007], [Thoenes, 2008]. Tijdens het midden van de Kleine IJstijd (ongeveer 1650-1700) waren er opvallend weinig zonnevlekken.

Het ontbreken van opwarming op het zuidelijk halfrond (zie hoofdstuk 2) kan samenhangen met het feit dat daar veel minder landoppervlak is. Immers, het water heeft een stabiliserende werking, zodat het effect van een iets toegenomen instraling van zonnewarmte wordt gecompenseerd door meer verdamping uit het grotere wateroppervlak.

De geleidelijke afkoeling van Antarctica in de laatste 30 jaar kan samenhangen met het feit dat door de bijzondere situatie (lage zonnestand) minder wolken daar juist leiden tot meer uitstraling en dus afkoeling, in tegenstelling tot de situatie bij de overige landmassa's.

Helaas is het niet zo dat we op basis van de theorie van Svensmark klimaatveranderingen kunnen voorspellen. Dat komt omdat wij het grillige gedrag van de zon nog onvoldoende doorgronden. Vermoedelijk is het zo chaotisch dat het nooit voorspelbaar zal zijn. Er zijn echter astronomen die toch voor de komende jaren een lagere zonneactiviteit verwachten [De Jager, 2009]. Dit kan betekenen dat de aarde de komende jaren merkbaar zou kunnen afkoelen.

e. Overzicht van de klimaatverandering

Het gemiddelde klimaat van onze Aarde is door de eeuwen heen in het algemeen bijzonder stabiel geweest. Er hebben zich in de loop der tijden steeds kleine klimaatveranderingen voorgedaan. Er is niets dat er op wijst dat het klimaat nu op enigerlei wijze door de mens wordt verstoord. Er zijn ook geen aanwijzingen dat de mens het klimaat zou kunnen beïnvloeden.

Velen hadden verwacht dat de temperatuur van de aarde in de tweede helft van de twintigste eeuw aanmerkelijk zou stijgen, door het sterk groeiende gebruik van fossiele brandstoffen. Het bleek dat het CO₂-gehalte van de atmosfeer in die tijd aanmerkelijk was toegenomen en er bestond een theorie dat hierdoor de temperatuur belangrijk zou moeten stijgen. Dit is niet gebeurd. Soms wordt er op gewezen dat de gemiddelde temperatuur in de twintigste eeuw met 0,6 graad is gestegen, maar het grootste deel van deze stijging vond al plaats vóór 1940, dus voordat de menselijke CO₂-productie sterk begon toe te nemen. Die temperatuurstijging was dus nog een deel van een natuurlijke fluctuatie (het aflopen van de Kleine IJstijd).

De bezorgdheid en onrust over de door de mens veroorzaakte wereldwijde opwarming (AGW) blijkt dus gebaseerd te zijn op uiterst magere feiten. Er is wel enige verwarring ontstaan doordat de temperatuur in West Europa (1% van het aardoppervlak) in de laatste ongeveer 30 jaar wel merkbaar is toegenomen. Ten onrechte werd dit in verband gebracht met wereldwijde opwarming. Bovendien werd vrij algemeen aangenomen dat de broeikas theorie toch juist moest zijn en dat er zich in de toekomst alsnog een belangrijke temperatuurstijging zou voordoen. Aangezien er na 1998 geen sprake meer is van enige stijging van de gemiddelde wereldtemperatuur, lijkt deze bezorgdheid nu enigszins misplaatst [Crok, 2008].

Alles bij elkaar blijkt dat er bij het doorgronden van klimaatveranderingen veel meer komt kijken dan vroeger werd gedacht. De broeikas theorie die een direct verband legt tussen het CO₂-gehalte van de atmosfeer en de temperatuur blijkt veel te simplistisch. Het klimaat zit veel ingewikkelder in elkaar. De verticale energie-transportprocessen die bijdragen aan de afvoer van ingestraalde zonne-energie naar het heelal, zorgen tezamen voor een sterke stabilisering van de temperaturen in de atmosfeer.

De kleine temperatuurschommelingen die de laatste eeuwen zijn waargenomen, zijn kennelijk het indirecte gevolg van wisselingen in de zonneactiviteit.

Het gevolg van de nieuwere inzichten is dat het niet waarschijnlijk is dat de uitstoot van CO₂ door de mens een belangrijke invloed heeft op het wereldklimaat, ook niet als deze uitstoot in de toekomst nog sterk zou toenemen.

Verder is men steeds meer gaan inzien dat het klimaatsysteem zich zo chaotisch gedraagt dat de voorspelbaarheid ervan begrensd is. Dat wil zeggen, dat klimaatveranderingen die voortkomen uit atmosferische processen grotendeels onvoorspelbaar zijn [Oerlemans, 2007],

[Tennekes, 2009]. Alleen de gevolgen van regelmatig terugkerende kosmische invloeden, zoals ijstijden, zijn voorspelbaar.

10. Conclusies

We hebben hier te maken met een van de grootste controverses uit de geschiedenis van de wetenschap. En zeker de duurste. Het “establishment,” zowel in de wetenschap als in de politiek, blijft namelijk vasthouden aan de juistheid van de broeikas­theorie, ondanks de overweldigende hoeveelheid feiten die wijzen op het tegendeel. De situatie is te vergelijken met die van het kerkelijke proces tegen Galilei (1632), als men de klimaatsceptici mag vergelijken met Galilei en het huidige “establishment” met het toenmalige Vaticaan.

Allereerst moeten wij toch uit de metingen concluderen dat de aarde in de tweede helft van de 20^e eeuw weliswaar enigszins is opgewarmd (enkele tienden van een graad), maar dat deze opwarming een natuurlijk oorzaak heeft en zeker niet belangrijk is. Verder blijkt die zich niet voort te zetten. Voortdurende kleine klimaat­veranderingen met op- en neergaande temperaturen zijn immers van alle tijden.

De belangrijkste conclusie van de nieuwere theoretische inzichten is, dat het idee van AGW, de door de mens veroorzaakte wereldwijde opwarming, volkomen op losse schroeven is komen te staan. Dat de menselijke productie van het “broeikasgas” CO₂ een merkbare invloed zou hebben op het klimaat, is voldoende weerlegd. Een andere conclusie is dat de mens niet in staat is om een eventuele klimaat­verandering, of die nu een menselijke of natuurlijke oorzaak heeft, op enigerlei wijze om te buigen. Het is dan ook de vraag of het begrip “klimaat­politiek” in feite inhoud kan hebben.

Deze inzichten kunnen enorme gevolgen hebben. De zeepbel van de AGW-legende zal nu toch eindelijk echt moeten worden doorgeprikt. Er zal overigens heel wat overtuigingskracht nodig zijn om politici, die zich verbonden hebben aan het AGW-dogma, op andere gedachten te brengen. Maar als dat eenmaal lukt, kan dat een politieke aardverschuiving veroorzaken. We moeten bedenken welke reusachtige hoeveelheden geld hiermee gemoeid zijn. Het zal voor niemand makkelijk zijn om te accepteren dat al het geld dat nu is uitgegeven aan “klimaat­politiek”, in feite weggegooid geld blijkt te zijn. Dit geldt voor de reusachtige bedragen die besteed zijn aan propaganda voor de klimaat­politiek, aan een enorm overheidsapparaat dat zich bezig houdt met de uitvoering van de klimaat­politiek, aan onderzoek dat dient om overheids­beleid te ondersteunen, aan de grootschalige bouw van windmolens, aan aankoop van emissierechten, aan studies voor de opslag van CO₂, enzovoort. De totale kosten van deze activiteiten in de westerse wereld lopen in de tientallen miljarden euro’s per jaar. Een omvangrijke bureaucratie en een grote industriële bedrijvigheid zullen dan geheel overbodig worden. Een positieve kant is dat dit zal leiden tot een aanzienlijke beperking van de overheidsuitgaven.

Zo’n ontmantelingproces zal grootschalige kapitaalvernietiging aan de dag leggen en leiden tot een aanzienlijk verlies van werkgelegenheid. Het is daarom te verwachten dat een herziening van de huidige klimaat­politiek op een geweldige weerstand zal stuiten.

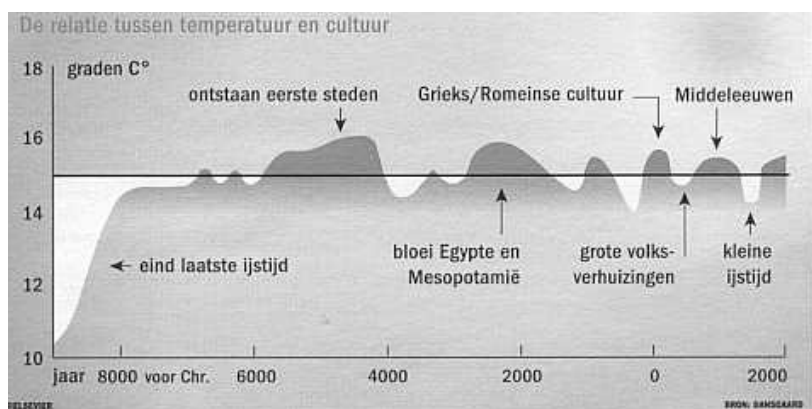
Deze herziening zal niettemin moeten plaatsvinden. Het is onmogelijk om een geldverslindende politiek te blijven voortzetten die is gebaseerd op onjuist gebleken wetenschappelijke theorieën. Hoe langer we daarmee doorgaan, hoe groter de schade wordt. De politiek kan zich niet veroorloven om vast te blijven houden aan een legende. Ze zal moeten kiezen voor de werkelijkheid.

Literatuurlijst

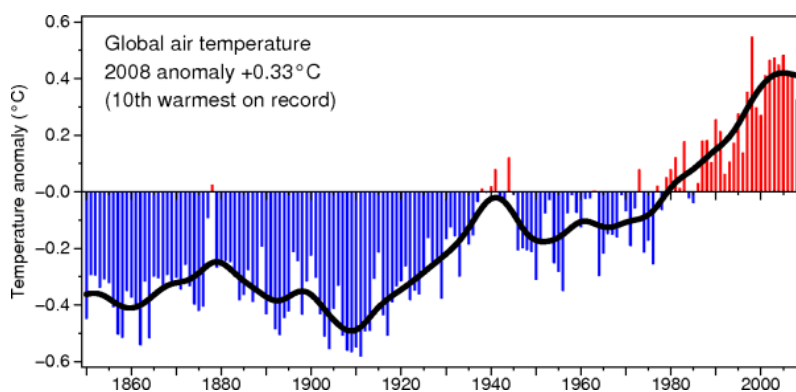
- Avery, D.T, S.F.Singer (2007), Unstoppable Global Warming.
- Barrett, J. (2008) www.barrettbellamyclimate.com/page24.htm
- Böttcher, C.J.F. (1992), Science and fiction of the greenhouse effect and carbon dioxide.
- Cdiac, <http://cdiac.ornl.gov/trends/temp/contents.htm>
- Crok, M. (2005), Klimaatverandering door foute statistiek NatuurWetenschap & Techniek, 2005, nr.2
- Crok, M. (2008), Een verkoelende blik op het klimaat, NatuurWetenschap & Techniek, 2008, nr.4
<http://sync.nl/een-andere-wetenschappelijke-blik-op-klimaatveranderingen/6>
- Dekker, R. (2007), Formidabele belangencoalitie jaagt klimaatgekte aan, Tijdschrift Spil, 2007, nr.5/6, 16-19, www.platteland-in-perspectief.nl
- Durkin, M. (2007), www.channel4.com, Documentaries, Science, The Great Global Warming Swindle.
- Friends of Science (2009), www.friendsofscience.org.
- Gore, A. (2006), An Inconvenient Truth, www.climatecrisis.net
- Gray, V. (2000), The Surface Temperature Record, www.john-daly.com/graytemp/surftemp.htm
- Gray, V. (2002), The Greenhouse Delusion: A Critique of "Climate Change 2001"
- Halkema, J.A. (2008), Windmolens (windenergie) en wat meestal verzwegen wordt, www.wind-energie-halkema.org
- Hanekamp, J. (2005), www.libertarian.nl, 24-2-2005
- IPCC (1991-2007), Assessment Reports 1-4, Summaries for Policymakers, www.ipcc.ch
- Jager, C.de (2009), www.cdejager.com zie Sun-Earth Publications
- Kininmonth, W. (2007), Unmasking "An Inconvenient Truth", www.scienceandpolicy.org
- Komen, G. (2006), www.knmi.nl/kenniscentrum/communicatie_klimaatonderzoek/
- Kroonenberg, S. (2006), De menselijke maat. De aarde over 10.000 jaar.
- Kuhn, T. (1962), The Structure of Scientific Revolutions.
- Labohm, H., S. Rozendaal en D. Thoenes (2004), Man-Made Global Warming, Unravelling a Dogma.
- Labohm, H. (2007-1), Onderbouwing van de menselijke broeikas hypothese schiet tekort, Tijdschrift Spil, 2007, nr.5/6, 7-13, www.platteland-in-perspectief.nl
- Labohm, H. (2007-2), What is wrong with the IPCC? www.scienceandpublicpolicy.org
- Labohm, H. (2008), Wat zal de toekomst brengen: opwarming of afkoeling?
www.ziedaar.nl/article.php?d=311
- Labohm, H., diverse artikelen op www.vrijspreker.nl, www.klimatosoof.nl, www.techcentralstation.com
- Lindzen, R.S. (2008), Climate Science, is it currently designed to answer questions?
<http://ecoworld.com/features/2008/10/30>
- Lovelock, J. (1979) Gaia: A New Look at Life on Earth.
- McKittrick, R. (Co-ord) (2007), Independent Summary for Policymakers (ISPM),
www.uoguelph.ca/mckitri/research/ISPM.pdf
- Monckton, C. (2007-1), Greenhouse warming, what greenhouse warming?
www.scienceandpublicpolicy.org, Popular Articles.
- Monckton, C. (2007-2), 35 Inconvenient truths. www.scienceandpublicpolicy.org, Popular articles.
- Oerlemans, J. (2001), Kijk op gletsjers, Spinozalezing 2001,
[www.nwo.nl/files.nsf/pages/SPES_5VEFEY/\\$file/Brochure%20spinoza%202001.pdf](http://www.nwo.nl/files.nsf/pages/SPES_5VEFEY/$file/Brochure%20spinoza%202001.pdf)
- Oerlemans, J. (2007), De voorspelbaarheid van klimaatverandering is begrensd.
www.phys.uu.nl/~oerlemans/KNAW-27nov2007
- Peck, S. (2007), www.telegraph.co.uk/earth/earthnews, search Al Gore's nine inconvenient Untruths.
- Petition Project (2007), www.petitionproject.org, en www.oism.org/pproject/
- Rörsch, A., D. Thoenes en F. de Wit (2005), Klimaatverandering op een waterplaneet.
- Rörsch, A. (2008), Tijdschrift Spil De Staat van het Klimaatonderzoek 2008, Tijdschrift Spil, nr.5, 7-14,
www.platteland-in-perspectief.nl dit is een verkorte versie van het volgende artikel
- Rörsch, A., D. Thoenes en H.Labohm, (2008), De Staat van het Klimaatonderzoek 2008,
www.platteland-in-perspectief.nl, zoek bij Actueel Document
- Rozendaal, S. vanaf begin jaren '90, regelmatige columns en artikelen in Elsevier.
- Singer S.F. en Idso, C. (Ed) (2009), Climate Change Reconsidered (NIPCC),
<http://www.heartland.org/publications/NIPCC%20report>.
- Svensmark, H en N. Calder (2007), The Chilling Stars. A New Theory of Climate Change.
Nederlandse vertaling: Kosmisch klimaat. Waarom de aarde werkelijk opwarmt (2007).
- Tennekes, H. (2001), Broeikasramp en weerbericht.
- Tennekes, H. (2009), Three Essays on Climate Models,
http://scienceandpublicpolicy.org/commentaries_essays/tennekes_climate_models.html
- Thoenes, D. (2008), Kosmisch klimaat (boekbespreking). Tijdschrift Spil 2008, nr.1, 30-34,
www.platteland-in-perspectief.nl

Figuren

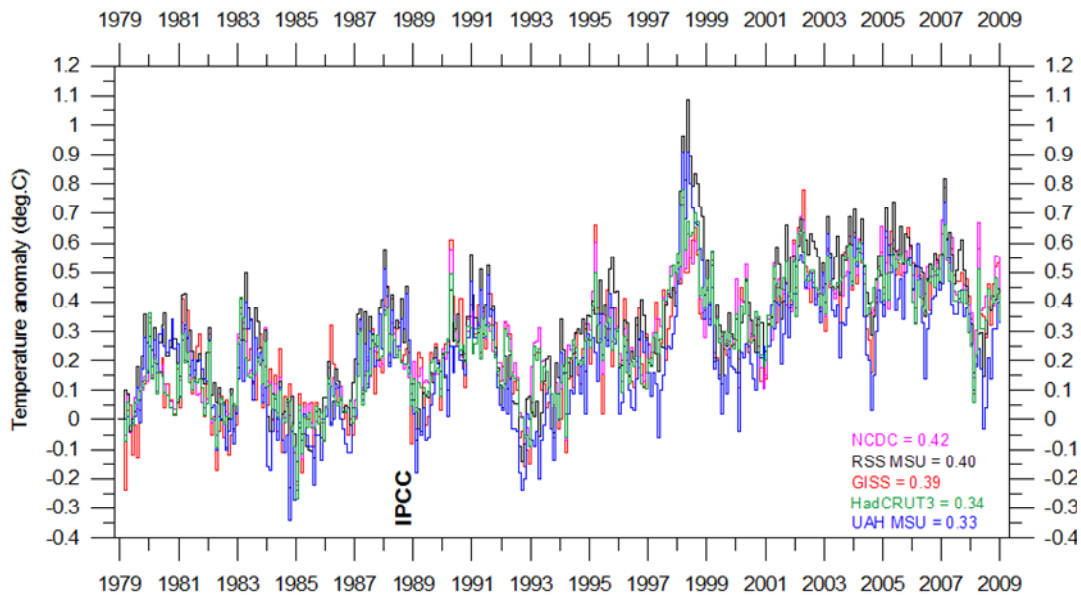
Onderstaande figuren vormen een selectie uit de overweldigende hoeveelheid grafieken die men in de literatuur op het internet kan vinden. Een waarschuwing is hier op zijn plaats. Soms worden grafieken handig gemanipuleerd om opzettelijk een bepaalde indruk te wekken, zoals het gebruik van “voortschrijdende gemiddelden” en het “uitrekken” van de verticale as. Voorzichtigheid is daarom geboden bij de interpretatie van grafieken.



Figuur 1. Zeer globale weergave van de relatie tussen temperatuur en cultuur. 8000 v.Chr. – 2000 AD [Uit Elsevier, 19-2-2005]

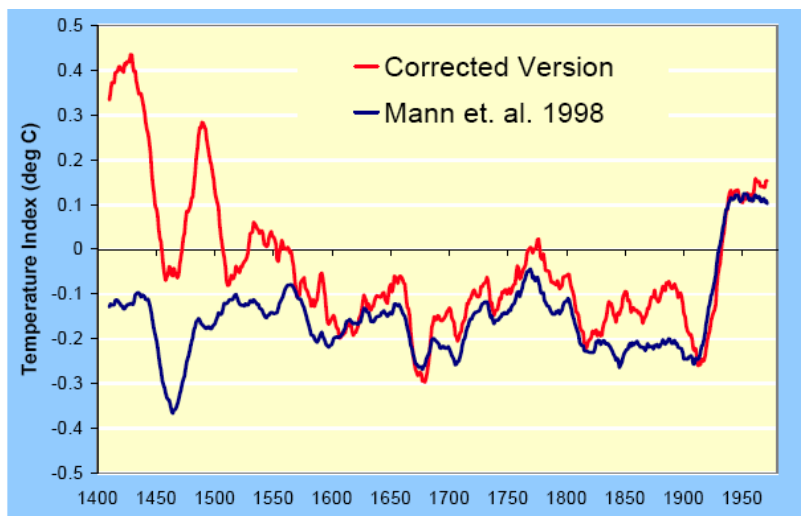


Figuur 2. Oudere publicatie van gemiddelde wereldtemperaturen (afwijkingen van het gemiddelde), bepaald aan de grond. Gegevens van CRU and UK Met Office, Hadley Centre. Zwarte lijn is “voortschrijdend 9-jarig gemiddelde” een truc waarmee de trend wordt benadrukt. Waarnemingen na 1979 zijn later bijgesteld. Zie voor meer realistische weergaven figuren 3 en 5.

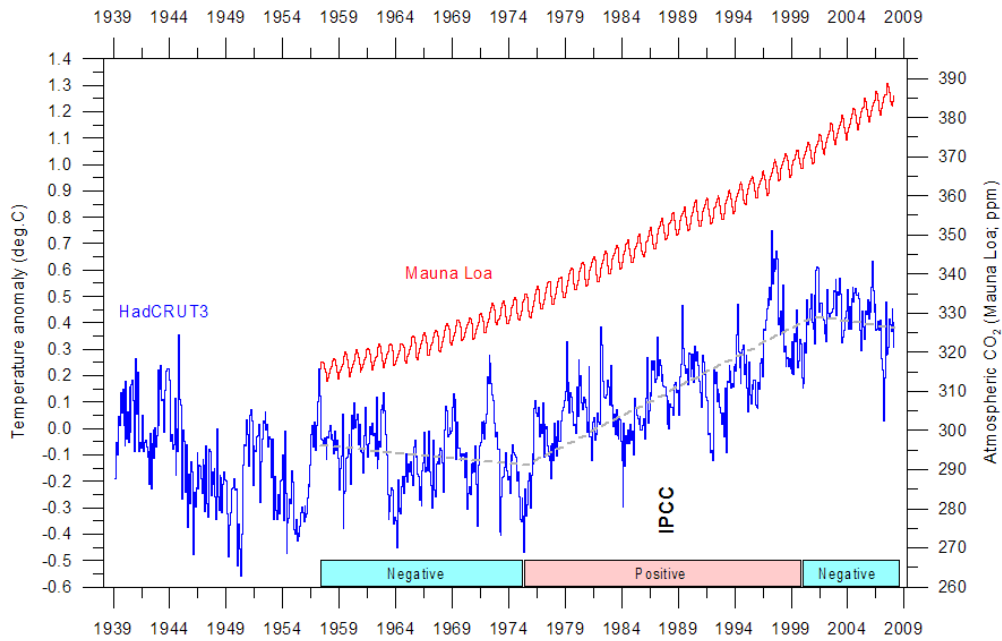


Figuur 3.

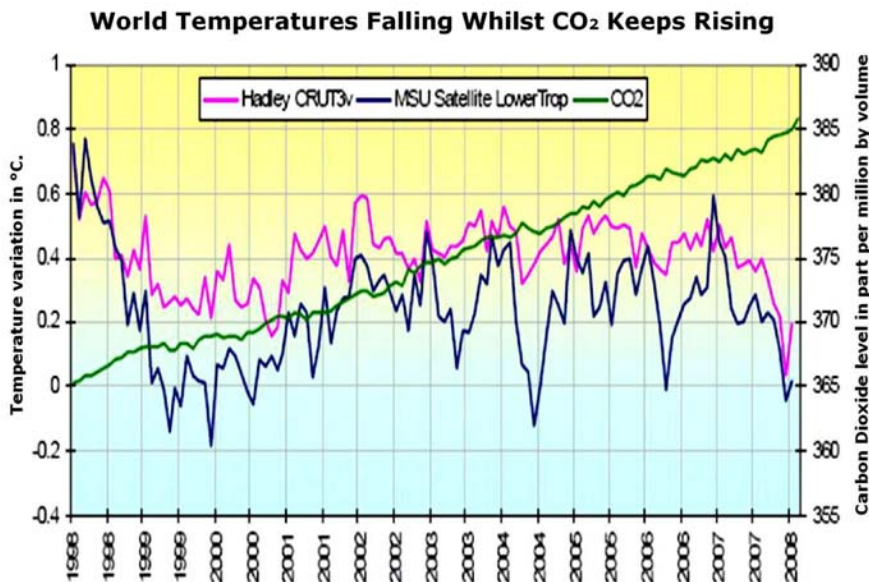
Vijf meetseries van maandelijks gemiddelde wereldtemperaturen (afwijkingen van het gemiddelde). De satellietmetingen van UAH geven de laagste waarden, de grondmetingen van NCDC de hoogste. Let op verschillen maar ook op overeenkomsten. Totale stijging 0,3 – 0,4 °C. N.B.: Het jaar 1998 was duidelijk het warmste volgens alle meetseries (in Nederland juist een koud jaar). Stijging van 1979-1998, lichte daling na 1998. Let op periodieke fluctuaties met een periode van 2 à 3 jaar (www.climate4you.com)



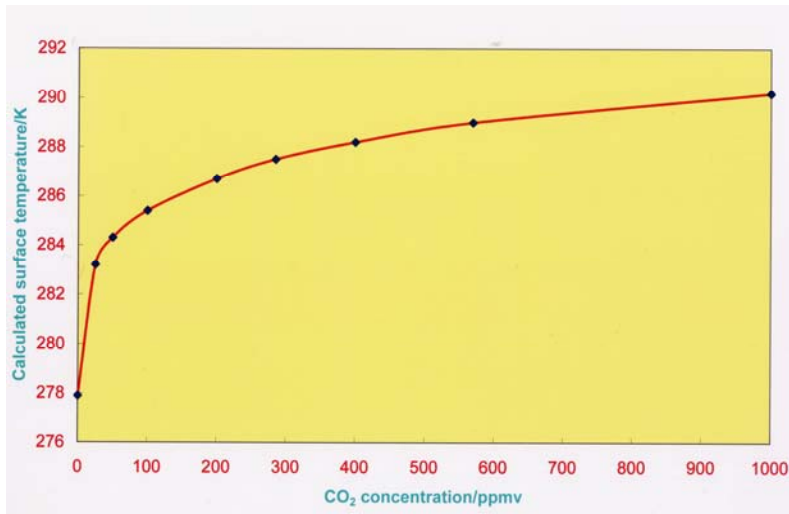
Figuur 4. Gemiddelde wereldtemperaturen (afwijkingen van het gemiddelde) afgeleid uit “proxies” zoals boomringen voor de jaren vóór 1860. Daarna gemeten temperaturen. Wanneer men de truc van voortschrijdende gemiddelden voor de blauwe lijn zou hanteren, worden de hobbels glad gestreken en blijft er een ongeveer rechte horizontale lijn over, met rechts een steil oplopend stuk. Zo krijgt men de “(ijs)hockeystick”. Ik heb deze opzettelijk niet weergegeven, omdat hij misleidend is. De rode lijn is de gecorrigeerde versie van McKittrick et al. Hier zijn de warme Middeleeuwen en de Kleine IJstijd goed zichtbaar. Deze werden ontkennd door Mann et al [Crok, 2005].



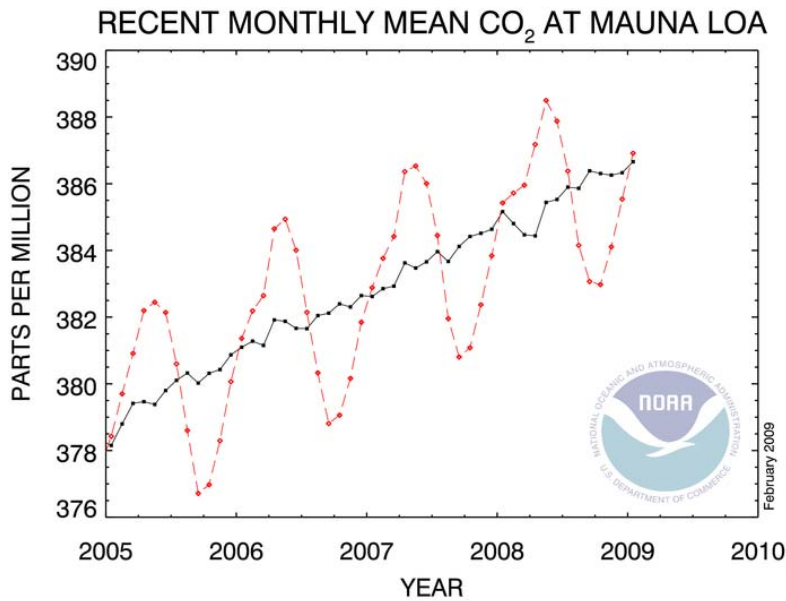
Figuur 5. Gemiddelde wereldtemperaturen (grondmetingen) als afwijkingen van het langjarig gemiddelde voor 1939-2009 (vergelijk met figuur 3), en CO₂-gehalten van de atmosfeer (Mauna Loa) (ppm = parts per million, 1 ppm = 0,0001%). Sterke fluctuaties in temperaturen. Seizoensfluctuaties in CO₂-gehalten. Geen correlatie tussen beide fluctuaties. Temperatuurtrend dalend 1959-1975, stijgend 1975-1998, dalend 1998-2009. Correlatie met CO₂-trend respectievelijk negatief, positief en negatief. Zie ook figuren 6 en 8.



Figuur 6. Gemiddelde wereldtemperaturen (als afwijkingen van het gemiddelde) gemeten aan de grond (paarse lijn) en met satellieten (blauwe lijn) en CO₂-gehalten (Mauna Loa) gecorrigeerd voor seizoenen, voor 1998-2008. Vergelijk met rechtse stuk figuur 5. Let op het ontbreken van correlatie. (Joe d'Aleo www.icecap.us 2008)



Figuur 7. Berekende temperatuurstijging bij toenemend CO₂-gehalte (ppm = parts per million, 1 ppm = 0,0001% . Huidige situatie: 385 ppm CO₂ en een temperatuur van 288 K = 15 °C. Bij 1000 ppm CO₂ zou de temperatuur 290 K = 17 °C worden. (www.barrettbellamyclimate.com/page24.htm).



Figuur 8. Rode lijn: recente cijfers van maandelijks gemeten CO₂-gehalten in de atmosfeer. Sterke daling wanneer het zomer is op het noordelijk halfrond. Daar is veel meer land en veel meer vegetatie dan op het zuidelijk halfrond. Daling geeft verschil aan van CO₂-opname op noordelijk halfrond en tropen en totale CO₂-productie over de gehele wereld. Deze daling komt overeen met ongeveer 12 GtC per 4 maanden, dat is gelijk aan meer dan vijfmaal de snelheid van de menselijke productie. Zwarte lijn: gecorrigeerd voor seizoeneffecten. (www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends)