
Boeken

Global Warming: the complete briefing

door John T. Houghton, derde druk, Cambridge University Press, Cambridge, 2004, 351 blz, ISBN 0-521-52874-7, € 43,90.

Ter voorbereiding op de zomercursus Klimaat en Hydrologie las ik het boek *Global Warming*, van Sir John Houghton, een klimatologisch zwaargewicht uit Groot-Brittannië. Het boek, dat een uitgebreid overzicht beoogt te geven in de verandering van het klimaat, gebaseerd op recent wetenschappelijk inzicht, is in 12 hoofdstukken ingedeeld.

In de eerste drie hoofdstukken worden de relevante atmosferische processen duidelijk uitgelegd. Er wordt verteld welke broeikasgassen de belangrijkste zijn, wat hun

kringlopen zijn en hoe de mens de concentraties van deze gassen in de atmosfeer beïnvloedt. Het CO₂-gehalte in de atmosfeer is bijvoorbeeld sinds de Industriële Revolutie met dertig procent toegenomen. Ook de opname van CO₂ door de oceanen, de zogenaamde biologische pomp, wordt behandeld, evenals andere verschillende positieve en negatieve terugkoppelingen in het klimaatstelsel. Een leuk feitje vond ik dat de bekende Franse wiskundige Jean-Baptiste Fourier in 1827 ontdekte dat broeikasgassen een opwarmend effect hebben. Hij was het ook die het verband legde tussen wat er in een broeikas gebeurt en wat zich in de atmosfeer afspeelt, waarmee hij het effect van een naam heeft voorzien.

In hoofdstuk 4 volgt een overzicht van de geschiedenis van het klimaat. Er wordt op verschillende tijdschalen teruggekeken, namelijk de laatste 100, de laatste 1000 en de laatste miljoen jaar. Aan het begin van

dit hoofdstuk wordt een uitgebreide tabel gepresenteerd met aan het klimaat waargenomen veranderingen in de 21^e eeuw. Zo is het met sneeuw bedekte oppervlak sinds de eerste waarnemingen met satellieten in de jaren '60 met tien procent afgenomen en is het groeiseizoen sindsdien één tot vier dagen per decennium verlengd, met name op de hogere breedtegraden van het noordelijk halfrond. De jaren '90 waren de warmste van het afgelopen millennium, de neerslag op de continenten nam met 5 tot 10 procent toe, behalve in delen van Afrika en het Middellandse-Zeegebied, en de frequentie en intensiteit van periodes van droogte is in bepaalde werelddelen, zoals Azië en Afrika, toegenomen. Voor de andere twee tijdschalen kunnen geen directe waarnemingen gebruikt worden en daardoor komen voor de aardwetenschappers onder ons herkenbare paleoklimatologische termen voorbij: ¹⁸O- en ¹⁴C-isotopen, Milankovitch-cycli, Jonge Dryas, ijskernen gestoken op jaloersmakende veldwerklocaties en niet te vergeten het Allerød-interstadiaal. Overigens is Dryas octopetala, ik was het allang weer vergeten, een arctisch bloemetje.

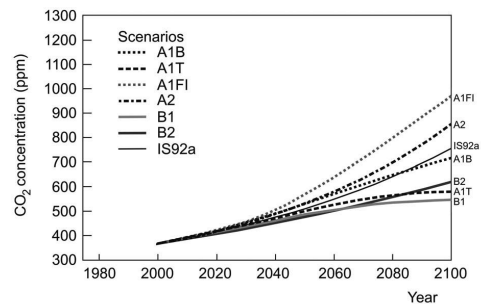
Global Warming

- 1 global warming and climate change
 - 2 the greenhouse effect
 - 3 the greenhouse gases
 - 4 climates of the past
 - 5 modelling the climate
 - 6 climate change in the twenty-first century and beyond
 - 7 the impacts of climate change
 - 8 why should we be concerned?
 - 9 weighing the uncertainty
 - 10 a strategy for action to slow and stabilise climate change
 - 11 energy and transport for the future
 - 12 the global village
-

Zonder uitgebreid in numerieke details te treden wordt in het vijfde hoofdstuk

beschreven hoe weerkundige en klimaatmodellen in elkaar steken. In de meest recente modellen kunnen steeds meer processen op een steeds fijnere schaal worden meegenomen. Een voorbeeld hiervan is dat met behulp van gekoppelde modellen de interactie tussen de atmosfeer en de oceanen wordt beschreven. Net als bij gekoppelde oppervlakte- en grondwatermodellen zijn er bij deze twee typen modellen verschillen in tijdstap en ruimtelijke schaal. Verwacht wordt dat in de nabije toekomst, met nog meer rekenkracht, ook biologische en chemische processen dynamisch in de modellen zullen worden ingebracht.

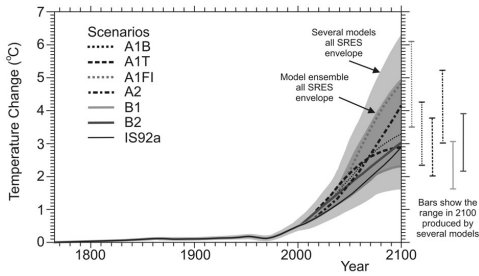
Met de gevalideerde modellen kunnen vervolgens voorspellingen worden gedaan. Eén van de parameters die daarvoor moet worden ingeschat, is het toekomstig CO₂-gehalte van de atmosfeer. In figuur 1 zijn enkele van de vijfendertig door klimatologen gehanteerde scenario's voor toekomstige emissies uitgezet.



Figuur 1: Verwachte toename van de CO₂-concentratie in de atmosfeer bij verschillende emissie-scenario's.

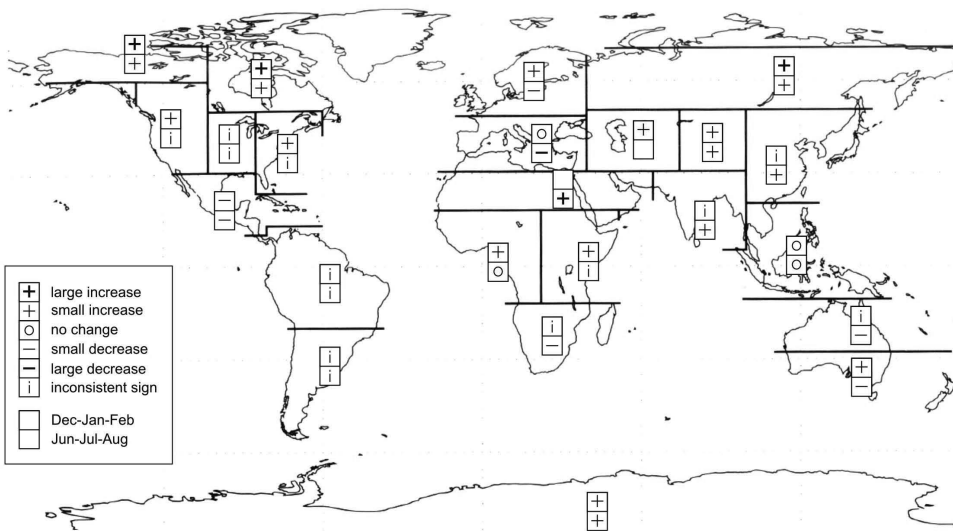
Met deze invoer worden met de verschillende modellen de temperaturen voor de komende eeuw berekend. Uit figuur 2, met verschillende modelprojecties, kan worden opgemaakt dat in 2100 de gemiddelde temperatuur op aarde met twee tot zes graden zal toenemen. Zeker de ondergrens lijkt niet zo heel veel, maar als bedacht wordt dat in de koudste gedeelten van de afgelopen

ijstijden de gemiddelde temperatuur op aarde slechts 5 tot 6 graden lager was dan de temperatuur in de warmste gedeelten van de tussenliggende perioden, dan is dat toch wel een flinke sprong in relatief korte tijd. De verwachte toename in temperatuur is de komende 100 jaar dus gelijk aan één derde tot een volledige ijstijd, maar dan naar de warme kant.



Figuur 2: Verwachte toename van de gemiddelde temperatuur op aarde bij verschillende emissie-scenario's.

Hoewel met een grotere onzekerheids-marge, kunnen ook mogelijke veranderingen in regionale neerslagpatronen in beeld worden gebracht. In figuur 3 zijn de uitkomsten weergegeven van negen klimaat-modellen die elk met hetzelfde emissiescenario (A2) zijn doorgerekend. Als referentie voor de uitkomsten van 2071–2100 is de periode 1961–1990 gekozen. Bij een toename of afname van 20% of meer wordt gesproken van een grote verandering en een toename van tussen de 5 en 20% wordt aangeduid als een kleine verandering. Indien met meer dan twee van de negen modellen afwijkende resultaten zijn berekend, dan wordt dit aangegeven met de term inconsistent. De verwachting is dat de hydrologische kringloop zal intensiveren, maar dat er wel sprake zal zijn van een grote variatie in de veranderingen.

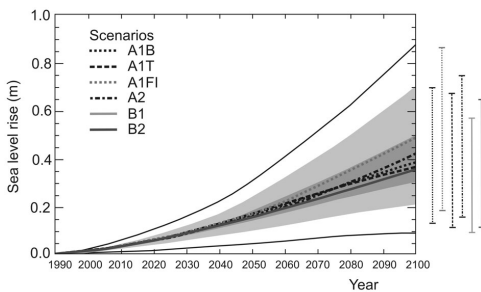


Figuur 3: Verwachte verandering in de neerslag in de winter- en zomermaanden.

In hoofdstuk 7 wordt dieper ingegaan op de mogelijke gevolgen van de veranderingen van het klimaat. Belangrijke begrippen hierbij zijn gevoeligheid, aanpassingsvermogen en kwetsbaarheid. Als eerste wordt

de stijging van de zeespiegel behandeld. De laatste honderd jaar is de zeespiegel 10 tot 20 centimeter gestegen. Daarvan is ongeveer 4 centimeter te wijten aan het smelten van gletsjers en 7 centimeter komt door het

opwarmen en dus uitzetten van het al aanwezige water in de oceanen. De netto bijdrage van het smelten van ijs op Groenland en Antarctica is lastiger te schatten, maar men neemt aan dat die hoeveelheden tot nu toe gering zijn. De verwachte zeespiegelstijging voor de komende 100 jaar is terug te vinden in figuur 4. Het donkerste gedeelte in de grafiek is de omhullende van de gemiddelde uitkomsten van alle vijftig scenario's in de verschillende gebruikte klimaatmodellen. Het één na donkerste gedeelte van de grafiek is de omhullende voor alle uitkomsten van alle vijftig scenario's in de verschillende gebruikte modellen. De buitenste zwarte lijnen tenslotte geven de omhullende weer voor alle scenario's en alle modellen waarbij er ook rekening is gehouden met onzekerheden in verandering van de bedekking met landijs, verschillen in het voorkomen van permafrost en verschillen in depositie van sediment.



Figuur 4: Verwachte zeespiegelstijging bij verschillende emissiescenario's.

De bijdrage aan de zeespiegelstijging van de ijskappen op Groenland en Antarctica zijn ook in de toekomst lastig in te schatten, omdat daarbij twee processen een belangrijke rol spelen die elkaar deels teniet kunnen doen. In een warmere atmosfeer is er meer waterdamp beschikbaar en er kan daardoor meer sneeuw vallen op deze ijskappen. Door de hogere temperatuur kan aan de randen echter ook meer ijs wegsmelten. De verwachting is dat de ijskap op

Antarctica iets zal groeien en dat die op Groenland zal krimpen. Hoewel heel onzeker, wordt verwacht dat de beide effecten elkaar voorlopig in evenwicht zullen houden. Tot het jaar 3000 wordt een zeespiegelstijging verwacht van 100 tot 600 centimeter en de laatste waarde komt overeen met de zeespiegelstand van vlak voor de laatste ijstijd.

De zeespiegelstijging zal vooral effect hebben op de laaggelegen gebieden, grenzend aan de oceanen. De toekomstige situatie in onder andere Bangladesh, Nederland en eilandjes in de Indische Oceaan wordt beschreven. In Bangladesh spelen ook andere problemen zoals inklinking van het land door grondwateronttrekkingen, zeewaterintrusie (nu al tot 150 km landinwaarts), zware cyclonen en grote armoede. Verwacht wordt dat 10% van het land, waar nu ongeveer 6 miljoen mensen wonen, onder water zal verdwijnen bij een zeespiegelstijging van 50 centimeter. Doordat allerlei andere factoren meespelen zijn dit soort berekeningen buitengewoon onzeker. Ik vraag me bijvoorbeeld af of in deze schattingen het veranderen van de sedimentatie in de rivieren is meegenomen, of dat alleen maar de zeespiegelstijging wordt geprojecteerd op de huidige topografie minus de verwachte daling van het maaiveld.

Ook natuurlijke ecosystemen, bijvoorbeeld mangrovebossen en koraalriffen, zullen gevolgen ondervinden. Uit gegevens van fossielen kan worden opgemaakt dat de meeste planten in dit soort stress-situaties slechts met 1 kilometer per jaar kunnen migreren. Dit betekent dat, bij de voorspelde veranderingen, de meeste ecosystemen zich steeds minder in een voor hen geschikt klimaat zullen bevinden. Verder worden in dit hoofdstuk de effecten beschreven op de beschikbaarheid van zoet water, de voedselvoorziening en de gezondheid van mensen, bijvoorbeeld mogelijke veranderingen in de verspreiding van malaria of het vaker voorkomen van droogtes en

overstromingen.

Na een wat meer contemplatieve beschouwing in hoofdstuk 8, met zelfs een uitstapje naar Genesis, worden in hoofdstuk 9 de onzekerheden in de voorspellingen uitgewerkt. De belangrijkste redenen hiervoor in de schatting van de timing, de grootte en de regionale verdeling van klimaatverandering zijn de onzekerheden in:

- de hoeveelheid broeikasgassen die in de atmosfeer zullen komen;
- het deel dat hiervan weer wordt afgevoerd naar bijvoorbeeld de oceanen;
- het voorkomen en gedrag van wolken en wat precies hun invloed in de atmosfeer is; en
- hoe de oceanen en de poolkappen zullen reageren.

De vraag wordt terecht opgeworpen of we vanwege al deze onzekerheden niet beter nog eerst meer onderzoek kunnen doen en dan pas al dan niet maatregelen moeten nemen. Houghton is hier geen voorstander van, want we kunnen nu al wel een goede inschatting maken dat het klimaat gaat veranderen en dat dit behoorlijke effecten zal hebben. De precieze effecten zijn nog niet gedetailleerd bekend, maar gezien de lange tijdschalen van het menselijk handelen en het klimaat, kan het geen kwaad uit voorzorg actief te handelen. Voorkomen is beter dan genezen en sommige acties, bijvoorbeeld zuiniger met energie omgaan en meer gebruik gaan maken van hernieuwbare hulpbronnen, heeft ook op andere vlakken een positieve uitwerking. Maatregelen kunnen tenslotte ook gezien worden als een soort verzekering tegen plotselinge ontdekkingen van zaken waar we nu nog geen weet van hebben. Het gat in de ozonlaag was er bijvoorbeeld per slot van rekening ook 'opeens'.

Na het beschrijven van de verschillende conventies en protocollen zoals dat van Kyoto, worden in hoofdstuk 10 mogelijke maatregelen uitgewerkt. Deze zijn niet zozeer gericht op het stoppen of zelfs terug-

draaien van de klimaatverandering, maar meer om het proces af te remmen, zodat de mensheid en ecosystemen er zich in een iets beter behapbaar tempo aan kunnen aanpassen. Een maatregel is bijvoorbeeld om de komende vier decennia wereldwijd, elk jaar bos aan te planten op een oppervlak ter grootte van Ierland. Dit bos zal 20 tot 50 gigaton aan CO₂ opnemen, hetgeen overeenkomt met 5 tot 10% van de verwachte uitstoot tot 2045. Een aandachtspuntje hierbij is echter wel dat bossen de inkomende zonnestraling beter absorberen dan bijvoorbeeld gras en daarmee ook weer voor meer opwarming van de aarde kunnen zorgen. Als deze bossen eenmaal volgroeid zijn, dan zouden ze gebruikt kunnen worden als biobrandstof. Andere kansrijke maatregelen zijn het veel zuiniger omgaan met energie en het versneld invoeren van het gebruik van schone energiebronnen zoals zonne- en windenergie. Dit wordt in hoofdstuk 11 in meer detail uitgewerkt, waarna in het laatste hoofdstuk de verwachte problemen met de klimaatverandering in perspectief worden geplaatst met andere mondiale problemen zoals armoede, overbevolking en milieuvervuiling.

Al met al blijkt dat het rekenen aan het klimaat ingewikkeld is, met zeer veel terugkoppelingen. De voorspellingen met de klimaatmodellen wijzen op relevante veranderingen. In het boek wordt veel aandacht besteed aan de onzekerheden en hoe die met meer onderzoek zouden kunnen worden verkleind. Een belangrijk punt van de auteur is dat de onzekerheden niet gebruikt mogen worden als misplaatste reden om voorlopig geen actie te ondernemen. Er zijn meerdere maatregelen te bedenken die ook vanuit ander oogpunt gunstig zijn en waarvan we waarschijnlijk geen spijt krijgen. De auteur gaat verder niet alleen in op de fysische aspecten van de klimaatverandering, maar besteedt ook aandacht aan de sociale en politieke con-

text. Wat ik prettig vond bij het lezen, is dat het boek nergens echt aan het doemdenken slaat; de feiten en verwachtingen worden vrij analytisch beschreven, vanuit een positieve grondhouding. Kortom, het boek maakt volgens mijn bescheiden mening waar wat de subtitel belooft.

Frank Smits

Journal of Hydrologic Environment

International Hydrologic Environmental Society

<http://www.ihes.org>, ISSN 1738-8449

Volume 1, Number 1, August 2005

Uit het niets ontving ik van mijn Zuid-Koreaanse collega – hij praat altijd graag over voetbal; het schijnt dat dat ons bindt – het eerste exemplaar van het Journal of Hydrologic Environment. Over de titel van het blad moest ik even nadenken. Het doel van het blad wordt omschreven als de promotie van de publicatie van manuscripten die zich richten op de theorie en praktische toepassing van ‘hydrologic environmental’ processen door alle processen van de hydrologische en ecohydrologische kringloop te beslaan. Dat klinkt als een hydrologische cirkelredenering. Fluks bladeren wij verder.

Het blaadje is 46 A4-pagina’s dik, heeft een waterdichte omslag en bevat drie wetenschappelijke artikelen en een technische notitie over ‘Issues of Hydrological Data Quality Checking System’. De inhoudsopgave achterop het blad blijkt niet geheel dezelfde als die in het blad. De kleurenfoto’s in het tweede artikel doen denken aan de reisgids van Molvanía die ik in 2004 aan de andere kant van de wereld heb aangeschaft. In dezelfde reeks is overigens

onlangs ‘Phaic Tan: Sunstroke on a Shoestring’ (“a country visited each year by just a handful of hardy travellers, aid agency workers and hostage negotiators”) verschenen; maar dit terzijde. Het valt op dat men het regelmatig over Korea heeft en dan Zuid-Korea (Tae Han Min Kuk) bedoelt. De artikelen gaan over:

- Sustainability in Water Resources Management; aan de hand van Australische voorbeelden wordt gesteld dat duurzaamheid een dynamische systeemkarakteristiek is die langdurig dient te worden beheerd;
- Nature-Friendly River Management in Changing Hydrologic Environment: Situation and Prospect in Korea;
- Regional Flood Frequency Analysis for Selected Regions in the Phillipines.

Het Engels doet hier en daar denken aan de lyriek van een Chinese copy-writer, geciteerd door drs. P, en vervolgens ook door mij:

*Snowdrops are falling in autumn day.
Why am I sadness?*

Het mooiste zijn de eerste elf regels van het voorwoord, waarin de Prins van Oranje wordt geciteerd en wel middels de woorden die hij in Johannesburg sprak, naar ik meen onder de omineuze titel «No Water, No Future».

Wie geïnteresseerd is in de combinatie van milieu en hydrologie kan overwegen om lid te worden van de IHES. Voor de kosten van US\$ 30 per jaar hoeft u het niet te laten, en u draagt bij aan de goede bedoelingen van de makers.

Michael van der Valk