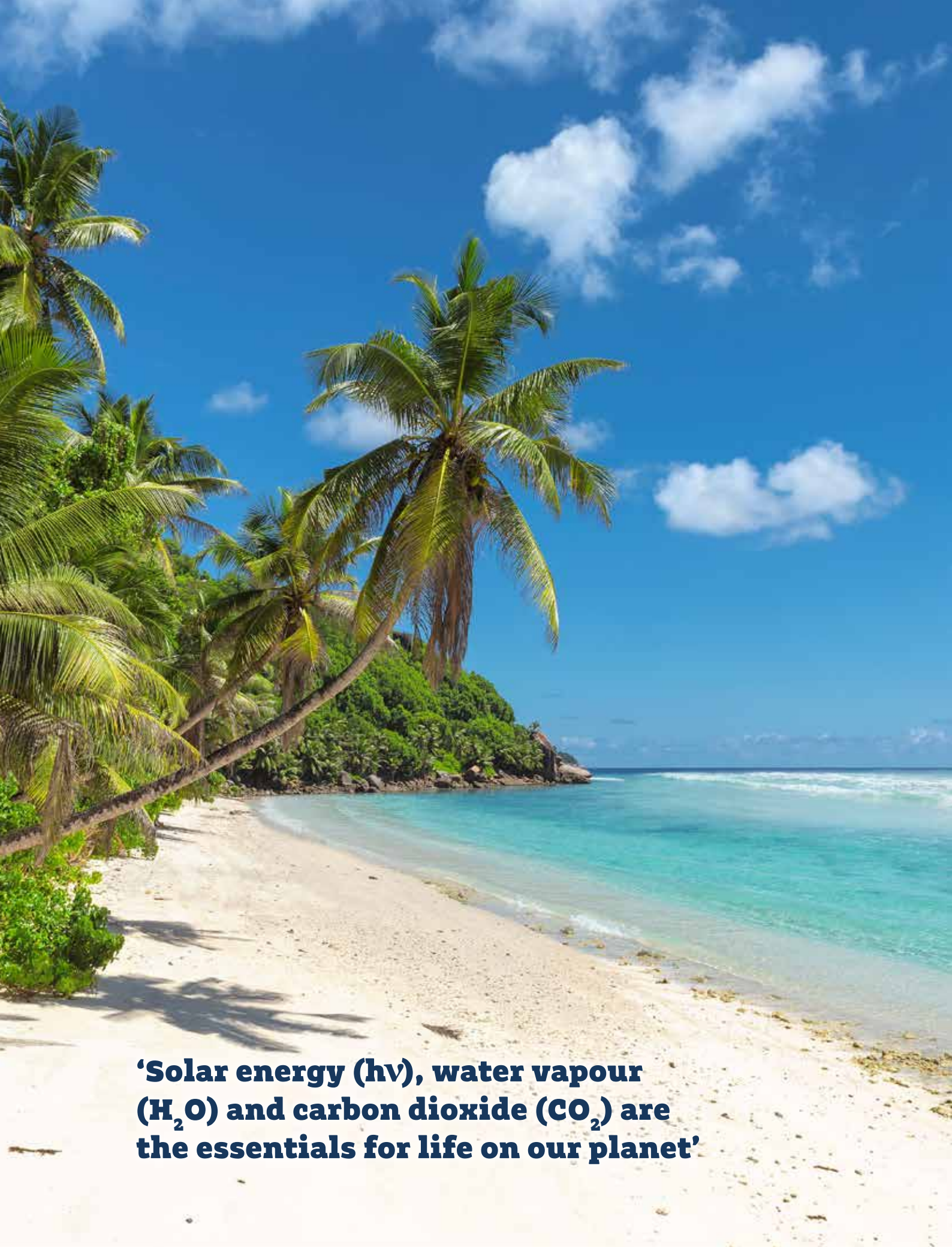


Benutten van klimaatverandering

Een tweeluik met een positieve boodschap voor de toekomst



Guus Berkhout en Marcel Crok
CLIMATE INTELLIGENCE FOUNDATION



'Solar energy ($h\nu$), water vapour (H_2O) and carbon dioxide (CO_2) are the essentials for life on our planet'

EERSTE DRUK, MEI 2019
TWEEDE DRUK, JUNI 2019

Benutten van klimaatverandering

Een tweeluik met een positieve boodschap voor de toekomst



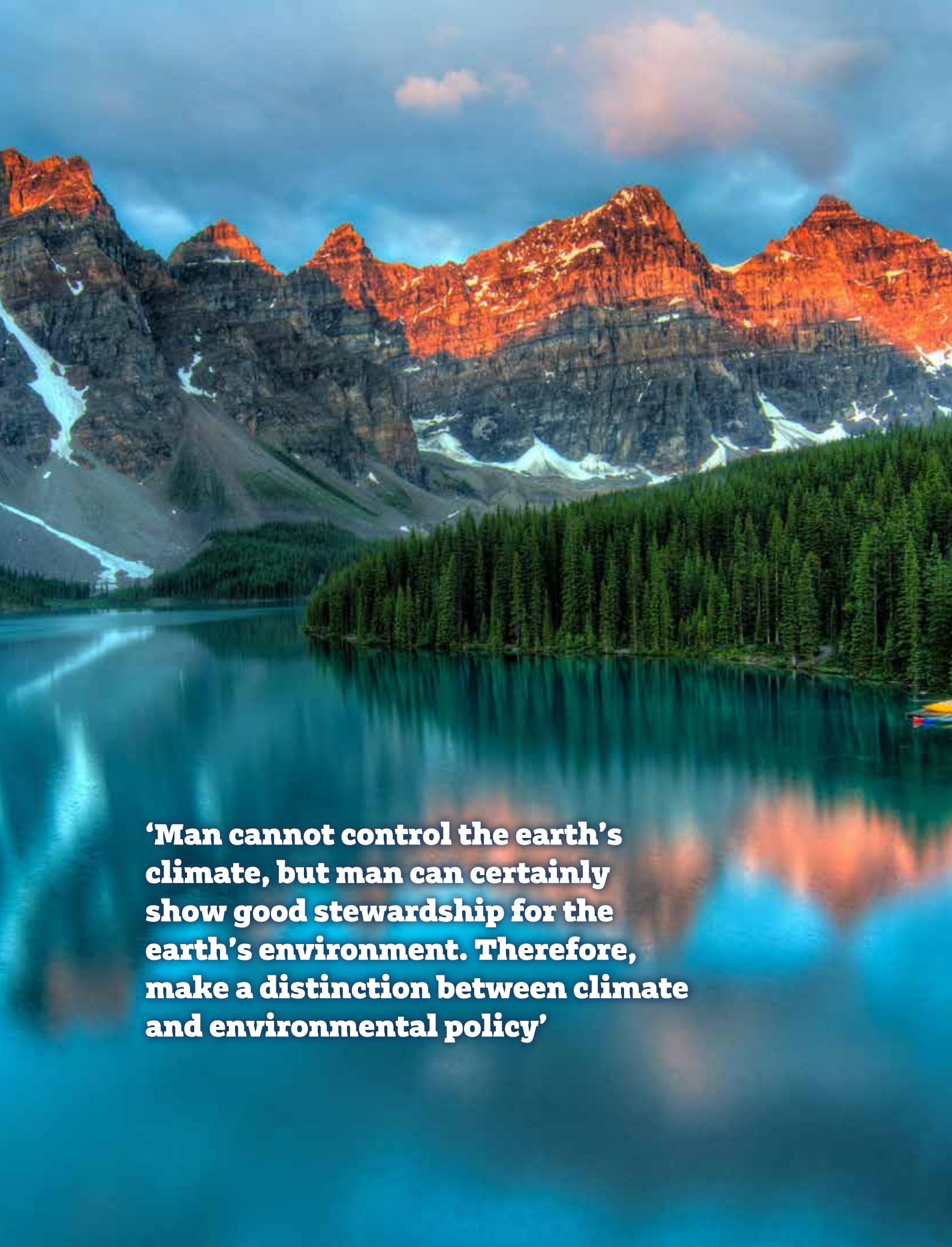
Guus Berkhout en Marcel Crok
CLIMATE INTELLIGENCE FOUNDATION
WWW.CLINTEL.NL



**‘Polar bears refuse to follow
IPCC’s prediction;
they are not the only ones’**

Inhoudsopgave

Voorwoord	7
Deel I: In de ban van klimaat algoritmen	9
Samenvatting	11
1. Inleiding: Ruimte voor dwarsliggers	13
2. Holistische aanpak van het klimaatvraagstuk	15
3. Wetenschappelijke zoektocht naar de waarheid	21
4. Noodzaak voor een klimaatwaakhond	25
5. Zullen we maar helemaal opnieuw beginnen?	29
6. Conclusies	33
Epiloog: Open brief aan de minister-president van Nederland	34
Deel II: Waarom adaptatie veel meer zin heeft	39
Samenvatting	41
1. Inleiding: De lessen van cycloon Fani	43
2. Wereldwijde CO ₂ -reductie is een herculestaak	45
3. Hebben we echt nog maar 12 jaar te gaan?	51
4. Honest broker	55
5. Mitigatie versus adaptatie	57
6. Conclusies	59
Naschrift: Gooi niet alles op één hoop	63

A scenic landscape photograph of a calm lake reflecting a forest and snow-capped mountains under a dramatic, cloudy sky. The mountains in the background are rugged and covered in patches of snow, with their peaks illuminated by a warm, golden light. The forest in the middle ground is dense and green, and its reflection is clearly visible in the still water of the lake. The sky is filled with soft, white clouds, and the overall atmosphere is serene and majestic.

‘Man cannot control the earth’s climate, but man can certainly show good stewardship for the earth’s environment. Therefore, make a distinction between climate and environmental policy’

Voorwoord

Geluk heeft te maken met geloof in de toekomst. Daarom kijken velen van de oudere generatie met warme gevoelens terug naar de jaren '60, waarin ze veel minder welvaart hadden dan nu, maar waarin ze vast geloofden dat alles beter zou worden. Bedrijfsinvesteringen lagen destijds op een hoog niveau. Wat een verschil met nu, waarin onze welvaart weliswaar aanzienlijk hoger is dan toen, maar waarin het geloof in de toekomst soms ver te zoeken is. De huidige generatie wordt overladen met inktzwarte verhalen over de toekomst van de aarde. En zij krijgt al jaren te horen dat ze honderden miljarden moeten gaan ophoesten om catastrofale klimaatrampen te voorkomen. Het is volgens de Domsday Clock van de klimaatbeweging twee voor twaalf! Maar klopt dat wel?



Guus Berkhout



Marcel Crok

het IPCC en in Nederland van de grote wetenschappelijke instituten, zoals KNMI, TNO en Deltares. Niet voor niets ging ons eerste rapport (*Het Raadsel van de Verdwenen Hittegolven*) over ingrijpende temperatuurcorrecties die het KNMI heeft doorgevoerd en waardoor 16 van 23 historische hittegolven uit de boeken zijn verdwenen.

Ook op het terrein van het klimaatbeleid zijn waakhonden hard nodig. De overheid heeft volgens CLINTEL helaas

de neiging om weinig transparant te zijn over de kosten van het klimaatbeleid. Momenteel is vooral het Klimaatakkoord actueel en de kosten die daarmee gemoeid zijn. CLINTEL zal er alles aan doen om de totale kosten van dat akkoord goed in beeld te krijgen. Samenvattend, CLINTEL heeft een duidelijke boodschap voor de wetenschap: Stop met al die bangmakerij. En haar boodschap aan de politiek is al even helder: Stop met het polariseren van ons land door duur en inefficiënt beleid tegen de zin van de bevolking door te drukken. Daartoe heeft CLINTEL ook een open brief geschreven aan minister-president Rutte. Hierin wordt erop aangedrongen om het klimaatbeleid over een geheel andere boeg te gooien. Wij schrijven: "Haal milieu- en klimaatbeleid uit elkaar, stop met de omvangrijke houtkap, temporeer de peperdure energietransitie en geef de burger juiste informatie over de nationale kosten."

Tot slot, met onze jongerenorganisatie, Young CLINTEL, gaan we laten zien dat lang niet alle jongeren als klimaatspijbelars over het Malieveld willen lopen. Veel jongeren zijn het doemdenken ook meer dan beu en staan bijvoorbeeld veel meer open voor kernenergie dan, laten we zeggen, de Club van Rome-generatie.

De Climate Intelligence Foundation (CLINTEL) is een nieuwe stichting met een positieve boodschap aan alle inwoners van ons land. CLINTEL zegt luid en duidelijk, laat je niet bang maken over klimaatverandering. Ja, de wereld is nu wat warmer dan een paar eeuwen geleden en CO₂ heeft daar ongetwijfeld ook aan bijgedragen. Maar ten eerste is die opwarming tot nu toe geen probleem, sterker nog, door toegenomen welvaart en technologie kunnen we steeds beter met allerlei weerfenomenen omgaan. Ten tweede weten we niet hoe groot de bijdrage van de mens is. Hoe groot die bijdrage van de mens is zal mede bepalen of klimaatverandering überhaupt een probleem kan worden. Kijkend naar de klimaatgeschiedenis is er genoeg aanleiding om de vraag te stellen of die menselijke CO₂ niet slechts een bijrol speelt.

De doemverhalen over klimaatverandering liggen stevast in de toekomst. Als we niet snel iets doen, dan zal vul de ramp maar in. Tegen dit doemdenken ageert CLINTEL krachtig. Want waarom zou morgen alles ineens slechter worden? En zijn de klimaatmodellen, waarmee zulke voorspellingen worden gedaan, wel goed genoeg? Waar is de nuchtere Hollander gebleven die zegt: 'eerst zien, dan geloven'. CLINTEL gaat die nuchtere Hollander weer een stem geven. CLINTEL pleit voor een rationele, pragmatische houding, zowel ten aanzien van de klimaatwetenschap als ten aanzien van het klimaatbeleid. CLINTEL zal veel verschillende dingen ondernemen: rapporten uitbrengen, wetenschappelijke artikelen en opiniestukken publiceren, lezingen geven, (buitenlandse) sprekers uitnodigen en bijeenkomsten organiseren (de CLINTEL Tafels).

Daarbij is de belangrijkste rol van CLINTEL die van 'wetenschappelijke waakhond'. CLINTEL controleert de wetenschap van

Dit essay bestaat uit twee delen. In deel I wordt een samenvatting gegeven van de klimaatwetenschap, met de conclusie dat er heel veel moet veranderen. Er wordt voorgesteld om het gepolitiseerde Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) opzij te schuiven en helemaal opnieuw te beginnen (*Let us start again, please*). In deel II wordt aangegeven dat het huidige klimaatbeleid, volledig gericht op CO₂-reductie, de samenleving heel veel gaat kosten maar tot bitter weinig zal leiden. Er wordt voorgesteld om het – op wensdenken gebaseerde – mitigatiebeleid te vervangen door een – op realisme gebaseerd – adaptatiebeleid. Dat past heel goed bij ons land. Wij hebben de wereld al vele honderden jaren laten zien hoe een klein land zich met succes kan aanpassen aan grote natuurkrachten.

Guus Berkhout en Marcel Crok
Mei 2019

Professor Guus Berkhout held a chair in geophysical and acoustical imaging at the TU Delft, The Netherlands, from 1976 - 2008. During 1998 - 2001 he was a member of the University Board, being responsible for scientific research and intellectual property. In the past decades, he advised the Dutch government on the aircraft noise problems around Schiphol airport. This year he co-founded the Climate Intelligence Foundation (CLINTEL).

Guus Berkhout has written several hundred peer reviewed scientific articles on seismic imaging of the geological archive inside the Earth. In the early eighties he founded the science-industry consortium on geophysical imaging, DELPHI, which is now being financed by thirty international companies.

Professor Berkhout is a member of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW), senior member of the Netherlands Academy of Engineering (AcTI), honorary member of the American Society of Exploration Geophysicists (SEG) as well as honorary member of the European Association of Geoscientists and Engineers (EAEG). He is recipient of the Royal Decoration 'Officer in de orde van Oranje-Nassau'.

For more information, see www.aj-berkhout.com

Deel I

In de ban van klimaatalgoritmen

Guus Berkhout
CLIMATE INTELLIGENCE FOUNDATION

Zie ook: Guus Berkhout, 2018, 'Climate Change, In Search of the Truth'. Uitgegeven door Speakers Academy® Rotterdam



Samenvatting

Klimaatwetenschappen houden zich bezig met lange-termijn veranderingen in de natuurlijke leefomgeving op planeet aarde. Het klimaatsysteem is zó veelzijdig en de systeemonderdelen zijn zó met elkaar verweven dat klimaatonderzoek slechts zinvol is als vele wetenschapsgebieden er in samenhang bij betrokken worden.

Klimaatonderzoek loopt dus dwars door vele wetenschapsgebieden. Wetenschappers uit die verschillende gebieden zullen al *tijdens* het onderzoek nauw met elkaar moeten samenwerken. Daarvoor hebben we een andere organisatievorm nodig, die een meer *holistische* aanpak van het klimaatvraagstuk in de praktijk mogelijk maakt. Hierin spelen zelf-lerende modelverificatie methoden een sleutelrol.

Gezien de vergaande politisering van de klimaatwetenschap, wordt het hoog tijd dat klimaatwetenschappers onafhankelijk gaan opereren van welke belangenorganisatie dan ook. Immers, wetenschappers moeten op zoek zijn naar de waarheid, ook al dient die zoektocht niet de directe belangen van hun financiers.

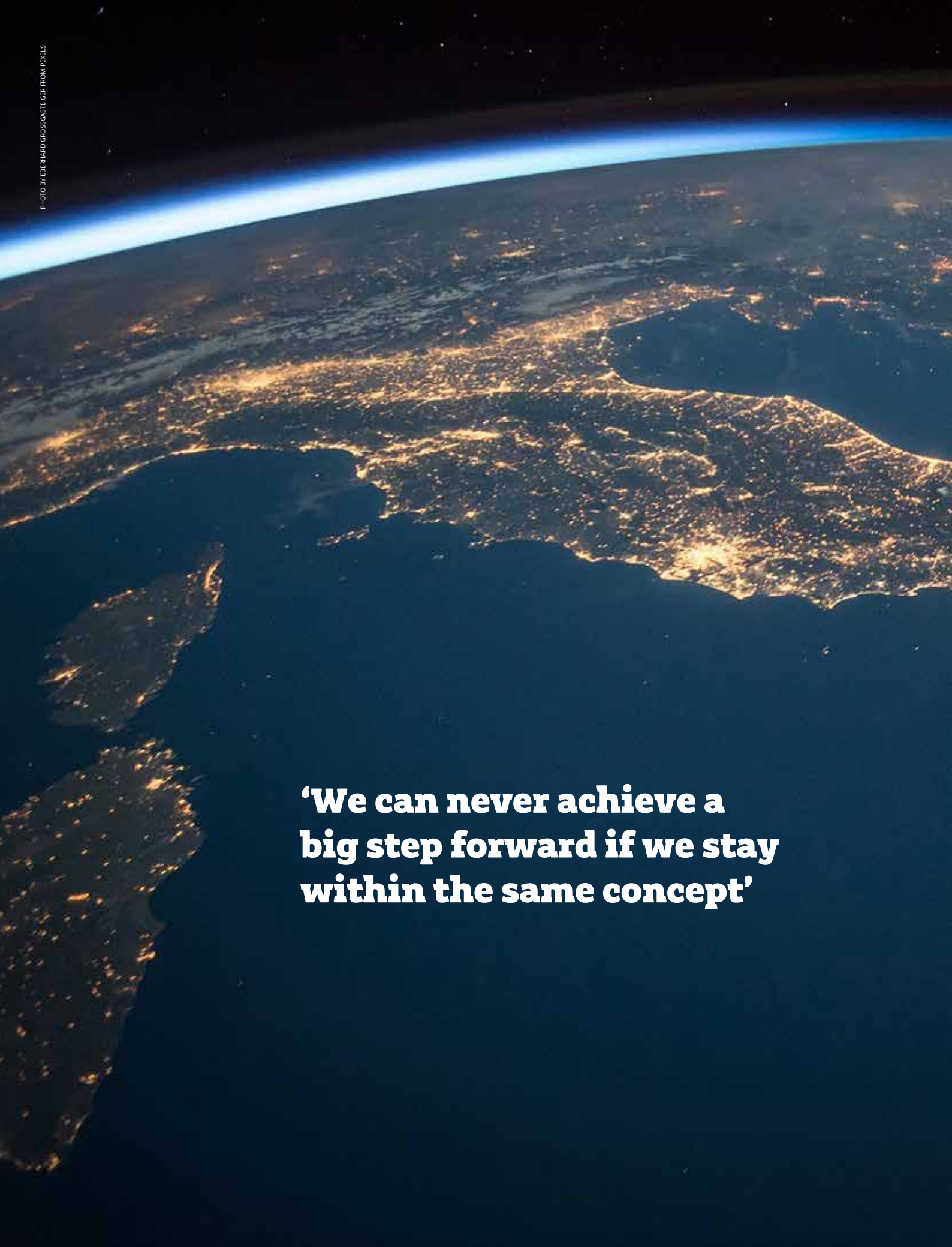
De Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) en de Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten (VSNU) behoren te weten dat de geschiedenis van de wetenschap ons keer op keer vertelt dat wetenschappelijke vooruitgang nooit is ontstaan uit consensus maar door het werk van eigenwijze wetenschappers, die bestaande concepten ter discussie durfden te stellen. Het is in het belang van de wetenschap en van de mensheid dat juist die dwarsdenkers niet mond-dood worden gemaakt. Maar vanuit de KNAW blijft het stil en de VSNU heeft inmiddels een klimaatbrief ondertekend, waarin staat dat men de politieke conclusies van het IPCC onderschrijft.

Totslot, CLINTEL gaat zich in de wetenschappelijke klimaatwereld positioneren als een onafhankelijke waakhond, die de juistheid van wat wetenschappelijke instituties over de staat van het klimaat beweren, kritisch tegen het licht gaat houden.

Immers, wie roept die instituties nu tot de orde? CLINTEL eist bij onjuiste berichtgeving een rectificatie. Uiteraard kan zij die waakhondfunctie alleen maar goed uitvoeren als ze zelf ook wetenschappelijk onderzoek uitvoert¹.

‘Nederlandse universiteiten wekken de indruk dat ze als goedgebouwde ja-knikkers achter het IPCC aanlopen. Waar zijn in het klimaatvraagstuk onze kritische wetenschappers gebleven?’

¹ CLINTEL gaat zich ook in de wereld van het klimaatbeleid positioneren als een onafhankelijke waakhond. Zie hiervoor het tweede deel van dit essay.



**‘We can never achieve a
big step forward if we stay
within the same concept’**

1. Inleiding

Ruimte voor dwarsliggers

Voorspellingen van algoritmen in klimaatmodellen bepalen het klimaatbeleid. En dat beleid heeft immense gevolgen voor de samenleving. De overheid moet dus een groot vertrouwen hebben in de juistheid van die algoritmen. Maar gek genoeg bestaat er geen enkele officiële toezichthouder om te controleren of die algoritmen wel kloppen en/of die voorspellingen wel gebruikt mogen worden. In tegendeel, als kritische vragen worden gesteld, worden de vragenstellers als hinderlijke dwarsliggers gekwalificeerd en zelfs onheus bejegend.

Hoe is het mogelijk dat de mainstream klimaatwetenschappers vergeten zijn dat de geschiedenis keer op keer heeft laten zien dat wetenschappelijke vooruitgang bepaald wordt door kritiek op bestaande denkwijzen en door voorstellen met nieuwe inzichten.

Alles overziend, mag gesteld worden dat de eenzijdige en versimpelde rekenkundige bewerkingen in de huidige klimaatmodellen mondiaal behoren tot de meest overgewaardeerde algoritmen die we nu kennen. Natuurlijk dat modelvoorspellingen niet kloppen.

Klimaatwetenschap wordt nu veelal gezien als een verlengstuk van de meteorologie. Daardoor zijn de gangbare klimaatmodellen versmald geraakt tot meteorologische rekenmodellen zoals de populaire General Circulation Models (GCM's). Die ontwikkeling heeft mede geleid tot de antropogene opwarmingstheorie (AGW) en de overtuiging dat de mens het aardse klimaat naar zijn hand kan zetten. Dat zou dan moeten gebeuren door aan de CO₂ emissieknop te draaien. Maar is het wel zo eenvoudig?

We zullen duidelijk maken dat de eenzijdige focus op deze maakbaarheidsaanpak de voortgang in het klimaatonderzoek al decennia dwars zit. Immers, klimaatverandering wordt bepaald door een veelvoud aan pluriforme fenomenen, die op een complexe manier elkaar beïnvloeden. We hebben hier dus te maken met een multi-causaal vraagstuk van ongekende omvang en diversiteit. Met als gevolg dat de kennis(ontwikkeling) verspreid is over vele universitaire leerstoelen en vele afdelingen van wetenschappelijke organisa-

ties. Eigenlijk weet op dit moment niemand hoeveel klimaatkennis we nu precies hebben (*weten we wat we al weten?*).

In het volgende geven we een samenvatting waaraan wetenschappelijk onderzoek in complexe vraagstukken wel en niet zou moeten voldoen en wat dat betekent voor de hedendaagse klimaatwetenschappen. Aan de hand daarvan laten we zien dat het klimaatonderzoek vanaf de jaren tachtig gedomineerd werd door modellenmakers met een exclusieve voorkeur voor het politiek-getinte AGW scenario. Kritische wetenschappers met alternatieve inzichten kregen negatieve reacties en werden buitengesloten (*Marcel Crok, 2011, De Staat van het Klimaat, Carrera, Amsterdam*). Maar het tij begint nu langzaam te keren. Dat proces gebeurt van onder op en is niet meer tegen te houden.

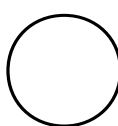


Planeet aarde zonder CO₂ is een dode planeet. Demonisering van CO₂ moet zo snel mogelijk stoppen (*symposiumposter TU Delft*).

'Research on climate change need be done at different space-time scales. In space from local to global and in time from human to geological. Today, most attention is paid to global changes that occur within a human lifetime. This one-sided choice may be the cause of many false horror predictions'

2. Holistische aanpak van het klimaatonderzoek

De traditionele (super)specialisatie in wetenschappelijk onderzoek heeft ertoe geleid dat jonge hoogleraren minder goed geïnformeerd raken over de bredere context van hun onderzoek. Dat is geen verrassing, want voor het opbouwen van hun wetenschappelijke loopbaan moeten ze in een hoog tempo publiceren in hun eigen (super)gespecialiseerde vaktijdschriften. Het gevolg is dat als jonge hoogleraren de tijd zouden nemen hun kennis te verruimen, ze kans lopen onvoldoende citaties te verzamelen. En dat is slecht voor hun zogenaamde 'H-profiel'. Met andere woorden, door zich ook te ontwikkelen buiten hun specialisatie verliezen ze aan wetenschappelijke concurrentiekracht.

 Onderzoekspecialismen zijn een lappendeken van gesloten werelden geworden. In mijn ruim 50 jarige ervaring als natuurwetenschapper, waarvan ruim 30 jaar als hoogleraar aan de TU Delft, ervoer ik hoe lastig het was om zelfs binnen de eigen faculteit met collega's samen te werken. Ik kom daar dadelijk nog op terug. Het is dan ook niet verrassend dat het aantal gespecialiseerde wetenschappelijke tijdschriften gigantisch is toegenomen (wereldwijd geschat op een kleine 100.000). Nederland kent bijna 6000 universitaire leerstoelen, waarvan een aantal met een wel erg nauwe gebiedsomschrijving. Dat zou kunnen verklaren dat in de media het grote publiek wordt overspoeld met alarmistische berichten over onze toekomst. Dit soort berichten krijgen veel aandacht, maar zijn vaak gebaseerd op gebrek aan context en/of te kleine datasets en/of het door elkaar halen van correlatie en causaliteit en/of door invloed van de opdrachtgever. Dat gebeurt in de sociale en medische wetenschappen, maar helaas nu ook al jaren in de meer exact geachte klimaatwetenschappen (*Michael Shermer, Scientific American, September, 2011*). Favoriet zijn aankomende rampen door menselijk gedrag, zoals het monocausale verband tussen een bepaalde eetgewoonte en het krijgen van een vreselijke ziekte. Of het monocausale verband tussen de uitstoot van kooldioxide (CO₂) en de catastrofale natuurrampen op onze planeet. Dit soort over-simplificaties doen de wetenschap geen goed.

Wat is de boodschap van het bovenstaande? De academische opleiding zou zich juist moeten onderscheiden van alle andere opleidingen door niet alleen de diepte in te gaan (specialisatie blijft nodig), maar óók door aandacht te besteden aan samenhang met de aanpalende omgeving (zoeken naar dwarsverbindingen). Immers, complexe vraagstukken, zoals klimaatverandering, vragen juist om een brede aanpak. Niet alleen de focus op antropogene CO₂, maar tegelijkertijd ook aandacht voor de invloed van veranderingen in het natuurlijke systeem (zoals de dynamiek in het wolkendeck en de grote golfstromen), veranderingen in het grondgebruik (zoals ontbossing

voor hout stook) en – niet in het minst – het vaststellen van de gevolgen van politieke klimaatmaatregelen voor welvaart en welzijn. Het is de uitdaging van de klimaatwetenschappen om de sterke interactie tussen de natuurlijke en antropogene fenomenen mee te nemen en in nauwe samenhang te onderzoeken met maar één doel: zorg voor onze unieke planeet (goed rentmeesterschap). Dat is door de traditionele manier waarop wetenschappelijk onderzoek nu is georganiseerd een vrijwel onmogelijke opgave.

MEER SAMENHANG AANBRENGEN

Men kan een complex systeem opsplitsen in onderdelen (specialisatie) en daarna de bestanddelen opnieuw opsplitsen in hun kleinere componenten (super-specialisatie) om vervolgens die componenten met elementaire natuurwetten in detail te bestuderen. Maar men kan niet verwachten dat het weer bij elkaar brengen van deze kennispakketjes inzicht geeft in de werking van het totale systeem. We boeken wetenschappelijk te weinig vooruitgang als we blijven denken dat ingewikkelde problemen met *deductieve fragmentatie* kunnen worden opgelost. Systeemgedrag wordt niet alleen bepaald door het gedrag van de samenstellende elementen, maar ook door de interactie tussen deze elementen. En die interactie kan weer invloed hebben op het gedrag van de elementen zelf (niet-lineariteit).

Bij het oplossen van de hedendaagse complexe vraagstukken heeft de wetenschap naast bovengenoemde (super)specialisatie ook behoefte aan integrerende kennis, waarbij uit wordt gegaan van het totale plaatje. Dus niet alleen een deductieve (van binnen naar buiten), maar ook een inductieve (van buiten naar binnen) aanpak met daarin een hoofdrol voor meten en analyseren. Geen lineaire werkwijze, maar een circulaire workflow tussen deductieve en inductieve projecten. Het geheim van succesvolle innovatie is het overschrijden van disciplinaire grenzen waarin plaats is voor kritische dwarsdenkers en meerdere oplossingsrichtingen. In de werkwijze van het IPCC is dat allemaal niet terug te vinden.



Delftse Interfacultaire Onderzoek Clusters (DIOC's)

In de tijd dat ik lid was van het Delftse College van Bestuur (1998-2002) was ik onder meer verantwoordelijk voor onderzoek. Samen met ervaren hoogleraren en leiders van industriële laboratoria hebben we in de jaren negentig een nieuw onderzoeksconcept geformuleerd, waarbij niet de disciplinaire, maar de maatschappelijke thema's leidend waren. Naast de traditionele faculteiten werden er zgn. interfacultaire onderzoeksclusters in het leven geroepen (DIOC's). De DIOC's richtten zich op belangrijke maatschappelijke thema's, waar de TU Delft vanuit haar kennis een grote bijdrage aan zou kunnen geven. We begonnen in 1998 met tien DIOC's die zich richtte op thema's als energietransitie,

vernieuwing in de bouw en digitalisering van processen (*Berkhout, 2000, The Dynamic Role of Knowledge in Innovation, Part II: University of the 21st Century, Delft University Press*).

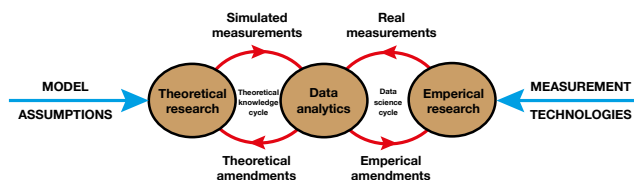
Het boeiende was dat een DIOC dwars door de bestaande Delftse faculteiten liep. De DIOC-leider kreeg status door toezegging van een riant budget na goedkeuring van zijn/haar programma. Hij/zij nodigde daartoe hoogleraren uit die de kennis hadden om bij te dragen aan de DIOC-ambitie. Net als decanen, rapporteerden DIOC-leiders direct aan het CvB. Daardoor werd de discussie in het CvB in één klap aanzienlijk inhoudelijker (bij decanen ging het vrijwel altijd over geld). Bovendien werd een brug geslagen tussen de universitaire wetenschap en vraagstukken in de samenleving.

Begrijpelijk dat er ook veel belangstelling was van buitenlandse universiteiten voor dit nieuwe universitaire concept. Ik weet nog goed dat we vertegenwoordigers van MIT Massachusetts en ETH Zürich op bezoek kregen om met eigen ogen te zien hoe wij dat deden. In die DIOC-tijd heb ik kunnen ervaren hoe groot de voordelen zijn om dwars door de facultaire bastions onderzoekers bij elkaar te zetten.

Helaas ontstond er veel verzet van de decanen. Direct na mijn vertrek uit het CvB in 2002 werden de DIOC's weer opgeheven. Zoals te verwachten, staat het concept nu weer volop in de belangstelling. Immers, immense complexe vraagstukken als klimaatverandering kunnen niet binnen de faculteit van één universiteit worden opgelost.

AFSCHEID VAN HET LINEAIRE DENKEN

De traditionele wetenschap bouwt vanuit reeds bestaande kennis – in combinatie met nieuwe ideeën – nieuwe wetenschappelijke modellen (de traditionele deductieve aanpak). Vervolgens worden met metingen die nieuwe modellen getoetst ('validatie') en uitgedaagd ('falsificatie'). Dat is veelal een langzaam en moeizaam proces (van links naar rechts in Figuur 1).



Figuur 1: Data analyse verbindt theoretisch (links) en empirisch (rechts) onderzoek met elkaar en vice versa. In het klimaatonderzoek is er grote behoefte aan intelligente data analyse algoritmen om theoretische modellen te verifiëren. CLINTEL is hierin actief als 'watchdog'. De twee feedback loops geven aan dat hier geen sprake is van gesloten lineaire processen.

Hoe preciezer en completer de metingen, des te succesvoller dat proces verloopt. Vaak vertellen metingen dat het model helemaal niet klopt en moet er een andere onderzoekslijn worden gezocht. Wie niet gebruik kan of wil maken van metingen, kom er nooit achter of zijn/haar theorie wel voldoende de werkelijkheid beschrijft. Een niet gevalideerd model of nog erger, een model dat niet overeenkomt met metingen, mag nooit gebruikt worden voor het maken van beleid. Hoe is het dan toch mogelijk dat het eenzijdige AGW model nog steeds de basis is voor alle klimaatmaatregelen?

Maar het kan ook anders. We kunnen ook beginnen met het verzamelen van informatie over het gedrag van het systeem door het doen van veelsoortige metingen (inductieve aanpak). Vervolgens worden die metingen geanalyseerd, en worden met de resultaten theoretische modellen ontwikkeld (van rechts naar links in Figuur 1). Zeer recentelijk hebben in het inductieve klimaatonderzoek nieuwe metingen laten zien dat het verloop van de Noord-Atlantische golfstroom in de oceanen anders verloopt dan tot nu toe werd aangenomen. Dit nieuwe inzicht kan een grote invloed hebben op de bestaande klimaatmodellen (Wei Liu et al, 2017, *Science Advances* Vol. 3). En zeer recente NASA metingen laten zien dat Groenland's terugtrekkende Jakobshavn Gletsjer zich nu weer uitbreidt naar de oceaan (Ala Khazender, et al, 2019, *Interruption of Jakobshavn Gletsjer*, *Nature Geoscience* 12, 277-283).

INDUCTIEF EN DEDUCTIEF SAMENBRENGEN

Pas echt innovatief is de aanpak als tegelijkertijd beide wetenschappelijke methoden binnen één onderzoeksorganisatie wordt toegepast. Daardoor ontstaat er een inspirerende dynamiek tussen de lopende projecten. Dat principe wordt geïllustreerd door de cyclische processen in Figuur 1. Data analyse verbindt theoretisch (links) en empirisch (rechts) onderzoek met elkaar en vice versa (van rechts naar links). Hierin spelen 'data analytics experts' een sleutelrol. Die zorgen er voor dat gesimuleerde metingen en werkelijke metingen op een transparante en intelligente manier met elkaar vergeleken worden. Modelverificatie wordt zo onderdeel van een wetenschappelijk leerproces.

De geschiedenis vertelt ons dat grote stappen vooruit in de wetenschap vrijwel altijd werden geïnspireerd door sterke verbeteringen van de meetsystemen. In de voorste geleerden van het wetenschappelijk onderzoek zien we dan ook dat aanzienlijke hoeveelheden researchgelden besteed werden aan geavanceerde meetfaciliteiten. Denk aan de geschiedenis van de telescoop, de microscoop en, zeer recentelijk, aan de ontdekking van het bestaan van het Higgs deeltje, de detectie van gravitatiegolven en aan de spectaculaire ontdekking van zo'n 300.000 onbekende sterrenstelsels met het nieuwe Nederlandse LOFAR antenne netwerk. We kunnen stellen: hoe ingewikkelder het systeem dat we bestuderen, des te belangrijker de meetfaciliteiten zijn om de theoretische modellen vooruit te brengen. En des te belangrijker om daar ook intelligente data algoritmen bij in te zetten.

VAN BEVESTIGEN EN FALSIFICEREN NAAR EEN ITERATIEF LEERPROCES

Bij het IPCC hebben in de afgelopen decennia modelverfijningen prioriteit gekregen boven nieuwe metingen. Sinds de klimaatconventie van 1992 in Rio de Janeiro wordt verondersteld dat de mens de opwarming van de aarde veroorzaakt en dat de klimaatgevoeligheid van CO₂ tussen de 1,5° en 4,5° C ligt. Dus al ruim 25 jaar! Omdat in het IPCC onderzoek de waarde van de wetenschappelijke data cyclus ('data science cycle') wordt ondergewaardeerd, is het geen verrassing dat er in al die 25 jaar teleurstellend weinig vooruitgang is geboekt (J. Ray Bates, 2018, *Deficiencies in the IPCC's Special Report on 1.5 degrees, GWPF*). Wie niet nieuwsgierig is en metingen niet beschouwt als een onmisbare verificatiebron, zal bij het oplossen van complexe vraagstukken weinig voortgang boeken.

Maar dat is niet de enige reden voor het gebrek aan vooruitgang. Geïnspireerd door de Rio klimaatbijeenkomst van 1992 en het Kyoto klimaatverdrag van 1997, is vanaf de jaren negentig het IPCC kli-

² Let wel, theoretische modellen zullen nooit exact de werkelijkheid weergeven. Modellen zijn nooit af.

maatonderzoek gericht op het bijeenbrengen van zoveel mogelijk informatie die het theoretische CO₂ model niet tegensprekt maar juist bevestigt. Die keuze heeft de eenzijdigheid van het vigerende klimaatonderzoek sterk bevorderd met een exclusieve voorkeur voor onderzoeksresultaten die de geldigheid van het model ondersteunen (F. Hourdin et al, 2017, 'The art and science of climate model tuning', *Bulletin of the American Meteorological Society*).

Maar zo werkt wetenschappelijk onderzoek natuurlijk niet. Het zou er in het IPCC programma juist om moeten gaan om ook zo veel mogelijk informatie te verzamelen die het CO₂ model tegensprekt. We noemen dat falsificeren. Bij falsificatie probeer je de zwakke punten en de geldigheidsgrenzen van theoretische modellen op te sporen. De wetenschap wil toch weten hoe het écht zit? De geschiedenis laat zien dat juist modelfalsificatie de motor is van wetenschappelijke voortgang. Echter, in een cultuur van modelbe-

vestiging is wetenschappelijke stagnatie het gevolg. Zo'n cultuur creëert een gemeenschap van meelopers en ja-knikkers, met een sterke identiteit van de eigen groep. Critici zijn niet welkom (Marcel Crok, 2011, *De Staat van het Klimaat*, Carrera, Amsterdam).

Bevestigen en falsificeren staan dus lijnrecht tegenover elkaar. Geen verrassing dat er al heel snel tegenstellingen ontstonden tussen die totaal verschillende onderzoeksculturen. Een effectieve oplossing is om modelontwikkeling hand in hand te laten gaan met de ontwikkeling van meetinstrumentatie. De interactie tussen die twee (zie centrale knooppunt in Figuur 1) heeft een nieuwe impuls gekregen door de huidige revolutie in 'data sciences'. Het bij elkaar brengen van de modelwereld en de meetwereld is uitgegroeid tot een iteratief wetenschappelijk leerproces. Daar gaat CLINTEL zich in haar onderzoek voor inzetten ('climate deep learning').



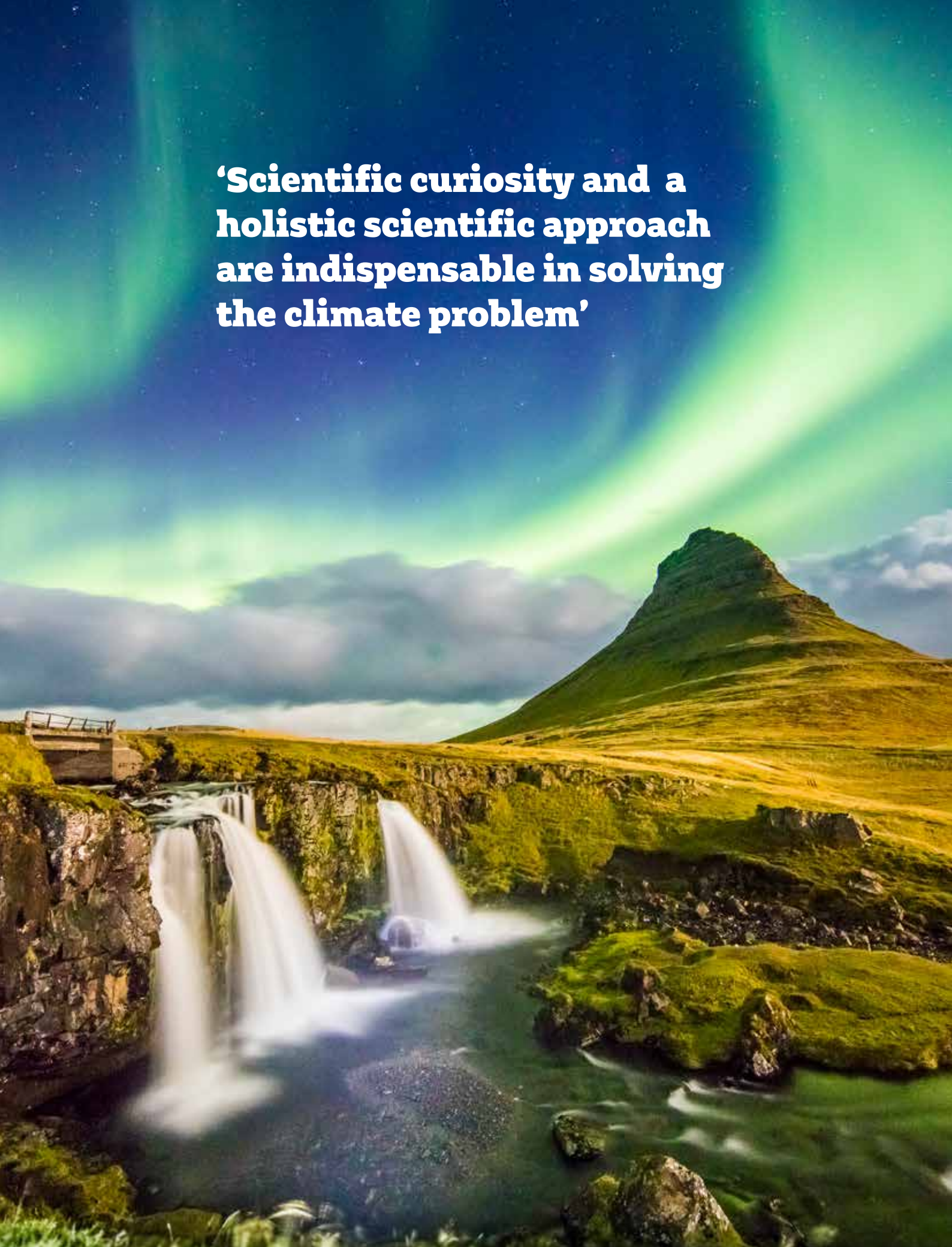
Delphi Consortium

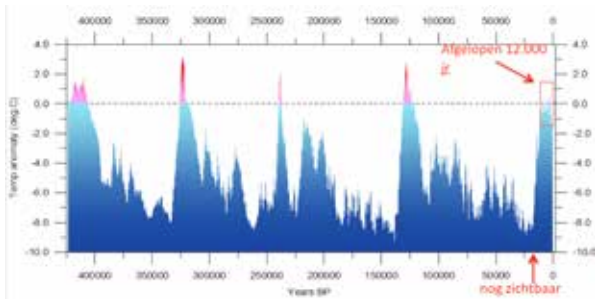
In het door mij geleide geofysische onderzoek naar de geologische opbouw van de aardkorst, heb ik modellenmakers (links in Figuur 1), data-analisten (midden in Figuur 1) en meetexperts (rechts in Figuur 1) fysiek bij elkaar gezet. Wat er dan spontaan gebeurt, is dat enerzijds nieuwe meetsystemen worden ontwikkeld, die helpen de grenzen van de theoretische modellen op te rekken, en dat anderzijds dit verbeterde theoretische inzicht weer helpt om richting te geven aan de ontwikkeling van nieuwe meettechnologie, enz. Het data-analyse knooppunt is hierbij onmisbaar (Berkhout, 2018, Research Features, Issue 130).

Dit geïntegreerde geofysische onderzoek wordt nu gefinancierd door zo'n 30 maatschappijen wereldwijd. Doel is nieuwe imaging technologie ontwikkelen ('geo-imaging') voor het nauwkeuriger in kaart brengen van het geologische archief, alsmede de gevolgen monitoren van menselijk ingrijpen in de aarde. Verantwoord menselijk ingrijpen in de ondergrond ('geo-engineering') vraagt nauwkeurige voorkennis vanuit geo-imaging.

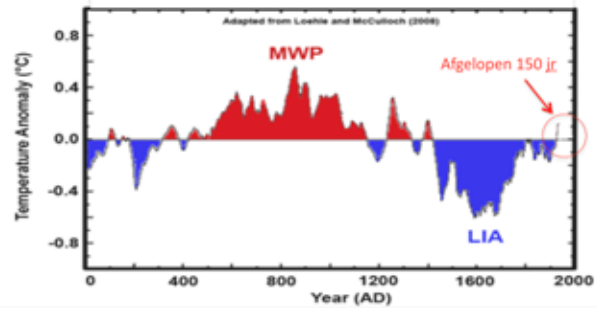
Het zijn onderwerpen die ook steeds belangrijker worden bij het klimaatonderzoek. Zeker als de klimaatbeweging in haar maakbaarheidsgeloof overweegt om in de toekomst actieve geo-engineering toe te passen in de atmosfeer om het klimaat te beïnvloeden (*The Bad Fix*, 2017, Kathy Jo Wetter and Trudi Zundel).

‘Scientific curiosity and a holistic scientific approach are indispensable in solving the climate problem’

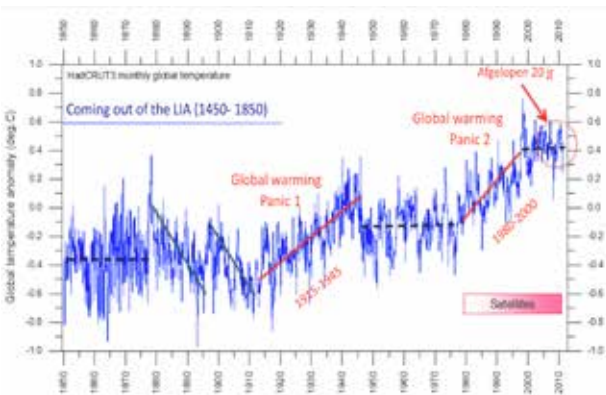




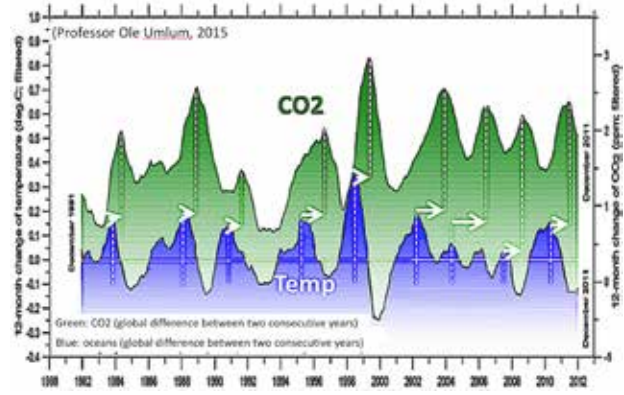
Figuur 2a: Van 'glacials' naar 'interglacials' en weer terug door negatieve terugkoppeling in het natuurlijke systeem (afgelopen 500.000 jr).



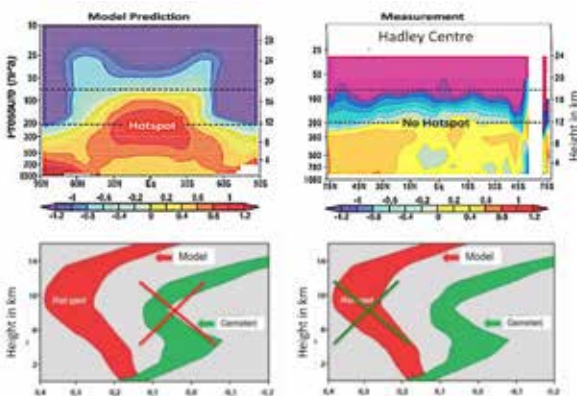
Figuur 2b: Van koude naar warme perioden en weer terug door negatieve terugkoppeling in het natuurlijke systeem (afgelopen 2.000 jr).



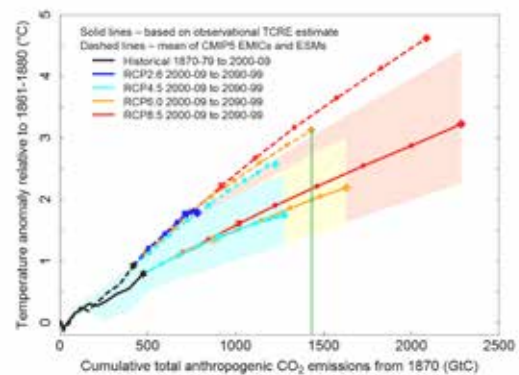
Figuur 2c: Na de kleine ijstijd warmt de aarde weer op, niet vloeiend maar met horten en stoten (1850 tot 2020).



Figuur 2d: De snelle veranderingen in de CO₂ concentratie ('detrended CO₂') lopen ca. zes maanden achter de snelle veranderingen in de temperatuur van de oceanen.



Figuur 2e: Het AGW model voorspelt een hotspot in de tropopauze rond 10 km, maar die hotspot is nooit met metingen aangetoond.



Figuur 2f: Als modelvoorspellingen niet overeenkomen met metingen, dan is er iets mis met de theorie. Vergelijk de voorspelling gebaseerd op modeldata (stippellijnen) met de voorspelling gebaseerd op metingen (vaste lijnen); voor details zie deel II.

3. Wetenschappelijke zoektocht naar de waarheid

De grote zekerheid waarmee de geldigheid van het AGW model – menselijke CO₂ is de hoofdoorzaak van de huidige opwarming – aan de man wordt gebracht, is niet erg geloofwaardig. Daarvoor zijn zeven belangrijke argumenten ('the big seven') relevant:

1. De geschiedenis van het aardse klimaat laat zien dat warme perioden altijd werden opgevolgd door koude perioden en vice versa (zie Figuur 2a). Er is dus een negatief terugkoppelingsmechanisme dat er voor zorgt dat zaken niet ontsporen, maar dat bewegingen omkeren. Al die doemverhalen over toekomstige rampen door CO₂-veroorzaakte positieve terugkoppeling worden niet bevestigd door het verleden. Het aardse klimaat keerde altijd weer terug naar de 'central state'. *Conclusie 1: In de geschiedenis van het aardse klimaat zijn rampzalige positieve terugkoppelingen een onbekend verschijnsel.*
2. Voor het begin van de industriële revolutie was de invloed van de menselijke uitstoot nihil, maar kende de aarde wel grote klimaatveranderingen. De meest in het geheugen liggende veranderingen zijn de middeleeuwse warme periode (500 – 1100) en de kleine ijstijd (1400 – 1850). Die veranderingen hebben niets met menselijke CO₂ te maken (zie Figuur 2b). *Conclusie 2: 'De veranderingen vóór 1850 zijn louter van natuurlijke aard'.*
3. Sinds 1850 kruipen we uit de lage temperaturen van de kleine ijstijd. De opwarming geschiedt met horten en stoten (zie Figuur 2c). Let op de sterke opwarming tijdens de periode 1910 – 1940. In die periode was de toename van de menselijke CO₂ nog gering. De sterke CO₂ toename begon pas vanaf 1960. En dat gaat nu nog steeds onverminderd voort, maar tóch zien we sinds 2000 wederom een stagnatie van de mondiale opwarming. *Conclusie 3: 'De sterke positieve correlatie tussen menselijke CO₂ en mondiale opwarming is zichtbaar in slechts één periode en is tevens van korte duur (1980 – 2000)'.*
4. Een verdere analyse laat zien dat de maxima van de 'detrended' atmosferische CO₂ concentratie ca. zes maanden **later** optreden dan de maxima van de oceaantemperatuur (zie Figuur 2d). *Conclusie 4: 'Er zijn aanwijzingen dat variaties in de CO₂ concen-*

tratie van de atmosfeer veroorzaakt worden door temperatuurvariaties in de oceanen, niet andersom'.

5. Metingen met weerballonnen in de troposfeer geven aan dat de warme broeikasgasdeken ('hotspot'), die door het AGW model in de tropopauze wordt voorspeld, niet kan worden waargenomen (zie Figuur 2e). *Conclusie 5: 'Als metingen geen warme broeikasgasdeken laten zien, is antropogene opwarming door terugstraling moeilijk vol te houden'.*
6. Voorspellen met IPCC's klimaatmodel levert temperaturen op die aanzienlijk hoger zijn dan de werkelijke metingen (zie Figuur 2f). *Conclusie 6: 'De AGW theorie kent nog vele zwakke plekken die verder onderzoek vereisen'.*
7. Tot slot, IPCC's temperatuurvoorspellingen komen altijd **hoger** uit dan de temperatuurmetingen. Dat gebeurt al ruim 25 jaar. *Conclusie 7: 'IPCC heeft in haar predictieproces een ingebouwd mechanisme dat er voor zorgt dat opwarming stelselmatig wordt overdreven'.*

Uit de bovenstaande zeven punten volgt dat de kritische vragen die al decennia lang aan de IPCC gesteld worden, terecht zijn. Er zijn nog heel veel klimaatzaken die niet goed begrepen worden en waarvoor verder onderzoek nodig is. Dat toch met grote zekerheid beweerd wordt dat de 'AGW theorie af is', is heel moeilijk te verklaren. De conclusie is in ieder geval dat geen enkele voorspelling van de AGW theorie gebruikt mag worden in het klimaatbeleid.

NETWERK VAN DWARSE KLIMAATWETENSCHAPPERS

Onderzoekers die zich met klimaatmodellen bezighouden, zien zichzelf graag als de enige echte klimaatwetenschappers. Dat alleenrecht is door de media versterkt. De werkelijkheid laat echter zien dat die zienswijze berust op een wetenschappelijk misverstand en aangeeft dat men de grote diversiteit en de immense complexiteit van het klimaatsysteem al decennia ernstig onderschat (zie hoofdstuk 5). Dat heeft het internationale klimaatonderzoek in de afgelopen 25 jaar veel kwaad gedaan. Om het klimaatonderzoek een nieuw wetenschappelijk leven in te blazen, moet wetenschappe-

‘The Earth is part of the solar system. It receives solar radiation and cosmic rays from space that interact in a complex way with the Earth’s atmosphere and the Earth’s surface (land and water)’

lijke nieuwsgierigheid weer de drijfveer worden en is een meer holistische wetenschappelijke aanpak vereist. In deze visie hebben we brede, veelkleurige klimaatteams hard nodig met bijdragen van wiskundigen, natuurwetenschappers, datawetenschappers en sociale wetenschappers:

- Statistici (van gemiddelden naar verdelingsfuncties)
- Data analytici (van data fitting naar deep learning)
- Astrofysici en astronomen (invloed vanuit de kosmos)
- Geofysici en vulkanisten (invloed vanuit de ondergrond)
- Oceanografen (invloed van de grote golfstromen)
- Biologen (invloed van CO₂ op het aardse leven)
- Geologen (geschiedenis van het aardse klimaat)
- Archeologen (recente klimaatveranderingen)
- Sociologen (angst en schuld in klimaatbeleid)
- Economen (gevolgen van het voorzorgprincipe)

Aan de integratie van al die verschillende wetenschapsgebieden, zoals schematisch weergegeven in Figuur 1, wil de Climate Intelligence Foundation met haar jarenlange ervaring een wezenlijke bijdrage leveren.

MAATSCHAPPELIJKE VERANTWOORDELIJKHEID

Waarom laten officiële wetenschappelijke organisaties zich voor het karretje spannen van het IPCC? Let wel, de wetenschap wordt door de politieke leiding van het IPCC misbruikt om de AGW ideologie van de klimaatbeweging te rechtvaardigen. Immers, de absurde hoge zekerheden die het politieke IPCC verkoopt, zijn verre

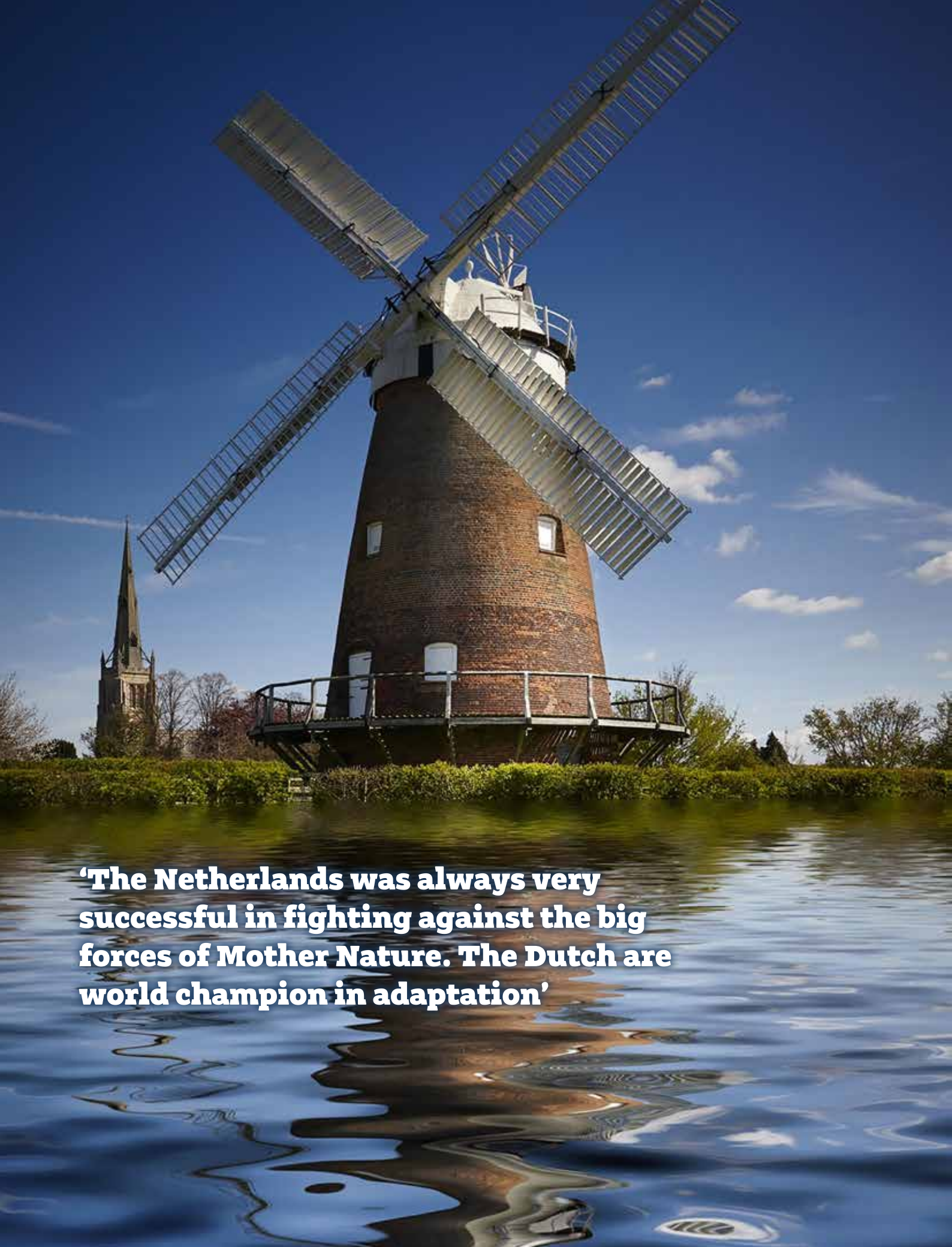
van hard te maken. Modellen worden niet geverifieerd door modeleringsresultaten aan te passen aan bestaande metingen (‘curve fitting’), maar door voorspellingen te maken die vervolgens worden vergeleken met binnenkomende metingen. Zoals hierboven al getoond, zitten klimaatvoorspellingen er behoorlijk naast (voorspelde temperaturen zijn altijd veel te hoog). Het gevolg is dat onder de vlag van onjuiste modelvoorspellingen de samenleving heel veel geld gaat uitgeven aan zaken die waarschijnlijk weinig invloed zullen hebben op het aardse klimaat.

De Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) en de Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten (VSNU) hebben naast een wetenschappelijke ook een maatschappelijke verantwoordelijkheid. Zij zouden de samenleving allang moeten hebben gewaarschuwd dat het IPCC en de klimaatbeweging met zekerheden werken, die niet door wetenschappelijke resultaten worden ondersteund. Door nu hun verantwoordelijkheid te nemen, kunnen zij bijdragen aan het verminderen van de polarisatie in de samenleving. Bovendien, de KNAW en de VSNU behoren te weten dat de geschiedenis van de wetenschap ons keer op keer vertelt dat wetenschappelijke vooruitgang nooit is ontstaan uit consensus maar door het werk van eigenwijze wetenschappers, die bestaande concepten ter discussie durfden te stellen. Het is in het belang van de wetenschap en van de mensheid dat juist die dwarsdenkers niet monddood worden gemaakt.

Maar vanuit de KNAW blijft het stil en de VSNU heeft inmiddels een klimaatbrief ondertekend, waarin staat dat men de politieke conclusies van het IPCC onderschrijft.

‘Many people who are worried about changes in the Earth’s climate actually mean that they are worried about the deterioration of the Earth’s natural environment. We should not mix up climate and environment’





'The Netherlands was always very successful in fighting against the big forces of Mother Nature. The Dutch are world champion in adaptation'

4. Noodzaak voor een klimaatwaakhond

W e gaven in de inleiding al aan dat, alles overziend, gesteld mag worden dat de eenzijdige en versimpelde rekenkundige bewerkingen in de huidige klimaatmodellen mondiaal behoren tot de meest overgewaardeerde algoritmen die we nu kennen. Zie 'the big seven' in het vorige hoofdstuk.

WAAKHOND VOOR WETENSCHAP

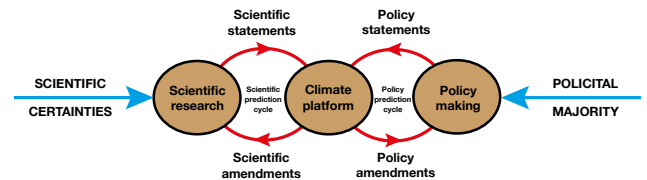
CLINTEL gaat zich in de wetenschappelijke klimaatwereld positioneren als een onafhankelijke waakhond die de juistheid van wat wetenschappelijke instituties over de staat van het klimaat beweren, kritisch gaat controleren. Immers, wie roept die instituties nu tot de orde? CLINTEL eist bij onjuiste berichtgeving een rectificatie. Figuur 1 laat zien dat die waakhondfunctie plaats vindt in het data analyse knooppunt, waar de modelverificatie plaatsvindt. Uiteraard kan CLINTEL die functie alleen maar goed uitvoeren als ze zelf ook wetenschappelijk onderzoek uitvoert.

WAAKHOND VOOR BELEID

Bij de overheid formuleren beleidsmakers oplossingen (aanpak, middelen en tijdspad) om nationale politieke doelen te realiseren. In een moderne samenleving, zoals ons land, spelen wetenschap en technologie daarin een dominante rol. Vandaar dat er in ons land bij beleidsmakers grote behoefte is aan een juist inzicht in de staat van de wetenschap en de staat van de technologie. De conclusie is dat naast een wetenschappelijke waakhond – voor de juistheid van de wetenschappelijke algoritmen – er ook een waakhond nodig is op het gebied van klimaatbeleid. Die tweede waakhond moet de juistheid van wat beleidsinstituties met hun algoritmen beweren kritisch controleren. Immers, wie roept die beleidsinstituties nu tot de orde? CLINTEL gaat ook die watchdog rol op zich nemen (zie deel II). Ze functioneert dus in de klimaatwereld als een dubbele waakhond.

Verwacht mag worden dat als de klimaattafels bloot zouden zijn gesteld aan de dubbele waakhondfunctie van CLINTEL, er een completer en transparanter beeld voor publiek en politiek zou zijn geweest over de spelende wetenschappelijke, technologische en financiële onzekerheden bij de voorgestelde klimaatmaatregelen. Daarmee zouden we veel polarisatie hebben kunnen voorkomen.

Figuur 3 laat wederom zien dat bij beleid geen sprake is van een gesloten lineair proces. Net als in Figuur 1, waar we zagen dat de wetenschappelijke watchdog data analyseert die wetenschappers gebruiken, analyseert de watchdog voor beleid de data die beleidsmakers gebruiken.



Figuur 3: Het onafhankelijke klimaatplatform verbindt klimaatwetenschap (links) en klimaatbeleid (rechts) met elkaar en vice versa (van rechts naar links). CLINTEL is hierin actief als 'watchdog'. De twee feedback loops geven aan dat hier geen sprake is van gesloten lineaire processen.

In de ideale situatie is er volledige politieke consensus over het politieke doel en bestaan er geen wetenschappelijke en technologische onzekerheden. Maar dat is theorie. De echte wereld is veel ingewikkelder. In de praktijk komt beleid tot stand zonder volledige politieke consensus en met veel kennisonzekerheden. Dat geldt zeker voor het klimaatvraagstuk. Om selectief winkelen te voorkomen is de onafhankelijke waakhond een onmisbare actor geworden, die nu in het klimaatdebat node wordt gemist.

IPCC zou die rol hebben moeten spelen, maar daar is het helemaal misgegaan doordat politieke ideologieën vanaf het begin de overhand kregen (de mens kreeg de schuld). Nationale beleidsadviserende instituties, traditioneel met grote vaste kosten (overheads), blijken ook niet geschikt te zijn die rol op zich te nemen. Immers, die kunnen het zich financieel niet permitteren vast te houden aan conclusies die onwelgevallig zijn voor de opdrachtgever. Toen ik als Schiphol adviseur aantrad voor kabinet Kok II lagen er stapels rapporten van adviserende organisaties, maar geen van die rapporten gaven aan dat het normenstelsel voor Schiphol niet deugde. Al snel kwam ik erachter dat, zonder uitzondering, iedereen zat te hopen op een vervolgoopdracht. Anderzijds zien we dat beleidsadviserende overheidsinstituties rekenresultaten laten zien die door experts niet zijn te controleren. Onkunde, minachting of opzet? Gebrek aan transparantie, door weglaten of door kunstgrepen, moet door de onafhankelijke waakhond aan de orde worden gesteld.

MILIEUMODELLEN ROND LUCHTHAVENS

Ik heb jarenlang met een wetenschappelijk team rekenmodellen van de overheid bestudeerd die voorspellingen gaven over de hoeveelheid lawaai rond de luchthaven Schiphol. Rond de jaren 2000 hebben we daarvoor ook kabinet Kok II geadviseerd in verband met het politieke gesjoemel rond het rekenmodel in de toenmalige nieuwe luchtvaartwet. Het grote probleem bij dit rekenmodel was dat er geen onafhankelijke metingen beschikbaar waren. Met andere woorden, het voorgestelde rekenmodel was louter gemaakt op theoretische gronden en niet geverifieerd door meetresultaten. Alras bleek dat informele metingen (door de burger georganiseerd) altijd beduidend hogere geluidniveaus aangaven dan de uitkomsten van het rekenmodel.

Wij adviseerden het kabinet dan ook in die tijd om met hoge prioriteit een geavanceerd meetnetwerk rondom Schiphol aan te leggen. Dat werd toen wel beloofd, maar bijna 20 jaar later is dat meetnetwerk er nog steeds niet. We weten dus eigenlijk nog steeds niet hoeveel lawaai er nu precies rondom Schiphol wordt gemaakt. Immers, niemand weet hoe ver het rekenmodel verwijderd is van de werkelijkheid. Dat geldt ook voor de andere vliegvelden in Nederland. Nu, bijna 20 jaar later, ben ik wederom gevraagd om te adviseren over zo'n meetnetwerk voor een beter milieubeleid. Tja, twintig verloren jaren (Berkhout, A.J., 2018, *Schiphol, een Visie op de Toekomst*, Birch Wood Publishing, The Hague).

Zie hier een interessant parallel tussen het vertrouwen in lawaaimodellen in de luchtvaartsector en het vertrouwen in temperaturomodellen in de klimaatsector. Zolang we onvoorwaardelijk geloven in wat computermodellen ons vertellen, weten we niet hoe de werkelijkheid er uit ziet en welk effect beleidsmaatregelen zullen hebben op die werkelijkheid.

Tot slot, opmerkelijk is ook dat de berekende geluidniveaus rondom Schiphol altijd lager zijn dan de gemeten waarden (gunstig voor de luchtvaartsector) en dat de berekende temperatuurniveaus in de atmosfeer altijd hoger zijn dan de gemeten waarden (gunstig voor de doemdenkers). In beide gevallen is het advies om meten veel meer prioriteit te geven.

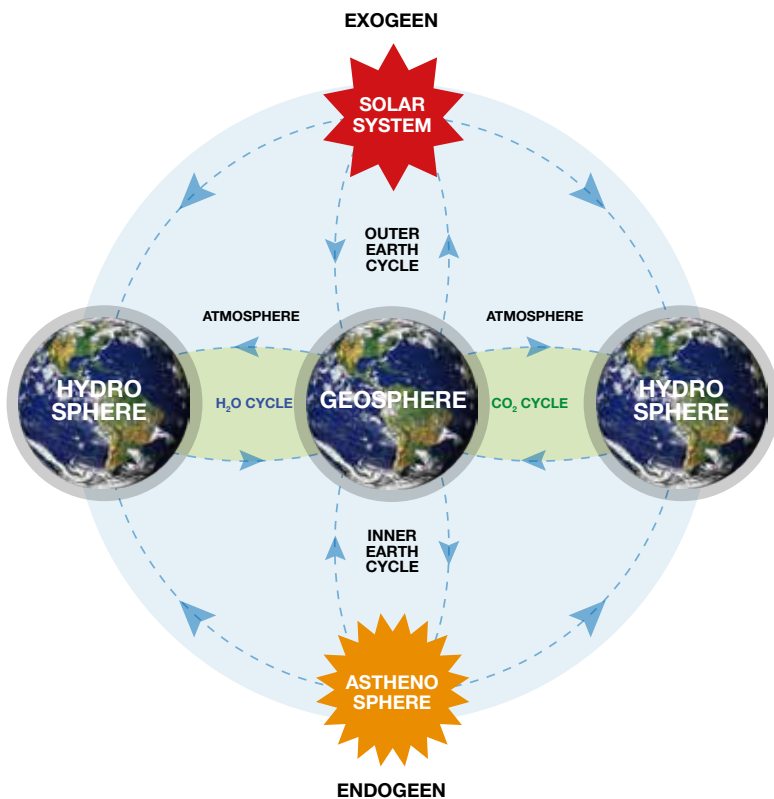
RONDTREKKEND VN CIRCUS

IPCC is het orgaan dat het UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) wetenschappelijk moet ondersteunen. Echter door het UN mandaat richt het IPCC zich slechts op de invloed van de mens op het klimaat. Interessant is dus dat als het IPCC zou concluderen dat die menselijke invloed marginaal blijkt te zijn, het werk van de IPCC is afgelopen. We zien dan ook dat in de afgelopen decennia de zekerheidsclaim van het IPCC over dat menselijke CO₂ de oorzaak is voor klimaatverandering toenam van 'we weten het niet' tot 'extreem waarschijnlijk'. Dat had weinig met onafhankelijke wetenschap te maken. Als we naar de ontwikkeling in de onafhankelijke wetenschap kijken, zien we juist de omgekeerde trend (Figuur 2). Is het IPCC soms bedoeld als dekmantel voor politieke doelen van de UN (nivellering)? Als dat zo is dan is dat aardig gelukt. Immers, als we de klimaatmaatregelen daadwerkelijk gaan doorvoeren, dan worden de rijke landen aanzienlijk armer, maar schieten de arme landen daar niet veel mee op. Begint mondiale duurzaamheid niet met meer mondiale welvaart? In plaats van CO₂ reductie is het dan toch veel effectiever om meer te investeren in de welvaart van arme landen?

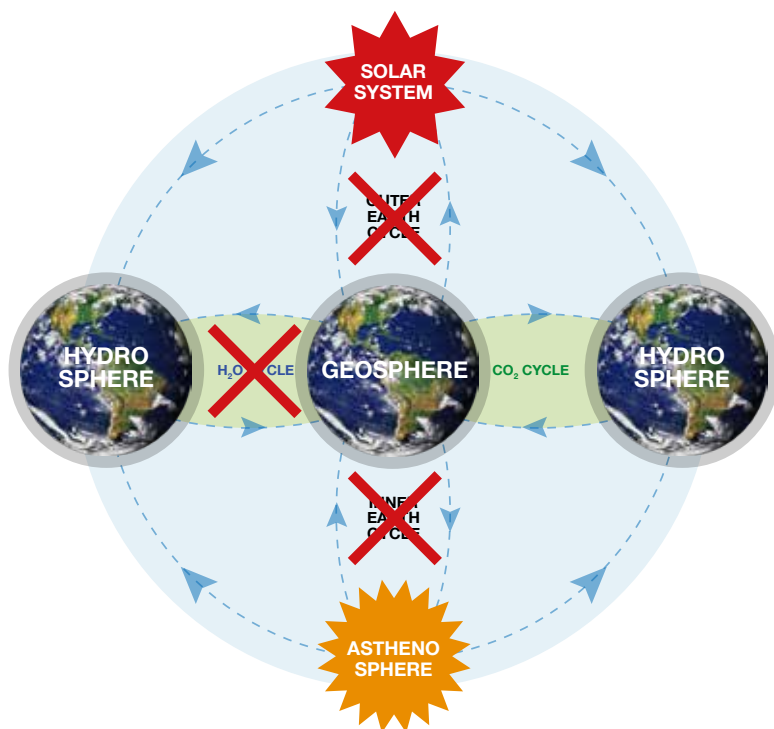




'The many IPCC and UNFCCC Conferences conferences have caused the transportation of hundreds of thousands civil climate servants, altogether covering millions of miles. However, the result of all these meetings is very hard to pinpoint. Why are we still going through with this travelling circus?'



Figuur 4a: Het aardse klimaat is uitermate ingewikkeld. Het kent twee dominante energiebronnen (zon en magma), twee dominante grensvlakken (wolkendek en aardoppervlak) en twee dominante cycli (H₂O en CO₂). Veranderingen in alle zes subsystemen veroorzaken klimaatverandering.



Figuur 4b: In de mainstream klimaatwetenschap is de oorzaak van klimaatverandering verengd naar de CO₂ cyclus en wordt opwarming hoofdzakelijk toegeschreven aan de uitstoot van menselijke CO₂. De invloed van variaties in de andere subsystemen krijgt daardoor veel te weinig aandacht.

5. Zullen we maar helemaal opnieuw beginnen?

Uiteraard kennen vele lezers de prachtige rock opera Jesus Christ Superstar, waarin na de veroordeling van Jezus van Nazareth zijn volgelingen diep bedroefd zich afvragen: “Could we start again, please?” Een ontroerend moment in de opera. Zo zie ik dat ook in het klimaatonderzoek. IPCC is wetenschappelijk een mislukking. We moeten helemaal opnieuw beginnen, met een geheel nieuwe aanpak in een geheel nieuwe organisatie. In die nieuwe organisatie gaan we het klimaatonderzoek veel en veel breder inrichten. Geen onderonsjes meer tussen makers van rekenmodellen.

In de laatste decennia heeft het IPCC wetenschappelijk dan ook weinig voortgang geboekt. Er zijn nauwelijks nieuwe inzichten bijgekomen. Om dat achter ons te laten hebben we wetenschappers nodig uit veel meer wetenschapsgebieden. We gaven al eerder aan dat astronomen kennis hebben over de invloeden van het universum op de planeet aarde (zonne-activiteit, kosmische straling, zwaartekracht), dat oceanografen met hun kennis over de oceanen die invloeden kunnen vertalen naar immense warmte stromen en dat geologen, samen met geofysici, de eigenschappen van de aardlagen in kaart kunnen brengen en van daaruit de klimaatgeschiedenis van de aarde kunnen reconstrueren. Het bij elkaar brengen van oplossingen uit diverse wetenschapsgebieden met totaal verschillende data bronnen leveren samen een compleet beeld van het aardse klimaat op. We noemen dat ‘consilience’.

VEELZIJDIGE COMPLEXITEIT VAN HET AARDSE KLIMAAT

Dat het klimaatsysteem uitermate complex is, wordt in Figuur 4a geïllustreerd. Het aardse klimaat kent twee dominante energiebronnen: de zon (boven het wolkendek) en het kokendhete magma (onder het aardoppervlak), elk via een eigen cyclus verbonden met het aardoppervlak (denk o.m. aan de dag-nacht en de zomer-winter cyclus van de zombijdrage). Het kent twee dominante grensgebieden: het meervoudige wolkendek en het duale aardoppervlak (land en water). En het kent ook twee dominante materie cycli: de H₂O cyclus

en de CO₂ cyclus. Veranderingen in alle zes subsystemen zijn verantwoordelijk voor klimaatverandering en moeten dus in samenhang bestudeerd worden. Figuur 4a laat duidelijk zien dat klimaatverandering een multi-causaal proces is.

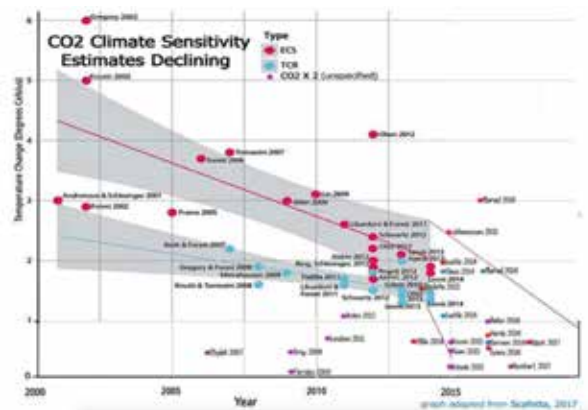
De aarde warmt na de kleine ijstijd weer op en de toename van de CO₂ concentratie in de atmosfeer (door de natuur en door de mens) geeft een bijdrage aan die opwarming. Dat zijn algemeen geaccepteerde feiten. Maar dat alleen de menselijke CO₂ hier de dominante factor zou zijn, zoals in de mainstream wordt verondersteld (zie Figuur 4b), lijkt niet erg waarschijnlijk. Die unieke monocausaliteit is dan ook nooit aangetoond. In tegendeel, we weten nog niet goed hoe we de complexe effecten van het meervoudige wolkendek op de temperatuur van de atmosfeer in rekening moeten brengen. Maar dat die effecten van groot belang zijn is zeker. Het dek houdt een deel van de inkomende stralingsenergie van de zon tegen door reflectie en werkt als een soort ‘half lekkend, half transparant broeikasdak’ van onze atmosfeer voor de uittredende stralingsenergie. Extra complicatie is dat het wolkendek meervoudig is en voortdurend aan verandering onderhevig. H₂O met haar drie fasen (vast, vloeistof, gas) lijkt in haar veelvoudige rol de grote klimaat-regulator te zijn, maar dan moeten we de dag-nacht cyclus en de jaarlijkse seizoenen expliciet gaan meenemen (Arthur Rörsch, 2018, *In search of regulatory processes in the global atmosphere*, <https://www.arthurrorsch.com>).

We weten ook niet goed hoe de bodem van de ‘aardse broeikas’ zich gedraagt. De grote verscheidenheid in bodemsamenstelling (dunne aardkorst en dikke waterlaag) en de daarmee gepaard gaande grote verscheidenheid in reflectie en absorptie eigenschappen, alsmede de grote verschillen in warmtecapaciteit, zorgen ervoor dat het aardoppervlak zich gedraagt als een buitengewoon complexe infrarode stralingsbron. Daar komt dan ook nog bij het effect van de warme en koude oceaanstromen. Zie hier de werkelijkheid: De aardse atmosfeer (‘broeikas’) is opgesloten door een complex wolkendek (‘dak’) en een complex aardoppervlak (‘bodem’), waarvan we de thermische eigenschappen niet goed kennen.

En dat is nog niet alles. Behalve gebrek aan kennis over het ingewikkelde dak en de ingewikkelde bodem, weten we ook niet hoe binnenin de 'aardse broeikas' – de atmosfeer – de H_2O en de CO_2 cycli (fysisch + biologisch) in interactie met elkaar reageren op veranderingen vanuit het universum (zonne-activiteit en kosmische straling) en vanuit het aardoppervlak. Hier ligt intensief onderzoek van de rijke aardse klimaatgeschiedenis, nog voordat de mens dominant werd, voor de hand (Salomon Kroonenberg, 2006, *De Menselijke Maat, Atlas Uitgeverij*).

Figuur 4a illustreert nog eens dat in werkelijkheid het klimaatsysteem uitermate divers en complex is en dat het vraagt om een brede werkwijze, waarbij vele gebieden in de natuurwetenschappen nodig zijn om vooruitgang te boeken. En het vraagt vooral om investeringen in nieuwe experimentele faciliteiten. Zoals dat in andere wetenschapsgebieden de norm is, hebben we in het klimaatonderzoek een grote verscheidenheid aan kwaliteitsmetingen nodig om ons de weg te wijzen hoe het klimaatsysteem écht in elkaar zit. Er is al veel gebeurd op dit gebied (bijv. de Argo-sondes, de weerballonnen en de klimaatsatellieten), maar er moet nog veel meer gebeuren. Eerder werd in dit essay al genoemd de verassende meetresultaten over het veranderende gedrag van de Noord-Atlantische golfstroom, van de weer aangroeiende Jakobshavn Gletsjer en van het in de werkelijkheid niet bestaan van de broeikasgasdeken. Ondanks alle inspanning en vooruitgang begrijpen bestaande computermodellen hier vooralsnog weinig van.

Tenslotte is het interessant om te zien dat in het afgelopen decennia een toenemend aantal publicaties laat zien dat het IPCC de klimaatgevoeligheid voor CO_2 sterk overschat wordt ($1,5^0 - 4,5^0$ C) en dat de metingen aangeven dat die gevoeligheid rond de $1,5^0$ C of zelfs nog lager zou liggen (Figuur 5). Dus ook als we alle opwarming aan CO_2 zouden toeschrijven, betekent dit dat haastige spoed niet aan de orde is en dat we alle tijd hebben de energietransitie zorgvuldig uit te voeren. Dat is een belangrijke boodschap aan degenen die paniekerig met de energietransitie bezig zijn (zie deel II).



Figuur 5: In de afgelopen 20 jaar zien we in de wetenschappelijke literatuur de schatting van de klimaatgevoeligheid voor CO_2 stap voor stap afnemen. Als die trend zich voortzet, komen we duidelijk onder de 1^0 C uit.

⁴ Kijk hiervoor naar het werk van Svensmark en de experimenten in CERN

‘The Netherlands is a densely populated country with a moderate climate. Solar and wind power, therefore, will inevitably play a modest role in its national energy system’





6. Conclusies

1) Ja, het aardse klimaat verandert voortdurend. Al vele miljoenen jaren zien we dat koude en warme perioden elkaar met grote regelmaat afwisselen. Een paar honderd jaar geleden zaten we nog diep in de kleine ijstijd. Nu zitten we in een warme periode. Ook die zal weer overgaan in de volgende koude periode.

2) Ja, menselijke CO₂ heeft invloed op de opwarming van de aarde. Maar hoe sterk die invloed is, marginaal of dominant, niemand die het kan zeggen. Wat we wél kunnen zeggen is dat menselijke CO₂ niet de enige klimaatfactor kan zijn. Maar hoe het nu allemaal precies zit, collega wetenschappers wees eerlijk tegen de politiek en het grote publiek, we weten het gewoon (nog) niet.

3) Verbetering van het inzicht in het aardse klimaat is één van de grootste uitdagingen, die we in het hedendaagse wetenschappelijke onderzoek kennen. Er is kwantitatief inzicht uit veel verschillende wetenschapsgebieden nodig om de veranderingen in het systeem te doorgronden. Of de mens ooit klimaatgedrag zal kunnen voorspellen en, nog ambitieuzer, een meer dan marginale invloed op de klimaatveranderingen zal kunnen uitoefenen, lijkt voor alsnog een utopie.

4) De directe betrokkenheid van de vele wetenschapsgebieden impliceert dat klimaatonderzoek alleen maar zin heeft als er een grote verscheidenheid aan kennisdisciplines in samenhang bij betrokken wordt. Dat alleen maar onderzoekers, die met lange-termijn meteorologie bezig zijn, zich klimaatwetenschappers mogen noemen, berust op gebrek aan kennis van het klimaatstelsel.

5) Een objectieve evaluatie van het AGW model met echte metingen laat zien dat de AWG resultaten op vele manieren in tegenstrijd zijn met de werkelijkheid ('the big seven'). Dat is een onthutsende constatering. Dat alleen menselijke CO₂ verantwoordelijk zou zijn voor de mondiale opwarming is dan ook niet meer dan een hypothese. Een scenario waar we rekening mee moeten houden is dat we omstreeks 2040 weer een kleine ijstijd te tegemoet gaan, zoals we dat voor 1850 kende. Proactief klimaatbeleid kan dit scenario niet negeren.

6) Het huidige klimaatonderzoek is toe aan een renaissance, waarbij niet angst en emotie maar nieuwsgierigheid en ratio weer het uitgangspunt moeten worden. Bovendien, klimaatonderzoek vraagt

om een sterk holistische aanpak. Meer concreet geformuleerd, in het vernieuwde klimaatonderzoek voeren veelzijdige teams op een cyclische manier theoretisch en empirisch onderzoek uit met een grote nadruk op de wetenschappelijke data cyclus ('data science cycle'). In deze tak van wetenschap zijn nu zeer interessante ontwikkelingen gaande die veel kunnen bijdragen aan het klimaatvraagstuk. CLINTEL wil hier een belangrijke rol in spelen door intelligente seismische imaging algoritmen toe te passen op klimaatdata.

7) De verbinding tussen wetenschap en beleid is nu veel te lineair. Er wordt voorgesteld een onafhankelijke 'watchdog' in te stellen met een waakhondfunctie voor klimaatwetenschap en klimaatbeleid. Voor elke beleidsoptie worden de daarbij spelende wetenschappelijke, technologische en financiële onzekerheden op een eerlijke en heldere manier zichtbaar gemaakt. CLINTEL gaat die functie van dubbele waakhond op zich nemen.

8) Het is de hoogste tijd dat in het wetenschappelijke debat klimaatverandering en milieuvervuiling uit elkaar worden gehaald. Emissie van kooldioxide (CO₂) is géén milieuvervuiling. In integendeel, met een te lage CO₂ concentratie krijgen bomen en planten het moeilijk en bij een toename van de CO₂ concentratie zullen de landbouw opbrengsten kunnen toenemen. Daarentegen, emissie van fijnstof (zoals roet) en stikstofoxiden (NOx) is wél milieuvervuiling en vraagt weldegelijk om menselijk ingrijpen. Dat geldt ook voor de toename van de afvalbergen op het land en in de oceanen.

9) Het is eveneens de hoogste tijd dat in het wetenschappelijke klimaatdebat het voorzorgprincipe ook wordt toegepast op de voorgenomen klimaatmaatregelen. Is het medicijn nu niet erger dan de kwaal?

10) Als we voor excellent klimaatonderzoek de eisen stellen dat a) onderzoekers een grote wetenschappelijke ervaring moeten bezitten om in staat te zijn vele kennisdisciplines met elkaar te verbinden en b) onderzoekers het lef moeten hebben om niet te buigen voor de belangen van hun financiers, dan is het niet verbaazingwekkend dat de huidige generatie klimaatcritici vooral gepensioneerde wetenschappers zijn die hun sporen in de wetenschap ruim hebben verdiend. Net zoals de natuurkrachten er niet mee zijn opgehouden na 1850, stopt kritisch wetenschappelijk denken toch ook niet na 65?

Epiloog

‘Open brief aan de minister-president van Nederland’

Geachte heer Rutte,

Geluk heeft te maken met geloof in de toekomst. Daarom kijken velen van mijn generatie met warme gevoelens terug naar de jaren '60, waarin we veel minder welvaart hadden dan nu, maar waarin we vast geloofden dat alles beter zou worden. Bedrijfsinvesteringen lagen dan ook op een hoog niveau. Wat een verschil met nu, waarin onze welvaart weliswaar aanzienlijk hoger is dan toen, maar waarin het geloof in de toekomst soms ver te zoeken is. De huidige generatie wordt overladen met inktzwarte verhalen over de toekomst van de aarde. En ze krijgen al jaren te horen dat er in ons land honderden miljarden nodig zijn om te proberen catastrofale klimaatrampen te voorkomen. Het is volgens de klimaatbeweging vijf voor twaalf! Maar is dat wel zo?

Meneer Rutte, ik weet dat u met ons land graag voorop wilt lopen in het nemen van klimaatmaatregelen. Maar bent u er zich wel van bewust dat u vreselijk eenzijdig bent voorgelicht? Realiseert u zich wel dat de werkelijkheid heel anders is dan het sombere beeld dat u nu al jaren voorgeschoteld krijgt? Weet u wel dat als we alles gaan uitvoeren wat er in uw kostbare klimaatplannen staat, de wereld slechts 0,0003°C minder opwarmt? Dat getal is niet te meten! En realiseert u zich wel dat Nederland er veel armer van wordt?

In mijn brief wil ik u graag vijf aantoonbare onjuistheden in de argumenten van uw voorgenomen klimaatbeleid voorleggen.

1. De bewering dat 97% van de klimaatwetenschappers er van overtuigd is dat opwarming wordt veroorzaakt door de mens, is een gemanipuleerd getal. Dat is al vele malen overtuigend aangetoond. Bovendien, de geschiedenis van de wetenschap laat zien dat doorbraken nooit werden bepaald door consensus, maar door dwarse ideeën van eigenwijze eenlingen. Die ideeën weken altijd flink af van wat door iedereen als waarheid werd gezien.
2. Klimaatverandering is een razend ingewikkeld proces en de wetenschap is er nog lang niet uit. Met name over de effecten van wolken en oceanen is nog weinig bekend. Bovendien, de nieuwste wetenschappelijke resultaten laten zien dat de invloed van CO₂ op de temperatuur aanzienlijk kleiner is dan eerder geschat. Dat verklaart waarom tot nu toe de voorspellingen van klimaatmodellen altijd veel te hoog uitkwamen. De daaraan gekoppelde doemverhalen zijn dus niet op feiten maar op fictie gebaseerd.
3. Veel argumenten die uitvoering van het klimaatbeleid bepleiten zijn gebaseerd op het voorzorgprincipe. Maar het is hoog tijd dat in het klimaatdebat het voorzorgprincipe ook wordt toegepast op de voorgenomen klimaatmaatregelen. Is het medicijn nu niet erger dan de kwaal?
4. Zon en wind kunnen bij lange na niet ons land voorzien van voldoende energie. Dat is geen zaak van technologie, maar van klimaat. Nederland heeft relatief weinig zon en wind. Bovendien, ons land is welvarend en gebruikt daardoor veel energie. We zullen ons land dus propvol moeten gaan zetten met windparken en zonneweiden. Als één van de dichtstbevolkte landen ter wereld is dat geen prettig vooruitzicht. Maar het is nog erger. We zullen ook nog een peperduur back-up systeem operationeel moeten houden om energie te leveren op dagen met weinig zon en wind. En die zijn er voldoende.
5. De vaak genoemde optie van biomassa verbranden is aanwijsbaar veel slechter dan het verbranden van steenkool. Waterstof dan? Helaas, waterstof is een zeldzaam gas in de natuur. Dat gas moet de mens dus zelf maken en daarvoor is goedkope groene elektriciteit nodig. Maar die hebben we juist niet. Dus zitten we hier in een cirkelredenering.



In conclusie, meneer Rutte, de wetenschap weet het nog (lang) niet, de natuurlijke fenomenen zon + wind zullen in ons land nooit de benodigde hoeveelheid energie op een betrouwbare en betaalbare manier kunnen leveren, het verbranden van biomassa is erger dan het verbranden van steenkool en groene waterstof is pas toepasbaar als we de groene energie hebben om het te maken.

Maar wat u echt zorgen moet baren is dat de samenleving zienderogen polariseert. Steeds meer burgers willen Nederland niet zien veranderen in een jungle van gesubsidieerde windturbines en zonnepanelen, terwijl ze weten dat er geen meetbaar effect zal zijn op het klimaat. Ze beginnen nu ook te merken aan hun besteedbaar inkomen dat ze er wel veel armer van worden.

Daarom, tot slot meneer Rutte, mijn dringende advies aan u is om klimaatbeleid over een heel andere boeg te gooien. Het kan nu nog. Haal milieu- en klimaatbeleid uit elkaar, stop met de omvangrijke houtkap, temporeer de energietransitie en geef de burger juiste informatie over de nationale kosten. De laatste wetenschappelijke stand van zaken laat zien dat we ruim de tijd hebben om met deskundige critici – die tot nu toe niet aan de klimaattafels van ja-knikkers mochten plaatsnemen – een alternatief voorstel op te stellen met als beginsel: aanpassen aan zaken waar de mens geen invloed op heeft ('adaptatie') en voorkomen van zaken waar de mens wél invloed op kan uitoefenen ('mitigatie'). Is het bestuurlijk niet onverantwoord van uw kabinet om klimaatbeleid te gaan uitvoeren zonder kennis te hebben genomen van de nieuwe inzichten?

Prof. dr. ir. A.J. (Guus) Berkhout
 Emeritus Hoogleraar Geofysica, TU Delft
 Lid Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW)
 Medeoprichter Climate Intelligence Foundation (CLINTEL)

*P.S. In a formal reaction to the book 'Hundred authors against Einstein (1931)', Einstein responded:
 "Why hundred? If I were wrong, one would have been enough."*

**‘If we want to understand the present,
we must know the past. Only then
we have a chance to say something
meaningful about the future’**





Op 27 mei werd in Nieuwspoort voor een groot aantal genodigden CLINTEL gelanceerd. Aan het eind van de dag werd het CLINTEL-essaybundel aangeboden aan professor Lex Hoogduin, hoogleraar Economie aan de RUG en oprichter van GloComNet. In zijn dankwoord zei Professor Hoogduin onder andere:

“Gefeliciteerd met de oprichting van de stichting CLINTEL! Allereerst Guus en Marcel, maar ook de samenleving! Er is namelijk grote behoefte aan een instituut als CLINTEL. Het klimaatdebat, voor zover het plaatsvindt en zo genoemd kan worden, is gepolariseerd. Tegelijkertijd staat er veel op het spel. Er worden grote gevol-

gen van klimaatverandering voorspeld. Volgens sommigen staan we voor een catastrofe als het komende decennium geen ingrijpende maatregelen worden genomen. Maar ook degenen die wat minder alarmistisch zijn, stellen nog altijd ingrijpende en kostbare maatregelen voor.

Een tegengeluid, een alternatieve zienswijze zonder klimaatverandering te ontkennen, een waakhond is geboden. De wetenschap en het gezonde verstand moeten de ruimte krijgen om tot goed begrip en op basis daarvan wijze beslissingen te komen. Er moet debat zijn, het moet scherp zijn, maar vooral ook zakelijk. Aan een instituut dat poogt dat te bevorderen hebben we allemaal wat.”

**Voor de volledige tekst van het dankwoord,
zie www.clintel.nl**

Marcel Crok (1971) is freelance onderzoeksjournalist en publicist. Crok studeerde scheikunde en werkte daarna jarenlang als freelance wetenschapsjournalist. In 2001 werd hij redacteur bij Technologietijdschrift *De Ingenieur* en vanaf 2003 bij maandblad *Natuurwetenschap & Techniek* (NWT). Sinds 2008 is Crok weer freelancer en heeft hij zich volledig gespecialiseerd in klimaatverandering. Crok is samen met Guus Berkhout oprichter van de Climate Intelligence Foundation.

In 2005 publiceerde Crok in NWT een groot en kritisch verhaal over de zogenoemde hockeystickgrafiek. Dit verhaal maakte veel reacties los en sindsdien volgt Crok het klimaatdebat op de voet. Later dat jaar leverde het hockeystickverhaal hem de eerste Glazen Griffioen op, een aanmoedigingsprijs voor jonge wetenschapsjournalisten. Het prijzengeld van de Glazen Griffioen en een bijdrage van het Fonds voor Bijzondere Journalistieke Projecten besteedde Crok aan research voor zijn boek *De staat van het klimaat*.

In 2012 vroeg het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) hem om het vijfde IPCC-rapport te reviewen. Daarnaast was Crok nauw betrokken bij het internationale discussieplatform www.climatedialogue.org. Dit platform werd eveneens gefinancierd door het Ministerie van I&M.

In 2014 publiceerde Crok samen met de Britse onderzoeker Nic Lewis het rapport *A Sensitive Matter*. Dit rapport gaat over het belangrijke thema klimaatgevoeligheid en hoe het IPCC daar in het vijfde rapport mee omging. Een Nederlandse vertaling verscheen bij de Groene Rekenkamer onder de titel *Een gevoelige kwestie*. Het debat over klimaatgevoeligheid is anno 2019 nog altijd in volle gang.


Crok publiceerde samen met zes andere journalisten het boek *Ecomodernisme, Het nieuwe denken over groen en groei*. Ecomodernisten geloven dat er geen grenzen zijn aan de groei. De aarde kan gemakkelijk 10 miljard mensen aan. Zonnepanelen en windmolens zijn een kostbare misstap, kernenergie heeft de toekomst. Biologische landbouw zal de wereld niet voeden, intensieve landbouw wel. De aanhangers van het zogeheten ecomodernisme, een nieuwe beweging van groene denkers en doeners, zijn uitgesproken optimistisch over de toekomst. Zij geloven in economische groei, niet in matiging. Ze bekijken de wereld nuchter en breken met romantische ideeën over leven in harmonie met de natuur. Ecomodernisten komen dan ook met een verrassende agenda om te zorgen voor meer natuur en een schoner milieu.

Meer informatie op <https://www.destaatvanhet-klimaat.nl/>

Deel II

Waarom adaptatie veel meer zin heeft

Marcel Crok
CLIMATE INTELLIGENCE FOUNDATION



**‘De klimaatdoelen moeten van
tafel want anders zal onhaalbaar
en onbetaalbaar klimaatbeleid
het onvermijdelijke gevolg zijn’**

Samenvatting

Het internationaal klimaatbeleid is van meet af aan sterk gefocust geweest op mitigatie, het terugdringen van broeikasgassen. Dit kwam voort uit het succes dat bij bijvoorbeeld luchtverontreiniging werd geboekt: uitstoot terugdringen, probleem opgelost. Denk aan de uitstoot van zwaveldioxide en stikstofoxiden.

Maar klimaatverandering als gevolg van broeikasgassen is geen klassiek milieuprobleem. Ten eerste is CO₂ geen vervuilende stof (het is zelfs essentieel voor het leven op aarde) en ten tweede is niet zo eenvoudig te bepalen welke effecten broeikasgassen nu precies op het klimaat zullen hebben (afgezien van het feit dat het waarschijnlijk wat warmer zal worden). Ten derde is CO₂ nauw gekoppeld aan onze welvaart. Hoe meer CO₂ een land uitstoot hoe welvarender het doorgaans is. Toch is klimaatverandering internationaal helaas benaderd als een klassiek milieuprobleem met als insteek dat de uitstoot van CO₂ dus teruggedrongen zou moeten worden.

Het resultaat is voorspelbaar. Het klimaatbeleid is sinds 1992 geen succes geweest. Het gebruik van fossiele brandstoffen (en dus de CO₂-uitstoot) is gewoon toegenomen, het logische gevolg van bevolkingsgroei en economische groei. Het percentage CO₂-vrije energie nam in de jaren tachtig wel een tijdje substantieel toe, maar dat kwam vooral door de bouw van kerncentrales. Vanaf de jaren negentig stopt deze ontwikkeling en ondanks enorme inspanningen om zon, wind en biomassa te stimuleren blijft de bijdrage van duurzame energie in de wereldwijde energievoorziening beperkt.

Ondertussen heeft de wereld eigenlijk steeds minder last van weersextremen en andere natuurrampen. Dat is het directe gevolg van toegenomen welvaart en technologische ontwikkeling. Een zich ontwikkelend land als India bewees dat afgelopen maand toen cycloon Fani op de deelstaat Odisha af

raasde. Er vielen 'slechts' enkele tientallen doden terwijl een soortgelijke cycloon in 1999 in hetzelfde gebied nog tot 10.000 doden leidde. India had in de tussentijd honderden bovengrondse schuilplaatsen gebouwd langs de kust, een miljoen mensen waren geëvacueerd en anderen goed geïnstrueerd en dankzij de vooruitgang in de wetenschap kunnen meteorologen ook veel beter het pad van de orkaan voorspellen.

Dankzij adaptatie zijn er dus aantoonbaar duizenden levens gered, iets wat met mitigatie (wereldwijde CO₂-reductie) niet voor elkaar te krijgen is. Dit essay houdt dan ook een vurig pleidooi voor een prominentere rol van adaptatie in het internationale klimaatbeleid. Het legt daarnaast uit dat de noodzaak voor mitigatie schromelijk wordt overdreven.

Het woord adaptatie wordt nu weliswaar veelvuldig gebruikt in beleidskringen maar vaak vanuit een negatief perspectief. We zouden niet meer zonder adaptatie kunnen omdat mitigatie niet lukt of te laat komt. Adaptatie is dan dus de second best. Maar dat is onterecht. Adaptatie is de first best. Je bereikt er aantoonbaar veel meer mee dan met mitigatie, of het nu gaat om bescherming tegen extremen of juist om het benutten van kansen (denk aan aanpassingen in de landbouw die kunnen leiden tot hogere opbrengsten).

Internationaal staat juist Nederland bekend als de wereldkampioen klimaatadaptatie. Onze Deltawerken worden tot een van de wereldwonderen gerekend. Niet voor niets heeft Nederland dan ook het Global Center on Adaptation binnengehaald. Toch is gek genoeg onze eigen klimaatbeleid ook helemaal in de greep geraakt door mitigatie. Dit heeft geleid tot onhaalbare en onbetaalbare doelen die ook nog eens in de Klimaatwet vastgelegd gaan worden. Dit essay stelt dat deze doelen zo snel mogelijk afgeschaft moeten worden.

‘In het boek Ecomodernisme, Het nieuwe denken over groen en groei, pleiten de auteurs ervoor dat ontwikkelingslanden zichzelf zo snel mogelijk opwerken tot welvarende landen’



1. Inleiding: De lessen van cycloon Fani

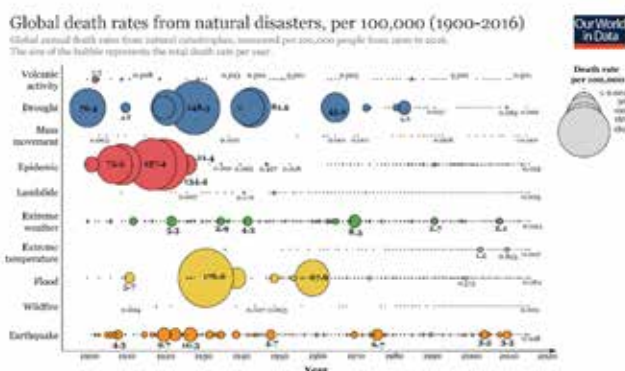
Heeft u gehoord van cycloon Fani? Waarschijnlijk niet. Deze orkaan raasde begin mei over de Indiase deelstaat Odisha. Het was een orkaan van de zwaarste categorie met windsnelheden van rond de 200 km/uur. Odisha is een vrij arme deelstaat waar 40 miljoen mensen wonen. Een week nadat de verwoestende orkaan over het gebied trok stond het dodental op 41. Tragisch natuurlijk, maar dit aantal valt in het niet bij de 10.000 slachtoffers die in 1999 in hetzelfde gebied vielen toen een van de zwaarste orkanen van de 20e eeuw overtrok.

Ditmaal was de Indiase overheid veel beter voorbereid. Meteorologen zijn beter in staat om het pad van de orkaan te voorspellen. Ruim een miljoen mensen waren geëvacueerd. Er zijn sinds 1999 enkele honderden schuilplaatsen gebouwd langs de kust die windsnelheden tot 300 km/uur aan kunnen. De hele bevolking had instructies gekregen. Dat zijn simpele dingen, zorg dat je telefoon opgeladen is, zorg dat je voldoende drinkwater in huis hebt, schakel stroom en gas uit. Na de storm: blijf uit de buurt van beschadigde elektriciteitskabels, ga geen beschadigde gebouwen in.

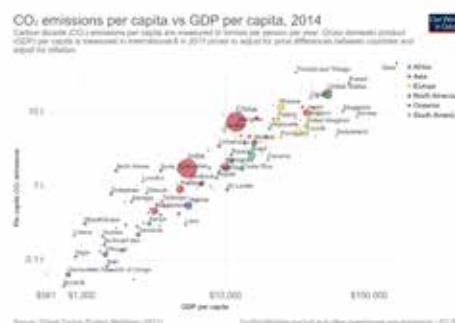
De spectaculaire afname van het aantal slachtoffers als gevolg van cycloon Fani past in het beeld dat we wereldwijd waarnemen sinds 1900. Het aantal slachtoffers nam vanaf de jaren twintig gestaag af en is sindsdien zowel in absolute als relatieve zin met meer dan 95% afgenomen. Dat geldt voor alle natuurrampen, ook de moeilijk voorspelbare zoals aardbevingen.

Dit is uiteraard zeer goed nieuws. Maar zoals we weten is goed nieuws voor de media minder nieuwswaardig. Deels is dat logisch. Had cycloon Fani geleid tot een ramp met 10.000 doden, dan was het dagenlang in het nieuws geweest en waren internationale hulpacties op gang gekomen. Nu gaan we – terecht – over tot de orde van de dag.

Betekent de spectaculaire daling van het aantal slachtoffers door weersextremen in de afgelopen eeuw dat weersextremen veel minder vaak voorkomen? Nee. We zien hier vooral de effecten van toegenomen welvaart en technologische vooruitgang. Het is een van de redenen waarom wij – een groep journalisten en ecomodernisten – in ons boek Ecomodernisme, Het nieuwe denken over groen en groei, ervoor pleiten dat ook ontwikkelingslanden zichzelf zo snel mogelijk opwerken tot welvarende landen. Plat gezegd: geen gezeik, iedereen zo snel mogelijk rijk. En ja, daarbij nemen we op de koop toe dat in die landen de CO₂-uitstoot flink zal toenemen, zoals dat in Westerse landen ook gebeurd is. Want kijk maar hoe per hoofd van de bevolking welvaart zeer sterk gecorreleerd is aan CO₂-emissies.



Figuur 6: Sterfte per 100.000 inwoners als gevolg van diverse soorten natuurrampen. Bron: Our World in Data. <https://ourworldindata.org/natural-disasters>



Figuur 7: CO₂-emissies per hoofd van de bevolking uitgezet tegen gemiddelde inkomen per hoofd van de bevolking. Bron: Our World in Data. <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>



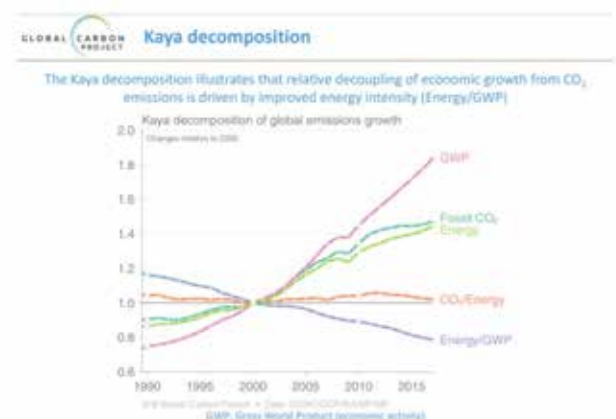
2. Wereldwijde CO₂-reductie is een herculestaak

In figuur 7 zie je in één oogopslag het probleem of positiever gesteld de uitdaging waar het internationale klimaatbeleid al decennia mee worstelt: hoe kan je ervoor zorgen dat de CO₂-uitstoot daalt terwijl het BNP (Bruto Nationaal Product) op peil blijft (voor welvarende landen) dan wel stijgt (voor ontwikkelingslanden). Ofwel, kunnen we economische groei en de uitstoot van broeikasgassen ontkoppelen? Onderzoekers noemen dit ook wel het decarboniseren of decarbonisatie van de economie. De definitie van decarbonisatie is de verhouding tussen de CO₂-uitstoot en onze welvaart (uitgedrukt in het BNP). Er zijn grofweg twee manieren om aan decarbonisatie te doen. Je kunt welvarender worden en tegelijkertijd steeds minder energie gebruiken. In dat geval gaat de energie-intensiteit omlaag. In de volksmond, we worden efficiënter. Of je kunt per eenheid energie minder CO₂ uitstoten, dan gaat de koolstofintensiteit (carbon intensity) omlaag, een woord dat wij in het Nederlands niet vaak gebruiken. In feite gebruiken we in de discussies rond klimaatverandering hier de vage term 'duurzaam' voor (Dit gaat niet helemaal op want kernenergie is grotendeels CO₂-vrij en verlaagt dus de koolstofintensiteit maar wordt door velen toch niet als duurzaam gezien). Als de koolstofintensiteit afneemt worden we 'duurzamer'. De term 'duurzaam' is tegenwoordig vrijwel synoniem geworden aan 'minder of geen CO₂-uitstoot'. Bedrijven die willen verduurzamen bedoelen daarmee heel vaak dat ze minder CO₂ willen uitstoten.

Nu lijkt klimaatbeleid opeens heel eenvoudig. Decarbonisatie is het product van de energie-intensiteit en de koolstofintensiteit. Dus als beide dalen dan decarboniseren we en bereiken we vroeg of laat 'vanzelf' de zo hartstochtelijk beoogde fossielvrije of CO₂-vrije samenleving.

Hoe goed doen we het tot nu toe? Het referentiejaar bij klimaatbeleid is heel vaak 1990. De officiële aftrap van internationaal klimaatbeleid begon met het Klimaatverdrag van Rio in 1992. Sindsdien worden er jaarlijkse grote internationale klimaatconferenties gehouden (de zogenoemde Conference of the Parties, COPs), die alle voortborduren op het verdrag van Rio. Succesvol klimaatbeleid zou dus een toename van de decarbonisatie moeten laten zien sinds

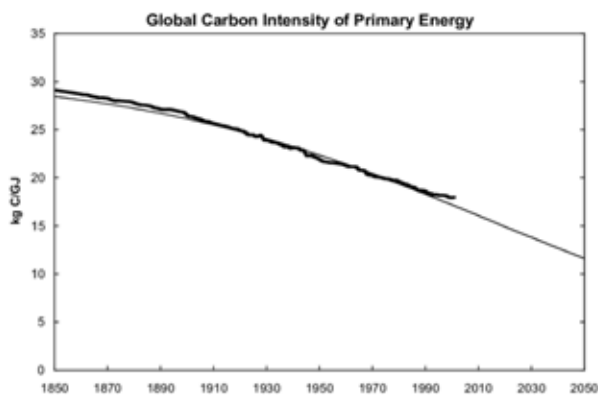
begin jaren negentig. In figuur 8 is te zien dat de energie-intensiteit wereldwijd inderdaad gestaag afneemt (we worden efficiënter!) maar de koolstofintensiteit vrijwel constant is gebleven: de hoeveelheid CO₂-vrije energie neemt weliswaar toe, maar het totale energiegebruik ook waardoor de verhouding tussen die twee nauwelijks verandert.



Figuur 8: verandering in energie-intensiteit (Energy/GWP) en koolstofintensiteit (CO₂/Energy) van de mondiale economie ten opzichte van het jaar 2000. Bron: Global Carbon Project. https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/18/files/GCP_Carbon-Budget_2018.pdf

Er is een sterke economische prikkel om steeds efficiënter te worden. Een zuinige auto slurpt minder benzine en is dus aantrekkelijker voor de consument. Auto's, vliegtuigen, computers, koelkasten en wasmachines, ze zijn nu veel zuiniger dan dertig jaar geleden. Maar vóór het tijdperk van klimaatbeleid bestond die economische prikkel natuurlijk ook al.

Wat veel mensen zich waarschijnlijk niet realiseren is dat de wereldwijde energievoorziening ook al eeuwenlang minder koolstofintensief wordt.



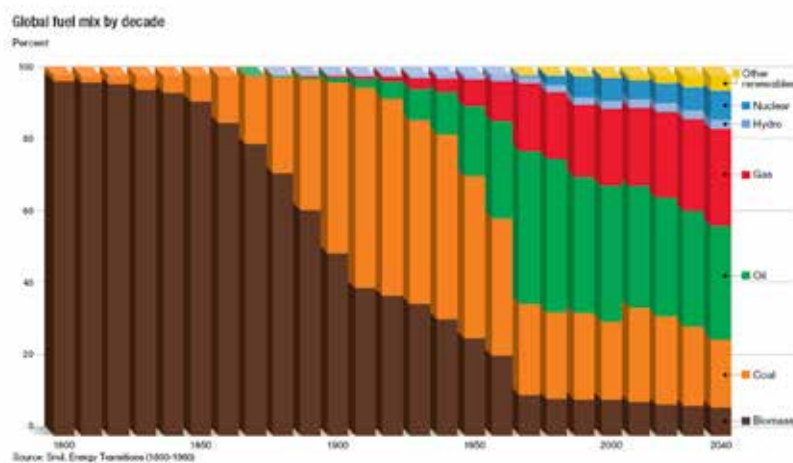
Figuur 9: koolstofintensiteit van de wereldwijde energievoorziening. Bron: https://www.researchgate.net/figure/Decarbonization-or-the-changing-carbon-intensity-of-primary-energy-for-the-world-Carbon_fig1_237542108

De afname in figuur 9 is het rechtstreekse gevolg van een aantal energietransities die we de afgelopen eeuwen hebben doorgeemaakt. Eerste gebruikte de mensheid voornamelijk biomassa (zoals hout) als brandstof. Langzaam kwam het gebruik van steenkool opzetten. Bij steenkool komt per eenheid energie minder CO₂ vrij dan bij de verbranding van hout. Daarna kwam aardolie op, waarbij

weer minder CO₂ vrijkomt dan bij steenkool en tenslotte aardgas dat weer minder CO₂ produceert dan aardolie. Deze historische afname van de koolstof-intensiteit had uiteraard niets met klimaatbeleid te maken. In zekere zin wel met efficiency. De energiedichtheid van de brandstoffen neemt toe van hout, naar steenkool, aardolie en aardgas. Je hebt dus minder nodig om evenveel energie te produceren.

In figuur 10 is ook goed te zien dat voor elk van deze transities minimaal vijftig jaar nodig was. Merk op: in de benadering hierboven wordt puur gekeken naar de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt op het moment van verbranding. Dat is relatief veel bij hout. In het huidige Europese klimaatbeleid telt hout echter mee als CO₂-neutraal, omdat het idee is dat nieuw geplante bomen de CO₂ binnen 50 tot 80 jaar weer uit de atmosfeer zullen halen. Op korte termijn leidt gebruik van hout als brandstof echter tot meer CO₂-uitstoot dan het gebruik van fossiele brandstoffen.

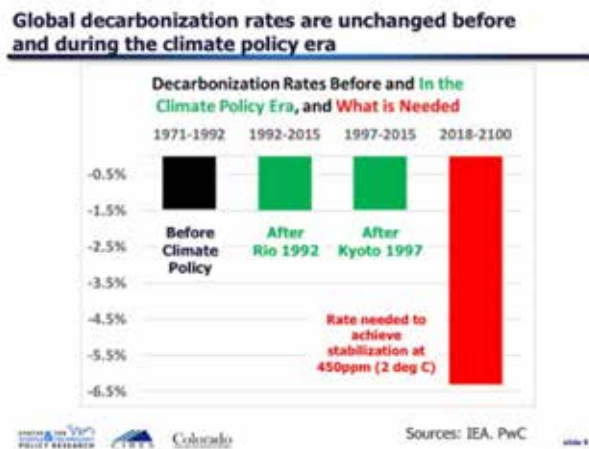
Het is tamelijk ironisch dat de daling van de koolstofintensiteit uitgerekend rond 1990, de start van het tijdperk van klimaatbeleid, begint af te vlakken. Maar heel vreemd is dat niet. In de jaren tachtig werden er nog ruim 200 kerncentrales in gebruik genomen (in totaal staan er nu wereldwijd zo'n 450), maar vanaf de jaren negentig stagneerde de bouw van nieuwe centrales flink, onder druk van de anti-kernenergiebeweging. De nadruk in het klimaatbeleid kwam veel meer te liggen op hernieuwbare energiebronnen zoals wind, zon en biomassa. Maar daarmee lukt het tot nu toe blijkbaar niet om de koolstofintensiteit verder terug te brengen.



Figuur 10: Energietransities in het verleden. Bron: Vaclav Smil.

Kijken we tenslotte naar de combinatie van energie-intensiteit en koolstofintensiteit dan krijgen we een indruk in hoeverre de wereldwijde economie decarboniseert. Figuur 11 toont de decarbonisatie-percentages in drie verschillende periodes: de twintig jaar voorafgaand aan het klimaatverdrag van Rio, de periode na 1992 en de periode na 1997, het jaar waarin het Kyoto-protocol van kracht werd. Zoals te zien is er geen enkel verschil voor en na de start van het internationale klimaatbeleid.

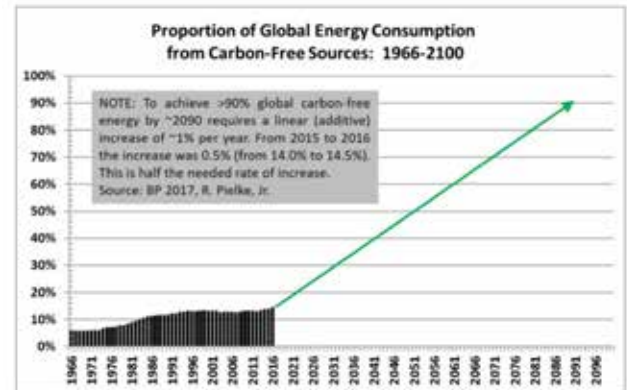
De figuur is afkomstig van de Amerikaanse onderzoeker Roger Pielke Jr, die een zeer lezenswaardig boek over klimaatbeleid gepubliceerd heeft, *The Climate Fix*. In rood heeft Pielke aangegeven wat voor percentage ongeveer nodig is om onder de internationaal afgesproken tweegradengrens te blijven. Een veelvoud van wat in de afgelopen decennia gehaald is.



Figuur 11: Decarbonisatie-percentages voor en na de start van het internationale klimaatbeleid. Bron: Roger Pielke Jr <https://theclimatefix.wordpress.com/2018/06/03/pielke-on-climate-11/>

Naast de daling van de energie-intensiteit zal met name de koolstofintensiteit flink moeten gaan dalen. Dat betekent – in theorie is het heel simpel – dat er veel meer CO₂-vrije energie opgewekt zal moeten worden. Wat zijn CO₂-vrije of beter gezegd CO₂-arme bronnen? Kernenergie, waterkracht, wind, zon en – als je accepteert dat je er vijftig jaar geduld voor moet hebben – biomassa.

‘Sinds het klimaatverdrag van Rio uit 1992 is het gebruik van fossiele brandstoffen niet afgenomen maar met 57% toegenomen.’



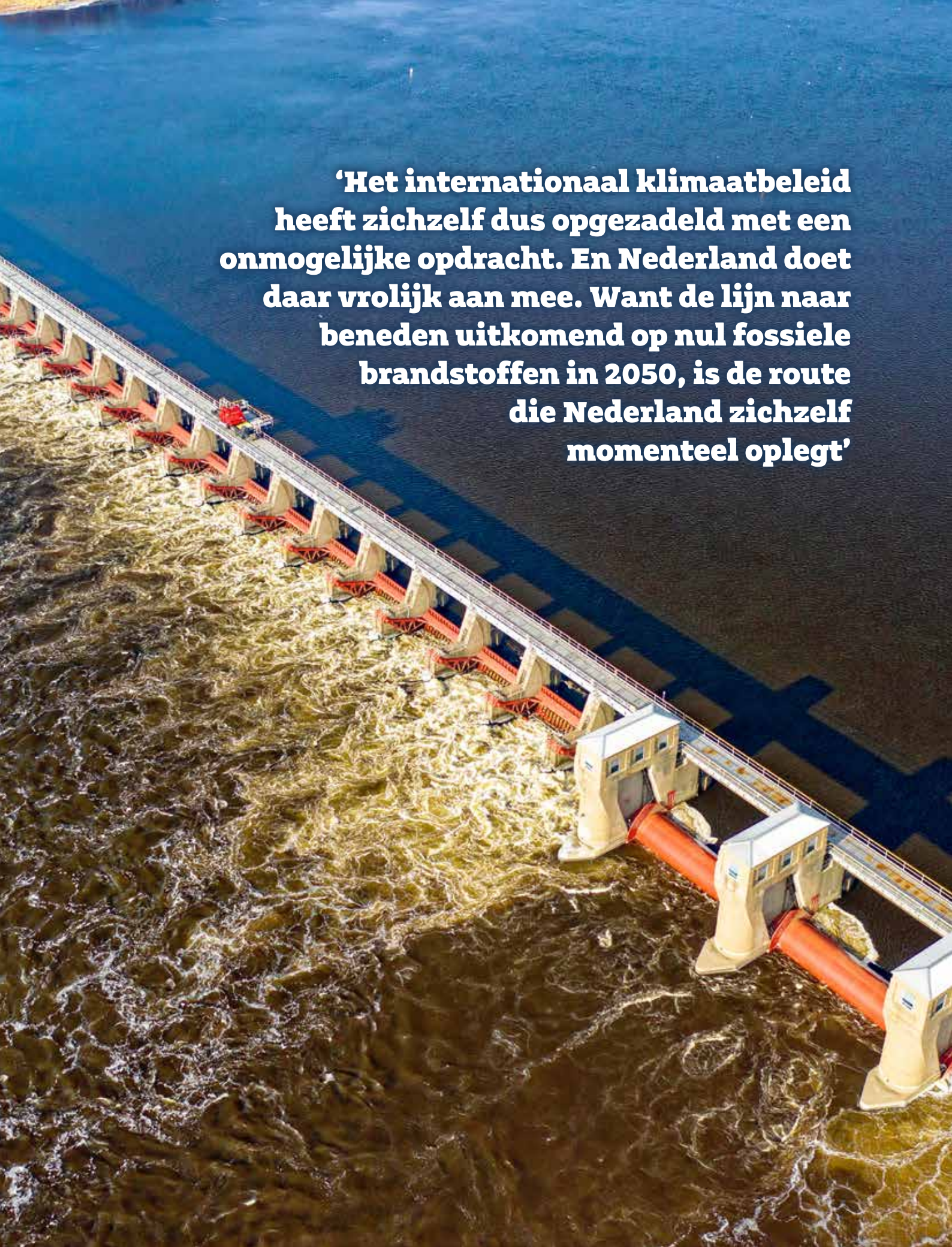
Figuur 12: percentage CO₂-arme energie tussen 1966 en 2016. Bron: <https://theclimatefix.wordpress.com/2017/06/15/pielke-on-climate-3/>

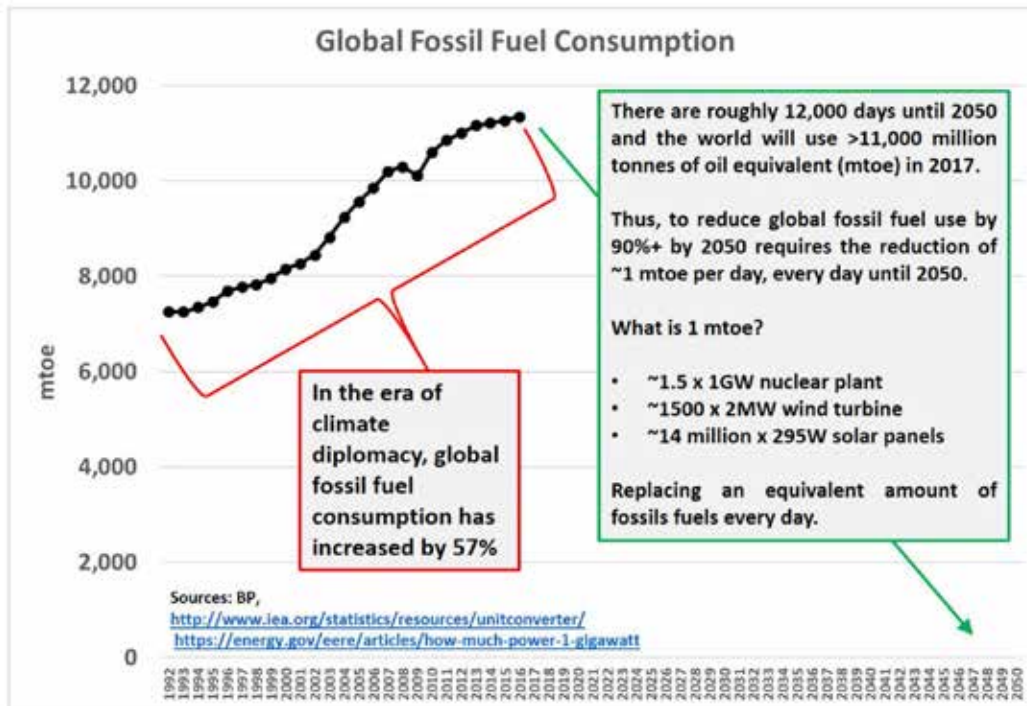
In figuur 12 is te zien hoe het percentage CO₂-vrije energie de afgelopen decennia is toegenomen. Tussen 1973 en 1990 nam het percentage toe van 6 naar 12%. Eind 2016 zaten we echter pas op 14,5%. De grootste toename vond plaats in de jaren tachtig, de periode dat er veel kerncentrales bijkwamen. De groene lijn veronderstelt een jaarlijkse toename van 1%. Het is niet waarschijnlijk, hoe graag we ook zouden willen, dat die 1% per jaar op korte termijn gehaald gaat worden.

Er is nog een andere manier om te zien hoe onmogelijk de wereldwijde opgave in feite is. De onderstaande figuur – opnieuw afkomstig van Pielke Jr- laat het gebruik van fossiele brandstoffen zien in het tijdperk van internationaal klimaatbeleid.

Sinds het klimaatverdrag van Rio is het gebruik van fossiele brandstoffen niet afgenomen maar met 57% toegenomen. Met de groene lijn geeft Pielke aan wat voor herculestaak ons te wachten staat. Ervan uitgaande dat het energieverbruik tenminste gelijk zal blijven (de International Energy Agency gaat uit van aanzienlijke groei van de energievraag tot aan 2040) zullen we ruim 11.000 miljoen ton aan olie-equivalenten (steenkool en aardgas zijn daarbij dus omgerekend naar olie-equivalenten) moeten vervangen door CO₂-vrije alternatieven. Pielke rekent voor waar dat in de praktijk op zou neerkomen. Eén miljoen ton aan olie-equivalent is ongeveer gelijk aan de energie die wordt geproduceerd door 1,5 kerncentrales met een vermogen van 1 GW (ter vergelijking, onze enige kerncentrale in Borssele heeft een vermogen van ruim 400 MW). Aangezien we nog ongeveer 12.000 dagen te gaan hebben tot aan 2050, zullen we iedere dag 1,5 ofwel iedere twee dagen drie nieuwe kerncentrales met een vermogen van 1 GW in gebruik moeten nemen. En dat dag na dag na dag tot aan 2050. Dus 18.000 nieuwe kerncentrales erbij. Bedenk dan nogmaals dat er na zestig jaar kernenergie wereldwijd rond de 450 centrales gebouwd zijn.

‘Het internationaal klimaatbeleid heeft zichzelf dus opgezadeld met een onmogelijke opdracht. En Nederland doet daar vrolijk aan mee. Want de lijn naar beneden uitkomend op nul fossiele brandstoffen in 2050, is de route die Nederland zichzelf momenteel oplegt’





Figuur 13: Wereldwijd gebruik van fossiele brandstoffen sinds 1992. De groene lijn geeft aan hoe snel we vanaf nu fossiele brandstoffen moeten afbouwen willen we rond 2050 op nul zitten.

Maar wacht, u wilt misschien helemaal geen kernenergie, maar hernieuwbare energie. In dat geval moeten er dagelijks 1500 windmolens neergezet worden met een vermogen van 2 MW (of iets minder natuurlijk als je molens met een hoger vermogen gebruikt). In het geval van zon zal je dagelijks wereldwijd 14 miljoen zonnepanelen met een vermogen van 295 W (dat zijn het type panelen dat op onze daken ligt) moeten installeren. Dag na dag na dag.

Toch horen we Al Gore en andere duurzaamheidsgoeroes continu stellen dat we alle technologie in huis hebben om deze klus te klaren. En dan doelen ze meestal niet op kernenergie, maar op duurzame energie. Als je niet op vijftig jaar meer of minder kijkt is dat misschien zo. Er zijn CO₂-vrije bronnen beschikbaar. Maar bovenstaande berekeningen maken duidelijk dat versneld fossiele brandstoffen uitbannen niet gaat lukken.

Het internationaal klimaatbeleid heeft zichzelf dus opgezaagd met een onmogelijke opdracht. En Nederland doet daar vrolijk aan mee. Want de groene lijn naar beneden in figuur 13, uitkomend op nul fossiele brandstoffen in 2050, is de route die Nederland zichzelf

momenteel oplegt. Het kabinet Rutte III streeft naar 49% CO₂-reductie in 2030 (en zoekt in Europa draagvlak om dat verder op te voeren naar 55%) en naar 95% reductie in 2050. In dat jaar mogen we ook alleen nog maar duurzame energie gebruiken. Die doelen worden vastgelegd in de Klimaatwet, die inmiddels door de Tweede Kamer is aangenomen en binnenkort in behandeling wordt genomen door de Eerste Kamer. Voor mij is de Klimaatwet een gruwel. De doelen zijn onhaalbaar en zullen een molensteen om onze nek worden. Bij de Urgenda-zaak hebben we gezien dat een actiegroep via de rechter kan afdwingen dat de overheid meer doet aan klimaatbeleid. Als de Klimaatwet eenmaal is aangenomen, maar de praktijk weerbarstig blijkt, zullen nieuwe rechtszaken volgen. Immers, de regering houdt zich dan niet aan haar eigen wet.

‘Voor mij is de Klimaatwet een gruwel. De doelen zijn onhaalbaar en zullen een molensteen om onze nek worden’

In de rekensommen tot nu toe ben ik uitgegaan van de veronderstellingen van het IPCC, het klimaatpanel van de Verenigde Naties. Maar het is hoog tijd om de aannames daarachter eens kritisch onder de loep te nemen.



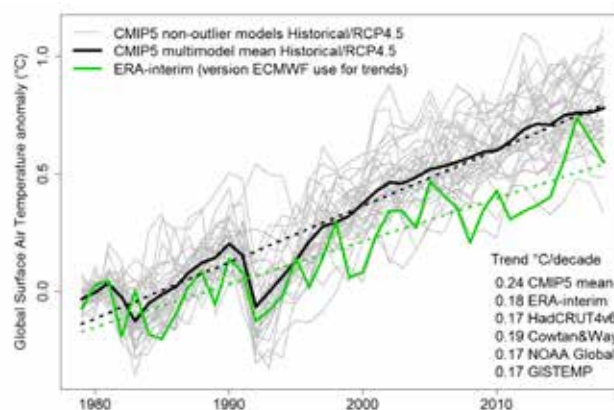
3. Hebben we echt nog maar 12 jaar te gaan?

W e hebben nog twaalf jaar om een klimaatcatastrofe te voorkomen, kopte The Guardian in oktober 2018. Aanleiding was een special report van het IPCC over de 1,5 gradendoelstelling. Die twaalf jaar is gebaseerd op het volgende: sinds het vijfde IPCC-rapport uit 2013 presenteert het IPCC berekeningen van het zogenoemde koolstofbudget. Dat stelt hoeveel broeikasgassen de mens nog mag uitstoten alvorens over een bepaalde temperatuurgrens heen te gaan. Dit keer becijferde het IPCC dus dat we nog twaalf jaar zo door kunnen gaan en dan is 1,5 graden opwarming onvermijdelijk geworden. Dat dat catastrofaal gaat worden, is een label dat The Guardian eraan toevoegde, niet het IPCC zelf.

Maar wat geen of nauwelijks aandacht kreeg in de media is dat vijf jaar eerder datzelfde IPCC op basis van soortgelijke berekeningen nog constateerde dat we nog maar drie jaar te gaan hadden¹. De Britse onderzoeker Nic Lewis – met wie ik heb samengewerkt – liet in een analyse zien dat het koolstofbudget om onder de 1,5 graden te blijven in vijf jaar tijd vijf keer zo groot was geworden.²

Dat is opmerkelijk natuurlijk. Hoe is zo'n aanzienlijke bijstelling in zo'n korte tijd nou mogelijk? Om een lang verhaal kort te maken: het IPCC corrigeerde voor het feit dat de modelberekeningen uit haar eigen rapport uit 2013 er nu al flink naast zitten. Een sleutelfiguur uit het rapport (figuur 10 uit de Summary for Policy Makers) toont hoeveel opwarming modellen genereren als gevolg van de cumulatieve CO₂-emissies sinds 1870. Volgens de grafiek zou 625 gigaton aan koolstofemissies 1,5 graad opwarming geven³. Eind 2018 zitten we op die 625 GT maar in plaats van 1,5 graad opwarming zitten we op één graad opwarming. De modellen waarmee het koolstofbudget berekend wordt zitten er dus nu al een halve graad naast. Het siert het IPCC dat ze deze overschatting ten opzichte van de metingen in het recente SR15 rapport hebben gecorrigeerd. Alleen naar de toekomst toe veronderstelt het IPCC dat de modellen toch weer een betrouwbare indicator zullen zijn voor het koolstofbudget. Hoe realistisch is dat?

Wat Nic Lewis betreft niet heel realistisch. En dat brengt ons bij misschien wel het allerbelangrijkste onderdeel van het klimaatdebat van dit moment. Critici van het IPCC, zoals Nic Lewis, stellen dat klimaatmodellen 'overgevoelig' zijn, dat wil zeggen ze overschatten het effect van CO₂ op de temperatuur. Als je CO₂ in klimaatmodellen laat toenemen, dan stijgt de temperatuur, maar harder dan we in het echte klimaat zien gebeuren. Natuurlijk proberen klimaatonderzoekers er alles aan te doen om hun modellen zo goed mogelijk overeen te laten komen met de werkelijkheid. Maar dat lukt nog niet goed. Nic Lewis sprak dit voorjaar op een congres in Amsterdam en hij liet daar de volgende grafiek zien:



Figuur 14: ontwikkeling van de wereldgemiddelde temperatuur in modellen uit het vijfde IPCC-rapport. In groen de ERA-interim dataset. Bron: Nic Lewis

De groene lijn is wat Lewis betreft de beste dataset om de metingen te vergelijken met de modellen. De stippellijnen in zwart en groen geven de trends aan. De modellen warmen ongeveer 30% sneller op dan de waarnemingen. Het is een verschil dat overeenkomt met andere studies van Lewis die gaan over een sleutelbegrip uit de klimaatdiscussie: klimaatgevoeligheid.

¹ Zie bijvoorbeeld dit artikel: <https://www.nature.com/news/three-years-to-safeguard-our-climate-1.22201>

² <https://judithcurry.com/2018/10/18/remarkable-changes-to-carbon-emission-budgets-in-the-ipcc-special-report-on-global-warming-of-1-5c/>

³ Let op, soms wordt er gerekend in gigaton (GT) koolstof en soms in GT CO₂. Het molecuulgewicht van koolstof is 12 en dat van CO₂ 44. De omrekenfactor tussen de twee is dus $44/12 = 3,67$

Klimaatgevoeligheid is de opwarming die je krijgt als de CO₂-concentratie in de atmosfeer verdubbelt. Zo'n verdubbeling is de mens momenteel aan het bewerkstelligen. Pre-industrieel was de CO₂-concentratie ongeveer 280 deeltjes per miljoen luchtdeeltjes (ppm). Inmiddels zitten we ongeveer op 410 ppm. Later deze eeuw zullen we waarschijnlijk de 560 ppm wel gaan bereiken. Maar er zijn andere broeikasgassen zoals methaan en lachgas en als je de effecten daarvan omrekent naar CO₂-equivalenten en ook de afkoelende effecten van aerosolen (luchtverontreiniging) meeneemt dan zitten we al dicht (rond 2040-2050) tegen een eerste 'verdubbeling' aan.

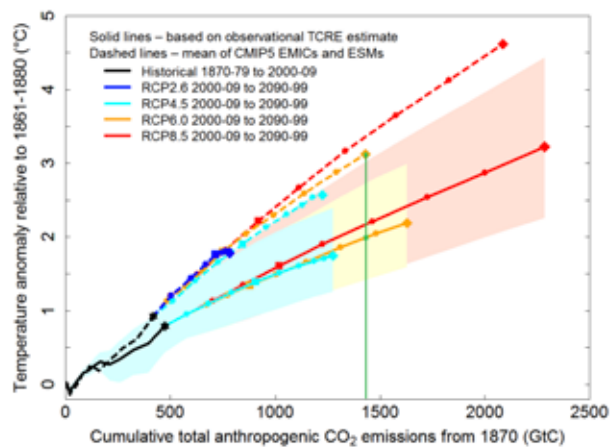
In het verleden werd de klimaatgevoeligheid voornamelijk geschat op basis van klimaatmodellen. De laatste jaren is het mogelijk geworden om klimaatgevoeligheid ook te schatten aan de hand van de temperatuurmetingen die we sinds 1850 hebben. En wat blijkt? Die schattingen voor klimaatgevoeligheid op basis van metingen vallen aanzienlijk lager uit dan die op basis van modellen. Als je kijkt naar de opwarming op het moment dat de verdubbeling een feit is, dan zijn modellen gemiddeld 1,8 graden opgewarmd terwijl historische metingen erop wijzen dat een verdubbeling slechts 1,3 graden opwarming zal geven. Dat is een verschil van wederom zo'n 30%.

Bij deze schattingen op basis van observaties (we spreken daarom ook wel van observationele schattingen) nemen we – net als het IPCC – aan dat vrijwel alle opwarming door broeikasgassen veroorzaakt is. Het is dus onterecht om observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid te framen als een soort 'sceptische' uitschieter. De cruciale vraag is of historische waarnemingen een betere schatting voor de 'echte' klimaatgevoeligheid opleveren of niet en Lewis (en ik ben het daarmee eens) vindt van wel.

Hoe belangrijk deze discussie is voor het klimaatbeleid blijkt wel als we naar de toekomstscenario's van het IPCC gaan kijken. Het maakt nogal wat uit of je die scenario's doet met de 'overgevoelige' klimaatmodellen of gebruik makend van de observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid.

Onderstaande figuur werd gemaakt door Nic Lewis en getoond tijdens zijn lezing in Amsterdam. De stippellijnen tonen de vier scenario's van het IPCC. Ieder stipje op de lijn markeert een decade. De vierkantjes op de lijnen vertegenwoordigen het jaar 2050 en de diamantjes op het einde het jaar 2100. Het hoogste scenario gaat al rond 2040 over de tweegradengrens heen, de twee scenario's daarna ergens tussen de 2050 en 2060.

Maar als we uitgaan van de observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid en die koppelen aan de scenario's van het IPCC dan ontstaat een totaal ander beeld. Het hoogste scenario (RCP8.5) gaat weliswaar nog over de twee graden heen, maar het een na hoogste scenario komt uit op ongeveer 2 graden in 2100 (terwijl dat op basis van de modellen 3,2 graden zou worden). Plots heeft de academische discussie over welke schatting voor klimaatgevoeligheid nu de 'beste' of de 'meest waarschijnlijke' is enorme beleidsconsequenties.



Figuur 15: opwarming ten gevolge van cumulatieve CO₂-emissies en gebruik makend van enerzijds modellen (stippellijnen) en anderzijds observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid (vaste lijnen) Bron: Nic Lewis

Laten we nou eens uitgaan van dat een na hoogste scenario, RCP6.0. De grafiek suggereert dus dat we rond 2100 in totaal ongeveer 1400 gigaton aan koolstof hebben uitgestoten en dat dit gepaard zal gaan met ongeveer 2 graden opwarming. Eind 2017 hadden we in totaal 625 gigaton uitgestoten (sinds 1870). Op grond van deze analyse kunnen we wereldwijd de komende tachtig jaar dus meer CO₂ uitstoten (775 GT) dan we tussen 1870 en 2018 gedaan hebben en toch blijven we in de buurt van de tweegradengrens.

Maar wacht even, waar komt dan het idee vandaan dat we in 2050 al emissievrij moeten zijn, zoals Nederland wil vastleggen in de Klimaatwet? Dat is gebaseerd op het doel om onder de 1,5 graden te

willen blijven (en niet 2 graden) en puur op basis van berekeningen met alleen modellen. Mijn vertaling: met dit soort analyses maken we onszelf gek.

Bovenstaande analyse maakt duidelijk dat zelfs als je aanneemt dat alle opwarming sinds 1850 door de mens komt (zoals het IPCC doet) en als je op basis daarvan een schatting maakt van de klimaatgevoeligheid in die periode, en je gebruikt die schatting vervolgens voor hoeveel opwarming we kunnen verwachten tot aan 2100, dan blijft de twee gradengrens in beeld, zelfs als we gewoon doorgaan met het gebruik van fossiele brandstoffen. Rond 2100 zullen we wel een goed alternatief gevonden moeten hebben. Er is kortom veel, veel meer tijd om betaalbare alternatieven voor fossiele brandstoffen te ontwikkelen.

Een gloednieuwe kolencentrale op de Maasvlakte nu alweer sluiten? Waanzin. Roepen dat nieuwe kerncentrales te laat komen, omdat de bouw minimaal tien jaar zal duren. Onzin. Nederland zo snel mogelijk van het gas af? Helemaal te idioot voor woorden. We hebben – zelfs als het verhaal klopt, dat alle opwarming tot nu toe door CO₂ en andere broeikasgassen komt – de tijd mensen, tijd voor pragmatisch en betaalbaar beleid.

Omdat Nederland een klein land is en verantwoordelijk is voor minder dan een half procent van de wereldwijde CO₂-uitstoot is het – zolang CO₂-reductie heel kostbaar is – extra onzinnig om voorop te willen lopen. Daags nadat kabinet Rutte III aantrad becijferde ik in

de Volkskrant dat 49% CO₂-reductie in Nederland in 2030 wereldwijd ongeveer 0,0003 graden Celsius minder opwarming zal geven. Dat is onmeetbaar. Maar gaat waarschijnlijk wel honderden miljarden euro's kosten. Zowel de Volkskrant als NRC deden een factcheck en moesten – schoorvoetend – erkennen dat het cijfer 0,0003 klopt.

Politici uit het kabinet blijven erop hameren dat het doel – 49% – heilig is. In het Klimaatakkoord is dan ook alleen onderhandeld over het pakket aan maatregelen waarmee die 49% gehaald kan worden.

Maar zoals we hier hebben laten zien is wereldwijd het doel 95% CO₂-reductie in 2050 totaal onnodig. En dus zullen de doelen zelf – zowel 49% in 2030 als 95% in 2050 – van tafel moeten. Zolang die doelen bestaan en helemaal als die vastgelegd worden in de Klimaatwet, zal onhaalbaar en onbetaalbaar klimaatbeleid het onvermijdelijke gevolg zijn.

‘Op grond van deze analyse kunnen we wereldwijd de komende tachtig jaar dus meer CO₂ uitstoten dan we tussen 1870 en 2018 gedaan hebben en toch blijven we in de buurt van de twee gradengrens.’

⁴ Er is inmiddels aangetoond dat RCP8.5 een zeer onwaarschijnlijk scenario is waar je bijvoorbeeld pas op uitkomt als we in 2100 wereldwijd tien keer zoveel steenkool gaan gebruiken als nu.



4. Honest broker

Waarom horen we deze – positieve – boodschap niet van het IPCC? Waarom in Nederland niet van het KNMI? Van andere klimaatonderzoekers aan universiteiten? Waarom staat bovenstaande figuur van Lewis niet in het IPCC-rapport en alleen maar de voorspellingen op basis van klimaatmodellen? Dat zijn lastige vragen waar niet een-twee-drie een antwoord op te geven is. Historisch gezien leunen IPCC-rapporten heel sterk op de berekeningen met klimaatmodellen. Die traditie is inmiddels stevig verankerd in de IPCC-gemeenschap. Observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid zijn relatief recent geïntroduceerd. (De paper waarin de methode werd vastgelegd dateert weliswaar uit 2002 maar pas vanaf 2013 wordt deze methode steeds meer gebruikt.) Wel kun je constateren dat de klimaatgemeenschap deze observationele schattingen niet echt een warm welkom heet. De houding is eerder afwijzend. Kan niet kloppen, de observationele methode is simplistisch, klimaatmodellen zijn veel geavanceerder etc.

Een van de taken van het IPCC is om comprehensive te zijn, wat ‘uitgebreid’ betekent of ‘alomvattend’. De eerdergenoemde Roger Pielke Jr schreef een boek getiteld *The Honest Broker* over de rol die wetenschappers in kunnen nemen in hun interactie met de samenleving. De honest broker (letterlijk de ‘eerlijke makelaar’) vertelt zo eerlijk mogelijk welke opties er allemaal zijn. Van een honest broker verwacht je bovenstaande figuur van Lewis en niet de figuur van het IPCC die alleen voorspellingen met klimaatmodellen laat zien maar

niet die op basis van observationele schattingen. Want je laat cruciale informatie weg voor beleidsmakers. Je bent niet ‘alomvattend’.

Klimaatonderzoekers kunnen slecht tegen kritiek op het IPCC. Het IPCC, dat zijn zij. Bovenstaande grafiek is niet eens zozeer kritiek – het accepteert immers alle uitgangspunten van het IPCC zelf – maar wordt op de een of andere manier toch zo ervaren. Want de grafiek laat de discrepantie zien tussen de door het IPCC gebruikte modellen en de waarnemingen. En op die modellen is het beleid gebaseerd. Erkennen dat de modellen mogelijk niet goed zijn, kan de hele ambitieuze klimaatagenda in gevaar brengen. En het heeft er alle schijn van dat men dat niet wil. De kans dat de figuur van Lewis in wat voor vorm dan ook in het zesde IPCC-rapport gaat verschijnen is dan ook klein.

En dat brengt ons bij de rol van CLINTEL. Wij willen de functie van ‘waakhond’ vervullen door bovenstaande ‘omissies’ te benoemen en onder de aandacht te brengen van het publiek en de politiek. Dan kan uiteraard door dit soort essays, door opiniestukken, door media-optredens etc. Maar je zal, net zoals Lewis dat doet, de confrontatie ook aan moeten gaan in de wetenschappelijke literatuur. Bovenstaande figuur en de bijbehorende analyse van Lewis is nog niet in een wetenschappelijk tijdschrift gepubliceerd, maar het zal goed zijn als dat wel gebeurt. En waar mogelijk zal CLINTEL hieraan bijdragen. Op de discrepantie tussen klimaatmodellen en waarnemingen zullen we vaak terugkomen.

‘Adaptatie redt aantoonbaar levens, kijk maar naar cycloon Fani. Of CO₂-reductie ooit aantoonbaar levens zal redden valt nog maar te bezien. Adaptatie moet dus volledig uit de taboesfeer gehaald worden en een prominente plek krijgen in het beleid’



5. Mitigatie versus adaptatie

PCC-rapporten zijn beleidsrelevant maar schrijven geen beleid voor, want dat is aan de politiek. Toch is het goed mogelijk natuurlijk dat de rapporten beleidsmakers een bepaalde kant op sturen.

Wie zich verdiept in de geschiedenis van het IPCC maar ook van het UNFCCC (waar het klimaatverdrag van Rio onder valt) ontkomt niet aan het beeld dat beide organisaties sturend bezig zijn geweest. Zo was het doel van het klimaatverdrag van Rio om de emissies van broeikasgassen te reduceren en daarmee ongewenste gevolgen van klimaatverandering te voorkomen.

Dat klinkt anno 2019 misschien als vanzelfsprekend, maar dat was het in 1992 zeker niet. Het IPCC had in haar eerste rapport in 1990 geconcludeerd dat onduidelijk was of de opwarming van 0,6 graden tot dan toe een natuurlijke of antropogene (menselijke) oorzaak had. Toch werd al in het klimaatverdrag vastgelegd dat CO₂-emissies naar beneden moesten. Dat was een sterke sturing in de richting van mitigatie (het proberen te voorkomen van klimaatverandering door middel van broeikasgasreducties) en pleitte dus niet voor adaptatie (je aanpassen aan eventuele klimaatverandering).

Vanaf 1995 zijn de landen vervolgens ieder jaar bij elkaar gekomen om te overleggen hoe ze 'de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer op een zodanig niveau kunnen stabiliseren dat een gevaarlijke menselijke invloed op het klimaat wordt voorkomen'. Opnieuw een sterk pleidooi voor mitigatie. En hoewel deze formuleringen afkomstig waren van het UNFCCC en niet direct van het IPCC, werd wel van het IPCC verwacht dat zij met 'het bewijs' zou komen dat de mens verantwoordelijk was voor de opwarming. Dat leidde tot commotie bij het tweede IPCC-rapport in 1995, toen het conceptrapport wederom geen uitsluitsel gaf over de vraag of de opwarming door broeikasgassen kwam. Die conclusie werd echter in een heel laat stadium aangepast met het zinnetje 'there is a discernible human influence on the climate' (er is een waarneembare menselijke invloed op het klimaat). Dat was precies voldoende om de politieke trein (het Kyoto-protocol was in de maak) op gang te houden. De Australiër Bernie Lewin schreef een boek over deze episode die hij omschrijft als 'the last day of climate science', in de zin dat de klimaatwetenschap het aflegde tegen de politiek.

Hoe dan ook, door de focus van begin af aan sterk te leggen op het stabiliseren van broeikasgassen werd de aandacht afgeleid van die andere optie: adaptatie. Sterker nog, adaptatie werd een taboe. Want voorkomen is beter dan genezen toch? Adaptatie zou maar

de aandacht afleiden van mitigatie, de echte oplossing voor het klimaatprobleem.

De Deense milieueconoom Bjorn Lomborg schreef in 2001 in zijn boek *The Skeptical Environmentalist* dat adaptatie veel goedkoper zou zijn dan mitigatie, maar hij kreeg er de handen niet voor op elkaar.

Inmiddels is adaptatie terug in het vizier. In het klimaatverdrag van Parijs komt het woord adaptatie bijna net zo vaak voor als mitigatie. Maar dat is nog altijd niet vanuit een positieve grondhouding dat adaptatie sowieso iets goeds en verstandigs is. Eerder het tegenovergestelde. Adaptatie is onvermijdelijk geworden omdat de doelen 1,5 of 2 graden – in de ogen van de beleidsmakers die zich daarbij baseren op de modelberekeningen – vrijwel onhaalbaar geworden zijn. We zullen ons dus 'noodgedwongen' moeten aanpassen. Adaptatie verdient echter een positievere plek in het beleid.

Terug naar cycloon Fani. Wat de deelstaat Odisha de afgelopen twintig jaar heeft gedaan is zich aanpassen (bijvoorbeeld door de bouw van schuilplaatsen) en zich beter voorbereiden (rampenplannen) op toekomstige cyclonen. Daarmee werden begin mei dus duizenden doden voorkomen.

Of CO₂-reductie ooit aantoonbaar levens zal redden valt nog maar te bezien. Want hoe ga je dit aantonen? Adaptatie moet dus volledig uit de taboesfeer gehaald worden en een prominente plek krijgen in het beleid.

Gebeurt dat dan niet? Nee. Zowel in Nederland als internationaal blijven we gefocust op mitigatie. Dat heeft alles te maken met de doelen en grenzen die er gesteld worden en die vervolgens 'heilig' zijn voor politici. Aan de twee gradengrens valt niet te tornen, of nee, het moet zelfs 1,5 graden worden. Vertaald naar Nederland zitten we plots op zeer ambitieuze doelstellingen voor 2030 en 2050. En natuurlijk is Nederland tegelijkertijd ook zeer goed aangepast aan klimaatverandering. Maar de nadruk in het beleid ligt op de doelen (49%) en dus op mitigatie. Daar gaat dus ook waanzinnig veel geld heen.

Is het nodig? Ik heb laten zien van niet. Maar we gaan het toch doen, het doel is heilig. En de burger mag betalen.

Vanuit CLINTEL willen we deze kwesties keer op keer aankaarten. Als waakhond maar ook als honest broker. Er is ongelooflijk veel te doen. Wij zijn er klaar voor.

⁵ Lewin schreef het fascinerende boek *Searching for the Catastrophe Signal* over deze episode in de geschiedenis van het IPCC. <https://www.amazon.com/Searching-Catastrophe-Signal-Origins-Intergovernmental/dp/0993118992>



6. Conclusies

1. Het aantal slachtoffers als gevolg van natuurrampen is de afgelopen eeuw spectaculair gedaald. Dat betekent niet dat weersextremen minder vaak voorkomen. De meeste extremen, zoals overstromingen, orkanen en droogte komen even vaak voor als vroeger, erkent ook het IPCC. De daling van het aantal slachtoffers komt vooral door toegenomen welvaart en technologische ontwikkeling. We kunnen ons daardoor beter wapenen tegen extremen. Door cycloon Fani vielen er afgelopen maand in India 'slechts' enkele tientallen doden terwijl er in 1999 bij een soortgelijke cycloon nog 10.000 doden vielen. Dat is het directe gevolg van adaptatie, India is anno 2019 veel beter voorbereid op een cycloon dan 20 jaar geleden.
2. Meer welvaart leidt dus tot minder doden door natuurgeweld. Hier moet je goed rekening mee houden in je klimaatbeleid. Welvaart is sterk gecorreleerd met CO₂-emissies. Hoe meer CO₂-uitstoot des te welvarender een land is. Het zou natuurlijk mooi zijn als we die relatie tussen welvaart en CO₂ in de toekomst kunnen loskoppelen, maar voorlopig zijn we nog niet zover. Als je klimaatbeleid zich te veel richt op CO₂-reductie en dit zou leiden tot verarming, dan ben je verder van huis.
3. Internationaal is het klimaatbeleid van meet af aan sterk gericht op mitigatie. Adaptatie was lange tijd zelfs taboe, want het motto luidde 'voorkomen is beter dan genezen'. De laatste jaren is adaptatie weer meer in beeld maar vanuit een (veel te) negatieve gedachte: we redden het niet meer om onder de twee graden te blijven en dus zullen we ons noodgedwongen wel moeten aanpassen. Dat gaat voorbij aan het positieve aspect van adaptatie: je goed voorbereiden op toekomstige extremen redt aantoonbaar levens, zoals cycloon Fani heeft laten zien. CO₂-reductie zal echter niet snel aantoonbaar levens redden.
4. Hoewel internationaal vrijwel alle aandacht van meet af aan uitging naar mitigatie is er sinds de eerste onderhandelingen in 1992 geen succes geboekt. Het gebruik van fossiele brandstoffen is sindsdien met 57% gestegen en de CO₂-uitstoot dus ook. Om de economie te decarboniseren zal zowel de energie-intensiteit (efficiency) als de koolstofintensiteit (percentage CO₂-vrije energie) moeten afnemen. De energie-intensiteit daalt wel iets maar de koolstofintensiteit nauwelijks. De decarbonisatie verloopt daardoor na 1992 niet sneller dan daarvoor.
5. Het Klimaatverdrag van Parijs – onder de twee graden blijven liefst zelfs onder de 1,5 graad – wordt internationaal vertaald naar een koolstofbudget: hoeveel mogen we nog uitstoten om onder die doelen te blijven? Dat leidt vervolgens tot zeer ambitieuze doelen zoals 95% CO₂-reductie in 2050. Nederland wil die doelen zelfs vastleggen in de Klimaatwet.
6. Als je deze doelstellingen omrekent naar concrete maatregelen dan zie je de onmogelijkheid ervan snel in. Wereldwijd alle fossiele brandstoffen voor 2050 vervangen door kerncentrales komt neer op 18.000 nieuwe kerncentrales erbij (we hebben er nu 450). Ofwel elke twee dagen drie nieuwe kerncentrales in gebruik nemen. Heb je liever wind dan komt het neer op 1500 windmolens van 2 MW erbij, iedere dag tot aan 2050.
7. De berekeningen van het koolstofbudget zijn echter gebaseerd op klimaatmodellen die zeer waarschijnlijk overgevoelig zijn voor CO₂. Gebruik je observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid om het koolstofbudget te berekenen, dan hebben we plots veel meer tijd. Sterker nog, met het een na hoogste scenario van het IPCC blijft de twee gradengrens rond 2100 in zicht. In dit scenario stoten we de rest van de eeuw zelfs meer CO₂ uit dan we op dit moment doen. We hebben dus veel meer tijd om betaalbare CO₂-vrije energiebronnen te ontwikkelen. Het hals over kop sluiten van gloednieuwe kolencentrales en het plan om in Nederland van het gas af te gaan is onnodig.
8. Deze inzichten – dat we veel meer tijd hebben – dringen niet door tot beleidsmakers omdat het IPCC en de UNFCCC ze niet melden. Deze organisaties presenteren louter scenario's gebaseerd op klimaatmodellen. Het IPCC zou moeten opereren als een honest broker en de volle breedte van de scenario's – dus ook gedaan met observationele schattingen voor klimaatgevoeligheid – moeten laten zien. CLINTEL zal opereren als een waakhond en deze kwestie blijven aankaarten, op alle mogelijke manieren.
9. Door het vastklampen aan internationale doelen blijft het klimaatbeleid te veel gefocust op mitigatie, terwijl drastische CO₂-reductie momenteel juist zeer kostbaar is en weinig oplevert. Dit leidt tot onhaalbaar en onbetaalbaar klimaatbeleid. De enige manier om dit te doorbreken is het afschaffen van de doelen. Dus weg met de 49% reductie in 2030, weg met 95% reductie in 2050.
10. Adaptatie levert veel meer op en we kunnen er nog decennia-lang prima mee uit de voeten.







Naschrift deel I en II: Gooi niet alles op één hoop

De thema's klimaatverandering, milieuvervuiling en energietransitie vallen allemaal onder klimaatbeleid. Daardoor is de klimaatdiscussie een uiterst ondoorzichtig geheel geworden. Klimaatverandering krijgt overal de schuld van en klimaatmaatregelen worden voor van alles en nog wat ingezet. CLINTEL wil dat veranderen.

KLIMAATMAATREGELEN

Klimaatverandering wordt gedomineerd door de grote natuurkrachten, met mogelijk ook een bijdrage van de mens (deel I). Richten we ons op de natuurkrachten, dan moet adaptatie het beleid zijn. Tot nu toe wordt als zeker aangenomen dat menselijke CO₂ de grote boosdoener is, en daarom is CO₂-reductie het allesbepalende beleid geworden ('mitigatie'). Daarmee wordt ten onrechte adaptatie buitengesloten. In deel II lieten we zien dat die uitsluiting een grote vergissing is.

MILIEUMAATREGELEN

Milieuvervuiling is een heel andere zaak. De mens is dominant aanwezig op aarde en heeft een grote invloed op de staat van het aardse milieu. Biodiversiteit en natuurlijke hulpbronnen staan onder druk, terwijl de luchtvervuiling toeneemt en afvalbergen groeien. Anders dan bij het klimaat ligt hier de oplossing bij de mens. Productieprocessen moeten efficiënter en schoner, consumptiegedrag moet groener en we moeten eindelijk eens een serieus halt toeroepen aan bevolkingsgroei.

ENERGIEMAATREGELEN

Tot slot de energietransitie. Er is geen enkele noodzaak om die transitie te overhaasten, zoals nu gebeurt. In de discussie hierover moet de ratio weer terugkeren. Centraal in de keuzen staan energiedichtheid en beschikbare ruimte. Bij zon en wind is de energiedichtheid bijzonder klein, terwijl het dichtbevolkte Nederland maar heel weinig ruimte heeft. Daarom zullen zon en wind in ons land altijd een bescheiden rol blijven spelen in ons energiesysteem.

Biomassa is de meest vervuilende brandstof (slechter dan steenkool), terwijl bij massaal gebruik de ontbossing wordt versneld. Het verbranden van biomassa moet zo snel mogelijk stoppen.

Voor nu blijft over (vloeibaar) aardgas. Het is relatief schoon en heeft een hoge energiedichtheid. Bovendien heeft Nederland de meest geavanceerde gasinfrastructuur in de wereld. Het is een misdaad tegen de Nederlandse samenleving om aardgas als energiebron af te wijzen voor de komende decennia. En voor de lange termijn moeten we serieus gaan kijken naar kernenergie. Het is bestuurlijk onverantwoord om dat na te laten.

CONCLUSIE

Ontkennen van het bovenstaande is meewerken aan achteruitgang.



EEN PUBLICATIE VAN
CLINTEL INTELLIGENCE FOUNDATION
ZEKERINGSTRAAT 41
1014 BV AMSTERDAM