

# WE KUNNEN NOG TERUG UIT DE NET ZERO-FUIK

Door Kees de Lange  
en Guus Berkhout



[clintel.nl](https://clintel.nl)

## **Colofon**

© Juni 2024 Clintel



Tekst: Guus Berkhout en Kees de Lange

Eindredactie: Peter Baeten

Vormgeving: Maarten Bosch

De stichting Climate Intelligence (Clintel) is in maart 2019 opgericht door emeritus-hoogleraar Geofysica Guus Berkhout en wetenschapsjournalist Marcel Crok. Clintel wil een fundamentele discussie aangaan met toonaangevende wetenschappelijke organisaties over energie en klimaat. Sinds 2019 is Clintel snel uitgegroeid tot een wereldwijde organisatie. Een belangrijk internationaal initiatief van Clintel is de World Climate Declaration, die inmiddels is getekend door ruim 1900 wetenschappers en experts, met als centrale boodschap: er is geen klimaatcrisis. Zie ook: [www.clintel.org](http://www.clintel.org) en [www.clintel.nl](http://www.clintel.nl)

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>DEEL I: Klimaat en wetenschap</b>	<b>6</b>
<b>De natuurkunde van broeikasgassen</b>	<b>8</b>
<b>Informatie uit het geologische verleden</b>	<b>12</b>
Ijstijden	13
Recente geschiedenis	14
<b>Falende klimaatmodellen</b>	<b>17</b>
<b>DEEL II: Energie</b>	<b>21</b>
<b>Afsluitend</b>	<b>28</b>
Naschrift	28
<b>Referenties</b>	<b>29</b>
Curriculum Vitae Prof. Dr. C.A. (Kees) de Lange	31
Curriculum Vitae Prof. dr. ir. A.J. (Guus) Berkhout	32

# Samenvatting

Stralingstransport van energie in de atmosfeer kan met behulp van fundamentele natuurkunde goed berekend worden. Daarin spelen broeikasgassen een belangrijke rol. De belangrijkste broeikasgassen op onze waterplaneet zijn vooral waterdamp en in mindere mate CO<sub>2</sub>. Maar de pijlen van het klimaatalarmisme zijn eenzijdig gericht op CO<sub>2</sub>. Het angstverhaal is dat de menselijke bijdrage aan CO<sub>2</sub> uitstoot door het gebruik van fossiele brandstoffen een fundamentele bedreiging vormt voor het voortbestaan van de mensheid. Het dempende verzadigingseffect dat bij alle broeikasgassen optreedt wordt in de angstverhalen bewust weggelaten. De conclusie is dat van een klimaatcrisis geen sprake is.

Het vaststellen van oorzaak en gevolg is het meest moeilijke onderwerp in de wetenschap (correlatie is iets anders dan causaliteit!). Dat geldt zeker voor het gedrag van ons klimaat. Immers, het aardse klimaat is een uitermate complex systeem, waarin ingewikkelde processen zich afspelen in een vierdimensionale ruimte: drie ruimtelijke coördinaten (x,y,z) en één tijd coördinaat (t). We weten daar nog weinig van. Daarom is het aardse klimaatgedrag zeer moeilijk in modellen te vangen. De ervaring leert dat klimaatwetenschap niet moet beginnen met complexe modellen, maar met betrouwbare waarnemingen.

De beperkingen van de huidige klimaatmodellen zijn, mede door veelvuldige aannames en numerieke beperkingen, dusdanig dat zij vooralsnog geen serieuze basis vormen voor mitigerend klimaatbeleid. Met name het uitgangspunt dat de menselijke bijdrage aan de CO<sub>2</sub> productie het recept voor een toekomstige klimaatramp zou zijn, wordt niet ondersteund door waarnemingen. Het bewust negeren van het eerdergenoemde verzadigingseffect in de opwarming door broeikasgas CO<sub>2</sub> speelt daarin een belangrijke rol. Maar minstens zo belangrijk is ook de onbegrepen rol van wolken. Het is duidelijk dat wolken de achilleshiel zijn van de klimaatwetenschap.

Historisch besef is onmisbaar in klimaatonderzoek. De resultaten van de geologische wetenschap vormen een ware schatkamer van gegevens over de relatie, of het ontbreken daarvan, tussen het CO<sub>2</sub>-gehalte van de atmosfeer en de temperatuur. Uit het geologisch archief blijkt dat er geen correlatie, en daarmee geen causaal verband bestaat tussen CO<sub>2</sub> en temperatuur. Uit studies van ijskernen blijkt dat opwarming vóóraf gaat aan toename van het atmosferische CO<sub>2</sub> gehalte. Ook het recente verleden laat zien dat de natuurlijke variabiliteit van de temperatuur aanzienlijk groter is dan de invloed van de mens daarop.

In het verlengde van de onbetrouwbare voorspellingen van klimaatmodellen is de energievoorziening op wereldschaal een onderwerp van veel verhitte discussie geworden. Door de foute conclusies van klimaatmodellen over de rol van CO<sub>2</sub>, zijn fossiele brandstoffen in de verdomhoek geplaatst. De Net Zero aanpak is, althans in het Westen, de politieke Heilige Graal geworden. De betrouwbaarheid van vraag-gestuurde fossiele energie wordt opgeofferd aan aanbod-gestuurde illusies. Het Westen is kennelijk bereid welvaart daarvoor op het spel te zetten. De rest van de wereld kijkt met verbazing toe.

In onze bijdrage houden wij een pleidooi voor de verdere ontwikkeling van kernenergie, waarbij de optie op basis van de thoriumcyclus en de bijbehorende voordelen daarvan speciale aandacht krijgt. Dit is op termijn de enige rationele manier om de wereld adequaat van energie te voorzien. Er is dan ook geen enkele reden nog verder de Net Zero fuik in te zwemmen. We kunnen nog terug.

Samenvattend, er is geen klimaatcrisis maar we staan wel aan het begin van een zelfgemaakte energiecrisis. Een nieuw kabinet moet stoppen met de angstverhalen over klimaatrampen en nieuwe keuzen maken in energiebeleid.

# DEEL I: Klimaat en wetenschap

Hoewel het weer al sinds mensenheugenis een favoriet onderwerp van gesprek is, is de fascinatie voor klimaat van betrekkelijk recente datum. Voor zowel weer als klimaat geldt dat zij voortdurend aan verandering onderhevig zijn. Voor het weer is dat evident, je hoeft alleen maar af en toe uit je raam te kijken. Voor het klimaat, gedefinieerd als een gemiddelde van het weer in de tijd van 30 jaar, en ruimtelijk over veel grotere gebieden dan de eigen achtertuin, is dat minder vanzelfsprekend. Niettemin is het een onontkoombaar feit dat in de afgelopen 4,5 miljard jaar het klimaat wordt beïnvloed door de steeds wisselende externe en interne invloeden waaraan onze planeet onderworpen is. Het klimaat heeft geen andere keuze dan op die impulsen te reageren door voortdurend te veranderen. Maar valt in die veranderingen een trend te ontdekken, en heeft de mens een al dan niet dominerende invloed op die trends? Dat laatste is van belang, omdat als je er invloed op hebt, het wellicht een optie is die invloed aan te wenden om ongewenste klimaatveranderingen te beïnvloeden. Als er geen menselijke invloed is, is er geen andere keus dan aanpassing aan die veranderingen. Het antwoord op die vraag is dus voor veel zaken in onze samenleving van groot belang.

Om iets over klimaat te begrijpen, en zo mogelijk voorspellingen te doen over eventuele trends, is natuurwetenschap onmisbaar. Nu is natuurkunde van tamelijk recente datum. Meestal wordt aangenomen dat de moderne natuurkunde dateert van de tijd van Galileo Galilei, die leefde van 1564 tot 1642. Door Galilei hebben we geleerd dat begrijpen begint met het doen van zorgvuldige waarnemingen. Daarna proberen we alle waarnemingen die we hebben in een theoretisch kader of wetenschappelijk model te plaatsen. Als het model alle waarnemingen kan verklaren, zijn we op de goede weg. Als ons model slechts een deel van de waarnemingen kan reproduceren, klopt de theorie niet. Dat de waarneming het uitgangspunt van alle natuurwetenschap is, is een verworvenheid waarvan het belang niet onderschat kan worden.

Moderne natuurkunde heeft eigenlijk een geschiedenis van slechts zo'n 400 jaar. In die tijd heeft het de mensheid enorm veel gebracht op het gebied van technologie, medische kennis, gezondheidszorg, economische vooruitgang en een betrouwbare, betaalbare en veilige energievoorziening. Anderzijds is 400 jaar in de geschiedenis van de mensheid slechts een korte ademteug. Het ligt voor de hand dat de natuurkunde nog lang niet voltooid is en de bron van toekomstige vernieuwingen zal zijn die we nu onmogelijk kunnen bevroeden. *The science is settled?* Integendeel, de natuurwetenschap is in feite pas net begonnen. Dat is een prachtig vooruitzicht!

Terug naar het klimaat. Het klimaat vertegenwoordigt een uitermate complex fysisch-chemisch systeem dat aan voortdurende verandering onderhevig is. Slechts door het doen van waarnemingen over verschijnselen die we kunnen beschouwen als indicatoren van het klimaat, kunnen we hopen iets van die complexiteit te ontrafelen. Zo ligt het voor de hand om bijvoorbeeld de temperatuur van de grond of het niveau van de zeespiegel te meten. Nu is dat eerder makkelijk gezegd dan zorgvuldig gedaan. Zo lijken temperatuurmetingen simpel. Je prikt hier en daar wat thermometers in de grond en leest die regelmatig af. Dat gebeurt overigens pas sinds ongeveer

1850, en zeker toen op een zeer beperkt deel van de planeet. Meten is mooi, maar het moet wel consistent in de tijd zijn, met voldoende nauwkeurigheid gebeuren, en representatief zijn. En daar beginnen de problemen. Meetstations die eerst ver weg van elke vorm van bebouwing ergens in de vrije ruimte stonden, staan nu in de buitenwijken van alsmaar uitdijende steden, of naast een drukke snelweg of op een vliegveld. Het *Urban Heat Island-effect* is dan een garantie voor hogere meettemperaturen dan in het verleden, ook als het klimaat in die tijd niet significant is veranderd. Gelukkig meten we sinds 1979 temperaturen in troposferische lagen in de atmosfeer met satellietmetingen die betrouwbaar en representatief zijn. Niettemin is de periode waarover we dat kunnen slechts 45 jaar, nauwelijks meer dan de tijdsduur die klimaat definieert. We dienen dus voorzichtig te zijn met interpretaties die wellicht gebaseerd zijn op te korte meetseries. Goed meten is in het algemeen lastiger dan meestal wordt gedacht. Goed meten is een wezenlijk onderdeel van de natuurwetenschap.

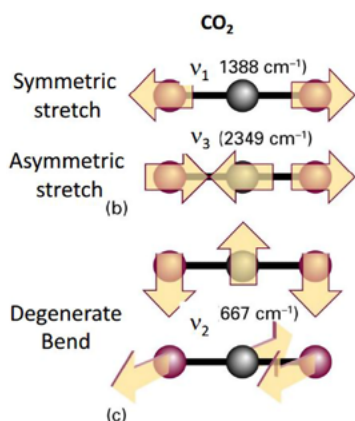
In de klimaatdiscussie is een hoofdrol opgeëist door het *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Deze intergouvernementele organisatie wordt geleid door de WMO en de UNEP, twee agentschappen van de Verenigde Naties. Het IPCC heeft als taak de invloed van de mens op het klimaat in kaart te brengen, op de voorhand aannemende dat die belangrijk of zelfs dominant is, maar doet zelf geen onderzoek. Het vat slechts onderzoek door anderen gedaan samen. Het IPCC brengt regelmatig vuistdikke rapporten uit, maar slechts het uittreksel onder de naam *Summary for Policymakers* haalt de publiciteit. De tekst van deze korte samenvatting (SPM) wordt door overheidsafgevaardigden bij meerderheid van stemmen overeengekomen, zodat er sprake is van *natuurkunde bij handopsteken* door leken. Voorwaar een nieuwe manier van het voeren van wat een wetenschappelijke discussie hoort te zijn. Dat de werkwijze van het IPCC zeer veel kritiek aan kritische wetenschappers ontlokt, mag dan ook niet verbazen. Zo neem je geen wetenschappelijke beslissingen. Zie het interview van Guus Berkhout in Liberum [1].

Klimaat is een buitengewoon complex systeem en klimaatverandering is het gevolg van allerlei invloeden die op het aardse klimaatsysteem worden uitgeoefend. Gezien de complexiteit van het systeem ligt het niet voor de hand dat er één simpele oorzaak is. Niettemin betoogt het IPCC onophoudelijk dat er in de klimaatproblematiek slechts één enkele boosdoener is, en dat is CO<sub>2</sub>. Dat is op zijn minst een curieuze stellingname waarop het nodige valt af te dingen, en waarop al vanaf het begin veel kritiek is. Dit simplistische uitgangspunt is door steeds meer wetenschappelijk feiten langzamerhand onhoudbaar gebleken. CO<sub>2</sub> als thermostaatknop van het klimaat is een fictie zonder wetenschappelijke basis. Bedenk wel, als er meerdere oorzaken kunnen zijn (waaronder CO<sub>2</sub>) die elkaar ook nog eens beïnvloeden, dan is het een wonder om te kunnen concluderen dat alleen CO<sub>2</sub> de hoofdoorzaak is. Immers, dan is er een multidimensionale oorzaak-gevolg analyse nodig met als randvoorwaarden de relatie tussen deze hoofdoorzaken. Zo'n analyse hebben we van het IPCC nooit gezien.

Omdat CO<sub>2</sub> een hoofdproduct is bij alle verbrandingsprocessen, is het klimaatvraagstuk nauw verbonden geraakt met de vraag hoe wij onze broodnodige energievoorziening in de toekomst vorm moeten geven. Als het doel van beleid is om CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer te weren, dienen voor het gebruik van de vraag-gestuurde fossiele brandstoffen gas, kolen en olie, alternatieven gevonden te worden. De keuze is daarbij gevallen op biomassa, en aanbod-gestuurde energie op basis van zon en wind. Curieus genoeg is de enige optie die maar enigszins kansrijk is, namelijk de inzet van kernenergie, in elk geval in Nederland een onbegaanbare weg gebleken, hoewel het tij op dit punt gelukkig langzaam begint te keren. Dat de samenleving zich met het in de ban doen van fossiel en het inzetten op wat men hernieuwbare energie noemt, op de snelweg naar destructie begeeft van alles wat in het verleden is opgebouwd, zal in het navolgende op basis van relevante natuurkunde in detail worden onderbouwd.

# De natuurkunde van broeikasgassen

Ieder niet twee-atomig homonucleair moleculair gas dat in staat is infrarode fotonen te absorberen en te emitteren, waarbij hun vibratie- en rotatie-niveaus een sleutelrol spelen, valt onder de noemer broeikasgas (homonucleair betekent hier: bestaand uit atomen van hetzelfde element en dezelfde isotopen). Let wel dat hierbij elektrische dipoolovergangen dominant zijn, zodat alleen vibratiemodes die het dipoolmoment veranderen, van belang zijn. Omdat het lineaire molecuul  $\text{CO}_2$  een belangrijk broeikasgas is, stellen we vast dat de tweevoudig ontaarde buigtrilling bij  $667\text{ cm}^{-1}$  en de asymmetrische strektrilling bij  $2349\text{ cm}^{-1}$  infrarood-actief zijn, terwijl de symmetrische strektrilling dat niet is. Grotere moleculen zoals methaan ( $\text{CH}_4$ ) hebben in het algemeen meerdere infrarood-actieve vibraties. Het belangrijkste broeikasgas is overigens waterdamp,  $\text{H}_2\text{O}$ . Water komt, mede afhankelijk van de temperatuur, in de atmosfeer voor in diverse aggregatietoestanden (vast, vloeistof, gas) waardoor het infraroodspectrum zich uitstrekt over een breed golflengtegebied en zeer complex is [2].



**Figuur 1:** De drie normaalvibraties van het lineaire molecuul  $\text{CO}_2$  worden hier getoond. Voor het broeikaseffect is de tweevoudig ontaarde buigtrilling bij  $667\text{ cm}^{-1}$  verreweg de meest belangrijke.

De temperatuur van de aarde wordt bepaald door twee factoren: de zonnestraling in het zichtbare golflengtegebied die de planeet opwarmt, en het energieverlies door infraroodstraling aan de top van de atmosfeer dat afkoeling tot gevolg heeft. Het evenwicht tussen beide bijdragen is subtiel, want het gaat om het verschil tussen twee grote effecten. Het is alsof we het gewicht van de scheepskapitein willen bepalen door het schip *met* en vervolgens *zonder* kapitein te wegen. Het verschil levert dan het gewicht van de kapitein. Het hoeft geen betoog dat we met grote onzekerheden te maken hebben. De subtiel balans tussen beide factoren bepaalt de resulterende temperatuur. In de afwezigheid van broeikasgassen zou de aarde aanmerkelijk kouder zijn dan mét. In die zin zijn broeikasgassen een zegen voor het leven op aarde. Het door de zon opgewarmde aardoppervlak straalt als een zwart lichaam infraroodstraling uit, die niet onmiddellijk in de ruimte verdwijnt, maar door broeikasgassen geabsorbeerd en gedeeltelijk weer uitgezonden wordt. Het is dus van belang te weten hoe infraroodstraling met diverse broeikasgassen in interactie treedt.



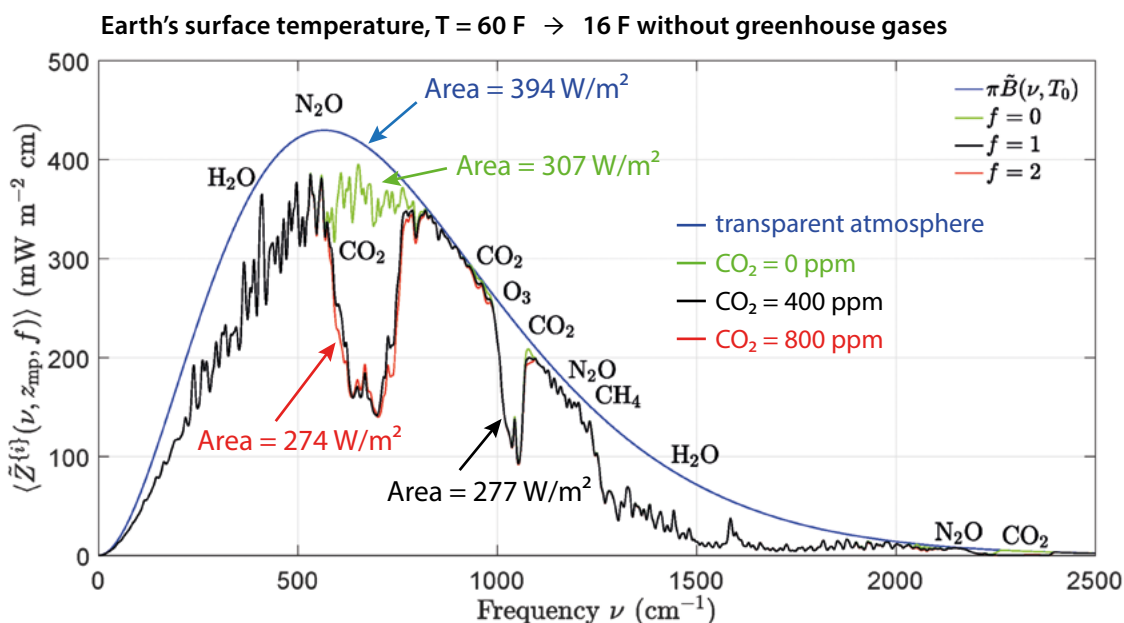
De theorie van stralingstransport in de atmosfeer is gebaseerd op de kwantummechanica ontwikkeld door onder meer Max Planck, en wordt beschreven door de Schwarzschild-vergelijking. Dit is zeer goed bekende natuurkunde waarover geen discussie bestaat. Het oplossen van de Schwarzschild-vergelijking is niettemin geen sinecure. Een buitengewoon belangrijk resultaat van dergelijke studies is dat de infrarood-absorptie niet lineair, maar logaritmisch afhangt van de CO<sub>2</sub> concentratie in de atmosfeer. Het werk van Van Wijngaarden en Happer (zie Figuur 2) is hierbij richtinggevend, hoewel de logaritmische afhankelijkheid ook door het IPCC onderschreven wordt.



Max Planck  
1858-1947



Karl Schwarzschild  
1873-1916



**Figuur 2:** Door satellieten gemeten frequentie-afhankelijke infraroodstraling met een resolutie van  $3\text{ cm}^{-1}$  die de aarde verlaat onder invloed van diverse broeikasgassen als functie van hun concentraties in de atmosfeer (Van Wijngaarden en Happer [3]). De blauwe lijn is infraroodstraling uitgezonden door een aardoppervlak met een temperatuur van  $288,7\text{ K}$  voor een atmosfeer zonder wolken en zonder broeikasgassen. De groene curve is de curve die met satellieten gemeten zou worden voor een atmosfeer met alle broeikasgassen in hun huidige (2020) concentraties aanwezig, maar zonder CO<sub>2</sub> en wolken. De zwarte lijn vertegenwoordigt de satellietmeting in de afwezigheid van wolken, en in de aanwezigheid van alle broeikasgassen in hun huidige concentraties. De rode lijn zou vervolgens het resultaat zijn na verdubbeling van de CO<sub>2</sub>-concentratie van 400 naar 800 ppm. Het verschil tussen de zwarte en rode curves is opvallend klein, een forcing van slechts  $3\text{ W/m}^2$ , wat het gevolg is van het verzadigingseffect (logaritmische afvlakking). Ter verduidelijking, de forcing is gedefinieerd als de hoeveelheid infrarood energie (in  $\text{W/m}^2$ ) die de aarde minder verlaat door de aanwezigheid van broeikasgassen en die verantwoordelijk gehouden wordt voor tenminste een (klein) deel van de waargenomen opwarming sinds 1850.

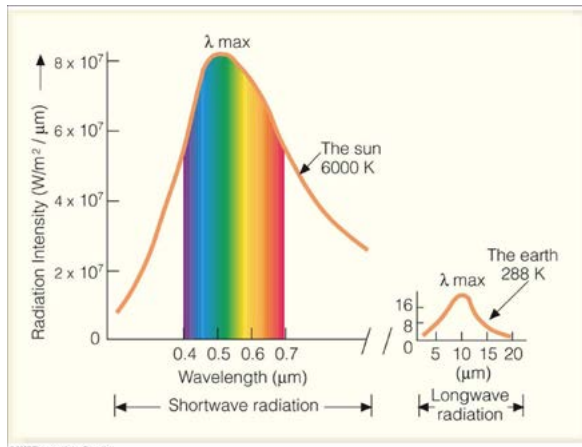
Bij de huidige concentratie van CO<sub>2</sub> van 400 parts per million (ppm) zien we de zwarte curve waarbij de aanzienlijke absorptie van infraroodstraling bij  $667\text{ cm}^{-1}$  opvallend is. Bij een verdubbeling van de CO<sub>2</sub>-concentratie naar 800 ppm krijgen we de rode curve, die eigenlijk bijzonder weinig verschilt van de zwarte. Verdubbeling van de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de atmosfeer heeft dus nauwelijks nog invloed op de hoeveelheid infrarood straling die in de ruimte verdwijnt. De situatie lijkt op iemand die een zwarte schuurdeur rood wil schilderen. De eerste laag rode verf kleurt de deur voornamelijk rood, de tweede laag dient om nog wat plaatsen waar nog wat van de oorspronkelijke zwarte kleur te zien is bij te werken, en daarna hebben verdere lagen rode verf nauwelijks meer effect. Verdubbeling van de CO<sub>2</sub>-concentratie van 400 naar 800 ppm vergroot de zogenaamde forcing met ongeveer  $3\text{ W/m}^2$  en, aannemende dat broeikasgassen de enige bron van opwarming zouden zijn, veroorzaakt deze extra forcing aan het oppervlak slechts een bescheiden temperatuurstijging, in ieder geval (veel) minder dan  $1\text{ }^\circ\text{C}$ .

De blauwe curve in Figuur 2 is de zogenaamde Planck curve voor een zwarte straler die de uitgestralde energie (verticale as) beschrijft als functie van de stralingsfrequentie (horizontale as, in eenheden van  $\text{cm}^{-1}$ ). Voor de oppervlaktetemperatuur is  $288,7\text{ K}$  gekozen. Deze stralingswet van Planck is een triomf van de moderne natuurkunde en uiterst belangrijk geweest om de kwantisatie van foton-energie en daarmee de kwantummechanica geaccepteerd onderdeel van de natuur-

kunde te maken. Figuur 3 laat zien hoe de zon het maximum van de stralingscurve in het zichtbare gebied heeft, terwijl het aardoppervlak warmtestraling uitzendt in het infrarood. De totaal uitgezonden energie hangt af van de vierde macht van temperatuur T.

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2/\lambda^5}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

Hier is h de constante van Planck, c de lichtsnelheid, k de Boltzmann constante, T de temperatuur en  $\lambda$  de golflengte.



**Figuur 3:** Planck formule voor een zwarte straler, met de uitgezonden energie (in  $W/m^2$ ) als functie van golflengte en temperatuur. Voor de oppervlaktetemperatuur van de aarde is hier 288 K genomen, voor de zon 6000 K. Voor de horizontale as wordt behalve golflengte  $\lambda$  ook de frequentie  $\nu$  of het aantal golfgetallen in  $cm^{-1}$  vaak gebruikt, zoals in Figuur 2. In tegenstelling tot de golflengteschaal zijn zowel de frequentieschaal als de golfgetalschaal evenredig met de fotonenergie.

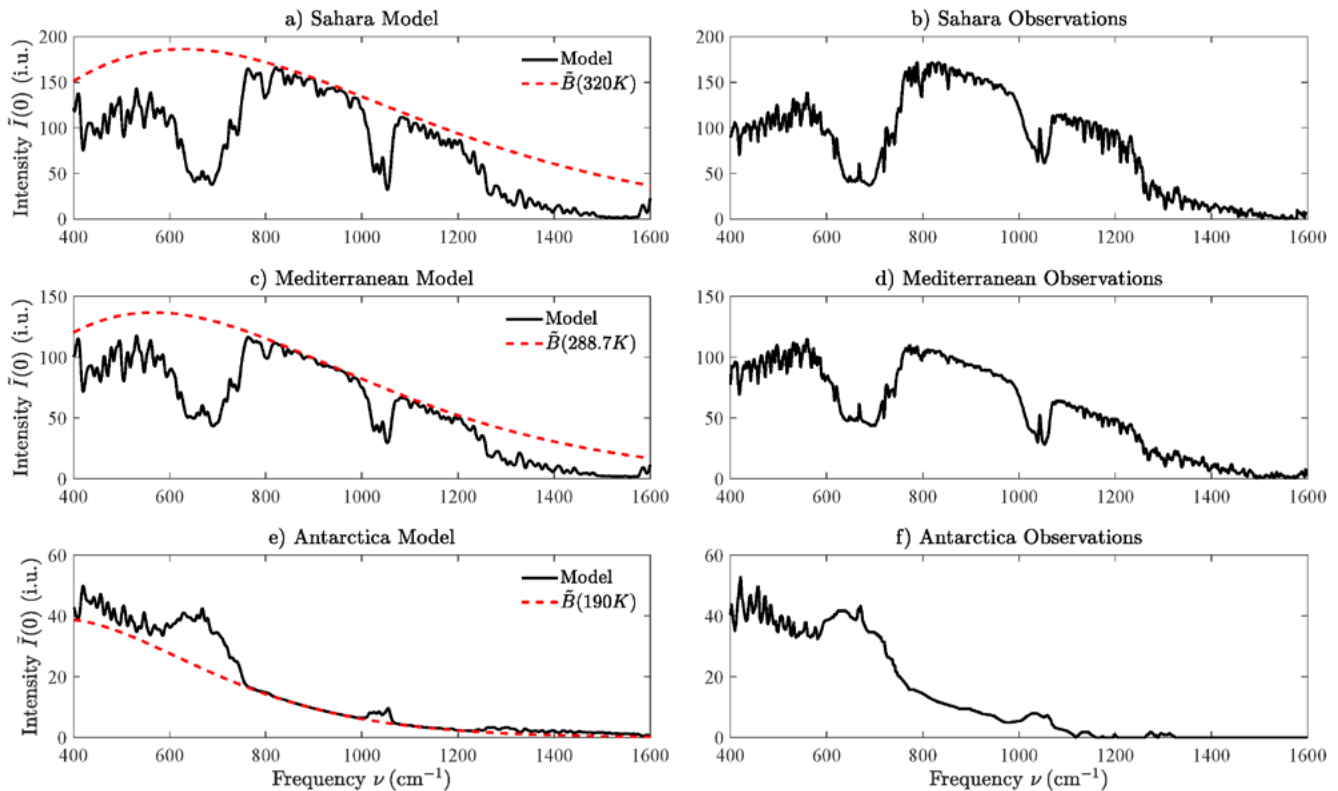
Figuur 3 laat zien hoe de zon het maximum van de stralingscurve in het zichtbare gebied heeft, terwijl het aardoppervlak warmtestraling uitzendt in het infrarood. De totaal uitgezonden energie (oppervlakte onder de curve) hangt af van de vierde macht van temperatuur T, de Wet van Stefan-Boltzmann:

$$W(T) = \sigma T^4$$

In deze formule vertegenwoordigt  $\sigma$  de zogenaamde Stefan-Boltzmann constante met waarde  $\sigma = 5.670374419 \times 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}$ .

Het is goed om ons te realiseren dat in de atmosfeer en in de oceanen, naast de verticale energieoverdracht via broeikasgassen, zowel verticale als horizontale warmtestromen van groot belang zijn. In de troposfeer zijn er de Hadley cellen [4] die de zogenaamde Hadley circulatie veroorzaken. Die belangrijke warmtestromen bestaan uit opstijgende en met waterdamp verzadigde lucht in de tropen die deze warme lucht transporteert naar breedtegraden van ongeveer 25 op zuidelijk en noordelijk halfrond. Let wel dat oceaanstromingen de grootste rol vervullen bij horizontaal warmtetransport op aarde. Immers, de warmtecapaciteit van water is veel groter dan die van lucht. De waargenomen beperkte temperatuurstijging op aarde van ongeveer 1 °C is dus zeker niet uitsluitend te wijten aan broeikasgassen in de atmosfeer. Waarom dan toch al die paniekverhalen over CO<sub>2</sub>?

Om een idee te krijgen hoe belangrijk die forcing van 3  $W/m^2$  is, het volgende. Als we beseffen dat, omdat de aardbaan elliptisch is, het verschil in zonne-intensiteit tussen zomer en winter van de orde van 91  $W/m^2$  is [5], is een verandering van 3  $W/m^2$  verre van zorgwekkend. Het feit dat de invloed van CO<sub>2</sub> logaritmisch en niet lineair is, en ook de lage forcing (ca. 3  $W/m^2$ ), wordt breed gedeeld, ook door het IPCC. Dat men er niettemin weinig ruchtbaarheid aan geeft, is een indicatie dat politiek alarmisme de voorrang heeft gekregen boven betrouwbare wetenschap.



**Figuur 4:** Simulaties van infraroodstraling die de aarde verlaat van Van Wijngaarden en Happer in de afwezigheid van wolken voor de Sahara, het Mediterrane gebied en Antarctica, vergeleken met satellietwaarnemingen [3]. Opvallend is dat de forcing voor het winterse Antarctische gebied negatief is. Dit komt omdat de relatief warme broeikasgassen in de atmosfeer meer infraroodstraling richting heelal sturen dan het koudere ijsoppervlak met een temperatuur van 190 K. De overeenstemming tussen simulaties en waarnemingen is extreem goed.

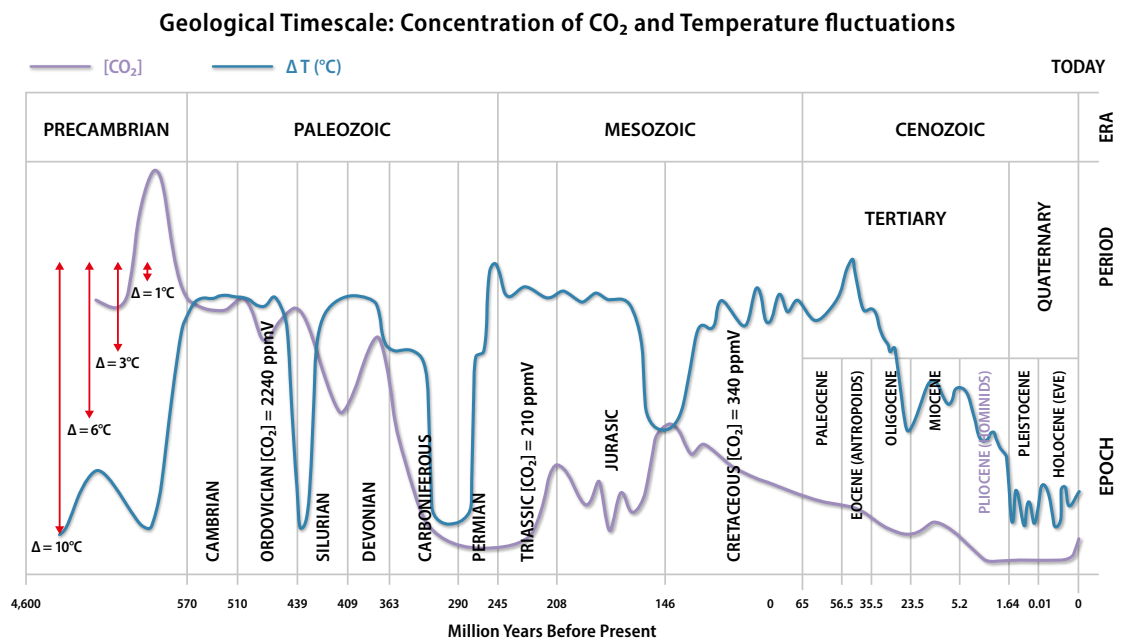
Omdat de theorie van stralingstransport buitengewoon betrouwbaar is en voor de drie gebieden in Figuur 4 in zeer goede overeenstemming is met de metingen, kunnen we de relatieve bijdragen van de diverse broeikasgassen ook behoorlijk nauwkeurig berekenen. Echter, het is belangrijk op te merken dat deze vergelijking geldt in de afwezigheid van wolken. Wolken vormen een ernstige complicatie en zijn in feite de achilleshiel van de huidige klimaatwetenschap. Een betrouwbare beschrijving van de rol van wolken ontbreekt, en dat komt niet door een eventueel gebrek aan aandacht voor de problematiek.

Nobelprijswinnaar Natuurkunde John Clauser heeft hier een interessante bespiegeling aan gewijd [6]. Hij vermoedt dat over de hele aarde gezien meer wolken het vermogen van de aarde om invallende kortgolvlige zonnestraling onmiddellijk weer terug te kaatsen naar het heelal, bevorderen. De albedo van de planeet zou daardoor toenemen, en afkoeling tot gevolg hebben. Dit geeft aanleiding tot een interessant terugkoppelingsmechanisme, omdat enige eventuele opwarming leidt tot meer verdamping van de oceanen, die voor 70% het aardoppervlak vormen, en daardoor tot meer bewolking. Dat heeft vervolgens weer enige afkoeling tot gevolg. Op die manier zouden wolken voor de waterplaneet aarde een regelsysteem vertegenwoordigen dat temperatuurfluctuaties, conform de Wet van Le Chatelier binnen de perken houdt. Door klimaatmodellen gesuggereerde alarmistische beschouwingen over rampzalige *runaway* temperatuurstijging zijn dus op die manier niet aan de orde. De cijfermatige onderbouwing van Clausers vermoeden is zeer de moeite waard [6] en geeft een indicatie dat de rol van  $\text{CO}_2$  nog kleiner wordt dan zonder wolken. Meer onderzoek is ook op dit punt hard nodig.

# Informatie uit het geologische verleden

De aarde bestaat al 4,5 miljard jaar en heeft al heel wat klimaatgeschiedenis achter de rug. Verreweg het grootste deel van die geschiedenis speelde zich af in afwezigheid van de mens. Het is nuttig en verhelderend om te kijken naar wat de geologie ons te vertellen heeft. Uiteraard was er niemand aanwezig om metingen te doen, maar de geologie is in staat om bijvoorbeeld uit de fossiele *records*, of uit deposities van allerlei geologische sedimenten met plantenresten, een beeld te vormen van hoe het klimaat zich gedurende miljoenen jaren heeft ontwikkeld. We noemen dat *proxies*. De resultaten vormen het geologische archief en zijn buitengewoon leerzaam, mede ook voor de huidige klimaatdiscussie.

Uit het geologische archief is een beeld ontstaan over de CO<sub>2</sub>-concentraties in het geologische verleden en de temperaturen die toen op aarde heersten, en met name over de grote verschillen die we zien. Als we kijken naar wat het archief ons te melden heeft over CO<sub>2</sub>-concentraties en temperatuur, zien we dat in de geschiedenis van onze planeet periodes met zeer hoge CO<sub>2</sub>-concentraties (tot 7000 ppm) en lage temperaturen, en periodes met lage CO<sub>2</sub>-concentraties en hoge temperaturen (10 graden warmer dan nu) voorkomen. Kortom, het geologische archief toont op deze geologische



1 - Analysis of the temperature Oscillations in Geological Eras by Dr. C. R. Scotese © 2002. 2 - Ruddiman, W.F. 2001. *Earth's Climate: past and future* W.H. Freeman & Sons. New York, NY. 3 - Mark Pegani et al. *Marked Decline in Atmospheric Carbon Dioxide Concentrations During the Paleocene*. Science, Vol. 309. No. 5734; pp. 600-603. 22 July 2005. *Conclusions and Interpretation* by Nasif Nahle © 2005, 2007. Corrected on 07 July 2008 (CO<sub>2</sub>: Ordovician Period).

**Figuur 5:** CO<sub>2</sub>-concentraties (paars) versus temperatuur (blauw) gedurende de laatste 600 miljoen jaar [7]. Merk op dat op deze geologische tijdschaal er geen correlatie te vinden is en er zeker ook geen aanwijzingen zijn voor een causaal verband. Wat betreft de CO<sub>2</sub>-schaal, de hoge piek in het Precambrium komt overeen met ongeveer 7000 ppm. Merk de lage waarden in recente tijden op. Die verdwenen CO<sub>2</sub> zit nu opgeslagen in de geologische lagen, met name kalksteen (CaCO<sub>3</sub>).

tijdschaal geen statistische correlatie tussen beide grootheden, en zeker ook geen aanwijzingen voor een causaal verband. Andere natuurlijke oorzaken speelden kennelijk een veel belangrijkere rol in het geologische verleden. In Figuur 5 geven we een beeld van wat deze proxymetingen ons vertellen.

Uiteraard rijst nu de belangrijke vraag in hoeverre de komst van de mens en het gebruik van fossiele brandstoffen invloed op dit beeld heeft. Feit is dat de mens een factor is geworden in de totale CO<sub>2</sub> balans, maar is de antropogene CO<sub>2</sub> wel de doorslaggevende factor die het IPCC ons wil doen geloven? Figuur 5 laat zien dat de natuurlijke variabiliteit heel wat groter is dan de kleine opwarming (minder dan een graad) die de toename van broeikasgassen volgens de theorie van stralingstransport tot dusver hoogstens veroorzaakt heeft. En kijkend naar de logaritmische absorptie-eigenschap, moeten we meer CO<sub>2</sub> in de toekomst al helemaal niet als een catastrofe zien.

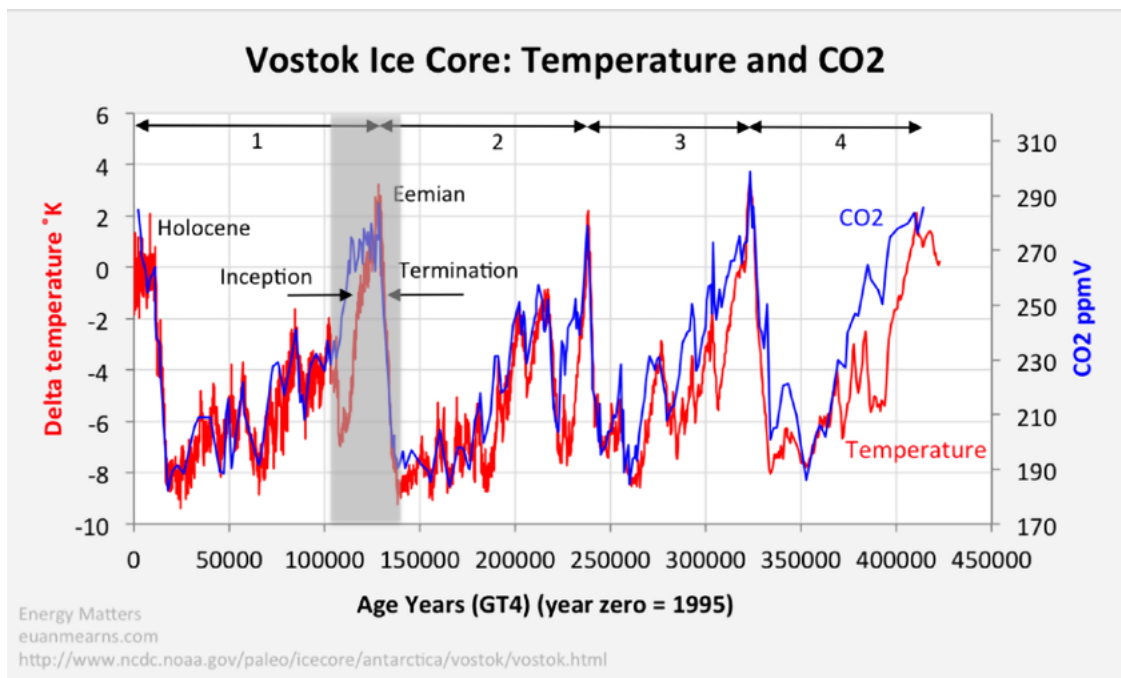
In het Mesozoïcum waren de temperaturen volgens het archief circa 10 graden hoger dan nu, en de CO<sub>2</sub>-concentraties hoger dan nu, en dat was een zegen voor flora en fauna. In elk geval waren dat de omstandigheden waarbij dinosaurussen in grote aantallen rondhuppelden. Als er iets is dat opvalt in Figuur 5, is het dat in de laatste miljoen jaar het CO<sub>2</sub>-gehalte gestaag is gedaald! Als we beseffen dat onder de 180 ppm het plantenleven ernstig gaat lijden onder een tekort aan CO<sub>2</sub> en uiteindelijk tot massa-extinctie van mens en dier leidt, werpt dat een ander licht op het thans gangbare CO<sub>2</sub>-narratief. In ieder geval zou enige wetenschappelijke twijfel op z'n plaats zijn. De wetenschap zou niet alleen de nadelen van CO<sub>2</sub> moeten onderzoeken en publiceren, maar zeker ook de voordelen (vergroening). Over dat laatste is het IPCC wel erg stil. Juist over de voordelen van CO<sub>2</sub> valt erg veel te zeggen, zoals door een aantal experts van de CO<sub>2</sub> Coalition recentelijk in detail is beschreven [8].

## Ijstijden

De geologische wetenschap verdient complimenten vanwege de creatieve manieren om informatie uit het geologisch verleden, toen er van de mens nog geen sprake was, boven tafel te krijgen. De gebruikte proxy-metingen zijn vaak heel verschillend van aard, maar als meerdere proxy-metingen tot ongeveer dezelfde conclusie leiden, scheidt dat vertrouwen in het waarheidsgehalte. Naarmate we verder teruggaan in de geologische tijd, is het verkrijgen van betrouwbare informatie over het algemeen steeds lastiger. Door minder ver terug te gaan in de tijd ontstaat de mogelijkheid om metingen met een betere tijdsresolutie te verkrijgen. Interessant is te vermelden dat de geologische en geofysische afdelingen van de grote olie- en gasmaatschappijen een grote bijdrage hebben geleverd aan deze historische klimaatinformatie.

Een goed voorbeeld van proxy-metingen is het bestuderen van ijskernen, verkregen uit gletsjers. Hoe dieper wordt geboord, hoe ouder de ijslagen die bereikt worden. In die ijslagen zijn luchtbelletjes opgesloten die de handtekening dragen van de tijd waarin zij zijn ontstaan. Die lucht kan honderdduizenden jaren oud zijn. De ingesloten lucht kan geanalyseerd worden om de veranderingen in CO<sub>2</sub> in de loop van de tijd te monitoren. Uit andere waarden die kunnen worden berekend op basis van de isotopische samenstelling van de moleculen die gevangen zitten in de ijskernbellen, worden schattingen van de temperaturen van vroeger verkregen.

De Vostok-ijskerngegevens, een van de langste beschikbare datasets, registreerden vier ijstijden en vijf *interglacialen*, waaronder ons huidige interglaciaal, het Holoceen. Omdat meerdere ijskernen zijn onderzocht door verschillende groepen wetenschappers en de resultaten van dergelijke studies goed overeenkomen, worden die als betrouwbaar beschouwd. In bovenstaande Figuur 6 worden de Vostok-resultaten [9] samengevat. Een paar zaken vallen in Figuur 6 direct op. Er is gedurende een tijdsbestek van 400.000 jaar een sterke correlatie tussen CO<sub>2</sub>-concentraties en temperaturen. Echter, temperatuurstijgingen en dalingen gaan *vooraf* aan stijgingen en dalingen

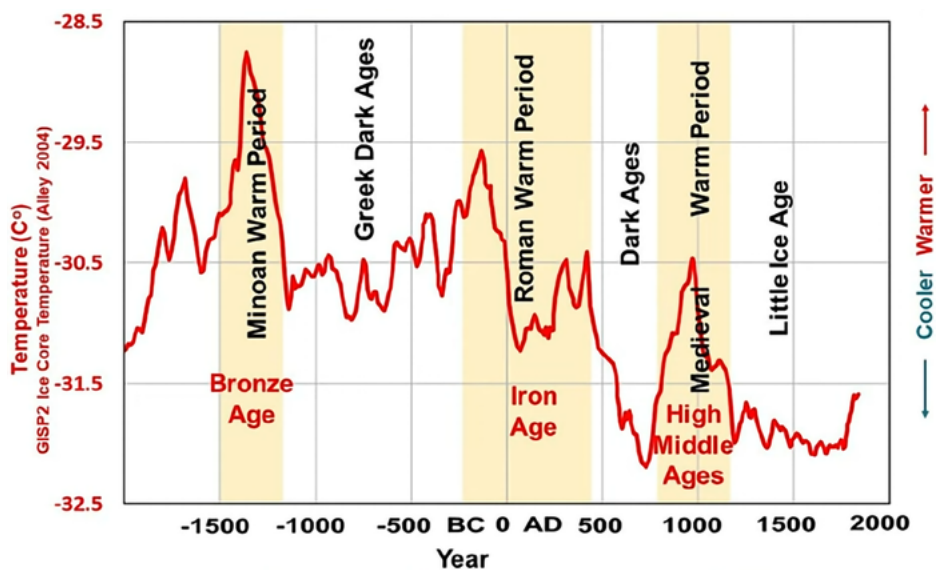


**Figuur 6:** Resultaten van een studie van Vostok ijskernen [9], waarbij zowel temperatuur als CO<sub>2</sub> concentraties getoond worden. Let op dat de horizontale as van korter geleden (links) naar langer geleden (rechts) loopt. Belangrijk is de waarneming dat de toename van de temperatuur aan de toename van CO<sub>2</sub> vooraf gaat.

van de CO<sub>2</sub>-concentraties (let op, de tijdas is negatief)! Dus als er een causaal verband zou zijn, is het de temperatuur die het CO<sub>2</sub>-gehalte van de atmosfeer bepaalt, in plaats van omgekeerd. Personen die beweren dat de opwarming CO<sub>2</sub> volgt, hebben dus de wetenschap van ijskernen niet aan hun zijde.

## Recente geschiedenis

Als we minder ver teruggaan in de tijd, en de mens intussen op het toneel verschenen is, wordt de temperatuurinformatie steeds nauwkeuriger. Laten we de laatste paar duizend jaar eens doorlopen (zie Figuur 7).



**Figuur 7:** Temperatuurverloop gedurende de laatste 4000 jaar. De natuurlijke variabiliteit bedraagt meer dan 3 °C [10].

In de afgelopen 2000 jaar speelde de menselijke uitstoot van CO<sub>2</sub> geen rol van enige betekenis. Niettemin was er sprake van een afwisseling van warme en koude perioden, veroorzaakt door natuurlijke variabiliteit met temperatuurfluctuaties in de orde van ruim 3 °C. Opvallend is dat juist in de perioden dat er enige opwarming plaatsvond, de economie en landbouw bloeiden en van een voorspoedige maatschappelijke omgeving sprake was. Warme perioden zijn, in tegenstelling tot koude tijdvakken, in het algemeen een tijd van voorspoed. Laten we in iets meer detail naar het recente verleden kijken.

In het najaar van 218 voor Christus trok Hannibal met zijn leger waarin olifanten een opvallende rol speelden, over de Alpen. Weliswaar leed zijn leger daarbij zeer grote verliezen, maar de winterse omstandigheden bleken geen onoverkomelijk beletsel om een sterke krijgsmacht naar de Po-vlakte over te brengen. Het is uitermate twijfelachtig of met de sneeuwcondities in de Alpen van de laatste paar jaar, een dergelijke tocht überhaupt mogelijk zou zijn geweest.



**Figuur 8:** Illustratie van de overtocht van Hannibal met zijn olifanten over Alpen in het najaar van 218 BC. Onder barre sneeuw- en ijstoestanden zou dat zeker niet gelukt zijn.

De overtocht van Hannibal speelde zich af gedurende de Romeinse Warme Periode die duurde van ongeveer 250 voor Christus tot 400 na Christus (Figuur 8). Juist gedurende deze periode vond de expansie van het Romeinse Rijk plaats, dat gedurende deze periode zijn hoogtepunt bereikte. Zoals we dat zo vaak zien in het verleden, was het warme en stabiele klimaat in die periode (ongeveer 2 °C warmer dan nu) een belangrijke factor bij de ontwikkeling van de landbouw, van de handel en van de cultuur. De klimaatopwarming gedurende deze periode speelde een sleutelrol in de succesperiode van het Romeinse Rijk.

Van ongeveer 950 tot 1250 speelde zich de Middeleeuwse Warme Periode (*Medieval Warm Period*, *MWP*) af die in elk geval in het Noord-Atlantische gebied voor warmere temperaturen zorgde. Gedurende die periode koloniseerden de Vikingen Groenland (een deel van het land was in die periode groen, vandaar de naam), waarbij zij in hun levensonderhoud aldaar voorzagen door vee-teelt en landbouw. Toen later het klimaat weer afkoelde, werden de nederzettingen in Groenland verlaten. Of deze onomstotelijk waargenomen opwarming zich uitsluitend afspeelde in Europa en het Noord-Atlantische gebied, of dat het een wereldwijd fenomeen betrof, is een onderwerp van een interessant wetenschappelijk debat.

Van de 14<sup>e</sup> eeuw tot het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw was er in grote delen van de wereld sprake van een periode met aanzienlijk lagere temperaturen, bekend onder de naam Kleine Ijstijd (*Little Ice Age, LIA*). In Nederland is deze periode goed gekarakteriseerd door de schilderkunst van die dagen. Het schilderij van Hendrick Avercamp van omstreeks 1608 (Figuur 9), en dat nu in het Rijksmuseum hangt, is een bekende, maar bepaald niet enige illustratie van het feit dat het toen flink kouder was dan nu. Het was een geliefd onderwerp in de schilderkunst van die tijd.



**Figuur 9:** Illustratie van de koude periode in Nederland (1450 – 1850) door de Nederlandse schilder Hendrick Avercamp, te zien in het Rijksmuseum te Amsterdam.

Samenvattend: als we kijken naar het verre geologische verleden, of onze blik richten op het recentere verleden waarbij de mens wel aanwezig was (maar niet verantwoordelijk voor een significante uitstoot van CO<sub>2</sub>) maakte de aarde, of in elk geval een groot deel daarvan, aanmerkelijke klimaatveranderingen door die zowel beduidende opwarming als afkoeling omvatten. Vaak bleken de perioden van opwarming samen te vallen met positieve maatschappelijke ontwikkelingen, waarbij samenlevingen op veel manieren gedijden. In ieder geval kan worden geconstateerd dat de natuurlijke variabiliteit van het klimaat toen en nu aanzienlijk was en is.

De mainstream klimatologie stelt nu dat door recente menselijke activiteit deze natuurlijke variabiliteit ondergeschikt geworden zou zijn aan de opwarming die de mens met zijn broeikasgassen aanricht. Deze fixatie op CO<sub>2</sub> als levensbedreigend doemgas is voornamelijk een resultaat van klimaatmodellen, maar wordt nauwelijks ondersteund door waarnemingen. Meer over klimaatmodellen in de volgende sectie.



# Falende klimaatmodellen

Om waarnemingen van klimaatgedrag te kunnen begrijpen is theorievorming onmisbaar. Daarom wordt veel energie gestoken in het ontwikkelen van klimaatmodellen. Nu is klimaat een fysisch-chemisch uiterst complex systeem, beschreven door gekoppelde integro-differentiaalvergelijkingen, dat zich niet makkelijk modelleren laat. Het is zelfs de vraag of een dergelijk zeer complex systeem überhaupt met voldoende betrouwbaarheid oplosbaar is [11,12]. Zelfs het KNMI en het IPCC onderschrijven deze stelling, zij het schoorvoetend, en niet op de voorpagina's van hun publicaties. Maar ze proberen het wel!

Het KNMI zegt daar over: *“The variability of the system poses limitations to the predictability of the climate state. Internal variations of the climate system beyond monthly time scales apart from the contribution from the positive multidecadal surface temperature trend that is currently eminent (Oldenborgh et al. 2012) and oceanic variability (Hazeleger et al. 2013), are difficult to predict and at time scales of 30 – 100 years useful predictions are basically impossible. Not only because of the large contribution of the natural variability, also because the external forcing related to human activity is considered to be unpredictable. Any attempt to make climate predictions at a relatively small spatial scale such as the Netherlands or even Western Europe for multiple decades ahead cannot be expected to lead to skilful results”.*

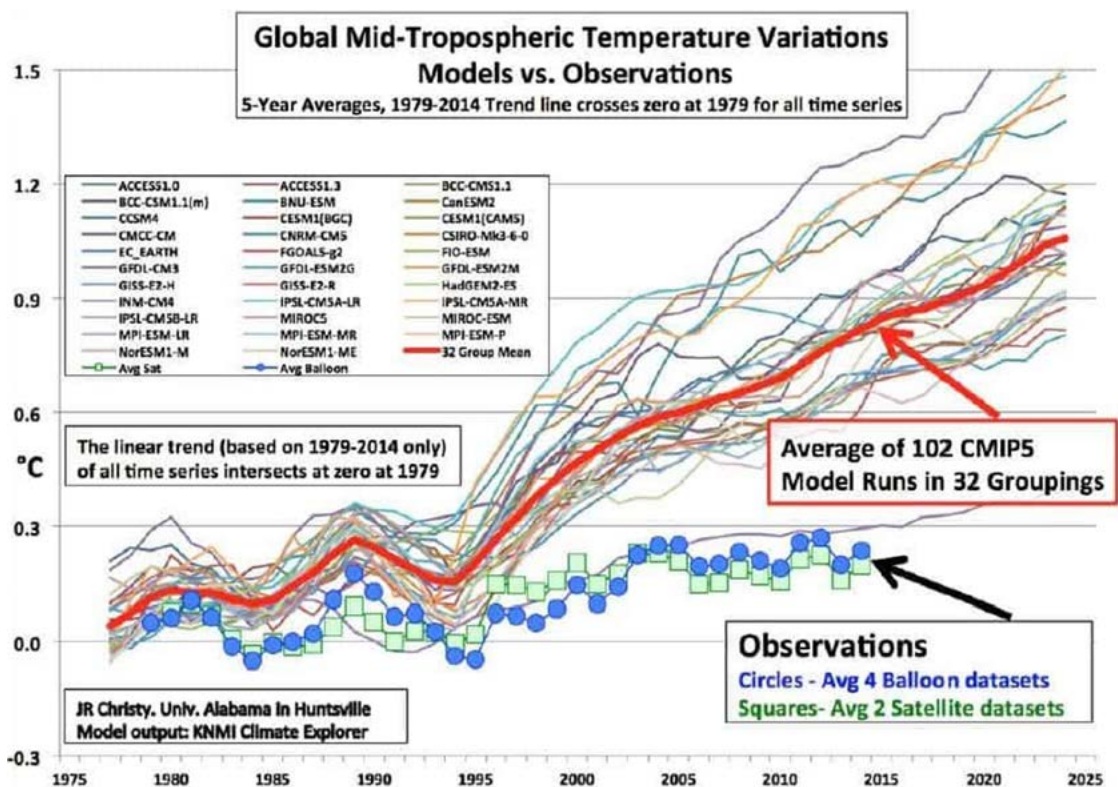
Het KNMI concludeert dus zelf dat voorspelling en verwachtingen niet mogelijk zijn en dat klimaatvoorspellingen niet leiden tot werkbare resultaten.

Het IPCC zegt daarover: *“Scenarios are images of the future, or alternative futures. They are neither predictions nor forecasts. Rather, each scenario is one alternative image of how the future might unfold. A set of scenarios assists in the understanding of possible future developments of complex systems. Some systems, those that are well understood and for which complete information is available, can be modeled with some certainty, as is frequently the case in the physical sciences, and their future states predicted. However, many physical and social systems are poorly understood, and information on the relevant variables is so incomplete that they can be appreciated only through intuition and are best communicated by images and stories. Prediction is not possible in such cases”.*

Overigens zijn deze passages van hun respectievelijke websites verdwenen! Dat is raar voor wetenschappelijke organisaties! Is het een aanwijzing dat alarmisme voorrang heeft boven wetenschappelijke correctheid? Bepaalt de politiek welke wetenschappelijke boodschap naar buiten gebracht mag worden?

Maar laten we de ultieme test doen, en dat is het vergelijken van de resultaten van klimaatmodellen met die van de kwalitatief beste waarnemingen. Daartoe vergelijken we modeluitkomsten met satellietmetingen van de temperatuur in troposferische lagen [13]:

Het is verhelderend om Figuur 10 in enig detail te bekijken. Ten eerste begint de tijdschaal in 1979, toen satellietwaarnemingen beschikbaar kwamen. Helaas worden grafieken door alarmisten vaak gemanipuleerd door de schaal en de periode zodanig te kiezen dat men visueel toewerkt



**Figuur 10:** Resultaten van satellietwaarnemingen sinds 1979 versus de voorspellingen van diverse klimaatmodellen [13]. De rode lijn is een gemiddelde van de verschillende modellen. Opvallend is het feit dat de modellen een veel sterkere opwarming van de aarde suggereren dan door satellieten en weerballonnen wordt waargenomen. Niet de observaties, maar de alarmistische modellen bepalen het klimaatbeleid.

naar de conclusie die men wil bereiken. Hier is dat onmogelijk. Ten tweede zien we dat modellen en waarnemingen bij het beginpunt van de grafiek allemaal door hetzelfde punt gaan, en dat naarmate de tijd vordert, de curves van de satelliet- en ballon-waarnemingen en die van de klimaatmodellen steeds verder uiteen gaan lopen. Opvallend is dat er ruim 100 klimaatmodellen zijn, allemaal met verschillende eigenschappen. Dat laatste is curieus. In de natuurkunde is de niet-relativistische kwantummechanica gebaseerd op uitsluitend de Schrödinger-vergelijking, en de relativistische kwantummechanica op uitsluitend de Dirac-vergelijking. Waarom heeft de klimatologie 100 verschillende modellen nodig? Laten we dit soort vragen in iets meer detail bekijken.

Het ontwikkelen van klimaatmodellen is belangrijk om waarnemingen van klimaatindicatoren te begrijpen. Omdat klimaat buitengewoon complex is, is dat een veeleisende taak. Hoe pak je dat aan? Allereerst maak je natuurlijk gebruik van de relevante bekende en goed geteste natuurkunde, zoals de theorie van stralingstransport in de atmosfeer. Vervolgens is er natuurkunde in het spel die minder goed bekend is, en waarvoor geen expliciete formules bestaan, maar die toch van belang is. Dat soort effecten breng je in rekening door parametrisering, en door *tuning* van de parameters in het model. Op de voorhand ken je de waarde van die parameters niet, maar door de parameters aan te passen en zo te kiezen (*tunen*) dat de overeenkomst van de modelresultaten met de waarnemingen op enig punt op de tijdlijn perfect is, meen je een idee te krijgen van het belang van dergelijke effecten. Zo kan je bij het kiezen van voldoende parameters in het model, modeluitkomsten en waarnemingen altijd min of meer dicht bij elkaar brengen met het wiskundige tuning-proces, maar de wetenschappelijke waarde van dit gesjoemel is op z'n minst dubieus. Als de parameters eenmaal zijn bepaald, gaat het model in de tijd vervolgens zijn eigen weg, en gaan weer verschillen optreden tussen modeluitkomsten en waarnemingen. Ten slotte zij opgemerkt dat er wellicht ook nog onbekende natuurkunde in het spel is, die we niet in een klimaatmodel kunnen meenemen. Immers, we weten niet wat we niet weten!

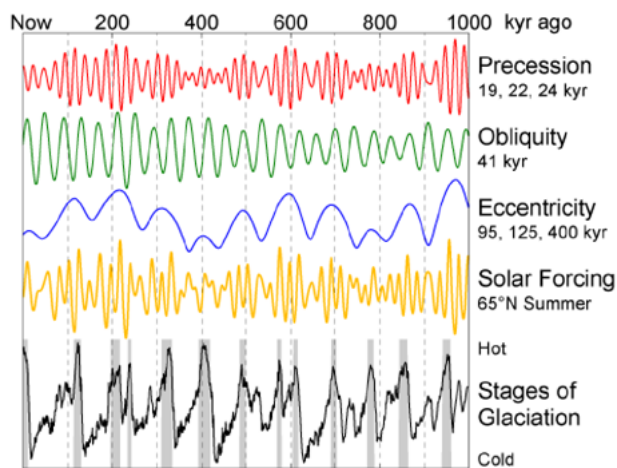
Parametrisering hoort bij het valideren van modellen, maar het is een exercitie die vol zit met valkuilen. De briljante Hongaars-Amerikaanse fysicus John von Neumann (1903-1957) [14] had daar badinerend het volgende over te zeggen: “Met 4 parameters kan ik een olifant fitten, en met 5 kan ik hem zijn slurflaten bewegen”, om aan te geven dat een overmaat aan parameters snel tot willekeur leidt. De in de tijd almaar groeiende verschillen tussen klimaatvoorspellingen en waarnemingen zijn dan ook uitermate zorgwekkend. Bovendien worden klimaatmodellen op heel verschillende manieren geparametriseerd, afhankelijk van welk aspect van de klimaatproblematiek men bestudeert. Dat leidt tot een wolk van curves die stuk voor stuk hun eigen koers in de tijd varen. Vaak verwijst men naar een gemiddelde van al deze modelresultaten, zie de rode curve in Figuur 10. Helaas valt niet in te zien dat het gemiddelde van inadequate modellen wel tot adequate voorspellingen zou moeten leiden. Kortom, wat is de wetenschappelijke waarde van die rode curve?

We kunnen wél concluderen dat de nu beschikbare klimaatmodellen ongeschikt zijn om alle betrouwbare beschikbare waarnemingen te reproduceren, en dus zeker ook ongeschikt om beleid op te baseren. De reeks van voorspellingen door klimaatmodellen die nooit bleken uit te komen, is lang. Dat heeft ertoe geleid dat men niet langer over voorspellingen spreekt waar je op afgerekend kunt worden, maar over scenario's. Natuurlijk zijn dat ook toekomstverwachtingen, maar het verhaal is dat het alleen maar gaat om mogelijke toekomstperspectieven die wel of niet correct zullen blijken te zijn. Doordat modellen niet presteren, is het jargon duidelijk voorzichtiger geworden, maar de discrepanties tussen de uitkomsten van klimaatmodellen en waarnemingen zijn onverminderd groot gebleven. De klimaatmodellen zijn zeker niet geschikt om beleid mee te maken (*not fit for purpose*).

Normaal zou je verwachten dat, naarmate de tijd vordert, de wetenschap vooruitgang boekt en modellen nauwkeuriger en realistischer worden. In de klimaatwereld is hiervan geen sprake. Het CO<sub>2</sub>-verhaal is vergelijkbaar met dat van 30 jaar geleden. Het meest recente rapport van de IPCC, AR6, is helaas veel meer een uitvloeisel van alarmistische klimaatpolitiek dan van serieuze wetenschap, zelfs in die mate dat diverse klimaatalarmisten van het eerste uur daar hun zorgen over geuit hebben. Als politiek en wetenschap om voorrang strijden, is wetenschap onontkoombaar de verliezer. Op de wetenschappelijke inhoud van AR6 is inmiddels vernietigende kritiek geleverd [15].

De natuurkunde van stralingstransport in de atmosfeer geeft aan dat de opwarming door CO<sub>2</sub> en andere broeikasgassen feitelijk juist is (zie Figuur 4), maar niet verontrustend groot (zie Figuur 10). Bovendien is het zeer de vraag of de menselijke bijdrage via de verbranding van fossiele brandstoffen wel domineert over de natuurlijke variaties die al sinds 4,5 miljard jaar een rol van belang spelen. Om de relatief geringe invloed van broeikasgassen wat op te blazen, wordt in klimaatmodellen een terugkoppeling tussen CO<sub>2</sub> en het belangrijkste broeikasgas H<sub>2</sub>O, waterdamp, gepostuleerd. Aangezien er geen natuurkunde is die een dergelijke koppeling voorschrijft, wordt dit gepostuleerde effect via parametrisering in rekening gebracht. Merkwaardig genoeg leidt die parametrisering tot meekoppeling, hetgeen wil zeggen dat de opwarmingseffecten van CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O elkaar met wel een factor 3 versterken. Weliswaar is dit een aantrekkelijk resultaat vanuit het alarmistisch perspectief, maar het volgt niet uit de geschiedenis van het aardse klimaat. Het past ook niet bij de Wet van Le Chatelier die zegt dat een natuurkundig systeem bij verstoring streeft terug te gaan naar evenwicht. Een positieve meekoppeling is daarmee in strijd. Er is dan ook een fel debat over de vraag hoe fysisch realistisch deze meekoppeling is, en hoe groot de klimaatgevoeligheid (*climate sensitivity* [16,17]) echt is. Veel meekoppeling leidt in de meet- en regeltechniek al snel tot oscillaties [17], en dat is dan de oorsprong van allerhande onomkeerbare kantelpunten die door klimaatalarmisten met behulp van hun over-geparametriseerde modellen wereldkundig worden gemaakt, maar die tot nu toe niet door waarnemingen gestaafd worden. Kortom, ook over dit onderwerp is een open debat hard nodig.

Dat alleen CO<sub>2</sub> de thermostaatknop zou zijn waarmee het buitengewoon complexe klimaatsysteem naar behoefte geregeld kan worden, is wetenschappelijk verre van bewezen. Voor het gemak worden alle andere invloeden op het klimaat ontkend, of weggeschreven als onbelangrijk. Niettemin is er een belangrijke stroming in de wetenschap die meent dat de veranderingen in de tijd van de zonneactiviteit wel degelijk van belang zijn. Daarbij is het werk van de Servische geofysicus en astronoom Milanković (1879-1958) illustratief als we het hebben over de langere termijn. Milanković-parameters zijn astronomische grootheden die cyclische variaties veroorzaken, zoals de ellipticiteit van de aardbaan, de obliquiteit, dat is hellingshoek van de aardas ten opzichte van het vlak van de ecliptica, en de precessiebeweging van de aardas. Zij zijn van invloed op de klimaatveranderingen op de aarde, gezien over de perioden van duizenden jaren, in het ritme waarmee ijstijden en interglacialen elkaar afwisselen. Dat komt omdat zij de intensiteit en de verdeling van het zonlicht op de aarde bepalen.



**Figuur 11:** Overzicht van het gedrag van Milanković-parameters [18]

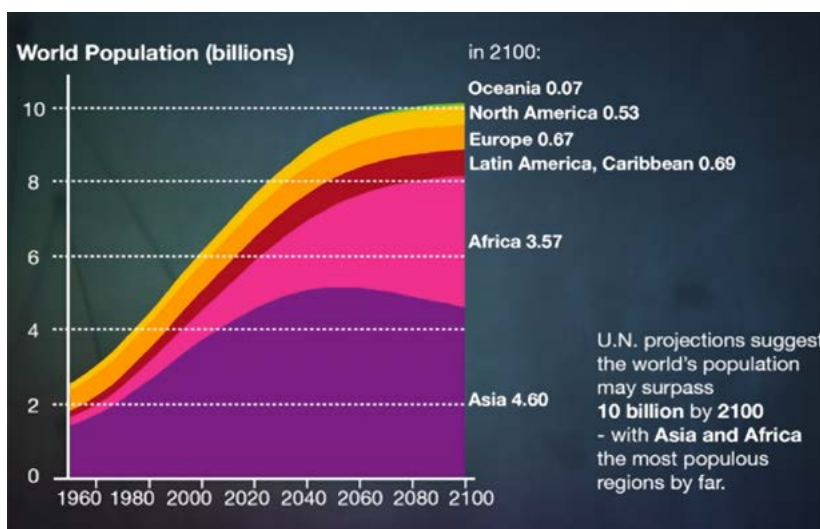
In de media, maar ook in de klimatologie, wordt regelmatig veel aandacht besteed aan allerlei metingen die unieke records zouden betekenen en die een handtekening van desastreuze klimaatopwarming zouden zijn. Deze attributie-pogingen hebben een betwistbare statistische basis. Als de invloed van de zon en de veranderingen in de invloed van de zon op het aardse klimaat inderdaad significant zijn, zoals betoogd door Milanković, en verschillende cycli met heel verschillende en vaak lange periodes een rol spelen, ligt het voor de hand dat maxima en minima in deze cycli tot meer klimaatrecords leiden. Betrouwbare temperatuurmetingen door middel van satellieten zijn pas beschikbaar sinds 1979, en in termen van de Milanković-cycli is dat slechts een zeer korte tijdsspanne. Het ligt dan ook voor de hand dat, als we maar lang genoeg blijven meten, nieuwe records zullen optreden die heel andere oorzaken hebben dan broeikasgassen [19].

# DEEL II: Energie

Energie is een eerste levensbehoefte en de basis van elke vorm van vooruitgang. Het is van het grootste belang dat energie beschikbaar is op het moment waarop er vraag naar is. Tevens dient grootschalige energieopwekking betrouwbaar, veilig en betaalbaar te zijn. De mens is energie gaan opwekken vanaf het moment dat hij het belang van vuur leerde. Vuur bleek belangrijk voor verwarming, maar ook voor het bereiden van voedsel uit plantaardige en dierlijke bronnen. Vuur heeft een belangrijke rol gespeeld bij de transitie van nomadische jager-verzamelaars tot leefgemeenschappen die zich op een geschikte plaats vestigden en zichzelf in leven hielden met landbouw en veeteelt.

Naarmate bevolkingen groeiden, nam de energiebehoefte toe. Aanvankelijk werd de energie nodig om landbouw te bedrijven geleverd door de inzet van dieren. Door het benutten van vuur konden metalen verkregen en omgezet worden in nuttige gebruiksvoorwerpen. De behoefte aan hout als brandstof nam zienderogen toe. Naarmate wetenschap en technologie vooruitgang boekten, werd de energiebehoefte alleen maar groter. Door de uitvinding van de stoommachine werd ondernemingsgewijze productie mogelijk, met opnieuw een enorme toename van het energieverbruik. Het is geen toeval dat de Industriële Revolutie gepaard ging met grootschalige ontbossing, met name in Europa. Energieopwekking door houtstook werd gelukkig uiteindelijk vervangen door het gebruik van fossiele brandstoffen (kolen, olie en gas), met voor de mensheid grootschalige positieve gevolgen. Dat we in de 21<sup>e</sup> eeuw naar grootschalige houtstook zouden terugkeren, is een enorme bestuurlijke blunder.

De voordelen die de mensheid ontleend heeft aan de grootschalige beschikbaarheid van fossiele brandstoffen, kunnen nauwelijks overschat worden. Er is eigenlijk geen enkel element in een moderne samenleving dat niet afhankelijk is van vraag-gestuurde energie. Te denken valt aan

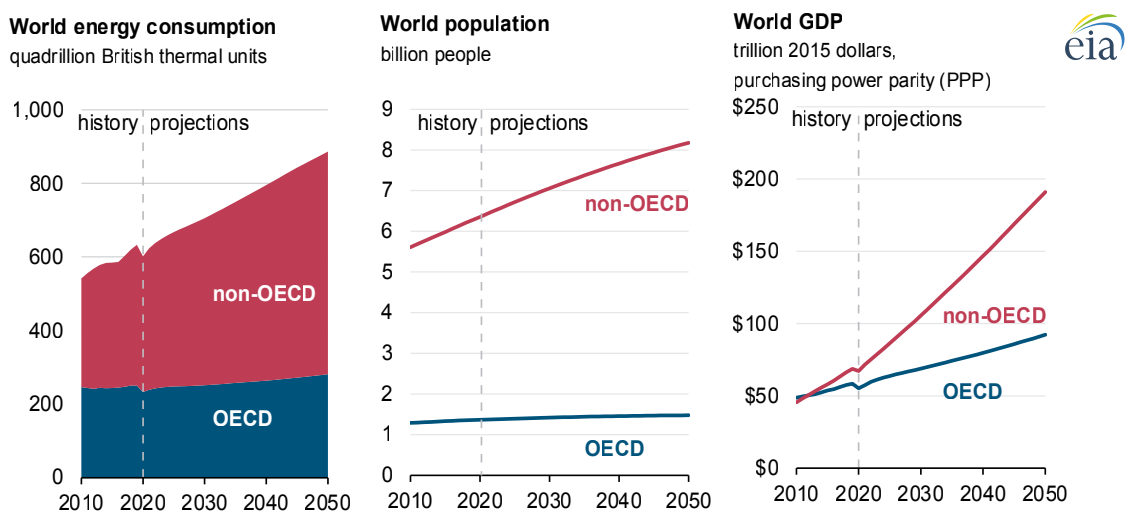


**Figuur 12:** Prognose van de Verenigde Naties van de groei van de wereldbevolking tot 2100.

mobiliteit, wetenschap, technologie, medische vooruitgang, gezondheidszorg, onderwijs, voedselvoorziening, landbouw en bouwtechniek; stuk voor stuk ontwikkelingen die sterk hebben bijgedragen aan de enorm gestegen levensverwachting van de mensheid en de mogelijkheid om daar met een zekere mate van comfort van te genieten. Fossiele centrales zijn uitgegroeid tot een technologisch hoogstandje en hun betrouwbaarheid is spreekwoordelijk. En dat alles tegen zeer aanvaardbare kosten. Maar valt het huidige niveau van veilige, betrouwbare en betaalbare energievoorziening ook in de toekomst te handhaven? Dat spreekt zeker niet vanzelf.

Omdat een veilige, betrouwbare en betaalbare energievoorziening cruciaal is voor welvaart en welzijn voor een wereldbevolking die nu nog met 1,1 % per jaar groeit, is het raadzaam om op basis van beschikbare prognoses vooruit te kijken. We zien dan dat de wereldbevolking tussen nu en 2100 zal groeien van ongeveer acht miljard tot tien miljard aardbewoners. Het merendeel van die groei zal plaatsvinden in Azië en Afrika. Het Europese aandeel in de wereldbevolking zal verder afnemen. Figuur 12 geeft een goed beeld van wat ons in demografische zin te wachten staat.

De groei van de wereldbevolking zal zich onmiddellijk vertalen in een navenante toename van het energieverbruik. Het groeiend aantal wereldbewoners is daarvoor uiteraard relevant, maar bovendien zullen zij per hoofd geen genoeg nemen met de beperkte hoeveelheid energie die vorige generaties ter beschikking hadden. De energiebehoefte zal dus sneller dan lineair stijgen. Bovendien zal die groeiende behoefte vooral plaatsvinden in niet-OECD landen, zie Figuur 13. Het behoeft geen betoog dat het voorzien in deze enorm groeiende energiebehoefte bepaald geen sinecure is.



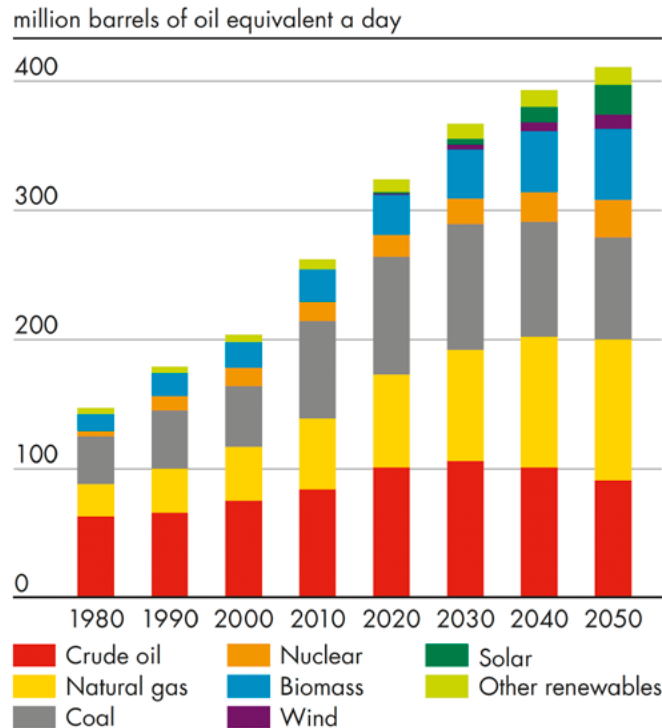
Source: U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2021* (IEO2021) Reference case

**Figuur 13:** Prognose van de EIA voor het wereldenergiegebruik tot 2050. De verwachte toename tussen nu en 2050 bedraagt in de orde van 40%!

Wat zijn de opties die we op wereldschaal hebben om deze gigantische energiebehoefte in de toekomst te dekken? Momenteel wordt de behoefte voornamelijk gedekt door het gebruik van fossiele brandstoffen (ca. 80%). Naar het zich laat aanzien zijn de voorraden daarvan niet onbeperkt. Weliswaar zijn er kolen voor de komende 1000 jaar, maar de geschatte voorraden van olie en gas zijn voorlopig in de orde van 50-200 jaar. Dat betekent dat er, hoewel er geen dramatische haast is, op termijn wel degelijk veel moet gebeuren. Welke realistische strategie kunnen we daarvoor ontwikkelen?

Laten we beginnen met te kijken naar hoe we nu onze energie opwekken, en wat de verwachtingen tot 2050 zijn. Het beeld is duidelijk. Ook in 2050 zullen fossiele brandstoffen nog steeds het leeuwendeel van de wereldenergievoorziening voor hun rekening nemen en dus voorlopig onmisbaar blijven. Degenen die hard roepen dat we onmiddellijk moeten stoppen met fossiele brand-

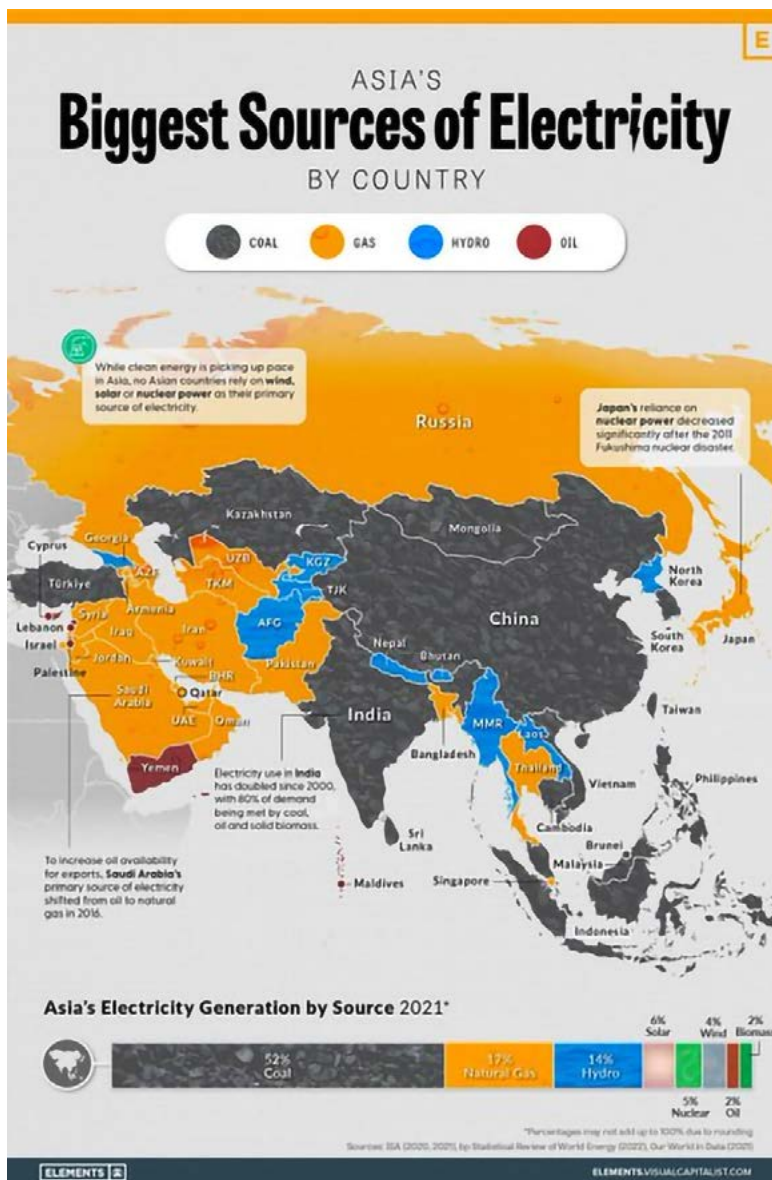
stoffen hebben geen idee waar ze het over hebben. Pensioenfondsen die aandelen in de olie- en gasindustrie om ideologische redenen hebben weggedaan, moeten zich diep schamen. De door het Westen zo gepropageerde aanbod-gestuurde *renewables* (wind en zon) zijn volledig ongeschikt om aangesloten te worden aan het stroomnet. Nog meer windmolens en zonnepanelen zijn een recept voor chaos in de energievoorziening. Maar wat moet er dan op het gebied van energievoorziening wél gebeuren om de toekomstige wereldeconomie en de wereldvoedselvoorziening veilig te stellen? De huidige weigering daar rationeel over na te denken en te debatteren, is onvergeeflijk.



**Figuur 14:** Schatting van het toekomstige wereldenergieverbruik en met behulp van welke bronnen in de energiebehoefte voorzien gaat worden. Zoals te verwachten blijft de bijdrage van fossiele brandstoffen dominant; aanwezige en geplande renewables zullen niet in staat zijn zelfs maar de groei in onze energiebehoefte bij te houden. Echte energie-experts waarschuwen daar al decennialang voor.

Om over het probleem van onze toekomstige energievoorziening een afgewogen oordeel te vormen, is een rationele benadering hard nodig. Om te beginnen is het nuttig te zien hoe men hier in het grootste deel van de wereld mee om gaat. Voor Azië, waar het grootste deel van de wereldbevolking woont, is de zaak duidelijk. Hun hoogste prioriteit is hun groeiende bevolkingen van betrouwbare energie tegen betaalbare kosten te voorzien. Men zet daarom op grote schaal in op fossiele brandstoffen, en vindt er geen doekjes om. Hun voornaamste doel is hun bevolking een toekomst met welvaart en welzijn, en niet te vergeten een adequate voedselproductie, te bieden. Pogingen van het Westen om hele continenten onder het politieke juk te dwingen door hun het gebruik van fossiele brandstoffen en op fossiele producten gebaseerde meststoffen te ontzeggen, zijn een vorm van klimaatkolonialisme waar het grootste deel van wereldbevolking niet op zit te wachten. Zij begrijpen wél dat fossiele brandstoffen en op fossiel gebaseerde meststoffen [20,21] nog vele decennialang onmisbaar zijn (zie Figuur 15).

Bij elke manier van energieopwekking is het belangrijk om je er eerst van te vergewissen of de middelen die je moet investeren om daadwerkelijk energie op te wekken, niet groter zijn dan de uiteindelijke opbrengst. Daartoe is het begrip Energy Return on Energy Investment (EROI) leidend [22]. Het hoeft weinig betoog dat een methode van energieopwekking die relatief weinig investeringen vereist en relatief veel opbrengt in fysische en economische termen, de gebruiker ervan in een betere concurrentiepositie plaatst. De gegevens over EROI laten aan duidelijkheid weinig



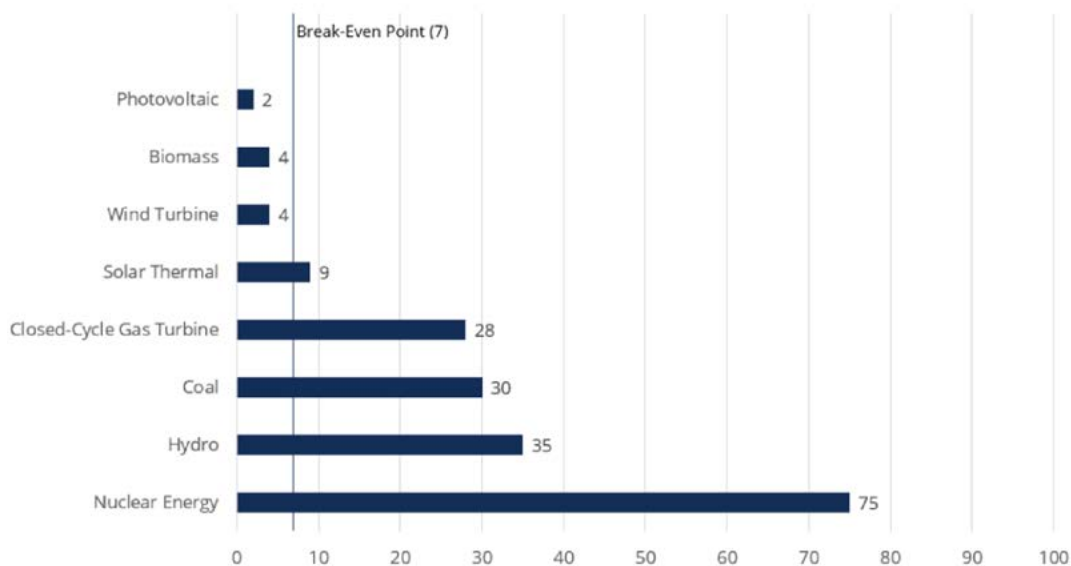
**Figuur 15:** De wijze waarop een groot deel van het Aziatisch continent voorziet in de huidige en toekomstige energievoorziening is met name door de grootschalige inzet van fossiele brandstoffen. Dat is de enige rationele keuze als het doel is om de armoede te laten verdwijnen.

te raden over. Aanbod-gestuurde energie (zon, wind) heeft een slechte EROI, zeker als de opslag voor back-up ontbreekt. Vraag-gestuurde energieopwekking heeft geen back-up nodig en doet het systematisch vele malen beter. Dat hoeft niet te verbazen, omdat veel activiteiten die cruciaal zijn voor een moderne samenleving, afhankelijk zijn van energie die beschikbaar is op het moment dat je er om vraagt. Wachten tot de zon achter een wolk vandaan komt en de wind voldoende gaat waaien, is geen aangenaam vooruitzicht voor een chirurg midden in een gecompliceerde operatie, en nog minder voor de patiënt op de operatietafel. En als er een overmaat aan wind en/of zon is, kan het stroomnet het aanbod niet aan en heeft de geleverde energie een negatieve prijs.

In Figuur 16 wordt een overzicht gegeven van de EROI's van de beschikbare manieren van energieopwekking. 'Groene' energiebronnen doen het ronduit slecht, fossiele brandstoffen heel goed en waterkracht nog beter. Helaas is door het ontbreken van Nederlandse Alpen, waterkracht hier geen realistische optie. Kernenergie steekt met kop en schouders boven alle andere beschikbare opwekkingsmethoden uit! De vraag rijst dus waarom we niet op grote schaal in kernenergie investeren.



## EROI's for Major Energy Sources

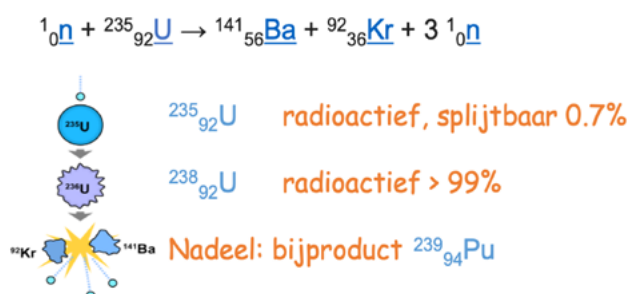


**Figuur 16:** Energy Return On energy Investment (EROI) voor verschillende manieren van energieopwekking [22]. Opvallend is de superieure prestatie van kernenergie.

In Nederland is kernenergie al jaren een trauma en een taboe. Sinds de grootschalige demonstraties van de Vredesbeweging tegen de stationering van kernwapens in Nederland rond 1981, was alles waar het woord *kern* in voorkwam verdacht. Toen de techniek van Kernmagnetische Imaging geïntroduceerd werd als belangrijke beeldvormingstechniek in de geneeskunde, was het woord *kern* dusdanig afschrikwekkend dat men besloot voortaan te spreken van Magnetic Resonance Imaging (MRI). De angst voor alles met *kern* zat dus erg diep. In feite is deze redeloze associatie met kernwapens in Nederland nog steeds het geval, hoewel er langzamerhand van een kentering sprake is. In landen als China en India, zonder de voorgeschiedenis die we in Nederland beleefd hebben, is men in staat de grote voordelen van kernenergie, mede gezien de hoge EROI, op waarde te schatten en bestaat de politieke weerstand waar wij in Nederland tegenop lopen, nauwelijks. Laten we het belang van kernenergie, dat voor de grootschalige wereldenergievoorziening van de toekomst onvermijdelijk is, in iets meer detail bekijken.

Kernenergie kan worden verkregen uit de splitsing van zware kernen zoals uranium en thorium, of door de fusie van lichte kernen. Kernsplijting op basis van de uraniumcyclus is ontwikkeld in het Manhattan-project, dat uiteindelijk geleid heeft tot de atoombommen op Hiroshima en Nagasaki, en daarmee tot het einde van de Tweede Wereldoorlog. Kernfusie is technologisch gezien buitengewoon ingewikkeld. Er is een groot internationaal onderzoeksproject in Cadarache (Zuid-Frankrijk), maar vooralsnog is er geen zicht op grootschalige toepassingen. Kernenergie uit

### De Uranium Cyclus



**Figuur 17:** De Uranium Cyclus. Als we kijken naar de notatie, geeft bij  ${}^{235}_{92}\text{U}$  het subscript 92 het aantal protonen in de kern dat de plaats van uranium (U) in het periodiek systeem bepaalt, en het superscript 235 de som van het aantal protonen en neutronen in de kern. Zo staat  ${}^1_0\text{n}$  voor een enkel neutron.

de kernsplijting van uranium is ontwikkeld voor civiele toepassingen en heeft zijn enorme waarde als betrouwbare energiebron ruimschoots bewezen. We zullen kort de uranium-cyclus bespreken. Uranium heeft meerdere isotopen waarvan  $^{238}_{92}\text{U}$  de meest voorkomende (>99%) is. Die isotoop is wel radioactief, maar niet splijtbaar. De isotoop  $^{235}_{92}\text{U}$  is zowel radioactief als splijtbaar, is dus geschikt als energiebron en komt slechts voor 0,7% natuurlijk voor. Daartoe moet natuurlijk uranium verrijkt worden waarbij een deel van het  $^{238}_{92}\text{U}$  verwijderd wordt en er een mengsel met een hoog  $^{235}_{92}\text{U}$  gehalte overblijft. Via een neutronenbombardement splijt  $^{235}_{92}\text{U}$  in twee lichtere kernen plus meerdere neutronen waardoor een kettingreactie in stand gehouden kan worden en enorm veel energie vrijkomt. Een bezwaar is dat het nog resterende  $^{238}_{92}\text{U}$  in het mengsel ook een neutron kan absorberen waardoor plutonium,  $^{239}_{94}\text{Pu}$ , gevormd wordt. Deze isotoop is radioactief met een lange halfwaardetijd van 24 duizend jaar. Hierdoor ontstaat een opslagprobleem. Dit afvalprobleem dient serieus genomen te worden. Op termijn wordt ook de beschikbaarheid van uranium wellicht een beperking.

Om de nadelen van de uraniumcyclus te ondervangen, is de thoriumcyclus in beeld gekomen. Het gaat hier om de radioactieve, niet splijtbare thoriumisotoop  $^{232}_{90}\text{Th}$  die voor vrijwel 100% voorkomt in natuurlijk thorium. Thorium is afval bij de winning van diverse zeldzame metalen en daardoor goedkoop. Als  $^{232}_{90}\text{Th}$  onderworpen wordt aan een neutronenbombardement wordt eerst het kortlevende proactinium  $^{233}_{91}\text{Pa}$  gevormd dat snel vervalt tot het radioactieve en splijtbare  $^{233}_{92}\text{U}$ . Deze uraniumisotoop levert dan door kernsplijting de kernenergie. Omdat er veel stappen van neutronenabsorptie nodig zijn om  $^{239}_{94}\text{Pu}$  te vormen, neemt de waarschijnlijkheid om deze enigszins problematische isotoop te produceren in de thoriumcyclus met twee ordes van grootte af.

Omdat veiligheid bij alle methoden van grootschalige energieopwekking altijd een belangrijk aandachtspunt is, is hier ook bij de civiele implementatie van kernenergie veel onderzoek naar gedaan. Rond 1970 werd door Prof. Alvin Weinberg [23] op Oak Ridge National Laboratory (Oak Ridge, Tennessee, VS) een reactorconcept ontwikkeld waarbij de kernbrandstof werd opgelost in een reactievat gevuld met gesmolten zouten bij een temperatuur van ongeveer 700 °C. Mocht de temperatuur om wat voor reden ook uit de hand lopen, dan smelt een zoutplug onder in het reactievat, waardoor het reactorvat geleegd wordt in een container die zich er onder bevindt. Dit principe is in de jaren 70 in een jarenlang experiment experimenteel getest en succesvol bevonden.

Samenvattend biedt de thoriumcyclus in combinatie met het MSR-principe veel voordelen, zie Figuur 18.

---

### De voordelen van kernenergie op basis van de thoriumcyclus

- 1 Een Molten Salt Reactor (MSR) is in principe inherent veilig
  - 2 Thorium is afval bij winning van grondstoffen, ruim voorradig en goedkoop
  - 3 Vrijwel 100% van alle thorium bestaat uit de benodigde thoriumisotoop en is dus bruikbaar
  - 4 Reactor werkt bij lage druk
  - 5 Proof of principle is beschikbaar (Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA, 1970)
  - 6 De bouw van een thoriumreactor kan snel gerealiseerd worden: China 2019-2023
  - 7 Afvalprobleem (plutonium) is twee ordes van grootte kleiner dan bij uranium.
  - 8 Afval uit uraniumcyclus kan benut worden al neutronenbron in de thoriumcyclus
  - 9 Kleine MSR reactoren zijn voor diverse toepassingen een uitstekende optie
  - 10 Kosten in NL zijn voor 2/3 een politiek-bureaucratisch bedenkfel zonder rationale basis
- 

**Figuur 18:** De voordelen van kernenergie op basis van de thoriumcyclus

Tegenstanders van kernenergie geven altijd hoog op van de gevaren van kernsplijting. Daarbij komen altijd Three Mile Island (Harrisburg, Pennsylvania, 1979), Tsjernobyl (Oekraïne, 1986)

en Fukushima (Japan, 2011) aan de orde. In Harrisburg dreigde een meltdown, maar de veiligheidsmaatregelen bleken toch voldoende. Van slachtoffers was bij de Harrisburg-reactor dan ook geen sprake. In Tsjernobyl betrof het een sterk verouderde centrale met te kort schietend beheer. De resulterende meltdown eiste ongeveer 40 directe slachtoffers door straling. Inmiddels is het stralingsniveau weer gedaald tot dat van de normale achtergrondstraling. In Fukushima vonden een extreem krachtige zeebeving gevolgd door een vernietigende tsunami plaats. Hierbij vond in een aantal kerncentrales aan de kust een meltdown plaats. De verwoesting door de tsunami noodzaakte de evacuatie van 100.000 mensen. Niemand is omgekomen door radioactieve straling! Moderne kerncentrales, met name die van het Molten Salt Reactor (MSR)-type, zijn inherent veilig. Voor meer details over thorium-kernenergie verwijzen wij naar de website van Stichting Thorium MSR [24]. De grootschalige inzet van kernsplitsing om de wereld in de toekomst van veilige, betrouwbare en betaalbare energie te voorzien, is mede door het ontbreken van geloofwaardige realistische alternatieven onvermijdelijk.

Dat voor een adequate wereld-energievoorziening op termijn kernenergie onvermijdelijk is en dat we daar maar beter snel mee kunnen beginnen, staat als een rationele paal boven water. In het verlengde daarvan is het raadzaam na te denken over wat in Nederland de beste invulling is. In principe kunnen we kiezen tussen een klein aantal grote reactoren die een aanzienlijk deel van de energievoorziening in ons land voor hun rekening gaan nemen, of de keus laten vallen op een groter aantal modulaire reactoren die in meer lokale behoeften gaan voorzien. Ook is een mix van beide soorten reactoren natuurlijk een optie. Uiteraard is een rationele discussie over de mogelijke opties geboden. Er is overigens geen doorslaggevende reden om niet eerst in te zetten op een aantal reactoren op basis van de uraniumcyclus. Dergelijke reactoren zijn bewezen veilig, onmiddellijk beschikbaar en kunnen op korte termijn gebouwd en ingezet worden. Daarnaast is het gezien de te verwachten voordelen raadzaam in te zetten op de verdere ontwikkeling en implementatie van thoriumreactoren. Door de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie (AI) zijn enorme datacentra met een gigantische energiebehoefte nodig. De tech-bedrijven die dergelijke datacentra bouwen hebben terecht geen vertrouwen in de onzekerheden van aanbod-gestuurde wind- en zon-energie. Zij kiezen wegens de leveringszekerheid toenemend voor het installeren van kleinere modulaire kernreactoren. Ook voor Nederland moeten kleine reactoren onderdeel zijn van het energiebeleid.

De boodschap is duidelijk. In de toekomstige wereldenergiebehoefte zal zeker niet voorzien worden door aanbod-gestuurde energiebronnen als wind en zon. De lage EROI (Figuur 16) en de onmogelijkheid van het opslaan van voldoende elektrische energie vormen onoverkomelijke problemen. Stoppen ermee! Wind en zon gaan alleen een rol spelen in niche-applicaties. We kunnen de komende decennia niet zonder fossiele brandstoffen, maar dat mag niet tot overhaaste paniek te leiden. In de komende decennia is er alle tijd en gelegenheid om de geleidelijk overstap naar een toekomstige energievoorziening op basis van kernenergie te realiseren. Het is dan ook raadzaam om zo snel mogelijk de illusoire en onbetaalbare investeringen in aanbod-gestuurde energie te vervangen door in te zetten op veilige, duurzame en betaalbare kernenergie. Behalve een achterhaalde ideologie en incompetente politiek is er in principe niets wat ons daarbij in de weg staat.

# Afsluitend

In dit artikel geven wij aan dat er wel klimaatverandering, maar geen klimaatcrisis bestaat. Dubieuze wetenschappelijke klimaatmodellen hebben geleid tot het voorspellen van een catastrofe, die voorspellingen hebben geleid tot klimaatangst onder de bevolking, die klimaatangst heeft geleid tot een net-zero CO<sub>2</sub> klimaatbeleid, en dat klimaatbeleid heeft weer geleid tot een onzinnig energiebeleid. Die emotionele keten moet met wortel en tak worden uitgeroeid.

De klimaatdiscussie gaat momenteel niet meer over klimaat, maar over CO<sub>2</sub>-doelen en het in de ban doen van fossiele brandstoffen. Het gevolg is dat we miljarden uitgeven aan maatregelen die ons alleen maar verder in de put helpen. Van het gas af is onverantwoordelijk beleid. De productieputten in Groningen met cement dichtgooien en wel dure LNG uit de VS kopen.... de verantwoordelijke politici zouden zich diep moeten schamen. Ondertussen nemen de lasten voor de burger als maar toe, maar ze krijgen er niets voor terug. In tegendeel, we gaan met ons land helemaal de verkeerde kant uit. Een wetenschappelijke analyse, zoals in dit artikel, laat dan ook geen spaan heel van wat de politiek doet in haar ideologisch, anti-wetenschappelijk klimaat- en energiebeleid. In het belang van de toekomst van Nederland is het urgent om het huidige klimaat- en energiebeleid grondig op de schop te nemen, af te zien van de illusie van *renewables* voor onze grootschalige toekomstige energievoorziening, en met spoed te investeren in kernenergie.

Recent hebben wij een tweetal beschouwingen gepubliceerd in het Nederlands [25,26] en het Engels [27,28] over de niet-bestaande klimaatcrisis, en over wat er politiek urgent nodig is om de teloorgang van Nederland te keren. Deze columns richten zich vooral op een lezerspubliek van niet-deskundigen. In de huidige bijdrage dragen we voor de meer ingewijden de nodige fysische onderbouwing aan. Wij hopen dat hiermee een wetenschappelijke discussie gestimuleerd wordt die natuurwetenschap weer de plaats toekent, die voor een rationele beoordeling van de huidige problematiek onmisbaar is. De ervaring leert zien dat dit van ondeskundige politici niet te verwachten valt.

## Naschrift

De wetenschappelijke argumenten die we in het huidige artikel naar voren brengen zijn bij experts grotendeels bekend, maar een open discussie hierover wordt onmogelijk gemaakt [1]. In dit verband noemen wij *Climate: The Movie* van Tom Nelson [29], waarin veel informatie wordt gegeven dat er van een klimaatcrisis weinig sprake is. De wetenschappelijke onderbouwing van de overwegingen die in de film naar voren worden gebracht zijn door Andy May samengevat [30]. Waar beelden vaak meer zeggen dan woorden, is ook een recente video van David Siegel de moeite van het bekijken waard [31]. Ook vestigen wij de aandacht op een viertal documentaires die door een professioneel Vlaams team van het Belgische Tegenwind.tv in oktober 2022 door interviewer Alain Grootaers en regisseur Mark Sanders met Kees de Lange zijn gemaakt in de aangename ambiance van Andalusië in Spanje [32,33,34,35].

# Referenties

- [1] Guus Berkhout in Liberum, [IPCC Refuses Repeated Calls for Dialogue with Critical Scientists | The Liberum](#)
- [2] [Water\\_absorption\\_spectrum.pdf](#) (acamedia.info)
- [3] W.A. van Wijngaarden, W. Happer, Dependence of Earth's Thermal Radiation on Five Most Abundant Greenhouse Gases, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.03098>
- [4] [Hadley cell - Wikipedia](#)
- [5] W.A. van Wijngaarden, W. Happer, Atmosphere and Greenhouse Gas Primer, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.00808>
- [6] John F. Clouser, Part I: Climate change is a myth, Part II: The Cloud Thermostat, [Nobel laureate John Clouser's ICSF/CLINTEL Lecture - YouTube](#)
- [7] Analysis of the Temperature Oscillations, C.R. Scotese (2002), W.F. Ruddiman (2001), Earth's Climate: past and future, Earth's Climate: past and future. W. H. Freeman & Sons, New York, NY.
- [8] R. Lindzen, W. Happer and S. Koonin, Fossil Fuels and Greenhouse gases Climate Science, CO<sub>2</sub> Coalition, 15 April 2024.
- [9] [The Vostok Ice Core: Temperature, CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> | Energy Matters \(euanmearns.com\)](#)
- [10] CO<sub>2</sub> Coalition, Climate Chronicles, [CO<sub>2</sub> and Mortality | Climate Chronicles #climatechronicles - YouTube](#)
- [11] [OpinieZ Tweede Kamer rondetafelt met echte wetenschappers over de Klimaatwet](#)
- [12] C.A. de Lange, Over klimaat en energie, OpinieZ.com 31 oktober 2018, [TK\\_DeLange\\_31\\_10\\_2018.pdf \(opinieZ.com\)](#)
- [13] J.R. Christy, University of Alabama, USA.
- [14] [John von Neumann - Wikipedia](#)
- [15] Marcel Crok and Andy May, The frozen climate views of the IPCC, An analysis of AR6, Publisher: Clintel Foundation, ISBN: 979-8890748621 (2023).
- [16] Richard S. Lindzen: [On Climate Sensitivity - CO<sub>2</sub> Coalition](#)
- [17] Peter Stallinga, Signal Analysis of the Climate: Correlation, Delay and Feedback, Journal of Data Analysis and Information Processing, 6, 30-45. Doi: <https://0.4236/jdaip.2018.62003>.
- [18] Milanković-parameters, [Milanković-parameters - Wikipedia](#)
- [19] Kees de Lange, [Over de waanzin van klimaatrecords, Tegenwind.tv](#), 24 juli 2023.
- [20] C. A. de Lange, J. D. Ferguson, W. Happer, W. A. van Wijngaarden, Nitrous oxide and climate, [arXiv:2211.15780](https://arxiv.org/abs/2211.15780)
- [21] Arnout Jaspers, De Stikstoffuik, ISBN 9789461853462, Uitgeverij Blauwburgwal
- [22] [Energy Return on Investment \(EROI\) - Definition, Formula \(corporatefinanceinstitute.com\)](#)
- [23] [Alvin M. Weinberg - Wikipedia](#)
- [24] [Stichting Thorium MSR - THMSR website](#)
- [25] Guus Berkhout, Kees de Lange, [OpinieZ Het eerlijke verhaal over klimaatverandering](#)
- [26] Guus Berkhout, Kees de Lange, [OpinieZ Het eerlijke verhaal over klimaatverandering](#)

- [27] Guus Berkhout, Kees de Lange, [The Honest Story of Climate Change: Part I: Weighed down by fear and intimidation. – Watts Up With That?](#)
- [28] Guus Berkhout, Kees de Lange, [The Honest Story of Climate Change: Part 2: With a new course towards a hopeful future – Watts Up With That?](#)
- [29] Tom Nelson, The Movie, [climatethemovie.net](#)
- [30] Andy May, [Annotated Bibliography for Climate: The Movie – Andy May Petrophysicist](#)
- [31] David Siegel, Testing the CO<sub>2</sub> hypothesis, <https://youtu.be/QC07x6W61wc>
- [32] Kees de Lange, [Premiere van aflevering 1: “De ontrafeling van dogma’s”. \(tegenwind.tv\)](#)
- [33] Kees de Lange, [Première van afl.2 van “De ontrafeling van dogma’s”. Kees de Lange over de opwarming van de aarde \(tegenwind.tv\)](#)
- [34] Kees de Lange, [Premiere van “Zal de zon genoeg wind vangen?”, 3de aflevering van “De ontrafeling van dogma’s” \(tegenwind.tv\)](#)
- [35] Kees de Lange, [Laatste aflevering van “De ontrafeling van dogma’s” met Prof. Dr. Kees de Lange in première \(tegenwind.tv\)](#)

## Curriculum Vitae Prof. Dr. C.A. (Kees) de Lange



Kees de Lange (1943) studeerde wis-, natuur-, sterrenkunde en elektronica (cum laude) aan de Universiteit van Amsterdam en promoveerde in de theoretische chemie in Bristol, Engeland. Hij is emeritus hoogleraar atoom-, molecuul-, en laserfysica, met als specialisaties atmosferische chemie en fysica, magnetische resonantie en complexe modellering, aan zowel de Vrije Universiteit, als de Universiteit van Amsterdam. Hij is momenteel lid van de Amerikaanse denktank *The CO<sub>2</sub> Coalition* en werkt momenteel samen met Noord-Amerikaanse collega's aan fundamentele fysische problemen op het gebied van milieu, klimaat en energie. Hij was Statenlid in de Provincie Noord-Holland voor 50Plus, was lid van de Eerste Kamer (2011-2015), aanvankelijk voor de OSF, maar later als onafhankelijk Senator onder de naam Fractie De Lange. Gedurende zijn loopbaan is De Lange actief geweest op meerdere terreinen. Zo is hij voorzitter geweest van de Vereniging voor Academiëci bij het Wetenschappelijk Onderwijs (VAWO), en van de Centrale OndernemingsRaad (COR) van de Universiteit van Amsterdam. Ook was hij voorzitter van de Nederlandse Bond voor Pensioenbelangen (NBP) en van het Wetenschappelijke Bureau van 50Plus.

Mijn motto: *De uitverkoop van democratische waarden en het weggeven van zeggenschap over onze eigen toekomst door de Nederlandse politiek dient gekeerd te worden*

### **PUBLICATIES:**

- "Nuclear magnetic resonance in oriented molecules" (dissertatie, 1969, University of Bristol, UK, promotor Prof. dr. A.D. Buckingham)
- Diverse columns op onder meer Follow The Money, De Dagelijkse Standaard, Jalta, Climategate. OpinieZ.com, Indepen, Tegenwind.tv
- Meer dan 200 publicaties op scheikundig en natuurkundig gebied.
- Website [www.cadelange.nl](http://www.cadelange.nl)

## Curriculum Vitae Prof. dr. ir. A.J. (Guus) Berkhout



Na een wetenschappelijke carrière in de geo-energiesector bekleedde professor Guus Berkhout van 1976 tot 2008 een leerstoel in geofysische en akoestische imaging aan de TU Delft. Van 1998 tot 2001 was hij lid van het universiteitsbestuur, verantwoordelijk voor wetenschappelijk onderzoek en intellectueel eigendom. In de afgelopen decennia adviseerde hij de Nederlandse overheid over de lawaaiproblemen rond de luchthaven Schiphol. In 2019 richtte hij samen met wetenschapsjournalist Marcel Crok de Climate Intelligence Foundation (Clintel) op.

Guus Berkhout heeft honderden peer-reviewed wetenschappelijke artikelen geschreven over geofysische imaging van de bovenste lithosfeer van de aarde. Hij is ook auteur van de trilogie *De Toekomst van Nederland*.

Dr. Berkhout ontving in zijn carrière vele wetenschappelijke onderscheidingen. Hij is lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW), senior lid van de Nederlandse Academy of Engineering (AcTI), erelid van de American Society of Exploration Geophysicists (SEG) en erelid van de European Association of Geoscientists and Engineers (EAEG).

Hij is Officier in de Orde van Oranje-Nassau.

Prof. Berkhout's motto: *We can never achieve a big step forward if we stay within the same concept.*

Voor meer informatie, zie [www.aj-berkhout.com](http://www.aj-berkhout.com)





clintel.nl