

Klimaatverandering in geologisch perspectief

De zomer van 2021 werd gekenmerkt door ongezien hoge (40°C!) temperaturen in het westen van Canada, grootschalige bosbranden in Griekenland, Turkije, Italië en Spanje en overstromingen in met name België en Duitsland die duizenden mensen dakloos maakten. Een belangrijke verklaring voor de lange stabiele periodes van hetzelfde weertype (veel regen, of juist droogte met extreem hoge temperaturen) is de *meanderende straalstroom* op 10 km hoogte. Vroeger was de straalstroom meer instabiel, maar omdat de polen warmer worden (in graden drie keer zo veel als op de evenaar) zijn de natuurkrachten op die hoogte minder hevig met als gevolg meer slingering van de stroom met minder kracht.

Met een goed gevoel voor timing heeft het klimaatpanel van de VN IPCC in augustus 2021 een nieuw rapport uitgebracht: *Climate Change 2021*. De eindconclusies zijn kort en helder. De tekst van de technische verantwoording is nog niet klaar.

Soms is het IPCC verweten dat het meer politiek dan wetenschappelijk is. Met andere woorden: het IPCC benadrukt alarmerende ontwikkelingen in het klimaat, maar gaat voorbij aan relativerende overwegingen. Wie *Climate Change 2021* onderzoekt ontdekt dat bij alle onderdelen wordt aangegeven hoe zeker bepaalde conclusies zijn.

alarmisme versus scepsis

In 2006 verscheen het boek en de film van **Al Gore**: *Een ongemakkelijke waarheid*. Al Gore weet hoe hij iets moet presenteren; hij was een van de eersten die voor een breed publiek uitlegde dat het helemaal de verkeerde kant uit gaat met het klimaat op aarde. Zijn toon is duidelijk alarmistisch en een beetje massage van anderssoortige feiten – daar is Al Gore niet vies van.

In hetzelfde jaar 2006 liet de Nederlandse geoloog **Salomon Kroonenberg** een heel ander geluid horen. In *De menselijke maat* betoogt hij dat al die drukte over klimaatverandering peanuts is als we het plaatsen in het geologische perspectief. Honderd miljoen jaar geleden was in de periode van het Krijt het broeikas effect tien tot twintig keer zo sterk als nu.¹

10.000 jaar geleden aan het einde van de laatste ijstijd steeg de zeespiegel 20 maal zo snel als nu (294). Er zijn lange periodes geweest in de geologische geschiedenis dat er nauwelijks ijs was op de Noord- en de Zuidpool (186). Maar er bestond wel een flora en fauna.

Het referentiekader van Kroonenberg wordt een beetje bepaald door zijn eigen onderzoek naar het waterpeil van de Kaspische zee, dat volgens een grillig patroon verloopt, waarin alleen verklaringen achteraf steekhoudend blijken te zijn (hoofdstuk 2).

Kroonenberg concludeert: ‘Red het klimaat’ is net zo’n overmoedige uitspraak als ‘stop continental drift’ (148). Natuurbeschermers komen niet in actie als een vulkaan een enorme hoeveelheid CO₂ de lucht in blaast. Dat is nu eenmaal de natuur. Klimaatredders verbeelden zich dat ze op kunnen tegen grote natuurkrachten. Maar wij mensen zijn ten opzichte van de natuur niet sterker dan een tuinman. We kunnen een beetje schoffelen, maar tegen de echte natuurkrachten hebben we geen verweer. En die verschrikkelijke ijstijd, waarin vele mensen het leven lieten in de barre kou – die komt gegarandeerd een keertje terug.

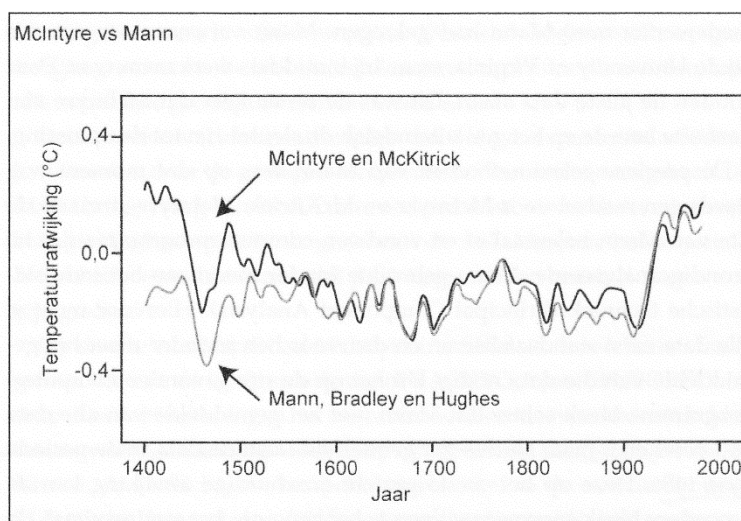
Een mankement in zijn benadering is dat de menselijke productie van CO₂ een veelvoud is van wat vulcanen gemiddeld uitstoten. In 1900 was de vermenigvuldigingsfactor van menselijk CO₂ ten opzichte van de uitstoot door vulcanen 18; in 1950 38 en in 2010 135.²

¹ *de menselijke maat*, 186. Deze bewering wordt echter niet ondersteund door de bijgeleverde grafiek. Summerhayes spreekt over 2 tot 13x meer CO₂ *Paleoclimatology*, 191.

² De cijfers komen uit Summerhaytes, *Paleoclimatology* 167.

In 2005 trok wetenschapsjournalist **Marcel Crok** in *Natuurwetenschap en Techniek* de aandacht met een kritische analyse van de zogenaamde **hockeystick** van onder anderen Michael Mann. In deze grafiek zien wij de rechte lijn van de temperatuur op aarde plotseling veranderen in een curve naar boven. Die rechte lijn is niet gerechtvaardigd, omdat de middeleeuwen relatief warm waren en er in de 17^e eeuw sprake was van een ‘kleine ijstijd’. Marcel Crok betoogde ook dat er een fout in de systematiek van de berekening zit. Bij andere gegevens zou er namelijk ook een hockey-stick uit komen. Crok kreeg een prijs voor zijn analyse.

De controverse rond de hockey-stick heeft voor reputatieschade bij het IPCC gezorgd. Hoewel de gegevens achter de hockey-stick ondeugdelijk waren, wist Mann door intimidatie en manipulatie zijn hockey-stick te redden. Het hele verhaal kun je vinden in hoofdstuk 3 van het latere boek van Marcel Crok: ***De staat van het klimaat***.



Michael Mann van de IPCC was zeer terughoudend om zijn gegevens weer te geven. Ondanks deze tegenwerking kon McIntyre aantonen dat de grafiek van Mann niet overeenstemde met zijn eigen gegevens.

In dat boek stelt Crok verder vast dat fouten in de voorspellingen van het IPCC altijd te alarmistisch zijn (169). Dit betekent dat de modellen die het IPCC gebruikt niet betrouwbaar zijn. In de vliegtuigindustrie zal men altijd modellen afwijzen die niet corresponderen met waarnemingen bij tests (166). Waarom werkt het IPCC met modellen, waarvan aangetoond is dat ze niet corresponderen met de waarnemingen?

Crok doet ook een aantal vaststellingen die niet corresponderen met de gangbare verklaring van CO₂ als belangrijke factor in klimaatverandering.

- Van 1940 tot 1975 is er sprake van een *lichte afkoeling in het klimaat*. Maar het promillage CO₂ nam wel toe in die periode. En waarom zorgt 1976 voor een keerpunt in de afkoeling als de hoeveelheid CO₂ niet noemenswaardig is veranderd? Het IPCC houdt te weinig rekening met oscillaties (schommelingen) in het klimaat, waarvan wij de oorzaken niet geheel doorgronden (140-142).
- De *grote smelt van gletsjers* vond plaats tussen 1910 en 1950, maar toen was er minder CO₂ in de lucht dan nu (196,197). Het IPCC kan de opwarming tussen 1910 en 1950 niet verklaren. Als je modellen tekortschieten in het verklaren van het verleden, waarom zouden ze dan wel betrouwbaar zijn in het voorspellen van de toekomst?³

³ deze laatste zin van Marcel Crok vinden we in: <https://www.climategate.nl/2019/04/marcel-crok/>

- Er is *geen stijgende lijn in het aantal natuurrampen op aarde* (storm, overstromingen, e.d.) (181)
- Het IPCC spreekt over stijgende voedselprijzen en dreigende hongersnood in Africa. Dit is echter gebaseerd op één onderzoek uit één land (212).

In 2016 verscheen een bundel van wetenschappelijke artikelen onder redactie van Don **Easterbrook** met als titel *Evidence based Climate Science*.

In het boek komt naar voren dat **CO₂** niet een belangrijke factor kan zijn in klimaatverandering. Het promillage CO₂ in de lucht is te klein om effect te hebben. Het promillage CO₂ in de lucht is *een gevolg* van de opwarming van de oceanen, die bij een temperatuurverhoging CO₂ afgeven aan de atmosfeer en *niet de oorzaak* van klimaatverandering.

In plaats CO₂ moeten we volgens Easterbrook veel meer nadruk leggen op cyclische processen in de oceaan: de **PDO**, Pacific Decadal Oscillation in de Stille Oceaan en de **AMOC** (waaronder onze warme golfstroom) die aan cycli onderhevig zijn.

Een ander punt is de invloed van **zonnestraling**. In bepaalde grafieken is dit een belangrijkere verklarende factor dan CO₂.

De middeleeuwen waren waarschijnlijk warmer dan nu. De boomgrens in de Alpen lag hoger. Wijnbouw in Engeland was noorderlijker dan nu. De Vikings verlieten Groenland, omdat Groenland steeds meer met sneeuw en ijs bedekt raakte en het groen verdween (400).

Easterbrook ontkent dat tussen 1998 en 2015 er sprake is van een globale opwarming (5,6). In verschillende artikelen wordt de **voorspelling** gedaan dat er een periode van afkoeling gaat aankomen.

In 2019 werd de organisatie **Clintel** in Nederland opgericht. Inmiddels is Clintel een wereldwijd verband van academici die het alarmisme van het IPCC bestrijdt. Op 26 oktober 2021 verscheen een [rapport van Clintel](#), waarin punt voor punt aanmerkingen worden gemaakt op de conclusies van het IPCC.

- ondanks alle steekhoudende kritiek is de hockeystick (zie pagina 1) weer terug in het IPCC-rapport. Er zijn echter aanwijzingen dat de middeleeuwen warmer waren dan nu.⁴
- het rapport gebruikt te makkelijk over 'on geziene' veranderingen in het klimaatsysteem. In de paleoclimatologie is er veel bewijs voor grote veranderingen in het klimaat. 'Ongezien' slaat bij het IPCC blijkbaar vooral op het recente verleden en niet op het complete geologische verleden. Het rapport spreekt bijvoorbeeld over het CO₂-percentage dat in 2000 jaar niet zo hoog is geweest. Dit is niet zo terzake als we weten er een lange periode geweest is in de geschiedenis van het klimaat, waar het percentage CO₂ 10 keer hoger lag. Er wordt gesproken over de dramatische stijging van de zeespiegel de laatste 3000 jaar. Maar er wordt achterwege gelaten dat 10.000 jaar geleden de zeespiegel veel sterker steeg.
- Een ander probleem is dat de modellen van het IPCC een meer dramatische voorstelling van zaken geven. Als men op grond van de modellen een berekening

⁴ Don Easterbrook noemt in *Evidence Based Climate Science* de hogere boomgrens in de Alpen en wijnbouw in het noorden van Engeland. De vikingen verlieten in de 14^e eeuw Groenland vanwege de oprukkende gletsjers. De naam Groenland alleen al duidt erop dat het klimaat toen milder was, *Evidence Based Climate Science*, 400-402.

maakt van het verleden, is de uitkomst altijd dat de vastgestelde gemiddelde temperatuur lager is dan de gemiddelde temperatuur die in de modellen berekend wordt.

- Tenslotte is het mogelijk dat temperatuurmetingen over een langere looptijd mogelijk onbetrouwbaar zijn als gevolg van urbanisatie (de nieuwe bebouwing in de omgeving van een meetstation zorgt ervoor dat de warmte meer vast wordt gehouden dan voorheen).

de geschiedenis van het klimaat

Hoe krijg je een beetje een overzicht in soms tegenstrijdige informatie?

Nog maar eens een goed boek lezen, dat niet bij voorbaat een bepaald standpunt verdedigt.

Colin Summerhayes was 12 jaar van zijn carrière actief in de olieindustrie. Vanaf 1988 heeft hij zijn expertise als marine-geoloog gewijd aan het onderzoek naar klimaatverandering.⁵ In 2020 verscheen zijn *Paleoclimatology*, een studieboek voor de universiteit, dat een overzicht geeft van de wetenschappelijke ontdekkingen in zake de geschiedenis van het klimaat op aarde.

Het boek begint in hoofdstuk twee met een beschrijving van de ontdekking in de eerste helft van de negentiende eeuw van geologische tijdperken en de recente periode van de ijstijden. Dit was een mindshift ten opzichte van de tijd dat de Bijbel alleen als bron van kennis over het verleden werd opgevat.

James Croll (1821-1890) was de eerste wetenschapper, die een *astronomische verklaring* zocht voor klimaatverandering. De excentriciteit van de baan van de aarde om de zon is belangrijk en de stand van de aardas ten opzichte van de zon (33-35). De Serviër *Milutin Milankovitch* (1879-1958) verrichtte later baanbrekend werk in zijn wiskundige berekening van het vroegere klimaat op aarde op basis van deze factoren (89,90).

Na het voorbereidende werk van Fourier (1768-1830) en Tyndall (1822-1893), beschreef *August Arrhenius* (1859-1927) als eerste *CO₂ als broeikasgas*. Hij schatte dat een verdubbeling van CO₂ van 300 naar 600 ppm (parts per million) de temperatuur op aarde 6 graden Celsius zou doen stijgen (48).

Harold Urey publiceerde in 1951 zijn temperatuurschaal op basis van de verhouding tussen het isotoop ¹⁸O en ¹⁶O. Omdat ¹⁶O bij hogere temperatuur eerder verdampt is in het geologische verleden de verhouding tussen ¹⁶O en ¹⁸O een indicatie voor de temperatuur van zeewater. Op basis hiervan stelt men vast dat de periode tussen 540 en 340 Ma (Ma=miljoen jaar) warm was en die tussen 340 en 260 Ma koud (88). De periode 260-40Ma is opnieuw warm. Daarna treden de geologisch recente ijstijden in. Vermoedelijk waren in de warme periodes geen noemenswaardige gletsjers in de buurt van de Noordpool en op Antarctica.

⁵ <https://www.spri.cam.ac.uk/people/summerhayes/>

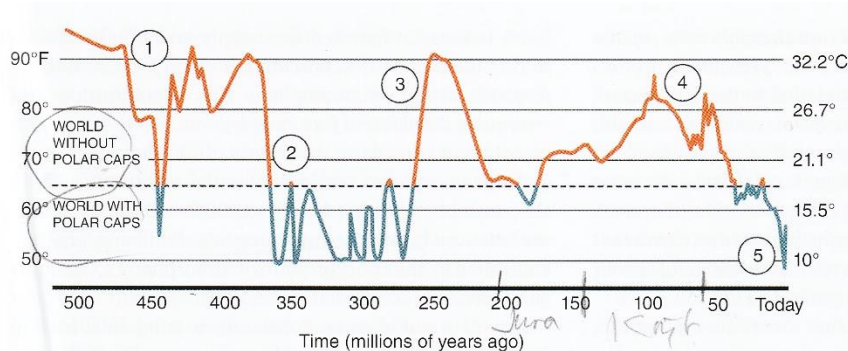


Figure 9.19 A preliminary global temperature curve showing that marine life diversified in extreme heat (1) before land-based plants absorbed CO₂ and polar ice caps formed (2). Volcanoes and erosion swung CO₂ levels up and down (3), but mammals evolved in a warm period (4). Now, humans are rapidly warming the climate again (5). From Smithsonian Institution National Museum of Natural History [128], produced by the 2019 PhanTASTIC Collaboration Team comprising Richard Alley, Kristin Bergmann, Gavin Foster, Ethan L. Grossman, Gregory A. Henkes, Bärbel Hönisch, Brian T. Huber, Linda C. Ivany, Lorraine E. Lisiecki, Dan Lunt, Kenneth G. Macleod, Isabel P. Montañez, Christopher J. Poulsen, Dana Royer, Gavin A. Schmidt, Kathryn E. Snell, Christopher Scotese, Jessica Tierney, Paul J. Valdes, Scott L. Wing and James C. Zachos.

Summerhayes, *Paleoclimatology*, 205

De grafiek hierboven relateert de fixatie van sommigen in onze tijd op klimaatverandering. Het klimaat heeft in de hele geschiedenis van de aarde **grote schommelingen** ondergaan.⁶ We zullen hier later op terugkomen.

Het idee dat CO₂ een belangrijke rol speelt in klimaatverandering is pas in de jaren tachtig van de vorige eeuw opgekomen. In de tekstboeken van de jaren zestig werd er niet over gesproken (184).

Er is 50 maal meer CO₂ in de oceaan dan in de lucht (720 Gt in de atmosfeer tegenover 38400 Gt in de oceaan 154). De oceaan neemt CO₂ op. Koud water neemt meer CO₂ op dan water van een hogere temperatuur (170). Gedurende een ijstijd is er dus sowieso weinig CO₂ in de lucht. De CO₂ wordt opgenomen in het zeewater. Aan de andere kant weten we dat CO₂ een broeikasgas is. Als er eenmaal veel CO₂ in de lucht is zal de aarde als gevolg daarvan opwarmen. Het promillage CO₂ in de lucht is dus **zowel oorzaak als gevolg** van temperatuurveranderingen.

Een probleem is dat CO₂ niet zo maar afgebroken wordt. Antropogeen CO₂ blijft duizenden jaren in de lucht (155,176). Als skeletten van zeedieren naar de zeebodem dalen is er sprake van CO₂-opslag. Een belangrijk proces in de koolstofcyclus is **verwering** van Calcium en Magnesium. Hierdoor wordt CO₂ uit de lucht gehaald. De opkomst van de Himalaya heeft als een stofzuiger CO₂ uit de lucht gehaald (272).

Een miljard jaar geleden was er veel meer CO₂ in de lucht. Je zou verwachten dat de aarde een onleefbare broeikas was, maar de grotere hoeveelheid CO₂ werd gecompenseerd door een **zwakkere zon** (-25%, pag 207).

De stand van de aarde tov de zon, de baan van de aarde om de zon, de energie van de zon, fotosynthese en verwering zijn belangrijke factoren waardoor CO₂ wordt omgezet of opgeslagen.

Maar het totale plaatje is nog wat ingewikkelder.

De stromingen in de oceaan en de doorgangen tussen de oceanen hebben een grote invloed. De **AMOC** (Atlantic Meridional Overturning Circulation) heeft voor het klimaat in West Europa een grote invloed.

⁶ de hoeveelheid CO₂ heeft gevarieerd van 180 ppm (parts per million) tot 8500 ppm (0,85%) en tussen een gemiddelde temperatuur van 11°C tot 32°C (252)

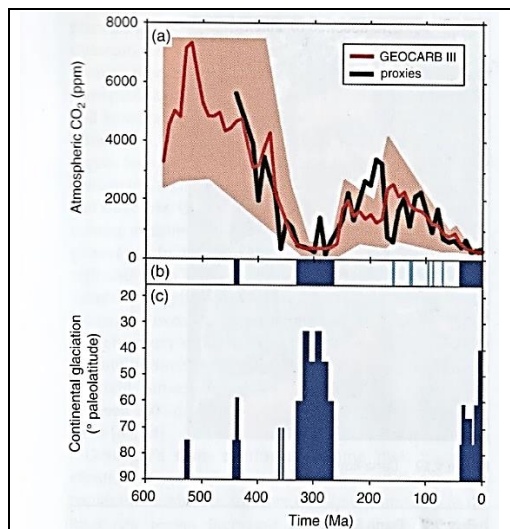


Figure 9.13 Relation of cold and cool intervals to CO₂ through time for the past 600 Ma. (a) Comparison of model predictions from GEOCARB III (red line, with range shown by pink shading) with proxy reconstructions of CO₂ (black line) at 10 Ma time-steps. (b) Intervals of glacial (dark blue) or cool climates (light blue shading). (c) Latitudinal distribution of direct glacial evidence (tillites, striated bedrock, etc.) throughout the Phanerozoic. Source: From figure 2 in Ref. [101].

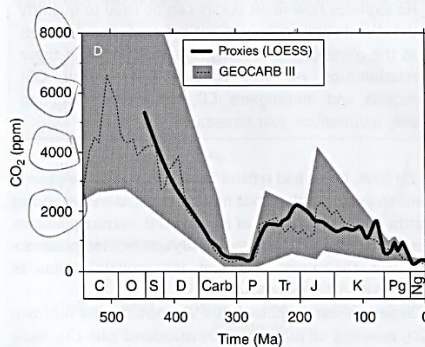


Figure 9.14 Atmospheric CO₂ through the Phanerozoic, comparing the results of GEOCARB-III from reference [54] with the latest proxy measurements of CO₂ smoothed to locally weighted regression (LOESS). Source: From figure 1D in Ref. [102].

het verband tussen CO₂ en gletsjervorming.
Summerhayes, pag 200

De **PDO** (Pacific Decadal Oscillation) is in de Stille Oceaan van grote betekenis. Zowel de AMOC als de PDO hebben een vorm van een cyclus, die evenwel niet zo goed te voorspellen is.

Nieuwe **doorgangen in de oceaan**, de opening tussen Noord en Zuid Amerika en de opening tussen Argentinië en Antarctica (de *Drake Passage*) hebben grote invloed gehad op het klimaat. De oorsprong van de AMOC ligt bij de opening van de Drake Passage (302, 324, 325).

De Himalaya is ontstaan door **platentektoniek**, de botsing van India tegen het Aziatisch plateau (272). De aanwezigheid van gletsjers in de Himalaya zijn cruciaal voor voldoende regen in India. Nog belangrijker is dat de Himalaya door **verwerking** (195) veel CO₂ uit de lucht gehaald heeft.

Tenslotte brengt de **weerkaatsing van licht van de zon** door de aanwezigheid van witte sneeuw een kantelpunt teweeg in het klimaat (206).

Gletsjervorming heeft een sneeuwbaaleffect op het klimaat. Het versterkt afkoeling.

Earth System Science (507 e.v.) probeert in beeld te brengen hoe de verschillende factoren op elkaar inwerken en welke factoren dominant zijn bij bepaalde omstandigheden.

We noemden het boven al: het klimaat heeft op aarde **grote schommelingen** ondergaan.

Bij velen die ongerust zijn over het klimaat ontbreekt het besef van de enorme klimaatveranderingen die hebben plaats gevonden in het geologische verleden. Als we kennis hebben van deze klimaatveranderingen kunnen we de situatie waarin wij ons nu bevinden beter inschatten.

In het **Trias, Jura en Krijt (van 252 tot 66 miljoen jaar geleden)** lagen de koraalriffen tien graden noordelijker en zuidelijker ten opzichte van de evenaar. Men schat dat in deze periode de hoeveelheid CO₂ 1120 ppm was. In het Trias, Jura en Krijt was er veel meer neerslag. Bossen waren er tot de noord- en zuidpool. De noord- en zuidpool waren zo goed als ijsvrij (269).

56 miljoen jaar geleden, de overgang van het Paleoceen naar het Eoceen, ging gepaard met een temperatuurstijging van 6 tot 8°C.. Dit gebeurde in minder dan 500 jaar. De oorzaak is waarschijnlijk een bijzonder grote uitstoot van CO₂ als gevolg van vulkaanuitbarstingen. (282-285) Het duurde 7 miljoen jaar voor de koraalriffen om zich hiervan te herstellen.

Rond 52 miljoen jaar geleden tijdens het vroege Eoceen werd het nog warmer. De hoeveelheid CO₂ was 1400 ppm. Het was waarschijnlijk gemiddeld 10 graden warmer dan rond 1700 AD. (275) De zeespiegel was mogelijk 70 meter hoger dan nu.⁷

⁷ Dit laatste gegeven over de zeespiegel ontleen ik aan [briefing no 13 van het Grantham Institute](#) pag 2.

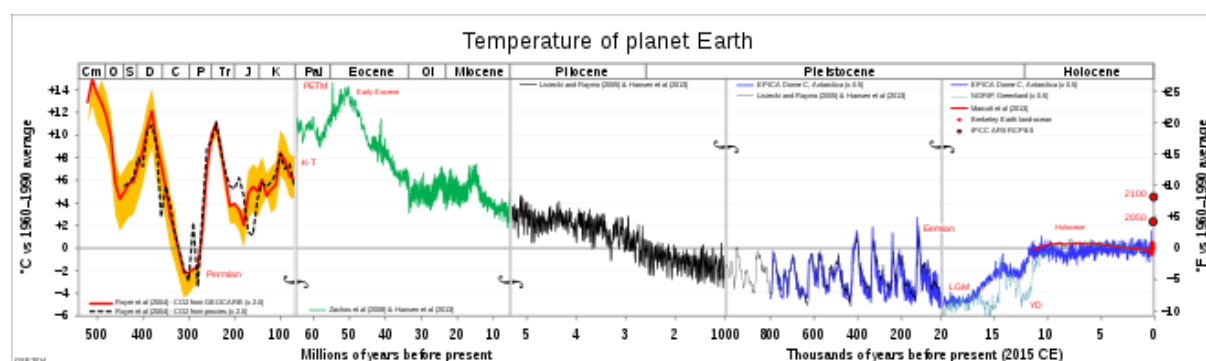
In het *Midden Mioceen (18-14 miljoen jaar geleden)* liep de temperatuur van het zeewater in de Ross Zee vlak bij Antarctica op tot 10 °C (287-289).

Het *Midden Pliocene (tussen 5,3 en 2,6 miljoen jaar geleden)* is de laatste geologische periode, waarin het warmer was dan nu. De oppervlaktetemperaturen waren gemiddeld 2 tot 3°C warmer. Op de Zuidpool was het zomers wel 8°C warmer in de zomer (296). Rond 3 miljoen jaar geleden was de zeespiegel ongeveer 20 meter hoger dan nu.

De bestudering van het Pliocene is een onderzoeksprioriteit in verband met klimaatverandering nu. Een belangrijke conclusie is dat een kleine verhoging van CO₂ in de lucht grote veranderingen in het klimaat teweeg kunnen brengen (299).

Een *plotselinge afkoeling* vond plaats gedurende het *Young Dryas Event (tussen 12900 en 11700)*. We vinden deze klimaatverandering in de boommonsters van Groenland. In Antarctica vinden we in dezelfde tijd geen klimaatverandering (373). Dit is één gebeurtenis die toont hoe kwetsbaar het klimaat op aarde is voor plotselinge ingrijpende veranderingen. Een groot probleem in de paleoclimatologie is dat oorzaken voor klimaatverandering soms zo klein zijn dat ze niet zijn op te sporen (377).

laatste overwegingen schommelingen



© Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Late_Cenozoic_Ice_Age

We hebben vastgesteld dat pieken en dalen in de temperatuur van de aarde over lange periodes hebben bestaan. In de eerste instantie *relativeert* dat onze fixatie op klimaatverandering. Het klimaat op aarde is altijd aan verandering onderhevig geweest. Er zijn ijstijden geweest, maar nog veel langer heeft de aarde een broeikas-klimaat gehad, waarin het zelfs veel warmer was dan nu.

55 Miljoen jaar geleden was de gemiddelde temperatuur op aarde 30°C. 53 Miljoen jaar geleden werd het in **Antarctica** in de zomer 25°C. In de winter werd het niet kouder dan 10°C. Antarctica was bedekt met bos. 33,9 miljoen jaar geleden was het omslagpunt. 29,2 ma (= 29 miljoen jaar) geleden waren er drie ijskappen op Antarctica. 14 miljoen jaar geleden was de ijskap van Antarctica vergelijkbaar met nu.

In dezelfde tijd begonnen er in het noordelijk halfrond gletsjers te ontstaan.⁸

De wereld vergaat dus niet als het klimaat verandert.

De leus *red de planeet* gaat voorbij aan de klimatologische geschiedenis van de aarde. Onze planeet zal echt wel blijven bestaan – ook als de aarde opwarmt.

⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Late_Cenozoic_Ice_Age: De cijfers wel enigszins af van wat we bij Summerhayes tegen kwamen.

Vele klimaataktivisten hebben een pessimistische visie op de toekomst. Als we onze situatie in een breder perspectief plaatsen, weten we dat het leven op aarde doorgaat ondanks klimaatverandering. Bovendien is klimaatverandering een langzaam proces. Dat betekent dat wij ons kunnen aanpassen aan nieuwe omstandigheden.

afweging

We zijn uitgebreid ingegaan op de visie van wetenschappers die tegen de stroom in beweren dat het niet zo'n vaart zal lopen met de opwarming van de aarde.

Het eerste wat ik zou willen zeggen is, dat tegendraadse opvattingen niet verboden zijn.

Wetenschap gaat vooruit door tegenspraak. Als men anders denkt dan de mainstream en dit goed onderbouwt, dan moet dit serieus genomen worden.

Er zijn echter wel wat vraagtekens te plaatsen bij het boek onder redactie van **Don Easterbrook**.

In de bundel wordt gesteld dat **CO₂** niet een bepalende factor is voor ons klimaat. Daarvoor is de CO₂-concentratie te klein. De zee bevat 50x meer CO₂. Als de temperatuur van het zeewater stijgt wordt CO₂ afgegeven aan de atmosfeer. Een hoger CO₂-percentage is het **gevolg** van een temperatuurstijging, niet de oorzaak. **Summerhayes** stelt echter dat vele deskundigen het erover eens zijn dat de ijsvorming die begon in het Carboon het gevolg is van de grootschalige opslag van CO₂ in de vorm van kolen (184). 35 Miljoen jaar geleden was er eveneens een forse daling van de temperatuur op aarde nadat eerder het percentage CO₂ in de lucht omlaag was gegaan (206).

De **zeestromingen** PDO en AMOC zijn zeker belangrijke factoren in de schommelingen van het klimaat. Ze verklaren echter niet de sterke **opwarming wereldwijd** sinds 1990.

Easterbrook ontkent zelfs dat hier sprake van is!⁹

Easterbrook stelt dat **de zon** een veel belangrijkere verklaring is voor temperatuurwisselingen op aarde (281). Summerhays stelt dat de zonneactiviteit juist sinds 1990 is afgenomen (6, 455-466).

Tenslotte **voorspelt** Easterbrook dat het klimaat op aarde weer gaat afkoelen (bijv. 355, 407),. Easterbrook zegt dat satelietwaarnemingen daar op wijzen (324). We kunnen eenvoudig stellen: als voorspellingen niet uitkomen, dan klopt de onderliggende theorie niet.

Klimaatseptica schermen veelvuldig met het argument dat er tussen 1940 en 1975 een lichte afkoeling was van het klimaat. Dit terwijl het promilage van CO₂ in de lucht is toegenomen.

Het kan zijn dat dit verklaard kan worden vanuit de afname van Zwavelzuur in de lucht. De hoofdzaak is echter dat CO₂ een broeikasgas is. De zweed Arrhenius voorspelde

temperatuurstijging van 6 °C gemiddeld op aarde bij de steiging van het promilage CO₂ van 0,300 ppm naar 0,600 ppm. Tegenwoordig neemt men aan dat het iets minder is: 2,5-4 °C.

Waar het mij hier om gaat is dat een uiterst kleine verandering van het promilage CO₂ weinig merkbaar effect kan hebben.¹⁰

Don Easterbrooks wijze van redeneren komt erg **ad hoc** over.

Niemand kan echter ontkennen dat er wereldwijd warmterecords worden gebroken. De uitschieters zijn zo extreem, dat er maar één verklaring overblijft: CO₂.

⁹ *Evidence based Climate science*, 5,6. Temperatuurmetingen zijn volgens Easterbrook niet betrouwbaar vooral door urbanisatie (hoofdstuk 2). Satelieten zijn betrouwbaarder om de opwarming van de aarde te meten. Die laten de laatste 18,5 jaar geen opwarmingen zien (407).

¹⁰ <https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/79292/11/BN13%20What%20ancient%20climates%20tell%20us%20about%20high%20carbon.pdf>

Summerhayes zegt dat het klimaat een buitengewoon complex systeem is. *Earth System Science* probeert al die gegevens bij elkaar te brengen: astronomische factoren, albedo, de stromingen in de oceaan, CO₂... Het is niet één factor die alles bepaalt. Door echter alle factoren mee te wegen zijn we steeds meer in staat om voorspellingen te doen.

Wetenschap is niet een autoritaire onderneming. Voorstellen worden getest. Modellen vechten om hun gelijk. Analytische methodes verbeteren. Databases groeien. Modellen worden verfijnd. Kennis en begrip ontwikkelen zich. Er is altijd aanvullende research nodig. Naarmate de tijd vordert komen we uit op degelijke antwoorden, die de test kunnen doorstaan. Er kan geen twijfel zijn over het positieve verband tussen CO₂ en het klimaat in de verschillende geologische tijdperken.¹¹

Het einde van de laatste ijstijd kende een **temperatuurstijging** van 4°C in 10.000 jaar. In de recente 170 jaar is het gehalte van CO₂ in de lucht gestegen van 280 tot 410 ppm. Dit is tweehonderd keer sneller.¹²

Het effect van deze stijging van CO₂ is op de lange termijn veel groter dan wat wij nu ervaren. In het Pliocen was het percentage CO₂ gemiddeld 400 ppm. Het was er toen 2-4 graden warmer. De **zeespiegel** was tussen de **10 en 25 meter hoger dan nu**.¹³ Het lijkt logisch dat op de langere termijn een dergelijke stijging ook ons boven het hoofd hangt. Glaciologen verwachten dat in het beste geval in 2300 tweederde van het oorspronkelijke **gletscherijs** in de Alpen verdwenen zal zijn. In een slechtere uitkomst zal de ijsmassa met 90% zijn verminderd¹⁴.

Hierbij komt dat de toegenomen CO₂ niet zo maar weg is. 75% Van de CO₂ die wij uitstoten blijft 1800 jaar werkzaam. De resterende 25% blijft 5000 jaar doorwerken.¹⁵

de weg naar duurzaamheid

De nobelprijswinnaar Paul Crutzen deed in het jaar 2000 het voorstel om een nieuw geologisch tijdperk aan te nemen. Vanaf het jaar 1950 leven we in het **Antropoceen**¹⁶, omdat we op alle niveau's een bepalende factor zijn in het milieu op aarde.

Rond 1800 waren er naarschatting 1 miljard mensen op aarde. Rond 1950 was het aantal gegroeid tot 2,5 miljard. Rond 2000 was het 6 miljard. In 2022 wordt het waarschijnlijk 8 miljard. **Biologisch geformuleerd is de mensheid een plaag.**

Wij mensen zijn niet in staat om het leven op aarde uit te roeien. Maar we vormen wel een ernstige bedreiging voor het eco-systeem waar we deel van uitmaken.

De planeet aarde zal blijven bestaan. Maar alles wijst erop dat we veel grondiger een correctie moeten aanbrengen op onze voortdurende rooibouw van de aarde waarop wij leven. We kunnen onze ogen niet blijven sluiten voor de schadelijke invloed die wij hebben op de atmosfeer, het water, de biodiversiteit, koraalriffen, de vogelstand, insecten en de grond waarop wij onze gewassen verbouwen.

We moeten eindelijk werk maken van duurzaamheid. Zodat onze aanwezigheid op aarde niet meer schadelijk is en het biotoop waar wij onderdeel van zijn voor altijd kan blijven bestaan. Het gevaar is niet dat de planeet vergaat.

¹¹ Summerhayes, *Paleoclimatology*, 215,216.

¹² briefing Imperial Collage Grantham Institute No 13, pag 4.

¹³ briefing Imperial Collage Grantham Institute No 13, pag 2.

¹⁴ VRT journaal 7 uur 26 juli 2022.

¹⁵ Summerhayes, *Paleoclimatology*, 176.

¹⁶ Summerhayes, *Paleoclimatology*, 490.

Er zijn echter wel heel ongewenste effecten als we het milieu op macroniveau aantasten. In de zomer van 2022 waren er berichten dat het weer in steeds langere periodes van hetzelfde type is. Het gevolg hiervan is dat we in sommige zomers langdurig kampen met droogte en extreem hoge temperaturen en dat er andere zomers zijn, waarin het langdurig kwakkelweer is. Dit wordt veroorzaakt door de meanderende straalstroom op 10 km hoogte.¹⁷

De straalstroom verandert omdat het temperatuurverschil tussen de polen en de evenaar afneemt als gevolg van de algehele opwarming van de aarde. Het effect van de opwarming is op de polen in graden uitgedrukt drie keer zo groot als op de evenaar.

Droge en hete zomers hebben niet alleen grote gevolgen voor de landbouw. Bosbranden nemen toe. Ook in ontwikkelde gebieden zoals Californië zien welgestelde mensen hun droomhuis in rook opgaan. Waterkracht is wereldwijd de belangrijkste bron van groene energie. Bovendien vormt het buffer ten opzichte van onstabiele energiebronnen als zon en wind. Langdurige droogte heeft echter op meerdere plaatsen in de wereld de levering van elektriciteit via waterkracht doen stagneren.

Te kort aan water brengt bepaalde industrieën in de problemen, omdat er onvoldoende koelwater is.

De binnenscheepvaart kwam in 2022 in de problemen, omdat de Rijn onvoldoende bevaarbaar werd.

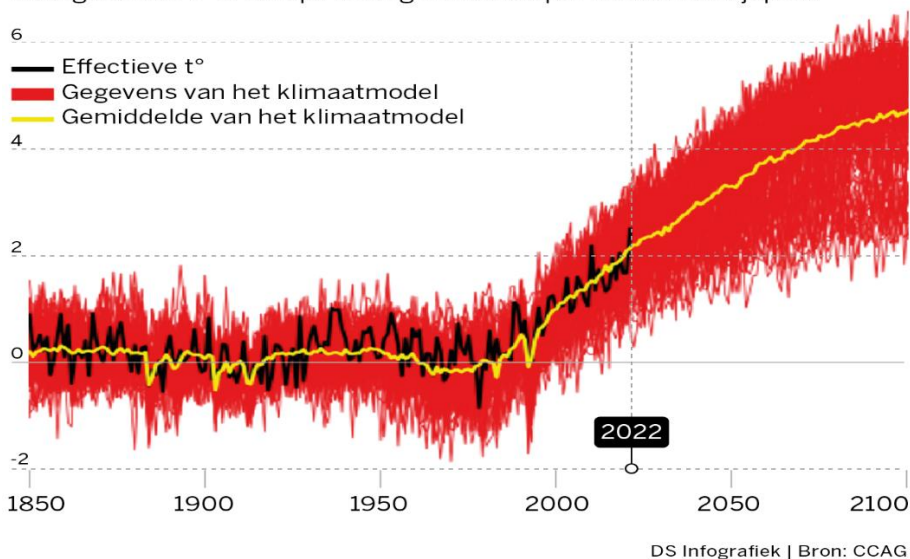
De warme golfstroom, de AMOC is eveneens een levensader voor het klimaat. **Wat gebeurt er als de warme golfstroom stopt?** De gevolgen daarvan zijn niet te overzien!

We moeten dus stoppen om de rekening voor onze welvaart door te schuiven naar de komende generatie.

Peter Stott is klimaatwetenschapper in het Verenigd Koninkrijk. Hij heeft een model ontwikkeld om klimaatverandering in de toekomst in beeld te brengen. Het model blijkt zeer betrouwbaar te zijn. Zijn verontrustende conclusie is: de hete en droge zomer van 2022 is in 2035 het nieuwe normaal.

Evolutie van de temperatuur in Europa in de zomer

Waargenomen t° in Europa t.o.v. gemiddelde pre-industrieel tijdperk



<https://www.standaard.be/krant/publicatie/20220826/ds/dn/alg/optimized>

¹⁷ [Kronkel in de straalstroom](#), De Standaard 27 mei 2020

De komende eeuw staat de mensheid voor een grote uitdaging. Onze energievoorziening moet fundamenteel veranderen. We moeten onze CO₂-uitstoot minderen. Zorgen dat onze huizen goed geïsoleerd zijn. En zonnepanelen en windmolens als duurzame energiebronnen. Geen intercontinentale plezierreisjes meer zolang vliegtuigmotoren op kerosine draaien.

In 2006 was Al Gore een roepende in de woestijn.

Het deprimerende van die tijd was dat er wel alarm geslagen werd, maar dat er verder niet veel zichtbaars werd ondernomen.

Meer dan 15 jaar later is er meer reden tot meer optimisme.

Er is bij ondernemingen, in de politiek en in de wetenschap een groot besef dat we een andere kant uit moeten. Uiteraard zal niet alles tegelijk veranderen.

Maar er verschijnen windmolenparken op zee.

De elektrische auto doet zijn intrede.

We zien zonnepanelen op de daken.

De staal- en cementindustrie in België is bezig over te schakelen naar waterstof als energiebron.

Er worden contracten gemaakt voor de productie van groene waterstof in Namibië en Oman.

Het mooie is dat ondernemingen beseffen dat de energietransitie ook een economische opportuniteit is. Wie nu vooroploopt, zal straks domineren. The winner takes it all.

Maar we moeten wel allemaal onze schouders eronder zetten!

Buizingen, juli 2022

Jart Voortman

literatuur en websites

Colin P. Summerhayes, *Paleoclimatology*, Wiley Blackwell 2020

Don J. Easterbrook red., *Evidence-Based Climate Science*, Elsevier 2016

IPCC rapport Physical Science 2021

Salomon Kroonenberg, *De menselijke maat*, Atlas, 2006

Marcel Crok, *De staat van het klimaat*, Carrera 2011

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf

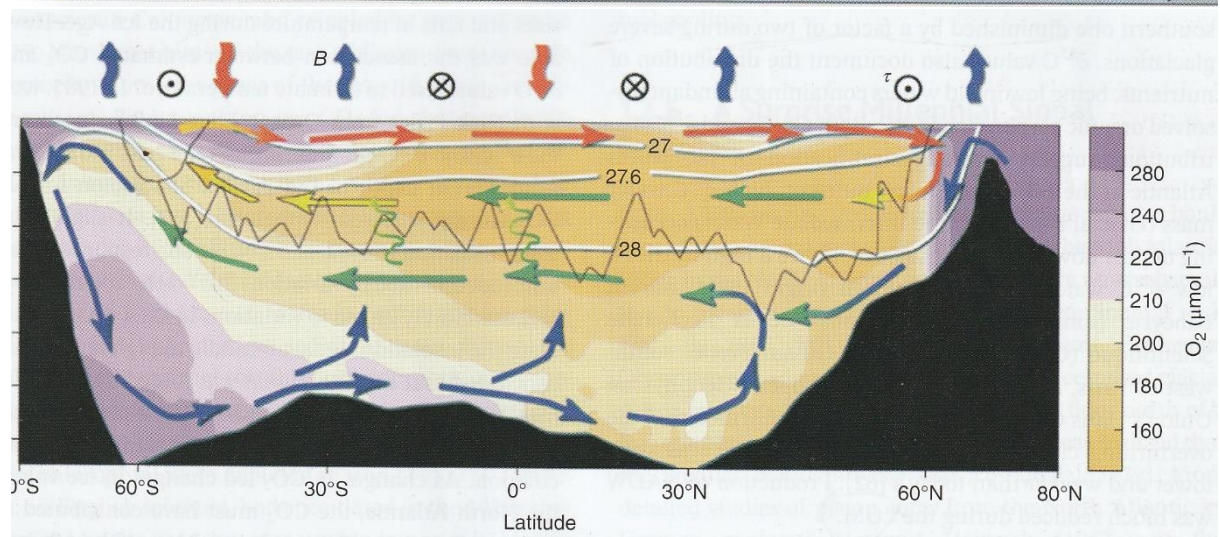
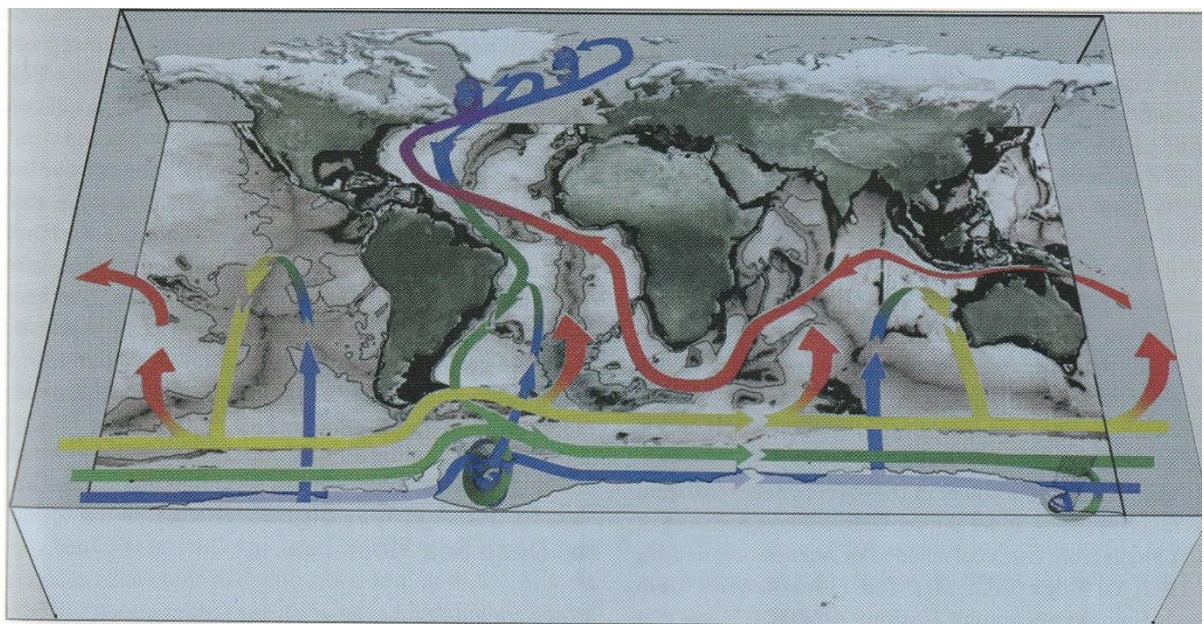
briefing Imperial Collage Grantham Institute No 13:

<https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/79292/11/BN13%20What%20ancient%20climates%20tell%20us%20about%20high%20carbon.pdf>

<https://clintel.nl/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Late_Cenozoic_Ice_Age

<https://www.worldweatherattribution.org/> (analyse van extreme weersfenomenen)



driedimensionele voorstelling van stromingen in de oceaan