

Klimaat en klimaatsverandering

- Door:
- Aries van Calcar

Klimaat

- Wat is dat?
- Klimaat is een chaotisch proces

Meteorologen

- Er zijn twee soorten Meteorologen
 - Degene die het weer voorspellen
 - Meteorologen met een geologische achtergrond. B.v.: Maurice de Hond.
 - B.v.: Toen Australië vrij kwam van Antarctica, veranderde het weer zienderogen
 - P. Cijssouw

Wat zien we hier in
Groningen

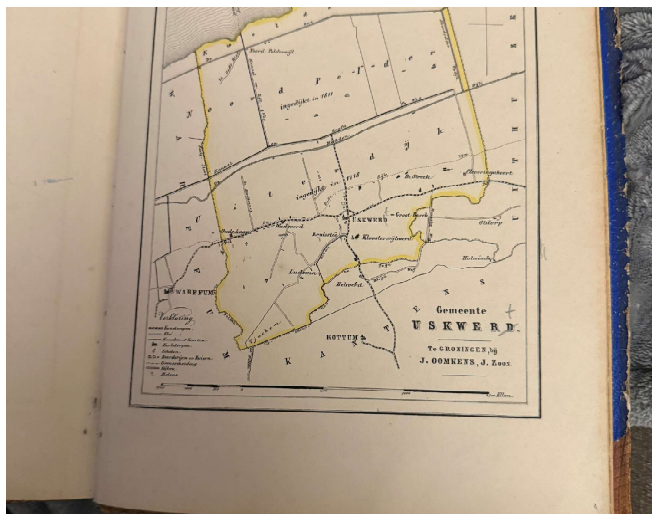
De kwelder gaat met de
zeespiegelstijging mee

Inpoldering: Uskwerd 1718

Later nogmaals 1811 tot
Noordpolderzijl

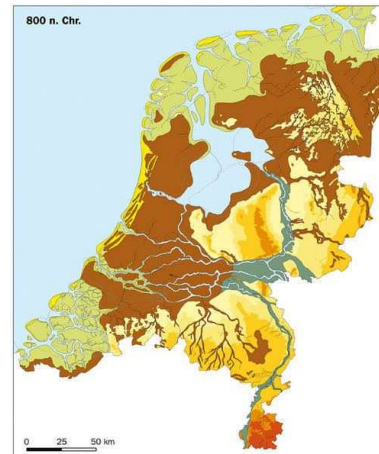
Iedere keer 80 cm verschil in
landniveau

Van max ijstijd tot nu is de
zeespiegel 126 meter
gestegen



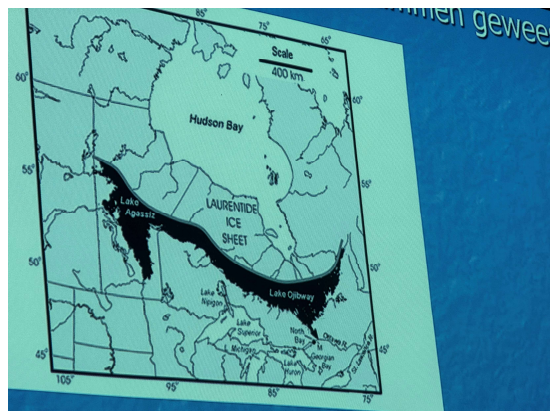
Sint Lucia's vloed en ontstaan Waddenzee

- Waddenzee was een moerasgebied tot 1287.
- IJsselmeer een binnenzee met kleine verbinding naar zee via de Vlietivier
- Stavoren was een handelsplaats
- Na de stormvloed was Stavoren niet meer bereikbaar en kwamen de Hanzesteden aan de IJssel en Amsterdam op.



Hoe ziet de aarde er uit tijdens max IJstijd?

- Het Noordelijk halfrond heeft veel meer ijs dan nu.
- De Veluwe is ontstaan door de ijstijd. Te zien aan de stuwwal Veluwe en de dikke stenen in Drenthe.
- In de USA heeft een 2000 kubieke kilometer vloedgolf de Golfstroom verlegd. P. Cijssouw
- Tropen hebben dezelfde temperatuur als nu.



Hoe ontstaat CO₂

- Verbranding
- 1 kg diesel geeft 3,15 kg CO₂
- 1 kg benzine geeft 3,05 kg CO₂
- 1 kg steenkool geeft 2,7 kg CO₂
- 1 kg gas geeft 2,75 kg CO₂
- 1 kg verrottend hout = 1,5 kg
- 1 kg droog hout geeft 1,7 kg CO₂
- 1 kg zware olie geeft 3,11 kg CO₂



Hoeveel brandstof gebruikt de wereldvloot

- De koopvaardij gebruikt ongeveer 250 miljoen ton brandstof. Dat is ongeveer 2 procent van het wereld verbruik.
- Wereld verbruik is dan ongeveer 12,5 miljard ton als alles olie is.

CO₂

- CO₂ is voedsel voor planten.

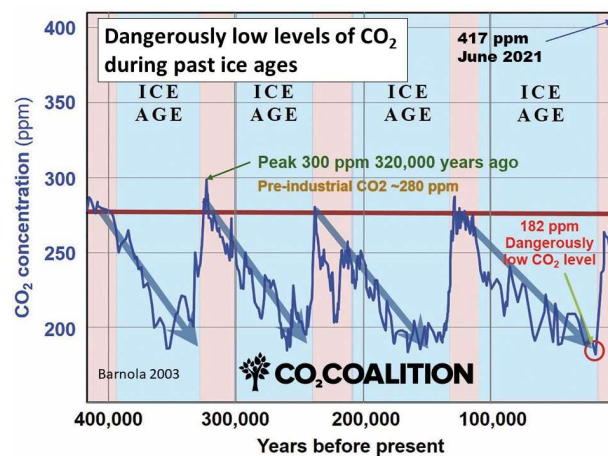
Wat doet CO₂ nu

- De huidige lage CO₂-concentratie geeft bomen en planten niet altijd voldoende voedsel dat ze nodig hebben om hun volledige groeipotentieel te bereiken via fotosynthese. Extra voordelen van verhoogde CO₂:
 - • Verhoogde fotosynthese ("CO₂-bemesting").
 - • Planten groeien sneller, met minder stress en minder waterverbruik.
 - • Bossen groeien sneller.
 - • Stimuleert de groei van nuttige bacteriën in zowel bodem als water.
 - • Meer plantengroei betekent minder erosie van de bovengrond.
 - • Grotere oogstopbrengsten, en meer en grotere bloemen.
 - • Bevordert glomaline, een gunstig eiwit dat wordt gemaakt door wortelschimmels.
 - • Minder waterverlies, minder irrigatie nodig en meer bodemvocht.
 - • Toename van natuurlijke afweermiddelen tegen insectenplagen

Opwarmende werking CO₂

- De stelling dat de opwarmende werking van elk molecuul CO₂ **logaritmisch afneemt** naarmate de concentratie stijgt, klopt grotendeels en is breed geaccepteerd in de klimaatwetenschap — inclusief door het **IPCC** (Intergovernmental Panel on Climate Change). Het staat beschreven in IPCC-rapporten (vanaf de vroege jaren 1990 tot de meest recente AR6 in 2021–2022).

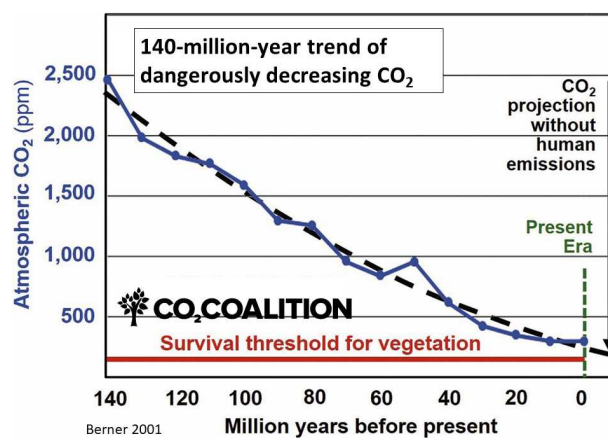
Het verloop van CO₂ tijdens ijsstijden



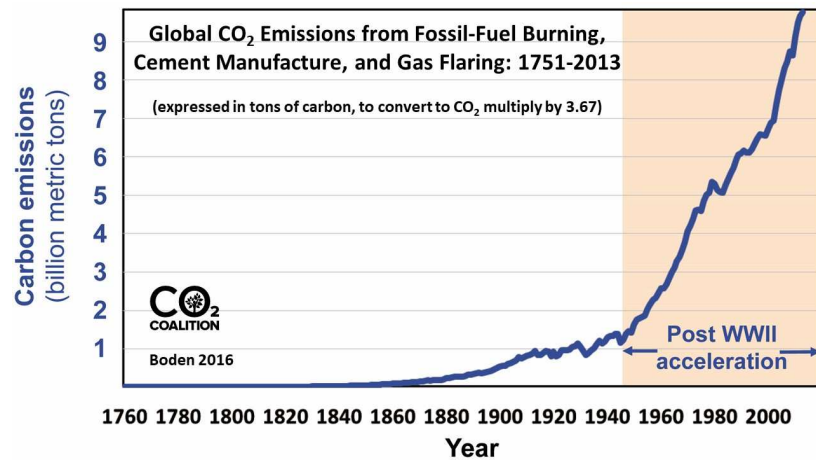
Bijlage bij bovenstaande grafiek

- Tijdens elk van de laatste vier glacialen (ijstijd-maxima) daalde de atmosferische CO₂-concentratie tot onder **190 ppm**. Aan het einde van de laatste glaciële periode (Last Glacial Maximum, ca. 20.000–18.000 jaar geleden) bereikte deze een dieptepunt van ongeveer **180–182 ppm** (volgens ijsboorkernen, met sommige reconstructies zelfs tot ~172 ppm in de diepste minima over langere cycli). Dit geldt als een van de laagste niveaus in de recente aardgeschiedenis (de afgelopen ~800.000–2 miljoen jaar).

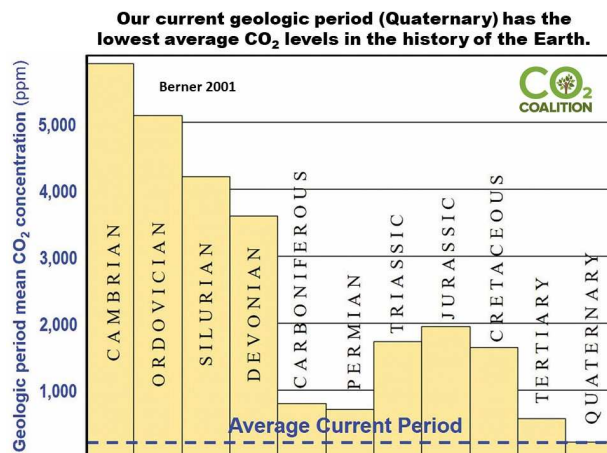
CO₂ verloop over 140 miljoen jaar voor 1950



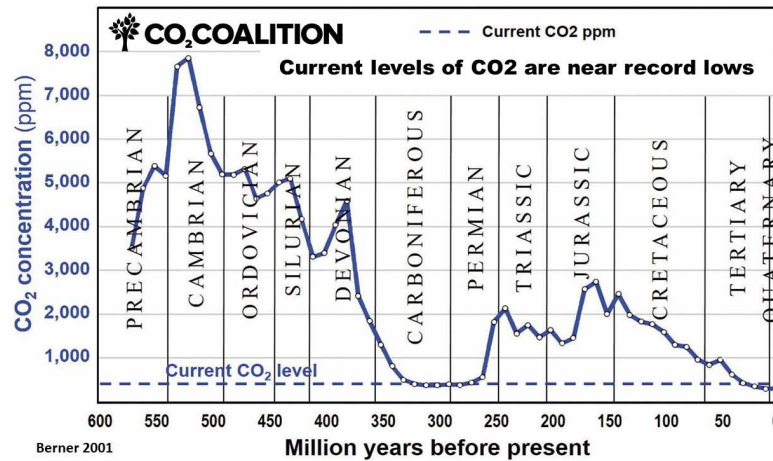
CO₂ toename sinds 1950



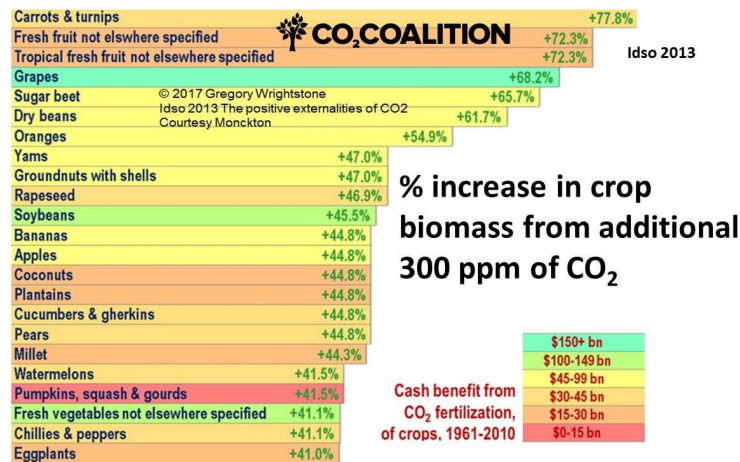
Gemiddelden CO₂ per tijdperk



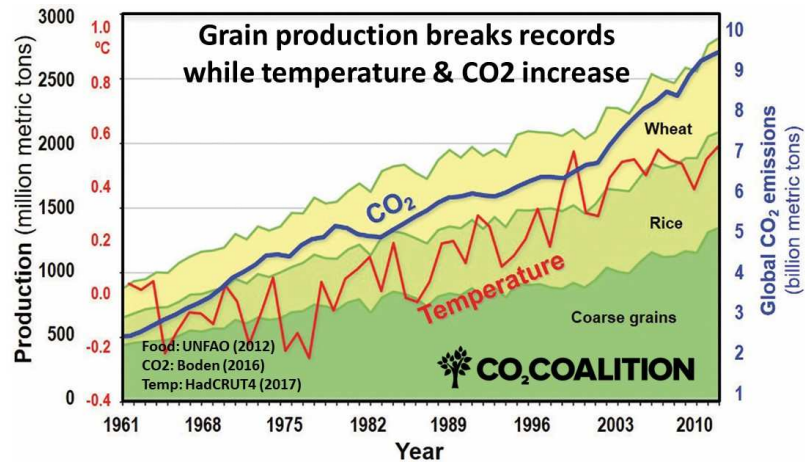
Nogmaals gemiddelden per tijdperk



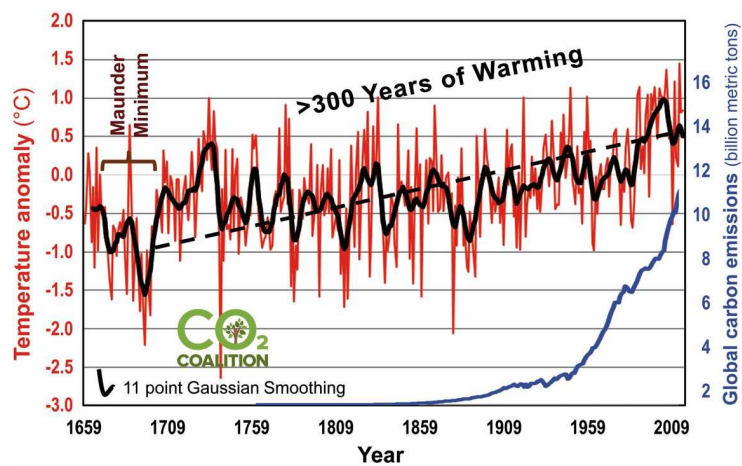
Test resultaten invloed CO₂ op gewassen in kassen. 1961-2010



CO₂ toename en oogst resultaten



Temperatuur verloop laatste 350 jaar



De opwarming begon rond 1695

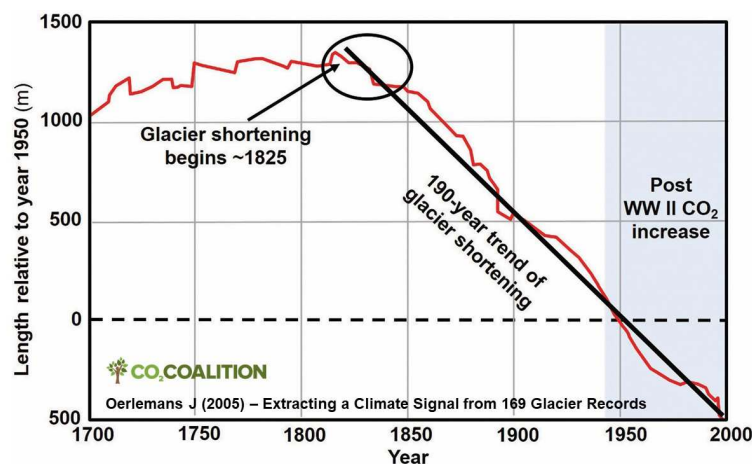
Het Central England Temperature-record (HadCET) bevat de langstlopende continue, op thermometers gebaseerde regionale temperatuurdataset ter wereld, die meer dan 350 jaar teruggaat. Deze metingen begonnen in 1659, midden in de **Kleine IJstijd** (1250–1800), een periode die werd gekenmerkt door enkele van de koudste temperaturen in bijna 8.000 jaar.

De late 17e eeuw en vroege 18e eeuw vormden een bijzonder gruwelijk koude periode, bekend als het **Maunder Minimum**. Gelukkig begon de huidige opwarmingstrend waarin wij ons bevinden in het jaar **1695**.

De daaropvolgende 40 jaar kenden meer dan **twee keer zo hoge** opwarmingsnelheid als we in de 20e eeuw hebben meegemaakt.

De eerste helft van deze meer dan 300 jaar durende opwarming liet ongeveer dezelfde temperatuurstijging zien als de tweede helft, en was volledig door natuurlijke oorzaken gedreven.

Terugtrekken gletsjers



Terugtrekkende gletsjers

Het smelten van gletsjers en de stijging van de zeespiegel zijn het directe gevolg van opwarming.

Het bewijs laat zien dat de wereldwijde opwarming die zorgt voor de zeespiegelstijging en het terugtrekken van de gletsjers al begon lang voordat er sprake kon zijn van enige significante door de mens veroorzaakte toename van CO₂ die hierop invloed had kunnen hebben.

Beide zijn rechtstreeks het gevolg van de natuurlijke opwarming die in de late 17e eeuw begon.

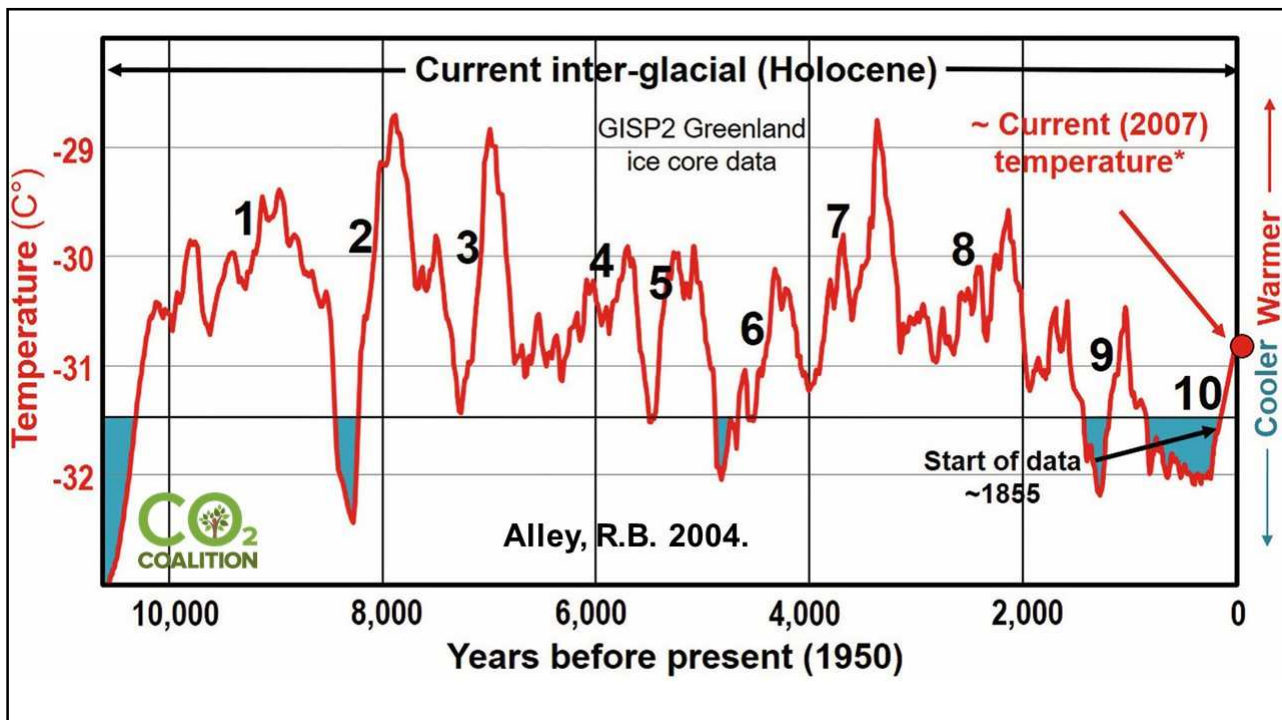
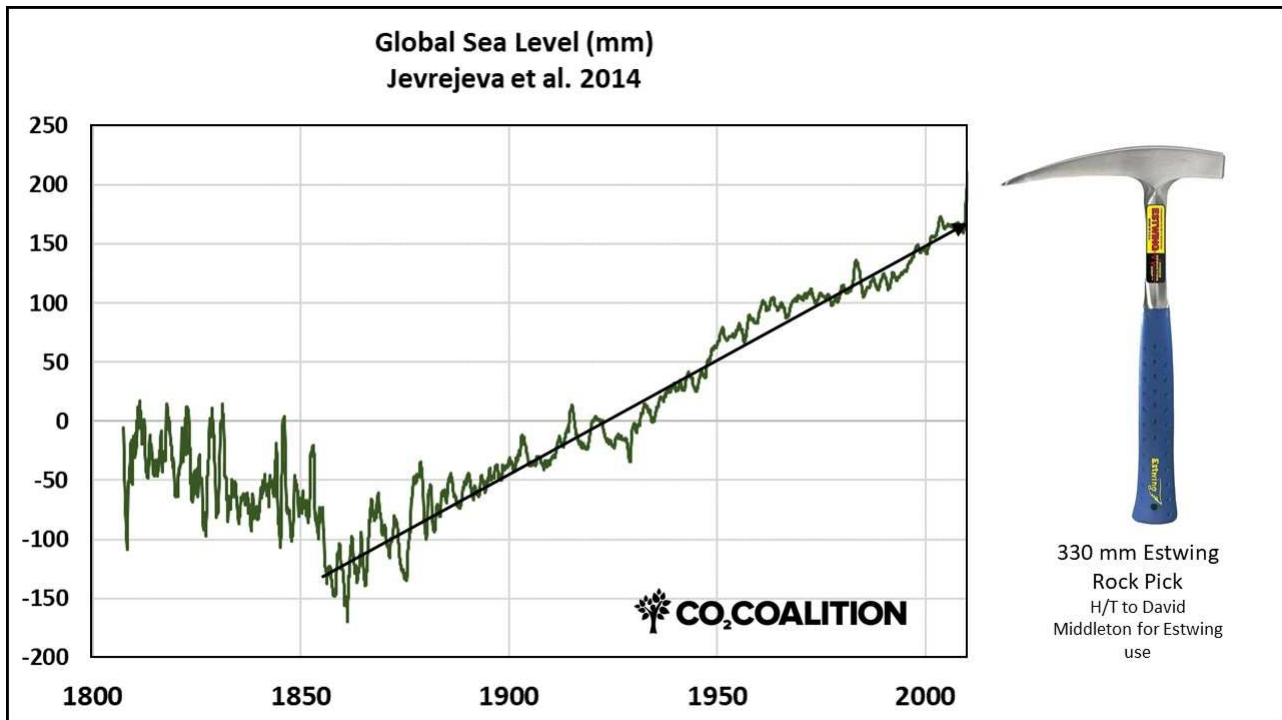
Gletsjers konden pas beginnen met terugtrekken en zeeën pas stijgen toen de atmosfeer voldoende was opgewarmd om in de zomer meer ijs te verliezen dan er in de winter werd opgebouwd.

Dat 'kantelpunt' voor de gletsjers vond plaats rond het jaar 1800, met een volledige en duidelijke terugtrekking vanaf ongeveer 1850.

Zo begon meer dan 150 jaar van wereldwijde gletsjerterugtrekking en zeespiegelstijging, die vandaag de dag nog steeds doorgaat met ongeveer dezelfde snelheid als 150 jaar geleden.

Temperatuur in hoogte

- De temperatuur zakt gemiddeld gesproken 1 graad Celsius per 100 meter.
- Wat is temperatuur?



Temperatuur veranderingen laatste 10000 jaar

We zien hem stijgen en dalen, ongeacht op welke tijdschaal we kijken: of het nu honderden jaren betreft of tientallen miljoenen jaren.

Deze grafiek, die de temperatuurveranderingen over de afgelopen **10.000 jaar** sinds het einde van de laatste ijstijd laat zien, bevestigt dit feit.

Hier zien we behoorlijk **grote temperatuur-schommelingen**, veel groter dan wat we in de afgelopen ongeveer 150 jaar hebben waargenomen.

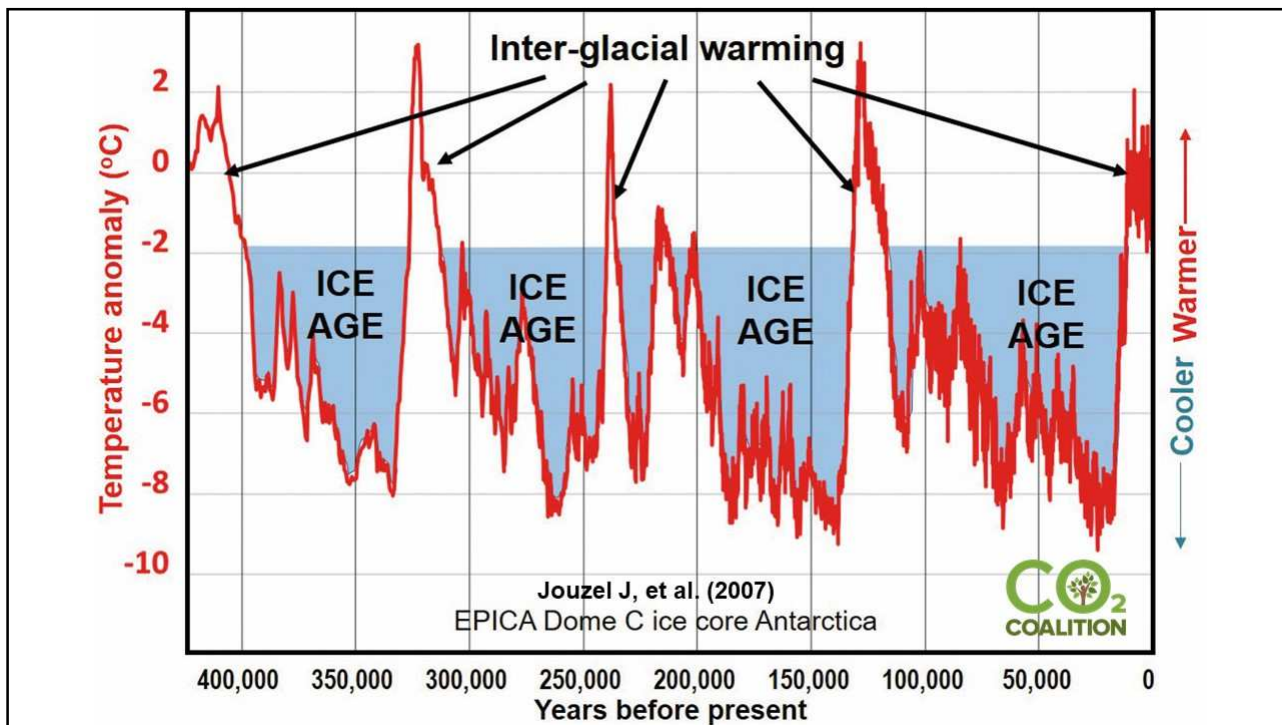
Elk van die op- en neergaande bewegingen werd volledig veroorzaakt door **natuurlijke krachten**.

Wie beweert dat de acties van de mens de belangrijkste drijfveer zijn achter de recente temperatuurveranderingen, vraagt van je te geloven dat deze natuurlijke krachten plotseling en onverklaarbaar zijn **gestopt met functioneren** aan het begin van de 20e eeuw, en dat menselijke emissies nu verantwoordelijk zijn.

Om dit visueel te illustreren, hier enkele representatieve reconstructies van de Holocene temperatuurvariëaties (laatste ~10.000–12.000 jaar), die de natuurlijke schommelingen duidelijk tonen:

Vergelijking tot andere temperatuursveranderingen

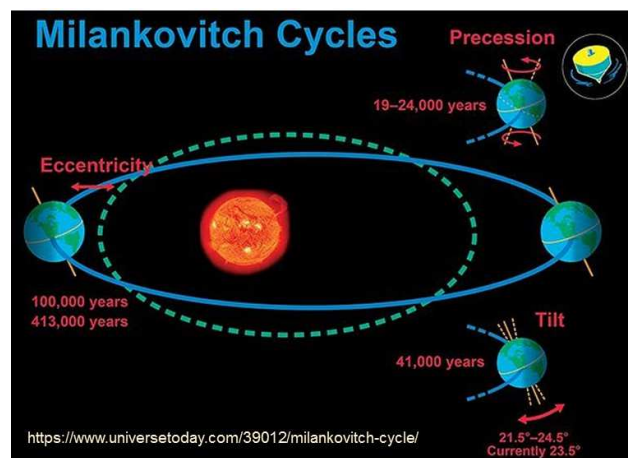
- Voorstanders van door de mens veroorzaakte klimaatcatastrofe stellen categorisch dat onze huidige temperatuur “ongebruikelijk en ongekend” is op een schaal van duizenden jaren. Deze grafiek van de temperatuurgegevens van de afgelopen 10.000 jaar zou het meest substantiële bewijs kunnen zijn dat de moderne opwarming **noch ongebruikelijk, noch ongekend** is. Integendeel, deze lijkt sterk op negen andere opwarmingsperiodes in de afgelopen 10.000 jaar. Gedurende meer dan 6.100 jaar (of 60%) van de huidige interglaciale warme periode was de temperatuur warmer dan vandaag de dag. Van de negen eerdere significante opwarmingsperiodes sinds het einde van de laatste ijstijd hadden vijf een hogere snelheid van temperatuurstijging en zeven een grotere totale temperatuurstijging. Bovendien kende elke voorgaande opwarmingscyclus aanzienlijk hogere temperaturen dan vandaag. Op basis van deze grafiek zou duidelijk moeten zijn dat onze huidige opwarmingstrend een natuurlijk en voorspelbaar gevolg is van ons gelukkige ontsnappen uit de Kleine IJstijd



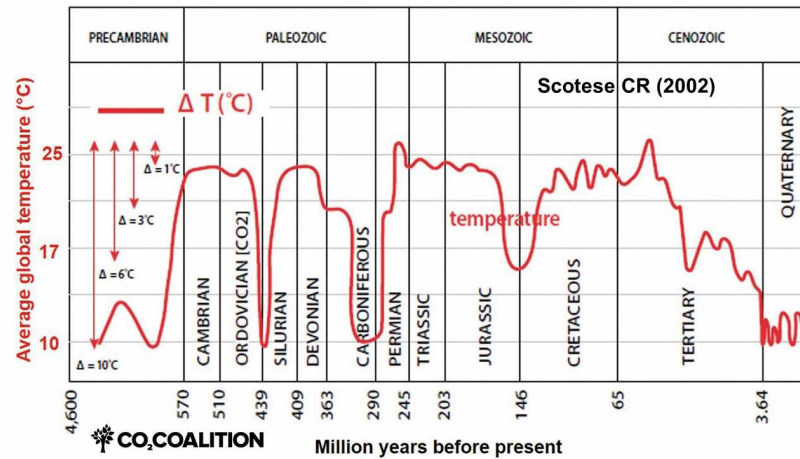
Temperatuur vorige ijstijd

- Recent onderzoek van het Niels Bohr Instituut (Dahl-Jensen 2013) was het eerste dat ijs onderzocht dat in Groenland was opgebouwd tijdens de vorige interglaciale periode, bekend als het Eemien. De resultaten toonden aan dat de warme Eemien-interglaciale periode, tussen 130.000 en 115.000 jaar geleden, veel warmer was dan eerder werd gedacht. Het was namelijk **8°C warmer (Noord Groenland)** dan vandaag (wat overeenkomt met 14,4°F). De implicaties zijn enorm. Hoewel de temperaturen tijdens het Eemien **2,5°C hoger** lagen dan zelfs de meest agressieve voorspellingen van het IPCC, verloor de Groenlandse ijskap slechts ongeveer een kwart van zijn massa. Hoewel 25% aanzienlijk is, is dit veel minder dan de voorspellingen van een totale verdwijning van het ijs bij veel minder opwarming. Ook de ijsberen evolueerden ongeveer 150.000 jaar geleden en overleefden de warme Eemien-periode, ondanks dat er toen minder poolijs aanwezig was.

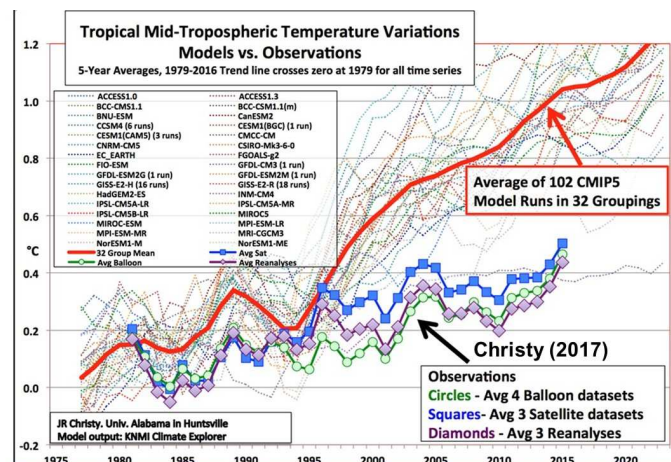
De Milankovitch Cycles, zie Piet Cijssouw



We leven nu in een van de koudste tijden



Dit geven de modellen weer

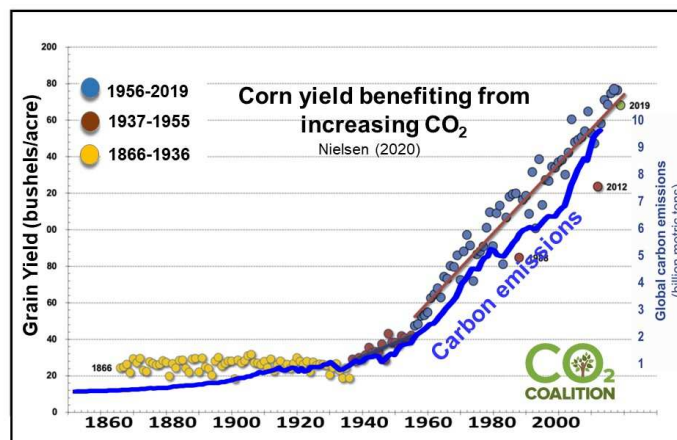


Warmer is beter

Voordat klimaatwetenschap gepolitiseerd raakte, werden warme periodes door wetenschappers aangeduid als “**klimaatoptima**” omdat warmer weer voor bijna alle soorten op Aarde beter is dan kouder weer. De meest dramatische vooruitgangen in de beschaving vonden plaats tijdens de laatste vier warme periodes – inclusief die van ons. De vooruitgang in wetenschap, technologie en kunsten is direct gekoppeld aan warmer weer. De opwarming, die een overvloed aan voedsel mogelijk maakte, bevrijdde de bevolking van de dagelijkse strijd om te overleven, zodat men andere dingen kon doen. Dit leidde tot culturele ontwikkeling, iets wat onmogelijk was tijdens koude periodes. Deze welvarende warme periodes werden gevolgd door dalende temperaturen met namen als de Griekse Donkere Eeuwen, de Donkere Eeuwen en de Kleine IJstijd. Dit waren tijden van grote wanhoop toen de Aarde in globale afkoeling terechtkwam, met mislukte oogsten, hongersnoden en massale bevolkingsdaling. Maak geen fout: er gebeuren slechte dingen tijdens koude periodes, heel slechte dingen.

Deze data komen uit Groenlandse ijskernen waar de temperaturen extreem koud zijn.

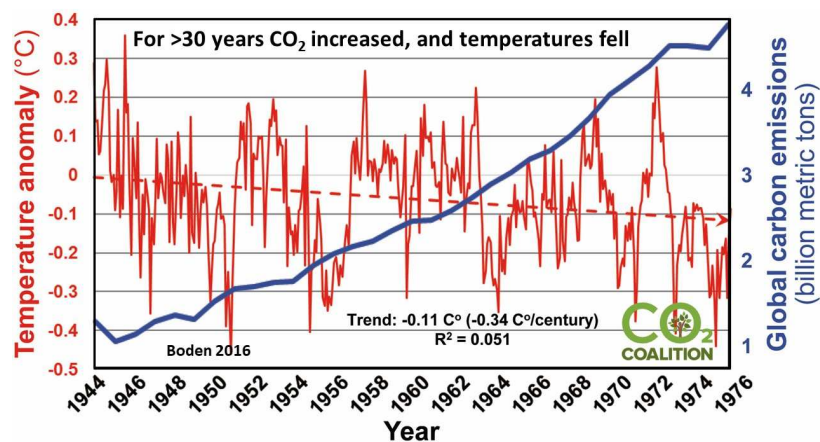
Mais opbrengst t.o.v. CO₂ gehalte



Meer CO₂, meer vocht in de bodem

- Er groeit een besef dat meer CO₂ in de lucht leidt tot meer vocht in de bodem. De belangrijkste oorzaak van waterverlies bij planten is te wijten aan transpiratie, waarbij de stomata of poriën aan de onderkant van de bladeren openstaan om CO₂ op te nemen. Met meer CO₂ staan de stomata korter open, verliezen de bladeren minder water en blijft er meer vocht in de bodem achter. De toename van bodemvocht als gevolg van CO₂-bemesting is in verband gebracht met afnames in wereldwijde branden, droogte en hittegolven.

CO₂ nam toe, temperatuur werd lager



Droogte periodes

- Volgens NOAA, de EPA en talrijke peer-reviewed studies is droogte **niet toegenomen** en wijzen sommige studies zelfs op een afname in droogte (droogheid). De mogelijke reden voor een afname in droogte kan te wijten zijn aan een wereldwijde toename van bodemvocht als gevolg van een combinatie van stijgende temperaturen en toenemende CO₂. De stijgende temperaturen betekenen dat de atmosfeer hogere niveaus van waterdamp kan vasthouden, wat leidt tot toename in neerslag. Dit wordt extra versterkt door het feit dat het toenemende CO₂-bemestingseffect ervoor zorgt dat de poriën (stomata) van planten kleiner worden en planten minder behoefte hebben aan transpiratie, wat leidt tot verminderde waterbehoefte en minder waterverlies.

Toevoegen CO 2 in een kas



Craig Idso, *Increased Plant Productivity: The First Key Benefit of Atmospheric CO₂ Enrichment*, Master Resource (Apr. 21, 2022).

Toekomst

- Accu's. 90 jaar zonder opladen
- Torium centrales ter grote van een 40 voet container, de eerste staat al in Utah
- Meer elektrisch
- Klimaat?? Uiteindelijk weer een ijstijd

~~[Verfügungswort Nummer 2020, Wirtschaftliche Lage und Lohn + Preis statistische Berichte](#)~~

[Boden TA, Marland G, Andres RJ \(2016\) Global CO2 emissions from Fossil-Fuel Burning Cement Manufacture and Gas Flaring 1751 - 2013. CDIAC, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Dept of Energy.](#)

Brenner 2001

Idso 2013

CO2: Boden TA, Marland G, Andres RJ (2016) Global CO2 emissions from Fossil-Fuel Burning Cement Manufacture and Gas Flaring 1751-2013. CDIAC, Temp: HadCRUT4 (2017) The Hadley Climate Research Unit (HadCRUT4) annual global mean surface temperature dataset, 1

Temp: Parker DE, Legg TP, Folland CK (1992) A new daily Central England Temperature Series, 1772 – 1991.

[Oerlemans J \(2005\) Extracting a Climate Signal from 169 Glacier Records. Science 29 Apr 2005: Vol. 308.](#)

Issue 5722, pp. 675–677 DOI: 10.1126/science.1107046

[Jevrejeva et al \(2008\) Recent global sea level acceleration started over 200 years ago? Geophys. Res. Lett., 35, L08715,](#)

Temp: Alley, R.B. 2004. GISP2 Ice Core Temperature and Accumulation Data. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series #2004-013. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder

CO, USA. Current Temp: Box JE, Yang L, Bromwich DH, Bai L (2009) Greenland Ice Sheet Surface Air Temperature