

Mondiale milieuproblemen:

Global climate change

GLOBAL WARMING en GLOBAL DIMMING

Erik P.C. ROMBAUT, MSc Biology, Asst. Prof. Em.,
KULeuven faculteit Architectuur (Campus Sint-Lucas),
Hoogstraat 51, B-9000 Gent / Paleizenstraat 65-67, B-1030 Brussels.
Odisee TechnologieCampus Gent, Gbrs. de Smetstraat 1, B-9000 Gent.
+ 32 (0)3 7707147. erik.rombaut@scarlet.be

ecopolis



Gent. 8 okt. 2019

**Postgraduaat mens- en milieuvriendelijk
bouwen en wonen.**

Global climate change: partim global WARMING (de zogenaamde broeikashypothese)

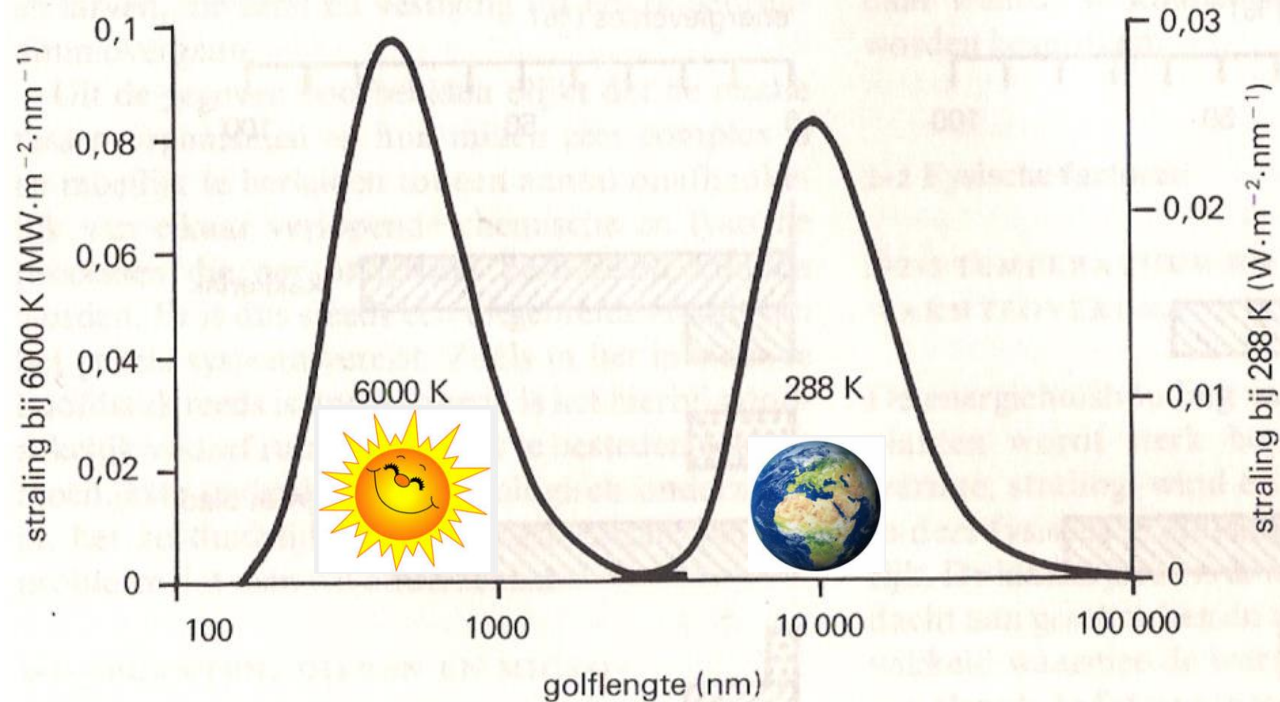
- Eind 19^e eeuw, 1896: Svante Arrhenius (Uppsala, Zweden) beschrijft het fenomeen. (SVANTE ARRHENIUS (1896). *Über den Einfluss des Atmosphärischen kohlendioxidgehalts auf die Temperatur der Erdoberfläche. Proceedings van de Koninklijke Zweedse Academie van Wetenschappen* **22** (IN.1): 1-101.)
- Zonder atmosfeer: $t^{\circ}\text{C}_{\text{gem}}$: - 19°C i.p.v. 15°C
- Vooral H₂O en CO₂ absorberen infrarode straling (warmte) ; O₂ en N₂ niet.
- Zonne-constante: $Q_{\text{IN}} = \text{ca. } 21 \cdot 10^{20} \text{ kJ/jaar}$

$$Q_{\text{IN}} = Q_{\text{UIT}}$$

$$Q_{\text{IN}} < Q_{\text{UIT}} \quad : \quad \text{afkoeling ('ijstijden')}$$

$$Q_{\text{IN}} > Q_{\text{UIT}} \quad : \quad \text{opwarming ('broeikas')}$$

Stralingspectrum zon (veel UV en zichtbaar licht) versus aarde (vooral IR) (Bakker et al, 1985)

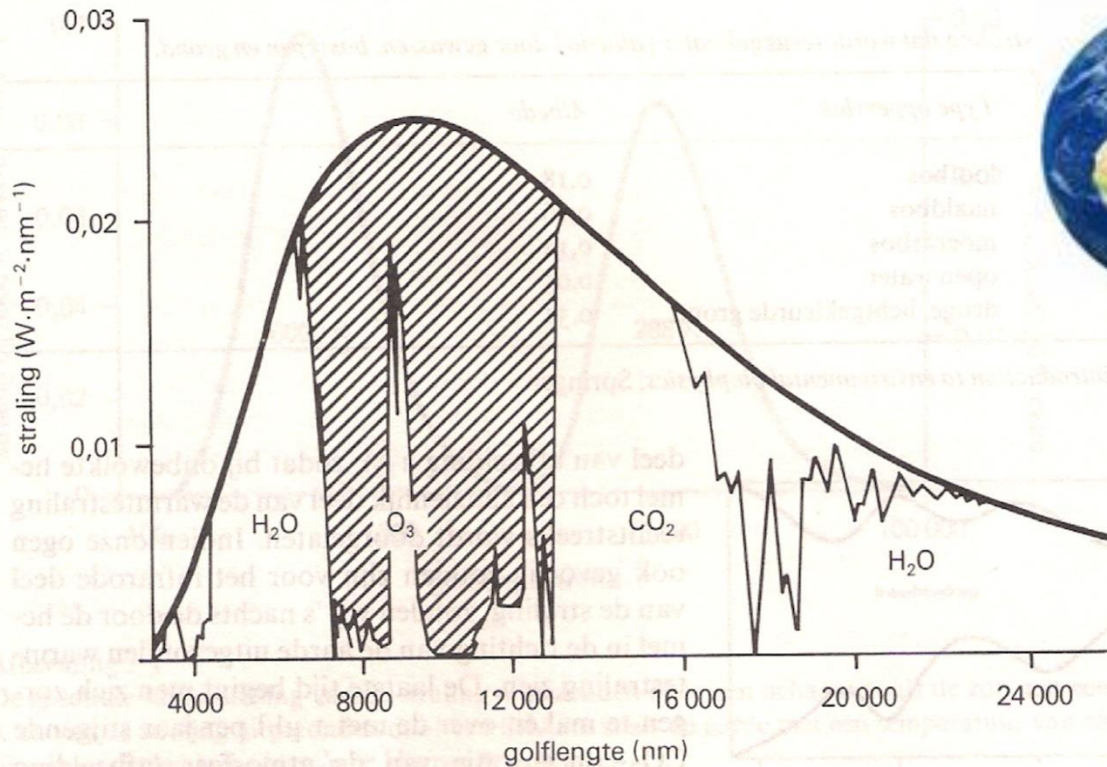


Afbeelding 2-3

De spectrale samenstelling van de straling uitgezonden door een lichaam zoals de zon met een temperatuur van 6000 K en van de straling uitgezonden door een lichaam zoals de aarde met een temperatuur van 288 K. (Uit: Gates, 1962, *Energy exchange in the biosphere*; Harper & Row).

Emissie-spectrum aarde (vooral IR)

Verklaring voor het natuurlijk broeikaseffect (Bakker et al, 1985)

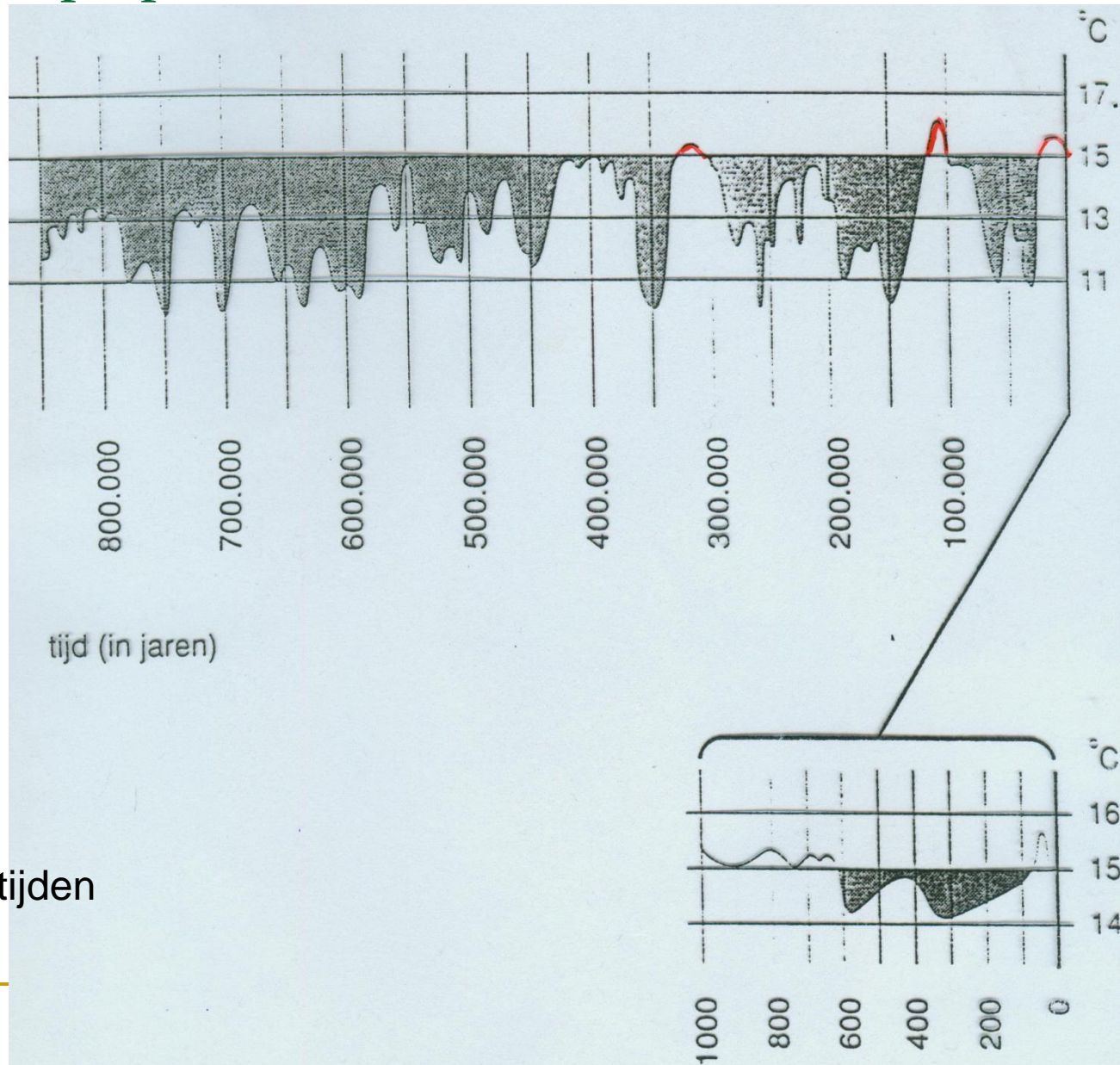


Afbeelding 2-5

Het emissiespectrum van de aarde (bovenste lijn) en van de atmosfeer (onderste lijn). In de figuur zijn de gassen aangegeven die in hoofdzaak voor een bepaalde emissieband verantwoordelijk zijn. (Naar: Gates, 1980, *Biophysical ecology*; Springer.)

CO₂ en H₂O houden een belangrijk deel van het IR- emissiespectrum tegen zodat die de aarde niet verlaten kan: dat is het zogenaamde **natuurlijk broeikaseffect**.

Temperatuursverloop op aarde gedurende de laatste 800.000 jaar.



Diverse ijstijden (glacialen)
wisselden af met tussen ijstijden
(interglacialen).

Toename van CO₂ in Hawaï (Mauna Loa)

Historische grafieken van Keeling (et al.) voor klimaatstation Mauna Loa (grondmetingen)

Jaarlijkse schommelingen zijn te wijten aan verschil in **fotosynthese** activiteit tussen noordelijke en zuidelijk halfrond, tussen winter en zomer.

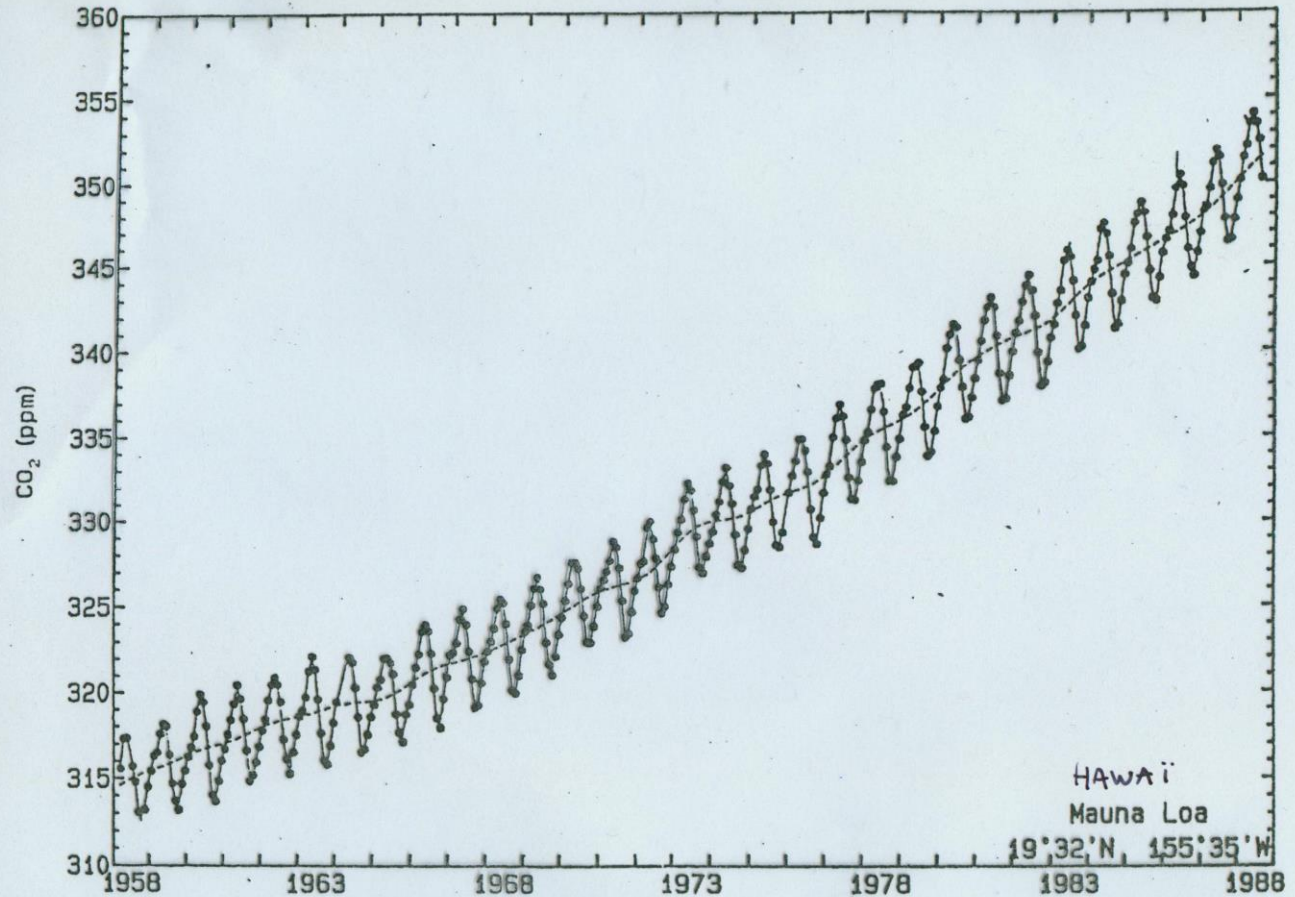


Figure IV.16. Concentration en CO₂ dans l'atmosphère mesurée à Mauna Loa, Hawaï entre 1958 et 1988. Les points indiquent les valeurs mensuelles basées sur les mesures en continu. Les valeurs de 1989 et 1990 sont respectivement 352 et 354 ppmv (Keeling et al., 1976 et mises à jour successives; Keeling et al., 1989; Keeling, 1990; voir OMM, 1990).

Luit BERGER (1992)



Kooldioxide uit de lucht Water (wortels) Energie

Gluciden (suikers) Zuurstof

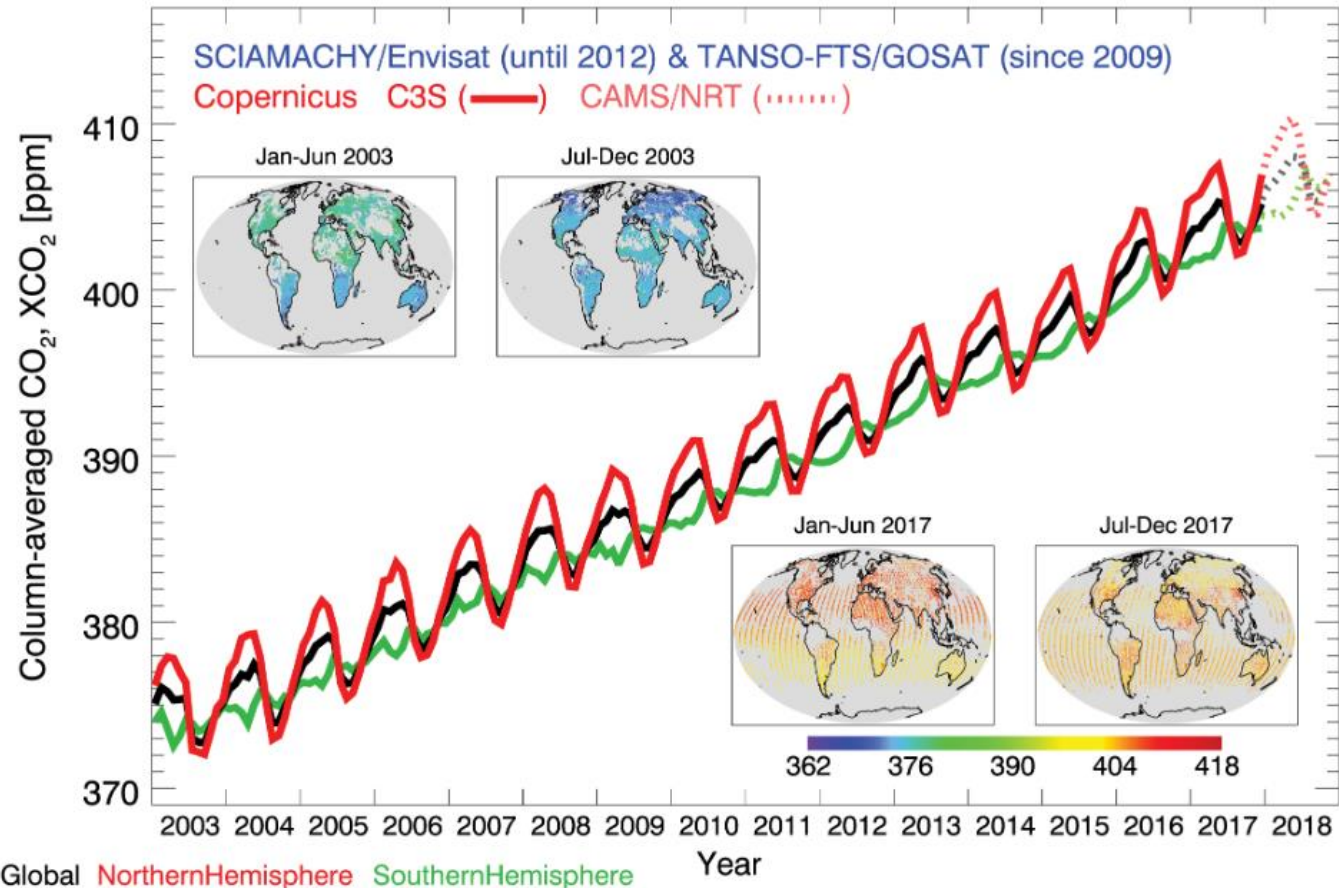
Toename van CO₂ wereldwijd

Actuele grafieken
(satellieten)
opgesplitst voor
Noordelijk halfrond
Zuidelijk halfrond
en gesommeerd
Wereldwijd

Verschil in
fotosynthese
activiteit tussen
noordelijk en
zuidelijk halfrond is
duidelijk merkbaar

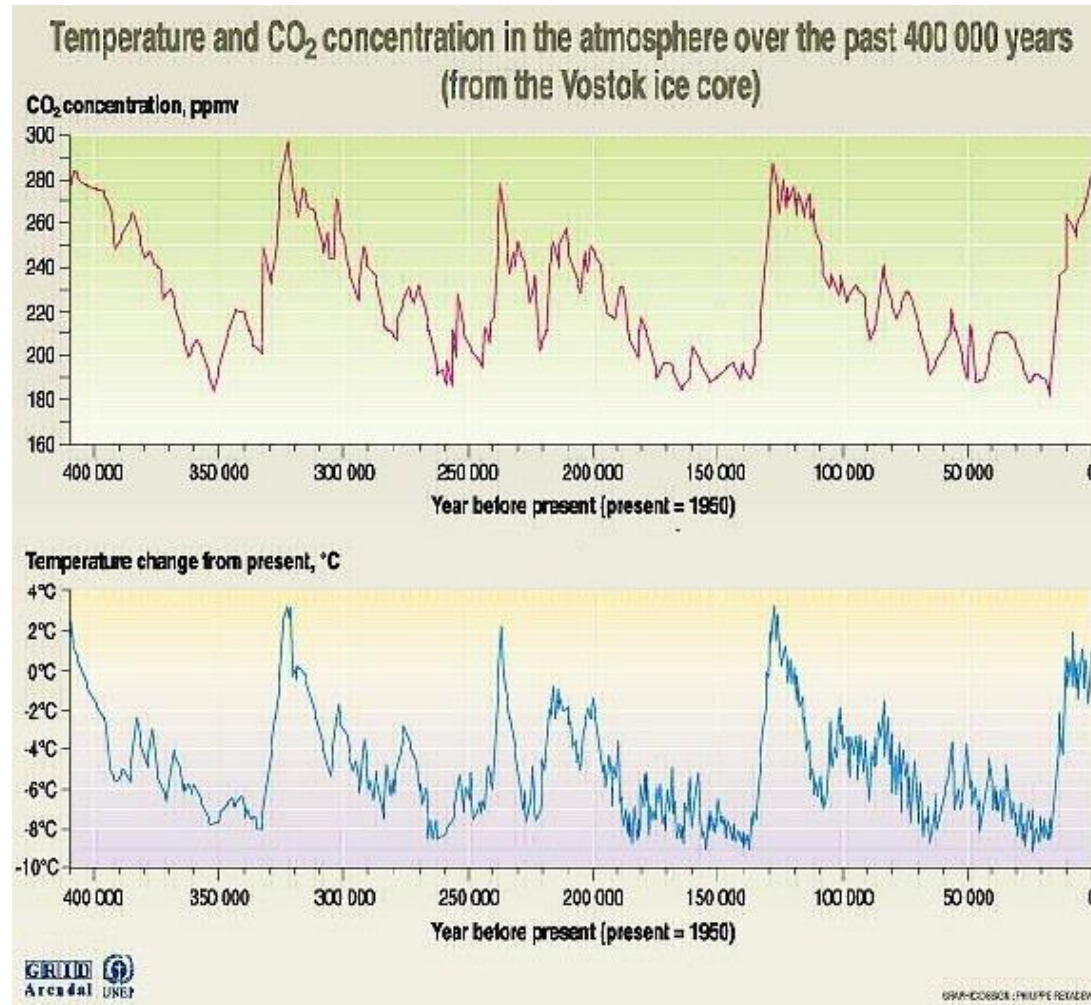
Carbon dioxide

Atmospheric Carbon Dioxide (CO₂) from Satellites



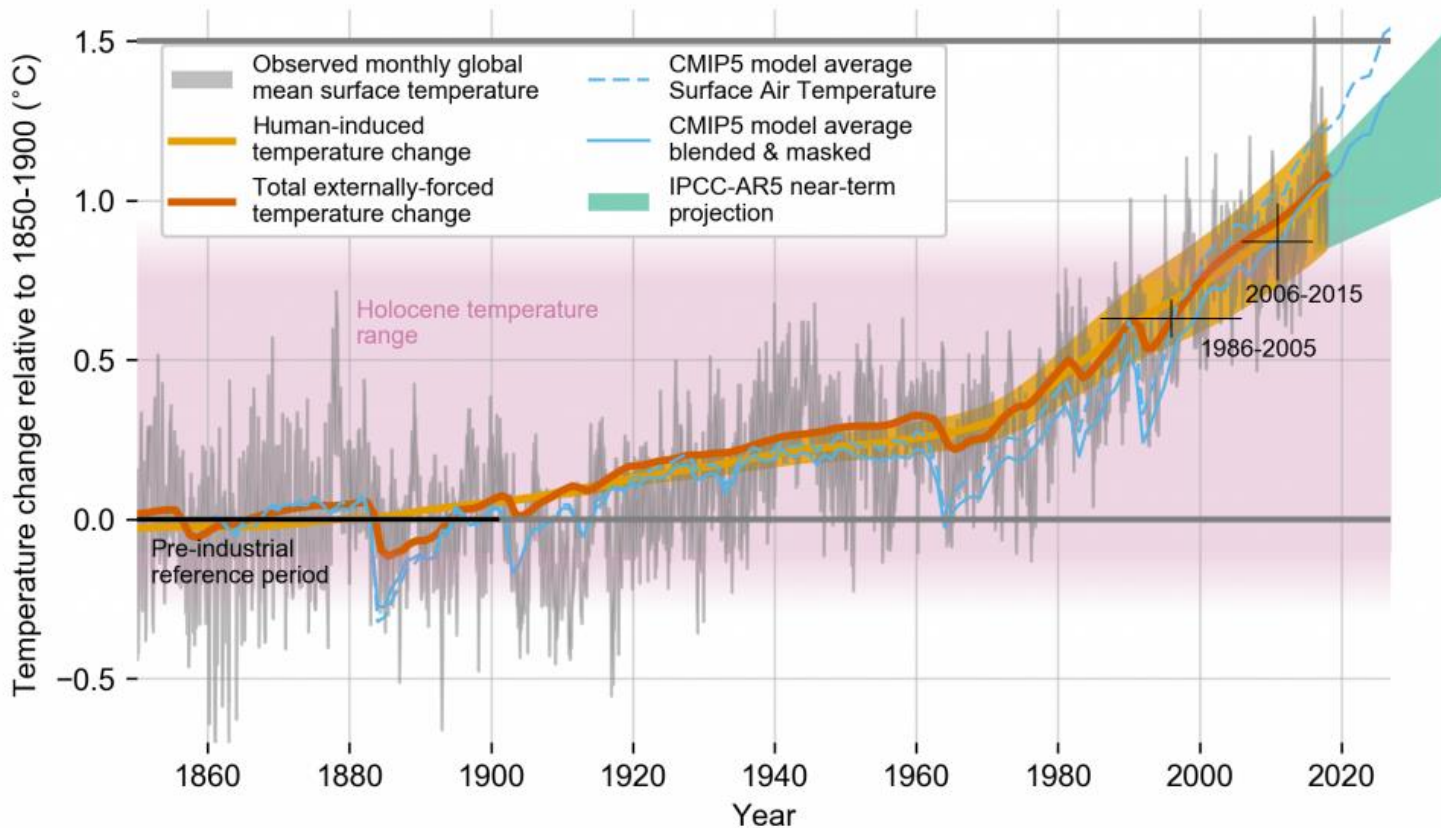
Contact: Michael.Buchwitz@iup.physik.uni-bremen.de Figure: 7-Feb-2019

Er is een opvallende correlatie tussen de CO₂ niveaus en de globale temperatuur, de laatste 400.000 jaar (onderzoek gasbellen in ijs)



Sources: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, *Nature* 399 (3/June), pp 429-436, 1998.

Evolution of global mean surface temperature (GMST) over the period of instrumental observations (up to 2018): + 1,1 °C worldwide.

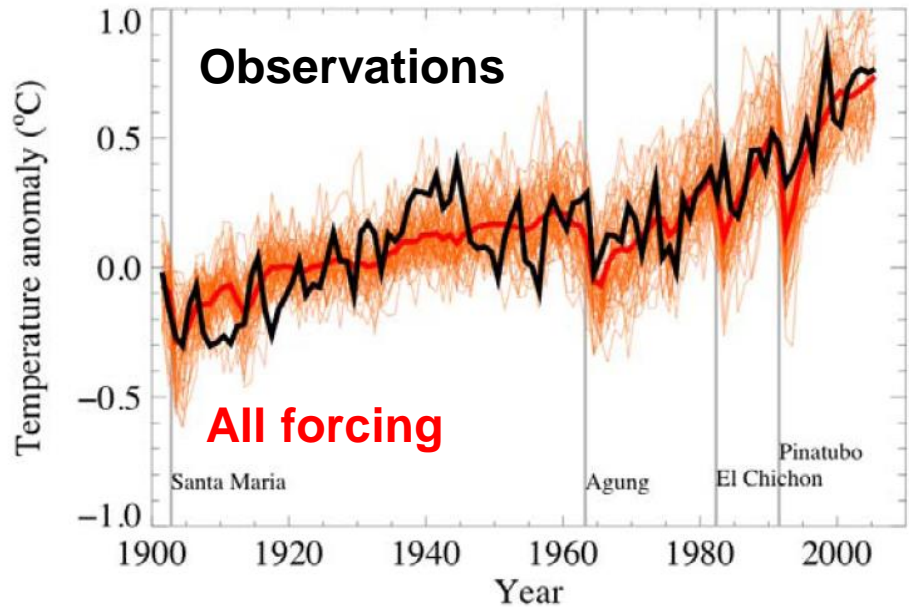


Attribution

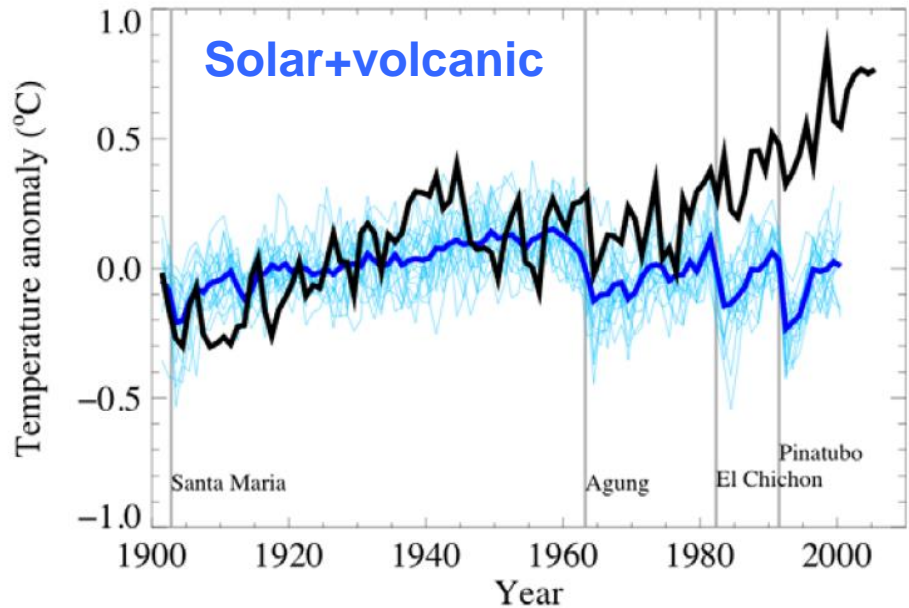
(from Van Ypersele, 2011)

Simulations with **natural factors only (blue)** are unable to reproduce observed global temperature trends after 1960, contrary to simulations with **natural + human factors (red)** added together

a

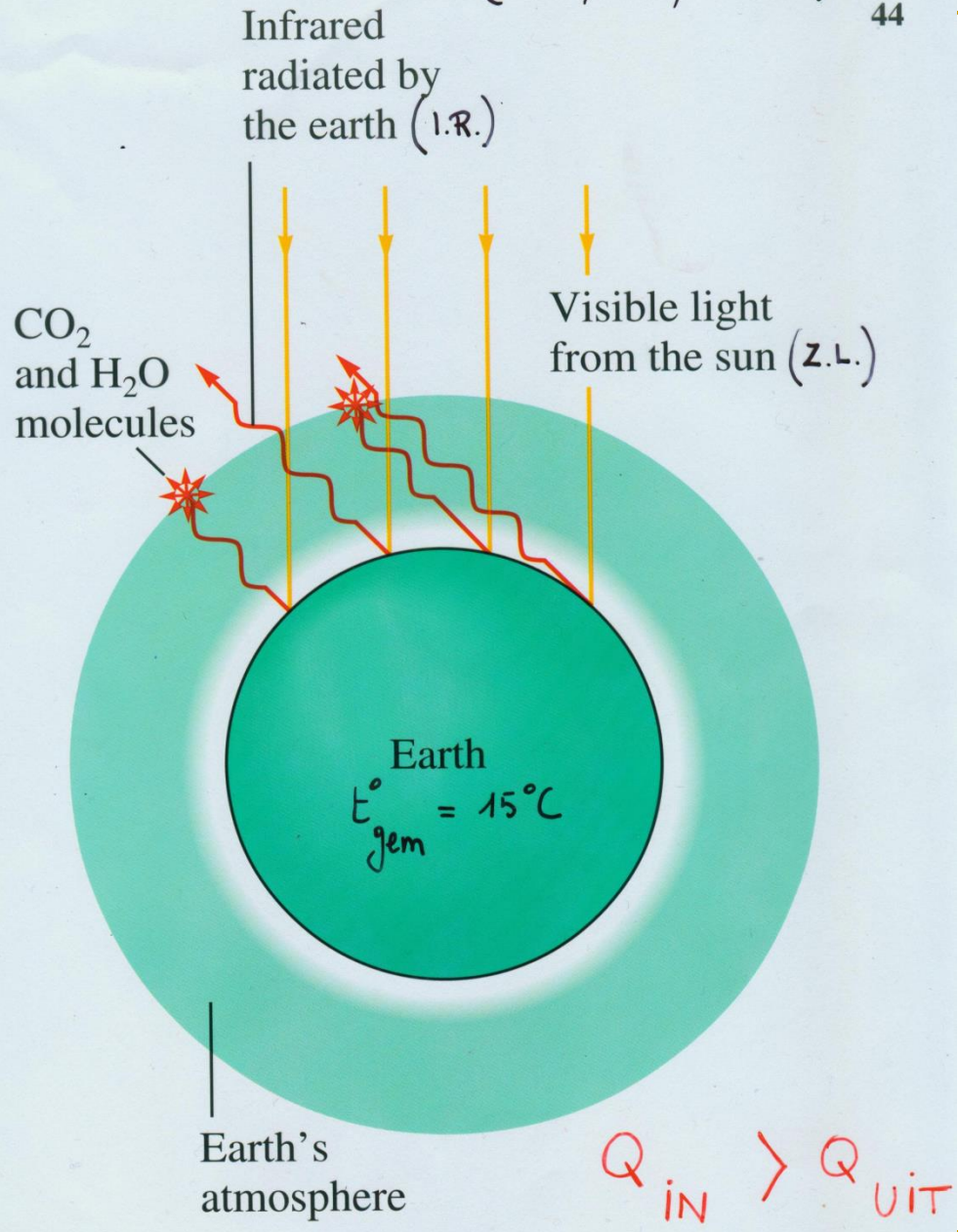


b



Hypothese: Global Warming

- Aangezien het vooral CO₂ en waterdamp zijn die een ***natuurlijk broeikas***effect veroorzaken (en in toenemende mate ook methaangas CH₄),
 - Aangezien de hoeveelheid antropogeen toegevoegd CO₂ en andere ***broeikasgassen aanzienlijk is gestegen*** en blijft stijgen,
 - Zou het kunnen dat daardoor het ‘natuurlijk broeikas’ fenomeen wordt ***versterkt*** en zouden de sterk ***stijgende temperaturen daarvan een eerste signaal*** kunnen zijn ?
-



Global warming.

Het mechanisme van een mogelijke versterking van het natuurlijk broeikaseffect.

Veranderingen in atmosfeersamenstelling brengen planetaire warmtebalans uit evenwicht

Figure 6.11 Greenhouse effect

Global Warming: scenario's.

- Broeikaseffect wordt dus niet meer betwist in zijn bestaan, wél in de mogelijke gevolgen:
- Diverse scenario's: **Optimisten** versus **Pessimisten**
- Scenario 1: stel dat maar 0,1 % van Q_{IN} wordt geabsorbeerd: dat is dan $21 \cdot 10^{20}$ joules/jaar (optimisten).

Welke ΔT is dan te verwachten ?

$$\Delta T \sim m$$

$$\Delta T \sim c \quad (\text{v.b. } c_{\text{water}} = 4186 \text{ J/kg, } ^\circ\text{C})$$

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

- Pessimisten:

scenario 2: 0,2 % absorptie van Q_{IN}

scenario 3: 0,3 % enz.....

GLOBAL WARMING: DISCUSSIE OVER MOGELIJKE GEVOLGEN.

Weer en klimaat:

- Toename stormfrequentie en -kracht ?
 - Tropische cyclonen vergen oceaantemperatuur aan oppervlak van ten minste 26 °C
 - Er is (nog) geen globale toename trend aangetoond, wel opvallende stijging (+80%) van orkanen categorie 4 en 5 sedert 1970 : b.v.
 - cycloon **Katrina** (2004) New Orleans/US ;
 - cycloon **Yasi** (2011) Brisbane, Queensland/ Australia ;
 - cycloon **Haiyan** (2013) Filipijnen/Vietnam ;
 - cycloon **Pam** (2015) Vanuatu/Tuvalu Stille Oceaan ;
 - cyclonen 2017: **Harvey** (Houston, Texas) ; **Irma** (eilanden golf v Mexico/Florida) ; **Maria** (Puerto Rico)
 - cycloon **Dorian** (2019): Bahama's
-

GLOBAL WARMING: DISCUSSIE OVER DE MOGELIJKE GEVOLGEN.

Mogelijke temperatuurstijgingen ?

- Men verwacht meer temperatuurstijging op noordelijk halfrond (meer land) dan op zuidelijk (meer water).
 - Meer dan 2°C stijging zou onomkeerbare effecten hebben: in toendra en taiga (Canada, Rusland) is zeer veel biomassa (hout, turf = veen, bruinkool,...) permanent bevroren (permafrost). Na ontdooien kan bacteriële afbraak daarvan veel CO₂ en CH₄ vrijmaken. Daardoor versterkt global warming zichzelf. (*Vandaar de oproep van het IPCC de temperatuurstijging te beperken tot maximaal 1,5°C in Parijs 2015*)
 - Dergelijke enorme hoeveelheden methaan zijn ook in oceanen bodems opgeslagen.
-

De temperatuur stijgt sneller op noordelijk dan op zuidelijk halfrond

<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/>

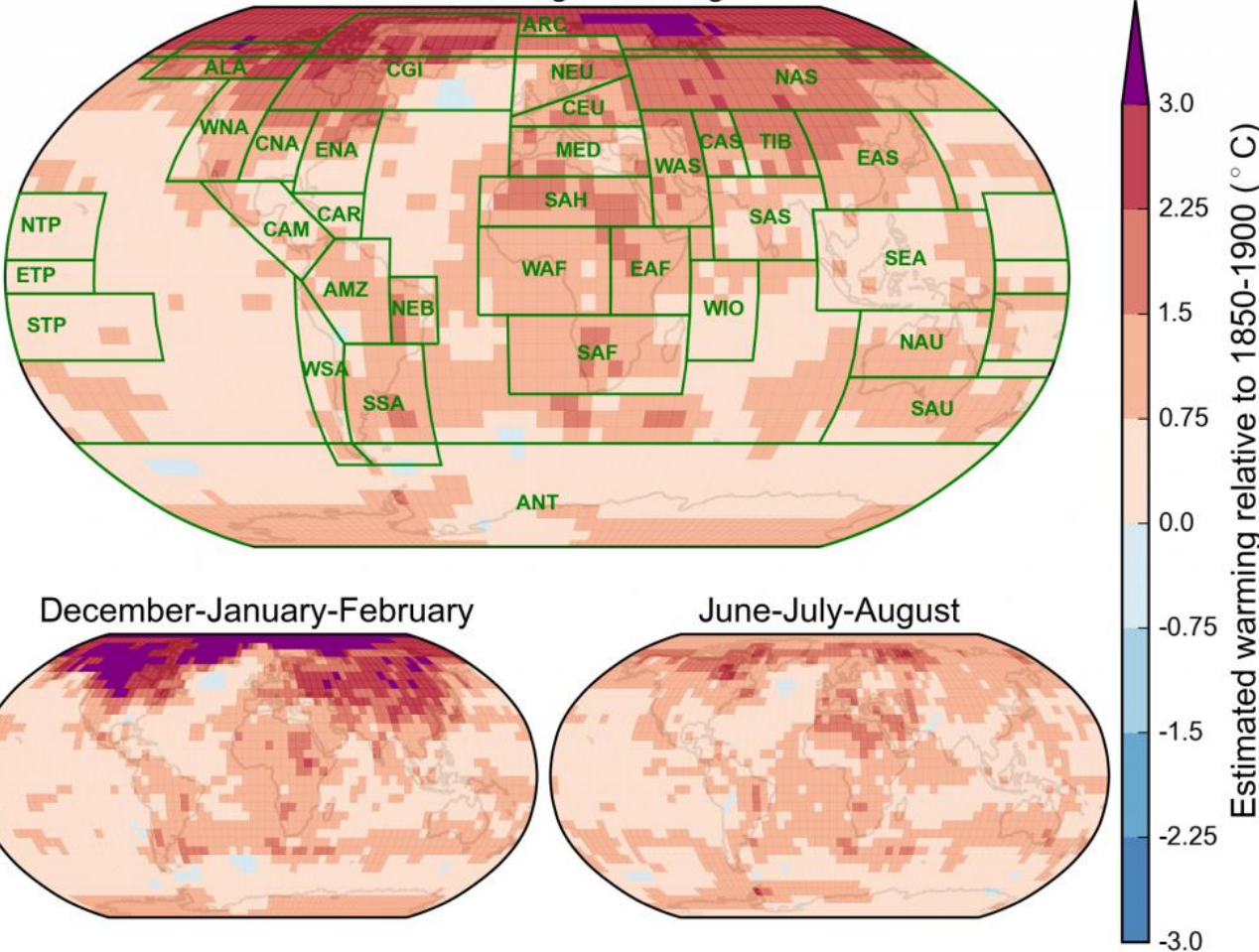
Verklaar :

Bekijk zeker ook :

<https://www.youtube.com/watch?v=O019E8k51ww&feature=youtu.be>

Regional warming in the decade 2006-2015 relative to preindustrial

Annual average warming

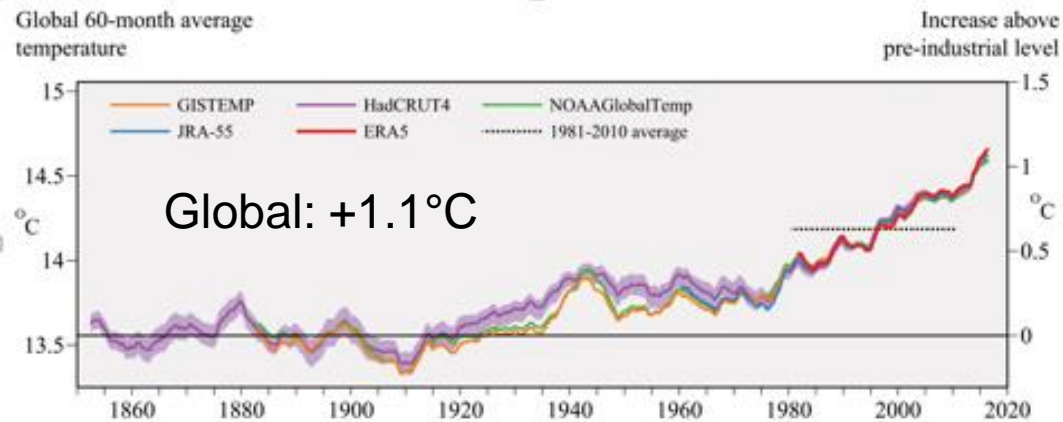


December-January-February

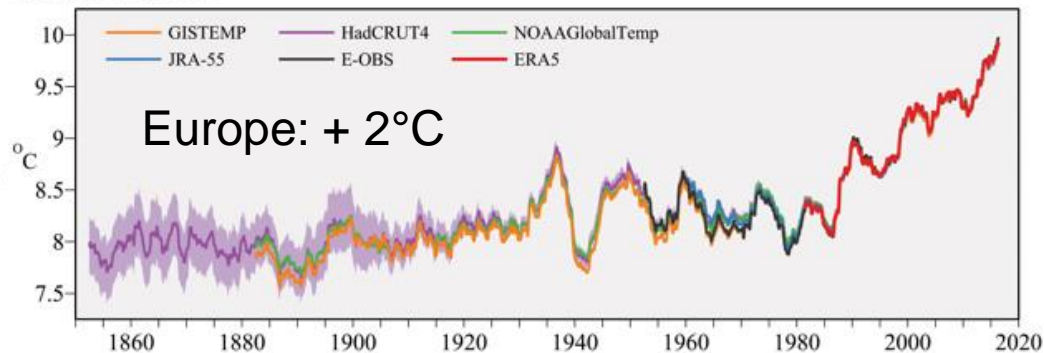
June-July-August

Noordelijke hemisfeer bevat meer landmassa, zuidelijke hemisfeer meer wateroppervlak (water heeft hoogste specifieke warmtecapaciteit: 4186 Joule/Kelvin.kg
En dan is er nog het albedo-effect: smeltende ijskap weerkaatst minder zon energie de ruimte in

Opwarming sneller op noordelijk halfrond (meer landmassa) dan op zuidelijk (meer oceaan)



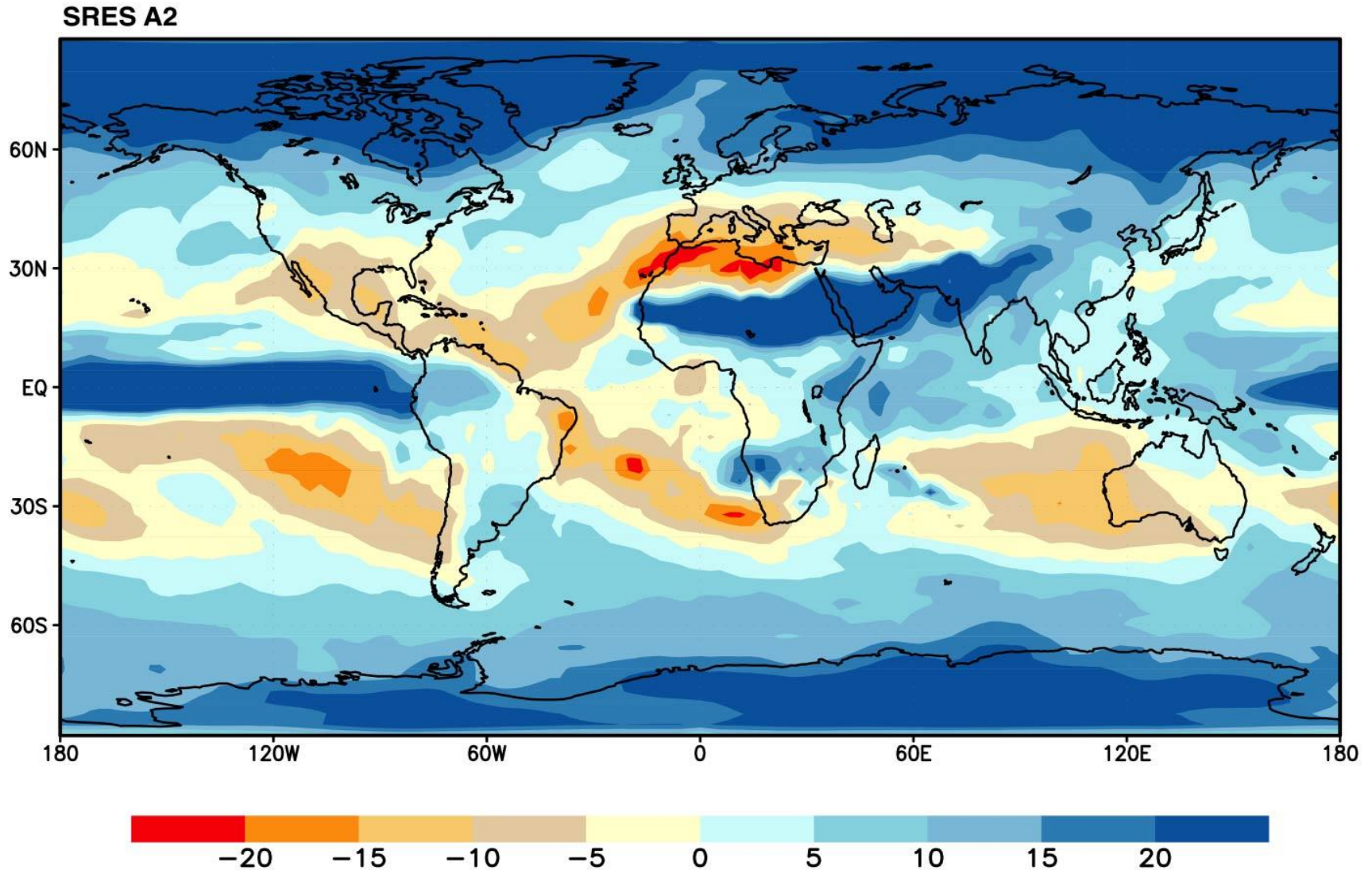
60-month average European temperature



KEY MESSAGES

- Globally, there has been an increase of around 1.1°C since the pre-industrial era (defined as 1850-1900).
- The latest five-year average global temperature is the highest on record.
- Across Europe, there has been an increase of almost 2°C since the latter half of the 19th century.
- The aim of the Paris Agreement is to hold the increase in the global average temperature rise to well below 2°C above pre-industrial levels, and to pursue efforts to limit it to 1.5°C.

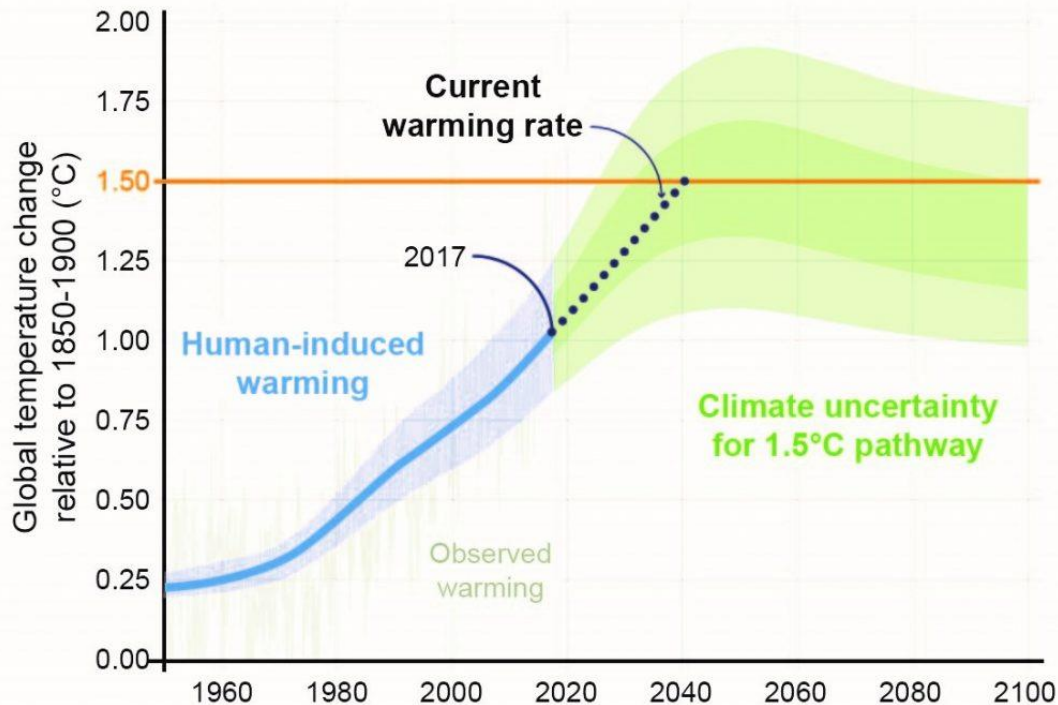
(from Van Ypersele, 2011) **Precipitation changes in 2080:**
results from one climate model for scenario A2



Hoe dicht zijn we nu al bij 1,5 °C opwarming?

FAQ1.2: How close are we to 1.5°C?

Human-induced warming reached approximately 1°C above pre-industrial levels in 2017



Summary:

- Human-induced warming has already reached about 1°C above pre-industrial (2018).
- By the decade 2006–2015, human activity had warmed the world by 0.87°C ($\pm 0.12^\circ\text{C}$) compared to pre-industrial times (1850–1900).
- If the current warming rate continues, the world would reach human-induced global warming of 1.5°C around 2040.

GLOBAL WARMING: DISCUSSIE OVER DE MOGELIJKE GEVOLGEN.

Verzuring oceanen ?

- CO₂ reageert als niet-metaaloxide gemakkelijk met water en is daarbij zuurvormend (zoals andere niet-metaaloxiden dat trouwens ook doen, vergelijk SO₂ (vormt H₂SO₃) en NO_x (vormt HNO₃)).
- De reactie: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- Op deze manier hebben de oceanen een groot deel van de klimaatproblematiek opgevangen, maar de negatieve effecten daarvan worden onhoudbaar (1) https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC_SPM_Approved.pdf:
- Verzuring van de oceanen is slecht nieuws voor organismen die kalk (CaCO₃) bevatten, zoals koralen. (Verklaar : ...)

(1) It is virtually certain that the global ocean has warmed unabated since 1970 and has taken up more than 90% of the excess heat in the climate system (high confidence). Since 1993, the rate of ocean warming has more than doubled (likely). Marine heatwaves have very likely doubled in frequency since 1982 and are increasing in intensity (very high confidence). By absorbing more CO₂, the ocean has undergone increasing surface acidification (virtually certain). A loss of oxygen has occurred from the surface to 1000 m (medium confidence).

GLOBAL WARMING: DISCUSSIE OVER MOGELIJKE GEVOLGEN.

Mogelijk afsmelten van poolijs en gletsjers ?

- Op hogere breedten wordt grotere ΔT verwacht. Afnemend ijsoppervlak dus afnemende reflectie zonlicht (albedo)

(The rate of global warming for 1979 - 2010 is $0.14 \pm 0.1^\circ\text{C}/\text{decade}$. The rate of warming at the North Pole is $0.42 \pm 0.03^\circ\text{C}/\text{decade}$ since 1979. The Arctic is warming four times faster than the global average over the past 30 years (John Christy, University of Alabama in Huntsville, 2011). By now, the Arctic must be warming at least six times faster than the rest of the planet, <http://www.ameg.me/>)

Kijk zeker ook naar: http://www.youtube.com/watch?v=d4PY9gydlrA&feature=player_embedded

- IJstijden $t^\circ\text{C}_{\text{gem}}$ was 4°C à 5°C lager dan vandaag, zeespiegel circa 80 tot 100 meter lager.

smeltingswarmte van ijs l_{ijs} : 335.000 J / kg

$$\Delta Q = m \cdot l_{\text{ijs}}$$

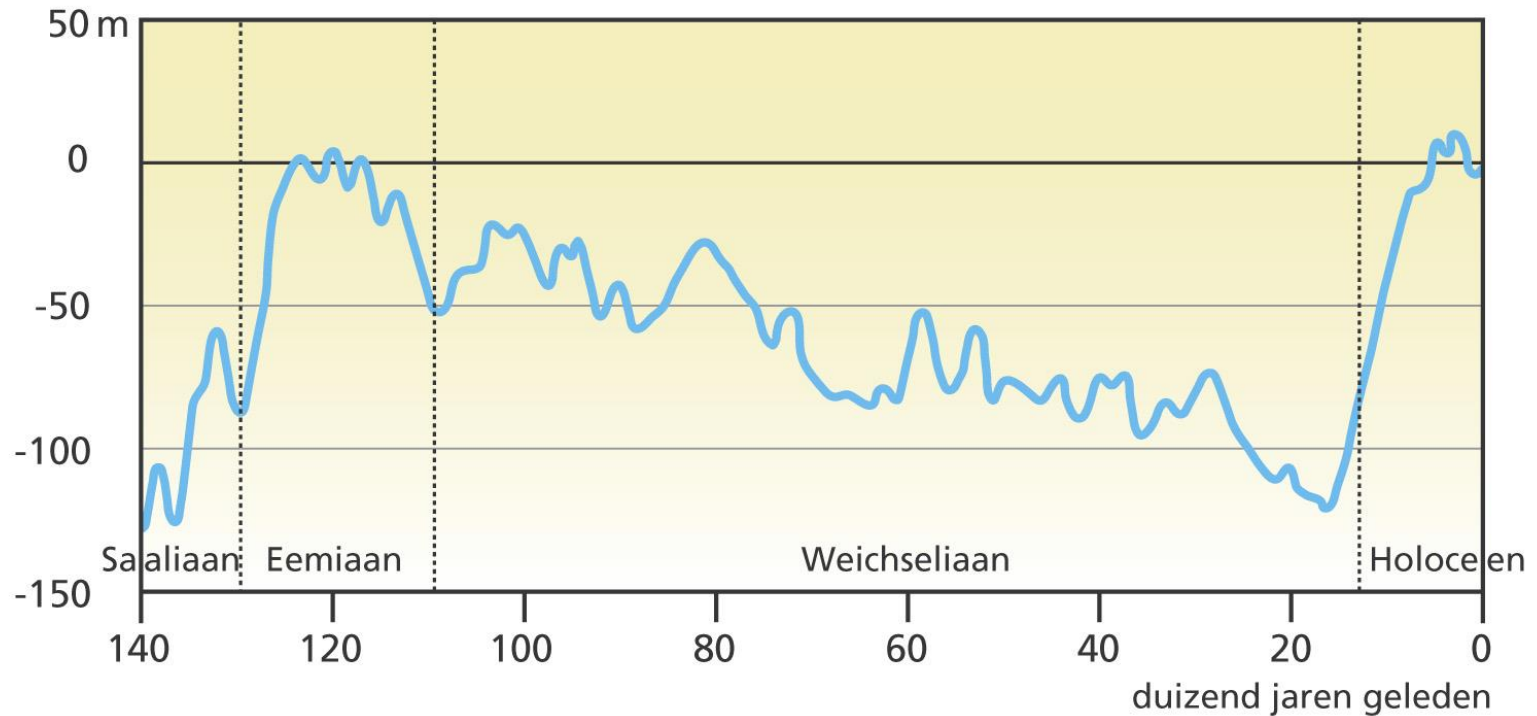
Berekenen mogelijke zeespiegelstijging: optimisten, pessimisten (west-antarctische ijskap alleen al: tot 6 meter stijging...)

Actuele zeespiegelstijging Belgische kust: **bijna 4 mm/jaar**

- 360 Gt ice corresponds to 1 mm of global mean sea level

Zeespiegelschommeling tijdens laatste Würm (Weichseliaan) ijstijd.

niveau onder het
huidige zeepeil

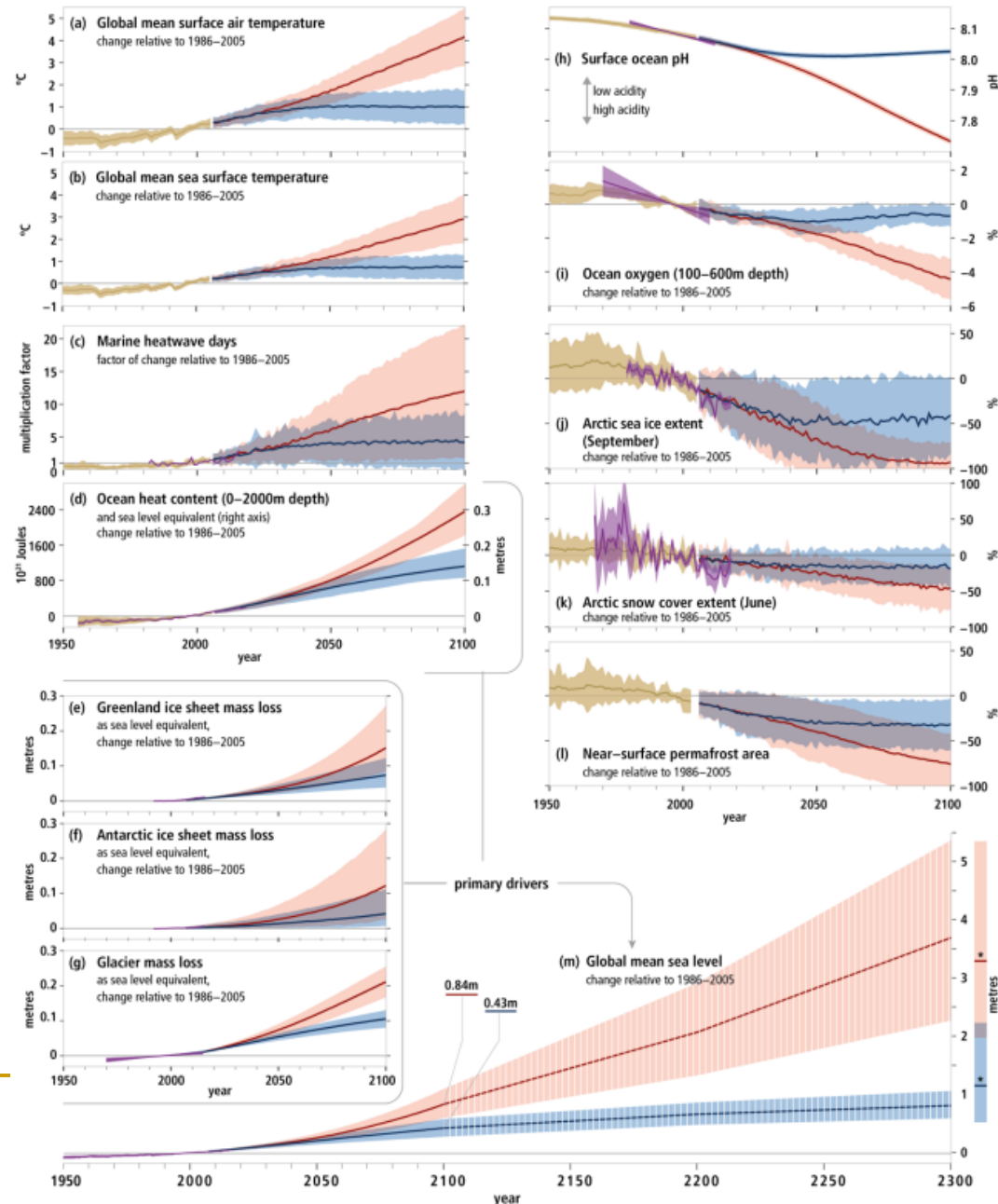


Meest recente IPCC rapport: 24 sep 2019

Past and future changes in the ocean and cryosphere

Historical changes (observed and modelled) and projections under RCP2.6 and RCP8.5 for key indicators

Historical (observed) Historical (modelled) Projected (RCP2.6) Projected (RCP8.5)



The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate

This Summary for Policymakers was formally approved at the Second Joint Session of Working Groups I and II of the IPCC and accepted by the 51st Session of the IPCC, Principality of Monaco, 24th September 2019

Summary for Policymakers

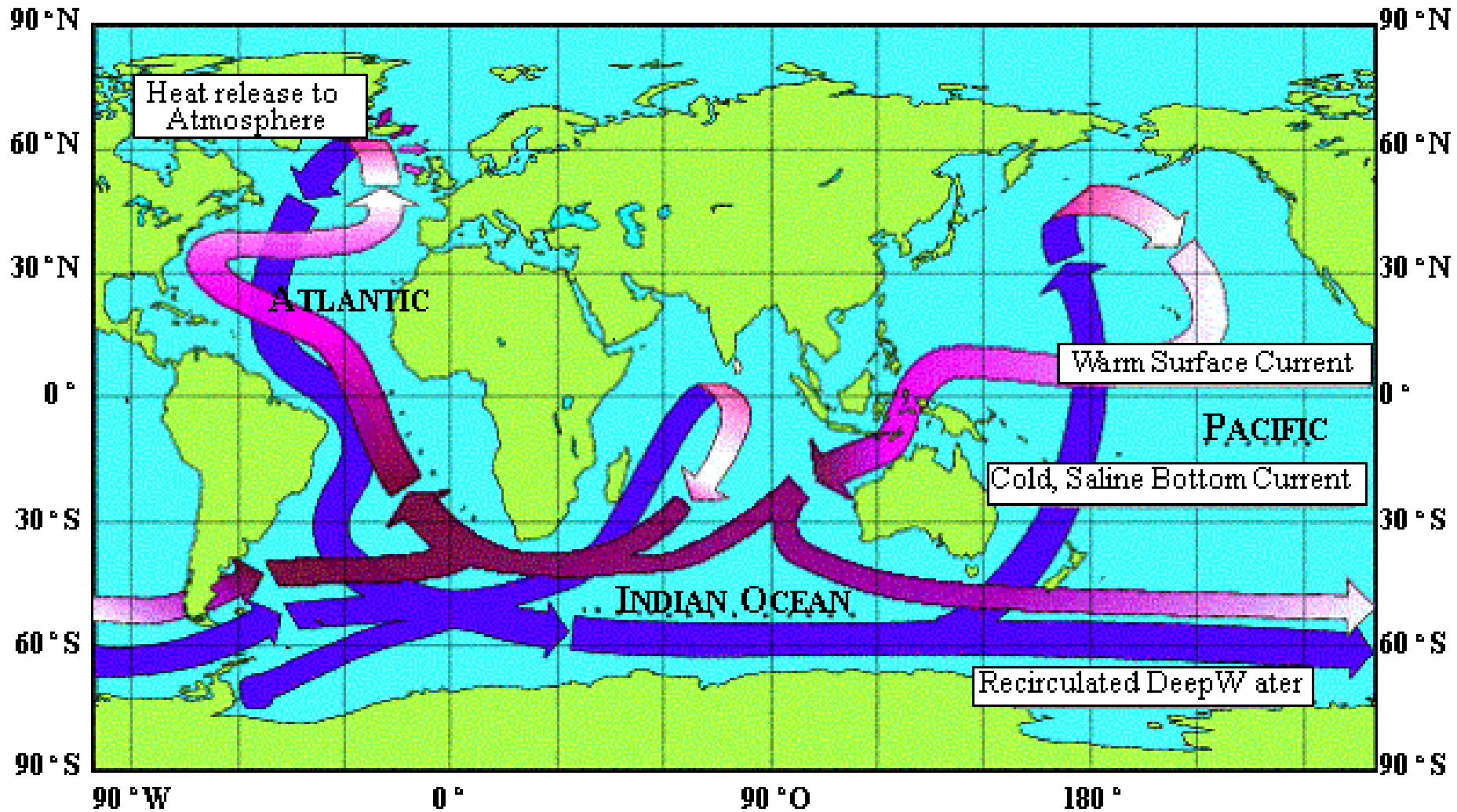


WG I WG II



GLOBAL WARMING: DISCUSSIE OVER MOGELIJKE GEVOLGEN.

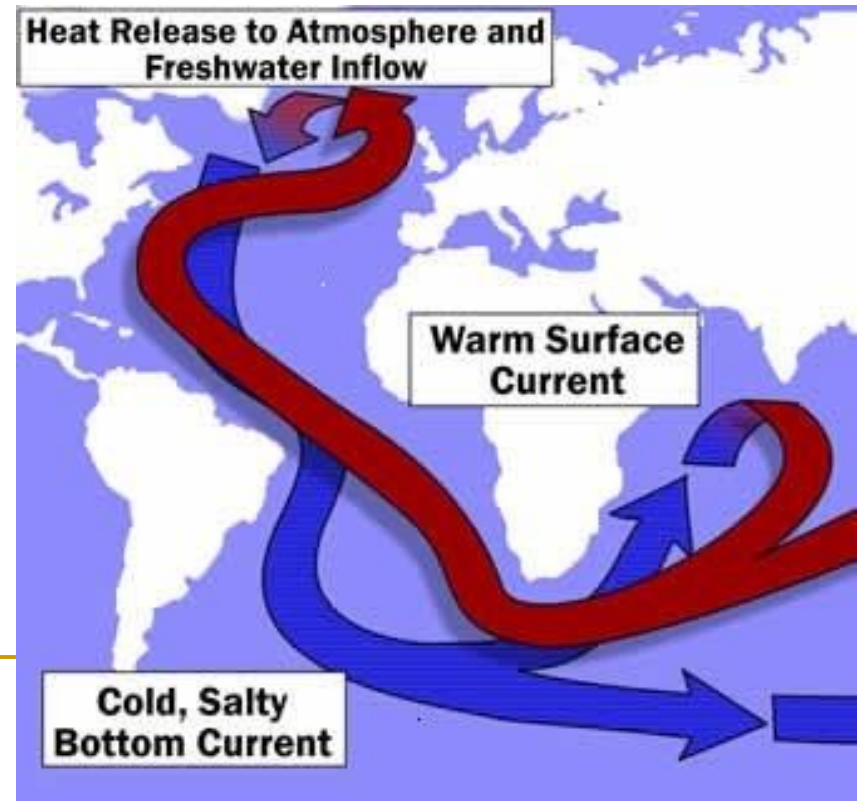
Vertragen of stilvallen Golfstroom ?



Dé motor van het klimaat op aarde is verschil in temperatuur tussen polen en evenaar. Diverse zeestromingen (en windpatronen) brengen warmte van tropen naar polen toe.

- Thermohaliene circulatiepatronen brengen warm en zout water uit (sub)tropen (bv Golf van Mexico) via onder meer de **Golfstroom**, naar noordelijk halfrond. Daardoor profiteert Europa van een zéér mild klimaat (in vgl. met andere plaatsen op gelijke breedte).
- Afkoeling van dat zout water bij Noorwegen, IJsland Groenland zorgt ervoor, dat het dan zwaardere koude water wegzakt naar diepte en zich terug naar het Zuiden verplaatst. Daar mengt het met warmer water en stijgt terug naar de oppervlakte.

Sterke verdunning met zoet smeltwater (van ijskap Groenland) kan het afzinken in het noorden vertragen. (zoet water(bel) is lichter dan zout water !), Daardoor kan Golfstroommotor vertragen...



GASSEN MET EEN BROEIKASEFFECT.

CO₂ (koolstofdioxide)

Mei 2013:
400 ppm CO₂

- Pre-industrieel: ca. 280 ppm
- Nu (Mauna Loa, Keeling, 1985): meer dan 400 ppm
- Extrapolatie tot 2050: ca. 600 ppm (x 2 !)

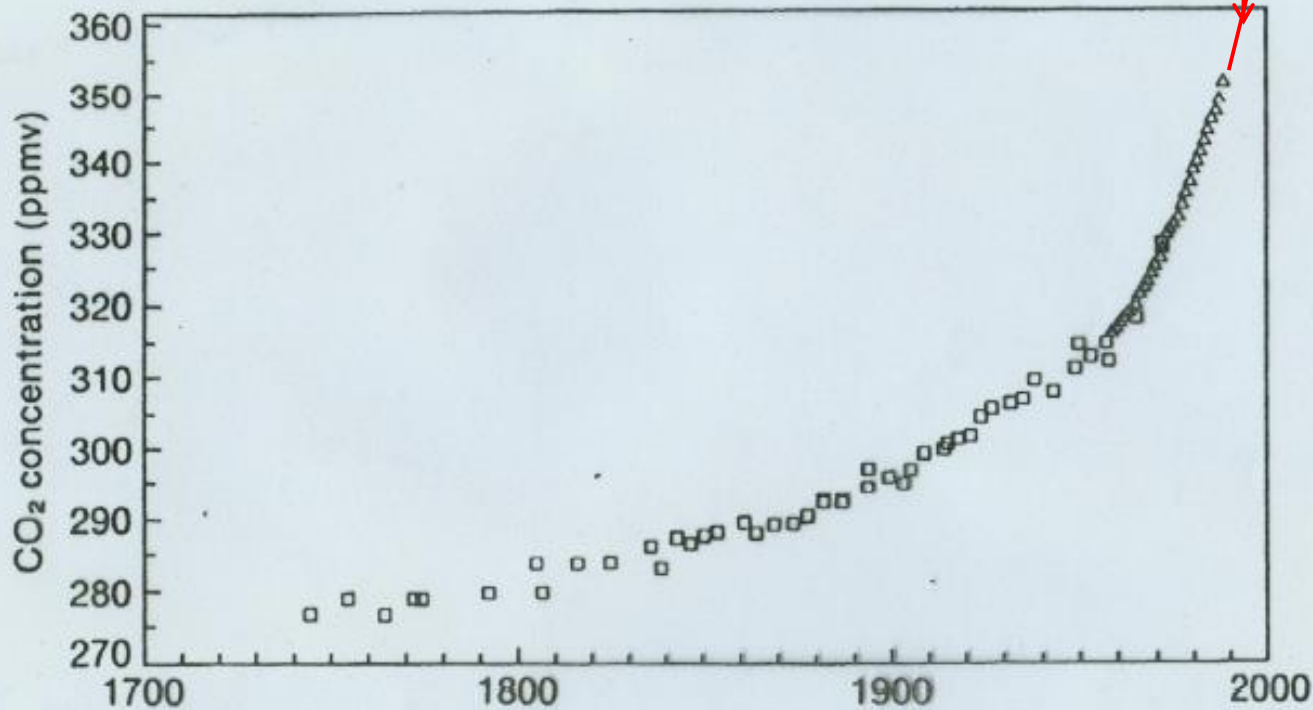
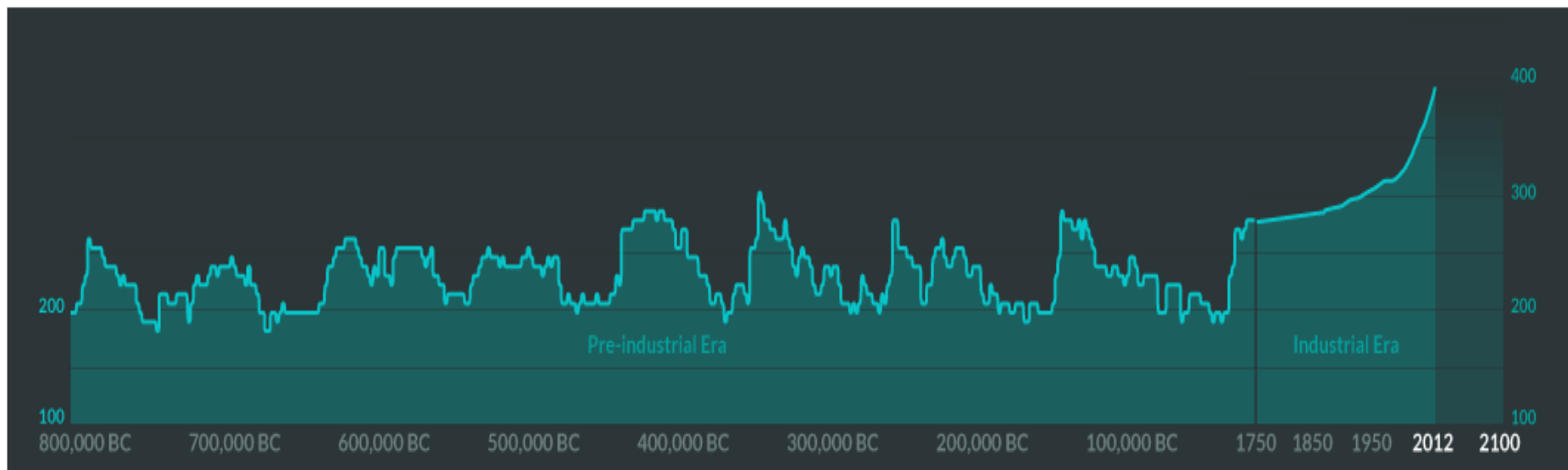


Figure IV.15. Concentration en CO₂ dans l'atmosphère: les valeurs de 1750 à 1980 sont obtenues à partir des mesures effectuées sur la carotte de glace à la Siple Station (les carrés; Neftel et al., 1985) et les valeurs récentes sont celles de l'Observatoire du Mauna Loa (les triangles, voir Figure IV.16).

(BERGER, 1992)

In mei 2013 werd de 400 ppm CO₂ overschreden...

<http://www.globalcarbonatlas.org/?q=outreach>



Door de 36 miljard ton CO₂ die in 2013 is uitgestoten, zal de temperatuur op aarde alweer ongeveer 0,04 graden stijgen gedurende een periode van duizenden jaren.

Het CO₂-gehalte in de atmosfeer is in de afgelopen eeuw met ongeveer 40 procent gestegen. De oceanen hebben 97 procent van de extra warmte die deze emissie veroorzaakt, geabsorbeerd. Dat is de enige reden dat de temperaturen wereldwijd niet nog sneller stijgen. De oceanen verzuren hierdoor ook heel snel.

De belangrijkste verantwoordelijke voor de uitstoot over 2013 is China, met 27 procent. Maar de emissie per inwoner is in Australië bijna drie keer zo hoog als in China. Andere grote vervuilers zijn volgens het Global Carbon Project de Verenigde Staten (14 procent), de Europese Unie (10 procent) en India (6 procent).

Bron: naar <http://www.argusactueel.be/internationaal-nieuws/gemetten-co2-uitstoot-volgt-nog-steeds-meest-dramatische-ipcc-scenario>

Vooral uit verbranden van fossiele brandstoffen

b.v.: aardgas (=methaan) verbranden:



aardgas: milieuvriendelijk ?

aardgas is wél de milieuvriendelijkste *fossiele* brandstof:

<i>energiedrager</i>	<i>Emissie: kton CO₂/Pjoule</i>
steenkool	94
aardolie	75
benzine	73
aardgas	56

GASSEN MET EEN BROEIKASEFFECT.

CH₄ (= methaangas = aardgas = biogas)

Afkomstig uit:

- Lekken industrie, gastransport,...
- Eindproduct anaërobe vergisting door Bacteria (in moerassen (toendra...), maag/darm, rijstsawa's,...)
- Afval stortplaatsen met veel organisch materiaal
- Steeds meer door smelten van permafrost.

Broeikaseffect van CH₄ is 23 x sterker dan van CO₂

GASSEN MET EEN BROEIKASEFFECT.

CFK's (chloorfluorkoolwaterstoffen = freonen)

b.v.: freon 11: CCl_3F

freon 114: $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$

Broeikaseffect van freonen is 10.000 tot 20.000 keer dat van CO_2

CFK's (=freonen) zijn apolair en worden gebruikt als:

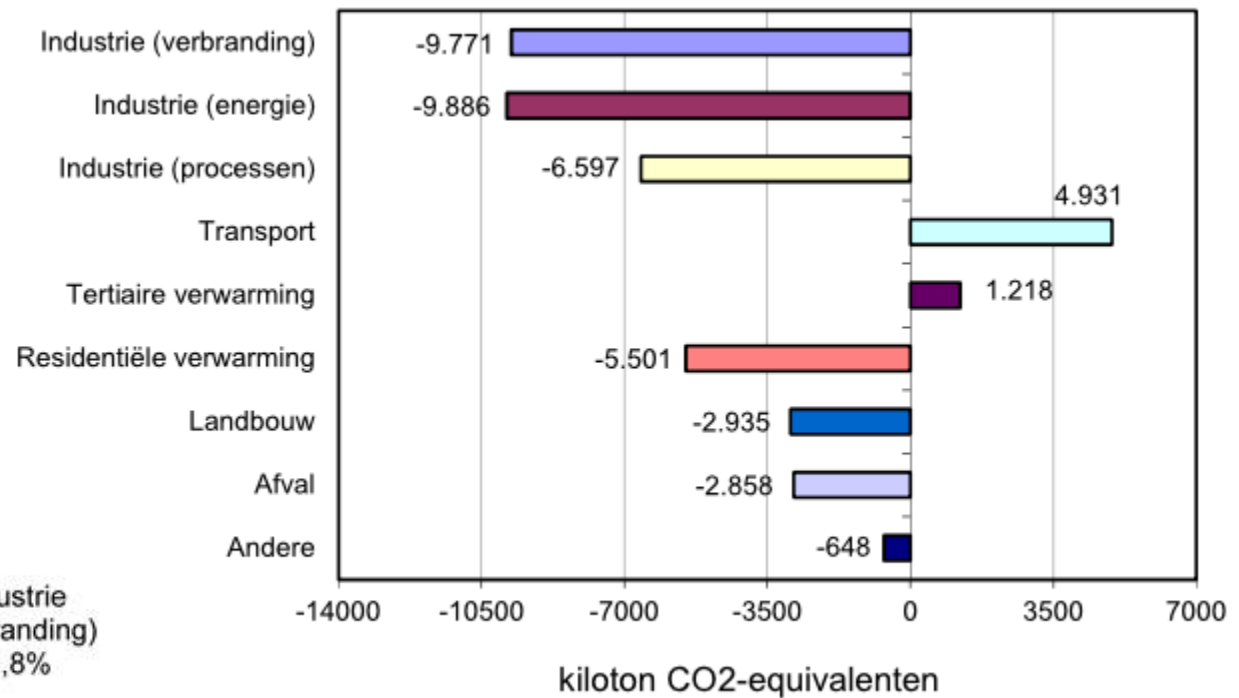
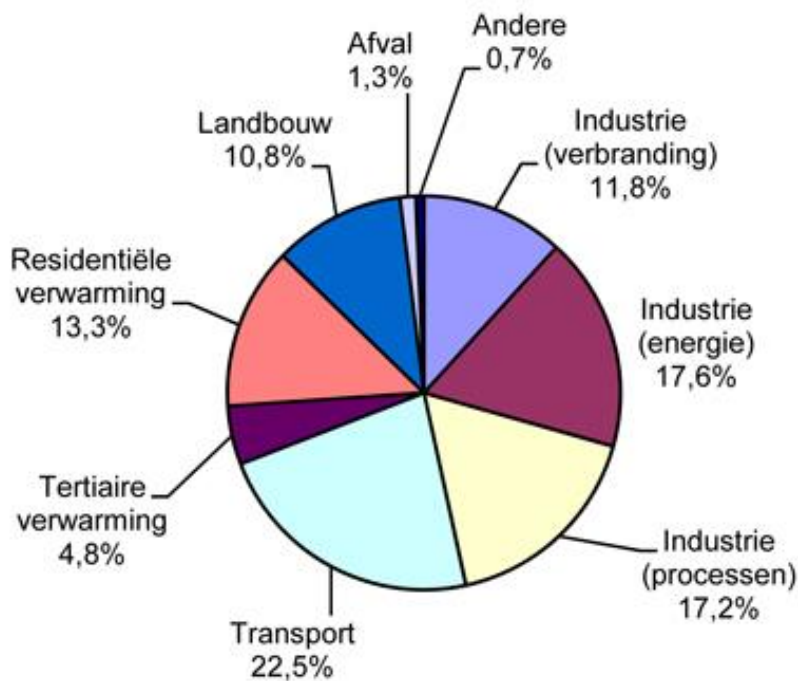
- ontvettingsvloeistof (chips),
- koelvloeistof,
- expansiegas (PUR-schuim),
- blusgas (halonen), ...

verblijftijd in de atmosfeer wellicht 75 à 100 jaar

vb: in Vlaanderen 4572 ton CFK's in PUR-isolatieschuim
(1990, dat was 77% van het totaal)

Belgische broeikasgas uitstoot

Aandeel uitstoot per sector



Evolutie van de Belgische uitstoot van Broeikasgassen ten opzichte van 1990

INTERNATIONALE VERDRAGEN: HISTORIEK

- **Kyoto** (Japan, 1997): tegen 2008 moest gasuitstoot met 5 % terug t.o.v.1990.

Maar de mondiale CO₂ uitstoot nam tussen 1990 en 2005 toe met ca 10 % !!!

Na ratificatie door Rusland is Kyotoverdrag in februari 2005 van start gegaan.

Maar de V.S.(5 % wereldbevolking, 25% werelduitstoot broeikasgassen) doen niet mee.

- VN-compromis van **Bali** (2007) resulteerde in de Europese 20-20-20 doelstelling:



Klimaatactieplan EU



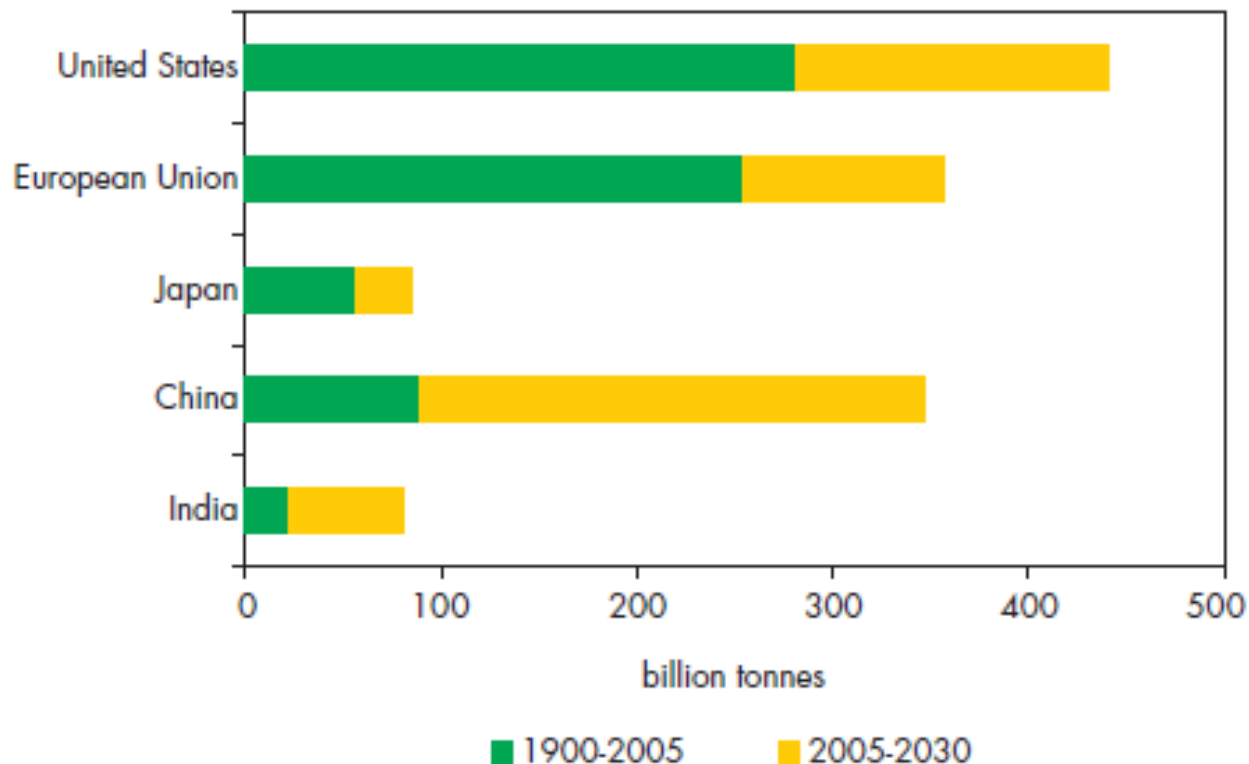
- 23 januari 2008 : Voorstel Europese Commissie
- Pakket van maatregelen
- Doelstelling tegen 2020
 - 20% BKG-reductie
 - 20% energie-efficiëntie
 - 20% hernieuwbare energie



→ Nieuwe Richtlijn Hernieuwbare Energie

De VN klimaatconferenties in **Kopenhagen** (dec. 2009), **Durban** (dec. 2011), **Doha** (2012) en **Warschau** (2013) zijn mislukt, vooral omwille van onenigheid met de ontwikkelingslanden. De USA en de EU hebben inderdaad een enorme historische CO₂ schuld, zoals blijkt uit onderstaande grafiek (uit BARON, 2008). De USA en EU zullen dus hoe dan ook het voortouw moeten nemen, willen we de nieuwe groei economieën uit het zuiden meekrijgen.

Figure 5.9: Cumulative Energy-Related CO₂ Emissions in Selected Countries/Regions in the Reference Scenario





PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11

Klimaatakkoord Parijs december 2015

- Intenties ondertekend door 188 landen
- In werking op 4 november 2016, nadat minstens 55 landen die samen minstens 55 % van de broeikasgassen uitstoten het akkoord hadden geratificeerd.
- Wil de temperatuurstijging beperken tot maximaal 2°C en liever nog dicht bij 1,5°C houden.
- Grote vragen bij de toekomstige positie van de VS onder de Trump-administratie, die intussen uit dit klimaatakkoord is gestapt ...

Terwijl Europa zich opmaakt voor de implementatie van de 'Energy Roadmap 2050' (stappenplan Energie 2050) en dat ook haalbaar en betaalbaar acht ...

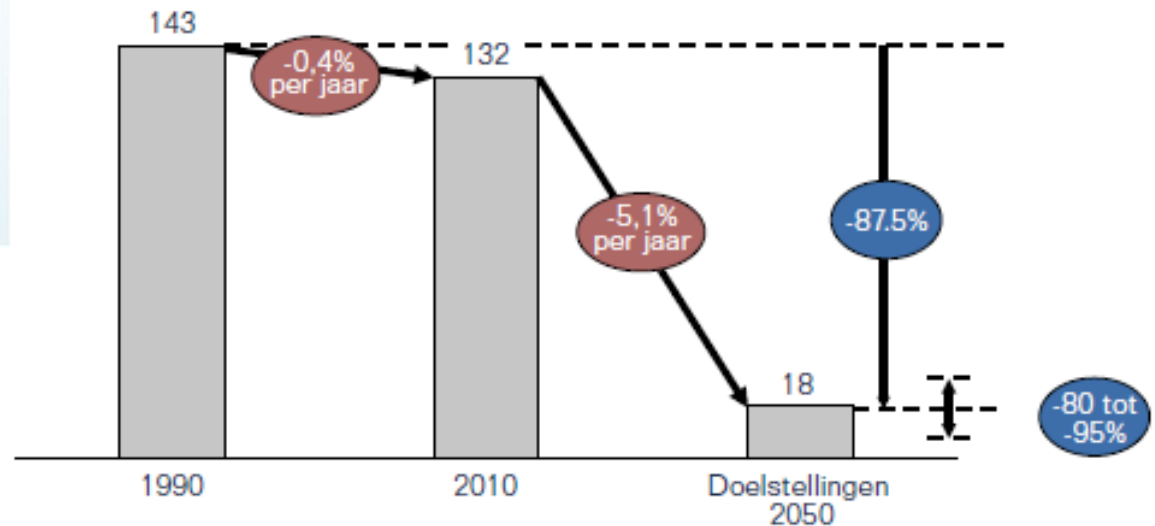


- On 15 December 2011, the European Commission adopted the Communication "Energy Roadmap 2050".
- De EU heeft zich ertoe verbonden de uitstoot van broeikasgassen tussen nu en 2050 met **80 tot 95%** te reduceren ten opzichte van 1990. Zij zal dit doen in de context van de vereiste reducties voor de ontwikkelde landen als groep. In het 'Stappenplan Energie 2050' gaat de Commissie na welke uitdagingen zijn verbonden met de verwezenlijking van de EU-doelstelling voor het koolstofarm maken van de economie, zonder afbreuk te doen aan de continuïteit van de energievoorziening en het concurrentievermogen.
- De 'Energy Roadmap 2050' is de basis voor het ontwikkelen van een lange termijn kader met alle betrokken partijen en sectoren.
- http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index_en.htm

Terwijl studie na studie aantoont dat reductie van uitstoot van broeikasgassen met 80 tot 95 % ook in België haalbaar en betaalbaar is en bovendien goed is voor de creatie van arbeidsplaatsen ...



NAAR EEN
KOOLSTOFARME MAATSCHAPPIJ

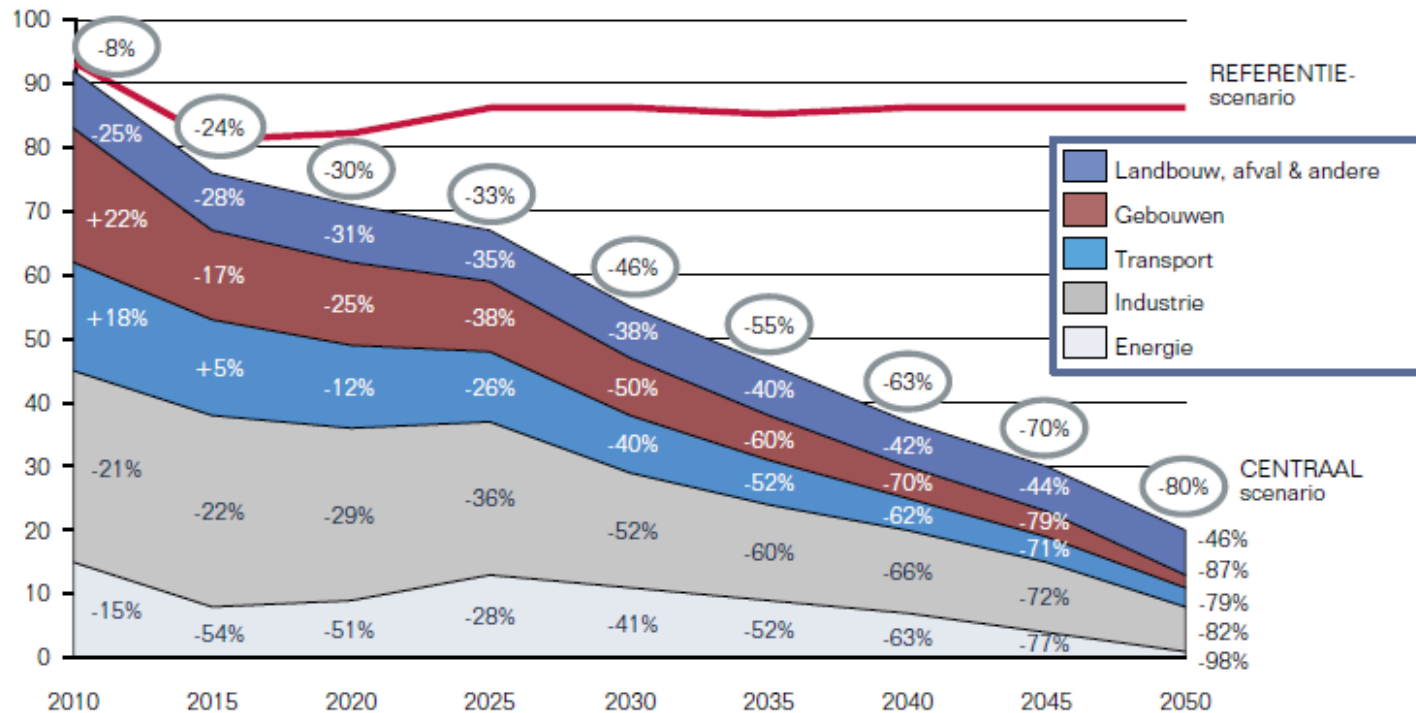


Bron: Nationale inventaris voor broeikasgasemissies; Climact

Figuur 1. Historische evolutie van de uitstoot van broeikasgassen in België (in MtCO₂e per jaar) en de range van de 2050-doelstellingen.

Terwijl een Belgische 'roadmap 2050' haalbaar en betaalbaar wordt geacht ...

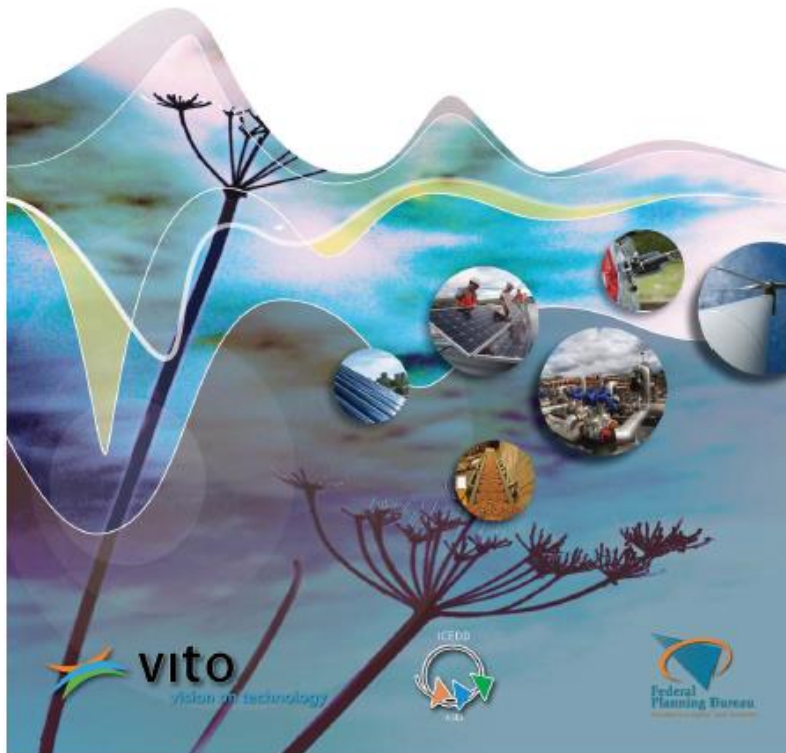
(Climact en VITO, 2013)



Figuur 14. Evolutie van de Belgische uitstoot van broeikasgassen per sector en in totaal t.o.v. 1990 (in %) in het CENTRAAL scenario (index: 1990 = 100).

Terwijl 100 % hernieuwbare energie in België tegen 2050... haalbaar en betaalbaar wordt geacht

Towards 100% renewable energy
in Belgium by 2050



Towards 100% renewable energy
in Belgium by 2050

December 2012

Daniëlle Doyegelaar, ddoyeg@vito.be
Jan Duerrinck, jan.duerrinck@vito.be
Dominique Guelinckx, dguelin@vito.be
Yves Marreux, yves@icedd.be
Wouter Nijls, wouter.nijls@vito.be
Martha Orlin, morlin@icedd.be
Marie Patrice, mpatrice@icedd.be

The sole responsibility for the content of this report lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the federal and regional authorities of Belgium.

BPB - FPS
Kantoor 47-49
1000 Brussel
www.fgov.be
tel: 02 509 80 00

ICEDD
Rd Irvin Orban, 4
5000 Namur
info@icedd.be
tel: 081 23 24 25

VITO
Sart Tilman 201,
2400 Mol
vito.be
tel: 03 282 20 00

Studie van het federaal planbureau, VITO (Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek, Mol) en ICEDD (Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable, Namur).

...talmen de federale en de gewestregeringen ...met het nemen van beslissingen die het verschil kunnen maken, en die België uit de achterstandspositie kunnen halen.

Met het kopen van schone buitenlandse lucht gaan we er niet komen.

Een gedegen top-down aanpak lijkt er maar niet te komen inzake milieubeleid...

Klimaatwetenschappers willen in geen geval meer dan 2°C stijging van globale temperatuur. Dat vraagt véél meer CO₂ reductie (tot 80 % !) om klimaatcatastrofe te voorkomen, vooral omdat er aanwijzingen zijn dat **GLOBAL WARMING** wordt gemaskeerd door **GLOBAL DIMMING**.

Global climate change: partim global DIMMING. (de zogenaamde zon-belemmering)

- Oorzaak: fijn stof = aërosolen (sulfaten, roetdeeltjes, ...).
 - Ook deels een natuurlijk fenomeen: vulkanen (Pinatubo 1991), bosbranden, Sahara zandstofwolken, ...
 - Bekend ook van brandende oliebronnen in Koeweit (golffoorlog) en de nucleaire wintertheorie.
-

Global dimming: onderzoek

- Kijk éérst als je de dvd in de les hebt gemist **Gobal dimming/ klimaatverandering**

<https://www.youtube.com/watch?v=iqTaVcUzsTk>

- Onderzoek omvang global dimming: Ohmura (1985, CH, 10%) , Stanhill (1988, Israël, 22%) , Liepert (1980, Beierse Alpen, 22 %).
- INDOEX onderzoek (25 miljoen \$) o.l.v. V. Ramanathan: 10 % over Noordelijke Malediven.
- Paradox van de afnemende panverdamping (Peterson, 1995).
- Mogelijk verband met de verschuiving van moessonregens in de Sahelregio met als gevolg de catastrofale droogte in de jaren 1970-1980. (Rotstayn, L.D. & U. Lohmann, 2002)

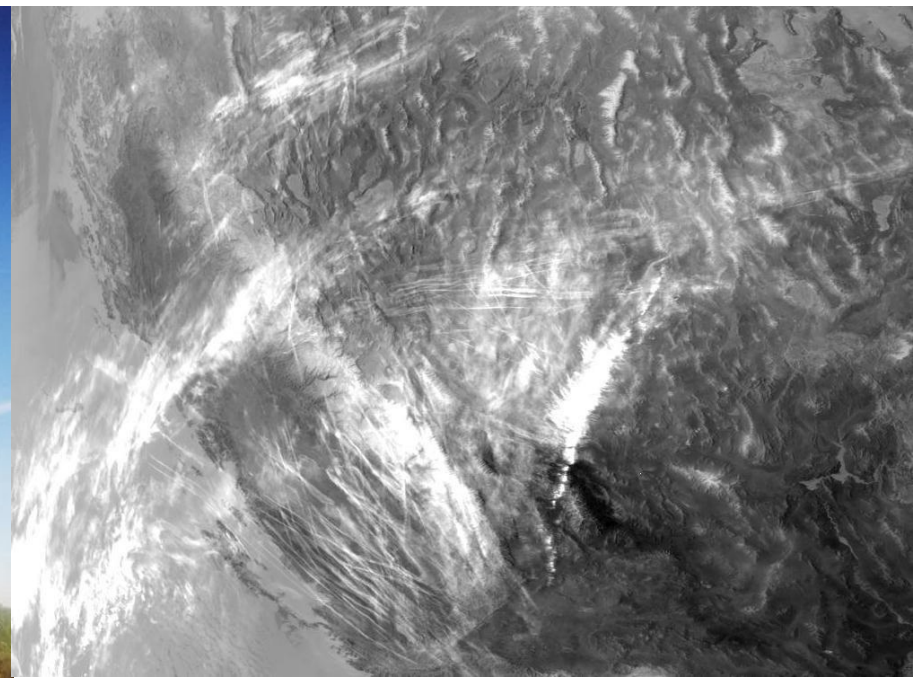
<http://www-ramanathan.ucsd.edu/climate/mitigation4.php>

<http://news.softpedia.com/news/How-Man-Made-Air-Pollution-Is-Making-Rivers-Swell-461065.shtml>

<http://www.nature.com/ngeo/journal/vaop/ncurrent/full/ngeo2263.html>

Effect van vliegtuig condensatie strepen (contrails)

Toenemende daily temperature range (DTR) van 11-13 sep. 2001 in Noordelijk Amerika met meer dan 1°C , door verbod vliegverkeer (condensatiestrepen). (DJ. Travis, 2002)



Global dimming heeft dus mogelijk de opwarming van de aarde vertraagd en gemaskeerd.

1 night in Bangkok ...

metro

maandag 25 maart 2013 - NR 2746

1 NIGHT
IN BANG-
KOK

VA €699
vlucht H/T + 1 overnachting

Connections

GO! EXPLORE.
connections.be



«Klimaatverandering is oorzaak van vrieskou»

BRUSSEL «De huidige vrieskou is hoogstwaarschijnlijk een gevolg van de klimaatverandering.» Dat vertelt de Belgische ondervoorzitter van het VN-Klimaatpanel, Jean-Pascal Van Ypersele, aan Metro. «Het smelten van de ijskappen heeft een groot effect op de wind-

stromingen, die de koude Siberische winden tot bij ons brengen.» Toch is het niet de eerste keer dat er deze tijd van het jaar nog zo veel sneeuw valt. «De meest laattijdige sneeuw ooit viel zelfs op 14 mei, in 1902», aldus weerman David Dehenauw (KMI). p. 3

GLOBAL CLIMATE CHANGE: SYNTHESE

Het klimaat in de 21^{ste} eeuw wordt beïnvloed door:

- een verdere opwarming vanwege de stijgende atmosferische broeikasgasconcentraties.
 - een verminderd koeleffect vanwege de dalende aërosoluitstoot (milieubeleid) en afnemende global dimming.
 - een verhoogde CO₂-uitstoot en methaanuitstoot als gevolg van een versnelde ontbinding van in de permafrost opgeslagen organische koolstof, bij oplopende temperaturen. (<http://www.argusactueel.be/internationaal-nieuws/ontdooiend-permafrost-zal-klimaatopwarming-tot-boven-de-2%C2%B0c-jagen>)
 - mogelijke secundaire gevolgen zoals het vertragen van zeestromingen als de Golfstroom.
-

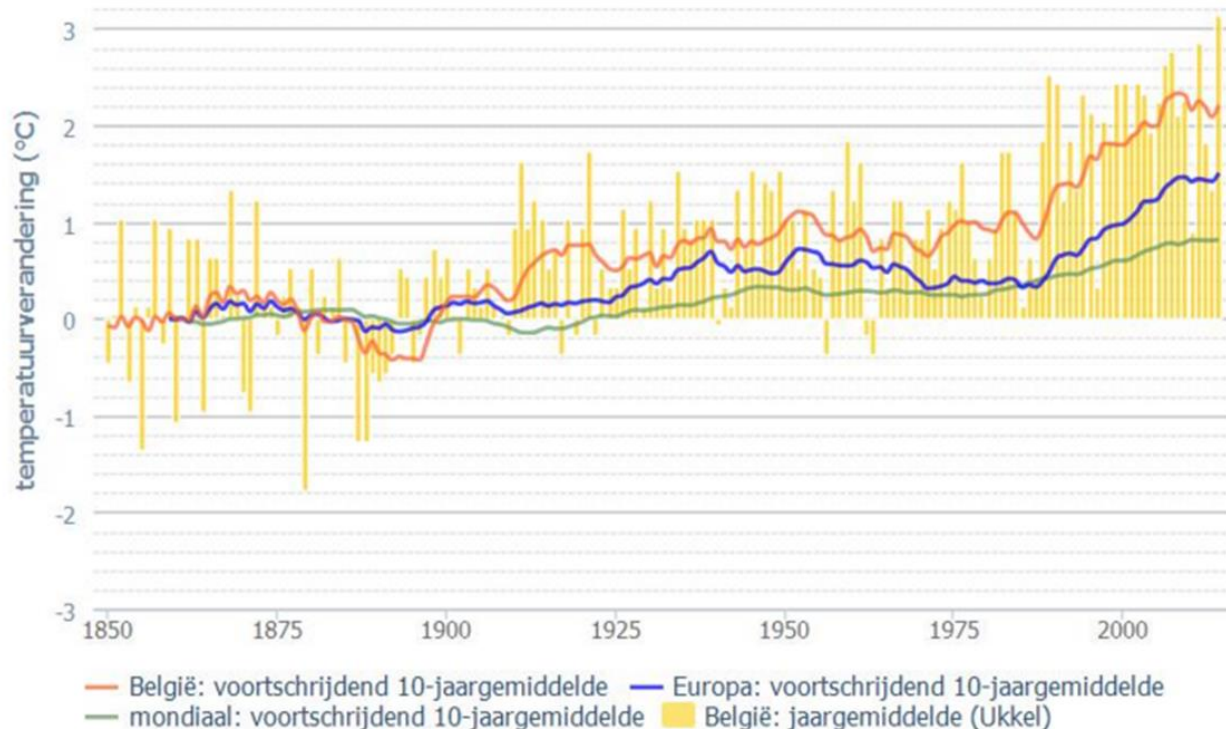
De klimaatverandering is bezig, ook in België:

- In België is het momenteel gemiddeld **2,4 (!!)** graden Celsius warmer dan 200 jaar geleden.
- De 20 warmste jaren sinds 1833 situeren zich allemaal de na 1988, terwijl de 20 koudste jaren allemaal vóór 1896 waargenomen werden. De temperatuurstijging is duidelijk in alle seizoenen, maar het grootst in de lente (+0,5°C/10jaar) en in de zomer (+0,4°C/10 jaar). Ook het aantal dagen van 25°C of meer stijgt duidelijk.

<http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/milieuthemas/klimaatverandering/temperatuur/jaargemiddelde-temperatuur/>

<https://www.klimaat.be/nl-be/klimaatverandering/belgie/waarnemingen-belgie>

Afwijking van de jaargemiddelde temperatuur

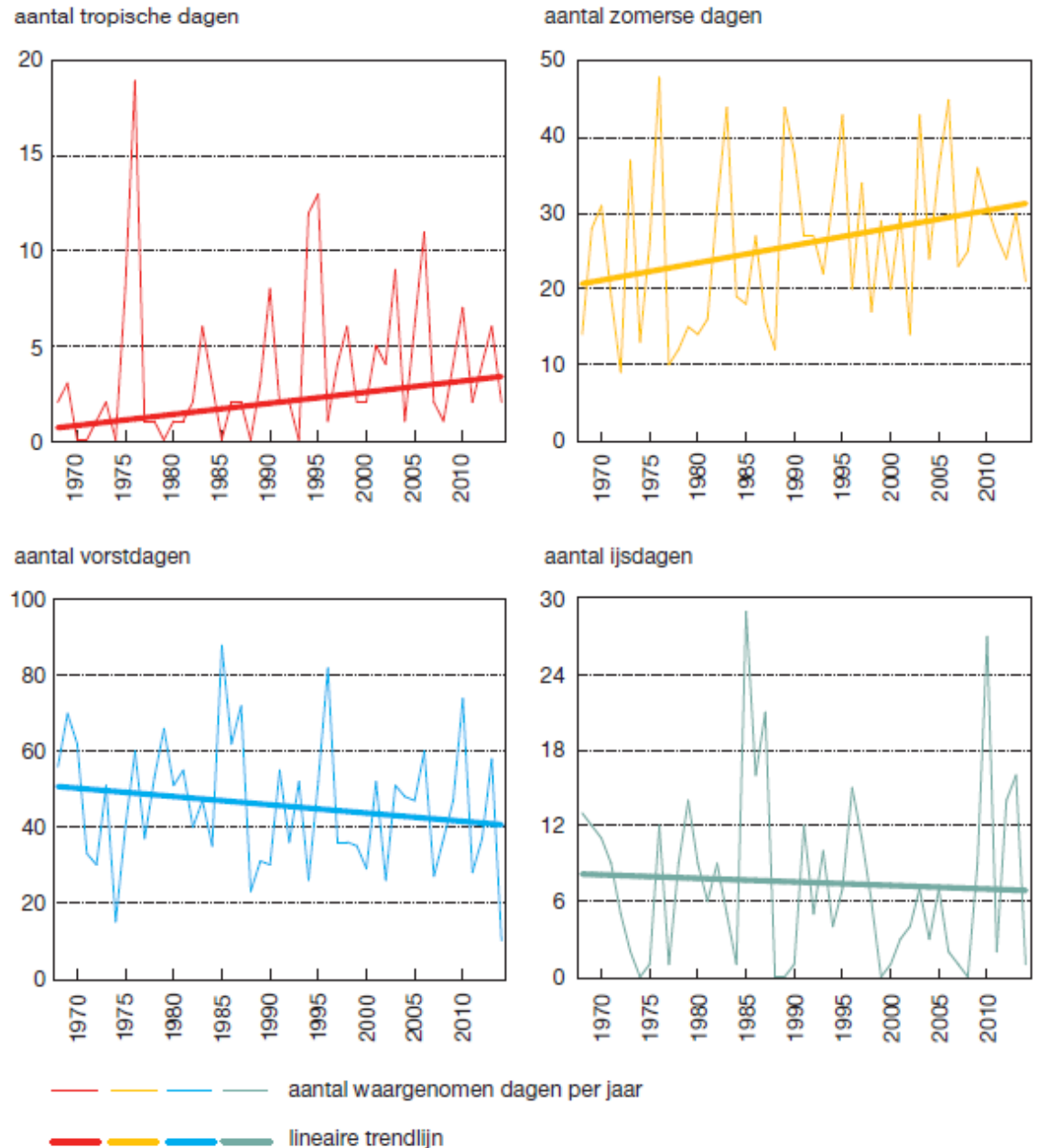


Ukkel (1968-2014)

bron MIRA klimaatrapport 2015

De extreme situatie van België wordt toegeschreven aan een combinatie van **‘global warming’** met een lokaal sterk **‘stedelijk hitte eiland-effect’**. (elk voor ongeveer de helft van de 2,4°C opwarming)

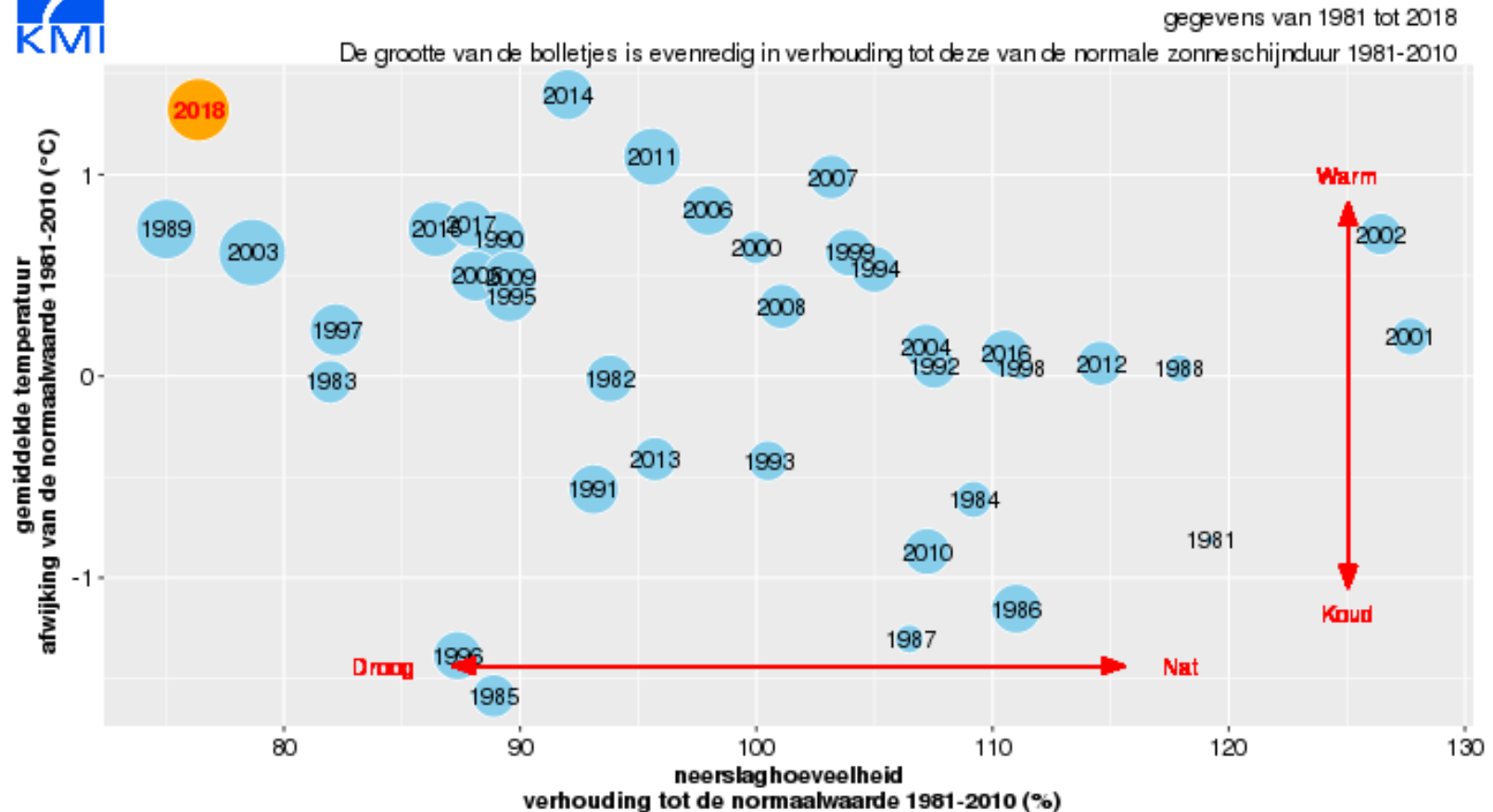
Figuur 9: Aantal dagen met (erg) hoge of lage temperaturen (Ukkel, 1968-2014)



Het tegelijk warmste en droogste jaar sedert de waarnemingen (1833) in België was 2018



Neerslag, temperatuur en zonneshijnduur te Ukkel, jaarlijkse waarden

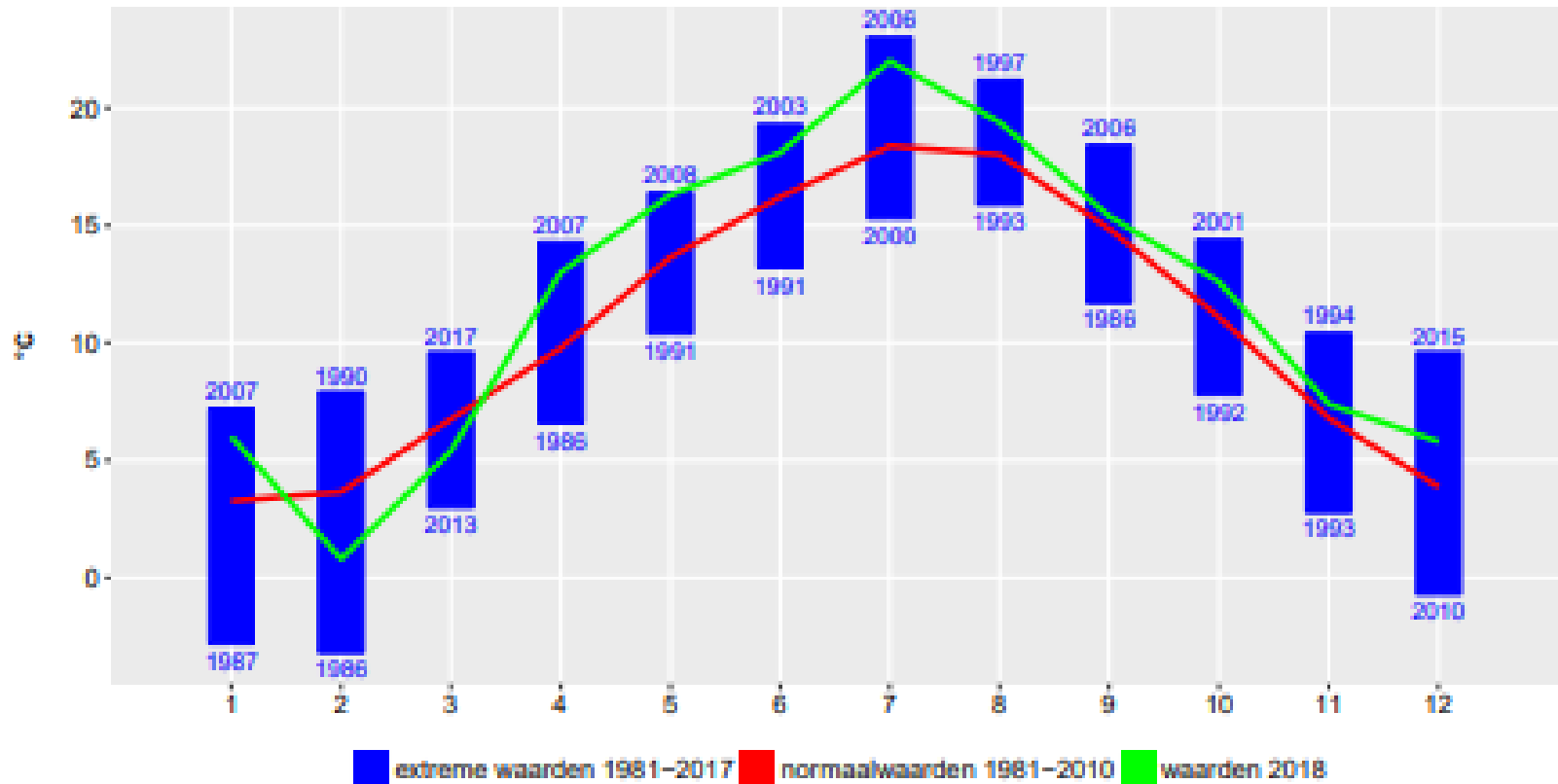


2018



Gemiddelde maandtemperatuur, Ukkel

recente waarden, normaalwaarden (1981-2010) en extreme waarden (1981-2017)



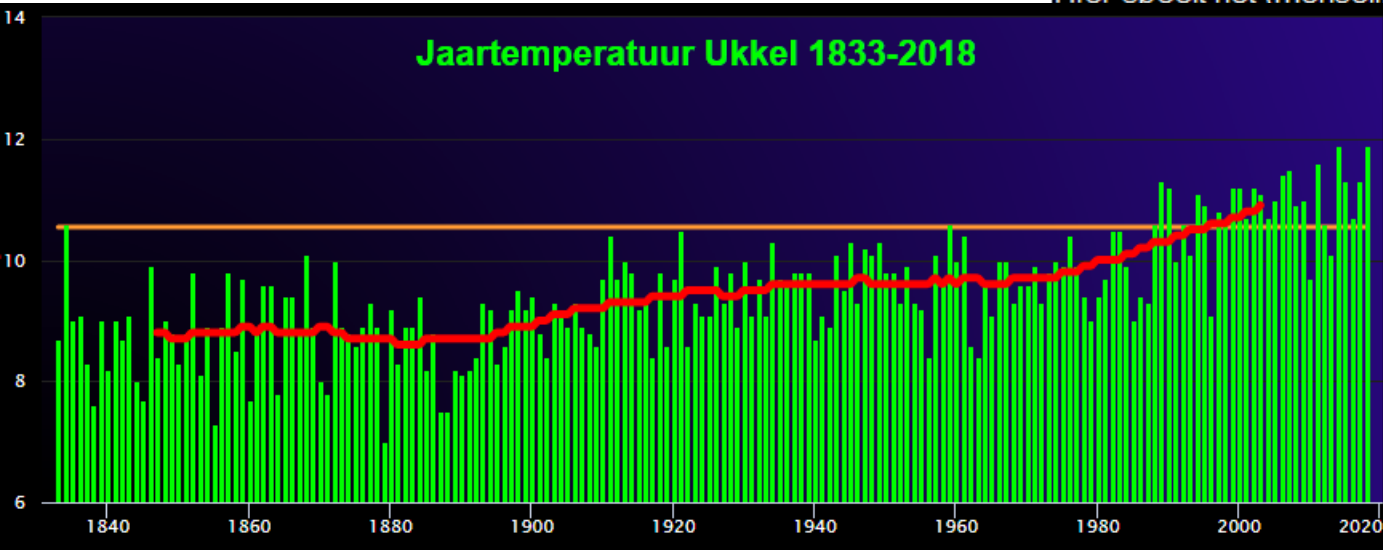
Gemiddelde temperaturen in Ukkel (B) 1833-2017

De **oranje lijn** geeft de huidige gemiddelde waarde (gemiddelde over de periode 1981-2010).

De **rode lijn** berekent het lopend gemiddelde over 30 jaar. De termijn van 30 jaar wordt algemeen gebruikt als men spreekt over het [klimaat](#).

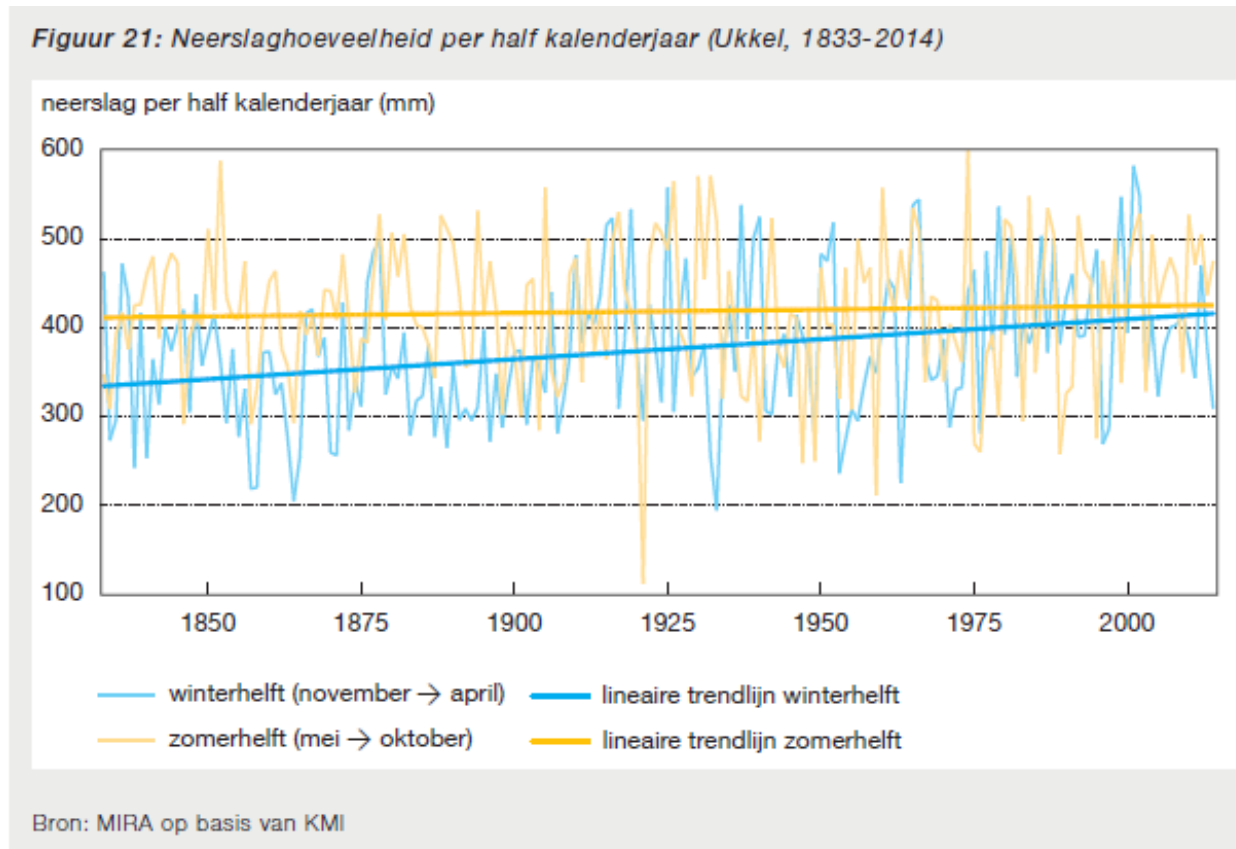
Door de rode lijn te vergelijken met de oranje lijn, zie je dus eventuele veranderingen in het klimaat. Vooral voor de [temperatuur](#) is er een duidelijke evolutie. Precies omdat het gaat over een lopend gemiddelde, kan de rode lijn maar berekend worden tot 15 jaar in het verleden. Concreet: een klimaatwaarde voor 1995 wordt berekend door het gemiddelde te maken van alle waarden tussen 1981 en 2010 (een periode van 30 jaar).

Dat de algemene temperatuur stijgt, kan niemand ontkennen. Hier speelt het (menselijk) broeikaseffect duidelijk een rol. Zie



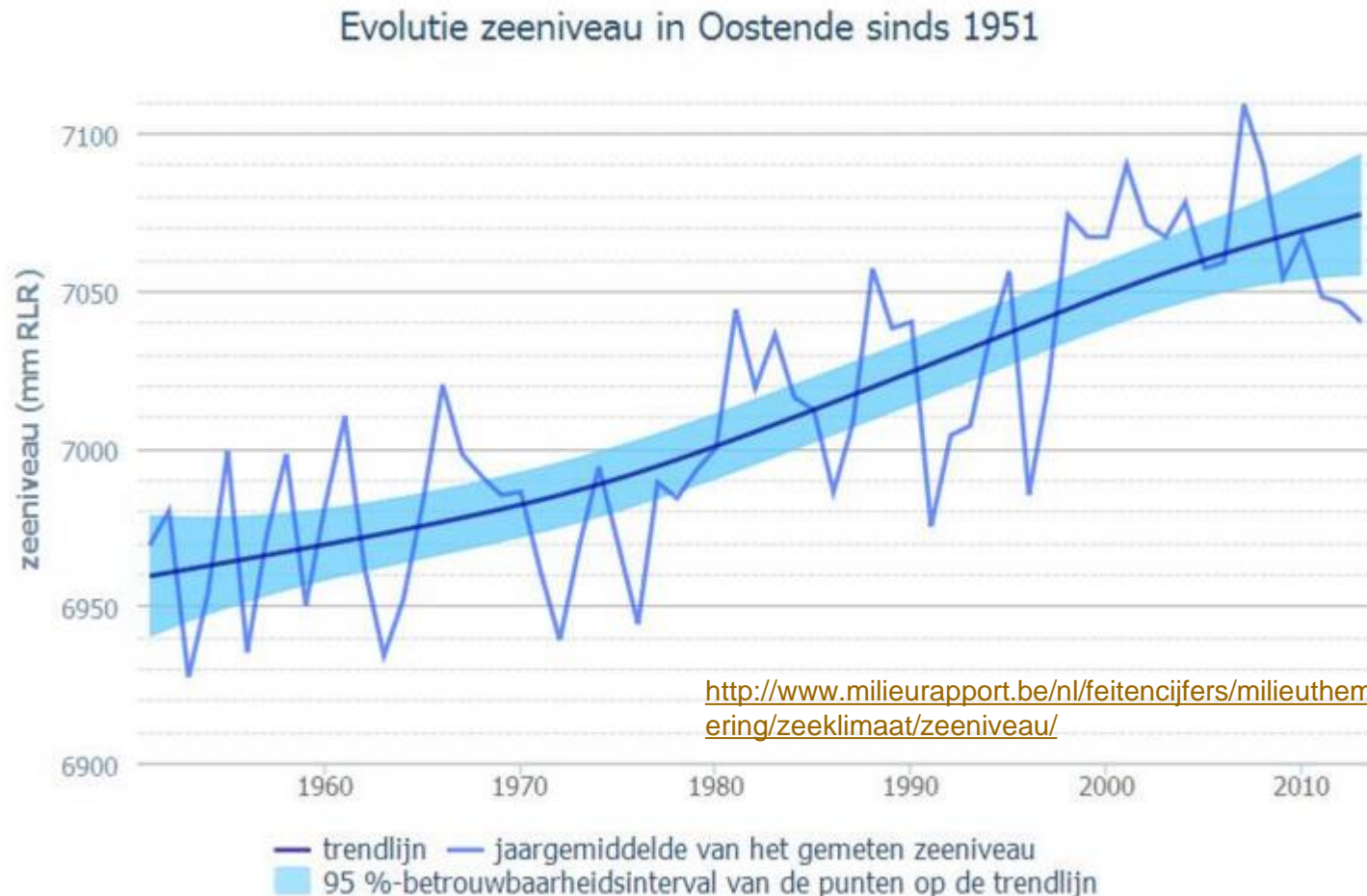
De klimaatverandering is bezig, ook in België:

- België kent een langzame, maar aanhoudende **stijging van de winterneerslag** (+5 mm/decennium).

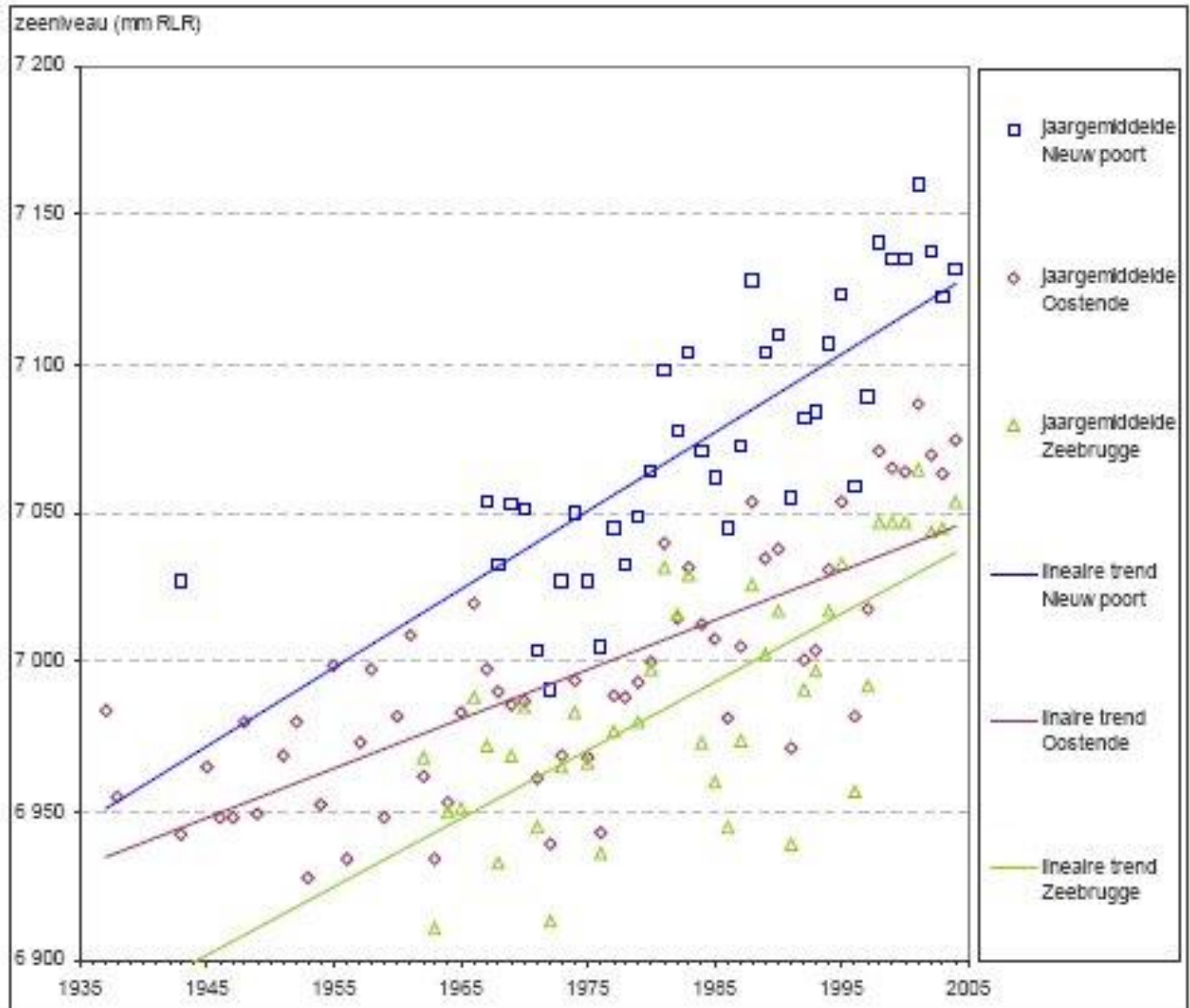


De klimaatverandering is bezig, ook in België:

- Vergeleken met 1970 ligt het gemiddeld zeeniveau in Oostende thans 103 mm hoger, 115 mm in Nieuwpoort en 133 mm in Zeebrugge met een actuele **zeespiegelstijging** van iets minder dan **4mm/jaar**.



Figuur 63: Evolutie zeeniveau aan de Belgische kust (Oostende, 1937-2004; Nieuwpoort, 1943-2004; Zeebrugge, 1962-2004)



Het zeeniveau wordt uitgedrukt in mm RLR (Revised Local Reference). Daarbij zijn de data van een lokale referentie omgezet t.a.v. het internationaal referentieniveau.

Bron: VMM op basis van Afdeling Kust en PSMSL (2005).

Zeespiegelstijging in België.

Actueel tussen 3,5 en 4 mm/jaar

GLOBAL CLIMATE CHANGE: SYNTHESE

- De klimaatmodellen en toekomstscenario's van het IPCC worden thans herberekend. Met zekerheid zullen de vroeger voorspelde temperatuur stijgingen van ca. 5 graden bij *ongewijzigd* beleid tegen einde 21^{ste} eeuw, worden bijgesteld !
- De mogelijke klimaatwijzigingen liggen zover buiten het gebied van onze voorbije ervaringen en het huidige wetenschappelijk begrip dat het onmogelijk is om te voorspellen wat dit concreet zal betekenen voor het Ecosysteem Aarde en de mensheid.
- Kijk voor updates bij www.ipcc.ch. IPCC rapport 2013 : <http://ipcc.ch/report/ar5/wg1/#.Ulz4ttK-3Tp>.
- IPCC Syntheserapport 2014: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_SPM.pdf <https://www.ipcc.ch/srocc/download-report/>
- <https://www.ipcc.ch/report/ar5/> / 2019

Special Report on Global Warming of 1.5 °C (SR15)

Following the decision of the panel at its 43rd Session to accept the invitation from the UNFCCC, at its 44th Session, the Panel approved the outline of *Global Warming of 1.5 °C, an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*.

The report will be finalized in October 2018

<http://www.ipcc.ch/report/sr15/>

