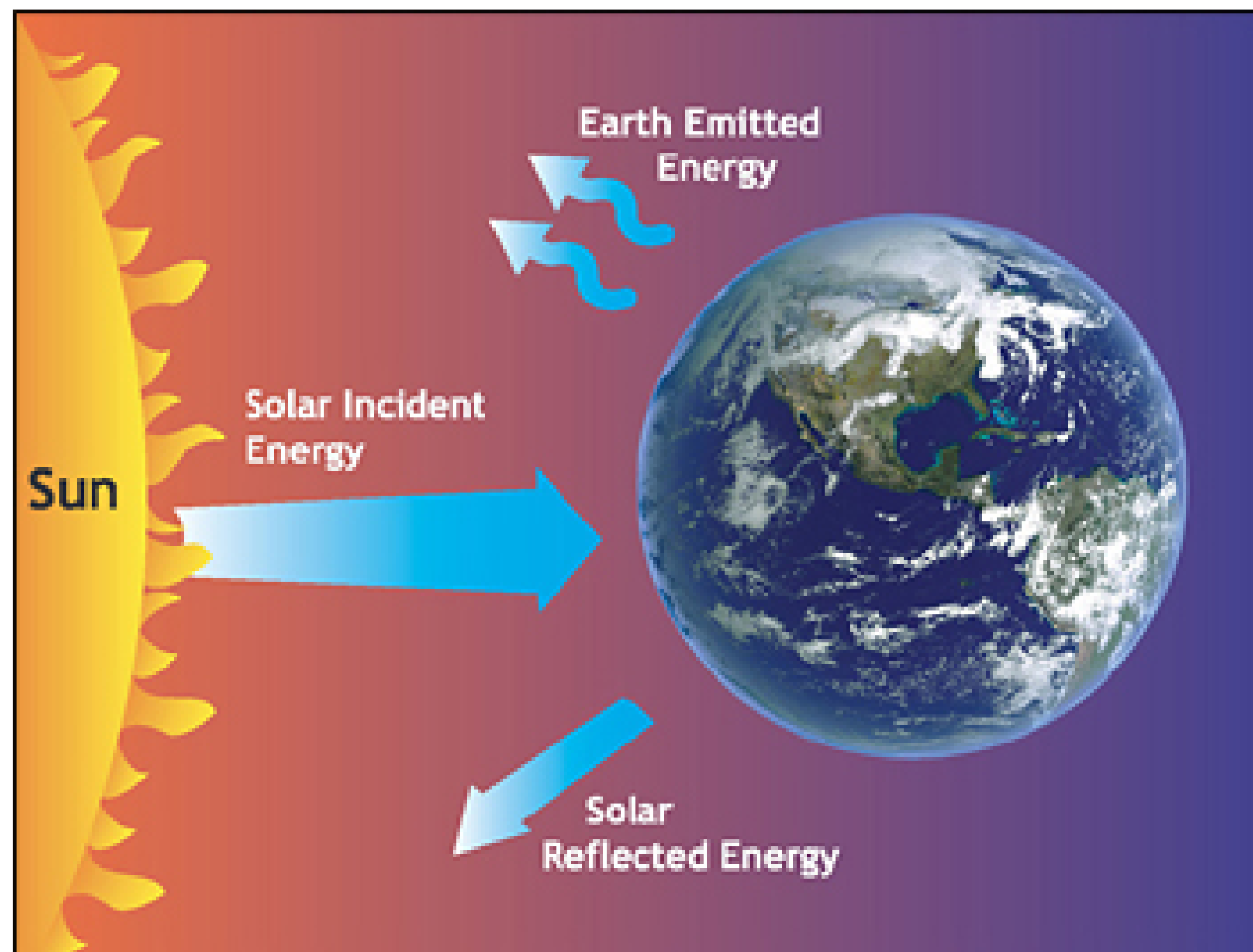


# Wat weten we over klimaatverandering?

## Bart Verheggen

### 1. Het broeikaseffect



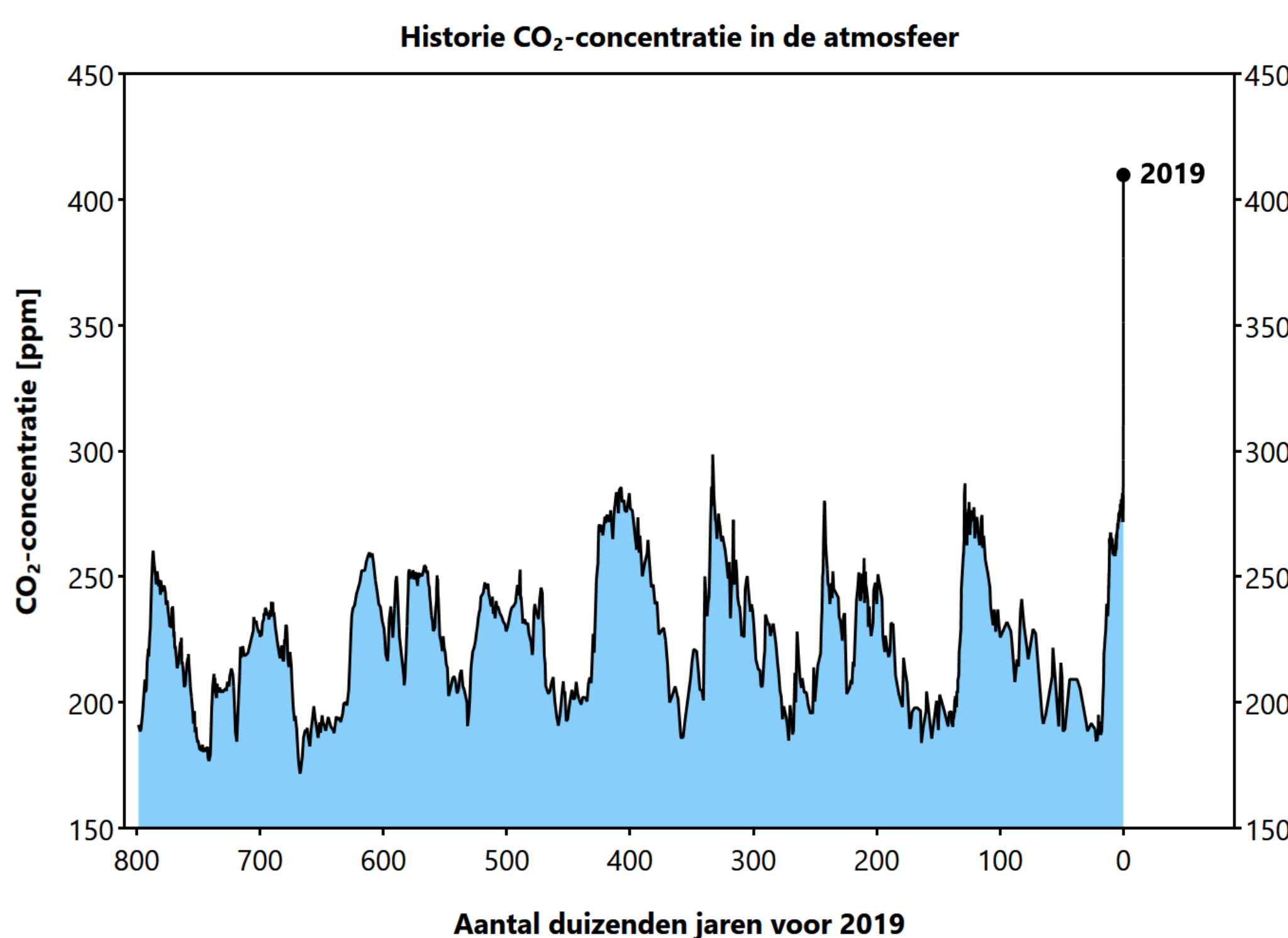
Al sinds de 19<sup>de</sup> eeuw weten we dat sommige gassen, zoals CO<sub>2</sub>, warmtestraling absorberen.

Dit werd o.a. door John Tyndall aangetoond met laboratoriumproeven en is nu tekstboeknatuurkunde.

Als een soort 'deken' beperken broeikasgassen daardoor het warmteverlies van een planeet. Zonder broeikaseffect zou het aardoppervlak zo'n 33°C kouder zijn: een levenloze ijsplaneet.

Satellietmetingen bevestigen dat de aarde steeds minder warmte uitstraalt naar het heelal, overeenkomend met een versterkt broeikaseffect. De aarde houdt hierdoor steeds meer energie vast en warmt daardoor op.

### 2. De rol van CO<sub>2</sub> in het klimaat



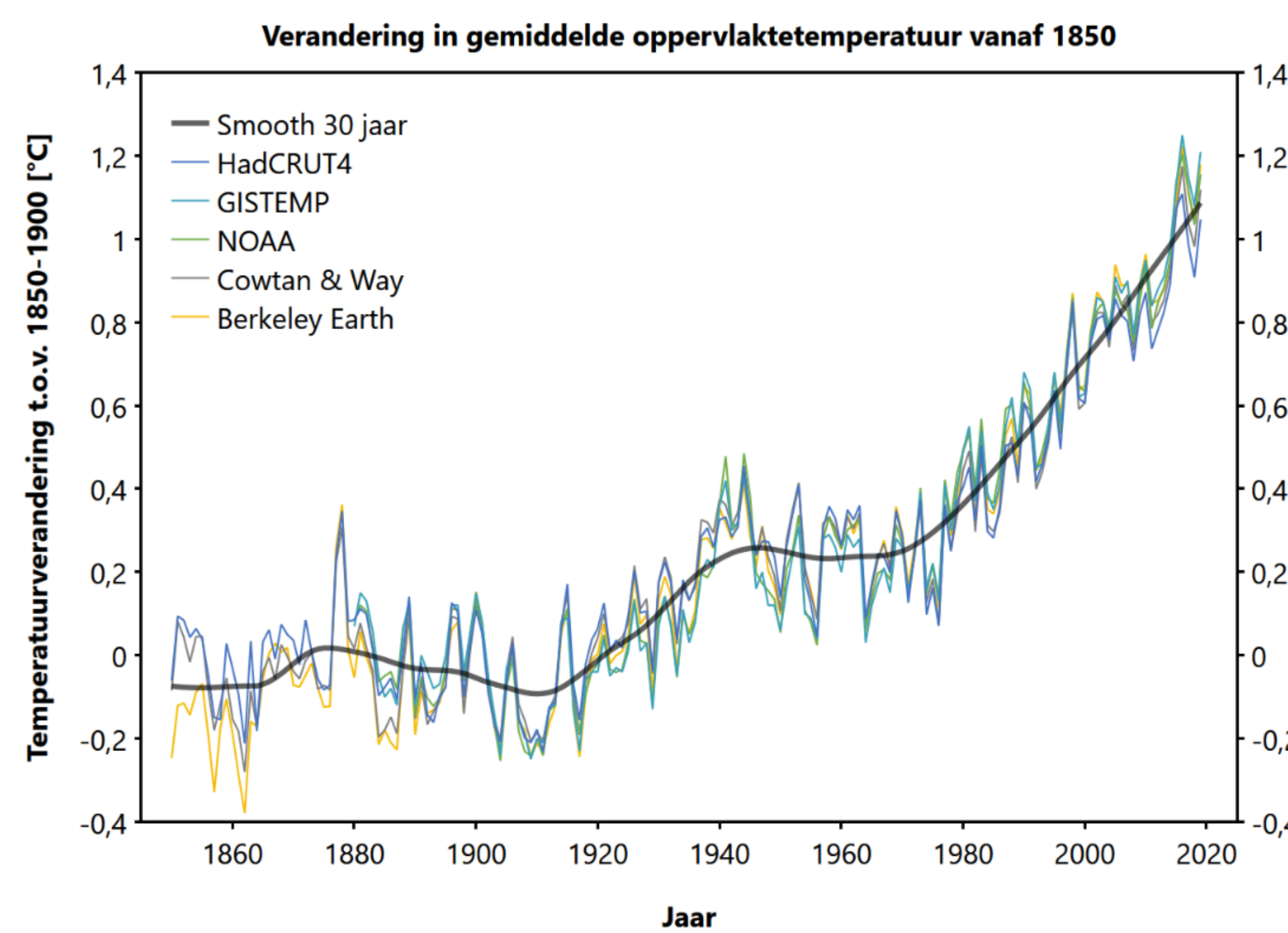
De huidige CO<sub>2</sub> concentratie is hoger dan in de afgelopen paar miljoen jaar is voorgekomen, en stijgt ongekend snel.

De koolstofatomen in de CO<sub>2</sub> wijzen uit dat deze toename voornamelijk is veroorzaakt door het verbranden van fossiele brandstoffen zoals olie, gas en steenkool. Daarnaast komt het vrij bij ontbossing. We stoten zelfs meer CO<sub>2</sub> uit dan er in de atmosfeer bijkomt. De rest wordt opgenomen door oceanen (die daardoor verzuren) en door extra bomen- en plantengroei.



Bart Verheggen met een meetinstrument voor aerosolen op de Zwitserse bergtop Jungfrauoch.

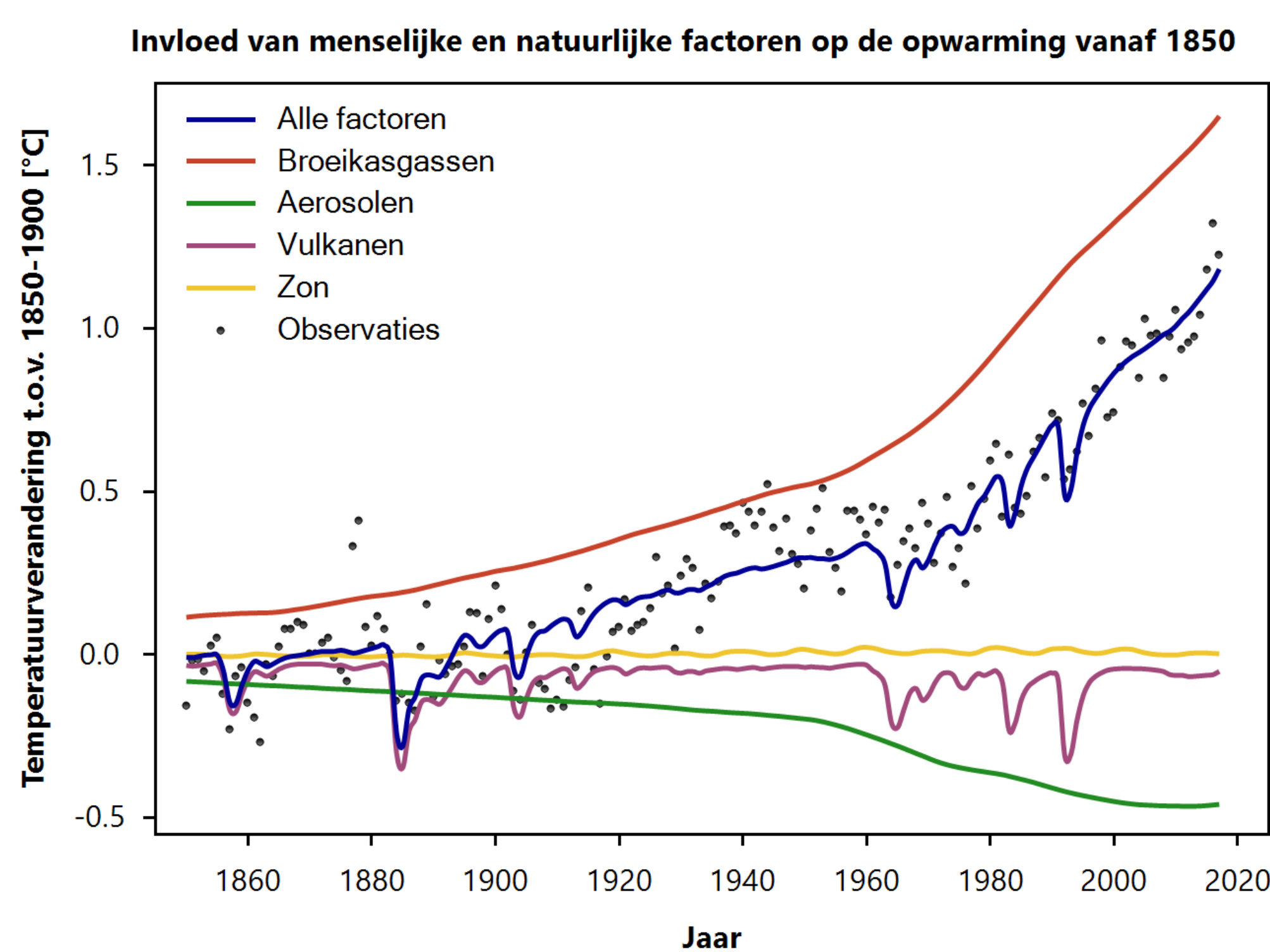
### 3. De aarde warmt op



Het aardoppervlak is nu ruim 1°C warmer dan toen systematische metingen begonnen in de tweede helft van de 19<sup>de</sup> eeuw.

Dat lijkt weinig, maar bedenk dat tijdens de laatste ijstijd het aardoppervlak 'slechts' een graad of 5 kouder was dan nu. Vanwege natuurlijke variatie gaat de opwarming niet monotoon, maar met ups en downs. Als gevolg van de opwarming krimpen gletsjers, neemt de hoeveelheid zee-ijs in het Noordpoolgebied af, smelt er steeds meer ijs van de grote ijskappen, stijgt de zeespiegel en treden er allerlei veranderingen op in ecosystemen.

### 4. Dat komt door de mens

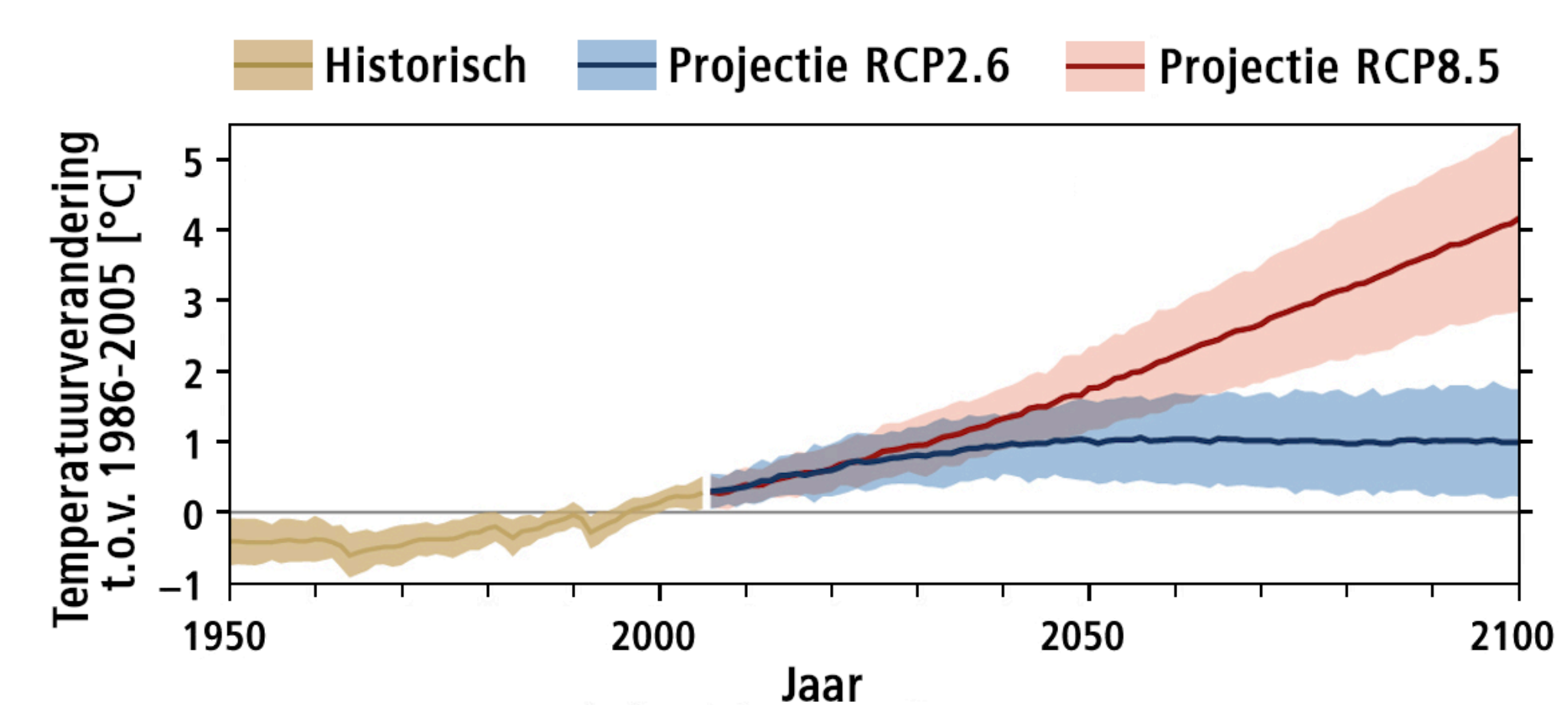


De huidige opwarming wordt grotendeels door menselijk handelen veroorzaakt.

Deze conclusie leunt op de welbegrepen natuurkunde van het versterkte broeikaseffect en specifieke 'vingerafdrukken' daarvan die we in observaties terugvinden. Het wordt tevens bevestigd door klimaatmodellen en kennis van klimaatveranderingen in het verre verleden, waarbij CO<sub>2</sub> vaak een sleutelrol vervulde.

Natuurlijke factoren zijn te gering (bijv. veranderingen in zonnesterkte) of te langzaam (bijv. veranderingen in de aardbaan) om de snelle opwarming van de afgelopen anderhalve eeuw te kunnen verklaren.

### 5. Toekomstprojecties



De toekomstige opwarming hangt sterk af van de uitstoot van broeikasgassen en dus van onze keuzes.

Als de emissies heel snel worden teruggeschroefd (zoals in het RCP2.6 scenario, blauw in de grafiek) kan de opwarming beperkt blijven tot onder twee graden ten opzichte van het pre-industriële niveau. Zonder enige vorm van klimaatbeleid (zoals in het RCP8.5 scenario, rood in de grafiek) zal de aarde aan het eind van deze eeuw zo'n drieënhalve tot zes graden zijn opgewarmd, wat het aanzicht van de planeet compleet zou veranderen.

### 6. De risico's zijn groot



Klimaatverandering kan vele en verstrekkende gevolgen hebben, bijvoorbeeld voor de zeespiegel, waterhuishouding, biodiversiteit, gezondheid, voedselvoorziening, extreem weer, etc.

Veel bestaande problemen, zoals honger, armoede, gezondheid, natuurrampen en maatschappelijke ontwrichting worden door klimaatverandering verergerd. De gevolgen hangen natuurlijk sterk af van de mate van opwarming. En die hebben we - gelukkig - grotendeels zelf in de hand.

### 7. We kunnen er iets tegen doen!

Er zijn veel opties om de opwarming te beperken, en we zullen ze allemaal nodig hebben.

Aangezien de meeste broeikasgassen vrijkomen door het verbranden van fossiele brandstoffen is een energietransitie noodzakelijk om klimaatontwrichting te beperken. Gelukkig zijn er zijn veel mogelijkheden om nagenoeg CO<sub>2</sub>-vrije energie op te wekken. Daarnaast is het belangrijk om ontbossing tegen te gaan en om de landbouw te verduurzamen.

Het tempo waarin we de omslag naar een CO<sub>2</sub>-neutrale economie maken beïnvloedt de mate van opwarming waarmee de mensheid voor vele duizenden jaren te maken zal hebben.

### De auteur

Dr. ir. Bart Verheggen is docent aan Amsterdam University College (AUC) in diverse klimaat-gerelateerde vakken. Daarvoor heeft hij onderzoek gedaan in o.a. Canada, Zwitserland en Nederland. Hij mengt zich geregeld in het publieke debat over klimaatverandering. In 2020 verscheen zijn populairwetenschappelijke boek *Wat iedereen zou moeten weten over klimaatverandering*.

Boek: [BartVerheggen.nl](http://BartVerheggen.nl)

Blog: [Klimaatveranda.nl](http://Klimaatveranda.nl)

Twitter: [@KlimaatVeranda](https://twitter.com/KlimaatVeranda) (NL) & [@Bverheggen](https://twitter.com/Bverheggen) (EN)

