



Royal Netherlands  
Meteorological Institute  
*Ministry of Infrastructure  
and Water Management*

# Klimaat, klimaatverandering en de KNMI'23 scenario's

Andreas Sterl  
KNMI, De Bilt

## Climate

- system
- change
- modelling
- scenarios & website





## Climate – what’s that?

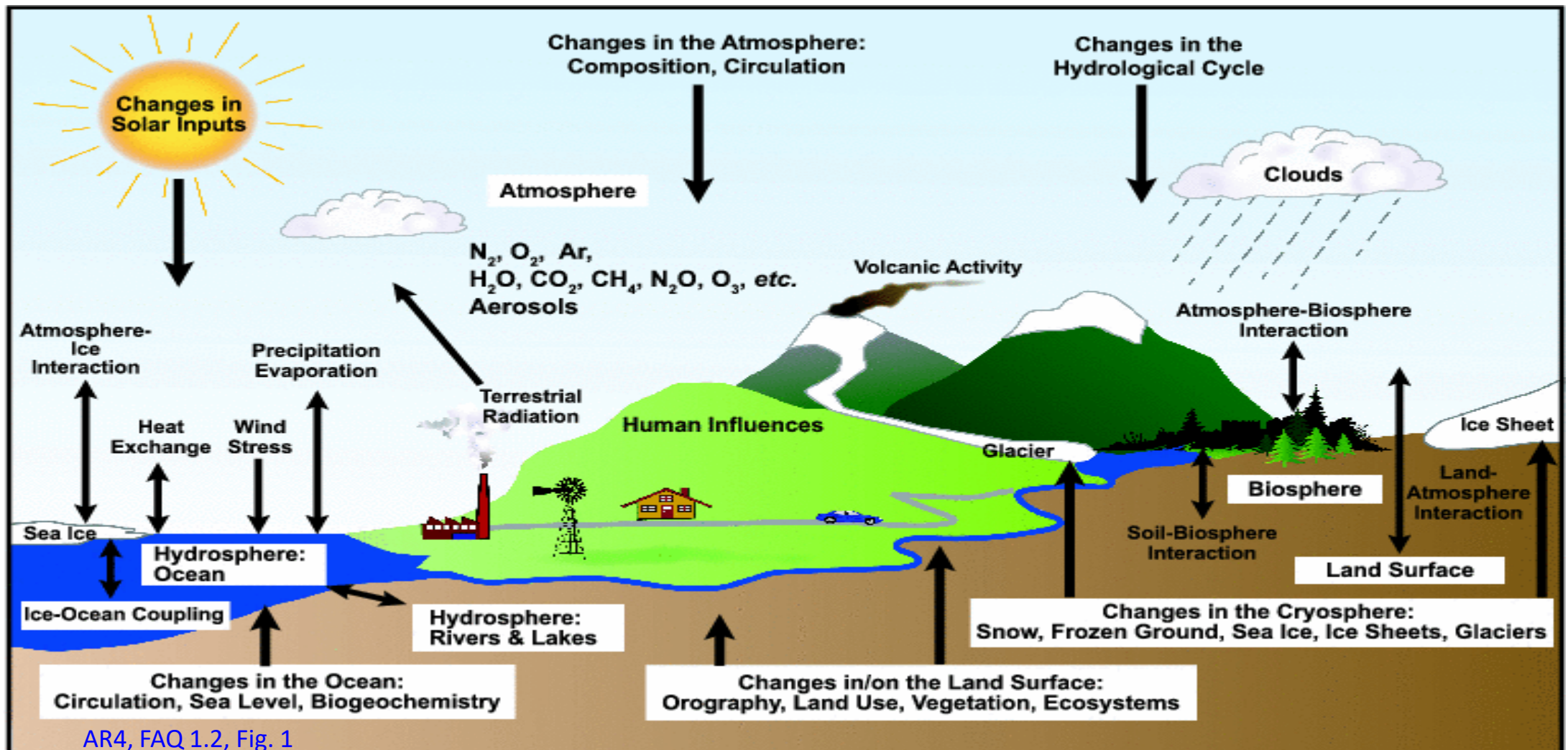
Climate = statistics of weather (30 years)

Weather = state of atmosphere at a particular time

“Climate is what you expect,  
weather is what you get”



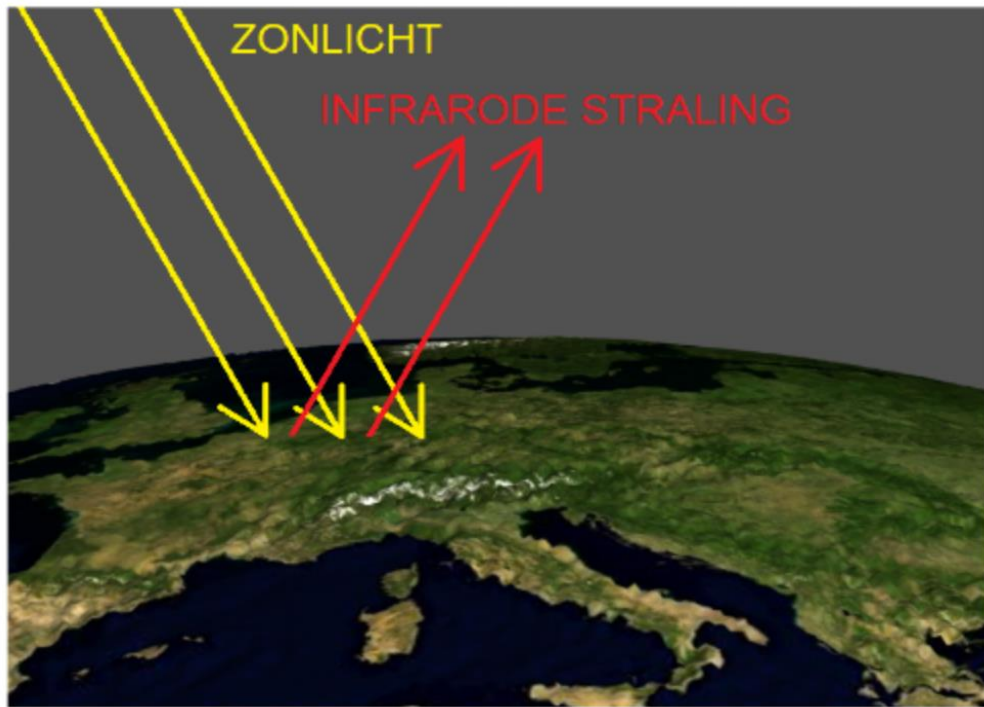
# The climate system



AR4, FAQ 1.2, Fig. 1

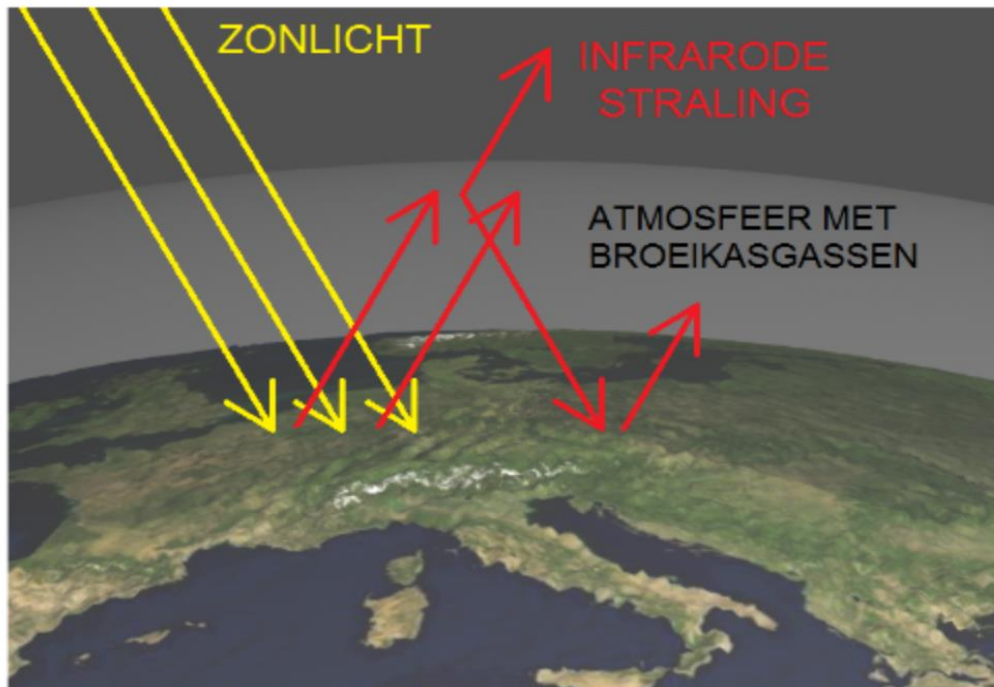


# Climate and Greenhouse effect



$$\Rightarrow T_{\text{glob}} = -18^{\circ}\text{C}$$

???



$$\Rightarrow T_{\text{glob}} = +15^{\circ}\text{C}$$

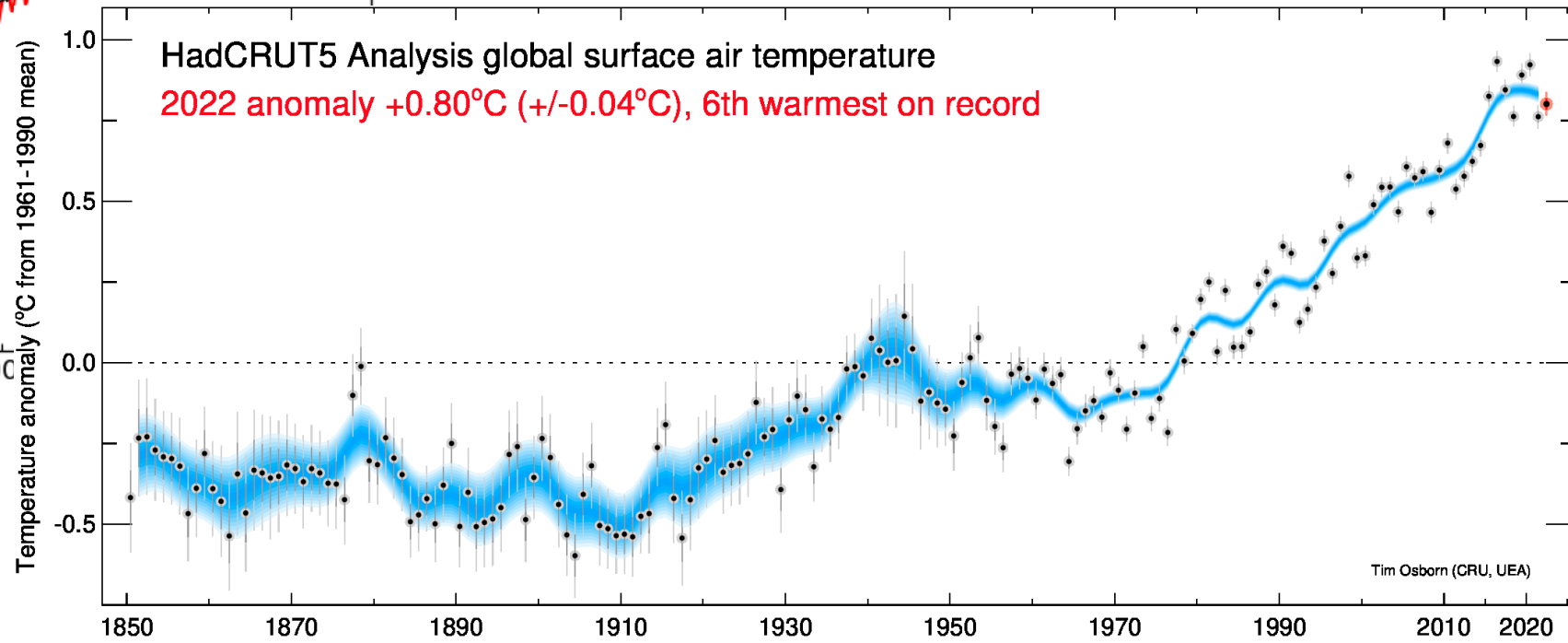
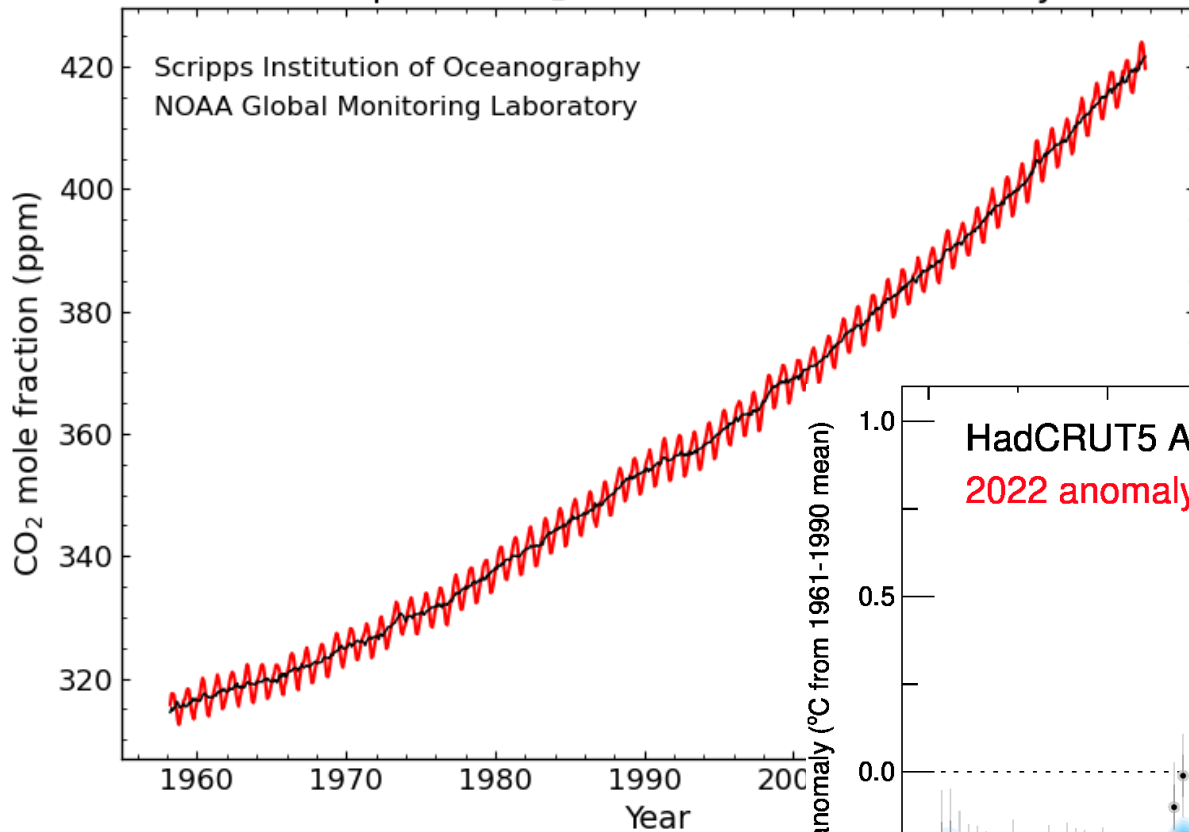
Greenhouse gases  
(1% of atmosphere):

- water vapour ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ )
- methane ( $\text{CH}_4$ )
- ....



# CO<sub>2</sub> increase and global warming

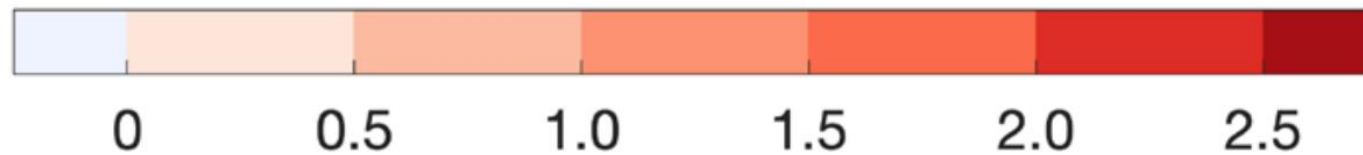
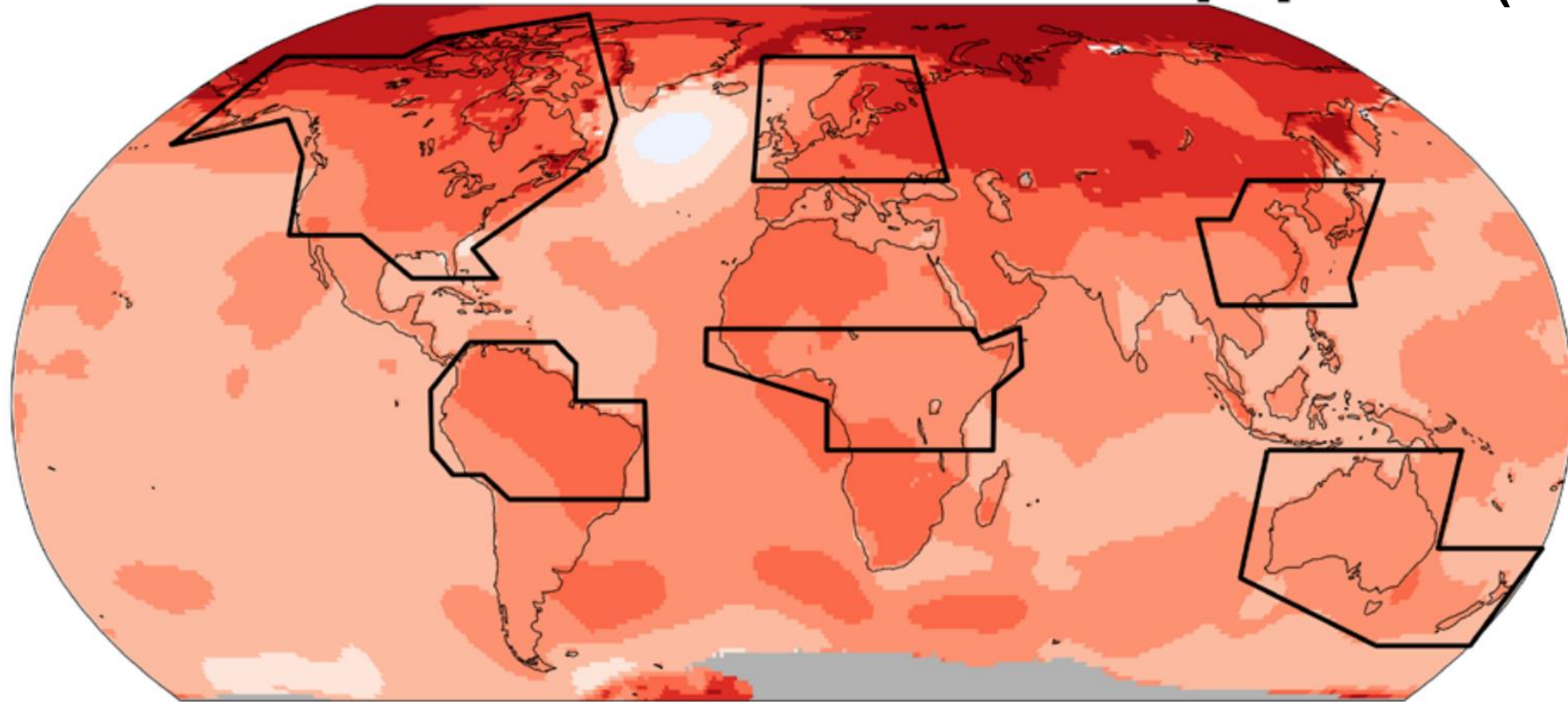
Atmospheric CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory





# Temperatuur

TOTAL TEMPERATURE CHANGE [ $^{\circ}\text{C}$ ] 2020 – (1850-1900)



<http://www.gletscherarchiv.de>



1900

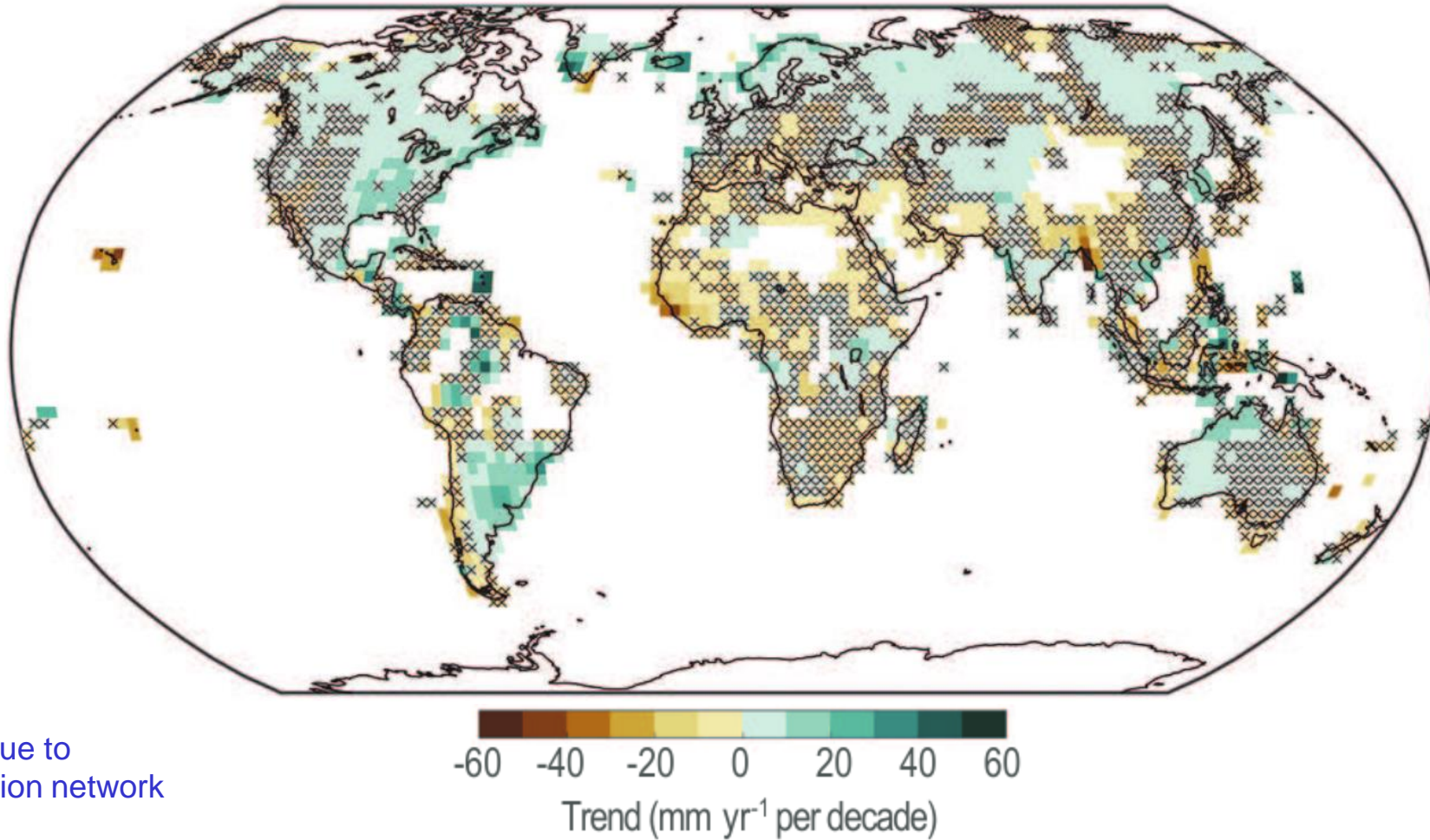


2000



# Precipitation

(a) CRU TS 4.04 1901–2019

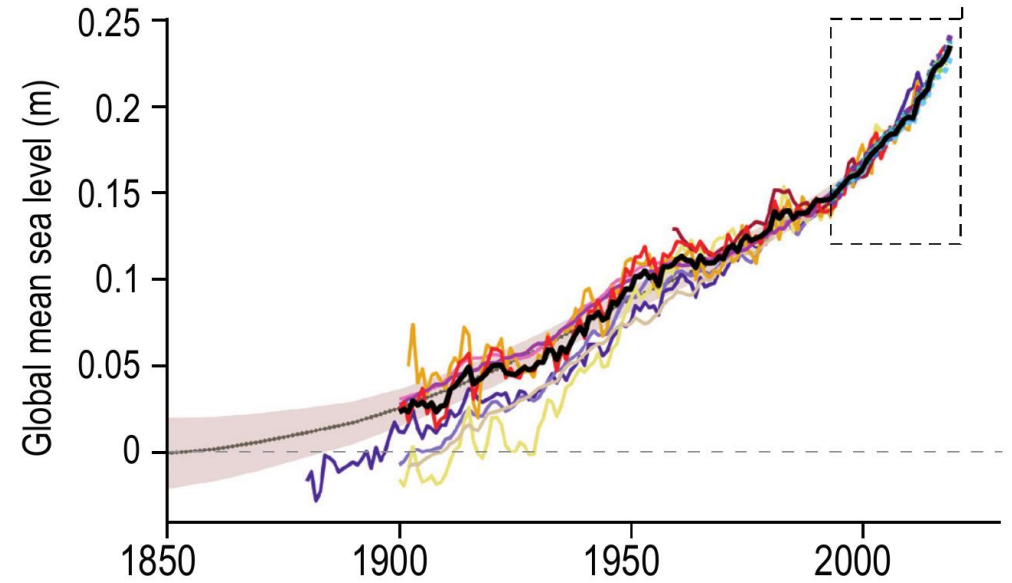
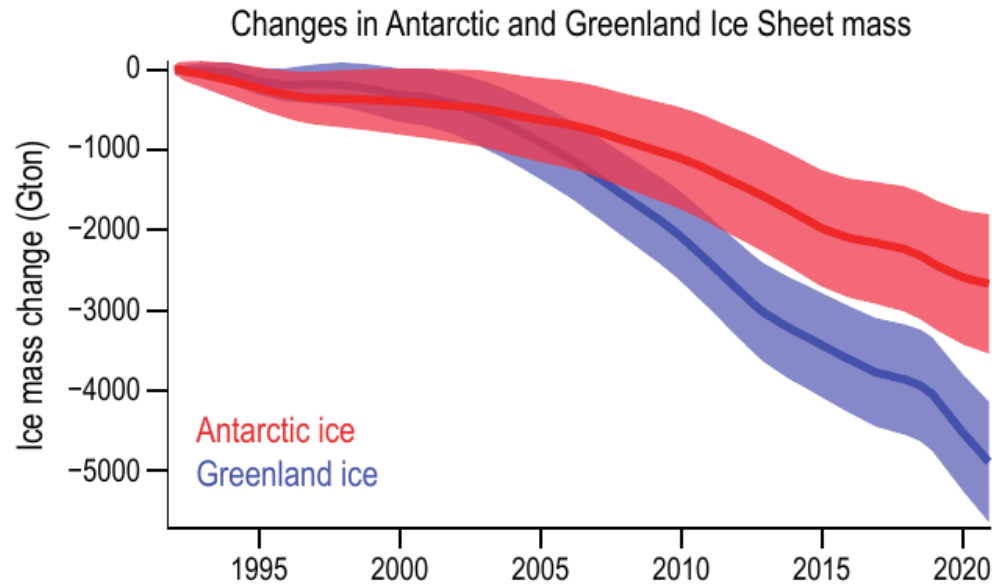


incomplete picture due to  
incomplete observation network

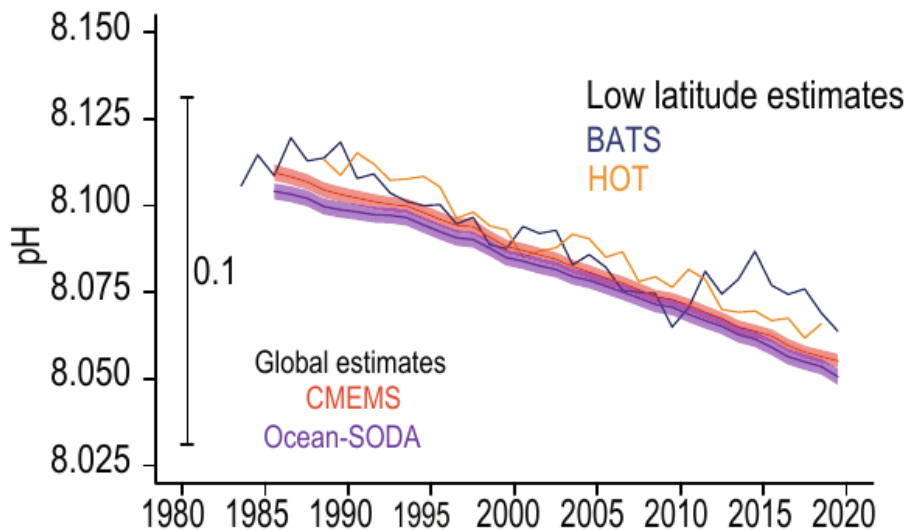




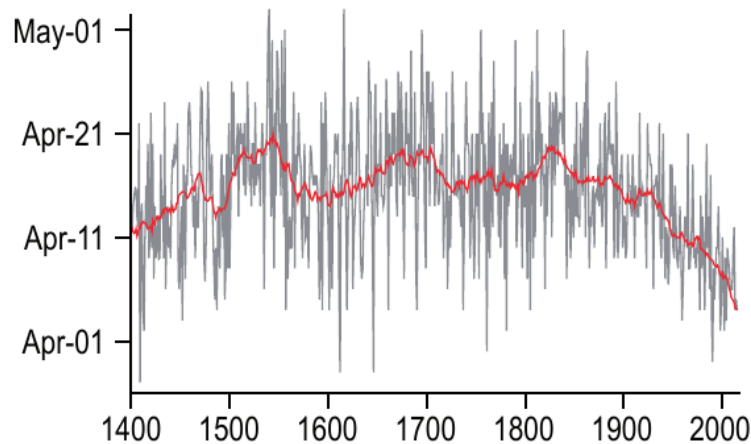
# Other variables



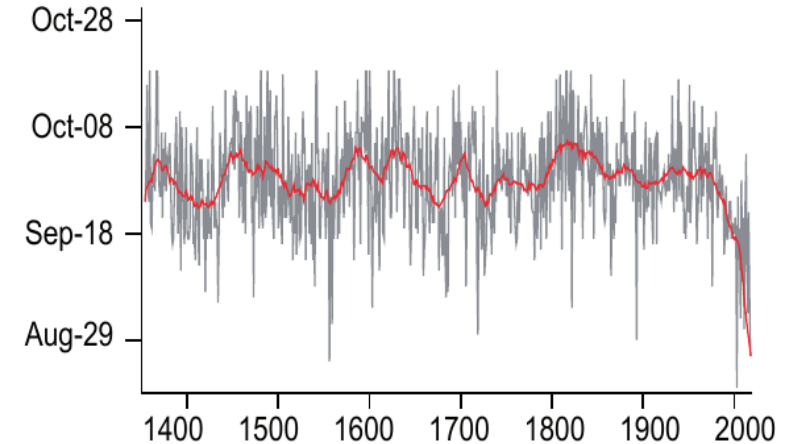
(d) Modern surface ocean pH



(a) Cherry blossom peak bloom in Kyoto, Japan



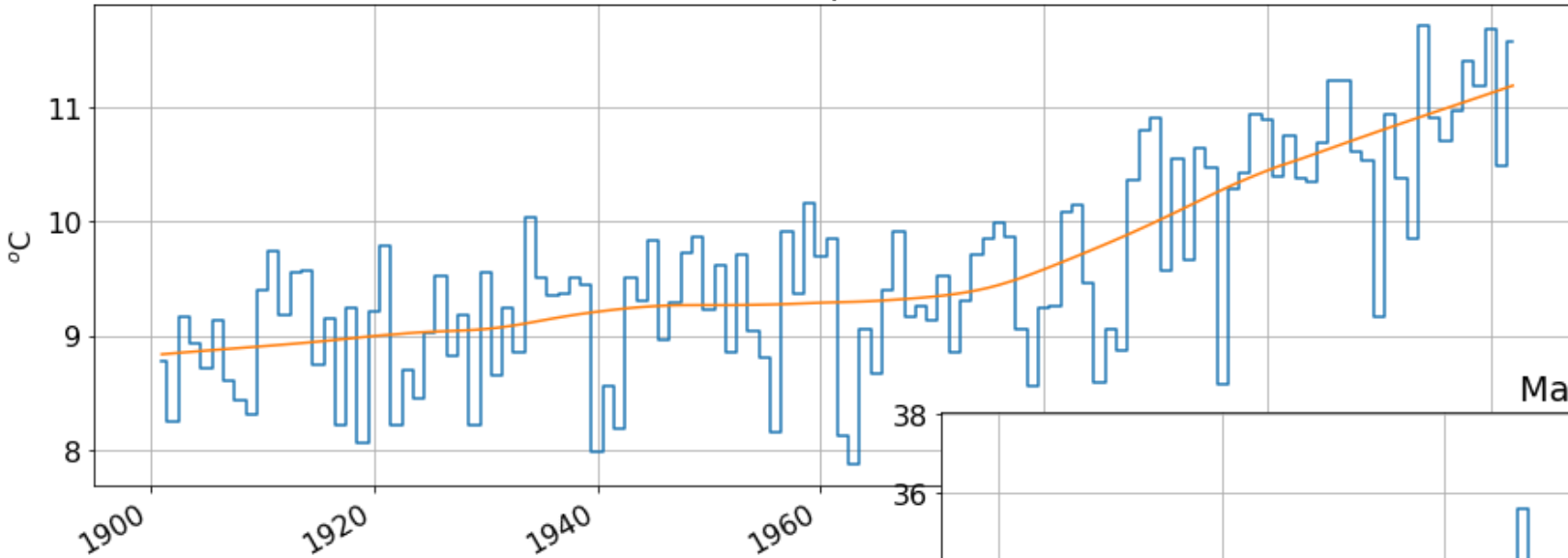
(b) Grape harvest in Beaune, France



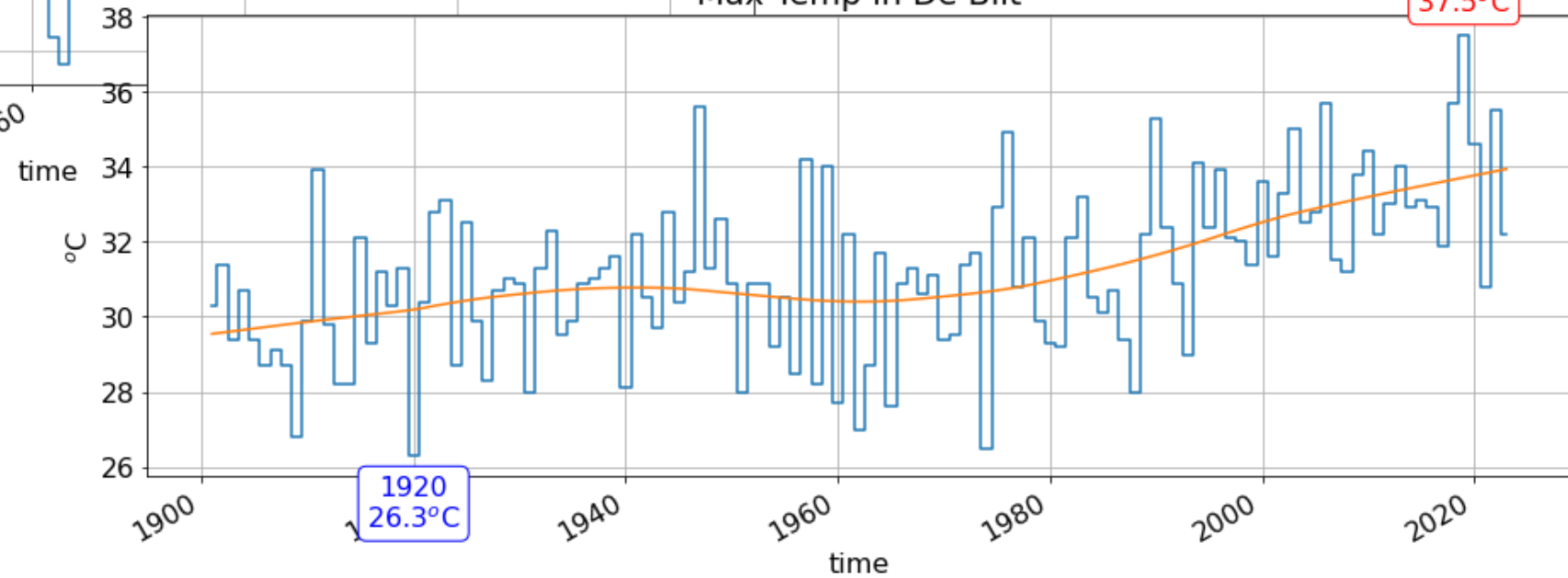


# Klimaatverandering in Nederland

Mean Temp in De Bilt



Max Temp in De Bilt





# De zomer van 2023

*Zoveel contrast in één zomer is heel bijzonder*



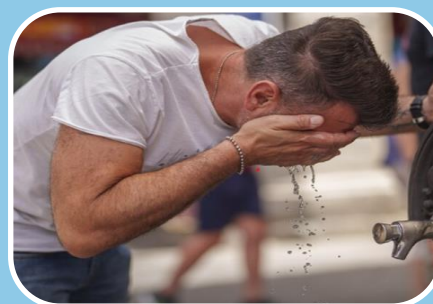
Juni: Noord-Atlantische oceaan nog nooit zo warm



17 juli: van China tot VS, over de hele wereld zinderend heet



20 juli: Zeldzaam felle hagelbui laat spoor van verwoesting achter in Italië



Zomer 2023 warmste ooit gemeten op noordelijk halfrond



Zomer 2023: Bosbranden Canada, Griekenland, Hawaï



24 juli: Noodweer Noord-Italië, Oostenrijk, Slovenië,



7 aug: code rood in Noorwegen en Zweden: zeer veel regen



Begin sept: Medicane Daniël veroorzaakt watersnood in Griekenland en Libië



Regionale hittegolven in september: voor het eerst in Brabant



# Attribution & Projections:

The need for

## Climate Models

compute winds, currents, temperature, clouds, ...,

based on physical laws

(conservation of mass, momentum and heat; radiation, etc)

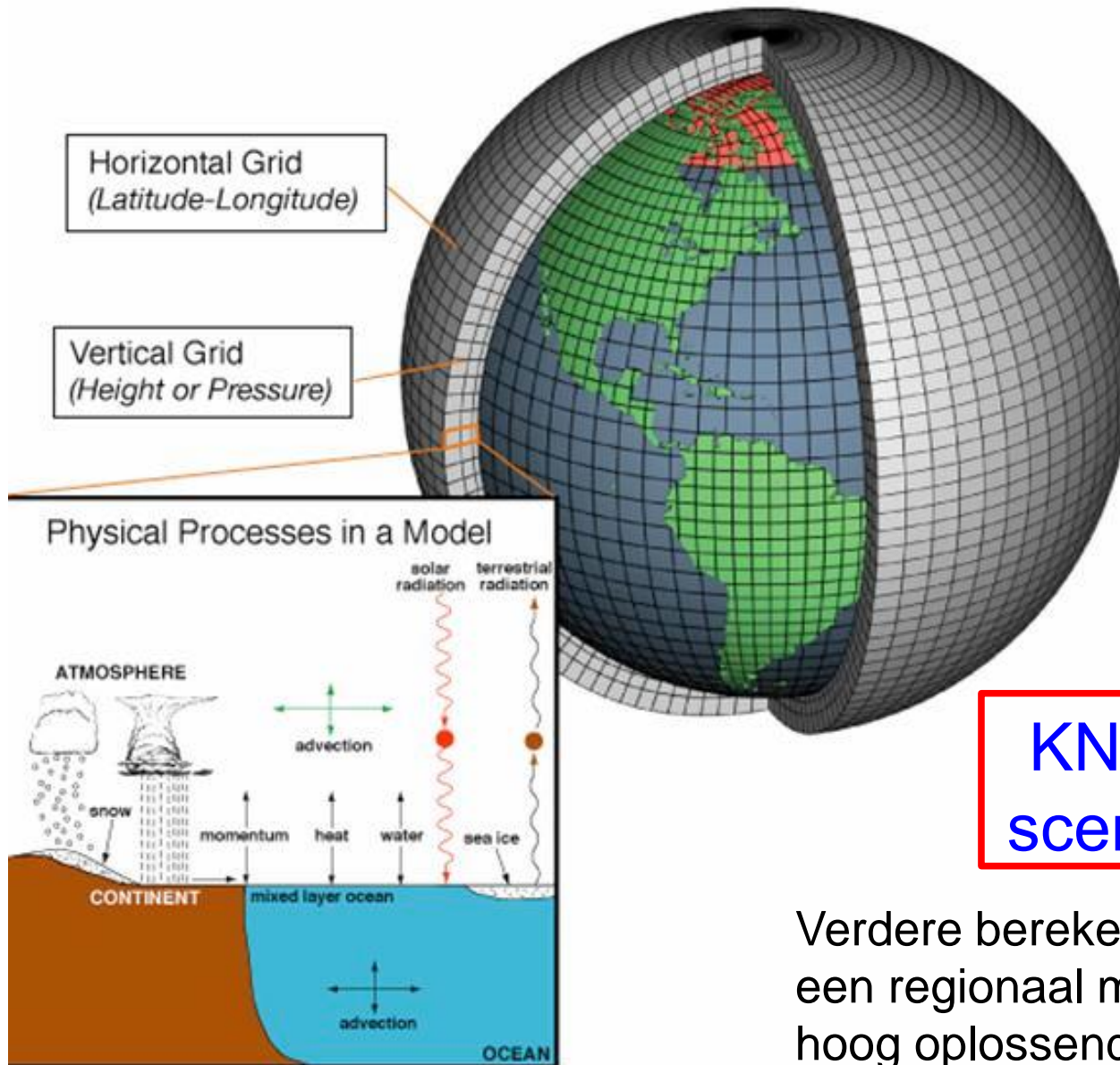
# Klimaatmodellen



Atmosfeer opgedeeld in blokken:  
3D rekenrooster

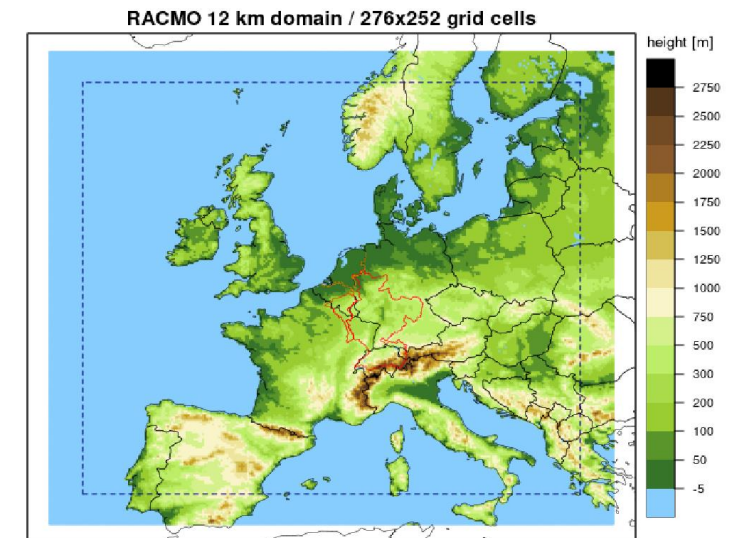
In elk blok: berekening van de  
verandering in wind, temperatuur,  
wolken, waterdamp, druk en  
atmosferische samenstelling

Gekoppeld aan berekeningen van  
ocean- en landprocessen



**KNMI'23  
scenario's**

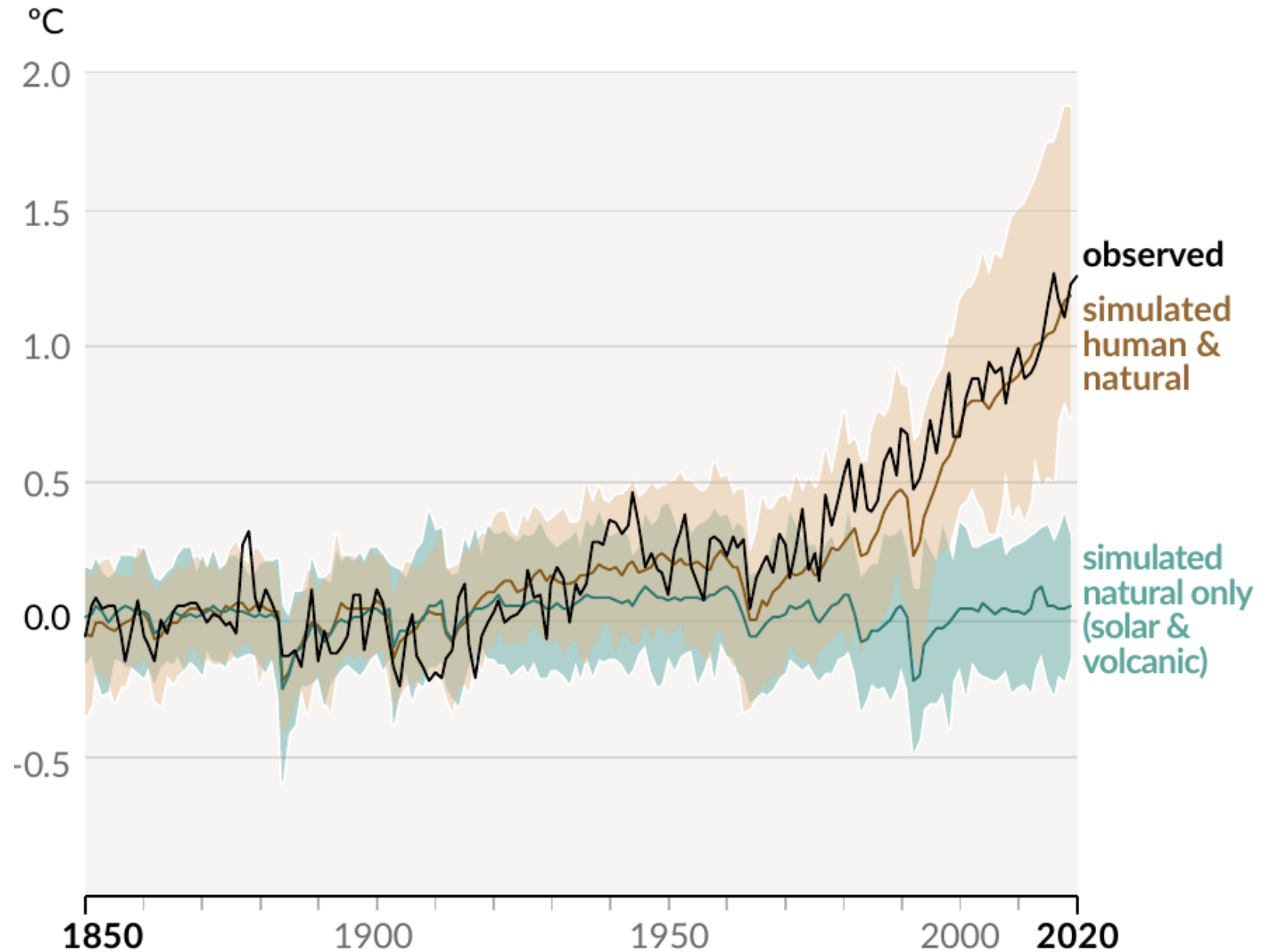
Verdere berekeningen met  
een regionaal model met  
hoog oplossend vermogen





# Quality of models & Attribution of temperature change

$\Delta T_{\text{glob}}$  wrt 1850-1900





# Projections

1. Future GHG emissions ??

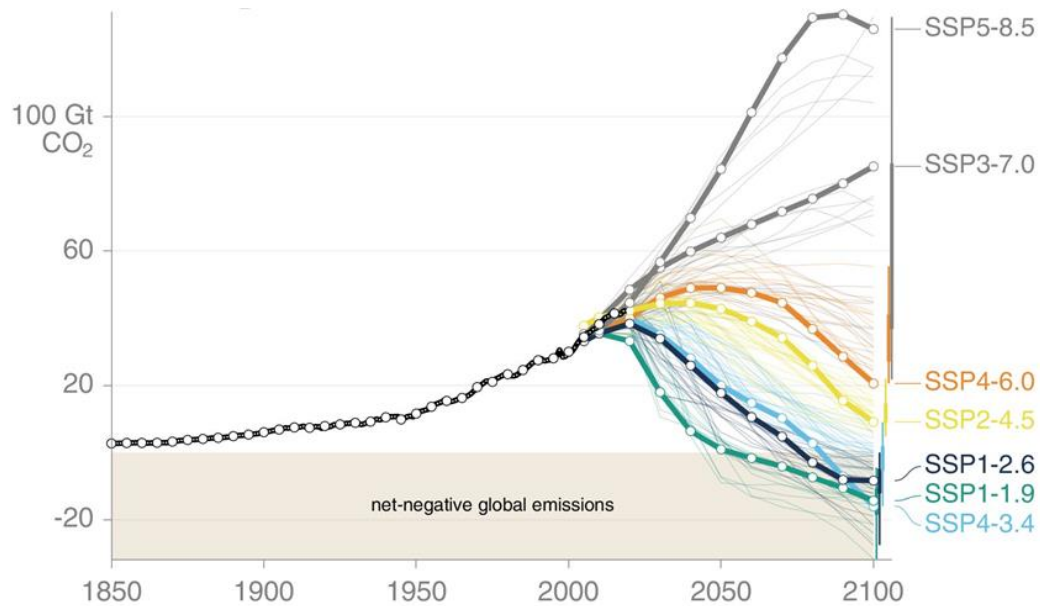


# Uitstootscenario's

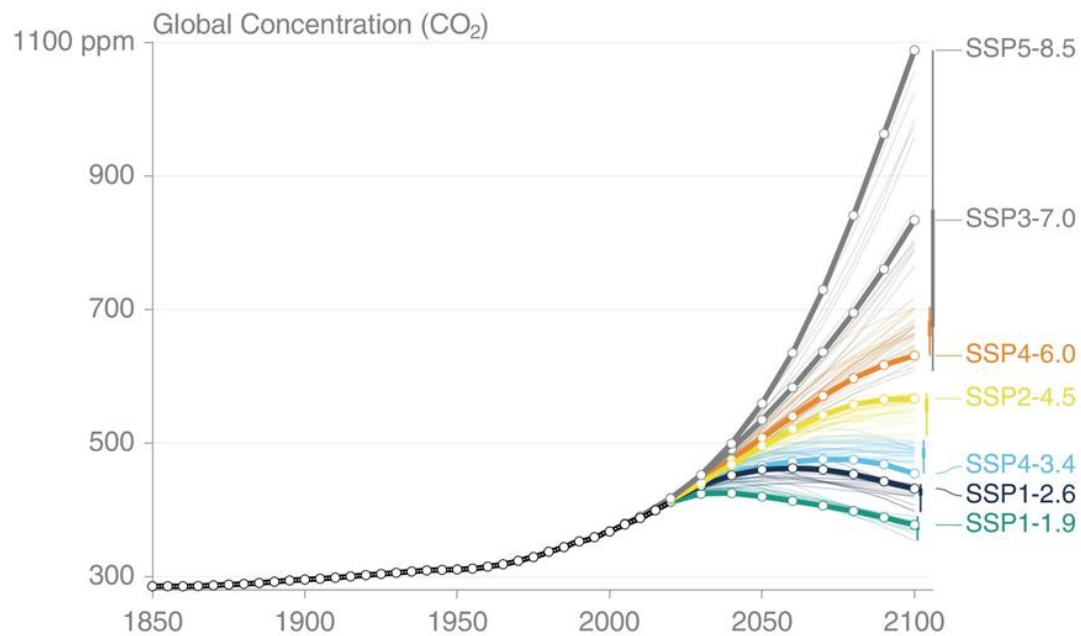
- Onzekerheid in uitstoot (de mens, beleid)
- Shared Socioeconomic Pathways (SSPs)

# Concentratie broeikasgassen

- Atmosferische chemie en koolstofcyclus modellen



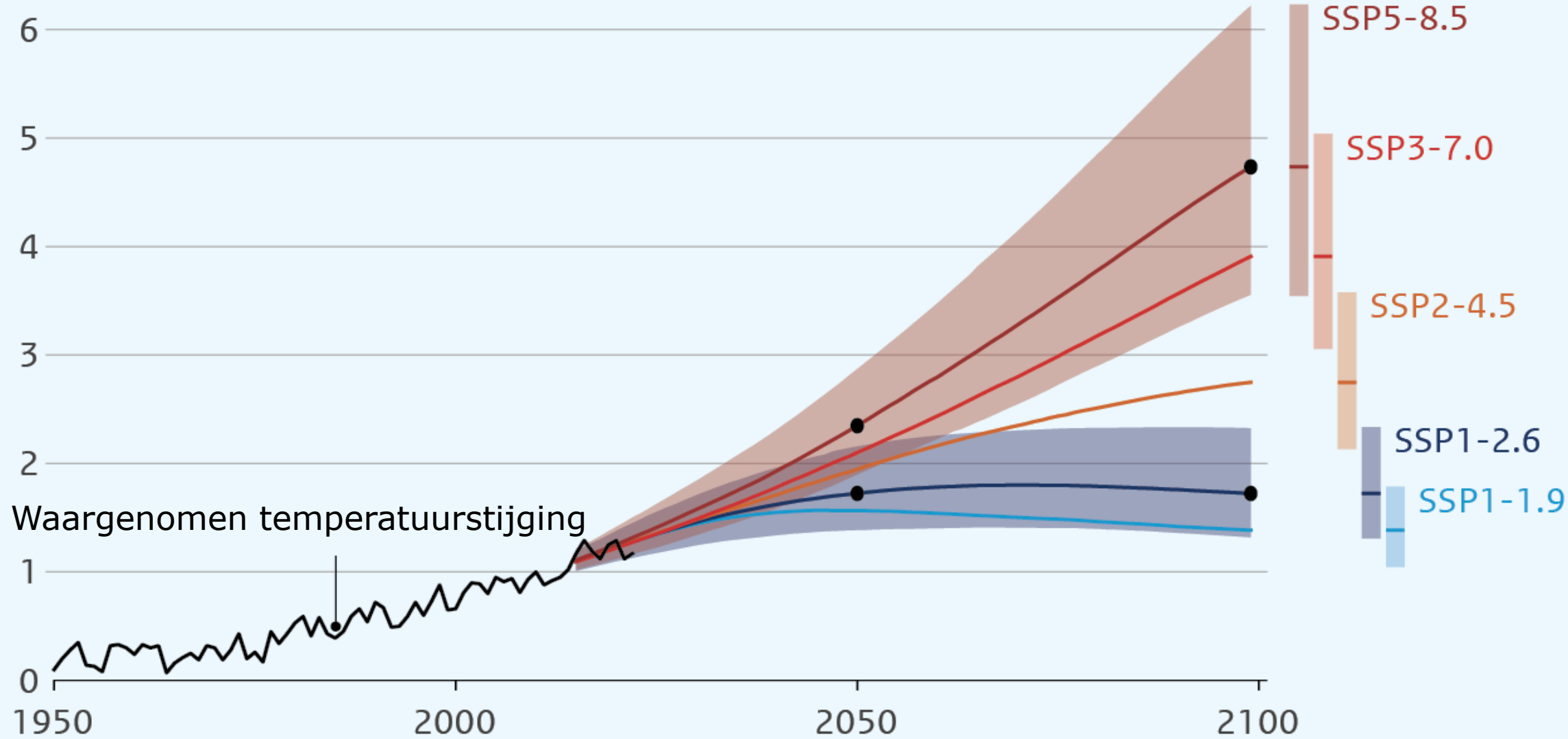
©@Peters\_Glen • Data: Riahi et al (2017), Rogelj et al (2018), SSP Database (version 2)



©@Peters\_Glen • Data: Riahi et al (2017), Rogelj et al (2018), SSP Database (version 2)



# Wereldwijde temperatuurstijging ten opzichte van 1850-1900

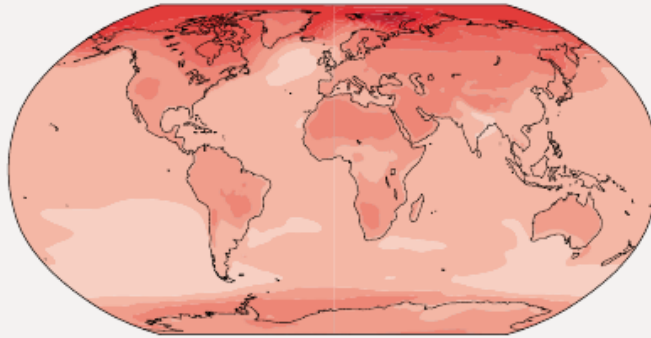


# Projecties

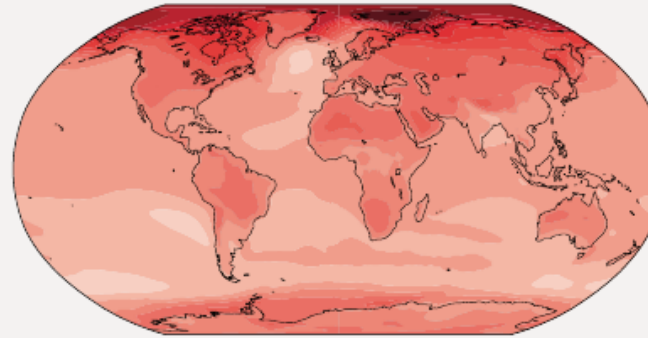


Temperatuur

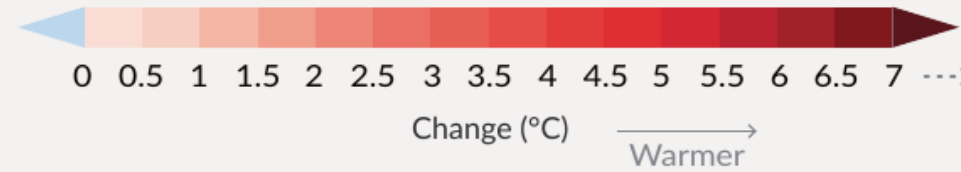
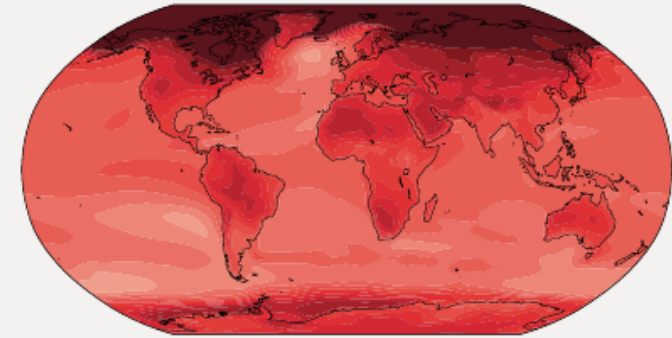
Simulated change at 1.5°C global warming



Simulated change at 2°C global warming



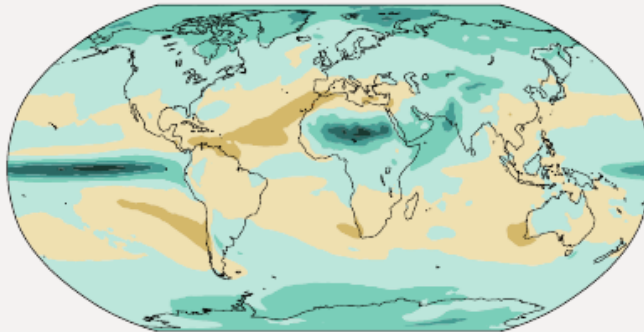
Simulated change at 4°C global warming



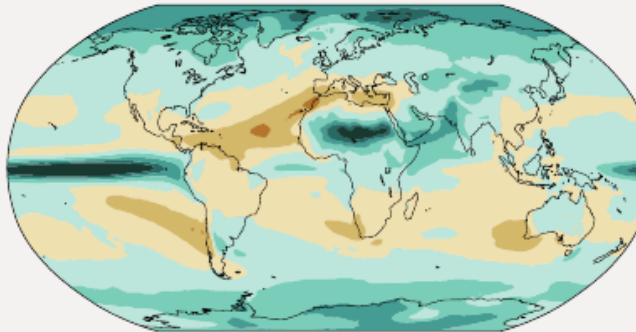
Veranderingen  
tov 1850-1900

Neerslag

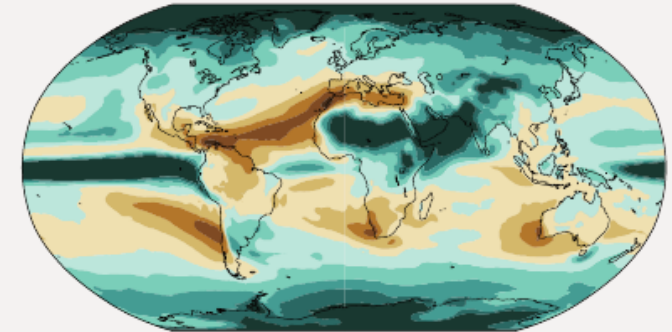
Simulated change at 1.5°C global warming



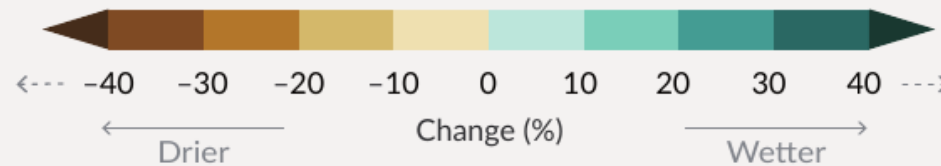
Simulated change at 2°C global warming



Simulated change at 4°C global warming



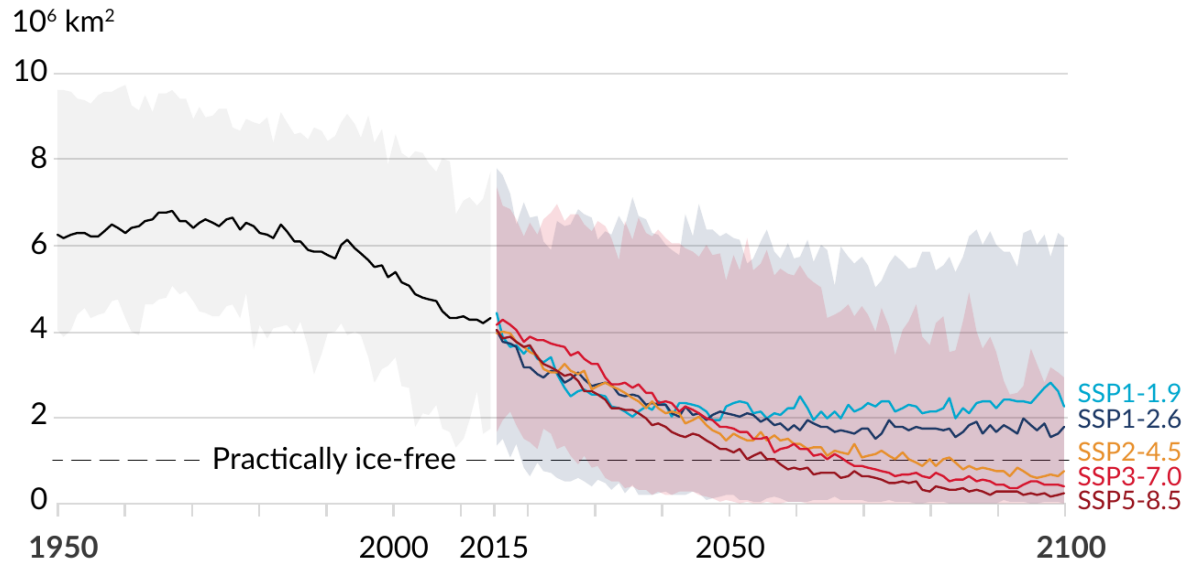
Relatively small absolute changes  
may appear as large % changes in  
regions with dry baseline conditions.



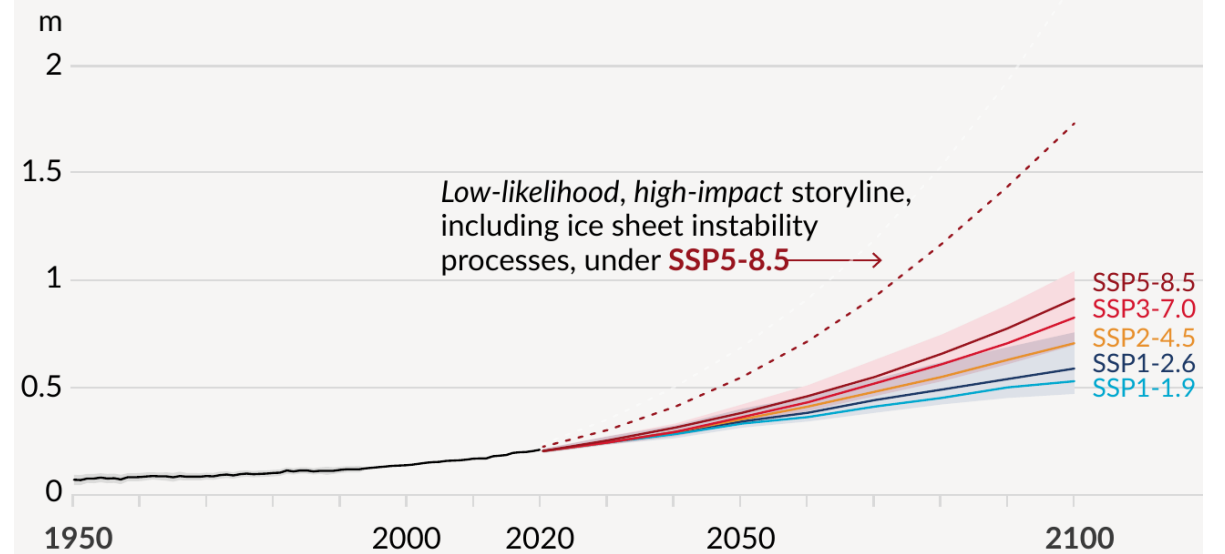


# Some other projections

b) September Arctic sea ice area



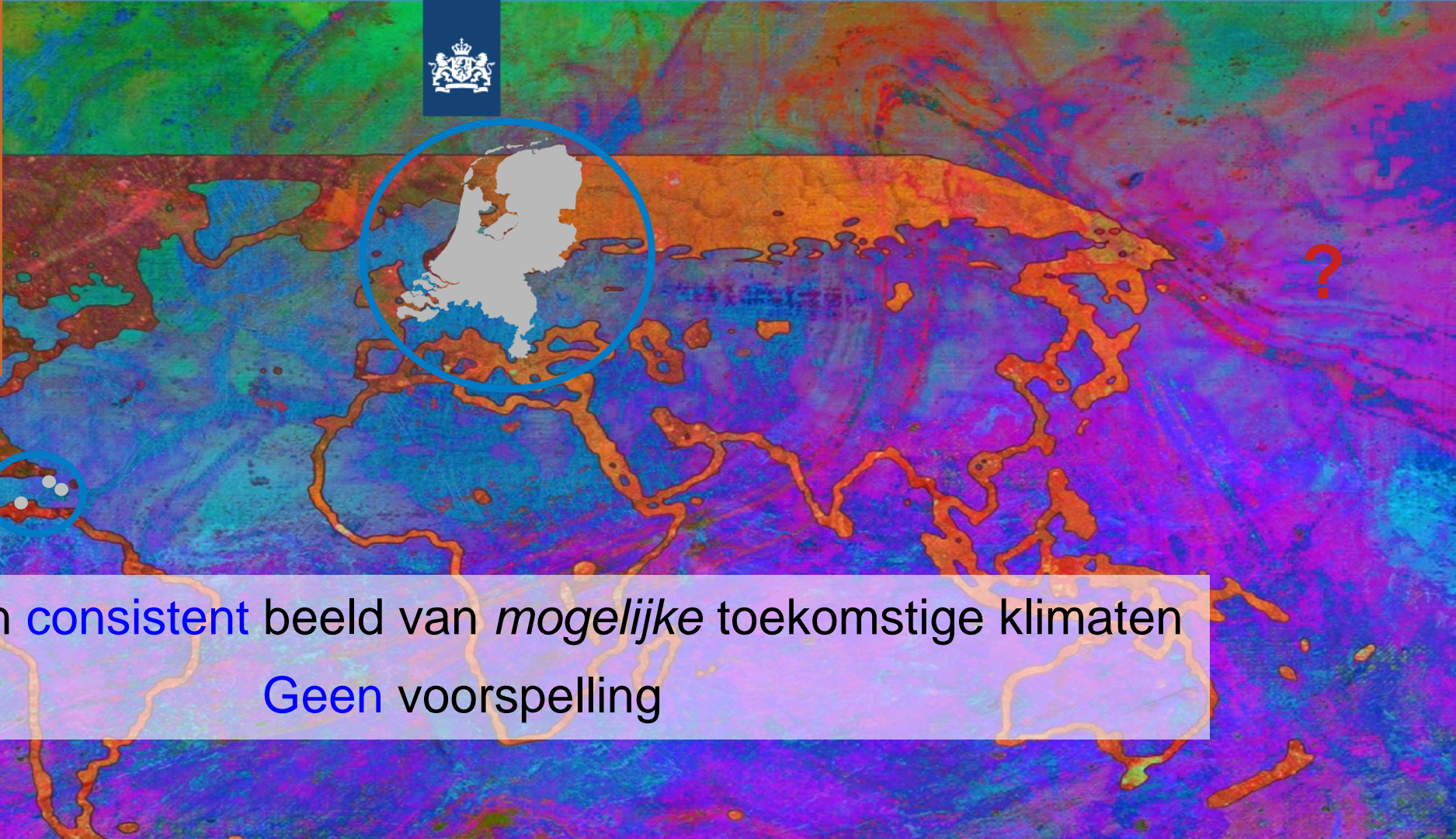
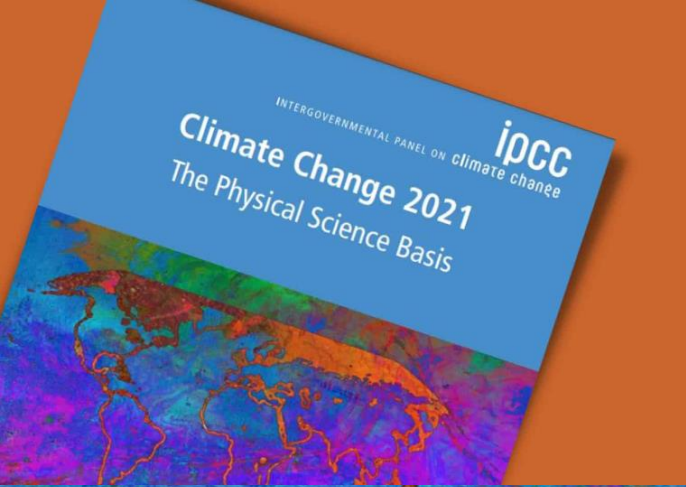
d) Global mean sea level change relative to 1900





# KNMI'23 *klimaatscenario's*

voor Nederland



Plausibel en consistent beeld van *mogelijke* toekomstige klimaten  
Geen voorspelling

Van mondiaal naar lokaal

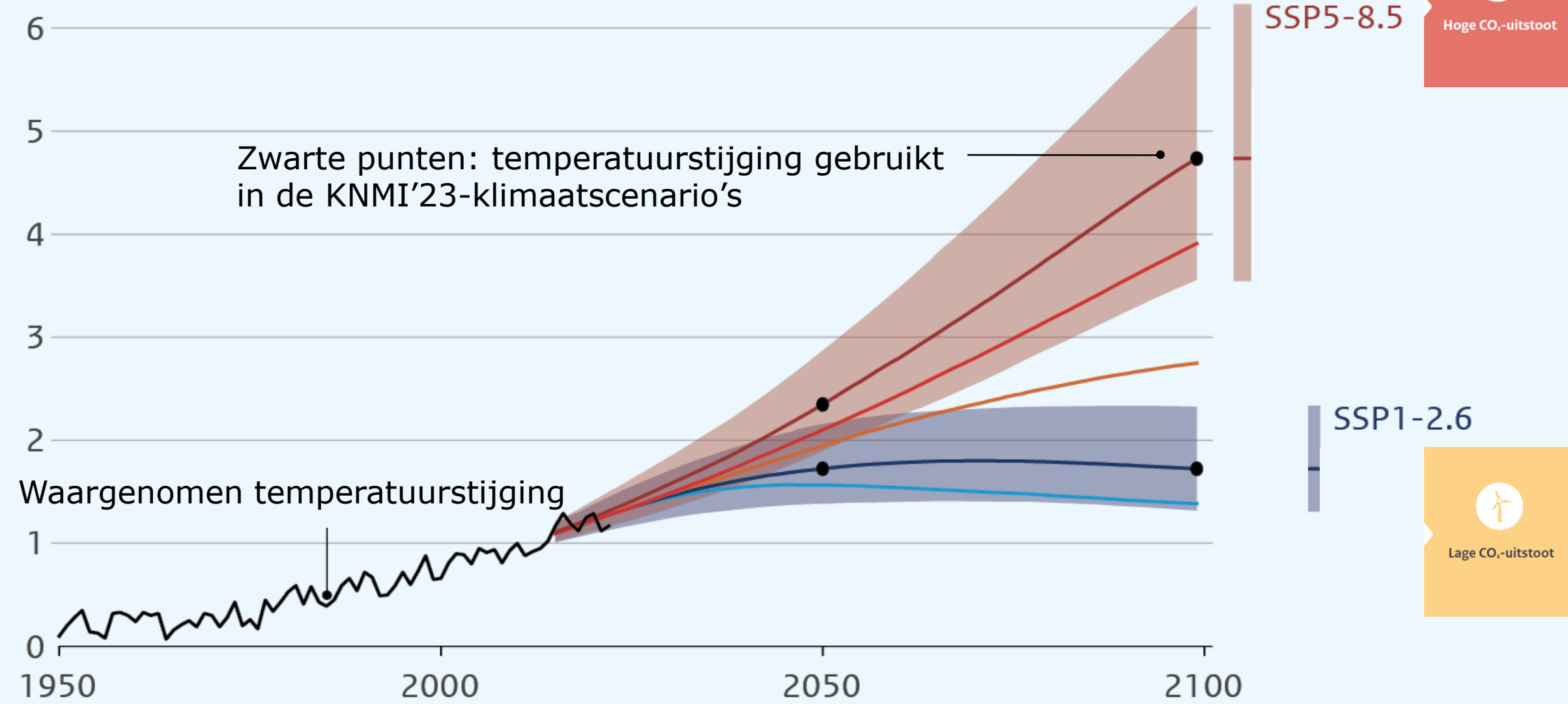


## Vier klimaatscenario's

- > Onzekerheid in uitstoot (de mens)
- > Bandbreedte klimaatmodellen



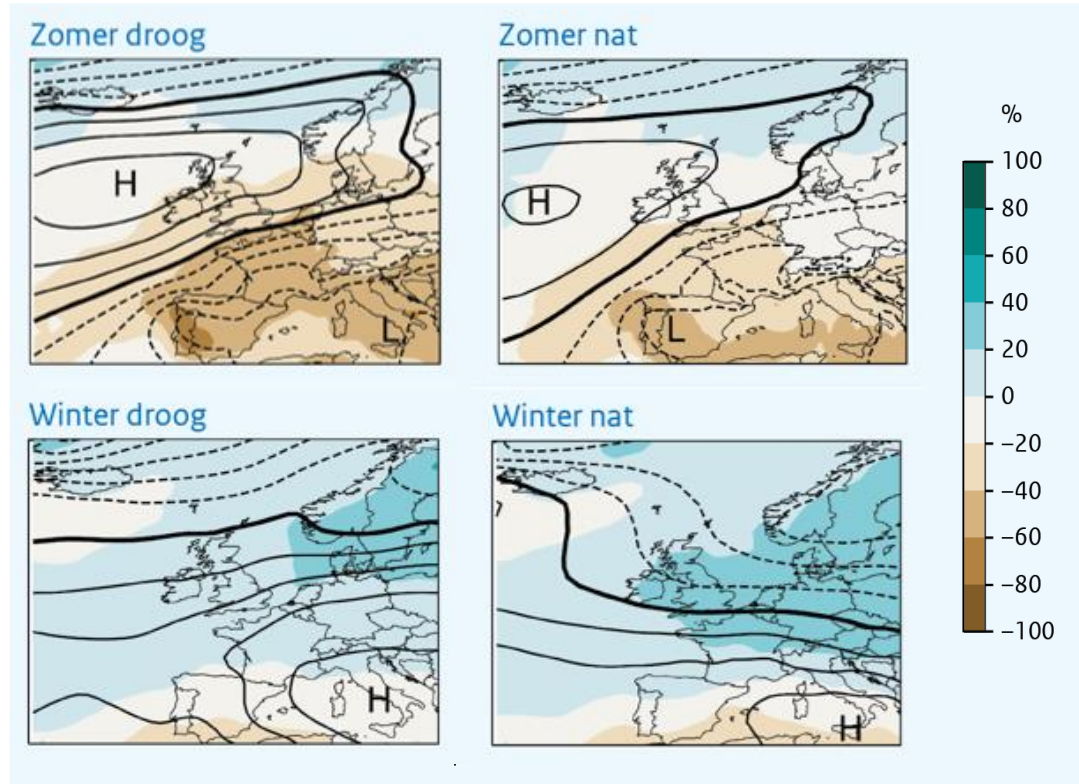
# Wereldwijde temperatuurstijging ten opzichte van 1850-1900





## Luchtdruk- en neerslagpatronen boven Europa

Mondiale klimaatmodellen rond 2100




Zeker:

- > Zomers worden droger
- > Winters worden natter

Onzeker:

- > De mate waarin

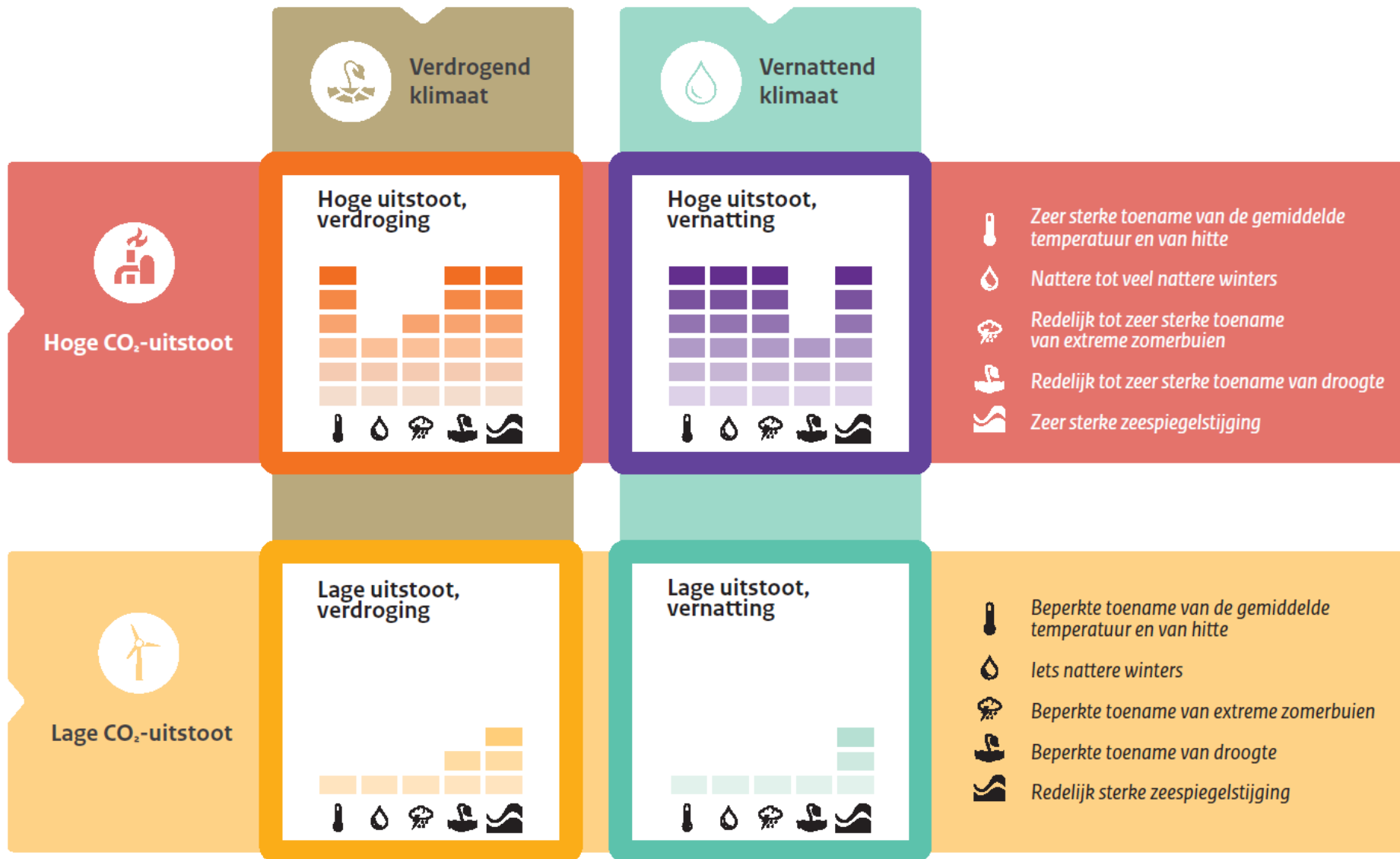
 Verdrogend  
klimaat

 Vernattend  
klimaat



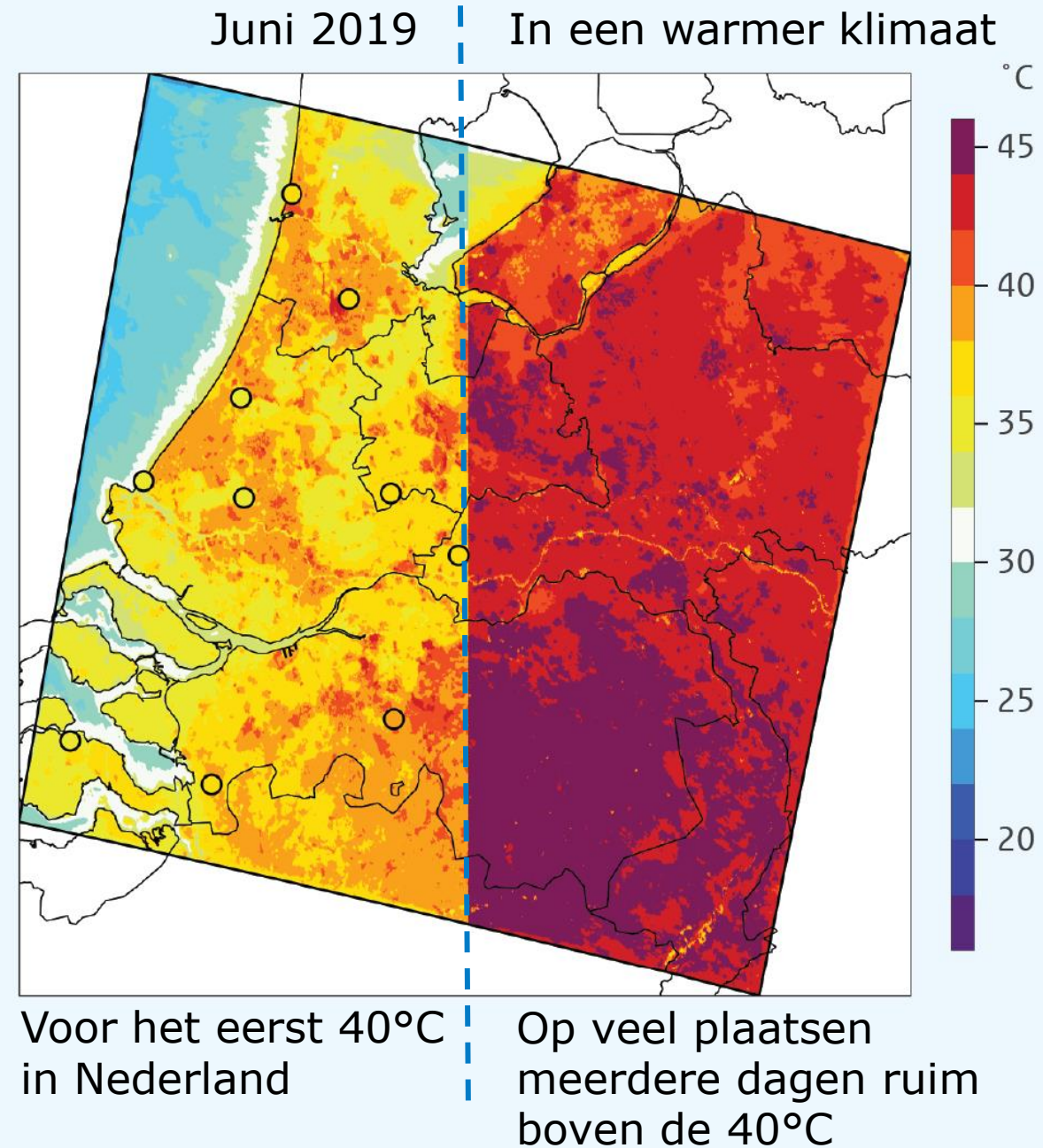


# Vier scenario's voor klimaatverandering in Nederland





40°C komt in de lage uitstootscenario's rond 2100 bijna niet voor; bij hoge uitstoot bijna elk jaar



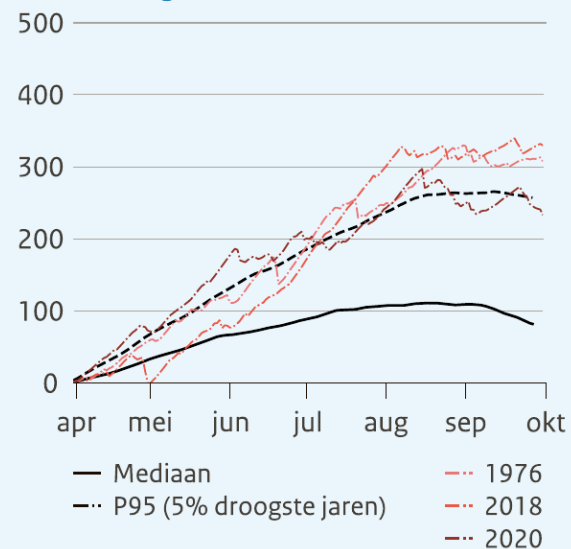


Een zomer als 2018 is in het hoogste scenario rond 2100 een gemiddelde zomer

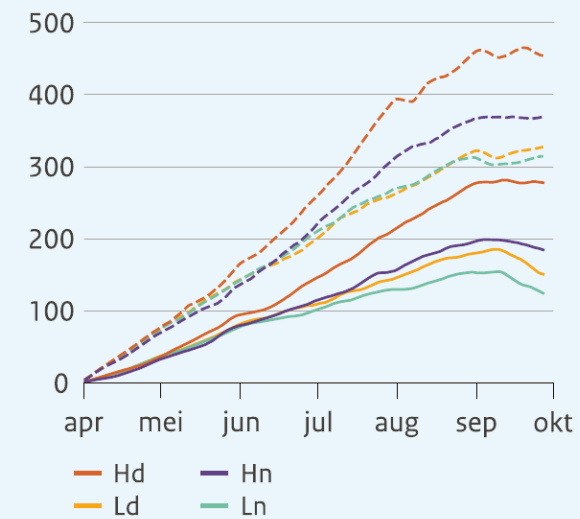
## Neerslagtekort nu en rond 2100

Neerslagtekort neemt toe

mm Huidig klimaat



mm Scenario's 2100





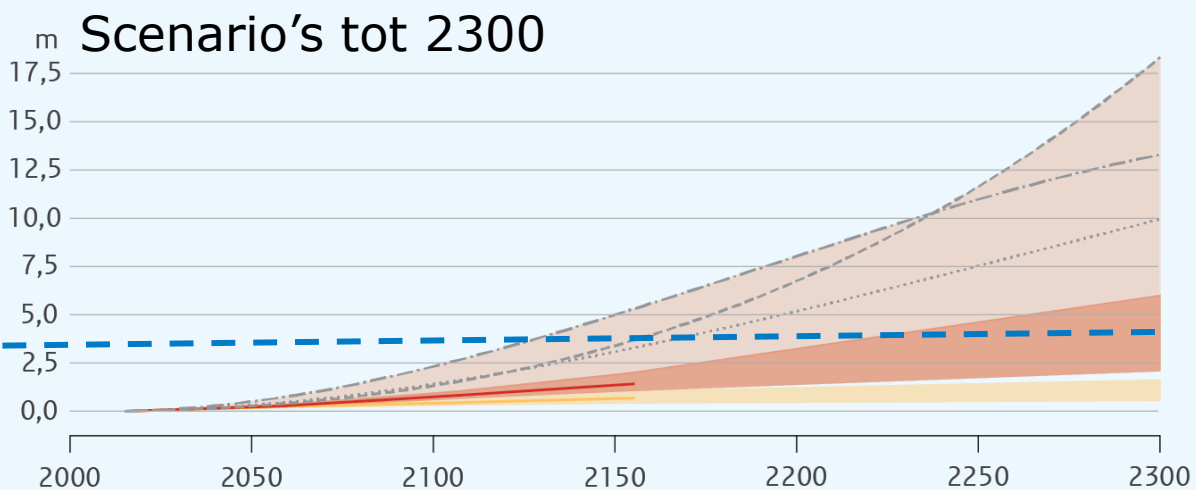
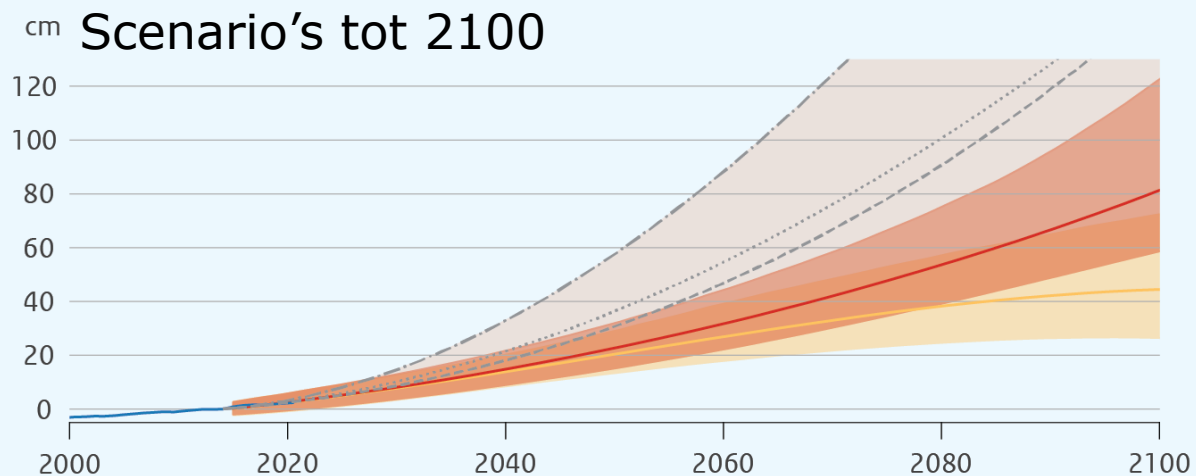
Als het regent, regent het  
harder





De zeespiegel stijgt tot 2100 in het lage uitstootscenario circa 30-70 cm; bij hoge uitstoot circa 60-120 cm























Het is onwaarschijnlijk dat 3 meter voor 2200 wordt gehaald



— Lage uitstootscenario's (Ld, Ln)      — Drie schattingen voor de hoogst  
— Hoge uitstootscenario's (Hd, Hn)      — mogelijke zeespiegelstijging

# Toename extremen



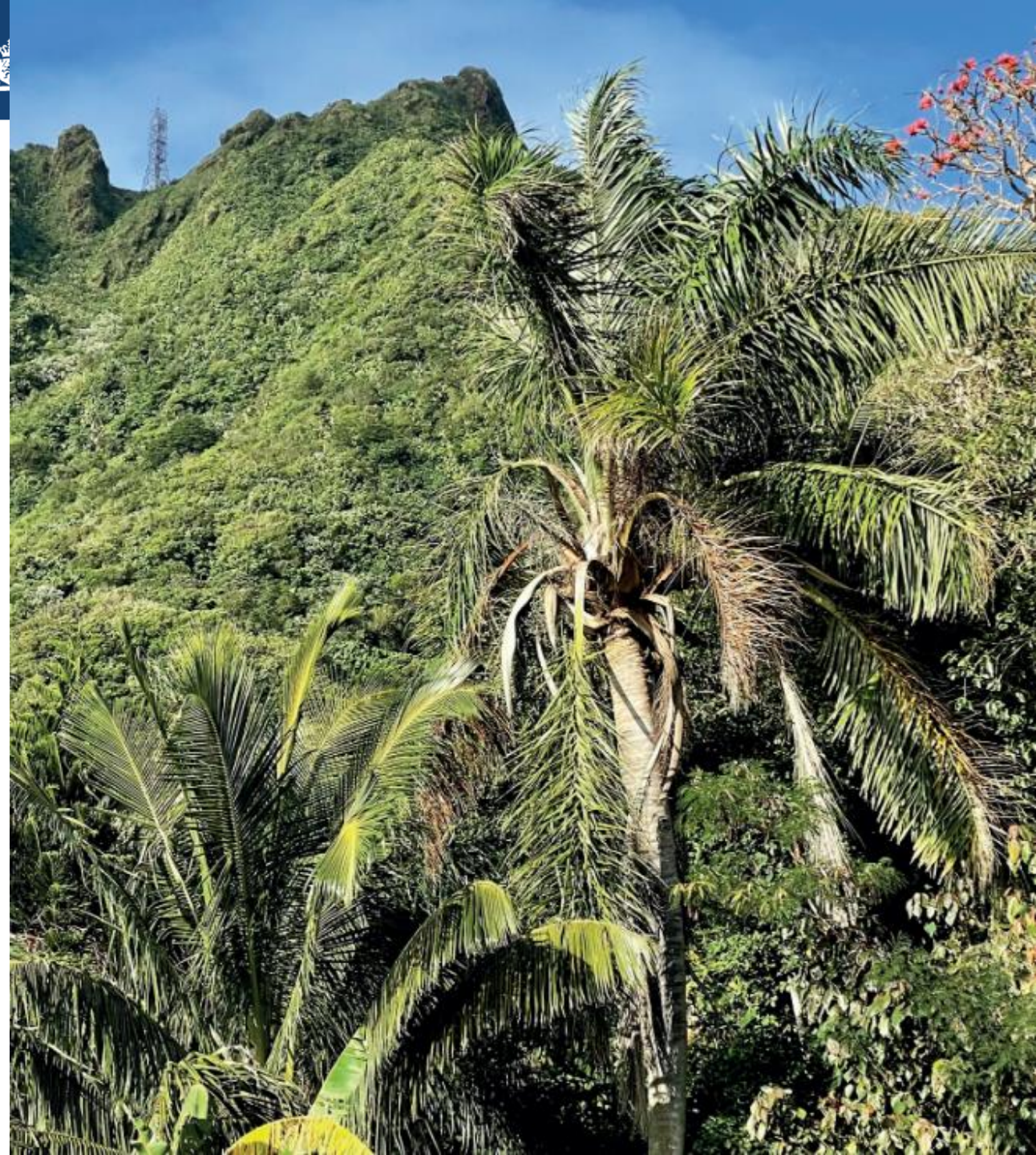
Lage CO <sub>2</sub> -uitstoot		Hoge CO <sub>2</sub> -uitstoot	
	<b>Lage CO<sub>2</sub>-uitstoot</b>		<b>Hoge CO<sub>2</sub>-uitstoot</b>
 	Het aantal tropische dagen ( $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) neemt toe van gemiddeld 5 naar 9 per jaar. $40^{\circ}\text{C}$ komt net als nu bijna niet voor.	 	Het aantal tropische dagen ( $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) neemt toe naar gemiddeld 30 per jaar. $40^{\circ}\text{C}$ komt bijna elk jaar voor.
 	De tiendaagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden, neemt gemiddeld toe met 3%.	 	De tiendaagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden, neemt gemiddeld toe met 8 tot 16%.
 	De uurneerslag in de zomer die eens in de 10 jaar wordt overschreden, neemt gemiddeld toe met 5 tot 6%.	 	De uurneerslag in de zomer die eens in de 10 jaar wordt overschreden, neemt gemiddeld toe met 21 tot 33%.
 	Het maximale neerslagtekort dat eens in de 10 jaar voorkomt, neemt gemiddeld toe met 9 tot 16%.	 	Het maximale neerslagtekort dat eens in de 10 jaar voorkomt, neemt gemiddeld toe met 30 tot 63%.
 	De zeespiegel stijgt waarschijnlijk met 26 tot 73 cm, hoger is zeer onwaarschijnlijk.	 	De zeespiegel stijgt waarschijnlijk met 59 tot 124 cm, maar 2,5 meter is niet uit te sluiten.



# Klimaatscenario's voor de BES-eilanden

Het wordt warmer en droger

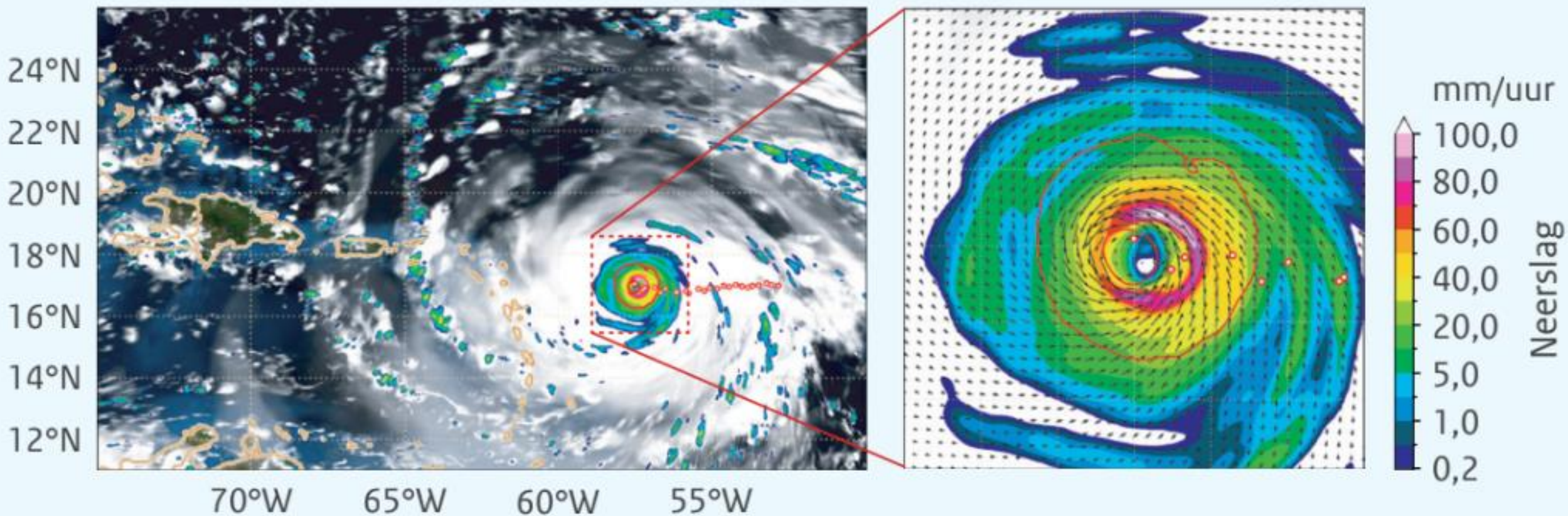
De zeespiegel stijgt bij lage uitstoot circa 30-80 cm; bij hoge uitstoot circa 60-130 cm





# Op Sint Eustatius en Saba neemt de kans op zware orkanen met veel neerslag in de toekomst toe

Orkaan Irma, 2017







# KNMI'23 *klimaatscenario's*

voor Nederland

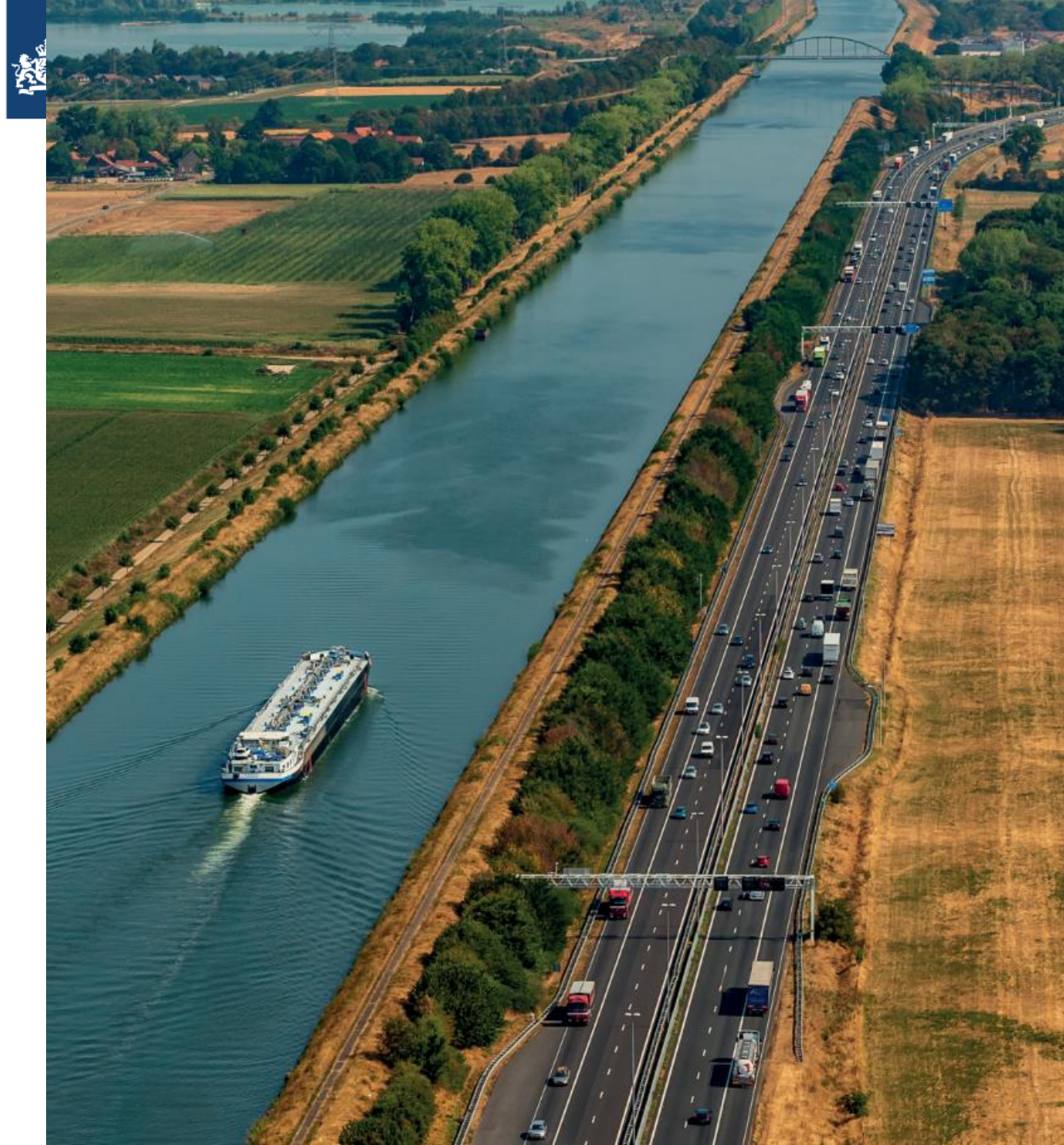
➤ Impacts &  
risico-analyses

➤ Klimaatadaptatie

## Impacts & risico-analyses

In Nationale Adaptatie Strategie,  
Deltaprogramma,  
Hoogwaterbeschermingsprogramm  
a

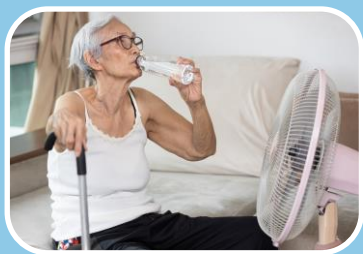
- Herijking klimaatrisico's
- Stresstesten
- Deltascenario's
- Afvoerscenario's





# KNMI'23 klimaatscenario's in de praktijk

## 11 impact cases



Veranderingen in temperatuur-gerelateerde sterfte



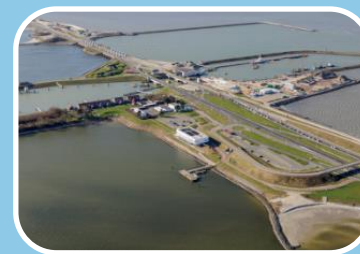
Agrariërs anticiperen met water- en bodembeheer op droogte en extreme neerslag



Invloed van meer zonnestraling op de elektriciteitsproductie



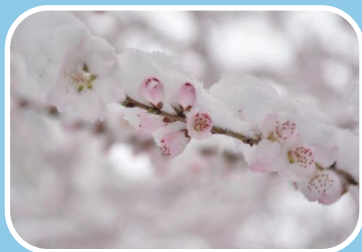
Hittestress in Amsterdam



Zoetwatervoorziening vanuit het blauwe hart van Nederland



Oosterscheldekering moet vaker dicht



Minder kans op schade aan bloesem door afname late voorjaarsvorst



Klimaatbestendig bouwen



Invloed van extreem weer op gewasopbrengst

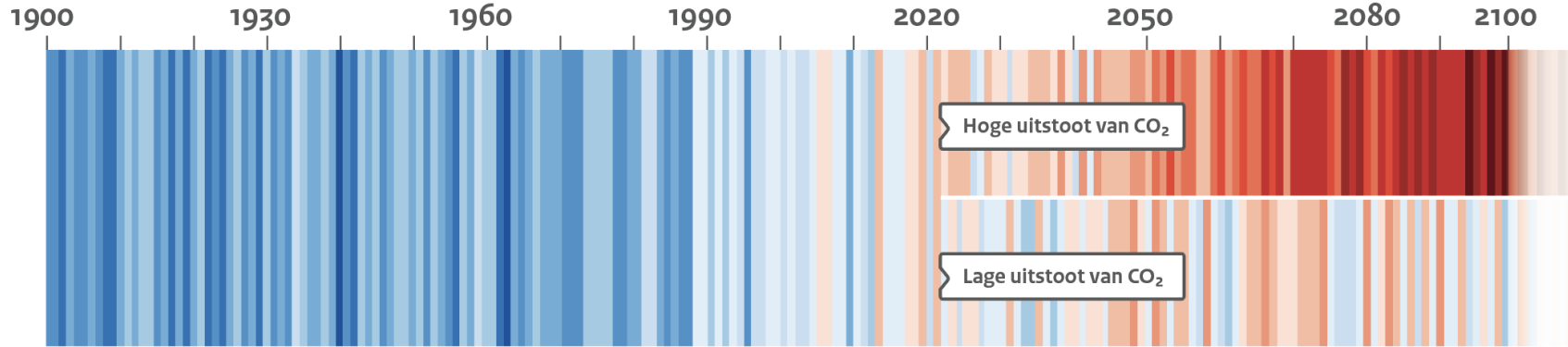


Meer stranddagen, meer strandvakanties in eigen land?

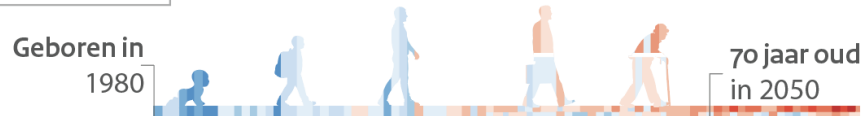
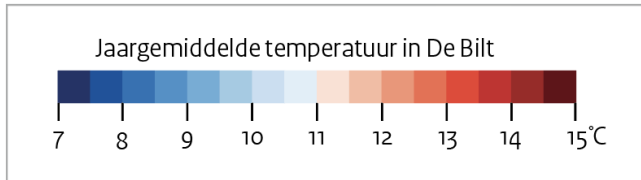


Natuurbrandgevaar neemt ook in Nederland toe

# Klimaatverandering in Nederland: wat ga jij hiervan meemaken?



← ?  
Dat hangt af van  
onze keuzes !  
← ?



**De mate waarin huidige en toekomstige generaties te maken krijgen met een warmere en andere wereld hangt af van keuzes nu.**

Iedereen merkt het: ons klimaat verandert. De temperatuur in Nederland is sinds 1901 al met ruim 2°C gestegen. Weerextremen volgen elkaar snel op. Hoe meer en hoe eerder we wereldwijd de uitstoot beperken, hoe minder opwarming en zeespiegelstijging en hoe minder we last krijgen van zomerdroogte, extreme hitte en zware regen.



# Websites

Algemene uitleg over de scenario's

<https://www.knmi.nl/klimaatscenarios>

(= <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-23-klimaatscenario-s>)

Achtergrond voor gebruikers

<https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-23-klimaatscenario-s-voor-gebruikers/>

Overzicht van materiaal

<https://www.knmi.nl/klimaatscenarios23-toolkit>

Dataportaal

<https://klimaatscenarios-data.knmi.nl/>



# Materiaal

- Rapporten
  - Gebruikersrapport (Ned, 64 pag)
  - Wetenschappelijk rapport (Eng, > 350 pag)
- Filmpjes
- podcasts



# Dataportaal

## Kerncijfers

interactief, kies variabele, scenario, tijd, plaats

[download: tabel](#)

## Getransformeerde tijdreeksen

tijdreeksen per station, gebaseerd op waarnemingen, getransformeerd

[download: csv](#)

## Modeldata

modeloutput, bias-gecorrigeerd, dagelijks, ruimtelijke velden

[download: netCDF](#)

gepland: data viewer