

Zeespiegelstijging

cijfers in de SPM van IPCC AR4,
achtergronden en
vergelijking met KNMI'06

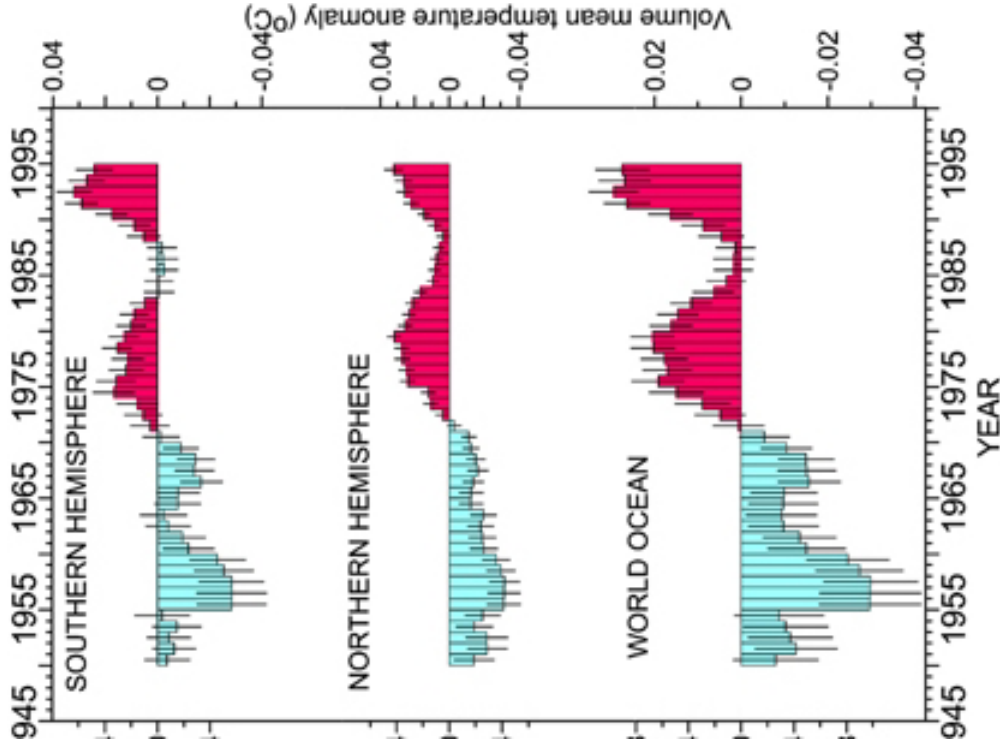
Caroline Katsman

KNMI / Mondiaal Klimaat

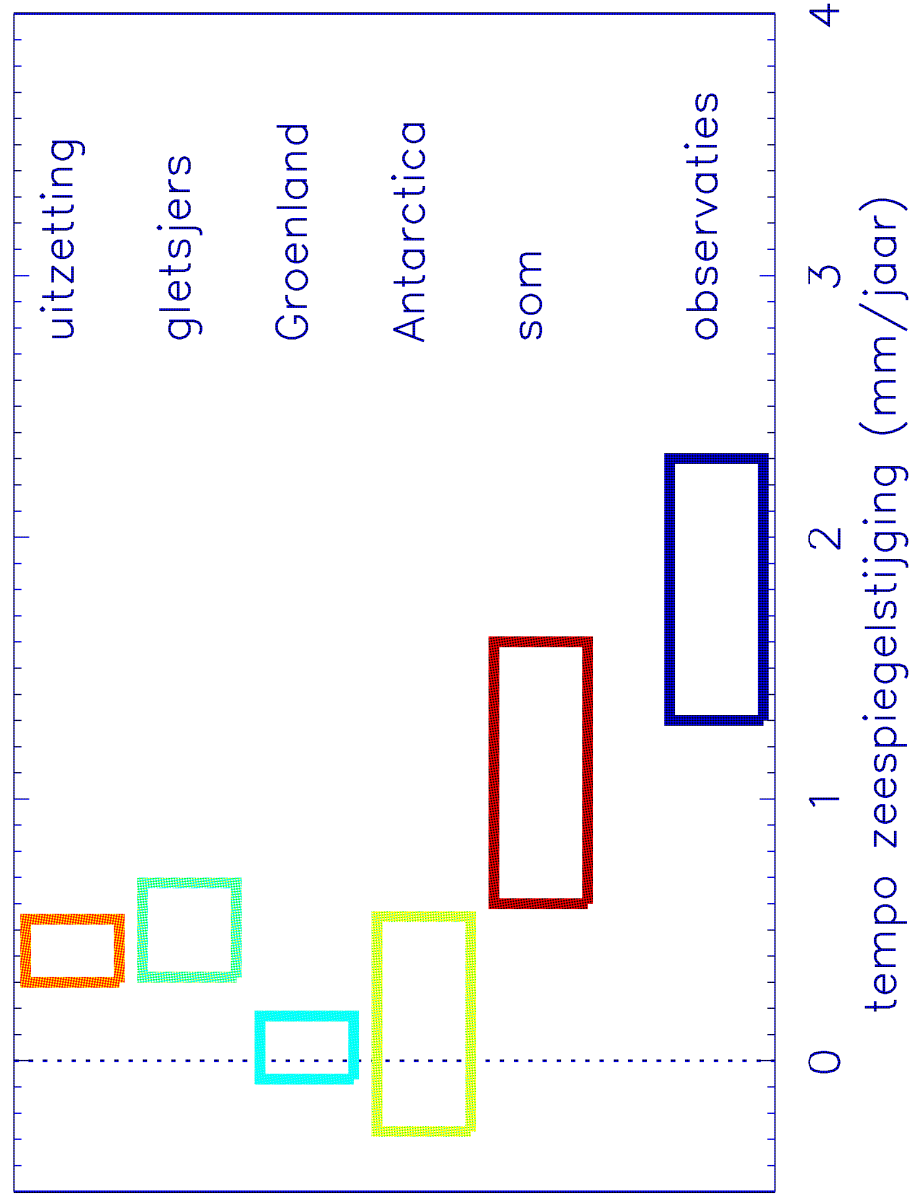
*Met dank aan Wilco Hazeleger en Sybren Drijfhout (KNMI)
Michiel van den Broeke en Roderik van der Wal (IMAU)*

20e eeuw

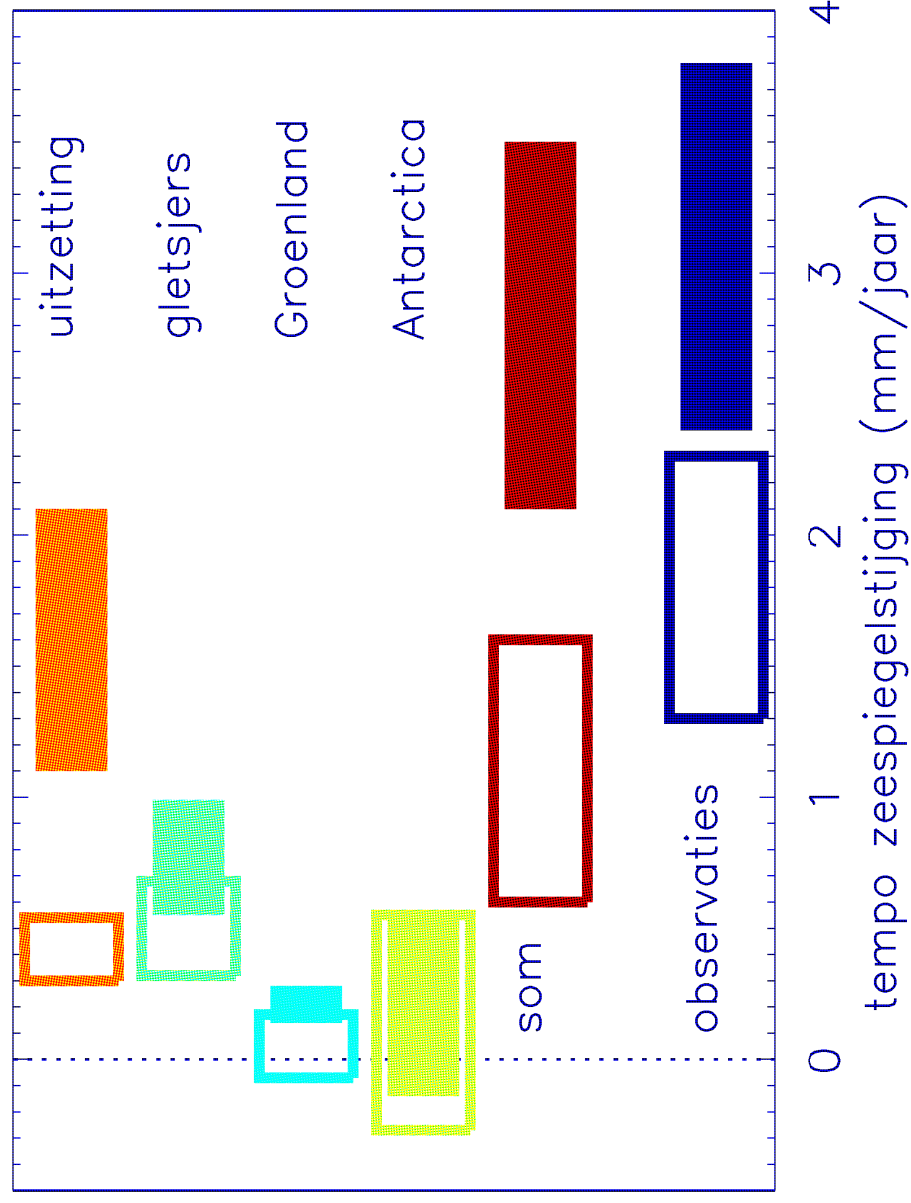
- de oceaan is warmer geworden, merkbaar tot minimaal 3000 m diepte
- gletsjers en kleine ijskappen zijn geslonken
- de ijskappen van Groenland en Antarctica zijn zeer waarschijnlijk geslonken (1993-2003)
- totale stijging: 17 [12-22] cm



20e eeuw (1961-2003)



20e eeuw (1993-2003)



21e eeuw

Wereldwijd: zeespiegelstijging van **18 tot 59 cm** (2090-2099 t.o.v. 1980-1999), als gevolg van

- uitzetting van het zeewater
- smelten van gletsjers en kleine ijskappen
- gestage veranderingen van de grote ijskappen op Groenland en Antarctica

21e eeuw

Wereldwijd: zeespiegelstijging van **18 tot 59 cm** (2090-2099 t.o.v. 1980-1999), als gevolg van

- uitzetting van het zeewater
- smelten van gletsjers en kleine ijskappen
- gestage veranderingen van de grote ijskappen op Groenland en Antarctica

De de afkalving aan de randen van de Groenlandse en West-Antarctische ijskap is de laatste jaren sterk toegenomen. Als dit doorzet kan de zeespiegel met nog **10 tot 20 cm** extra stijgen, maar meer of minder kan ook. Op dit moment is niet in te schatten of de trend inderdaad door zal zetten

KNMI klimaatscenario's 2006

gebaseerd op dezelfde modelstudies als IPCC 4AR

35 tot 85 cm in 2100 (t.o.v. 1990)

Verskil gevolg van iets andere aanpak:

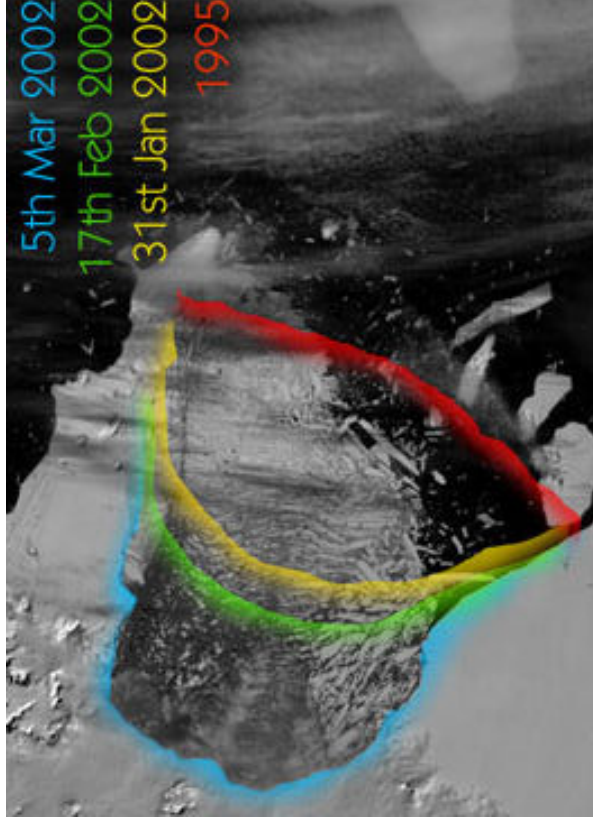
- bijdrage van **versneld afkalven** van de Groenlandse en West-Antarctische ijskap is meegenomen in de bepaling van de bovengrens
- er zijn **regionale effecten** meegenomen voor de uitzetting van het zeewater: de cijfers representeren niet de zeespiegelstijging door uitzetting in het noordoosten van de Atlantische Oceaan

Wat gebeurt er met de ijskappen?

Op beide ijskappen is versnelde afkalving waargenomen



Jakobshavn Isbrae, West-Groenland



Larsen-B ijsplaat, Antarctisch schiereiland

verdwijnen ijsplaat → versnelling achterliggend landijs

Wat gebeurt er met de ijskappen?

Is de versnelde afkalving tijdelijk of zet deze door ?

- niet het gevolg van geleidelijke processen maar van snelle (sterk niet-lineaire) processen
 - in de huidige generatie ijsmodellen worden deze processen nog niet meegenomen
- recente waarnemingen hebben een belangrijke beperking van de klimaatmodellen blootgelegd
- schattingen bijdrage versnelde afkalving op basis van deze recente waarnemingen (IPCC 4AR, KNMI'06)

Wat gebeurt er met de ijskappen?

1. schat de **gevoeligheid** van de ijskappen voor temperatuurstijgingen uit de **waarnemingen**
[in mm/jaar/°C]
2. schat bijdrage in 2100 op basis van verschillende **scenario's** voor de stijging van de **temperatuur**

toegepast in IPCC AR4 en KNMI'06

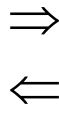
→ vergelijkbare methode en dus vergelijkbare bijdrage

regionale effecten

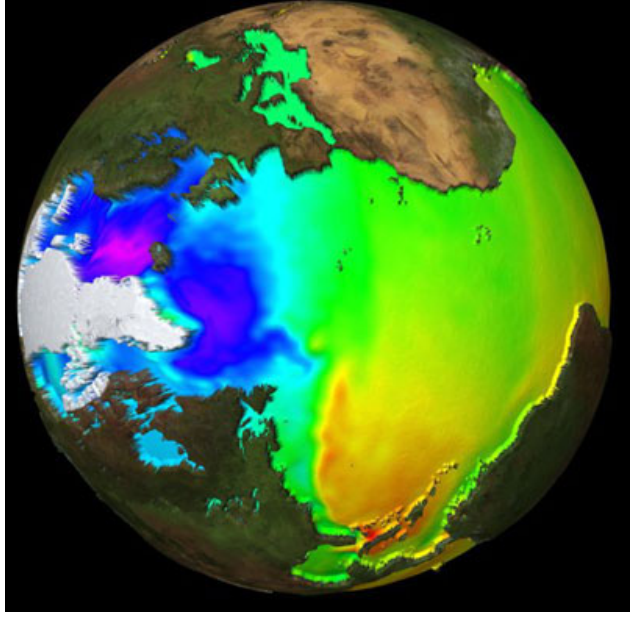
- zeestromingen gaan samen met variaties in zeeniveau
- variaties blijven bestaan vanwege aardrotatie

Noord-Atlantische Oceaan \approx 'lage drukgebied'
(60 cm verschil met tropen)

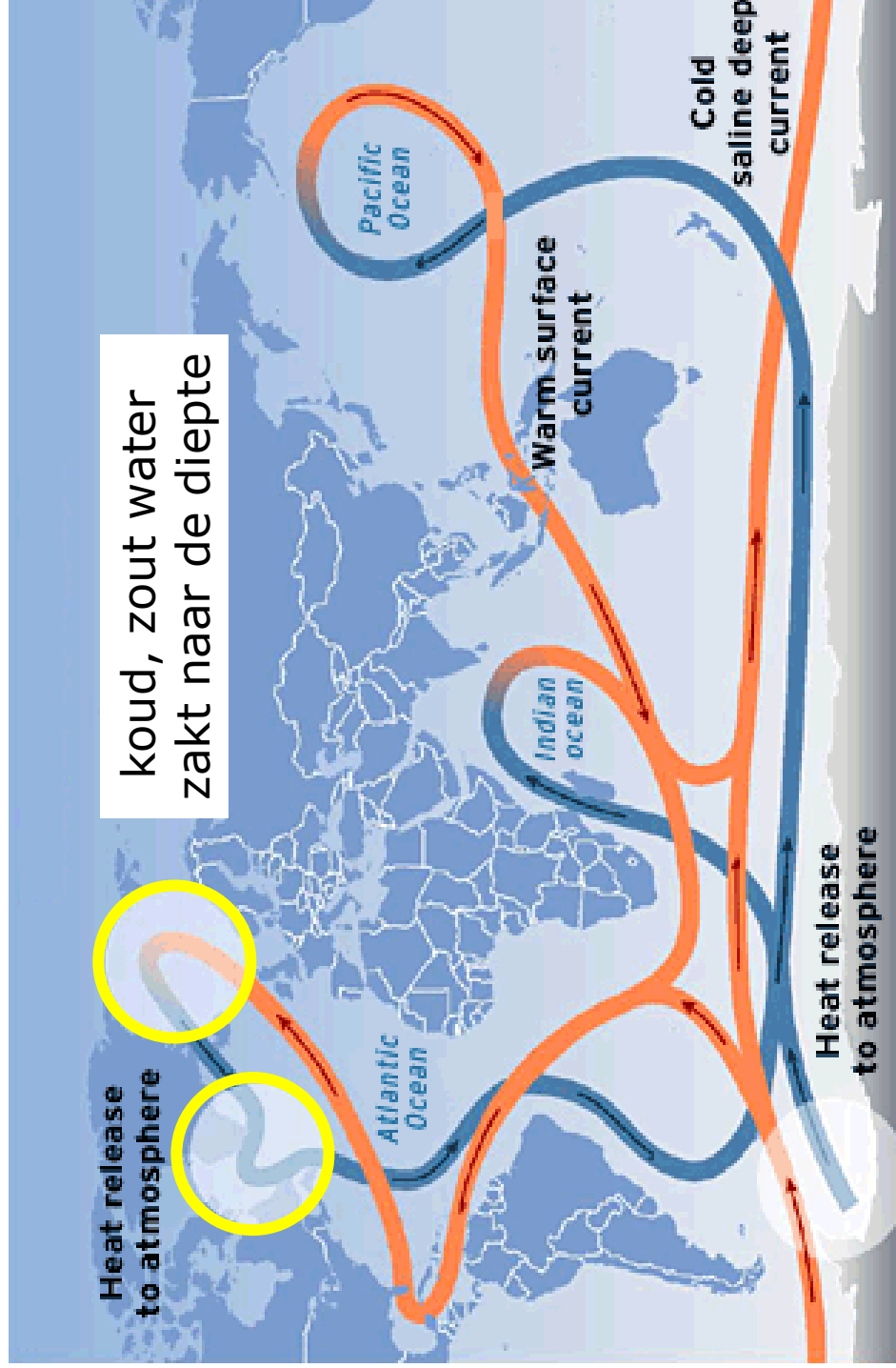
verandering stroming



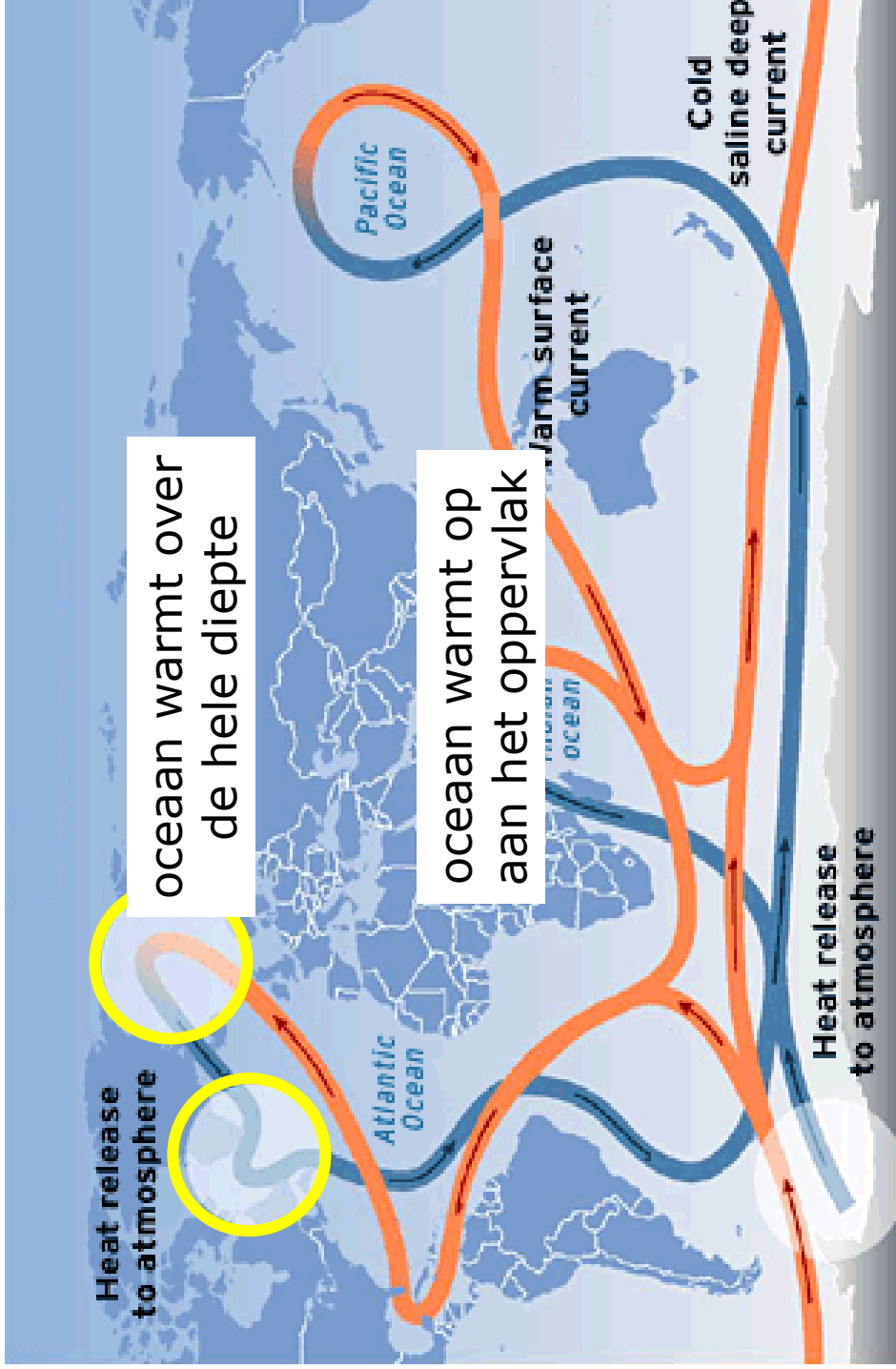
verandering lokaal zeeniveau



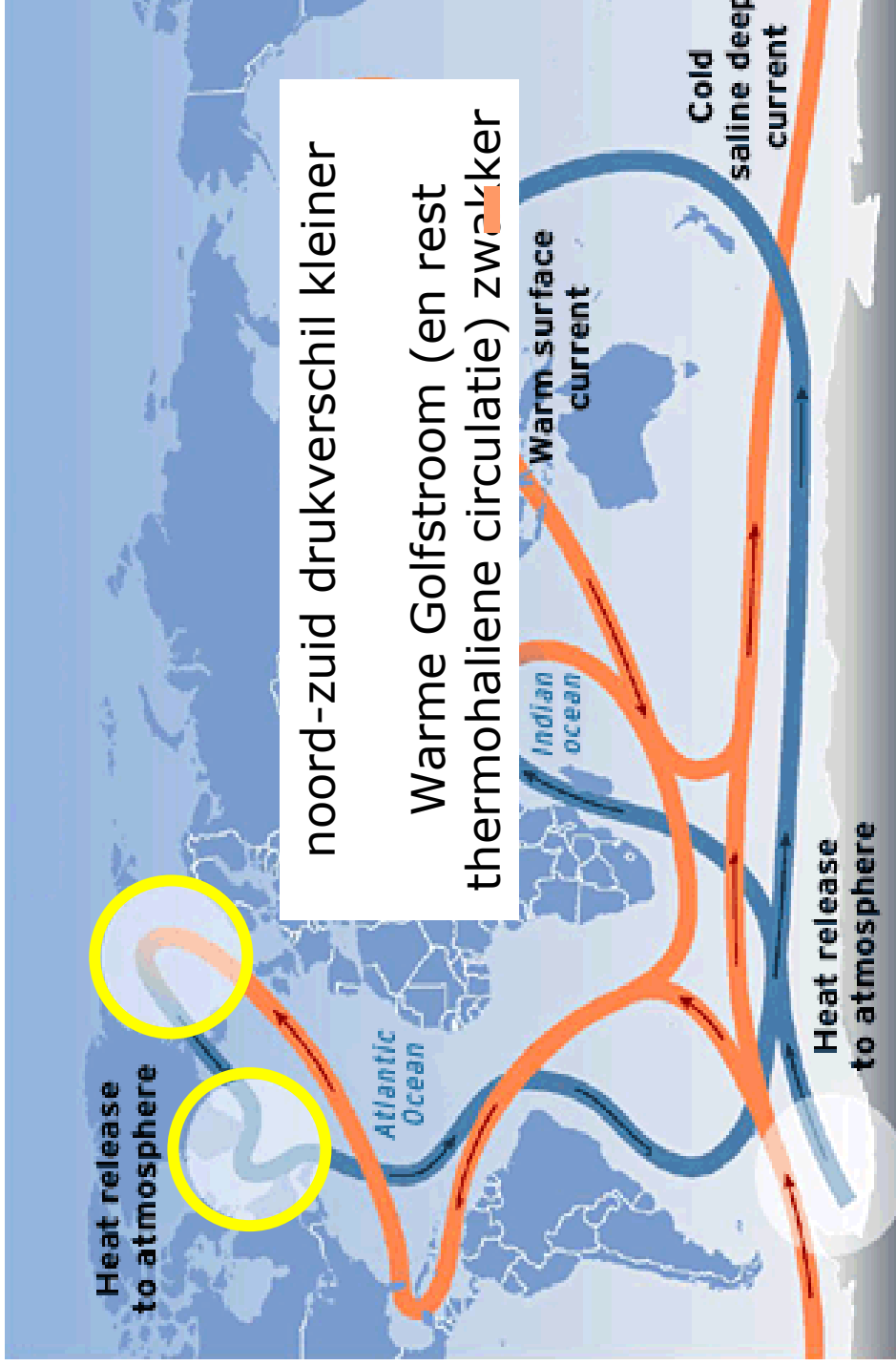
regionale effecten



regionale effecten



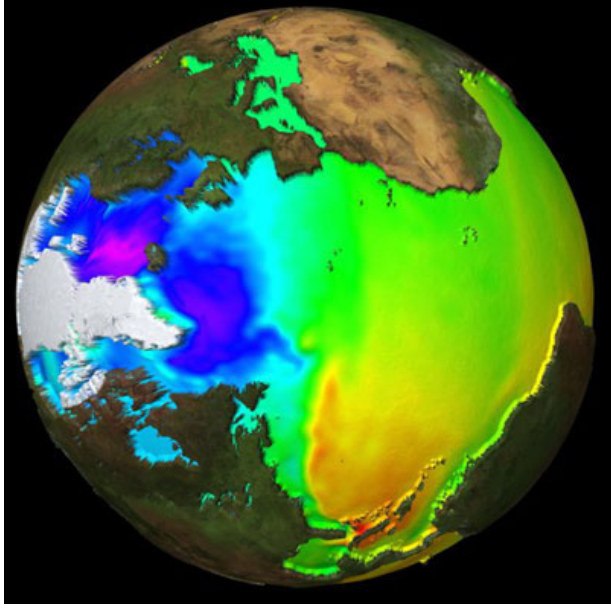
regionale effecten



thermohaliene circulatie

regionale effecten

verandering stroming ↔ verandering lokaal zeeniveau



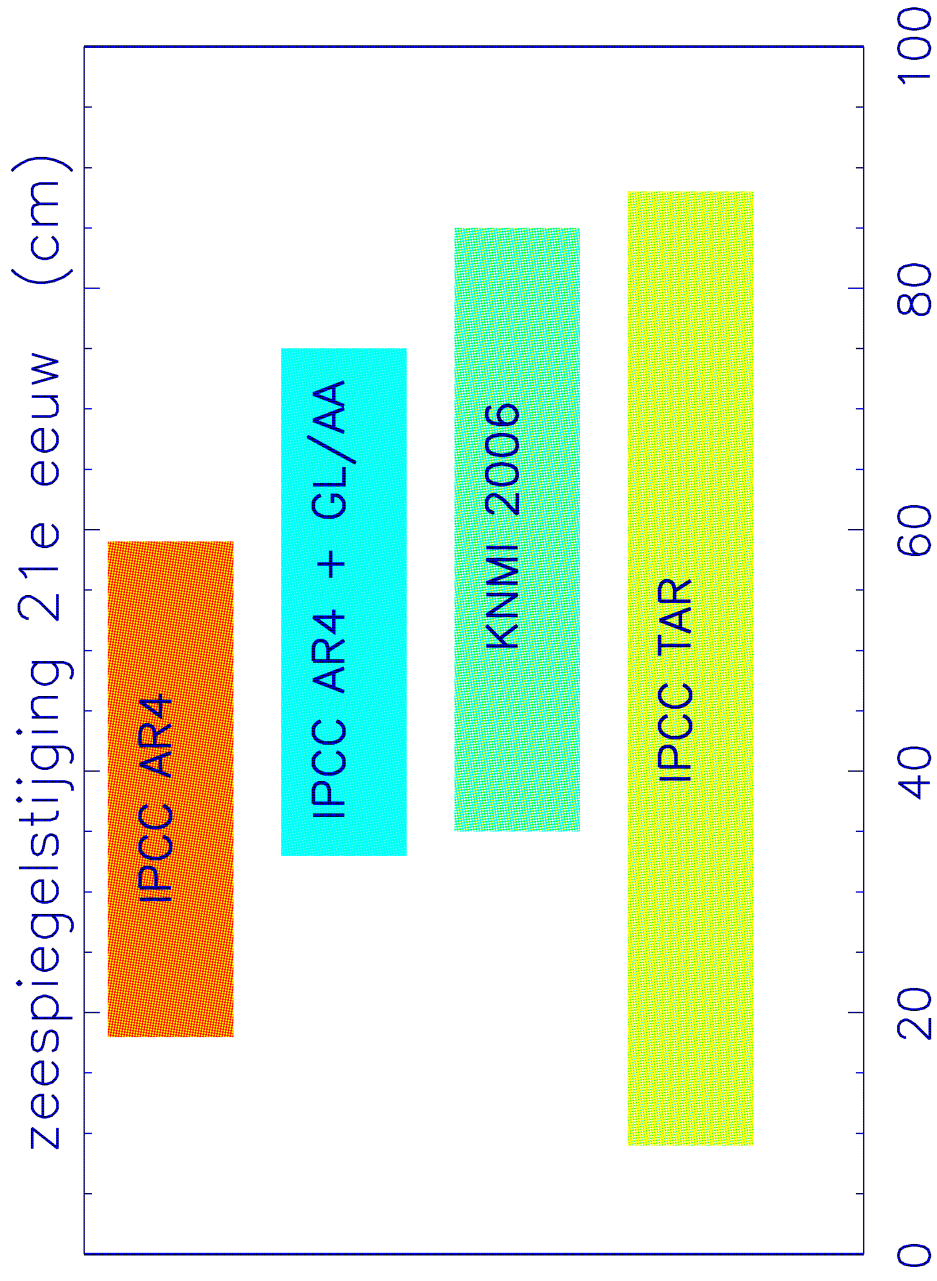
- ⇒ kanteling zeeoppervlak
- ⇒ 0 tot 15 cm extra zeespiegelstijging Noord-Atlantische Oceaan

Na de 21e eeuw

Zeespiegelstijging zet nog eeuwen door, zelfs als de temperatuur na 2100 niet meer zou stijgen

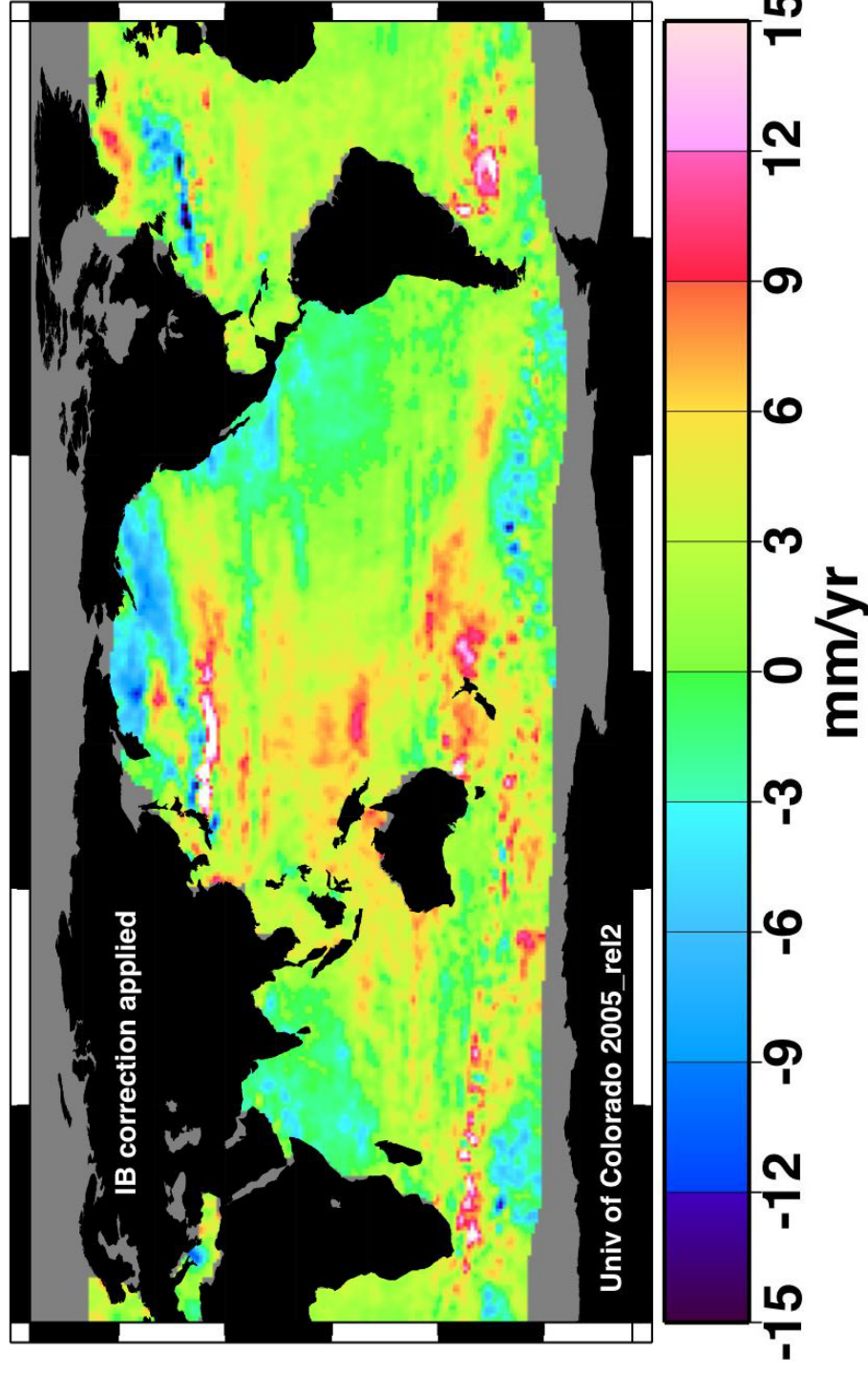
- Uitzetting zeewater: 30 tot 80 cm in 2300 ten opzichte van 20e eeuw
- Groenlandse ijskap zal blijven slinken. Bij een aanhoudende gematigde temperatuurstijging over duizenden jaren zal de ijskap vrijwel geheel verdwijnen
- Antarctische ijskap blijft te koud om op grote schaal te smelten. In modelstudies neemt de sneeuwval toe en groeit de ijskap in de komende eeuwen. Netto massaverlies is mogelijk wanneer afkalving aan de randen dominant blijkt

Samenvatting

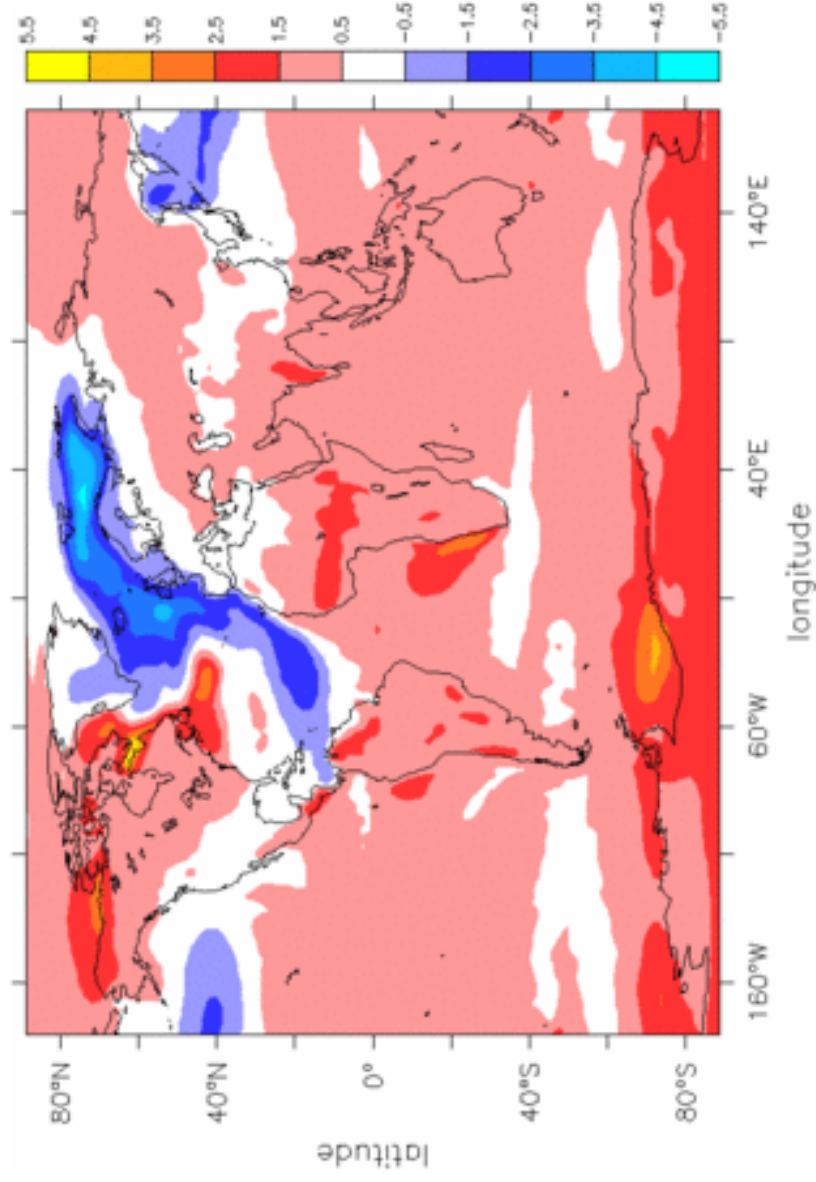




Regionale zeespiegelstijging



stilvervalen Warme Golfstroom ?



Temperatuurverandering in 2040-2050 (t.o.v. 2000-2010)
na geforceerd instorten van de Warme Golfstroom
tussen 2000 en 2040 [\[KNMI/ESSENCE project\]](#)

Optellen bijdragen

- centrale schattingen optellen
- voor elke bijdrage verschil met centrale schatting bepalen
- bandbreedtes kwadratisch optellen om totale bandbreedte te krijgen

$$\text{bijdrage A: } [a_{\min}, a_{\max}] \Rightarrow a_{\text{centr}} \pm a_{\text{band}}$$

$$\text{bijdrage B: } [b_{\min}, b_{\max}] \Rightarrow b_{\text{centr}} \pm b_{\text{band}}$$

$$\text{totaal: } a_{\text{centr}} + b_{\text{centr}} \pm \sqrt{(a_{\text{band}}^2 + b_{\text{band}}^2)}$$

KNMI klimaatscenario's 2006

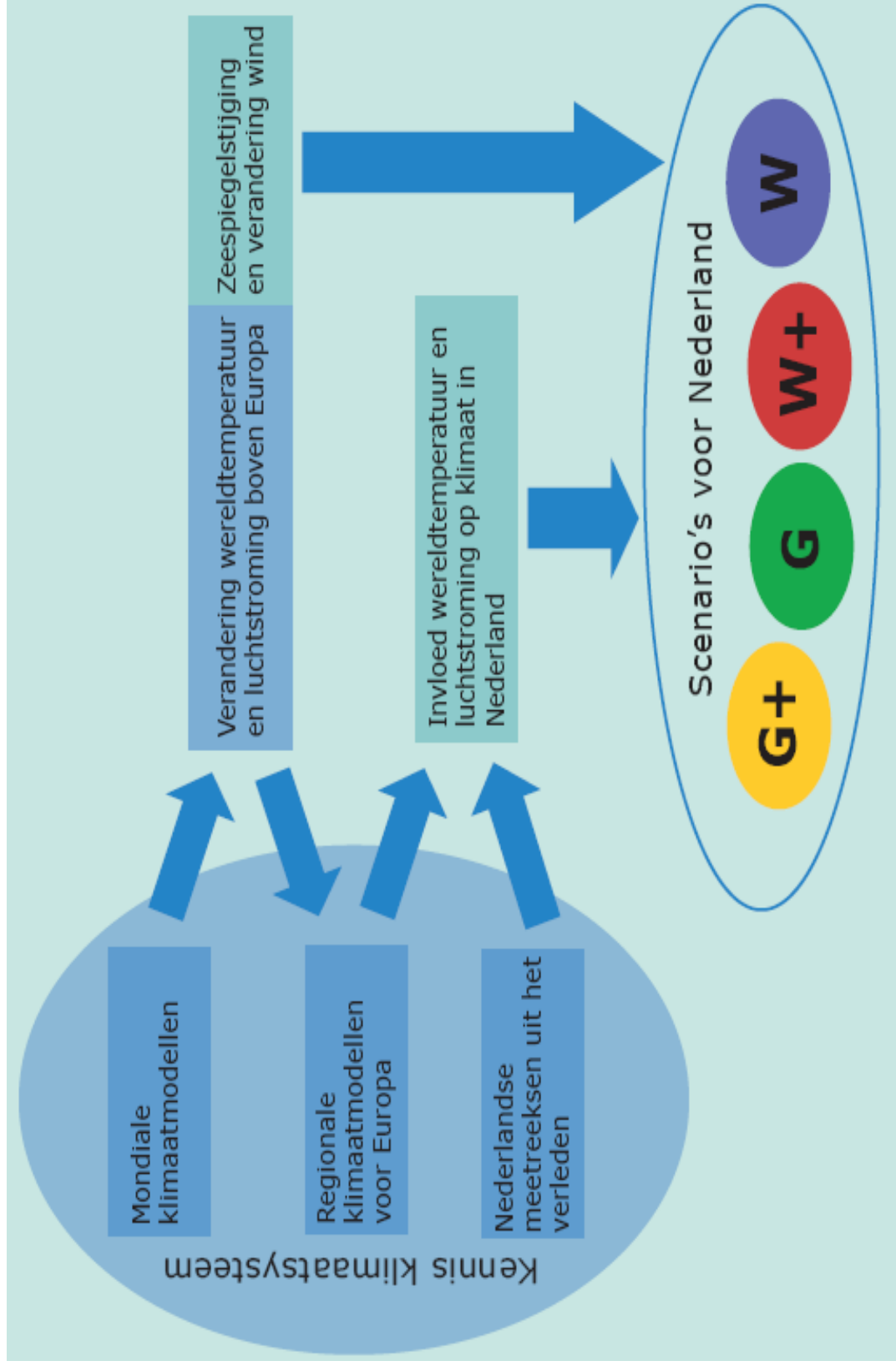


KNMI klimaatscenario's 2006

gebaseerd op dezelfde modelresultaten / literatuur als IPCC AR4, maar:

- IPCC AR4 beschrijft geen details. De KNMI'06 scenario's zijn een noodzakelijke lokale verfijning van de IPCC getallen
- Modelresultaten zijn geselecteerd op basis van de kwaliteit van de resultaten voor het huidige klimaat in West Europa

KNMI klimaatscenario's 2006



KNMI klimaatscenario's 2006

IPCC: mondiale temperatuurstijging tussen de +1.1 en +6.4°C ten opzichte van 1990

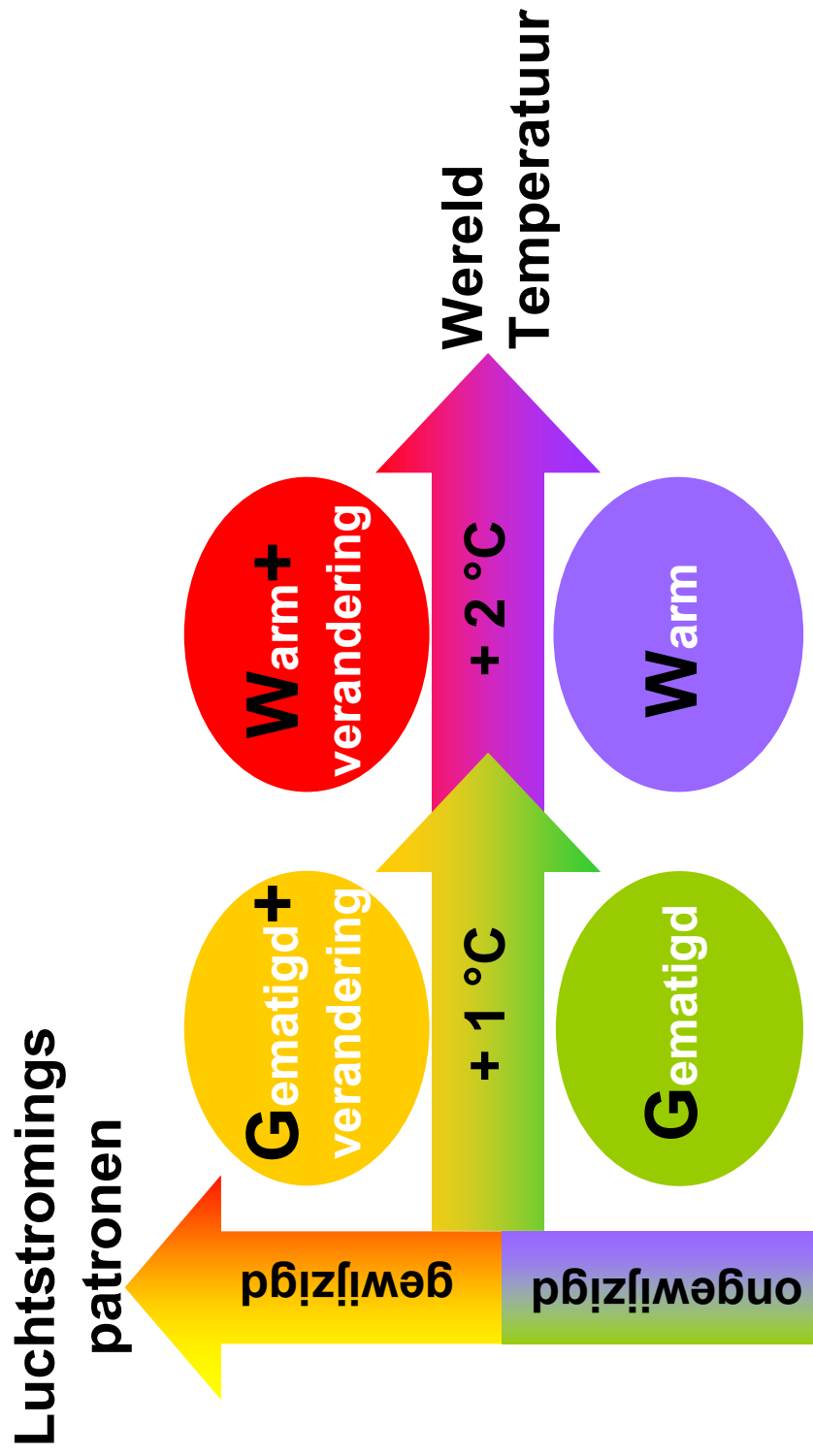
KNMI'06 scenario's:

Mondiaal gemiddelde temperatuurstijging +2°C en +4°C

Atmosferische stromingspatronen rond Nederland:

- meer westenwind in de winter, meer oostenwind in de zomer
- vrijwel ongewijzigde circulatie

KNMI klimaatscenario's 2006



KNMI klimaatscenario's 2006

		G	G+	W	W+
Wereldwijde temperatuurstijging Verandering in luchtstromingspatronen		+1°C nee	+1°C ja	+2°C nee	+2°C ja
Winter ³	gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,1°C	+1,8°C	+2,3°C
	koudste winterdag per jaar	+1,0°C	+1,5°C	+2,1°C	+2,9°C
	gemiddelde neerslaghoeveelheid	+4%	+7%	+7%	+14%
	aantal natte dagen ($\geq 0,1$ mm)	0%	+1%	0%	+2%
Zomer ³	10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	+4%	+6%	+8%	+12%
	hoogste daggemiddelde windsnelheid per jaar	0%	+2%	-1%	+4%
	gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,4°C	+1,7°C	+2,8°C
	warmste zomerdag per jaar	+1,0°C	+1,9°C	+2,1°C	+3,8°C
Zeespiegel	gemiddelde neerslaghoeveelheid	+3%	-10%	+6%	-19%
	aantal natte dagen ($\geq 0,1$ mm)	-2%	-10%	-3%	-19%
	dagsom van de neerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden	+13%	+5%	+27%	+10%
potentiële verdamping		+3%	+8%	+7%	+15%
absolute stijging		15-25 cm	15-25 cm	20-35 cm	20-35 cm