

Kunnen we variaties in het klimaatsysteem begrijpen en voorzien?

Gerbrand Komen

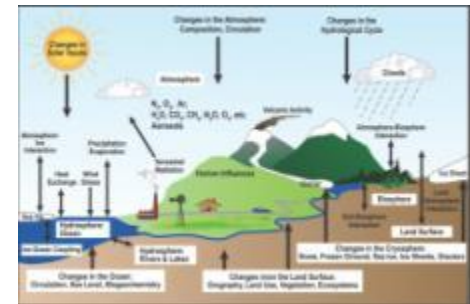
ex-KNMI, IMAU

20 juni 2011

KNAW themabijeenkomst

Wetenschappelijke modellen, wat kun je ermee?

Met dank aan Wilco Hazeleger en aan de voorbereidingscommissie



Citaten

‘There is **considerable confidence** that Atmosphere-Ocean General Circulation Models (AOGCMs) provide credible quantitative estimates of future climate change.’ [IPCC]

‘I am saying that all predictions concerning climate are **highly uncertain.**’ [Freeman Dyson]

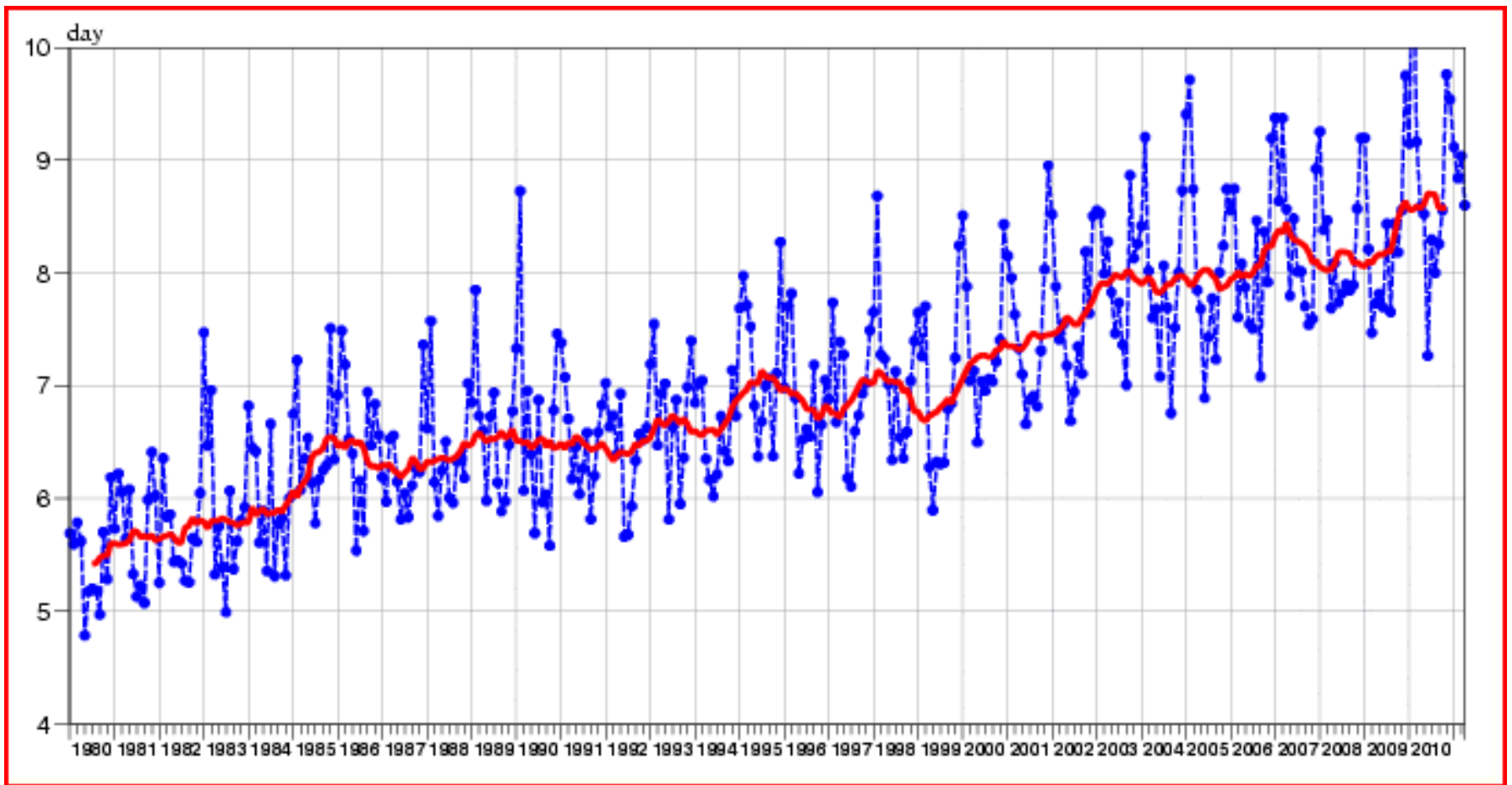
Sander Bais: ‘Is de status van "complex"’

- voorlopig fundamenteel onbegrip?
- of zijn de biologie, het klimaat en de economie werkelijk onneembare vestingen?’

Gerbrand Komen: ‘Gewoon kijken hoe ver je komt’

Motivatie voor mijn 'Pragmatisch Reductionisme'

1. Eigen modelleerervaring (sinds ~1978)
2. Understand and predict?
3. Kwaliteit van de weersverwachtingen



1960

2010

Weersverwachting
Aantal dagen waarop de verwachting 'bruikbaar' is

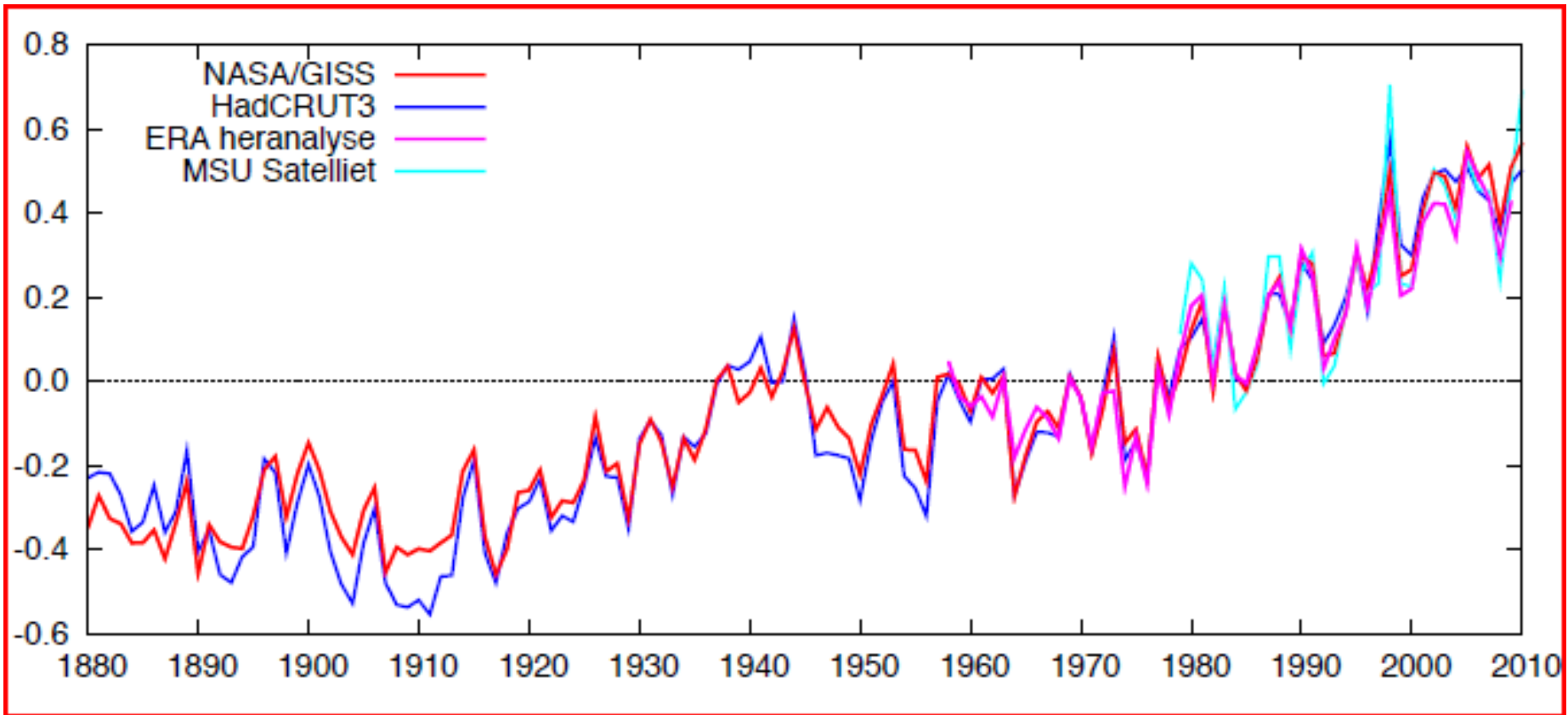
http://www.ecmwf.int/products/forecasts/d/charts/medium/verification/timeseries/z_score_monthly_mean/

Overzicht

1. Waar gaat het over?
2. Wat zijn klimaatmodellen?
3. Wat doe je er mee?
 - a. Begrijpen
 - b. Voorspellen
 - c. Beleidsontwikkeling

Waar gaat het over?

- Klimaatsysteem: gekoppelde atmosfeer/oceaan/landsysteem, inclusief fysische, chemische en biologische processen
- Open, complex en niet-lineair
- Karakteristiek zijn de vele wisselwerkingen en terugkoppelingen
- Interne variabiliteit – naast variaties ten gevolge van externe veranderingen –, op alle ruimte- en tijdschalen



Variaties in de wereldgemiddelde oppervlaktetemperatuur volgens verschillende bronnen

Wat zijn klimaatmodellen?

- Dynamische modellen van het klimaatsysteem
- Natuurwetten + empirische verbanden
- Mondiaal, open grensvlakken boven en onder
- Wereldwijd enkele tientallen modellen ($\sim 10^6$ regels code) onderscheiden zich o.a. door
 - Ruimtelijk detail
 - Keuze variabelen (intern als extern)
- Gebruikelijke foutenbronnen
- Onzekerheden kwantificeren met stochastische methoden

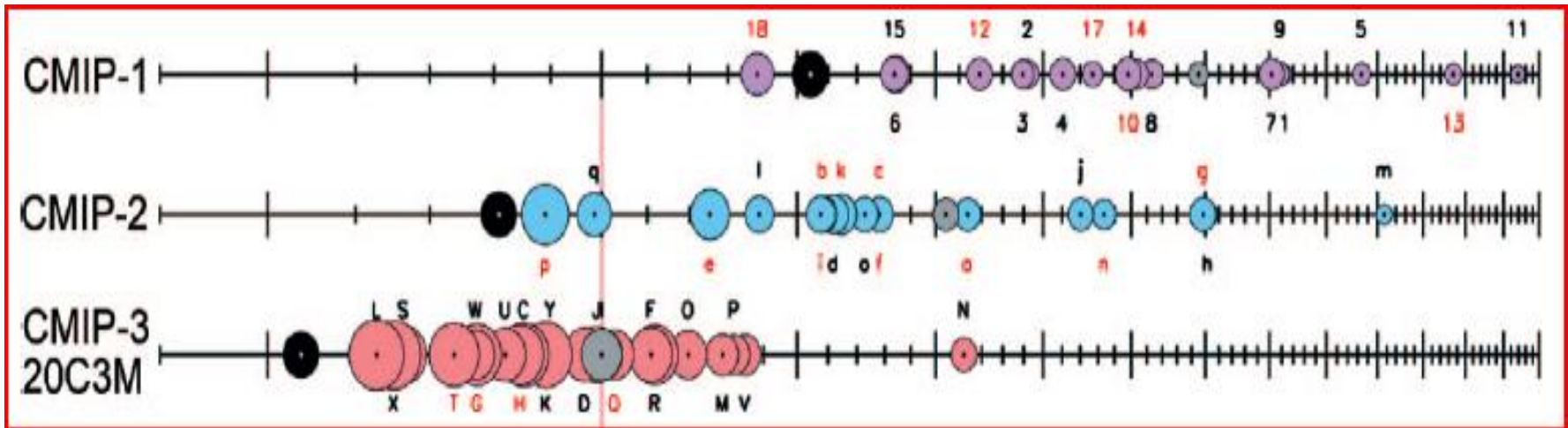
Begrijpen?

- **Simulatie waarnemingen = validatie**
 - klimatologie + variabiliteit voor verschillende variabelen
 - studie deelprocessen
 - simulatie van periodes in het verleden
- **Onderzoek naar mechanismen**
 - teleconnecties, terugkoppelingen, bifurcaties, kantelpunten, waargenomen of veronderstelde verbanden
- **Succesvol (+) / minder goed (-)**
 - + grootschalige karakteristieken van oppervlakte-temperatuur, neerslag, wind, straling, etc
 - het gedrag op kleine schalen, wolken, convectie (atmosfeer, oceaan), onzekerheid in stralingsforcering (indirect aerosol effect) en terugkoppelingen
- **Internationale afstemming**

Prestatie-index

Prestatie-index (Reichler en Kim, BAMS, 2008)

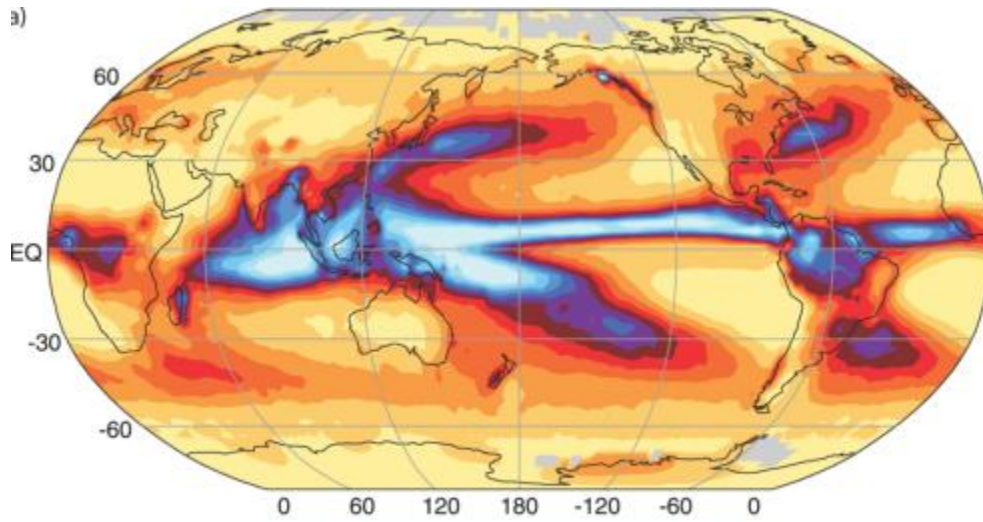
Gestandaardiseerde maat voor de nauwkeurigheid waarmee een model 14 waargenomen sleutelvariabelen kan simuleren



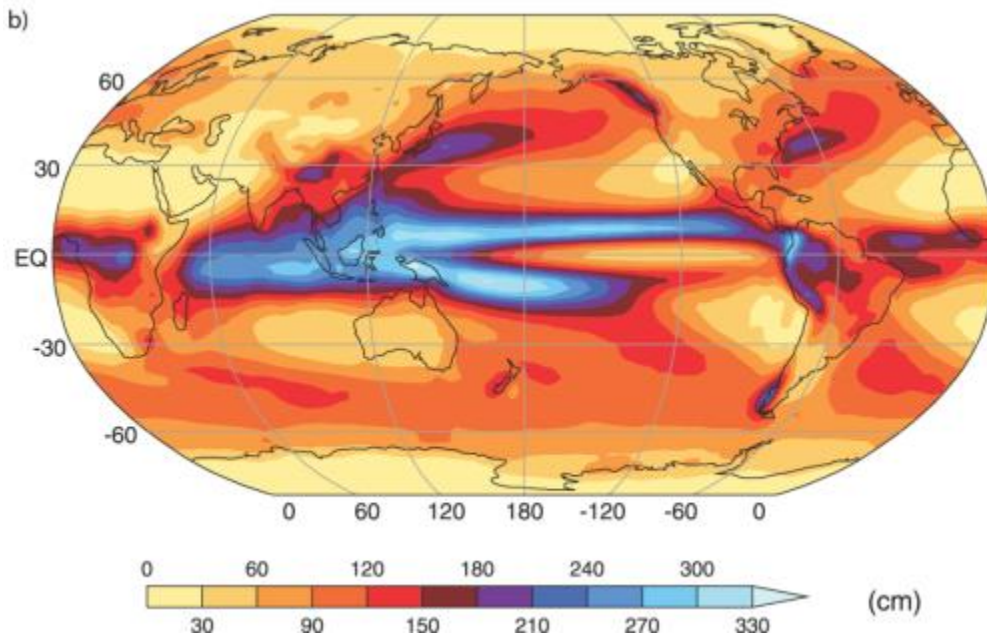
Rijen: modelgeneraties (Onder is meest recent)

Cirkels: individuele modellen (links is goed [L = GFDL, S = MPIM, X = HC])

Waarnemingen



Multi-modelgemiddelde



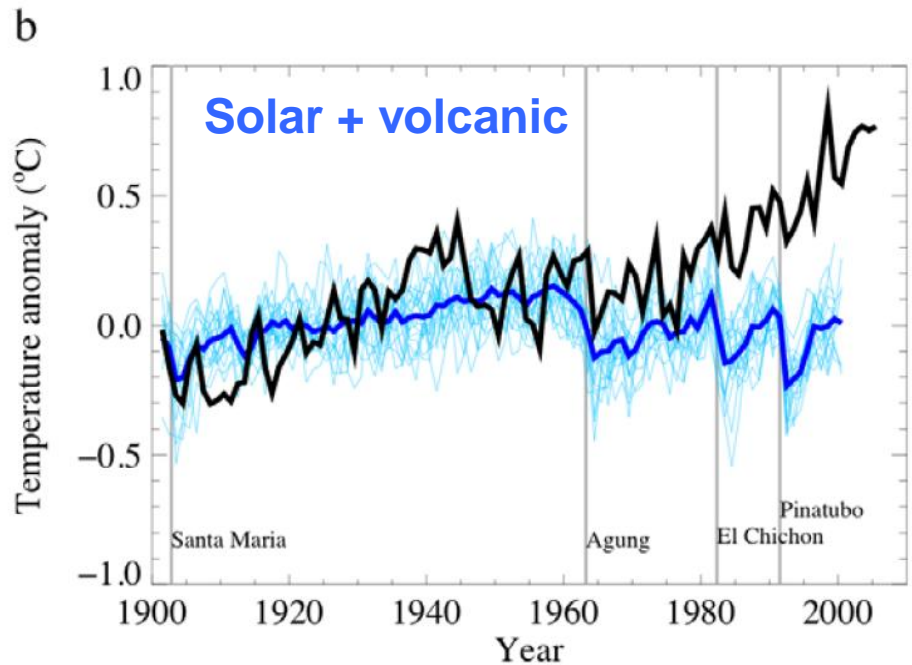
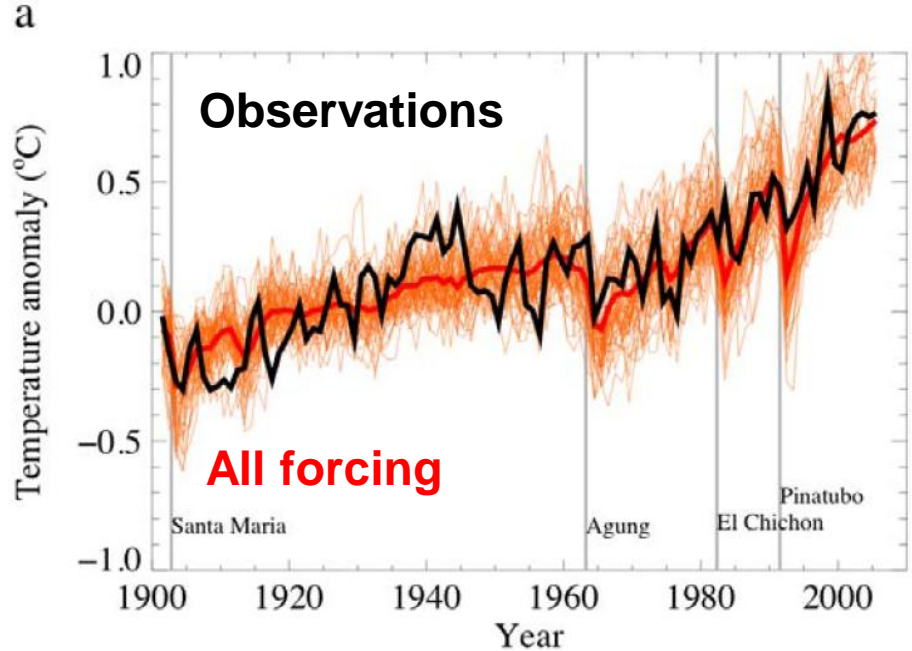
Jaargemiddelde neerslag

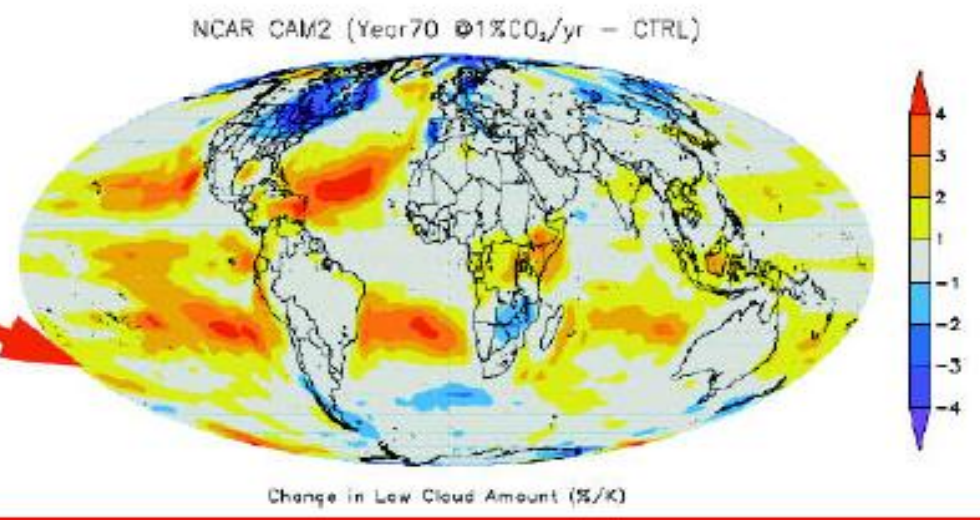
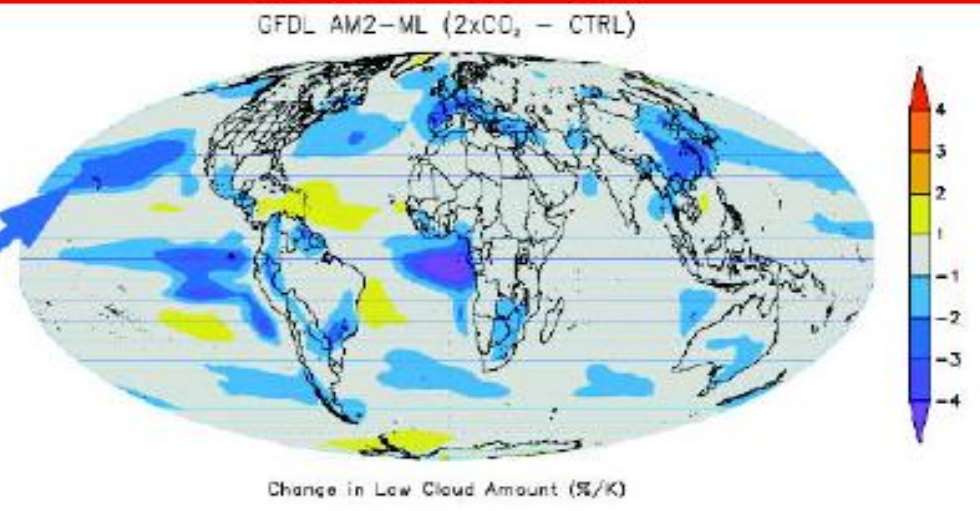
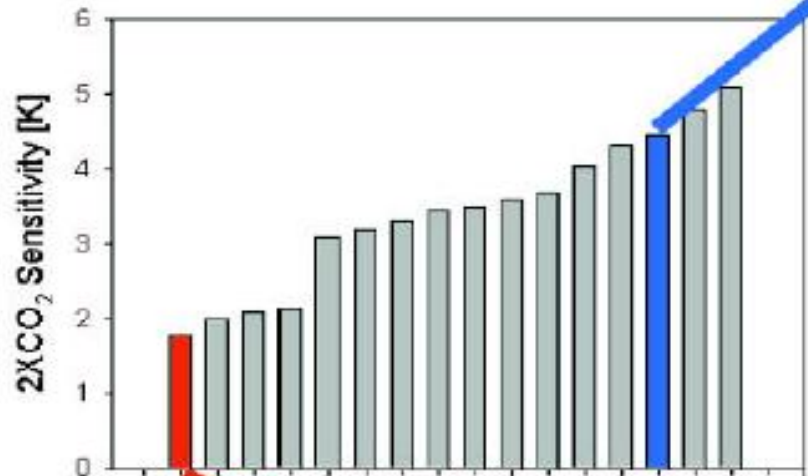
Attributie

Vergelijk waarnemingen met modelsimulaties

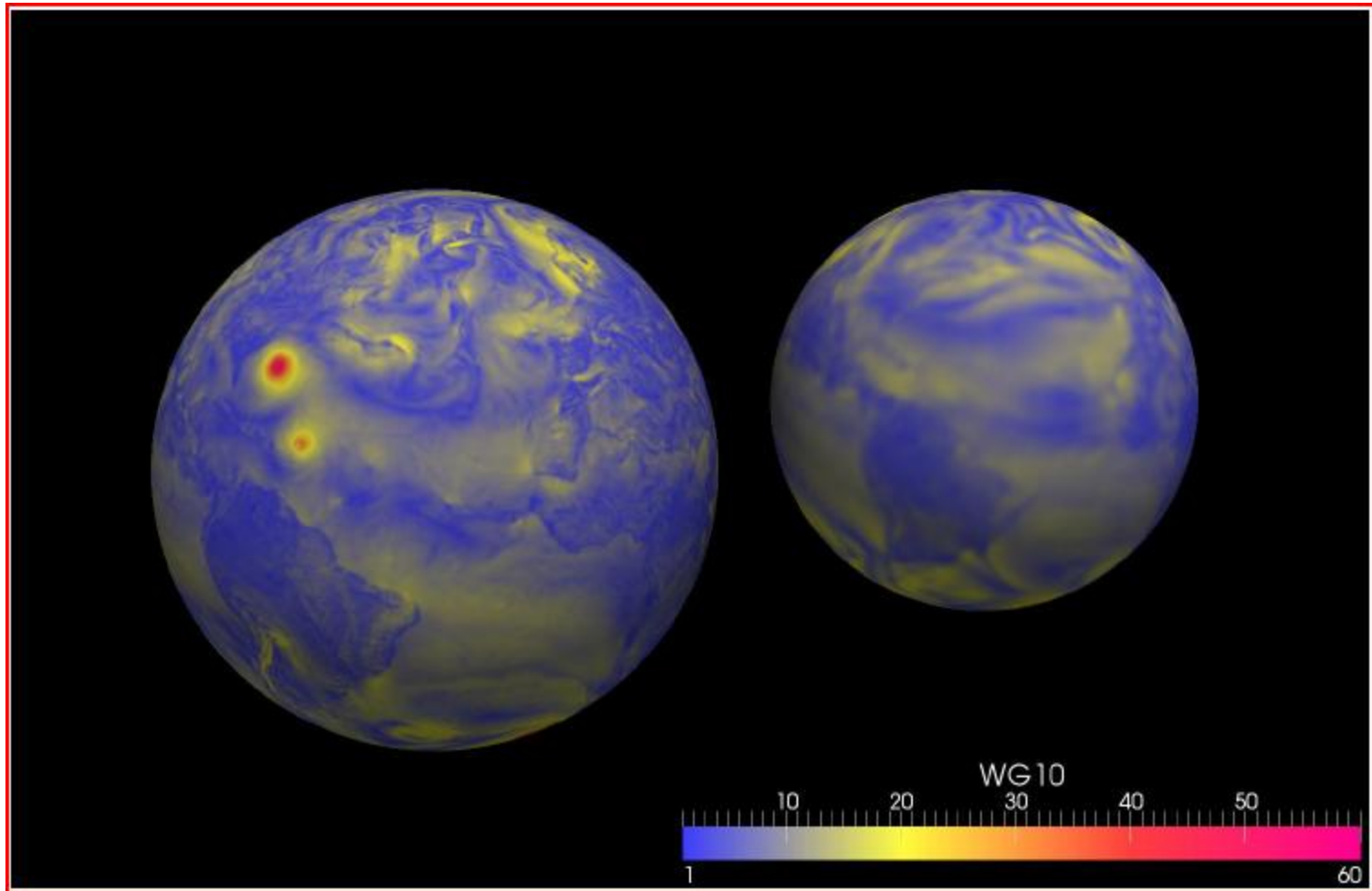
- a. Aandrijving met alle bekende forceringen
- b. Aandrijving met alleen natuurlijke forceringen

IPCC: het grootste deel van de opwarming van de aarde zeer waarschijnlijk het gevolg is van menselijke invloed.





Klimaatgevoeligheid in verschillende modellen (links), verandering in de bedekkingsgraad (lage wolken) voor twee specifieke modellen (Stephens, 2005)



Simulatie van orkanen met EC-Earth (consortium olv KNMI)

Links 20 km resolutie, rechts 'IPCC' (≈ 150 km) resolutie

Zie ook http://eearth.knmi.nl/Visualization/Hurricane_0.avi

Simulating intensity and frequency of hurricanes

	2005		2006	
	Total	Major	Total	Major
Observed	11	5	5	2
Simulated	8.7±1.2	5.3±1.7	5.3±1.7	2.3±1.7

Saffir Simpson scale:

Hurricanes: > 33 m/s

Major Hurricanes (Category 3-5) > 49 m/s

(W. Hazeleger, 'Weather in a changing climate')

Voorspellen?

- Initialisatie + specificatie verwachte externe invloeden → mogelijke toekomstige ontwikkeling
- Voorspelbaarheid? Onderscheid tijdschalen
- Bepaling foutenmarge known unknowns
 - grote schalen en temperatuur zijn beter te voorspellen dan bv neerslag op kleine schalen,
 - toename van de gemiddelde temperatuur bij CO₂ verdubbeling ligt 'waarschijnlijk' tussen de 2 en 4.5 °C
- Over de unknown unknowns kan men niet veel zeggen. Er is dus nooit volledige zekerheid

Beleid

Modeluitkomsten worden ook gebruikt voor de ontwikkeling van beleid.

1. Er zijn methodes beschikbaar waarmee men zich systematisch een oordeel kan vormen over de kwaliteit van modellen.
2. De (subjectieve) waarde die iemand aan modeluitkomsten toeschrijft wordt niet alleen bepaald door de kwaliteit van de modellen, maar ook door andere zaken (b.v. houding ten opzichte van risico's)

Conclusies

1. Onderzoek met modellen → beter begrip en zicht op mogelijke toekomstige ontwikkelingen.
2. Onzekerheden kun je kwantificeren, maar 100 % zekerheid is er nooit.
3. Mainstream klimaatonderzoekers zijn veel genuanceerder in hun uitspraken dan bv Dyson en veel media.