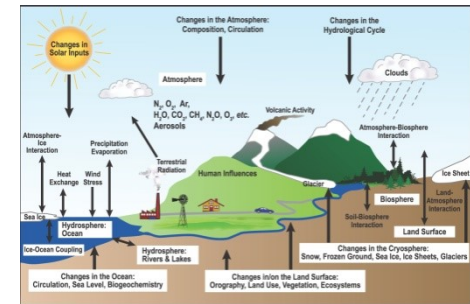


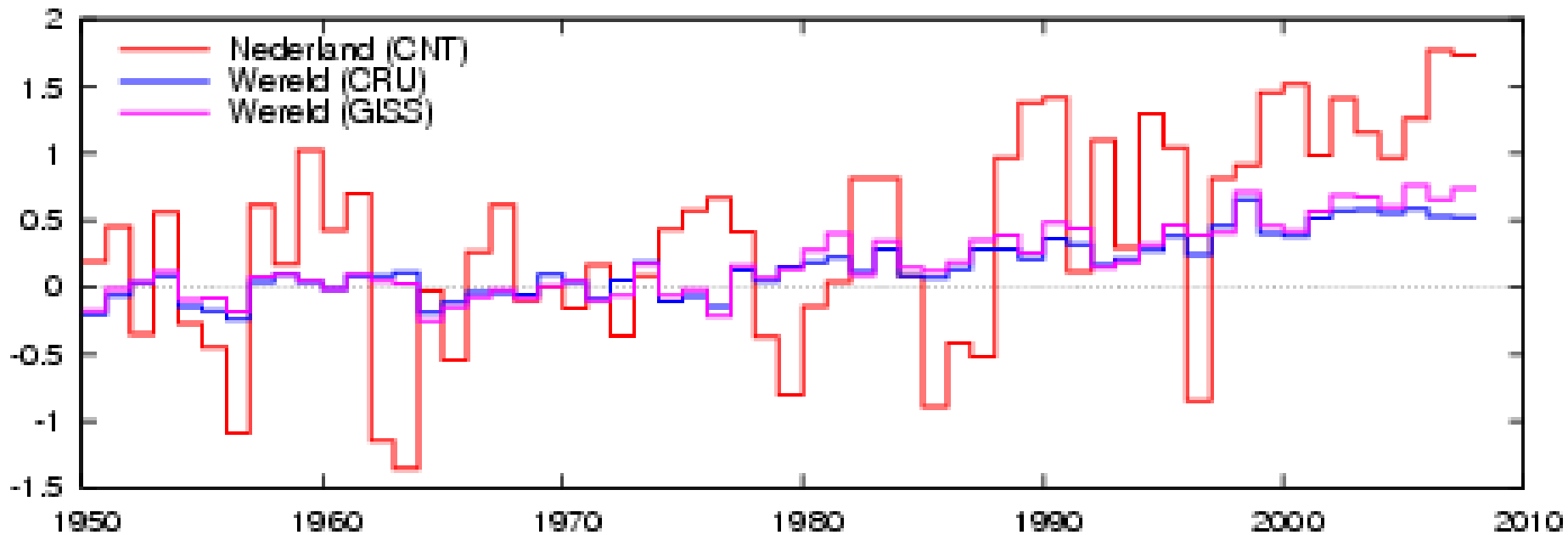
Klimaatverandering: feiten en onzekerheden

Prof. Gerbrand Komen

(ex-) Directeur Klimaatonderzoek
KNMI

12 Maart 2009
NNV
Sectie Energie en Klimaat





Jaargemiddelde temperatuur (afwijking van 1951-1980) in Nederland (rode lijn) en wereldgemiddeld (blauwe en groene lijn).

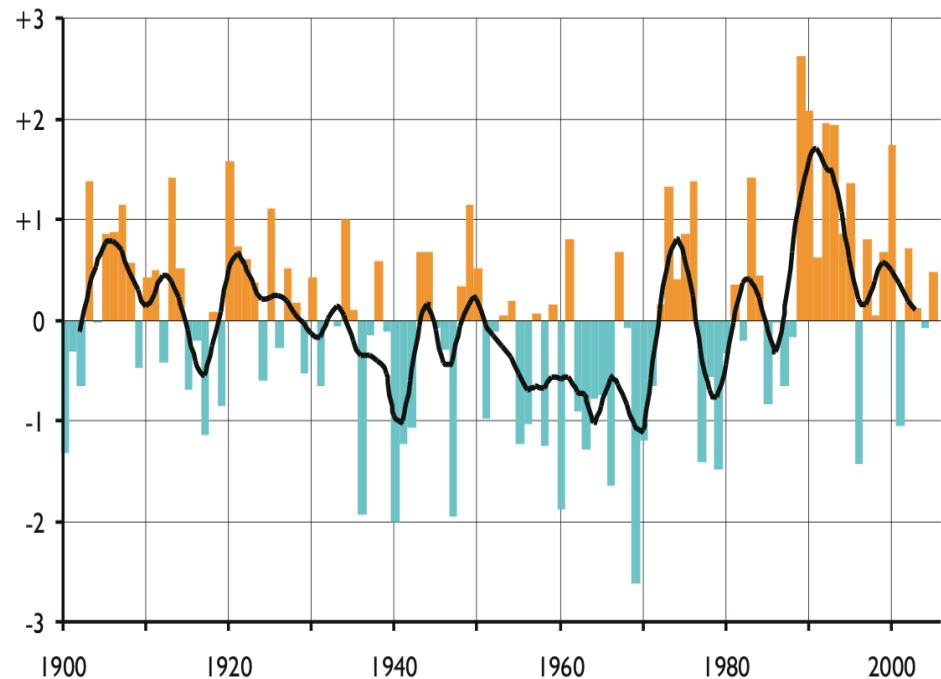
Bron: KNMI De Toestand van het Klimaat 2008,



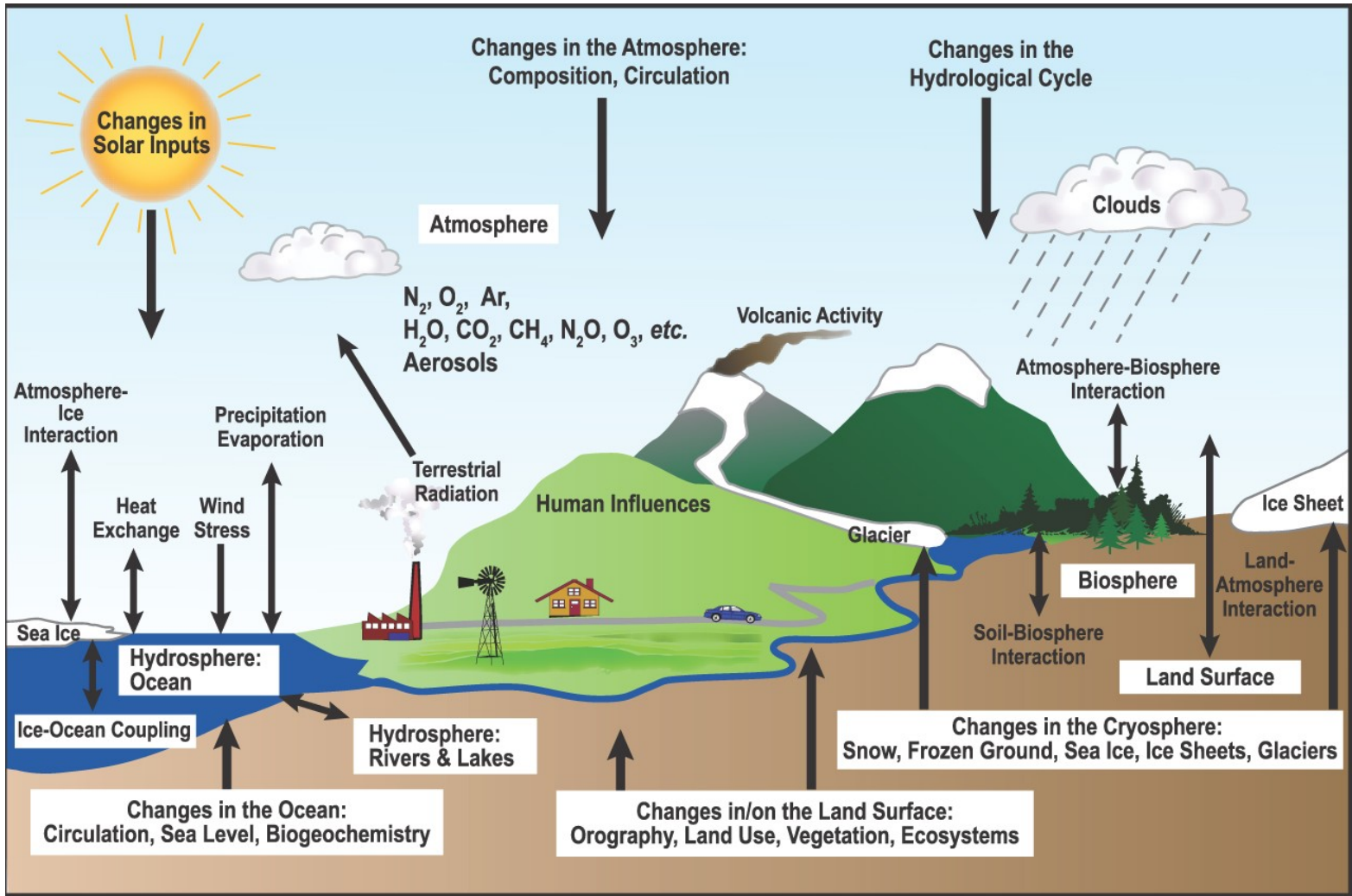
. . complex turbulent geophysical flow . .

Variabiliteit

- Karakteristieke patronen en karakteristieke tijdschalen
- Voorbeeld : Noord Atlantische Oscillatie



NAO Index - luchtdrukverschil
tussen IJsland en de Azoren



. . many feedbacks and forcings . .

Wetenschappelijke aanpak

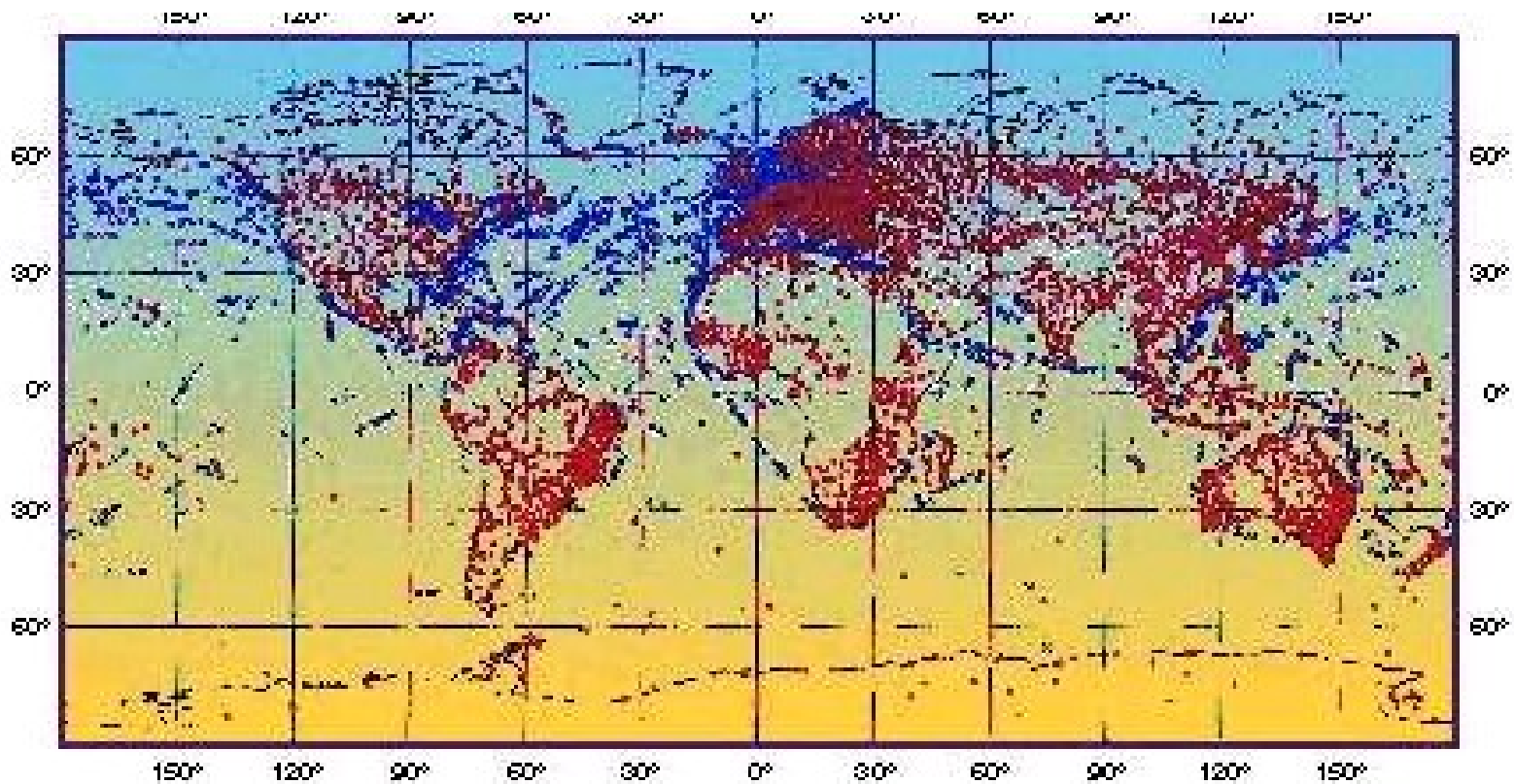
1. Gebruik alle beschikbare waarnemingen
2. Kwantificeer processen, transporten, interacties en terugkoppelingen

Waarnemingen: tijdschalen

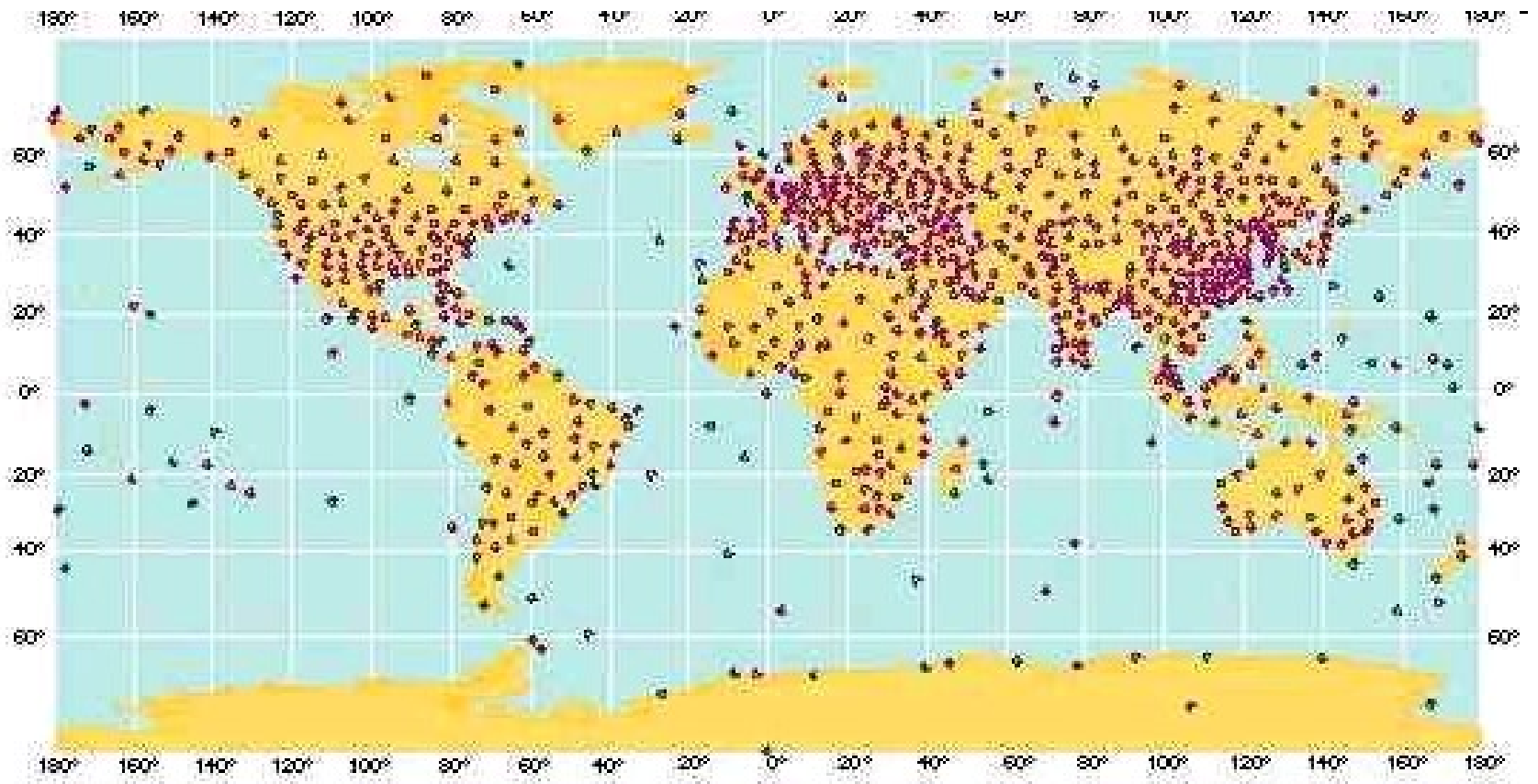
- ▶ “Natuurlijk archief” (boomringen, ijskernen, oceaan sediment, etc):
- ▶ Instrumentele waarnemingen (20ste eeuw)
 - Geologische tijdschaal biedt belangrijk perspectief
 - Hier: focus op de afgelopen eeuw

Instrumentele waarnemingen

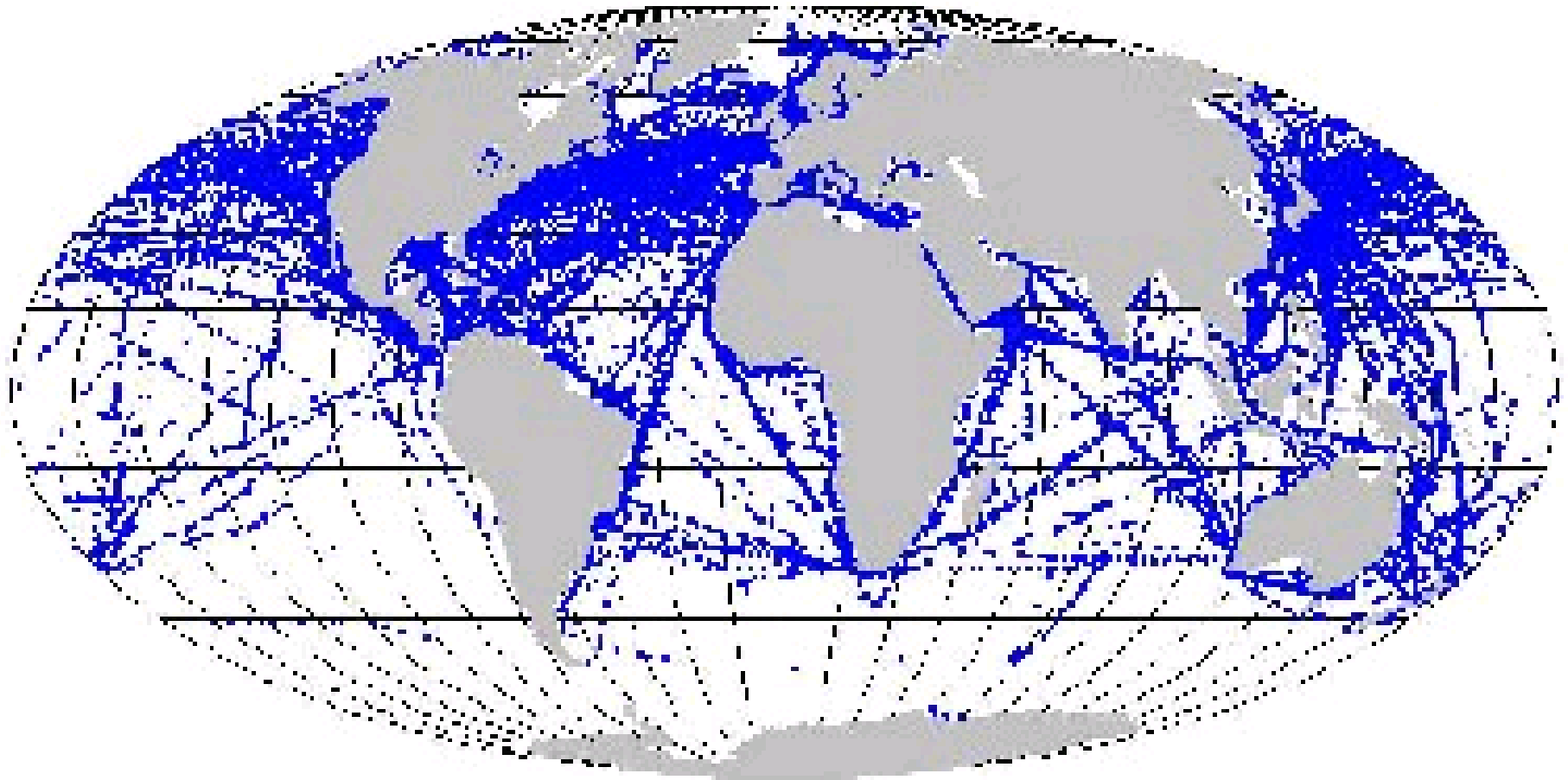




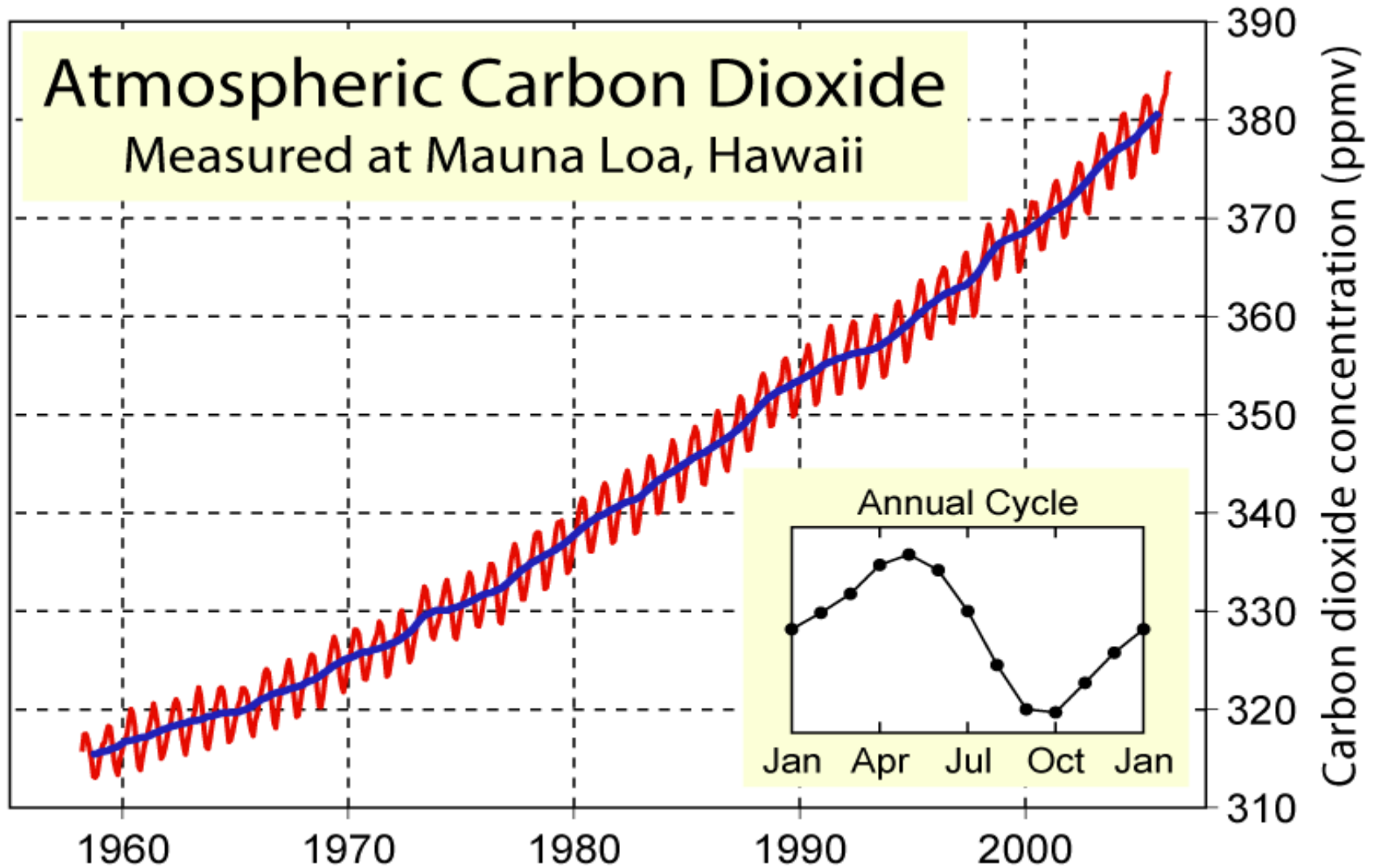
Oppervlaktstations in het Global Observing System (GOS) van de World Meteorological Organisation (www.wmo.ch)



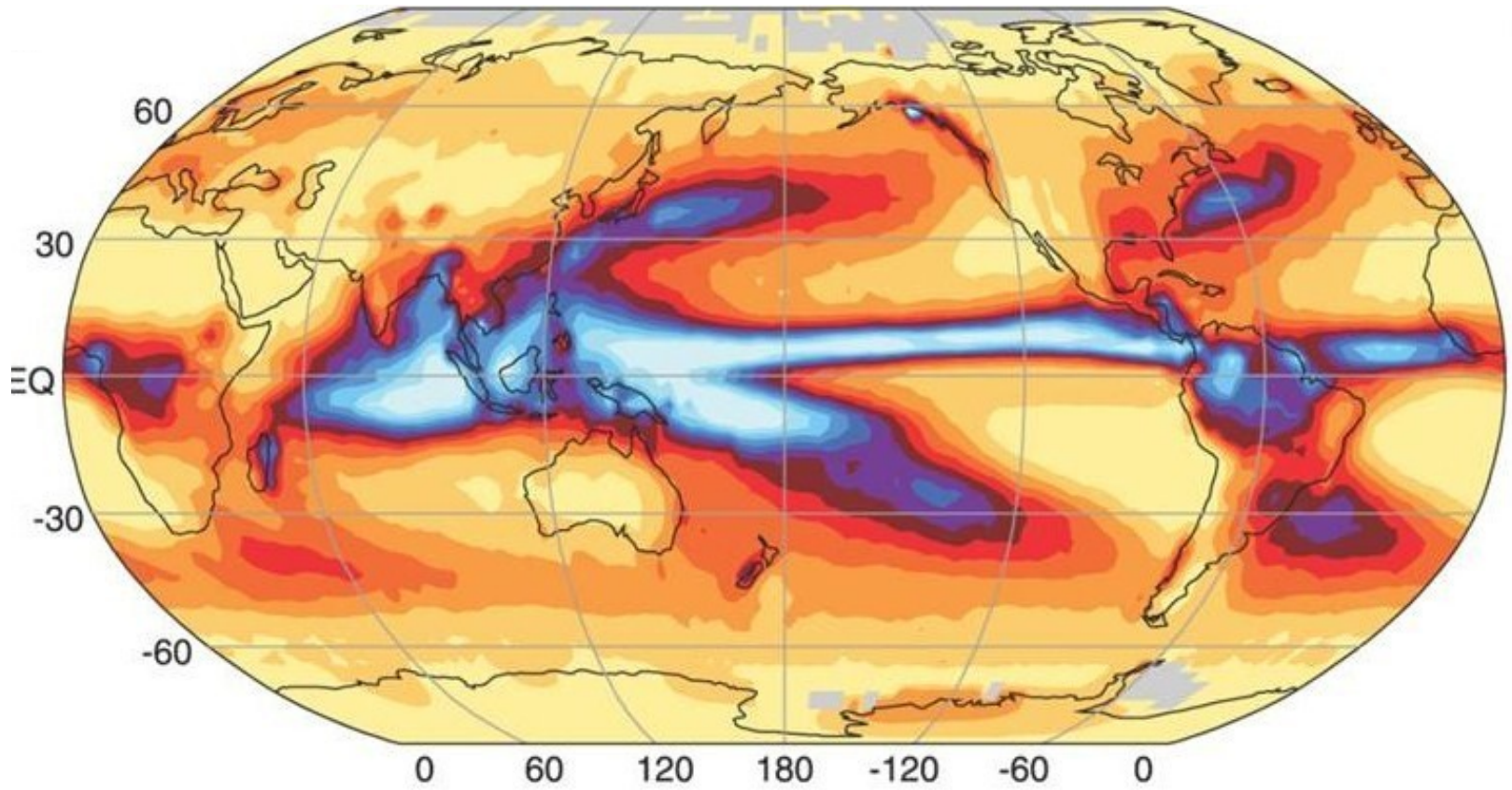
Bovenluchtstations in het Global Observing System (GOS) van de World Meteorological Organisation (www.wmo.ch)



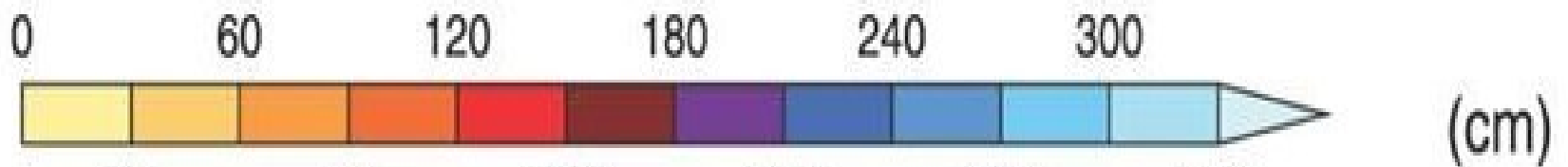
Scheepswaarnemingen (Voluntary Observing Ships Programme)



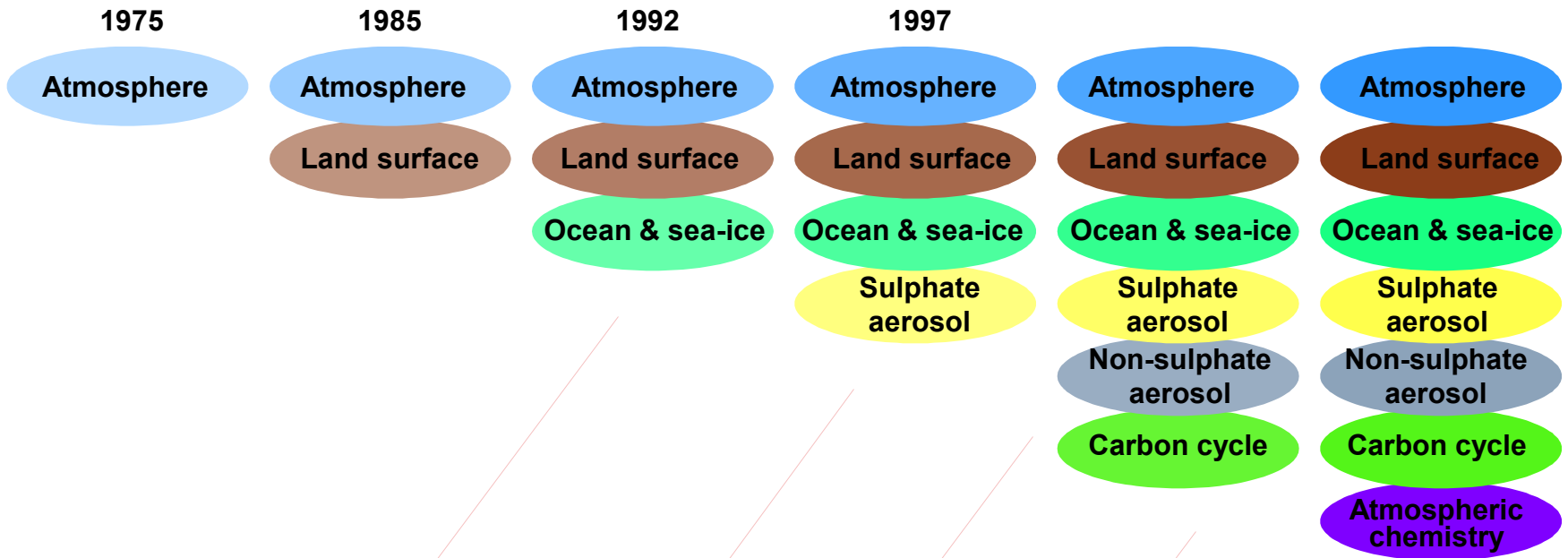
In het jaar 2007 : **383 ppm** (37% boven pre-industrieel)



Voorbeeld: jaargemiddelde neerslag



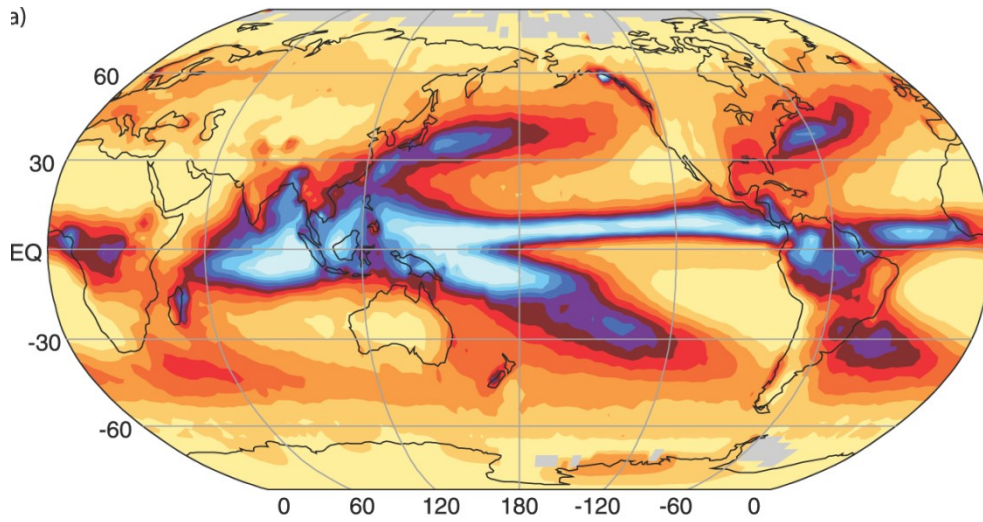
➤ Earth System Models



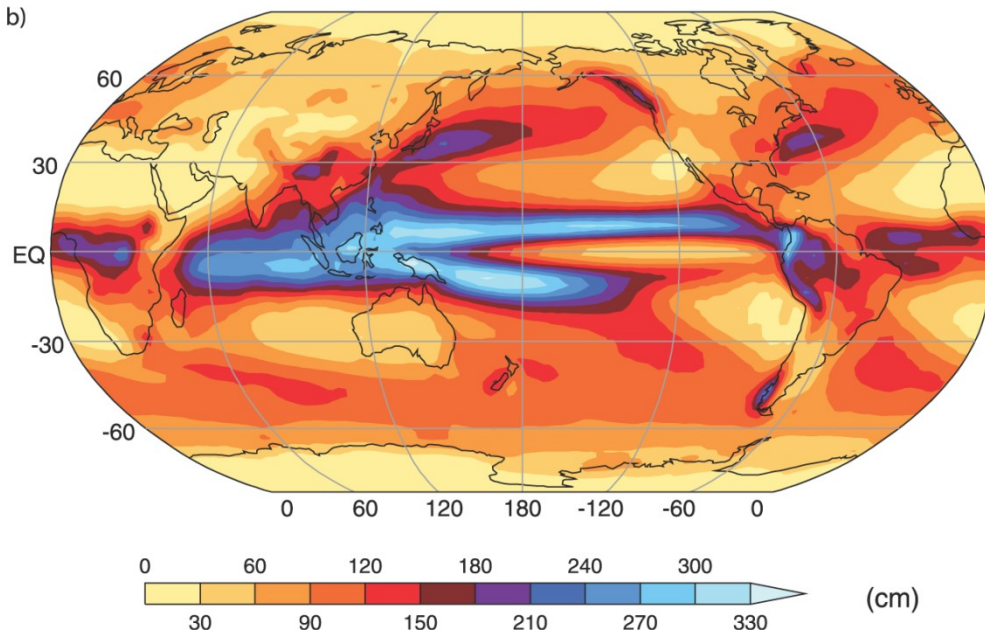
➤ Concerted efforts in Climate Model Diagnosis and Intercomparison

<http://www-pcmdi.llnl.gov/>

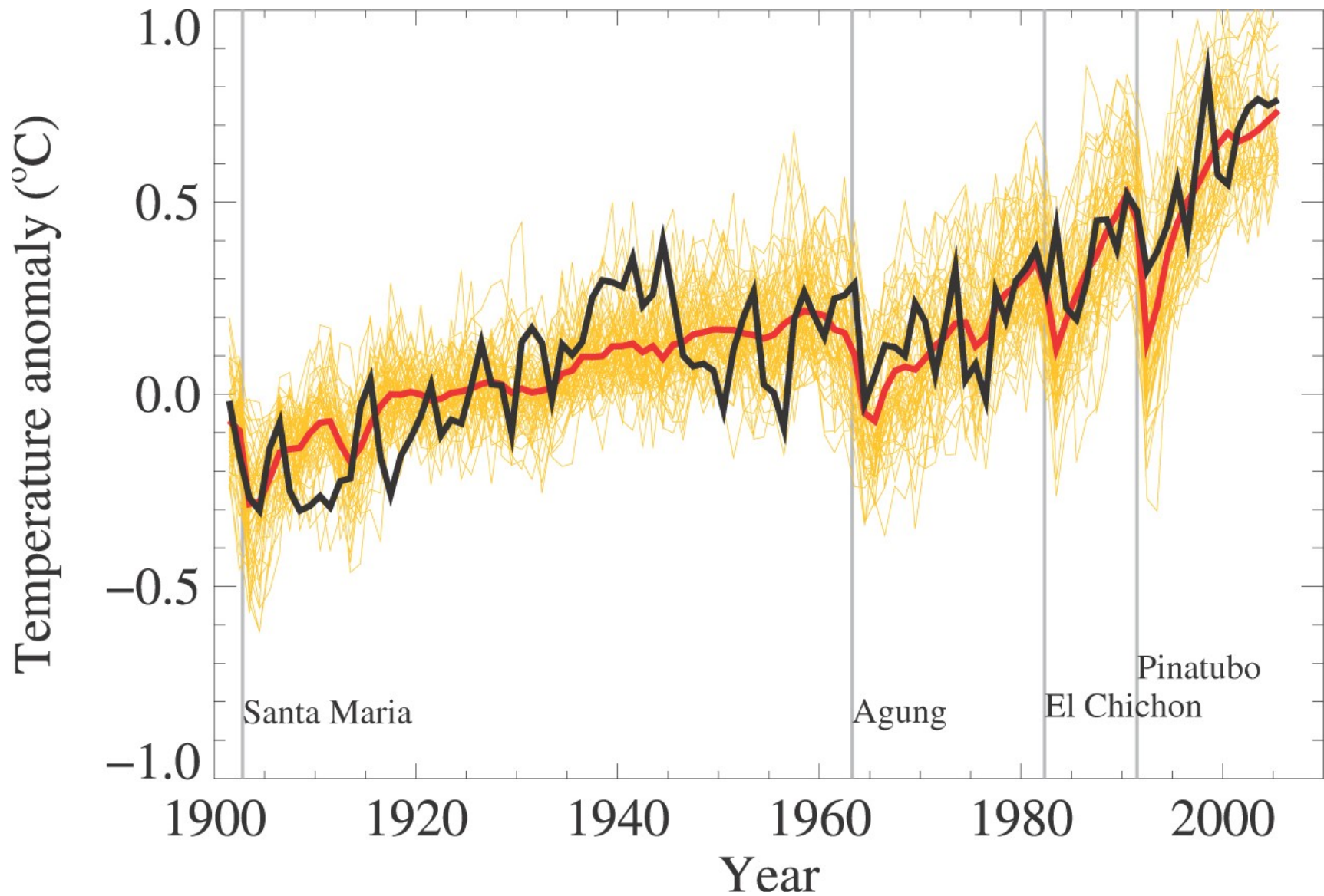
Waarnemingen



Multi-model gemiddelde



Jaargemiddelde neerslag



Wereldgemiddelde jaartemperatuur in de 20ste eeuw
model simulaties vs waarnemingen

Klimaatverandering is van alle tijden

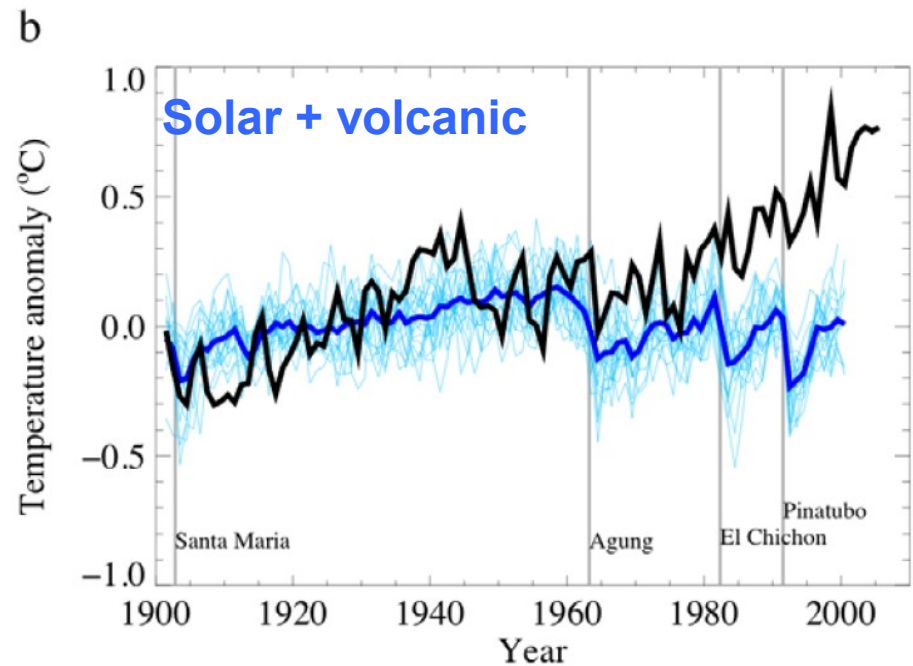
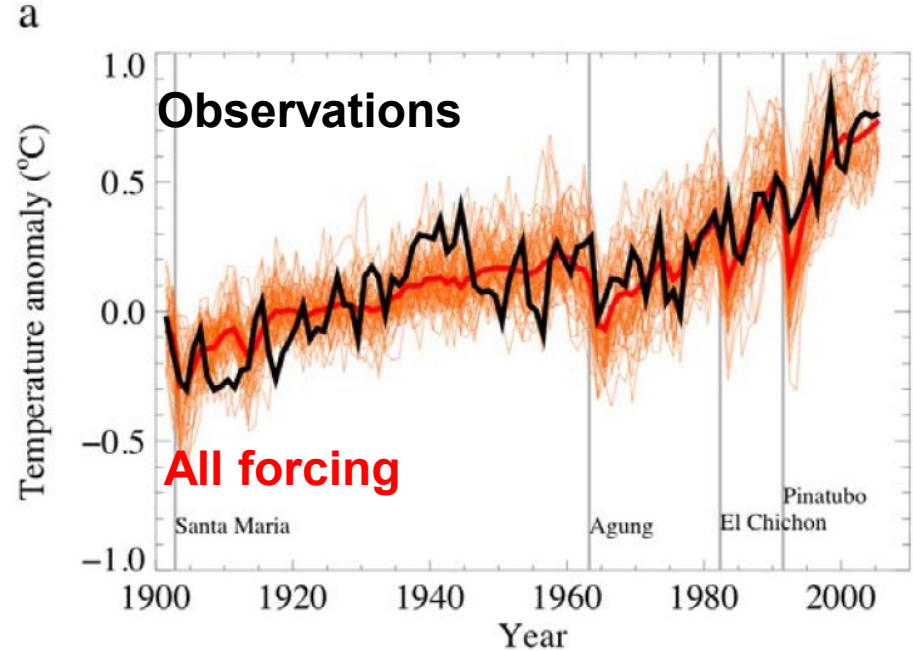
- Natuurlijke oorzaken: chaos, zon, oceaan, orbitaalvariatiaties, vulkaanstof . .
- Hoe wordt de menselijke invloed in kaart gebracht (broeikasgassen, aerosolen, verandering in landoppervlak . .

Attributie

a. Forcing met alle bekende forceringen

b. Forcing met alleen natuurlijke forceringen

Vergelijk modelsimulaties met waarnemingen



Bronnen van onzekerheid

- Complex en uniek systeem
- Waarnemingen
- Modelbeperkingen
 - Slechts beperkt te begrijpen
 - Beperkte voorspelbaarheid

‘Kwantificeren’ van onzekerheden

- Most warming over the past 50 years is *very likely* due to anthropogenic GHG increases. Part of the variation can be accounted for by natural causes.
- ΔT in 2100 (relative to 1990) is *likely* to lie between 1.1 en 6.4 °C

NB: De waarschijnlijkheden zijn ook maar schattingen, voor een deel gebaseerd op het (subjectieve) oordeel van deskundigen.

IPCC: "Robust findings, key uncertainties"

Robuust

Mondiale opwarming¹, toename atm CO₂¹,
menselijke invloed², verwachte verdere stijging van
de gemiddelde temperatuur³, . .

Key uncertainties

Grootte van de verwachte verandering, trends in
extremen, regionale klimaatveranderingen,
terugkoppelingen, rol van aërosolen, Groenland
(zeespiegel), . .

1. Gebaseerd op waarnemingen
2. Gebaseerd op waarnemingen en hun interpretatie mbv modellen
3. Gebaseerd op broeikasgastheorie en modellen

IPCC: “Possible responses”

Robust

1. Invloed op de menselijke samenleving en de biosfeer
2. Reductie van kwetsbaarheid door “adaptatie” – maar er zijn grenzen aan de aanpasbaarheid
3. “Mitigatie” is mogelijk

Key uncertainties

1. Kosten van: ongemitigeerde klimaatverandering, adaptatie, mitigation
2. Optimaal ontwikkelingspad (energie innovatie snelheid, aanpassingsvermogen, governance, . .)

Taxonomie van actoren in het klimaatdebat

	Forget uncertainties	Open mind	Try to refute
Just curious	Pure scientists		
Policy relevant but not policy prescriptive	Alarmists	Honest broker	Sceptics
Influence policy		..	

Slotopmerkingen

- ▶ De klimaatwetenschap zal nooit absolute zekerheid bieden
- ▶ De beschrijving van de stand van zaken van het onderzoek is nogal complex (zie bv *IPCC/SYR Ch6 Robust findings and key uncertainties*)
- ▶ Die complexe boodschap wordt vaak vervormd in de media en in het publieke debat
- ▶ Waarden spelen een belangrijke rol bij de besluitvorming
- ▶ Er is behoefte aan voortzetting onderzoek

The end