



De oceaan, warm als een jacuzzi

Fantasia of dramatisch toekomstbeeld?

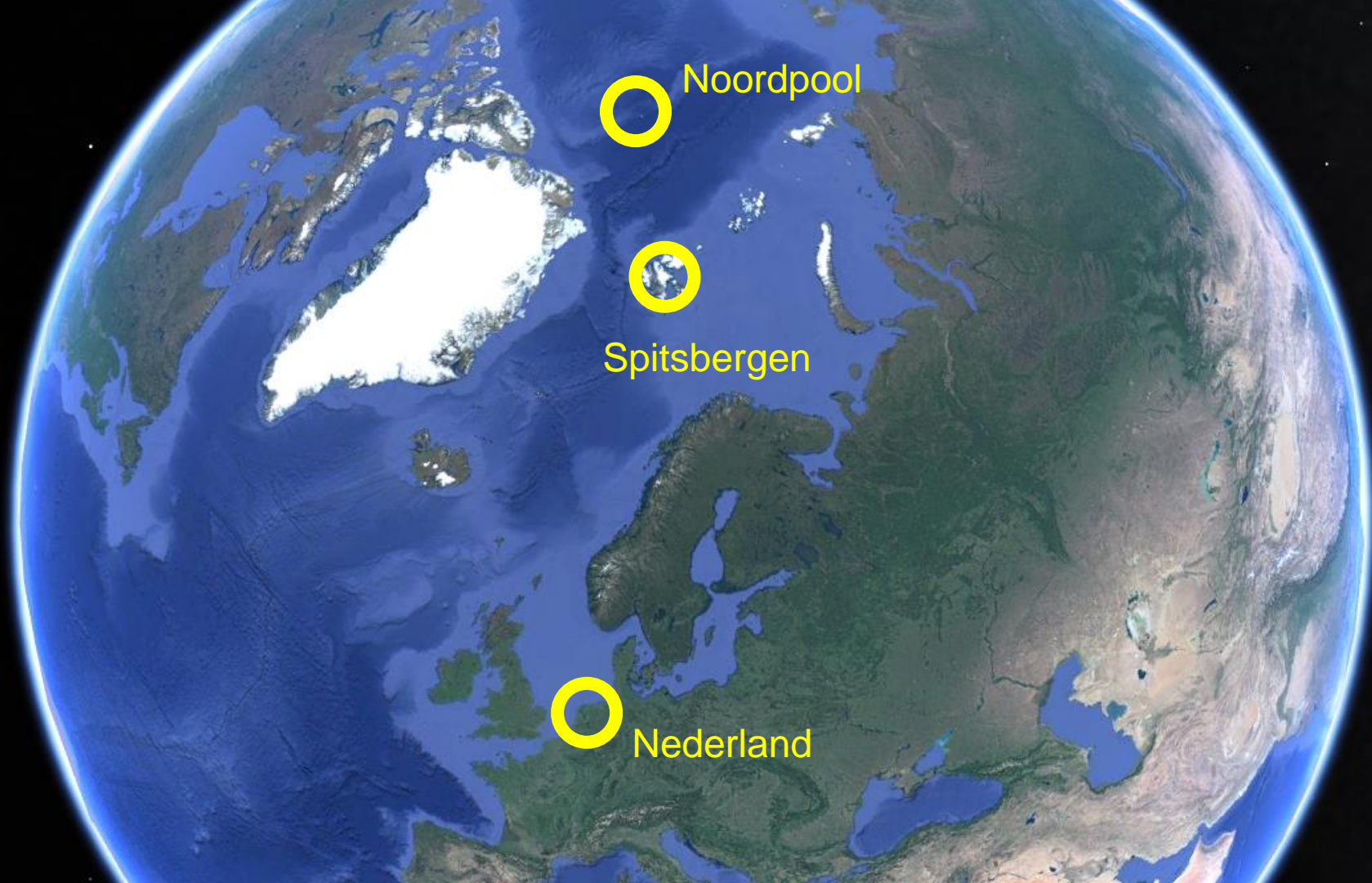
Appy Sluijs
Hoogleraar paleo-oceanografie
Department Aardwetenschappen, Universiteit Utrecht



Met dank aan

- Wetenschapsknooppunt
Universiteit Utrecht
- Utrecht Young Academy
- Hoogleraren op bezoek





Noordpool



Spitsbergen



Nederland





Met dank aan Marc Cornelissen en WWF











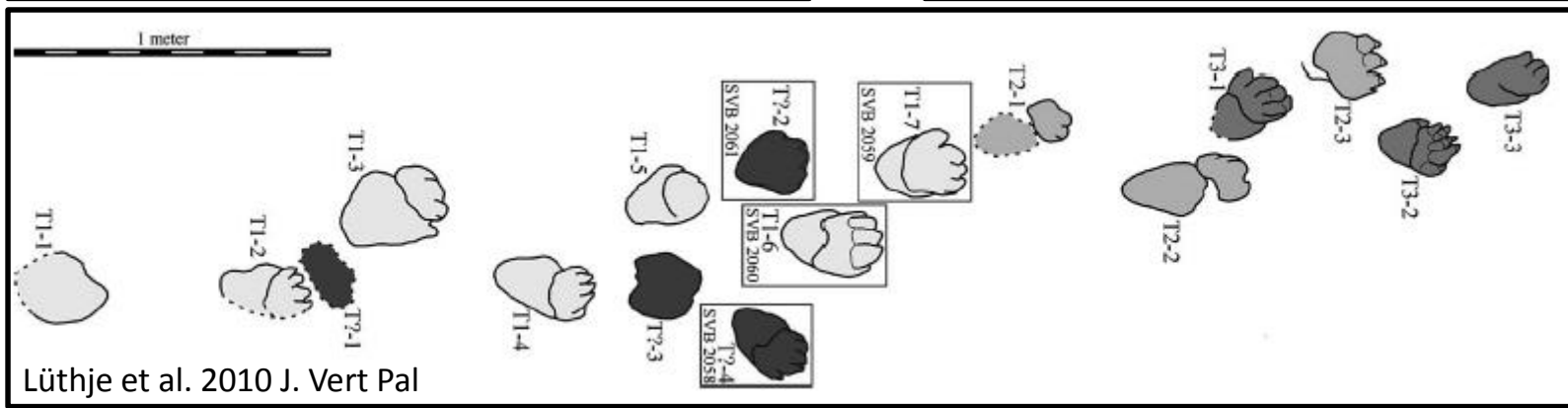


Photo, Marc Cornelissen





Thulitheripus svalbardii voetafdrukken







Hoe warm is het nu?

Als je alles meetelt:

Nacht

Dag

Winter

Lente

Zomer

Herfst

Het hele jaar dus

Gemiddeld





Hoe warm is het nu?





Hoe warm is het nu?



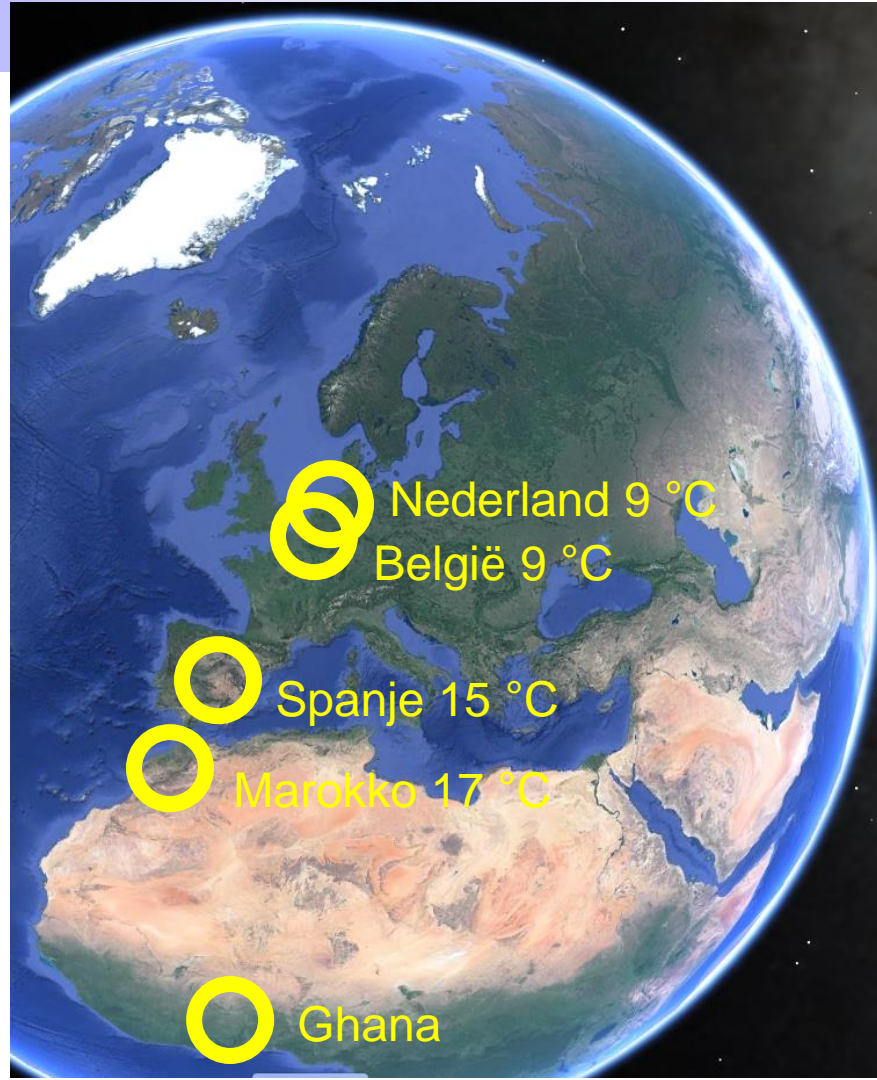


Hoe warm is het nu?



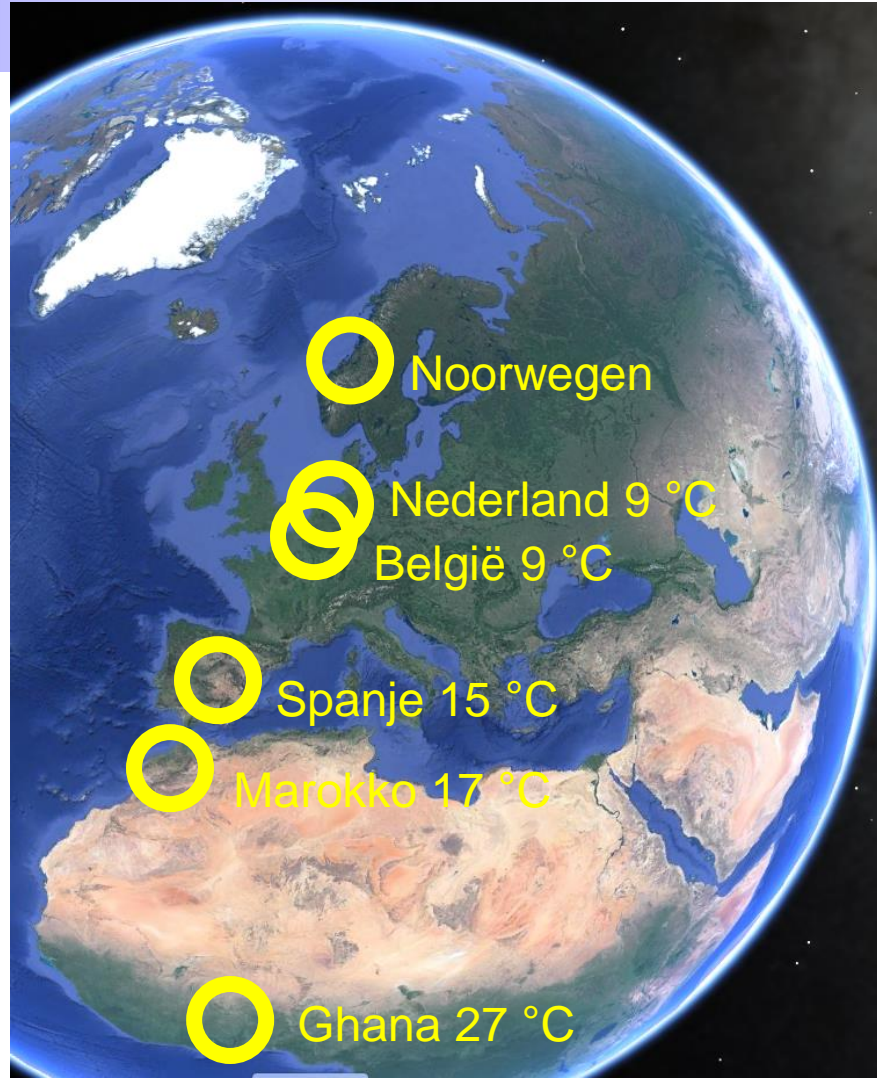


Hoe warm is het nu?



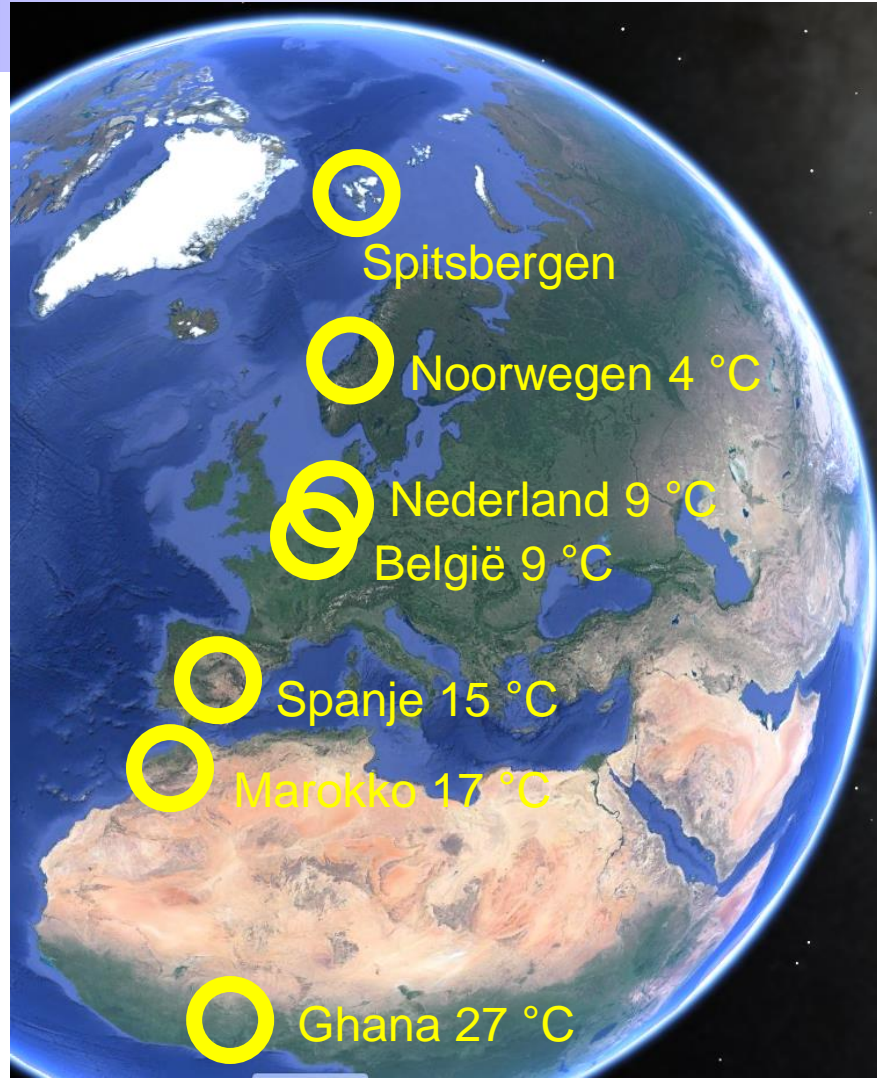


Hoe warm is het nu?



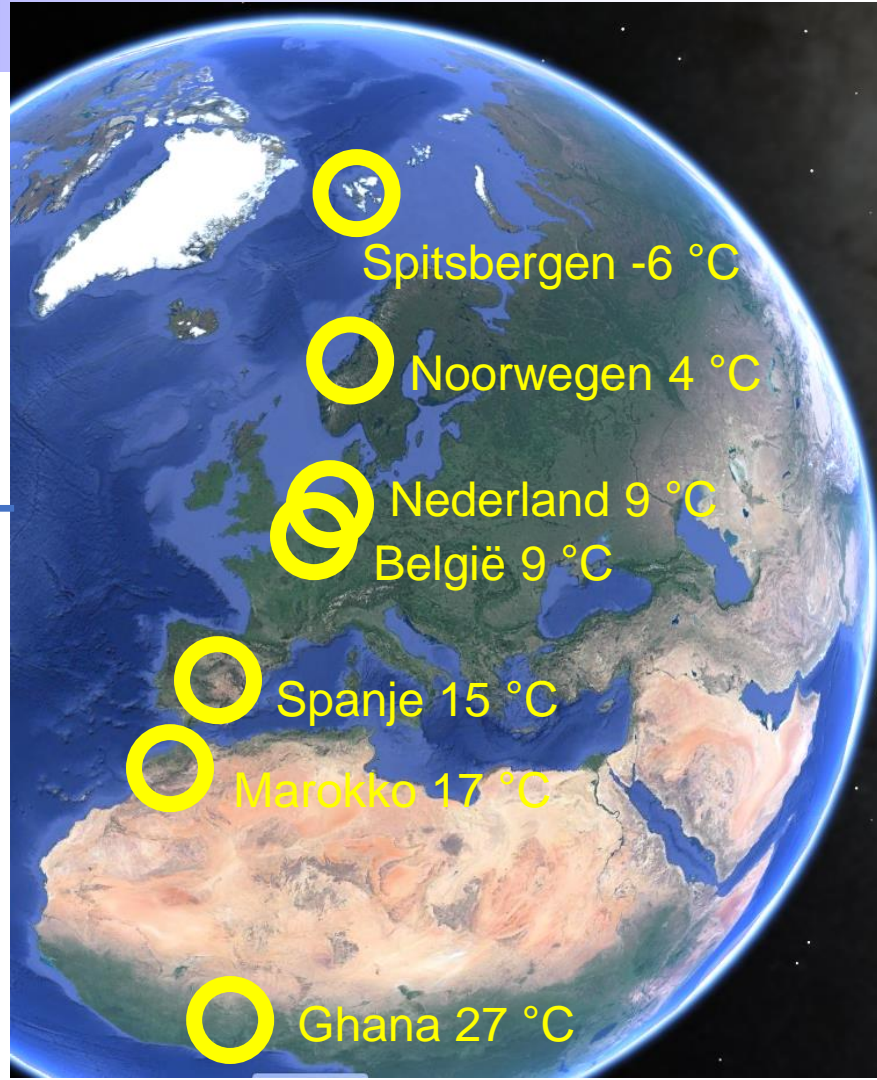
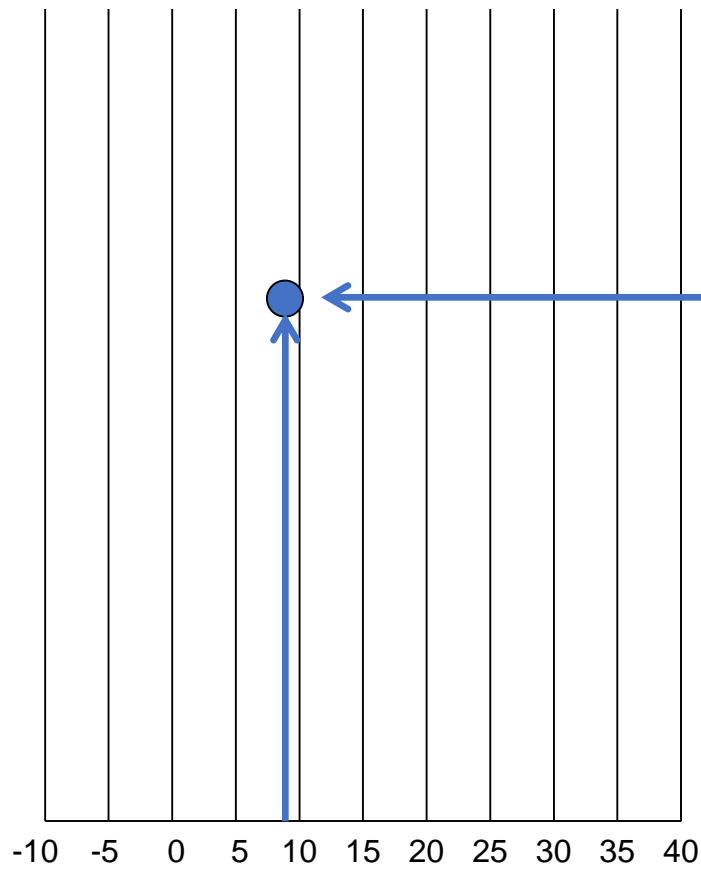


Hoe warm is het nu?



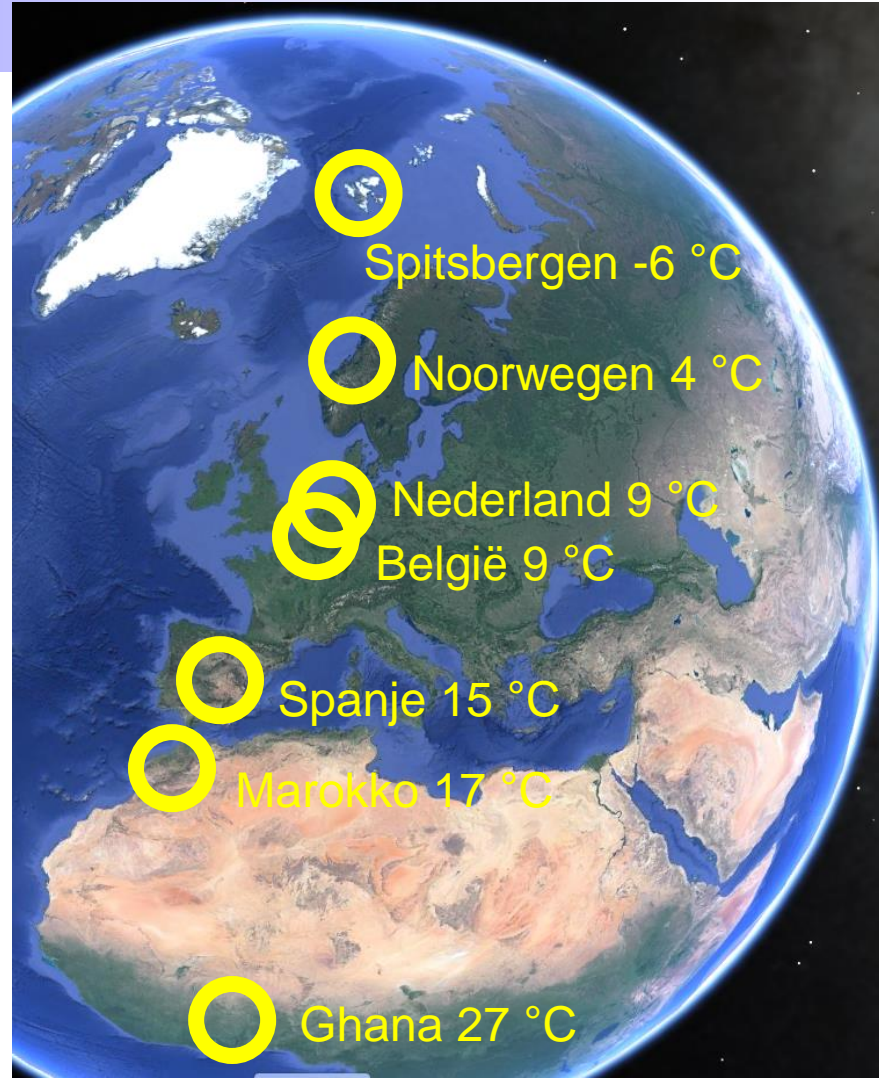
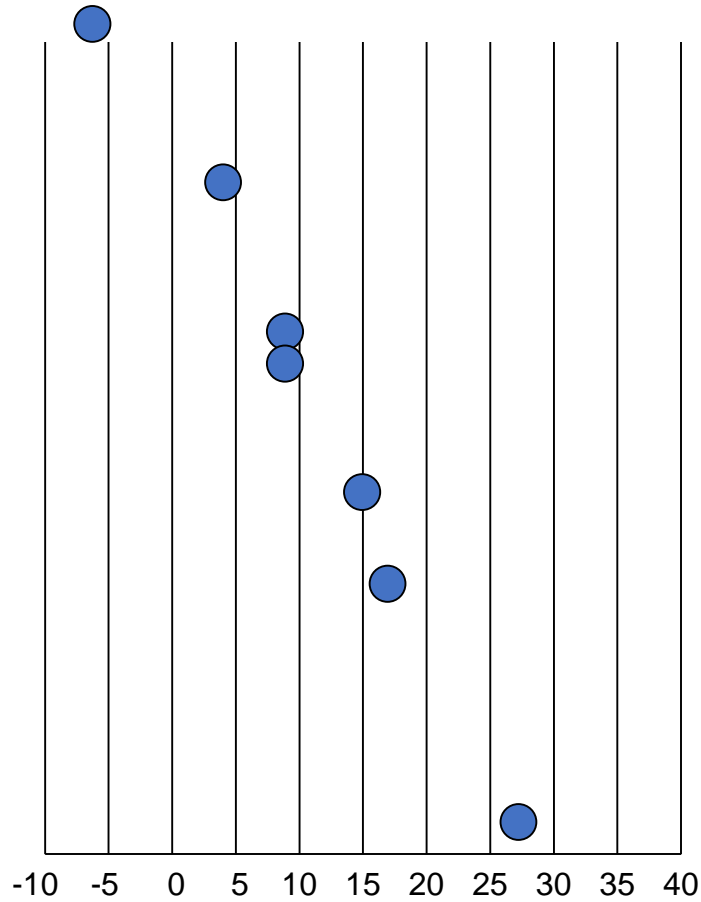


Hoe warm is het nu?





Hoe warm is het nu?





Aardlagen

Afgezet op land

Afgezet in zee





Internationaal Oceaan Boor Programma





Aardlagen

Afgezet op het bord





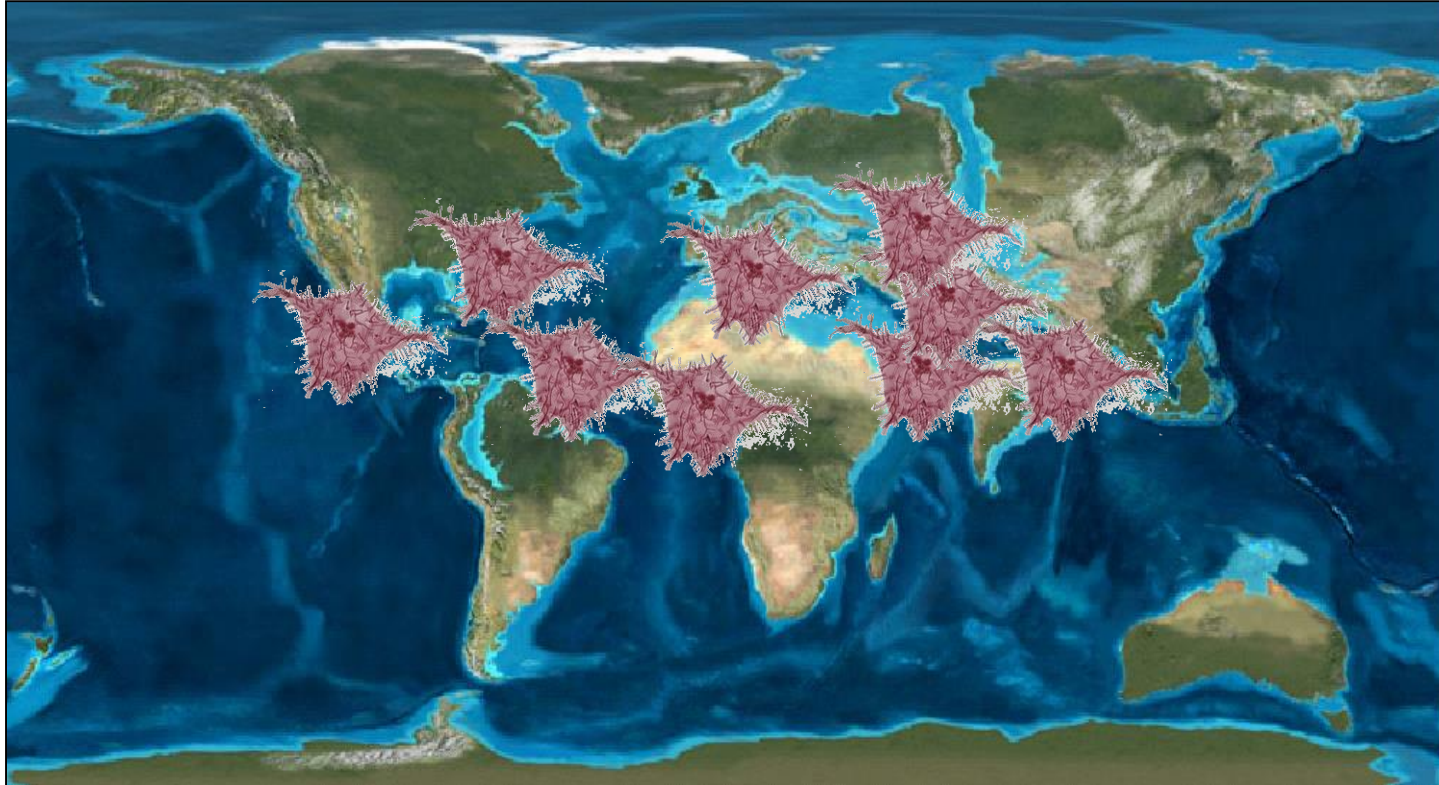


Hitterecord van 56 miljoen jaar geleden



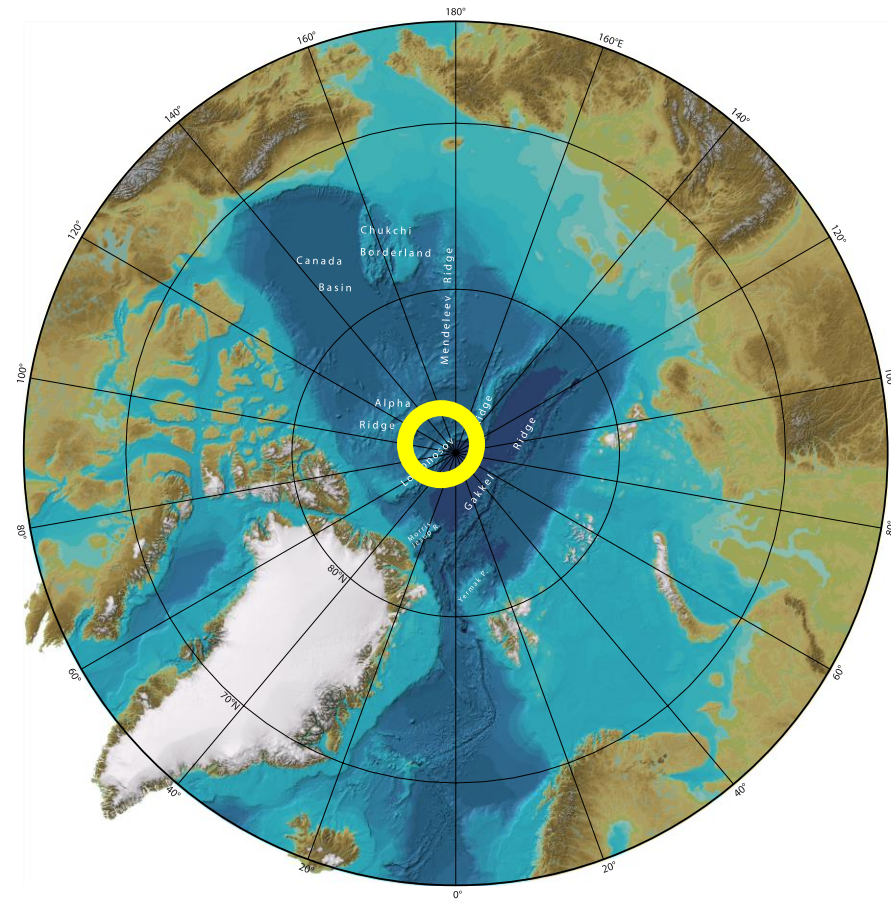


Waar kwam deze eencellige veel voor vlak voor het hittereCORD?





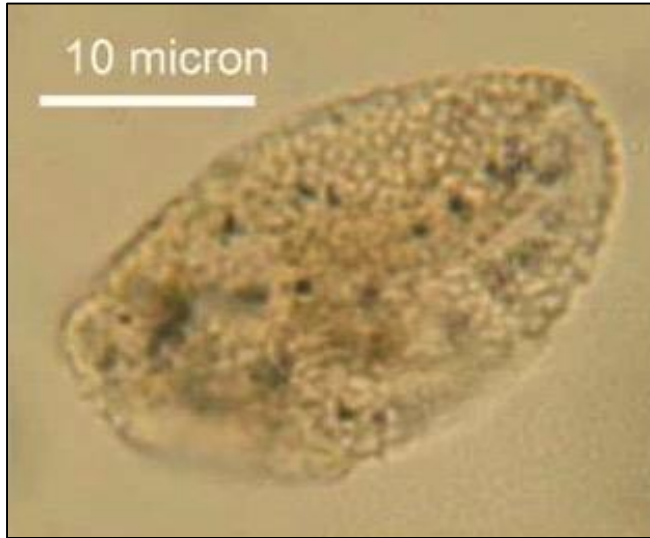
Zeebodemboren in de Noordelijke IJszee







Fossiele Stuifmeelkorrels van Palmen





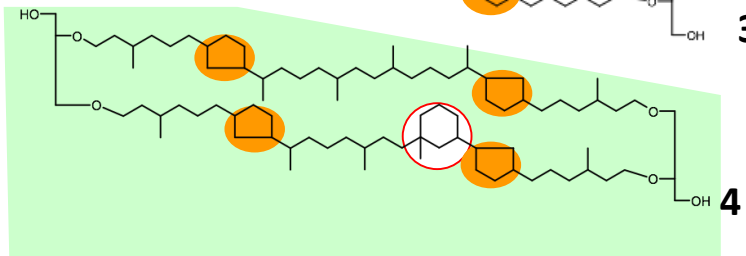
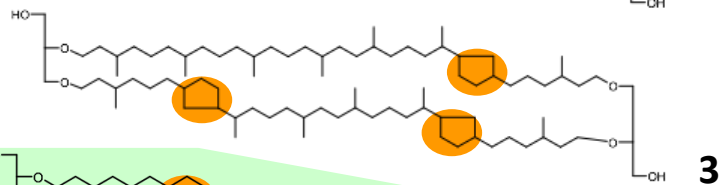
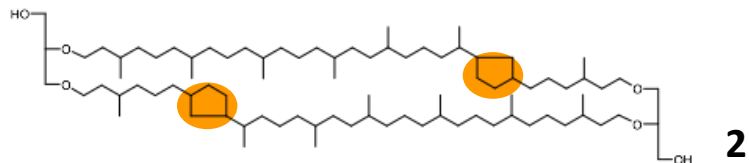
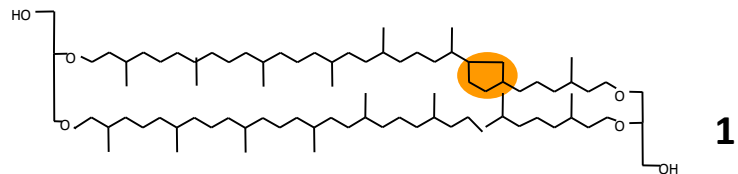
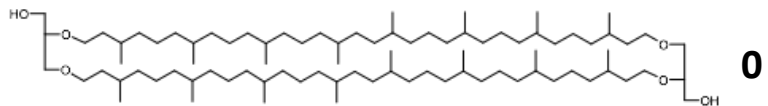
Hoe reconstrueren we zeewatertemperatuur?

marine archaea
($<1 \mu\text{m}$)

bacteria

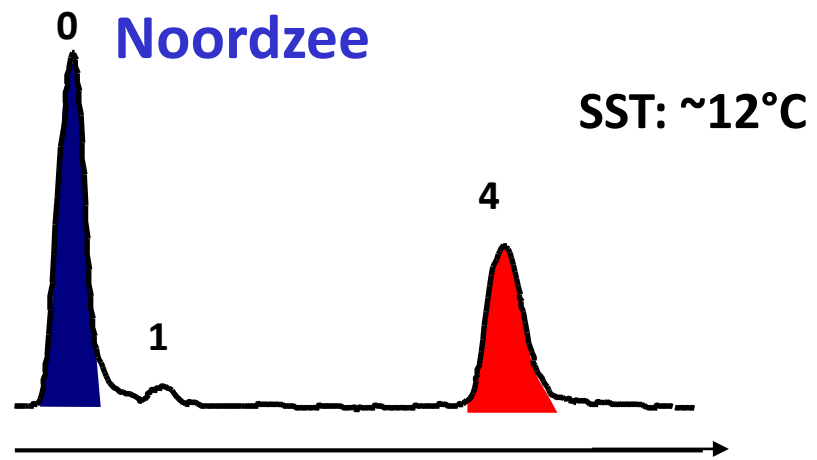
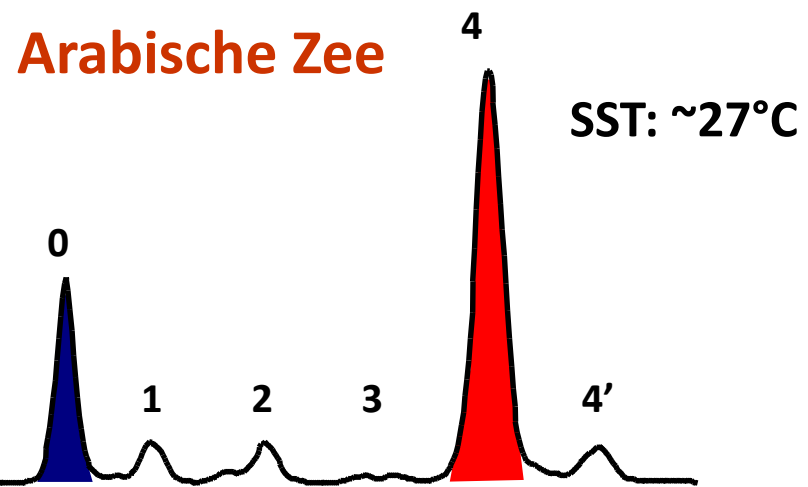
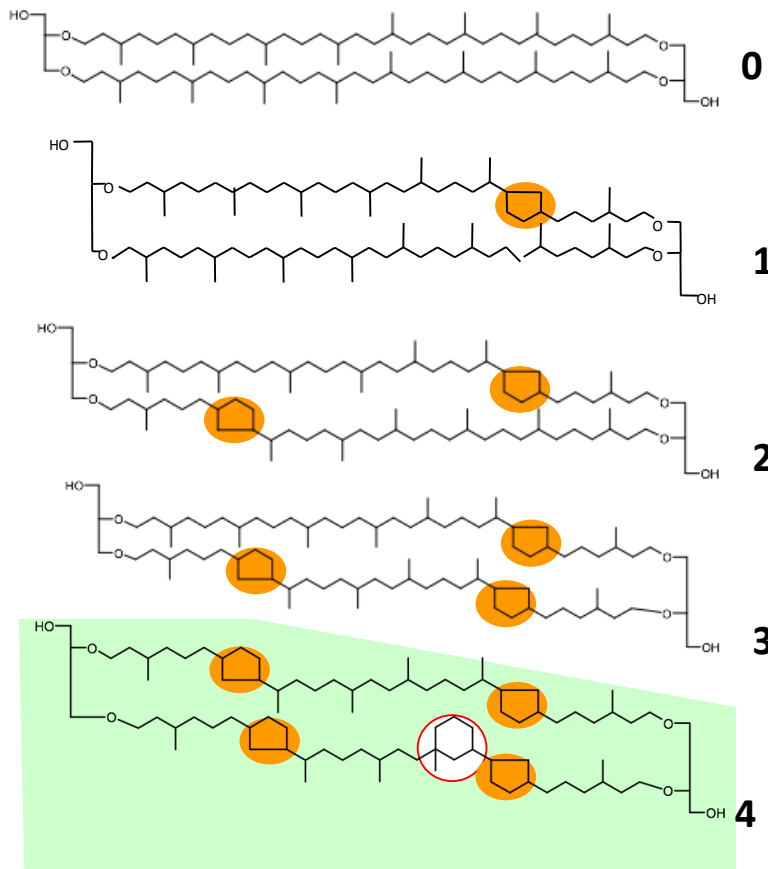


Moleculen



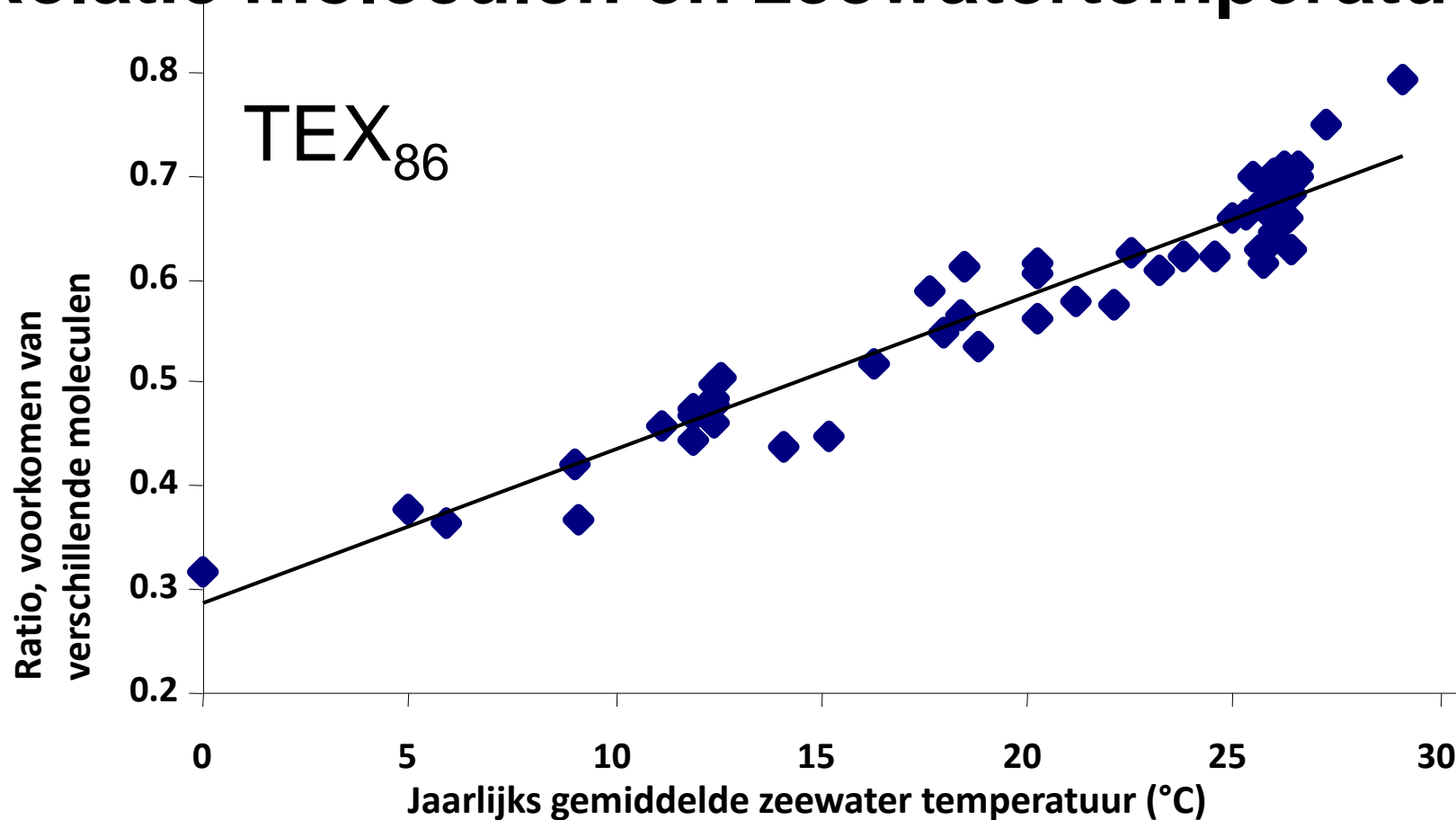


Moleculen





Relatie moleculen en zeewatertemperatuur





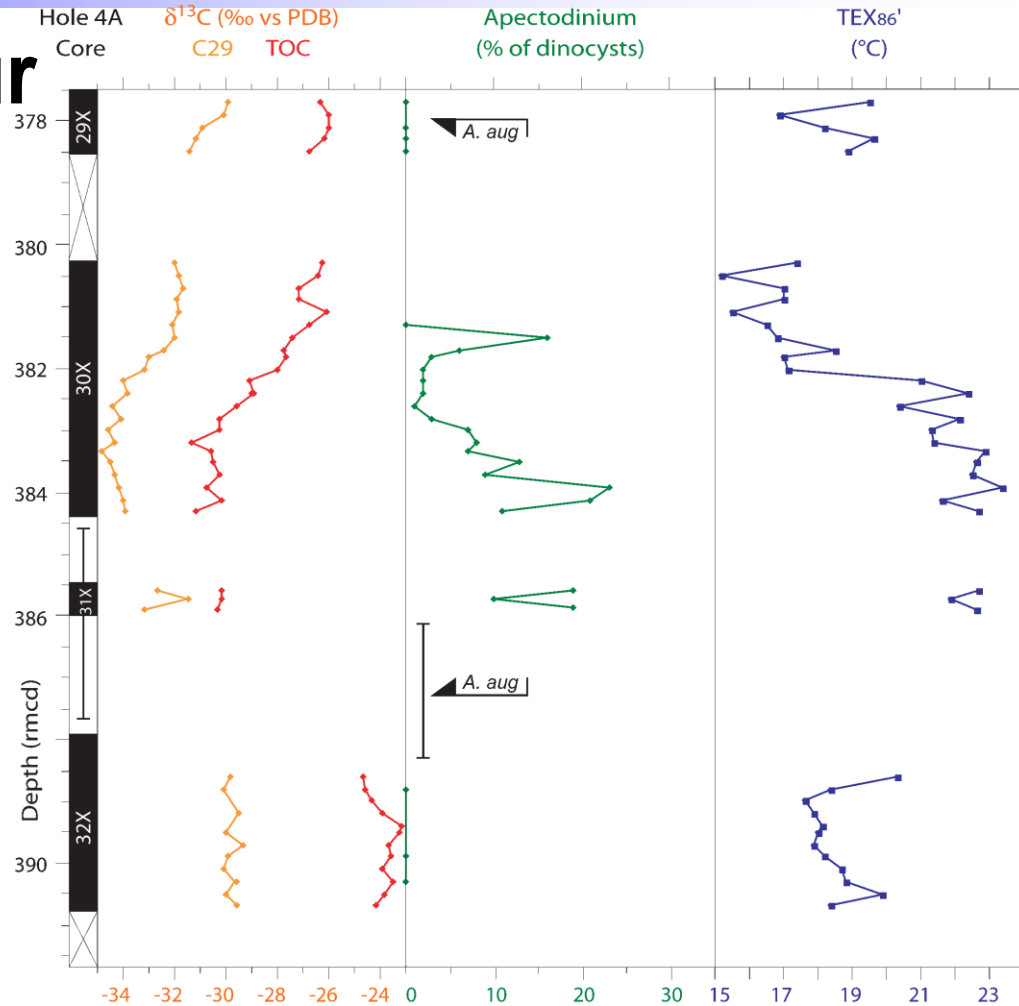
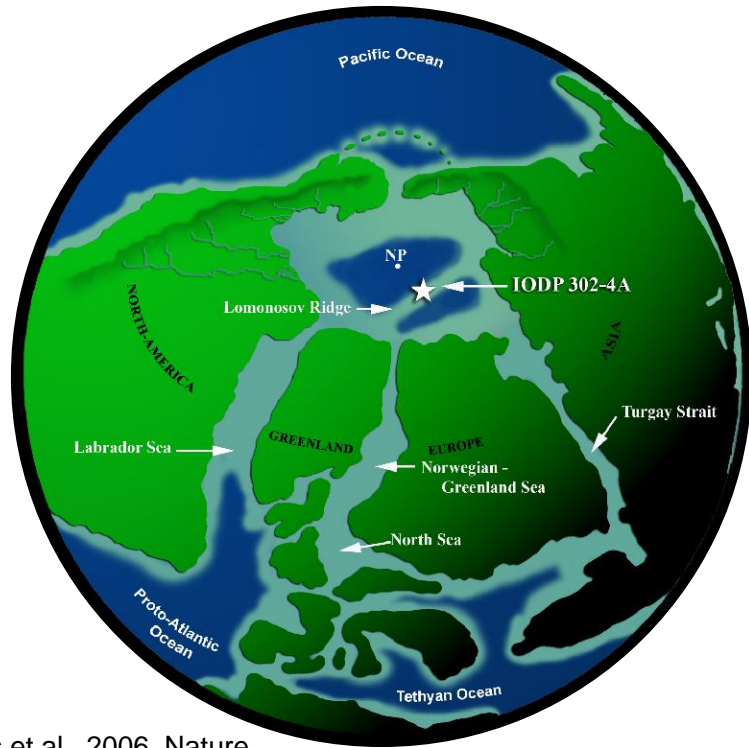
Stefan Schouten

Texel





Zeewatertemperatuur Arctis, hiterecord



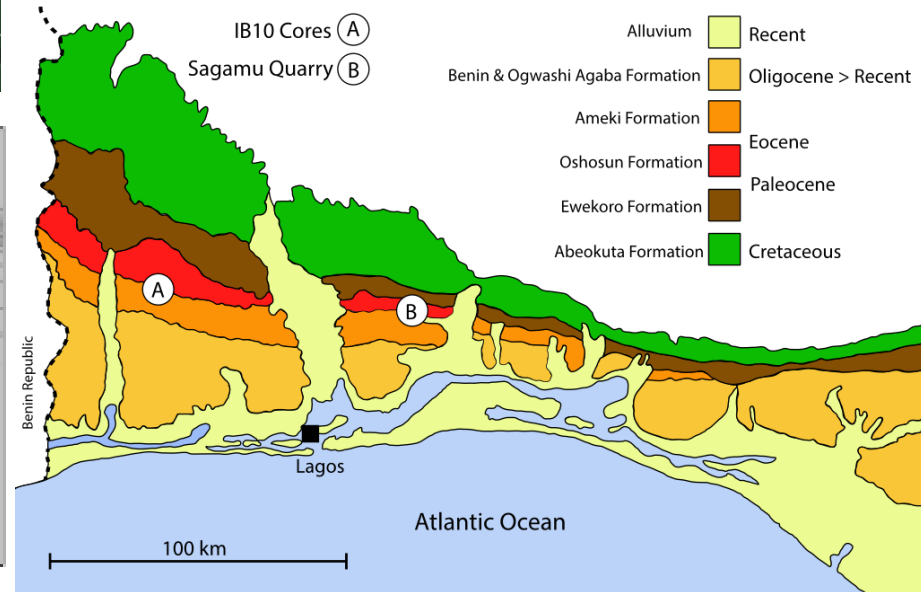
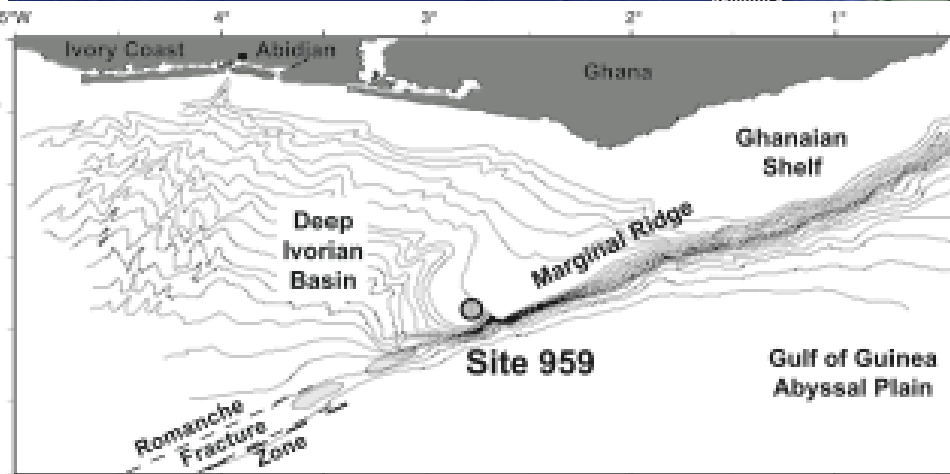


Hoe was het dan in de tropen?



Hitterecord in de Tropen

Nigeria (~1 °S)
Boorkern 959 (~5 °S)



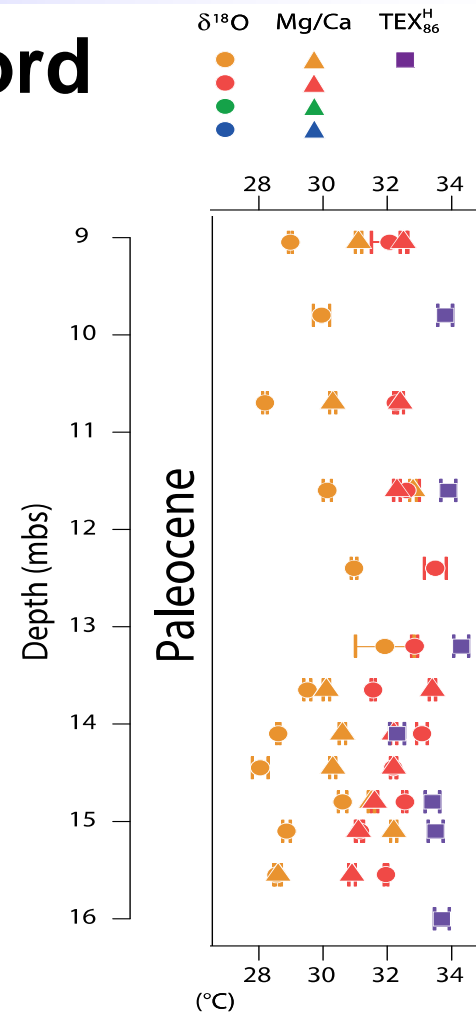
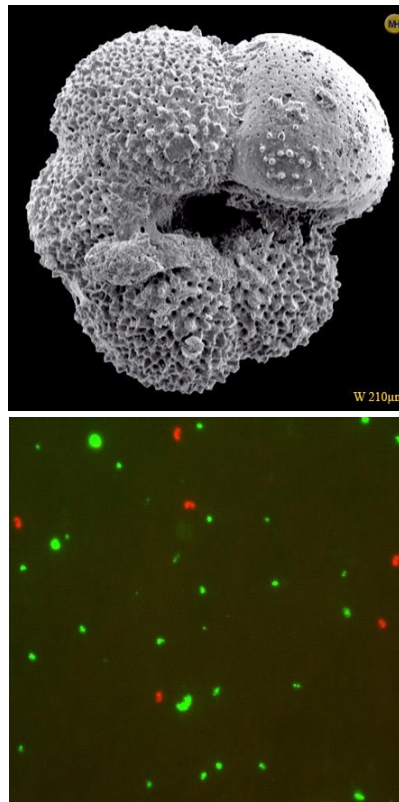


Zeewatertemperatuur vóór histerecord

Chemie
kalkfossieltjes

Fossiele
moleculen: TEX_{86}

→ 30-33 °C

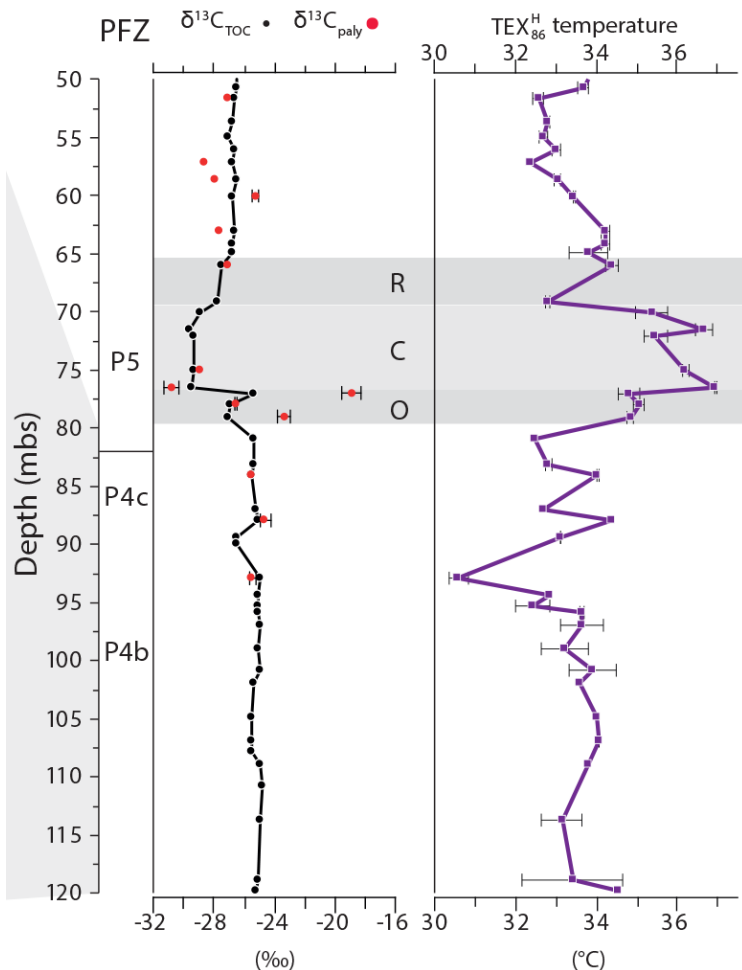




Hitterecord

Kalkfossielen absent!

TEX₈₆ naar >36 °C



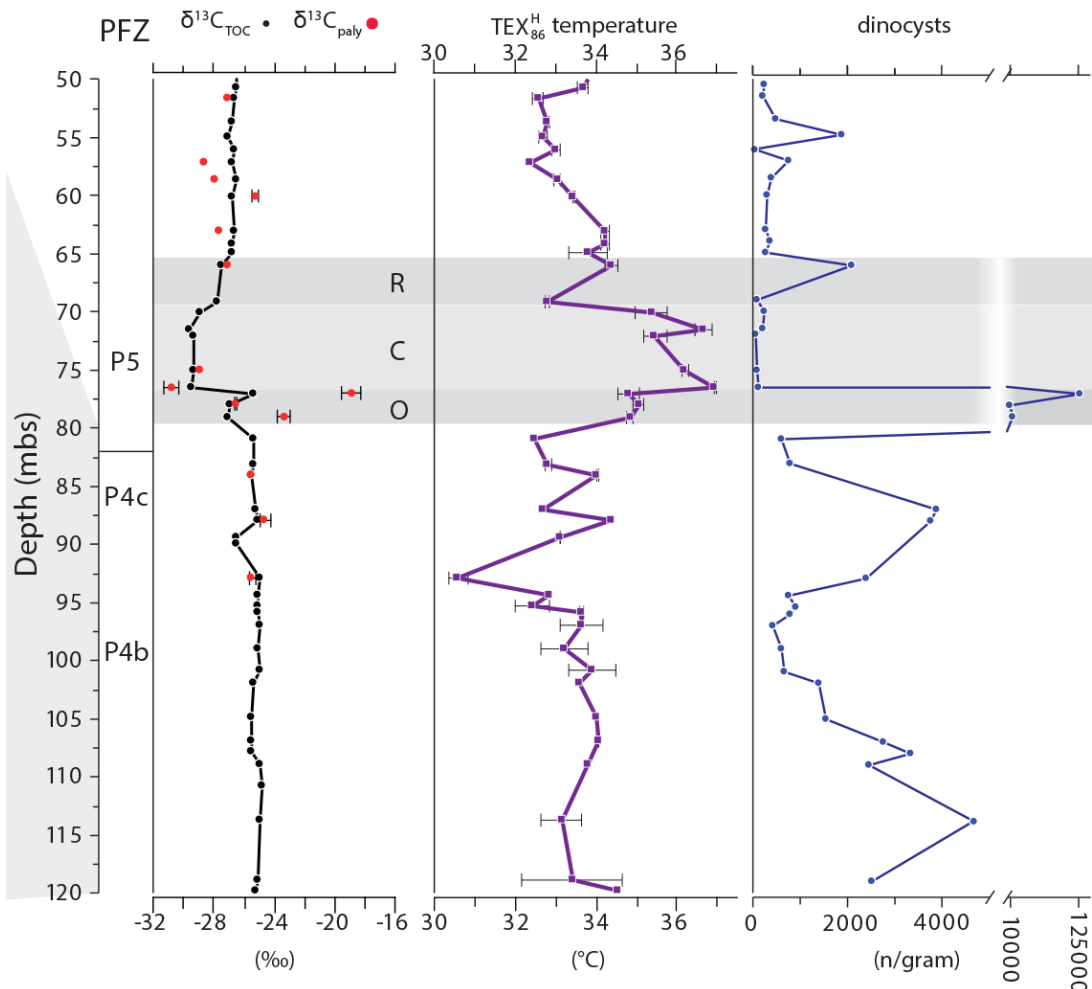


Hitterecord

Kalkfossielen absent!

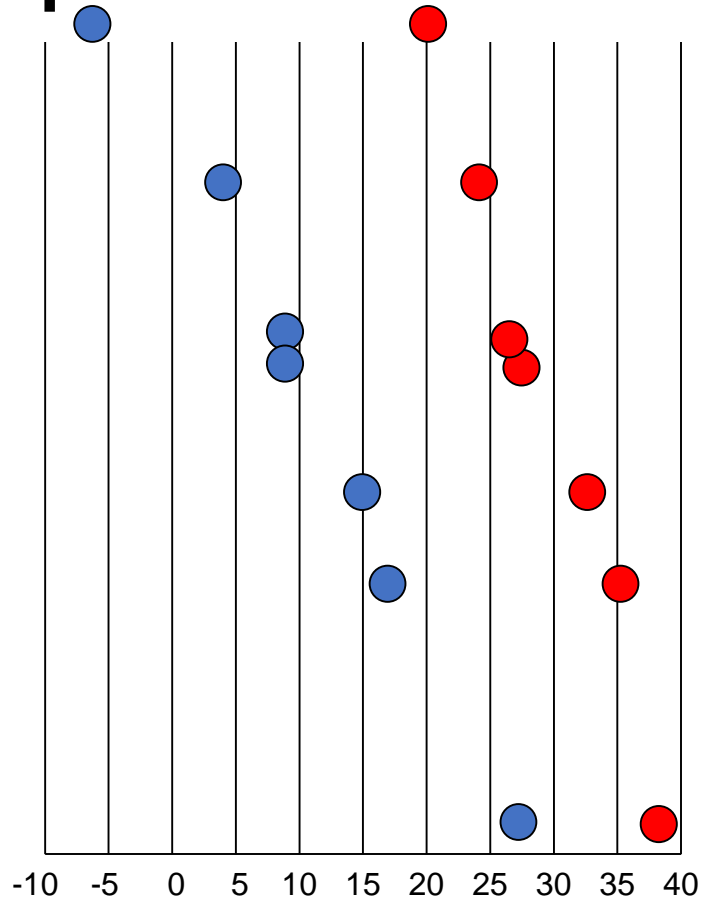
TEX₈₆ naar >36 °C

Ook dinoflagellaten
fossielen absent



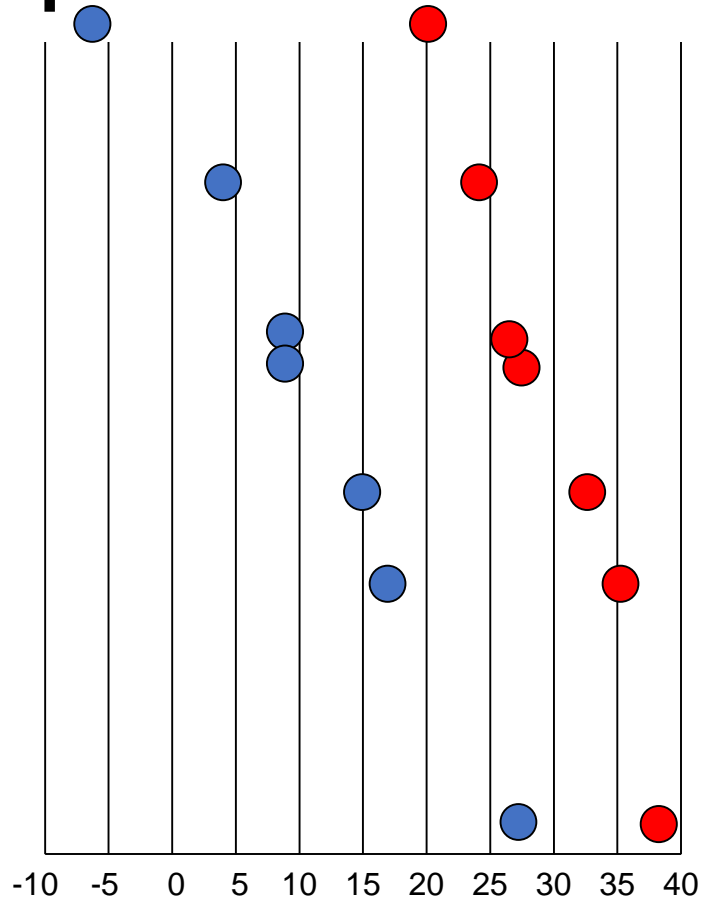


Temperatuur hiterrecord





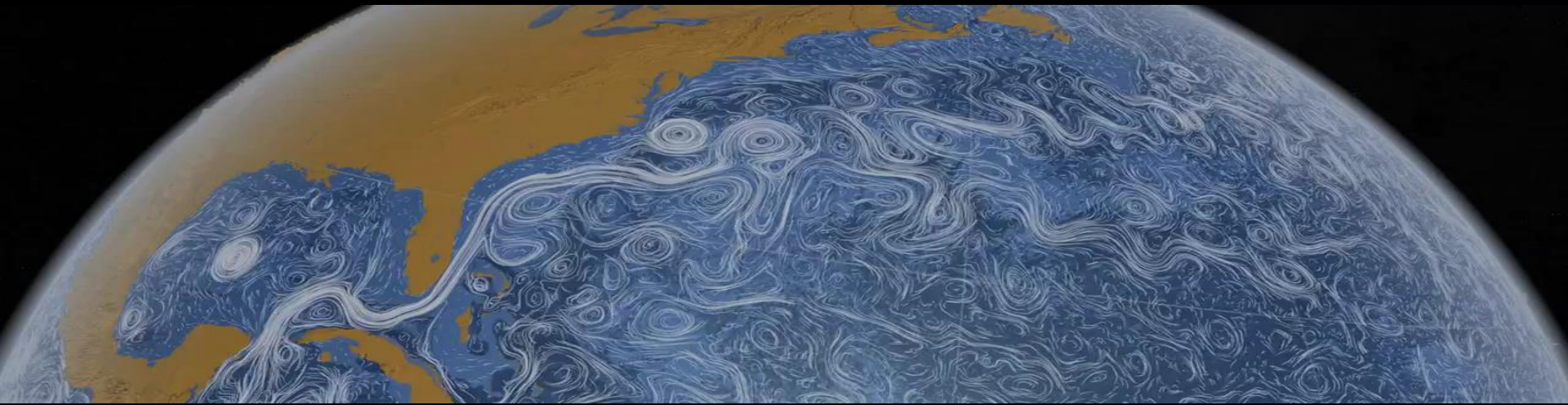
Temperatuur hittestand



- Het kan superwarm worden in de tropen
- Het warmt op de polen veel meer op dan in de tropen

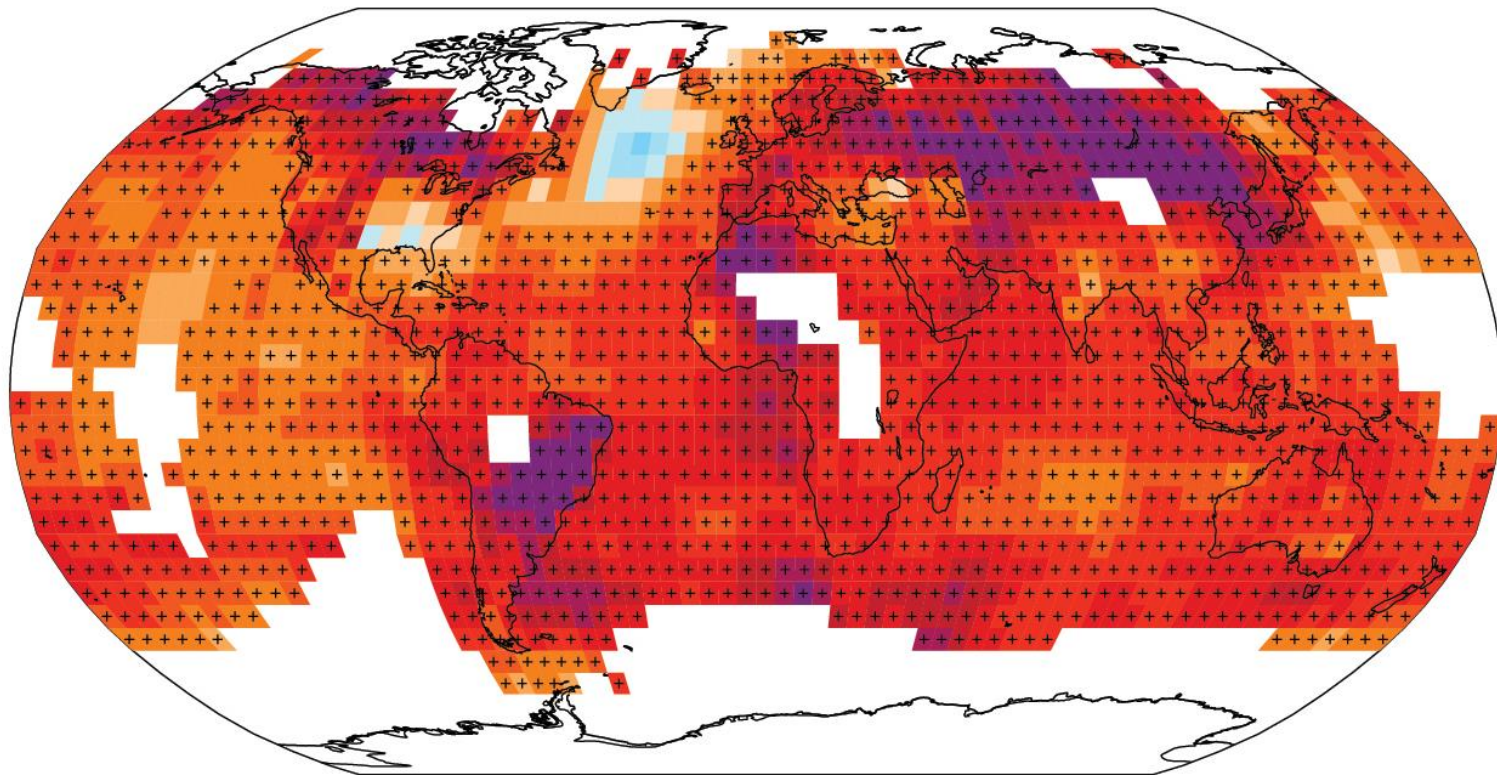
Menselijke invloed op Zeeën en Oceanen





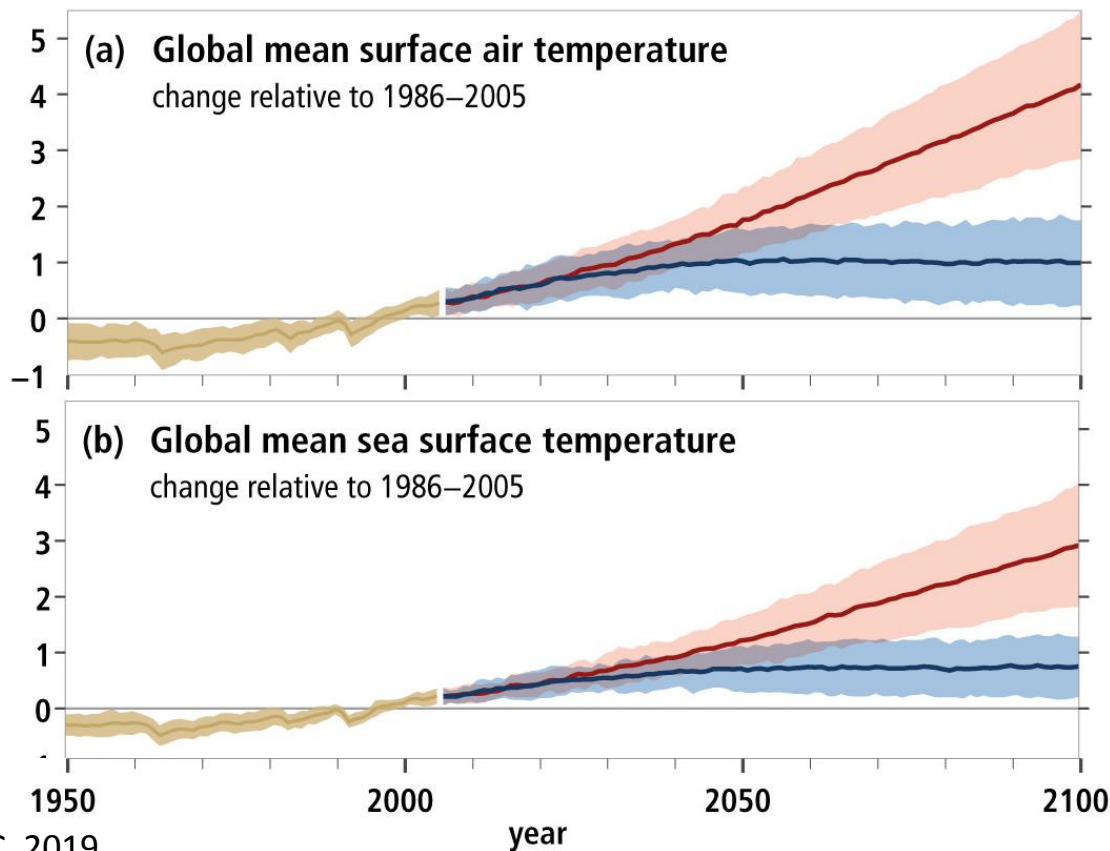


Mondiale temperatuursverandering 1901-2012





Opwarming van atmosfeer en zeeoppervlak



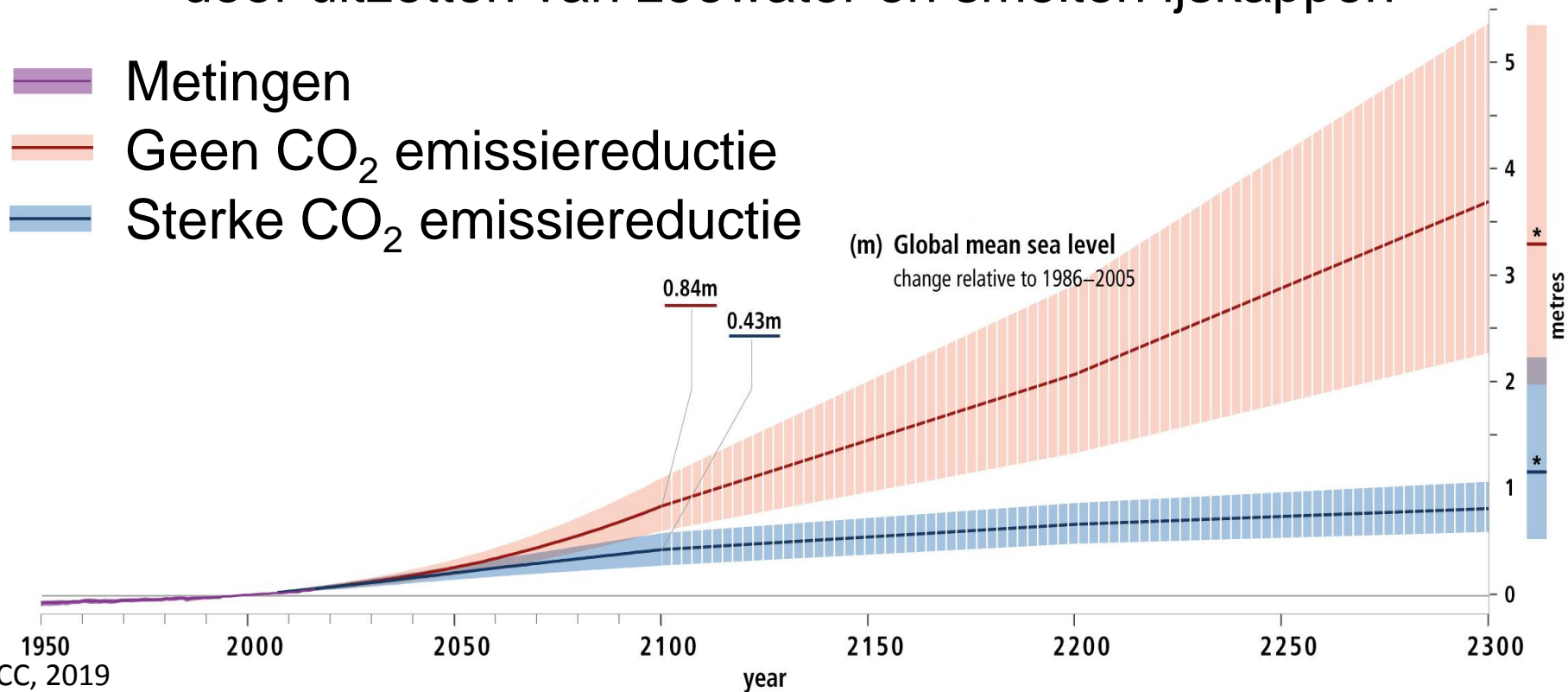
- Geen CO₂ emissiereductie
- Sterke CO₂ emissiereductie



Stijging van mondiaal gemiddeld zeeniveau

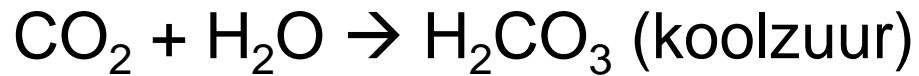
door uitzetten van zeewater en smelten ijskappen

- Metingen
- Geen CO₂ emissiereductie
- Sterke CO₂ emissiereductie



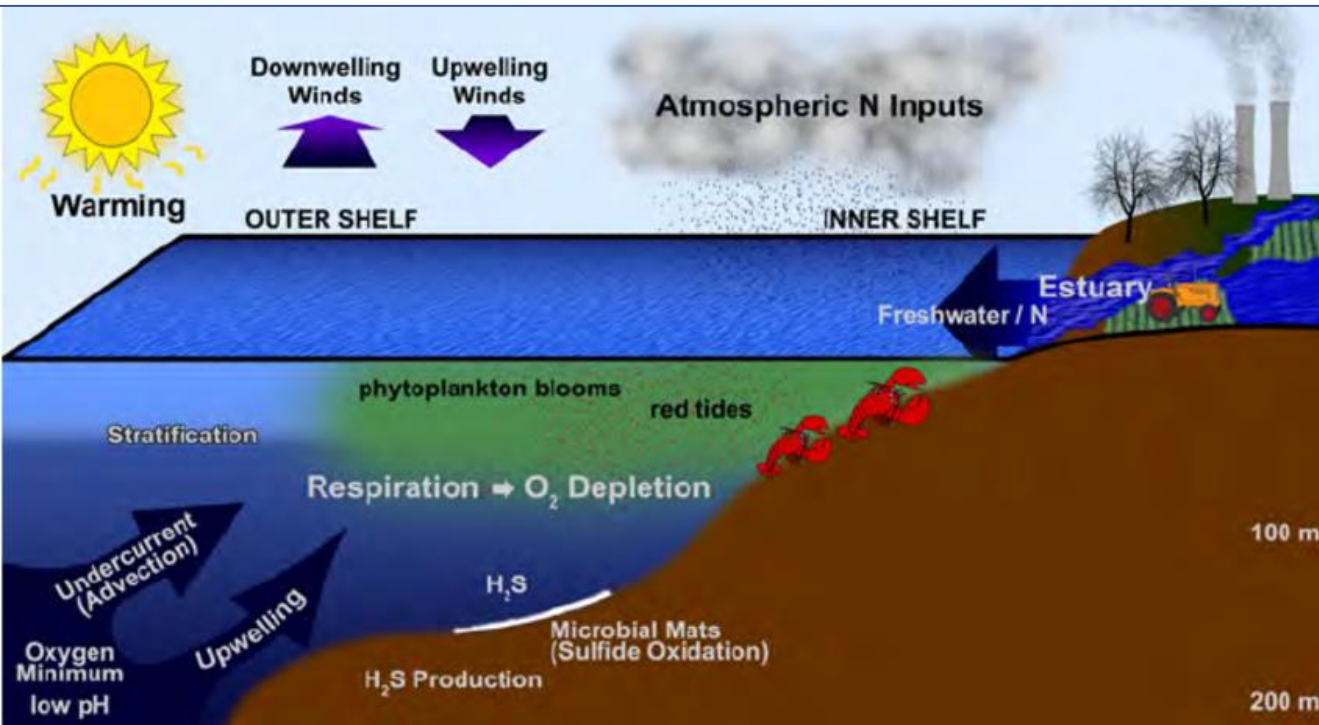


CO₂ en oceaanverzuring





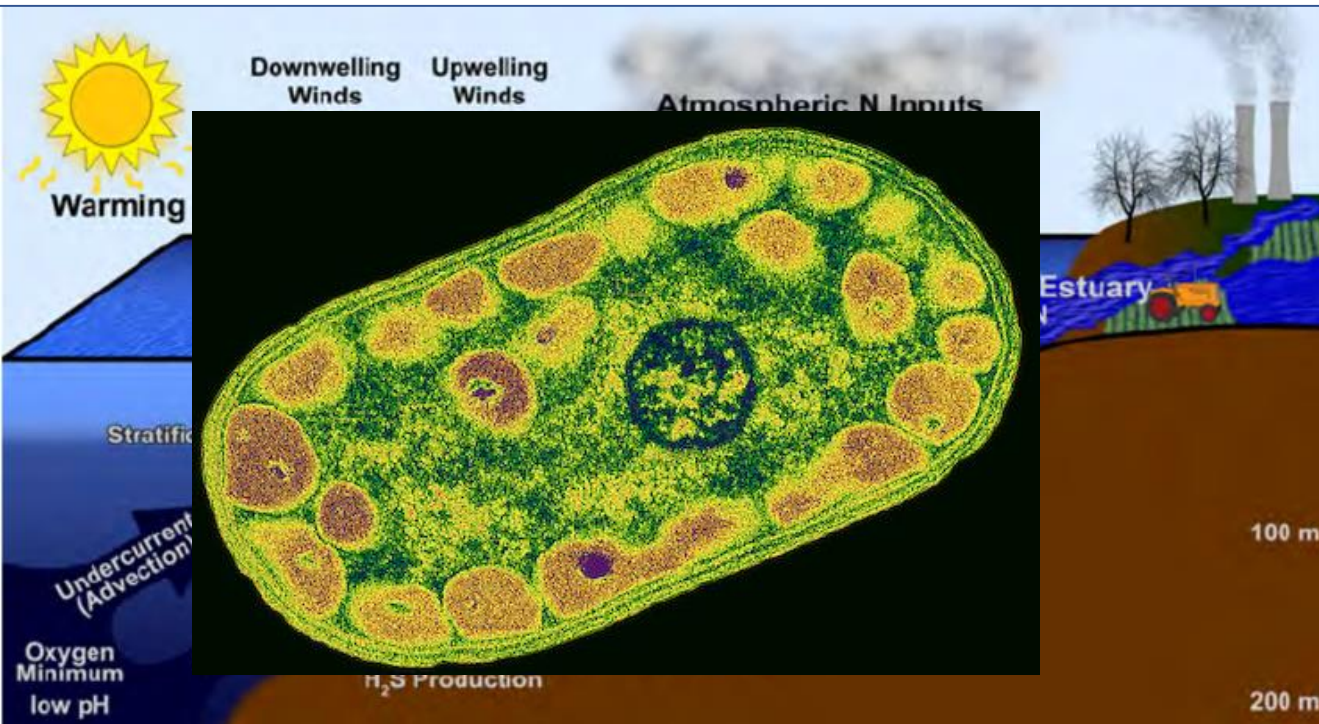
Menselijk handelen en zuurstof in zee



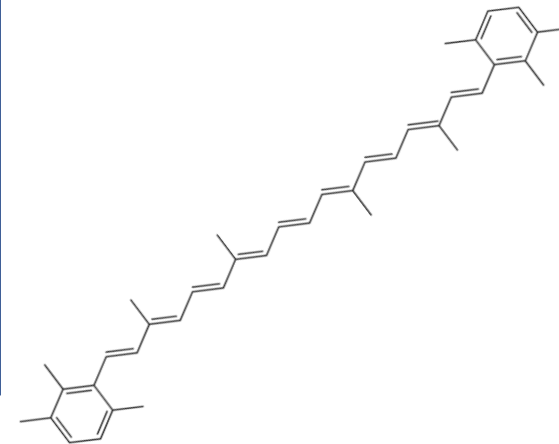
Atmosfeer is bron van O₂ in zee.

Afname O₂ in dieper water door:
Stikstof (landbouw en veeteelt)
Klimaatverandering

Menselijk handelen en zuurstof in zee



Zwavel bacteriën:
Licht en
zuurstofloze
omstandigheden



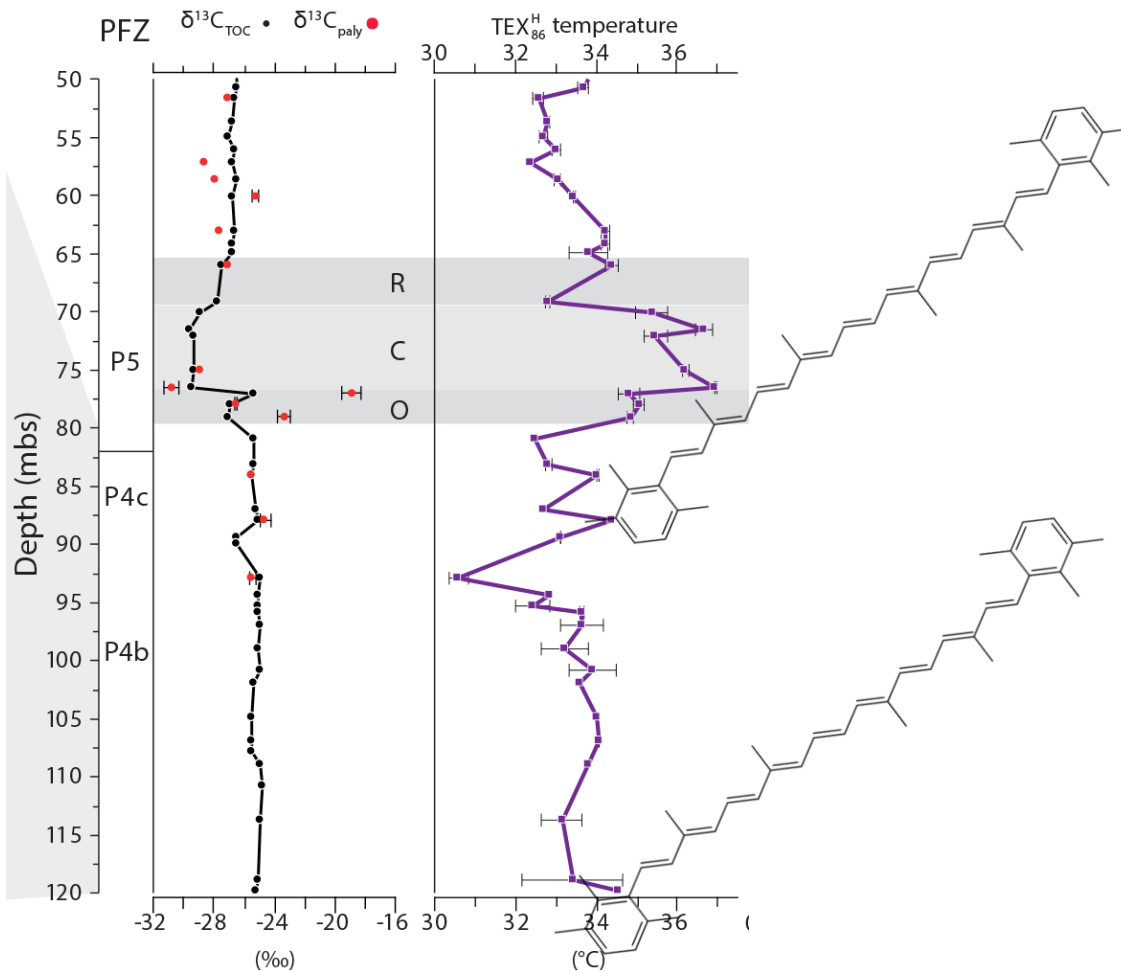


Hitterecord

Opwarming
Zuurstofloosheid



Frieling et al., 2017 Science Advances



Hitterecord

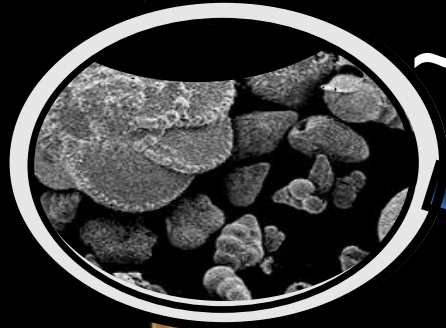


← ~100.000 jaar

Verzuring

56 miljoen jaar geleden

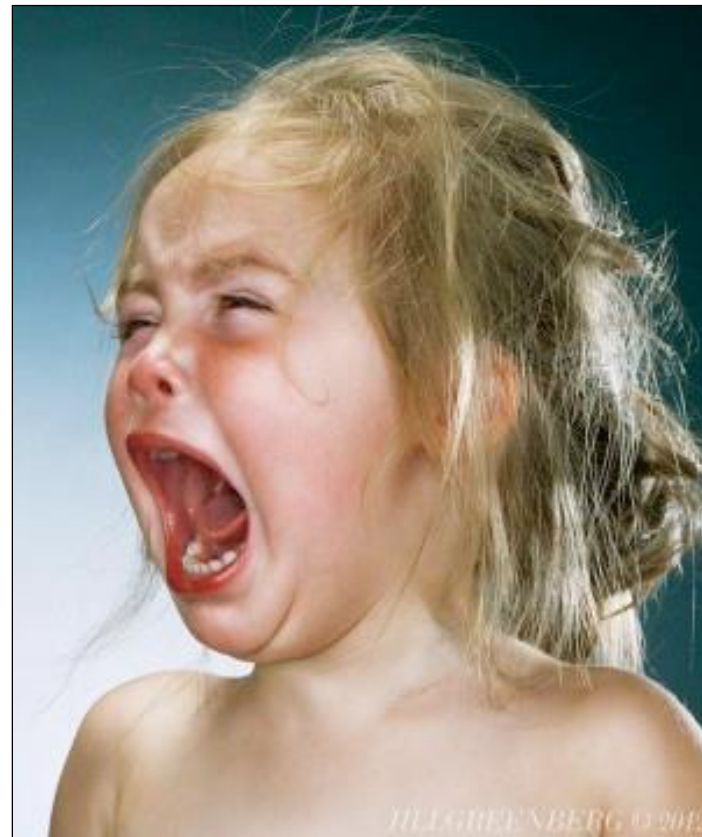
~5000 jaar





Grote uitdaging: Oceaan van de Toekomst?

- **W**arming
- **A**cidification
- **A**noxia





Conclusies

- Klimaat en oceaan van het verleden als model voor toekomst
- Tijdens Hitterecord trad ook opwarming, verzuring en zuurstofloosheid op
- Het verleden als spiegel voor de toekomst