

Der Ozean im Klimawandel

Lehren aus der Klimageschichte

Dr. Torben Struve

ICMB - Institut für Chemie und Biologie des Meeres

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Produziert vom  **ZMML**
Zentrum für Multimedia in Lehre

Klimaarchive



Bild: Ocean core sediments on the Polarstern.jpg von [Hannes Grobe](#) auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY 3.0](#)

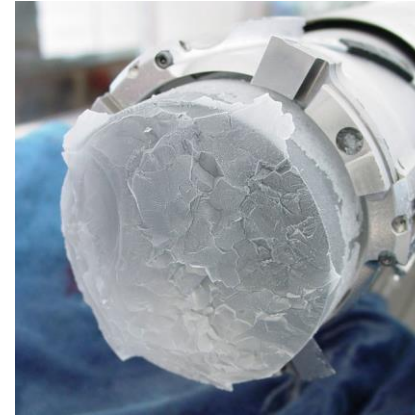
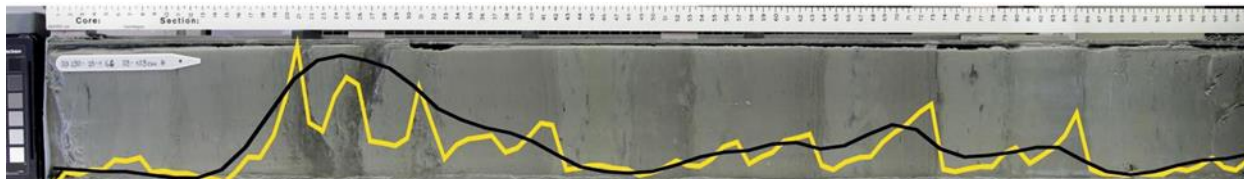


Bild: OCCR-Eisbohrkern 2006.jpg von [Laurent Augustin](#) auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY-SA 3.0](#)



Bild: Scleractinia (calcium skeleton of stony corals) von [Gunnar Creutz](#) auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY-SA 4.0](#)



Pahnke & Lamy (2023): Paleoceanography of the southern Tasman Sea and glaciation history of the South Island, New Zealand, Cruise No. SO290, April 15 - May 12, 2022, Nouméa (New Caledonia) - Nouméa (New Caledonia) (SONNE-Berichte) (pp. 1–70). Bonn. https://doi.org/10.48433/cr_so290

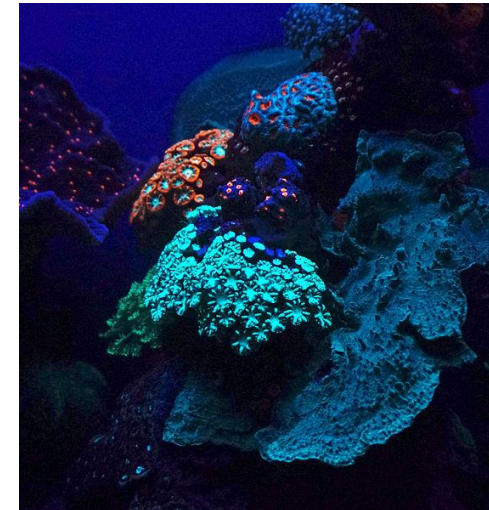


Bild: **Fluorescent coral.jpg** von [Tiia Monto](#) auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY-SA 3.0](#)

Klimaarchive



Bild: Ocean core sediments on the Polarstern.jpg von Hannes Grobe auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY 3.0](#)

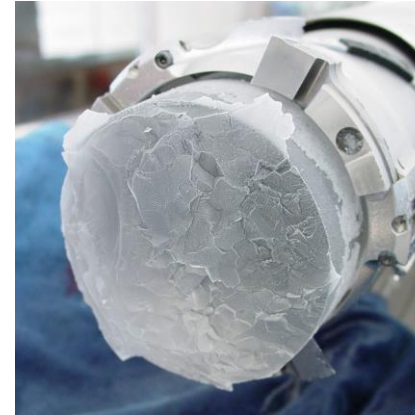
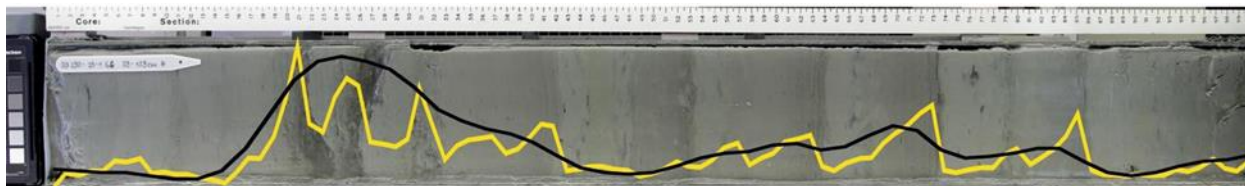


Bild: OCCR-Eisbohrkern 2006.jpg von Laurent Augustin auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY-SA 3.0](#)



Bild: Scleractinia (calcium skeleton of stony corals) von Gunnar Creutz auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY-SA 4.0](#)

Proxy-Parameter:
“Stellvertreter” für Eigenschaften,
die nicht (mehr) direkt gemessen
werden können (z.B. Temperatur)



Pahnke & Lamy (2023): Paleooceanography of the southern Tasman Sea and glaciation history of the South Island, New Zealand, Cruise No. SO290, April 15 - May 12, 2022, Nouméa (New Caledonia) - Nouméa (New Caledonia) (SONNE-Berichte) (pp. 1–70). Bonn. https://doi.org/10.48433/cr_so290

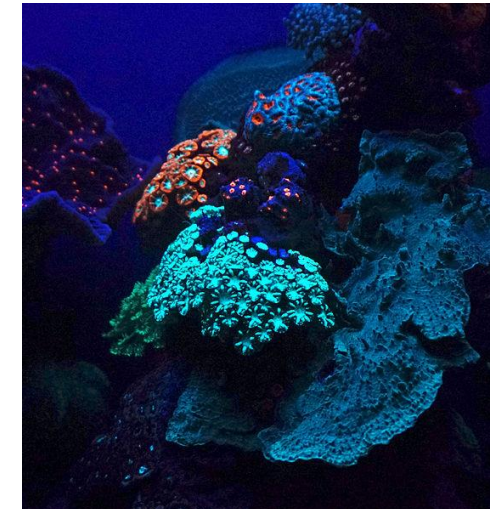
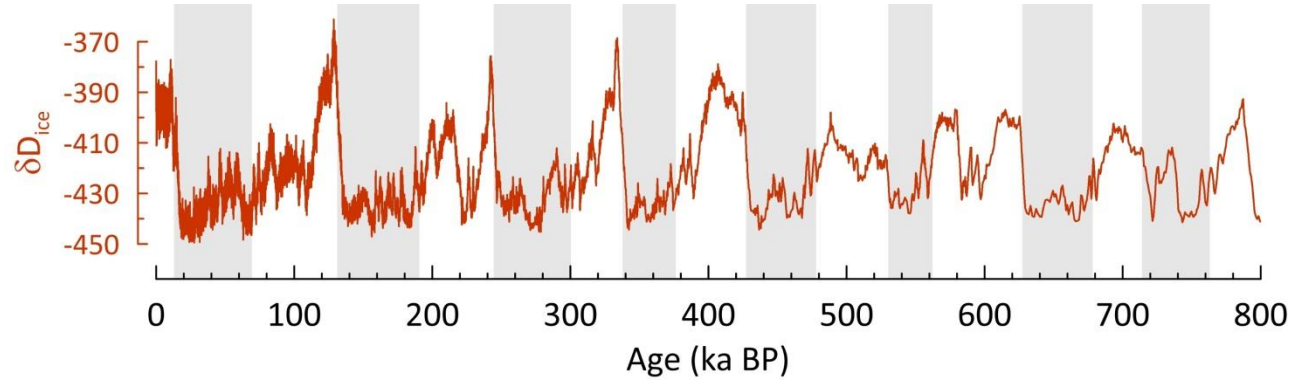


Bild: **Fluorescent coral.jpg** von [Tiia Monto](#) auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY-SA 3.0](#)

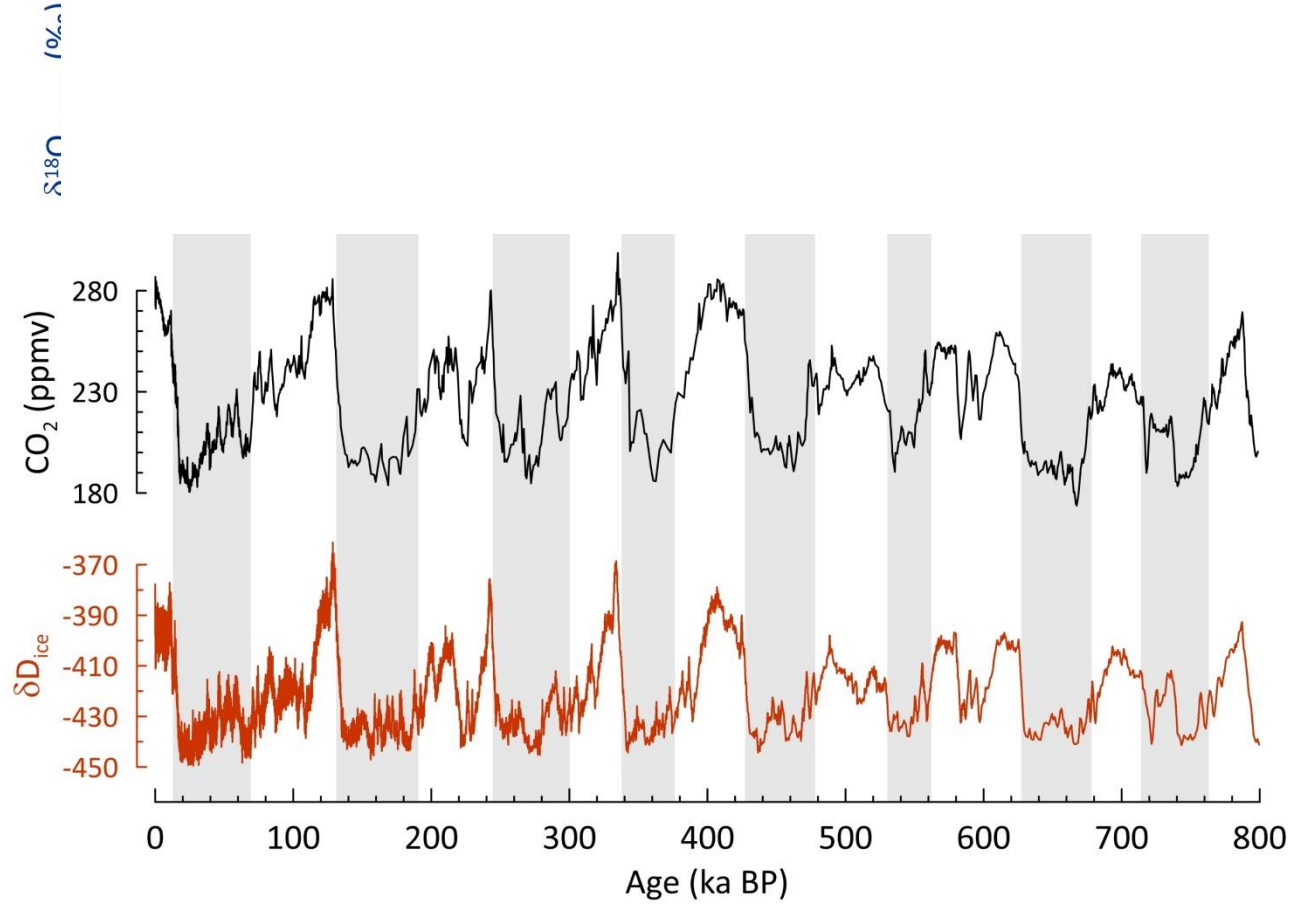
Lehren aus der Klimageschichte



Temperatur

Quellen: Raymo & Lisiecki (2005): A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records, in: *Paleoceanography and Paleoclimatology*, Volume 20, Issue 1, <https://doi.org/10.1029/2004PA001071>
Lüthi et al. (2008): Lüthi, D et al. (2008): High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000 - 800,000 years before present. *Nature*, 453, 379-382, <https://doi.org/10.1038/nature06949>
Jouzel et al. (2007): Orbital and Millennial Antarctic Climate Variability over the Past 800,000 Years, in *Science*, Vol.317, Issue 5839, <https://doi.org/10.1126/science.1141038>

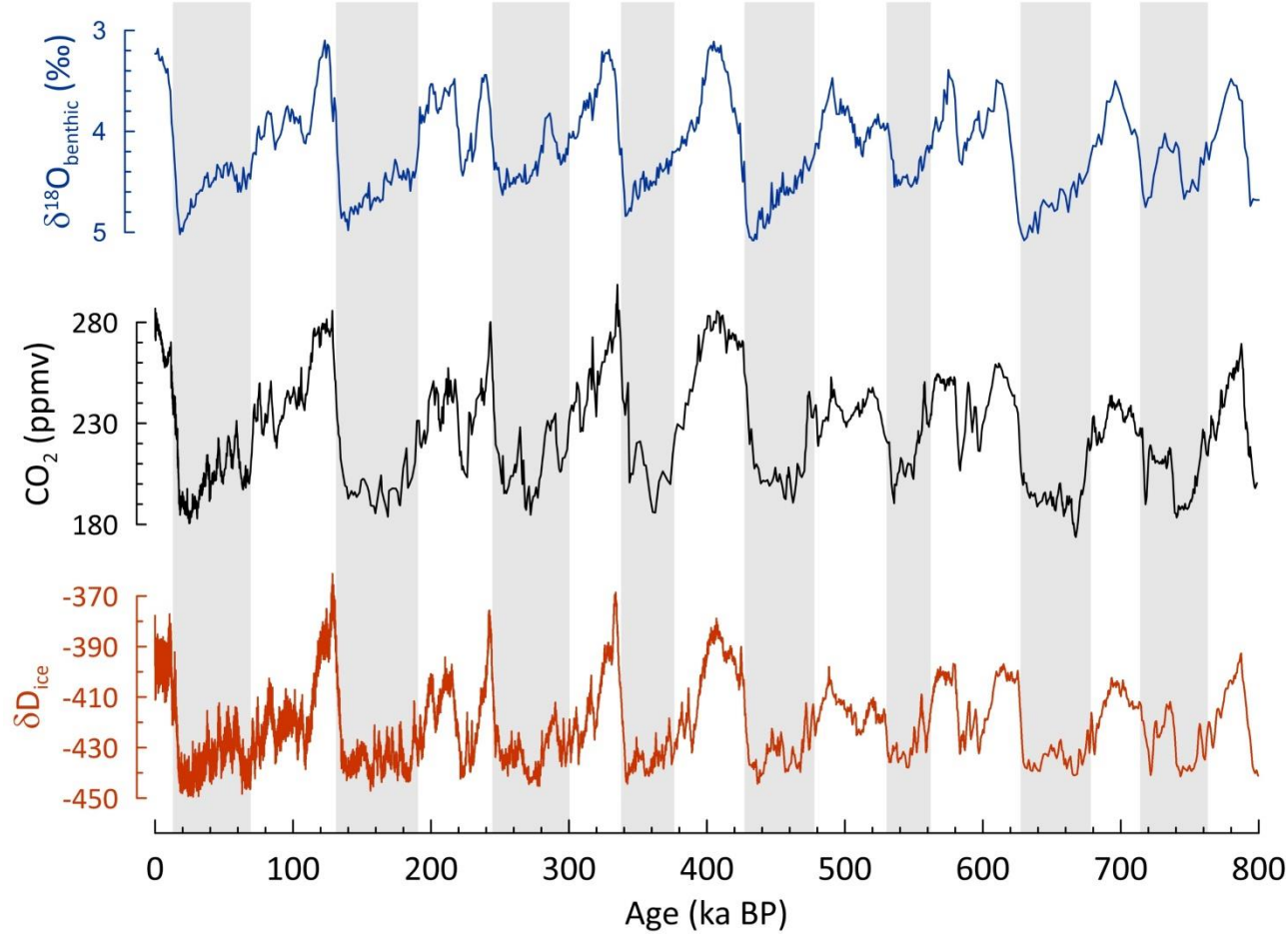
Lehren aus der Klimageschichte



CO₂-Gehalt

Temperatur

Lehren aus der Klimageschichte

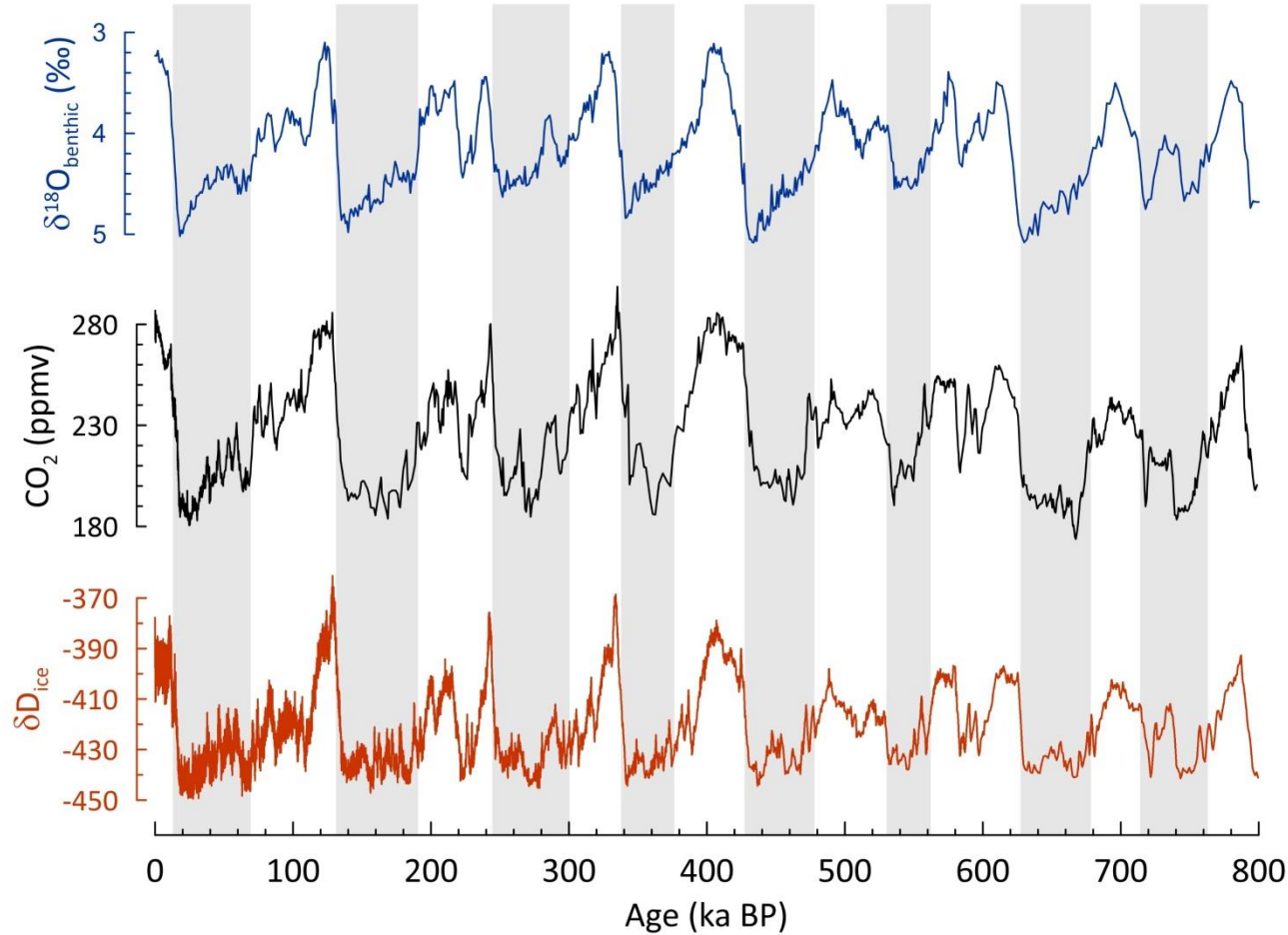


Meeresspiegel +
Tiefseetemperatur

CO_2 -Gehalt

Temperatur

Lehren aus der Klimageschichte



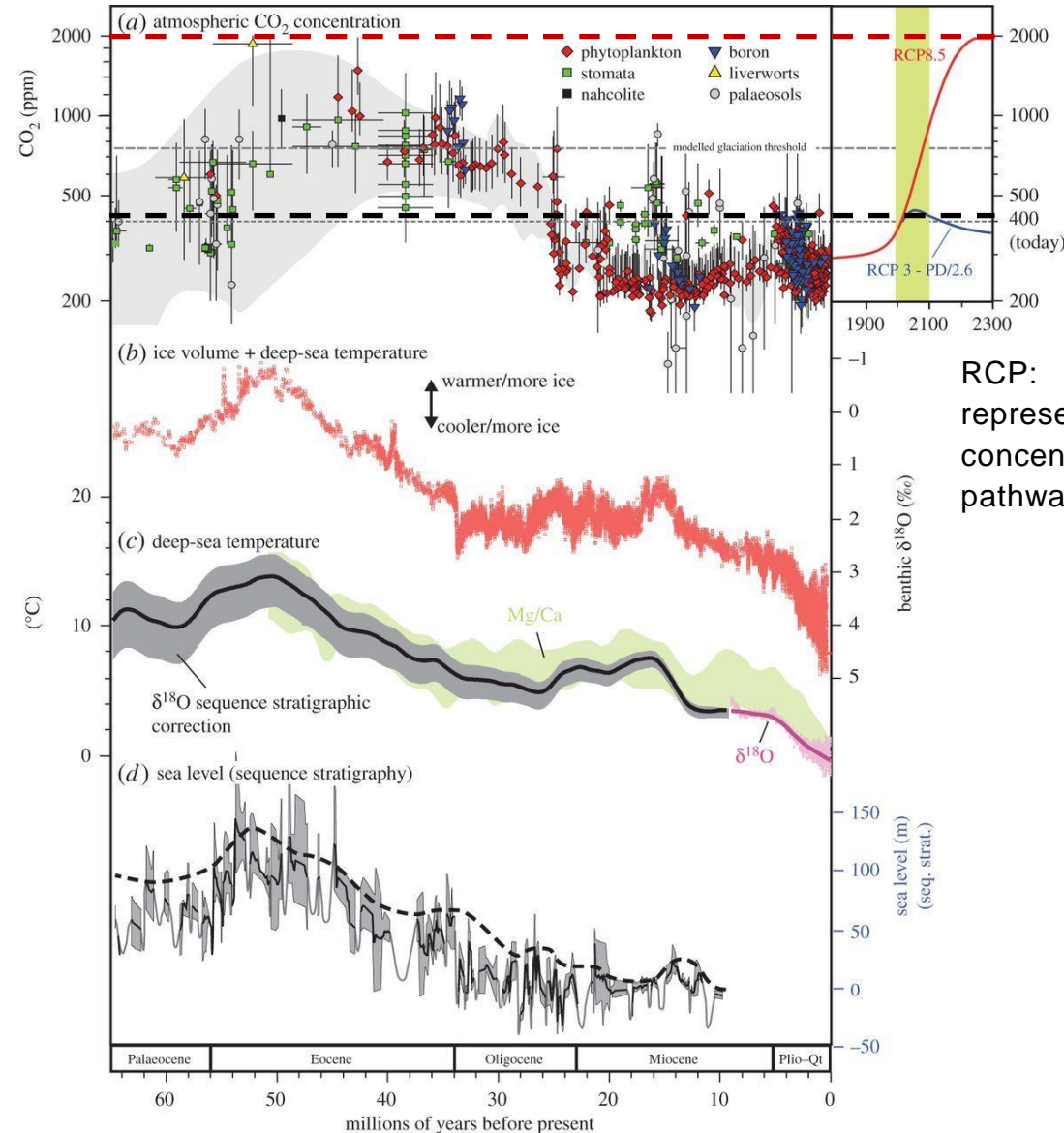
Meeresspiegel +
Tiefseetemperatur

CO₂-Gehalt

Temperatur

→ Gleichzeitige Änderungen in den vergangenen
800,000 Jahren.

Lehren aus der Klimageschichte



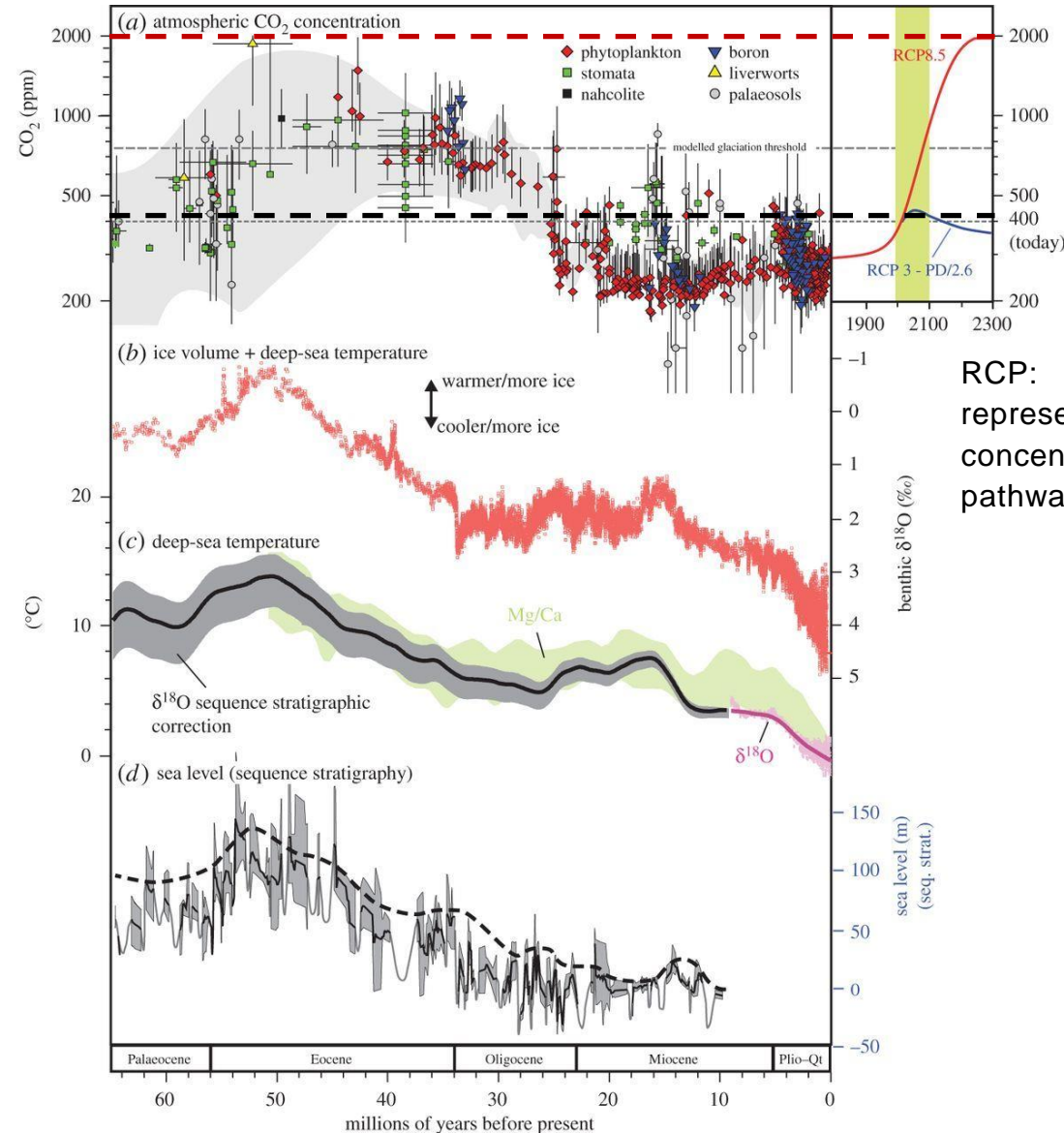
RCP:
representative
concentration
pathway

Quelle: McKay, D. I. A., Tyrrell, T., and Wilson, P. A. (2016): Global carbon cycle perturbation across the Eocene-Oligocene climate transition, *Paleoceanography*, 31, 311–329, <https://doi.org/10.1002/2015PA002818>, 2016.



<https://www.iodp.org/>

Lehren aus der Klimageschichte



RCP:
representative
concentration
pathway

Quelle: McKay, D. I. A., Tyrrell, T., and Wilson, P. A. (2016): Global carbon cycle perturbation across the Eocene-Oligocene climate transition, *Paleoceanography*, 31, 311–329, <https://doi.org/10.1002/2015PA002818>, 2016.



<https://www.iodp.org/>

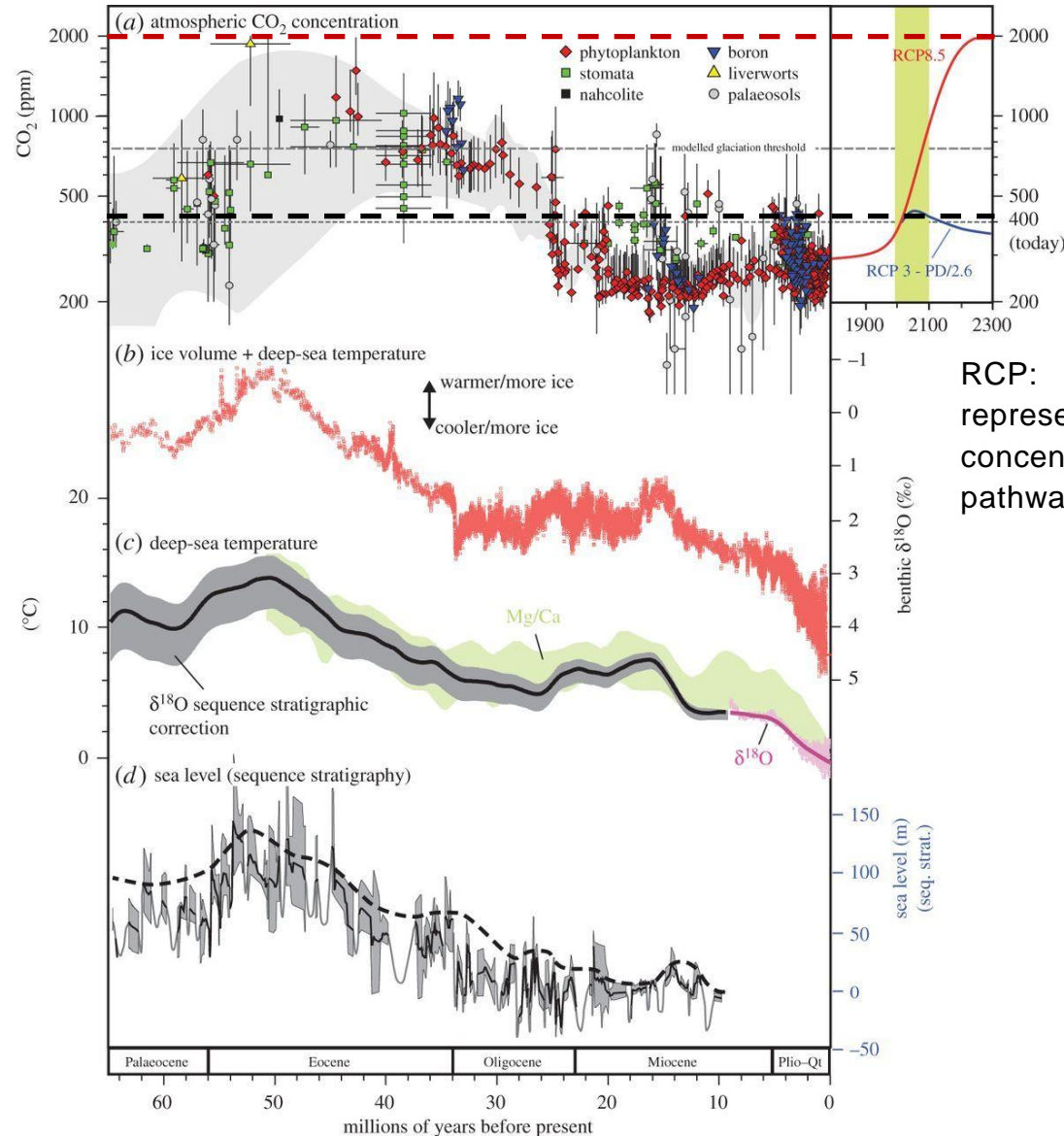
Lehren aus der Klimageschichte

CO₂ Atmosphäre

Eisvolumen +
Tiefseetemperatur

Tiefseetemperatur

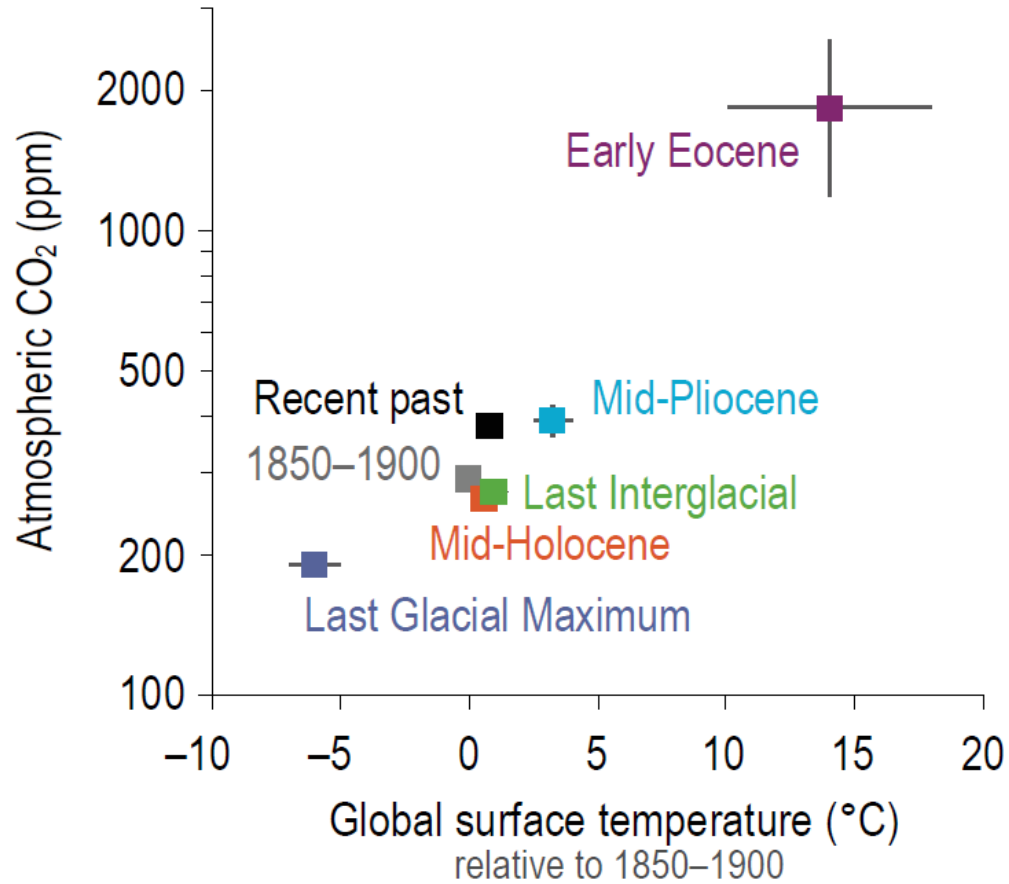
Meeresspiegel



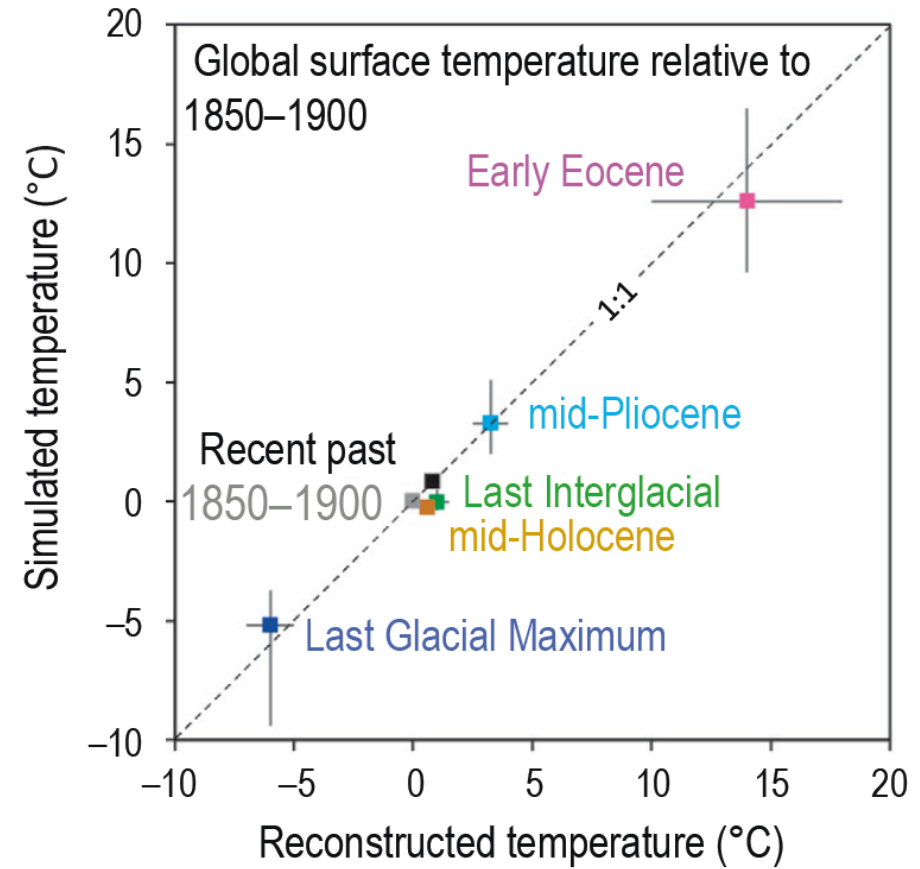
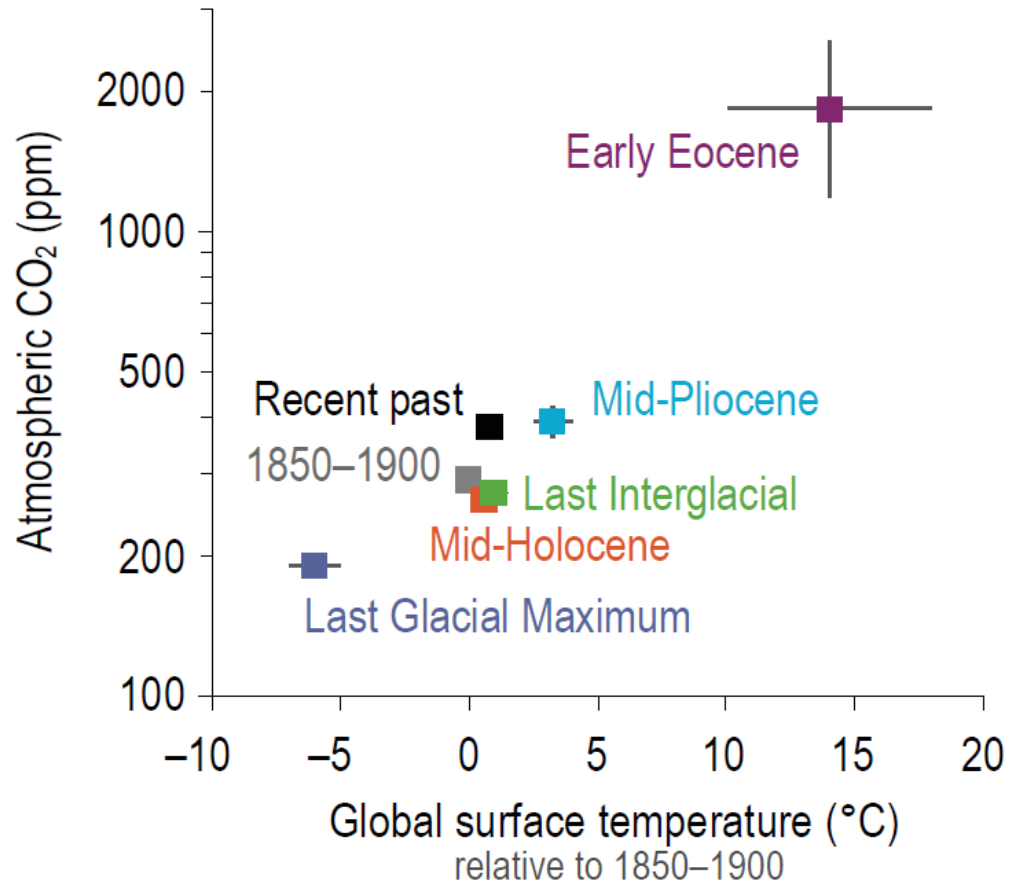
RCP:
representative
concentration
pathway

Quelle: McKay, D. I. A., Tyrrell, T., and Wilson, P. A. (2016): Global carbon cycle perturbation across the Eocene-Oligocene climate transition, *Paleoceanography*, 31, 311–329, <https://doi.org/10.1002/2015PA002818>, 2016.

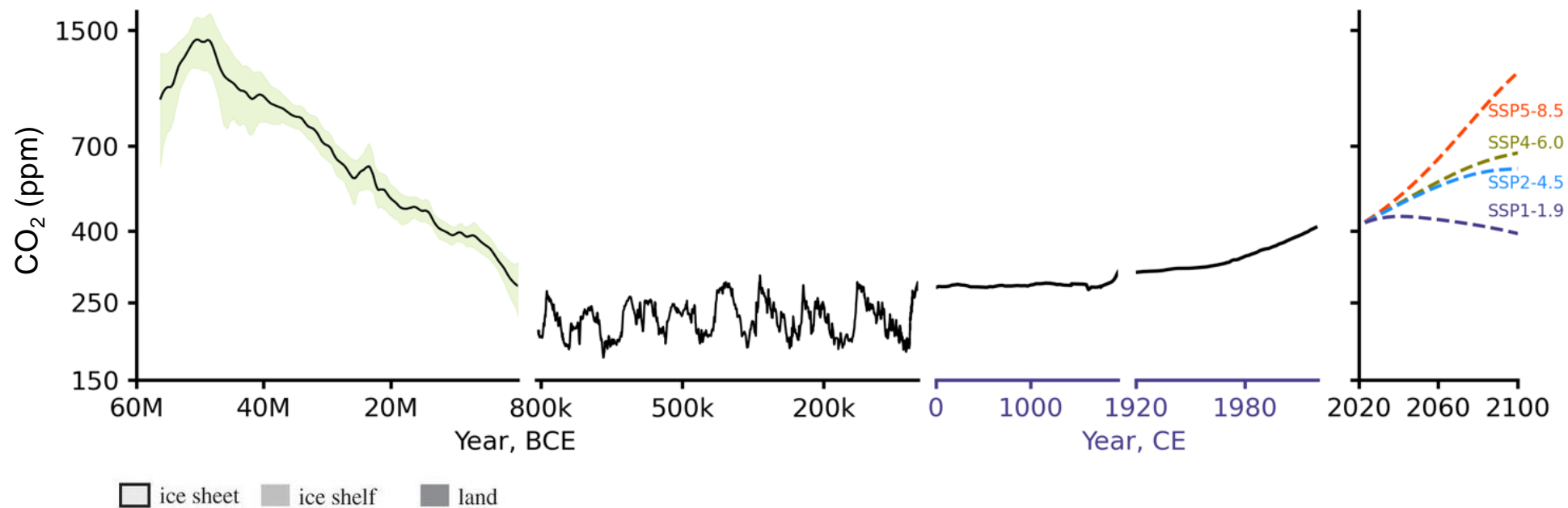
Lehre aus der Klimageschichte



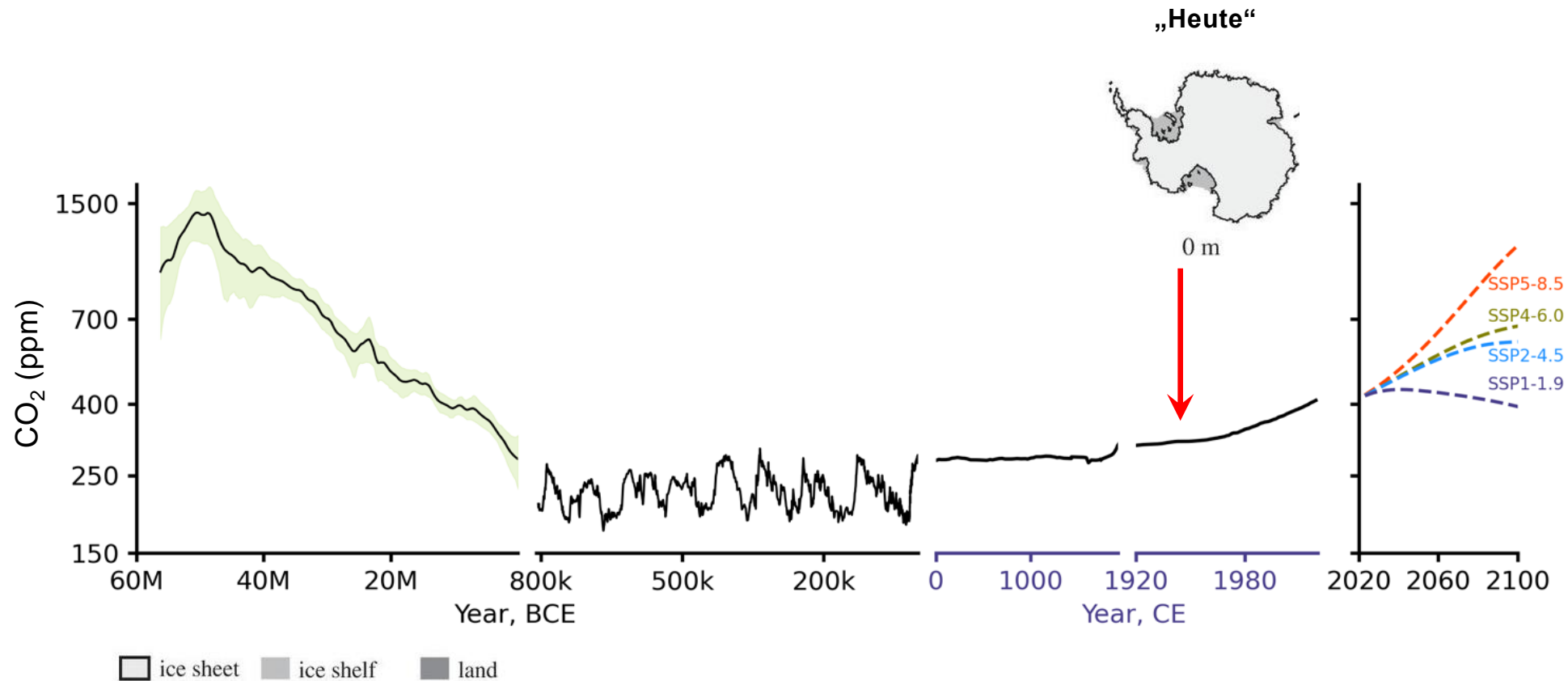
Lehre aus der Klimageschichte



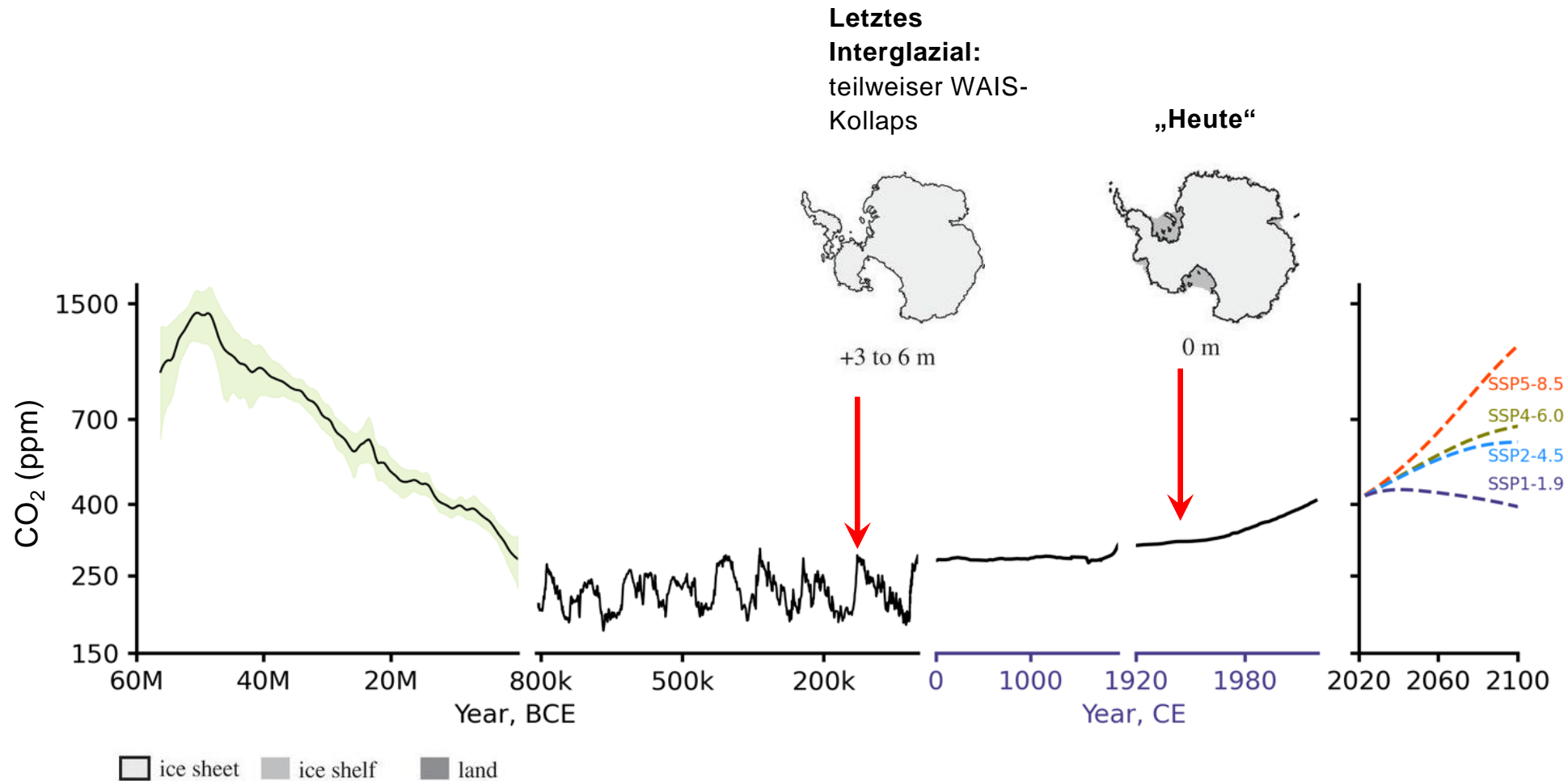
Lehre aus der Klimageschichte



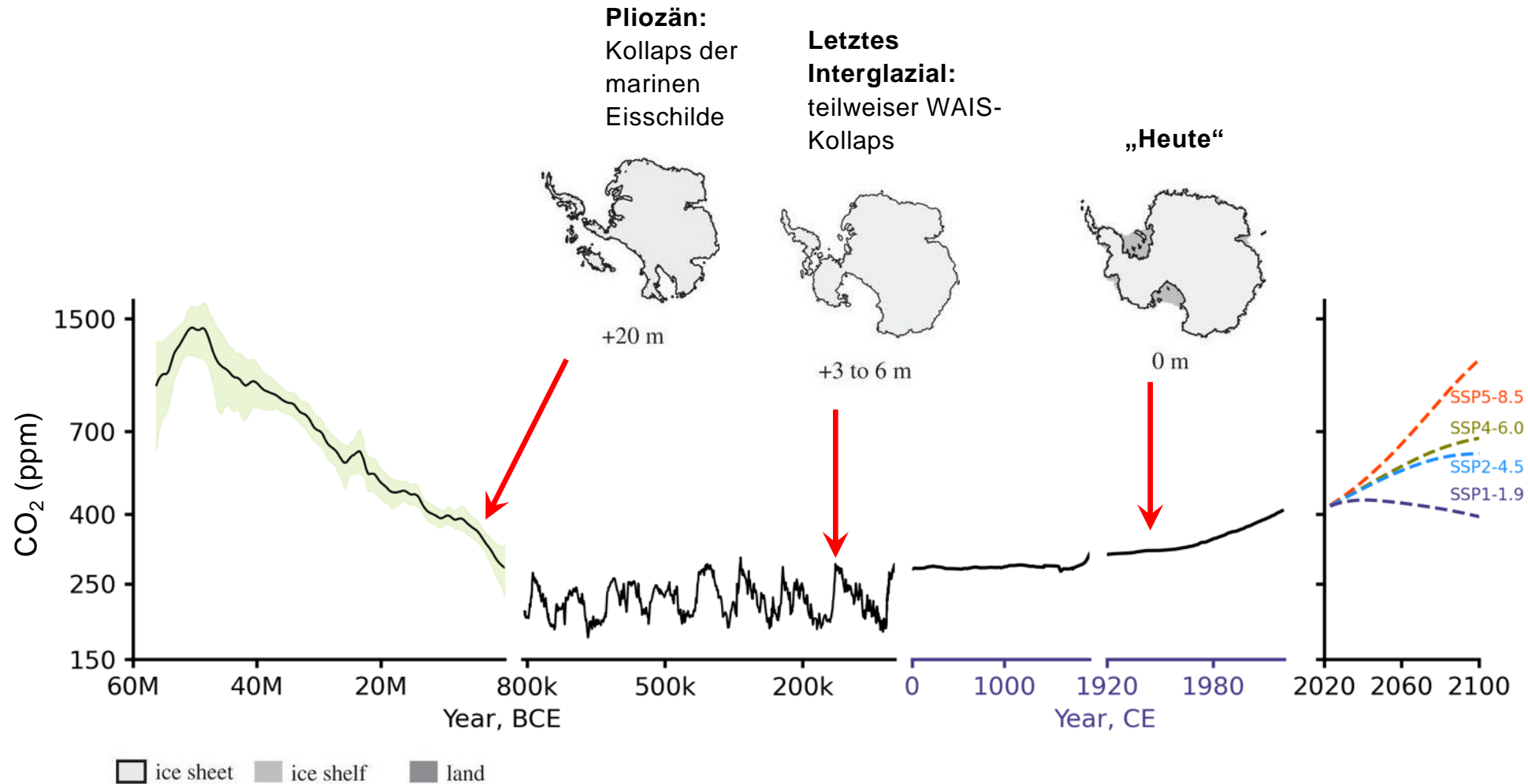
Lehre aus der Klimageschichte



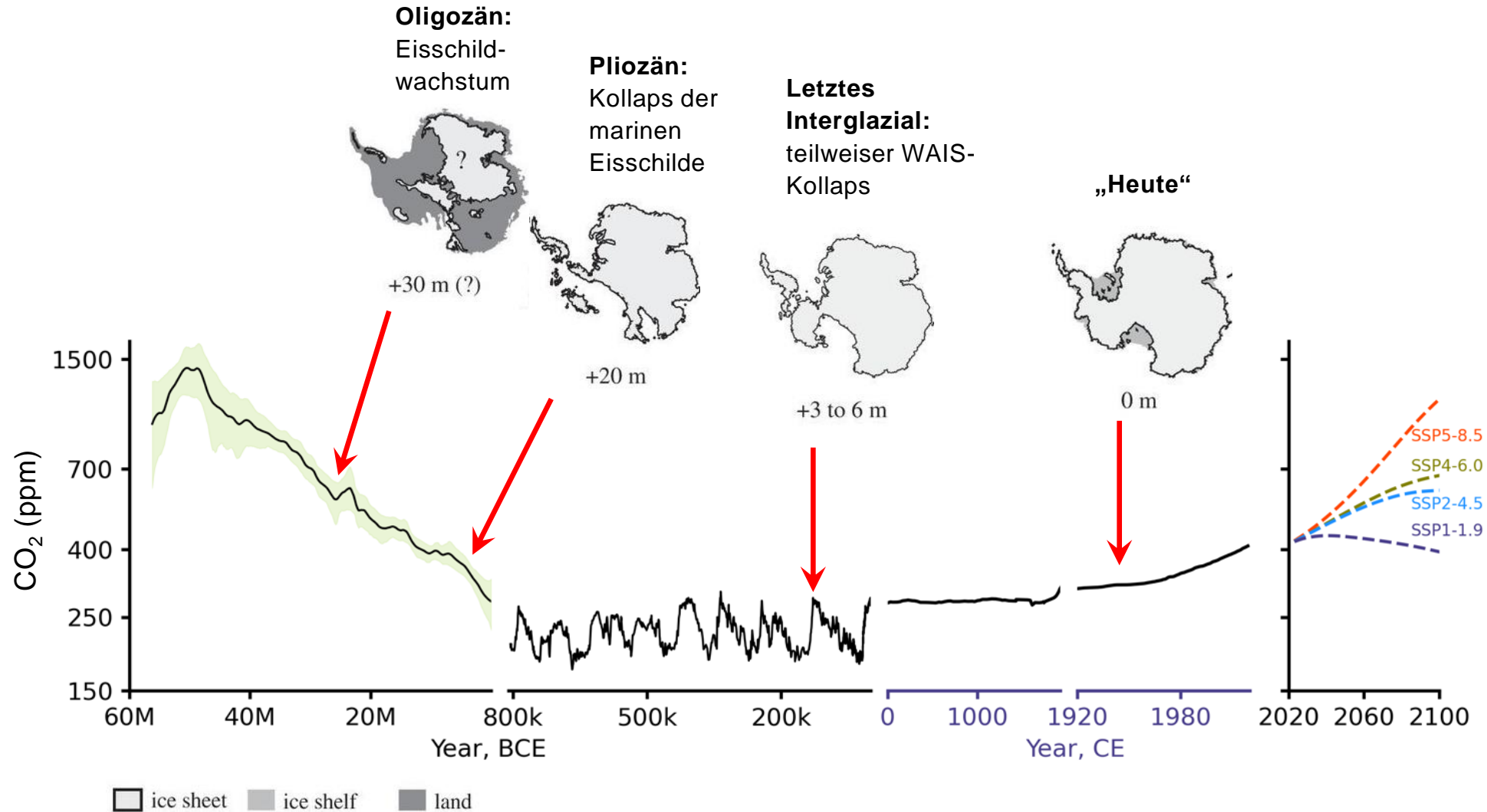
Lehre aus der Klimageschichte



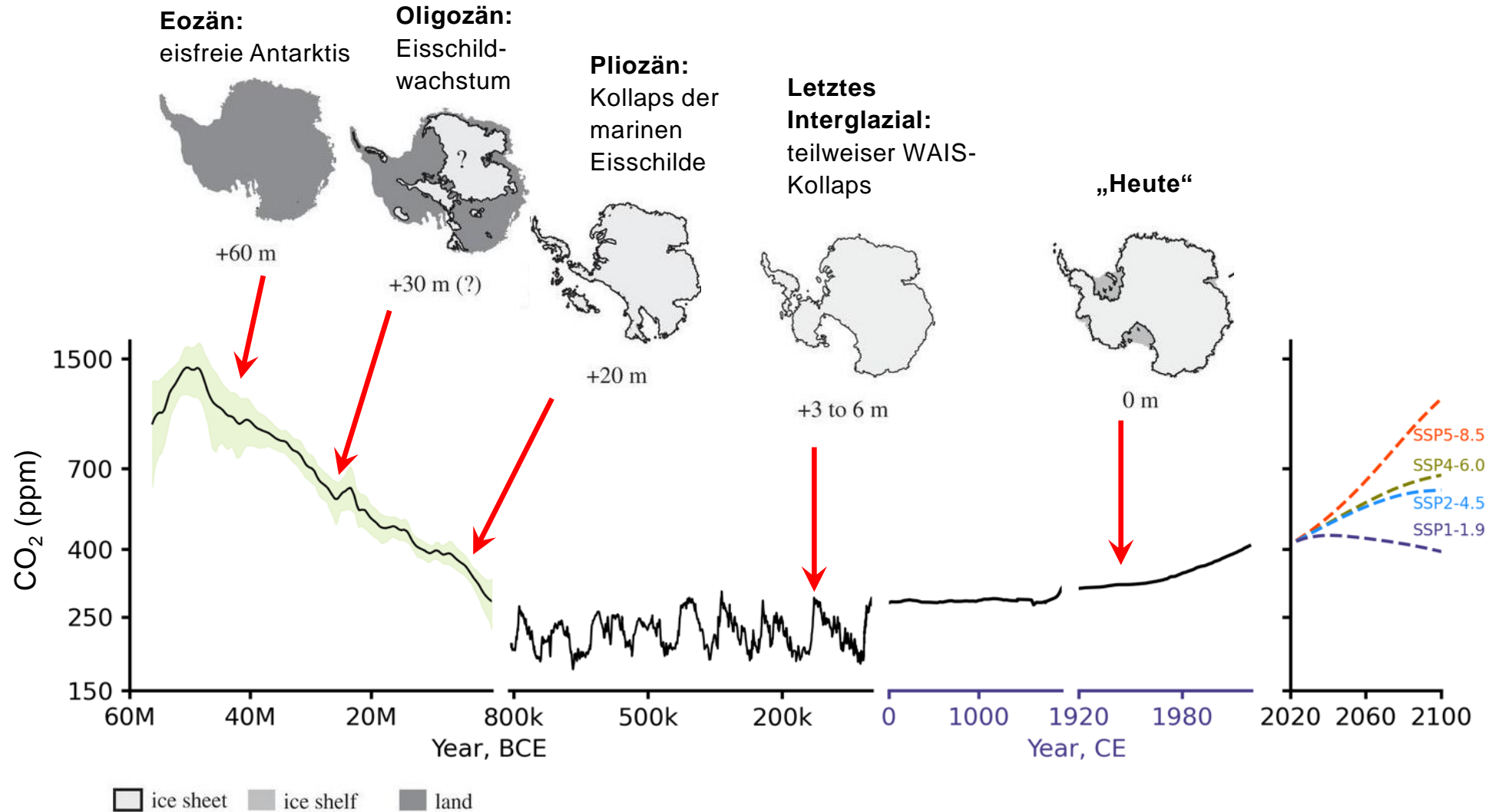
Lehre aus der Klimageschichte



Lehre aus der Klimageschichte



Lehre aus der Klimageschichte



Lehre aus der Klimageschichte

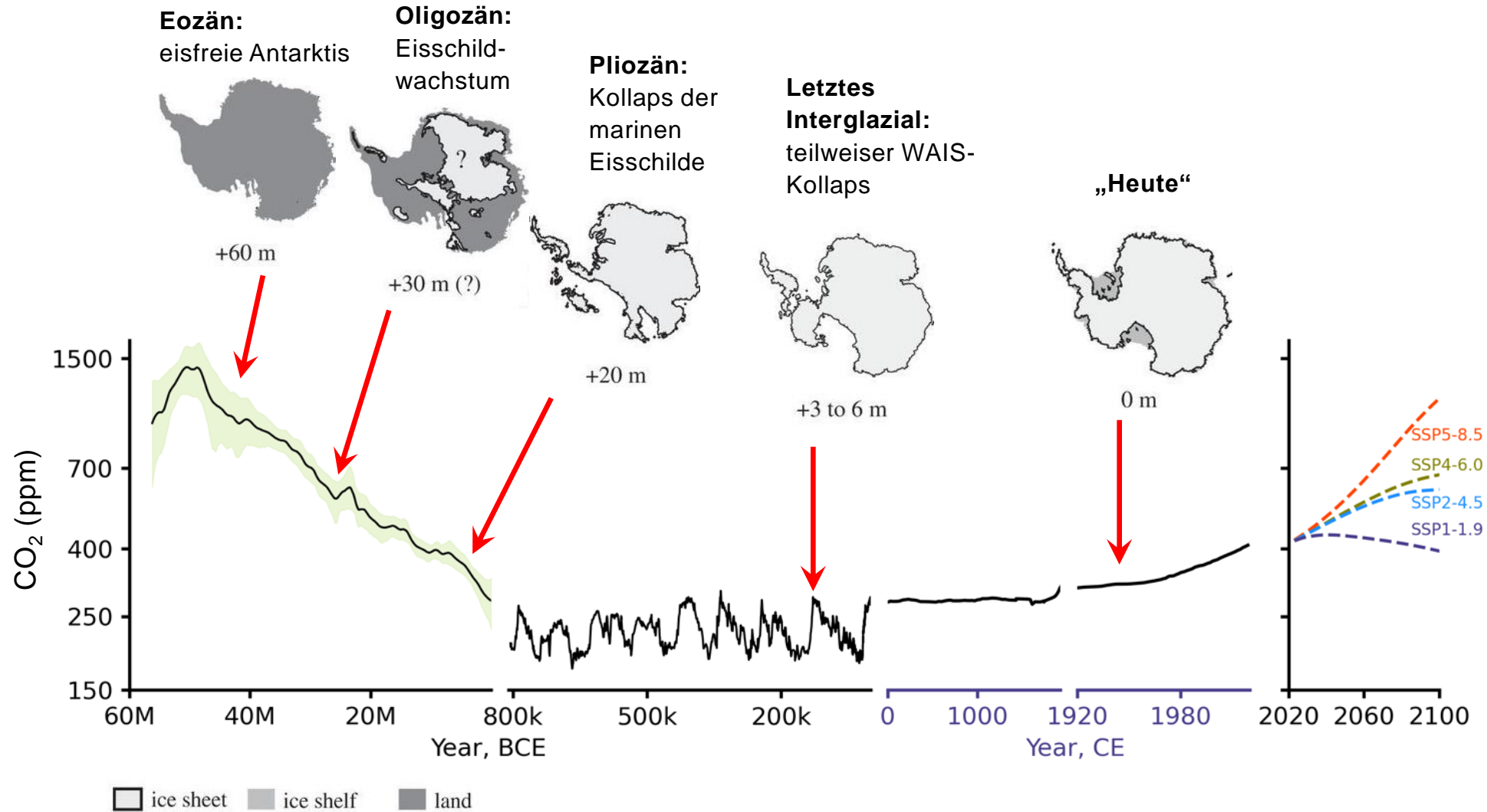
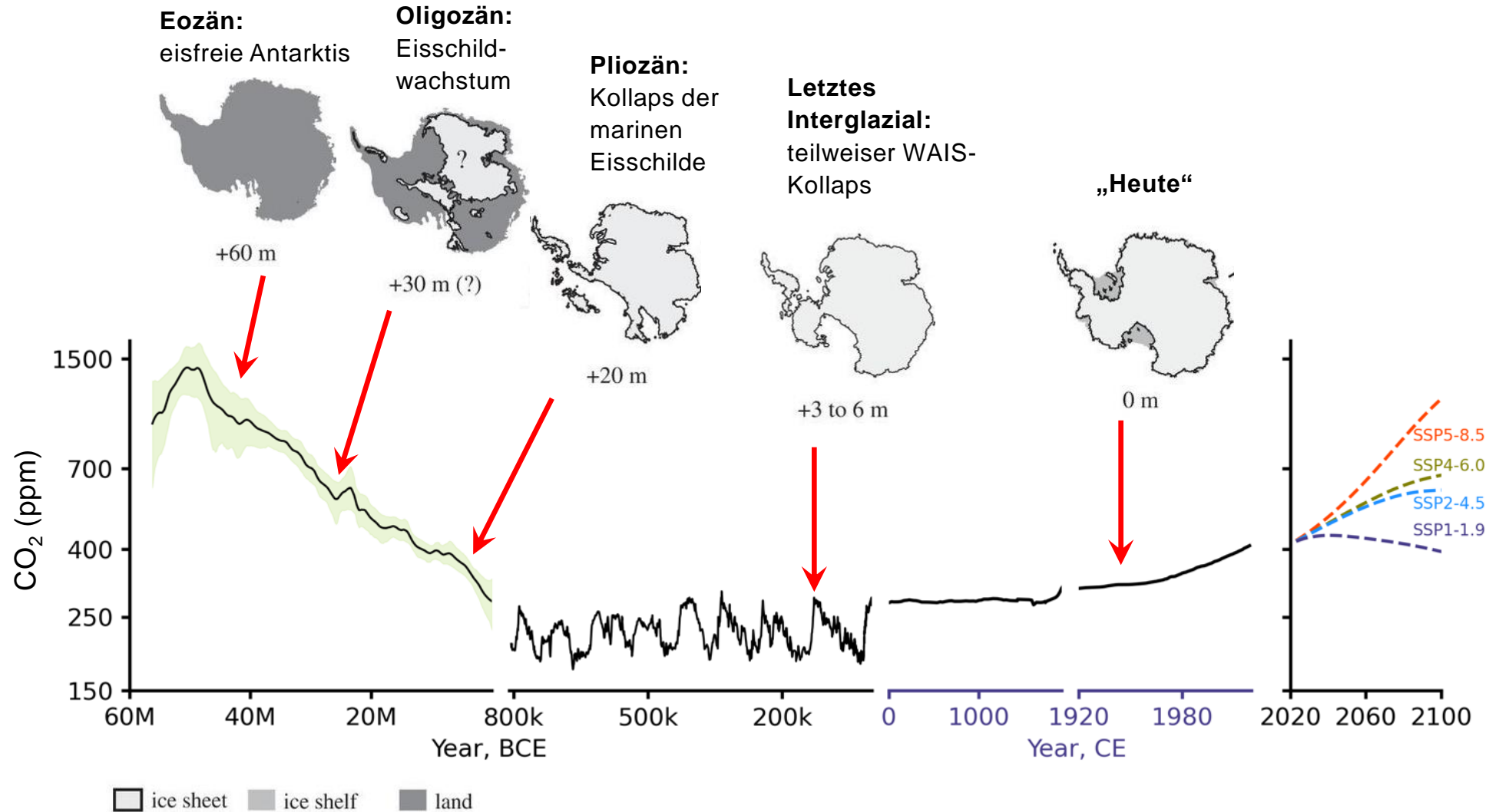


Bild: Bremer Domtürme von [Ullamm](#) auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY-SA 3.0](#)

Lehre aus der Klimageschichte

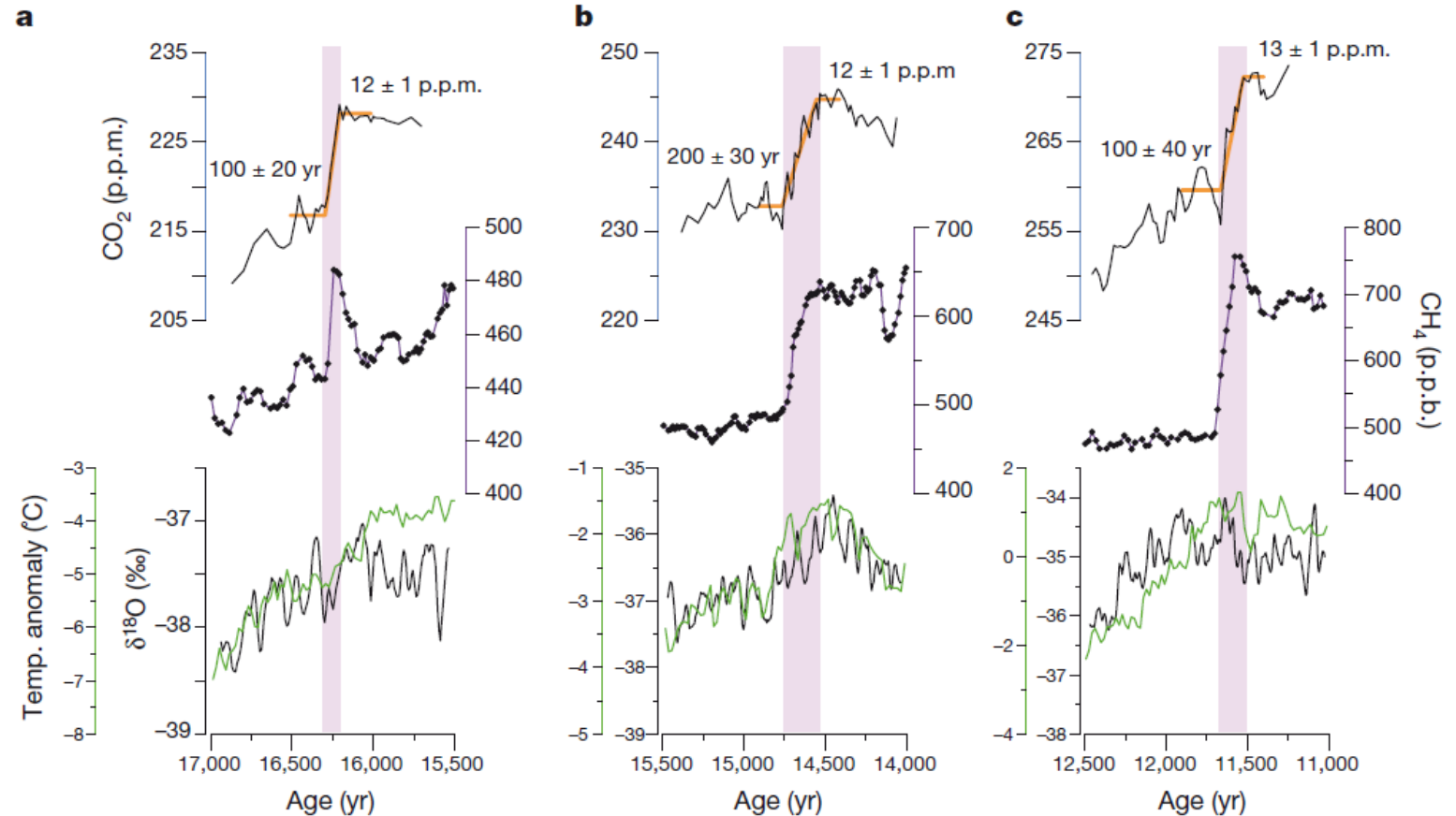


Meeresspiegelanstieg durch eisfreie Antarktis

Bild: Bremer Domtürme von [Ullamm](#) auf [wikimedia commons](#), Lizenz: [CC-BY-SA 3.0](#)

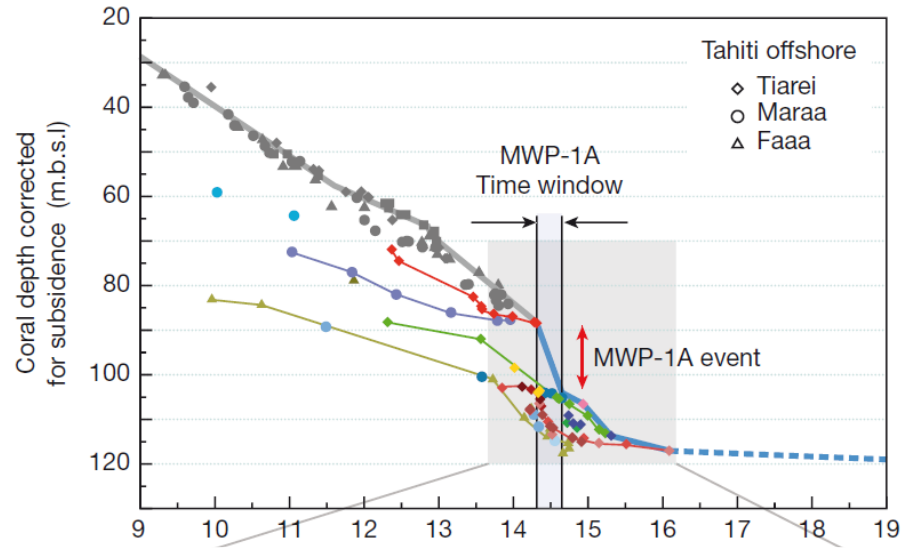
Lehre aus der Klimageschichte

- Abrupte CO₂ Anstiege im Deglazial ca. 0,1 ppm pro Jahr
- Anthropogener Anstieg: ~2 ppm pro Jahr.

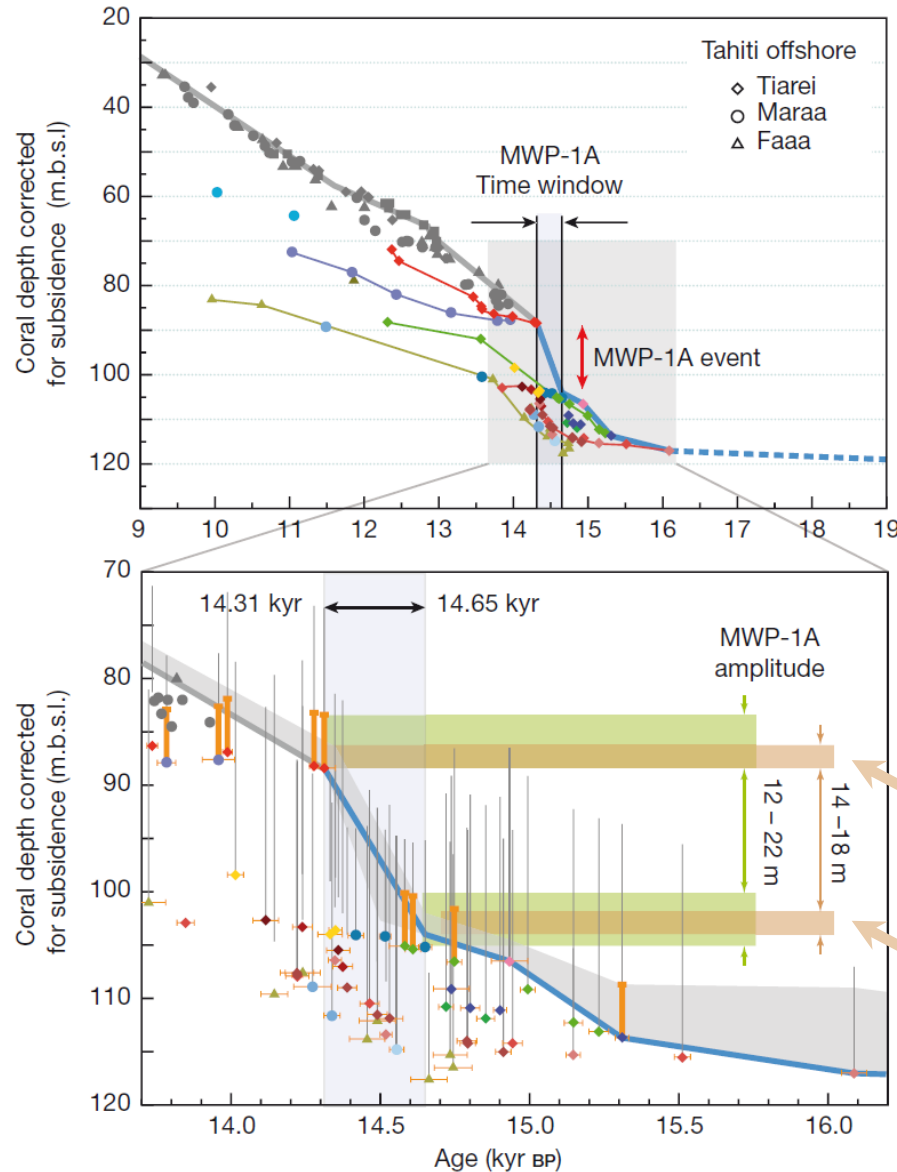


Quelle: Marcott, S., Bauska, T., Buizert, C. *et al.* Centennial-scale changes in the global carbon cycle during the last deglaciation. *Nature* **514**, 616–619 (2014). <https://doi.org/10.1038/nature13799>

Lehre aus der Klimageschichte



Lehre aus der Klimageschichte



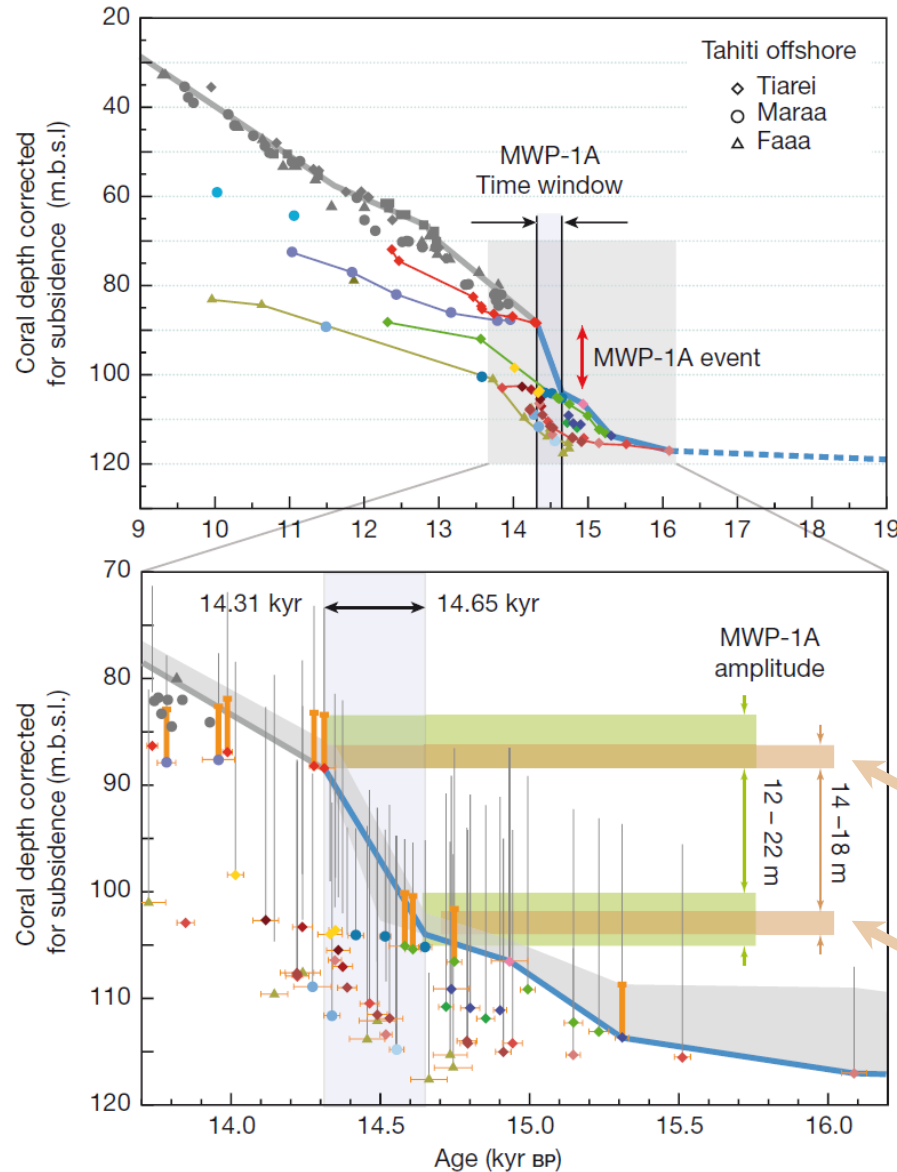
Konservative Grenzen des
Meeresspiegelanstiegs zwischen
14.650 und 14.310 Jahren vor heute



The fastest sea-level rise in Earth history 14,600 ago

ECORD, IODP Exp. 310 Tahiti Sea-Level Change

Lehre aus der Klimageschichte



→ Meeresspiegelanstieg >40 mm/Jahr
(derzeitiger Anstieg ~ 3 mm/Jahr)

→ Voraussetzungen waren
unterschiedlich im Deglazial, aber Indiz
für die Sensibilität von Eisschilden in
Erwärmungsphasen

Konservative Grenzen des
Meeresspiegelanstiegs zwischen
14.650 und 14.310 Jahren vor heute

Take home messages

- Der Ozean nimmt mit Abstand den größten Teil der Zusatzwärme auf und erwärmt sich auch in großer Tiefe.
- Der Ozean ist ein riesiger Kohlenstoffspeicher und hat bisher ca. 1/3 des in die Atmosphäre emittierten CO₂ aufgenommen. Das führt einer pH-Abnahme im Ozean.
- Der O₂-Gehalt des Ozeans nimmt ab, sowohl oberflächennah als auch in der Tiefe.
- Änderungen im Tiefenozean finden mit Verzögerung statt (Zeitskalen von Jahrhunderten).

Take home messages

- Der Ozean nimmt mit Abstand den größten Teil der Zusatzwärme auf und erwärmt sich auch in großer Tiefe.

Take home messages

- Der Ozean nimmt mit Abstand den größten Teil der Zusatzwärme auf und erwärmt sich auch in großer Tiefe.
- Der Ozean ist ein riesiger Kohlenstoffspeicher und hat bisher ca. 1/3 des in die Atmosphäre emittierten CO₂ aufgenommen. Das führt einer pH-Abnahme im Ozean.

Take home messages

- Der Ozean nimmt mit Abstand den größten Teil der Zusatzwärme auf und erwärmt sich auch in großer Tiefe.
- Der Ozean ist ein riesiger Kohlenstoffspeicher und hat bisher ca. 1/3 des in die Atmosphäre emittierten CO₂ aufgenommen. Das führt einer pH-Abnahme im Ozean.
- Der O₂-Gehalt des Ozeans nimmt ab, sowohl oberflächennah als auch in der Tiefe.

Take home messages

- Der Ozean nimmt mit Abstand den größten Teil der Zusatzwärme auf und erwärmt sich auch in großer Tiefe.
- Der Ozean ist ein riesiger Kohlenstoffspeicher und hat bisher ca. 1/3 des in die Atmosphäre emittierten CO₂ aufgenommen. Das führt einer pH-Abnahme im Ozean.
- Der O₂-Gehalt des Ozeans nimmt ab, sowohl oberflächennah als auch in der Tiefe.
- Änderungen im Tiefenozean finden mit Verzögerung statt (Zeitskalen von Jahrhunderten).

Take home messages

- Der Ozean nimmt mit Abstand den größten Teil der Zusatzwärme auf und erwärmt sich auch in großer Tiefe.
- Der Ozean ist ein riesiger Kohlenstoffspeicher und hat bisher ca. 1/3 des in die Atmosphäre emittierten CO₂ aufgenommen. Das führt einer pH-Abnahme im Ozean.
- Der O₂-Gehalt des Ozeans nimmt ab, sowohl oberflächennah als auch in der Tiefe.
- Änderungen im Tiefenozean finden mit Verzögerung statt (Zeitskalen von Jahrhunderten).
- Die Klimageschichte liefert wertvolle Beispiele wie sich der Ozean im Klimawandel über längere Zeiträume verhält (Bsp. Meeresspiegel).