



AMOC und Diskussion um unerwartete Erwärmung: Wie kommunizieren?

em.O.Univ.Prof. Helga Kromp-Kolb
in Abstimmung mit assoc.Prof. Herbert Formayer

Wien, 14. März 2024

AMOC und unerwartete Erwärmung

1. Es geht nicht um ein gemeinsames Verständnis

- der Sensitivitäts- und Aerosolparameter
- des Zustandes des AMOC oder der zu erwartenden Auswirkungen

→ es geht NICHT um eine inhaltliche Diskussion

1. Es geht darum, zu überlegen, wie wir die Tatsache, dass es eine wissenschaftliche Diskussion gibt, kommunizieren.

2. Und wie wir den Menschen/Politiker:innen helfen, mit diesen Unsicherheiten umzugehen

Temperaturanstieg global 1880 - 2023

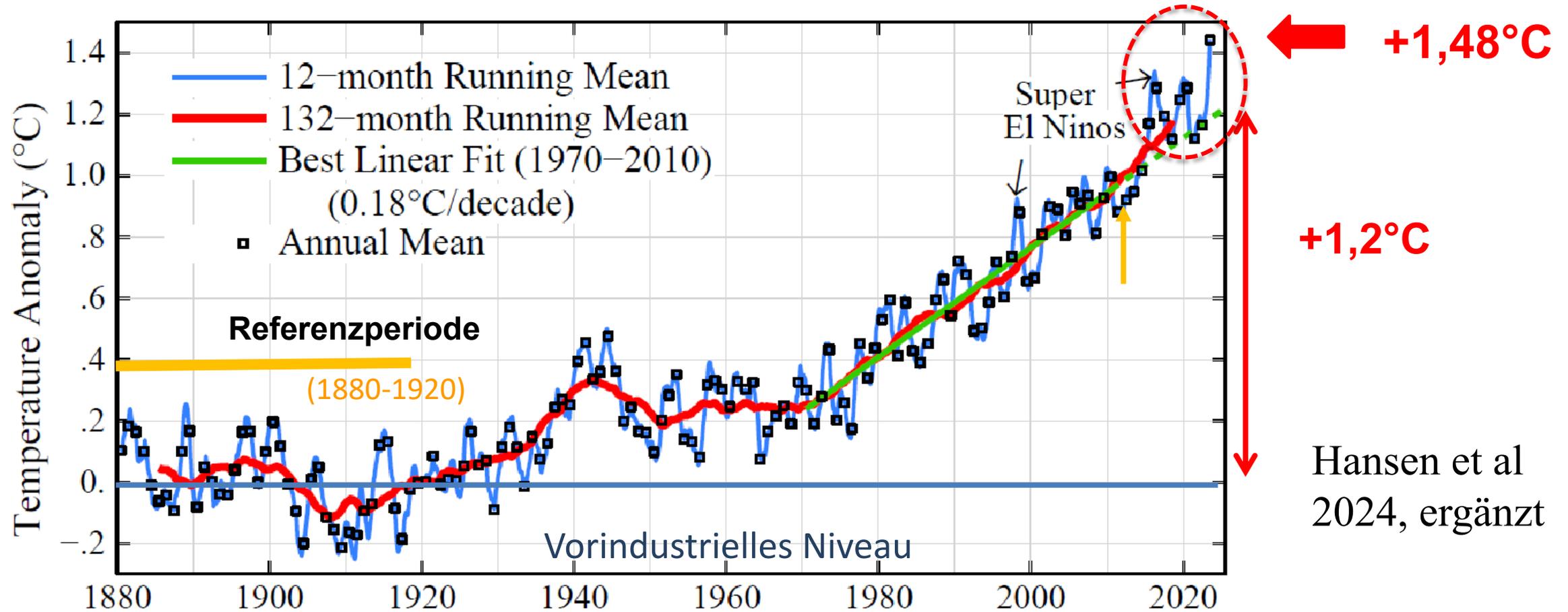


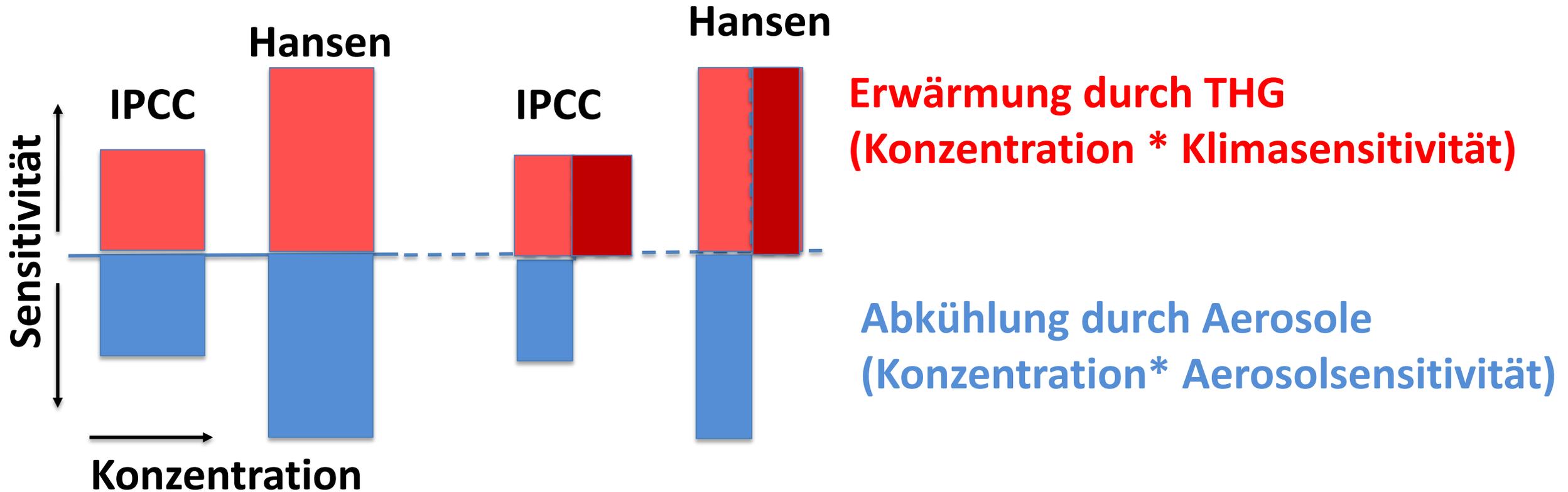
Fig. 1. Global temperature relative to 1880-1920 based on the GISS analysis.^{1,2}

Unterschätzen die Klimamodelle die Situation?

1. Dominante menschengemachte Klimafaktoren:
 - Treibhausgaskonzentrationen
 - Aerosolkonzentrationen (direkte Wirkung und über hellere Wolken)
2. Treibhausgaskonzentrationen gemessen, gut bekannt
3. Aerosolkonzentrationen wenig Messungen, nicht gut bekannt
4. Übereinstimmung Modelle-Messung bei
 - geringer Klimasensitivität und kleinem Aerosol forcing **oder**
 - hoher Sensitivität und starkem Aerosol forcing
5. IPCC geht von ersterem aus, Hansen von zweitem (Paläoklima-Sensitivität)

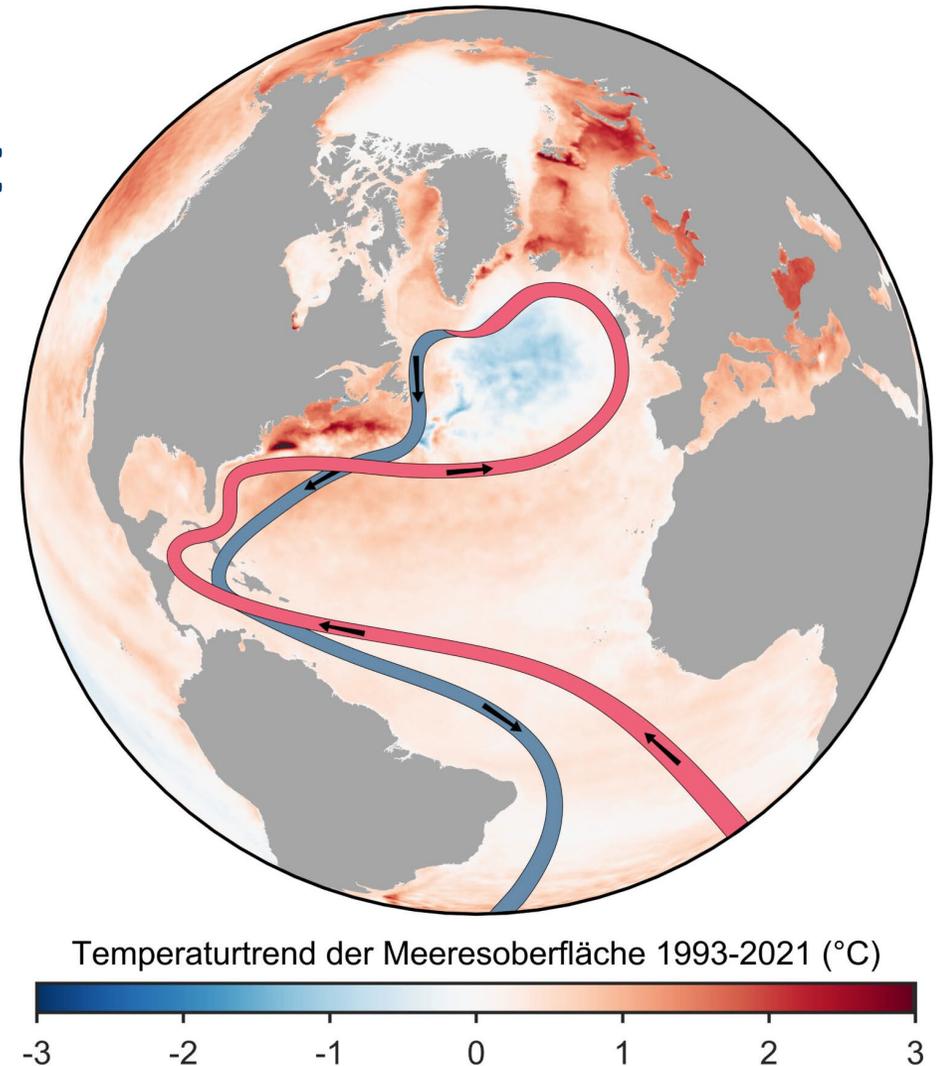
(Hansen 2023)

Vergleich Wärmeinput (schematisch)



Konsequenzen wenn Hansen recht

1. Auswirkungen der Treibhausgase größer als bisher angenommen
2. Luftreinhaltungsmaßnahmen wirken sich stärker verstärkend auf KW aus → sauberere Schifffahrt → stärkerer Erwärmung → könnte starke Erwärmung der letzten Jahre erklären.
3. Könnte zu rasche Abkühlung in Nordatlantik erklären (in Modellen erst Ende des Jahrhunderts)
4. 1,5°C wahrscheinlich unabhängig von politischem Willen nicht mehr einhaltbar

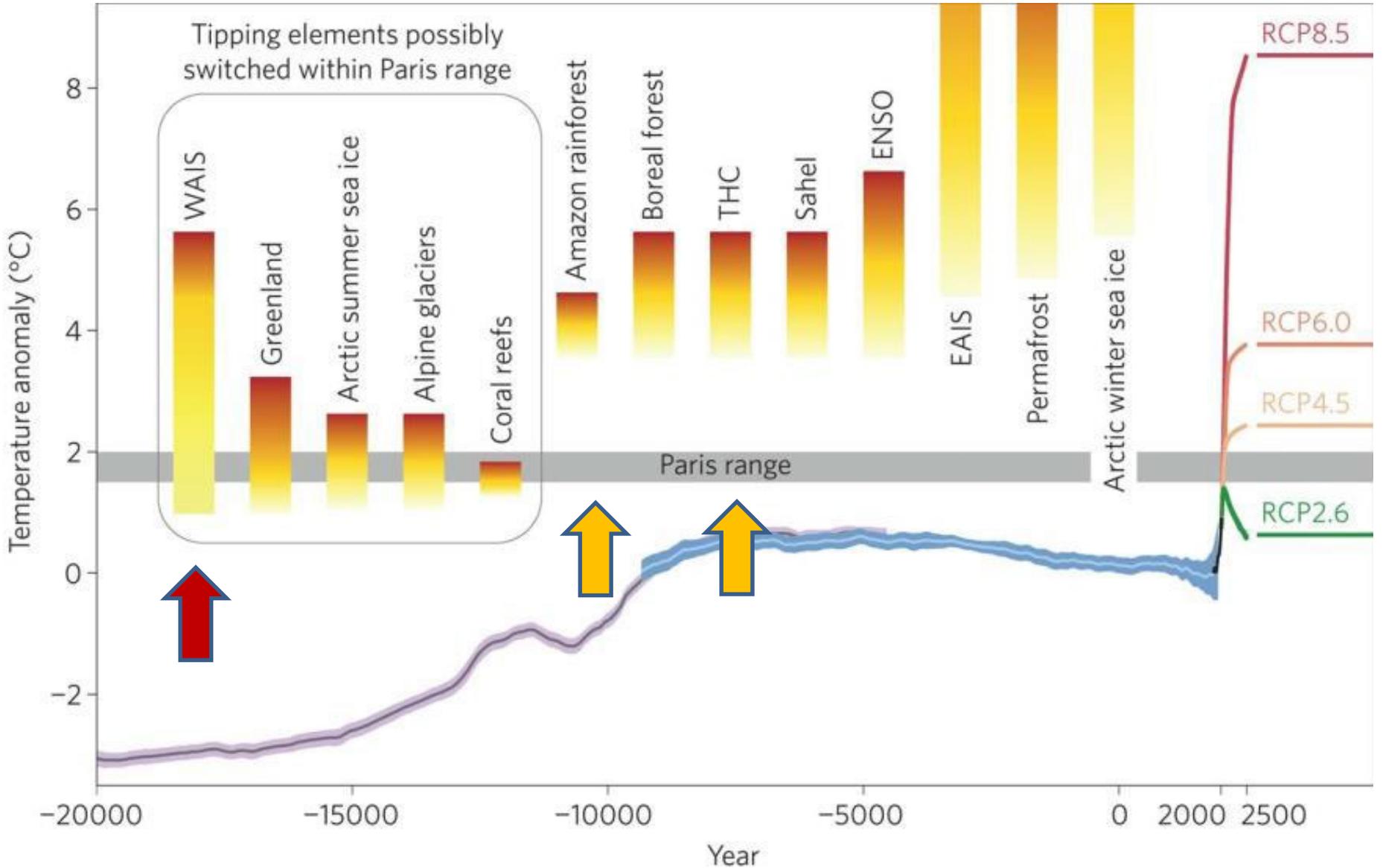


<https://scilogs.spektrum.de/klimalounge/was-ist-los-mit-der-atlantikzirkulation/>

Wissensstand AMOC

1. Die Atlantikzirkulation kann durch Schmelzwassereintrag in den Nordatlantik kippen; sie nähert sich dem Kipp-Punkt (van Westen, Kliphuis et al. 2024)
2. Kipp-Punkt zwischen 2025 und 2095 mit 95% Wahrscheinlichkeit. (Ditlevsen and Ditlevsen 2023)
3. Konsequenzen für Wien: -1°C im Sommer, -5 bis -7°C im Winter (van Westen, Kliphuis et al. 2024)
4. Abkühlung in Europa, Meeresspiegelanstieg an der Ostküste der USA, Verschiebung des Monsungürtels, Kippen des Amazonas Regenwaldes
5. Soziale, wirtschaftliche und politische Katastrophen → Krieg

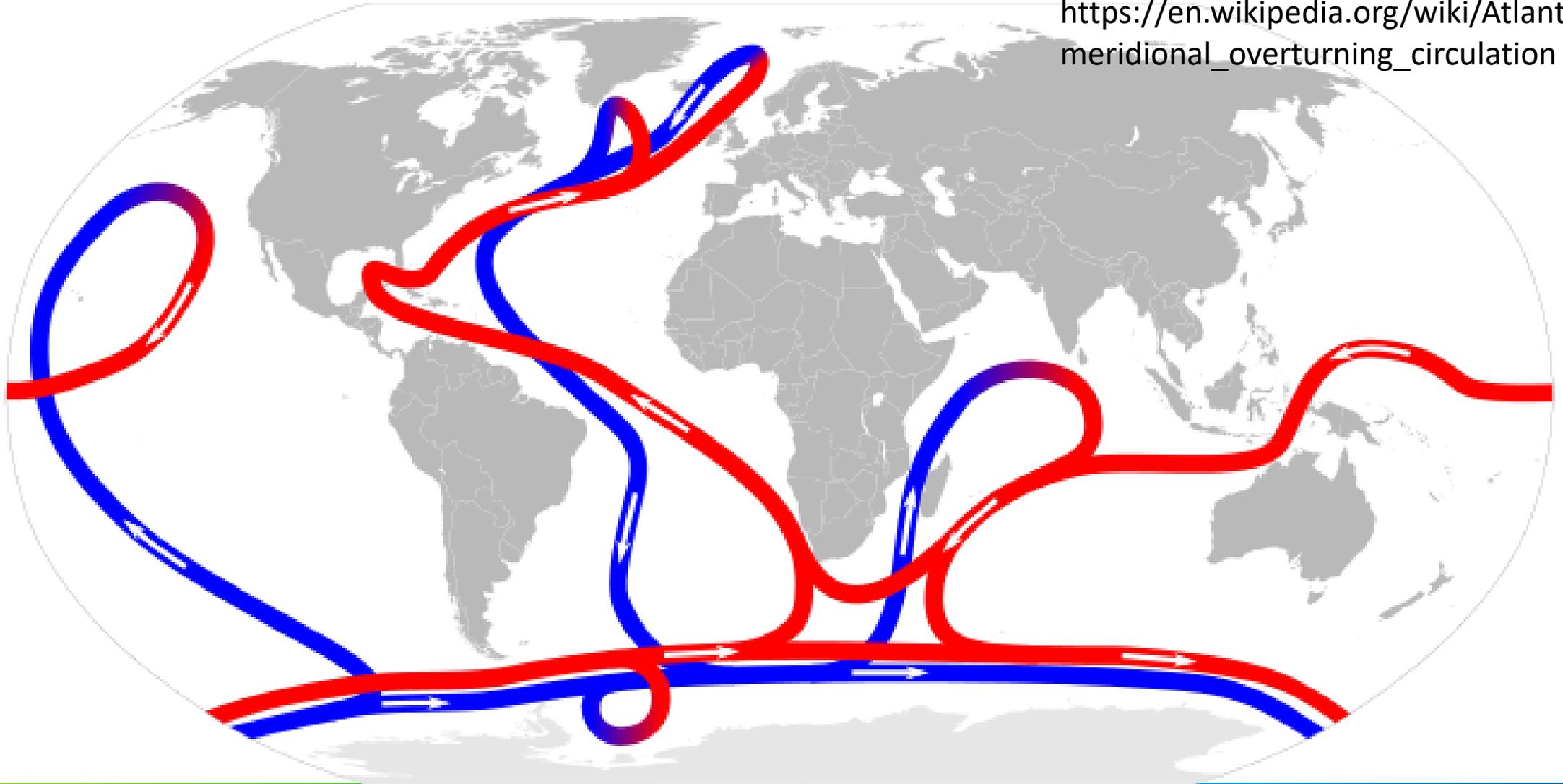
Kipp- Punkte des Klima- systems



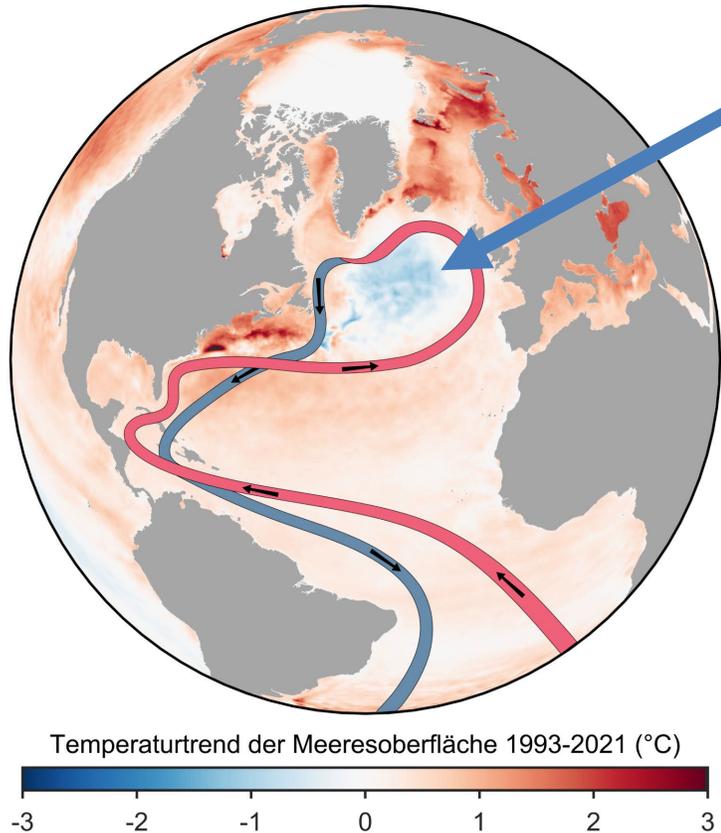
Schellnhuber et al.
(2016)

Atlantische meridionale Umwälzzirkulation (AMOC)

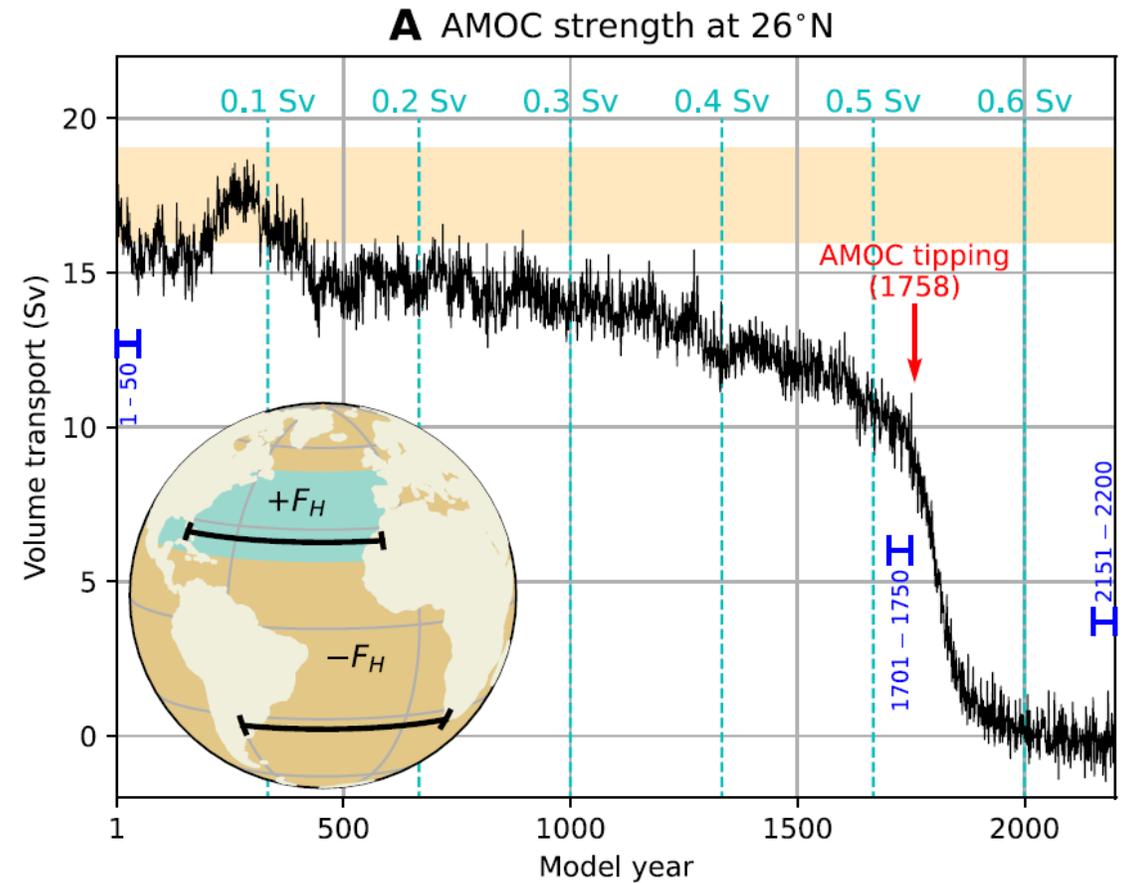
https://en.wikipedia.org/wiki/Atlantic_meridional_overturning_circulation



Annäherung an den Kipp-Punkt



Kältepool tritt in Modellen erst Ende des Jahrhunderts auf, in der Realität schon jetzt



Systematische Zufuhr von arktischem Schmelzwasser führt zum Kippen der Zirkulation

(van Westen, Kliphuis et al. 2024)

Folgen des Zusammenbruchs

(van Westen, Kliphuis et al. 2024)

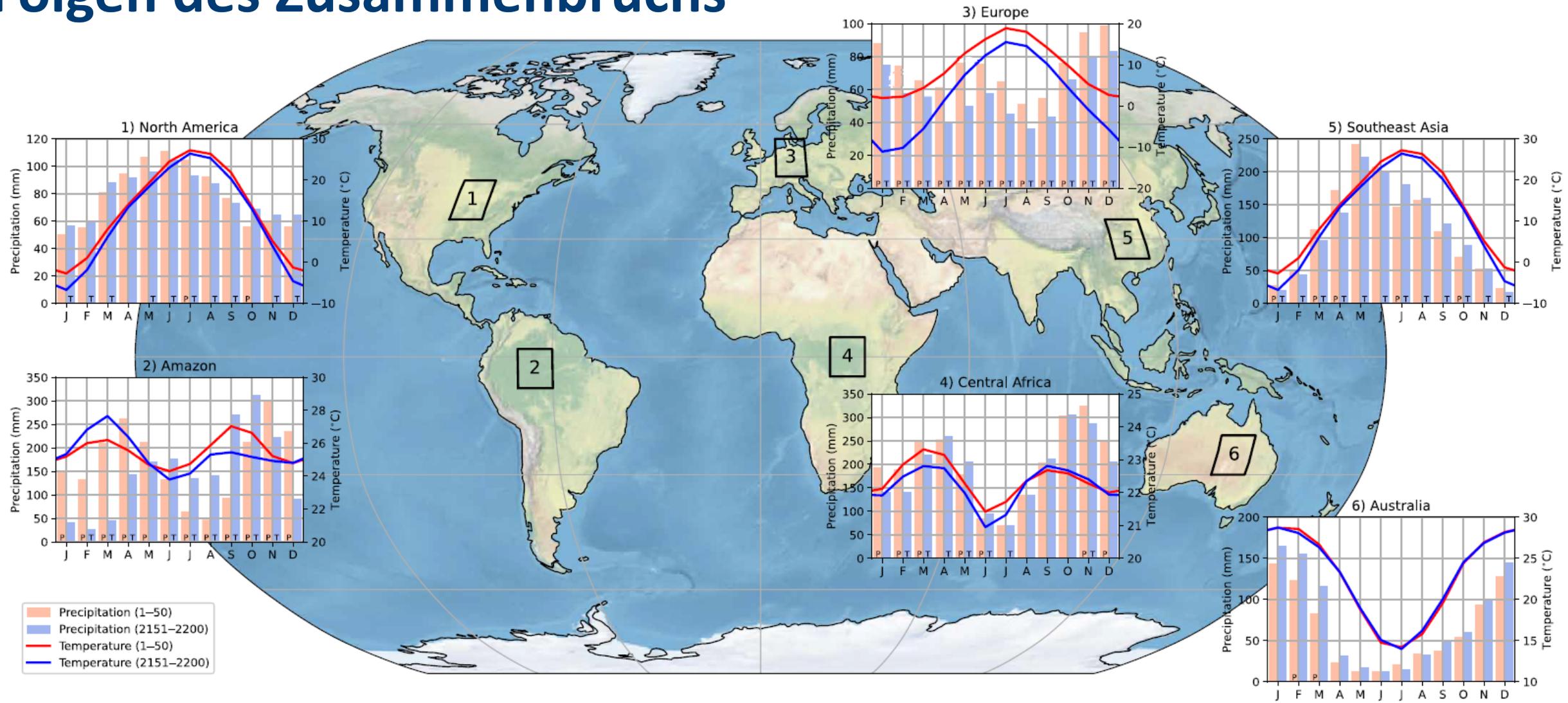


Fig. 2. Climograph for different regions. The climograph for six different regions (spatial average over the $10^\circ \times 10^\circ$ boxes), where the bars indicate the monthly precipitation and the curves indicate the monthly temperatures. The climograph is determined over model years 1 to 50 (red bars and curves) and model years 2151 to 2200 (blue bars and curves). Note the different vertical ranges for each climograph. The letters P and T in the bars indicate significant ($P < 0.05$, two-sided Welch's t test) monthly differences for precipitation and temperature, respectively.

Folgen des Zusammenbruchs (Angaben in Modelljahren)

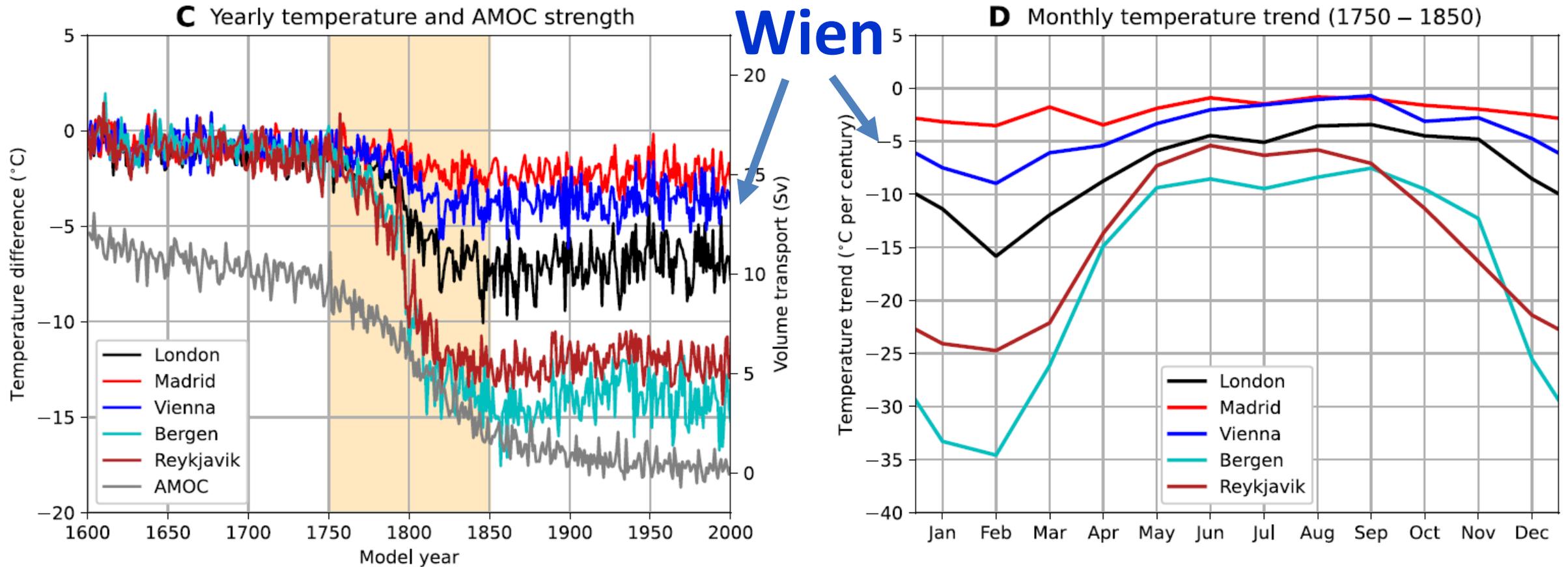


Fig. 3. Surface temperature response during AMOC collapse. (A) Yearly averaged 2-m surface temperature trend (model years 1750 to 1850). The markers indicate nonsignificant trends [$P > 0.05$, two-sided t test (23)]. (B) Similar to (A) but now for the February 2-m surface temperature trend. The red dots indicate five different cities used in (C) and (D). Note the different color bar ranges between (A) and (B). (C) Temperature difference (with respect to model year 1600) for five different cities, including the AMOC strength. The trends are determined over model years 1750 to 1850 (yellow shading) during which the AMOC strength strongly decreases. (D) Monthly temperature trends for the five different cities.

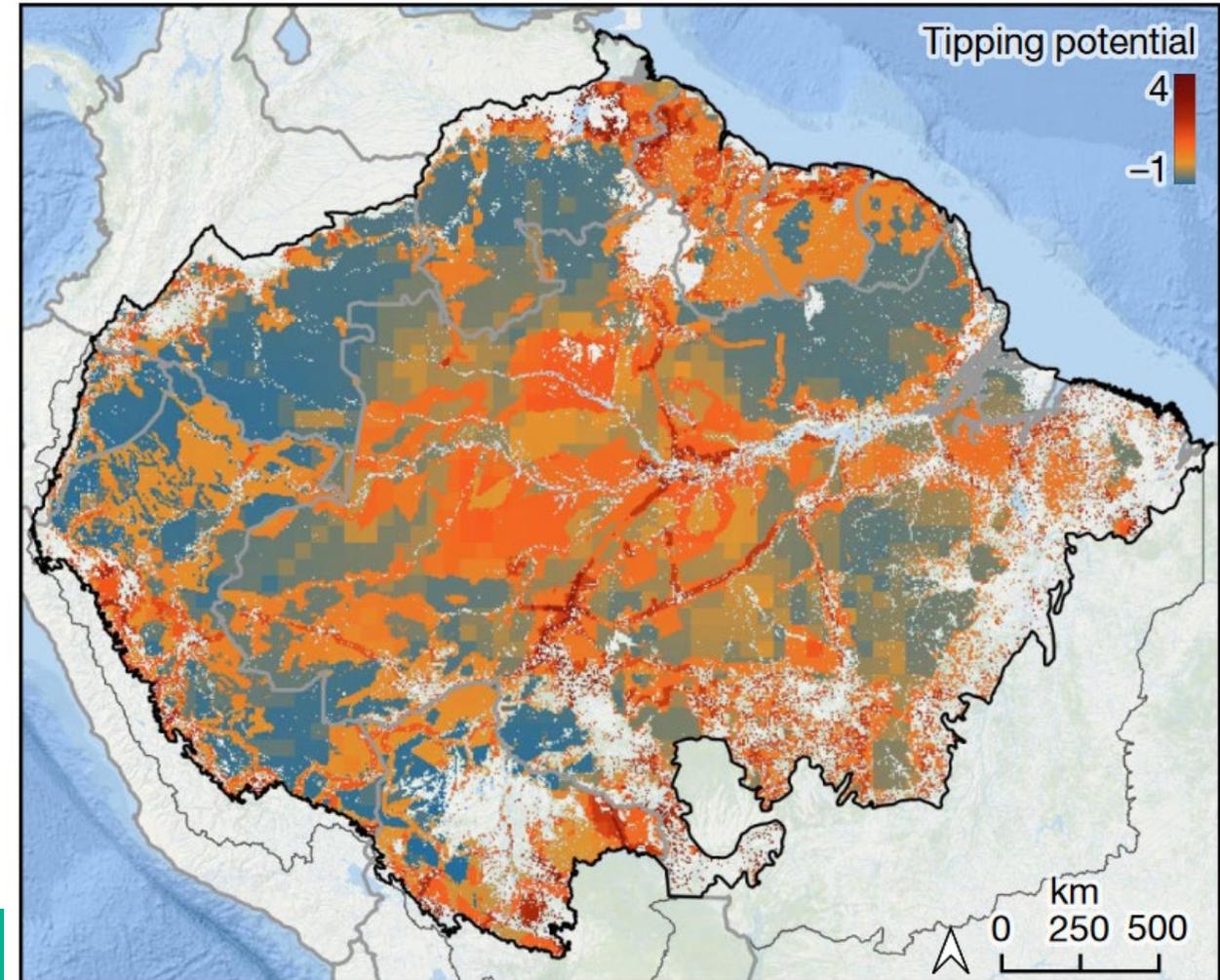
(van Westen, Kliphuis et al. 2024)

Regionales Kippen des Amazonasregenwaldes? bis 2050 etwa 10-47% der Fläche gefährdet

Einflussfaktoren

1. Globale Erwärmung
2. Jahresniederschlag
3. Saisonalität des Niederschlages
4. Länge der Trockenperioden
5. Akkumulierte Entwaldung
(Straßenbau, Brandrodung)

(Flores, Montoya et al. 2024)



CCCA Vorschlag

1. Ernst zu nehmende wissenschaftliche Arbeiten deuten darauf hin, dass die bisherigen Klimaszenarien die Geschwindigkeit der Entwicklung unterschätzt haben könnten.
2. Die Physik hinter den Modellen ist nicht in Frage gestellt, aber zwei Parameter könnten so unterschätzt worden sein, dass sich die Fehler bisher aufgehoben haben. (Auswirkung der THG und der Aerosole auf die T-Änderung)
3. Der Verdacht geht auf Beobachtungen zurück, Klarheit könnten die nächsten 12 bis 24 Monate bringen
4. Es liegt im Wesen der Naturwissenschaft, dass neue Beobachtungen zur Überprüfung bisheriger Prämissen/Ergebnisse führen. Es wäre schlimm, wenn Korrekturen nicht möglich wären.

CCCA Vorschlag

5. Die aktuelle wissenschaftliche Diskussion ändert nichts an der Aussage, dass Minderungsmaßnahmen zur Stabilisierung des Klimas dringlich sind, im Gegenteil - sie verstärkt sie. (siehe Statement Rahmstorf auf letzter Folie)
6. Dass es Nicht-Linearitäten im Klimasystem gibt (d.h. dass große Änderungen sehr plötzlich einsetzen können), ist bekannt, auch dass wir uns derartigen Kipp-Punkten nähern.
7. Kipp-Punkte wechselwirken miteinander; sobald die ersten eintreten, können weitere ausgelöst werden und dann ist die Grenze der Anpassungsmöglichkeiten bald erreicht.
8. Der Zusammenbruch der grünen Lunge der Erde – des Amazonas – bedeutet z.B., dass das Klima weltweit aus dem Ruder läuft.
9. Die Bedeutung einer berechneten Abkühlung in Wien/Österreich ist dann vergleichsweise irrelevant (und nicht wirklich vorhersehbar), weil die gesellschaftlichen Verwerfungen als Folge der klimatischen viel gravierender sein werden, als Temperaturänderungen.

CCCA Vorschlag

5. Diese Prozesse könnten in den nächsten Jahrzehnten schlagend werden und damit alle jetzt Lebenden betreffen.
6. Die Erkenntnisse legen aber auch nahe, sich parallel mit einem Plan B zu befassen: Was ist, wenn das Klima nicht mehr stabilisiert werden kann? Was bedeutet das für die Daseinsvorsorge und für Sicherheitsfragen?

Rahmstorf: „Die Frage ist nicht, ob wir sicher sind, dass dies passieren wird. Es geht darum, dass wir dies mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,9 % ausschließen müssen. Sobald wir ein eindeutiges Warnsignal haben, wird es angesichts der Trägheit des Systems zu spät sein, etwas dagegen zu unternehmen.“