



# Klimawandel und Gesundheit

Professor Dr. Jochem Marotzke

Direktor, Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M)

Vorstandsvorsitzender, Deutsches Klima-Konsortium (DKK)

Mitglied, Nationale Akademie der Naturwissenschaften Leopoldina sowie Deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech

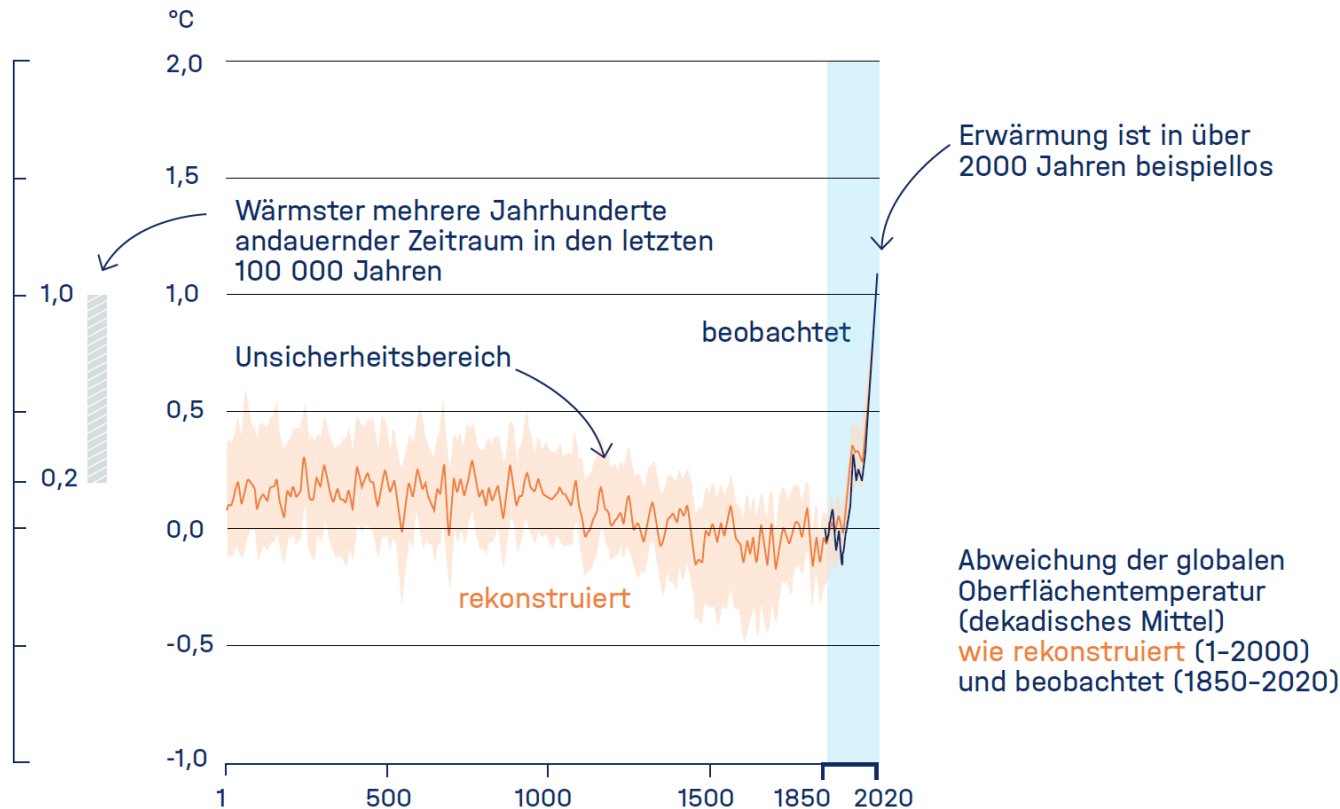
Quellen: Bericht des „Weltklimarats“ **ipcc** von 2021–2023

z.T. wie aufbereitet im Faktenpapier des DKK, [https://www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user\\_upload/pdfs/Publikationen\\_DKK/2022\\_basisfakten-klimawandel-web.pdf](https://www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Publikationen_DKK/2022_basisfakten-klimawandel-web.pdf)

**Hitzebedingte Sterblichkeit ist ein zentrales Risiko des fortschreitenden Klimawandels in Europa.**

Paraphrasiert von IPCC Arbeitsgruppe II, AR6, Kapitel 13, Seite 1819

# Die globale Erwärmung verläuft mit einer Geschwindigkeit, die in mindestens den letzten 2000 Jahren beispiellos ist



Abweichungen von der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur (1850 bis 1900), rekonstruiert aus paläoklimatischen Archiven (durchgezogene orange Linie, Jahre 1-2000) und aus direkten Beobachtungen (durchgezogene dunkelblaue Linie, 1850-2020).

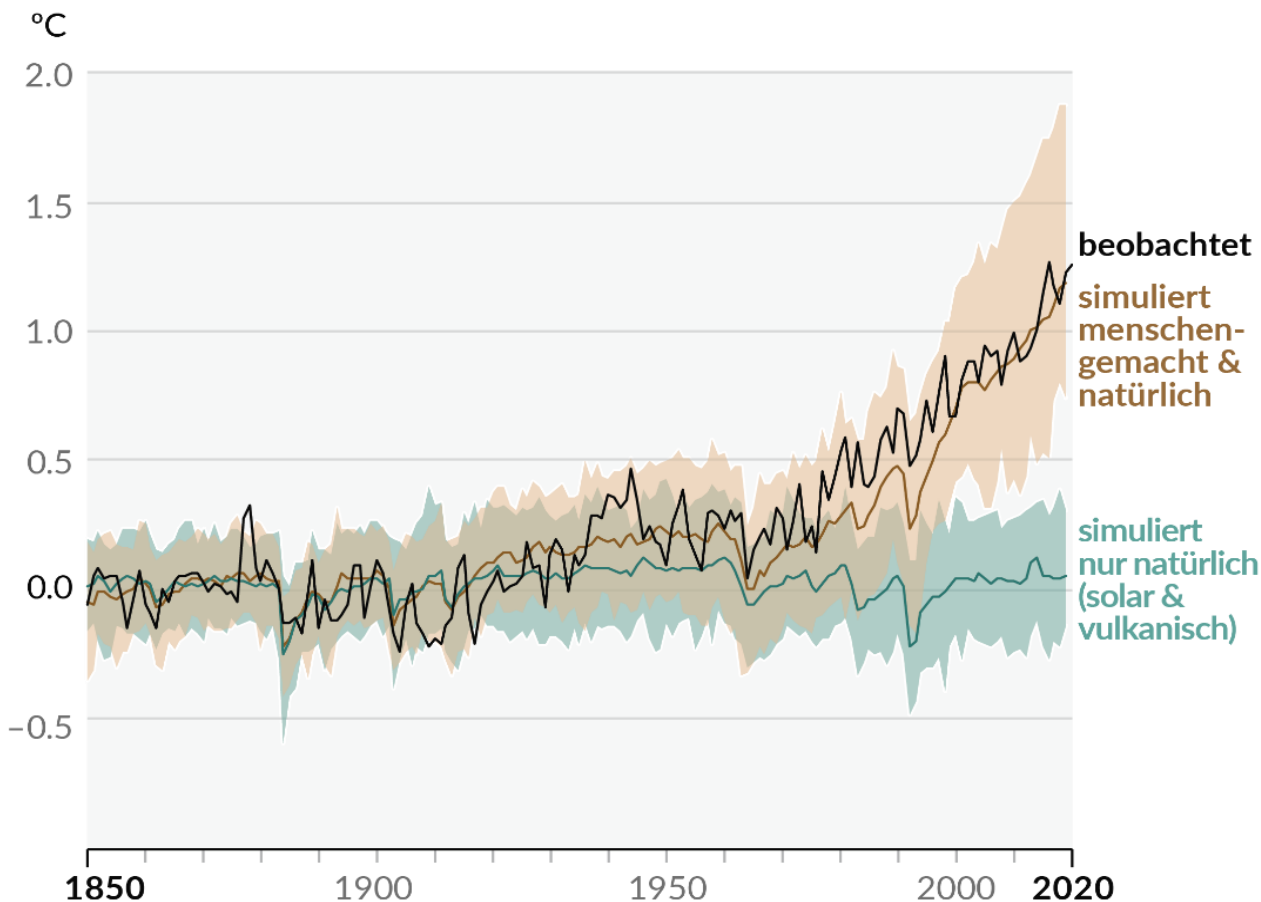
Quelle: IPCC, AR6, SPM.1 (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers>)

Zur Einordnung: Zum Höhepunkt der letzten Eiszeit lag die globale Oberflächentemperatur etwa 6 °C niedriger als heute.

IPCC Arbeitsgruppe I, AR6, Kapitel 2, Seite 515

# „Es ist eindeutig, dass der Einfluss des Menschen die Atmosphäre, den Ozean und die Landflächen erwärmt hat.“ (IPCC Arbeitsgruppe I, AR6, SPM A1, 2021)

Änderung in globaler Oberflächentemperatur (Jahresmittel), **beobachtet** und simuliert mit **menschengemachten & natürlichen** und **nur natürlichen** Faktoren

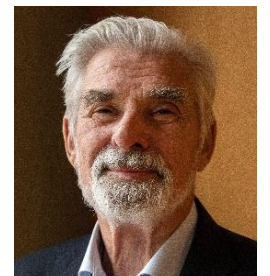


Menschlicher Einfluss als Ursache der beobachteten Erwärmung unterliegt keinem wissenschaftlichen Zweifel mehr

Gesamtaussage ergibt sich durch Synthese der einzelnen Zuschreibungen („Attribution“)

Hier illustriert durch Simulation mit bzw. ohne menschlichen Einfluss.

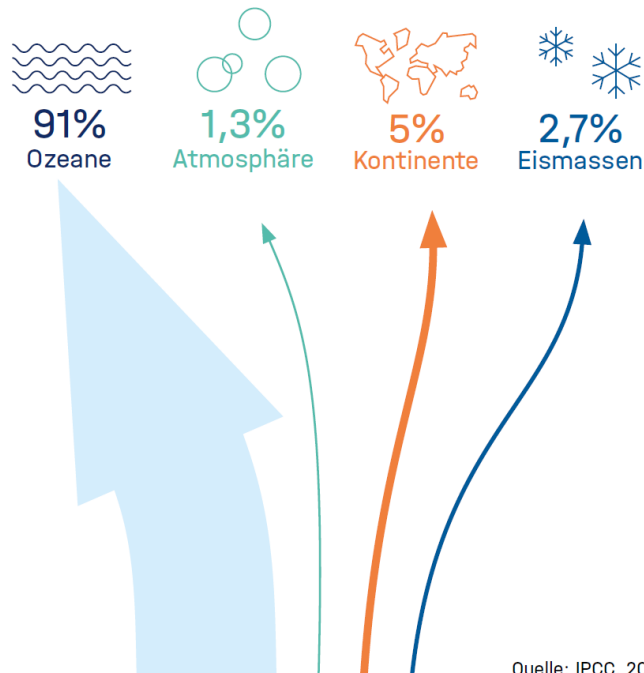
Methodische Grundlage: Klaus Hasselmann (1979), dafür Nobelpreis in Physik, 2021



# Physikalische Illustration: Beobachteter Energiehaushalt der Erde

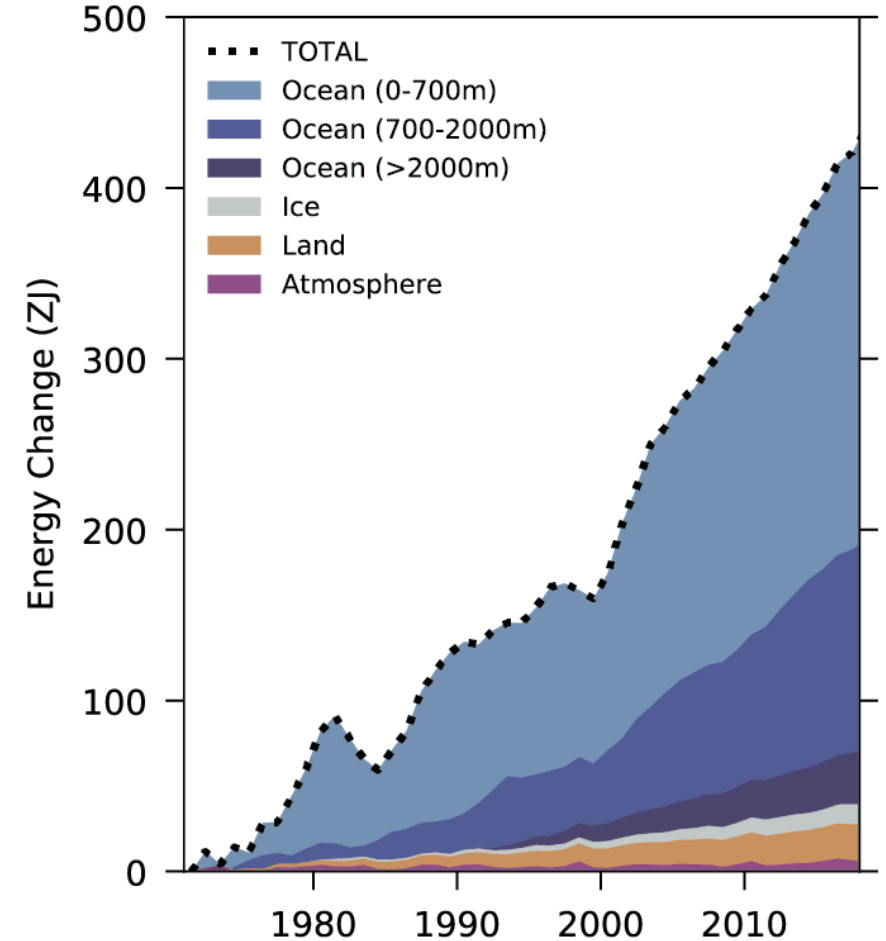
- Der menschengemachte Treibhauseffekt bewirkt, dass weniger Energie in den Weltraum abgestrahlt wird.
- Diese Energie verbleibt also auf der Erde, **und wir finden sie** – vor allem im Ozean, der sich erwärmt. Um den Ozean zu erwärmen, ist eine gewaltige Energiemenge vonnöten. Die kann nur durch den Treibhauseffekt kommen.

Wohin fließt die globale Erwärmung?



Quelle: IPCC, 2021-2022, AR6, 7.2.2.2

(d) Energy Inventory Components







ipcc Box 7.2, Abbildung 1d, IPCC WGI AR6, 2021

# Regionale Zunahme von Hitzeextremen: Klarer Beitrag des Menschen

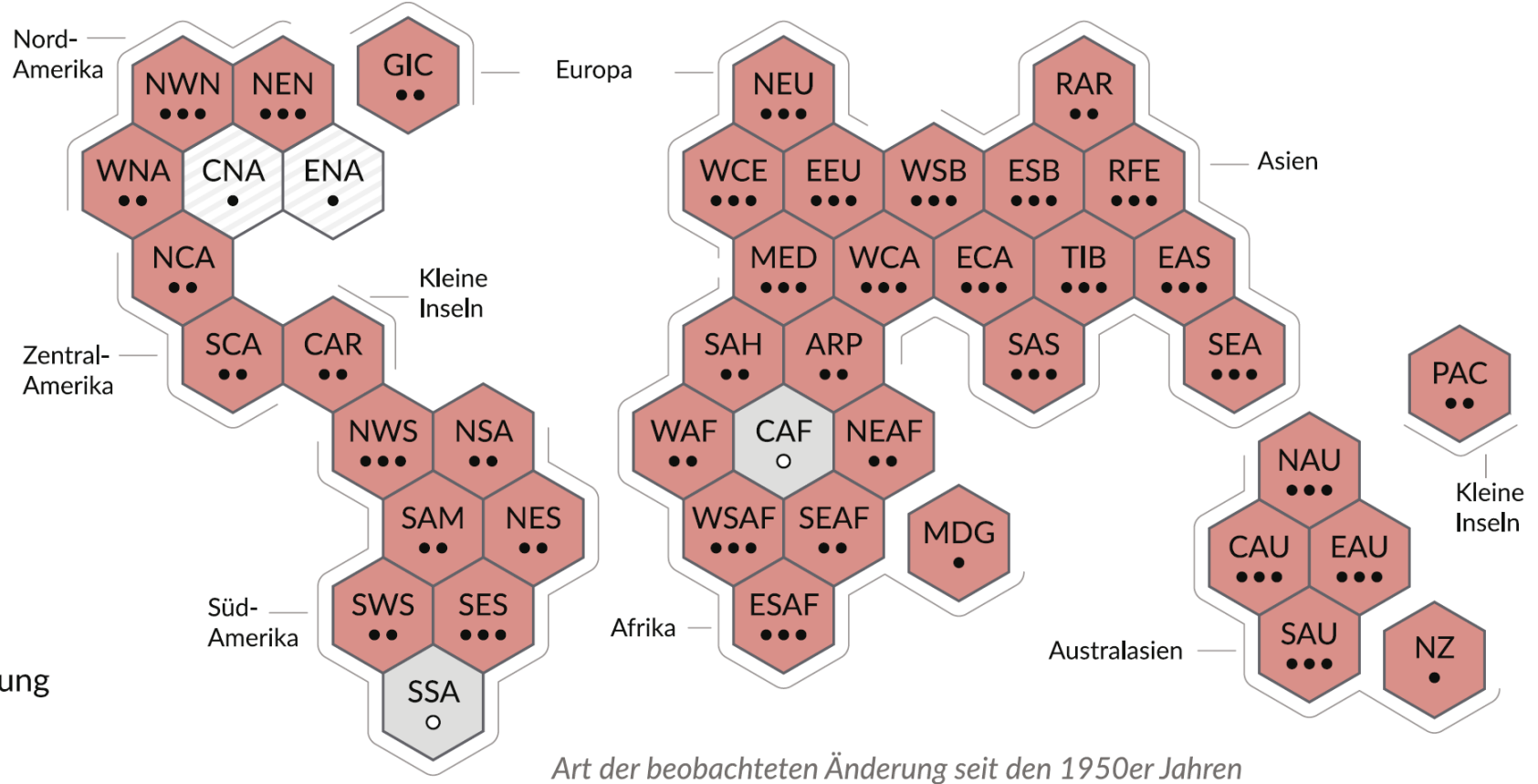
(a) Synthese der Bewertung der beobachteten Änderung bei **Hitzeextremen** und Vertrauen in den Beitrag des Menschen zu den beobachteten Änderungen in den Weltregionen

## Art der beobachteten Änderung bei Hitzeextremen

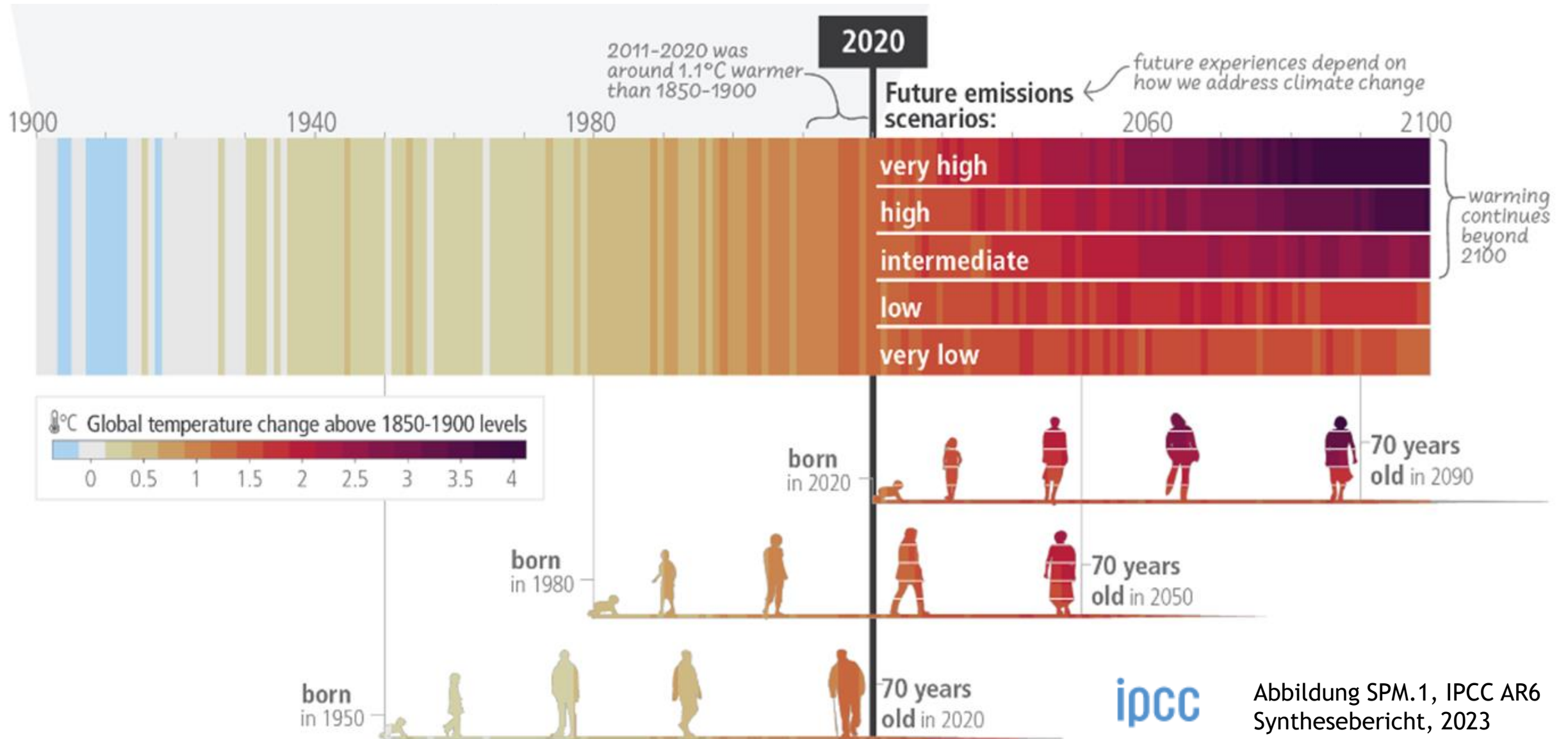
-  Zunahme (41)
-  Abnahme (0)
-  Geringe Übereinstimmung hinsichtlich Art der Änderung (2)
-  Begrenzte Daten und/oder Literatur (2)

## Vertrauen in den Beitrag des Menschen zur beobachteten Änderung

- Hoch
- Mittel
- Gering aufgrund begrenzter Übereinstimmung
- Gering aufgrund begrenzter Belege



# Künftige Erwärmung hängt von heutigen und künftigen Entscheidungen ab



**Um die CO<sub>2</sub>-induzierte Oberflächenerwärmung zu stoppen, müssen die CO<sub>2</sub>-Nettoemissionen auf null sinken.**

Paraphrasiert von IPCC Arbeitsgruppe I, AR6, Zusammenfassung, D.1.8

1,5 °C-Ziel: CO<sub>2</sub> netto-null in 2050ern,

2 °C-Ziel: CO<sub>2</sub> netto-null in 2070ern



# Hamburg Climate Futures Outlook

## The plausibility of limiting global warming to 1.5 °C

Social Drivers and Physical Processes

### Netto-null in CO<sub>2</sub> bis 2050?

- Hamburg Climate Futures Outlook ([Engels, Marotzke et al., 2023](#)) des Exzellenzclusters Klima, Klimawandel und Gesellschaft (CLICCS):
- Zehn soziale „Treiber“ – fördern oder behindern sie tiefe Dekarbonisierung bis 2050?
  - Z.B. Internationale Abkommen; soziale Bewegungen und Klimaproteste; Klimaklagen; De-Investition aus fossilen Energieträgern; Erzeugung von Wissen; Medien
- Sieben Treiber befördern Dekarbonisierung, sind aber nicht stark genug, um bis 2050 tiefe Dekarbonisierung zu erreichen.
- Zwei Treiber behindern Dekarbonisierung (Reaktion von Firmen, Konsumverhalten)
- **Netto-null bis 2050 kann nach heutigem Stand nicht realistisch erwartet werden.**

**Nach heutiger Lage erscheint das 1.5 °C-Ziel wenig realistisch.**

# Auch ein nur partielles Erreichen der Ziele würde viele Klimarisiken mindern

## Aber:

- „Exceeding 1.5 °C global warming could trigger multiple climate tipping points” (McKay et al., *Science*, 2022).
- „Die Grafiken, die uns Herr Marotzke gezeigt hat, sind ja alle linear. Er hat also in seiner Darstellung die ganzen Kipppunkte nicht berücksichtigt.“ (Alarmstufe Rot Gerry Woop, 28.10.2021)
- „Wir haben noch zwei bis drei Jahre, in denen wir den fossilen Pfad der Vernichtung noch verlassen können.“ (<https://letztegeneration.de/>).

## Gut zu wissen:

- Das Risiko durch Kipppunkte wird oft maßlos übertrieben.
- „Ich kann nur bewundern, wie die Kollegen dort die Fachliteratur nach den alarmierendsten Geschichten durchforsten. Ich finde es schade, dass diese dann unkritisch präsentiert werden.“ (Bjorn Stevens, *DIE ZEIT*, 19.10.2022)

# Synthese des Wissens über Kipppunkte im IPCC AR6 WGI Kapitel 4, Tabelle 4.10 (Lee, Marotzke et al., 2021)

- Generell: Existenz von Kipppunkten kann nicht ausgeschlossen werden, aber bei etlichen von ihnen ist unser Verständnis höchst mangelhaft. „Kippen“ steht nicht unmittelbar bevor.
- Dieser lückenhafte Wissensstand wird im IPCC-Bericht klar benannt, insbesondere werden widersprüchliche Forschungsergebnisse gegenübergestellt.
- Woanders wird manchmal nur die eine Seite der Debatte aufgeführt:
  - Stevens-Zitat zur unkritischen Präsentation.
  - McCay et al. (2022) sagt zur Atlantikzirkulation („Golfstrom“) nur: „Modelle sind zu stabil.“ Kein weiteres Wort, in krassem Gegensatz zu IPCC-Kapitel 9 (Fox-Baylor et al., 2021): „...geringe Übereinstimmung in simulierten quantitativen Trends“ - beide Richtungen!
- Die häufig diskutierten Kipppunkte haben nur einen geringen Einfluss auf die globale Temperatur (siehe Hamburg Climate Futures Outlook; Engels, Marotzke et al., 2023)
- Mein persönliches Resümee: Kipppunkte wissenschaftlich faszinierend und potentiell regional verheerend, nehmen aber im öffentlichen Diskurs zu breiten Raum ein und lenken von wichtigen effektiven Maßnahmen ab (z.B. Schutz vor Starkniederschlag; Schutz vor Hitzewellen)

## Furcht vor Auftauen des Permafrosts übertrieben

- Permafrost enthält viel CO<sub>2</sub> und Methan, beides Treibhausgase.
- Die würden bei Auftauen in die Atmosphäre entweichen → stärkerer Treibhauseffekt → mehr Erwärmung durch verstärkende Rückkopplung.
- **Aber keine galoppierende Klimainstabilität!**
- Es gibt eine fundamental stabilisierende Rückkopplung im Klima: Wärmere Erde → mehr Abstrahlung in den Weltraum → Kühlender Effekt
  - Topf mit Wasser, Herd auf Stufe 1: Kocht nicht!
- Der stabilisierende Effekt ist ungefähr  $35 \times$  so stark wie die Verstärkung durch Permafrost-Auftauen

# Auch ein nur partielles Erreichen der Ziele würde viele Klimarisiken mindern

- Klimarisiken steigen mit dem Grad der Erwärmung, aber es gibt keinen abrupten Übergang vom sicheren Klima zum gefährlichen Wandel.
- „Eigenes Überleben jenseits von 30 Jahren unmöglich“ - diese Überzeugung, die mir gegenüber von jungen Menschen geäußert wurde, ist völlig unbegründet.
  - Katastrophennarrativ ist kontraproduktiv - es lähmt.
- Klimaschutz ist dringlich, aber es gibt kein „jetzt ist es zu spät“ - jegliches Vermeiden weiterer Erwärmung ist hilfreich, auch auf einem hohen Niveau.
- BVerfG (24.3. 2021, Ziffer 198): „Klimaschutz genießt keinen unbedingten Vorrang gegenüber anderen Belangen, sondern ist im Konfliktfall in einen Ausgleich mit anderen Verfassungsrechtsgütern und Verfassungsprinzipien zu bringen...Dabei nimmt das relative Gewicht des Klimaschutzgebots in der Abwägung bei fortschreitendem Klimawandel weiter zu.“

Ich danke für Ihre Aufmerksamkeit