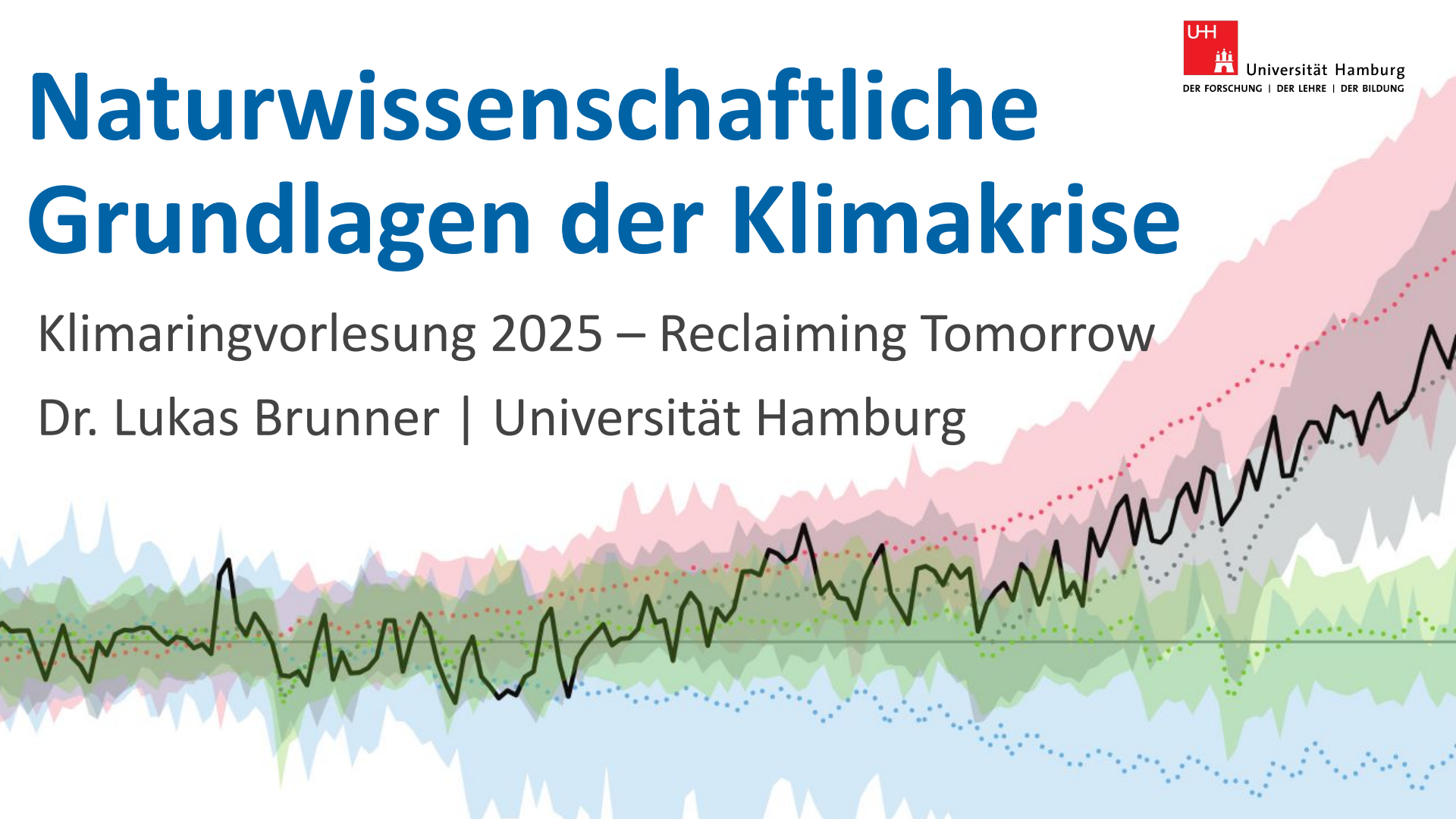


# Naturwissenschaftliche Grundlagen der Klimakrise

Klimaringvorlesung 2025 – Reclaiming Tomorrow

Dr. Lukas Brunner | Universität Hamburg



## Über mich

- 2009-14: Studium der Physik an der Karl-Franzens Universität Graz
- 2014-18: Doktorat zum Thema Hochdrucksysteme und Temperaturextreme am Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Graz
- 2018-22: PostDoc in der Gruppe für Klimaphysik an der ETH Zürich
- 2022-2024: Wissenschaftler in der Gruppe für Dynamik und Modellierung des Klimasystems an der Universität Wien
- seit 2024: Wissenschaftler in der Gruppe für Klimaextreme an der Universität Hamburg | [lukasbrunner.github.io](https://lukasbrunner.github.io)



# Überblick



1 | Das natürliche Klimasystem der Erde

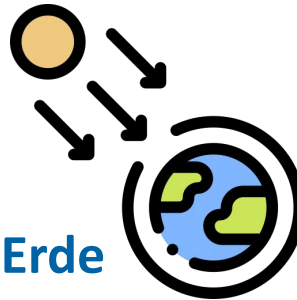


2 | Der menschliche Einfluss auf das Klima



3 | Verminderung von Klimawandel (und Anpassung)

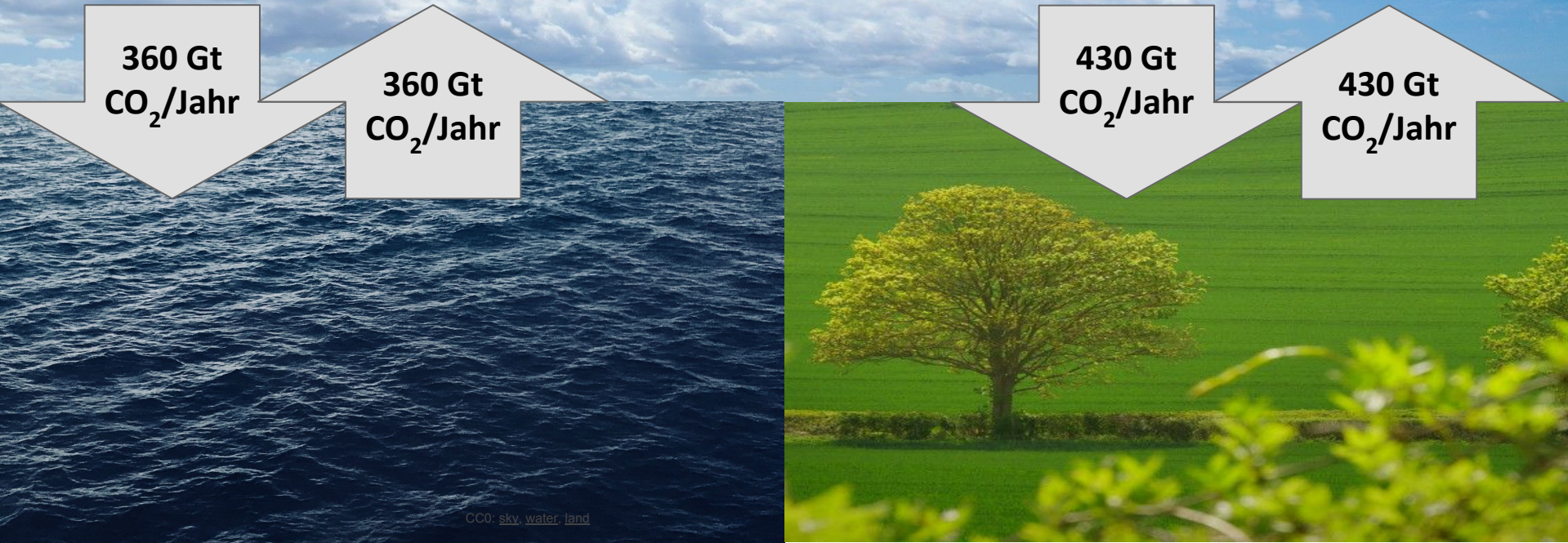
# 1 | Das natürliche Klimasystem der Erde



# Das Klimasystem

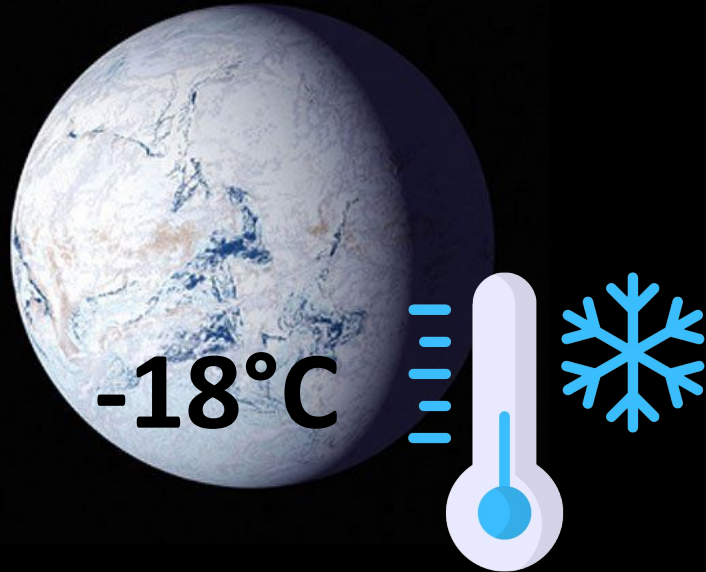


# Der natürliche CO<sub>2</sub> Kreislauf

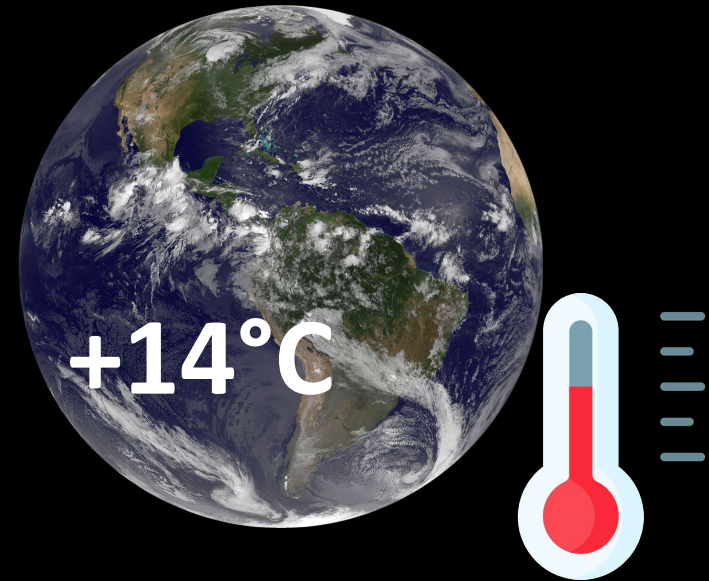


# Temperatur der Erde und (natürlicher) Treibhauseffekt

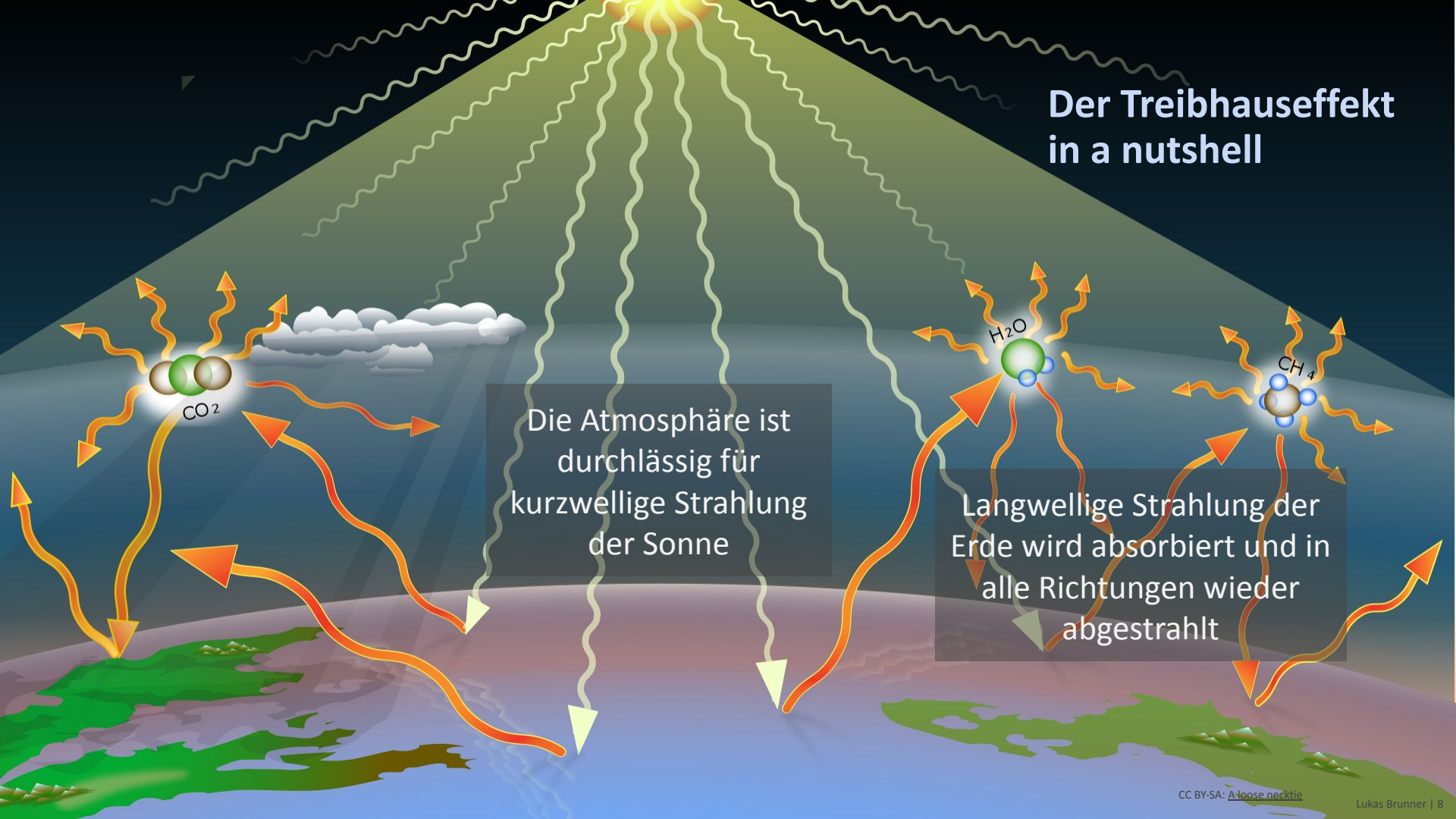
Ohne Treibhausgase



Mit Treibhausgasen



# Der Treibhauseffekt in a nutshell



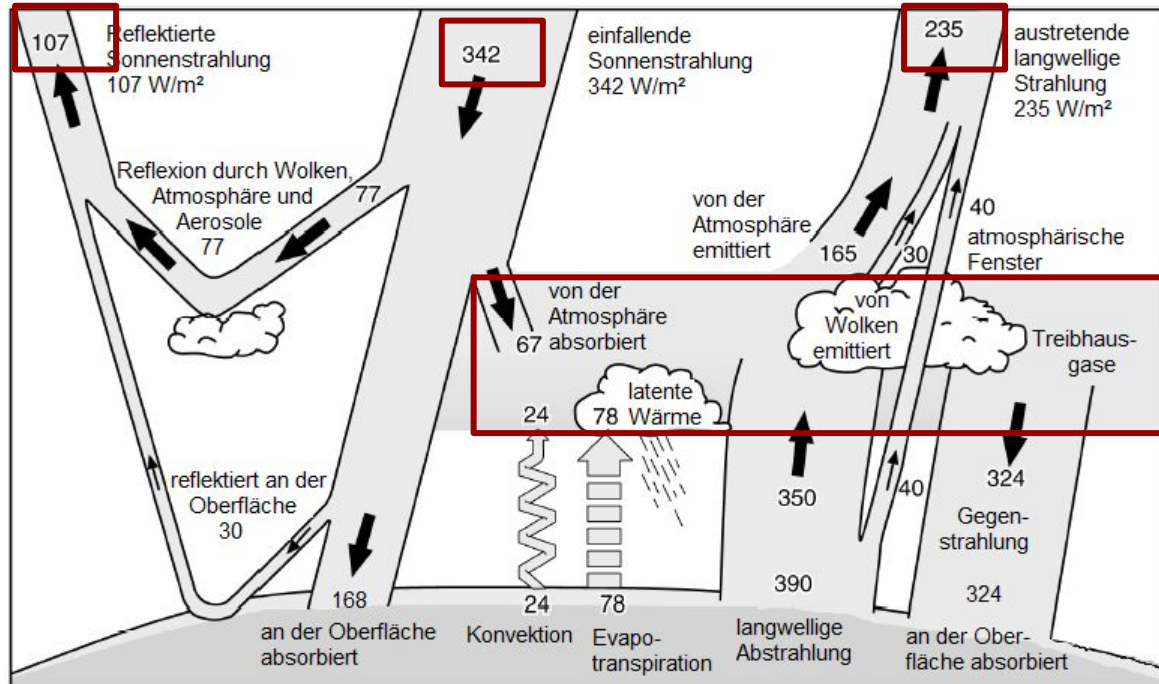
Die Atmosphäre ist durchlässig für kurzwellige Strahlung der Sonne

Langwellige Strahlung der Erde wird absorbiert und in alle Richtungen wieder abgestrahlt



# Ohne Störung ist die Energie von Ein- und Ausstrahlung im Klimasystem im Gleichgewicht

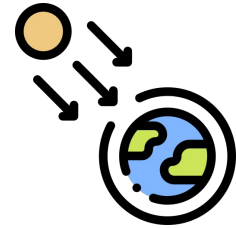
Einfallend ( $342 \text{ W/m}^2$ ) = Reflektiert ( $107 \text{ W/m}^2$ ) + Austretend ( $235 \text{ W/m}^2$ )



(c) ZAMG

## Take Home Messages

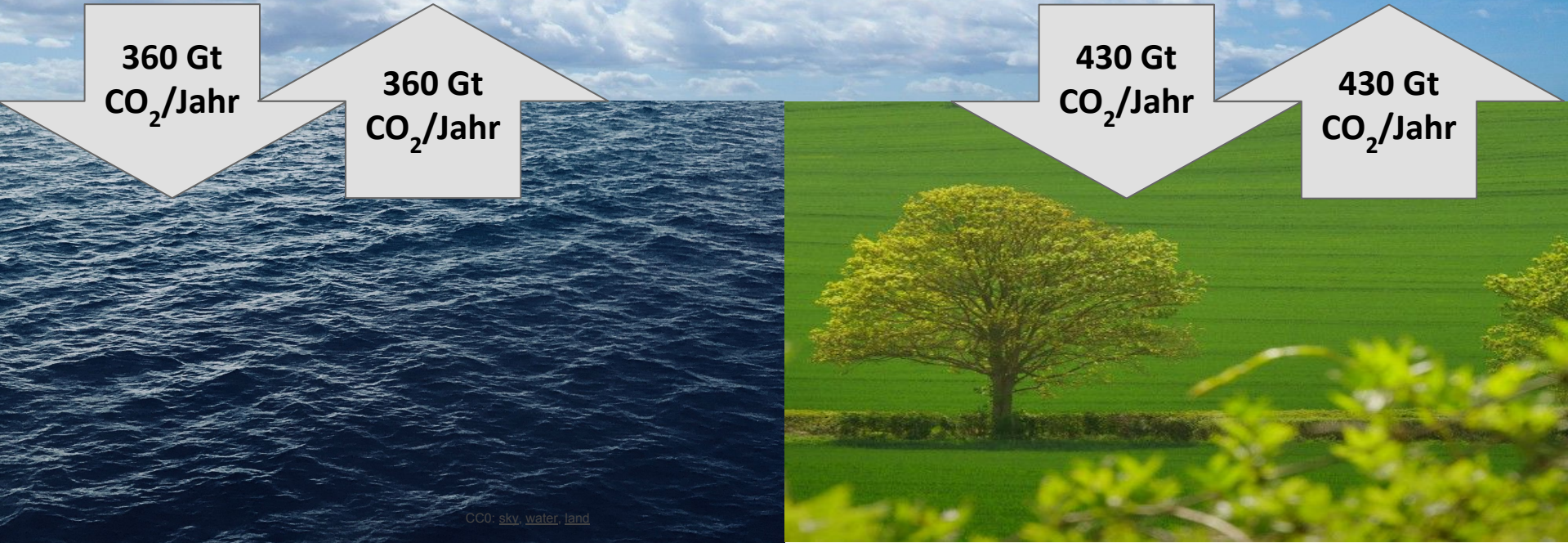
- **Treibhausgase** in der Atmosphäre sind **durchlässig für kurzwelliges Sonnenlicht** aber **absorbieren und re-emittieren die langwellige Wärmestrahlung der Erde** (natürlicher Treibhauseffekt)
- Das **Klimasystem** versucht langfristig ein **Gleichgewicht** zu erreichen (z.B. zwischen Einstrahlung und Ausstrahlung).



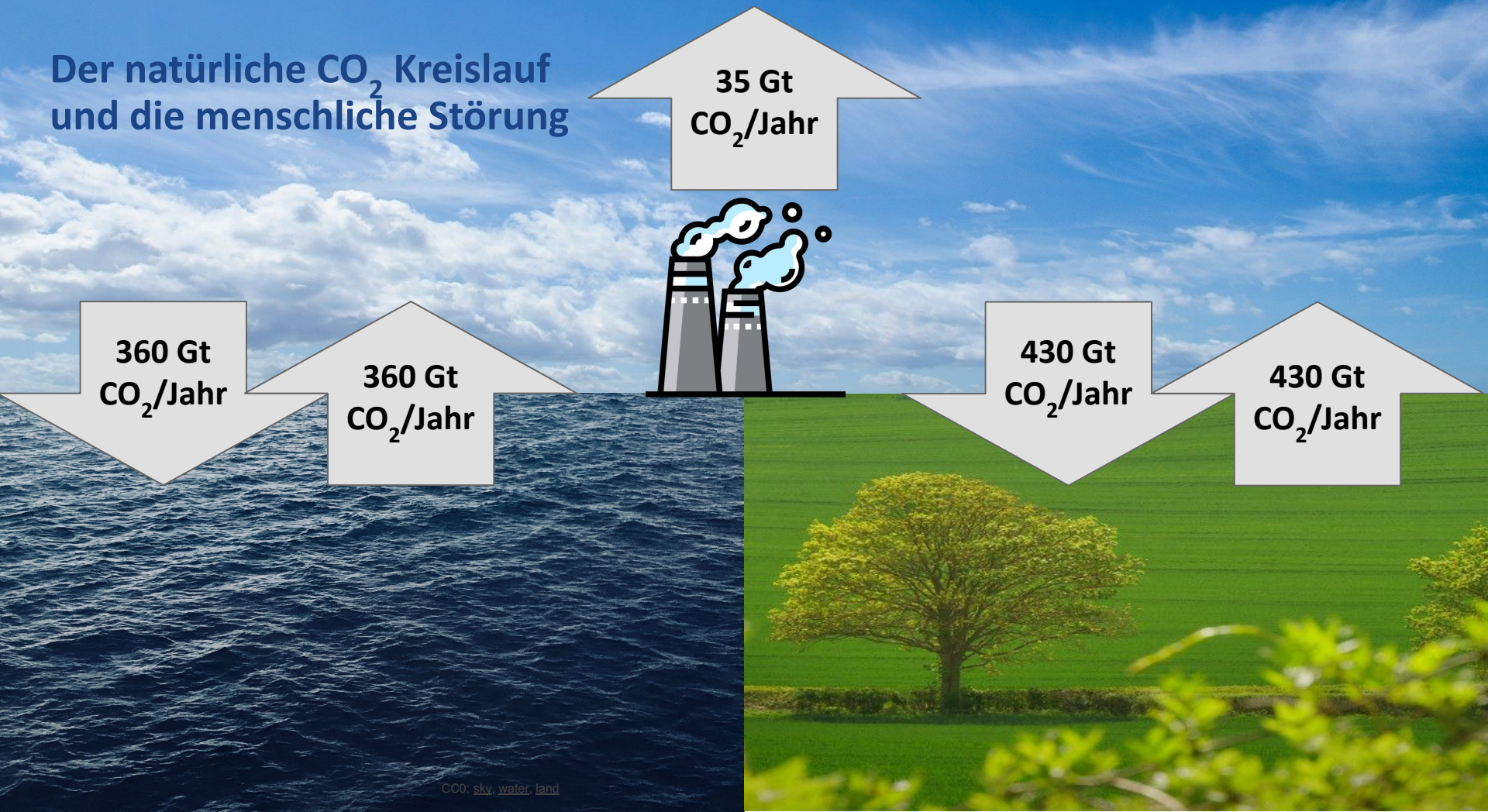
## 2 | Der menschliche Einfluss auf das Klima



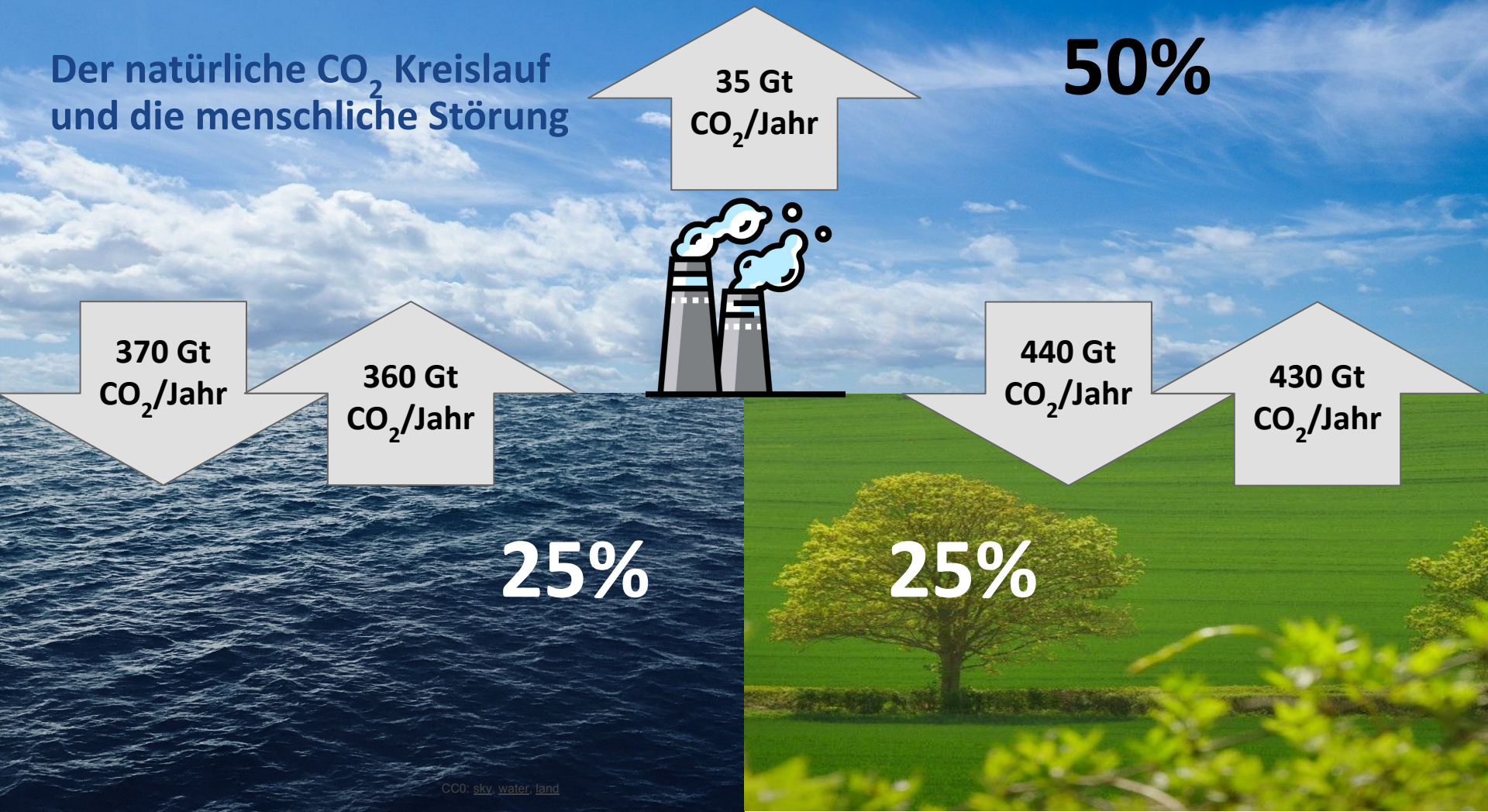
# Der natürliche CO<sub>2</sub> Kreislauf



# Der natürliche CO<sub>2</sub> Kreislauf und die menschliche Störung



# Der natürliche CO<sub>2</sub> Kreislauf und die menschliche Störung



50%

35 Gt  
CO<sub>2</sub>/Jahr

370 Gt  
CO<sub>2</sub>/Jahr

360 Gt  
CO<sub>2</sub>/Jahr

440 Gt  
CO<sub>2</sub>/Jahr

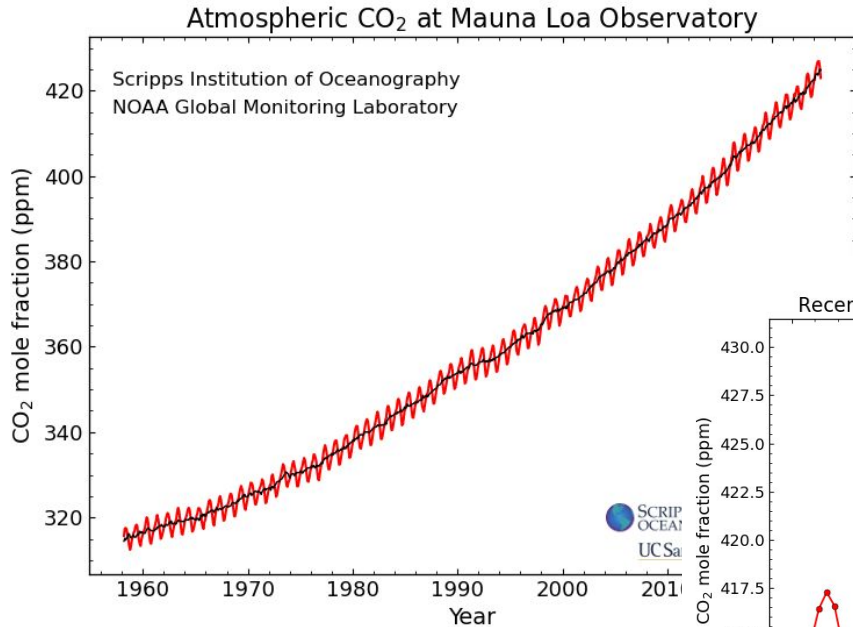
430 Gt  
CO<sub>2</sub>/Jahr

25%

25%

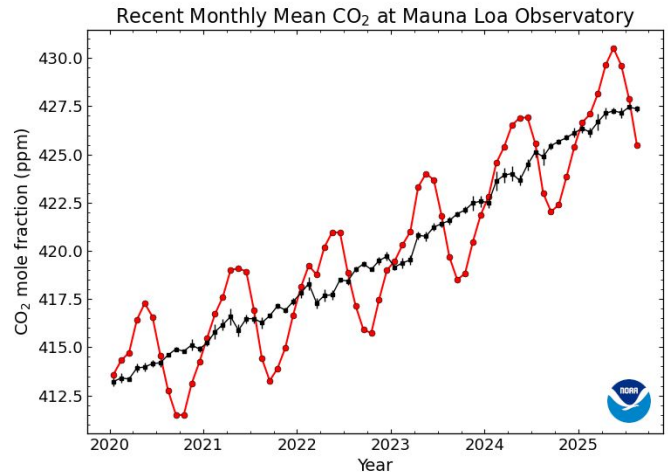
# Unsere CO<sub>2</sub> Emissionen führen zu einem Anstieg der CO<sub>2</sub> Konzentrationen in der Atmosphäre

Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> können **viele Jahrhunderte** in der Atmosphäre bleiben und sammeln sich daher an.



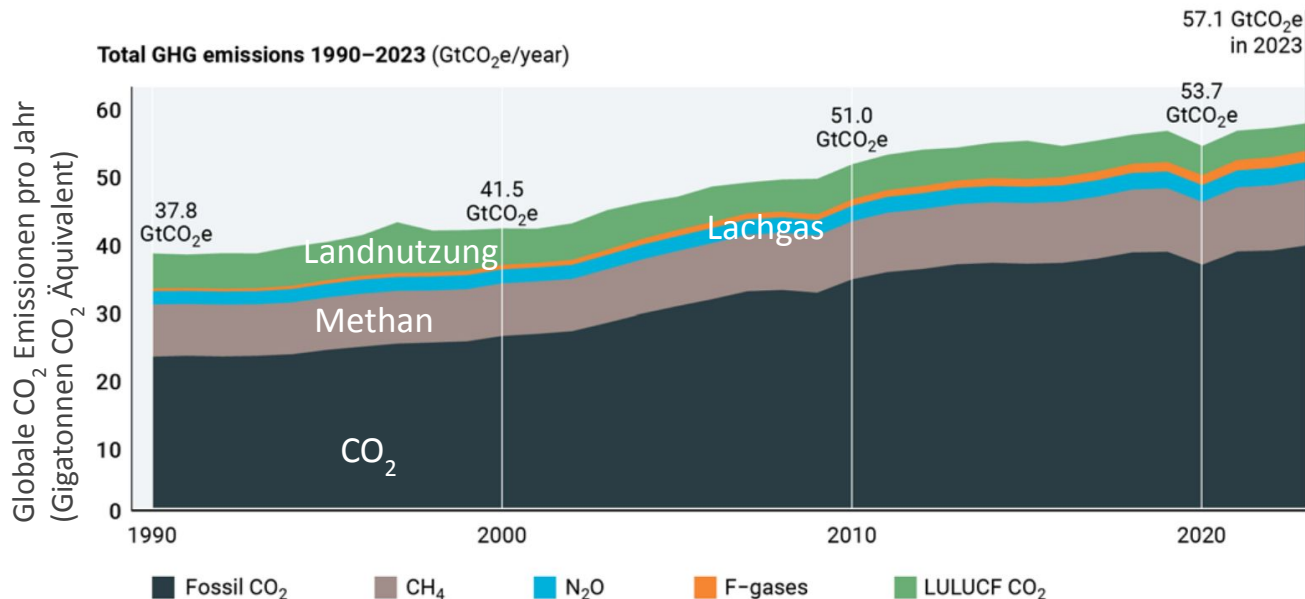
Quelle: NOAA

Sog. Keeling-Kurve



**ppm:** Teile pro Million Teile

## Anteil anderer Treibhausgase im Vergleich zu CO<sub>2</sub>



Quelle: [Emissions Gap Report 2024](#)

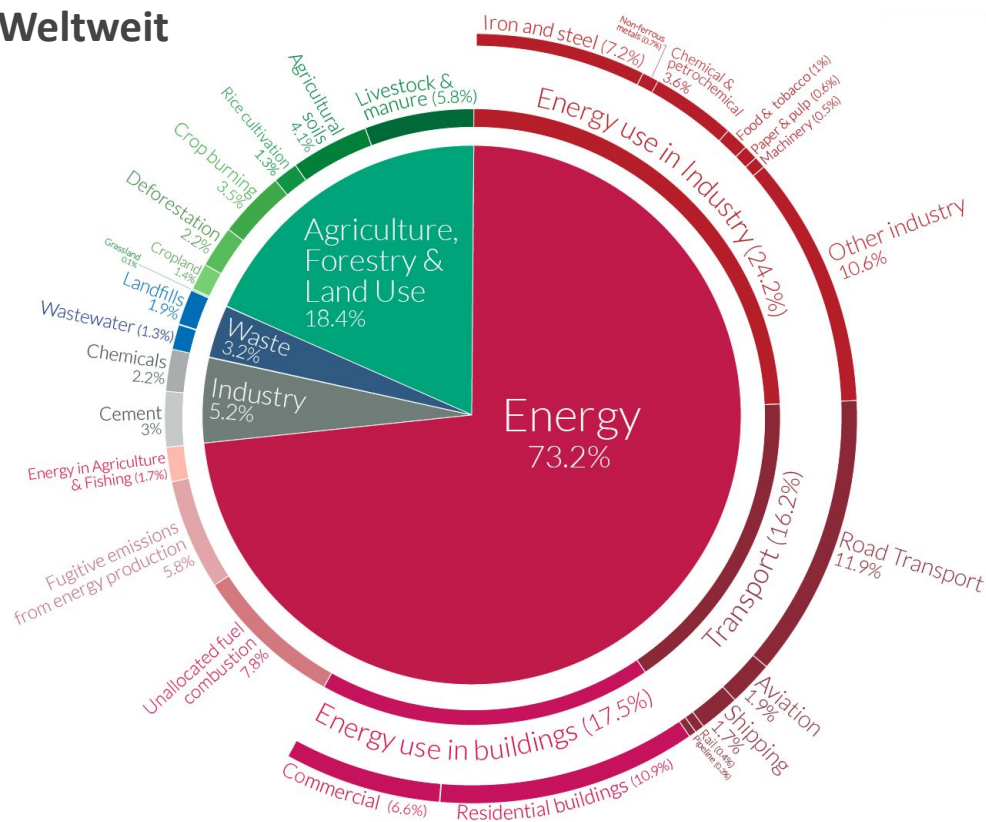
Ein **CO<sub>2</sub> Äquivalent** gibt die Wirkung eines Treibhausgases verglichen mit CO<sub>2</sub> an. Als Zeitraum für die Berechnung werden üblicherweise 100 Jahre verwendet.

Eine **Gigatonne** ist eine **Milliarde Tonnen** oder eine Billion ( $10^{12}$ ) Kilogramm



# Nebenbemerkung: Woher kommen die Emissionen?

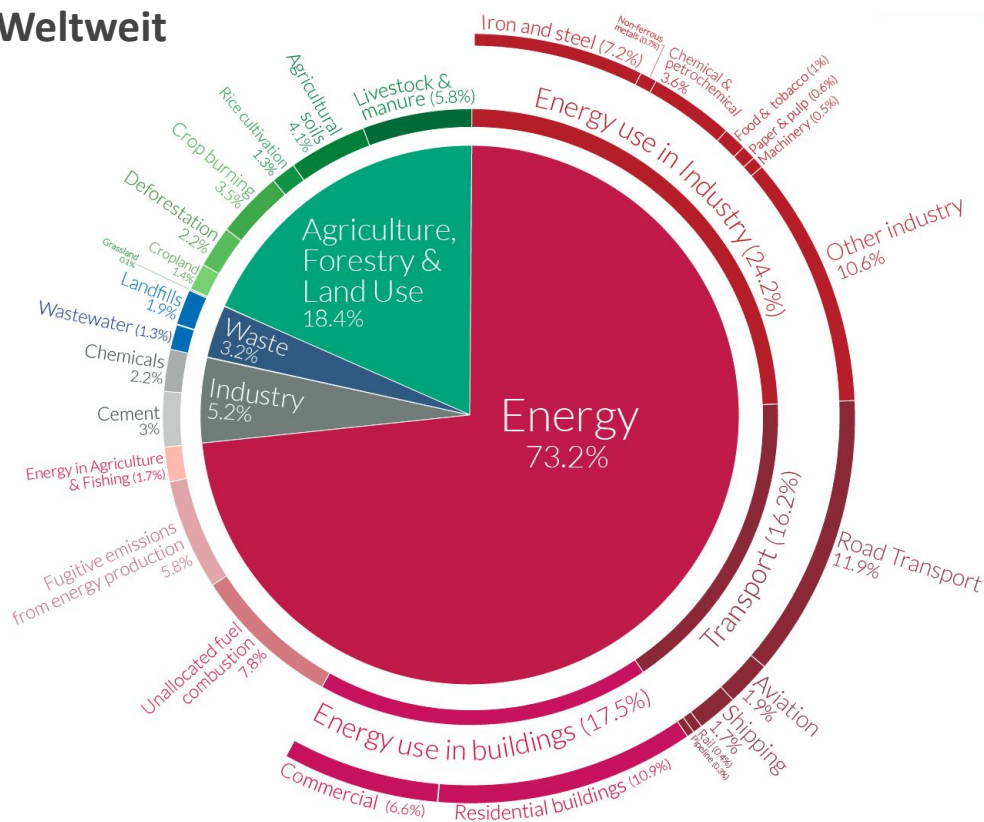
Weltweit



Quelle: [Our World in Data](#)

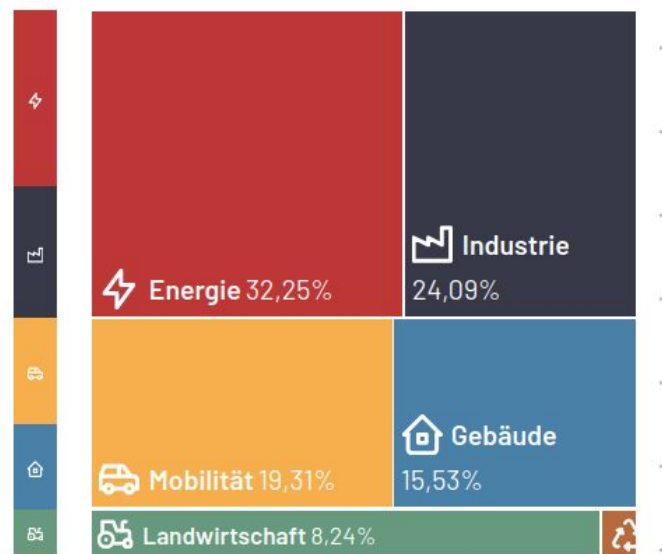
# Nebenbemerkung: Woher kommen die Emissionen?

## Weltweit



## Deutschland

○ Gesamtmissionen 2021 760,20 Mt CO<sub>2</sub>eq (100%)



Quelle: [Our World in Data](#), [Klimadashboard](#)

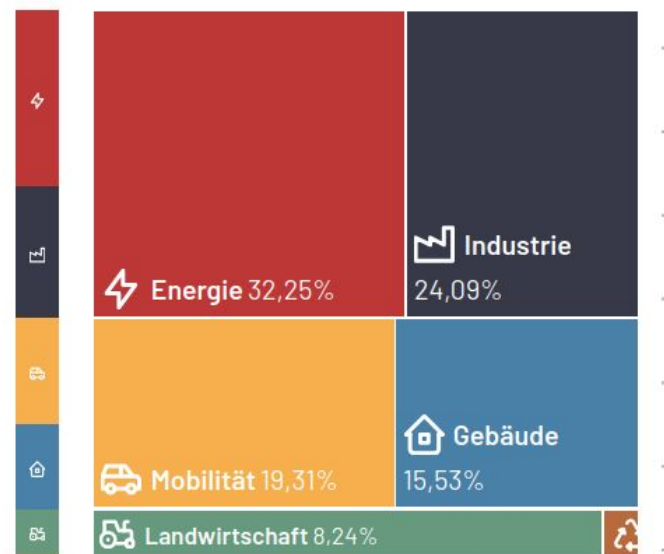
# Finding Information: Klimadashboard



[Klimadashboard](#)

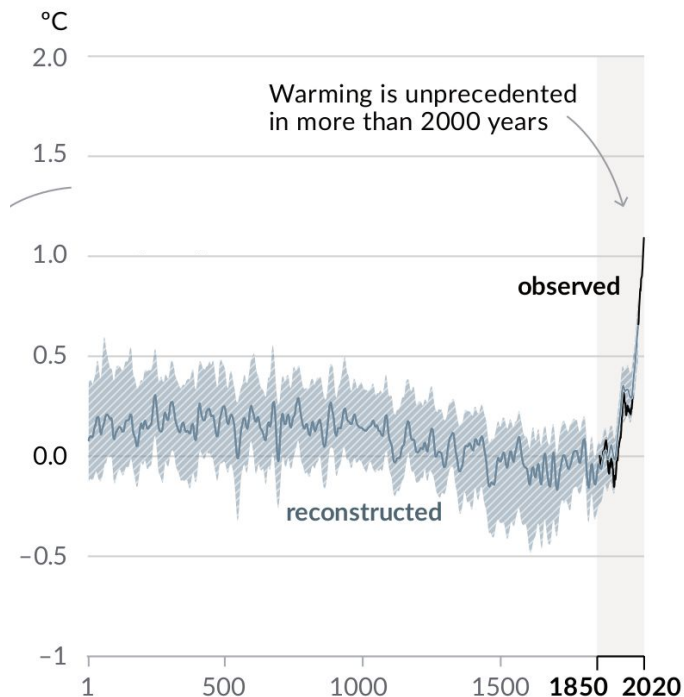
## Deutschland

○ Gesamtmissionen 2021 760,20 Mt CO<sub>2</sub>eq (100%)



Quelle: [Our World in Data](#), [Klimadashboard](#)

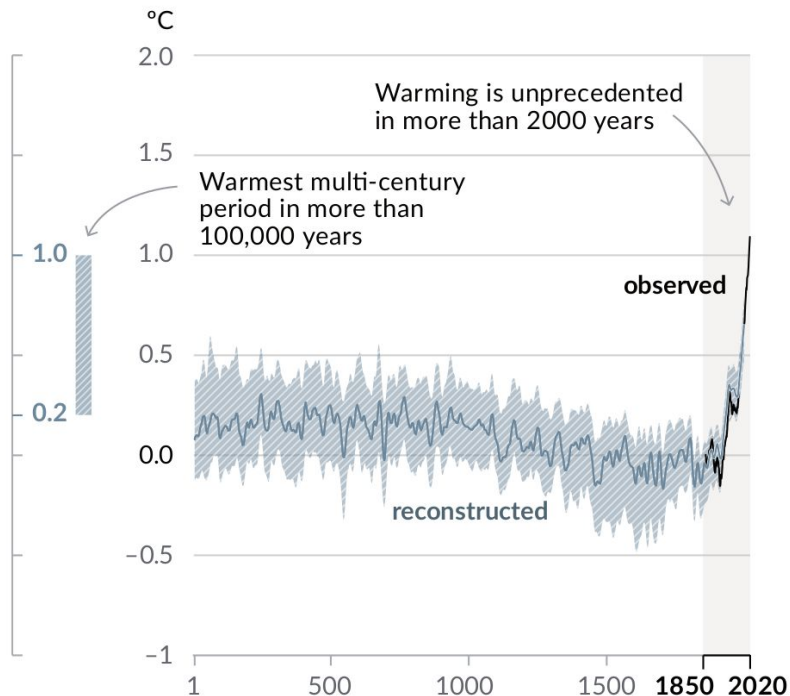
# Unsere Emissionen führen zu einer Temperatur die heute höher ist als in den letzten 2000 Jahren



Quelle: [IPCC AR6 Summary for Policymakers](#)

Globale Temperaturänderung relativ zu 1850-1900.

# Unsere Emissionen führen zu einer Temperatur die heute höher ist als in den letzten 2000 Jahren oder mehr...



DERSTANDARD

Wissen und Gesellschaft > Natur International Deutschland Österreich Web mehr...

KLIMAKRISE

## Höchsttemperaturen wie 2023 gab es womöglich erstmals seit 100.000 Jahren

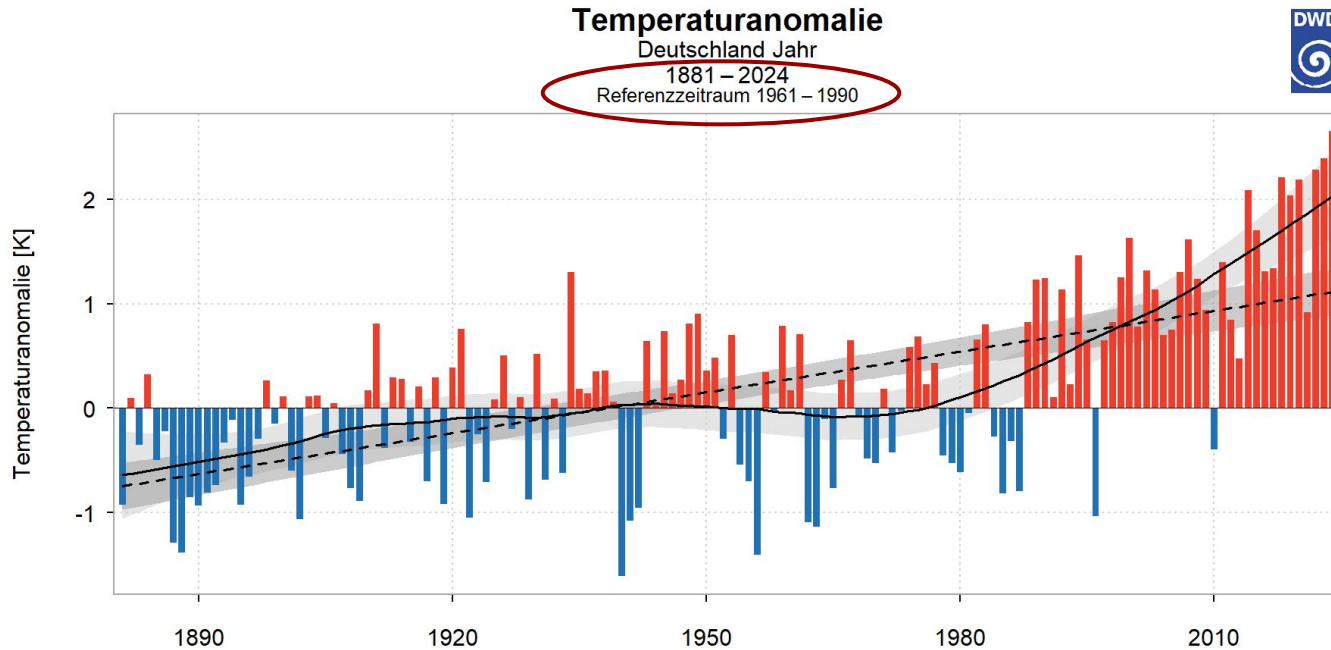
Ein neuer Klimareport warnt vor einem lebensbedrohlichen Zustand der Erde. Die 2023 gemessenen Extremwerte machen auch unpopuläre Entscheidungen nötig

Julia Sica  
24. Oktober 2023, 16:03

Quelle: [IPCC AR6 Summary for Policymakers](#)

Globale Temperaturänderung relativ zu 1850-1900.

# Deutschland erwärmt sich stärker als das globale Mittel



positive Anomalie  
negative

— vieljähriger Mittelwert (1961 – 1990): 8,2 °C  
-- linearer Trend (1881 – 2024): +1,9 ± 0,23 K ·  
— LOESS Trendlinie (2024 (1881 – 1910)): +2,5 ± 0,42 K ·

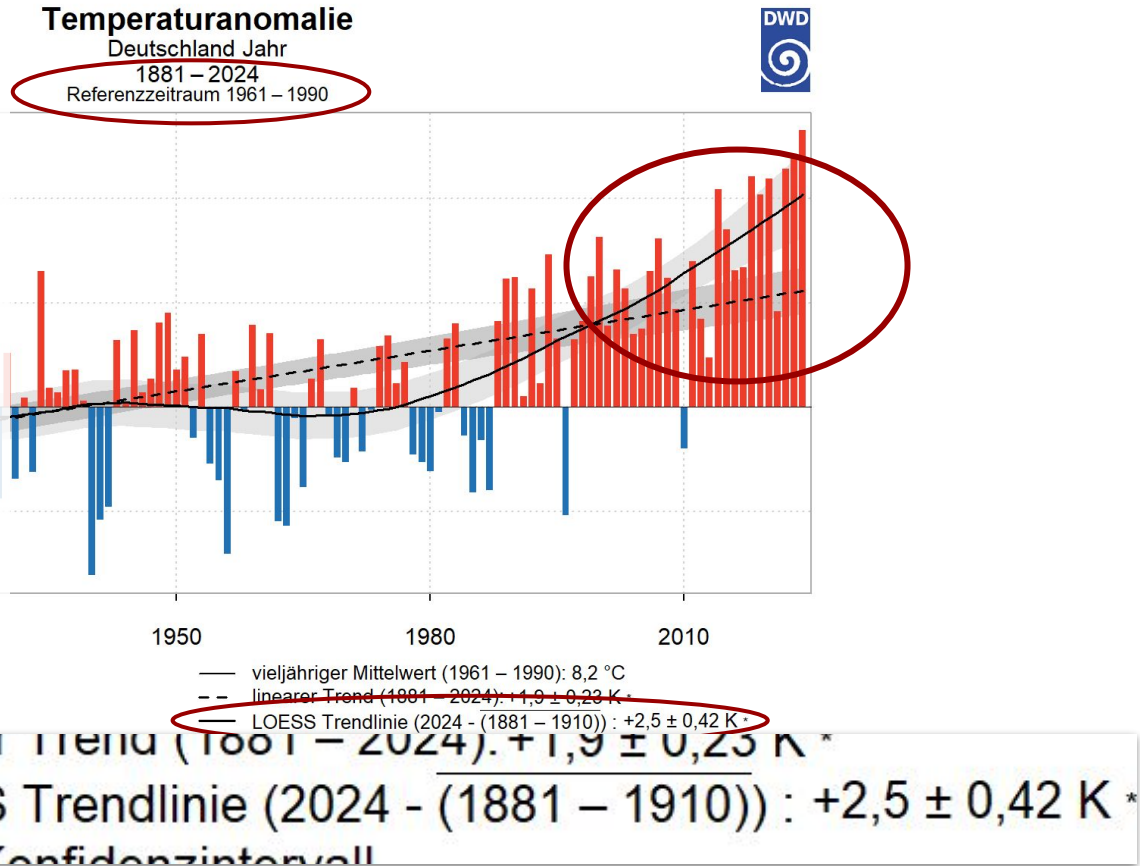
— vieljähriger Mittelwert (1961 – 1990): 8,2 °C

-- linearer Trend (1881 – 2024): +1,9 ± 0,23 K ·

— LOESS Trendlinie (2024 (1881 – 1910)): +2,5

# Deutschland erwärmt sich stärker als das globale Mittel – und immer schneller?!

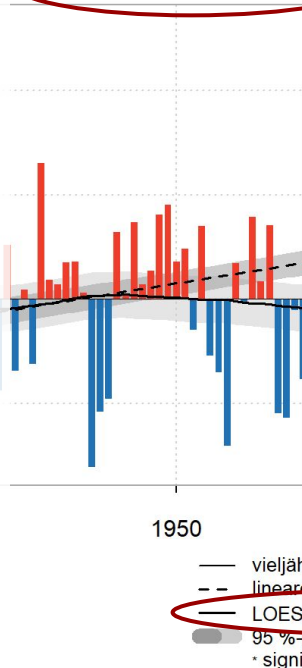
Mit der beschleunigten Erwärmung der Temperaturen in Deutschland und global seit Beginn der 1970er Jahre **bildet die bisherige lineare Trendanalyse zunehmend schlechter die Klimaentwicklung ab**, sodass der DWD im April 2025 ein neues Trendverfahren für das Klimamonitoring und weitere Produkte e



# Deutschland erwärmt sich stärker als das globale Mittel – und immer schneller?!

Mit der beschleunigten Erwärmung der Temperaturen in Deutschland und global seit Beginn der 1970er Jahre **bildet die bisherige lineare Trendanalyse zunehmend schlechter die Klimaentwicklung ab**, sodass der DWD im April 2025 ein neues Trendverfahren für das Klimamonitoring und weitere Produkte einführt.

**Temperaturanomalie**  
Deutschland Jahr  
1881 – 2024  
Referenzzeitraum 1961 – 1990



**communications** earth & environment Article

<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01711-1>

## A recent surge in global warming is not detectable yet

Check for updates

Claudie Beaulieu<sup>1</sup>, Colin Gallagher<sup>2</sup>, Rebecca Killick<sup>3</sup>, Robert Lund<sup>4</sup> & Xueheng Shi<sup>5</sup>

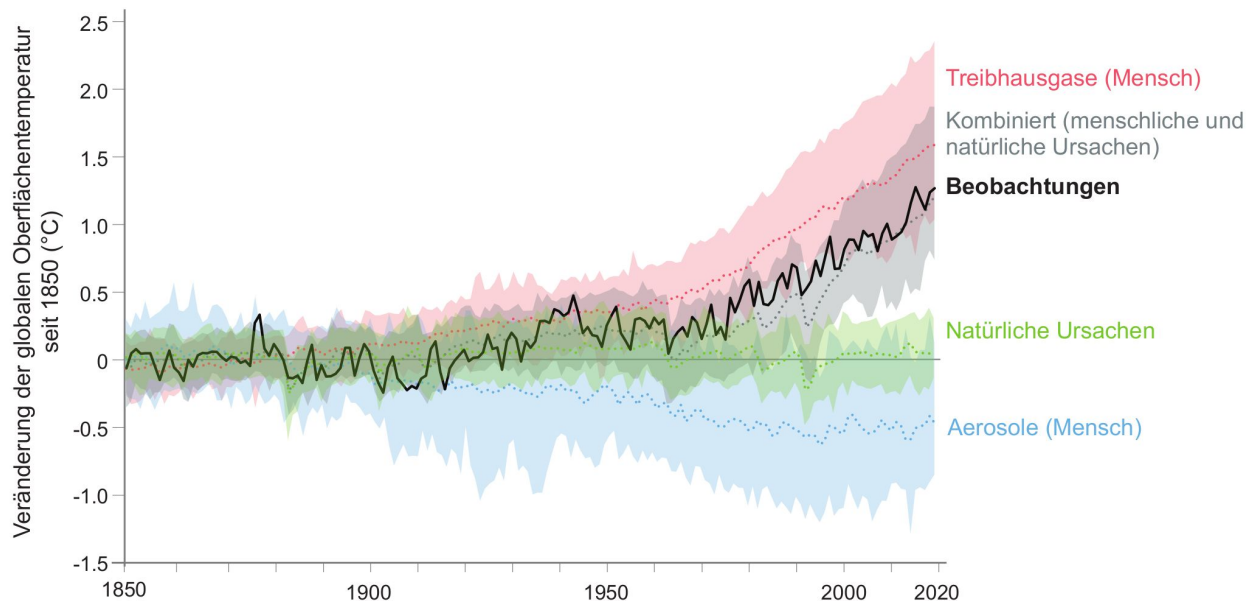
The global mean surface temperature is widely studied to monitor climate change. A current debate centers around whether there has been a recent (post-1970s) surge/acceleration in the warming rate. Here we investigate whether an acceleration in the warming rate is detectable from a statistical perspective. We use changepoint models, which are statistical techniques specifically designed for identifying structural changes in time series. Four global mean surface temperature records over 1850–2023 are scrutinized within. Our results show limited evidence for a warming surge; in most surface temperature time series, no change in the warming rate beyond the 1970s is detected despite the breaking record temperatures observed in 2023. As such, we estimate the minimum changes in the warming trend required for a surge to be detectable. Across all datasets, an increase of at least 55% is needed for a warming surge to be detectable at the present time.



# Die beobachtete Temperaturänderung kann ohne den menschlichen Einfluss nicht erklärt werden.

## Woher wissen wir, dass der Mensch den Klimawandel verursacht?

Die beobachtete Erwärmung (1850–2019) wird nur in Simulationen mit menschlichem Einfluss reproduziert.



*“Human activities, principally through emissions of greenhouse gases, have unequivocally caused global warming, with global surface temperature reaching 1.1°C above 1850-1900 in 2011-2020.”*

– IPCC AR6 SYR SPM

# Einzelne Temperaturextreme können (oft) nicht direkt auf den Klimawandel zurückgeführt werden aber...

DERSTANDARD

Wissenschaft International Inland Wirtschaft Web Sport Panorama Kultur Etat Lifestyle Diskurs mehr...

56 Postings

## KLIMAKRISE

### 4. Juli vermutlich global heißester Tag der Messgeschichte

Die Auswertungen basieren nicht nur auf real gemessenen Wetterdaten, sondern auch auf Modellrechnungen

DERSTANDARD

Wissen und Gesellschaft > Natur International Deutschland Österreich Web Wirtschaft Sport Lifestyle Kultur

1317 Postings

## HITZEREKORDE

### Der Sommer 2023 war der heißeste in der Messgeschichte

Die globalen Temperaturen waren zwischen Juni und August so warm wie...

DERSTANDARD

Wissen und Gesellschaft > Natur International Deutschland Österreich Web Wirtschaft Sport Lifestyle Kultur

357 Postings

## OPFER DER HITZE

### Heißeste Woche der globalen Messgeschichte liegt hinter uns

Schon 2022 gab es in Europa 60.000 Hitzetote – und die WMO kündigte neue Rekordtemperaturen an. Bis 2050 könnte sich die Zahl der Hitzetodesfälle...

DERSTANDARD

Wissenschaft > Klima Wahl 24 International Inland Wirtschaft Web Sport Panorama Kultur Etat mehr...

599 Postings

## KLIMAKRISE

### Das wärmste Jahr seit Messbeginn wird 2023 sein

Das neue Temperaturextrem ist "so gut wie sicher", meldet der EU-Klimawandeldienst Copernicus. Forschende berichten vom heißesten Zwölf-Monats-Zeitraum seit 125.000 Jahren.

Julia Sica  
8. November 2023, 06:00

599 Postings Später lesen

DERSTANDARD

Wissen und Gesellschaft > Natur International Deutschland Österreich Web Wirtschaft Sport Lifestyle Kultur

913 Postings

## HITZEWELLEN

### Bestätigte Werte: Juli war heißester bisher gemessener Monat

Der EU-Erdbeobachtungsdienst veröffentlichte die neuen Extremzahlen. Auch die Temperaturen der Meere erreichten neue Höchstwerte

8. August 2023, 11:02 913 Postings



# Neue Methoden erlauben den Einfluss des menschengemachten Klimawandels zu berechnen

Climate change and high exposure increased costs and disruption to lives and livelihoods from flooding associated with exceptionally heavy rainfall in Central Europe

25 September, 2024

Extreme rainfall  
Europe

In mid September 2024 a very large region in Central Europe, including Poland, Czechia, Austria, Romania, Hungary, Germany and Slovakia experienced very heavy rainfall, breaking local and national rainfall records over the period of four days.

While the rain was extremely heavy in many locations stretching across many countries, was exceptionally heavy in some areas. Many people were directly affected by the flooding caused by the heavy rain (Der Standard, 2024). The most severe impacts in urban areas were reported in Austria (Der Standard, 2024). At the time of writing, the event was being covered by the Guardian (2024). After the event in Czechia

## Full study

Download the full study: Climate change and high exposure increased costs and disruption to lives and livelihoods from flooding associated with exceptionally heavy rainfall in Central Europe (35 pages, 8.87MB)

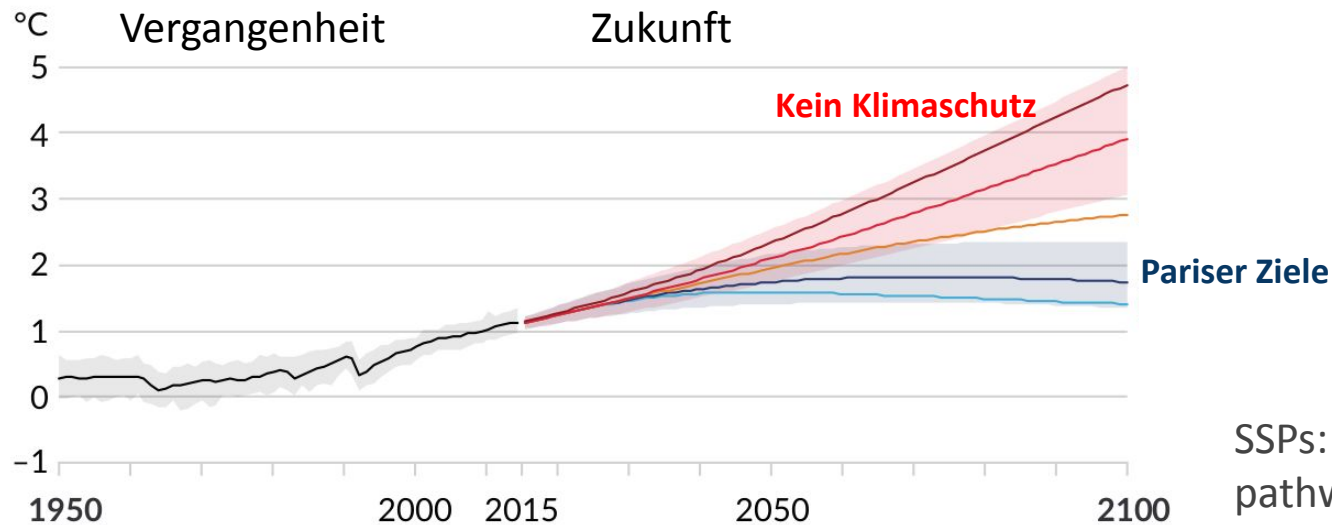
## Guide for journalists



World  
Weather  
Attribution

A screenshot of a news article from DER STANDARD. The article is titled "September-Unwetter waren bisher heftigste Regenfälle in Zentraleuropa" and is categorized under "HOCHWASSER". The text discusses extreme rain in Austria and its connection to climate change. The article is dated 25. September 2024, 05:00. The screenshot also shows social media sharing icons and a search bar at the top.

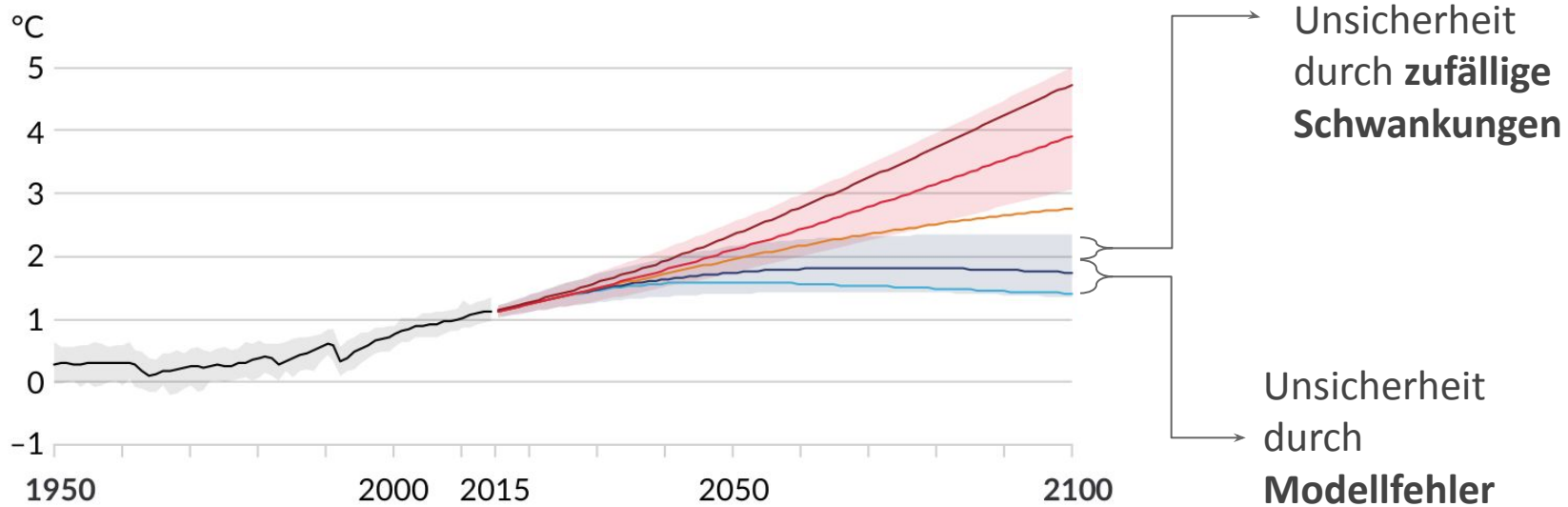
# Wie die Wissenschaft in die Zukunft schaut: Klimamodell-Simulationen basierend auf Szenarien



Simulierte Temperaturänderung relativ zu 1850-1900

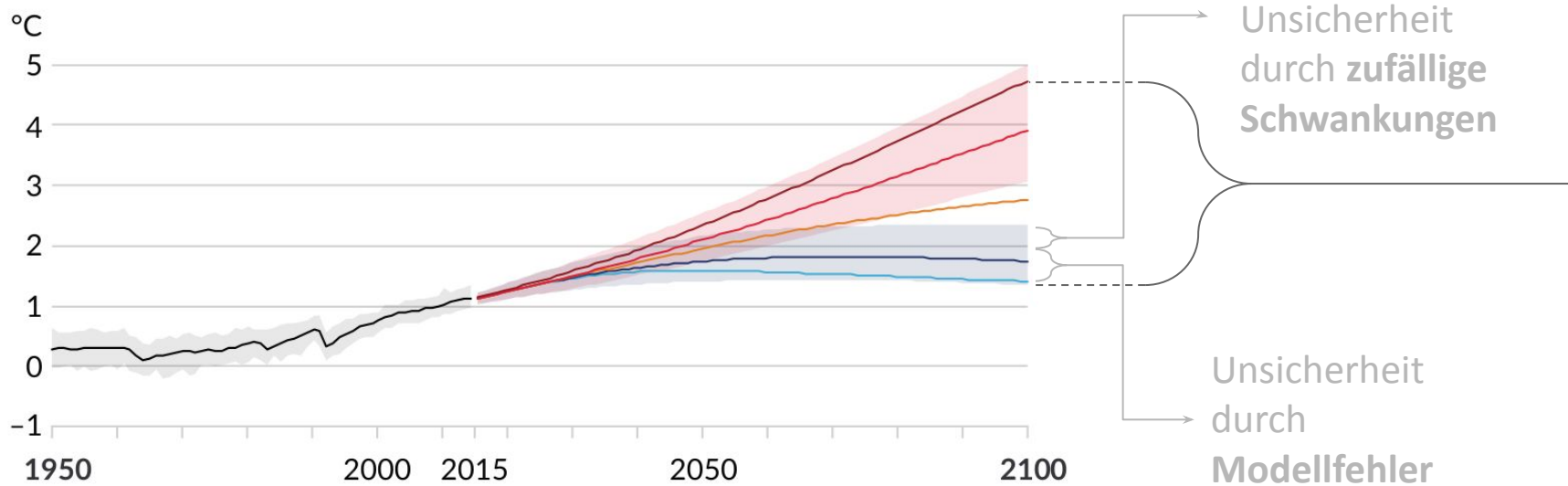
SSPs: Shared Socio-economic pathways: Gesellschaft- & Wirtschaftsentwicklung und damit verbundenen Emissionen

## Wie die Wissenschaft in die Zukunft schaut: Klimamodell-Simulationen basierend auf Szenarien



Simulierte Temperaturänderung relativ zu 1850-1900

# Wie die Wissenschaft in die Zukunft schaut: Klimamodell-Simulationen basierend auf Szenarien

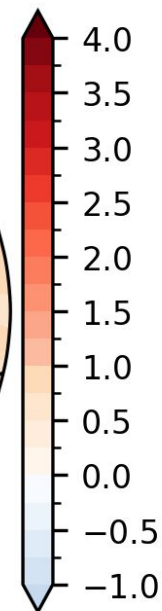
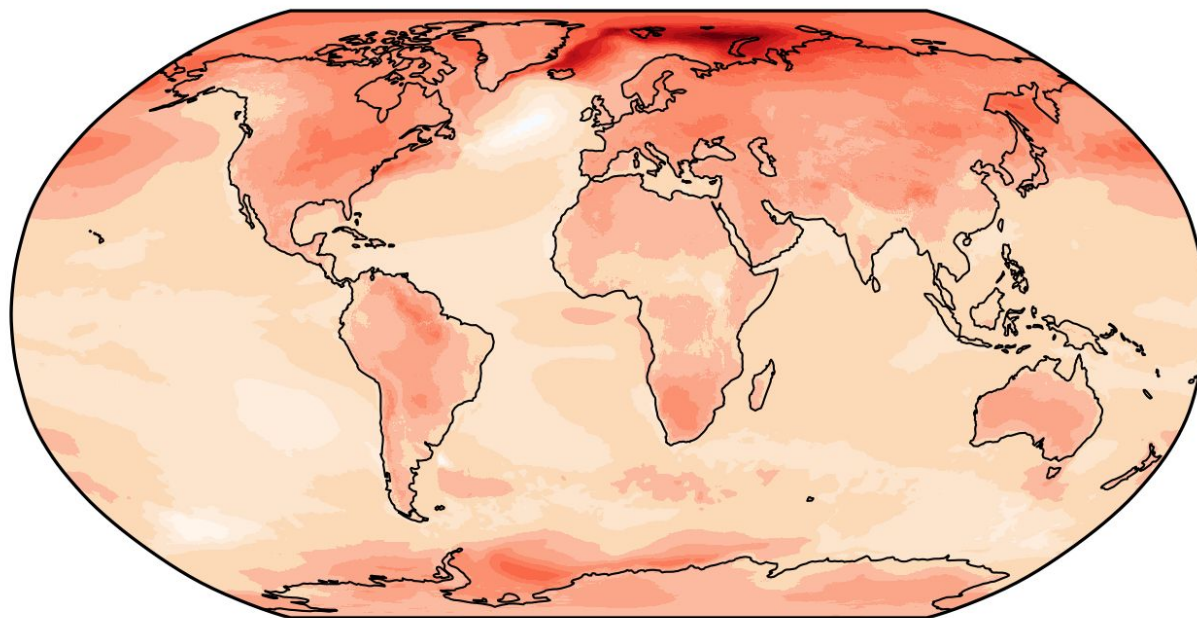


Simulierte Temperaturänderung relativ zu 1850-1900

Unsicherheit durch  
**gesellschaftspolitische  
Entscheidungen**  
(≠Naturwissenschaften)

## Die Änderungen können lokal unterschiedlich sein

tas scaling ( $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$ )



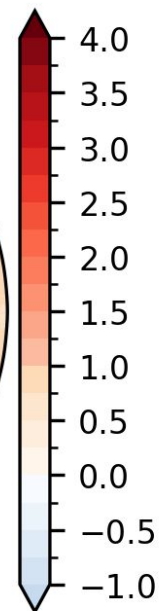
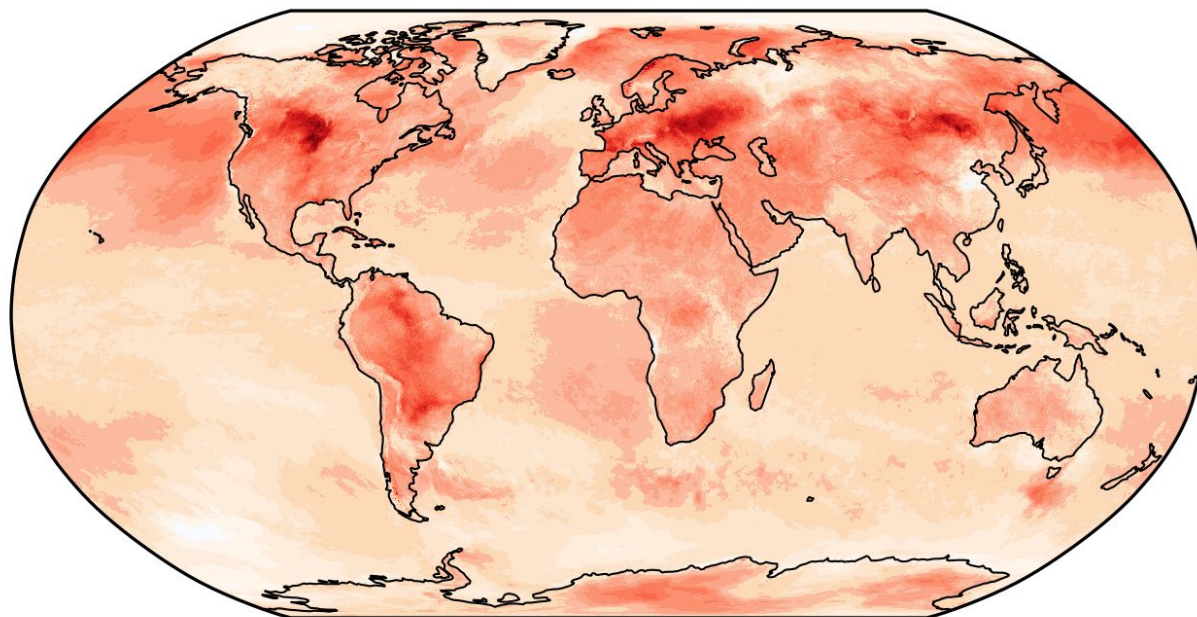
Änderung der  
lokalen  
Temperatur pro  
Grad globaler  
Erwärmung.

**Modelldaten!**  
1992-2049

Brunner and Fischer (in preparation)

# Die Änderungen in den Extremen können lokal sehr unterschiedlich sein

TXx scaling ( $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$ )



Änderung der lokalen Maximaltemperatur pro Grad globaler Erwärmung.

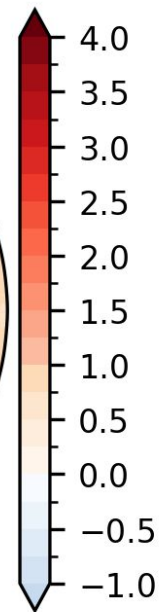
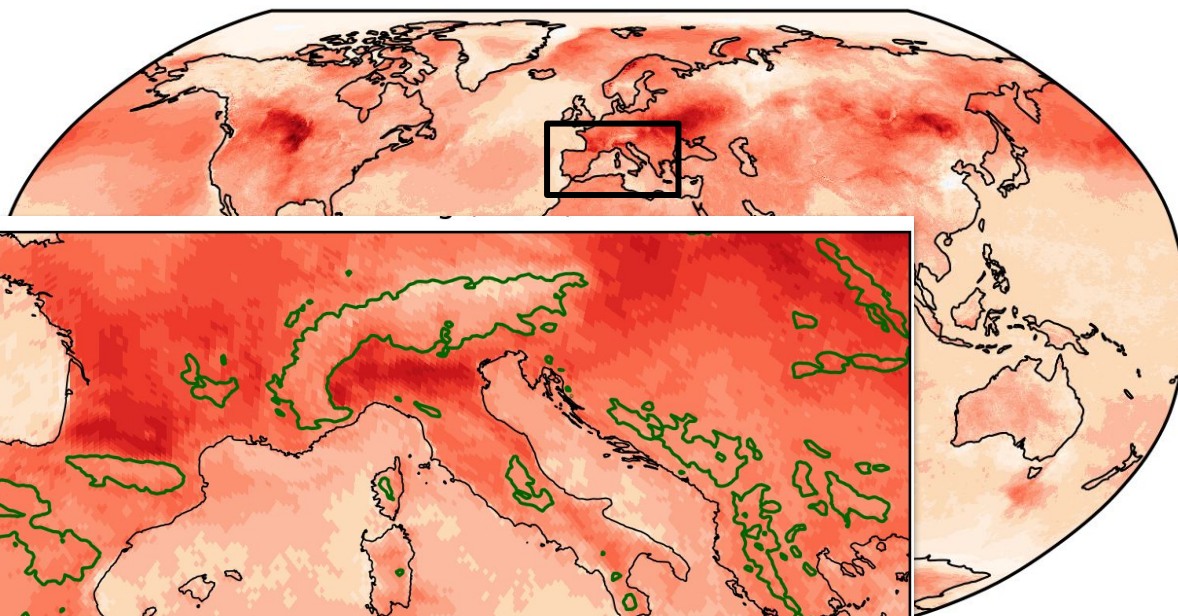
**Modelldaten!**  
1992-2049

Brunner and Fischer (in preparation)



# Die Änderungen in den Extremen können lokal sehr unterschiedlich sein

TXx scaling (°C/°C)



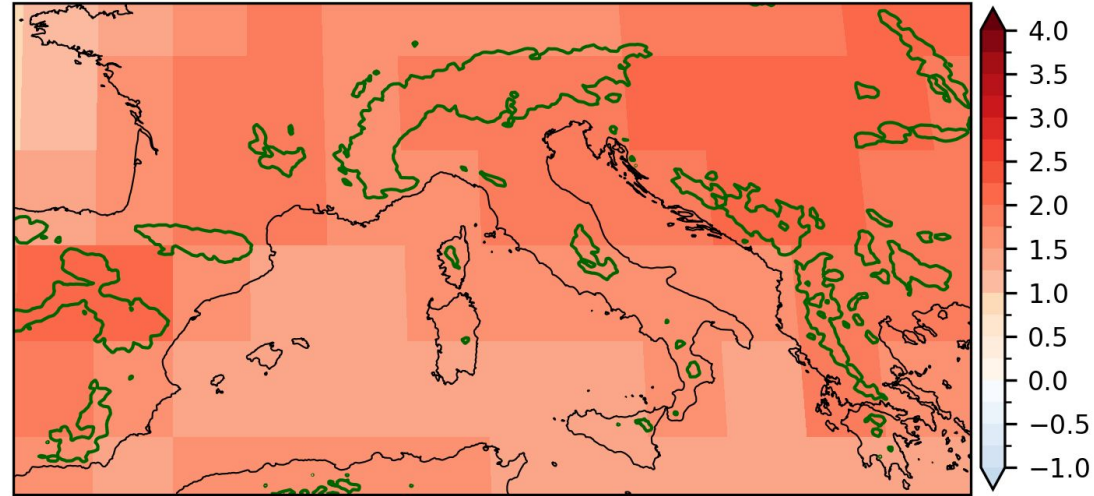
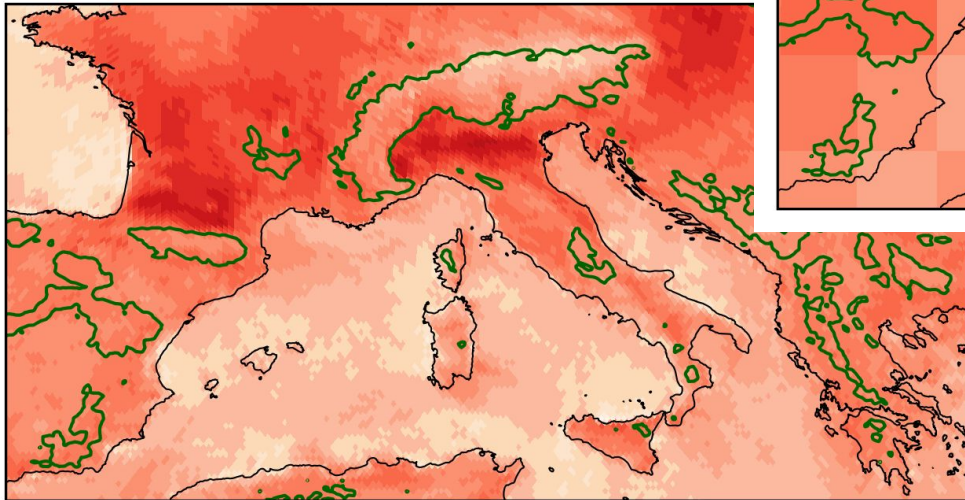
Änderung der lokalen Maximaltemperatur pro Grad globaler Erwärmung.

**Modelldaten!**  
1992-2049

Brunner and Fischer (in preparation)

# Die Änderungen in den Extremen können lokal sehr unterschiedlich sein → Modellauflösung!

Neue Modellgeneration  
ca 10km Auflösung

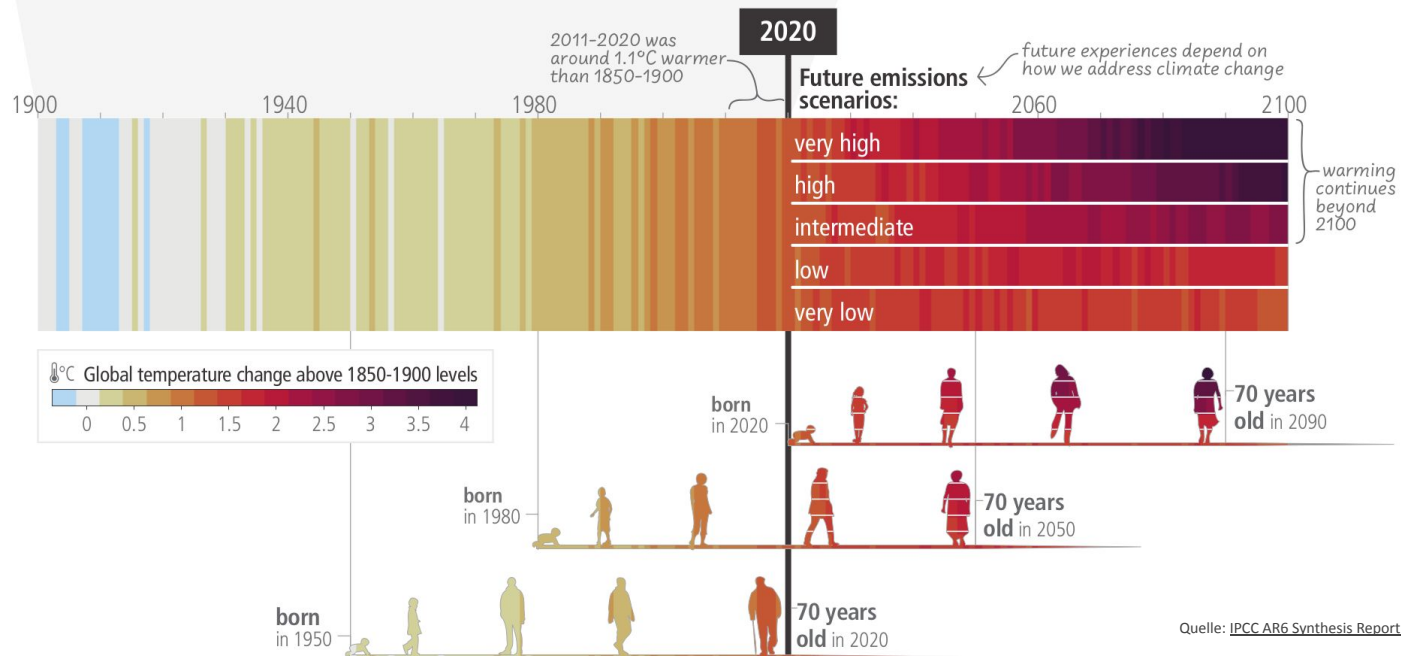


Ältere Modelle  
ca 250km Auflösung

Brunner and Fischer (in preparation)

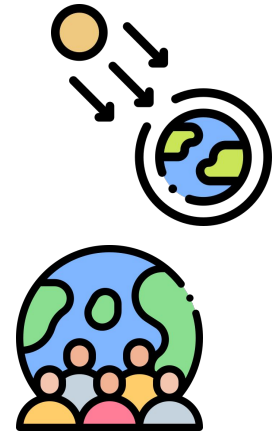
# Die Auswirkungen des Klimawandels in der Zukunft hängen von unseren Entscheidungen heute ab

c) The extent to which current and future generations will experience a hotter and different world depends on choices now and in the near-term



## Take Home Messages

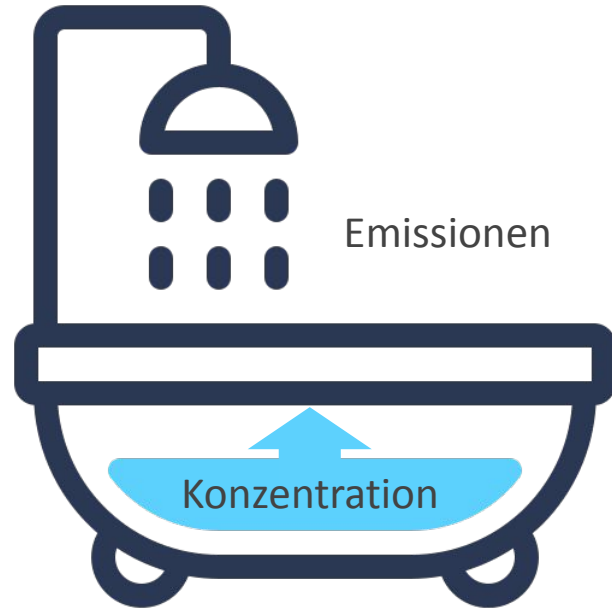
- Treibhausgase in der Atmosphäre sind durchlässig für kurzwelliges Sonnenlicht aber **absorbieren die langwellige Wärmestrahlung der Erde** (natürlicher Treibhauseffekt)
- Das Klimasystem versucht langfristig ein Gleichgewicht zu erreichen (z.B. zwischen Einstrahlung und Ausstrahlung).
- Etwa **50% der menschengemachten CO<sub>2</sub> Emissionen sammeln sich langfristig in der Atmosphäre an** und führen so zu einem Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre.
- Der Anstieg der Treibhausgaskonzentration führt zu einem **Anstieg der globalen Temperatur** von bisher ca. 1.1°C und wird sich in der Zukunft fortsetzen.



### 3 | Verminderung von Klimawandel

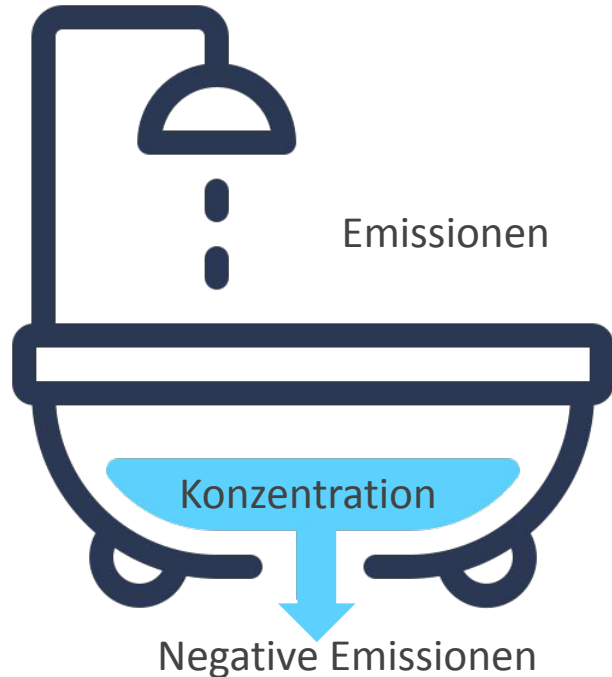


## Um die Temperatur zu stabilisieren sind Null Emissionen notwendig



Solange wir Treibhausgase emittieren, steigt deren Konzentration in der Atmosphäre und damit die Temperatur!

## Um die Temperatur zu stabilisieren sind Netto-Null Emissionen notwendig



**Netto-Null** beschreibt die menschengemachte Emissionen minus die Treibhausgase, die wieder aus der Atmosphäre entfernt werden (**“Negative Emissionen”**). Unsere Fähigkeit dazu ist aber noch unsicher.



(c) [Climeworks](#)

Maschinelles entfernen von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre

# Das Pariser Abkommen der Parteien der UNFCCC

## Article 2

1. This Agreement, in enhancing the implementation of the Convention, including its objective, aims to strengthen the global response to the threat of climate change, in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty, including by:

(a) Holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change;

## Article 3

As nationally determined contributions to the global response to climate change, all Parties are to undertake and communicate ambitious efforts as defined in Articles 4, 7, 9, 10, 11 and 13 with the view to achieving the purpose of this Agreement as set out in Article 2. The efforts of all Parties will represent a progression over time, while recognizing the need to support developing country Parties for the effective implementation of this Agreement.

Die Erhöhung der Globaltemperatur soll unter 2°C (1,5°C) gehalten werden.

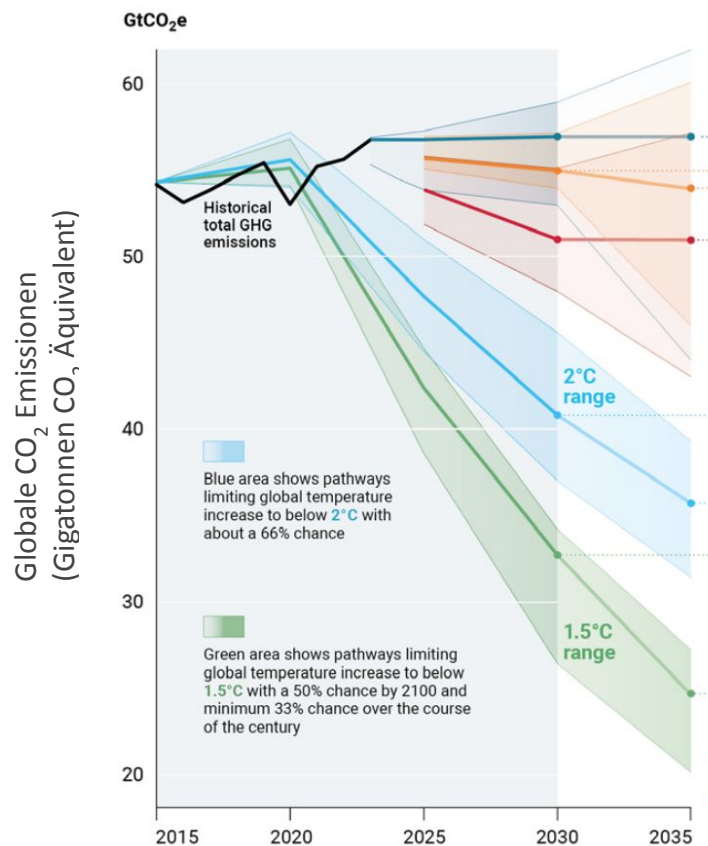
Merke: das ist ein politisches Ziel kein wissenschaftliches

Die Parteien legen ihren Beitrag selbst fest und berichten darüber.

Mit der Zeit sollen die Beträge der Parteien nachgebessert werden, um das Pariser Ziel zu erreichen.

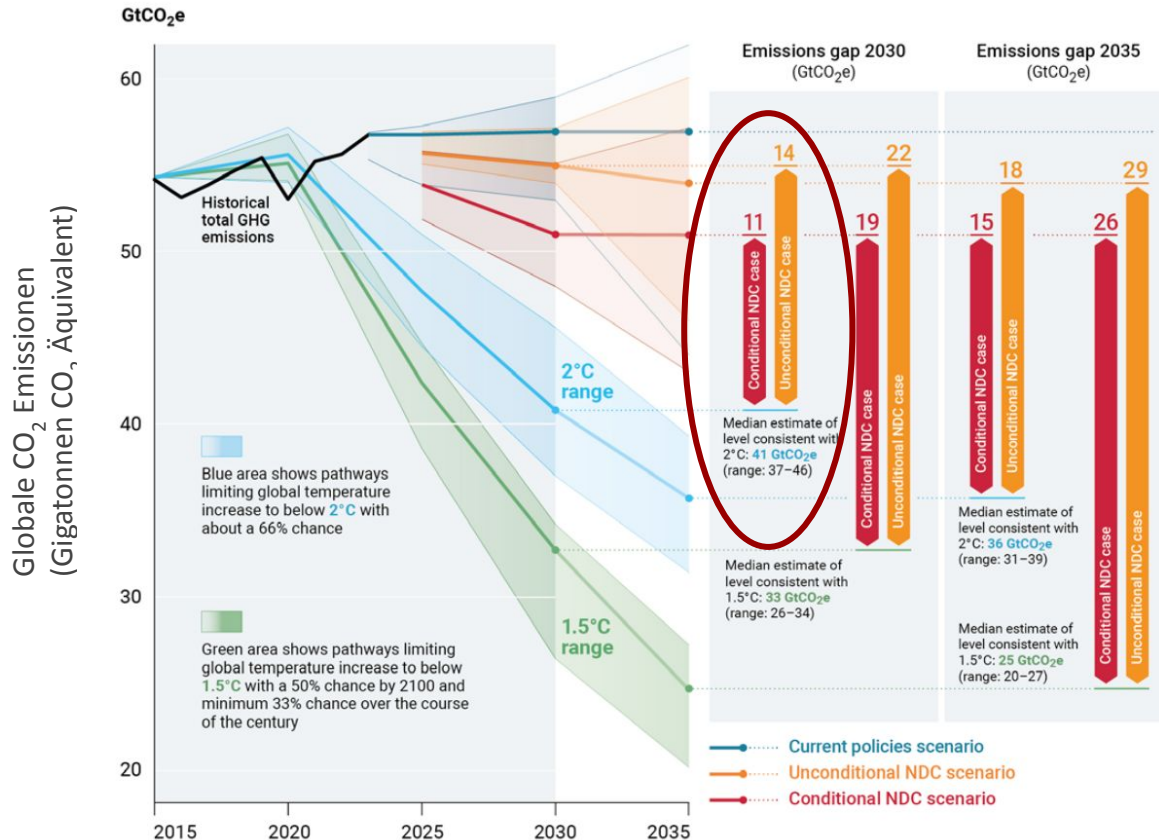


# “Emissions-Lücke”: Reichen die bisher gesetzten Maßnahmen aus um die Pariser Klimaziele zu erreichen?



Quelle: [Emissions Gap Report 2024](#)

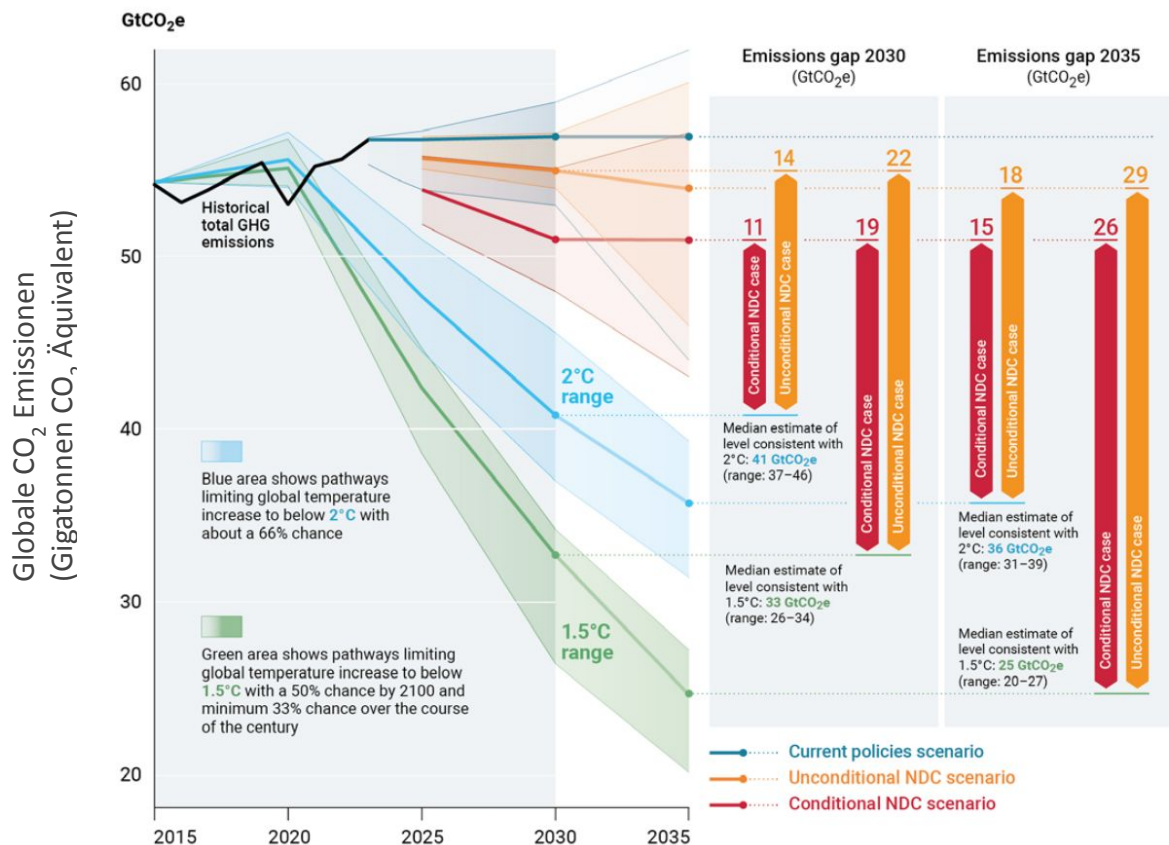
# “Emissions-Lücke”: Die bisher gesetzten Maßnahmen reichen nicht aus um die Pariser Klimaziele zu erreichen



NDC: nationally determined contribution – Nationale Beiträge der Parteien

Quelle: Emissions Gap Report 2024

# “Emissions-Lücke”: Die bisher gesetzten Maßnahmen reichen nicht aus um die Pariser Klimaziele zu erreichen



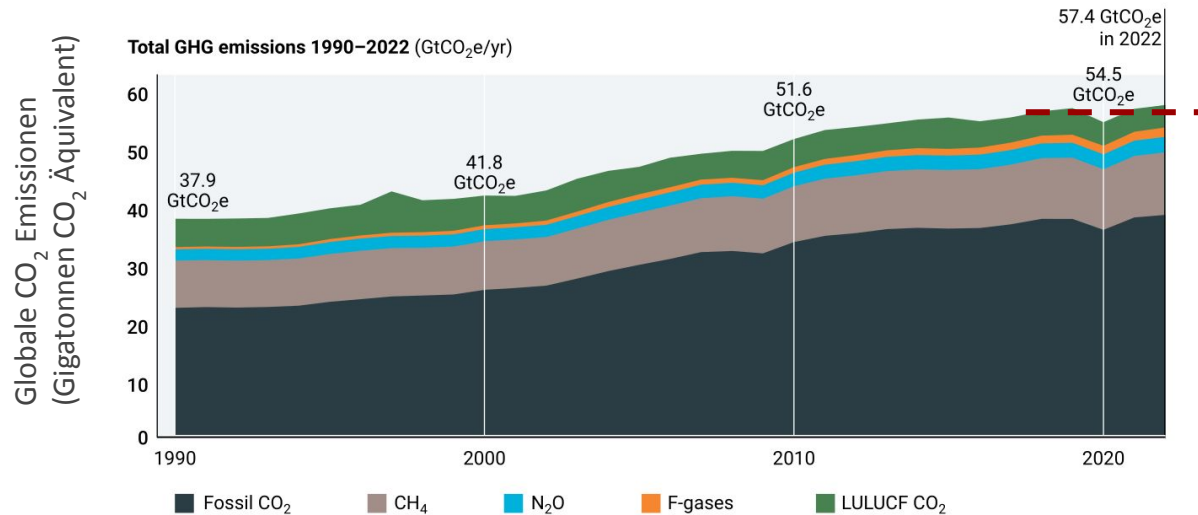
NDC: nationally determined contribution – Nationale Beiträge der Parteien



EGR 2019 interactive

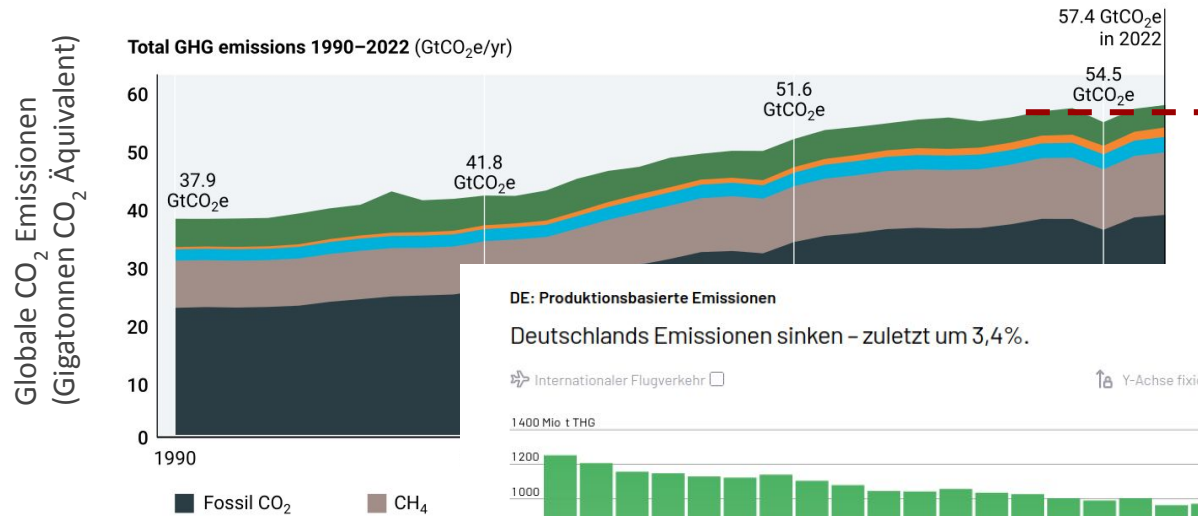
Quelle: Emissions Gap Report 2024

# “Emissions-Lücke”: Die bisher gesetzten Maßnahmen reichen nicht aus um die Pariser Klimaziele zu erreichen



Global drehen wir den Wasserhahn nicht weiter auf!

# “Emissions-Lücke”: Die bisher gesetzten Maßnahmen reichen nicht aus um die Pariser Klimaziele zu erreichen



Global drehen wir den Wasserhahn nicht weiter auf! In Deutschland sogar langsam zu!

## DE: Produktionsbasierte Emissionen

Deutschlands Emissionen sinken – zuletzt um 3,4%.

Internationaler Flugverkehr

Y-Achse fixieren?

Pro-Kopf Emissionen?

1400 Mio t THG



# Mit entschlossenem Handeln können wir die globale Erwärmung immer noch auf unter 2°C begrenzen

DERSTANDARD

Wissenschaft > Natur > Klimawandel International Inland Wirtschaft Web Sport Panorama Kultur Etat mehr...

170 Postings

HOFFNUNG IM KLIMASCHUTZ

## Wenn Klimaziele streng eingehalten werden, könnte die Erwärmung unter zwei Grad bleiben

Die 1,5-Grad-Marke der Erderwärmung wird wohl überschritten. Für das 2-Grad-Ziel sieht es besser aus – wenn alle die Zusagen der Glasgow-Klimakonferenz umsetzen

14. April 2022, 12:37, 170 Postings



Bei der COP 26 in Glasgow wurde für Klimagerechtigkeit demonstriert. Zumindest das 2-Grad-Ziel dürfte aber noch im Rahmen des Möglichen liegen.

nature

View all journals Search Login

Explore content About the journal Publish with us

nature > articles > article

Article | Published: 13 April 2022

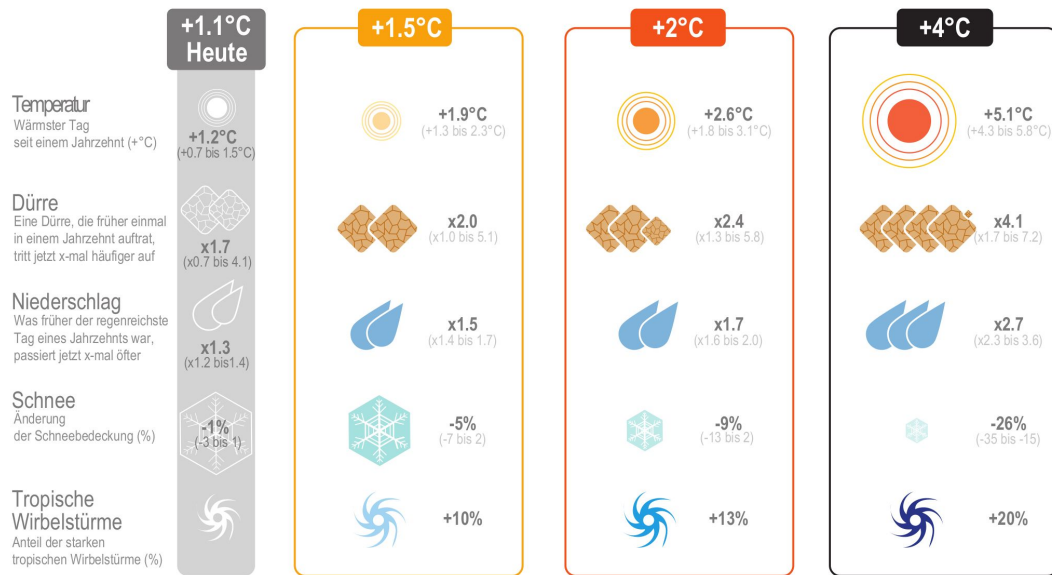
## Realization of Paris Agreement pledges may limit warming just below 2 °C

Malte Meinshausen, Jared Lewis, Christophe McGlade, Johannes Gütschow, Zebedee Nicholls, Rebecca Burdon, Laura Cozzi & Bernd Hackmann

Quelle: [Meinshausen et al. 2022](#)

# Die 2°C-Grenze ist nicht absolut: jedes bisschen (verhinderte) Erwärmung zählt!

Die Veränderungen werden mit jeder Zunahme der globalen Erwärmung größer



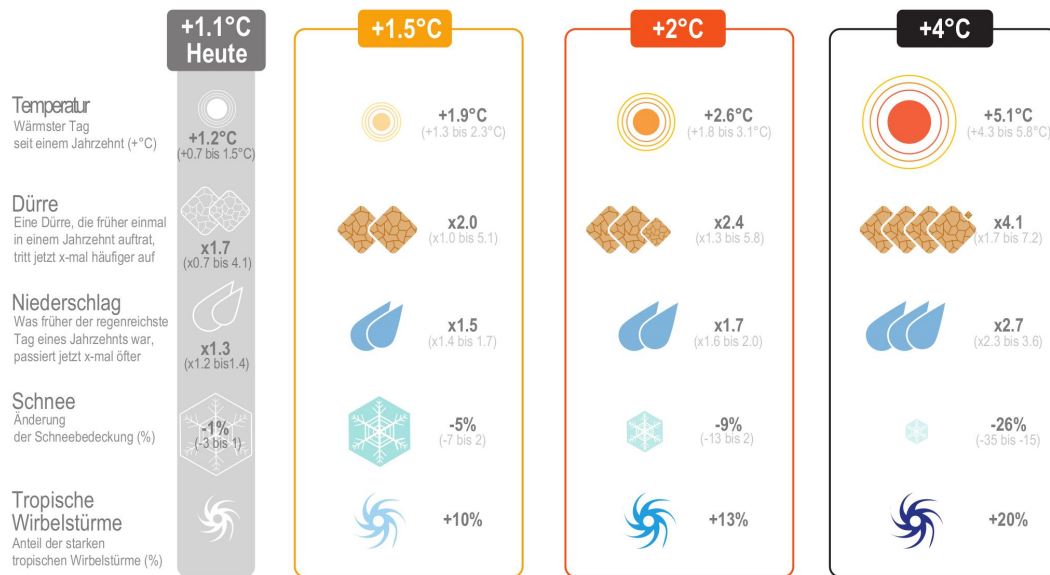
Immer schwierigere Anpassung

*“Every increment of global warming will intensify multiple and concurrent hazards.”*  
IPCC AR6 SYP SPM

Quelle: [IPCC AR6 Zusammenfassung für alle](#)

# Die 2°C-Grenze ist nicht absolut: jedes bisschen (verhinderte) Erwärmung zählt!

Die Veränderungen werden mit jeder Zunahme der globalen Erwärmung größer



Immer schwierigere Anpassung



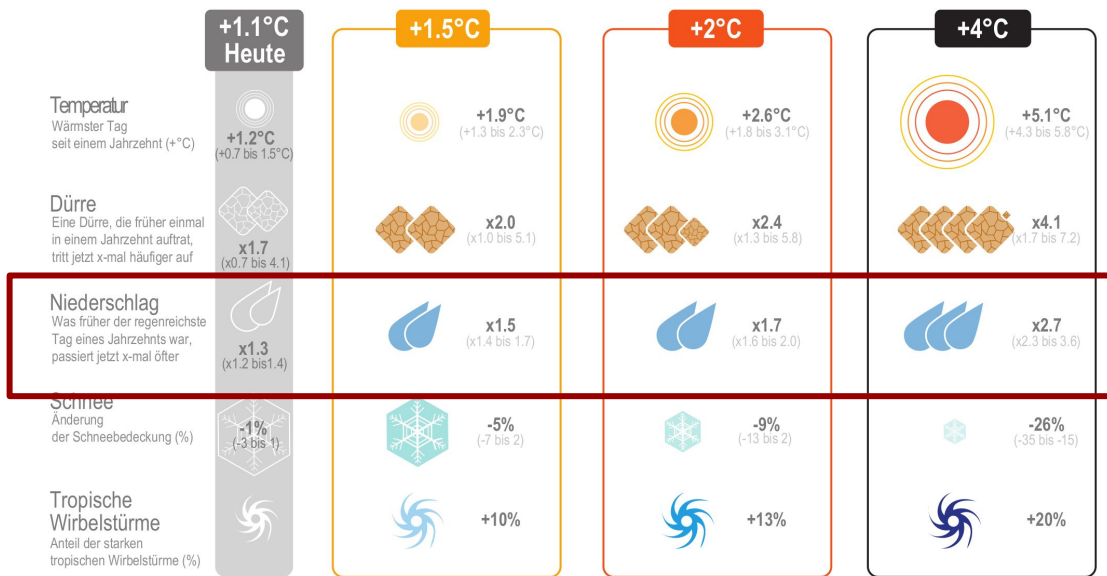
Visualisierung von Auswirkungen der verschiedenen Erwärmungs-Levels:  
**Worlds Apart**

Quelle: [IPCC AR6 Zusammenfassung für alle](#)



# Die 2°C-Grenze ist nicht absolut: jedes bisschen (verhinderte) Erwärmung zählt!

Die Veränderungen werden mit jeder Zunahme der globalen Erwärmung größer



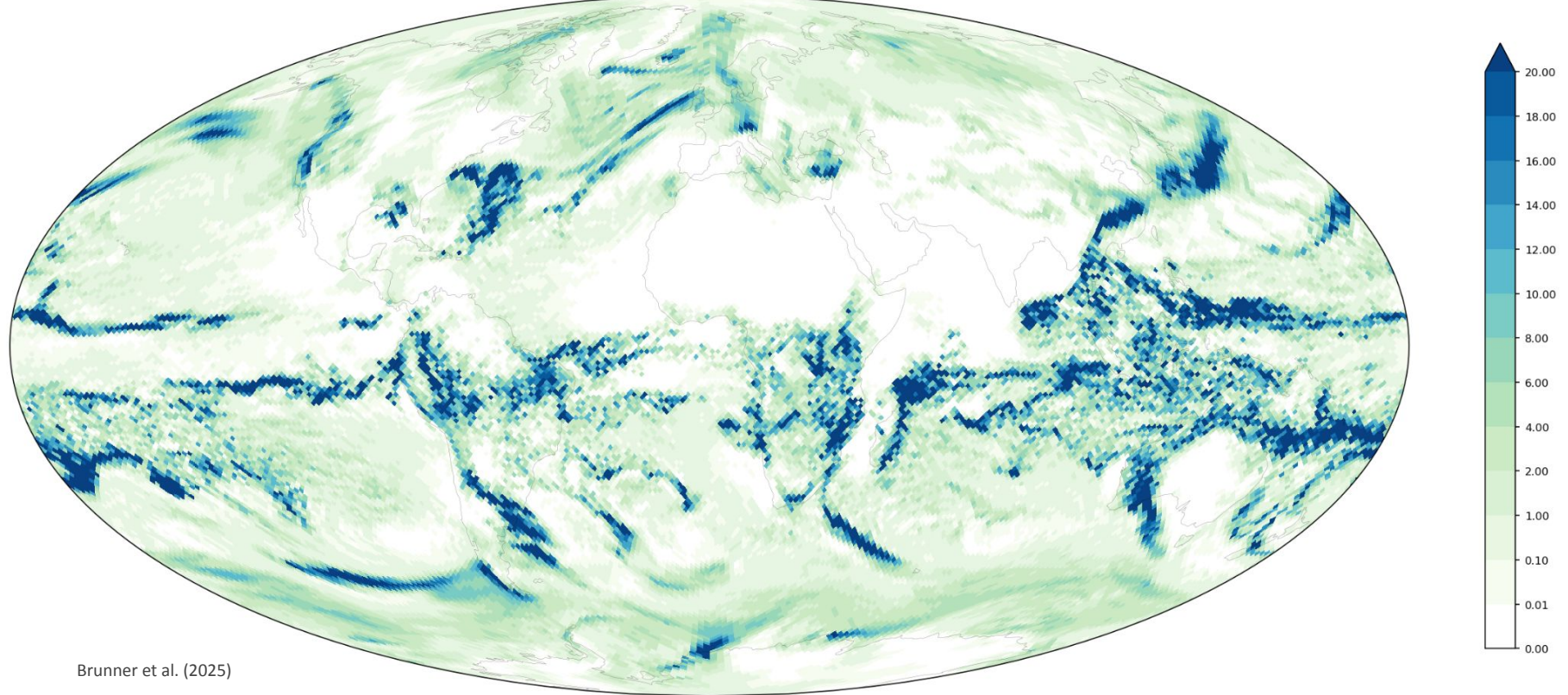
Immer schwierigere Anpassung

*“Every increment of global warming will intensify multiple and concurrent hazards.”*  
IPCC AR6 SYP SPM

Quelle: [IPCC AR6 Zusammenfassung für alle](#)

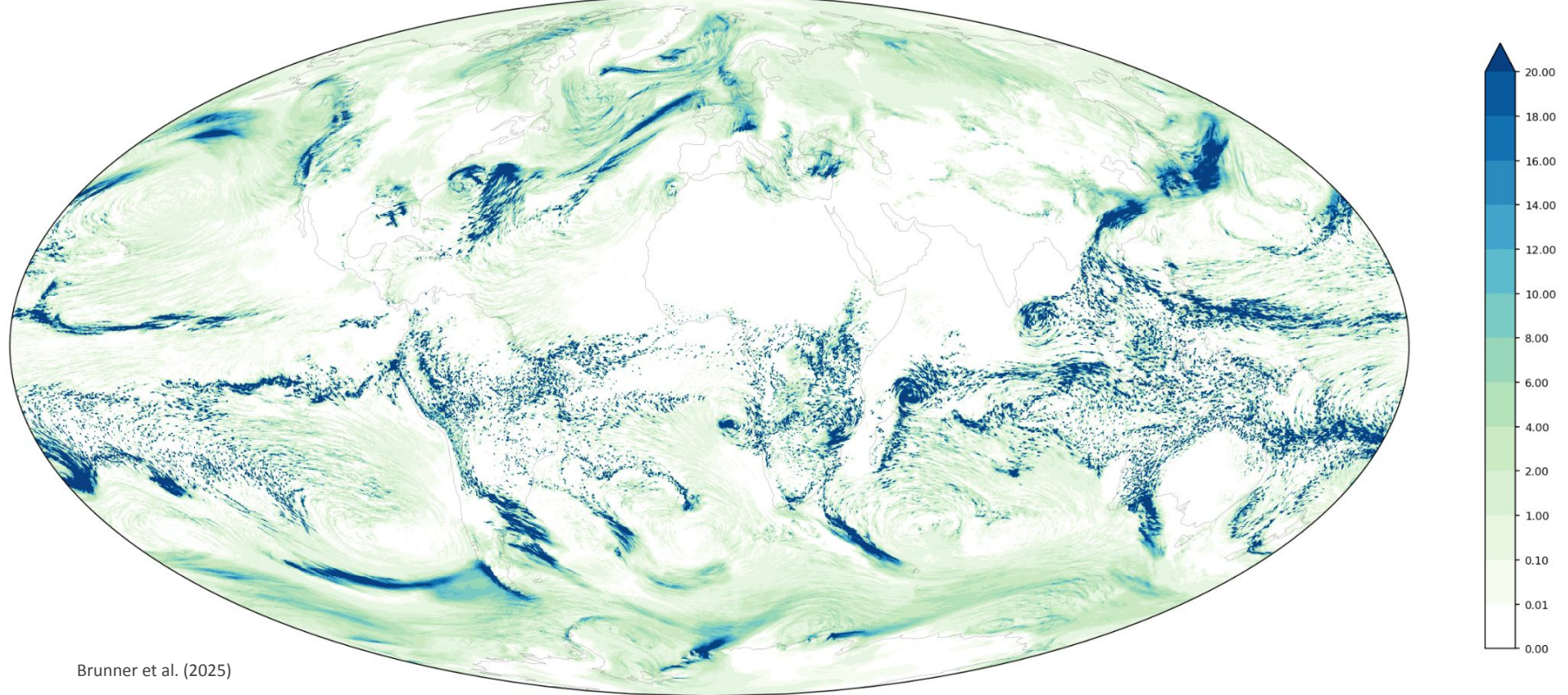
# Klimamodelle sind essentiell für die Abschätzung von erwarteten Änderungen, haben aber Limitierungen

ICON: Daily precipitation on 2025-03-08 (mm/day)



# Die neuesten Modelle bestätigen existierendes Wissen und erlauben einen immer genaueren Blick auf die Details

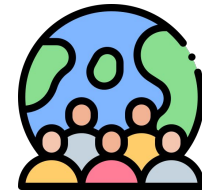
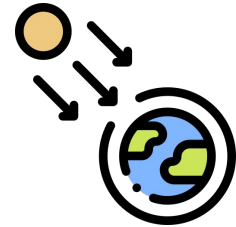
ICON: Daily precipitation on 2025-03-08 (mm/day)





## Take Home Messages

- Treibhausgase in der Atmosphäre sind **durchlässig für kurzwelliges Sonnenlicht** aber **absorbieren die langwellige Wärmestrahlung der Erde** (natürlicher Treibhauseffekt)
- Das Klimasystem versucht langfristig ein Gleichgewicht zu erreichen (z.B. zwischen Einstrahlung und Ausstrahlung).
- Etwa **50% der menschengemachten CO<sub>2</sub> Emissionen sammeln sich langfristig in der Atmosphäre an** und führen so zu einem Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre.
- Der Anstieg der Treibhausgaskonzentration führt zu einem **Anstieg der globalen Temperatur** von bisher ca. 1.1°C.
- Um den Klimawandel aufzuhalten, müssen wir es schaffen, möglichst bald **Netto-Null-Emissionen** zu erreichen.
- Das muss durch eine **schnelle und deutliche Reduktion unserer Emissionen** passieren, unterstützt durch (technische) Maßnahmen, die CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernen.
- An ein geringes Maß von Klimawandel können wir uns anpassen, unterstützt durch Vorhersagen der Klimaforschung



## Take Home Messages

- **Treibhausgase** in der Atmosphäre sind **durchlässig für kurzwelliges Sonnenlicht** aber **absorbieren die langwellige Wärmestrahlung der Erde** (natürlicher Treibhauseffekt)
- Das **Klimasystem** versucht langfristig ein **Gleichgewicht** zu erreichen (z.B. zwischen Einstrahlung und Ausstrahlung).
- Etwa **50% der menschengemachten CO<sub>2</sub> Emissionen sammeln sich langfristig in der Atmosphäre an** und führen so zu einem Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre.
- Der Anstieg der Treibhausgaskonzentration führt zu einem **Anstieg der globalen Temperatur** von bisher ca. 1.1°C.
- Um den Klimawandel aufzuhalten, müssen wir es schaffen, möglichst bald **Netto-Null-Emissionen** zu erreichen.
- Das muss durch eine **schnelle und deutliche Reduktion unserer Emissionen** passieren, unterstützt durch (technische) Maßnahmen, die CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernen.
- An ein geringes Maß von Klimawandel können wir uns anpassen, unterstützt durch Vorhersagen der Klimaforschung

