

Klima und Energie

Der Stand der Dinge



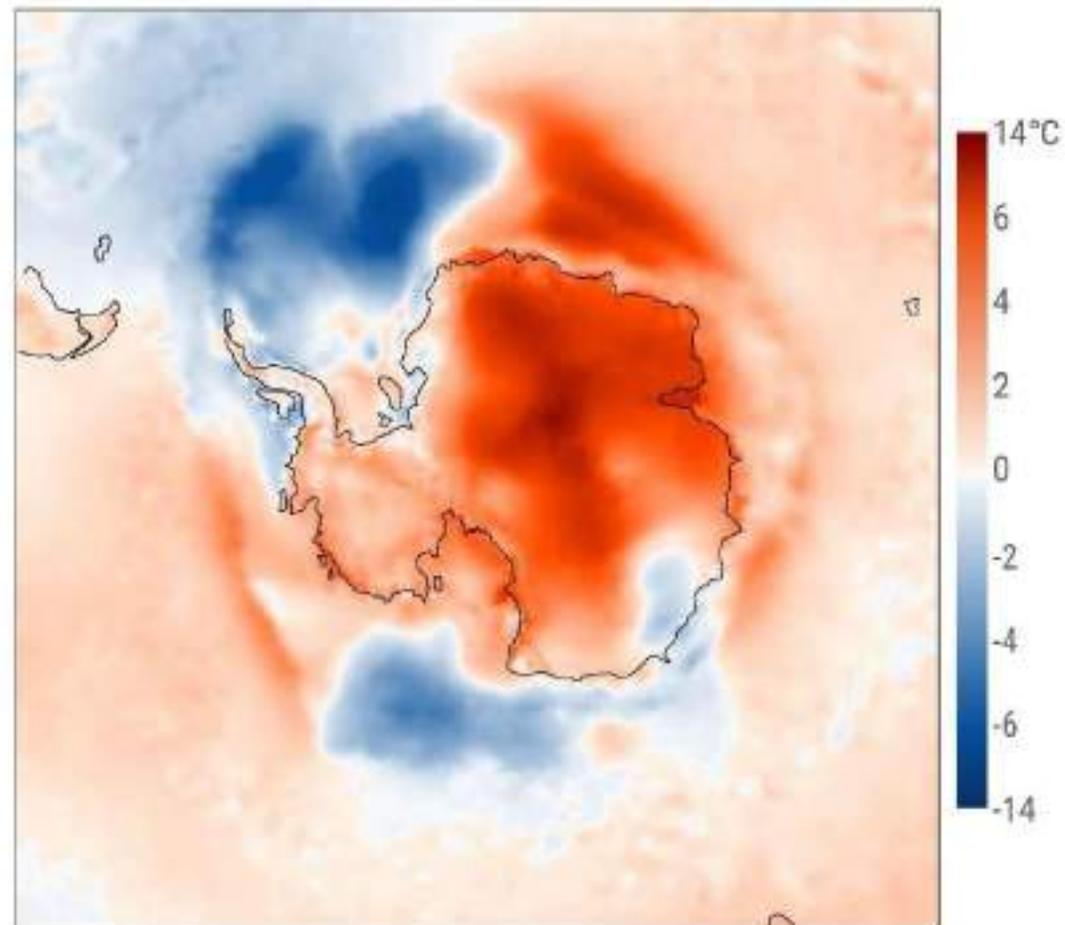
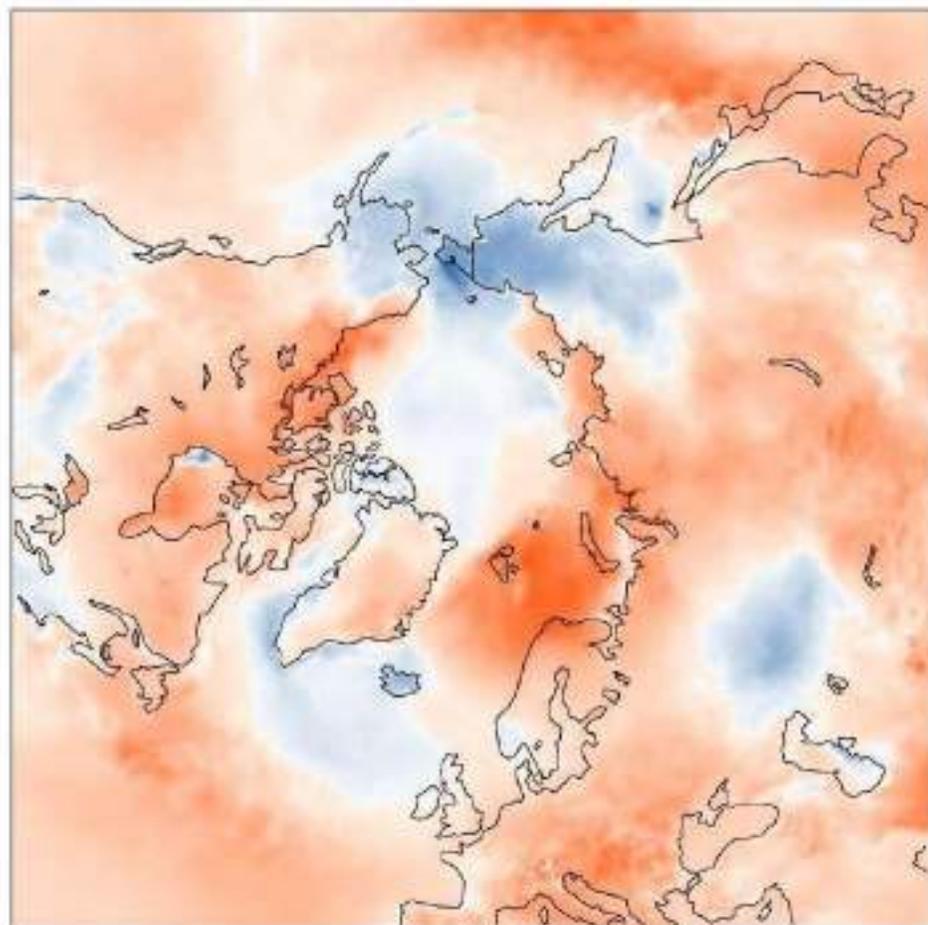
Prof. Dr. Harald Lesch

**LMU München
&
Hochschule für Philosophie**

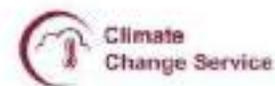


Anomalie der Oberflächenlufttemperatur für August 2024.

Daten: ERA5 * Referenzzeitraum: 1991 - 2020 * Kredit: C3S/ECMWF

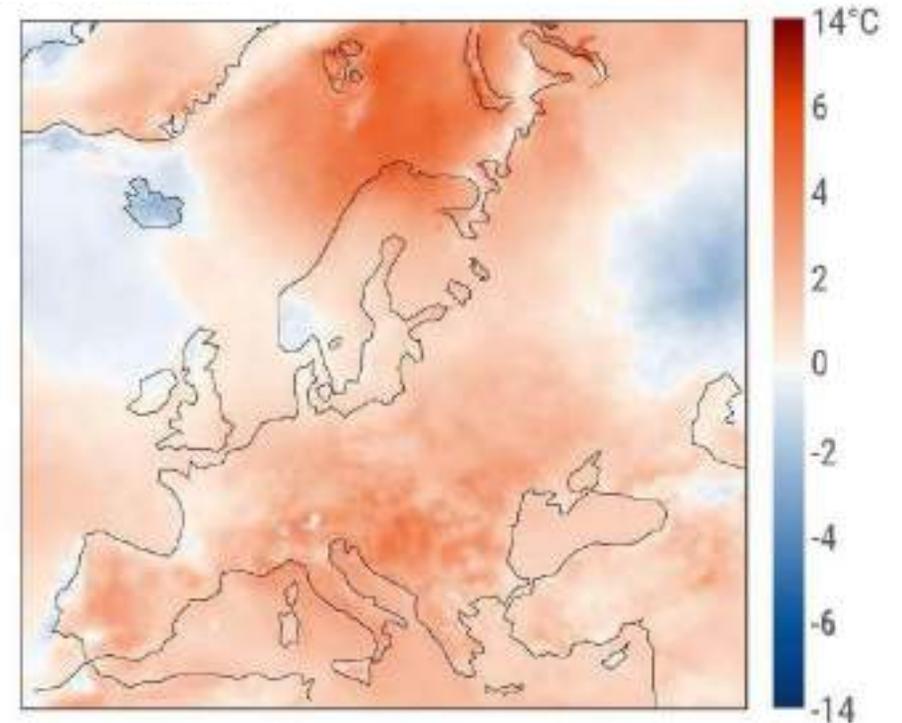
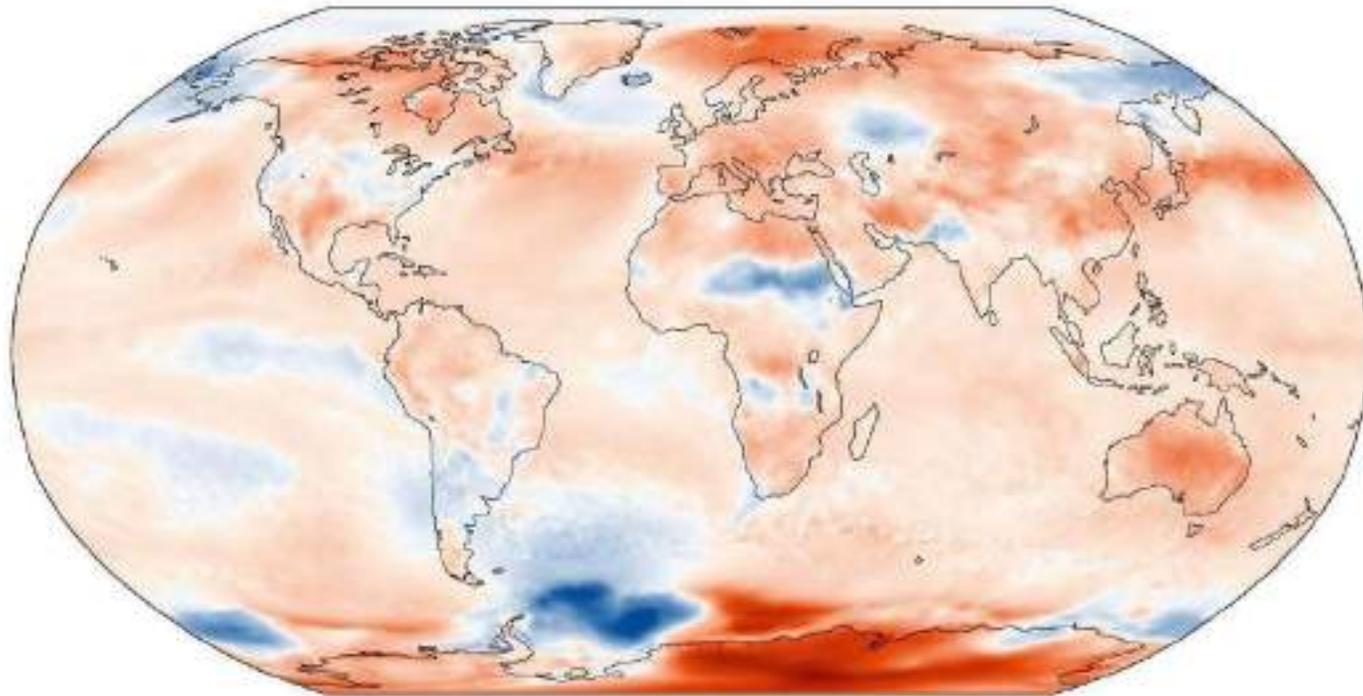


PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



Anomalie der Oberflächenlufttemperatur für August 2024.

Daten: ERA5 * Referenzzeitraum: 1991 - 2020 * Kredit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY



Climate
Change Service

Tägliche Temperaturanomalien.

Globale tägliche Durchschnittstemperaturanomalien im Vergleich zu einer vorindustriellen Basislinie, C

Februar 2024
Vier aufeinanderfolgende Tage über 2C
2023
Erster Tag über 2C

— | gleitender Fünfjahresdurchschnitt

2.0C

1.5

1.0

0.5

0

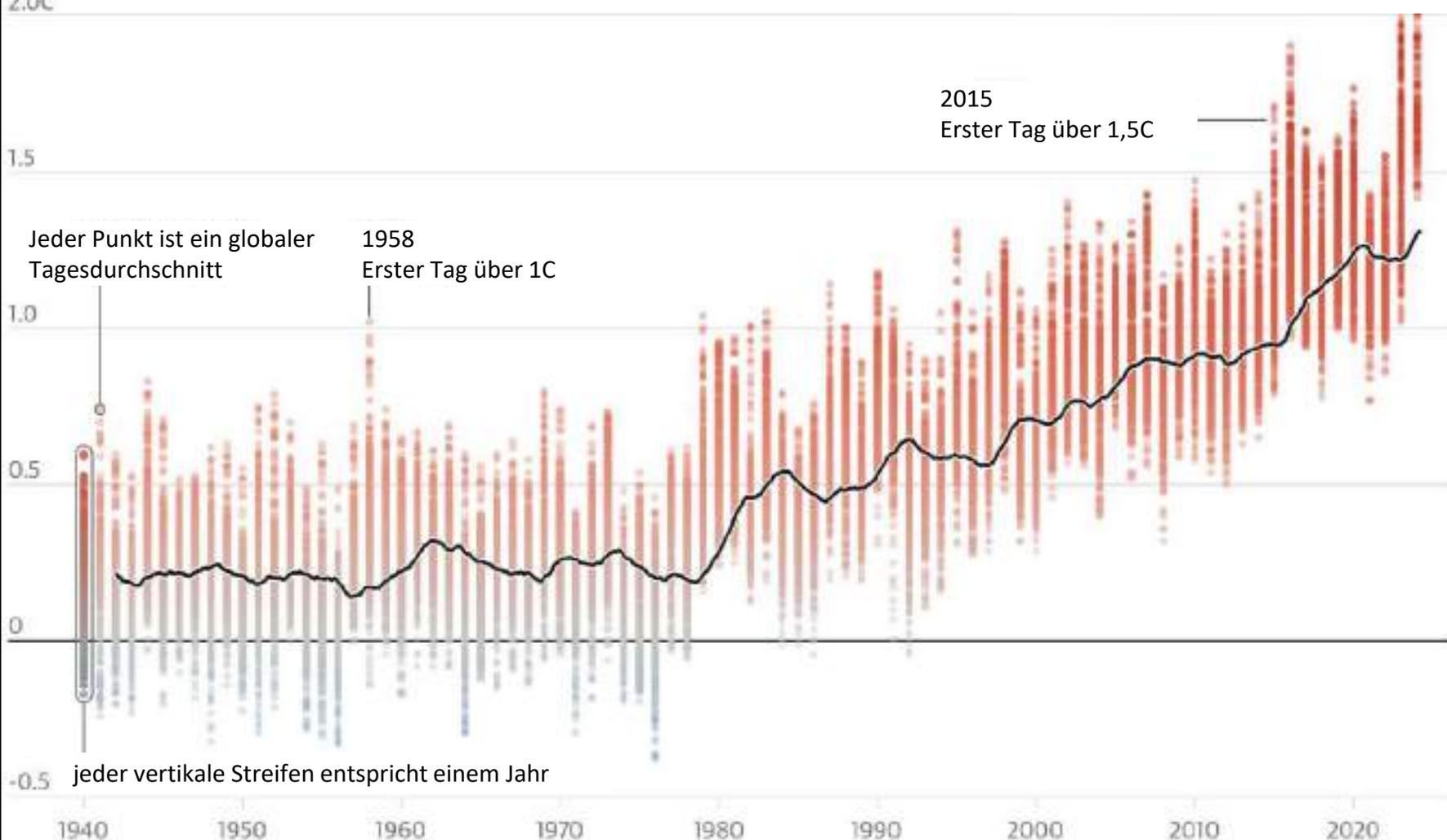
-0.5

Jeder Punkt ist ein globaler Tagesdurchschnitt

1958
Erster Tag über 1C

2015
Erster Tag über 1,5C

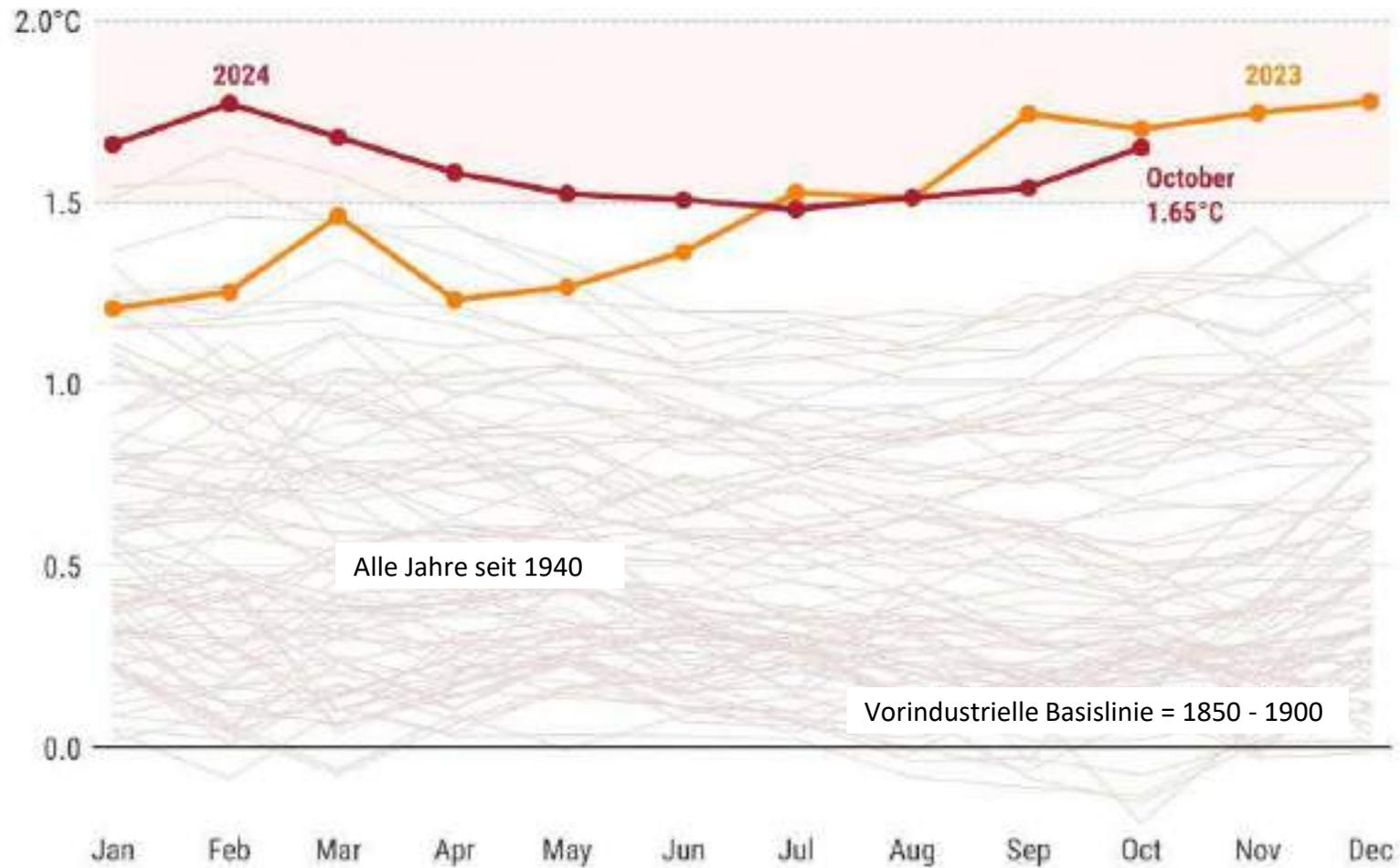
jeder vertikale Streifen entspricht einem Jahr





monatliche Anomalien der globalen Oberflächenlufttemperatur

Data source: ERA5 • Reference period: pre-industrial (1850–1900)
Credit: C3S/ECMWF



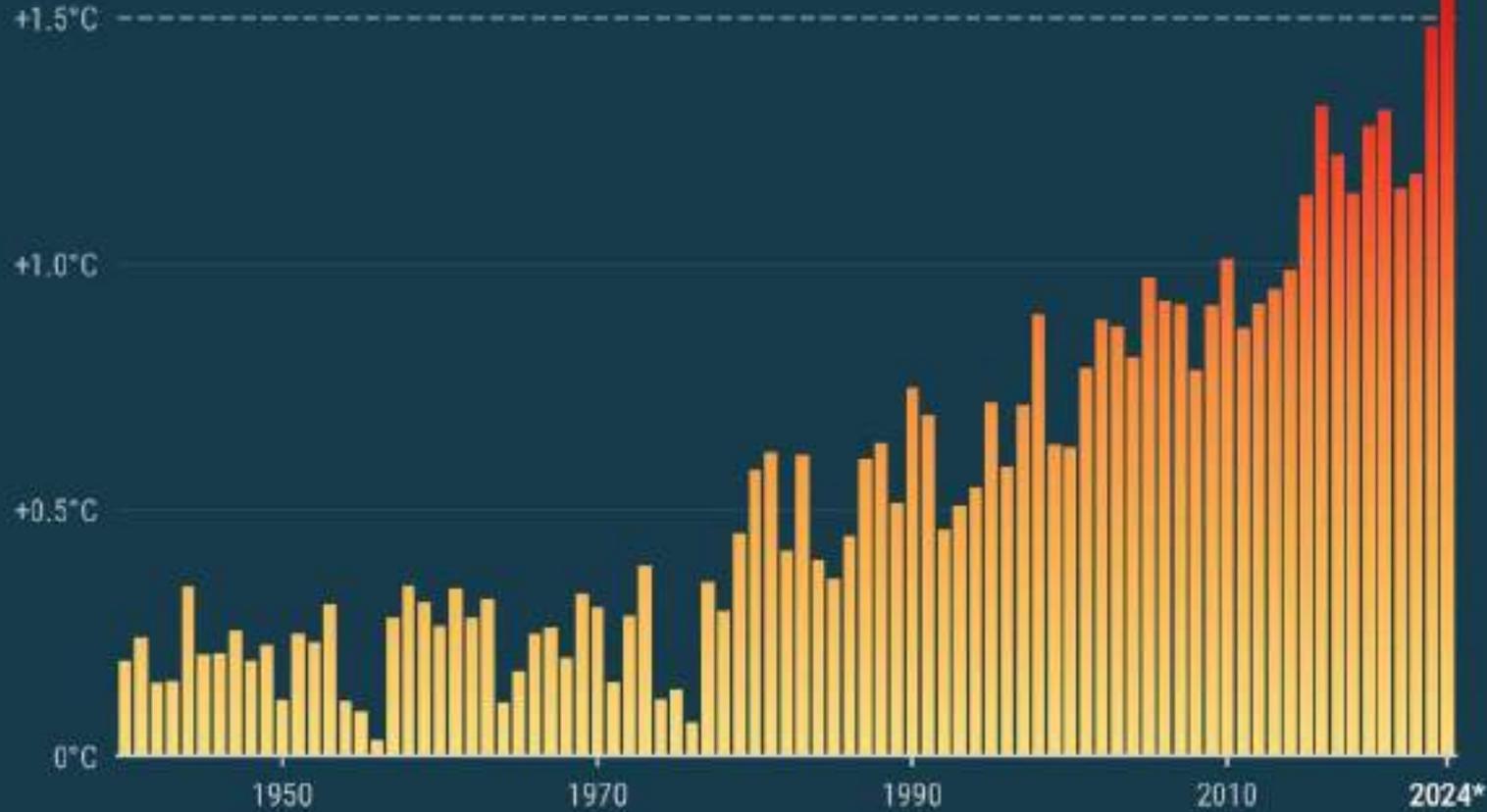
PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



2024 wird voraussichtlich das wärmste Jahr und das erste Jahr mit mehr als 1,5°C

Annual global temperature anomalies relative to pre-industrial (1850–1900)

Data: ERA5 (1940–2024) • Credit: C3S/ECMWF



* Vorläufige Schätzung für 2024 auf der Grundlage von 10 Monaten (Januar bis Oktober)



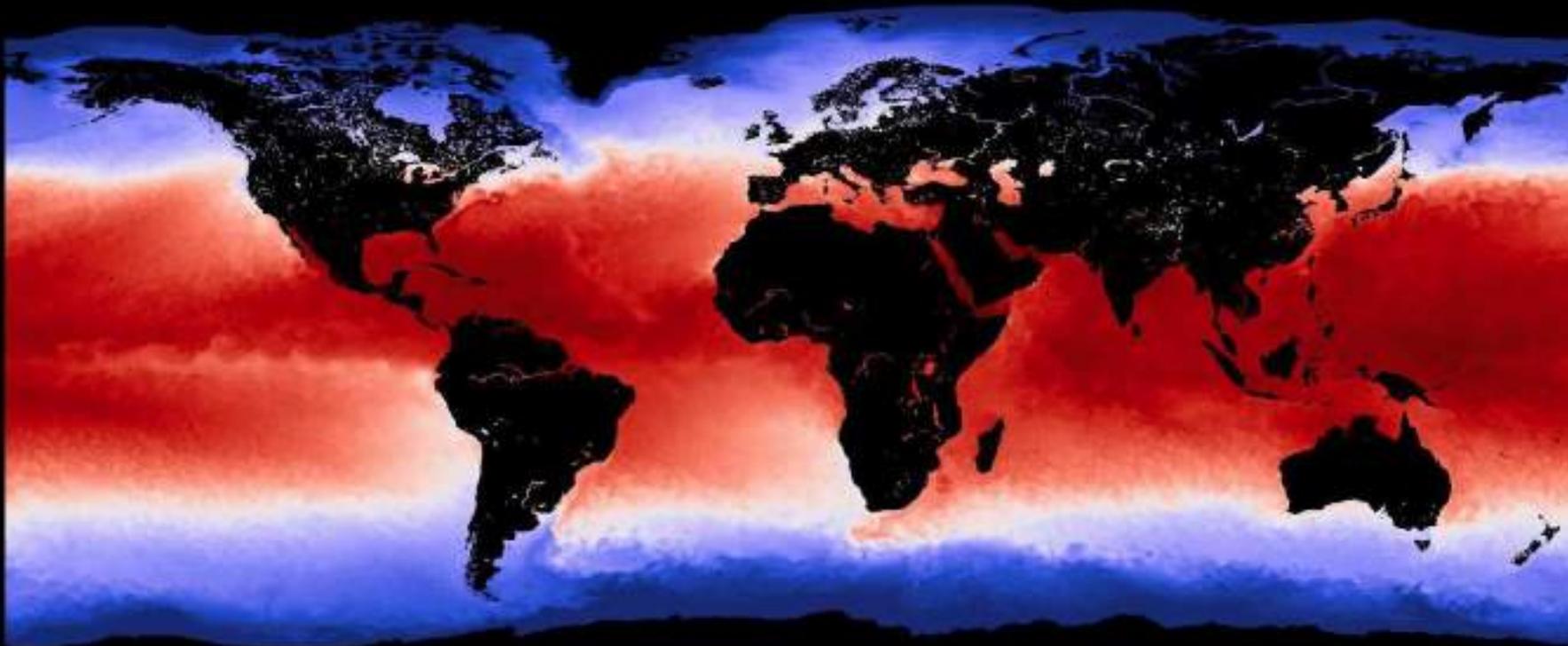
PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION



Die heißen Ozeane am 6.10.2024



Weltsicht Temperatur der Meeresoberfläche



06 OCT 2024

Temperatur der Meeresoberfläche



< 0.00 °C

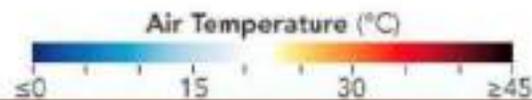
≥ 32.00 °C

Seville, Spain
42.2°C

Shanghai,
China
37.6°C

Ahvaz, Iran
46.5°C

EU Copernicus



Im Sommer 2022 Mehr als 60.000 Hitzetote in Europa

Die Hitzewellen im Sommer 2022 sollen zu Zehntausenden Toten in Europa geführt haben.

Rund 8000 hitzebedingte Todesfälle gab es laut einer Berechnung allein in Deutschland.

Vor allem ältere Menschen starben.

10.07.2023, 18.48 Uhr Spiegel online

Extremwetter seit Ende April - Wie die Menschen in Südostasien mit der Hitzewelle umgehen Schulen schließen, Munitionsdepots explodieren, Menschen sterben in der Hitze. Fotografen halten fest, wie Menschen in Bangkok, Manila und Phnom Penh die aktuellen Extremtemperaturen bewältigen.

Von Maria Stöhr, Bangkok 07.05.2024, 15.48 Uhr

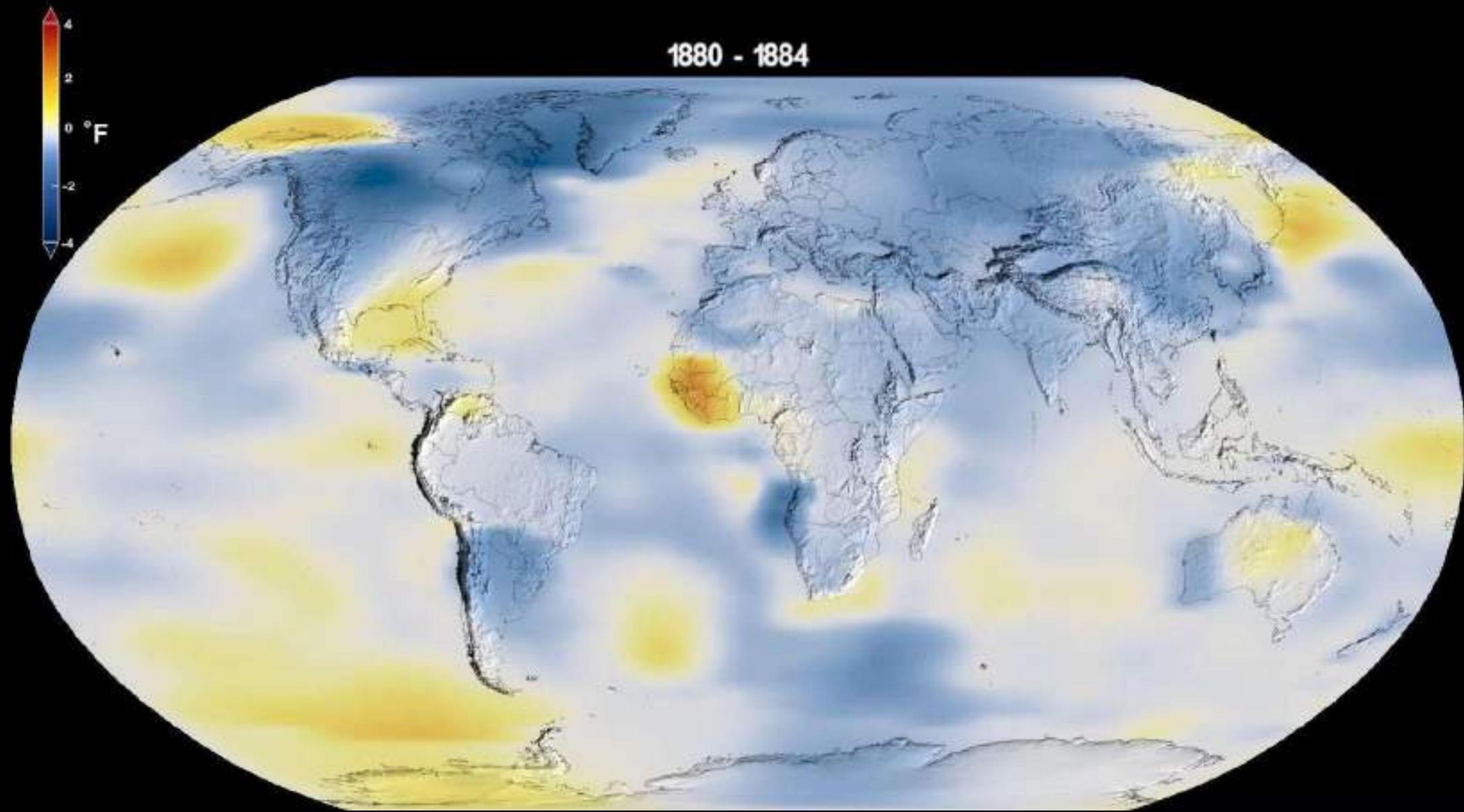
Spiegel online

Gefühlte Temperaturen von teils über 52 Grad Rekord-Hitzewelle in Thailand führt zu mehr als 60 Toten Thailand zählt bereits jetzt fast doppelt so viele Hitzetote wie im gesamten Jahr 2023. Die meisten Opfer gab es im landwirtschaftlich geprägten Nordosten.

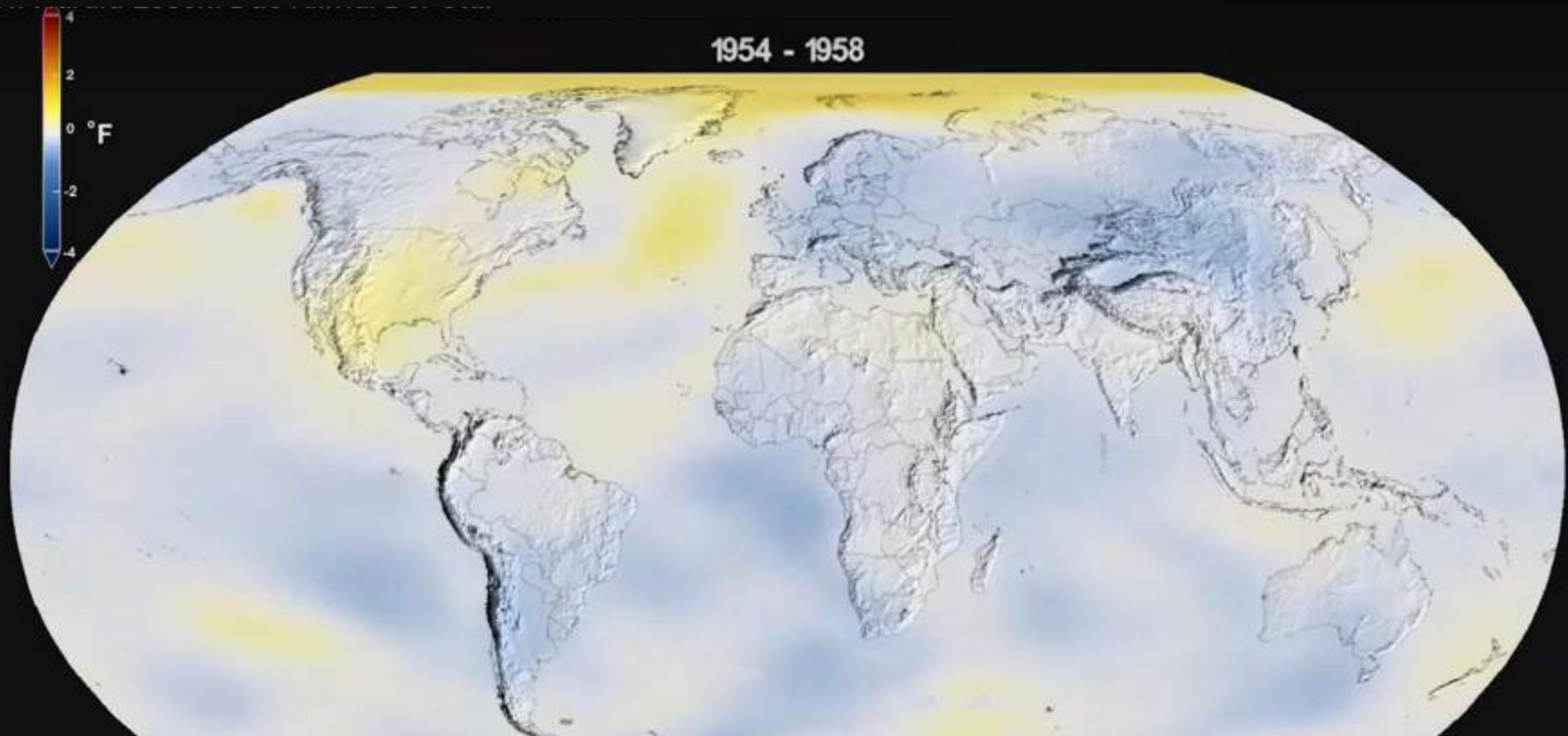
Asien erwärmt sich laut Meteorologen schneller als der globale Durchschnitt.

10.05.2024, 15.51 Uhr Spiegel online VALENCIA /MILTON/TAIFUNE/ :::::

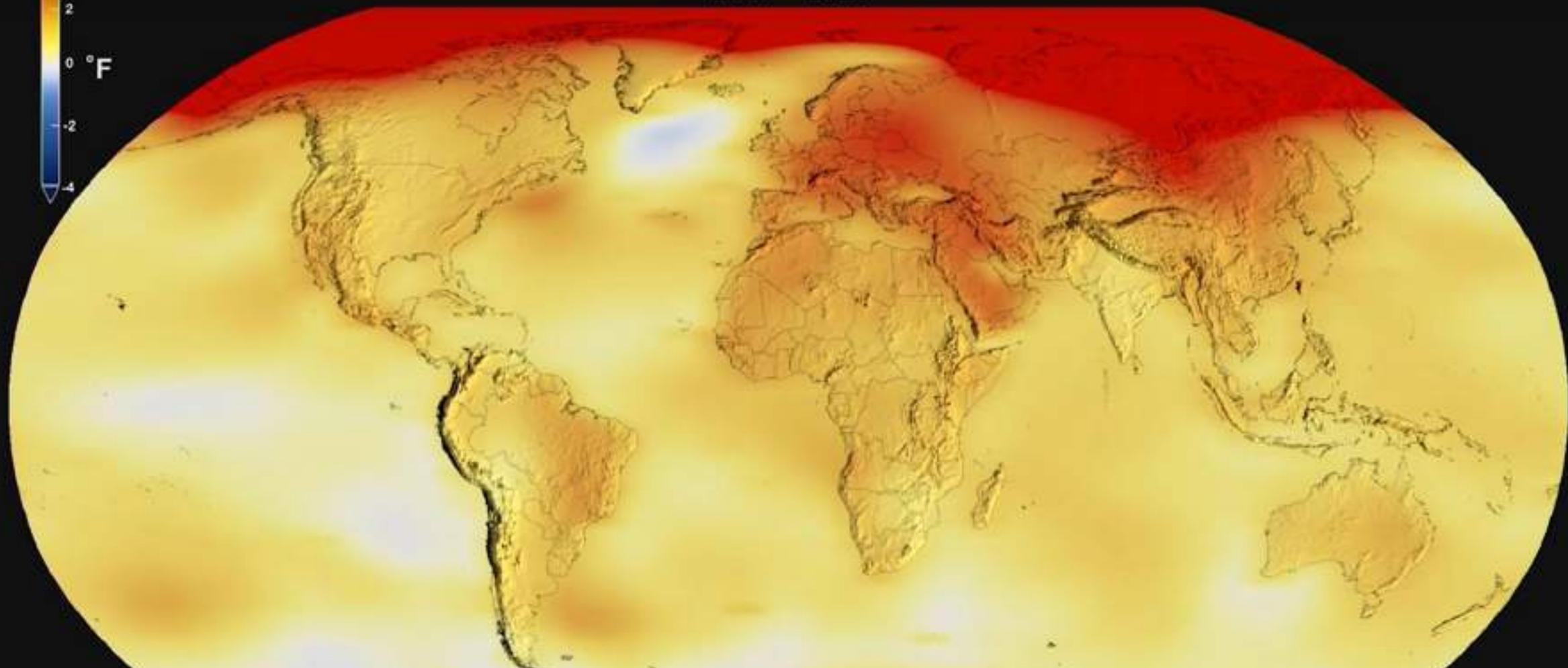
1880 - 1884



1954 - 1958

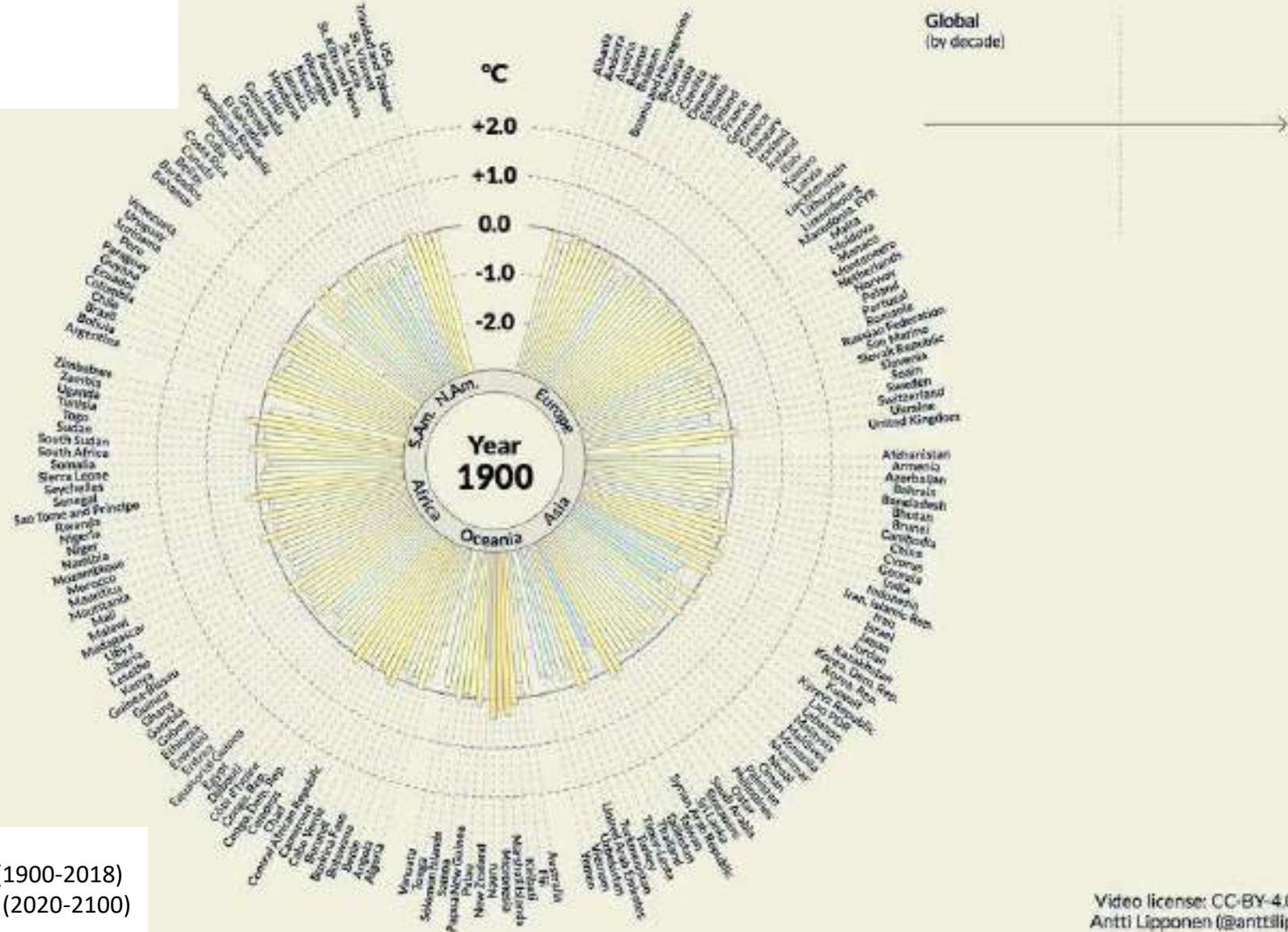


2017 - 2021



Temperaturänderung Jahre 1900 - 2100

OBSERVED



Datenquellen:

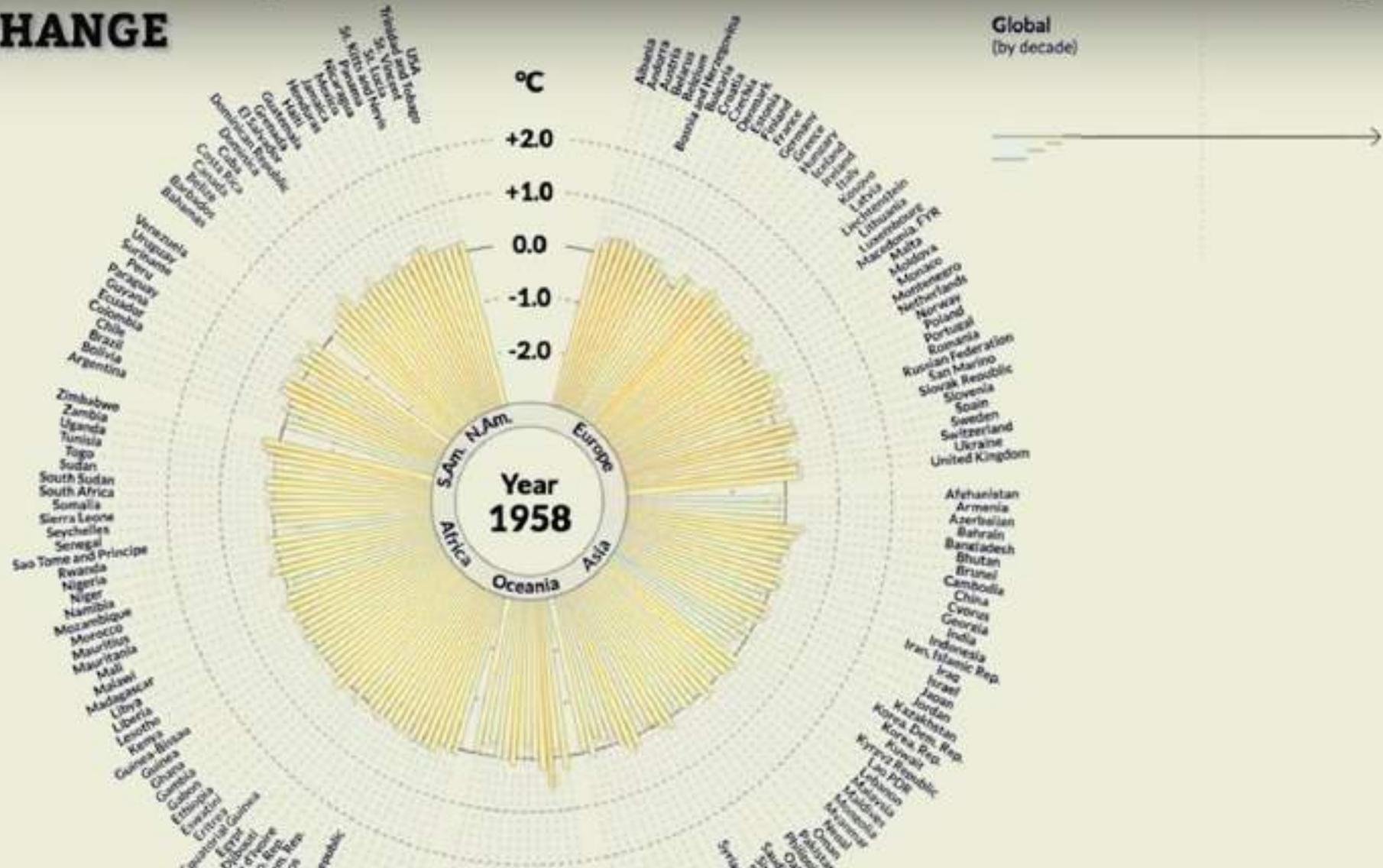
Berkeley Earth Temperaturanalyse (1900-2018)
Die 'rcp45'-Experimente des CMIP5 (2020-2100)
Basiszeitraum 1951-1980

Video license: CC-BY-4.0
Antti Lipponen (@anttilip)

TEMPERATURE CHANGE

Years 1900-2100

OBSERVED



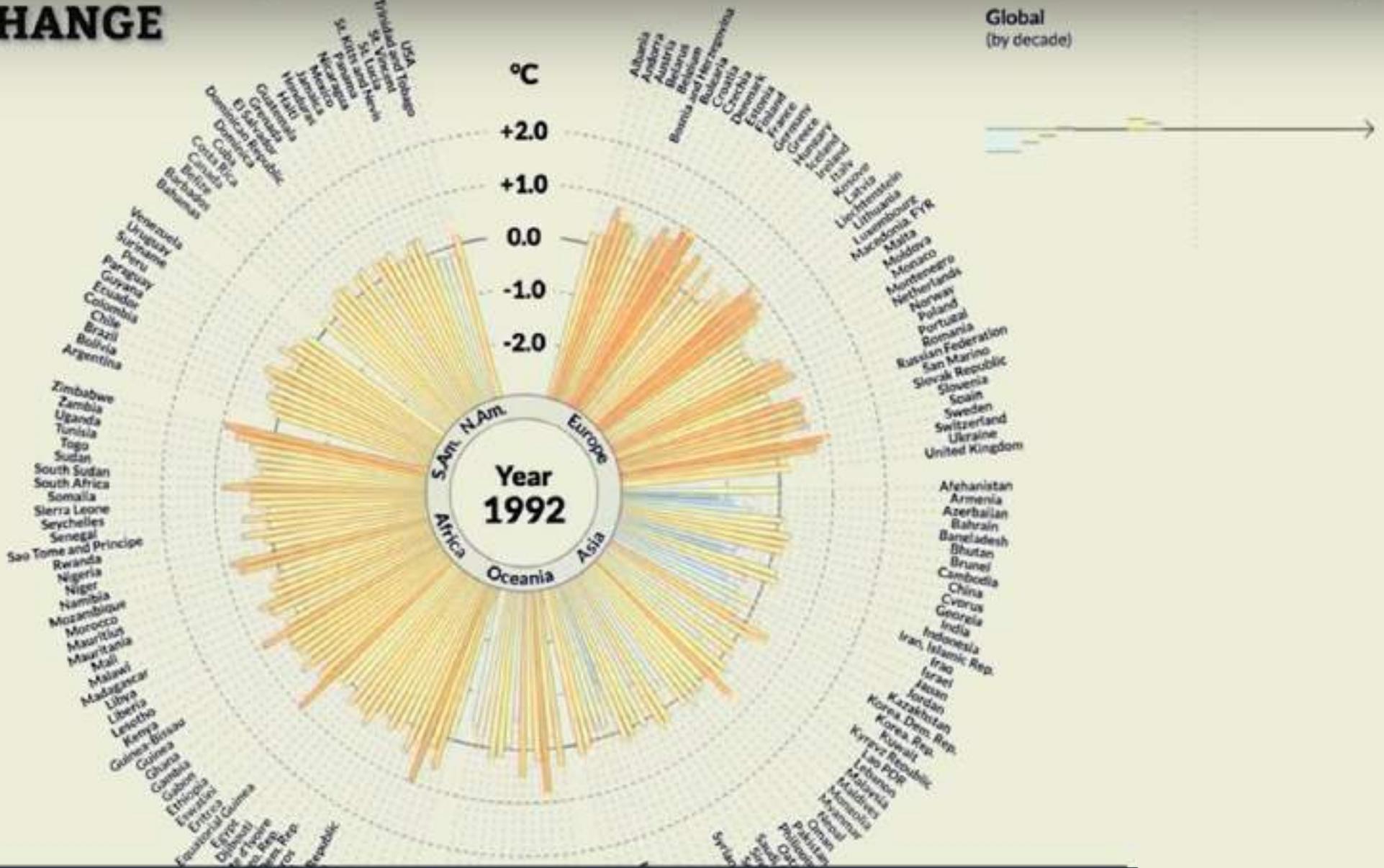
Data sources:
 Berkeley Earth temperature and
 The 'rcp45' experiment of the C
 Base period 1951-1980.

Video license: CC-BY-4.0
 Antti Lipponen (@anttilip)

TEMPERATURE CHANGE

Years 1900-2100

OBSERVED



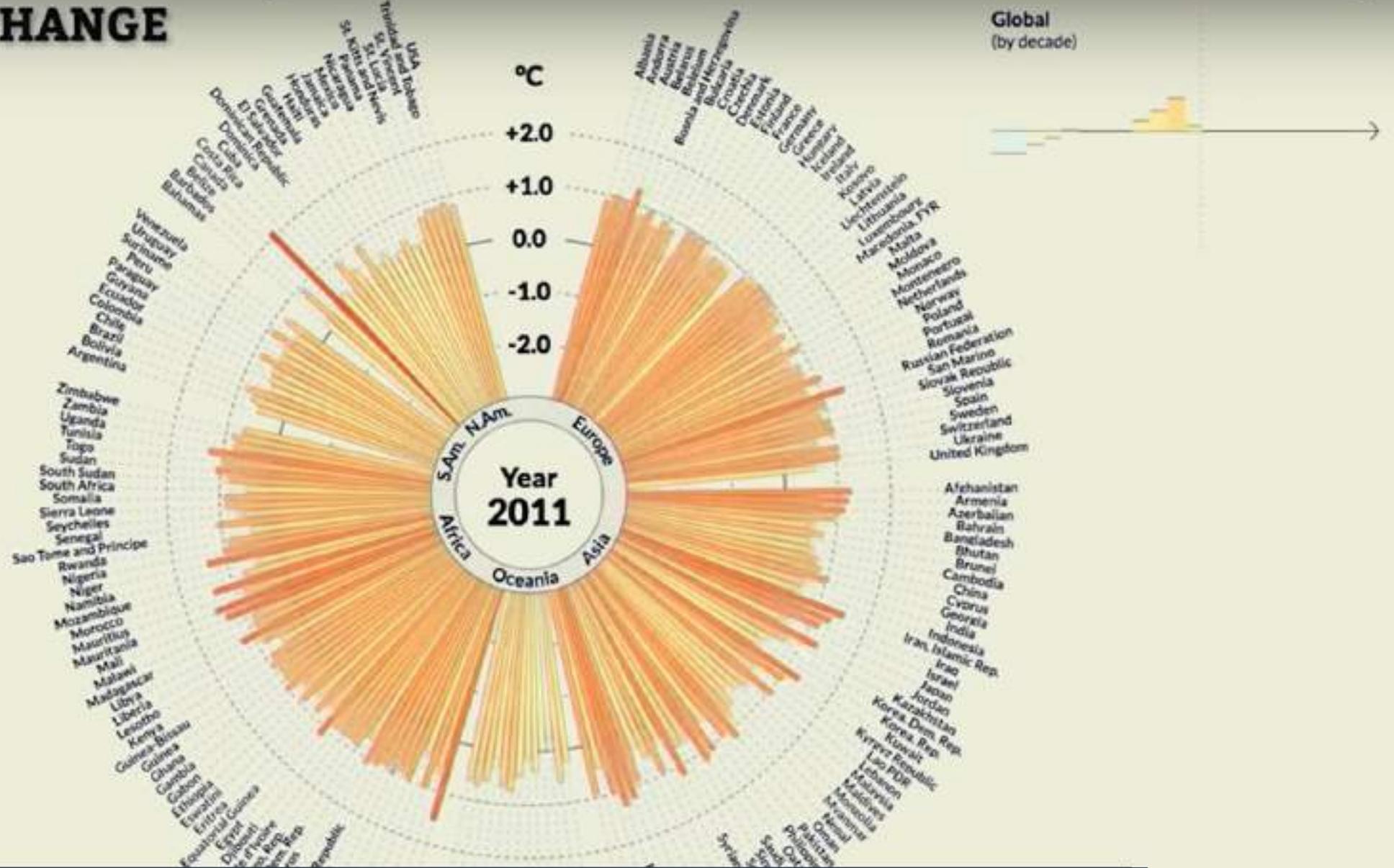
Data sources:
Berkeley Earth temperature
The 'rcp45' experiment of the
Base period 1951-1980.

Video license: CC-BY-4.0
Antti Lipponen (@anttilip)

TEMPERATURE CHANGE

Years 1900-2100

OBSERVED



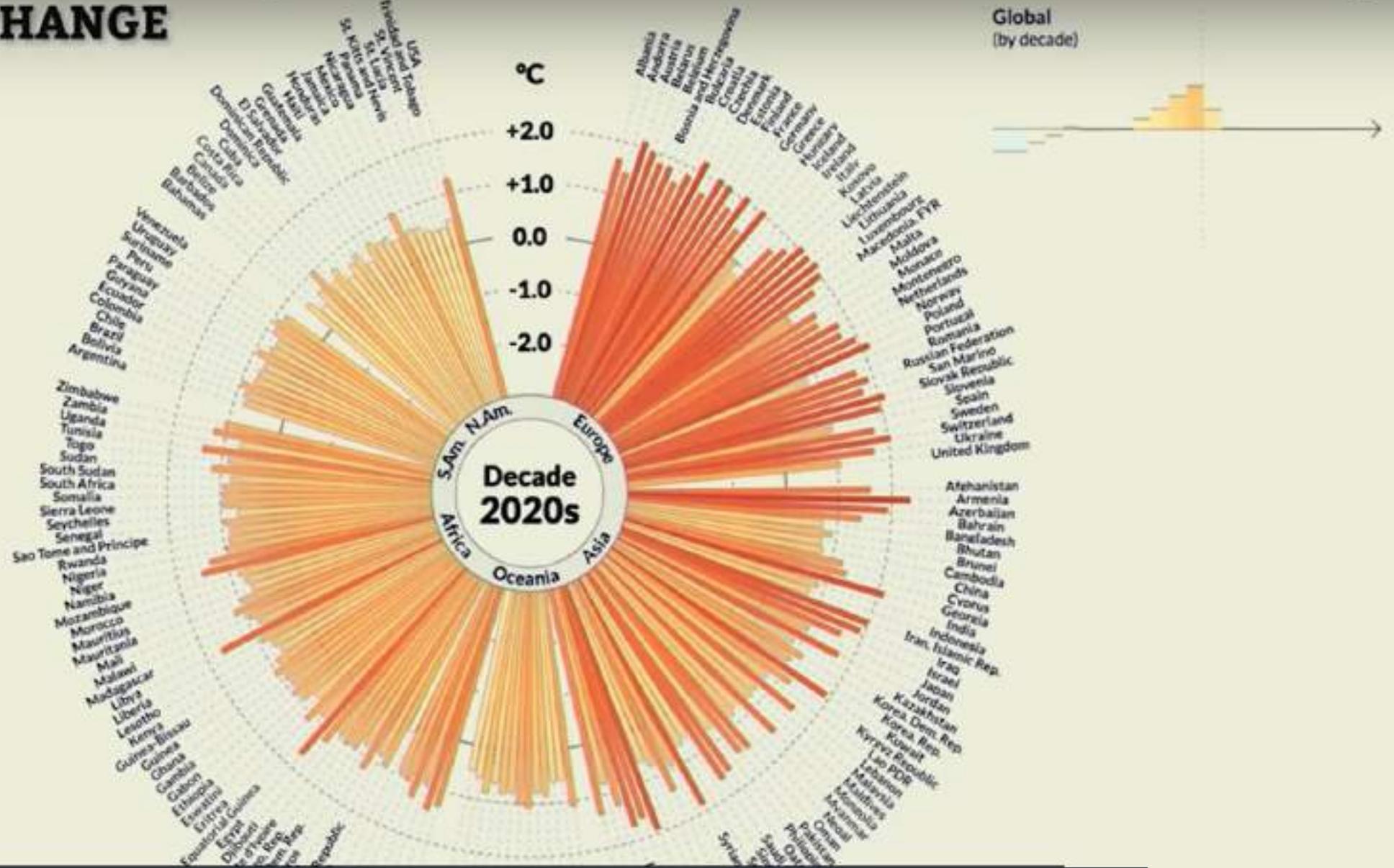
Data sources:
 Berkeley Earth temperature
 The 'rcp45' experiment of the
 Base period 1951-1980.

Video license: CC-BY-4.0
 Antti Lipponen (@anttilip)

TEMPERATURE CHANGE

Years 1900-2100

FUTURE PROJECTION



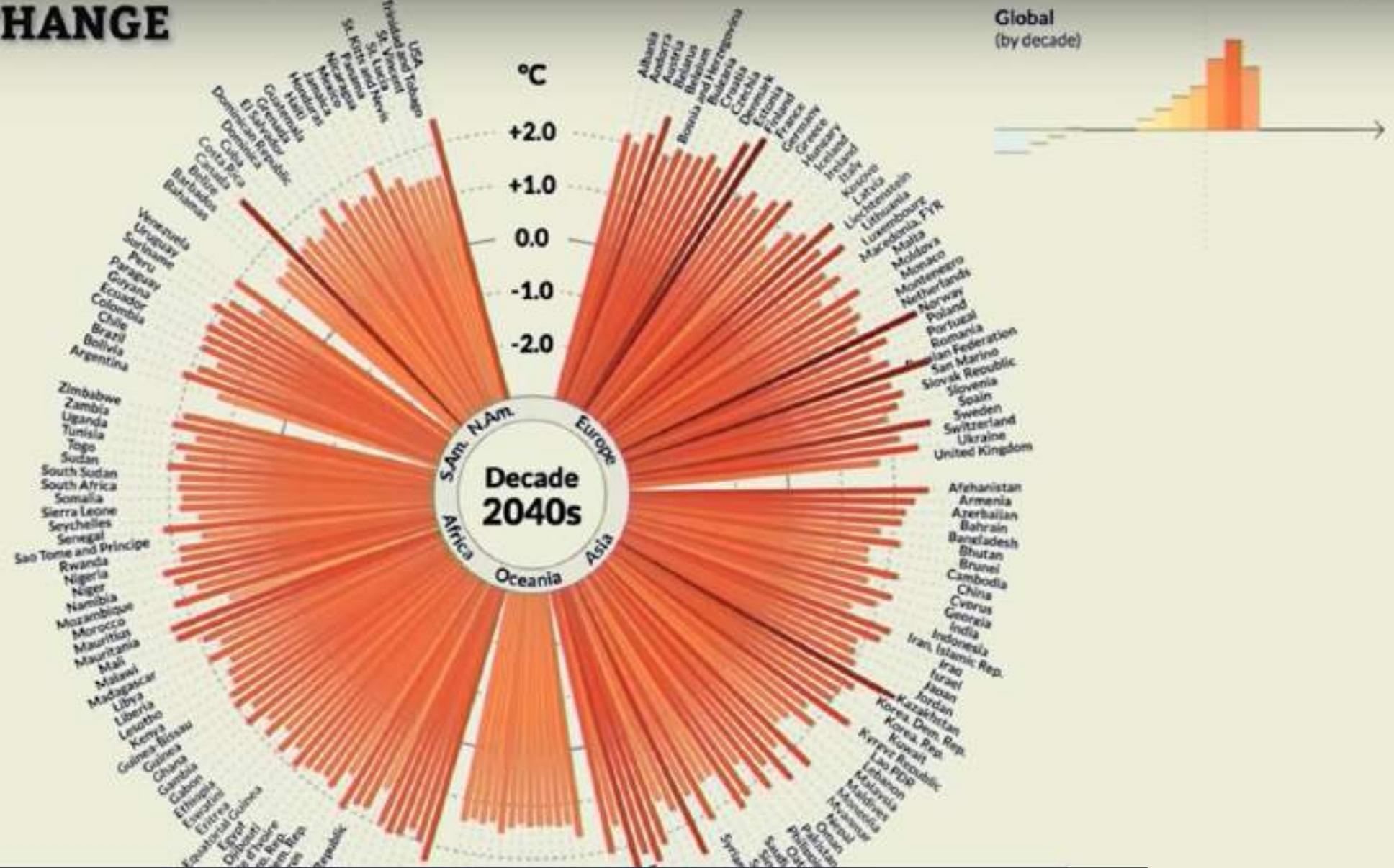
Data sources:
 Berkeley Earth temperature
 The 'rcp45' experiment of the
 Base period 1951-1980.

Video license: CC-BY-4.0
 Antti Lipponen (@anttilip)

TEMPERATURE CHANGE

Years 1900-2100

FUTURE PROJECTION



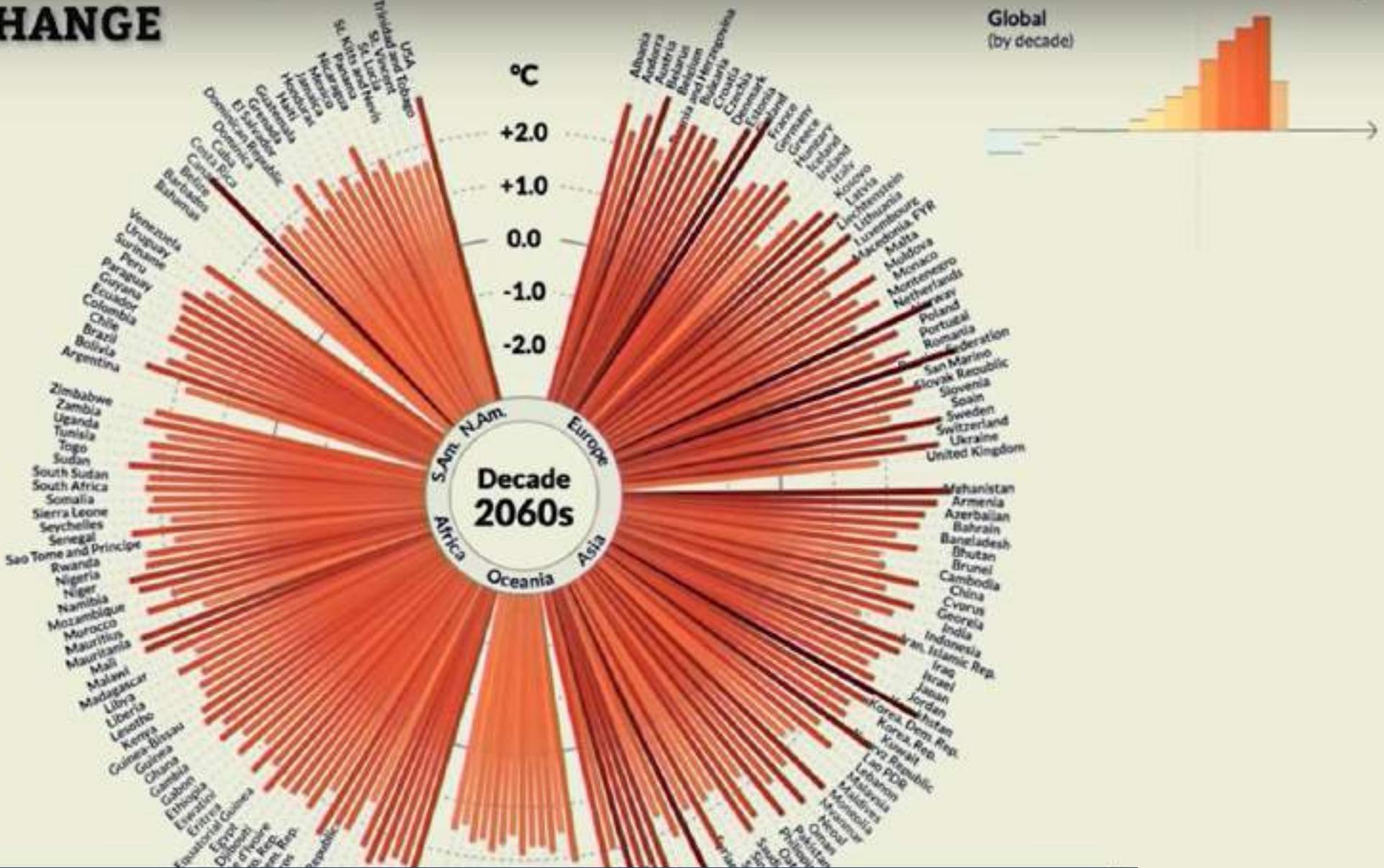
Data sources:
 Berkeley Earth temperature
 The 'rcp45' experiment of the
 Base period 1951-1980.

Video license: CC-BY-4.0
 Antti Lipponen (@anttilip)

TEMPERATURE CHANGE

Years 1900-2100

FUTURE PROJECTION



Data sources:
 Berkeley Earth temperature
 The 'rcp45' experiment of the
 Base period 1951-1980.

Video license: CC-BY-4.0
 Antti Lipponen (@anttilip)

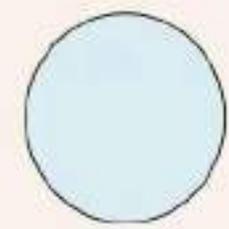
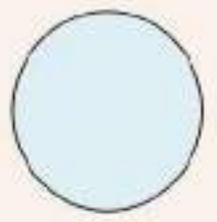
Anomalien der Meeresoberflächentemperatur

1880

Pacific Ocean

Atlantic Ocean

Indian Ocean



+0.5 °C

0.0 °C

-0.5 °C

Data source: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v5
<https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/marineocean-data/>
Base period: 1953-1980; average of monthly temperature anomalies

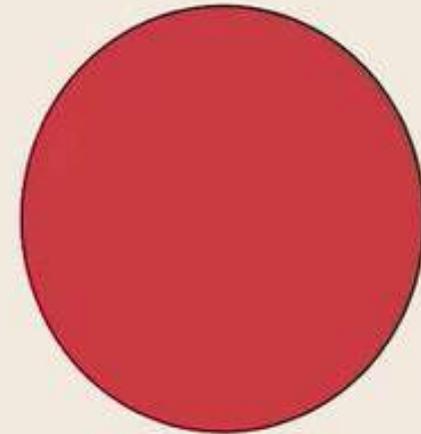
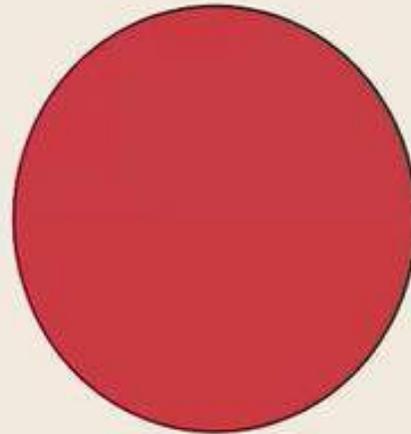
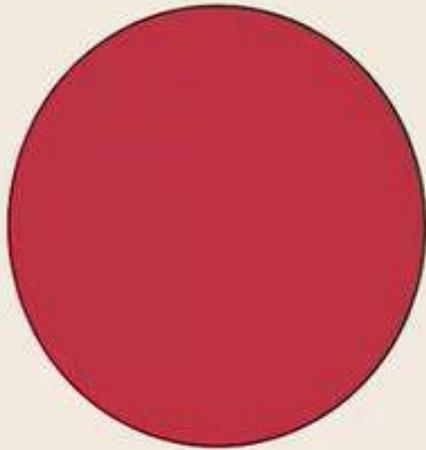
Sea Surface Temperature Anomalies

2018 

Pacific Ocean

Atlantic Ocean

Indian Ocean



Data source: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature

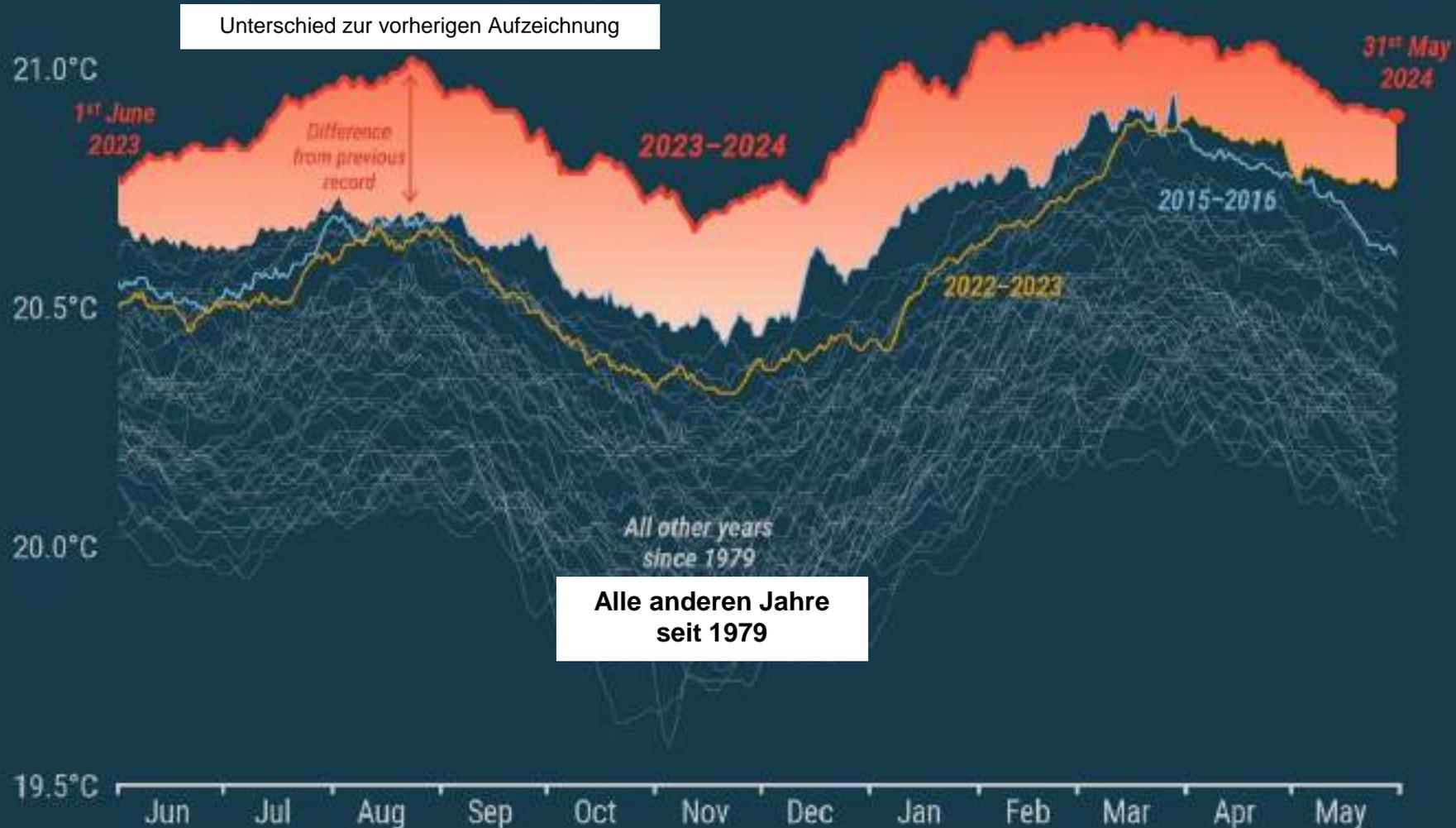
Base period: 1951–1980, average of monthly temperature anomalies

Antti Lipponen (@anttilip)
License: CC BY 4.0

Tägliche Meeresoberflächentemperatur für 60 Grad S - 60 Grad N

Daily sea surface temperature for 60°S-60°N

Data: ERA5 1979-2024 • Credit: C3S/ECMWF



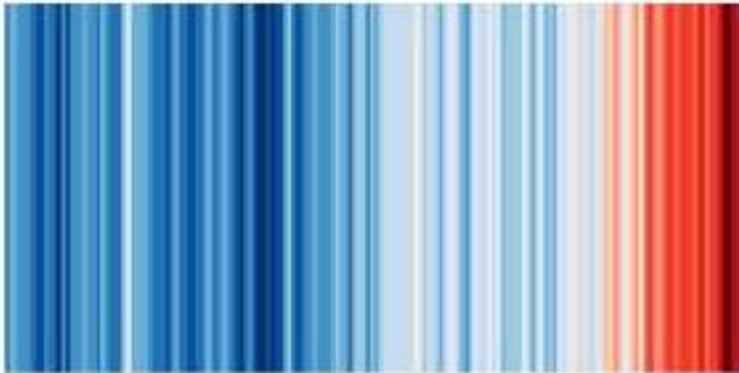
PROGRAMME OF THE
EUROPEAN UNION



WAS WIR HEUTE ÜBERS KLIMA WISSEN

BASISFAKTEN ZUM KLIMAWANDEL, DIE IN DER
WISSENSCHAFT UNUMSTRITTEN SIND

SEITE 1481 2021



Vertragsgesell. von:

Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de



DMG
Deutsche Meteorologische Gesellschaft



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima für alle



HELMHOLTZ
KLIMA-INITIATIVE



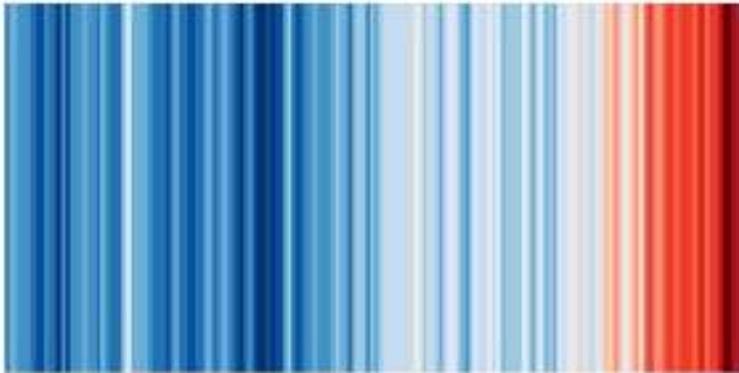
DIE FÜNF KERNINFOS ZUM KLIMAWANDEL
IN NUR 20 WORTEN¹:

1. ER IST REAL.

WAS WIR HEUTE ÜBERS KLIMA WISSEN

BASISFAKTEN ZUM KLIMAWANDEL, DIE IN DER
WISSENSCHAFT UNUMSTRITTEN SIND

SEITE 1481 2021



Von uns gegeben von:

Deutsches Klima-Konzept, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Erstveröffentlichung Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de



DMG
Deutsche Meteorologische Gesellschaft



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima für alle



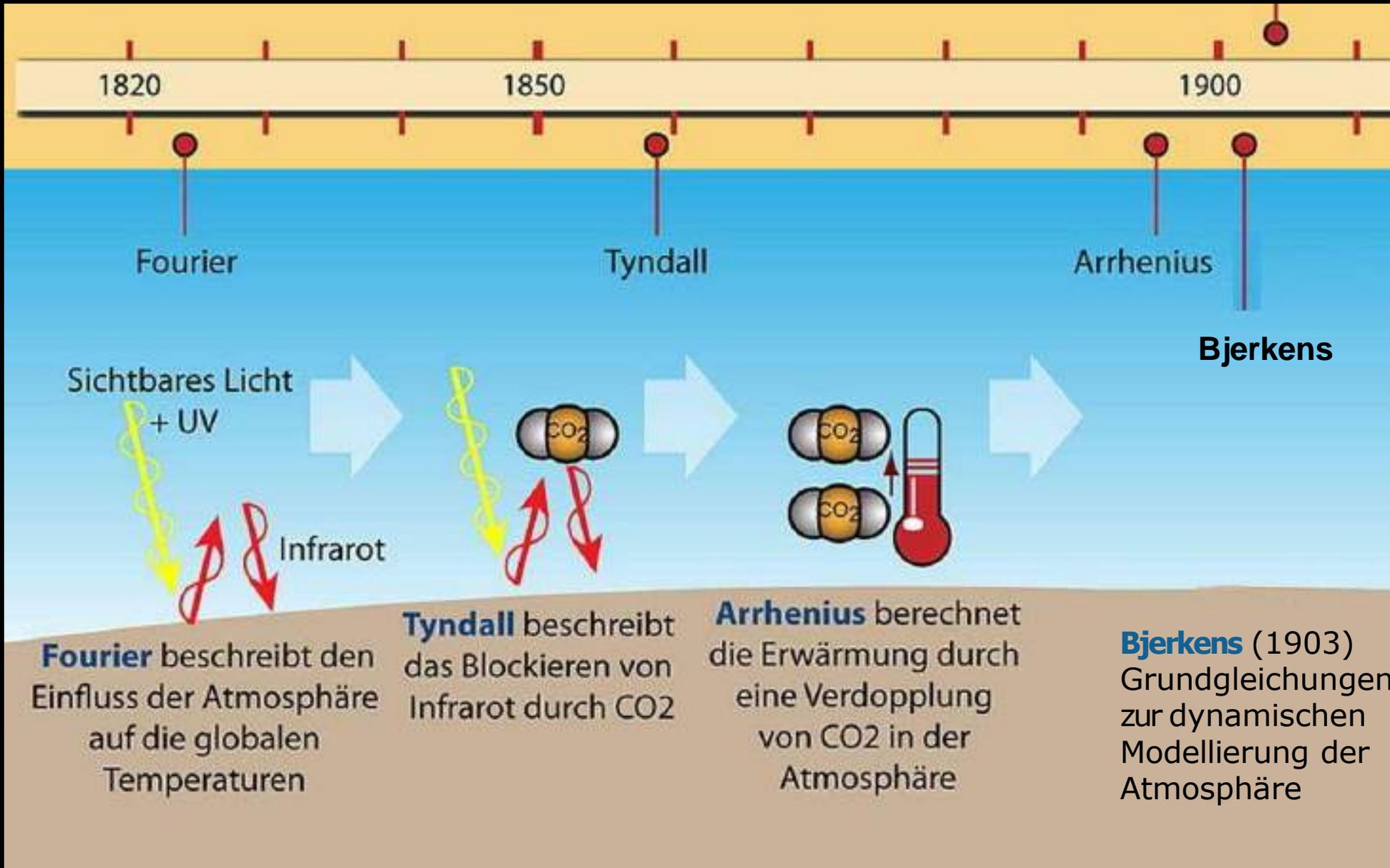
HELMHOLTZ
KLIMA-INITIATIVE



DIE FÜNF KERNINFOS ZUM KLIMAWANDEL
IN NUR 20 WORTEN¹:

1. ER IST REAL.
2. WIR SIND DIE URSACHE.

Geschichte der Klimaforschung



Planck (1905)
Planck'sches
Strahlungsgesetz

Fourier beschreibt den Einfluss der Atmosphäre auf die globalen Temperaturen

Tyndall beschreibt das Blockieren von Infrarot durch CO₂

Arrhenius berechnet die Erwärmung durch eine Verdopplung von CO₂ in der Atmosphäre

Bjerkens (1903) Grundgleichungen zur dynamischen Modellierung der Atmosphäre

Geschichte der Klimaforschung

2.

Weltkrieg

1930

1940

1950

1960

Callendar

Callendar bemerkt Temperaturanstieg seit Beginn des 20. Jh.

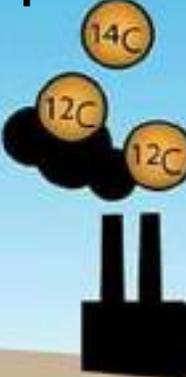


Vermutete große ozeanische CO₂-Senke verringert Befürchtungen über CO₂

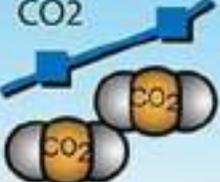


Phillips

Keeling



Keeling misst jährlichen Anstieg von atmosphärischem CO₂



Phillips (1956)
„Global Circulation Model“ (GCM)

Geschichte der Klimaforschung

2.

Weltkrieg

1930

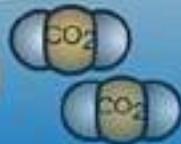
1940

1950

1960

Callendar

Callendar bemerkt Temperaturanstieg seit Beginn des 20. Jh.



Vermutete große ozeanische CO₂-Senke verringert Befürchtungen über CO₂

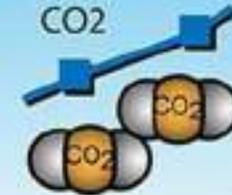
Phillips

14C

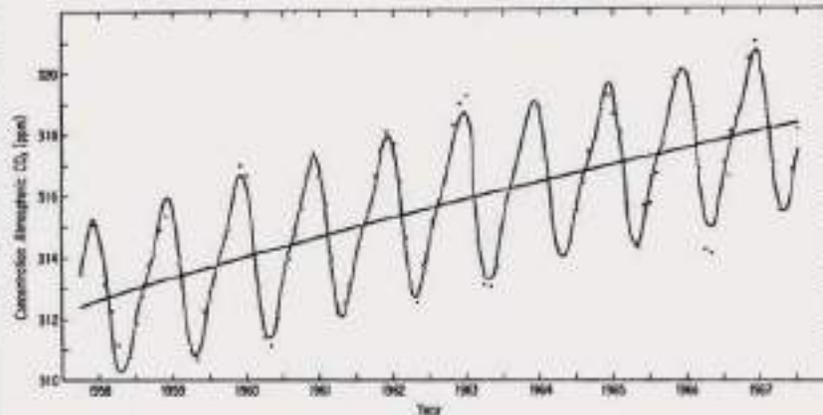
13C

Keeling

Keeling misst jährlichen Anstieg von atmosphärischem CO₂

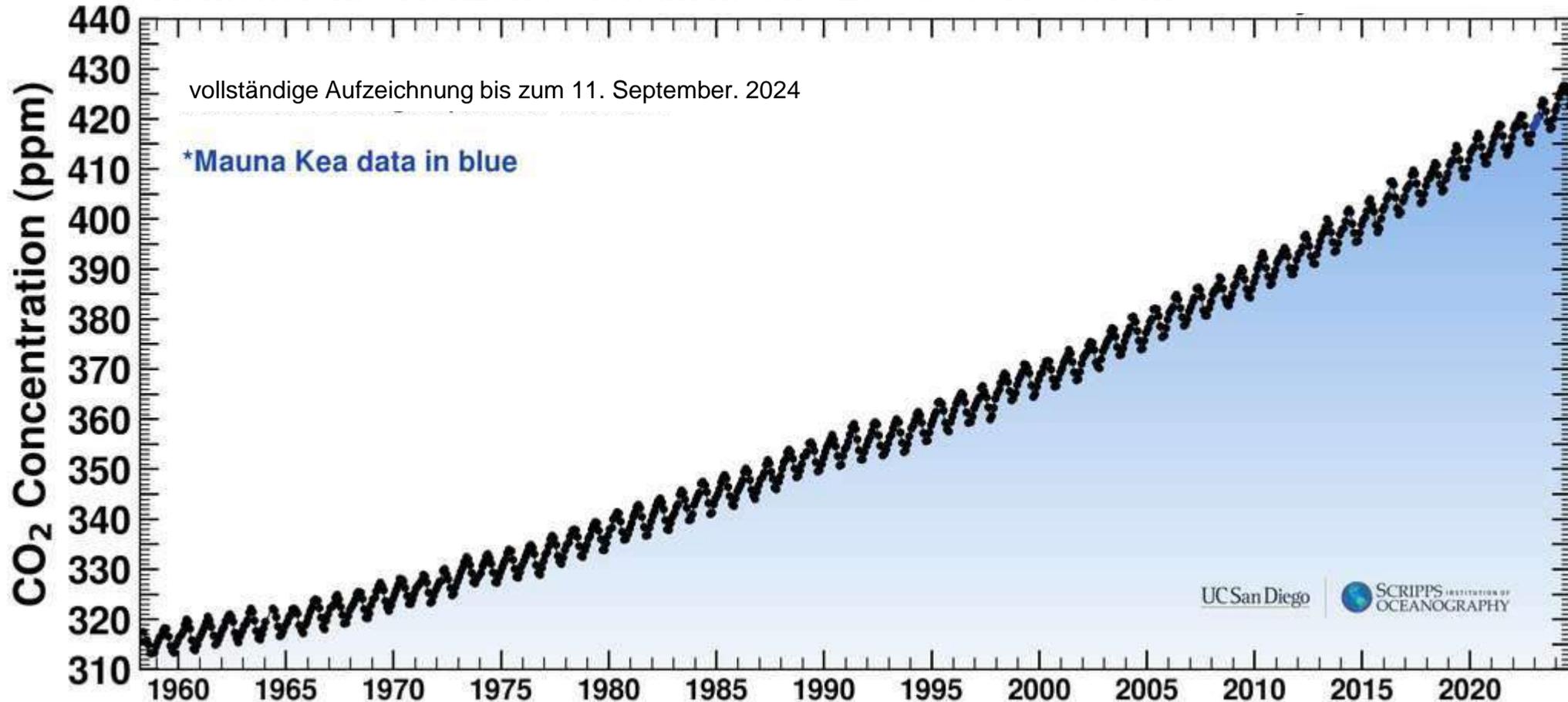


Ch. D. Keeling, Proc. Am. Philos. Soc. 114, 10 (1970)



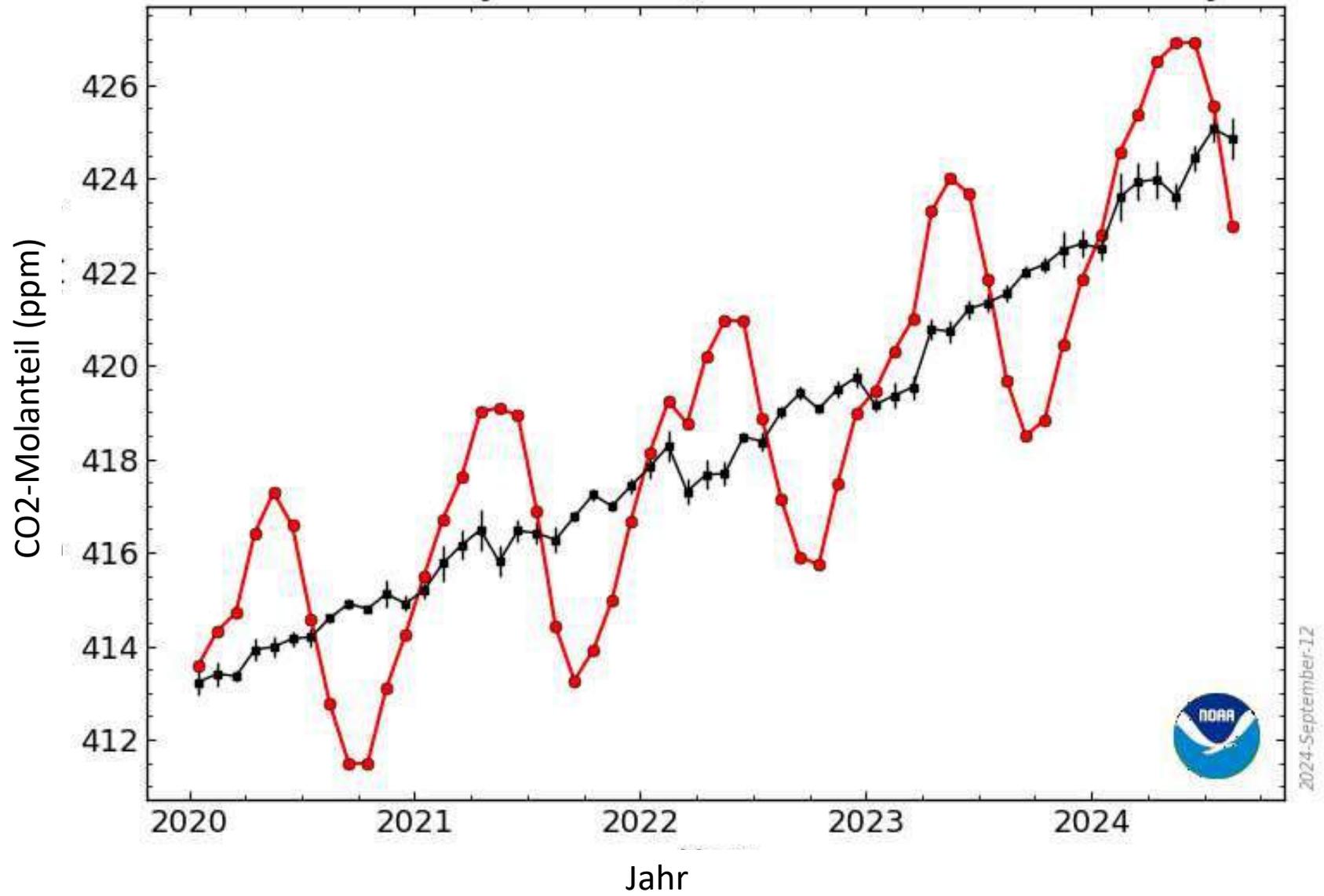
Die Keeling-Kurve aus dem Jahr 1970 zeigt die Variation der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre seit Ende der 1950er-Jahre. Das auffällige Sägezahnmuster resultiert aus den jahreszeitlichen Unterschieden des Wachstums von Pflanzen und Bäumen.

Kohlendioxid-Konzentration im Mauna Loa Observatorium

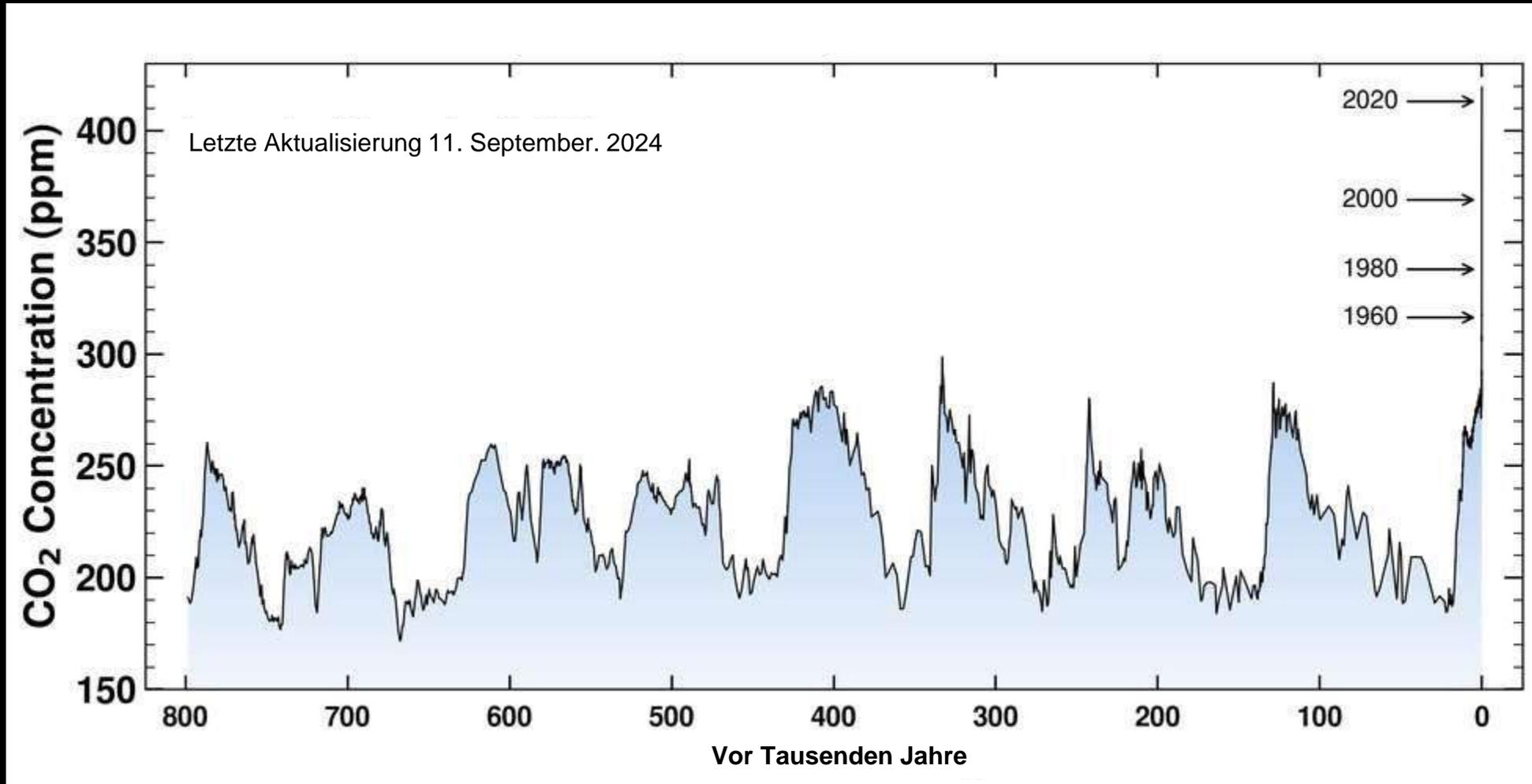


CO₂-Werte erreichen neuen Rekordwert: 426 ppm

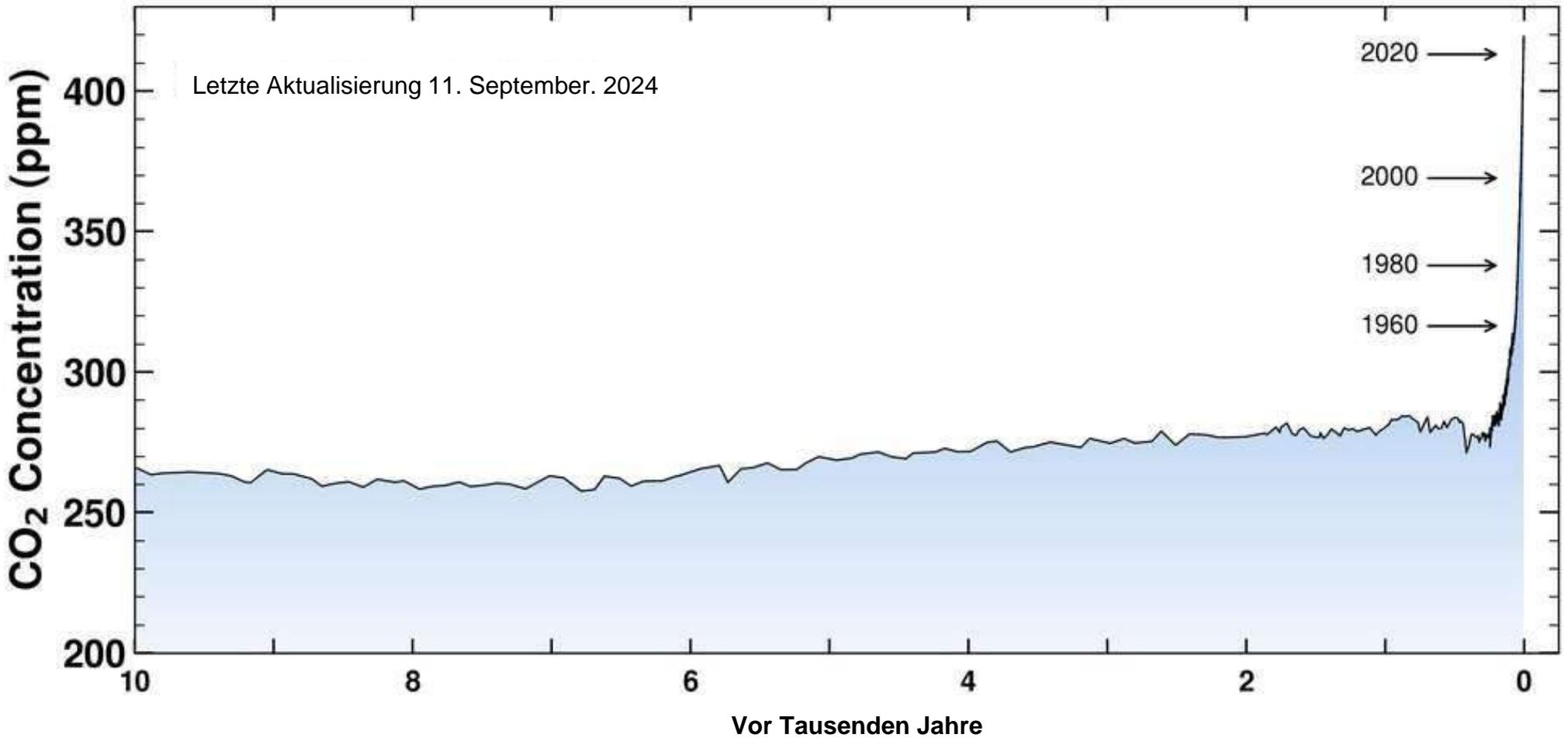
aktuelle monatliche CO2-Mittelwerte am Mauna Loa Observatorium



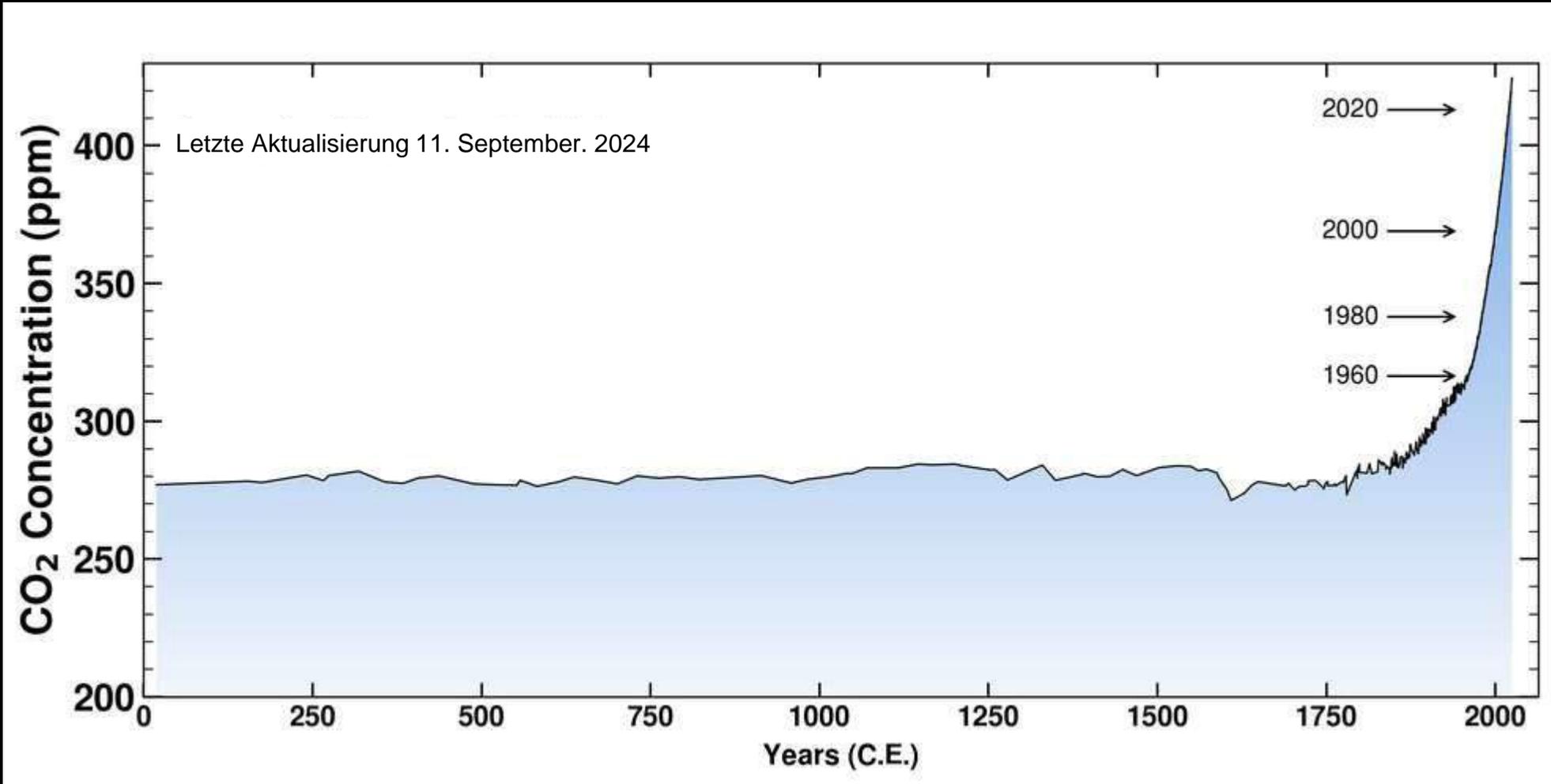
Kohlendioxid in der Erdatmosphäre – die letzten 800.000 Jahren Seitdem es Menschen (Homo sapiens) gibt



Kohlendioxid in der Erdatmosphäre – die letzten 10.000 Jahre seitdem wir Landwirtschaft betreiben

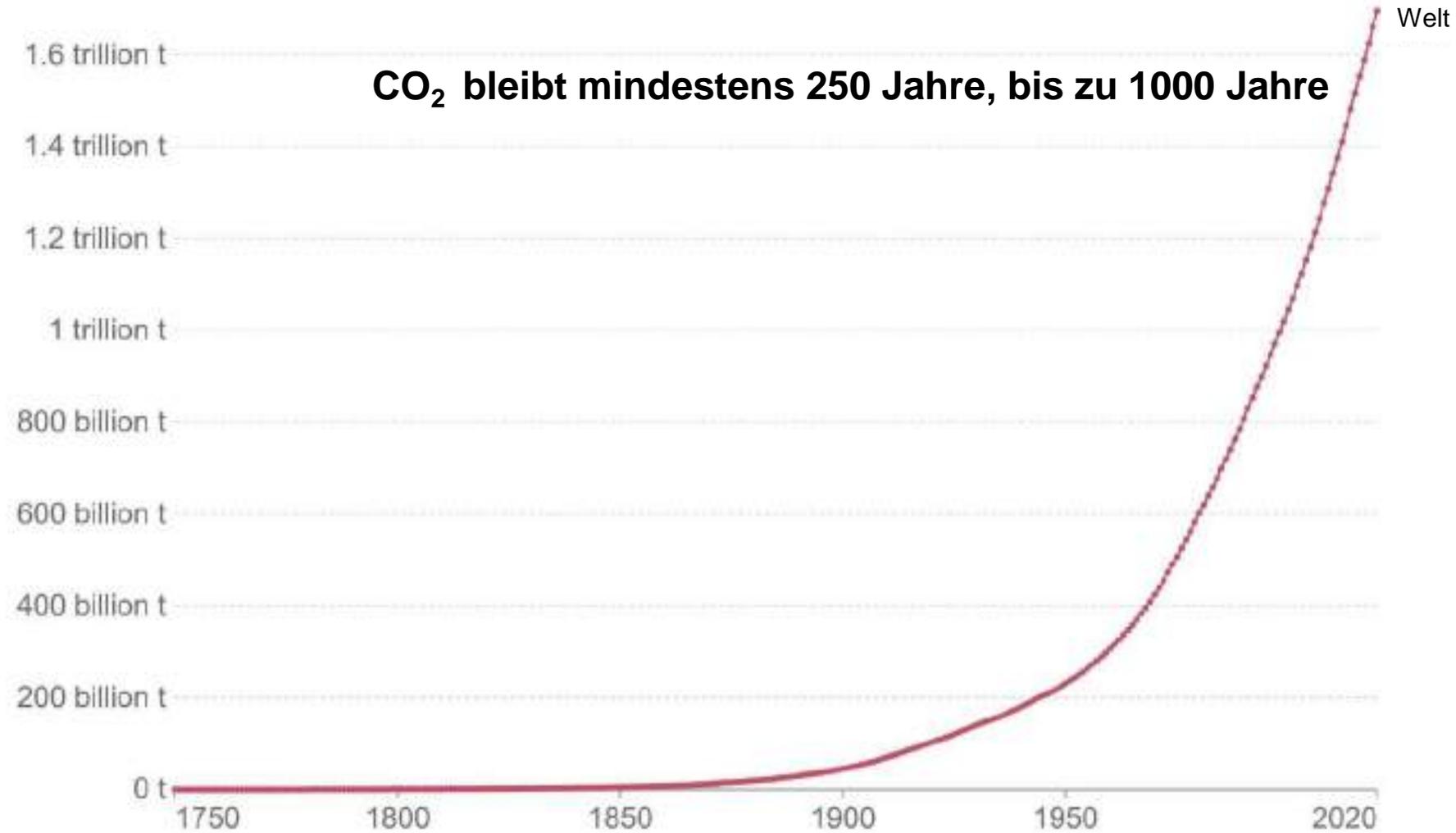


Kohlendioxid in der Erdatmosphäre – die letzten 2000 Jahre seit Christi Geburt

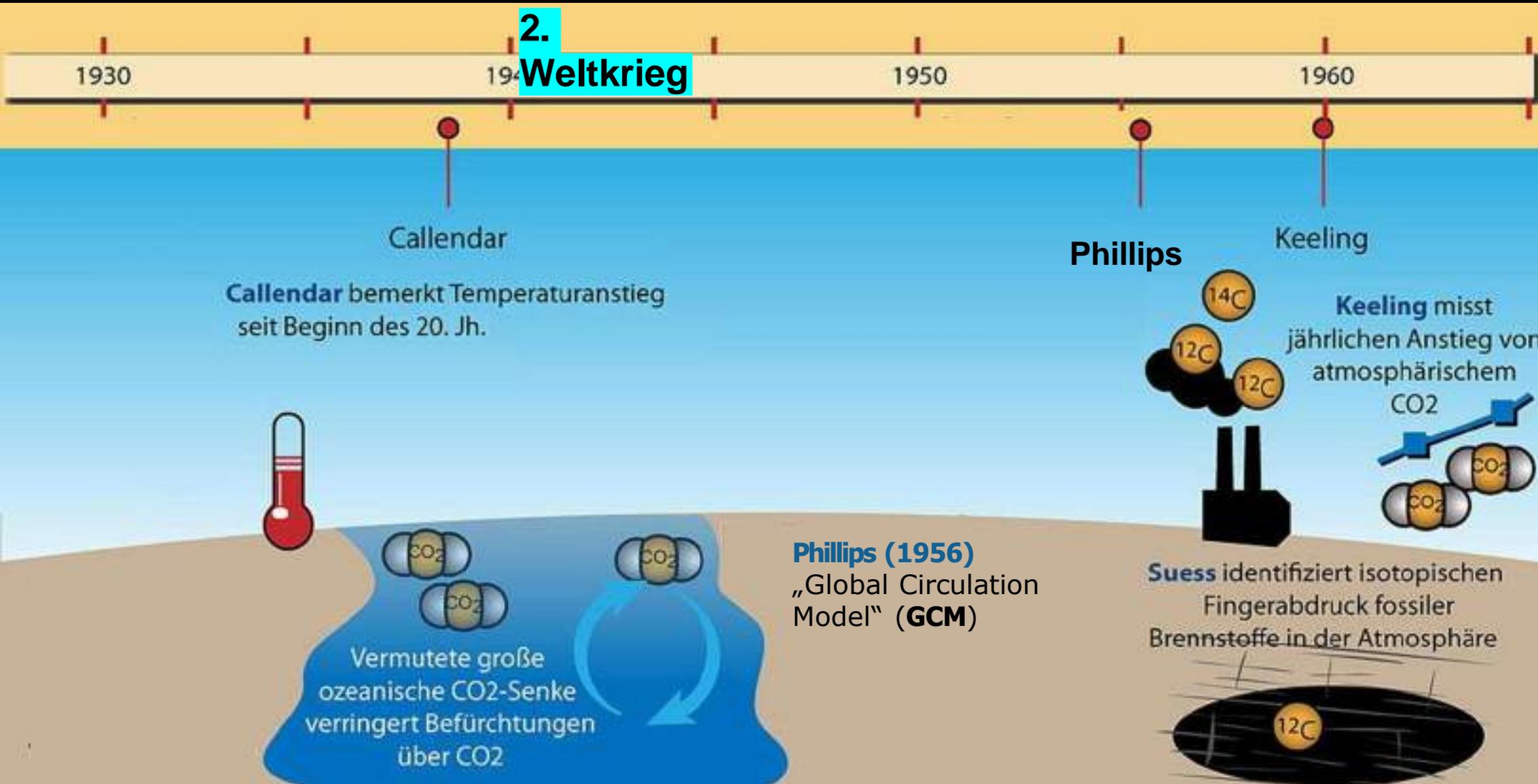


Kumulierte CO2-Emissionen

Die kumulierten Emissionen sind die Summe der CO2-Emissionen, die seit 1750 durch fossile Brennstoffe und die Industrie erzeugt wurden. Landnutzungsänderungen sind nicht enthalten



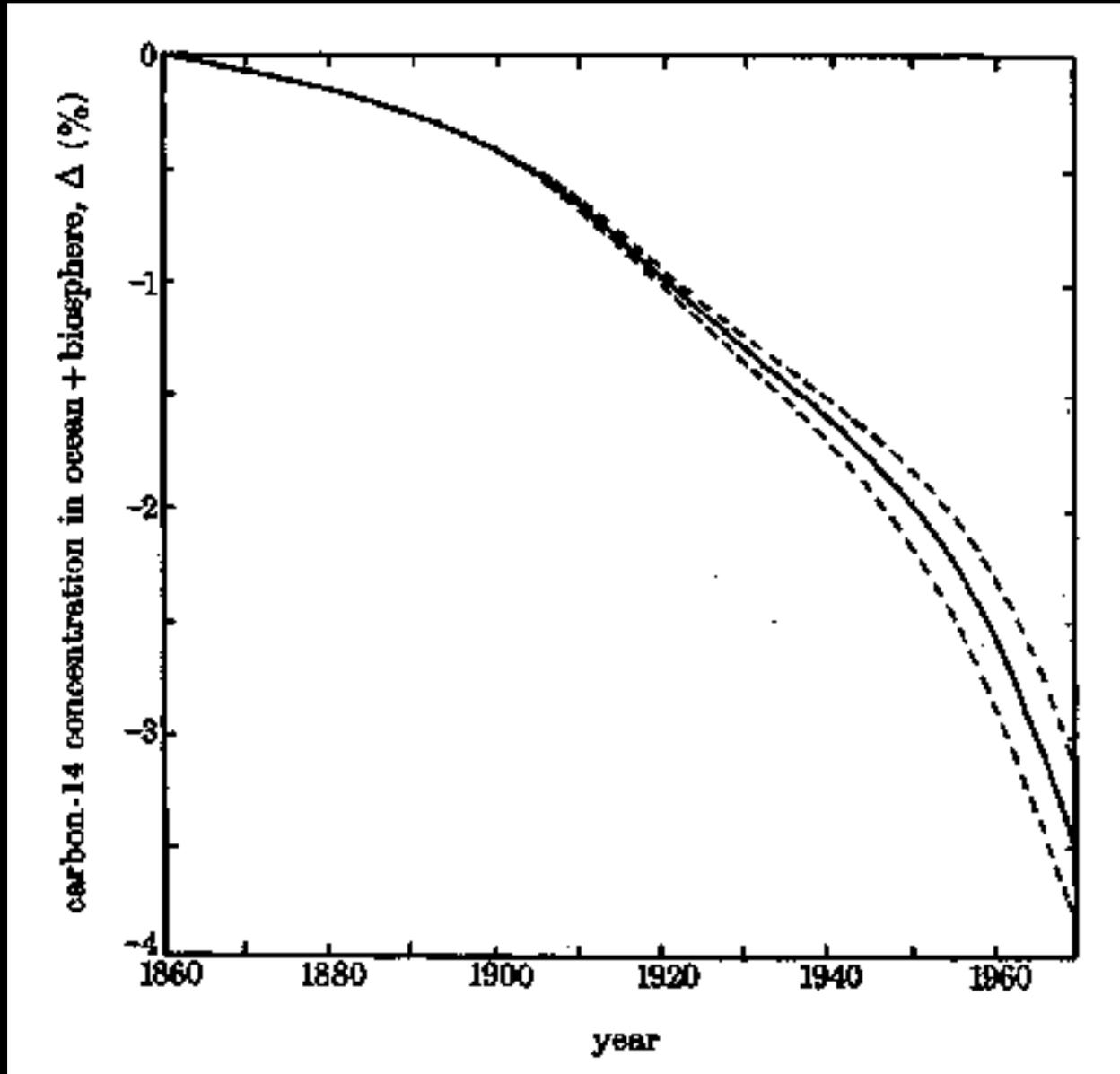
Geschichte der Klimaforschung



Kohlenstoff-13

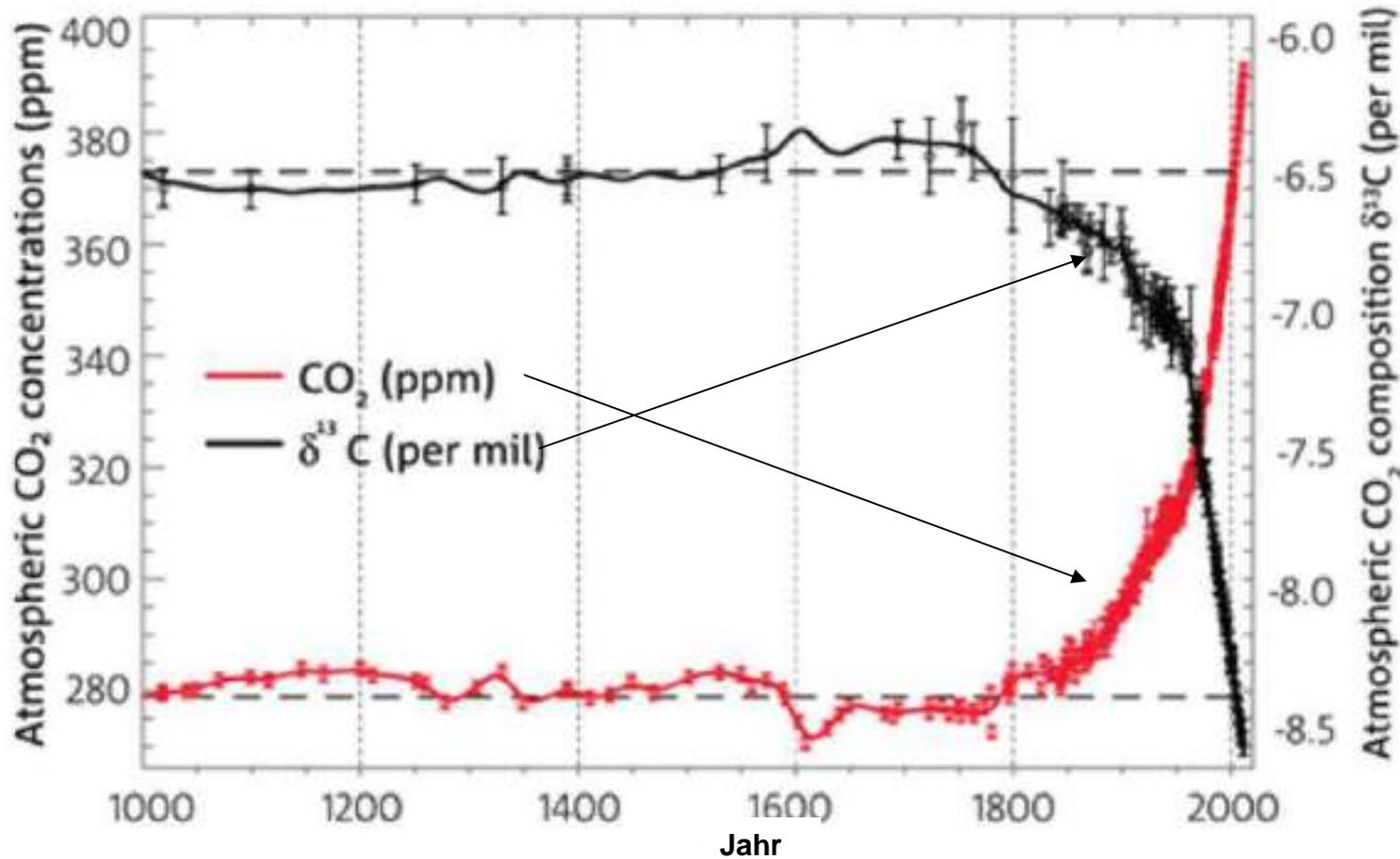
- a. Fossile Brennstoffe (Alter 15-600 Mill. Jahre) enthalten **kein** ^{14}C ($t_{1/2} = 5.730$ Jahre) und **weniger** ^{13}C als Luft
- b. das Verhältnis $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ist in Pflanzen (→ Photosynthese) niedriger als in der Luft und in Meeren
- c. Rückschluss auf **Herkunft** des atmosph. CO_2

Nachweis für den Rückgang von C^{14} : Suess Effekt.



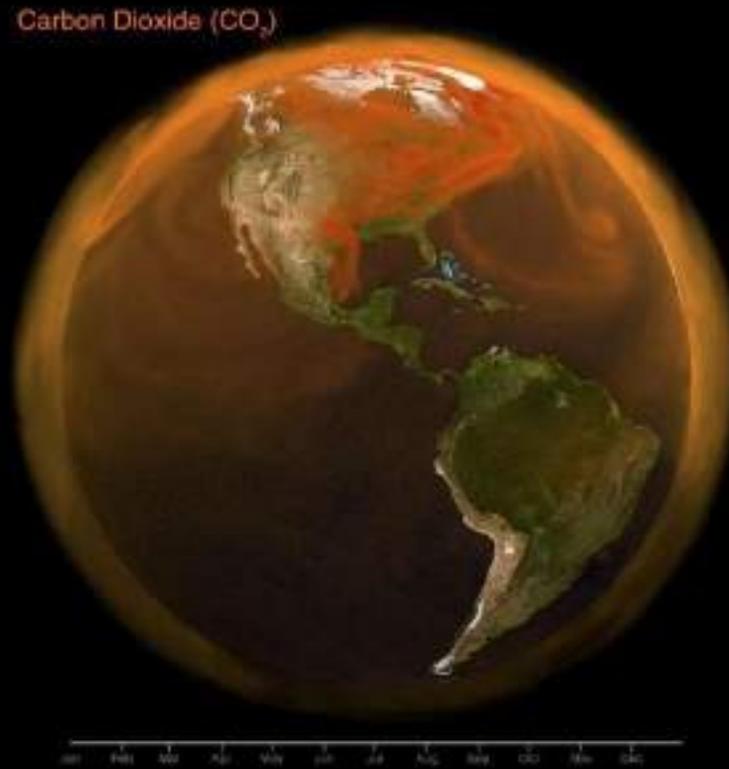
from Baxter and
Walton (1970)

Konzentration und Isotopenzusammensetzung des atmosphärischen Kohlendioxids



Der Rückgang des Verhältnisses des Kohlenstoff-13-Isotops ($\delta^{13}\text{C}$), der mit dem Anstieg des CO₂-Trends einhergeht, zeigt, dass die Quellen fossile Brennstoffe und Landnutzungsänderungen sind

Der Himmel über dem Globus



Tag für Tag pumpen wir Kohlenstoff in die Atmosphäre



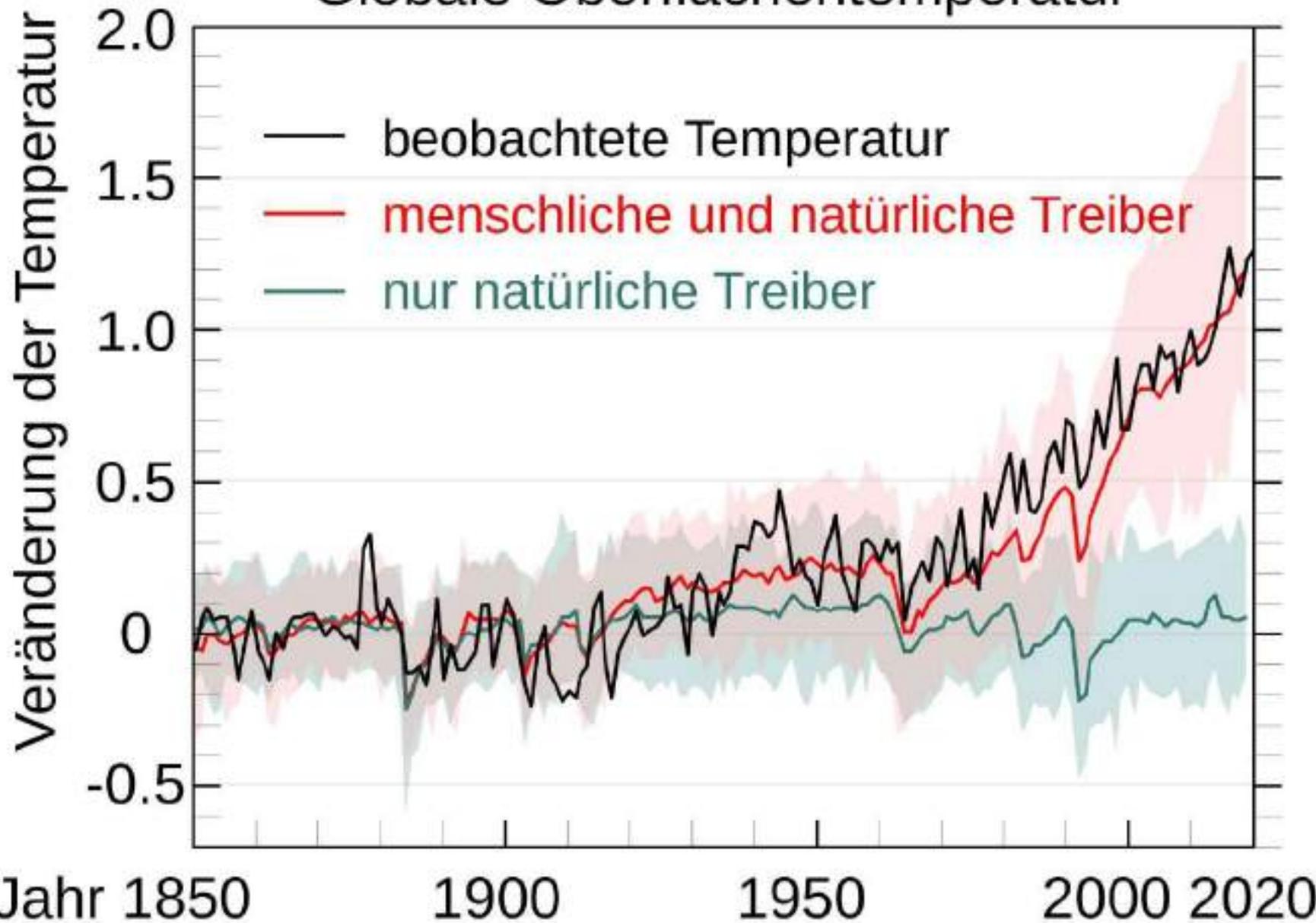
14 Jan 2020 22:00:00.000

NASA

Wir kennen alle Quellen



Globale Oberflächentemperatur



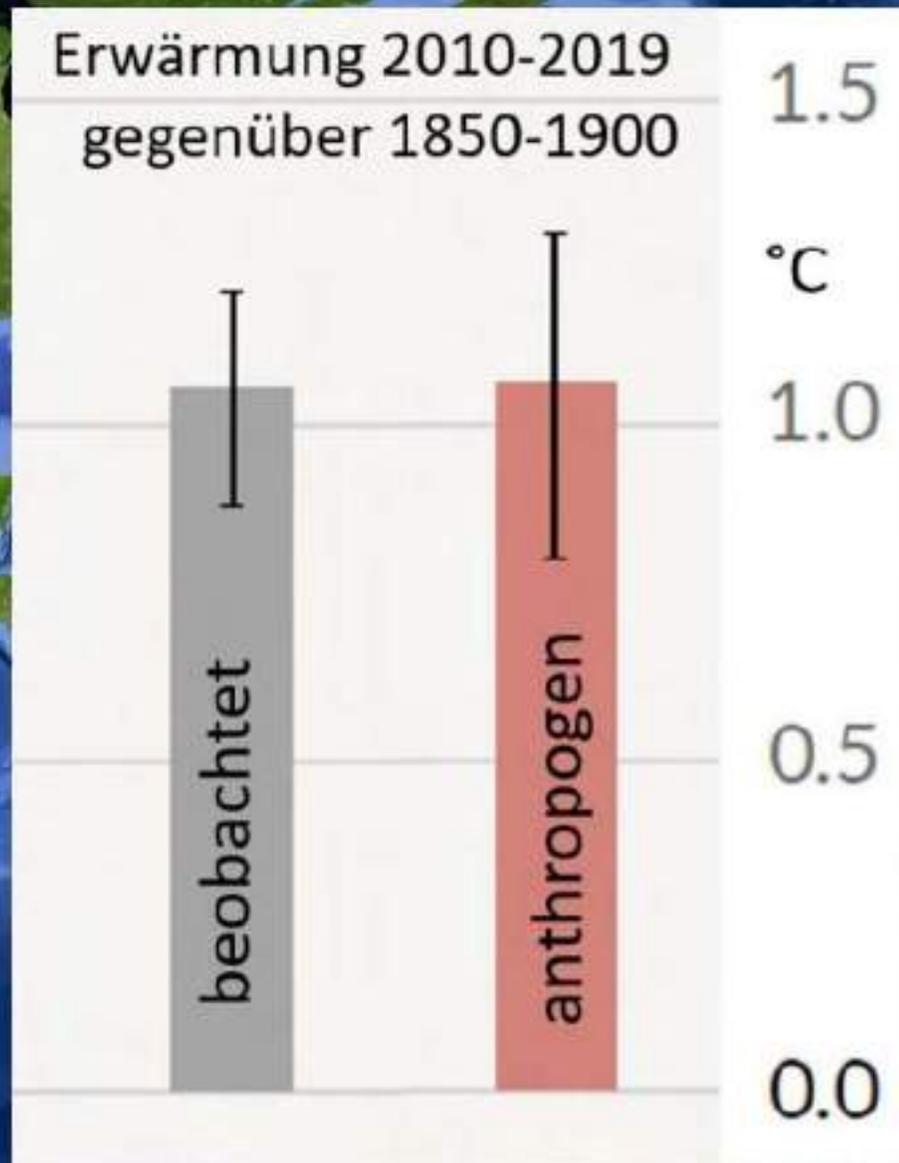
CO₂ Eintrag 2023
anthropogen :
35,8 Gt/Jahr 2023 (*)

= 100 fache CO₂ Eintrag
aller Vulkane der Welt

(*) Liu *et al* (2024) Global carbon emissions in 2023. *Nat Rev Earth Environ* 5, 253–254 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00532-2>

Die moderne
Erwärmung ist
komplett
menschengemacht!

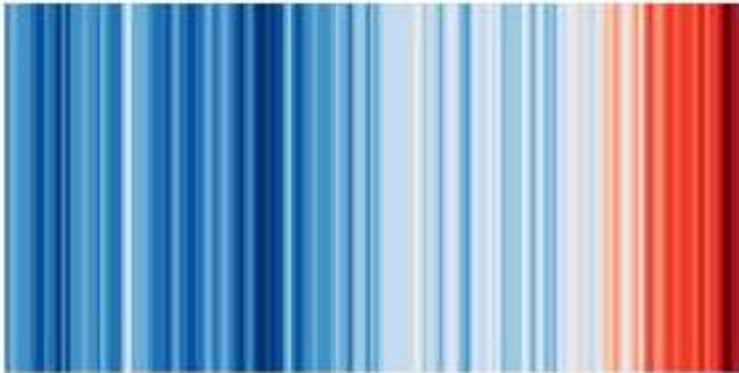
Quelle:
IPCC 2021



WAS WIR HEUTE ÜBERS KLIMA WISSEN

BASISFAKTEN ZUM KLIMAWANDEL, DIE IN DER
WISSENSCHAFT UNUMSTRITTEN SIND

SEITE 1481 2021



Veranstaltet von:

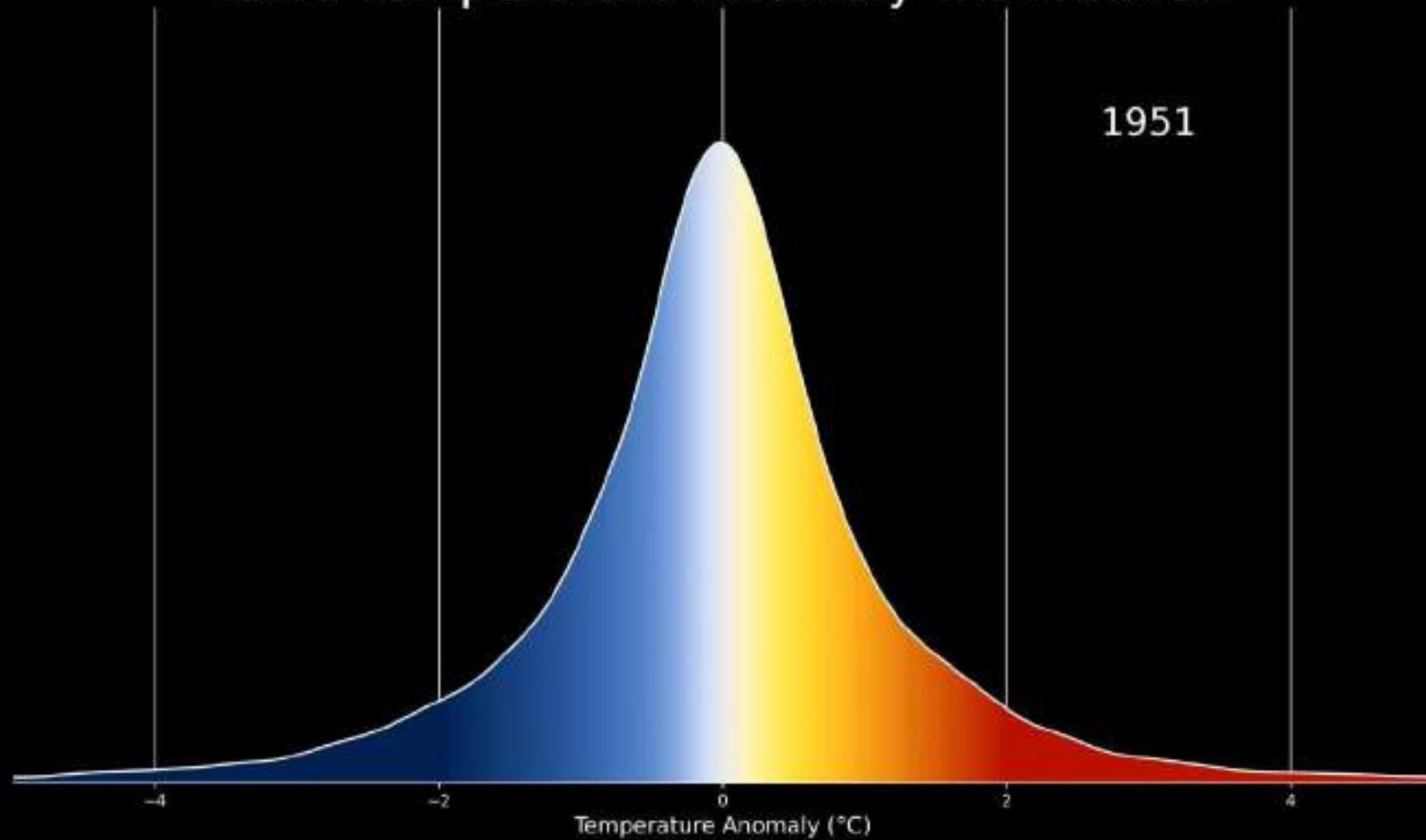
Deutsches Klima-Konzept, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de



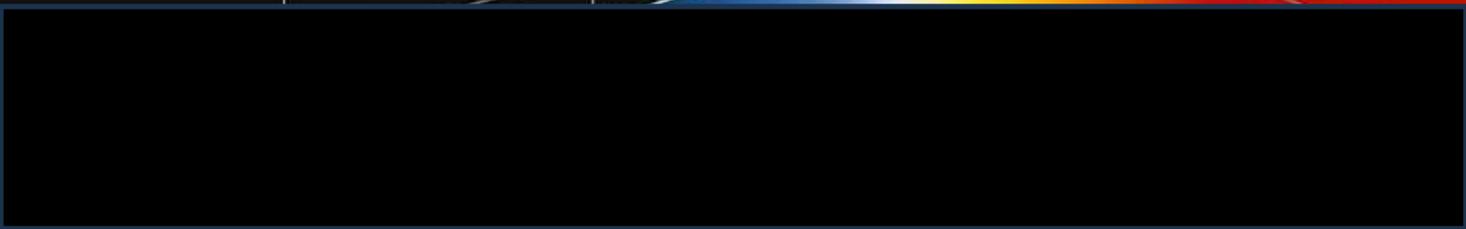
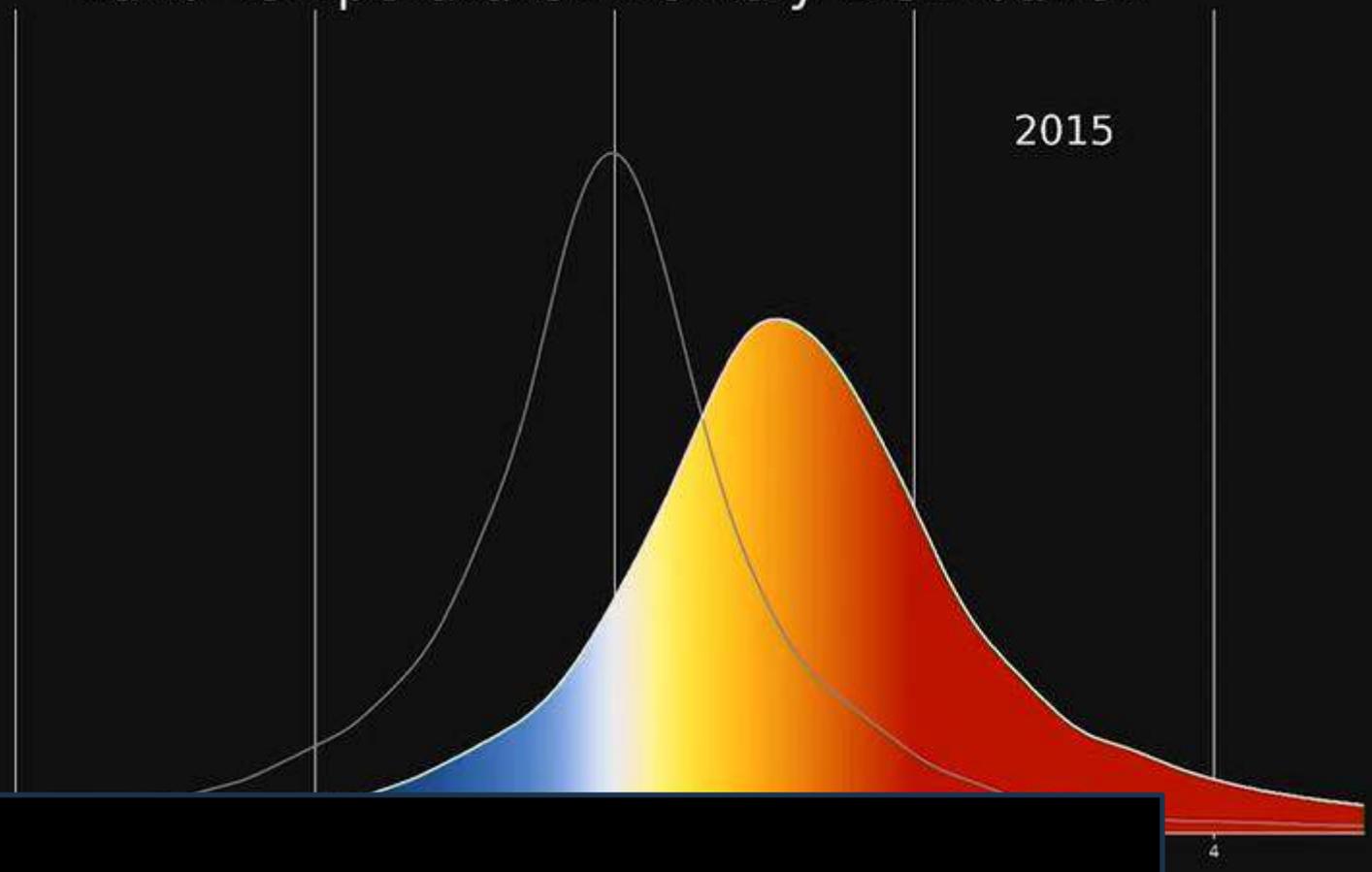
DIE FÜNF KERNINFOS ZUM KLIMAWANDEL
IN NUR 20 WORTEN¹:

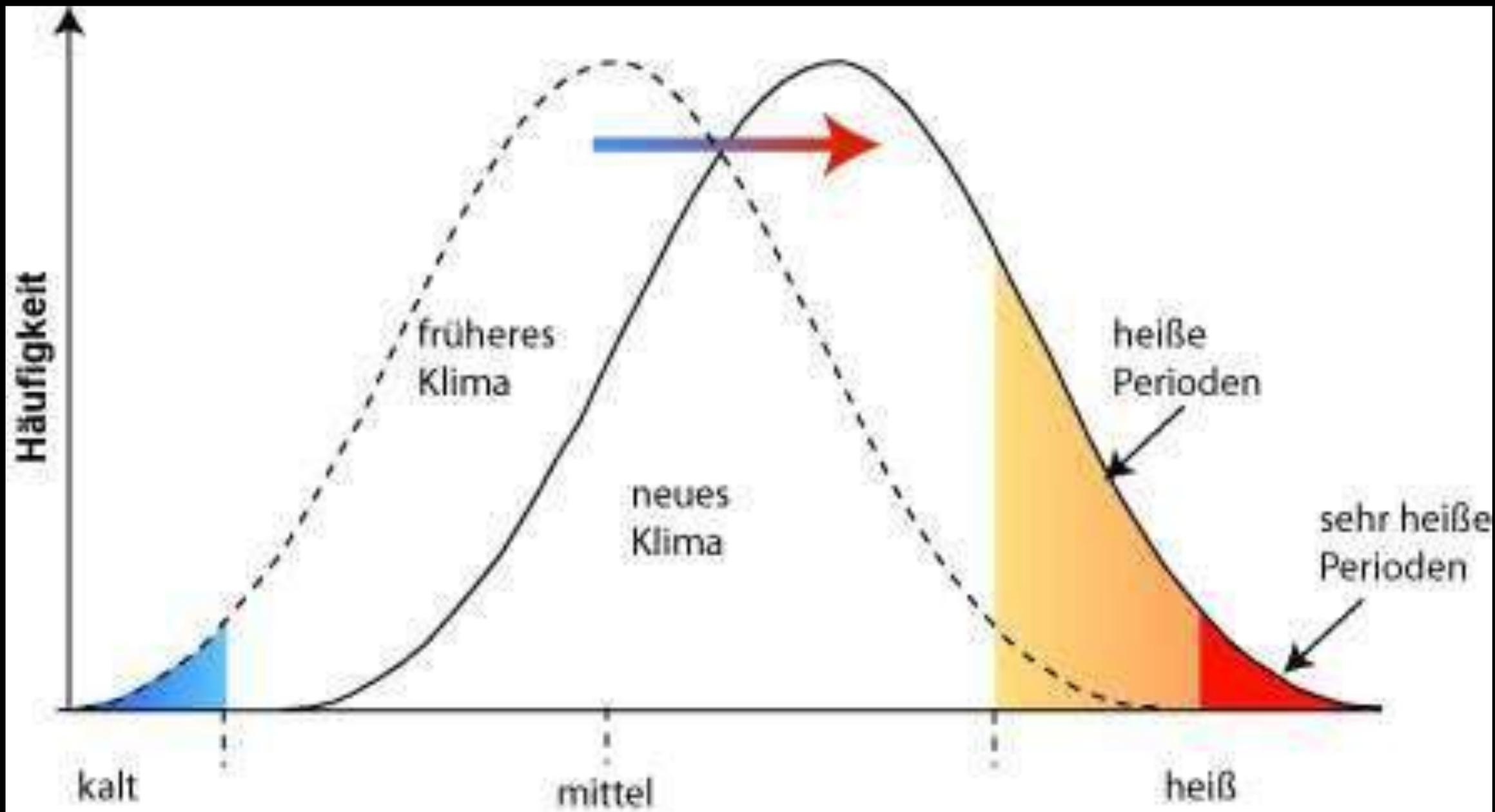
1. ER IST REAL.
2. WIR SIND DIE URSACHE.
3. ER IST GEFÄHRLICH.

Land Temperature Anomaly Distribution



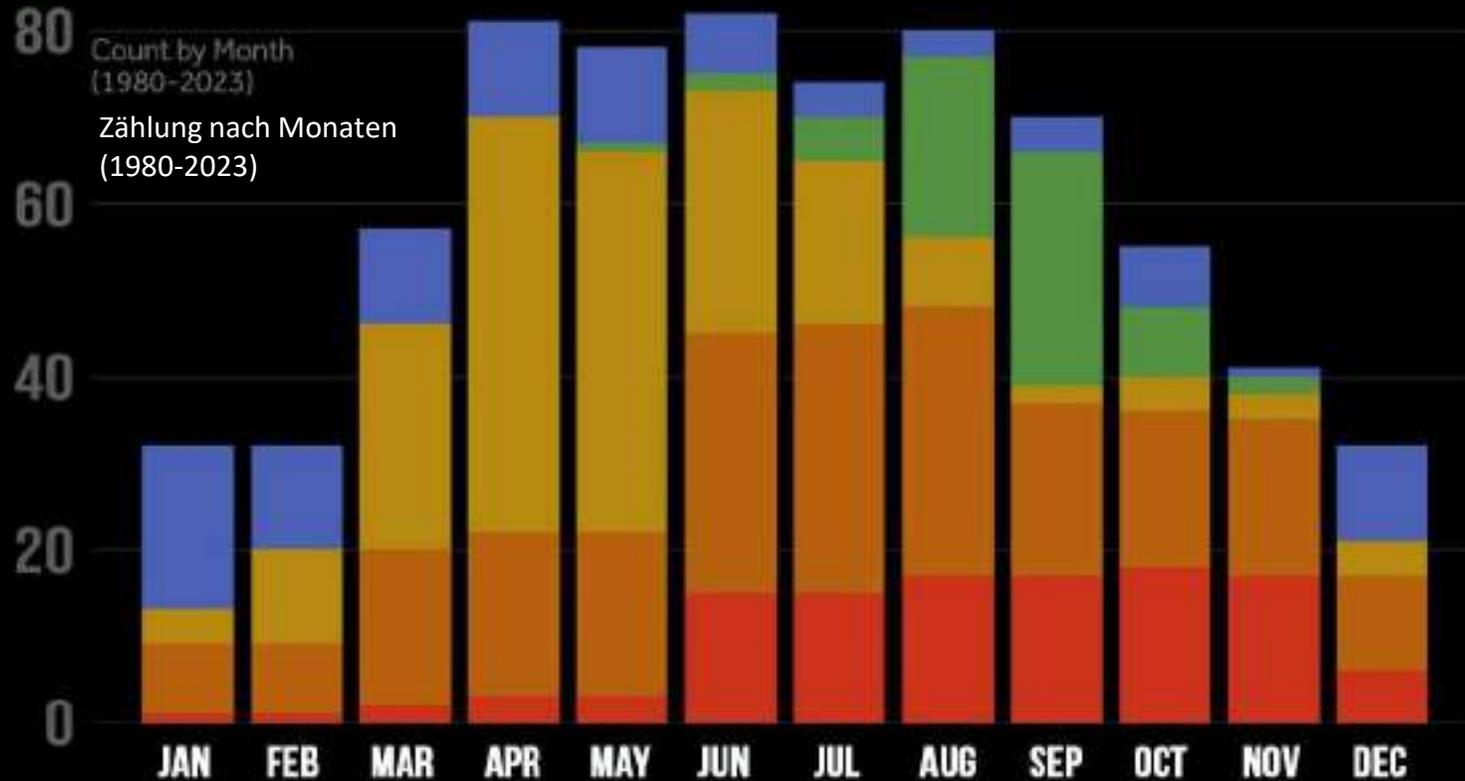
Land Temperature Anomaly Distribution





US-Katastrophen in Milliardenhöhe

Waldbrände, Dürren, schwere Stürme, tropische Wirbelstürme, Überflutungen, Frost, Winterstürme
Wildfires **Droughts** **Severe Storms** **Tropical Cyclones** **Floods, Freezes, Winter Storms**



Total U.S. billion-dollar disasters by month, 1980-2023. Colored by event type, CPI-adjusted. Source: NOAA NCEI



Waldbrände



Überflutungen

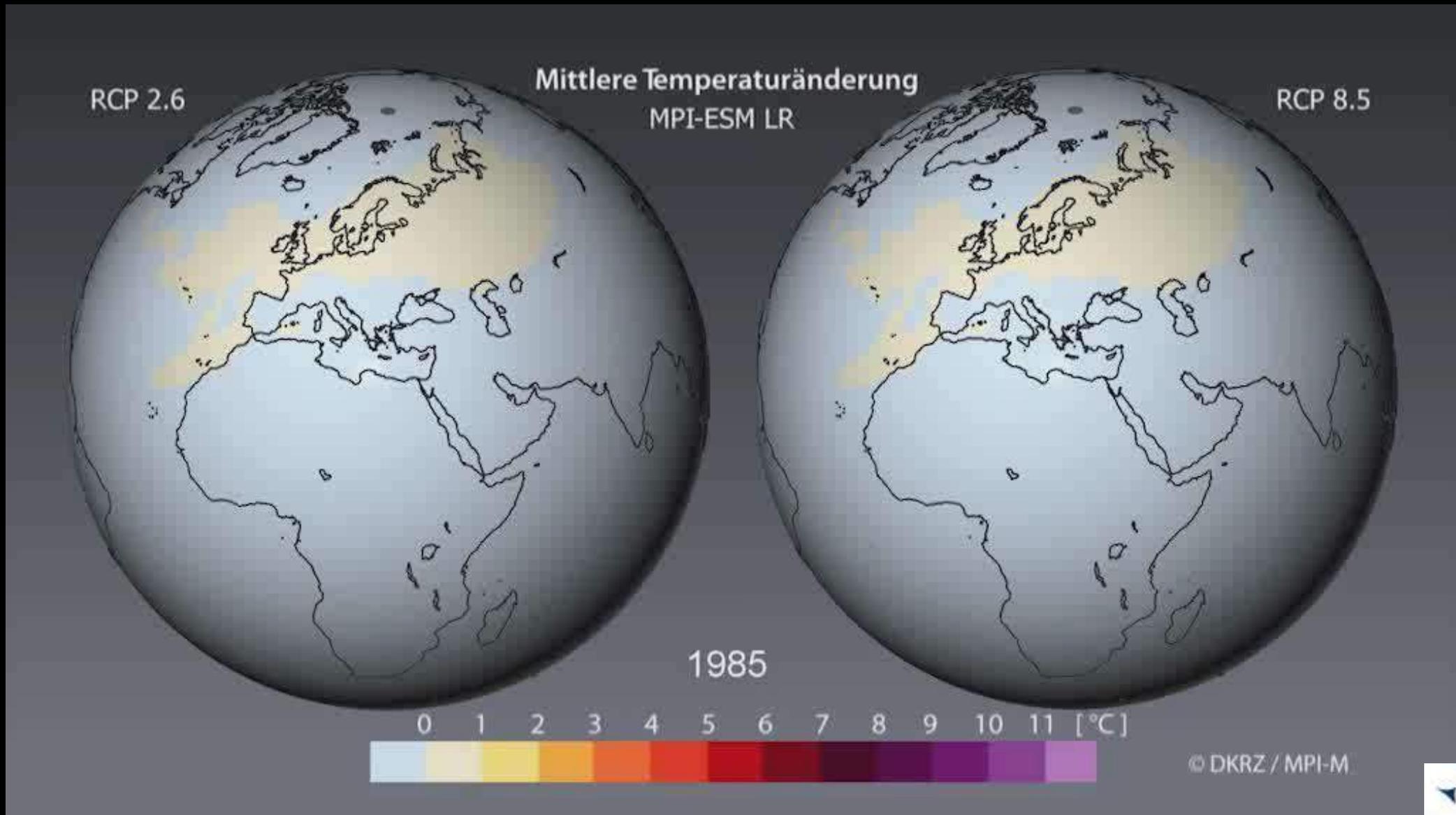


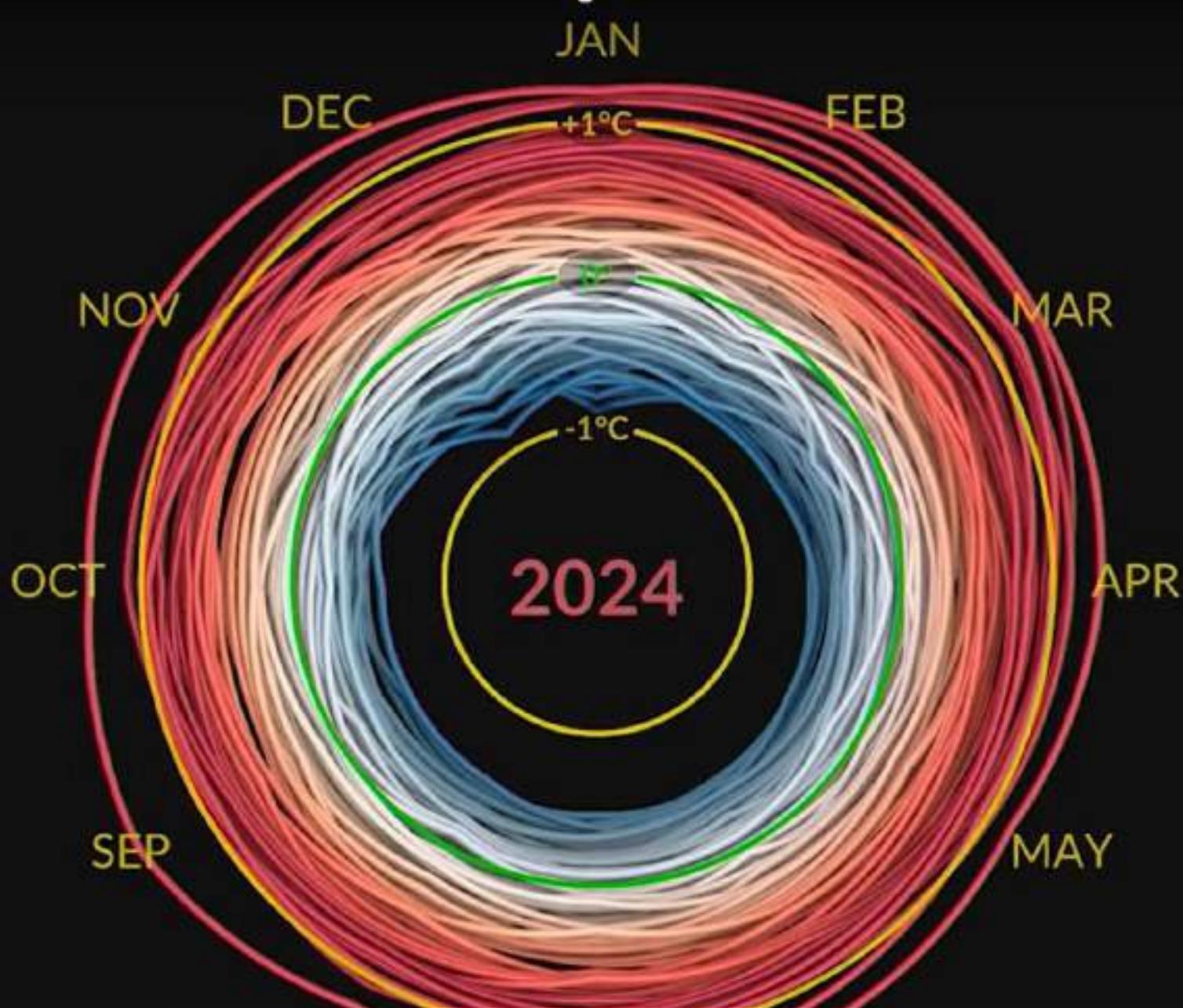
Dürren



Stürme

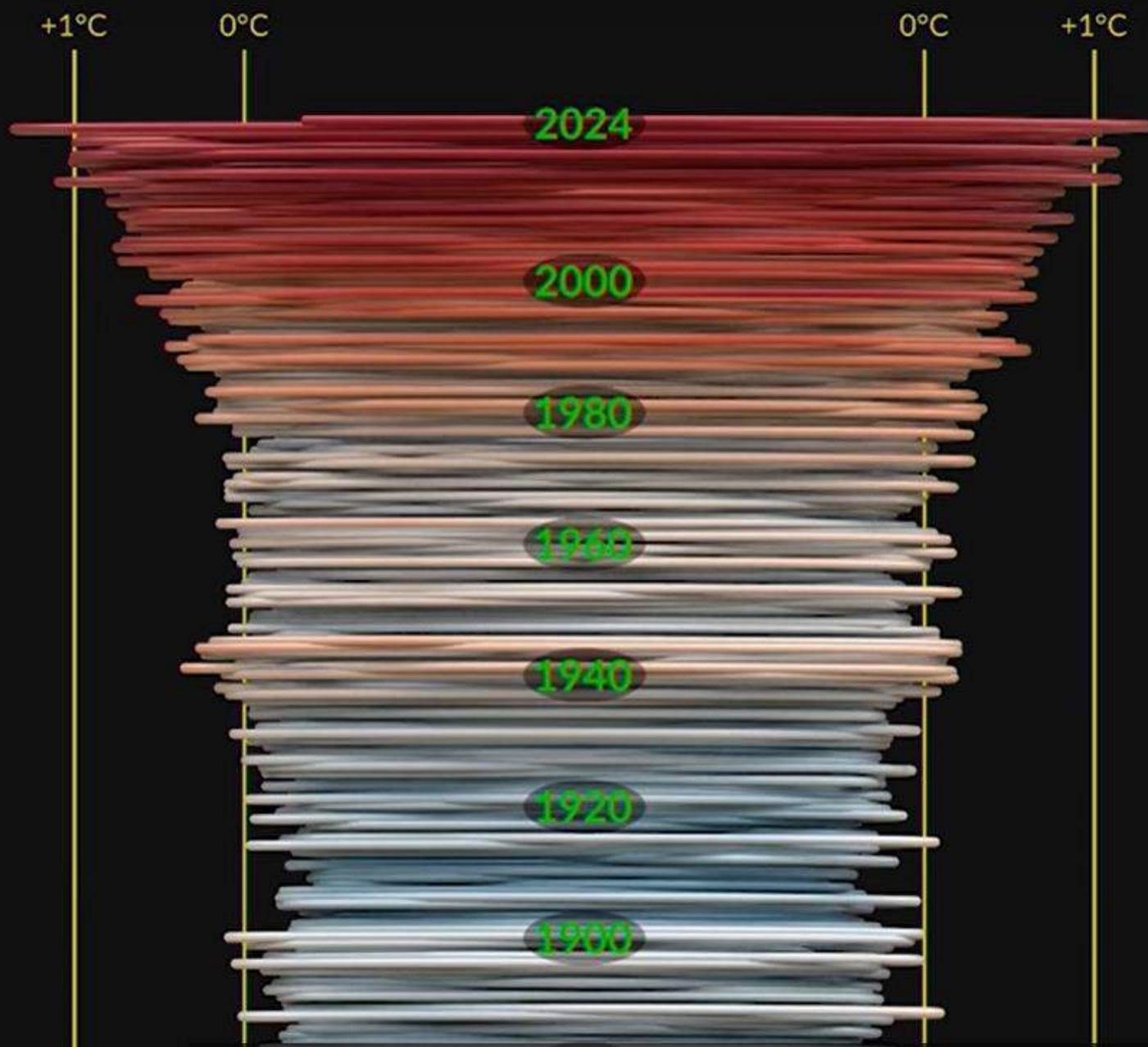
Vorhersage für die globale Durchschnittstemperatur 1985 - 2100





Aktuelle Heizrate:
0,26 Grad Celsius
pro Jahrzehnt.

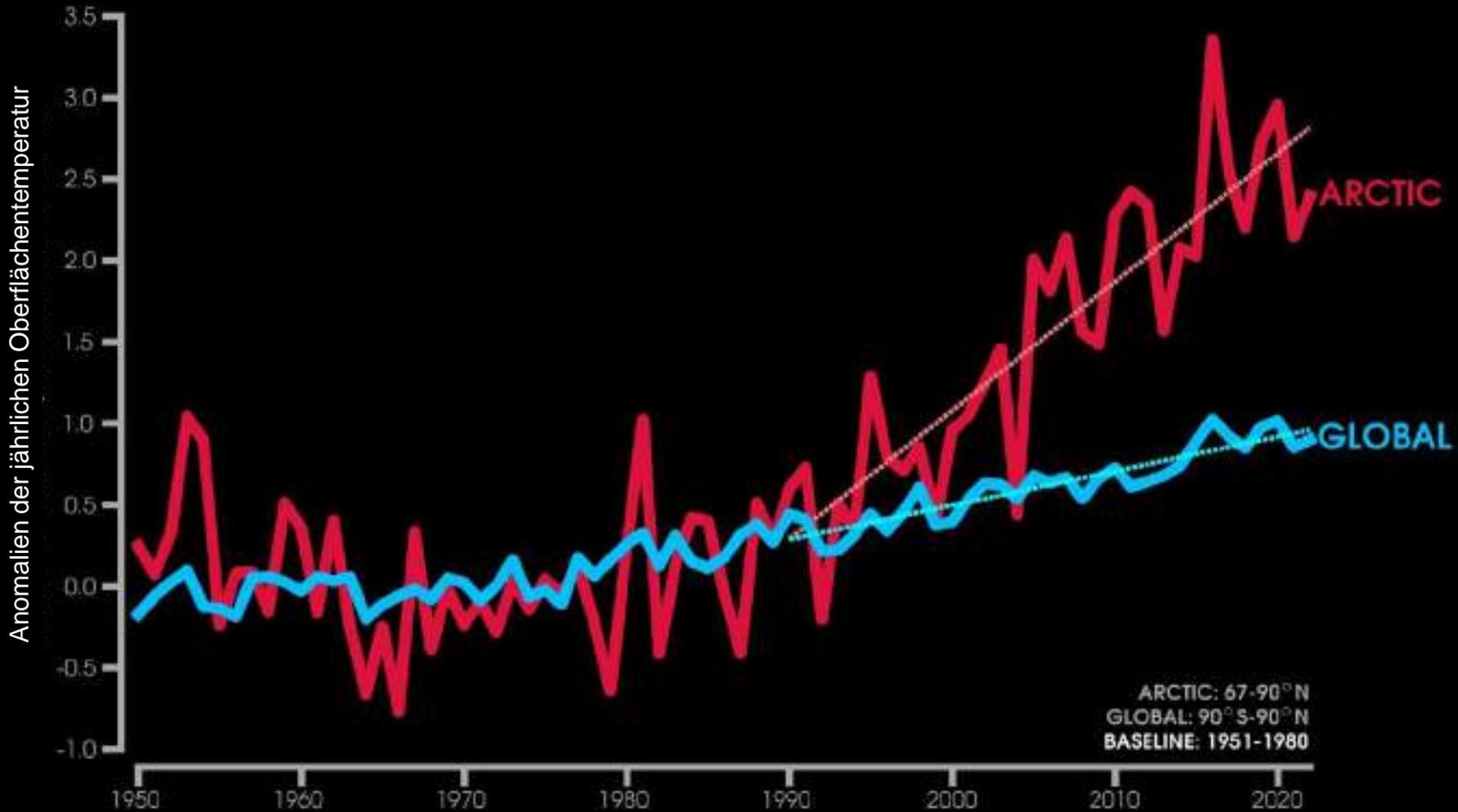
In 40 Jahren also



Aktuelle Heizrate:
0,26 Grad Celsius
pro Jahrzehnt.

In 40 Jahren also

arktische Verstärkung



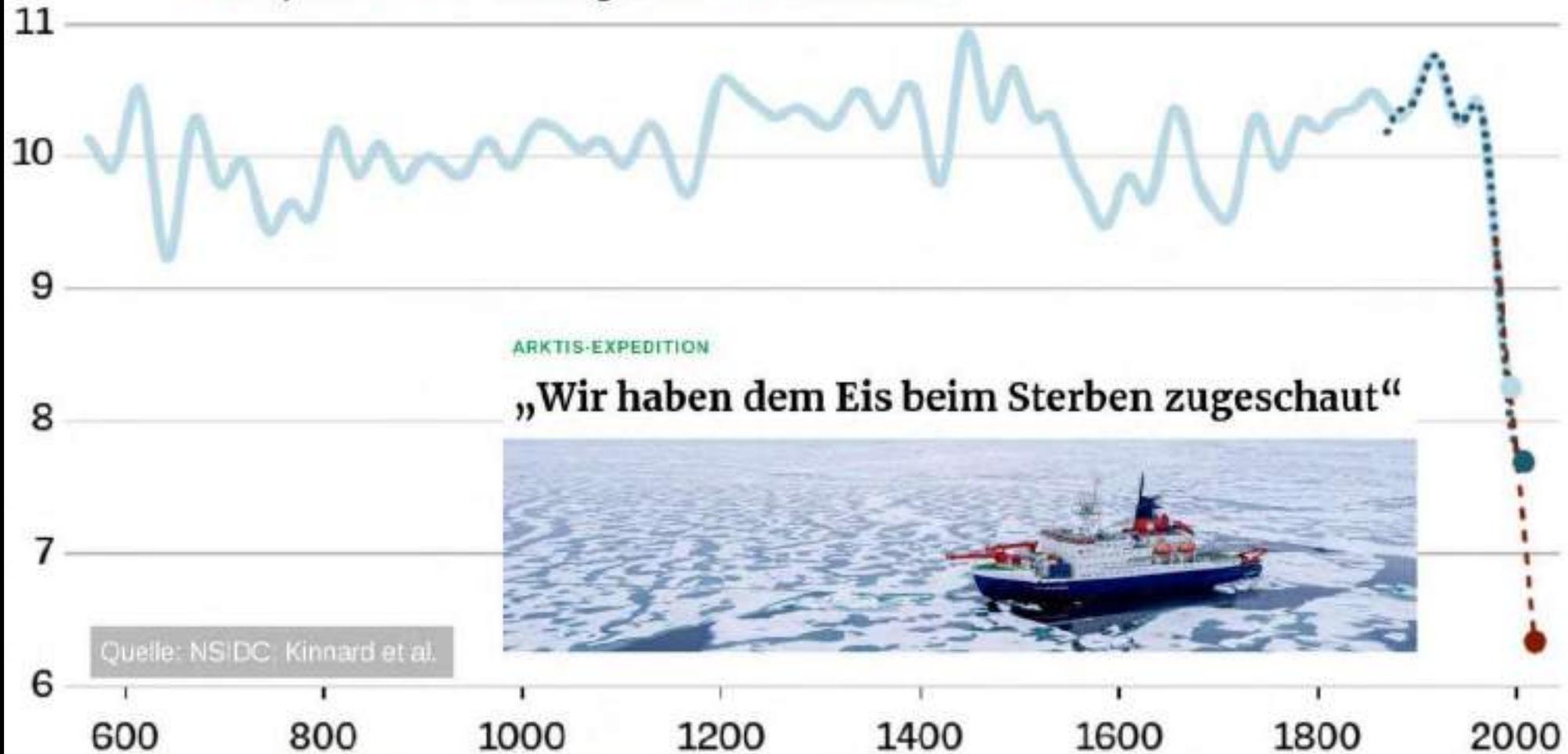
DATA: NOAA/ESRL Physical Sciences Division (NASA/GISS GISTEMPv4)
SOURCE: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/tostdap/timeseries.pl>

GRAPHIC: Zachary Labe (@ZLabe)

Arktische Meereisdecke im Spätsommer

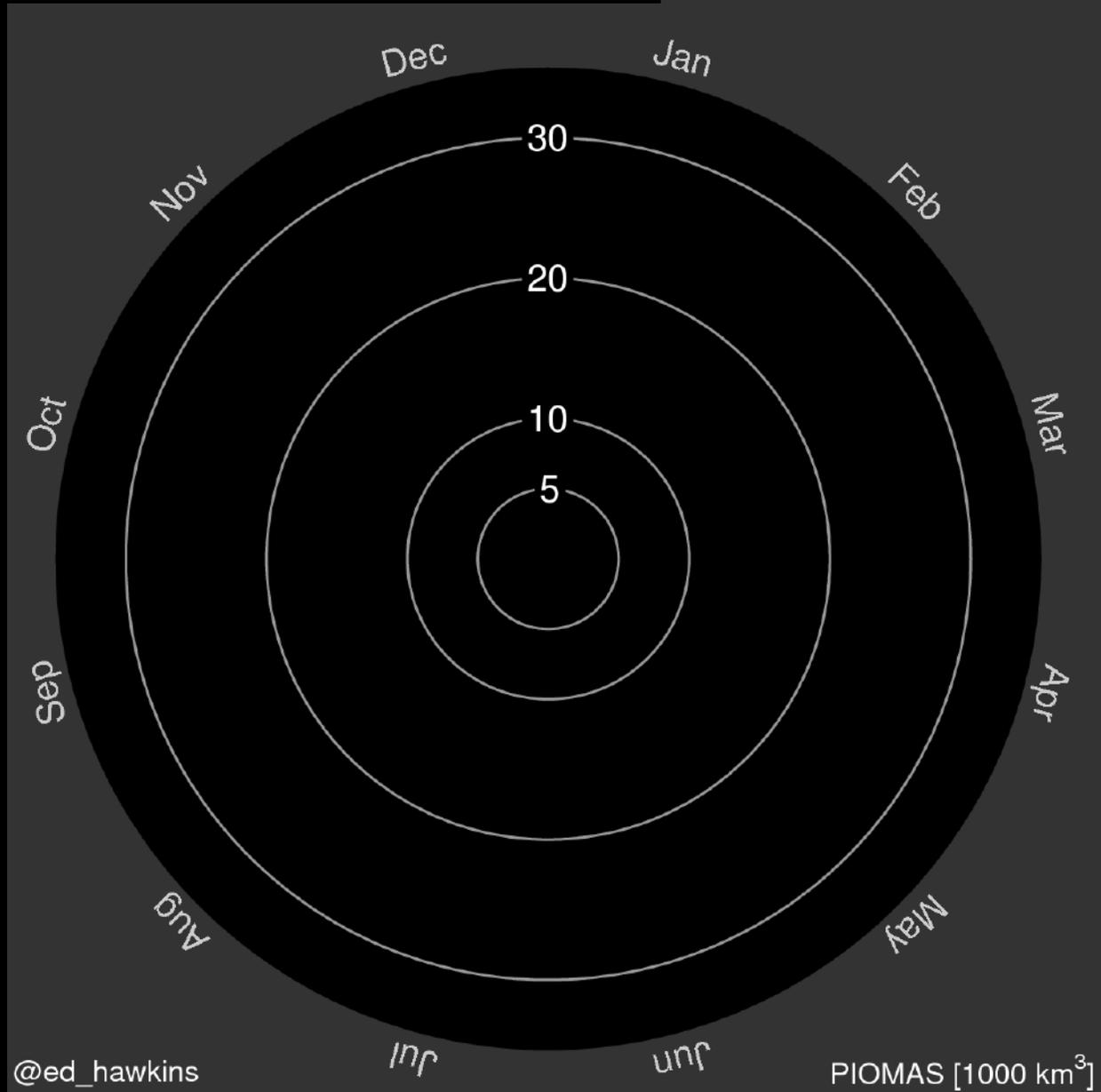
Angabe in Millionen Quadratkilometern über die vergangenen 1450 Jahre

— Proxydaten ··· Beobachtungsdaten - - Satellitentrend



Quelle: NSIDC, Kinnard et al.

Volumen des arktischen Meereises (1979–2017)



@ed_hawkins

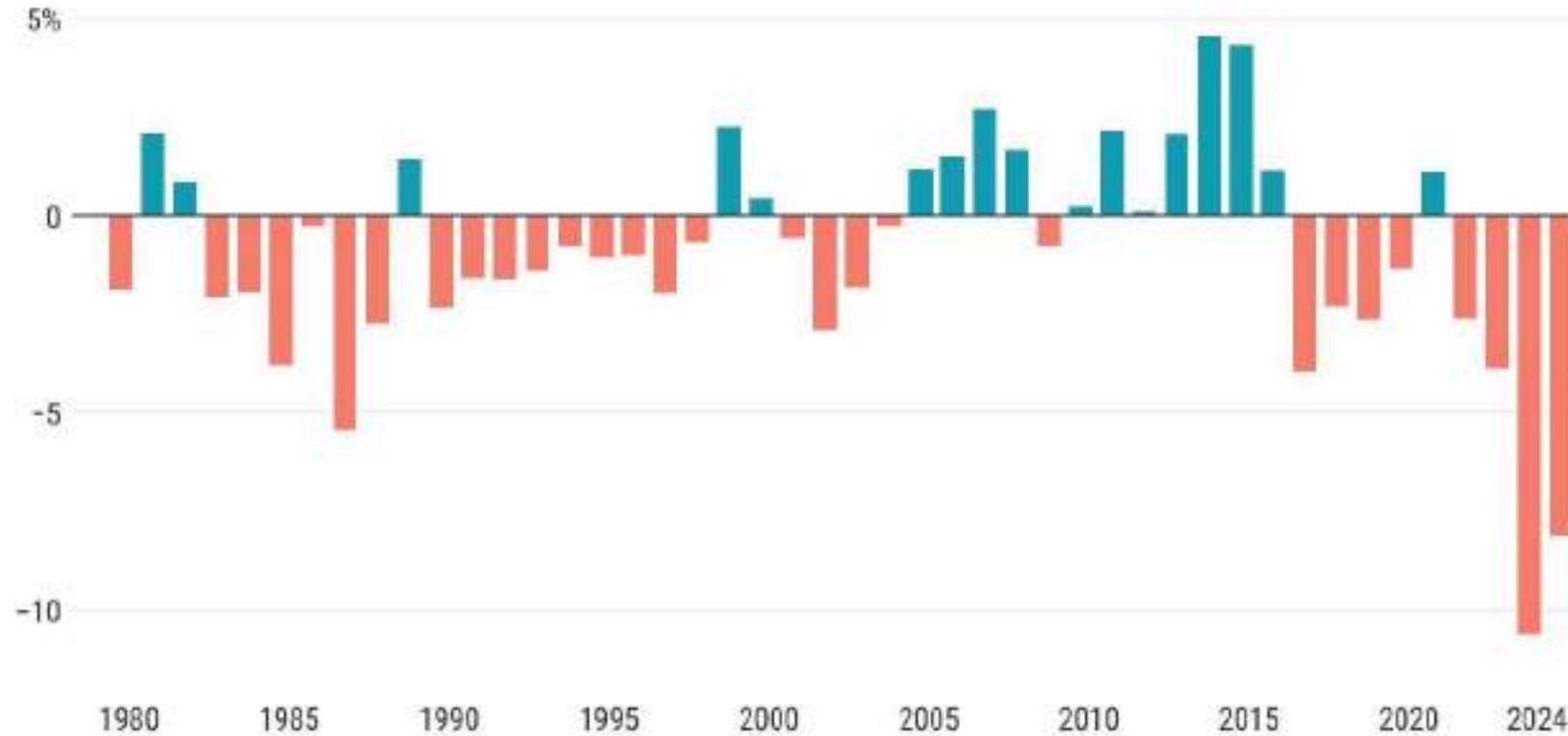
PIOMAS [1000 km³]

Das arktische Eis schmilzt

Anomalien der antarktischen Meereisausdehnung im Oktober



Data: OSI SAF Sea Ice Index v2.2 • Reference period: 1991–2020
Credit: C3S/ECMWF/EUMETSAT



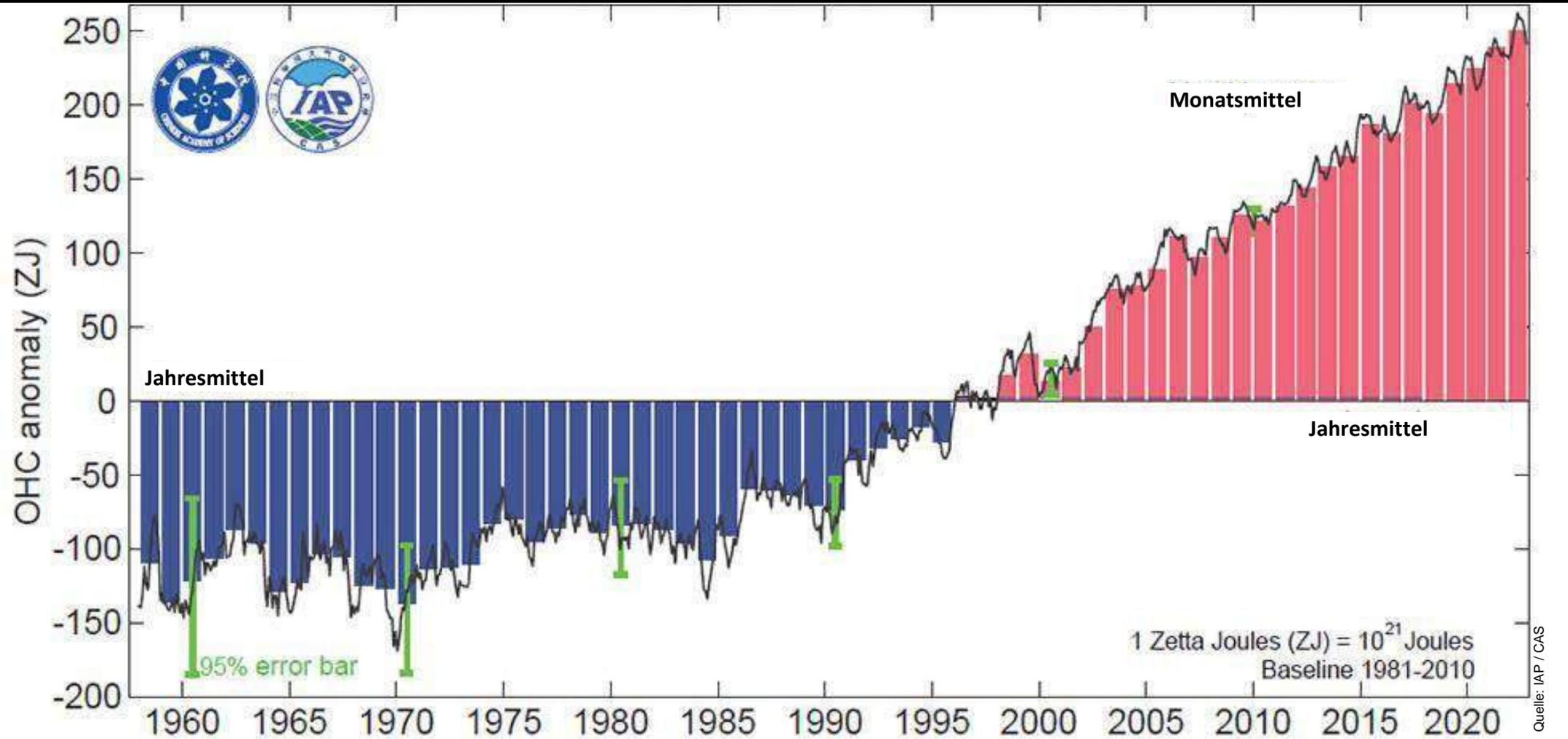
Meereisausdehnung im Oktober 1991-2020: 18,56 Millionen Quadratkilometer



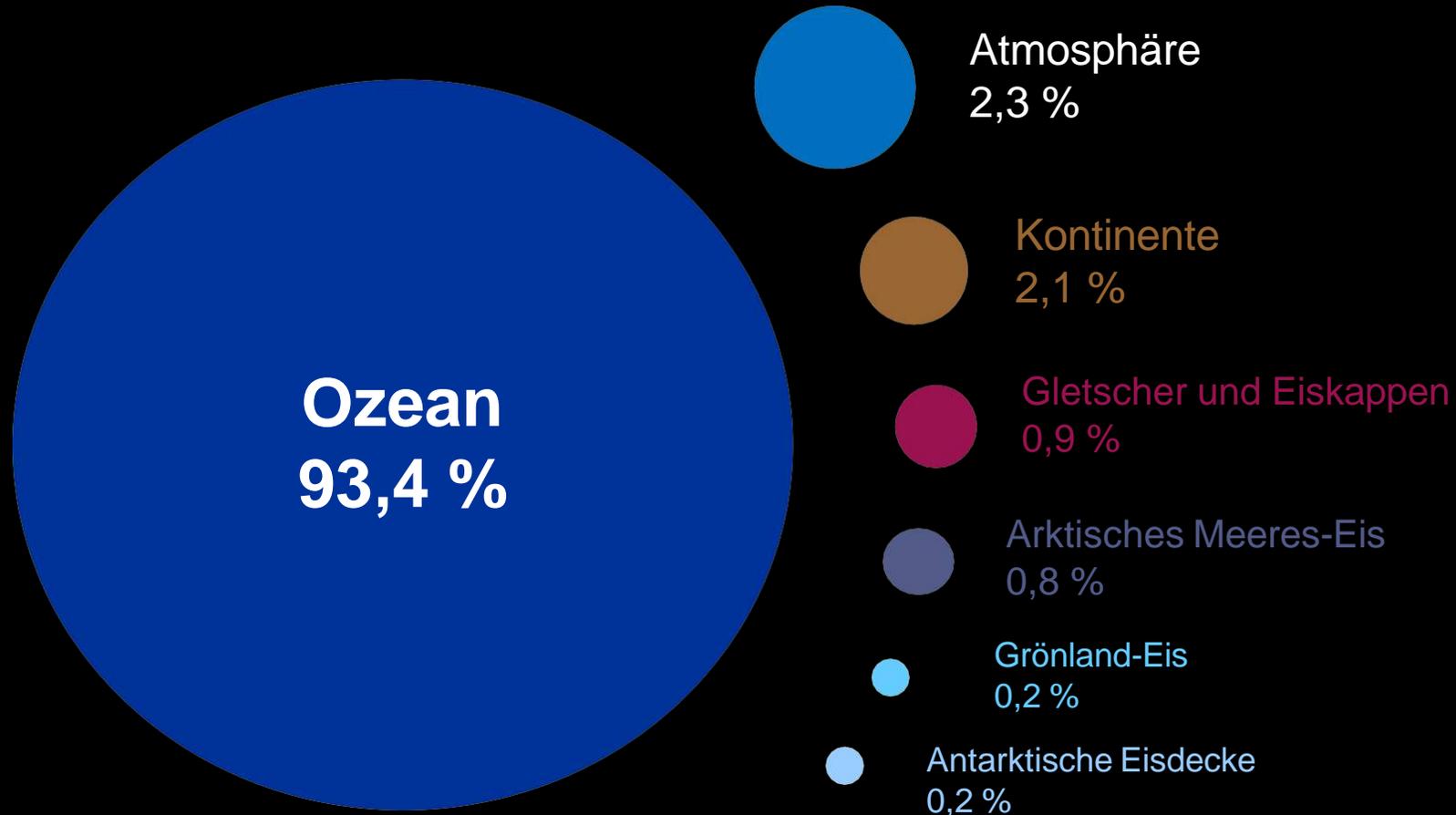
PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION



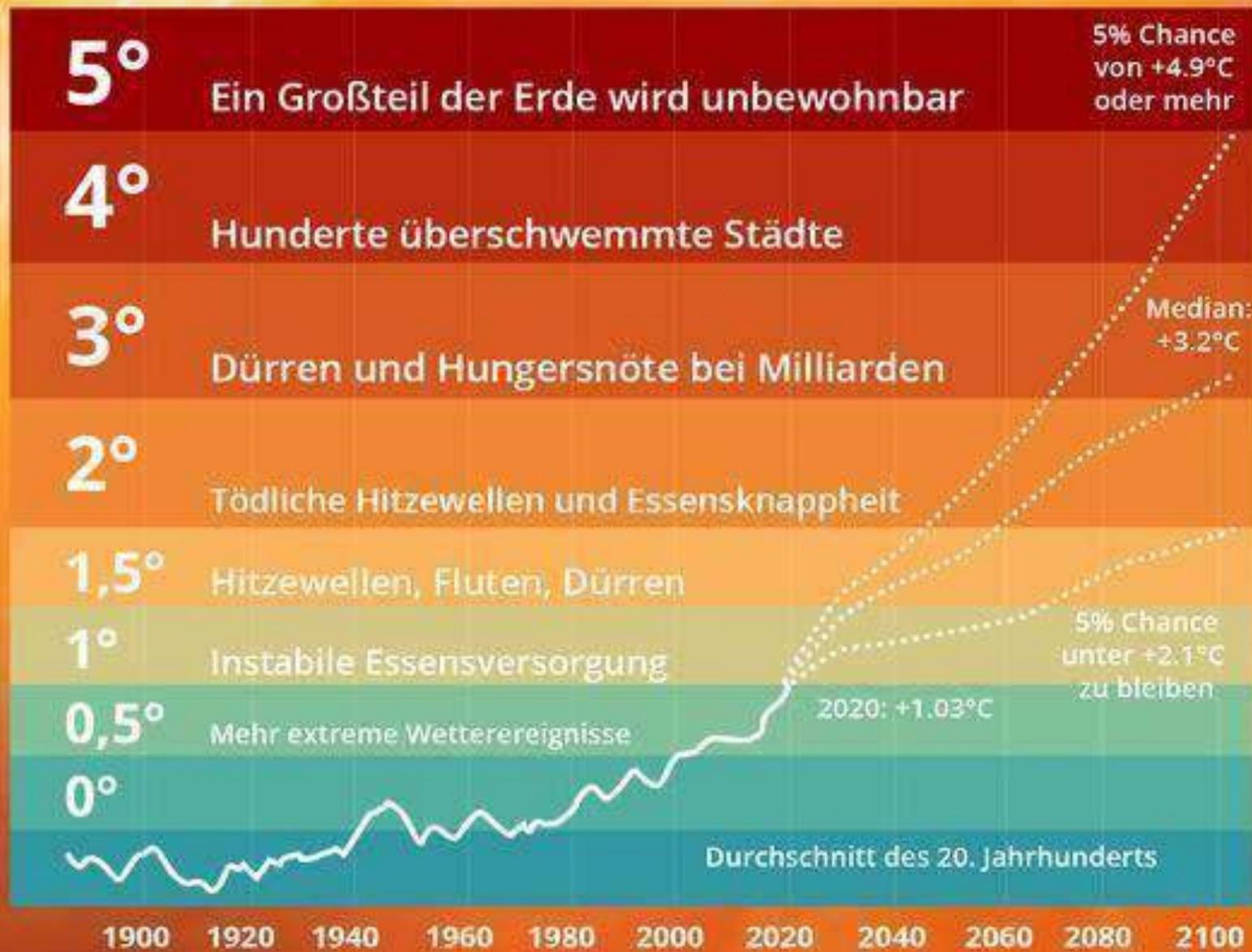
Globale Erhitzung des Ozeans



Wohin geht die Erderhitzung?



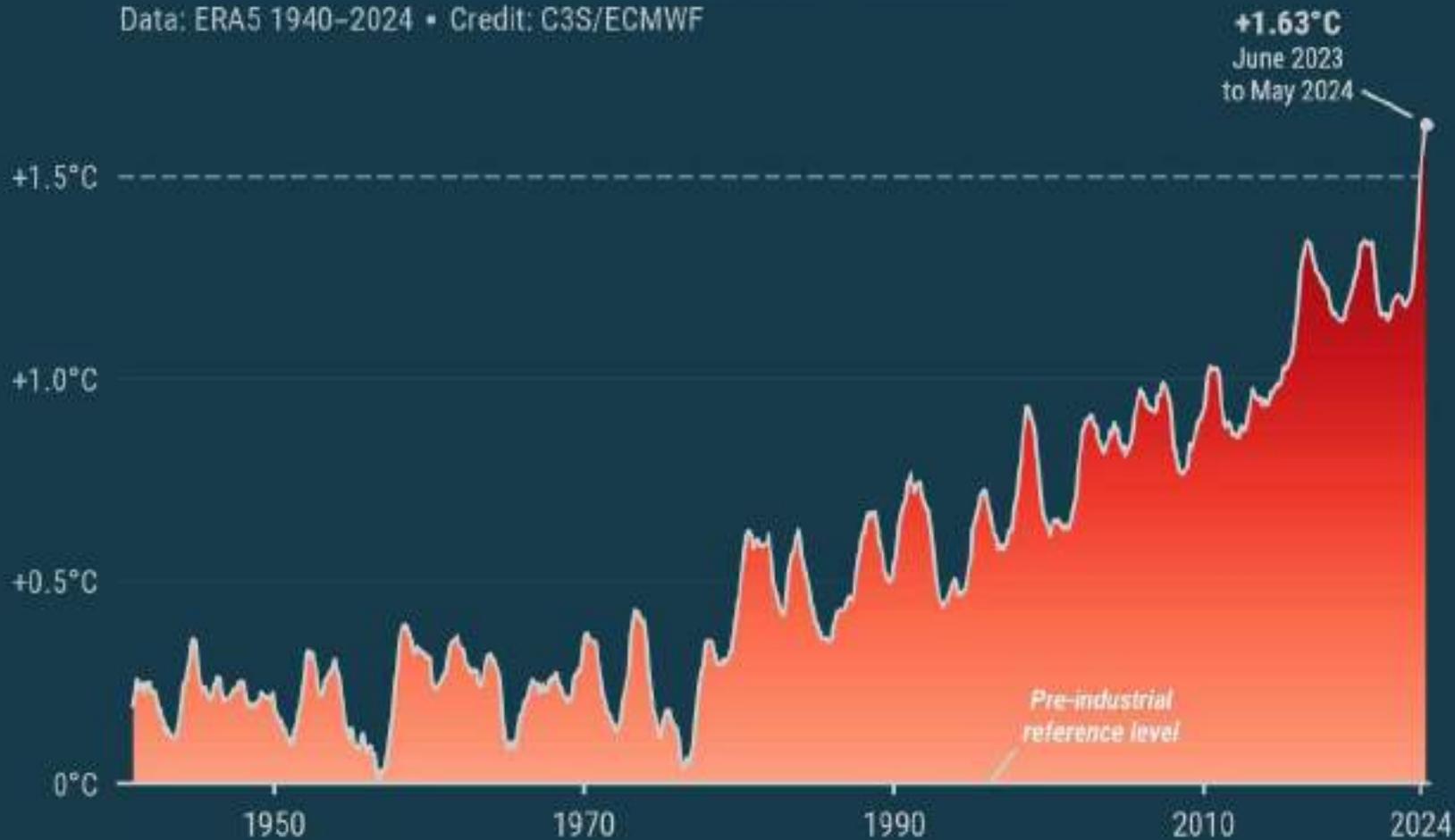
Wie heiß darf es werden?



Anstieg der globalen Oberflächentemperatur gegenüber der vorindustriellen Zeit

Anomalien des 12-Monats-Mittelwerts gegenüber dem Durchschnitt von 1850-1900

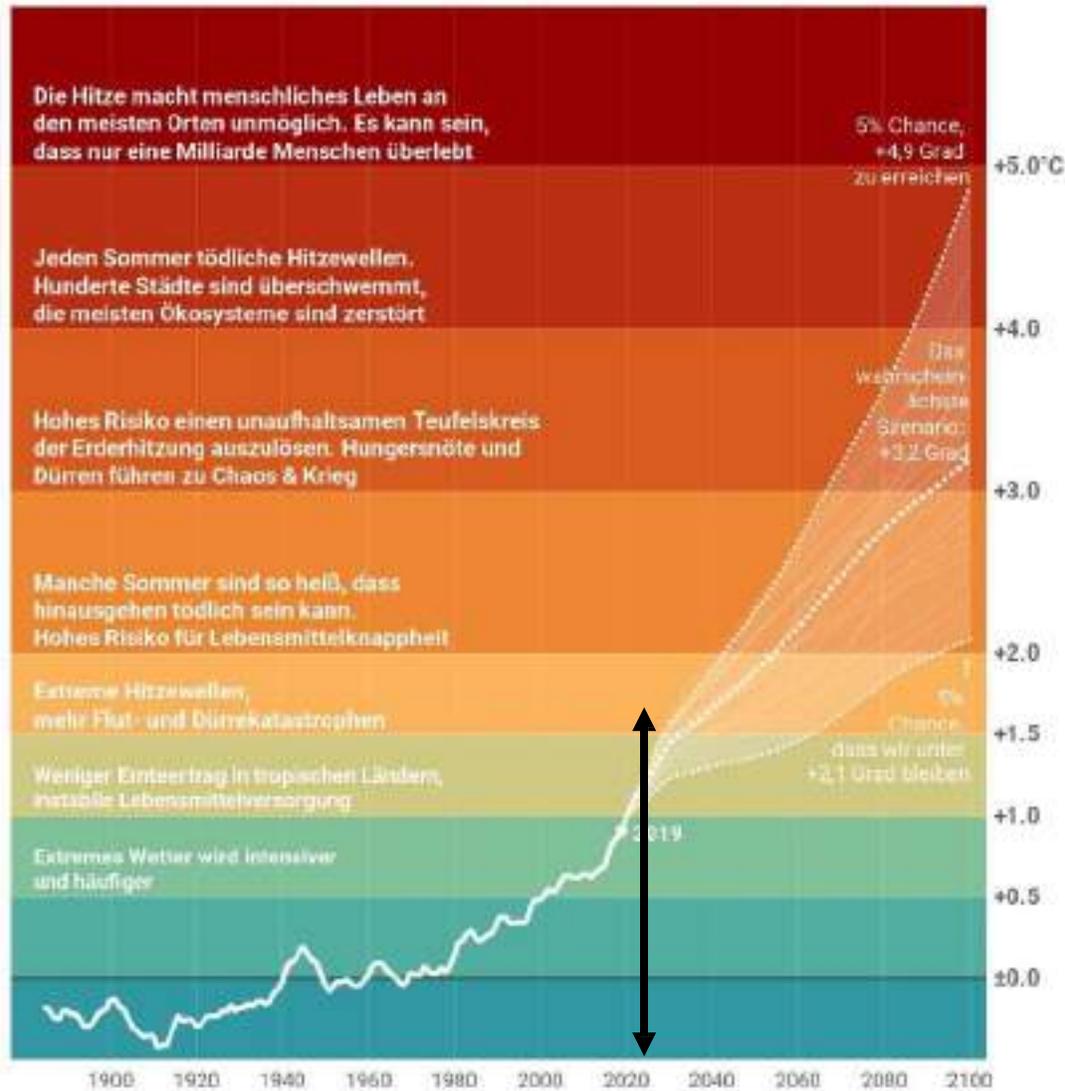
Data: ERA5 1940-2024 • Credit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF THE
EUROPEAN UNION



Was die Klimakatastrophe für uns Menschen bedeutet

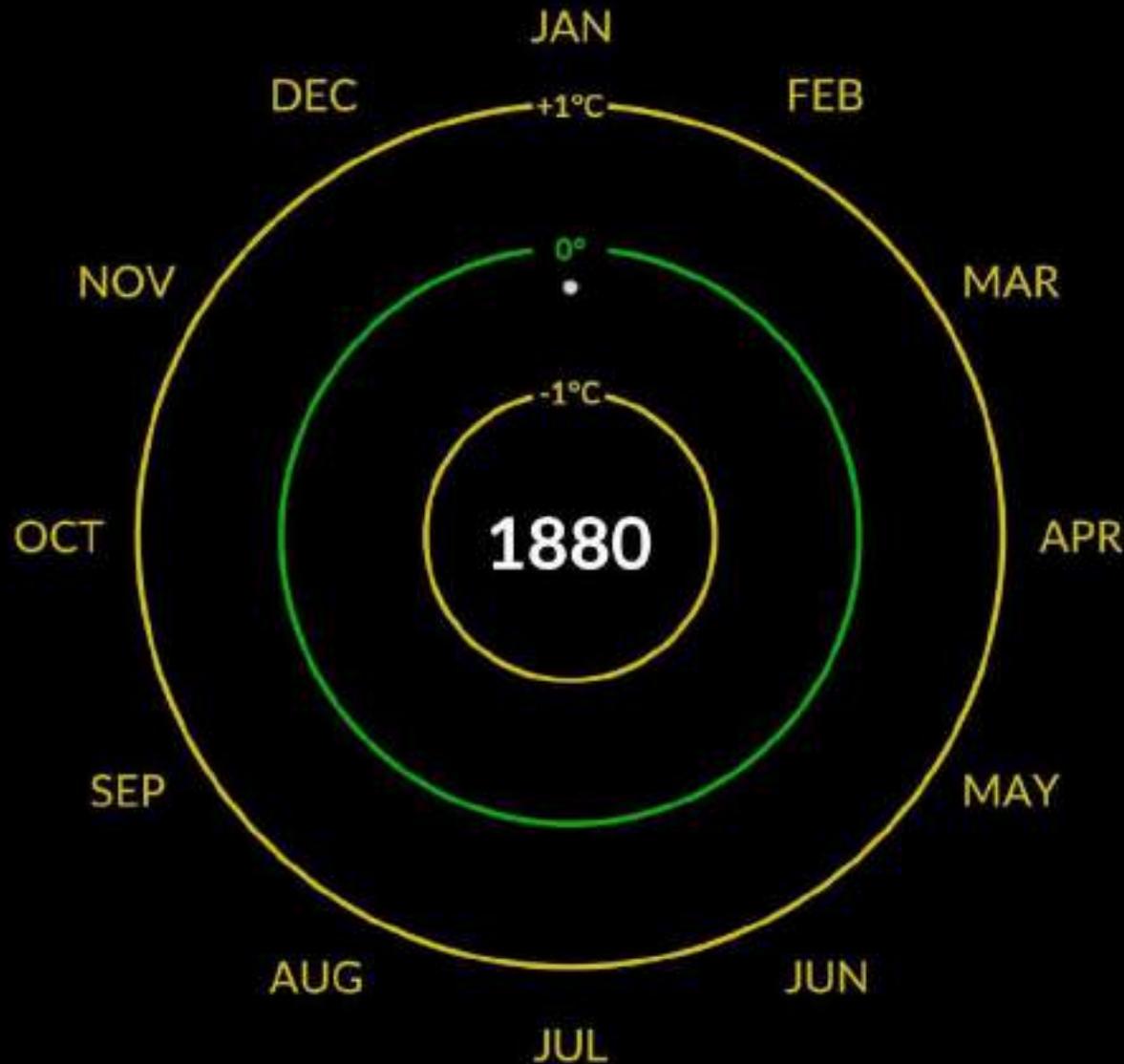


1,63

Die dicke Linie zeigt den 5-Jahres-Durchschnitt der globalen Temperatur-Anomalien (NDAA). Die punktierten Linien zeigen die Perzentile der Vorhersagen zur Erderhitzung nach Raftery et al, 2017. Die schwarze Linie unten ist der Durchschnitt im 20. Jahrhundert. Inspiriert von The Guardian.

Chart: Gregor Alsch, Datawrapper • Created with Datawrapper

MOMENT.

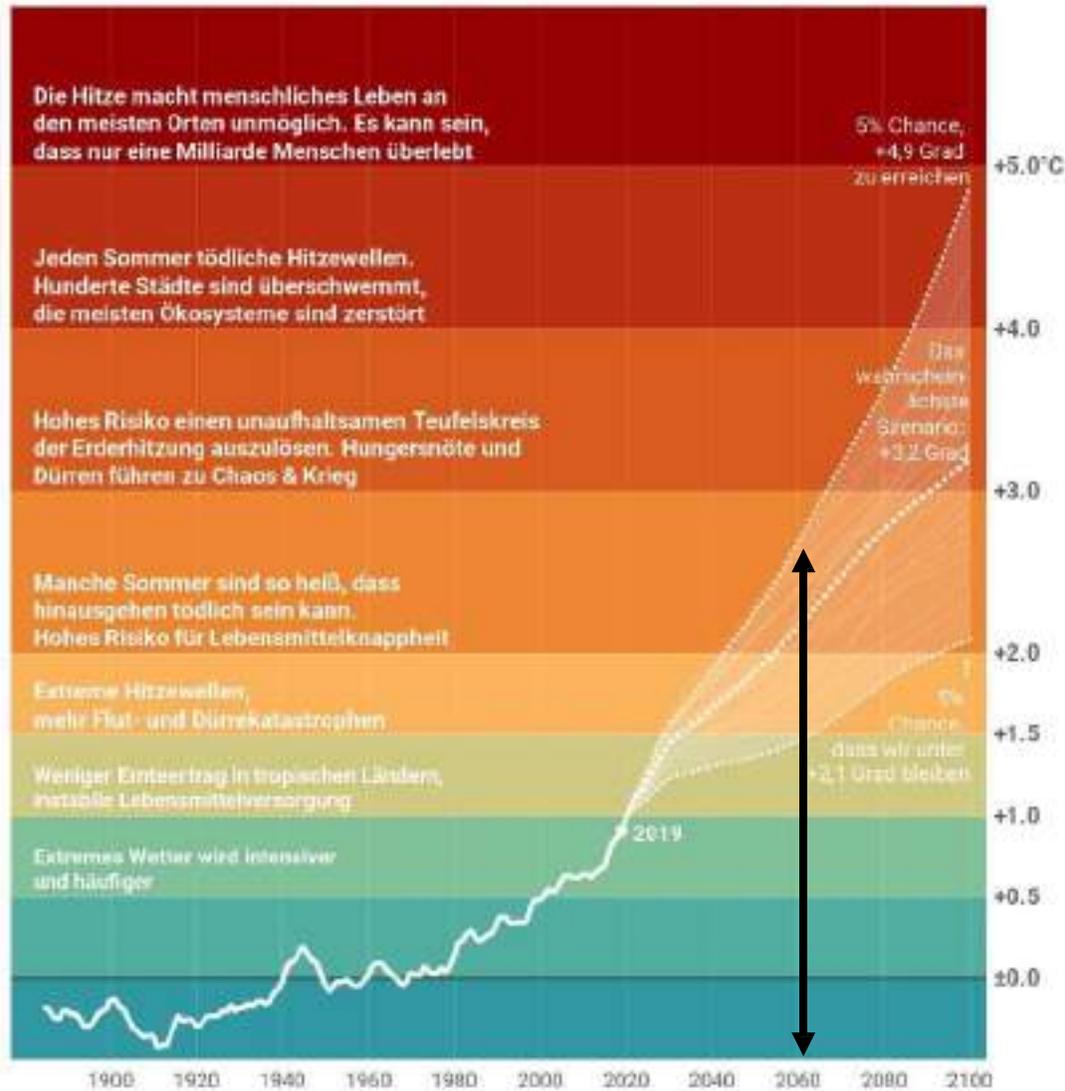


Aktuelle Heizrate:
0,26 Grad Celsius
pro Jahrzehnt.

In 40 Jahren also

NASA

Was die Klimakatastrophe für uns Menschen bedeutet



In 40 Jahren

2,63

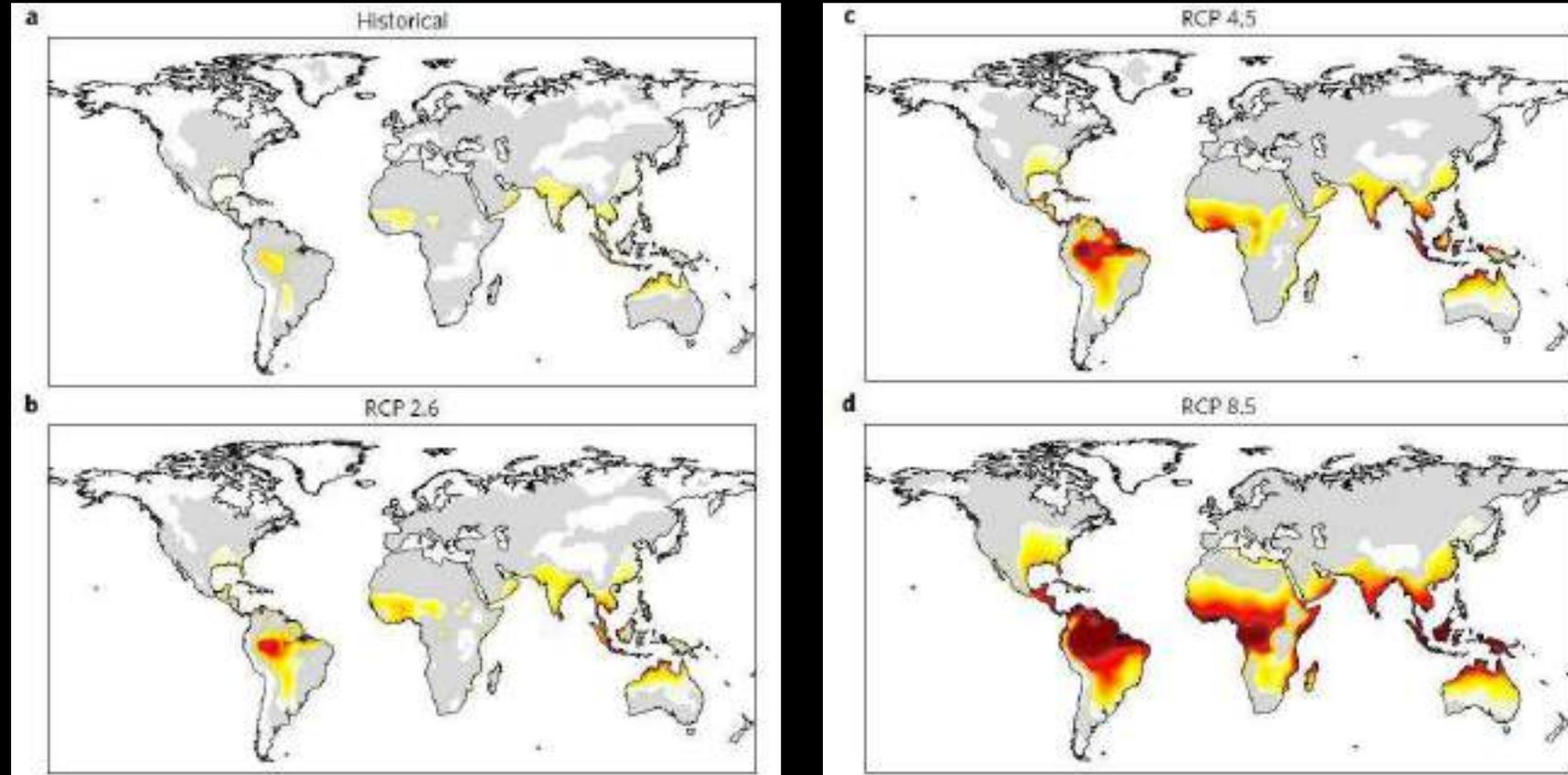
Die dicke Linie zeigt den 5-Jahres-Durchschnitt der globalen Temperatur-Anomalien (NDAA). Die punktierten Linien zeigen die Perzentile der Vorhersagen zur Erderhitzung nach Raftery et al, 2017. Die schwarze Linie unten ist der Durchschnitt im 20. Jahrhundert. Inspiriert von The Guardian.

Chart: Gregor Alsch, Datawrapper • Created with Datawrapper

MOMENT.

Klimawandel und Hitzerisiko: Die Grenzen menschlicher Wärmeregulierung

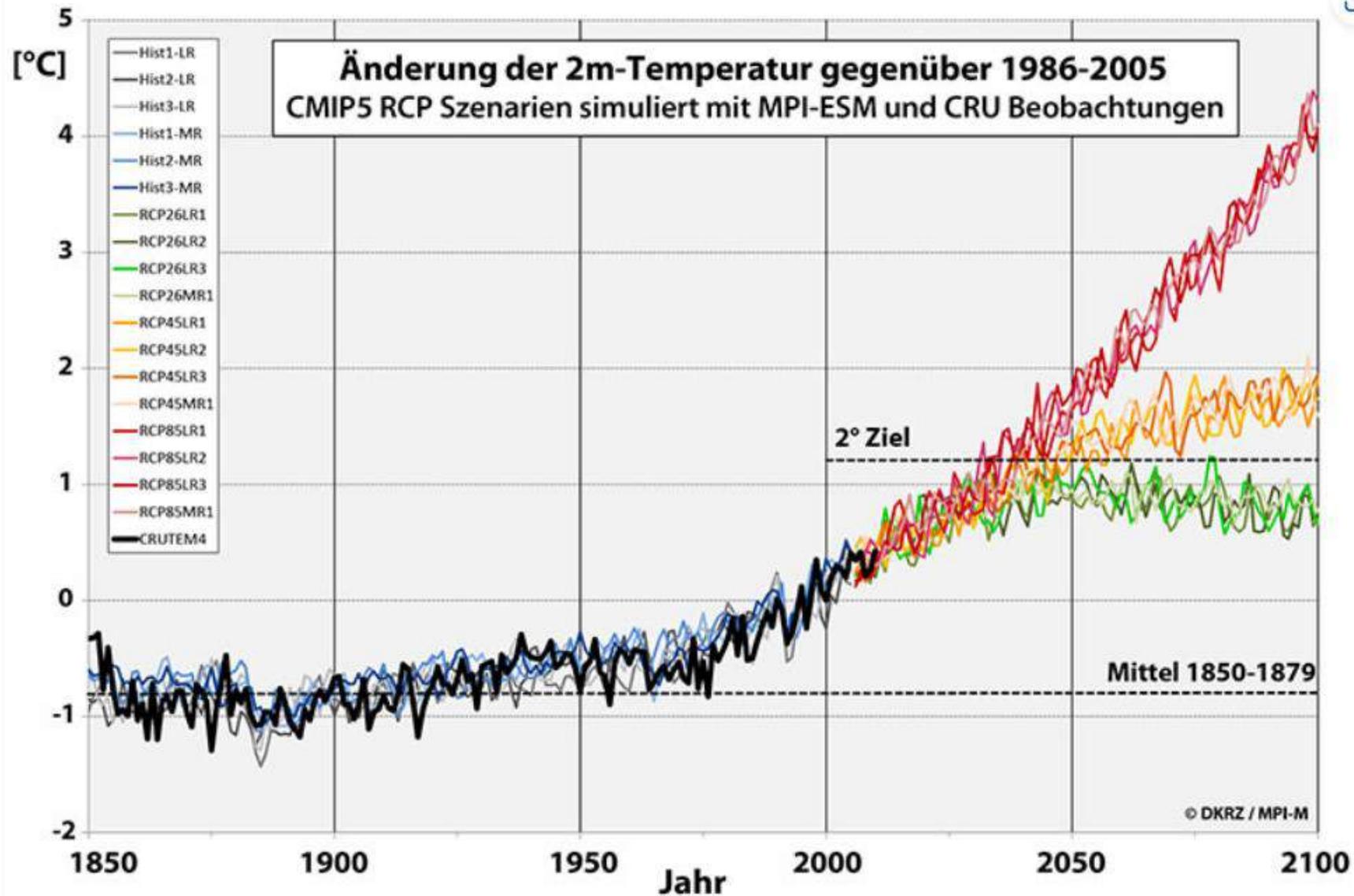
Geographische Verteilung tödlicher Klimazustände unter verschiedenen Emissionsszenarien



Mora et al., 2017, Nature Climate Change

RCP-Szenarien – Klimawandel

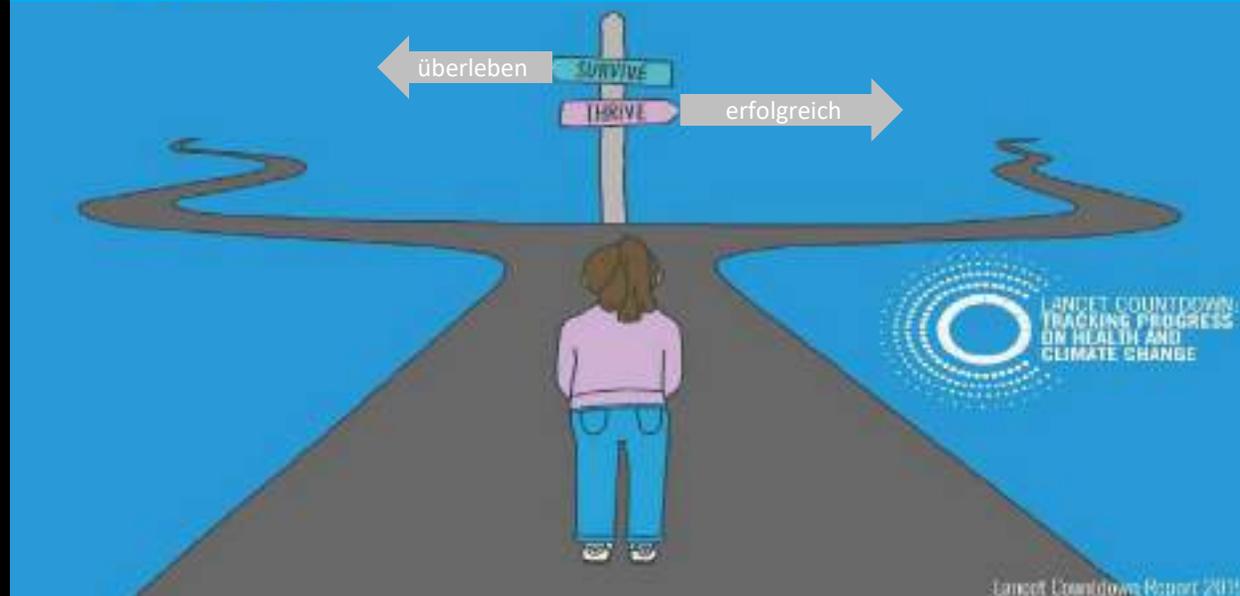
Datei:Temperatur2100 RCP-Szenarien.jpg – Klimawandel



„Der Klimawandel ist die größte Bedrohung für unsere Gesundheit in diesem Jahrhundert“

Lancet-Kommission für Klimawandel und Gesundheit 2019

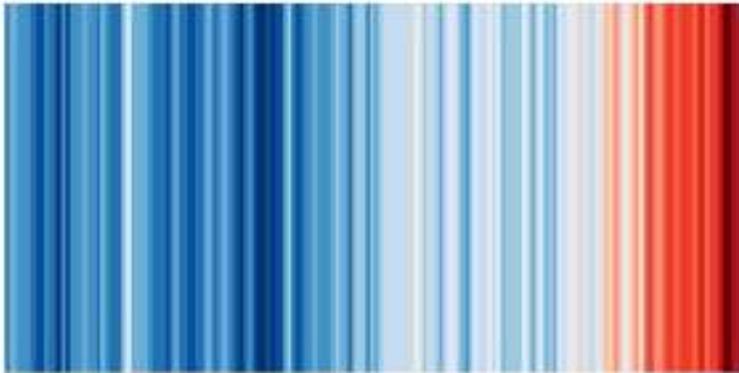
jedes heute geborene Kind wird vom Klimawandel betroffen sein. Die Art und Weise, wie wir darauf reagieren, wird die Welt von morgen bestimmen und die Gesundheit von Kindern auf der ganzen Welt in jeder Phase ihres Lebens beeinflussen.



WAS WIR HEUTE ÜBERS KLIMA WISSEN

BASISFAKTEN ZUM KLIMAWANDEL, DIE IN DER
WISSENSCHAFT UNUMSTRITTEN SIND

SEITE 1481 2021



Von uns gelehrt von:

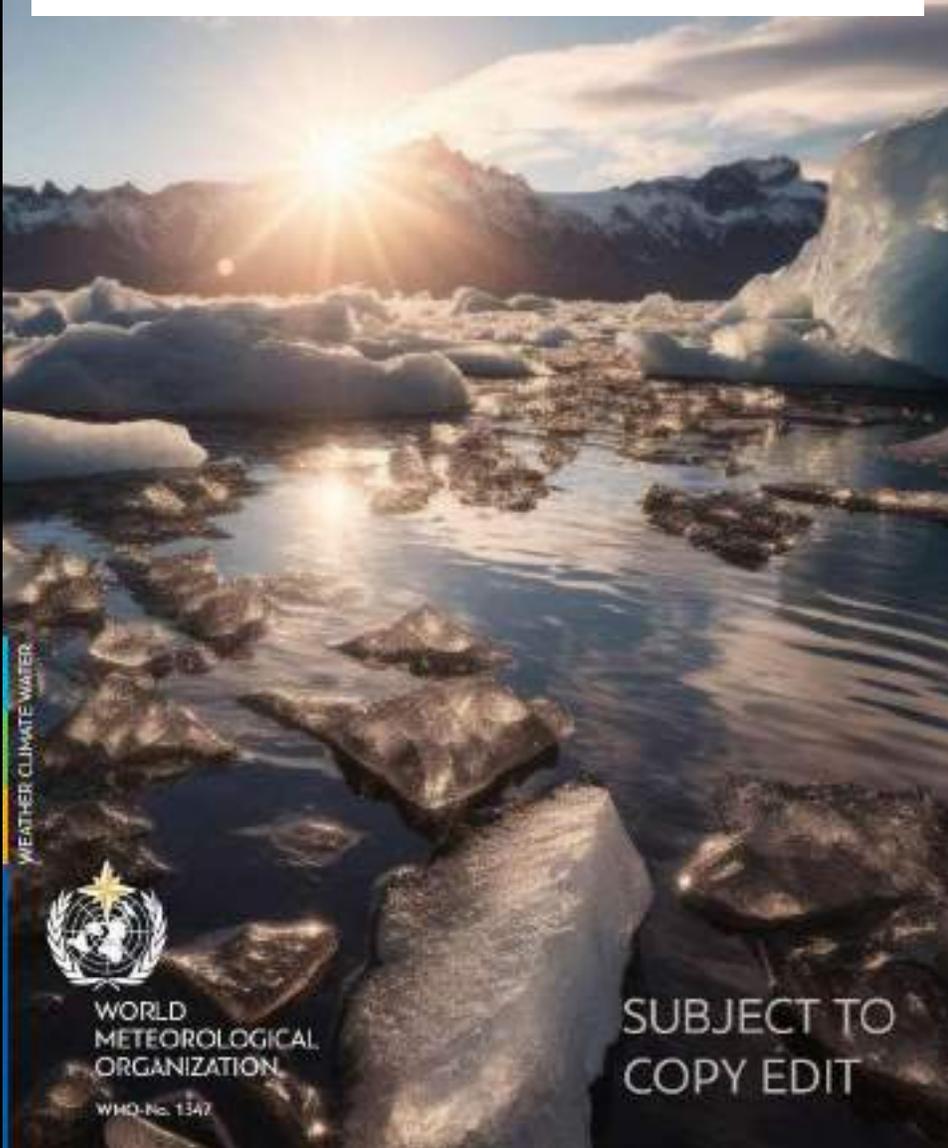
Deutsches Klima-Konzept, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de



DIE FÜNF KERNINFOS ZUM KLIMAWANDEL
IN NUR 20 WORTEN¹:

1. ER IST REAL.
2. WIR SIND DIE URSACHE.
3. ER IST GEFÄHRLICH.
4. DIE FACHLEUTE SIND SICH EINIG.

Zustand des Weltklimas 2023



Schlüsselbotschaften



2023 war das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen mit $1,45 \pm 0,12$ C über dem vorindustriellen Durchschnitt



Die Konzentration der drei Treibhausgase - Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid (Lachgas) - erreichte Rekordwerte.



Der Wärmewert des Ozeans erreichte den höchsten Stand in der 65-jährigen Beobachtungsgeschichte



Der mittlere globale Meeresspiegel erreichte einen neuen Rekordwert. Die Rate des Meeresspiegelanstiegs in den letzten zehn Jahren (2014-2023) hat sich seit dem ersten Jahrzehnt der Satellitenaufzeichnungen (1993-2002) mehr als verdoppelt



Die Meereisausdehnung in der Antarktis erreichte im Februar ein absolutes Rekordtief. Die maximale jährliche Ausdehnung lag rund 1 Million qkm unter dem bisherigen Rekordtief.



Vorläufige Daten der globalen Referenzgletscher für das hydrologische Jahr 2022-2023 zeigen, dass diese Gletscher den größten Eisverlust seit Aufzeichnung (1950-2023) erlitten haben, was auf eine extrem negative Massenbilanz im westlichen Nordamerika und Europa zurückzuführen ist.



Die Gletscher in der Schweiz haben in den letzten zwei Jahren rund 10 % ihres verbleibenden Volumens verloren.



Extreme Wetterereignisse führten weiterhin zu schwerwiegenden sozioökonomischen Auswirkungen. In vielen Teilen der Welt herrschte extreme Hitze. Waldbrände auf Hawaii, in Kanada und Europa forderten Menschenleben, zerstörten Häuser und führten zu einer massiven Luftverschmutzung. Überschwemmungen in Verbindung mit den extremen Regenfällen des Mittelmeer-Zyklons Daniel betrafen Griechenland, Bulgarien, die Türkei und Libyen, wobei es in Libyen besonders viele Todesopfer gab.



Die Ernährungssicherheit, die Vertreibung der Bevölkerung und die Auswirkungen auf gefährdete Bevölkerungsgruppen geben auch 2023 Anlass zu wachsender Sorge, wobei Wetter- und Klimagefahren die Situation in vielen Teilen der Welt noch verschärfen.

Table 1	Shared drivers 2023	Shared tipping points
(6/6)	Insufficient future planning (Lack of foresight to act on an oncoming problem)	
(4/6)	Atmospheric/ocean warming (Greenhouse gases trapping sunlight and warming the planet)	
(4/6)	Risk-intensifying land use (Ways of using land that intensifies an associated risk)	
(4/6)	Lack of information (Insufficient monitoring or inadequate models to estimate the extent of the problem)	
(3/6)	Lack of regulations/enforcement (Absence or ineffective enforcement of regulations connected to other risk drivers)	
(2/6)	Pollution (Any product or substance in a concentration harmful for human or environmental health)	
(2/6)	Living and working in at-risk areas (Exceptionally high exposure to risks as a result of a certain behaviour)	

Siehe nächste Seite

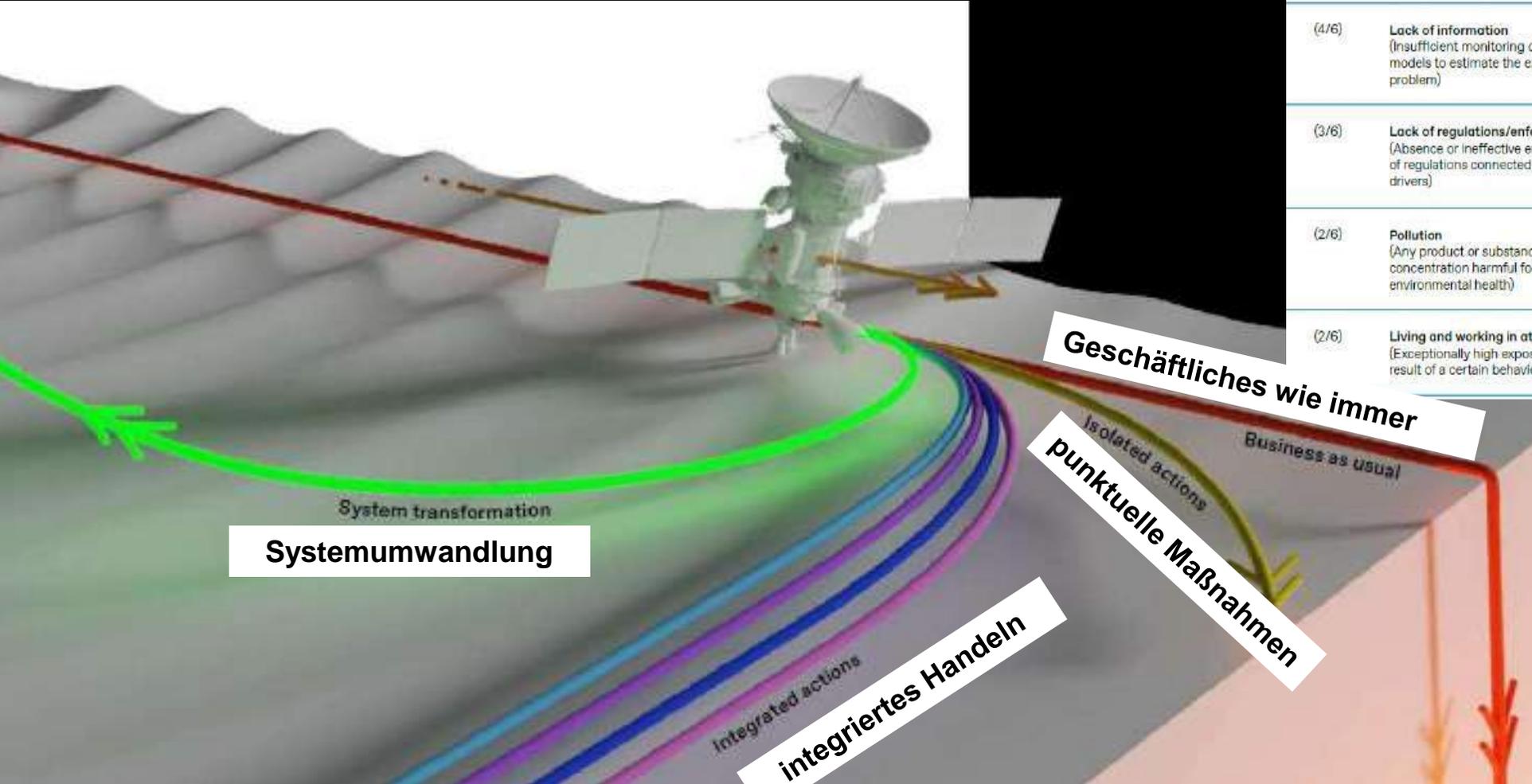


Abbildung 1 Risikokipppunkt - Der Weg, auf dem wir uns jetzt befinden, beinhaltet eine Zunahme des Risikos, bis unsere Systeme einen Kipppunkt erreichen, aber durch alternative Maßnahmen kann das Überschreiten dieses Kipppunkts verzögert oder verhindert werden

Table 1

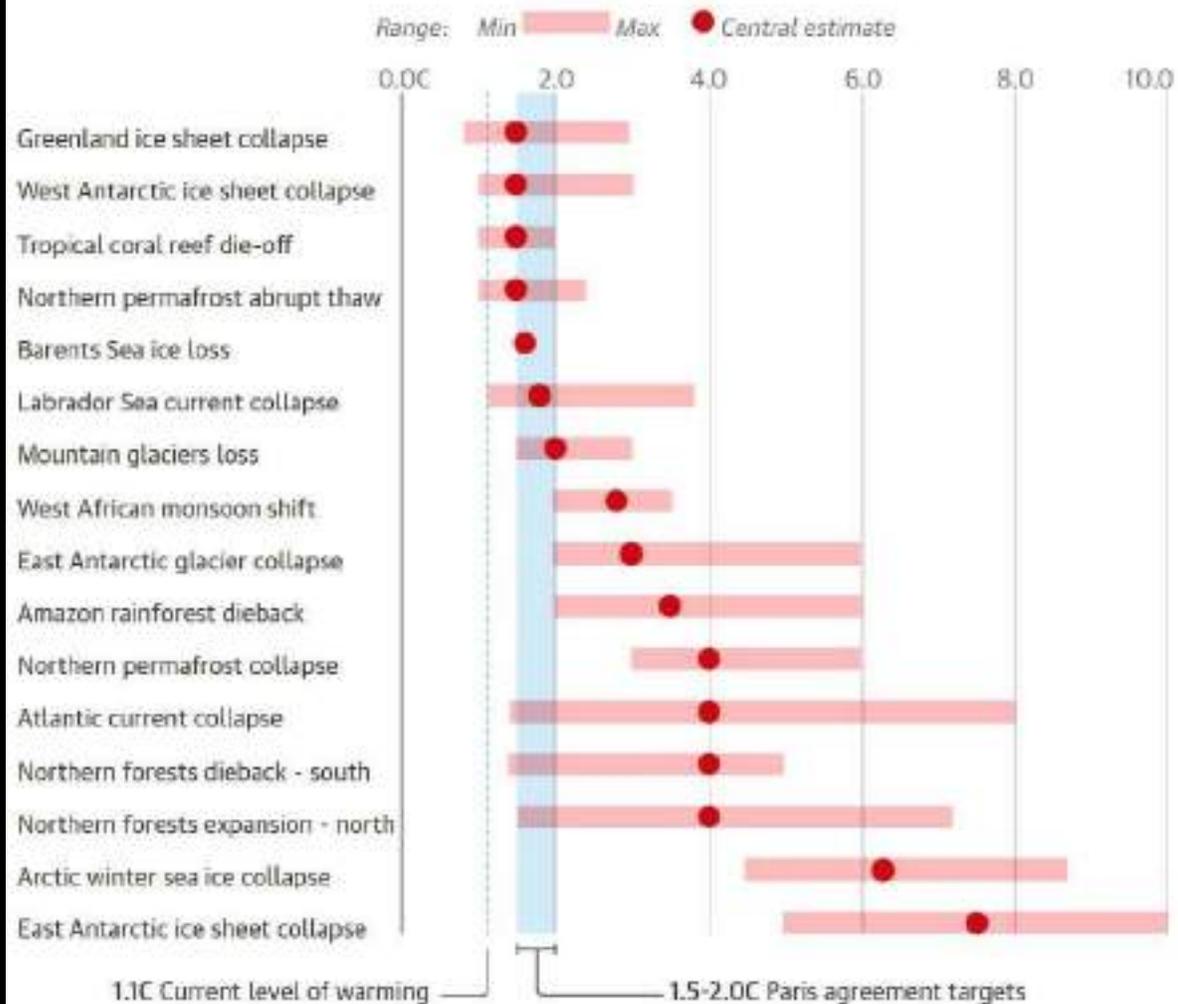
gemeinsame Fahrer 2023

gemeinsame Kippunkte

<p>(6/6) unzureichende Zukunftsplanung (Mangel an Voraussicht, um auf ein bevorstehendes Problem zu reagieren)</p>	
<p>(4/6) Erwärmung der Atmosphäre/Ozeane (Treibhausgase, die das Sonnenlicht einfangen und den Planeten erwärmen)</p>	
<p>(4/6) Risikoerhöhende Flächennutzung (Flächennutzungsarten, die ein Risiko verstärken)</p>	
<p>(4/6) Mangel an Informationen (unzureichende Überwachung oder unzureichende Modelle zur Einschätzung des Ausmaßes des Problems)</p>	
<p>(3/6) Fehlende Vorschriften/Durchsetzung (fehlende oder unwirksame Durchsetzung von Vorschriften in Verbindung mit anderen Risikofaktoren)</p>	
<p>(2/6) Verschmutzung (jedes Produkt oder jeder Stoff in einer für die Gesundheit von Menschen und Umwelt schädlichen Konzentration)</p>	
<p>(2/6) Leben und Arbeiten in Risikobereichen (Außergewöhnlich hohe Risikoexposition aufgrund eines bestimmten Verhaltens)</p>	

The risk of climate tipping points is rising rapidly as the world heats up

Estimated range of global heating needed to pass tipping point temperature

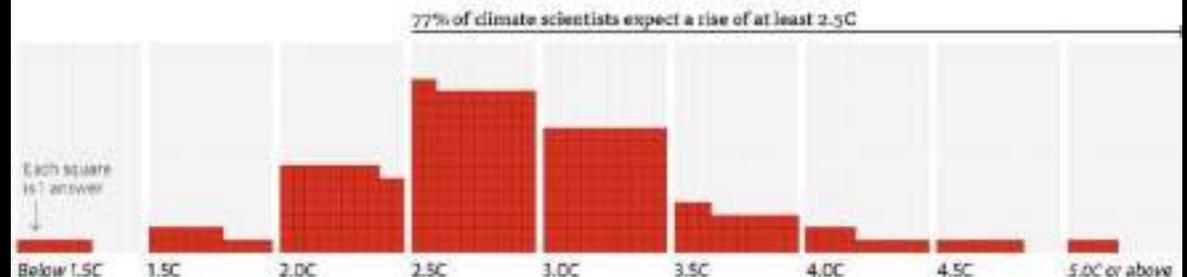


Guardian graphic. Source: Armstrong McKay et al, Science, 2022. Note: Current global heating temperature rise 1.1C Paris agreement targets 1.5-2.0C

How high will global heating go?

How high above pre-industrial levels do you think average global temperature will rise between now and 2100?

Count of answers given by IPCC climate experts



Guardian graphic. Source: Guardian survey of climate experts, 380 responses

Planetarische Schwelle

planetarische Schwelle.

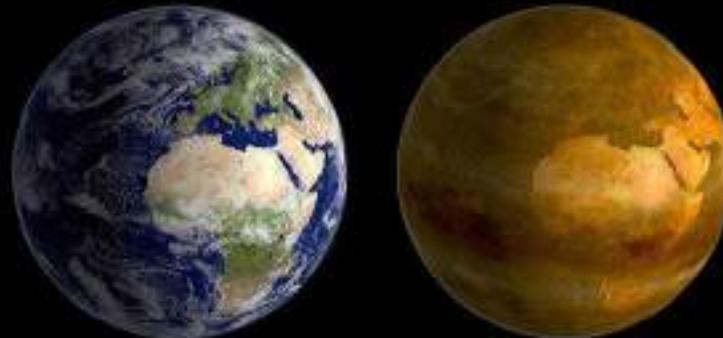
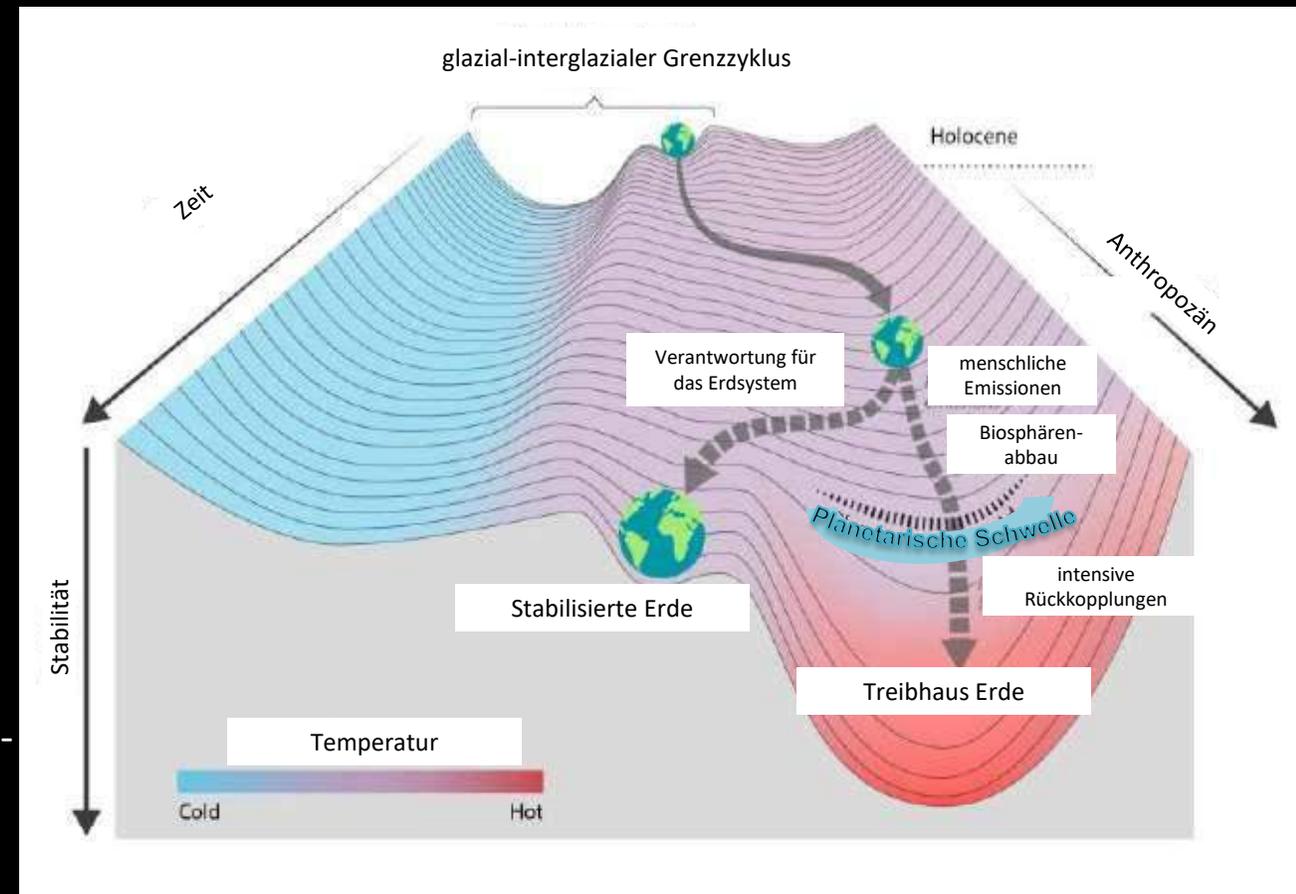
Hier steht Ihr Text.

Klimawandel: Droht ein Domino-Effekt? Positive Rückkopplungen könnten das Erdklima schon bei zwei Grad Erwärmung destabilisieren

**Fatale Rückkopplung: Das Erdklima ist möglicherweise labiler als
bisher gedacht.**

Relativ geringe Erwärmung könnte eine Kaskade von positiven
Rückkopplungen auslösen, die das Klima irreversibel destabilisiert.

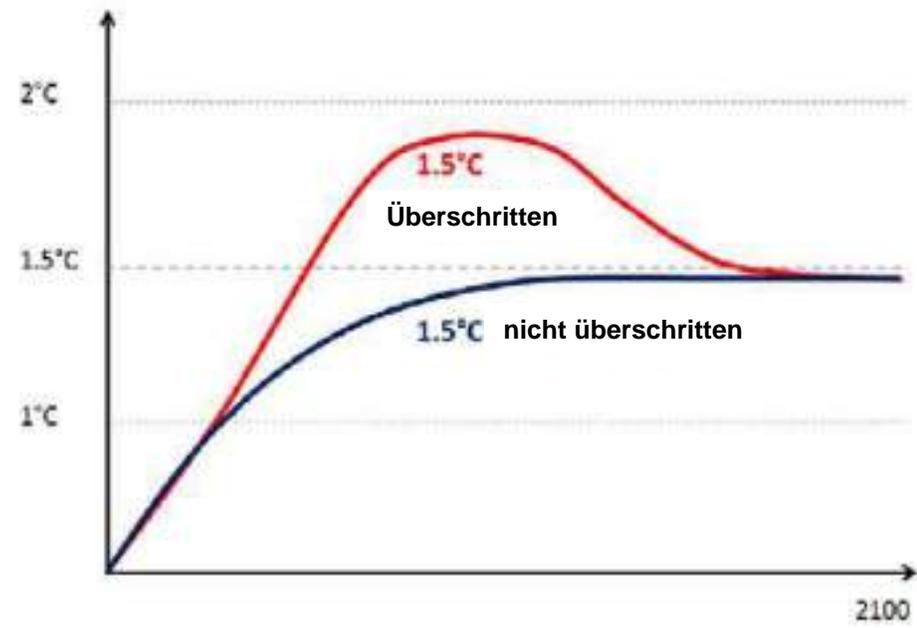
Die Folge: "Umkippen" des irdischen Klimasystems zu einer "Treibhaus-
Erde" – einem Klimaregime, in dem die Erwärmung sich
selbst verstärkt und kaum mehr aufzuhalten ist.



Kippelemente im globalen Klimasystem



Vorlage: Global map of potential tipping cascades. PNAS, Steffen et al. 2018
 Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) 2018
 Infografik RAOnline



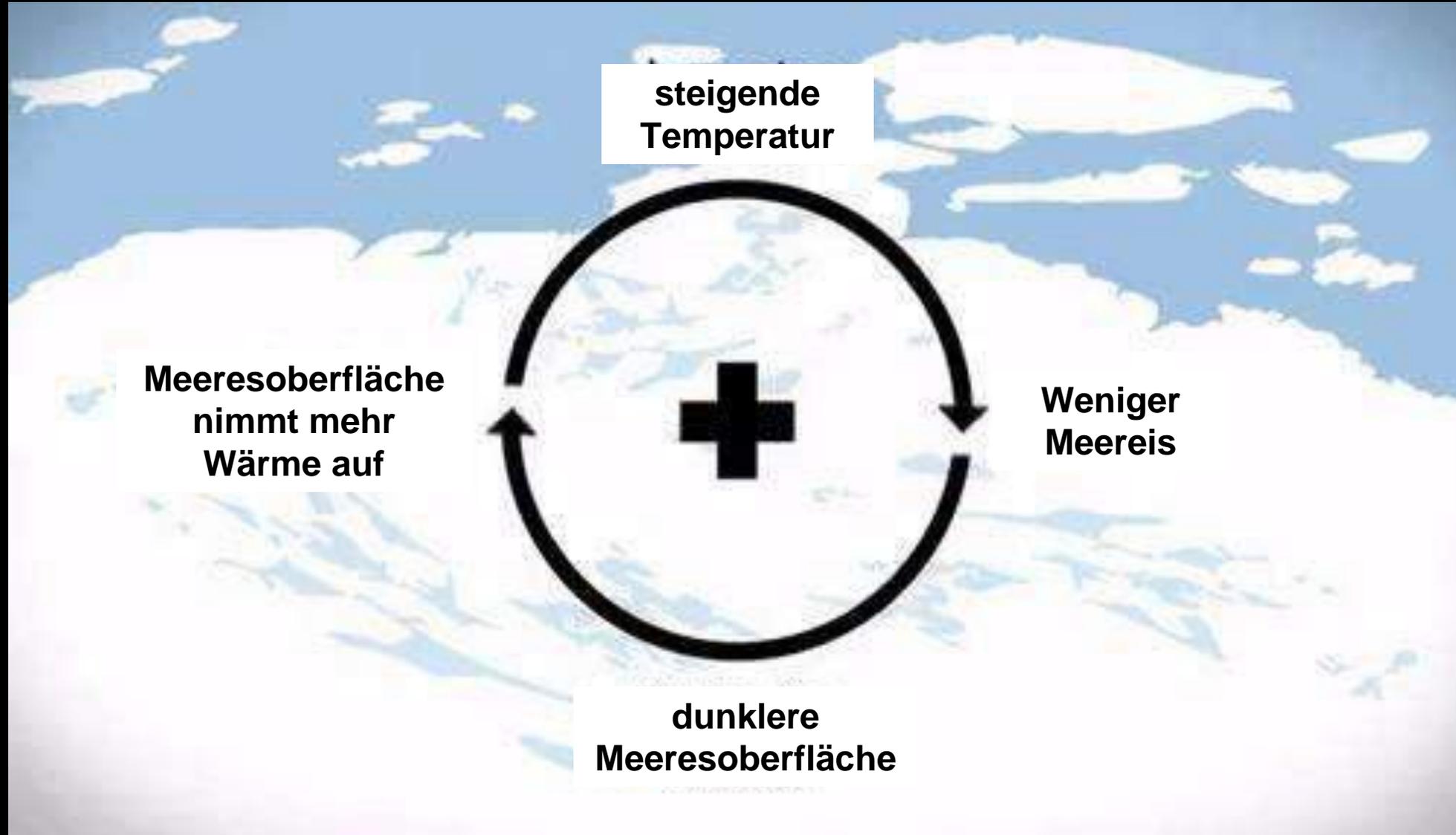
Schleussner et al. 2023, Nature

9 aktive Kipp-Elemente



Albedo-Effekt:

Weniger Reflektion der
Sonnenstrahlung

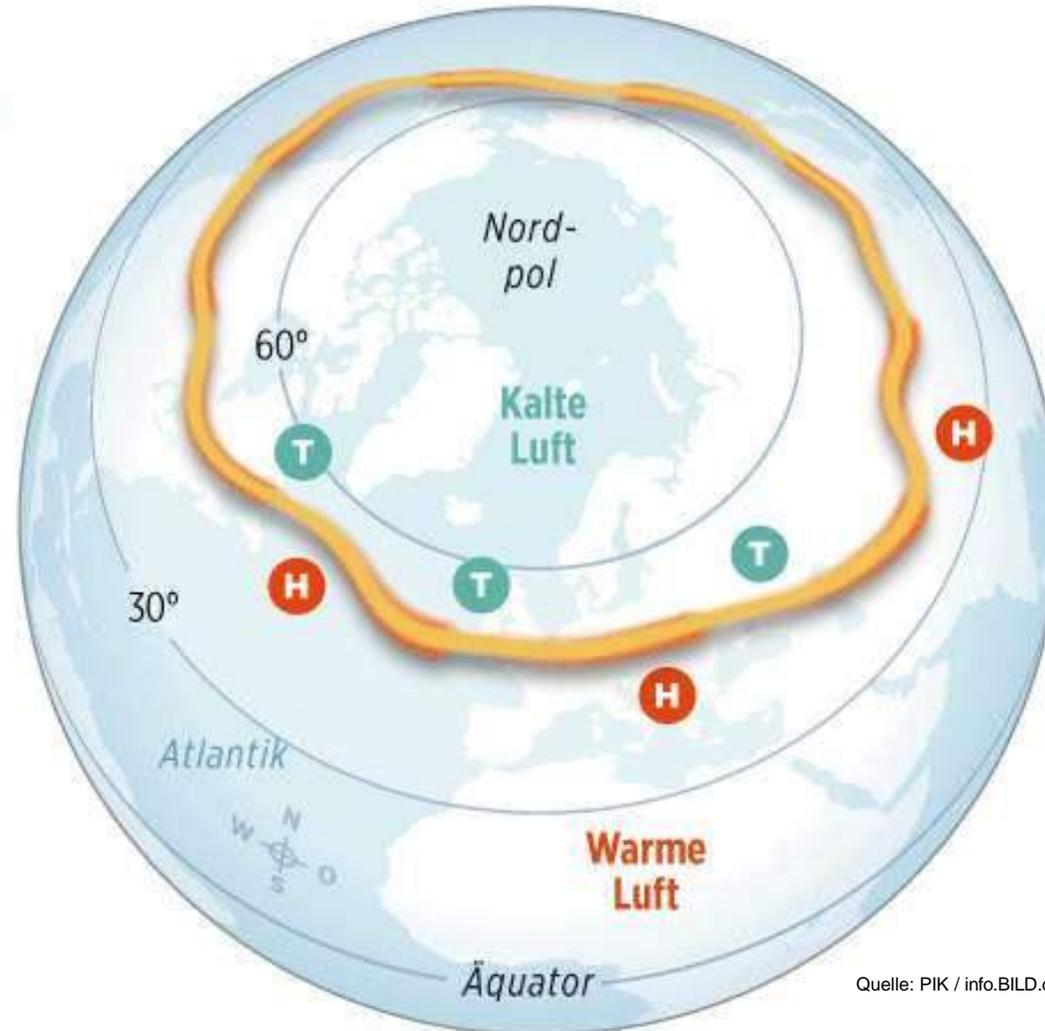


Polar-Jetstream



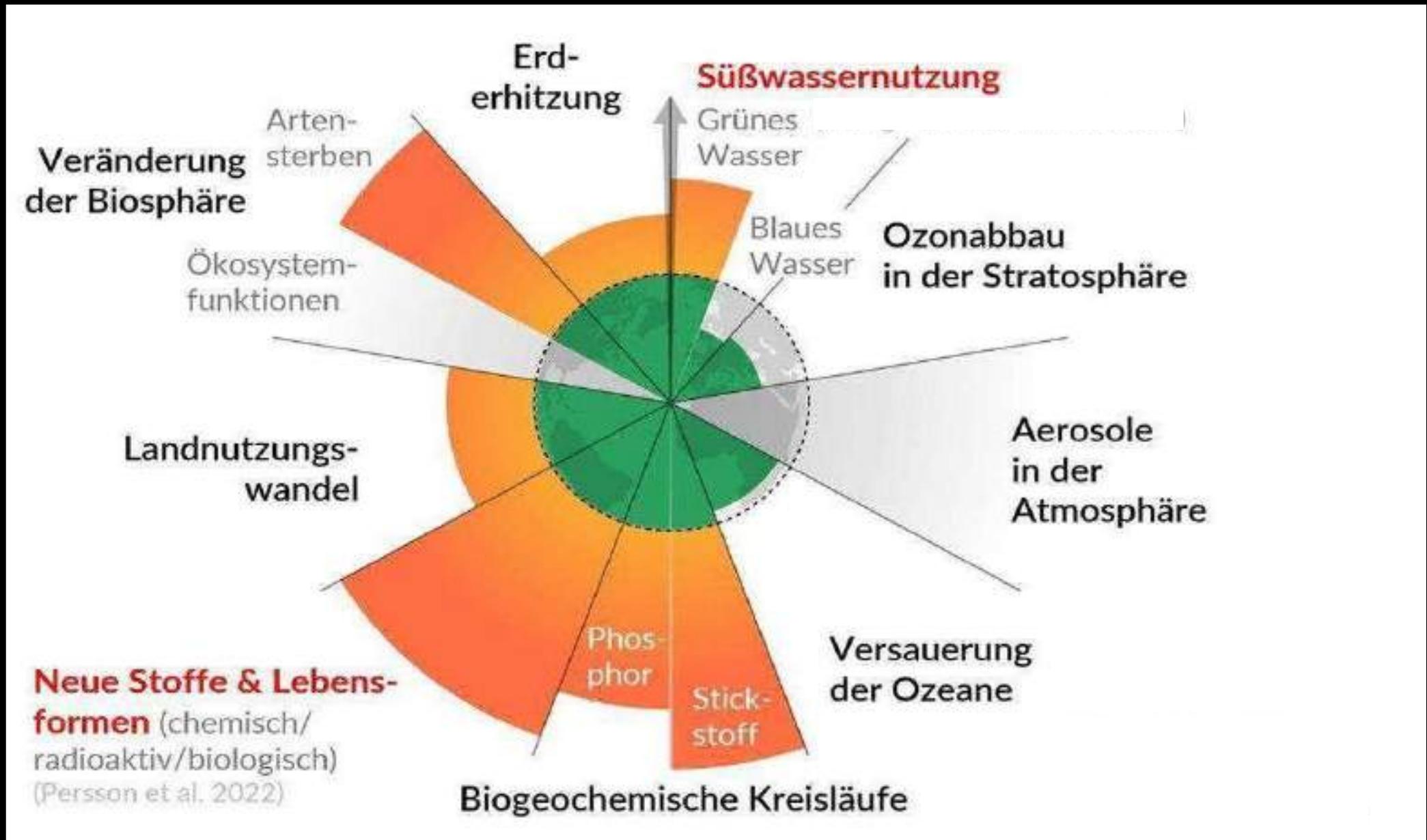
Der Polarfront-Jetstream **trennt warme und kalte Luftmassen** zwischen dem 30. und 60. Breitengrad

Er bewegt sich in ca. **10 km Höhe** mit **bis zu 500 km/h** gegen den Uhrzeigersinn



Quelle: PIK / info.BILD.de

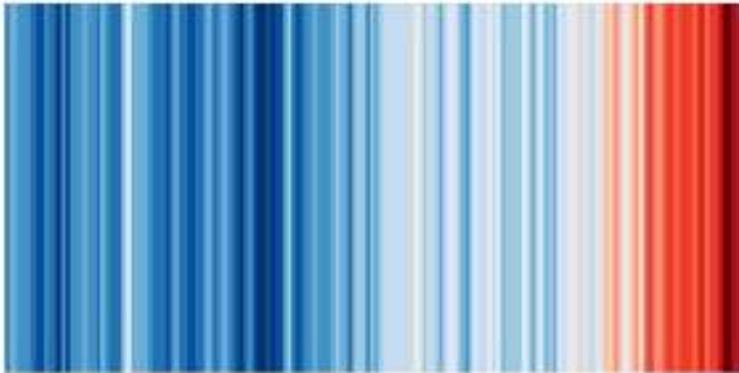
Planetare Grenzen



WAS WIR HEUTE ÜBERS KLIMA WISSEN

BASISFAKTEN ZUM KLIMAWANDEL, DIE IN DER
WISSENSCHAFT UNUMSTRITTEN SIND

SEITE 1481 2021



Vertragsgutachten von:

Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst,
Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de



DMG
Deutsche Meteorologische Gesellschaft



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima für alle



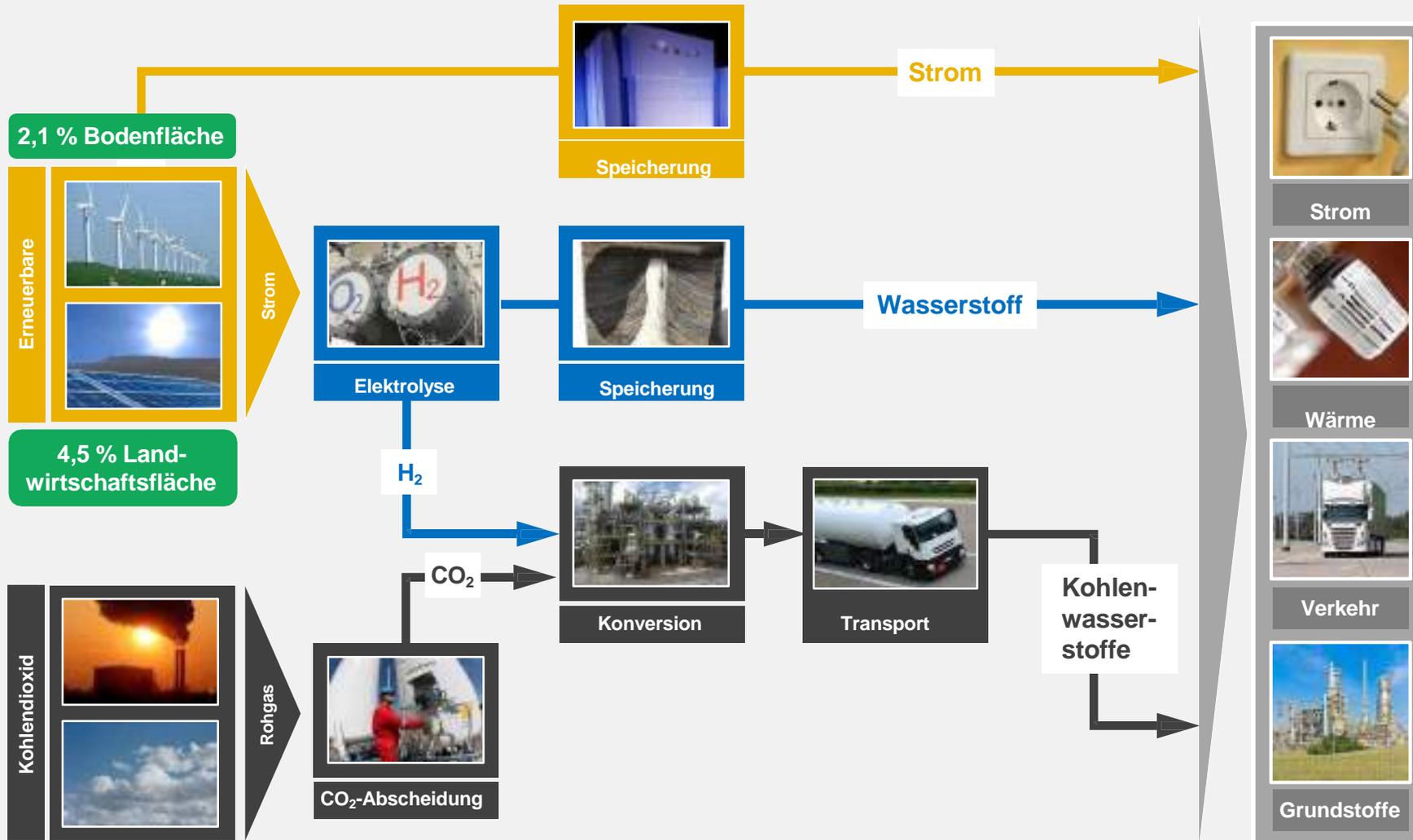
HELMHOLTZ
KLIMA-INITIATIVE



DIE FÜNF KERNINFOS ZUM KLIMAWANDEL
IN NUR 20 WORTEN¹:

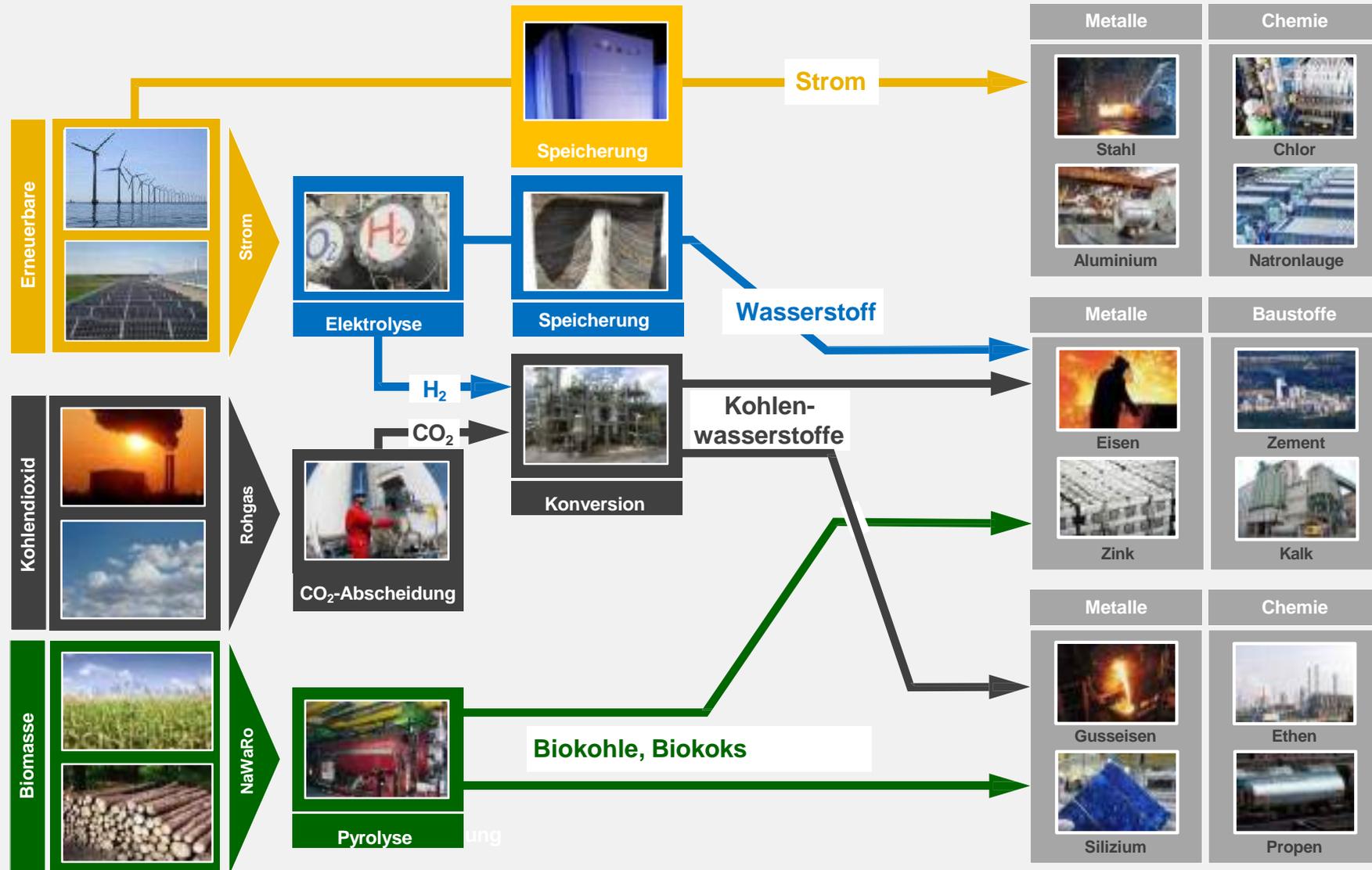
1. ER IST REAL.
2. WIR SIND DIE URSACHE.
3. ER IST GEFÄHRLICH.
4. DIE FACHLEUTE SIND SICH EINIG.
5. WIR KÖNNEN NOCH ETWAS TUN.

PowerWandel in der Energieversorgung (Martin Faulstich SRU)



Wandel in der Industrie (SRU)

Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie



Nachhaltige Industriegesellschaft (SRU)

Notwendiger Strukturwandel



PERSPECTIVE | 

Tipping elements in the Earth's climate system

Timothy M. Lenton , Hermann Held, Elmar Kriegler, Jim W. Hall, Wolfgang Lucht, Stefan Rahmstorf, and Hans Joachim Schellnhuber   [Authors Info & Affiliations](#)

Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA, and approved November 21, 2007

February 12, 2008 | 105 (6) 1786-1793 | <https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105>

RESEARCH ARTICLE | SOCIAL SCIENCES |     

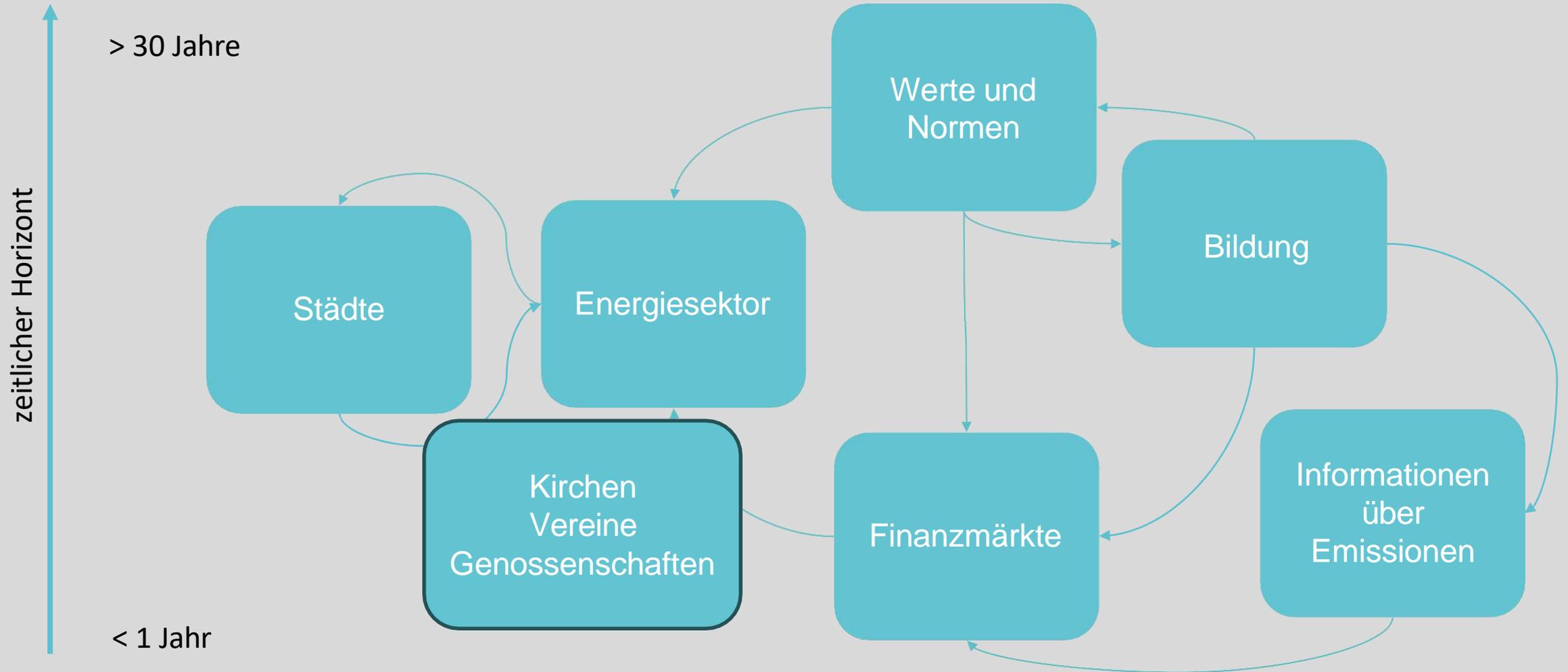
Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050

Ilona M. Otto  , Jonathan F. Donges , Roger Cremades  ,  , and Hans Joachim Schellnhuber  [Authors Info & Affiliations](#)

Contributed by Hans Joachim Schellnhuber, November 15, 2019 (sent for review January 22, 2019; reviewed by J. David Tabara and Jessika E. Trancik)

January 21, 2020 | 117 (5) 2354-2365 | <https://doi.org/10.1073/pnas.1900577117>

soziale Kipp-Elemente



Willkommen in der 4. Energierevolution

Warum weltweit Energie viel schneller sauber wird, als Viele denken. Und was wir dennoch aktiv dafür tun müssen

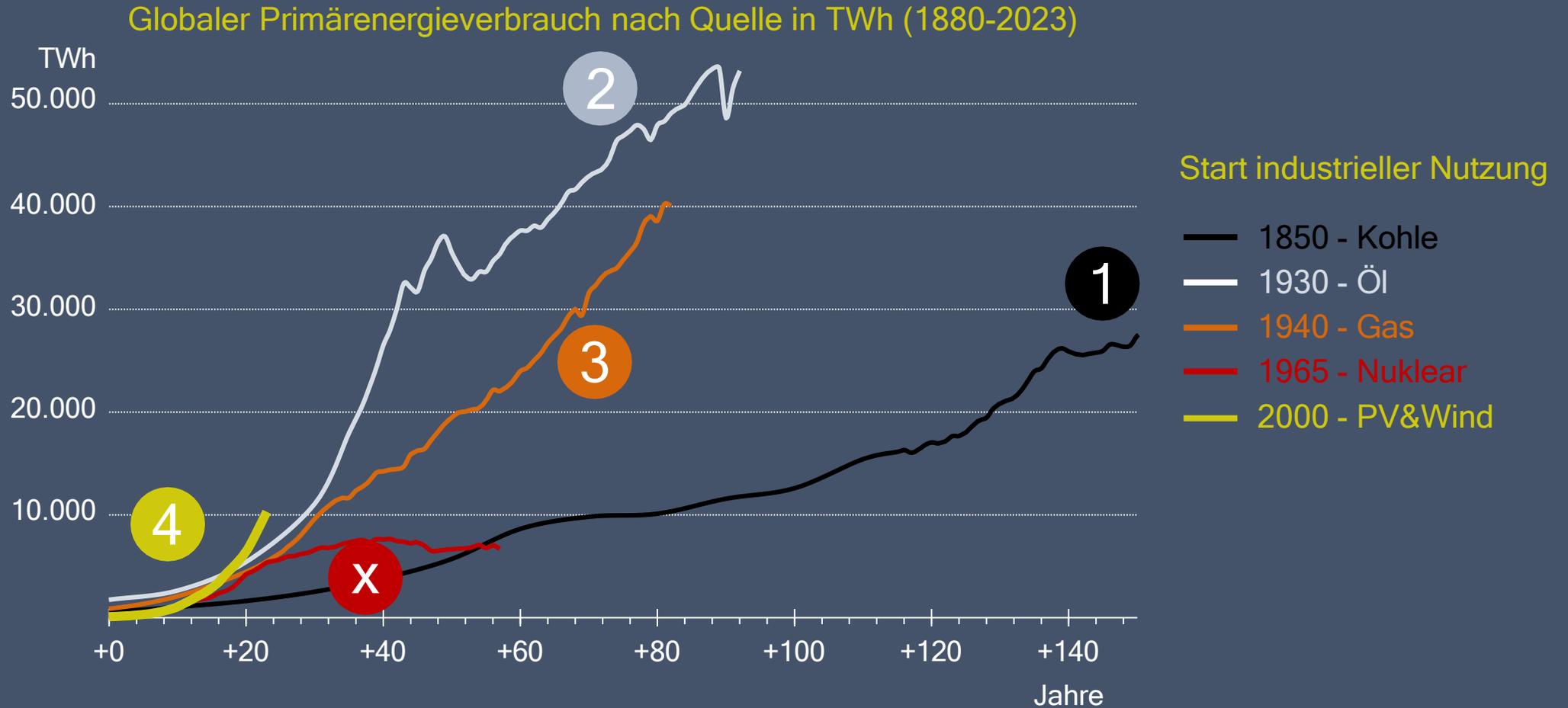
Vortrag Hochschule München, 04.11.2024

3EPunkt, Dr. Tim Meyer

#1

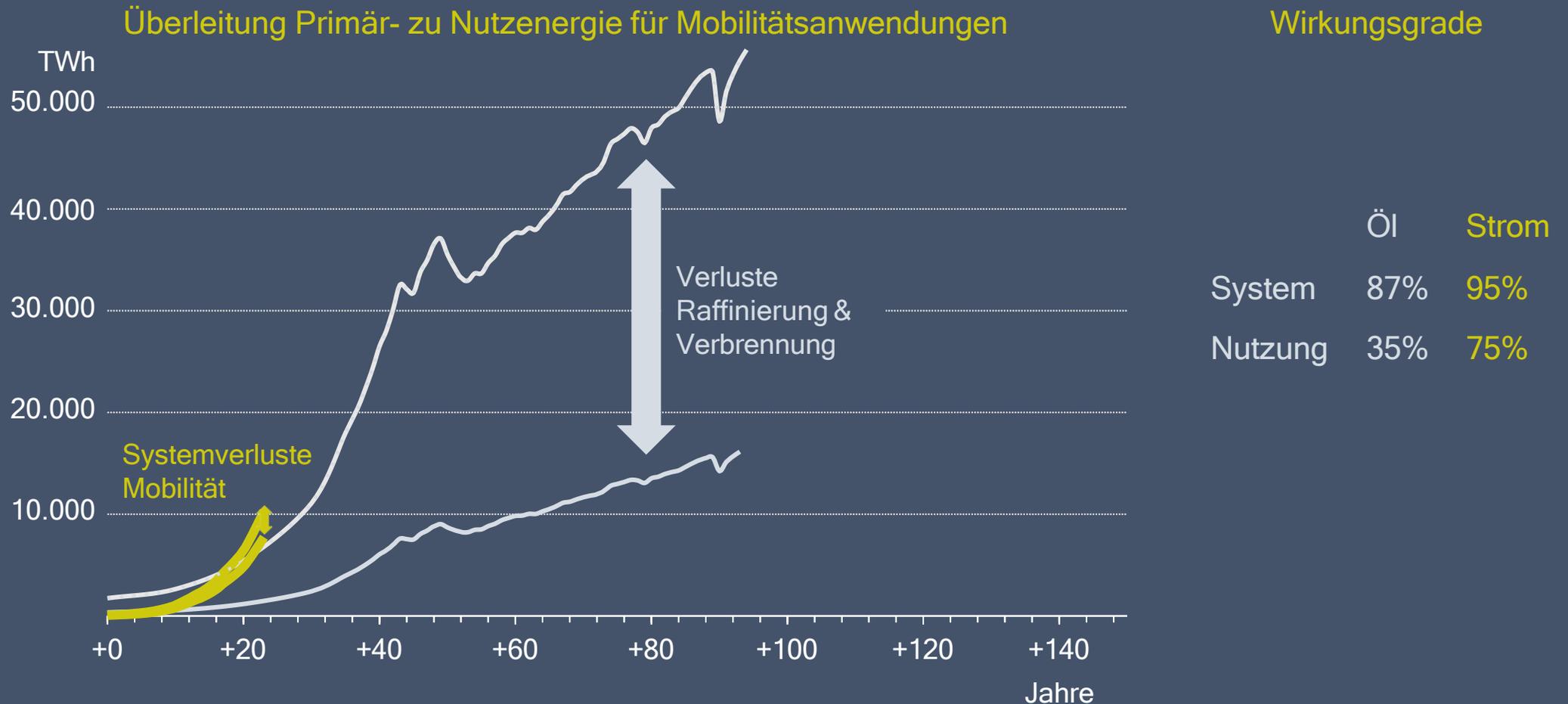
Das neue Energiezeitalter
hat längst begonnen

Historisch: Geschwindigkeit der 4. Revolution

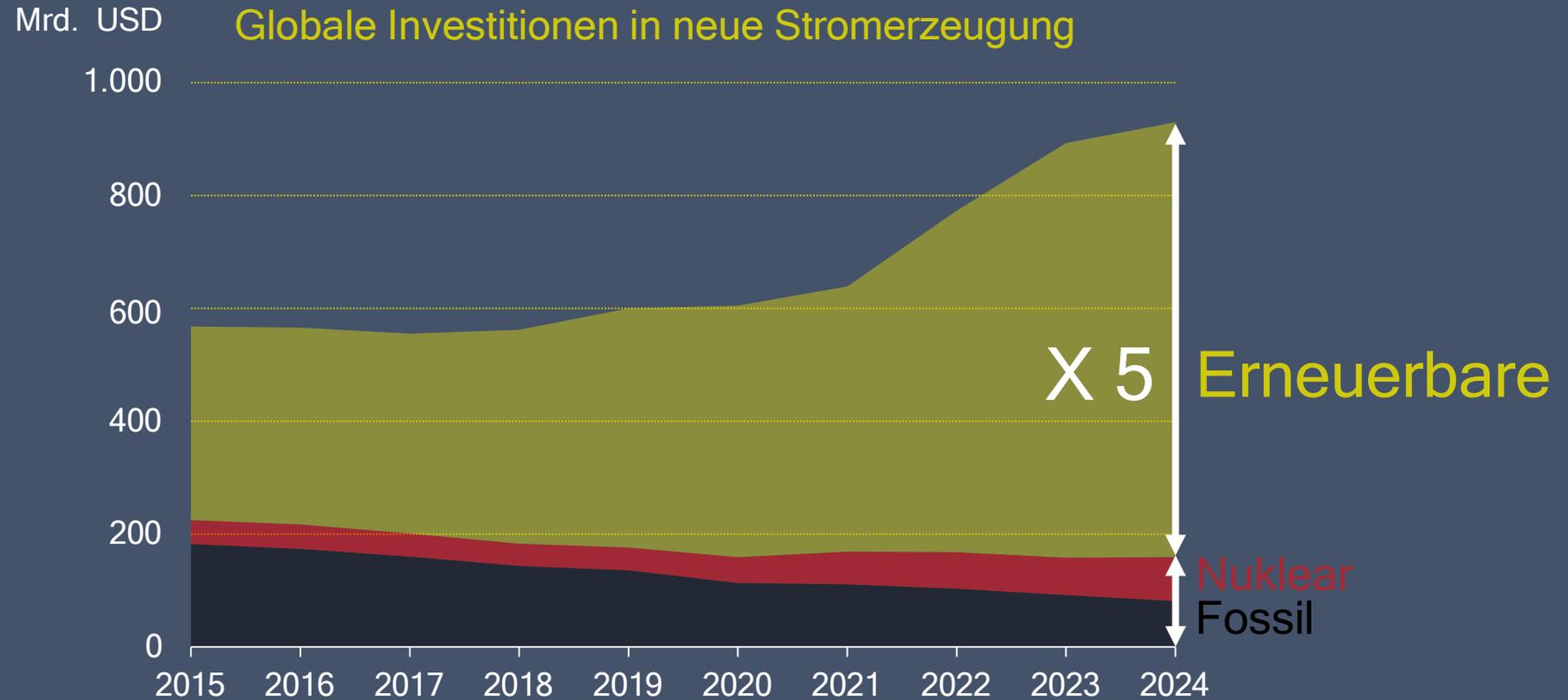


Daten: OurWorldInData (eigene Visualisierung)

Nutzenergie aus PV & Wind überholt Öl in 3 bis 5 Jahren



Längst dominieren Erneuerbare auch den Finanzmarkt

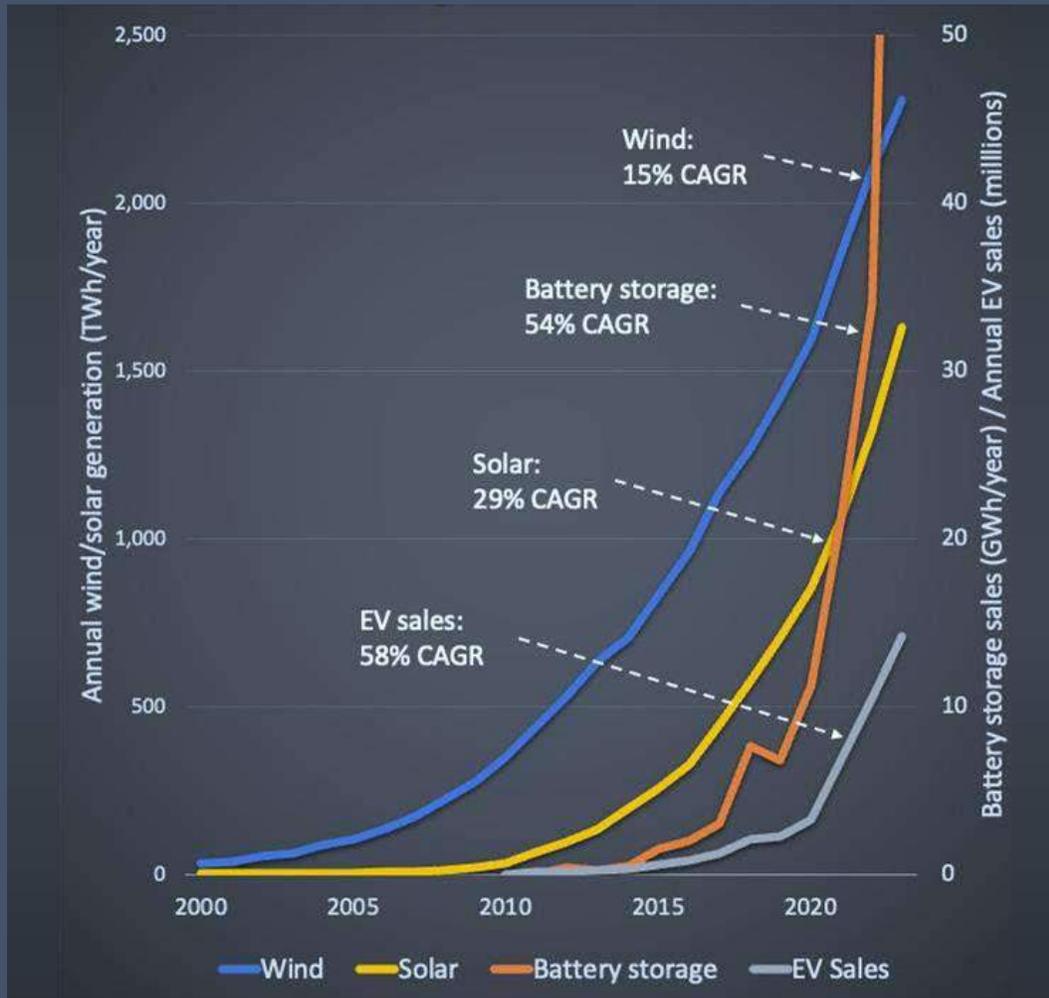


#2

Die Transformation ist
exponentiell

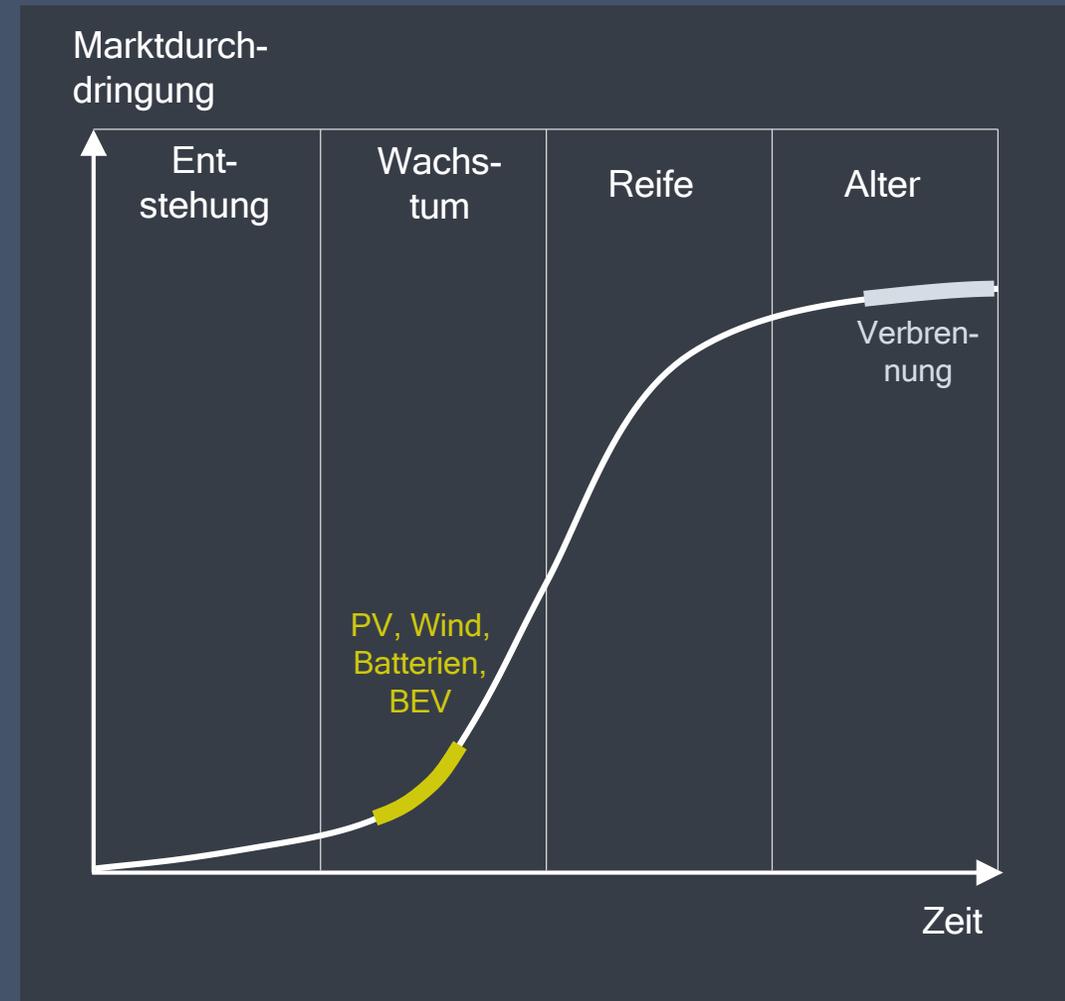
Clean Tech wächst schnell - von hohem Niveau aus

Wachstum von "clean energy tech" 2000-2022



Quelle: @gavinmooney mit Daten von RMI, BNEF, BP, Ember

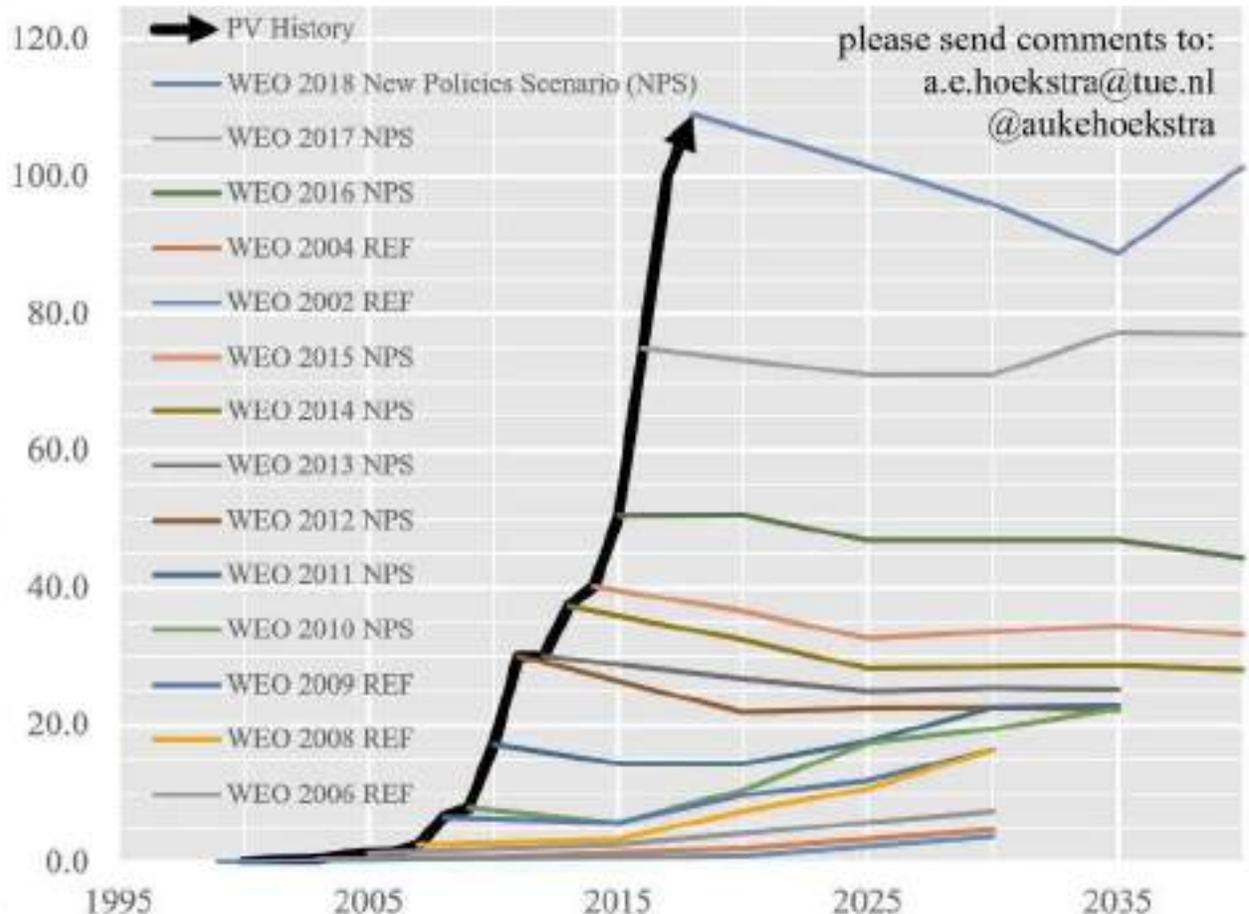
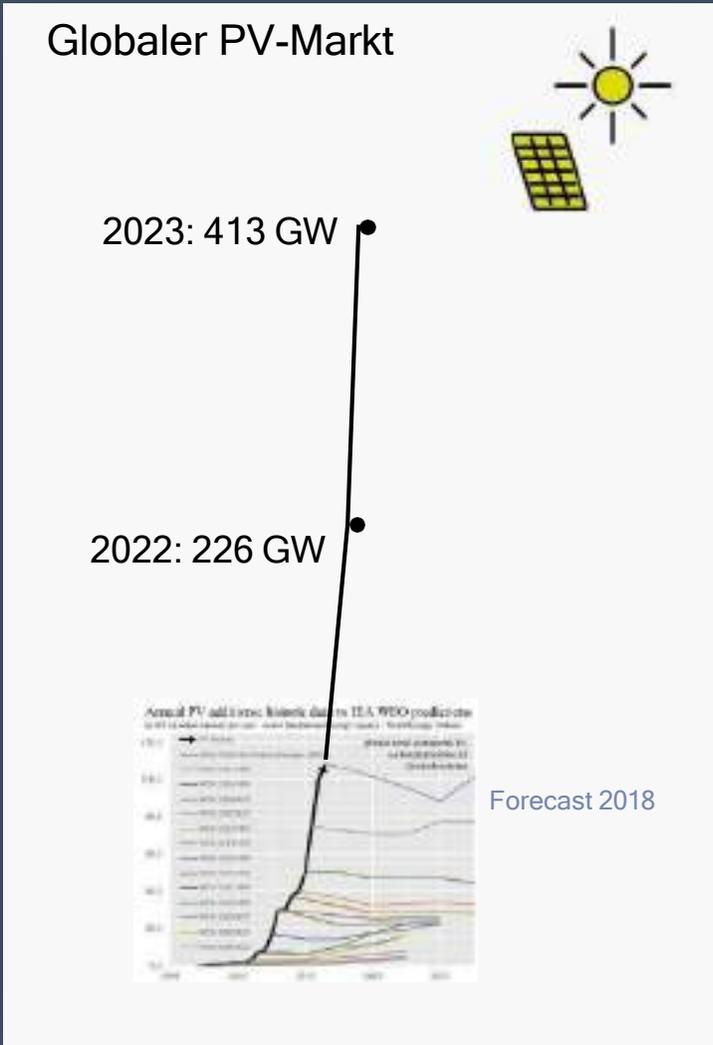
Typischer Transformationsverlauf „S-Kurve“



Auch Institutionen unterschätzen E-Funktionen...

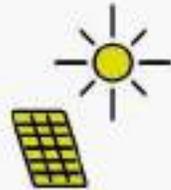
Jährlicher PV-Zubau: historische Daten vs. IEA WEO-Prognosen

in GW zusätzlicher Kapazität pro Jahr - Quelle: International Energy Agency – World Energy Outlook



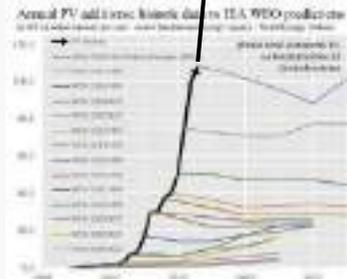
...sektorenübergreifend

Globaler PV-Markt



2023: 413 GW

2022: 226 GW

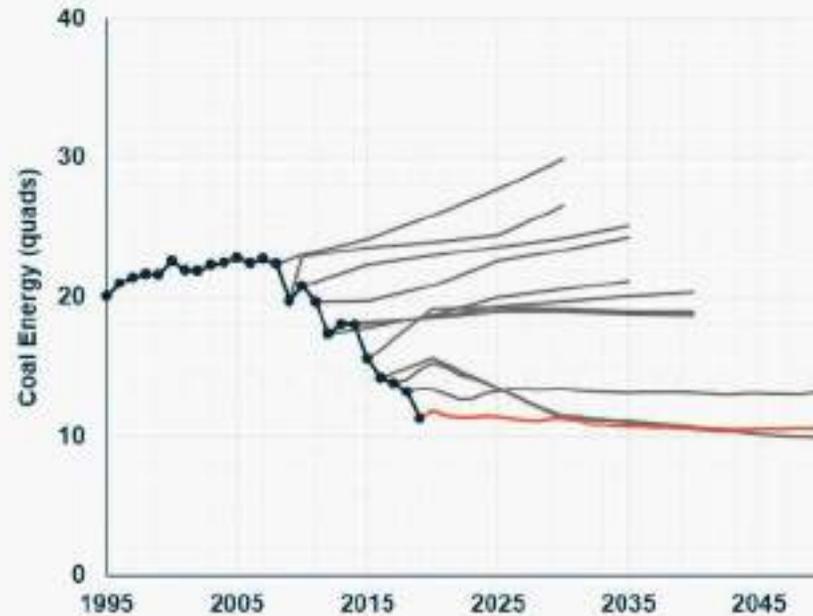


Forecast 2018

IEA Prognosen bis 2018

Kohleverstromung in den USA

Quelle: Rethinking Energy 2020-2030, RethinkX sector disruption report

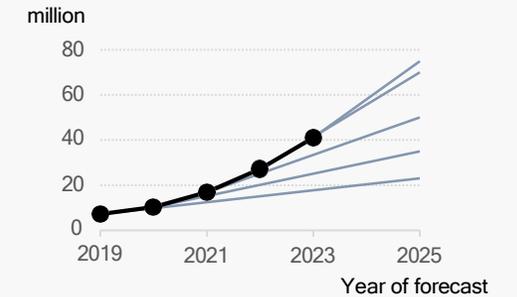


Prognosen der US-Administration EIA bis 2020

E-Mobilität

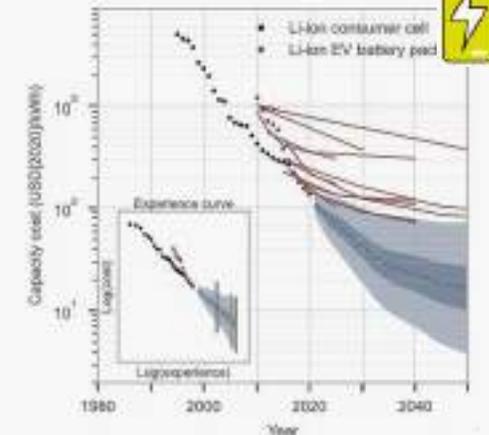


Year 2025
EV fleet forecasts



IEA global EV outlooks 2019-2023

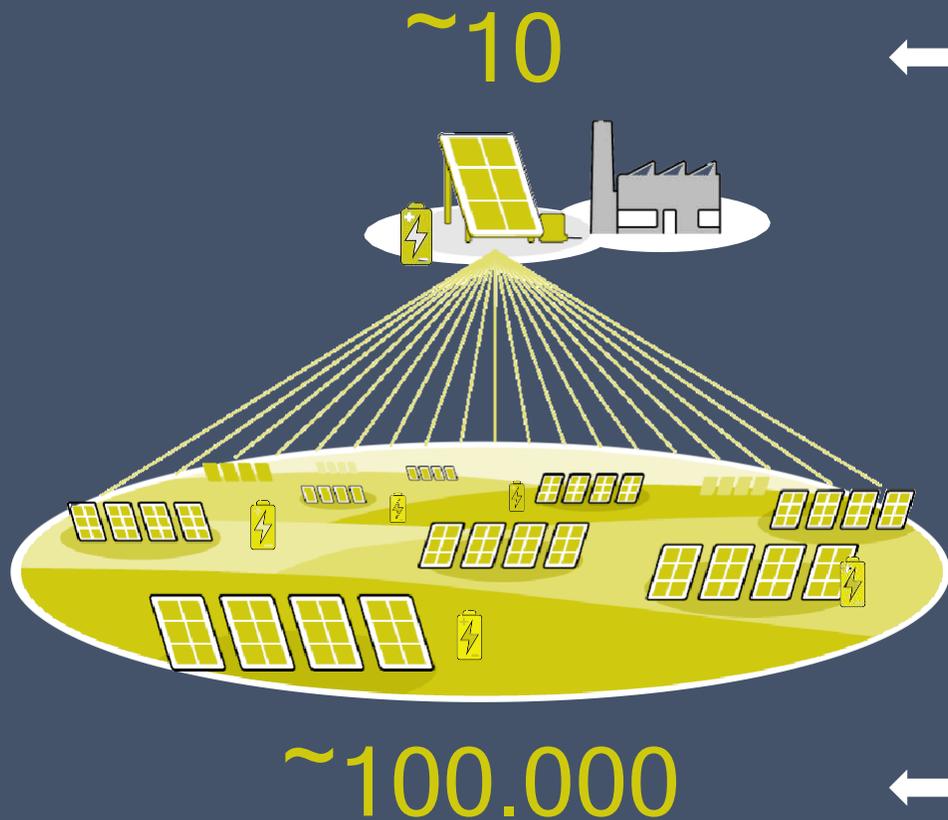
Batteriespeicher



#3 Industrielle Massenfertigung ist DER Game Changer

Skalierung? Massenfertigung und Dezentralität!

Dezentraler Kraftwerksbau

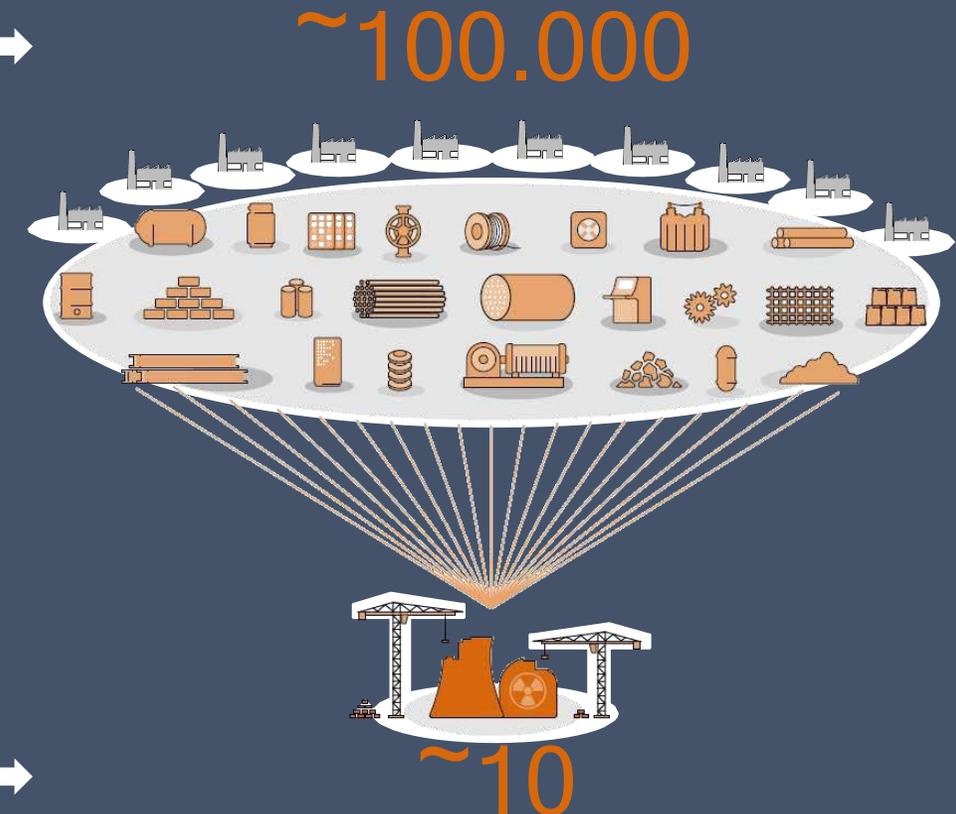


Verschiedenartige
Komponenten



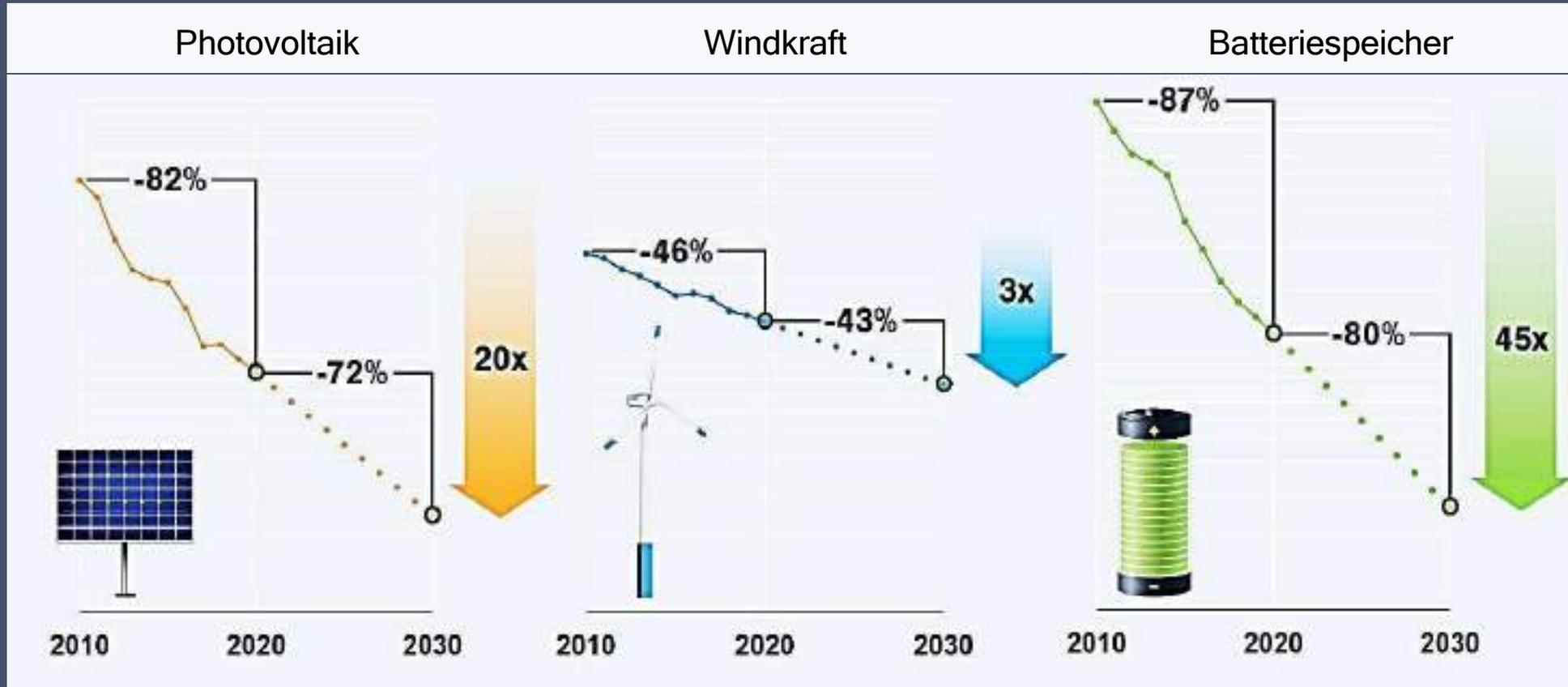
Gleichzeitige
Kraftwerksbauten

Zentraler Kraftwerksbau



Und die Selbstverstärkung des Preisverfalls geht weiter

Entwicklung von Preisen von 2010 to 2020 and Prognose bis 2030



Quelle: Rethinking Energy 2020-2030, RethinkX sector disruption report

Lux fit electricae



Copyright: Solarwatt

Kirche in Georgensgmünd (Bayern)
Für diese Dachfläche müssen keine Dachziegel angeschafft werden

Wir haben es schon immer gewusst!

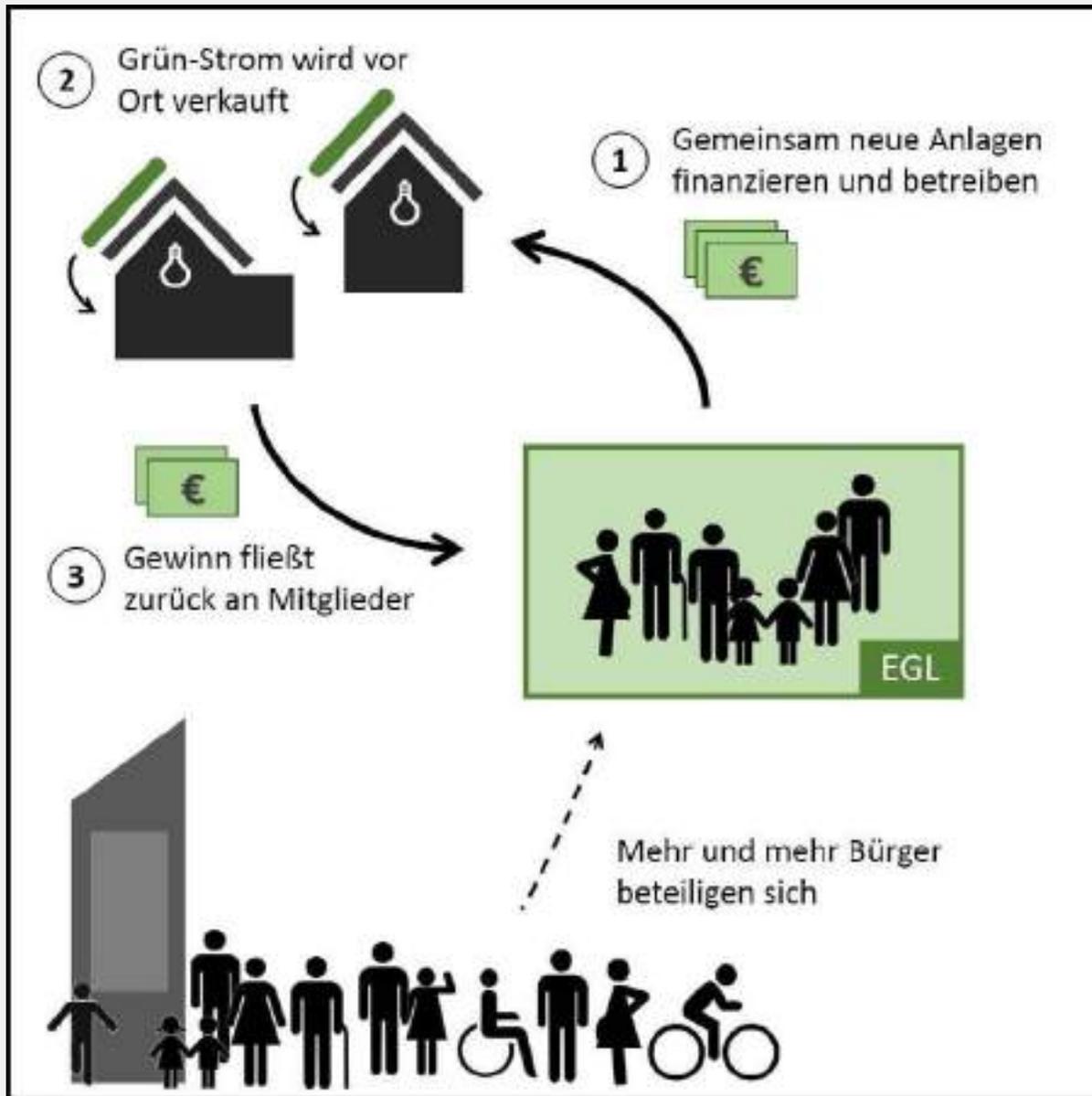


Viele Kirchen sind fast perfekt in Ost-West-Richtung gebaut

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR).

Die ermittelten Zahlen sind beachtlich: „Das theoretische Flächenpotenzial lässt sich auf rund 12.000 Quadratkilometer Fassadenfläche und knapp 6.000 Quadratkilometer Dachfläche beziffern“, erläutert Behnisch.

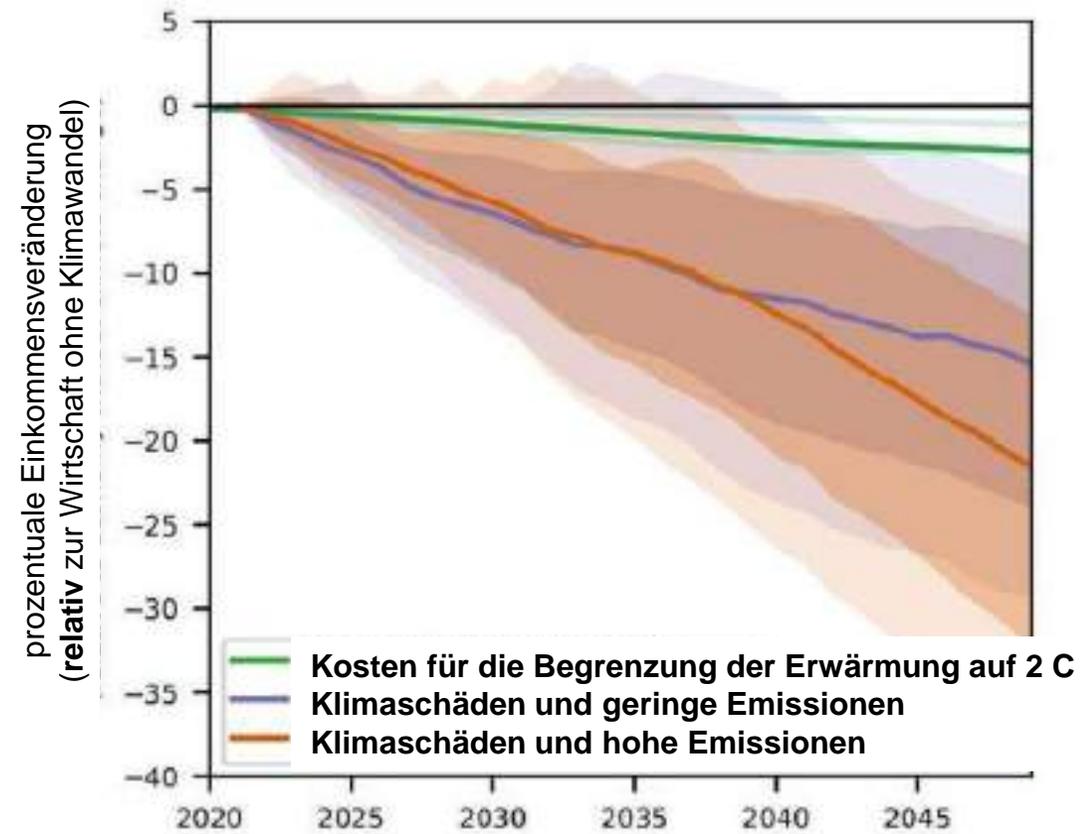
Gebäudefassaden böten damit rund doppelt so viel potenzielle Fläche für Photovoltaik-Module wie Dächer. Das entspricht rund der Hälfte der Fläche von Mecklenburg-Vorpommern



Energiegenossenschaft
Ilmtal eG

Wir bringen die Energiewende voran!

- 100% ÖKOSTROM
- REGIONAL & FAIR
- DIREKT AUS DER REGION



Die Klimafolgen durch steigende Temperaturen und veränderte Niederschläge werden die Weltwirtschaft, in den nächsten 26 Jahren.

Mind. **38 Billionen US- Dollar**

kosten – diese Kosten sind schon jetzt unabänderlich.

Die globalen Einbußen durch Klimafolgen sind bis 2050 deutlich höher als die Kosten für effektiven Klimaschutz.

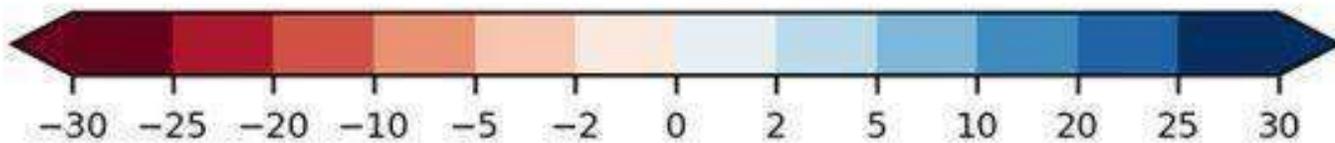
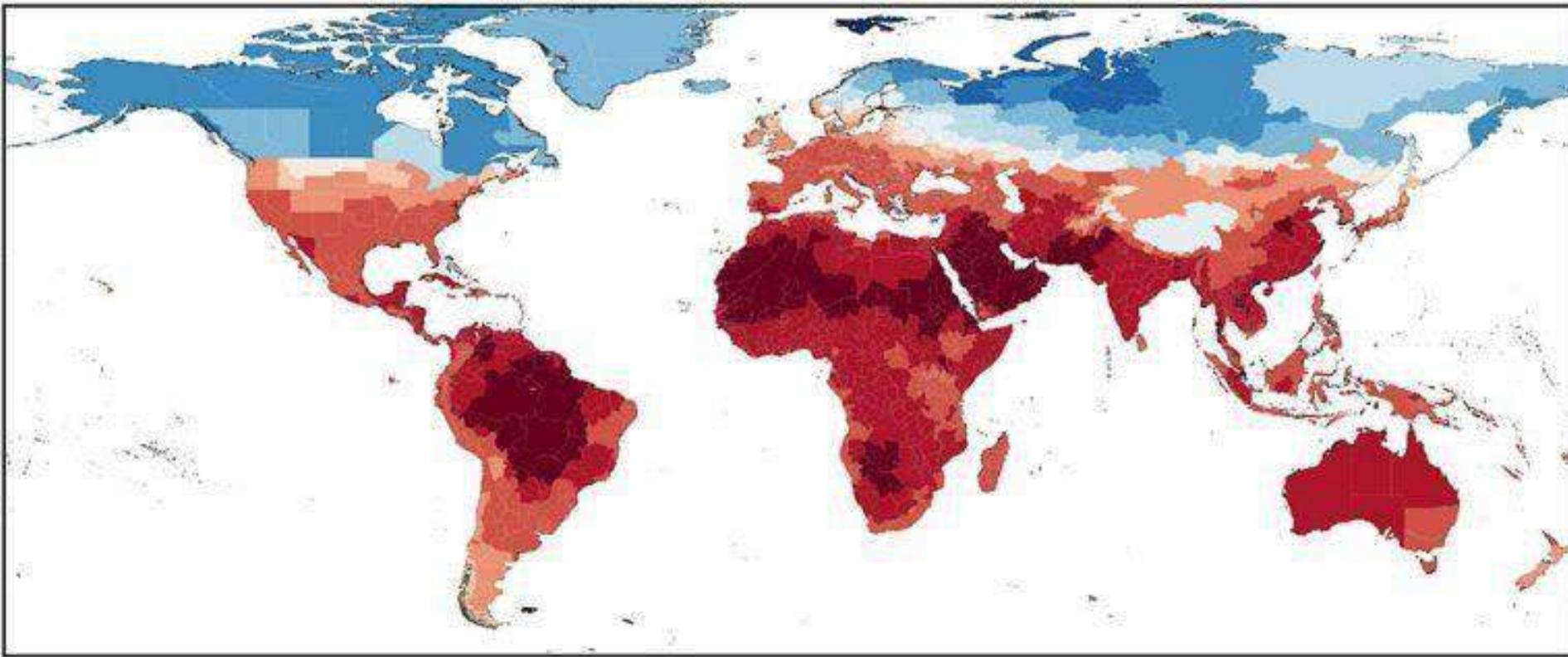
© Maximilian Kotz

Article | Open access | Published: 17 April 2024

The economic commitment of climate change

Maximilian Kotz, Anders Lavinmann & Leonie Wenz

Nature 628, 551–557 (2024) | [Cite this article](#)



Prozentuale Einkommensveränderung (relativ zur Wirtschaft ohne Klimawandel)

Ökonomische Einbußen nach Regionen: Tropische Länder sind stärker betroffen, aber auch die reichen Industrieländer werden die Folgen spüren. © Maximilian Kotz

Article | [Open access](#) | Published: 17 April 2024

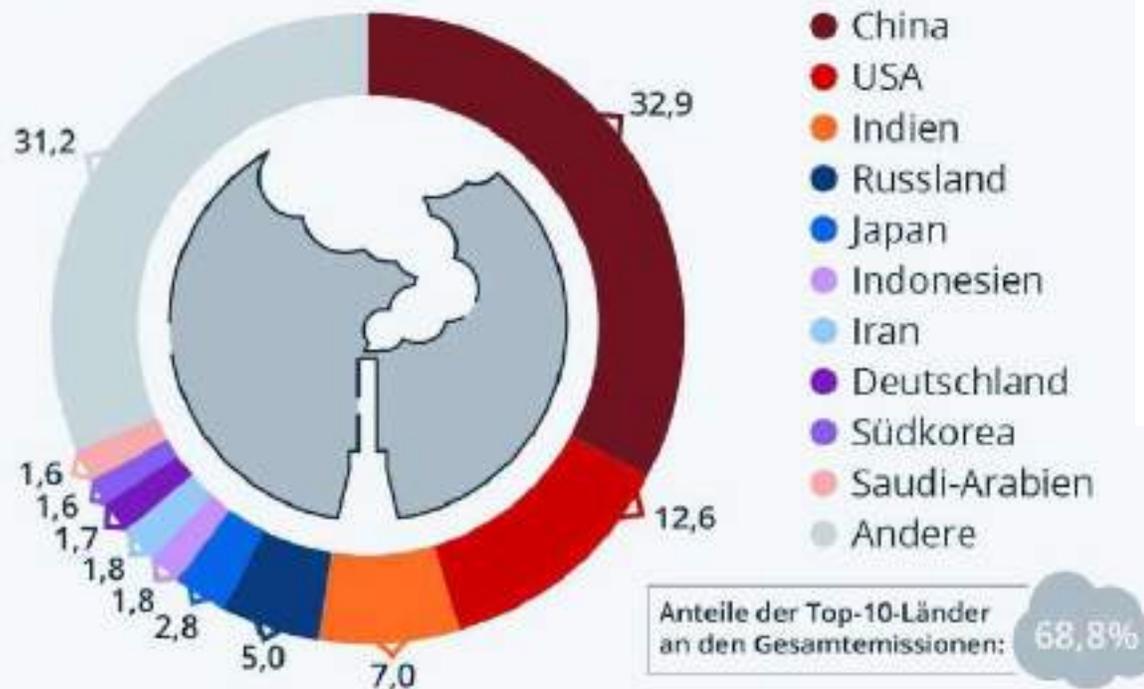
The economic commitment of climate change

Maximilian Kotz, Anders Lövén & Leonie Wenz 

Nature 628, 551–557 (2024) | [Cite this article](#)

10 Länder verursachen zwei Drittel der CO₂-Emissionen

Anteil der Länder an den weltweiten CO₂-Emissionen 2022 (in %)

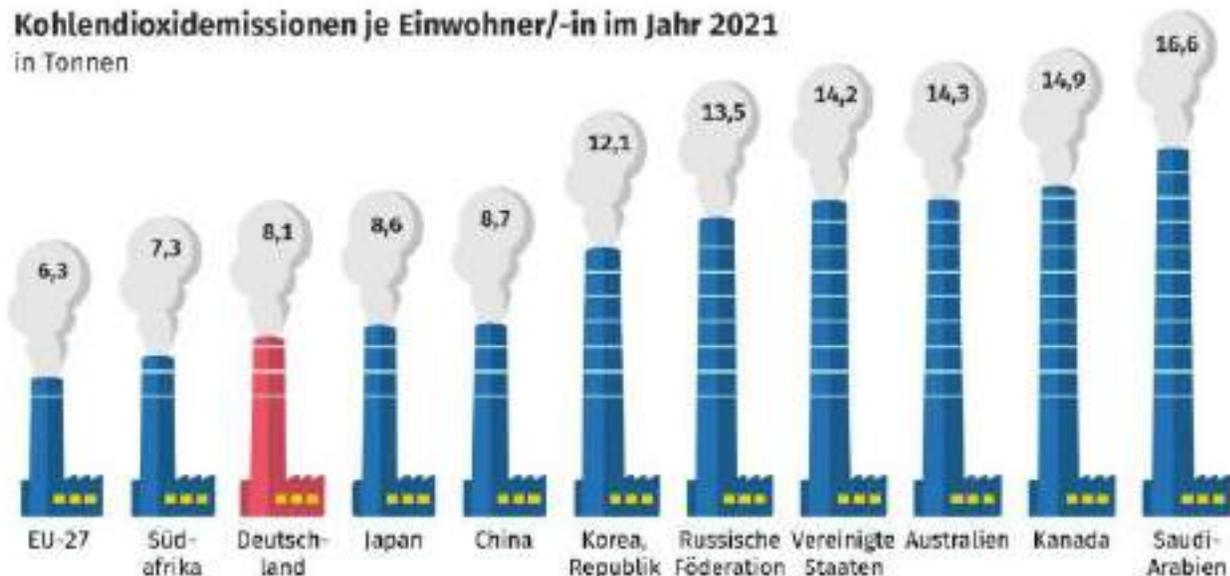


Quellen: EU-Kommission, Statista-Berechnung



statista

Kohlendioxidemissionen je Einwohner/-in im Jahr 2021
in Tonnen

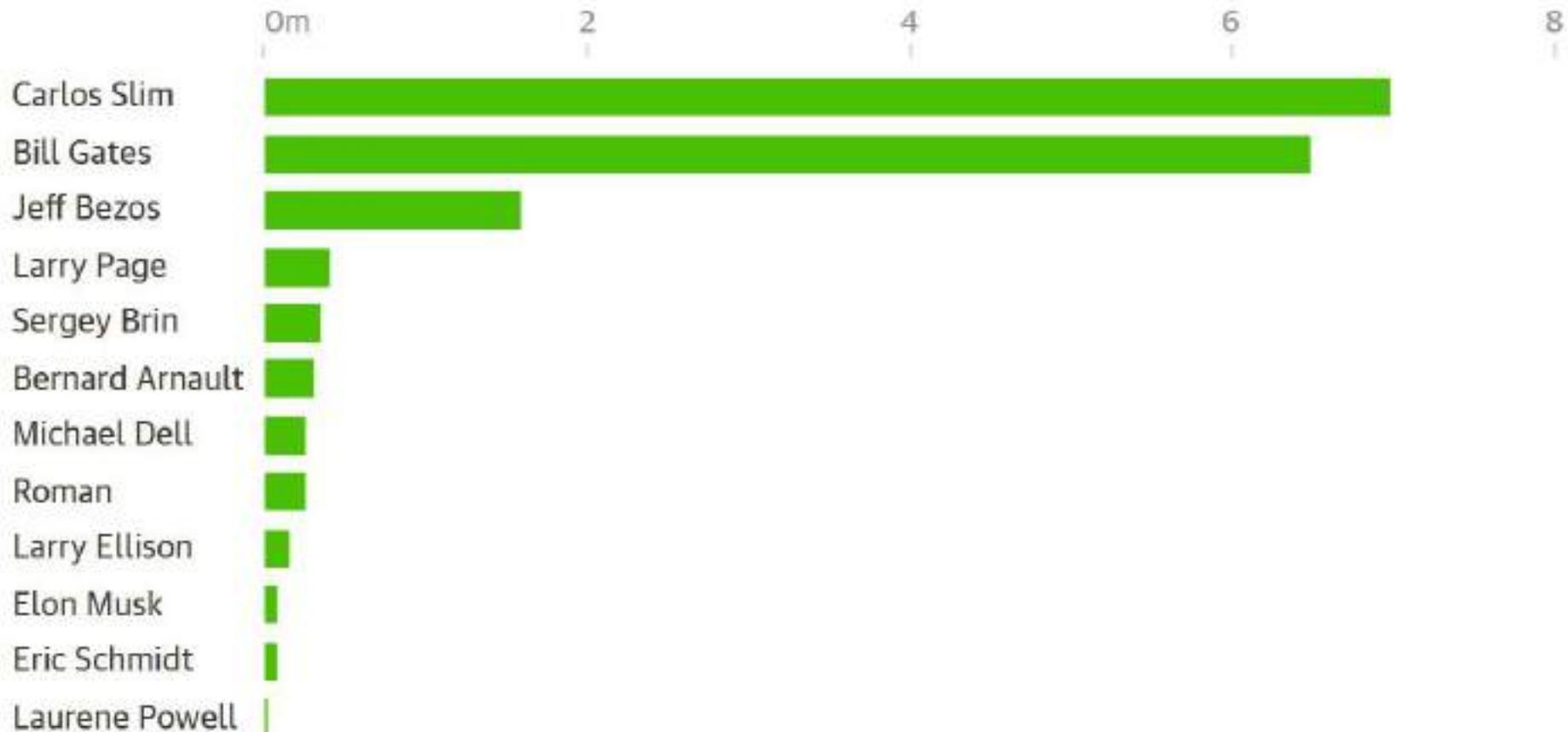


Quelle: EDGAR/JRC

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022

ein Dutzend der reichsten Milliardäre der Welt sind für fast 17 Mio. Tonnen Treibhausgasemissionen verantwortlich

Emissionen aus Wohnungen, Verkehr, Yachten und Investitionen, Tonnen CO₂-Äquivalent,



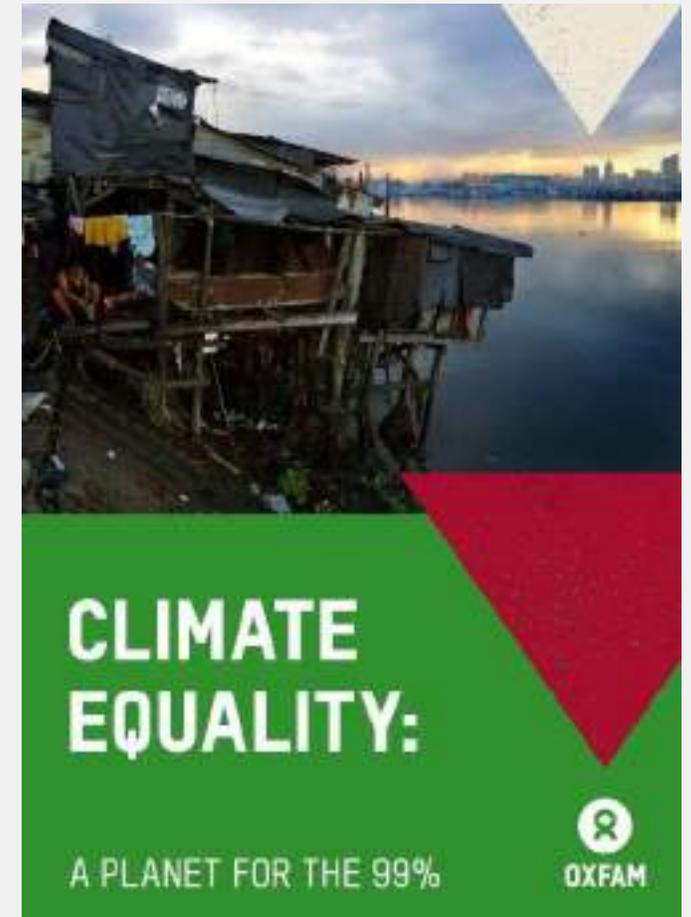
Guardian-Grafik. Quelle: Beatriz Barros & Richard Wilk. Anmerkung: Der Kohlenstoff-Fußabdruck von Investitionen wurde auf der Grundlage, der von jeder Person gehaltenen Aktienanteile an einem Unternehmen berechnet, und die Schätzungen der Kohlenstoffauswirkungen der Unternehmensbeteiligungen wurden auf der Grundlage ihrer Emissionsdeklarationen berechnet.

2019 waren die reichsten 1% der Menschheit (80 Millionen) verantwortlich für 16% der globalen Kohlenstoff-Emissionen, dies entspricht der Emission der ärmsten 66% der Menschheit (5 Milliarden)

Seit 1990 haben die reichsten 1% doppelt so viel Kohlenstoff verbrannt, wie die ärmsten 50% der Menschheit insgesamt.

Die Emissionen der reichsten 1% sind 22mal höher als das Limit des Pariser Klimaabkommens

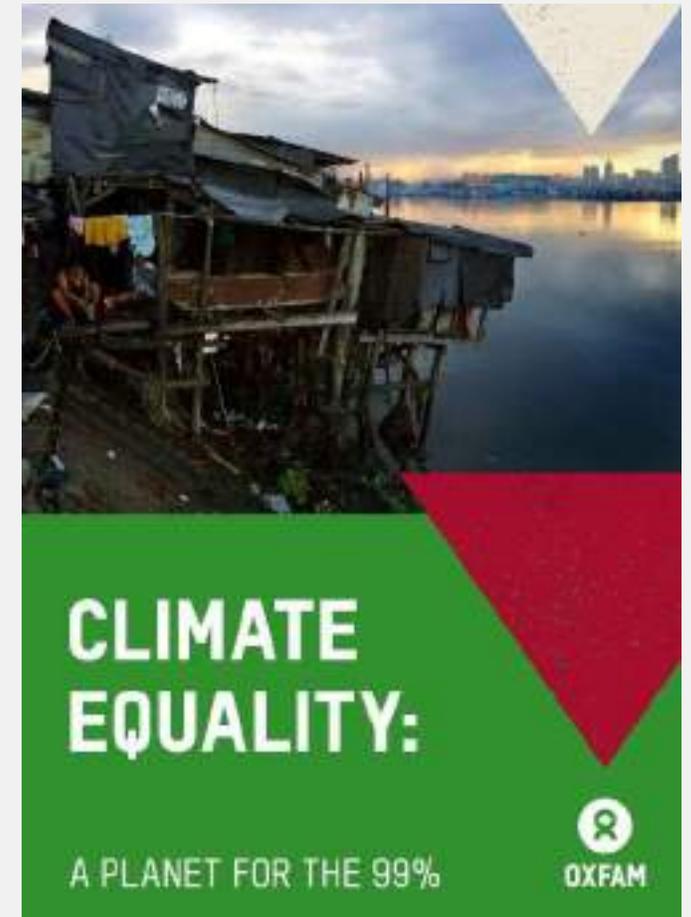
Die Emissionen der reichsten 1% entsprechen der Menge, die von ca. 1 Million Windräder gespart werden könnte





Golfer beenden ihre Runde, während ein Waldbrand in Eagle Creek in der Nähe von Portland Oregon brennt.

Oregon. © Kristi McCluer





Dharavi (Slum der indischen Metropole Mumbai) ist typisch

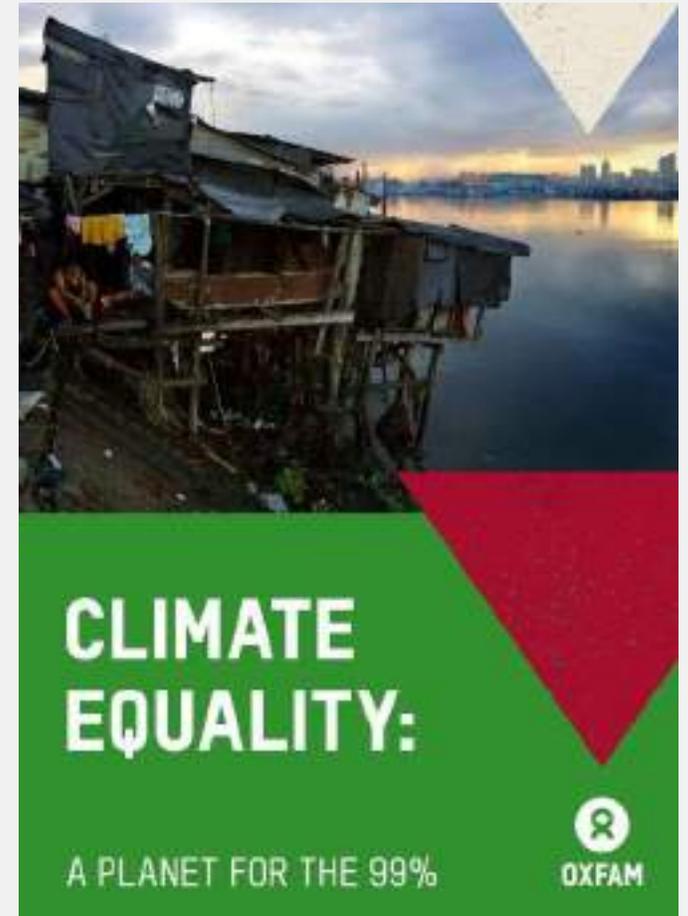
6°C

heißer

als seine reichere unmittelbare Nachbarschaft in Mumbai, Indien

Das Gebiet um den Bandra Kurla Komplex in Mumbai ist eine Mischung aus extremem Reichtum und extremer Armut.

© Johnny Miller/Unequal Scenes





Übersetzungen eingefügt und einige
Animationen ergänzt aus dem Video.
Jürgen Mülders, Mönchengladbach
18.12.2024