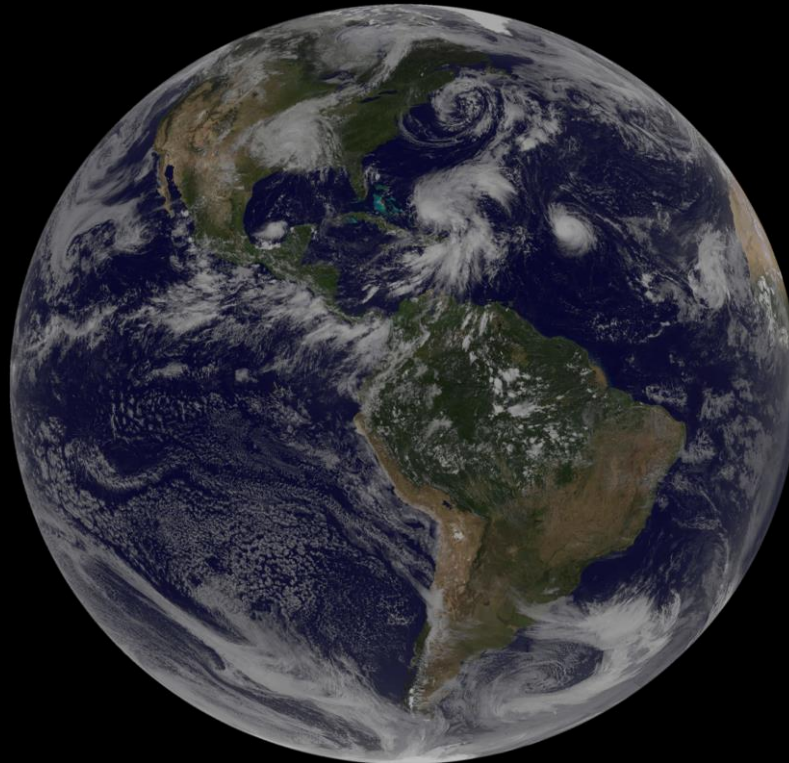


# Eine Welt, ein Klima, eine (letzte) Chance ...

## Drei Perspektiven der Klimakrise im Jahrzehnt der Entscheidung

NASA-GISS 12 000003 17.03.2012 NASA-GISS 0205-Planet



**THE  
CLIMATE  
TASK  
FORCE**

*Dr. Udo Engelhardt*

*Ökologe & Klimafolgenforscher  
Chief Scientist (TCTF)  
EU Climate Pact Ambassador*



# Der Klimafolgenforscher

Naturwissenschaftlich

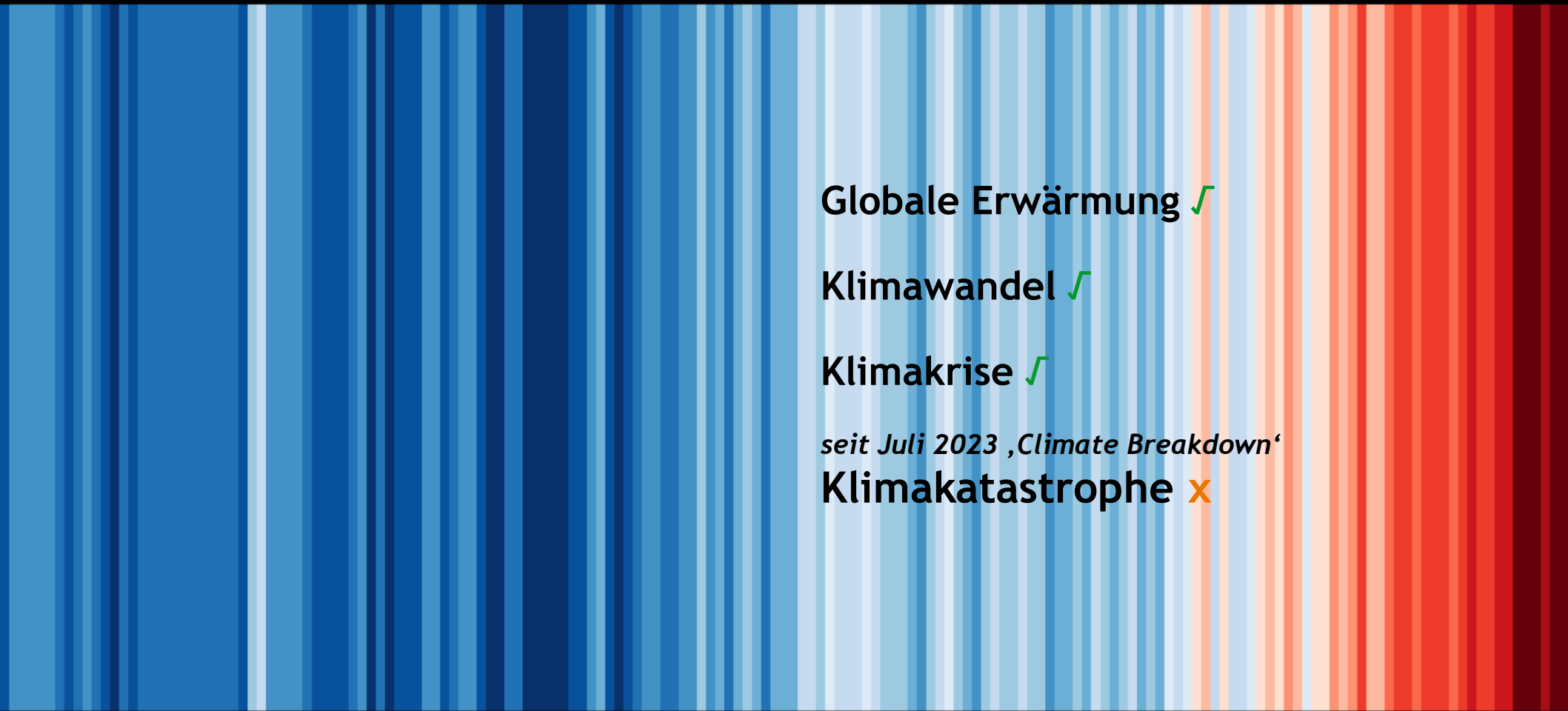
Systemisch

Global

Global temperature change (1850-2020)

'Warming Stripes'

+1,3°C



Globale Erwärmung ✓

Klimawandel ✓

Klimakrise ✓

*seit Juli 2023 ,Climate Breakdown'*

Klimakatastrophe ✗

1860

1890

1920

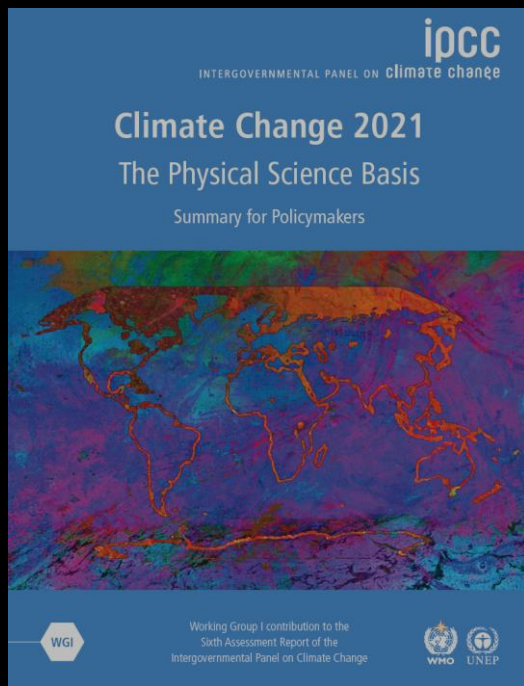
1950

1980

2010

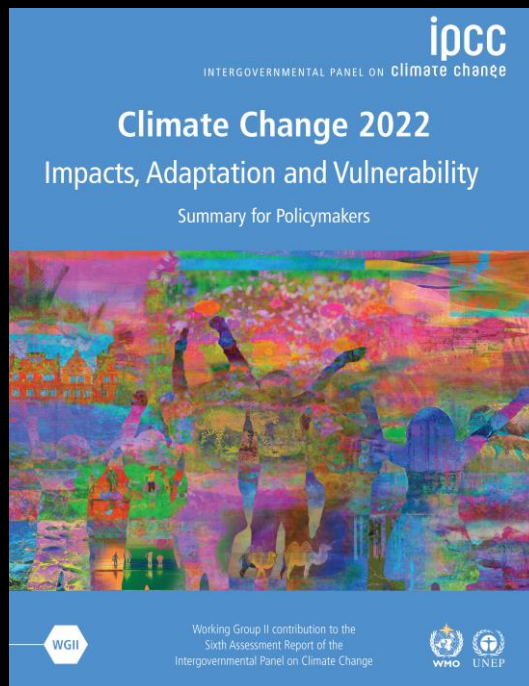
@edhawkins

# Der 6. Sachstandsbericht des IPCC ... eine Trilogie unserer Realität



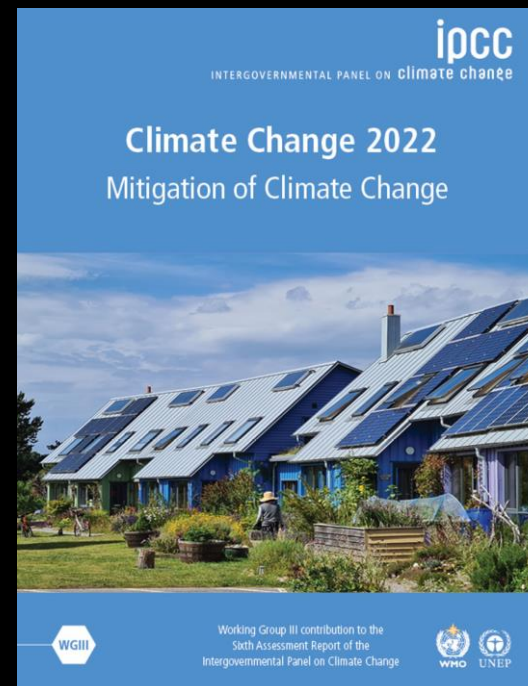
AG I: Physikalische Grundlagen

***„Alarmstufe Rot“***



AG II: Auswirkungen & Anpassung

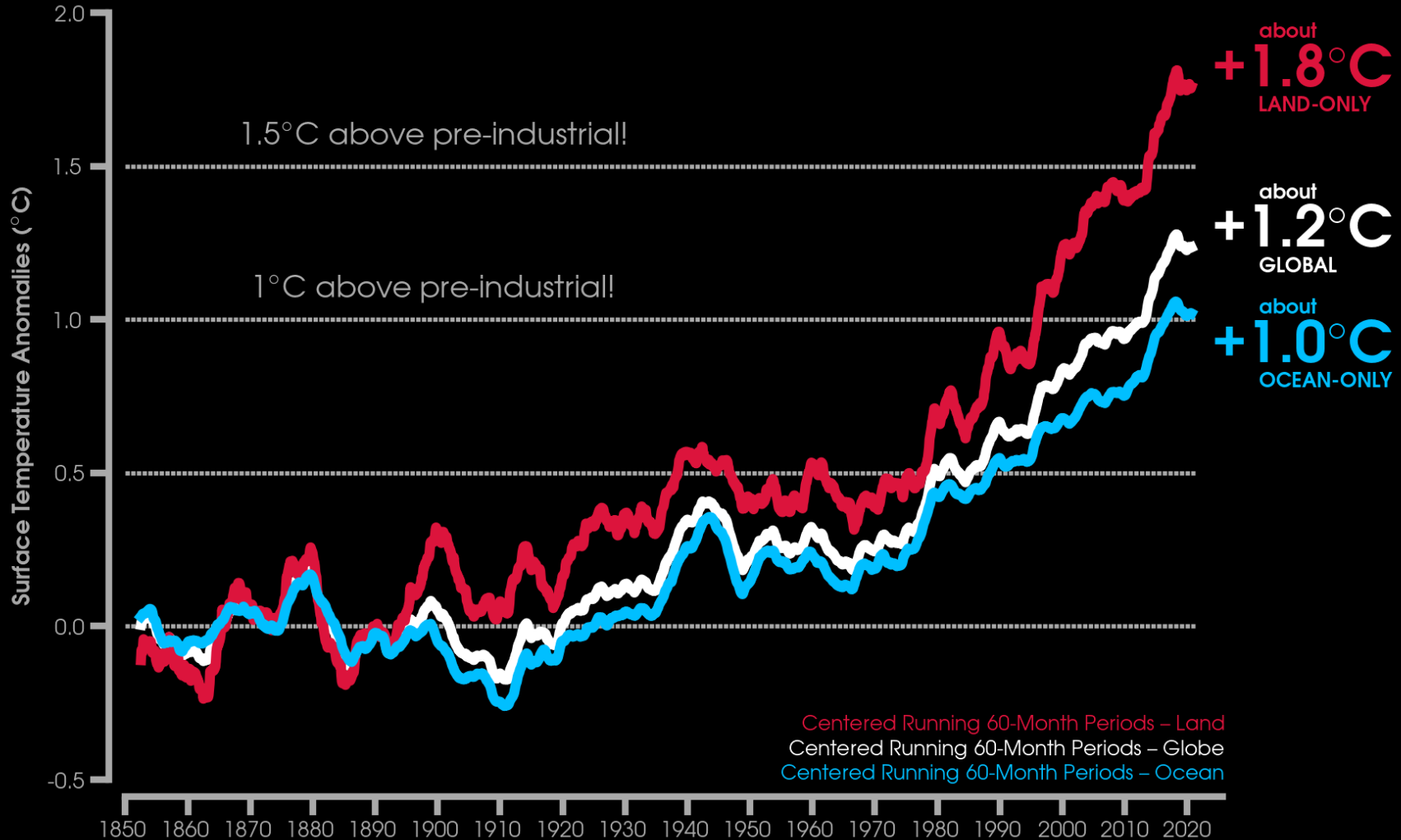
***„Ein Atlas des menschlichen Leidens“***



AG III: Minderung der Wirkung

***„Auf der Überhohlspur ins Klima-Disaster“***

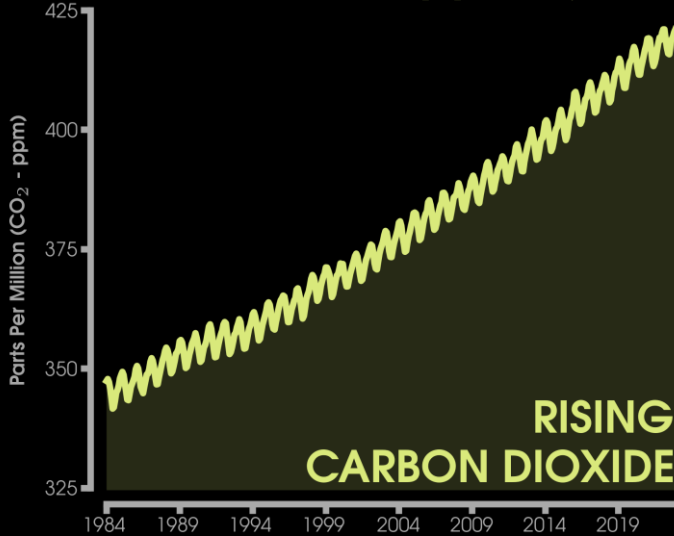
# GLOBAL AVERAGE SURFACE TEMPERATURE CHANGE FROM PRE-INDUSTRIAL



# Die Klimakrise ist zu 100% Menschen-gemacht! (IPCC)

## CO<sub>2</sub>

NOW 421 ppm! ↑



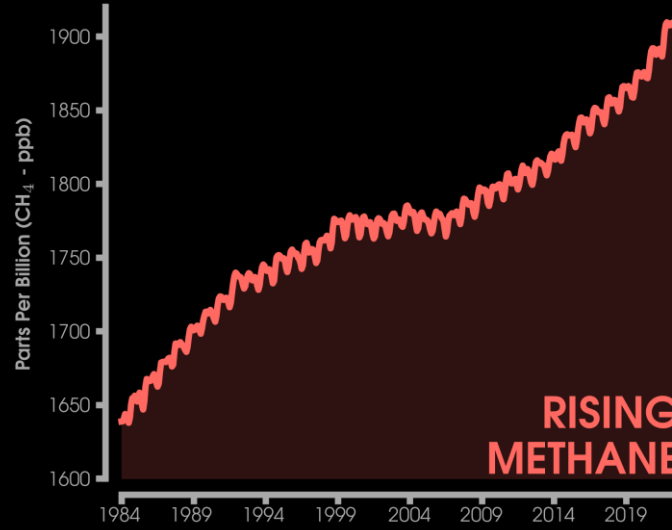
DATA: NOAA ESRL DATA (Keeling Curve) - Mauna Loa, HI  
SOURCE: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/data.html>  
GRAPHIC: Zachary Labe (@ZLabe)  
UPDATE: March 2023

Kohlendioxid  
ca. 100-200 J. / 1x

THE CLIMATE TASK FORCE

## CH<sub>4</sub>

NOW 1925 ppb! ↑

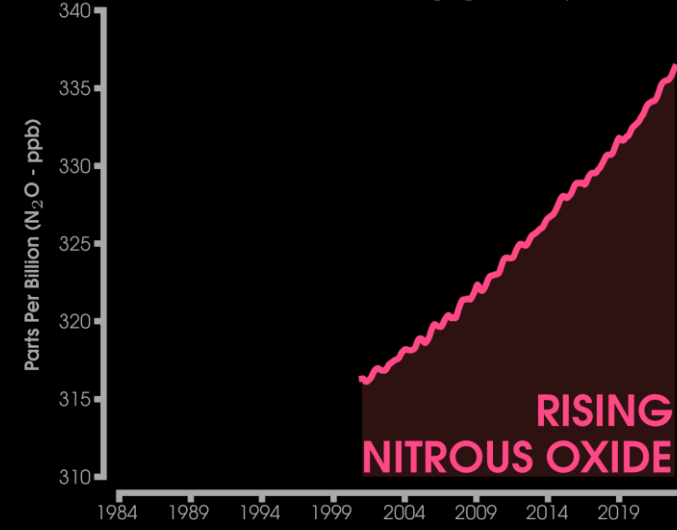


DATA: Ed Dlugokencky, NOAA/ESRL DATA  
SOURCE: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/ch4/global>  
GRAPHIC: Zachary Labe (@ZLabe)  
UPDATE: December 2022

Methan  
ca. 9 J. / 32x

## N<sub>2</sub>O

NOW 336 ppb! ↑

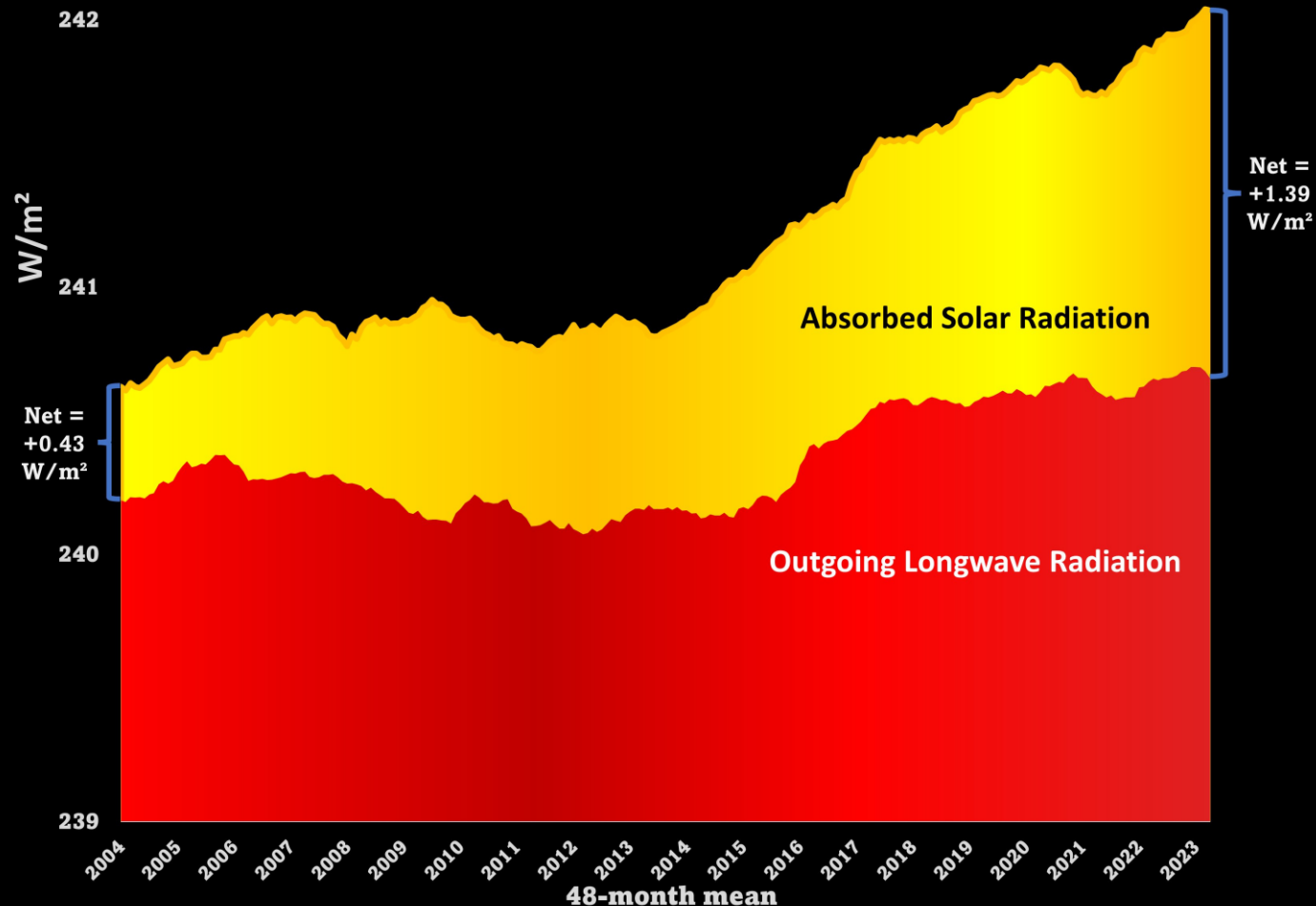


DATA: Ed Dlugokencky, NOAA/GML DATA  
SOURCE: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/n2o/>  
GRAPHIC: Zachary Labe (@ZLabe)  
UPDATE: December 2022

„Lachgas“  
ca. 130 J. / 298x

# Earth's Energy Imbalance

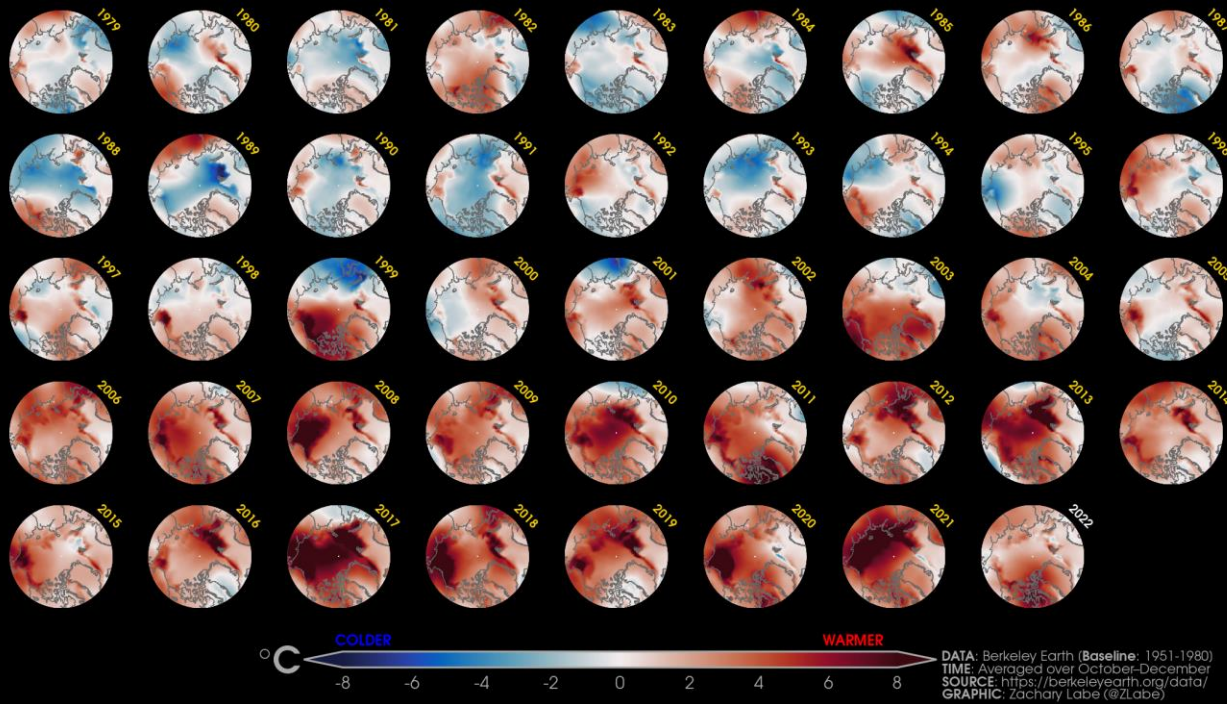
Watts per square meter at 510,000,000,000,000 m<sup>2</sup>



- Die gestörte Energiebilanz der Erde: eintretende Strahlung »» austretende Strahlung
- Klimagase in der Atmosphäre reflektieren einen Teil dieser Energie zurück auf die Erde
- Der Anteil der absorbierten Einstrahlung nimmt zu ( aktuell @ ca. 2 W/m<sup>2</sup> )

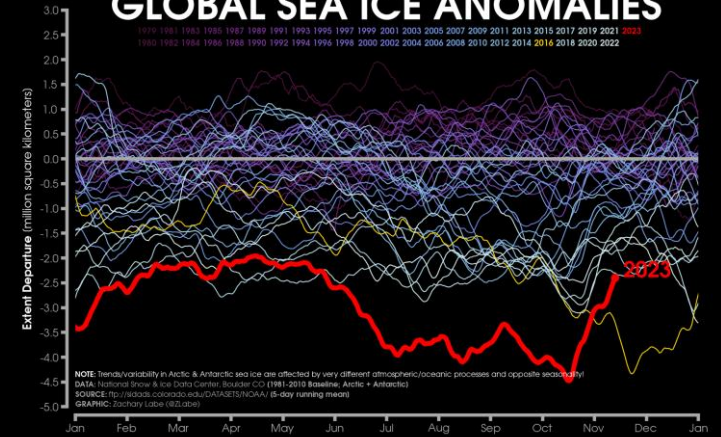
# Die Arktis schmilzt ... Meereis & Gletscher

## RECENT ARCTIC AMPLIFICATION

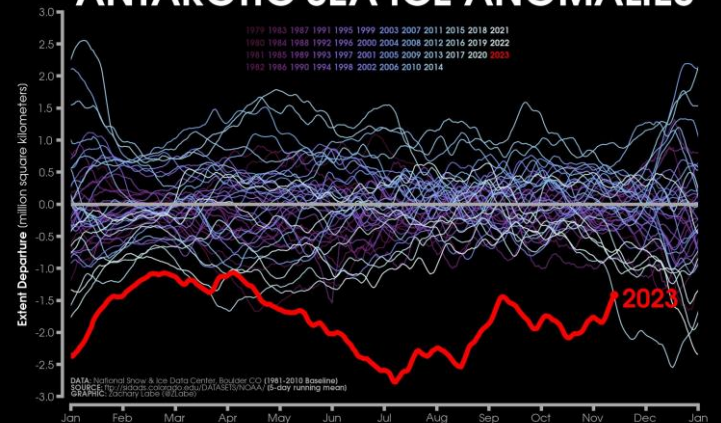


Die Arktis - Die sich am schnellsten erwärmende Region der Welt (ca. 4-7x!)  
 ... Nr. 2 ist Europa!


## GLOBAL SEA ICE ANOMALIES



## ANTARCTIC SEA ICE ANOMALIES







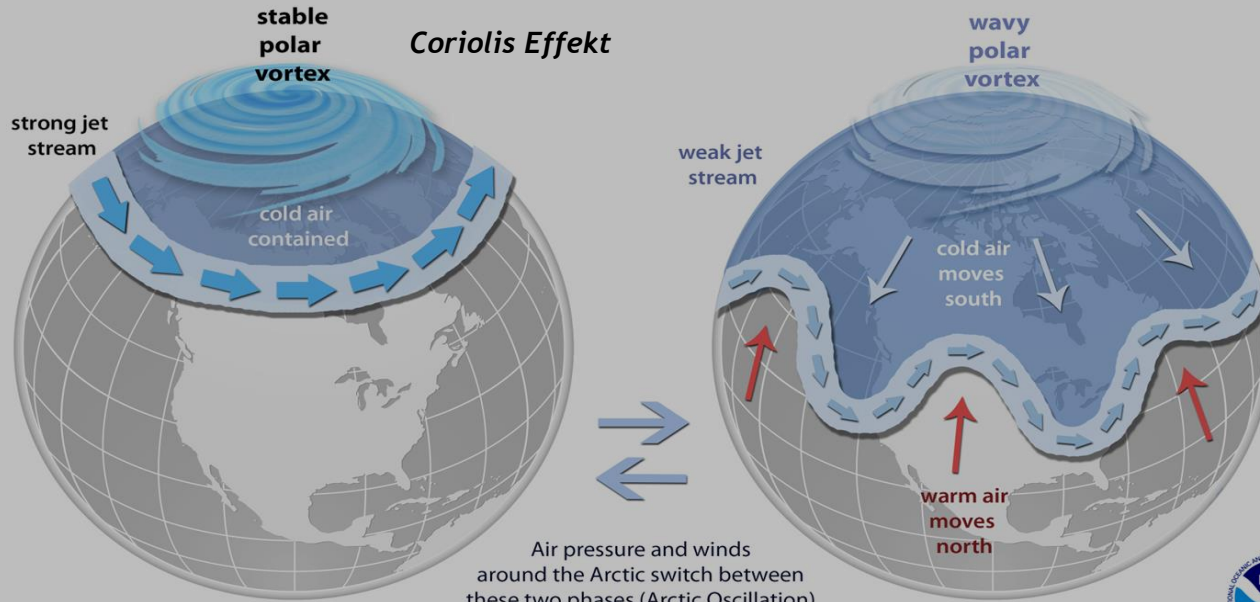
## Schwindendes Eis - was macht das?

Dunkle Flächen absorbieren mehr Wärme (*'Albedo Effekt'*); helles Eis vs. dunkles Wasser  
Meereis isoliert die darunter liegenden Wasserschichten (zeitweise Eis-frei schon ab 2027?)

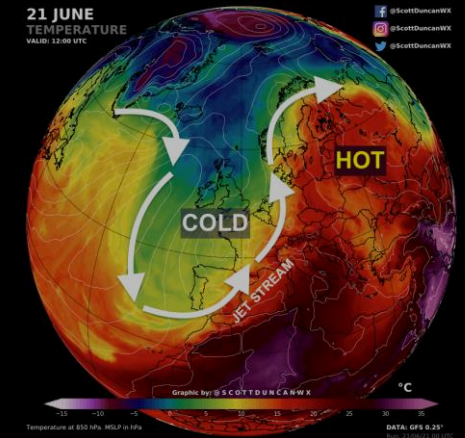
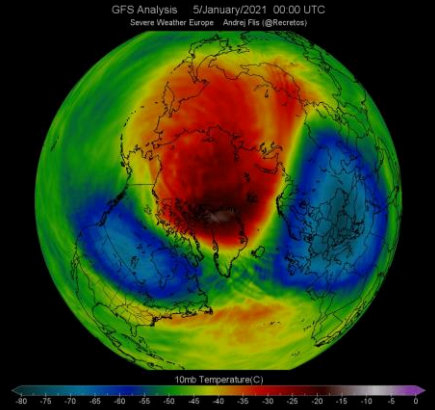
# Die Arktis schmilzt und die polare Vortex & der Jetstream verändern sich

## The Science Behind the Polar Vortex

The polar vortex is a large area of low pressure and cold air surrounding the Earth's North and South poles. The term vortex refers to the counterclockwise flow of air that helps keep the colder air close to the poles (left globe). Often during winter in the Northern Hemisphere, the polar vortex will become less stable and expand, sending cold Arctic air southward over the United States with the jet stream (right globe). The polar vortex is nothing new — in fact, it's thought that the term first appeared in an 1853 issue of E. Littell's *Living Age*.





Air pressure and winds around the Arctic switch between these two phases (Arctic Oscillation) and contribute to winter weather patterns.



# Extreme weather events in early summer 2018 connected by a recurrent hemispheric wave-7 pattern

*Environ. Res. Lett.* 14 (2019) 054002

Kai Kornhuber<sup>1,2</sup> , Scott Osprey<sup>1,2</sup>, Dim Coumou<sup>3,4</sup>, Stefan Petri<sup>3</sup> , Vladimir Petoukhov<sup>3</sup>, Stefan Rahmstorf<sup>3</sup> and Lesley Gray<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Atmospheric, Oceanic and Planetary Physics, University of Oxford, Oxford, United Kingdom

<sup>2</sup> National Centre for Atmospheric Science, United Kingdom

<sup>3</sup> Earth System Analysis, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Member of the Leibniz Association, Potsdam, Germany

<sup>4</sup> Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands

**‘Welle-7’ Ereignisse nehmen an Häufigkeit und Intensität zu; synchrone Hitzewellen und Dürren über 3 Kontinente möglich!**

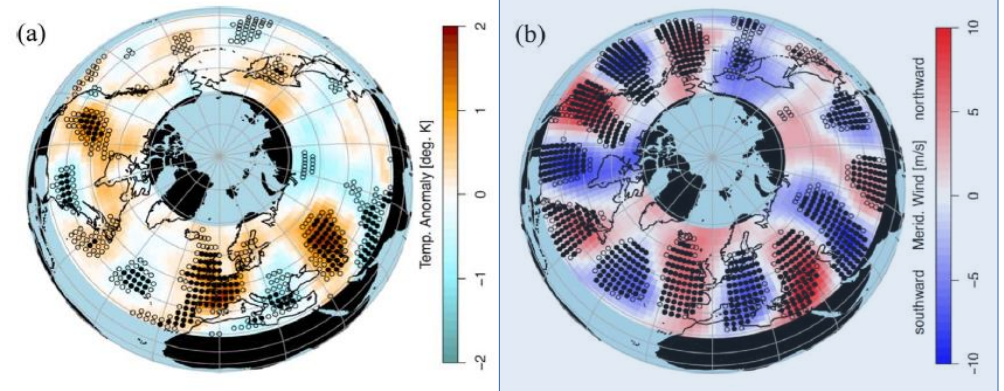
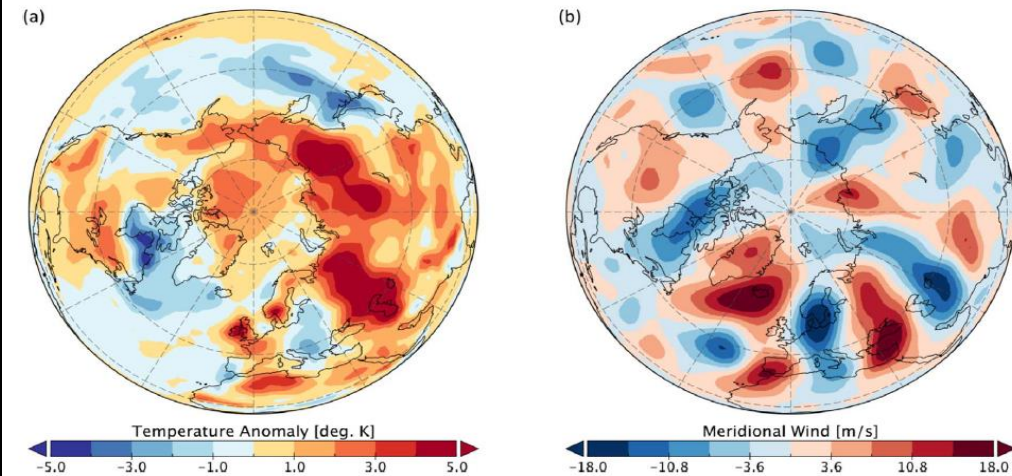
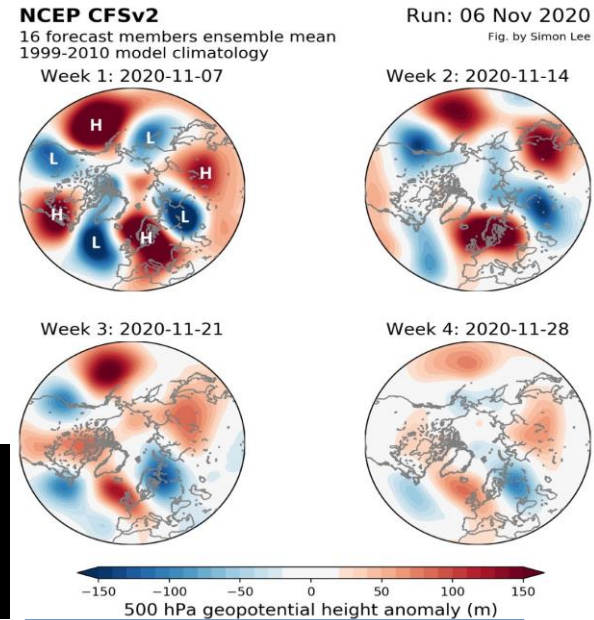


Figure 3. Composite plots of wave-7 events: a recurrent teleconnection. (a) Composite plot of surface temperature anomalies over the mid-latitudes ( $30^{\circ}\text{N}$ – $67.5^{\circ}\text{N}$ ) during weeks of high wave-7 amplitudes ( $>1.5\sigma$ ,  $N: 43$  weeks, see table S1) in summer (JJA) over NH mid-latitudes ( $30^{\circ}\text{N}$ – $67.5^{\circ}\text{N}$ ) observed over the period 1979–2017. (b) 300 mb meridional wind speeds (northward: red; southward: blue) during those events. The filled stippling in (a) and (b) indicates grid-cells with significant deviations from JJA anomaly using a significance test that accounts for the false discovery rate (FDR) associated with multiple testing [25], while the points marked with hollow stippling indicate local significance.

Figure 1. Northern Hemisphere temperature anomalies and stationary Rossby wave pattern in early July 2018. (a) Surface temperature anomalies (from 1981 to 2010 climatology; 15 d mean, centered on 1 July 2018). (b) As (a) but for meridional wind  $V$  ( $\text{m s}^{-1}$ ) in the upper troposphere (300 mb). Dashed lines indicate the longitudes and latitudes grid at  $30^{\circ}$  separation.

**Permafrost:** gefrorene obere Erdschicht voller fossiler Ablagerungen.

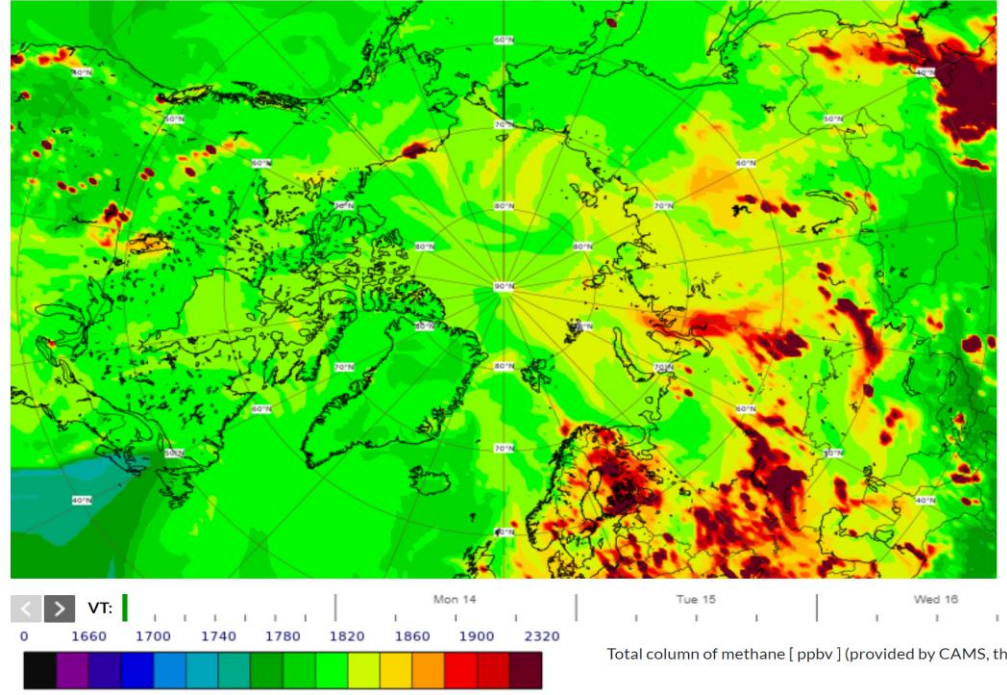
Arktis: +Feuchtigkeit +Schnee +Isolierung = -Permafrost = +CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> = +°C!

Methan (CH<sub>4</sub>) ist ein 32 x schädlicheres 'Klimagas' als CO<sub>2</sub>!



**Kanadische Arktis: Schmelzrate des Permafrosts bei +150-240% in den letzten 12 Jahren;  
Permafrost schmilzt 70 Jahre früher als kalkuliert (IPCC RCP 4.5 für 2090)**

Methane at surface [ ppbv ] (provided by CAMS, the Copernicus Atmosphere Monitoring Service)  
Sunday 13 Mar, 00 UTC T+3 Valid: Sunday 13 Mar, 03 UTC

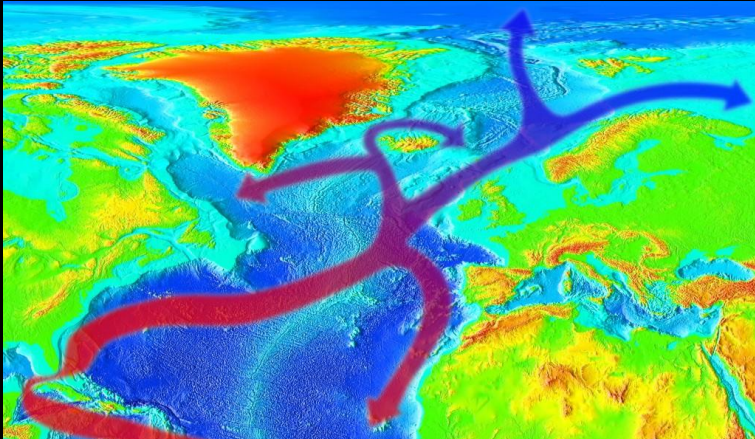


- **heutige Schmelzraten** in der Arktis waren für ca. 2070 prognostiziert!

- **„Pingos“**: neues Phänomen seit 2014: explosive, unterirdische Methanblasen



# Der Golfstrom schwächt sich ab ...



30th October 2023- Prof. Henk Dijkstra

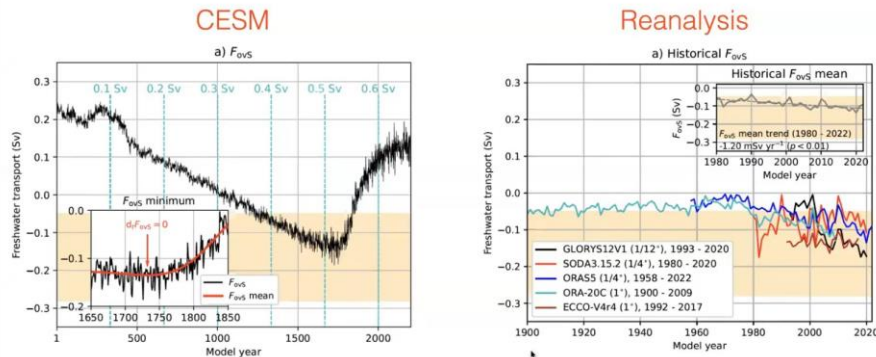
- unsere karibische Wärmepumpe schwächelt;
- >15% verlangsamt in den letzten 70 Jahren;
- droht komplett zum Erliegen zu kommen. Zeitpunkt noch unklar, wird aber immer wahrscheinlicher!



- Trend für Europa: zunehmende Trockenheit und Extremtemperaturen in beide Richtungen ... Sommer wie Winter!



## Novel early warning signal



AMOC on route to tipping!

Van Westen et al., submitted (2023)

# Klimatische Kippunkte

- Schmelzen der arktischen & antarktischen Eisschilde

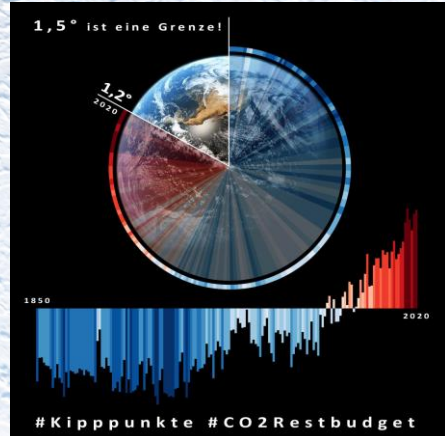
- Schmelzen der Gletscher

- Schmelzen des Permafrosts

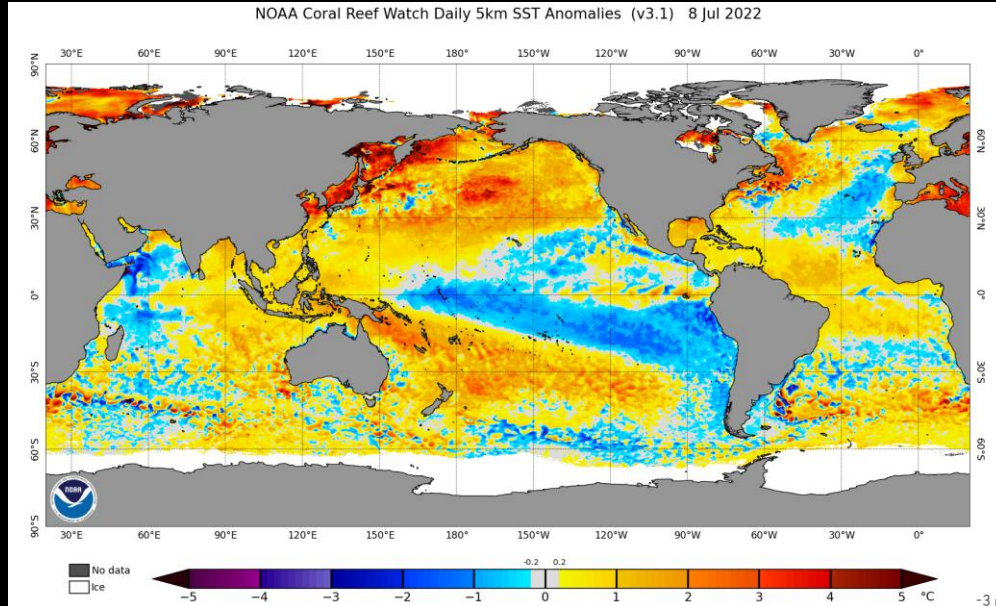
- Veränderungen von Meeresströmungen

- bei global +1,5-2°C (+2,4-3,2 Grad Kurs)

- irreversibel!



# 2021-22 Globale Extrem-Events in der La Niña Phase



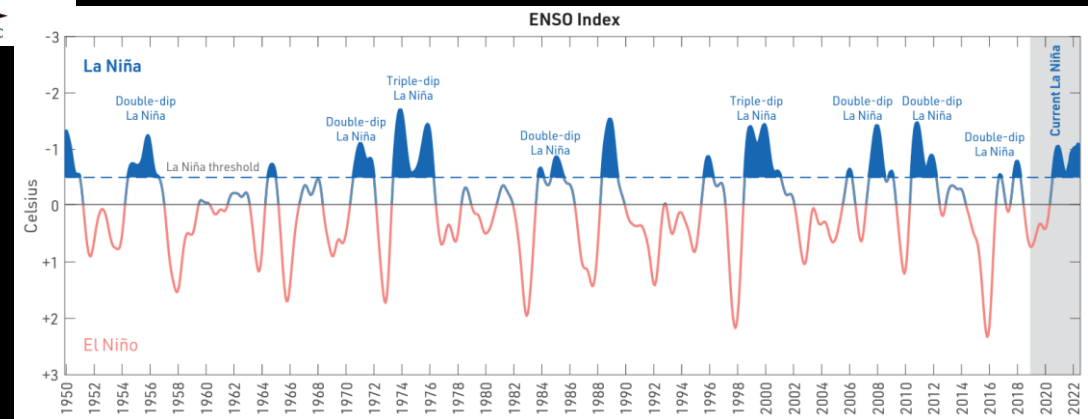
Je nach Stärke der El Niño Phase, sind dann auch in Teilen Europas Temperaturen von 45-50°C möglich!

## El Niño – Southern Oscillation (ENSO)

2 Phasen: La Niña (kühl) & El Niño (warm)

Seit 2020, relativ kühles Wasser im zentralen Pazifik mit globalem Kühlungseffekt (-1°C)

Neutrale Phase: Ende 2022 - Mitte 2023

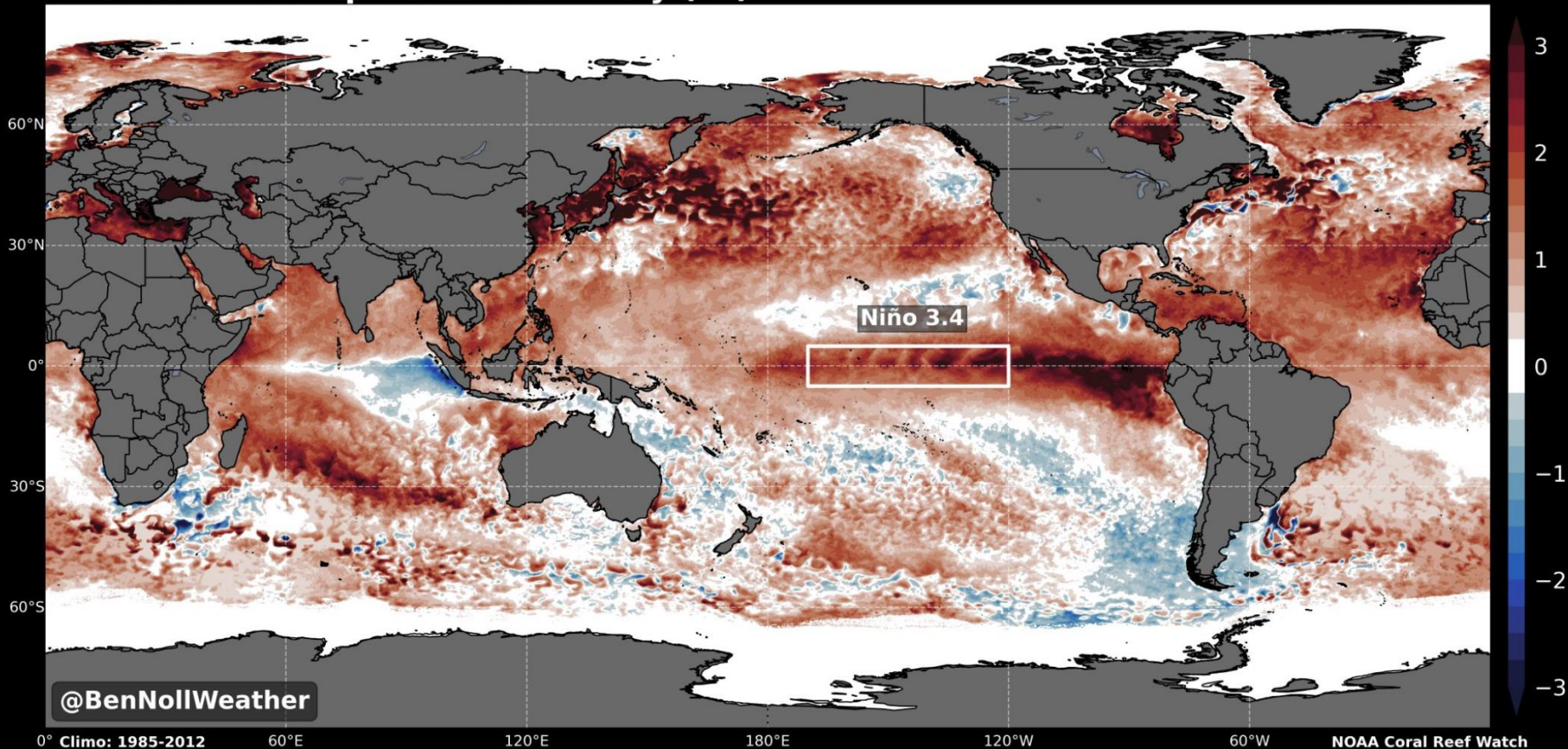




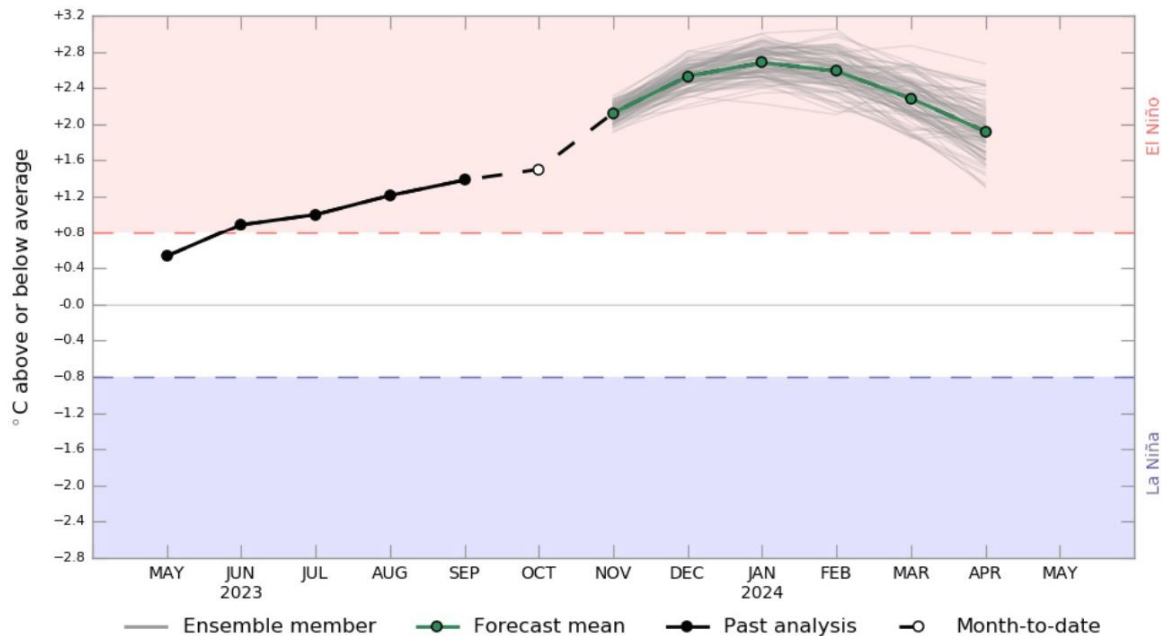
# November 2023 ... ein ‚Super El Nino‘ baut sich auf!

Sea Surface Temperature Anomaly (°C)

2023-11-02



## Monthly sea surface temperature anomalies for NINO3.4 region



www.bom.gov.au/climate  
Commonwealth of Australia 2023, Australian Bureau of Meteorology

Model run: 21 Oct 2023

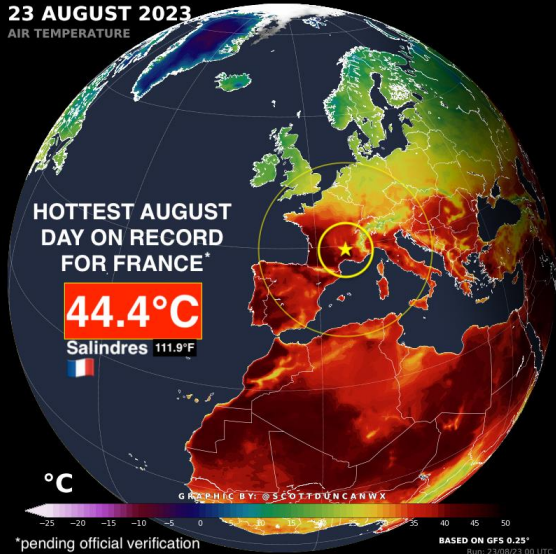
Model: ACCESS-S2  
Base period 1981-2018

### NINO34 probabilities

Month	Nov 2023	Dec 2023	Jan 2024	Feb 2024	Mar 2024	Apr 2024
<b>NINO34</b>	<b>2.1°C</b>	<b>2.5°C</b>	<b>2.7°C</b>	<b>2.6°C</b>	<b>2.3°C</b>	<b>1.9°C</b>
<b>below -0.8°C</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>neutral</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>above 0.8°C</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Product code: IDCK000073

23 AUGUST 2023  
AIR TEMPERATURE



BioScience, 2023, 0, 1–10  
<https://doi.org/10.1093/biosci/biad089>  
Advance access publication date: 0 2023  
Special Report

## The 2023 state of the climate report: Entering uncharted territory

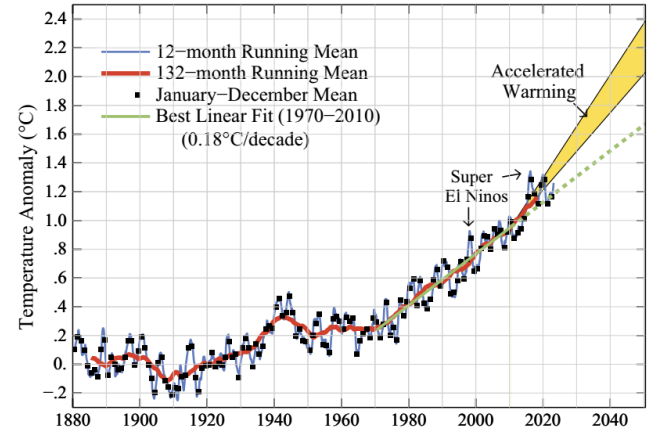
William J. Ripple, Christopher Wolf, Jillian W. Gregg, Johan Rockström, Thomas M. Newsome, Beverly E. Law, Luiz Marques, Timothy M. Lenton, Chi Xu, Saleemul Huq, Leon Simons and Sir David Anthony King



Oxford Open Climate Change, 2023, 3(1), kgad008  
<https://doi.org/10.1093/oxfclm/kgad008>  
Perspective article

## Global warming in the pipeline

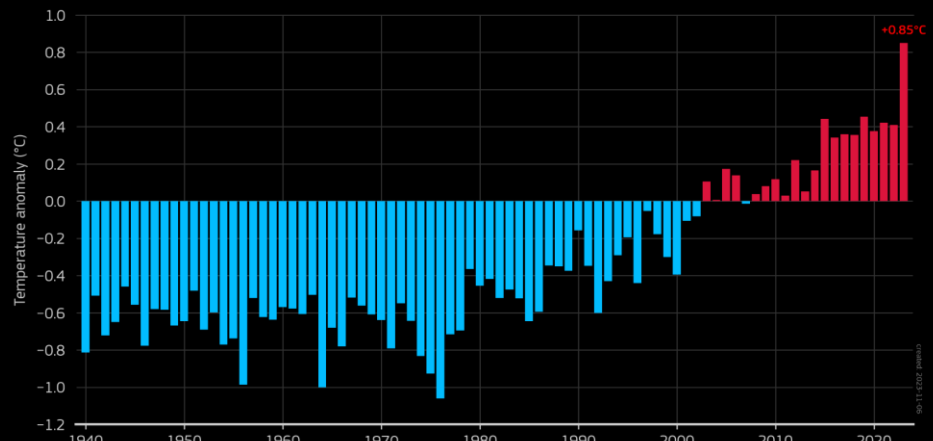
James E. Hansen<sup>1\*</sup>, Makiko Sato<sup>1</sup>, Leon Simons<sup>2</sup>, Larissa S. Nazarenko<sup>3,4</sup>, Isabelle Sangha<sup>1</sup>, Pushker Kharecha<sup>1</sup>, James C. Zachos<sup>5</sup>, Karina von Schuckmann<sup>6</sup>, Norman G. Loeb<sup>7</sup>, Matthew B. Osman<sup>8</sup>, Qunjian Jin<sup>9</sup>, George Tselioudis<sup>3</sup>, Eunbi Jeong<sup>10</sup>, Andrew Lacis<sup>3</sup>, Reto Ruedy<sup>11</sup>, Gary Russell<sup>12</sup>, Junji Cao<sup>12</sup>, Jing Li<sup>13</sup>



**Figure 24.** Global temperature relative to 1880–1920. Edges of the predicted post-2010 accelerated warming rate (see text) are 0.36 and 0.27°C per decade.

## GLOBAL SURFACE AIR TEMPERATURE ANOMALIES • OCTOBER

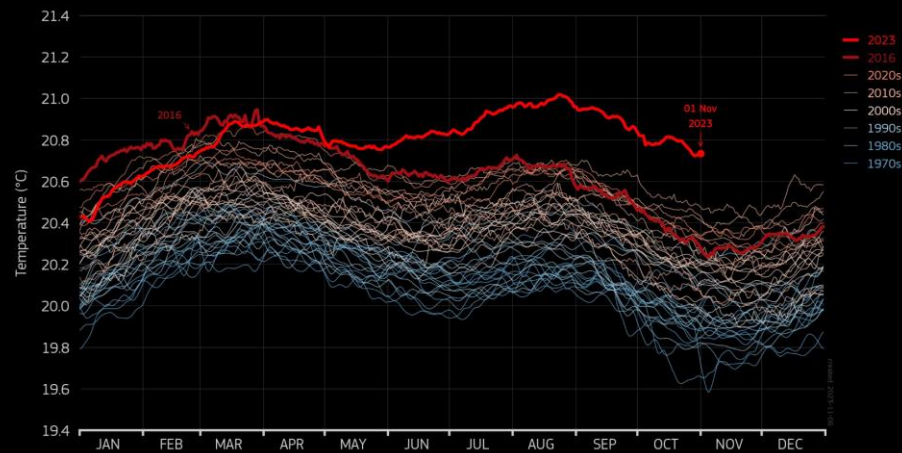
Data: ERA5 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



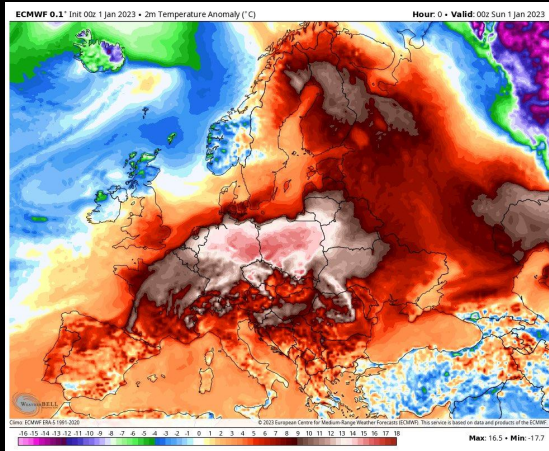
THE CLIMATE TASK FORCE

## DAILY SEA SURFACE TEMPERATURE 60°S–60°N

Data: ERA5 1979–2023 • Credit: C3S/ECMWF



# Regionale Risiken der eskalierenden Klimakrise in



- **+++ Hitzewellen** mit Temperaturen über 40 °C und extremen gesundheitlichen Risiken
- **+++ Starkregenereignisse** mit >200 l./m<sup>2</sup> in 24 Std.
- **+++ extreme Schneefälle** disruptiver Art
- **+++ lange Dürren** mit Ernteaussfällen und eingeschränkter Wasserversorgung & Schifffahrt
- **+++ hohe Versicherungsschäden** mit regionalen Wertverlusten & steigenden Kosten
- **++ Lieferketten Engpässe**
- **+ soziale Unruhen**

# Welches Risiko akzeptieren wir als Gesellschaft?

- Verbleibendes CO<sub>2</sub> Budget (ab Anfang 2020) ist abhängig vom **akzeptierten Risiko**:

Approximate global warming relative to 1850–1900 until temperature limit (°C)*(1)	Additional global warming relative to 2010–2019 until temperature limit (°C)	Estimated remaining carbon budgets from the beginning of 2020 (GtCO <sub>2</sub> )					Q: IPCC AR6 2021 Variations in reductions in non-CO <sub>2</sub> emissions*(3)
		Likelihood of limiting global warming to temperature limit*(2)					
		17%	33%	50%	67%	83%	
1.5	0.43	900	650	500	400	300	Higher or lower reductions in accompanying non-CO <sub>2</sub> emissions can increase or decrease the values on the left by 220 GtCO <sub>2</sub> or more
1.7	0.63	1450	1050	850	700	550	
2.0	0.93	2300	1700	1350	1150	900	

Update COP28 prep. Bonn: -250 GtCO<sub>2</sub> in nur 3 Jahren!

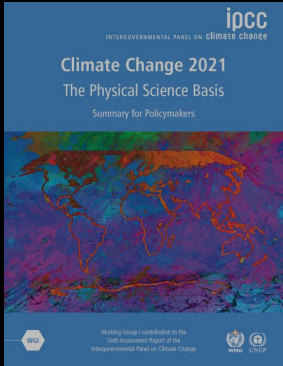
# Der Ökologe

Naturwissenschaftlich

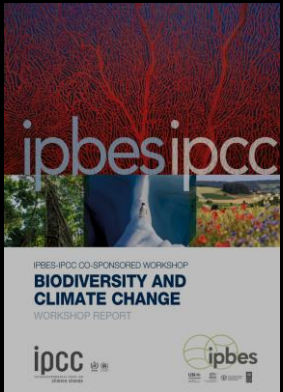
Systemisch

Regional & Lokal

# Unsere Lebensversicherung - Natürliche Kohlenstoffspeicher



- **Natürliche Speicher (Ökosysteme) sind hoch-effektiv, aber oft gefährdet (Wälder, Moore, Böden, Populationen von Tieren und Pflanzen)**
- **Schutz von Ökosystemen & der Atmosphäre müssen zusammen gedacht werden ... Klimaschutz & Naturschutz gehören untrennbar zusammen!**
- **Jeder Verlust von Ökosystemen, Arten und Lebensformen verschlechtert unsere Kohlenstoffbilanz!**
- **Biologisches Leben und Artenvielfalt sind die ultimativen Klimastabilisatoren!**



# Welches Risiko akzeptieren wir als Gesellschaft?

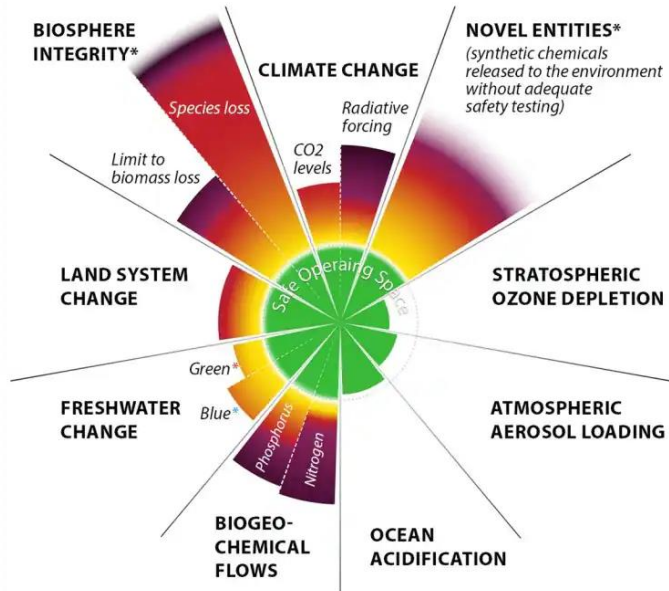
- Verbleibendes CO<sub>2</sub> Budget (ab Anfang 2020) ist abhängig vom **akzeptierten Risiko**:

Approximate global warming relative to 1850–1900 until temperature limit (°C)*(1)	Additional global warming relative to 2010–2019 until temperature limit (°C)	Estimated remaining carbon budgets from the beginning of 2020 (GtCO <sub>2</sub> )					Q: IPCC AR6 2021 Variations in reductions in non-CO <sub>2</sub> emissions*(3)
		<i>Likelihood of limiting global warming to temperature limit*(2)</i>					
		17%	33%	50%	67%	83%	
1.5	0.43	900	650	500	400	300	Higher or lower reductions in accompanying non-CO <sub>2</sub> emissions can increase or decrease the values on the left by 220 GtCO <sub>2</sub> or more
1.7	0.63	1450	1050	850	700	550	
2.0	0.93	2300	1700	1350	1150	900	

Update COP28 prep. Bonn: -250 GtCO<sub>2</sub> in nur 3 Jahren!



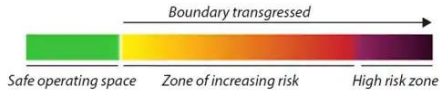
## SIX OUT OF NINE PLANETARY BOUNDARIES BREACHED



\*Blurred upper edges because either the increasing risk has not yet been quantitatively defined or the current value is uncertain

\* Blue water is found in lakes, rivers, and reservoirs

\* Green water is available in the soil for plants and soil microorganisms



## Article

# Safe and just Earth system boundaries

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06083-8>

Received: 23 June 2022

Accepted: 14 April 2023

Published online: 31 May 2023

Open access

Check for updates

Johan Rockström<sup>1,2,3,✉</sup>, Joyeeta Gupta<sup>4,5</sup>, Dahe Qin<sup>6,7,8</sup>, Steven J. Lade<sup>3,9,10,✉</sup>, Jesse F. Abrams<sup>11</sup>, Lauren S. Andersen<sup>1</sup>, David I. Armstrong McKay<sup>3,11,12</sup>, Xuemei Bai<sup>10</sup>, Govindasamy Bala<sup>13</sup>, Stuart E. Bunn<sup>14</sup>, Daniel Ciobanu<sup>3</sup>, Fabrice DeClerck<sup>15,16</sup>, Kristie Ebi<sup>17</sup>, Lauren Gifford<sup>18</sup>, Christopher Gordon<sup>19</sup>, Syezlin Hasan<sup>14</sup>, Norichika Kanie<sup>20</sup>, Timothy M. Lenton<sup>11</sup>, Sina Loriani<sup>1</sup>, Diana M. Liverman<sup>18</sup>, Awaz Mohamed<sup>21</sup>, Nebojsa Nakicenovic<sup>22</sup>, David Obura<sup>23</sup>, Daniel Ospina<sup>9</sup>, Klaudia Prodani<sup>4</sup>, Crelis Rammelt<sup>4</sup>, Boris Sakschewski<sup>1</sup>, Joeri Scholtens<sup>4</sup>, Ben Stewart-Koster<sup>14</sup>, Thejna Tharammal<sup>24</sup>, Detlef van Vuuren<sup>25,26</sup>, Peter H. Verburg<sup>27,28</sup>, Ricarda Winkelmann<sup>1,29</sup>, Caroline Zimm<sup>22</sup>, Elena M. Bennett<sup>30,31</sup>, Stefan Bringezu<sup>32</sup>, Wendy Broadgate<sup>9</sup>, Pamela A. Green<sup>33</sup>, Lei Huang<sup>34</sup>, Lisa Jacobson<sup>9</sup>, Christopher Ndehedehe<sup>14,35</sup>, Simona Pedde<sup>9,36</sup>, Juan Rocha<sup>3,9</sup>, Marten Scheffer<sup>37</sup>, Lena Schulte-Uebbing<sup>25,38</sup>, Wim de Vries<sup>38</sup>, Cunde Xiao<sup>6,39</sup>, Chi Xu<sup>40</sup>, Xinwu Xu<sup>7,8</sup>, Noelia Zafra-Calvo<sup>41</sup> & Xin Zhang<sup>42</sup>

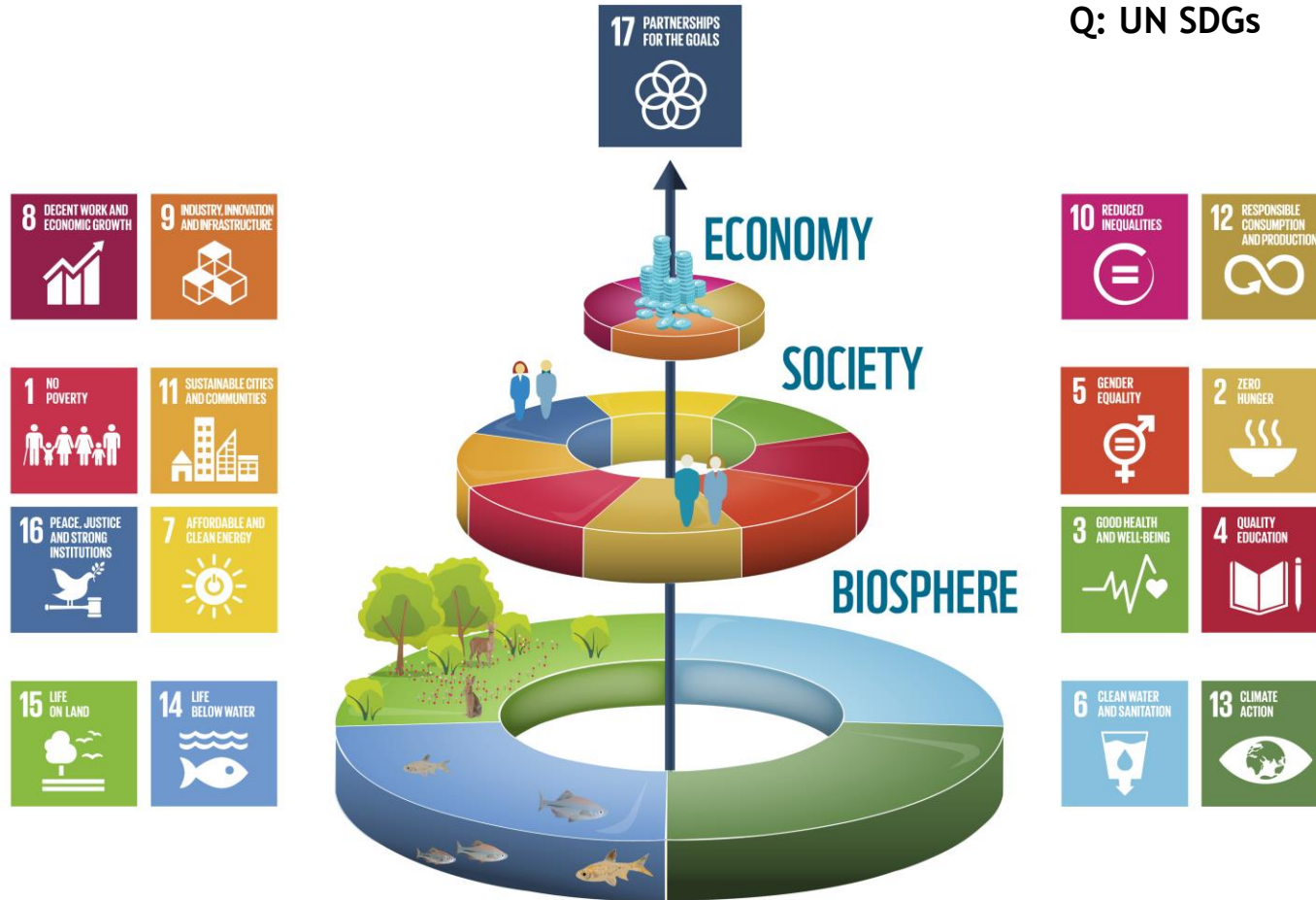
The stability and resilience of the Earth system and human well-being are inseparably linked<sup>1–3</sup>, yet their interdependencies are generally under-recognized; consequently, they are often treated independently<sup>4,5</sup>. Here, we use modelling and literature assessment to quantify safe and just Earth system boundaries (ESBs) for climate, the biosphere, water and nutrient cycles, and aerosols at global and subglobal scales. We propose ESBs for maintaining the resilience and stability of the Earth system (safe ESBs) and minimizing exposure to significant harm to humans from Earth system change (a necessary but not sufficient condition for justice)<sup>4</sup>. The stricter of the safe

## Das Konzept der ‚Planetaren Grenzen‘ umfasst den ganzen Umfang von ‚Biodiversität+‘:

- Vielfalt ( ‚Zahlenspiele‘ )
- Biomasse (Kohlenstoff - Speicher)
- Funktion (System - Stabilität)

Alle 3 Faktoren zusammen ergeben die **Biosphäre!**

## Q: UN SDGs



Eine intakte Biosphäre ist die Grundlage für unsere gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung.

# Der Mensch

Rational, Emotional & Sozial

Teil der, oder über, der Natur?

Komplex & voller Überraschungen

„Ja, der Globus hat Homo sapiens, und dessen einzige sichere Zukunft is die Krise, der wir immer neue Namen geben.“

Klimaerwärmung, Übersäuerung der Meere, Abschmelzen der Gletscher, Migration, Burn-Out, Dürre etc. ...



Roger Willemsen (2015) ,*Zukunftsrede*‘



**„Wir waren die, die verschwanden.**

**Wir lebten als der Mensch, der sich in der Tür umdreht,  
noch etwas sagen will, aber nichts mehr zu sagen hat.**

**Auf unserem Überleben bestanden wir nicht.**

**Denn unser Kapitulieren war auch ein ‚Mit-der-Zeit‘ gehen.  
Wir hatten unserem Verschwinden nichts entgegenzusetzen.**

**Wir waren jene, die wussten, aber nicht verstanden.**

**Voller Information, aber ohne Erkenntnis.  
Randvoll mit Wissen, aber ohne Erfahrung.**

**So gingen wir, nicht aufgehalten von uns selbst.“**

Roger Willemsen (2016) ‚Wer wir waren‘



„Es ist jetzt billiger die Welt zu retten,  
als sie zu zerstören!“

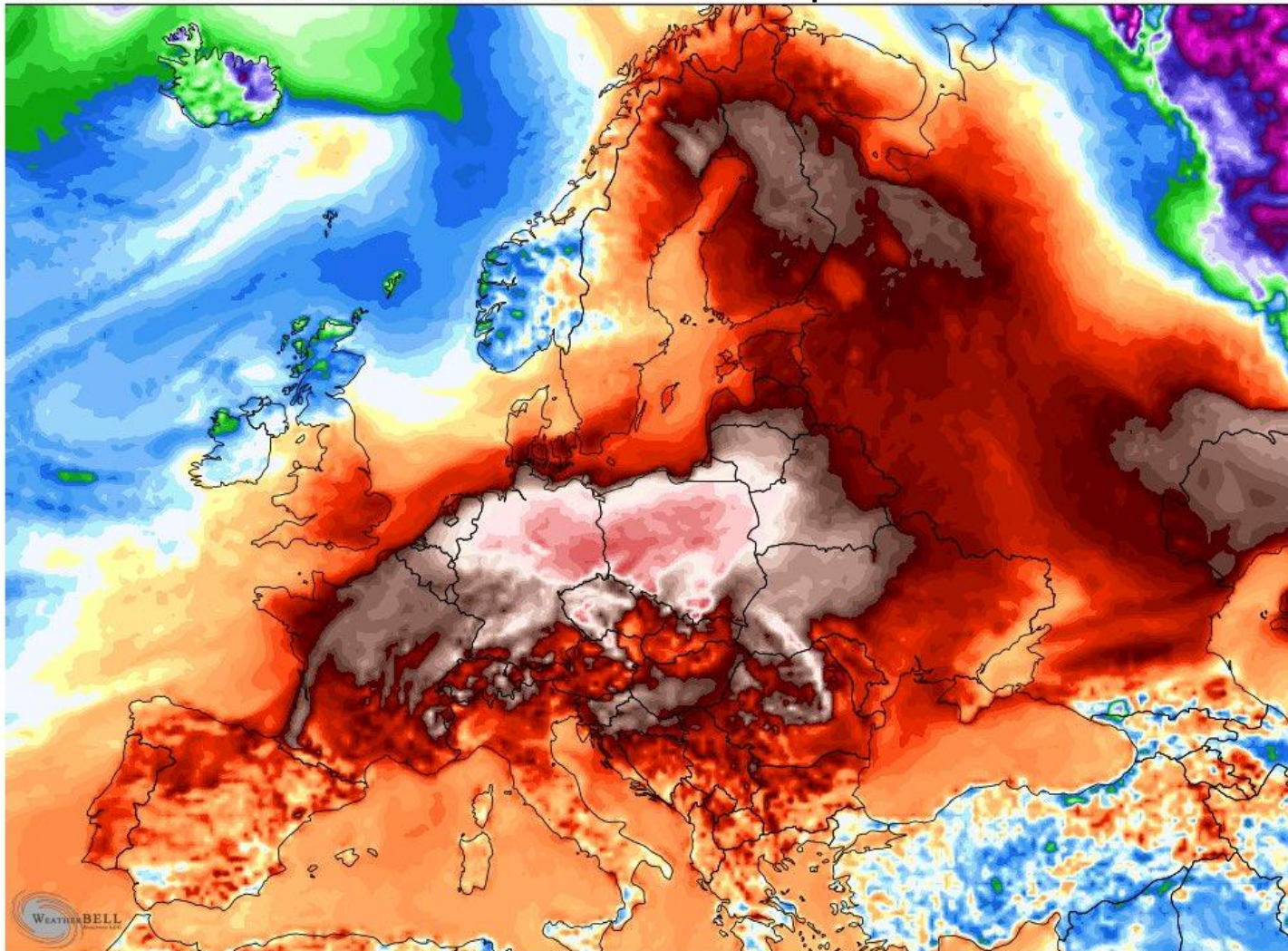
2023 Akshat Rathi, ‚Climate Capitalism‘



Q: pixabay

THE  
CLIMATE  
TASK  
FORCE

# Die bis Heute extremste Hitzewelle in Mittel-Europa?



Climo: ECMWF ERA-5 1991-2020

© 2023 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). This service is based on data and products of the ECMWF.

-16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



Max: 16.5 • Min: -17.7

## Hottest July ever signals ‘era of global boiling has arrived’ says UN chief



**ALJAZEERA**  LIVE 

News | Climate

### UN announces ‘climate breakdown’ after record summer heat

*Scientists blame ever warming human-caused climate change from the burning of coal, oil and natural gas.*



So far, 2023 is the second hottest year on record, behind 2016, according to Copernicus [File: Fethi Belaid/AFP]

**ABC NEWS**

### 2023 on track to be world's hottest year on record, temperatures exceed 1.5C above pre-industrial levels for first time

By ABC meteorologist [Tom Saunders](#)  
Posted Sun 10 Sep 2023 at 9:08pm, updated Mon 11 Sep 2023 at 5:31am



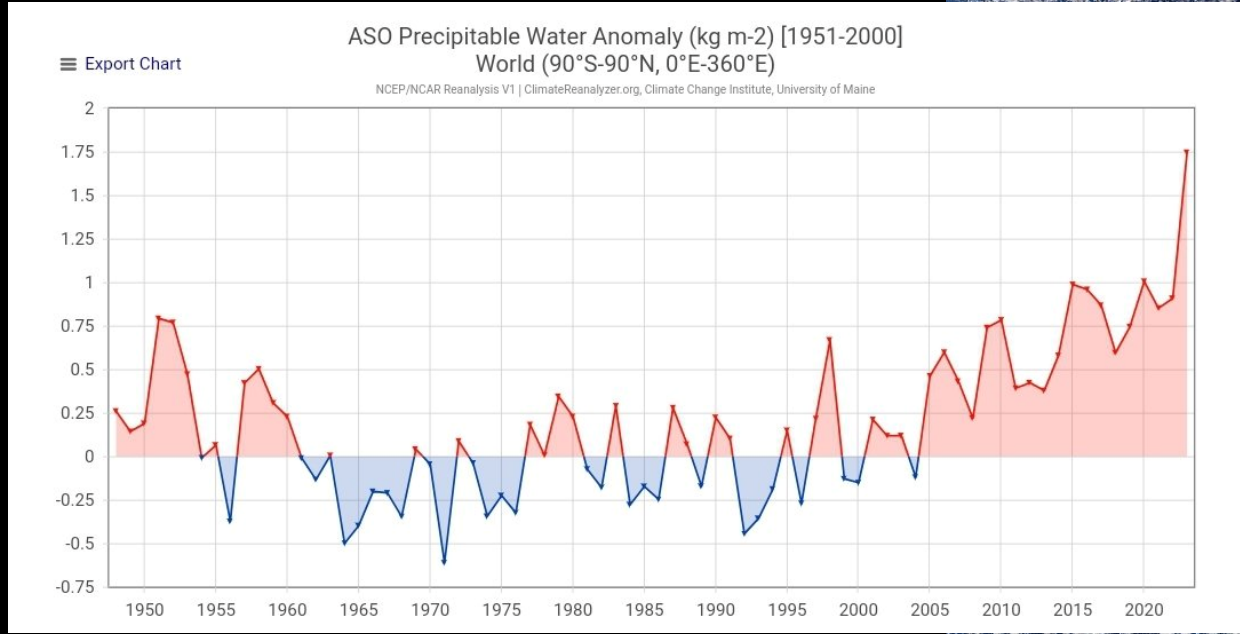
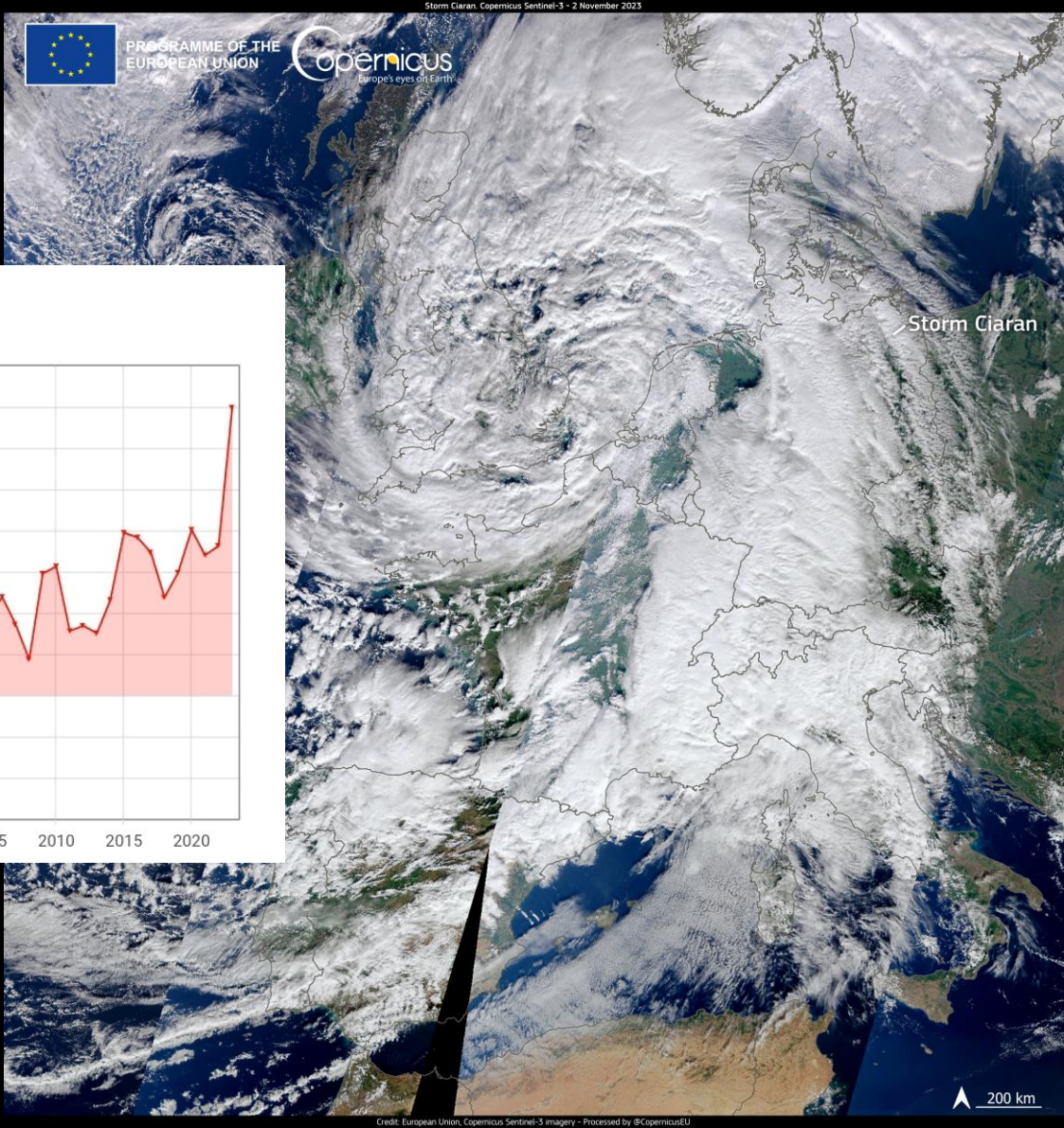
**JUNE TO AUGUST TEMPERATURE ANOMALY °C**  
RELATIVE TO 1979 - 2000 AVERAGE

This year is now almost certain to become Earth's warmest on record after a hot July and August saw global temperatures reach the Paris Agreement target of 1.5 degrees Celsius above pre-industrial levels.

**Juli 2023**



Pro 1 °C Erwärmung kann 7% mehr Wasser in der Atmosphäre gehalten werden.



## Underfinanced. Underprepared.

Inadequate investment and  
planning on climate adaptation  
leaves world exposed



FEATURE ARTICLE

# Bubble trouble: Climate change is creating a huge and growing U.S. real estate bubble

*Rising seas, bigger floods, and other increasing climate hazards have created a dangerous instability in the U.S. financial system.*



by JEFF MASTERS

APRIL 10, 2023









When an ocean view is not a good selling point: storm surge from Hurricane Irene floods Nags Head, North Carolina, on August 26, 2011. (Image credit: Scott Olson/Getty Images)

## ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS



### LETTER

# Stressed economies respond more strongly to climate extremes

Robin Middelani<sup>1,2</sup> , Sven Norman Willner<sup>1</sup> , Kilian Kuhla<sup>1</sup> , Lennart Quante<sup>1,3</sup> , Christian Otto<sup>1</sup>   
and Anders Levermann<sup>1,4,5,\*</sup> 

<sup>1</sup> Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Member of the Leibniz Association, PO Box 6012 03, 14412 Potsdam, Germany

<sup>2</sup> Institute of Computer Science, University of Potsdam, Potsdam, Germany

<sup>3</sup> Institute of Mathematics, University of Potsdam, Potsdam, Germany

<sup>4</sup> Institute of Physics, University of Potsdam, Potsdam, Germany

<sup>5</sup> Columbia University, LDEO, Palisades, NY, United States of America

\* Author to whom any correspondence should be addressed.

E-mail: [anders.levermann@pik-potsdam.de](mailto:anders.levermann@pik-potsdam.de)

**Keywords:** economic stress, Covid-19, climate impacts

Supplementary material for this article is available [online](#)

Overall, our study shows that mitigation of and adaptation to climate risks not only entails the protection of regions prone to hazards. Moreover, increasing the resilience of trade relations is necessary to cope with shocks originating in other regions. In any case, the full impact of disasters can only be assessed by including the broader economic and societal backdrop against which the extremes unfold.

### Abstract

Economies experience stress for various reasons such as the global Covid-19 pandemic beginning in 2020. The associated lock-downs caused local economic losses and the disruption of international supply chains. In addition, such stress alters the effects of short-term shocks as caused by climate extremes, especially their propagation through the economic network and the resulting repercussions. Here we show that adverse indirect impacts of tropical cyclones, river floods, and heat stress on global consumption are strongly enhanced when the economy is under stress. This compound effect results from aggravated scarcity causing higher consumer prices. Modeling climate impacts during Covid-19, we find that in a stressed economy with the current network structure, consumption losses due to climate extremes double in the USA and triple in China. The simulated effects intensify when climate shocks grow stronger. Our results emphasize the amplifying role of the interaction between climate change and its socioeconomic backdrop.

### OPEN ACCESS

RECEIVED  
8 May 2023

REVISED  
21 July 2023

ACCEPTED FOR PUBLICATION  
1 August 2023

PUBLISHED  
30 August 2023

Original Content from  
this work may be used  
under the terms of the  
[Creative Commons  
Attribution 4.0 licence](#).

Any further distribution  
of this work must  
maintain attribution to  
the author(s) and the title  
of the work, journal  
citation and DOI.



## Gestresste Wirtschaft und Klima-Extreme:

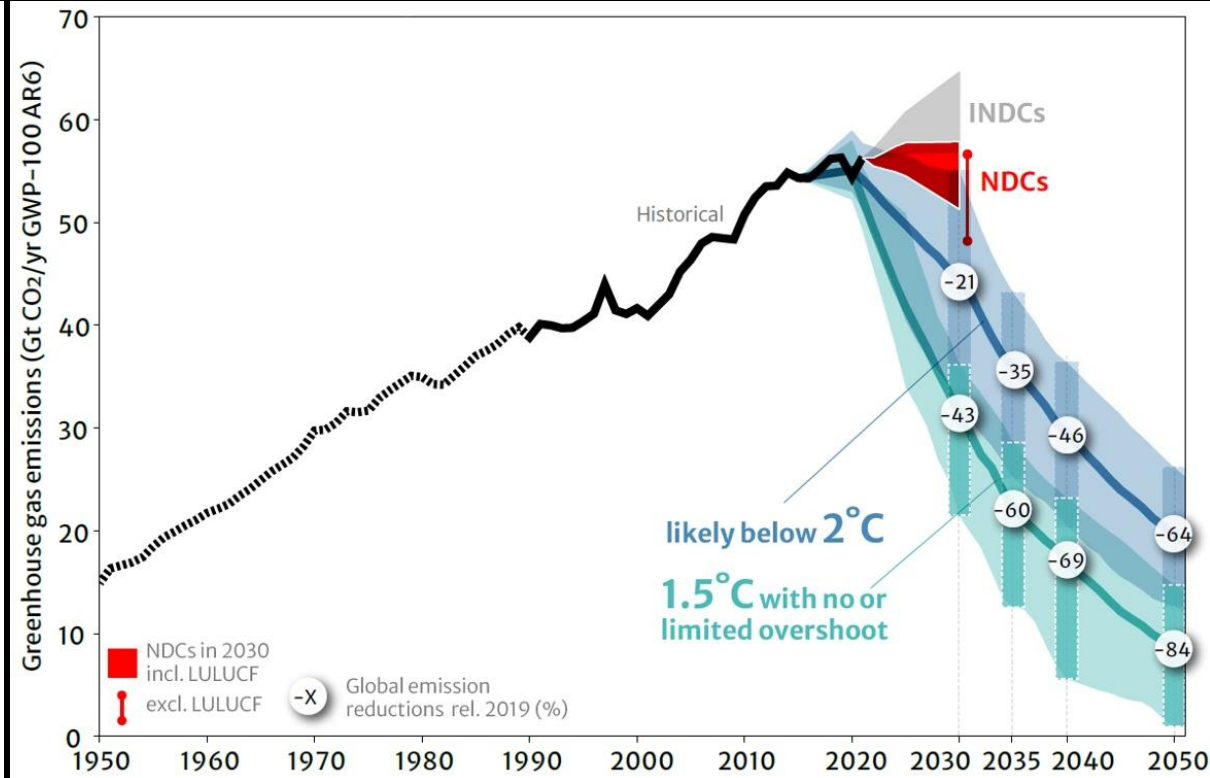
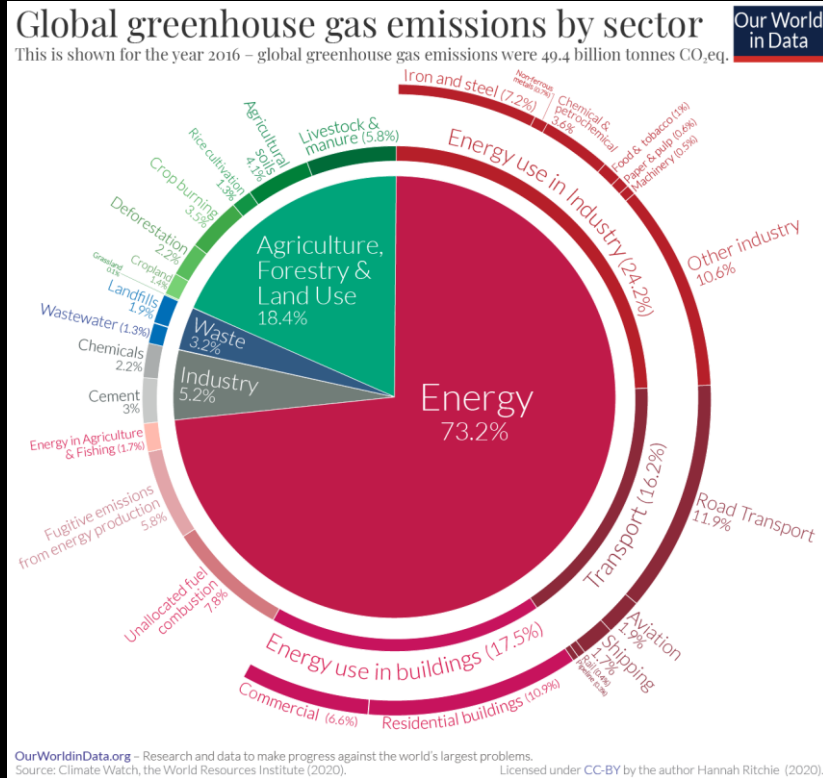
- klimatische  
Extremereignisse  
verstärken ökonomischen  
Stress;

- in einer vernetzen,  
globalen Wirtschaft  
können die Schäden  
durch Klima-Faktoren  
verdoppelt oder  
verdreifacht werden;

- mit größeren ‚Klima-  
Schocks‘ verstärken sich  
diese Effekte;

- regionale Schäden  
können globale  
Auswirkungen haben!

# Brauchen schnelles Handeln für maximalen Effekt!



**Urteil des BVerfG: ‚Recht auf Zukunft‘... der neue IPCC Bericht (AR6) stärkt die Beweislast nochmals und wird zu weiteren Klimaklagen führen (Länder, Kommunen & Unternehmen).**

# UN Weltklimakonferenz COP28 - Dubai UAE

## ADNOC inks \$10 billion deal, keeps tight control of costs amid market downturn

By Rania El Gamal

3 MIN READ



DUBAI (Reuters) - Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC) said on Tuesday it had signed a \$10 billion gas infrastructure deal with a consortium of investors, while its chief executive told Reuters the company would keep a tight lid on costs amid low oil prices.



FILE PHOTO: Sultan Ahmed Al Jaber, UAE Minister of State and the Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC) Group CEO poses during an interview at the Panorama Digital Command Centre, at the ADNOC

ADNOC inks \$10 bil...

## Cop28 host UAE has world's biggest climate-busting oil plans, data indicates

State oil company's huge expansion plans make its CEO's role as president of UN climate summit 'ridiculous', say researchers



The Ruwais refinery and petrochemical complex, operated by Adnoc in the United Arab Emirates. Photograph: Bloomberg/Getty Images

The state oil company of the **United Arab Emirates**, whose CEO will preside over imminent UN climate negotiations, has the largest net-zero-busting expansion plans of any company in the world, according to new data.

# 100% Erneuerbare Energien bis 2030

- **Billig**
- **Sauber**
- **Dezentral**
- **Bürgerenergie**
  
- **Absolut machbar!**



ENERGYWATCHGROUP

Das Energiesystem der Zukunft.

Photo by gonz-ddl on Unsplash

## 100 % Erneuerbare Energien für Deutschland bis 2030

Klimaschutz – Versorgungssicherheit – Wirtschaftlichkeit

Thure Traber\*  
 Hans-Josef Fell\*\*  
 Franziska Simone Hegner\*

\* EWG, traber@energywatchgroup.org  
 \*\* EWG, fell@hans-josef-fell.de  
 \* Technical University of Munich (TUM), James-Frank-Straße 1, 85748 Garching, Germany.

[www.energywatchgroup.org](http://www.energywatchgroup.org)

THE CLIMATE TASK FORCE

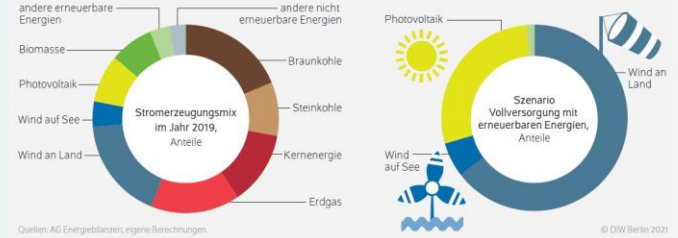
AUF EINEN BLICK

## 100 Prozent erneuerbare Energien für Deutschland: Koordinierte Ausbauplanung notwendig

Von Leonard Göke, Claudia Kemfert, Mario Kendzioriski und Christian von Hirschhausen

- Vollständig erneuerbare Energieversorgung in Deutschland ist möglich und sinnvoll, um Klimaschutzziele zu erreichen
- Ausreichende Potenziale in 38 Planungsregionen und damit in allen Bundesländern
- Koordinierte Ausbauplanung bei Erzeugung, Speichern und Infrastruktur notwendig
- Einbindung in europäisches Stromnetz ist wichtig für Versorgungssicherheit, die auch bei 100 Prozent erneuerbaren Energien gewährleistet wäre
- Perspektive einer Vollversorgung mit Erneuerbaren muss in Planung des gesamten Energiesystems und damit sowohl in deutsche als auch europäische Netzplanung eingehen

Vollständig erneuerbare Energieversorgung in Deutschland ist möglich, erfordert aber von Grund auf anderen Stromerzeugungsmix – Windkraft an Land würde größte Rolle spielen



ZITAT

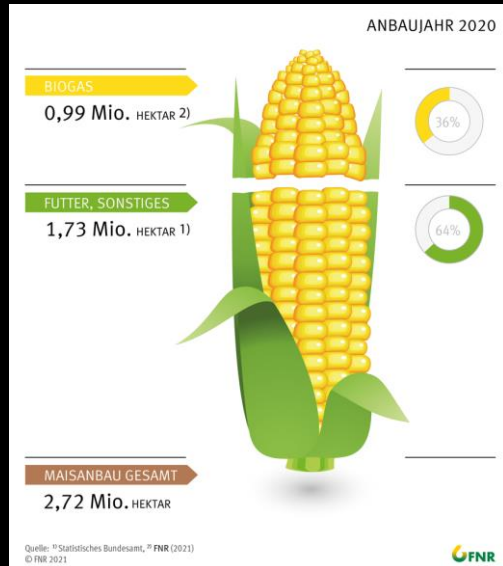
„Das Ausbautempo muss stark gesteigert werden, sowohl bei der Windenergie als auch bei der Solarenergie. Für eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien müssen wir die Rahmenbedingungen für alle Sektoren schaffen, nicht nur für Strom, sondern auch für Wärme und Mobilität. Dann könnte es sehr schnell gehen.“  
 — Claudia Kemfert —

MEDIATHEK

Audio-Interview mit Claudia Kemfert  
[www.diw.de/mediathek](http://www.diw.de/mediathek)

[www.diw.de](http://www.diw.de)

# Die ‚**Stromernte**‘ - ein verlässliches grünes Produkt der Landwirtschaft ‘*Von den Experten für Photosynthese kommt jetzt die Photovoltaik*‘



- ca. **50-60-mal soviel Energie** (Strom) pro Flächeneinheit bei Konvertierung von Biopflanzen-Anbau auf Freiflächen-PV
- **PV-Ertrag:** 400-500.000 kWh pro Hektar/ Jahr (+24% mit neuesten Zellen aus deutscher Fertigung)
- **Weniger:** Wasser (knapp), Dünger (teuer), Emissionen, klimatische Abhängigkeit
- **Mehr:** Biodiversität, Kohlenstoffspeicher, Einkommen & Planungssicherheit ...
- **Mehr:** lokale Akzeptanz, Integration & Wertschätzung (*bei Bürgerenergie-Optionen*)



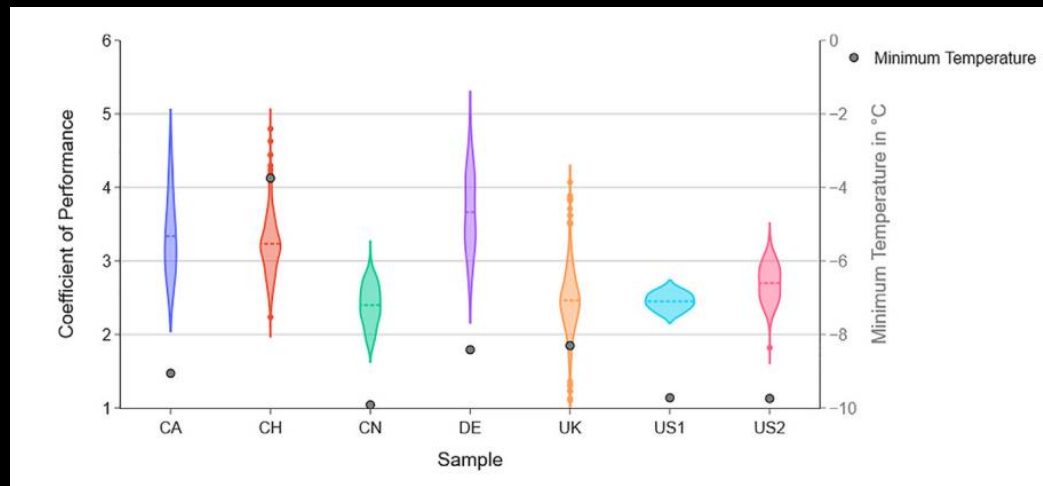
## Commentary

# Coming in from the cold: Heat pump efficiency at low temperatures

Duncan Gibb,<sup>1</sup> Jan Rosenow,<sup>1,2,\*</sup> Richard Lowes,<sup>1,3</sup>  
and Neil J. Hewitt<sup>4</sup>

Heat pumps have emerged as a key tool in the global transition toward clean and reliable energy and have been identified in multiple net-zero scenarios as the most important future heating technology.<sup>1</sup> A question frequently raised is how well these devices perform when temperatures drop below freezing, as some commentators and the media have repeatedly suggested that heat pumps cannot deliver useful efficiencies at lower temperatures.

## Effizienz-Spannen (COPs) bei Außen-Temperaturen von -10 bis 5 °C



**Figure 3. Range of coefficient of performance when outside temperature is between -10 and 5°C**

Figure 3 plots the range of COP measurements per field-testing study, indicating the minimum temperature reached in the samples. Source: The Cadmus Group,<sup>2</sup> Lämmle et al.,<sup>3</sup> Prinzing et al.,<sup>4</sup> Energy Systems Catapult,<sup>5</sup> Safa et al.,<sup>6</sup> Wu et al.,<sup>7</sup> and Johnson.<sup>8</sup>

Heat pump efficiency is measured by the device's coefficient of performance (COP), the ratio of the useful heat outputted to energy consumed. Typical COP values for heat pumps lie in the range of 3–6, indicating that 3 to 6 units

**Effizienz (COP) =  
Einsatz von 1 Einheit Strom,  
generiert 3-6 Einheiten Wärme!**



Air source heat pumps.

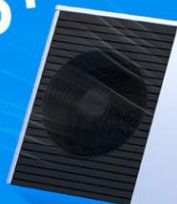
# Start saving with a low carbon heat pump

Go greener with an air source heat pump, the low-carbon future of home heating. And **thanks to a government grant of £7,500**, they're now more affordable than ever. And with our Warm Home Promise, you can be sure they'll heat your home as brilliantly as a gas boiler.

[Book your free survey →](#)



Lower energy bills, we're big fans



## Why buy a heat pump from British Gas?



### Free home survey

One of our experts will make sure your home is 100% suitable for an air source heat pump – and answer any questions.



### Industry-leading aftercare

We offer a free check-up visit to make sure everything's working perfectly after installation. Plus a year's free service cover in case you ever need us.



### 5-year warranty

If you have any problems, we'll be there to help. Just make sure to get an annual service to keep your heat pump in tip-top condition.

MCS accredited supplier



Our partners



## Air source heat pumps are the amazing low-carbon alternative to gas boilers.

They work a bit like a fridge-freezer, but in reverse. The clever technology uses electricity to take warmth from the air outside – even when temperatures get as low as -15C!

Heat pumps are the greener way to supply your home's heating and hot water. They give you all the comfort and convenience of a boiler, but with fewer CO<sub>2</sub> emissions.

*„Man sollte sich daran erinnern, dass es nicht schwieriges gibt, nichts mit mehr Risiko verbundenes, und nichts mit größerer Unsicherheit des Erfolgs, als vorne weg zu gehen bei der Einführung einer neuen Ordnung der Dinge.“ Aber wenn, dann ...*

*Niccollo Machiavelli, The Prince (1532)*

**Der Klimafolgenforscher  
will Klimaschutz**

**Der Naturschützer  
will Naturschutz**

**Der Mensch  
will Menschenschutz**

***‘Klimaschutz = Naturschutz = Menschenschutz’***

# Der Weg aus der Klimakrise ... schreiben wir unser Buch *„Wer Wir Sind!“*

- Wir brauchen **neue Allianzen & Netzwerke**
- Wir brauchen **Gestalter**, nicht Verwalter
- Wir brauchen die **Vision des Möglichen**, nicht die Illusion eines ‚weiter-so‘
- Wir brauchen **Effizienz, Suffizienz & Intelligenz**
- **Realität** akzeptieren - **Verantwortung** übernehmen - gemeinschaftlich **Handeln**
- Wir sind im *„Klima-Endspiel“*, aber wir haben alles was wir brauchen  
... der soziale Kipppunkt wartet!

## Zitat: Helmut Schmidt

„Wenn du nicht an Wunder glaubst,  
bist du kein Realist!“

Dr. Udo Engelhardt  
The Climate Task Force  
[udo.engelhardt@ansvar.com](mailto:udo.engelhardt@ansvar.com)