

**Bau- und Umweltausschuss, Magistrat der der Seestadt Bremerhaven**  
11. April 2024

## **Klimaschutz und Klimaanpassung Vom Wissen zum Handeln**



**Dr. Klaus Grosfeld**

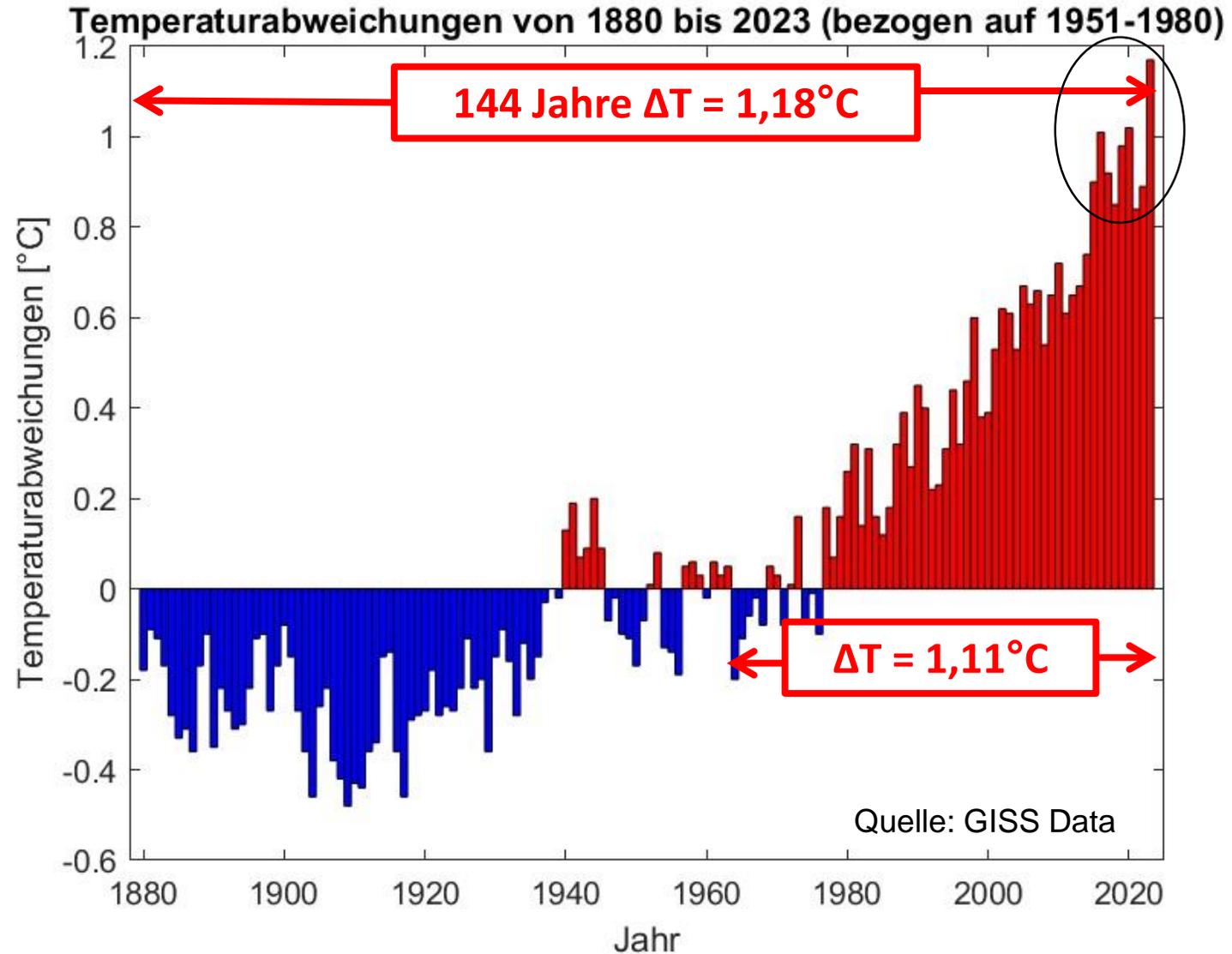
Alfred-Wegener-Institut  
Helmholtz-Zentrum für Polar- und  
Meeresforschung  
und  
Forschungsverbund Regionale  
Klimaänderungen und Mensch (REKLIM)  
Bremerhaven

# Globaler Klimawandel

„Die wissenschaftlichen Erkenntnisse sind eindeutig: **Der Klimawandel ist eine Bedrohung** für das menschliche Wohlergehen und die **Gesundheit des Planeten**. Jede weitere Verzögerung bei konzertierten globalen **Maßnahmen** wird ein kurzes und sich schnell schließendes Zeitfenster zur **Sicherung einer lebenswerten Zukunft** verpassen.“  
*Hans-Otto Pörtner (Co-Autor des IPCC-Berichts zur Klimaanpassung, 2022)*



**Notwendigkeit einer gesellschaftlichen Transformation!**



# Extremereignisse: Hitzesommer, Dürre, Überflutungen



**Waldbrände**



**Niedrigstände in Flüssen**



**Extremniederschläge**

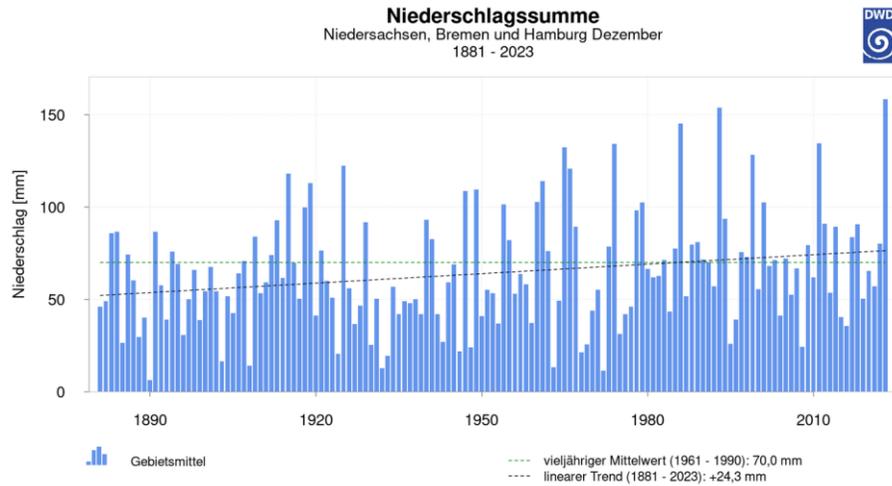


**Hitze und Dürre**



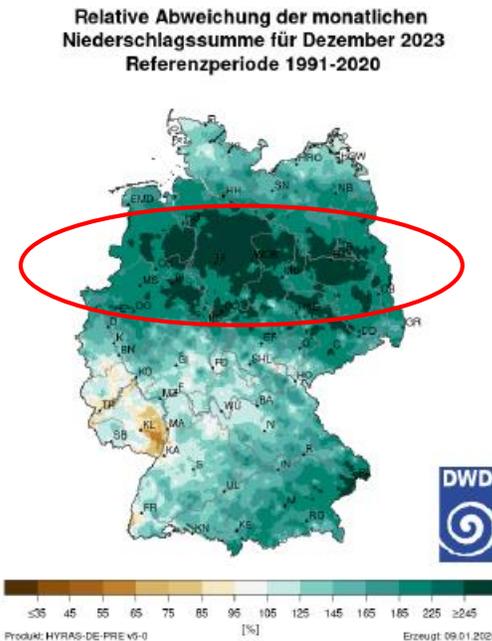
**Überflutung**

# Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands vom 19.12.23 – 5.01.24



Tab. 1: Bundesländermittel für 29.12.2023 bis 5.1.2024 aus HYRAS-DE-PRE (v5.0) und das vieljährigen Monatsmittel 1991–2020 für die Monate Dezember und Januar. Quelle: DWD, Hydrometeorologie, Datenstand 9.1.2024

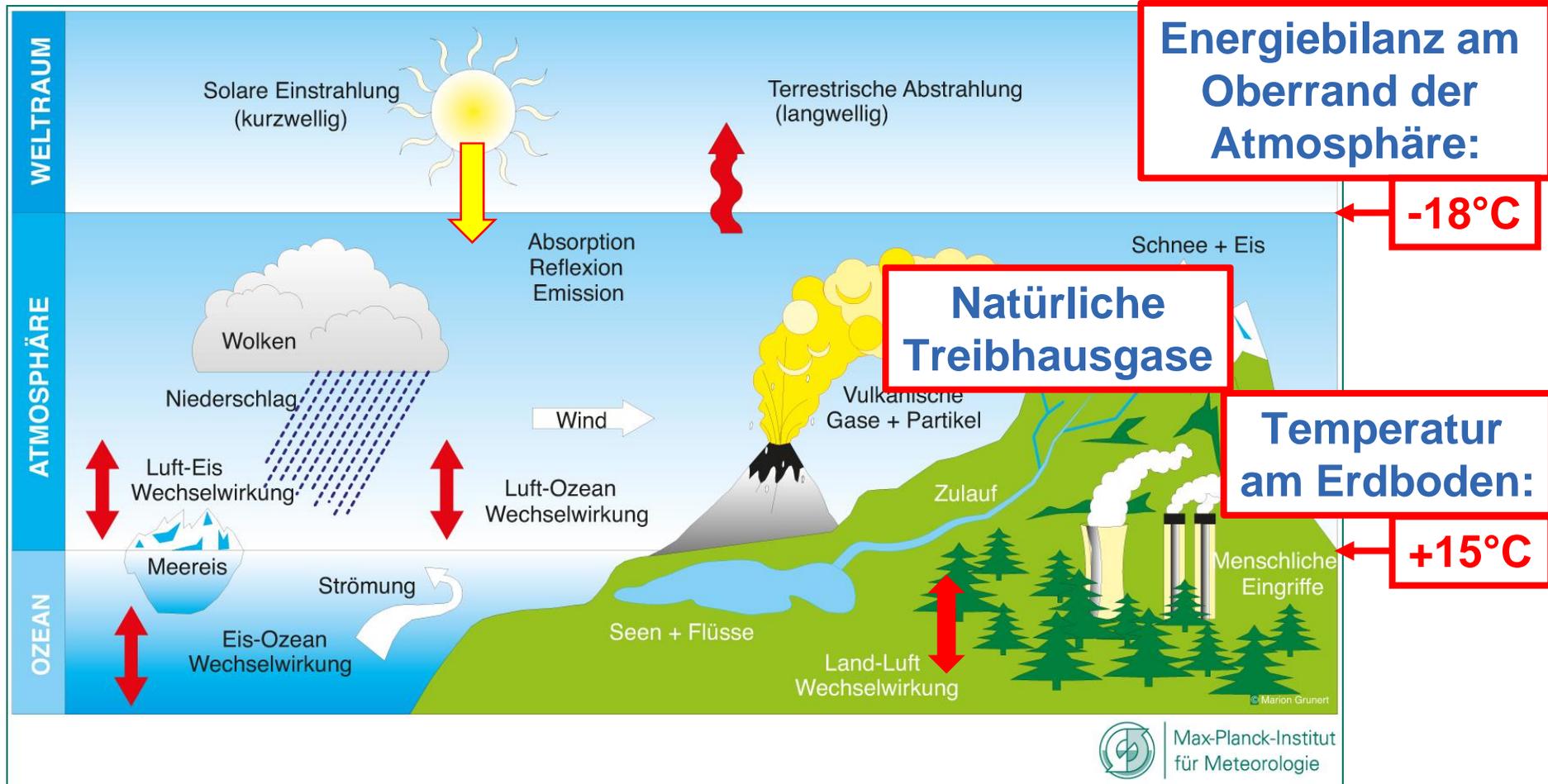
Bundesland	Niederschlagssumme 19.12.2023–05.01.2024 [mm]	Vieljähriges Monatsmittel (Dez und Jan) 1991-2020 [mm]	prozentualer Anteil vom vieljährigen Monatsmittel [%]
Brandenburg inkl. Berlin	86	47	185
Niedersachsen inkl. Bremen u. Hamburg	154	71	218
NRW	163	84	195
Sachsen-Anhalt	91	46	200
Sachsen	103	56	184
Thüringen	97	57	172



Folgen: Hochwassereinsatz in Sandkrug (Foto: NWZ / S. Stüber)



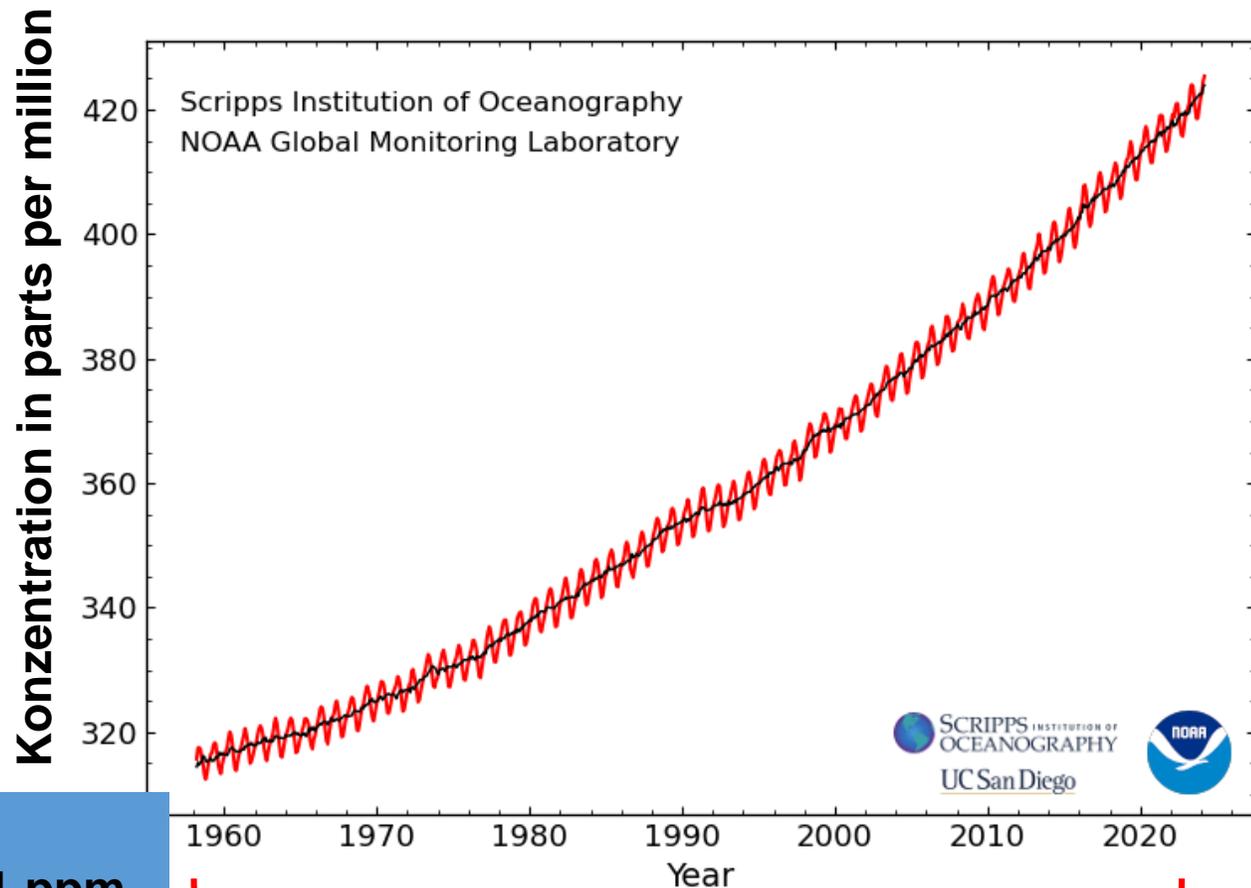
Folgen: Überschwemmung in Borgfeld (Foto: Weser Kurier C. Jaspersen)



**Wie haben sich die Treibhausgase verändert?  
Wie können wir diese Veränderung messen?**

# Globaler CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre

## Mauna Loa Observatorium seit 1958



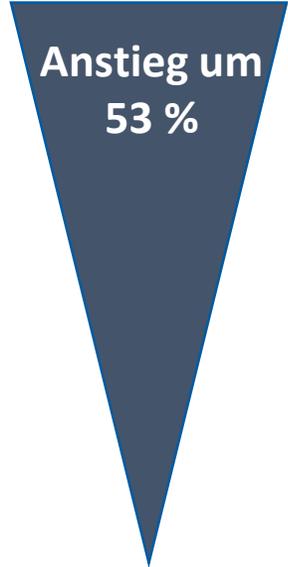
1958:  
315,71 ppm

5. April 2024:  
425,38 ppm

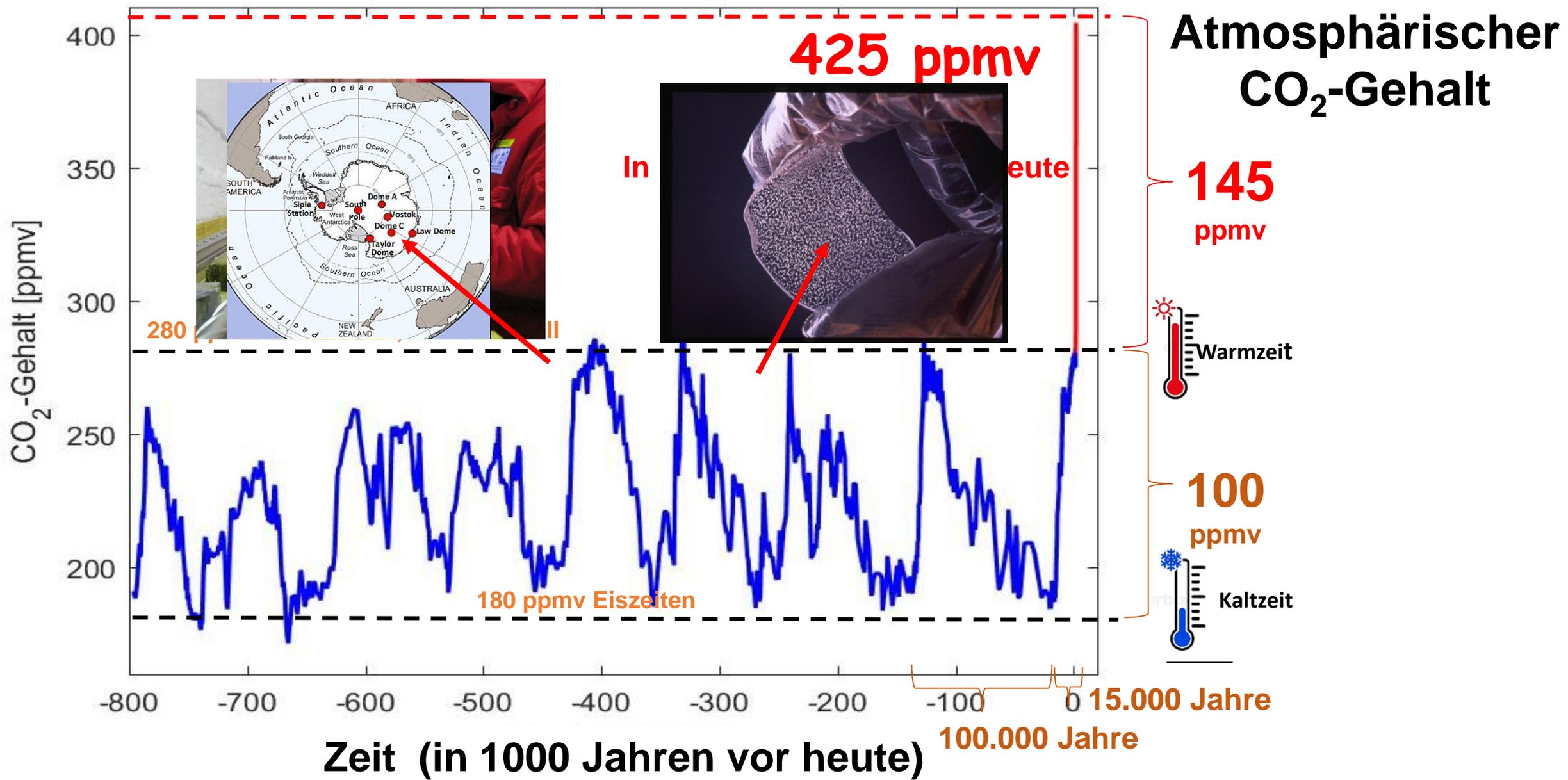
110 ppm

66 Jahre  
Jahr

2023: ~ 425 ppm



1750: ~ 277 ppm



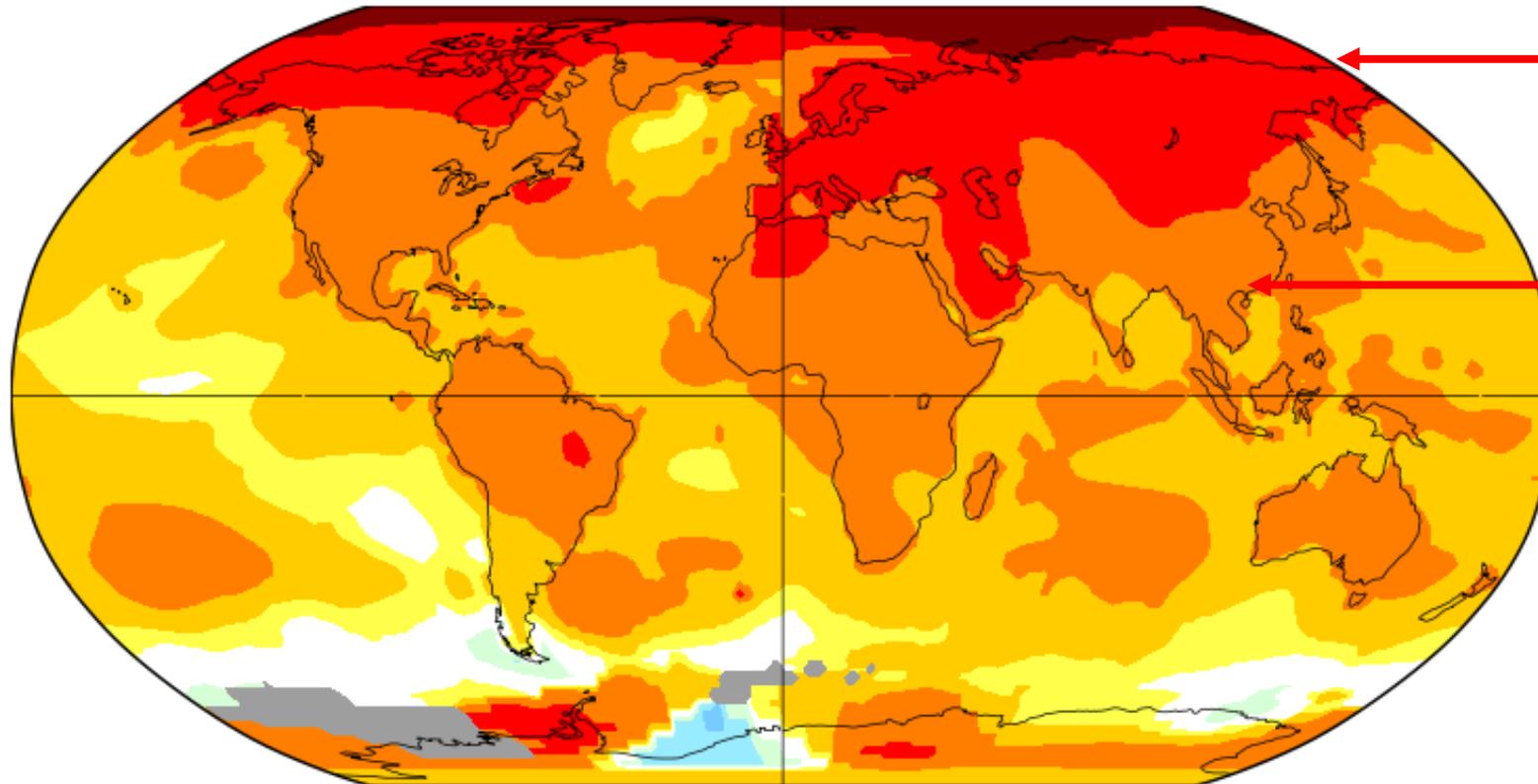
# 62-jähriger Trend der jährlichen Oberflächentemperatur

Annual J-D

L-OTI(°C) Change 1960-2023

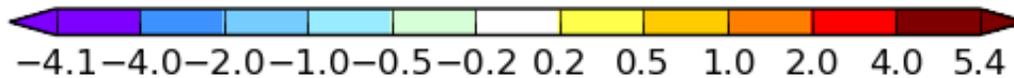
1.11

**Globaler Temperaturtrend**



**Stärkste Erwärmung in hohen nördlichen Breiten, auch in Deutschland.**

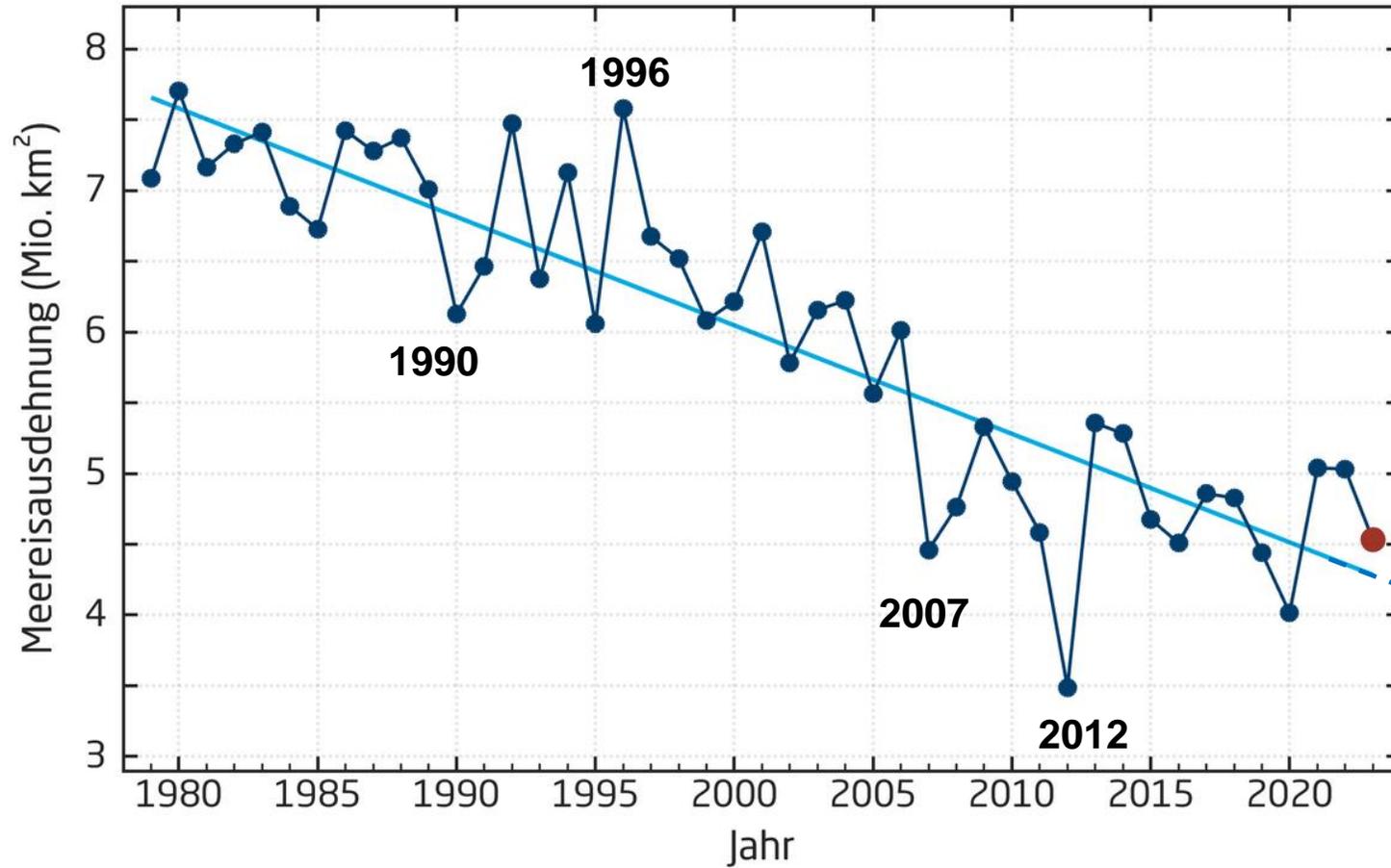
**Kontinente erwärmen sich stärker als die Meere**



GISS data: GISTEMP Team, 2023;  
Lenssen et al., 2019

# Meereis als Indikator für globale Klimaänderungen

Meereisausdehnung in Millionen km<sup>2</sup>



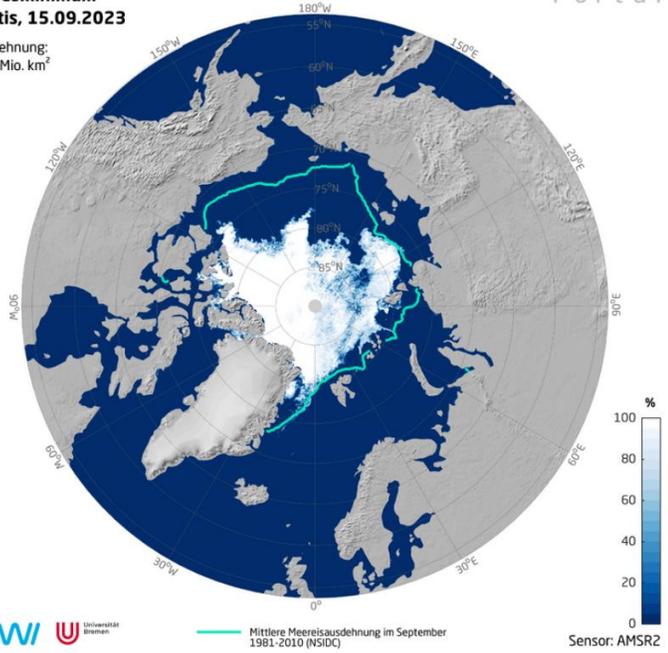
Zeit (Jahren) jeder Septemberwert von 1979 bis 2022



Meereiskonzentration

Jahresminimum  
Arktis, 15.09.2023

Ausdehnung:  
4,33 Mio. km<sup>2</sup>



MEEREIS  
Portal

2023

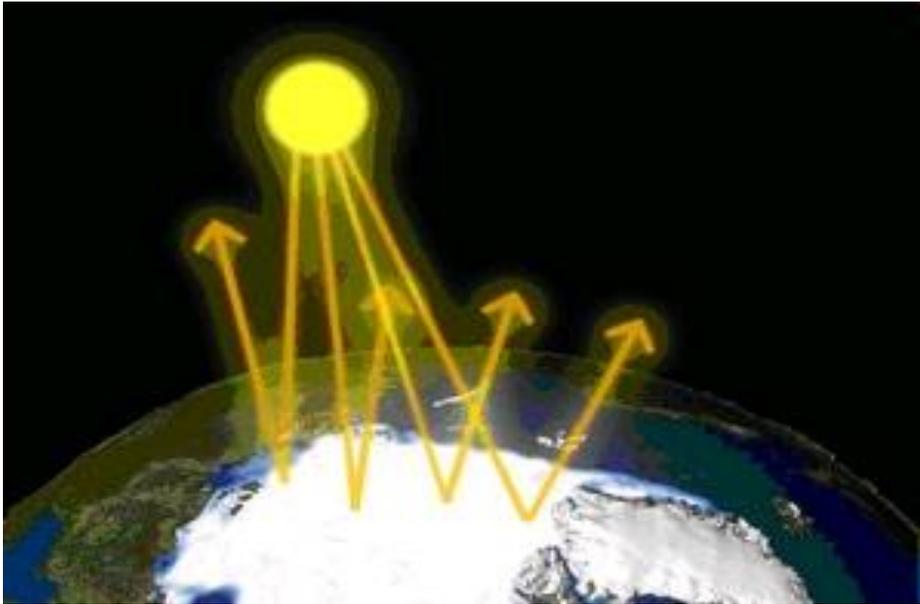
Informationen  
über Meereis

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

2070

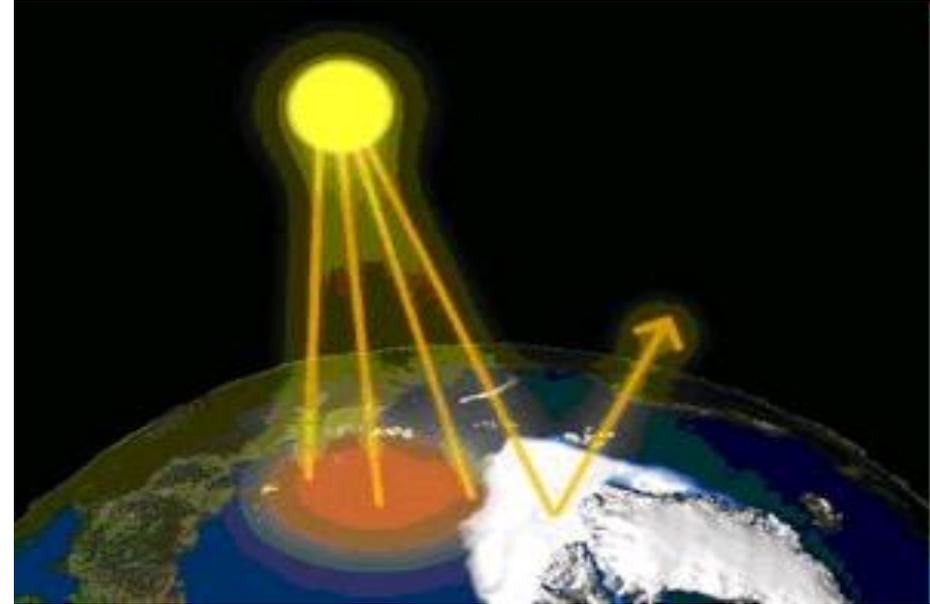
## Rolle der Kryosphäre im Klimasystem

# Eis-Albedo-Rückkopplung



### Große Meereisausdehnung:

- Reflektion der Einstrahlung
- keine Erwärmung des arktischen Ozeans → Meereis bleibt unverändert.



### Gering Meereisausdehnung:

- Teilweise Absorption der Einstrahlung
- Erwärmung der Arktis → Meereis schmilzt

**Aber:**

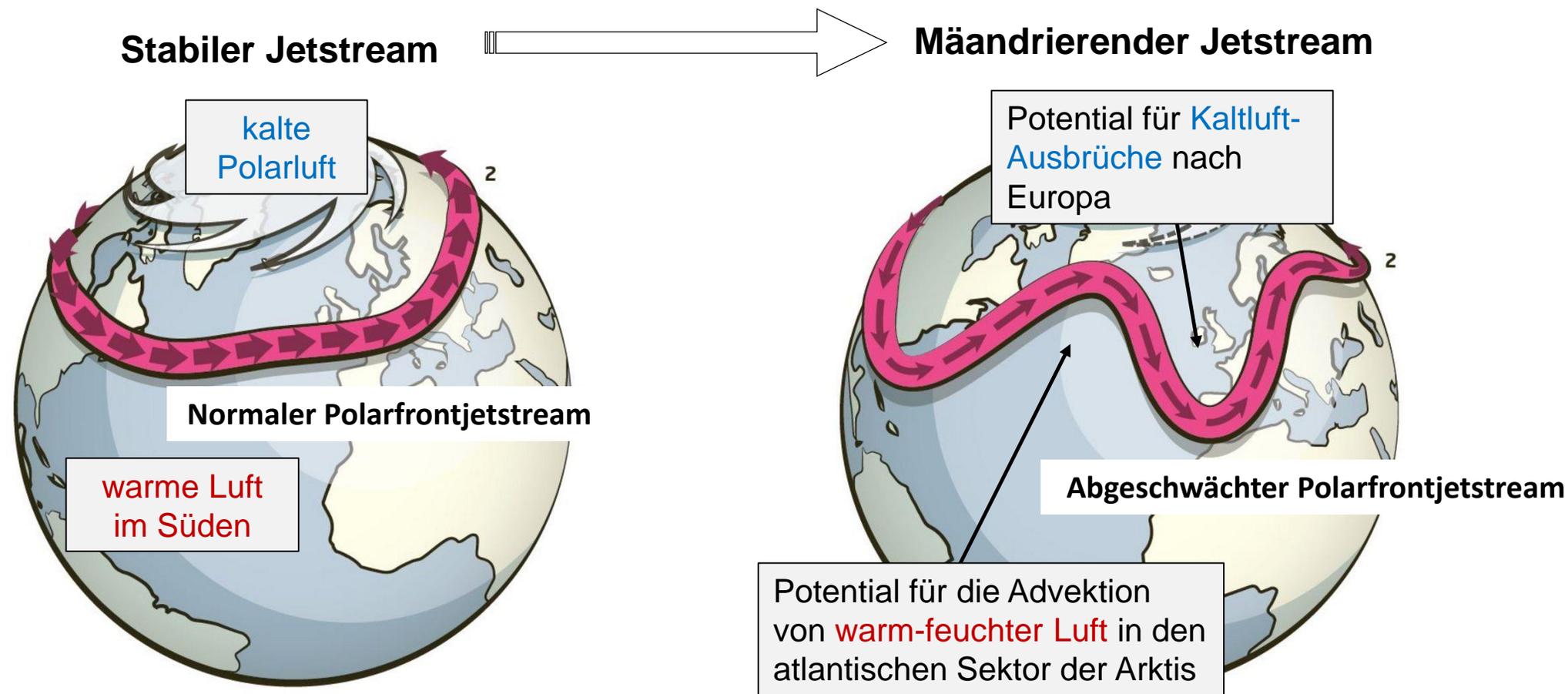
**Der Temperaturkontrast zwischen Arktis und unseren Breiten ist der Motor für das Wetter in Deutschland und Europa.**



**Nach Prognosen verschiedener Klimamodelle wird der Jetstream (Strahlstrom = Starkwind, der in 8 bis 12 km Höhe – Tropopause - von Westen nach Osten weht) aufgrund geringerer Temperaturgegensätze zwischen den hohen und mittleren Breiten schwächer.**

# Was in der Arktis passiert ...

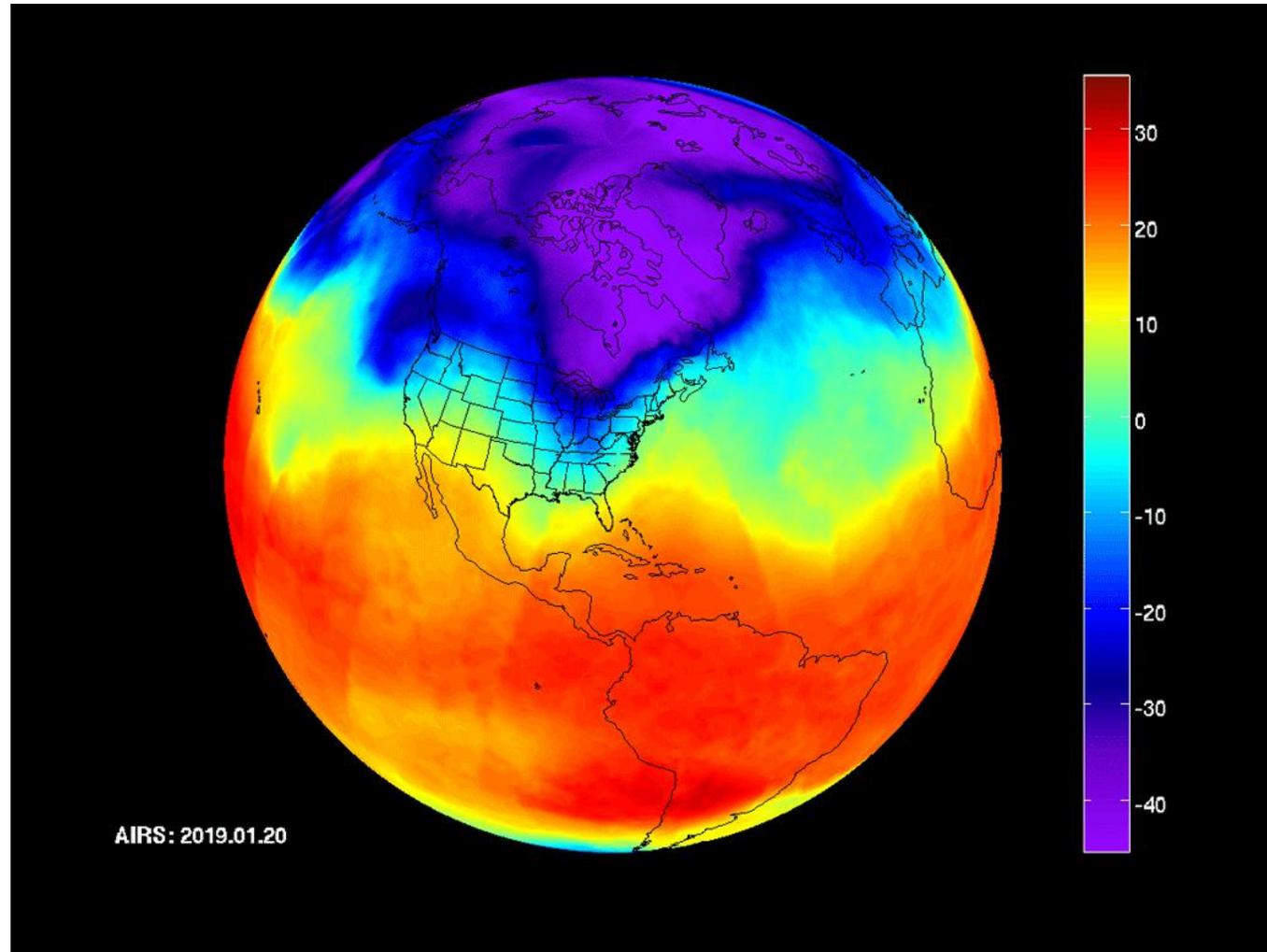
... bleibt nicht in der Arktis!



> kalte Luft kann nach Süden und warme Luft nach Norden transportiert werden

# Kaltlufteinbruch: USA Januar 2019

**Animation  
der Lufttemperatur  
21. – 29. Januar 2019**



Quelle: By NASA/JPL-Caltech  
AIRS Project -  
<https://www.jpl.nasa.gov/space-images/details.php?id=PIA22823>, Public Domain,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=76410854>

## II Mögliche Auswirkungen: der Sommer 2018

Ist der Temperaturkontrast zwischen Arktis und den mittleren Breiten geringer, werden auch die Tiefdruckgebiete schwächer, sodass ein kräftiges Hoch sie leichter abblocken kann.

Im Sommer lagen stabile Hochs über Skandinavien und dem Nordatlantik, die die Tiefdruckgebiete weit nach Süden hin ablenkten.



sehr trockene und sehr heiße Sommer 2018, 2019 und 2022

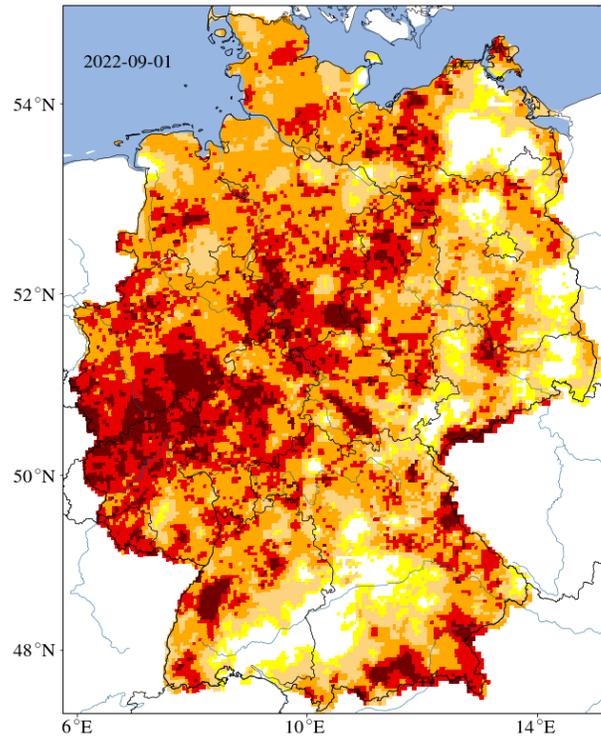


Hitzewelle: So bleiben Sie fit!

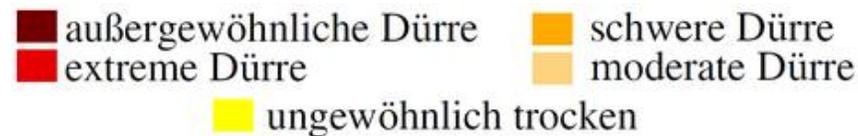
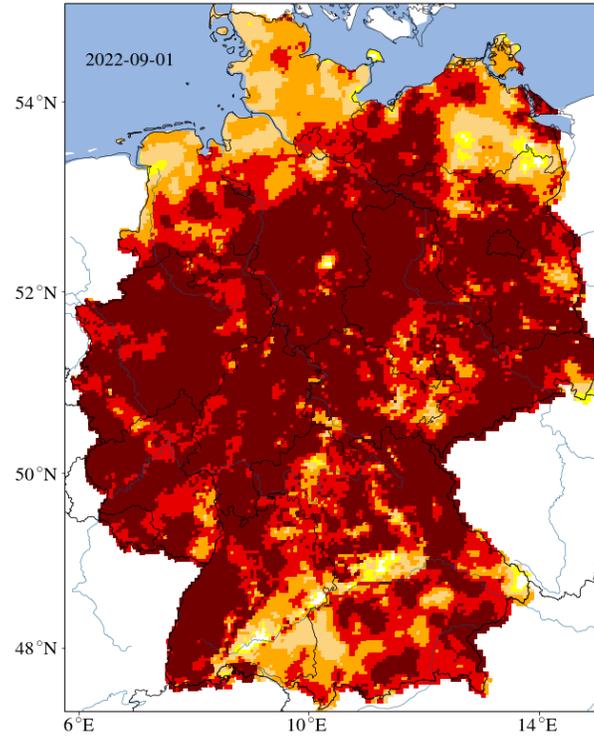
# Extreme Trockenheit Sommer 2022

Extremes Niederschlagsdefizit: Nordwest- und Mitteldeutschland,  
aber auch im Südosten

Bodenschicht bis 25 cm Tiefe



Bodenschicht bis 1,8 m Tiefe



**Dürremonitor Deutschland**

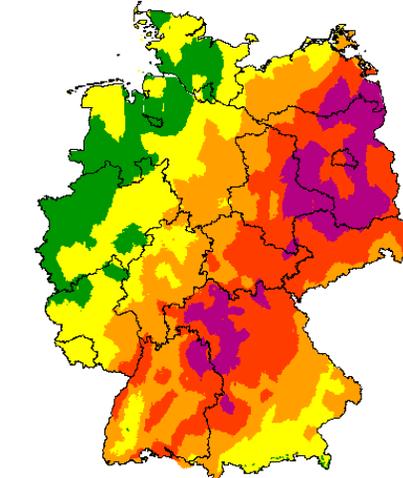
[www.ufz.de/index.php?de=37937](http://www.ufz.de/index.php?de=37937)

# Folgenwirkungen der Wetterlagen Sommer 2018, 2019 und 2022

- Hitzewelle mit großen gesundheitlichen Belastungen
- Landwirtschaftliche Trockenheit und starke Ernteeinbußen
- Schifffahrt auf Elbe, Oder und Rhein deutlich eingeschränkt
- Waldbrände in Brandenburg

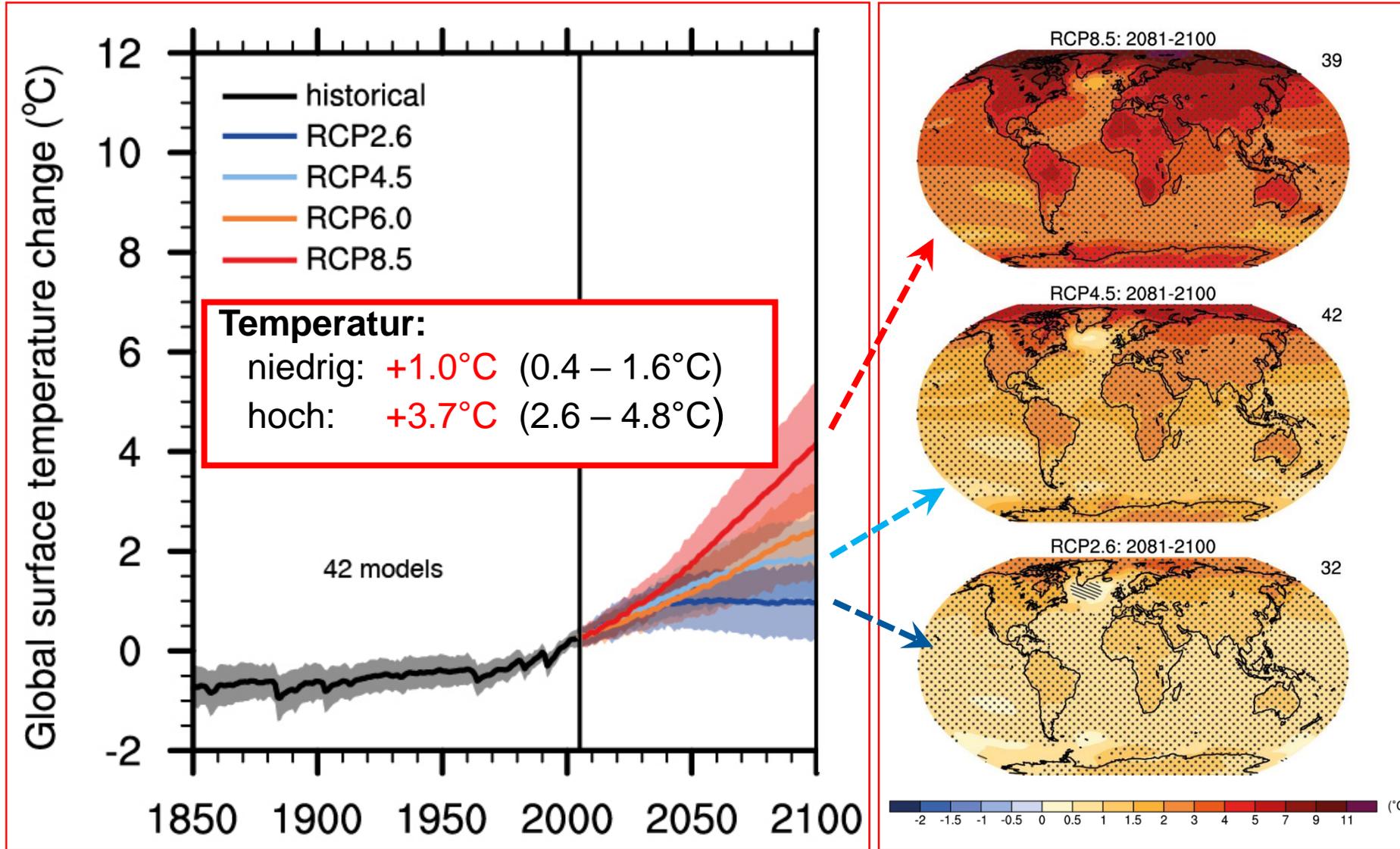


Waldbrandgefahrenindex (WBI)  
Fr 17.08.18



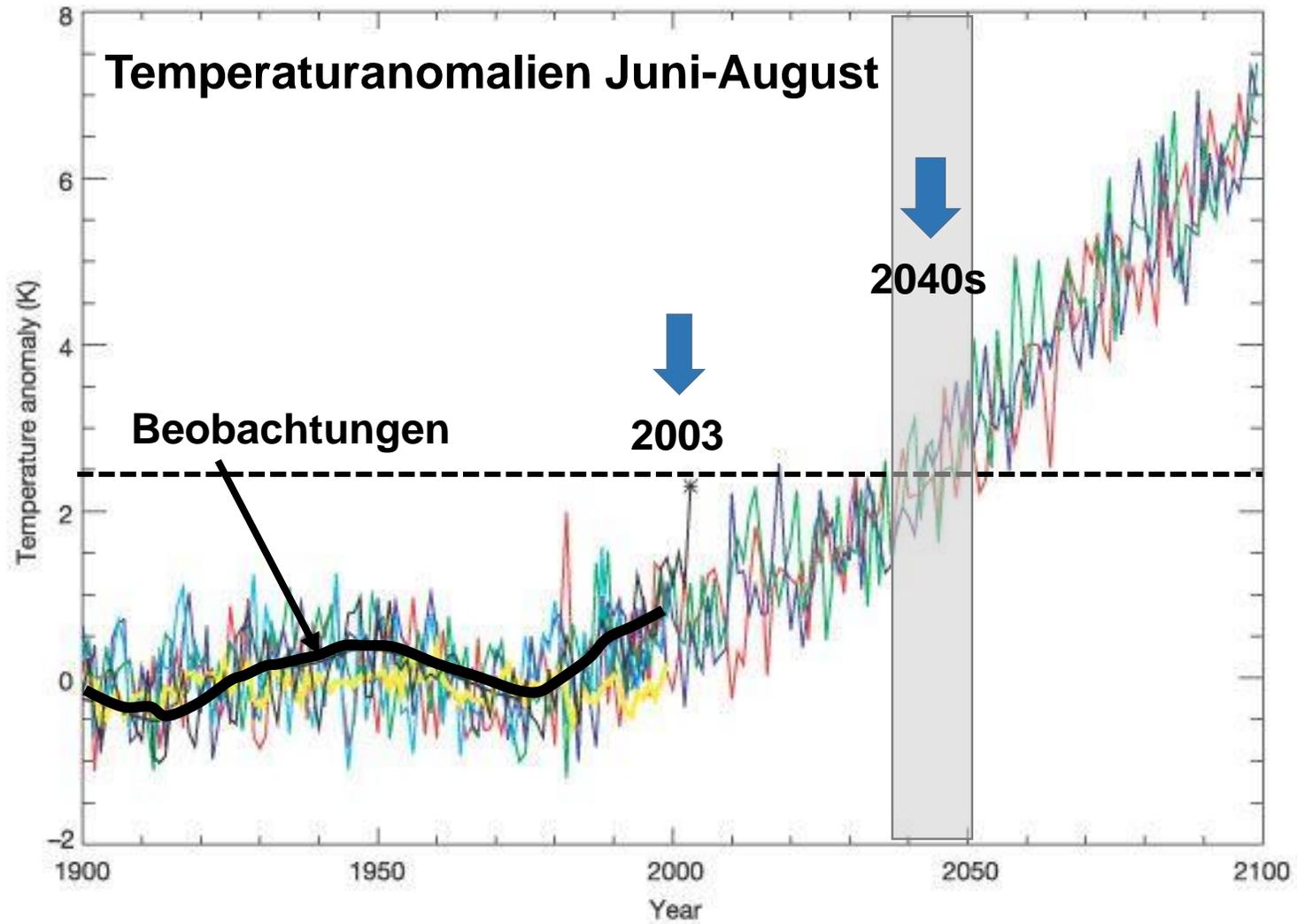
geringe ← Gefahr → hohe

# Zukünftige Entwicklungen



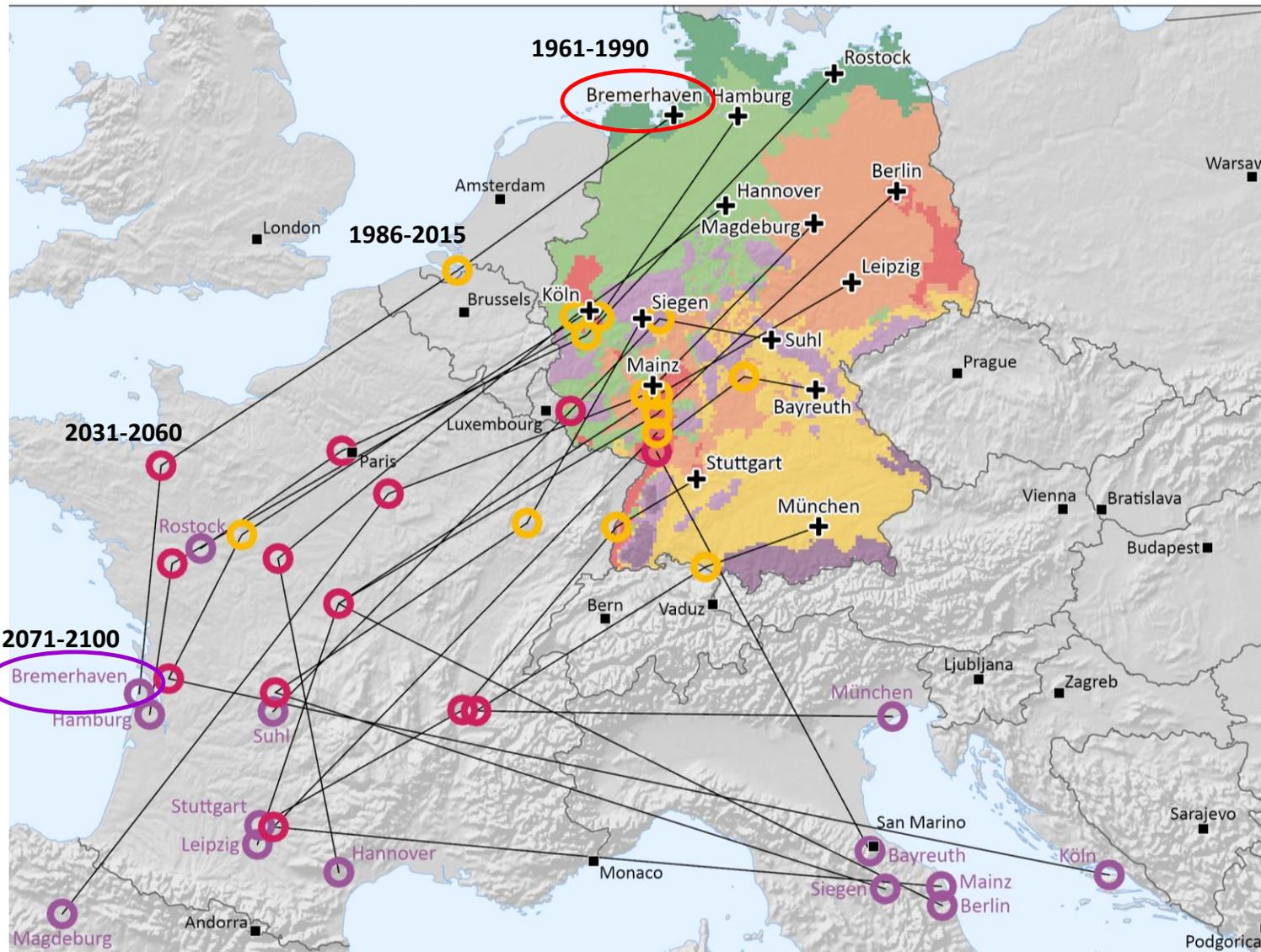
Referenzperiode: 1986-2005

# Heißer Sommer 2003 – normal in 2050, kühl in 2070?



Quelle: Letter of Nature;  
Stott et al. 2004

# Wohin verschoben sich klimatische Bedingungen deutscher Städte?



## 41 Städte

- + Ausgangsort 1961 - 1990
- Analogregion 2031 - 2060
- Analogregion 1986 - 2015
- Analogregion 2071 - 2100

RCP8.5

- |                         |                           |                       |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Klimaraumtyp            | Orange: Trockenste Region | Purple: Mittelgebirge |
| Green: Küsten           | Red: Wärmste Region       | Dark Purple: Gebirge  |
| Light Green: Nordwesten | Yellow: Südosten          |                       |

100 km

- Durch den Vergleich des heutigen mit dem früheren Klima wird deutlich, dass sich die klimatischen Bedingungen aller Regionen Deutschlands bereits um circa 100 bis 600 Kilometer nach Südwesten verlagert haben.
- Heute (1986-2015) hat beispielsweise Hamburg ein Klima wie Köln es früher (1961-1990) hatte und Köln wiederum hat heute ein Klima wie früher die französische Stadt Tours, die circa 250 Kilometer südwestlich von Paris liegt.
- Berlin hat heutzutage ein Klima wie Karlsruhe früher und Karlsruhe eines, wie es früher Lyon im Süden Frankreichs hatte.

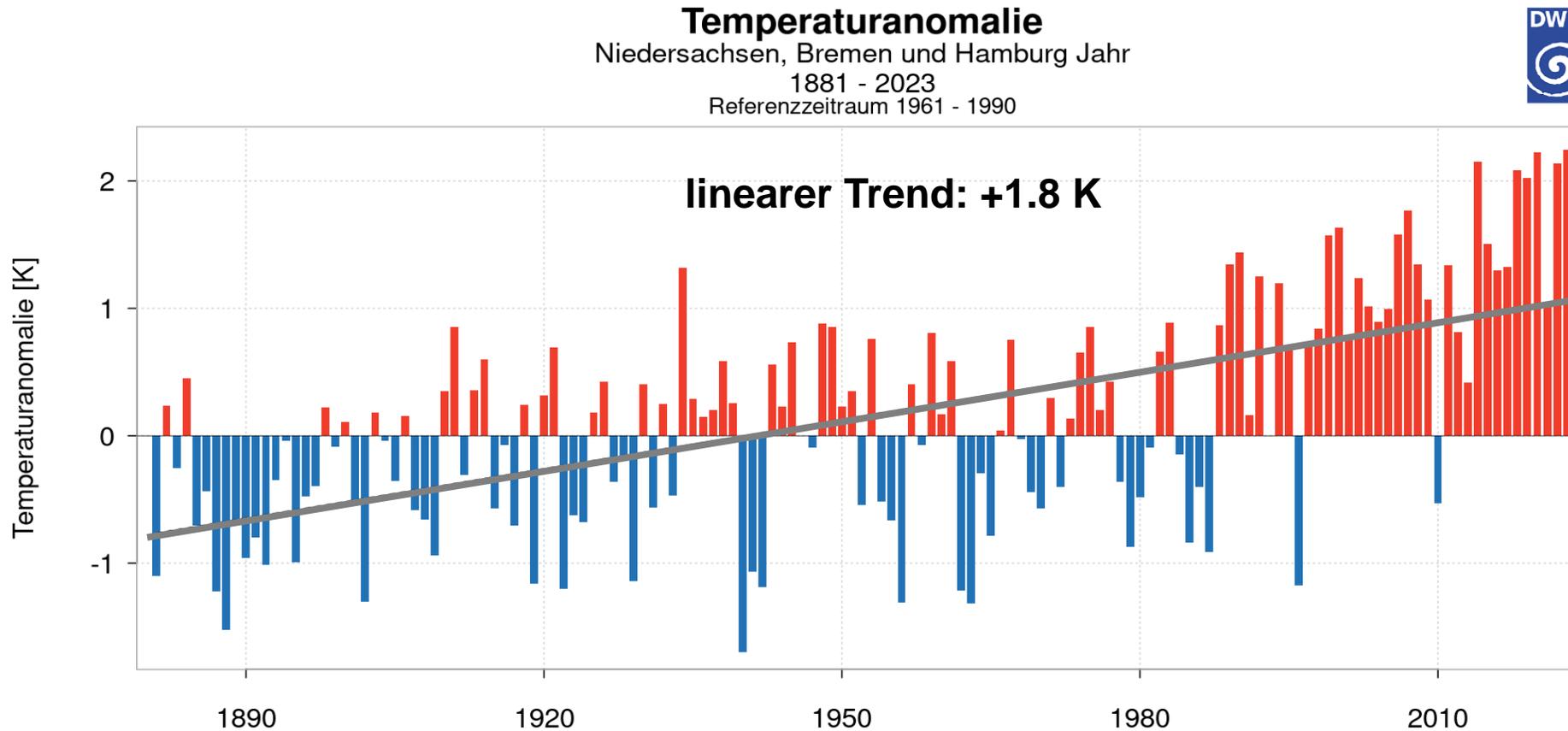
<https://www.umweltbundesamt.de/klimatische-zwillingsstaedte-in-europa>

Quellen: eigene Darstellung, Eurac Research, 2021.  
Kartenhintergrund: Klimaraumtypen: KWRA 2021, Klimadaten: Deutscher Wetterdienst, Städte Deutschland: © GeoBasis-DE / BKG, 2018, Europäische Städte, Staatsgrenzen, Geländemodell: NaturalEarth.

# Regionale Auswirkung Norddeutschland / Bremen

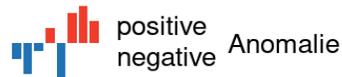


# Anstieg der mittleren Tagestemperatur Niedersachsen, Bremen und Hamburg: 1881-2023 +1,8 K



2023: 2,2 °C  
über dem  
langjährigen  
Mittelwert

Quelle: DWD

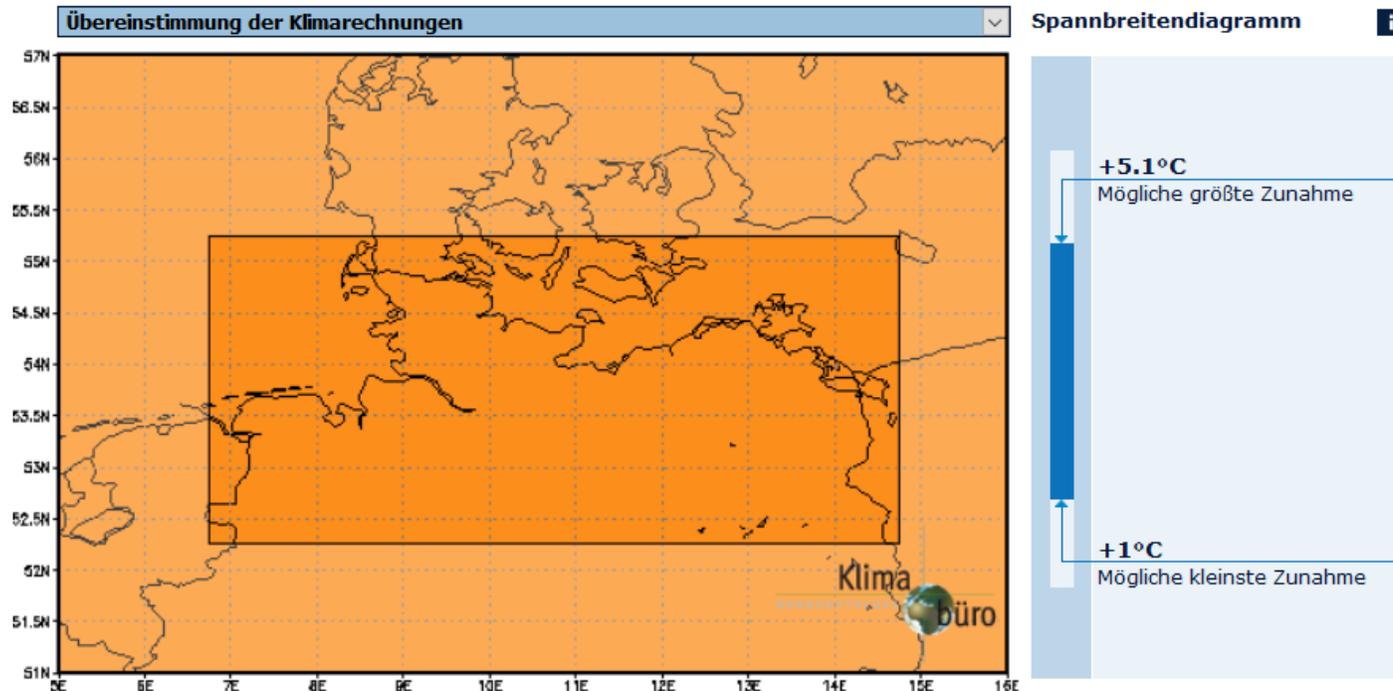


positive Anomalie  
negative Anomalie

— vieljähriger Mittelwert (1961 - 1990): 8,6 °C  
- - - linearer Trend (1881 - 2023): +1,8 K

# Alle Szenarien zeigen in Norddeutschland Erwärmung

Norddeutschland: Mögliche Änderung der durchschnittlichen Temperatur im Jahresmittel bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990): Zunahme



## Projektionen:

Bis Ende des Jahrhunderts kann es 1,0 - 5,1°C wärmer werden.

### Übereinstimmung der Klimarechnungen:

- Alle Klimarechnungen zeigen hier eine Zunahme = 100 % der Region Norddeutschland
- Alle Klimarechnungen zeigen hier eine Abnahme = 0 % der Region Norddeutschland
- Alle Klimarechnungen zeigen hier keine Änderung = 0 % der Region Norddeutschland
- Klimarechnungen stimmen hier nicht überein = 0 % der Region Norddeutschland

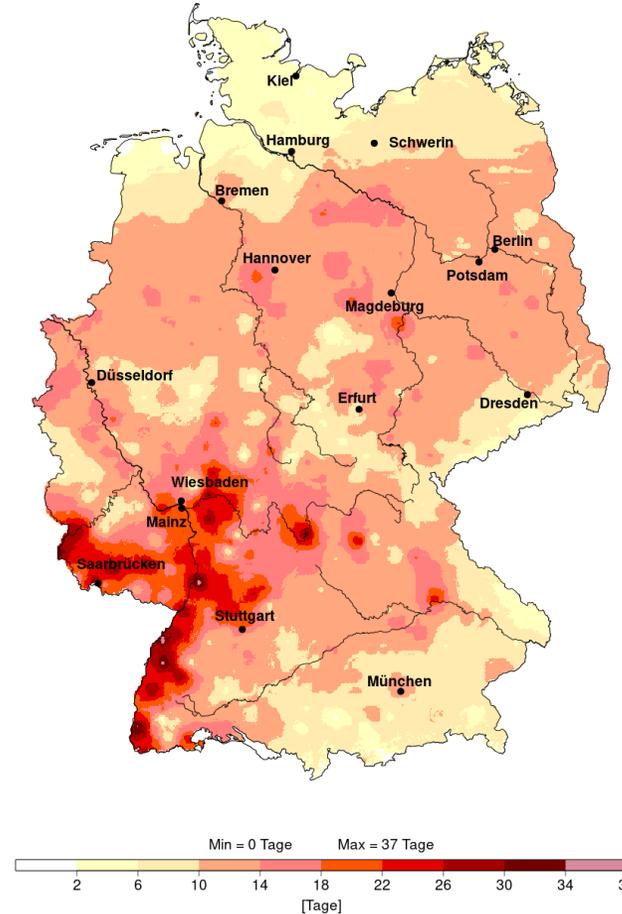
[www.norddeutscher-klimaatlas.de](http://www.norddeutscher-klimaatlas.de)

# Anzahl der Hitzetage (> 30 °C) in Deutschland

Normalwert (1971 – 2000)



Abweichung vom Normalwert 2022

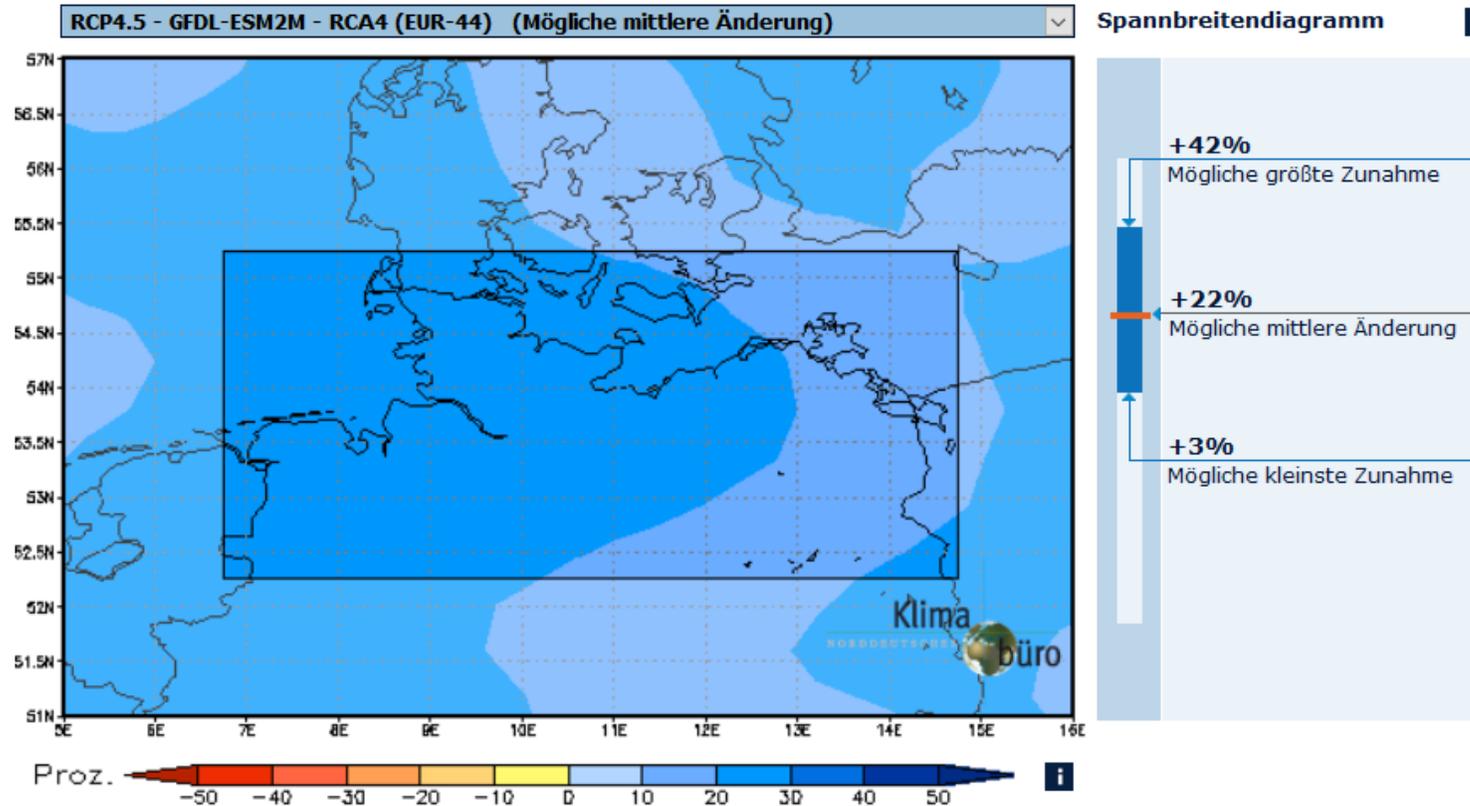


- Normalwert variiert regional zwischen 0 und 10 Tagen
- Änderungen in 2022 bereits zwischen 2 Tagen im Norden und Südosten und bis zu drei Wochen im Südwesten
- Bis zum Ende des Jahrhunderts kann sich die Zahl der Hitzetage auf 20 – 40 weiter erhöhen

Quelle: DWD, [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html)

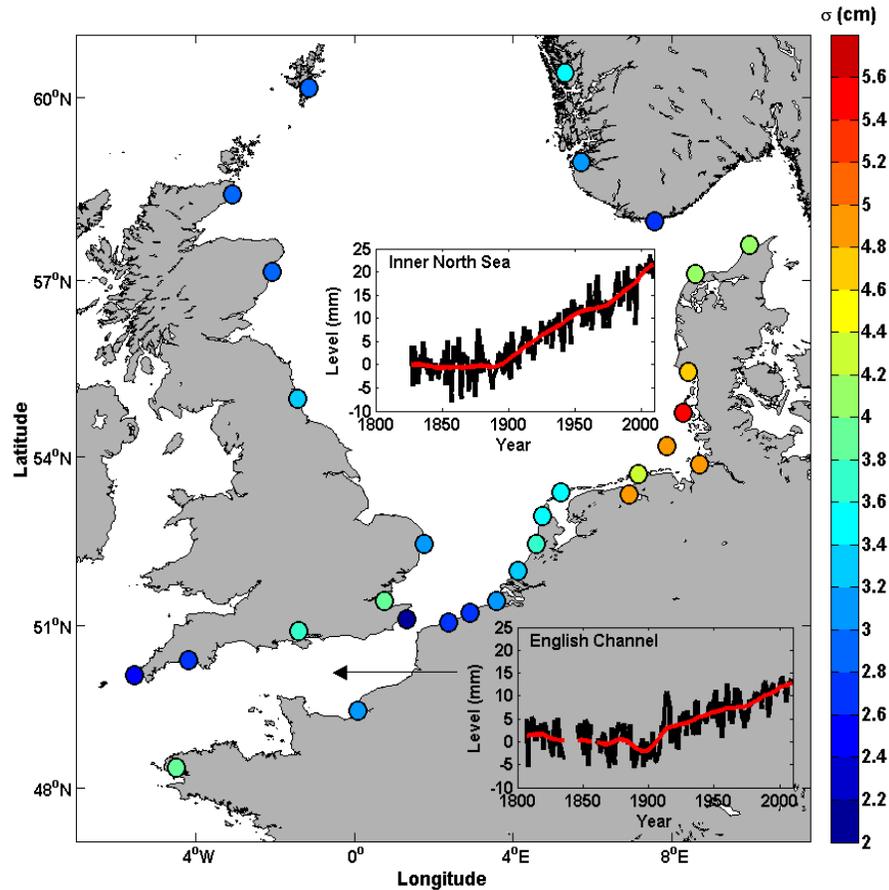
## Winter 2071-2100: mehr Niederschlag

Im Vergleich zu Wintern zwischen 1961-1990 kann es in Wintern Ende des Jahrhunderts im Schnitt 22% mehr regnen



Ergebnis einer Klimarechnung basierend auf RCP4.5, deren Ergebnis dem Mittel aller Klimarechnungen am nächsten ist (A1B, A2, B1, B2, RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5)

# Meeresspiegelanstieg in der Nordsee



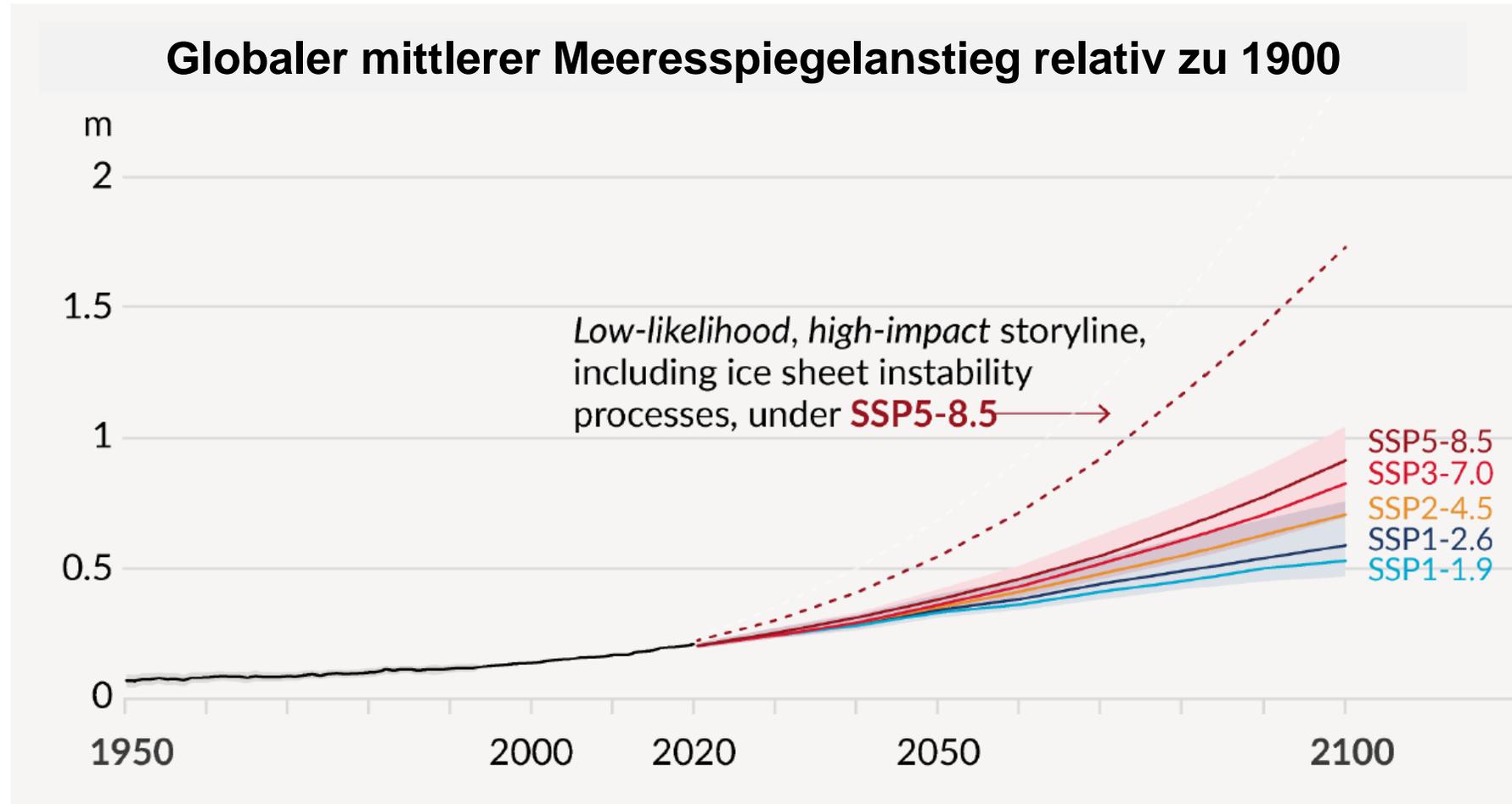
**Figure 1:** Standard deviation from de-trended annual MSL time series from 30 tide gauge sites around the North Sea; (b) Sea level index for the Inner North Sea and results from applying SSA smoothing; (c) Sea level index for the English Channel and results from applying SSA smoothing. (Wahl et al.2013)

## Mittlerer Meeresspiegel

- In den letzten 100-120 Jahren ist der Meeresspiegel in der Nordsee im Mittel um **1.6 mm/Jahr** angestiegen.
- Vergleichbar mit globalem Meeresspiegelanstieg
- In den letzten Jahrzehnten (1993-2009) höhere Anstiegsraten in der Nordsee (etwa **3.7 mm/Jahr**) auch im Vergleich zum globalen Mittel (3.20 mm/Jahr)
- Aktuell hohe Anstiegsraten sind jedoch vergleichbar mit hohen Anstiegsraten in der Vergangenheit

# Was kommt auf uns zu? - Klimaprojektionen

## Der Meeresspiegel steigt



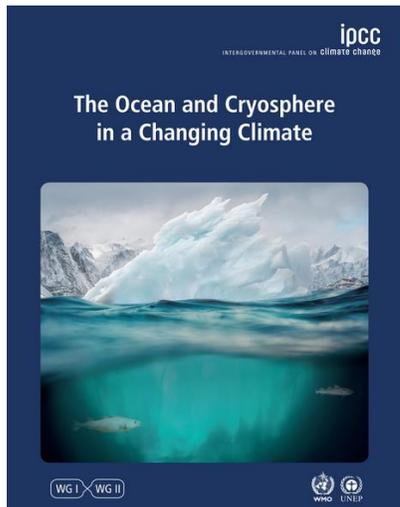
IPCC, AR6 (2021)

# Was kommt auf uns zu? - Klimaprojektionen

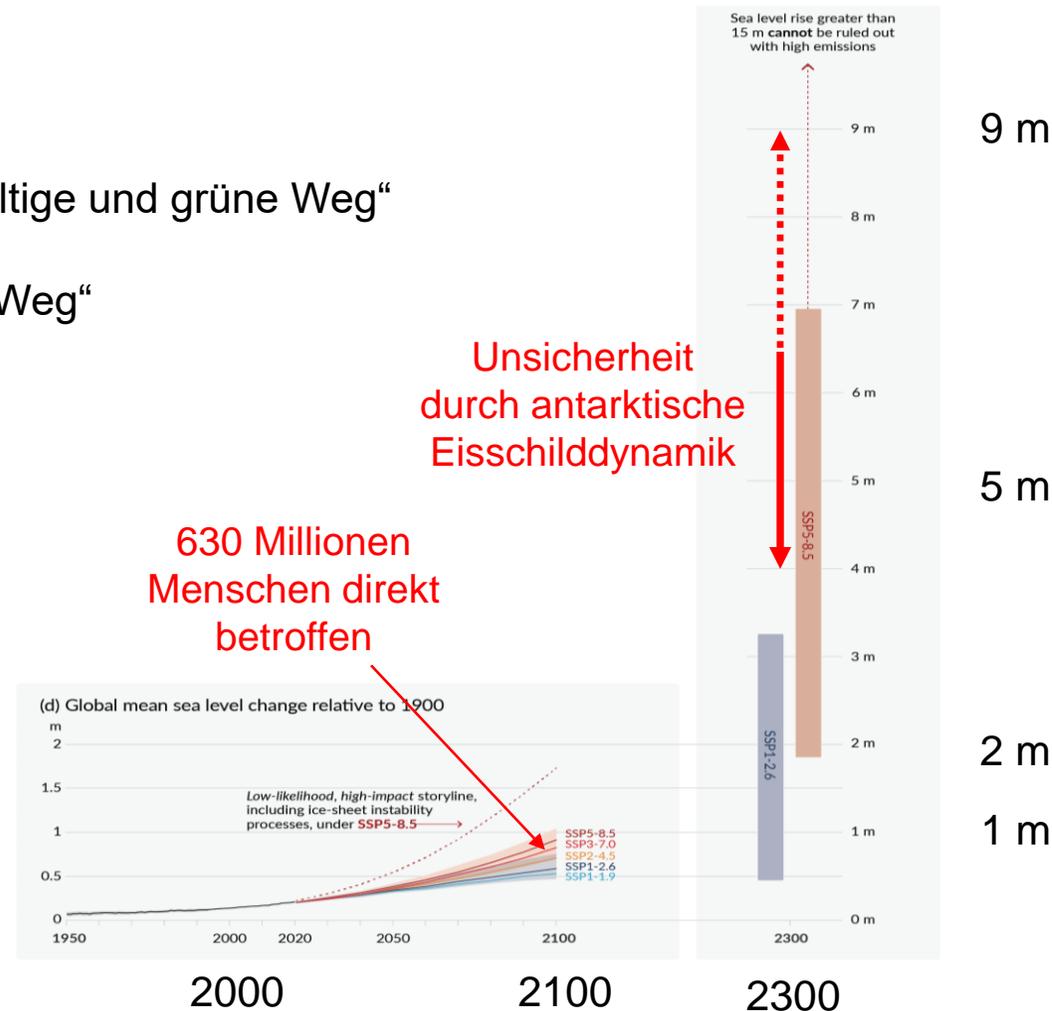
## Der Meeresspiegel steigt

Szenario **SPP1**: „Der nachhaltige und grüne Weg“

Szenario **SSP5**: „Der fossile Weg“

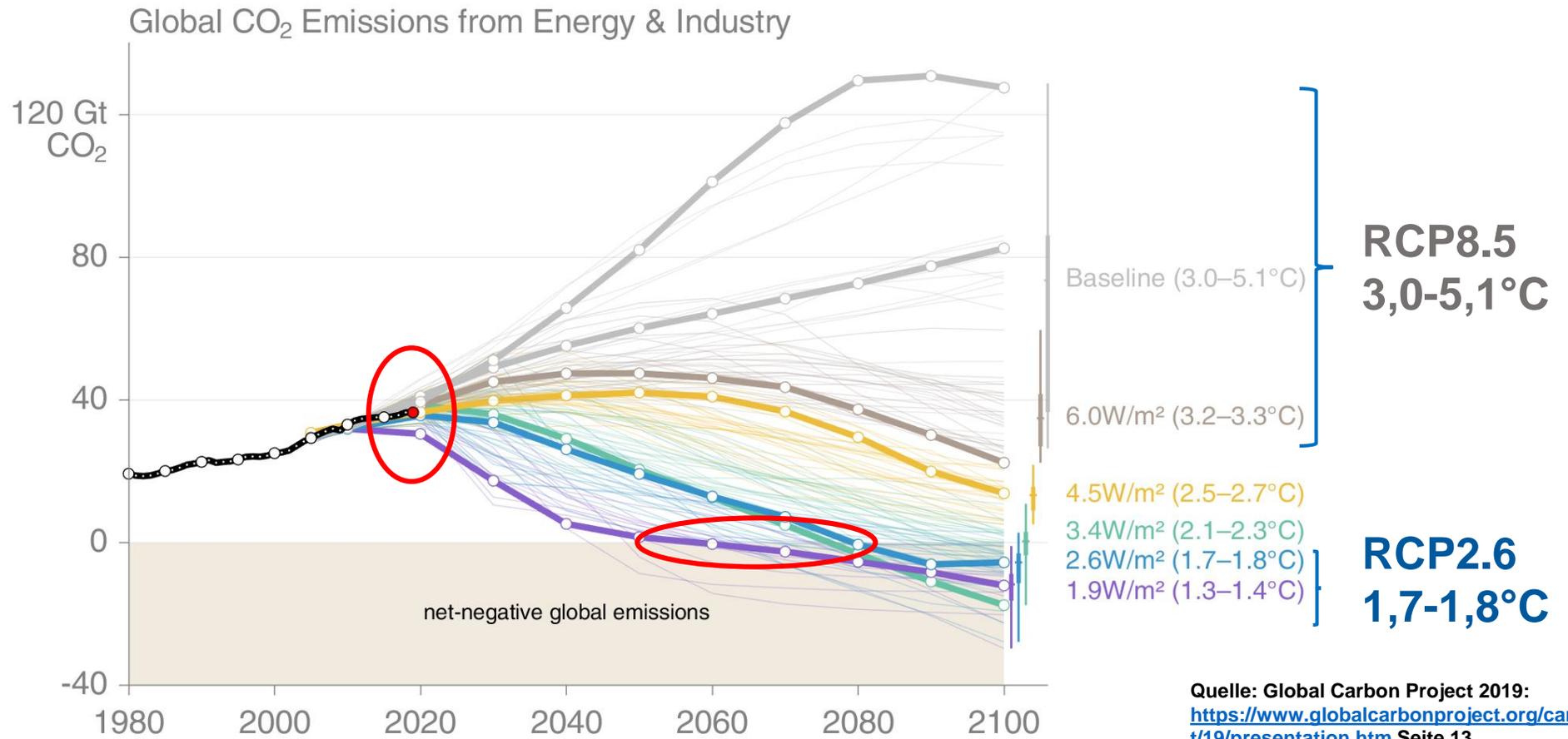


<https://www.de-ipcc.de/252.php>



IPCC, AR6 (2021)

# Aktuelle Emissionen folgen dem Szenario RCP8.5 mit einem "wahrscheinlichen" $\Delta T \sim 3\text{--}5^\circ\text{C}$



© Global Carbon Project • Data: Riahi et al (2017), Rogelj et al (2018), SSP Database (version 2)

# Verbleibendes CO<sub>2</sub> Budget für 1,5 °C bzw. 2° Ziel

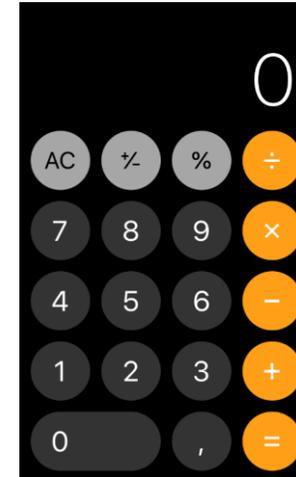
Mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 67% wird eine Erwärmung von 1,5 / 2°C bei zusätzlicher Emission von 420 / 1170 Gt CO<sub>2</sub> erreicht.

Additional Warming since 2006–2015 [°C] <sup>*(1)</sup>	Approximate Warming since 1850–1900 [°C] <sup>*(1)</sup>	Remaining Carbon Budget (Excluding Additional Earth System Feedbacks <sup>*(5)</sup> ) [GtCO <sub>2</sub> from 1.1.2018] <sup>*(2)</sup>			Key Uncertainties and Variations <sup>*(4)</sup>					
		Percentiles of TCRE <sup>*(3)</sup>			Earth System Feedbacks <sup>*(5)</sup>	Non-CO <sub>2</sub> scenario variation <sup>*(6)</sup>	Non-CO <sub>2</sub> forcing and response uncertainty	TCRE distribution uncertainty <sup>*(7)</sup>	Historical temperature uncertainty <sup>*(1)</sup>	Recent emissions uncertainty <sup>*(8)</sup>
		33rd	50th	67th						
0.3		290	160	80	Budgets on the left are reduced by about –100 on centennial time scales	±250	–400 to +200	+100 to +200	±250	±20
0.4		530	350	230						
0.5		770	530	380						
0.53	–1.5°C	840	580	420						
0.6		1010	710	530						
0.63		1080	770	570						
0.7		1240	900	680						
0.78		1440	1040	800						
0.8		1480	1080	830						
0.9		1720	1260	980						
1		1960	1450	1130						
1.03	–2°C	2030	1500	1170						
1.1		2200	1630	1280						
1.13		2270	1690	1320						
1.2		2440	1820	1430						

Quelle: IPCC SR15, Tabelle 2.2, 2018

# Rechenbeispiel:

Globaler CO<sub>2</sub>-Ausstoß 2023: **ca. 37,5 Gt**



**1,5°-Grenze** → Ausstoß von 420 Gt in ca. 11 Jahren also **2029 erreicht** (Basis IPCC SR1,5, 2018)

Es verbleiben jetzt noch 6 Jahre um Netto-Null Emissionen zu erreichen (bei linearer Reduktion der Emissionen)

Für **2°C Grenze** → Ausstoß von 1170 Gt in ca. 31 Jahren also **2049 erreicht** (bei linearer Reduktion der Emissionen)

# Take home message: drei Botschaften ...



Sixth Assessment Report, IPCC WG III

**Wir stecken noch im Zeitalter der fossilen Brennstoffe!**



**Es gibt noch Wege zu 1,5°C und 2°C, aber uns läuft die Zeit davon.**

**Klimaschutz und Klimaanpassung sind gleichermaßen notwendig!  
Dieses Jahrzehnt ist entscheidend für sofortige und tiefgreifende Emissionssenkung!**

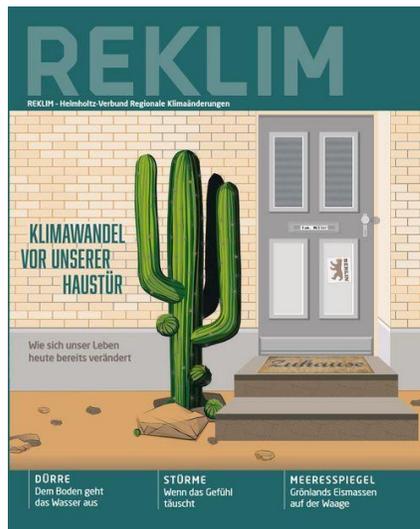


**Wir müssen in ein Zeitalter der Klima-Lösungen kommen. Die Optionen, die uns auf den Weg bringen, sind vorhanden und erschwinglich. Sie müssen aber durch uns und entsprechenden Klimapolitik unterstützt und befördert werden.**

Bau- und Umweltausschuss, Magistrat der Seestadt Bremerhaven  
11. April 2024

## Klimaschutz und Klimaanpassung Vom Wissen zum Handeln

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



### Dr. Klaus Grosfeld

Alfred-Wegener-Institut  
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung  
und  
Forschungsverbund Regionale Klimaänderungen und Mensch (REKLIM)

## klimafit – wissen.wollen.wandeln, ein Erwachsenenbildungsprojekt an vhs



vhs-Kurs Singen, 2023

[www.klimafit-kurs.de](http://www.klimafit-kurs.de)

- Bildungsprojekt zum regionalen Klimawandel an vhs seit 2017
- durch Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des BMWK von 2022 – 2024 gefördert
- regional angepasste innovative Blended-Learning-Kursmodule, die an 164 Volkshochschulen in ganz Deutschland angeboten werden
- Vermittlung von Wissen über die globalen und regionalen Ausprägungen des Klimawandels und seiner Auswirkungen
- Anregungen, wie Bürgerinnen und Bürger aktiv und vernetzt werden können
- Ausbildung von Multiplikatoren im kommunalen Klimaschutz
- 2023: Nationale Auszeichnung „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ des BMBF und der deutschen UNESCO Kommission