

So geht Zukunft: Wissensbausteine zur Klimakrise

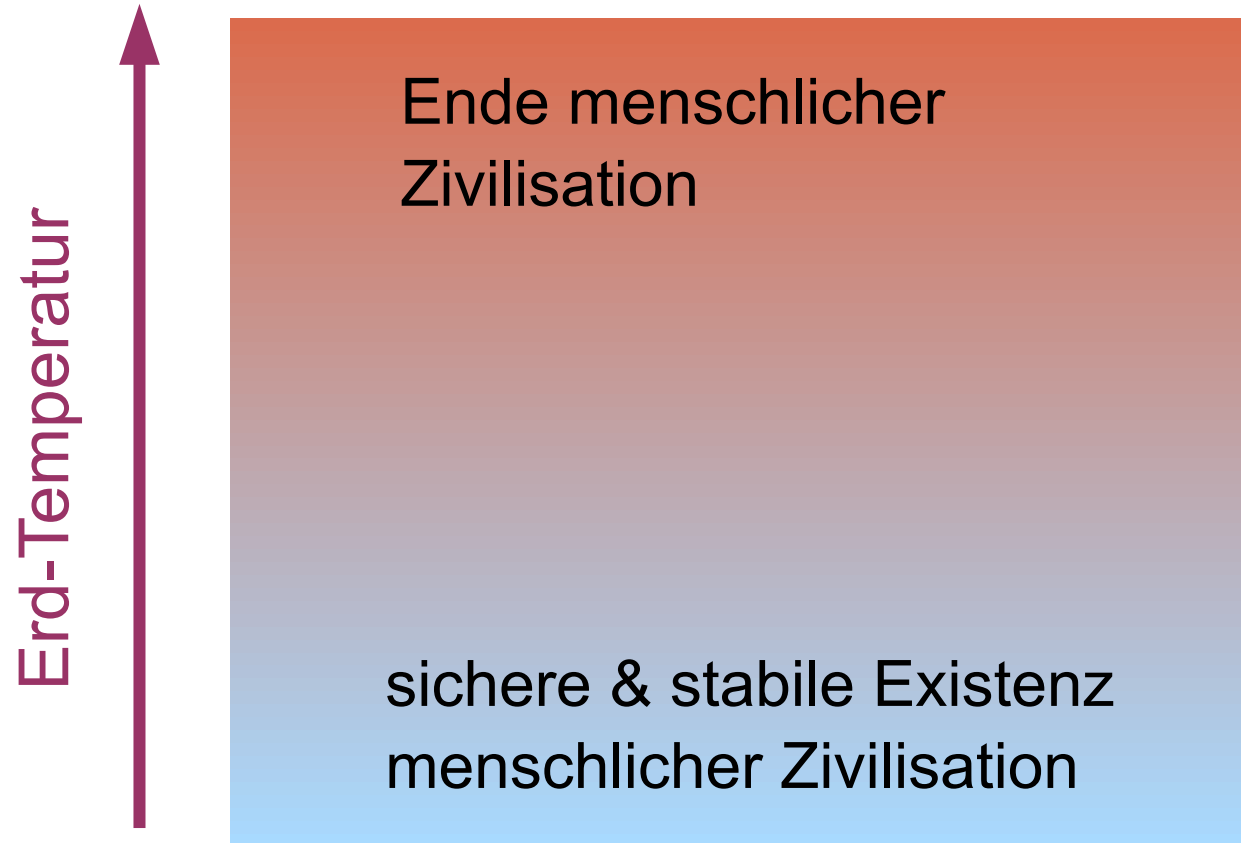


Uwe Scheithauer

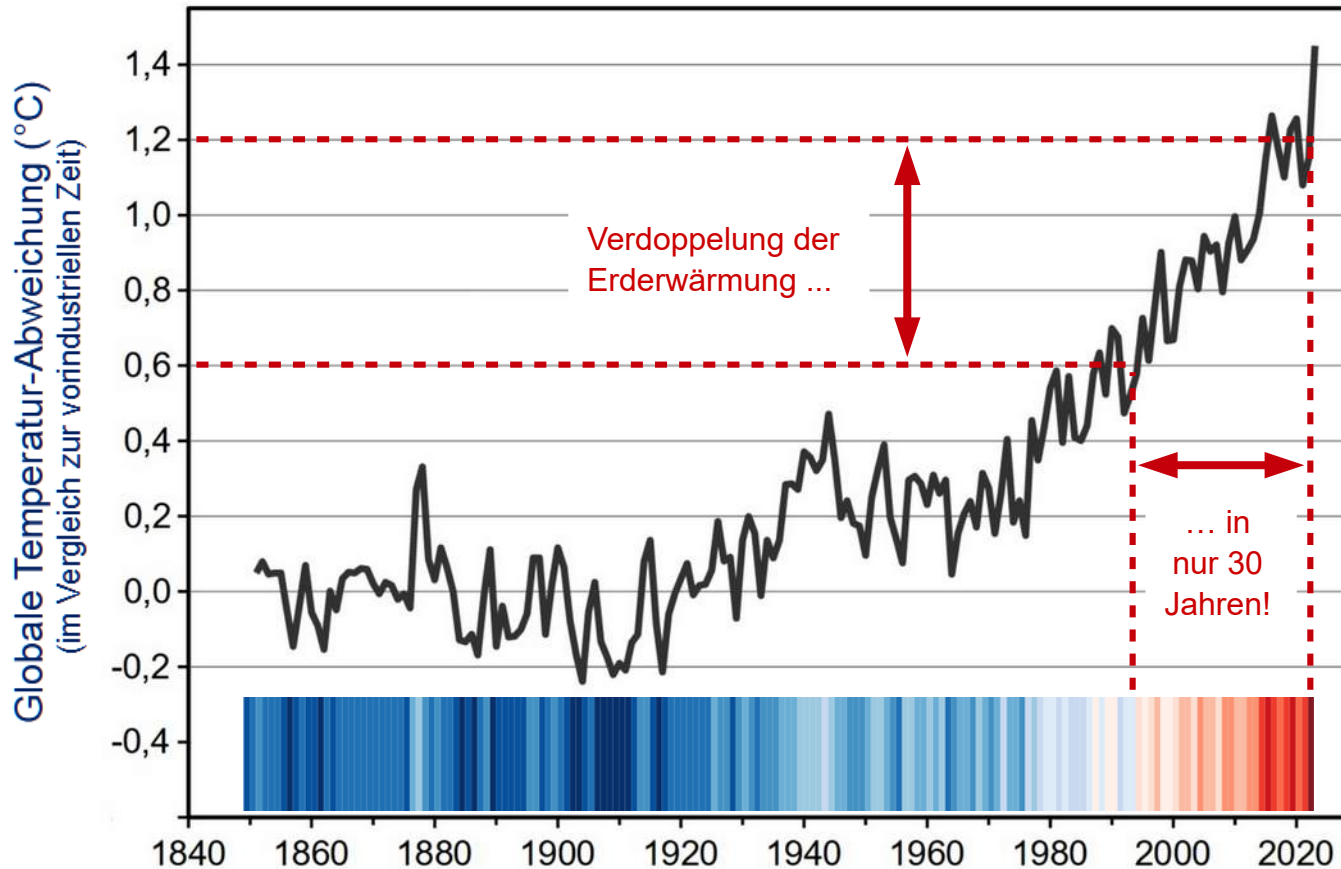


8. Oktober 2024

Voraussetzung für unsere Zivilisation



rasanter Temperatur-Anstieg → Klimakrise



- Weltweit ist die Durchschnitts-Temperatur bereits **um etwa 1,2°C** angestiegen (relativ zu 1850–1900).
- Rund die **Hälfte des Anstiegs** erfolgte in den letzten 30 Jahren.

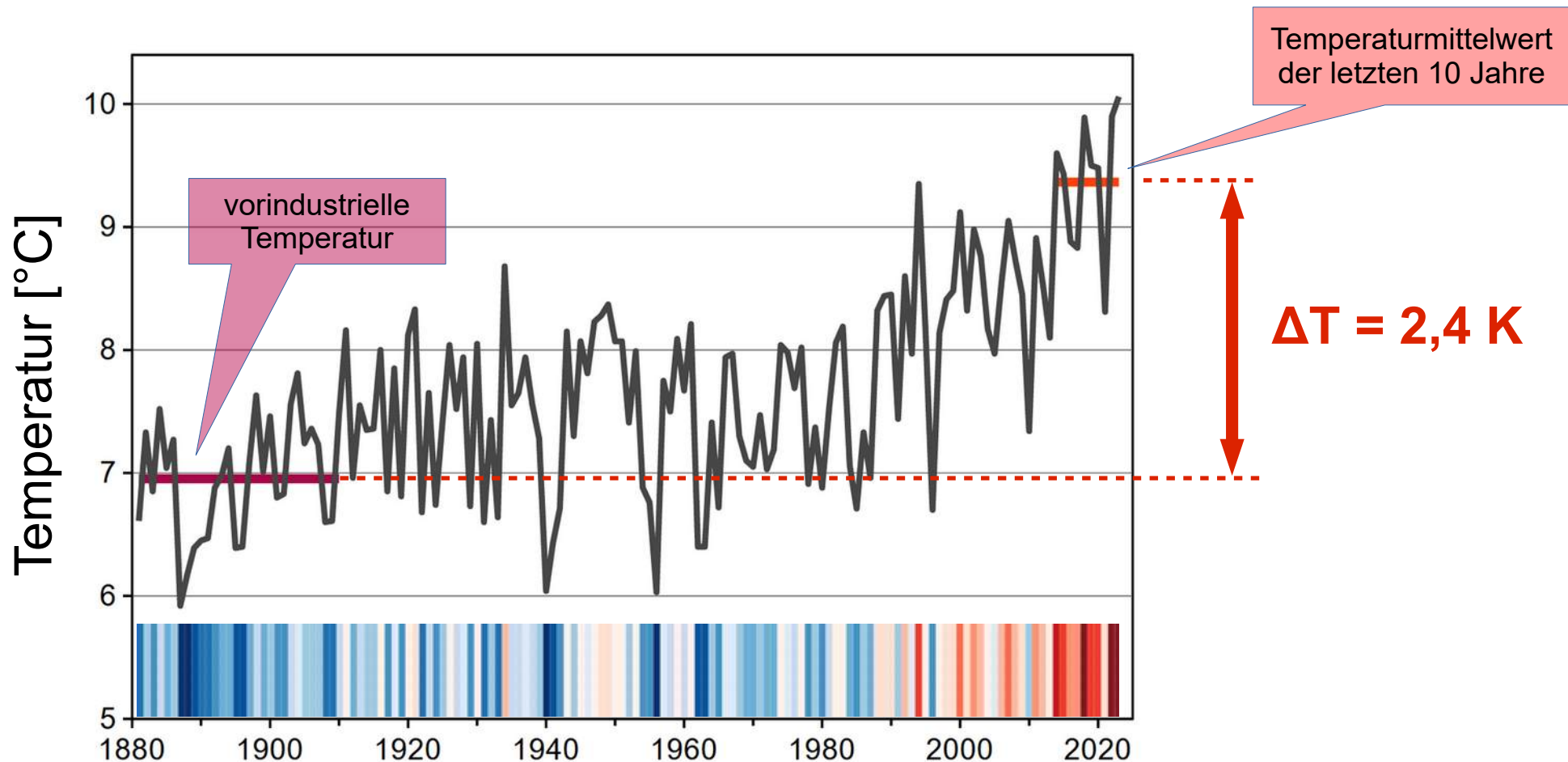
Piers M. Forster et al., Indicators of Global Climate Change 2023: annual update of large-scale indicators of the state of the climate system and human influence, Earth System Science Data, 2024

Daten:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6321535>

World Meteorological Organization, State of the Global Climate 2023 (WMO-No. 1347) & State of the Global Climate 2022 (WMO-No. 1316) & State of the Global Climate 2021

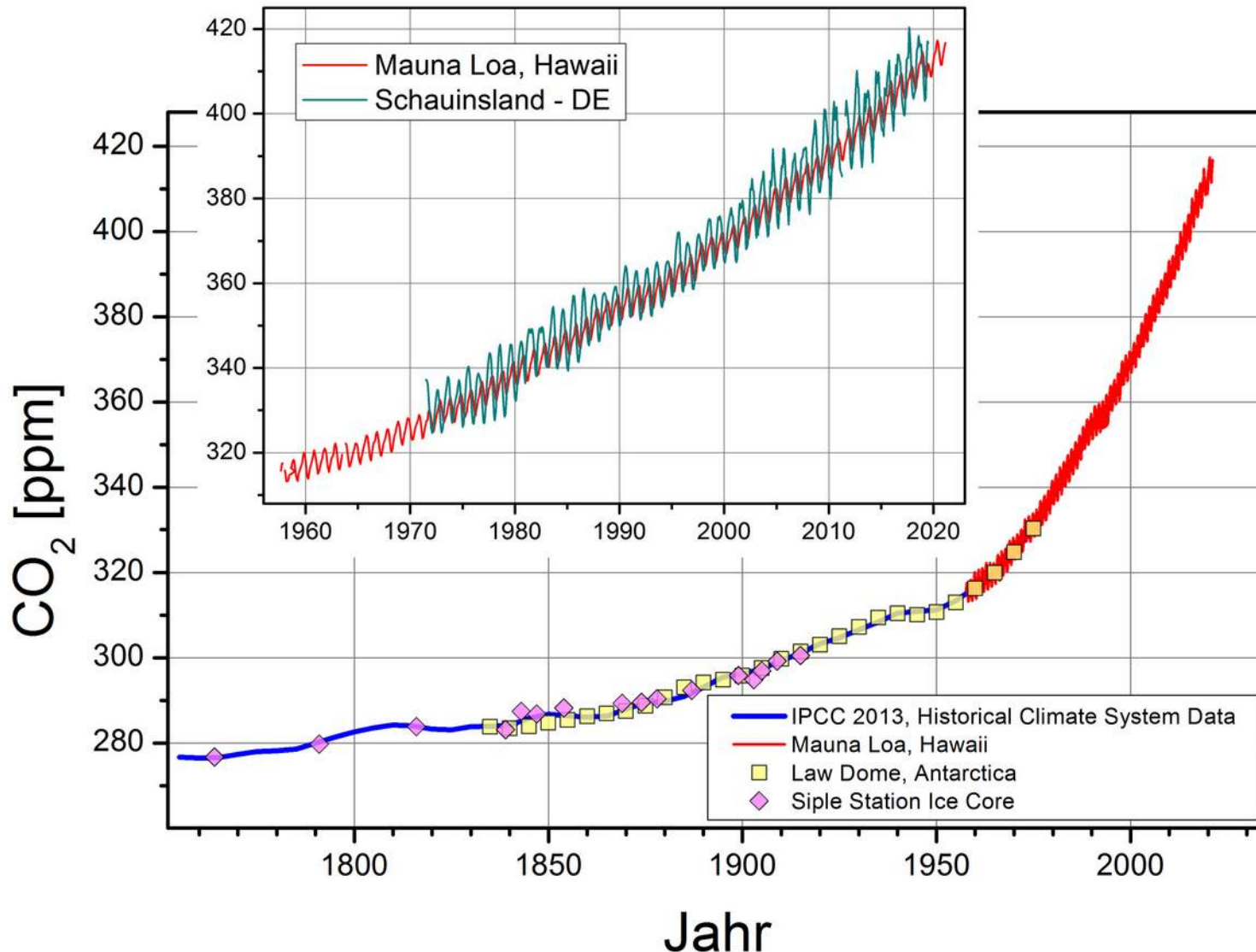
Temperaturanstieg in Bayern



Daten vom DWD, download am 16.4.2024: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/regional_averages_DE/annual/
Zeitreihen fuer Gebietsmittel fuer Bundeslaender und Kombinationen von Bundeslaender, erstellt am: 20240415

Klimakrise

CO₂-Konzentration in der Atmosphäre

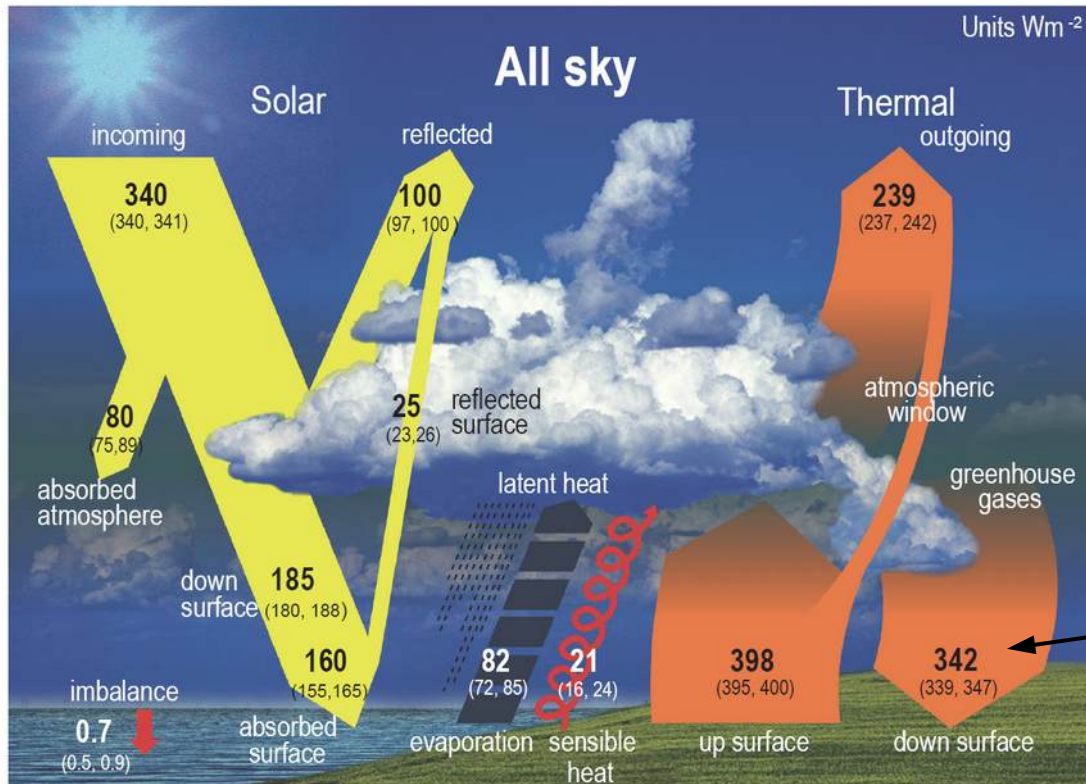


- vor Beginn der Industrialisierung: ~ 275 ppm
- Seit Beginn der Industrialisierung (~1800) steigt dieser Wert. Ab ~ 1950 ist der Anstieg rasant.
- heute: ~ 420 ppm

Daten:
CO₂-Meßdaten seit ca. 1955 vom Umweltbundesamt, download am 9.12.20219
IPCC, T.F.Stocker et al., CLIMATE CHANGE 2013 - The Physical Science Basis, Cambridge University Press, 2014
D.M. Etheridge, et al., Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
H. Friedli et al., 1986, Ice core record of 13C/12C ratio of atmospheric CO₂ in the past two centuries. Nature 324:237-38

Strahlungsbilanz der Erde

Wirkung infrarot-aktiver Moleküle in der Atmosphäre



ICCP AR6 WGI Climate Change 2021: The Physical Science Basis

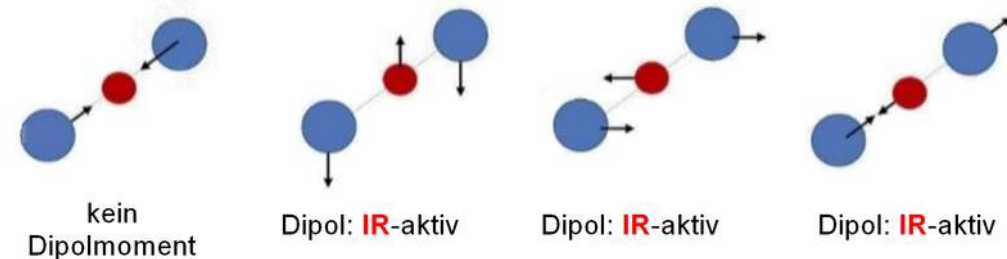
	Radiative forcing	Concentration [ppm]
RCP8.5	> 8.5 W / m ² in 2100	> 1370 CO ₂ - equiv. in 2100
RCP6.0	~ 6 W / m ² at stabilization after 2100	~850 CO ₂ - equiv. (at stabilization after 2100)
RCP4.5	~ 4.5 W / m ² at stabilization after 2100	~650 CO ₂ - equiv. (at stabilization after 2100)
RCP2.6	Peak at ~ 3 W / m ² before 2100 and then declines	Peak at ~490 CO ₂ - equiv. before 2100 and then declines

R.H.Moss et al., The next generation of scenarios for climate change research and assessment, Nature, 2010, 747-756

- Felsen-Erde: - 18°C
 - mit Atmosphäre: ~ 14°C
- Infrarot-aktive Moleküle nehmen von der Erde emittierte Infrarotstrahlung auf und re-emittieren dann diese auch in Richtung Erdoberfläche zurück.

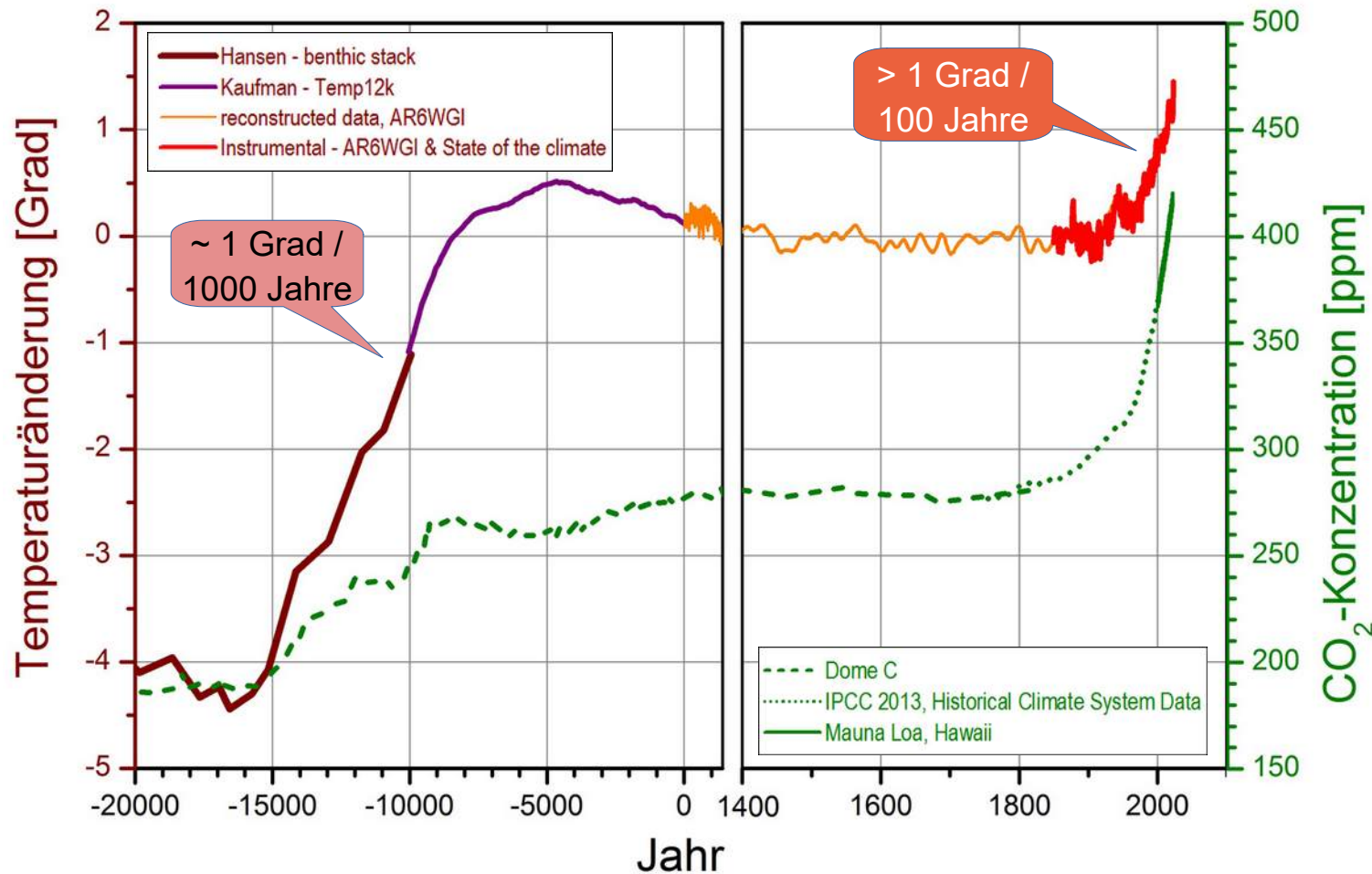
2,79 W/m²

Schwingungen des CO₂-Moleküls



P. D. Jones et al., Surface air temperature and its changes over the past 150 years, Rev.Geophys.,37, 1999, 173-199

Globale Oberflächentemperatur & CO₂-Konzentration seit Ende der letzten Eiszeit

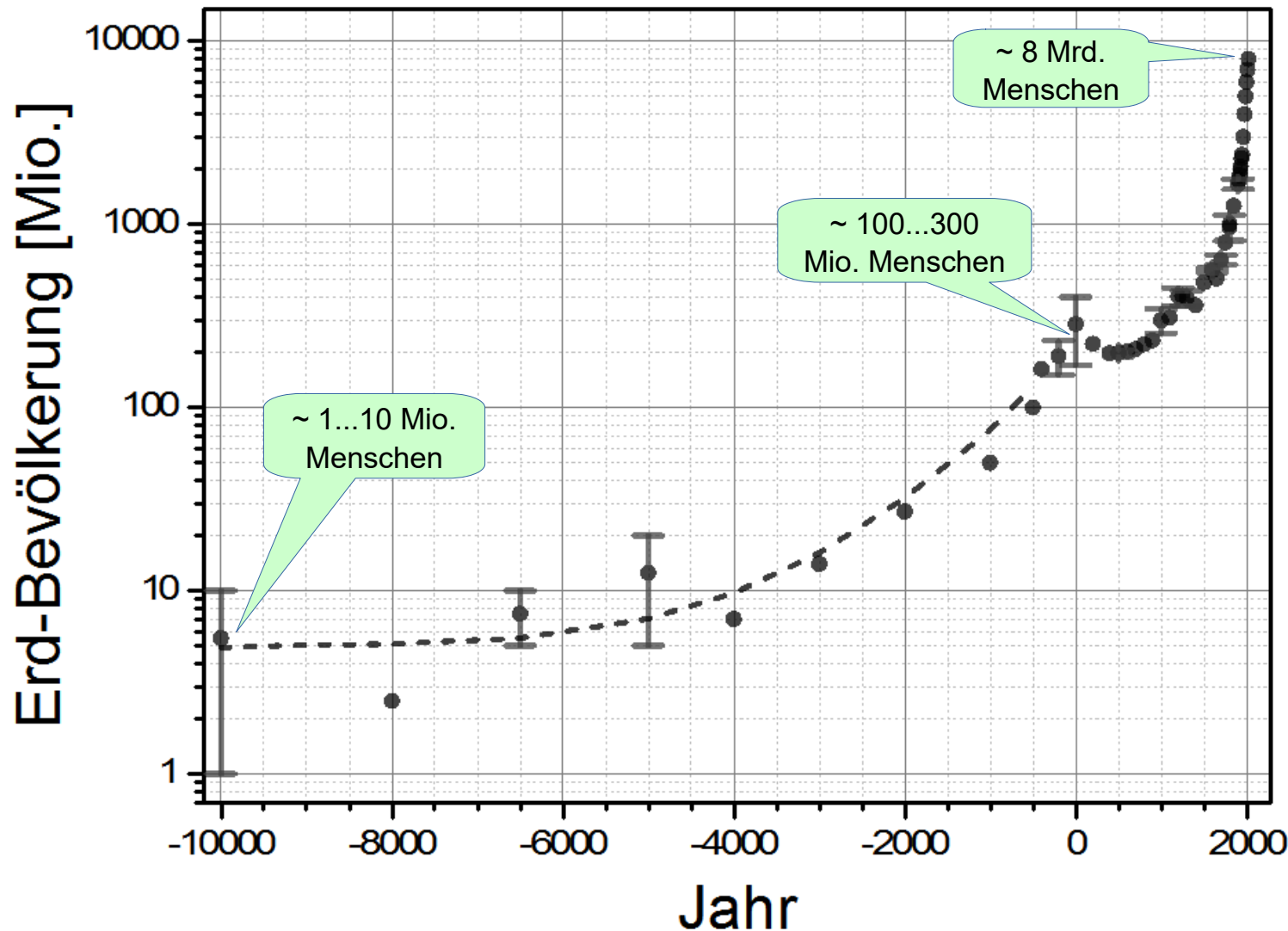


Änderung der Parameter:

- Temperaturanstieg am Ende der letzten Eiszeit:
~ 4-5 Grad &
~ 1 Grad / 1000 Jahre
- nach Eiszeitende über lange Zeit geringe Temperatur – und CO₂-Konzentrations-Änderungen
- seit ~1850:
sehr schnelle Temperaturzunahme
> 1 Grad / 100 Jahre &
Temperatur-Erhöhung um ~ 1,2 Grad
- CO₂-Konzentrations-Anstieg von vorindustriellen ~ 275 ppm auf ~ 420 ppm heute

D.S.Kaufman & N. P.McKay, Technical Note: Past and future warming - direct comparison on multi-century timescales, *Climate of the Past*, 18, 2022, 911–917
 IPCC AR6 Working Group I, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*, SPM.1, reconstructed data
 World Meteorological Organization, *State of the Global Climate 2023/2022/2021*
 D.Lüthi et al., High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present, *Nature* 453, 2008, 379–382
www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#kohlendioxid-
 IPCC AR5 Working Group I, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Annex II

Entwicklung der Erdbevölkerung



Seit dem Ende der letzten Eiszeit ist die Erdbevölkerung von ca. 1 - 10 Mio. auf demnächst 10 Mrd. Personen angewachsen.

www.census.gov/data/tables/time-series/demo/international-programs/historical-est-worldpop.html
abgerufen am 14.02.2021
UNEP, One Planet, How Many People? A Review of Earth's Carrying Capacity, 2012
Wikipedia: World population estimates
UNEP, One Planet, How Many People? A Review of Earth's Carrying Capacity, 2012

Neolithische Revolution & weitere Entwicklung



Getreide:
ab ~ 9 000 v. Chr.



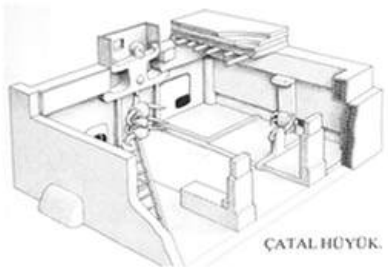
Pyramiden:
~ 2680 bis 2180 v. Chr.,
Grabstätten ägyptischer
Pharaonen des Alten Reiches



Schafe und Ziegen:
ab ~ 8 000 v. Chr.



Kolosseum:
zwischen 72 und 80 n. Chr. errichtet

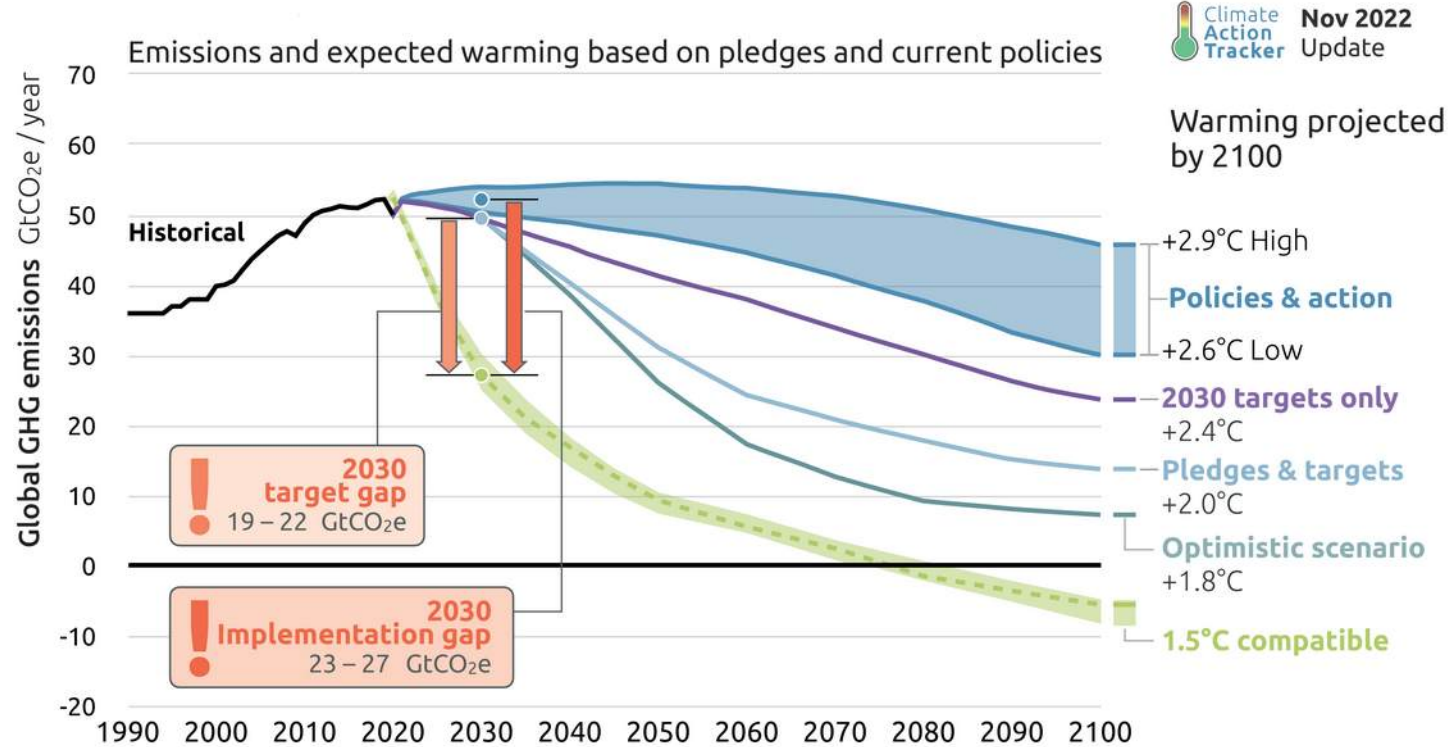
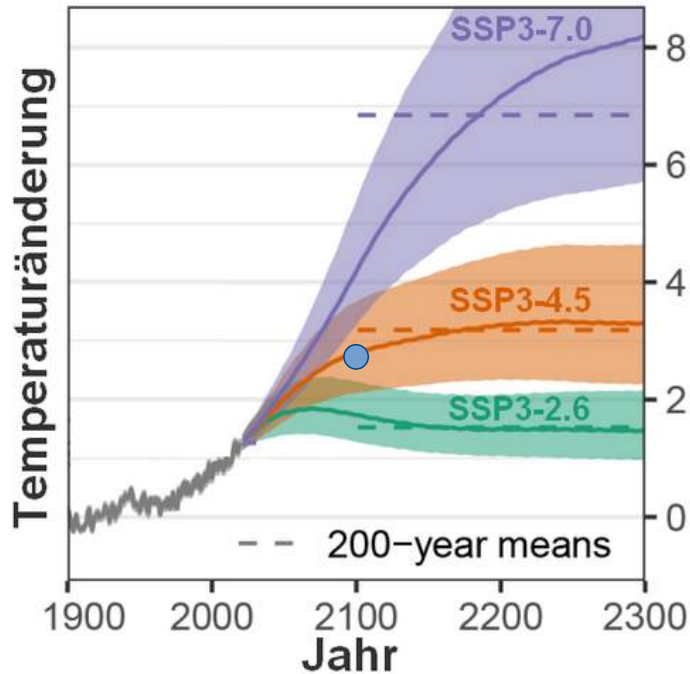


älteste bekannte
Siedlungen:
Catal Hüyük
Jungsteinzeit
7500 und 5700 v. Chr.
Blütezeit um 7000 v. Chr.



Eiffelturm:
von 1887 bis 1889 errichtet,
10100 Tonnen, 330 m

AR 6:

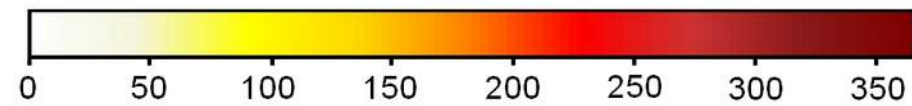
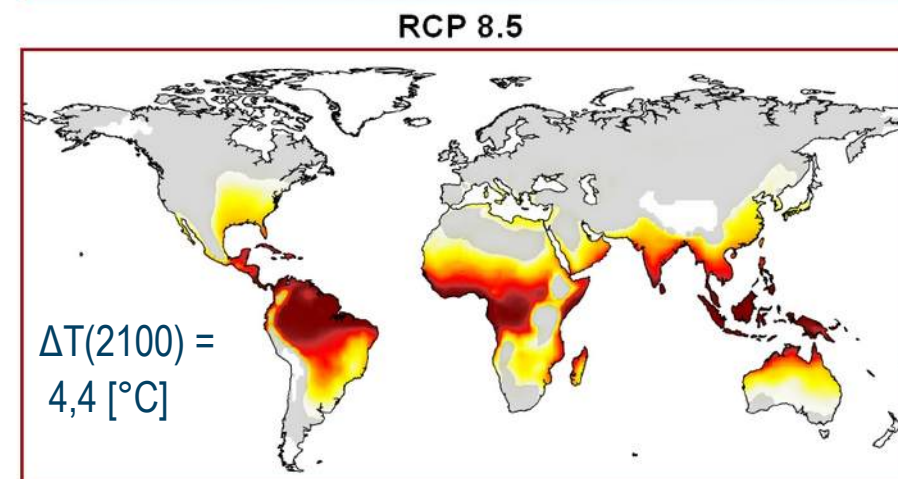
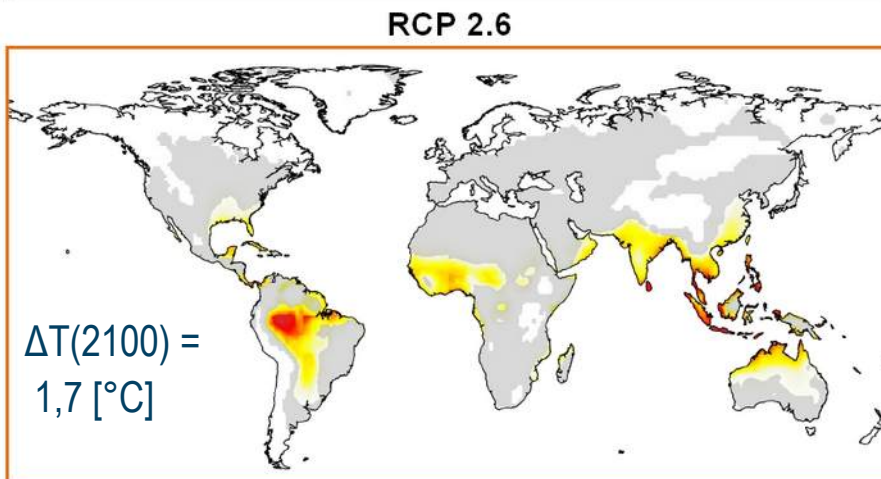
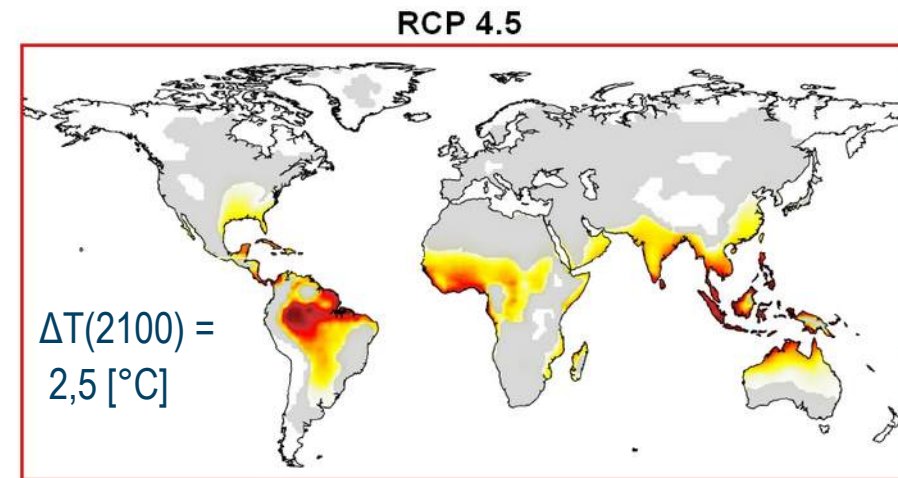
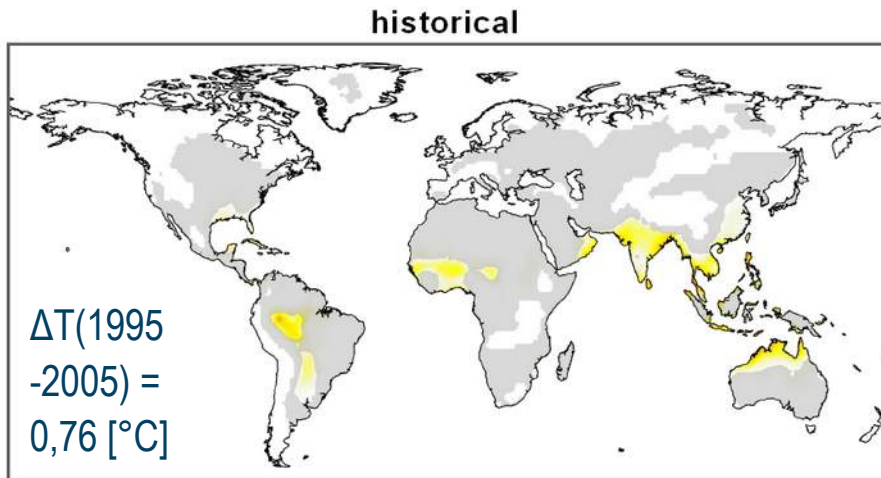


- Wir sind heute **nicht** auf dem Pfad ‚**Pariser Klimaziel**‘
- Bei einer Temperaturerhöhung von 2,6 ... 2,9 Grad werden **große Gebiete in Äquatornähe unbewohnbar, der Meeresspiegel steigt an & Kippelemente ausgelöst.**

<https://climateactiontracker.org/global/temperatures/>

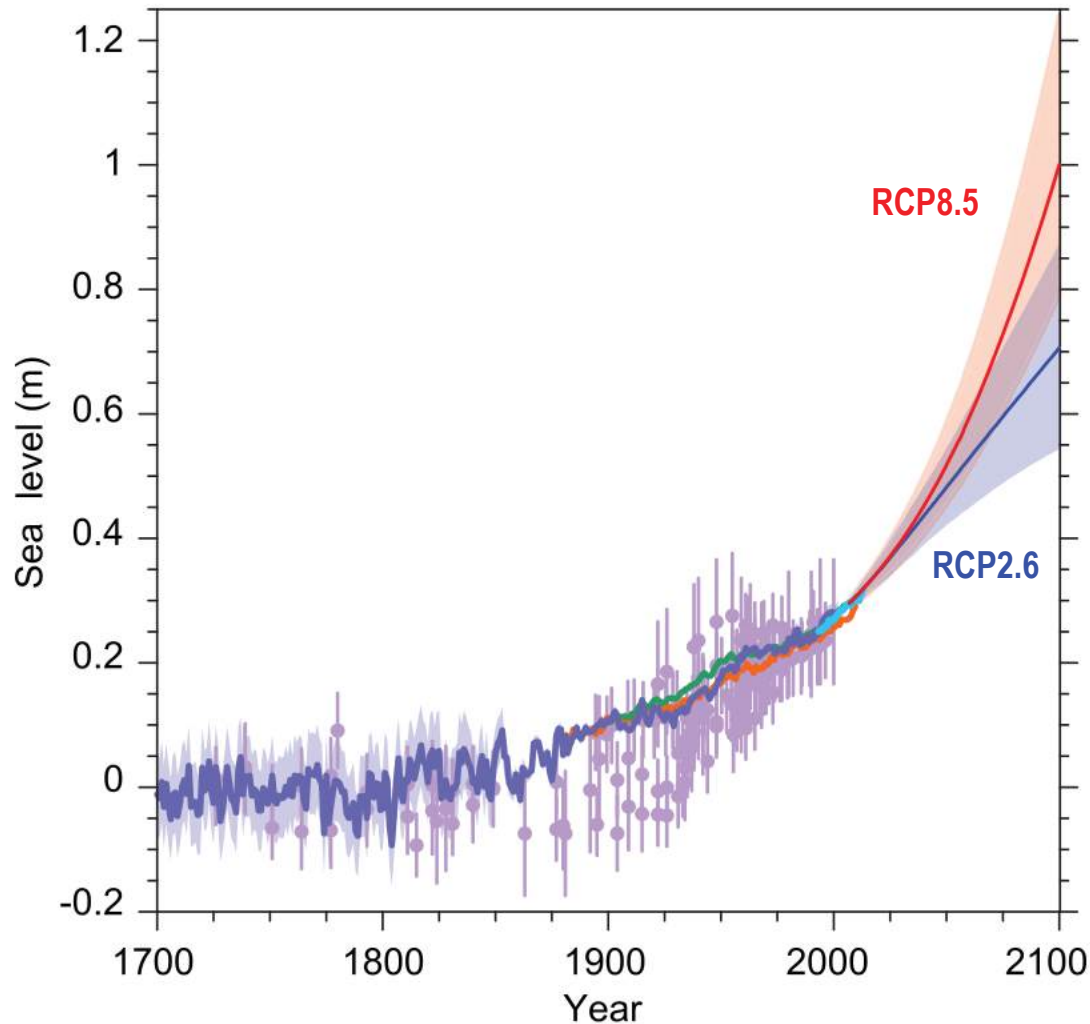
Temperaturanstieg: tödliche Hitze in der Zukunft

Vgl. 1995-2005 mit 3 Szenarien 2090-2100



Number of days per year above deadly threshold

Meeresspiegelanstieg in naher Zukunft



- Meeresspiegelanstieg 2100 im Vergleich zu vorindustriellem Wert:
~ 0,7 ... 1 m
- Flache Küstengebiete und viele Inseln werden überflutet und damit unbewohnbar!

IPCC, T.F.Stocker et al., CLIMATE CHANGE 2013 - The Physical Science Basis, Cambridge University Press, 2014

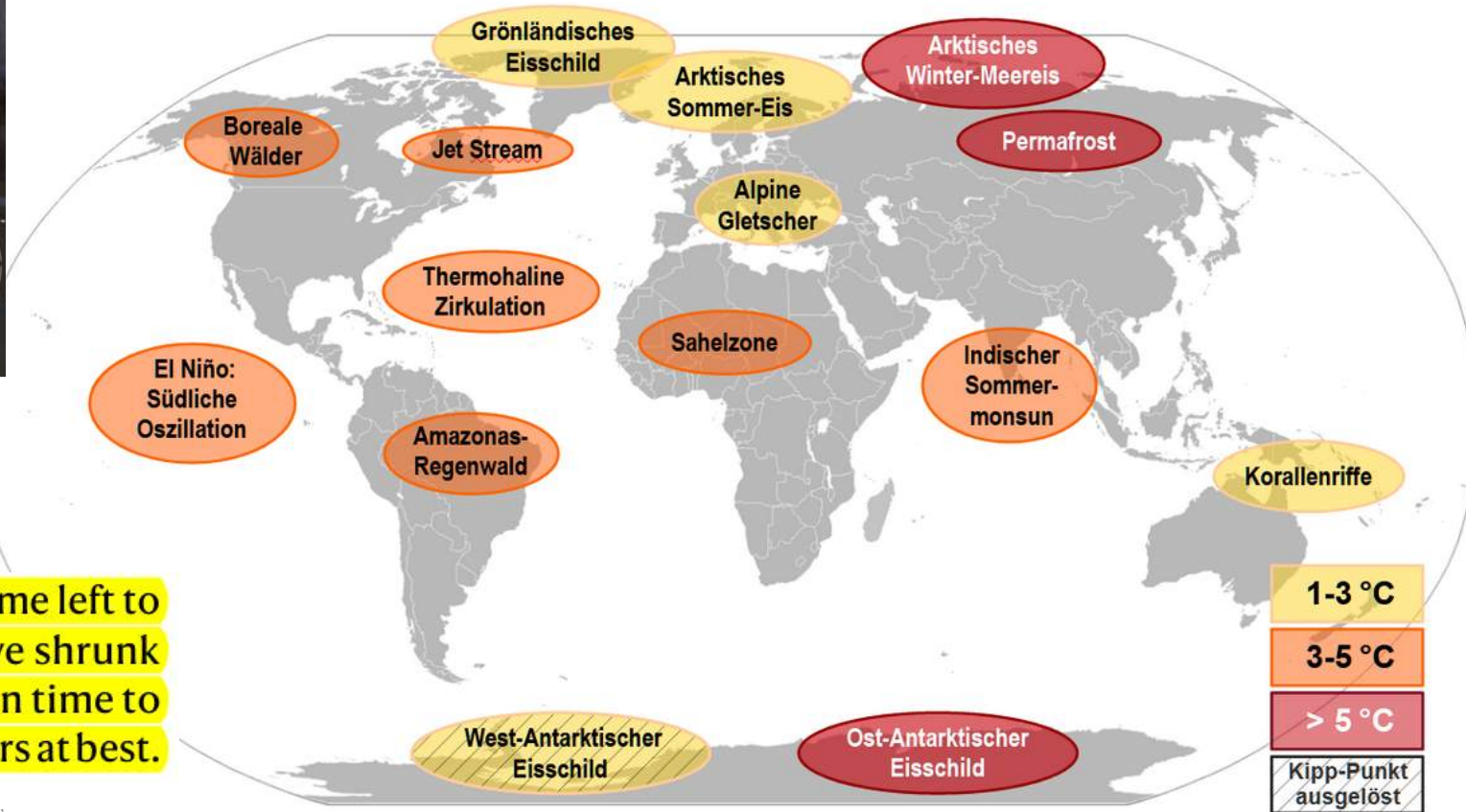
Kippelemente

Alltags-Kippelement:



<https://pixabay.com/photos/boiling-over-of-milk-ceramic-hob-2474181/>

Kippelemente im Klimasystem:

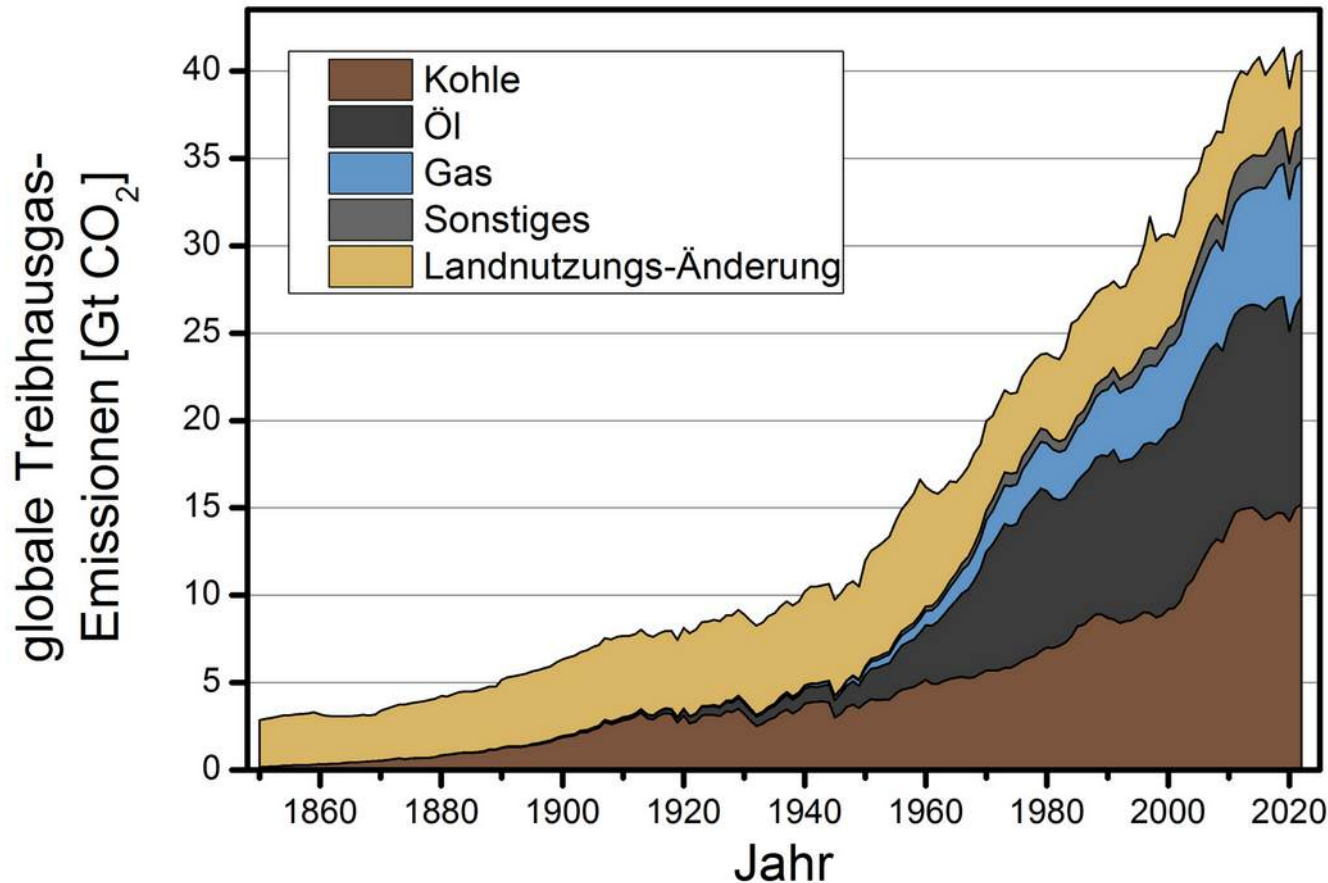


We argue that the intervention time left to prevent tipping could already have shrunk towards zero, whereas the reaction time to achieve net zero emissions is 30 years at best.

T.M.Lenton et al., Climate tipping points - too risky to bet against, Nature, 575, 2019, 592--595

Map: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BlankMap-World-large.png>
 Daten: W.Steffen et al., Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, PNAS, 115, 2018, 8252-8259 & K.A.Naughten et al., Unavoidable future increase in West Antarctic ice-shelf melting over the twenty-first century, Nature Climate Change, 2022, DOI: 10.1038/s41558-023-01818-x

Anthropogene Treibhausgas-Emissionen



„Potenzial“:

Noch verfügbare zusätzliche Emissionen, um 1,5 °C-Ziel nicht zu überschreiten (2023):

≈ 300 Gt CO₂

Gas, Erdöl & Kohle:

≈ 5400 Gt CO₂

(könnten wir noch fördern)

- Wir dürfen nicht alle Vorräte fossiler Energien fördern und verbrennen.
- Umstellen auf erneuerbare Energien

P. Friedlingstein et al., Global Carbon Budget 2021, Earth System Science Data, 2021, DOI: 10.5194/essd-2021-386
 Daten: <https://robbieandrew.github.io/GCB2023/>; Slide 85

Reduzierung anthropogene Treibhausgas-Emissionen: zu langsames und unentschlossenes Handeln

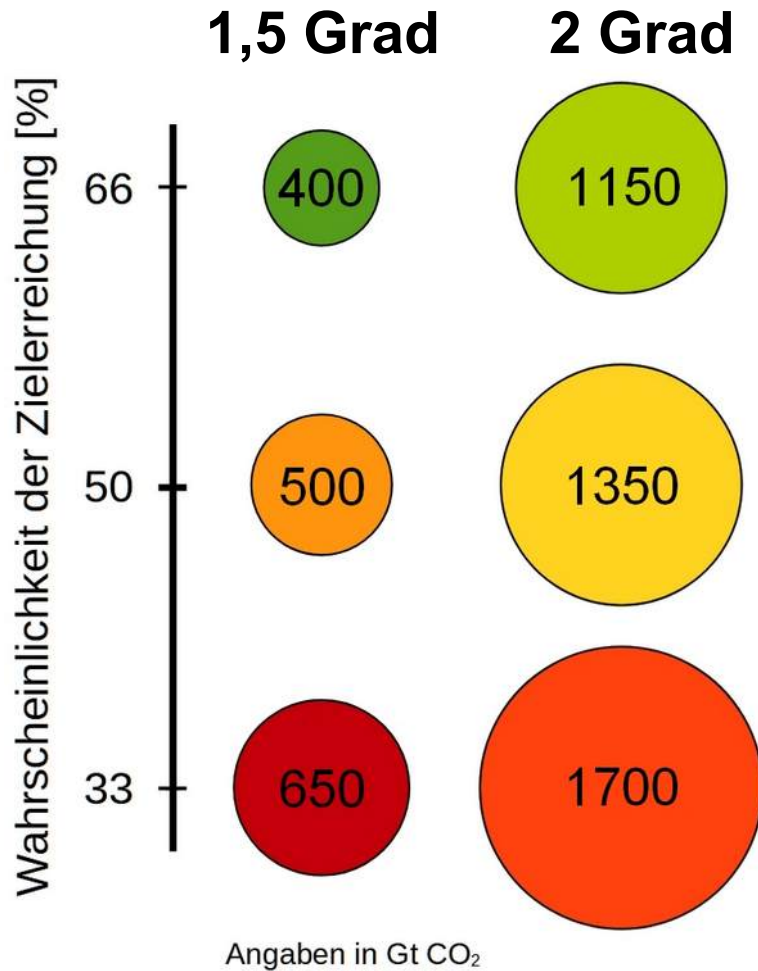


- Weltweite Gewinne mit Öl und Gas (Länder & Konzerne / im Zeitraum 1970-2020): **3 Mrd. US\$/Tag**
- Nachhaltige und energieeffiziente zukünftige Energiebereitstellungen werden unter dem Begriff ‚Technologieoffenheit‘ zerredet.
- ...
- EXXON wusste schon 1978 (interner, geheimer Bericht):
... eine Verdopplung der CO₂-Konzentration der Erdatmosphäre führt zu einer Erderwärmung von 1,5 – 3 °C in niedrigen und mittleren Breiten mit einem 2 bis 3 mal größerem Effekt an den Polen. ...

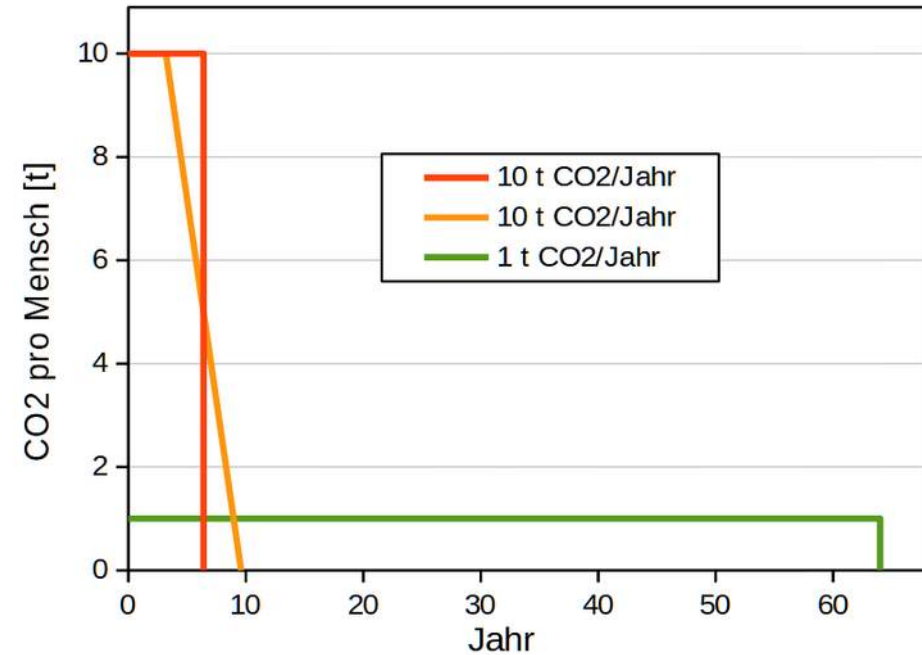
A.Verbruggen, The geopolitics of trillion US\$ oil & gas rents, International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, 36, 2022, 3-10
Exxon Research and Engineering Company, The Greenhouse Effect, June 6, 1978, Ref.No: 78PR 461

Pariser Klimaschutz-Abkommen

Verbleibendes CO₂ - Restbudget (2020)



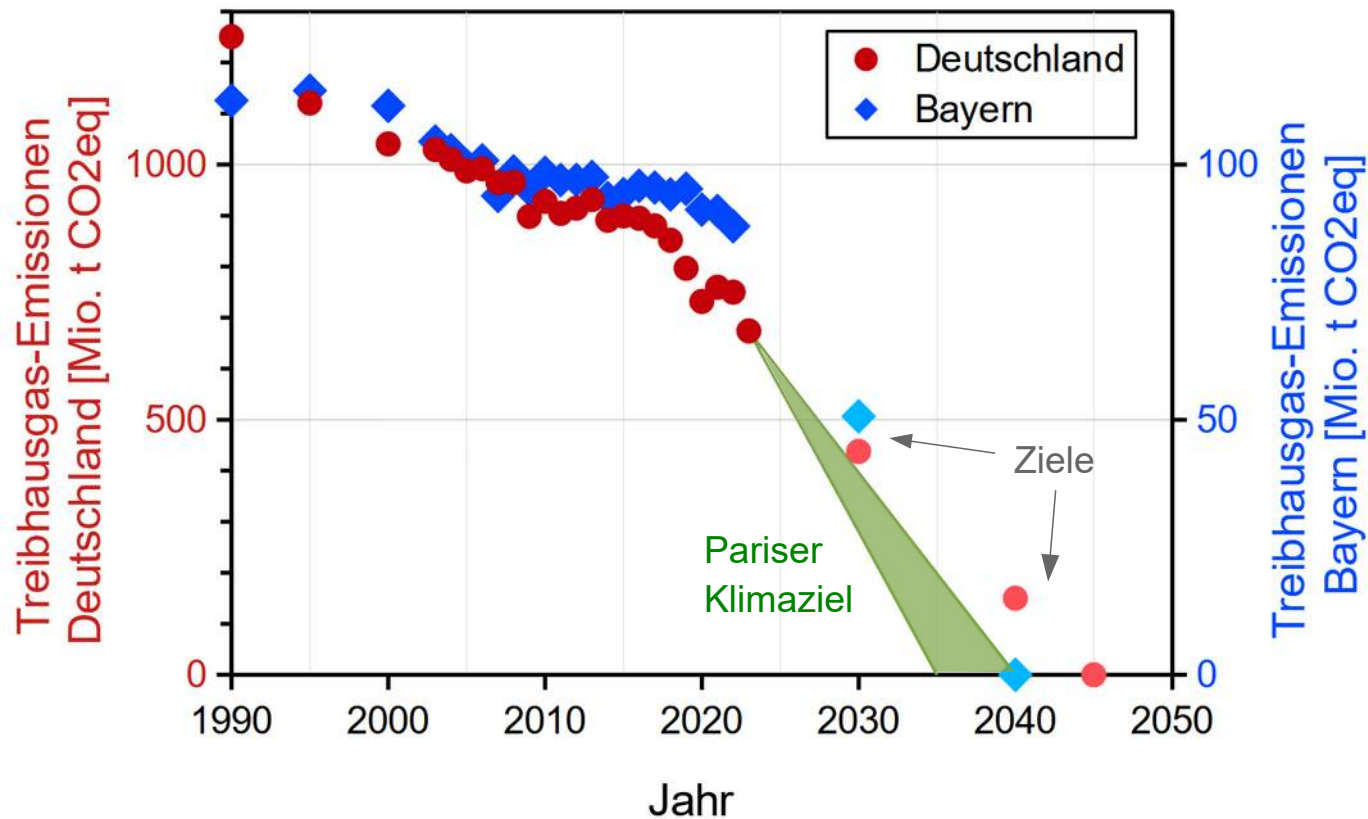
Restbudget / Mensch (2020)
 ≈ 64 [t CO₂]



Wir in den hochindustrialisierten Ländern müssen schnell handeln!

V.Masson-Delmotte et al., IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896

Treibhausgasemissionen: DE & Bayern



- Emissions-Reduktion in Bayern langsamer als in Deutschland
- Für das **Pariser Klimaziel** müssen wir mehr tun!

Fußabdruck als Funktion der Abgrenzung

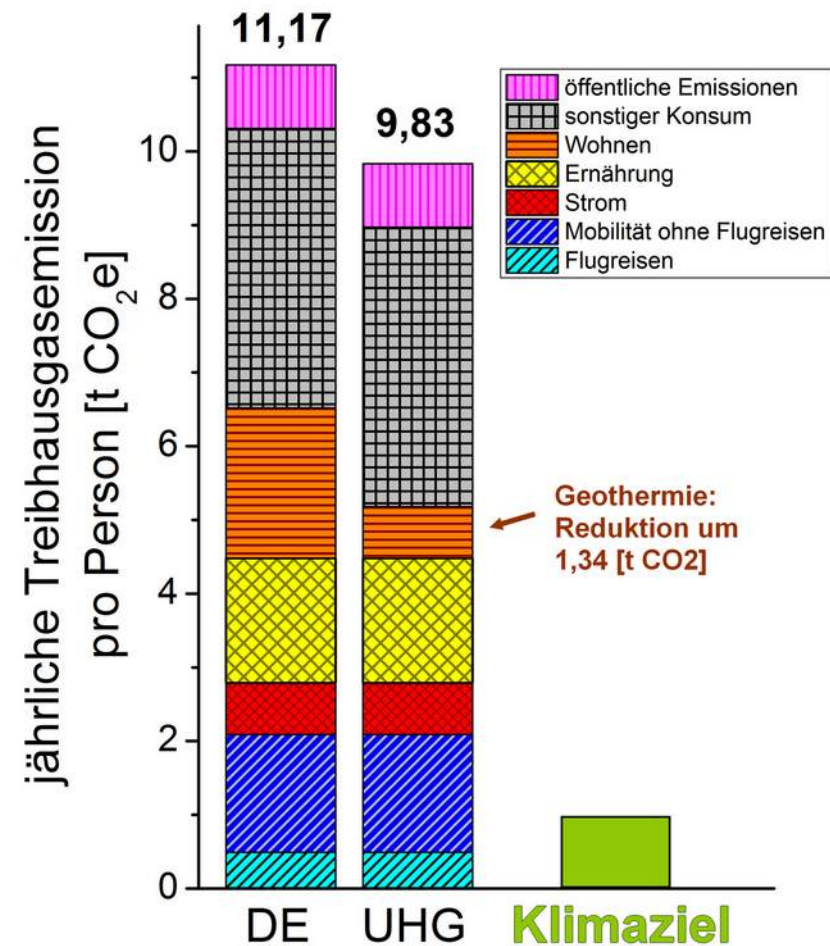
Unterhaching:



Für diese Emissionen ist die Gemeinde Unterhaching politisch verantwortlich.

Der Gemeinderatsbeschuß 9/2021 ‚Klimaneutralität 2030‘ bezieht sich darauf.

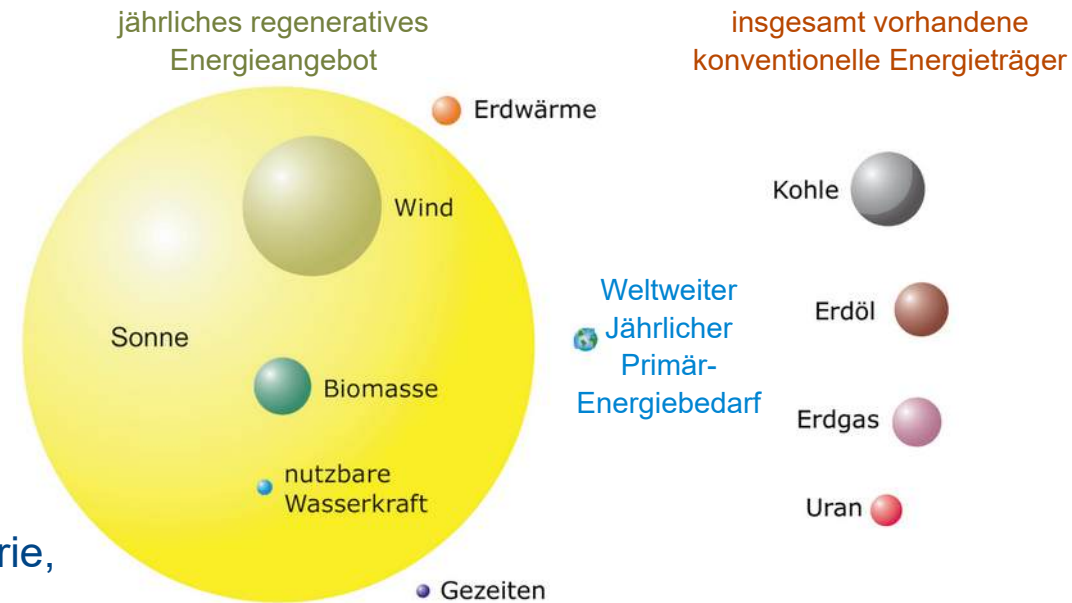
Klimaschutz im Landkreis München, Daten und Diagramme, Treibhausgasbericht und Projekte, Berichtsjahr 2020



Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Klimaschutz in Zahlen - 2021, Juni 2021
 Datenblatt Geothermie Unterhaching_2021-1.pdf, https://www.geothermie-unterhaching.de/cms/geothermie/web.nsf/id/pa_daten_fakten.html, abgerufen am 15. Juni 2022

Reduktion der CO₂-Emissionen

- **regenerative Energieversorgung:**
 - Sonne: thermische Nutzung, oberflächennahe Geothermie, Bioenergie, Wind, PV, Wasserkraft
 - Erdwärme: tiefe Geothermie
 - Gravitations-Energie: Gezeiten
- **Sektorkopplung:**
elektrische Energie ersetzt fossile Energieträger
 - E-Mobilität, Wärmepumpen
 - Grüner Wasserstoff: Grundstoff für Chemische Industrie, geänderte Prozesse → *Eisenverhüttung*
- **Konsum- & Verhaltensänderungen:**
 - Mobilitätsverhalten
 - Konsum, Ernährung
 - ...
- **Nachhaltiges Wirtschaften**
 - geschlossene Stoffkreisläufe
 - ...



V. Quaschnig, Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Hanser, 2014

Die tatsächlichen Kosten von ca. **250 € / t CO₂** müssen in den Preis von Waren und Dienstleistungen einfließen.

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/gesellschaftliche-kosten-von-umweltbelastungen#gesamtwirtschaftliche-bedeutung-der-umweltkosten>

Was machen wir in Unterhaching:

• Geothermie:

- Ende 2027: Vollausbau des Wärmenetzes
- Fernwärmeabsatz (2023): 118,2 GWh
- 2020: **1,34 t CO₂/Einwohner**

• Erneuerbare elektrische Energie:

- PV: Dach- & Freiflächenanlage
- BEU, Privatanlagen
- Elektrische Energie aus PV (9/23 bis 9/24): 5,51 %
- div. Programme zur PV-Förderung

<https://energiemonitor.bayernwerk.de/unterhaching>

• Klimawerkstatt:

Ergebnisse → interop-Gutachten

- PV-Ausbau bis 2030: 68 MW peak
- Wind-Ausbau bis 2030: 16 MW peak
- Vollausbau Geothermie-Fernwärmenetz
- ...

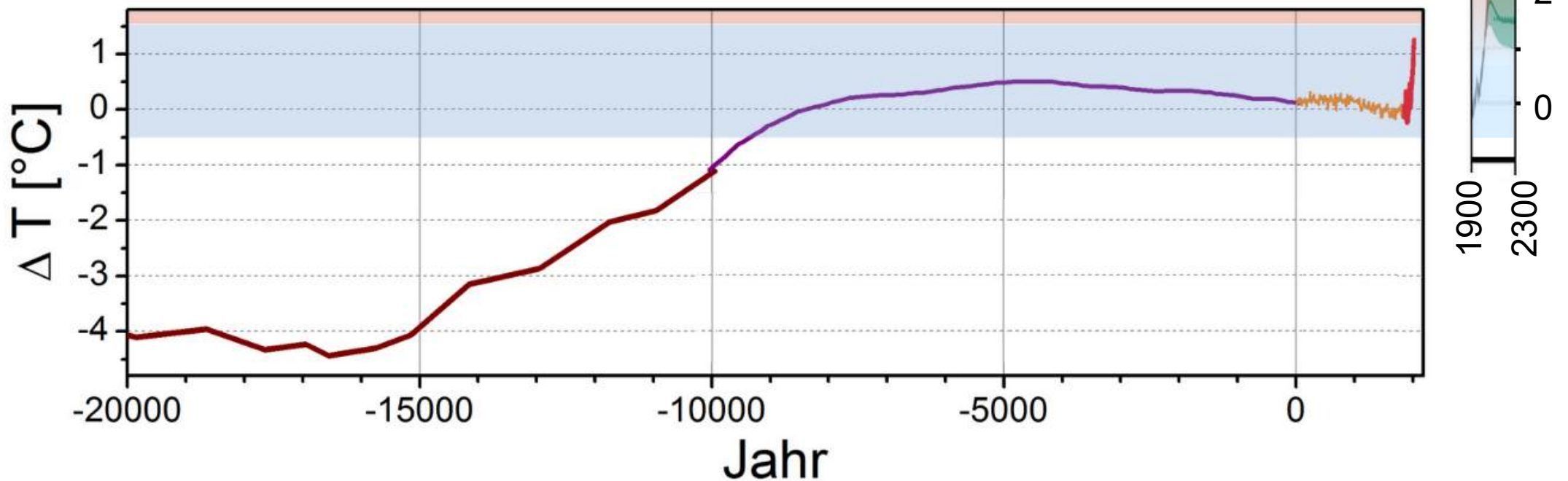
Interop, Gemeinde Unterhaching, Klimaneutralität 2030, Maßnahmenpaket, Juni 2023
<https://www.unterhaching.de/ceasy/resource/?id=2044&download=1>

• Initiativen:

- Kleidertauschpartie, Klawotte
- Verein für Lebensmittelrettung
- öffentliche Lastenfahrräder
- Stadtradeln
- ...

Agenda 21: Keimzelle von Geothermie und BEU

- Ausreichende Reduzierung der anthropogenen Treibhausgas-Emissionen
- Beitrag durch Aktivitäten auf lokaler Ebene
- Nur dann bleibt die Erdtemperatur auf einem erträglichen Niveau, das den weiteren Bestand unserer menschlichen Zivilisation gewährleistet.



SPIELRAUM

