

apl. Prof. Dr. Dr. Jörg Tremmel

Wie entsteht der CO₂-Fußabdruck?

Für eine generationengerechte
Klimapolitik



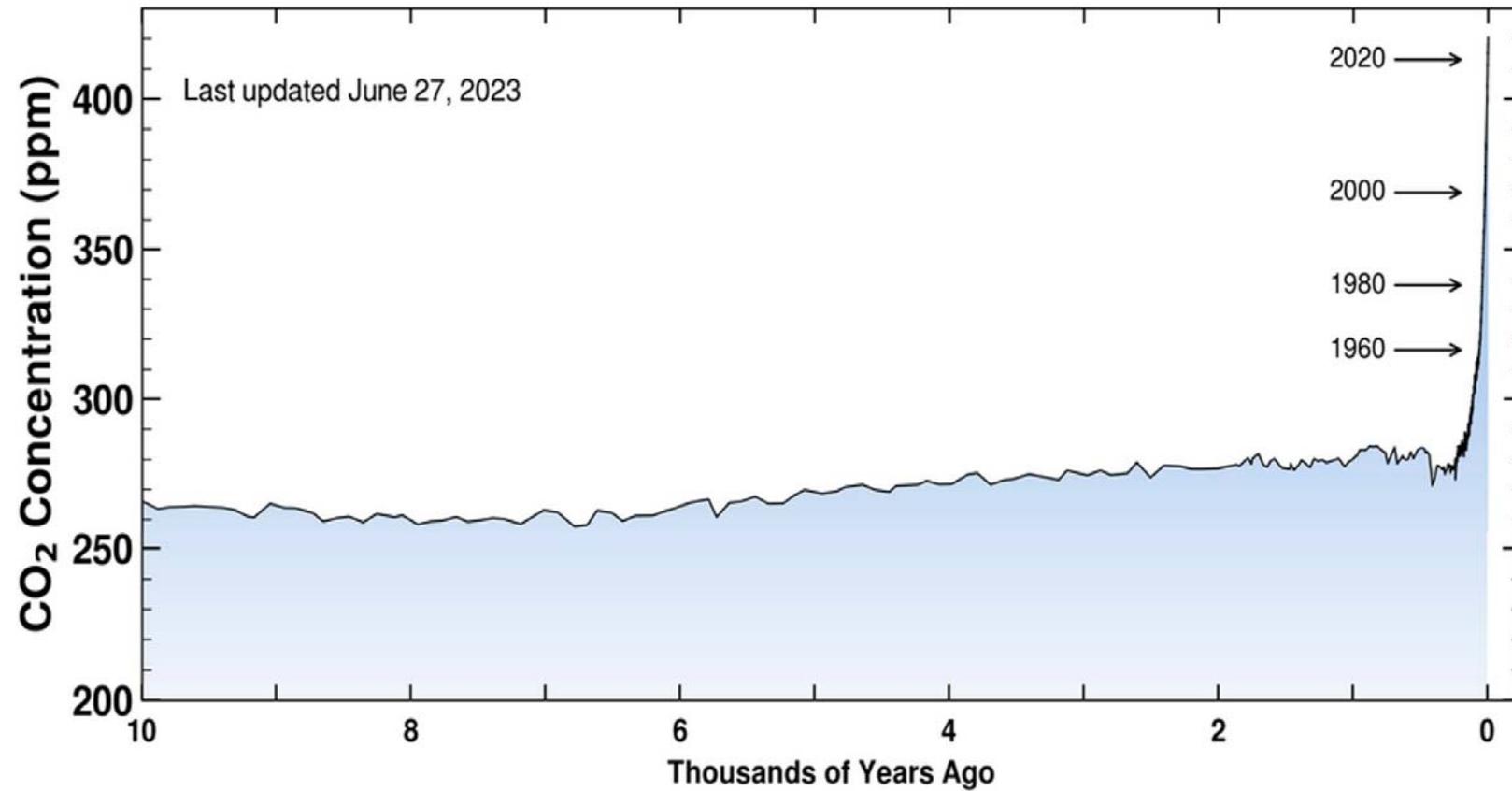
Stiftung für die Rechte
zukünftiger Generationen



Kapitel 1

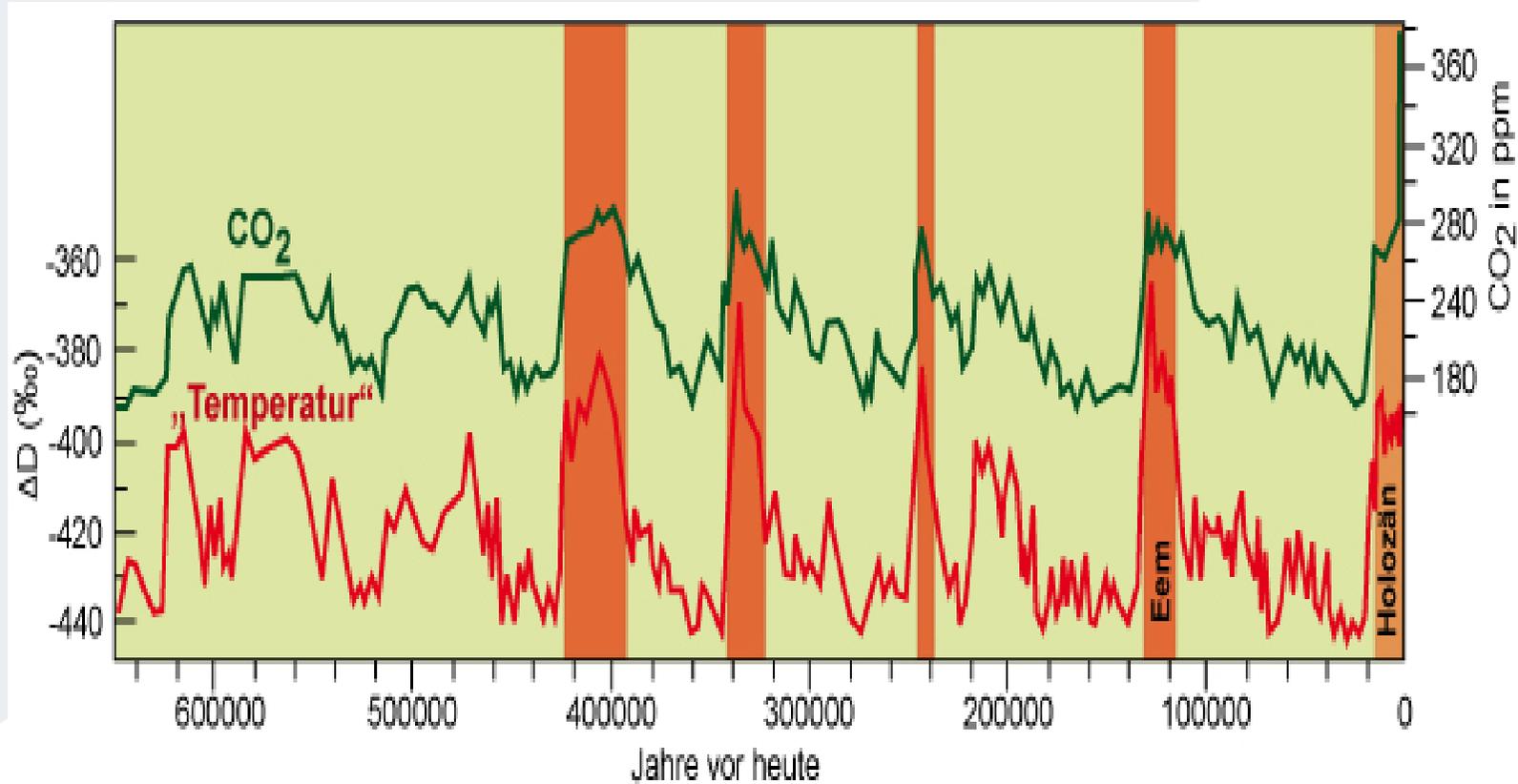
Die Erderhitzung

CO₂-Konzentration in der Atmosphäre



Source: <https://keelingcurve.ucsd.edu>

Zusammenhang von CO₂ in ppm/ Temperaturveränderungen in der Erdgeschichte



Quelle: <https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Eiszeitalter>. Datengrundlage: IPCC (2007): Climate Change 2007, Working Group I: The Science of Climate Change, Technical Summary, Figure TS.1.

Gefahr des Eintritts in eine neue Heißzeit

In der Erdgeschichte waren CO₂-Konzentration und Temperaturveränderungen eng korreliert. Sollte die Menschheit 350 ppm über einen längeren Zeitraum überschreiten, dann droht die Erde für einige Tausend Jahre in einen stabilen neuen Zustand überzugehen (siehe rot markierte Balken in der Abb. der vorherigen Folie). Dies bezeichnet man dann als *Hothouse Earth* (Steffen et al 2018) bzw. eine neue Heißzeit. Heißzeiten sind dadurch gekennzeichnet, dass die Glaziosphäre weitgehend verschwunden ist (d.h. es gibt kein Eis mehr am Nordpol und keine großen Gletscher mehr außerhalb der Antarktis), wodurch der Meeresspiegel 15-25 m höher liegen könnte als heute.

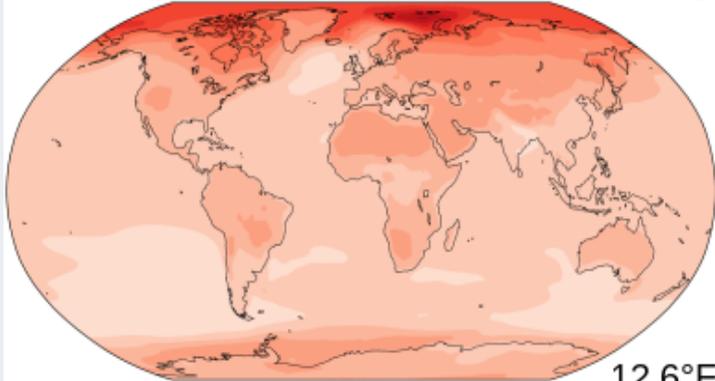
Trotz aller Klimapolitik und aller Vermeidungsanstrengungen beschleunigt sich derzeit die Zuwachsrate der CO₂-Konzentration in der irdischen Atmosphäre. In den 1970ern betrug sie 0,7 ppm/Jahr, in den 1980ern 1,6 ppm/Jahr, in den 1990er 2,2 ppm pro Jahr, und aktuell ca. 2,6 ppm pro Jahr (IPCC Working Group I 2021; Latif 2020, 55-66) – auf inzwischen 421 ppm.

Quellen:

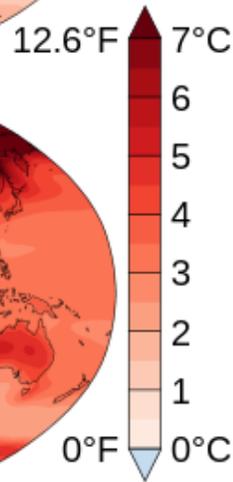
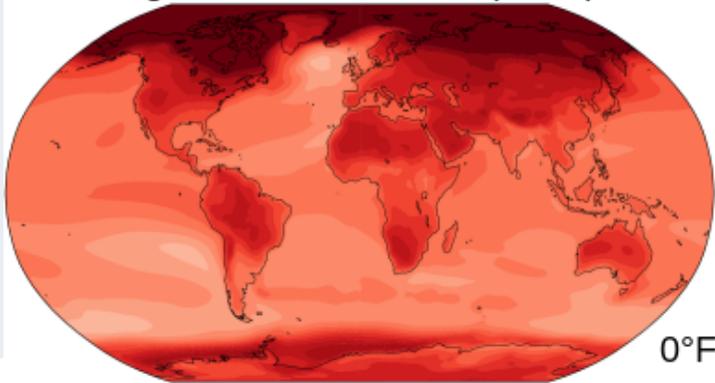
Steffen, Will et al (2018): Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. PNAS. 115 (33): 8252-8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>; IPCC WG I (2021). Climate change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press. www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/
Latif, Mojib (2020): Heißzeit: Mit Vollgas in die Klimakatastrophe - und wie wir auf die Bremse treten. München.

Temperaturerhöhung

Warming distribution at 1.5°C (2.7°F) average



Warming distribution at 4.0°C (7.2°F)

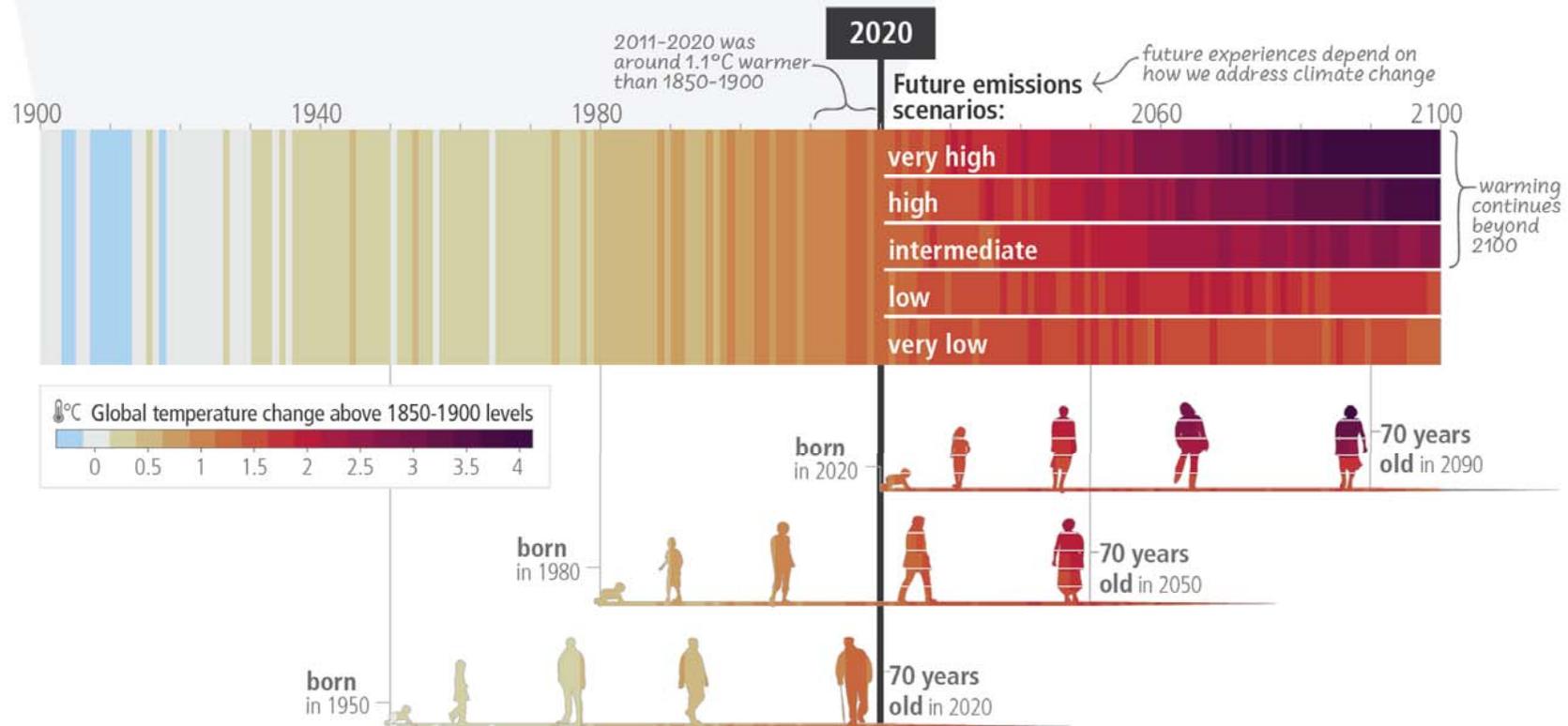


Projected global surface temperature changes relative to 1850–1900:

Big differences between 1.5 and 4 degrees

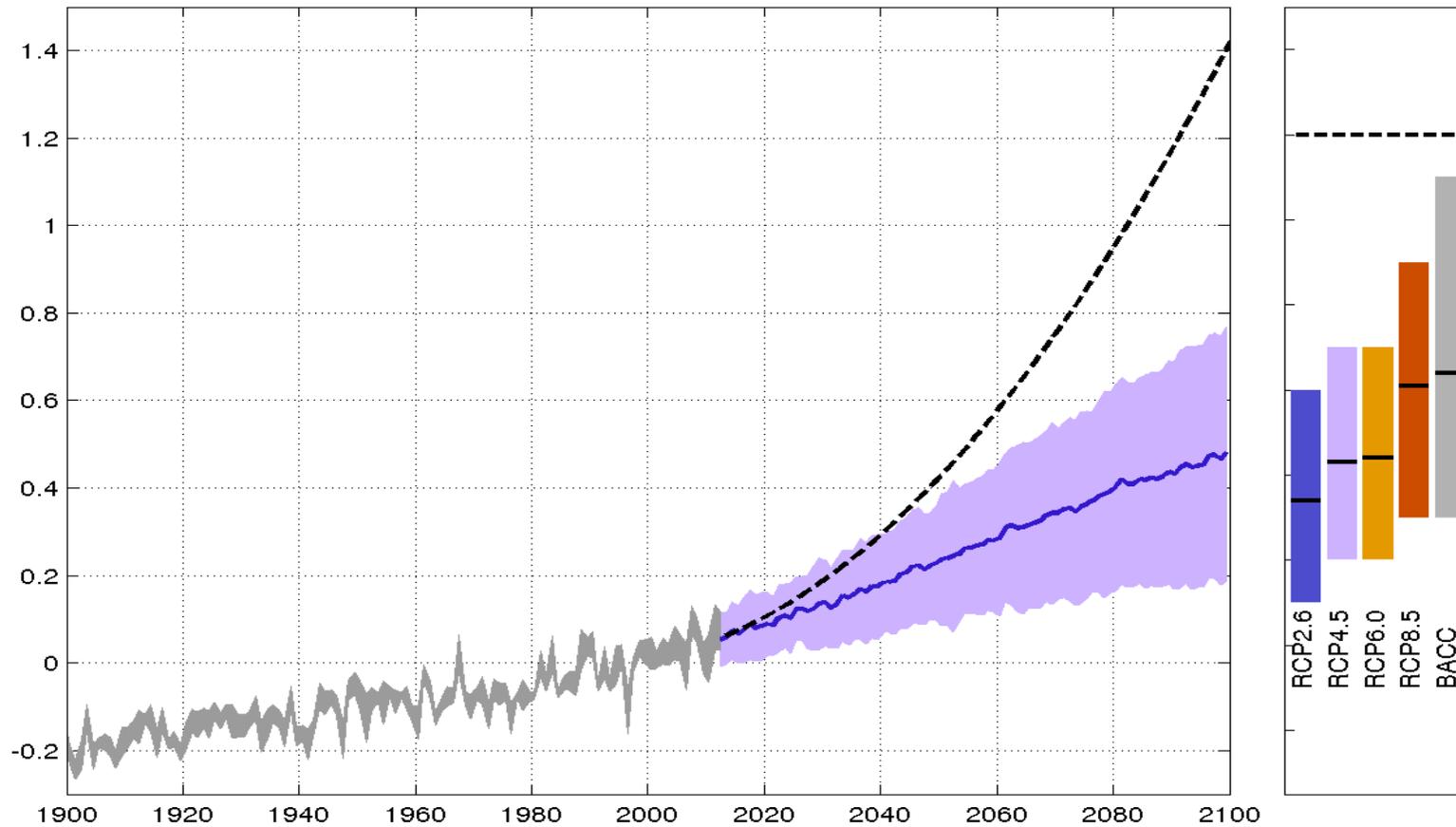
Source: Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change.

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



Quelle: IPCC [Lee, H / Calvin, K. / Dasgupta, D. / Krinner, G. et al. eds.] (2023): Synthesis Report of the IPCC sixth assessment report (AR6). Summary for Policymakers. https://report.ipcc.ch/ar6syrr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf. Seite 7. Abruf am 23.3.2023.

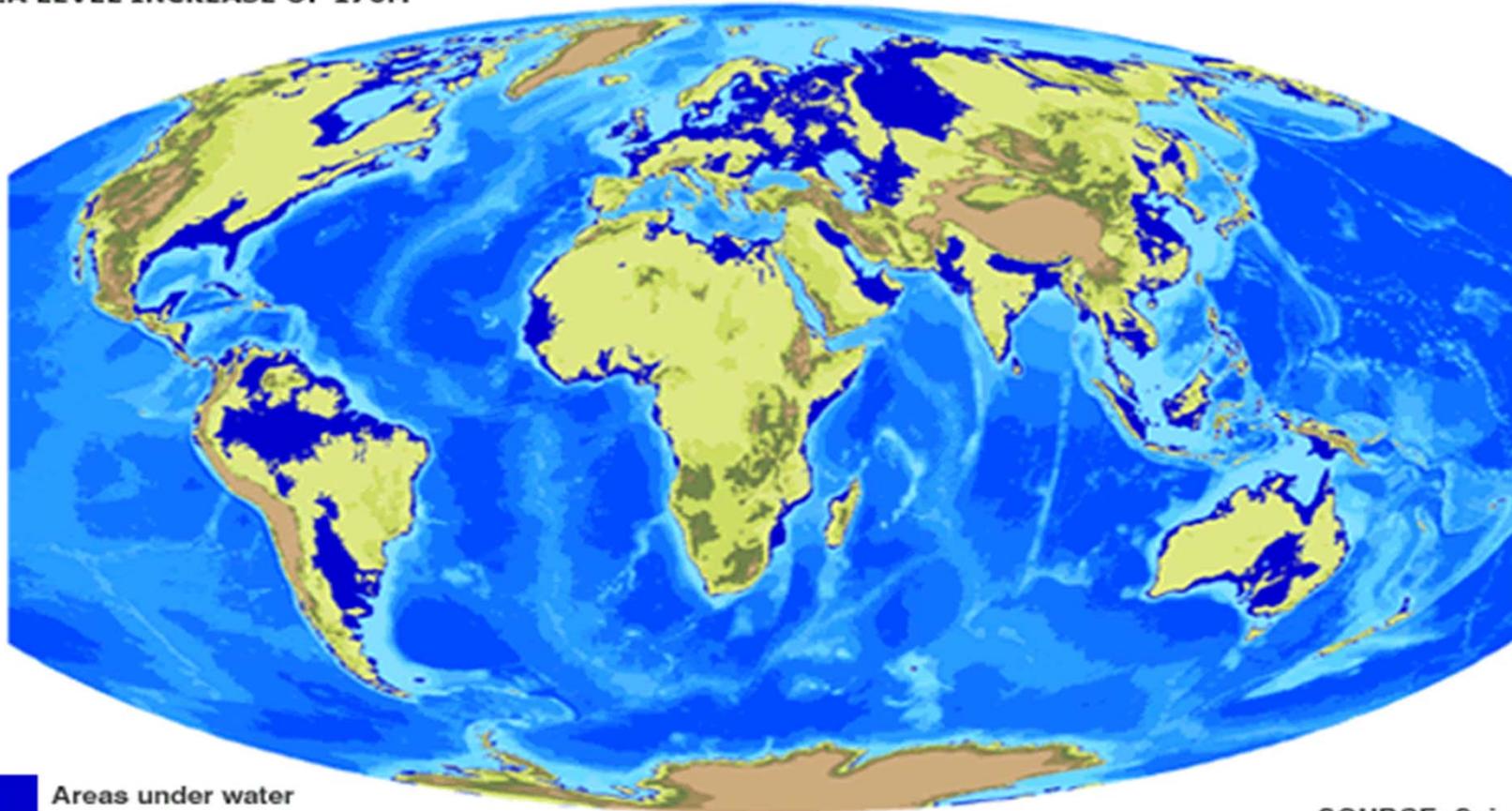
Steigender Meeresspiegel I



Source: Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change.

Steigender Meeresspiegel II

SEA LEVEL INCREASE OF 170M

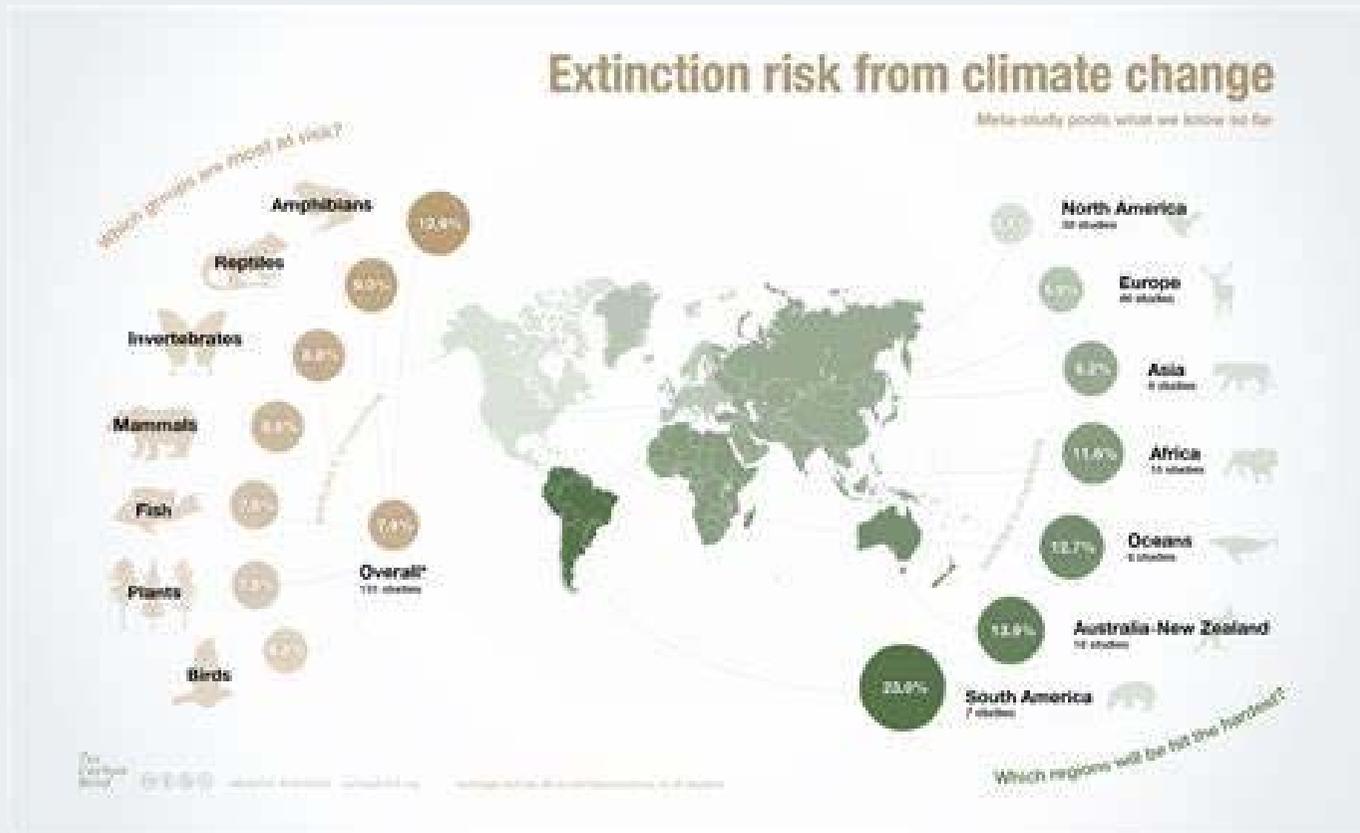


Steigender Meeresspiegel III

Germany's coastline around Hamburg at 780 ppm in the year 2095 (similar for Oslo or Bergen etc.)
Source: Ward, Peter D. (2021): The Flooded Earth. Our Future in a World without Ice Caps. New York: Perseus Books (dt. bei Oekom in München)



Global warming and species extinction



Global warming is projected to commit over one-third of the Earth's animal and plant species to extinction by 2050 if current greenhouse gas emissions trajectories continue — a catastrophic loss that would irreversibly reduce biodiversity and alter both ecosystems and human societies across the globe.

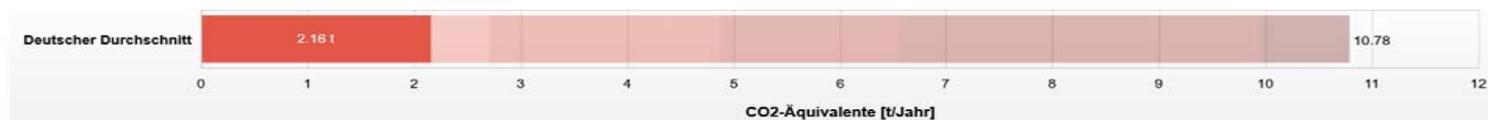


Kapitel 2

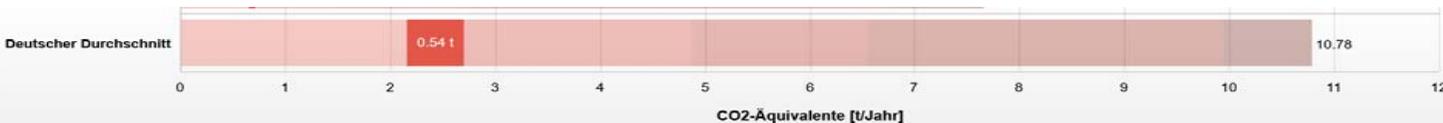
Der CO₂-Fußabdruck

10,78 t: Der Aufbau des CO₂-Fußabdrucks des/der durchschnittlichen Einwohners/in von D

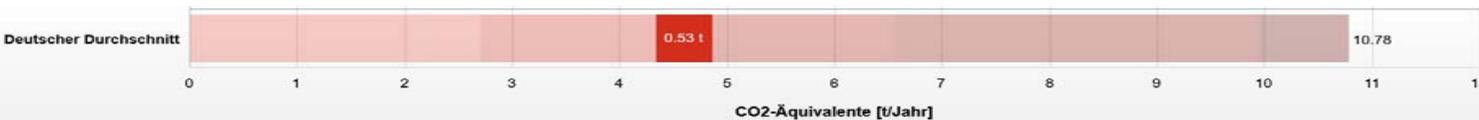
Bereich Wohnen: Durchschnitt bei 2,16 t, reduzierbar auf 0,41 t



Bereich: Stromerzeugung: Durchschnitt bei 0,54 t, reduzierbar auf 0,0



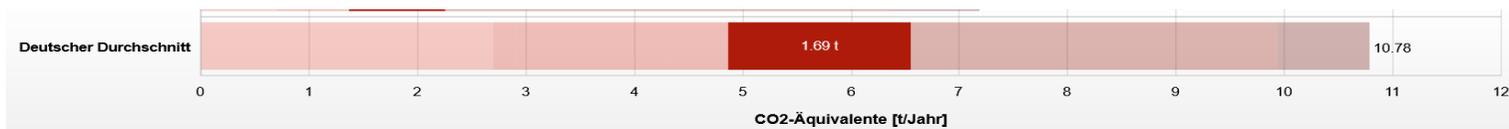
Bereich: Mobilität: Durchschnitt bei 2,16 t, reduzierbar auf 0,0 t



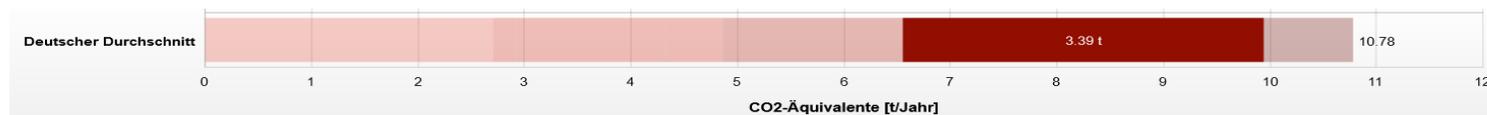
Berechnungsgrundlage für den CO₂-Abdruck: https://uba.co2-rechner.de/de_DE/; <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/der-uba-co2-rechner-fuer-privatpersonen>

10,78 t: Der Aufbau des CO₂-Fußabdrucks des/der durchschnittlichen Einwohners/in von D

Bereich Ernährung: Durchschnitt bei 1,69 t, reduzierbar auf 0,88 t



Bereich: Sonstiger Konsum: Durchschnitt bei 3,39 t, reduzierbar auf 0,1

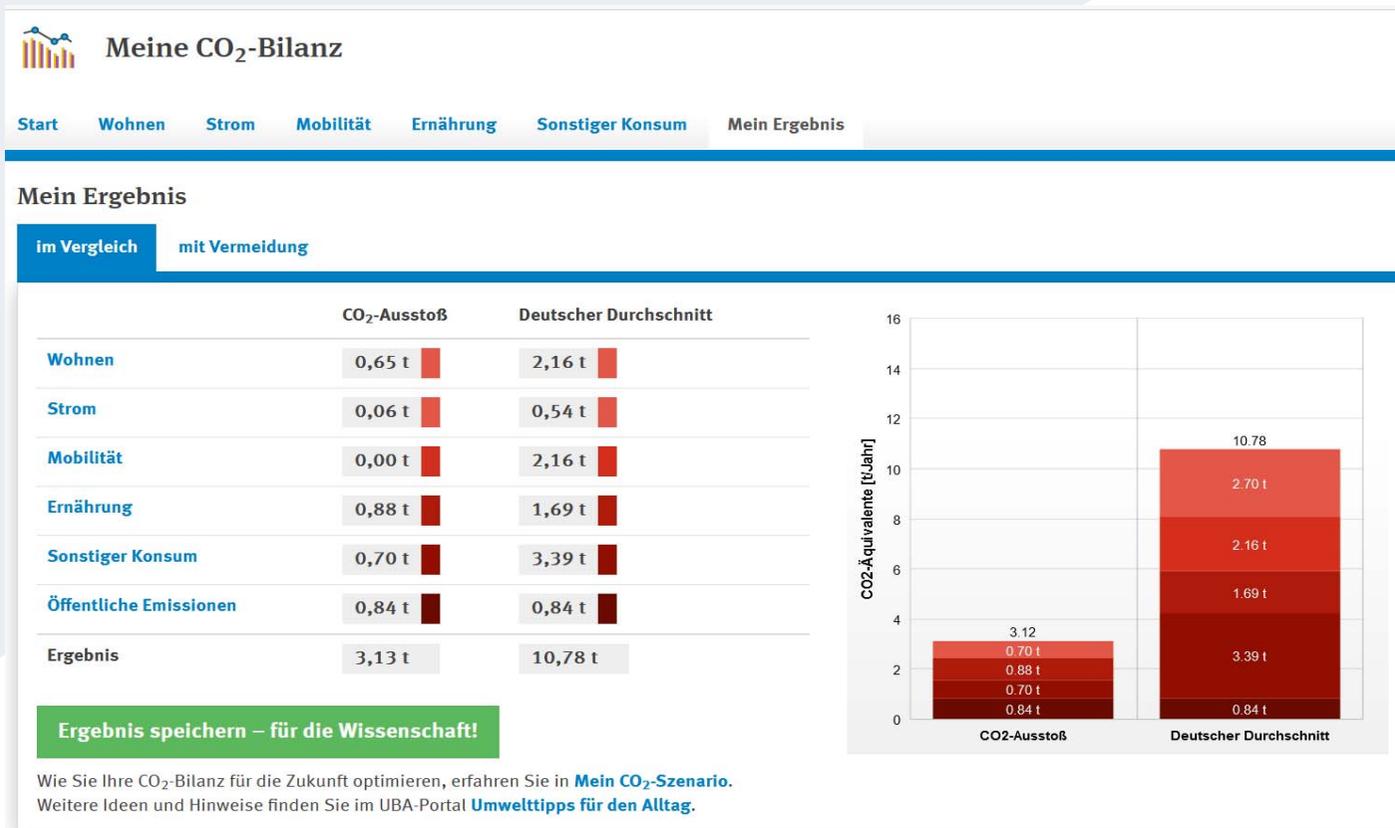


Restmenge, die noch zum Durchschnittswert (10,78 t) fehlt: 0,84 t

„Öffentliche Emissionen“: unvermeidbarer persönlicher CO₂-Fußabdruck, der allein durch entsteht, dass man die öffentliche Infrastruktur Deutschlands (z.B. Straßen, Krankenhäuser....) nutzt. Dieser Wert sinkt Jahr für Jahr dadurch, dass der Staat seine Infrastruktur sukzessive klimafreundlicher macht. (Basis: Umweltökonomische Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes)

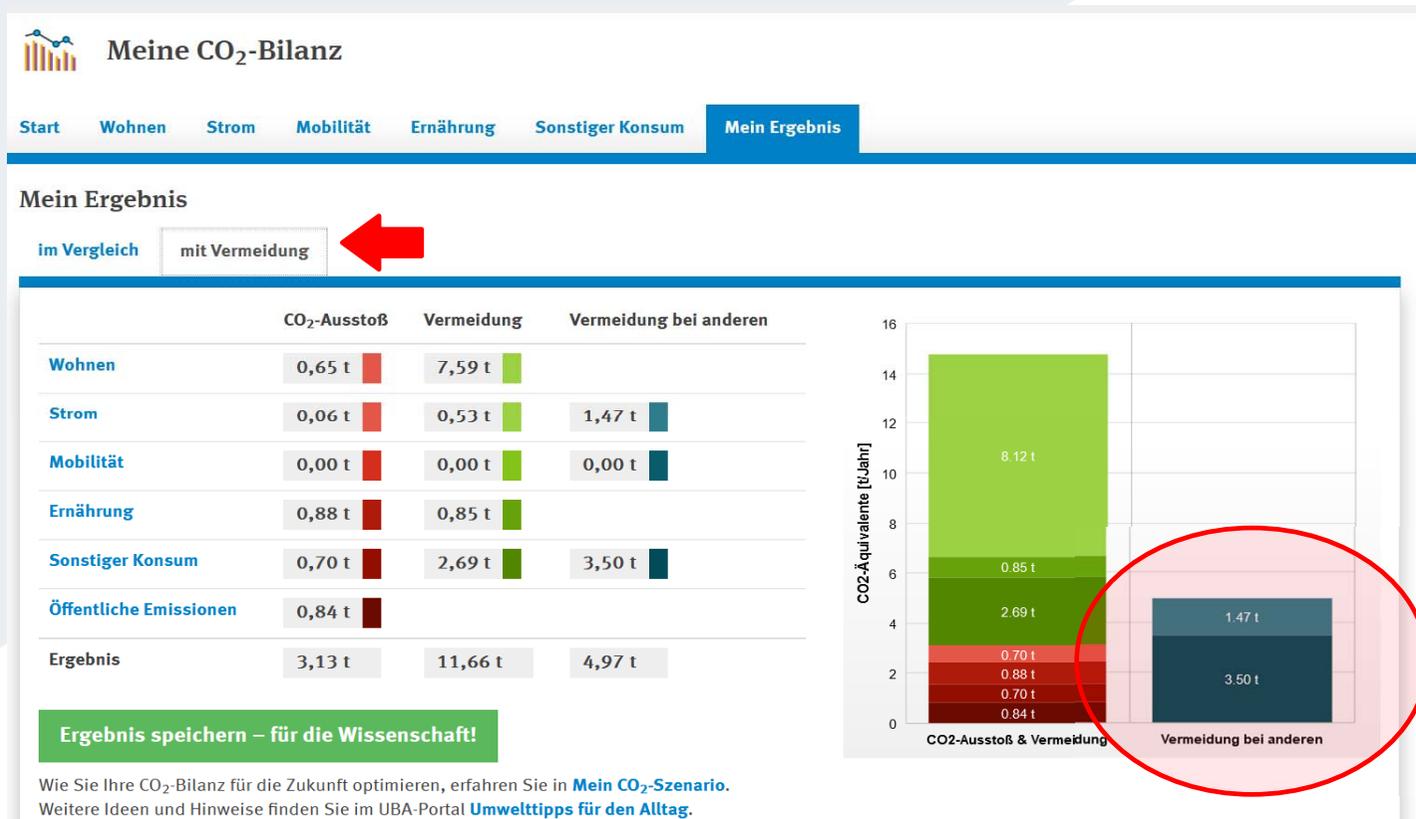
Berechnungsgrundlage für den CO₂-Abdruck: https://uba.co2-rechner.de/de_DE/; <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/der-uba-co2-rechner-fuer-privatpersonen>

Durchschnitts-CO₂-Fußabdruck im Vergleich mit einer sehr klimafreundlich lebenden Person in D



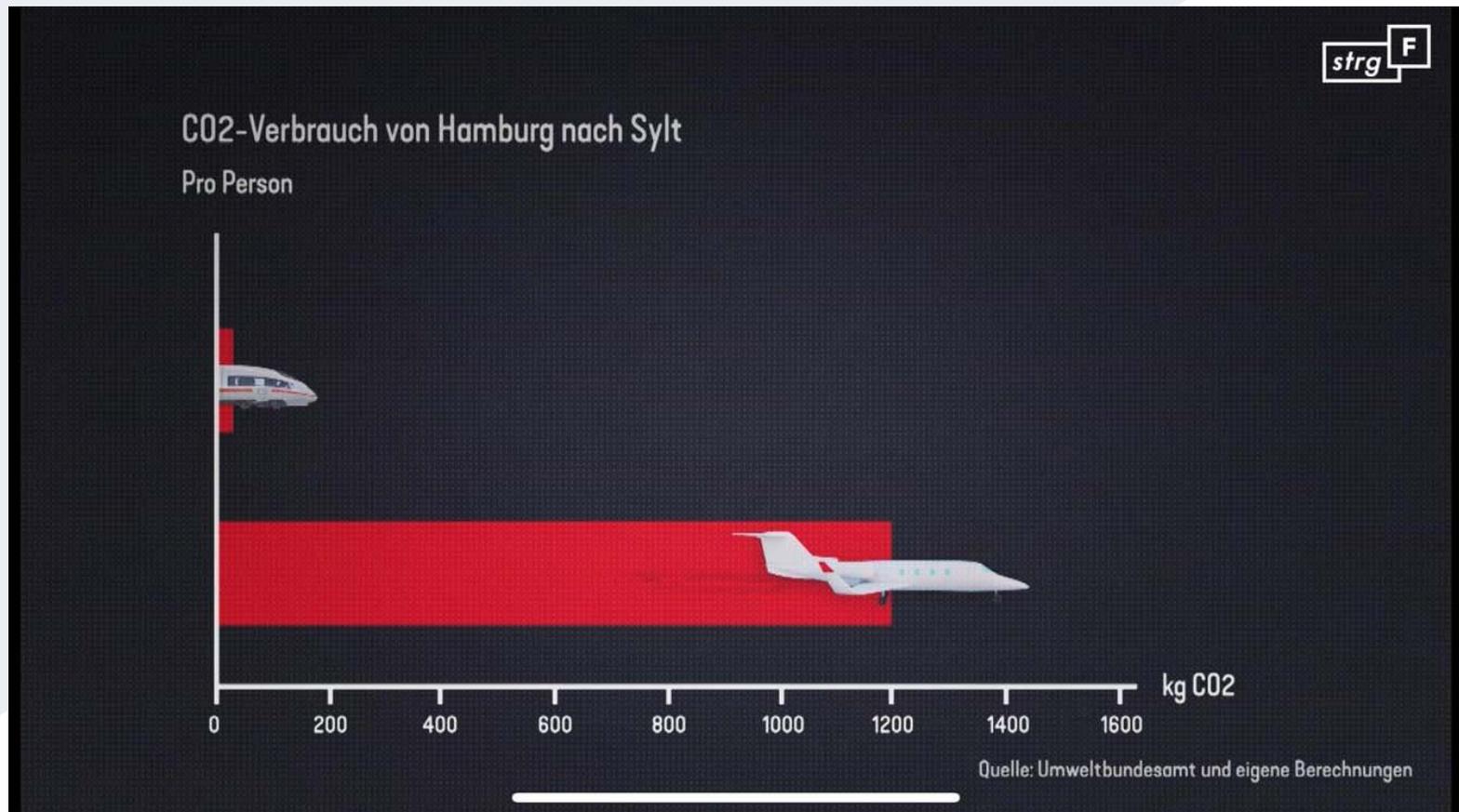
Quelle: https://uba.co2-rechner.de/de_DE/

Erweiterung der Bilanz um den Aspekt der persönlichen Negativ-Emissionen



Quelle: https://uba.co2-rechner.de/de_DE/

Beispiel: Emissionen von Flug und Zug im Vergleich



Rückgängigmachung der Emissionen eines Flugs von Frankfurt nach Tirana: 310 kg CO₂



Zur Einleitung: ein Beispiel von privatem CO₂-Removal für einen privaten Flug....

Für private Flüge sollte nicht der Staat zuständig sein, sondern ihre Kompensation fällt in die private Verantwortung. Zwar ist richtig, dass staatliche Rahmenbedingungen klima-freundliches Verhalten von Individuen einfacher machen sollten. Dennoch wird immer ein großer Entscheidungs-bereich bleiben, in der Einzelne die (auch moralische) Entscheidung treffen müssen, ob sie sich klimafreundlich verhalten wollen oder nicht. Dies gilt speziell, aber nicht nur, für Urlaubsreisen.

Es gibt eine persönliche Verantwortung, den eigenen Beitrag zur Klimakrise zu minimieren

Der Klimawandel ist existenzbedrohend, und der Umgang mit dieser Krise ist die größte Herausforderung unserer Zeit. Wie persönlich und wie individuell ist die Verantwortung, die daraus erwächst?

„Klimaschutz ist wichtig. Und das Ziel lässt sich für Deutschland sehr genau benennen: Von knapp 11 Tonnen CO₂e auf unter 1 Tonne CO₂e pro Person und Jahr. Das ist die Position des Umweltbundesamtes im Einklang mit der internationalen Staatengemeinschaft.“ Quelle: Umweltbundesamt, https://uba.co2-rechner.de/de_DE/

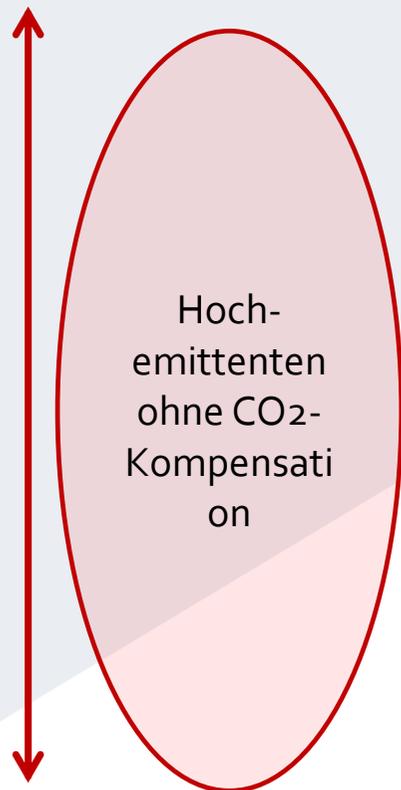
„Ich argumentiere hier, dass die Möglichkeit Emissionen aus der Atmosphäre zu entfernen die moralische Verantwortung mit sich bringt, den individuellen Kohlenstoffdioxid-Fußabdruck auf null zu minimieren. Denn um keinen Schaden durch Emissionen anzurichten, kann das Individuum nicht nur deren Erzeugung vermeiden, sondern auch dafür sorgen, dass sie aus der Atmosphäre entfernt werden.“

Quelle: Hanna Schübel, Vortrag bei der IX. Tagung für Praktische Philosophie, Salzburg 09/2022

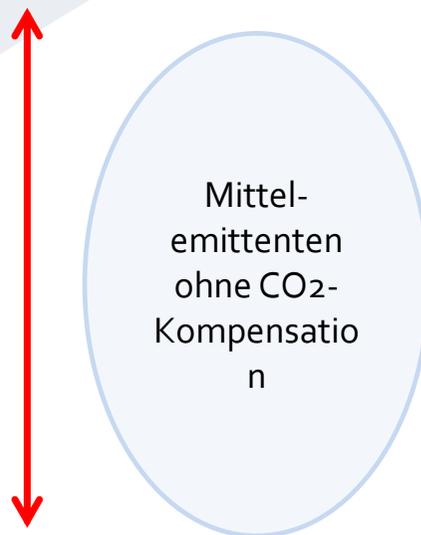
Eigene (ergänzende) Position: Es besteht eine Verantwortung, den eigenen Lebensstil so zu verändern, dass der persönliche CO₂-Fußabdruck netto auf Null reduziert wird. Dies gilt auch, wenn andere nicht so handeln. Eine Zunahme der Zahl handlungsfähiger Akteure führt nicht zum Verschwinden der individuellen Verantwortung.

1. Einwand unrichtig: CO₂-Vermeidung spart in diesem Framework Geld und setzt Anreize für Vermeidung

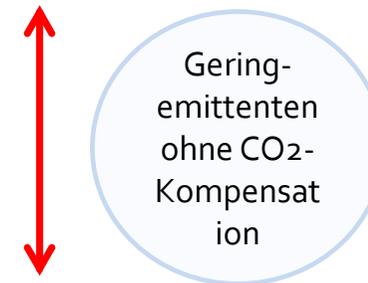
Klimaschädlicher Lebensstil: Um den persönlichen CO₂-Fußabdruck auf Null zu reduzieren, müssten >11.000€ pro Jahr aufgewandt werden



Um den persönlichen CO₂-Fußabdruck auf Null zu reduzieren, müssten rund 6.000€ pro Jahr aufgewandt werden

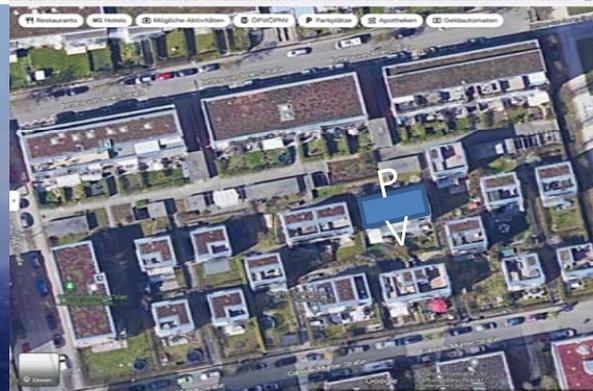


Sehr klimafreundlicher Lebensstil: Um den persönlichen CO₂-Fußabdruck auf Null zu reduzieren, müssten rund 3.500€ pro Jahr aufgewandt werden



2. Einwand unklar: Verwendung des Jahresbudgets jedenfalls eine Frage der Prioritätensetzung

Generell wird zur Zeit viel zu wenig gemacht von denjenigen, die es sich leisten könnten: sowohl bei CO₂-Vermeidung durch Veränderung des Lebensstils als auch bei finanzieller CO₂-Kompensation. Ein Nature-Artikel kommt zum Schluss, dass (Stand 2019) der CO₂-Fußabdruck der einkommensschwächeren Hälfte der Weltbevölkerung 12% aller Emissionen beträgt. Die einkommensstärksten 10 % der Welt sind insgesamt für 48 % des globalen CO₂-Ausstoßes verantwortlich.*



*Quellen: Chancel, L (2022): Global carbon inequality over 1990–2019. Nature Sustainability, vol.5:931-938; Bruckner, B et al (2022): Impacts of poverty alleviation on national and global carbon emissions. Nature Sustainability 5:311–320.

3. Einwand unrichtig: es bestehen noch gar keine technischen Lösungen für Einzelpersonen

Der IPCC weist seit Jahren beharrlich in seinen Berichten darauf hin, dass die Erderwärmung nur begrenzt werden kann, wenn die Menschheit Negativemissionen erzeugt, also durch aktives Handeln CO₂ aus der Atmosphäre entnimmt:

„Alle Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, projizieren die Nutzung von Kohlendioxidentnahme (Carbon Dioxide Removal, CDR) in einer Größenordnung von 100–1.000 Gt CO₂ im Verlauf des 21. Jahrhunderts. CDR würde genutzt werden, um verbleibende Emissionen auszugleichen, und um – in den meisten Fällen – netto negative Emissionen zu erzielen, um die globale Erwärmung nach einem Höchststand wieder auf 1,5 °C zurückzubringen. (...) Zu bestehenden und potenziellen CDR-Maßnahmen gehören unter anderem Aufforstung und Wiederaufforstung, Landrenaturierung und Kohlenstoffsequestrierung in Böden, BECCS, direkte Abscheidung von Kohlendioxid aus der Luft mit anschließender Speicherung (Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS) sowie beschleunigte Verwitterung und Ozean-Alkalisierung.“ (IPCC 2018a: 21)

3. Einwand unrichtig: es bestehen noch gar keine technischen Lösungen für Einzelpersonen

Maßnahmen zur Wiederaufforstung sind sinnvoll und wirksam, denn Bäume bzw. Wälder sind effiziente, umweltfreundliche, günstige und leicht vermehrbare CO₂-Speicher. Eine Studie der Uni Zürich kam 2019 allerdings zu dem Ergebnis, dass die weltweite Aufforstung von Wäldern auf einer Fläche von 9.000.000 qkm zwei Drittel der vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen aufnehmen könnte (Bastin et al 2019)*. Alle Anlagen für Direct Air Capture, um CO₂ im Gigatonnenbereich aus der Luft zu entfernen, benötigten nur einige Hundert qkm. Allein Island könnte nach Aussagen der Ministerpräsidentin 2030 im Megatonnen- und 2050 im Gigatonnenbereich CO₂ entfernen. Dort steht grüner Strom in großer Menge zur Verfügung, so dass beim Betrieb der Anlagen kein neues CO₂ frei wird (für weltweites DAC-Potenzial, vgl. Shayegh et al 2021)

Flächenbedarf einer Anlage der Firma Climeworks auf Island



Zertifikate, wie sie z.B. Climeworks verkauft, helfen direkt beim Ausbau der Kapazitäten. Die Kosten pro gefilterter und mineralisierter Tonne CO₂ könnten sinken, wenn Skalierungseffekte erreicht werden. Bisher gibt es relativ wenige Unternehmen, die diese Technologie beherrschen. Wenn sich das ändert, wird CO₂-Removal auf individueller Basis erschwinglicher.

*Bastin, Jean-Francois / Finegold, Yelena / Garcia, Claude et al (2019): The global tree restoration potential. In: Science 6448, pp. 76-79, <https://science.sciencemag.org/content/365/6448/76>.

Führt eine zunehmende Zahl von Akteuren zum Verschwinden individueller Verantwortung?*

1) Nehmen wir an, 10 Personen könnten ohne eigene Gefährdung ein Ereignis verhindern, bei dem 10 andere Menschen im Zeitraum der nächsten 80 Jahre sterben. Hätten sie dann die Pflicht bzw. Verantwortung, dieses Ereignis zu verhindern?

2) Nehmen wir an, 1000 Personen könnten ohne eigene Gefährdung ein Ereignis verhindern, bei dem 1000 andere Menschen im Zeitraum der nächsten 80 Jahre sterben. Hätten sie dann die Pflicht bzw. Verantwortung, dieses Ereignis zu verhindern?

3) Nehmen wir an, 1 Million Personen könnten ohne eigene Gefährdung ein Ereignis verhindern, bei dem 1 Million andere Menschen im Zeitraum der nächsten 80 Jahre sterben. Hätte dieser Personenkreis dann die Pflicht bzw. Verantwortung, dieses Ereignis zu verhindern?

Aus meiner Sicht ist die letzte Frage genauso mit Ja zu beantworten wie die Fragen davor. Mit der zunehmenden Zahl der Akteure verschwindet nicht die individuelle Verantwortung.

(Kipp-Punkte sind für die Debatte relevant, aber bisher liefern sie keine wissenschaftliche Bestätigung für 4. Einwand. Ein Punkt, ab dem weiterer ‚runaway‘ Klimawandel unvermeidbar wäre, ist noch nicht erreicht)

* Einschlägige Literatur (Pro und Contra): Johnson 2003; Sinnott-Armstrong 2005; Sandel 2010; Cripps 2013; Hourdequin 2010; Nolt 2013; Morgan-Knapp/Goodman 2015; Gesang 2017

Fazit zu „generationengerechter Klimapolitik“

Der Klimawandel ist existenzbedrohend, und der Umgang mit dieser Krise ist eine der größten Herausforderung unserer Zeit. Wie persönlich und wie individuell ist die Verantwortung, die daraus erwächst?

Es besteht eine Verantwortung, den persönlichen CO₂-Fußabdruck auf netto Null zu reduzieren. Dies gilt auch, wenn andere nicht so handeln. Eine Zunahme der Zahl handlungsfähiger Akteure führt nicht zum Verschwinden der individuellen Verantwortung. Es ist seit einigen Jahren möglich, den persönlichen CO₂-Fußabdruck durch eine Änderung des Lebensstils, kombiniert mit der Finanzierung von Negativ-Emissionen, auf Null zu senken. Dies ist für viele Millionen Deutsche und andere Bewohner der reichen Länder (bzw. für reiche Individuen in ärmeren Ländern) ohne finanzielle Überforderung möglich. Durch weitere Forschung und CO₂-Lagerung weltweit, aber auch in Deutschland (Stichwort: Reform des deutschen CO₂-Speichergesetzes), würden die Kosten für persönliche negative Emissionen mittelfristig stark sinken können.

So erreichen Sie uns!

Stiftung für die Rechte zukünftiger Generationen (SRzG)

Mannspergerstraße 29

70619 Stuttgart

Tel.: 0711/28052777

Fax.: 03212/2805277

E-Mail: kontakt@srzg.de



generationengerechtigkeit.info



facebook.com/generationengerecht/



twitter.com/gengerecht



instagram.com/gengerecht

Unterstützen Sie uns!

Werden Sie Fördermitglied!

Mehr Infos unter: generationengerechtigkeit.info/unterstuetzen/mitglied-werden/

Werden Sie aktiv als Botschafter*in!

Mehr Infos unter: generationengerechtigkeit.info/botschafter/

Bankverbindung

Stiftung für die Rechte zukünftiger Generationen

GLS Gemeinschaftsbank eG

IBAN: DE64 4306 0967 8039 5558 00

BIC: GENODEM1GLS

VIELEN DANK!