

BNE im Mathematikunterricht

Bildung für **N**achhaltige **E**ntwicklung

im Mathematikunterricht der Sek. II

Antonius Warmeling, Hagen



Orientierungsrahmen

für den Lernbereich globale Entwicklungen (Sek II)

- Seit gut zwei Jahren arbeitet der FAK Mathematik an einer Erweiterung des Orientierungsrahmens auf die Sekundarstufe II.
- Einleitung des Beteiligungsprozesses auf der 14. KMK/BMZ Fachtagung zum Orientierungsrahmen - Globale Entwicklung am 23./24.11.2023 in Kassel.
- Ab Frühjahr 2024 wird der Entwurf für alle Interessierten (?) auf einer Online-Plattform zur Diskussion stehen

BNE - Rahmenbedingungen 1

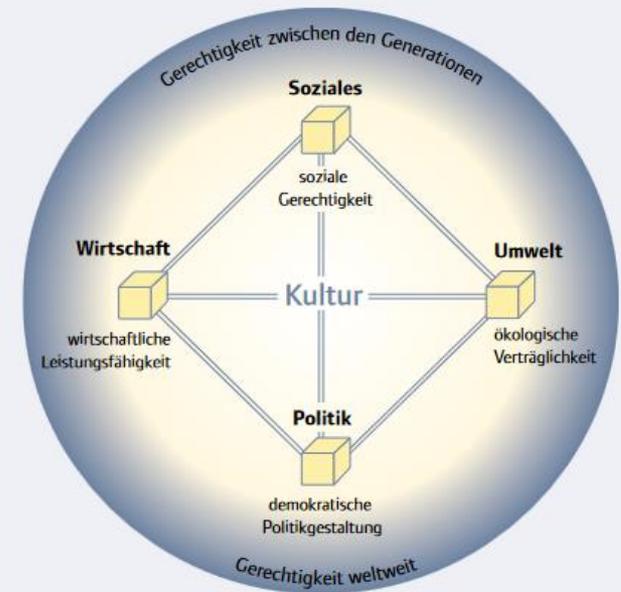
Orientierungsrahmen

für den Lernbereich Globale Entwicklungen

https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/pages/orientierungsrahmen_fuer_den_lernbereich_globale_entwicklung_barrierefrei_0.pdf

Leitideen für BNE

- Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung
- Analyse von Entwicklungsprozessen auf unterschiedlichen Handlungsebenen
- Umgang mit Vielfalt
- Fähigkeiten zum Perspektivwechsel
- Kontext- und Lebensweltorientierung



OR, 2016, S. 87

BNE - Rahmenbedingungen 1

Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklungen

Kompetenzbereiche und Kernkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können⁹² ...

Erkennen	1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung ... Informationen zu Fragen der Globalisierung und Entwicklung beschaffen und themenbezogen verarbeiten.
	2. Erkennen von Vielfalt ... die soziokulturelle und natürliche Vielfalt in der Einen Welt erkennen.
	3. Analyse des globalen Wandels ... Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse mithilfe des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung fachlich analysieren.
	4. Unterscheidung von Handlungsebenen ... Handlungsebenen vom Individuum bis zur Weltebene in ihrer jeweiligen Funktion für Entwicklungsprozesse erkennen.
Bewerten	5. Perspektivenwechsel und Empathie ... sich eigene und fremde Wertorientierungen in ihrer Bedeutung für die Lebensgestaltung bewusst machen, würdigen und reflektieren.
	6. Kritische Reflexion und Stellungnahme ... durch kritische Reflexion zu Globalisierungs- und Entwicklungsfragen Stellung beziehen und sich dabei an der internationalen Konsensbildung, am Leitbild nachhaltiger Entwicklung und an den Menschenrechten orientieren.
	7. Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen ... Ansätze zur Beurteilung von Entwicklungsmaßnahmen (bei uns und in anderen Teilen der Welt) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Interessen und Rahmenbedingungen erarbeiten und zu eigenständigen Bewertungen kommen.
Handeln	8. Solidarität und Mitverantwortung ... Bereiche persönlicher Mitverantwortung für Mensch und Umwelt erkennen und als Herausforderung annehmen.
	9. Verständigung und Konfliktlösung ... zur Überwindung soziokultureller und interessenbestimmter Barrieren in Kommunikation und Zusammenarbeit sowie zu Konfliktlösungen beitragen.
	10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel ... die gesellschaftliche Handlungsfähigkeit im globalen Wandel vor allem im persönlichen und beruflichen Bereich durch Offenheit und Innovationsbereitschaft sowie durch eine angemessene Reduktion von Komplexität sichern und die Ungewissheit offener Situationen ertragen.
	11. Partizipation und Mitgestaltung Die Schülerinnen und Schüler können und sind aufgrund ihrer mündigen Entscheidung bereit, Ziele der nachhaltigen Entwicklung im privaten, schulischen und beruflichen Bereich zu verfolgen und sich an ihrer Umsetzung auf gesellschaftlicher und politischer Ebene zu beteiligen.

BNE - Rahmenbedingungen 1

Orientierungsrahmen

für den Lernbereich Globale Entwicklungen

Kriterien für Unterrichtsthemen

- Bezug zu den Kernkompetenzen aller 3 Kompetenzbereiche mit Schwerpunktsetzung
- Bezug zum Leitbild und zu den Handlungsebenen
- Ermöglichung von Perspektivenwechsel
- Anschluss an Lernprozesse in einem oder mehreren Fächern
- Bezug zur lebensweltlichen Erfahrung der Lernenden und Relevanz für deren Bildung
- Aktualität und längerfristige gesellschaftliche/politische Relevanz
- Ermöglichung von selbstorganisiertem Lernen
- Gute organisatorische Umsetzungsmöglichkeiten

Themenbereiche

1. Vielfalt der Werte, Kulturen und Lebensverhältnisse: Diversität und Inklusion
2. Globalisierung religiöser und ethischer Leitbilder
3. Geschichte der Globalisierung: Vom Kolonialismus zum „Global Village“
4. Waren aus aller Welt: Produktion, Handel und Konsum
5. Landwirtschaft und Ernährung
6. Gesundheit und Krankheit
7. Bildung
8. Globalisierte Freizeit
9. Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen und Energiegewinnung
10. Chancen und Gefahren des technologischen Fortschritts
11. Globale Umweltveränderungen
12. Mobilität, Stadtentwicklung und Verkehr
13. Globalisierung von Wirtschaft und Arbeit
14. Demografische Strukturen und Entwicklungen
15. Armut und soziale Sicherheit
16. Frieden und Konflikt
17. Migration und Integration
18. Politische Herrschaft, Demokratie u. Menschenrechte (Good Governance)
19. Entwicklungszusammenarbeit und ihre Institutionen
20. Global Governance – Weltordnungspolitik
21. Kommunikation im globalen Kontext

BNE - Rahmenbedingungen 2

Bildungsstandards im Fach Mathematik

Kompetenzmodell
z.B. für die Sek II

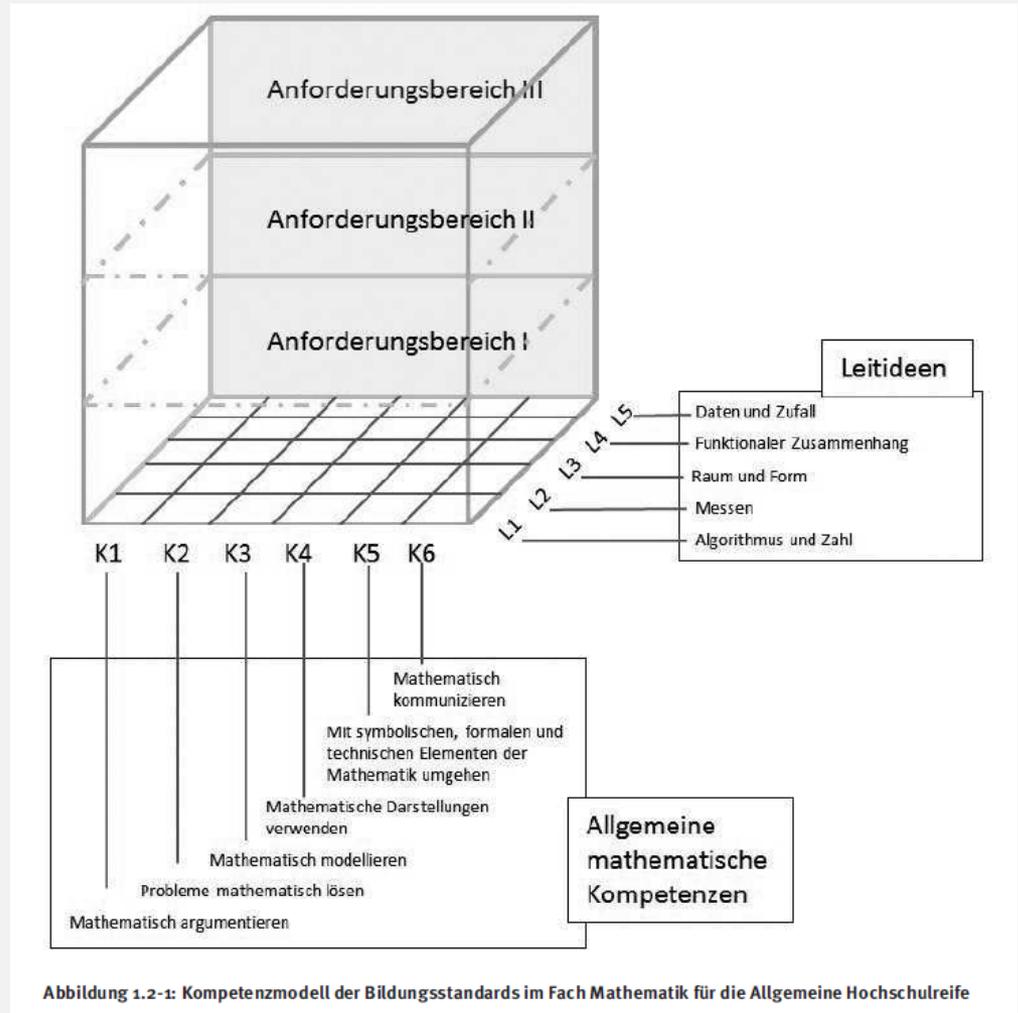


Abbildung 1.2-1: Kompetenzmodell der Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife

Die Rolle der Mathematik

➤ **Mathematik als Werkzeug ...**

- liefert daten- und faktenbasierte Erkenntnisse,
- ermöglicht Modellierungen, Simulationen und Projektionen ...

... um sowohl im privaten wie auch gesellschaftlichen Umfeld Dinge zu verstehen und selbstbestimmt handeln zu können.

➤ **Der besonderer Bildungswert von Mathematik ...**

- als abstraktes Fach der Muster und Strukturen, die Grundlage vieler Modelle und Entscheidungsverfahren bilden,
- reine Geisteswissenschaft, die die Richtigkeit ihrer Aussagen nicht empirisch untermauert, sondern auf die Qualität ihrer Argumentationskultur vertraut,

... leitet zum sorgfältigen, kritischen und selbstkritischen Denken an.

Das CO₂-Budget

ein BNE-Unterrichtsbeispiel im Mathematikunterricht der Sek II

- Einstiegsphase
- Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen
 - Temperaturanomalien
 - Anthropogen verursachte Emissionen und der CO₂-Kreislauf
 - Abschätzung des CO₂-Budgets
- Vollbremsung für das Klima: Reduktionspfade zur Erreichung des 1,5 °C – Ziel

- Mögliche Fortsetzung: Die Gerechtigkeitsfrage

Das CO₂-Budget

ein BNE-Unterrichtsbeispiel im Mathematikunterricht der Sek II

➤ Einstiegsphase

- Videoschnipsel von Diskussionsveranstaltung mit FFF- oder „letzte Generation“-Vertreter:innen (Lanz, Hart aber fair, ...)
- „Wie wir es noch schaffen können – das CO₂-Budget“ (<https://www.youtube.com/watch?v=jkL2r--yTf8>), bis Minute 2:00

Das CO₂-Budget

ein BNE-Unterrichtsbeispiel im Mathematikunterricht der Sek II

➤ Einstiegsphase

- Videoschnipsel von Diskussionsveranstaltung mit FFF- oder „letzte Generation“-Vertreter:innen (Lanz, Hart aber fair, ...)
- „Wie wir es noch schaffen können – das CO₂-Budget“ (<https://www.youtube.com/watch?v=jkL2r--yTf8>), bis Minute 2:00

⇒ Zentrale Zielfragen:

Wie können wir das 1,5 °C – Ziel noch schaffen?

Welche Bedeutung/Funktion hat das CO₂-Budget?

Das CO₂-Budget

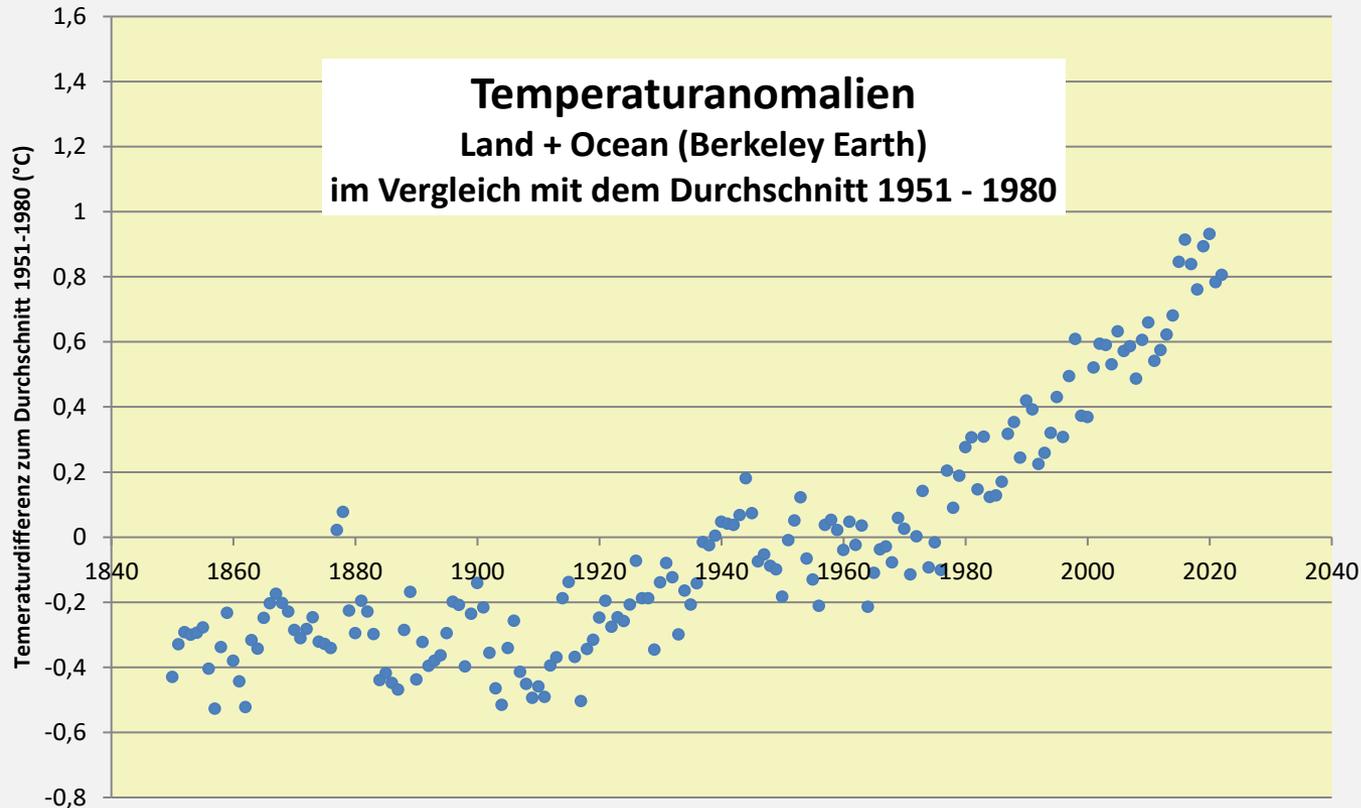
ein BNE-Unterrichtsbeispiel im Mathematikunterricht der Sek II

➤ Einstiegsphase

➤ Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen

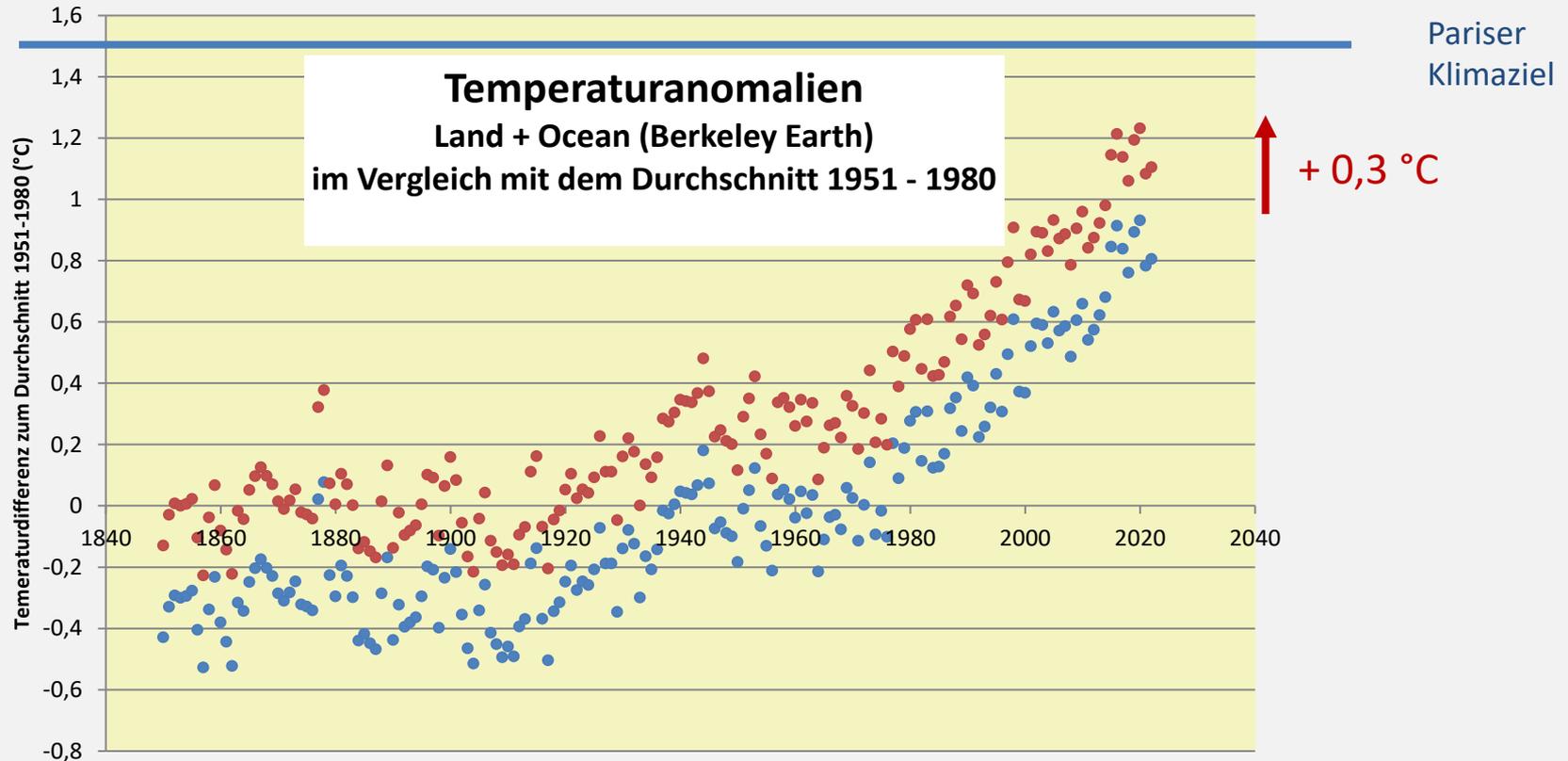
- Temperaturanomalien
- Anthropogen verursachte Emissionen und der CO₂-Kreislauf
- Abschätzung des CO₂-Budgets

globale Durchschnittstemperaturen



Berkeley Earth is an independent U.S. non-profit organization focused on environmental data science and analysis.

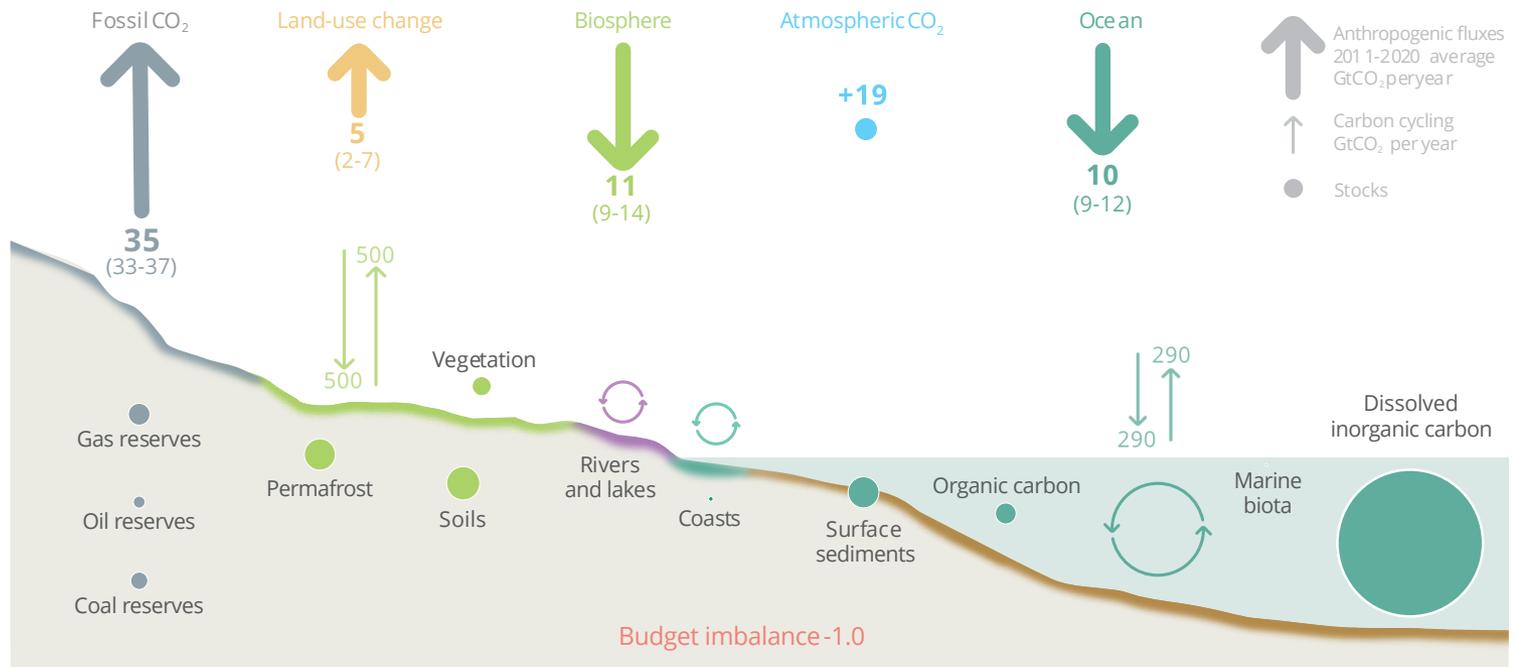
globale Durchschnittstemperaturen



Zum Vergleich mit den Pariser Zielen (Bezug auf 1850 – 1900) müssen die Berkeley Earth – Temperaturanomalien um 0,3 °C nach oben geschoben werden.

Grundlagen II: Anthropogenic perturbation of the global carbon cycle

Perturbation of the global carbon cycle caused by anthropogenic activities, global annual average for the decade 2012–2021 (GtCO₂/yr)

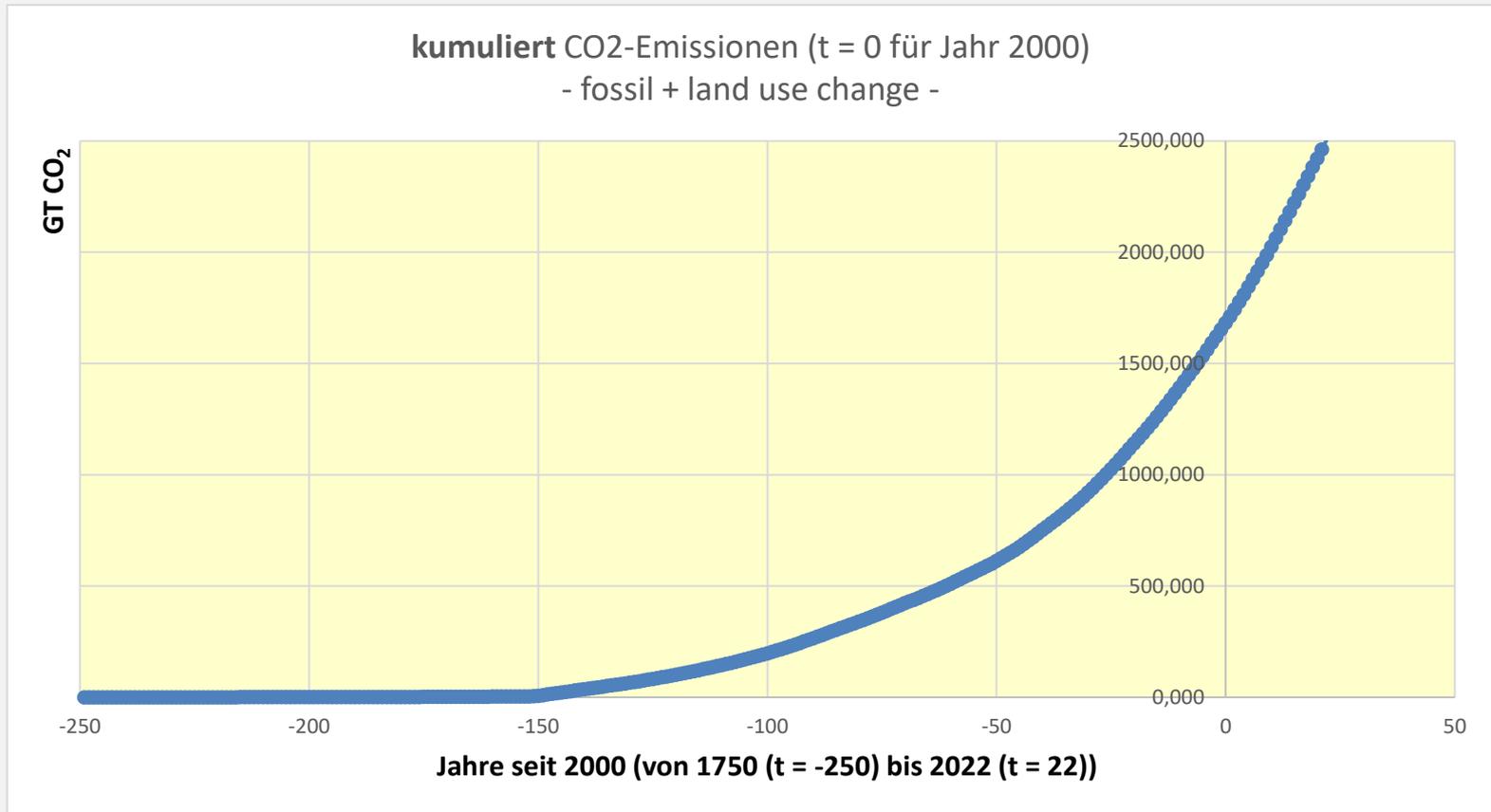


© Global Carbon Project

The budget imbalance is the difference between the estimated emissions and sinks.

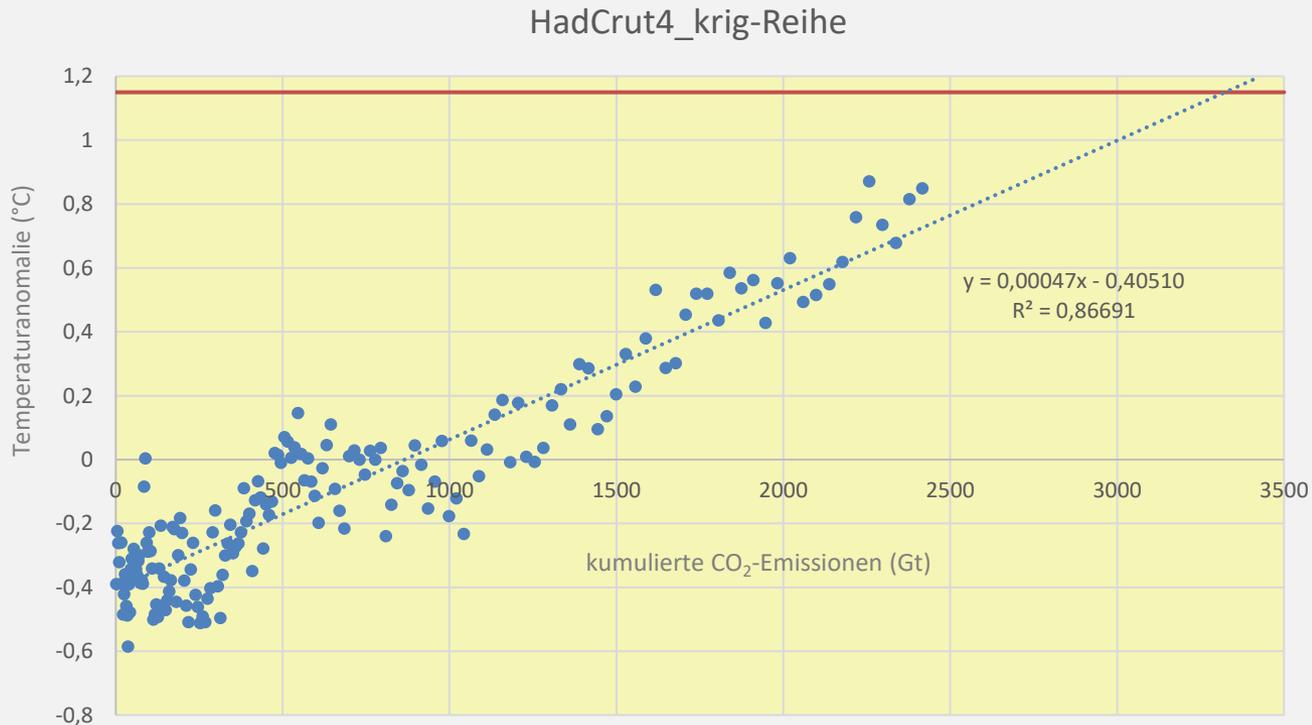
Source: [NOAA-ESRL](#); [Friedlingstein et al 2022](#); [Canadell et al 2021 \(IPCC AR6 WG1 Chapter 5\)](#); [Global Carbon Project 2022](#)

Kumulierte CO₂-Emissionen



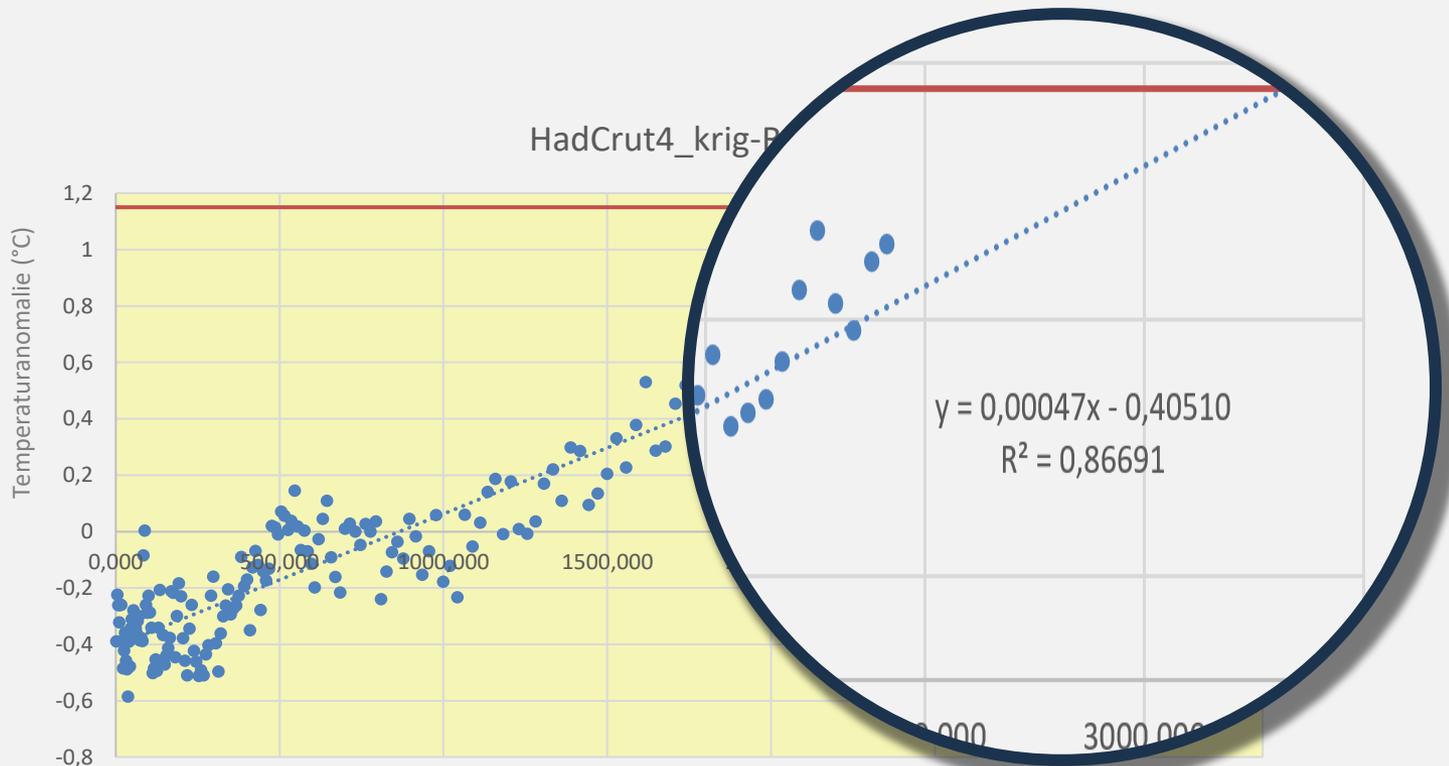
Es ist wichtig die kumulierten Emissionen zu betrachten, weil CO₂ kaum abgebaut wird.

Gesamtes globales CO₂-Budget



Die Temperaturanomalien beziehen sich auf den Durchschnitt des Zeitraum 1961 – 1990 , zwischen 1850 und 1900 war es etwa 0,35 °C kälter.

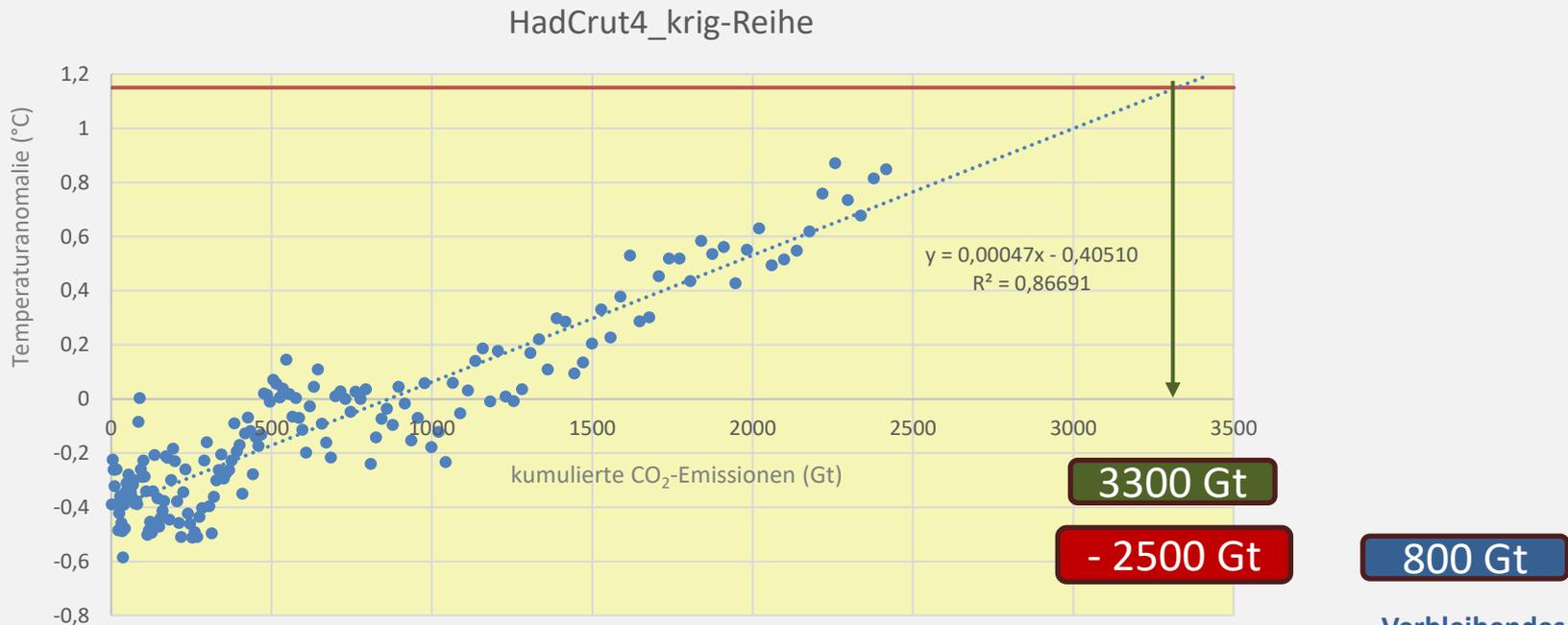
Gesamtes globales CO₂-Budget



Der IPCC geht davon aus, dass es in etwa einen linearen Zusammenhang gibt zwischen den kumulierten CO₂-Emissionen und der globalen Temperaturerhöhung.

Die Trendgerade zeigt, dass sich die globale Durchschnittstemperatur pro 1000 Gt CO₂ um 0,47 °C erhöht. (IPCC: 0,45 °C)

verbleibendes CO₂-Budget



Die Trendgerade zeigt, dass sich die globale Durchschnittstemperatur pro 1000 Gt CO₂ um 0,47 °C erhöht.

Verbleibendes
globales
CO₂-Budget

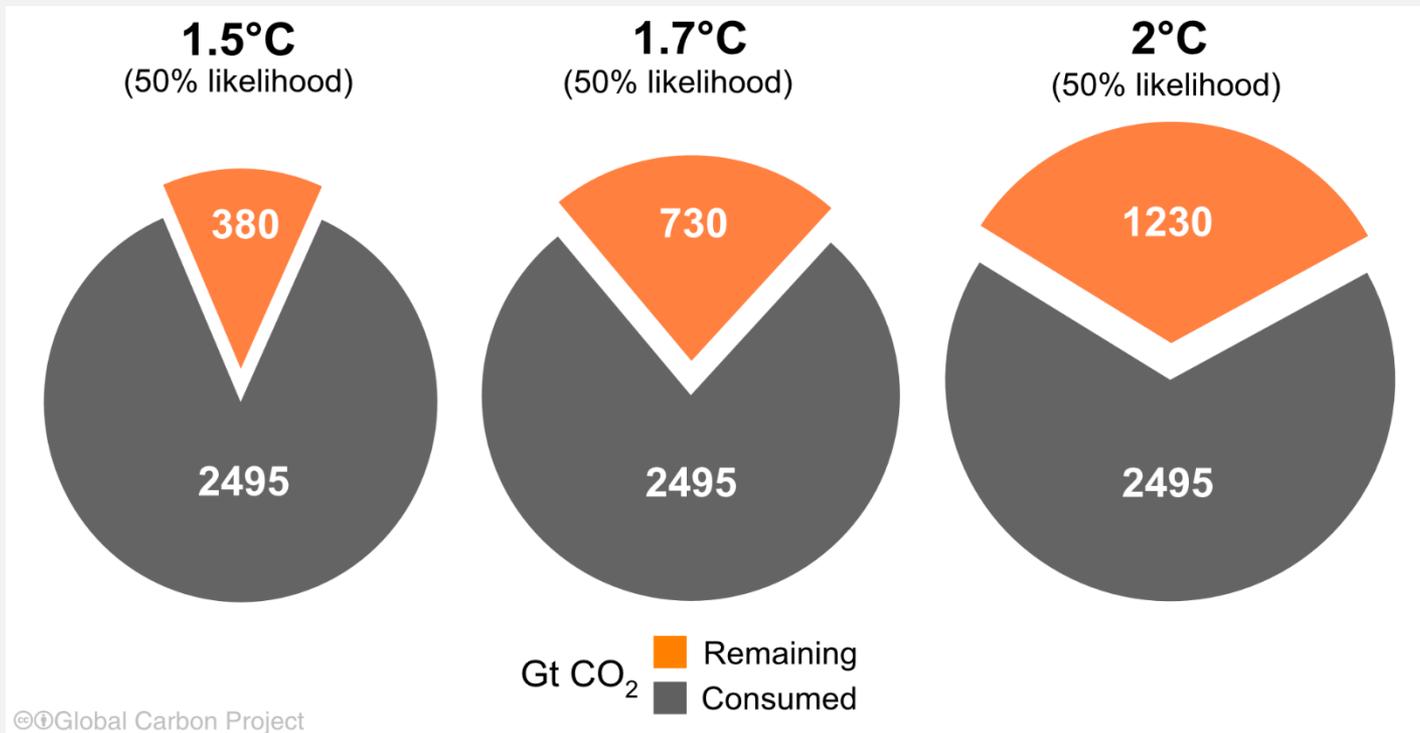
Pariser Klimakonferenz 2015



Beschluss:

Die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit begrenzen, möglichst auf 1,5 °C.

verbleibendes CO₂-Budget ab 1.1.2023



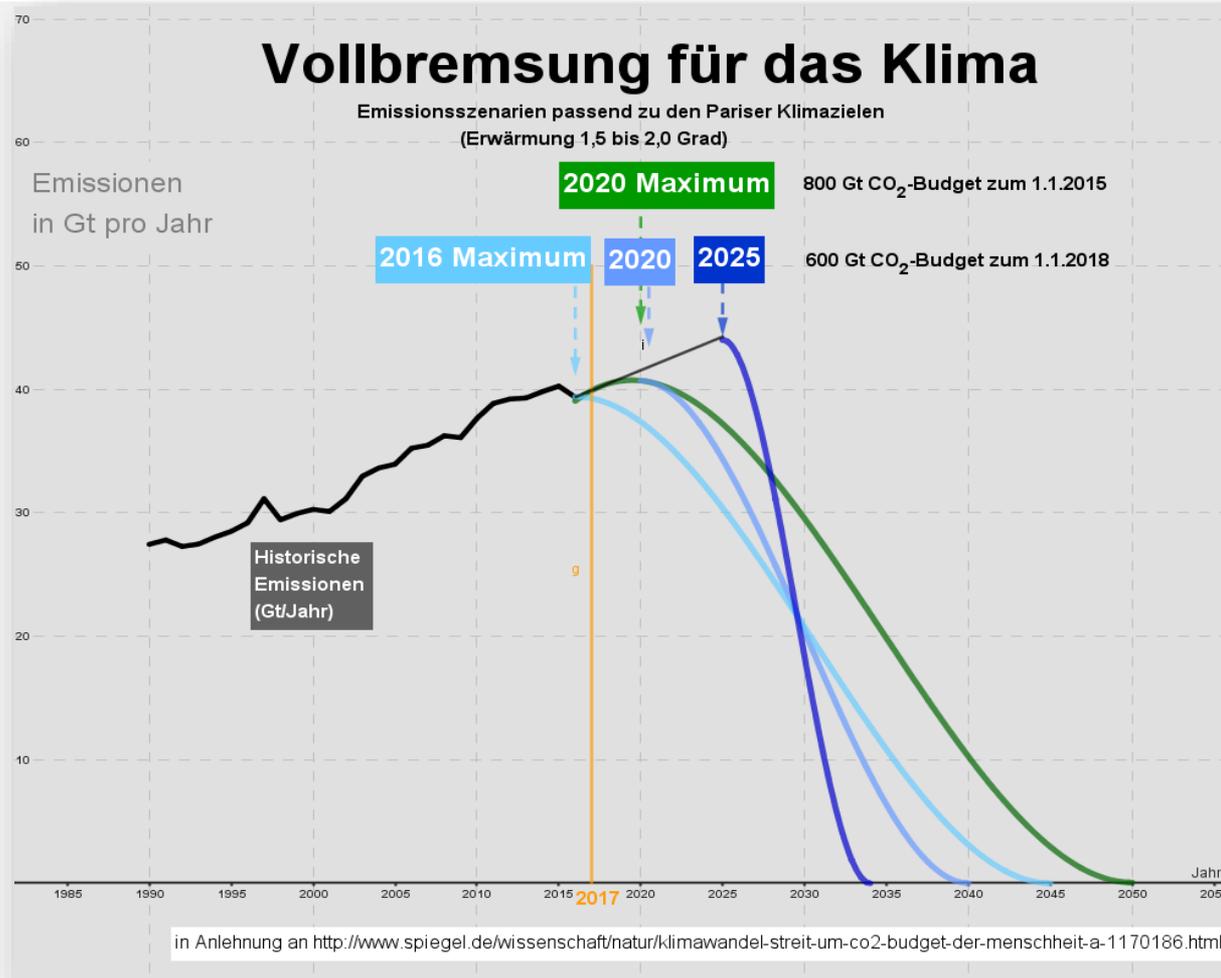
Begrenzung auf	1,5 °C	1,7 °C	2 °C
67% Wkt. (ab 1.1.20)	400 Gt CO ₂	700 Gt CO ₂	1150 Gt CO ₂
67% Wkt. (ab 1.1.23)	280 Gt CO ₂	580 Gt CO ₂	1030 Gt CO ₂
Quelle: IPCC 2021b, technical summary, S. 98, eigene Berechnungen			

Das CO₂-Budget

ein BNE-Unterrichtsbeispiel im Mathematikunterricht der Sek II

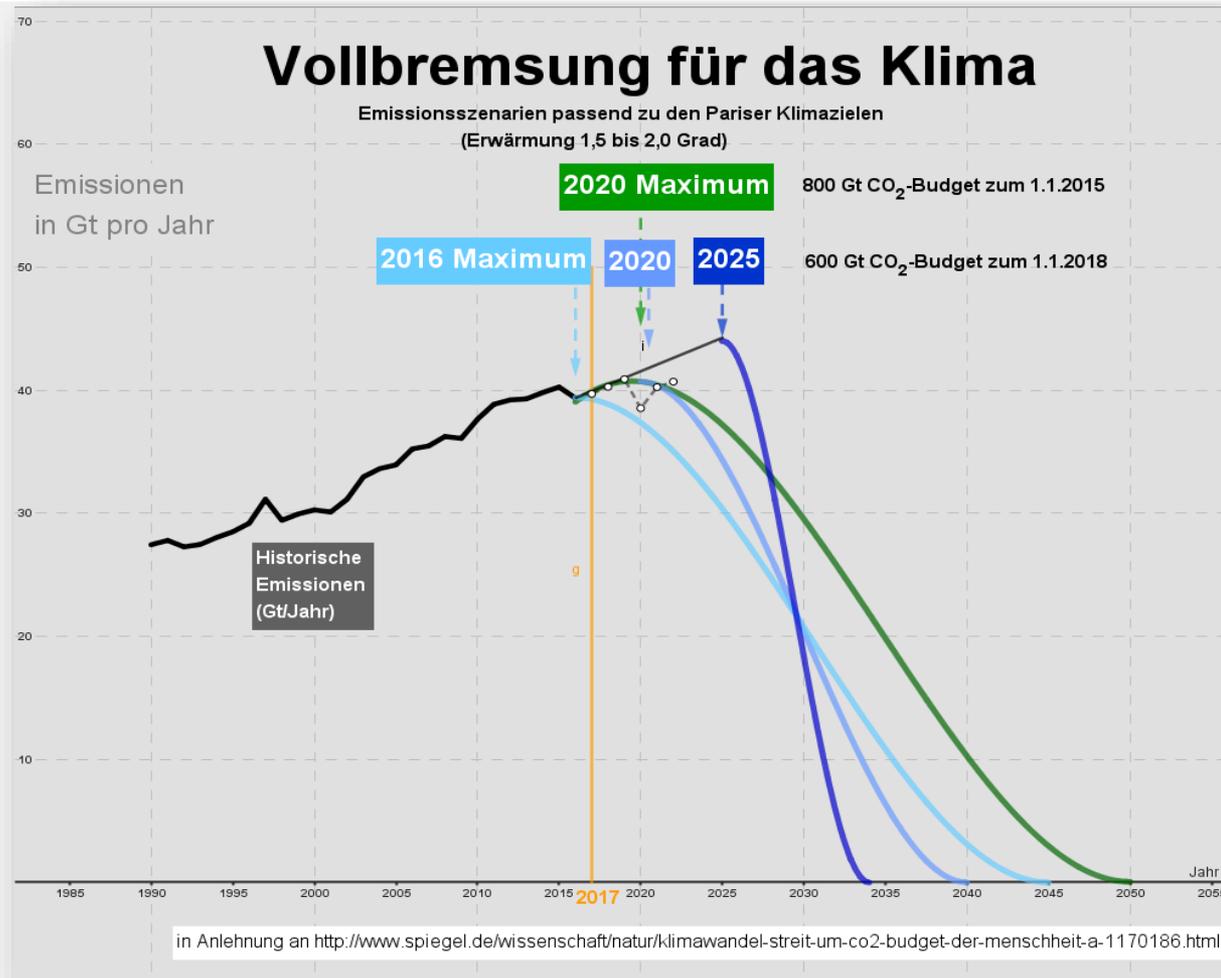
- Einstiegsphase
- Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen
 - Temperaturanomalien
 - Anthropogen verursachte Emissionen und der CO₂-Kreislauf
 - Abschätzung des CO₂-Budgets
- Vollbremsung für das Klima: Reduktionspfade zur Erreichung des 1,5 °C – Ziel

Wie können wir das 1,5 °C-Ziel noch erreichen?



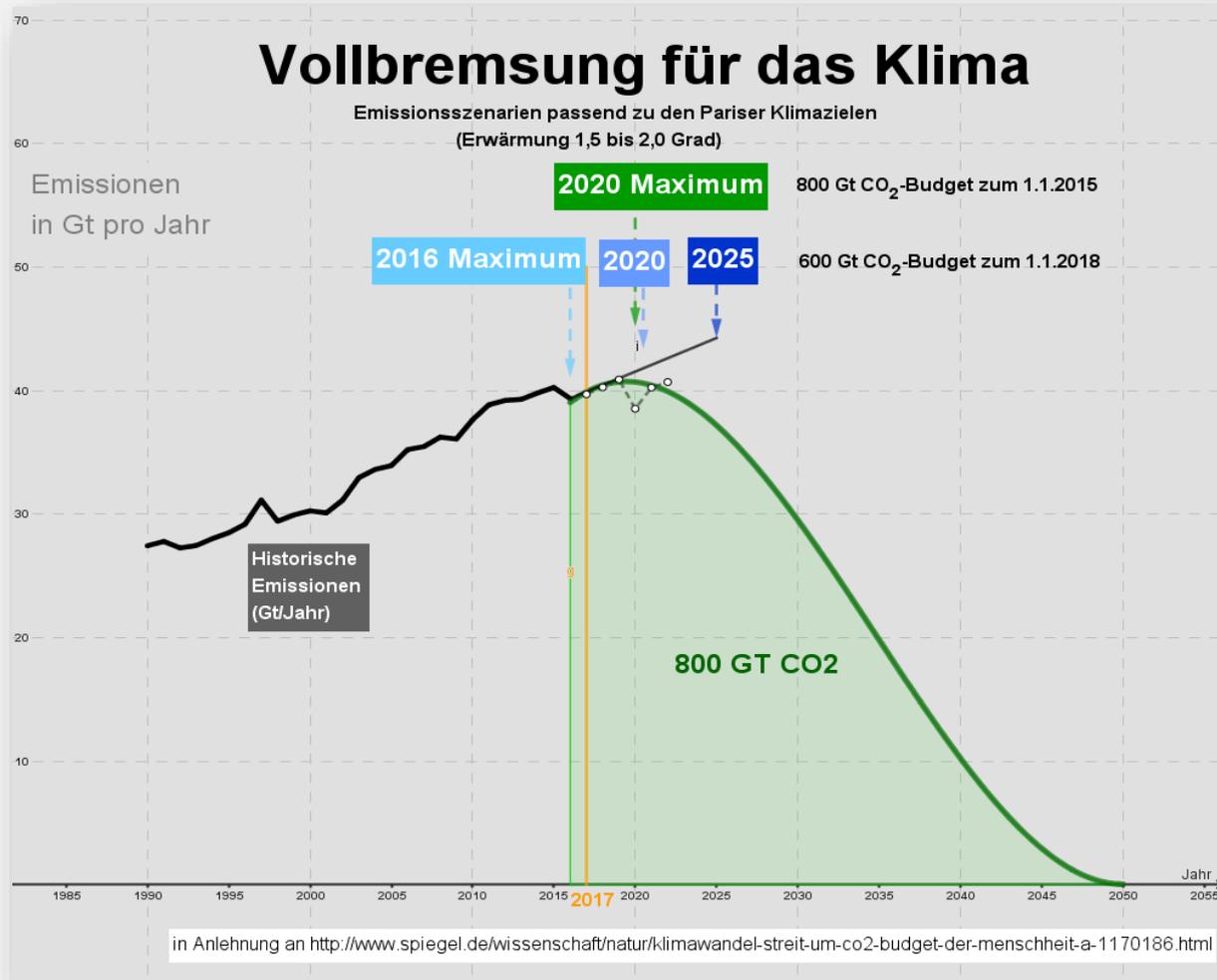
Originalquelle: *Leben am Limit, Spiegel-Online*
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/klimawandel-streit-um-co2-budget-der-menschheit-a-1170186.html>

Wie können wir das 1,5 °C-Ziel noch erreichen?



Hier mit den aktuellen Emissionsdaten bis 2022 (weiße Punkte)

Wie können wir das 1,5 °C-Ziel noch erreichen?



Perspektivwechsel:
Von der jährlichen
Emissionsrate zur
Emissionssumme

Das CO₂-Budget

ein BNE-Unterrichtsbeispiel im Mathematikunterricht der Sek II

- Einstiegsphase
- Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen
 - Temperaturanomalien
 - Anthropogen verursachte Emissionen und der CO₂-Kreislauf
 - Abschätzung des CO₂-Budgets
- Vollbremsung für das Klima: Reduktionspfade zur Erreichung des 1,5 °C – Ziel

- Mögliche Fortsetzung: Die Gerechtigkeitsfrage

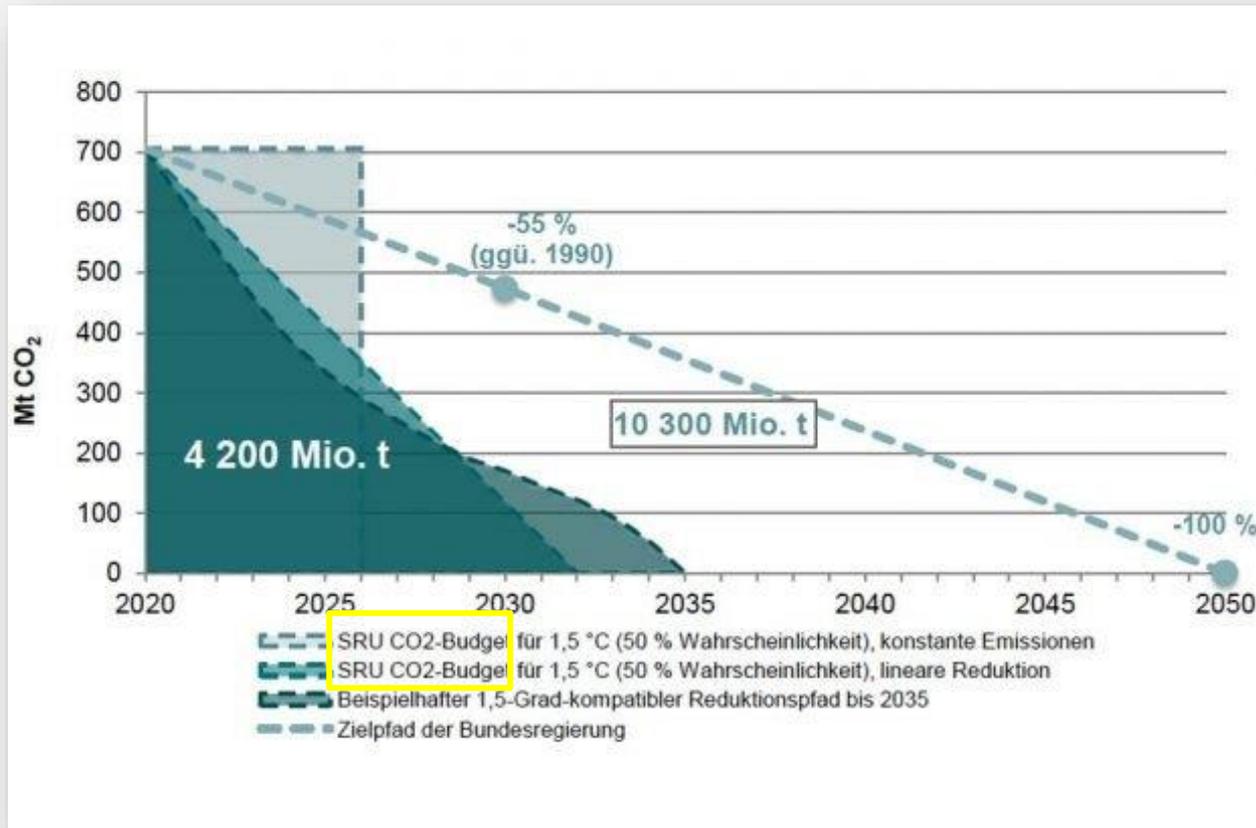
Verteilung des CO₂-Budgets

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat mögliche Kriterien untersucht (siehe [Bundestagsdrucksache 20/2795](#)):

- Berücksichtigung der historischen Emissionen
- Gleichverteilung pro Kopf
- Beibehaltung der bisherigen Anteile
- Kopplung mit dem BIP

CO₂-Budget (Deutschland)

Der Zielpfad der Bundesregierung und drei Reduktionspfade für das 1,5°-Ziel



Quelle: CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze, Wuppertal-Institut im Auftrag von FFF (https://fridaysforfuture.de/wp-content/uploads/2020/10/FFF-Bericht_Ambition2035_Endbericht_final_20201011-v.3.pdf)

Das CO₂-Budget

Themenbereich:

11. Globale Umweltveränderungen

Kompetenzbereiche:

Erkennen

1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung
4. Unterscheidung von Handlungsebenen

Bewerten

7. Beurteilung von Entwicklungsmaßnahmen

Handeln

9. Solidarität und Mitverantwortung
10. Partizipation und Mitgestaltung

10.11. 2023

Inhaltliche Schwerpunkte (NRW)

Funktionen und Analysis /
Daten und Zufall

Sek II
Funktionen, Differential- und
Integralrechnung

Kompetenzerwartungen

(3) bestimmen Parameter einer
Funktion mithilfe von Bedingungen,
die sich aus dem Kontext ergeben,

(18) ermitteln den Gesamtbestand
oder Gesamteffekt einer Größe aus
der Änderungsrate oder der
Randfunktion,

(20) lösen innermathematische und
anwendungsbezogene Problemstellungen
mithilfe von ganzrationalen Funktionen,
der natürlichen Exponentialfunktion ...

verknüpft mit SDG13
(Maßnahmen zum Klimaschutz)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Noch Fragen?

Vortrag und weitere Materialien

<http://warmeling.de/bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung>

siehe **Materialien**

