

BNE im Mathematikunterricht

Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Antonius Warmeling, Hagen



BNE im Mathematikunterricht

These:

Insbesondere die Mathematik kann wichtige Beiträge für eine Bildung für nachhaltige Entwicklung leisten.

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.

BNE - Rahmenbedingungen 1

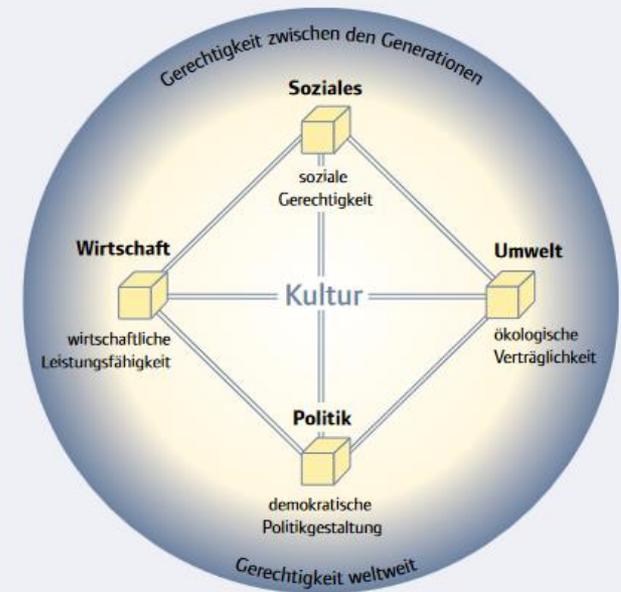
Orientierungsrahmen

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

Kompetenzbereiche und
Kernkompetenzen

Erkennen

Lehrerinnen und Schüler können

- 1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung**
... Informationen zu Fragen der Globalisierung themenbezogen verarbeiten.
- 2. Erkennen von Vielfalt**
... die soziokulturelle und natürliche Vielfalt in der Welt erkennen.
- 3. Analyse des globalen Wandels**
... Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse fachlich analysieren.
- 4. Unterscheidung von Handlungsebenen**
... Handlungsebenen vom Individuum bis zur globalen Ebene für Entwicklungsprozesse erkennen.
- 5. Beurteilung 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.
- 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.

Handeln

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. Erkennen von Wandels
... Entwicklungsprozesse mithilfe des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung |
| | 5. Perspektivenwechsel und Emp
... sich eigene und fremde Wertorientierungsebene in ihrer jeweiligen Funktion bewusst machen, würdigen und reflektieren. |
| Handeln | 6. Kritische Reflexion und Stellungnahme
... durch kritische Reflexion zu Globalisierung und sich dabei an der internationalen Konsensfindung und an den Menschenrechten orientieren. |
| | 7. Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen
... Ansätze zur Beurteilung von Entwicklungsmaßnahmen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Interessen und eigenständigen Bewertungen entwickeln. |
| | 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

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.

- 5. Perspektivenwechsel und Empathie**
... sich eigene und fremde Wertorientierungen in ihrer Bedeutung für die Lebensgestaltung bewusst machen und reflektieren.

- 6. Solidarität und Mitverantwortung**
... Bereiche persönlicher Mitverantwortung und Entwicklungsfragen Stellung beziehen und Verantwortung übernehmen, am Leitbild nachhaltiger Entwicklung als Herausforderung annehmen.

- 9. Verständigung und Konfliktlösung**
... zur Überwindung soziokultureller und interkultureller Barrieren in Kommunikation und Zusammenarbeit sowie zu Konfliktlösung beitragen (bei uns und in anderen Teilen der Welt) und Rahmenbedingungen erarbeiten und zu verändern.

- 10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel**
... die gesellschaftliche Handlungsfähigkeit im beruflichen Bereich durch Offenheit und Innovation fördern, unter Barrieren in Kommunikation und Zusammenarbeit die Reduktion von Komplexität sichern und die Umgestaltung von Lebensbedingungen unterstützen.

- 11. Partizipation und Mitgestaltung**
Die Schülerinnen und Schüler können und wollen ...
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

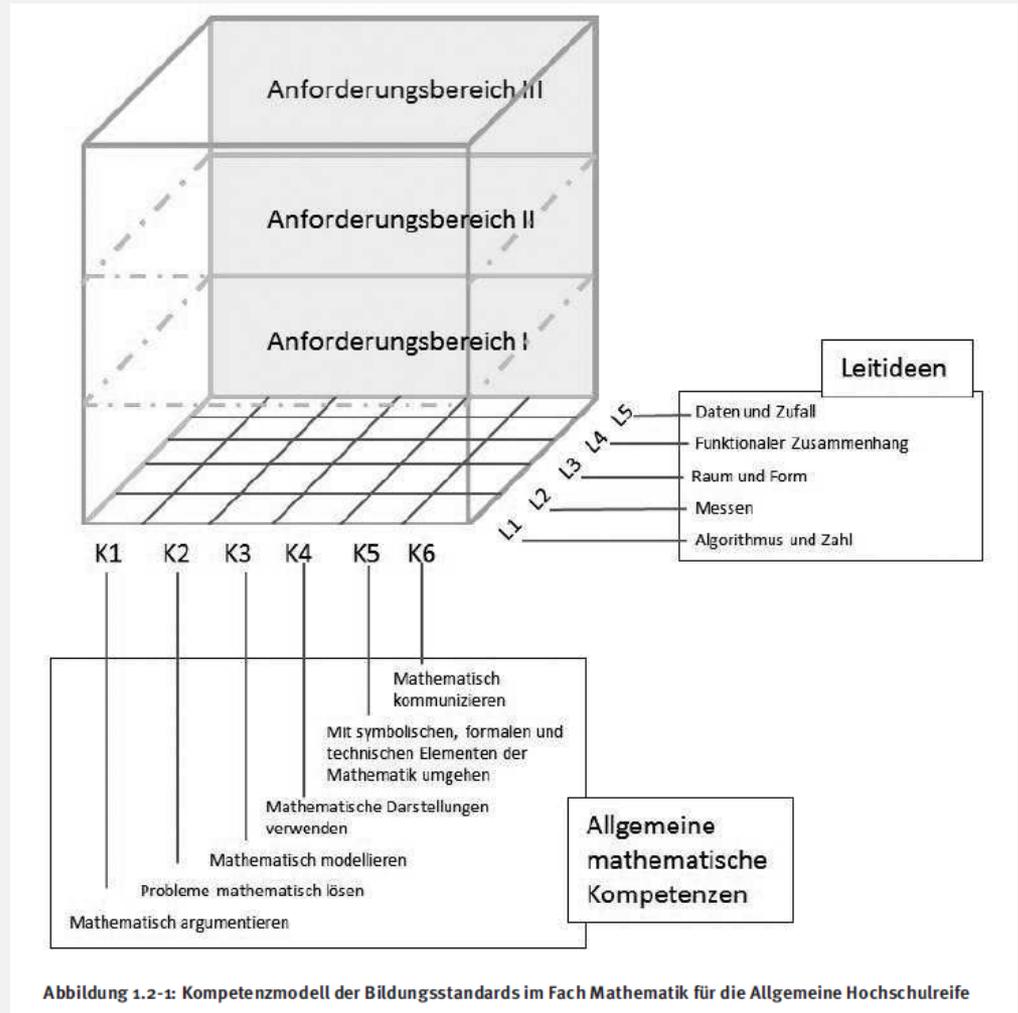


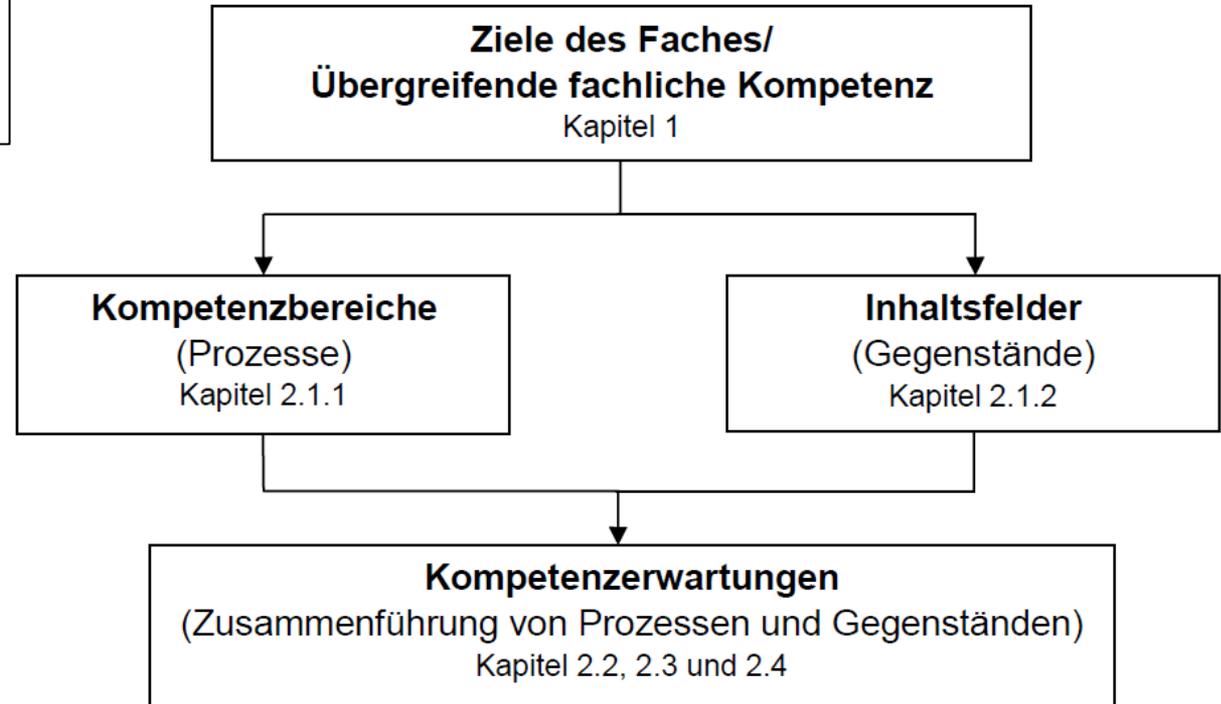
Abbildung 1.2-1: Kompetenzmodell der Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife

BNE - Rahmenbedingungen 2

Kernlehrplan NRW

für das Fach Mathematik

<https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigat-or-s-ii/gymnasiale-oberstufe/mathematik/index.html>



BNE - Rahmenbedingungen 3

Schulbücher für nachhaltige Entwicklung

<https://www.engagement-global.de/pressemitteilung/druckfrisch-handbuch-zu-bne-in-schulbuechern.html>

Kriterien für die Auswahl von BNE-Themen

BNE-Themen sollten:

- für die Lernenden sinnvoll und bedeutsam sein (relevant für ihr eigenes Leben),
- problemorientiert und auf die Suche nach nachhaltigen Lösungen ausgerichtet sein,
- mit einem oder mehreren SDGs der *Agenda 2030 für Nachhaltige Entwicklung* verknüpft werden,
- zur Auseinandersetzung mit und zu Diskussionen über die Vernetzung von lokalen, nationalen und globalen Entwicklungen anregen,
- die fundamentalen Herausforderungen und Spannungen ansprechen, mit denen die Menschheit konfrontiert ist,
- ausgewählte BNE-Kompetenzen fördern, z. B.:
 - Perspektiven wechseln und
 - inklusiv denken und handeln.



Beispiel : What A Waste 2.0

Studie der
Weltbank 2018
(Daten von 2016)



Quelle: <http://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

Beispiel : What A Waste 2.0

Studie der Weltbank 2018 (Daten von 2016)

Weltbevölkerung (in Mio)	
2016	7444
Projektion 2050	9770
Projektion UN, mittlere Variant	

Wachstumsfaktor Menschheit

$$\frac{9770}{7444} \approx 1,31 \text{ also } 31 \%$$

d.h. das Abfallaufkommen steigt mehr als doppelt so stark wie die Zahl der Menschen



$$3,4 \text{ Mrd.} \cdot \frac{100}{170} \approx 2 \text{ Mrd. Tonnen in 2016}$$

Quelle: <http://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

Beispiel: What A Waste 2.0

Studie der
Weltbank 2018
(Daten von 2016)

Bevölkerung 2016 (in Mio)	
East Asia & Pacific	2298,7
Europe & Central Asia	911,7
Latin America & Caribbean	637,7
Middle East & North Africa	436,7
North America	359,7
South Asia	1766,4
Sub-Saharan Africa	1033,2

Data from database: World Development Indicators



Quelle: <http://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

Beispiel: What A Waste 2.0

Studie der Weltbank 2018 (Daten von 2016)



Bevölkerung 2016 (in Mio)		
East Asia & Pacific	2298,7	203,6
Europe & Central Asia	911,7	430,0
Latin America & Caribbean	637,7	362,2
Middle East & North Africa	436,7	295,4
North America	359,7	803,4
South Asia	1766,4	189,1
Sub-Saharan Africa	1033,2	168,4

Data from database: World Development Indicators

kg/Kopf



Quelle: <http://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

Beispiel: What a Waste 2.0

Themenbereich:

4. Waren aus aller Welt:
Produktion, Handel und Konsum

14. Globale Umweltveränderungen

Kompetenzbereiche:

Erkennen

1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung
3. Analyse des Globalen Wandels

Bewerten

6. Kritische Reflexion und Stellungnahme

Handeln

9. Solidarität und Mitverantwortung
10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel

26.9. 2023

Inhaltliche Schwerpunkte

Funktionen

Jgst. 7/8: Prozentrechnung,
Jgst. 5/6: Diagramm, Tabelle

Kompetenzerwartungen

8) wenden Prozent- und Zinsrechnung auf allgemeine Konsumsituationen an und erstellen dazu anwendungsbezogene Tabellenkalkulationen mit relativen und absoluten Zellbezügen (Ope-11, Ope-13, Mod-2),

9) beschreiben prozentuale Veränderungen mit Wachstumsfaktoren und kombinieren prozentuale Veränderungen (Mod-4, Pro-3)

verknüpft mit **SDG14**

(Leben unter Wasser)

verknüpft mit **SDG12**

(Nachh. Konsum/Produktion)

für die Lernenden sinnvoll und bedeutsam

die fundamentalen Herausforderungen und Spannungen ansprechen, mit denen die Menschheit konfrontiert ist

Perspektivenwechsel

Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung



Klimawandel

30. Mai 2019 · 🌐



Ich will mich mal der Steinigung aussetzen 😊: die Weltbevölkerung nimmt jährlich um mind. 80 Millionen Menschen zu. Alle diese Menschen verbrauchen Energie, wollen Fleisch essen, stoßen CO2 aus etc... ist das nicht das eigentliche Problem? Wir reden uns heiß, weil wir glauben, wir könnten den Klimawandel aufhalten durch E-Fahrzeuge oder etwas weniger Fliegen und blenden das eigentliche Problem völlig aus, weil es aus humanistischen Gründen nicht opportun ist. Wenn es wirklich... **Mehr anzeigen**

👍 23

156 Kommentare

<https://www.facebook.com/groups/762610463921740/user/100001389504565/>

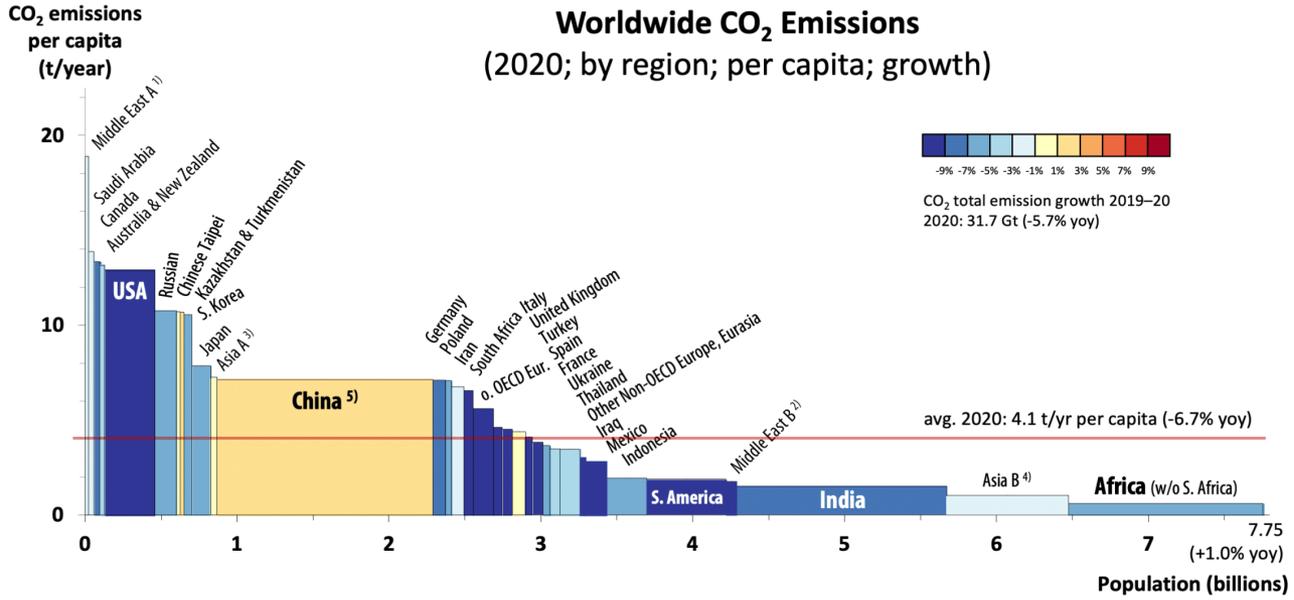
Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

GEO – Beitrag:
Stoppt das Bevölkerungswachstum!

<https://www.geo.de/natur/nachhaltigkeit/15196-rtkl-klimawandel-stoppt-das-bevoelkerungswachstum>

Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

Möglicher Einstieg



Notes:

CO₂ emissions from fuel combustion only; no other greenhouse gases or natural sources; aviation and marine bunkers not shown as territory but included in average and totals.

¹ Middle East A: Bahrain, Oman, Kuwait, Qatar, United Arab Emirates
² Middle East B: Israel, Jordan, Lebanon, Syrian Arab Republic, Yemen
³ Asia A: Brunei Darussalam, Malaysia, Mongolia, Singapore
⁴ Asia B: Asia without Asia A, China, India, Thailand, Chinese Taipei, Indonesia, S. Korea, Japan
⁵ China: People's Rep. of China, Hong Kong

Attribution:

Based on IEA (2022), "Greenhouse gas emissions from energy", www.iea.org/statistics. All rights reserved; as modified by Thomas Schulz, AQAL Capital GmbH.
 This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.
 This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Version: 13-Jun-2023 by Thomas Schulz, AQAL Capital GmbH
 blog commentary: <https://aqalcapital.com/2020-worldwide-co2-emissions>



2020 Worldwide CO₂ Emissions (by region; per capita), variwide chart by Thomas Schulz is licensed under CC BY-SA 4.0

Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen

2020	Welt	Europe & Central Asia	North America	Latin America & Caribbean	South Asia	East Asia + Pacific	Sub-Saharan Africa	Middle East & North Africa
Population	7.820.963.775	923.104.113	369.582.571	650.534.986	1.882.531.620	2.363.941.755	1.151.302.081	479.966.649
Wachstum(%)	1,011	0,209	0,980	0,812	1,124	0,428	2,653	1,430
CO ₂ -Emissions (kt)	33.566.428	5.641.773	4.837.406	1.438.080	2.518.435	14.708.136	760.868	2.416.065
CO ₂ (t/Kopf)	4,292	6,112	13,089	2,211	1,338	6,222	0,661	5,034

Zahlen aus: DataBank, THE WORLD BANK, <https://databank.worldbank.org/>

enthält Indien

enthält China

Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen

	Welt	China	Latin America & Caribbean	South Asia	East Asia + Pacific	Sub-Saharan Africa	Middle East & North Africa
2020		12.571	650.534.986	1.882.531.620	2.363.941.755	1.151.302.081	479.966.649
Population	7.820.963.775	1,430	0,812	1,124	0,428	2,653	1,430
Wachstum(%)	1,011	1,006	1.438.080	2.518.435	14.708.136	760.868	2.416.065
CO ₂ -Emissions (kt)	33.566.428	39	2,211	1,338	6,222	0,661	5,034
CO ₂ (t/Kopf)	4,292						

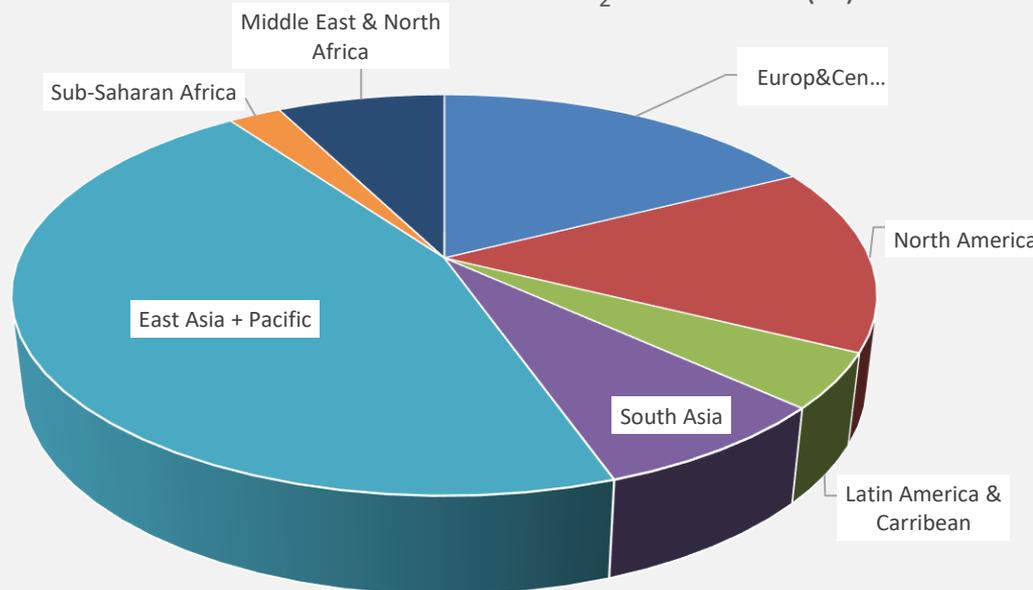
Zahlen aus: DataBank | THE WORLD BANK , <https://databank.worldbank.org/>

Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

2020	Welt	Europe & Central Asia	North America	Latin America & Carribean	South Asia	East Asia + Pacific	Sub-Saharan Africa	Middle East & North Africa
Population	7.820.963.775	923.104.113	369.582.571	650.534.985	1.882.531.620	2.363.941.755	1.151.302.081	479.966.649
Wachstum(%)	1,011	0,209	0,980	0,812	1,124	0,428	2,653	1,430
CO2-Emissions (kt)	33.566.428	5.641.773	4.837.406	1.438.080	2.518.435	14.708.136	760.868	2.416.065
CO2 (t/Kopf)	4,292	6,112	13,089	2,211	1,338	6,222	0,661	5,034

Zahlen aus: DataBank | THE WORLD BANK , <https://databank.worldbank.org/>

CO₂-Emissionen (kt) in 2020



Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

1. Versuch:

- Wachstumsrate bleibt konstant,
- Pro-Kopf Emissionen ebenfalls

Beispiel Europe & Central Asia

Population: $f(x) = 923.104.113 * 1,011^x$

CO₂-Emissionen: $g(10) = f(10) * 6,112$

2020	Welt	Europe & Central Asia	North America	Latin America & Carribean	South Asia	East Asia + Pacific	Sub-Saharan Africa	Middle East & North Africa
Population	7.820.963.775	923.104.113	369.582.571	650.534.986	1.882.531.620	2.363.941.755	1.151.302.081	479.966.649
Wachstum(%)	1,011	0,209	0,980	0,812	1,124	0,428	2,653	1,430
CO ₂ -Emissions (kt)	33.566.428	5.641.773	4.837.406	1.438.080	2.518.435	14.708.136	760.868	2.416.065
CO ₂ (t/Kopf)	4,292	6,112	13,089	2,211	1,338	6,222	0,661	5,034
2030								
Population	8.648.656.895	942.570.492	407.449.385	705.324.268	2.105.255.639	2.467.141.377	1.495.889.355	553.169.238
CO ₂ -Emissions (kt)	37.118.765	5.760.746	5.333.039	1.559.198	2.816.393	15.350.230	988.598	2.784.553

Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

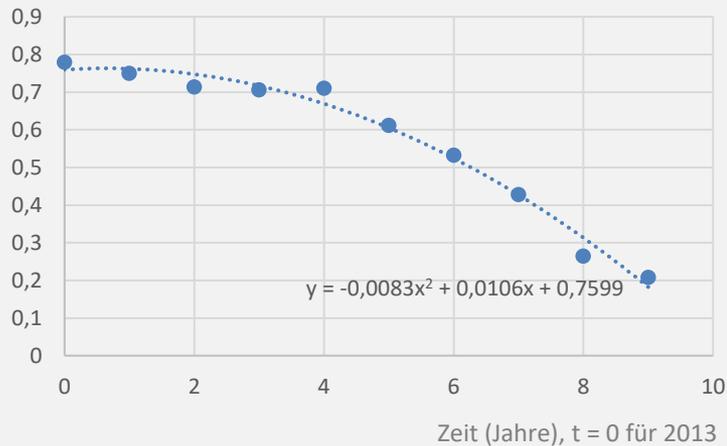
2. Versuch

Bevölkerungswachstum: quadratische Trendfunktion über die letzten 10 Jahre (2013- 2022)

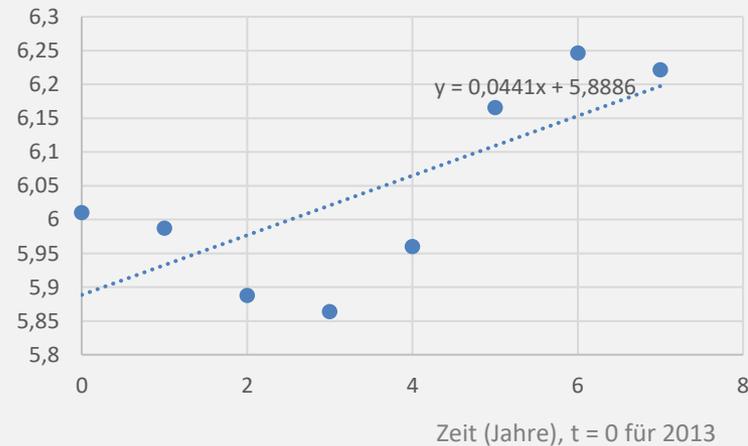
CO₂-Emissionen pro Kopf: lineare Trendgerade über die letzten 8 Jahre (2013 – 2020)

Beispiel: East Asia & Pacific

Entwicklung Bevölkerungswachstum



Entwicklung CO₂-Emissionen / pro Kopf



Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen

Region	Projektion 2030		Daten 2020	
	Population	Emissionen (kt)	Population	Emissionen (kt)
Europe & Central Asia	819.075.072	4.434.227	923.104.113	5.641.773
East Asia & Pacific	2.253.599.316	14.960.068	2.363.941.755	14.708.136
Latin America & Caribbean	666.498.211	986.884	650.534.986	1.438.080
North America	370.436.833	3.885.697	369.582.571	4.837.406
South Asia	2.010.373.272	3.283.744	1.882.531.620	2.518.435
Sub-Saharan Africa	1.457.368.550	792.080	1.151.302.081	760.868
Middle East & North Africa	524.585.603	2.372.911	479.966.649	2.416.065
Summe	8.101.936.858	30.715.610	7.820.963.775	32.320.762

Modellierung für 2030 :

Bevölkerungswachstum: quadratische Trendfunktion über die letzten 10 Jahre (2013- 2022)

CO₂-Emissionen pro Kopf: lineare Trendgerade über die letzten 8 Jahre (2013 – 2020)

Beispiel: Klimawandel und Bevölkerungsentwicklung

CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen

Region	Projektion 2030		Daten 2020	
	Population	Emissionen (kt)	Population	Emissionen (kt)
Europe & Central Asia	819.075.072	4.434.227	923.104.113	5.641.773
East Asia & Pacific	2.253.599.316	14.960.068	2.363.941.755	14.708.136
Latin America & Caribbean	666.498.211	986.884	650.534.986	1.438.080
North America	370.436.833	3.885.697	369.582.571	4.837.406
South Asia	2.010.373.272	3.283.744	1.882.531.620	2.518.435
Sub-Saharan Africa	1.457.368.550	792.080	1.151.302.081	760.868
Middle East & North Africa	524.585.603	2.372.911	479.966.649	2.416.065
Summe	8.101.936.858	30.715.610	7.820.963.775	32.320.762

Modellierung für 2030 :

Bevölkerungswachstum: quadratische Trendfunktion über die letzten 10 Jahre (2013- 2022)

CO₂-Emissionen pro Kopf: lineare Trendgerade über die letzten 8 Jahre (2013 – 2020)

Beispiel: Bevölkerungsentwicklung

Themenbereich:

- 11. Globale Umweltveränderungen
- 14. Demographische Strukturen u. Entwicklungen

Kompetenzbereiche:

Erkennen

- 1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung
- 3. Analyse des Globalen Wandels

Bewerten

- 6. Kritische Reflexion und Stellungnahme

Handeln

- 9. Solidarität und Mitverantwortung
- 10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel

Inhaltliche Schwerpunkte

Funktionen

Jgst. 9/10: lineare, quadratische und exponentielle Funktionen

Kompetenzerwartungen

(11) identifizieren funktionale Zusammenhänge in Messreihen mit digitalen Hilfsmitteln (Arg-1, Arg-4, Ope-11, Ope-13),

(12) wenden lineare, quadratische und exponentielle Funktionen zur Lösung inner- und außermathematischer Problemstellungen an (Mod-4, Mod-7, Pro-5),

verknüpft mit **SDG10**

(weniger Ungleichheiten)

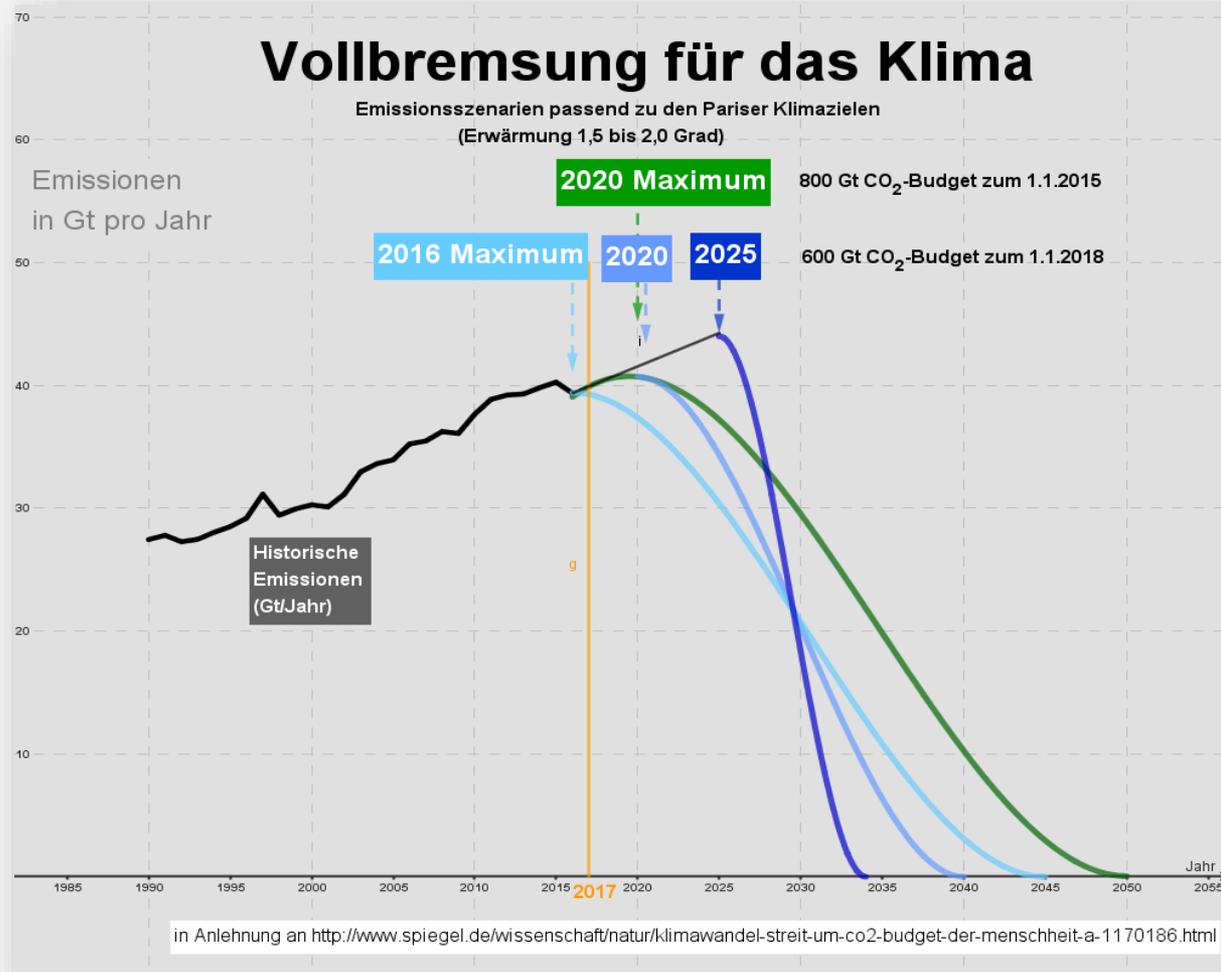
verknüpft mit **SDG13**

(Maßnahmen zum Klimaschutz)

die fundamentalen Herausforderungen und Spannungen ansprechen, mit denen die Menschheit konfrontiert ist

Perspektivenwechsel

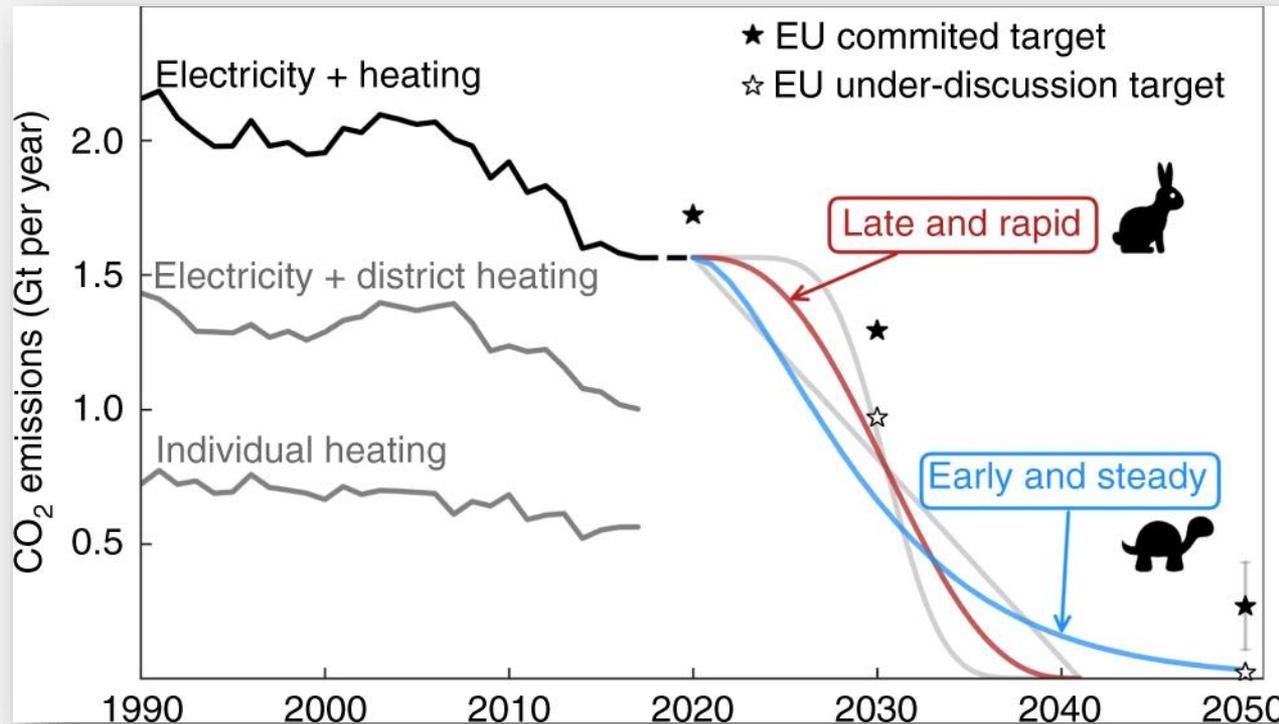
Beispiel: CO₂-Budget (global)



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

Beispiel: CO₂-Budget (Europa)

Fig. 1: Historical CO₂ emissions from the European power system and heating supply in the residential and services sectors.

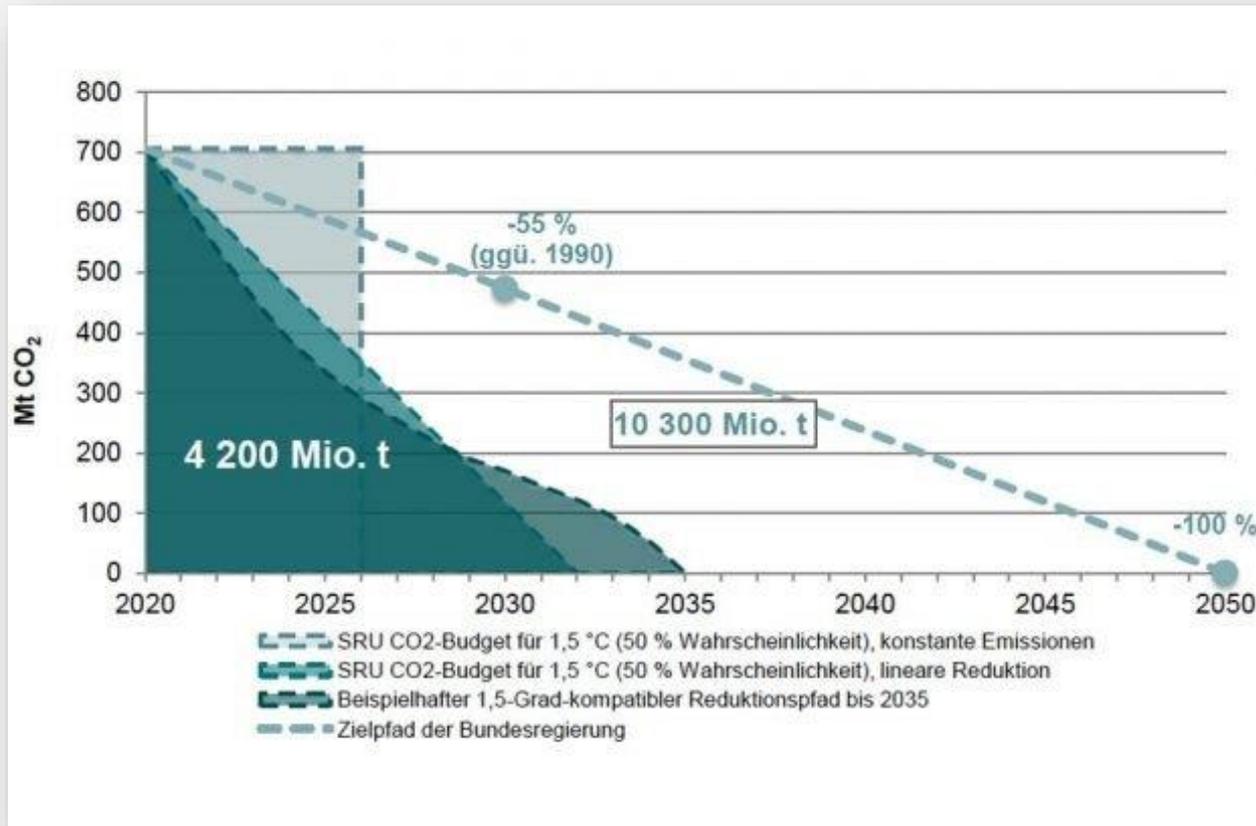


Quelle: Victoria, M., Zhu, K., Brown, T. et al. Early decarbonisation of the European energy system pays off. *Nat Commun* 11, 6223 (2020). <https://www.nature.com/articles/s41467-020-20015-4>

Data from EEA⁸. The various future transition paths shown in the figure have the same cumulative CO₂ emissions, which correspond to the remaining 21 GtCO₂ budget to avoid human-induced warming above 1.75 °C with a probability of >66%, assuming current sectoral distribution for Europe, and equity sharing principle among regions. Black stars indicate committed EU reduction targets, while white stars mark targets under discussion in 2020.

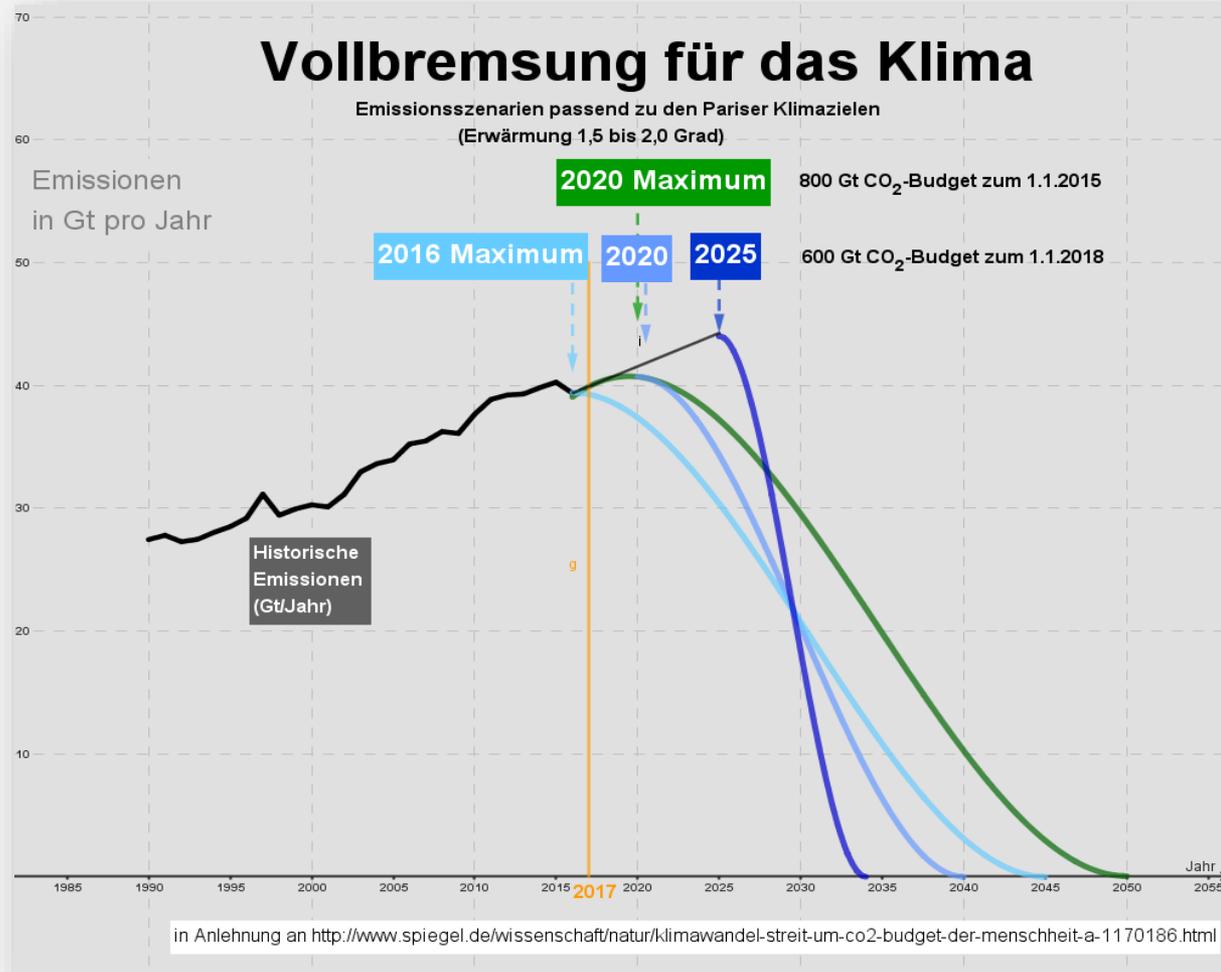
Beispiel: CO₂-Budget (Deutschland)

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)

Beispiel: CO₂-Budget (global)



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

Beispiel: CO₂-Budget (global)

Grundlagen I:



All the data is shown in billion tonnes CO₂ (GtCO₂)

1 Gigatonne (Gt) = 1 billion tonnes = 1×10^{15} g = 1 Petagram (Pg)

1 kg carbon (C) = 3.664 kg carbon dioxide (CO₂)

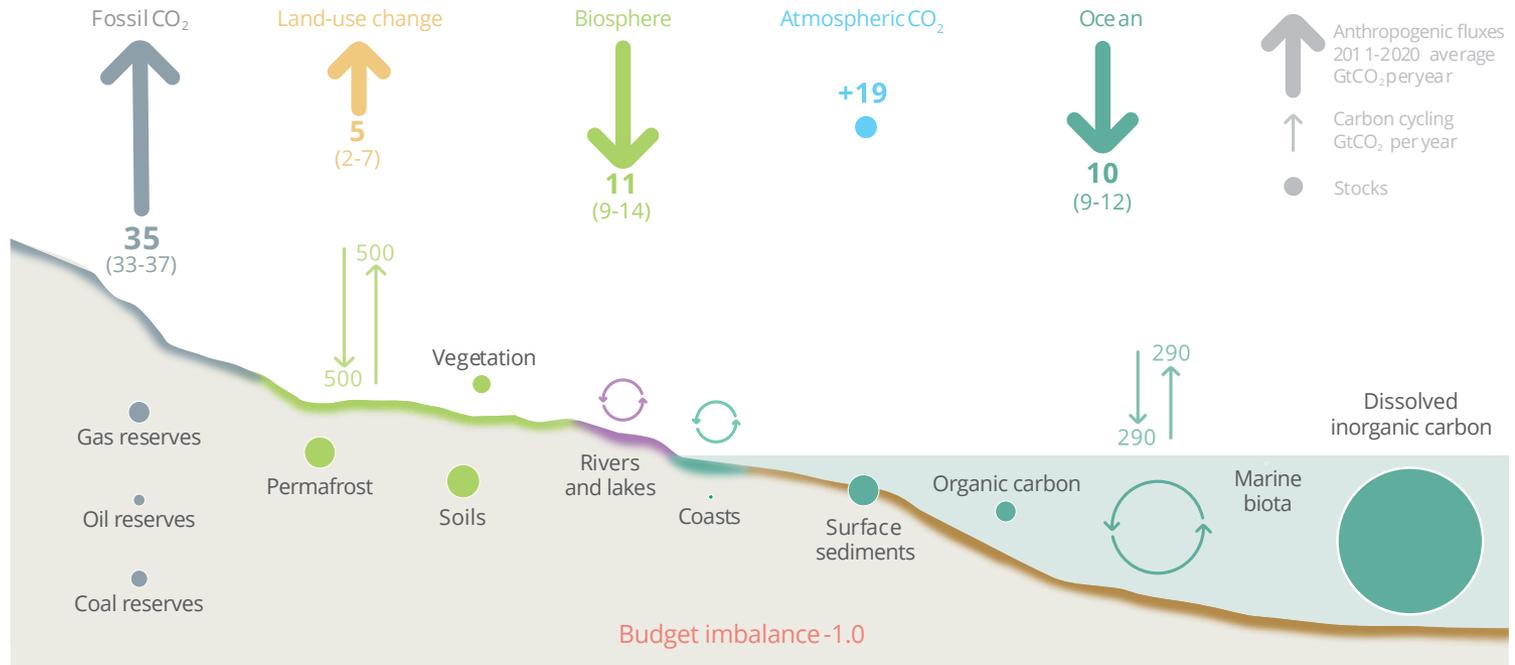
1 GtC = 3.664 billion tonnes CO₂ = 3.664 GtCO₂

(Figures are available from <https://globalcarbonbudget.org/carbonbudget>)

Most figures in this presentation are available for download as PNG, PDF and SVG files from tinyurl.com/GCB22figs along with the data required to produce them.

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)



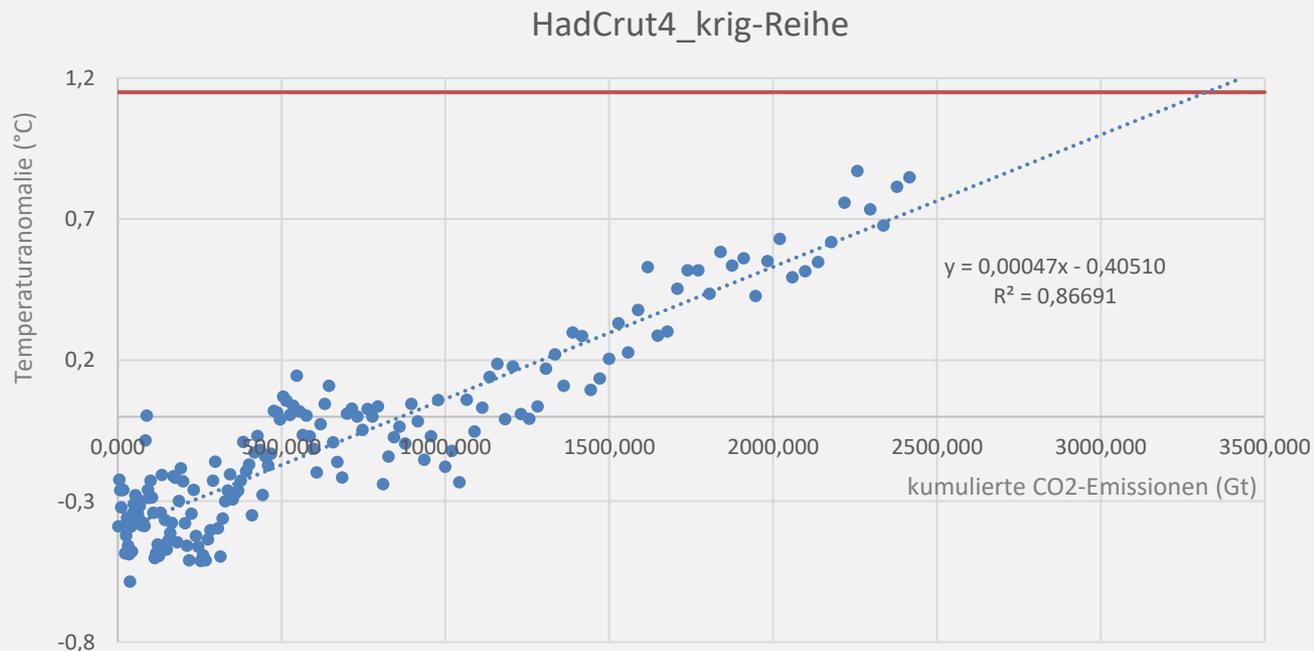
© Global Carbon Project

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](#)

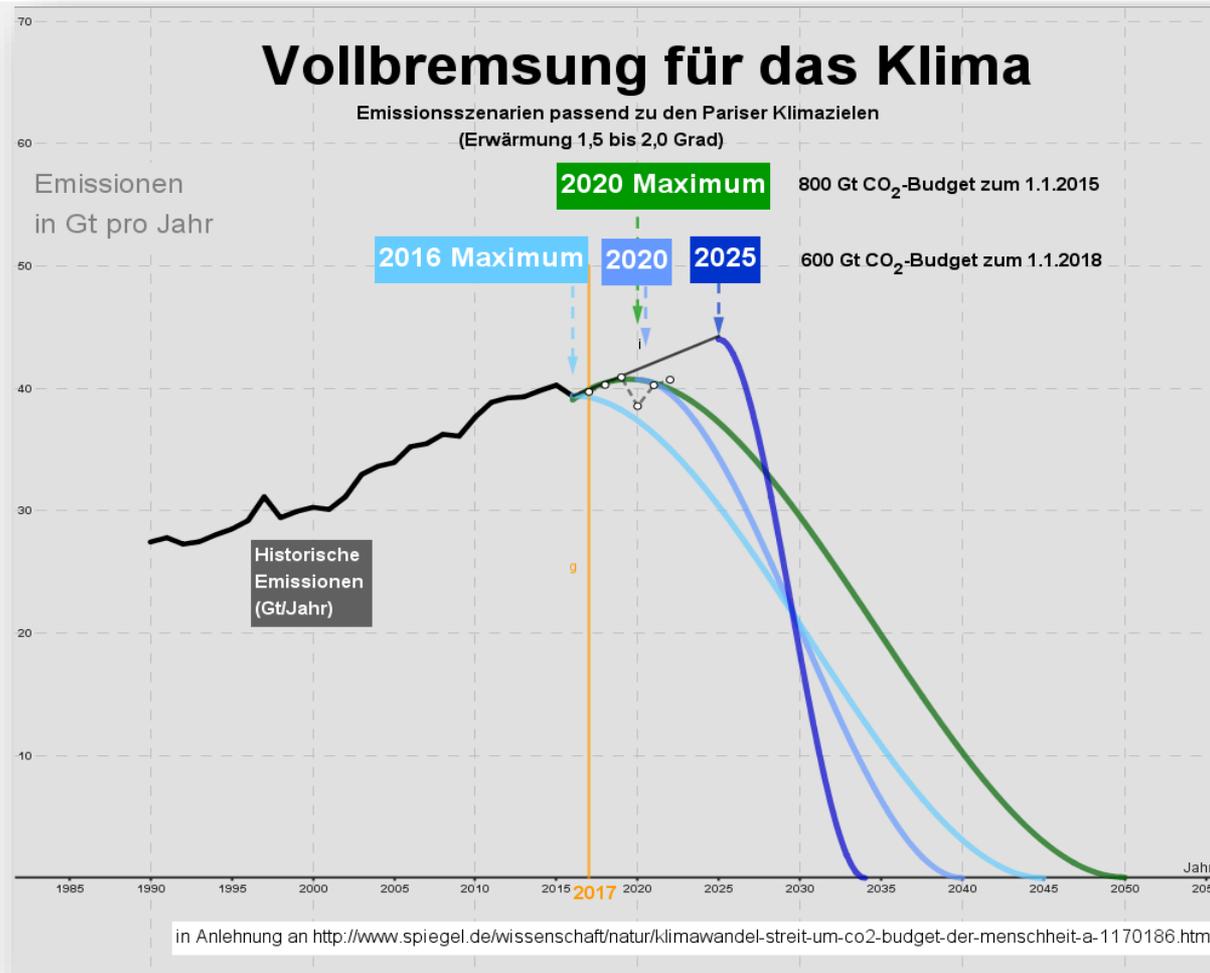
Beispiel: CO₂-Budget (global)

Grundlagen III: Berechnung des gesamten globalen CO₂-Budgets



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

Beispiel: CO₂-Budget (global)



Hier mit den aktuellen Emissionsdaten bis 2022 (weiße Punkte)

Beispiel: 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

Inhaltliche Schwerpunkte

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)

für die Lernenden sinnvoll und
bedeutsam

die fundamentalen Heraus-
forderungen und Spannungen
ansprechen, mit denen die
Menschheit konfrontiert ist

zur Auseinandersetzung mit und zu
Diskussionen über die Vernetzung
von lokalen, nationalen und
globalen Entwicklungen anregen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Noch Fragen?

Vortrag und weitere Materialien

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

siehe **Materialien**

