

Begrenzung der Erd-Erwärmung - weltweit - möglichst auf 1,5°C

Analyse zur Aussicht, die globale Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen

Persönliche Vorab-Bemerkung zu meiner Kompetenz

*Sie als Leser*in werden sich vielleicht fragen, welche sachliche Kompetenz mich zu den Aussagen dieses Papiers legitimiert. Deshalb möchte ich gleich zu Anfang eine entsprechende Information geben:*

Ich bin von meiner Ausbildung her evangelischer Theologe, habe also trotz weniger Semester Physikstudium keine fundierte naturwissenschaftliche Ausbildung. Doch ich hatte schon immer großes Interesse am Thema „Bewahrung der Schöpfung“. Das brachte mich 2003 dazu, mich mit voller Kraft (10 Jahre lang in einer Klimaschutzinitiative, danach als „Einzelkämpfer“) zu engagieren.

Dabei habe ich mich sehr darum bemüht, die Warnungen des Weltklimarats (IPCC) wegen der steigenden CO₂-Konzentration in der Atmosphäre zu verstehen, formuliert in den Berichten von 1990, 1995 und 2001. Durch die wissenschaftlichen Erkenntnisse in den folgenden IPCC-Berichten wurde der Zusammenhang zwischen der CO₂-Konzentration und der zwingend folgenden globalen Erwärmung immer eindeutiger. Ich hätte gern schon sehr bald gewusst, wie viel an zusätzlicher CO₂-Emission denn noch „klimaverträglich“ sein werde, konnte dazu aber noch keine belastbaren Aussagen finden.

*Die wissenschaftliche Antwort darauf wurde erst 2018 öffentlich bekannt durch einen Sonderbericht des IPCC: Dieser konnte Höchstmengen für künftige CO₂-Emissionen benennen – sog. **CO₂-Budgets** –, deren Überschreitung eine Erwärmung um 1,5°, 1,75° oder 2°C zur Folge haben wird. Zuvor, im Jahr 2015, hatte die Weltgemeinschaft in Paris beschlossen, die Erwärmung nur möglichst wenig über 1,5°C steigen zu lassen.*

Aus beidem zusammen, den wissenschaftlich vorgegebenen Werten zur Begrenzung der Erderwärmung und der sich daraus ergebenden Begrenzung der CO₂-Emissionen, ergibt sich die Grundorientierung für das nötige weltweite Klimaschutzhandeln. Seit 2018 bemühe ich mich, die wissenschaftlichen Erkenntnisse hinter dieser Grundorientierung allgemeinverständlich aufzubereiten und zu vermitteln, insbesondere die Bedeutung des globalen CO₂-Budgets und die Notwendigkeit der daraus abgeleiteten nationalen CO₂-Budgets zur Handlungsorientierung.

Die nachfolgenden Ausführungen sind mehr als private Meinungsäußerungen. Sie sind mathematisch abgeleitet aus einer eindeutigen, wissenschaftlichen Datenbasis.

1. Die physikalische Voraussetzung der Zielerreichung:

Laut wissenschaftlicher Erkenntnis darf die atmosphärische CO₂-Konzentration nur noch um ein berechenbares Maß erhöht werden, wenn die **globale Erwärmung** gestoppt werden soll. 196 Ländern haben deshalb **2015** in **Paris** beschlossen (inzwischen von 189 Ländern, einschließlich Deutschland, national **ratifiziert**), die globale Erwärmung **möglichst nahe bei 1,5 °C** zu stoppen. Der **Weltklimarat/IPCC** hat daraufhin **2018** in einem Sonderbericht **das dem Ziel entsprechende** noch offene **globale CO₂-Budget** ab 2018 mit 420 Mrd. t beziffert. **Ab 2020** sind es lt. IPCC noch **400 Mrd. t**. Mit Erreichen der CO₂-Budgetgrenze ist **global Klimaneutralität** Pflicht. Der **Weltklimarat** rechnet damit **ab spätestens Mitte des Jahrhunderts**.

2. Theoretische Notwendigkeit nationaler CO₂-Budgets

Da es keine Weltregierung gibt, muss der Steuerungsprozess zur Einhaltung des globalen CO₂-Budgets durch **nationales Handeln von nahezu 200 Staaten** organisiert werden. Das bedeutet: Das globale CO₂-Budget muss in entsprechend viele **nationale CO₂-Budgets** aufgeteilt werden: Jedes Land muss dann den von ihm zu verantwortenden lfd. Anteil an den globalen CO₂-Emissionen – seinem Emissionsumfang und seinen Möglichkeiten entsprechend (s. völkerrechtsverbindliche [Klimarahmenkonvention](#) von 1992, Art. 3,1) – auf null bringen. **Das Erreichen der nationalen CO₂-Budgetgrenze bestimmt den Zeitpunkt für verbindliche nationale Klimaneutralität.** Diese Grenze darf – wie die des globalen Budgets – nicht anhaltend überschritten werden. Geschieht das dennoch, muss der Überschuss irgendwie effektiv kompensiert werden. Die globale Bilanz darf nicht erhöht werden, wenn man das gesetzte Ziel erreichen will.

3. Keine internationale Vereinbarung

Bisher konnten leider **keine nationalen CO₂-Budgets international vereinbart** werden. Es gibt nur unverbindliche nationale Reduktionsversprechen. Fast alle **Politiker der hoch emittierenden Länder** gehen *ohne Definition* eines eigenen nationalen CO₂-Budgets davon aus, ihr Land werde für das Erreichen der *nationalen* Klimaneutralität Zeit haben bis 2050 oder 2045, gemäß der IPCC-Erwartung hinsichtlich *globaler* Klimaneutralität ab Mitte dieses Jahrhunderts.

4. Deutsches und europäisches Klimaschutzgesetz

Deutschland richtet seinen Pfad zur **Klimaneutralität** auf das Jahr **2045** aus, vgl. [Änderungsgesetz zum Klimaschutzgesetz](#) (KSG, Stand: Aug. 2021), § 3 (Reduktion gegenüber 1990 bis 2030: min. -65%, bis 2040: mind. -88%, 2045: Netto- Treibhausgasneutralität). **Die EU** ([Europ. Klimagesetz](#), Art. 2 u. 4) will mit der Vorgabe „-55% bis 2030 und Netto- Treibhausneutralität ab **2050**“ die Pariser Vorgabe erfüllen. Das **deutsche**, ebenso wie das **europäische Klimagesetz**, ist also nicht an einem nationalen CO₂-Budget orientiert. Es **berücksichtigt nicht die zwingende Logik für die Begrenzung der atmosphärischen CO₂-Konzentration**, dass auch deutsche Null-Emission spätestens bei Ausschöpfung einer bestimmten deutschen Emissionsmenge ab einem Stichjahr begonnen sein muss. Zum nationalen CO₂-Budget ein [Video](#) von *Carsten Schwanke*, Wetter vor acht.

5. Praktische Auswirkung (a): Überschreitung des globalen CO₂-Budgets

Die **Datentabelle auf S. 3** macht deutlich: Falls alle Länder, insbesondere die 10 höchstemittierenden (einschließlich Deutschlands), sich weiterhin am Jahr 2045 für die globale Null-Emission und nicht an der Größe des CO₂-Budgets orientieren, ist es **unmöglich, das Pariser Ziel zu erreichen**. Denn wenn alle Länder die Null-Emission erst im Jahr 2045 erreichen (durch lineare jährliche Minderung ab 2022), werden schon allein die Hauptemittenten 370 Mrd. von den 400 Mrd. t des globalen CO₂-Budgets emittiert haben. Diese Hauptemittenten (China, USA, EU27, Russland, Japan, Iran, Süd-Korea, Saudi-Arabien und Kanada) machen gerade mal 34,4% der Weltbevölkerung aus.

Zu diesen 370 Mrd. t kommen 158 Mrd. t hinzu, die von Indien und rd. 170 weiteren Ländern zu verantworten sind, denen 65,6% der Weltbevölkerung zuzurechnen sind. Die **Gesamtemission von 558 Mrd. t CO₂** dürfte zu einer globalen Erwärmung von 1,7 °C führen, die vielleicht noch akzeptabel sein könnte. Nicht akzeptabel ist aber **das große globale Gerechtigkeitsproblem**, das mit diesem Vorgehen verbunden ist:

6. **Praktische Auswirkung (b): Großes Gerechtigkeitsproblem**

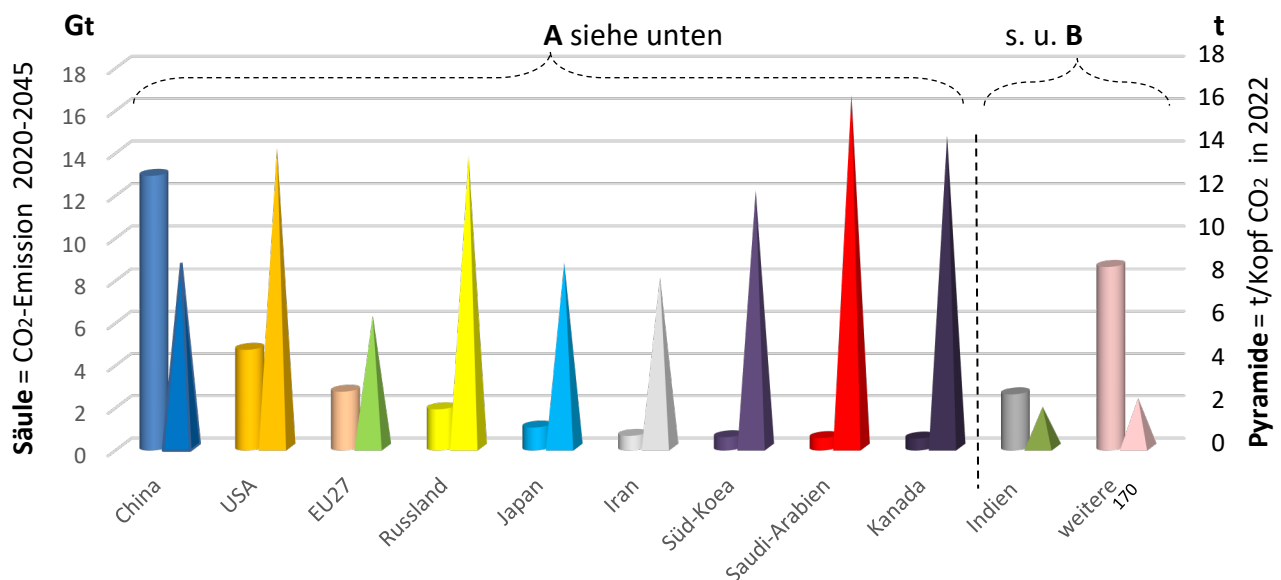
Indien und die noch schwach entwickelten Länder unter den rd. „weiteren 170 Länder“ hätten bei ihrer technischen Entwicklung keinen Spielraum mehr zur Nutzung fossiler Energien. Dies, obgleich **Indien** aktuell nur **1,9 t CO₂ pro Kopf und Jahr** emittiert, alle „weiteren 170 Länder“ durchschnittlich nur 2,3 t, die in Punkt 5 genannten hoch emittierenden Länder aber durchschnittlich 8,2 t (von Saudi-Arabien: 16,6 t, USA 14,1 t bis EU27: 6,2 t).

7. **Auswertung der Analyse:**

Eine möglichst **gerechte und effektive Regelung des Reduktionsprozesses** ist nur möglich durch

- die verbindliche Vereinbarung **nationaler CO₂-Budgets** - anteilig vom globalen CO₂-Budget **gemäß Anteil an der Weltbevölkerung**
- und bei **Klimaneutralität ab Erreichen der nationalen Budgetgrenze**.

Länder-Emissionen 2020-2045(Säulen) und Pro-Kopf-Emissionen (Pyramiden) in 2022



Alle Berechnungen s. S. 4

Gesamtemission 2020-2045

A: 370 Gt

B: 158 Gt

CO₂-Emission/Kopf 2022 Ø

A: 11,4 t

B: 2,1 t

Ökologisch verträglich wäre z. Zt. eine CO₂-Emission von weltweit Ø 1,3 t/Kopf, s. [Anm. S. 5](#)

Anmerkung zur folgenden Berechnungstabelle:

- Anforderung 1) Die Summe der ab Anfang 2022 jährlich anfallenden CO₂-Emissionen zzgl. des in 2020 und 2021 schon emittierten CO₂ soll im Jahr 2045 (Klimaschutzgesetz) auf null reduziert werden.
- 2) Die unter (1) genannte aufgelaufene Emissionsmenge darf Ende 2045 die Grenze des nationalen CO₂-Budgets nicht überschritten haben.

Der Lösungsweg

Für jedes Land wurde jene spezifische **jährlich gleich bemessene CO₂-Reduktionrate** ermittelt, die bei Anwendung ab 2022 – ausgehend vom jeweiligen Ist-Wert für 2021 – zur **Null-Emission Ende 2045** führt und somit die **1. Anforderung erfüllt**. Die Addition der auf diesem Reduktionspfad aufgelaufenen CO₂-Emissionen ab 2020 ergibt **aber**, dass die **CO₂-Budgetgrenze deutlich überschritten** würde.

Reduktion mit linearen Raten ist der Weg, um **gleichzeitig und bei möglichst moderater Anstrengung** spätestmöglich die **CO₂-Budgetgrenze und die Null-CO₂-Emission** zu erreichen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Bevölkerung in Tsd. 2022 geschätzt	9 der 10 größten CO ₂ -Emittenten + Intern. Luft- u. Schifffahrt										übrige Welt		Für die 170 weiteren Länder wurden die in Spalte L genannten Zahlen (zur Bevölkerung und zu den jährl. Emissionen) auf die Weise ermittelt, dass pro Zeile die Summe der Werte aus den Spaltenplätzen A-K von dem entsprechenden globalen Gesamtwert dieser Zeile abgezogen wurde. (Original der Gesamtwerte s. Quellenangaben unter der Tab.)
	China	USA	EU27	Russland	Japan	Iran	Südkorea	Saudi-Arab.	Kanada	intern. Luft- u. Schifffahrt	Indien	170 weitere Länder	
	1.428.000	337.342	450.231	142.022	124.215	86.316	51.845	35.354	38.233		1.389.637	3.707.116	
	34,4 % der Weltbevölkerung										65,6 % d. Weltb.		
	CO ₂ -Emiss. in Mio. t für 2020/21 = IST-Werte												
2020	11.948	4.464	2.605	1.798	1.055	691	605	575	548	1.005	2.396	8.270	
2021	12.466	4.752	2.775	1.943	1.085	691	627	586	564	1.059	2.649	8.662	
ab 2022 Annahmen; bis 2045 jährlich linear reduziert bis Null-Emission in 2045													
2022	11.968	4.561	2.664	1.865	1.041	663	602	563	541	1.017	2.543	8.316	
2023	11.469	4.370	2.553	1.787	998	636	577	540	518	974	2.437	7.969	
2024	10.971	4.180	2.442	1.709	955	608	551	516	496	932	2.331	7.623	
2025	10.472	3.989	2.331	1.632	911	580	526	493	473	890	2.225	7.276	
2026	9.973	3.798	2.220	1.554	868	553	501	469	451	847	2.119	6.930	
2027	9.475	3.607	2.109	1.476	825	525	476	446	428	805	2.013	6.583	
2028	8.976	3.416	1.998	1.398	782	498	451	423	405	763	1.907	6.237	
2029	8.478	3.226	1.887	1.321	738	470	426	399	383	720	1.801	5.890	
2030	7.979	3.035	1.776	1.243	695	442	401	376	360	678	1.695	5.544	
2031	7.480	2.844	1.665	1.165	652	415	376	352	338	636	1.589	5.197	
2032	6.982	2.653	1.554	1.088	608	387	351	329	315	593	1.483	4.851	
2033	6.483	2.462	1.443	1.010	565	360	326	306	292	551	1.377	4.504	
2034	5.985	2.272	1.332	932	522	332	300	282	270	509	1.271	4.158	
2035	5.486	2.081	1.221	854	478	304	275	259	247	466	1.165	3.811	
2036	4.987	1.890	1.110	777	435	277	250	235	225	424	1.059	3.465	
2037	4.489	1.699	999	699	392	249	225	212	202	382	953	3.118	
2038	3.990	1.508	888	621	349	222	200	189	179	339	847	2.772	
2039	3.492	1.318	777	544	305	194	175	165	157	297	741	2.425	
2040	2.993	1.127	666	466	262	166	150	142	134	255	635	2.079	
2041	2.494	936	555	388	219	139	125	118	112	212	529	1.732	
2042	1.996	745	444	310	175	111	100	95	89	170	423	1.386	
2043	1.497	554	333	233	132	84	75	72	66	128	317	1.039	
2044	999	364	222	155	89	56	49	48	44	85	211	693	
2045	500	183	111	77	45	28	24	25	21	43	105	345	
2046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Addition	174.026	66.036	38.680	27.045	15.182	9.682	8.743	8.215	7.857	14.778	36.816	120.869	
t CO ₂ / Kopf	8,7	14,1	6,2	13,7	8,7	8,0	12,1	16,6	14,7		1,9	2,3	
	370.245 = 69,4%										157.685 = 30,6%		
	Gesamtemission 2020-2046 527.929 Mio. t CO ₂												
	globales CO ₂ -Budget ab 2021 400.000 Mio. t CO ₂												

Daten: Weltbevölkerung <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/MostUsed/>

Bevölkerung EU https://klimaneutral-handeln.de/pet/CO2_emissions_of_all_world_countries_2022_report.pdf#page=35

Emissionswerte https://klimaneutral-handeln.de/pet/CO2_emissions_of_all_world_countries_2022_report.pdf

Schluss-Fazit der Analyse:

Wenn alle Länder wie Deutschland ihr Emissionsniveau von 2023 an bis Ende 2045 linear auf null reduzieren würden, würden von 2020 an insgesamt rd. 528 Gt statt nur 400 Gt emittiert sein.

Folge 1: Die Erwärmung würde das angestrebte 1,5°-Ziel (hohe Erfolgsaussicht) überschreiten und bei ca. 1,7° landen.

Folge 2: Es wird massiv gegen die Gerechtigkeitsanforderung des geltenden Völkerrechts (Klimarahmenkonvention) verstoßen.

Politisch notwendige Konsequenzen:

Soll die von 154 Ländern ratifizierte Erwärmungsgrenze von 1,5 °C mit möglichst großer Erfolgsaussicht eingehalten werden, muss

das Erreichen der Grenze des globalen CO₂-Budgets als Zeitpunkt für die weltweite Pflicht zu klimaneutralem Handeln akzeptiert werden. Bei Anwendung dieser Vorgabe ist für die Ermittlung der erforderlichen linearen Reduktionsraten **nicht irgendein Jahr, sondern die Summe von weltweit insgesamt noch 400 Mrd. t CO₂ ab 2020 maßgeblich.** Die Anwendung des oben beschriebenen „Rechenvorgangs“ bei Beginn der Reduktion ab 2022/23 ergibt, dass das globale CO₂-Budget ca. 2039 erschöpft sein wird. Ab diesem Zeitpunkt darf wegen max. +1,5° kein CO₂-mehr emittiert werden.

Die **nationalen Anstrengungen zum Klimaschutz** müssen aus oben beschrieben Gründen **an nationalen CO₂-Budgets orientiert** werden, die ebenfalls spätestens 2039 erschöpft sein werden – bei den etlichen Ländern deutlich früher. Der auf das deutsche CO₂-Budget bezogene „Rechenweg“ nach obigem Beispiel ergibt, dass **Deutschland** wegen seiner hohen Ausgangsemission in 2020-2022 **spätestens 2030 Klimaneutralität** erreichen müsste, um seiner eingegangenen Verpflichtung (möglichst nicht mehr als 1,5°C-Erwärmung) nachzukommen – das Ergebnis einer ganz einfachen Rechenaufgabe!

Anmerkung zu S. 3: Ökologisch z. Zt. vertretbar, da von den 36 Mrd. t globalen CO₂-Emissionen aus 2021 (nur CO₂) gemäß Durchschnitt der Jahre 1960-2020 29 % * von der Vegetation, insbesondere den globalen Wäldern, ohne schädigende Wirkung „entsorgt“ wurden (Tendenz: abnehmend!). 29 % von 36 Mrd. t sind 10,4 Mrd. t; globale Weltbevölkerung: aktuell rd. 8 Mrd., d.h. 10,4 Mrd. : 8 Mrd. t = 1,3 t/Kopf **zum Erhalt des aktuellen Niveaus der globalen CO₂-Konzentration.**

* https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/22/files/GCP_CarbonBudget_2022.pdf#page=16