

Ableitung eines impliziten CO₂-Budgets für Deutschland aus dem Klimaschutzgesetz

Stand: 22.04.2025

Dipl.-Volkswirt Andreas Wolfsteiner

www.klima-retten.info • klima-retten@email.de • Newsticker auf [Facebook](#)

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
Einleitung	4
Implizites CO2-Budget KSG	5
Berechnung im Detail	6
Treibhausgas-Emissionen der KSG-Sektoren 2020 - 2050	6
THG-Emissionen KSG-Sektoren 2020 – 2030	6
THG-Emissionen KSG-Sektoren 2031 – 2040	6
THG-Emissionen KSG-Sektoren 2041 – 2050	6
THG-Emissionspfad KSG-Sektoren 2020 – 2050	7
Anteil CO2-Emissionen KSG-Sektoren 2020 - 2050	7
Internationale Schiff- und Luftfahrt (ISA)	8
Senken	8
LULUCF-Emissionen 2020 – 2050	8
Sonstige Senken	8
Netto-Senkenleistung	9
Berechnung implizites CO2-Budget 2020 – 2050	10
Nationales CO2-Budget als handlungsleitender Parameter	11
Literaturverzeichnis	12
Anhang	14
Anhang 1: Abgleich mit der Berechnung des MCC	14
Anhang 2: Verbleibendes Budget und Soll-Ist-Abgleich	15
Anhang 3: Kosteneffiziente Sektorziele und sinnvoller Verlauf der Reduktionssätze	19
Anhang 4: Ableitung eines nationalen CO2-Budgets von einem globalen CO2-Budget	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Emissionspfad KSG-Sektoren 2020 - 2050	7
Abbildung 2: THG-Emissionen gesamt einschl. LULUCF und ISA (Soll-Ist-Abgleich)	17
Abbildung 3: KSG-Sektoren gesamt (Soll-Ist-Abgleich)	17
Abbildung 4: Die einzelnen KSG-Sektoren (Soll-Ist-Abgleich)	18
Abbildung 5: LULUCF und ISA (Soll-Ist-Abgleich).....	18
Abbildung 6: Verlauf der jährlichen Reduktionssätze nach Sektoren 2021 - 2030.....	19
Abbildung 7: Verlauf der jährlichen Reduktionssätze KSG-Sektoren 2031 - 2040.....	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Implizites CO2-Budget ab 2020	5
Tabelle 2: Abgleich mit der Berechnung des MCC.....	14
Tabelle 3: Verbleibendes CO2-Budget und Soll-Ist-Abgleich	15
Tabelle 4: Soll-Ist-Abgleich KSG-Sektoren	16
Tabelle 5: CO2-Budgets für Deutschland abgeleitet von einem global verbleibenden CO2-Budget.....	20
Tabelle 6: Implizite Gewichtungen der Bevölkerung bei unterschiedlichen globalen CO2-Budgets.....	21

Einleitung

CO2 reichert sich in der Atmosphäre an. Daher ist die Summe der CO2-Emissionen entscheidend für die Einhaltung bestimmter Grenzen der Erderwärmung (vgl. IPCC, 2021; Wolfsteiner, 2024b).

Trotz der naturwissenschaftlichen Unsicherheiten bezüglich der Höhe eines [global verbleibenden CO2-Budgets](#) und der Fragen, welche Risiken wir eingehen wollen und was eine gerechte und ökonomisch sinnvolle Aufteilung eines solchen globalen CO2-Budgets auf Länder ist, muss sich Klimapolitik an der physikalisch gegebenen Budgeteigenschaft von CO2 orientieren (vgl. BVerfG, 2021).

Politisch entschiedene CO2-Budgets sollten daher ein wichtiger handlungsleitender Parameter einer Paris-kompatiblen Klimapolitik sein (siehe S. 11). Je mehr Länder für sich ein CO2-Budget festlegen und auch die Herleitung von einem global verbleibenden CO2-Budget transparent machen, desto wahrscheinlicher werden auch in Summe Paris-kompatible national festgelegte Beiträge ([NDCs](#)) im Pariser-Ambitionsmechanismus (vgl. Sargl, et al., 2025b; Sargl, et al., 2025a).

Weder Deutschland¹ noch die EU konnten sich bisher dazu durchringen, ein verbleibendes CO2-Budget zumindest als Orientierungsgröße festzulegen. Aus dem Klimaschutzgesetz Deutschlands (KSG) lässt sich jedoch unter Zugrundelegung bestimmter Annahmen ein **implizites CO2-Budget** ableiten. Bei den Annahmen wurde hier wesentlich auf (Knopf & Geden, 2022) zurückgegriffen. Das dabei verwendete Tool (Download [hier](#)) soll eine nachvollziehbare Herleitung des impliziten CO2-Budgets ermöglichen (Wolfsteiner, 2025a). Dabei können vom Anwender voreingestellte Annahmen auch anders festgelegt werden.

Im Anhang 4 wird die Ableitung eines nationalen CO2-Budgets von einem globalen CO2-Budget diskutiert und eine implizite Gewichtung der Bevölkerung aufgrund des hier ermittelten impliziten CO2-Budgets dargestellt.

Im Anhang 2 wird ein Soll-Ist-Abgleich zwischen den Ist-Emissionen nach 2019 und den Emissionen laut KSG bzw. daraus abgeleiteten Werten durchgeführt. Außerdem wird das aktuell verbleibende CO2-Budget gezeigt.

Im Anhang 3 wird die Frage der Kosteneffizienz von Sektorzielen und von sinnvollen Verläufen der jährlichen Veränderungsraten diskutiert.

¹ Deutschland reicht kein eigenes NDC ein, sondern ist Teil des NDC der EU.

Implizites CO2-Budget KSG

Bei den hier unterstellten Annahmen lässt sich folgendes implizites CO2-Budget für Deutschland berechnen:

	Zeitraum:	2020 - 2050
CO2-Emissionen KSG-Sektoren		8,25 Mrd. t CO2
Netto-Senkenleistung		-0,86 Mrd. t CO2eq
implizites CO2-Budget ohne ISA		7,39 Mrd. t CO2
internat. Schiff- und Luftfahrt (ISA; nicht thematisiert im KSG)		0,50 Mrd. t CO2
implizites CO2-Budget inklusive ISA		7,89 Mrd. t CO2
CO2-Emissionen 2019 inklusive ISA (Stand März 2022)		0,73 Mrd. t CO2
Jahr Emissionsneutralität bei einem linearen Emissionspfad		2043

Tabelle 1: Implizites CO2-Budget ab 2020

Das Budget von 7,9 Mrd. t CO2 für den Zeitraum 2020 – 2050 spiegelt gut wider, welches CO2-Budget der Gesetzgeber implizit bei der Verabschiedung des KSG festgelegt hat.²

Einschränkungen

- Mögliche Netto-Negativ-Emissionen nach 2050 wurden hier nicht berücksichtigt.
- Es ist unsicher, ob die berücksichtigte Senkenleistung bis 2050 in dieser Höhe auch realisiert werden kann.
- Zu den weiteren Annahmen siehe folgende Kapitel, in denen die Herleitung näher erläutert wird.

² Hier bieten wir eine **Web-App** an, um sinnvolle **Emissionspfade** zu bestimmen, die ein vorzugebendes Budget einhalten: <http://paths.climate-calculator.info> und [hier](#) ein entsprechendes detailliertes Excel-Tool (Wolfsteiner & Wittmann, 2025a).

Hier bieten wir eine **Web-App** an, um Paris-kompatible **nationale CO2-Budgets** zu berechnen: <http://national-budgets.climate-calculator.info>.

Berechnung im Detail

Treibhausgas-Emissionen der KSG-Sektoren 2020 - 2050³

THG-Emissionen KSG-Sektoren 2020 – 2030

in Mio. t CO2eq	UBA		KSG Anlage 2										
	1990	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Jahr													
Energiewirtschaft	466	259	280	269	257	238	220	201	183	164	145	127	108
Industrie	284	183	186	182	177	172	165	157	149	140	132	125	118
Gebäude	210	121	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Verkehr	163	164	150	145	139	134	128	123	117	112	105	96	85
Landwirtschaft	81	63	70	68	67	66	65	63	62	61	59	57	56
Abfallwirtschaft und Sonstiges	38	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4
Gesamt KSG-Sektoren	1.242	800	813	786	756	720	682	643	604	565	523	482	438
Veränderung gegenüber 1990		-36%											-65%

Für die Jahre 2020 – 2030 gibt das KSG in Anlage 2 mit Ausnahmen im Sektor „Energiewirtschaft“ die jährlichen Emissionen an. Die fehlenden Werte (blau) wurden linear interpoliert.

Zu den Ist-Emissionen 1990 und 2019 laut UBA wurden hier der Stand März 2022 herangezogen (UBA, 2022).

THG-Emissionen KSG-Sektoren 2031 – 2040

in Mio. t CO2eq	UBA		KSG Anlage 3										
	1990	2019	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
Gesamt KSG-Sektoren	1.242	800	410	373	348	323	286	261	236	211	174	149	
Veränderung gegenüber 1990		-36%	-67%	-70%	-72%	-74%	-77%	-79%	-81%	-83%	-86%	-88%	

Für die Jahre 2031 – 2040 wird in Anlage 3 im KSG die prozentuale Veränderung der Emissionen gegenüber 1990 angegeben. Somit können für diese Jahre die entsprechenden jährlichen Emissionen berechnet werden (rot).

THG-Emissionen KSG-Sektoren 2041 – 2050

in Mio. t CO2eq	UBA		KSG §3				KSG §3a (1)			Koalitionsvertrag			MCC	Summe
	1990	2019	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2020 - 2050
Jahr														
Energiewirtschaft	466	259												
Industrie	284	183												
Gebäude	210	121												
Verkehr	163	164												
Landwirtschaft	81	63												
Abfallwirtschaft und Sonstiges	38	9												
Gesamt KSG-Sektoren	1.242	800	149	132	114	97	79	62	62	62	62	62	62	10.575

Laut Ampel-Koalitionsvertrag sollen sich in 2045 unvermeidbaren Restemissionen auf rund 5 % der Emissionen in 1990 belaufen.⁴ Das sind 62 Mio. t CO2eq. Die Werte 2041 – 2044 (blau) wurden linear interpoliert. Der Wert in 2045 wurde bis 2050 konstant gelassen.

Die Nicht-CO2-Treibhausgase (Nicht-CO2-THG) sollen sich im Jahr 2045 auf 41 Mio. t CO2eq belaufen (Knopf & Geden, 2022, p. 13) und werden hier der Einfachheit halber unter Landwirtschaft ausgewiesen. Die Nicht-CO2-THG werden hier bis einschließlich 2050 in gleicher Höhe angesetzt und spielen bei der Berechnung der CO2-Emissionen der KSG-Sektoren und der Netto-Senkenleistung eine Rolle (s. u.).

³ S. a. „Anhang 3: Kosteneffiziente Sektorziele und sinnvoller Verlauf der Reduktionssätze“

⁴ Wortlaut Koalitionsvertrag: „Wir bekennen uns zur Notwendigkeit auch von technischen Negativemissionen und werden eine Langfriststrategie zum Umgang mit den etwa 5 Prozent unvermeidbaren Restemissionen erarbeiten.“

THG-Emissionspfad KSG-Sektoren 2020 – 2050

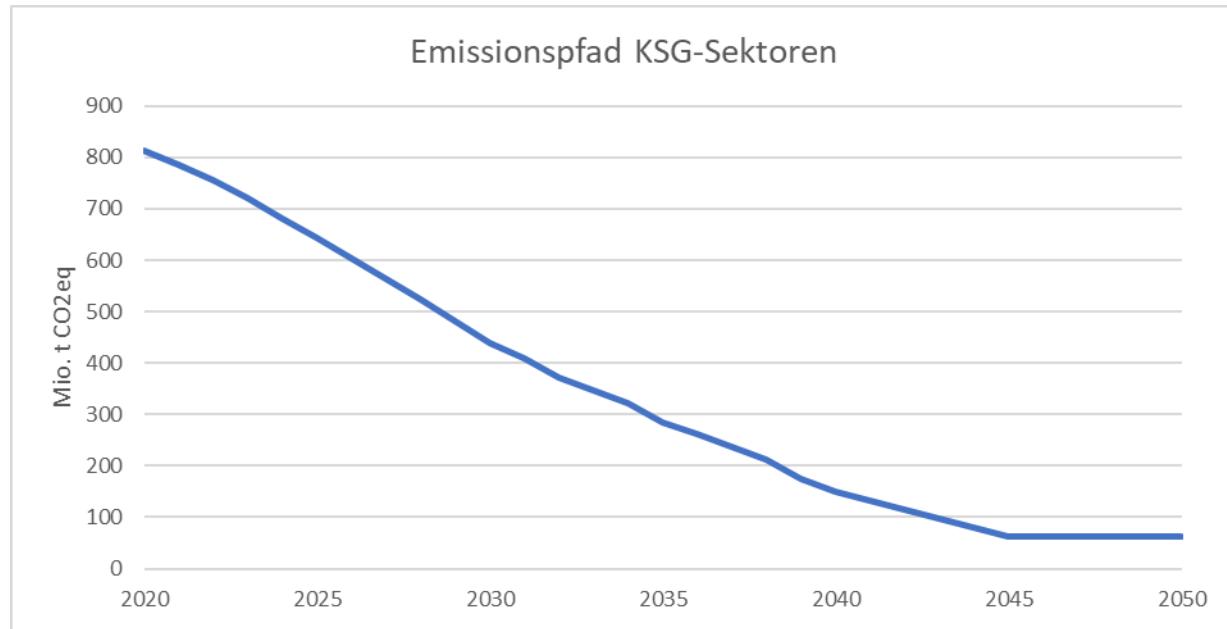


Abbildung 1: Emissionspfad KSG-Sektoren 2020 - 2050

Anteil CO2-Emissionen KSG-Sektoren 2020 - 2050

Der Anteil der CO2-Emissionen an den THG-Emissionen laut KSG wird für den Zeitraum 2020 – 2044 mit 80 % angenommen (vgl. Knopf & Geden, 2022, p. 14):

in Mio. t CO2eq	Summe
Jahr	2020 - 2044
Gesamt KSG-Sektoren	10.203
CO2-Emissionen KSG-Sektoren	8.121
	80%

Für die Jahre 2045 – 2050 kann der Anteil der CO2-Emissionen aus den bisher gemachten Annahmen abgeleitet werden:

in Mio. t CO2eq	KSG §3a (1)		Koalitionsvertrag			MCC	Summe
	2045	2046	2047	2048	2049		
Energiewirtschaft							
Industrie							
Gebäude							
Verkehr							
Landwirtschaft	41	41	41	41	41	41	
Abfallwirtschaft und Sonstiges							
Gesamt KSG-Sektoren	62	62	62	62	62	62	10.575
CO2-Emissionen KSG-Sektoren	21	21	21	21	21	21	8.248

Die „CO2-Emissionen KSG-Sektoren“ von 21 Mio. t ab 2045 ergeben sich durch Subtraktion der Nicht-CO2-THG von 41 Mio. t CO2eq von den Gesamt-Emissionen von 62 Mio. t CO2eq.

Internationale Schiff- und Luftfahrt (ISA)

Diese Emissionen werden weder im KSG noch im Ampel-Koalitionsvertrag thematisiert.

Soll ein nationales CO2-Budget ins Verhältnis gesetzt werden zu den verbleibenden globalen CO2-Budgets, die der IPCC veröffentlicht, müssen diese Emissionen jedoch berücksichtigt werden.

Nach dem „Absatzprinzip“ beliefen sich diese laut Umweltbundesamt (UBA) in 2019 auf 33 Mio. t CO2.

Hier wird eine lineare Reduktion bis auf null in 2050 unterstellt.

Jahr	1990	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Internat. Schiff- u. Luftfahrt (ISA)	19	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	21	20	19	18	17	16
Jahr	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2020 - 2050		
Internat. Schiff- u. Luftfahrt (ISA)	15	14	13	12	11	10	9	8	6	5	4	3	2	1	0	499		

Senken

LULUCF⁵-Emissionen 2020 – 2050

§ 3a (1) KSG:

„(1) Der Beitrag des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft zum Klimaschutz soll gestärkt werden. Der Mittelwert der jährlichen Emissionsbilanzen des jeweiligen Zieljahres und der drei vorhergehenden Kalenderjahre des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft soll wie folgt verbessert werden:

1. auf mindestens minus 25 Millionen Tonnen Kohlendioxidäquivalent bis zum Jahr 2030,
2. auf mindestens minus 35 Millionen Tonnen Kohlendioxidäquivalent bis zum Jahr 2040,
3. auf mindestens minus 40 Millionen Tonnen Kohlendioxidäquivalent bis zum Jahr 2045.“

Der Einfachheit halber wurde hier angenommen, dass die angegebenen Werte im Zieljahr erreicht werden. Dann wurden die fehlenden Werte linear interpoliert (blau). Dabei wurde für 2019 der Ist-Wert laut UBA herangezogen. Der Wert in 2045 wurde bis 2050 konstant fortgeschrieben.

in Mio. t CO2eq	UBA		KSG Anlage 2												
Jahr	1990	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
LULUCF (Landnutzungsänderungen)	27	-15	-16	-17	-18	-19	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25		

in Mio. t CO2eq	KSG Anlage 3									
Jahr	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
LULUCF (Landnutzungsänderungen)	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35

in Mio. t CO2eq	KSG §3			KSG §3a (1)			Koalitionsvertrag			MCC	Summe
Jahr	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2020 - 2050
LULUCF (Landnutzungsänderungen)	-36	-37	-38	-39	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-919

Aus Vereinfachungsgründen wird hier folgend nicht berücksichtigt, dass diese LULUCF-Emissionen auch Nicht-CO2-THG beinhalten. In 2019 beliefen sich die LULUCF-Emissionen beispielsweise auf -15 Mio. t CO2eq, die sich aus -18 Mio. t CO2 und 3 Mio. t CO2eq sonstige THG zusammen setzten.

Sonstige Senken

Unter den bisherigen Annahmen sind zur Erreichung von THG-Neutralität⁶ in 2045 neben negativer LULUCF-Emissionen weitere Senkenleistungen notwendig. Der Wert für 2045 ergibt sich dabei als Restgröße. Er wird determiniert durch die angenommenen Restemissionen der KSG-Sektoren von

⁵ Hinweis: Es ist unklar, welche CO2-Emissionen durch Landnutzung einem global verbleibenden CO2-Budget gegengerechnet werden müssen. Global Carbon Project gibt dazu CO2-Emissionen durch Landnutzungsänderungen (Land Use Change; LUC) an. Diese betrugen 2019 geschätzt global +3,8 Mrd. t (GCP, 2024). LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) werden für 2019 global auf -0,8 Mrd. t geschätzt (EDGAR, 2024).

⁶ ISA-Emissionen werden bei der Frage der THG-Neutralität hier nicht berücksichtigt.

62 Mio. t CO2eq und den unterstellten LULUCF-Emissionen von -40 Mio. t CO2eq in 2045. Der sich ergebende Wert für 2045 von -22 Mio. t CO2eq bleibt unter den hier getroffenen Annahmen bis 2050 konstant.

Als Vorlauf wird für „2041 - 2044 ein wachsender Anteil von zusätzlichen CO2-Senken (möglicherweise technologischer Art, wie im Koalitionsvertrag angedeutet), der von 5 MtCO2⁷ in 2041 auf 20 MtCO2 in 2044 ansteigt“ (Knopf & Geden, 2022, p. 14) angesetzt.⁸

in Mio. t CO2eq	KSG §3			KSG §3a (1)			Koalitionsvertrag			MCC	Summe
Jahr	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2020 - 2050
Energiewirtschaft											
Industrie											
Gebäude											
Verkehr											
Landwirtschaft							41	41	41	41	41
Abfallwirtschaft und Sonstiges											
Gesamt KSG-Sektoren	132	114	97	79	62	62	62	62	62	62	10.575
LULUCF (Landnutzungsänderungen)	-36	-37	-38	-39	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-919
Sonstige (technische) Senken	-5	-10	-15	-20	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-183
Gesamt mit Senken ohne ISA	91	67	44	20	0,00	0	0	0	0	0	9.473
Veränderung gegenüber dem Vj.	-21%	-26%	-35%	-53%	-100%						
Internat. Schiff- u. Luftfahrt (ISA)	10	9	8	6	5	4	3	2	1	0	499
Gesamt - THG	100	76	51	27	5	4	3	2	1	0	9.972

Netto-Senkenleistung

Hier wird unterschieden in eine Brutto- und eine Netto-Senkenleistung:

$$\text{Brutto-Senkenleistung} = \text{Senkenleistung aus LULUCF}^9 + \text{Sonstige Senkenleistungen}$$

$$\text{Netto-Senkenleistung} = \text{Brutto-Senkenleistung} - \text{Kompensation Nicht-CO2-THG zur Erreichung von THG-Neutralität}$$

Wenn ein Land sich einen bestimmten Emissionspfad für Nicht-CO2-THG vorgenommen hat und dabei auch negative CO2-Emissionen zur Kompensation einsetzen will, können diese negativen CO2-Emissionen nicht zugleich positive CO2-Emissionen kompensieren.

Deutschland will 2045 THG-Neutralität erreichen. Daher können spätestens ab 2045 negative CO2-Emissionen, die die angenommenen verbliebenen Nicht-CO2-THG (vor allem Methan und Lachgas aus der Landwirtschaft) kompensieren sollen, nicht bei der Berechnung eines impliziten CO2-Budgets für Deutschland miteinbezogen werden. Daher wird hier nur die Netto-Senkenleistung bei der Berechnung impliziter CO2-Budgets berücksichtigt:

Netto-Senkenleistung:

in Mio. t CO2	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2020 - 2030			
Brutto-Senkenleistung (negLULUCF + Sonstige Senken)	-16	-17	-18	-19	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25				
Kompensation Nicht-CO2-THG zur THG-Neutralität															
Netto-Senkenleistung	-16	-17	-18	-19	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25				
in Mio. t CO2	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2020 - 2044
Brutto-Senkenleistung (negLULUCF + Sonstige Senken)	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35	-41	-47	-53	-59	-729
Kompensation Nicht-CO2-THG zur THG-Neutralität															0
Netto-Senkenleistung	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35	-41	-47	-53	-59	-729
in Mio. t CO2	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2020 - 2050								
Brutto-Senkenleistung (negLULUCF + Sonstige Senken)	-62	-62	-62	-62	-62	-62	-1.102								
Kompensation Nicht-CO2-THG zur THG-Neutralität	41	41	41	41	41	41	246								
Netto-Senkenleistung	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-856								

⁷ Mt = Megatonne = Mio. t.

⁸ Wortlaut Ampel-Koalitionsvertrag: „Wir bekennen uns zur Notwendigkeit auch von technischen Negativemissionen und werden eine Langfriststrategie zum Umgang mit den etwa 5 Prozent unvermeidbaren Restemissionen erarbeiten.“

⁹ Negative LULUCF-Emissionen (negLULUCF).

Berechnung implizites CO2-Budget 2020 – 2050

in Mio. t CO2	2020 - 2044
CO2-Emissionen KSG-Sektoren	8.121
Netto-Senkenleistung	-729
CO2-Emissionen (KSG-Sektoren + Netto-Senkenleistung)	7.392
Internat. Schiff- u. Luftfahrt (ISA)	482
Gesamt - CO2	7.874

in Mio. t CO2	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2020 - 2050
CO2-Emissionen KSG-Sektoren	21	21	21	21	21	21	8.248
Netto-Senkenleistung	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-856
CO2-Emissionen (KSG-Sektoren + Netto-Senkenleistung)	0	0	0	0	0	0	7.392
Internat. Schiff- u. Luftfahrt (ISA)	5	4	3	2	1	0	499
Gesamt - CO2	5	4	3	2	1	0	7.890

Siehe auch Zusammenfassung Kapitel „Implizites CO2-Budget KSG“.

Nationales CO2-Budget als handlungsleitender Parameter

"In der politisch-medialen Diskussion wird immer wieder die Frage aufgeworfen, ob die deutschen Klimaziele „Paris-kompatibel“ oder „1,5-Grad-kompatibel“ seien, wobei als Vergleichsmaßstab ein von den IPCC-Zahlen abgeleitetes nationales CO2-Budget herangezogen wird. Diese Frage lässt sich jedoch nicht wissenschaftlich beantworten. Denn abgesehen von den fortwährenden Unsicherheiten bei der Bestimmung der globalen Budgets ist die Zuweisung einer exakt bezifferten nationalen Verantwortung von nicht genuin wissenschaftlichen Annahmen abhängig. Zudem legt das Pariser Abkommen ein globales Langfrist-Temperaturziel fest, dessen Einhaltung nur mit einer kollektiven Anstrengung zu erreichen ist. Bei näherer Betrachtung spricht jeder dieser drei Aspekte gegen den Budget-Ansatz als politisch handlungsleitende Größe auf nationaler Ebene." (Knopf & Geden, 2022, p. 9)

Aus der Tatsache, dass bei der Ableitung eines nationalen CO2-Budgets politisch-ethische Entscheidungen notwendig sind, kann nicht geschlossen werden, dass ein nationales CO2-Budget keine handlungsleitende Größe sein kann. Es ist gerade Aufgabe der Politik, politisch-ethische Entscheidungen unter Unsicherheit zu treffen.

Für die Einhaltung der Pariser-Klimaziele ist die physikalisch gegebene Budgeteigenschaft des Treibhausgases CO2 entscheidend. Daher müssen sich nationale Ziele letztendlich an einem global verbleibenden CO2-Budget orientieren und daran messen lassen (vgl. u. a. BVerfG, 2021). Aufgrund der Budgeteigenschaft von CO2 sollte ein nationales CO2-Budget neben Zielen zu allen Treibhausgasen festgelegt werden.

Dabei brauchen wir eine offene (globale) Diskussion über die entscheidenden Parameter bei der Aufteilung eines globalen CO2-Budgets:

- (1) An welchem konkreten globalen CO2-Budget wollen wir uns bei allen Unsicherheiten politisch orientieren?
- (2) Was ist ein fairer und ökonomisch sinnvoller Aufteilungsschlüssel für ein globales CO2-Budget?
- (3) Müssen Rahmendaten und CO2-Budgets angepasst werden, weil neue wissenschaftliche Erkenntnisse, technische oder reale Entwicklungen dies erfordern?

Da diese Fragen wesentliche politische-ethische Elemente enthalten, wird es unterschiedliche Antworten von Ländern, Entscheidungsträgern, NGOs etc. darauf geben. Ein expliziter politischer Diskurs dieser Fragen kann jedoch wesentlich zu einmal in Summe Paris-kompatiblen NDCs beitragen [vgl. u. a. (SRU, 2020), (SRU, 2022), (SRU, 2024), (Sargl, et al., 2024), (Sargl, et al., 2025a), (Sargl, et al., 2025b) und (Wolfsteiner & Wittmann, 2025b)].

Wenn Länder ihr NDC nachvollziehbar vom global Notwendigen ableiten, dann erlangen sie auch die Legitimation andere Länder zu fragen, wie diese ihre Ziele vom global Notwendigen abgeleitet haben. Dieser globale Diskurs ist dringend notwendig, da ohne ausreichende globale Kooperation isolierte nationale Klimapolitiken aufgrund von möglichen Problemen bei der internationalen Wettbewerbsfähigkeit zu schnell an ihre Grenzen gelangen.

Politisch entschiedene nationale CO2-Budgets sollten eine handlungsleitende Größe sein, auch wenn klar ist, dass ein solches Budget u. U. auch wieder angepasst werden muss. Auch die bestehenden Reduktionsziele, wie z. B. das Jahr der Klimaneutralität, müssen u. U. an neue Erkenntnisse und Entwicklungen angepasst werden. Der Pariser-Ambitionsmechanismus ist gerade darauf angelegt, nachzuschärfen und anzupassen, bis die NDCs in Summe Paris-kompatibel sind und auch bleiben.

Literaturverzeichnis

BVerfG, 2021. *Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021- 1 BvR 2656/18 -, Rn. 1-270.* [Online]
Available at: http://www.bverfg.de/e/rs20210324_1bvr265618.html

EDGAR, 2024. *European Commission, Joint Research Centre (JRC)/PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR).* [Online]
Available at: <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>
[Accessed 10 09 2024].

GCP, 2024. [Online]
Available at: <https://globalcarbonbudget.org>
[Accessed 13 11 2024].

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.* [Online]
Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Knopf, B. & Geden, O., 2022. *Ist Deutschland auf dem 1,5-Grad-Pfad? Eine Einordnung der Diskussion über ein nationales CO2-Budget.* [Online]
Available at: <https://www.mcc-berlin.net/news/meldungen/meldungen-detail/article/studie-ordnet-deutsche-klimapolitik-in-den-kontext-des-15-grad-ziel-ein.html>

Sargl, M., Wiegand, D., Wittmann, G. & Wolfsteiner, A., 2024. *Distribution of a Global CO2 Budget - A Comparison of Resource Sharing Models.* [Online]
Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4603032>

Sargl, M., Wiegand, D., Wittmann, G. & Wolfsteiner, A., 2025a. *Berechnung Paris-kompatibler Emissionspfade mit dem ESPM am Beispiel Deutschlands und der EU.* [Online]
Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5678717>

Sargl, M., Wiegand, D., Wittmann, G. & Wolfsteiner, A., 2025b. *Calculation of Paris-compatible emission targets for the six largest emitters with the ESPM.* [Online]
Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4764408>

SRU, 2020. *Umweltgutachten 2020.* [Online]
Available at: <https://www.umweltrat.de>

SRU, 2022. *Wie viel CO₂ darf Deutschland maximal noch ausstoßen? Fragen und Antworten zum CO₂-Budget. STELLUNGNAHME | Juni 2022.* [Online]
Available at:
https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2022_06_fragen_und_antworten_zum_co2_budget.html

SRU, 2024. *Wo stehen wir beim CO₂-Budget? Eine Aktualisierung.* [Online]
Available at:
https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2020_2024/2024_03_CO2_Budget.html
[Zugriff am 25 03 2024].

UBA, 2022. *Emissionsübersichten KSG-Sektoren 1990-2021.* [Online]
Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-stiegen-2021-um-45-prozent>
[Zugriff am 03 2022].

UBA, 2025. *Emissionsübersichten KSG-Sektoren 1990-2024*. [Online]

Available at:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11867/dokumente/datentabelle_zu_den_treibhausgas-emissionen_2024.xlsx

[Zugriff am 14 03 2025].

Wolfsteiner, A., 2024a. *Short background paper on the Extended Smooth Pathway Model (ESPM)*. [Online]

Available at: <http://espm-short.climate-calculator.info>

Wolfsteiner, A., 2024b. *What does the IPCC say about the remaining CO2 budgets?*. [Online]

Available at: <http://ipcc-co2-budgets.climate-calculator.info>

Wolfsteiner, A., 2025a. *Tool zur Herleitung eines impliziten deutschen CO2-Budgets aus dem Klimaschutzgesetz (KSG)*. [Online]

Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11410716>

Wolfsteiner, A., 2025b. *Wirksamer Preis auf CO2 plus Klimadividende: Der smarte Weg zur Klimarettung oder politisch riskant?*. [Online]

Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4445640>

Wolfsteiner, A. & Wittmann, G., 2024. *Mathematical Description of the Regensburg Model Scenario Types RM 1 – 6*. [Online]

Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4540475>

Wolfsteiner, A. & Wittmann, G., 2025a. *Tool for the Calculation of Emission Paths with the RM Scenario Types*. [Online]

Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4568839>

Wolfsteiner, A. & Wittmann, G., 2025b. *Tool: Implicit and explicit weighting of the population in the allocation of a global CO2 budget*. [Online]

Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5837866>

Anhang

Anhang 1: Abgleich mit der Berechnung des MCC

„Die Netto-Gesamtmenge an CO2 im Zeitraum 2022 - 2045 beträgt 6,4 Gt, inklusive einer Senkenleistung von 0,521 Gt. Die entsprechende Gesamtmenge im Zeitraum 2022 - 2050 beträgt 6,2 Gt, inklusive einer Senkenleistung von 0,726 Gt“ (Knopf & Geden, 2022, p. 14).

Im zitierten Arbeitspapier des MCC bzw. von Knopf/Geden wurde das implizite CO2-Budget lt. KSG für den Zeitraum 2022 - 2050 berechnet. Im vorliegenden Tool ergibt sich für diesen Zeitraum folgendes Ergebnis:

Zeitraum:	2022 - 2050
CO2-Emissionen KSG-Sektoren	6,98 Mrd. t CO2
Netto-Senkenleistung	-0,82 Mrd. t CO2eq
implizites CO2-Budget ohne ISA = MCC	6,15 Mrd. t CO2
internat. Schiff- und Luftfahrt (ISA)	0,44 Mrd. t CO2
implizites CO2-Budget inklusive ISA	6,59 Mrd. t CO2

Tabelle 2: Abgleich mit der Berechnung des MCC

Unter Vernachlässigung u. U. unterschiedlicher Annahmen bei der Herleitung eines impliziten CO2-Budgets ohne ISA für den Zeitraum 2022 – 2050 ergibt sich hier und im MCC-Arbeitspapier (Knopf & Geden, 2022, p. 12) das gleiche Ergebnis von rund 6,2 Mrd. t CO2.

Unterschiede bei den Annahmen könnte es z. B. bei der Berücksichtigung von LULUCF-Emissionen 2022 – 2029 [*„Vor 2030 wird keinerlei Beitrag aus CO2-Senken eingerechnet“* (Knopf & Geden, 2022, p. 14)] und bei der hier gemachten Unterscheidung zwischen einer Brutto- und einer Netto-Senkenleistung geben (siehe Kapitel „Senken“).

Anhang 2: Verbleibendes Budget und Soll-Ist-Abgleich

Jahr	in Mio. t CO2eq	Ist-Emissionen		KSG gesamt	Differenz	
		gesamt	davon CO2			
2019	KSG-Sektoren	798	88,8%	709		
	LULUCF	72		64		
	ISA	34	99,1%	33		
	gesamt	904		806		
2020	KSG-Sektoren	733	88,3%	647	813	-80 -11%
	LULUCF	77		69	-16	92 121%
	ISA	17	99,1%	17	32	-15 -85%
	gesamt	827		734	829	-2 0%
2021	KSG-Sektoren	761	89,0%	678	786	-24 -3%
	LULUCF	63		55	-17	80 127%
	ISA	22	99,1%	22	31	-9 -41%
	gesamt	847		755	800	47 6%
2022	KSG-Sektoren	749	89,2%	668	756	-7 -1%
	LULUCF	76		68	-18	93 123%
	ISA	31	99,1%	31	30	1 5%
	gesamt	856		767	768	87 10%
2023	KSG-Sektoren	672	88,4%	594	720	-48 -7%
	LULUCF	69		60	-19	87 127%
	ISA	32	99,1%	32	29	3 10%
	gesamt	773		685	731	42 5%
2024	KSG-Sektoren	649	88,2%	572	682	-33 -5%
	LULUCF	51		43	-19	71 138%
	ISA (Ist-Wert 2023)	32	99,1%	32	28	4 13%
	gesamt	732		647	690	42 6%
2020 - 2024	KSG-Sektoren	3.564	88,6%	3.159	3.757	-192 -5%
	LULUCF	335		295	-88	424 126%
	ISA (Ist-Wert 2023)	135	99,1%	134	150	-15 -11%
	gesamt	4.035		3.588	3.818	216 5%

implizites CO2-Budget 2020 - 2050 in Mrd. t	7,89
Ist-CO2-Emissionen 2020 - 2024 in Mrd. t	-3,59
verbleibendes CO2-Budget in Mrd. t 2025 - 2050	4,30
Jahr Emissionsneutralität linearer Emissionspfad	2039

Tabelle 3: Verbleibendes CO2-Budget und Soll-Ist-Abgleich

Nach Abzug der Ist-Emissionen 2020 - 2024 (UBA, 2025) verbleiben ab 2025 **4,3 Mrd. t.**¹⁰

¹⁰ Bei Unterstellung eines linearen Emissionspfades ohne netto negative Emissionen müsste Emissionsneutralität in 2039 erreicht werden. Beim verbleibenden Budget ab 2020 und einem entsprechenden Reduktionspfad ab 2020 war dies das Jahr 2043 (siehe Kapitel „Implizites CO2-Budget KSG“).

Bei den ISA-Emissionen liegen noch keine vollständigen Ist-Werte vor. Daher wurde der Ist-Wert aus dem Jahr 2023 für die Folgejahre übernommen.

KSG-Sektor Energiewirtschaft			
	Ist	KSG	Differenz
2019	258		
2020	219	280	-61 -28%
2021	246	269	-22 -9%
2022	257	257	0 0%
2023	203	238	-36 -18%
2024	185	220	-35 -19%
2020 - 2024	1.110	1.264	-154 -14%

KSG-Sektor Industrie			
	Ist	KSG	Differenz
2019	179		
2020	173	186	-13 -8%
2021	180	182	-2 -1%
2022	164	177	-13 -8%
2023	153	172	-19 -12%
2024	153	165	-12 -8%
2020 - 2024	823	882	-59 -7%

KSG-Sektor Gebäude			
	Ist	KSG	Differenz
2019	122		
2020	122	118	4 4%
2021	119	113	6 5%
2022	111	108	3 2%
2023	103	102	1 1%
2024	101	97	4 4%
2020 - 2024	556	538	18 3%

KSG-Sektor Verkehr			
	Ist	KSG	Differenz
2019	164		
2020	146	150	-4 -2%
2021	145	145	0 0%
2022	148	139	9 6%
2023	145	134	11 8%
2024	143	128	15 11%
2020 - 2024	727	696	31 4%

KSG-Sektor Landwirtschaft			
	Ist	KSG	Differenz
2019	67		
2020	66	70	-4 -5%
2021	65	68	-3 -5%
2022	64	67	-3 -5%
2023	63	66	-3 -5%
2024	62	65	-3 -5%
2020 - 2024	320	336	-16 -5%

KSG-Sektor Abfallw./Sonstiges			
	Ist	KSG	Differenz
2019	7		
2020	6	9	-3 -47%
2021	6	9	-3 -52%
2022	6	8	-2 -42%
2023	5	8	-3 -46%
2024	5	7	-2 -31%
2020 - 2024	29	41	-12 -44%

Tabelle 4: Soll-Ist-Abgleich KSG-Sektoren¹¹

¹¹ Für eine detaillierte Analyse wird auf die Berichte des [Expertenrates für Klimafragen](#) verwiesen, der von der Bundesregierung eingesetzt wurde.

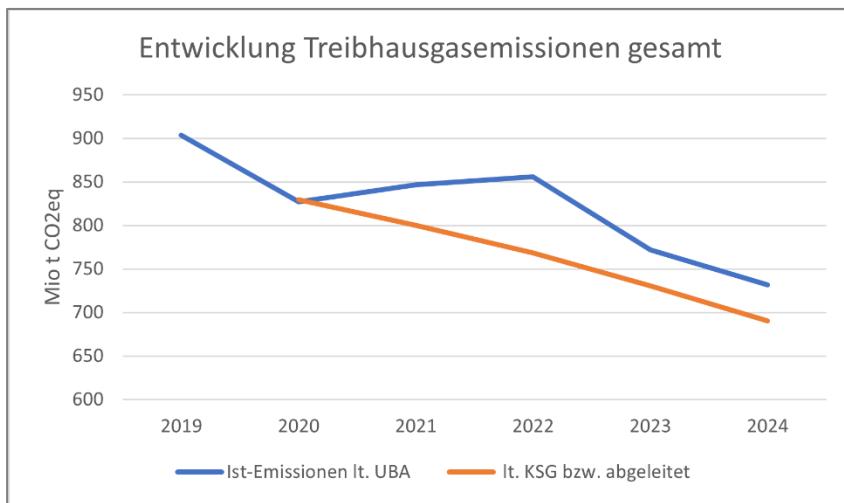


Abbildung 2: THG-Emissionen gesamt einschl. LULUCF und ISA (Soll-Ist-Abgleich)

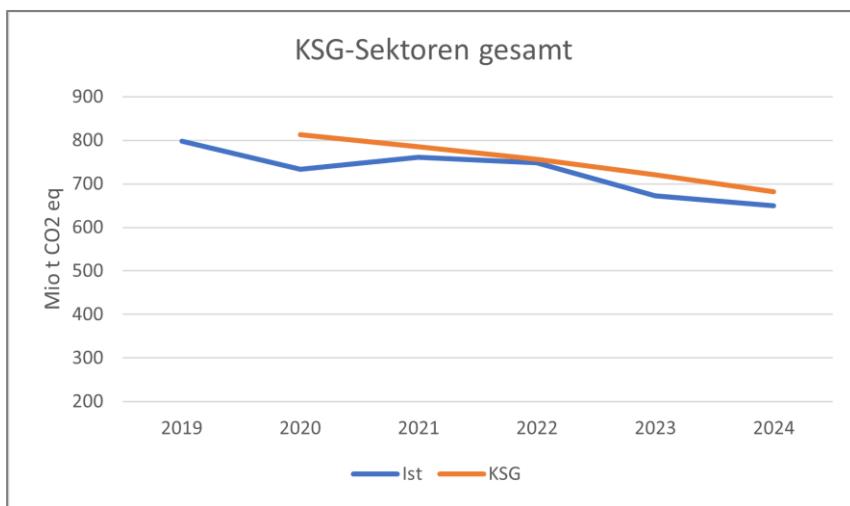


Abbildung 3: KSG-Sektoren gesamt (Soll-Ist-Abgleich)

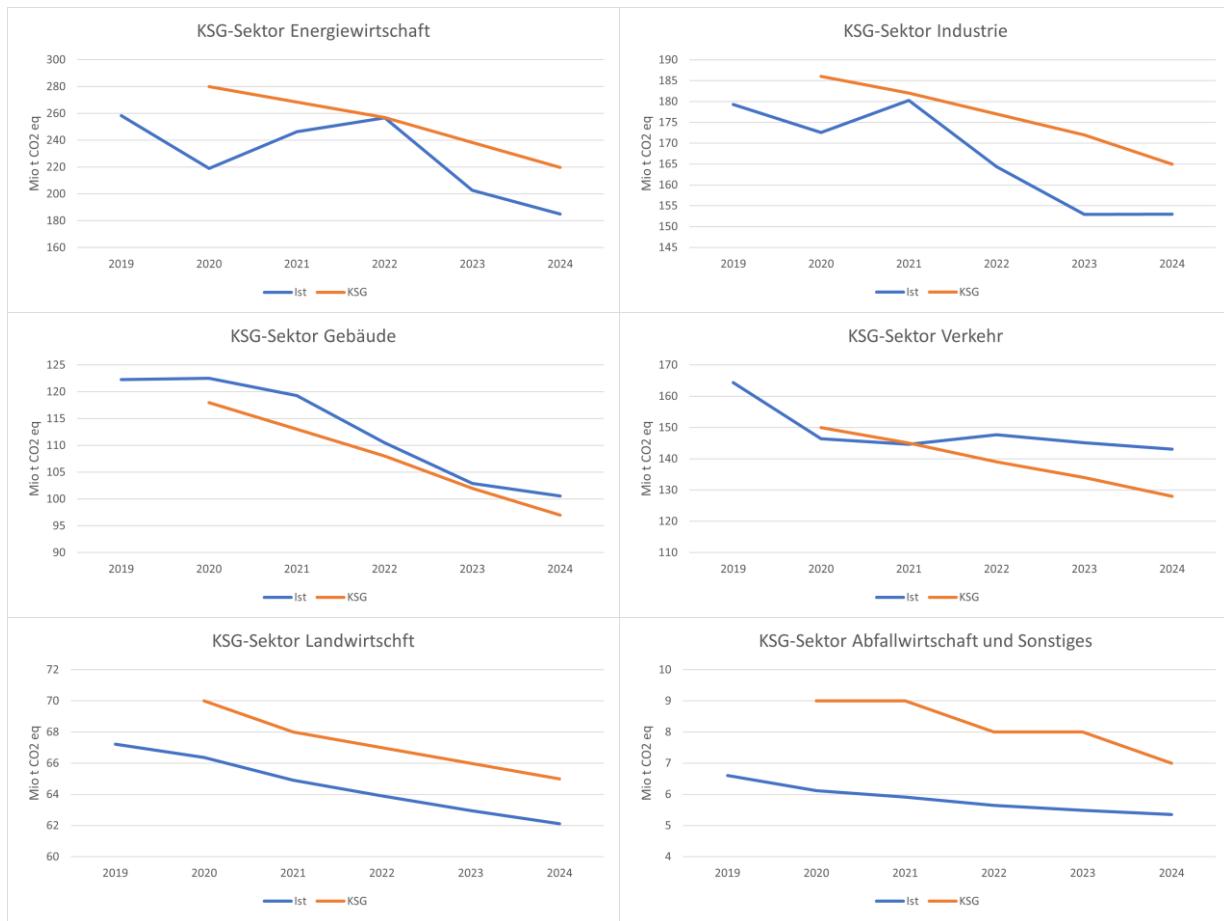


Abbildung 4: Die einzelnen KSG-Sektoren (Soll-Ist-Abgleich)

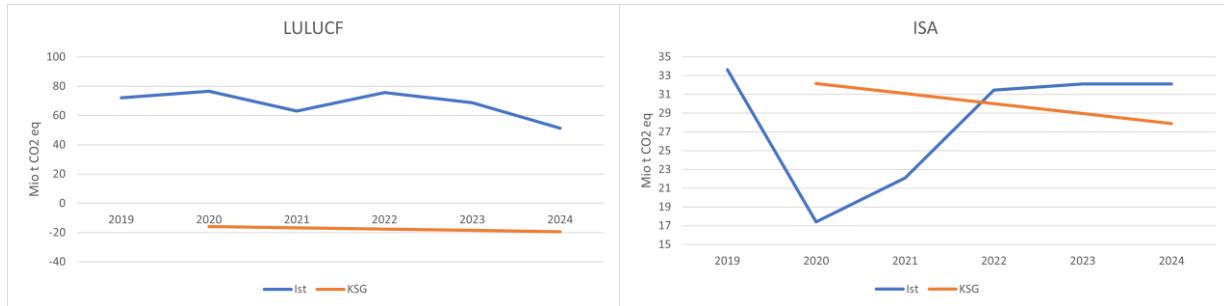


Abbildung 5: LULUCF und ISA (Soll-Ist-Abgleich)

Anhang 3: Kosteneffiziente Sektorziele und sinnvoller Verlauf der Reduktionssätze

Folgende Abbildungen zeigen die jährlichen Reduktionssätze. Damit wird deutlich, dass die Sektoren unterschiedlich schnell ihre Emissionen senken sollen. Außerdem weisen die Verläufe Schwankungen auf, die sich nur schwer begründen lassen.

Aus ökonomischer Sicht stellt sich die Frage, ob diese politisch festgelegten unterschiedlichen Geschwindigkeiten zwischen den Sektoren gesamtgesellschaftlich sinnvoll und kosteneffizient sind. Ein sektorübergreifender wirksamer CO2-Preis würde dafür sorgen, dass die Gesamtemissionen kosteneffizient sinken (vgl. Wolfsteiner, 2025b).¹² Damit wäre auch das Einhalten der Ziele laut KSG in diesen Bereichen sicher gestellt.

Solange es jedoch keine harte Emissionsobergrenze auf übergeordneter Ebene gibt, sind Sektorziele sinnvoll, um Verantwortlichkeit für Maßnahmen zur Einhaltung der Ziele zuordnen zu können.

Aus ökonomischer Sicht stellt sich auch die Frage, ob die Verläufe der jährlichen Reduktionsraten sinnvoll sind. Beispielsweise mit den Regensburg Model Szenariotypen ist es möglich, einen sinnvollen Verlauf festzulegen, wobei ein vorzugebendes CO2-Budget eingehalten wird (vgl. Wolfsteiner & Wittmann, 2024).

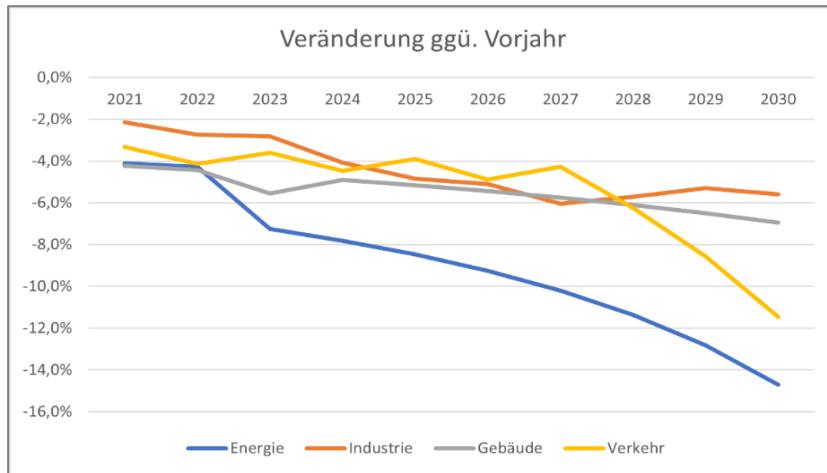


Abbildung 6: Verlauf der jährlichen Reduktionssätze nach Sektoren 2021 - 2030

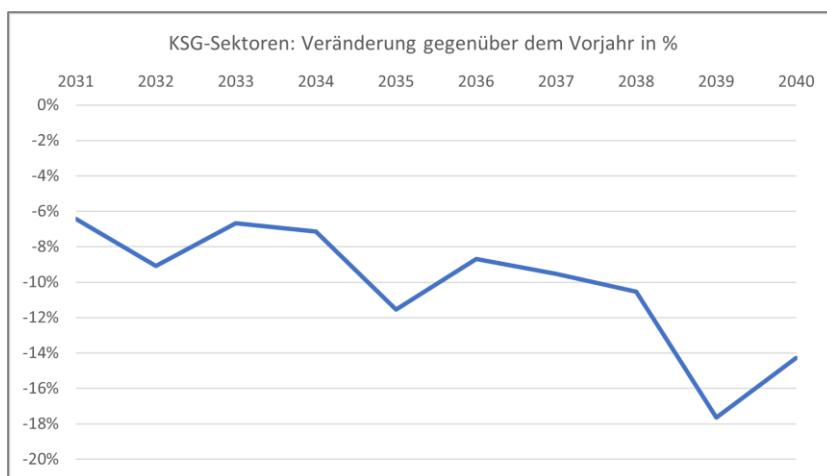


Abbildung 7: Verlauf der jährlichen Reduktionssätze KSG-Sektoren 2031 - 2040

¹² Der nEHS umfasst die Sektoren Gebäude, Verkehr, Abfallwirtschaft/Sonstiges und den Teil der Industriemissionen, die nicht dem EU-ETS 1 unterliegen.

Anhang 4: Ableitung eines nationalen CO2-Budgets von einem globalen CO2-Budget

Für die Ableitung eines nationalen CO2-Budgets von einem globalen CO2-Budget kann folgender gewichteter Verteilungsschlüssel verwendet werden:¹³

$$B^i = \left(C * \frac{P_{BY}^i}{P_{BY}} + (1 - C) * \frac{E_{BY}^i}{E_{BY}} \right) * B$$

Dabei sind:

E_{BY} bzw. E_{BY}^i globale Emissionen bzw. Emissionen des Landes i im Basisjahr; hier: $BY = 2019$

P_{BY} bzw. P_{BY}^i globale Bevölkerung bzw. Bevölkerung des Landes i im Basisjahr

B bzw. B^i verbleibendes globales bzw. nationales CO₂-Budget des Landes i ; hier ab 2020

C Gewichtung der Bevölkerung

Die beiden Schlüssel Anteil eines Landes an den globalen Emissionen und an der globalen Bevölkerung bilden dabei die beiden wichtigsten Faktoren „derzeitige Realität“ und „Klimagerechtigkeit“ ab.¹⁴

Explizite Gewichtung der Bevölkerung

Tabelle 5 zeigt die sich ergebenden CO2-Budgets für Deutschland bei unterschiedlichen Gewichtungen der Bevölkerung und unterschiedlichen globalen CO2-Budgets¹⁵.

Gewichtung Bevölkerung:	100%	75%	50%	25%	0%
Globales CO2-Budget ab 2020 in Mrd. t	CO2-Budget Deutschland ab 2020 in Mrd. t ¹⁶				
400	4,3	5,2	6,2	7,1	8,0
500	5,4	6,6	7,7	8,9	10,0
550	5,9	7,2	8,5	9,8	11,0
650	7,0	8,5	10,0	11,5	13,1

Tabelle 5: CO2-Budgets für Deutschland abgeleitet von einem global verbleibenden CO2-Budget

Implizite Gewichtung der Bevölkerung

Nach Umformung obiger Verteilungsformel ergibt sich die implizite Gewichtung der Bevölkerung nach folgender Formel:¹⁷

$$C = \frac{B^i - B * \frac{E_{BY}^i}{E_{BY}}}{B * (\frac{P_{BY}^i}{P_{BY}} - \frac{E_{BY}^i}{E_{BY}})} = \text{IWP}$$

¹³ Diesen Verteilungsschlüssel verwenden wir auch im Extended Smooth Pathway Model (Wolfsteiner, 2024a). Hier bieten wir eine Web-App an, um durch die explizite Gewichtung der Bevölkerung nationale CO2-Budgets für alle der Länder der Welt zu berechnen: <http://national-budgets.climate-calculator.info>. Hier zeigen wir exemplarische Ergebnisse für Deutschland und die EU (Sargl, et al., 2025a) und [hier](#) für die sechs größten Emittenten (Sargl, et al., 2025b).

¹⁴ Siehe entsprechenden Exkurs [in](#) (Sargl, et al., 2025b) zu den Kriterien für die Aufteilung eines verbleibenden globalen CO2-Budget.

¹⁵ Vgl. (IPCC, 2021) und (Wolfsteiner, 2024b).

¹⁶ Siehe verwendetes Tool: (Wolfsteiner & Wittmann, 2025b).

¹⁷ Deutschland hatte in 2019 einen Anteil an den globalen Emissionen von 2,0 % und an der globalen Bevölkerung von 1,1 % (Wolfsteiner & Wittmann, 2025b).

Werden mögliche Netto-Negativ-Emissionen nach 2050 nicht berücksichtigt¹⁸ und legt man bestimmte verbleibende globale CO2-Budgets ab 2020 zugrunde, ergeben sich die in Tabelle 6 exemplarischen impliziten Gewichtungen der Bevölkerung (IWP) für Deutschland bei einem nationalen CO2-Budget von 7,9 Mrd. t¹⁹.

Globales CO2-Budget in Mrd. t	Anteil CO2-Budget Deutschland von 7,9 Mrd. t am globalen Budget	IWP ²⁰ (CO2-Budget 7,9 Mrd. t)
400	1,98%	4%
500	1,58%	46%
550	1,44%	61%
650	1,22%	85%

Tabelle 6: Implizite Gewichtungen der Bevölkerung bei unterschiedlichen globalen CO2-Budgets

Die implizite Gewichtung der Bevölkerung stellt eine hilfreiche Kennzahl zur Beurteilung von nationalen Zielen bzw. von [NDCs](#) dar (vgl. Sargl, et al., 2024).

¹⁸ § 3 (2) S 2 KSG: "Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden".

¹⁹ Siehe Kapitel „Implizites CO2-Budget KSG“.

²⁰ [Siehe](#) verwendetes Tool: (Wolfsteiner & Wittmann, 2025b).