

# ENTWICKLUNG VON SZENARIEN ZUM ERREICHEN DER NEUEN KLIMASCHUTZZIELE

## CO<sub>2</sub>-BUDGET

AUFTRAGGEBERIN: BEHÖRDE FÜR UMWELT, KLIMA, ENERGIE UND AGRARWIRTSCHAFT DER FREIEN UND HANSESTADT HAMBURG; LEITSTELLE KLIMA

Irina Ganal, Dr. Veit Bürger (Öko-Institut) | Freiburg | 31.07.2022

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# Einleitung

Der Klimawandel korreliert mit der Konzentration an Treibhausgasen in der Atmosphäre. Maßgeblich dafür ist die Menge an Treibhausgasen, die in die Atmosphäre gelangt. Die Einhaltung des globalen Temperaturziels erfordert also strenggenommen eine Budgetbetrachtung. Die Definition von Reduktionszielen ist unzureichend. Mit diesen Zielen wird nur festgelegt, wie hoch eine Emissionsmenge zu einem Zielzeitpunkt sein soll. Wie viele Treibhausgase bis dahin emittiert werden dürfen, wird nicht explizit bestimmt. Selbst wenn es durch große Anstrengungen kurz vor dem Zielzeitpunkt gelingt, die Emissionen auf das gewünschte Niveau zu reduzieren, kann das zulässige THG-Budget bereits vorher verbraucht worden sein. Ohne Angabe der zulässigen Gesamtemissionsmengen ist die Erreichung der Klimaziele also nicht sichergestellt.

Das IPCC hat für angestrebte globale Temperaturziele die noch verbleibenden globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen abgeschätzt.<sup>1)</sup> Aus den entscheidenden internationalen und nationalen Regelwerken – dem Übereinkommen von Paris sowie dem Klimaschutzgesetz für Deutschland – lassen sich allerdings keine unmittelbaren Vorgaben oder Richtwerte für ein Bundesland oder eine Stadt wie Hamburg ableiten. Im Bericht zur Vertragsstaatenkonferenz von Paris werden Städte und Regionen jedoch zu den wichtigen Stakeholdern gezählt, die als Nicht-Vertragspartner ebenfalls die Paris-Ziele einhalten und unterstützen sollen.

Im Folgenden werden Möglichkeiten diskutiert, wie sich – ausgehend von einem globalen bzw. nationalen CO<sub>2</sub>-Budget – ein CO<sub>2</sub>-Budget für die FHH (Hamburger CO<sub>2</sub>-Budget) ableiten ließe.

<sup>1)</sup> Der IPCC gibt das global verbleibende Budget immer nur für CO<sub>2</sub> an, berücksichtigt dabei aber auch andere Treibhausgase. Aufgrund der Eigenschaften anderer Treibhausgase (z.B. der Kurzlebigkeit von Methan, die dazu führt, dass Methan nicht dauerhaft in der Atmosphäre verbleibt), erscheint es nicht sinnvoll, ein globales THG-Budget zu bestimmen, das auch die anderen Treibhausgase erfasst. IPCC (2021): Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# CO<sub>2</sub>-Budget – Vom globalen zum lokalen Budget

Das globale CO<sub>2</sub>-Budget gibt die Gesamtmenge an CO<sub>2</sub> an, die weltweit noch in die Atmosphäre gelangen darf, um mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit die Erwärmung auf ein vorgegebenes Temperaturziel zu begrenzen. Dieses Budget muss in einem ersten Schritt auf die einzelnen Länder aufgeteilt werden, um einen angemessenen Minderungsbeitrag aller Nationen sicherzustellen. Anhand der Verteilung des nationalen Budgets auf lokale Gebiete (Bundesländer, Kommunen) kann bewertet werden, ob die gesetzten Ziele und Maßnahmen auch auf lokaler Ebene den zur Einhaltung der Pariser Klimaziele notwendigen Beitrag leisten.

Globales CO<sub>2</sub>-Budget



Nationales CO<sub>2</sub>-Budget



Lokales CO<sub>2</sub>-Budget



# Globales Emissionsbudget

Der Weltklimarat IPCC hat für das angestrebte globale Temperaturziel (Begrenzung auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau) die noch verbleibenden globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen abgeschätzt. Die Berechnung dieses Budgets stützt sich auf den annähernd linearen Zusammenhang zwischen den historisch kumulierten Emissionen des Treibhausgases CO<sub>2</sub> und der globalen Temperaturerhöhung. Die Berechnung der Temperatur-erhöhung beinhaltet auch eine Variation der projizierten Erwärmung durch Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen. CO<sub>2</sub>-Emissionen spielen allerdings eine dominierende Rolle.

Die nebenstehende Tabelle zeigt die CO<sub>2</sub>-Menge, die ab Anfang 2020 noch in die Atmosphäre gelangen darf, um mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit die Erwärmung auf 1,5 Grad, 1,7 Grad oder 2,0 Grad zu begrenzen. Laut dem Bericht können z.B. ab Anfang 2020 noch 400 Gt CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre abgegeben werden, um das 1,5-Grad-Ziel mit einer Wahrscheinlichkeit von 67% nicht zu verfehlen.

Für die Berechnung eines maximal verbleibenden CO<sub>2</sub>-Budgets spielt das Temperaturziel, die Zielerreichungswahrscheinlichkeit sowie das Basisjahr, ab wann dieses Budget verbleibt, eine entscheidende Rolle. Der Einfluss dieser Parameter wird bei der Berechnung des Hamburger CO<sub>2</sub>-Budgets genauer analysiert (s.u.).

**Table SPM.2 | Estimates of historical carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions and remaining carbon budgets.** Estimated remaining carbon budgets are calculated from the beginning of 2020 and extend until global net zero CO<sub>2</sub> emissions are reached. They refer to CO<sub>2</sub> emissions, while accounting for the global warming effect of non-CO<sub>2</sub> emissions. Global warming in this table refers to human-induced global surface temperature increase, which excludes the impact of natural variability on global temperatures in individual years. (Table 3.1, 5.5.1, 5.5.2, Box 5.2, Table 5.1, Table 5.7, Table 5.8, Table TS.3)

Global Warming Between 1850–1900 and 2010–2019 (°C)		Historical Cumulative CO <sub>2</sub> Emissions from 1850 to 2019 (GtCO <sub>2</sub> )					
1.07 (0.8–1.3; likely range)		2390 (± 240; likely range)					
Approximate global warming relative to 1850–1900 until temperature limit (°C) <sup>a</sup>	Additional global warming relative to 2010–2019 until temperature limit (°C)	Estimated remaining carbon budgets from the beginning of 2020 (GtCO <sub>2</sub> )					Variations in reductions in non-CO <sub>2</sub> emissions <sup>c</sup>
		Likelihood of limiting global warming to temperature limit <sup>b</sup>					
		17%	33%	50%	67%	83%	
1.5	0.43	900	650	500	400	300	Higher or lower reductions in accompanying non-CO <sub>2</sub> emissions can increase or decrease the values on the left by 220 GtCO <sub>2</sub> or more
1.7	0.63	1450	1050	850	700	550	
2.0	0.93	2300	1700	1350	1150	900	

<sup>a</sup> Values at each 0.1°C increment of warming are available in Tables TS.3 and 5.8.

<sup>b</sup> This likelihood is based on the uncertainty in transient climate response to cumulative CO<sub>2</sub> emissions (TCRE) and additional Earth system feedbacks and provides the probability that global warming will not exceed the temperature levels provided in the two left columns. Uncertainties related to historical warming (±550 GtCO<sub>2</sub>) and non-CO<sub>2</sub> forcing and response (±220 GtCO<sub>2</sub>) are partially addressed by the assessed uncertainty in TCRE, but uncertainties in recent emissions since 2015 (±20 GtCO<sub>2</sub>) and the climate response after net zero CO<sub>2</sub> emissions are reached (±420 GtCO<sub>2</sub>) are separate.

<sup>c</sup> Remaining carbon budget estimates consider the warming from non-CO<sub>2</sub> drivers as implied by the scenarios assessed in SR1.5. The Working Group III Contribution to AR6 will assess mitigation of non-CO<sub>2</sub> emissions.

Quelle: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf#page=33](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf#page=33)

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets (1)

Für eine erfolgreiche und faire Umsetzung des globalen CO<sub>2</sub>-Ziels ist eine Aufteilung des maximalen Budgets auf einzelne Länder relevant. In diesem Zusammenhang werden unterschiedliche Verteilungsprinzipien diskutiert. Dabei werden beispielsweise unterschiedliche Verantwortlichkeiten und ökonomische Möglichkeiten berücksichtigt. Bei dem Ansatz der „historischen Verantwortung“ wird das Budget ab 1990 berechnet. Bei diesem Ansatz werden Emissionen der vergangenen Jahre berücksichtigt. Für viele Industrieländer wäre eine Einhaltung des verbleibenden Budgets aufgrund der seit 1990 bereits emittierten Emissionen nicht mehr realistisch. Bei dem Ansatz der „Zukunftsverantwortung“ wird das Budget ab heute ermittelt. Dadurch bleiben aber die Emissionen aus der Vergangenheit unberücksichtigt.

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) schlägt vor, sich an dem Verursacher-, dem Vorsorge- und dem Gleichheitsprinzip zu orientieren.<sup>1)</sup> Beim Verursacherprinzip ergibt sich für Industrieländer aufgrund ihrer hohen kumulierten Emissionen in der Vergangenheit eine besondere Verpflichtung zu Treibhausgasreduktion. Das Vorsorgeprinzip beachtet im Rahmen des Nachhaltigkeitsgrundsatzes das rechtzeitige Handeln, um irreversible Schäden für gegenwärtige und zukünftige Generationen zu verhindern. Dies erfordert, dass nicht nur Industrieländer, sondern auch Schwellen- und Entwicklungsländer ihre Zukunft möglichst klimaverträglich gestalten. Eine primär auf fossilen Energieträgern beruhende nachholende Entwicklung in den Schwellen- und Entwicklungsländern ist demnach nicht möglich. Das Gleichheitsprinzip postuliert ein gleiches Recht Einzelner auf Nutzung globaler Gemeinschaftsgüter. Dieses Prinzip wird von vielen Staaten anerkannt, ist bisher aber rechtlich nicht verankert. Die Verteilung anhand gleicher Pro-Kopf-Emissionen bedarf einer weiteren Differenzierung nach der jeweiligen Leistungs- und Vermeidungsfähigkeit. Diese fordert Klimaschutzmaßnahmen, die nach finanziellen, wirtschaftlichen und technischen Kapazitäten identifiziert und vereinbart werden.

<sup>1)</sup> WBGU (2009): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz

## Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets (2)

Eine stringente globale Verfolgung des Budgetansatzes bedarf also einer weltweiten Einigung über die Zielparameter sowie den Schlüssel, über den das maximal verbleibende globale Budget auf die verschiedenen Länder verteilt wird. Die Auswahl der Zielparameter – dies betrifft insbesondere das Temperaturziel, die Zielerreichungswahrscheinlichkeit sowie das Basisjahr, ab wann die Budgetrechnung beginnt – sowie Verteilungsschlüssel sind maßgebliche Einflussgrößen für die Höhe der nationalen Budgets.

In Abhängigkeit der drei Zielparameter (Temperaturziel, Zielerreichungswahrscheinlichkeit, Basisjahr) ergeben sich sehr unterschiedliche Budgets für Deutschland. Wird beispielsweise das maximal verbleibende nationale Budget auf Grundlage des globalen Budgets 2020 oder 2021 berechnet, ergibt sich ein deutlich höheres nationales Budget als bei einer Aufteilung des globalen Budgets ab 2016. Dies liegt daran, dass Deutschland zwischen 2016 und 2020 pro Kopf deutlich mehr Emissionen erzeugt hat als der globale Durchschnitt (und damit im globalen pro-Kopf-Vergleich einen überdurchschnittlich großen Anteil des globalen Budgets in Anspruch genommen hat).

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) schlägt für Deutschland vor, dass die Pro-Kopf-Berechnung des maximal verbleibenden nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets auf dem IPCC-Klimaszenario basieren soll, welches mit einer Wahrscheinlichkeit von 67% das 1,5 oder höchstens 1,75 Grad Ziel erreicht.<sup>1)</sup>

Klagen von Umweltverbänden gegen Industrieunternehmen stützen sich auf das maximal zulässige Budget, dass sich ergibt, wenn der Temperaturanstieg mit einer Wahrscheinlichkeit von 83% auf maximal 1,7 Grad begrenzt werden soll.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> SRU (2020): Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO<sub>2</sub>-Budget

<sup>2)</sup> Klageschriften der Deutschen Umwelthilfe (DUH) gegen BMW und die Mercedes-Benz AG

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets (1)

Für die Festlegung eines maximalen lokalen Emissionsbudgets ist im ersten Schritt festzulegen, welche Emissionen der betrachteten Region zugerechnet werden bzw. in den betrachteten Bilanzrahmen fallen. Dabei sind die folgenden Fragen zu klären:

- Art der Bilanzierung: Erfolgt die Bilanzierung der Emissionen nach der Quellenbilanz oder Verursacherbilanz?
- Bilanzierte Emissionen
  - Werden alle Treibhausgase berücksichtigt oder nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen?
  - Beschränkt sich die Bilanzierung auf energie-bedingte Emissionen oder werden auch nicht-energiebedingte Emissionen (beispielsweise aus der Landwirtschaft oder aus Industrieprozessen) bilanziert?
- Umgang mit negativen Emissionen: Werden negative Emissionen (z.B. infolge von Projekten zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung) einbezogen oder nicht?
- Umgang mit regionalen Unterschieden/Ungleichverteilung von Potenzialen und Senken
  - Ungleichverteilung der Potenziale an erneuerbaren Energien (-> länderübergreifender Stromaustausch)
  - Ungleichverteilung un- bzw. schwer vermeidbarer Rest-Emissionen (v.a. Landwirtschaft, prozessbedingte Emissionen)
  - LULUCF: Nach welchem Schlüssel werden die/das nationale(n) Senken(potenzial) auf die Bundesländer verteilt? Dies betrifft v.a. die Senkenfunktion des Waldes. Und erfolgt im Gegenzug auch eine Verteilung der THG-Quellen aus der Landnutzung (v.a. Acker- und Grünland)?

## Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets (2)

Die Verteilung eines maximalen nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets auf die Bundesländer oder einzelne Kommunen kann im Prinzip über die gleichen Ansätze erfolgen wie die Verteilung des globalen CO<sub>2</sub>-Budgets auf einzelne Nationalstaaten<sup>1)</sup>:

- **Verteilung nach Bevölkerungsanteilen:**

Bei diesem Ansatz wird das nationale Emissionsbudget pro-Kopf gleich verteilt (Bundesland mit heute x% der Gesamtbevölkerung Deutschlands erhält x% des maximal zulässigen Emissionsbudgets) (vgl. Vorschlag SRU, s.o.).

- **Verhältnis der CO<sub>2</sub>-Emissionen Hamburgs zu denen Deutschlands:**

Bei diesem Ansatz wird das nationale Emissionsbudget anhand des aktuellen Emissionsaufkommens verteilt (Bundesland mit heute x% der Gesamtemissionen Deutschlands erhält x% des maximal zulässigen Emissionsbudgets).

Emissionsintensive Industriestandorte werden dadurch berücksichtigt. Historische Minderungsanstrengungen bleiben allerdings unberücksichtigt. Zusätzlich werden die ungleichen Emissionsverteilungen auch in die Zukunft fortgeschrieben und haben somit auch Einfluss auf die Entwicklungsmöglichkeiten anderer Regionen.

- **Verteilung gemäß der ökonomischen Leistungsfähigkeit:**

Dieser Ansatz folgt der Logik der gemeinsamen, aber (gemäß der ökonomischen Leistungsfähigkeit) differenzierten Verantwortung unterschiedlicher Bundesländer. Die Verteilung muss anhand geeigneter Wirtschafts- bzw. Wohlstandsindikatoren erfolgen.

Auch Kombinationen der Ansätze sind denkbar. Zu Vor- und Nachteilen der verschiedenen Ansätze s. Folien 18 und 19

<sup>1)</sup> Wichtig: Die Frage nach der Allokationslogik stellt sich sowohl im Hinblick auf ein zu verteilendes Emissionsbudget als auch bei der Festlegung zeitpunktbezogener Minderungsziele (z.B. sektoraler Minderungsziele auf Landesebene für ein bestimmtes Zieljahr)

# Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets (3)

Notwendige Schritte zur Festlegung eines lokalen maximal zulässigen CO<sub>2</sub>-Budgets für die FHH

1. Einigung der Bundesländer auf grundlegenden Verteilungsschlüssel (Bevölkerungsanteile, Emissionsanteile, ökonom. Leistungsfähigkeit, s.o.)
  2. Einigung der Bundesländer auf Verteilungsprinzipien bei ungleichverteilten Potenzialen und Quellen
    - Ungleichverteilung EE-Potenziale (bezogen auf die EE-Potenziale bei der Stromerzeugung spielt die vorhandene Ungleichverteilung der Potenziale bei der Bilanzierung nach der Verursacherbilanz keine so große Rolle, da Strom mit einem Generalfaktor Strom bewertet wird, der sich aus dem Bundesstrommix ergibt)
    - Ungleichverteilung un- bzw. schwer vermeidbarer Rest-Emissionen -> Verteilung pro-Kopf oder nach ökonomischer Leistungsfähigkeit?
    - Ungleichverteilung LULUCF-Senken/Quellen-Potenzial -> Verteilung pro-Kopf oder nach Flächenanteilen?
- Für weiteren Ausführungen über den aus den ersten beiden Schritten folgenden Aushandlungsprozess s. nachfolgende Folie
3. Berechnung des maximal zulässigen Budgets für die FHH nach Schritt 1 und 2
  4. Anpassung des Budgets aus Schritt 3 an den Bilanzierungsrahmen in der FHH (Bereinigung um nicht-energiebedingte Emissionen, Umrechnung Quellenbilanz auf Verursacherbilanz)

## Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets (4)

Im Idealfall einigen sich Bundesländer im Sinne eines Burden-Sharing Ansatzes auf eine Logik, nach der das nationale Budget auf die Länder aufgeteilt wird. Diese Logik berücksichtigt die unterschiedliche Verteilung bedeutender Emissionsquellen (v.a. fossil befeuerte Kraftwerke, Industrieanlagen, Landwirtschaft), die unterschiedliche Potenzialverteilung erneuerbarer Quellen sowie der verschiedenen Senken (v.a. Wald). Nur so kann sichergestellt werden, dass die Summe über die (ggf. sektoralen) Klimaziele der Bundesländer dem nationalen maximal zulässigen Gesamtbudget entspricht.

Ein entsprechender Aushandlungs- und Einigungsprozess wäre allerdings sehr zeitaufwändig. Damit verbindet sich das Risiko, wertvolle Zeit für wirkungsvolle Klimaschutzmaßnahmen zu verlieren. Hamburg steht es allerdings, auch ohne aufwändige Abstimmung zwischen allen Bundesländern einen Budgetanteil zu Grunde zu legen, der einer sinnvollen Verteilungslogik folgt. Bei einem solchen „Alleingang“ sollte ein Ansatz gewählt werden, der auch dann funktionieren würde, wenn er von allen 16 Bundesländern verfolgt würde.

In seiner Entscheidung vom 24. März 2021 hebt das Bundesverfassungsgericht die Bedeutung des Budgetansatzes hervor.<sup>1)</sup> „Die darauf beruhende nähere Bestimmung eines nationalen Restbudgets“ sei „allerdings mit erheblichen Ungewissheiten verbunden“ und verlange Wertungen. Deshalb blieben „dem Gesetzgeber Entscheidungsspielräume, die er jedoch nicht nach politischem Belieben ausfüllen darf“. Eine explizite Anwendung des Budgetansatzes auf Ebene der Bundesländer leitet sich aus der Entscheidung sowie der nachfolgenden Klageabweisung vom 18. Januar 2022 hingegen nicht ab.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021

<sup>2)</sup> BVerfG, Beschluss der 1. Kammer des Ersten Senats vom 18. Januar 2022

# Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets – Exkurs: Verfolgen des Budgetansatzes in der kommunalen Praxis

Nach den Recherchen in WIFO et al. (2020) sowie IÖW et al. (2021) verfolgen einige europäische Großstädte einen lokalen Budgetansatz

- In Wien beschloss der Gemeinderat im Juni 2019 die „zeitnahe Einführung eines städtischen CO<sub>2</sub>-Budgets“. Gleichzeitig wurde die Verwaltung (Magistrat) mit der Ausgestaltung beauftragt. Mit WIFO et al. (2020) liegt hierfür eine Konzeptstudie vor, im Rahmen derer aber kein konkreter Vorschlag über die Höhe des Budgets für die Stadt Wien entwickelt wird. Der Budgetansatz ist damit noch nicht implementiert.<sup>1)</sup>
- In Manchester beschloss der Stadtrat im November 2018 im Rahmen des „Manchester Climate Change Framework 2020-2025“, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt für den Zeitraum 2018-2100 (!) auf maximal 15 Mio. t CO<sub>2</sub> zu begrenzen. Der Wert ergibt sich aus dem gesamten UK-Budget als Mittelwert verschiedener Allokationsmethoden (Grandfathering, Population and Gross Value Added)<sup>2)</sup>
- Wissenschaftler der Universität Uppsala untersuchten das Konzept des Budgetansatzes im Auftrag der Stadt Järfälla (ca. 80.000 Einwohner). Als Verteilungsschlüssel für die Ableitung des städtischen Budgets aus dem nationalen Budget schlugen sie das Prinzip des “grandfatherings” (Verhältnis der CO<sub>2</sub>-Emissionen Järfällas zu denen Schwedens) vor.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> WIFO et al. (2020): Klimabudget Wien - Klimaindikatoren im Rahmen eines Klimabudgets

<sup>2)</sup> Tyndall Manchester (2018): Quantifying the implications of the Paris Agreement for the city of Manchester

<sup>3)</sup> Uppsala Universitet et al. (2018): Carbon budget and pathways to a fossil-free future in Järfälla Municipality

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze (1)

Ansatz	Vorteile	Nachteile
<b>Bevölkerungsanteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparente Berechnungsmethode</li> <li>• Gerechte Verteilung aufgrund des Gleichheitsprinzips</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Verantwortung wird nicht berücksichtigt</li> <li>• Keine Reflektion unterschiedlicher Siedlungsstrukturen (Stadt-Land)</li> <li>• Keine Reflektion unterschiedlicher Wirtschaftsstrukturen</li> </ul>
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Berechnungsmethode (wenn methodisch vergleichbare Landesbilanzen vorliegen)</li> <li>• Reflektiert aktuelle Emissionssituation</li> <li>• Reflektiert die unterschiedliche Wirtschaftsstruktur zwischen den Bundesländern/Regionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfordert, dass alle Bundesländer CO<sub>2</sub>-Bilanz (Ausgangsbilanz) nach gleicher Methode erstellen</li> <li>• Historische Verantwortung wird nicht berücksichtigt</li> <li>• Historische Anstrengungen zur Emissionsminderung werden nicht berücksichtigt (sondern reichen eher zum Nachteil)</li> </ul>
<b>Wirtschafts- bzw. Wohlstandsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflektiert die unterschiedliche wirtschaftliche Leistungsfähigkeit bzw. Wohlstandsverteilung zwischen den Bundesländern/Regionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnis hängt von der Definition geeigneter Bewertungsindikatoren ab</li> <li>• Möglicherweise geringere Akzeptanz, da Berechnung weniger nachvollziehbar</li> </ul>

## Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze (2)

Kombination der Ansätze	Vorteile	Nachteile
<b>Bevölkerungsanteil + CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transparente Berechnungsmethode</li> <li>• Gerechte Verteilung aufgrund des Gleichheitsprinzips</li> <li>• Reflektiert aktuelle Emissionssituation</li> <li>• Reflektiert die unterschiedliche Wirtschaftsstruktur zwischen den Bundesländern/Regionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Verantwortung wird nicht berücksichtigt</li> <li>• Historische Anstrengungen zur Emissionsminderung werden nicht berücksichtigt</li> <li>• Keine Reflektion unterschiedlicher wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit</li> <li>• Erfordert, dass alle Bundesländer CO<sub>2</sub>-Bilanz (Ausgangsbilanz) nach gleicher Methode erstellen</li> </ul>
<b>Bevölkerungsanteil + Wirtschafts- bzw. Wohlstandsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerechte Verteilung aufgrund des Gleichheitsprinzips bei gleichzeitiger Berücksichtigung der unterschiedlichen wirtschaftl. Leistungsfähigkeit bzw. Wohlstandsverteilung zwischen den Bundesländern/Regionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnis hängt von der Definition geeigneter Bewertungsindikatoren ab</li> <li>• Möglicherweise geringere Akzeptanz, da Berechnung weniger nachvollziehbar</li> <li>• Keine Reflektion unterschiedlicher Siedlungsstrukturen</li> <li>• Keine Reflektion unterschiedlicher Wirtschaftsstrukturen</li> </ul>
<b>Wirtschafts- bzw. Wohlstandsindikatoren + CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflektiert die unterschiedliche wirtschaftliche Leistungsfähigkeit bzw. Wohlstandsverteilung zwischen den Bundesländern/Regionen</li> <li>• Reflektiert aktuelle Emissionssituation</li> <li>• Reflektiert die unterschiedliche Wirtschaftsstruktur zwischen den Bundesländern/Regionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnis hängt von der Definition geeigneter Bewertungsindikatoren ab</li> <li>• Möglicherweise geringere Akzeptanz, da Berechnung weniger nachvollziehbar</li> <li>• Erfordert, dass alle Bundesländer CO<sub>2</sub>-Bilanz (Ausgangsbilanz) nach gleicher Methode erstellen</li> </ul>

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Die Umstellung der Klimaschutzpolitik auf einen Budgetansatz würde im Hinblick auf das Monitoring und die Maßnahmen- und Instrumentenplanung einige Änderungen mit sich bringen. Grob lässt sich der Ansatz folgendermaßen gliedern

CO <sub>2</sub> -Budget-Vorgabe	Das CO <sub>2</sub> -Budget besteht aus festgelegten Klimaschutzzielen und einem definierten maximal zulässigen CO <sub>2</sub> -Budget. Das CO <sub>2</sub> -Budget ist die Gesamtmenge der noch zulässigen CO <sub>2</sub> -Emissionen der FHH. Aus dem Gesamtbudget können auch Teilbudgets für kürzere Planungszeiträume abgeleitet werden, die Unterschiede der Emissionsreduktions-geschwindigkeit im zeitlichen Verlauf berücksichtigen und damit eine realistischere Planung erlauben.
Bericht	In dem Bericht werden aktuelle Daten und Informationen zum Klimaschutz gesammelt. Dieser Bericht erlaubt eine Beurteilung des aktuellen IST-Standes.
Maßnahmen-plan	Der Maßnahmenplan enthält alle geplanten Klimaschutzvorhaben. Die Vorhaben werden durch Maßnahmen und die dafür notwendigen Politikinstrumente beschrieben.
Wirkungs-monitoring	Beim Wirkungsmonitoring werden die einzelnen Maßnahmen und Instrumente gebündelt hinsichtlich ihrer Wirkung bewertet. Auf dieser Basis kann ein Soll-Ist-Vergleich mit dem maximalen CO <sub>2</sub> -Budget erfolgen und ggf. weitere Maßnahmen/Politikinstrumente definiert werden. Das Wirkungsmonitoring stellt somit eine ex-ante Wirkungsanalyse des Maßnahmenplans bezogen auf die Budgetwirkung dar.
Umsetzungs-evaluierung	Anhand der emittierten Emissionen des Vorjahres wird die Umsetzung des CO <sub>2</sub> -Budgets bewertet und die Konsequenzen für das noch verbleibende CO <sub>2</sub> -Budget bestimmt. Die Umsetzungsevaluierung bewertet somit ex-post die Einhaltung des geplanten Jahresbudgets und die daraus resultierenden Konsequenzen für die kommenden Jahre.

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# CO<sub>2</sub>-Budget für Hamburg: Annahmen und Berechnung

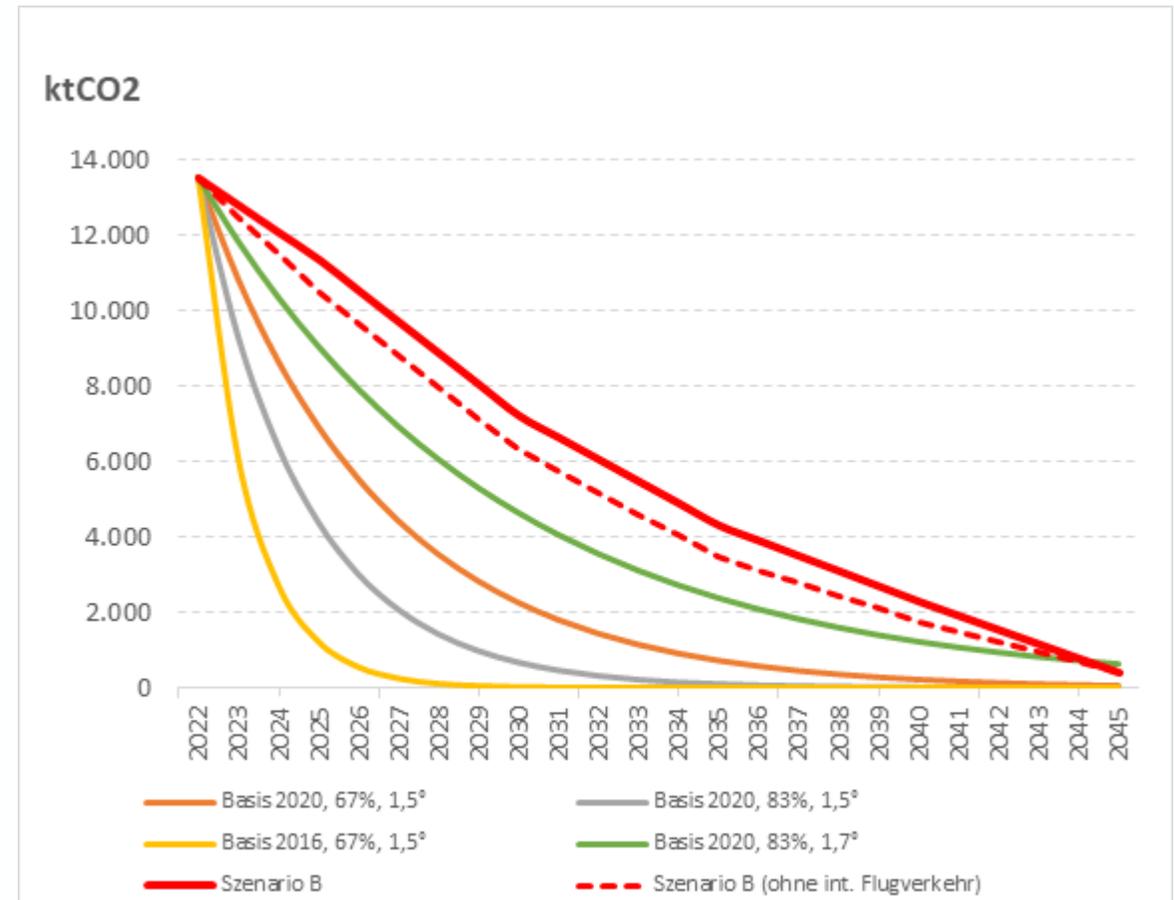
		IPCC 2016	IPCC 2020	IPCC 2020	IPCC 2020
Temperaturziel		1,5°C	1,5°C	1,5°C	1,7°C
Wahrscheinlichkeit		67%	67%	83%	83%
Globales Budget seit Veröffentlichung	Gt CO <sub>2</sub>	502	400	300	550
Bevölkerungsanteil Deutschland		1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
Nationales Budget seit Veröffentlichung (2016 oder 2020)	Mt CO <sub>2</sub>	5.522	4.400	3.300	6.050
Nationales Budget ab 2022 <sup>1)</sup>	Mt CO <sub>2</sub>	1.135	3.065	1.965	4.715
Bevölkerungsanteil Hamburg		2,2%	2,2%	2,2%	2,2%
Budget für Hamburg ab 2022	Mt CO <sub>2</sub>	25,0	67,4	43,2	103,7
Anteil nach Verursacherbilanz <sup>2)</sup>		1,0	1,0	1,0	1,0
Budget für Hamburg ab 2022, Verursacherbilanz	Mt CO <sub>2</sub>	25,0	67,4	43,2	103,7

<sup>1)</sup> Das nationale Budget ab 2022 berechnet sich über das nationale Budget seit Veröffentlichung (2016 oder 2020) abzgl. der nationalen Emissionen, die seit dem jeweiligen Veröffentlichungsjahr anfielen (Quelle: [www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung](http://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung))

<sup>2)</sup> Faktor reflektiert die Unterschiede der Emissionen gem. Verursacher- und Quellenbilanz. Zwischen 2016 und 2020 lagen die Emissionen der Verursacherbilanz teilweise leicht über, teilweise leicht unter denen der Quellenbilanz. Der hier gewählte Faktor spiegelt einen Mittelwert aus den letzten Jahren wider.

# CO<sub>2</sub>-Budget für Hamburg: Ergebnisse für den zeitlichen Verlauf

- Die drei Zielparameter (Temperaturziel, Zielerreichungswahrscheinlichkeit, Basisjahr) beeinflussen das verbleibende CO<sub>2</sub>-Budget erheblich.
- Bei linearer Abnahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen erfordert eine Budgeteinhaltung, dass – in Abhängigkeit vom gewählten Zielparameterset – Null-Emissionen deutlich vor 2040 erreicht werden.
- Unter der Annahme, dass durch entsprechende Klimaschutzmaßnahmen sehr schnell ein sehr ambitionierter Minderungspfad eingeschlagen wird, folgen für die verschiedenen Restbudgets verschiedene Kurvenverläufe (s. Abbildung).
- Der Minderungspfad aus Szenario B liegt deutlich über den Kurvenverläufen der vier betrachteten Zielparametersets. Szenario B geht bis 2045 mit Gesamtemissionen in Höhe von rund 145 Mio. t CO<sub>2</sub> einher. Dieses Emissionsvolumen ist rund 40% höher als das CO<sub>2</sub>-Budget, das sich aus dem am wenigsten ambitionierten Parameterset (1,7°, 83%) ergibt.



Grafik vom Öko-Institut überarbeitet und ergänzt, Stand 21.09.2022

# Agenda

Einleitung

Ermittlung eines globalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines nationalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Ermittlung eines lokalen CO<sub>2</sub>-Budgets

Vor- und Nachteile der lokalen Verteilungsansätze

Bausteine eines CO<sub>2</sub>-Budgetansatzes

Ermittlung eines CO<sub>2</sub>-Budgets für Hamburg

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

# Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Es gibt einen linearen Zusammenhang zwischen der globalen Durchschnittstemperatur und der CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre. Der globale Temperaturanstieg hängt also weniger von zeitpunktbezogenen Zielmarken sondern insbesondere von der Gesamtmenge an CO<sub>2</sub>-Emissionen ab, die in die Atmosphäre abgegeben wird. Dies spricht dafür, Klimapolitik an maximal zulässigen CO<sub>2</sub>-Restbudgets auszurichten.
- Die Abschätzung von CO<sub>2</sub>-Restbudgets ist wissenschaftlich mit Unsicherheiten behaftet. Aus diesem Grund geben Klimawissenschaftler CO<sub>2</sub>-Restbudgets stets in Kombination mit einem Zielparameterset an, das das angestrebte Temperaturziel (z.B. 1,5 Grad), die Zielerreichungswahrscheinlichkeit (z.B. 50%, 67%) sowie das Basisjahr der Berechnung (z.B. 2016) erfasst.
- Aus Perspektive der Risikominimierung sollte politisch ein Zielparameterset angestrebt werden, das sowohl das Klimaziel des Parisabkommens (1,5 Grad) als auch eine hohe Zielerreichungswahrscheinlichkeit (67% oder höher) widerspiegelt. Aus wissenschaftlicher Perspektive sollte als Basisjahr ein frühes Jahr (2016 oder früher) gewählt werden, da das Konzept des Budgetansatzes schon lange bekannt ist (in Deutschland insbesondere durch das WBGU-Gutachten von 2009) und damit Versäumnisse der Klimapolitik der vergangenen Jahre in Form geringerer Restbudgets sichtbar werden. Die Wahl eines sehr frühen Basisjahrs verringert allerdings das heute noch verfügbare Budget. Realpolitik müsste auch diesen Effekt berücksichtigen.

# Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Ein Runterbrechen des Budgetansatzes auf Ebene der Bundesländer erfordert eine Diskussion zwischen den Ländern, wie das nationale Restbudget angesichts ungleichverteilter Quellen und Senken auf die 16 Länder zu verteilen wäre. Dabei sollten auch die unterschiedlichen Transformationsvoraussetzungen der Bundesländer (Unterschiede z.B. zwischen Flächen- und Stadtstaaten) berücksichtigt werden.
  - In 2019 variierten die pro-Kopf Treibhausgas-Emissionen zwischen den Bundesländern um mehr als den Faktor sechs. Die große Varianz spiegelt die ungleiche Verteilung der Emissionsquellen wieder. Aufgrund der Kohleverstromung fallen beispielsweise in Brandenburg pro Einwohner mehr als doppelt so hohe energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen an wie in Hamburg.
  - Aufgrund des hohen Tierbestandes sind die pro-Kopf Methanemissionen in Niedersachsen um mehr als viermal höher als in Bundesländern wie Hessen oder Nordrhein-Westfalen und mehr als hundert mal höher als in Hamburg.
  - Große Unterschiede gibt es auch bei der Wirtschaftsleistung. Die Wirtschaftsleistung pro Einwohner ist beispielsweise in Hamburg mehr als doppelt so hoch wie in einem Flächenstaat wie Mecklenburg-Vorpommern.
- Die Bundesländer unterscheiden sich aber auch im Hinblick auf die verwendeten Bilanzierungsmethoden. Hamburg bilanziert beispielsweise nach der Verursacherbilanz und ist deswegen für das Erreichen seiner Klimaschutzziele darauf angewiesen, dass der Bundesstrommix zügig dekarbonisiert wird. Die damit einhergehenden Investitionen in die erneuerbare Stromerzeugung sowie Stilllegung fossiler Kraftwerke finden allerdings größtenteils in anderen Bundesländern statt.

# Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Bisher führen nur wenige Bundesländer eine Diskussion zum Budgetansatz:
  - In Berlin wurde im Rahmen der Machbarkeitsstudie „Klimaneutrales Berlin 2050“ – analog zur vorliegenden Ausarbeitung – eine Bandbreite möglicher Budgets ermittelt, dabei aber kein konkretes CO<sub>2</sub>-Budget als Steuerungsgröße der Berliner Klimapolitik vorgeschlagen (IÖW et al. 2021). Das seit 11.09.2021 gültige Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetz verpflichtet allerdings den Senat, periodisch CO<sub>2</sub>-Budgets festzulegen. Zeigt sich im Rahmen des Monitorings, dass dieses Budget voraussichtlich überschritten wird, *„beschließt der Senat auf Vorlage der für Klimaschutz zuständigen Senatsverwaltung ein Sofortprogramm mit verstärkten Maßnahmen zur Zielerreichung“* (Art. 6 EWG Bln).
  - In Baden-Württemberg wird derzeit beispielsweise diskutiert, ob bzw. welcher Anteil der Senkenfunktion des baden-württembergischen Waldes auf die eigenen Landesziele angerechnet werden kann.
- Das Runterbrechen eines nationalen Restbudgets auf Ebene der Bundesländer sollte prinzipiell anhand eines einfach verständlichen Ansatzes erfolgen. Dabei bietet sich die Bevölkerungszahl an. Eine Kombination aus Bevölkerungszahl und ökonomischer Leistungsfähigkeit wäre sicher zielführender, allerdings auch deutlich komplexer. Bei Bestimmung eines Hamburger Restbudgets müssten außerdem die Besonderheiten der Hamburger Klimabilanzierung berücksichtigt werden. So erfasst die Hamburger Verursacherbilanz lediglich energiebedingte Emissionen, prozessbedingte Emissionen bleiben hingegen unberücksichtigt.

# Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Ob bzw. in welcher Form der Budgetansatz in die Klimapolitik der Bundesländer aufgenommen wird, ist eine politische Entscheidung. Mit Aufnahme des Budgetgedanken würde die zeitliche Dringlichkeit wirkungsvoller Klimaschutzmaßnahmen herausgestrichen, insbesondere die Notwendigkeit, sehr schnell auf einen steilen Minderungspfad einzuschwenken. Aus der wissenschaftlichen Perspektive sollte der Budgetansatz zumindest bei der Festschreibung der Zielarchitektur berücksichtigt (z.B. bei der Festlegung sektoraler Zwischenziele) und im Rahmen des Monitorings stets mitgeführt werden.<sup>1)</sup>
- Wie bei der Festlegung (sektoraler) Zwischenziele (z.B. für 2030) sollte bei der Implementierung des Budgetansatzes geregelt werden, welche Konsequenzen aus einer Zielverfehlung erfolgen, d.h. welche Nachsteuerungsmechanismen greifen, um in der Folgeperiode wieder die Zielmarken zu erreichen. Hier ergibt sich die Herausforderung, dass eine Zielverfehlung in der Regel das Ergebnis eines Zusammenspiels zu schwacher Bundes- und Landesmaßnahmen und -instrumente ist, d.h. Hamburg in der Regel gar nicht in der Lage wäre, nur durch eigene Instrumente die Zielkompatibilität wieder herzustellen.
- Im Hinblick auf die Frage der Budgetverteilung sowie angesichts der Komplexität der Fragestellung wäre eine Einigung zwischen den Bundesländern sehr zu begrüßen. Ein entsprechender Aushandlungs- und Einigungsprozess wäre jedoch erfahrungsgemäß sehr zeitaufwändig. Damit verbindet sich das Risiko, wertvolle Zeit für wirkungsvolle Klimaschutzmaßnahmen zu verlieren.

<sup>1)</sup> Die Schlussfolgerungen und Empfehlungen decken sich weitgehend mit dem aktuellen Ausführungen des Sachverständigenrats für Umweltfragen „Wie viel CO<sub>2</sub> darf Deutschland maximal noch ausstoßen? Fragen und Antworten zum CO<sub>2</sub>-Budget“

# Quellen

*IÖW et al. (2021): Berlin Paris-konform machen*

*IPCC (2021): Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

*MCC (2022): Ist Deutschland auf dem 1,5-Grad-Pfad? – Eine Einordnung der Diskussion über ein nationales CO<sub>2</sub>-Budget*

*Öko-Institut (2021): Natürliche Senken - Die Potenziale natürlicher Ökosysteme zur Vermeidung von THG-Emissionen und Speicherung von Kohlenstoff – Modellierung des LULUCF-Sektors sowie Analyse natürlicher Senken*

*SRU (2022): Wie viel CO<sub>2</sub> darf Deutschland maximal noch ausstoßen? Fragen und Antworten zum CO<sub>2</sub>-Budget*

*SRU (2020): Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO<sub>2</sub>-Budget*

*Tyndall Manchester (2018): Quantifying the implications of the Paris Agreement for the city of Manchester*

*UBA (2022): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland*

*Uppsala Universitet et al. (2018): Carbon budget and pathways to a fossil-free future in Järfälla Municipality*

*WBGU (2009): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz*

*WIFO et al. (2020): Klimabudget Wien - Klimaindikatoren im Rahmen eines Klimabudgets*

*Klageschriften der Deutschen Umwelthilfe (DUH) gegen BMW und die Mercedes-Benz AG*

*BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021*

*BVerfG, Beschluss der 1. Kammer des Ersten Senats vom 18. Januar 2022*