



Dokumentation

Einzelaspekte zum Klimawandel

Einzelaspekte zum Klimawandel

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 037/19
Abschluss der Arbeit: 25. März 2019
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und
Forschung

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Historische Emissionsmengen	4
3.	Zur Rolle von natürlichen Kohlenstoff-Speichern (Ozeane und Wälder)	6
3.1.	Auswahl wissenschaftlicher Publikationen zu CO ₂ -Speicherung durch Ozeane	6
3.2.	Auswahl wissenschaftlicher Publikationen zu CO ₂ -Speicherung durch Wälder	7
4.	Zum Anteil des Menschen am Klimawandel	8

1. Einleitung

Die Diskussion um den menschlichen Beitrag zur globalen Klimaerwärmung wird in der allgemeinen Öffentlichkeit seit Jahren kontrovers geführt. In der vorliegenden Arbeit wird auf drei Einzelaspekte im Zusammenhang dieser Debatte eingegangen. Zunächst wird der zeitliche Verlauf der Emissionsmengen der vergangenen Jahre laut Datenbankabfrage im Statistik-Portal *statista* angegeben. Sodann wird auf eine Auswahl wissenschaftlicher Publikationen eingegangen, die Ozeane und Wälder als Carbon-Speicher diskutieren. Abschließend wird in Hinblick auf den menschlichen Beitrag zum Klimawandel auf zwei Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste des deutschen Bundestages verwiesen, die bereits detailliert auf die kontroverse Debatte zu diesem Thema eingegangen sind.

Als Übersicht wird hier verwiesen auf einen Aktuellen Begriff der Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages vom 3. April 2017 mit dem Titel „Klimaveränderungen in Europa“ (Anlage 1).

2. Historische Emissionsmengen

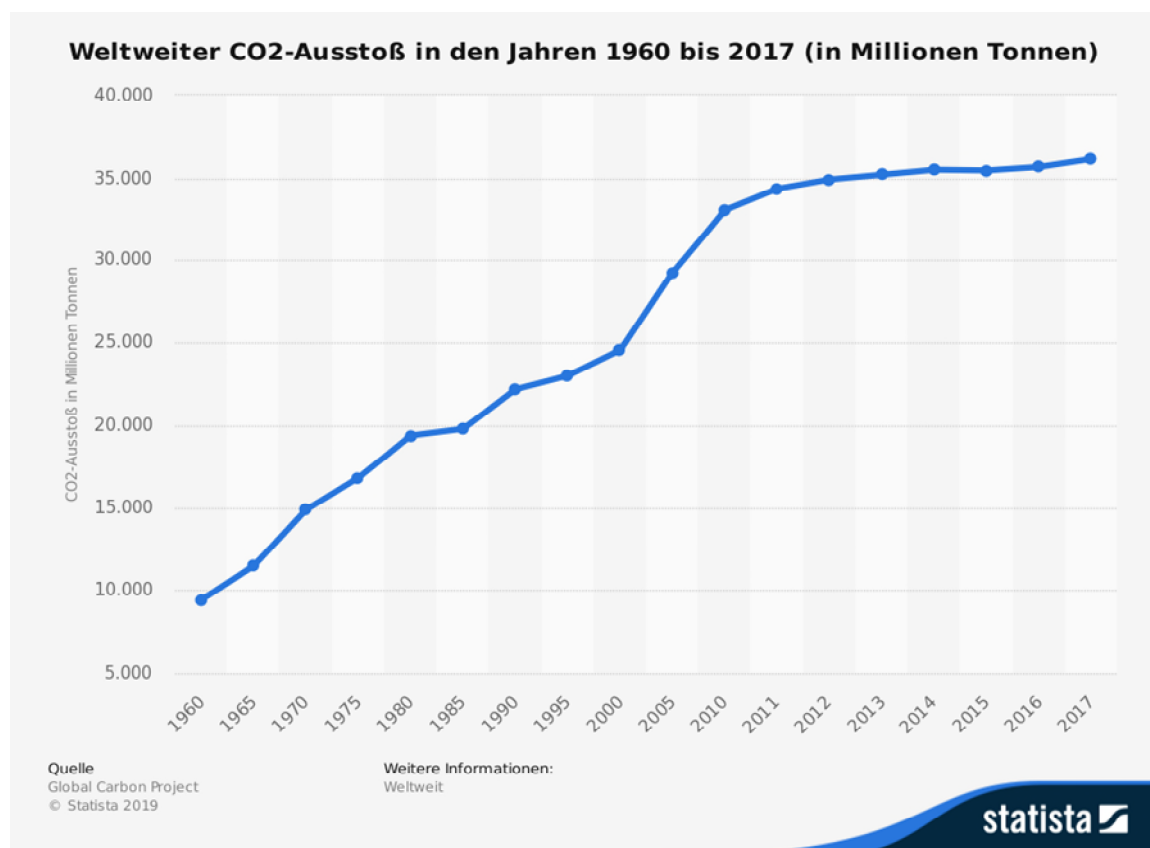
Im statistischen Datenportal „*statista*“ wird eine Reihe Datensätze zum Themenkomplex „Klimawandel“ bereitgestellt.¹

Es existiert eine grafische Darstellung zum weltweiten CO₂-Ausstoß in den Jahren 1960-2017. Die zugrundeliegenden Daten können in der Datenbank ebenfalls abgerufen werden. Zur Datenquelle wird verwiesen auf das Global Carbon Projekt.^{2,3}

1 Quelle: <https://de.statista.com/themen/689/klimawandel/> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

2 Quelle: <http://globalcarbonatlas.org/en/content/welcome-carbon-atlas> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

3 Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37187/umfrage/der-weltweite-co2-ausstoss-seit-1751/> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].



In diesem Zusammenhang wird auch eine Reihe weiterer Statistiken angeboten:

- Treibhausgasemissionen nach ausgewählten Ländern* weltweit im Jahr 2016⁴
- Index zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in ausgewählten Ländern Europas im Jahre 2016⁵
- Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen nach ausgewählten Ländern weltweit im Jahr 2014⁶
- Höhe der CO₂-Emissionen nach ausgewählten Ländern weltweit im Jahresvergleich 1990 und 2017⁷

4 Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2689/umfrage/die-groessten-verursacher-von-treibhausgasen/> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

5 Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/910412/umfrage/index-zur-entwicklung-der-thg-emissionen-in-laendern-europas/> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

6 Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/311811/umfrage/treibhausgasemissionen-pro-kopf-nach-ausgewaehlten-laendern-weltweit/> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

7 Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167864/umfrage/co-emissionen-in-ausgewaehlten-laendern-weltweit/> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

- Pro-Kopf-CO₂-Emissionen nach ausgewählten Ländern weltweit im Jahr 2016⁸

3. Zur Rolle von natürlichen Kohlenstoff-Speichern (Ozeane und Wälder)

Eine allgemeinverständliche Einführung in die Problematik der Kohlenstoffspeicherung und des Kohlenstoffkreislaufes findet sich auf den Informationsseiten der Max Planck-Gesellschaft (Reihe Max-Wissen⁹).¹⁰

Nature geoscience bietet ein Schwerpunktdossier zum Thema „carbon sequestration“ an.¹¹ Hier findet sich eine Reihe wissenschaftlicher Artikel, die unterschiedlichste Aspekte der Kohlenstoffeinlagerung beleuchten.

3.1. Auswahl wissenschaftlicher Publikationen zu CO₂-Speicherung durch Ozeane

Bereits 2009 ist in der renommierten Wissenschaftszeitschrift „Nature“ ein Artikel mit dem Titel „Reconstruction of the history of anthropogenic CO₂ concentrations in the ocean“¹² erschienen, in dem die Autoren den Fragen der Verteilung des anthropogenen CO₂ im Ozean, seiner Aufnahmegeschwindigkeit und der Rolle von Ozean und terrestrischer Biosphäre bei der anthropogenen CO₂-Sequestrierung nachgehen. Der Ozean spielt eine entscheidende Rolle bei der Minderung der Auswirkungen der Wirkung von CO₂ auf das Klimasystem und trägt laut dieser Publikation 20 bis 35 Prozent der anthropogenen CO₂-Emissionen. Die Autoren konstatieren, ihre Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Aufnahme von anthropogenem CO₂ durch die Ozeane seit den 1950er Jahren stark zugenommen habe, mit einem leichten Rückgang der Steigerungsrate in den letzten Jahrzehnten. Sie stellen fest, dass der Südliche Ozean der primäre Ort ist, über den das CO₂ in den Ozean gelange. Die Ergebnisse deuten auch darauf hin, dass die terrestrische Biosphäre bis in die 1940er Jahre eine CO₂-Quelle war, die sich dann in eine Senke verwandelte. Über den gesamten Industriezeitraum betrachtet und unter Berücksichtigung der Unsicherheiten, war die terrestrische Biosphäre sowohl neutral als auch eine Netto-CO₂-Quelle und trug zu bis zu halb so viel CO₂ bei, wie der Ozean im gleichen Zeitraum aufgenommen habe.

8 Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167877/umfrage/co-emissionen-nach-laendern-je-einwohner/> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

9 Innerhalb dieser Publikationsreihe werden insbesondere für die Zielgruppe Schüler komplexe wissenschaftliche Sachverhalte aufgegriffen und allgemeinverständlich erläutert.

10 Max Planck Gesellschaft: Wie Forscher nach Kohlenstoff fahnden, das sechste Element. GEOMAX Ausgabe 22, Herbst 2017; im Internet abrufbar unter: <https://www.max-wissen.de/270273/klima-kohlenstoff> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

11 Quelle: <https://www.nature.com/collections/bdzsgdyntq> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

12 Khatiwala, S.; Primeau, F.; Hall, T.: Reconstruction of the history of anthropogenic CO₂ concentrations in the ocean; Nature 462(346), online am 19.11.2009, <https://doi.org/10.1038/nature08526> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

In einem Artikel in der Zeitschrift *Global Biogeochemical Cycles* ist 2018 ein Artikel unter dem Titel „Rapid Changes in Anthropogenic Carbon Storage and Ocean Acidification in the Intermediate Layers of the Eurasian Arctic Ocean: 1996–2015“ erschienen.¹³ Hierin wird eine erweiterte multiple lineare Regressionstechnik verwendet, um Veränderungen des anthropogenen Kohlenstoffs in den Zwischenschichten des eurasischen Beckens zu bestimmen. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg der gebietsweiten anthropogenen Kohlenstoffspeicherung im Nansenbecken und im Amundsenbecken. In den letzten zwei Jahrzehnten seien die daraus abgeleiteten Veränderungen der Ozeanversauerung und der Kalziumkarbonatentsättigung ausgeprägt und schnell. Diese Ergebnisse, zusammen mit den Ergebnissen früherer Simulationen deuten darauf hin, dass die Anhäufung von anthropogenem Kohlenstoff in den Zwischenschichten des eurasischen Beckens mit zunehmenden Konzentrationen von anthropogenem Kohlenstoff in Quellgewässern atlantischen Ursprungs, die in den Arktischen Ozean gelangen, vereinbar seien.

3.2. Auswahl wissenschaftlicher Publikationen zu CO₂-Speicherung durch Wälder

Auf den Internetseiten der „Food and Agriculture Organization of the United Nations“ (FAO) findet sich eine kurze einführende Darstellung zur Bedeutung der Wälder für die Kohlenstoffeinlagerung.¹⁴

In der Zeitschrift *Carbon Balance and Management* ist 2016 ein Artikel unter dem Titel „The global potential for carbon capture and storage from forestry“ erschienen.¹⁵ In dieser Publikation wird ein Simulationsmodell entwickelt, um den globalen Kohlenstoffgehalt in Wäldern zu bewerten. Das Modell wird angewandt, um weitere Entwicklungen innerhalb der nächsten hundert Jahre abzuschätzen. Die Experimente zeigten, dass unter einem hypothetischen Szenario einer global nachhaltigen Forstwirtschaft, die Wälder der Welt eine große Kohlenstoffsенke von etwa einer Gigatonne pro Jahr liefern könnten. Darüber hinaus könnte eine große Menge Holz gewonnen werden, um die CO₂-Emissionen durch die Substitution von Holz durch fossile Brennstoffe zu reduzieren.

In der Zeitschrift „Annual Review of Resource Economics“ ist 2012 ein Übersichtsartikel unter dem Titel „Carbon Sequestration in Forests and Soils“¹⁶ erschienen. Kohlenstoff werde nicht nur in Baumbiomasse, sondern auch in Waldböden gebunden. Forstwirtschaft und öffentliche Ordnung könnten den Sequestrierungsprozess stark beeinflussen. Die Wirtschaftspolitik könne sowohl für die Expansion als auch für die Schrumpfung der Wälder Anreize bieten. Systeme, die

13 Adam Ulfsbo; Elizabeth M. Jones; Núria Casacuberta; Meri Korhonen; Benjamin Rabe; Michael Karcher; Steven M.A.C. van Heuven: Rapid Changes in Anthropogenic Carbon Storage and Ocean Acidification in the Intermediate Layers of the Eurasian Arctic Ocean: 1996–2015; vom 18. April 2018; Volume32, Issue9 Pages 1254-1275; <https://doi.org/10.1029/2017GB005738>.

14 Quelle: <http://www.fao.org/3/ac836e/AC836E03.htm> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

15 Yuanming Ni, Gunnar S. Eskeland, Jarl Giske, Jan-Petter Hansen: The global potential for carbon capture and storage from forestry; *Carbon Balance and Management* 2016 11:3; <https://doi.org/10.1186/s13021-016-0044-y> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

16 Roger Sedjo; Brent Sohngen: Carbon Sequestration in Forests and Soils; *Annual Review of Resource Economics*; Vol. 4:127-144 (Volume publication date August 2012); <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-083110-115941> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

Preise für die Kohlenstoffsequestrierung oder Steuern auf Emissionen vorsehen, könnten erhebliche Auswirkungen auf das Emissions- und Abscheidungslevel haben. Eine besondere Herausforderung seien dabei die Messung, Überwachung und Bewertung von Wäldern. Es werden verschiedene ökonomische Modelle angewandt, um die Auswirkungen verschiedener wirtschaftspolitischer Maßnahmen auf die Kohlenstoffbestände der Wälder abzuschätzen. Zudem werden Ergebnisse aus der Literatur zu verschiedenen Abschätzungen potenzieller Level des Waldkohlenstoffs vorgestellt.

4. Zum Anteil des Menschen am Klimawandel

Zum Themenkomplex des anthropogenen Anteils am Klimawandel wurde 2018 von den Wissenschaftlichen Diensten des Deutschen Bundestages eine Arbeit unter dem Titel „**Zum wissenschaftlichen Diskurs einzelner Aspekte des Klimawandels**“ erstellt. Hierin wird detailliert auf die kontrovers geführte öffentliche und wissenschaftliche Diskussion zum menschlichen Beitrag zur globalen Klimaerwärmung eingegangen.¹⁷

In regelmäßigen Abständen publiziert der Weltklimarat Sachstandsberichte zum gegenwärtigen Wissensstand der Fachwelt bezüglich des Klimawandels. Diese sind immer wieder auch Gegenstand strittiger Diskussionen, insbesondere in der allgemeinen Öffentlichkeit, sehr viel weniger in der Fachöffentlichkeit. Ausführlich wird auf den aktuellen Fünften Sachstandsbericht und die Arbeitsweise des Weltklimarates in einer Arbeit der Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages von 2017 eingegangen (Titel: „**Anthropogener Treibhauseffekt und Klimaänderungen; Darstellung des gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes**“); auch der Themenkomplex des anthropogenen Anteils am Klimawandel gemäß Fünftem Sachstandsbericht des Weltklimarates wird hierin dargestellt.¹⁸

17 Anlage 2: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Zum wissenschaftlichen Diskurs einzelner Aspekte des Klimawandels; WD 8 - 3000 - 067/18 vom 14. August 2018; <https://www.bundestag.de/resource/blob/568324/12e8c64d9738bab5db8956c16a8f174a/WD-8-067-18-pdf-data.pdf> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

18 Anlage 3: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Anthropogener Treibhausgasereffekt und Klimaänderungen. Darstellung des gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes. Ausarbeitung WD8 – 3000 - 028/17 vom 27. September 2017, abrufbar unter <https://www.bundestag.de/blob/531134/6f730f684478a5be392a914110e05489/wd-8-028-17-pdf-data.pdf> [zuletzt abgerufen am 21. März 2019].

Anlagenverzeichnis

Anlage 1

Aktueller Begriff: Klimaveränderungen in Europa, Nr. 18/17 (01. Juni 2017), Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages. Im Internet abrufbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/509472/94c8c64d1d8a9c9767ee4a471d434e52/klimaveraenderungen-in-europa-data.pdf>

Anlage 2

Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Zum wissenschaftlichen Diskurs einzelner Aspekte des Klimawandels; WD 8 - 3000 - 067/18 vom 14. August 2018. Im Internet abrufbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/568324/12e8c64d9738bab5db8956c16a8f174a/WD-8-067-18-pdf-data.pdf>

Anlage 3

Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages: Anthropogener Treibhausgaseffekt und Klimaänderungen. Darstellung des gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisstandes. Ausarbeitung WD8 – 3000 -028/17 vom 27. September 2017. Im Internet abrufbar unter: <https://www.bundestag.de/blob/531134/6f730f684478a5be392a914110e05489/wd-8-028-17-pdf-data.pdf>