

Factsheet | Treibhausgas-Emissionen von Flugzeugen im Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln und in der persönlichen CO₂-Bilanz

Dieses Factsheet gibt einen Überblick über die Treibhausgas-Emissionen unterschiedlicher Verkehrsmittel im Personenfernverkehr. Es erfolgt zunächst eine Einordnung der Verkehrsbereiche anhand ihres Anteils an der Verkehrsleistung und ihren Treibhausgas-Emissionen für ganz Deutschland. Anschließend werden die mittleren Treibhausgas-Emissionen unterschiedlicher Verkehrsmittel verglichen und die Auswirkungen der Flugemissionen auf die persönliche CO₂-Bilanz werden exemplarisch dargestellt. Zum Schluss wird ein internationaler Vergleich gezogen und die Rolle des internationalen Flugverkehrs diskutiert.

Überblick: Verkehrsbereiche nach Verkehrsleistung und Treibhausgas-Emissionen in Deutschland

Der Verkehrssektor in Deutschland zeigt trotz einiger Effizienzgewinne in den letzten Jahren einen stetigen absoluten Zuwachs der Verkehrsleistung¹. Der Flugverkehr hat bei der Verkehrsleistung einen Anteil von 19 % (263 Mrd. Personenkilometer), zur territorialen Abgrenzung werden alle Flüge mit Starts in Deutschland bilanziert. Ankommende Flüge sind folglich in dieser Bilanzierung nicht enthalten.

Abbildung 1 zeigt, wie die Treibhausgas-Emissionen im Personenverkehr in Deutschland seit 1990 stetig angestiegen sind. Während der Verkehrsbereich «Schiene» nur einen sehr geringen Teil der Gesamtemissionen ausmacht, hat der Straßenverkehr den größten Anteil. Den zweitgrößten Anteil nimmt mit etwa einem Drittel (34 %) die Luftfahrt ein. Im Vergleich zu dem Anteil an der Verkehrsleistung mit 19 % trägt daher die Luftfahrt im Verhältnis deutlich stärker zu den Treibhausgasemissionen bei, als beispielsweise der besonders klimafreundliche Schienenpersonenverkehr. Dies liegt an den hohen spezifischen Treibhausgas-Emissionen (Emissionen pro Personenkilometer) von Flugzeugen.

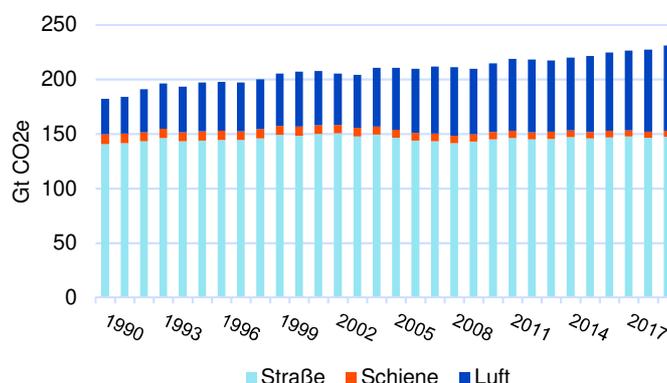


Abbildung 1: Treibhausgas-Emissionen des Personenverkehrs in Deutschland nach TREMOD¹ (Allekotte et al. 2020), in Gigatonnen CO₂-Äquivalenten.

Außerdem ist die Luftfahrt über die letzten zehn Jahre betrachtet, fast ausschließlich für das Wachstum der gesamten Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors verantwortlich.

Treibhausgas-Emissionen im direkten Verkehrsmittelvergleich

Beim Vergleich der Treibhausgas-Emissionen der verschiedenen Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland zeigt sich, dass ein Flugzeug mit Abstand die höchsten spezifischen Treibhausgas-Emissionen aufweist (Tabelle 1).

Diese liegen um ca. 40 % über denen des Pkw (mit durchschnittlicher Auslastung von 1,4 Personen). Im Vergleich mit dem Schienenverkehr und Bussen sind die Emissionen der Flugzeuge sogar um mehr als 6 Mal höher. Ein wesentlicher Faktor, der die Flugemissionen antreibt, ist die zusätzliche Klimawirkung durch Emissionen von Schadstoffen und Wasserdampf in großen Höhen (nicht CO₂-Effekte). Diese erhöhen die Klimawirkung von Flügen um den Faktor 2 bis 5².

Tabelle 1: Spezifische Treibhausgas-Emissionen von Verkehrsmitteln in Deutschland (2019).

Verkehrsmittel	Treibhausgas-Emissionen	Auslastung
Flugzeug, Inland	214 g CO ₂ -Äq. / pkm	ca. 70 %
Flugzeug, international	188 g CO ₂ -Äq. / pkm	ca. 80 %
Pkw	154 g CO ₂ -Äq. / pkm	1,4 Personen
Schienenpersonenfernverkehr	29 g CO ₂ -Äq. / pkm	56 %
Reise- und Fernlinienbusse	29 g CO ₂ -Äq. / pkm	54 %

Datenbasis: TREMOD Version 6.0 (Allekotte et al. 2020).

¹ Ausnahme: die Pandemiejahre 2020 und 2021.

² Nähere Informationen zu der Wirkung von nicht CO₂-Effekten finden sich in der Dokumentation des THG-Monitoringtools von FlyingLess (<https://flyingless.de/thg-rechner>)

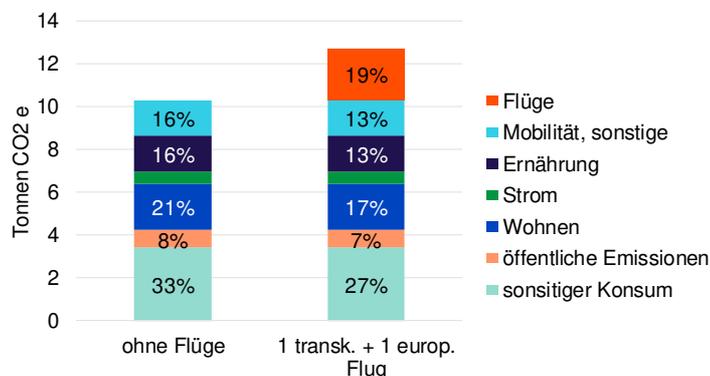
Neben den hohen Treibhausgas-Emissionen pro zurückgelegtem Personenkilometer ist bei Flugzeugen zudem anzumerken, dass diese oft für sehr große Distanzen genutzt werden. So ist ein Flug von Stuttgart nach Fuerteventura (1.260 km Hin- und Rückflug) auf den Kanaren mit 1,4 Tonnen CO₂ pro Person verbunden.

Rolle der Flugemissionen für die persönliche CO₂-Bilanz

Bei der Betrachtung der durchschnittlichen CO₂-Bilanz über ein Jahr (Abbildung 2), nimmt der Bereich Mobilität ca. 16 % der gesamten Treibhausgas-Emissionen ein, sofern kein Flug unternommen wird. Berücksichtigt die Bilanz hingegen einen transkontinentalen und einen innereuropäischen Flug für das gleiche Jahr, kommen 2,4 Tonnen Treibhausgas-Emissionen hinzu (plus 23 %). Der Anteil allein für die Flüge an dem gesamten CO₂-Fußabdruck für ein Jahr beträgt dann 19 %.

Die Berechnung der persönlichen CO₂-Bilanz folgt in diesem Beispiel neben der Eingabe von individuellen Konsummustern ebenfalls der Umlage von gesamtgesellschaftlichen Emissionen. Unter die Kategorie „öffentliche Emissionen“ fallen so beispielsweise Leistungen der öffentlichen Verwaltung, Wasserversorgung, Abfallentsorgung und der Bau öffentlicher Infrastruktur.

Das entspricht ungefähr der Menge an eingesparten Treibhausgas-Emissionen, wenn ein Jahr lang auf das Auto zugunsten von Fahrrad und öffentlichen Verkehrsmitteln verzichtet wird.



Datenbasis: UBA CO₂-Rechner (Umweltbundesamt 2022).

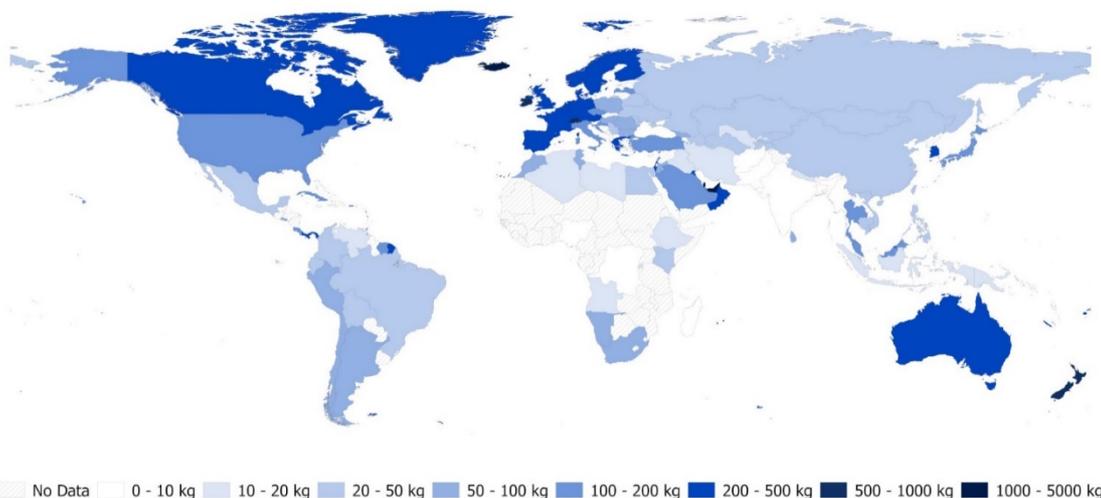
Abbildung 2: Individuelle CO₂-Bilanz mit und ohne Fliegen

Internationale Vergleiche

Nationale Durchschnittswerte von Flugreisen täuschen häufig über das tatsächliche Ausmaß der persönlichen Treibhausgas-Emissionen hinweg. Der Luftverkehr trägt jedes Jahr wenige Prozent zu den globalen Treibhausgas-Emissionen bei und gehört somit nicht zu den größten Sektoren (Ritchie 2020). Doch für spezifische soziale Gruppen (z.B. Gutverdienende) trägt das Fliegen maßgeblich zum persönlichen CO₂-Fußabdruck bei. Damit muss die Person nicht einmal zu der Gruppe der «Vielfliegenden» gehören.

Personen die fliegen sind global betrachtet eine Minderheit. Sie tragen somit überproportional zu den Treibhausgas-

Emissionen bei. Die geographische Verteilung der durchschnittlichen Pro-Kopf Treibhausgas-Emissionen des internationalen Flugverkehrs zeigt eine starke geographische Ungleichheit (Abbildung 3). Der durchschnittliche «reiche Mensch» aus den Industrieländern stößt durch das Fliegen jedes Jahr mehrere Tonnen von Treibhausgasen aus, was hingegen dem gesamten CO₂-Fußabdruck vieler Menschen des globalen Südens gleichkommt. Dies wird durch eine Studie bestätigt, die zeigt, dass ein Prozent der Weltbevölkerung für 50 % der Flugemissionen verantwortlich ist (Gössling und Humpe, 2020).



Emissionen sind dem Abflugland der Flüge zugewiesen. Daten basierend auf (Graver et al. 2019), Kartographie ifeu.

Abbildung 3: Pro-Kopf CO₂-Emissionen durch internationalen Flugverkehr 2018

Ausblick

Die hohen Treibhausgas-Emissionen des Flugverkehrs lassen sich über Effizienzsteigerungen kaum verringern, da die Auslastung der Flugzeuge bereits relativ hoch ist (70 % auf innerdeutschen Flügen und ca. 80 % auf internationalen Flügen). Zudem steigt die Anzahl der Flüge und Personenkilometer seit Jahrzehnten stark an. Alternative Antriebe wie Elektroflugzeuge sind für große Passagiermaschinen auf Grund des Gewichts der Batterien im Moment keine Lösung. Einzig der Austausch des fossilen Kerosins durch nachhaltig hergestellte Kraftstoffe aus erneuerbaren Quellen oder aus Abfällen (bspw. Pflanzenreste) kann in Zukunft helfen, die Emissionen des Flugverkehrs zu senken.

Über FlyingLess

Mit der Internationalisierung von Wissenschaft und Forschung haben auch die Flugreisen der Hochschulangehörigen zugenommen – Wissenschaftler:innen gehören zu den Vielfliegenden.

Ziel des Projektes FlyingLess ist es, Hochschulen und Forschungsorganisationen bei der Reduktion der Flugreisen, die einen wesentlichen Teil ihrer gesamten Treibhausgasemissionen verursachen, zu unterstützen. FlyingLess entwickelt dabei Ansätze zur Reduktion der Flugreisen im akademischen Bereich, die auf verschiedenen Ebenen (Forschung, Lehre und Verwaltung) umgesetzt werden.

Das Projekt wird in enger Zusammenarbeit mit vier Partnerinstitutionen – EMBL (European Molecular Biology Laboratory) und MPI Astronomie in Heidelberg als außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und den Universitäten Konstanz und Potsdam als Hochschulen – durchgeführt.

Das Projekt läuft unter Federführung des [ifeu-Instituts Heidelberg](#) in enger Zusammenarbeit mit dem [TdLab Geographie](#) am Geographischen Institut der Universität Heidelberg.

Gefördert wird das Projekt über 3 Jahre im Rahmen der [Nationalen Klimaschutzinitiative \(NKI\)](#) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz.

Nach Expertenschätzung (u.a. O'Malley et al. 2021; Ueckerdt & Odenweller 2023) reichen die verfügbaren nachhaltigen Quellen für Flugkraftstoffe mittelfristig nicht aus oder sind zu energieintensiv, um den heutige Bedarf von Flugkraftstoffen zu ersetzen. Zudem treten auch bei erneuerbaren Kraftstoffen weiterhin die Effekte der zusätzlichen Klimawirkung durch «nicht CO₂-Effekte» auf.

Daher sind die Vermeidung von Flugreisen bzw. bei kurzen Distanzen die Verlagerung auf andere Verkehrsmittel (insbesondere auf die Bahn) essentiell zur Erreichung der Klimaziele.

Referenzen

- Allekotte, M.; Biemann, K.; Heidt, C.; Colson, M.; Knörr, W. (2020): Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018): Berichtsteil „TREMOD“. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Berlin.
- Graver, B.; Zhang, K.; Rutherford, D. (2019): CO₂ emissions from commercial aviation, 2018. Iccat - International Council On Clean Transportation. <https://theiccct.org/publication/co2-emissions-from-commercial-aviation-2018/>.
- Gössling, S.; Humpe, A. (2020): The global scale, distribution and growth of aviation: Implications for climate change. In: Global Environmental Change. Vol. 65.
- O'Malley, J. (2021): Estimating sustainable aviation fuel feedstock availability to meet growing European Union demand. Working paper, icct - International Council On Clean Transportation. <https://theiccct.org/sites/default/files/publications/Sustainable-aviation-fuel-feedstock-eu-mar2021.pdf>.
- Ritchie, H. (2020): Where in the world do people have the highest CO₂ emissions from flying? Our World in Data. <https://ourworldindata.org/carbon-footprint-flying>.
- Ueckerdt, F.; Odenweller, A. (2023): E-Fuels - Aktueller Stand und Projektionen. Analyse Paper, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Potsdam. https://www.pik-potsdam.de/members/Ueckerdt/E-Fuels_Stand-und-Projektionen_PIK-Potsdam.pdf.
- Umweltbundesamt (2022): UBA CO₂-Rechner. Release 4.1 / Datenstand 01.2022 (A). https://uba.co2-rechner.de/de_DE/.

AUTORINNEN

Claudia Kämper und Dr.-Ing. Kirsten Biemann

KONTAKT

Projektleitung

Dr. Susann Görlinger
E-Mail: susann.goerlinger@ifeu.de

ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
gGmbH

Webseite: www.flyingless.de

Twitter: @FlyingLess_de

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/showcase/flyingless/>