

TEXTE

97/2022

Der UBA-CO₂-Rechner für Privatpersonen: Hintergrundinformationen

von:

Stephan Schunkert, Julia Siewert, Paula Pitz
KlimAktiv gGmbH, Tübingen

Angelika Paar, Hans Hertle, Fabian Berg, Monika Dittrich, Miriam Dingeldey
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Heidelberg

Herausgeber:
Umweltbundesamt

TEXTE 97/2022

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3718 16 313 0
FB000848

Der UBA-CO₂-Rechner für Privatpersonen: Hintergrundinformationen

von

Stephan Schunkert, Julia Siewert, Paula Pitz
KlimAktiv gGmbH, Tübingen

Angelika Paar, Hans Hertle, Fabian Berg, Monika Dittrich,
Miriam Dingeldey
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg,
Heidelberg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Erstellt durch:

KlimAktiv gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung des Klimaschutzes mbH
Nauklerstraße 60
D-72074 Tübingen
<http://www.klimaktiv.de>

und

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
Im Weiher 10
D-69121 Heidelberg
<http://www.ifeu.de>

Abschlussdatum:

März 2022

Redaktion:

Fachgebiet III 1.1 – Übergreifende Aspekte des Produktbezogenen Umweltschutzes,
Nachhaltige Konsumstrukturen, Innovationsprogramm
Dr. Michael Bilharz

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, September 2022

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Der UBA-CO₂-Rechner für Privatpersonen: Hintergrundinformationen

Das Umweltbundesamt stellt mit dem UBA-CO₂-Rechner seit 2008 einen Fußabdruckrechner zur Verfügung, welcher die CO₂-Bilanz von in Deutschland lebenden Personen ermöglicht. Das Onlinetool wird von Bürgerinnen und Bürgern, von Medien, im Rahmen von wissenschaftlichen Studien und Bildungsveranstaltungen, aber auch zur Bestimmung von Zahlungen zur freiwilligen Kompensation intensiv genutzt. Der UBA-CO₂-Rechner hat sich dabei in Deutschland als Standard etabliert, auch dank einer stetigen Weiterentwicklung auf technischer Seite sowie in der Berechnungsmethodik und den Datenquellen.

In diesem Bericht werden die Konzeption, die Berechnungs- und Datengrundlagen dargestellt und erläutert. Ziel ist es, interessierte Anwenderinnen und Anwender in die Lage zu versetzen, die Inhalte und berechneten Werte besser nachvollziehen und die relevanten Annahmen und Stellschrauben des Rechners besser erfassen zu können.

Nach einer allgemeinen Einführung in den CO₂-Rechner, bei dem der übergeordnete methodische Aufbau, die Systemgrenzen und der Bilanzierungsansatz erläutert werden (Kapitel 1), werden alle Elemente der persönlichen CO₂-Bilanz, wie Schnellprofil, Durchschnittstonnage und Vermeidungsleistungen mit den zugrundeliegenden Berechnungsmethoden und Datenquellen schematisch dargestellt (Kapitel 2). Zum Abschluss wird ein kurzer Überblick über die Datengrundlage des CO₂-Szenarios geboten (Kapitel 3).

Abstract: The UBA CO₂ calculator for private individuals: Background information

Since 2008, the Federal Environment Agency has been providing the UBA-CO₂-Calculator, a footprint calculator that can be used to determine the carbon footprint of individuals living in Germany. The online tool is used widely by citizens, by the media, in the context of scientific studies and educational events, but also to determine payments for voluntary offsetting. The UBA CO₂ Calculator has established itself as the standard in Germany, also due to continuous further development on the technical side as well as in the calculation methodology and data sources.

This report presents and explains the underlying concept, the calculation and data basis. The aim is to enable interested users to better understand the contents and calculated values and to better grasp the relevant assumptions and parameters of the calculator.

After a general introduction to the CO₂ calculator, in which the overarching methodological structure, the system boundaries and the accounting approach are explained (chapter 1), all elements of the personal CO₂ balance, such as quick check, average tonnage and avoidance performance, are presented schematically with the underlying calculation methods and data sources (chapter 2). Finally, a brief overview of the data basis of the CO₂ scenario is provided (chapter 3).

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Formelverzeichnis	8
1 Einführung in den CO ₂ -Rechner.....	9
1.1 Aufbau des Rechners	9
1.1.1 Deutscher Durchschnitt	9
1.1.2 Schnellcheck.....	9
1.1.3 Persönliche Bilanz	9
1.1.4 Vermeidung.....	11
1.1.5 Szenario.....	12
1.1.6 Speichern der Berechnung.....	13
1.2 Bilanzierungsansatz, Systemgrenzen und Software	13
1.2.1 Zielgruppe	13
1.2.2 Methodik.....	13
1.2.3 Technische Rahmenbedingungen.....	14
1.2.4 Datenschutz, Cookies und Speichermöglichkeiten.....	15
2 CO ₂ -Bilanz	16
2.1 Schnellcheck.....	16
2.2 Ermittlung der sektoralen Durchschnittstonnagen	17
2.2.1 Wohnen	17
2.2.2 Mobilität	18
2.2.3 Sonstiger Konsum	20
2.2.4 Ernährung.....	22
2.2.5 Öffentliche Emissionen	23
2.3 Ermittlung der persönlichen CO ₂ -Bilanz.....	24
2.3.1 Wohnen	24
2.3.2 Strom.....	26
2.3.3 Mobilität	26
2.3.4 Ernährung.....	29
2.3.5 Sonstiger Konsum	30
2.3.6 Öffentliche Emissionen	34
2.4 CO ₂ -Vermeidungsleistungen	34
2.4.1 Methodik.....	34
3 CO ₂ -Szenario.....	40

3.1	Methodik.....	40
3.2	Datengrundlage.....	40
4	Referenzen	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ergebnisdarstellung des individuellen CO ₂ -Austoßes und des dt. Durchschnitts.....	10
Abbildung 2:	Ergebnisdarstellung mit Vermeidung.....	11
Abbildung 3:	Annäherung an das Reduktionsziel (grün) über politische Akzeptanz im Szenario.....	12
Abbildung 4:	Mapping des Haushaltseinkommens aus dem Schnellcheck ...	16
Abbildung 5:	Struktur des Sektors Sonstiger Konsum	31
Abbildung 6:	Klimaänderungspotential von Haustieren.....	33
Abbildung 7:	Darstellung der Vermeidung	35
Abbildung 8:	Vermeidungsleistung innerhalb eines Sektors	35
Abbildung 9:	Schematische Darstellung der Vermeidungsberechnung im Bereich Strom	37
Abbildung 10:	Rechenbeispiel für Vermeidung im Bereich Mobilität	38

Formelverzeichnis

Formel 1:	Pro-Kopf-Emissionen Luftverkehr.....	28
Formel 2:	individuelle Gewichtung der durchschnittlichen CO ₂ -Tonnage im Bereich Ernährung	29
Formel 3:	Berechnung der Vermeidungsfaktoren (Strom, Wohnen, Mobilität).....	36
Formel 4:	Berechnung der Vermeidungsfaktoren (Ernährung, Sonstiger Konsum).....	37

1 Einführung in den CO₂-Rechner

1.1 Aufbau des Rechners

Im Folgenden erfolgt eine kurze Einführung in den Aufbau des CO₂-Rechners. Eine Übersicht der Module entsprechend der User-Journey sowie wiederkehrende Begrifflichkeiten und Konzepte werden in diesem Kapitel vorgestellt.

1.1.1 Deutscher Durchschnitt

Das Konzept des Deutschen Durchschnitts als Vergleichsgröße zieht sich durch alle Bereiche des CO₂-Rechners und begleitet den individuellen CO₂-Ausstoß zur besseren Einordnung. Die Ermittlung und Datengrundlage der sektoralen Durchschnittstonnagen, welche ihrerseits in Summe den Deutschen Durchschnitt bilden, werden in Kapitel 2.2 genau erläutert.

Zu beachten ist, dass hier genau genommen keine Person abgebildet wird, welche in Hinsicht auf ihre Charakteristiken als statistisch durchschnittlich anzusehen wäre. Vielmehr werden alle Emissionen, die innerhalb der Systemgrenze anfallen (siehe Kapitel 2.2), auf die Bevölkerung in Form einer durchschnittlichen Pro-Kopf-Tonnage verteilt. Die einzelnen sektoralen Durchschnitte dienen gleichzeitig als Rahmen und Richtschnur für die Festlegung der Default-Konfiguration des Rechners. Ein Update der Durchschnittstonnagen zieht eine Neujustierung der voreingestellten Werte nach sich. Allerdings müssen hier teilweise pragmatische Entscheidungen getroffen werden, die dem oben genannten subtilen statistischen Unterschied zwischen durchschnittlicher Person und durchschnittlichem Fußabdruck Rechnung tragen (z.B. beim Durchschnittswert fürs Heizen im Hinblick auf Wohnform, Brennstoff und Verbrauch, wo sich keine durchschnittliche Person ableiten lässt). Nicht in allen Bereichen wird zudem ein Durchschnittswert veranschlagt. So sind beispielsweise Kreuzfahrten oder auch Haustiere immer eine zusätzliche Aktivität und werden mit einem Startwert von Null initialisiert.

1.1.2 Schnellcheck

Der CO₂-Schnellcheck ersetzt ab Version 4.1 (Release am 9. Oktober 2020) das CO₂-Profil und ist der ausführlichen CO₂-Bilanz vorgeschaltet. Er umfasst eine stark reduzierte Auswahl der Fragestellungen mit größter Relevanz für die individuelle CO₂-Bilanz aus den Bereichen Haus/Wohnen, Mobilität und Ernährung sowie eine zusätzliche Eingabe des Haushaltseinkommens. Dies ermöglicht innerhalb weniger Schritte eine grobe Schätzung der individuellen CO₂-Bilanz anhand von *Big Points*, die spontan und ohne großen Aufwand eingegeben werden können. Voreingestellte Default-Angaben reproduzieren den deutschen Durchschnitt.

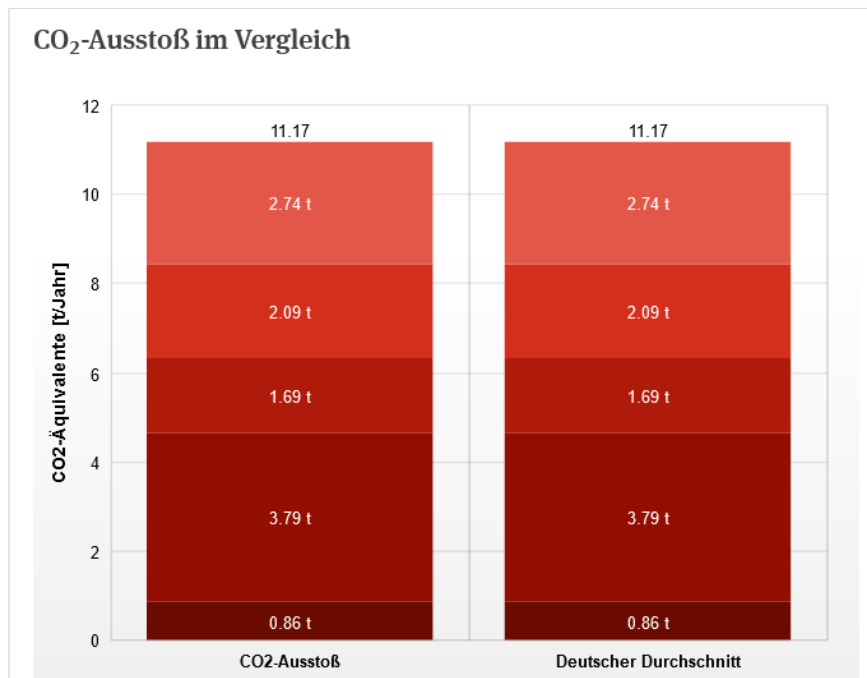
Das Ergebnis des Schnellchecks ist gleichzeitig der Einstieg in die detailliertere Bilanz, wobei im Schnellcheck erfolgte Eingaben an das nachfolgende Modul *CO₂-Bilanz* weitergereicht werden, so dass keine doppelte Eingabe notwendig ist. Eine nachträgliche Veränderung der Eingaben ist jedoch immer möglich. Wird der Schnellcheck übersprungen, so öffnet sich die CO₂-Bilanz in der Default-Konfiguration und der individuelle CO₂-Ausstoß ist identisch mit dem Deutschen Durchschnitt (siehe oben).

1.1.3 Persönliche Bilanz

Die Persönliche Bilanz ergibt sich durch direkte Abänderung der Default-Einstellungen und der Eingabe von zusätzlichen individuellen Aktivitäten in den jeweiligen Sektoren der detaillierten Bilanz. Diese ist unterteilt in separate Reiter: Wohnen, Strom, Mobilität, Ernährung, Sonstiger

Konsum. Zudem werden im Ergebnis Öffentliche Emissionen angezeigt, diese können jedoch nicht individuell angepasst werden und haben somit keinen zusätzlichen Reiter.

Abbildung 1: Ergebnisdarstellung des individuellen CO₂-Ausstoßes und des dt. Durchschnitts



Screenshot CO₂-Rechner 4.1, Default-Einstellung
 Quelle: KlimAktiv, 2021

Die Reihenfolge der Bearbeitung ist beliebig, jedoch gibt es Wechselwirkungen zwischen den Sektoren. Der CO₂-Rechner zielt auf Vollständigkeit: Statt den Fußabdruck von Null an zu berechnen, entwickelt sich die Anzeige CO₂-Ausstoß vom Deutschen Durchschnitt ausgehend (ggf. bereits vorkonfiguriert durch den Schnellcheck) mit jeder Eingabe von einem pauschalen hin zu einem individualisierten Fußabdruck. Der Vorteil ist eine hohe Abdeckung auch von Emissionsquellen, derer sich die Anwenderinnen und Anwender vielleicht weniger bewusst sind.

Die hierfür eingesetzten Algorithmen für die Berechnung fallen in zwei grundsätzlich verschiedene Kategorien:

- ▶ Bottom-Up-Berechnungen anhand von konkreten Aktivitäten
- ▶ Top-Down-Berechnungen über Skalierungen der Durchschnittstonnage.

Im ersten Fall kommen Emissionsfaktoren zum Einsatz; im zweiten Fall handelt es sich um relative Skalierungsfaktoren, die auf die sektorale Durchschnittstonnage angewandt werden. Einige wenige Operationalisierungen (bspw. Emissionen für Anlageninvestitionen in den Bereichen Gebäude und Fahrzeuge) folgen einer etwas komplexeren Logik mit einer Kombination aus Bottom-Up und Top-Down Aspekten.

Einzelaktivitäten werden in Form von konkreten Verbräuchen oder Leistungen eingegeben. In den Bereichen Heizung und Strom bieten zusätzliche Schätzmodule die Möglichkeit, sich anhand von Fragebögen einem ungefähren Verbrauch anzunähern. Im Sektor Mobilität bestehen für die Bereiche Fahrten & Reisen sowie Flugreisen jeweils zwei alternative Eingabemethoden (pauschal oder detailliert). Es kann jeweils nur eine Eingabemethode verwendet werden. Die detaillierte Flugberechnung integriert an dieser Stelle den KlimAktiv-Flugrechner mit Zugang zu

umfassenden Datenbanken für Flughafenkoordinaten und Flugzeugtypen in den Rechner. Softwaretechnisch handelt es sich hier um ein eigenes Modul, welches sich nahtlos in die Bilanz einfügt.

Ein CO₂-Ausstoß wird sowohl für jede individuelle Aktivität als auch in Summe für jeden Sektor separat ausgewiesen. Das eigentliche Konzept der CO₂-Bilanz beschränkt sich nicht ausschließlich auf die Berechnung des CO₂-Ausstoßes bzw. des Fußabdruckes. Ergänzend findet hier auch der Handprint-Gedanke in Form von Vermeidungsleistungen Eingang (siehe nachfolgendes Kapitel). Eine Bilanz stellt also Emissionen und vermiedene Emissionen nebeneinander (ohne dieses zu verrechnen), um ein ganzheitlicheres Bild wiederzugeben.

1.1.4 Vermeidung

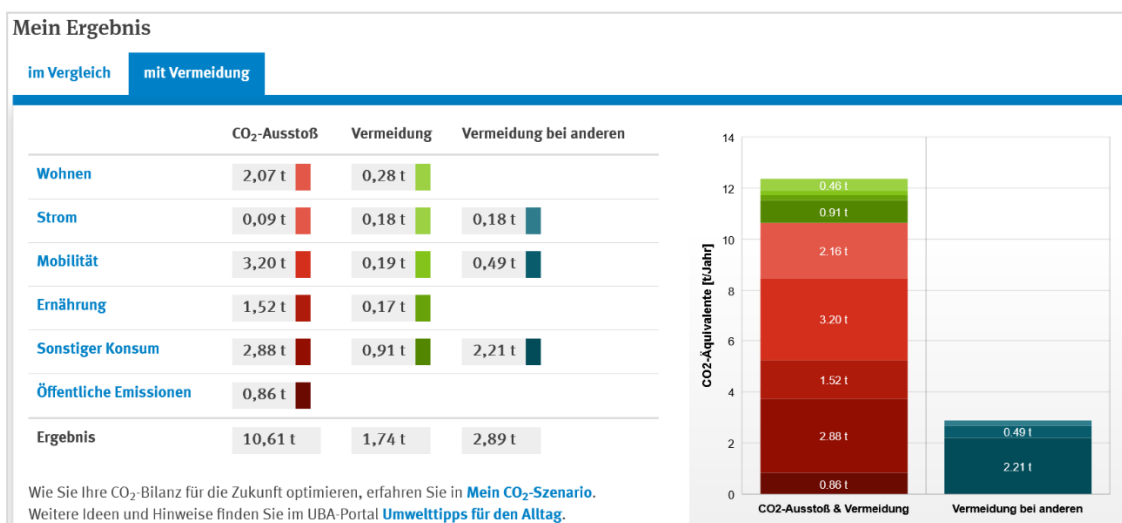
Ab dem CO₂-Rechner 4.0 wird über die persönliche CO₂-Bilanz hinaus auch die individuelle Vermeidungsleistung der Anwenderinnen und Anwender ausgewiesen. Dabei unterscheidet der CO₂-Rechner zwischen eigener **Vermeidung** und **Vermeidung bei anderen**.

Die eigene **Vermeidung** zeigt an, um wie viel Tonnen CO₂ der persönliche CO₂-Ausstoß durch klimafreundliche Lebensgewohnheiten bereits reduziert wird. Zur Berechnung der Vermeidung werden der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern (Wärme, Strom), die Energieeffizienz, klimafreundliche Mobilitätsformen sowie klimaschonendes Ernährungs- und Konsumverhalten bewertet.

Die **Vermeidung bei anderen** gibt an, was die einzelne Person dazu beitragen kann, den CO₂-Ausstoß in Deutschland bzw. weltweit zu reduzieren. Beispielsweise wird der Beitrag zum Ausbau der erneuerbaren Energien als Vermeidung bei anderen gewertet, wenn Strom aus erneuerbaren Energien oder einer KWK-Anlage in das öffentliche Netz eingespeist wird, sofern dies vergütet wird. Bei dieser Kategorie werden ebenfalls Investitionen in grüne Geldanlagen oder Spenden für Klimaschutzprojekte als Klimakompensation berücksichtigt.

Abbildung 2 gibt einen Überblick, in welchen Bereichen Vermeidungsleistungen erzielt werden können.

Abbildung 2: Ergebnisdarstellung mit Vermeidung



Screenshot CO₂-Rechner 4.1

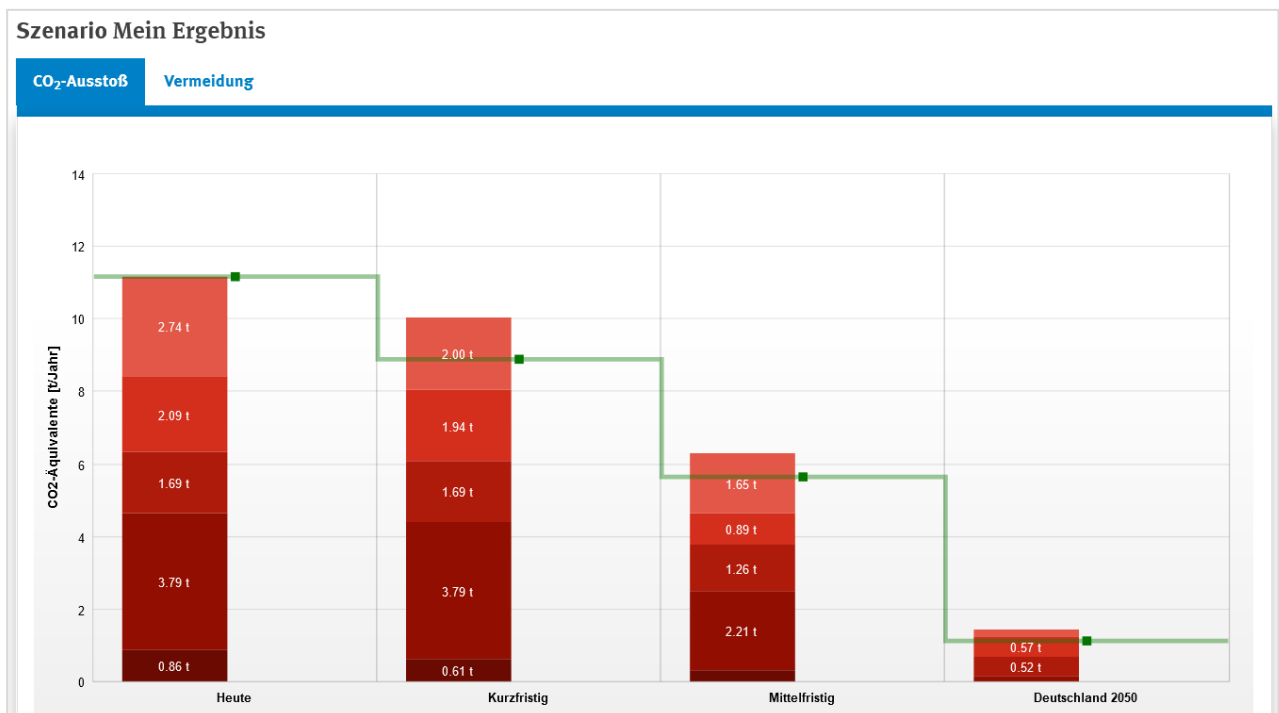
Quelle: KlimAktiv, 2021

1.1.5 Szenario

Das Szenario-Tool rundet den CO₂-Rechner ab, indem es die individuelle Bilanz in die Zukunft projiziert und in einen gesamtgesellschaftlichen Kontext einordnet. Thematisch folgt der Aufbau des Szenarios der Struktur der CO₂-Bilanz (gleiche sektorale Aufteilung des Fußabdruckes mit Eingabemöglichkeiten auf separaten Reitern), jedoch unterscheiden sich die Systemgrenzen geringfügig (siehe Kapitel 3.2). Die Ergebnisse je Sektor (inkl. Vermeidungsleistungen) werden nun mit vier verschiedenen Zeitbezügen ausgegeben: *Heute*, *Kurzfristig* (die nächsten 5 Jahre), *Mittelfristig* (die nächsten 10-15 Jahre) und *Deutschland 2050* (als einziger absoluter Zeitbezug). Im Kontext des Szenarios ist die Definition des Fußabdruckes mit Zeitbezug *Heute* identisch zum individuellen Ergebnis des vorangehenden Moduls CO₂-Bilanz und wird automatisch aus diesem übernommen. Wie das Ergebnis des Schnellchecks die Startkonfiguration der CO₂-Bilanz darstellt, so ist das Ergebnis der CO₂-Bilanz die Startkonfiguration des Szenarios.

Bereits ohne die zusätzliche Eingabe von Maßnahmen zeigt das Szenario eine Reduktion des eigenen Fußabdruckes in den zukünftigen Zeitbezügen. Hier fließen Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Emissionen in Deutschland ein, wie sie das *Aktuelle Maßnahmen Szenario (AMS)* der Studie der Öko-Instituts *Klimaschutzszenario 2050 (2. Modellierungsrunde)* beschreibt. Für die Ergebnisse *Kurz- und Mittelfristig* dient der individuelle CO₂-Ausstoß als Basis für die AMS-Projektion, für *Deutschland 2050* werden die sektoralen Durchschnittstonnagen herangezogen und entsprechend AMS reduziert. In diesem Szenario werden die Ziele des Energiekonzepts der Bundesregierung jedoch deutlich verfehlt.

Abbildung 3: Annäherung an das Reduktionsziel (grün) über politische Akzeptanz im Szenario



Screenshot CO₂-Rechner 4.1

Quelle: KlimAktiv, 2021

Um nun eine zusätzliche Verbesserung zu erzielen, können je Sektor individuelle Maßnahmen getroffen werden. Diese folgen zwei unterschiedlichen Formaten:

- a) Bearbeitungsmöglichkeiten der in der CO₂-Bilanz vorgenommenen Angaben (teilweise leicht abgewandelte Fragestellungen), wobei größtenteils nur die jeweils *besseren* Einstellungen zur Auswahl angezeigt werden.
- b) Ja/Nein-Fragen zur politischen Akzeptanz von Klimamaßnahmen oder zur eigenen Veränderungsbereitschaft. „Nein“ ist hier generell voreingestellt.

Anpassungen unter a) haben größtenteils Einfluss auf den CO₂-Ausstoß für die Szenarien *Kurzfristig* und *Mittelfristig*. Es findet eine Neuberechnung des individuellen Fußabdruckes unter Berücksichtigung der veränderten Angaben statt.

Änderungen der Antworten unter b) auf „Ja“ haben größtenteils Einfluss auf die Szenarien *Mittelfristig* und *Deutschland 2050*. Die Formulierung der Fragen orientiert sich an einer schrittweisen Annäherung des voreingestellten *AMS*-Szenarios an das *Klimaschutzszenario 95 (KS95)*, welches eine Reduktion der THG-Emissionen von 95 % bis 2050 gegenüber 1990 modelliert. Wie Abbildung 3 zeigt, resultiert nur die Akzeptanz aller Maßnahmen in einer annähernd mit dem 95 %-Ziel verträglichen Reduktion für 2050.

1.1.6 Speichern der Berechnung

Im letzten Modul *Meine Berechnung speichern* erhalten Nutzende die Möglichkeit, die Eingaben in den CO₂-Rechner anonymisiert zu speichern. Hierfür wird die Wahl getroffen zwischen den Optionen „*Meine Berechnung ist abgeschlossen*“ oder „*...noch in Bearbeitung*“. In beiden Fällen wird ein Link generiert, welcher als Bookmark im Zeitraum von 18 Monaten abrufbar ist.

Seit Release 4.1 ist der Speicherung ein Fragebogen zu soziodemografischen Informationen der nutzenden Person vorangestellt. Ziel ist eine wissenschaftliche Auswertung der CO₂-Bilanzen unter Berücksichtigung individueller Lebenssituationen. Die Teilnahme ist freiwillig, Daten werden lediglich berücksichtigt, sofern eine Beantwortung des Fragebogens stattgefunden hat.

1.2 Bilanzierungsansatz, Systemgrenzen und Software

1.2.1 Zielgruppe

Der UBA-CO₂-Rechner richtet sich in erster Linie an in Deutschland lebende Erwachsene. Bilanzen können auf Deutsch und Englisch erstellt werden. Erreicht werden sollen alle Bevölkerungsschichten unabhängig von sozialem Hintergrund, Wohnort, Familiensituation, Einkommen, Berufstätigkeit oder Bildungsstand.

Bei der Gestaltung des Rechners wurde darauf geachtet, dass Fragen auch ohne weiterführendes Hintergrundwissen verstanden werden können, trotzdem sind Fachtermini Teil des Fragenkatalogs. Diese werden über Hilfe- und Hintergrundtexte erläutert. Anleitungen in leichter Sprache sowie in Deutscher Gebärdensprache unterstützen die Barrierefreiheit, ebenso ist der Rechner weitestgehend mittels unterstützender Software für Sehbehinderte Menschen nutzbar. Während es möglich ist, über den Rechner den CO₂-Fußabdruck von so gut wie jeder in Deutschland lebenden Person zu berechnen, kann es sein, dass bei der Erfassung Unterstützung notwendig ist.

1.2.2 Methodik

In der CO₂-Bilanz bezieht sich der aktuelle CO₂-Ausstoß einer Durchschnittsperson je Sektor auf die Aktivitäten der in Deutschland lebenden Verbraucher (Verbrauchsorientierte Perspektive, Inländerkonzept). Emissionen entlang der Wertschöpfungskette werden soweit möglich über die Landesgrenzen hinaus miteinbezogen. Der Import und Export von Waren wird verrechnet,

soweit die Umweltökonomische Gesamtrechnung dies erlaubt. Die Datengrundlage hat Beschränkungen. So wird beispielsweise Importware nach dem jeweils vorangehenden Importland bewertet. Für Überseeware z.B., welche via Rotterdam nach Europa eingeführt wird, werden die Niederlande als Herkunftsland verzeichnet.

Des Weiteren sind in Bezug auf die Systemgrenzen die folgenden Besonderheiten zu beachten:

- ▶ Für Landesgrenzen überschreitende Verkehrsaktivitäten findet eine Umrechnung vom Inlandsprinzip (TREMODO) auf das Inländerprinzip statt, um den Teil des Verkehrs innerhalb Deutschlands auszuschließen, welcher durch Nichtansässige entsteht. Außerdem werden für Emissionen aus den Bereichen Verkehr und Gebäude jeweils nur solche für die private Nutzung miteinbezogen (siehe auch *Exkurs Systemgrenzen* in Kapitel 2.2.4).
- ▶ Die ausgewiesenen Emissionen beinhalten grundsätzlich auch weitere klimawirksame Gase wie Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) und sind deshalb als CO₂-Äquivalent zu verstehen. Eine erweiterte Berechnung findet zudem beim Flugverkehr statt, um der erhöhten Klimawirksamkeit von Emissionen in höheren Luftschichten Rechnung zu tragen.
- ▶ Die so gesteckte Systemgrenze (Einbeziehung von Äquivalenten und Verbraucher-Ansatz) führt zu in der Regel abweichenden Werten gegenüber reinen Quellenbilanzen (territorialer Ansatz). Während sich für Gesamtdeutschland die Pro-Kopf-Werte zwischen dem territorialen und dem verbrauchsorientierten Ansatz nur wenig unterscheiden, ist dies bei kommunalen Bilanzen häufig in hohem Maße der Fall, insbesondere dann, wenn sich keine fossilen Kraftwerke oder Großindustrie innerhalb der Gemarkungsgrenze befinden.
- ▶ Im CO₂-Szenario basieren mittel- und langfristiger CO₂-Ausstoß einer Durchschnittsperson je Sektor auf dem Territorialprinzip im Einklang mit der Emissionsberichterstattung des Intergovernmental Panel on Climate Change. Hier werden alle in Deutschland emittierten Treibhausgasemissionen auf die Zahl der in Deutschland lebenden Personen heruntergebrochen, unabhängig von der Endnachfrage. Im Gegensatz zur verbrauchsorientierten Perspektive werden weder importierte Konsumgüter hinzugenommen noch exportierte Güter herausgerechnet. Die Verwendung von Emissionsdaten nach dem Territorialprinzip, wie auch im deutschen Treibhausgasbericht, ermöglicht einen direkten Bezug zu den deutschen Klimaschutzzielen.

Optimierungspotentiale:

Erweiterung der Systemgrenze durch Einbeziehung von indirekten Emissionen durch Landnutzung und Landnutzungsänderung (LULUC).

1.2.3 Technische Rahmenbedingungen

Der Rechner wurde mit Hilfe von Open Source Komponenten realisiert und wird ausschließlich online und SSL-verschlüsselt zur Verfügung gestellt: CO₂-Rechner (<https://uba.co2-rechner.de>).

Technische Voraussetzungen für die Bereitstellung des CO₂-Rechners seitens KlimAktiv:

- ▶ aktuelle PHP-Version
- ▶ aktuelle Apache-Installation (o.ä.)
- ▶ aktuelle MySQL-Datenbank.

Seit November 2020 ist der CO₂-Rechner zudem vollständig auf Englisch verfügbar. Die Programmierung mit austauschbaren Sprachdateien erlaubt hier prinzipiell die Ergänzung von weiteren Sprachenversionen.

1.2.4 Datenschutz, Cookies und Speichermöglichkeiten

Der CO₂-Rechner verwendet essenzielle Cookies für die korrekte Verarbeitung der Berechnungsergebnisse. Außerdem werden Tracking Cookies des Analytics-Dienstes Matomo (ehemals Piwik) für die Auswertung der Nutzerzugriffe verwendet, sofern Nutzende diesem eingangs zustimmen. Ein entsprechendes Banner informiert über die Datenschutzbestimmungen und Cookie-Optionen.

Der Rechner erhebt an keiner Stelle Daten, welche eine Identifikation der Nutzerinnen und Nutzer ermöglichen. Auch werden IP-Adressen nicht gespeichert.

2 CO₂-Bilanz

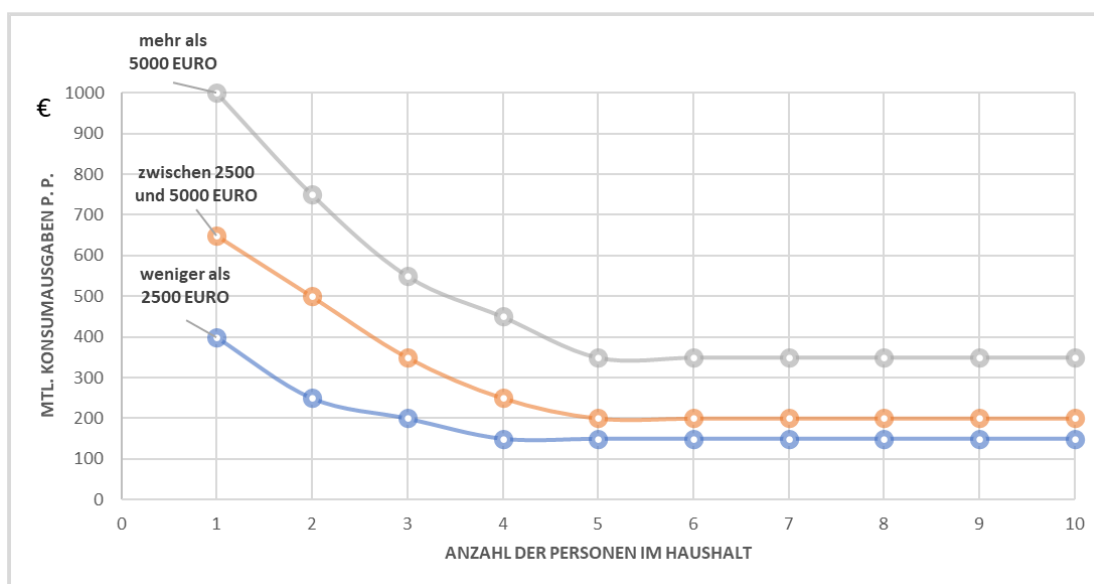
2.1 Schnellcheck

Der Schnellcheck ist ein vereinfachtes Eingabe-Interface für ausgewählte Aspekte der eigentlichen CO₂-Bilanz. Die in den späteren Kapiteln folgenden Erläuterungen zur Berechnung der gleichnamigen Aktivitäten in der CO₂-Bilanz sind daher alle auf den Schnellcheck übertragbar und werden deshalb an dieser Stelle nicht genauer ausgeführt.

Die gezielt abgefragten Eckdaten zur Person und zum Lebensstil werden automatisch an der entsprechenden Stelle in die CO₂-Berechnung eingefügt, während für alle anderen Werte weiterhin pauschale Annahmen laut der Default-Belegung gelten. Da hier jedoch die Big Points als Abfrageoption ausgewählt wurden, können trotz weniger Eingaben individuelle Ergebnisse mit sehr großer Spanne erzeugt werden (realistisch ca. 3 t – 20 t pro Person. Nach oben gibt es genau genommen keine Begrenzung, da beliebig viele Flugstunden eingegeben werden können).

Lediglich die Frage nach dem Haushaltseinkommen – grob unterteilt in drei Größenordnungen – wird in dieser Form nicht in der CO₂-Bilanz abgefragt. Sie dient zur ersten Einschätzung der Konsumausgaben. Diese können jedoch in der CO₂-Bilanz unter „Sonstiger Konsum“ nochmals individuell angepasst werden. Dieses Vorgehen wurde gewählt, da es einen signifikanten statistischen Zusammenhang zwischen Einkommen und Konsumausgaben gibt, in der Logik des Rechners jedoch eine vorangestellte Frage nach den monatlichen Konsumausgaben ohne weiteren Kontext zu Verwirrung führen könnte.

Abbildung 4: Mapping des Haushaltseinkommens aus dem Schnellcheck



Mapping des Haushaltseinkommens auf die monatlichen Konsumausgaben pro Person.

Quelle: KlimAktiv

Als Orientierung für das Mapping des Haushaltseinkommens auf die monatlichen Konsumausgaben pro Person (siehe Abbildung 4) wurde der Datenreport 2018, „Ein Sozialbericht für die Bundesrepublik Deutschland“ (Destatis), herangezogen, insbesondere Kapitel 6 „Private Haushalte – Einkommen, Konsum, Wohnen“.

2.2 Ermittlung der sektoralen Durchschnittstonnagen

Der CO₂-Rechner ist mit Durchschnittswerten vorbelegt, welche – wie in Kapitel 1.1.1 dargelegt – dem fiktiven Fußabdruck einer durchschnittlichen in Deutschland lebenden Person entsprechen. Diese Vorgehensweise hat diverse Vorteile:

- ▶ Durchschnittswerte können als Orientierungshilfe beim Ausfüllen des Rechners genutzt werden
- ▶ Durch eine Vorbelegung kann einer verfälschten Bilanz entgegengewirkt werden, da keine Lücken entstehen
- ▶ Durchschnittswerte können von Nutzenden zur besseren Einordnung der eigenen Bilanz herangezogen werden

Im Folgenden wird dargelegt, wie diese Durchschnittswerte ermittelt werden.

2.2.1 Wohnen

Zur Berechnung der durchschnittlichen CO₂-Bilanz im Bereich Wohnen werden die Daten aus den jährlich erscheinenden Auswertungstabellen der AG Energiebilanzen genutzt.

Insbesondere für den Endenergieverbrauch Strom ist es notwendig, nach Anwendungszwecken (Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme und -kälte, Klimatechnik, mechanische Energie, Beleuchtung und IuK) zu differenzieren. Hierfür wird die Anwendungsbilanz herangezogen, die ebenfalls in regelmäßigen Abständen durch das RWI (Leibnitz-Institut für Wirtschaftsforschung e.V.) im Auftrag der AG Energiebilanzen erstellt wird.

Diese Differenzierung wird dafür genutzt, um den Stromverbrauch zu unterteilen in Stromverbrauch für Heizung und Warmwasser sowie Strom für Prozessanwendungen innerhalb des Haushalts.

Ergänzung seit 2020 (Sockelemissionen Wohnen)

Zusätzlich werden seit 2020 folgende Emissionen dem Bereich Wohnen zugeordnet:

- ▶ Emissionen aus dem Privaten Konsum, Inland, (nur CO₂)
 - CPA 68 Wohnungsvermietung
 - CPA 43 Ausbauleistungen
- ▶ Emissionen aus den Anlageinvestitionen, die dem Wohnungsbau zuzuordnen sind. Die Zuordnung der Emissionen zu Wohn- und Nichtwohngebäuden erfolgt anhand der Bauinvestitionsdaten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung.

Die Emissionsfaktoren werden jährlich aktualisiert. Der Berechnung liegen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung der **Äquivalente** (Methan, Lachgas) und unter Einbeziehung der **Vorkettenemissionen** zugrunde. Es wird überwiegend auf Endenergiebezogene Faktoren aus GEMIS zurückgegriffen, kombiniert mit Emissionsfaktoren aus dem ifeu, insbesondere für die Fernwärme.

2.2.2 Mobilität

Im Bereich Mobilität wird für die sektoralen Durchschnittstonnagen der **private Inländerverkehr** erfasst, der durch die Einwohnerzahl dividiert wird. D.h. dass Verkehre der Deutschen im Inland und Ausland enthalten sind, Verkehre von nicht Gebietsansässigen im Inland jedoch nicht. Des Weiteren sind nur private Verkehre enthalten. Damit sind alle dienstlichen Wege, sowohl im Alltag als auch in der Reisemobilität ausgeschlossen, da diese bereits über die jeweiligen Konsumsektoren in den Emissionen der Produkte erfasst sind. Als dienstliche Wege zählen dabei sowohl Geschäftsreisen als auch regelmäßige dienstliche Wege, wie bspw. Lieferfahrten von Paketdienstleistern. Pendelwege werden zu den privaten Wegen gezählt und sind in der hier gewählten Abgrenzung im privaten Inländerverkehr enthalten.

Zentrale Datenquelle ist das am ifeu entwickelte Emissionsmodell TREMOD in der jeweils aktuellen Version. TREMOD wird jährlich aktualisiert. Die Berechnung der Klimawirkung des Verkehrs erfolgt inklusive der energetischen Vorketten. Die Klimawirkung der nicht CO₂-Emissionen ist dabei mit den Werten des IPCC AR5 in ein Global Warming Potential (GWP) mit zeitlichen Bezug 100 Jahre umgerechnet, die resultierende Einheit ist – zusammengefasst mit den CO₂-Emissionen – CO₂-Äquivalente.

Für die Berechnung des privaten Inländerverkehrs aus den TREMOD-Ergebnissen sind dabei noch weitere, verkehrsträgerspezifische Bearbeitungsschritte notwendig:

Motorisierter Individualverkehr (MIV):

In TREMOD ist im MIV (Pkw, motorisierte Zweiräder, Wohnmobile) der gesamte Inlandsverkehr – dienstlich und privat – abgebildet. Für die Verwendung der Ergebnisse sind daher Faktoren¹ zur Umrechnung der Emissionen von Inland in Inländer (1) sowie das Herausrechnen der dienstlichen Wege (2) erforderlich:

- ▶ Aufbauend auf der letzten umfassenden Untersuchung zum Vergleich von Inlands- und Inländerfahrleistung in Deutschland, der Fahrleistungserhebung 2014, beträgt die Differenz zwischen den Fahrleistungen beim Pkw 0,2 %. Aufgrund von Erhebungs- und Definitionsunschärfen wird diese geringe Abweichung als nicht signifikant für eine belastbare Unterscheidung zwischen Inlands- und Inländerfahrleistung gesehen. Daraus folgend wird im MIV die **Inländerfahrleistung gleich der Inlandsfahrleistung** gesetzt. In Update-Jahren wird die jährliche Änderung der Inlandsfahrleistungen analog als jährliche Änderung der Inländerfahrleistung angesetzt.
- ▶ Für die Differenzierung zwischen privaten und geschäftlichen Emissionen wird die **MIV-Fahrleistung** entsprechend aufgeteilt. Basis dafür ist die aktuelle Version der Erhebung „Mobilität in Deutschland“ (MiD). Diese basiert auf im Jahr 2017 erhobenen Wegetagebüchern von Inländern. Nach der Erhebung werden 23,4 % der täglichen Fahrleistung (Anzahl Wege von MIV-Fahrern mal deren durchschnittliche Weglänge) mit dem Zweck „dienstlich“² getätigt. Folglich ist der Anteil privater Fahrleistung 76,6 %. Da keine jährlichen Aktualisierungen der Fahrleistungsanteile nach Wegezwecken vorliegen, wird der für 2017 ermittelte Wert einheitlich für alle Bezugsjahre des CO₂-Rechners angesetzt. Bei einer zukünftigen MiD kann dieser Wert aktualisiert werden.

¹ Dabei ist zunächst vorgesehen, diese Faktoren konstant zu lassen, d.h. diese nicht jährlich zu aktualisieren. Dies ergibt sich insbesondere aus der eingeschränkten Verfügbarkeit der wesentlichen Datengrundlagen. So wurde beispielsweise die Fahrleistungserhebung das letzte Mal 2014, davor 2002 durchgeführt. Aufgrund des hohen Aufwands ist auch in Zukunft nicht mit häufigeren Aktualisierungsintervallen zu rechnen.

² Einschließlich regelmäßig beruflicher Wege und imputierter Wege, gewichtet.

Öffentlicher Verkehr (ÖV):

Im öffentlichen Verkehr (Schienenfern- und Nahverkehr, Busse (Liniennah- und Fernbusse, Reisebusse), Straßen-, Stadt- und U-Bahnen) ist analog zum MIV in TREMOD der private und dienstliche Inlandsverkehr abgebildet. Die Ableitung des privaten Inländerverkehrs erfolgt dabei im Wesentlichen analog zum MIV, jedoch ist hier die Bezugsgröße die Verkehrs- und nicht die Fahrleistung, da eine Differenzierung der Besetzungsgrade nach Wegezweck im ÖV nicht erfasst wird. D.h. konkret:

- ▶ Die ÖV-Inländerverkehrsleistung wird gleich der ÖV-Inlandsverkehrsleistung gesetzt.
- ▶ Aus der MiD 2017 wird ein Anteil der ÖV-Verkehrsleistung mit dem Wegezweck „dienstlich“ von 15,9 % abgeleitet. Folglich ist der Anteil privater Verkehrsleistung 84,1 %.

Luftverkehr:

Im Luftverkehr werden in der Statistik sowohl der gewerbliche als auch der private Inländer-Personenverkehr erfasst. Aus den Daten der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV) lassen sich dabei die jeweiligen Reisendenzahlen, differenziert nach Abgehend/ Incoming, Privat/ Geschäftlich und Inland/ Europa/ Übersee ableiten (Airport Travel Survey ATV 2018). Analog zum bodengebundenen Verkehr werden im CO₂-Rechner nur die privaten Inländerverkehre im Bereich Mobilität erfasst, Emissionen gewerblicher Flugreisen werden im Konsumsektor den Produkten zugerechnet.

Basis für die jährlichen Durchschnittstonnagen im privaten Inländer-Flugverkehr sind die jährlich vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Gesamtverkehrsleistungen von und nach deutschen Flughäfen, differenziert nach Inlandsflügen, Flügen ins europäische Ausland sowie nach Übersee. Diese werden anhand der ATV 2018 zwischen In- und Ausländern sowie privaten und gewerblichen Wegezwecken differenziert.

- ▶ Für den *Inlandsluftverkehr* wird angenommen, dass dieser komplett von Inländern erbracht wird. Der Anteil der Privatreisen an den Gesamtreisen beträgt dabei nach der ATV 2018 24,6%.
- ▶ Für den Verkehr der Inländer ins Ausland liegen aus der ATV 2018 differenzierte Reisendenzahlen für Reisen nach und von Europa und Übersee vor. Mittels der aus destatis gegebenen Gesamtverkehrsleistung nach diesen Zielkategorien können, nach Herausrechnen des Transitverkehrs, die jeweiligen Verkehrsleistungen privater Flugreisen der Inländer bestimmt werden.

Die so differenzierten privaten Inländer-Verkehrsleistungen werden mit aus TREMOD jahresfein abgeleiteten Emissionsfaktoren multipliziert (Annahme bei internationalem Flugverkehr: Europa: Flugdistanz bis 2000 km, Übersee: ab 2.000 km). In den Emissionsfaktoren sind sowohl die Vorketten der Kerosinbereitstellung als auch direkte Emissionen des gesamten Flugs (inkl. Start- und Landephase) erfasst. Für die Reisefluganteile in großer Flughöhe (>9 km) wird dabei zur Berücksichtigung nicht-CO₂-bedingter Treibhausgaswirkungen ein Emission Weighting Factor (EWF) auf die direkten CO₂-Emissionen angewandt.

Passagierschifffahrt:

Die Emissionen der Passagier- und Freizeitschifffahrt werden getrennt nach Hochseekreuzfahrten und der restlichen Schifffahrt erfasst. Alle Fahrten mit Kreuzfahrtschiffen (Hochsee- und Flusskreuzfahrtschiffen), Bäderschiffen und sonstigen Freizeitschiffen werden als private Mobilität gezählt.

Für die *Hochseekreuzfahrt* werden die spezifischen Emissionen aus der seit 2019 vorliegenden und jährlich aktualisierten Datenbank der EU-MRV³ verwendet, die für jedes Schiff, welches einen europäischen Hafen anläuft, umfangreiche Angaben zu THG-Emissionen macht. In den Daten werden u.a. die THG-Emissionen pro Passagierseeemeile pro Schiff angegeben. Aus den Daten wurde ein Mittelwert gebildet und die TTW Daten auf WTW umgerechnet. Die Verkehrsmengen sind für das Jahr 2017 in der UBA-Studie zu Emissionen aus dem Reiseverkehr ermittelt worden und werden mit der relativen Entwicklung der Passagierzahlen des CLIA Passenger Reports fortgeschrieben. Das Verkehrsmengenwachstum überkompensiert dabei die Effizienzverbesserungen, so dass im Resultat die Emissionen der Hochseekreuzfahrtschiffe 2019 gegenüber 2018 deutlich angestiegen sind. Für die sonstigen Schiffe werden die WtW-Emissionen der Inländer aus der UBA-Studie zu Emissionen aus dem Reiseverkehr übernommen⁴. Da hier keine aktuelleren Daten zur Nutzung vorliegen, werden diese über die Zeit konstant fortgeschrieben.

Ergänzung seit 2020 (Sockelemissionen Mobilität)

Zusätzlich werden seit 2020 anteilig jene Emissionen aus dem Bereich Sonstiger Konsum in den Bereich Mobilität verschoben, die dem privaten Verkehr zuzuordnen sind. Dies beinhaltet die Herstellung der Fahrzeuge. Hierfür wird anhand folgender Statistiken die durch private Fahrten verursachte Jahresfahrleistung von Pkw ermittelt und ins Verhältnis zur gewerblichen Jahresfahrleistung gesetzt. Gewerbliche Fahrten und Verkehre bleiben in der Kategorie Sonstiger Konsum.

- ▶ Jahresfahrleistungen verteilt nach Kfz-Arten, Anteil Pkw
- ▶ Bestand an Personenkraftwagen am 1. Januar 2019 nach Bundesländern sowie privaten und gewerblichen Haltern absolut, Anzahl Pkw private Halter
- ▶ Fahrleistung bezogen auf den mittleren Anmeldebestand (in km pro Kfz und Jahr) für Pkw private Halter aus der Fahrleistungserhebung 2014.

Daraus lässt sich ableiten, dass rund 69 % der Fahrten mit Pkw privaten Ursprungs sind. Von den der Mobilität zuordenbare Emissionen aus der UGR, CPA 29 Kraftfahrzeuge und -teile, werden demzufolge 69 % in den Bereich Mobilität verschoben, 31 % verbleiben im sonstigen Konsum.

2.2.3 Sonstiger Konsum

Datenquellen:

Die Datengrundlage für die Durchschnittstonnage im „Sonstigen Konsum“ ist Destatis „Umweltökonomische Gesamtrechnungen - CO₂-Gehalt der Güter der Endverwendung, Berichtszeitraum 2008 - 2017“. Destatis untergliedert in der Tabelle J4, 4.1.2 CO₂-Gehalt nach Gütergruppen (Anschaffungspreiskonzept), Privater Konsum, die Bedarfswerte nach Produkten, Ernährung, Verkehr, Wohnen, Energie direkt und sonstige Dienstleistungen (siehe Rohtabelle im Anhang). In der Publikation weist das Tabellenblatt J4 1.2. die CO₂-Emissionen des privaten Konsums einschließlich der Verrechnung von indirekten Emissionen aus dem internationalen Handel nach Bedarfswerten in der Einheit Tausend Tonnen aus. Das Tabellenblatt J4.1.1. liefert

³ Monitoring, reporting and verification (MRV): Ab Januar 2018 müssen große Schiffe (größer 5.000 Bruttoreaumzahl), die in Häfen des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) Güter oder Passagiere be- oder entladen, ihre damit verbundenen CO₂-Emissionen und andere relevante Informationen überwachen und melden (Verordnung (EU) 2015/757).

⁴ Die Methodik zur Ermittlung der Emissionen ist im Endbericht auf S. 56ff (Emissionsfaktoren) und S. 95ff (Mengengerüst) dargestellt.

hierzu eine detailliertere Aufgliederung der Gütergruppen, welche aggregiert die CO₂ Emissionen der Bedarfsfelder ergeben.

Für die Kategorie „Sonstiger Konsum“ im Bürgerrechner wird auf die Informationen zu Produkten, Verkehr, und sonstigen Dienstleistungen zurückgegriffen. Folgende Daten werden übernommen:

Die Informationen zum Bedarfsfeld „Produkte“ werden vollständig übernommen; darin sind lt. Auskunft von Destatis alle Emissionen enthalten, die für die Produktion und den Transport der Produkte notwendig sind.

- ▶ Aus dem Bedarfsfeld „Verkehr“ werden ausschließlich die Informationen zu Kraftfahrzeugen und -teilen sowie KfZ- Handel und Reparaturen übernommen;
- ▶ Aus dem Bedarfsfeld „sonstige Dienstleistungen“ werden zum einen die Wohnungsdienstleistungen (Wohnungsvermietung und Ausbauleistung) zusammengefasst übernommen. Zum anderen werden die Dienstleistungen Gastgewerbeleistungen, Dienstleistungen des Gesundheitswesens, der Heime u.ä., Finanzdienstleistungen und Dienstleistungen der Banken sowie übrige Dienstleistungen herangezogen. Die Gütergruppe 36-39, Wasser, Abwasser und Abfallbeseitigung aus der Tabelle J4.1.2 wird den öffentlichen Emissionen zugeordnet.
- ▶ Die Bereiche Wohnen, Energie direkt und die kraftstoffbezogenen Emissionen Verkehr werden nicht übernommen, da diese CO₂-Emissionen in der Bürgerbilanz entsprechend den Systematiken davor berechnet werden.

Einen weiteren großen Anteil der Emissionen im Sonstigen Konsum umfassen die Anlageinvestitionen und Vorratsveränderungen. Anlageinvestitionen umfassen dauerhafte (Nutzungsdauer > 1 Jahr) Investitionen wie z.B. Maschinen, Fahrzeuge, Gebäude oder Abfall- und Abwasserentsorgungsanlagen. Vorratsveränderungen betreffen die Änderungen in Lagerbeständen bestimmter (Vor-)Produkte und Handelswaren. Anlageninvestitionen umfassen im Jahr 2015 rd. 151 Mill. Tonnen, die lt. UGR in der Tabelle J 3.4.1 ausgewiesen werden.

Für den CO₂-Rechner wird die Kategorie Anlageinvestitionen und Vorratsveränderungen ggü. der Definition aus der URG geändert, um die Emissionen aus der UGR (letzte inländische Verwendung) lückenfrei in den CO₂-Rechner einbeziehen zu können. So werden die Anlageinvestitionen und Vorratsveränderungen wie folgt errechnet:

Im aktuellen Rechner (Stand 2020/01) werden im Bereich Konsum ausschließlich CO₂ Emissionen für den Bereich sonstiger Konsum ausgewiesen, da kumulierten Methan- und Lachgase nicht als Datengrundlage zur Verfügung standen. Im Bereich des sonstigen Konsums wurde auf die Ergänzung der Methan- und Lachgasemissionen aus dem Globi-Datensatz verzichtet, da die Emissionen lediglich um 0,4 % zunehmen würden (bezogen auf die Daten aus 2017).

Aktualisierungshäufigkeit:

Die Aktualisierungen der Daten durch Destatis erfolgt im Rahmen von Projekten, die durch das Umweltbundesamt beauftragt werden. In der Vergangenheit legte Destatis etwa alle drei Jahre einen neuen Datensatz vor, zuletzt 2019 den Tabellensatz für die UGR 2008-2017. Die vorliegenden Daten von 2018 wurden im Projekt „Globale Umweltinanspruchnahme durch Produktion, Konsum und Importe, Teilvorhaben 1“ Forschungskennzahl FKZ: 3716 12 105 2, erhoben.

Grundlagen UGR:

Das Modell zur Berechnung des Energie- und CO₂-Gehalts von Gütern basiert auf der um Umweltfaktoren erweiterten Input-Output-Analyse. In diesem Modell wird zunächst die gesamte Produktion zur Herstellung von Gütern – entweder für die gesamte Endnachfrage oder für bestimmte Nachfragekategorien, wie die Exporte, bestimmt. Anschließend wird mit Hilfe von Emissionskoeffizienten – für den CO₂-Ausstoß – der Emissionsgehalt der (Endnachfrage-) Güter berechnet.

2.2.4 Ernährung

Datenquellen:

Die Datengrundlagen für die Kategorie „Ernährung“ sind:

- ▶ Destatis (2018): „Umweltökonomische Gesamtrechnungen - CO₂-Gehalt der Güter der Endverwendung. Berichtszeitraum 2008 - 2014.“ In der Publikation weist das Tabellenblatt J4 1.2. die CO₂-Emissionen des privaten Konsums einschließlich der Verrechnung von indirekten Emissionen aus dem internationalen Handel nach Bedarfswerten in der Einheit Tausend Tonnen aus. Destatis fasst im Bedarfswert Ernährung die Sektoren Landwirtschaftliche Erzeugnisse und Fischerei (CPA 01-02) sowie Ernährungserzeugnisse, Tabak (CPA 10-12) zusammen. Diese Informationen werden unverändert in den Bürgerrechner übernommen.
- ▶ Destatis (2015): „Umweltökonomische Gesamtrechnungen Sonderauswertungen“. In den Tabellenblättern D.1.2. „Methanemissionen durch privaten Konsum - Übersicht zu Methan-Emissionen“ und D.2.1. „Lachgasemissionen durch privaten Konsum - Übersicht zu Lachgasemissionen“ sind die Methan- und Lachgasemissionen in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten ausgedrückt. Die Tabellen beinhalten nicht die Treibhausgasemissionen, die kumuliert durch den Import von Nahrungsmitteln anfallen. Diese Tabellen entstammen einer Sonderauswertung des UBA, Daten liegen bis zum Jahr 2012 vor.
- ▶ Globi (2018): Im Rahmen des Projekts „Globale Umweltinanspruchnahme durch Produktion, Konsum und Importe, Teilvorhaben 1“ (Forschungskennzahl FKZ: 3716 12 105 2) wurden Datengrundlagen entwickelt, die es ermöglichen, den Methan- und Lachgasgehalt der Ernährungsbereiche Landwirtschaft, Fischerei und Aquakultur sowie Herstellung von Nahrungsmitteln, Getränken und Tabakwaren auszuweisen. Diese Daten ersetzen z.T. die Daten aus der Sonderauswertung.

Aktualisierungshäufigkeit:

Die Aktualisierungen der Daten durch Destatis erfolgt im Rahmen von Projekten, die durch das Umweltbundesamt beauftragt werden. In der Vergangenheit legte Destatis etwa alle drei Jahre einen neuen Datensatz vor. Die aktuellsten vorliegenden Daten von 2018 wurden im Projekt „Globale Umweltinanspruchnahme durch Produktion, Konsum und Importe, Teilvorhaben 1“ Forschungskennzahl FKZ: 3716 12 105 2, erhoben. Die kumulierten Datensätze zu Methan- und Lachgasemissionen der privaten Haushalte, die den Bereich Landwirtschaft abdecken, sind noch nicht veröffentlicht worden.

Exkurs Systemgrenzen

Die THG-Emissionen im Ernährungsbereich decken den Inlandsbedarf an Ernährungsgütern ab. Dabei sind zwei wesentliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen:

1. **Importe:** Die Importberechnungen erfolgen in der UGR getrennt nach den 15 bedeutendsten Herkunftsländern der deutschen Importe und einer Restgröße, die die übrigen Importe abdeckt. Bei den Importberechnungen wird im Allgemeinen angenommen, dass die Importgüter mit der inländischen Technologie hergestellt werden. Für Energiebereiche und weitere wichtige energieintensive Branchen (z.B. Stahlherstellung, Aluminiumherstellung, Papierherstellung) wurden die tatsächlichen Energieeinsatzverhältnisse der Herkunftsländer berücksichtigt. Dadurch soll in Bezug auf den Energieeinsatz eine weitgehende Annäherung der abgebildeten Produktionsverhältnisse an die tatsächlichen Produktionsverhältnisse der Herkunftsländer der Importe nach Deutschland erreicht werden. Zur Berechnung der CO₂-Emissionen liegen für europäische Herkunftsländer CO₂-Emissionen nach Wirtschaftsbereichen vor (Quelle: eurostat). Für die außereuropäischen Herkunftsländer (USA, Japan, China, Russland) werden die Emissionen für die Energiebereiche und die erwähnten energieintensiven Branchen anhand von Angaben aus der Prozesskettenanalyse und den Energiebilanzen dieser Länder berechnet (zur Verfügung gestellt von der Internationalen Energie Agentur).
 Lt. aktueller UGR entstehen die höchsten Emissionen durch Importe in China, an zweiter Stelle stehen die Niederlande. Die Niederlande haben bei den Importen von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und bei Nahrungsmitteln die höchsten Importanteile. Die niederländischen Importanteile enthalten somit auch die Importe aus Übersee, die in Rotterdam per Schifffahrt landen. Diese landwirtschaftlichen Erzeugnisse werden daher nicht mit ihren ursprünglichen Emissionsfaktoren bewertet.
2. **Emissionen aus der Landnutzung (LU) und der Landnutzungsänderung (LUC) und Forstwirtschaft (F):** Emissionen aus LULUCF sind in der UGR nicht enthalten, weder bezogen auf nationale Emissionen aus der Landwirtschaft, noch auf Importe aus dem Ausland. Auf nationaler Ebene sind Emissionen aus der Landnutzungsänderung relevant, die z.B. durch die Entwässerung von Mooren entstehen. Auf internationaler Ebene sind alle Emissionen relevant, die durch die Umnutzung tropischer Regenwälder entstehen (insbesondere bei den Produkten Soja, Palmöl, aber auch einzelner Metalle. Allerdings werden im Gegenzug auch nicht die Emissionssenkungen eingerechnet, die durch die Aufforstung etc. erreicht werden.

2.2.5 Öffentliche Emissionen

Die Höhe der öffentlichen Emissionen ergeben sich aus drei Tabellenbezügen aus der UGR:

- ▶ Tabelle J3.6.1 CO₂-Gehalt der Güter der Endverwendung, nach Gütergruppen, Staat, Inländische Produktion
- ▶ Tabelle J3.5.1 CO₂-Gehalt der Güter der Endverwendung, nach Gütergruppen, private Organisationen, Inländische Produktion
- ▶ Tabelle J 4.1.1 CO₂-Gehalt der Güter der Endverwendung, nach Gütergruppen, privater Konsum, Inländische Produktion und Einfuhr, Abschnitt 36-39 zu Wasserversorgung und Abwasser- und Abfallentsorgung.

Zudem werden ab 2020 (Bezugsjahr 2018) die Emissionen aus dem Tiefbau (Anlageinvestitionen, bisher im Konsum enthalten) den öffentlichen Emissionen zugeordnet. Diese Emissionen werden mit Hilfe der Anteile der Bauinvestitionen aus der VGR (Tabelle 5.1.1, 2016) berechnet: Dem Tiefbau werden daher 13 % der AI-Emissionen zugeordnet.

Im Tiefbau sind folgende Wirtschaftszweige (vgl. Klassifikation der Wirtschaftszweige, Destatis 2008) enthalten, dazu zählen Neubau, Instandsetzung, An- und Umbau, die Errichtung von vorgefertigten Bauwerken auf dem Baugelände sowie provisorischer Bauten:

- ▶ Bau von Straßen und Bahnverkehrsstrecken (für Güter- wie Personenverkehr)
- ▶ Brücken- und Tunnelbau
- ▶ Leitungstiefbau und Kläranlagenbau
- ▶ Sonstiger Tiefbau (z.B. Wasserbau)

Es handelt sich um große bauliche Anlagen wie Autobahnen, Straßen, Brücken, Tunnel, Bahnverkehrsstrecken, Rollbahnen, Häfen und andere Wasserbauten, Bewässerungsanlagen, Kanalisationen, Industrieanlagen, Rohrleitungen und elektrische Kabelnetze, Sportanlagen usw.

2.3 Ermittlung der persönlichen CO₂-Bilanz

2.3.1 Wohnen

Operationalisierung der Sockelemissionen:

Mit der Optimierung im Jahr 2020 wurden Sockelemissionen aus dem Konsum, die dem Wohnen zuzuordnen sind, in den Bereich Wohnen verschoben. Es handelt sich um Emissionen aus den Aktivitäten zur Wohnungsvermietung, zu Wohnungs-Ausbauleistungen sowie den Emissionen aus den Anlageinvestitionen, die dem Wohnungsbau zugeordnet werden können (Methodik siehe Kapitel 2.2.1).

Ziel der Operationalisierung der Sockelemissionen war es, einerseits das Baujahr bzw. den baulichen Stand des Gebäudes zu bewerten, andererseits die spezifische Wohnfläche als steuerbare Größe zu definieren. So werden kompakte Bauformen (z.B. MFH) mit geringem Flächenverbrauch sowie kompakte Wohnformen mit geringer Wohnfläche pro Kopf im Rahmen der Sockelemissionen belohnt.

Grundlage der Operationalisierung ist die Studie des BBSR über *Mögliche Optionen für eine Berücksichtigung von grauer Energie im Ordnungsrecht oder im Bereich der Förderung* aus dem Jahr 2019 (BBSR 2019). In dieser Studie werden der Energieaufwand für EFH und MFH über den Lebenszyklus ausgewertet und dargestellt. Insofern werden der kumulierte Energieaufwand (KEA) sowie der Anteil der CO₂-Emissionen für den Konstruktionsteil von Gebäuden ausgewiesen und ins Verhältnis zum KEA bzw. zu den CO₂-Emissionen des gesamten Betriebs gesetzt.

Die Festlegung der Faktoren lässt sich wie folgt erläutern:

- ▶ Gebäude mit Baujahr vor 1978 sind i.d.R. älter als 50 Jahre, daher werden keine Bau-Emissionen zugeordnet.

- ▶ Mit abnehmendem Alter der Gebäude wird ein zunehmender Anteil (0,8 – 1) der Bau-Emissionen angerechnet, entsprechend der Weiterentwicklung der energetischen Standards und des höheren Materialaufwands.
- ▶ Energetisch vollsanierte Gebäude mit Baujahr 1949 bis 2001 umfassen eine sehr große Baujahrs-Gruppe, z.T. sind die Gebäude bereits älter als 50 Jahre; etwa 40 % der Gebäude aus dieser Baualtersklasse sind nach 1979 gebaut worden, weshalb dieser Gruppe 40 % der Emissionen aus Konstruktion zugeordnet werden.
- ▶ Gebäude mit Baujahr bis 1994 wurden i.d.R. einmal saniert (z.B. Fenstertausch, Dach erneuert etc.) und erhalten 50 % der Sanierungsemissionen zugeordnet.
- ▶ Gebäude mit Baujahr 1995-2001 werden deutlich seltener saniert und erhalten daher für kleinere Modernisierungsmaßnahmen 25 % der Sanierungsemissionen zugeordnet.
- ▶ Bei neueren Gebäuden wird angenommen, dass keine Sanierung stattfindet.
- ▶ Energetisch vollsanierte Gebäude erhalten 100 % der Sanierungsemissionen zugeordnet, teilsanierter Altbau 75 %.

Die BBSR-Studie weist Daten für ein Mehrfamilien aus, weshalb zur Zuordnung der Emissionen Faktoren für die weiteren Bauformen, die im CO₂-Rechner hinterlegt sind (Reihenhaus und Einfamilienhaus) entwickelt wurden. Diese Faktoren orientieren sich am A/V-Verhältnis (Verhältnis von Außenhülle zu Volumen.)

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren entstehen für die durchschnittliche Wohnfläche in Deutschland in den jeweiligen Baualtersklassen und in den jeweiligen Gebäudetypen Sockelemissionen, die in einem letzten Schritt entsprechend der Wohnfläche pro Kopf gewichtet werden.

Heizung:

Die Emissionen aus dem Bereich „Heizung“ haben einen signifikanten Anteil am Gesamt-Footprint. Die Eingabe erfolgt als Jahresverbrauch des gesamten Haushalts je nach Energieträger in kWh, Liter, kg, Ster oder Srm. Lediglich für die Eingabe in kWh gibt es eine Vorbelegung.

Eine Umrechnung über die Energiedichte, erlaubt eine Beurteilung der Effizienz des jeweiligen Energieträgers für die Berechnung der zugehörigen Vermeidung. Da viele Haushalte mehr als eine Wärmequelle verwenden (z.B. zusätzlich Solarthermie oder Pelletofen), erlaubt der CO₂-Rechner die Eingabe von bis zu zwei zusätzlichen Sekundärheizungen.

Schätzung:

Ist der Jahresheizverbrauch des Haushalts bei der Eingabe nicht bekannt, so kann das Schätzmodul verwendet werden. Anhand von 9 Multiple-Choice-Angaben, sowie den zuvor getroffenen Angaben zur Haushaltsgröße, Haustyp und Baustandard wird ein Jahresverbrauch geschätzt. Die hier hinterlegten Faktoren stellen eine relative Skalierung des durchschnittlichen Heizbedarfs dar, welcher sich im ersten Schritt aus dem spezifischen Heizbedarf für die jeweilige Gebäudeklasse in kWh/m² und für die individuell angegebene Haushaltsgröße (zur Abschätzung des Warmwasserverbrauchs) und Wohnfläche (zur Abschätzung des Heizbedarfs) ergibt.

2.3.2 Strom

Die Berechnung der Emissionen im Bereich Strom erfolgen über die Eingabe des jährlichen Verbrauchs in kWh mit einem voreingestellten Default-Wert für einen 2-Personenhaushalt. Die resultierenden Emissionen werden durch die Anzahl der Haushaltsmitglieder geteilt.

Der Emissionsfaktor für den Graustrommix beinhaltet sowohl direkte Emissionen nach SKZ § 42 als auch indirekte Emissionen aus den vorgelagerten Emissionen der Vorkette, Transport sowie Netzverluste basierend auf einer eigenen Berechnung von KlimAktiv. Netzverluste ergeben sich beim Wechseln der Spannungsebenen zwischen Erzeuger und Verbraucher (von Hoch- über Mittel- zu Niederspannung).

Für die Bewertung von Ökostrom werden zwar keine direkten Emissionen, jedoch indirekte Vorketten-Emissionen berechnet. Diese entstehen durch den Transport von Materialien sowie den Bau und Betrieb der Anlagen und Netze, auch wenn bei der eigentlichen Stromerzeugung aus Wind, PV oder Wasserkraft keine Emissionen freiwerden. Netzverluste entstehen bei Ökostrom ebenso wie bei konventionellem Graustrom, daher werden auch hier geringfügig zusätzlich Emissionen veranschlagt. Zu beachten ist, dass der geförderte Anteil nach dem EEG hierbei ca. 90 % entspricht (der Rest hauptsächlich aus Wasserkraft). Im CO₂-Rechner werden diese zwei Ökostrom-Klassen bei der Eingabe jedoch nicht weiter unterschieden, sondern lediglich darauf hingewiesen, dass Ökostromtarife mit zertifiziertem Zubau in Deutschland zu bevorzugen sind.

Schätzung:

Ist der Jahresverbrauch an Strom des Haushalts bei der Eingabe nicht bekannt, so kann auch hier das Schätzmodul verwendet werden. Anders als im Bereich Heizung handelt es sich hier um eine Abschätzung des absoluten Bedarfs statt um eine relative Skalierung. Die Fragen zielen hauptsächlich darauf, den Strombedarf anhand der elektronischen Ausstattung des Haushaltes zu berechnen. Der zusätzlich veranschlagte kWh-Bedarf je Gerät variiert zusätzlich über die Anzahl der Personen im Haushalt, um die Intensität der Nutzung zu skalieren. Der Zusammenhang verläuft je Gerät jedoch nicht linear, sondern geht für große Haushaltsgrößen in eine Sättigung über, um dem Effekt der gemeinsamen Nutzung Rechnung zu tragen.

Eigene Anlagen und Einspeisung:

Zusätzlich zum Strombezug aus dem Netz können bis zu zwei Anlagen für eigene Stromerzeugung angelegt werden. Die Auswahl der Erzeugungsarten umfasst Photovoltaik, Wind, Wasser und KWK. Die jährliche Erzeugungsmenge, sowie eine prozentuale Angabe zum Eigenverbrauch ermöglichen die Berechnung des eigenen Anteils an hierbei entstehenden indirekten Emissionen, welche dem eigenen CO₂-Austoß zugerechnet werden. Emissionen des eingespeisten Stroms werden nicht dem individuellen Footprint zugeordnet. Für Einspeisungen wird eine Vermeidung bei anderen berechnet, welche sich relativ zum Graustrom als Referenzmix ergibt.

2.3.3 Mobilität

Entsprechend der Anlageinvestitionen im Bereich Gebäude wurden auch die Emissionen aus Anlageinvestitionen im Bereich Fahrzeuge 2020 erstmals aus dem Sonstigen Konsum ausgekoppelt und eigens operationalisiert. Hierfür wurden keine neuen Eingabegrößen

geschaffen, sondern aus bereits bestehenden Angaben eine Bewertung abgeleitet. Für die Bewertung herangezogen werden:

- ▶ Die Art des Fahrzeugs (zur Abschätzung der Emissionen aus der Fahrzeugherstellung)
- ▶ Das Alter des Fahrzeugs (für gestaffelte Abschreibung der Emissionen über bis zu 29 Jahre)

Basis für einen CO₂-Sockel je Fahrzeug liefert die Umweltökonomische Gesamtrechnung mit folgenden Posten:

29	Kraftwagen u. Kraftwagenteile.....
30	Sonstige Fahrzeuge.....
45	Handel mit Kfz, Inst. u. Rep. v. Kfz.....

In Kombination mit statistischen Erhebungen zum Anteil der Privatfahrzeuge (Kraftfahrbundesamt), zur Anzahl der Neuzulassungen (Kraftfahrbundesamt), sowie zur Altersstruktur des Fahrzeugbestandes in Deutschland (Statista), können so die jährlich anfallenden Emissionen auf den gesamten Fahrzeugbestand umgelegt werden. Eine Staffelung ermöglicht hierbei eine graduelle Berücksichtigung der Emissionen, welche durch die Produktion eines Fahrzeugs entstehen entlang der gesamten Nutzungsphase und orientiert sich am graduellen Werteverlust von PKWs. Es gibt also keinen Spike der Emissionen im Jahr der Anschaffung. Zudem werden bereits genutzte Fahrzeuge berücksichtigt, selbst wenn der Besitz dieser wechselt.

Eine Skalierung zur Abschätzung der Herstellungsemissionen für verschiedene Fahrzeugklassen erfolgt über die Masse, da diese in einem direkten proportionalen Verhältnis zu Materialeinsatz und Transportemissionen steht.

Fahrten & Reisen:

Fahrleistungen können entweder detailliert je Fahrtenblock oder pauschal je Verkehrsmittel für das ganze Jahr erfasst werden. Individuell angelegte Fahrzeuge mit einem spezifischen Antrieb und Kraftstoffverbrauch können hierfür ebenso ausgewählt werden wie allgemeine Transportmittel mit durchschnittlichem Verbrauch und Belegungszahlen. Für individuelle detailliert erfasste Fahrten mit dem eigenen Fahrzeug kann die Belegung über *Anzahl der Personen im Fahrzeug* selbst eingegeben werden.

Flugreisen:

Für die Eingabe von Flugreisen besteht ebenfalls die Möglichkeit der pauschalen sowie der detaillierten Erfassung. Der detaillierten Erfassung liegt das Software Modul des KlimAktiv Flugrechners zugrunde.

Die Werte für die pauschale Erfassung leiten sich wiederum aus exemplarischen Eingaben in das Flugmodul für repräsentative Flugstrecken und zusätzlichen Annahmen ab, weshalb die detaillierte Erfassung im Folgenden zuerst erläutert wird.

Eine der wichtigsten Datengrundlagen bei der Berechnung von Flugemissionen sind Angaben zum Treibstoffverbrauch. Hierfür nutzt der UBA CO₂-Rechner die Datenbasis von Eurocontrol, welche eine umfassende Datenbank zu Treibstoffverbräuchen für 465 verschiedene Flugzeugtypen bereithält. Von großem Vorteil ist hierbei, dass die Parameter zur Berechnung der Treibstoffverbräuche aus realen Treibstoffverbräuchen aus dem innereuropäischen Flugverkehr abgeleitet sind und jährlich aktualisiert werden. Zudem ist eine Klassifizierung der

Triebwerkstypen in „J“ = Jet und „T“=Turboprop vorhanden, womit hier auch bezüglich der Berechnung der Nicht-CO₂-Emissionen unterschieden werden kann.

Eine reduzierte Liste der relevantesten Flugzeugtypen wurde für die detaillierten Berechnungen ausgewählt und kann bei der Eingabe individueller Flugstrecken aus einem Drop-down Menü selektiert werden, sofern diese Information verfügbar ist. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Mehrheit der Anwenderinnen und Anwender diese Information nicht bekannt sein dürfte, weshalb eine Definition robuster Defaults in den drei Distanzklassen kurz, mittel und lang notwendig ist. Diese werden in Abhängigkeit der errechneten Distanz automatisch verwendet, wenn als Flugzeugtyp „Unbekannt“ eingegeben wurden. Der jeweilige Default-Typ entspricht hierbei nicht einem konkreten realen Flugzeugtyp, sondern basiert auf einem gewichteten Mix der Verbräuche exemplarischer Typen, welche auf diesen Distanzen zum Einsatz kommen. Die Gewichtung orientiert sich an Häufigkeitsverteilungen, wie sie die Onlineplattform [FlightAware](#) live veröffentlicht.

Ebenfalls in die Gewichtung fließen ein: die Anzahl der Sitzplätze je Flugzeugtyp, sowie der spezifische Nicht-CO₂-Faktor je Triebwerkstyp (3 für Jetflugzeuge, 1 für Turboprops). Das Ergebnis liegt jeweils entsprechend der Parameter der Eurocontrol Datenbank in der Form eines Sockelbetrages sowie einer linearen Treibstoff-Rate je Nautischer Meile vor.

Die Eingabe im Rechner erfolgt in Form eines Start- und Zielpunktes (und ggf. einer Zwischenlandung) entweder als Name der Stadt oder 3-stelligem Flughafen IATA Code. Die Koordinaten der Flughäfen sind in der KlimAktiv-Flughafendatenbank hinterlegt. Als Flugentfernung wird die aus den Koordinaten resultierende Großkreisdistanz zuzüglich eines pauschalen Umwegs (=50 km) angenommen. Jedem Flughafen ist zudem eine Region zugeordnet, was je Flugstrecke die Bildung eines Regionenpaares erlaubt. Abhängig vom Regionenpaar können Passagierauslastung und beigeladene Fracht mit spezifischen Auslastungsfaktoren abgeschätzt werden.

Die Emissionen des gesamten Flugzeuges ergeben sich aus dem für die jeweilige Distanz errechneten Treibstoffverbrauch multipliziert mit dem Emissionsfaktor von Kerosin (inklusive Vorkette).

Um zusätzlich die hohen Nicht-CO₂-Emissionen (z.B. durch Stickoxide, Wasserdampf, Partikel) des Flugverkehrs zu berücksichtigen, werden die direkten Emissionen für Jettriebwerke ab Kilometer 401 (entspricht ca. dem Anteil der Strecke in einer Flughöhe von > 9 km) jeweils verdreifacht. Dieser Faktor (ehemals auch *Radiative Forcing Index* genannt) wird in laufenden Forschungsarbeiten des Umweltbundesamtes untersucht und kann im Zuge aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse weiter angepasst werden.

Eine Umlegung der Emissionen des Flugzeuges auf eine pro-Kopf-Tonnage der Passagiere erfolgt über die bereits erwähnten Regionenpaar-spezifischen Load Factors (LF) sowie über die Anzahl der Sitze aus der Flugzeugtyp-spezifischen Bestuhlung:

Formel 1: Pro-Kopf-Emissionen Luftverkehr

$$kg\ CO_2/p.P. = \frac{kg\ CO_2\ ganzes\ Flugzeug\ (inkl.\ Nicht-CO_2-Effekte) * LF_{Beiladung}}{LF_{Auslastung} * Sitzpl\atze}$$

Folgende Faktoren werden je individueller Eingabe außerdem berücksichtigt:

- Einfache Strecke =1 / Hin- und Rückflug =2
- Flugklasse (Economy, Business, First)

Für die pauschale Erfassung von Flugreisen werden lediglich die Kategorien „Flugreisen Europa“ und „Flugreisen Transkontinental“ unterschieden. Die Eingabe erfolgt als Flugzeit in Stunden, was Entfernungen von etwa 700km/h für Flugreisen Europa und 800km/h für Transkontinentale Reisen entspricht. Pauschale kg CO₂/h Werte wurden aus exemplarischen Flügen (Europa-Europa und Europa-Nordamerika) abgeleitet.

Passagierschifffahrt

Basierend auf den abgeleiteten THG-Emissionen für Fluss- und Hochseekreuzfahrtschiffe werden weitere Annahmen und Berechnungsschritte eingefügt, um dem Format des CO₂-Rechners des Umweltbundesamtes zu entsprechen. In der Berechnungsmethodik wird direkt mit THG-Emissionen je Passagierkilometer gerechnet (Hochseekreuzfahrt), bzw. sind die Ergebnisse auf diesen Bezug umlegbar (Flusskreuzfahrt). Die Einheit erscheint jedoch für die Zielgruppe des CO₂-Rechners nicht praktikabel, da die wenigsten Menschen die Gesamtkilometerzahl ihrer Kreuzfahrt kennen. Diese wird auch nicht direkt über den Reiseanbieter kommuniziert und lässt sich rückwirkend kaum ermitteln. Die Einheit in Tagen ist für die Reisenden leichter zu erfassen und vermutlich besser über die Erinnerung abrufbar. Hier wäre eine weitere Differenzierung in Seetage, Hafentage und An-/Abreisetage denkbar, da sich die Schiffsemissionen je nach Betriebsmodus stark unterscheiden. Dies würde jedoch weitere Annahmen in der Bilanzierungsmethode nötig machen und die Nutzenden müssten diese Differenzierung nachträglich recherchieren, was nicht praktikabel erscheint. Für den CO₂-Rechner wird demnach die Einheit „CO₂-Emissionen pro Passagier und Reisetag“ gewählt. Dafür sind anhand von Statistiken die durchschnittliche Reisedauer und die beliebtesten Reiseziele ermittelt. Anhand von mehreren Beispielreisen ist die Gesamtdistanzen abgeleitet und wird mit der Größe der CO₂-Emissionen pro Passagierkilometer auf die Emissionen pro Reisetag umgerechnet. Die An- und Abreisetage sind darin berücksichtigt.

2.3.4 Ernährung

Ausgehend von den top-down berechneten Durchschnittsemissionen eines Bundesbürgers / einer Bundesbürgerin werden die THG-Emissionen je nach Essgewohnheiten und den Attributen Gewicht, Geschlecht und Alter (diese beeinflussen den Kalorienbedarf) gewichtet.

Zunächst wird die notwendige Energiezufuhr des Nutzenden anhand der im CO₂-Rechner einzugebenden Daten berechnet. Eingabegrößen sind:

- ▶ Geschlecht
- ▶ Gewicht
- ▶ Altersgruppe

Dieser berechnete Energiebedarf deckt den sog. „Grundumsatz“ ab. Die Kalorien-Werte werden entsprechend der Faktoren „Tätigkeit“ und „Sport“ gewichtet.

Die damit berechnete gesamte Energiezufuhr (in kcal) wird ins Verhältnis zu einer durchschnittlichen Energiezufuhr von 2.600 kcal (Mittelwert aus Energiezufuhr über Geschlecht und alle Gewichts- und Altersklassen hinweg, berechnet auf Basis der DGE e.V.) gesetzt. Das Ergebnis wird mit dem durchschnittlichen CO₂-Fußabdruck multipliziert.

Formel 2: individuelle Gewichtung der durchschnittlichen CO₂-Tonnage im Bereich Ernährung

$$kcal (NutzerIn)/kcal (Durchschnitt) * t (CO_2 - Durchschnitt Ernährung) = t (CO_2 - NutzerIn)$$

Dieser Ergebniswert wird im Anschluss entsprechend den folgenden Angaben weiter gewichtet, um im Ergebnis den CO₂-Fußabdruck für die individuellen Ernährungsgewohnheiten zu erhalten:

- ▶ Ernährungsform
- ▶ Regionalität
- ▶ Saisonalität
- ▶ Bioprodukte

Die Besserstellung von Bioprodukten gegenüber herkömmlichen Lebensmitteln ist umstritten, wenn lediglich die Emissionen je Produktionsmenge betrachtet werden, da herkömmliche Nahrungsmittelproduktion hier aufgrund hoher Erträge vorteilhafter erscheinen kann. Da der Kauf von Bioprodukten jedoch auch aufgrund des höheren Preises mit einem insgesamt sorgsameren Umgang mit Lebensmitteln und einer geringeren Lebensmittelverschwendung korreliert, wird hierfür im CO₂-Rechner dennoch ein positiver Effekt auf den individuellen CO₂-Fußabdruck veranschlagt.

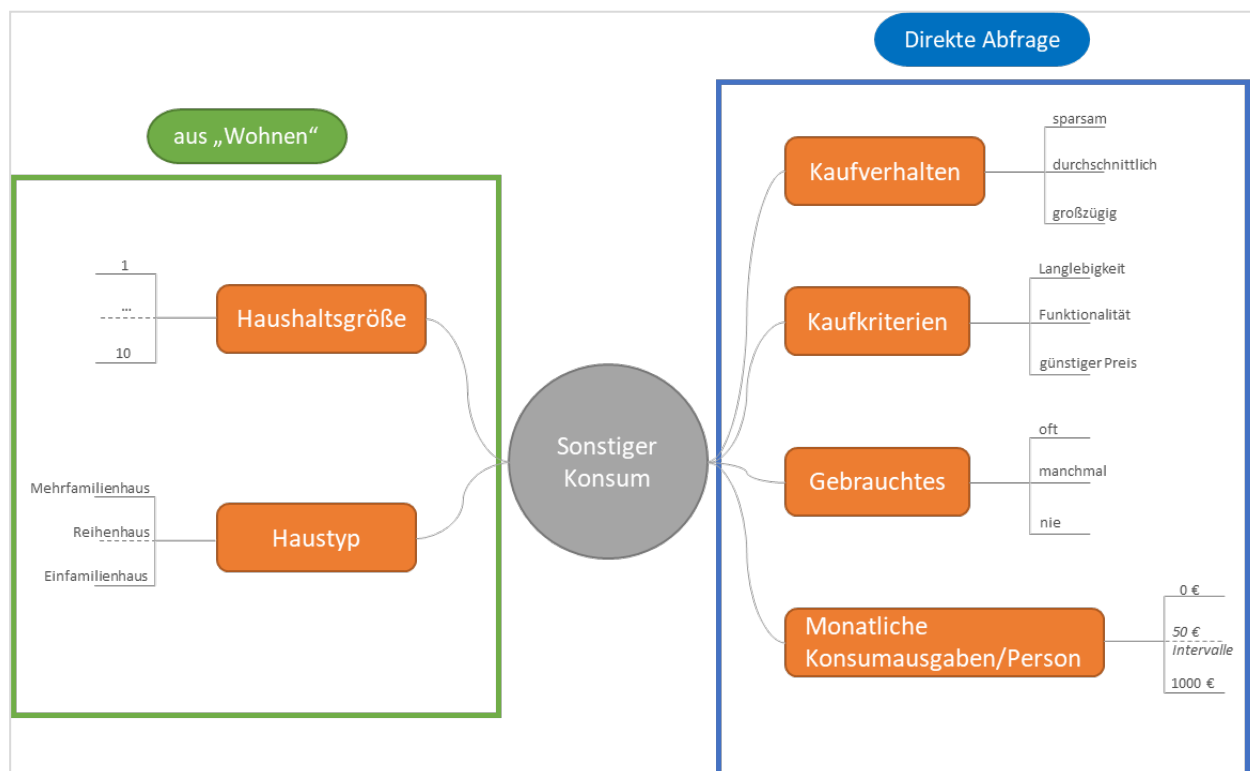
2.3.5 Sonstiger Konsum

Der Bereich des sonstigen Konsums macht den größten Anteil der Gesamt-Emissionen aus, siehe Details zur Berechnung in Abschnitt 2.2.3. Im sonstigen Konsum werden alle Emissionen zusammengefasst, die nicht in den anderen Sektoren berücksichtigt sind. Darunter fallen u.a.

- ▶ Industrieprozesse und Produktverwendung
- ▶ Strom- und Brennstoffeinsätze der Industrie sowie die Gewerbe-Handel-Dienstleistungs- (GHD)-Sektoren (außer öffentlicher Sektor und Ernährung)
- ▶ Güter- und Geschäftsverkehr.

Um den Anteil des sonstigen Konsums des Anwenders in der persönlichen CO₂-Bilanz zu ermitteln, wird die Durchschnittstonnage auf Grundlage ausgewählter Aspekte des Konsumverhaltens skaliert, die als Indikatoren für den Gesamtkonsum dienen, siehe Abbildung 5. Für den Anwender ersichtlich sind die direkt abgefragten Einflussfaktoren: Kaufkriterien, Kaufverhalten, Gebrauchte Gegenstände, monatliche Konsumausgaben. Darüber hinaus werden Angaben aus den Handlungsfeldern Wohnen/Mein Haushalt bei der Skalierung zugrunde gelegt. Die Berechnungsmethodik ist in ihren Grundzügen bereits seit der ersten Veröffentlichung des CO₂-Rechners etabliert, siehe für weitere Details (ifeu, 2007). Mit der Einführung der Haushaltsausgaben als Proxy für CO₂e-Emissionen aus dem sonstigen Konsum ist im Jahr 2016 ein wichtiger Schritt zur Weiterentwicklung umgesetzt worden. Dieser Ansatz spiegelt die wissenschaftlichen Erkenntnisse wider (z.B. Kleinhüchelkotten et al. 2016) und basiert auf Daten des statistischen Bundesamtes zu sonstigen Konsumausgaben. Die „Monatlichen Konsumausgaben“ stellen seither die primäre Skalierungsgröße mit dem größten Einfluss auf den Sonstigen Konsum dar, ergänzt durch weitere (sekundäre) Einflussfaktoren, abgeleitet aus internen Vergleichsrechnungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt. Die zusätzliche Gewichtung sorgt für ein differenzierteres Bild und zeigt individuelle Handlungsspielräume auf.

Abbildung 5: Struktur des Sektors Sonstiger Konsum



Struktur des Sektors Sonstiger Konsum aus „Wohnen“ und direkter Abfrage
Quelle: KlimAktiv

Die Ergebnisse von Kleinhüchelkotten et al. (2016) zeigen, dass die Höhe der monatlichen Konsumausgaben den bei weitem größten Einflussfaktor auf die CO₂-Tonnage einer Privatperson hat. Zur Ermittlung der CO₂-Tonnage pro Ausgaben je Haushalt bzw. je Person wurde die Struktur der Konsumausgaben privater Haushalte nach dem monatlichen Haushaltsnettoeinkommen des Statistischen Bundesamtes aufbereitet. Diese wurde auf der Grundlage des Haushaltsbuchs der Einkommens- und Verbrauchsstichproben (EVS) erstellt (Destatis). Dort werden die durchschnittlichen Privatausgaben je Haushalt nach Branchen und Einkommensgruppen aufgeführt.

Für die Berechnung der Skalierungsfaktoren für den sonstigen Konsum werden die privaten Konsumausgaben aufgeteilt in die Bereiche Ernährung, Wohnen und verkehrsbezogene Ausgaben sowie sonstigen Konsum.

Der sonstige Konsum umfasst folgende Bereiche:

- ▶ Bekleidung und Schuhe
- ▶ Innenausstattung, Haushaltsgeräte, und -gegenstände
- ▶ Gesundheitspflege
- ▶ Post und Telekommunikation
- ▶ Freizeit, Unterhaltung und Kultur
- ▶ Bildungswesen
- ▶ Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen
- ▶ Andere Waren und Dienstleistungen

Zur Ableitung der relevanten pro Kopf Ausgaben, wird der statistische Durchschnittswert von 2,0 Personen/Haushalt berücksichtigt (Destatis).

Diese aus den Konsumausgaben abgeleiteten Skalierungsfaktoren werden auf die Durchschnittstonnage des sonstigen Konsums in einfach handhabbare Kategorien von pro Kopf-Nettoausgaben übertragen. Diese Übertragung beruht auf der Annahme, dass ein Haushalt mit durchschnittlichen Konsumausgaben auch einen durchschnittlichen CO₂-Ausstoß aufweist und die CO₂ Emissionen pro Haushalt proportional zu den Konsumausgaben variieren.

Optimierungspotentiale:

Mit dem Ziel, mehr Transparenz zu schaffen und die Key Points des strategischen Konsums noch sichtbarer zu machen, würde es sich anbieten, unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse und statistischer Daten die Auswahl, Differenzierung und Gewichtung der Indikatoren des sonstigen Konsums grundlegend weiterzuentwickeln. Dies könnte den Anwender dabei unterstützen, individuelle Kaufentscheidungen in Bezug auf seine CO₂-Tonnage besser zu bewerten. Zugleich sollte für den Anwender ersichtlich werden, welche Einflussfaktoren relevant sind. Differenziert werden könnten beispielsweise die operativen Konsumententscheidungen, also Gütereinkauf des täglichen Bedarfs, die Entscheidungen mit mittelfristigen Auswirkungen (z.B. Kühlschrankkauf etc.) sowie langfristige Entscheidungen (z.B. Wohnortwahl, Wohnungsgröße).

Haustiere:

Eine wichtige Freizeitbeschäftigung in Deutschland sind Haustiere. Eine Studie von Annaheim, J (2019) zur Ökobilanz von Haus- und Heimtieren in der Schweiz zeigt, dass Haustiere etwa 1,2 % bzw. 160 kg der THG-Emissionen des Durchschnittsbürgers in der Schweiz ausmachen. In die Analyse einbezogen wurden Pferde, Hunde, Katzen, Kaninchen, Ziervögel und -fische, wobei jeweils die Emissionen aus dem Tierfutter, Aufzucht und Anschaffungen, Pflege, notwendigen Autofahrten sowie teilweise je nach Tier spezifische Emissionsbereiche betrachtet wurden (z.B. Strom für Aquarium). Die Spannweite der Emissionen pro Tier bewegt sich dabei zwischen 3,1 t CO₂e für ein durchschnittliches Pferd bis hin zu 0,1 t CO₂e für 4 Ziervögel oder 50 Zierfische (vgl. Abbildung 6).

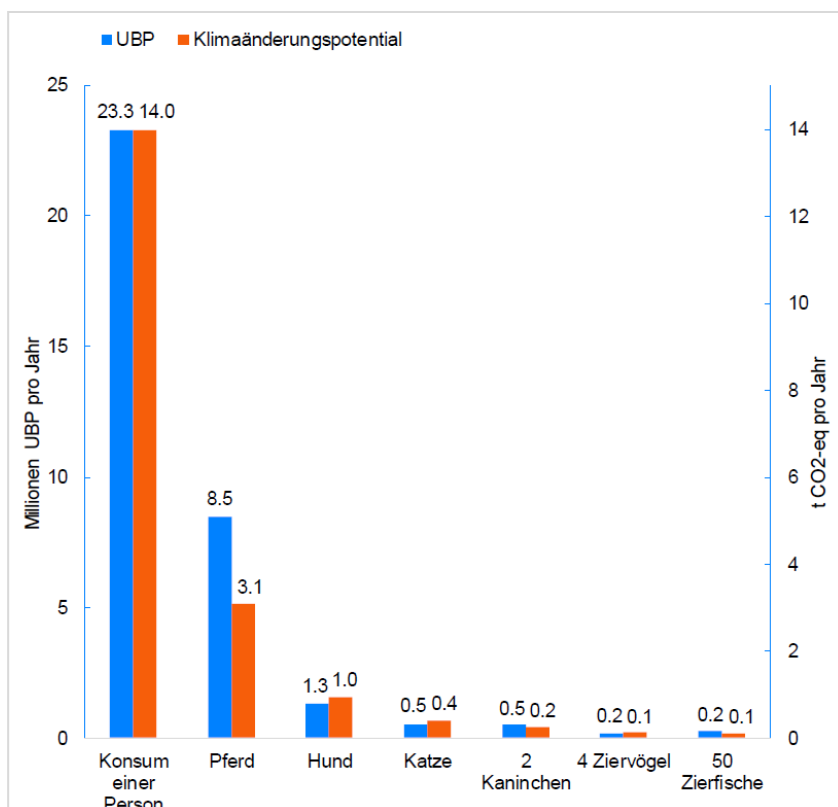
Haustiere Durchschnittsbürger:

Die vorhandene Studie wurde genutzt, um den Faktor Haustiere im UBA-CO₂-Rechner zu implementieren. Hierfür wurden aus dem jeweiligen Gesamtergebnis für die Tiere prozentual alle Anteile herausgerechnet, die im CO₂-Rechner in anderen Bereichen bereits abgedeckt sind (z.B. Fahrten zum Gassi-Gehen mit dem Hund (abgedeckt durch Eingabe Mobilität); Stromverbrauch des Aquariums (abgedeckt durch Eingabe Stromverbrauch)). Bestehen bleibt ein Anteil von 1,01 % an den Emissionen des Durchschnittsbürgers. Der Wert von 1,01 % wurde herangezogen, um den Anteil der Haustiere des deutschen Durchschnittsbürgers zu bestimmen.

Optimierungspotenzial:

Der Anteil der THG-Emissionen der Haustiere wird in der Studie von Annaheim (2019) über die Anzahl der einzelnen Tiere in der Schweiz hochgerechnet. Diese Hochrechnung könnte mit Daten über den deutschen Haustierbestand besser auf Deutschland angepasst werden.

Abbildung 6: Klimaänderungspotential von Haustieren



Klimaänderungspotential von Haustieren
Quelle: Annaheim 2019

Ermittlung persönliche Bilanz im Bereich Haustiere:

Der Besitz eines oder mehrerer Haustiere kann im CO₂-Rechner über ein einfaches Auswahlménú eingegeben werden. Besitzt der Nutzer kein Haustier, so wird der Durchschnittswert vom Ausgangswert im Bereich „sonstiger Konsum“ abgezogen. Für jedes angegebene Tier werden entsprechend Emissionen im Bereich „sonstiger Konsum“ aufgeschlagen (auch hier wird der Durchschnittswert vorher abgezogen, um eine Doppelberechnung zu vermeiden). Für Pferd, Hund und Katze können je nach Tier weitere Parameter angegeben werden, die die Höhe der aufgeschlagenen Emissionen beeinflussen,

darunter: Gewicht des Tieres, Ernährung des Tieres sowie Anzahl der Personen, die das Tier nutzen. Für Kaninchen, Ziervögel und -fische ist nur die Angabe der Anzahl der Tiere möglich. Die jeweiligen Werte entstammen der Studie von Annaheim (2019), wobei auch hier die Emissionsanteile für Mobilität, Wärmeverlust und Stromverbrauch bei jeder Tierart herausgerechnet wurden.

2.3.6 Öffentliche Emissionen

Die Öffentlichen Emissionen stellen einen pauschalen Sockel in der persönlichen Bilanz dar, welcher nicht durch Usereingaben verändert werden kann.

Öffentliche Emissionen entstehen z.B. durch Verwaltung, Organisation des Sozialwesens, Infrastruktur oder Bildung und werden jedem Bürger mit einem gleichen Anteil automatisch zugerechnet. Neben den offiziellen Aufgaben des Staates werden hier zusätzlich Emissionen zur Wasserversorgung sowie Wasser- und Abfallentsorgung berücksichtigt, da diese Dienstleistungen allen Bürgern zur Verfügung stehen. Der Einfluss des Einzelnen ist an dieser Stelle sehr gering und die persönliche Tonnage bleibt identisch mit dem Deutschen Durchschnitt. Für die genaue Herleitung der sektoralen Durchschnittstonnage siehe Kapitel 2.2.5.

2.4 CO₂-Vermeidungsleistungen

2.4.1 Methodik

Ab dem CO₂-Rechner 4.0 wird über die persönliche CO₂-Bilanz hinaus auch die individuelle Vermeidungsleistung der Anwenderinnen ausgewiesen. Dabei unterscheidet der CO₂-Rechner zwischen **eigener Vermeidung** und **Vermeidung bei anderen**.

Die **eigene Vermeidung** zeigt an, um wie viel Tonnen CO₂ der persönliche CO₂-Ausstoß durch klimafreundliche Lebensgewohnheiten bereits reduziert wird. Zur Berechnung der Vermeidung werden der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern (Wärme, Strom), die Energieeffizienz, klimafreundliche Mobilitätsformen sowie klimaschonendes Ernährungs- und Konsumverhalten bewertet.

Die **Vermeidung bei anderen** gibt an, wie die Anwenderin dazu beiträgt, den CO₂-Ausstoß in Deutschland bzw. weltweit zu reduzieren. Beispielsweise wird der Beitrag zum Ausbau der erneuerbaren Energien als **Vermeidung bei anderen** gewertet, wenn Strom aus erneuerbaren Energien oder einer KWK-Anlage in das öffentliche Netz eingespeist wird, sofern eine Einspeisevergütung gezahlt wird. Bei dieser Kategorie wird ebenfalls der Kauf grüner Geldanlagen oder die Investition in Klimaschutzprojekte als Klimakompensation berücksichtigt.

Zur Motivation: Wichtig ist, dass Vermeidungsleistungen *nicht* mit dem CO₂-Fußabdruck verrechnet werden, sondern den Fußabdruck entsprechend dem Handprint-Gedanken begleitend in einen größeren Kontext einordnen, um

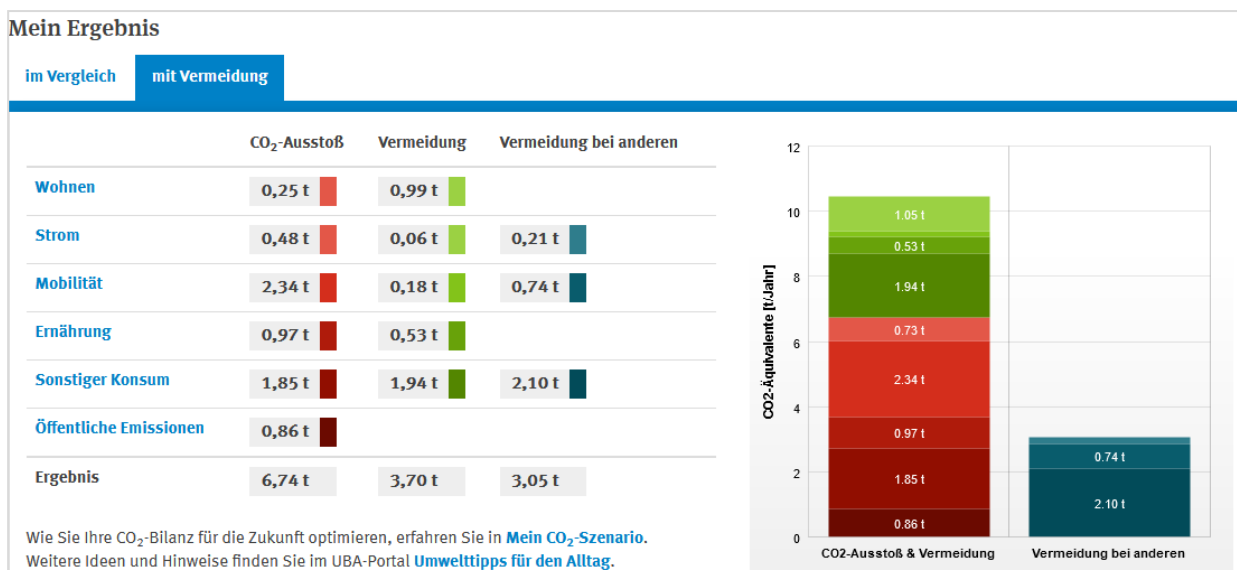
- ▶ Positives mess- und sichtbar zu machen (unabhängig vom Gesamt-CO₂-Fußabdruck)
- ▶ wenig relevante Maßnahmen (Peanuts) von Maßnahmen unterscheiden zu können, die besonders hohe Relevanz für die Verwirklichung nachhaltigen Konsums haben (Big-Points)
- ▶ die Anwenderinnen und Anwender in ihrem klimafreundlichen Verhalten anzuerkennen, zu bestärken und zu motivieren, dieses Verhalten auszubauen.

Bei der Ausweisung von Vermeidungsleistung steht die motivierende Wirkung im Vordergrund; negative Auswirkungen sind nicht vorgesehen. Diese Betrachtung hat Vorteile gegenüber der bloßen Gegenüberstellung des eigenen Fußabdrucks mit dem Bürgerdurchschnitt: statt einem Vergleich mit anderen, wird ein Vergleich mit einem alternativen Selbst angestrebt, was dann auch die individuellen Lebensumstände mitberücksichtigt. Einzelne positive Anstrengungen werden honoriert und spornen an, die Vermeidungsleistungen weiter zu steigern. Beispielsweise wird für eine Radfahrstrecken eine Vermeidungsleistung angerechnet, auch wenn die Mobilitäts-CO₂-Bilanz groß ausfällt, da sie von Flugreisen geprägt ist.

Bei Anwenderinnen und Anwendern mit überdurchschnittlichem CO₂-Fußabdruck wird so Frustration vorgebeugt und über die **Vermeidung bei anderen** ein zusätzlicher Weg aufgezeigt, wenn eine weitere Reduktion des eigenen Fußabdruckes aus persönlichen Gründen nicht möglich erscheint (z.B. Abschaffung des eigenen Autos im ländlichen Bereich). Bei Anwender*innen mit unterdurchschnittlichem CO₂-Fußabdruck bleibt über die Steigerung der Vermeidungsleistung die Motivation zur weiteren Reduktion bestehen, die sonst vielleicht gedämpft würde, sobald ein Stand „besser als der Durchschnitt“ erreicht ist.

Zur Darstellung: Die Vermeidungsleistungen werden sowohl im Ergebnis subsummiert (Abbildung 7) als auch in den jeweiligen Sektoren quantifiziert (Abbildung 8).

Abbildung 7: Darstellung der Vermeidung



Screenshot CO₂-Rechner 4.1

Quelle: KlimAktiv, 2021

Abbildung 8: Vermeidungsleistung innerhalb eines Sektors



Screenshot CO₂-Rechner 4.1

Quelle: KlimAktiv, 2021

Zur Quantifizierung der Vermeidung:

Um eine quantitative Bewertung der Vermeidung vorzunehmen, muss ein Referenzwert definiert werden, zu dem die jeweilige Aktivität in Relation gesetzt werden kann. Handelt die Anwenderin / der Anwender klimafreundlicher als die Referenz, ergibt sich eine Vermeidungsleistung aus der Differenz. Bis zu einem gewissen Grad setzt dies eine (statistisch fundierte) Entscheidung voraus, was als „normal“ anzusehen ist. Vermeidungsfaktoren gehen somit dynamisch einher mit einer gesellschaftlichen Entwicklung. Je klimafreundlicher der Status Quo, desto mehr eigener Einsparung bedarf es, um sich davon positiv abzuheben. So wird das Individuum in einer Vorreiterrolle bestärkt, bis individuelle Vermeidung zu gesamtgesellschaftlicher Vermeidung geworden ist.

Grundsätzlich sind zwei verschiedene Quantifizierungsansätze zu unterscheiden:

Bottom-Up:

Im Sektor **Strom, Wohnen** und **Mobilität** berechnet sich der Vermeidungsfaktor aus der Differenz zwischen dem Emissionsfaktor eines Referenzmixes und dem Emissionsfaktor der klimafreundlichen Verhaltensweise (ggf. auch Null).

Formel 3: Berechnung der Vermeidungsfaktoren (Strom, Wohnen, Mobilität)

$$\text{Vermeidungsfaktor (VF)} = EF_{\text{Referenzmix}} - EF_i$$

$EF_{\text{Referenzmix}}$: Emissionsfaktor des Referenzmixes

EF_i : Emissionsfaktor eines Energieträgers oder Verkehrsmittels (je nach Sektor)

Die eigentliche Vermeidungsleistung ergibt sich aus dem Produkt des Vermeidungsfaktors mit der individuellen Aktivität. Beispielsweise wird in der Anwendung für jeden Fahrradkilometer ein Vermeidungsfaktor für den motorisierten Individualverkehr angerechnet, der auf dem Vergleich zu einem durchschnittlichen CO₂ Faktor eines PKWs mit einer Auslastung von 1,5 Personen / PKW basiert.

Top-Down:

In den Sektoren **Ernährung** und **Sonstiger Konsum** berechnet sich die Vermeidungsleistung aus der Differenz zwischen dem sektorspezifischen Referenzwert (sektorale THG-Emissionen des Durchschnittsbürgers vorkaliert durch Teile der individuellen Eingabe) und den individuellen sektoralen Emissionen.

In den Bereichen Strom und Heizung erfolgt die Berechnung der Vermeidung zweistufig: Es erfolgt zunächst eine Effizienzbewertung, welche den individuellen Bedarf in Bezug zu einem durchschnittlichen Bedarf je Haushaltsgröße setzt. Im nächsten Schritt wird der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern bei eigenen Anlagen (Stromerzeugung oder zusätzliche Wärmequelle) im Vergleich zu einem fossilen Referenzmix bewertet.

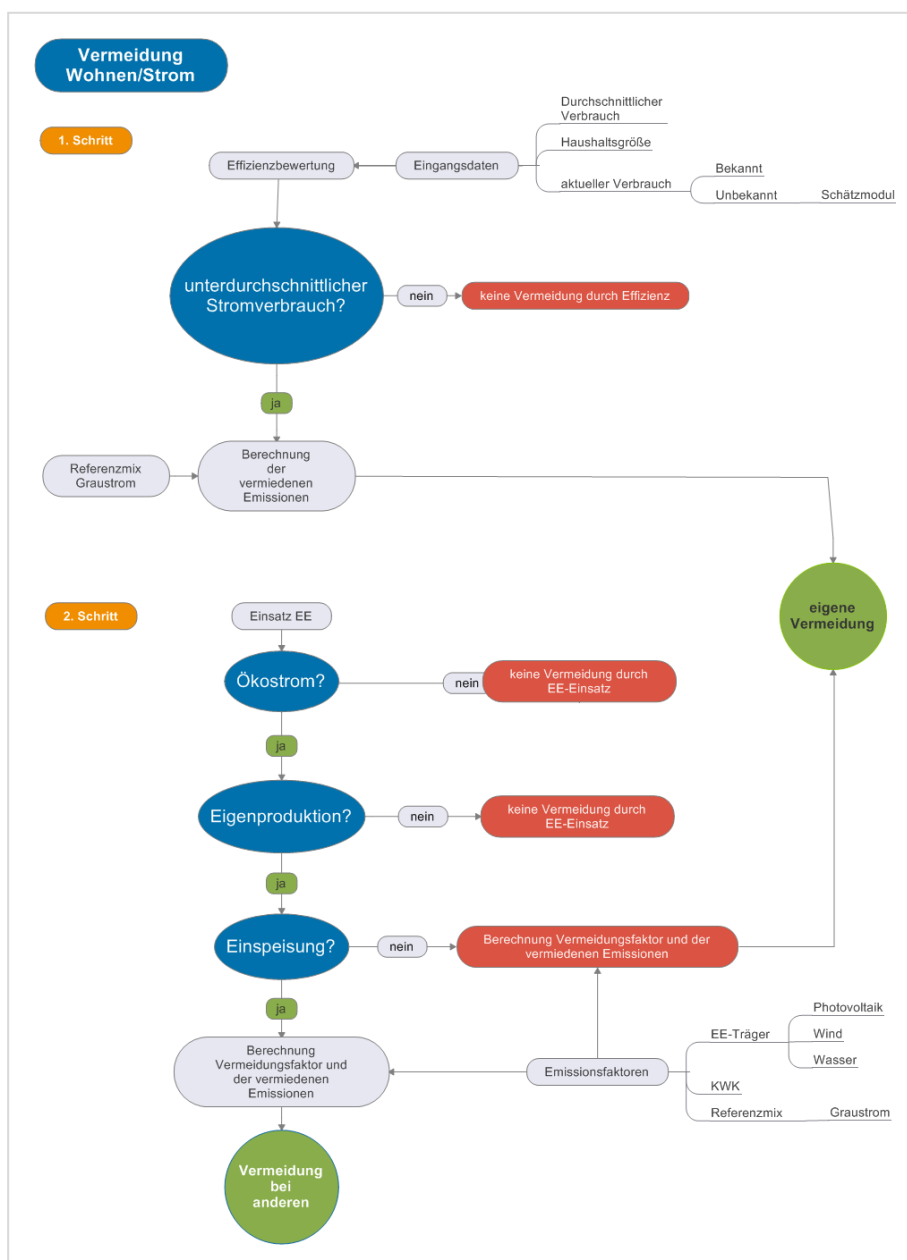
Formel 4: Berechnung der Vermeidungsfaktoren (Ernährung, Sonstiger Konsum)

$$Vermeidungsleistung (VL) = SF_{Referenz} - SF_i$$

$SF_{Referenz}$: Referenzwert, der das Verhalten des Durchschnittsbürgers widerspiegelt, bei gleichzeitiger Übernahme individueller Parameter der Anwenderin / des Anwenders (z.B. Körpergewicht)

SF_i : persönliche sektorale Emissionen

Abbildung 9: Schematische Darstellung der Vermeidungsberechnung im Bereich Strom



Quelle: KlimAktiv

Abbildung 10: Rechenbeispiel für Vermeidung im Bereich Mobilität

Beispiel 3: Eine Person pendelt an 130 Tagen im Jahr mit dem Nahverkehrszug zur 15 km entfernten Arbeitsstelle. Bei schönem Wetter nimmt die Person stattdessen das Fahrrad (an 70 Tagen).

Eingangsdaten 1. Fahrtenblock
 Verkehrsmittel: Zug-Nahverkehr
 Distanz: 30 km
 Anzahl der Fahrten: 130

Eingangsdaten 2. Fahrtenblock
 Verkehrsmittel: Fahrrad
 Distanz: 30 km
 Anzahl der Fahrten: 70

Vermeidungsleistung

Eingangsparameter Vermeidungsrechnung
 Vermeidungsfaktor Zug-Nahverkehr: 0,0817 t CO₂e/1000 km
 Vermeidungsfaktor Fahrrad: 0,139 t CO₂e/1000 km

Berechnung der Vermeidungsleistung

$$VL_{\text{Fahrtenblock 1}} = 0,087 \text{ t} \frac{\text{CO}_2\text{e}}{1000 \text{ km}} \times 30 \text{ km} \times 130 = 0,32 \text{ t CO}_2\text{e}$$

$$VL_{\text{Fahrtenblock 2}} = 0,139 \text{ t} \frac{\text{CO}_2\text{e}}{1000 \text{ km}} \times 30 \text{ km} \times 70 = 0,29 \text{ t CO}_2\text{e}$$

CO₂-Rechner 4.1, Beispiel Vermeidung im Sektor Mobilität
 Quelle: KlimAktiv, 2021

Beispiele für Vermeidung bei anderen:

Strom: Die Einspeisung von selbst erzeugtem Strom führt zu einer Vermeidung bei anderen.

Mobilität: Bei Flugreisen wird der individuellen Klimabilanz sowohl bei pauschaler als auch detaillierter Erfassung eine „Vermeidung bei anderen“ gutgeschrieben, sofern der Flug kompensiert wurde. Die Vermeidung entspricht dann der Höhe der durch die Flugreise(n) verursachten Emissionen.

Konsum: Um im Sektor Sonstiger Konsum auch eine Vermeidung bei anderen zu erzielen, gibt es zwei Optionen:

1. Klimafreundliche Geldanlage:

Für jeden klimafreundlich angelegtem Euro wird eine Vermeidung bei anderen gutgeschrieben. Dieser Faktor beruht auf einer Studie von adelphi consult.

2. Kompensation von CO₂ (durch Klimaschutzprojekte):

Die eingegebene CO₂-Tonnage wird direkt als Vermeidung bei anderen gewertet.

3 CO₂-Szenario

3.1 Methodik

Das Szenario-Modul steht vor einer grundlegenden quantitativen und methodischen Überarbeitung, um den seit seiner Konzeption weiter fortgeschrittenen gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen Rechnung zu tragen. So war beispielsweise zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Studie Klimaschutzszenario 2050 (2. Modellierungsrunde) noch kein Bundes-Klimaschutzgesetz verabschiedet und somit kein Bestandteil der Datengrundlage. Aufgrund der bevorstehenden Überarbeitung wird an dieser Stelle auf eine detaillierte Beschreibung der Berechnungslogik verzichtet und nur ein allgemeiner Überblick der Grundprinzipien gegeben. Der folgende Text ist der online verfügbaren Hintergrundinformation des CO₂-Rechner entnommen (Stand: 11.04.2022).

Der CO₂-Rechner wurde im Rahmen des UBA-Projektvorhaben AZ 90381/731 um individuelle Klimaschutzszenarien erweitert. Das CO₂-Szenario bietet dem Anwender die Möglichkeit ein eigenes Klimaschutz-Szenario zu erstellen. Es zeigt nicht nur die eigene CO₂-Vermeidung auf, sondern auch wie andere Akteure und Gesellschaftsbereiche einbezogen und beeinflusst werden können. Die Klimaschutzszenarien verknüpfen individuelle Handlungsempfehlungen mit gesamtgesellschaftlichen Aktionen und ermöglichen so die Wandlung zu einer klimafreundlichen Gesellschaft.

Das CO₂-Szenario zeigt auf, welche Minderungen von Treibhausgasen erreicht werden können, in Abhängigkeit

- ▶ zum persönlichen Verhalten und
- ▶ zu politischer Akzeptanz.

Basis der verwendeten Szenarien (mittel- und langfristige Durchschnittsausstöße je Sektor) sowie der politischen Akzeptanzfragen ist die Studie Klimaschutzszenario 2050 (2. Modellierungsrunde), welche das Öko-Institut e.V. und die Fraunhofer Gesellschaft ISI im Dezember 2015 im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit veröffentlicht haben. Kern und Grundlage der Szenarienentwicklung bildet das System von Zielvorgaben für Deutschland, das mit dem Energiekonzept 2010/2011 auf die energie- und klimapolitische Agenda gesetzt worden ist, sowie die Ergänzung zu diesem Konzept um den beschleunigten Ausstieg aus der Kernenergie.

3.2 Datengrundlage

Die Studie Klimaschutzszenario 2050 (2. Modellierungsrunde) weist drei verschiedene Szenarien auf:

- ▶ Das Aktuelle-Maßnahmen-Szenario (AMS), in dem alle Maßnahmen berücksichtigt sind, die bis Oktober 2013 ergriffen worden sind. Dieses Szenario bildet den Ist-Stand der energie- und klimapolitischen Rahmenseetzungen ab. In diesem Szenario werden die Ziele des Energiekonzepts der Bundesregierung deutlich verfehlt.
- ▶ Das Klimaschutzszenario 80 (KS80): In diesem Szenario sollten die im Energiekonzept der Bundesregierung festgelegten Ziele für Treibhausgasemissionen, erneuerbaren Energien

und Energieeffizienz möglichst erreicht werden, wobei für das Treibhausgasziel der weniger ambitionierte Wert in Ansatz gebracht wird.

- ▶ Das Klimaschutzszenario 95 (KS95): In diesem Szenario sollte bis zum Jahr 2050 eine Reduktion der THG-Emissionen von 95 % gegenüber 1990 erreicht werden.

Diese drei Szenarien spannen die Bandbreite des durchschnittlichen CO₂-Ausstoßes 2050 in Deutschland auf. Während alle anderen Sektoren den beschriebenen Szenarien folgen, wurde für den Bereich Ernährung mangels Verfügbarkeit konsistenter Szenariodaten der aktuelle CO₂-Ausstoß zunächst fortgeschrieben. Reduktionspotenziale sowie politische Akzeptanzfragen wurden u.a. von der WWF-Studie „Klimawandel auf dem Teller“ abgeleitet.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die durchschnittlichen CO₂-Ausstöße eines Bürgers in der CO₂-Bilanz und im CO₂-Szenario sich hinsichtlich der Systemgrenzen unterscheiden:

- In der CO₂-Bilanz bezieht sich der aktuelle CO₂-Ausstoß eines Durchschnittsbürgers je Sektor auf die Aktivitäten der in Deutschland lebenden Verbraucher (verbrauchsorientierte Perspektive, Inländerkonzept).
- Im CO₂-Szenario basiert der mittel- und langfristige CO₂-Ausstoß eines Durchschnittsbürgers je Sektor auf dem Territorialprinzip im Einklang mit der Emissionsberichterstattung des Intergovernmental Panel on Climate Change. Hier werden alle in Deutschland emittierten Treibhausgasemissionen auf die Zahl der Bürger in Deutschland heruntergebrochen, unabhängig von der Endnachfrage. Im Gegensatz zur verbrauchsorientierten Perspektive werden weder importierte Konsumgüter hinzugenommen noch exportierte Güter herausgerechnet. Die Verwendung von Emissionsdaten nach dem Territorialprinzip, wie es auch dem deutschen Treibhausgasbericht zugrunde liegt, ermöglicht einen direkten Bezug zu den deutschen Klimaschutzzielen.

Auch wenn aufgrund der Datenverfügbarkeit nicht alle Emissionswerte nach einer konsistenten Methodik erhoben worden sind, so bleibt die Aussagekraft des Tools davon weitgehend unberührt.

Sobald zu einem späteren Zeitpunkt belastbare Szenarien für die verbrauchsorientierte Perspektive zur Verfügung stehen, können diese eingepflegt werden.

4 Referenzen

AG Energiebilanzen e.V. (2021) - Website des AG Energiebilanzen e.V., siehe <https://www.ag-energiebilanzen.de/>

AGEB (2016) – Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten (2005-2016).

AGEB (2019) – Auswertungstabellen 1990 – 2018, (Datenstand August 2019), siehe <https://www.ag-energiebilanzen.de>

Bäumer, M., Hautzinger, H., Pfeiffer, M., Stock, W., Lenz, B., Kuhnimhof, T., & Köhler, K. (2017) - Fahrleistungserhebung 2014-Inlandsfahrleistung und Unfallrisiko, siehe https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/1775/file/BASSt_V_291_barrierefreies_Internet_PDF.pdf

BBSR (2019) - Graue Energie im Ordnungsrecht/Förderung, siehe https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2017/graue-energie/Endbericht.html?__blob=publicationFile&v=3 (Zugriff am 6.8.2020)

BDEW (2013) – Energie-Info Stromverbrauch im Haushalt. Berlin. Oktober 2013. Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft

BDEW 2018 – Stromkennzeichnung nach §42 EnWG. Datenerhebung 2017- Bundesmix 2017. Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft (Stand 24.08.2018)

BMEL (2018) – Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Kapitel D: Ernährungswirtschaft). Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Referat 723)

BMVI (2018). Mobilität in Deutschland: Mobilität in Tabellen (MiT 2017). Website Mobilität in Tabellen, siehe <https://mobilitaet-in-tabellen.dlr.de/mit/>

BMVI (2021) - Mobilität in Deutschland (MiD). Website des BMVI, siehe <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/mobilitaet-in-deutschland.html>

BPB (2018) - Datenreport 2018 - Ein Sozialbericht für die Bundesrepublik Deutschland, *Kapitel 6: Private Haushalte – Einkommen, Konsum, Wohnen*, siehe https://www.wzb.eu/system/files/docs/sv/iuk/dr2018_ganzes_Buch_online.pdf

CLIA Deutschland (2020) - CLIA Passenger Report Q3 2019, siehe <http://www.cliadeutschland.de/CLIA-Germany-Passenger-Report-Q3-2019.pdf>

DEHSt (2014) – Anhang 4 des Leitfadens: Standardfaktoren (DEHSt-Liste) nach Art. 31 Abs. 1 c) MVO. Datum 06.04.2016.

DEHSt FAQ (2014) – DEHSt. FAQ Nr. MVO 002 zu der Monitoring-Verordnung 2013-2020 (2012/601/EC), Stand 10.02.2014 (www.dehst.de)

Destatis (2015) – Wirtschaftsrechnungen. Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS 2013) Aufwendungen privater Haushalte für den Privaten Konsum. Fachserie 15, Heft 5.

Destatis (2017) – Fachserie 15, Reihe 1: Wirtschaftsrechnungen. Einkommen, Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte 2015. Statistisches Bundesamt, 17. Januar 2017, korrigiert 20. Juni 2017

Destatis (2021) - Umweltökonomische Gesamtrechnungen: CO2-Gehalt der Güter der Endverwendung - Berichtszeitraum 2008 – 2017, siehe https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/energiefluesse-emissionen/_inhalt.html#sprg396050

Destatis (2021) - Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Direkte und indirekte CO₂-Emissionen in Deutschland 2010 – 2017, siehe https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/energiefluesse-emissionen/_inhalt.html#sprg396050

Destatis, 2018 – Umweltökonomische Gesamtrechnungen - CO₂-Gehalt der Güter der Endverwendung. Berichtszeitraum 2008 – 2014, siehe https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/CO2GehaltGueterEndverwendgPDF_5851101.html

EMSA (2021) - THETIS-MRV: CO₂ EMISSION REPORT. Website der European Maritime Safety Agency (EMSA), siehe <https://mrv.emsa.europa.eu/#public/emission-report>

EnEV (2014) – Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung in Bundesgesetzblatt (BGBl I), Seite 3951 vom 18.Nov.2013

Flughafenverband ADV (2019) - AIRPORT TRAVEL SURVEY 2018: Zahlen, Fakten, Trends, siehe https://www.adv.aero/wp-content/uploads/2016/02/Airport-Travel-Survey-2018_Brosch%C3%BCre.pdf

Fritsche, U. R., & Greß, H. W. (2018) - Der nicht erneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2016 sowie Ausblicke auf 2020 bis 2050.

Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und-strategien GmbH (IINAS), siehe http://iinas.org/tl_files/iinas/downloads/GEMIS/2019_KEV_THG_Strom-2018_2020-2050.pdf

GEMIS 4.9.5 (2017) – Global Emissions Model for integrated Systems Database, Version 4.9;5. IINAS, siehe <http://iinas.org/gemis-download.html>

ifeu (2007) – Die CO₂-Bilanz des Bürgers. Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO₂-Bilanzen. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 20642110. Juni 2007

IPCC (2013) - Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, siehe <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>

Kleinhüchelkotten, S.; Neitzke, Peter H.; Moser, S. (2016) – Repräsentative Erhebung von Pro-Kopf-Verbräuchen natürlicher Ressourcen In Deutschland (nach Bevölkerungsgruppen). Forschungskennzahl 3713 17 311, UBA-FB 00233, Texte 39/2016.

KlimAktiv, ifeu (2016) – Berechnungsgrundlage CO₂-Rechner 4.0 Datendokumentation.

Kraftfahrt-Bundesamt (2021) - Fahrzeuge. Website des Kraftfahrt-Bundesamtes, siehe https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Halter/2019_b_halter_dusl.html?nn=658008

Kraftfahrt-Bundesamt (2021) - Verkehr in Kilometern - Inländerfahrleistung. Website des Kraftfahrt-Bundesamtes, siehe https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/verkehr_in_kilometern_node.html

RWI (2019) - Erstellung der Anwendungsbilanzen 2018 für den Sektor der Privaten Haushalte und den Verkehrssektor in Deutschland, im Auftrag der AGEb, siehe [https://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-projektberichte/ageb_anwendungsbilanz_2018_\(priv._hh_und_verkehr\).pdf](https://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-projektberichte/ageb_anwendungsbilanz_2018_(priv._hh_und_verkehr).pdf)

RWI (2020) - Erstellung der Anwendungsbilanzen 2018 für den Sektor der Privaten Haushalte und den Verkehrssektor in Deutschland, siehe [https://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-projektberichte/ageb_anwendungsbilanz_2018_\(priv._hh_und_verkehr\).pdf](https://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-projektberichte/ageb_anwendungsbilanz_2018_(priv._hh_und_verkehr).pdf)

TWW - Qualifikation zum/r Energieberater/in TGA, Kennwerte – Kompaktheit, siehe
https://www.energieberaterkurs.de/export/sites/default/de/Dateien_Kennwerte/kennwerte_kompaktheit.pdf

Umweltbundesamt (2019) - Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018, Climate Change 37 /2019, siehe
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-07_cc-37-2019_emissionsbilanz-erneuerbarer-energien_2018.pdf

Umweltbundesamt (2020) - Klimawirksame Emissionen des deutschen Reiseverkehrs. UBA TEXTE 141/2020, siehe https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-07-20_texte_141-2020_emissionen-reiseverkehr_0.pdf

Wendler, D., Kahlenborn, W., & Dierks, H. (2010). Der Carbon Footprint von Kapitalanlagen. Ermittlung der Treibhausgasintensität der Kapitalanlage privater Haushalte. Berlin: adelphi siehe,
https://www.adelphi.de/de/system/files/mediathek/bilder/der_carbon_footprint_von_kapitalanlagen_1.pdf