



Treibhausgasemissionen von Bahn, Pkw und Flugzeug verständlich vergleichen: Der CO₂Kompass der Deutschen Bahn

Der CO₂Kompass berechnet auf Basis anerkannter Datenquellen, welche CO₂-Emissionen bei ausgewählten Reisen entstehen können. Die Berechnung zeigt Emissionen aus Fahrt und Energiebereitstellung; Herstellung, Wartung und Entsorgung von Fahrzeugen und Infrastruktur sind nicht enthalten.

Version 1.22

September 2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Einführung	3
Vergleich der Klimawirkung verschiedener Verkehrsmittel.....	4
Bezugsgrößen für den Vergleich	4
Welche Aussagen lässt ein Vergleich zu?	5
Daten und Annahmen zur Emissionsberechnung	6
Berechnungsmethodik	6
Bahn.....	7
Pkw	7
Flug	7
Energieverbrauch und Emissionsfaktoren der Energiebereitstellung.....	9
Kraftstoffe.....	9
Strom	9
Literaturverzeichnis	11
Kontakt	12

Einführung

Viele Reisende möchten wissen, welche Treibhausgasemissionen mit ihrer Reise verbunden sind. Der CO₂Kompass der Deutschen Bahn unterstützt dabei, ausgewählte Reisen in Deutschland mit Bahn, Pkw oder Flugzeug auf einer einheitlichen Datengrundlage zu vergleichen. Die Ergebnisse zeigen die Emissionen aus Fahrt und Energiebereitstellung und machen zentrale Annahmen der Berechnung transparent. Als Start- und Endpunkte der Reise können Bahnhöfe und S-Bahn-Stationen gewählt werden.

Die Berechnung nutzt anerkannte Datenquellen und Modelle. Eine zentrale Grundlage ist TREMOD, das Transport Emission Model des Umweltbundesamtes. TREMOD wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg entwickelt und greift unter anderem auf das Handbuch für Emissionsfaktoren von INFRAS zurück. Für DB-eigene Bahnverkehre in Deutschland werden ergänzend Daten der Deutschen Bahn berücksichtigt. Welche Daten und Annahmen in die Berechnung eingehen, wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Vergleich der Klimawirkung verschiedener Verkehrsmittel

Das grundsätzliche Vorgehen, das in diesem Kapitel beschrieben wird, basiert auf Vorarbeiten, die in der Veröffentlichung [ifeu 2000] beschrieben sind. Im Jahr 2023 wurde die Norm ISO 14083:2023-03 „Treibhausgase - Quantifizierung und Berichterstattung über Treibhausgasemissionen von Transportvorgängen“ veröffentlicht. Da sie den neuen Berechnungsstandard für die Bilanzierung der Klimawirkung darstellt, orientiert sich der CO₂Kompass methodisch an dieser Norm. Aufgrund der verfügbaren Datenlage wird sie jedoch vorerst nicht vollumfänglich umgesetzt.

Im CO₂Kompass wird die Menge der Treibhausgasemissionen betrachtet, die bei der Fahrt und der Energiebereitstellung entsteht und als Kohlendioxidäquivalent (CO₂e) quantifiziert, um die Klimawirkung zu beschreiben. Nicht quantifiziert werden im CO₂Kompass Emissionen, die bei Herstellung, Unterhalt und Entsorgung von Fahrzeugen und Infrastruktur anfallen.

Der von Menschen verursachte Treibhauseffekt wird überwiegend durch die Emission von Kohlendioxid (CO₂) verursacht, das bei der Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt wird. Daneben tragen auch andere Komponenten, vor allem Methan (CH₄) und Distickstoffmonoxid (N₂O) zum Treibhauseffekt bei. Diese werden unter Berücksichtigung ihrer Klimawirksamkeit entsprechend der Empfehlung von [IPCC 2007] als CO₂e (CO₂-Äquivalente) zusammengefasst. Der Parameter CO₂e wird dabei dem Emissionsmodell TREMOD [ifeu 2025] entnommen. Das Modell berücksichtigt zudem eine höhere Klimawirksamkeit des Flugverkehrs in großen Höhen. Damit erhöht sich der CO₂e-Wert (im Gegensatz zum CO₂) im Flugverkehr mit der Entfernung überproportional.

Bezugsgrößen für den Vergleich

Jede Fahrt mit motorisierten Verkehrsmitteln dient dazu, Personen oder Güter mit einem akzeptablen Zeit-, Kraft- und Kostenaufwand von einem Ort zu einem anderen zu bewegen. Ein Vergleich der Klimawirkung muss daher primär an der Erfüllung der Transportaufgabe, zum Beispiel also der Bewegung einer Person von A nach B gemessen werden. Im Personenverkehr wird daher üblicherweise die Umweltwirkung betrachtet, die je Person für die zurückgelegte Strecke entsteht. Bei Treibhausgasemissionen ist das etwa die Einheit „Gramm Treibhausgas je Person und (gleicher) Reise“. Diese Bezugsgrößen eignen sich für den Vergleich konkreter Reisen auf bestimmten Relationen. Der CO₂Kompass wendet diese Bezugsgrößen an.

Soll ein Vergleich der Klimawirkung von Verkehrsmitteln unabhängig von konkreten Relationen bestimmt werden, wird üblicherweise der Bezug auf die Kapazität des Verkehrsmittels und einen zurückgelegten Kilometer gewählt. Beim Personenverkehr ist dies beispielsweise die Einheit „Gramm Treibhausgas je Platz und Kilometer“.

Der Bezug von Klimawirkungen auf die Kapazität und den zurückgelegten Kilometer eignet sich vor allem für Potenzialbetrachtungen, jedoch nicht zur Bewertung bestimmter Transportaufgaben. Denn neben dem technischen Potenzial eines Verkehrsmittels haben vor allem

- die Entfernung und die dabei benutzten Verkehrsmittel (einschließlich Zubringer) und
- die Auslastung der benutzten Fahrzeuge

einen entscheidenden Einfluss auf den Umfang von Umweltwirkungen einer Reise oder eines Transportvorgangs.

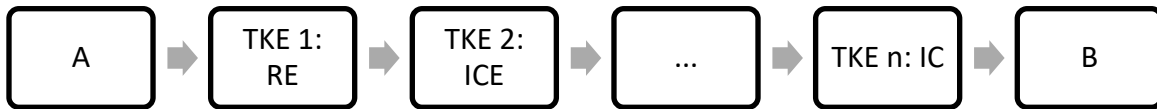
Welche Aussagen lässt ein Vergleich zu?

Der wichtigste Aspekt, der bei einem Verkehrsmittelvergleich beachtet werden muss, ist der Unterschied zwischen Individualverkehr und öffentlichem Verkehr: Öffentliche Verkehrsmittel fahren innerhalb einer Fahrplanperiode im Gegensatz zum eigenen Pkw regelmäßig und unabhängig davon, ob sie benutzt werden oder nicht. Daher gilt: Jede individuelle Entscheidung, mit einem öffentlichen Verkehrsmittel, statt mit dem eigenen Pkw zu fahren, vermeidet in der Regel die gesamten direkten Umweltbelastungen und Treibhausgasemissionen, die durch diese Fahrt mit dem Pkw entstehen würden.

Daten und Annahmen zur Emissionsberechnung

Berechnungsmethodik

Die Gesamtemissionen eines allgemeinen Transportvorganges bzw. einer Reisekette von Start A zu Ziel B berechnen sich nach EN ISO 14083:2023 als Summe der Emissionen aller Transportkettenelemente (TKE). Die Transportkette muss also in separate TKE zerlegt werden, beispielsweise nach genutzten Fahrzeugen:



Die gesamte Emission je Person aus dem Fahrzeugeinsatz berechnet sich also als

$$Emission_{gesamt} [gCO_2e/Person] = \sum_{i=1}^n Emission_{TKE\ i, WTW} [gCO_2e/Person].$$

Dabei wird $Emission_{TKE\ i, WTW}$ je Person aus Emissionen am Fahrzeug und aus der Vorkette der Energiebereitstellung (bspw. zur Energieerzeugung) zusammengesetzt:

$$Emission_{TKE\ i, WTW} = Emission_{TKE\ i, WTT} + Emission_{TKE\ i, TTW}$$

mit

$$\begin{aligned} Emission_{TKE\ i, WTT} [gCO_2e/Person] \\ = Strecke[km] * \frac{Energieverbrauch_{volle\ Auslastung} [\frac{Wh}{Platz * km}]}{Auslastung [\frac{Personen}{Platz}]} \\ * Emissionsfaktor_{WTT} [gCO_2e/Wh] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} Emission_{TKE\ i, TTW} [gCO_2e/Person] \\ = Strecke[km] * \frac{Energieverbrauch_{volle\ Auslastung} [\frac{Wh}{Platz * km}]}{Auslastung [\frac{Personen}{Platz}]} \\ * Emissionsfaktor_{TTW} [gCO_2e/Wh] \end{aligned}$$

Dabei bedeutet:

WTW: Well-to-Wheel (Gesamt),

TTW: Tank-to-Wheel (am Fahrzeug) und

WTT: Well-to-Tank (Vorkette der Energieerzeugung).

Die genutzten Berechnungsparameter sind generell verkehrsmittelspezifisch.

Bahn

Die zurückgelegte Strecke ergibt sich aus einem Schienenrouting. Energieverbrauch und Emissionsfaktor werden anhand des jeweiligen Verkehrsmittels und der Antriebsart selektiert. Der CO₂Kompass setzt für die Berechnung eine durchschnittliche Auslastung an, die verkehrsmittelspezifisch ist. Die folgenden durchschnittlichen Auslastungswerte wurden je Zuggattung für das Jahr 2024 auf Grundlage des Reisenden-Erfassungs-Systems der DB AG ermittelt:

ICE 48 %

EC/IC 41 %

RE/RB/IRE 29 %

S-Bahn 34 %

Pkw

Da die Vielzahl verschiedener Pkw-Modelle und -Antriebe sehr unterschiedliche Emissionswerte liefert, wird zur Berechnung ein über Antriebsarten (inklusive Elektro-Pkw) und Größenklassen gemittelter Pkw [ifeu 2025] herangezogen. Auch die Fahrgeschwindigkeit und Fahrweise besitzen großen Einfluss auf den Energieverbrauch und damit die Menge anfallender Emissionen. Unterschiede zwischen Stadtverkehr, außerstädtischem Verkehr und Autobahnen werden in TREMOD mittels verschiedener Emissionsfaktoren und Energieverbräuche abgebildet und in der Berechnung berücksichtigt. Neben der Gesamtstrecke ermittelt das genutzte Routing den Anteil der verschiedenen Straßenkategorien. Die Auslastung wird mit 1,4 Personen je Fahrzeug angesetzt.

Flug

Die Emissionen einer Flugverbindung berechnet der CO₂Kompass anhand der Summe der Emissionen des Fluges sowie der Emissionen der Anreise vom Startbahnhof zum Startflughafen und der Abreise vom Zielflughafen zum Zielbahnhof mit einem Pkw.

Die Emissionen des Fluges berücksichtigen eine Strecke, die der Großkreisdistanz (GKD) zwischen Start- und Zielflughafen entspricht. Diese wird nach ISO 14083 mit einem Distanzanpassungsfaktor (DAF) von $\frac{GKD+95\text{ km}}{GKD}$ für Umwege und Warteschleifen multipliziert, d. h., *Flugstrecke* = *GKD* + 95 km. Anhand dieser Strecke werden Flügen distanzklassenabhängige Emissionsfaktoren zugeordnet, die so die erhöhte Klimawirkung des Ausstoßes von Treibhausgasen in hohen Atmosphärenschichten abbilden. Auch Emissionen, die durch Rollverkehre am Boden entstehen, werden durch die Emissionsfaktoren berücksichtigt. Ebenfalls anhand der Distanzklasse werden der Energieverbrauch und die typische Auslastung des Fluges angesetzt. Für verschiedene Flugdistanzen werden spezifische Auslastungswerte angenommen [ifeu 2025]:

Tabelle 1: Durchschnittliche Auslastung im Flugverkehr in Abhängigkeit der Distanzklassen:

Distanzklasse	Durchschnittliche Auslastung in %
bis 375 km	69
bis 500 km	72
bis 625 km	74
bis 750 km	77
bis 1000 km	81

Quelle: ifeu 2025

Energieverbrauch und Emissionsfaktoren der Energiebereitstellung

Kraftstoffe

Bei Otto- und Dieselmotoren werden die Emissionsfaktoren für die Energiebereitstellungskette der Kraftstoffe ab Förderung des Rohöls bis zur Betankung der Fahrzeuge, einschließlich der Verdunstungsemissionen bei Umfüllvorgängen und der Transporte der Energieträger mit Fahrzeugen berücksichtigt. Die Werte stammen aus TREMOD 6.61c [ifeu 2025] und aus der EN 16258, wobei sich beide Quellen auf europäische Joint Research Centre-Studien [JEC 2014] beziehen. Die Emissionsfaktoren für Biokraftstoffe stammen vom ifeu [ifeu 2025] und sind anteilig bereits in die konventionellen Kraftstoffe mit Beimischung eingerechnet.

Tabelle 2: Emissionsfaktoren der Energiebereitstellungskette für Kraftstoffe (WTT), bezogen auf Endenergie

Kraftstoff	g CO ₂ e/ g Kraftstoff
Diesel	0,788
Kerosin	0,867

Quelle: ifeu 2025

Strom

Die Energiebereitstellungskette für Strom enthält die anteiligen Aufwendungen ab der Förderung von Kohle, Erdgas etc. bis zum Stromabnehmer der Fahrzeuge einschließlich Transport der Primärenergieträger bis Kraftwerk und den Umform- und Leitungsverlusten. Zur Bestimmung der mittleren Emissionsfaktoren wird die Stromerzeugung im Jahresdurchschnitt zugrunde gelegt. Für Verkehre in Deutschland werden die Unternehmensmixe der Eisenbahnverkehrsunternehmen (market based) des Jahres 2023 angesetzt, soweit diese vorliegen. Liegen keine unternehmensspezifischen Werte vor, fällt die Berechnung auf den Bundesstrommix des Jahres 2023 zurück. Insgesamt ergeben sich daraus für die betrachteten Energien folgende Emissionsfaktoren für Deutschland:

Tabelle 3: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von Elektrizität (WTT), bezogen auf Endenergie

Eisenbahnverkehrsunternehmen	g CO₂e/ Wh
DB Fernverkehr (100% Ökostrom, vorwiegend Wasserkraft)	0,003
DB Nahverkehr	0,512
S-Bahn Hamburg und Berlin (100% Ökostrom aus Wasserkraft)	0,003
Nicht-DB Bahnen ¹⁾	0,450
Bundesstrommix Deutschland 2023 ²⁾	0,450

¹⁾ Wie Bundesstrommix

²⁾ TREMOD 6.61c [ifeu 2025]

Quelle: eigene Berechnungen

Literaturverzeichnis

CEN 2012 / EN 16258 Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers) - EN 16258:2012; CEN/TC 320 - Transport - Logistics and services; 21.11.2012

EN ISO 14083:2023 Greenhouse gases — Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations

ifeu 2000: Wissenschaftlicher Grundlagenbericht zur „Mobilitäts-Bilanz“ und zum Softwaretool „Reisen und Umwelt in Deutschland“; im Auftrag der Deutschen Bahn AG und der Umweltstiftung WWF-Deutschland; Heidelberg, 08. November 2000

ifeu 2025: - TREMOD 6.61c – Transport Emission Model; im Auftrag des Umweltbundesamtes; Dessau/Heidelberg

IPCC Aviation and the Global Atmosphere; Bericht vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC); 2007; www.grida.no/climate/ipcc/aviation/index.htm

JEC 2014 JEC - Joint Research Centre-EUCAR-CONCAWE collaboration; <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads>

Kontakt

co2kompass@deutschebahn.com

DB Regio AG
IMS und Audits
Europa-Allee 70-76
60486 Frankfurt a.M.