

Datengrundlage – CO₂-Tool

Über alternativ-mobil

Alternativ-Mobil unterstützt die Bundesregierung bei ihrem Ziel klimafreundliche Mobilität voranzubringen und die Verkehrswende umzusetzen. Das Bereitstellen von umfassenden Informationen über innovative Mobilitätskonzepte und alternative Kraftstoffe und Antriebe stellt einen wichtigen Baustein in der Verwirklichung der Dekarbonisierung von Mobilität bis 2050 dar. Alternativ-Mobil ist eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und wird von der Deutschen Energie-Agentur (dena) umgesetzt.

Grundsätzliches zum CO₂-Tool

Als Teil des Informationsangebotes von alternativ-mobil beabsichtigen wir mit dem CO₂-Tool Nutzenden auf eine einfache und transparente Art und Weise den Vergleich der CO₂-Emissionen, des Zeitaufwands sowie entstehender Kosten verschiedener Verkehrsmittel zu ermöglichen. Über die Funktion **Mein CO₂-Fussabdruck** erhalten Sie hierbei mit wenigen Klicks ein erstes Ergebnis für die von Ihnen gewählte Strecke und das ausgewählte Verkehrsmittel. Über den **Routenoptimierer** kann eine detailliertere Betrachtung unter Einbezug verschiedener Verkehrsmittel vorgenommen werden. Nach der Eingabe der **Route** (Start- und Zielpunkt) können über die **Verkehrsmittelauswahl** die zu vergleichenden Verkehrsmittel gewählt werden. Unter dem Punkt **Persönliches** können je nach ausgewähltem Verkehrsmittel optionale Angaben gemacht werden. Im **Ergebnis** werden Ihnen ein Routenvorschlag sowie die CO₂-Emissionen pro Person, die Kosten und die benötigte Zeit angezeigt. Sofern keine optionalen Eingaben erfolgen, werden hinterlegte Referenzwerte genutzt. Auch die Angabe einzelner individueller Werte ist möglich. Für die restlichen Angaben wird dann entsprechend auf Referenzwerte zurückgegriffen. Hier ist darauf hinzuweisen, dass es sich um Durchschnittswerte handelt, die lediglich eine Annäherung darstellen. Auch hinsichtlich der Kraftstoff- und Stromverbräuche werden repräsentative Werte für die Verkehrsmittel angekommen.

Berechnungsmethodik

Wie werden die Emissionen berechnet?

Die im CO₂-Tool dargestellten Ergebnisse für die Treibhausgasemissionen beziehen neben CO₂ auch Methan (CO₄), Lachgas und weitere Stoffe mit ein. Daher sind die Ergebniswerte nicht nur in CO₂, sondern in sogenannten CO₂-Äquivalenten (eq.) angegeben. Wenn also im Rechner von CO₂-Emissionen gesprochen wird, sind immer diese damit gemeint. Die spezifischen Emissionsfaktoren der Kraftstoffe berücksichtigen „Well-to-Wheel“, also neben den Abgasemissionen aus der Kraftstoffverbrennung auch sämtliche Emissionen aus der Vorkette zur Strom- bzw. Kraftstoffbereitstellung. Hingegen nicht Teil dieser Betrachtung sind dabei Emissionen, die bei der Verkehrsmittelherstellung und -entsorgung sowie für die benötigte Infrastruktur, wie zum Beispiel für Straßen oder Schienen, anfallen.

Zur Bestimmung der Kraftstoff- und Stromverbräuche der Verkehrsmittel wurden Daten aus mehreren Quellen verwendet. Die Verbräuche für Pkw wurden mit Hilfe der durch die Zertifizierung im *World Harmonized Light Vehicle Test Procedure* (WLTP) auf dem Prüfstand ermittelten Verbräuche sowie einem Aufschlag für den Realverbrauch auf der Straße berechnet und finden sich unter den Referenzwerten (s. unten).

Die CO₂-Emissionen für Pkw werden anhand der Kraftstoffverbräuche, der Emissionsfaktoren für die Kraftstoffe und unter Berücksichtigung der Anzahl an Personen im Pkw berechnet. Hierzu wird folgende Formel verwendet zur Berechnung des CO₂-Ausstoßes pro Kilometer verwendet:

- $\text{CO}_2 \text{ (g/km)} = \text{Kraftstoffverbrauch (in l/100km)} / 100 \times \text{Emissionsfaktor (in g/l)}$

Bei anderen Energieträgern wie Erdgas, Wasserstoff oder Strom wird entsprechend der Verbrauch in Kilogramm pro Kilometer oder Kilowatt pro Kilometer angesetzt. Bei Plug-in-Hybrid Fahrzeugen werden die Verbrauchswerte beider Antriebsformen berücksichtigt. Im Anschluss wird der Wert mit den zurückgelegten Kilometern multipliziert und durch die Anzahl der Personen geteilt (sog. Besetzungsgrad/Auslastung). Der vom CO₂-Rechner ausgegebene Verbrauchswert bezieht sich demnach immer auf eine Person sowie die entsprechende Strecke.

Die CO₂-Emissionen von Motorrad, Moped, E-Bike, E-Scooter und weiteren Mobilitätsdienstleistungen werden entsprechend der oben aufgeführten Formel berechnet. Für die Verkehrsmittel des ÖPNV, des Personenfernverkehrs, Reisebusses oder Flugzeugs werden durchschnittliche Werte für die CO₂-Emissionen pro Personenkilometer herangezogen, denen ein durchschnittlicher Auslastungsgrad zugrunde liegen.

Zeitaufwand

Das CO₂-Tool nutzt den Kartendienst GoogleMaps. Die vorgeschlagenen Routen und die benötigte Zeit stammen aus den von Google ermittelten Daten. Hierbei ist zu beachten, dass es sich um keine Livedaten handelt und somit die aktuelle Verkehrssituation (z.B. Staus) nicht berücksichtigt wird.

Wie werden die Kosten berechnet?

Um einen einheitlichen und transparenten Vergleich der verschiedenen Verkehrsmittel hinsichtlich der Kosten zu ermöglichen, werden im CO₂-Rechner die **Gesamtkosten** pro Kilometer angegeben. Für den Pkw, das Motorrad, das Moped, den privaten E-Scooter und das Fahrrad bedeutet dies, dass neben den reinen Nutzungskosten auch Anschaffungs-, und Instandhaltungskosten sowie der Wertverlust in die Gesamtrechnung mitgehen. Sofern keine individuelle Eingabe erfolgt, werden hier **Referenzwerte** (siehe unten) verwendet. Insbesondere der Wertverlust nimmt bei Pkw einen wichtigen Posten bei den Gesamtkosten ein.

Beispielsweise wird bei der Standardauswahl für das Verkehrsmittel Pkw ein Benzin-Fahrzeug der Kompaktwagenklasse mit der durchschnittlichen Besetzung in Deutschland (1,4 Personen) und einem Kraftstoffverbrauch von 7,1 l/100 km angenommen. Dazu wird der spezifische Emissionsfaktor für den Kraftstoff, die durchschnittliche Laufleistung (15.000 km) und die durchschnittlichen Kosten für diese Fahrzeugklasse herangezogen. Die Gesamtkosten setzen sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- Anschaffungskosten
- Fixkosten (Versicherungskosten, Kfz-Steuer)
- Werkstattkosten (Ölwechsel, Inspektionen, Verschleißreparaturen, Reparaturpauschale)
- Betriebskosten (Motoröl, AdBlue, Pflege)
- Kraftstoffkosten
- Wertverlust

Ein weiterer bedeutender Faktor ist die tatsächliche Laufleistung pro Jahr, da diese die Kosten pro Kilometer maßgeblich beeinflusst. Die Formel für die Berechnung der Gesamtkosten pro Kilometer lautet für diese Verkehrsmittel wie folgt:

- **Gesamtkosten (km) = Fixkosten (Monat) + Werkstattkosten (Monat) + Betriebskosten (Monat) + Wertverlust (Monat) / Laufleistung (Monat)**

Die Nutzenden erhalten unter Berücksichtigung der zurückgelegten Strecke und der Kraftstoffkosten schlussendlich das Ergebnis:

- **Ergebnis = Gesamtkosten (km) + Kraftstoffkosten x Strecke**

Beispielrechnung: Kompaktklasse – Benzin, Kraftstoffverbrauch 7l/100km, Kraftstoffpreis 2,1 €, Strecke: 8km

- **Gesamtkosten (km) = 100€ + 60€ + 26,5 € + 177 € / 15.000 = 0,24 €**
 - **Kraftstoffkosten (km) = (7/100 x 2,1 €) = 0,15 €**
 - **Gesamtkosten = (0,24 € + 0,15 €) x 8 = 3,12 €**

Für die jeweiligen Kosten werden die Durchschnittswerte für das gewählte Fahrzeugsegment und die Antriebsart genutzt. Der Wertverlust ergibt sich aus den Anschaffungskosten und dem Alter des Fahrzeugs. Dieser Wert wird im Anschluss mit der zurückgelegten Strecke und den Kraftstoffkosten verrechnet.

Bei anderen Verkehrsmitteln der Bahn, dem Reisebus, dem ÖPNV, Sharing-Diensten und dem Flugzeug werden durchschnittliche Werte für Fahrscheine und Tickets und die generelle Nutzung in Deutschland angenommen. Für diese Verkehrsmittel fallen nur Kosten in der direkten Nutzung an, deshalb müssen keine Anschaffungs-, oder Instandhaltungskosten berücksichtigt werden. Hierbei handelt es sich um eine näherungsweise Betrachtung, die selbstverständlich im individuellen Fall aufgrund der regionalen Preisstruktur teilweise stark abweicht.

Referenzwerte

Verkehrsmittel (Pkw)	Referenzwerte
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> Laufleistung: 15.000 km/Jahr, Besetzung: 1,4 Personen
Pkw - Benzin	
Kleinwagen	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 7 l/100 km, Gesamtkosten: 0,33 €/km
Kompaktklasse	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 7,1 l/100 km, Gesamtkosten: 0,38 €/km
SUV	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 8,3 l/100 km, Gesamtkosten: 0,47 €/km
Pkw - Diesel	
Kleinwagen	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 5 l/100 km, Gesamtkosten: 0,39 €/km
Kompaktklasse	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 5,9 l/100 km, Gesamtkosten: 0,39 €/km
SUV	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 7,2 l/100 km, Gesamtkosten: 0,55 €/km
Pkw – Erdgas/Biomethan	
Kleinwagen	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 4,3 kg/100 km, Gesamtkosten: 0,29 €/km
Kompaktklasse	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 4,7 kg/100 km, Gesamtkosten: 0,36 €/km
SUV	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 5,7 kg/100 km, Gesamtkosten: 0,28 €/km
Pkw – Elektro (BEV)	
Kleinwagen	<ul style="list-style-type: none"> Stromverbrauch: 19,4 kWh/100 km, Gesamtkosten: 0,34 €/km
Kompaktklasse	<ul style="list-style-type: none"> Stromverbrauch: 18,5 kWh /100 km, Gesamtkosten: 0,48 €/km
SUV	

	<ul style="list-style-type: none"> Stromverbrauch: 21 kWh /100 km, Gesamtkosten: 0,60 €/km
Pkw – Elektro (PHEV)	
Kleinwagen	<ul style="list-style-type: none"> -
Kompaktklasse	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 3,4 l + 11 kWh/100 km, Gesamtkosten: 0,44 €/km
SUV	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 5,5 l + 12,7 kWh/100 km, Gesamtkosten: 0,61 €/km
Pkw – Hybrid	
Kleinwagen	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 5,4 l/100 km, Gesamtkosten: 0,37 €/km
Kompaktklasse	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 5,5 l/100 km, Gesamtkosten: 0,39 €/km
SUV	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 6,7 l/100 km, Gesamtkosten: 0,41 €/km

Weitere Verkehrsmittel	Referenzwerte
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> Laufleistung abhängig vom Verkehrsmittel
Motorrad	
E-Motorrad	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 4 l/100 km, Gesamtkosten: 0,27 €/km, Laufleistung: 5.000 km Stromverbrauch: 7 kWh/100 km, Gesamtkosten: 0,36 €/km, Laufleistung: 5.000 km
Moped	
E-Moped	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 2 l/100 km, Gesamtkosten: 0,18 €/km, Laufleistung: 3.000 km Stromverbrauch: 4,5 kWh/100 km, Gesamtkosten: 0,17 €/km, Laufleistung: 3.000 km
Fahrrad	
E-Bike	<ul style="list-style-type: none"> Gesamtkosten: 0,11 €/km, Laufleistung: 3.000 km

	<ul style="list-style-type: none"> Stromverbrauch: 1,5 kWh/100 km, Gesamtkosten: 0,26 €/km, Laufleistung: 3.000 km
E-Scooter	<ul style="list-style-type: none"> Kraftstoffverbrauch: 2 kWh/100 km, Gesamtkosten: 0,09 €/km, Laufleistung: 1.000 km
Shared Mobility Carsharing (FF + SB) E-Carsharing (FF + SB) Bikesharing E-Bikesharing E-Scooter-Sharing E-Moped-Sharing Ridesharing/Ridepooling	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung der Referenzwerte der entsprechenden Verkehrsmittel durchschnittlichen Kosten pro Minute oder Kilometer
ÖPNV	<ul style="list-style-type: none"> Kosten ohne Monatskarte: 2,6 € Kosten mit Monatskarte: 1,5 €
Bahn	<ul style="list-style-type: none"> Kosten Fernverkehr pro Kilometer: 0,12 € Kosten Nahverkehr pro Kilometer: 0,21 €
Reisebus	<ul style="list-style-type: none"> Kosten pro Kilometer: 0,07 €
Flugzeug	<ul style="list-style-type: none"> Kosten pro Kilometer: 0,44 €
Taxi/ Fahrdienst	<ul style="list-style-type: none"> Kosten pro Kilometer: 1,75 €

CO₂-Emissionsfaktoren

Kraftstoff/ Energieträger	Spezifische CO ₂ -Emissionen
Benzin	<ul style="list-style-type: none"> 2,93 kg CO₂/l
Diesel	<ul style="list-style-type: none"> 3,29 kg CO₂/l
Erdgas	<ul style="list-style-type: none"> 3,13 kg CO₂/kg
Biomethan	<ul style="list-style-type: none"> 0,44 kg CO₂/kg
Strom (Strommix Dt.)	<ul style="list-style-type: none"> 0,40 kg CO₂/kWh
Ökostrom	<ul style="list-style-type: none"> 0,04 kg CO₂/kWh
Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> 13,13 kg CO₂/kg
Grüner Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> 1,14 kg CO₂/kg

Quellen

Kraftstoffverbrauch/ Stromverbrauch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deutsche Energie-Agentur ▪ HS Bochum ▪ Weiß et.al, 2015
Auslastung/Besetzungsgrad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umweltbundesamt (TREMODO 6.21)
Spezifischer Emissionsfaktor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ JEC 2020 ▪ JEC 2020b ▪ Umweltbundesamt (TREMODO 6.21) ▪ Weiß et al., 2015
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ADAC ▪ Deutsche Energie-Agentur ▪ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
Laufleistung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ADAC ▪ Deutsche Energie-Agentur