

Emissionsrechner: Dokumentation und Datengrundlage

Version 1.0 (Stand: 22. September 2025, verfasst von Conrad Kallabis)

1. Genutzte externe Ressourcen und Haftungsausschluss (disclaimer)

Der Emissionsrechner (CO₂e Rechner) verwendet externe APIs zur Bereitstellung von Routeninformation und für die Ortssuche.

Zur Suche nach Orten wird der API-Endpoint `/geocode/autocomplete` von openrouteservice.org verwendet. Die Nutzung des Endpoints erfolgt mit einem begrenzten Kontingent, weshalb Suchvervollständigungen erst nach einer gewissen Verzögerung bereitgestellt werden, die von der Anzahl der aktuellen Nutzenden und dem verbleibenden Kontingent (wird täglich zurückgesetzt) abhängig ist. Bei einer geringen Zahl von Nutzenden und hohem verbleibendem Kontingent liegt die Wartezeit bei etwa einer Sekunde, im Fall mehrerer (z.B. 20) gleichzeitig Nutzenden kann die Wartezeit entsprechend höher ausfallen (10 – 20 Sekunden).

Eine Alternative zur Angabe von und Suche nach Start- und Endpunkt ist die direkte Angabe der Distanz in km. In diesem Fall werden aus auf dem Server gespeicherten Emissions-Daten typische Emissionswerte (g CO₂e/km) für die angegebene Distanz ausgewählt (bei KFZ unter Berücksichtigung der gemachten Einstellungen) und für die Berechnung verwendet.

Routen für KFZ und Fahrrad / E-Bike werden über die API-Endpoints `/v2/directions/driving-car` bzw. `/v2/directions/cycling-regular` von openrouteservice.org angefragt.

Routen für öffentliche Verkehrsmittel werden von der [DB Vendo API](#) (v6.8.2) angefragt. Die Nutzung dieser API unterliegt der [ISC-Lizenz](#). Dieser Dienst ermittelt präzise Routen mit öffentlichen Verkehrsmitteln in Deutschland. Routensuche in anderen europäischen Ländern wird von der API mit variablem Umfang unterstützt (in einigen Ländern werden ebenso detaillierte Routen ermittelt wie in Deutschland, während in anderen Ländern nur Fernzug-Verbindungen und Bahnhöfe mit Fernverkehrs-Anschluss gefunden werden).

Wird für einen gegebenen Start- oder Zielort kein naheliegender Bahnhof bzw. Haltestelle gefunden, so wird der naheliegendste Bahnhof bzw. Haltestelle ausgewählt und die Emissionen für die verbleibende Strecke auf Basis von gespeicherten Verbindungen geschätzt.

Haftungsausschluss:

Die Daten, die zur Berechnung von Emissionswerten verwendet werden, basieren auf komplexen Annahmen zu den jeweiligen Verkehrsmitteln und deren Nutzung (z.B. mittlere Auslastung). Diese Annahmen unterliegen zeitlichen Veränderungen. Darüber hinaus wird kein Anspruch darauf erhoben, eine „absolut korrekte“ und einheitliche Berechnungsmethodik zu verwenden, damit gibt es auch keinen Anspruch auf die „Korrektheit“ der Ergebnisse. Andere Werkzeuge können möglicherweise andere Ergebnisse liefern und interessierte Nutzende sind dazu angehalten, sich auch mithilfe vergleichbarer anderer Werkzeuge zu informieren.

Kontaktinformationen:

Sollten Sie konkrete Fragen zur Berechnungsmethodik oder zur Datenauswahl haben, die über die hier dargestellten Informationen hinausgehen, senden Sie eine E-Mail an nachhaltigkeit@th-wildau.de.

Emissionsrechner: Dokumentation und Datengrundlage

Version 1.0 (Stand: 22. September 2025, verfasst von Conrad Kallabis)

Berechnungsgrundlage und -verfahren für Fahrrad, E-Bike und KFZ

Emissionskalkulation für eine Reise mit Angabe von Start- und Zielort:

Die von der Ortssuche ermittelten Koordinaten werden für die Anfrage von KFZ- und Fahrrad-Routen (zwei separate Anfragen via openrouteservice, s. Abschnitt 1) verwendet. Die zurückgegebenen Routeninformationen umfassen verschiedene Straßen- bzw. Wegetypen und die jeweils auf diesem Untergrund zurückgelegte Strecke. Höhenunterschiede werden aktuell nicht für die Berechnung berücksichtigt.

Insgesamt erfolgt die Berechnung für KFZ, Fahrrad und E-Bike gemäß der folgenden Formel:

$$Em_{total} = Em_{Herstellung} \cdot \frac{D_{Strecke}}{D_{Gesamt}} + \sum_i D_i \cdot f \cdot V \cdot m_i + D_{Fähre} \cdot f_{Fähre}$$

Dabei ist $Em_{Herstellung}$ die Emissionsmenge, die bei der Herstellung des Fahrzeuges anfällt, $D_{Strecke}$ die Summe der Strecken entlang aller Wegtypen exkl. Fährfahrten und D_{Gesamt} die angegebene Laufleistung des Fahrzeuges. D_i ist die zurückgelegte Strecke entlang Streckentyp i . f und V ist der Emissionsfaktor für die gewählte Antriebsart bzw. der angegebene Durchschnittsverbrauch, welcher von den Benutzenden angegeben wird. m_i ist ein Umrechnungsfaktor zwischen Verbrauchswerten auf verschiedenen Streckentypen, der per einfacher Linearregression aus Daten geschätzt wurden, die unter [1] bereitgestellt wurden. Werte und Quellen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Zur Berechnung von Emissionen für Fahrten mit KFZ, Fahrrad und E-Bike verwendete Werte

Umrechnungsfaktoren für Streckentypen		
Streckentyp i	m_i [-]	Quelle
Autobahn, Schnellstraße	1,17	[1] (Datenanalyse)
Landstraße	0,9	[1] (Datenanalyse)
Straße (innerorts)	1,58	[1] (Datenanalyse)
Unbefestigte Straße	1,35	[1] (Datenanalyse)
Unbekannter Wegetyp	1	–

Andere Werte			
Größe	Fahrzeug	Wert	Quelle
$Em_{Herstellung}$	KFZ (alle Größen u. Antriebsarten)	5.600 kg CO ₂ e	[2]
	Fahrrad	150 kg CO ₂ e	[3]
	E-Bike	250 kg CO ₂ e	[4]
$f_{Fähre}$	KFZ (alle Größen u. Antriebsarten)	129 g CO ₂ e / Pkm	[5]
$f_{Fähre}$	Fahrrad und E-Bike	19 g CO ₂ e / Pkm	[5]

Legende:

- CO₂e = Kohlendioxid-Äquivalente. Sie inkludieren nicht nur CO₂ Werte, sondern die Werte von allen klimarelevanten Gasen, wie u.a. Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), etc.
- Pkm = Personenkilometer

Emissionsrechner: Dokumentation und Datengrundlage

Version 1.0 (Stand: 22. September 2025, verfasst von Conrad Kallabis)

Emissionskalkulation für eine Reisedistanz (in km) ohne Ortsangabe:

Bei Benutzung des Emissionsrechners (CO₂e-Rechners) mit vorgegebenem Start- und Endpunkt werden Emissionswerte ermittelt, aus denen typische Verbrauchswerte (in g CO₂e / Pkm) für die jeweilige Streckenlänge berechnet werden. Diese Werte werden auf dem Server in Form eines sich bei jeder Benutzung aktualisierten Durchschnittswerts gespeichert, für eine vorgegebene Menge von Reisedistanzen. Für die Schätzung der Emissionen bei vorgegebener Distanz werden diese Werte zur Berechnung verwendet.

Weitere Werte und Annahmen:

Als Emissionsfaktoren für Benzin und Diesel werden 2,32kg CO₂e / Liter (L) bzw. 2,63kg CO₂e / L verwendet [12]. Als Laufleistung von Fahrrädern und E-Bikes werden jeweils 10.000 km angenommen (eigene Annahme). Als Verbrauch von E-Bikes werden 0,6kWh / 100km angenommen [13]. Bei Fahrradfahrten wird der Streckentyp nicht berücksichtigt.

3. Berechnung für öffentliche Verkehrsmittel

Emissionskalkulation für eine Reise mit Angabe von Start- und Zielort:

Nachdem Nutzenden eine Anfrage an den CO₂e-Rechner gestellt haben, werden jeweils die Stationen für öffentliche Verkehrsmittel gesucht, die möglichst nahe an den angegebenen Start- und Endpunkten liegen. Im Anschluss wird eine Verbindung ermittelt. Die Abfahrtszeit ist jeweils der nächste Montag um 7:00 Uhr (sollte dieser Zeitpunkt auf einen Feiertag fallen, kann dies die Ausgabe der Daten entsprechend beeinflussen). Die gefundene Verbindung umfasst die mit verschiedenen Verkehrsmitteln zurückgelegten Strecken. Für die jeweiligen Verkehrsmittel sind auf dem Server Emissionsfaktoren (angegeben in g CO₂e / Pkm) hinterlegt. Tabelle 2 zeigt Daten, die zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Dokumentation verwendet wurden. Es ist zu beachten, dass dieser Datensatz in Zukunft erweitert und angepasst werden kann.

Tabelle 2: Zur Berechnung von Emissionen bei Verbindungen öffentlicher Verkehrsmittel benutzte Werte

Modus	Produktbeispiel	Wert [g CO ₂ e / Pkm]	Quelle
Fußgänger-Fähre	Fähre	19	[5]
Bus	Stadtbus, Linienbus	92	[6]
Zug	Nahverkehrszug	49	[6]
Zug	Stadtbahn (z.B. S-Bahn)	24,8	[9]
Zug	Regionalzug	49	[6]
Zug	Tram, Straßenbahn	28,6	[7]
Zug	TGV, ICE	26	[6]
Zug	U-Bahn	63	[8]

Emissionskalkulation für eine Reisedistanz (in km) ohne Ortsangabe:

Analog zum Verfahren bei KFZ- und Fahrrad bzw. E-Bike-Fahrten wird auf dem Server ein Durchschnittswert für Emissionen pro Personenkilometer für bestimmte Distanzen hinterlegt, der für die Berechnung der Emissionswerte bei der gegebenen Distanz verwendet wird.

Emissionsrechner: Dokumentation und Datengrundlage

Version 1.0 (Stand: 22. September 2025, verfasst von Conrad Kallabis)

4. Berechnung für Flugreisen

Emissionskalkulation für eine Reise mit Angabe von Start- und Zielort:

Auf dem Server sind 532 europäische Flughäfen mit Koordinaten hinterlegt. Zu dem vorgegebenen Start- und Endpunkt wird jeweils der nächste Flughafen ermittelt und ein Direktflug zwischen diesen Flughäfen angenommen (kürzeste Distanz entlang der Geodäte). Die Fahrt zum Flughafen mit Auto oder öffentlichen Verkehrsmitteln wird noch nicht in die Berechnung miteinbezogen. In Zukunft wird das angepasst werden.

Gut zu wissen: die Emissionsmenge ist bei kurzen Flügen höher als bei längeren Flügen, die durchschnittliche Geschwindigkeit geringer. Als Datengrundlage für den Verbrauch in Abhängigkeit zur Distanz wurden Daten verwendet, die von [10] bereitgestellt worden. Diese Werte wurden um nicht-CO₂-Effekte korrigiert, die durch das Fliegen in großer Höhe erzeugt werden und etwa 90% der CO₂-Emissionen, die durch Kraftstoffverbrauch entstehen, entsprechen [11].

Emissionskalkulation für eine Reisedistanz (in km) ohne Ortsangabe:

Bei vorgegebener Distanz wird die Suche nach existierenden Flughäfen übersprungen und stattdessen die angegebene Distanz verwendet. Die restliche Berechnungsmethodik ist identisch.

Quellen:

- [1] <https://www.dat.de/co2/> (abgerufen am 31.03.2025)
- [2] <https://www.autoexpress.co.uk/sustainability/358628/car-pollution-production-disposal-what-impact-do-our-cars-have-planet> (abgerufen am 28.03.2025)
- [3] <https://liny-bikes.de/wie-gruen-ist-ein-fahrrad-denn-jetzt-wirklich> (abgerufen am 28.03.2025)
- [4] Bortoli (2021). <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102743>
- [5] <https://ferrygogo.co.uk/ferry-carbon-footprint/> (abgerufen am 29.03.2025)
- [6] TREMOD 6.61c (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/emissionsdaten>) (abgerufen am 20.09.2025)
- [7] <https://www.climatiq.io/data/emission-factor/d79fe7ad-1421-4e93-acaf-ad3b981b43a8> (abgerufen am 20.09.2025)
- [8] <https://www.navit.com/ressourcen/bus-bahn-auto-e-scooter-wie-viel-co2-stossen-verkehrsmittel-aus> (abgerufen am 20.09.2025)
- [9] Radziszewska-Wolinska, Lyszcz (2024). *Carbon Footprint in Rail Transport*. https://problemykolejnictwa.pl/images/PDF/202_5E.pdf.
- [10] <https://www.carbonpirates.com/transport/carbon-calculation-flying/> (abgerufen am 05.04.2025)
- [11] BEIS/Defra Greenhouse Gas Conversion Factors 2019
- [12] https://www.naturefund.de/wissen/co2_rechner/daten (abgerufen am 20.09.2025)
- [13] <https://myvelo.de/blogs/e-bike-blog/e-bike-stromkosten-rechner> (abgerufen am 20.09.2025)