

Lkw-Beratungstool „My eRoads“

Berechnungsmethoden und Datengrundlagen

Stand: November 2023

Datenbanken der Fahrzeuge, Aufbauten und Ladeinfrastruktur

| Parameter Fahrzeug |
|-------------------------------|
| Hersteller |
| Modell |
| Größenklasse |
| EG-Fahrzeugklasse |
| Technologie |
| Radformel [Zahl x Zahl] |
| Marktstart [Jahr] |
| Leistung Antrieb [kW] |
| Akkukapazität [kWh] |
| Nutzlast [t] |
| Zulässiges Gesamtgewicht [t] |
| Maximale Ladeleistung [kW] |
| Wasserstoffspeicher [kg] |
| Leistung Brennstoffzelle [kW] |
| Maut [€/km] |
| Kfz-Steuer [€/Jahr] |
| Link zum Hersteller |

| Parameter Aufbauten |
|--------------------------|
| Aufbautyp |
| Geeignete Größenklasse |
| Preis [€] |
| Leistungsbedarf PTO [kW] |
| Nutzungszeit PTO [%] |
| Leergewicht [t] |

| Parameter Ladeinfrastruktur |
|-----------------------------|
| Hersteller |
| Modell |
| Ladeart |
| Marktverfügbarkeit [Jahr] |
| Max. Ladeleistung [kW] |
| Preis [€] |
| Anzahl Ladepunkte [Zahl] |
| Link zum Hersteller |

Die Datenbanken der Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur können auf der Startseite des Tools direkt eingesehen werden.

Datenquellen:

- Direkte Bereitstellung durch Hersteller
- Herstellerwebsites
- Ankündigungen (z.B. Messen, Newsletter)
- Öffentliche Quellen (Bundesamt für Güterverkehr, Finanzministerium)

Abgeleitete Größen

Zusätzlich zu den fixen Parametern werden für die Berechnungen im Tool weitere Parameter abhängig von z.B. Antriebstechnologie und Fahrzeugklasse berechnet:

| Modellierte Parameter Fahrzeuge | Datengrundlage |
|------------------------------------|---|
| Versicherung [€/a] | Fachzeitschriften (z.B. lastauto omnibus) |
| Harnstoffverbrauch [l/l Diesel] | |
| Schmierstoffkosten [€/km] | |
| Verschleißkosten [€/km] | |
| Reifenkosten [€/km] | |
| Inspektionskosten [€/a] | |
| Fahrzeugpreis [€] | Studien zu Technologiekosten – Details siehe F. 4 |
| Verbrauchsmatrix | Fahrdynamische Simulationen – Details siehe F. 5 |
| Treibhausgasemissionen Herstellung | Ökobilanzmodell „eLCAr“ – Details siehe F. 6 |

Modellierung der Fahrzeugpreise

Datenquellen:

- Preise Dieselneufahrzeuge: Schwacke-Liste
- Kostenzerlegung Dieselfahrzeug und Ableitung BEV-/FCEV-Komponenten: Aktuelle Studien
- Akkupreise: Aktuelle Studien**
- Preisaufschlag für geringes Produktionsvolumen
- Kostendegression durch Lernkurven und Skaleneffekte

Fahrzeugpreis [€]

Fahrzeugpreis Grundfahrzeug
exkl. Akku [€]

Leistungsspezifischer
Preisauflschlag [€/kW]

Preisauflschlag
Achskonfiguration [€/kW]

Akkupreis [€/kWh]

=

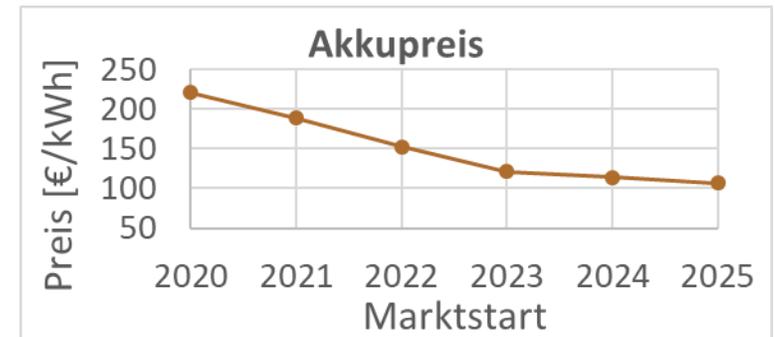
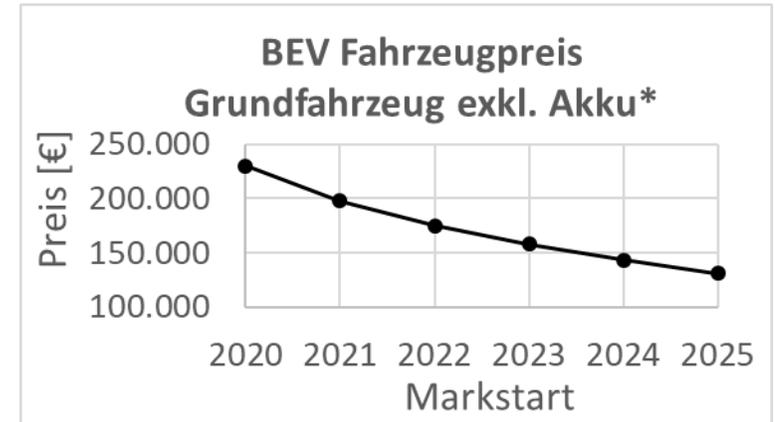
+

+

+

+

Generisch modellierter Preis je Fahrzeugmodell (im Tool anpassbar)



* Beispieldarstellung: Größenklasse = Sattelzug

** z.B. Phadke et al. 2021 - Why Regional and Long-Haul Trucks are Primed for Electrification Now

Grundpreise für alle Fahrzeugklassen und spezifische Aufschläge

Batterieelektrische Fahrzeuge (BEV)

| Fzg-Preis [€] | 3,5-<7,5t | | 7,5-<12t | | 12-<18t | | 18-26t | | >26t | | Leistungsspezifischer Preisaufschlag [€/kW] | | | | | Batterie [€/kWh] |
|---------------|-----------|---|----------|---|---------|---|--------|---|---------|---|---|----------|---------|--------|------|------------------|
| | ICEV | BEV (exkl. Akku, mit Standard- Motorleistung) | ICEV | BEV (exkl. Akku, mit Standard- Motorleistung) | ICEV | BEV (exkl. Akku, mit Standard- Motorleistung) | ICEV | BEV (exkl. Akku, mit Standard- Motorleistung) | ICEV | BEV (exkl. Akku, mit Standard- Motorleistung) | 3,5-<7,5t | 7,5-<12t | 12-<18t | 18-26t | >26t | |
| | | Jahr | | Motorleistung) | | Motorleistung) | | Motorleistung) | | Motorleistung) | | | | | | |
| 2014 | 44.697 | 93.100 | 58.606 | 179.700 | 69.189 | 278.000 | 94.092 | 379.200 | 107.682 | 508.300 | 254 | 345 | 374 | 398 | 498 | 793 |
| 2015 | 44.697 | 84.100 | 58.606 | 156.100 | 69.189 | 239.900 | 94.092 | 326.700 | 107.682 | 435.400 | 223 | 294 | 316 | 336 | 419 | 667 |
| 2016 | 44.697 | 79.600 | 58.606 | 142.600 | 69.189 | 215.300 | 94.092 | 289.700 | 107.682 | 375.600 | 208 | 263 | 279 | 293 | 355 | 552 |
| 2017 | 44.697 | 75.200 | 58.606 | 135.100 | 69.189 | 205.300 | 94.092 | 278.400 | 107.682 | 366.600 | 194 | 246 | 264 | 279 | 345 | 454 |
| 2018 | 44.697 | 61.600 | 58.606 | 108.500 | 69.189 | 165.800 | 94.092 | 229.500 | 107.682 | 315.600 | 146 | 186 | 205 | 222 | 291 | 327 |
| 2019 | 44.697 | 52.700 | 58.606 | 92.900 | 69.189 | 142.500 | 94.092 | 201.000 | 107.682 | 296.000 | 115 | 152 | 170 | 189 | 269 | 258 |
| 2020 | 44.697 | 48.900 | 58.606 | 85.700 | 69.189 | 127.400 | 94.092 | 174.200 | 107.682 | 230.300 | 102 | 136 | 147 | 157 | 199 | 220 |
| 2021 | 44.697 | 46.600 | 58.606 | 80.600 | 69.189 | 116.700 | 94.092 | 156.400 | 107.682 | 197.700 | 95 | 124 | 131 | 136 | 163 | 188 |
| 2022 | 44.697 | 45.000 | 58.606 | 75.300 | 69.189 | 106.900 | 94.092 | 141.700 | 107.682 | 175.200 | 89 | 112 | 116 | 119 | 139 | 153 |
| 2023 | 44.697 | 43.100 | 58.606 | 70.100 | 69.189 | 98.000 | 94.092 | 129.100 | 107.682 | 157.800 | 82 | 101 | 103 | 105 | 120 | 121 |
| 2024 | 44.697 | 41.200 | 58.606 | 65.200 | 69.189 | 90.000 | 94.092 | 118.300 | 107.682 | 143.400 | 76 | 90 | 91 | 92 | 105 | 114 |
| 2025 | 44.697 | 39.200 | 58.606 | 60.700 | 69.189 | 82.900 | 94.092 | 108.900 | 107.682 | 131.300 | 69 | 79 | 80 | 81 | 92 | 107 |
| 2026 | 44.697 | 37.300 | 58.606 | 56.600 | 69.189 | 76.700 | 94.092 | 100.700 | 107.682 | 120.900 | 62 | 70 | 71 | 71 | 81 | 99 |
| 2027 | 44.697 | 36.100 | 58.606 | 53.000 | 69.189 | 71.200 | 94.092 | 93.500 | 107.682 | 111.900 | 60 | 63 | 63 | 63 | 71 | 95 |
| 2028 | 44.697 | 35.100 | 58.606 | 50.500 | 69.189 | 67.500 | 94.092 | 88.500 | 107.682 | 104.100 | 58 | 60 | 60 | 60 | 62 | 91 |
| 2029 | 44.697 | 34.200 | 58.606 | 48.300 | 69.189 | 64.200 | 94.092 | 84.100 | 107.682 | 98.500 | 57 | 57 | 56 | 56 | 59 | 87 |
| 2030 | 44.697 | 33.400 | 58.606 | 46.400 | 69.189 | 61.200 | 94.092 | 80.100 | 107.682 | 93.500 | 54 | 55 | 53 | 53 | 55 | 83 |

Grundpreise für alle Fahrzeugklassen und spezifische Aufschläge

Wasserstoff-Brennstoffzellen Fahrzeuge (FCEV)

| Fzg-Preis [€] | 3,5-<7,5t | | 7,5-<12t | | 12-<18t | | 18-26t | | >26t | | Leistungsspezifischer Preisaufschlag [€/kW] | | | | | Brennstoffzelle (BZ) [€/kW] | | | | | Batterie [€/kWh] | Tank [€/kg_H2] |
|---------------|-----------|-----------------------------------|----------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|--|--------------|-------------|------------|------|-----------------------------|--------------|-------------|------------|------|------------------|----------------|
| | ICEV | FCEV (Standard- ausführung) | ICEV | FCEV (Standard- ausführung) | ICEV | FCEV (Standard- ausführung) | ICEV | FCEV (Standard- ausführung) | ICEV | FCEV (Standard- ausführung) | 3,5- <7,5t | 7,5- <12t | 12- <18t | 18- 26t | >26t | 3,5- <7,5t | 7,5- <12t | 12- <18t | 18- 26t | >26t | | |
| 2020 | 44.697 | 79.579 | 58.606 | 132.653 | 69.189 | 183.991 | 94.092 | 254.999 | 107.682 | 372.101 | 102 | 136 | 147 | 157 | 199 | 181 | 245 | 245 | 245 | 267 | 220 | 569 |
| 2021 | 44.697 | 75.633 | 58.606 | 126.298 | 69.189 | 174.669 | 94.092 | 242.382 | 107.682 | 355.798 | 95 | 124 | 131 | 136 | 163 | 181 | 245 | 245 | 245 | 267 | 188 | 550 |
| 2022 | 44.697 | 72.232 | 58.606 | 120.978 | 69.189 | 166.963 | 94.092 | 231.654 | 107.682 | 338.444 | 89 | 112 | 116 | 119 | 139 | 181 | 245 | 245 | 245 | 266 | 153 | 531 |
| 2023 | 44.697 | 69.310 | 58.606 | 116.648 | 69.189 | 160.570 | 94.092 | 222.170 | 107.682 | 319.182 | 82 | 101 | 103 | 105 | 120 | 181 | 245 | 245 | 245 | 264 | 121 | 512 |
| 2024 | 44.697 | 67.850 | 58.606 | 113.952 | 69.189 | 155.948 | 94.092 | 214.631 | 107.682 | 300.655 | 76 | 90 | 91 | 92 | 105 | 181 | 245 | 245 | 245 | 262 | 114 | 493 |
| 2025 | 44.697 | 66.391 | 58.606 | 111.455 | 69.189 | 151.627 | 94.092 | 206.993 | 107.682 | 283.829 | 69 | 79 | 80 | 81 | 92 | 181 | 245 | 245 | 245 | 268 | 107 | 475 |
| 2026 | 44.697 | 65.183 | 58.606 | 108.157 | 69.189 | 146.001 | 94.092 | 197.530 | 107.682 | 262.721 | 62 | 70 | 71 | 71 | 81 | 181 | 235 | 235 | 235 | 251 | 99 | 460 |
| 2027 | 44.697 | 64.307 | 58.606 | 103.600 | 69.189 | 138.433 | 94.092 | 186.046 | 107.682 | 241.729 | 60 | 63 | 63 | 63 | 71 | 181 | 216 | 216 | 216 | 227 | 95 | 445 |
| 2028 | 44.697 | 62.231 | 58.606 | 97.843 | 69.189 | 129.464 | 94.092 | 173.062 | 107.682 | 221.937 | 58 | 60 | 60 | 60 | 62 | 171 | 192 | 192 | 192 | 203 | 91 | 431 |
| 2029 | 44.697 | 59.477 | 58.606 | 93.809 | 69.189 | 122.822 | 94.092 | 163.407 | 107.682 | 205.880 | 57 | 57 | 56 | 56 | 59 | 155 | 188 | 188 | 188 | 190 | 87 | 416 |
| 2030 | 44.697 | 56.524 | 58.606 | 89.376 | 69.189 | 115.780 | 94.092 | 153.653 | 107.682 | 192.724 | 54 | 55 | 53 | 53 | 55 | 139 | 181 | 181 | 181 | 185 | 83 | 401 |

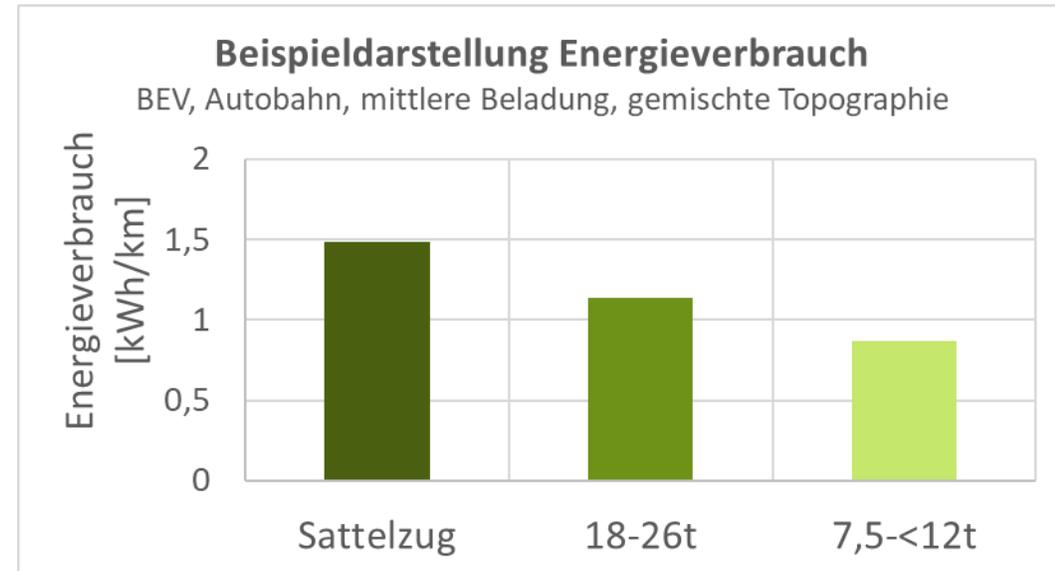
Modellierung des Energieverbrauchs

Datenquellen:

- Mittlere Dieserverbräuche je Größenklasse in Deutschland aus TREMOD¹
- BEV-/FCEV-Verbräuche abgeleitet aus VEHMOD-Simulationen²
- Lastabhängiger Verbrauchseinfluss abgeleitet aus HBEFA³
- Jährliche Effizienzverbesserungen abgeleitet aus TREMOD¹ (Diesel) und VEHMOD² (BEV, FCEV)

Verbrauchsmatrix in Abhängigkeit von:

| |
|------------------------------|
| Technologie |
| Fahrzeugmodell |
| Aufbaugewicht + Beladung [t] |
| Topographie |
| Straßentyp |



¹ <https://www.ifeu.de/methoden-tools/modelle/tremod/>

² <https://www.ifeu.de/methoden-tools/modelle/vehmod/>

³ <https://www.hbefa.net/e/index.html>

Beispieldarstellung der Verbrauchsmatrix

Sattelzugmaschine Diesel (links) und BEV (rechts)

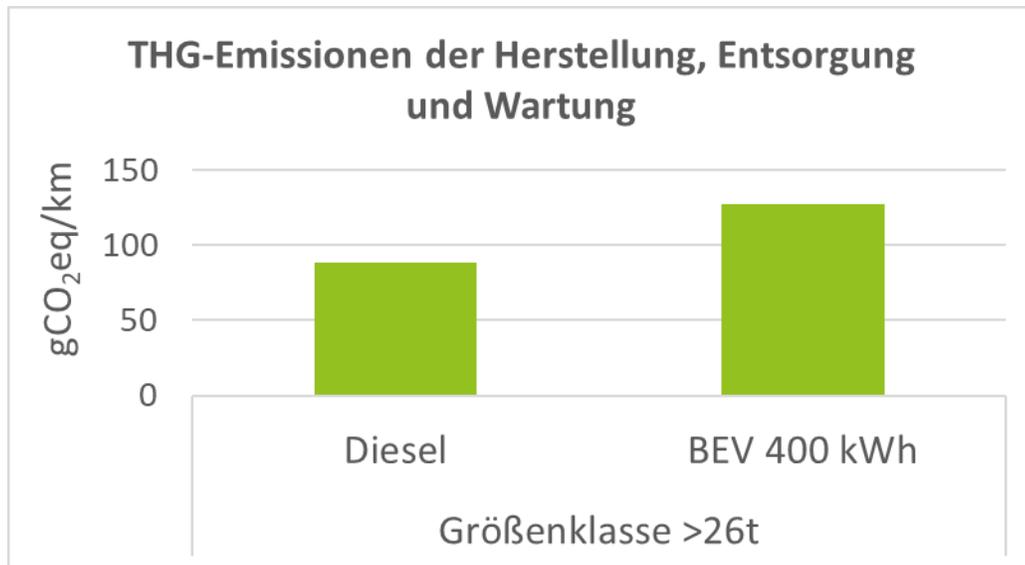
| Fahrzeugmodell | Topographie | Aufbaugewicht+Beladung [t] | Straßentyp | Technologie | Verbrauch [MJ/km] |
|----------------|-------------|----------------------------|------------|-------------|-------------------|
| Referenz40 | Gemischt | 0 | AB | Diesel | 8,36 |
| Referenz40 | Flach | 0 | AB | Diesel | 8,02 |
| Referenz40 | Bergig | 0 | AB | Diesel | 9,19 |
| Referenz40 | Gemischt | 0 | AO | Diesel | 7,97 |
| Referenz40 | Flach | 0 | AO | Diesel | 7,65 |
| Referenz40 | Bergig | 0 | AO | Diesel | 8,76 |
| Referenz40 | Gemischt | 0 | IO | Diesel | 10,86 |
| Referenz40 | Flach | 0 | IO | Diesel | 10,42 |
| Referenz40 | Bergig | 0 | IO | Diesel | 11,94 |
| Referenz40 | Gemischt | 1 | AB | Diesel | 8,57 |
| Referenz40 | Flach | 1 | AB | Diesel | 8,23 |
| Referenz40 | Bergig | 1 | AB | Diesel | 9,43 |
| Referenz40 | Gemischt | 1 | AO | Diesel | 8,22 |
| Referenz40 | Flach | 1 | AO | Diesel | 7,89 |
| Referenz40 | Bergig | 1 | AO | Diesel | 9,04 |
| Referenz40 | Gemischt | 1 | IO | Diesel | 11,27 |
| Referenz40 | Flach | 1 | IO | Diesel | 10,82 |
| Referenz40 | Bergig | 1 | IO | Diesel | 12,39 |
| Referenz40 | Gemischt | 2 | AB | Diesel | 8,79 |
| Referenz40 | Flach | 2 | AB | Diesel | 8,44 |
| Referenz40 | Bergig | 2 | AB | Diesel | 9,67 |
| Referenz40 | Gemischt | 2 | AO | Diesel | 8,48 |
| Referenz40 | Flach | 2 | AO | Diesel | 8,14 |
| Referenz40 | Bergig | 2 | AO | Diesel | 9,32 |
| Referenz40 | Gemischt | 2 | IO | Diesel | 11,68 |
| Referenz40 | Flach | 2 | IO | Diesel | 11,21 |
| Referenz40 | Bergig | 2 | IO | Diesel | 12,85 |

| Fahrzeugmodell | Topographie | Aufbaugewicht+Beladung [t] | Straßentyp | Technologie | Verbrauch [MJ/km] |
|-----------------|-------------|----------------------------|------------|-------------|-------------------|
| FH Electric SZM | Gemischt | 0 | AB | BEV | 4,43 |
| FH Electric SZM | Flach | 0 | AB | BEV | 4,39 |
| FH Electric SZM | Bergig | 0 | AB | BEV | 4,51 |
| FH Electric SZM | Gemischt | 1 | AB | BEV | 4,49 |
| FH Electric SZM | Flach | 1 | AB | BEV | 4,45 |
| FH Electric SZM | Bergig | 1 | AB | BEV | 4,57 |
| FH Electric SZM | Gemischt | 2 | AB | BEV | 4,55 |
| FH Electric SZM | Flach | 2 | AB | BEV | 4,51 |
| FH Electric SZM | Bergig | 2 | AB | BEV | 4,63 |
| FH Electric SZM | Gemischt | 0 | AO | BEV | 3,61 |
| FH Electric SZM | Flach | 0 | AO | BEV | 3,58 |
| FH Electric SZM | Bergig | 0 | AO | BEV | 3,68 |
| FH Electric SZM | Gemischt | 1 | AO | BEV | 3,69 |
| FH Electric SZM | Flach | 1 | AO | BEV | 3,66 |
| FH Electric SZM | Bergig | 1 | AO | BEV | 3,75 |
| FH Electric SZM | Gemischt | 2 | AO | BEV | 3,76 |
| FH Electric SZM | Flach | 2 | AO | BEV | 3,73 |
| FH Electric SZM | Bergig | 2 | AO | BEV | 3,83 |
| FH Electric SZM | Gemischt | 0 | IO | BEV | 4,02 |
| FH Electric SZM | Flach | 0 | IO | BEV | 3,99 |
| FH Electric SZM | Bergig | 0 | IO | BEV | 4,09 |
| FH Electric SZM | Gemischt | 1 | IO | BEV | 4,15 |
| FH Electric SZM | Flach | 1 | IO | BEV | 4,12 |
| FH Electric SZM | Bergig | 1 | IO | BEV | 4,23 |
| FH Electric SZM | Gemischt | 2 | IO | BEV | 4,28 |
| FH Electric SZM | Flach | 2 | IO | BEV | 4,25 |
| FH Electric SZM | Bergig | 2 | IO | BEV | 4,36 |

Basisdaten zur Berechnung der Treibhausgasemissionen (THG) Fahrzeugherstellung und -entsorgung

Datenquellen:

- Emissionen aus Fahrzeugherstellung und -entsorgung: Bottom-up-Berechnung basierend auf LCA-Datenbank Ecoinvent* und weiteren Studien**
- Lebensfahrleistung: TREMOD



THG Herstellung + Entsorgung
Fahrzeug
[kg CO₂eq/Fahrzeug]



THG Fahrzeugwartung
[kg CO₂eq/Fahrzeug]



THG Herstellung + Entsorgung
Akku
[kg CO₂eq/kWh]



Lebensfahrleistung
[km/Fahrzeug]



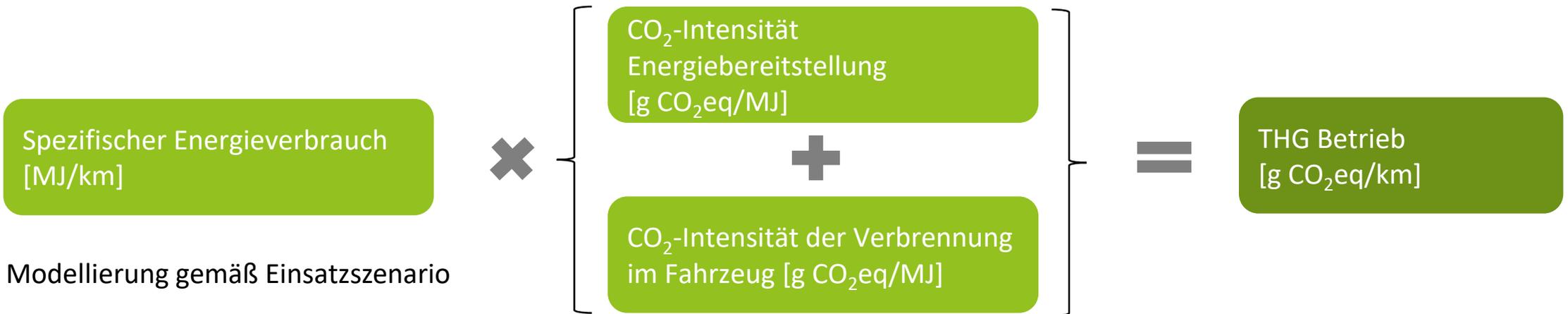
THG Fahrzeug Herstellung,
Entsorgung, Wartung
[g CO₂eq/km]



* <https://ecoinvent.org/>

** z.B. <https://www.fvv-net.de/medien/presse/detail/pkw-bestand-entscheidet-ueber-das-erreichen-der-klimaziele-fvv-veroeffentlicht-sechs-thesen-zur-klim/>

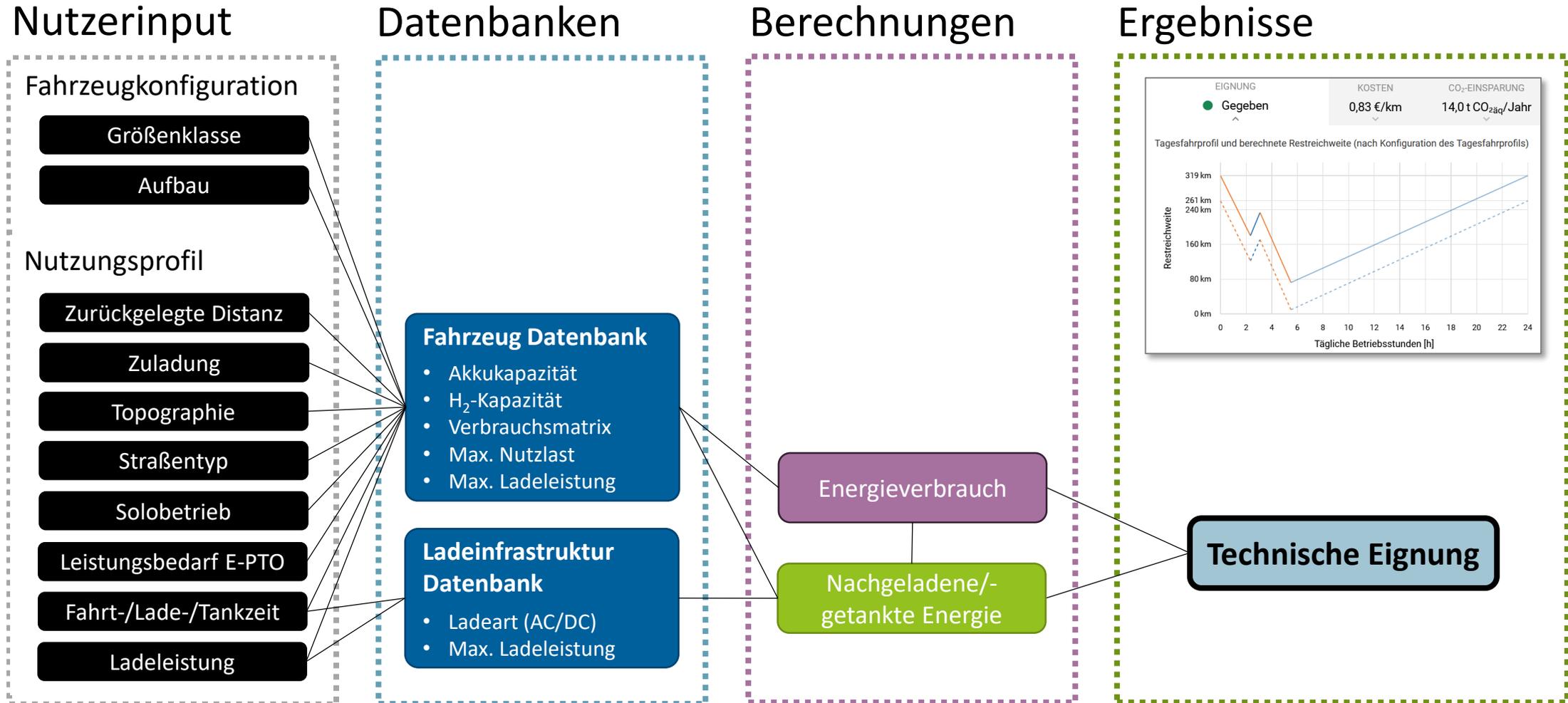
Basisdaten zur Berechnung der Treibhausgasemissionen (THG) Fahrzeugbetrieb und Energiebereitstellung



| Szenario | Systemgrenze | Diesel | Strom | Wasserstoff | Quelle |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------|
| Versorgungsmix heute | Energiebereitstellung | 14 gCO ₂ eq/MJ | 485 gCO ₂ eq/kWh | 305,5 gCO ₂ eq/kWh | HBEFA 4.2 |
| | Verbrennung | 74 gCO ₂ eq/MJ | - | - | |
| 100 % Erneuerbare Energien | Energiebereitstellung | 14 gCO ₂ eq/MJ | 49,5 gCO ₂ eq/kWh | 91,7 gCO ₂ eq/kWh | |
| | Verbrennung | 74 gCO ₂ eq/MJ | - | - | |

Vorgehen zur Ermittlung der technischen Eignung

Schematische Darstellung



Vorgehen zur Ermittlung der Vollkosten

Schematische Darstellung

Nutzerinput

Förderprogramme

- Unternehmensart
- Unternehmensgröße
- Fördergebiet

Fahrzeugkonfiguration

- Anschaffungszeitpunkt
- Art der Beschaffung
- Haltedauer
- Größenklasse
- Aufbau

Nutzungsprofil

- Zurückgelegte Distanz
- Zuladung
- Topographie
- Straßentyp
- Solobetrieb
- Leistungsbedarf E-PTO
- Fahrt-/Lade-/Tankzeit
- Ladeleistung

Datenbanken

Förderdatenbank

- Laufzeit
- Fördergebiet
- Art der Beschaffung
- Förderberechtigter
- Technologie
- Größen-/EG-Klasse
- Min. Haltedauer
- Ladeleistung
- Förderhöhe

Fahrzeug Datenbank

- Marktstart
- Fahrzeugpreis
- Aufbaupreis
- Fixkosten
- Variable Kosten
- Energieverbrauch

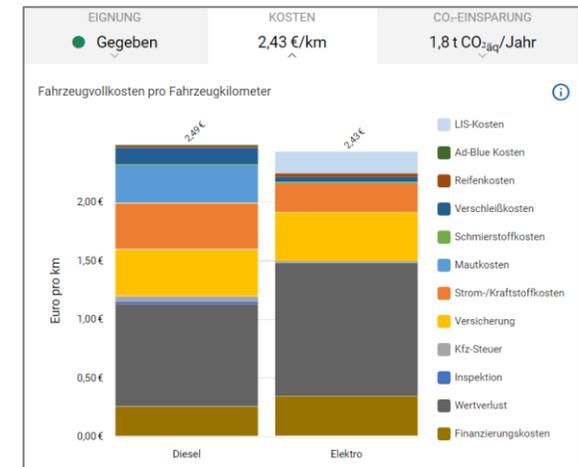
Ladeinfrastruktur Datenbank

- Marktstart
- Ladesäulenpreis

Berechnungen

- Finanzierungskosten
- Wertverlust
- Inspektion
- Kfz-Steuer
- Versicherung
- Energiekosten
- Maut
- Harnstoffe
- LIS-Kosten

Ergebnisse



Kosten (TCO)

Vorgehen zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen

Schematische Darstellung

Nutzerinput

Fahrzeugkonfiguration

Haltedauer

Größenklasse

Aufbau

Nutzungsprofil

Zurückgelegte Distanz

Zuladung

Topographie

Straßentyp

Solobetrieb

Leistungsbedarf E-PTO

Fahrt-/Lade-/Tankzeit

Ladeleistung

THG-Emissionen

Systemgrenze

Strommix

Datenbanken

Fahrzeug Datenbank

- THG Herstellung, Wartung, Entsorgung Fahrzeug
- Nachgeladene/-getankte Energie (berechnet)

Emissionsfaktoren

- THG Kraftstoffbereitstellung
- THG Strombereitstellung

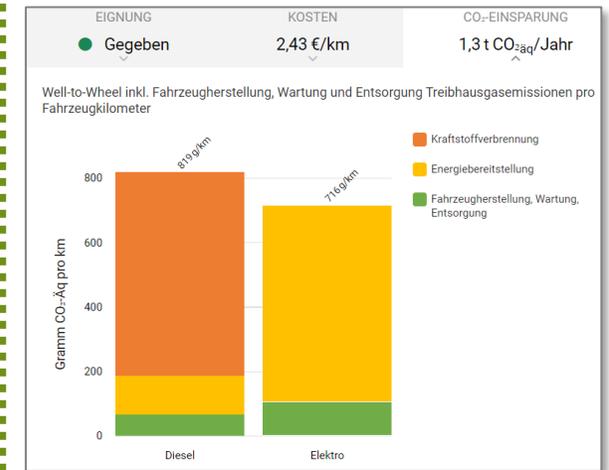
Berechnungen

Treibhausgasemissionen
Herstellung, Wartung,
Entsorgung

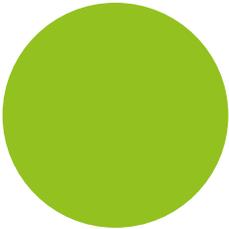
Treibhausgasemissionen
Energiebereitstellung

Treibhausgasemissionen
Kraftstoffverbrennung

Ergebnisse



Treibhausgasemissionen



Fragen und Anregungen
zum Ausbau dieser
Dokumentation nehmen
wir gerne entgegen!

Dominik Räder, Julia Pelzeter, Julius Jöhrens

Dominik.Raeder@ifeu.de

+49-6221-4767-85