

Rechengrundlagen des Kraftstoffvergleichrechners

Zusätzliche Erklärung:

Für die Berechnungen, markiert mit * gilt:

* wenn $n \leq$ Halte-/Leasingdauer

Hinweis: alle Ergebnisse werden unter Einbindung der fahrzeugspezifischen Eingabewerte berechnet. Dort werden Ihnen die zugrunde gelegten Default Werte bzw. Ihre eigens eingestellten Werte angezeigt.

Zeichen	Erklärung	Einheit
n	Jahr	a
RW	Restwert	€
$P_{F,neu}$	Fahrzeugneupreis	€
$T_{H,L}$	Halte- bzw. Leasingdauer	a
x	Jahresfahrleistung	km/a
K_K	Kapitaldienst Kauf	€
K_L	Kapitaldienst Leasing	€
k_{St}	Jährliche Kosten für Steuern	€/a
k_V	Jährliche Kosten für Versicherung	€/a
i_{kalk}	Kalkulatorischer Zins	%
zL	Leasingrate	€
A	Abschreibewert	€
$K_{fix,g}$	Fixe Gesamtkosten	€
k_{St}	Zahlung für Steuer	€
k_V	Zahlung für Versicherung	€
$k_{R,W}$	Zahlung für Reparatur, Wartung und Pflege pro km	€

$K_{R,W}$	Zahlung für Reparatur, Wartung und Pflege pro Jahr	€/a
k_E	Kosten für Energie pro 100 km	€/100km
K_E	Kosten für Energie pro Jahr	€/a
V_E	Energieverbrauch des Fahrzeugs abh. vom Kraftstoff	l/100km, kg/100km, kWh/100km
V_{AB}	Ad-Blue Verbrauch des Fahrzeugs	l/100km
E	Emissionen des Fahrzeugs	gCO _{2äq} /km
E_E	Emissionen des jeweiligen Treibstoffs	gCO _{2äq} /l, gCO _{2äq} /kg, gCO _{2äq} /kWh
C_{Batterie}	Batteriekapazität des Elektrofahrzeugs	
E_{Batterie}	Emissionen Batterie: 150.000	gCO _{2äq} /kWh
T_{Batterie}	Lebensdauer Batterie: 170.000	km
$i_{B,n}$	Bankzinssatz je Zahlungsperiode	%
j	Allgemeine jährliche Preissteigerungsrate von 2%	%
$j_{E,A}$	Jährliche Preissteigerungsrate für Energie und AdBlue von 2%	%
W_{kalk}	Kalkulatorischer Wertverlust	€

1. Ökonomische Kennzahlen

Alle Werte ohne Berechnungsschritt werden aus den Eingabewerten übernommen!

Kapitaldienst Kauf:

$$K_K^* = \frac{P_{F,neu} + RW}{2} * i_{kalk} + W_{kalk}$$

- Wenn $n \geq$ Halte-/Leasingdauer: Kapitaldienst = 0
- Der angezeigte Kapitaldienst ist der Mittelwert aus den Werten der jeweiligen Jahre
- Es wird mit einer pauschalen Verzinsung von 2 % gerechnet

K_K	Kapitaldienst Kauf	€
$P_{F,neu}$	Fahrzeugneupreis	€
RW	Restwert	€
i_{kalk}	Kalkulatorischer Zins	%
W_{kalk}	Kalkulatorischer Wertverlust	€

Kalkulatorischer Wertverlust:

$$W_{kalk}^* = \frac{A}{T_{H,L}}$$

- Wenn $n \geq$ Halte-/Leasingdauer: $W_{kalk} = 0$
- Die angezeigte W_{kalk} ist der Mittelwert aus den Werten der jeweiligen Jahre

A	Abschreibewert	€
$T_{H,L}$	Halte- bzw. Leasingdauer	a

Abschreibewert:

$$A = P_{F,neu} - RW$$

RW	Restwert	€
----	----------	---

Nebenrechnungen zu den ökonomischen Kennzahlen:

Restwertberechnung:

Die Restwertberechnung stützt sich auf einer Restwertkurve für PKW des Europäischen Verbraucherbunds:

https://www.beuc.eu/publications/beuc-x-2016-121_low_carbon_cars_in_the_2020s-report.pdf

Der Restwert wird aus dem Wertverlust pro Jahr und einem km-Faktor approximiert und möglichst repräsentativ berechnet. Die Kurven wurden mit Hilfe des DAT-Gebrauchtfahrzeugwertrechner

(<https://www.dat.de/gebrauchtfahrzeugwerte/#/start>) aus verschiedenen Fahrzeugbeispielen erstellt und verfolgen das Ziel, den Wertverlust bestmöglich darzustellen. Für Nutzfahrzeuge, im speziellen die Fahrzeugklassen LKW 40t, Überland- und Stadtbusse wurde ein geringerer prozentualer Wertverlust pro km angenommen (PKW: 0,03 %/km; Nutz: 0,0075 %/km), da Nutzfahrzeuge auf hohe km-Leistungen und Belastungen ausgelegt sind. Da die Ergebnisse der Restwertbestimmung keinen individuellen Fall widerspiegeln können, und der Restwert von sehr vielen Faktoren abhängig ist, wird dem Nutzer empfohlen, möglichst eigene Werte einzutragen.

Damit auch hohe bzw. sehr niedrige Jahreslaufleistung Berücksichtigung finden, wird eine Beeinflussung durch folgenden Faktor dargestellt (vgl. Abb. 1). Um durch die Laufleistung keine zu starke Verzerrung zu bewirken, liegt der maximale bzw. minimale Einfluss bei 30 %.

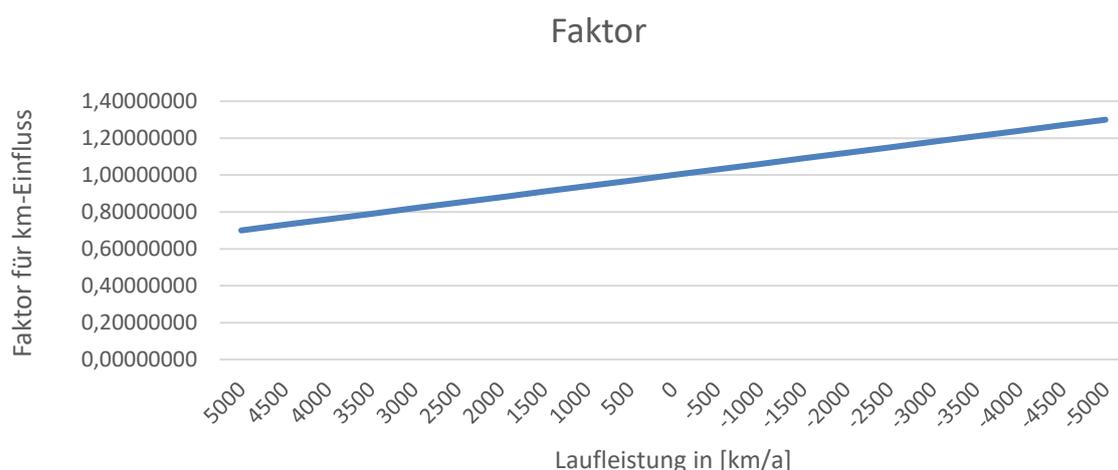


Abb. 1: Faktor für den Restwert durch Einfluss der Jahresfahrleistung

Die allgemeine Restwertentwicklung wird durch jeweils eine Kurve für LKW/ Bus und alle PKW dargestellt (vgl. Abb. 2 und 3). Da LKW und Busse auf höhere Laufleistungen ausgelegt sind, ist der Faktor für den Wertverlust pro km geringer.

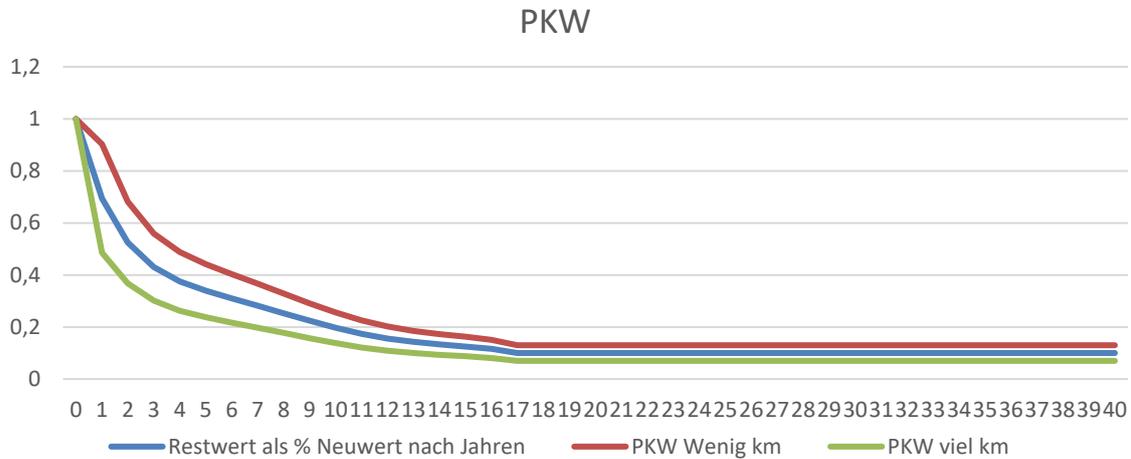


Abb. 2: Restwertkurve für die folgenden Fahrzeugklassen: PKW (Kleinwagen, Kompakt, Hochdachkombi, SUV), Kleinbus, LKW 12 t, Transporter 3,5 t

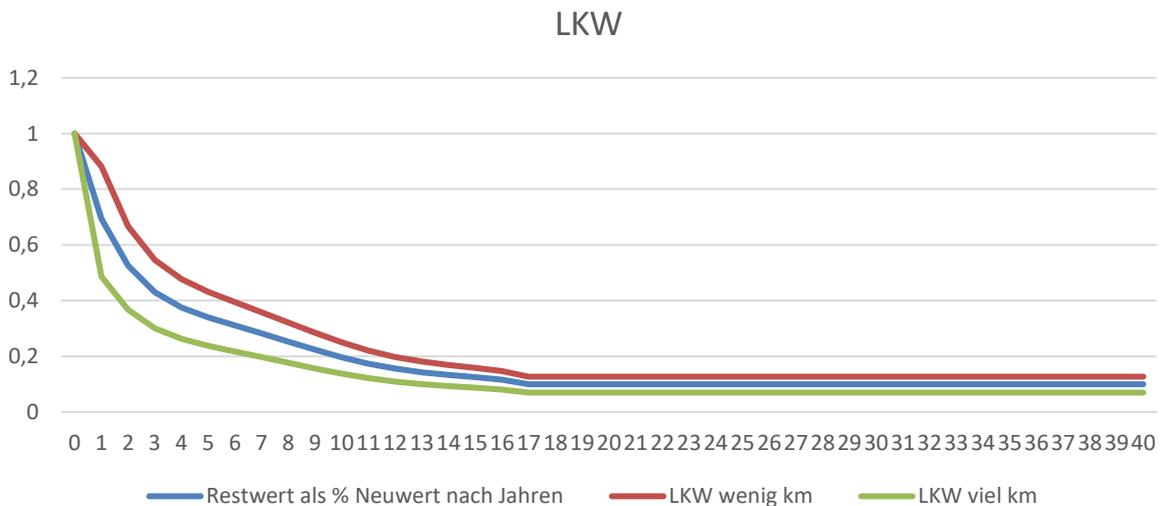


Abb. 3: Restwertkurve für die folgenden Fahrzeugklassen: LKW 40 t, Stadtbus, Überlandbus

Kapitaldienst Leasing

$$K_L * = \frac{\text{Sonderrate Leasing}}{T_{H,L} + z_L}$$

- * Wenn $n \geq$ Halte-/Leasingdauer: Kapitaldienst Leasing = 0

$T_{H,L}$	Halte- bzw. Leasingdauer	a
z_L	Leasingrate	€
K_L	Kapitaldienst Leasing	€

Nebenrechnungen:

$$\text{Sonderrate Leasing} = \frac{P_{F,neu}}{10}$$

$$z_L(\text{pro Jahr}) = z_L * 12$$

$$z_L = \text{Leasingfaktor} * \frac{P_{F,neu} - \text{Förderung}}{100}$$

$$\text{Leasingfaktor} = (100 * (1 + 0,08 - \frac{\text{Sonderrate Leasing}}{(1+i_{B,n})^{T_{H,L}*12}} * i_{B,n} * \frac{1+i_{B,n}^{T_{H,L}*12}}{1+i_{B,n}^{T_{H,L}*12} - 1}))$$

Nebenrechnung Leasingrate:

$$i_{B,n} = (1 + \frac{i_{kalk}}{100})^{\frac{1}{12}} - 1$$

$P_{F,neu}$	Fahrzeugneupreis	€
$T_{H,L}$	Halte- bzw. Leasingdauer	a
z_L	Leasingrate	€
$i_{B,n}$	Bankzinssatz je Zahlungsperiode	%
i_{kalk}	Kalkulatorischer Zins	%

Fördersumme:

Die Default – Förderzuschüsse werden nach dem folgenden Schema berechnet bzw. ausgewählt:

Fahrzeugklasse	Treibstoff	Berechnungsmethode / Auswahlverfahren	Förder- summe [€]
PKW (Kleinwagen, Kompaktklasse, SUV, Kleinbus, Hochdachkombi, Transporter 3,5 t)	Strom, H ₂	$P_{F,neu} < 40.000 \text{ €}$ $P_{F,neu} > 40.000 \text{ €} \leq 65.000 \text{ €}$	9.000 7.500
Stadtbus, Überlandbus	Strom	$P_{F,neu} < 1.000.000 \text{ €}$	250.000 €
LKW 12 t	CNG (Erdgas, Biomethan),	$P_{F,neu} < 65.000 \text{ €}$ $P_{F,neu} > 65.000 \text{ €} \leq 1.000.000 \text{ €}$	4.000 € 8.000 €
LKW 12 t	Strom	$P_{F,neu} < 85.000 \text{ €}$ $P_{F,neu} > 85.000 \text{ €} \leq 1.000.000 \text{ €}$	6.000 € 12.000 €
LKW 40 t	CNG (Erdgas, Biomethan)	$P_{F,neu} < 77.000 \text{ €}$ $P_{F,neu} > 77.000 \text{ €} \leq 1.000.000 \text{ €}$	4.000 € 8.000 €
LKW 40 t	Strom	$P_{F,neu} < 117.000 \text{ €}$ $P_{F,neu} > 117.000 \text{ €} \leq 1.000.000 \text{ €}$	20.000 € 40.000 €
LKW 40 t	LNG (fossil, Bio)	$P_{F,neu} < 82.000 \text{ €}$ $P_{F,neu} > 82.000 \text{ €} \leq 1.000.000 \text{ €}$	6.000 € 12.000 €

V.a. bei schweren Nutzfahrzeugen und Bussen muss darauf geachtet werden, dass die Fördersummen projektabhängig sind und es (noch) kein einheitliches Fördersystem (vgl. PKW) gibt.

Die Quellen für die jeweiligen Fördersummen können unter „Datenquellen“ auf der Seite des Kraftstoffvergleichsrechners eingesehen werden.

Versicherung:

Jährlich gleichbleibender Pauschalwert, welcher vom Nutzer angepasst werden kann bzw. sollte. Die Quellen für die hinterlegten Defaultwerte sind in unter „Datenquellen“ hinterlegt.

Steuern:

Jährlich gleichbleibender Pauschalwert, welcher vom Nutzer angepasst werden kann bzw. sollte.

Die Quellen für die hinterlegten Defaultwerte sind in unter „Datenquellen“ hinterlegt.

Für die Berechnung wurde u.a. die Kfz-Steuerreform 2020 (Ergänzung: § 18 Absatz 12 KraftStG) herangezogen:

- CO2 Besteuerung:

Erstzulassung ab 1. Januar 2021: CO2 Wert ansteigend gestaffelte Steuersätze

Stufe 1: 95 g/km bis 115 g/km – 2 EUR pro g/km

Stufe 2: 115 g/km – 135 g/km – 2,2 EUR pro g/km

Stufe 3: 135 g/km – 155 g/km – 2,5 EUR pro g/km

Stufe 4: 155 g/km – 175 g/km – 2,9 EUR pro g/km

Stufe 5: 175 g/km – 195 g/km - 3,4 EUR pro g/km

Stufe 6: > 195 g/km – 4 EUR pro g/km

- 10-jährige Steuerbefreiung für Erstzulassungen und Umrüstungen bis zum 31. Dezember 2025 bis längstens 31.12.2030
- Förderung emissionsärmere PKW

PKW mit max. 95 g/km die zw. 12.06.2020 und 31.12.2024 erstmals zugelassen werden: Zeitraum von max. 5 Jahren eine Steuervergünstigung von 30 EUR/a

Vergünstigung längstens bis 31.12.2025

- Leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t werden künftig nach Steuersätzen für Nutzfahrzeuge besteuert

Reparatur, Wartung, Pflege:

Reparatur, Wartung, Pflege:

$$K_{R,W} = k_{R,W} * x * (1 + j)^n$$

$k_{R,W}$	Zahlung für Reparatur, Wartung und Pflege pro km	€
$K_{R,W}$	Zahlung für Reparatur, Wartung und Pflege pro Jahr	€/a
j	Allgemeine jährliche Preissteigerungsrate von 2%	%
x	Jahresfahrleistung	km/a
n	Jahr	a

Die jährlichen Pflegekosten werden aus den fahrzeug- und treibstoffspezifischen km-Werten und der Jahresfahrleistung ermittelt. Die fahrzeug- und treibstoffspezifischen Kosten sind den folgenden Quellen entnommen:

Wietschel et al. (2019): „Klimabilanz, Kosten und Potenziale verschiedener Kraftstoffarten und Antriebssysteme für Pkw und Lkw“

(Basierend auf Plötz et al. (2014); Gnann (2015); Wietschel et al. (2017); Onat et al. (2015))

Mittel- und Oberklassewagen: S. 38; LKW: S. 46

Die Fahrzeuge des Kraftstoffvergleichrechners werden folgenden km-spezifischen Kosten zugeordnet (Auflistung für Diesel- bzw. Benzinmodelle):

PKW-Kleinwagen:	0,04 €/km
PKW-Kompakt:	0,05 €/km
PKW-Hochdachkombi:	0,05 €/km
PKW-SUV:	0,077 €/km
Kleinbus:	0,077 €/km
Stadtbus:	0,146 €/km
Überlandbus:	0,146 €/km
Transporter 3,5t:	0,077 €/km
LKW-12t (Schlussfolgerung gemittelt):	0,10 €/km
LKW-40t:	0,146 €/km
Müllfahrzeug:	0,146 €/km

Als Vergleichswerte werden die Fahrzeuge mit Diesel und Benzin Antrieben verwendet. Respektiv zu diesen Modellen steigen die Kosten für die wartungsintensiveren CNG- und LNG-Modelle um **15 %**. Die Wartungskosten für E-PKW betragen **70 %** vergleichsweise zu den herkömmlichen Verbrennermodellen. Die Wasserstofffahrzeuge werden mit **85 %** der Kosten angenommen. Für alle Busse und LKW werden die gleichen Verhältnisse angenommen. Die Ausnahme bilden die LNG-LKW, bei welchen ein spezifischer Kostensatz von **0,163 €/km** angenommen wird.

Die km-spezif. Werte werden dann für die Ergebnisse – Jahreskosten mit der Jahreslaufleistung multipliziert und nach folgender Formel berechnet. Der im Vergleichsrechner abgebildete Wert ist der Mittelwert aus den jährlichen ermittelten Kosten.

Energiekosten:

$$K_E = \frac{V_E \cdot x}{100} * k_E * (1 + j_E)^n$$

V_E	Energieverbrauch des Fahrzeugs abh. vom Kraftstoff	l/100km, kg/100km, kWh/100km
x	Jahresfahrleistung	km/a
$j_{E,A}$	Jährliche Preissteigerungsrate für Energie und AdBlue von 2%	%
n	Jahr	a

Der im Vergleichsrechner abgebildete Wert ist der Mittelwert aus den jährlich ermittelten Kosten.

PKW - Energieverbrauch des Fahrzeugs:

Der Verbrauch der jeweiligen Fahrzeuge wird nach den Testfahrten des [ADAC – EcoTests](#) bestimmt. Hier werden nur Fahrzeugmodelle berücksichtigt, die nach dem neuen Testverfahren WLTP und Testzyklus bewertet wurden. Für Fahrzeugmodelle, die noch keinen Testbericht durch den EcoTest haben, wird folgendes Schema angewandt.

- **Prüfung der Verbrauchswerte nach dem [DAT – Leitfaden](#)**
- **Addition des durchschnittlichen Mehrverbrauchs des jeweiligen Antriebs bei allen Fahrzeugen im ADAC-EcoTest im Vergleich zum DAT-Leitfaden (es werden nur Fahrzeuge mit dem neuen Testzyklus einbezogen)**
- **Bei LPG-Fahrzeugen wird ein pauschaler Mehrverbrauch von 20 % im Gegensatz zum Benzinmodell eingerechnet**

Nutzfahrzeuge – Energieverbrauch des Fahrzeugs:

Die Verbräuche beruhen auf Interviews und Studien, die in den Datengrundlagen eingesehen werden können.

AdBlue Kosten:

$$K_{AB}(0,6\text{€ je l}) = V_{AD} * k_{AB} * \frac{x}{100} * (1 + j_{E,A})^n$$

K_{AB}	Kosten AdBlue pro Jahr	€/a
V_E	AdBlue Verbrauch des Fahrzeugs	l/100km
k_{AB}	Kosten AdBlue (0,6 €/l)	€/l
x	Jahresfahrleistung	km/a
$j_{E,A}$	Jährliche Preissteigerungsrate für Energie und AdBlue von 2%	%
n	Jahr	a

Der im Vergleichsrechner abgebildete Wert ist der Mittelwert aus den jährlich ermittelten Kosten.

Mautkosten:

$$K_M = k_M * \frac{\text{Anteil km-außerorts}}{\text{Anteil km außerorts} + \text{Anteil km innerorts}} * X$$

k_M	Zahlung für Maut pro km	€
K_M	Zahlung für Maut pro Jahr	€/a
x	Jahresfahrleistung	km/a

Die Defaultwerte sind hier 33 % innerorts und 67 % außerorts. Diese Werte können vom Benutzer jederzeit angepasst werden.

2. Ergebnisse Jahreskosten

Fixkosten pro Jahr

$$K_{\text{fix,g}} = K_K \text{ bzw. } K_L + k_{\text{St}} + k_V$$

$K_{\text{fix,g}}$	Fixe Gesamtkosten	€/a
K_K	Kapitaldienst Kauf	€/a
K_L	Kapitaldienst Leasing	€/a
k_{St}	Zahlung für Steuer	€/a
k_V	Zahlung für Versicherung	€/a

Variable Kosten pro Jahr

$$K_{\text{var,g}} = K_{R,W} + K_E + K_{AB} + K_M$$

$K_{\text{var,g}}$	Variable Gesamtkosten	€
K_E	Kosten für Energie pro Jahr	€/a
$K_{R,W}$	Zahlung für Reparatur, Wartung und Pflege pro Jahr	€/a
K_M	Zahlung für Maut pro Jahr	€/a
K_{AB}	Kosten AdBlue pro Jahr	€/a

Gesamtkosten pro Jahr

$$K_{\text{Gesamt}} = K_{\text{fix,g}} + K_{\text{var,g}}$$

K_{ges}	Gesamtkosten pro Jahr	€/a
$K_{\text{fix,g}}$	Fixe Gesamtkosten	€/a
$K_{\text{var,g}}$	Variable Gesamtkosten	€/a

3. Ergebnisse km - Kosten

Fixkosten pro km

$$K_{\text{fix,km}} = \frac{K_{\text{fix,g}}}{x}$$

$K_{\text{fix,g}}$	Fixe Gesamtkosten	€/a
x	Jahresfahrleistung	km/a

Variable Kosten pro km

$$K_{\text{var,km}} = \frac{K_{\text{var,g}}}{x}$$

$K_{\text{var,g}}$	Variable Gesamtkosten	€/a
x	Jahresfahrleistung	km/a

Gesamtkosten pro km

$$K_{\text{ges,km}} = \frac{K_{\text{km,g}}}{x}$$

K_{ges}	Gesamtkosten pro Jahr	€/a
x	Jahresfahrleistung	km/a

Es wird eine allgemeine Preissteigerung von 2 % eingerechnet, diese wirkt sich auf alle jährlich anfallenden Kosten aus. Weiterhin gibt es eine gesonderte Preissteigerung für Energiekosten und für AdBlue. Diese beiden werden ebenfalls mit 2 % festgelegt.

4. Ergebnisse THG – Emissionen:

Vorkette:

$$E_{\text{Vorkette,ges}} = E_{\text{Vorkette}} * \frac{V_E}{100} + \frac{C_{\text{Batterie}} * E_{\text{Batterie}}}{T_{\text{H,L}} * X} * \frac{T_{\text{H,L}} * X}{170000}$$

$$E_{\text{Vorkette}} \text{ in } \left[\frac{\text{g CO}_2 \text{ äq}}{\text{l}}, \frac{\text{g CO}_2 \text{ äq}}{\text{kg}}, \frac{\text{g CO}_2 \text{ äq}}{\text{kWh}} \right]$$

$$E_{\text{Vorkette,ges}} \text{ in } \frac{\text{g CO}_2 \text{ äq}}{\text{km}}$$

$T_{\text{H,L}}$	Halte- bzw. Leasingdauer	a
V_E	Energieverbrauch des Fahrzeugs abh. vom Kraftstoff	l/100km, kg/100km, kWh/100km
C_{Batterie}	Batteriekapazität des Elektrofahrzeugs	
E_{Batterie}	Emissionen Batterie: 150.000	gCO _{2äq} /kWh
T_{Batterie}	Lebensdauer Batterie: 170.000	km

Beispiel der zugrundegelegten Emissionen der Vorkette:

(Beispiel CNG Biomethan) = 44,4 MJ/kg (Energiegehalt Treibstoff) * 14,8 g CO_{2q}/MJ
(Well to Tank - THG Bilanz)

Quellen THG-Emissionen Vorkette:

1. Diesel, LKW-Diesel, Super Benzin, CNG (Erdgas, Biomethan); H₂ (Elektrolyse, Strom aus EU-Mix und Strom grün), LPG, Agrardiesel:

<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2017-01-fuel-price-comparison.pdf>

2. Diesel, LKW-Diesel, Super Benzin, CNG (Erdgas, Biomethan); H₂ (Elektrolyse, Strom aus EU-Mix und Strom grün), LPG, Agrardiesel, Bio-LNG:

https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/wtt_appendix_2_v4a.pdf

3. Strom (Mix, grün):

Quellen Emissionen Fahrzyklus:

1. Diesel, LKW-Diesel, Super Benzin, CNG (Erdgas, Biomethan), LPG, LNG (fossil):
<https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2017-01-fuel-price-comparison.pdf>
2. Diesel, LKW-Diesel, Super Benzin, CNG (Erdgas, Biomethan), LPG, LNG (fossil):
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/co2-emissionsfaktoren_fur_fossile_brennstoffe_korrektur.pdf
3. LNG (fossil), Bio LNG:
https://www.baywa.de/fileadmin/user_upload/coverflow/BayWa_Broschuere_Flues_sigerdgas.pdf

Gesamtemissionen:

$$E_{\text{Gesamt}} = E_{\text{Vorkette,ges}} + E_{\text{Fahrzyklus,ges}}$$

$$E_{\text{Gesamt}} \text{ in } \frac{\text{g CO}_2 \text{ äq}}{\text{km}}$$