

## 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 zugrundegelegten Defaultwerte 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 <sub>2äq</sub> /km
$E_E$	Emissionen des jeweiligen Treibstoffs	gCO <sub>2äq</sub> /l, gCO <sub>2äq</sub> /kg, gCO <sub>2äq</sub> /kWh
$C_{\text{Batterie}}$	Batteriekapazität des Elektrofahrzeugs	
$E_{\text{Batterie}}$	Emissionen Batterie: 150.000	gCO <sub>2äq</sub> /kWh
$T_{\text{Batterie}}$	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%	%
$W_{\text{kalk}}$	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](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 %.

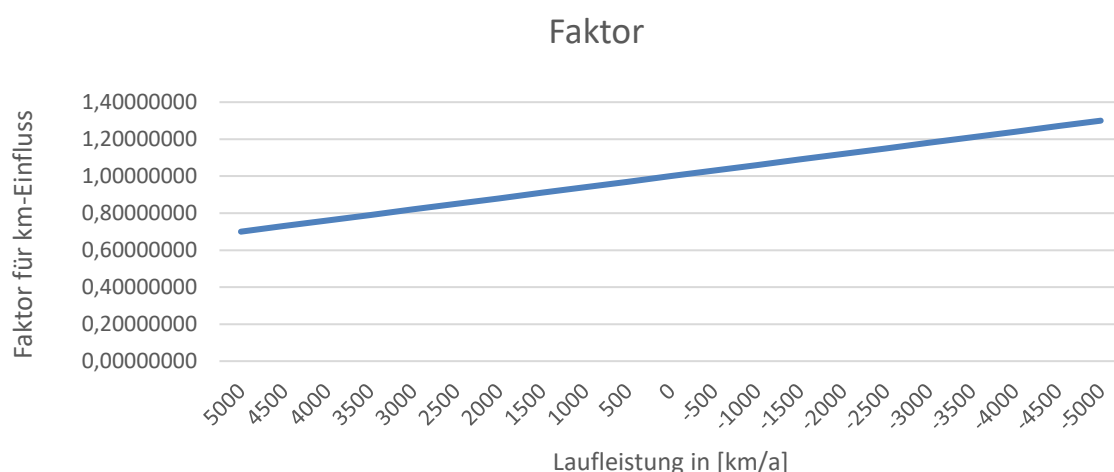


Abb. 1: Faktor für den Restwert durch Einfluss der Jahresfahrleistung

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.

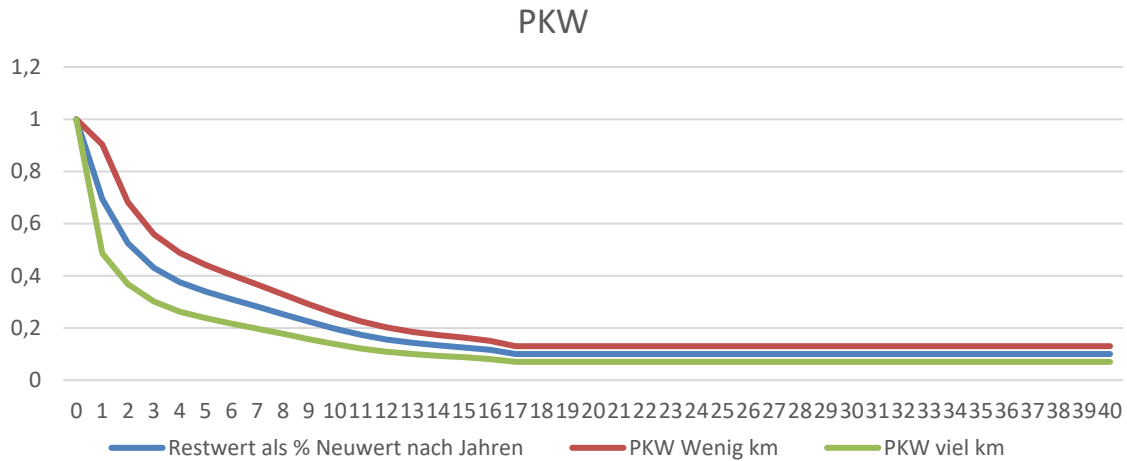


Abb. 2: Restwertkurve für die folgenden Fahrzeugklassen: PKW (Kleinwagen, Kompakt, Hochdachkombi, SUV), Kleinbus, LKW 12 t, Transporter 3,5 t

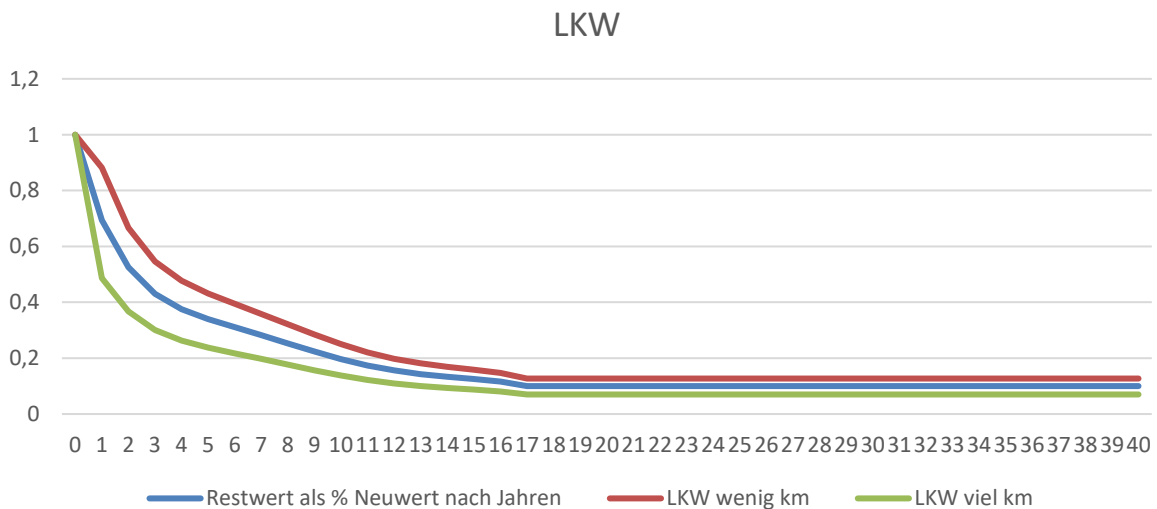


Abb. 3: Restwertkurve für die folgenden Fahrzeugklassen: LKW 40 t, Stadtbus, Überlandbus

## 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:

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

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

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

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

### Nebenrechnung Leasingrate:

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

$P_{F,neu}$	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 [€]
<b>PKW</b> (Kompakt, Kleinwagen, SUV, Hochdach-kombi), Kleinbus, Transporter 3,5 t	Strom, H <sub>2</sub>	$P_{F,neu} < 40.000 \text{ €}$	9.000
		$P_{F,neu} > 40.000 \text{ €} \leq 65.000 \text{ €}$	7.500
<b>Stadtbus, Überlandbus</b>	Strom	$P_{F,neu} < 1.000.000 \text{ €}$	250.000 €
<b>LKW 12 t</b>	CNG (Erdgas, Biomethan),	$P_{F,neu} < 65.000 \text{ €}$	4.000 €
		$P_{F,neu} > 65.000 \text{ €} \leq 1.000.000 \text{ €}$	8.000 €
<b>LKW 12 t</b>	Strom	$P_{F,neu} < 85.000 \text{ €}$	6.000 €
		$P_{F,neu} > 85.000 \text{ €} \leq 1.000.000 \text{ €}$	12.000 €

**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:

- CO<sub>2</sub> Besteuerung:

Erstzulassung ab 1. Januar 2021: CO<sub>2</sub> 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.

### 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 Benzinermotorenmodell eingerechnet**

### 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
$k_{\text{St}}$	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

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

$K_{\text{ges}}$	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

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

$K_{\text{ges}}$	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
$C_{\text{Batterie}}$	Batteriekapazität des Elektrofahrzeugs	
$E_{\text{Batterie}}$	Emissionen Batterie: 150.000	gCO <sub>2</sub> äq/kWh
$T_{\text{Batterie}}$	Lebensdauer Batterie: 170.000	km

### Beispiel der zugrundegelegten Emissionen der Vorkette:

(Beispiel CNG Biomethan) = 44,4 MJ/kg (Energiegehalt Treibstoff) \* 14,8 g CO<sub>2</sub>q/MJ  
(Well to Tank - THG Bilanz)

### Quellen THG-Emissionen Vorkette:

1. Diesel, LKW-Diesel, Super Benzin, CNG (Erdgas, Biomethan); H<sub>2</sub> (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); H<sub>2</sub> (Elektrolyse, Strom aus EU-Mix und Strom grün), LPG, Agrardiesel, Bio-LNG:





### 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](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](https://www.baywa.de/fileadmin/user_upload/coverflow/BayWa_Broschuere_Flues_sigerdgas.pdf)

### Gesamtemissionen:

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

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