

# ORWeb: Abfrage-Version

## EINFÜHRUNG

Bei Optiresource Car handelt es sich um ein durch die Protoscar AG im Namen der Daimler AG entwickeltes Softwarepaket zur Darstellung und Durchführung von Vergleichsanalysen von Energieumwandlungsketten, einschließlich Daten zu Kraftstoffversorgung und -verbrauch bei aktuellen Lastwagen. Da es sich dabei um eine webbasierte Anwendung handelt, benötigt der Benutzer unabhängig von der genutzten Plattform (PC, Tablet usw.) nur einen Browser. Mithilfe der Software kann eine Vielzahl an Kombinationen verschiedener Energiequellen, Kraftstoffe und Antriebssysteme definiert werden. Darüber hinaus schließen die Energieketten sowohl die Primärenergiequellen (wie z. B. Erdöl, Rapsöl oder Windenergie) als auch die notwendigen Schritte zur Energieumwandlung (wie z. B. Ölraffinerien, Erdgasreformierung oder Verflüssigung von Wasserstoff) und die entsprechenden Transportstufen (wie z. B. Pipelines, Tanklastwagen, Stromnetze) mit ein, - mit dem Ziel, Kraftstoffe oder Strom an Tankstellen zur Verfügung zu stellen und Pkw im Europäischen Fahrzyklus zu betreiben.

Basierend auf Studien zur Ökobilanz von der Energiequelle zum angetriebenen Pkw-Rad ermöglicht der Abfragemodus dem Benutzer des Programms die Erstellung von Energieketten und die Auswahl von Kfz-Antriebssystemen, für die weitere Informationen oder Vergleichsanalysen benötigt werden. Je nach Definition der Energieketten kann der Benutzer die Ergebnisse der verschiedenen Kriterien zur Bestimmung dieser Energieketten abfragen, identifizieren und darstellen. Optiresource Car stellt sowohl Informationen über den mit der Energiekette verbundenen Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen als auch das Potential zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen relativ zur gewählten Referenzkette zur Verfügung. Allerdings werden keine Informationen zu Verfügbarkeit der gewählten Energiequellen bereitgestellt. Darüber hinaus erhält der Benutzer sowohl Informationen zu Gesamtbetriebskosten (eng: TCO, total cost of ownership), Primärenergieemenge und Flächennutzung als auch spezifische Daten zu Wasserverbrauch und Biomassevolumen bei den gewählten Energiequellen. Die Ergebnisse können in mehreren Größen in Form von Excel-Tabellen dargestellt werden.

Als Datenbasis werden herangezogen: (1) die neueste Ausgabe von Concawe/Eucar/JRC: *Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards. JEC Well-To-Wheels report v5. EUR 30284 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-20109-0, doi:10.2760/100379, JRC121213* und (2) ergänzende von Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH zur Verfügung gestellte Informationen (mit Schwerpunkt auf der Stromerzeugung durch Wasserkraft und Photovoltaik sowie Elektrolysetechnologien).

### DOKUMENT-DATENBANK.

## KRITERIEN

Die Kriterien für die Evaluierung der vom Benutzer definierten Energieketten werden im Allgemeinen mithilfe der folgenden Größen und Einheiten angegeben:

- MJ/100 km, kWh/100 km, l<sub>äq</sub> Benzin/100 km, Mpg \*
- gCO<sub>2</sub>äq/km (bezogen auf Benzin) \*
- kg/100 km \*
- m<sup>2</sup>/100 km \*
- l/100 km \*
- m<sup>3</sup>/100 km \*
- WTW - Quelle-zu-Rad
- WTT - Quelle-zu-Tank
- TTW - Tank-zu-Rad

\* Für die LKWs sind die oben genannten Einheiten pro 1 t Nutzlast angegeben.

### **Primärenergieemenge**, die für die gesamte Energiekette benötigt wird (WTW)

Präsentation von energiebezogenen Ergebnissen:

- spezifischer Energieverbrauch (MJ/MJ<sub>Kraftstoff</sub>), d. h. die gesamte Energiemenge, die benötigt wird, um Kraftstoff mit einem Brennwert von 1 MJ an der Tankstelle bereitzustellen

$$\frac{\text{WTW-Energie}}{\text{TTW-Energie}} + 1$$

- relativer Energieverbrauch (%),

$$\frac{\text{WTW-Energie der analysierten Kette}}{\text{WTW der Referenzkette}} \times 100$$

- Reduktionspotential beim Energieverbrauch (%),

$$\frac{\text{WTW der Referenzkette} - \text{WTW der analysierten Kette}}{\text{WTW der Referenzkette}} \times 100$$

Positive Ergebnisse stellen Vorteile der analysierten Kette im Vergleich zur Referenzkette dar.

- Anteile von fossilen Brennstoffen, Biomasse, erneuerbaren Energien (Sonne, Wasser, Wind) und Kernenergie an der gesamten Primärenergieemenge.

### Treibhausgasemissionen für die Gesamtenergiekette (WTW)

Ketten mit negativen Emissionen bedeuten, dass die CO<sub>2</sub>-Gutschriften (siehe unten) höher sind als die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die durch die Verbrennung fossiler Primärenergieträger entstehen.

Präsentation von energiebezogenen Ergebnissen:

- spezifische Treibhausgasemissionen (g/MJ<sub>Kraftstoff</sub>),

$$\frac{WTT\text{-Emissionen} + TTW\text{-Emissionen}}{TTW\text{-Energie}} \times 100$$

- relative Treibhausgasemissionen (%),

$$\frac{WTW\text{-Emissionen der analysierten Kette}}{WTW\text{ der Referenzkette}} \times 100$$

- Reduktionspotential bei den Treibhausgasemissionen (%),

$$\frac{WTW\text{ der Referenzkette} - WTW\text{ der analysierten Kette}}{WTW\text{ der Referenzkette}} \times 100$$

Positive Ergebnisse stellen Vorteile bei analysierten Kette im Vergleich zur Referenzkette dar.

- CO<sub>2</sub>-Gutschriften, d. h. aufgrund der vollständigen Verbrennung von aus Biomasse gewonnenen Kraftstoffen.

**Primärenergiemenge (PEQ)**, angegeben in Masseneinheiten für die gesamte Energiekette (kg/100 km), d.h. Gesamtmenge der benötigten Energie geteilt durch ihren unteren Heizwert (LHV).

Diese Berechnung kann nur bei Primärenergiearten durchgeführt werden, die in kg gemessen werden können.

- Der untere Heizwert bezieht sich bei Biomasse auf trockenes Material; der Feuchtigkeitsgehalt wird bei der Berechnung der PEQ-Menge berücksichtigt.
- Die Daten zum typischen unteren Heizwert sowie zum Feuchtigkeitsgehalt sind auf Seite 9 des [WTT-ANHANG 1](#) angegeben.
- Die Primärenergiemenge kann auch als spezifischer Wert angegeben werden (kg/MJ),

$$\frac{PEQ}{TTW}$$

Die **Landnutzung (LU)** wird für die gesamte Energiekette in Flächeneinheiten angegeben, d. h. die Primärenergiemenge (PEQ) wird durch ihren Ertrag pro Flächeneinheit geteilt (kg/m<sup>2</sup>).

Die Ertragsdaten werden von Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH zur Verfügung gestellt.

- Der Flächennutzung wird auch für Ketten berechnet, welche auf Sonne und Wind basieren. In diesem Fall definiert sich der Flächenverbrauch als ein Wert für die Primärenergiemenge, der anhand seines Energiegehalts angegeben (MJ/100 km) und durch seinen Energieertrag pro Flächeneinheit geteilt wird (MJ/m<sup>2</sup>). Die Energieertragsdaten werden von Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH zur Verfügung gestellt.
- Der Flächennutzung kann auch als spezifischer Wert angegeben werden (m<sup>2</sup>/MJ), d.h. der für die Bereitstellung von Kraftstoff mit einem Energiegehalt von 1 MJ an der Tankstelle benötigte Flächennutzung,

$$\frac{LU}{TTW}$$

Der **Wasserverbrauch (WU)** wird für die gesamte Energiekette in Volumeneinheiten angegeben (l/100 km), d. h. der spezifische für den Prozess benötigte Wasserverbrauch (l/MJ<sub>fuel</sub>) wird mit der TTW-Energie der Kette multipliziert (MJ/100 km).

Die Daten für den spezifischen Wasserverbrauch werden von Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH zur Verfügung gestellt.

- Negative Ergebnisse bedeuten, dass die während des Prozesses angefallene Wassermenge höher als der Wasserverbrauch ist.
- Dieser Wert kann auch als spezifischer Wert angegeben werden (l/MJ), d. h. der für die Bereitstellung von Kraftstoff mit einem Energiegehalt von 1 MJ an der Tankstelle benötigte Wasserverbrauch

$$\frac{WU}{TTW}$$

Die Kriterien werden als Mittelwerte visualisiert. Die Werte in der Datenbank basieren sowohl auf Statistiken zu gegenwärtigen Produktionsmethoden als auch auf Statistiken zu Technologien, die heute größtenteils noch nicht serienreif sind. Aus diesem Grund werden einige Werte durch erhebliche Unsicherheiten verfälscht. Die Software ist in der Lage, die Unsicherheitsspannen der Werte zu visualisieren (Energie und Treibhausgas).

Weitere Informationen zu dieser Methode finden Sie im [WTW-BERICHT](#).

## TCO (Total Cost of Ownership)

B

OR berechnet den TCO anhand von vier Methoden und berücksichtigt dabei den Diskontierungssatz ( $dr$ ) und den Zinssatz ( $ir$ ), welche durch den Nutzer eingegeben werden.

Fall	Beispiel	$dr$	$ir$
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Auto wurde durch den Eigentümer mit dem eigenen Geld gekauft.</li> <li>Es gibt keinen Restwert am Ende der Nutzungsperiode.</li> </ul>	= 0	= 0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Auto wurde durch den Eigentümer mit dem eigenen Geld gekauft.</li> <li>Es gibt einen Restwert am Ende der Nutzungsperiode.</li> </ul>	≠ 0	= 0
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Auto wurde mittels Darlehen durch den Eigentümer gekauft (teilweise oder vollständig mit Darlehen finanziert).</li> <li>Es gibt keinen Restwert am Ende der Nutzungsperiode.</li> </ul>	= 0	≠ 0
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Auto wurde mittels Darlehen durch den Eigentümer gekauft (teilweise oder vollständig mit Darlehen finanziert).</li> <li>Es gibt einen Restwert am Ende der Nutzungsperiode.</li> </ul>	≠ 0	≠ 0

Zwei Optionen können gemäss dem DiscountRate (Rendite einer Investition mit vergleichbarem Risiko - für die Kapitalwertmethode) zu jeder Methode angewendet werden:

1.  $DiscountRate = 0$ , die Kosten werden nicht aktualisiert;
2.  $DiscountRate \neq 0$ , die Kosten werden aktualisiert (mit der Kapitalwertmethode)

Die gesamten TCO (Gesamtbetriebskosten) über die ganze Lebenszeit des Fahrzeugs werden durch die folgende Formel berechnet:

$$TotalAbsoluteTCO = VehicleCost + FixedCost + EnergyCost + OtherVariableCost$$

Die TCO pro km betragen:

$$TotalSpecificTCO = \frac{VehicleCost}{TotalMileage} + \frac{FixedCost}{TotalMileage} + \frac{EnergyCost}{TotalMileage} + \frac{OtherVariableCosts}{TotalMileage}$$

wobei

$$TotalMileage = AnnualMileage \cdot OwnershipYears$$

### Vorlaufkosten

Methode A:

$$VehicleCost = InitialCost = UpfrontCost - CashBonus - DealerDiscount + HomeFuelStation + PurchaseTax$$

Methode B (die Vorlaufkosten werden wie in Methode A berechnet):

$$VehicleCost = VehicleValueLost = InitialCost \left[ 1 - (1 - dr) \right]$$

Der Diskontierungssatz kann entweder als Wert oder als Ergebnis der folgenden Berechnung angegeben werden:

$$dr = 1 - MileageFactor^{TotalMileage} \cdot LifeFactor^{OwnershipYears}$$

Methode C (die Vorlaufkosten werden wie in Methode A berechnet):

- $DiscountRate = 0$

$$VehicleCost = CapitalCost = If \cdot InitialCost \cdot \frac{ir}{1 - (1 + ir)^{-LoanYears}} \cdot LoanYears$$

- $DiscountRate \neq 0$

$$VehicleCost = CapitalCost = If \cdot InitialCost \cdot \frac{ir}{1 - (1 + ir)^{-LoanYears}} \cdot \sum_{i=1}^{OwnershipYears} \frac{1}{(1 - DiscountRate)^i}$$

Methode D (die Vorlaufkosten werden wie in Methode A berechnet):

$$VehicleCost = CapitalCost - ResidualValue = CapitalCost - (VehicleValueLost - InitialCost)$$

wobei der eingebüßte Fahrzeugwert als Fall B und die Kapitalkosten als Fall C berechnet werden..

Anmerkungen:

- *UpfrontCost*: der offizielle Verkaufspreis
- *CashBonus*: Dies ist eine Subvention für den Fahrzeugkauf
- *HomeFuelStation*: die Kosten einer Ladestation, falls eine berücksichtigt wird.
- *MileageFactor*: dieser Faktor definiert, in welchem Umfang der eingebüßte Wert vom Gesamtkilometerstand abhängig ist.
- *LifeFactor*: Dieser Faktor definiert, in welchem Umfang der eingebüßt Wert vom Fahrzeugalter abhängig ist.
- *If*: Der prozentuale Anteil der Vorlaufkosten, welcher durch ein Darlehen gedeckt wird.

### Energiekosten

Diese können entweder mit einem konstanten Preis während der Nutzungsjahre oder mit einem linearen Preis bestimmt werden. Die Energiekosten sind variabel Jahr pro Jahr. Demzufolge sind die Gesamtkosten:

- *DiscountRate* = 0  

$$EnergyCost = \sum_{i=1}^{OwnershipYears} EnergyCost_i$$
- *DiscountRate* ≠ 0  

$$EnergyCost = \sum_{i=1}^{OwnershipYears} \frac{EnergyCost_i}{(1 + DiscountRate)^i}$$

Für nicht einsteckbare Antriebssysteme sind die Energiekosten für das Jahr i:

$$EnergyCost_i = TTWEn \cdot FuelCost \cdot (1 + cf)^i \cdot AnnualMileage$$

Für reine Elektroautos können die Elektrizitätskosten verschieden sein, falls das Auto zu Hause oder an einer öffentlichen Ladestation geladen wird. Falls der Index 1 und 2 die beiden Ladeoptionen repräsentieren, dann sind die Energiekosten für das Jahr i:

$$EnergyCost_i = TTWEn \cdot \left[ kfo \cdot FuelCost_1 \cdot (1 + cf_1)^i + (1 - kfo) \cdot FuelCost_2 \cdot (1 + cf_2)^i \right] \cdot AnnualMileage$$

Für PHEVs und REEVs werden die beiden oben genannten Formeln benutzt um die Kraftstoff- sowie Elektrizitätskosten zu bestimmen.

Anmerkungen:

- *TTWEn*: TTW Energie Verbraucht.
- *kfo*: Das Verhältnis zwischen geladener Energie mit Ladeoption 1 und der gesamten geladenen Energie. Wenn 1 beispielweise für das Heimladen und 2 für das öffentliche Laden steht, dann bezeichnet ein kfo-Wert von 0.9, dass 90% der Ladungen zu Hause stattfinden.
- *FuelCost*: Kraftstoffkosten (Energie).
- *cf*: Ein Faktor, welcher die jährliche Abweichung der Kraftstoffkosten angibt.

### Weitere variable Kosten

Die Kosten, welche von der jährlichen Fahrleistung abhängig sind.

- *DiscountRate* = 0  

$$OtherVariableCosts = (Tires + Maintenance + BatteryLease + CO_2SocialCost) \cdot AnnualMileage \cdot OwnershipYears$$
- *DiscountRate* ≠ 0  

$$OtherVariableCosts = (Tires + Maintenance + BatteryLease + CO_2SocialCost) \cdot AnnualMileage \cdot \sum_{i=1}^{OwnershipYears} \frac{1}{(1 + DiscountRate)^i}$$

Anmerkungen:

- *Tires*: Reifenkosten
- *Maintenance*: Wartungskosten
- *BatteryLease*: Batterieleasing pro Km
- *CO<sub>2</sub>SocialCost*: Dies sind die Umweltkosten aufgrund von Treibhausgasen innerhalb der ganzen Wertkette (WTWGHGEmissions), welche wie folgt berechnet werden:

$$CO_2SocialCost = CO_2Cost \cdot WTWGHGEmissions$$

- *CO<sub>2</sub>Cost*: Dies bezeichnet die Umweltkosten für jedes ausgestossene Gramm an Treibhausgasen.

**Fixkosten**

Die Kosten, welche auf jährlicher Basis anfallen.

- $DiscountRate = 0$

$$FixedCosts = (Tax + Insurance + Repair + CareCost + UseCost - ParticipationGridRegulation) \cdot OwnershipYears + DisposalCost$$

- $DiscountRate \neq 0$

$$FixedCosts = (Tax + Insurance + Repair + CareCost + UseCost - ParticipationGridRegulation) \cdot \sum_{i=1}^{OwnershipYears} \frac{1}{(1 + DiscountRate)^i} + DisposalCost$$

Anmerkungen:

- *Tax*: Totalbetrag der Steuern, welche pro Jahr anfallen.
- *Insurance*: Versicherung pro Jahr
- *Repair*: Reparaturkosten
- *UseCost*: Kosten im Zusammenhang mit Gebühren wie die Parkgebühr, die Autobahngebühr / Mautabgaben, die Staugebühr und Ähnliche.
- *ParticipationGridRegulation*: Einkommen, welches Plug-in Fahrzeuge von Netzbetreibern als Entschädigung erhalten könnten, weil die Fahrzeugbatterie für Regulationszwecke im Netz genutzt werden darf.
- *DisposalCost*: Kosten, welche durch das Verschrotten und das Recycling des Autos am Lebensende anfallen.

---

Zu Fragen oder Vorschlägen zur Software-Entwicklung, bitte fragen Sie an bei:

OPTIRESOURCE, c/o Protoscar SA  
 Via Antonio Ciseri 3  
 CH-6900 Lugano, Switzerland  
 T +41 91 649 60 60  
 info@optiresource.org  
 www.optiresource.org