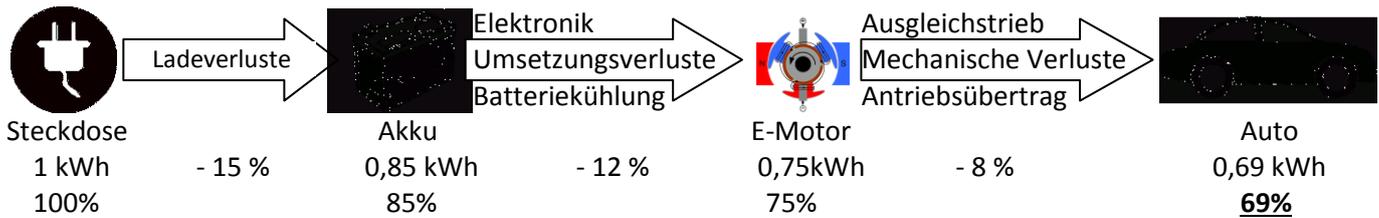


Energieverbrauch und Kosten, vereinfachte Darstellung - Vergleich E-Auto gegen Diesel-Auto:

Energiebedarf Elektro-Pkw

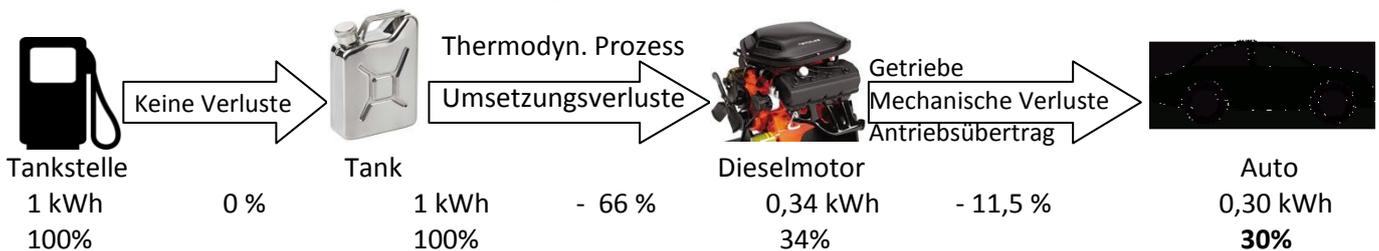


Der Gesamtwirkungsgrad zwischen Steckdose und Rad beträgt bestenfalls 69%

Man „tankt“ 1 kWh aus der Steckdose in ein E-Auto (= Ausgangsenergie). Um die Ladeverluste gering zu halten, wird der Akku nie voll geladen und nie ganz leer gefahren. Dann kommen unter optimalen Verhältnissen 0,85 kWh im Akku an, 0,75 kWh am E-Motor, sowie 0,69 kWh = 69% mechanisch an den Rädern.

0,31 kWh werden beim Laden und Fahren in Wärme umgewandelt. Davon etwa 0,1 kWh onboard (Motor, Elektronik, Getriebe, Batteriekuhlung), die sich zu 50% für Heizzwecke nutzen ließen, d.h. $0,1 \cdot 0,5 = 0,05 \text{ kWh}$.

Energiebedarf Diesel-Pkw (Euro IV)



Der Gesamtwirkungsgrad zwischen Zapfsäule und Rad beträgt bestenfalls 30%

Man „tankt“ 1 kWh (= 0,1 Liter = Ausgangsenergie) aus der Zapfsäule in den Tank eines Dieselaufos. Dabei gibt es praktische keine Verluste. Ein moderner Pkw-Dieselmotor hat einen Wirkungsgrad bis max. 45%. In diesem Beispiel wird angenommen, dass je kWh im Tank gespeicherter Energie 34% = 0,34 kWh mechanisch umgesetzt werden. Zwischen Motor und Rädern (Getriebe) gehen davon nochmal 11,5% = 0,04 kWh verloren, insgesamt 0,70 kWh = 70% Verluste. Es kommen daher an den Rädern nur 0,3 kWh = 30% der Ausgangsenergie an. Um die gleiche Fahr-Energie wie das E-Auto (0,75 kWh) zur Verfügung zu haben, bedarf es also der 2,33-fachen Ausgangsenergie (1 kWh) = 2,33 kWh = 2,33 Liter im Tank. 70% davon = 1,63 kWh davon werden in teilweise nutzbare Wärme umgewandelt.

Etwa 80% der motorseitig entstehenden Wärmeverluste (Abgas und Kühlung = 1,3 kWh) stehen für Heizzwecke zur Verfügung, das ist 26-mal mehr als beim E-Auto mit gleicher Fahrleistung. In der Praxis reicht bereits die Wärme des Kühlwassers (0,5 kWh je 1,34 kWh Fahrenergie) zum Heizen im Winter aus.

Wirtschaftlichkeits-Rechnung (ab Steckdose / ab Tankstelle):

Die Energiekosten (nur für den Verbrauch der Betriebsenergie) hängen natürlich von den Preisen für Strom und Kraftstoff ab. Die kWh aus der Steckdose kostet derzeit im Schnitt 0,28€. 1 Liter Dieselöl = 10 kWh kostet derzeit im Schnitt 1,10€ (Stand Juli 2016). Um beide Antriebsarten vergleichen zu können, wird jeweils von einer mittleren erforderlichen Fahrenergie von 25 kWh/100 km ausgegangen. Unter dieser Annahme ergeben sich folgende Kosten:

Je kWh mechanische Energie zum Fahren kosten beim E-Auto an der Steckdose $0,28/0,69 = 0,41 \text{ €}$

Die Kosten für 25 kWh/100 km Fahr-Energie errechnen sich damit zu: $25 \cdot 0,41 = 10,14 \text{ €/100 km}$

Je kWh (= 0,1 Liter) mechanische Energie zum Fahren kosten beim Diesel-Auto ab Tankstelle $0,11€/0,3 = 0,37 \text{ €}$

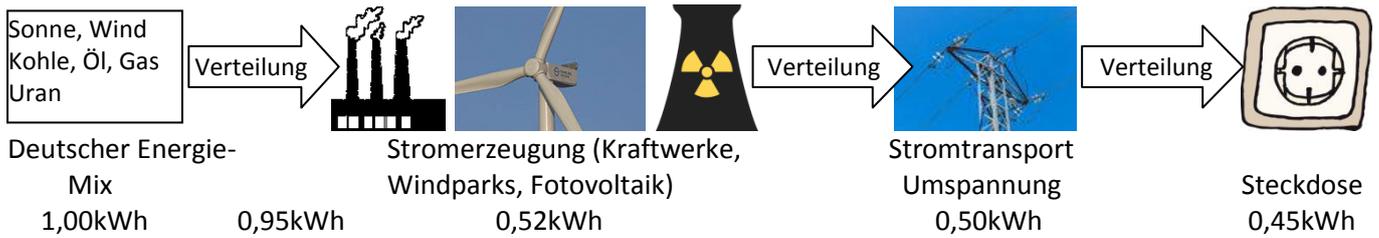
Die Kosten für 25 kWh/100 km Fahr-Energie errechnen sich damit zu: $25 \cdot 0,37 = 9,17 \text{ €/100 km}$

Die Kosten für den E-Antrieb und den Antrieb durch Diesel sind bei heutigen Energiekosten (2017) etwa gleich!

Im praktischen Fahrbetrieb ist ein E-Fahrzeug (bei Bergabfahrt und Verzögerung) in der Lage, Energie zurückzugewinnen (Rekuperation). Dieser Vorteil wird allerdings wieder weitgehend eliminiert durch den Mehrleistungsbedarf durch das höhere Gewicht bergauf und die größere Masse beim Beschleunigen. Das zeigen die Verbräuche von Hybridfahrzeugen in der Praxis, die nicht besser sind, als die von gleichwertigen Dieselfahrzeugen.

ENERGIE-VERGLEICH

Primärenergiefaktor Strom 2,2 (lt. UBA 2016) – Well to Wheel



Der Primärenergiefaktor für den derzeitigen Strommix in Deutschland für 2015 beträgt 2,2 (Angabe UBA).

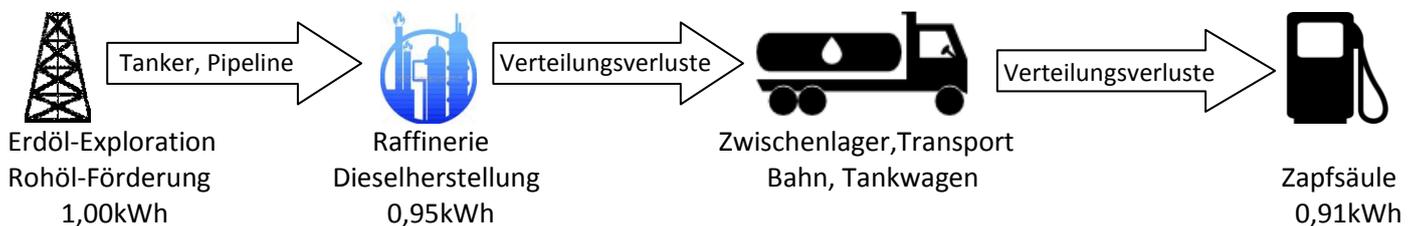
Zum Beispiel werden im Schnitt nur 30% der Primärenergie (aus Kohle, Öl, Gas) im Kraftwerk in Strom umgewandelt.

Die Leitungs- und Umspannungsverluste betragen noch einmal ca. 15% davon, ehe der Strom in der Steckdose ist.

Nur max. 0,45kWh von ursprünglich 1kWh Primärenergie gelangen bis zur Steckdose und von da max. 69% zum Rad.

Die Effizienz Well-to Wheel beträgt also beim derzeitigen deutschen Energiemix **31%**.

Primärenergiefaktor (Wirkungsgrad) Dieselkraftstoff – Quelle bis Tankstelle



Der Primärenergiefaktor der Wertschöpfungskette für Diesel-Kraftstoff beträgt 1,1 (Angabe UBA).

0,91kWh von ursprünglich 1kWh Primärenergie erreichen die Tankstelle und von da max. 30% das Rad. Die Effizienz

Well-to Wheel beträgt also bei Diesel etwa **27%**. Auch hier liegen die beiden Antriebsarten nicht weit auseinander.

Am drastischsten zeigen sich aber die Differenzen des E-Autos zum Dieselauto an einem ganz einfachen Beispiel: Angenommen, der Mehrpreis eines E-Autos gegenüber einem Dieselauto beträgt 10.000 €, dann kann man dafür $10.000/1,1 = 9.090$ Liter Kraftstoff kaufen und damit (bei einem Verbrauch von $23 \text{ kWh}/100 \text{ km} = 4,5 \text{ L}/100 \text{ km}$) gegenüber dem E-Auto über 200.000 km völlig gratis zurücklegen, während der Fahrer eines E-Autos für diese Strecke (beim gleichen Fahrverbrauch von $23 \text{ kWh}/100 \text{ km}$) dafür $2000 \cdot 23 \cdot 0,28 \text{ €} = 12.880 \text{ €}$ bezahlen muss und spätestens danach auch noch einen neuen Akku braucht. Selbst dieser Vergleich ist noch zu günstig für das E-mobil, denn da es schwerer ist als das Dieselauto, würde es entweder mehr verbrauchen oder langsamer fahren müssen. Außerdem muss es 8- bis 10-mal häufiger zur Ladestation, als das Dieselauto zur Tankstelle. Selbst wenn man rechnet, dass das E-Auto immer mit selbsterzeugtem Strom aus einer Windkraft- oder Fotovoltaik-Anlage betrieben werden kann (also der Strompreis mit 0 €/kWh angesetzt wird), ist spätestens nach 200.000 km eine neue Batterie fällig, die etwa so viel kostet, wie der Kraftstoff für das Dieselauto für 200.000 km. Dieser in das E-Auto getankte Strom (46.000 kWh) kann zudem nicht mehr in das Netz eingespeist werden und wird demzufolge auch nicht bezahlt, von der Amortisierung der Investitionen und Servicekosten der Anlage (die ja auch nicht umsonst geliefert wird) ganz zu schweigen.

Ein Ausweg aus der Kostenfalle E-Mobilität ist die Erzeugung des Stroms aus Kraftstoff onboard mit Hilfe eines kleinen Range-Extenders zur laufenden Nachladung einer relativ kleinen und billigen Batterie. Das Auto fährt rein elektrisch, hat ausreichende kurzzeitige Power und tankt ausschließlich Kraftstoff für einen einfachen und kleinen Verbrennungsmotor, der stets im optimalen Verbrauchsbereich läuft und den mittleren Fahrbedarf abdeckt. Eine Start-Stopp Regelung schaltet dieses Aggregat je nach Bedarf ein oder aus. **Die Weiterentwicklung des nebenstehenden von ELSBETT in den Achtziger-Jahren für genau diese Anwendung gebauten und mit regenerativem Kraftstoff (Pflanzenöl) betriebenen Motors mit den Mitteln eines neuartigen (GKM, an anderer Stelle beschriebenen) Gaswechselsystems, könnte die Lösung für die beschriebenen Probleme der Elektromobilität sein.** Hier liegt noch ein großes Potenzial zur Schonung der Ressourcen und des Klimas durch geringen Verbrauch, niedrige CO₂- und andere Emissionen, sowie geringeren Materialaufwand bei der Herstellung eines leichteren und billigeren Fahrzeugs unter Wahrung einiger Vorteile des E-Antriebs (z.B. Rekuperation).



Von Günter Elsbett in 1988 konstruierter erster Range Extender, Einzylinder, Diesel-Direkteinspritzung, voller Massenausgleich, hydraulische Ventilsteuerung, Schwungrad zur Kurbelwelle höher übersetzt (wg. Gewichtsminderung für leichteren schneller drehenden Generator), Bohrung 82 mm, Hub 92 mm, Leistung 10 kW bei 3600 min^{-1} , Gewicht 44 kg