

Update  
April 2019

# Mythbuster Elektromobilität

Informationen für Interessierte  
aus dem Handschuhfach eines  
Schweizer Teslafahrers

Autor: Martin Rotta | martin\_rotta@hispeed.ch

## Behauptungen und Inhalt

- S. 2 Die Reichweite ist zu gering.
- S. 3 Das Aufladen dauert zu lange.
- S. 4 Die Akkus sind nach 5 Jahren Schrott.
- S. 5 Der läuft mit einfachen Laptop-Akkus.
- S. 6 Elektroautos sind zu teuer.
- S. 7 Benziner und Diesel wurden in den letzten Jahren ebenfalls viel sauberer.
- S. 8 Ein Elektroauto verursacht keine Emissionen.
- S. 9 Die Schweizer Energieetikette für Personenwagen
- S. 10 Mit der heutigen Stromerzeugung ist ein sparsamer Diesel sauberer.
- S. 11 Emissionen mal ganz ehrlich
- S. 12 Was sagt die Wissenschaft dazu?
- S. 14 Und woher kommt der Strom? Aus dem Kohlekraftwerk, ha!
- S. 15 Das Elektroauto hat die effizienteste Antriebsart.
- S. 16 Würden alle Elektroauto fahren, gäbe es Stromausfälle.
- S. 17 Ökostrom hin oder her; Strom kommt immer aus der gleichen Steckdose.
- S. 18 Die Akku-Herstellung ist eine grosse Belastung für die Umwelt.
- S. 19 Elektroauto? Sondermüll auf Rädern!
- S. 20 Ressourcen, Klima, Ökosystem, Gesundheit: Anfangs pfui, später hui
- S. 21 Elektroautos sind langsam. (Teil I bis III)
- S. 24 Besser Hybrid als Elektro.
- S. 24 Es braucht Zeit.
- S. 25 Marktübersicht Schweiz
- S. 26 Das Auto der Zukunft fährt heute mit Wasserstoff.
- S. 27 Der Tesla ist ein ökologischer Rückschritt. (Tages Anzeiger)
- S. 28 Elektroautos sind gefährlich und weniger sicher.
- S. 28 Wer heute ein Elektroauto kauft, kriegt morgen weitere Vorteile dazu.
- S. 29 Mit gutem Beispiel voran. – Was Tesla in nur 5 Jahren erreicht hat.
- S. 30 Was Tesla kann, kann VW / Audi / Mercedes noch lange.
- S. 32 Batteriefabriken – Trend erkannt oder verschlafen?
- S. 33 Wieso das alles? – Verantwortung wahrnehmen
- S. 34 Eine Fahrt mit Köbi „National“ Kuhn in seinem Elektroauto
- S. 35 Wieso nicht ein Occasionsfahrzeug?
- S. 36 Konstruktion eines Elektroautos (Tesla)
- S. 39 Konstruktion eines Elektroautos (BMW)
- S. 40 Vorteile / Nachteile, Handout

## Aktualisierungen

05.2016 / 10.2017 / 08.2018 / 04.2019

## Idee

Schweizer Forum Elektromobilität  
Beckmann / Imesch / Pauli, 2011



Aktuellste Version (PDF)  
www.mythbuster.ch



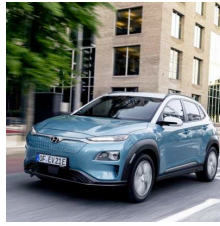
# „Die Reichweite ist zu gering.“ – Das war einmal. Und auch die Infrastruktur schießt wie Pilze aus dem Boden.



**Renault Zoé**  
ab 35'000 CHF  
NEFZ 403 km  
WLTP 317 km  
EPA / real –



**Opel Ampera-e**  
ab 45'000 CHF  
NEFZ 520 km  
WLTP 423 km  
EPA / real 383 km



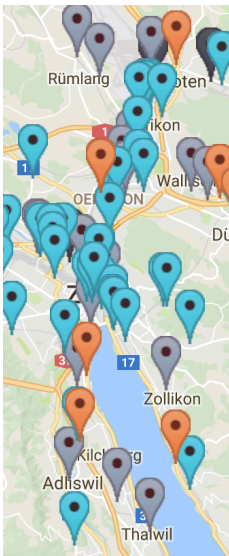
**Hyundai KONA**  
ab 45'000 CHF  
NEFZ 546 km  
WLTP 449 km  
EPA / real 415 km



**Tesla Model 3 SR**  
ab 40'000 CHF  
NEFZ –  
WLTP 415 km  
EPA / real 384 km



**Tesla Model 3 LR**  
ab 55'000 CHF  
NEFZ –  
WLTP 560 km  
EPA / real 496 km



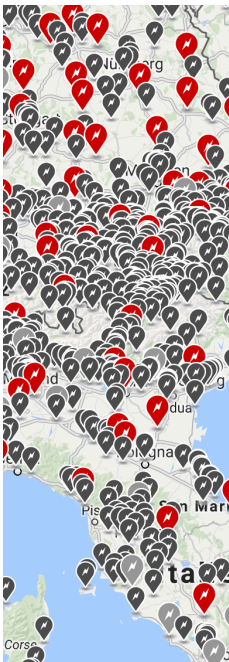
**NEFZ Neuer Europäischer Fahrzyklus** (vgl. Seite 7)  
1992 bis 2018, 11 km, 20 min, max. 120 km/h, ø 33 km/h, Klima aus

**WLTP Worldwide Harmonized Light(-Duty) Vehicles Test Procedure**  
2018, 23 km, 30 min, max. 130 km/h, ø 47 km/h, Klima aus

**EPA Zyklus der amerikanischen Environmental Protection Agency**  
2008, 18 km, 31 min, max. 129 km/h, ø 34 km/h, Klima & Heizung an

**Alltagsbetrieb** – Wer sein Auto zu Hause oder beim Arbeitgeber laden kann, darf sich vom Gedanken, jede Woche tanken zu müssen, verabschieden. Die üblichen 15 Minuten Aufwand unter der Woche reduzieren sich auf ein paar wenige Sekunden, denn das Auto lädt während es ohnehin stillsteht und man spart Zeit: Die eigene „Zapfsäule“ ist zweifelsohne ein grosses Plus an Komfort.

Wer Nachts in der blauen Zone parkieren muss, kann schon heute unzählige Lademöglichkeiten bei Einkaufszentren, Kinos, Restaurants etc. nutzen. Und da in der Schweiz das Auto täglich im Mittel nur 24 km gefahren wird, muss ein modernes Elektroauto also auch erst nach 10-14 Tagen wieder an die Steckdose.



**goingelectric.de** bietet die wohl umfangreichste Datenbank:  
2014 gab es in Westeuropa rund 10'000 Ladestationen;  
2019 im Frühjahr waren es bereits deren 110'000!

**links:** goingelectric, Grossraum Zürich | **unten:** Tesla, Alpenraum



**Langstrecke** – Wirklich relevant ist die Dauer des Ladevorgangs also nur, wenn man sich auf Langstrecken von 300 km und mehr begibt. Die meisten der Fahrzeuge am Markt sind in 30-40 Minuten wieder zu 80% geladen. Während sich die Passagiere nach drei bis vier Stunden Fahrt ein leckeres Mittagessen gönnen, lädt das Elektroauto somit wieder genügend Energie für die nächste Etappe. So kommt man zum Beispiel von Zürich nach Hamburg mit nur ein bis zwei (Lade-)Pausen; Unterbrüche, die der gesunde Menschenverstand ohnehin verlangt. Geladen wird an Schnellladestationen und schon heute gibt es in den meisten Ländern Europas mehr Ladestationen als Tankstellen.

**Hier sticht die Marke Tesla aus der Masse heraus**, denn sie treibt seit 2013 konsequent den Ausbau eines Netzwerks von Schnellladestationen voran. Diese „**Supercharger**“ haben eine „Ladegeschwindigkeit“ von bis zu 500 km Reichweite pro Stunde, sind strategisch günstig gelegen und stehen TeslafahrerInnen exklusiv und teilweise sogar gratis zur Verfügung. (vgl. Seite 29)

„Das Aufladen dauert zu lange.“ – Denn bisher fuhren wir die 1000 km nach Spanien immer am Stück und ohne Pausen durch. Ja genau.

# 500 km/h

Das ist die „Geschwindigkeit“, mit welcher ein Tesla mit leerer Batterie am Supercharger geladen werden kann.

Am „Supercharger V3“ kann ab 2020 gar mit bis zu 1500 km/h geladen werden!

## In der Praxis heisst das:

- Vollgeladen von zu Hause starten,
- in der Pinkelpause rasch 100 km nachladen,
- nach der Mittagspause wieder „vollgetankt“,
- und schon ist man von Basel nach Hamburg gefahren.

## Was viele dabei vergessen:

Im Alltag muss man gar nicht erst jede Woche zur „Tankstelle“ fahren. Man lädt einfach die gefahrenen Kilometer nach, während das Auto sowieso beim Fitnessstudio, vor dem Kino, neben dem Einkaufszentrum, oder – am bequemsten natürlich – zu Hause in der Garage steht. Man spart also Zeit.



**Beispiel Tesla Supercharger:** Viele Ladestationen bieten Toiletten und Verpflegungsmöglichkeiten in unmittelbarer Nähe. Die meisten der bestehenden Standorte in Europa verfügen über 8-14 Schnellladesäulen und stehen bei Hotels oder Restaurants.

### Beispiel: St. Gallen - Barcelona

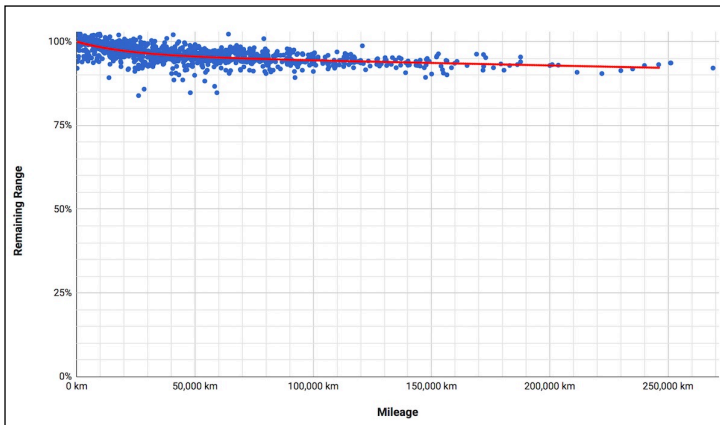
	Benziner	Elektro
Fahrzeit	10 Stunden	10 Stunden
Tanken / Laden	2 x 10min	–
Pausen / Essen	2 Stunden (Auto parkiert)	2 Stunden (Auto lädt alleine)
am nächsten Tag	Tank halb leer	vollgeladen beim Hotel*

\* Hotel muss an Stromnetz angeschlossen sein ;-)

### Beispiel aus dem Alltag

	Benziner	Elektro
tägliche Distanz Durchschnitt CH: 24km	20 bis 100 km	20 bis 100 km
Zeitaufwand für Tanken / Laden pro Woche	1 x 10min plus Weg zur Tankstelle	7 x 5 Sek einstecken, weglassen, jeden Morgen aufgeladen

## „Die Akkus sind nach 5 Jahren Schrott.“ – Falsch.



Die Datenerhebung links zeigt ein deutliches Bild: Über 90% Kapazität verbleiben nach 250'000 km – Oder anders gesagt: Mit einem Neuwagen fährt man 400 km am Stück, nach etwa 10 bis 15 Jahren aber immer noch 350 km weit. – Und dann? Aufladen, fertig. **Heute gibt Tesla 8 Jahre Garantie bei unbegrenzter Laufleistung.**

**links:** Alterungsverhalten „Degradation“ mit der Laufleistung Datenerhebung von Teslabesitzern, NL / Europa

**Das Rezept:** Keine Billigakkus wie im Smartphone, sondern speziell auf den Verwendungszweck im Auto hin entwickelt und durch ausgeklügelte Elektronik im Betrieb genau überwacht. (vgl. Seite 5)

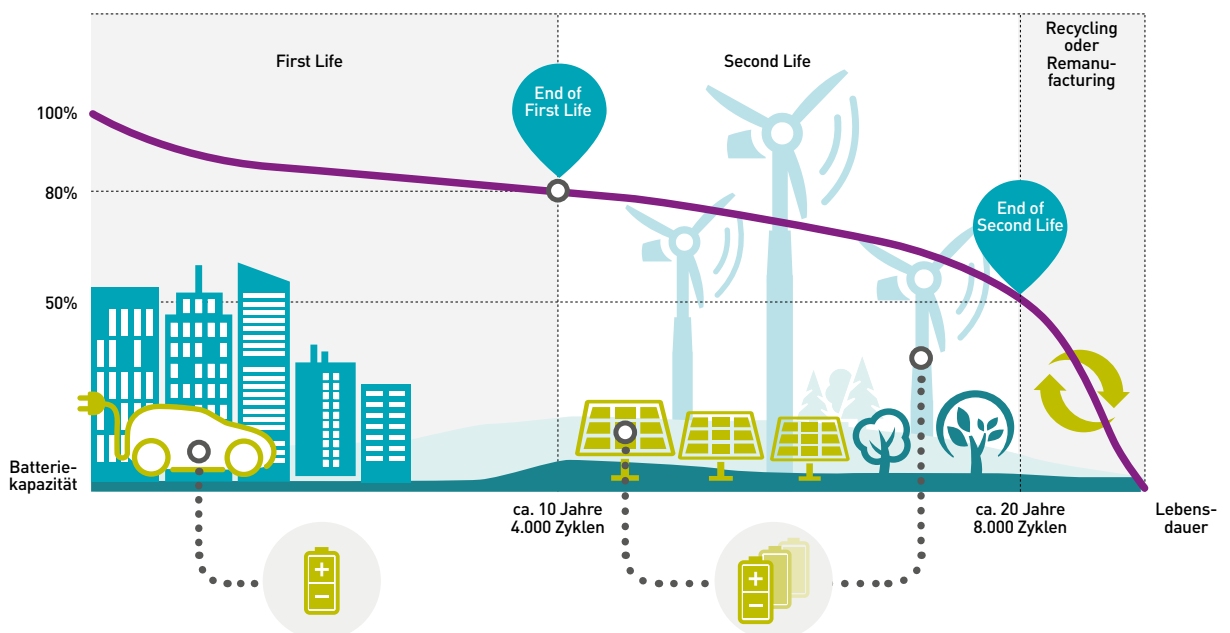
Zudem unterliegt ein Elektromotor nicht dem selben Verschleiss wie ein Verbrennungsmotor. Er fährt sich nach 10 Jahren noch immer genau so „knackig“ wie am ersten Tag und verbraucht gleich viel.

Die Preise für Fahrzeugakkus haben sich in den letzten Jahren mehr als halbiert und sinken weiter. (vgl. Seite 12, VCÖ) Akkus, deren Kapazität nachgelassen hat, können im „Second Life“ als stationäre Stromspeicher eingesetzt werden. Zum Schluss können Akkus nahezu vollständig und zunehmend rentabel recycelt werden. Die 15 bis 20 Tonnen Benzin oder Diesel für den Betrieb eines Autos mit Verbrennungsmotor hingegen sind an diesem Punkt unwiederbringlich verbraucht. (vgl. Seiten 18 und 19)



**rechts:** Im Johan Cruijff Stadion in Amsterdam kommen 63 gebrauchte Fahrzeugakkus von Nissan zum Einsatz. Sie werden von 4'200 Solarpanels auf dem Dach gespeist, dienen als Notstromversorgung für die Dauer eines ganzen Spiels und können bei Nichtbenutzung des Stations zu einer sauberen und stabilen Stromversorgung in der Region beitragen.

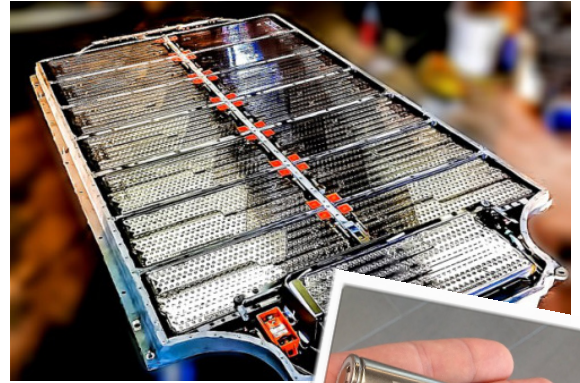
**rechts:** Nutzung der Batterie in verschiedenen Phasen (VCÖ 2017)



## „Der läuft mit einfachen Laptop-Akkus.“ – Falsch.

Auf die inneren Werte kommt es an.

Tesla verwendet in seinen Fahrzeugen tatsächlich Zellen, die äusserlich an Akkus aus dem Modellbau erinnern. In der Limousine Model S sind zum Beispiel über 7000 davon im Fahrzeugboden untergebracht. Der Hersteller hat damit nicht nur den Preis senken können, sondern auch eine hohe Lebensdauer bei gleichzeitig beeindruckender Leistung erreicht. Nicht die Form der Zellen ist nämlich entscheidend, sondern auf die inneren Werte sowie auch auf die Technik drum herum (insb. Heizung / Kühlung) kommt es an.



**links:** Akkupack eines Nissan Leaf  
**oben:** Akkupack von Tesla (Model S)  
**rechts:** Zelle aus dem Tesla Model 3



Nebst den klassischen, runden Zellen, verbauen einige Hersteller auch flache Varianten. Ungeachtet des Formfaktors entscheidet jedoch die Zusammensetzung der verwendeten Materialien über die Eignung als Akku im Elektroauto.

Wichtige Anforderungen Akkus in der Elektromobilität:



- Kapazität, Gewicht, Volumen: möglichst hohe Energiedichte auf Zell- und Akkupackebene
- maximale Lade- und Entnahmeleistung unter Beachtung einer hohen Lebensdauer
- gewünschter Formfaktor (Rundzelle / Flachzelle) und Möglichkeit zur Kühlung / Heizung
- Preis sowie Verfügbarkeit in hohen Stückzahlen

Akkus im Smartphone vs. Elektroauto – von Birnen und Äpfeln		
	Smartphone	Elektroauto (Tesla)
aktiv gekühlt / beheizt	x / x	✓ / ✓
Leistung je nach Temperatur begrenzt	x	✓
Hinweise an Benutzer zur Verlängerung der Lebensdauer	x / ✓ teilweise	✓ z.B. nicht leer stehen lassen
Garantie	<b>3 - 6 Monate</b> „Funktionsgarantie“	<b>8 Jahre</b> unbegrenzte km
Materialmix der Batteriezelle auf lange Lebensdauer ausgelegt	x	✓
durchschnittliche Kapazität nach 5 Jahren	<b>0 - 70%</b> (Erfahrungswert)	<b>90 - 95%</b> (statistisch belegt)
Ausfall einer Batteriezelle	<b>Ersatz notwendig</b> falls überhaupt austauschbar	<b>&lt; 0.05 % Verlust</b> Modultausch möglich

## „Elektroautos sind zu teuer.“ – Falsch.

Auch wenn der Kaufpreis aktuell noch höher ist, liegen die **Gesamtkosten** über 5 bis 10 Jahre in den meisten Fällen gleichauf oder sogar bereits niedriger als bei vergleichbaren Benzinern / Dieseln.

<b>untere Mittelklasse</b> <b>Gesamtkosten</b> ohne allfällige Garantien und Spezialaktionen <b>über 5 Jahre</b>				
	<b>VW Golf Diesel</b> 2.0 TDI Highline, Automat, 150 PS		<b>Nissan Leaf</b> 2.ZERO, 150 PS	
<b>Kaufpreis</b> <sup>1</sup>	<b>CHF 27'000</b>		<b>CHF 32'500</b>	
Treibstoff / Strom	CHF 7'500	6.3 Liter, 1.60 CHF, 75'000 km	CHF 2'500	16 kWh (≈ 1.6 l Diesel), 0.20 CHF, 75'000 km
Versicherung, Vollkasko <sup>2</sup>	CHF 4'000		CHF 4'000	
Verkehrsabgaben (ZH)	CHF 1'000		befreit	
Reparaturen	CHF 2'000		CHF 1'000	
Restwert	CHF 10'000		CHF 10'000	
<b>Gesamtkosten, 5 Jahre</b>	<b>CHF 31'500</b>		<b>CHF 30'000</b>	

<b>Mittelklasse</b> <b>Gesamtkosten</b> ohne allfällige Garantien und Spezialaktionen <b>über 10 Jahre</b>				
	<b>BMW 320i xDrive</b> Automat, Leder, Allrad, 184 PS		<b>Tesla Model 3 „Plus“</b> Autopilot, Leder, Allrad, 260 PS	
<b>Kaufpreis</b> <sup>1</sup>	<b>CHF 44'000</b>		<b>CHF 49'000</b>	
Treibstoff / Strom	CHF 19'500	8.1 Liter, 1.60 CHF, 150'000 km	CHF 5'500	18 kWh (≈ 2 l Benzin), 0.20 CHF, 150'000 km
Versicherung, Vollkasko <sup>2</sup>	CHF 15'000		CHF 15'000	
Verkehrsabgaben (ZH)	CHF 3'500		befreit	
Reparaturen	CHF 3'000		CHF 2'000	
Restwert	CHF 10'000		CHF 10'000	
<b>Gesamtkosten, 10 Jahre</b>	<b>CHF 75'000</b>		<b>CHF 61'500</b>	

<sup>1</sup> Kaufpreise gemäss aktuellen Angeboten (Neuwagen, > 50km) auf Comparis Schweiz, vergleichbare Ausstattungen, Stand April 2019

<sup>2</sup> Versicherungen geben bis zu 35% Rabatt für Elektroautos (in der Tabelle nicht berücksichtigt)

„Benziner und Diesel wurden in den letzten Jahren ebenfalls viel sauberer.“ – Falsch, nur auf dem Papier.



## NO<sub>x</sub>

**Stichwort: Abgaskandal** bei VW (und anderen)

Überschreitung der Abgas-Grenzwerte auf der Strasse im realen Betrieb um ein Mehrfaches

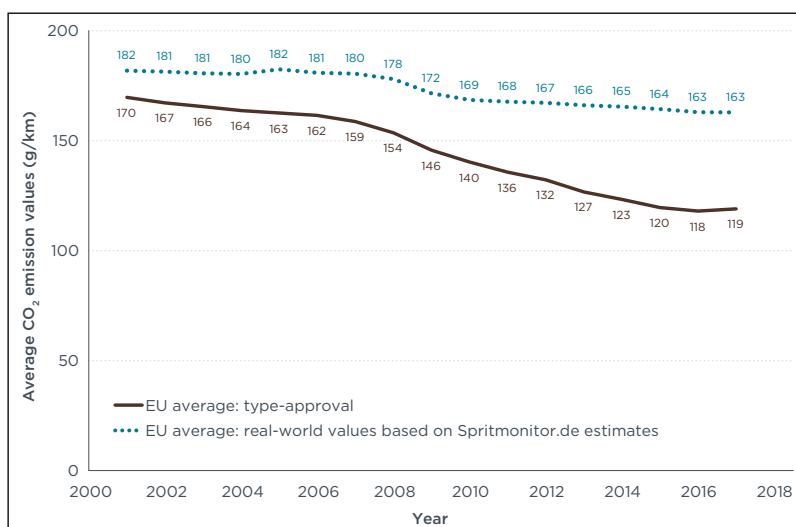
**Quelle:** ZDF Doku, Frontal 21 – „Die Abgaslüge“  
Messungen der Abgasprüfstelle der Berner Fachhochschule in Biel

## CO<sub>2</sub> + NEFZ

**Quelle:** International Council on Clean Transportation ICCT, 2018: From laboratory to road. A 2018 update of official and “real-world” fuel consumption and CO<sub>2</sub> values for passenger cars in Europe.

**NEFZ:** Neuer europäischer Fahrzyklus

- Die schwarze Linie zeigt die offiziellen Angaben der Hersteller
- Die gepunktete blaue Linie bildet den realen Durchschnittsverbrauch bzw. die CO<sub>2</sub>-Emissionen ab.



**Figure 28.** Real-world versus type-approval CO<sub>2</sub> emission values of new European passenger cars based on Spritmonitor.de estimates and type-approval data from the European Environment Agency (EEA, 2018).

**Die Realität auf der Strasse weicht immer stärker von den Herstellerangaben ab.** Nur scheinbar werden also die Ziele der Politik (130g CO<sub>2</sub> bis 2015, 95g bis 2020) erreicht. Lagen die Abweichungen zwischen Herstellerangabe und Alltagsbetrieb im Jahr 2000 noch bei überschaubaren 8%, so wurde 2015 bereits eine **Abweichung von 40%** festgestellt. – Kein Wunder bei speziellem Leichtlauföl, Reifen die es gar nicht im Handel zu kaufen gibt, Abkleben der Karosserie, trennen der Lichtmaschine und vielen anderen kreativen „Optimierungen“.

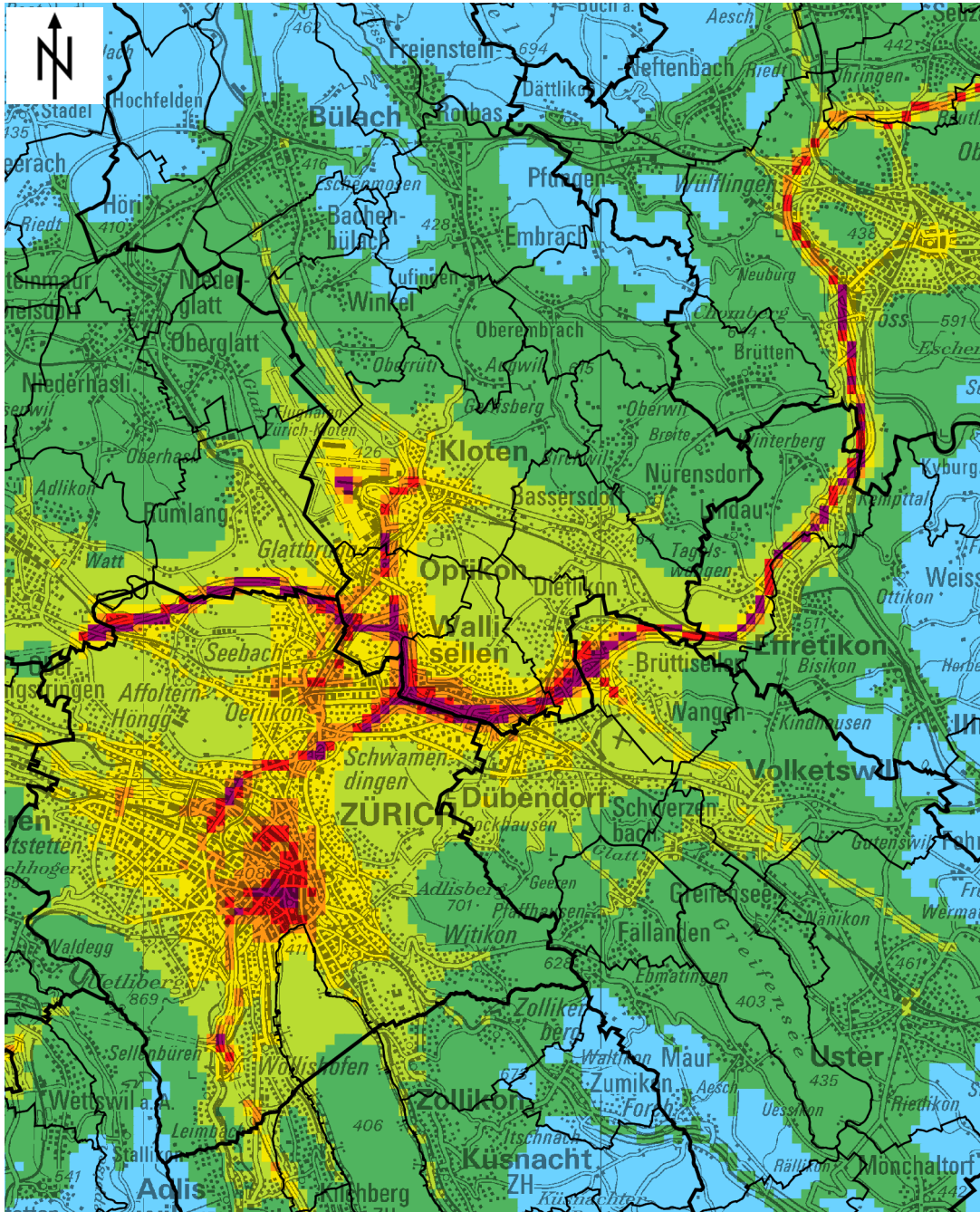
Der neue, praxisnahe „Weltzyklus“ (WLTP, Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) kann diese Diskrepanz seit Anfang 2019 zumindest teilweise mindern: (vgl. Seite 2)

	Verbrauch NEFZ <sup>1</sup>		Verbrauch WLTP		
Opel Astra 1.0 (Benzin)	4,5 l/100 km	106 + 25 g CO <sub>2</sub>	6,0 l/100 km	142 + 33 g CO <sub>2</sub>	+ 34%
BMW 118i (Benzin)	5,4 l/100km	127 + 29 g CO <sub>2</sub>	7,0 l/100km	165 + 38 g CO <sub>2</sub>	+ 30%
Renault Zoé (Elektro)	13,3 kWh/100km	0 + 18 g CO <sub>2</sub>	16,9 kWh/100km	0 + 23 g CO <sub>2</sub>	+ 27%

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>-Angabe gemäss Energieetikette Schweiz: Emissionen durch Fahren & Treibstoff- und / oder Strombereitstellung

## „Ein Elektroauto verursacht keine Emissionen.“ – Falsch.

Es verursacht **weniger Emissionen**, wie an anderer Stelle gezeigt, und es fährt **lokal emissionsfrei**. Dies stellt für die Bevölkerung in der Stadt einen grossen Mehrwert dar. Mit Strom aus Wasserkraft oder Solarenergie fährt das Elektroauto sogar fast komplett emissionsfrei.



**NO<sub>2</sub>-Immissionen 2015 in der Agglomeration Zürich**  
Die Luftqualität entlang der Verkehrsachsen ist sehr schlecht.  
Quelle: GIS-ZH / GIS-Browser

**Eine solche räumliche Konzentration kann vermieden werden.**

Zudem könnte die Gesamtmenge an Schadstoffen selbst bei vollständig fossiler Stromerzeugung verringert werden, denn grosse Kraftwerke sind effizienter als kleine Verbrennungsmotoren, und sie sind nicht Teil eines Abgasskandals, weil strenger kontrolliert. (vgl. Seiten 7 & 14)



# Die Schweizer Energieetikette für PKW – Bundesamt für Energie (BFE)

Seit 2017 werden auf der Schweizer Energieetikette neu auch die Emissionen aus der Treibstoffproduktion berücksichtigt. Das Resultat ist deutlich:

**Elektro 22 g CO<sub>2</sub> / km**

0 g/km (hat keinen Auspuff)  
22 g/km Stromerzeugung, Schweiz

**Benziner 168 g CO<sub>2</sub> / km**

136 g/km aus dem Auspuff  
32 g/km Bereitstellung Treibstoff

„Alleine das Tanken eines Autos mit Verbrennungsmotor verursacht mehr CO<sub>2</sub> Emissionen, als das Laden und Fahren eines Elektroautos.“

## Energieetikette 2019



**Marke**  
TESLA  
**Typ**  
Model 3 Long Range

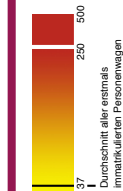
**Treibstoff**  
Strom  
**Getriebe**  
Manuell automatisiert, 1 Gang  
**Leergewicht**  
1980 kg  
**Emissionsvorschrift**

**Energieverbrauch**  
EU-Normverbrauch  
**16.0 kWh / 100 km**  
Benzinäquivalent: 1.8 l / 100 km

**0 g/km**

**CO<sub>2</sub>-Emissionen**  
CO<sub>2</sub> ist das für die Erdenwärmung hauptverantwortliche Treibhausgas.

CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Treibstoff- und/oder der Strombereitstellung

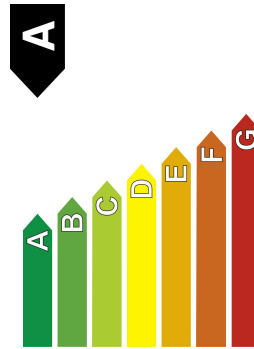


**22 g/km**

### Energieeffizienz

Für die Einteilung in die Kategorien der Etikette sind zwei Grössen massgebend: Energieverbrauch und Gewicht.

Der Energieverbrauch und damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Fahrzeugs sind auch vom Fahrstil und anderen nichttechnischen Faktoren abhängig.



Informationen zum Energieverbrauch und zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen, inklusive einer Auflistung der aktuellen Personenvagen, sind unter [www.verbrauchs katalog.ch](http://www.verbrauchs katalog.ch) abrufbar.

Gültig bis 31.12.2019 / 1TD576 (m1a)

## Energieetikette 2019



**Marke**  
BMW  
**Typ**  
3 Limousine 320i

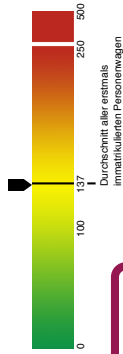
**Treibstoff**  
Benzin  
**Getriebe**  
Automatisch, 8 Stufen  
**Leergewicht**  
1671 kg  
**Emissionsvorschrift**  
EURO6

**Energieverbrauch**  
EU-Normverbrauch  
**6.0 l / 100 km**

**136 g/km**

**CO<sub>2</sub>-Emissionen**  
CO<sub>2</sub> ist das für die Erdenwärmung hauptverantwortliche Treibhausgas.

CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Treibstoff- und/oder der Strombereitstellung



**32 g/km**

### Energieeffizienz

Für die Einteilung in die Kategorien der Etikette sind zwei Grössen massgebend: Energieverbrauch und Gewicht.

Der Energieverbrauch und damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Fahrzeugs sind auch vom Fahrstil und anderen nichttechnischen Faktoren abhängig.



Informationen zum Energieverbrauch und zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen, inklusive einer Auflistung der aktuellen Personenvagen, sind unter [www.verbrauchs katalog.ch](http://www.verbrauchs katalog.ch) abrufbar.

Gültig bis 31.12.2019 / 1BN280 (ab8)

(Die Schweizer Energieetikette kennt keine Effizienz kategorien A+ bis A+++ , dafür eine jährliche Verschärfung der Bewertungskriterien.)

# „Mit der heutigen Stromerzeugung ist ein Elektroauto dreckiger als ein sparsamer Diesel.“ – Falsch.

**"Selbst mit dem kohlehaltigen, deutschen Strommix fahren Elektroautos sauberer als Verbrenner."**



Reale CO<sub>2</sub>-Emissionen der heute am Markt erhältlichen Fahrzeugtypen und ihrer Treibstoffe

M. Rotta, Juni 2016

**Diese Tabelle ist nur eine unvollständige Kurzfassung.**  
Originaldokument inkl. Quellen:

Hybrid	Benzin	Benzin	Diesel	Erdgas	Biogas	Elektro	Elektro	Elektro
Eco	Kompakt	Oberklasse	Normal	Normal	Normal	Strom	Strom	Ökostrom
Toyota	VW	BMW	BMW	Skoda			Tesla	
Auris HSD Modell 2015	Golf 1.2 TSI Modell 2015	535i Modell 2014	320d Modell 2015	Octavia G-Tec Modell 2015			Model S 85 P Modell 2014	

Energieträger nicht erneuerbar

Energie bis zu 100% erneuerbar

CO<sub>2</sub>-Emissionen in Gramm pro km

	Hybrid	Benzin	Benzin	Diesel	Erdgas	Biogas	Elektro	Elektro	Elektro
<b>Emissionen beim Fahren</b> Was im Alltag aus dem Auspuff kommt.	128 g	153 g	253 g	168 g	108 g	0 g	0 g	0 g	0 g
<b>Herstellung Treibstoff</b> Ölförderung / Stromerzeugung	26 g	31 g	51 g	34 g	35 g	18 g	131 g	31 g	3 g
<b>Herstellung Fahrzeug</b> Karosserie / Motoren / Akkus	31 g	26 g	37 g	30 g	29 g	29 g	47 g	47 g	47 g
<b>Total CO<sub>2</sub> pro Kilometer</b>	<b>184 g</b>	<b>210 g</b>	<b>340 g</b>	<b>231 g</b>	<b>171 g</b>	<b>46 g</b>	<b>178 g</b>	<b>78 g</b>	<b>50 g</b>
Lifetime-CO <sub>2</sub> -Emissionen	37 t	42 t	68 t	46 t	34 t	9 t	36 t	16 t	10 t
<b>Gesamtemissionen</b> Well-to-Wheel, anhand dt. Verordnung	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>E</b>	<b>A+++</b>	<b>B</b>	<b>A+++</b>	<b>A+++</b>
<b>Treibstoffkosten</b> auf ges. Lebensdauer (200'000km)	18'211 CHF	21'840 CHF	35'952 CHF	22'912 CHF	15'624 CHF	24'276 CHF	8'460 EUR	5'150 CHF	6'989 CHF
<b>Fahrleistungen</b> Beschleunigung 0-100 km/h	10.9 s	10.2 s	5.8 s	7.3 s	10.9 s		4.2 s		

Quelle: eigene Übersicht, Kurzfassung, wissenschaftliche Abstützung siehe Originaldokument (gelbe Box oder nächste Seite).

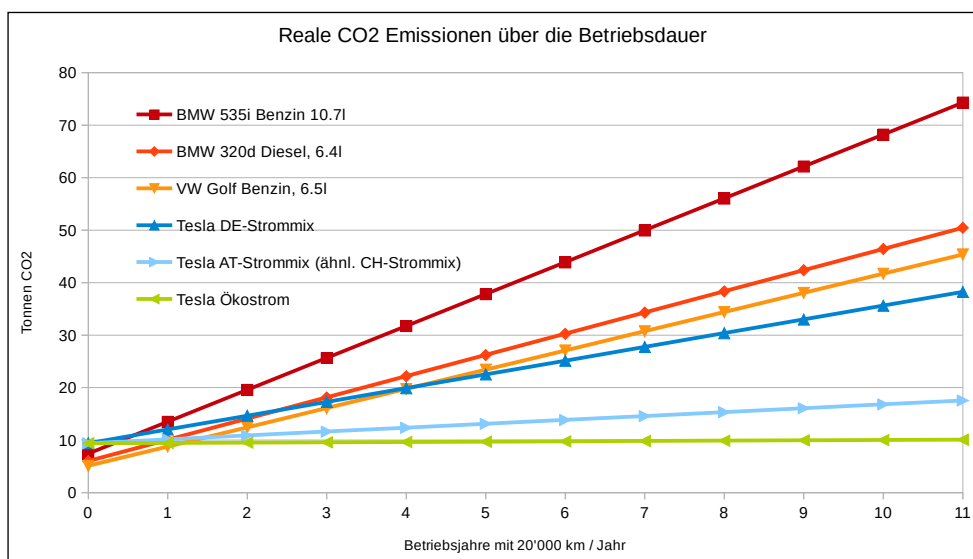
Betrachtet man die bisherigen, offiziellen Emissionskategorien derselben Fahrzeuge, so wird die Notwendigkeit für einen ganzheitlichen Ansatz deutlich. Man spricht dabei von „Well-to-Wheel“, also der gesamten Emissionskette von der Energiequelle bis zum Rad. Dies wäre wichtig, denn bisher wird in der EU sowohl die Fahrzeugherstellung sowie auch die Treibstoffbereitstellung vernachlässigt.

Emissionen bisher

nur Fahren, und nur nach Normverbrauch

Hybrid	Benzin	Benzin	Diesel	Erdgas	Biogas	Elektro	Elektro	Elektro
E+	B	D	A+	A+	A+	A+	A+	A+

(Die Kategorien A++ und A+++ werden offiziell erst eingeführt, wenn der Marktanteil dieser Klassen 5% übersteigt.)



# Emissionen mal ganz ehrlich – Real im Alltag und mit gleichen Messlatten

Quellen siehe Rückseite Originaldokument (via [www.mythbuster.ch](http://www.mythbuster.ch) oder QR-Code)



Juni 2016 v2, martin. rotha (B)@hispeed.ch  
Empfohlene Format für Ausdruck: DIN A3

## Reale CO<sub>2</sub>-Emissionen der heute am Markt erhältlichen Fahrzeugtypen und ihrer Treibstoffe

Emissionen: Fahren	Hybrid	Benziner I	Benziner II	Diesel	Gas (LPG)	Gas (CNG)	Wasserstoff	Elektro I	Elektro II
Verbrauch, Herstellerangabe (relativ) [pro 100km]	3.6 l	5.2 l	8.1 l	4.6 l	7.6 l	3.5 kg	0.76 kg	18.1 kWh	15.0 kWh
Verbrauch, real im Alltag [pro 100km]	5.4 l	6.5 l	10.7 l	6.4 l	8.6 l	4.2 kg	0.91 kg	23.0 kWh	18.8 kWh
Strom: inkl. Ladeverluste von 10%									
CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Verbrauchseinheit	2.36 kg	2.36 kg	2.36 kg	2.52 kg	1.63 kg	2.58 kg	–	–	–
Werte physikalisch festgelegt (l)									
CO <sub>2</sub> pro km (Fahren)	128 g	153 g	253 g	168 g	140 g	108 g	0 g	0 g	0 g

Emissionen: Bereitstellung Treibstoff	Keine Wahl: Energieträger nicht erneuerbar										
CO <sub>2</sub> pro Verbrauchseinheit [l / kg / kWh]	472 g	472 g	472 g	524 g	350 g	822 g	31'580 g	569 g	137 g	15 g	
und zusätzliche, emissionsrelevante Informationen	Flughybrid (also mit Stecker) weisen je nach Flampfort grosse Abweichungen auf, sind aber für kürzere Strecken vergleichbar mit Elektroautos.	sehr hohe Schadstoff-Emissionen bei kaltem Start (Katalysator erst nach einigen km betriebswarm) Betriebsstoffe werden nicht schweizweit in ausreichenden Mengen beigebracht.	analog Benziner I, aber mehr Verbrauch an fossilen Ressourcen und Gärung aus mehr oder weniger fossilen Kohlen (mehr als bei Benziner I) (VWS Stand 2015)	Agarsierung über selektive katalytische Reduktion (AdBlue) und Particulate Filter, die die Schadstoffbelastung der Luft mindern (VWS Stand 2015)	Nebenprodukt der Erdölraffinerie. Fahrzeug startet mit Benzin, was zusätzliche Emissionen verursacht. Nur ca. 50 Tankstellen in der Schweiz.	Im Vergleich zu Benzin 60-50 Prozent weniger Schwefel (NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> ) ist jedoch begrenzt. In den Niederlanden bereits weit verbreitet. Fahrzeug startet mit Benzin, was zusätzliche Emissionen verursacht.	Schweizer Biogas aus Abfallstoffen, vorläufige Menge ist jedoch begrenzt. In den Niederlanden bereits weit verbreitet. Fahrzeug startet mit Benzin, was zusätzliche Emissionen verursacht.	Der Konsument hat keinen Einfluss auf die Energiequelle der Wasserstoffherstellung, daher Verwendung von Strom. Energie teilweise aus Kernkraft (20%, CH 20%).	führt lokal emissionsfrei, fährt lokal emissionsfrei. Wert nahm von 1990 bis 2012 um 82,4% und sinkt weiter. (H) 30% aus Kernkraft (7) Atomausstattige Anteil Kernenergie bereits auf 50% gesunken. Aufpreis ca. 150.- CHF pro kWh gegenüber Strommix	führt lokal emissionsfrei, fährt lokal emissionsfrei. Wert nahm von 1990 bis 2012 um 82,4% und sinkt weiter. (H) 30% aus Kernkraft (7) Atomausstattige Anteil Kernenergie bereits auf 50% gesunken. Aufpreis ca. 150.- CHF pro kWh gegenüber Strommix	Nehaus frei von Schadstoffemissionen, zertifizierte, garantiert erneuerbare Energie, z.B. naturmade star
Wasserstoff: Well-to-Wheel	26 g	31 g	51 g	34 g	30 g	35 g	288 g	131 g	31 g	3 g	
Wasserstoff: Well-to-Wheel, inkl. Ladeverluste und Lagerung, Distribution und Aufbau der notwendigen Infrastruktur (G)											
CO <sub>2</sub> pro km (Bereitstellung Treibstoff)	25 g	31 g	51 g	34 g	30 g	35 g	288 g	131 g	31 g	3 g	

Emissionen: Herstellung Fahrzeug	Keine Wahl: Energieträger nicht erneuerbar									
CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Neuwagen	6'100 kg	5'100 kg	7'400 kg	6'000 kg	5'500 kg	5'700 kg	7'700 kg	9'400 kg	9'400 kg	6'900 kg
abhängig von Materialaufwand und Produktion (N)										
Lebensdauer	200'000 km	200'000 km	200'000 km	200'000 km	200'000 km	200'000 km	200'000 km	200'000 km	200'000 km	200'000 km
CO <sub>2</sub> pro km (Herstellung Fahrzeug)	31 g	26 g	37 g	30 g	28 g	29 g	39 g	47 g	47 g	35 g

Total CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Kilometer	Keine Wahl: Energieträger nicht erneuerbar									
Lifetime-CO <sub>2</sub> -Emissionen	184 g	210 g	340 g	231 g	198 g	171 g	327 g	178 g	78 g	37 g
Klassifizierung anhand der offiziellen, deutschen Verordnung (I)	E	G	G	G	G	E	G	B	A+++	A+++
Fahrzeuggewicht	1'505 kg	1'271 kg	1'840 kg	1'505 kg	1'382 kg	1'416 kg	1'850 kg	2'074 kg	2'074 kg	1'578 kg

Fahrleistungen und Treibstoffkosten	Keine Wahl: Energieträger nicht erneuerbar									
Motorleistung	136 PS	110 PS	306 PS	184 PS	117 PS	110 PS	155 PS	421 PS	421 PS	109 PS
Beschleunigung 0-100 km/h	10.9 s	10.2 s	5.8 s	7.3 s	12.1 s	10.9 s	9.6 s	4.2 s	4.2 s	11.5 s
Preis pro Verbrauchseinheit	1.68 CHF / l	1.68 CHF / l	1.68 CHF / l	1.79 CHF / l	0.81 CHF / l	1.86 CHF / kg	9.50 CHF / kg	0.23 EUR / kWh	0.14 CHF / kWh	0.19 CHF / kWh
Mittelwerte der letzten 5-10 Jahre (wo verfügbar, siehe unten)										
Treibstoffkosten auf 100km	9 CHF	11 CHF	18 CHF	11 CHF	7 CHF	12 CHF	7 CHF	3 CHF	4 CHF	4 CHF
Treibstoffkosten auf gesamte Lebensdauer (200'000km) mit 20% Tesla Supercharger (Gratis-Schneeladung)	CHF 18'211	CHF 21'940	CHF 35'952	CHF 22'912	CHF 13'932	CHF 15'624	CHF 17'328	CHF 14'592	CHF 5'150	CHF 7'148


**wissenschaftliche Quellen** – Literaturangaben siehe Rückseite

- A) Werte: splitmonitor.de (06/2016)
- B) ICACT 2015, S. 3; Abweichungen +8 bis 38%
- C) Toyota Mirai; geschätzt anhand ICACT (+20%)
- D) BAU 2015, Treibhausgasmix der Schweiz
- E) BAU 2015, Treibhausgasmix der Schweiz
- F) Elektrizitätsstatistik 2015, BFE Schweiz
- G) Wikipedia, H2 Energiebereitstellungsseite
- H) Umweltbundesamt DE, Statistik 2015
- I) Umweltbundesamt 2012, S. 8
- J) Ecoinvent 2.2 (Via M. Gauch EMPA)
- K) EMPA, Berechnungen M. Gauch vom 15.06.2016, (Bezug zu Haan & Zah 2013 & Ecoinvent 2.2)
- L) ICACT 2015, S. 21, 1 bis 6; zusätzlich
- M) JUSUS 2015, S. 21, 1 bis 6; zusätzlich
- N) Worter & Gauch et al. 2010, S. 6552 - 6506
- O) Bundesrepublik Deutschland, PKW-ENVK
- P) Elektrizitätsstatistik 2015, BFE Schweiz
- Q) Haan & Zah 2013, S. XXV-20-29%
- R) Ecoinvent 2.2 (Via M. Gauch EMPA)

**Treibstoffpreise** – Literaturangaben siehe Rückseite

- Benzin / Diesel: BfS, 2015, S. 18 (2006 bis 2015), sowie PwC, 2014, S. 9
- LPG: DVGfG (2006 bis 2015)
- CNG, Erdgas & Biogas (2011-2016), bel. Auskunfts Energie360, R. Büsch
- Wasserstoff: aktuelle Preise (12/2015)
- Strom: BFE 2011 & 2015, (2006-2015), Haushalts-Niedertarif (Auto wird über Nacht geladen)

Nicht berücksichtigt sind die Emissionen aus der Bereitstellung der Infrastruktur (Strassen). Für einen Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln (z.B. OV oder Fahrrad) müssen diese ebenfalls errechnet werden.



[www.mythbuster.ch](http://www.mythbuster.ch)

# Was sagt die Wissenschaft dazu? – Faktencheck

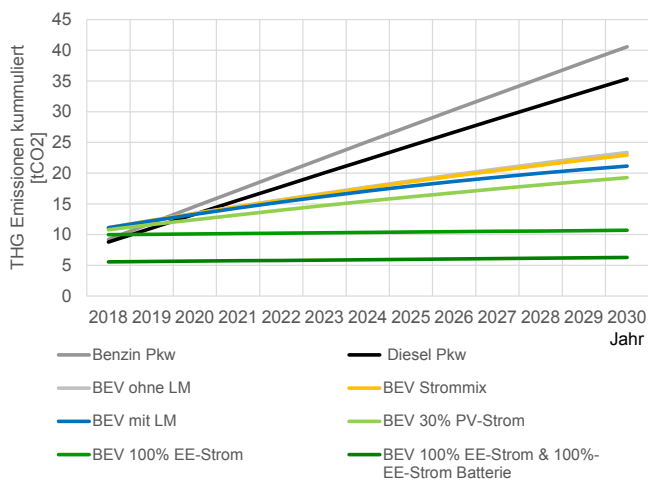


## 2019 | Fraunhofer ISI, Karlsruhe: Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland

Wer heute ein batteriebetriebenes Elektroauto kauft und in Deutschland nutzt, stößt bei einer Nutzungsdauer von durchschnittlich 13 Jahren deutlich weniger CO<sub>2</sub> und andere klimarelevante Gase aus als mit einem Auto mit konventionellem Verbrennungsmotor.

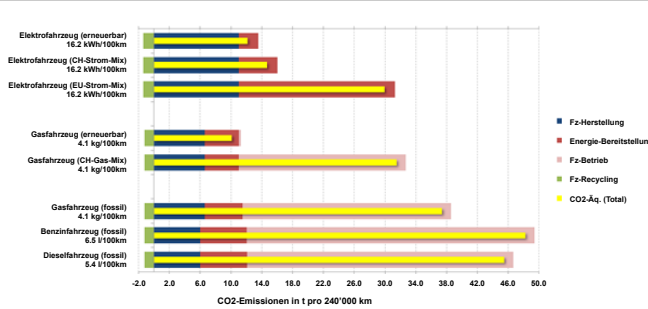
Vier Hebel, um die Klimabilanz weiter zu verbessern:

- das Laden mit selbsterzeugtem Solarstrom zuhause
- die Nutzung von Ökostrom aus zusätzl. erneuerbaren Quellen
- der Einsatz regenerativer Energien bei der Batterieherstellung
- intelligentes Lastmanagement



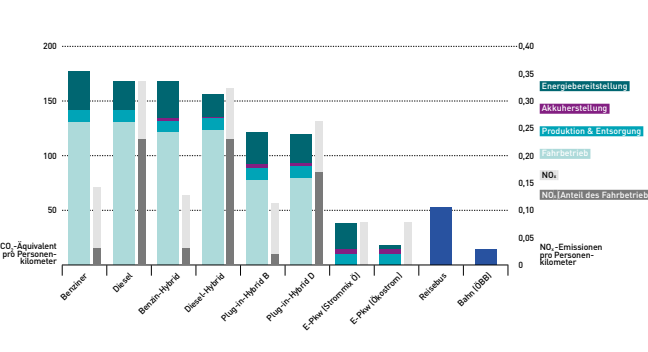
## 2016 | ETH Zürich, Prof. Dr. K. Boulouchos: Comparison of CO<sub>2</sub> for renewable fuels and renewable electricity based on Life Cycle Analysis

Elektrofahrzeug (100% erneuerbar), 16.2 kWh/100km: 12 t CO<sub>2</sub>  
 Elektrofahrzeug (CH-Strom-Mix), 16.2 kWh/100km: 15 t CO<sub>2</sub>  
 Elektrofahrzeug (EU-Strom-Mix), 16.2 kWh/100km: 30 t CO<sub>2</sub>  
 Benzinfahrzeug (fossil), 6.5 l/100km: 48 t CO<sub>2</sub>  
 Dieselfahrzeug (fossil), 5.4 l/100km: 45 t CO<sub>2</sub>



## 2017 | VCÖ: Faktencheck E-Mobilität

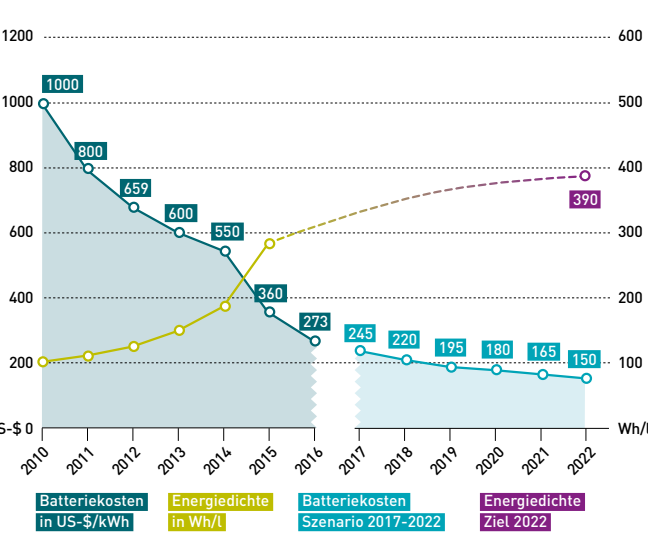
Über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus hinweg betrachtet, schneiden Elektroautos gegenüber konventionellen oder Hybrid-Varianten allerdings sowohl bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch bei Energieaufwand, Schadstoff- und Lärmemissionen zumeist deutlich besser ab. So verursachen Elektroautos unter Berücksichtigung des gesamten Fahrzeuglebenszyklus (inkl. Produktion und Entsorgung) sowie der heimischen Stromerzeugung gegenüber fossil betriebenen Kfz um 70 bis 90% weniger Treibhausgase.



## 2017 | VCÖ: Faktencheck E-Mobilität

In den vergangenen 5 Jahren haben sich die Kosten für einen Lithium-Ionen-Akku gedrittelt. Kostete 1 Kilowattstunde Batteriespeicher im Jahr 2011 noch ca. 750 Euro, lagen die Kosten im Jahr 2016 bereits bei rund 250 Euro. Ein weiteres Absinken auf unter 200 Euro/kWh bis 2020 und auf unter 100 Euro/kWh in den Folgejahren ist zu erwarten. Parallel zum Absinken der Kosten pro kWh Akkukapazität konnte zudem die Energiedichte gesteigert werden.

[General Motors hat bereits 2016 Batteriezellen für sein Modell Bolt zum Preis von 145 USD pro kWh von LG Chem gekauft. Und die Firma Tesla hat im Sommer 2018 behauptet, man werde bis Ende Jahr Batteriezellen zum Preis von 100 USD pro kWh bei gleichzeitig höchster Energiedichte am Markt produzieren können. Während alle auf den grossen „Durchbruch“ warten, findet dieser also schon längst kontinuierlich statt.]

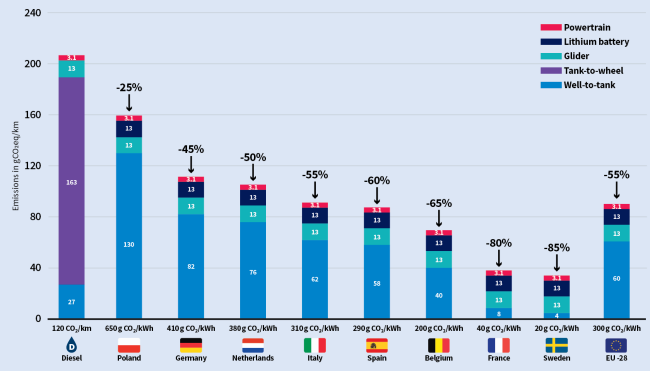




### 2017 | European Federation for Transport and Environment: Life Cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles

„The study's lifecycle analysis of EVs shows that even when powered by the most carbon intensive electricity in Europe, they emit less GHG than a conventional diesel vehicle. As more renewable electricity enters the European grid, the climate impact of EVs will further diminish. Likewise, technological improvement of battery chemistry, the reuse of battery for storage purposes, and the development of a recycling industry [...] will lead to improvements in their sustainability.“

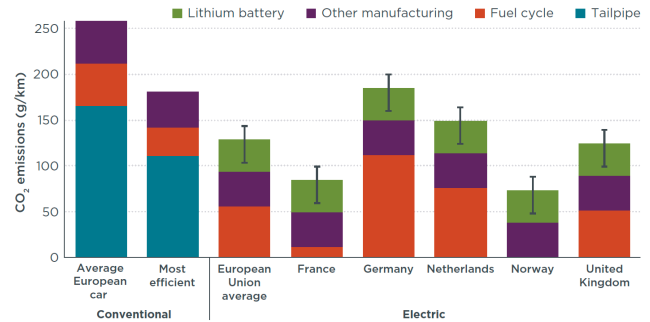
### Electric vehicles' climate impact in different energy mixes



### 2018 | ICT: Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions

Electric cars are much cleaner than internal combustion engine cars over their lifetime. We find that a typical electric car today produces just half of the greenhouse gas emissions of an average European passenger car. Furthermore, an electric car using average European electricity is almost 30% cleaner over its life cycle compared to even the most efficient internal combustion engine vehicle on the market today.

Battery manufacturing life-cycle emissions debt is quickly paid off. An electric vehicle's higher emissions during the manufacturing stage are paid off after only 2 years compared to driving an average conventional vehicle.

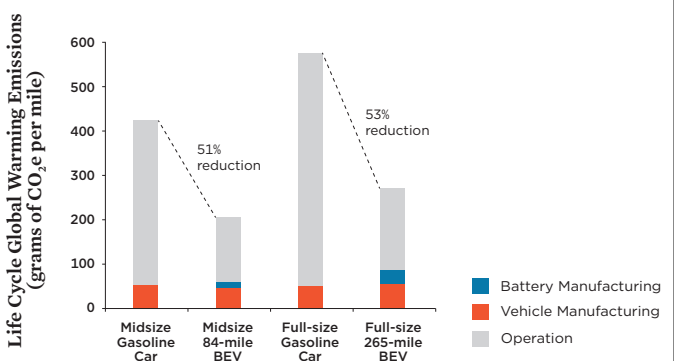


[Norwegen erzeugt seine Elektrizität nahezu vollständig aus Wasserkraft. Die Emissionen des Elektroautos reduzieren sich dadurch nahezu auf seine Herstellung im Ausland.]



### 2015 | UCS USA: Cleaner Cars from Cradle to Grave

From cradle to grave, BEVs [battery electric vehicles] are cleaner. On average, BEVs representative of those sold today produce less than half the global warming emissions of comparable gasoline-powered vehicles, even when the higher emissions associated with BEV manufacturing are taken into consideration. Based on modeling of the two most popular BEVs available today and the regions where they are currently being sold, excess manufacturing emissions are offset within 6 to 16 months of average driving.

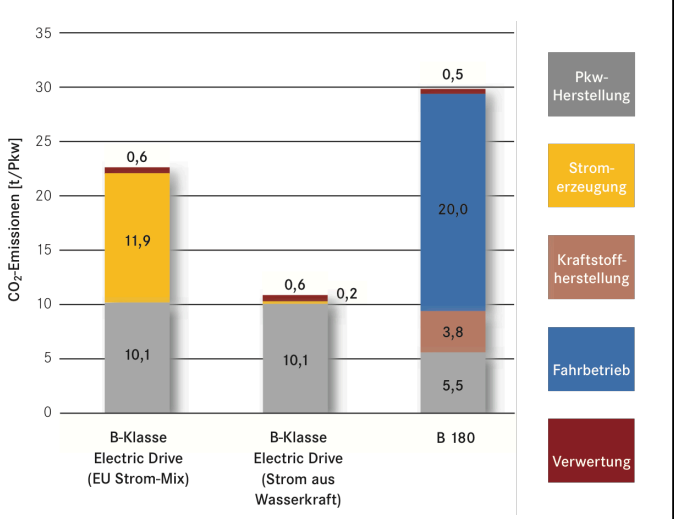


### 2014 | Mercedes Benz: Umweltzertifikat für die B-Klasse Electric Drive

Die Herstellung der B-Klasse Electric Drive bedingt eine höhere Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen als beim Benzinmodell. Dies ist insbesondere auf die Hochvoltbatterie zurückzuführen. Aufgrund der hohen Effizienz des Elektroantriebs ergeben sich über die gesamte Laufzeit jedoch klare Vorteile für die neue B-Klasse Electric Drive. Die Höhe der Verbesserung hängt von dem zum Laden des Fahrzeugs eingesetzten Strom ab.

Bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus [...] verursacht die B-Klasse Electric Drive 24 Prozent bzw. 64 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen als das Schwestermodell B180.

[Mercedes vernachlässigt in seiner Untersuchung, dass auch die Fabriken mit erneuerbarer Energie betrieben werden können, der graue Sockel also beim Szenario Wasserkraft kleiner sein müsste.]



## „Und woher kommt der Strom? Aus dem Kohlekraftwerk, ha!“

Selbst wenn; der Verbrenner ist trotzdem dreckiger. Denn grosse Kraftwerke kennen keinen Kaltstart, keinen Abgasskandal und sie sind erst noch deutlich effizienter. – Und woher kommt eigentlich das Benzin und der Diesel?

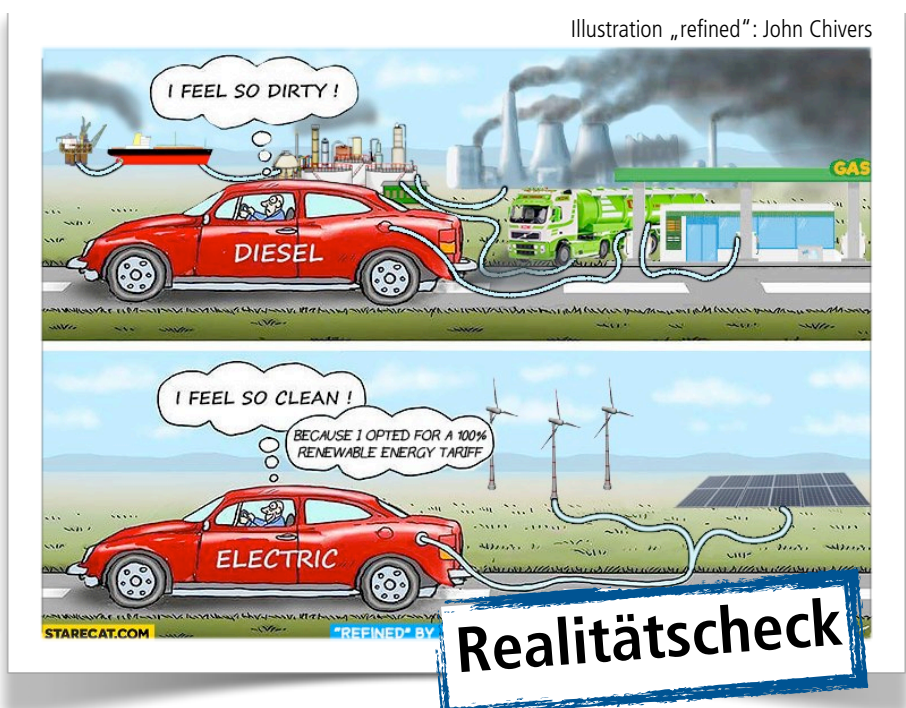


Nahezu jede seriöse Studie zur Thematik belegt: Selbst wenn ein Elektroauto mit Kohlestrom fahren würde, so wäre es dennoch sauberer, als das Auto mit Verbrennungsmotor. (vgl. Seiten 9-13)

Doch fragen Sie mal jemanden, der ein Elektroauto fährt, welchen Strom er oder sie dafür bezieht. Es ist schwierig, Besitzer zu finden, die nicht bereit sind, für lediglich 1 bis 2% höhere Gesamtkosten im Jahr vollständig in erneuerbare Energie zu investieren. Dadurch fährt das Elektroauto nochmal deutlich sauberer und vergrössert seinen Vorsprung zum Verbrenner zusätzlich.

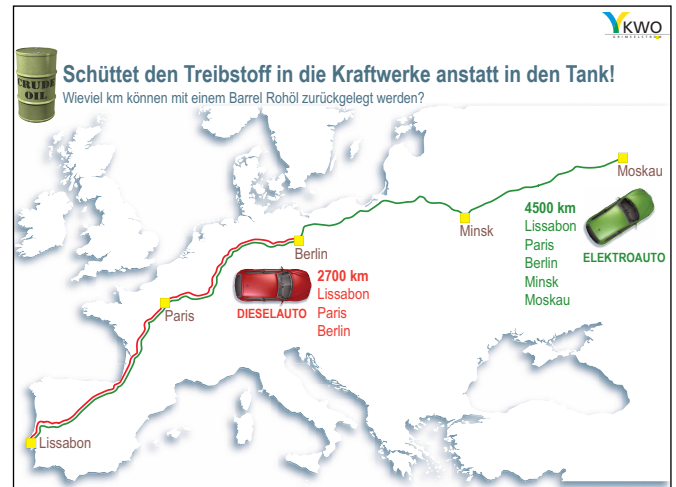
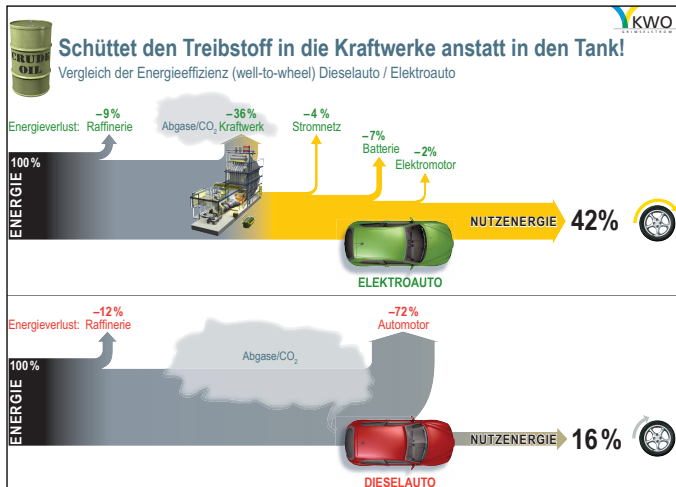
Im Gegensatz zum Auto mit Benzin- oder Dieselmotor kann das Elektroauto aber auch heute schon erneuerbare Energiequellen nutzen.

Wer nach der Herkunft des Stroms fragt, muss auch die Herkunft des Benzins oder Diesels berücksichtigen. Die Wissenschaft nennt dies „Well-to-Wheel“, also von der Quelle bis zum Rad. Seriöse Studien tragen diesem Umstand Rechnung und kommen in den meisten Fällen zu ähnlichen Schlüssen: Das Elektroauto ist im schlimmsten Fall (Kohlestrom) nur wenig sauberer als der Verbrenner, mit erneuerbarer Energie betrieben baut es seinen Vorsprung jedoch deutlich aus und kann mit einem Bruchteil der Emissionen die gleiche Strecke zurücklegen, Herstellung und Entsorgung inklusive.



# „Das Elektroauto hat die effizienteste Antriebsart.“ – Richtig.

Ein einfaches Beispiel zeigt den enormen Effizienzvorteil des Elektroautos gegenüber dem Diesel: Würde man Erdöl in einem „Dieselkraftwerk“ statt im Automotor verbrennen, so könnte mit dem damit erzeugten Strom ein Elektroauto deutlich weiter fahren:



Ist das Barrel Rohöl aber einmal im Kraftwerk oder Dieselmotor verbrannt, steht es für Jahrmillionen nicht mehr zur Verfügung. Demgegenüber liefern Wasserkraftwerke, Windräder, Solaranlagen und weitere erneuerbare Energien Jahr für Jahr dieselbe Leistung, ohne dabei einen Vorrat aufzubrechen: Die Nutzung solcher Quellen ist jedoch dem Elektroauto vorbehalten.

Energieeffizienz im direkten Vergleich: Benziner vs. Diesel vs. Elektro					
Fahrzeug	Treibstoff	Verbrauch genormt	Verbrauch real	Energieverbrauch für 100 km	Energieverbrauch gegenüber Elektro
<b>Benziner</b> VW Golf VII 1.2 TSI	Benzin	5.2 Liter	6.5 Liter	55.3 kWh	294%
<b>Hybrid</b> Toyota Auris HSD	Benzin	3.6 Liter	5.4 Liter	45.9 kWh	244%
<b>Diesel</b> BMW 320d	Diesel	4.6 Liter	6.4 Liter	62.1 kWh	330%
<b>Elektro</b> Nissan Leaf	Elektro	15.0 kWh	18.8 kWh	18.8 kWh	<b>100%</b>
<b>Benziner Sport</b> BMW 535i	Benzin	8.1 Liter	10.7 Liter	90.9 kWh	395%
<b>Elektro Sport</b> Tesla Model S	Elektro	18.1 kWh	23.0 kWh	23.0 kWh	<b>100%</b>

**Quellen:** vgl. Seite 10/11 (Emissionstabelle), Daten von spritmonitor.de, realer Betrieb | Heizwert Benzin: 8.5 kWh/l, Diesel: 9.7 kWh/l

**Und was ist mit erneuerbarem Bioethanol im Benzintank?** – Der Energieertrag einer Photovoltaikanlage ist der Biomasse zur Ethanolproduktion 500-fach (!) überlegen: Um die durchschnittliche Fahrleistung eines Autos in der Schweiz abzudecken (13'500 km) braucht es circa **20 m<sup>2</sup> Photovoltaik**, zum Beispiel auf dem Garagendach. Wollte man die gleiche Fahrleistung mit Bioethanol ermöglichen, so bräuchte man rund **10'000 m<sup>2</sup> Getreide**, Sonnenblumen oder Raps. Zudem steht der Anbau von Biotreibstoffen in moralisch bedenklicher Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. – Nicht nur in der kleinen Schweiz ist das Elektroauto mit Solarstrom also der klare Gewinner. Als Speicher für jahreszeitliche Schwankungen bieten sich unsere Stauseen an.

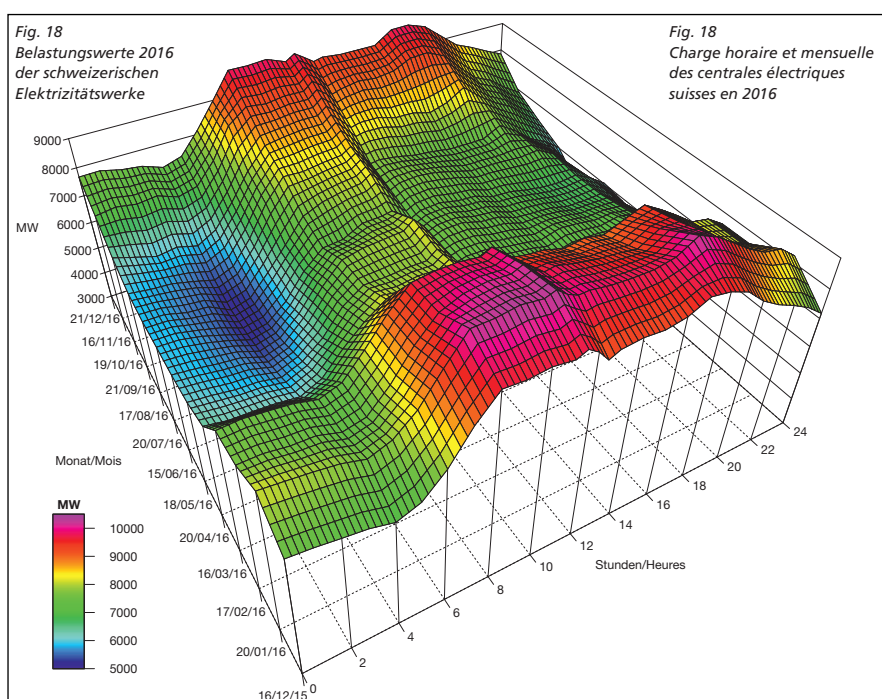
## „Würden alle Elektroauto fahren, gäbe es Stromausfälle.“ – Falsch.

Die Zunahme des Strombedarfs für eine **Vollelektrifizierung der gesamten Schweizer Flotte** (rund 4 Millionen Fahrzeuge) über die nächsten 10 bis 20 Jahre liegt weit unterhalb des ohnehin vorhandenen, jährlichen Wachstums des Energiehunger der Gesellschaft.

Zu beachten ist, dass bei der Elektrifizierung des Individualverkehrs der Gesamtenergieverbrauch eines Landes stark abnimmt (weniger Benzin und Diesel), während der Stromverbrauch eben nur moderat zunimmt. Die Abhängigkeit von ausländischen Energielieferanten, wie zum Beispiel Saudi Arabien oder Libyen, geht ebenfalls zurück und das Geld wird in die heimische Wirtschaft investiert.

Ein Elektroauto benötigt etwas weniger als einen Drittel der Energie eines Dieselaautos, um zu fahren. Nur schon wenn 10% der Fahrzeuge in der Schweiz durch Elektroautos ersetzt würden, könnten jährlich rund 360'000'000 Liter Treibstoff und 830'000 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden. Dafür würde lediglich circa 1% der heutigen schweizerischen Stromproduktion benötigt.

**Quelle:** Schweizer Forum Elektromobilität, Beckmann / Imesch / Pauli, 2011



### Belastung Stromnetz CH

2016, nach Jahreszeit / Tageszeit / Leistung

Das Aufladen von Elektroautos über Nacht stellt kein unüberwindbares Problem dar. Zudem ist die Schweiz mit ihren Speicherseen nicht nur gut für eine veränderte Nachfrage gerüstet, sondern auch auf fluktuierende Wind- und Solarenergie vorbereitet.

Die Entscheidung, welche Energiequelle (Wasser, Wind, Solar, Nuklear) zum Laden des eigenen Autos dient, liegt beim Besitzer selbst und sollte gut überlegt sein. Ein nur geringer Aufpreis bringt einen grossen ökologischen Mehrwert. (vgl. S. 17 und S. 9 - 13)

#### Oder gleich so:

Eine Photovoltaikanlage (20m<sup>2</sup>) über dem Stellplatz des Fahrzeugs liefert Solarstrom für 10'000 bis 20'000 km pro Jahr.

Angenommen alle Elektroautos in den heimischen Garagen würden Abends um 18 Uhr eingesteckt und müssten möglichst schnell vollgeladen werden: Dafür ist das Stromnetz nicht ausgelegt und es würde womöglich tatsächlich Stromausfälle geben. – Die selbe Konsequenz hätte übrigens auch das Einschalten des Haarföhns in allen Haushalten des Landes zur gleichen Zeit. Im Unterschied zum Haarföhn oder zum Kochherd kann das Elektroauto jedoch seine Energie zeitversetzt (zum Beispiel in der Nacht) beziehen, da es eine Batterie als Zwischenspeicher besitzt.

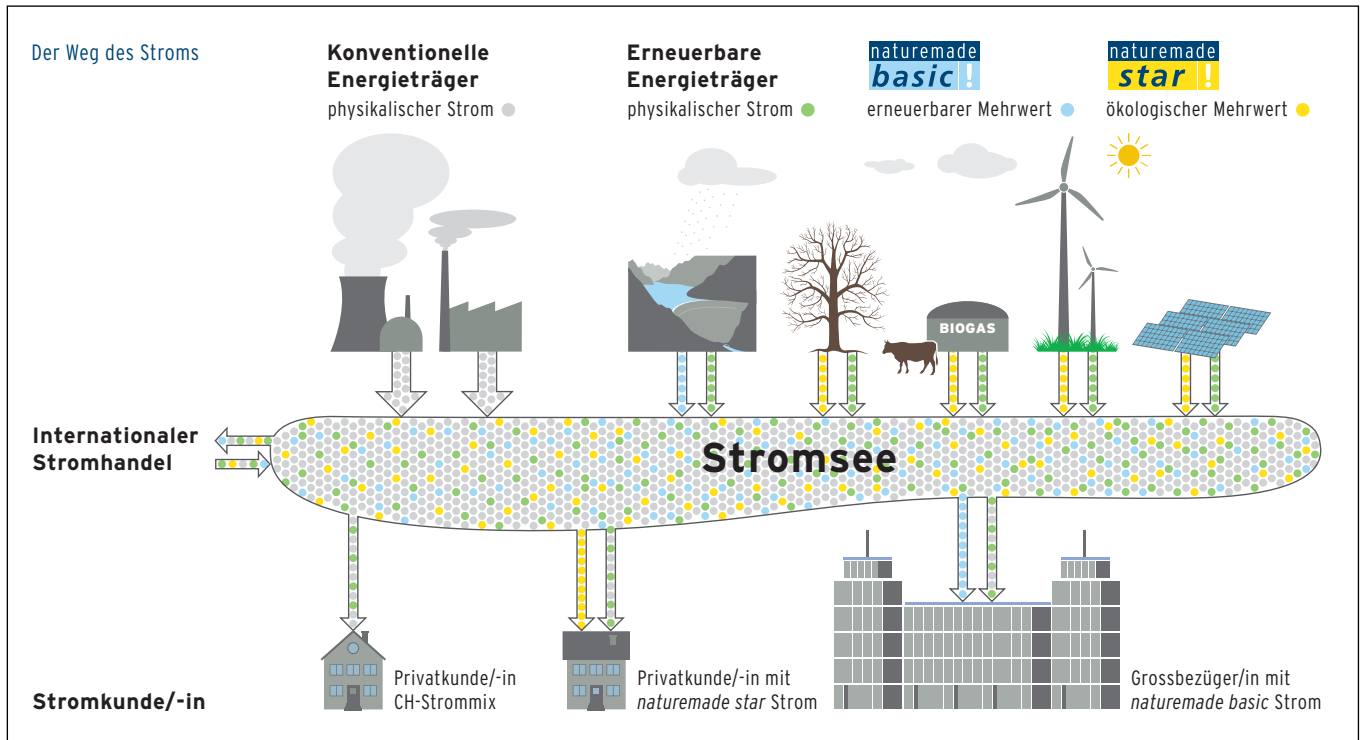
Als dezentrale Stromspeicher können Elektrofahrzeuge eine wichtige Rolle in einem intelligenten Stromnetz (Smart Grid) einnehmen und Lastspitzen flexibel ausgleichen. Schon heute tragen E-Autos zum Ausgleich von Netzschwankungen bei, indem sie vorwiegend in der Nacht geladen werden. Durch bidirektionales Laden und entsprechendes Lastmanagement wird es künftig möglich sein, diese Schwankungen durch intelligentes und effizientes Nutzen der Fahrzeugakkus zu reduzieren. Gespeicherte Energie kann dann zu Zeiten erhöhten Strombedarfs gar wieder ans Netz zurückgegeben oder bei Überschüssen zu kostengünstigen Bedingungen entnommen werden.“ (vcö)



# „Ökostrom hin oder her; Strom kommt immer aus der gleichen Steckdose.“ – Die Nachfrage steuert das Angebot.

Je mehr Konsumenten Ökostrom beziehen, desto mehr muss auch produziert werden, desto sauberer wird also der „Strommix“.

Wichtig ist, ein Stromprodukt zu wählen, welches den Ausbau der erneuerbaren Energien fördert.



Quelle: Naturemade, garantiert Strom aus der Natur. Informationen und Argumentationshilfen für Energiefachleute

## Denkanstoss: Was wäre wenn...

Würde die Gesellschaft funktionieren, wenn jeder sich so verhält wie ich mich selbst?  
Was ist die logische Konsequenz? Und ist das Resultat erstrebenswert?

Eine Spur Idealismus kann wohl nicht schaden und tut in der Brieftasche auch nicht weh, denn **Ökostrom kostet pro Jahr und Auto nur ca. 120.- Franken mehr**, was lediglich 1 bis 2 % der Gesamtkosten eines Autos entspricht.

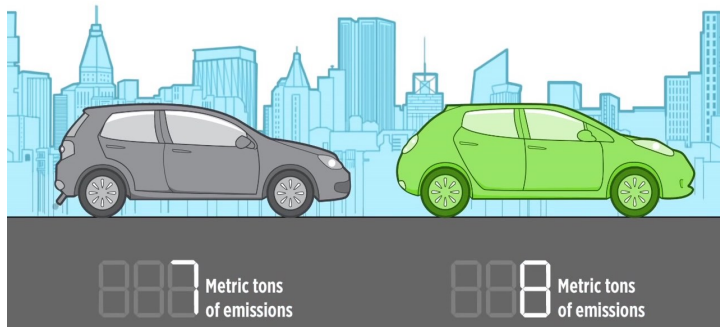


mehr Infos:  
[www.oekostromvignette.ch](http://www.oekostromvignette.ch)

Dank des **naturemade star** Zertifikats ist sichergestellt, dass der **Strom aus Schweizer Produktion** stammt, **erneuerbar und ökologisch** höherwertig ist.

# „Die Akku-Herstellung ist eine grosse Belastung für die Umwelt.“

Richtig. Wie auch die Herstellung von Autos generell.  
Aber nur das Elektroauto kann heute Teil eines Ressourcenkreislaufs sein.

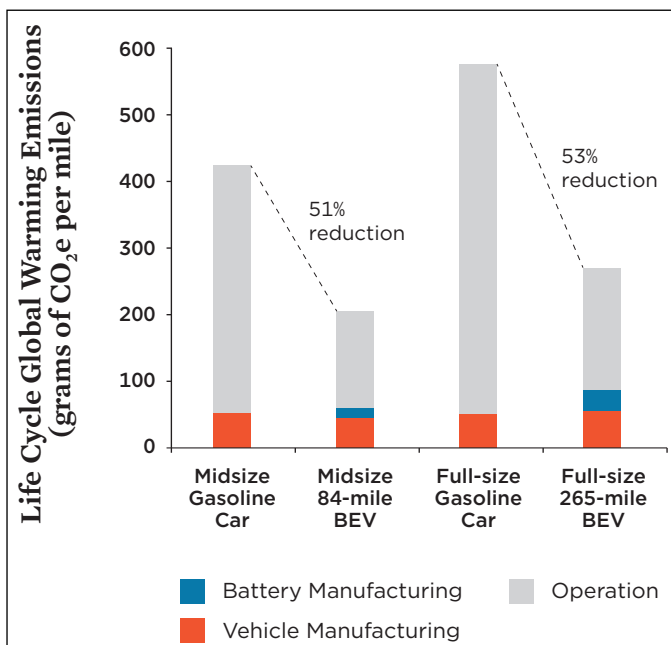


Je nach Grösse des verbauten Akkus können bei der Herstellung eines Elektroautos höhere Emissionen als beim Benziner anfallen.

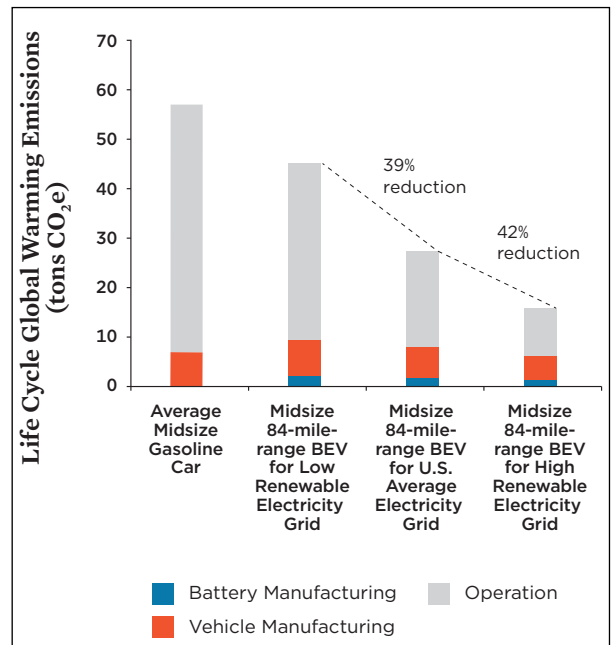
Quelle: Union of Concerned Scientists UCSUSA, 2015: Cleaner Cars from Cradle to Grave – How Electric Cars Beat Gasoline Cars on Lifetime Global Warming Emissions (**Kurzvideo** >>>)



Diesen „Startvorsprung“ geben die Benziner und Diesel aber schnell ab. Wichtig ist eine Betrachtung über die **gesamte Produktlebensdauer**. – So sind LEDs auch aufwendiger herzustellen als klassische Glühbirnen und dennoch verursachen sie über die gesamte Lebensdauer 10 bis 20 Mal weniger Emissionen.



**Emissionen im gesamten Lebenszyklus (US-Strommix)**  
Benziner vs. Elektroauto, Mittelklasse und Oberklasse



**Potential der erneuerbaren Energien**  
Je sauberer der Strom, desto sauberer das E-Auto

**BMW und Tesla betreiben ihre Elektroauto-Produktionen bereits heute mit Wind- und Solarenergie.** Das reduziert die Umweltbelastung bei der Fahrzeugherstellung nochmals deutlich.

Wie das Team um Jennifer B. Dunn vom Center for Transportation Research am Argonne National Laboratory in Illinois, USA übrigens bereits 2012 festgestellt hat, kann das **Recycling von Altbatterien** den Energiebedarf der Produktion um rund 50% senken. Die Gesamtemissionen eines Elektroautos werden so nochmal drastisch reduziert.

**In modernen Akkus stecken übrigens keine seltenen Erden.** Und in einem grossen, schweren Tesla gerade mal 10 Kilogramm Lithium. Bei den geförderten Rohstoffen (hauptsächlich Metalle wie Kobalt, Kupfer und Nickel) darf nicht vergessen werden, dass Elektroautos zwar Akkus benötigen, jedoch der schwere Verbrennungsmotor, das Getriebe, die Kupplung, der Auspuff und diverse weitere Bauteile entfallen. Auch werden diese Rohstoffe nur gebraucht und können durch wirtschaftlich attraktives Recycling immer wieder verwendet werden, während fossile Treibstoffe unwiederbringlich verbraucht werden.

Mehr zur Behauptung „**Elektroauto? Sondermüll auf Rädern!**“ siehe Seite 19.

# „Elektroauto? Sondermüll auf Rädern!“ – Ein Märchen.

Der Unterschied zwischen Verbrauch von Erdöl und Gebrauch von Metallen.

## ZEIT ONLINE

von Christoph M. Schwarzer, 26. August 2015

Acht Jahre Garantie gibt Volkswagen auf die 318 Kilogramm schwere Batterie in einem e-Golf. Angst vor einem vorzeitigen Defekt haben die Wolfsburger also nicht. [...] Der grossen Zeitspanne zum Trotz müssen sich die Befürworter der Elektromobilität die Frage gefallen lassen: **Was passiert am Lebensende der schweren Batterie?** Ist eine umweltgerechte Entsorgung des elektrochemischen Speichers möglich? [...]



Die Antworten sind erfreulicher, als viele Skeptiker vermuten. **Zunächst einmal sind Ausfälle während der Garantiezeit extrem selten.** Nissan etwa zählt beim Leaf in Europa bisher nur drei kaputte Batterien. Mindestens eine davon geht auf die Folgen eines Unfalls zurück. Und das beim mit bald 200'000 Exemplaren meistverkauften Elektroauto überhaupt.

Ausserdem erzwingt eine Schwächung oder Beschädigung der Batterie keineswegs den Austausch. [...] Eine Reparatur, etwa durch den Wechsel eines Moduls, ist möglich. Daimler nennt diesen Vorgang "RePair" und ergänzt auf Anfrage, dass auch das "ReManufacturing" ökonomisch sinnvoll sein könnte – damit ist die komplette Zerlegung der Batterie, der Ersatz von Einzelteilen und der Wiederaufbau gemeint.

Bevor es zum echten Recycling geht, gibt es also etliche Zwischenschritte. Den wichtigsten nennen die Fachleute "**Second Life**", das zweite Leben. Ein Begriff, der erklärt sein will. Wenn Batterien altern, verlieren sie langsam ihre Kapazität. Bei Elektroautos ist das ein Problem, weil damit die Reichweite sinkt. [Am Beispiel Tesla zeigen sich nach 300'000 km Verluste um 10%.] Die Garantiegrenzen liegen zwischen 70 und 80 Prozent der ursprünglichen Kapazität. Sind diese Werte unterschritten, gilt die Batterie für den Gebrauch im Fahrzeug als verschlissen. Damit ist sie aber keineswegs technisch defekt. Sie **kann weiterverwendet werden, etwa als stationärer Zwischenspeicher** im Haus, um Strom aus Photovoltaikanlagen zu puffern. Der Verband der Elektrotechnik (VDE) geht in einem Papier davon aus, dass die Lebensdauer so auf "**20 Jahre und mehr**" verlängert werden könnte.

Irgendwann aber ist wirklich Schluss. Dann muss die Batterie zu einem Recycling-Betrieb, zum Beispiel zur Snam (Société Nouvelle d'Affinage des Métaux) nach Frankreich, wo Toyota die Nickel-Metallhydrid-Speicher aufbereiten lässt. Oder zu Umicore nach Belgien. Das Unternehmen ist zum Marktführer bei der Entsorgung von den weit verbreiteten Lithium-Ionen-Batterien geworden. [In der **Schweiz** sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen im Vergleich zur EU sogar noch strenger. Die Webseite von **INOBAT** gibt detailliert Auskunft zur Situation hierzulande.]

Entgegen einer häufigen Annahme liegt der Fokus nicht auf der Rückgewinnung des Lithiums. Das Alkalimetall macht nur ein Gewichtsprozent einer Batterie aus – in einem Elektro-Golf sind das rund drei Kilogramm. Zudem ist Lithium preisgünstig. Für die Menge, die im e-Golf-Akku steckt, nehmen Fachkreise Kosten von weniger als zehn Euro an. [...] Viel wichtiger und einfacher ist es aus Rohstoff- und Kostensicht, Metalle wie Kobalt, Kupfer und Nickel zu gewinnen. [...] Vereinfacht gesagt werden dabei die Materialien bei grosser Hitze getrennt. Abfall entsteht laut dem Unternehmen kaum, **am Ende bleibt weniger als ein Prozent an Rückständen.** [...]

[...] Entscheidend für die Umweltfreundlichkeit der Batterieentsorgung und damit des Elektroautos ist nicht die reale Machbarkeit. Vielmehr sind die Hersteller in Zusammenarbeit mit den Recyclingunternehmen aufgefordert, eine funktionierende Industrie in grossem Stil zu implementieren. Zeit dafür haben sie.

**Fazit:** Dass die Batterien von Elektroautos einfach nur mehrere Hundert Kilogramm Sondermüll sind, ist eine Mär. Das Recycling ist möglich und wird bereits praktiziert. Trotzdem muss eine umfassende Infrastruktur zur Rückgewinnung aufgebaut werden. Noch fehlt es in der Branche an der Einsicht, wie notwendig eine solche Industrie ist. Das muss sich ändern. Grund zur Panik besteht aber nicht.

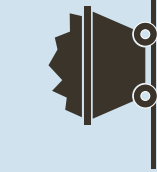
# Weniger als halb so viele Ressourcen, nur ein Viertel der Treibhausgase, deutlich reduzierter Schaden am Ökosystem und halbierte Gesundheitsrisiken: Vom Elektroauto profitieren alle.

Tages-Anzeiger vom Donnerstag, 20. Oktober 2016 mit Bezug auf eine 2013 im Auftrag des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung (TA-Swiss) durchgeführte Lebenszyklusanalyse der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)

## Wie umweltfreundlich ist ein Elektroauto wirklich? Eine Lebenszyklusanalyse gibt die Antwort

Die Lebenszyklusanalyse zeigt die Auswirkung der Mobilität auf Klima, Gesundheit, Ökosysteme und Ressourcen für drei unterschiedliche Antriebe: Verbrennungsmotor, Plug-in-Hybrid und Elektroauto. Der jeweilige Schaden wird in den wenig intuitiven Einheiten kg CO<sub>2</sub>-äq/km, Daly/km, species.yr/km und \$/km gemessen. Die Masseinheiten stammen aus der international anerkannten Methode «ReCiPe» der Lebenszyklusanalyse. In der Grafik haben wir auf die Einheiten verzichtet – ein relativer Vergleich der Schäden durch die verschiedenen Fahrzeugtypen ist trotzdem möglich.

### Ressourcenverbrauch



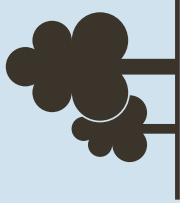
Gemessen in \$/km

### Klimabelastung



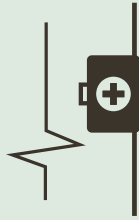
Gemessen in kg CO<sub>2</sub>-äq/km

### Schaden am Ökosystem



Gemessen in species.yr/km

### Gesundheitsrisiko



Gemessen in Daly/km

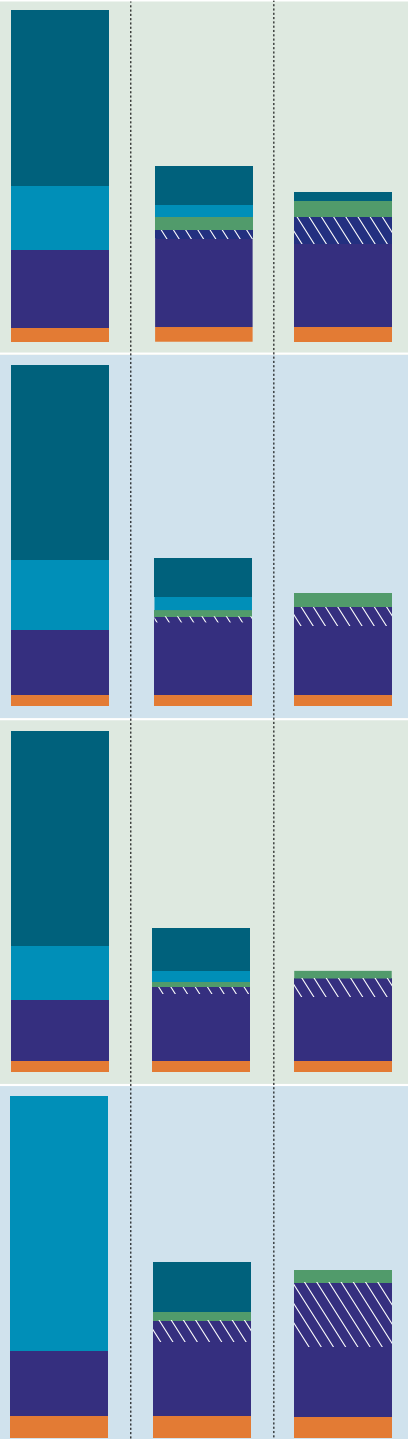
### Verbrennungsmotoren



### Plug-in-Hybrid



### Elektroauto



Quelle: TA-SWISS 59/2013

Infrastruktur: ■ Strasse

Herstellung: ■ Fahrzeug ohne Batterie ■ Batterie

Nutzung: ■ Strommix CH ■ Treibstoff (Herstellung)

■ Emission im Betrieb

# Anfangs pfui, später hui

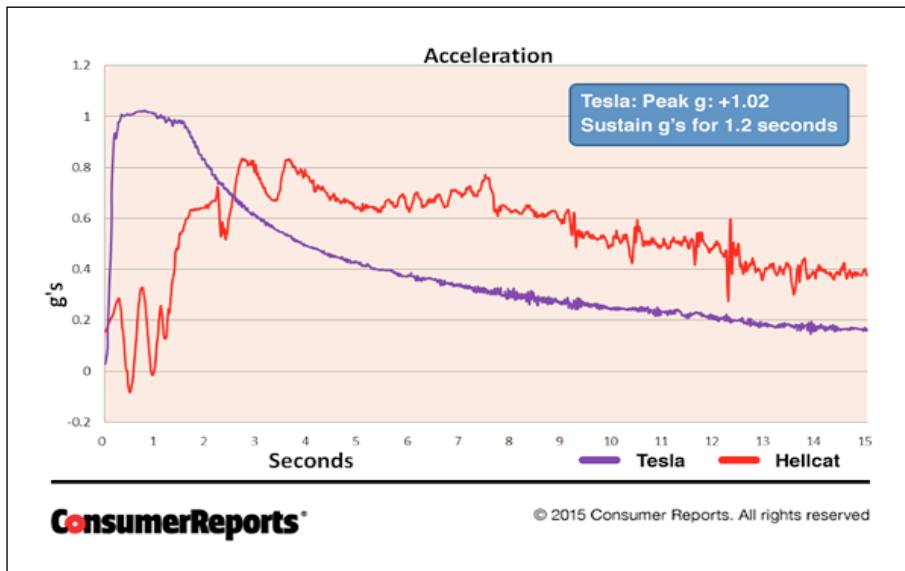
Wie sauber sind Elektroautos wirklich? Eine umfassende Schweizer Studie zeigt: Besser als Benzinautos sind sie in jedem Fall.

**„Elektroautos sind langsam.“ – Falsch, aber sowas von!**  
 Volle Kraft aus dem Stand. Keine Schaltvorgänge. Auch bei den günstigen Modellen.  
**Da hilft nur eine Probefahrt.**



**„Da lecks mich  
 am Arsch eh!“**

**Walter Röhrl, Rallye-Legende**  
 bei seiner ersten Fahrt im  
 Mercedes Benz SLS AMG E-Cell



**Vergleich der  
 Beschleunigungskräfte**

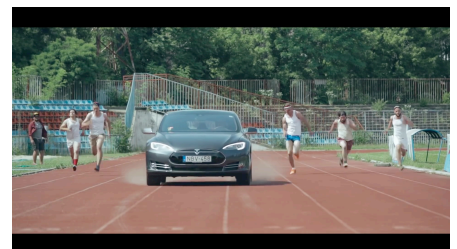
**Dodge Challenger SRT Hellcat**  
 V8 6.2 Liter HEMI

0-100	3.6 s
80-120	3 - 6 s
0-160	8 s
CO <sub>2</sub> /km <sup>1</sup>	370+84 g

**Tesla Model S P100D Ludicrous**

0-100	2.7 s
80-120	2.1 s
0-160	6.5 s
CO <sub>2</sub> /km <sup>1</sup>	0+26 g

1 offizielle Angaben Energieetikette Schweiz



**Aus dem Gaspedal wird ein Spasspedal.** Und weil der Elektromotor beim Bremsen auch als Generator genutzt werden kann, lädt er dabei die Batterien auf. Mit etwas Übung wird das Bremspedal im Alltag fast überflüssig und somit auch der Wechsel der Bremsbeläge und Scheiben.

# „Elektroautos sind langsam.“ – Teil II „Was ist schneller: Der **Alfa Romeo 4C** oder der **Alfa Romeo 4C?**“

Der Alfa Romeo 4C, auf dem Autoanhänger hinten am Tesla Model X, natürlich!



Das Beispiel links zeigt anschaulich, welche Kraft im Elektroauto steckt:

Der Alfa Romeo 4C ist ein Sportwagen mit Verbrennungsmotor. Er wiegt nur gerade 1020 Kg und beschleunigt in 4.5 Sekunden von 0 auf 100 km/h.

Das Tesla Model X P90D schickt 967 NM an seine vier Räder und beschleunigt ohne Anhänger in 3.2 s auf 100 km/h.



**„So there you have it:**  
An Alfa 4C Spyder racing an Alfa 4C Spyder that's strapped onto a trailer that's towed by a Tesla Model X.“

Jason Cammisa, MotorTrend



**„The point here is that the Alfa 4C is a really, really fast car** and the Model X is so much faster, you have to put a 4000 pound trailer on it to make it only as fast as a really, really fast car.“



Bei der Beschleunigung kann der elektrische Antrieb seine Vorteile ausspielen: Die Motoren haben volle Kraft aus dem Stand und da kein Getriebe benötigt wird, entfallen auch die Gangwechsel.

Zudem kann der Antrieb mit hoher Präzision (bis zu 100 Mal pro Sekunde) gesteuert werden; ein Durchdrehen der Räder wird so effektiv verhindert.

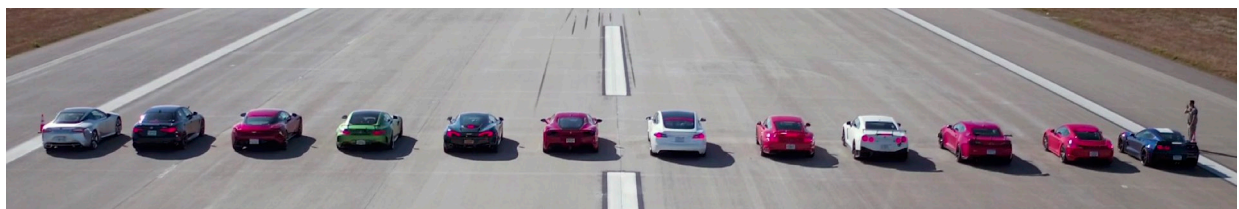
# „Elektroautos sind langsam.“ – Teil III – World's Greatest Drag Race 7!

Motor Trend Best Driver's Car 2017, Vandenberg US Air Force Base, 1/4 Meilenrennen

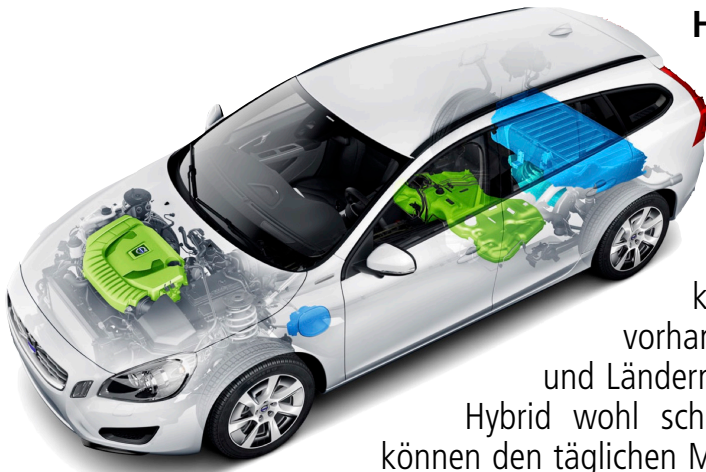


Rang	Zeit	Marke	Modell	Ausführung	Sitzplätze	Kofferraum	CO <sub>2</sub> pro km <sup>1</sup>	Preise <sup>2</sup>
1	10.5 s	Tesla	Model S	P100D	5 (+2)	812 + 229 l	26 g ( 0 + 26 g)	74'000 - 146'300 CHF
2	10.6 s	Ferrari	488	GTB	2	230 l	318 g (260 + 58 g)	249'800 - 277'600 CHF
3	10.6 s	Porsche	911	Turbo S	2 (+2)	115 l	258 g (212 + 46 g)	118'000 - 249'300 CHF
4	10.7 s	McLaren	570	GT	2	220 + 150 l	303 g (249 + 54 g)	197'700 - 212'600 CHF
5	11.0 s	Nissan	GT-R	Nismo	2 (+2)	315 l	335 g (275 + 60 g)	119'900 - 209'000 CHF
6	11.4 s	Mercedes	AMG GT	R	2	175 l	317 g (259 + 58 g)	152'900 - 212'500 CHF
7	11.7 s	Chevrolet	Camaro	ZL1 1LE	4	384 l	357 g (292 + 65 g)	44'900 - 95'000 CHF
8	11.9 s	Aston Martin	DB11	–	2 (+2)	270 l	323 g (265 + 58 g)	217'800 - 235'600 CHF
9	12.0 s	Porsche	Cayman	718 S	2	275 + 150 l	228 g (186 + 42 g)	64'400 - 83'150 CHF
10	12.1 s	Alfa Romeo	Giulia	Quadrifoglio	5	480 l	241 g (198 + 43 g)	42'650 - 91'150 CHF
11	12.2 s	Chevrolet	Corvette	GrandSport	2	287 l	347 g (284 + 63 g)	106'950 - 139'050 CHF
12	13.0 s	Lexus	LC500	–	4	197 l	326 g (267 + 59 g)	115'900 - 129'900 CHF

<sup>1</sup> gemäss Energieetikette Schweiz: Normverbrauch und Treibstoffbereitstellung | <sup>2</sup> Preise via TCS Verbrauchskatalog, inklusive schwächere Motorisierungen



## „Besser Hybrid als Elektro.“ – Wieso einfach, wenn’s auch kompliziert geht?



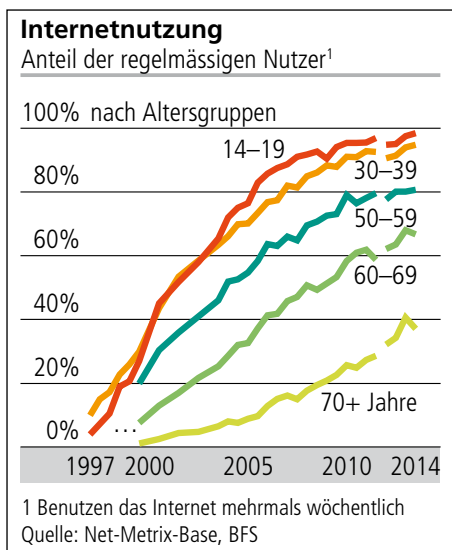
**Hybrid ohne Stecker:** Nur kleiner Effekt bei relativ komplexer Technik. Kann keine erneuerbare Energie nutzen.

Der **Hybrid mit Stecker (Plug-In)** stellt eine Übergangslösung dar, bis hohe Reichweiten zu erschwinglichen Preisen auf dem Markt kommen und genügend Schnellladestationen vorhanden sind. Dies ist in gewissen Fahrzeugklassen und Ländern schon heute der Fall und somit ist der Plug-In-Hybrid wohl schon bald technisch veraltet. Solche Fahrzeuge können den täglichen Mobilitätsbedarf der meisten Leute rein elektrisch abdecken, haben für weite Strecken aber noch immer einen Verbrennungsmotor an Bord und sind somit unabhängig von der Steckdose.

**Nachteile:** Hoher Preis, Einbussen beim Platzangebot und mehr Teile, die gewartet werden müssen (Auspuff, Zahnriemen, Ölwechsel, Zündkerzen, Luftfilter, Getriebe, u.a.). Weiter unterliegt die meist unterdimensionierte Batterie einem erhöhten Verschleiss und die Verbrauchsangaben der Hersteller sind mit grosser Vorsicht zu geniessen: Sie liegen im Alltag weit über den Angaben in den Prospekten, so zum Beispiel der Volvo V60 D6 mit 5.2 anstatt 1.8 Litern auf 100km (290%, TCS).

Wer den Fahrzeugmarkt einwenig verfolgt stellt schnell fest: Hybridfahrzeuge fristen ein Übergangsdasein und sie werden bereits von vollwertigen Elektroautos abgelöst. (vgl. Seite 25)

## „Es braucht Zeit.“ – Weniger als man denkt.



### Geschäftsinhaber 1997

„Wir brauchen dieses Internet nicht.“

### Handybesitzer 2007

„Das iPhone wird sich nicht durchsetzen.“

### Autoverkäufer 2017

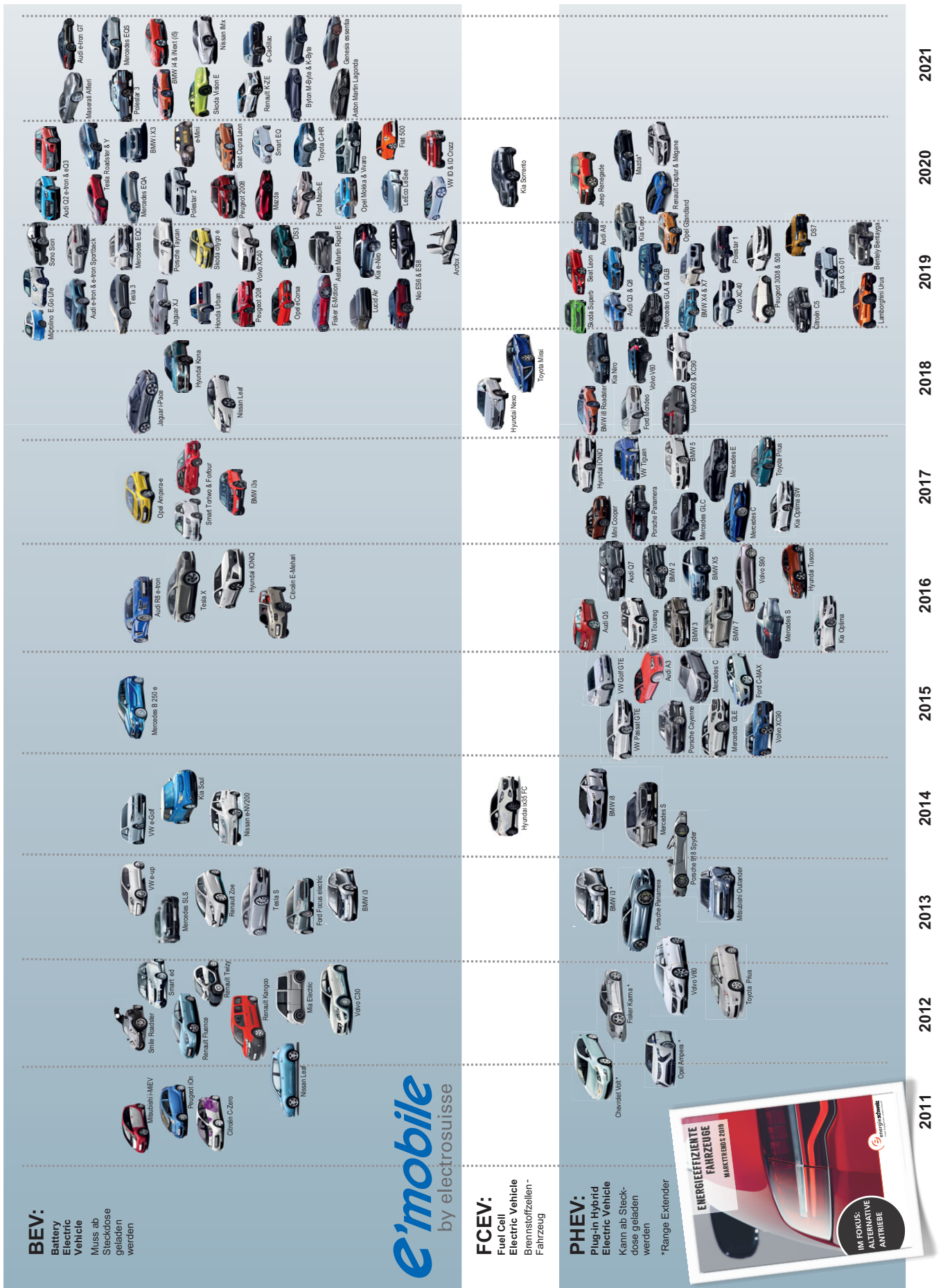
„Elektroautos sind nicht alltagstauglich.“

Du googelst, schaust YouTube Clips an und streamst Serien...  
Du hast dein altes Nokia gegen ein Smartphone getauscht...  
Du lässt nach den Ferien keine Filme mehr entwickeln...  
Du hast deine Glühbirnen durch LEDs ersetzt...  
Du schreibst E-Mails anstatt Briefe...

... wieso also nicht beim nächsten Autokauf mit der Zeit gehen und Mut zu Veränderung beweisen?



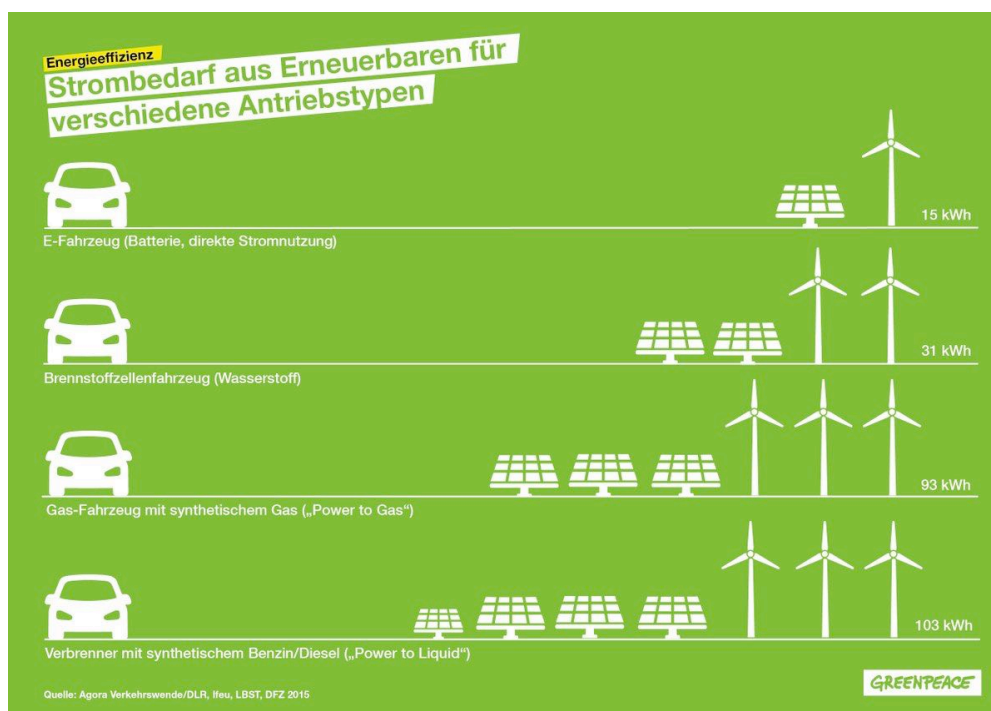
# Marktübersicht – e'mobile Schweiz



# „Das Auto der Zukunft fährt heute mit Wasserstoff.“ – Falsch.

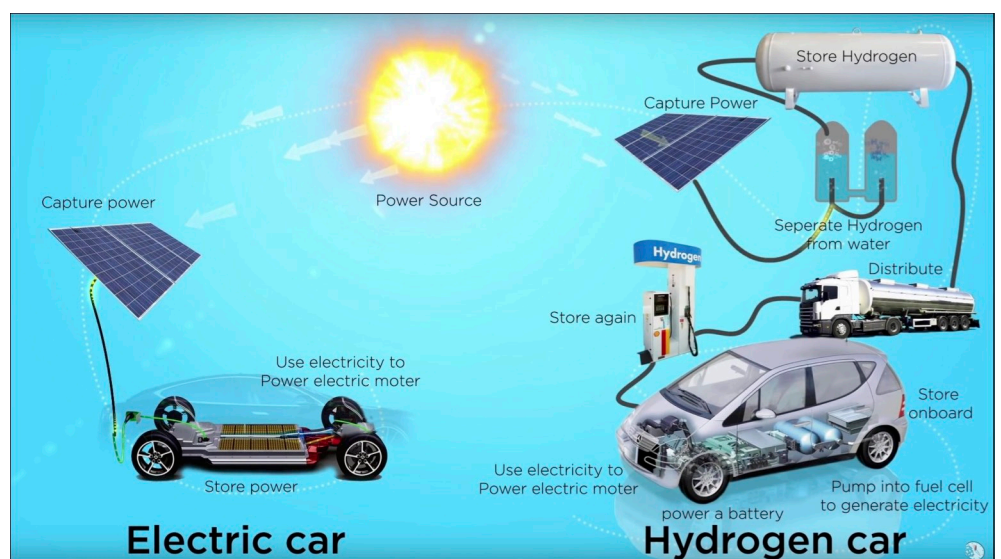
Am Wasserstoffauto wird seit über 30 Jahren geforscht und noch immer hat sich die Technik auf der Strasse nicht durchsetzen können. Der Marktdurchdringung stehen vor allem die komplexe Technik, die heute noch begrenzte Lebensdauer der Brennstoffzelle und die hohen Preise im Weg. Der Vorteil der schnelleren Betankung (gegenüber dem Elektroauto mit Akku) wird durch die fehlende Infrastruktur, deren Errichtung mit hohen Kosten verbunden ist, zunichte gemacht.

Nicht zu vernachlässigen sind weiter die sehr hohen Energieverluste bei der Erzeugung von Wasserstoff durch Elektrolyse: Sie kann zwar mit erneuerbarer Energie erfolgen, braucht gegenüber dem Elektroauto mit Akku für die gleiche Fahrstrecke aber rund zwei bis drei mal so viel Strom, was einer enormen Energieverschwendung gleichkommt. Wasserstoff, der durch die so genannte „Dampfreformation“ aus Erdgas erzeugt wird, ist ein fossiler, nicht-erneuerbarer Treibstoff.



Die Technik scheint in anderen Einsatzbereichen als dem Automobil dennoch vielversprechend und kann, zum Beispiel als Jahreszeiteinspeicher, bestimmt einen Beitrag zur Abkehr von den fossilen Brennstoffen leisten.

**Übrigens:** Auch ein modernes Wasserstoff-Auto mit Brennstoffzelle hat einen Akku, da die Technik zum beschleunigen nicht genug Leistung liefern kann.



„Der Tesla ist ein ökologischer Rückschritt.“ – Falsch.

# Tages-Anzeiger

Die unabhängige Schweizer Tageszeitung

Immer mal wieder wird versucht, dem Elektroauto den „Schwarzen Peter“, also den Strom aus den in der Tat dreckigen Kohlekraftwerken zuzuschieben:

**Elektromobilität** BMW-Vorstand Peter Schwarzenbauer: «Wir Autobauer werden zu Tech-Companies», *TA vom 12. 4.* / Auf den Tesla-Hype folgt die kalte Dusche, *TA vom 9. 4.*

**Es geht viel Energie verloren.** Politiker und Autoindustrie sind sich einig, dass der Elektromotor viel umweltfreundlicher ist als der Verbrennungsmotor. Man präsentiert ihn als Alternative für die Zukunft. Und da sticht vor allem der Tesla heraus. Dieser Bolide benötigt für 100 Kilometer gerade mal etwas über 18 Kilowatt pro Stunde, was weniger als der Energiemenge von zwei Litern Benzin entspricht - und das ohne CO<sub>2</sub>-Ausstoss. Die Automobilität ist gerettet! Doch halt: Werden da nicht Äpfel mit Birnen verglichen? In der Tat sind

## «Der Tesla ist ein ökologischer Rückschritt.»

Elektro- und Verbrennungsmotor zwei ganz unterschiedliche Systeme. Der Verbrennungsmotor wandelt den Treibstoff im Motor zu Energie um. Beim Elektromotor geschieht dieser

Prozess bei der Herstellung des Stroms. Je nach Herstellungsart braucht man bis das Vierfache der erzeugten Energiemenge. Der Fachausdruck für diesen Faktor heisst Primärenergiefaktor (PEF). Weiter muss ich berücksichtigen, wie dieser Strom hergestellt wird oder welche Kraftwerke ich nicht vom Netz nehmen kann. Nämlich die Kohlekraftwerke. Diese haben einen PEF von 4. Damit erhöht sich der Verbrauch von einem Tesla auf circa 73 Kilowattstunden pro 100 Kilometer. Dazu kommt, dass beim Laden einer Batterie sehr viel Energie verloren geht. Im Klartext:

Der Verbrauch eines Tesla liegt bei 124 Kilowattstunden pro 100 km, was einem Benzinmotor mit 10 Litern Verbrauch entspricht. Noch schlimmer steht es mit der CO<sub>2</sub>-Bilanz: Bei der Produktion einer Kilowattstunde Kohlestrom werden durchschnittlich 1000 Gramm CO<sub>2</sub> produziert. Das heisst für den Tesla: 310 Gramm pro Kilometer. Einen solchen Ausstoss erreicht heutzutage kein Neuwagen mit Verbrennungsmotor mehr. Der Tesla ist daher ein ökologischer Rückschritt.

*Philipp Kissling, Oberwil  
Vorstand VCS Sektion Zug*

**oben:** Leserbrief im Tages-Anzeiger vom 18. April 2016  
**unten:** Reaktion im Tages-Anzeiger vom 21. April 2016

## Tesla Es geht viel Energie verloren, *Leserbrief im TA vom 18. April*

### Fragwürdige Zahlen.

Philipp Kissling schreibt, ein Tesla brauche 124 kWh auf 100 Kilometer, also rund siebenmal so viel, wie vom Hersteller angegeben. Die Argumentation, welche dieser Zahl zugrunde liegt, ist nicht nur veraltet und undurchsichtig, sondern schlichtweg falsch. Eine aktuelle, ehrliche und transparente Ökobilanz rückt den Tesla (und andere Elektrofahrzeuge) klar vor einen Wagen mit konventionellem Verbrennungsmotor. Dies weist das Bundesamt für Energie korrekt auf der Energieetikette aus und berücksichtigt dabei auch den Primärenergiefaktor (PEF). Dass die Art der Energieerzeugung dabei einen grossen Einfluss hat, ist richtig und wichtig. Doch weder betreibt die Schweiz eigene Kohlekraftwerke, noch können Privatkunden hierzulande überhaupt reinen Kohlestrom beziehen. Der Schweizer Strommix, die relevante Grösse für derartige Berechnungen hierzulande, erzeugt gemäss dem Bundesamt für

## «Eine aktuelle Ökobilanz rückt den Tesla klar vor einen Wagen mit konventionellem Motor.»

Umwelt im Durchschnitt rund 102 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilowattstunde, also rund zehnmal weniger, als von Philipp Kissling vorgerechnet. Ausser Acht gelassen wird weiter die eminent wichtige Möglichkeit, dass ein Elektrofahrzeug mit erneuerbarer Energie betrieben werden kann (vgl. Ökostromvignette). Sie reduziert die anfallenden Emissionen im Grunde auf die Fahrzeugherstellung. Überdies treten beim Ladevorgang nicht wie behauptet Verluste von 40 Prozent auf, sondern es sind je nach Stromstärke

um 10 Prozent. Selbst bei einer Vollerlektrifizierung der Schweizer Flotte würde die benötigte Strommenge um lediglich 10 Prozent steigen. Bei einer Umstellung über 10 bis 20 Jahre hinweg liegt dieser Wert weit unterhalb des aktuellen jährlichen Mehrverbrauchs durch andere Lebensbereiche. Auch wird nicht erwähnt, dass Benzin an der Tankstelle nicht direkt aus dem Boden gezapft werden kann, sondern mit hohen Risiken behaftet gefördert und unter hohem Energieaufwand raffiniert, transportiert und gelagert werden muss.

Philipp Kissling vom VCS Zug macht sich die Elektro-Abwehrstrategie der Öl- und Autoindustrie zu eigen, möglicherweise, um sein Ziel von 0 Prozent Autoverkehr weiterverfolgen zu können. Das führt freilich dazu, dass die Leute halt das Gaspedal ihrer Benziner und Diesel wieder mit gutem Gewissen durchtreten - schade.

*Martin Rotta, Winterthur  
Dipl. Geograf Universität Zürich*

## „Elektroautos sind gefährlich und weniger sicher.“ – Im Gegenteil. Sie brennen zum Beispiel fünfmal seltener als Autos mit Benzinmotor.

Es ist richtig, Elektroautos sind sehr leise, insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten. Das ist für die lärmgeplagte Bevölkerung in den Städten ein Segen.

Ein erhöhtes Unfallrisiko (z.B. mit unachtsamen Fussgängern) der bereits seit Jahren am Markt erhältlichen Fahrzeuge – denn auch ein Hybrid fährt sehr leise – ist statistisch nicht nachweisbar. Etwas zusätzliche Vorsicht bis die Gesellschaft sich umgewöhnt hat, schadet sicher trotzdem nicht.



Durch den Wegfall vom Motor vorne im Auto und dadurch viele Freiheiten für die Konstrukteure können ideale Knautschzonen realisiert werden. Elektroautos sind deshalb meist sehr sicher.

Weiter ist das Risiko für einen Fahrzeugbrand gemäss der Amerikanischen Behörde für Strassensicherheit (NHTSA) rund 5x geringer als bei Autos mit Verbrennungsmotoren.

**Brandgefahr-Märchen Elektroauto, meist ist es also genau andersherum:**

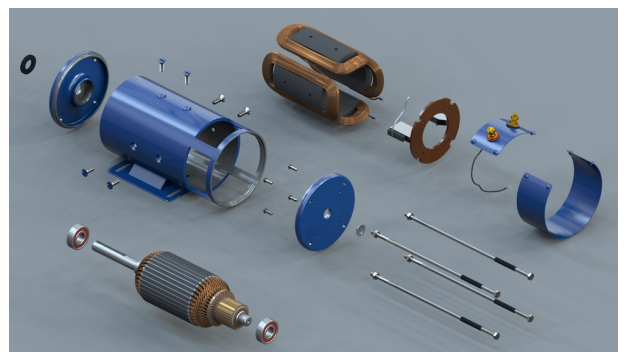
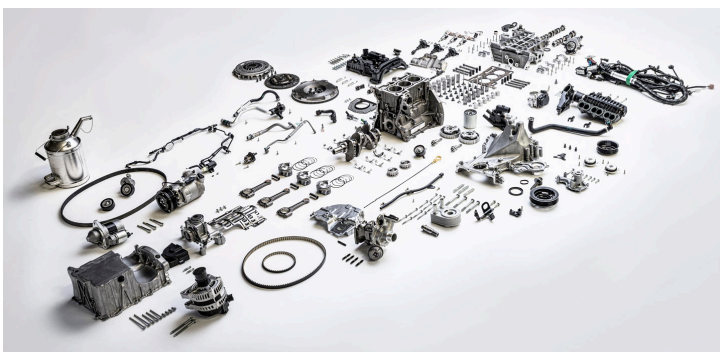
Links das Elektroauto (rot), rechts der Benziner (schwarz)

---

## „Wer heute ein Elektroauto kauft, kriegt morgen weitere Vorteile dazu.“

Die Stromerzeugung wird Jahr für Jahr sauberer, da immer mehr Strom aus Wind, Wasser und Sonne dazu kommt. Dadurch wird nicht nur der eigene Kühlschrank, sondern automatisch auch das Elektroauto sauberer, selbst wenn es 10 Jahre alt ist. Die Gewinnung von Erdöl hingegen wurde in den letzten Jahren aufgrund von Fracking und Abbau in Ölsanden immer schmutziger.

Da die Antriebstechnik im Elektroauto viel weniger bewegliche Teile hat und zudem seit Jahrzehnten bewährt ist, kann von geringeren Reparatur- und Servicekosten ausgegangen werden.



Auslage der typischen Teile eines Verbrennungsmotors (links) und eines Elektromotors (rechts). – Welcher wohl weniger Probleme macht?

Die Ladeinfrastruktur wird rasch ausgebaut, der Komfort auf langen Strecken erhöht sich dadurch Monat für Monat. Verschiedene Supermärkte (zum Beispiel Lidl Schweiz) bieten ebenfalls bereits Lademöglichkeiten für ihre Kunden; zum Wocheneinkauf gibt's also künftig 50km gratis dazu.

Es ist davon auszugehen, dass, sollte nach dem Willen der Politik in Schweizer Städten bald schon ein Road-Pricing eingeführt werden, leise Elektrofahrzeuge ohne Abgase dabei bevorzugt werden, wie dies zum Beispiel heute schon in London oder Oslo gängige Praxis ist.

Mit gutem Beispiel voran. – Was Tesla in nur 5 Jahren erreicht hat.



**Supercharger 120 kW (500 km/h)**  
exklusiv für Tesla      geplant für 2018/19

**Destination Charger 11-22 kW (50-100 km/h)**  
für Elektroautos aller Marken      Hotels, Restaurants, etc.

Zusätzlich zu obigem Angebot können mit einem Tesla natürlich auch die über 110'000 öffentlichen Ladepunkte in ganz Europa benutzt werden. Diese werden weiter stark ausgebaut: Seit Januar 2014 hat sich das Angebot um stolze 1100% vervielfacht.

**Tipp:** Selbst jede Haushaltssteckdose ist auch eine (langsame) Ladestation, über Nacht zum Beispiel

# „Was Tesla kann, kann VW / Audi / Mercedes noch lange.“

Können vielleicht schon, aber wollen sie es auch?

**Ankündigungen, Prototypen, Design-Studien... Das ist leider alles, was der Konsument bisher von Audi, Mercedes & Co. bezüglich vollwertiger Elektroautos gesehen hat. 2020 soll es soweit sein, oder erst 2025, oder vielleicht auch 2030. Das reicht nicht.**

Die Fahrzeuge von Tesla sind bereits heute an einem Punkt, an welchem die grossen Hersteller gemäss ihren eigenen Ankündigungen in 5 bis 10 Jahren sein wollen. Die Limousine Model S fährt sogar bereits seit 2012 auf der Strasse und kann den für die Zukunft angekündigten „Tesla-Killern“ noch immer weitgehend das Wasser reichen. – Der Unterschied; den Tesla gibt es wirklich.

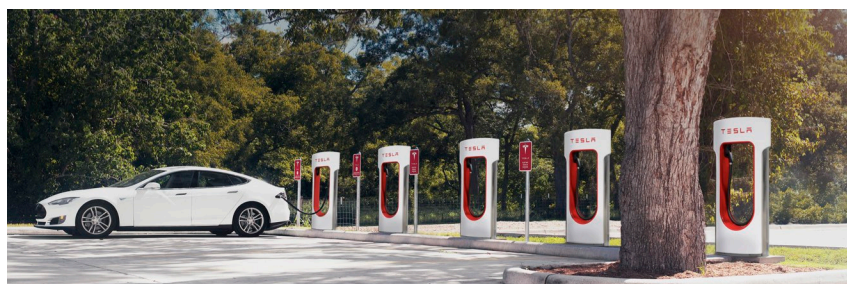
Und selbst wenn Tesla bankrott gehen sollte, wie alle paar Monate mal wieder von „Experten“ prophezeit, aber noch immer nicht eingetroffen, und die Konkurrenz die überzeugenderen Produkte anbieten würde, so wäre dadurch die Grundidee des Unternehmens trotzdem erfüllt: „Tesla’s mission is to accelerate the world’s transition to sustainable energy.“ – Ob auf diesen Autos dann Tesla, Renault oder VW steht, ist im Grunde also unwichtig, solange die Benziner und Diesel von der Strasse verschwinden.

Doch wo wird Tesla sein, wenn Audi & Co. auch endlich vollwertige Elektroautos anbieten? – Ob dieser Vorsprung dann noch aufgeholt werden kann, oder ob sich in der Automobilbranche ein ähnliches Schicksal wiederholen wird, wie bei den einst marktbeherrschenden Firmen Nokia und Kodak, wird die Zukunft zeigen.

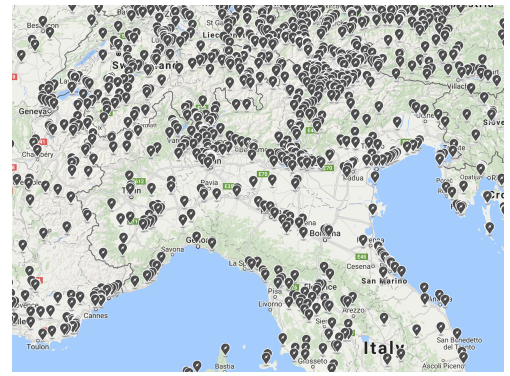
Niedersachsens Ministerpräsident Stephan Weil (seinerseits Grossaktionär von VW) sagte nach seinem Besuch bei Tesla Motors in Palo Alto im Oktober 2016, der Vorsprung von Tesla in der E-Mobilität sei sehr gross. Speziell in der Entwicklung leistungsfähiger Batterien setze Tesla Massstäbe. Aber auch, dass das Unternehmen im ganzen Land ein Netz von Schnellladestationen auf eigene Kosten aufbaut, hat Weil beeindruckt. Unternehmen wie Tesla stellen die deutschen und europäischen Automobilunternehmen vor grosse Herausforderungen, so Weil.

**Ein „Tesla-Killer“ muss aber nicht nur ein gutes, alltagstaugliches Fahrzeug sein, sondern vielmehr als überzeugendes Gesamtpaket daherkommen:**

**Supercharger:** Wer kauft schon ein Auto, für das es keine Tankstellen gibt? In nur 3 Jahren hat der kleine, junge Hersteller Tesla Motors aus Kalifornien ein europaweites Netz von Schnellladestationen errichtet. Diese laden das Auto bereits heute mehr als doppelt so schnell auf wie die Konkurrenz. Diese Standorte werden bis Ende 2018 weltweit nochmal verdoppelt auf Total über 7000 Ladesäulen. Öffentliche Ladestationen können mit dem Tesla selbstverständlich auch benutzt werden.



**Destination-Charger:** Seit Sommer 2016 baut Tesla sein „Destination-Charger“ Netz auf. Dabei handelt es sich um erschwingliche Ladestationen mittlerer Geschwindigkeit, die zum Beispiel bei Restaurants, Hotels oder Einkaufszentren die Autos bequem aufladen, wenn diese ohnehin parkiert sind. Für die Inhaber der Betriebe sind die Ladestationen eine Möglichkeit, neue Kundenkreise zu erschliessen, ähnlich einem kostenlosen und heute üblichen WLAN im Hotel.



FULL CHARGE  
EVERY MORNING



SUPERCHARGE  
ON THE WAY



RECHARGE  
AT YOUR DESTINATION



Tesla hat mit dieser Win-Win-Strategie in sehr kurzer Zeit von Sommer bis Herbst 2016 alle anderen europäischen Anbieter am Markt überholt. Seit Beginn des Ausbaus sind in Europa bereits über 2500 Lademöglichkeiten errichtet worden (Stand Herbst 2017). Bis Ende 2018 soll dieses Netz sogar nochmal verdoppelt und später noch weiter ausgebaut werden. Teslafahrer freuen sich also Tag für Tag über neue Lademöglichkeiten, die automatisch auf dem Navigationssystem erscheinen. Die meisten davon sind für parkierende Kunden übrigens gratis und stehen oftmals auch Elektroautos von weiteren Herstellern zur Verfügung. – Die Deutsche Automobilindustrie sieht die Verantwortung für den Aufbau einer zuverlässigen Ladeinfrastruktur indes weiterhin beim Staat.

**Direkter Kundenkontakt:** Tesla betreibt seine Werkstätten und Showrooms selbst. Es gibt keine Garagisten oder Mittelmänner die mitverdienen und alle Kunden (sogar der CEO persönlich) zahlen den gleichen Preis. Die Zufriedenheit mit der Marke Tesla liegt in Umfragen bei Kunden regelmässig auf dem Spitzenplatz, weit vor der Konkurrenz: So haben 98% der Befragten in einer breit angelegten Umfrage zur Kundenzufriedenheit der amerikanischen ConsumerReports angegeben, dass sie das Tesla Model S wieder kaufen würden. Zum Vergleich; beim BMW 7er liegt dieser Wert mit 66% deutlich tiefer.

**Das Produkt:** Natürlich müssen auch die Fahrzeuge selbst die Kunden überzeugen. Wie wär's also damit: Ein Auto, das schneller als ein Ferrari beschleunigt, 5 bis 7 Sitzplätze hat, zwei Kofferräume und dadurch mehr Platz als ein grosser Mercedes Kombi bietet und im Unterhalt günstiger ist als ein VW Golf Diesel. – Das alles bieten die Modelle von Tesla schon heute. Nun, da das für den Massenmarkt entwickelte Model 3 erhältlich ist (400'000 Bestellungen gingen alleine im ersten Monat nach der Präsentation ein) bleibt es bestimmt spannend.

**Also, kann VW / Audi / Mercedes das alles wirklich, und wollen sie es auch?**

## Batteriefabriken – Trend erkannt oder verschlafen?

Tesla baut die grösste Batteriefabrik der Welt. Der kalifornische Hersteller will damit bereits Ende 2018 eine jährliche Produktionskapazität von 500'000 Elektroautos erreichen. Anfang August 2018 hat die „Gigafactory“ in Nevada bereits eine Produktionskapazität von jährlich 20'000'000 kWh erreicht. Dies ist mehr als alle anderen Autohersteller zusammen produzieren.

Auch der chinesische Hersteller BYD erhebt für sich den Anspruch, aktuell die grösste Batteriefabrik weltweit in Bau zu haben. Wer bei diesem Wettrennen die Nase vorne haben wird, wird sich noch zeigen. Tesla beispielsweise sieht vor, dass im Schlussausbau der Fabrik in Nevada jährlich 150'000'000 kWh an Akkus für die Verwendung in Fahrzeugen und stationären Energiespeichern die Fabrik verlassen. Sicher ist jedoch, die jährlich produzierten Mengen reichen bereits heute schon für die Produktion von hunderttausenden von Fahrzeugen.



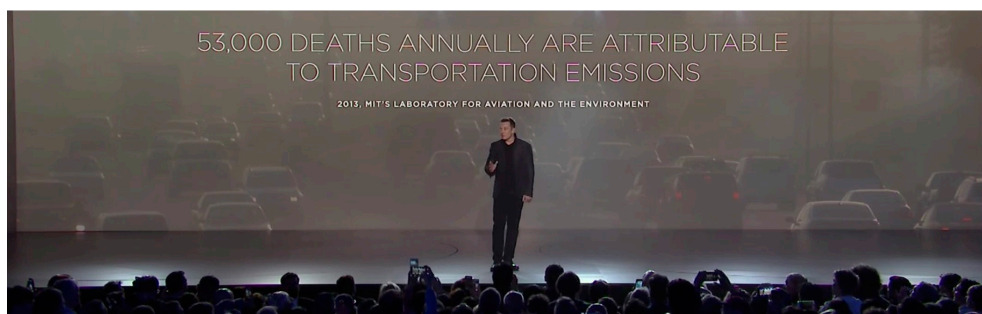
Die Fabrik in Nevada soll sich bis 2020 gar zu 100% selbst mit Wind- und Solarenergie versorgen. Dies ist ein sehr wichtiger Schritt, denn die in der energieintensiven Akku-Produktion anfallenden Emissionen werden dadurch nochmal um etwa 75% gegenüber heute reduziert. Das Elektroauto wird seinen Emissionsvorsprung gegenüber dem Verbrennungsmotor also schon bald noch deutlicher ausbauen können. Ebenfalls ist bereits eine Abteilung für das Recycling von Altbatterien integriert, was den Ressourcenkreislauf fast vollständig schliesst und den Energiebedarf der Produktion um rund 50% senken kann. (vgl. Seiten 9 bis 13 und Seite 18)



Batteriezellfabriken sind ein wichtiger Baustein für den Erfolg eines modernen Fahrzeugherstellers. Ein Hersteller, der seine Batteriezellen extern einkaufen muss und diese lediglich zu Akkupacks zusammensetzt, verliert einen Preisvorteil am Markt und hat nur wenig Einfluss auf die Innovation in der Akkuchemie, welche über Energiedichte, Lebensdauer und Leistungsfähigkeit entscheidet.



# Wieso das alles? – Verantwortung wahrnehmen



**links:** Elon Musk, der CEO von Tesla, betont immer wieder das Hauptziel seines Unternehmens: Tesla möchte den Wechsel der Gesellschaft hin zu erneuerbarer Energie beschleunigen. Das Unternehmen bietet hierfür Elektroautos, Solarzellen und Stromspeicher an.

## Zitate aus dem aktuellsten Weltklimabericht

„**Die Erwärmung des Klimasystems ist eindeutig** und viele der seit den 1950er Jahren beobachteten Veränderungen waren vorher über Jahrzehnte bis Jahrtausende nie aufgetreten. Die Atmosphäre und der Ozean haben sich erwärmt, die Schnee- und Eismengen sind zurückgegangen und der Meeresspiegel ist angestiegen.“



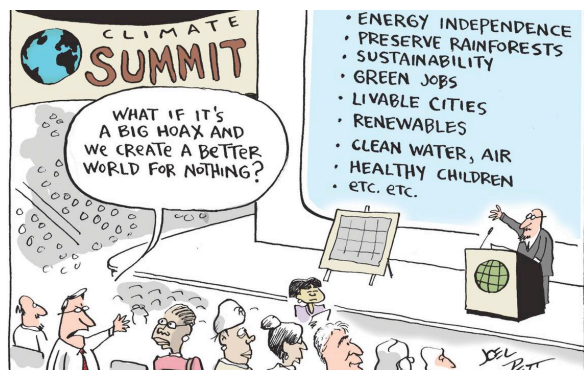
„**Der Einfluss des Menschen auf das Klimasystem ist klar** und die jüngsten anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen sind die höchsten in der Geschichte. Die jüngsten Klimaänderungen hatten weitverbreitete Folgen für natürliche Systeme und solche des Menschen.“

„Es ist sehr wahrscheinlich, dass **Hitzewellen** häufiger auftreten und länger andauern werden und dass **extreme Niederschlagsereignisse** in vielen Regionen an Intensität und Häufigkeit zunehmen. Der Ozean wird sich weiterhin erwärmen und versauern, und der mittlere globale Meeresspiegel wird weiterhin ansteigen.“

„**Eine Begrenzung des Klimawandels würde erhebliche und anhaltende Minderungen der Treibhausgasemissionen erfordern**, wodurch – verbunden mit Anpassung – die Risiken des Klimawandels begrenzt werden können.“

„Der Klimawandel wird bestehende Risiken verstärken und neue Risiken für natürliche Systeme und solche des Menschen hervorrufen. **Die Risiken sind ungleichmässig verteilt und im Allgemeinen grösser für benachteiligte Menschen und Gemeinschaften in Ländern aller Entwicklungsstufen.**“

[Oder anders gesagt: Die ärmere Hälfte der Weltbevölkerung hat kaum etwas zum Klimawandel beigetragen und dennoch hat sie die grössten Risiken zu tragen. Der Abbau von Disparitäten zwischen arm und reich wird dadurch unnötig erschwert. Und die Diskussion um „Ich will täglich alleine zur Arbeit fahren mit meinem Benziner.“ erhält so eine neue Dimension.]



**Das Gute daran?** – Wir leben in einer Zeit, welche auch Lösungen für uns bereit hält. So zum Beispiel eben die Abkehr von Benzin und Diesel und stattdessen der Einsatz von günstiger, erneuerbarer Energie im Elektroauto.

**links:** Karikatur von Joel Pett, USA Today

Rund 33'700 Forscherinnen und Forscher sind sich einig, dass der Klimawandel vom Menschen verursacht wird. Nur 34 Wissenschaftler/innen (0.1 %) bezweifeln dies. **Hier gibt's Fakten:**





## Eine Fahrt mit Köbi „National“ Kuhn im Kia Soul EV

Video von  
Kia Motors  
via YouTube



„Es isch wunderschön zum fahre.  
**Es macht e kä Lärm** und  
es isch eso schtill.“



„Dä laht nüt hineuse, wo nöd  
gsund isch und **das isches  
mir wärt**, au echli meh  
Grips bruche bim Plane.“

(Reichweite Kia Soul EV ca. 200km)









„Immer wänn ich zabig heichum,  
fahr ich uf dä Platz und über  
Nacht ladt dä uf. **Das isch  
überhaupt e käs Problem.**“



„Mit däm Kia chunsch scho  
praktisch **rund umd Wält.**“

# Wieso nicht ein Occasionsfahrzeug? – Stand April 2019

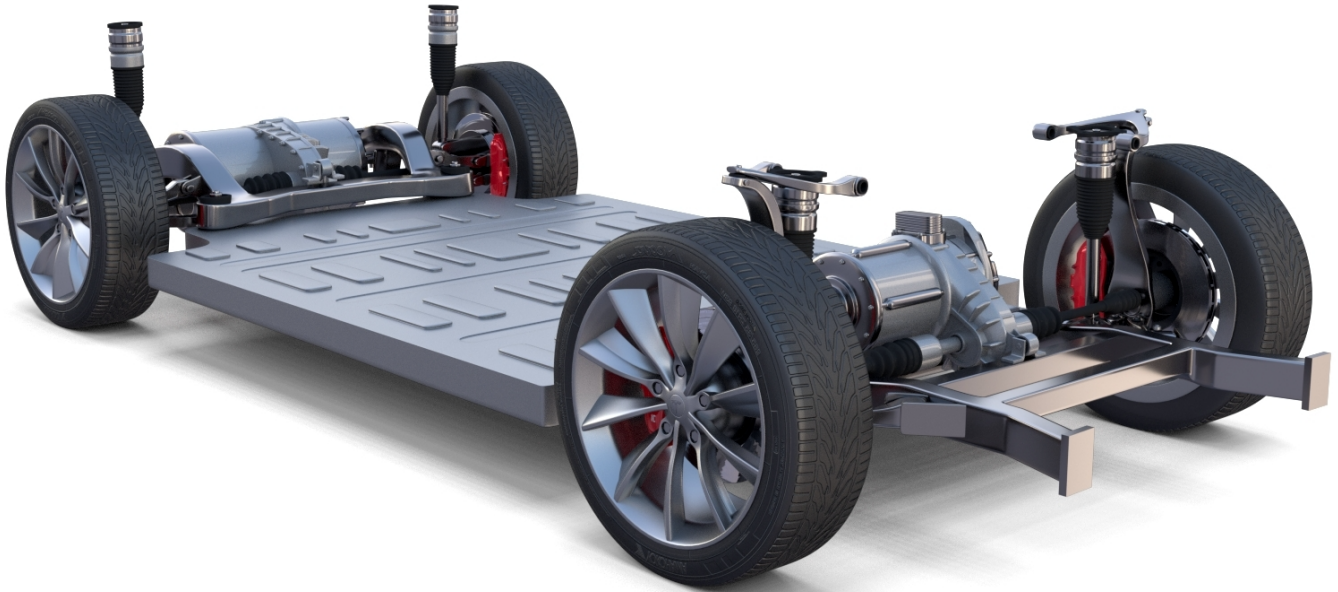
Gebrauchtfahrzeuge werden bei Tesla mit einer beschränkten Garantie auf 4 Jahre bzw. 80.000 km ab Kauf angeboten. Zudem hat jedes Fahrzeug 8 Jahre Garantie mit unbegrenzter Laufleistung auf Batterie und Antriebseinheit ab der 1. Inverkehrsetzung.

<p>Gratis Supercharger-Nutzung</p>  <p>Model S <b>85</b> 85 kWh Batterie Hinterradantrieb</p> <p>CHF 42'100 Mehrwertsteuer erstattbar 38,167 km</p> <p>19-Zoll Felgen Schiebedach</p>	<p>Gratis Supercharger-Nutzung</p>  <p>Model S <b>85</b> 85 kWh Batterie Hinterradantrieb</p> <p>CHF 46'500 Mehrwertsteuer erstattbar 91,578 km</p> <p>19-Zoll Felgen Schiebedach Ursprünglicher Autopilot</p>	<p>Gratis Supercharger-Nutzung</p>  <p>Model S <b>85</b> 85 kWh Batterie Hinterradantrieb</p> <p>CHF 50'800 Mehrwertsteuer erstattbar 58,456 km</p> <p>19-Zoll Felgen Schiebedach Ursprünglicher Autopilot</p>	<p>Gratis Supercharger-Nutzung</p>  <p>Model S <b>85D</b> 85 kWh Batterie Allradantrieb</p> <p>CHF 64'100 Mehrwertsteuer erstattbar 57,882 km</p> <p>21-Zoll Felgen Premium Ursprünglicher Autopilot</p>
<p>Gratis Supercharger-Nutzung</p>  <p>Model S <b>85D</b> 85 kWh Batterie Allradantrieb</p> <p>CHF 68'900 Mehrwertsteuer erstattbar 28,548 km</p> <p>21-Zoll Felgen Premium Schiebedach Ursprünglicher Autopilot</p>	<p>Gratis Supercharger-Nutzung</p>  <p>Model S <b>90D</b> 90 kWh Batterie Allradantrieb</p> <p>CHF 72'100 Mehrwertsteuer erstattbar 24,962 km</p> <p>19-Zoll Felgen Premium Ursprünglicher Autopilot</p>	<p>Gratis Supercharger-Nutzung</p>  <p>Model S <b>90D</b> 90 kWh Batterie Allradantrieb</p> <p>CHF 77'100 Mehrwertsteuer erstattbar 32,077 km</p> <p>19-Zoll Felgen Premium Ursprünglicher Autopilot</p>	<p>Gratis Supercharger-Nutzung</p>  <p>Model S <b>100D</b> 100 kWh Batterie Allradantrieb</p> <p>CHF 77'900 Mehrwertsteuer erstattbar 27,719 km</p> <p>19-Zoll Felgen Premium Volles Potenzial für autonomes Fahren</p>

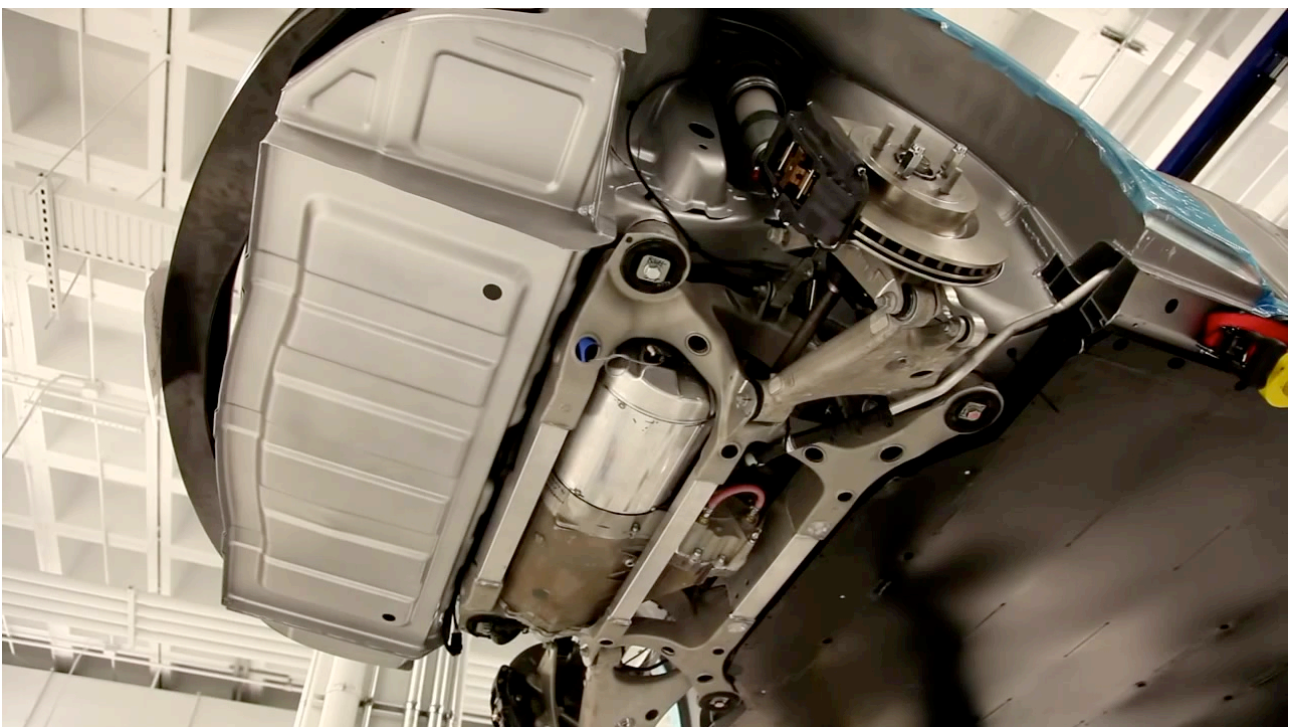


Der Autor dieser Infomappe hat im Juli 2016 selbst ein Tesla Model S gebraucht gekauft. Es kommt ihn gleich teuer zu stehen, wie ein Benziner für ca. 25'000 CHF. (vgl. Seite 6) Er verdient nichts an den obigen Angeboten.

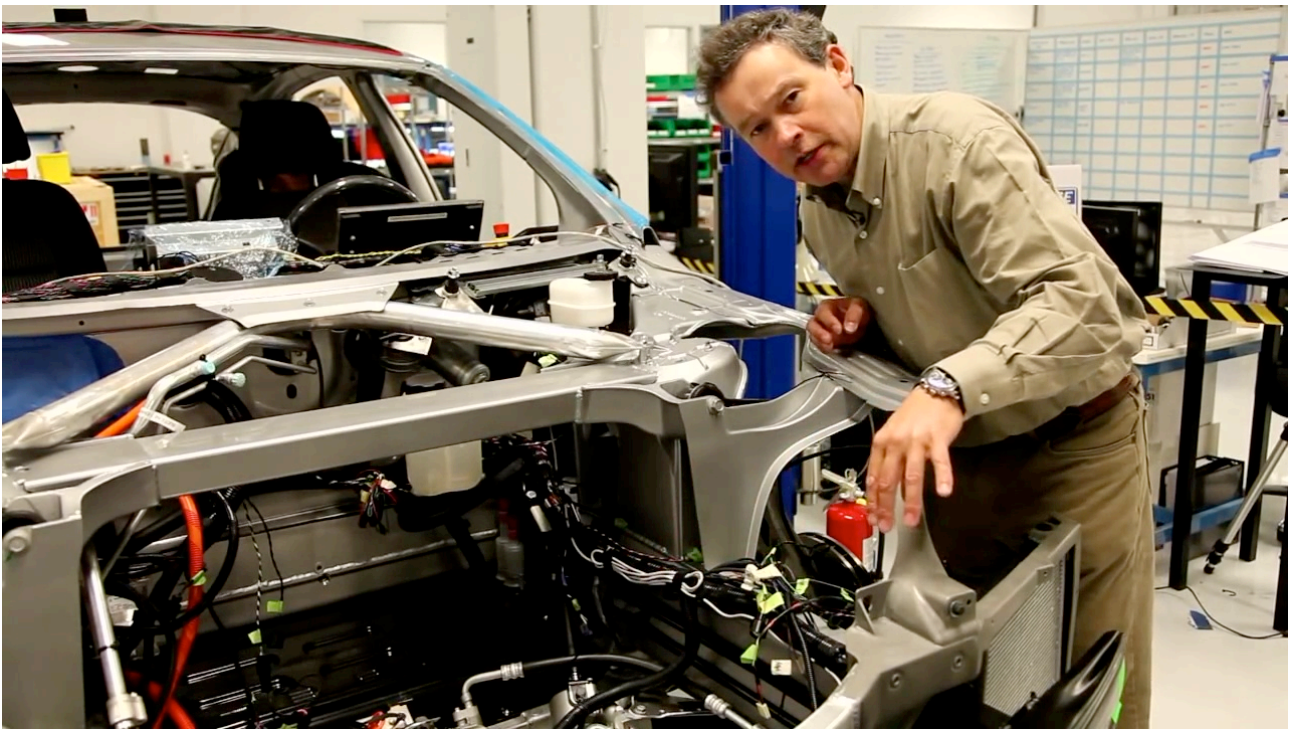
## Konstruktion eines Elektroautos – am Beispiel des Tesla Model S



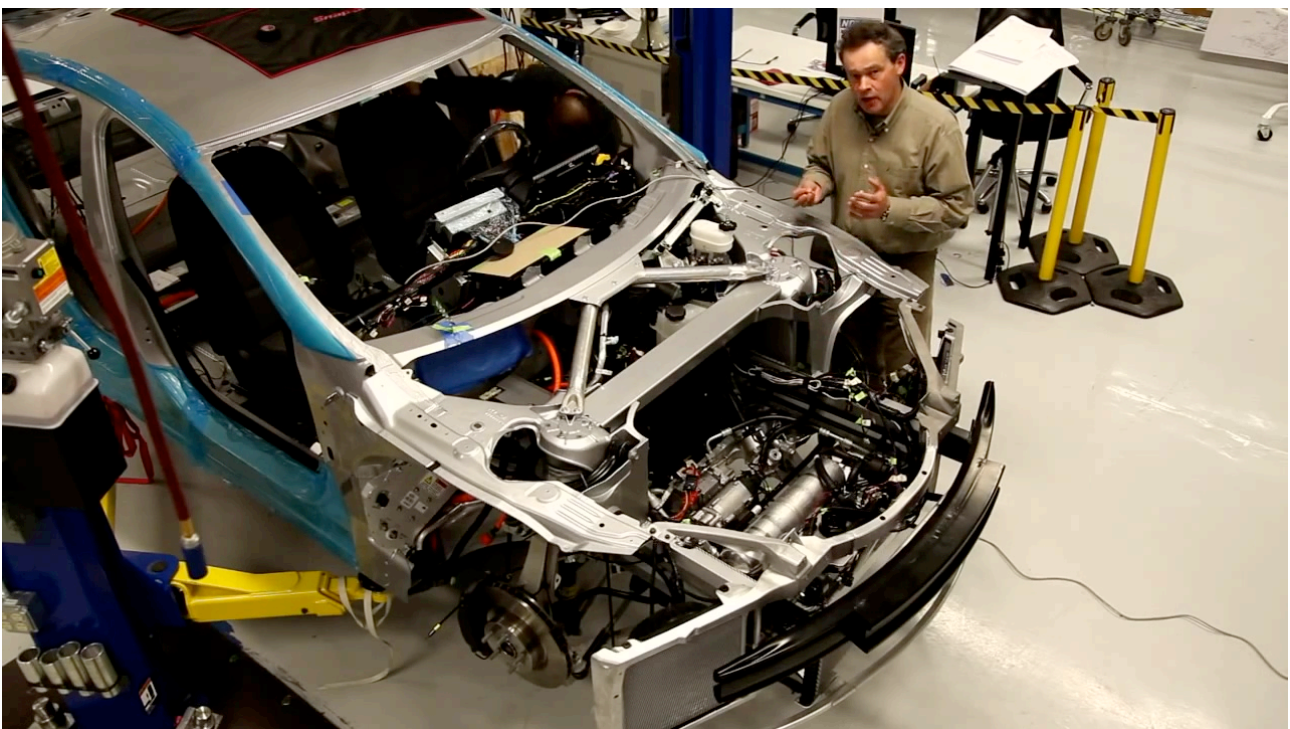
Die Akkus bilden den Unterboden und tragen zur Stabilität der Karosserie bei.



Der starke Elektromotor ist sehr kompakt und sitzt zwischen den Rädern, dort wo sich bei vielen Autos mit Verbrennungsmotor der Tank befindet. Das Allradmodell hat einen zweiten Motor an der Vorderachse.



ideale Voraussetzungen für optimalen Aufprallschutz und stabile Verstreibungen



**Viel Platz unter der Haube, da kein Verbrennungsmotor und Getriebe verbaut ist.**

Beim Allradantrieb ist der kleine Hohlraum zwischen den Federbeinen ausgefüllt.





Viel Platz generell, der von den Passagieren genutzt werden kann, wie auch der Vergleich mit einem als „Raumwunder“ geltenden Kombi zeigt:



**Tesla Model S, 2013, Limousine**

812 + 229 Liter + 5 Passagiere, oder  
1795 + 229 Liter + 2 Passagiere



**Mercedes E-Klasse, 2013, Kombi**

695 Liter + 5 Passagiere, oder  
1950 Liter + 2 Passagiere

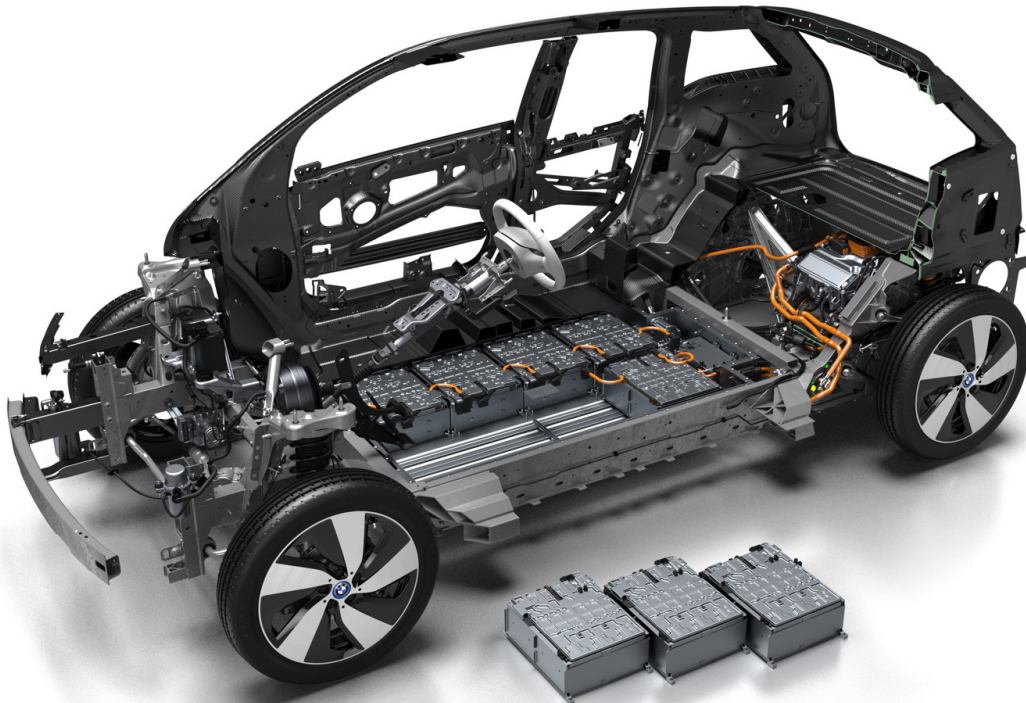


Nicht nur umgerüstet, sondern von Grund auf als Elektroauto konzipiert.

## Konstruktion eines Elektroautos – am Beispiel des BMW i3



Die Akkus sitzen auch beim i3 im Unterboden, was für die Fahrstabilität von Vorteil ist.



BMW verbaut viele extrem leichte Teile aus kohlefaserverstärktem Kunststoff.

# TESLA / Elektroauto: Vorteile

## • Fahrleistungen / Beschleunigung

beeindruckende, ununterbrochene und starke Beschleunigung, sehr hohes Drehmoment aus dem Stand, trotzdem ganz einfach zu fahren

## • konkurrenzlos gute Ökobilanz

Elektroautos sind selbst mit dem heutigen Strommix bereits deutlich sauberer als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Der „Treibstoff“ kann zudem selber gewählt werden; geladen mit Ökostrom fährt das Auto nahezu CO<sub>2</sub>-neutral. (+ 150.- CHF / Jahr)



## • kein Auspuff, keine lokalen Emissionen

keine Atemgifte in Tiefgaragen und Tunnels, bessere Luftqualität im Stau und in der Stadt, kein Abgaskandal à la Volkswagen

## • Tesla Supercharger (Schnellladung)

europaweites Netz von Ladestationen mit bis zu 500km/h, Benützung für Neuwagen ab 2017 gegen geringe Gebühr (ca. 1/3 im Vergleich zu Benzin) und jedes Jahr 2000 km gratis. Praxisbeispiele:  
45min Mittagspause = 300km fahren  
15min Pinkelpause = Strecke Bern-Zürich nachgeladen

## • sicherster Wagen seiner Klasse

deutlich über \*\*\*\*\* beim NCAP Crashtest und neuer Bestwert im amerikanischen Testverfahren der NHTSA, Knautschzone optimal, da vorne kein Motor eingebaut, Risiko für Fahrzeugbrand liegt 5x tiefer als beim Benziner (1 pro 100 Mio km vs. 1 pro 20 Mio km)

## • sehr hohe Energieeffizienz

Batterie und Elektromotor erreichen um 90% Effizienz, beim Benziner werden nur etwa 25% der Energie in Bewegung umgesetzt, der Rest verpufft als Wärme. Der Energieverbrauch eines Tesla entspricht lediglich 2 Liter Benzin auf 100km, aber: „erneuerbares Benzin“ welches nie ausgeht und CO<sub>2</sub> neutral sein kann.

## • Bremsen = Aufladen

Beim Bremsen und bergab wird durch Rekuperation viel Energie zurückgewonnen statt vernichtet, das Bremspedal wird so im Alltag fast überflüssig.

## • weniger Lärm

Geräusche praktisch nur durch Reifen, dadurch mehr Komfort und Ruhe im und um das Fahrzeug. Wie bei Hybriden bisher kein erhöhtes Unfallrisiko feststellbar.

## • kein Erdöl, weniger Konflikte

keine willkürlichen Preisschwankungen, weniger abhängig vom Ausland, Geld bleibt in der Schweizer Wirtschaft, Erdöl nicht nur im Bezug auf Klimawandel problematisch: Irakkrieg, havarierte Tanker und Bohrseln, Fracking, Ölsande, uvm.

## • Vorheizen / Vorkühlen via Smartphone

kein Scheibenkratzen im Winter, keine Sauna im Sommer

## • sehr gutes Platzangebot

2 Kofferräume: einer hinten, einer vorne („Frunk“), Motor ist sehr kompakt und sitzt zwischen den Rädern, Batterie im Fahrzeugboden integriert, dadurch auch sehr tiefer Schwerpunkt (Plus an Fahrdynamik / Sicherheit)

## • sehr geringe Betriebskosten

keine komplizierte Mechanik, weniger Teile die kaputt gehen können, keine Verkehrsabgaben (ZH), Treibstoff: nur 3.- CHF / 100km, Versicherung: 20-50% Rabatt, Service: 300.- / Jahr, Ölwechsel: keine, Keilriemen: keiner, Turbolader: keiner, Auspuff: keiner, Bremsen: durch Rekuperation viel weniger Verschleiss

## • 8 Jahre Garantie auf Batterie und Antrieb

bereits sind erste Wagen mit mehr als 300'000km unterwegs bei gerade mal 10% Verlust an Batteriekapazität

## • Neue Funktionen durch Softwareupdates

Internetzugang integriert und gratis, so kommen neue Funktionen dazu, z.B. Spotify oder autonomes Einparken



## Nachteile



### • „nur“ 400km reale Reichweite

weniger als moderne Benziner / Diesel, dafür jeden Morgen „vollgetankt“ und auf Langstrecken komfortabel und oft sogar gratis nachladen

### • Grösse und Gewicht

Das Tesla Model S entspricht in etwa einer Mercedes S-Klasse, ab 2019 kommt mit dem Model 3 ein kleineres, leichteres Mittelklassemodell (ca. BMW 3er, Audi A4).

### • Steckdose am Parkplatz / Arbeitsplatz

für komfortables Nachladen erforderlich, 230V reicht für tägliche Strecken meist aus, je nach Fahrprofil geht's sogar auch nur mit öffentlichen Ladestationen

### • hoher Anschaffungspreis

NP ab 75'000 CHF, aber über 5-10 Jahre hinweg günstiger als vergleichbare Verbrenner. 2019 kommt das Tesla Model 3 auf den Markt, Preis: ab 40'000.- CHF