

# Informationen

## Energieeffizient fahren – Geld sparen

Was ist der Unterschied zwischen einem Plug-in-Hybrid und einem Range Extender? Wieso verbraucht mein Auto mehr als im Prospekt steht? Wozu dient die Energieetikette?

Sie müssen kein Ingenieur sein, um diese Fragen zu beantworten – ein Blick auf die folgenden Seiten genügt. Ergänzend dazu erfahren Sie topaktuelle Zahlen und Fakten zur Klimapolitik sowie viele wertvolle Tipps, die nicht nur Treibstoff, sondern bares Geld sparen helfen.

# Informationen

# Treibstoffe

## Benzin oder Diesel?

### Fahrleistungen, Verbrauch, Abgase

2018 wurden 90'055 Dieselfahrzeuge neu zugelassen – 20.4 % weniger als im Vorjahr. Dieser Rückgang ist zum Teil auf die Affairerund um die Manipulation der Dieselschadstoffwerte durch bestimmte Hersteller zurückzuführen. Tatsache ist jedoch, dass Dieselmotoren effizienter sind als Benzinmotoren. Moderne Dieselmotoren haben einen höheren Wirkungsgrad als Ottomotoren. Sie bieten Fahrleistungen (Beschleunigungswert, Elastizität und Spitzengeschwindigkeit), die mit der Benzinversion vergleichbar sind. Im Gegensatz zum Benziner sind diese Fahrleistungen dank des sehr hohen Drehmomentes schon bei Drehzahlen ab 1'600 U/min abrufbar. Diese Eigenschaft kommt insbesondere der sparsamen Fahrweise Eco-Drive entgegen.

Je nach Fahrzeugmodell und Vergleichsfahrzeug verbraucht ein Modell mit Dieselmotor im Vergleich zum Benziner 20–30 % weniger Treibstoff (in Litern). Die CO<sub>2</sub>-Reduktion beträgt 10–15 %, da Diesel eine höhere Energiedichte als Benzin besitzt. Allerdings sind auch Benzinmodelle mit Direkteinspritzung mit dieselähnlichen Verbrauchswerten auf dem Markt.

### Massnahmen zur Abgasreduktion

Partikelfilter eliminieren die Partikelemissionen von Dieselfahrzeugen praktisch vollständig. Sie sind auf dem neusten Stand der Technik und bei allen Modellen erhältlich, so dass heute niemand mehr einen neuen Diesel ohne Partikelfilter kaufen kann.

Darüber hinaus ist beim Benziner aufgrund des vom Dieselmotor übernommenen Prinzips der Direkteinspritzung die Menge der emittierten Feinstaubpartikel gestiegen. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass sich auch bei Benzinern Feinstaubfilter durchsetzen werden. Bei den Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) haben die Benziner gegenüber den Diesel-PW noch die Nase vorne. Es sei denn ein moderner Diesel-PW verfügt schon über einen neuartigen SCR-Katalysator (SCR, selective catalytic reduction). Beim SCR-Verfahren wird eine wässrige Harnstofflösung (AdBlue) vor dem SCR-Katalysator in den Abgasstrang (mittels Dosierpumpe oder Injektor) eingespritzt. Im eigentlichen Katalysator werden durch eine selektive katalytische Reduktion Stickoxide aus dem Abgas mit einem hohen Wirkungsgrad entfernt. Solche neuartigen Katalysatoren sind heute schon weit entwickelt und werden bei vielen Modellen bereits eingebaut.

### Wirtschaftlichkeit

Je nach Vergleichsfahrzeug ist die Dieselsonversion gleich teuer oder teurer als die Benzinversion. Als Faustregel gilt für mind. 15'000 km pro Jahr: Das Dieselfahrzeug darf als Neuwagen CHF 500 teurer sein, wenn es auf 100 km mindestens 1.5 l sparsamer ist.

### Vorteile Diesel

- 20 bis 30 % weniger Verbrauch (Liter)
- 10 bis 15 % weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen (da Diesel eine höhere Energiedichte als Benzin besitzt)
- gutes Durchzugsverhalten schon bei tiefen Drehzahlen (ab ca. 1'600 U/min)
- grosse Reichweite pro Tankfüllung
- Dieseltreibstoff im Ausland billiger

### Vorteile Benzin

- Fahrzeug- und Benzinpreis oft tiefer
- Betriebskosten deshalb teilweise tiefer
- deutlich geringere NO<sub>x</sub>-Emissionen als Diesel-PW ohne SCR-Katalysator
- kein Kaltstartlärm

### Fiskalbelastung von Diesel und Benzin

	Benzin 95 ROZ Rp./ Liter	Benzin 98 ROZ Rp./ Liter	Diesel Rp./ Liter
durchschnittlicher Tankstellenpreis (inkl. MwSt.)	189.000	201.000	205.000
Mineralölsteuer	45.300	43.120	48.110
Mineralölsteuerzuschlag	31.520	31.520	31.460
Total Mineralölsteuer	76.820	76.820	79.570
Pflichtlagerabgaben (Carbura)	0.415	0.415	0.535
Mehrwertsteuer	13.513	14.370	14.656

(Quelle: EVZ / 10.2023)

## Erdgas/Biogas: die Zukunft?

Erdgas, Biogas und Kompogas bestehen grossteils aus Methan (CH<sub>4</sub>). Nach entsprechender Aufbereitung lassen sie sich als Treibstoff verwenden. Die Schweiz bezieht ihr Erdgas aus der EU und Norwegen (60 %), Russland (35 %) und sonstigen Ländern (5 %). (Quelle: <https://gazenergie.ch>)

Aktuell gibt es 145 Erdgas-/ Biogastankstellen (Stand Januar 2019). Die schweizerische Erdgasfahrzeugflotte belief sich im 2019 auf über 13500 Fahrzeuge. Gasbetriebene Fahrzeuge sind mit zwei Tanks ausgestattet, einem für Gas und einem für Benzin. Der Motor kann während des Betriebs von Benzin auf Gas und wieder zurück wechseln, ohne dass der Fahrer einen Unterschied spürt. Mit beiden Tanks zusammen, haben diese Fahrzeuge eine Reichweite von 500 bis über 1000 km.

### Umweltaspekte

Im Allgemeinen stossen Erdgasautos weniger Schadstoffe aus als Diesel- oder Benzinautos. Die Stickoxidemissionen sind im Vergleich zu Benzinmotoren um etwa 50 % und im Vergleich zu Dieselmotoren um bis zu 95 % reduziert. Die Feinstaubemissionen sind reduziert und die Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) niedriger als bei Benzin- oder Dieselfahrzeug.

Das in der Schweiz produzierte und zu Treibstoffqualität aufbereitete Biogas ist nahezu CO<sub>2</sub>-neutral. Dieser Treibstoff aus erneuerbaren Energiequellen ist damit nicht klimarelevant, da die CO<sub>2</sub>-Emissionen auch durch natürliche Abbauprozesse (z.B. Verfaulungsprozesse) in die Luft gelangen.

### Begriffserklärungen

#### Erdgas

> 90 % aus Methan (CH<sub>4</sub>)

#### CNG

komprimiertes Erdgas

#### LPG

Flüssiggas (Autogas). Achtung: Fahrzeuge, die für den LPG-Betrieb ausgelegt sind, haben Tanks, die für viel kleinere Druckbelastungen ausgelegt sind als für Erdgas. Sie dürfen deshalb niemals an Erdgastankstellen betankt werden!

#### Biogas

Entsteht durch Vergärung von biogenem Material und kann nach einer Nachbehandlung als Treibstoff verwendet werden. Technisch wie Erdgas.

#### Kompogas

Markenname des Schweizer Herstellers Kompogas AG für Methan als Treibstoff aus Biomasse. Technisch wie Erdgas.

#### Bi-Fuel

Englische Bezeichnung für bivalente Fahrzeuge. Diese Fahrzeuge können entweder mit CNG und Benzin, LPG und Benzin oder E85 und Benzin betrieben werden. Bei bivalenten Fahrzeugen, die mit CNG und Benzin betrieben werden können, führt dies im Vergleich zu erdgasoptimierten Motoren zu einem geringeren Wirkungsgrad.

Mehr Informationen unter <https://gazenergie.ch>

## Hybrid- und Elektrofahrzeuge

### Unterschied Hybrid- und Elektroauto?

Ein reines Hybridfahrzeug kann nicht an der Steckdose aufgeladen werden. Als Energiespeicher wird eine Batterie eingesetzt. Ein Hybridfahrzeug nutzt zwei Antriebsquellen zum Fahren, nämlich in der Regel einen Verbrennungs- und einen Elektromotor. Je nach Auslegung des Systems wird das Fahrzeug vom Verbrennungsmotor, vom Elektromotor oder von beiden gleichzeitig angetrieben. Der Elektromotor wird meist auch als Generator genutzt, welcher die Batterie im Schiebetrieb und beim Bremsen auflädt. Er unterstützt jedoch den Verbrennungsmotor in bestimmten Betriebsphasen wie beim Beschleunigen.

### Plug-in-Hybride oder Range Extender?

Plug-in-Hybride und Range Extender sind Fahrzeuge, deren Batterien an einer externen Stromquelle aufgeladen werden können und ein lokal emissionsfreies Fahren erlauben. In der Regel verfügen sie über eine grössere Batteriekapazität als normale Hybridfahrzeuge. Beim Verzögern kann Energie rückgewonnen (Rekuperation) und der Batterie rückgeführt werden. Plug-in Hybride verfügen einerseits über einen Elektromotor und andererseits über einen Verbrennungsmotor der bei Bedarf zugeschaltet wird (die Systemleistung wird durch die Kombination der Motoren festgelegt). Bei einem Auto mit Range Extender handelt es sich um ein Fahrzeug mit einem Elektromotor, der über einen integrierten, mit fossilen Treibstoffen betriebenen Stromgenerator verfügt. Das Fahrzeug erreicht durch den Einsatz des Stromgenerators eine mit rein fossil betriebenen Autos vergleichbare Reichweite. Im Allgemeinen ermöglichen Plug-in-Hybride ein rein elektrisches Fahren in der Stadt, was der Luftqualität in städtischen Gebieten zugutekommt. Une voiture hybride avec prolongateur d'autonomie est dotée d'un moteur électrique muni d'un générateur mu par des carburants fossiles. Grâce au générateur électrique, elle dispose d'une autonomie égale à celle d'un véhicule propulsé uniquement par un moteur à combustion. Da der Verbrennungsmotor teilweise nur als Stromgenerator dient, kann sein Betriebspunkt auf die Drehzahl abgestimmt werden, bei der Schadstoffausstoss und Verbrauch am niedrigsten sind.

### **Sind Elektrofahrzeuge alltagstauglich?**

Bei den heute angebotenen Elektroautos handelt es sich um vollwertige, alltagstaugliche Fahrzeuge. Dank spannenden Neulancierungen wächst das Angebot an Elektrofahrzeugen kontinuierlich. Die Schweiz verfügt über ein sehr gutes Netz von Ladestationen. Dies wird kontinuierlich ausgebaut um die steigende Nachfrage zu decken.

### **Für wen eignet sich ein Elektroauto?**

Autos mit rein elektrischem Antrieb sind heutzutage mit den mit fossilen Treibstoffen angetriebenen Fahrzeugen vergleichbar. So sind die Batteriekapazitäten deutlich gestiegen und ermöglichen so annehmbare Reichweiten. Wer sein Elektroauto mit grosser Batteriekapazität aber zuhause in praxistauglicher Zeit aufladen möchte, kommt nicht um eine elektrische Installation herum. Hier sind Hausbesitzer im Vorteil, in Mietwohnungen sind die Hürden hierfür schon grösser.

### **Sind Elektrofahrzeuge alltagstauglich?**

Bei den heute angebotenen Elektroautos handelt es sich um vollwertige Fahrzeuge welche grundsätzlich alltagstauglich sind. Lediglich das Elektro-Tankstellennetz, welches ständig weiter ausgebaut wird, schränkt die Fahrer noch etwas ein. In der Schweiz gibt es derzeit mehr als 1'800 Elektrofahrzeuge (Quelle: co2tieferlegen.ch).

### **Wie gross ist die Reichweite?**

Die zurzeit auf dem Markt erhältlichen Elektrofahrzeuge bewältigen im Idealfall 140 bis 600 km pro Ladung. Die Reichweite ist stark von Verbrauchern wie Heizung, Klimaanlage, Licht oder Scheibenwischern abhängig. Weitere wichtige Faktoren sind das Streckenprofil und die gefahrene Geschwindigkeit. Eine Steigerung der Reichweite geht mit der heutigen Batterietechnik auch mit einer Steigerung des Fahrzeuggewichtes einher. Auch das Streckenprofil, die Aussentemperatur und die gefahrene Geschwindigkeit spielen eine grosse Rolle. Mit neuen Batterietechnologien kann die Reichweite erhöht werden, was aber auch mit mehr Gewicht einhergeht. So wiegt ein Tesla Model X Performance stolze 2.6 Tonnen - leer versteht sich. Soviel wie zwei VW Golf 1.4 TSI. Da das Fahrzeuggewicht grundsätzlich einen Einfluss auf den Verbrauch hat, ist ein geringes Leergewicht anzustreben.

### **Welche Lademöglichkeiten gibt es für Elektrofahrzeuge?**

Die Art des Ladens und die maximal mögliche Ladeleistung hängen vom Fahrzeug und seinen Elektrokomponenten ab. Es gibt zwei Arten des Ladens:

- Normalladen: Das normale Laden erfolgt mit Wechselstrom. Die Ladeleistungen betragen 3,6 kW (normale einphasige Steckdose), 11 kW (Installation einer dreiphasigen Wallbox zu Hause) und 22 kW (dreiphasige CEE-Steckdose). Es dauert mehrere Stunden, bis die Batterie vollgeladen ist.
- Schnellladen: Die Schnellladung erfolgt mit Gleichstrom. Abhängig vom verwendeten Terminal kann die Ladeleistung 50 kW und mehr betragen.

### **Gibt es einheitliche Stecker?**

Die Stecker variieren je nach Fahrzeugmarke. Für das Normalladen verwenden asiatische Hersteller einen Typ-1-Stecker, europäische Hersteller hingegen einen Typ-2-Stecker. Für das Schnellladen verfügen asiatische Fahrzeuge in der Regel über einen CHAdeMO-Stecker und europäische Fahrzeuge über einen CCS-Stecker. Die Stecker für das Schnellladen sind so gestaltet, dass auch ein Normalladen möglich ist. Beim Anschluss eines CCS-Steckers kann also zwischen Normal- und Schnellladung gewählt werden – vorausgesetzt, dass das Fahrzeug für eine Schnellladung ausgelegt ist.

### **Was kosten 100 km «Strom»?**

Der TCS konnte im Praxistest von Think City, Smart e-drive und Citroën C-Zero zeigen, dass im Sommer und Winter mit einem Stromverbrauch von zirka 18 kWh auf 100 km zu rechnen ist. Bei einem durchschnittlichen Strompreis von CHF 0.15/kWh betragen die

Stromkosten CHF 2.70 auf 100 km. Wer nur Strom aus erneuerbaren Ressourcen lädt muss mit höheren Preisen rechnen, kann dafür die Emissionen seiner Mobilität auf stark reduzieren.

### **Wie lange halten die Batterien?**

Die Hersteller der auf dem Schweizer Markt erhältlichen Elektrofahrzeuge gewähren auf Batterie und Elektrokomponenten eine Garantie von 2 bis 8 Jahren, mit einer Kilometerbegrenzung von 100'000 bis 192'000 km.. Wie sich bei TCS-Langzeittests mit verschiedenen Fahrzeugen zeigte, nimmt die Batteriekapazität kontinuierlich ab und ist vorhersehbar. So kann damit gerechnet werden, dass nach Ablauf der Garantie die Kapazität der Batterie in etwa der des Garantie-Grenzwertes entspricht (z.B. 70% nach 8 Jahren). Der Austausch der Batterien ist nach wie vor sehr teuer und bedeutet in vielen Fällen einen Totalschaden des Fahrzeuges – Vergleichbar mit einem kapitalen Motorschaden.

### **Was für Batterietypen gibt es?**

Heutige Elektrofahrzeuge verwenden vor allem Lithium-Ionen-Akkus. Diese verfügen über eine grosse Energiedichte (90 bis 250 Wh/kg). Ihr Nachteil ist das aufwendige Temperaturmanagement. Bei Hybridfahrzeugen werden oft Nickel-Metallhydrid-Akkus verbaut. Diese weisen eine geringere Energiedichte (20 bis 80 Wh/ kg) auf, sind aber deutlich günstiger. Blei-Akkus kommen bei heutigen Elektro- und Hybridfahrzeugen nur noch für Startphase und Standversorgung zum Einsatz.

### **Sind Elektrofahrzeuge umweltfreundlich?**

Ein Elektrofahrzeug fährt lokal emissionsfrei, das heisst, während des Fahrbetriebs werden keine Schadstoffe oder CO<sub>2</sub> emittiert. Ein Elektrofahrzeug fährt lokal emissionsfrei, das heisst, während des Fahrbetriebs werden keine Schadstoffe oder CO<sub>2</sub> emittiert. Betrachtet man jedoch den gesamten Energieverbrauch («Well-to-Wheel» oder Primärenergie), also auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Stromherstellung anfallen, verursachen Elektrofahrzeuge CO<sub>2</sub>. In der Schweiz sind diese Emissionen, dank des hohen Anteils an Wasserkraft- und Atomstrom, relativ gering. Durch den importierten Kohle-Strom aus dem Ausland ist in gewissem Masse auch ein Schadstoff-Ausstoss vorhanden.

### **Was passiert mit den gebrauchten Batterien?**

Mit der Zeit und abhängig von der Anzahl der Lade- und Entladezyklen verlieren die Batterien an Kapazität. Unterhalb einer bestimmten Schwelle ist die Reichweite des Fahrzeugs eingeschränkt. In einem solchen Fall müssen die Batterien ausgetauscht werden. Derzeit laufen mehrere Studien und Tests, um den besten Umgang mit gebrauchten Batterien zu ermitteln. Eine der in Betracht gezogenen Möglichkeiten ist, ihnen ein zweites Leben zu geben. Da ihre Restkapazität noch zu gross ist, als dass man sie recyceln würde, könnten sie in stationäre Energiespeicher umgewandelt werden. Sie könnten direkt an das öffentliche Stromnetz oder im Privathaushalt angeschlossen werden und je nach aktuellem Bedarf Strom speichern oder abgeben. Die Batterien würden erst dann recycelt, wenn ihre Restkapazität auf etwa 10 % gesunken ist. Eine andere Lösung besteht darin, die Zellen des Batteriepacks auszubauen, zu prüfen und die defekten Zellen zu ersetzen. Laut einem Hersteller könnte dies die Lebensdauer der Batterien auf 20 Jahre verlängern. Einige kleine Unternehmen haben bereits begonnen, sich in diesem Bereich zu spezialisieren. Unsere Erfahrungen mit der Aufbereitung von Altbatterien sind jedoch noch begrenzt und werfen viele Fragen auf.

### **Sind Elektrofahrzeuge teurer als konventionelle Fahrzeuge?**

Derzeit sind Elektrofahrzeuge mit einer Leistung von weniger als 200 kW im Schnitt rund 10'000 Franken teurer als ein Modell der gleichen Klasse mit konventionellem Motor. Dies liegt daran, dass die bei Elektrofahrzeugen zum Einsatz kommende Technik noch sehr jung ist und die Herstellungskosten daher höher sind. Allerdings nimmt dieser Preisunterschied bei Fahrzeugen mit höherer Leistung tendenziell ab: Diese können sogar günstiger sein. Berücksichtigen sollte man auch, dass bei Elektroautos weder Öl, Zündkerzen noch Zahnriemen gewechselt werden müssen, sodass sie kostengünstiger zu warten sind

## **Wasserstofffahrzeuge**

### **Wie funktioniert ein Wasserstoffauto?**

Derzeit gibt es zwei Arten von Wasserstoffautos. Bei der ersten Art wird Wasserstoff als Kraftstoff in einem Verbrennungsmotor verwendet. Der Wasserstoff wird mit Luft gemischt und dann gezündet, was ähnlich wie bei einem herkömmlichen Verbrennungsmotor abläuft. Bei der zweiten Art kommt eine Brennstoffzelle zum Einsatz. Grob ausgedrückt, wandelt die Brennstoffzelle den Wasserstoff zusammen mit Sauerstoff in Wasser um; dadurch wird Strom erzeugt, der dann den Elektromotor des Autos versorgt.

### **Welche Vor- und Nachteile haben Wasserstoffautos?**

Derzeit bieten nur zwei Automobilhersteller Wasserstoffautos mit Brennstoffzelle an: Toyota den Mirai und Hyundai den Nexo. Die wichtigsten Vorteile sind die kurze Betankungszeit (weniger als 5 Minuten – ganz im Gegensatz zu Elektroautos) und der emissionsfreie Fahrbetrieb. Diese Fahrzeuge und die zugehörige Infrastruktur sind jedoch nach wie vor sehr teuer. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die Brennstoffzelle seltene Metalle wie Platin enthält, und zum anderen darauf, dass der Wasserstoff auf einen

hohen Druck (ca. 700 bar bei Pkw) komprimiert wird. Der Tank und die verschiedenen Bauteile erfordern daher eine aufwendige Fertigung und teure Werkstoffe wie Kohlefaser. Wegen der hohen Entflammbarkeit von Wasserstoff haben diese Fahrzeuge zudem den Ruf, weniger sicher zu sein, obwohl die vielen Crashtests der Hersteller eher das Gegenteil belegen.

### **Wie wird Wasserstoff erzeugt?**

Wasserstoff kann durch Elektrolyse von Wasser oder aus fossilen Kohlenwasserstoffen erzeugt werden. Derzeit wird Wasserstoff meist aus Erdgas oder Holz gewonnen. Eine Reihe von Forschungsprojekten zielt jedoch darauf ab, die Gewinnung von Wasserstoff zu verbessern. Hierzu zählen insbesondere die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von Ökostrom, aber auch ganz neue Wege, wie beispielsweise der Einsatz von Mikroben.

### **Wasserstoff – der Kraftstoff der Zukunft?**

Einige Automobilhersteller investieren in die Entwicklung von Wasserstoffautos. Die für ihre Nutzung erforderliche Infrastruktur dürfte in den kommenden Jahren schrittweise ausgebaut werden. Viele Projekte zielen auch darauf ab, Wasserstoff als Alternative zur Stromspeicherung zu nutzen. In einem solchen Szenario würde Wasserstoff mit überschüssigem Strom aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt.

## **Umrechnungsfaktoren**

### **Benzin**

Dichte 0.74 kg/l

1 Liter ergibt 2.34 kg CO<sub>2</sub>

1 l/100 km ergibt 23.4 g CO<sub>2</sub>/km

### **Diesel**

Dichte 0.83 kg/l

1 Liter ergibt 2.61 kg CO<sub>2</sub>

1 l/100 km ergibt 26.1 g CO<sub>2</sub>/km,

### **Erdgas**

Dichte 0.654 kg/m<sup>3</sup>

1 kg entspricht ca. 1.5 l Benzin

1 kg entspricht ca. 1.35 l Diesel

1 kg ergibt 2.74 kg CO<sub>2</sub>

1 kg/100 km ergibt 27.4 g CO<sub>2</sub>/km

1 l Benzinäquivalent/100 km ergibt 18.3 g CO<sub>2</sub>/km

### **Strom**

1 kWh entspricht 114 g CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Stromproduktion für den in der Typengenehmigung ausgewiesenen elektrischen Stromverbrauch)

### **Leistung**

1 kW entspricht 1.3596 PS

