



Vorteile, Vorurteile,  
Nachteile der  
Elektromobilität

## Vorteile, Vorurteile, Nachteile der Elektromobilität

<b>Vorwort</b> .....	3
<b>Praxistauglichkeit</b> .....	4
2.424 km in 24 Stunden .....	4
Ladezeit .....	4
Reichweite .....	5
Ladestationen .....	5
Laden zu Hause .....	5
Laden unterwegs .....	6
<b>Kosten</b> .....	8
Anschaffungskosten versus Gesamtkosten .....	8
Maximale Ersparnis durch Elektromobilität .....	8
Die Kosten des Akkus .....	9
<b>Komfort</b> .....	10
Geräusche .....	10
Vibrationen .....	10
Klimatisierung .....	10
Tanken/Laden .....	10
Beschleunigung .....	10
Ein-Pedal-Fahren .....	11
Kinder sagen die Wahrheit .....	11
<b>Sicherheitsaspekte</b> .....	11
Passive Sicherheit .....	11
Schwerpunkt mittig und tief .....	11
Fahrzeugbrände .....	11
Klimatisierung .....	12
„Leise“ als Gefahr für Fußgänger und Radfahrer .....	12
Therapeutische Wirkung .....	12
<b>Ökologie</b> .....	13
Stromverbrauch .....	13
CO2-Nachhaltigkeit des Stromes .....	13
Herkunft des Stromes durch erhöhten Bedarf .....	14
Der Akku .....	14
Der Motor .....	15
Wasserstoff und Brennstoffzelle .....	15
<b>Wirtschaftlich Profitieren</b> .....	16
Public Relations für Unternehmen .....	16
Wohnhäuser und Wohnungen .....	16
Hotels, Einkaufszentren, Ladengeschäfte .....	16
Unternehmen und Mitarbeiter .....	17
Kfz-Werkstätten .....	18
Taxi- und Mietwagenunternehmen .....	19

**Medieninhaber, Herausgeber:**

MMM Software e.U., Kapellenstraße 54 + 61, 2100 Leobendorf, [www.mmm-software.at](http://www.mmm-software.at)  
CLAX Fachverlag GmbH, Josefweg 5, 8043 Graz, [www.clax.co.at](http://www.clax.co.at)

**Auflage:**

März 2017, alle Rechte vorbehalten!

**Haftungsausschluss:**

Fehlerhafte Druckwerke werden ersetzt,  
eine Haftung darüber hinaus ist ausgeschlossen.

## Vorwort



**Nicht alles, was Gold ist, glänzt.** Nicht alles, was neu entwickelt wird, ist schlecht. Ja, es gibt neue Entwicklungen, neue Technologien, die von Anfang an zum Scheitern verurteilt sind.

Es gibt Entwicklungen, die aus dem Prototypenstadium nicht herauskommen. Es gibt Entwicklungen, die es aus Kostengründen nicht schaffen, jemals käuflich für jedermann erwerbbar zu sein.



Die **Elektromobilität** machte wohl jedes Stadium durch, begleitet von negativen und pessimistischen Stimmen. Auch die (Negativ-) Presse tat anfangs ihr Bestes, diese neue Technologie zu blockieren. Man könnte fast den Eindruck gewinnen, die Lobby der herkömmlichen Automobilhersteller hätte hier die Finger im Spiel.

Doch das Blatt wendet sich zusehends, sodass auch die Presse bereits überwiegend positiv berichtet und selbst die etablierten Hersteller von Fahrzeugen auf den "Elektromobilitätszug" aufspringen.

### Doch ist diese Technologie wirklich so neu?

**1839** wurde das **erste Elektrofahrzeug** von Robert Anderson in Aberdeen gebaut. Die Bestandteile sind bis auf einen Akku und einen Motor im Großen und Ganzen mit einem herkömmlichen Kraftfahrzeug ident.



Akkus haben mit Laptops und besonders Smartphones großartige Entwicklungsschritte hinter sich, Elektromotoren finden sich in unglaublicher Zahl in den meisten Geräten.

Damals, im 19. Jahrhundert, waren die Vorteile von Verbrennungsmotoren der vorläufige Tod der Elektromobilität. Heute, viele Jahrzehnte später im 21. Jahrhundert, wendet sich das Blatt – **dem Fortschritt bei Akkus** sei Dank.

### Ist die Elektromobilität für jedermann geeignet?



Sicherlich nicht, aber schon heute gibt es eine große Menge von Einsatzzwecken, für die die Zeit absolut reif ist. **Taxis** und **Mietwagenunternehmen** setzen schon jetzt zu einem großen Teil auf elektrisch betriebene Flotten, auch Vielfahrer erkannten beispielsweise den Kostenvorteil. Für einen anderen Teil der Bevölkerung wird es demnächst so weit sein, für die Masse wird es noch ein paar Jahre dauern.

Grob wird geschätzt, dass schon jetzt etwa ein Viertel der Bevölkerung ohne Nachteile auf E-Mobilität setzen könnte.



Dies wären zum Beispiel jene, die entweder zu Hause oder am Arbeitsplatz bequem während der Standzeiten das Auto laden könnten.

Dies wäre eine Anzahl potentieller Fahrzeuge, die die aktuellen Zulassungszahlen bei Weitem (derzeit etwa ein Prozent) übersteigt.

## Praxistauglichkeit

### 2.424 km in 24 Stunden



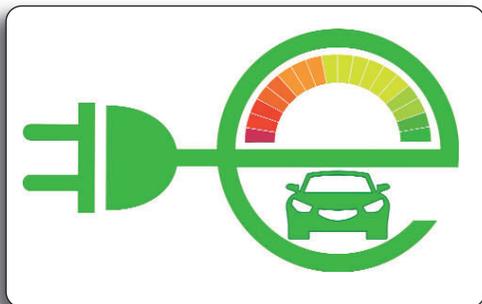
Quelle: [https://youtu.be/Rr\\_vUPSxRQ](https://youtu.be/Rr_vUPSxRQ)

Nichts ist so eindrucksvoll wie Rekorde. **Im Jahr 2016** wollte das deutsche **Vater-Sohn-Team Horst und Benedikt Lüning** beweisen, dass auch sehr weite Strecken in kurzer Zeit elektrisch gefahren werden können.

In 24 Stunden schafften sie es, **mit GPS gemessene 2.424 Kilometer** zurückzulegen – inklusive Ladepausen.

Es handelte sich bei dem Rekordfahrzeug um ein herkömmliches Serienfahrzeug der Marke Tesla. Kein Prototyp, keine Studie. Zugegebenermaßen ein Fahrzeug im Wert von knapp 100.000 Euro, welches nicht Zukunft ist, sondern Gegenwart...

## Ladezeit



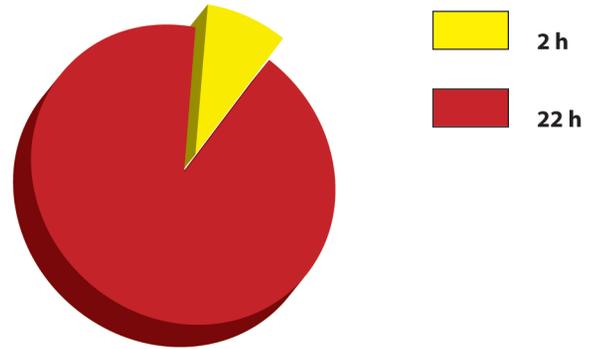
### Vorurteil: Das Laden dauert zu lange!

Dies ist sicherlich **das erste Vorurteil**, das die Elektromobilität hervorruft. Und es stimmt – das Laden würde zu lange dauern, wenn man es genau so praktizieren würde wie bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

Wenn, denn hier wandelt sich dieser **fiktive Nachteil schnell in einen Vorteil**, wenn man verstanden hat, wie ein E-Fahrzeug vernünftig geladen wird.

Wir sehen als **Zielgruppe Nummer eins** diejenigen an, die **zu Hause und/oder am Arbeitsplatz laden** können. Zu Hause oder am Arbeitsplatz angekommen, wird das Fahrzeug „angesteckt“. Man muss auf nichts warten, man geht seiner Beschäftigung nach, währenddessen wird geladen. Man spart Zeit, denn das klassische „Tanken“ entfällt sogar. Ja, es wird sogar weniger kostbare, persönliche Zeit für das Laden verbraucht, als für das Tanken eines treibstoffbetriebenen Fahrzeuges.

### Typische tägliche Fahr- und Standzeit eines PKW's



*Nur 1 bis 2 Stunden täglich werden PKWs benutzt. Die Standzeiten können ohne Einbußen zum (langsamen) Laden genutzt werden.*

**Auf längeren Strecken** gilt es, den Nachteil der „**Zwangsladepausen**“ so gering wie möglich zu halten. Aktuelle E-Fahrzeuge bieten Norm-Reichweiten von etwa 300 km, in der Praxis bei Autobahntempo müssten etwa 200 km erzielbar sein. Dies bedeutet, dass **spätestens nach 200 km eine Ladepause** einzuplanen wäre.

Hier liegt das Geschick darin, die Ladepausen an genau den Orten einzulegen, wo man ohnehin z. B. einen Kaffee trinken würde oder einfach eine Pause von der langen Fahrt benötigt. In der Praxis ist das Fahrzeug oft früher mit dem schnellen Nachladen fertig, als der Fahrer mit dem Kaffee.

Zusammenfassend kann sich für viele Fahrer das Vorurteil oder der Nachteil der langen Ladezeit in einen Vorteil umwandeln, niemals tanken oder auf das Laden warten zu müssen. Für andere wiederum wird der Nachteil niemals verschwinden – und zwar für diejenigen, die 1.000 km am Stück ohne Pause fahren wollen oder müssen und besonders diejenigen, die zu Hause oder am Arbeitsplatz nicht nachladen können.

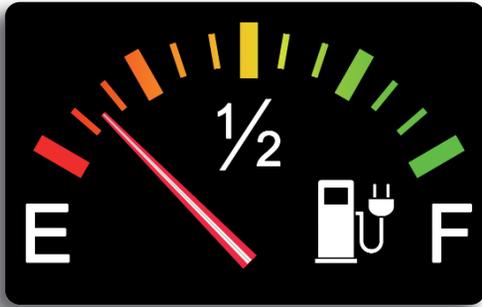
Letzteres wird eine Frage der Zeit sein, bis die globale Infrastruktur so weit ist, praktisch jedem Parkplatz seine Lademöglichkeit zu gewähren.

**Fazit Vorteil: Zeitersparnis, wenn zu Hause oder am Arbeitsplatz geladen wird.**

**Fazit Nachteil 1: Zeitverlust, wenn zu Hause oder am Arbeitsplatz nicht geladen werden kann.**

**Fazit Nachteil 2: Zeitverlust, wenn oft lange Strecken ohne Pause gefahren werden müssen.**

## Reichweite



### Vorurteil: Die Reichweite ist zu gering!

Die **Reichweite ist geringer** als bei herkömmlichen treibstoffbetriebenen Fahrzeugen. Die Frage ist, ob die Reichweite „zu“ gering ist.

Sehr ähnlich dem vorigen Vorurteil – ja, das Laden dauert. Aber ist es „zu“ lange? Wen stört es, wenn das Fahrzeug stundenlang lädt, während es geparkt ist? Wen stört es, wenn das Fahrzeug auf der Urlaubsreise lädt, während man eine Kaffeepause macht?

E-Fahrzeuge ab dem Baujahr 2012 weisen Praxisreichweiten von mindestens 100 km auf, Fahrzeuge ab dem Jahr 2017 liegen schon bei rund 200 km. Würde man diese 200 km täglich fahren, entspräche dies einer Jahresfahrleistung von mehr als 70.000 km – ohne jemals unterwegs nachladen zu müssen. Dieser Idealfall ist zwar hypothetisch, zeigt jedoch, wozu die Technik schon jetzt in der Lage ist.

Wie im ersten Vorurteil **liegt der Schlüssel im Umdenken**, ein E-Fahrzeug nicht „tanken“ zu müssen, sondern täglich voll geladen abfahren zu können. Nur auf langen Strecken sind „Tankstopps“ (Schnellladepausen) nötig.

**Fazit Vorteil: Tanken entfällt, wenn zu Hause oder am Arbeitsplatz geladen wird.**

**Fazit Nachteil: Öfter tanken auf langen Strecken.**

## Ladestationen



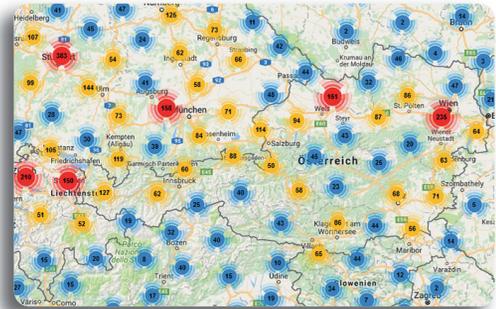
### Vorurteil: Es gibt zu wenige Ladestationen!

**Jahr für Jahr** werden es **mehr Ladestationen** – viel mehr.

Schnelllader in ausreichender Anzahl für die Langstreckenfahrten, aber auch normale Ladepunkte für das Laden eines geparkten Fahrzeuges kommen hinzu. Hinzu zu den in Wirklichkeit unzähligen schon bereits bestehenden Ladepunkten – nämlich jede herkömmliche Steckdose. Macht man sich diesen Umstand bewusst, dass das Fahrzeug **theoretisch überall, wo Strom existiert**, geladen werden kann, notfalls per Verlängerungskabel, wird schnell klar, dass es **vielfach mehr Ladestellen** gibt, als **Zapfsäulen**.

Keine Frage, moderne Ladestationen direkt am Parkplatz des Supermarktes oder von Hotels sind viel bequemer – und auch diese werden mehr.

### Ladestationen 2017



Quelle: goingelectric.de

Schlechtes Wetter stört weder die Ladestation, noch das Fahrzeug. So, wie es Stau an Zapfsäulen geben kann, kann es auch zu Wartezeiten an Ladepunkten kommen. Hier hilft jedoch die moderne Technik: Per Smartphone App kann man meist den Ladepunkt im Vorfeld abfragen oder reservieren, um jeglichen Zeitverlust zu verhindern.

### Vorurteil: Andere Personen könnten das Ladekabel abstecken!

2013 wurde für Ladestecker das System „IEC 62196 Typ 2“, auch „Menekes Typ 2“ genannt, von der EU als Standard festgelegt. Dieses System ist derzeit weit verbreitet und verfügt über einen **Verriegelungsmechanismus**, um das unbefugte Abstecken zu verhindern.

Dies gilt ebenso für das etwas ältere System „Typ 1“, als auch für die Schnellladesysteme „CHaDeMO“ und „CCS“. Nicht verriegelbar sind herkömmliche Steckdosen („Schuko“) sowie Drehstromsteckdosen („Starkstrom“). Diese werden jedoch zusehends seltener zum Laden von Elektro-PKWs benutzt.

## Laden zu Hause



**Elektromobilität wird sehr bequem, wenn man zu Hause das Fahrzeug laden kann.** Das Fahrzeug wird abgestellt und mit einem Handgriff ist das Fahrzeug mit dem Ladekabel verbunden. Vor dem Abfahren wird das Ladekabel abgesteckt, beides ohne

nennenswerten Zeitverlust. Dadurch ist das Fahrzeug stets voll geladen, ohne eine Tankstelle anfahren zu müssen.

**Vorteil: Wenn zu Hause oder am Arbeitsplatz geladen wird, ist das Fahrzeug täglich voll geladen!**

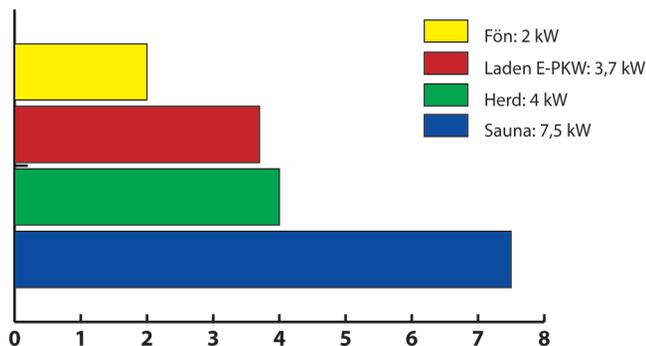
Ausreichend ist in den meisten Fällen zwar eine normale Haushaltssteckdose, empfehlenswert ist jedoch ein **Starkstromanschluss**, oder eine so genannte „Wallbox“.

Eine Wallbox ist deutlich unter Euro 1.000,- zu haben, Förderungen können beantragt werden. Durch ein integriertes Ladekabel ist ein schnelles „Anstecken“ möglich, eine Kabelhaltevorrichtung sorgt für Ordnung.

Derzeit kann es bei Garagen- oder Parkplätzen noch die Herausforderung geben, dass der Eigentümer oder die Eigentümergemeinschaft das Einleiten eines Stromanschlusses verhindert. Wir prognostizieren, dass es in absehbarer Zeit ein Umdenken geben wird, da **Parkplätze ohne Stromversorgung schwieriger zu vermieten bzw. zu verkaufen** sein werden.

**Vorurteil: Die Haus-Stromversorgung ist zu schwach für ein Elektrofahrzeug.**

Dieses Vorurteil hält sich sehr wacker. Zum Nachladen werden in der Regel **nur wenige Stunden in der Nacht** benötigt, der Stromverbrauch entspricht einem Küchenherd.



**Strombedarf im Vergleich**

Diese Strombelastung ist für eine Hausinstallation ein Normalfall, weiters wird durch das Nachladen in der Nacht die Zeit genutzt, in der ohnehin wenig Stromverbrauch anfällt. Eventuell günstigere Nachtstromtarife können dadurch genutzt werden.

Elektrofahrzeuge bieten die Möglichkeit, das Laden erst ab einem günstigen Zeitpunkt zu starten, um von dieser Situation zu profitieren. Sollte es mehrere Fahrzeuge im Haushalt geben, die gleichzeitig geladen werden sollen, kann das in Europa verwendete 3-phasige Stromnetz ideal ausgenutzt werden.

Jedes Fahrzeug lädt an einer eigenen Phase, wodurch das Stromnetz gleichmäßig belastet wird. Sollen **mehr als 3 Fahrzeuge** gleichzeitig geladen werden, und die verfügbare Stromleistung nicht ausreichend sein, empfehlen sich **Wallboxen mit „Lastmanagement“** – dadurch wird den Fahrzeugen der maximal mögliche Strom zur Verfügung gestellt, ohne das Netz zu überlasten.

## Laden unterwegs



Auf **Langstrecken**, die **größer sind als es die Reichweite** zulässt, bedient man sich der mittlerweile flächendeckend ausreichend installierten **Schnellladestationen**.

**Vorurteil: Man benötigt 3 Tage vom Westen in den Osten Österreichs.**

Dies ist ein Faktum aus einer alten Zeit. Im Jahr 2015 wurden mit EU-Fördermitteln 60 Schnellladestationen errichtet, zusätzlich zu den bestehenden. Eine beispielhafte Langstreckenfahrt von 600 km mit einem **Elektrofahrzeug mit geringer Norm-Reichweite** (200 km) **ist möglich**, indem man z. B. alle 150 km eine halbstündige Pause bei einer Schnellladestation einlegt.

Um Zeit zu sparen besteht der Trick darin, die Ladepausen genau dort einzulegen, wo der Fahrer ohnehin eine Kaffeepause einlegen würde.

**Schnellladestationen 2017**



Quelle: [goingelectric.de](http://goingelectric.de)

**Nachteil: Das Laden bei Schnellladestationen ist relativ teuer.**

Schnellladestationen sind für den Betreiber sehr teuer, die Stromkosten können sogar die Treibstoffkosten eines Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor übertreffen. Eine Urlaubsfahrt wenige Male im Jahr fällt dabei nicht so sehr ins Gewicht. Werden längere Strecken öfters gefahren, empfiehlt sich ein **Fahrzeug mit höherer Reichweite**, um das Nachladen zeit- und kostentechnisch gering zu halten.

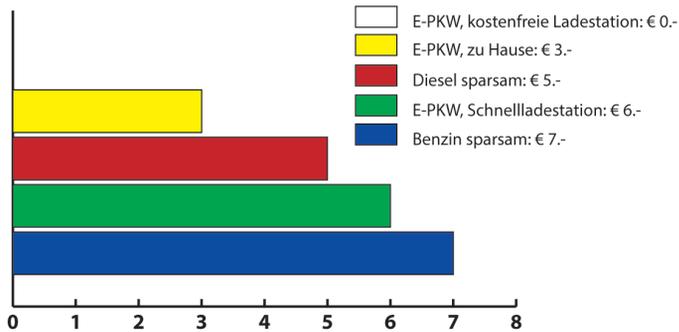
**Vorteil: „Falschtanken“ ist nicht möglich, da die Stecker zueinander nicht kompatibel sind.**

**Nachteil: Kalte Akkus werden auch bei Schnellladestationen nur langsam und nicht komplett voll geladen.**

Dieser Nachteil kann insofern umgangen werden, indem man die erste Teilstrecke einer Langstreckenfahrt forciert angeht, um den Akku schneller auf Temperatur zu bringen. Das folgende Laden kann nun mit hoher Ladegeschwindigkeit geschehen, auch die volle Kapazität steht wieder zur Verfügung. Ein wirklicher Nachteil

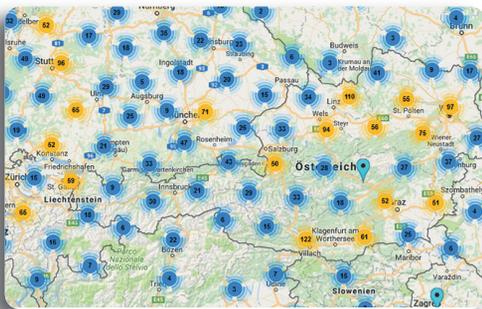
ist es nur dann, wenn mit leerem und kaltem Akku losgefahren wird um am Schnelllader zu laden.

## Energiekosten pro 100 km



Sparfüchse können sich **kostenloser Stromtankstellen** bedienen, um die Kosten weiter zu senken:

## Kostenlose Ladestationen 2017



Quelle: goingelectric.de

**Vorteil:** Werden kostenlose Ladestationen genutzt, sinken in diesem Fall die Energiekosten auf Null.

**Nachteil:** Für das Laden bei Schnellladestationen benötige ich die richtige Ladekarte.

Insider nennen es den „Ladekartenschungel“, ein Ärgernis der Anfänge des Schnellladens.

Es wird nicht direkt beim Laden bezahlt, statt dessen wird das Laden per Karte gestartet. Die Abrechnung erfolgt meist per Lastschrift im Nachhinein. Im Moment gibt es zwar in Österreich einen großen Betreiber, jedoch auch viele kleinere, lokale. Jeder Betreiber führt seine eigene Ladekarte. Um diese Vielfalt zu entschärfen und Fahrern ein einfaches Laden bei verschiedenen Betreibern zu ermöglichen, wurde „Intercharge“ ins Leben gerufen. Per App und QR-Code, der sich an der Ladestation befindet, kann betreiberübergreifend und international geladen werden – allerdings nicht immer zu günstigen Konditionen.



**Vorteil:** Vielfahrer, die das richtige Fahrzeug wählen, laden schnell, günstig und bequem.

Derzeit gibt es einen Hersteller, Tesla, der einen aggressiveren Weg geht. Diesem Unternehmen ist die ungünstige Situation auf Langstrecken bewusst. Um dem Fahrer die Nachteile zu nehmen, hat Tesla flächendeckend ein **eigenes Schnellladernetz** erstellt, welches ohne Ladekarte auskommt, kostenlos und in einer Menge verfügbar ist, die alle anderen Anbieter bei Weitem übertrifft.

Durch die hohe Reichweite der Fahrzeuge ist ein dichtes Schnellladernetz nicht nötig. Die im Jahr 2017 verfügbaren 10 Schnellladestationen in Österreich mit jeweils 4 bis 10 Ladeplätzen reichen für Langstreckenfahrten aus. Zusätzlich wurden bei Hotels und Einkaufszentren sogenannte „Destination Charger“ installiert. Dies sind normale kostenlose Ladestationen, um das Fahrzeug während einer Nächtigung oder des Einkaufes zu laden. Der Zweck dabei ist, das Schnellladernetz zu entlasten und den Fahrern möglichst viel Ladezeit zu ersparen.

Diese Zeilen sollen keine Werbung für ein Unternehmen sein, sondern zeigen, dass es auch einen anderen, zielgruppengerechten Weg gibt. Die Hoffnung besteht, dass auch andere Fahrzeughersteller denselben Weg in Zukunft gehen werden.

**Vorurteil:** Falls ich vergesse zu laden, kann ich keine (langen) Strecken fahren.

Keine Frage, zu vergessen, das Fahrzeug über Nacht zu laden bzw. angesteckt zu haben, ist nicht ideal. Doch es kann immer passieren und ist kein Malheur. In diesem Fall fährt man die nächste Schnellladestation auf dem Weg an, es kostet etwa eine halbe Stunde und der Fehler ist behoben.

**Vorurteil:** Durch die geringe Reichweite kann man keine langen Spontanfahrten unternehmen.

Analog zum vorigen Vorurteil, sind jegliche Spontanfahrten möglich. Einzige mögliche Unwegsamkeit wäre der kurze Zeitverlust durch das Einlegen einer Schnellladung, wenn man ein Fahrzeug mit geringer Reichweite fährt.

**Nachteil:** Spontanfahrten und Langstreckenfahrten sind bei Fahrzeugen mit geringer Reichweite mit etwas Zeitverlust verbunden.

Bei Fahrzeugen mit **größerer Reichweite** besteht dieser Nachteil jedoch nicht. Die möglichen Reichweiten sind bereits in einem Bereich, wo der Fahrer in der Regel eher eine Pause benötigt als das Fahrzeug. Werden die **Pausen für Fahrer und Fahrzeug gleichzeitig** unternommen, ergibt sich kein Zeitverlust.

**Vorteil:** Spontanfahrten und Langstreckenfahrten sind bei Fahrzeugen mit großer Reichweite ohne Zeitverlust möglich.

**Fazit:** Werden Langstreckenfahrten nur selten unternommen, reicht ein Fahrzeug mit geringer Reichweite. Für Vielfahrer, die den Zeitverlust so gering wie möglich halten wollen, sollte ein teureres Fahrzeug mit hoher Reichweite verwendet werden.

In naher Zukunft wird sich diese Entscheidung erübrigen, da die Reichweiten selbst bei kleinen, günstigen Fahrzeugen eklatant steigen werden. Man muss für sich selbst entscheiden, wie wichtig die Zeitersparnis wirklich ist.

## Kosten



### Anschaffungskosten versus Gesamtkosten

**Vorurteil: Elektromobilität ist teurer als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor.**

Die **Gesamtkosten** (engl. TCO = Total Cost of Ownership) setzen sich aus den Anschaffungskosten zuzüglich Betriebskosten zusammen.

Die noch **relativ hohen Anschaffungskosten** schrecken viele potentielle Käufer ab, jedoch oft zu Unrecht. Kaum ein Käufer vergleicht die Gesamtkosten, also inkl. Betriebskosten. Bei den Betriebskosten kann ein Elektrofahrzeug punkten, wodurch die **Gesamtkosten sinken**.

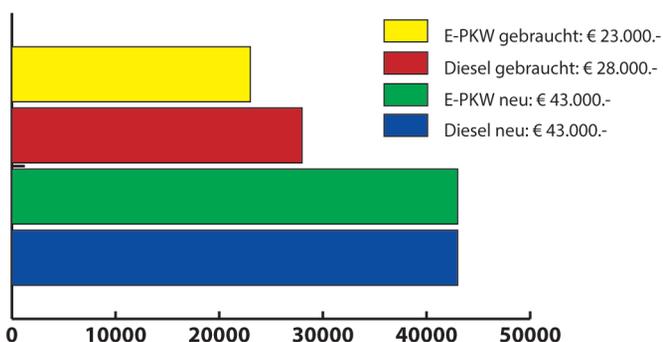
**Vielfahrer** wie Taxi- oder Mietwagenunternehmen haben diesen Umstand schon erkannt und setzen auf Elektromobilität und sparen dabei Geld, verglichen mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren.

**Wenigfahrer** kommen auf einfachem Weg nicht zu diesem Kostenvorteil, hier wird aus aktueller Sicht der Verbrennungsmotor noch Antrieb erster Wahl sein.

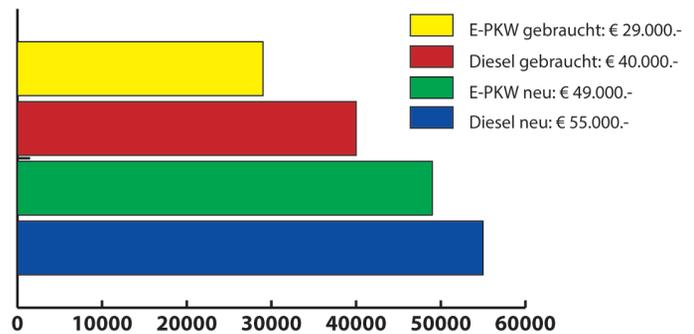
**Nachteil: Die Anschaffungskosten sind bei einem Elektrofahrzeug höher als bei einem vergleichbaren Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.**

**Vorteil: Die Betriebskosten sind bei einem Elektrofahrzeug geringer als bei einem vergleichbaren Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.**

Gesamtfahrzeugkosten (TCO, Total Cost of Ownership) bis 100.000 km/5 Jahre



Gesamtfahrzeugkosten (TCO, Total Cost of Ownership) bis 200.000 km/10 Jahre



### Maximale Ersparnis durch Elektromobilität

Die **Betriebskostensparnis** für jeden Fahrzeughalter, egal ob betriebliche oder private Nutzung, betrifft:

- **Entfall der motorbezogenen Versicherungssteuer** (Euro 500,- bis Euro 2.000,- pro Jahr)
- **Hohe Rabatte auf Versicherungsprämien** für Elektrofahrzeuge, bis zu 50 % (Euro 200,- bei Haftpflicht, Euro 1.000,- bei Kasko pro Jahr)
- **Geringere Stromkosten als Treibstoffkosten** (Euro 2,- bis Euro 5,- pro 100 km, entspricht Euro 2.000,- bis Euro 5.000,- pro 100.000 km)
- **Wesentlich geringerer Verschleiß der Bremsanlage durch regeneratives Bremsen**

Die **geringeren Wartungskosten** wurden absichtlich nicht aufgeführt, um einem weiteren Vorurteil entgegenzuwirken:

**Vorurteil: Falls der Akku defekt ist, entstehen hohe Kosten!**

**Exkurs:** „Akku“ oder „Batterie“? Das Wort „Batterie“ ist im Ursprung das französische Wort für eine Reihe nebeneinander stehender gefechtsbereiter Kanonen. Im Zusammenhang mit Elektromobilität spricht man von einer „Traktionsbatterie“, eine für den Antrieb von Elektrofahrzeugen bestimmte Zusammenschaltung von Akkumulatorzellen. Der Begriff „Akku-Pack“ kann auch verwendet werden. Wie auch immer man den Energiespeicher nennen möchte, der Begriff alleine beschreibt, dass es sich hier nicht um eine 1 Komponente handelt, sondern um eine „Batterie“ von „Akkus“. Eine gesamte Batterie von Kanonen wird selten ausfallen, einzelne Kanonen könnten jedoch defekt werden – wie auch eine gesamte Traktionsbatterie nicht defekt werden wird, sondern nur einzelne Akku-Zellen. Diese können kostengünstig getauscht werden, die gesamte Batterie zu ersetzen ist nicht nötig.

Um sicher zu gehen, kann die Ersparnis bei Wartungskosten für diesen Fall bei Seite gelegt werden. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass man auf diese Reserve zurückgreifen muss, aber es schafft Sicherheit.

Eine geringere Fehler- und Schadenswahrscheinlichkeit ergibt sich durch weniger mechanische Bauteile, sowie weniger Spannungsschwankungen, die z. B. beim Starten von Verbrennungsmotoren auftreten. Elektronik ist hier relativ empfindlich.

Weitere Fahrzeugkosten werden ident mit herkömmlichen Fahrzeugen sein, wie Reifenverschleiß, Reinigung oder Reparaturen am Fahrwerk.

Bei betrieblicher Nutzung werden weitere Steuervorteile gewährt:

- **Vorsteuerabzug auf Anschaffungskosten bis Euro 40.000,-** (entspricht Euro 6.666,67)
- **Vorsteuerabzug auf alle weiteren Kosten (Strom, Wartung,...)**, die Ersparnis ist ein Sechstel der Kosten
- **Bei Dienstfahrzeugen: Entfall des Sachbezuges**, Ersparnis bis zu Euro 6.000,- pro Jahr

Je nach geplantem Einsatzzweck ist die Kostenersparnis maximal, wenn ein Fahrzeug über mehrere Jahre gehalten und weiters eine hohe jährliche Kilometerleistung angestrebt wird.

**Vorteil: Die Gesamtkosten eines Elektrofahrzeuges sind geringer als bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, wenn hohe Jahreskilometerleistungen gefahren werden.**

Blickt man in die Zukunft, könnte dieser Fall eintreten:

**Vorurteil: Die Steuervorteile werden abgeschafft, wenn viele Elektrofahrzeuge unterwegs sind.**

Es ist mit Sicherheit davon auszugehen, dass die **Steuervorteile in diesem Fall abgeschafft werden**. Allerdings sind in diesem Moment so viele E-Fahrzeuge im Umlauf bzw. produziert, sodass die zu erwartenden Anschaffungskosten sinken.

Dadurch hebt sich der Nachteil wieder auf.

**Vorurteil: Durch den Fortschritt werden alte, gebrauchte Elektroautos stark im Preis fallen.**

Bisher sind Elektroautos **wertstabiler** als vergleichbare Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Jegliche Prognose in die Zukunft kann in Frage gestellt werden, gebrauchte Elektrofahrzeuge verfügen jedoch über einige zu erwartende Vorteile: Es kann keine durchgerostete Abgasanlage geben, es gibt keine Abgase und neueren Schadstoffgrenzwerte, die gebrauchten Fahrzeugen schaden.

Ein Elektrofahrzeug ist schon so effizient, dass weitere Einsparungen nur von geringem Ausmaß sein können. Höhere Schadstoffgrenzwerte wirken sich auf E-Fahrzeuge nicht aus, da diese keinen Schadstoffausstoß haben.

Kein Turbolader, keine Zylinderkopfdichtung, die defekt werden kann. Leck geschlagene Motoren oder Getriebe wird es bei E-Fahrzeugen nur in Ausnahmen geben. Der Akku wäre der einzige Kritikpunkt – siehe nächstes Kapitel...

## Die Kosten des Akkus

**Vorurteil: Der Tausch eines defekten Akkus macht jede Ersparnis zunichte.**

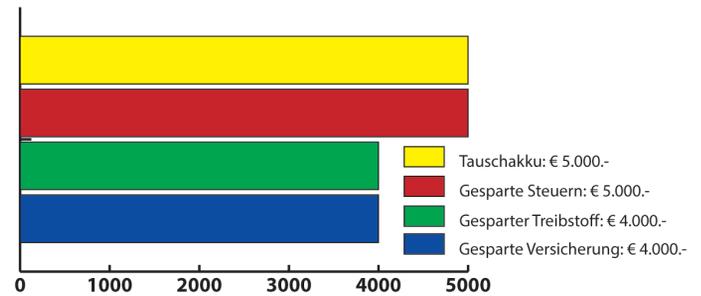
Ein **Rechenbeispiel aus der Praxis** soll zur Anschauung dienen:

- Fahrzeug: Nissan Leaf
- Norm-Reichweite 170 km
- produziert ab 2011
- Taxis fahren bereits über 200.000 km mit einem Akku.
- Die Austauschkosten für einen neuen Akku betragen Euro 6.000,- inkl. MwSt. Bei Rückgabe des alten Akkus Euro 5.000,- inkl. MwSt.

**Somit sind die Akkukosten wie folgt zu berechnen:**

- Euro 6.000,- dividiert durch 200.000 km, das sind Euro 0,03 pro gefahrenem Kilometer.
- Das amtliche Kilometergeld in Österreich beträgt Euro 0,42 pro Kilometer.
- Die Tauschkosten des Akkus können geschätzt alleine durch die geringeren Kosten für Wartung und Verschleiß der Bremsanlage hereingebracht werden.

**Kosten Akku-Tausch nach 200.000 km im Vergleich**



Es ergibt sich ein zusätzlicher Vorteil in diesem Fall:

**Vorteil: Ausgetauschte Akkus von E-Fahrzeugen können kostengünstig als Zwischenspeicher für Photovoltaikanlagen verwendet werden.**

Mit etwas finanziellem Geschick kann dadurch ein gebrauchter Akku weiterverkauft oder in der eigenen Photovoltaikanlage als Zwischenspeicher verwendet werden, zusätzlicher Profit kann geschlagen werden. Im beschriebenen Beispiel würde Nissan dem Kunden Euro 1.000,- für den gebrauchten Akku gutschreiben.

Dieser Akku hat jedoch immer noch einen Wert von mehreren tausend Euro. Ein Fahrzeugakku, der nur noch über eine Kapazität von 60-80 % verfügt, führt zu einer Reichweite, die für den Fahrer als nicht ausreichend bestimmt wird. Diese Restkapazität ist jedoch für oben genannte, stationäre Zwischenspeicher mehr als ausreichend.

## Komfort



## Geräusche

**Vorteil: Elektrofahrzeuge sind bei geringen Geschwindigkeiten deutlich leiser als herkömmliche Fahrzeuge.**

Dieser Vorteil besteht jedoch nur **bis etwa 40 km/h**, ab dieser Geschwindigkeit sind Wind- und Reifenabrollgeräusche dominant. Im **Stadtverkehr genießen Fahrer die Ruhe**, die sich in einem entspannteren Ankommen auswirkt. Auf der einen Seite nimmt man angenehme Geräusche von Außen besser wahr (Natur), andererseits betrifft das auch die unangenehmen Geräusche anderer Fahrzeuge.

Je mehr Elektrofahrzeuge auf den Straßen zu finden sein werden, desto leiser und angenehmer wird das Fahren in Zukunft sein.

## Vibrationen

Verbrennungsmotoren werden immer vibrationsärmer, die **Vibrationsfreiheit eines Elektromotors** ist jedoch nicht zu schlagen.

**Vorteil: Elektrofahrzeuge sind sehr vibrationsarm.**

Ein weiterer positiver Effekt der Vibrationsfreiheit ist die geringere Störungswahrscheinlichkeit aller Bauteile des Fahrzeuges. Besonders im Innenraum ist ein „Klappern“ von Teilen der Innenausstattung störend, dies wird meist durch Vibrationen hervorgerufen.

## Klimatisierung



Bauartbedingt ist die Klimatisierung (heizen und kühlen) vom Antriebsmotor getrennt. Dadurch ist es möglich, auch **bei geparktem Fahrzeug die Heizung oder Kühlung zu aktivieren**.

Mit anderen Worten, eine Standheizung und Standkühlung ist integriert. Da die Fahrzeuge weiters an das Internet angebunden sind, kann die Klimatisierung bequem z. B. per Smartphone-App

aktiviert werden. 15 Minuten vor Fahrtantritt aktiviert, findet man an heißen Sommertagen ein vorgekühltes Fahrzeug vor, im Winter ein wohlig warmes.

## Tanken/Laden



Da beim Laden **nicht mit möglicherweise austretenden Flüssigkeiten** gerechnet werden muss, ist das Laden grundsätzlich ein **„sauberer“ Vorgang**.

Wird grundsätzlich zu Hause geladen, entfallen notwendige „Tankstopps“ an der Tankstelle, was wiederum zu Zeitersparnis führt.

**Vorteil: Herkömmliches „Tanken“ ist grundsätzlich nicht nötig und spart Zeit.**

## Beschleunigung



Nicht nur Komfort beim Fahren, auch ein **Sicherheitsaspekt** stellen die relativ **hohen Leistungen von Elektromotoren** dar. Das **maximale Drehmoment steht vom Stand weg zur Verfügung**, ein Schalten von Gängen, ob manuell oder automatisch ist nicht nötig. Turbolader werden in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor mehr und mehr eingesetzt. Diese haben eine Ansprechzeit, bis der nötige Ladedruck erreicht ist, um höhere Drehmomente und Leistungen zu erzielen. Ein Elektrofahrzeug verfügt nicht über diese Komponenten, ein Betätigen des Fahrpedales (früher Gaspedal) führt zu sofortiger Beschleunigung. In dem Fall, dass man sich durch Beschleunigen aus einer Gefahrensituation bringen muss, bieten Elektrofahrzeuge besonders bei geringen Geschwindigkeiten (z. B. Ortsgebiet) einen Sicherheitsvorteil.

**Vorteil: Die hohe Beschleunigungsleistung steht sofort zur Verfügung, kein Schalten nötig.**

Leider ist der Drehmomentverlauf von Elektromotoren mit höherer Drehzahl abfallend. Dies führt dazu, dass den Elektrofahrzeugen bei höheren Geschwindigkeiten „die Luft ausgeht“.

**Nachteil:** Bei hohen Geschwindigkeiten ist die Beschleunigungsfähigkeit relativ gering.

Ein Ausblick in die Zukunft könnte den obigen Nachteil eventuell entschärfen: Die fallende Drehmomentkurve wird bestehen bleiben, jedoch werden die Drehmomente und Leistungen durch größere Akkus steigen, so dass auch bei höheren Geschwindigkeiten ausreichend Reserven zur Verfügung stehen.

## Ein-Pedal-Fahren



**Elektromotoren** werden nicht nur zum Beschleunigen, sondern **auch zum Verzögern** verwendet. Dies reduziert nicht nur den Verschleiß der Bremsanlage, es vereinfacht weiters das Fahren.

Anstatt zwischen Gas- und Bremspedal zu „steppen“, kann bei modernen Fahrzeugen **alleine durch „Fuß vom Gas nehmen“** so stark verzögert werden, dass im Normalfall das **Bremspedal selten betätigt** werden muss. Es ist anfangs etwas gewöhnungsbedürftig, nach kurzer Zeit schätzen viele Fahrer diese Vereinfachung.

**Vorteil:** Ein-Pedal-Fahren vereinfacht das Fahren immens.

## Kinder sagen die Wahrheit



Setzen Sie Kinder, die ein Elektrofahrzeug gewöhnt sind, in ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Die Kommentare und Fragen sind herzig:

- „Ist das Auto kaputt?“
- „Das ist so laut!“ bis
- „Warum stinkt das Auto so?“

## Sicherheitsaspekte

### Passive Sicherheit



Fälschlicherweise wird angenommen, der Motorblock in der Front eines Fahrzeuges dient dem Aufprallschutz. Das Gegenteil ist der Fall, der **Motorblock reduziert die Knautschzone**, wodurch ein Anprall höhere Belastungen für die Insassen bedeutet.

**Vorteil:** Durch den fehlenden Motorblock höhere passive Sicherheit.

### Schwerpunkt mittig und tief



Hersteller sportlicher Fahrzeuge versuchen mit allen verfügbaren Mitteln, den **Schwerpunkt des Fahrzeuges möglichst tief und möglichst in die Mitte des Fahrzeuges** hinzubekommen.

Elektrofahrzeuge weisen diese Eigenschaft bauartbedingt auf, der schwere Akku ist im Unterboden verbaut, der relativ leichte Elektromotor fällt nicht ins Gewicht. Das Resultat ist einerseits ein sportlicheres Fahrverhalten, andererseits erhöht es die möglichen Kurvengeschwindigkeiten, selbst Bremswege fallen kürzer aus als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

**Vorteil:** Der Schwerpunkt liegt im idealen Bereich, dies dient der Straßenlage.

## Fahrzeugbrände

Unfälle und technische Defekte sind ein ungewünschter Bestandteil der Mobilität.

**Vorurteil:** Elektrofahrzeuge brennen oft ab!

Fahrzeugbrände von Elektrofahrzeugen werden medial weit mehr verwertet, obwohl bisher im Verhältnis weniger Elektrofahrzeugbrände zu beklagen sind, als bei den verbrennenden Brüdern.

Im Jahr 2015 verzeichnete die Feuerwehr 1936 PKW-Brände, dies sind ca. 5 Brände pro Tag.



Die **Charakteristik von etwaigen Bränden unterscheidet sich** ein wenig. Bei Elektrofahrzeugen entstehen Brände nicht explosionsartig, jedoch sind bereits brennende Akkus schwierig zu löschen.

### Klimatisierung

Die **Klimatisierung** bzw. die mögliche Steuerung per App dient nicht nur dem Komfort, diese **erhöht auch die Sicherheit**.

Primär ist davon auszugehen, dass der Fahrer, der nicht friert oder schwitzt, ein aufmerksamerer Fahrer sein wird. Im Winter ist ein per Vorheizung abgetautes Fahrzeug besser und schonender vom Eis befreit, als per Eiskratzer.

**Vorurteil: Die Klimaanlage und Heizung lassen die Reichweiten drastisch schrumpfen.**

Dies stimmt grundsätzlich, der negative Effekt lässt sich jedoch etwas entschärfen. Wird das Fahrzeug per App vor Fahrtantritt vorklimatisiert, kann der dazu benötigte Strom „aus der Steckdose“ entnommen werden, sofern das Fahrzeug „angesteckt“ ist. Ein entsprechend vortemperiertes Fahrzeug benötigt während der Fahrt nicht mehr so viel Energie, um die Wunschtemperatur zu halten.

### „Leise“ als Gefahr für Fußgänger und Radfahrer



Im **Geschwindigkeitsbereich bis etwa 40 km/h** sind Elektrofahrzeuge **leiser als herkömmliche Fahrzeuge**. Fußgänger und Radfahrer verlassen sich stark auf den Hörsinn, dadurch entstehen potentielle Gefahren.

**Besonders auf Parkplätzen ist höchste Vorsicht geboten!**

**Nachteil: Bei geringen Geschwindigkeiten besteht die Gefahr, von Fußgängern und Radfahrern überhört zu werden.**

Ein Fahrer, dem dieser Umstand bewusst ist, handelt entsprechend **vorsichtig**. Manche Fahrzeuge bieten einen Fußgängerschutz, indem das Fahrzeug Geräusche bei geringen Geschwindigkeiten macht.

Langfristig betrachtet sind dies nur notwendige Zwischenstufen, bis sich die Elektromobilität flächendeckend etabliert hat – und sich die Straßenbenutzer an die Ruhe gewöhnt haben.

In der Zwischenzeit integrieren nahezu alle Hersteller sogenannte „Geräuschgeneratoren“ in die Elektrofahrzeuge, die bei geringen Geschwindigkeiten einen Warn- oder Summton erzeugen, um von Fußgängern und Radfahrern besser wahrgenommen zu werden.

### Therapeutische Wirkung



Möglicherweise können Psychologen dieses Phänomen erklären: Nach kurzer Zeit berichten einige Fahrer von Elektrofahrzeugen, dass sie entspannter und beruhigter ankommen.

Vielen Fahrern wird bewusst, dass schnelles Fahren nicht notwendigerweise schnelleres Vorankommen bedeutet.

Der schnelle Fahrer ist zwar früher am Zielort, jedoch gestresster und nicht so leistungsfähig als der etwas später, aber bereits entspannt ankommende.

Vielleicht liegt es an der **Vibrationsfreiheit**, vielleicht an der **geringeren Geräuschbelastung**. Vielleicht an der anderen Zusammensetzung der Geräusche.

Vielleicht werden sich Experten eines Tages darüber streiten – eine Sache zeichnet sich jedoch schon ab – es scheint eine **therapeutische Wirkung** zu geben.

**Wissenschaftlich nachgewiesen: nein.** Die Foren im Netz sind jedoch gefüllt von derartigen Berichten.

## Ökologie

### Stromverbrauch



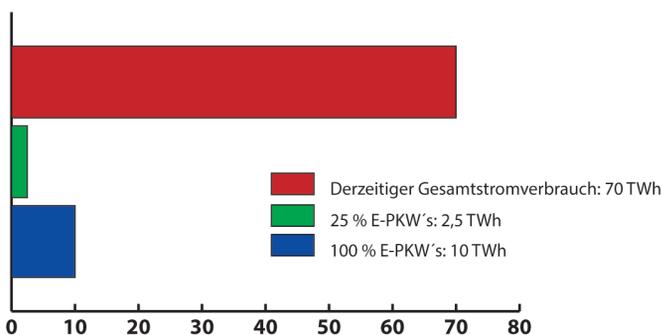
**Vorurteil: Es gibt nicht genügend Strom für alle Elektrofahrzeuge!**

Dieses Vorurteil wird sehr oft präsentiert, meist ohne Fakten. Ist es wahr, oder nicht? Welche Probleme können sich ergeben?

#### Recherchieren und berechnen hilft weiter:

- Laut VCÖ waren im Jahr 2016 4,08 Millionen PKW zugelassen.
- Die durchschnittliche Fahrleistung beträgt 34 km / Tag (Quelle: <https://www.vcoe.at/news/details/vcoe-oesterreich-autofahrer-fahren-im-schnitt-34-kilometer-pro-tag>).
- Dies sind in Summe: 4.000.000 PKW \* 34 km/Tag \* 365 Tage = 50 Milliarden km/Jahr.
- Bei einem reell geschätzten Stromverbrauch ab Steckdose von 20 kWh / 100 km ergibt dies einen Gesamtverbrauch von 10 TWh/Jahr
- Im Jahr 2015 lag der Gesamtenergieverbrauch in Österreich bei knapp 70 TWh/Jahr. (Quelle: <https://www.e-control.at/statistik/strom/betriebsstatistik/jahresreihen>)

**Stromverbrauch Österreich pro Jahr**



**Dies bedeutet:** Sollten wirklich alle (!) PKWs von heute auf morgen von Verbrenner auf Elektro wechseln, würde sich der Verbrauch von 70 auf 80 TWh erhöhen, dies entspricht 15 %.

15 Prozent sind nicht viel, aber auch nicht sehr wenig. Da der Prozess des Umstieges auf Elektromobilität stetig vorangehen wird, kann davon ausgegangen werden, dass der Anstieg des Stromverbrauches für die Energieversorger **ohne große Probleme bewerkstelligt** werden kann.

Wird weiters davon ausgegangen, dass auch die Herstellung und der Transport von fossilen Kraftstoffen mit Stromverbrauch verbunden sind, müsste der erhöhte Stromverbrauch unter 15 % liegen.

**Fazit:** Somit gehen wir davon aus, dass die flächendeckende und ausreichende Stromversorgung in ferner Zukunft bewerkstelligbar und das Vorurteil widerlegt ist.

## CO2 und Nachhaltigkeit des Stromes



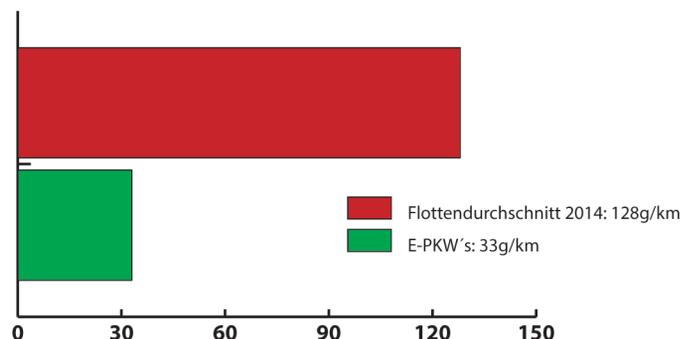
**Vorurteil: Da der Strom nicht „sauber“ ist, sind auch Elektrofahrzeuge nicht sauber!**

Um dieses Vorurteil zu beweisen oder zu widerlegen, helfen nur Recherche und Berechnungen.

#### Zunächst CO2:

- Im Jahr 2013 lagen die CO2-Emissionen in Österreich bei 167 g/kWh. (Quelle: Euroelectric Power Statistics)
- Bei einem realen Verbrauch von 20 kWh/100 km: 167 g/kWh \* 20 kWh/100 km = 3.340 g/100 km, dies entspricht 33 g/km CO2.
- Im Jahr 2014 lag der Flottendurchschnitt bei 128 g CO2/km. (Quelle: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft)

**CO2-Emission von Pkws in Österreich**



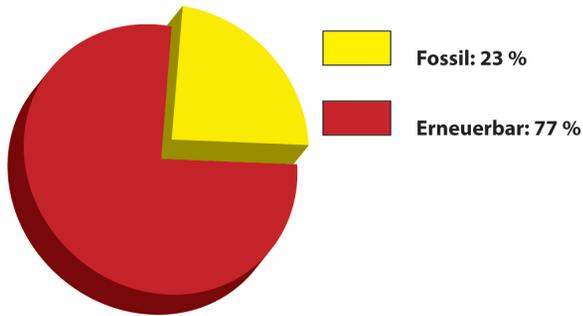
**Vorteil:** Die realen CO2-Emissionen würden durch Elektromobilität auf ca. ein Viertel sinken.

**Vorteil:** Durch den besseren Wirkungsgrad eines Elektrofahrzeuges und durch Bremsenergieerückgewinnung (Rekuperation) sind der Gesamtenergiebedarf deutlich, verglichen mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

## Nun die Nachhaltigkeit des erzeugten Stromes in Österreich:

(Quelle: Österreichs Energie, E-Control 2016)

Stromerzeugungsmix in Österreich 2015



**Vorteil: Die Nachhaltigkeit des Stromes in Österreich liegt bei etwa 75 %.**

## Herkunft des Stromes durch den erhöhten Bedarf



**Vorurteil: Der Mehrverbrauch an Strom müsste vom Ausland importiert werden, wo der Strom nicht nachhaltig produziert wird!**

**Vorurteil: Der Mehrverbrauch an Strom würde unsere Stromnetze überlasten!**

Die Frage, die sich hier stellt: Muss wirklich Strom vom Ausland importiert werden? Dass **mehr Strom** benötigt wird, ist **unbestritten ein Fakt**.

Elektrofahrzeuge sind jedoch durch besondere Eigenschaften gekennzeichnet. Zunächst wird ein Großteil der Fahrzeuge in der Nacht geladen. Zu dieser Zeit wird relativ wenig Strom verbraucht. Die Elektrofahrzeuge würden das Netz zu Zeiten relativ geringer Last benutzen.

Weiters bieten heutige Fahrzeuge schon jetzt die Möglichkeit, einerseits die Zeit des Ladens zu definieren (z. B. ab 22.00 Uhr), andererseits kann der Ladestrom beschränkt werden. Nimmt man nun alle aktuellen, technischen Möglichkeiten ins Visier, könnte beispielsweise der Stromversorger online oder per Smart-Meter das Laden der Fahrzeuge beeinflussen – Zeitpunkt und/oder Stromstärke der Ladung.

Selbst wenn dies nicht der Fall wäre, technisch kann schon heute anhand der Stromfrequenz und der Spannung näherungsweise abgelesen werden, ob eher zu viel oder zu wenig Strom im Netz zur Verfügung steht.

Spannung und Frequenz (nominal 230 V und 50 Hz) steigen bei Überschüssen und fallen bei hoher Belastung minimal. Moderne Ladestationen verfügen über ein sog. Lastmanagement, um genau hier anzusetzen.

Wenn man all diese Begebenheiten zu einem Ganzen zusammenfasst, könnten Elektrofahrzeuge den Stromnetzen sogar dienlich sein. Die Akkus der Fahrzeuge sind in Summe gigantische Stromspeicher, die für die effiziente Nutzung erneuerbarer Energien von Nöten sind. Die Fahrzeuge würden eher bei Überschüssen geladen werden und dadurch die Netze entlasten.

### Eine pessimistische Berechnung: Strom aus Benzin/Diesel:

Hier soll eine fiktive Berechnung angestellt werden, im absolut pessimistischsten Fall, dass absolut kein Strom für die Elektromobilität zur Verfügung stünde, und der Strom durch Verbrennung von Benzin oder Diesel gewonnen werden müsste.

Begründet wird diese Idee durch die Annahme, dass bei Umstieg auf Elektromobilität kein Benzin oder Diesel benötigt wird, jedoch Strom. Nehmen wir nun an, Strom wird aus dem nicht mehr benötigten fossilen Treibstoff gewonnen:

- Diesel: Heizwert = etwa Brennwert = 11,8 kWh / kg = etwa 9,8 kWh/Liter
- Nun muss aus Diesel / Benzin in einem Kraftwerk Strom erzeugt werden.
- Hier liegt der erzielte Wirkungsgrad bei 45 %.
- Leitungsverluste durch den Transport des Stromes vom Kraftwerk zur Ladestation: ca. 7 %.
- Das Fahrzeug hat auch Ladeverluste, die bei ca. 12 % liegen.

### Nun die Berechnung:

- Es werden 5 Liter Diesel im Ölkraftwerk verwertet:
- Energiegehalt Diesel: 9,8 kWh/Liter = 49 kWh
- Wirkungsgrad 45 % im Ölkraftwerk: 22 kWh
- Abzüglich Übertragungsverlusten von 7 %: 20,5 kWh
- Abzüglich Ladeverlusten von 12 %: 18 kWh
- Mit diesen 18 kWh kann ein Elektrofahrzeug ca. 100 km fahren.

**Fazit:** Selbst wenn der Strom für Elektrofahrzeuge rein nur aus Verwertung von Diesel gewonnen würde, läge der Verbrauch bei ca. 5 Liter Diesel/100 km!

## Der Akku



**Derzeit** dienen als Energiespeicher **Lithium-Ionen Akkus**.

**Vorurteil: In Akkus werden wertvolle „Seltene Erden“ verwendet!**

Die Bestandteile der Akkus sind neben Lithium: Kohlenstoffe (Graphit), Silicium, Salze, Polymere, Kobalt, Nickel. Keines dieser Elemente gehört zu den „Seltene Erden“.

Lithium hat an der Erdkruste einen Anteil von etwa 0,006 %. Es kommt etwas seltener vor als Zink, Kupfer und Wolfram, sowie etwas häufiger als Kobalt, Zinn und Blei. Nur etwa 5 % Lithium wird in Lithium-Akkus benötigt, das sind wenige kg pro PKW-Akku.

**Fazit Nachteil: Der Abbau der Rohstoffe ist in einigen Fällen noch ökologisch bedenklich.**

**Fazit Vorteil: Akkus können zu nahezu 100 % wiederverwertet werden, verbranntes Erdöl jedoch nicht.**

**Vorurteil: Akkus sind zu schwer!**

Unbestritten ist der Akku das Bauteil mit der größten Masse. Im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor entfallen jedoch einige Bauteile wie Getriebe, Tank und Tankfüllung. Auch der Motor ist wesentlich leichter. Dadurch ist die **Gesamtmasse eines Elektrofahrzeuges nicht wesentlich höher als die eines herkömmlichen Fahrzeuges.**

**Vorurteil: Akkus können nicht lange verwendet werden!**

Die **Erfahrungswerte beweisen das Gegenteil.** Kleine Fahrzeuge mit Norm-Reichweiten von etwa 150 km wurden schon 200.000 km und mehr gefahren. Dabei sinkt die zur Verfügung stehende Akku-Kapazität um ca. 20 %, bei Fahrzeugen mit größeren Akkus um ca. 8 %. Auch Verbrennungsmotoren verlieren bei derartigen Kilometerleistungen an Leistung und Wirkungsgrad.

Je größer die Akkus in Zukunft werden, desto länger können diese im Fahrzeug verwendet werden. Fällt die Reichweite auf ein unzumutbares Maß, wird der Akku getauscht – dieser ist jedoch noch nicht am Ende des Lebens.

Das sogenannte „zweite Leben“ eines Akkus ist als Zwischenspeicher für erneuerbare Energien. Das Fortschreiten der erneuerbaren Energien macht es notwendig, ausreichend Energiespeicher zu haben. Diese stehen durch die Elektromobilität zur Verfügung – ob im Fahrzeug selbst oder im zweiten Leben.

Insgesamt rechnet man realistisch mit einer Lebensdauer von etwa 8 Jahren im Fahrzeug, mit weiteren 12 Jahren als stationärer Energiespeicher. Erst nach insgesamt 20 Jahren wird der Akku wiederverwertet und dies zu beinahe 100 %.

## Der Motor



**Vorurteil: Im Elektromotor werden „Seltene Erden“ verwendet!**

Dies **stimmt zum Teil**, denn es gibt verschiedene Arten von Elektromotoren. Die Seltene Erde ist in diesem Fall Neodym, welches

in Magneten verwendet wird.

In „Synchronmotoren“ werden Magnete benötigt, „Asynchronmotoren“ benötigen keine Magnete und bestehen weitgehend aus Kupfer.

## Wasserstoff- und Brennstoffzelle



**Wasserstoff als Energieträger** und Brennstoffzellen zur Umwandlung in elektrischen Strom scheinen auf den ersten Blick eine Lösung zu sein, um Fahrzeuge schnell betanken zu können.

Derartige Fahrzeuge werden als **FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)** bezeichnet. Es handelt sich ebenfalls um ein Elektrofahrzeug (EV – Electric Vehicle), jedoch um kein BEV (Battery Electric Vehicle).

Der Hype um diese Technologie schwächt gerade ab, aus mehreren Gründen:

- Das Laden von Elektrofahrzeugen ist mit Fortschreiten des Ausbaus von Ladestationen kein erhebliches Problem mehr, die Norm-Reichweiten stiegen in den letzten Jahren eklatant an.
- Wasserstoff als Energieträger ist nicht nur heikel und gefährlich, sondern in der Herstellung, dem Transport und beim Betanken bedenklich.
- Wird Strom zur Herstellung von Wasserstoff verwendet, verdoppelt sich der Gesamtverbrauch.
- Wird Erdgas zur Herstellung verwendet, kann man nicht von Nachhaltigkeit sprechen.

Diese Umstände werden wohl dazu führen, dass Wasserstoff nur in Nischen ein Dasein führen wird.

Sinnvoll könnte das Erzeugen von Wasserstoff sein, **wenn deutliche Energieüberschüsse vorhanden sind**, die nicht sinnvoll gespeichert werden können. In diesem Fall ist es unerheblich, wie schlecht der Wirkungsgrad bei der Erzeugung ist – denn die Energie ist vorhanden und muss verbraucht werden.

Derzeit laufen Projekte, Stromüberschüsse und Wasserstoff zu verwandeln, um diese ins Erdgasnetz einzuspeisen oder Wasserstofftankstellen zum Verfügung zu stellen. Selbst an der Herstellung „im eigenen Haus“ zum Verwerten von Photovoltaik-Überschüssen wird experimentiert. Aufgrund der Gefährlichkeit von Wasserstoff (leicht flüchtig und explosiv) ist ein derartiges Vorhaben allerdings fraglich.

Im Jahr 2017 stellte ein namhafter Automobilhersteller in Aussicht, für Klein- und Mittelklassewagen batteriebetriebene Elektrofahrzeuge zu verwenden, für Premiumfahrzeuge jedoch Wasserstoff einsetzen zu wollen. Dies macht insofern Sinn, als im Premiumsegment Betriebskosten und Wirkungsgrade eher unerheblich sind, schnelles Tanken jedoch gewünscht; ein **flächendeckendes Netz von Wasserstofftankstellen** vorausgesetzt.

Ein weiterer Einsatzzweck könnte im Schwerverkehr sein (LKWs), da hier der Energiebedarf deutlich größer ist und Akkus derzeit noch unpraktikabel sind. Hierfür würden sehr große und schwere Akkus benötigt, die Nutzlast wäre verringert.

### Fazit:

- Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge sind wasserstoffbetriebenen Elektrofahrzeugen zu bevorzugen.
- Wasserstoffbetriebene Elektrofahrzeuge sind Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zu bevorzugen.

## Wirtschaftlich profitieren

### Vorurteil: Elektromobilität ist noch nicht wirtschaftlich!

Im Folgenden werden **wirtschaftliche Möglichkeiten der Elektromobilität behandelt** – hier geht es um nackten „Profit“!

## Public Relations für Unternehmen

Besonders zu Zeiten des beginnenden Booms, wo **das „Neue“ noch etwas Besonderes** ist, empfiehlt es sich **diese Gelegenheit zu nutzen**.

Ob Taxis, Mietwagen mit Elektroantrieb, Botendienste, Hotels, Einkaufszentren oder einfach nur ein beliebiges Unternehmen, das den ökologischen Weg zu Werbezwecken nutzt – nun ist die Chance gegeben. Medien lassen sich gerne dazu hinreißen, eine „Story“ zu bringen. Es ist eine gute „PR-Aktion“ (Public Relations) die „Beziehung zur Öffentlichkeit“ zu stärken.

## Wohnhäuser und Wohnungen



Es wäre undenkbar, ein Haus oder eine Wohnung zu verkaufen oder zu vermieten, in dem kein Kabel-TV oder Internet-Anschluß möglich wäre oder es nicht erlaubt wäre, eine SAT Schüssel zu montieren.

In naher Zukunft wird es schwierig werden, eine derartige Immobilie an den Mann oder die Frau zu bringen, in der es nicht möglich ist, **ein Elektrofahrzeug zu laden**.

Bis es so weit ist, kann man die Situation als Vorteil nutzen. Neubauten sollen unbedingt mit einer Lademöglichkeit ausgerüstet sein und sei es nur eine handelsübliche Starkstromsteckdose am Fahrzeugabstellplatz. Fix zugewiesene Parkplätze sind ein Muss, um dem Käufer/Mieter das ungehinderte Laden über Nacht zu gewährleisten.

Bei bestehenden Objekten wäre es eine sinnvolle Investition, Lademöglichkeiten bei Renovierungsmaßnahmen mit einzuplanen.

Empfehlenswert ist das **Werben mit der Lademöglichkeit** bei Immobiliensuchmaschinen, um potentielle Käufer/Mieter anzulocken.

## Hotels, Einkaufszentren, Ladengeschäfte



**Der Kunde bringt das Geld** – dazu muss der Kunde jedoch kommen. In Fall der Anreise per PKW kann man Kunden mit Elektrofahrzeugen anlocken, indem es am Parkplatz Lademöglichkeiten gibt.

Hier empfiehlt es sich, eine **kostengünstige Wallbox** ab etwa Euro 1.000,- pro Ladepunkt zu installieren. Eine teure Schnelllademöglichkeit ist nicht nötig.

Weiters sollte der Zugang zum Laden barrierefrei sein, um ohne Ladekarte oder Bezahlung jederzeit laden zu können. Die Stromkosten sind vernachlässigbar (wenige Euro), der Kunde wird im Hotel oder Geschäft ein Vielfaches ausgeben.

Wird die Lademöglichkeit bei einschlägigen „**Stromtankstellen-suchmaschinen**“ eingetragen, kann die Zielgruppe ohne Umwege angesprochen werden.

Bei den Hotels ist „der“ Pionier, der alles richtig gemacht hat, das **Hotel Kaiserhof in Anif bei Salzburg**. Im Jahr 2013 wurden Stromtankstellen im hoteleigenen Carport installiert und medial beworben. Geladen werden die hoteleigenen Elektrofahrzeuge und die Fahrzeuge von Hotelgästen. Dies war lange Zeit „die“ Destination für Fernreisende, die in der Nähe von Salzburg übernachteten und das Fahrzeug über Nacht vollladen konnten. Es wurde auch der hauseigene „Tesla“ beworben, was offensichtlich mithalf, dass Tesla 2014 einen der ersten „Supercharger“ (Schnelllader) in Österreich am Hotelparkplatz installierte.

Zahlreiche, wohlsituierte Tesla-Kunden luden seit dem bei dieser Destination und konsumierten oder übernachteten dabei.

2015 wurde ein weiterer Schnelllader von der Firma Smatrics installiert, der allen anderen Fahrzeugen Schnellladungen ermöglicht.

Es kann angenommen werden, dass nicht nur das Prestige gestiegen ist, sondern auch die Einnahmen. So wird es richtig gemacht!

Bei den Einkaufszentren kann das „**Mariandl Einkaufszentrum**“ in Krems an der Donau von Pioniergeist sprechen.

Mehr als 50 Ladepunkte mit Drehstrom stehen für Kunden zur Verfügung. Nicht nur Kunden wurden direkt angezogen, durch die immense Anzahl an Lademöglichkeiten wurden auch schon so manche Elektromobilitäts-Veranstaltungen an diesem Ort abge-

halten. Alles richtig gemacht!

**Vorteil: Eine kostenlos zur Verfügung gestellte Ladeinfrastruktur bringt mehr Kunden und Umsatz, als es Aufwand kostet.**

## Unternehmer und Mitarbeiter

Die **folgenden Beispiele** basieren auf den im Jahr **2017 in Österreich verfügbaren Steuererleichterungen für Elektromobilität**.

Diese Erleichterungen schlagen sich deutlich höher zu Buche als die geringeren Betriebskosten:

- **Vorsteuerabzug** für Unternehmen (begrenzt)
- **Entfall des Sachbezuges** für Dienstfahrzeuge
- **Entfall der motorbezogenen Versicherungssteuer**

### Fall 1: Mitarbeiter pendelt 2 x 40 km mit Privat-Diesel-PKW (6 Liter/100 km, Euro 1,10 pro Liter)

- Fahrleistung: täglich 80 km x 20 Arbeitstage = 1.600 km/Monat + Privatfahrten, Summe: 2.000 km/Monat, 24.000 km/Jahr

#### Monatliche Privatkosten des Mitarbeiters:

- Versicherung + motorbezogene Versicherungssteuer: Euro 100,--
- Diesel: Euro 130,--
- Wartung inklusive Reifen: Euro 70,--
- Summe Privatkosten Mitarbeiter: Euro 300,--

Um dem Mitarbeiter Euro 300,-- netto auszubezahlen, liegen die Kosten für das Unternehmen bei etwa dem 2,5-Fachen (Sozialversicherung Dienstnehmer + Dienstgeber, Einkommenssteuer):

- Kosten Unternehmen pro Monat: Euro 300,-- x 2,5 = Euro 750,--
- Kosten Unternehmen pro Jahr: Euro 750,-- x 12 = Euro 9.000,--

#### Lösung:

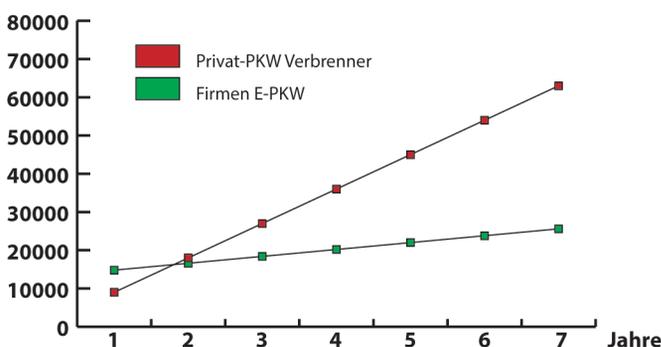
Mitarbeiter willigt auf Gehaltsreduktion (falls laut Kollektivvertrag möglich) um Euro 600,-- brutto ein (was eine Ersparnis von obigen Euro 750,--/Monat bewirkt).

Unternehmer stellt dem Mitarbeiter einen Nissan Leaf (gebraucht) zur Verfügung, welcher am Unternehmensparkplatz geladen wird.

#### Jährliche Kosten für das Unternehmen (ohne MwSt, da vorsteuerabzugsberechtigt):

- Strom: 24.000 km/Jahr:  $24.000/100 * 20 \text{ kWh} * \text{Euro } 0,11 = \text{Euro } 530,--$
- Versicherung Vollkasko: Euro 800,--
- Wartung (inklusive Reifen): Euro 400,--
- Summe aufgerundet: Euro 1.800,--

Kumulierte Kosten Privat-Pkw/Firmen E-Pkw



#### Ersparnis Unternehmen:

- Euro 9.000,-- minus Euro 1.800,-- = Euro 7.200,--
- Anschaffung Nissan Leaf gebraucht (3 Jahre): Euro 13.000,--
- In etwa 2 Jahren hat sich die Anschaffung amortisiert, danach Euro 7.200,-- Ersparnis/Jahr.

### Fall 2: Unternehmergattin fährt Firmenwagen der Golf-Klasse (Euro 20.000,-- Neupreis), mit vollem Sachbezug

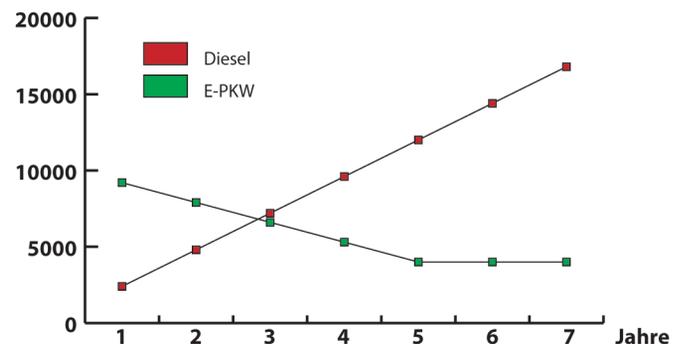
- Treibstoff- und Wartungskosten gleichgesetzt zu Gunsten des Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor, da angenommen wird, dass die Fahrleistung in km gering ist.
- Privatkosten Sachbezug (2 % von Euro 20.000,-- pro Monat), Euro 400,--/Monat = Euro 200,--/Monat erhöhte Einkommenssteuer = Euro 2.400,--/Jahr
- in 5 Jahren: Euro 12.000,--

#### Lösung:

Unternehmer verkauft das bestehende Fahrzeug mit Verbrennungsmotor und schafft ein Elektrofahrzeug derselben Klasse an (Vorsteuerabzug, da der Neupreis des Elektrofahrzeuges kleiner als Euro 40.000,-- angenommen wird).

- Kauf Nissan Leaf gebraucht (3 Jahre): Euro 13.000,-- + davon Euro 13.000,-- in 5 Jahren (Restnutzungszeit) absetzbar, Einkommensteuerreduktion um Euro 6.500,-- in 5 Jahren
- Verkauf bestehendes Fahrzeug: Euro 5.000,--
- Einkommensteuer vom Verkauf: Euro 2.500,--
- Privatkosten Euro 4.000,-- in 5 Jahren

Kumulierte Privatkosten Dienstfahrzeug Diesel/Elektro (exklusive Betriebskosten)



#### Ersparnis:

- In den ersten 5 Jahren gesamt: Euro 8.000,--
- Ab dem 6. Jahr: Euro 2.400,-- (Entfall Sachbezug)

### Fall 3: Unternehmergattin fährt Firmenwagen der Mittel/Oberklasse (ab Eur 48.000,-- Neupreis) mit vollem Sachbezug.

Treibstoff- und Wartungskosten gleichgesetzt zu Gunsten des Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor, da angenommen wird, dass die Fahrleistung in km gering ist.

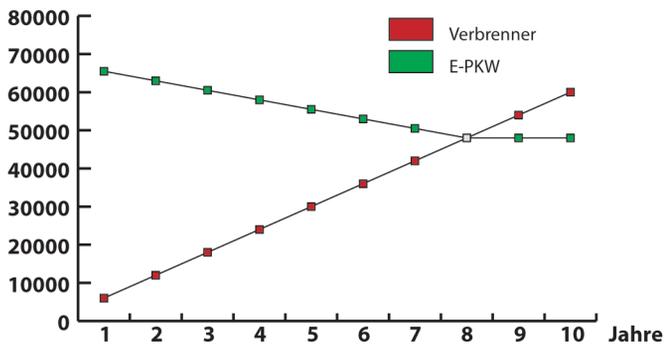
- Privatkosten Sachbezug (2 % von Euro 48.000,-- pro Monat), Euro 960,--/Monat = Euro 500,--/Monat erhöhte Einkommensteuer = Euro 6.000,--/Jahr
- in 8 Jahren: Euro 48.000,--

#### Lösung:

Unternehmer verkauft das bestehende Fahrzeug mit Verbrennungsmotor und schafft ein Elektrofahrzeug derselben Klasse an (kein Vorsteuerabzug, da der Neupreis des Elektrofahrzeuges als größer Euro 80.000,-- angenommen wird).

- Kauf Tesla Model S (neu): Euro 80.000,--
- davon Euro 40.000,-- absetzbar, Einkommensteuerreduktion um Euro 20.000,-- in 8 Jahren
- Verkauf bestehendes Fahrzeug: Euro 24.000,--
- Einkommensteuer vom Verkauf: Euro 12.000,--
- Privatkosten Euro 48.000,-- in 8 Jahren

**Kumulierte Privatkosten Dienstfahrzeug Mittelklasse Verbrenner/Elektro (exklusive Betriebskosten)**



#### Ersparnis:

- Keine in den ersten 8 Jahren
- Ab dem 9. Jahr: Euro 6.000,-- (Entfall Sachbezug)

Dieses Rechenbeispiel setzt voraus, dass die Sachbezugsregelung über den langen Horizont von mehr als 8 Jahren bestehen bleibt, und dass das Fahrzeug entsprechend lange gehalten wird.

### Fall 4: Anschaffung neues Mittelklasse Dienstfahrzeug (30.000 km/Jahr)

- Mittelklasse mit Verbrennungsmotor: Investition Euro 60.000,-- (davon absetzbar Euro 40.000,--)

#### Betriebskosten pro Jahr:

- Diesel: Euro 2.500,--
- Versicherung Vollkasko: Euro 3.000,--
- Wartung (inklusive Reifen): Euro 1.000,--
- Summe: Euro 6.500,--
- zuzüglich Sachbezugskosten für Mitarbeiter: Euro 6.000,--
- in 5 Jahren: Euro 32.500,-- Firma + Euro 30.000,-- privat
- Mittel/Oberklasse Elektrofahrzeug: Investition Euro 90.000,-- (davon absetzbar Euro 40.000,--)

#### Betriebskosten pro Jahr:

- Strom: 30.000km/100 \* 20 kWh \* Euro 0,13 = Euro 800,--
- Versicherung Vollkasko: Euro 1.400,--
- Wartung (inkl. Reifen): Euro 1.000,--
- Summe: Euro 3.200,--
- in 5 Jahren: Euro 16.000,--

#### Ersparnis:

- nicht abschreibbare Mehranschaffung von Euro 30.000,-- wird in 5 Jahren Sachbezugsentfall (5 x Euro 6.000,--) hereingebracht
- ab 6. Jahr Euro 6.000,-- Ersparnis privat
- Betriebskostensparnis für Unternehmen: Euro 3.300,--/Jahr

## Kfz-Werkstätten



Viele **Werkstätten** betrachten die **Entwicklungen mit Sorge**, könnten doch nicht mehr notwendige Ölwechsel das Geschäft negativ beeinträchtigen.

Nur wenige erkennen die Chancen des Boom-Marktes, sich so früh wie möglich einen Namen zu machen. Noch sind die Fahrzeuge neu am Markt, Wartung weitgehend nur in geringem Ausmaß nötig. Mit den Jahren werden jedoch andere Tätigkeiten gefragt sein, wie etwa Reparaturen an E-Motoren oder Fahrzeugakkus.

Die einfach geschulten Werkstätten werden nur ganze Akku-Packs tauschen können, Spezialisten werden hingegen kostengünstig einzelne, defekte Zellen tauschen. Deshalb empfiehlt es sich, schon jetzt **Mitarbeiter** entsprechend **zu schulen**, um derartige Reparaturen durchführen zu können und zu dürfen. Dies in einschlägigen sozialen Medien wie Elektromobilitäts-Foren oder YouTube zu verbreiten garantiert Kundengewinn, da das Werkstättenangebot noch lange Zeit sehr gering sein wird. Diese Chance zu nutzen, sich in der Öffentlichkeit medial wirksam einen Namen zu machen, wird die langfristige Zukunft des Unternehmens sichern.

Auch unter **ökologischen Gesichtspunkten** kann damit geworben werden: Nur wenige defekte Zellen zu tauschen anstatt des gesamten Akku-Packs bedeutet, weniger wiederzuverwertenden Abfall zu produzieren.

Ein Akku kann - am Ende seiner Lebenszeit in Fahrzeugen - beispielsweise als Zwischenspeicher für Photovoltaikanlagen weiterverwendet werden.

Ein weiteres mögliches Geschäftsfeld von KFZ-Werkstätten könnte in Zukunft sein, alte KFZ-Akkus in ihre Einzelteile zu zerlegen und die Zellen aus dem Akku-Pack zu deinstallieren. Diese könnten an Elektrounternehmen verkauft werden, die daraus Pufferakkus für erneuerbare Energien fertigen. Im Jahr 2016 gab es abgesehen von Akkus aus verunfallten Fahrzeugen noch keine nennenswerten Akku-Bestände für derartige Zwecke.

Die wenigen Packs wurden bisher nur von kleinen Unternehmen oder Einzelpersonen gekauft und in Häusern installiert – in Zukunft könnte es jedoch ein florierendes Geschäft werden.

**Nachteil:** Es werden weniger Mechaniker für mechanische Reparaturen benötigt.

**Vorteil:** Es werden mehr Fachkräfte für Reparaturen an elektrischen Bauteilen benötigt.

**Notizen:**

### Taxi- und Mietwagenunternehmen



Es sind die Vielfahrer, die schon jetzt trotz hoher Anschaffungskosten besonders von der Elektromobilität profitieren. In manchen Städten wimmelt es von Elektro-Taxis, manche Kunden fragen aktiv danach.

Auch aus ökologischer Hinsicht ist dies sinnvoll, Vielfahrer können das Maximum an gefahrenen Kilometern aus einem Akku herausholen.

Der Hauptzweck für Vielfahrer, sich für Elektromobilität zu entscheiden, ist die monetäre Wirtschaftlichkeit. Das Öko-Prestige mag zwar auch dazugehören (Public Relations), am Ende des Jahres muss jedoch positiv bilanziert werden. Und dies wird von innovativen Unternehmern schon seit 2012 getan.

**MMM**  **Software**  
...the future is now!

[www.mmm-software.at](http://www.mmm-software.at)  
02262 / 682 683

[www.clax.co.at](http://www.clax.co.at)  
0316 / 32 39 39

**CLAX**<sup>®</sup>  
...for successful people!

