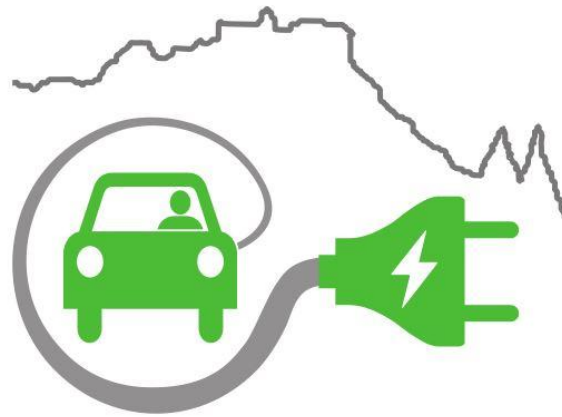


# Elektromobilität heute!



Emobil-Marburg.de

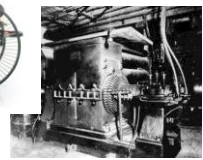
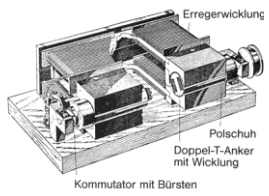
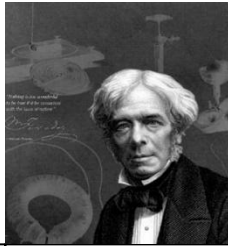
Guido Barth

27.10.2017

# Geschichte des Elektroautos



Emobil-Marburg.de



Johann Wilhelm Ritter erfindet die „aufladbare Batterie“, den „Akkumulator“.

Michael Faraday definiert die physikalischen Grundlagen des Elektromagnetismus.

Jacobi patentiert den ersten Gleichstrommotor.

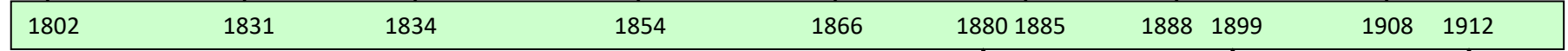
Wilhelm Josef Sinsteden erfindet den ersten Bleiakкумуляtor.

Werner von Siemens lässt seine Dynamomaschine patentieren.

Carl Benz „Motorwagen 1“ mit 4 – Takt-Otto-Motor

Die ersten Städte werden elektrifiziert Paris, London, Berlin ...

Henry Ford lässt das Model T am Fließband bauen.



1802

1831

1834

1854

1866

1880 1885

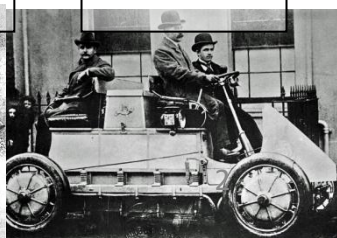
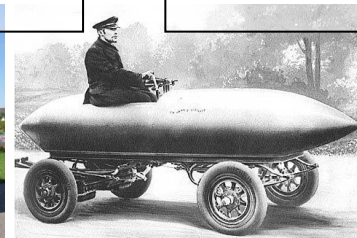
1888 1899

1908 1912

In Coburg baut A. Flocken das erste deutsche Elektroauto.

Camille Jenatzy fährt in einem Elektroauto 105,88 km/h.

40% aller Fahrzeuge (14.000) in USA fahren elektrisch.



# Geschichte des Elektroautos



Emobil-Marburg.de



Lunar Rover  
Max 13 km/h  
RW: 93 km  
3 St.

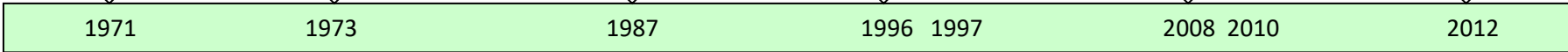
Enfield 8000  
Max 77 km/h  
RW: 64 km  
120 St.

CityEL  
Max 63 km/h  
RW: 100 km  
600 St.

GM EV1  
Max 133 km/h  
RW: 225 km  
1000 St.

Tesla Roadster  
Max 200 km/h  
RW: 643 km  
2450 St.

Tesla Model S  
Max 240 km/h  
RW: 643 km  
50.000



Erste Ölkrise

„Milk Float“

Toyota Prius 1  
Erstes  
Hybridfahrzeug  
in Großserie

Nissan Leaf  
Max 150 km/h  
RW: 160 km  
2013 200.000

Renault Zoe  
Max 135 km/h  
RW: 210 km  
2013 12.000



# Auswahl verfügbarer Modelle



Emobil-Marburg.de



Renault Zoe



Smart ForTwo ED



VW e-UP



BMW i3



Nissan Leaf



Mitsubishi i-MiEV



Hyundai Ioniq EV



Kia Soul EV



Tesla Model S

# Auswahl verfügbarer Modelle



Emobil-Marburg.de



VW e-Golf



Mercedes B-Klasse



Citroen Berlingo



Twike



Nissan e-NV200



Renault Kangoo ZE



Renault Twizy



Smart Forfour ED



Tesla Model X



# Nissan Leaf

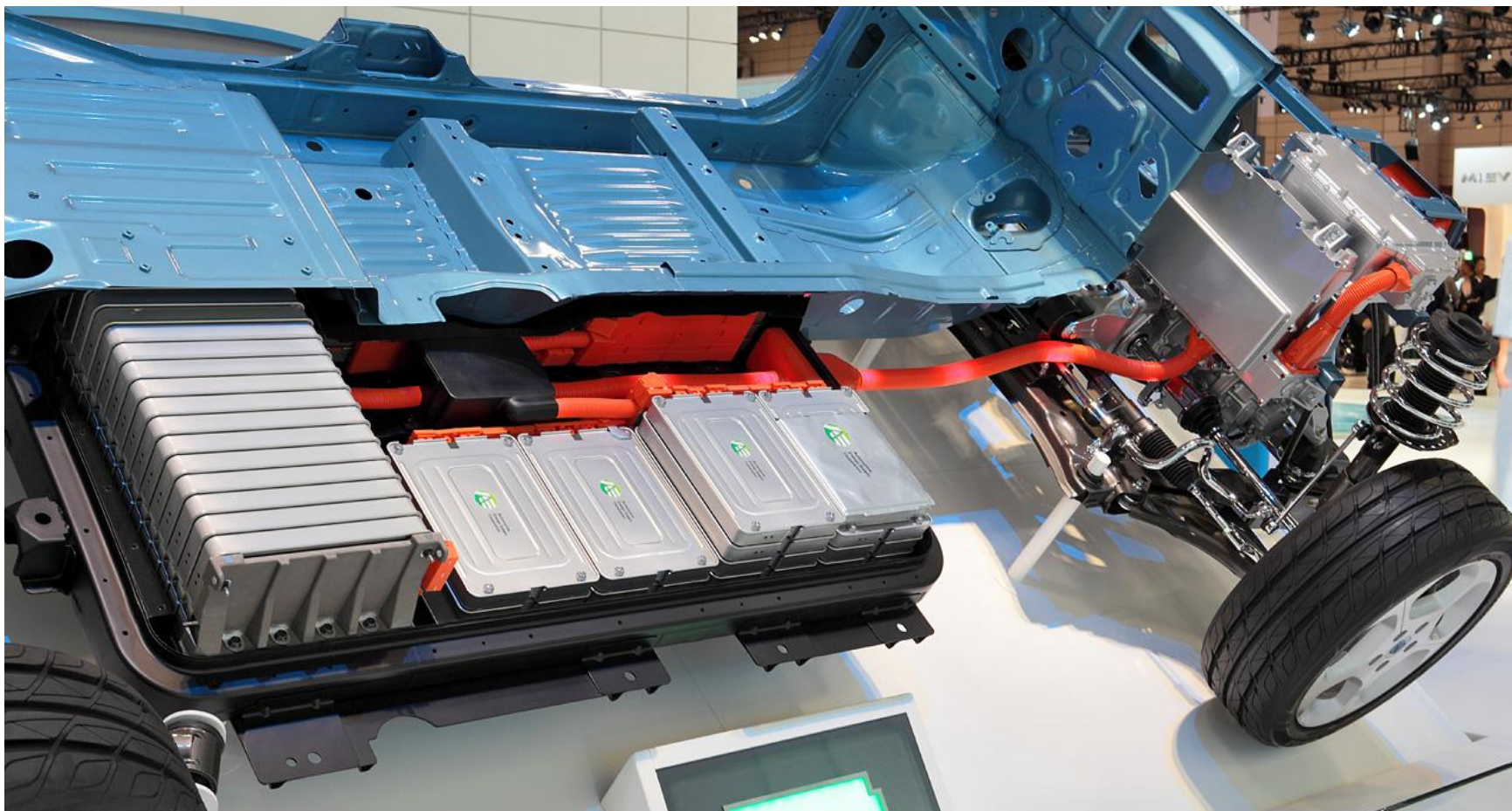


# Nissan Leaf

Hersteller / Typ / Ausführung / Klasse	Nissan Leaf Acenta Kompaktklasse EZ. 04.2016
Extras	7kW Lader und Solarspoiler
Antriebsart / Leistung	Elektro / Vorderrad / 80 kW / 109 PS (254 Nm)
Batterie	30 kWh
Maße	4,5 m L x 1,8 m B x 1,6 m H
Gewicht / Zuladung	1516 kg / 454 kg
Höchstgeschwindigkeit	150 km/h
Beschleunigung 0 – 100 km/h	11,2 Sekunden
Verbrauch laut Hersteller	15 kWh / 100 km
Reichweite NEFZ laut Herstel.	250 km
Anschaffungspreis	27.787,-€ ohne Batterie
Batteriemiete	79,- € Miete/Monat, 948,- € bis 12500 km im Jahr
Autosteuer bis 2026	0,- €
Inspektionskosten	ca. 150 € / Jahr



# Nissan Leaf





# Verbrauch Leaf

Laut Nissan:

15,0 kWh/100km (NEFZ)

Real:

13 kWh bei 20° C auf Landstraße und 70 km/h

17 kWh im Jahresmittel bei normaler Fahrweise

25 kWh Autobahn bei 150 km/h

Stromkosten auf 100km = 4,76 €

bei 17 kWh/100 km und 0,28 €/kWh Ökostrom

# Reichweite

## Wie weit kann ich mit einem Elektroauto mit einer Batterieladung fahren?

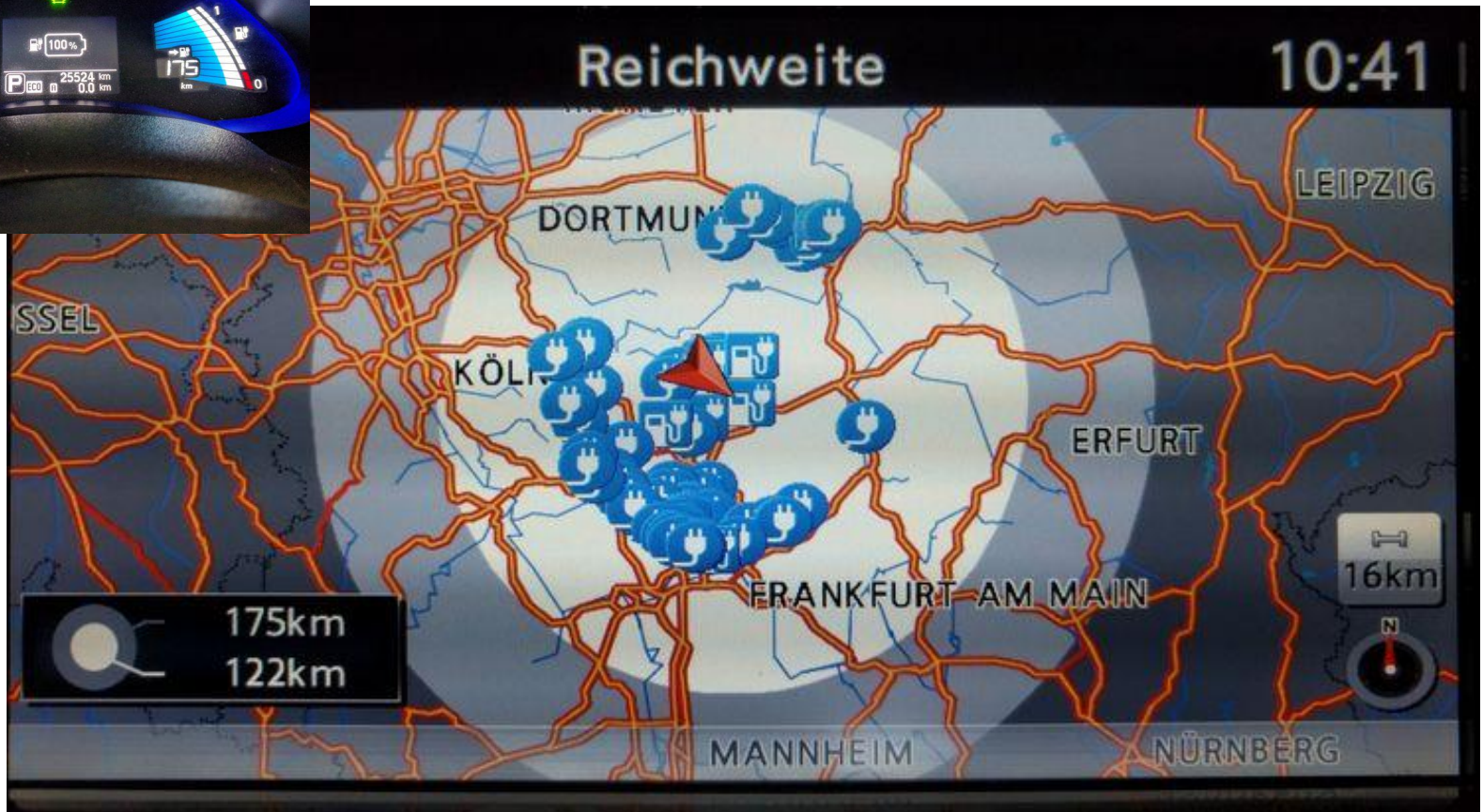
- Die Reichweitenangabe der Hersteller erfolgt laut [Neuen Europäischen Fahrzyklus \(NEFZ\)](#).
- Sie ist direkt proportional zur Fahrweise.  
Bei 150 km/h ist die Reichweite auf Grund des Luftwiderstandes nur halb so groß wie bei 80 km/h.
- Bei meiner normalen Fahrweise auf Landstraßen und in der Stadt würde ich im Sommer etwa 30% und im Winter 40% vom NEFZ-Wert abziehen.

# Reichweite

## Wie weit muss ich an einem Tag fahren können?

- Herkömmliche Denkweise: von „Tankstop“ zu „Tankstop“.
- Da ein Elektrofahrzeug bequem täglich zu Hause geladen werden kann, muss ich nur herausfinden, **wie weit ich an einem normalen Tag maximal fahren muss.**
- Wenn das Fahrzeug diese Strecke sicher erreicht oder übertrifft, kann ich problemlos auf ein Elektrofahrzeug umsteigen.
- Für weitere Reisen kann ich dann Schnelllader nutzen oder Alternativen wie Bahn oder Mietwagen.

# Reichweite Leaf 30kWh





# Laden - Stecker



Typ 1  
Wechselstrom  
1 Phase  
bis 7kW



Typ 2  
Wechselstrom  
1-3 Phasen  
bis 44kW



CHAdeMO  
Gleichstrom  
30-150kW



CCS – Typ 2  
Gleichstrom  
30-150kW

# Laden - Wallbox

Zum Laden muss ein Dialog zwischen Auto und Stromquelle sicherstellen, dass die Maximalkapazität der elektrischen Leitung (Sicherung) nicht überschritten wird. Das geschieht in der Regel durch eine „Wallbox“.



# Laden - Schnellladen

- Beim Schnellladen versucht man, den Akku mit der maximal möglichen Stromstärke und in der kürzesten Zeit aufzuladen.
- Die möglichen Ladezeiten hängen vom Fahrzeug, Verfahren, der Akku-Temperatur und -Ladezustand ab.  
In der Regel laden Fahrzeuge etwa 80% in 20-60 Min.
- Es gibt Gleichstrom- und Wechselstrom-Schnellladung.



# Laden – Nissan Leaf



- ChaDeMo / 50 kW / 20 – 80% / 20 Min
- Typ1 (32A~) / 7 kW / 0 – 100% / 4,5h
- Typ1 (16A~) / 3,5 kW / 0 – 100% / 9h
- Schuko (10A~) / 2 kW / 0 – 100% / 15h



# Laden – Bezahlen



- Einige Ladesäulenbetreiber verschenken den Strom noch.
- Einige haben noch eigene Ladekarten.



- Viele schließen sich großen Abrechnungssystemen an wie z.B. „The New Motion“ oder „Plug Surfing“.



- Pläne für die Zukunft sehen EC- oder Kreditkarte vor.



# Laden – Tesla

## Tesla Supercharger

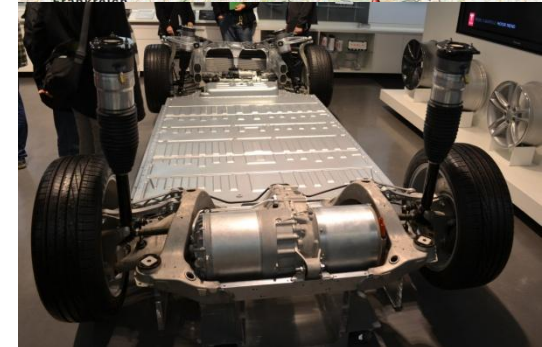
- Tesla Auto und Tesla Ladesäule sprechen miteinander. Es ist keine weitere Identifikation nötig. Die Abrechnung geschieht über das Benutzerkonto bei Tesla.
- Gleichstrom-Schnelllader mit 150 kW
- Das Fahrzeug zeigt die Ladepunkte auf dem Fahrzeug-Display an und macht Vorschläge zur Auswahl. Der Ladepunktstatus (verfügbar / belegt) wird im Fahrzeug angezeigt und berücksichtigt.



## Tesla Destination Charger

- Wechselstromlader zum langsamen Laden über Nacht.

**Fahrzeuge anderer Hersteller können das Tesla-Netzwerk aktuell leider nicht nutzen.**



# Laden – Probleme

- Ladesäule zugeparkt
- Keine Freischaltung möglich
- Ladesäule defekt
- Ladesäule schon in Benutzung
- Keine Ladesäule vorhanden



# Pro & Kontra

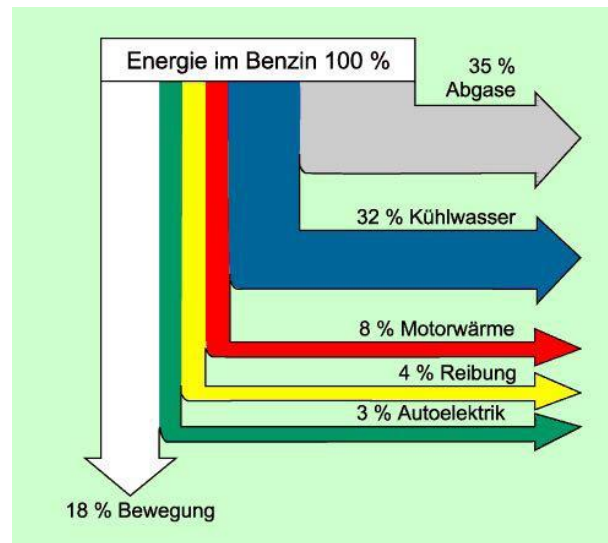
## *Kontra*

- höherer Anschaffungspreis
- geringere Reichweite
- Energiequelle evtl. aus fossilen Brennstoffen
- größere Mengen an Kupfer und Lithium
- Lademöglichkeiten, vor allem für das Schnellladen, noch nicht flächendeckend
- Keine Lademöglichkeit für Nutzer von Mietwohnungen
- Ladeplätze zugeparkt

# Pro & Kontra

## Pro

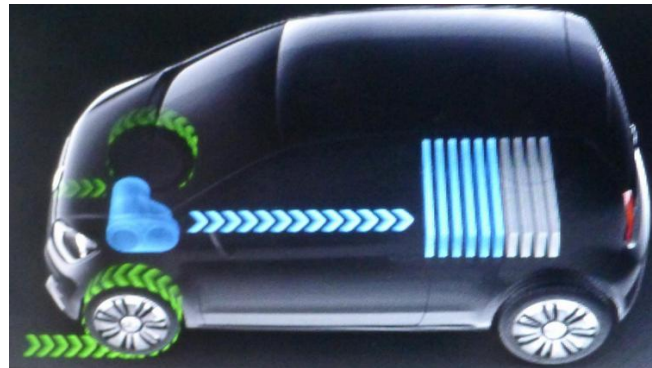
- **Ein batterieelektrisches Fahrzeug emittiert kein CO<sub>2</sub>, Stickoxid oder Ruß.**
- Ein PlugIn- oder Hybrid-Fahrzeug emittiert im elektrischen oder gemischten Betriebsmodus weniger Gase als ein Fahrzeug ohne Elektroantriebskomponente.
- **Ein Elektromotor arbeitet deutlich effizienter als ein Verbrennungsmotor!** Er kann ca. 80-97% der zugeführten Energie in Bewegung umwandeln, während ein Verbrennungsmotor nur etwa 10-20% der zugeführten Energie in Bewegung wandeln kann.



# Pro & Kontra

## *Pro*

- **Elektro- und Hybrid-Fahrzeuge rekuperieren** und gewinnen beim Bremsen Energie zurück, die sie in der Batterie speichern und beim Beschleunigen wieder abgeben.  
Das vermeidet Feinstaubbildung durch die Bremsen und verringert den Energieverbrauch.



- Die Wartungskosten eines reinen Elektrofahrzeugs sind deutlich geringer als die eines Verbrennungsfahrzeugs, da es weniger Verschleißteile gibt.  
**Öl, Filter, Zündkerzen, Auspuff etc. entfallen.**

# Pro & Kontra

## *Pro*

- **Lithium-Autobatterien haben einen Nutzungszeitraum von bis zu 30 Jahren!**
- Erst bis zu 15 Jahre im Fahrzeug...



- ...dann bis zu weiteren 15 Jahren als Energiespeicher.
- Nach Ende der Nutzungszeit wird er recycelt.

# Pro & Kontra

## **Pro**

- Für ein Elektrofahrzeug zahlt man 10 Jahre lang keine KFZ Steuer.
- Elektrofahrzeuge genießen in vielen Städten und Gemeinden Vorteile wie z.B. kostenloses Parken oder das Nutzen der Busspuren.  
Die Regelungen sind leider nicht einheitlich!
- Elektrofahrzeuge haben deutlich geringere Wartungskosten.
- Elektromotoren geben ihr volles Drehmoment sofort und drehzahlunabhängig ab, was zu einer verbesserten Beschleunigung führt.
- Ein Elektrofahrzeug kann bequem zu Hause geladen werden.



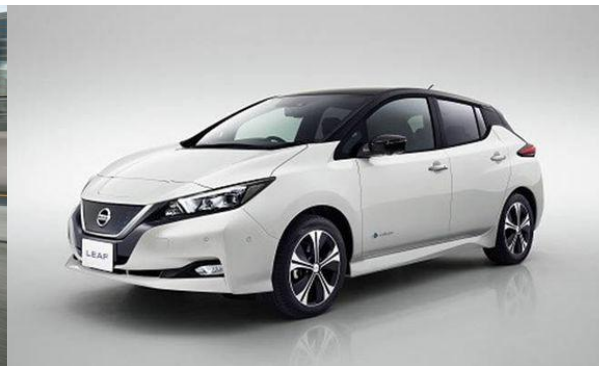


# Ausblicke

## Neue Fahrzeug, Prototypen oder Kleinserien



Chevrolet Bolt /  
Opel Ampera E



Nissan Leaf 2018



Sono Motors Sion



BYD e6



Tesla Model 3



e.GO Mobile e.GO Life



# Ausblicke

## Nutzfahrzeuge



DHL StreetScooter



Renault Master ZE



Proterra Bus



Nikola Motor One

# Ausblicke

## Zukunftsvisionen des Autos

- Autofahren als Dienstleistung

Car-Sharing-Dienste werden immer beliebter.

Über das Handy als Schnittstelle kann man heute schon problemlos Autos suchen und nutzen.

- Autonomes Fahren

Autonomes Fahren hat das Potential, die Unfallzahlen im Straßenverkehr zu reduzieren.

Durch autonomes Fahren kann ich ein Fahrzeug zu mir rufen und es wieder fortschicken. Die Notwendigkeit für ein eigenes Auto reduziert sich erheblich. Ein Auto kann sich selbst vermieten.

Tesla, BMW, Uber, Google und andere zeigen selbstfahrende Mietwagen als Vision ihrer eigenen Zukunft auf.



# Ausblicke

## Zukunftsvisionen des Ladens

- Wechselakkusysteme

Renault und Betterplace hatten 2008 – 2013 mit dem Fluence ein Wechselakkusystem in Israel und Dänemark etabliert.

Der Akku konnte voll automatisch in 4 Minuten getauscht werden.

Das Projekt ist mangels Nachfrage gescheitert.



- Flusszellenbatterie (Redox-Flow-Batterie)

Die Firma Quant möchte gerne ein Fahrzeug mit Flusszellenbatterie auf den Markt bringen.

Bei dieser Technik wird nicht der Akku, sondern das enthaltene Elektrolyt getauscht.

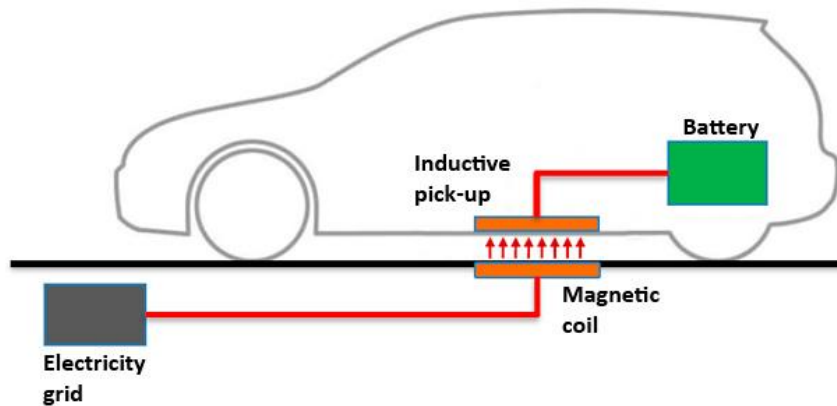


# Ausblicke

## Zukunftsvisionen des Ladens

### Induktives Laden

- Durch induktives Laden ergeben sich neue Möglichkeiten die Reichweite zu verlängern.
- Es kann z.B. bei kurzen Stopps (z.B. Ampel) oder sogar während der Fahrt nachgeladen werden.
- Aktuell betragen die Energieverluste durch den Luftspalt 30-50% !





# Ausblicke

## Verbesserung der Energiespeicher

Die Energiedichte von Akkus verdoppelt sich im Moment ca. alle 6 Jahre und damit auch die Reichweite.



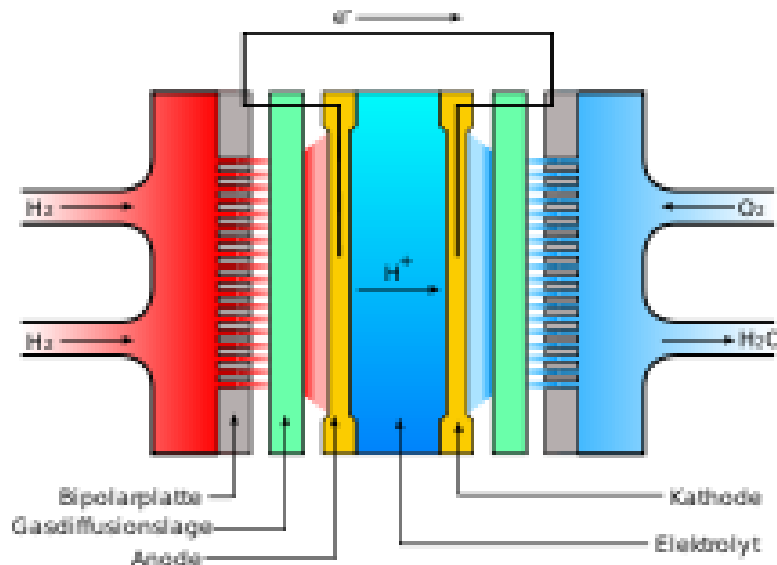
Dabei werden ständig neue Materialien eingesetzt und der Preis der Akkus halbiert sich.



# Ausblicke

## Wasserstoff und Brennstoffzelle

- Die Brennstoffzellen-Technik ist heute ausgereift und gut beherrschbar.
- Brennstoffzellen sind teuer, denn sie benötigen größere Mengen an Platin.
- Der meiste, heute verfügbare Wasserstoff wird aus fossilen Quellen erzeugt.

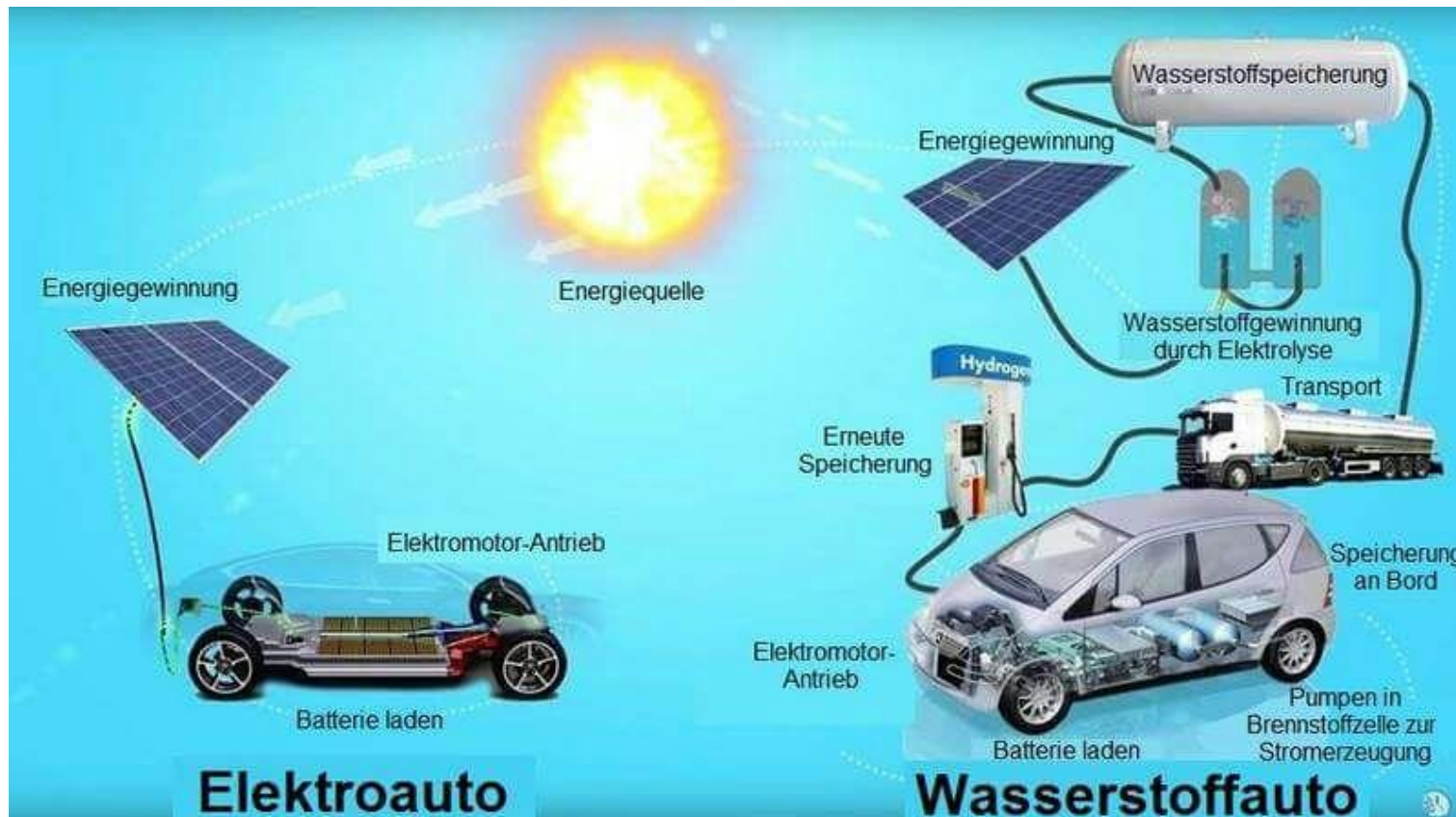


Toyota Mirai

# Ausblicke

## Wasserstoff und Brennstoffzelle

Bei der Konvertierung von elektrischer Energie in Wasserstoff und zurück gehen 75% der Energie verloren!

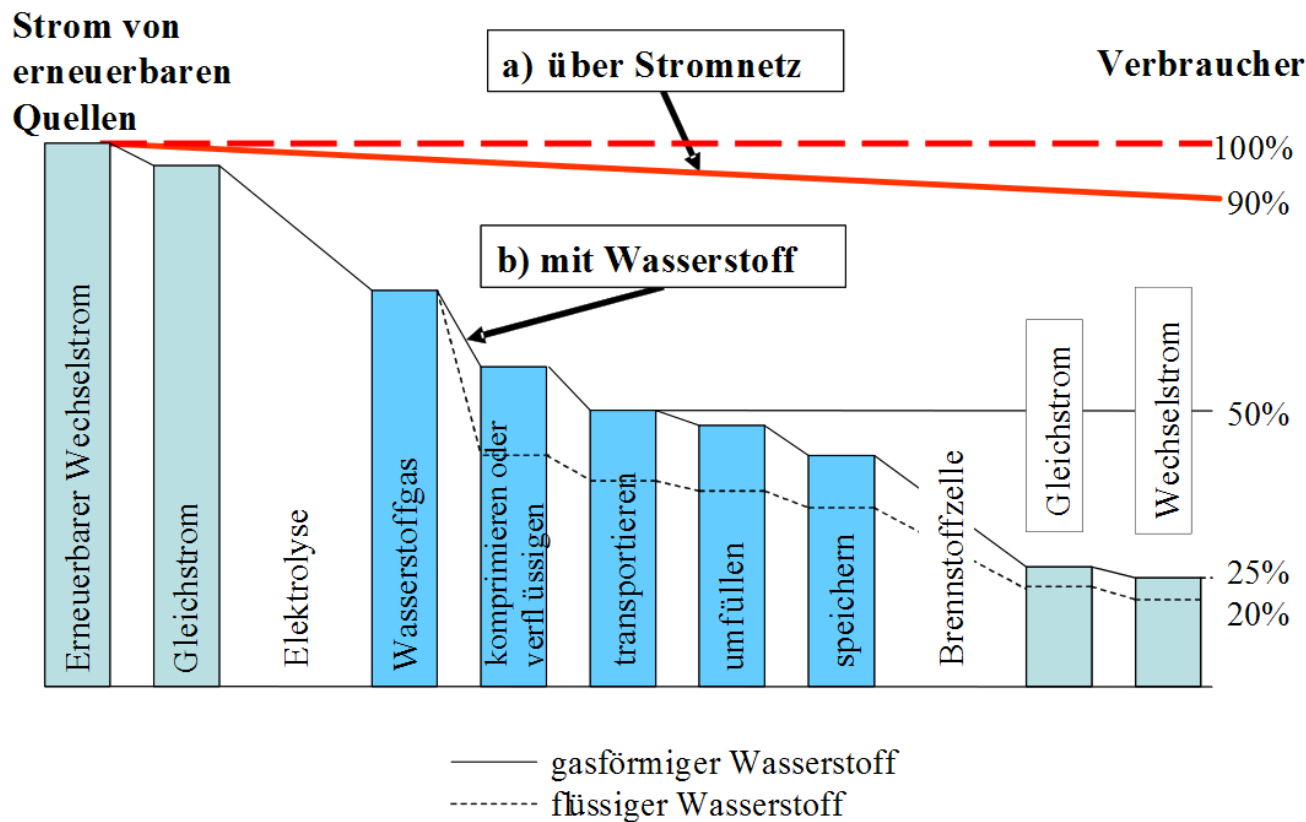






# Ausblicke

## Wasserstoff und Brennstoffzelle



c/ Ulf Bossel

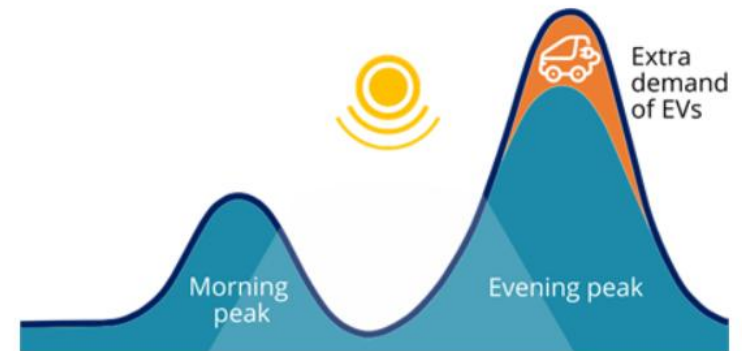
Die Energievernichtungskaskade der Wasserstoffwirtschaft (Bossel et al., 2003)

# Ausblicke

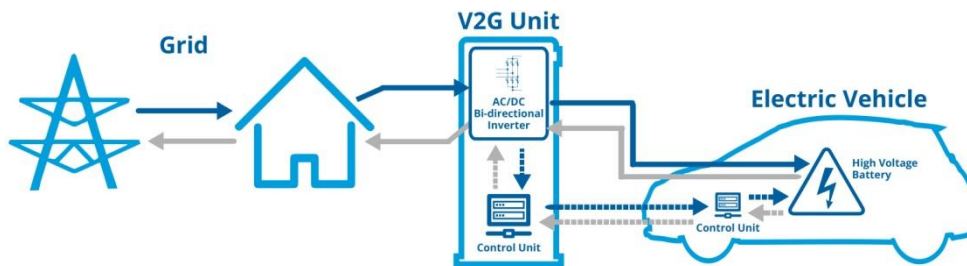
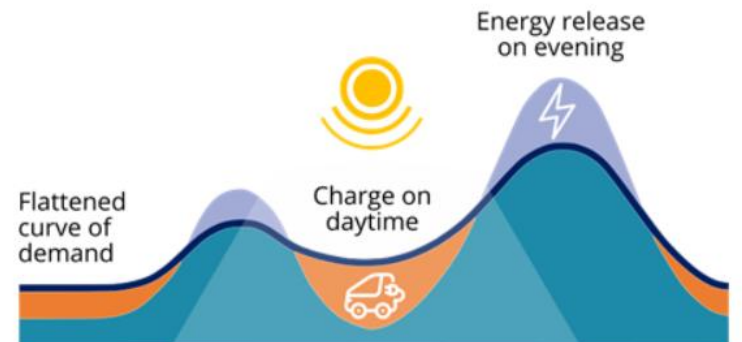
## Vehicle to Grid/Home

Elektroautobatterien als Pufferspeicher und für den Energietransfer

Without Vehicle to Grid:



With Vehicle to Grid:





# Ausblicke

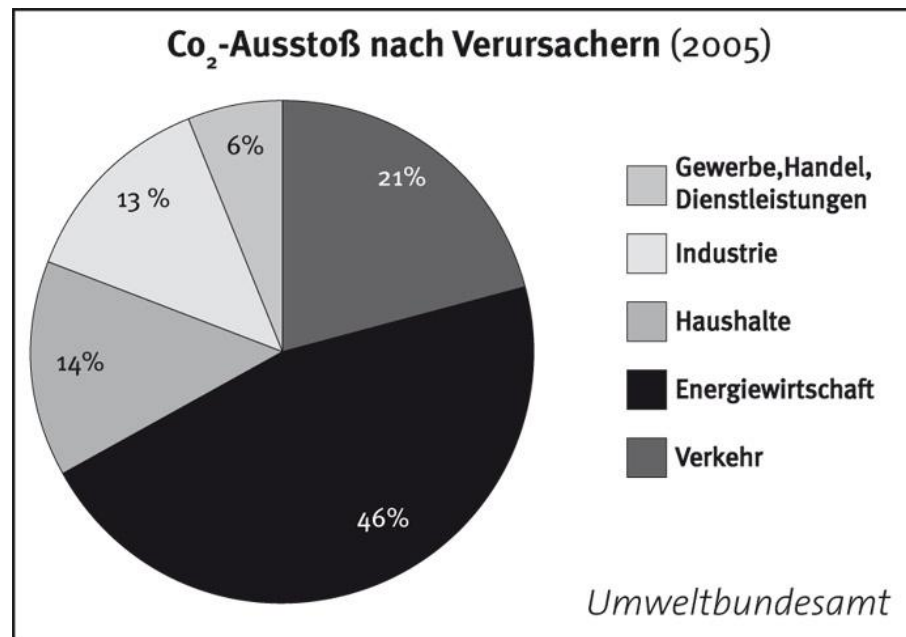
## Smart Grids

Regionale-Energieerzeugung, Speicherung und Verbrauch



# Kohlendioxid

Der Anteil des Straßenverkehrs an den CO<sub>2</sub>-Emissionen beträgt unverändert 21%.



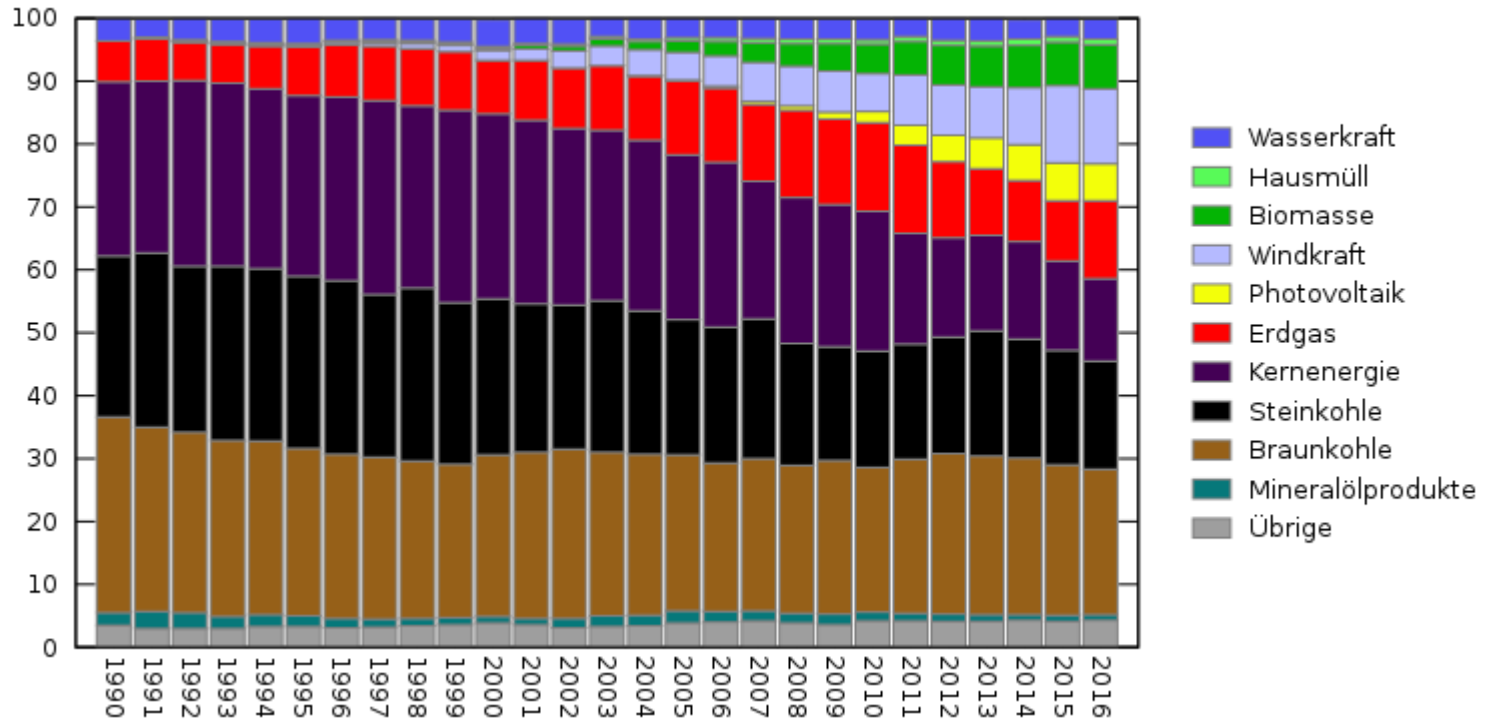
# Energiewende !

Wenn der Straßenverkehr ein Bestandteil der Energiewende werden soll, sind batterieelektrische Fahrzeuge der einfachste Weg!

Sie können direkt und verlustarm mit regenerativer Energie betrieben werden!



Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern 1990 - 2016 in Prozent



# Das Richtige tun!

- Wer heute einen Neuwagen kauft, sollte ein Elektrofahrzeug oder PlugIn-Hybrid kaufen, weil er/sie so:
  - CO<sub>2</sub>, Stickoxide und Partikel senkt
  - Energie und Kosten spart
  - Ein wertstabileres Fahrzeug erstet
- Ladesäulenbetreiber müssen:
  - Bedarfsgerecht mehr Ladepunkte aufstellen
  - Einheitliche Bezahlssysteme installieren
  - Transparenz und Angemessenheit der Preise verbessern
- Städte, Gemeinden und Arbeitgeber müssen:
  - Flächen für Ladepunkte bereitstellen
  - Die Ladeinfrastruktur planen, koordinieren und regulieren
  - Ladeplätze eindeutig beschildern mit „absolutes Parkverbot“ mit Ausnahme „Elektrofahrzeuge während des Ladevorgangs frei“ und farblicher Markierung der Fläche

# Vielen Dank!

Mehr Informationen auf der Webseite ...

[emobil-marburg.de](http://emobil-marburg.de)

... und bei einem unserer Treffen !





# Backup





# Energieverbrauch

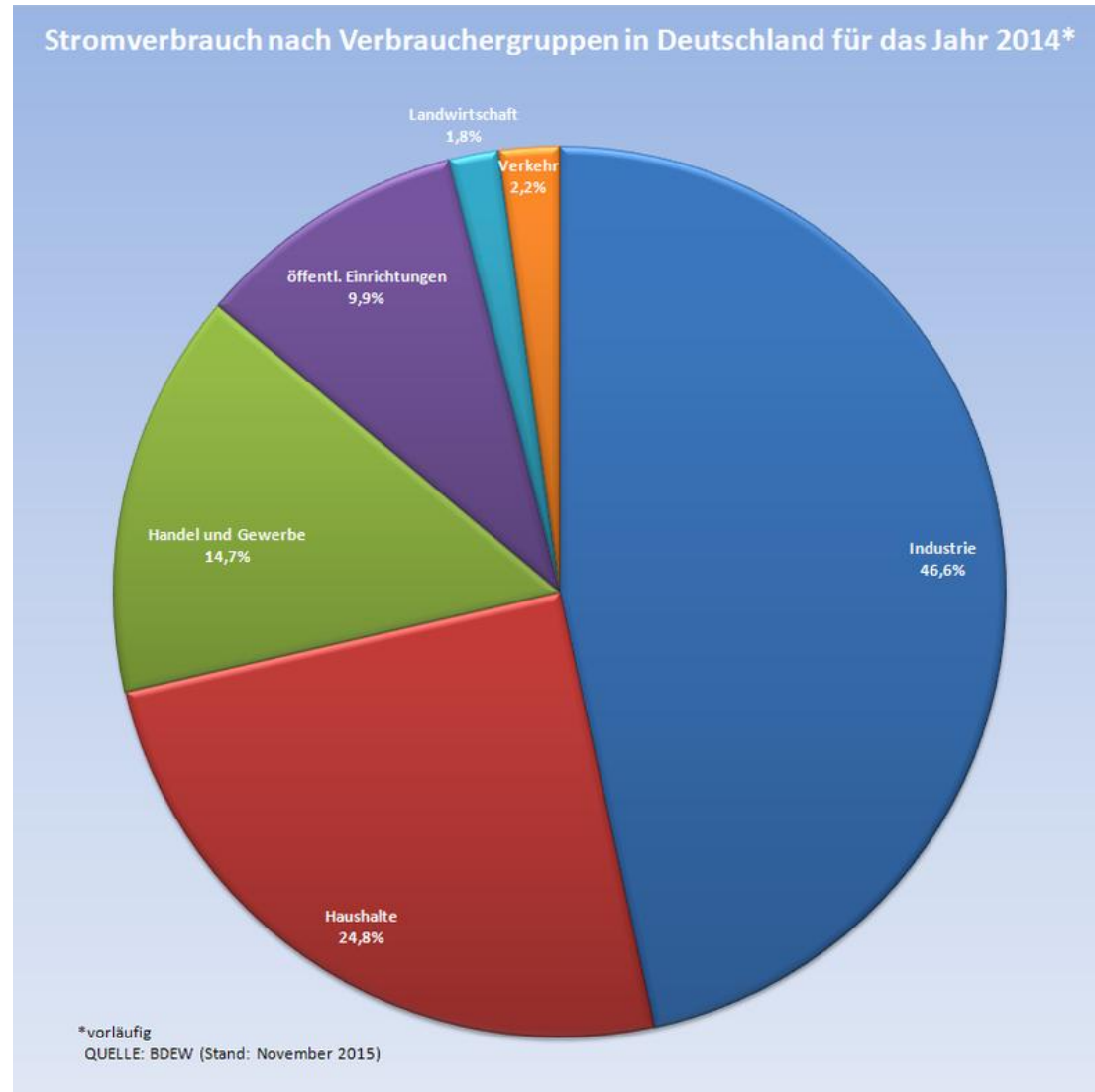
Nettostromverbrauch  
2014 = 524,0 TWh

Jahresstromverbrauch  
PKW ca. 3000 kWh

300.000 PKW = 0,3 TWh

1 Mio PKW = 3 TWh

45 Mio PKW = 135 TWh



# Energieverbrauch Benziningewinnung

Das DOE (Department Of Energy) wurde 2009 gefragt:

"Wie viel Energie wird verwendet, um 1 Liter Benzin herzustellen?"

Antwort:

"6 kWh pro Gallone" (= 1,585 kWh pro Liter)

<http://gatewayev.org/how-much-electricity-is-used-refine-a-gallon-of-gasoline>

# Energieverbrauch Benziningewinnung

- Heizwert Benzin: 8,9 kWh/Liter
- Eigenverbrauch Raffinerie ca. 15%
- Stromanteil ca. 30% = 5% vom Energieverb.
- Mengenanteil des Benzin am Rohöl ca.25%
- Für 1 L Benzin werden 4 L Rohöl verarbeitet

$$8,9\text{kWh/L} \times 4\text{L} = 35,6\text{kWh}$$

$$35,6\text{kWh}/100 \times 15 = 5,34 \text{ kWh Gesamt}$$

$$35,6\text{kWh}/100 \times 5 = 1,78 \text{ kWh Elektrisch}$$