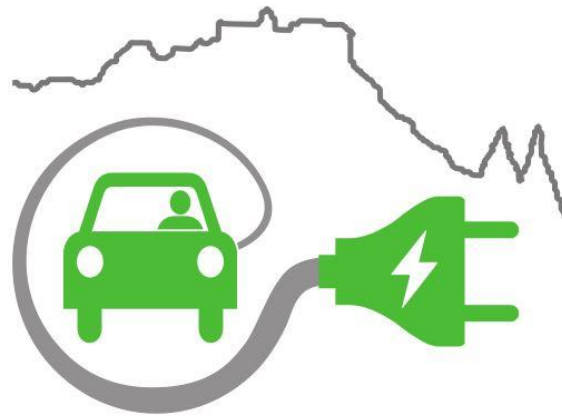


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

Guido Barth

12.06.2019

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Agenda

### **Teil 1 (30 Min.) 9:50 – 10:20**

- Fahrzeugbesichtigung

### **Teil 2 (60 Min.) 10:20 – 11:20**

- PKW mit elektrischen Antrieben
- Batterie- und Ladetechnik
- Verbrauch & Reichweite

### **Pause 11:20 – 11:35**

### **Teil 3 (45 Min.) 11:35 - 12:20**

- Technik im Detail

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Vorstellung

### Guido Barth

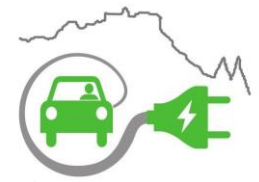
**IT Projektleiter bei Siemens Healthcare in Marburg**

Seit 2006 fahre ich teilelektrische Fahrzeuge (Toyota Prius mit LPG & Pedelec) und seit 2016 rein elektrische wie Nissan Leaf und Hyundai Kona Electric.



# Das Elektroauto

Klimawandel und Extremwetter = Klimakrise!



Emobil-Marburg.de



Kirchhain 8.8.2018



Friedrichsdorf 19.7.2017



Edersee 9.10.2018



Kirchhain 14.4.2014

# Das Elektroauto



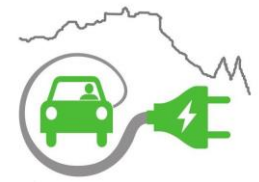
Emobil-Marburg.de

## Klimawandel und Extremwetter = Klimakrise!

Wir sind die erste Generation, welche die Auswirkungen des Klimawandels spürt und die letzte, die etwas dagegen tun kann. (Barak Obama) 2015



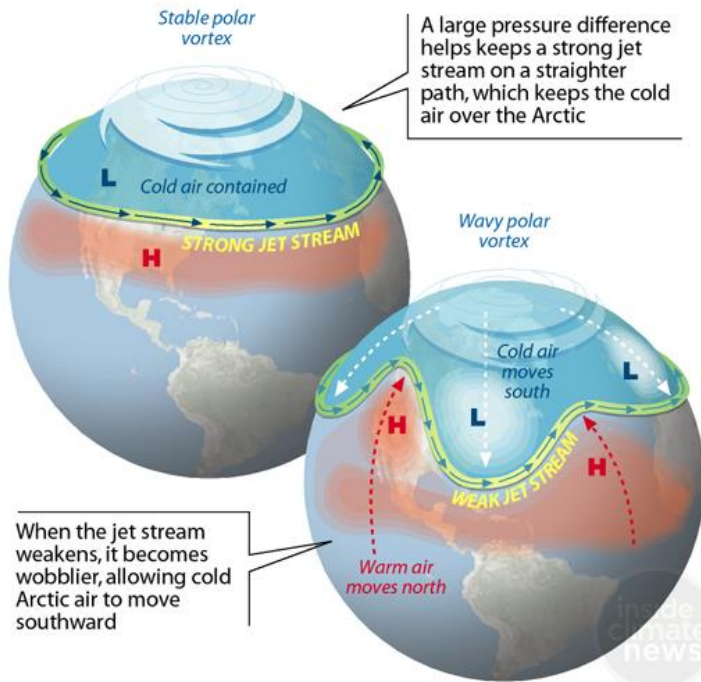
Uns gehen die Entschuldigungen aus und die Zeit. Eine Veränderung wird kommen. (Greta Thunberg) 2018



## Klimakrise

### Polar Vortex Explained

The polar vortex is a large area of low pressure and cold air over Earth's North and South Poles. When the jet stream weakens, it becomes wavier, allowing that cold air to dip southward in places while warmer air pushes northward elsewhere.



SOURCES: NOAA; Scientific American

PAUL HORN / InsideClimate News

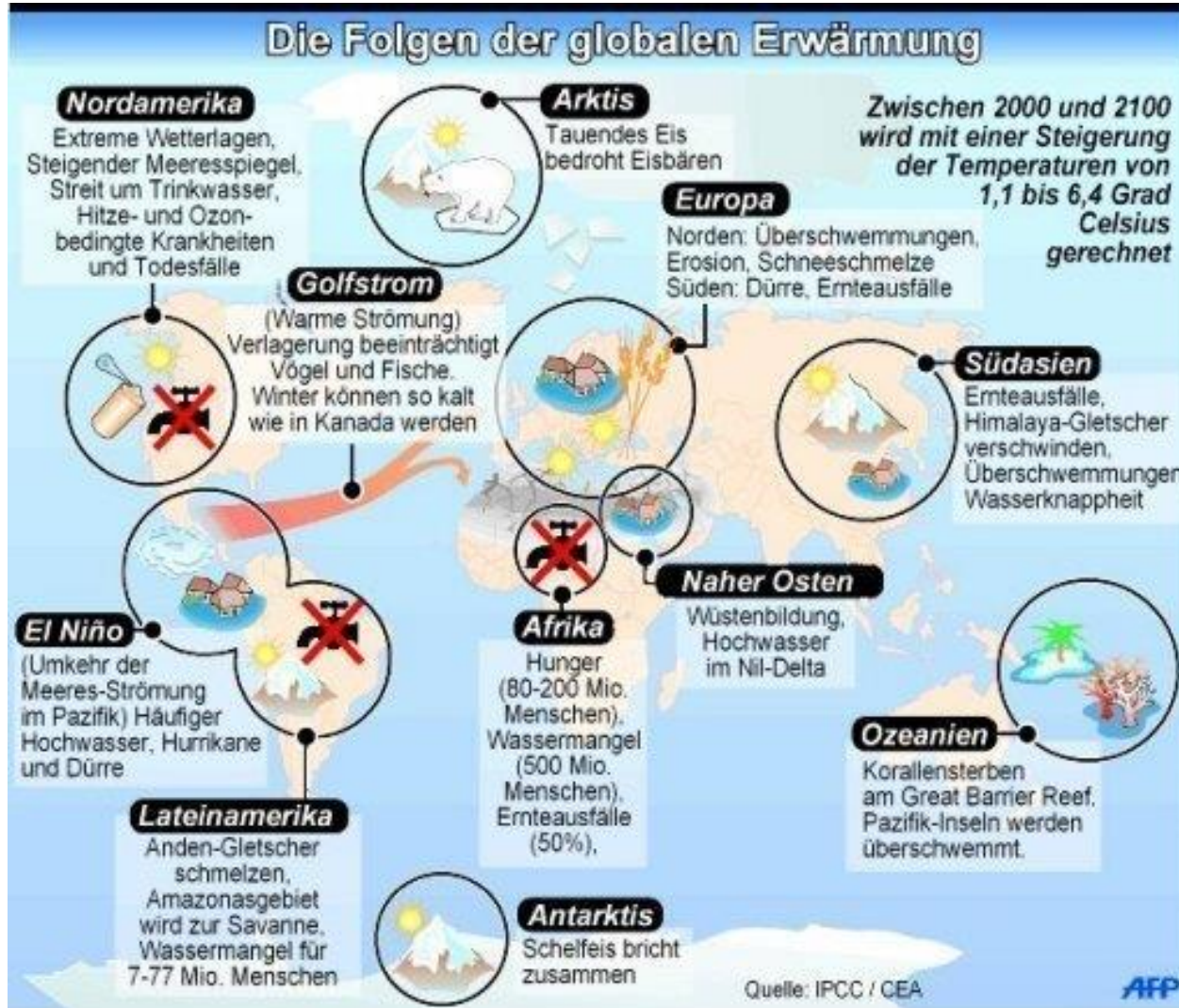


# Das Elektroauto

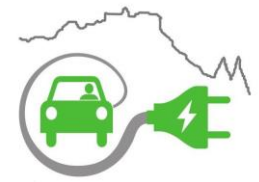


Emobil-Marburg.de

## Folgen der Klimakrise

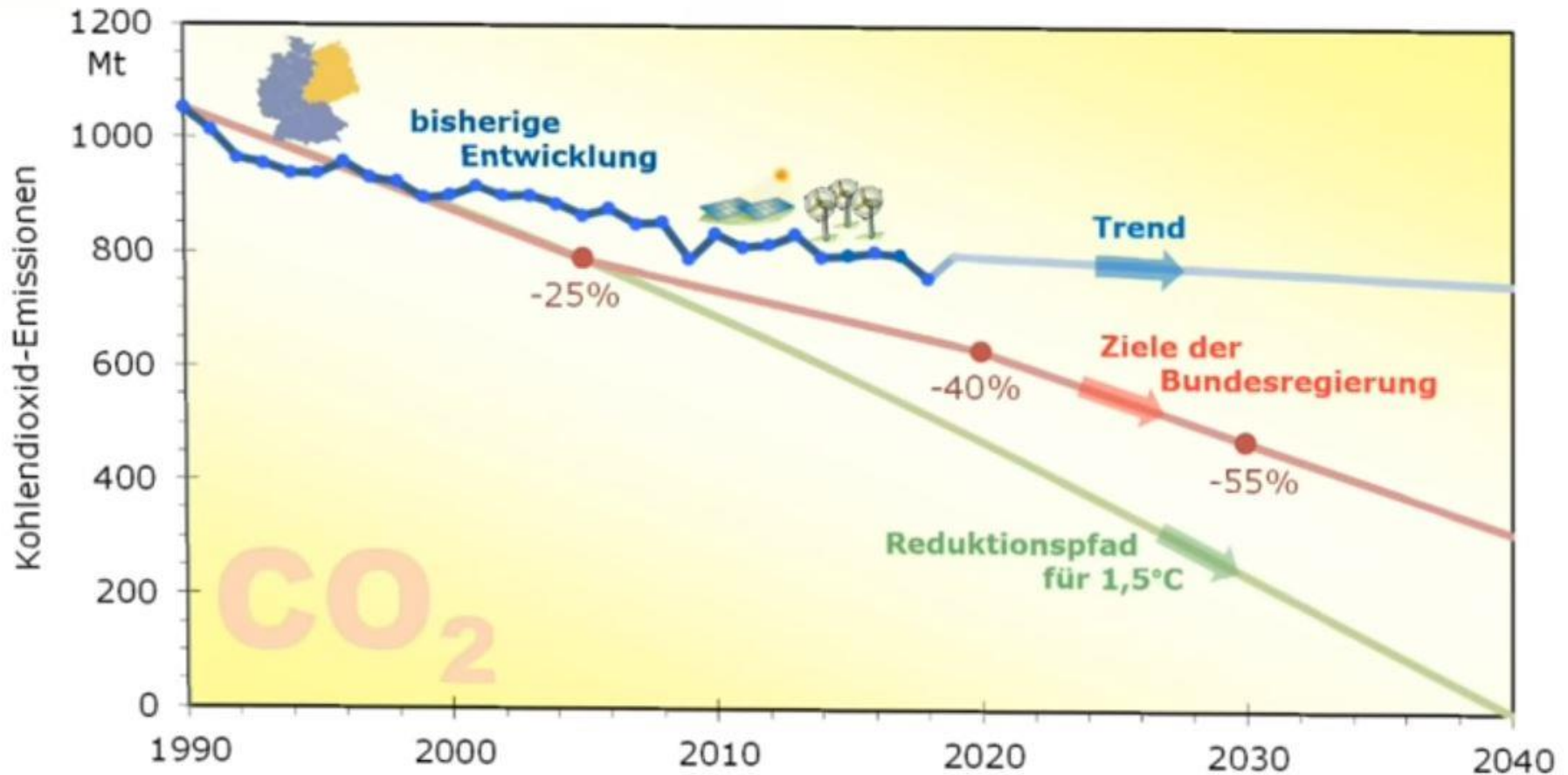


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Klimakrise und CO2 Ziele





# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Fahrverbote gegen schlechte Luft

### LÄNDER MIT GEPLANTEM VERBOT VON BENZIN- UND DIESELAUTOS (TABELLE)

#### Fahrverbote

Paris  
4/2014

Madrid  
12/2016

Barcelona  
12/2017

Kopenhagen  
1/2019

Land	Jahr
Norwegen	2025
Niederlande	2030
Israel	2030
Irland	2030
Indien	2030
Island	2030
China	2030
Frankreich	2040
England	2040
Taiwan	2040
Deutschland	2050

#### Verbrenner Verbote

Oslo  
2024

Paris  
2029

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Mein persönlicher Beitrag zur Energiewende

- 2000 Ökostrom-Kunde
- 2007 PKW (Prius) mit Hybridantrieb und LPG
- 2008 Pedelec im Eigenbau
- 2014 Umstellung Rasenmäher auf Akku-Mäher
- 2015 Umstellung auf Pelletofen
- 2016 PKW (Leaf) mit Akkuelektrischem Antrieb
- 2018 10 kWh Photovoltaik mit 12 kWh Li-Speicher
- 2018 Kompensation von Flugreisen über Atmosfair
- 2019 Fokus auf Vermeidung von Plastikverpackung



## Emissionsvermeidung

### Wie kann man den CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- und Schadstoff-Ausstoß im Straßenverkehr reduzieren?

- Vermeidung von Verkehr  
(z.B. Heimarbeit, Sammelbestellungen, Lokale Produkte)
- Effizientere Nutzung von Verkehrsmitteln  
(ÖPNV)
- Effizienzsteigerung der Verkehrsmittel  
(z.B. Car Sharing, Ride Sharing)
- Verwendung von alternativen Antrieben und Kraftstoffen  
(Muskelkraft, **Strom**, Wasserstoff, Biokraftstoffe)

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Lösungsansätze

## Fahrzeuge mit elektrischen Antrieben



# Das Elektroauto

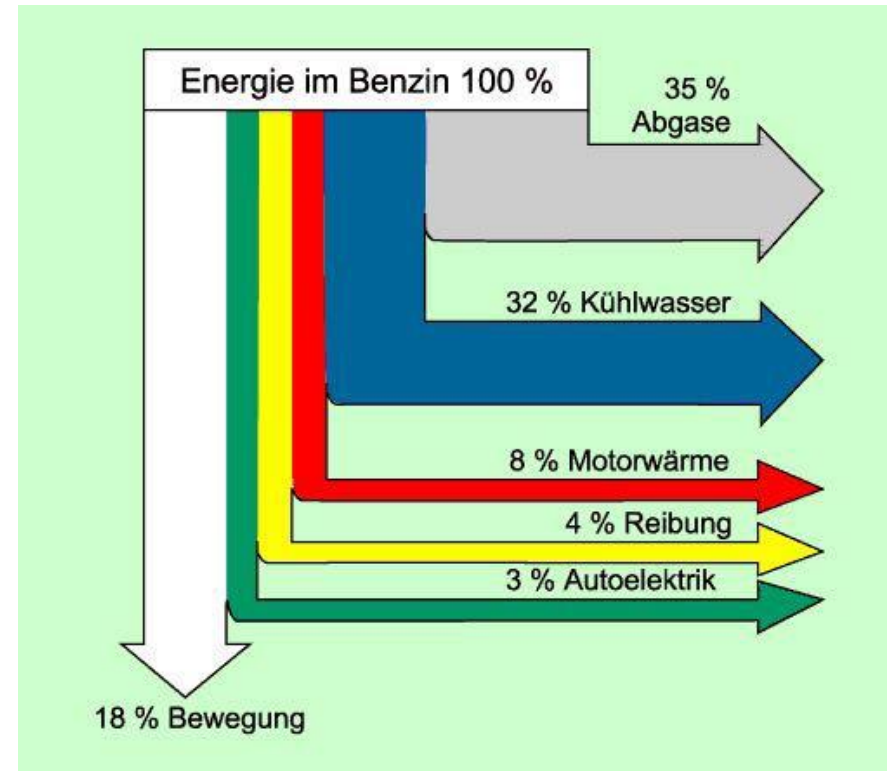


Emobil-Marburg.de

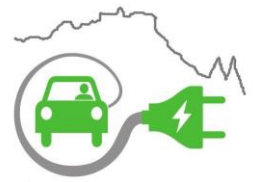
## Energieverbrauch

**Ein Elektromotor** wandelt **80-95%** der zugeführten Energie in Bewegung um.

**Ein Verbrennungsmotor** kann nur etwa 10-30% der zugeführten Energie in Bewegung umwandeln.



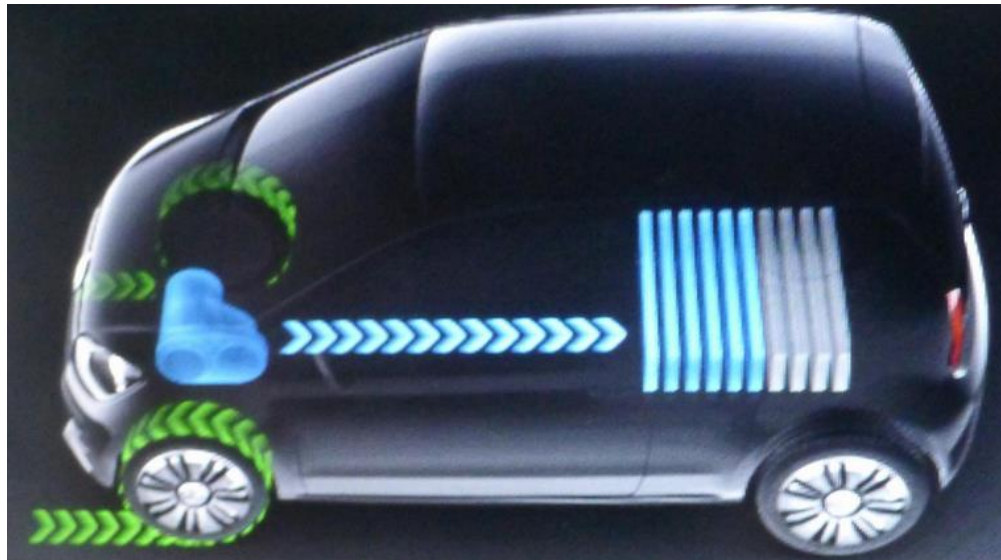
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Energieverbrauch

**Elektro- und Hybrid-Fahrzeuge rekuperieren** und gewinnen so beim Bremsen Energie zurück, die sie in der Batterie speichern und beim Beschleunigen wieder abgeben.



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

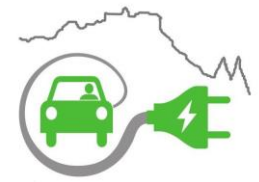
## Materialverbrauch

Die Wartungskosten eines reinen Elektrofahrzeugs sind deutlich geringer als die eines Verbrennungsfahrzeugs, da es weniger Verschleißteile gibt.

**Zündkerzen, Auspuff, Öl-Filter, Motor-Öl, Zahnriemen, etc. entfallen!**



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Geschichte des Elektroautos



In Coburg baut A. Flocken das erste deutsche Elektroauto.

La Jamais Contente fährt in einem Elektroauto 105,88 km/h.

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

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

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

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



1880 1882

1899

1909

1920

1971

1987

1996

2008

2010

2012

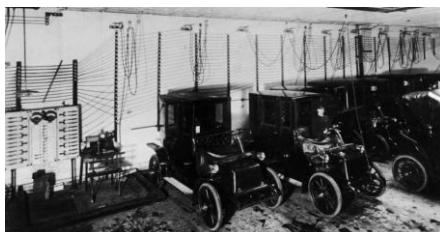
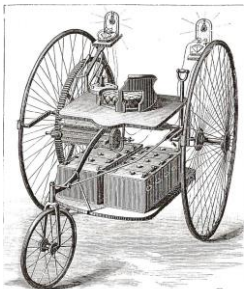
Ayrton & Perry Electric Tricycle

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

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

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

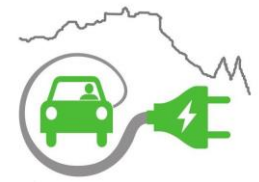
Tesla Model S  
Max 240 km/h  
RW: 643 km  
50.000



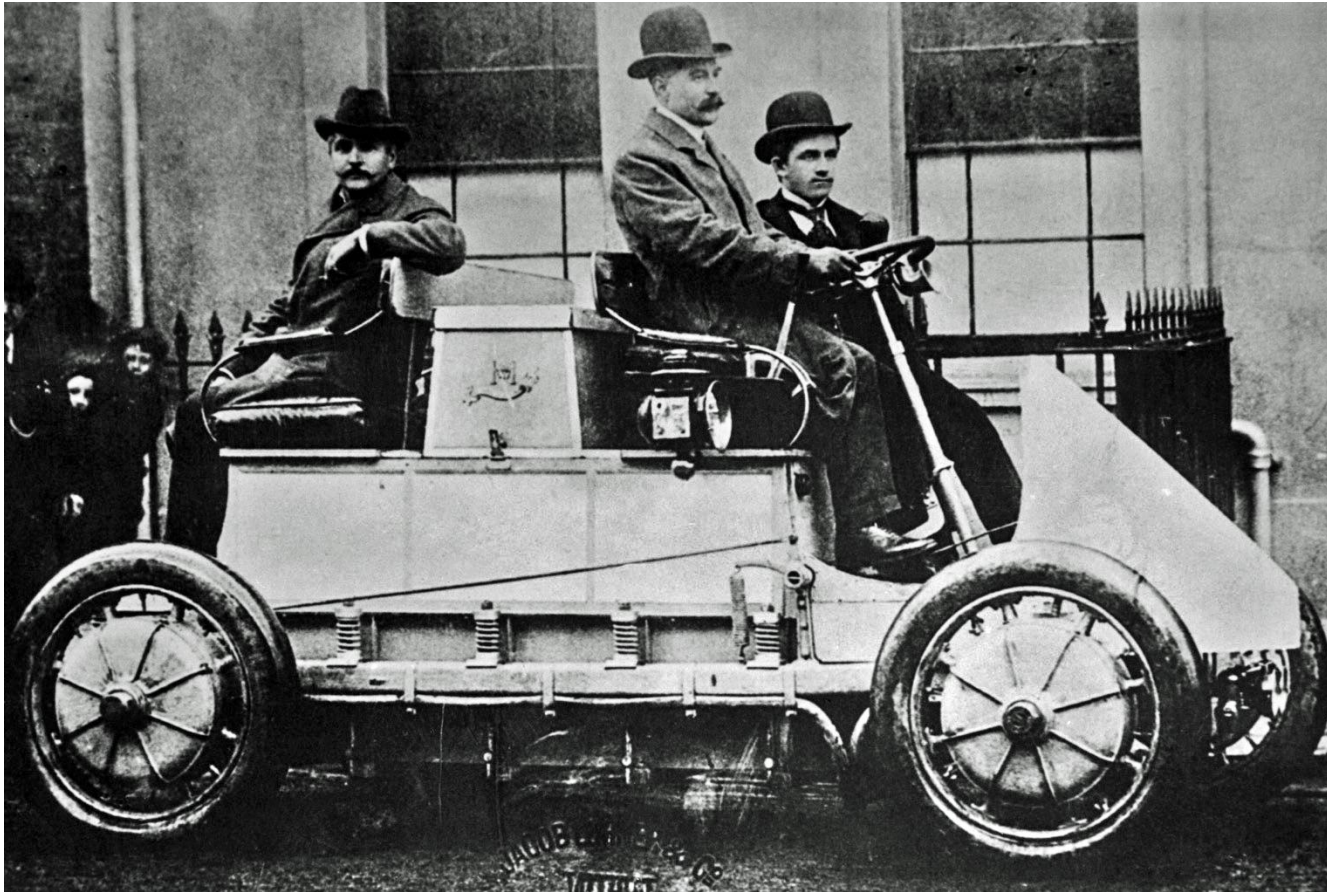


# Das Elektroauto

## Geschichte des Elektroautos

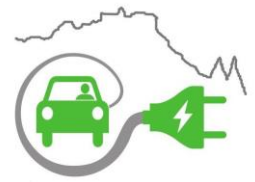


Emobil-Marburg.de



Lohner-Porsche mit Allradantrieb (1900)

# Das Elektroauto

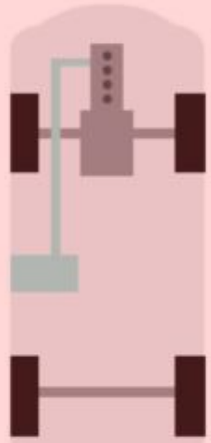


Emobil-Marburg.de

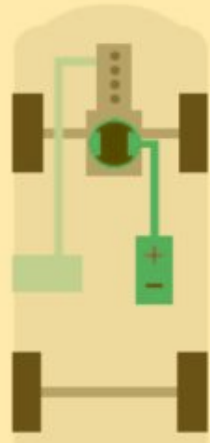
## Aufbau Elektroauto



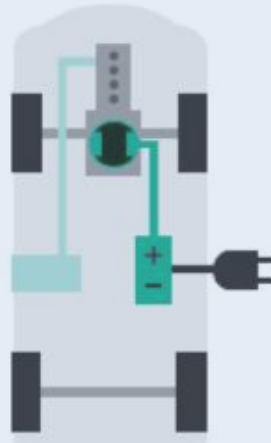
Konventionelles Fahrzeug



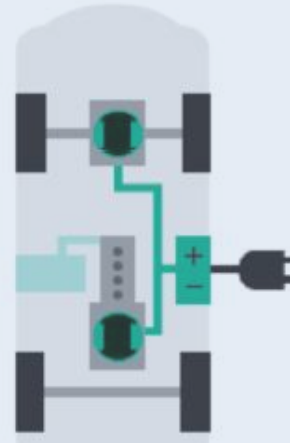
Paralleler Hybrid



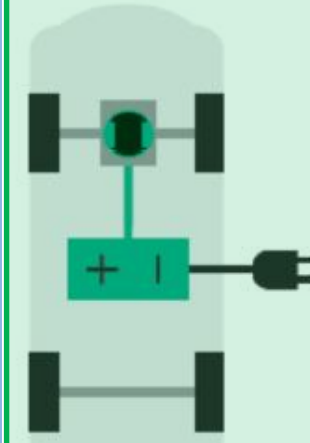
Plug-in-Hybrid



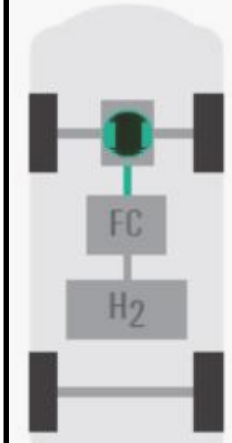
Serieller Hybrid



Batterieelektrisches Fahrzeug

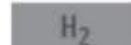


Brennstoffzellenfahrzeug



 Benzintank

 Batterie

 H<sub>2</sub>

 Wasserstofftank

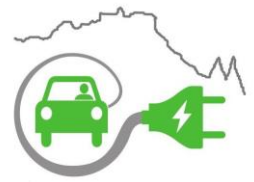
 FC Brennstoffzelle

 Verbrennungsmotor

 Elektromotor/Generator

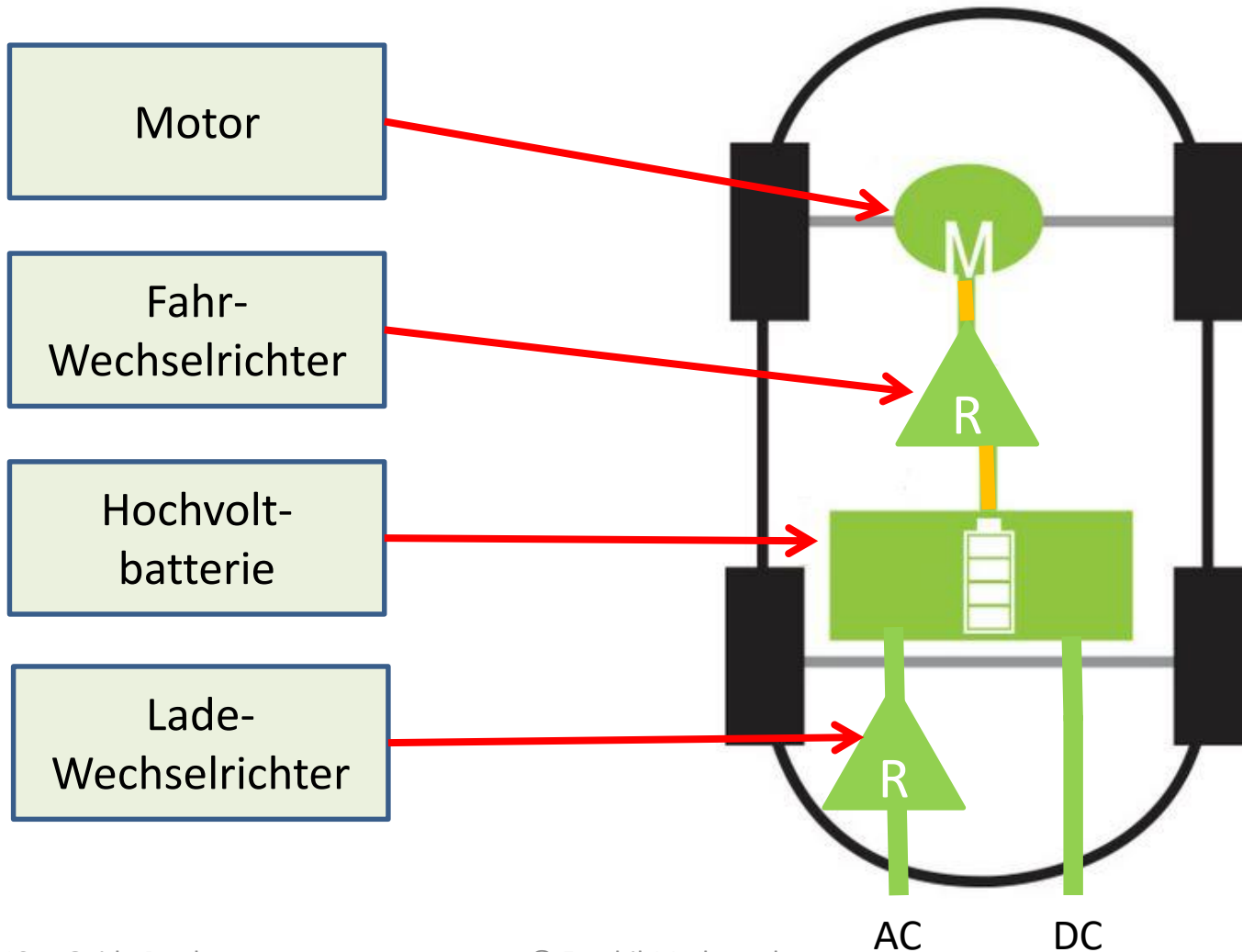
Es gibt bereits diverse elektromobile Antriebskonzepte – hier im Vergleich zum konventionellen Antrieb. (Fraunhofer IAO)

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Aufbau Elektroauto

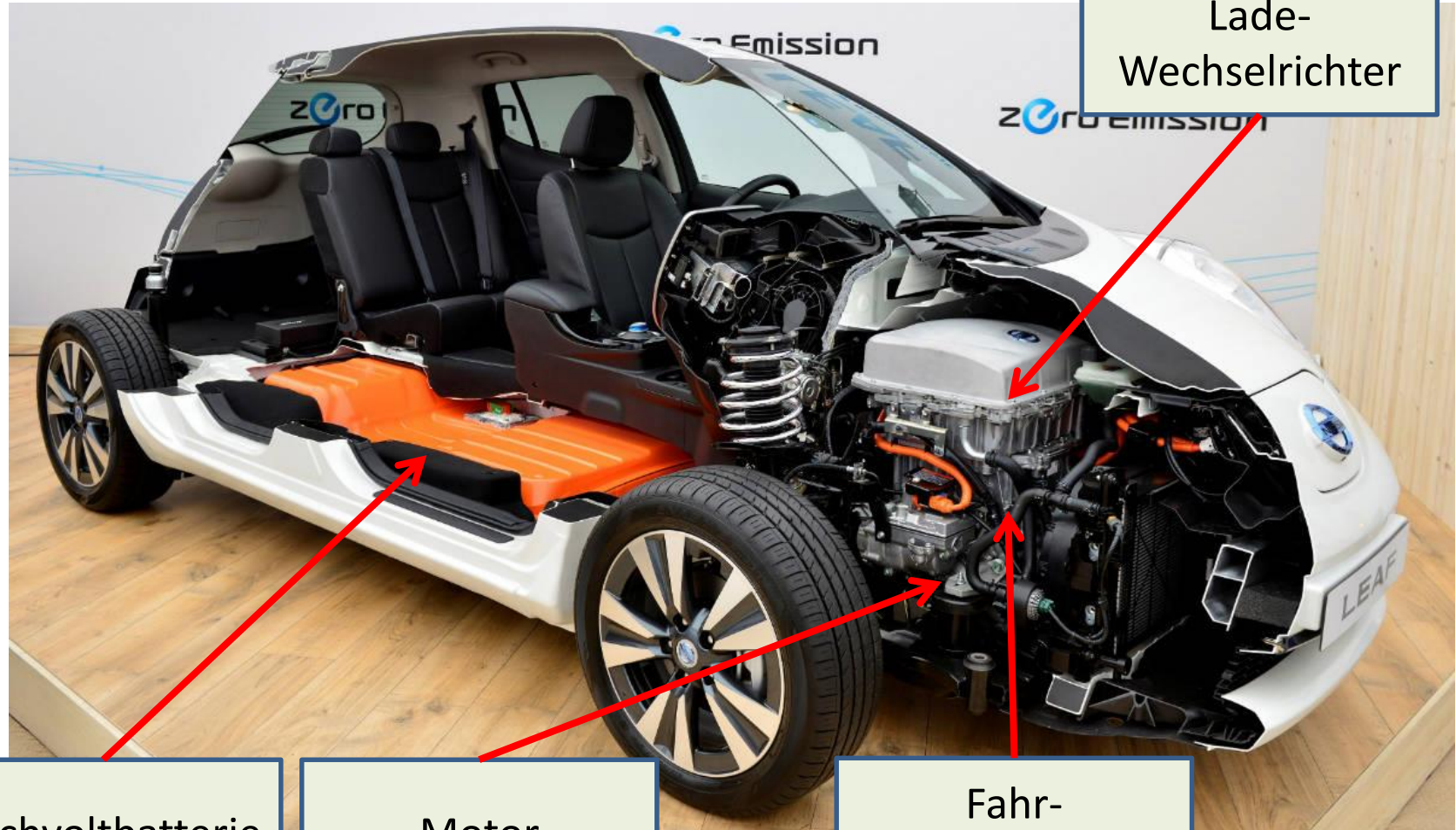


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Aufbau Elektroauto



Lade-  
Wechselrichter

Hochvoltbatterie

Motor

Fahr-  
Wechselrichter

Quelle: Nissan

# Das Elektroauto



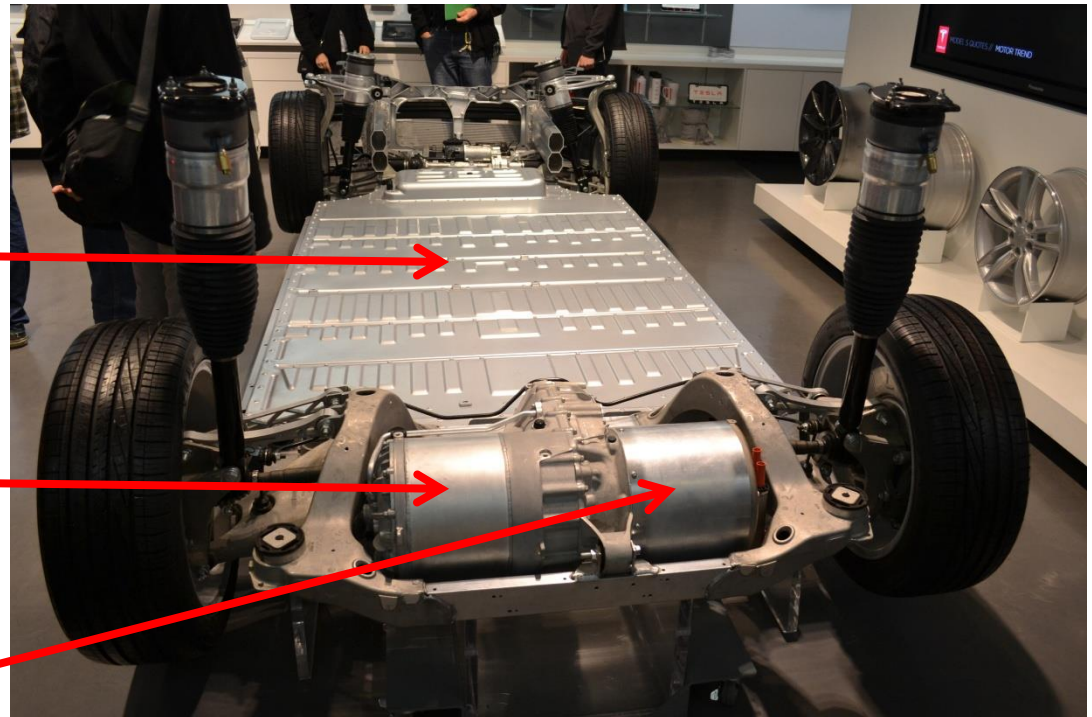
Emobil-Marburg.de

## Aufbau Elektroauto

Hochvoltbatterie

Motor

Fahr-  
Wechselrichter



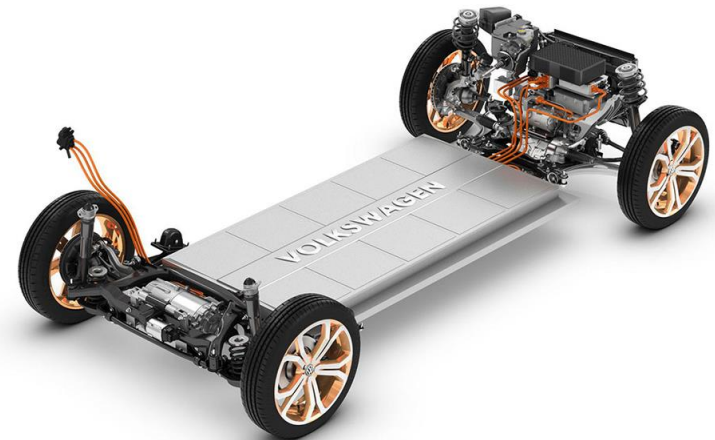
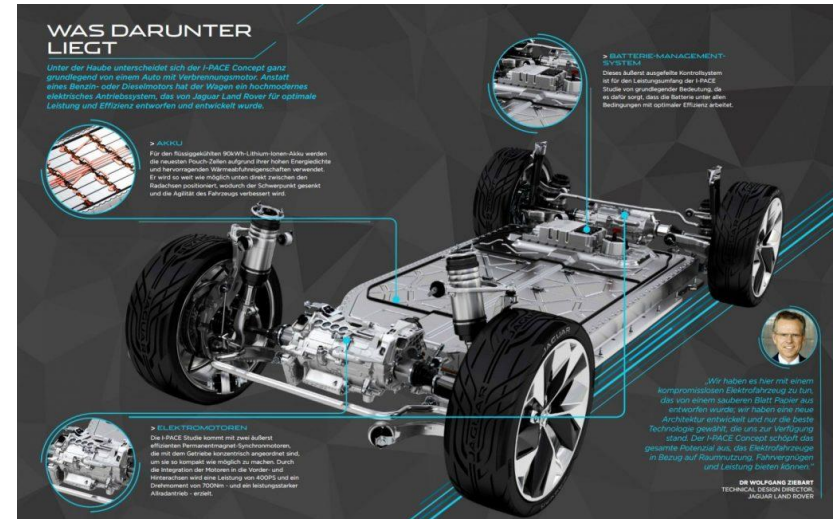
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Aufbau Elektroauto

- Fast alle Elektro- und Hybrid-Fahrzeuge haben ein „Automatikgetriebe“
- Fahrzeuggewicht ist vergleichbar mit Verbrennungsfahrzeugen
- Tiefer Schwerpunkt im Fahrzeugboden
- Steifere Fahrgastzelle durch Batteriegehäuse
- Weniger Bauteile im „Motorraum“
- Teilweise größere Knautschzone



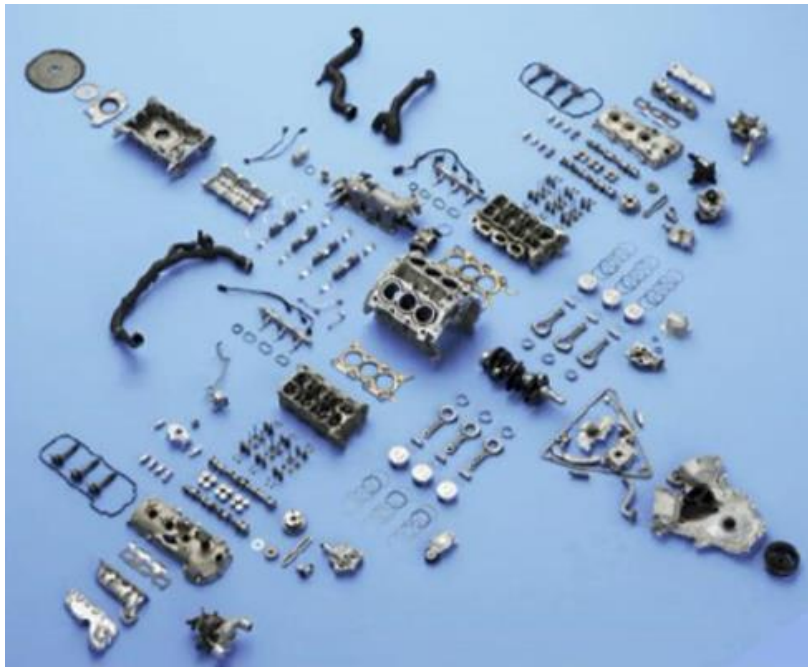
# Das Elektroauto



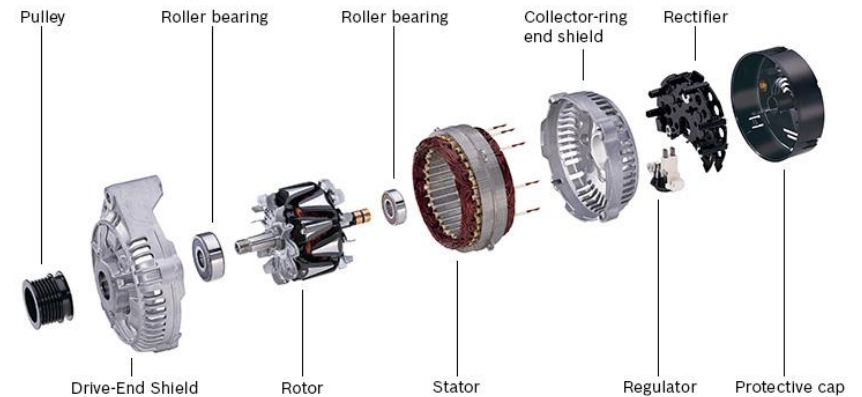
Emobil-Marburg.de

## Technik Elektroantrieb

Verbrennungsmotor  
700-1200 Teile

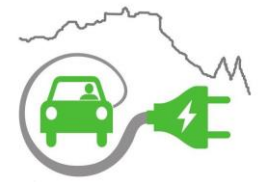


Elektromotor  
10-200 Teile

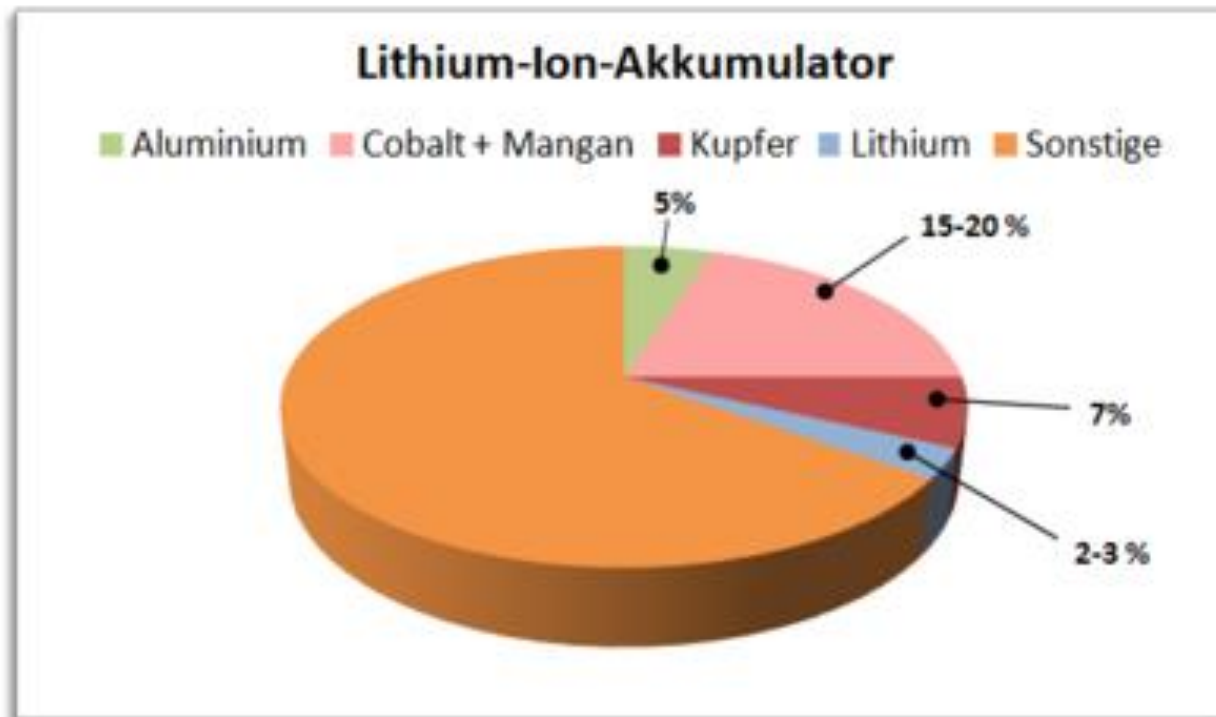


# Das Elektroauto

## Batterietechnik



Emobil-Marburg.de



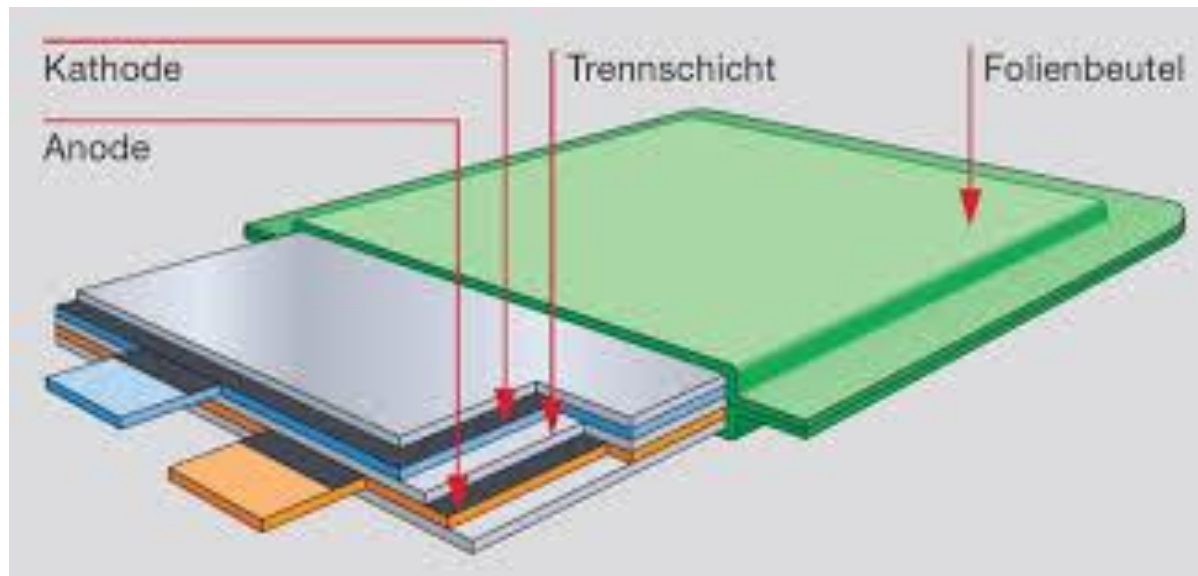
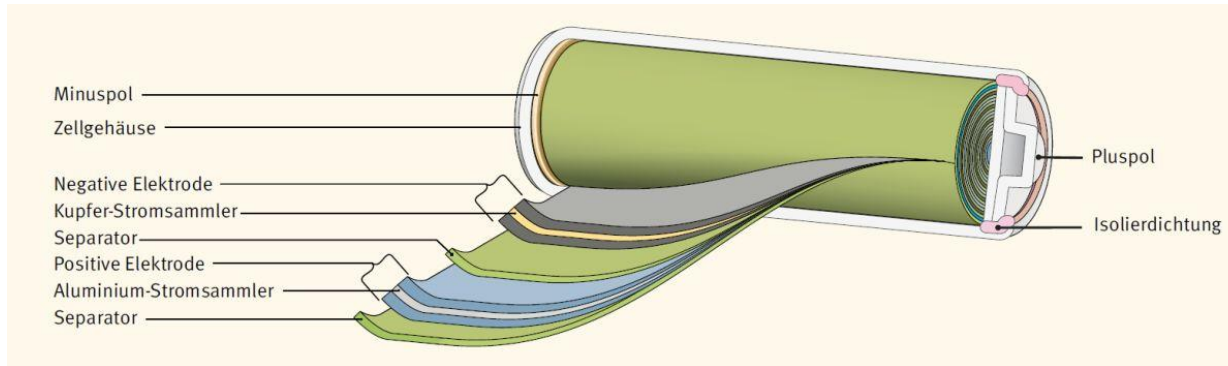


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Batterietechnik



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Batterietechnik

### Tesla Model S/X/3



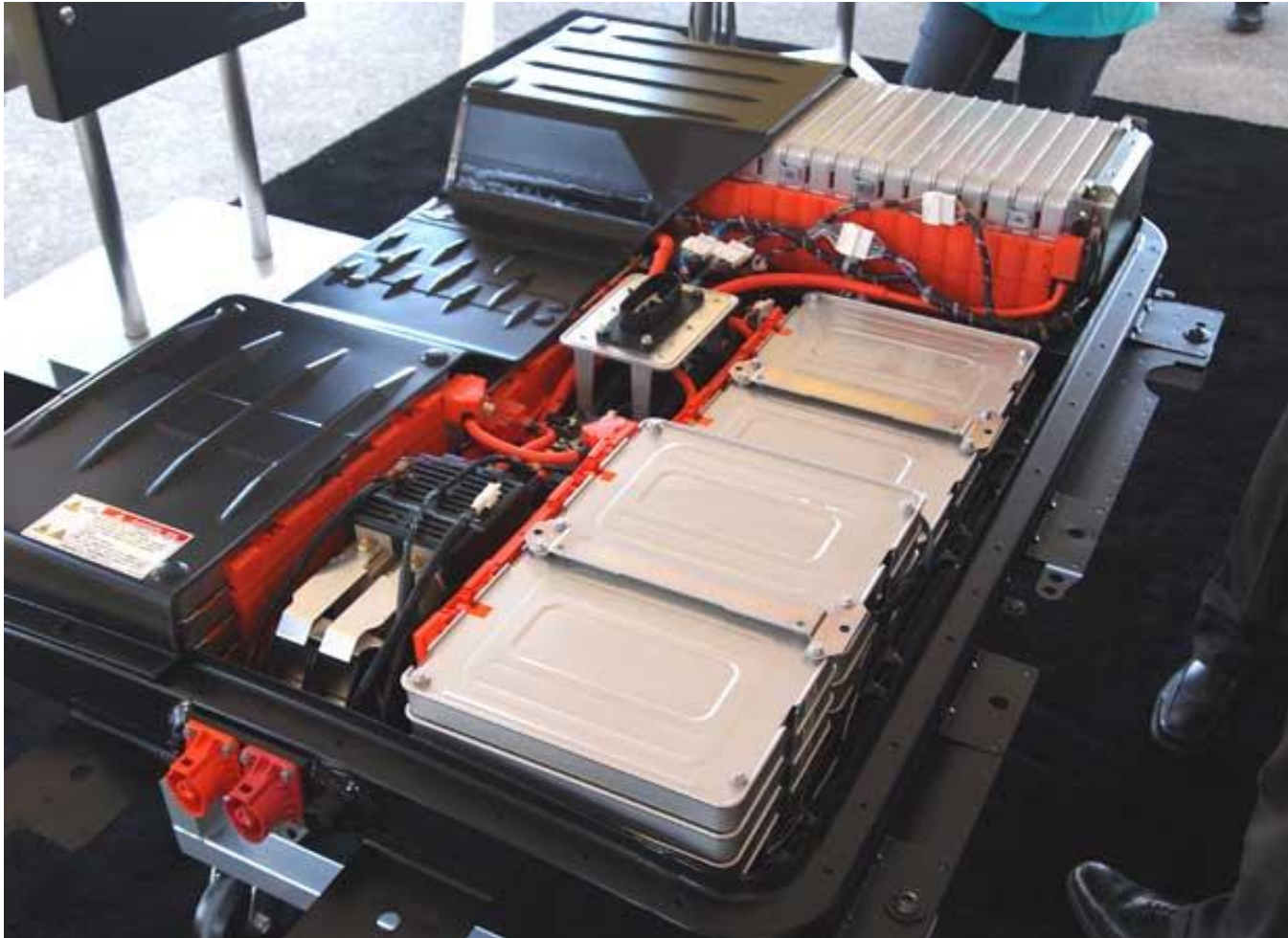
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Batterietechnik

### Opel Ampera E

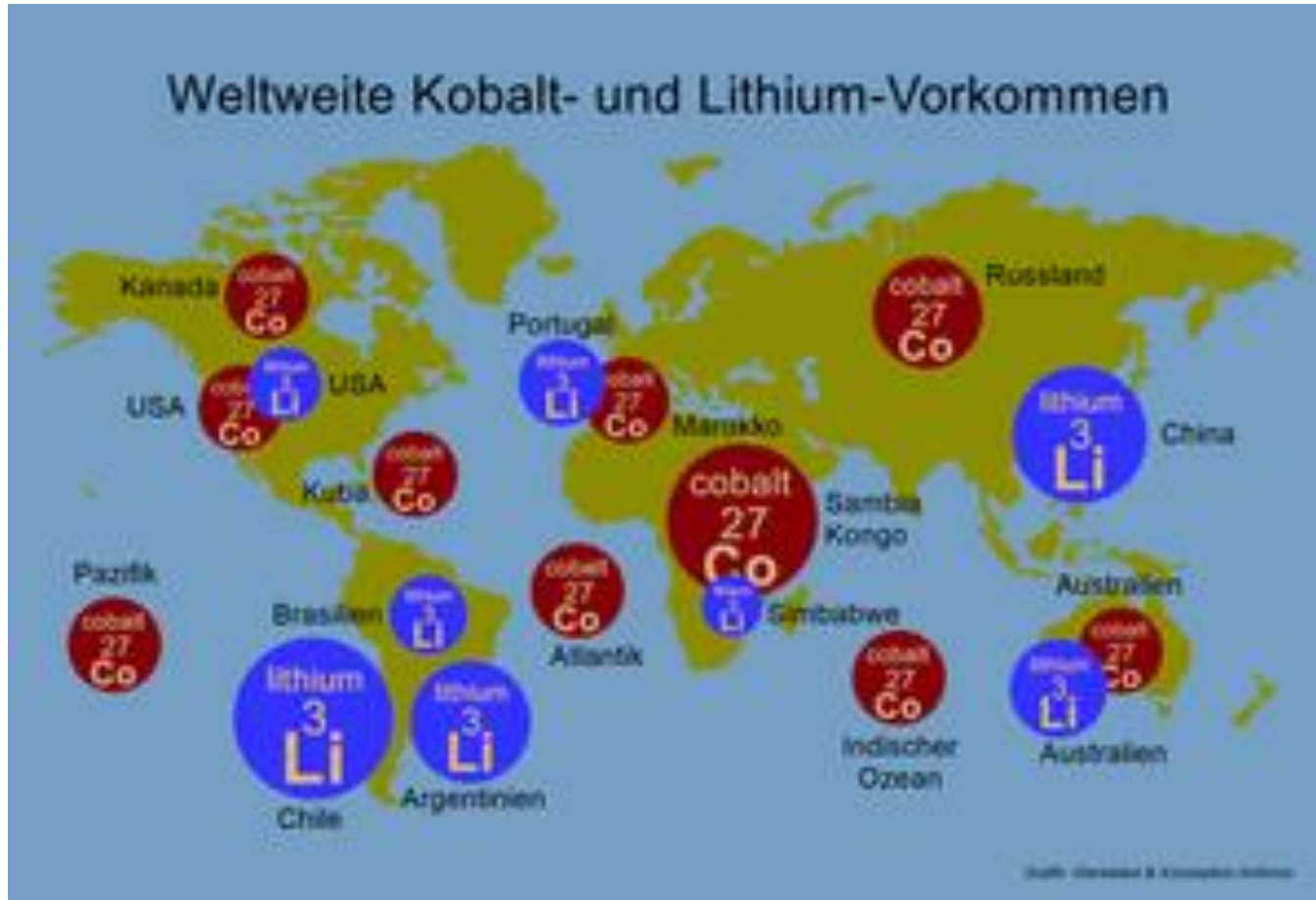


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

Akkutechnik  
Rohstoffe



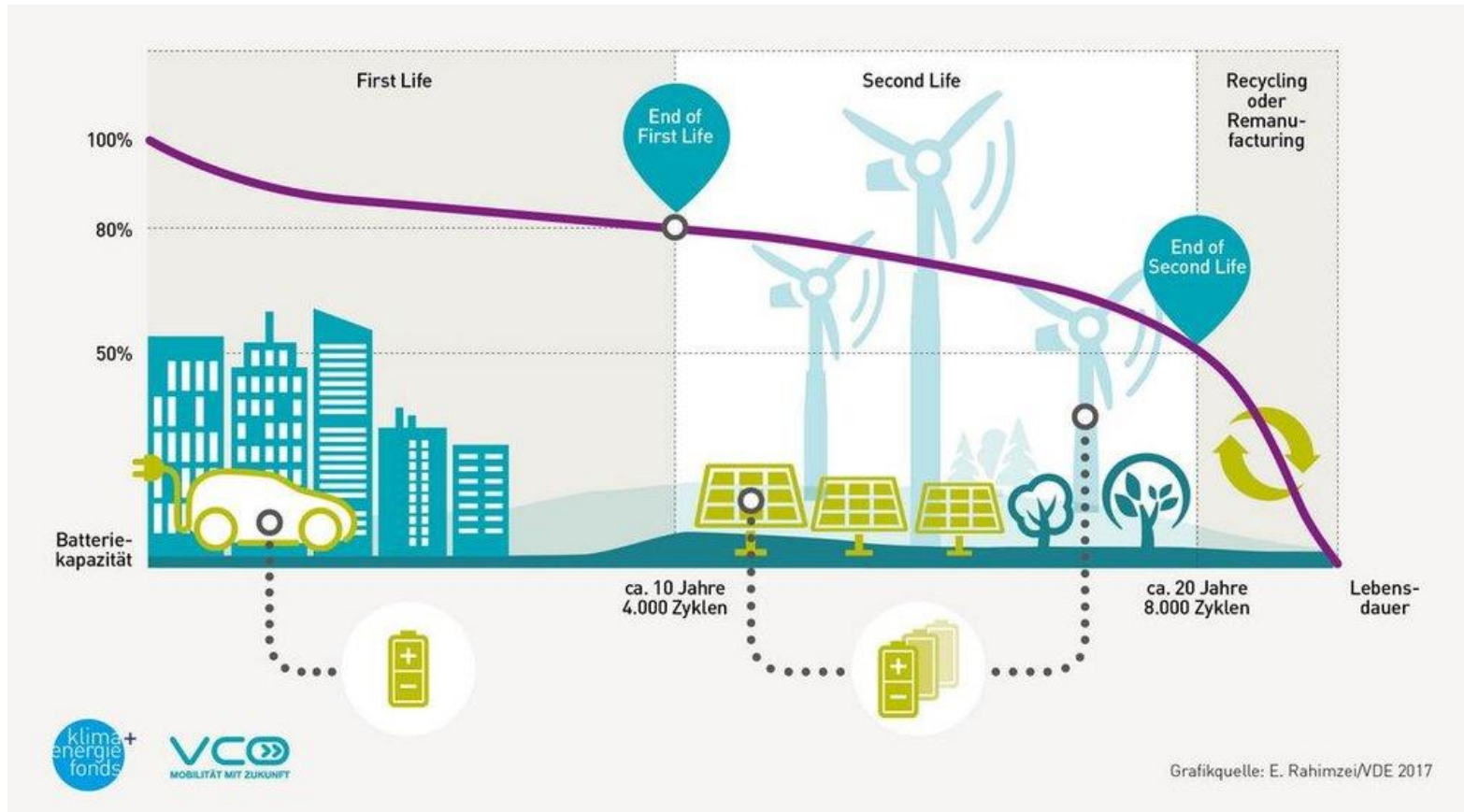
# Das Elektroauto



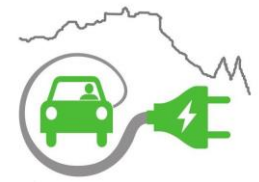
Emobil-Marburg.de

## Batterietechnik

# Das zweite Leben der Autobatterie!



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Akku Recycling

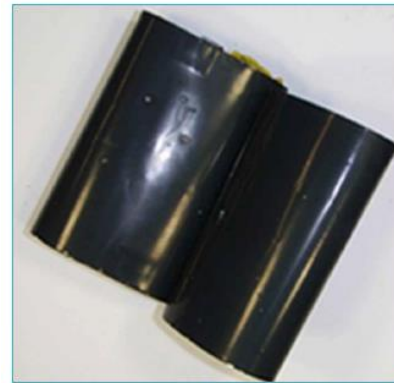
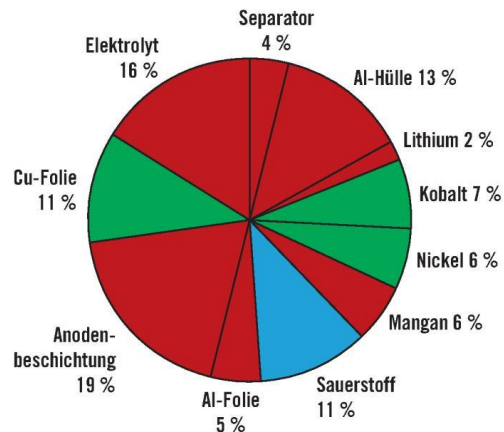
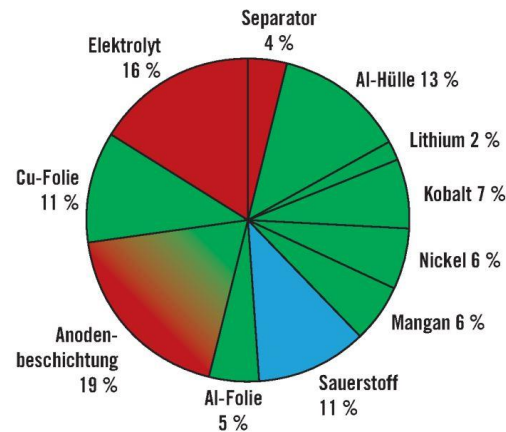


Bild 11: Thermische Behandlung einer Kathode; unbehandelte (links) und behandelte Kathode (rechts)

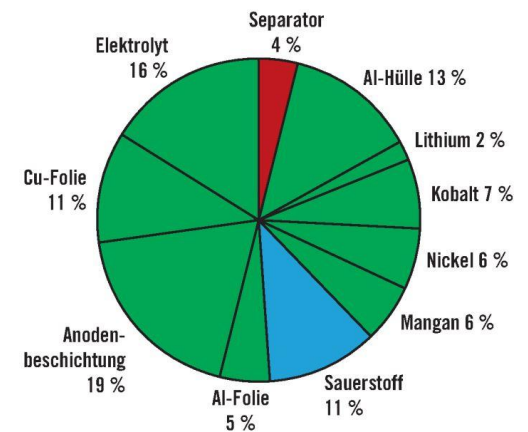
Stand der Technik  
27 %\*



Duesenfeld-Technik 2018  
56 bis 75 %\*



Duesenfeld-Technik 2020  
96 %\*



Grün: stoffliches Recycling

Rot: andere Verwertung (Deponierung, Baustoff, Verbrennung)

\* Auf Batteriezellebene nach Abzug des Sauerstoffs

# Das Elektroauto

## Batterie-Elektrische-PKW (BEV) 2019



Emobil-Marburg.de



Mitsubishi i-MiEV



Smart IQ ForTwo



Smart IQ ForFour



Renault ZOE



Hyundai Ioniq Electro



Hyundai Kona Electro



Kia Soul EV



Kia e-Niro



BMW i3



VW e-UP!



VW e-Golf



Nissan Leaf (2)



Opel Ampera-E



Fiat 500e

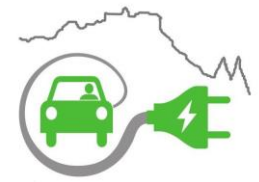


e.Go Life



Nissan Leaf (1)

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Batterie-Elektrische-PKW (BEV) 2019



Tesla Model S



Tesla Model X



Tesla Model 3



Audi e-tron 55

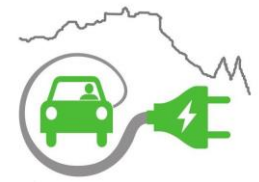


Jaguar iPace



# Das Elektroauto

## Batterie-Elektrische-PKW (BEV) 2019



Emobil-Marburg.de



Nissan e-NV200



Citroen Berlingo Electric



Renault Kangoo Z.E.



StreetScooter Work

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Batterie-Elektrische-PKW (BEV) 2020



Mercedes EQC



Porsche Taycan



Volvo Polestar 2



Mercedes EQV



Microlino / Karolino



Rivian R1S

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Batterie-Elektrische-PKW (BEV) 2020



VW ID 3



Honda e



Opel Corsa e



Peugeot e-208



Sono Motors Sion



Always U5

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Energieverbrauch

Autos	Diesel l/100km	Strom (WLTP) kWh/100km	Effizienz Differenz	Energiekost./100km
Renault Clio vs. ZOE	5,0l = 55kWh	16,8kWh = 1,53l	3,2	6,15€ / 5,04€
VW Golf Diesel vs. eGolf	5,7l = 62,7kWh	16kWh = 1,45l	3,9	7,01€ / 4,80€
Nissan Pulsar vs. Leaf	5,2l = 57,2kWh	17kWh = 1,54l	3,4	6,40€ / 5,10€
BMW 5er vs. Tesla Model S	7,7l = 84,7kWh	21kWh = 1,91l	4,0	9,47€ / 6,30€
Audi Q7 vs. Tesla Model X	8,5l = 93,5kWh	23kWh = 2,09l	4,0	10,46€ / 6,90€



**1l Diesel = 11kWh (Heizwert)**  
*(1l Benzin = 10kWh (Heizwert))*

1l Diesel = 1,23€  
1 kWh Strom = 0,30€



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Laden

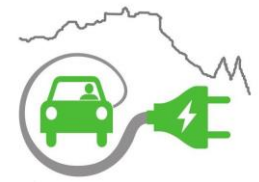


## Ein Elektrofahrzeug kann man überall laden!



## Am einfachsten zu Hause in der Garage

# Das Elektroauto

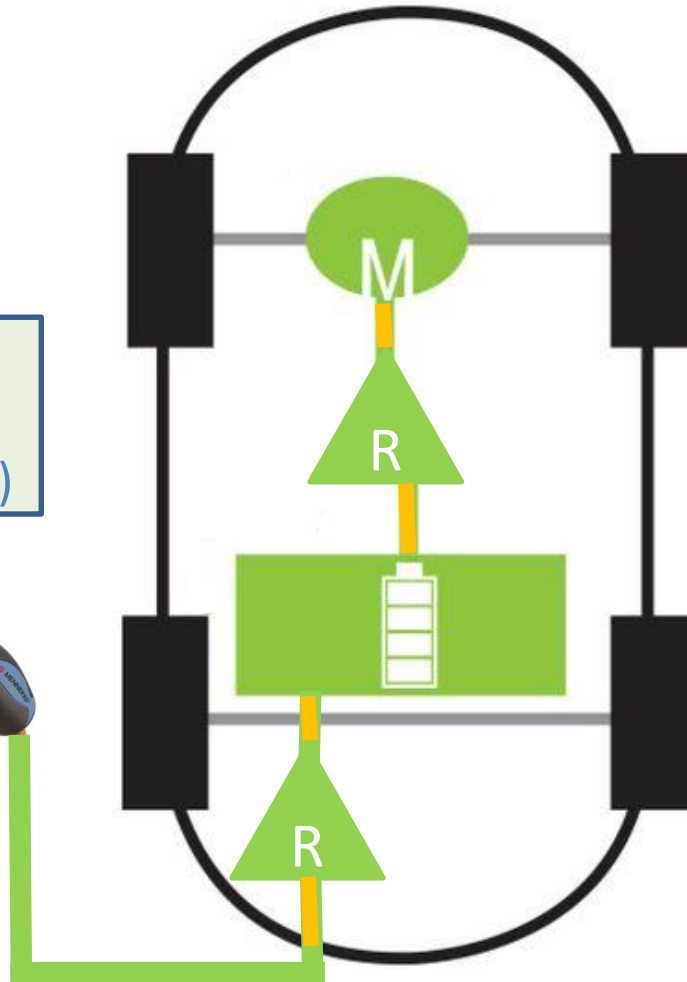


Emobil-Marburg.de

## Aufbau Elektroauto

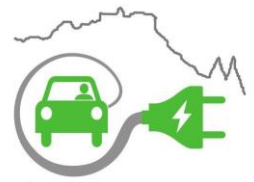
2 - 22 kW AC

Lade-  
Wechselrichter  
Wechselstrom (AC)

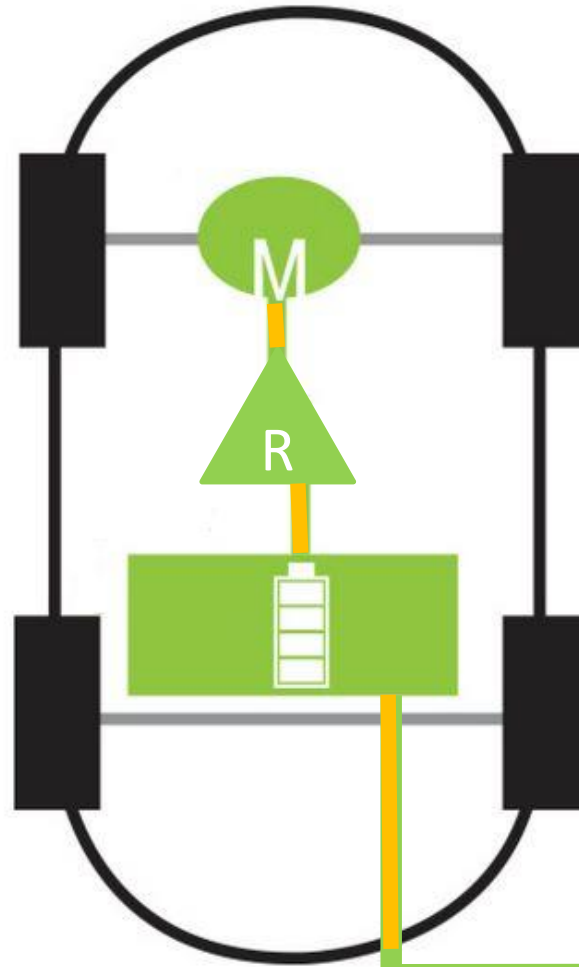


# Das Elektroauto

## Aufbau Elektroauto

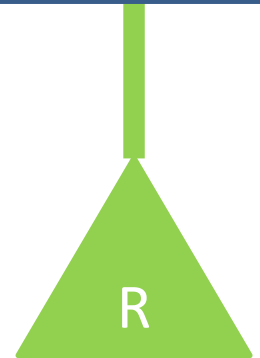


Emobil-Marburg.de

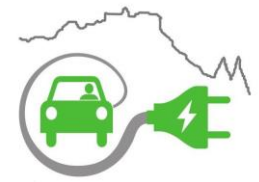


**50 - 350 kW DC**

Lade-  
Wechselrichter  
Gleichstrom (DC)



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Ladegeschwindigkeit

Reichweite in km bei **1h Ladezeit** und 20kWh/100km Verbrauch:

	Haushaltssteckdose,	2,3kW	= 11,5km	AC 2 kW
	Wechselstromanschluss Typ2, 16A, 1P,	3,7kW	= 18,5km	AC
	Wechselstromanschluss Typ2, 16A, 3P,	11kW	= 55km	11 kW
	Wechselstromanschluss Typ2, 32A, 1P,	7,4kW	= 37km	AC
	Wechselstromanschluss Typ2, 32A, 3P,	22kW	= 110km	22 kW
	Gleichstromschnelllader CCS/CHAdeMO	50kW	= 250km	
	Gleichstromschnelllader CCS/CHAdeMO	350kW	= 1750km	DC



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## DC Schnellladen



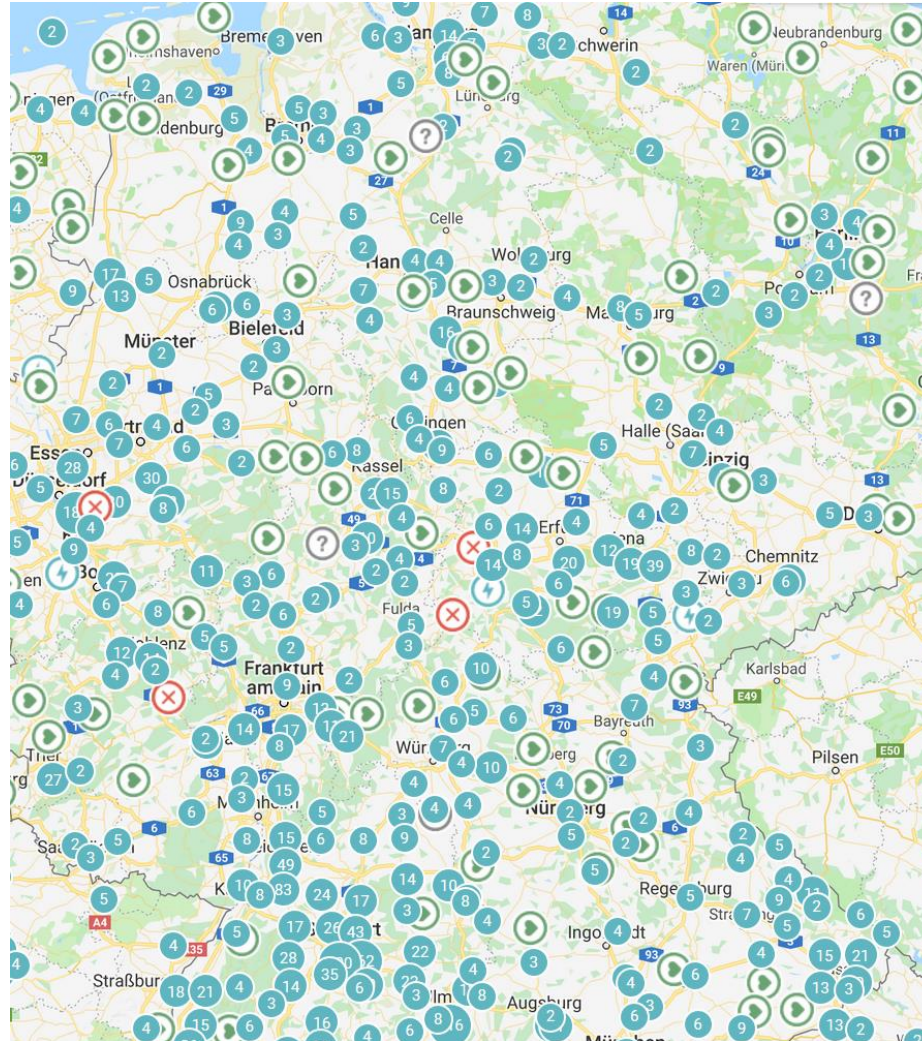
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## DC Schnelllader in Deutschland

**CCS Schnelllader**  
im Verbund von  
„New Motion“



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Laden / Bezahlen



- Die meisten Ladesäulenbetreiber haben sich großen Abrechnungssystemen angeschlossen:  
z.B. „The New Motion“ oder „Plug Surfing“.
- Einige Ladesäulenbetreiber verschenken den Strom noch. (Lidl, Aldi Süd, Ikea, etc.)
- Einige haben noch eigene Ladekarten.
- Pläne für die Zukunft sehen EC- und Kreditkarte vor, sowie digitale Zahlungsmethoden z.B. Paypal, Applepay, etc.

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Tesla Laden

### Tesla Super Charger

- Tesla Auto und Tesla Ladesäule sprechen miteinander. Es ist keine weitere Identifikation nötig. Das Auto übernimmt die Kommunikation zum Server. Die Abrechnung geschieht über das Benutzerkonto bei Tesla.
- Super Charger = Gleichstrom-Schnelllader mit 130 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.**

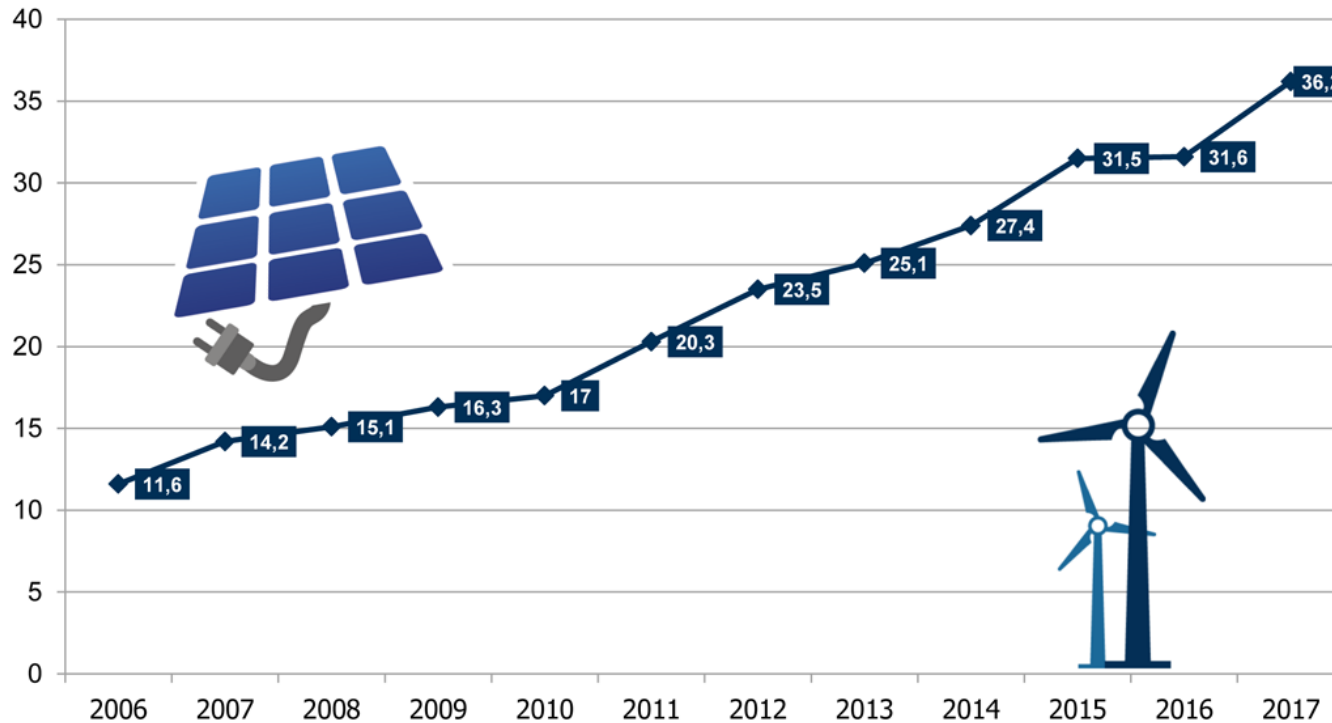


# Das Elektroauto



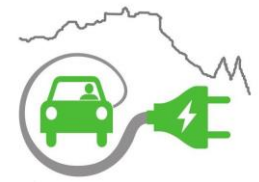
Emobil-Marburg.de

## Veränderung des „Strom-Mix“ in Deutschland



Quelle: BMWi, Umweltbundesamt

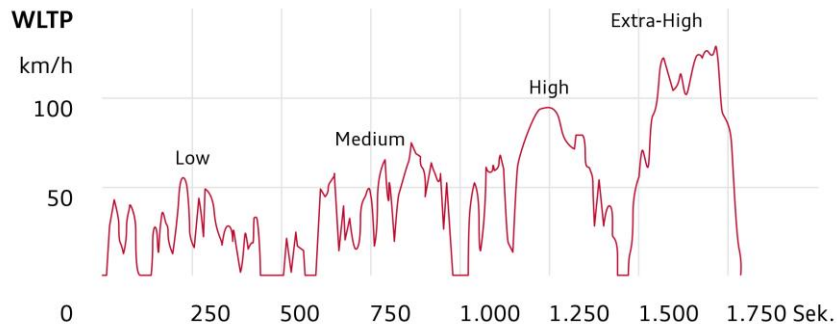
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Wie weit kommt man damit? (Herstellerangabe)

Modell	Reale Reichweite	Angegebene Reichweite (WLTP)	Angegebene Reichweite (NEFZ)
Tesla Model S (100 kWh)	533 km	k.A.	632 km
Hyundai Kona Elektro (64 kWh)	435 km	482 km	564 km
Jaguar I-Pace (90 kWh)	315 km	470 km	543 km
Renault Zoe (41 kWh)	276 km	300 km	400 km
Nissan Leaf (40 kWh)	211 km	270 km	378 km
Smart EQ Fortwo (17,6 kWh)	124 km	k.A.	160 km



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

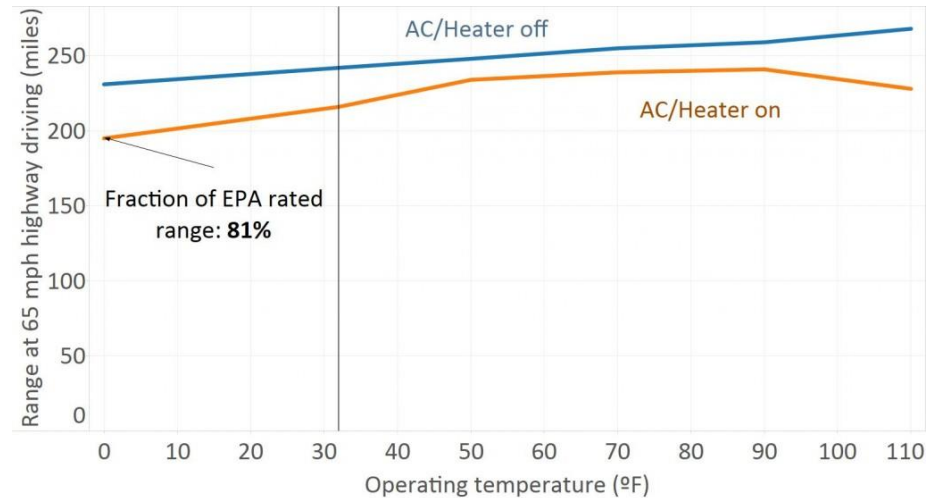
## Wie weit kommt man damit? (Temperatur)

### Einfluss Klimaanlage

(Tesla Model S 70D)

Der Einfluss der Klimaanlage auf die Reichweite ist abhängig von der eingesetzten Technik (Heizelement vs. Wärmepumpe).

Er beträgt im Jahresschnitt in Deutschland ca. 5% Reichweitenverlust.

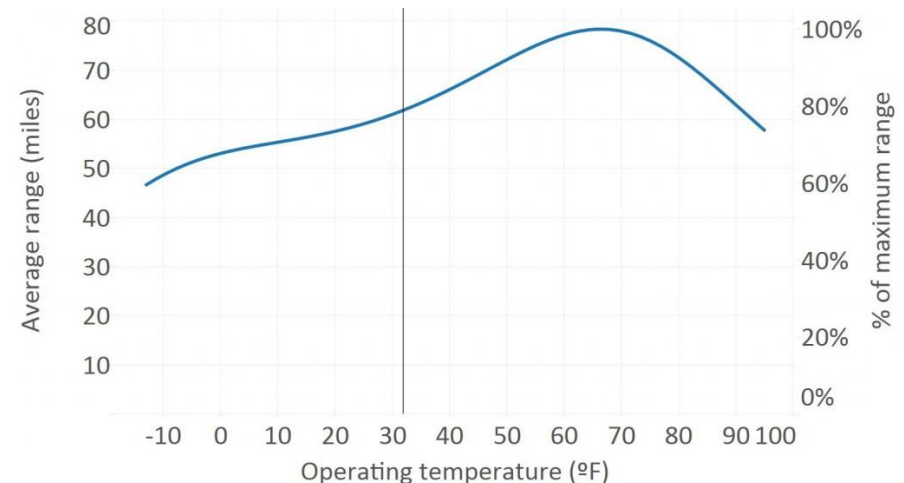


### Einfluss Batterietemperatur

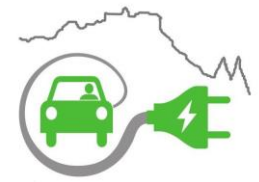
(Nissan Leaf 2016 mit 24kWh)

Der Einfluss der Batterietemperatur auf die Reichweite ist deutlich größer und beträgt bis zu 40%.

Jedoch besitzen moderne Fahrzeuge eine Batterieklimatisierung die diesen Faktor mehr als halbieren kann.



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Wie weit kommt man damit? (Autobahn)

### Autobahnfahrt mit konstant 120 km/h

Verbrauch = 20kWh/100km inkl. Ladeverluste (8%)



100% 350 km 0%



Fahrzeit 2:55 für 350km

70 kWh \* 0,26€ = 18,2€ (5,2€/100km)

100% 300 km 15%

Fahrzeit 2:30 für 300km

60 kWh \* 0,26€ = 15,6€

80%

50 Min  
DC Laden

80% 250 km 15%

Fahrzeit 2:08 für 250km

45kWh \* 0,26€ = 11,7€



Gesamtzeit 5:28 für 550km

Gesamtkosten 27,30€



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Zukunftsvisionen des Ladens

### Laden über Schleifkontakte



# Das Elektroauto

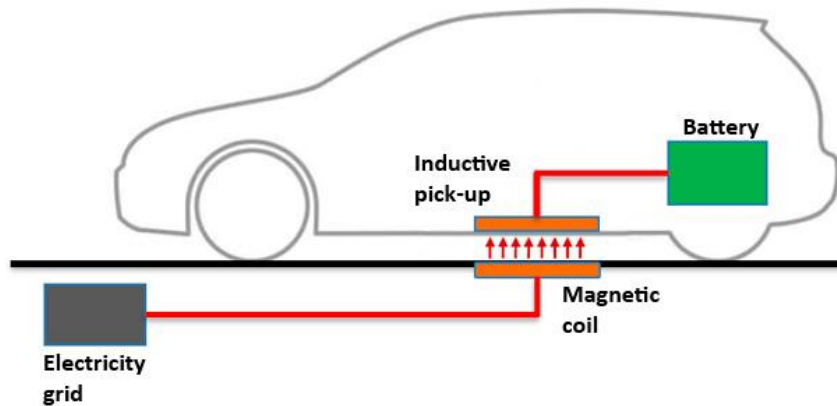


Emobil-Marburg.de

## 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 ca. 20-50% !



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## 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.

Waymo weist 12/2018 nur 1x „Fahrereingriff“ auf 18.000 autonom gefahrene Kilometer aus!

Waymo (Google) und Tesla werden voraussichtlich für 2020 in den USA Anträge stellen, mit vollautonomen Fahrzeugen, „Roboter-Taxis“ am Straßenverkehr teilzunehmen.



# Das Elektroauto

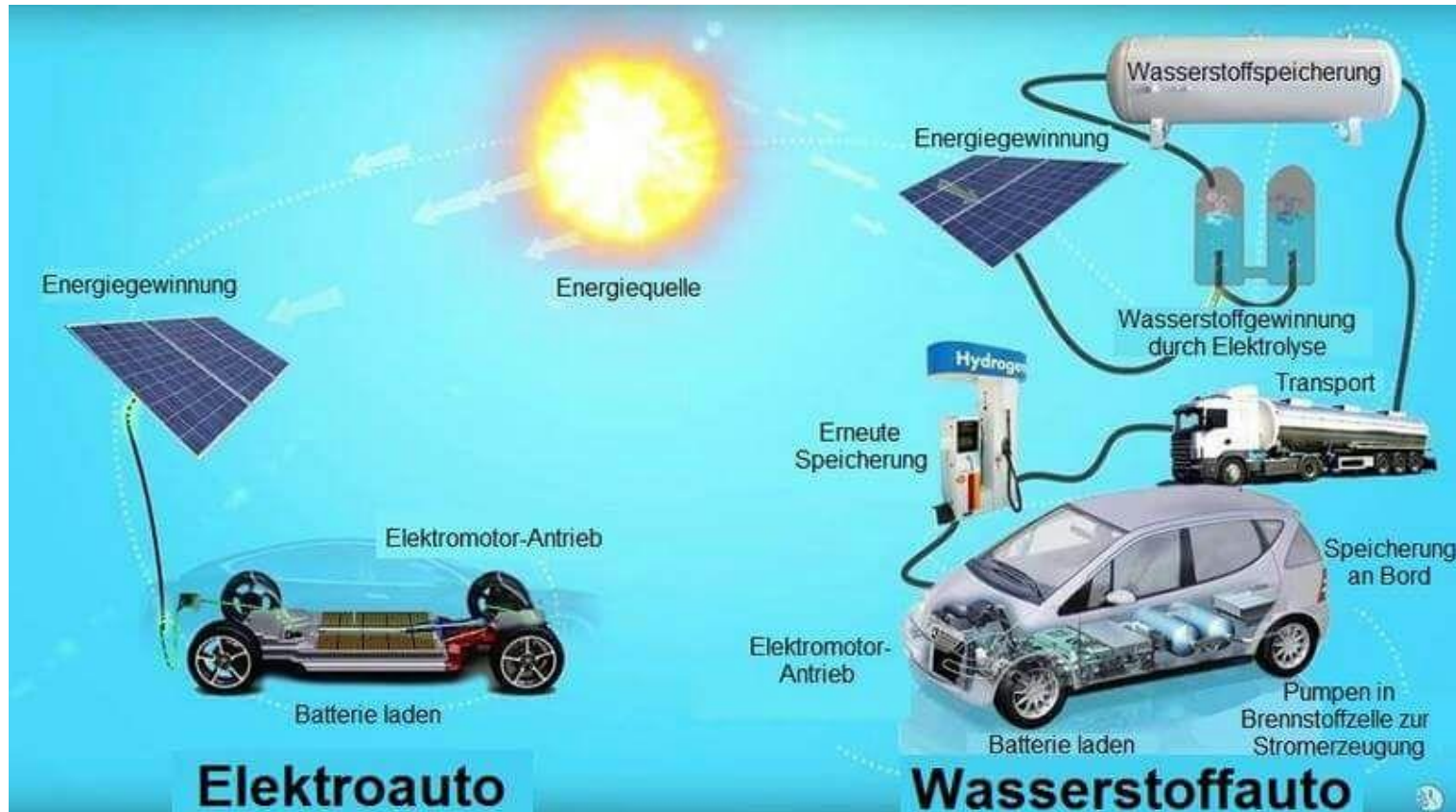


Emobil-Marburg.de

## Ausblicke

### Wasserstoff und Brennstoffzelle

Bei der Konvertierung von elektrischer Energie in Wasserstoff und zurück gehen 60-80% der Energie verloren!



# Das Elektroauto



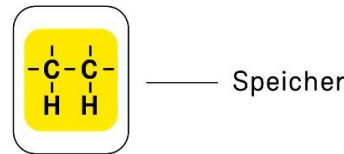
Emobil-Marburg.de

## Ausblicke

### Wasserstoff Speicherung in LOHC (z.B. Dibenzyltoluol)

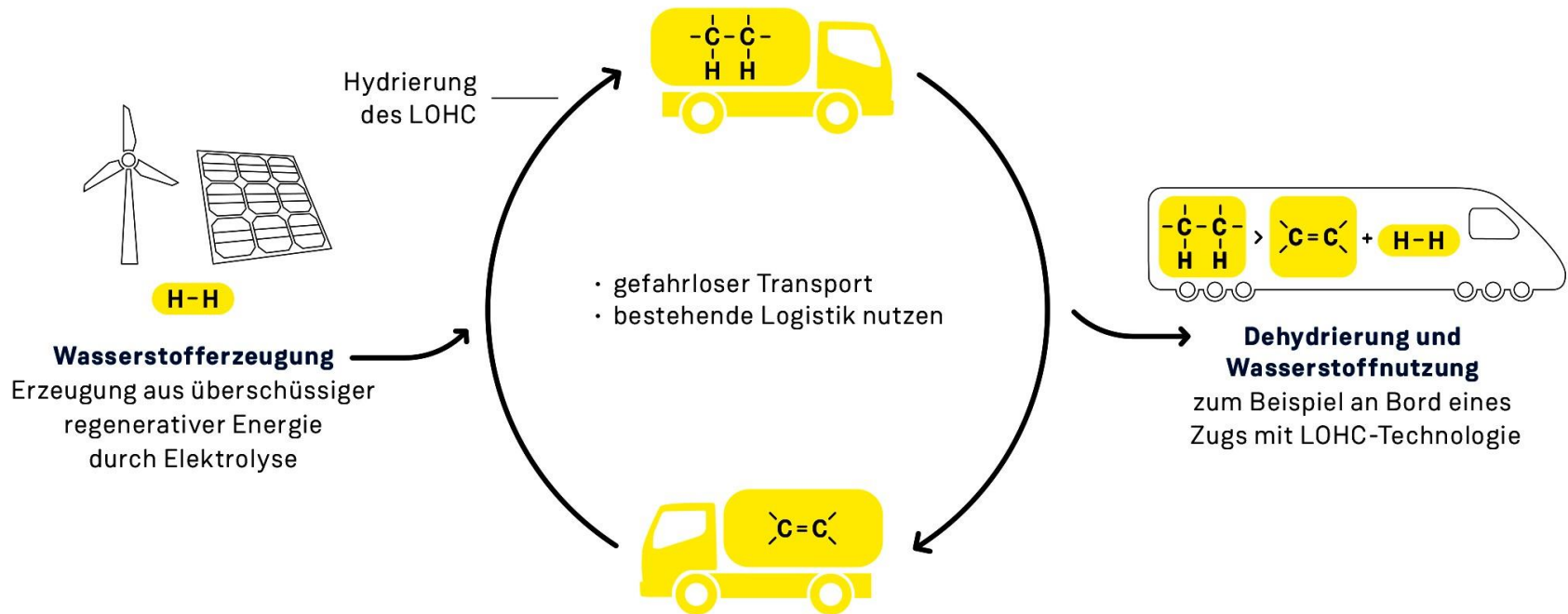
#### Wasserstofflogistik

Prinzip des Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC)

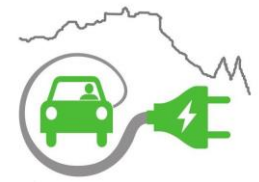


Elektrische Effizienz 40% max.  
Bis zu 2MWh / 1 m<sup>3</sup>

#### Wasserstofftransport



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

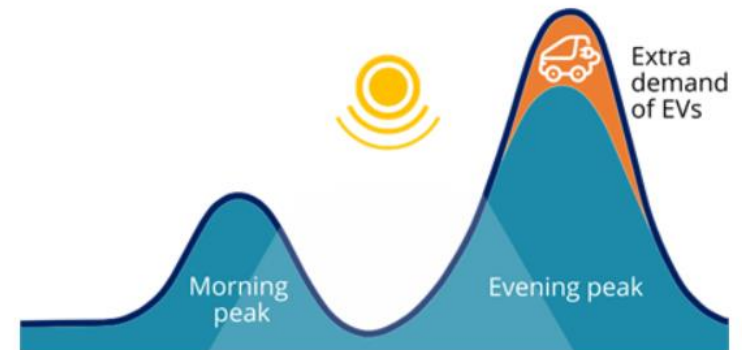
## Ausblicke

### Vehicle to Grid (V2G) / Home (V2H)

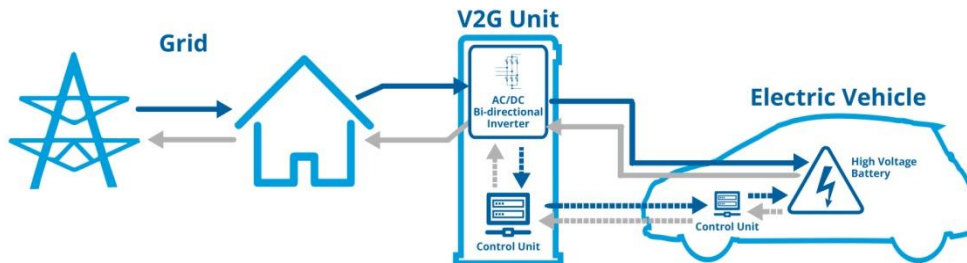
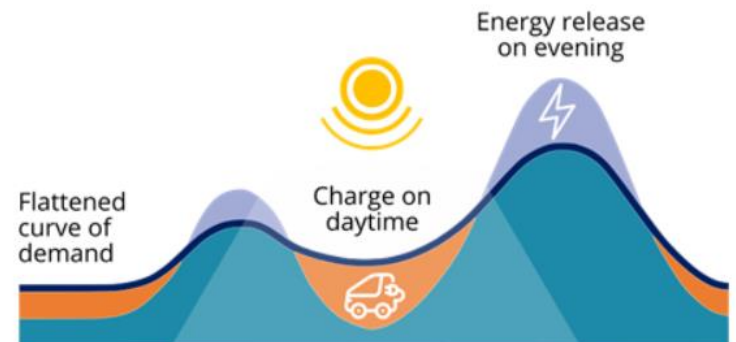
ElektroautoAkkun als Pufferspeicher und für den Energietransfer



Without Vehicle to Grid:



With Vehicle to Grid:



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

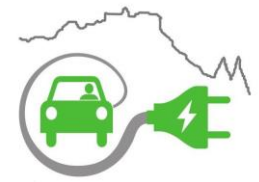
Ausblicke

**Smart Grid**

Regionale-Energieerzeugung, Speicherung und Verbrauch



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Das Richtige tun

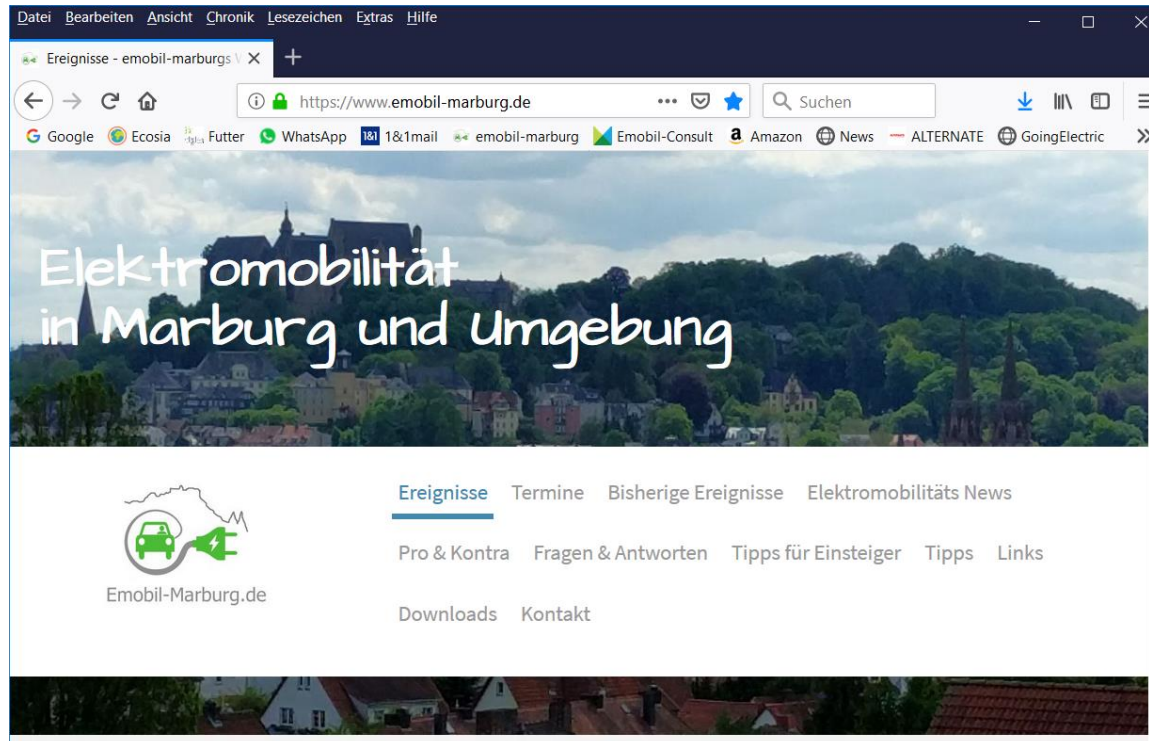
- Persönliche Mobilität sinnvoll und nachhaltig gestalten:
  - Fahrten vermeiden
  - Fahrrad und ÖPNV nutzen
  - Fahrzeuge teilen, Care Sharing nutzen
  - Batterieelektrische Fahrzeuge mit regenerativer Energie nutzen
- Politik und Wissenschaft müssen den Straßenverkehr CO2-neutral gestalten:
  - Lade-Infrastruktur ausbauen
  - Alternative Energieübertragungen ausbauen (Ober-, Unter-Leitung & Induktion)
- Städte, Gemeinden und Arbeitgeber müssen:
  - Flächen für Ladepunkte bereitstellen
  - Die Lade-Infrastruktur planen, koordinieren und regulieren
  - Ladeplätze eindeutig beschildern mit „absolutes Parkverbot“ mit Ausnahme „Elektrofahrzeuge während des Ladevorgangs frei“ und farblicher Markierung der Fläche



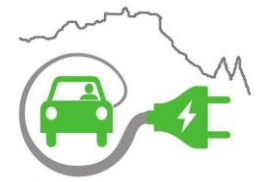
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de



Nächstes Emobil-Marburg Treffen ist  
am So. 23.06.2019, 12:00 Uhr  
auf dem Marktplatz in Marburg



Emobil-Marburg.de

Kurze Pause  
bis 11:35



Elektromobilität  
in Marburg und Umgebung

# Das Elektroauto

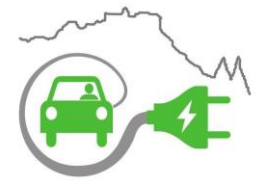


Emobil-Marburg.de

## Teil 3 Technik im Detail



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Agenda

- Umgang mit Hochvolt-Komponenten
- Sicherungsmaßnahmen der Hersteller
- Ladetechnik

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Gefahrenpotential

**Definition „Hochvolt“** gemäß UN Regelung 100

„Hochvolt“ = Betriebsspannung ...

... größer 30 V und kleiner 1000 V für Wechselspannung AC

... größer 60 V und kleiner 1500 V für Gleichspannung DC

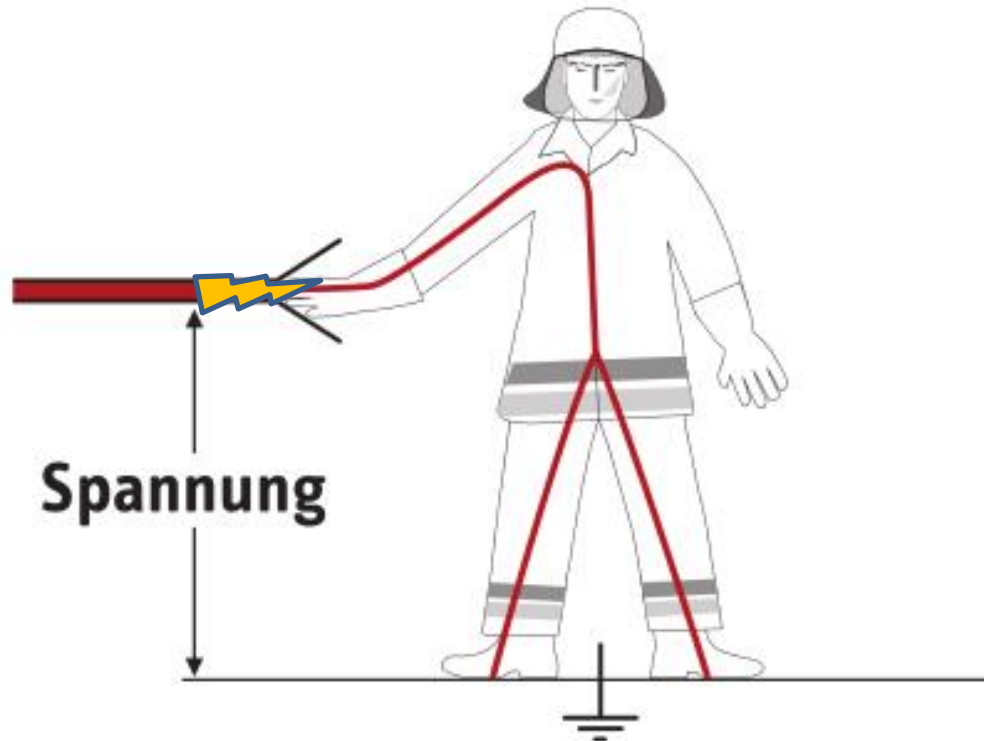


# Das Elektroauto

## Gefahrenpotential Wechselstrom (AC)



Emobil-Marburg.de

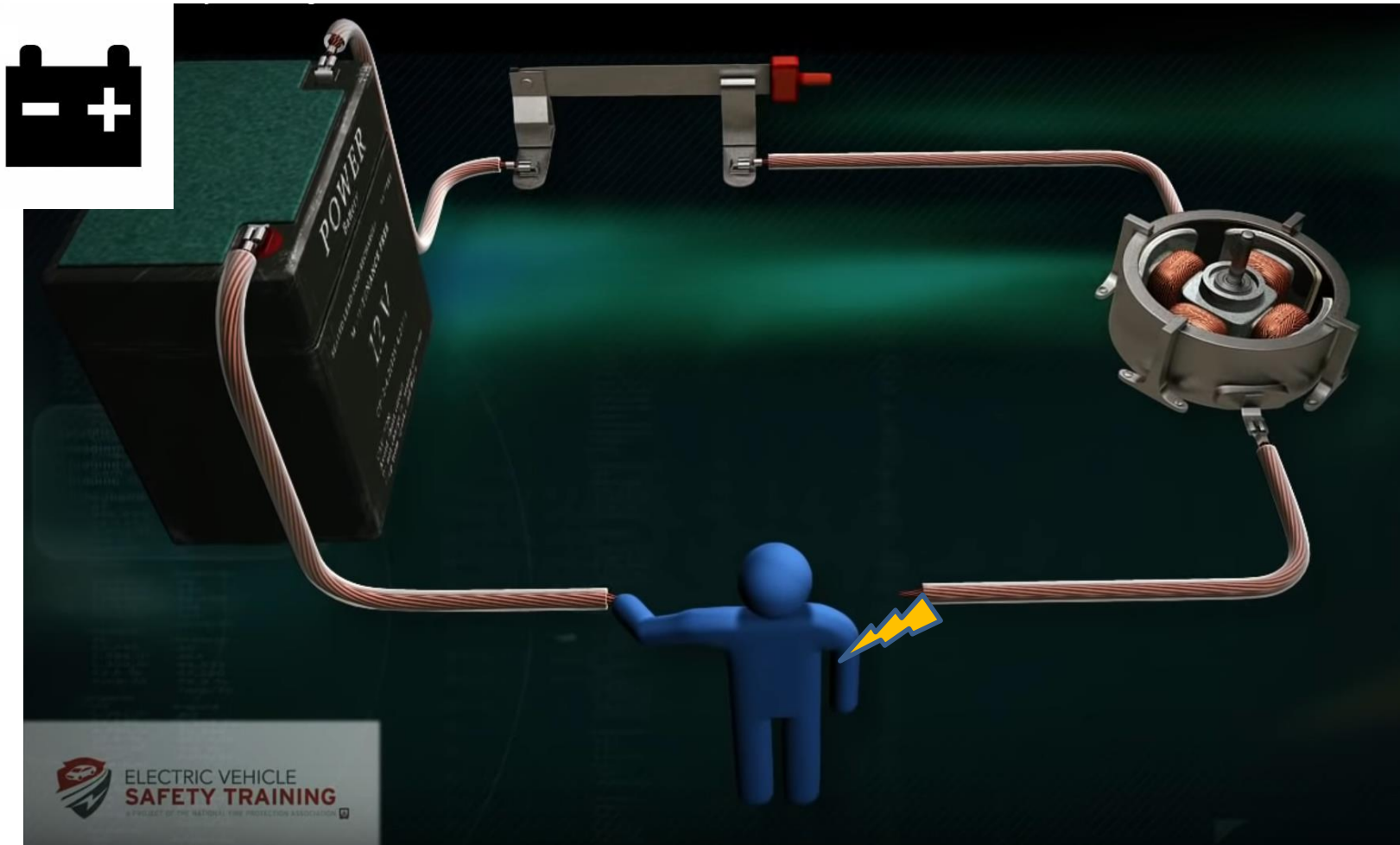


# Das Elektroauto

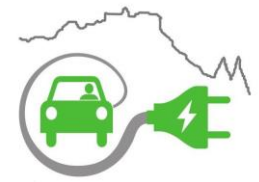


Emobil-Marburg.de

## Gefahrenpotential Gleichstrom (DC)

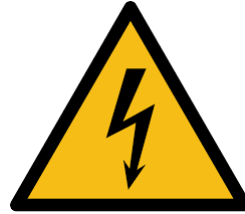


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Wichtige Hinweise



- Arbeiten an spannungsführenden Komponenten der Hochvoltanlage nur mit Spannungsschutzhandschuhen
- Gefahrenbereich absperren
- Hochvoltanlage vor Arbeiten am Spannungsführenden Teilen außer Betrieb nehmen und Spannungsfreiheit mit Messinstrument prüfen!





# Das Elektroauto

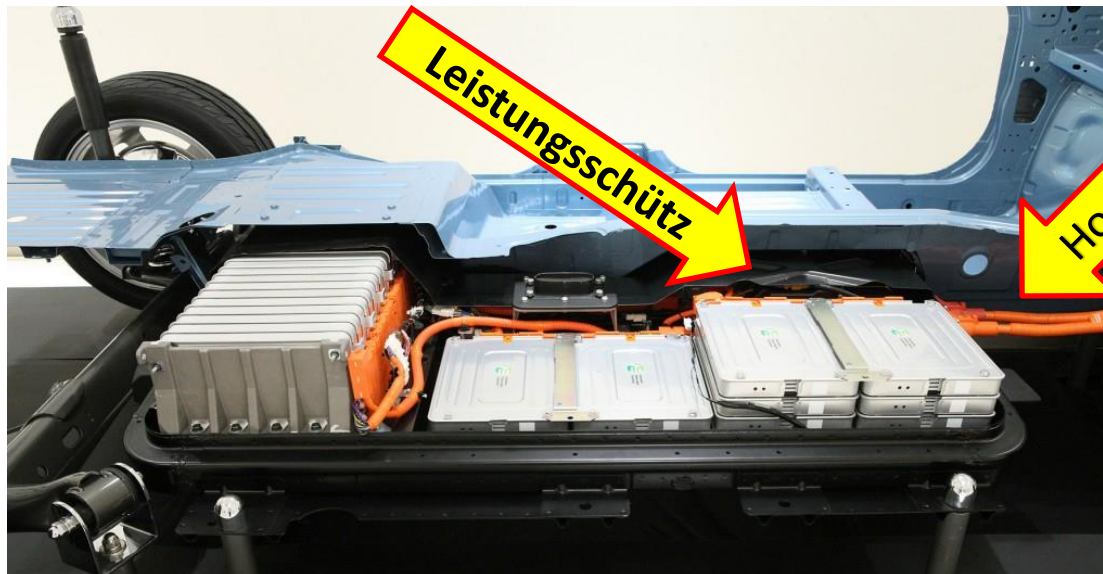


Emobil-Marburg.de

## Sicherungsmaßnahmen der Hersteller

### 1. Schutz gegen Stromschlag durch die Hochvoltbatterie

- Das Hochvoltnetz ist galvanisch vom normalen Bord-Netz getrennt.
- Die meisten Hochvoltkabel sind mit einer **orangenen Isolierung** versehen.
- Damit die Hochvoltbatterie aktiviert werden kann, benötigt sie 12V Bordspannung am Leistungsschutz in der Hochvoltbatterie!
- Beim Auslösen einer Sicherheitsausrüstung im Fahrzeug (z.B. Gurtstraffer, Airbag, etc.) wird der Leistungsschutz der Hochvoltbatterie deaktiviert.

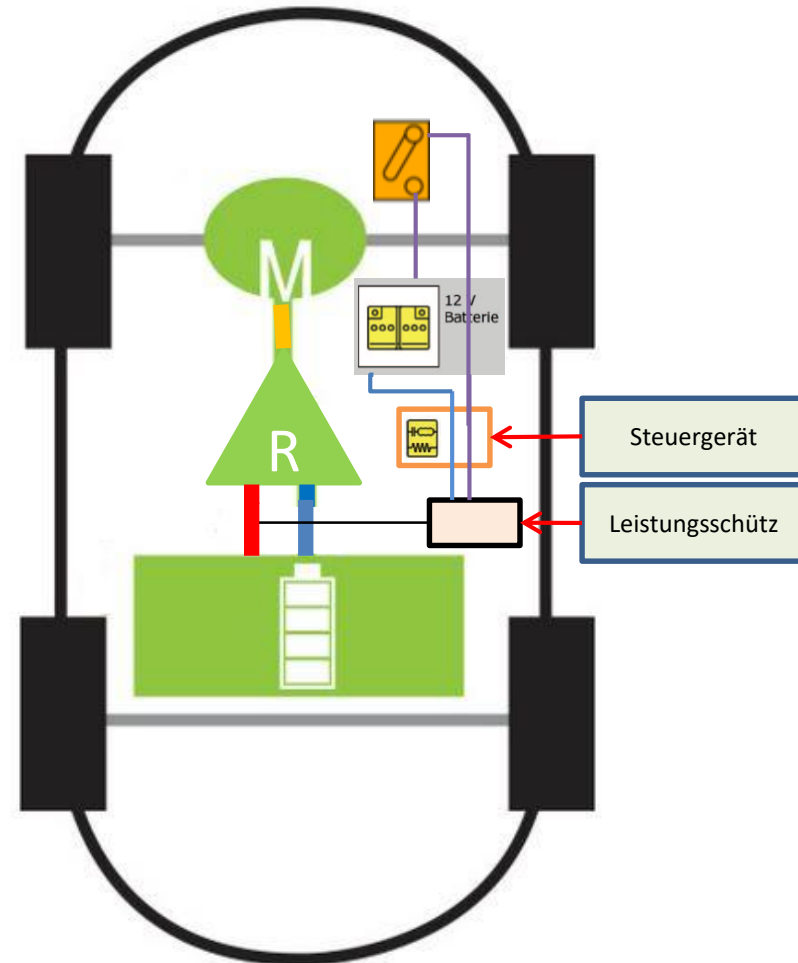


Das 12V Board-Netz ist auch ohne eingeschaltete Hochvoltbatterie weiter aktiv!



## Sicherungsmaßnahmen HV-Schütz

- Damit die Hochvoltbatterie aktiviert werden kann, benötigt sie 12V Bordspannung am Leistungsschütz in der Hochvoltbatterie!



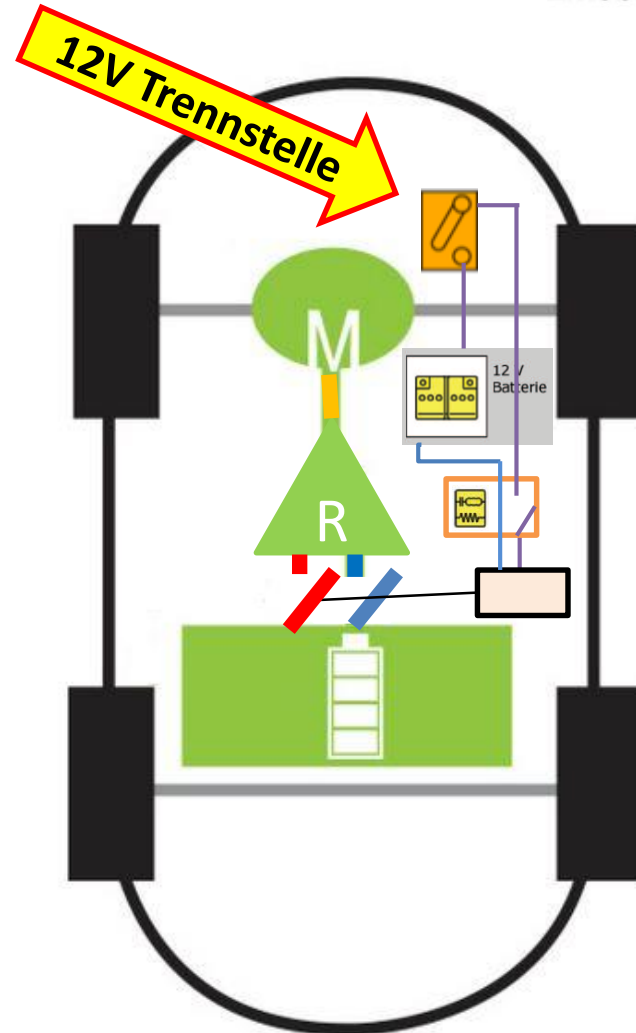
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Sicherungsmaßnahmen HV-Schütz

- Damit die Hochvoltbatterie aktiviert werden kann, benötigt sie 12V Bordspannung am Leistungsschütz in der Hochvoltbatterie!
- Der Leistungsschütz kann über die 12V Trennstelle deaktiviert werden.
- Beim Auslösen einer Sicherheitsausrüstung im Fahrzeug (z.B. Gurtstraffer, Airbag, etc.) wird der Leistungsschütz der Hochvoltbatterie automatisch deaktiviert.



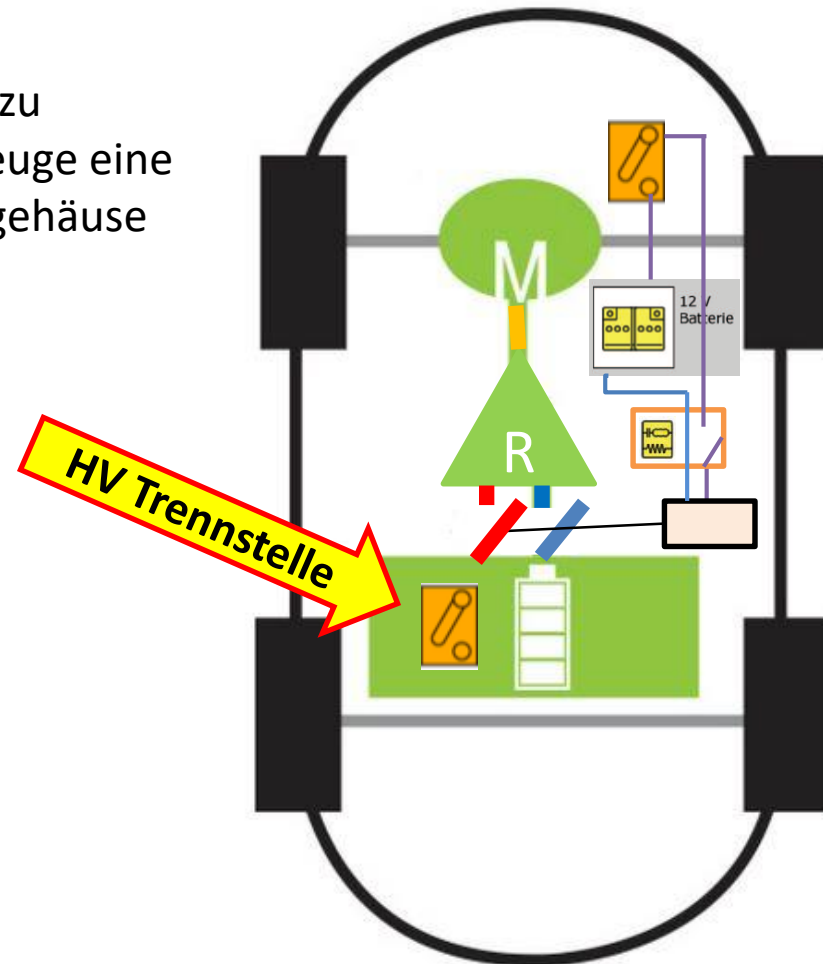
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

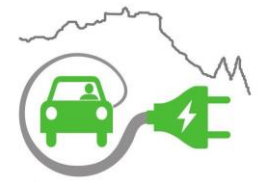
## Sicherungsmaßnahmen HV-Trennstelle

- Um die HV Batterie außer Betrieb zu nehmen haben die meisten Fahrzeuge eine eigene HV Trennstelle im Batteriegehäuse



# Das Elektroauto

## Sicherungsmaßnahmen HV-Trennstelle



Emobil-Marburg.de

- Um die HV Batterie außer Betrieb zu nehmen haben die meisten Fahrzeuge eine eigene HV Trennstelle im Batteriegehäuse

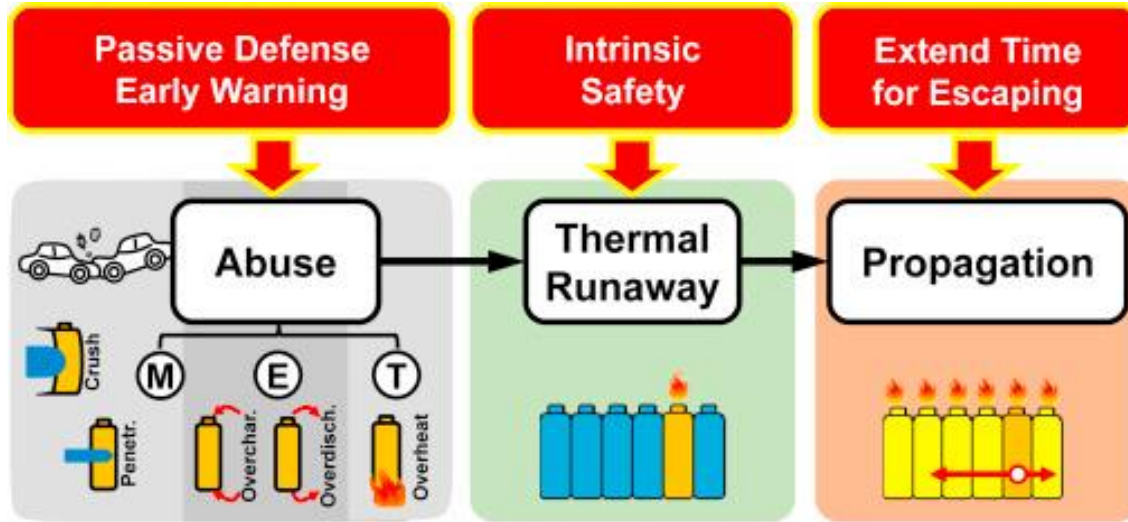


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Sicherungsmaßnahmen der Hersteller



Audi e-tron Prototyp  
Audi e-tron Prototyp  
 Lithium-Ionen-Batterie mit zwei Hoch-Drain  
 Lithium-Ionen-Zellen (modul mit Hoch-Drain-Zellen)



Mechanische Versteifung



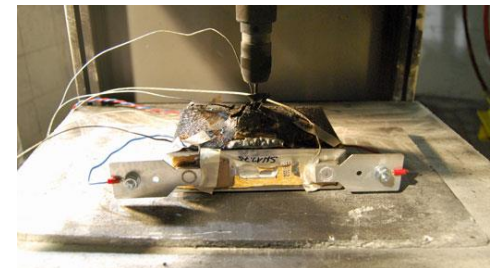
Sicherungen an Zellen

## 2. Schutz gegen Selbstentzündung der Hochvoltbatterie

Durch Verformung oder Hitze können einzelne Zellen schaden erleiden und überhitzen.

Das kann zu einer Kettenreaktion führen.

- Einzelne Zellen werden in Blechgehäusen verbaut
- Manche Hersteller sichern einzelne Zellen gegen Kurzschluss
- Zellen müssen Penetrationen tolerieren können



„Selbstheilende“ Separatoren





# Das Elektroauto



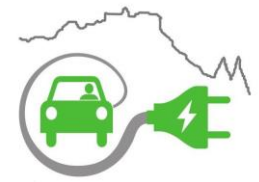
Emobil-Marburg.de

## Typ2 und CEE Stecker

### Combined Charging System – ein System für AC- und DC-Laden

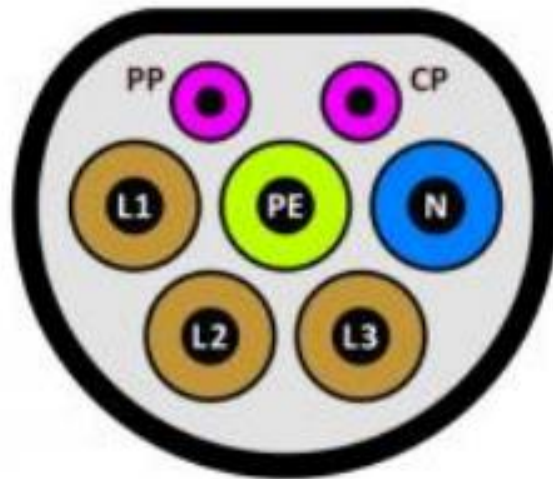
Ladepunkt	Funktionen	Stecker	Kommunikation	Ladedose
AC 1-/3-phasig	1-phasiges AC-Laden/ 3-phasiges AC-Laden mit Stecker Typ 2 IEC 62196-2	Typ 2 	ISO 15118	
DC	DC-Laden mit Stecker Combo 2 IEC 62196-3	Combo 2 		

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Typ2 Buchse



Belegung der Steckdose-Typs 2 an der Ladestation:

PP: Proximity Pilot

CP: Control Pilot

L1, L2, L3: Außenleiterkontakte

PE: Schutzkontakt

N: Neutralleiter

Normen SAE J1772 und IEC 61851  
Von 2001

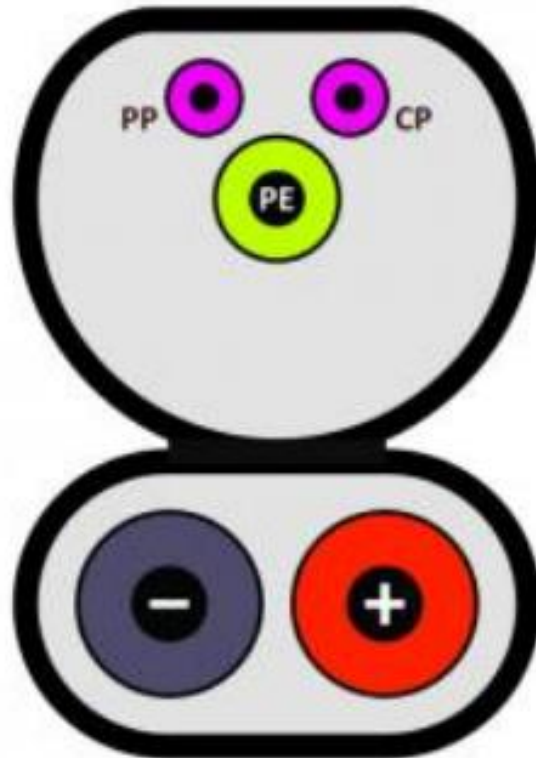


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## CCS Buchse



Belegung der Steckdose-Typs CCS  
am Fahrzeug:

PP: Proximity Pilot

CP: Control Pilot

PE: Schutzkontakt

+: Plus

-: Minus

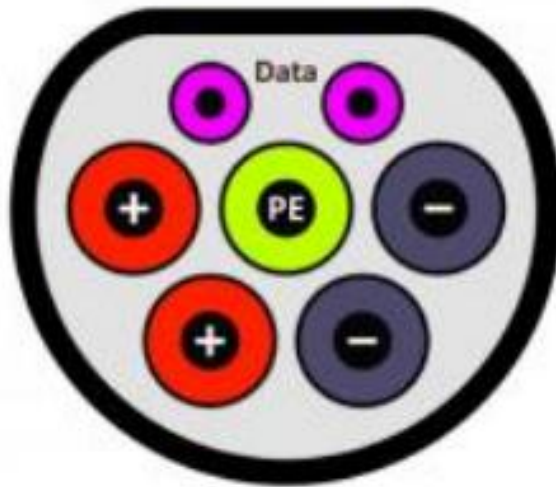
Normen SAE J1772 und IEC 61851  
Von 2001

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Typ2 Buchse Tesla DC



Belegung der Steckdose-Typ2 am Fahrzeug:

PP: Proximity Pilot

CP: Control Pilot

PE: Schutzkontakt

+: Plus

-: Minus

Tesla

# Das Elektroauto

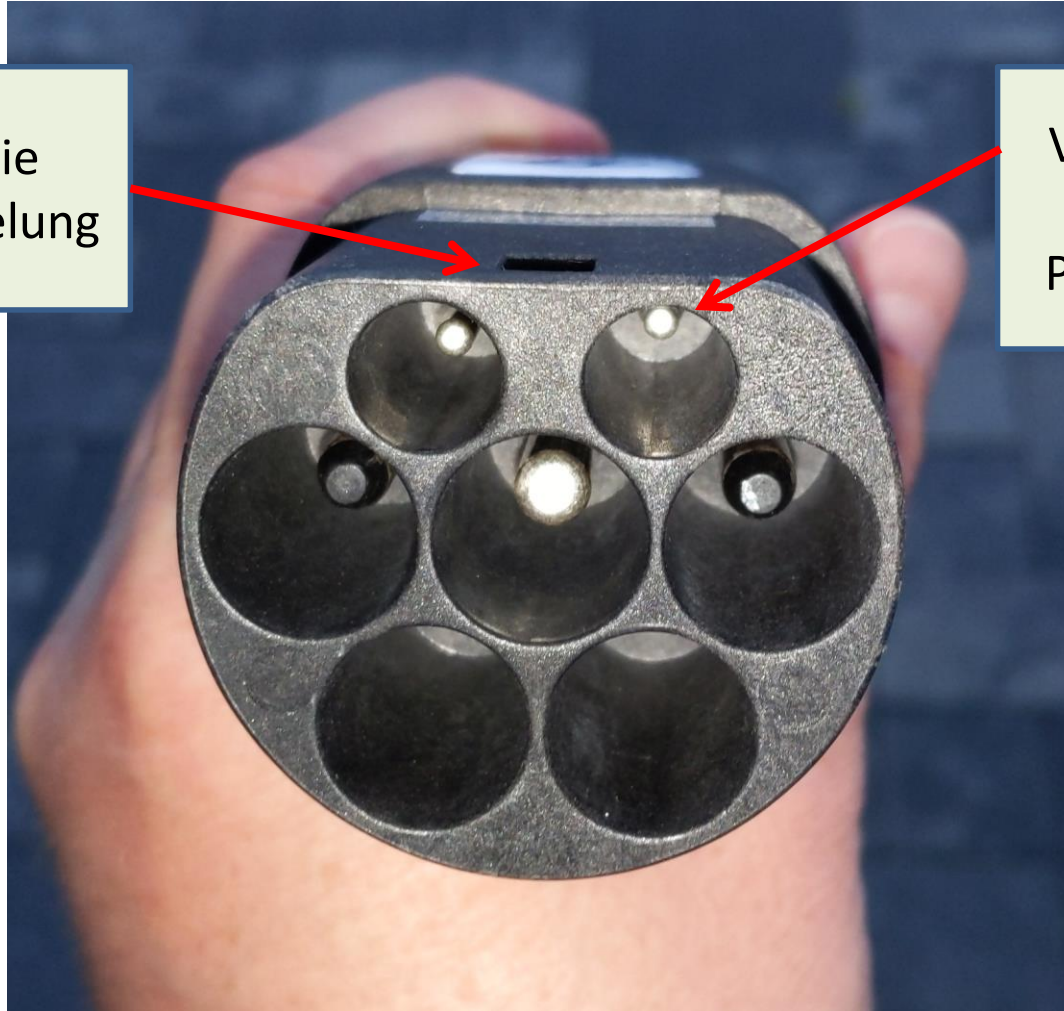


Emobil-Marburg.de

## Aufbau Typ 2 Stecker

Buchse für die  
Steckerverriegelung

Verkürzter Pin  
des  
Proximity Pilot



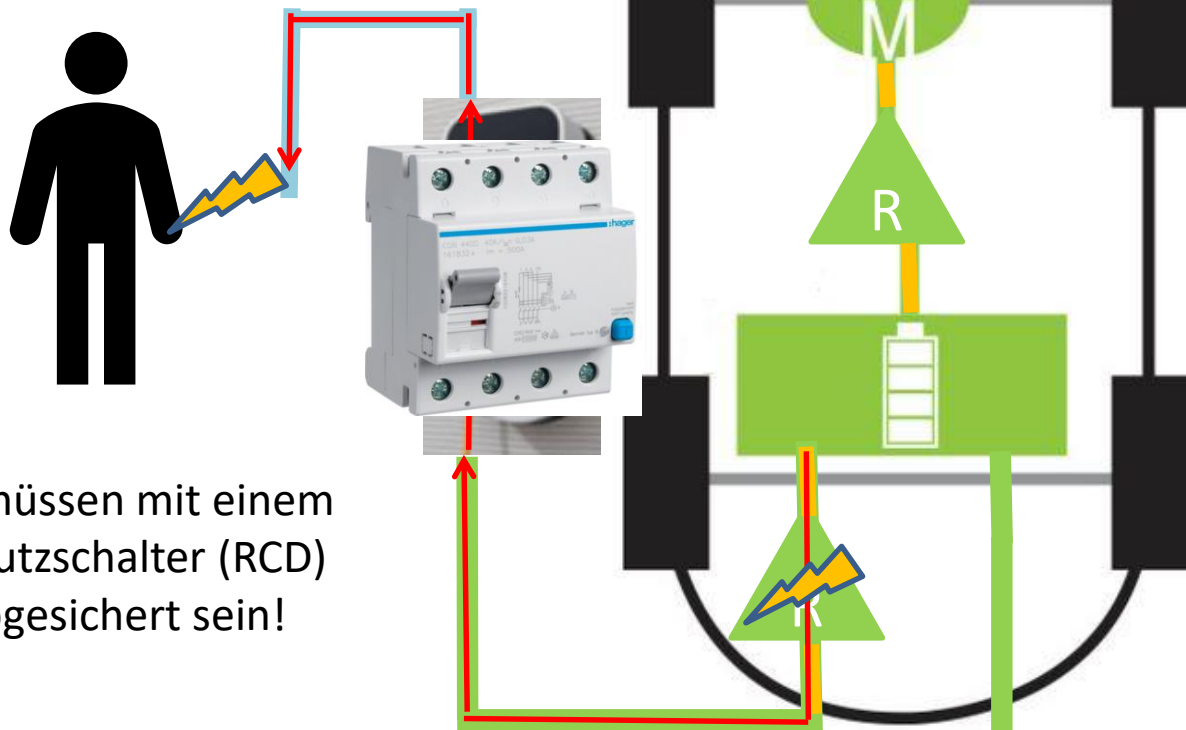
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Schutzeinrichtungen FI

Risiko: Gleichstrom auf Wechselstromanschluss



Alle Wallboxen müssen mit einem Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD) Typ B oder EV abgesichert sein!

Quelle: Doepke / Home&Smart  
© Emobil-Marburg.de

AC

DC

Quelle: Wikipedia, Hager

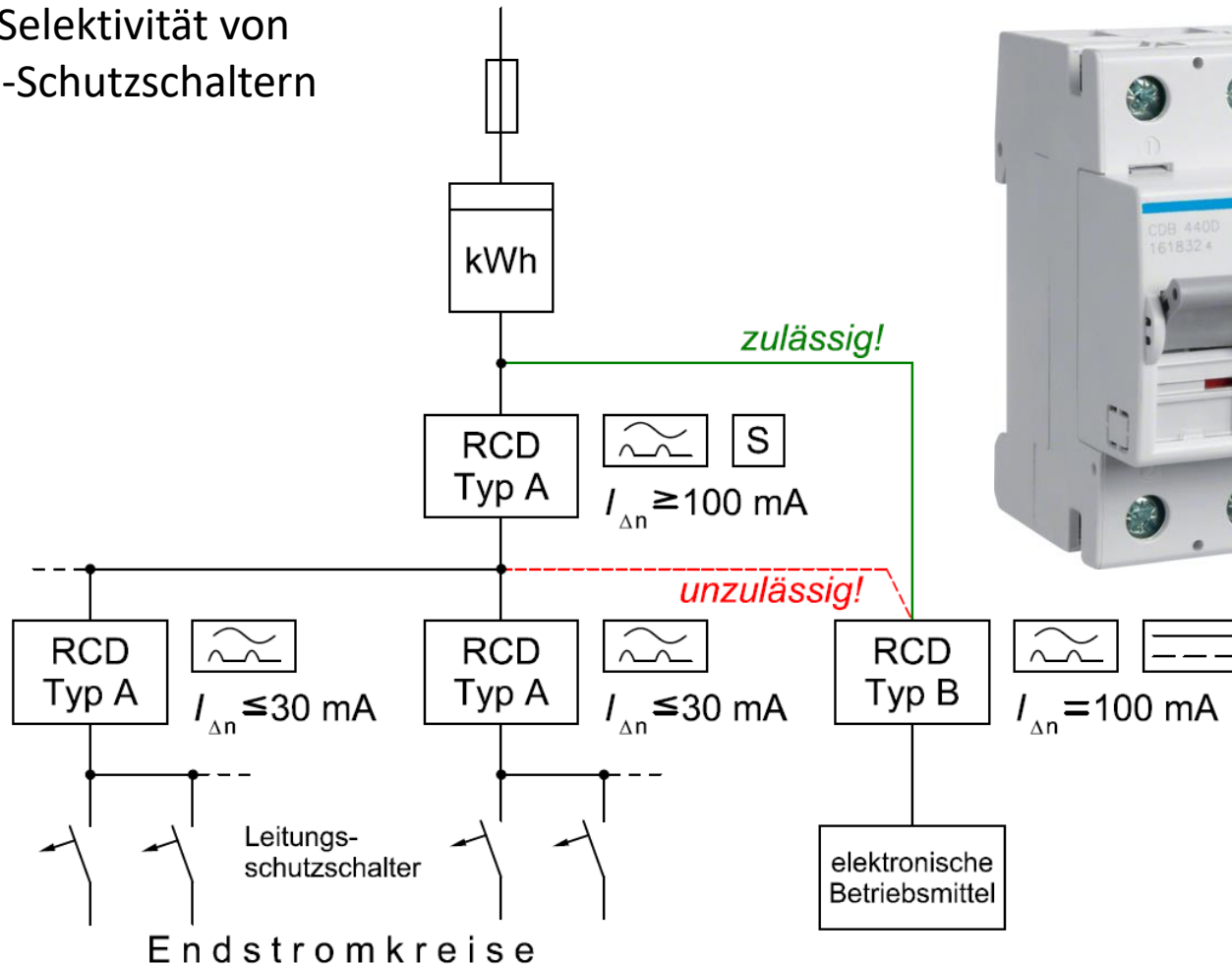
# Das Elektroauto



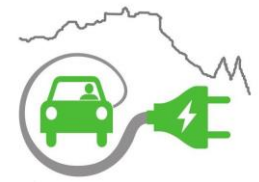
Emobil-Marburg.de

## Schutzeinrichtungen FI

Beispiel für Selektivität von Fehlerstrom-Schutzschaltern



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Schutzeinrichtungen FI

Ein Typ "B" ist dann notwendig, wenn das angeschlossene Gerät einen Gleichstrom ohne Nulldurchgang fließen lassen kann, also Frequenzumrichter mit B6-Gleichrichter oder Elektroauto-Ladegerät ohne galvanische Trennung zum Akku.

Ein FI vom Typ "A" reagiert nur sicher, wenn der Gleichstromanteil  $< 6 \text{ mA}$  bleibt, bei größeren Strömen kann der Summenstromwandler in die Sättigung gehen.

Ein FI vom Typ "B" schaltet erst ab  $30 \text{ mA}$  sicher ab.

Wenn jetzt also das angeschlossene Gerät einen Gleichstromanteil von  $> 6$ , aber  $< 30 \text{ mA}$  fließen lässt, dann löst der "B" noch nicht aus, der "A" kann es aber auch nicht mehr, wenn ein anderer Fehler an einem anderen Gerät auftritt.

Damit wäre der Fehlerstromschutz im ganzen Haus blockiert.

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Aufbau Elektroauto

### Energieübertragung

L1 

L2 

L3 

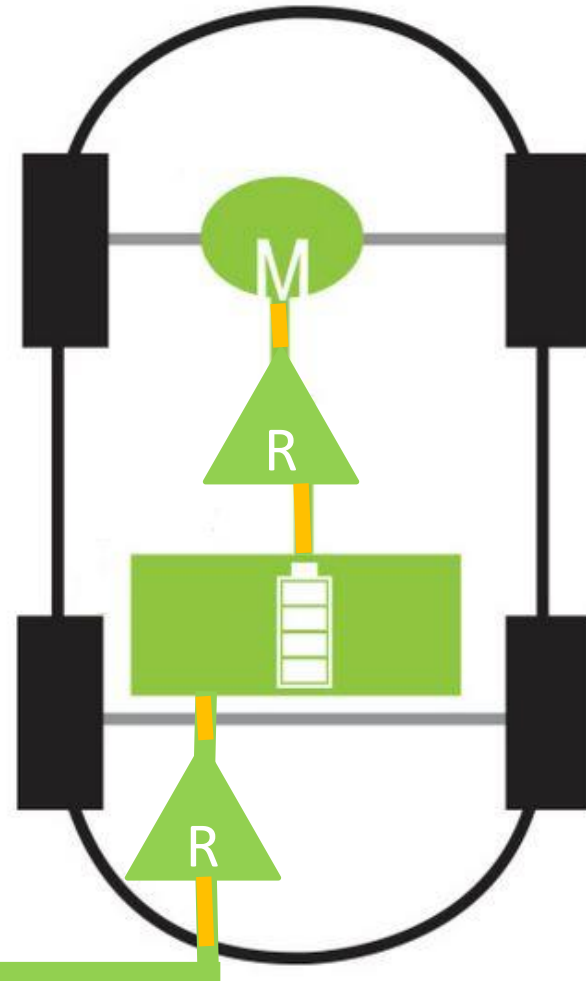
N 

PE 

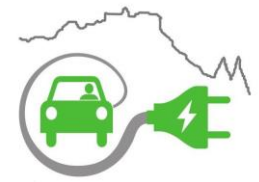
PP 

CP 

Kommunikation

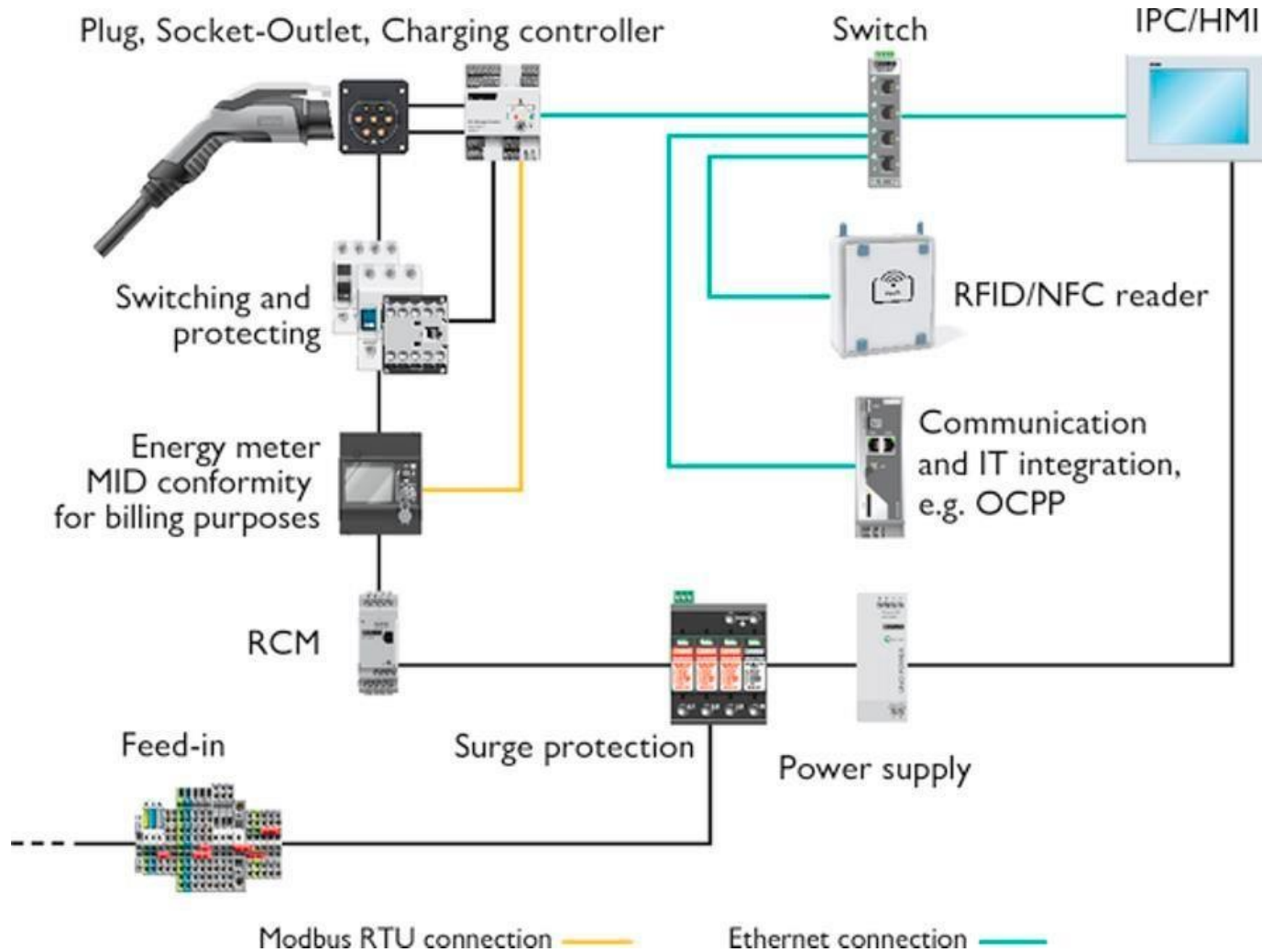


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Wallbox-Technik



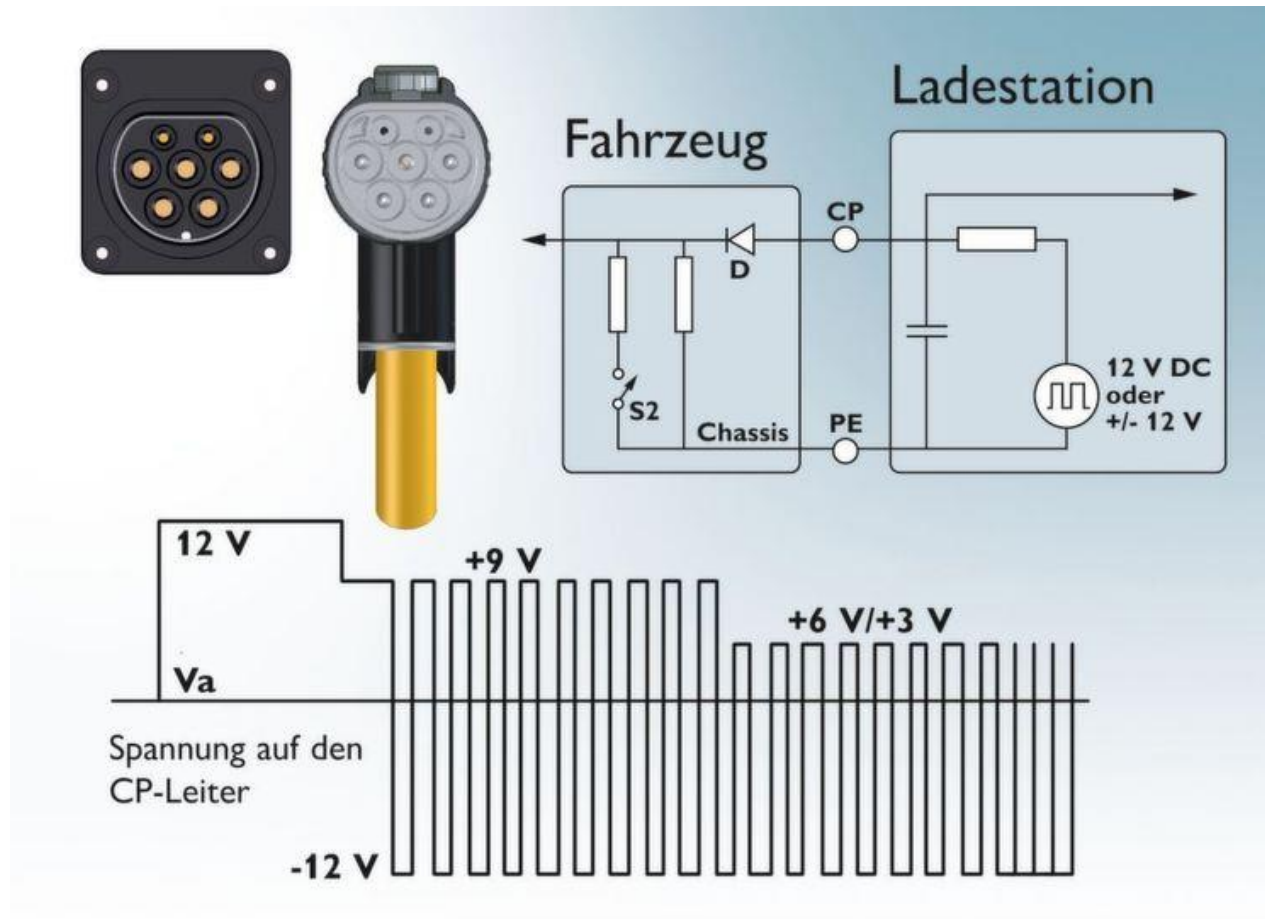


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Wallbox-Technik Mode 2

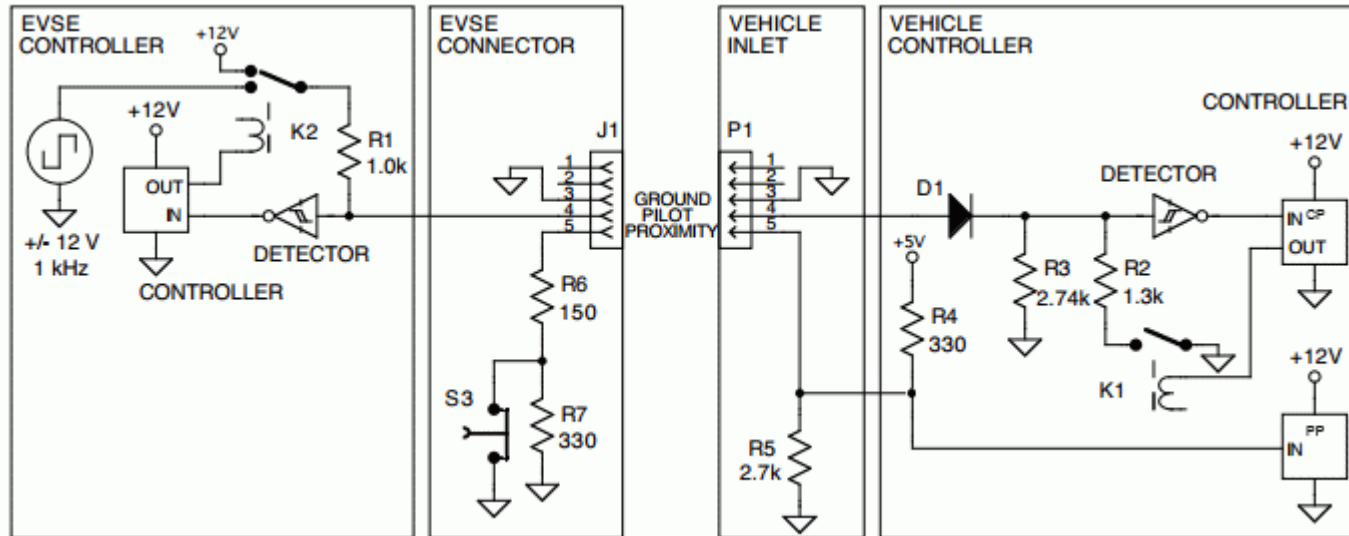


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Wallbox-Technik Mode 2



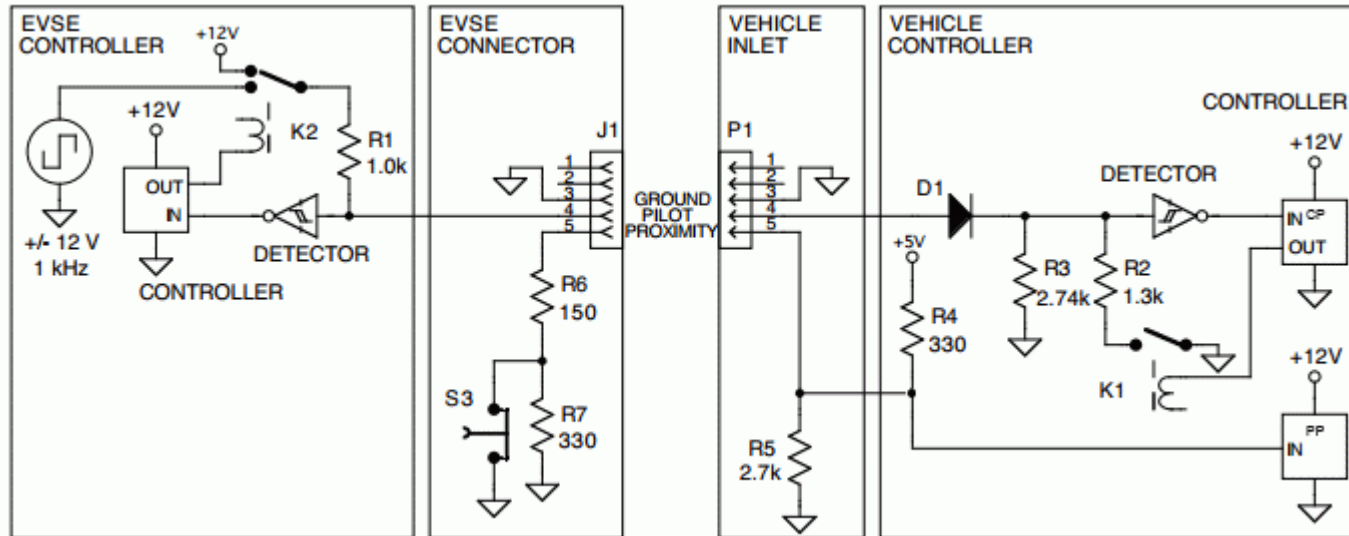
<b>Gesamtwiderstand CP-PE</b>	offen	2700 Ω	880 Ω	240 Ω		
<b>Widerstand R3 bei R2 = 2740 Ω</b>	—	—	1300 Ω	270 Ω		
		2740 Ω	2740 Ω	2740 Ω		
<b>Messspannung CP-PE</b>	+12 V	+9 V ±1 V	+6 V ±1 V	+3 V ±1 V	±0 V	-12 V
<b>Grundstatus</b>	Status A	Status B	Status C	Status D	Status E	Status F
<b>Ladefreigabe</b>	standby	vehicle detected	ready (charging)	with ventilation	no power (shut off)	error

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Wallbox-Technik Mode 2



Pulsweiten zur Anzeige der höchsten Stromlast<sup>[2]</sup>

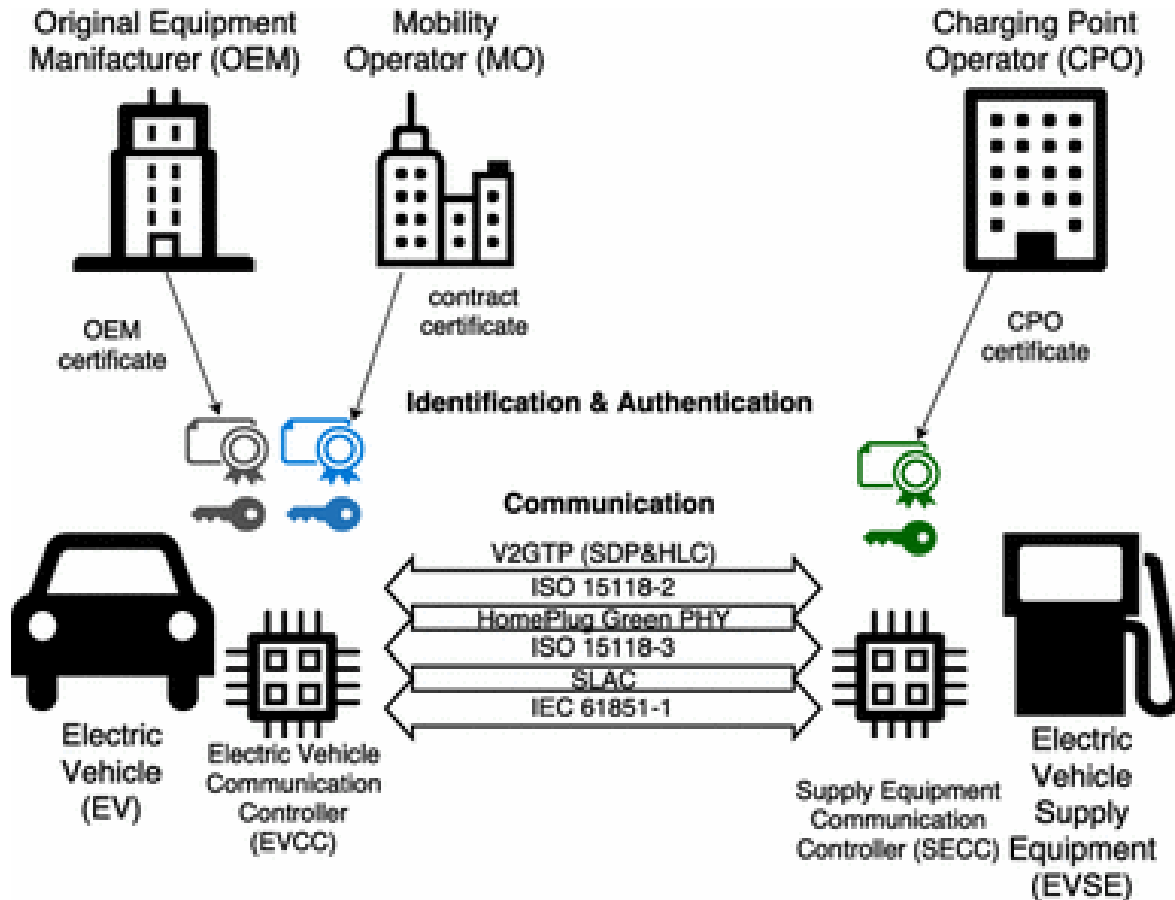
PWM	SAE dauerhaft	SAE kurzzeitig	IEC omnicharge
50 %	30 A cont	36 A peak	32 A (EU)
40 %	24 A cont	30 A peak	25,5 (EU)
30 %	18 A cont	22 A peak	19 A (EU)
25 %	15 A cont	20 A peak	16 A (EU)
16 %			10 A (EU)
10 %			6 A (EU)

# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Wallbox-Technik Mode 3



Kommunikation mit Mode 3 ermöglicht die Übertragung von z.B.:

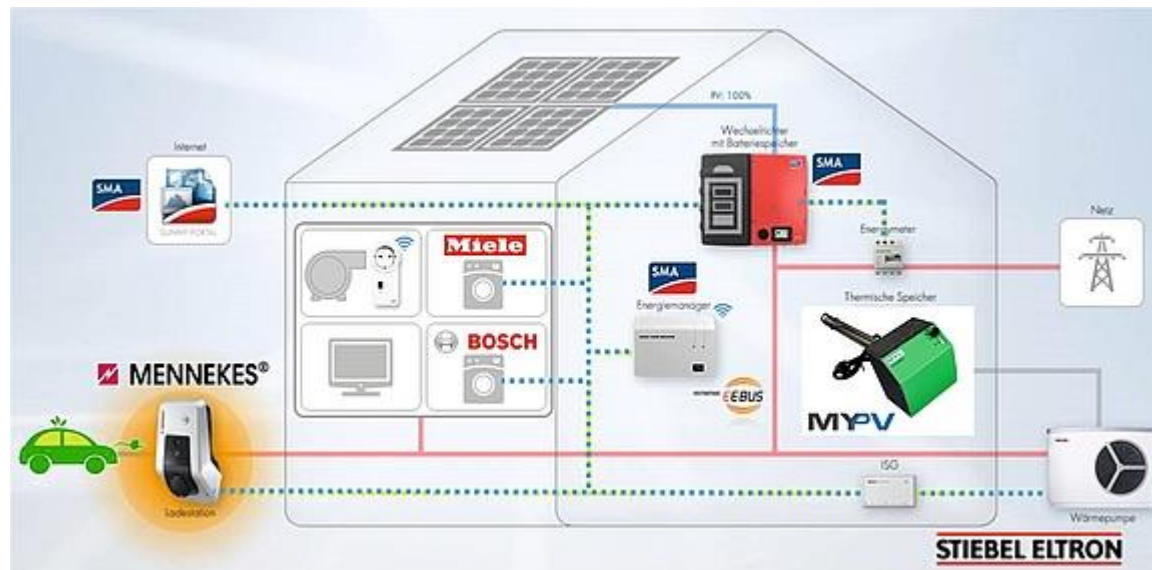
- Ladezustand
- Fahrzeug ID
- Bezahlinformationen

# Das Elektroauto

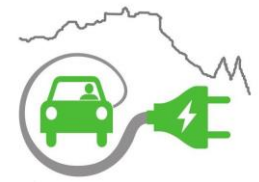


Emobil-Marburg.de

## Laden / Photovoltaik-Anbindung

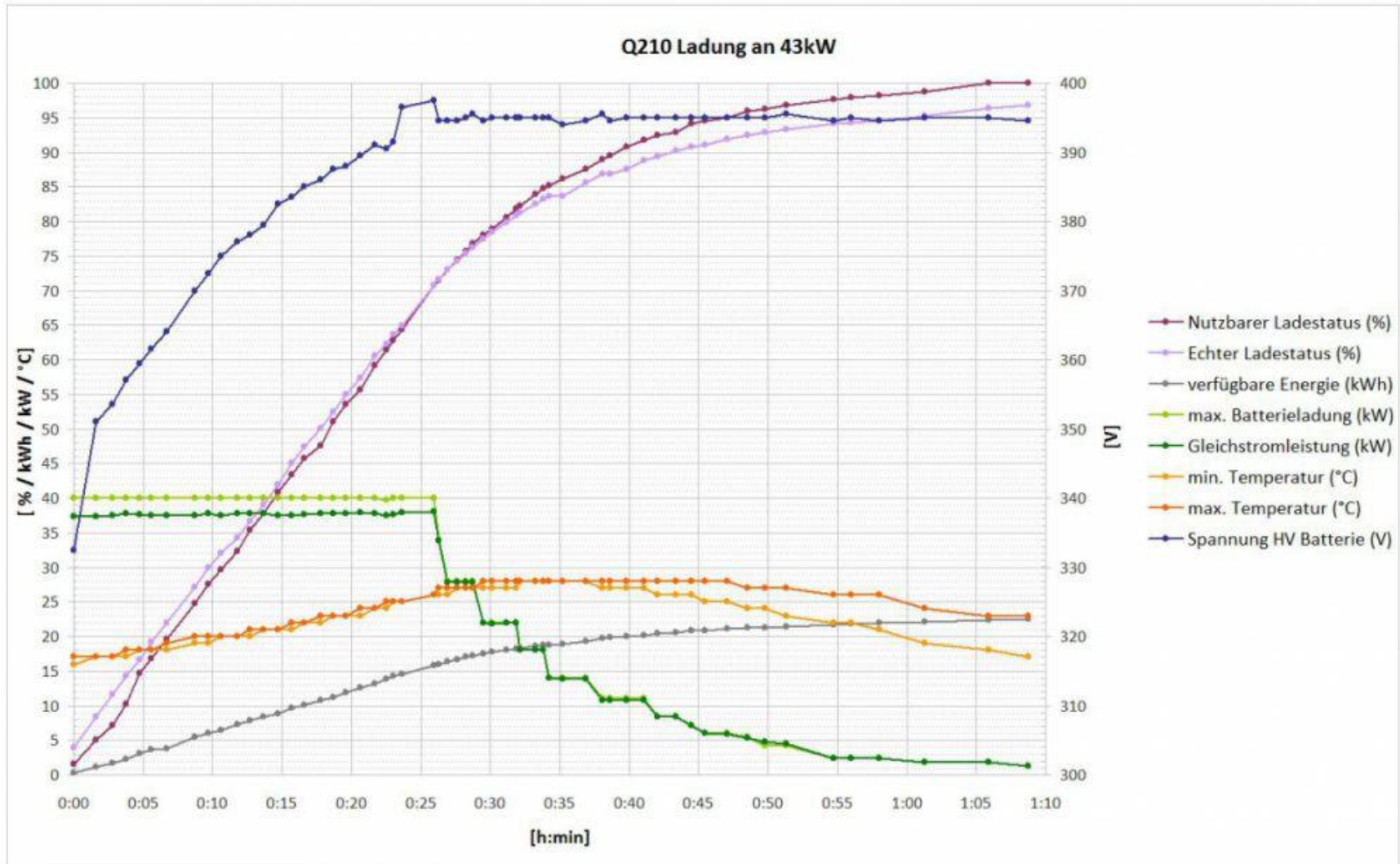


# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Ladekurve Renault Zoe AC

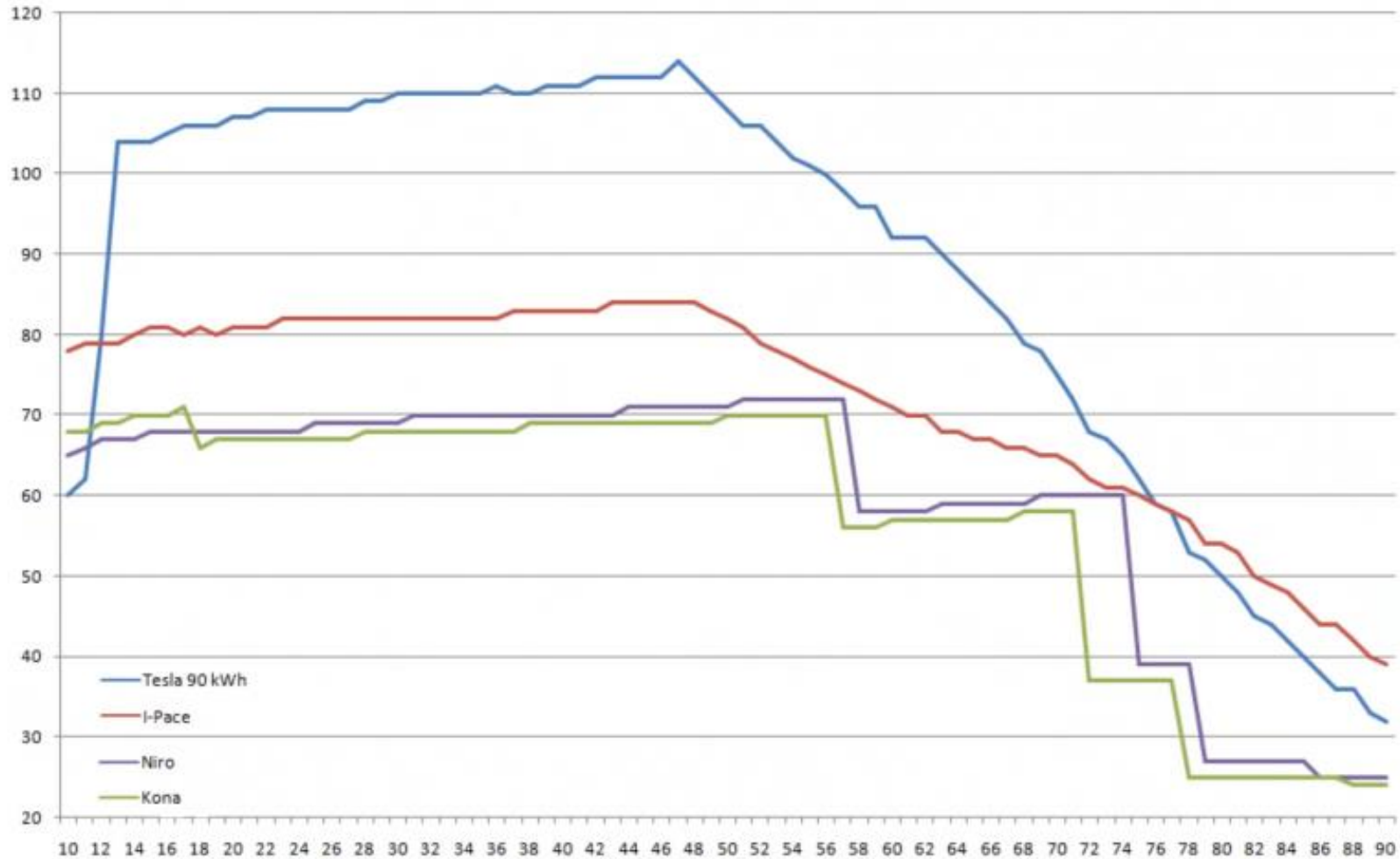


# Das Elektroauto

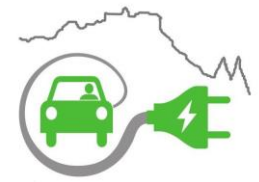


Emobil-Marburg.de

## Ladeleistung DC



# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Zuordnung Ladeleistung





Kriterien	Privat 	Halböffentlich 	Öffentlich (Stadt) 	Langstreckenverkehr 
<b>Ladeleistung (kW)</b>	3,3 - 11	11 - 22	22	> 50
<b>Stromart</b>	AC (DC)	AC (DC)	AC	DC
<b>Autorisierung</b>	Nicht erforderlich	Teilweise	Erforderlich	Erforderlich
<b>Bezahlung</b>	Nicht erforderlich	Teilweise	Erforderlich	Erforderlich
<b>Lademanagement</b>	Dezentral (Smart Home)	Dezentral	Erforderlich	Eingeschränkt möglich
<b>Mehrwertdienste</b>	Bidirektionales Laden	Bidirektionales Laden (abhängig von der Ladedauer)	Überwachung der Ladevorgänge (Hersteller, EVU)	Überwachung der Ladevorgänge (Hersteller, EVU)
<b>Datensicherheit</b>	Absicherung der Schnittstellen ins Haus	Teilweise, einschließlich Fahrzeug	Ja, einschließlich Fahrzeug	Ja, einschließlich Fahrzeug

TABELLE 1 Ladezugang: privat versus öffentlich (© IAV)

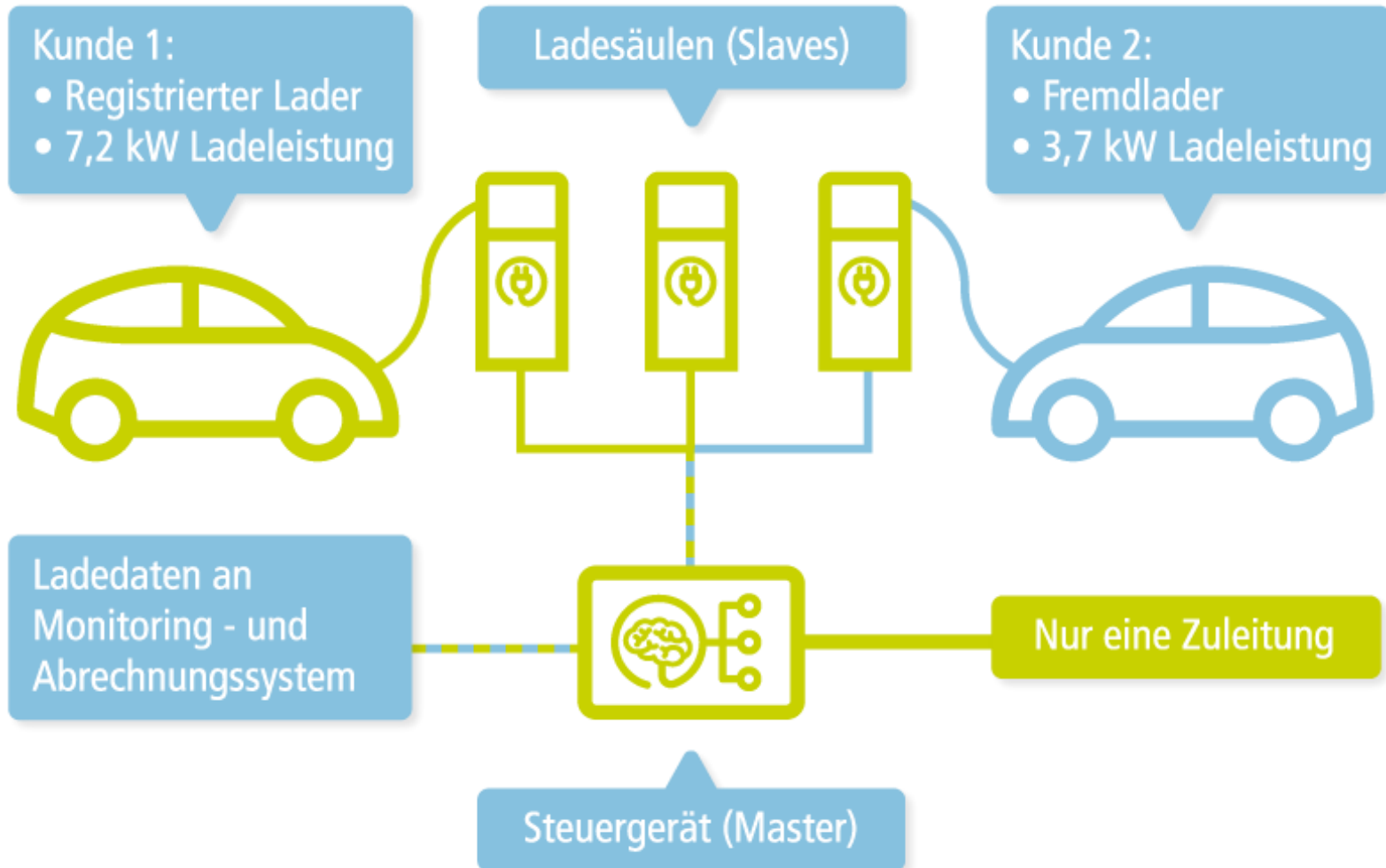


# Das Elektroauto



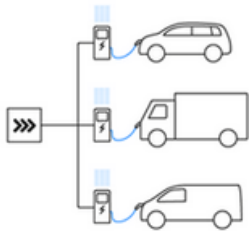
Emobil-Marburg.de

## Lastmanagement



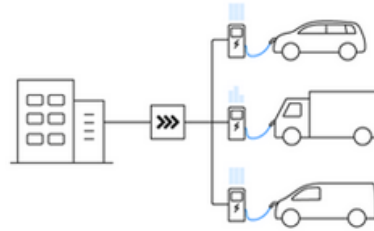


## Lastmanagement



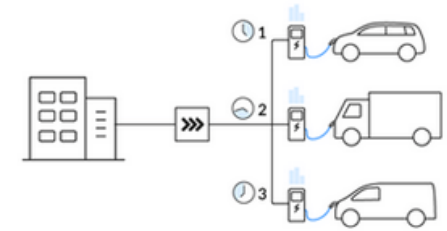
### Statisches Lastmanagement

Beim statischen Lastmanagement wird eine für alle Ladestationen fix reservierte Ladeleistung gleichmäßig auf mehrere angeschlossene Elektroautos aufgeteilt. Egal, wie viel die einzelnen Elektroautos wirklich laden. Jede Ladestation bekommt die gleiche Ladeleistung zugeteilt.



### Dynamisches Lastmanagement

Beim dynamischen Lastmanagement wird die verfügbare Gesamtladeleistung an den aktuellen Stromverbrauch im gesamten Gebäude angepasst. Wenn der Stromverbrauch im Gebäude also sinkt, steht mehr Strom zum Laden der Elektroautos zur Verfügung.



### Fahrplanbasiertes Lastmanagement

Die verfügbare Ladeleistung wird anhand von Fahrplänen, Energiebedarf und fahrzeugspezifischer Ladeleistung aufgeteilt. Wenn ein Elektrofahrzeug früher wieder einsatzbereit sein muss, wird dieses schneller geladen. Optional wird die Gebäudelast mit berücksichtigt.

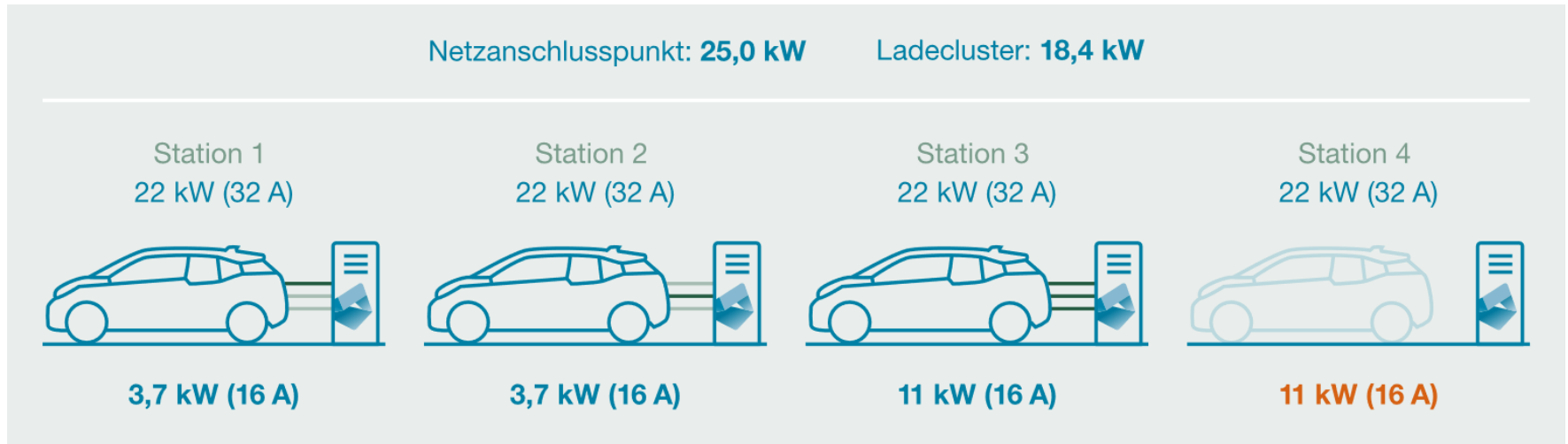
# Das Elektroauto



Emobil-Marburg.de

## Lastmanagement

### Feste Leistungszuteilung ohne Lastmanagement



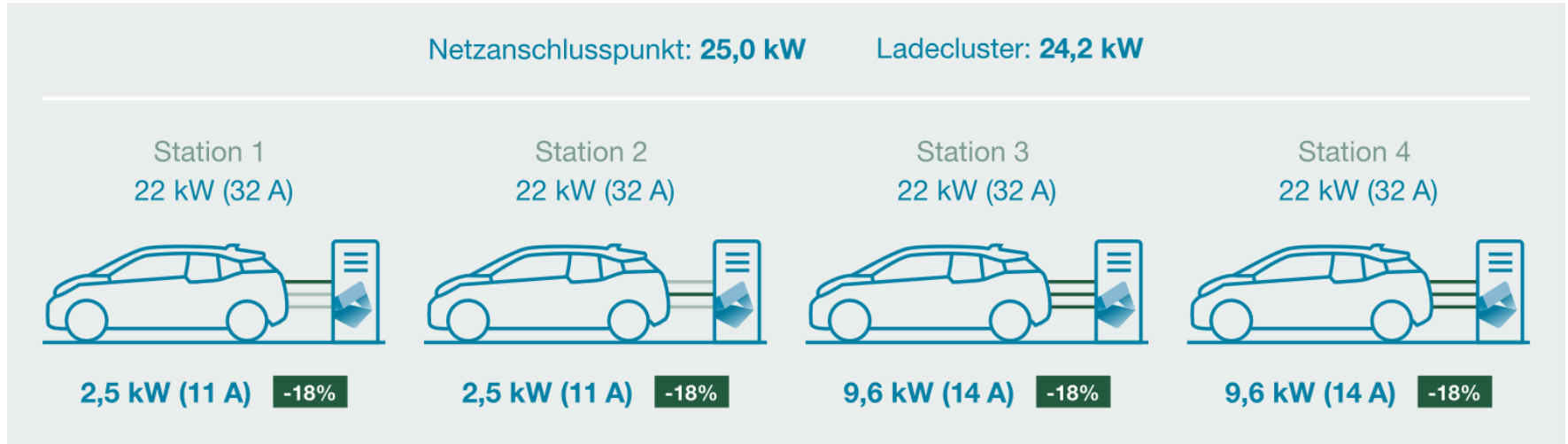
# Das Elektroauto



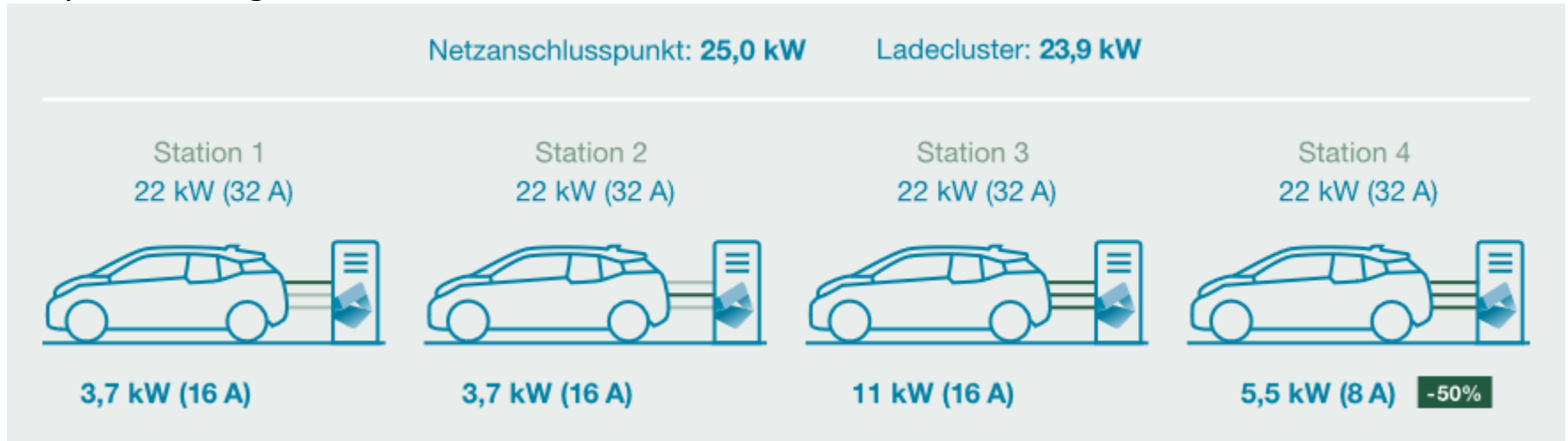
Emobil-Marburg.de

## Lastmanagement

Aufteilung der Gesamtleistung

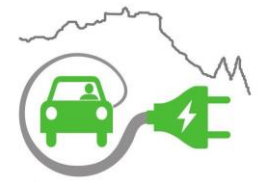


## Sequenzierung



# Das Elektroauto

## Lastmanagement über Pufferspeicher



Emobil-Marburg.de

Lader mit Batteriepuffer: E-Charger 600 / 150-300 kWh / Abgabeleistung bis 350 kW





Emobil-Marburg.de

# Vielen Dank!

Mehr Informationen auf der Webseite ...

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

... und bei einem unserer Treffen !

#### **Haftungsausschluss**

Alle in meiner Präsentation enthaltenen Angaben wurden sorgfältig geprüft. Ich bemühe mich, dieses Informationsangebot aktuell und inhaltlich richtig sowie vollständig anzubieten. Dennoch ist das Auftreten von Fehlern nicht völlig auszuschließen. Eine Garantie, Gewährleistung oder Vereinbarung einer Beschaffenheit für die Vollständigkeit, Richtigkeit und letzte Aktualität kann daher nicht übernommen werden.

Dieses Dokument ersetzt weder Schulungen noch Ausbildungen zur Sach- und/oder Fachkunde.

Sollten Empfehlungen aus diesen Dokumenten auch von Dritten (z.B. gewerblichen Bergungsunternehmen/Abschleppunternehmen) genutzt werden, so sind hier jeweils die Abweichungen nach gültigem Recht zu berücksichtigen. Dieses gilt vor allem für den gewerblichen Transport von Gefahrstoffen, Gefahrgut, pyrotechnische Rückhaltesysteme oder Notabschaltungs-/Notöffnungssysteme.

Hinweise und Korrekturen senden Sie bitte an: [mail@emobil-marburg.de](mailto:mail@emobil-marburg.de)