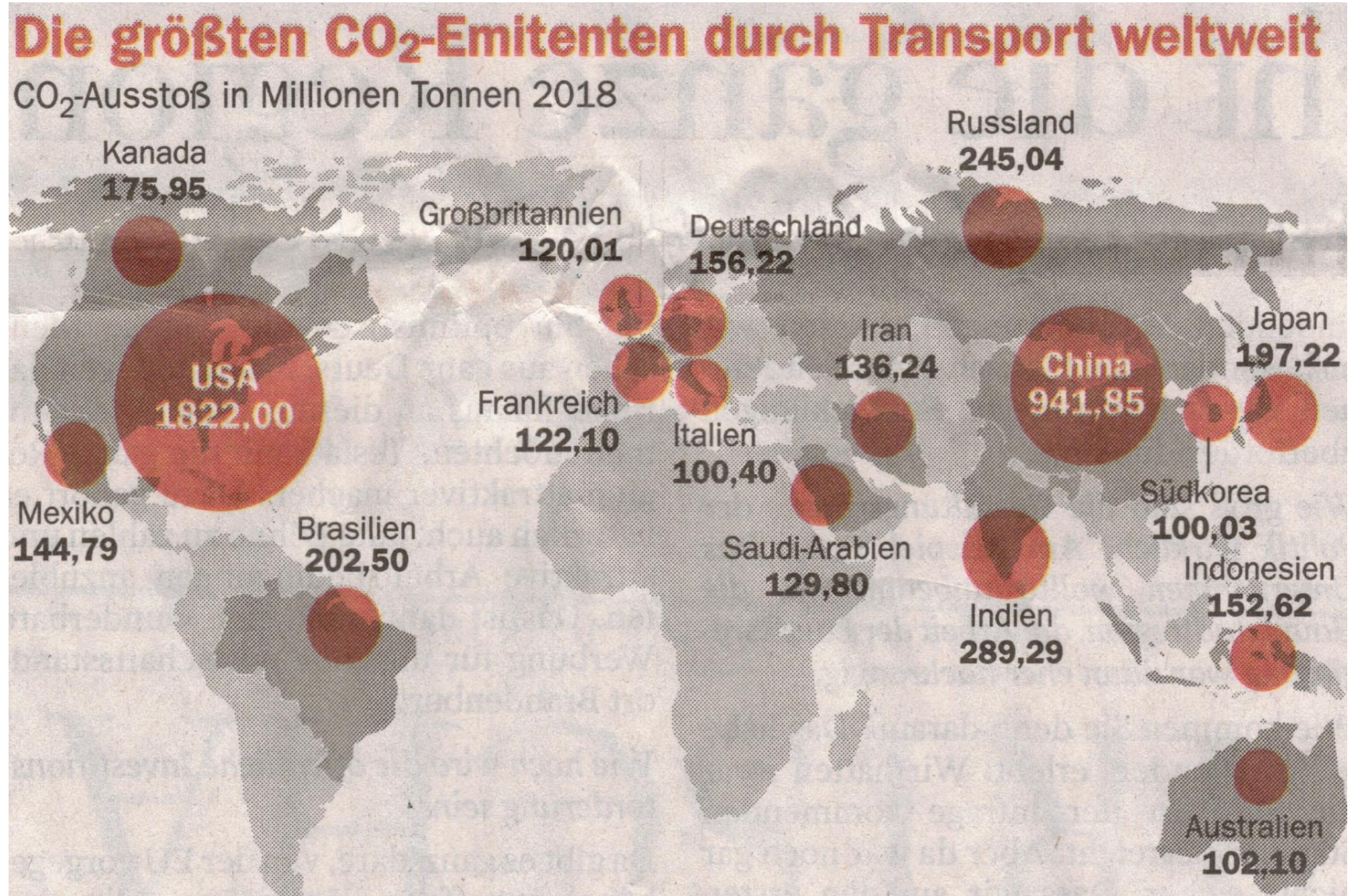


E-Mobilität

**Einfache und preiswerte Ladestation für
vermietete PKW-Stellplätze bei
Wohnsiedlungen, Hauseigentümern
und am Arbeitsplatz**

Prof. Dr.- Ing. Peter Marx

**www.mx-electronic.com
info@mx-electronic.com**

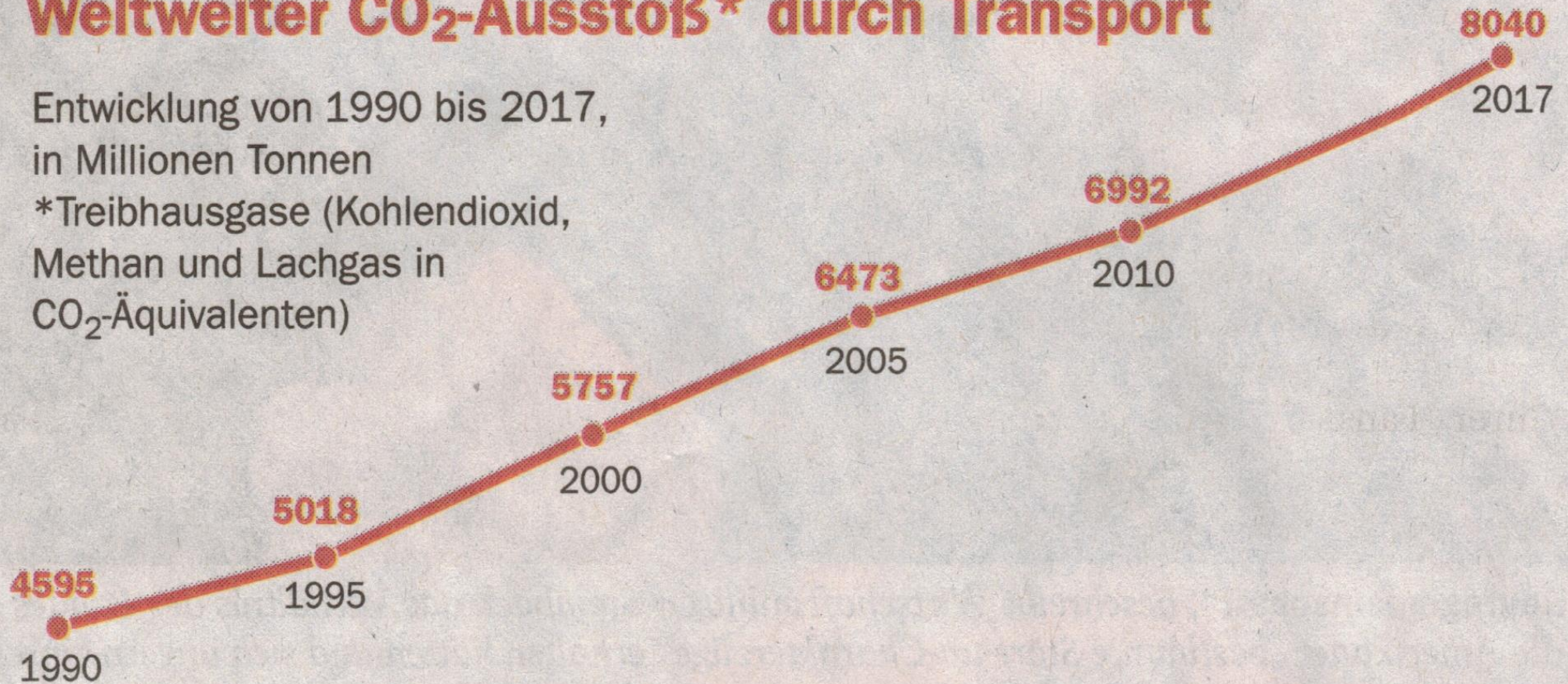


USA – China – Indien – Russland – Japan – Brasilien – Kanada – Deutschland

Weltweiter CO₂-Ausstoß* durch Transport

Entwicklung von 1990 bis 2017,
in Millionen Tonnen

*Treibhausgase (Kohlendioxid,
Methan und Lachgas in
CO₂-Äquivalenten)



Quellen: Fossil CO₂ and GHG emissions of all world countries, 2019 report, IEA

Dreckiger Verkehr

Vor allem der Transportsektor kommt bei der Einsparung von CO₂ nicht voran.
Mit Abstand am schmutzigsten ist das Fliegen.
Und auf der Straße produzieren vor allem die Saudis erstaunlich viel CO₂

VON JENS TARTLER

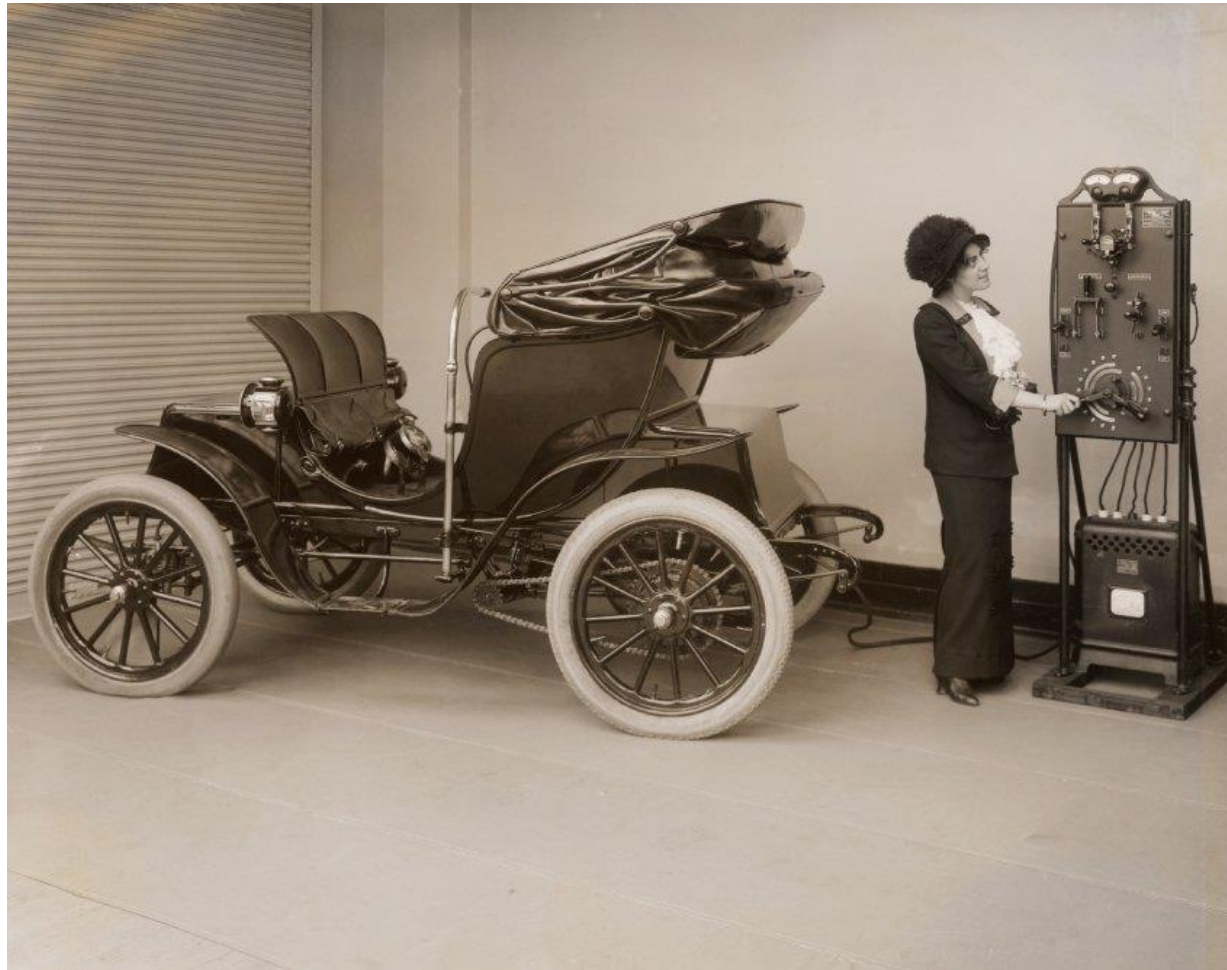


Kohlendioxid Ausstoß in Gramm pro Personenkilometer

Elektroauto-Revolution vor über 100 Jahren

**Was heute klingt wie eine Zukunftsvision des
21. Jahrhunderts, ist in Wahrheit schon lange her:**

**60.000 batteriebetriebene Wagen fuhren
bereits 1912 durch die USA**



Ladestation: Um 1912 benutzt eine junge Frau ein per Hand zu bedienendes Ladegerät für die Batterien ihres Elektroautos

PKW-Weltbestand mit Verbrennungsmotor im Jahr 2019 $\approx$ 1,3 Milliarden

Anteil von E-Fahrzeugen z. Z. nur ca. 0,6 %

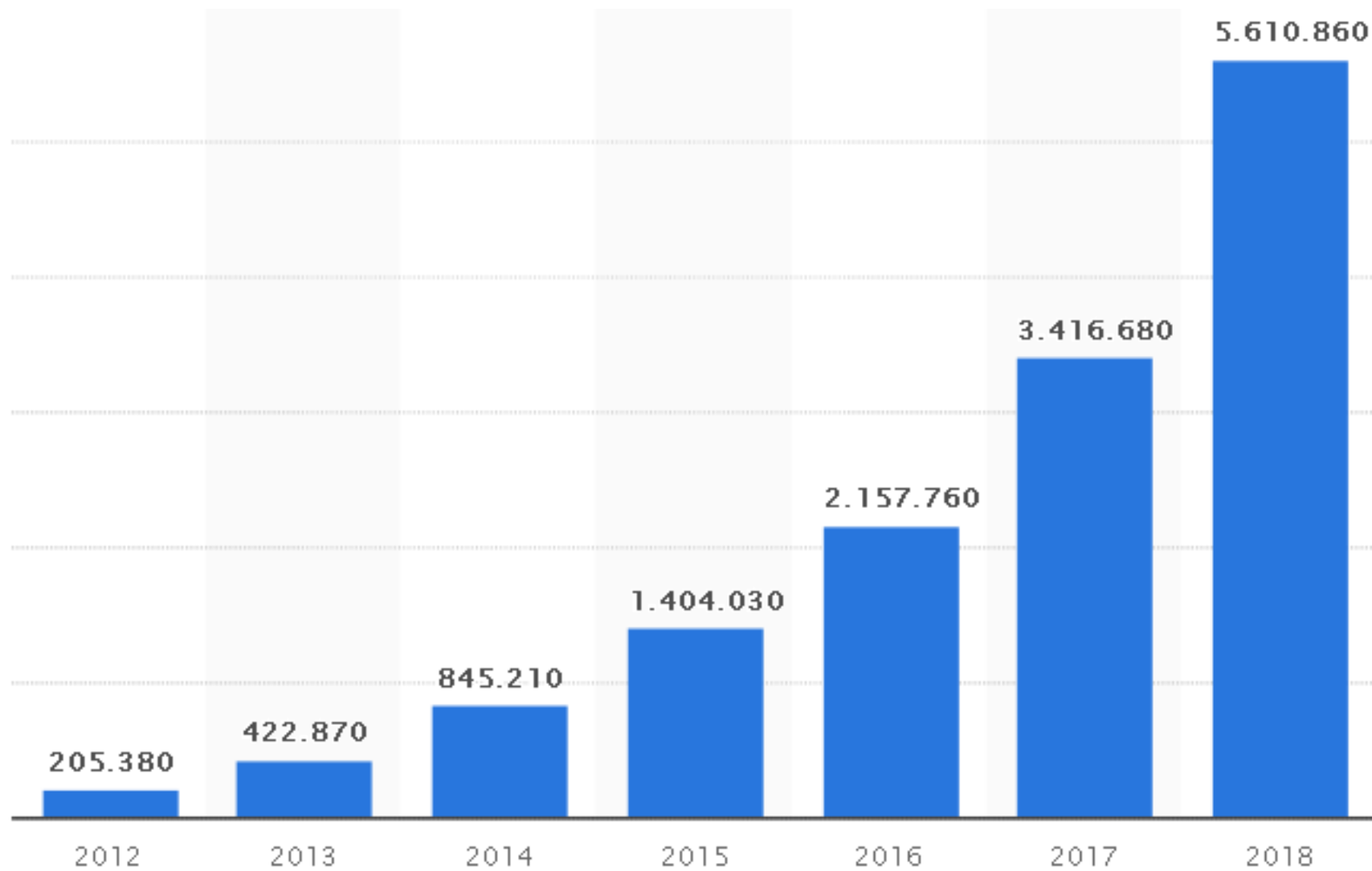
Etwa 80 Millionen PKW wurden 2019 weltweit produziert

davon VW $\approx$ 10 Mio

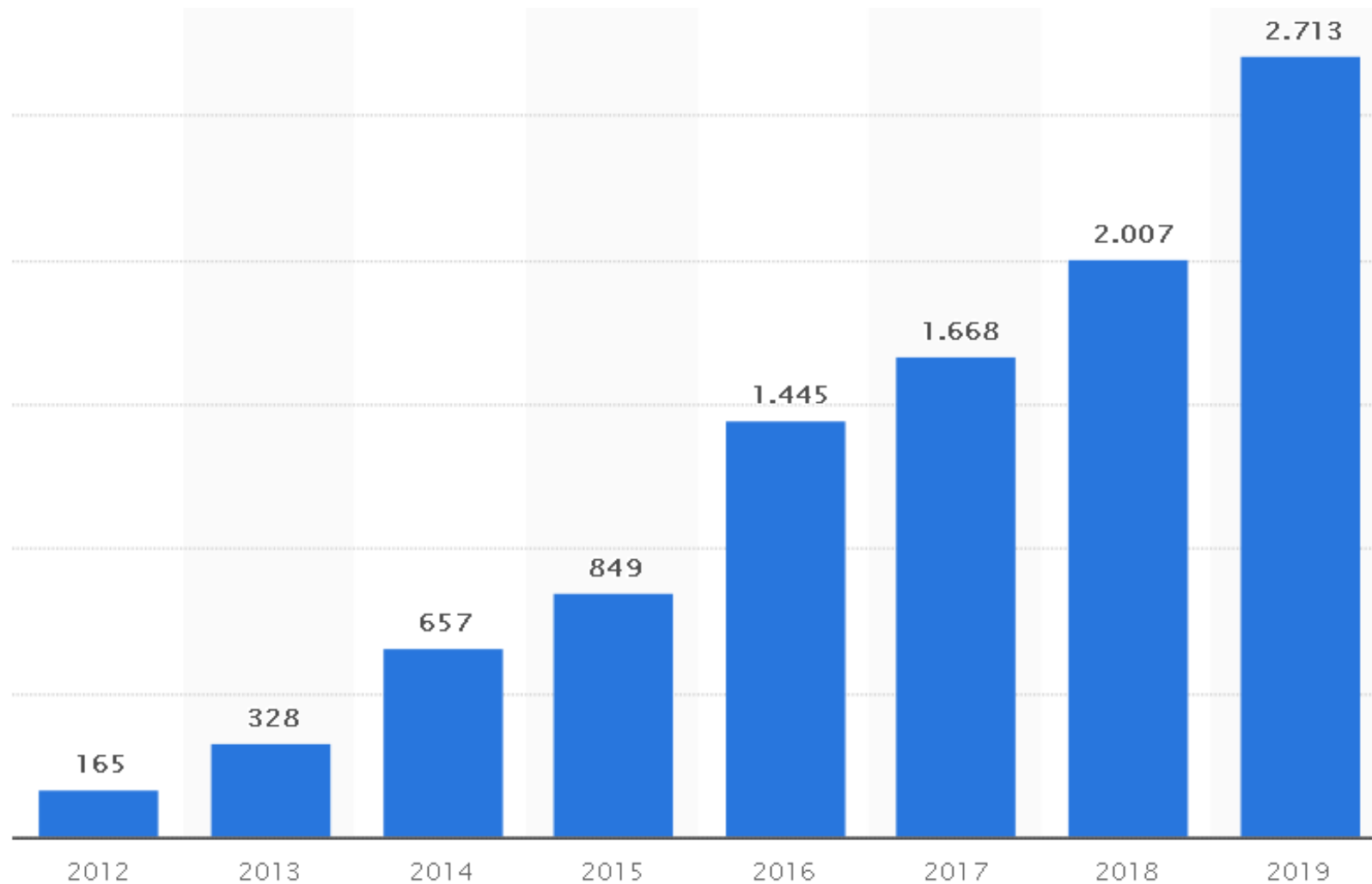
BMW $\approx$ 2,4 Mio

Daimler $\approx$ 2,2 Mio

**2019 wurden in Deutschland 3,6 Mio. Neuwagen
zugelassen, davon 63.200 Elektroautos, das sind 1,8 %**

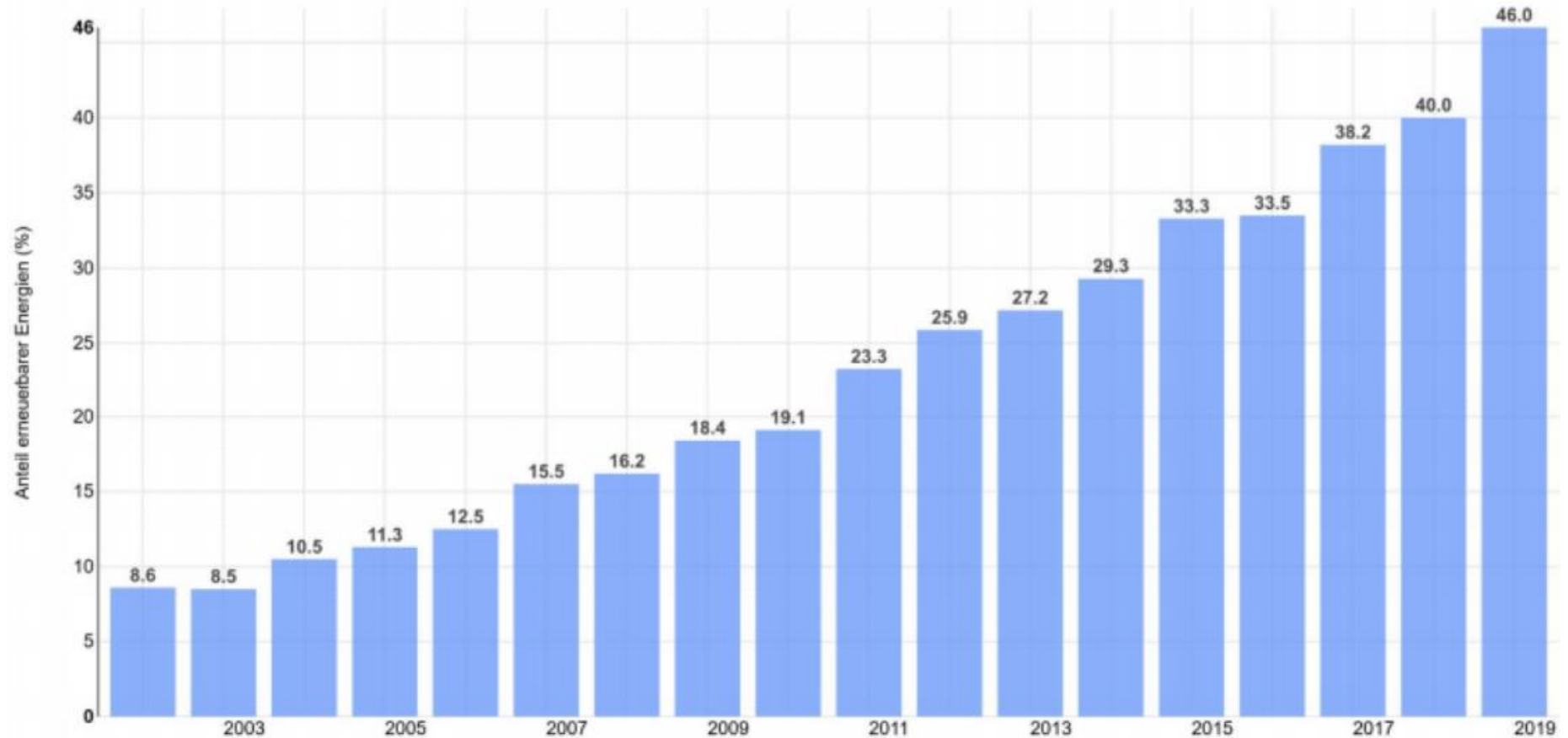


Weltweite Bestandsentwicklung von Elektroautos in den Jahren 2012 bis 2018



E-Fahrzeuge in Berlin 2012 - 2019
In Berlin gibt es momentan rd. 500 öffentliche Ladesäulen

Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung, Jahr 2002 - 2019



2019 lag der Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung in D bei 46 %

Engpässe in der Stromversorgung sind auch bei einem schnellen Markthochlauf nicht zu befürchten

Der jährliche Verbrauch an elektrischer Energie beträgt in Deutschland rund **600 GkWh**.

Ein E-Auto benötigt etwa **15 kWh für 100 km**

Autos fahren in Deutschland im Durchschnitt **12.000 km im Jahr**, d.h. sie benötigen hierfür

$$\mathbf{120 \times 15 \text{ kWh} = 1800 \text{ kWh}}$$

Selbst wenn im Jahr 2020 eine Million Autos rein elektrisch fahren würden, liefe das nur auf einen

Mehrverbrauch von rd. 1,8 GkWh hinaus.

Das sind nur 0,3 % Mehrbedarf!

Würde der komplette Bestand von aktuell
47 Millionen Pkw in der Bundesrepublik mit Strom fahren,
entspräche das einem Energiebedarf von etwa
47 Mio. x 1,8 GkWh = 84,6 GkWh pro Jahr,

das sind 14 % Mehrbedarf!

220.000 E-Autos (BEV und PHEV = 0,47%) und 24.000 öffentliche Ladepunkte gibt es aktuell in Deutschland

Schon mit der heutigen Netzstruktur können laut Energieversorger etwa **13 Millionen Elektroautos** geladen werden.

Das entspricht einem Anteil von 30 Prozent aller Autos in Deutschland. In Ballungsgebieten sind bei konzentrierten Zuwächsen allerdings lokale Engpässe möglich.

Elektroautos sollen künftig intelligent laden, damit es nicht zu Engpässen kommt.

Abhängig von den verfügbaren Dreiphasen-Stromstärken

ergeben sich folgende Ladeleistungen:

$$\underline{P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 6 \text{ A} = 4 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} = 7 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 16 \text{ A} = 11 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 32 \text{ A} = 22 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 64 \text{ A} = 44 \text{ kW}$$

Der Schlüssel zum Erfolg der E-Mobilität ist, die Ladestationen dort zu haben, wo Autos lange stehen:

Am Wohnort und am Arbeitsplatz

**Die Nationale Plattform Elektromobilität,
das Beratergremium der Bundesregierung,
fordert deshalb:**

Pro Elektroauto eine Lademöglichkeit

Wieviele Ladepunkte benötigt Deutschland?

Der angebliche Mangel an öffentlich zugänglichen Ladestationen wird als beliebtes Argument für die hinter den Erwartungen gebliebene Einführung von Elektroautos herangezogen.

Die Reichweite der E-Autos und die DC-Ladeleistung nehmen ständig zu, deshalb werden deutlich weniger öffentliche AC-Ladestationen benötigt.

Ein Vergleich am Beispiel Deutschland:

Für 48 Millionen Pkws gibt es derzeit landesweit nur 14.500 Tankstellen für fossile Treibstoffe.

Die Bundesregierung berechnet für das **Jahr 2030** einen Bedarf von **einer Million Ladestationen** für avisierte **sechs Millionen Elektrofahrzeuge**, ohne weiter anzugeben, welche Art von Ladestation und welcher Anwendungsfall zugrunde liegt.

Die Herleitung dieses Bedarfs erscheint zweifelhaft. Insbesondere dann, wenn man die fortschreitende Marktdurchdringung ultraschneller Gleichstromlader und deren Annäherung der Ladedauer an das Betanken von Verbrennungsfahrzeugen und die steigende Reichweite (> 400 km) berücksichtigt.

Aber wo liegt das große Potential im Ladeinfrastrukturgeschäft?

Neben dem öffentlichen DC-Schnell-Laden werden vor allem das langsame Laden (bis 11 kW) zu Hause und beim Arbeitgeber die Haupttreiber für die weitere Marktentwicklung sein.

Situation bei Tanken von fossilen Kraftstoffen in Deutschland

Auf den 14.140 Tankstellen für den Straßennahverkehr gibt es rd. 84.840 Zapfsäulen mit jeweils 4 Zapfpistolen und auf den 360 Tankstellen für den Straßenfernverkehr ca. 5.040 Zapfsäulen mit jeweils 4 Zapfpistolen, d.h. insgesamt 359.520 Zapfpistolen.

Das Zapfventil – umgangssprachlich **Zapfpistole** genannt – ist über einen Schlauch mit der Zapfsäule verbunden.

PKWs fahren im Mittel pro Jahr 12.000 km. Bei einem Verbrauch von 8 Litern für 100 km und einem Tankvolumen von 56 Litern beträgt die Reichweite dann 700 km, d.h., der Tank muss $12.000 \text{ km} / 700 \text{ km} = 17$ mal pro Jahr vollgetankt werden.

Für 48 Mio. Verbrenner-Fahrzeuge stehen also 359.520 Zapfpistolen zur Verfügung.

Die Füllung des PKW-Tanks benötigt etwa 5 Minuten.

Der Zeitbedarf zur Betankung der 48 Mio. Autos beträgt:

48 Mio. x 17 Tankvorgänge x 5 Minuten = **68 Mio. Stunden**

Wenn Tankstellen Tag und Nacht geöffnet haben, ergibt sich die folgende Öffnungszeit für das Betanken der Fahrzeuge:

14.500 Tankstellen x 356 Tage x 24 Stunden = **127 Mio. Stunden**

Wie man sieht, bieten die vorhandenen Tankstellen ausreichend Zeit, um alle Verbrenner-PKWs zu betanken.

Wie ist nun die Situation beim Laden von Elektrofahrzeugen in Deutschland

Annahme: Sämtliche 48 Mio. Verbrenner-PKWs sind ersetzt durch Elektroautos. Diese fahren ebenfalls im Jahresmittel 12.000 km. Bei einem Verbrauch von 20 kWh pro 100 km werden dann

$$(12.000 \text{ km} / 100 \text{ km}) \times 20 \text{ kWh} = 2.400 \text{ kWh}$$

pro E-Auto und Jahr benötigt.

(Entspricht etwa der Hälfte des jährlichen Strom-Verbrauchs eines Vierpersonen-Haushalts)

Für die zukünftig übliche Reichweite von 400 km werden dann

$$4 \times 20 \text{ kWh} = 80 \text{ kWh} \text{ für eine Voll-Ladung benötigt.}$$

Pro Jahr sind $2.400 \text{ kWh} / 80 \text{ kWh} = 30$ Ladevorgänge erforderlich, also etwa 2-3 mal im Monat.

Die Aufladung geschieht zukünftig durch Gleichstrom (DC)–Schnell-Lader mit einer Ladeleistung zwischen 100 kW bis 350 kW.

Für die nachfolgende Überschlagsrechnung zur Bestimmung der nötigen Gleichstrom (DC)–Schnell-Lader wird eine realistische Ladeleistung von 200 kW angenommen.

Die Ladezeit errechnet sich damit zu:

$$t = 80 \text{ kWh} / 200 \text{ kW} = 0,4 \text{ Stunden bzw. 24 Minuten}$$

Um nun 48 Mio. E-Fahrzeuge pro Jahr aufzuladen wird eine Gesamtladezeit von $48 \text{ Mio.} \times 30 \text{ Ladevorgänge} \times 0,4 \text{ Stunden} = 576 \text{ Mio. Stunden}$ benötigt.

Ladesäulen sind in 365 Tage x 24 h = 8760 Stunden in Betrieb.
Hieraus folgt die Anzahl Z der benötigten DC-Ladepunkte:

$$Z = 576 \text{ Mio. Stunden} / 8.760 \text{ Stunden} = 65.753 \text{ DC-Schnell-Ladepunkte}$$

Da jedoch ca. 80 % der Ladevorgänge in Eigenheimen, an Mieterstellplätzen und bei Arbeitgebern mittels langsamem Laden mit 11 kW erfolgen, werden tatsächlich nur

$$\mathbf{Z = 13.150} \text{ öffentliche DC Schnell-Ladepunkte mit 200 kW Ladeleistung benötigt.}$$

38,4 Mio. E-Fahrzeuge werden an privaten Wallboxen geladen.

Diese kosten rd. 400 €, hinzu kommen die Kosten der Elektroinstallation von durchschnittlich weniger als 1000 €.

Im Jahr 2030 erwartet die Bundesregierung sechs Millionen Elektrofahrzeuge

Die Bundesregierung berechnet für das **Jahr 2030** einen Bedarf von **einer Million Ladestationen** für avisierte **sechs Millionen Elektrofahrzeuge**, ohne weiter anzugeben, welche Art von Ladestation und welcher Anwendungsfall zugrunde liegt.

Um nun 6 Mio. E-Fahrzeuge pro Jahr aufzuladen wird eine Gesamtladezeit von

$$6 \text{ Mio.} \times 30 \text{ Ladevorgänge} \times 0,4 \text{ Stunden} = 72 \text{ Mio. Stunden benötigt.}$$

Ladesäulen sind in $365 \text{ Tage} \times 24 \text{ h} = 8.760 \text{ Stunden}$ in Betrieb.
Hieraus folgt die Anzahl der benötigten DC-Ladepunkte Z:

$$Z = 72 \text{ Mio. Stunden} / 8.760 \text{ Stunden} = 8.219 \text{ DC-Schnell-Ladepunkte}$$

Da jedoch ca. 80 % der Ladevorgänge in Eigenheimen, an Mieterstellplätzen und bei Arbeitgebern erfolgen, werden tatsächlich nur

1.644 öffentliche DC Schnell-Ladepunkte mit 200 kW Ladeleistung benötigt.

Wenn die DC Schnell-Ladepunkte im Durchschnitt nur 100 kW Ladeleistung zur Verfügung stellen, werden

3.288 öffentliche DC Schnell-Ladepunkte benötigt.

Wenn darüber hinaus die Ladepunkte nur halbtägig in den Tagesstunden in Betrieb sein sollten, wären dann auch

nur **6576 öffentliche DC Schnell-Ladepunkte** erforderlich.

Diese relativ geringe Zahl von öffentlichen DC Schnell-Ladepunkten kann auf Tankstellen in Städten sowie an Autobahn-Tankstellen und Raststätten installiert werden.

4,8 Mio. E-Fahrzeuge werden voraussichtlich an privaten Wallboxen geladen.

Fazit:

Auf die teuren, unbequemen und unwirtschaftlichen öffentlichen Wechselstrom AC-Ladesäulen (i. d .R. bis 44 kW) mit ihrem undurchsichtigen Tarif-Dschungel im Straßenbereich kann verzichtet werden.

Der Staat sollte deshalb neben der Förderung privater Drehstrom-Ladestationen bis 11 kW (sog. Wallboxen) speziell DC Schnell-Ladepunkte mit 100 kW bzw. 200 kW Ladeleistung fördern, wobei hier der Preis für die DC-kWh auch nur 30 Cent betragen sollte

und der geladene Strom direkt an der E-Tankstelle – wie bisher für flüssige Kraftstoffe – bezahlt wird.

Auf ein kostentreibendes elektronisches Backend kann verzichtet werden.

Für die 20 % E-Autobesitzer, die vorzugsweise in Innenstädten wohnen und jeden Abend in ihrer Wohnstraße einen Parkplatz suchen müssen, ist ein subventionierter DC-Ladepreis von 30 Cent pro kWh aus sozialen Gründen dringend geboten, damit diese nicht schlechter gestellt sind als Hauseigentümer, die relativ preisgünstig zum Haushalts-Stromtarif (i.d.R. 30 Cent) ihre E-Autos aufladen. Beim Laden zu Hause sollte ein noch niedrigerer Nachladestromtarif angeboten werden, damit z. B. Windräder in der Nacht nicht abgeschaltet werden müssen sondern die E-Autos aufladen.

Ultraschnellladesäulen – anhalten, auftanken, abfahren

Reichweite bei einer Ladedauer von 10 Minuten



6–10 Minuten dauert auch ein klassischer Tankvorgang inkl. Bezahlvorgang und Wartezeit.

Ultraschnellladesäulen in Deutschland

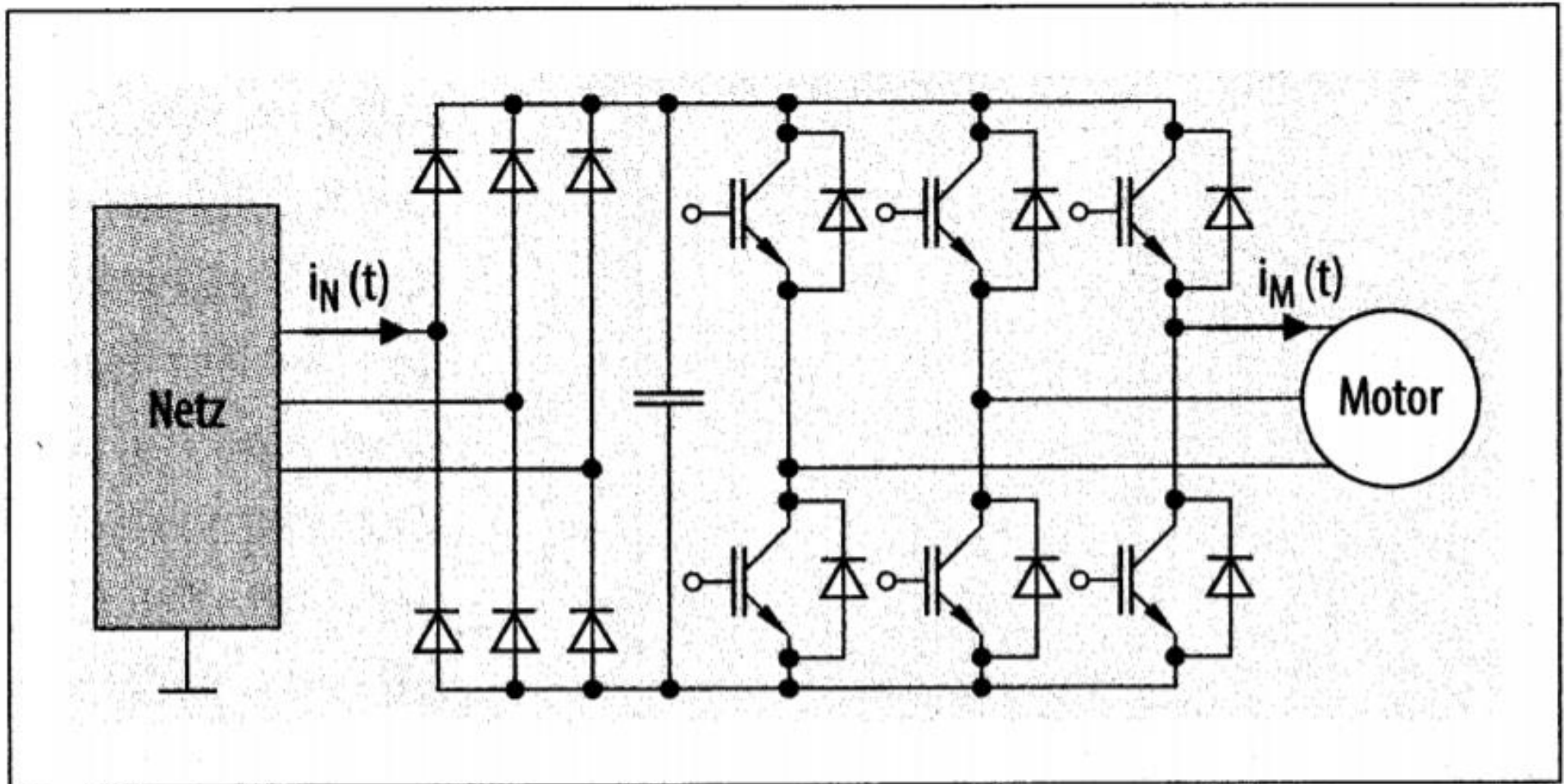


öffentlich zugänglich, Ladeleistung ≥ 150 kW, Stand Anfang Mai des jeweiligen Jahres

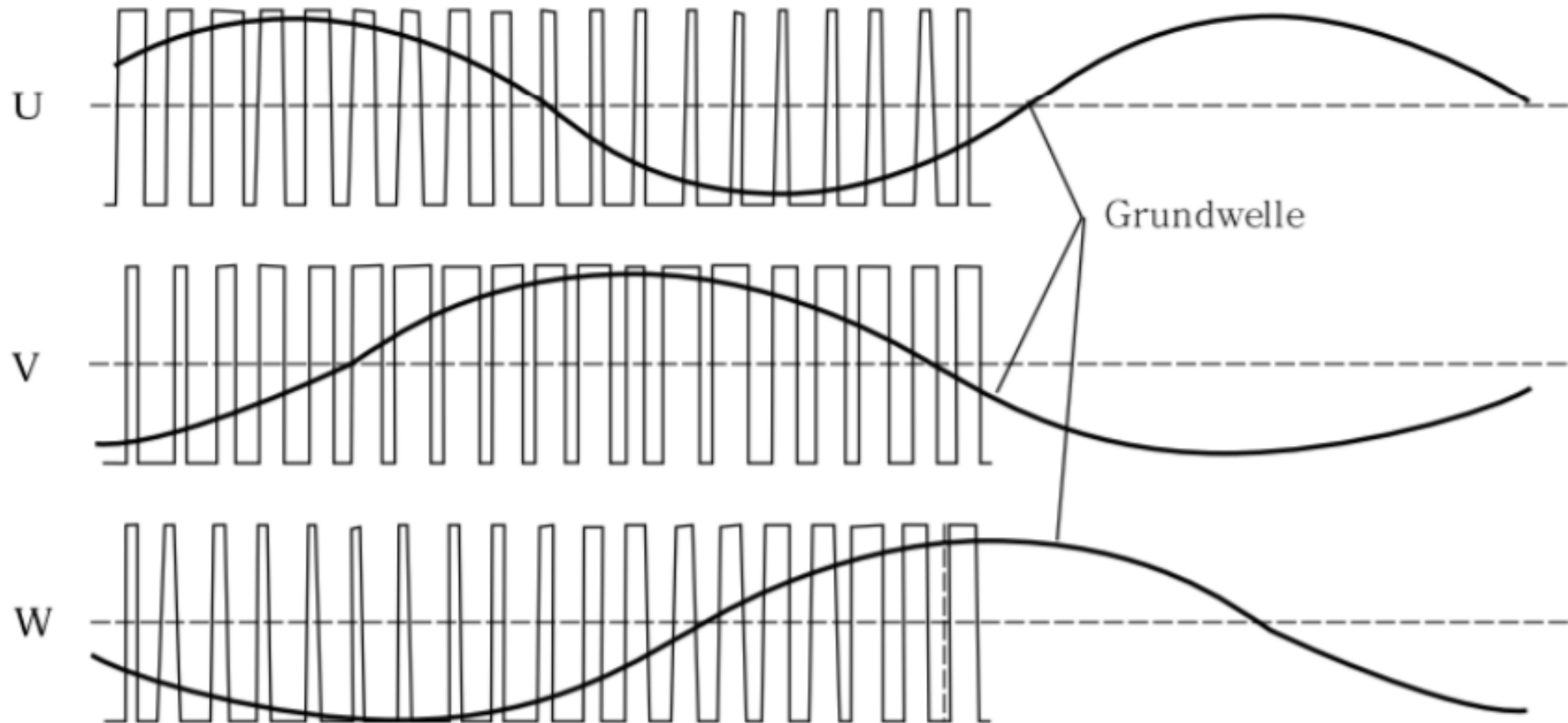
Bis Mitte 2021 wird es bei Aral rund 100 ultraschnelle Ladepunkte geben.

Annahme: Das Fahrzeug verbraucht ca. 17 kWh pro 100 km und kann die volle bereitgestellte Ladegeschwindigkeit ausnutzen.
Quellen: Aral, Bundesnetzagentur

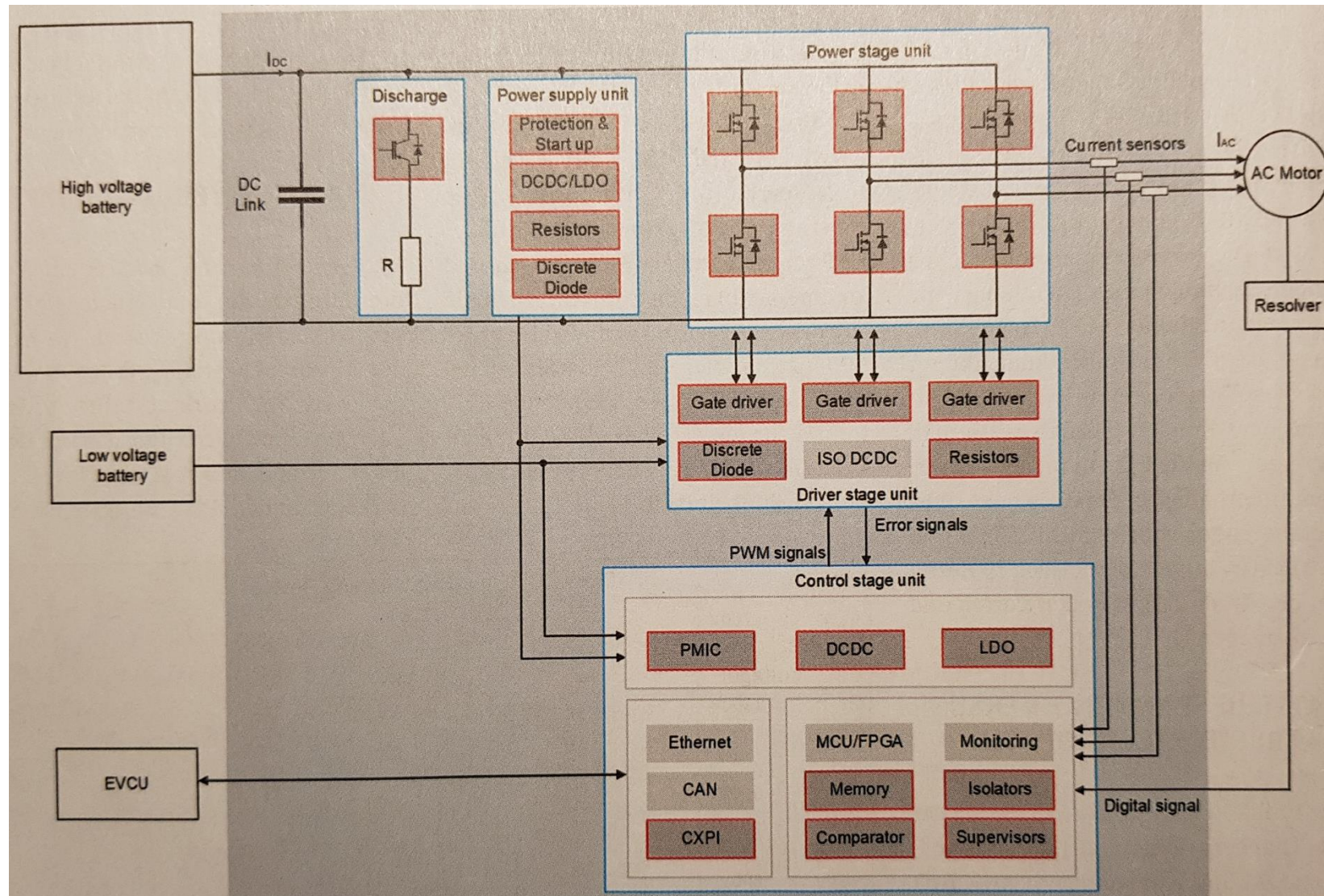




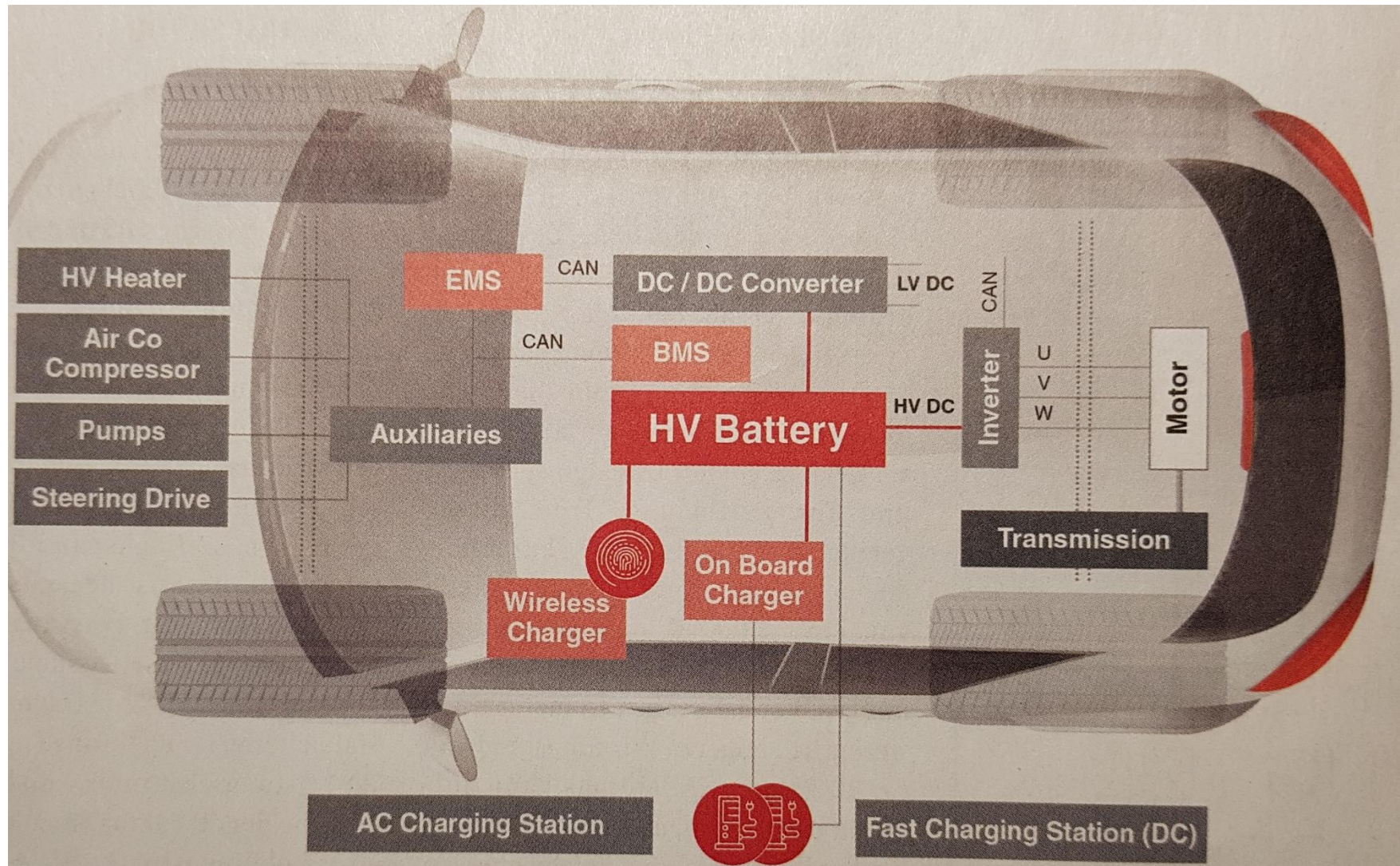
Drehstrom-Frequenzumrichter mit 3 Halbbrücken



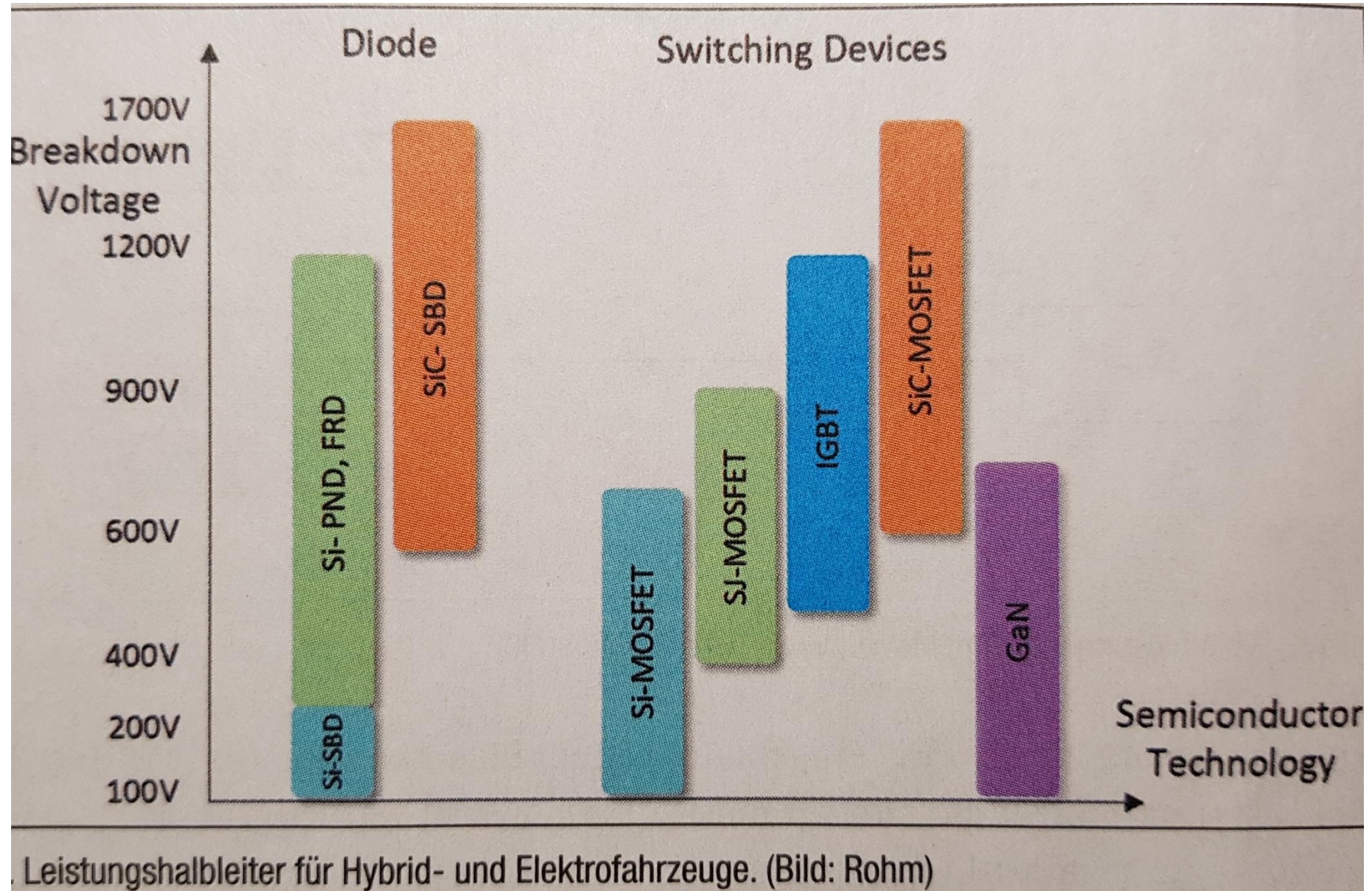
Sinusbewertete Pulsweiten-Modulation



Systemlösung für Antriebswechselrichter (Bild: Rohm)



Blockschaltplan für Leistungselektronik im E-Fahrzeug (Bild: Rohm)



Berechnung des Zusammenhangs zwischen Energie, Leistung, Geschwindigkeit und Reichweite bei Elektrofahrzeugen

Diese Parameter werden jeweils für eine horizontale Wegstrecke von 100 km für drei konstante Geschwindigkeiten: 50 km/h, 100 km/h und 200 km/h berechnet.

Das Fahrzeug muss jeweils den Luftwiderstand und den Rollwiderstand überwinden.

Die Luftwiderstandskraft F_L lässt sich einfach berechnen:

$$F_L = \frac{1}{2} \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_w$$

Beispiel Tesla 3:

ρ : Dichte der Luft = 1,2 kg/m³

C_w : Luftwiderstandsbeiwert des Tesla 3 = 0.23

v : Fahrzeuggeschwindigkeit = 50 km/h

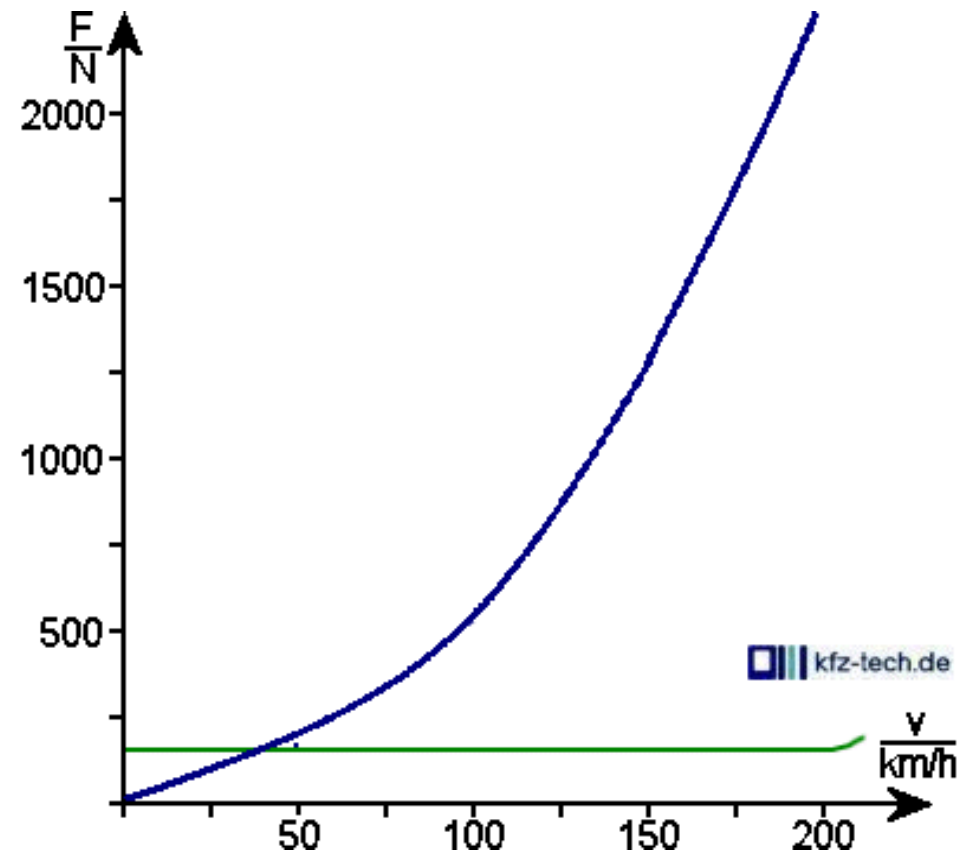
A : Stirnfläche des Tesla 3 = 2,51 m²

Rollwiderstandskraft

Diese entsteht durch die Verformung von Rad und Fahrbahn beim Abrollen.

$$F_R = c_R \cdot F_N$$

Der Rollwiderstandskoeffizient ist eine dimensionslose (einheitenfreie) Zahl, die von Materialeigenschaften und Geometrie des abrollenden Körpers abhängt. F_N ist die Normalkraft (Gewichtskraft)



Quadratische Zunahme des Luftwiderstands F_L mit der Geschwindigkeit v

Grüne Linie = konstanter Rollwiderstand

Ergebnis für den Tesla 3:

Erforderliche Energie und Leistung zur Überwindung der Luftwiderstandskraft und des Rollwiderstands

bei **50 km/h** und einer Wegstrecke von **100 km**:

$$E = 1,85 \text{ kWh} + 5,72 \text{ kWh} = \mathbf{7,6 \text{ kWh}}$$

$$\text{Erforderliche Motor-Leistung } P = 7,6 \text{ kWh} / 2 \text{ h} = \mathbf{3,8 \text{ kW}}$$

bei **100 km/h** und einer Wegstrecke von **100 km**:

$$E = 7,4 \text{ kWh} + 5,72 \text{ kWh} = \mathbf{13 \text{ kWh}}$$

$$\text{Erforderliche Motor-Leistung } P = 13 \text{ kWh} / 1 \text{ h} = \mathbf{13 \text{ kW}}$$

bei **200 km/h** und einer Wegstrecke von **100 km**:

$$E = 29,6 \text{ kWh} + 5,72 \text{ kWh} = \mathbf{35,32 \text{ kWh}}$$

$$\text{Erforderliche Motor-Leistung } P = 35,32 \text{ kWh} / 0,5 \text{ h} = \mathbf{70,64 \text{ kW}}$$

Der Tesla 3 hat eine Batterie mit 75 kWh.

Theoretische Reichweiten sind dann:

Reichweite bei 50 km/h = 75 kWh / 7,6 kWh $\hat{=}$ 987 km

Reichweite bei 100 km/h = 75 kWh / 13 kWh $\hat{=}$ 579 km

Reichweite bei 200 km/h = 75 kWh / 35,3 kWh $\hat{=}$ 212 km

Fazit:

**Bei hoher Geschwindigkeit sinkt die Reichweite
der E-Fahrzeuge dramatisch!**

**In der Praxis sind diese Reichweiten noch ca. 20 % geringer
wegen des Wirkungsgrades des elektrischen Antriebsstrangs
von etwa 90% und der Lade- und Entladeverluste der Batterie.**

car ▼ Bild auf Twitter anzeigen	Claimed range	Actual range	% of claimed range
Tesla Model 3	348 mi	270 mi	78%
Kia e- Niro	282 mi	255 mi	90%
Jaguar i- pace	292 mi	223 mi	76%
Nissan Leaf	249 mi	208 mi	87%
Audi e- tron	255 mi	206 mi	81%
Mercedes EQC	259 mi	194 mi	75%

Vergleich der Energieinhalte von:

Super-Benzin:	11,8 kWh / kg
Wasserstoff:	33 kWh / kg
Erdgas:	12 kWh / kg
Li-Ion-Batterie:	0,18 kWh / kg

Zur Verbrennung von 1 kg Super-Benzin werden 15 kg Sauerstoff benötigt.

Hieraus wird deutlich, weshalb ein Auto mit etwa 55 Liter Benzin ca. 800 km fahren kann, denn der rd. 15-fache Anteil des zur Verbrennung nötigen Sauerstoffs wird beim Fahren laufend der angesaugten Luft entnommen, beim Elektroauto muss dagegen die gesamte Energie in der Batterie mitgeführt werden, weshalb sie z.Z. noch so groß und schwer ist.

Vergleich Brennstoffzellenantrieb FCEV
(Fuel Cell Electric Vehicle)
und Batterieantrieb BEV

Eine Benzintankstelle kostet rd. 30.000 €

Eine Wasserstofftankstelle kostet etwa 1 Mio. €

Das Hauptproblem ist aber der geringe Wirkungsgrad der Brennstoffzelle.

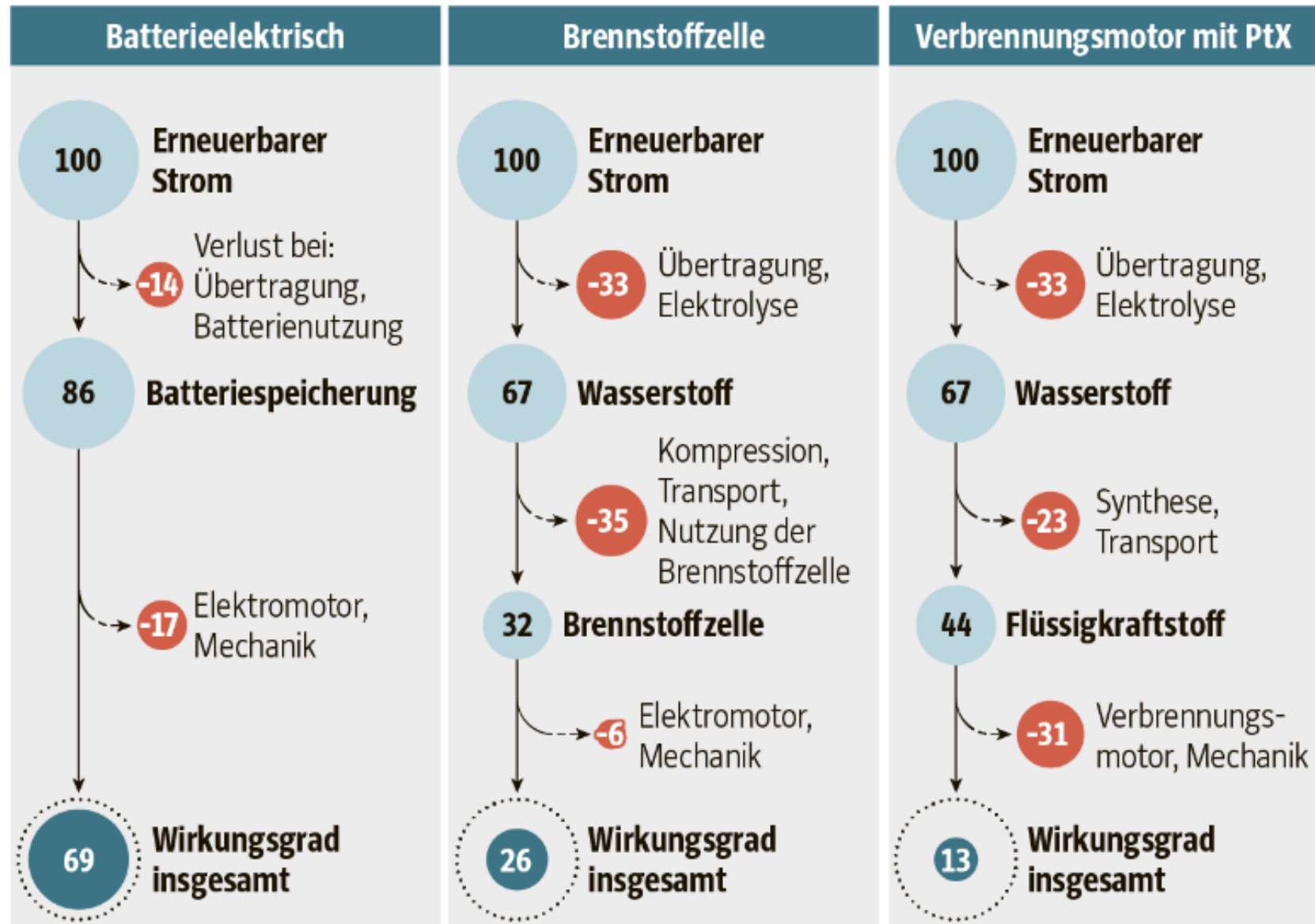
Nur **22 %** stehen zum Antrieb an den Rädern zur Verfügung,
der Verlust beträgt 78 %

Das **Batterieauto** liefert **73 %** an den Rädern,
der Verlust beträgt nur 27 %

Verbrennungsmotoren haben einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von 25 bis 30 Prozent. **Verlust 70 % – 75 %**

Erneuerbarer Strom in Bewegung

Gesamtwirkungsgrade und Leistungsverluste auf Strom basierender Antriebsarten in Prozent



Lade-Strategien

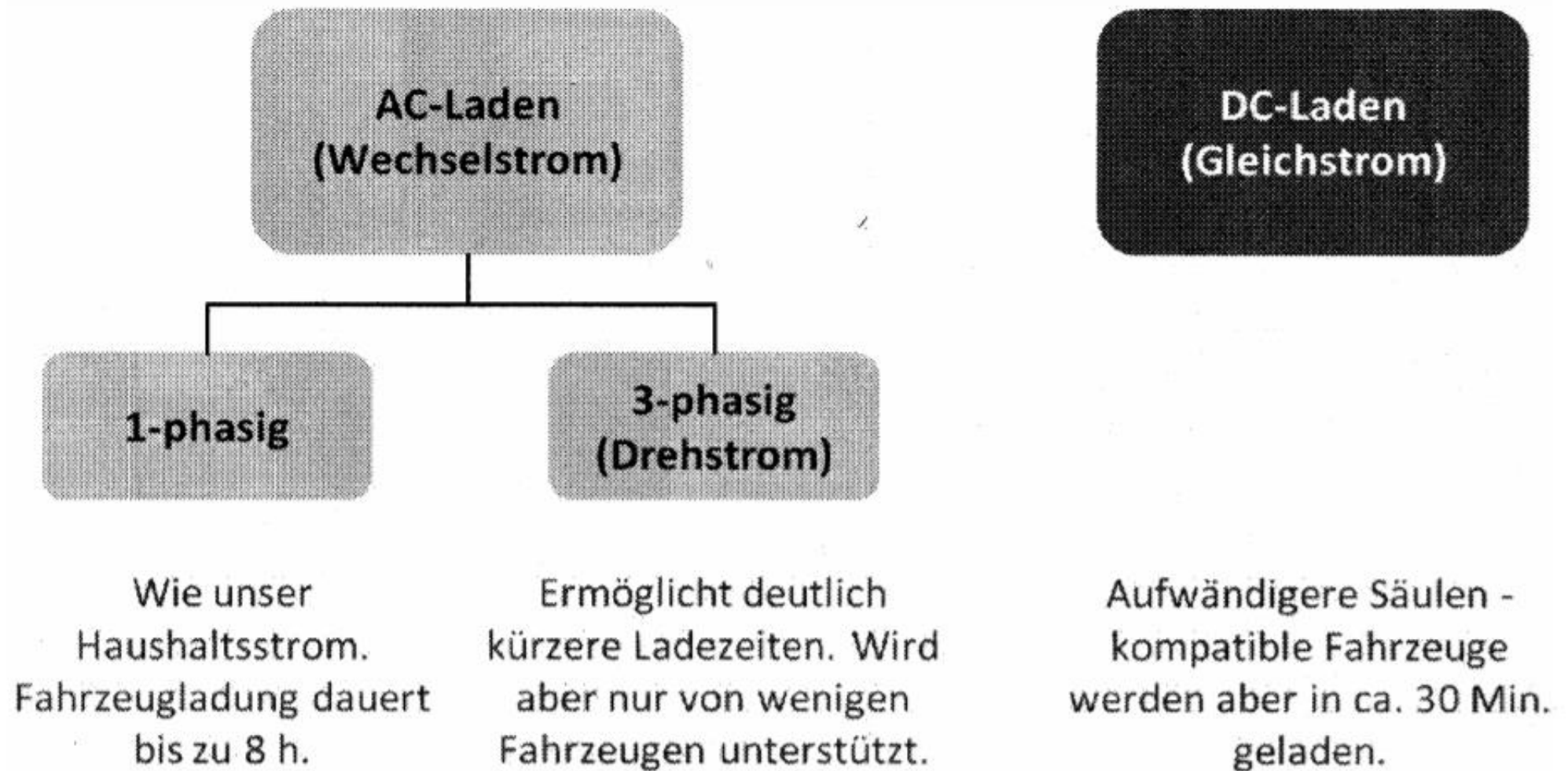
Man muss differenzieren zwischen

langsamem Laden: AC, DC und induktiv bis 22 kW

z. B. zu Hause, am Arbeitsplatz, an Ladelaternen in
Wohnstraßen und

schnellem DC-Laden: bis 450 kW / 1000 V

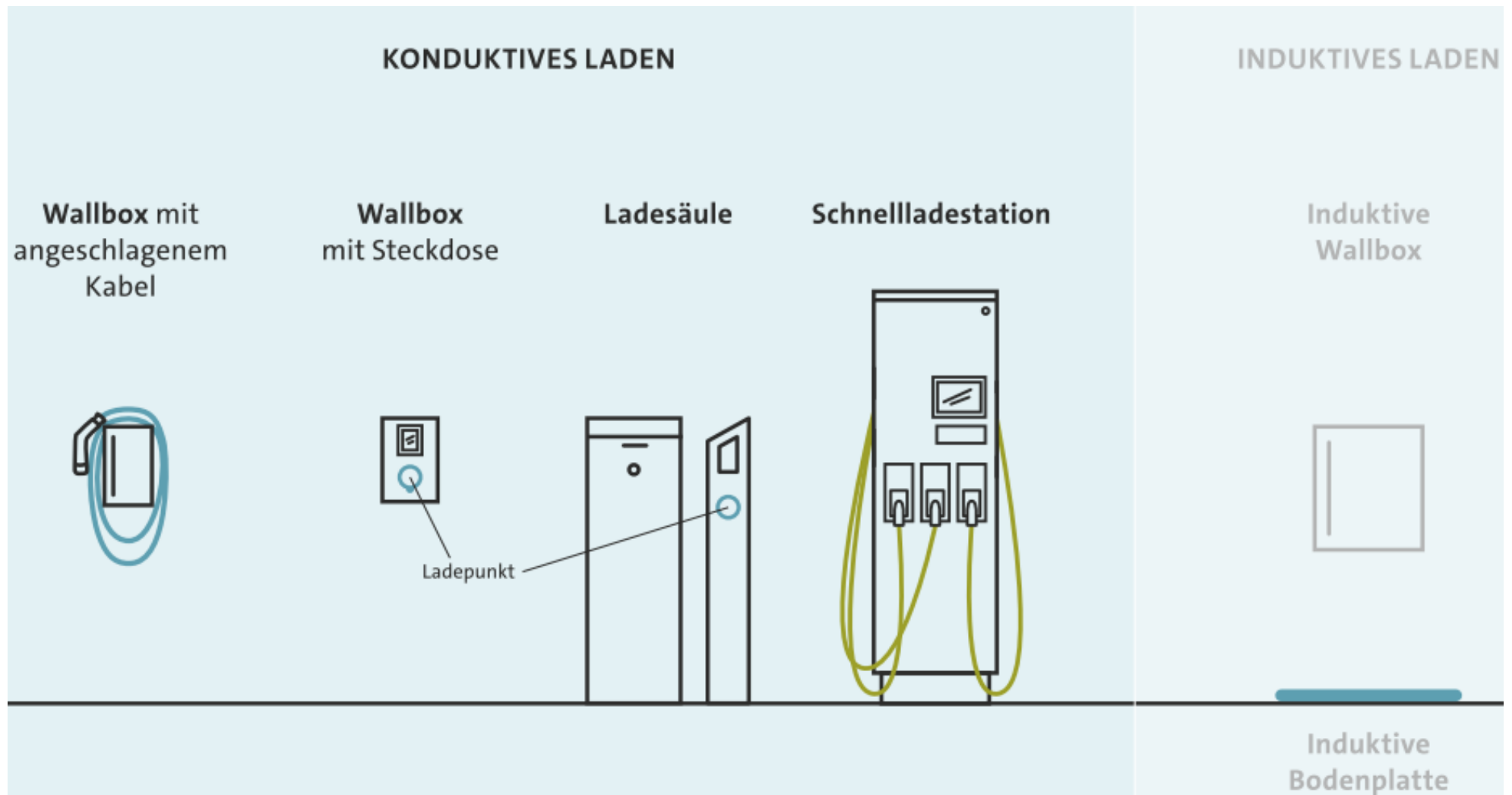
an Autobahnen, Bundesstraßen und zentralen
Ladestationen und Tankstellen in Städten.



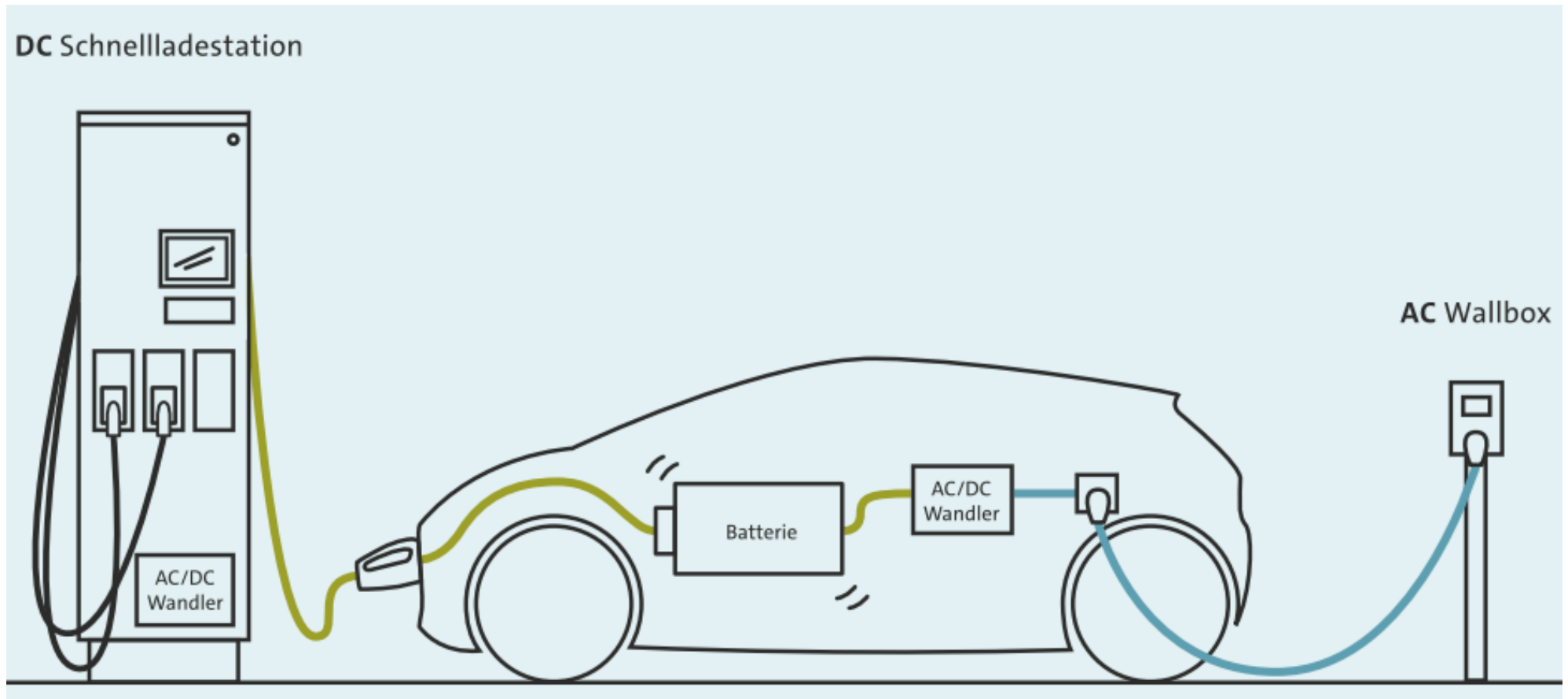
Laden mit Wechsel-, Dreh- und Gleichstrom

Durch Unsymmetrie in der Spannung entstehen folgende Auswirkungen:

- Erhöhte Strombelastung und Verluste im Netz.
- Bei gleicher Verbraucherleistung können die Phasenströme den 2- bis 3-fachen Wert, die Verluste den 2- bis 6-fachen Wert erreichen. Leitungen und Transformatoren können dann nur zur Hälfte bzw. zu einem Drittel ihrer Nennleistung belastet werden.
- Erhöhte Verluste und Rüttelmomente in elektrischen Maschinen.
- Das vom Gegensystem der Ströme aufgebaute Feld läuft gegen die Drehrichtung des Läufers und induziert in diesem Ströme, die zu erhöhter thermischer Belastung führen.
- Gleich- und Wechselrichter reagieren auf eine unsymmetrische Versorgungsspannung mit uncharakteristischen Oberschwingungsströmen.
- In Dreiphasensystemen mit Sternschaltung fließt ein Strom durch den Neutralleiter.



Verschiedene Lademöglichkeiten



Laden mit Gleich- oder Wechselstrom

	MODE 1	MODE 2	MODE 3	MODE 4
LADEMODI				
LADEEINRICHTUNG	Haushaltssteckdose	Haushaltssteckdose CEE-Steckdose	Wallbox Ladesäule	Schnellladestation
STECKERBEISPIEL (LADEPUNKT)	 Haushaltssteckdose 1-phasig	 Haushaltssteckdose 1-phasig  CEE 1-phasig  CEE 3-phasig	 Typ 1  Typ 2	 CCS  CHAdeMO

Verschiedene Lademodi und Steckertypen

Das Laden an öffentlichen Ladesäulen ist teuer und umständlich!

Etwa 80% aller Ladevorgänge für Elektroautos erfolgen deshalb z. Z. mit privaten Wallboxen in Garagen oder Stellplätzen von Eigenheimen oder am Arbeitsplatz zum günstigen Haushaltsstromtarif.

Über die Hälfte der Deutschen sind jedoch Mieter und verfügen über keine Garage bzw. Stellplatz und sind deshalb auf öffentliche Ladesäulen angewiesen.

Ein Grund für den Unterschied:

Installation und Betrieb von Ladesäulen sind teuer

**Bisher ergeht es einem E-Autobesitzer mit einer Mietwohnung
und ohne eigenen Parkplatz in der Großstadt wie folgt:**

Er kommt z. B. im Winter gegen 18 Uhr von der Arbeit und sucht eine Lademöglichkeit.

Wenn er Glück hat, findet er eine freie öffentliche Ladesäule in seiner Wohnstraße, wenn nicht, dann muss er in der weiteren Umgebung eine freie öffentliche Ladestation suchen.

Der Rückweg zu Fuß - ggf. mit Gepäck - zu seiner Wohnung kostet weitere Zeit.

Nach der teuren Ladung – die kWh-Preise liegen deutlich über dem Haushaltsstromtarif - muss er dann nach **einigen Lade-Stunden** sein Fahrzeug umparken wegen des üblichen Zeittarifs.

Der Ladestellplatz darf ja nicht als kostenloser Parkplatz missbraucht werden.

Er muss nun einen neuen Parkplatz in der Nähe seiner Wohnung finden, was um diese späte Abendzeit in Innenstädten mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, da um diese Zeit i. d. R. alle Straßen-Parkplätze belegt sind.

Fazit: Diese teure und unbequeme Lademethode ist nicht geeignet, Mieter zu motivieren, ein E-Auto anzuschaffen.

Ladetechnik	Wallbox	AC-Ladesäule	DC-Ladesäule
Ladeleistung	> 3,7 kW	11 – 22 kW	50 kW
Hardware	1.200 €	6.000 € - 8.000 €	30.000 €
Netzanschlusskosten	0 – 2.000 €	2.000 €	bis 50.000 € u. mehr
Genehmigung / Projektierung	500 €	1.000 €	1.500 €
Installation / Beschilderung	500 €	2.000 €	3.500 €
Summe Investition (CAPEX)	2.200 €	12.000 €	35.000 € zzgl. Netzanschluss
Betrieb / Wartung / Backend (OPEX)	1.000 €/a	1.500 €/a	3.000 €/a

Netto-Preise von Ladestationen

Regionale Monopole dominieren den Markt

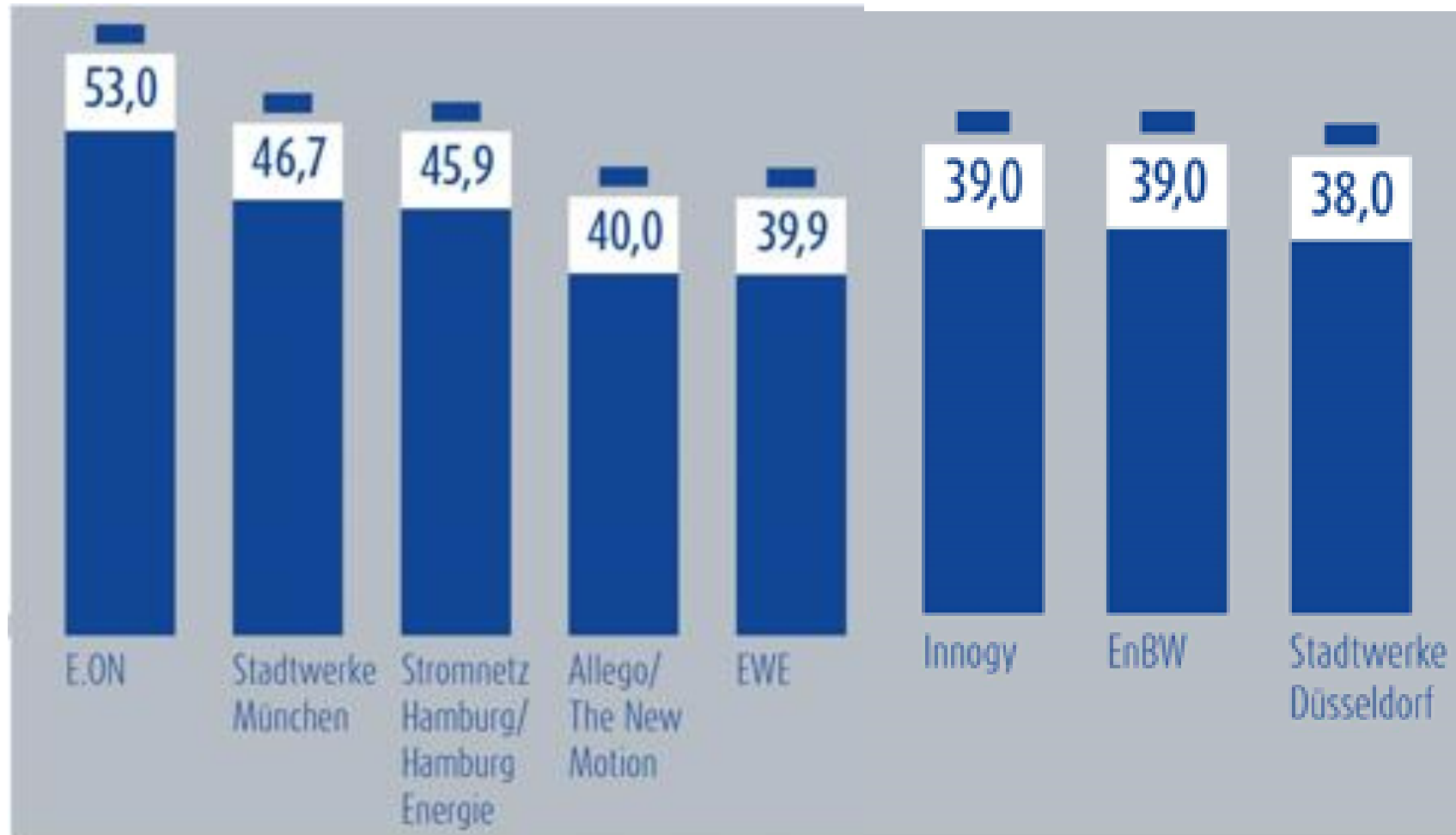
Zahlreiche große Anbieter kontrollieren in einigen Gebieten der Bundesrepublik den gesamten Markt, haben

LichtBlick und **Statista** ermittelt.

Durch die mangelnde Konkurrenz können die Unternehmen so den Preis für eine Ladung deutlich oberhalb des

Haushaltsstrompreises festlegen.

Meistens sind es die regionalen Stromnetzbetreiber und Stromversorger, die sich das Monopol der Ladeinfrastruktur sichern.



Unterschiedliche Ladestrom-kWh-Preise in Cent an öffentlichen Ladestationen, **Durchschnittspreis = 43 Cent**. Drei Viertel der öffentlichen Ladepunkte sind in der Hand der Energiewirtschaft.



Ladesäulen mit Typ-2 (AC)-, CCS-Combo-2(DC) und CHAdeMO (DC)-Anschlüssen



Typ 2 ist die Bezeichnung für den Stecker, welcher in Europa für die Ladung von Elektrofahrzeugen an fast allen Ladesäulen gedacht ist.

Daneben verfügt der Stecker über zusätzliche Pins zur Kommunikation zwischen Elektroauto und Ladestation. Es wird signalisiert, welche Leistung das eingesetzte Ladekabel sowie die Ladestation unterstützt und das Auto teilt den Leistungsbedarf mit.



CCS-Steckverbindung (Combined Charging System)

CCS ermöglicht Gleichstromladen und Wechselstromladen mit nur einer Steckverbindung am Fahrzeug

28.06.2019

CHAdeMO (Japan) und CEC /China) zeigen neuen DC-Lade-Anschluss ChaoJi bis 900 kW (900 A / 1000 V) = Alternative zu CCS



Aktuelle Alternative zu CCS aus China und Japan

Die CHAdeMO Association hat das mit dem China Electricity Council (CEC) gemeinsam entwickelte, neue Protokoll CHAdeMO 3.0 vorgestellt. Nach Angaben der Organisation wird der Ladestandard das DC-Laden mit einer Leistung von „über 500 kW“ ermöglichen.

Angesichts der CCS-Offensive – vor allem in Europa – treiben Japan und China gemeinsam die Weiterentwicklung und Integration ihrer Protokolle voran.

Erstes Ergebnis dieser Kooperation: CHAdeMO 3.0, ein unter dem Arbeitstitel ChaoJi entwickelter Ladestandard der nächsten Generation.

In der aktuellen Mitteilung geben sich die Entwickler etwas moderater: Der Anschluss sei auf „über 500 kW“ und maximal 600 Ampere ausgelegt, heißt es. Die chinesische Version des neuen Ladestandards, die unter dem Kommunikationsprotokoll GB/T arbeiten wird, soll im nächsten Jahr veröffentlicht werden. Ebenfalls 2021 sollen die ersten mit dem neuen Standard kompatiblen Fahrzeuge auf den Markt kommen – zuerst Nutzfahrzeuge, anschließend auch alle anderen Fahrzeugtypen.



**Einfaches DC-Stecksystem für den gesamten
Ladeleistungsbereich, vergleichbar mit dem Schuko-
Stecksystem zu Hause**

Was den Stecker angeht, präzisiert die CHAdeMO Association, dass dieser leichter und kompakter sei und mit einem dünneren Kabel auskomme. Garanten dafür seien eine neue Flüssigkeitskühlung und der Wegfall des Verriegelungsmechanismus. Wichtig zudem: CHAdeMO 3.0-konforme Fahrzeuge werden abwärtskompatibel sein, sprich sie können auch weiterhin mit Ladegeräten der aktuellen Generation geladen werden – „CHAdeMO, GB/T und gegebenenfalls CCS“, unterstreicht die Organisation. Entweder per Adapter oder per Multistandard-Ladegerät.

Für alle, die noch nicht im Thema DC-Ladestandards stecken: Während in Europa, Nordamerika und einigen anderen Ländern das Combined Charging System (CCS) als Schnellladestandard definiert wurde, setzt Japan bisher auf CHAdeMO und China auf den eigenen GB/T-Standard. Tesla hingegen hat sich für eine eigene Variante entschieden. Eigens für den chinesischen Markt bauen die Kalifornier jedoch eine zusätzliche GB/T-Ladebuchse in die Stromer ein – so wie in Europa der CCS-Ladeanschluss zumindest beim Model 3 – für Models S und Model X. CHAdeMO und GB/T teilen sich mehr als 90 Prozent des globalen Schnelllademarkts. Doch ihre derzeitige

Dominanz sehen sie langfristig bedroht, denn CCS wird von großen Playern unterstützt. Die Entwicklung eines gemeinsamen neuen Standards darf also durchaus als Frontalangriff auf das CCS-Lager gewertet werden, das sich in der Charging Interface Initiative (CharIN) organisiert hat. Das spiegelt auch die Rhetorik in der neuen Mitteilung wider: „ChaoJi begann als bilaterales Projekt und hat sich zu einem internationalen Kooperationsforum entwickelt, das das Fachwissen und die Markterfahrung der wichtigsten Akteure aus Europa, Asien, Nordamerika und Ozeanien mobilisiert“, heißt es darin. Und „Es zeichnet sich ab, dass Indien dem Team demnächst beitreten wird.

Und Regierungen sowie Unternehmen aus Südkorea und südostasiatischen Ländern haben ebenfalls ihr starkes Interesse bekundet.“

Das Tauziehen um die Standard-Hoheit ist im vollen Gange. Sowohl die CHAdeMO Association als auch das China Electricity Council betonen dabei den offenen Ansatz ihres Vorhabens, das explizit Raum für Vorschläge aus anderen Ländern lassen soll.

Allerdings sind auch ein paar Dinge gesetzt: So wollen beide Partner weiterhin auf das Controller Area Network (oder CAN-Bus) setzen, das ein Standard für die Kommunikation innerhalb und zwischen Fahrzeugen und Ladegeräten ist und das CHAdeMO und GB/T schon heute gemeinsam haben.
chademo.com

FAZIT: Die Gleichrichtung gehört grundsätzlich in die Ladestation, unabhängig von der Ladeleistung! (für langsames und schnelles Laden)

Schnellladen ist besonders teuer

E-Autos können auf zweierlei Weise geladen werden: mit Wechselstrom (AC), wie auch bei Haushaltsgeräten üblich, oder mit Gleichstrom (DC).

Die weitaus meisten der rund 17 500 Ladesäulen arbeiten mit Wechselstrom. Dort dauert das Aufladen oft mehrere Stunden.

Schnellladen läuft über Gleichstrom

Solche Ladesäulen stehen häufig an Autobahnraststätten. Die Autohersteller VW, Daimler, BMW und Ford im **Verbund Ionity** wollen in den nächsten Jahren ein dichtes Netz von Ultra-Schnellladesäulen mit

350 kW aufbauen. Damit können Akkus in 15 bis 20 Minuten zu 80 Prozent laden. Bei 80 Prozent aufzuhören, ist beim Schnellladen sinnvoll. Jenseits dieser Marke fließt der Strom langsamer, um das Überladen zu vermeiden. **Ionity verlangt jetzt 79 Cent / kWh.**

**Der Haushalts-Strompreis (30 Cent / kWh) setzt sich in
Deutschland zusammen aus:**

- Kosten für Stromerzeugung und Vertrieb 19 % = 5,70 Cent
- Netznutzungsentgelt 26 % = 7,80 Cent
- Steuern, Abgaben und Umlagen 55 % = 16,50 Cent

Würde der Staat bis zum Erreichen von 1 Million E-Autos auf
Steuern, Abgaben und Umlagen (= 55 %) verzichten, dann
lägen die **Stromkosten für 100 km nur noch bei 2 €.**

Das wäre ein starker Anreiz, ein E-Fahrzeug zu kaufen!

Hinweis: In Polen kostet die kWh nur etwa 14 Cent !!

Beispiel: Jahresrechnung für 2 - Personenhaushalt 2019 / 2020 in Berlin

Stromverbrauch: 3.707 kWh

Rechnungsbetrag: 1.107,56 €

1.107,56 € / 3707 kWh = 29,88 Cent / kWh

In Ihrem Rechnungsbetrag sind folgende Steuern und Umlagen enthalten:

Netznutzung Arbeitspreis	175,38 €	Konzessionsabgabe	88,60 €
Netznutzung Grundpreis	33,36 €	§19-Umlage	11,97 €
Messstellenbetrieb und Messung	11,86 €	Offshore-Haftungsumlage	15,42 €
EEG-Umlage	241,95 €	Umlage für abschaltbare Lasten	0,21 €
KWKG-Umlage	9,68 €	Stromsteuer	75,99 €
Umsatzsteuer (19%)	176,84 €		

Summe = 841,26 €

1.107,56 € - 841,26 € = 266,30 € / 3707 kWh =
7,18 Cent pro kWh Erzeugungskosten im Kraftwerk

**Im Stadtverkehr benötigt ein E-Auto (z.B. BMW i3) für 100 km
zirka 15 kWh, d.h. das Laden zu Hause kostet**

$$\mathbf{15\ kWh \times 0,30\ € = 4,50\ €\ für\ 100\ km}$$

**Ein vergleichbarer Verbrenner-PKW benötigt etwa
7 Liter Benzin für 100 km**

$$\mathbf{d.h.\ 7 \times 1,40\ € = 9,80\ €\ für\ 100\ km}$$

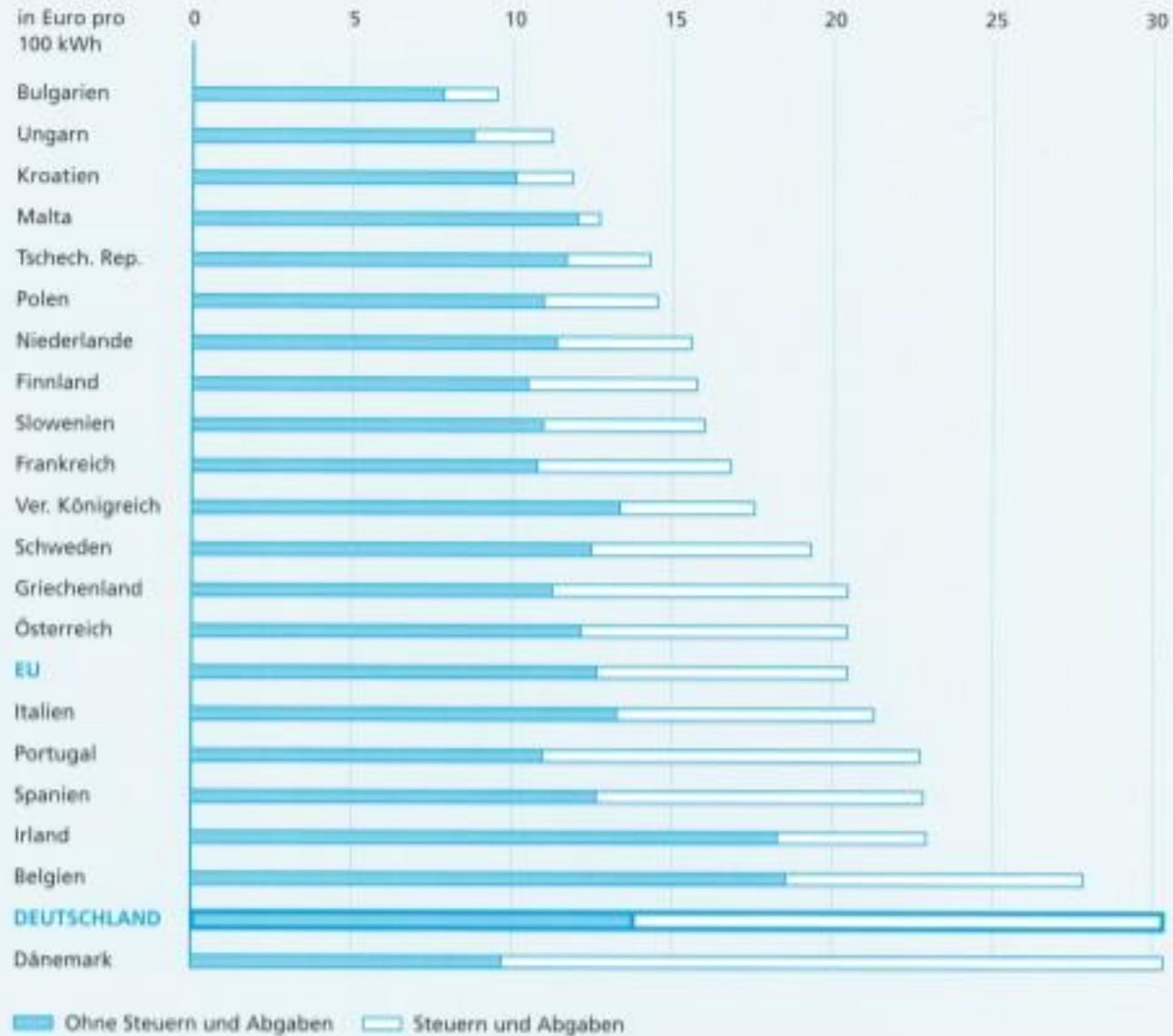
**Ein Liter Diesel enthält etwa 10 kWh Energie,
7 Liter auf 100km sind also 70 kWh Verbrauch!!!**

Ergebnis:

Das elektrische Fahren kostet weniger als die Hälfte, wenn mit dem Haushaltsstrom-Tarif geladen wird!

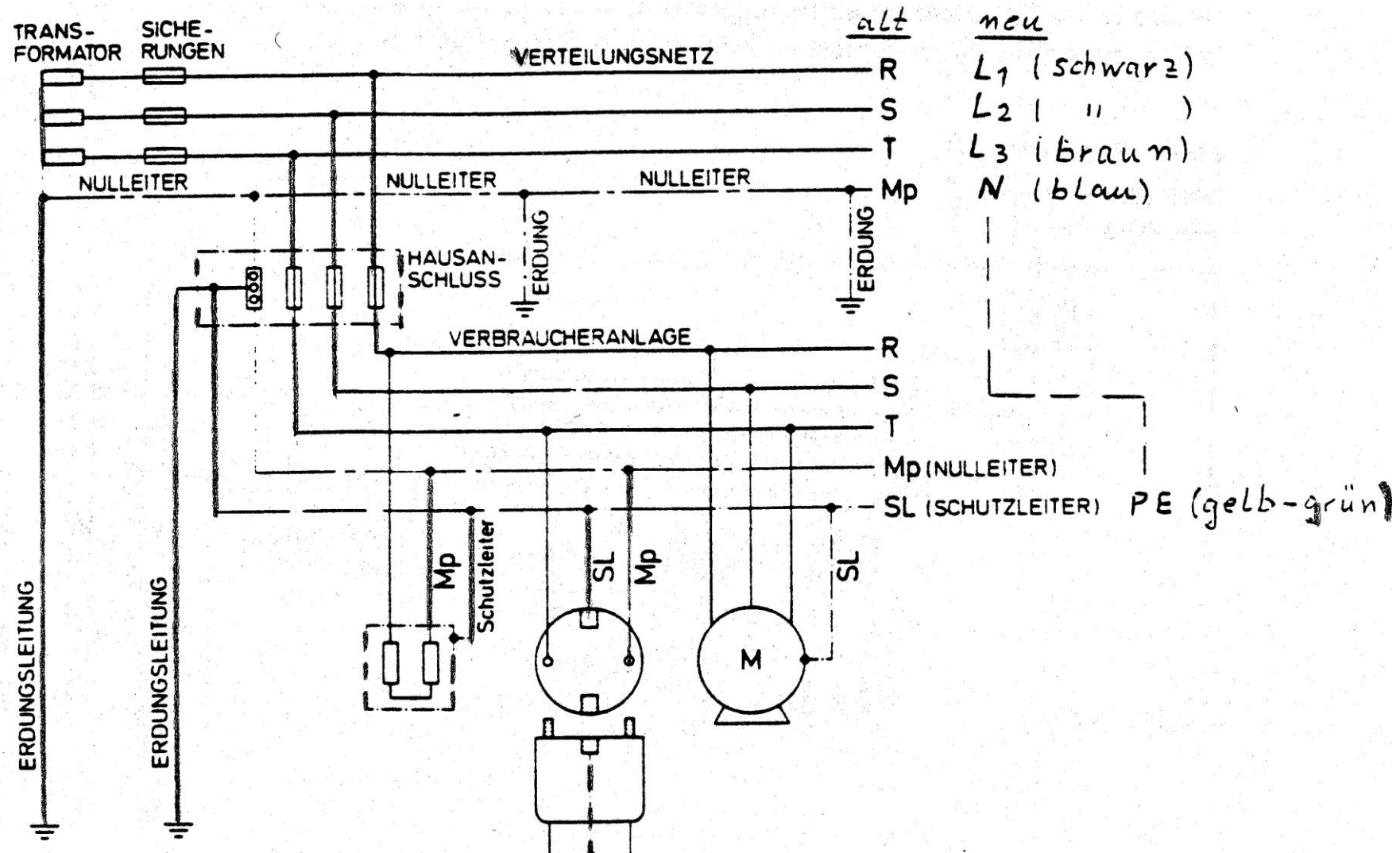
Deshalb erfolgen rd. 80% aller Ladevorgänge für Elektroautos z. Z. an privaten Wallboxen in Garagen oder Stellplätzen von Eigenheimen und am Arbeitsplatz

Durchschnittlicher Strompreis für Haushalte im europäischen Vergleich



Alternative:

Ladebox (Kosten max. 2000 € incl. Installation) mit eingebautem Personen-gebundenen kWh-Zähler für vermietete PKW-Stellplätze bei Miethäusern und Wohnsiedlungen damit die Mieter ebenfalls ihre E-Autos relativ komfortabel und preiswert zum Haushaltsstromtarif aufladen können.



Elektrische Hausinstallation



Außen-Baustrom-Zählerschrank 63A – 250A



**Außen-Mess-Stelle mit 2 kWh-Zählern von Stromnetz-Berlin
für Hebeanlage und Außenbeleuchtung**



Besonderes Merkmal der Ladebox:

Der in der Ladebox eingebaute kWh-Zähler ist nur dem Mieter des Stellplatzes persönlich per Vertrag mit dem Stromanbieter zugeordnet. Der kWh-Verbrauch wird nur von diesem Mieter zum Haushaltsstromtarif incl.

Grundgebühr - ggf. auch zu einem noch günstigeren speziellen Lade-Nachtstromtarif - bezahlt, d.h. der Mieter bezahlt jährlich seinen Lade-kWh-Verbrauch wie beim kWh-Zähler in seiner Wohnung.

Zusatzkosten durch aufwändige elektronische Technik – wie bei üblichen Ladesäulen - zur Datenübermittlung mit Zähler-Fernablesung und Rechnungserstellung durch einen Ladesäulenbetreiber entfallen.

Auch die Wartungskosten der Ladebox sind minimal.

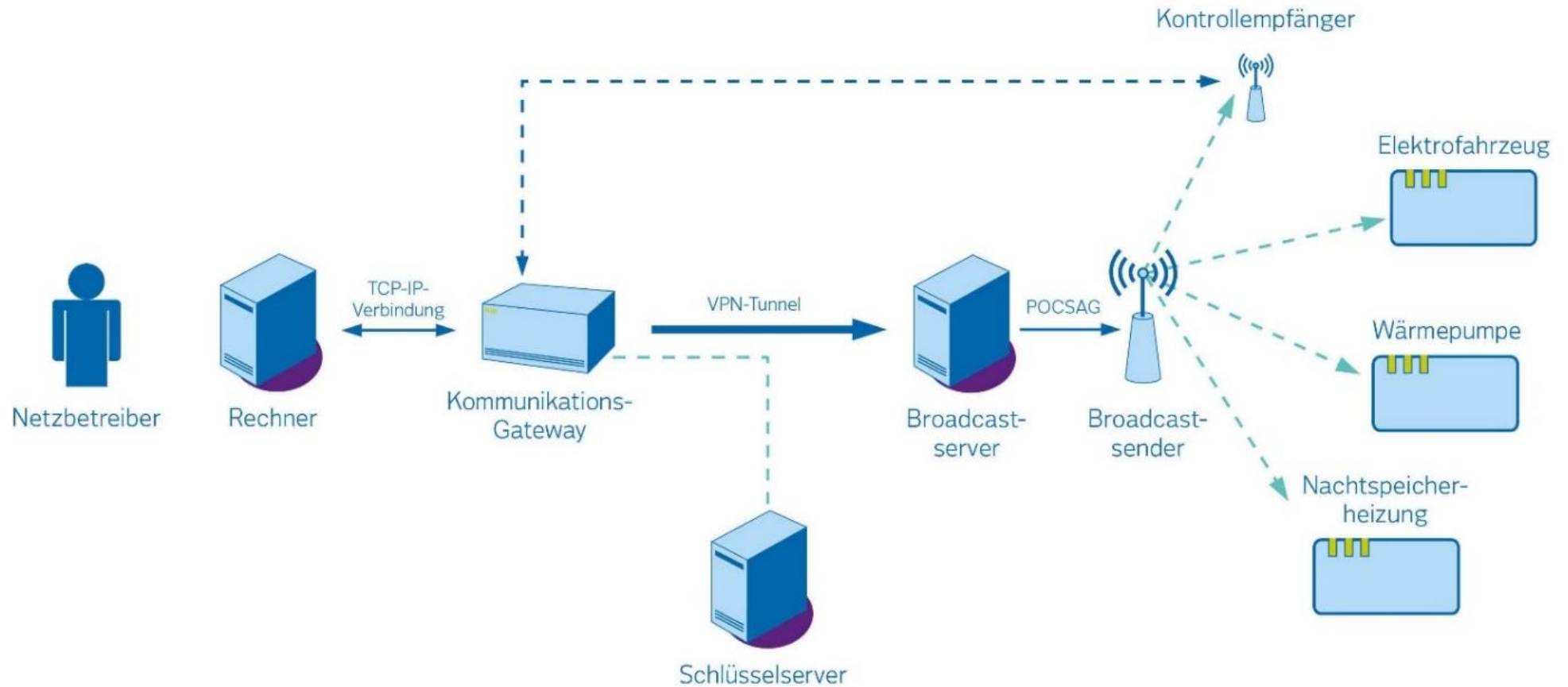
Die Stromlieferanten werden bald günstige Lade-Stromtarife anbieten. Hierfür ist dann ein sog. Strom-Pager und ein persönlicher kWh-Zähler vor der Ladebox erforderlich, wie in meiner Patentanmeldung vorgesehen.

Der Strom-Pager schaltet die Ladebox dann wahlweise nur von 22.00 – 6:00 Uhr ein oder sperrt diese zwischen 18 – 20 Uhr.

Das Nacht-Laden der E-Autos ist natürlich viel wirtschaftlicher, da dann die Windräder nicht abgeschaltet werden müssen bzw. der Strom an die Nachbarländer verschenkt wird.



Strom-Pager



Die Pager-Frequenzen liegen im 450 MHz Bereich.

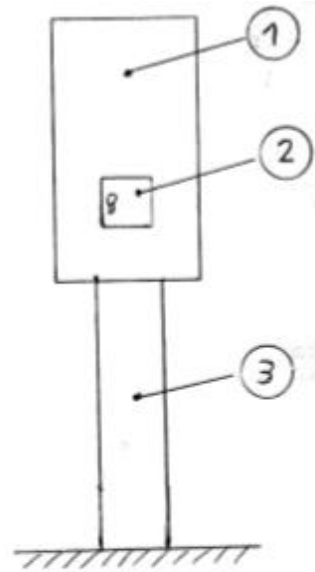


Fig. 1. Ladebox mit Poller

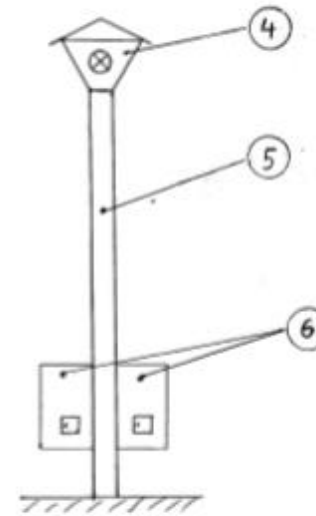


Fig. 2. Laterne mit Zweifach-Ladebox

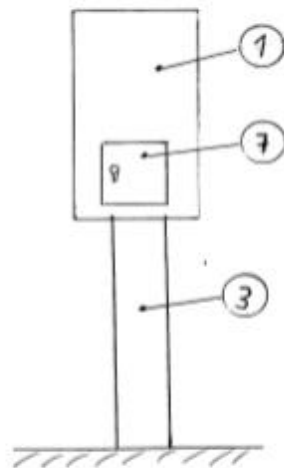


Fig. 3. Ladebox mit integrierter Ladekabel-Aufwickel-Trommel

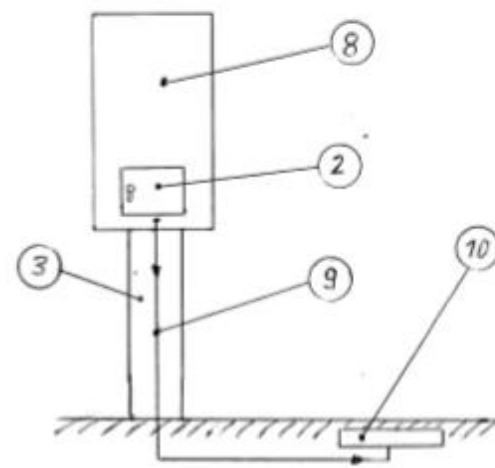


Fig. 4. Ladebox für induktives Laden

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Beispiel 1

Die AC-Ladebox mit Poller für Laden mit Wechselstrom nach Fig. 1 beinhaltet eine verschließbare Zugangs-Tür zur Ladesteckdose sowie nach Fig. 6 die Komponenten:

1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V

2 = kWh-Zähler, personengebunden an den Besitzer dieser Ladebox

3 = Überspannungsableiter

4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter

5 = Leitungsschutzschalter

6 = Schütz

7 = Ladecontroller

8 = AC Lade-Anschlussdose

Beispiel 2

Die AC-Zweifach-Ladebox mit Laterne mit verschließbaren Zugangs-Türen nach Fig. 2 beinhaltet pro Ladebox dieselben Komponenten wie im Beispiel 1.

Beispiel 3

Die AC-Ladebox mit Poller nach Fig. 3 beinhaltet zusätzlich eine integrierte Ladekabel-Aufrolltrommel mit verschließbarer Zugangs-Tür sowie dieselben Komponenten wie im Beispiel 1.

Beispiel 4

DC-Ladebox für Laden mit Gleichstrom in Kombination mit Laterne oder Poller mit verschließbarer Zugangs-Tür mit den Komponenten.

Vorteil: Ein spezieller DC-kWh-Zähler ist hier nicht erforderlich, da der AC-kWh-Zähler die korrekte elektrische Energie incl. der Verluste der Ladebox erfasst.

- 1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V
- 2 = kWh-Zähler, personengebunden an den Besitzer der Ladebox
- 3 = Überspannungsableiter
- 4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter + Leitungsschutzschalter
- 5 = PFC Powerfactor Correctur Schaltung
- 6 = Gleichrichter
- 7 = Leitungsschutzschalter und Schütz
- 8 = Ladecontroller
- 9 = DC Lade-Anschlussdose

Beispiel 5

Ladebox für induktives Laden in Kombination mit Laterne oder Poller mit verschließbarer Zugangstür mit den Komponenten nach Fig. 8:

- 1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V
- 2 = kWh-Zähler, personengebunden an den Besitzer der Ladebox
- 3 = Überspannungsableiter
- 4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter + Leitungsschutzschalter
- 5 = PFC Powerfactor Correctur Schaltung
- 6 = Gleichrichter
- 7 = Allstrom-Leitungsschutzschalter und Schütz
- 8 = HF-Generator
- 9 = Ladecontroller
- 10 = Primärspule

Patent - Hauptanspruch

1. Einfache Ladebox (Ladestation) mit integriertem, vorgeschaltetem und personengebundenem kWh-Zähler zum Laden von Elektrofahrzeugen im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum

dadurch gekennzeichnet,

dass der in der Ladebox eingebaute kWh-Zähler nur einem speziellen Mieter oder dem Besitzer einer Eigentumswohnung persönlich per Vertrag mit dem Stromanbieter zugeordnet ist. Der kWh-Verbrauch wird nur von diesem Mieter / Eigentümer zum Haushaltsstromtarif incl. Grundgebühr, ggf. auch zu einem noch günstigeren speziellen Lade-Nachtstromtarif bezahlt. Eine aufwendige und teure Fernablesung und Abrechnung per Daten-Kommunikation ist nicht erforderlich.

— Bundesrepublik Deutschland —

Urkunde

über die Eintragung des
Gebrauchsmusters Nr. 20 2019 002 867

Bezeichnung:

Einfache Ladebox (Ladestation) mit integriertem personengebundenen kWh-Zähler zum Laden von Elektrofahrzeugen im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum

IPC:

B60L 53/30

Inhaber/Inhaberin:

Marx, Peter, Prof. Dr.-Ing., 14109 Berlin, DE

Tag der Anmeldung:

06.07.2019

Tag der Eintragung:

13.08.2019

Priorität:

29.12.2018 DE 10 2018 010 160.7

Die Präsidentin des Deutschen Patent- und Markenamts

Cornelia Rudloff-Schäffer

Cornelia Rudloff-Schäffer

München, 13.08.2019





Finanzierung der Stellplatz-Miete

Autos fahren im Mittel etwa 12.000 km im Jahr. Bei einem Verbrauch von ca. 7 Litern Benzin pro 100 km kostet das
 $120 \times 7 \times 1,40 \text{ €} = 1.176,00 \text{ €}$

Ein E-Auto benötigt etwa 15 kWh für 100 km, d.h. $120 \times 15 \text{ kWh} \times 0.30 \text{ €} = 540 \text{ €}$. Die Ersparnis bei den Fahrkosten ist also
 $1176 \text{ €} - 540 \text{ €} = \underline{636 \text{ €}}$

Für die monatliche Stellplatzmiete – diese kostet etwa 50 € - steht dem Mieter dann der Betrag von
 $636 \text{ €} / 12 = 53 \text{ €}$ zur Verfügung!

Fazit: Nichts ist preiswerter und komfortabler für Mieter als das Laden am gemieteten Stellplatz zum Haushaltsstromtarif.

Die meisten dieser Stellplätze befinden sich auf privatem Grund und sind nicht den **Einschränkungen des WEG unterworfen.**

Es ist auch möglich, auf Parkplätzen von Arbeitgebern die Ladeboxen mit persönlichen kWh-Zählern auf dem Arbeitnehmer zugewiesenen Parkplätzen zu installieren.

Der Mitarbeiter zahlt dann auch nur den Haushaltsstromtarif für seine Mess-Stelle und der Arbeitgeber muss sich um die Abrechnung usw. nicht kümmern.

Für die verbleibenden 20 % ist die beste Lade-Möglichkeit das Schnell-Gleichstromladen an zentralen Lade-Tankstellen, wie das bisherige Tanken von Benzin und Diesel.

Da die Reichweite der neuen E-Autos mindestens 400 km beträgt, genügt ein Voll-Laden ca. alle 10 Tage, wobei die Ladezeit weniger als eine halbe Stunde beträgt.

Die DC-kWh sollte jedoch nicht teurer als die Haushaltsstrom-AC-kWh sein.

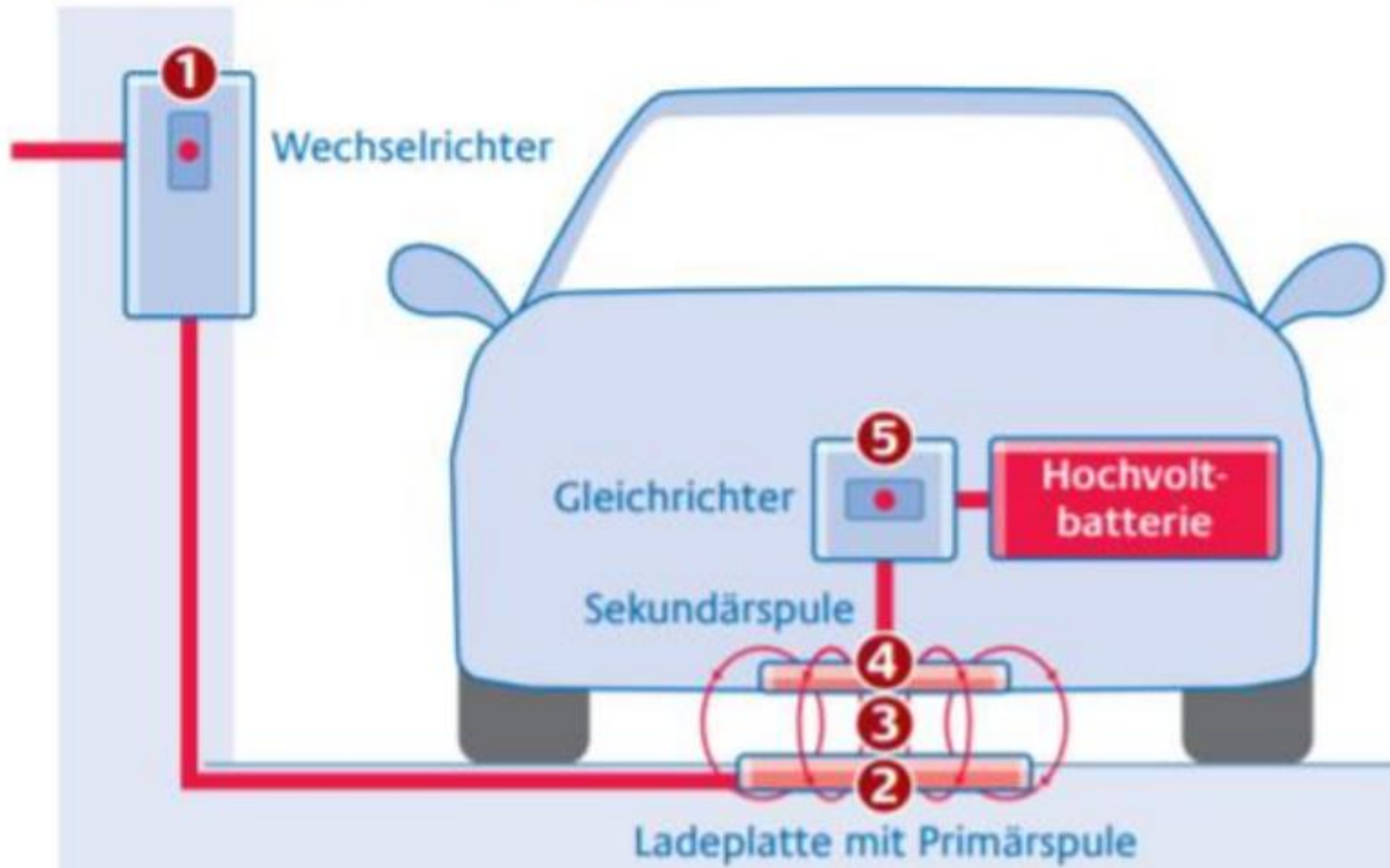
Auf die bisherigen öffentlichen AC-Ladesäulen kann dann verzichtet werden.

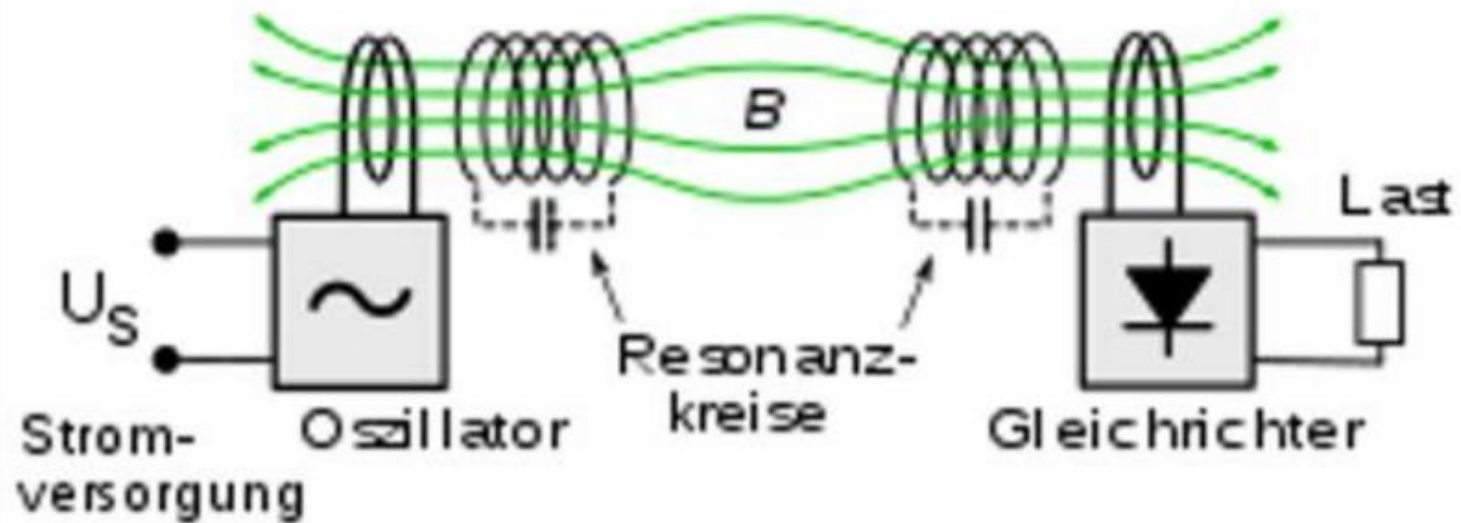
Fazit: Der Staat sollte deshalb vorrangig kostengünstige private Ladestationen und Schnell-Ladestationen fördern!



Lade-Leuchten auf einem Parkplatz

Prinzip des induktiven Ladens





Prinzip der resonant induktiven Energieübertragung

Vorteile der Ladebox

Durch den gemieteten Stellplatz mit Ladebox (z. B. bis 11 kW) ist es dem Besitzer des E-Autos möglich, im Winter sein Fahrzeug vorzuheizen bzw. im Sommer vorzukühlen, solange dieses mit der individuellen Ladestation verbunden ist, ohne die Fahrzeugbatterie im Stand zu entladen.

Finanzierung der Ladebox

Wohnungsgesellschaften und auch private Miethaus-Eigentümer vermieten PKW-Stellplätze in sehr großer Zahl auf ihrem eigenen nichtöffentlichen Grund.

Hier ist die Aufstellung der o.g. Lade-Kombination ohne große Kosten möglich (< 2000 €). Die Finanzierung kann der Mieter oder der Hauseigentümer übernehmen.

Umfangreiche behördliche Genehmigungen – wie bei Ladestationen im öffentlichen Bereich – sind nicht erforderlich.

Diverse gesetzliche Hürden bei öffentlichen Ladestationen

Zu Hause ist, wo die Batterie auflädt

Jeder zweite Ladevorgang von E-Autos findet an einem privaten Ladepunkt statt



Quelle: Volkswagen

Für ein Pilotprojekt ist
folgende Strategie sinnvoll:

Gibt es bei Wohnimmobilien vermietete PKW-Stellplätze?

Wer von den Mietern besitzt bereits ein E-Auto?

Welcher Mieter plant, ein E-Fahrzeug anzuschaffen

**Information der Mieter über die preiswerte
Ladebox für einen angemieteten Stellplatz**

Einfachere Ladetechnik für E-Autos, die nur auf der Gleichstrom-Ladetechnik beruht

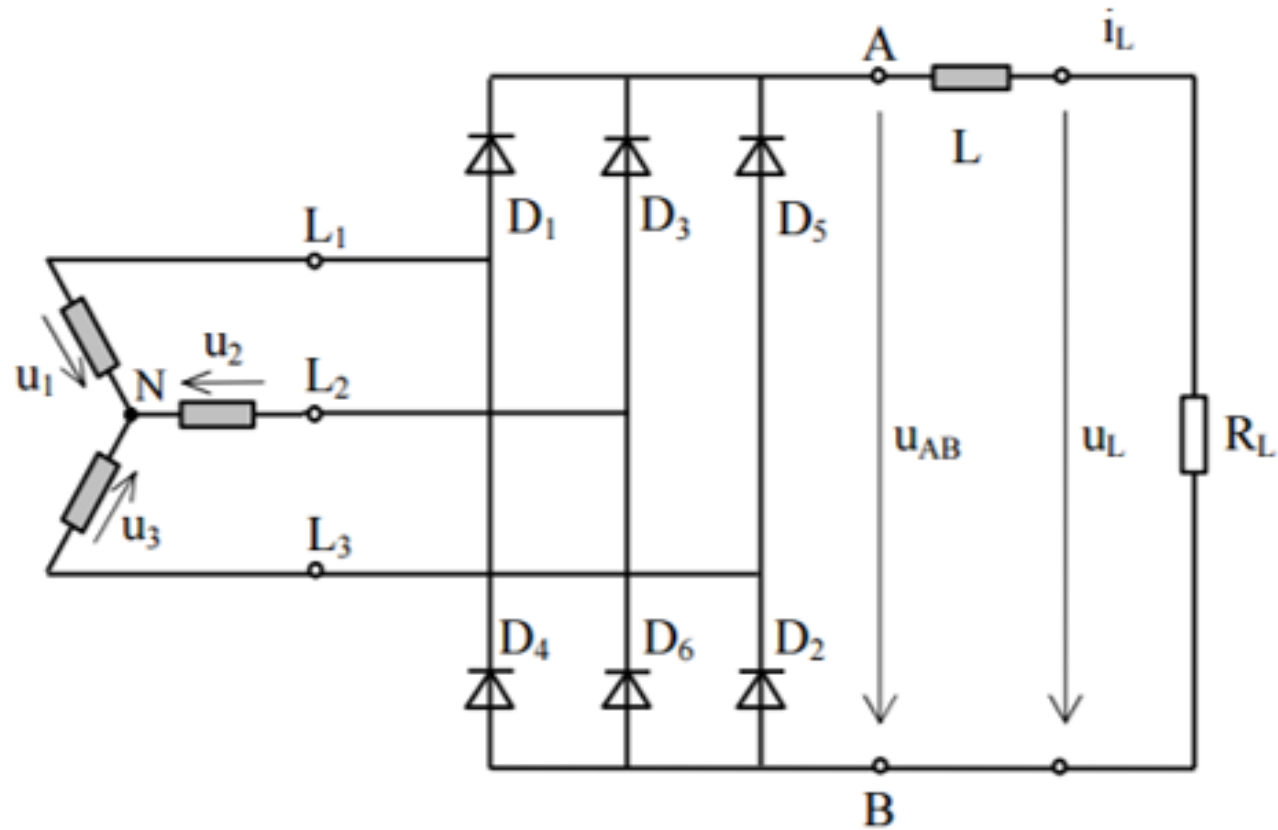
Da die Fahrzeugbatterie eine Gleichstromquelle ist, muss diese prinzipiell auch mit Gleichstrom geladen werden, d. h., anstelle von AC-Ladeverfahren sollte zukünftig nur noch DC-Laden im Leistungsbereich von etwa 4 kW ...450 KW für sämtliche E-Fahrzeuge eingeführt werden.

Beispiel: Die Ladegeräte für Handys, Elektrorasierer usw. liefern eine kleine Gleichspannung zum Laden und keine

Wechselspannung, denn in den mobilen Geräten ist kein Platz für eine Gleichrichtung.

Die E-Autos sind noch mit Gleichrichtern ausgestattet, obwohl diese in die Ladestation gehören.

Mit 6 preiswerten Leistungs-Dioden (B6-Diodenbrücke) wird aus dem Drehstromnetz (400 V / 230 V) eine Gleichspannung von ca. 540 VDC erzeugt, die hervorragend geeignet ist, E-Autos aufzuladen.

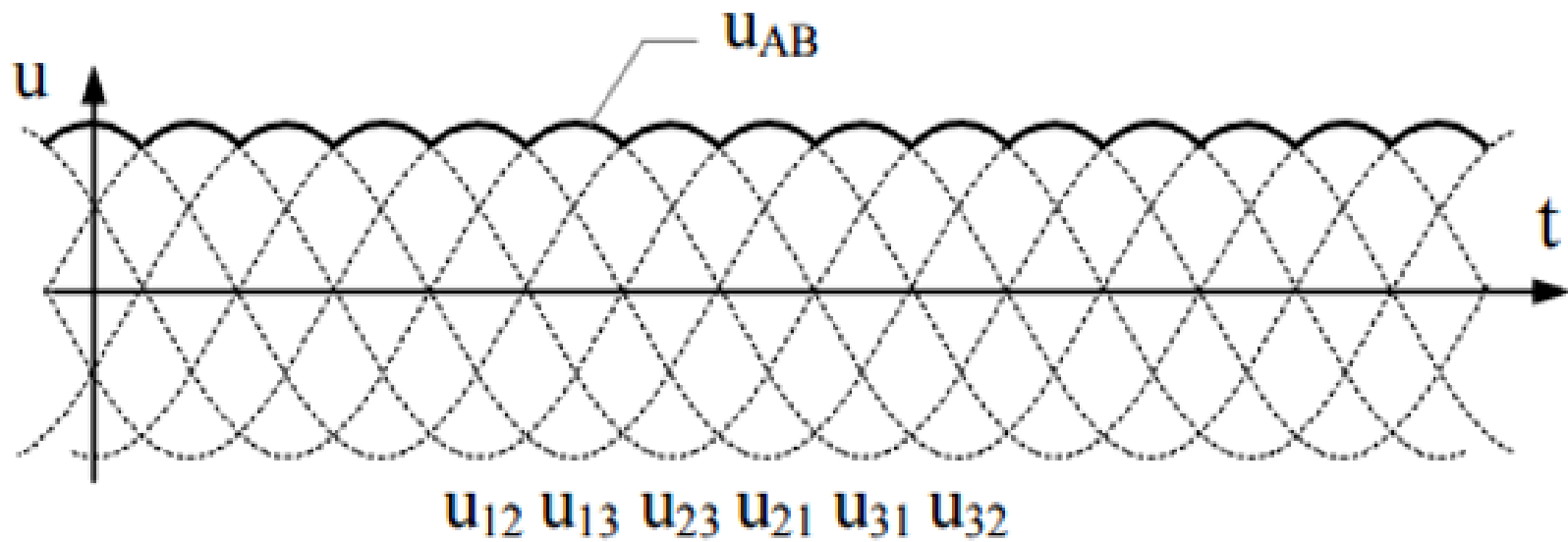


$$U_s = 230 \text{ V} \sqrt{2} = 325,27 \text{ V}$$

$$U_{1-2} = 230 \text{ V} \sqrt{3} = 398,37 \text{ V}$$

Eingang: 230 / 400 VAC

Ausgang: 538 VDC



$$U_{AB \text{ max}} = 230 \text{ V} \sqrt{3} \sqrt{2} = 398,37 \text{ V} \sqrt{2} = 563,38 \text{ V}$$

$$U_{AB \text{ eff}} = 538,47 \text{ V}$$

$$U_{AB \text{ DC}} = 537,99 \text{ V}$$

Prinzipiell ist das Laden von E-Autos mit Wechselstrom ungünstig, da die Gleichrichtung im E-Auto erfolgen muss, was Platz und Kosten erfordert.

Der in Deutschland überall zur Verfügung stehende Drehstrom 400V/230V kann mit einer einfachen und preiswerten Gleichrichter-Diodenbrücke, diese kostet bei Amazon nur 13 € für $P = 1,73 \times 400 \text{ V} \times 100 \text{ A} = 69 \text{ KW}$ in eine Gleichspannung von 540 V umgesetzt werden, die hervorragend geeignet ist, E-Autos aufzuladen.



3-phasiger B6 Vollweggleichrichter
für Drehstrom bis 100A mit
Kühlkörper (Sperrspannung 1.600V),
SQL100A1600V

★★★★☆ ~ 1

13,00€

6,90 € Versand

Hinweis

Jeder von uns hat eine kleines Ladegerät für sein Smartphone. Dieses liefert natürlich eine kleine Gleichspannung (typ. 12 VDC), denn im Smartphone ist kein Platz für die Gleichrichtung.

Nur die E-Autos leisten sich den Luxus, die AC-Gleichrichtung im Fahrzeug zu installieren.

Laden mit Solarstrom

Eine Fotovoltaikanlage mit $1 \text{ kW}_{\text{peak}}$ benötigt etwa 10 m^2 .

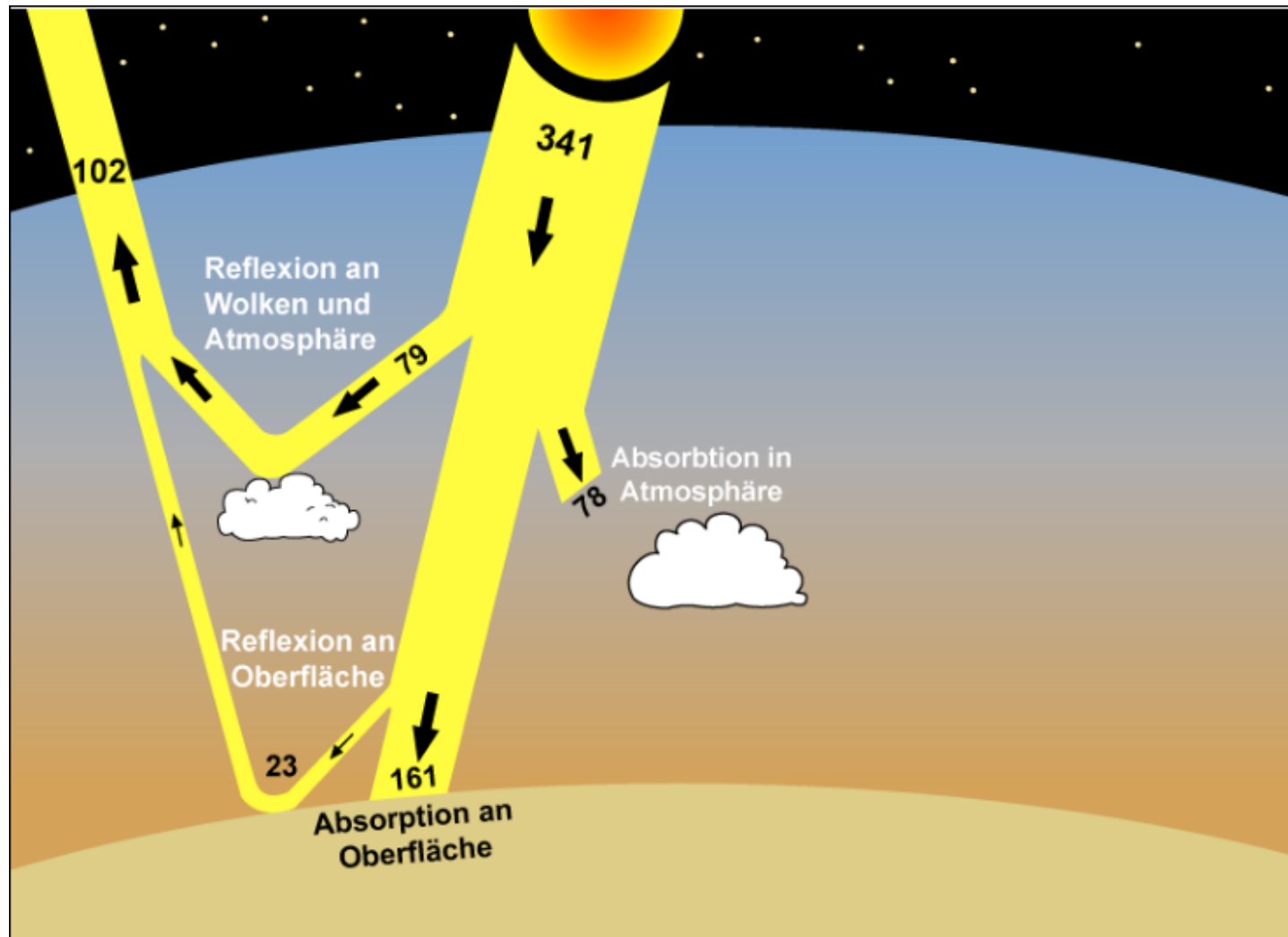
Diese 10 m^2 - Solarfläche (Preis ca. 1800 €) erzeugt in Deutschland etwa 1000 kWh pro Jahr.

Bei einem Verbrauch eines E-Autos von 15 kWh für 100 km reicht das für

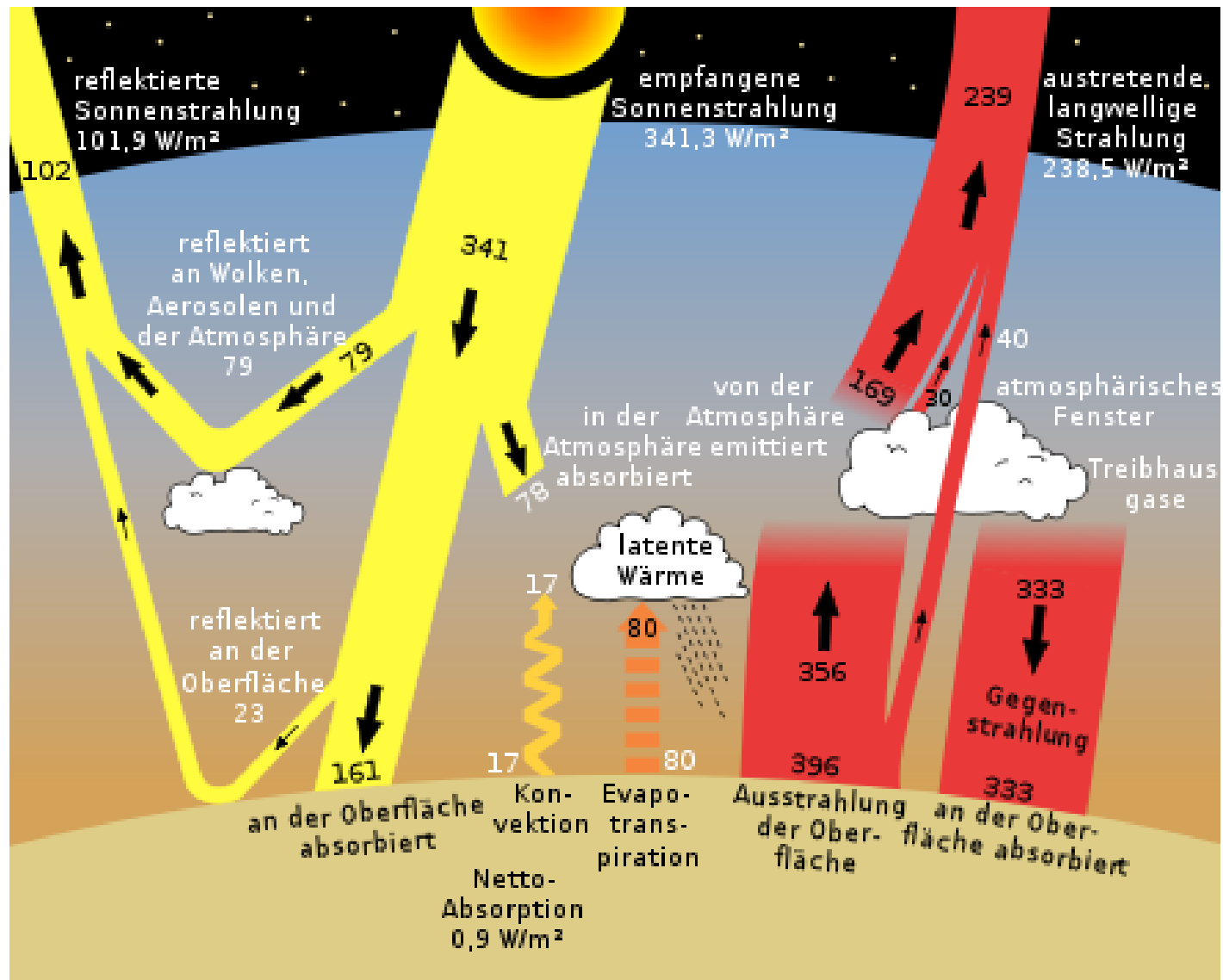
$1000 \text{ kWh} / (15 \text{ kWh}/100 \text{ km}) = 6666 \text{ Kilometer im Jahr.}$

Die Lebensdauer der Solarzellen beträgt etwa 30 Jahre. In dieser Zeit können mit dem E-PKW

$6666 \text{ km} \times 30 = 199.980 \text{ km}$ gefahren werden.



Sonnenstrahlung in Peta-Watt/qm ($1 \text{ PW} = 10^{15} \text{ W}$)



Sonnenstrahlung in Peta-Watt/qm ($1 \text{ PW} = 10^{15} \text{ W}$)

Die einfallende Sonnenstrahlung ist (überwiegend) kurzwellig.
Die Erdoberfläche emittiert infrarote Wärmestrahlung.

Gegenstrahlung

(Einfluss von Atmosphärgasen, Aerosolen und Wolken)

Strahlungsbilanz

einfallende kurzwellige Sonnenstrahlung ^[1]	341 <u>Watt</u> pro m ²
reflektierte Sonnenstrahlung	102 Watt pro m ²
emittierte <u>langwellige Strahlung</u>	239 Watt pro m ²
Saldo (effektiver <u>Energie</u> -„Input“)	= ± 0 Watt pro m ²

Die Erde erhält pro Jahr von der Sonne

$$1,52 \cdot 10^{18} \text{ kWh} = 1,52 \text{ Exa kWh}$$

Der Weltenergie-Verbrauch in 2019 war $2,6 \cdot 10^{12} \text{ kWh}$

$$\frac{2,6 \cdot 10^{12} \text{ kWh}}{1,52 \cdot 10^{18} \text{ kWh}}$$

$$= 1,71 \cdot 10^{-6}$$

Ohne den Treibhauseffekt durch Wasserdampf und CO₂ wäre die mittlere Lufttemperatur –18 °C. Dank des Treibhauseffekts haben wir im Mittel jedoch +15°C.

Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit

Literatur

- Marx, Peter: „Einfache Ladebox (Ladestation) mit integriertem Personengebundenen kWh-Zähler zum Laden von Elektrofahrzeugen im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum für Elektroautos“
Deutsche Patentanmeldung vom 29.12.2018, AKZ 10 2018 010 160.7
- Marx, Peter: „Einfache Ladebox (Ladestation) mit integriertem Personengebundenen kWh-Zähler zum Laden von Elektrofahrzeugen im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum für Elektroautos“
Deutsche Gebrauchsmusteranmeldung vom 6.7.2019, AZ 20 2019 002 867.6
- „Leuchte mit Elektroladestation für Elektroautos“
Deutsches Patent Nr. 10 2012 023 252.7,
Anmelder: Selux AG, Anmeldetag: 29.11.2012
- „Stromtankstelle“ Gebrauchsmuster DE 20 2010 005 543.1
Anmelder: Selux AG, Anmeldetag: 2.6.2010

- „Außenleuchte mit Elektroladestation“
Gebrauchsmuster DE 20 2011 100 062.5 Anmelder: Selux AG,
Anmeldetag: 30.4.2011
- Marx, Peter: „Wirkungsgrad-Vergleich zwischen Fahrzeugen mit
Verbrennungs- und mit Elektromotor“. Elektronik automotive,
Sonderausgabe, Juli 2018, WEKA Fachmedien
- Gehrlein, T., Schultes, B: „Ladesäulen-Infrastruktur“
ISBN 9781521300077, 2017
- Eickelmann, J: „Wachstumsmotor Elektromobilität“,
Phoenix Contact GmbH, 2016
- Klaus Hofer: "Elektromobilität". ISBN 978-3-8007-3596-9, 2017

**Bitte besuchen Sie meine HP: www.mx-electronic.com
für weitere aktuelle Informationen!**