Einfache und preiswerte Ladestation für vermietete PKW-Stellplätze bei Hauseigentümern und Wohnsiedlungen

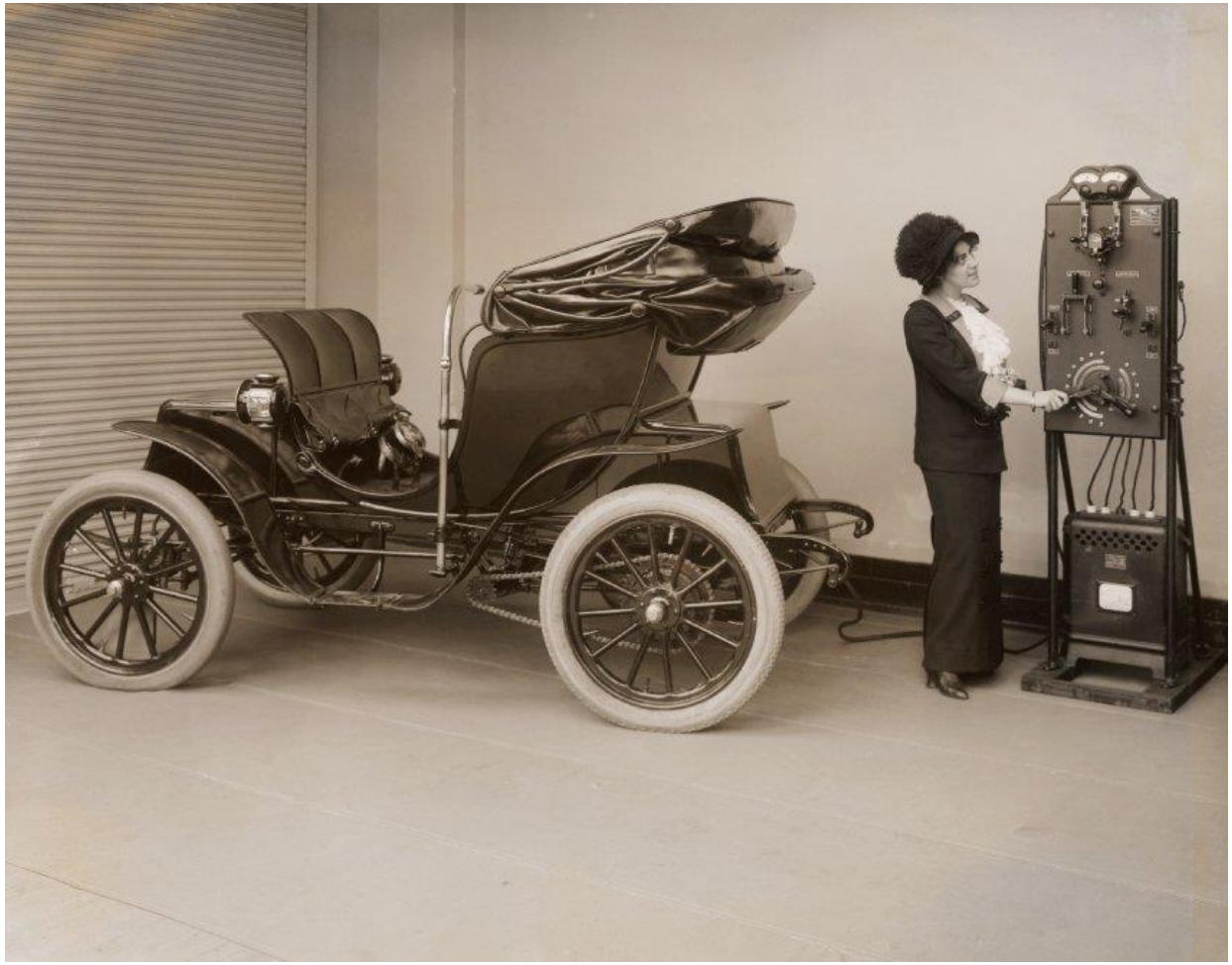
Prof. Dr.- Ing. Peter Marx

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

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

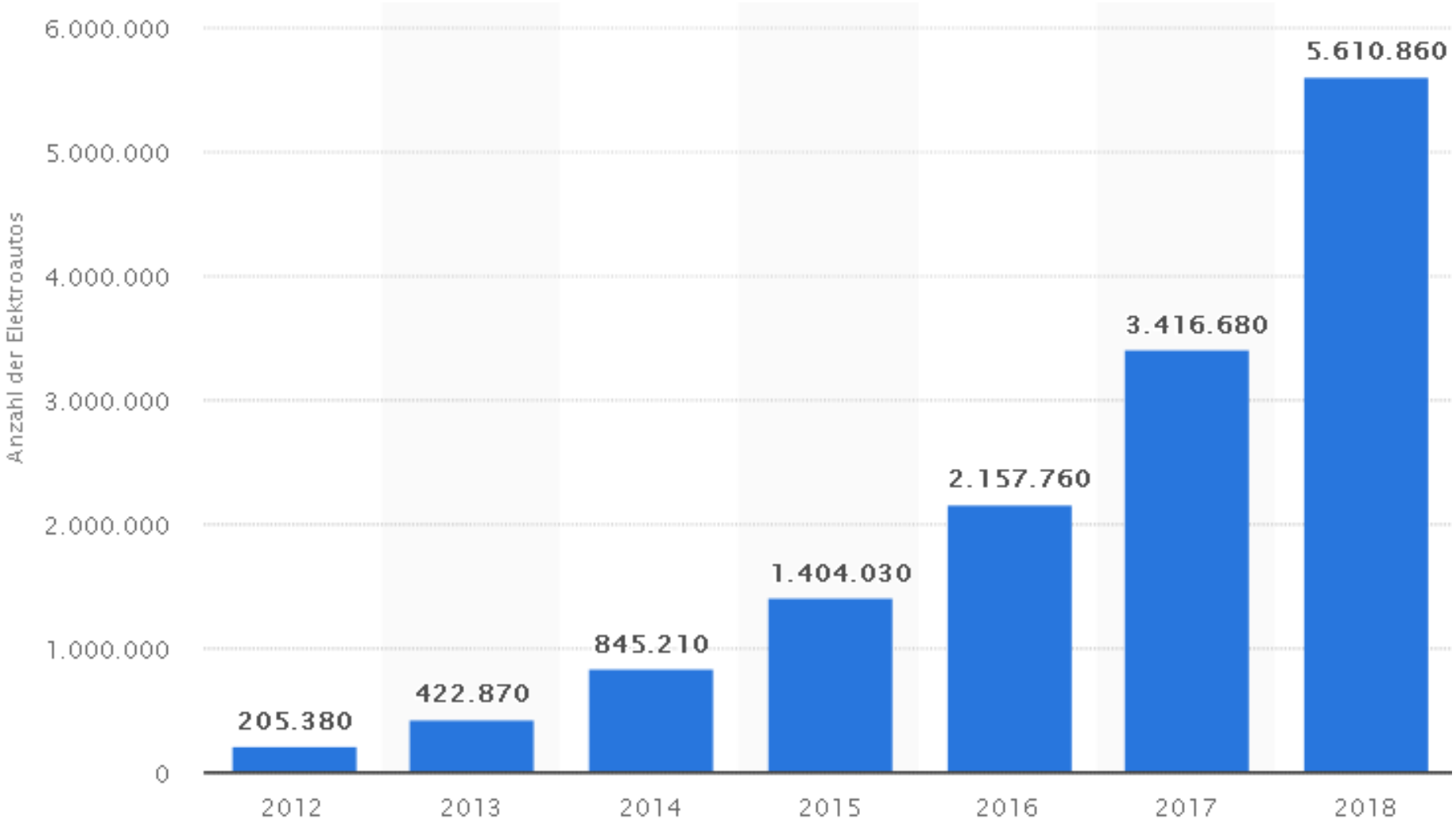
PKW-Weltbestand mit Verbrennungsmotor im

Jahr 2019 ≈ 1,3 Milliarden

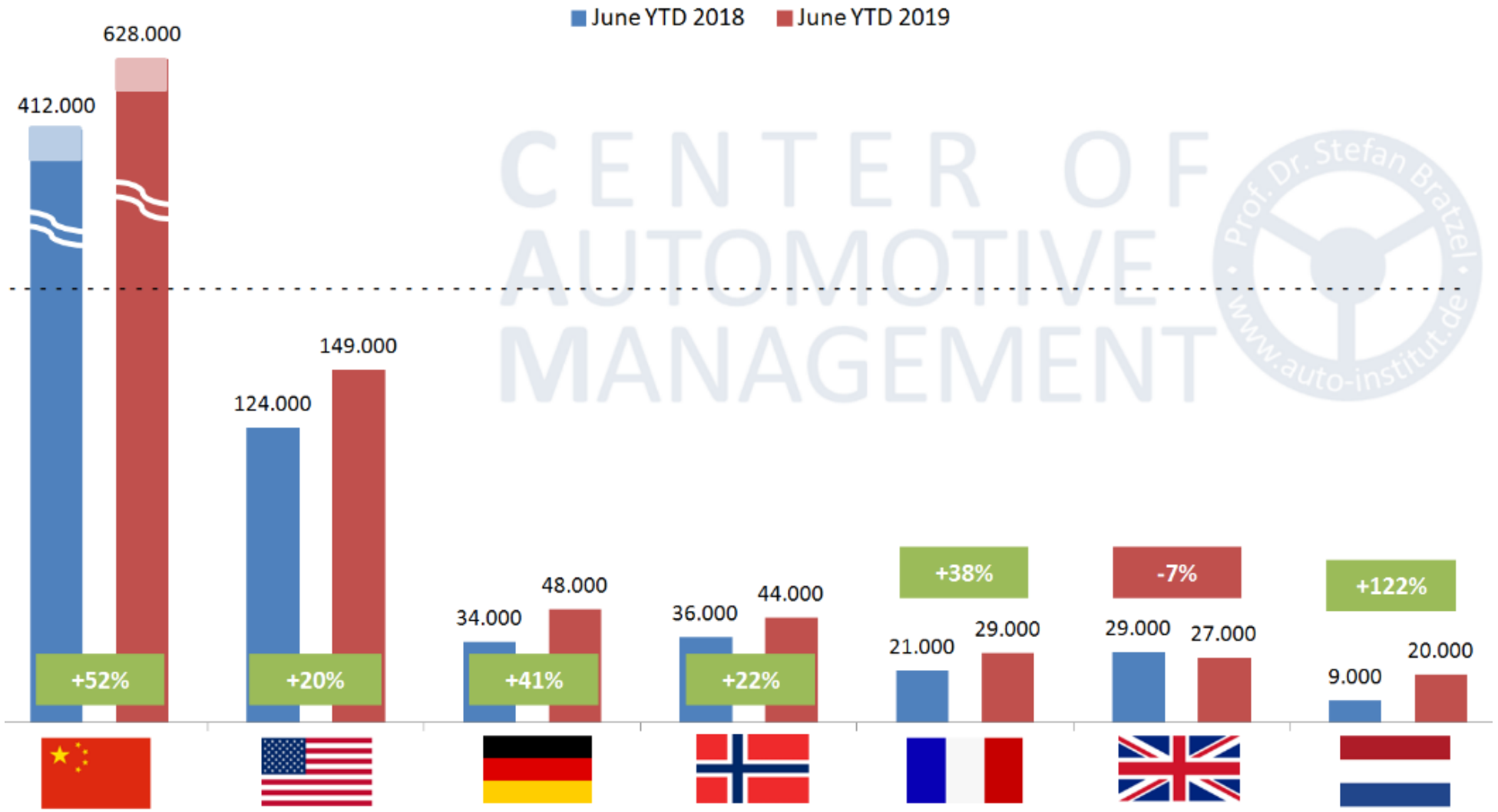
Anteil von E-Fahrzeugen z. Z. nur ca. 0,6 %

Etwa 83 Millionen PKW wurden 2018 weltweit produziert

davon VW ≈ 10 Mio
BMW ≈ 2,4 Mio
Daimler ≈ 2,2 Mio



Weltweite Bestandsentwicklung von Elektroautos in den Jahren 2012 bis 2018



Vergleich der E-Auto-Zulassungen Juni 2018 zu Juni 2019

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

15.000 km im Jahr, d.h. sie benötigen hierfür

150 x 15 kWh = 2250 kWh.

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

rd. 2,25 GkWh hinaus.

Das sind nur 0,38 % 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 2,25 GkWh = 106 GkWh pro Jahr,

das sind 18 % Mehrbedarf!

Aktuell gibt es in Deutschland 200.000 BEV und PHEV

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 seien bei konzentrierten Zuwächsen allerdings lokale Engpässe möglich,

Elektroautos sollen künftig intelligent laden, damit es nicht zu Engpässen kommt. Konkret sollen die Ladevorgänge zeitlich flexibel von Computern gesteuert erfolgen, um Ladespitzen zu vermeiden und die steigende Zahl der Ladevorgänge je nach Bedarf zu verteilen.

Beispiel: Kabelnetze in Berlin

In Berlin wird zur Energieverteilung in der Mittelspannung überwiegend 10 kV und bei Neuinstallation 20 kV verwendet, da hier die Systemkosten je übertragenem kW am kostengünstigsten sind.

Es gibt verschiedene Netz-Spannungsebenen:

380 kV - Netz

110 kV - Netz

(30 kV - Netz)

20 kV - Netz

(10 kV - Netz)

(6 kV - Netz)

400 V / 230 V – Netz

Mit der maximal zulässigen Kabel-Stromdichte von 2 A / mm² folgt für den maximalen Effektivstrom I = 150 mm² x 2 A/ mm² = 300 A, die Absicherung erfolgt über 250 A Sicherungen.

Verfügbare Netz-Leistungen

Für die Drehstrom-Wirkleistung folgt mit cos φ = 1

$$P_w = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 250\ A = 173\ kW$$

und der maximale Strom pro Phase beträgt

$$I = P_w / (\sqrt{3} \cdot U) = 173\ kW / \sqrt{3} \cdot 400\ V = 250\ A$$

Die Leistung pro Phase ergibt dann

$$P_{Ph} = 230\ V \cdot 250\ A = 57{,}5\ kW$$

Abhängig von den verfügbaren Dreiphasen-Stromstärken

ergeben sich folgende Ladeleistungen:

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

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

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

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

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

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

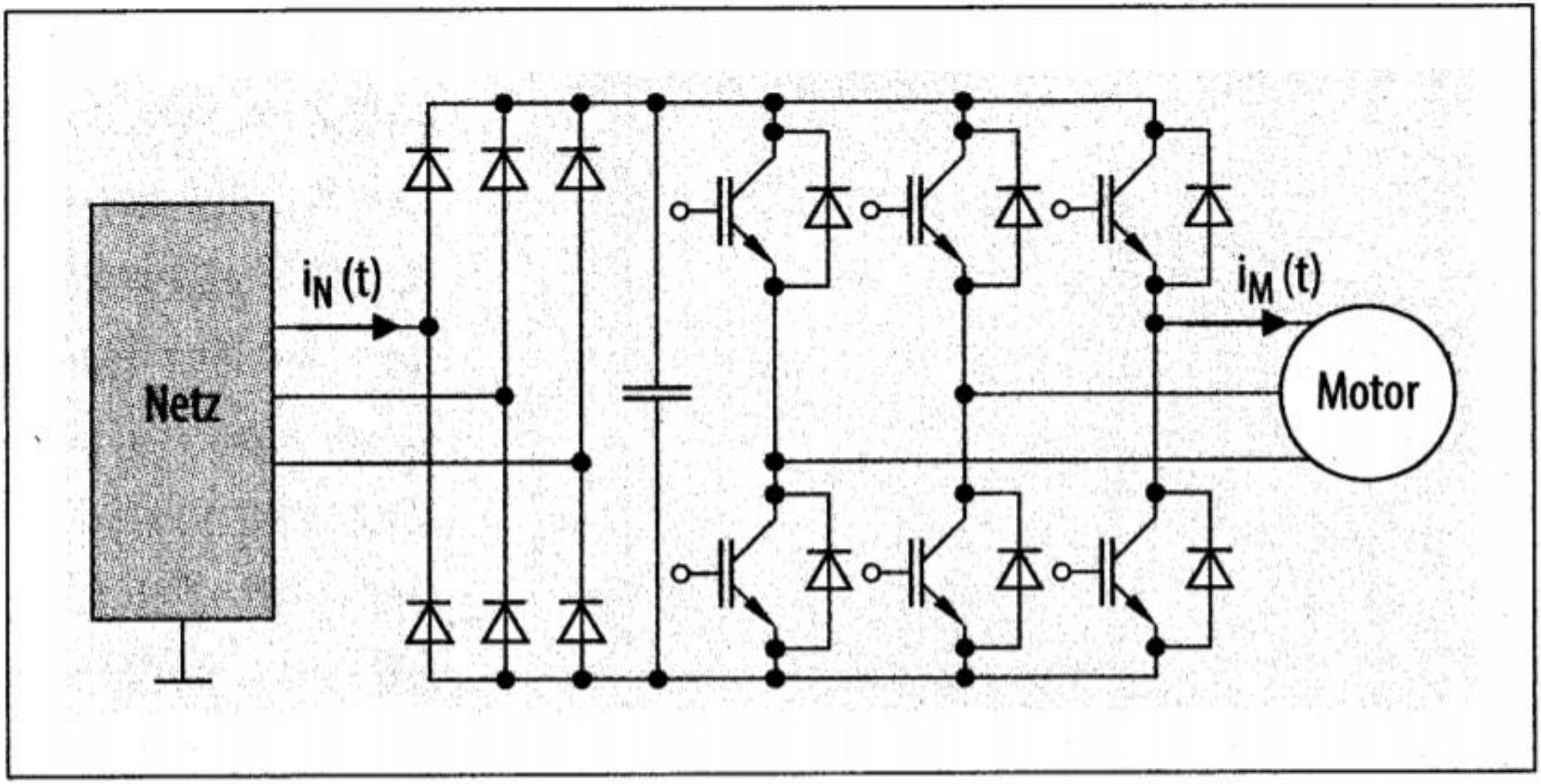
Der Schlüssel zum Erfolg der E-Mobilität ist, die Ladestationen dort zu haben, wo Autos lange stehen:

Die Nationale Plattform Elektromobilität,

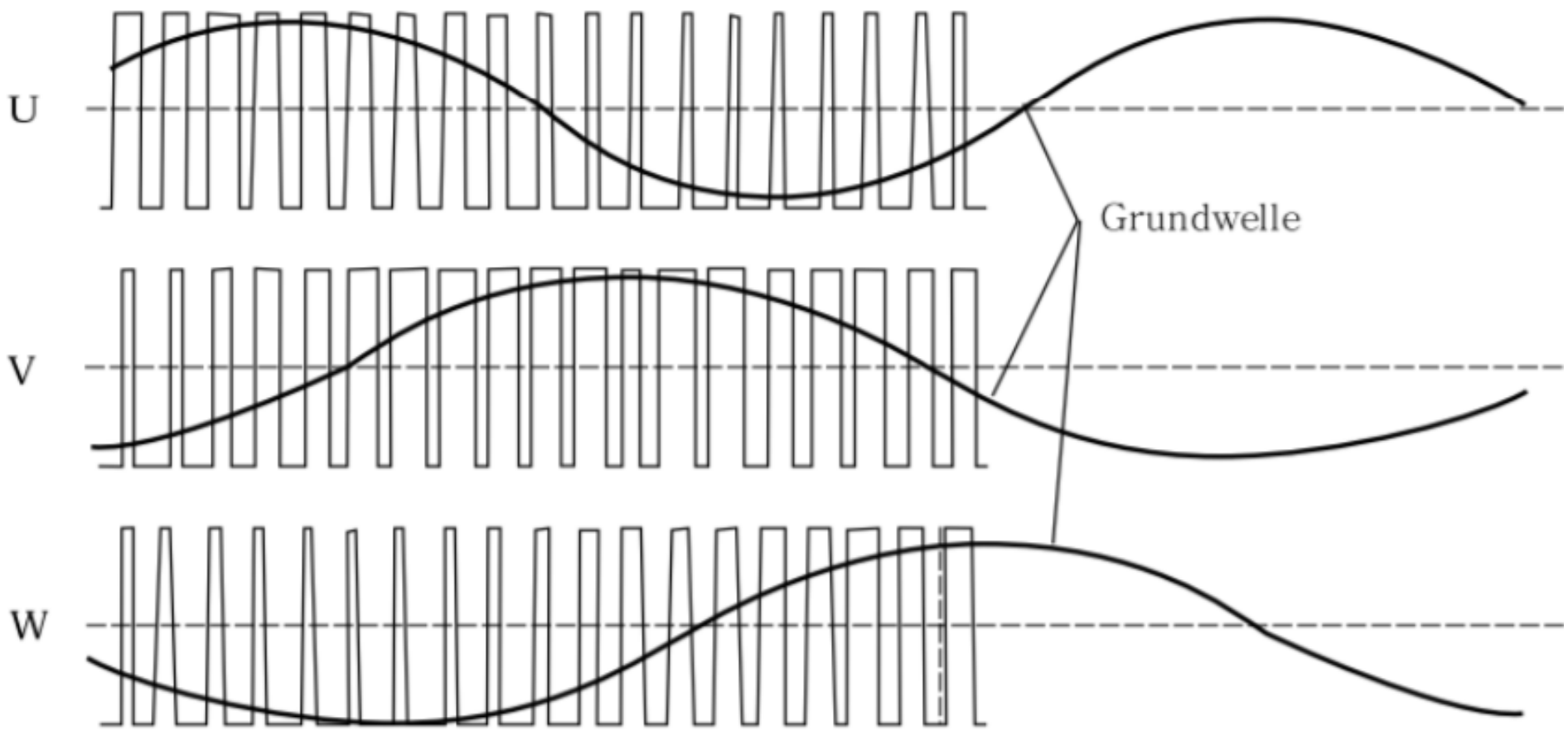
das Beratergremium der Bundesregierung,

fordert deshalb:

Pro Elektroauto eine Lademöglichkeit



Drehstrom-Frequenzumrichter mit 3 Halbbrücken



Sinusbewertete Pulsweiten-Modulation

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:

$$F_L = ½ \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 \cdot c_w$$

Beispiel Tesla 3:

ρ: Dichte der Luft = 1,2 kg/m^3

C_w: Luftwiderstandsbeiwert des Tesla 3 = 0.23

v: Fahrzeuggeschwindigkeit = 50 km/h

A: Stirnfläche des Tesla 3 = 2,51 m^2

Rollwiderstandskraft

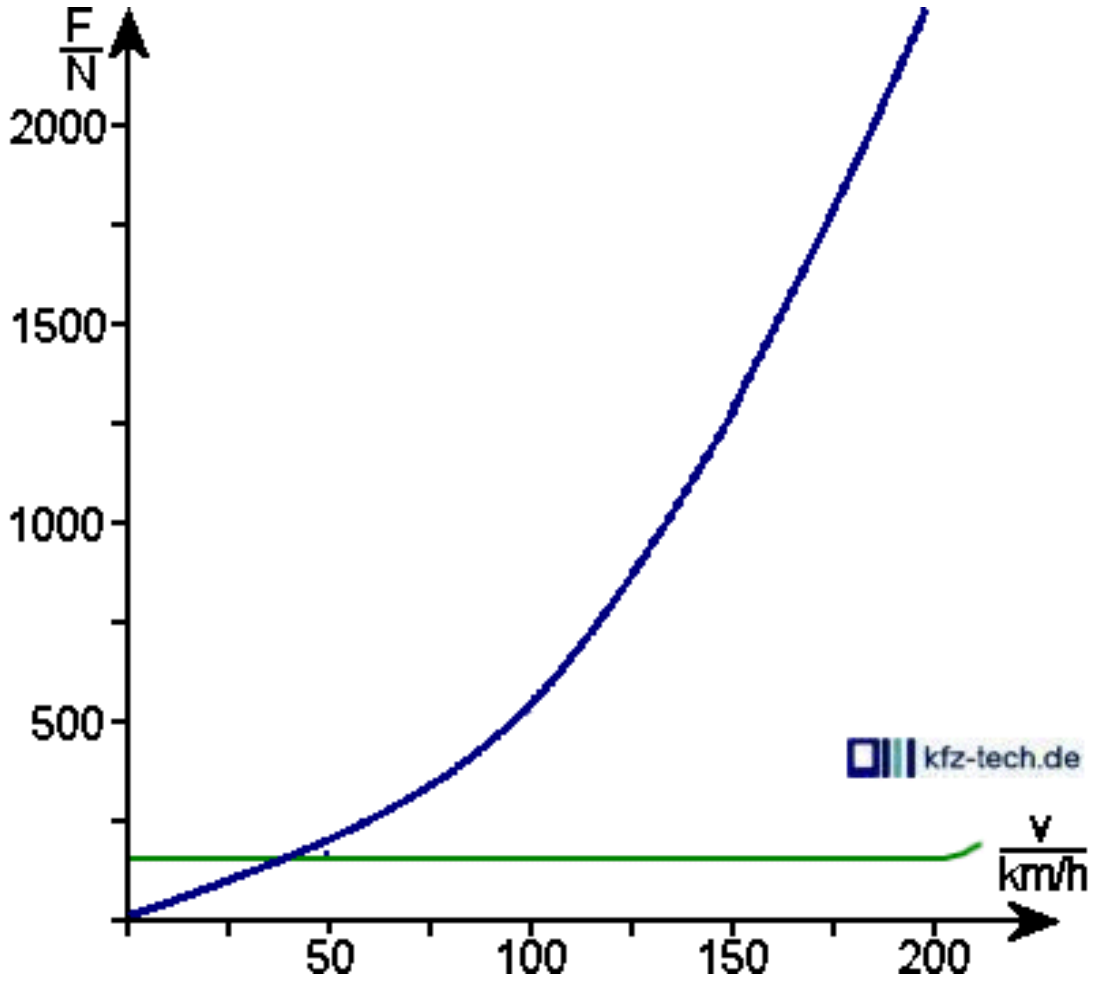
Diese entsteht durch die Verformung von Rad und Fahrbahn beim Abrollen.

$$F_\mathrm{R} = c_R \cdot F_\mathrm{N}$$

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 zur Überwindung der Luftwiderstandskraft und des Rollwiderstands

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

E = 1,85 kWh + 5,72 kWh = 7,6 kWh

Erforderliche Motor-Leistung P = 7,6 kWh / 2 h = 3,8 kW

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

E = 7,4 kWh + 5,72 kWh = 13 kWh

Erforderliche Motor-Leistung P = 13 kWh / 1 h = 13 kW

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

E = 29,6 kWh + 5,72 kWh = 35,32 kWh

Erforderliche Motor-Leistung P = 35,32 kWh / 0,5 h = 70,64 kW

Fazit:

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

Der Tesla 3 hat eine Batterie mit 75 kWh.

Theoretische Reichweiten sind dann:

Reichweite bei 50 km/h = 75 kWh / 7,6 kWh = 987 km

Reichweite bei 100 km/h = 75 kWh / 13 kWh = 579 km

Reichweite bei 200 km/h = 75 kWh / 35,3 kWh = 212 km

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.

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 **C**ell **E**lectric **V**ehicle**)**

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 %

Lade-Strategien

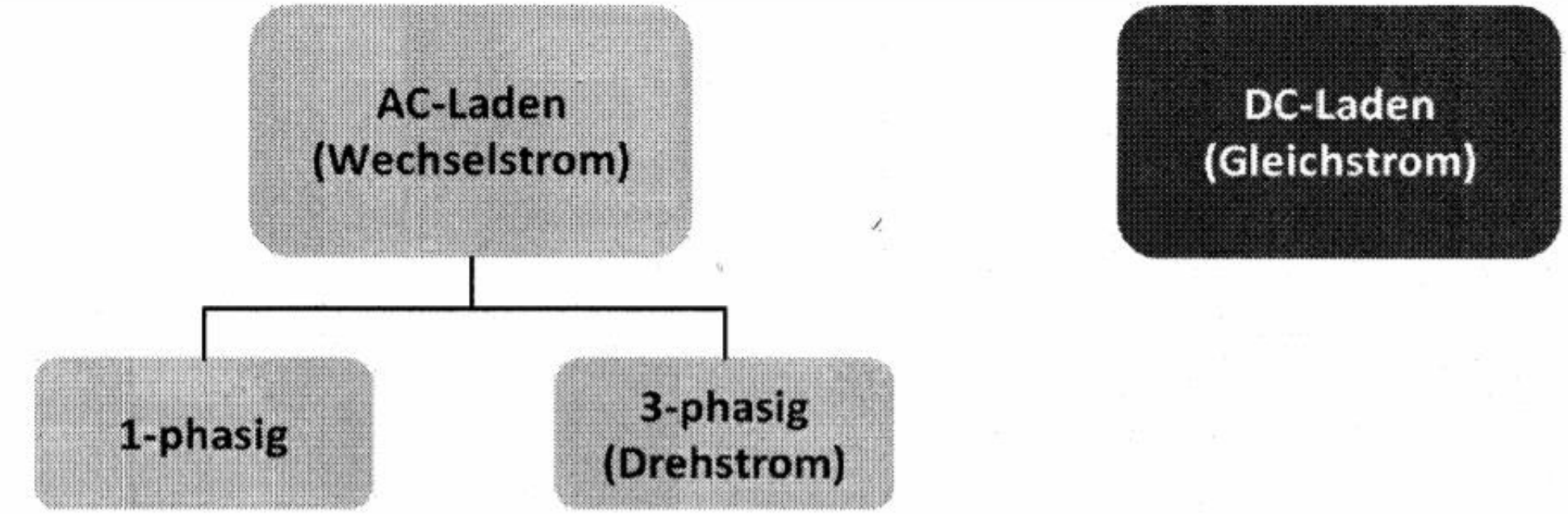
Man muss differenzieren zwischen

<u>langsamem Laden:</u> AC, DC und induktiv bis 22 kW

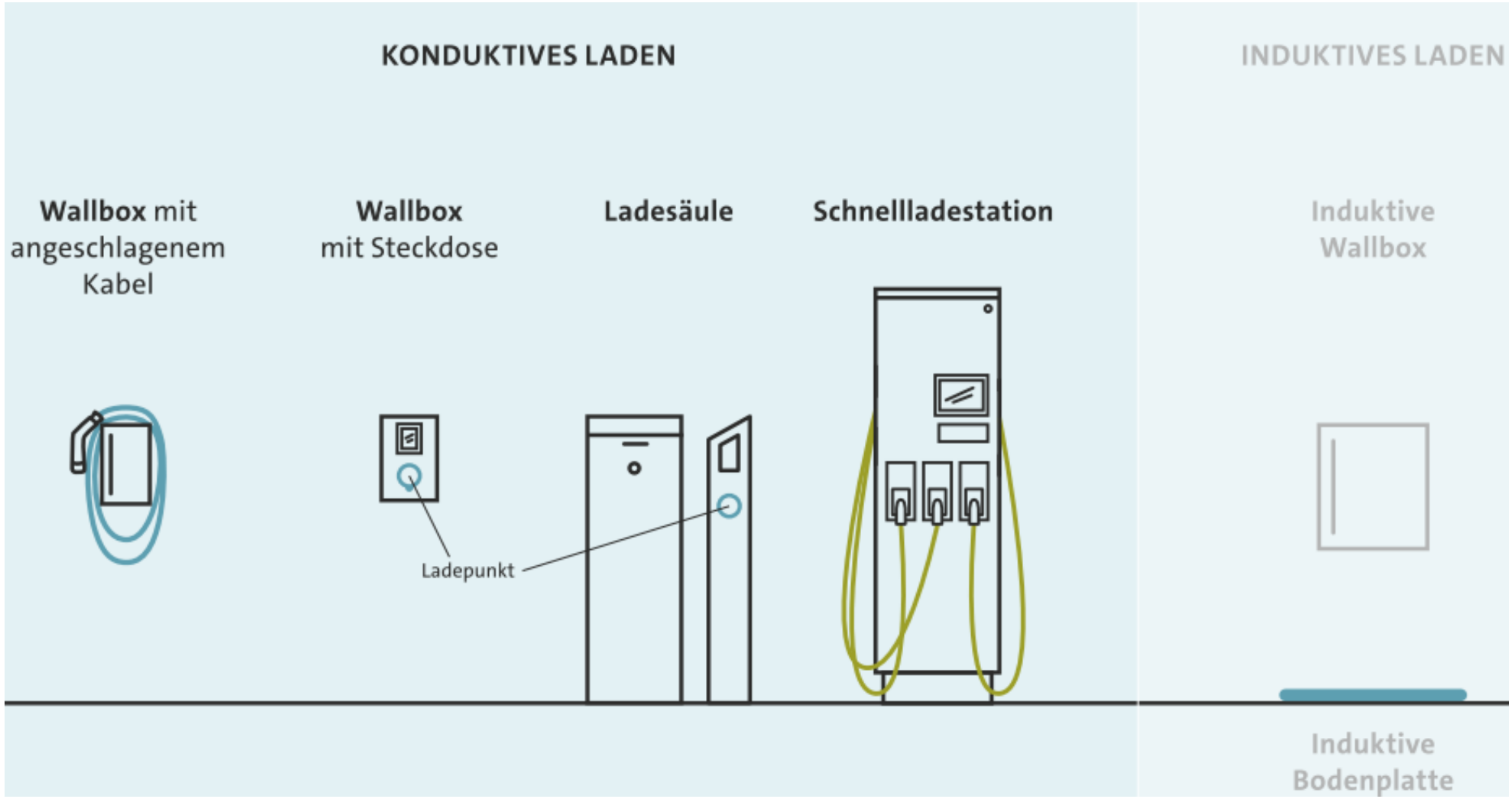
z. B. zu Hause, am Arbeitsplatz, an Ladelaternen in Wohnstraßen und

<u>schnellem DC-Laden:</u> bis 450 kW / 1000 V

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



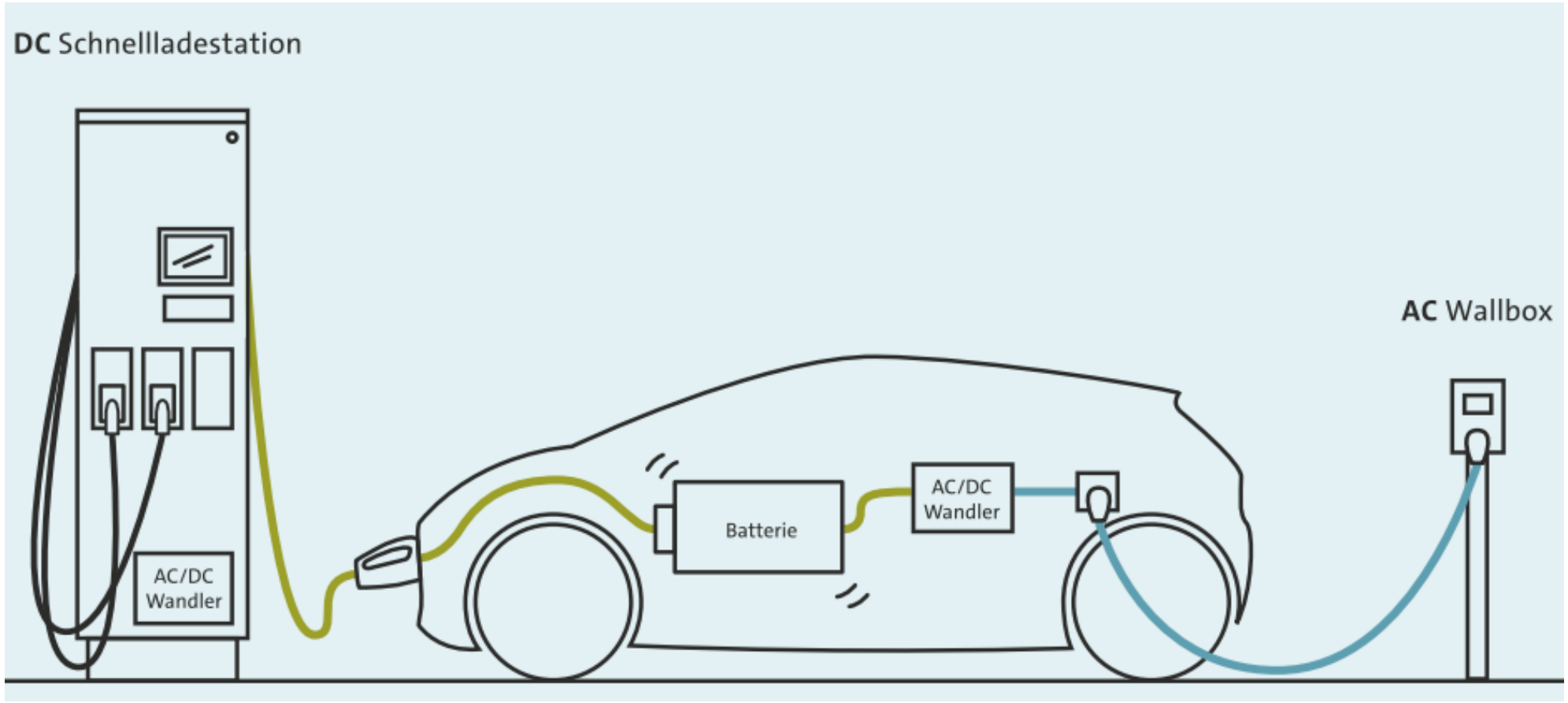
Laden mit Wechsel-, Dreh- und Gleichstrom



Verschiedene Lademöglichkeiten

	Wechselstrom			Gleichstrom
SPANNUNGSART	AC (1-phasig)	AC (1–3-phasig)	AC (1–3-phasig)	DC
MAX. STROMSTÄRKE	10 A	13 A (1-phasig) 16 A (1-phasig) 16 A (2-phasig) 32 A (3-phasig)	32 A (1-phasig) 16 A (2-phasig)[2] 32 A (2-phasig) 32 A (3-phasig)	bis 700 A
MAX. LADELEISTUNG	2,3 kW	3 kW (1-phasig)[1] 3,7 kW (1-phasig) 7,2 kW (2-phasig)[2] 22 kW (3-phasig)	7,4 kW (1-phasig) 7,2 kW (2-phasig)[2] 15 kW (2-phasig) 22 kW (3-phasig)	350 kW

Ladeleistungen bei Gleich- bzw. Wechselstrom



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 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, deren kWh-Preise z.T. signifikant über dem Haushalts-kWh-Tarif liegen und deren Bedienung nicht standardisiert ist.

Aussage der Stiftung Warentest:

Der Preis pro kWh beim Laden von E-Autos ist ungewiss!

Das Problem:

Bei zeitbasierten Tarifen und Pauschalen weiß niemand vorher, wieviel Strom er fürs Geld bekommt. Kostet beispielsweise jeder Ladevorgang 7 Euro, zahlt ein Kunde voll, auch wenn er nur kurz während des Einkaufs für eine Stunde nachladen will.

Hinzu kommt: Ob ein E-Auto in vier Stunden Ladezeit den Akku vollsaugt oder nur ein paar Kilowattstunden zieht, hängt auch von folgenden Faktoren ab, auf die der Fahrer keinen Einfluss hat:

- Der Akkustand des Autos beeinflusst das Ladetempo. Ein leerer Akku zieht schneller Strom als ein fast voller.
- Die eingebauten Bordlader haben unterschiedliche Leistungen.
- Um Kosten und Gewicht zu sparen, bauen viele Autohersteller nur Geräte für kleine Leistungen ein. Steht ein Kleinwagen an einer Säule, die pro Minute abrechnet, zieht er in derselben Zeit weniger Strom als ein großer Geländewagen.
- Ladesäulen liefern unterschiedliche Kapazitäten. Sie geben nicht überall die gleiche Leistung ab.
- Bei kaltem Wetter läuft der Ladevorgang langsamer als bei Normaltemperaturen.

Auto-Ladestrom ist teurer als

Haushaltsstrom

Das Marktforschungsunternehmen EuPD Research untersuchte 123 Autostromtarife und ermittelte weit höhere

kWh-Preise als bei Haushaltsstrom,

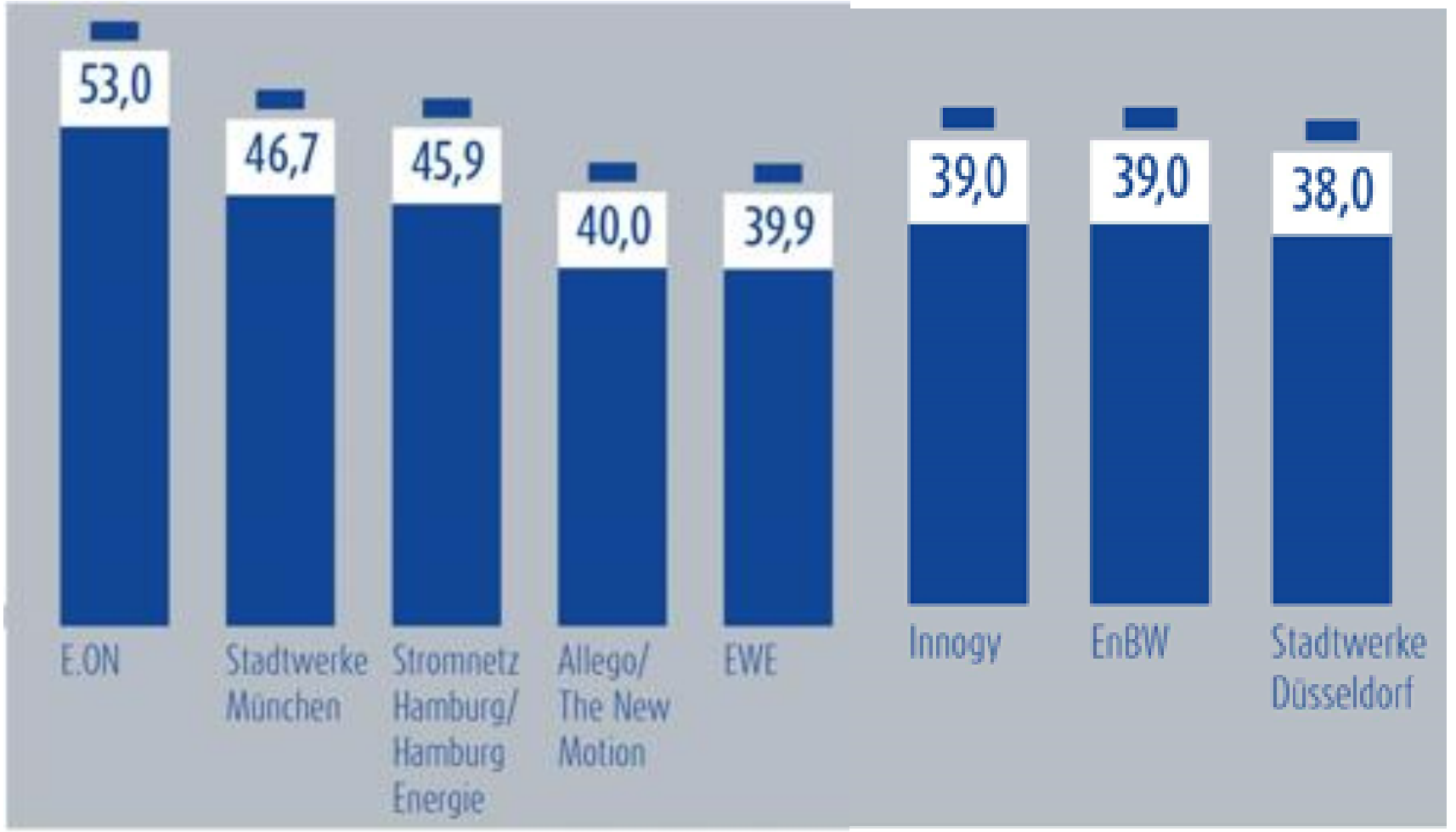
Ein Grund für den Unterschied:

Installation und Betrieb von Ladesäulen sind teuer

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

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



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

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.

(Preis > 40 Cent / kWh)

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.

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

- **Kosten für Stromerzeugung und Vertrieb 19 % = 5,70 Cent**
- **Netznutzungsentgeld 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 !!

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

15 kWh x 0,30 € = 4,50 € für 100 km

Ein vergleichbarer Verbrenner-PKW benötigt etwa

7 Liter Benzin für 100 km

d.h. **7 x 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

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

Um diese sozialen Unterschiede zu vermeiden, empfehle ich kostengünstige Ladeboxen (Kosten max. 2000 € incl. Installation) mit eingebauten Personen-gebundenen kWh-Zählern für vermietete PKW-Stellplätze bei Wohnhaus-Eigentümern und Wohnsiedlungen damit die Mieter ebenfalls ihre E-Autos relativ komfortabel und preiswert zum Haushaltsstromtarif aufladen können.

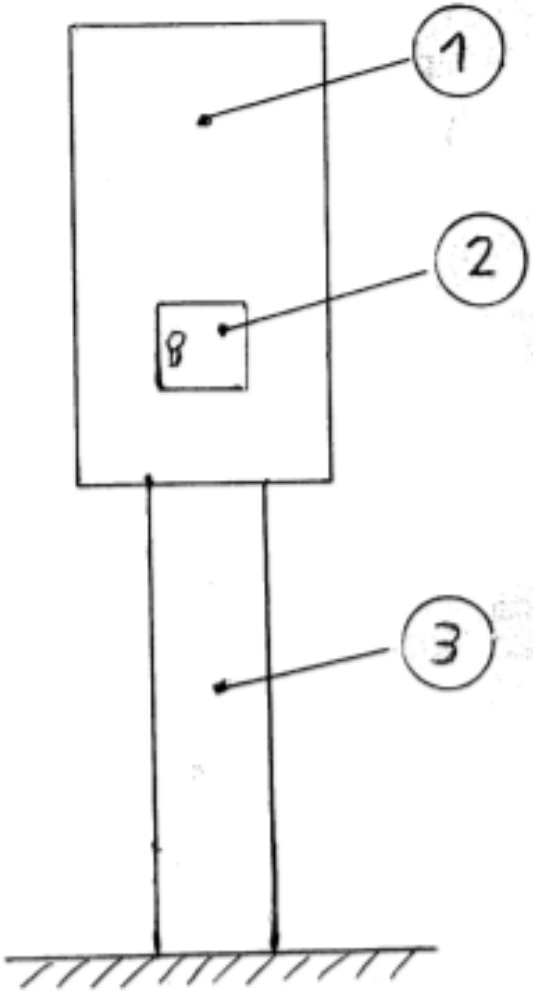
Besonderes Merkmal der Ladebox:

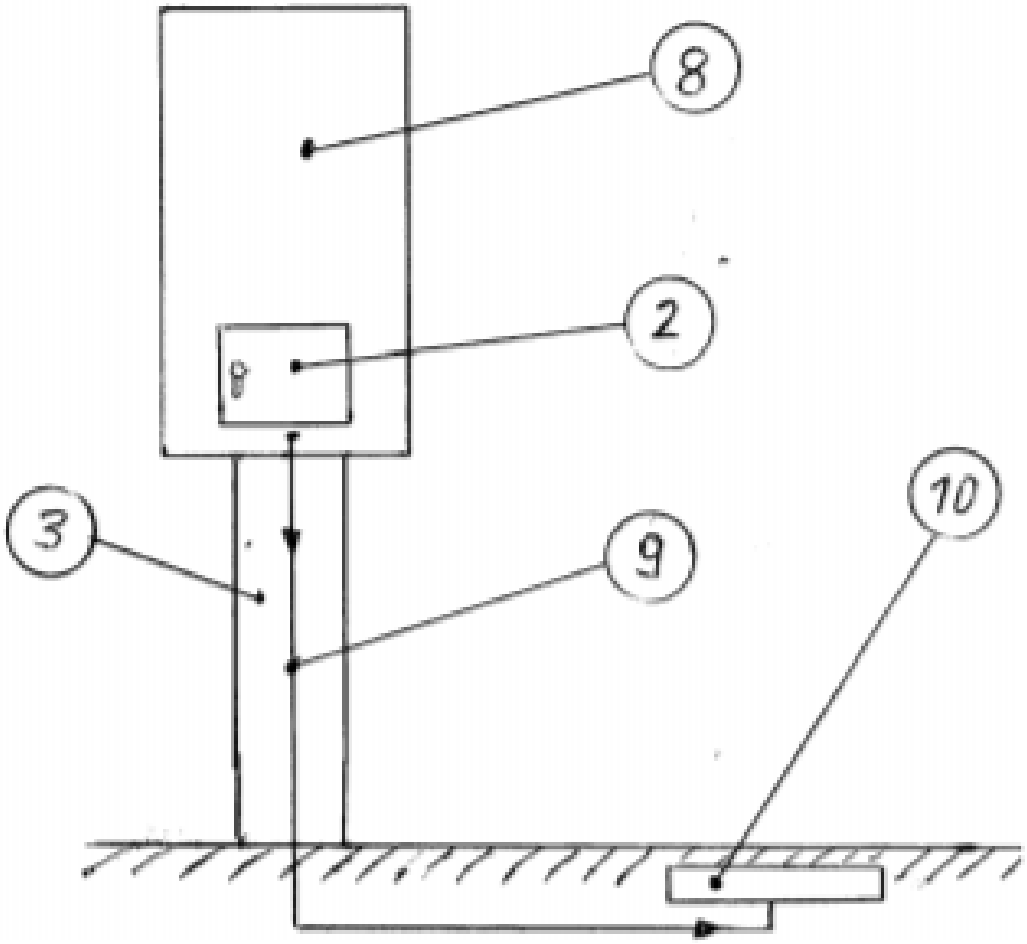
Der in der Ladebox eingebaute kWh-Zähler ist nur dem Mieter des Stellplatzes persönlich per Vertrag mit dem Stromanbieter zugeordnet. Der kWh-Verbrauch wird nur von diesem Mieter zum Haushaltsstromtarif incl. Grundgebühr - ggf. auch zu einem noch günstigeren speziellen Lade-Nachtstromtarif - bezahlt, 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.

Ladebox - Ausführungsbeispiele





Die Ladeboxen sind mit einer verschließbaren Zugangs -Tür ausgestattet und beinhalten je nach Anwendung folgende Komponenten:

Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V

kWh-Zähler, personengebunden

Überspannungsableiter

allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter

Leitungsschutzschalter

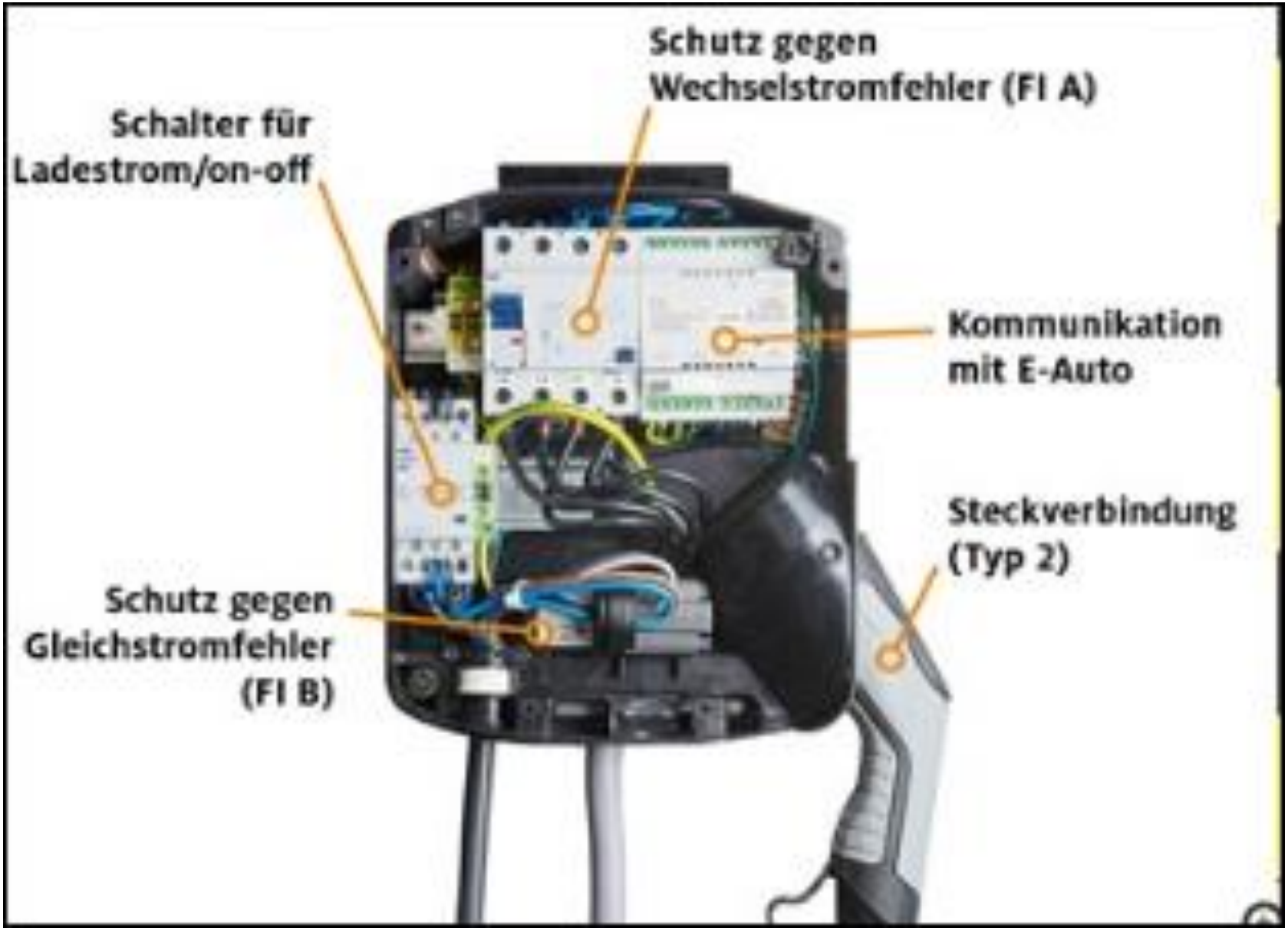
Schütz

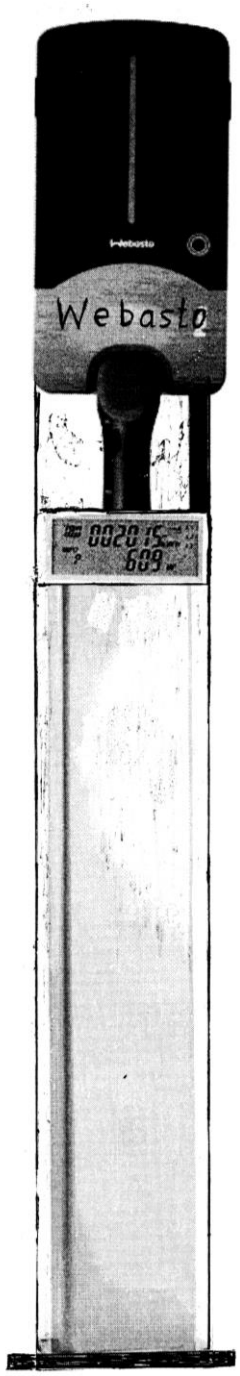
B6-Drehstrom Brückengleichrichter für DC-Laden

HF-Generator mit Primärspule für induktives Laden

Ladecontroller

AC- oder DC- Lade-Anschlussdose, alternativ Ladekabel mit Aufwickel-Trommel wie beim Staubsauger


Schutz gegen
Wechselstromfehler (FI A)
Schalter für
Ladestrom/on-off
Kommunikation
mit E-Auto
Steckverbindung
(Typ 2)
Schutz gegen
Gleichstromfehler
(FI B)



Webasto Ladebox mit 11 kW

Ladekabel mit Typ 2 – Stecker

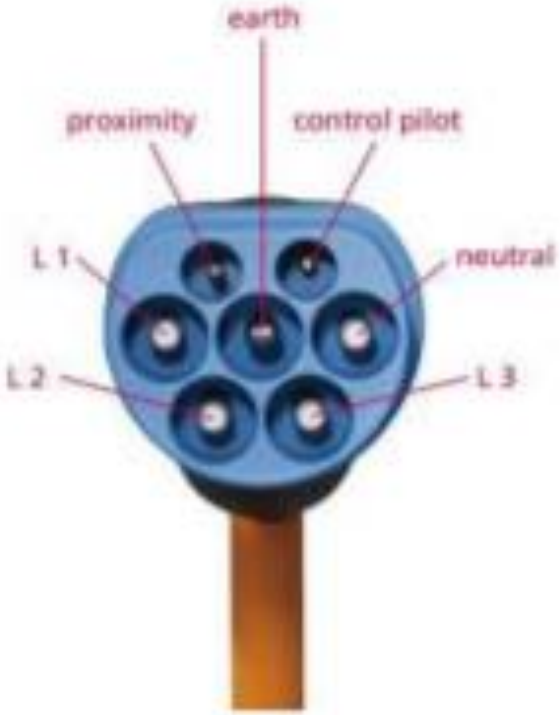
Digitaler kWh-Zähler

Stele

Schalter für Ladestrom / on-off
Schutz gegen Wechselstromfehler (FI A)
Schutz gegen Gleichstromfehler (FI B)
Kommunikationsmodul
Steckverbindung (Typ 2)
Digitaler kWh-Zähler

Mit einer 3-phasigen 11 kW (16 A) Ladebox kann auch 1-phasig mit 3,7 kW (230 V/16 A) und 2-phasig mit 6,4 kW (400 V/16 A) geladen werden.

Lade-Leuchten auf einem Parkplatz



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.

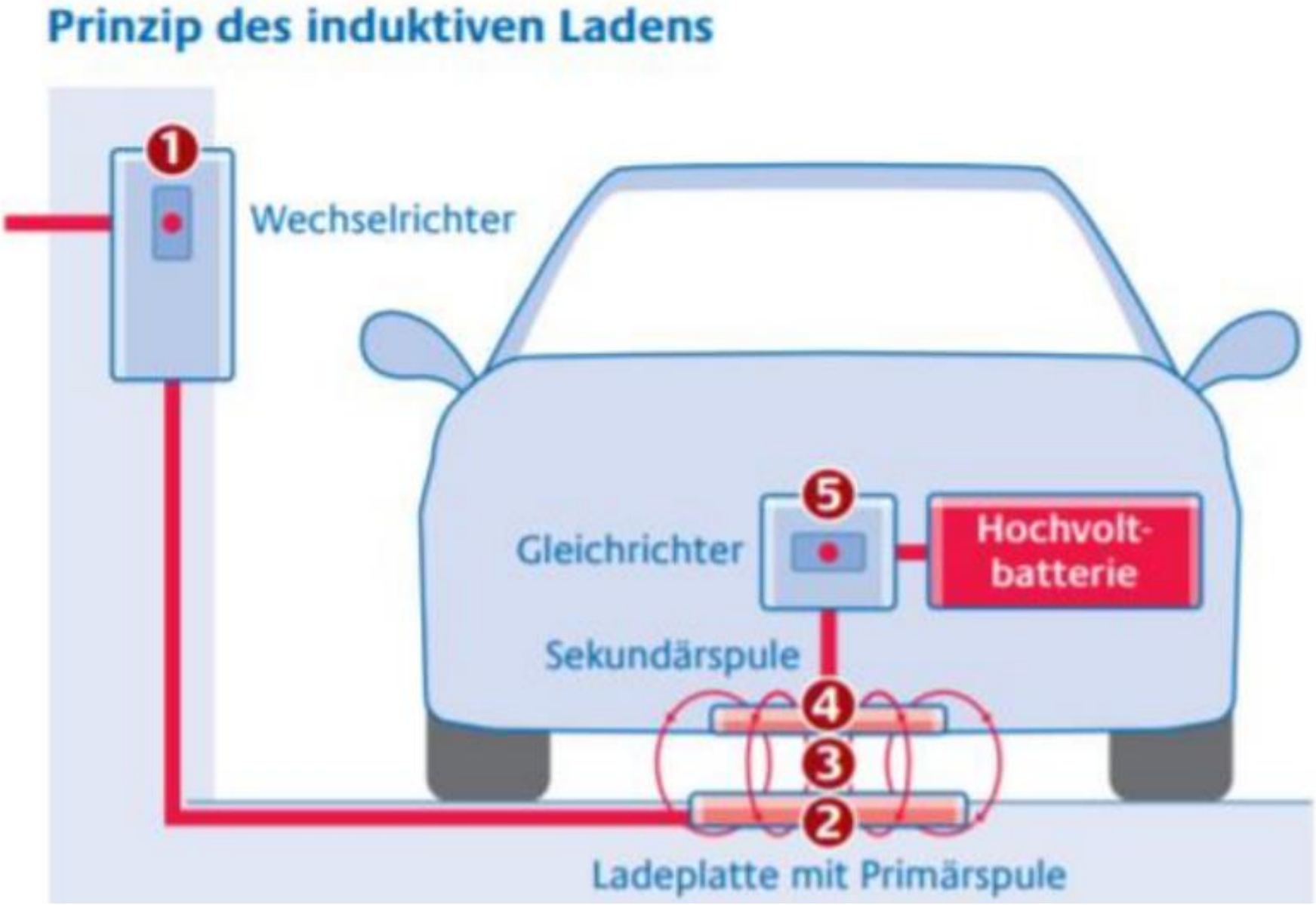
CCS-Steckverbindung (Combined Charging System)

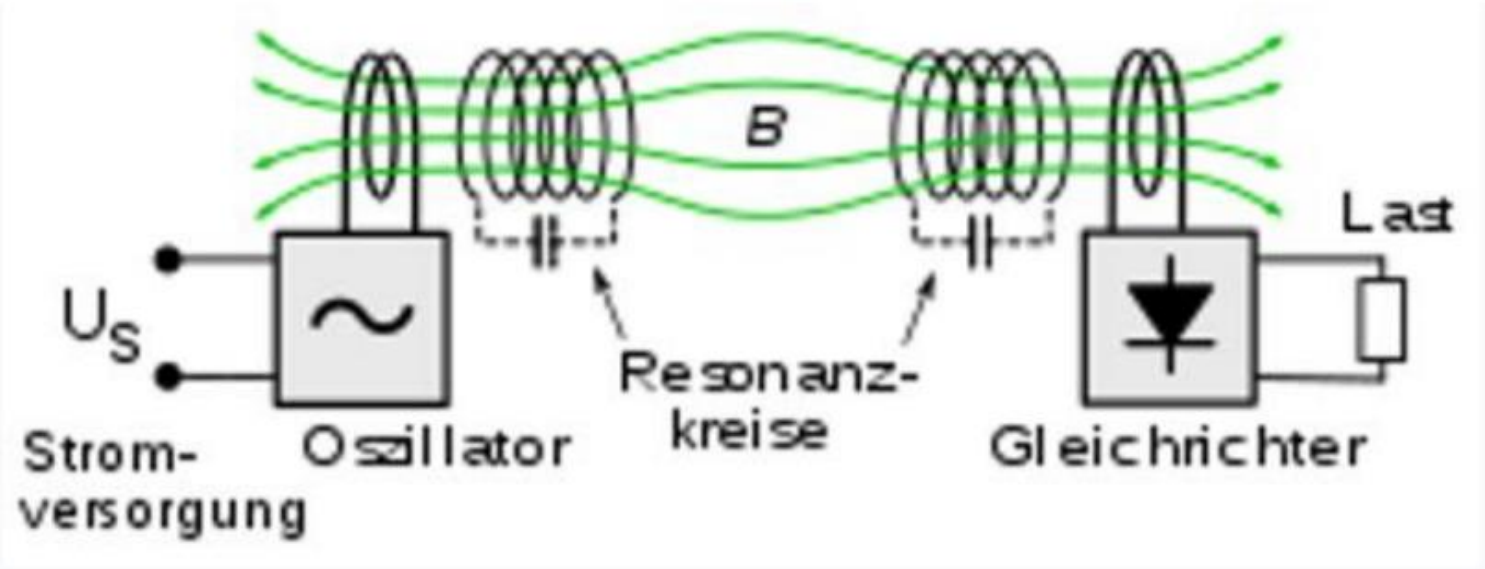
CCS ermöglicht Gleichstromladen und Wechselstromladen mit nur einer Steckverbindung am Fahrzeug

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


Prinzip des induktiven Ladens
1
Wechselrichter
5
Gleichrichter
Hochvolt-
batterie
Sekundärspule
4
3
2
Ladeplatte mit Primärspule



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.

Die Fahrzeugbatterie benötigt eine Klimatisierung (sog Thermo-Management) für optimales Laden im Sommer- und Winterbetrieb

Da der kWh-Zähler – dieser wird vom Stromversorger gegen eine geringe Jahresgebühr (< 20 €) beigestellt, wie in der Wohnung – vor der Ladebox geschaltet ist, wird auch der Ruhestromverbrauch der Ladebox korrekt miterfasst und dem Stromversorger mitvergütet.

Bei üblichen Ladesäulen wird dagegen nur die abgegebene Ladeenergie bezahlt, d.h. der Ruhestromverbrauch der Ladesäule wird nicht berücksichtigt, zum Nachteil des Stromlieferanten.

Der Mieter zahlt nur den Haushaltsstromtarif

Die Bezahlung erfolgt durch jährliches Ablesen des Verbrauchs, wie beim kWh-Zähler in der Wohnung

Der Mieter hat seinen eigenen Stellplatz mit der eigenen Ladestation.

Die verschließbare Ladebox ist exklusiv nur für den Besitzer des Stellplatzes zugänglich

Bis 2030 könnten in Deutschland rd.
8 Millionen E-Fahrzeuge unterwegs sein.

Eine Studie prognostiziert bis dahin einen Bedarf von ca. 4,7 Millionen Ladepunkten, darunter 200.000 Schnell-Ladestationen.

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

Eine einfache Wallbox für 6,9 kW (400 V / 3 x 10 A) bzw. 11 kW (400 V / 3 x 16 A) kostet etwa 600 €. Liegt der Stromverbrauch maximal bei 6.000 Kilowattstunden im Jahr (bei 15 kWh für 100 km kann ein E-Fahrzeug damit 40.000 km fahren), ist nur ein einfacher geeichter digitaler Drehstromzähler erforderlich.

kWh-Zähler-Gebühr

Der Messstellenbetreiber (Stromlieferant) darf bis zu 20 Euro im Jahr als Messstellenentgelt (Grundgebühr) berechnen. Dieser Wert ist als Preisobergrenze im Gesetz definiert. Der Stromlieferant stellt den digitalen kWh-Zähler zur Verfügung.

Heute zahlen die meisten Haushalte zwischen 8 und 17 Euro Grundgebühr im Jahr.

Der erforderliche Anschluss an das Drehstromnetz sollte i.d.R. nicht mehr als 1000 € kosten.

Großer Vorteil:

Der Steuerzahler muss sich an den Kosten nicht beteiligen, d.h., hier ergibt sich sofort ein tragfähiges Geschäftsmodell. Wenn der Staat hier aber auch noch einen Zuschuss gewährt, ist die Finanzierung der Ladebox noch problemloser.

Vermieter sollten deshalb ihre Mieter über die Möglichkeit in Kenntnis setzen, dass eine persönliche Ladestation auf vermieteten Stellplätzen mit der Option Kauf oder Miete installiert werden kann.

E-Auto-Händler und E-Auto-Hersteller sollten

E-Auto-Interessenten bzw. E-Autokäufer über die

Möglichkeit informieren, an einem gemieteten

PKW-Stellplatz in einer Wohnsiedlung eine individuelle Ladestation zu installieren.

Anschluss von Ladeboxen mit integriertem persönlichen kWh-Zähler bei Mehrfamilien-Wohnhäusern

Vermieteter Stellplatz im Freien:

Drehstromleitung 11 kW alternativ 22 kW vom zentralen Hausanschluss zum Stellplatz des Mieters verlegen

Alternativen:

Leitung hinter dem Zähler des Mieters im Keller zum Stellplatz verlegen, evtl. bei Neubauten möglich

Leitung hinter dem Zähler in der Wohnung zum Stellplatz verlegen, das dürfte i.d.R. nicht möglich sein, speziell bei Altbauten

Vermieteter Stellplatz in einer Garage

Drehstromleitung 11 kW oder 22 kW vom zentralen Hausanschluss zur Garage des Mieters verlegen

Vermieteter Stellplatz in einer Tiefgarage

Drehstromleitung 11 kW oder 22 kW vom zentralen Hausanschluss zum Stellplatz des Mieters verlegen

Drehstromleitung 11 kW oder 22 kW vom Zähler des Mieters im Keller zum Stellplatz des Mieters verlegen

Wenn der zentrale Hausanschluss die zusätzliche Ladeleistung nicht bereitstellen kann, muss die vorhandene Leitung verstärkt oder eine Zusatzleitung zur nächstgelegenen Trafostation gelegt werden.

<u>Für ein Pilotprojekt ist</u>

<u>folgende Strategie sinnvoll:</u>

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

Öffentliche Ladesäulen bis 22 kW kosten in etwa 10.000 € zzgl. Unterhaltskosten.

Momentan kommen in Deutschland rd. 10 E-Autos auf einen öffentlichen Ladepunkt. Im Mittel fahren diese 15.000 km im Jahr, d.h. pro Auto werden 150 x 15 kWh = 2250 kWh zum Laden benötigt.

Würden alle E-Fahrzeuge nur an öffentlichen Ladepunkten laden, käme statistisch auf einen Ladepunkt ein kWh-Umsatz von 10 x 2250 kWh = 22.500 kWh.

Das entspricht einem Jahresumsatz von
22.500 kWh x 0,43 € = 9.675,00 € bzw. 806,00 € pro Monat!

Da derzeit jedoch ca. 80% der Ladevorgänge privat zu Hause erfolgen, beträgt der monatliche Umsatz nur noch
806 € / 5 = 161,00 €

Aus diesen Zahlen wird deutlich, dass hier kein wirtschaftlich erfolgreiches Ladesäulen-Geschäftsmodell für öffentliche Ladesäulen generiert werden kann, selbst wenn der Staat etwa 60 % der Ladesäulenkosten übernimmt und die Kilowattstunde an den öffentlichen Ladesäulen viel mehr kostet als 30 Cent

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

Er kommt z. B. gegen 17 Uhr von der Arbeit und sucht eine Lademöglichkeit. Wenn er Glück hat, findet er eine freie öffentliche Ladesäule in der Nähe seiner Wohnung.

Nach der teuren Ladung – der kWh-Preis ist signifikant höher als der Haushaltsstromtarif - und wg. des üblichen Zeittarifs muss er dann etwa gegen 23 Uhr sein Fahrzeug umparken, wobei er um diese Uhrzeit nur mit viel Glück noch einen freien Parkplatz in der Nähe seiner Wohnung findet.

Dieses umständliche und teure Ladeverfahren kann nicht der Schlüssel zum Erfolg der E-Mobilität für Inhaber von Mietwohnungen in Wohnvierteln von Städten sein, d.h. über die Hälfte der Deutschen sind bzgl. des elektrischen Fahrens stark eingeschränkt mit der Folge, dass die allgemeine Verbreitung der umweltfreundlichen Mobilität gravierend behindert wird.

Die neuen Elektroautos werden standardmäßig eine sog. CCS-Steckdose an Bord haben, damit sie an AC-Ladesäulen und DC-Schnell-Ladepunkten laden können.

Langsame nächtliche Ladevorgänge sollten wegen Vorteilen für die Batterielebensdauer, Netzauslastung und Ausnutzung der Windenergie bevorzugt werden.

Die Ladevorgänge der E-Fahrzeuge sollten deshalb gesteuert werden, um möglichen Engpässen der Stromversorgung entgegen zu wirken.

In den nächsten Jahren wird sicher das AC-Laden noch eine gewisse Bedeutung haben, längerfristig wird sich jedoch das DC-Laden – auch für langsames Laden z.B. an Laternen in Wohnstraßen bzw. zu Hause - durchsetzen, vergleichbar mit dem Schuko-Stecksystem in der Wohnung, mit dem eine 2 W LED-Leuchte oder auch ein 2000 W Staubsauger mit Strom versorgt werden kann.

Es wird sich später wahrscheinlich auch in Europa ein optimales DC-Ladesystem mit einem einheitlichen DC-Stecksystem herausbilden, d.h. ein zweipoliger DC-Stecker mit Schutzleiter (PE) und mit einer Kommunikations-Steckverbindung (z. B. CAN-Bus) der langsames bis schnelles Laden ermöglicht.
Zukünftig wird auch das Induktionsladen mit Leistungen bis etwa 11 kW an Bedeutung gewinnen für das langsame Laden zu Hause, am Arbeitsplatz, an Ladelaternen in den Wohnstraßen, für Hotelparkplätze usw. .Dieses bietet dann einen sehr hohen Ladekomfort und ist noch einfacher und bequemer als das jetzige Tanken von Benzin oder Diesel.

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.

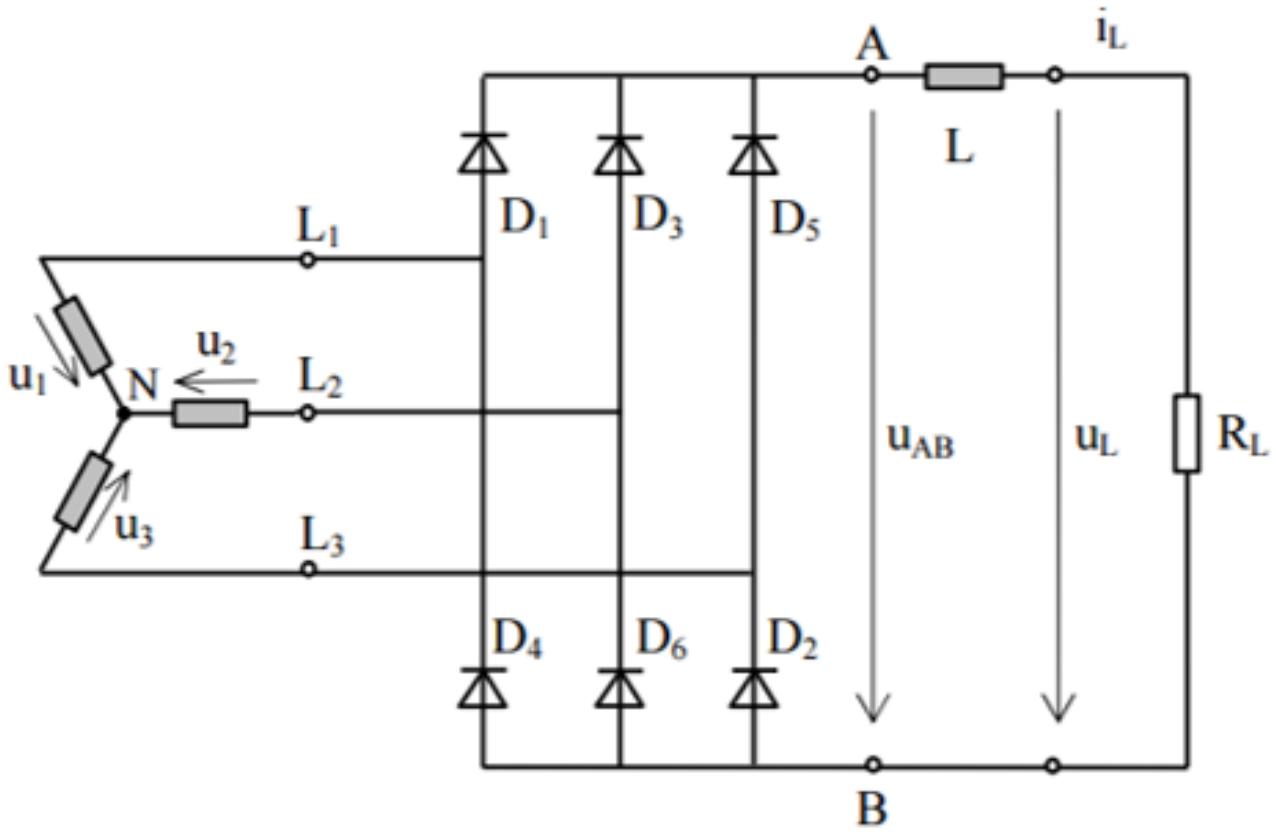
Es sei daran erinnert, dass Tesla und auch die Japaner (CHademo-System) primär ihre E-Autos mit DC-Ladetechnik ausgestattet haben.

Nur durch das im Prinzip unvernünftige Laden mit einphasigem oder dreiphasigem Wechselstrom (AC) in Deutschland und EU wurden diese gezwungen, AC-DC-Ladegeräte mit zugehörigen Stecker-Adaptoren in ihre Fahrzeuge einzubauen.

Beispiel: Die Ladegeräte für Handys, Elektrorasierer usw. liefern eine kleine Gleichspannung zum Laden und keine Wechselspannung, denn in den mobilen Geräten ist kein Patz für eine Gleichrichtung.

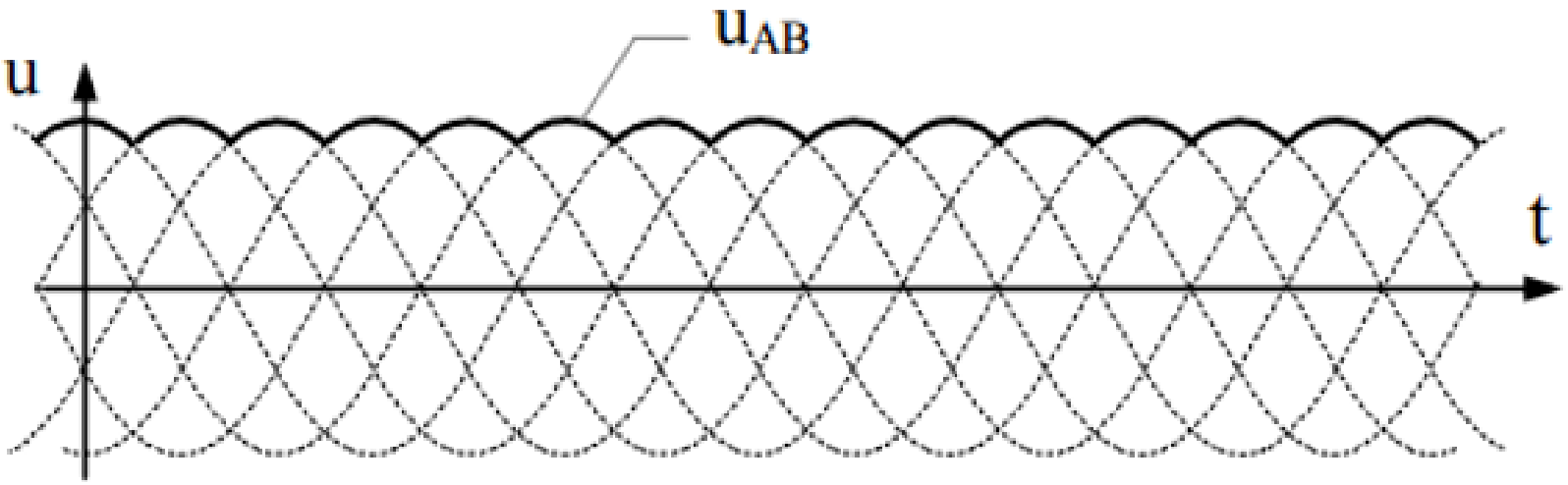
Nur die E-Autos in Deutschland und EU sind noch mit Gleichrichtern ausgestattet, obwohl diese in die Ladestation gehören.

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 V √2 = 325,27 V U_{1-2} = 230 V √3 = 398,37 V

Eingang: 230 / 400 VAC Ausgang: 538 VDC



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

$U_{AB\text{-}eff} = 538{,}47\ V$ $\qquad$ $U_{AB\text{-}DC} = 537{,}99\ V$

Eine zukünftige DC-Steckverbindung hat immer dieselbe Geometrie und ist für eine Schnellladung (1000 V / 450 kW) wie auch für langsames Laden geeignet.

Die Ladung erfolgt nur mit Gleichstrom mit einer einheitlichen Steckverbindung: 2 Kontakte für Gleichstrom z. B. bis 450 A und bis 1000 V (entspricht 450 kW) sowie 2 kleine Kontakte für die Kommunikation zwischen Ladestation und E-Auto. Dazu noch ein Schutzleiter (PE) mit Erd-Potential.

Im E-Fahrzeug kann das einphasige bzw. dreiphasige AC / DC-Ladegerät entfallen, das spart im E-Auto Kosten, Volumen und Masse.

Damit ist dann langsames und schnelles Laden überall möglich.

Der bekannte Schuko-Stecker ist ein Beispiel für eine universelle Anschlusstechnik!

Laden mit Solarstrom

Eine Fotovoltaikanlage mit 1 kW_{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 kWh / (15 kWh/100 km) = 6666 Kilometer im Jahr.

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

6666 km x 30 = 199.980 km gefahren werden.

Zusammenfassung

Mit Blick auf alternative Antriebe lässt das Energiewendebarometer 2019 laut der KfW eine dynamische Entwicklung erwarten, die der Elektromobilität bis 2030 den Durchbruch bescheren wird.

Dies verspreche einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz im Verkehr. Derzeit hat zwar nur rund ein Prozent der befragten Haushalte ein Hybrid- oder Elektroauto, jeder vierte plant jedoch in den nächsten zehn Jahren die Nutzung eines E-Autos – 2018 war es nur jeder sechste Haushalt.

Derzeitige Elektroauto-Nutzer haben der Umfrage nach mehrheitlich Zugang zu grünem Strom und ersetzen zu 90 Prozent Strecken, die sie sonst mit einem Verbrenner zurückgelegt hätten.

Als zentrales Hemmnis für die stärkere Verbreitung von Elektroautos geben die Haushalte neben dem hohen Preis eine zu geringe Anzahl von Ladestationen an. Nur rund ein Fünftel der Ladevorgänge findet dabei an öffentlichen Strom-Tankstellen statt.

Die baulichen Grundvoraussetzungen für heimische Ladepunkte sind vielerorts gegeben: 82 Prozent der Haushalte mit Auto geben an, über einen Stellplatz zu verfügen.

Die meisten dieser Stellplätze befinden sich auf privatem Grund und sind nicht den Einschränkungen des WEG unterworfen. Hier können ohne Probleme die von mir zum Patent und Gebrauchsmuster angemeldeten Ladeboxen mit vorgeschaltetem persönlichen kWh-Zähler installiert werden mit dem großen Vorteil, dass hiermit sehr bequem und vor allem zum Haushaltsstromtarif

geladen werden kann, denn das Laden an öffentlichen Ladestationen ist viel zu teuer!
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 18 % 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!

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

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Bitte besuchen Sie meine HP: www.mx-electronic.com

für weitere aktuelle Informationen!