

**„Einfache Ladebox (Ladestation) mit integriertem
personengebundenen kWh-Zähler
zum Laden von Elektro-Fahrzeugen im privaten
Raum und an Stellplätzen bei Arbeitgebern“**

Untertitel:

„Pro und Kontra öffentliche Ladestationen“

Prof. Dr.- Ing. Peter Marx

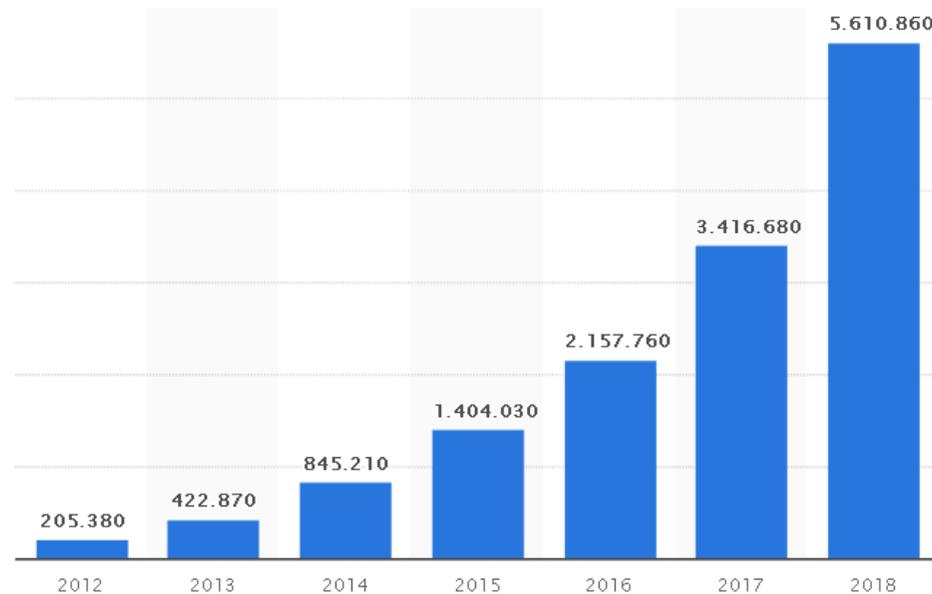
**www.mx-electronic.com
info@mx-electronic.com**

Grafik aus der Zeitung „Der Tagesspiegel“ in Berlin



Kohlendioxid Ausstoß in Gramm pro Personenkilometer

Weltbestand Verbrenner- PKWs \approx 1 Milliarde
In Deutschland \approx 48 Millionen Verbrenner-PKWs



Weltbestand Elektro-Autos \approx 9 Millionen

In Deutschland ca. 140.000 BEV und 100.000 PBEV \triangleq nur 0,5 %

dazu existieren ca. 25.000 öffentliche Ladestationen

Der jährliche Gesamt-Verbrauch an elektrischer Energie beträgt in Deutschland rund 600 GkWh

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

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

Der Durchschnitts-Haushaltsstromverbrauch in Deutschland beträgt 3700 kWh pro Jahr

42 Mio. Haushalte x 3700 kWh = 155 GkWh

Das entspricht 26 % des Gesamtverbrauchs

Diese 42 Mio. Haushalte besitzen 42 Mio. kWh-Zähler

und diese Zähler benötigen weder ein Informatik-Backend noch ein Lastmanagement, sie werden einmal im Jahr abgelesen und i. d. R. per Bankeinzug

in Monatsraten bezahlt

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

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

Selbst wenn im Jahr 2020 eine Million Autos rein
elektrisch fahren würden – **Prognose der
Bundeskanzlerin** - liefe das nur auf einen
Mehrverbrauch von rd. 1,8 GkWh hinaus

Das sind nur 0,3 % Mehrbedarf!

**Würde der komplette Bestand von aktuell
48 Millionen Pkw in der Bundesrepublik mit
Strom fahren,
entspräche das einem Energiebedarf von etwa
48 Mio. x 1,8 GkWh = 86,4 GkWh pro Jahr,
das sind 14,4 % Mehrbedarf!**

**Schon mit der heutigen Netzstruktur
können laut Energieversorger etwa**

13 Millionen Elektroautos

geladen werden

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

Lade-Strategien

Langsames Laden:

mit Drehstrom (AC) bis 11 kW

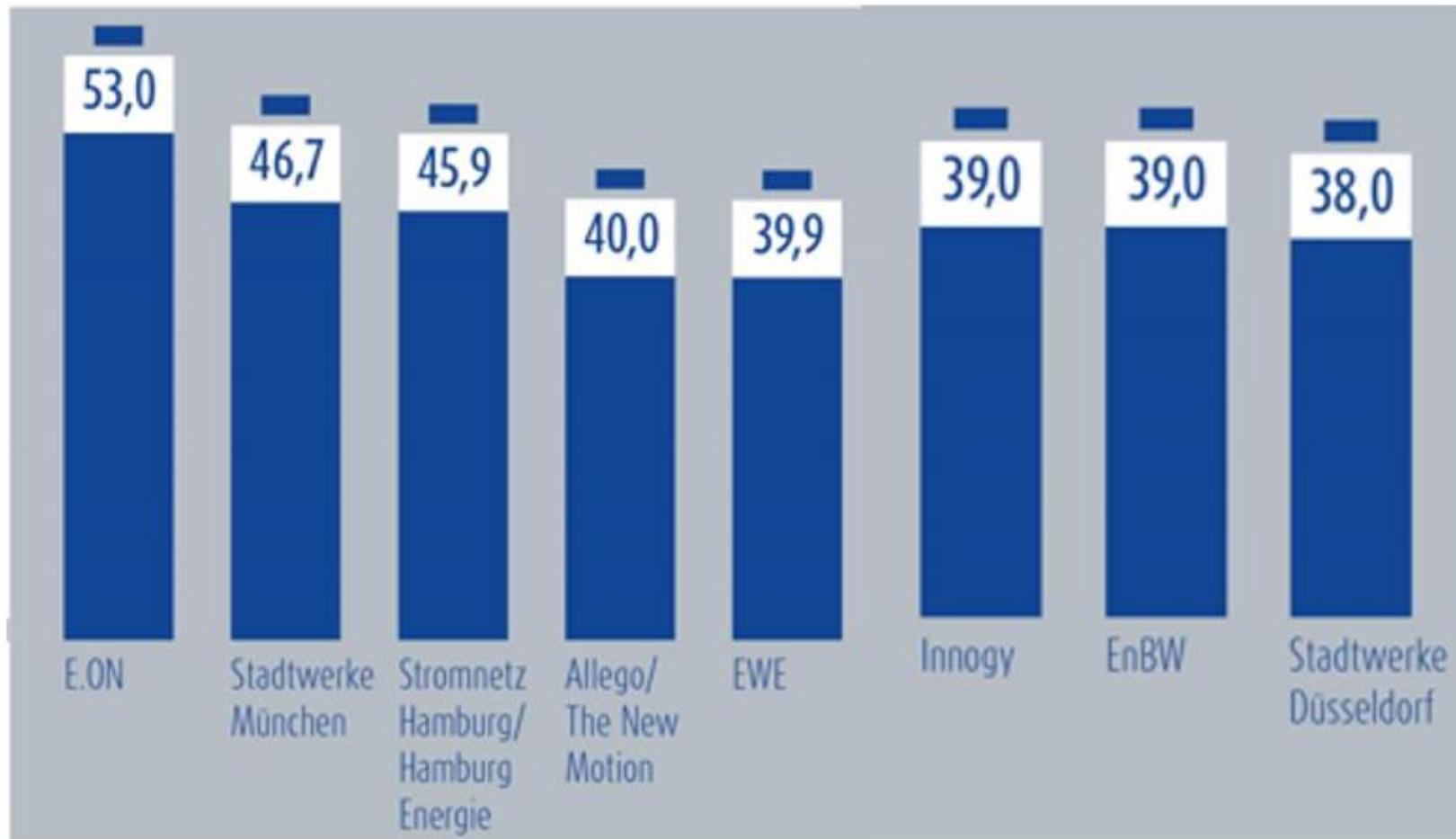
zukünftig auch DC und induktiv bis 11 kW

z. B. zu Hause und am Arbeitsplatz

Schnelles DC-Laden: bis 450 kW / 1000 V

an Autobahnen, Bundesstraßen, zentralen

Ladestationen und Tankstellen in Städten



Unterschiedliche Ladestrom-kWh-Preise in Cent an öffentlichen Ladestationen, **Durchschnittspreis = 43 Cent**. Drei Viertel der öffentlichen Ladepunkte sind in der Hand der Energiewirtschaft lonity verlangt jetzt **bis 79 Cent / kWh!**

Wie ergeht es einem E-Autobesitzer mit einer Mietwohnung und ohne eigenen Parkplatz in der Großstadt:

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

Wenn er Glück hat, findet er eine freie **funktionierende** 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.

Im Stadtverkehr benötigt ein E-Auto (z. B. VW ID.3) für 100 km
zirka 15 kWh, d.h. das Laden zu Hause kostet

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

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

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

**Hinweis: 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 bei Arbeitgebern

Lade-Alternative für Mieter:

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



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

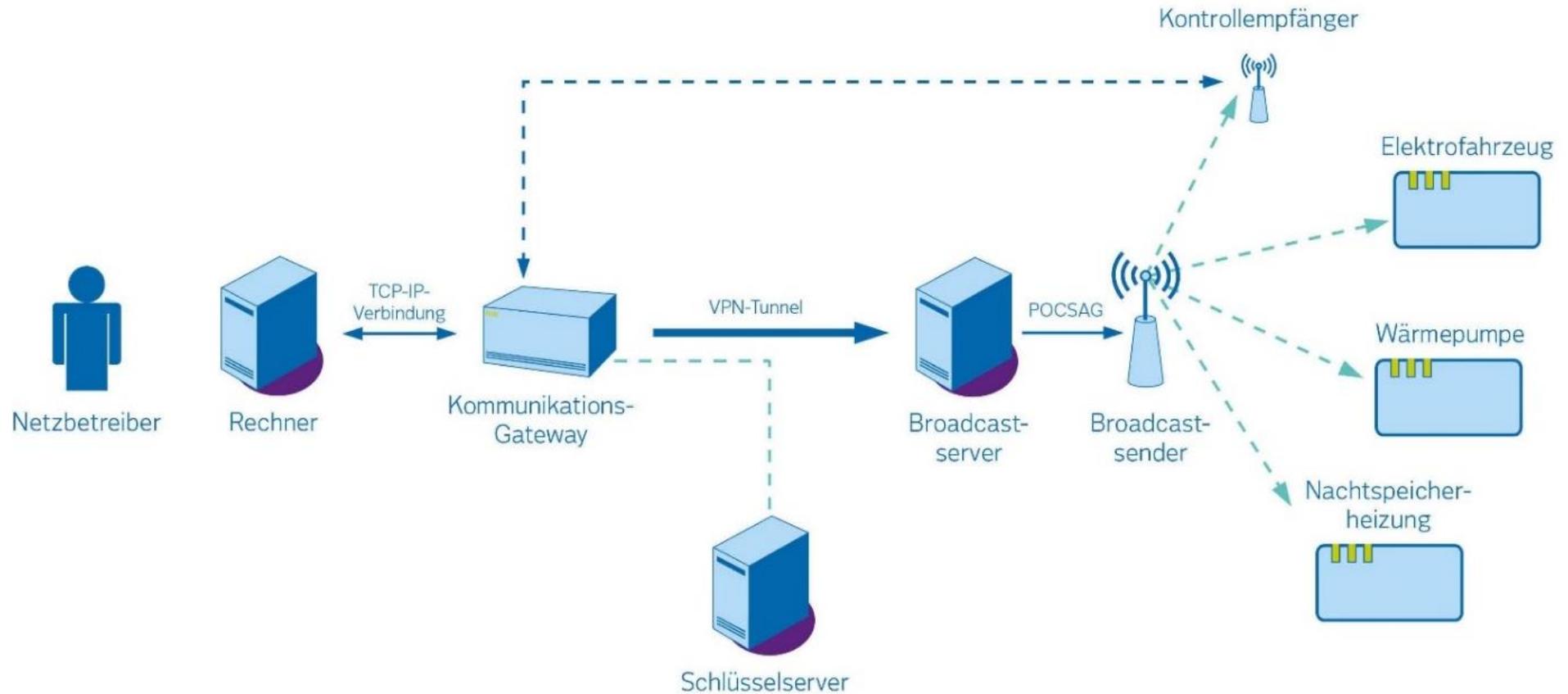
Einige Stromlieferanten bieten spezielle reduzierte Lade-Stromtarife an. Hierfür ist dann ein sog. **Strom-Pager** vor dem persönlichen kWh-Zähler in der Ladebox erforderlich.

Der Strom-Pager schaltet z. B. die Ladebox dann nur von 22.00 – 6:00 Uhr ein

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



Funkferngesteuerter Strom-Pager



Die Pager-Frequenzen liegen im 450 MHz Bereich



Drehstromzähler mit Tonfrequenz-Rundsteuerempfänger

Ladebox-Varianten

**AC-Ladebox mit Poller und integrierter
Ladekabel-Aufrolltrommel** - wie beim Staubsauger - mit
verschließbarer Zugangstür

**DC-Ladebox mit B6-Brückengleichrichter für Laden mit
Gleichstrom**

**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**

**Ladebox für induktives Laden mit Gleichrichter, HF-
Generator, Primärspule usw.**

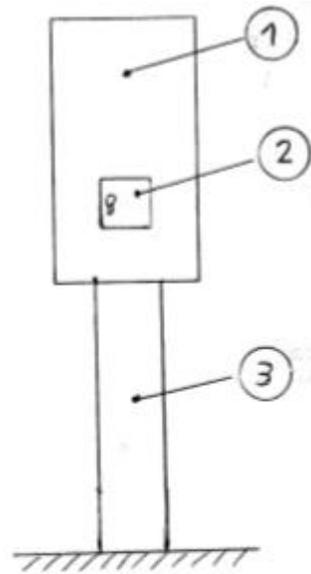


Fig. 1. Ladebox mit Poller

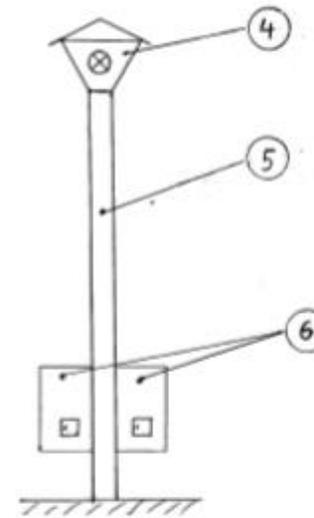


Fig. 2. Laterne mit Zweifach-Ladebox

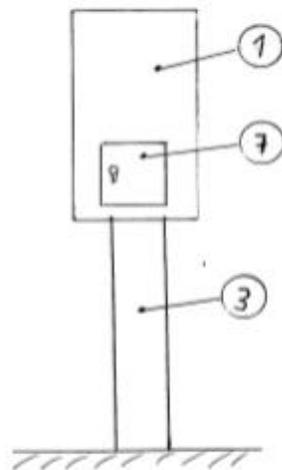


Fig. 3. Ladebox mit integrierter Ladekabel-Aufwickel-Trommel

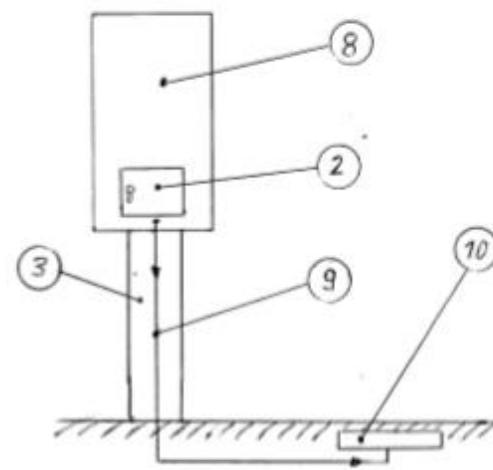


Fig. 4. Ladebox für induktives Laden

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

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

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 Fahrtkosten 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**

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

Auf die bisherigen öffentlichen AC-Ladesäulen kann dann verzichtet werden

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

Wieviele Ladepunkte benötigt Deutschland?

Die Reichweite der E-Autos und die DC-Ladeleistung nehmen ständig zu, deshalb werden deutlich weniger

öffentliche AC-Ladestationen benötigt

Für **48 Millionen Verbrenner-Pkws** gibt es

derzeit landesweit nur

14.500 Tankstellen für fossile Treibstoffe

Situation bei Tanken von fossilen Kraftstoffen in Deutschland

Es gibt **14.500 Tankstellen** mit rd. 89.880 Zapfsäulen
mit jeweils 4 Zapfpistolen, d.h. insgesamt

359.520 Zapfpistolen oder

25 Zapfpistolen im Mittel pro Tankstelle

PKWs fahren im Mittel pro Jahr 12.000 km

Bei einem Verbrauch von 7 Litern für 100 km und einem Tankvolumen von 50 Litern beträgt die Reichweite dann 715 km.

Der Tank muss also

12.000 km / 715 km \approx 17 mal pro Jahr vollgetankt werden

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

Öffnungszeit der Tankstellen:

14.500 Tankstellen x 356 Tage x 24 Stunden

= 127 Mio. Stunden

Wie man sieht, bieten die vorhandenen Tankstellen ausreichend Zeit, um alle Verbrenner-PKW's zu betanken

Wie ist nun die Situation beim Laden von Elektrofahrzeugen in Deutschland

**Im Jahr 2030 erwartet die Bundesregierung
6 Millionen Elektrofahrzeuge und berechnet dafür
einen Bedarf von einer Million Ladestationen ohne
anzugeben, welche Art von Ladestation und welcher
Anwendungsfall zugrunde liegt!**

Auch Elektroautos fahren im Jahresmittel

12.000 km. Bei einem Verbrauch von 15 kWh pro
100 km werden dann

$$(12.000 \text{ km} / 100 \text{ km}) \times 15 \text{ kWh} = 1.800 \text{ kWh}$$

pro E-Auto und Jahr benötigt

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

Für die zukünftig übliche elektrische Reichweite

von 400 km werden dann

$4 \times 15 \text{ kWh} = 60 \text{ kWh}$ für eine Voll-Ladung benötigt

Pro Jahr sind $1.800 \text{ kWh} / 60 \text{ kWh} = 30$ Ladevorgänge
erforderlich, also etwa alle 12 Tage

Die Aufladung geschieht zukünftig durch Gleichstrom
mit DC–Schnell-Ladestationen mit einer
Ladeleistung von 150 kW bis 350 kW

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

Die Ladezeit errechnet sich damit zu:

$$t = 60 \text{ kWh} / 200 \text{ kW} = 0,3 \text{ Stunden bzw. 18 Minuten}$$

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

$$6 \text{ Mio.} \times 30 \text{ Ladevorgänge} \times 0,3 \text{ Stunden} =$$

54 Mio. Ladestunden benötigt

Ladesäulen sind in 365 Tage x 12 h = 4.380 Stunden
in Betrieb

Hieraus folgt die Anzahl Z der benötigten DC-Ladepunkte

$$Z = 54 \text{ Mio. Stunden} / 4380 \text{ Stunden} =$$

12.328 DC-Schnell-Ladepunkte

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

**2.466 öffentliche DC Schnell-Ladepunkte mit
200 kW Ladeleistung für 6 Mio. E-Fahrzeuge benötigt**

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

Wenn es evtl. in 30 Jahren 48 Millionen E-Autos geben sollte, würden

19.728 öffentliche DC-Schnell-Ladestationen ausreichen

38,4 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 Bezahl- und 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**

**Auch auf ein kostentreibendes elektronisches Backend
kann verzichtet werden**

Ultraschnellladesäulen – anhalten, auftanken, abfahren

Ultraschnellladesäulen in Deutschland

Reichweite bei einer Ladedauer von 10 Minuten



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



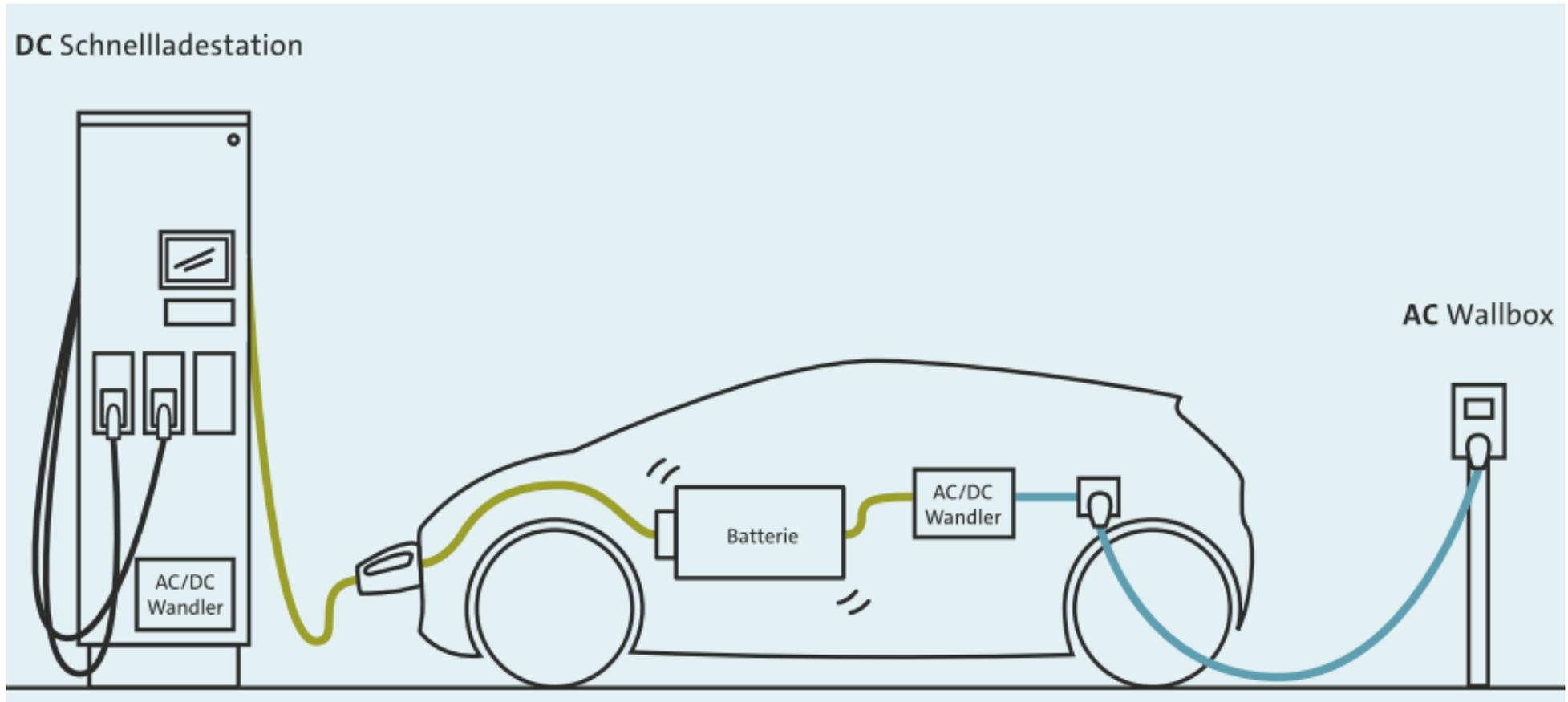
öffentlich zugänglich; Ladeleistung \geq 150 kW; Stand Anfang Mai des jeweiligen Jahres

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



**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**

Technischer Anhang



Laden mit Gleich- oder Wechselstrom
Ladestecker - Wirrwarr

	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



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

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



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

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

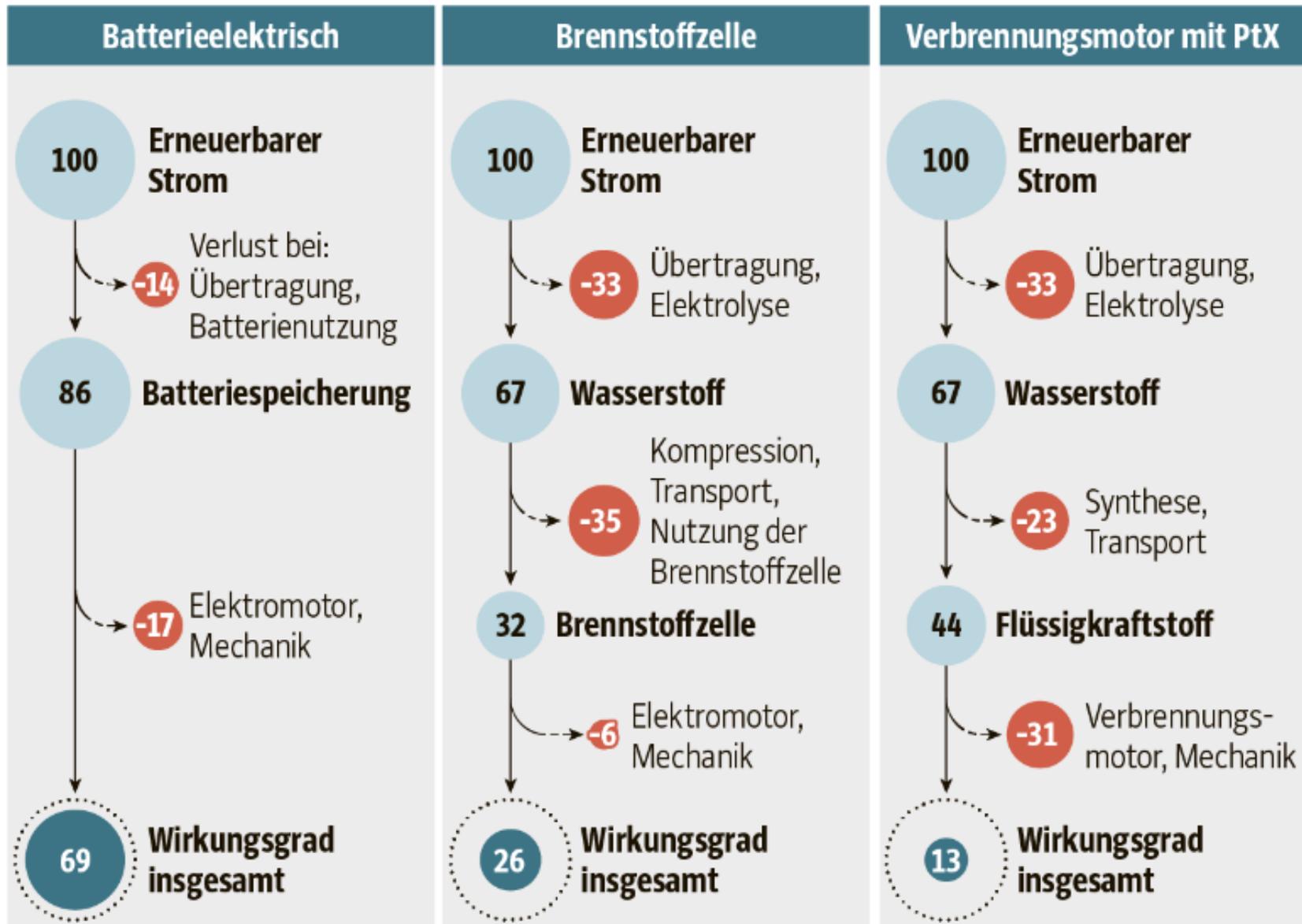
lägen die Stromkosten für 100 km nur noch bei 2 €

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

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

Erneuerbarer Strom in Bewegung

Gesamtwirkungsgrade und Leistungsverluste auf Strom basierender Antriebsarten in Prozent



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

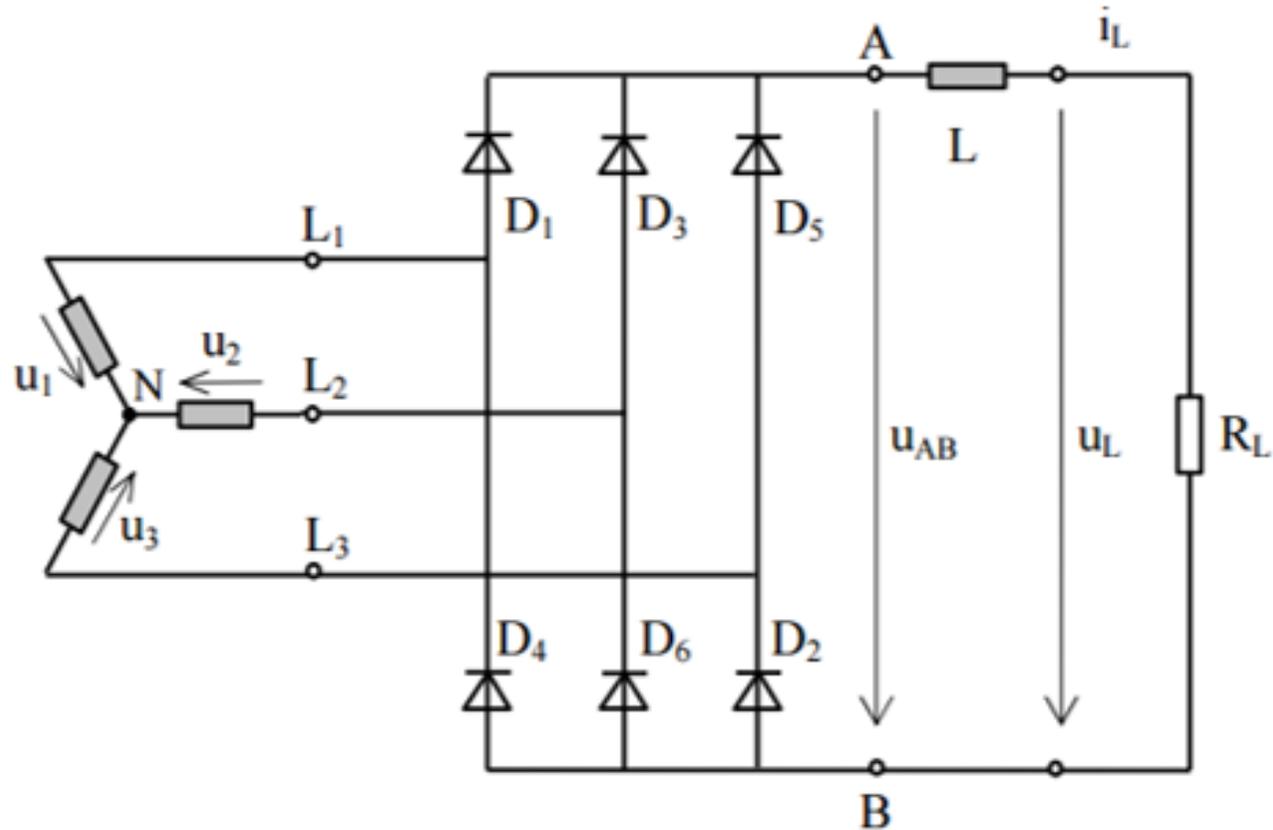
Da die Fahrzeugbatterie eine Gleichstromquelle ist, muss diese prinzipiell auch mit Gleichstrom geladen werden, d. h., anstelle von AC-Ladeverfahren sollte zukünftig nur noch DC-Laden im Leistungsbereich von etwa 4 kW ...450 KW für sämtliche E-Fahrzeuge eingeführt werden

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



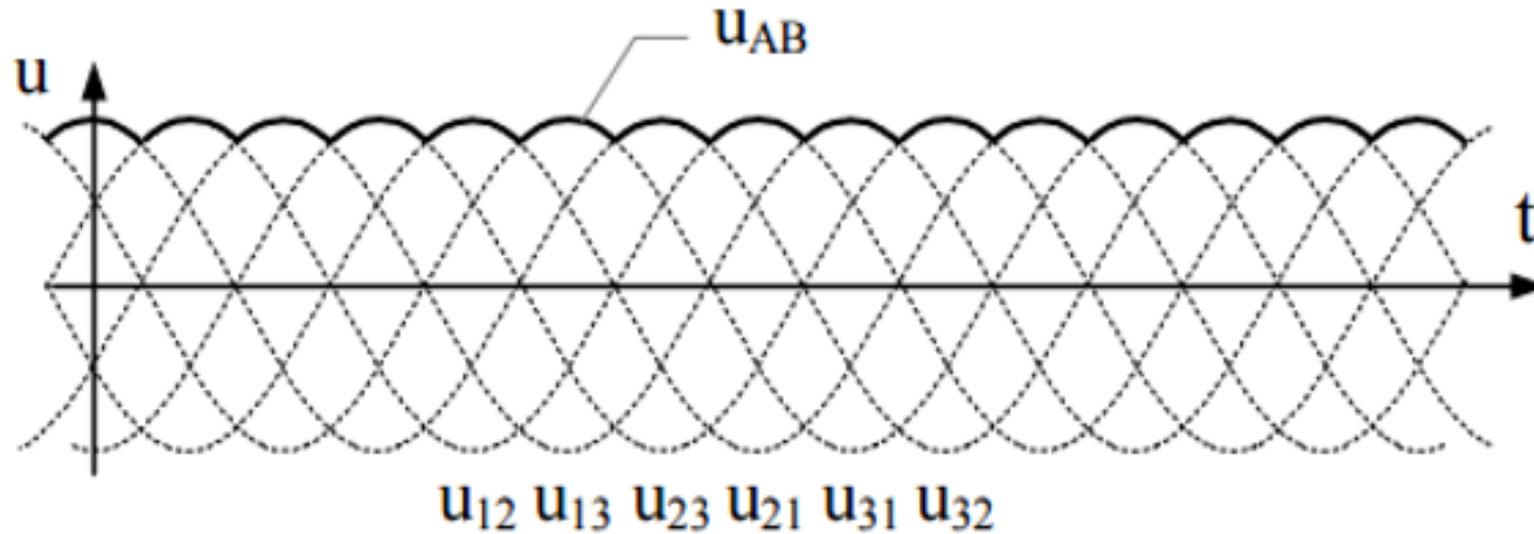
$$U_s = 230 \text{ V} \sqrt{2} = 325,27 \text{ V}$$

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

Eingang: 230 / 400 VAC

Ausgang: 538 VDC

Drehstrom-Gleichrichtung mit B6-Diodenbrücke



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

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

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

540 Volt Gleichspannung U_{AB} mit geringer Welligkeit zum Laden von E-Fahrzeugen

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 ein 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

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

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

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

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!**