


Grundlagen der Elektromobilität für Umsteiger



CHANGE
TO
ELECTRIC
NOW

Dr.-Ing. Willibald Prestl

Vorstellung



Dr.-Ing. Willibald Prestl

- 28 Jahre Entwicklungsingenieur bei BMW
 - Wasserstofffahrzeuge
 - Ladetechnik Elektrofahrzeuge, insbesondere intelligente Ladesteuerungen:
 - Solaroptimiertes Laden
 - Lastmanagement für viele Fahrzeuge
 - Technikkonzept für BMW Mitarbeiter-Ladeinfrastruktur
- Freier Berater Elektromobilität
- Dozent der Handwerkskammer München u. Oberbayern
- ... und natürlich Elektroauto-Fahrer

Elektromobilität in der Praxis



- Warum Elektromobilität
- Elektrofahrzeuge
- Stromversorgung
- Umweltfreundlichkeit / Nachhaltigkeit
- Grundlagen der Ladetechnik
- Ladelösungen für zuhause
- Öffentliches Laden
- Kostenaspekte
- Förderung

Warum Elektromobilität?

Ein Baustein im Klimaschutzplan der Bundesregierung.

Pariser Klimaabkommen:

- Das Ziel, den CO₂-Ausstoß bis 2030 um 55 Prozent ggü. 1990 zu verringern, ist Deutschlands Beitrag ¹
- für den Verkehrssektor gilt mindestens 42 bis 40 Prozent weniger CO₂ als Ziel ¹
im Verkehrssektor haben wir seit 1990 aber keine Reduktion, sondern eher einen Anstieg !
- Bis **2030** sollen **sieben bis zehn Millionen Elektrofahrzeuge** in Deutschland zugelassen sein. ²

Maßnahmen:

- CO₂ Gesetzgebung für die Automobilindustrie: zwingt Hersteller zu hohem Anteil elektrifizierter Fahrzeuge → **sich massiv verändernde Produktpalette, Automobilindustrie im Umbruch**
- **Förderung für Fahrzeugabsatz**, z.B. Innovations- und Umweltbonus, Flottenwechselprogramme, Sonderabschreibungen
- **Dienstwagenregelung**: 25% bzw. 50% (PHEV u. BEV >60T€) des geldwerten Vorteils
- **Förderung von Infrastruktur** privat und öffentlich

Quelle: Bundesregierung ¹<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaziele-und-sektoren-1669268>

²<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/verkehr-1672896>

Warum Elektromobilität?

Die Nutzersicht.



- Elektrisch Fahren
 - macht Spaß
 - ist super komfortabel
 - ist umweltfreundlich
 - wird massiv finanziell gefördert
- nie mehr zur Tankstelle!
- Nutzung eigener Energieerzeugung
- tlw. kostenloses Parken
- Förderung durch Staat und Hersteller: Umweltbonus, Ladeinfrastruktur, Flottenprogramme
- Steuervorteile: KFZ Steuer, Dienstwagenbesteuerung

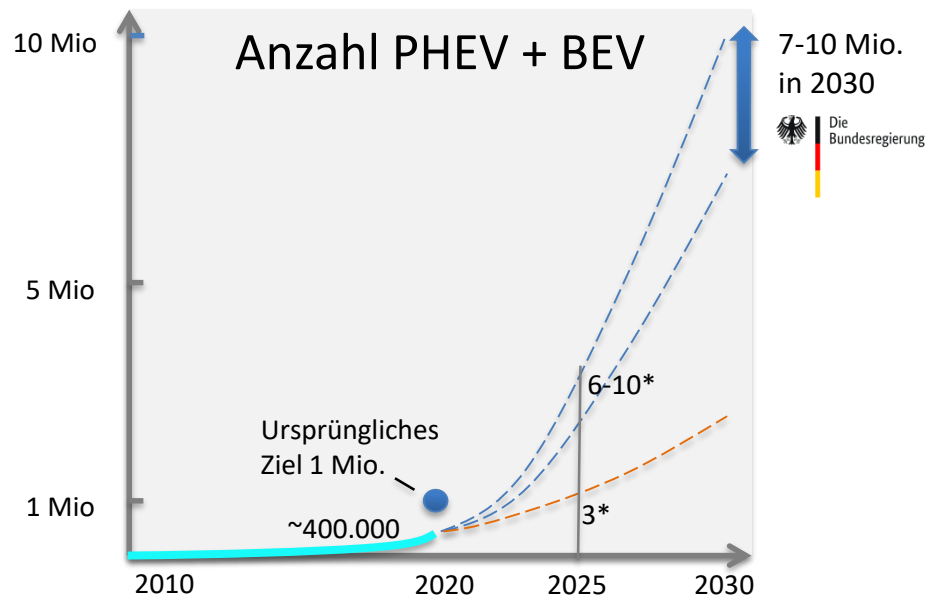
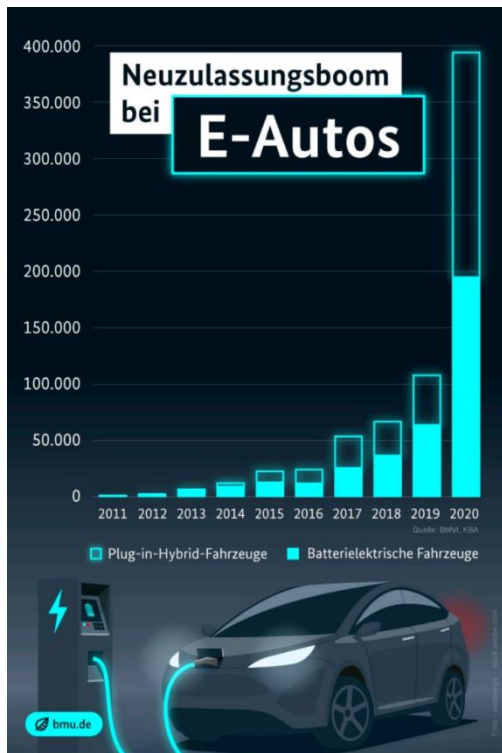


- begrenzte Reichweiten
- begrenzt verfügbare Ladeinfrastruktur: öffentlich, am Arbeitsplatz, im Wohnungsbau
- höhere Einstiegskosten Fahrzeug und Infrastruktur
- fehlende eigene Erfahrung



Elektromobilität

Wie schnell kommt der Hochlauf?



Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

Was ist ein Elektroauto?



- große Bandbreite an Fahrzeugen
- unterschiedliche Technologien

- Gesetzlich:
§ 2 Elektromobilitätsgesetzes (EmoG):
 - Reine Batterieelektrofahrzeuge,
 - Fahrzeuge, die von außen geladen werden, wie Plug-In-Hybridfahrzeuge mit mind. 40km elektr. Reichweite und max. 50 gCO₂/km
 - Brennstoffzellenautos.

- Bevorrechtigungen mit E-Kennzeichen, z.B.
 - Parkberechtigung
 - Parkkosten
 - Busspurennutzung

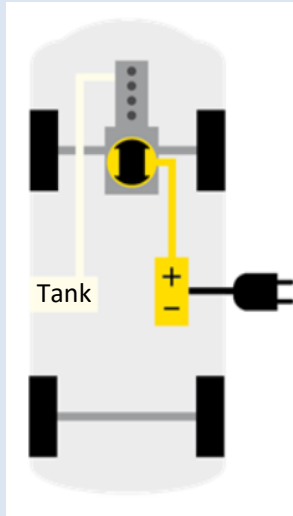


Bildquellen: Handwerkskammer München und Oberbayern

Elektrofahrzeuge.

Batterieelektrische Varianten: BEV und PHEV

Plug-In Hybrid (PHEV)

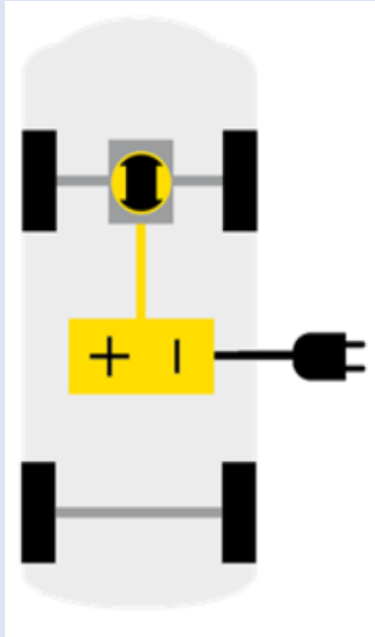


- **Elektro- und Verbrennungsmotor**
- **kleine Batteriekapazität: 5-15 kWh**
- + Pendelfahrten oft elektrisch darstellbar
- + Fahren auch ohne zu Laden, universelle Nutzung
- + normale Höchstgeschwindigkeit
- + hohe Fahrdynamik (boosten)
- + Standklima
- Elektrisch Fahren nur 40-80km, nicht in allen Geschwindigkeiten
- nicht vollständig emissionsfrei
- hohe technisches Komplexität
- Zusatzgewicht
 - ➔ erhöhter Verbrauch und Emissionen verbrennungsmotorisch
- tlw. eingeschränkter Kofferraum
- kleiner Tank u. Gesamtreichweite
- höhere Anschaffungskosten

Elektrofahrzeuge.

Batterieelektrische Varianten: BEV und PHEV

Battery Electric Vehicle (BEV)



- **reiner Elektroantrieb**
- **große Batteriekapazität: 20-120 kWh**
- + emissionsfrei
- + hohe Fahrdynamik
- + vereinfachte Technik
- + wartungsarm
- + Standklima
- + Automatik per se

- Abhängigkeit von Ladeinfrastruktur
- begrenzte Reichweite 120-400km, in Praxis stark betriebsabhängig: Fahrprofil, Temperaturen
- meist niedrigere Höchstgeschwindigkeit
- tlw. Einschränkungen im Angebot: Varianten, Anhängerkuppl. ...
- höhere Anschaffungskosten

E-Mobilität.

Woher soll der ganze Strom kommen?

- Politisches Ziel der Bundesregierung: **7 bis 10 Mio.** Elektrofahrzeuge in 2030
- Zusätzlicher Strombedarf **20-30 TWh / a**

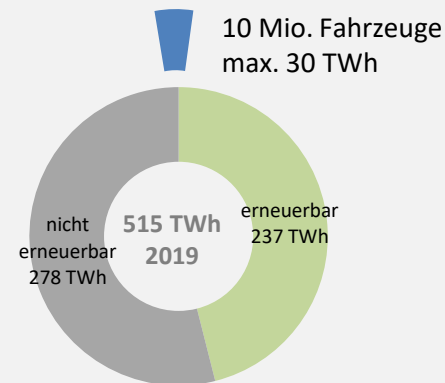
		gerundet
Verbrauch ¹⁾	16,85	20 kWh/100km
jährliche Fahrstrecke ²⁾	13727	15000 km
Jahresladebedarf [kWh]	2313	3000 kWh/a
1 Mio Fzge.	2	3 TWh/a
7 Mio Fzge.	16	21 TWh/a
10 Mio Fzge	23	30 TWh/a

- weil Elektrofahrzeuge sehr effizient sind, ist die zusätzlich benötigte Strommenge vergleichsweise gering
- nicht die Energie-, sondern die Leistungsbereitstellung ist herausfordernd
- Mobilitäts- und Energiewende müssen parallel erfolgen

¹⁾ durchschnittlicher Verbrauch Elektrofahrzeuge in Spritmonitor.de, Auswertung 05/2020

²⁾ Kraftfahrt Bundesamt, Verkehr in Zahlen, 2018

Vergleich mit Nettostromproduktion D



Vergleich mit Stromausgleichssaldo

Stromexport aus D in den letzten 5 Jahren immer ca. 30-50 TWh/a

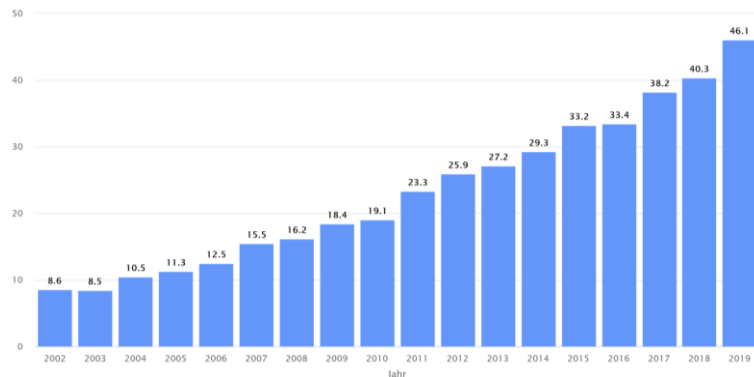
Datenquelle: Fraunhofer ISE, Energy Charts 2019, www.energy-charts.de

Umweltfreundliche E-Mobilität.

Der Anteil regenerativen Stroms steigt beständig.

- Politisches Ziel im „Energiekonzept der Bundesregierung“: 2050 80% erneuerbarer Anteil am Verbrauch
- 2019 bereits 46% erneuerbare Energie in der Erzeugung

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



Die Grafik zeigt die Anteile erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung. Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d.h. die industrielle Erzeugung für den Eigenverbrauch, ist bei dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

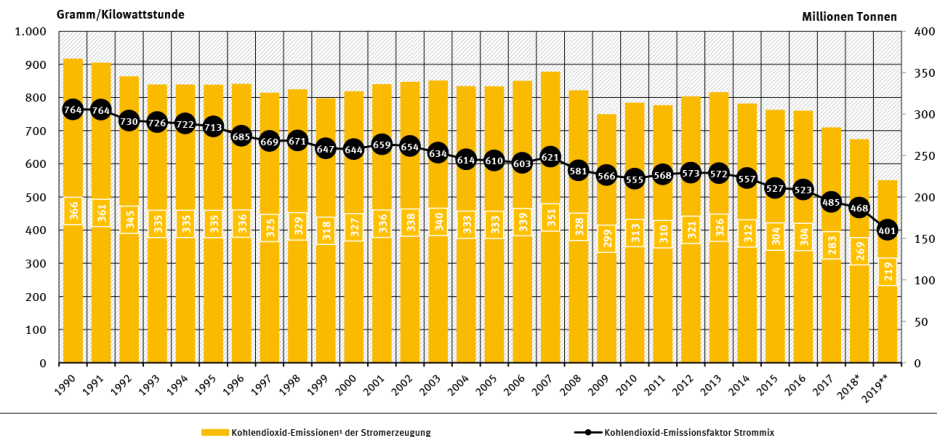
Quelle: Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://www.energy-charts.de/ren_share_de.htm

1
© Fraunhofer ISE



Die spez. CO2 Emission sinkt beständig, 2019: 401g/kWh

Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommixes¹



¹ Strommix inklusive fossiler, nuklearer und erneuerbarer Energieträger
* hochgerechnete Daten
** Expertenschätzung (nur für Kohlendioxid-Emissionen)

Quelle: Umweltbundesamt, eigene Berechnungen, Stand 01/2020

Quelle: Umweltbundesamt, eigene Berechnungen, Stand 01/2020

Umweltfreundliche E-Mobilität.

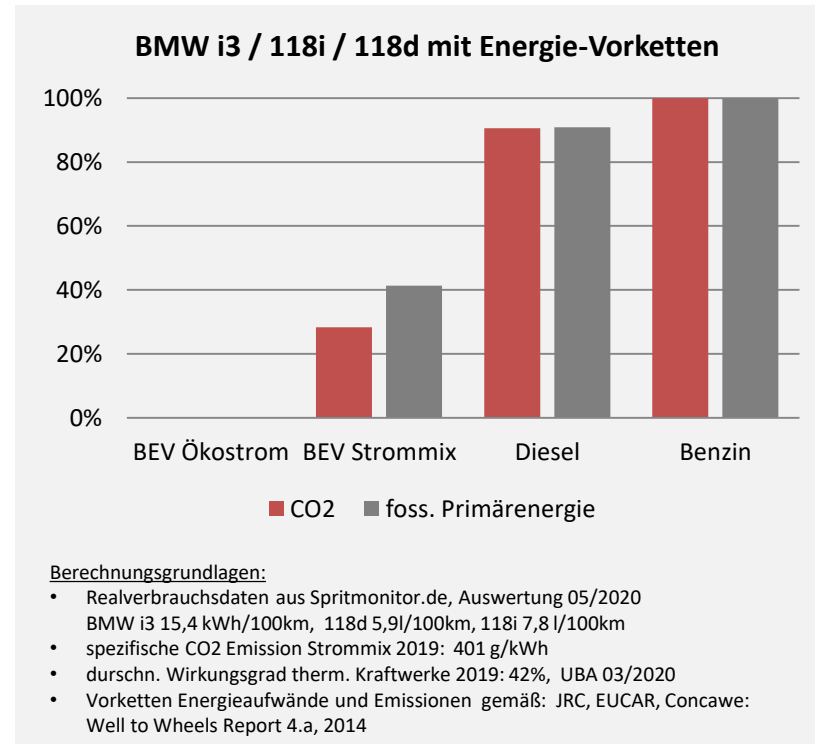
Vergleich E-Mobilität vs. konventionelle Antriebe.

Vergleich CO₂ Emission und fossiler Primärenergieeinsatz im Betrieb und Strom/Kraftstoff Erzeugung:

- selbst mit dem aktuellen Strommix, der sich noch laufend verbessert, gilt:
 - das BEV hat nur 28% der CO₂-Emission
 - das BEV benötigt nur 40% der Primärenergie
- mit hochwertigem Ökostrom zu geringen Mehrkosten fallen CO₂ und fossiler Energieeinsatz ganz weg.
- Der Nutzer hat es selbst in der Hand, nicht die Ölindustrie!

Schadstoffemissionen: Partikel, NOx, HC, Sox

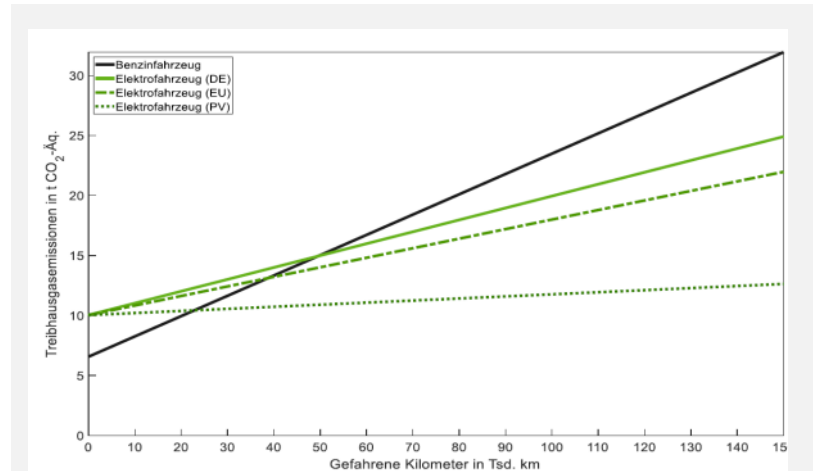
- lokale Emissionsfreiheit
- gesamthaft emissionsfrei mit Ökostrom
- selbst mit Strommix erheblich bessere Emissionsbilanz durch effektive Abgasreinigung in Kraftwerken



Umweltfreundliche E-Mobilität. Trotz Emissionen in der Batterieproduktion?

- massive **Negativkampagne** in den letzten Jahren:
„E-Fahrzeug ist schlechter als Diesel“. Ifo, ADAC...
 - nicht vergleichbare Fahrzeuge, Kombination von worst case Annahmen zu Strommix, Herstelleraufwänden etc..
 - falsche und veraltete Datenbasis eines schwedischen Forschungsinstituts, mittlerweile revidiert ¹⁾:
2017: 150-200kg CO₂-eq/kWh → 2019: 61-106kg CO₂-eq/kWh
- Fakt ist:
 - Energie- und Materialaufwand für die Batterien erzeugt gegenüber konv. Fahrzeuge einen erhöhten Initialaufwand, besonders sehr große Batterien.
 - die Ergebnisse hängen sehr stark von den Produktionsrandbedingungen der Batterien ab.

¹⁾ IVL, Report C 444 Lithium-Ion Vehicle Battery Production – Status 2019 on Energy Use, CO₂ Emissions, Use of Metals, Products Environmental Footprint, and Recycling



verschiedenste seriöse Studien zeigen:

- Elektrofahrzeuge haben nach 2-3 Jahren die bessere Ökobilanz als konventionelle Fahrzeuge
- erneuerbare Energie in Produktion und Nutzung wirkt sich sehr vorteilhaft aus

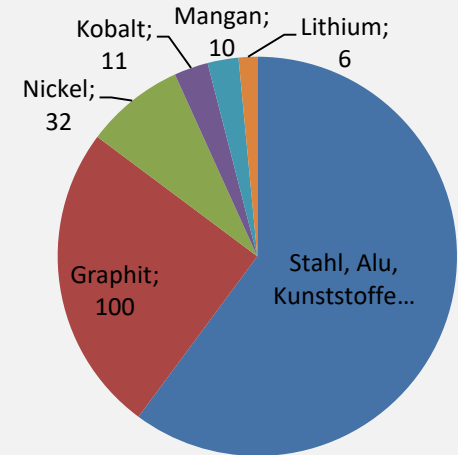
Regrett, Mauch, Wagner; Forschungsstelle für Energiewirtschaft, FFE; Klimabilanz von Elektrofahrzeugen – Ein Plädoyer für mehr Sachlichkeit, 2018

Umweltfreundliche E-Mobilität.

Wohin mit den alten Batterien? Mythos Sondermüll.

- Stand heute fehlt ein international flächendeckendes Recycling Netzwerk für Li-Ion Batterien, mangels Bedarf.
Das wird sich erst mittelfristig mit signifikantem Bedarf entwickeln.
- Der hohe Anteil an wertvollen Materialien macht das Recycling unabhängig von Vorschriften attraktiv, auch wenn die Verfahren aufwändig sind
- Modernste Li-Ion Batterie-Recycling Verfahren erreichen 80-90% Recycling Quoten und damit das Niveau heutigen Fahrzeugrecyclings mit ca. 90% Recyclingquote (UBA: 2017 89,5%).
- Viele Fahrzeugbatterien werden ein Leben als „Second Life Battery“ in Stationär-Anwendungen erfahren, bevor sie recycelt werden.
- Die Etablierung eines Recycling Netzwerks muss und wird Bestandteil einer mittel- und langfristigen Mobilitätswende sein.

Um diese Stoffe geht es beim Recycling
Beispiel 400kg Li-Ion Akku, Anteile in kg:



Datenquelle: <https://www.sonderabfall-wissen.de/wissen/recycling-und-entsorgung-von-e-auto-batterien/>

Sozialverträgliche E-Mobilität.

Mythos Wasserverschwendung für Lithium.

- ca. 1/3 des weltweit geförderten Lithiums wird für Batterien benötigt, die Mehrheit geht in industrielle und chemische Prozesse
- es wird meist über **Verdunstung von Lithium-Salz Sole** gewonnen, es wird kein Trinkwasser verdunstet
- Für die Produktion von 6 kg Lithium in einem 50kWh Akku von 400 kg werden ca. **3000¹ - 12.000l² Sole** (NICHT Trinkwasser) verdunstet
- großflächige Salinen und die Sole Entnahme haben aber natürlich negative Konsequenzen für die Lebensräume und auch z.B. auf Grundwasser in den wichtigsten Abbaugebieten in Chile, Argentinien, Bolivien.

Relationen:

- Die Produktion eines Kilos Rindfleisch benötigt **15.000l** Trinkwasser ³
- Im Braunkohleabbau Garzweiler wurden z.B. 2017 **1540 Mio. l** Wasser pro Jahr abgepumpt ⁴
- Ein Elektroauto spart über Lebenszeit 20000 l Benzin ein. Bei der Ölförderung hierfür werden ca. **20.000-100.000l** Wasser eingesetzt ⁵. Zusätzlich erhebliche Mengen an vergiftetem Wasser durch Verluste und Unfälle im Transport.



sharepic aus sozialen Medien

1) Fichtner, Helmholtz-Institut für elektrochemische Energiespeicherung in Ulm, 2019 2) worst case Annahme div. Studien 3) WWF, Der Wasser-Fußabdruck Deutschlands, 2009
4) BUND, Braunkohlentagebaue und Gewässerschutz, bund-nrw.de, 5) BP, Water in the Energy Industry, 2013. Werte für konv. und unkonv. Ölförderung

Sozialverträgliche E-Mobilität.

Kritischer Punkt: Kobalt Gewinnung.

- Kobalt wird für eine Vielzahl von Industrie- und Chemieprodukten verwendet. Bereits 2017 wurden 43,7% ² für Akkumulatoren benötigt. Steigender Anteil, u.a. wegen Bedarf für Elektromobilität
- Die überwiegende Mehrheit der Erzförderung erfolgt in der DR Kongo, 64% ³ in 2017, Hauptabnehmer China
- Zu 85% ⁴ erfolgt der Abbau großindustriell i.V. mit Nickel- und Kupferförderung
- 15% ⁴ des Abbaus erfolgen handwerklich unter katastrophalen Arbeitsbedingungen incl. Kinderarbeit, oft in korrupten, ausbeuterischen Strukturen. Für die Menschen ist das aber oft die einzige Erwerbsquelle.



Abb. 1 ¹



aus Abb. 3 ¹

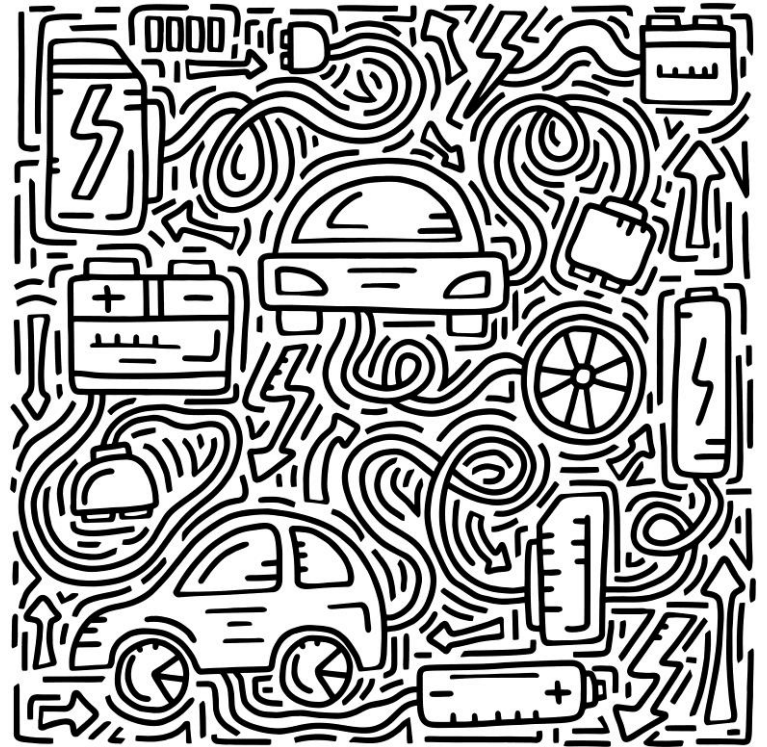
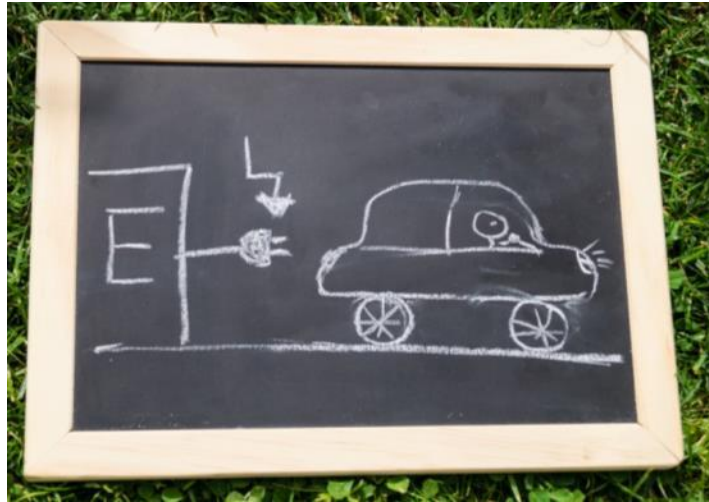


- Die Kobalt Verwender sind in der Verantwortung sozialverträgliche Rahmenbedingungen mit zu gestalten.
- Beispielsweise hat BMW Kobalt aus dem Kongo aus seinen Lieferketten ausgeschlossen und fördert Programme im Kongo, die eine Überführung des wilden Abbaus in kontrollierte Lieferketten zum Ziel haben.
- Der Kobalt Anteil in Li-Ion Antriebsbatterien wird laufend reduziert, Kobalt-freie Batterien sind in Aussicht.

Datenquelle: ¹ Rohstoff-Risikobewertung Kobalt, DERA Deutsche Rohstoffagentur, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2018 ² Abb. 12, ³ Tab . 12, ⁴ Seite 15
Bildquelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften © BGR Hannover

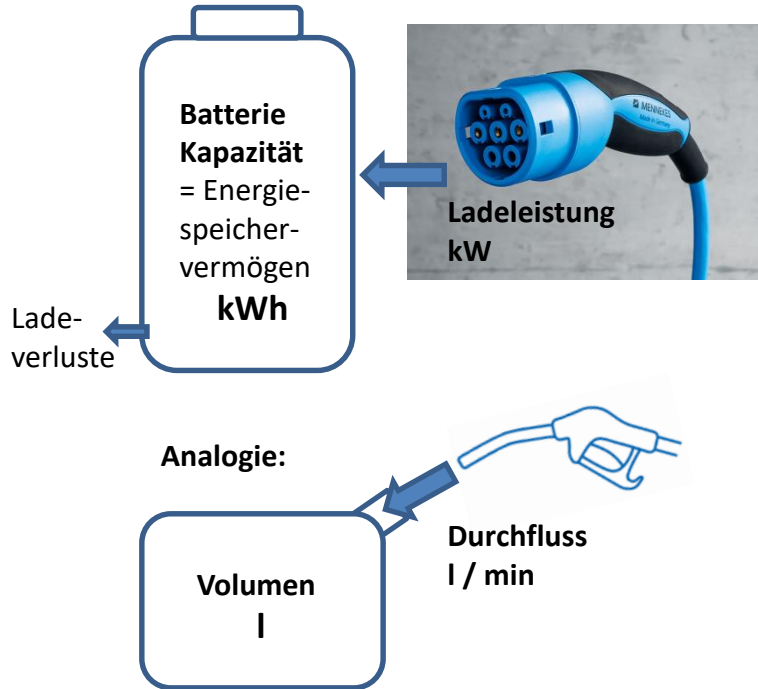
Laden.

Kinderleicht oder total kompliziert ?



Lade-Basics.

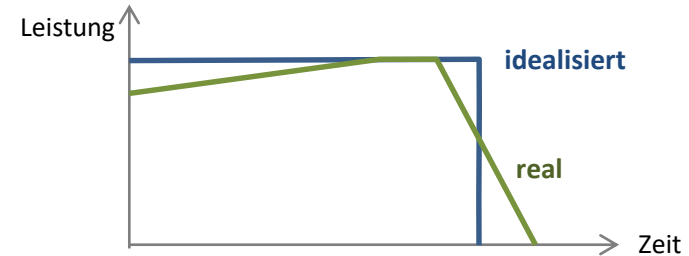
Speicherkapazität und Ladeleistung.



$$\text{Ladezeit} = \frac{\text{Kapazität}}{\text{Leistung}}$$

z.B.: $\frac{30\text{kWh}}{10\text{ kW}} = 3\text{h}$

idealisiert, denn die Ladeleistung ist nicht konstant und verlustfrei.



- beim Voll-Laden brauchen die letzten 10-20 % der Ladung länger
- 7-15% Energieverluste beim Laden

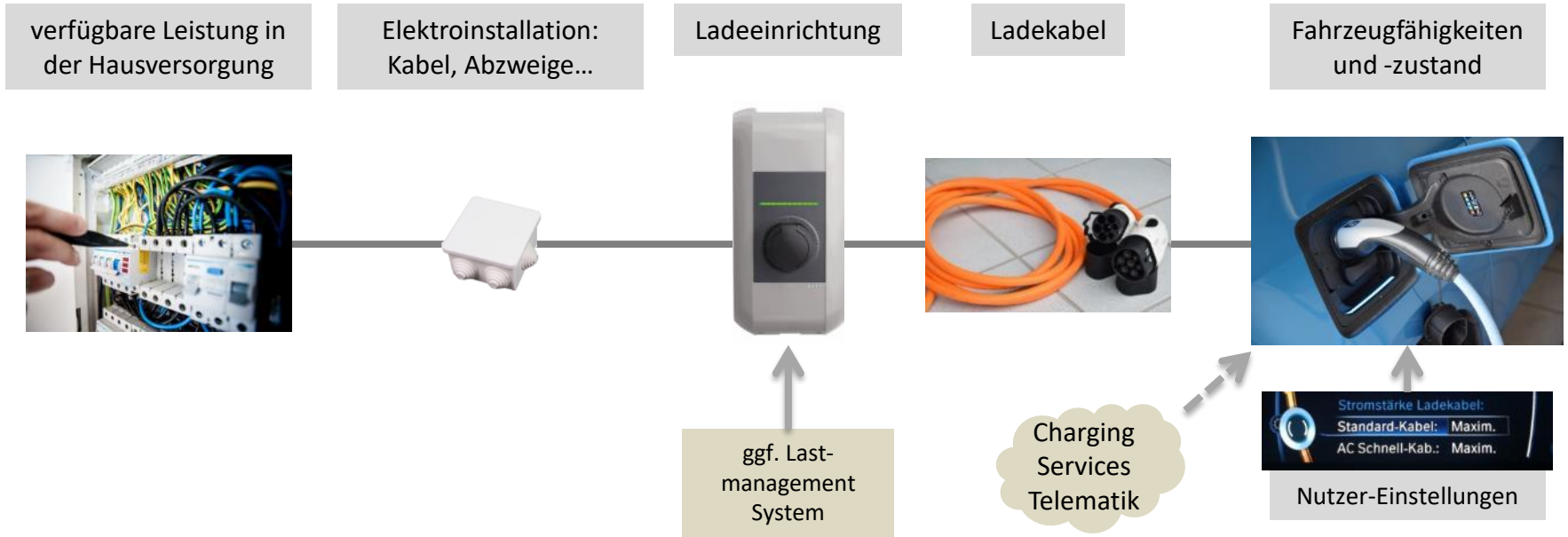
Abschätzung bei Standard-Ladung:

$$\text{Ladezeit} = \text{ca. } \frac{\text{Kapazität}}{\text{Leistung}} + 1/3 \text{ Zuschlag}$$

Lade-Basics.

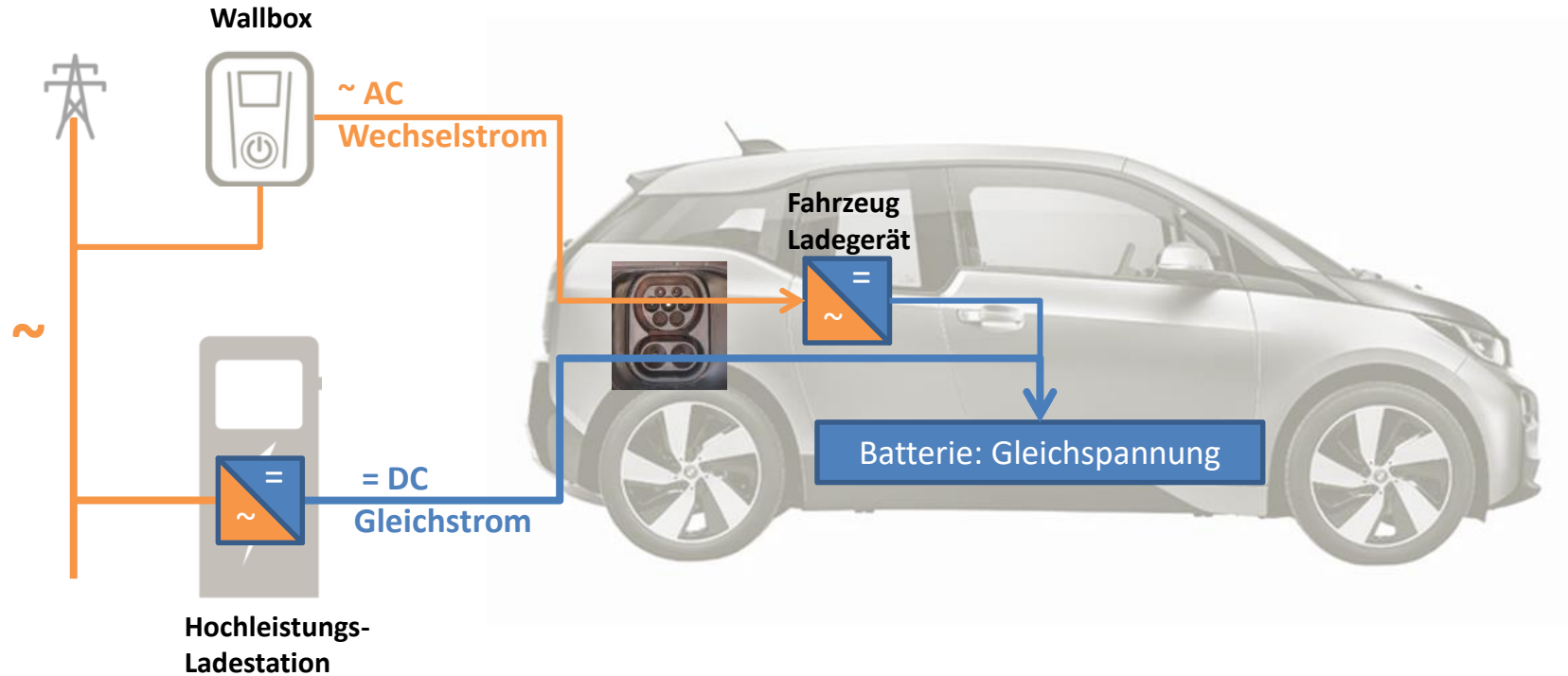
Was bestimmt die mögliche Ladeleistung?

„Das schwächste Glied in der Kette“
das Auto bekommt nur das, was man ihm gibt.



Lade-Basics.

Die Ladearten.



Lade – Basics.

Die Ladetechnik fokussiert auf zwei Anwendungsfälle.

Laden dort, wo man lange steht:

- zuhause
- am Arbeitsplatz
- öffentliche Parkplätze

AC Laden 2-22 kW

- private PKW's fahren weniger als 1 Stunde pro Tag ¹
- 75 % der privaten PKW's parken auf festem Stellplatz ¹
- AC Ladeleistungen PKW's meist <=11kW

Laden unterwegs, wenn´s schnell gehen muss:

- Raststellen
- Ladeparks
- Einkaufszentren, Supermärkte

DC Laden 50-350² kW

- nur 1% der Fahrstrecken ist länger als 100km ¹



¹) Mobilität in Deutschland – MiD, Ergebnisbericht des BMVI, 2019

²) 150kW Standard, zunehmend 350kW als high end Lösung

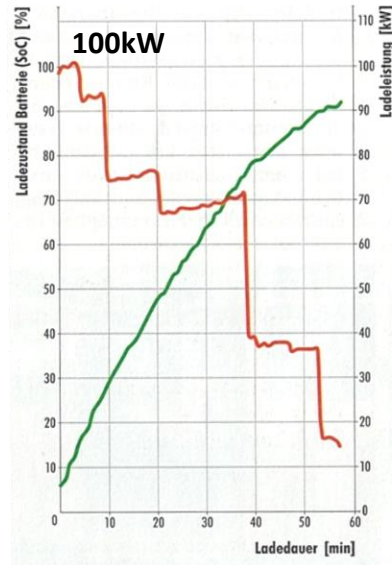
Lade – Basics.

Hochleistungs-Laden

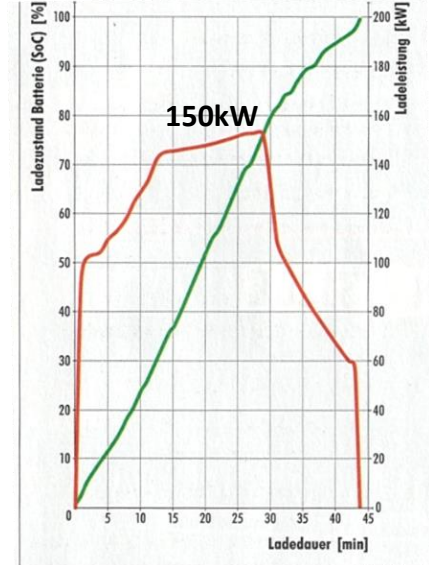
Beim DC Schnelladen sagen die Prospektangaben der Fahrzeughersteller zur Ladeleistung wenig aus!
Tests bzw. Herstellerangaben zu Zeitbedarf für Ladehub z.B. von 10% auf 80% oder Reichweitengewinn sind sinnvoller. Die Randbedingungen müssen definiert sein.



Opel Zafira-e Life M75kWh

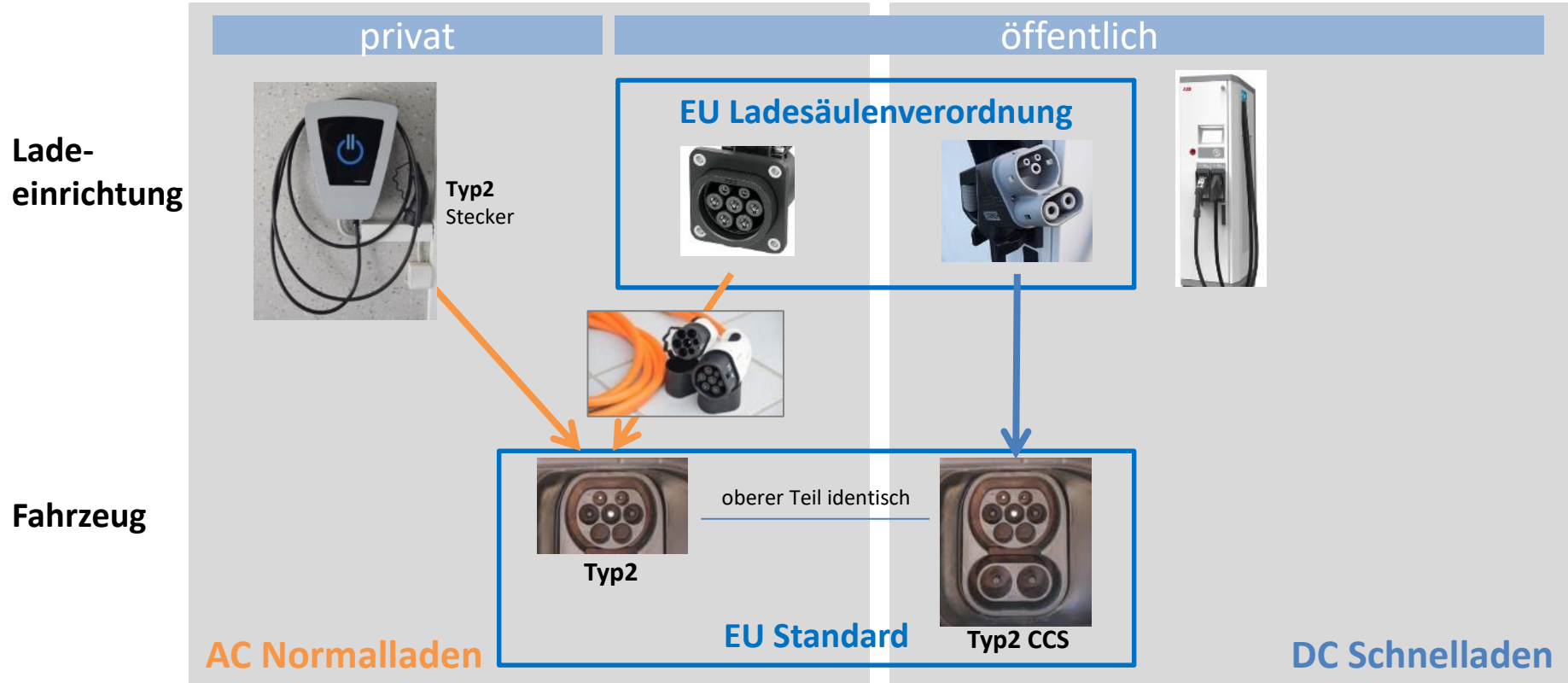


Audi e-tron Sportback 55 quattro



Quellen: Tests aus EAM 01/2021

Lade-Basics. Steckerchaos? Für den Nutzer nicht wirklich durch EU Standard.



Lade-Basics.

Woher kommen die krummen Zahlen beim AC Laden?

1- und 3-phasige Ladepunkte mit typischen Stromwerten der Elektroinstallation:

Hausversorgung
3-phasig

Ladezugang

mögliche
Ladeleistung

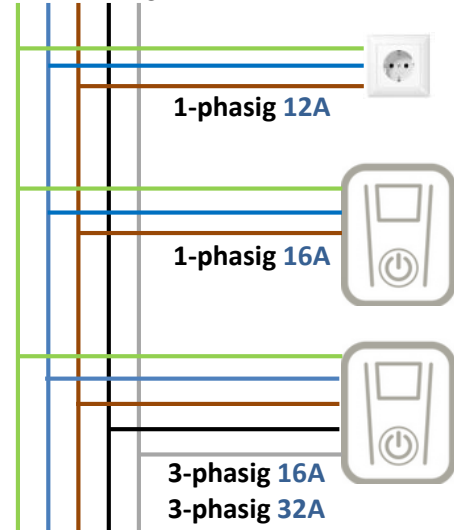
Ladestecker

Es wird immer derselbe
Stecker genutzt

Fahrzeuge

- ziehen maximal soviel wie angeboten wird
- haben unterschiedliche Ladetechnologien an Bord:
 - 1-ph. 3,7 kW
 - 1-ph. 7,4 kW*
 - 2-ph. 7,4 kW
 - 3-ph. 11 kW
 - 3-ph. 22 kW
- können immer auch 1-phasig laden

PE N L1 L2 L3



2,7 kW

3,7 kW
=16A*230V

3,7kW
7,4 kW
11 kW
22 kW



Nutzung aller
Kontakte

*) nicht erlaubt in D,
max. 4,6 kW nutzbar

Lade-Basics.

Nicht alles, was manche Fahrzeuge können, ist in D nutzbar.

- **1-phasiges Laden ist nach den aktuellen technischen Anschlussbedingungen (TAB's) der Netzbetreiber nur bis max. 20A, 4,6 kW erlaubt.**
- Fahrzeuge, die einen einphasigen Lader mit 6,6kW oder 7,4kW haben, dürfen diese Leistung nicht nutzen. Beispiele:
 - Hyundai Ioniq Elektro, Hyundai Kona Elektro mit Standard Batterie, Kia e-Niro, Kia e-Soul, Lexus UX 300e, Mazda MX-30, MG ZS EV, Nissan e-NV200 Evalia, Nissan Leaf, Nissan Leaf e+, Opel Ampera-e,
 - Citroen e-Jumpy, Fiat Ducato Electric, Opel Vivaro-e, Peugeot e-Expert, Toyota Proace
- **Sofern angeboten, ist eine Sonderausstattung 11kW 3-phasig je nach Nutzung sinnvoll!**

Laden Zuhause.

Welche Leistung ist sinnvoll?

Die Installierte Leistung muss **bedarfsgerecht** sein. Keine teure Überdimensionierung!

- **Nachlade-Bedarf: täglich 7 kWh**

mittlere tägliche Fahrleistung PKW: 39km¹, mittlerer Verbrauch BEV 17kWh/100km²

- **Vollladen PHEV 12 kWh, mittleres BEV 40 kWh, großes BEV 80 kWh**

	Nachladen	Voll-Laden ³		
Ladezeiten [h]	mittl. Tagesbedarf	PHEV	mittleres BEV	großes BEV
Bedarf [kWh]	7	12	40	80
Ladetechnik				
2,3 kW Schuko 10A	3	7	22	44
3,7 kW, Wallbox 1ph, 16A	2	4	14	27
7,4 kW, Wallbox 2ph, 16A	1	2	7	14
11kW, Wallbox 3ph, 16A	0,6	1	5	9
22kW, Wallbox 3ph, 32A	0,3	1	2	5

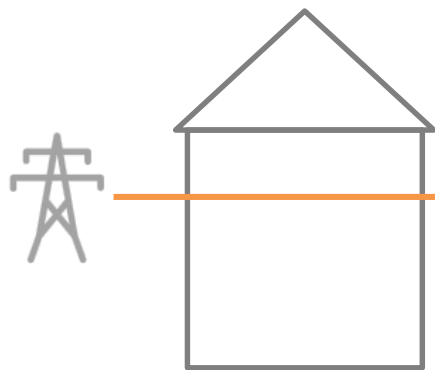


- für den täglichen Bedarf reicht im Prinzip die Steckdose - aber mit Risiken!
- eine Wallbox mit 11kW reicht für praktisch alle Ladefälle

¹⁾ KBA, [Verkehr in Kilometern](#), 2020 ²⁾ Spritmonitor.de , Nutzer Praxisverbräuche incl. Verluste ³⁾ von 10% auf 100%, 85% Ladewirkungsgrad

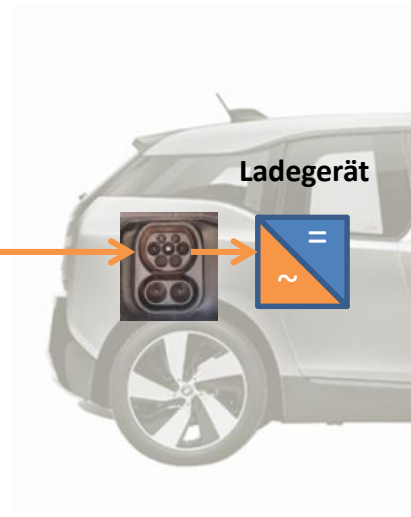
Laden zu Hause.

Sicheres Laden – gewährleistet durch die Ladeeinrichtung.



Ladeeinrichtung

- schützt Fahrzeugnutzer vor Fehlern im Haus
- schützt Hausbenutzer vor Fehlern im Fahrzeug
- schaltet nur frei, wenn alles in Ordnung ist
- begrenzt die Ladeleistung des Fahrzeuges auf verfügbare Leistung der Installation
- kommuniziert mit dem Fahrzeug



mobile Lösungen



fest installierte Wallbox



Laden zu Hause.

An der Schuko Steckdose? Aber ein Auto ist kein Föhn!



max. 12 A, 2,7kW
(wenn alles optimal ist)



Schuko Ladekabel, „Oma Lader“



2,3kW (10A), 2,7kW (12A)

LANGE ZEIT, mehrere Stunden !

**Steckdosenkontakt und Verbindungsstellen in
der Zuleitung zur Steckdose müssen sachgerecht
und in gutem Zustand sein !!!**

- + universell einsetzbar
- + mitnehmbar
- + im Fahrzeugumfang meist enthalten
- geringste Ladeleistung
- Risiken in ungeprüfter Infrastruktur
- Handlings-Nachteile
- nicht diebstahls- / missbrauchssicher
- nicht für intelligente Ladelösungen

Dringende Empfehlung: Dose und Zuleitung von Elektrofachkraft prüfen lassen!

Schuko Laden sollte nicht als „Normalladen“ sondern als „Ausnahme -Laden“ verstanden werden.

Maximal 10A verwenden, in unbekannter Installation wenn möglich noch weniger (im Fahrzeug oder Kabel einstellen).

Laden zu Hause.

An bestehenden CEE Steckdosen.

CEE Dose:

Kontakte für höherer Strom und Dauerbelastung



1*16A = 3,7 kW



3*16A = 11 kW
3*32A = 22 kW

Empfehlung: Zuleitung im Zweifel von Elektrofachkraft prüfen lassen!

Mobilie Ladelösungen

Mit verschiedenen Steckern verfügbar, tlw. Adaptersystem

Beispiele:



go-E



NRGKick



Juice Booster

1-phasig ab ca. 300€
3-phasig ab ca. 600€

- + Nutzung vorhandener sicherer Installation
- + portabel, Adapteroptionen
- + höhere Ladeleistungen
- + auch 3-phasiges Laden möglich
- tlw. mit intelligenten Steuerungs- / Auswerte-Möglichkeiten
- tlw. mit Chip-Freigabe
- Handlings-Nachteile
- nicht diebstahlssicher

Laden zu Hause. Mittels Wallbox.

Breites Angebot vieler unterschiedlicher Hersteller

- 1- oder 3-phasige Varianten
- verschiedene Leistungsklassen
- mit / ohne festem Kabel

Beispiele:



Heidelberger



Webasto



Keba



ABL

Ausbaustufen

Basisversionen:

- Sicheres, zuverlässiges Laden
- ab ca. 400€



erweiterte Funktionen:

- Freischaltung via Karte
- Lastbegrenzung, Hausanschlussüberwachung
- Lademengenanzeige
- ab ca. 600€



- + sichere, unzweifelhafte Installation
- + hohe Ladeleistungen
- + gutes Handling
- + diebstahlsicher
- + auch mit mehreren Anschlüssen

Vernetzt, intelligent:

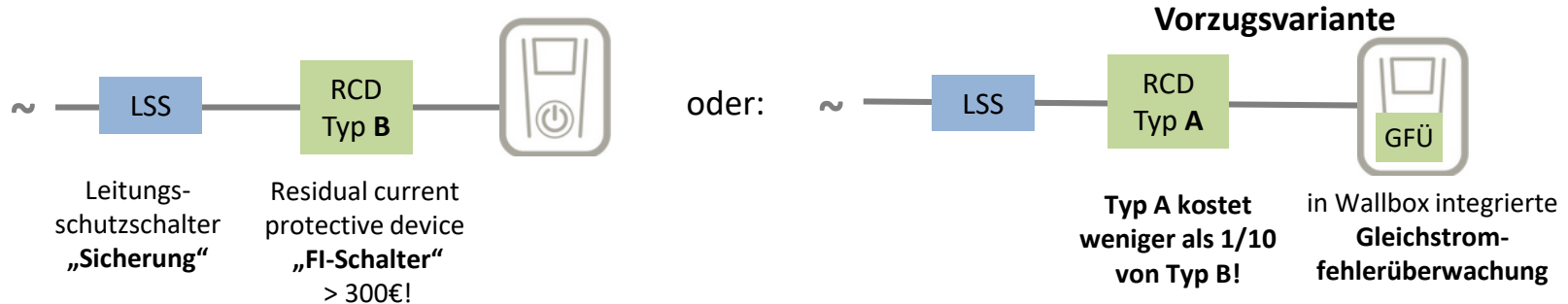
- LAN, WLAN, Modbus Verbindungen
- Steuerung, Monitoring via App
- Eichrechtskonforme Messung
- Anbindung an Abrechnungsdienste
- Anbindung an Betreiber
- Intelligente Ladefunktionen
 - Lastmanagement vieler Ladepunkte
 - solaroptimiertes Laden
 - Integration in Energiemanagement, Heimspeichersysteme
 - Steuerung über Netzbetreiber
- ca. 800-1800€

Preisindikationen, ca. Preise Internet-Angebote. Preise beim Elektrofachbetrieb i.d.R. höher

Laden – zu Hause.

Was ist bei der Installation zu beachten.

- TAR Niederspannung: Anmeldepflicht $\geq 3,6\text{kW}$ und Genehmigungspflicht $\geq 12\text{kVA}$ beim Netzbetreiber
- Anforderung DIN VDE 0100-722: eigener Endstromkreis mit Überstrom- und Fehlerstrom-Schutzeinrichtung



Installationsempfehlungen:

- Keine Komponenten installieren lassen, deren Funktion in der Wallbox integriert ist, Angebote prüfen!
- Kabelvorhalt: 3-phasig, auch wenn erst mal nur 1-phasig benötigt wird
- Laden wird intelligent: Kommunikation am Ladeplatz ermöglichen: LAN, WLAN
- wenn ohnehin Kabelarbeiten anfallen: LAN Verkabelung zum Heimnetzwerk vorhalten
- wenn Lastmanagement relevant sein kann: Modbus RS485 Kabel zum Sicherungskasten

Laden zu Hause.

Förderprogramm „Ladestationen für Elektroautos – Wohngebäude“, KFW-440

[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Ladestationen-f%C3%BCr-Elektroautos-Wohngeb%C3%A4ude-\(440\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Ladestationen-f%C3%BCr-Elektroautos-Wohngeb%C3%A4ude-(440)/)

Attraktives Fördervolumen: 900€ je Ladepunkt für Komponenten- und Installationskosten.

Voraussetzungen:

- privater Eigentümer der Ladeinfrastruktur
- Installation mit genau **11kW, 3-phasig**
- sichere **digitale, bidirektionale Kommunikationsschnittstelle**, kabelgebunden (Ethernet) oder kabellos
- über gängige, standardisierte Kommunikationsprotokolle ansteuerbar, um mit anderen Komponenten innerhalb des Energiesystems kommunizieren zu können
- über die Ansteuerung Umsetzung einer **Leistungsbegrenzung oder zeitlichen Verschiebung der Ladung**
- **sichere Software-Update-Fähigkeit** für zukünftige technische Entwicklungen, wie zum Beispiel
 - eine sichere Anbindbarkeit an ein Smart Meter Gateway
 - die Integration von Energiemanagementsystemen
 - § 14 a EnWG Anpassung
- Die Ladestation muss in die Lage versetzt werden können **auf Vorgaben** und Fahrpläne des Leistungs-und Energiemanagementsystems für Netzanschlussleistungsmaximalwerte **von berechtigten Stellen** zu reagieren.
- **Auf Anforderung des Netzbetreibers ist die Steuerung der Ladestation zuzulassen.** Die Ladestation ist dann als steuerbare Verbrauchseinrichtung nach §14a EnWG zu behandeln

Laden zu Hause.

KFW-440 geförderte Wallboxen – meine Empfehlungen

Für Basisanwendung: „einfaches Laden“ (ohne Abrechnung, Backendanbindung etc.)

Kriterien: gutes Preis-/Leistungsverhältnis, solider Hersteller, Markterfahrung, Softwarekompetenz



„die konservativ
robusten“

ABL emH1 basic / emH1
ab ca. 650€

etablierter Hersteller für
Elektrotechnik-Komponenten
robustes Konzept
Modbus Kommunikation
ohne (basic) / mit integriertem FI
Dyn. Lastmanagement auch über
mehrere Wallboxen möglich



Heidelberger wallbox energy control
ab ca. 770€

mittlerweile etablierter Hersteller
sehr solides Metallgehäuse
Modbus Kommunikation
Dyn. Lastmanagement auch über
mehrere Wallboxen möglich
erst im 2. HJ marktverfügbar



„die zukunfts-
orientierte“

Elli (VW) ID. Charger connect
ab 689€

WIFI/ LAN / (opt. LTE)
Steuerung / Monitoring via APP
RFID Zugriffsschutz
Dyn. Lastmanagement möglich
modernster Ladestandard ISO15118
und EEBus angekündigt
-> starke Zukunftsorientierung



„die stylische“

Wallbox pulsar plus
ab ca. 810€

Kompakt und stylish
WIFI/ Bluetooth
Steuerung via APP
Dyn. Lastmanagement auch über
mehrere Wallboxen möglich
Innovative User Interfaces

Preisangaben: Internet Brutto Preise 12/20. Preise im Elektrohandwerk abweichend.

Laden – im Mehrfamilienhaus.

Die Rechtslage.

Stärkung von Wohneigentümern hinsichtlich Lademöglichkeiten durch das
„Wohnungseigentumsmodernisierungsgesetz – WEMoG“ Inkrafttreten am 1.12.2020

Wohneigentumsgesetz WEG

§20 Bauliche Veränderungen

(2) Jeder **Wohnungseigentümer** kann angemessene **bauliche Veränderungen verlangen, die ... dem Laden elektrisch betriebener Fahrzeugedienen.**

Über die **Durchführung ist im Rahmen ordnungsmäßiger Verwaltung zu beschließen.** (=> *d.h. einfache Mehrheit*)

§21 Nutzung und Kosten bei baulichen Veränderungen

(1) **Die Kosten** einer baulichen Veränderung, die einem Wohnungseigentümer gestattet oder die auf sein Verlangen nach § 20 Absatz 2 durch die Gemeinschaft der Wohnungseigentümer durchgeführt wurde, hat dieser Wohnungseigentümer zu tragen. Nur ihm gebühren die Nutzungen.

(2) Vorbehaltlich des Absatzes 1 haben alle Wohnungseigentümer die Kosten einer baulichen Veränderung nach dem Verhältnis ihrer Anteile (§ 16 Absatz 1 Satz 2) zu tragen,

1. die mit mehr als zwei Dritteln der abgegebenen Stimmen und der Hälfte aller Miteigentumsanteile beschlossen wurde, es sei denn, die bauliche Veränderung ist mit unverhältnismäßigen Kosten verbunden, oder
2. deren Kosten sich innerhalb eines angemessenen Zeitraums amortisieren.

(4) Ein Wohnungseigentümer, der nicht berechtigt ist, Nutzungen zu ziehen, kann verlangen, dass ihm dies nach billigem Ermessen gegen angemessenen Ausgleich gestattet wird. Für seine Beteiligung an den Nutzungen und Kosten gilt Absatz 3 entsprechend.

(5) Die Wohnungseigentümer können eine abweichende Verteilung der Kosten und Nutzungen beschließen...

Laden – im Mehrfamilienhaus. Die Rechtslage.

Stärkung von Mietern hinsichtlich Lademöglichkeiten durch das
„Wohnungseigentumsmodernisierungsgesetz – WEMoG“ Inkrafttreten am 1.12.2020

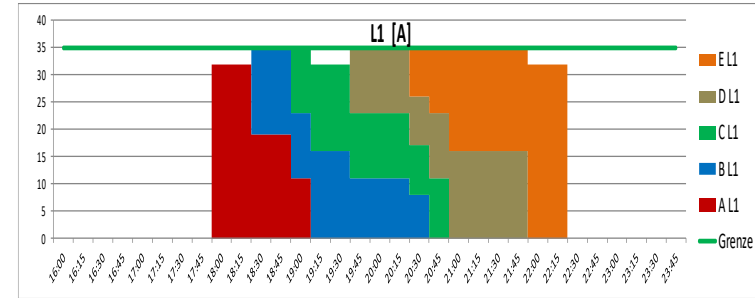
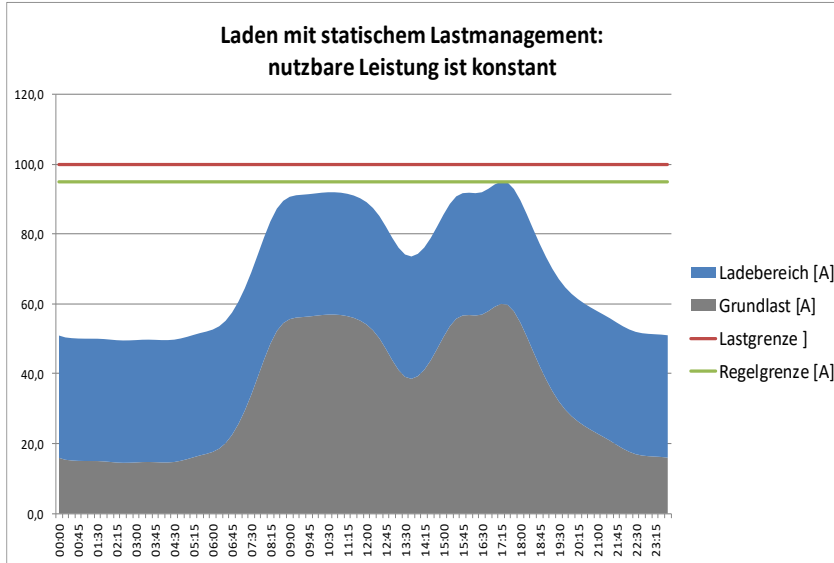
Bürgerliches Gesetzbuch BGB

§554Barrierereduzierung, E-Mobilität und Einbruchschutz

(1) Der **Mieter kann verlangen, dass ihm der Vermieter bauliche Veränderungen der Mietsache erlaubt, die dem Laden elektrisch betriebener Fahrzeuge dienen.** Der Anspruch besteht nicht, wenn die bauliche Veränderung dem Vermieter auch unter Würdigung der Interessen des Mieters nicht zugemutet werden kann.

Laden mehrerer Fahrzeuge

Prinzip des Lastmanagements

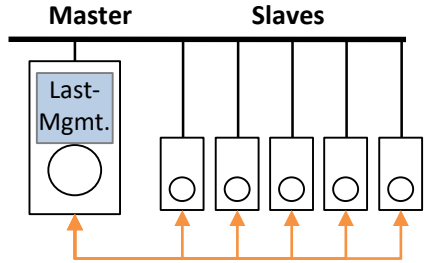


Beispiel: 5 Ladevorgänge mit zeitversetzter Ankunft

- Die Summe aller Ladeleistungen / -ströme wird auf einen Maximalwert begrenzt.
- fester Maximalwert (statisches LM) oder variabler Maximalwert (dynamisches LM) mit Messung Grundlast
- Die einzelnen Ladeverläufe werden so gesteuert, dass ein gesamthafes Optimum erzielt wird

Lastmanagement Konzepte

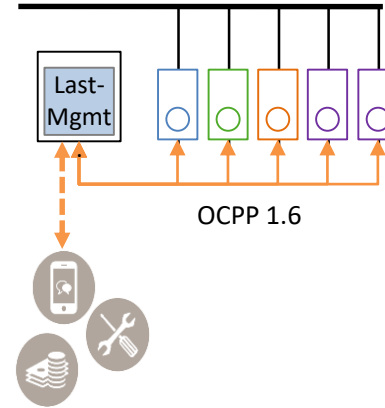
proprietäres, geschlossenes System



herstellereigene Kommunikation

- häufig als Master-/Slave Lösung ausgeführt
- unterschiedliche Kommunikation LAN, ModBus, WiFi
- + kostengünstig
- + einfach zu konfigurieren
- + viele Angebote etablierte Hersteller
- + gute Lösung bei sofortigem oder zeitnahe Ausbau auf Zielgröße
- geschlossenes System
- nachträgliche Erweiterung?

offenes System mit Steuereinheit



- separates Steuersystem
- standardisierte Kommunikation mit Ladepunkten: OCPP (Open Charge Point Protocol) 1.6
- LAN / WLAN Kommunikation
- + Unterschiedliche Ladepunkte, Hersteller, Technologien mischbar
- + Zukunftssicher, längerfristig erweiterbar
- + Remote Monitoring, Updates
- + Erweiterungsoptionen hins. Abrechnungsservices
- Komplexere Systeme
- Freischaltungs-, Konfigurations- und tlw. laufende Kosten

Laden mehrerer Fahrzeuge mit Lastmanagement

KFW-440 geförderte Wallboxen

Für mittlere / große Lastmanagement-Lösungen

(ohne Abrechnungslösungen)

Kriterien: gutes Preis-/Leistungsverhältnis, solider Hersteller, Markterfahrung, Softwarekompetenz



Keba P30 c (slave) / x (master)
ab ca. 1100€ / 1350€
etablierter Ladepunkt Hersteller
robustes Konzept
LAN/Modbus, WLAN+ 4G opt (x-ser.)
viele Ausstattungsvarianten
max 16 Ladepunkte im master/slave
Verbund



Webasto live
ab ca. 1450€
etablierter Ladepunkt Hersteller
robustes Konzept
WLAN, 4G
max 250 Ladepunkte
jedes Gerät Master-fähig



The Mobility House Charge Pilot
ab ca. 2000€

Steuereinheit für große/komplexe Anwendungen,
offenes System i.V. mit Keba, ABL Alfen, Webasto,
....



Alfen Eve single pro Line
ab ca. 1600€
etablierter Ladepunkt
Hersteller
Display, Nutzerführung
LAN, 4G (opt.)
Integr. Zähler



ABL eMH2 (slave) / x (master)
ab ca. 1600€ / 1700€
etablierter Ladepunkt Hersteller
robustes Konzept
LAN/Modbus, WLAN+ 4G opt (x-ser.)

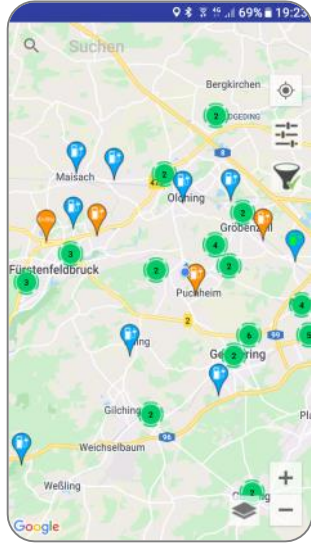
Preisangaben: Internet Brutto Preise 12/20. Preise im Elektrohandwerk abweichend.

Öffentliches Laden.

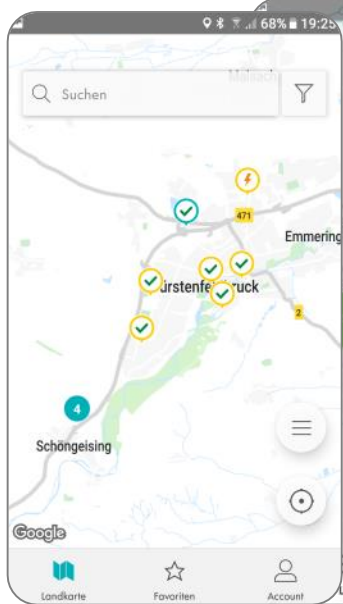


Öffentliches Laden. Ladepunkte finden.

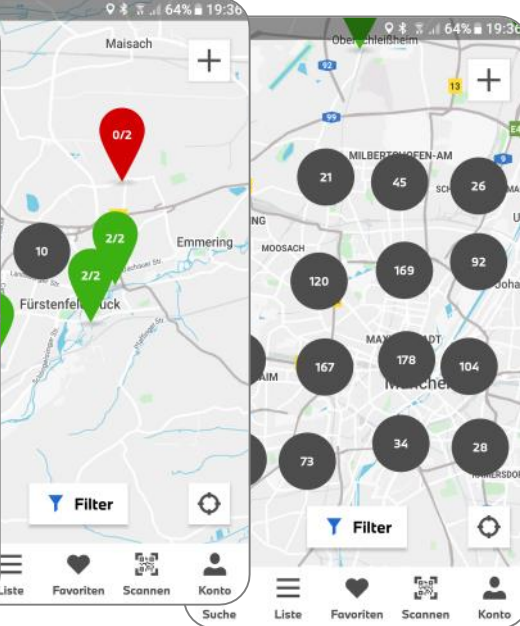
mittels APP, Beispiele:



Next Plug
Anbieter-übergreifend



Shell Recharge



BMW Charging

onboard



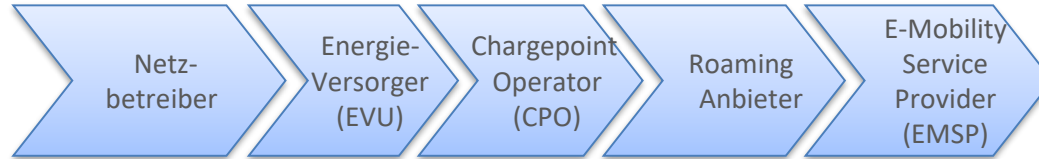
Öffentliches Laden.

Abläufe, Akteure, Anbieter.

Was braucht's zum Laden?



Akteure beim Öffentlichen Laden



„Punktueller Laden“ ohne Vertrag:

- verpflichtendes Angebot (Ladesäulenverordnung)
- umsonst, bar, Kreditkarte, Web, App



Laden mit Ladevertrag

- Autorisierung über Chip oder App, künftig per Ladekabel
- unterschiedliche Preismodelle mit/ohne Grundgebühr
- geschlossene Systeme, oft Stadtwerke, EVU's, regionale Initiativen für deren Infrastruktur
- offene Systeme, Infrastruktur-Anbieter übergreifendes Roaming, z.B., MAINGAU, Shell-Recharge (Newmotion), VW We-Charge, BMW Charging (ChargeNow)

Elektromobilität und Kosten.

Laden öffentlich.

- öffentliches Laden sollte nur eine Ergänzung zum heimischen Laden sein
- man bezahlt **Strom + Parkgebühr + Bereitstellung Ladeinfrastruktur** in einem → Vergleich mit Stromkosten zuhause ist sinnlos
- es gibt eine verwirrende Vielfalt von Tarifmodellen je nach Anbieter. Mögliche Komponenten: monatliche Grundgebühr, Strommenge, Standzeit, Standzeit nach Maximalladezeit, Transaktionsgebühr

Fixtarife unabhängig vom Betreiber

Normalpreis
MAINGAU Energie-Kunden Alle Preisangaben pro kWh

Deutschland

AC 38 ct* DC 48 ct*
AC 29 ct* DC 38 ct*

IONITY
(europaweit)

DC 75 ct*
DC 75 ct*

*+10 ct/Min
Standzeitzuschlag

AC ab 240 min DC ab 60 min

teilweise
Fixpreiskonzept i.V.
mit monatlichem
Grundpreis. z.B.
BMW Charging
Active:

Grundgebühr
4,99 EUR/Monat

AC Laden: Tagtarif
(08:00-21:00 Uhr)
0,33 EUR/kWh
+ 0,06 EUR/min nach 180 min¹

AC Laden: Nachtтарif
(21:00-8:00 Uhr)
0,33 EUR/kWh

DC Laden
0,39 EUR/kWh
+ 0,20 EUR/min nach 90 min¹

IONITY
0,79 EUR/kWh

oft betreiberabhängige Tarife: an jeder Station individuell

SHELL RECHARGE

Wie für Sie gemacht: die We Charge Ladetarife



Ladetarife ¹⁾	We Charge Free (für alle Fahrzeuge)	We Charge Go (nur für ID.-Modelle) ²⁾	We Charge Plus (nur für ID.-Modelle) ²⁾
Grundgebühr	0,- € / Monat	7,30 € / Monat oder 0,- € / Monat ³⁾	17,04 € / Monat oder 9,73 € / Monat ³⁾
Ladepreis IONITY	0,77 € / kWh	0,53 € / kWh	0,29 € / kWh
Ladepreis anderer Ladestützlenbetreiber ⁴⁾	individuell + 0,29 € pro Ladevorgang	individuell + 0,- € pro Ladevorgang	individuell + 0,- € pro Ladevorgang

Hochleistungsladen bei IONITY wird von
Fahrzeugherstellern z.T. vergünstigt angeboten

Elektromobilität und Kosten.

Laden zu Hause.

Realverbrauchsdaten aus Spritmonitor.de, Auswertung 05/2020: BMW i3 **15,4 kWh/100km**, BMW 118i **7,8 l/100km**.

Benzin: 2019 1,43€/l, zusätzlich ansteigende CO2-Preis Umlagen in Kraftstoffkosten ab 2021 10-30ct/l -> **Annahme 1,60€/l**

→ **12,5€/100km Benzinkosten**

Stromkosten: 2019 30,4 ct/kWh -> **Annahme 0,33 €/kWh**

A) 100% Netzstrombezug: $15,4 * 0,33\text{€}/100\text{km} = 5,1\text{€}/100\text{km Stromkosten} = 41\%$ der Benzinkosten

B) Laden mit Solarstromanteil

Beispiel: 55% Netzbezug, 45% Photovoltaik (13ct/kWh verlorene Einspeisevergütung) => effektiver Strompreis 24 ct/kWh
 $15,4 * 24\text{€}/100\text{km} = 3,7\text{€}/100\text{km Stromkosten} = 30\%$ der Benzinkosten

mal anders rum betrachtet:

1kWh PV Strom ermöglicht mir $100/15,4\text{km}=6,5\text{km}$ Fahrt und ersetzt $7,8\text{l}/100\text{km} * 6,5\text{km} = 0,5\text{l}$ Benzin zu **80ct**











- ⇒ **PV Strom wird nirgendwo so wirtschaftlich attraktiv eingesetzt wie im Elektrofahrzeug!**
- ⇒ **Solaroptimiertes Laden ist anzustreben**



Elektromobilität und Kosten. Gesamtkosten.

- Das Elektrofahrzeug ist selbst dann in den Gesamtkosten günstiger, wenn die Umweltprämie noch nicht als Vorteil mit eingerechnet wird:
-> z.B. ADAC Autodatenbank
- Mit Realverbrauchsdaten statt Zyklusdaten wächst der Betriebskostenvorteil des Elektrofahrzeugs.
- Einmalige Investitionskosten für Ladeinfrastruktur sowie evtl. Betriebskosten hierfür sind weiterhin einzukalkulieren

Quelle: ADAC Autodatenbank 12/2020

	VW ID.3 Pro (58 kWh), (ab 11/20)	VW Golf 1,5 TSI ACT Style (ab 11/20)
Modelle Modelle		
	34113,- Euro	28254,- Euro
<input checked="" type="checkbox"/> Fahrzeugkosten	Gesamtkosten	Gesamtkosten
Haltedauer	496,- Euro/Monat	594,- Euro/Monat
Fahrleistung/Jahr	39,7 Cent/km	47,5 Cent/km
	15000 km	
Kosten pro Monat (gerundet) - inkl. Steuern		
Wertverlust 	275,- Euro	324,- Euro
Betriebskosten 	90,- Euro	112,- Euro
Fixkosten 	78,- Euro	98,- Euro
davon KFZ-Steuer	68,- Euro	90,- Euro
Steuerbefreiung Euro	680,- Euro	-
Steuerbefreiung Monate	120 Monate	-
nutzbare Steuerbefreiung Euro	680,- Euro	-
nutzbare Steuerbefreiung Monate	120 Monate	-
Werkstattkosten 	53,- Euro	60,- Euro
Inspektion und Wartung	8,- Euro	15,- Euro
Reparaturen	18,- Euro	23,- Euro
Reifenersatz	27,- Euro	22,- Euro
Versicherungskosten pro Jahr		
Typklasse Haftpflicht/Voll-/Teilkasko 	13/17/16	13/20/20
Haftpflicht R6, 100 % 	708,- Euro	708,- Euro
Vollkasko R4, 100 %, 500,- SB 	773,- Euro	1.053,- Euro
Teilkasko R7, 150,- SB 	111,- Euro	174,- Euro

Elektromobilität und Kosten.

Förderung

Programm / Fördergeber / Laufzeit	Fördergegenstand	Voraussetzung	Link für Details
<p>Innovationsbonus: Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen / Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA / 31.12.2021</p> <p>bis 31.12.2025 dann wieder „Umweltbonus“. BAFA Zuschuss ggü. Innovationsbonus nur noch hälftig</p>	<p>BEV: 6000€ BAFA + 3000€ Nachlass auf Netto-Listenpreis (NLP) v. Hersteller bis 40T€ NLP 5000€ + 2500€ bis 65T€ NLP</p> <p>PHEV: 4500€ BAFA + 2250€ Nachlass auf NLP bis max. 40T€ NLP 3750€ + 1875€ bis. 65T€ NLP Junge Gebrauchte mit red. Förderung auch möglich</p>	<p>Privat + Unternehmen</p> <p>Fahrzeug muss auf Liste der förderfähigen E-Autos veröffentlicht sein, Erst- oder Zweitzulassung (Förderhöhe !), Zulassung für mind. sechs Monate auf Antragsteller,</p>	<p>https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Neuen_Antrag_stellen/neuen_antrag_stellen.html</p>
<p>Ladeinfrastruktur an Wohngebäuden – Investitionszuschuss / BMVi KfW 440/ ab 24.11.20</p>	<p>Ladepunkte incl. Installation mit je 900€ Investitionszuschuss. Für Eigentümer und WEG's, Mieter und Vermieter</p>	<p>Privat genutzte Stellplätze von Wohngebäuden. Ladepunkte mit 11kW und intelligenter Steuerung. Ökostromversorgung</p>	<p>https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Ladestationen-f%C3%BCr-Elektroautos-Wohngeb%C3%A4ude-(440)/</p>

- ggf. weitere lokale und branchenspezifische Förderung durch Kommunen
- Dienstwagenbesteuerung: nur 25% bzw. 50% (PHEV u. BEV >60T€) des geldwerten Vorteils
- Entfall KFZ-Steuer für 10 Jahre

Elektromobilität und Kosten. Förderung

Programm / Fördergeber / Laufzeit	Fördergegenstand	Voraussetzung	
Ladeinfrastruktur vor Ort / BAV /	Investitionskosten Ladepunkt mit 80% (max. 4000€ Normal-, max 10.000€ Schnellladepunkt) 80% der Netzanschluss / Pufferspeicherkosten	Öffentlich zugängliche Ladepunkte nach LSV, errichtet von natürlichen Personen, Unternehmen, Körperschaften	https://www.bav.bund.de/DE/4_Foerderprogramme/6_Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderung_Ladeinfrastruktur_node.html
Elektromobilität in München "München e-mobil,, / Stadt München / 31.12.2021	Ladeinfrastruktur mit 40% bis zu 3.000€ für Normal- und 10.000€ für Schnellladepunkte, Beratungsleistungen mit 80% bis max. 6.000€	Natürliche und juristische Personen, WEG's, auch private LIS, Ökostrom, Details s. Link.	https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Elektromobilitaet/Foerderprogramm_Elektromobilitaet.html
s.o.	Leichtfahrzeuge bis 3500€, PKW und NFZ bis 3,5 to: 2000€ Förderung, zus. 1000€ bei Altfahrzeugverschrottung	Gewerbliche Nutzer	
Laden in München / Bundesministerium für Wirtschaft und Energie / 30.9.2022	Planungs-, Anschaffungs- und Installationskosten. Für Unternehmen abh. von Mitarbeiterzahl und Umsatz: 40-60% Förderung	mindestens 11 Ladepunkte, Stadtgebiet München, auch Landkreis DAH, FFB, M, wenn Bezug zum Stadtgebiet München vorhanden ist,	https://www.muenchen.de/rathaus/dam/jcr:ed0cbe34-2c9d-43d8-9cf5-56fb8eec3f90/produktinformationen_lim.pdf

Elektromobilität und Kosten. Förderung

Eine laufende Beobachtung von Förderbekanntmachungen ist zu empfehlen, da immer wieder neue Förderprogramme von Bund, Ländern und Kommunen aufgelegt werden.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie - Förderdatenbank

<https://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html>

Suche mit Schlüsselwörtern Elektromobilität oder Ladeinfrastruktur

Stadt München – Elektromobilität in München

https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Elektromobilitaet.html

TheMobilityHouse Förderdatenbank:

https://www.mobilityhouse.com/de_de/ratgeber/foerderung-fuer-elektroautos-und-ladestationen

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Noch Fragen?



Dr. Willibald Prestl

Olchinger Str. 37, 82223 Eichenau

EMobility@Prestl.de