



Elektromobilität

Technik, Ökologie, Wirtschaftlichkeit, Zukunft





Mobilität ohne fossile Brennstoffe (CO₂ neutral ?)

Mit EE-Strom direkt, indirekt

- Batterie-Fahrzeug (Strom direkt laden)
- Brennstoffzellen Fahrzeug mit Wasserstoff (Power to Gas P2G)
- Verbrenner mit synthetischen Kraftstoffen aus EE (Power to Fuel, Power to Liquid, E-Fuels)



Ohne EE-Strom

- Biomasse-Treibstoffe, → Potential zu gering Lebensmittelkonkurrenz, Umwelt

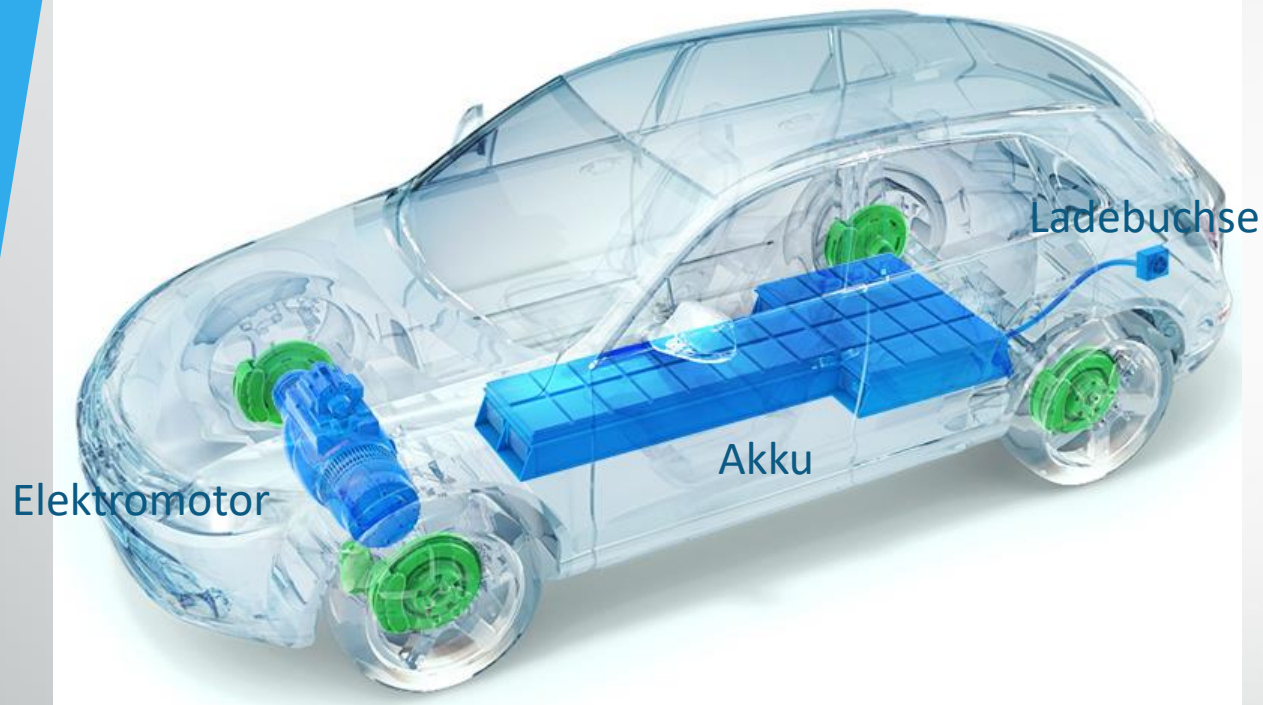




Arten der E-Fahrzeuge

- **Das reine Elektroauto (BEV)** „Battery Electric Vehicle“
- **Plug-In-Hybrid (PHEV).** „Plug-In-Hybrid Electric Vehicle“
- **Brennstoffzellen Fahrzeug (FCEV)** „Fuel Cell Elektric Vehicle“

Das reine Elektroauto (BEV)



ausschließlich Elektromotor
Energie aus der Batterie,
Aufladung über das Stromnetz

Bremsenergie wird zurückgewonnen (Rekuperation).



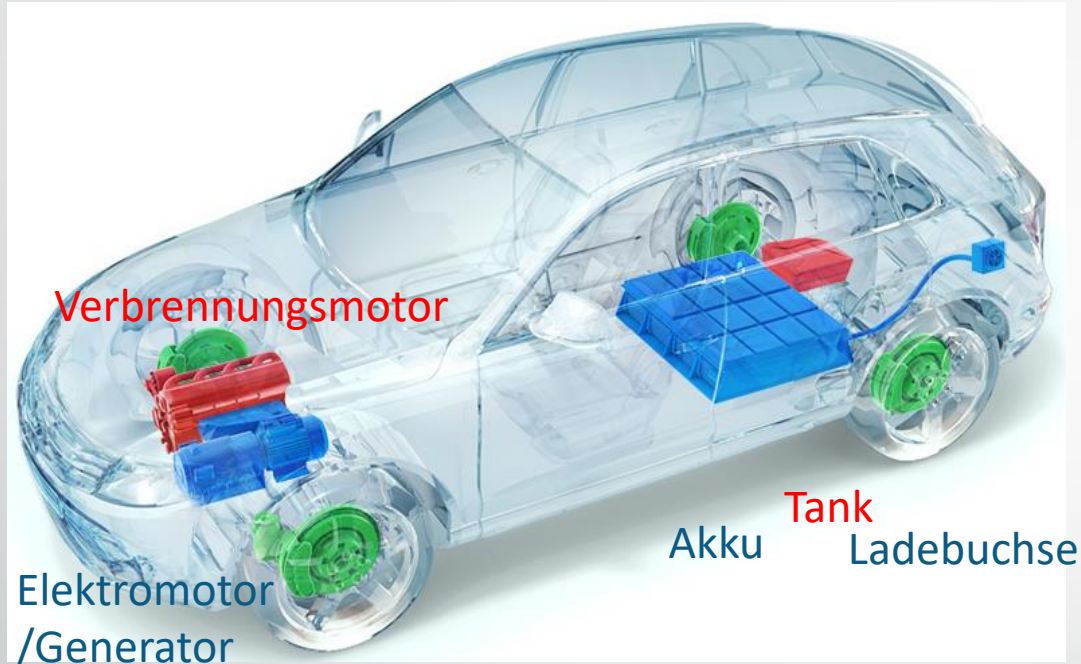
Beispiel VW ID3
Akku mit 45, 58, 77 kWh

Verbrauch 14...19 kWh/100 km

WLTP Standard
17,0 - 15,4 kWh/100 km

Reichweite 58 kWh 300...420 km

Plug in Hybrid (PHEV) „Steckdosenhybrid“



Verbrennungsmotor und Elektromotor

rel. kleiner Akku, der aus dem Stromnetz geladen wird. ,

Geringe elektrische Reichweite z.B. 50 km,
normale, große Reichweite mit dem Verbrennungsmotor

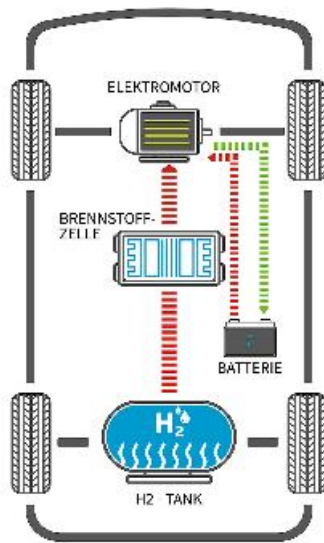


Beispiel VW Golf GTE

Verbrennungsmotor 110 kW

Batterie 8,7kWh, Elektromotor 75 kW

elektrische Reichweite 50 km



Brennstoffzellen Stack

Drucktank bis 700 Bar

1 kg H₂ reicht für 100 km

Brennstoffzellen-Fahrzeug Wasserstoff-Fahrzeug FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle

Es gibt noch sehr wenige Fahrzeuge

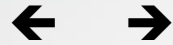
Beispiel Toyota Mirai, Hyundai,
in Deutschland nur Prototypen

Voraussichtliche Einsatzbereiche
Öffentlicher Nahverkehr, Busse, Bahn



Vergleich BEV und Brennstoffzelle mit H2

BEV



FCEV (Wasserstoff-Auto)



- + Technik weit fortgeschritten
- + Ladetechnik relativ einfach
- + Wirkungsgrad 73%
- geringere Reichweite
- schwere Batterie
- lange Ladezeit



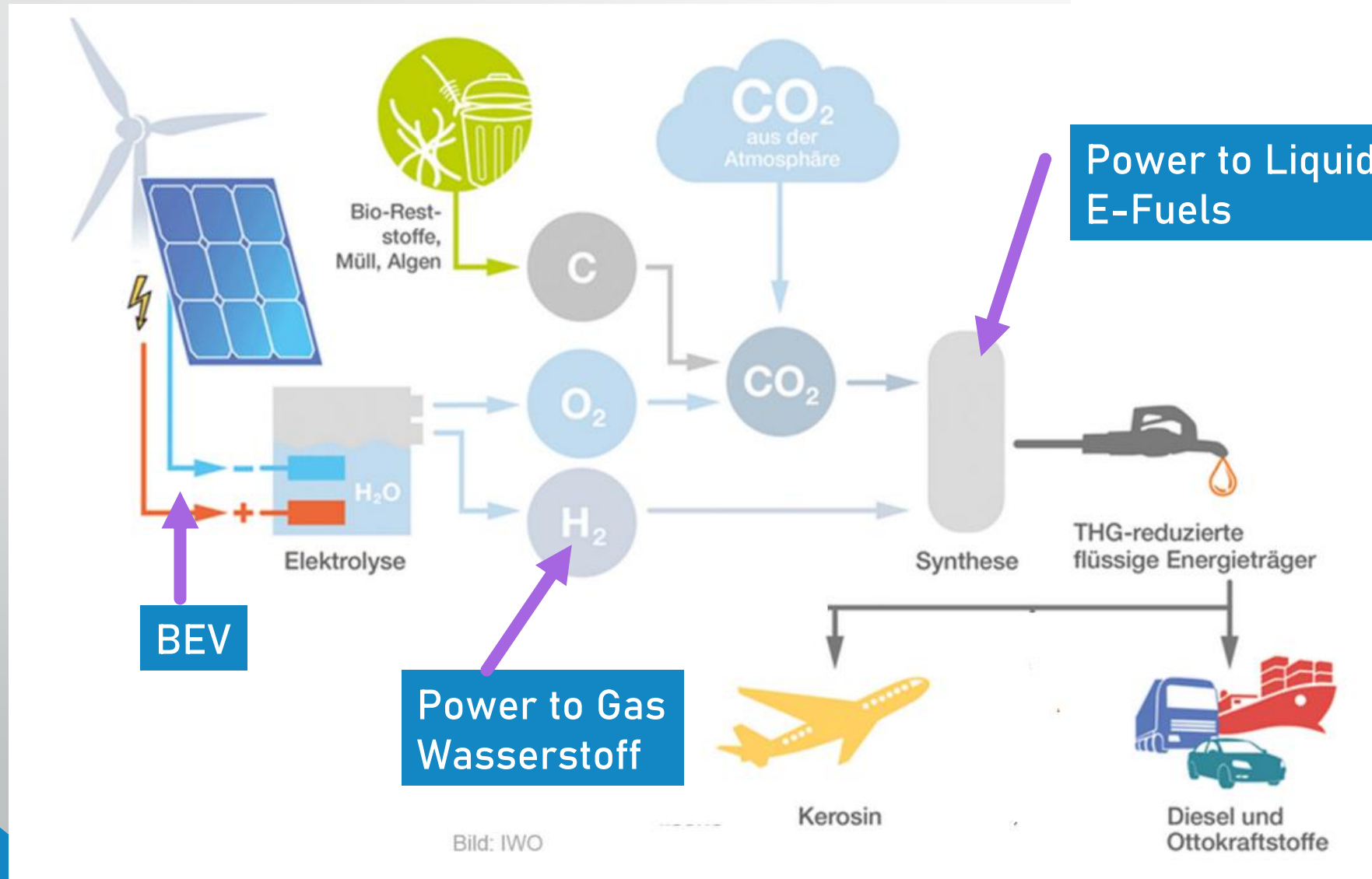
- + kurze Ladezeit
- + große Reichweite
- + geringeres Gewicht
- (noch) teure Zelle
- 22% Wirkungsgrad Strom → Wasserstoff → Strom
- Ladetechnik und Wasserstofftransport aufwendig, teuer

Fachleute sagen:

Batteriefahrzeug → PKW, es gibt aber schon LKW und Busse

Wasserstoff → LKW, Busse, Zug, Autos für extreme Vielfahrer

Erzeugung Strom, Wasserstoff. E-Fuel



Gegenüberstellung BEV, Wasserstoff. E-Fuel

Vergleich der Wirkungsgrade



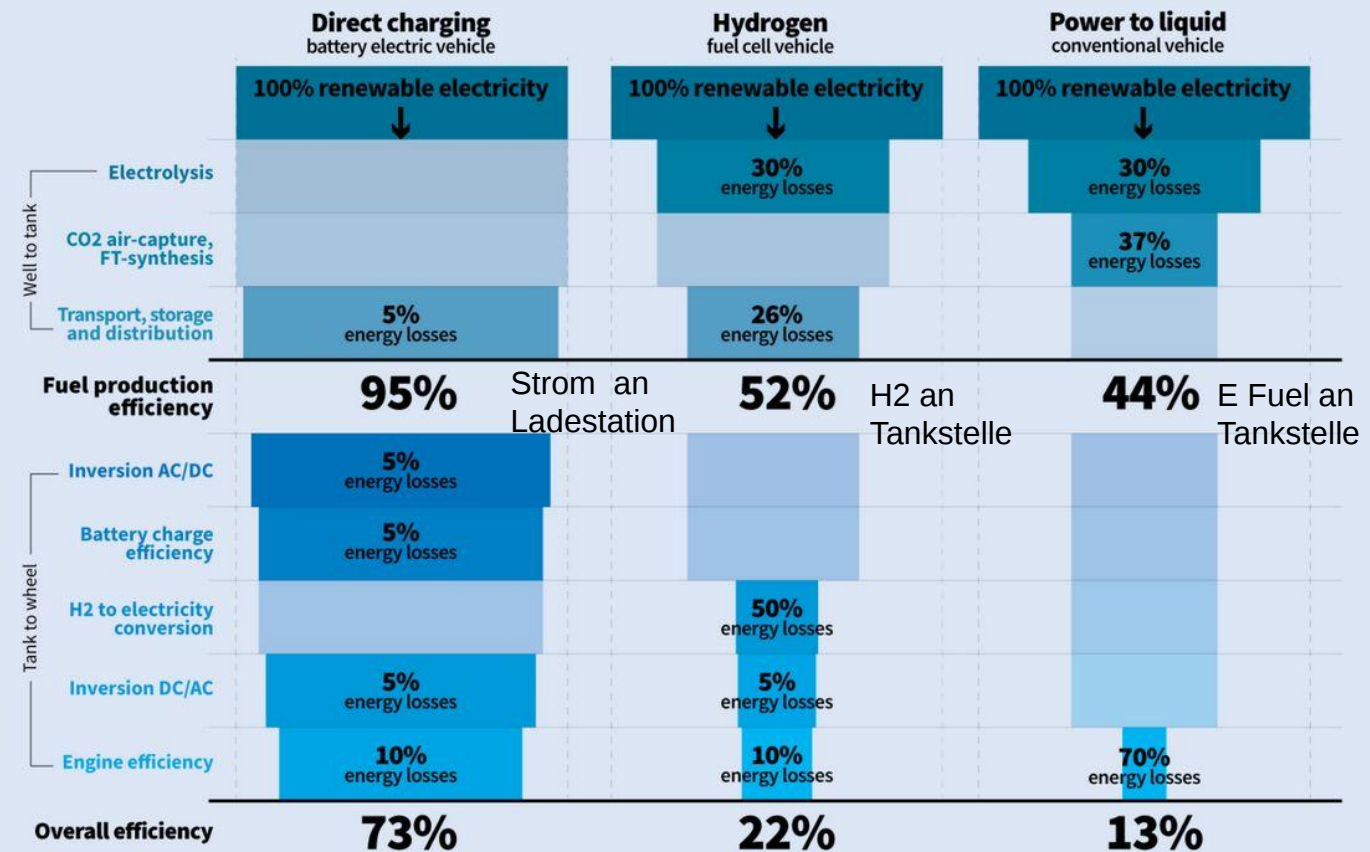
Von EE-Strom bis Antrieb

- Batterieelektrisch 73%
- Brennstoffzelle (Wasserstoff) 22%
- Verbrenner mit E-Fuel 13%

Wasserstoff-Auto braucht ca. 3 mal
so viel EE-Strom wie BEV

Verbrenner mit E-Fuel brauchen
Ca. 5 mal soviel EE-Strom wie
BEV

Cars: Battery electric most efficient by far



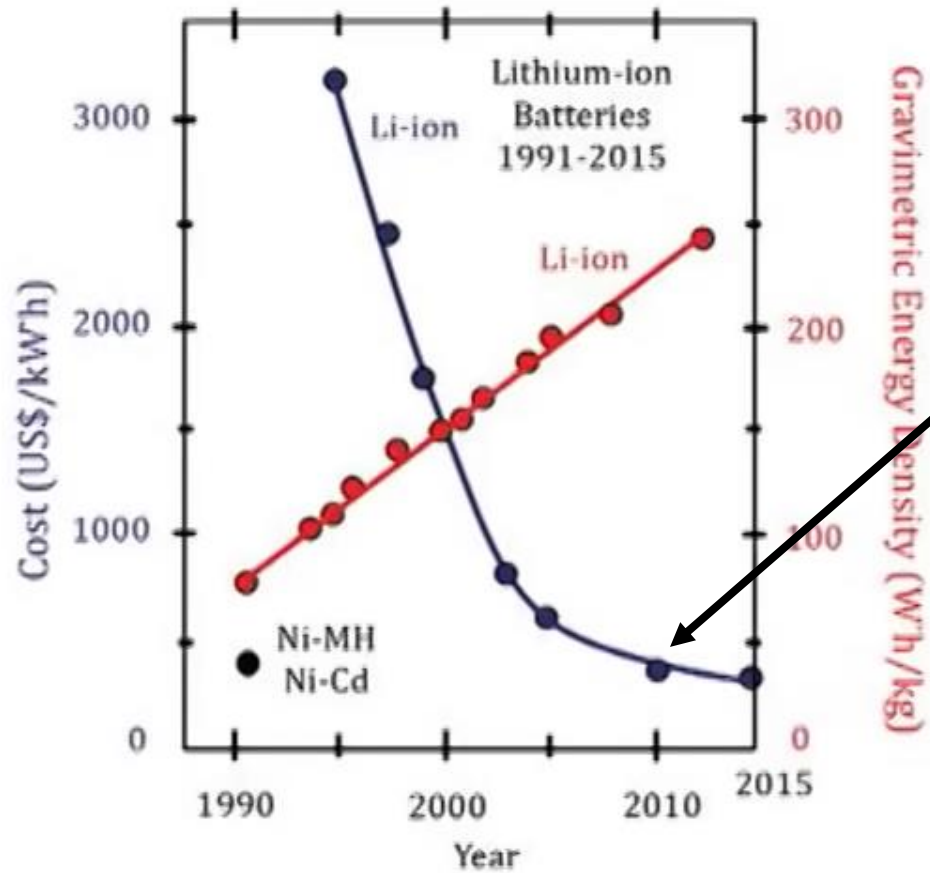


BEV: Hauptproblem ist die Batterie (Akku)

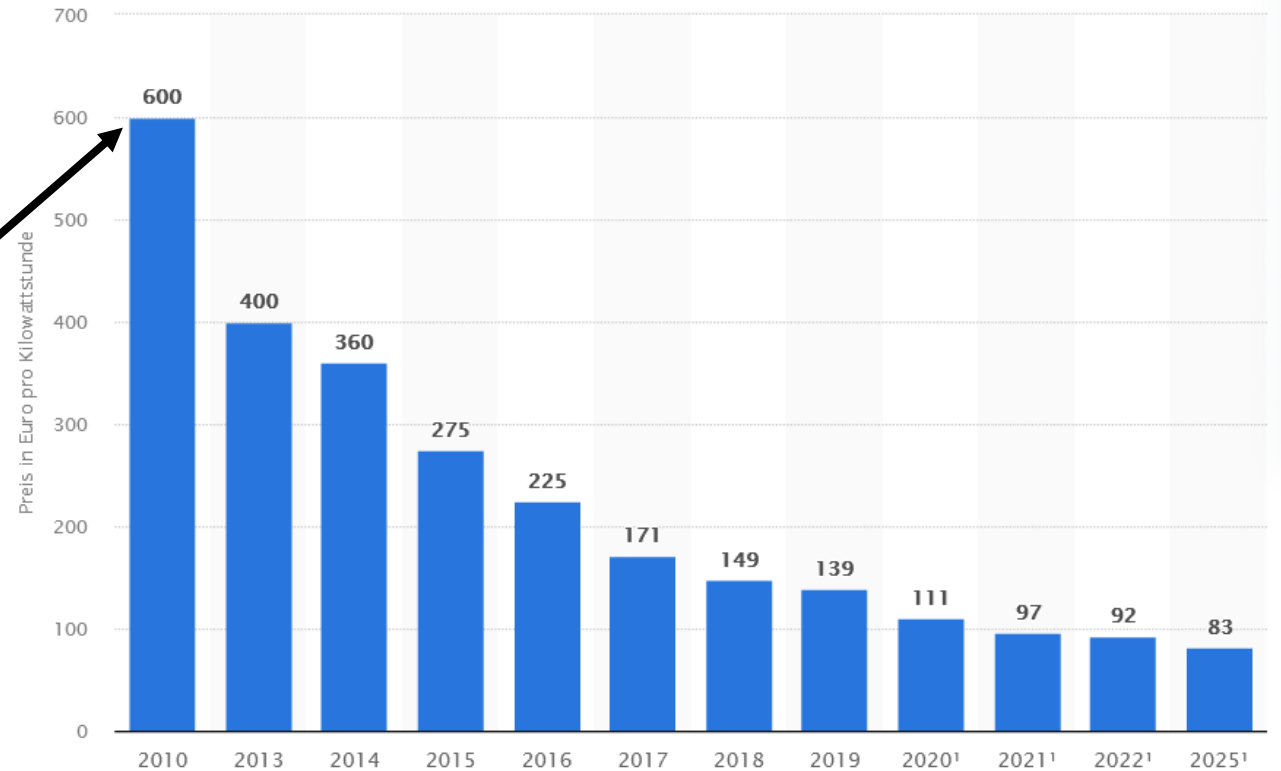
- Energieinhalt (kWh)

Tesla	250 Wh/kg	→	400 Wh/kg (laut Musk bis 2025
Diesel	12.000 Wh/kg		Wasserstoff 33.000 Wh/kg !!!!
- Gewicht 200 700 kg
- Kosten 115 80 € pro kWh sinkende Tendenz
- Lebensdauer: VW gibt für **acht Jahre oder bis zu 160.000 Kilometern Fahrleistung**, je nachdem welches Ereignis zuerst eintritt, eine Garantie, dass die nutzbare Kapazität der Batterie 70% nicht unterschreitet.

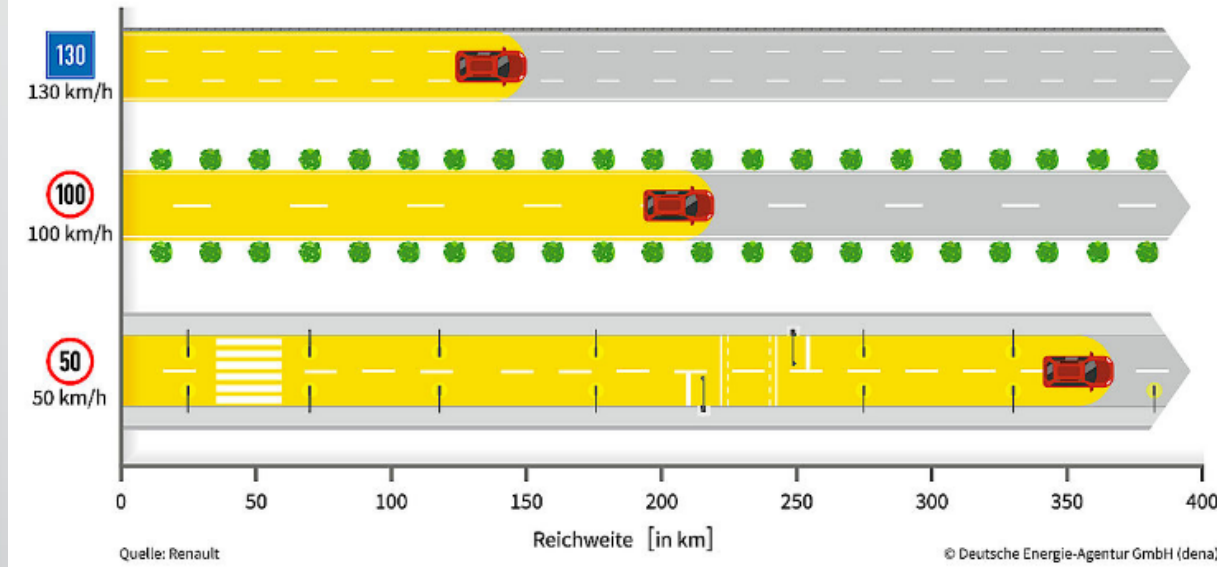
Entwicklung Kosten und Energieinhalt



G.Crabtree, *MRS Bulletin* 40, 1067 (2015)



Reichweite eines BEV bei unterschiedlicher Geschwindigkeit



Reichweite der BEVs

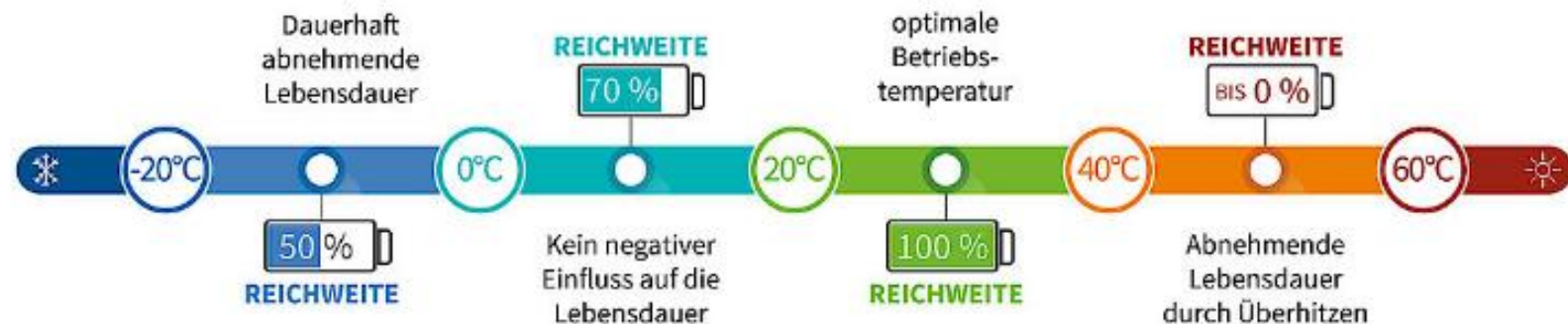
hängt ab von

- der Größe der Batterie
- Fahrweise, Geschwindigkeit !!!!

Der Energieverbrauch gegen den Luftwiderstand steigt mit dem Quadrat der Geschwindigkeit (100 → 140 → Faktor 2)

- Temperatur
- Zusatzverbraucher: Klima, Heizung

Auswirkungen der Batterietemperatur auf Reichweite und Lebensdauer





Kosten und Vorteile Batteriefahrzeug BEV

Die Anschaffungskosten sind wegen der teuren Batterie (noch) höher als beim Verbrenner, aber



- 10 Jahre keine KFZ Steuer bis 31.12.2030 (nicht Plug-in)
- geringe Wartungskosten, keine Ölwechsel
- Energiekosten geringer (Strom gegen Benzin oder Diesel)
- Bremsen halten länger (Rekuperation)
- tolles Fahrgefühl, geringes Geräusch
- volles Drehmoment aus dem Start



Öko- bzw. CO2 Bilanz Vergleich Batterieauto mit Verbrenner (Benzin, Diesel)

Es gibt Aussagen:

- Die Batterieherstellung und der Ladestrom (aus Kohlekraftwerken) erzeugen viel mehr CO2 als ein entsprechender Verbrenner.
- Li und Kobalt werden umweltschädlich und prekär gefördert
- Erst nach 80 000 km soll das E-Auto besser sein.
- Die gebrauchten Akkus sind teurer Sondermüll.





Grunddaten zur Berechnung der CO2 Bilanz beim Vergleich BEV mit Verbrenner

CO2 Emission bei der Spritverbrennung

Nach UBA (2017) betragen die THG-Emissionen (Treibhausgas)
unter Berücksichtigung der Vorketten (Förderung, Raffinade, Transport usw.)

bei Diesel 3,08 kgCO₂eq/l
bei Benzin 2,73 kgCO₂eq/l.

CO2 Bilanz der Batterieherstellung:

Schwedisches Umweltforschungsinstitut IVL gibt 2019
Uni Eindhoven 2020

61 bis 106 kg CO₂-eq/kWh Batt.
75 kg CO₂-eq/kWh Batt.

CO2 Emission pro kWh Fahrstrom

bei heutigem Strommix ca.
EE-Ladestrom

0,4 kgCO₂/kWh
0 kgCO₂/kWh



CO₂ Ausstoß pro km

5,5 $\frac{\text{l Diesel}}{100 \text{ km}}$



145
 $\frac{\text{g CO}_2}{\text{km}}$



Verbrenner

Strommix
0,4 $\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}}$



80
 $\frac{\text{g CO}_2}{\text{km}}$



20 $\frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}}$



BEV

100%
Regenerativ

0
 $\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}}$



0
 $\frac{\text{g CO}_2}{\text{km}}$

Stand 2019



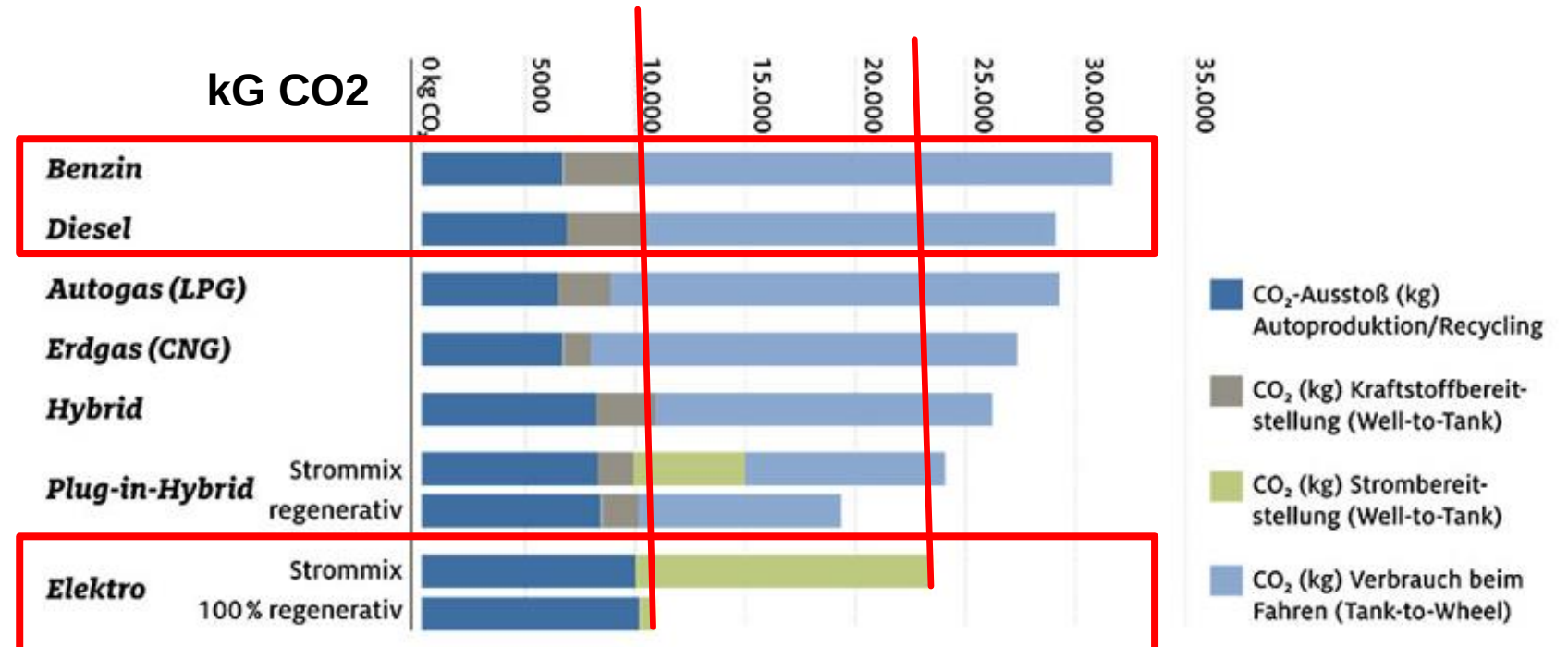
Vergleich BEV <> Verbrenner

Die Klimabilanz des ADAC (2018)

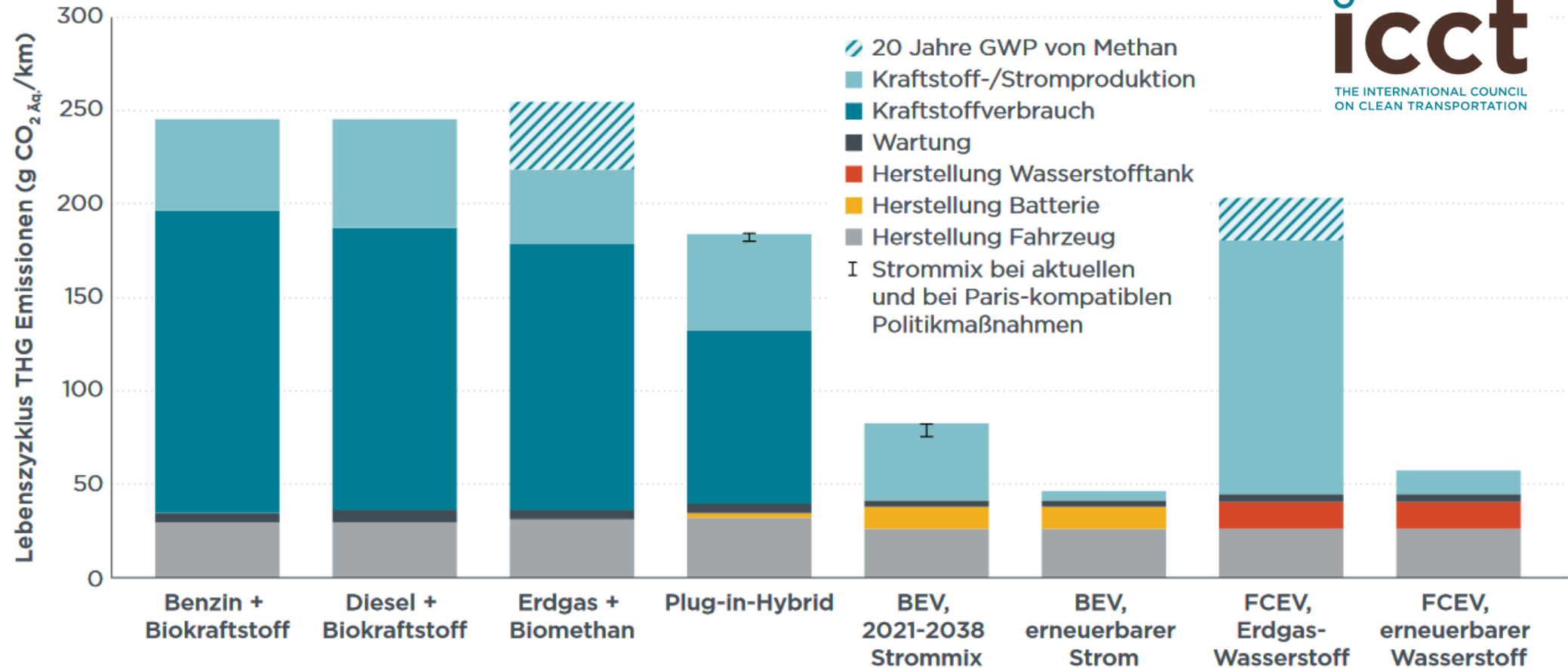
berücksichtigt alle Kohlendioxid-Emissionen von der Rohstoffproduktion über Herstellung, Betrieb und Wartung bis zur Entsorgung eines Fahrzeugs (Laufleistung 150 000 km)



Klimabilanz Untere Mittelklasse (Kompaktwagen)



Lebenszyklus-Treibhausgas Emissionen



von durchschnittlichen neuen Benzin-, Diesel- und Erdgasfahrzeugen, Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeugen, Batterie- (BEV) und Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV) in der Kompaktklasse, die **2021 in Europa zugelassen** werden. GWP = Treibhauspotenzial von Methan, das bei Herstellung, Transport usw. entweicht.



Reicht der Strom für die BEV Mobilität ??

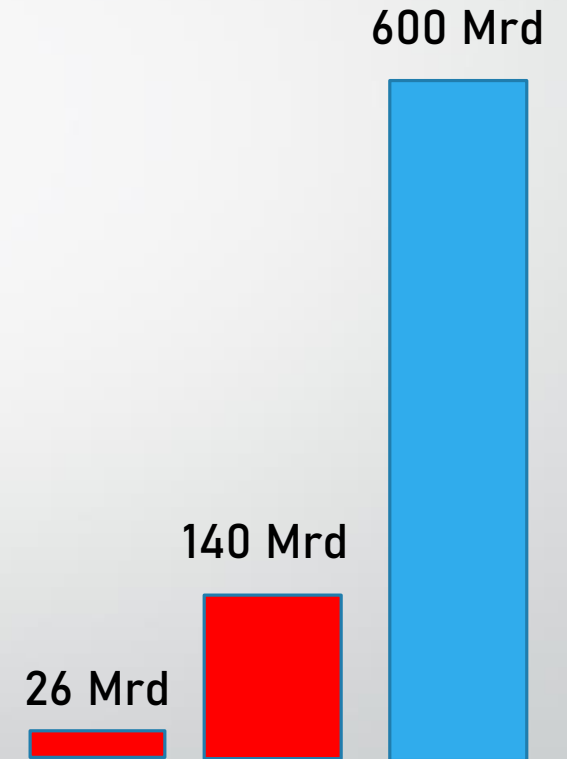
Deutscher Stromverbrauch beträgt **ca. 600 Mrd kWh pro Jahr**

10 Mio. E-Fahrzeuge (BEV) Mittelklasse mit einem Verbrauch von 20 kWh/100km und einer Jahresfahrleistung von 13.000km haben einen Stromverbrauch von **26 Mrd kWh pro Jahr**

Alle PKW km elektrisch gefahren: **140 Mrd kWh pro Jahr**

Es kann zu Netzenpässen bezüglich der Leistung kommen
(wenn viele gleichzeitig laden wollen)

- Lastmanagement
- laden mit geringer Leistung über Nacht
- oder am Arbeitsplatz



Info: Auch um Benzin und Diesel herzustellen ist eine Menge Strom nötig.
(Förderung, Raffinerie, Transport, Schmieröl, AdBlue....)
Beitrag von EDISON Oktober 2022 : 5...10kWh für Sprit für 100km

Zwei Problemstoffe in den Batterien



Lithium



Umweltschäden, Wasserverbrauch

Kobalt



Kongo prekäre Produktion, Kinderarbeit !!

Li und Kobalt werden in vielen anderen Bereichen schon lange verwendet
Li wird auch anders gefördert, Bergbau, Projekt geothermisch im Rheingraben

Batterien ohne Kobalt (LFP, Lithiumeisenphosphat) schon bei TESLA
Batterien mit Natrium statt Lithium Fa. CATL arbeitet daran



Ziele der Batterieentwicklung

- höhere Energiedichte (Wh/kg und Wh/l) → leichter und/oder größere Reichweite,
- höhere Ladeleistung → kürzere Ladezeit, Schnellladefähigkeit
- niedrigere Kosten → wichtig auch für EE-Speicher
- problemlose Materialien → kein Li, Co, Cu (LFP, Na Ion Batt.)
- längere Lebensdauer, (Ladezyklen)
- größerer Temperaturbereich → auch bei tiefen Temperaturen
- höhere Sicherheit (Unfall, Brand)

Entwicklung der Batterietechnik



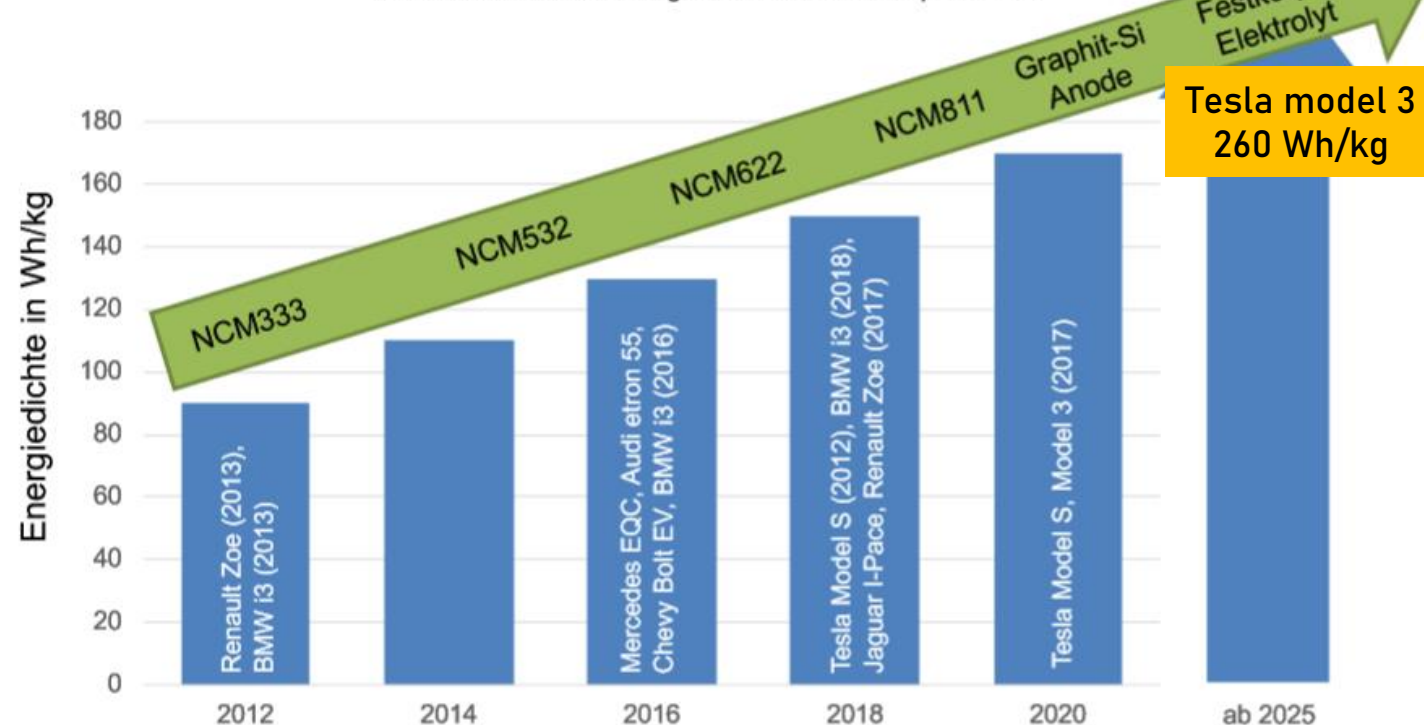
Moderne Elektrofahrzeuge

Aber das Problem mit den Rohstoffen und dem Gewicht!



Energiedichte BEV-Batterien auf Systemebene

ermittelt anhand von verfügbaren PKW in Serienproduktion



Tesla model 3
260 Wh/kg

Angekündigt 2025
Tesla 400 Wh/kg



Rundzellen Tesla



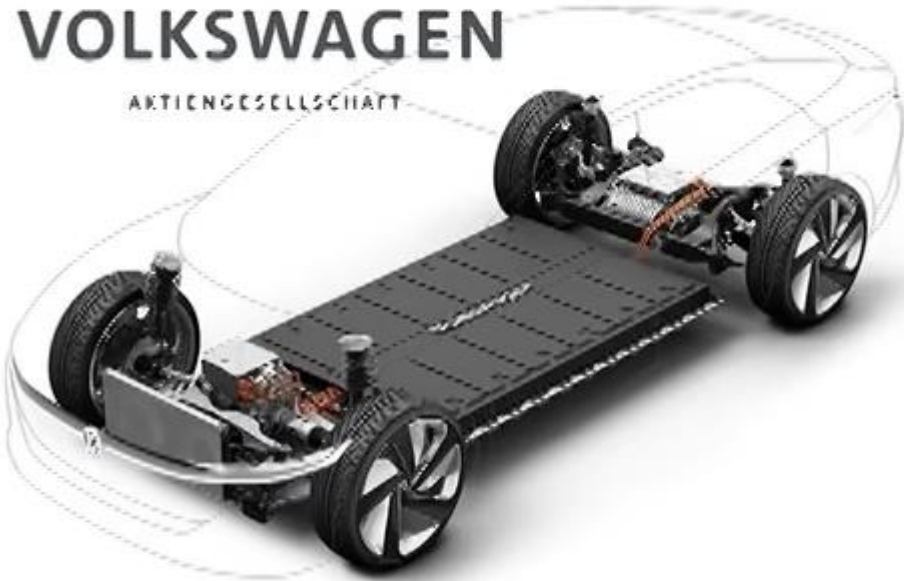
Blade Batterie

Lithium Eisenphosphat LFP Batterie

“Materialdämmerung” durch LiFePO_4

VOLKSWAGEN

AKTIENGESELLSCHAFT



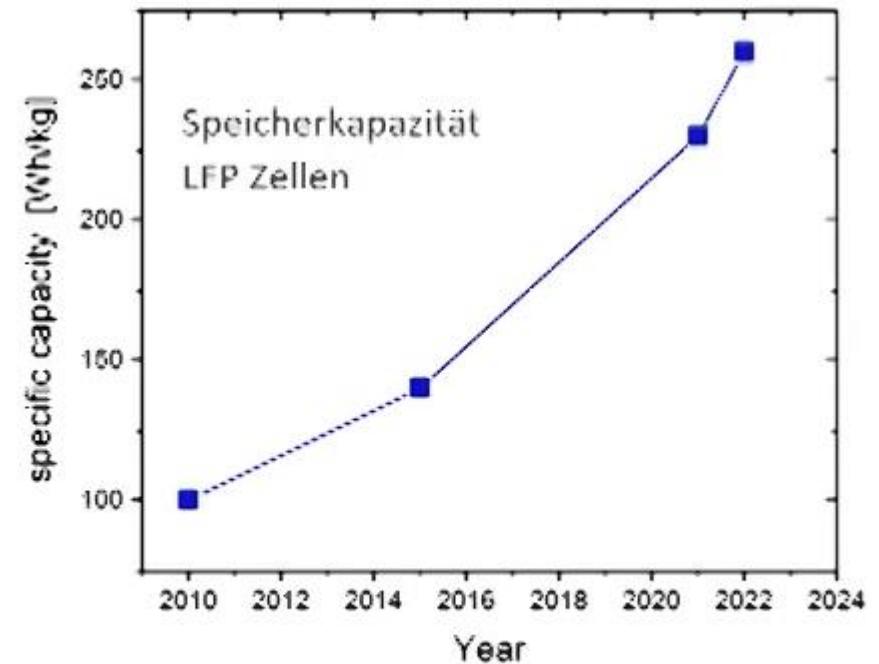
Collaboration von VW
mit GOTION:

LiFePO_4 Kathode

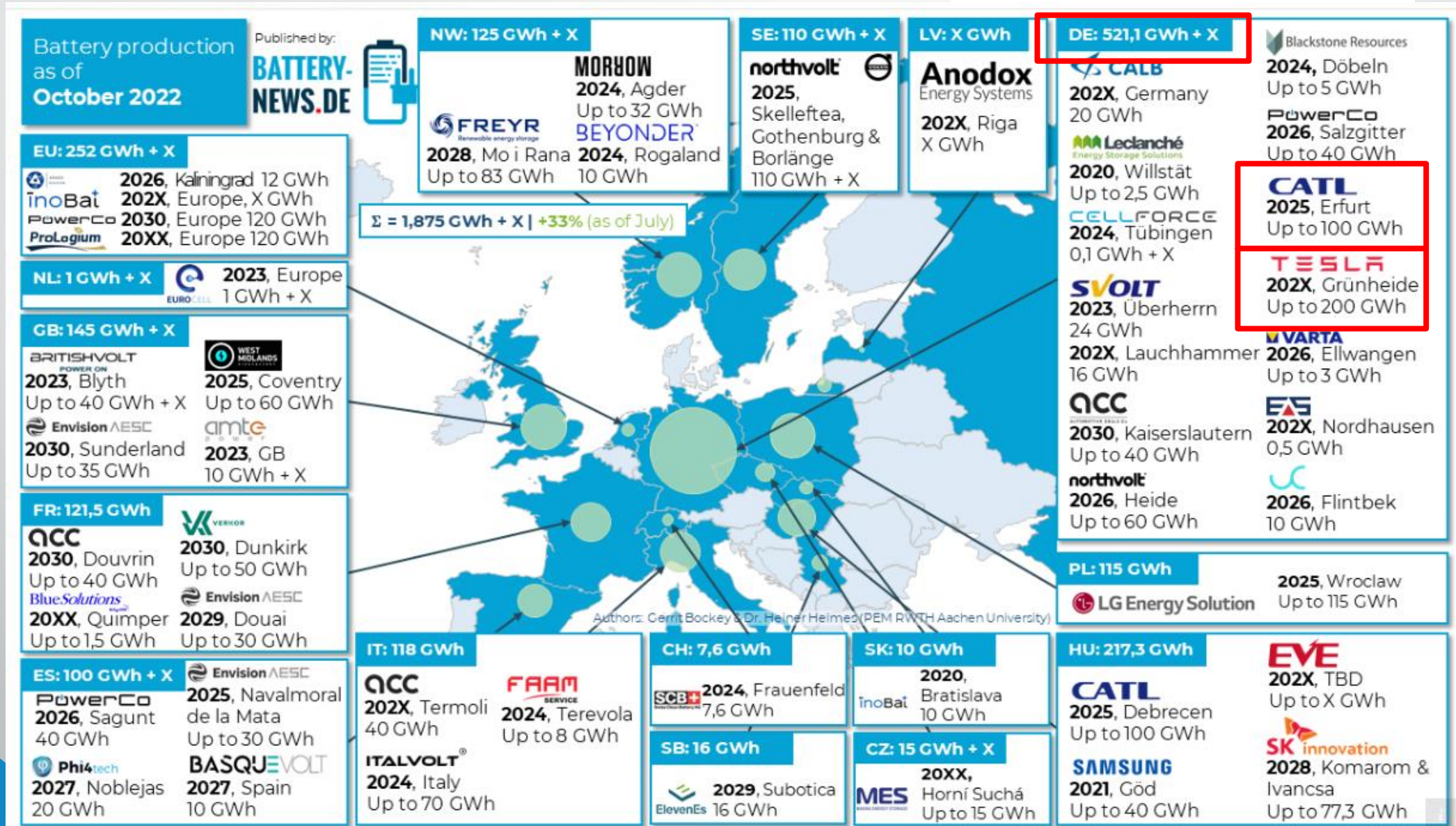


TESLA: bereits im Model 3;
Renault und FIAT wollen folgen

- Kein Kobalt, kein Nickel
- Kein thermisches Durchgehen
- Sicher in Nagelpenetrationstests
- 5.000 Be-/Entladezyklen
→ > 2 Mio km



Batterieproduktion in Europa Stand Okt. 2022



Neuer Silizium-Akku verzehnfacht die mögliche Energiedichte

Heise Online 27.4.2018

An der Kieler Uni ist sie gebaut worden: Eine Siliziumanode mit zehnfacher Ladekapazität gegenüber heutiger Lithium-Ionen-Technik. Obendrein dauert der Ladevorgang nur wenige Minuten – mittlerweile sind 500 Ladungen und Entladungen am Institut belegt.

Regionales
Energieforum
Isny



NATRIUM-IONEN-BATTERIE VON CATL (2023)

So gut ist die Billig-Batterie ohne Lithium

Der chinesische Batterie-Spezialist CATL, mit dem Hersteller wie BMW und Mercedes zusammenarbeiten, hat für 2023 eine neue Zellchemie angekündigt, die nicht nur ohne Kobalt und Nickel, sondern auch ohne Lithium auskommt. Anfang 2022 haben die Chinesen zudem offenbar ein Patent angemeldet, das die überschaubare Energiedichte der ersten Natriumbatterie um 25 Prozent steigern soll.

NEUARTIGE AKKU-TECHNOLOGIE 04.01.2019, 15:07 Uhr

Magnesium-Luft-Batterien versprechen vierfache Reichweite für Elektroautos

Magnesium-Luft-Batterien sind ideale Stromspeicher, im Prinzip jedenfalls. Sie haben eine hohe Kapazität, der Rohstoff ist in ausreichenden Mengen vorhanden und sie können weder brennen noch explodieren. Die Lebensdauer ist jedoch gering. Das wird jetzt geändert.

INNOLITH ENERGY BATTERY VERSPRICHT AKKU FÜR 1.000 KILOMETER 05.04.2019, 09:16 Uhr

Superbatterie: Schafft Deutschland den Durchbruch für das E-Auto?

Hoffnungstechnologie Feststoffbatterie: Wann kommt die E-Auto-Revolution endlich in Serie?

Bidirektionales Laden

Wenn das Elektroauto zum Kraftwerk wird



Bidirektionales Laden → Stromentnahme aus der Autobatterie

Auto und auch die Ladesäule müssen das technisch können

Das können schon einige japanische Fahrzeuge. (Z.B Nissan Leaf, aber auch VW ID3,4,5 mit 77kWh Batt. wird damit ausgerüstet)

- **Vehicle to Load V2L**

Die Autobatterie kann z.B. unterwegs angezapft werden, um anderes Auto zu laden oder unterwegs als Energiequelle für Wochenendhaus oder Elektrogerät.

- **Vehicle to home V2H**

Die Autobatterie wird als Stromspeicher wie ein PV-Stromspeicher verwendet und liefert bei Bedarf Strom für das Haus. PV-Speicher typ 6...8 kWh , Autobatterie 40...80 kWh

- **Vehicle to Grid V2G**

Die E-Autos sind mit dem Netz verbunden und arbeiten als dezentrale große Schwarm-Stromspeicher als Puffer bei zu hohem Stromangebot (Wind , PV) und Stütze nachts oder Windflaute.

Nachteil: die Batterie wird zusätzlich ge- und entladen → Lebensdauer ?????

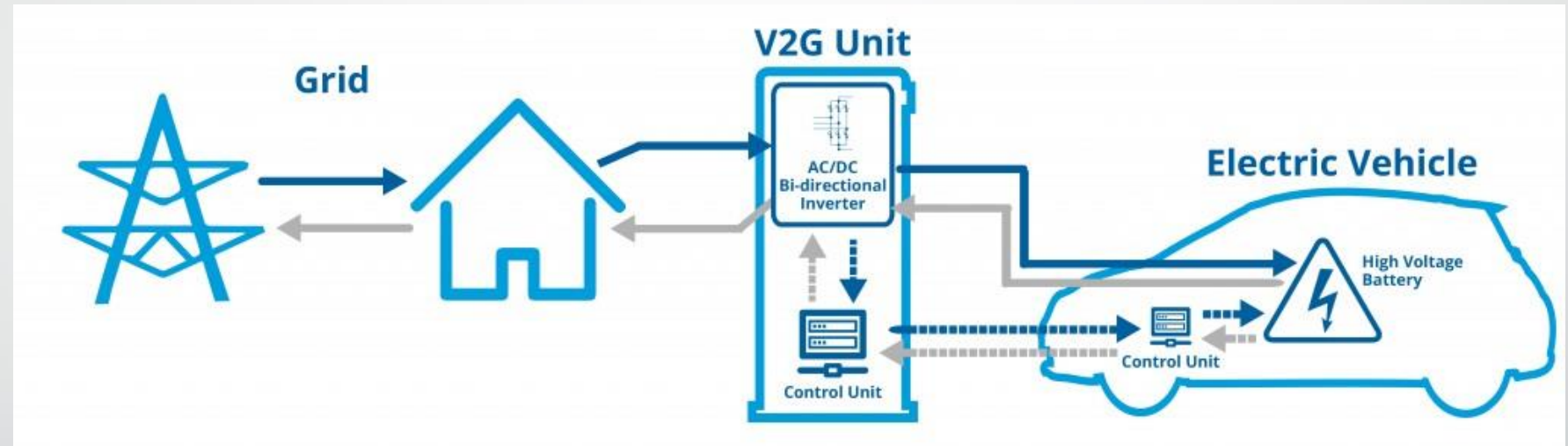


Beispiel V2L

Vehicle to Grid V2G



BEVs sind mit dem Stromnetz verbunden und können bidirektional arbeiten, laden aus dem und rückspeisen in das Netz (Grid)



Viele Autobatterien am Netz bilden einen Schwarm-Stromspeicher

Kann netzdienlich arbeiten,
Stromüberschuss speichern (billig kaufen)
bei Mangel abgeben (teuer verkaufen)

Noch Zukunftsmusik
Smart Meter, IT Vernetzung, Normung,



VEHICLE-TO-GRID

Nissan

NISSAN testet die Effektivität der Vehicle-to-Grid-Technologie (V2G) in verschiedenen europäischen Städten und plant einen weiteren Einsatz auf dem gesamten Kontinent. Mit V2G könnten die Besitzer das NISSAN Elektrofahrzeug an das Stromnetz anschließen, um zu günstigen Tarifen bei geringer Nachfrage aufzuladen, und sie haben die Möglichkeit, den in der Fahrzeugbatterie gespeicherten Strom in Zeiten hoher Nachfrage wieder einzuspeisen, um einen Gewinn zu erzielen.

Regionales
Energieforum
Isny



RENAULT WEITET V2G-FELDVERSUCH AUS

Elektroautos als Stromspender

Renault

Elektroautos können mit der V2G-Technologie auch als dezentrale Stromspeicher eingesetzt werden, um das Netz zu entlasten. Einen entsprechenden Feldversuch weitet Renault jetzt mit 15 weiteren Zoe aus.

Auch an öffentlichen Ladestationen können Autos Strom abgeben, wenn die Ladepunkte entsprechend umgerüstet sind. Das wurde nach Porto Santo jetzt auch in der niederländischen Stadt Utrecht erledigt, weitere Stationen in Frankreich, Deutschland, der Schweiz, Schweden und Dänemark sollen folgen. Für die praxisnahen Versuche stellt Renault 15 V2G-fähige Renault Zoe zur Verfügung.

E.ON und BMW erproben bidirektionales Laden für Privathaushalte

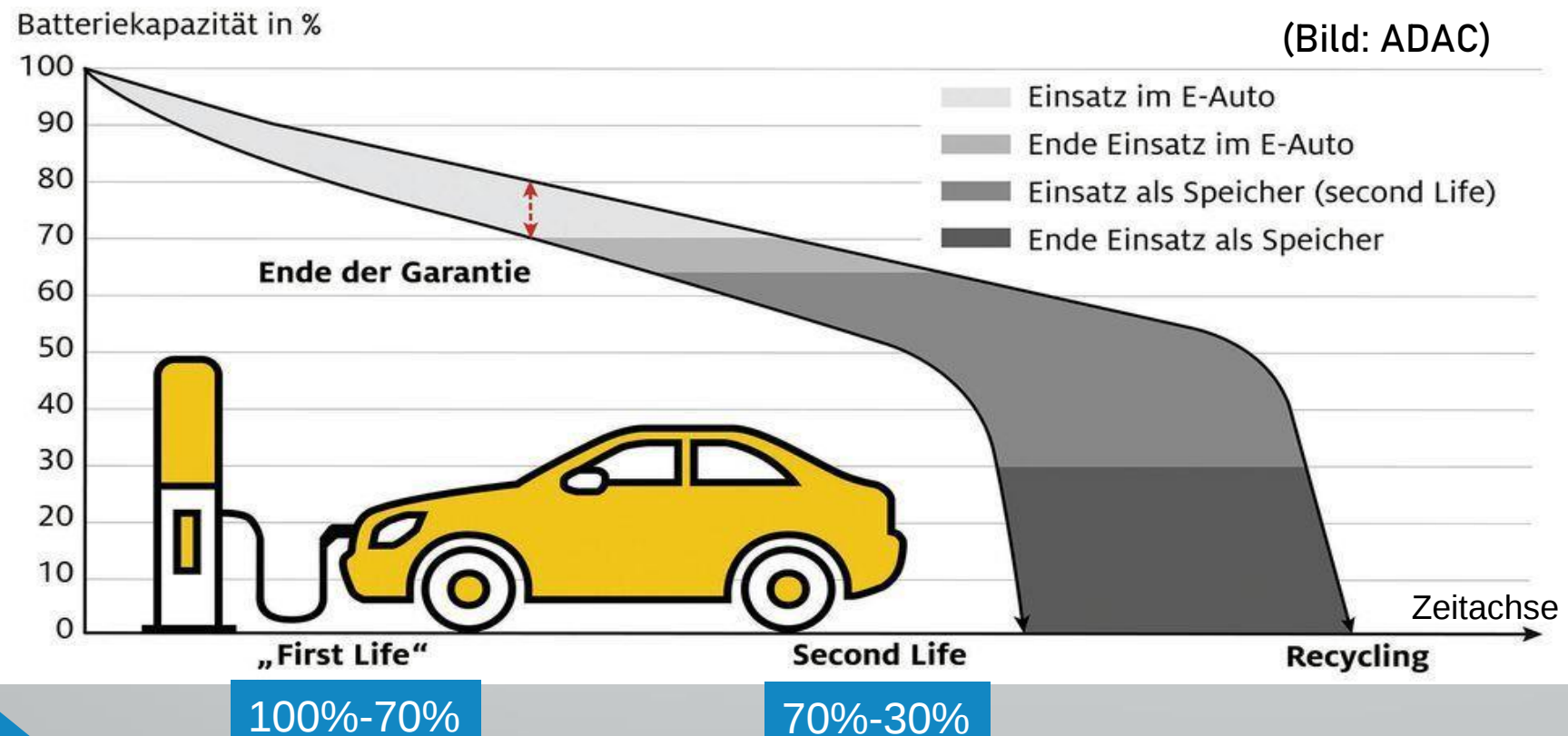
Ein Pilotprojekt soll zeigen, wie sich Akkus von Elektroautos zuhause als mobile Speicher für Solarstrom nutzen lassen.

Second life von Batterien verbessert die Klimabilanz



Akkus mit einer geringeren (Rest-) Kapazität können zu großen Paketen gebündelt und in stationärer Form als Energiespeicher für EE-Strom weiterleben.

Lebenszyklus einer E-Auto-Batterie



Second life von Batterien verbessert die Klimabilanz

Vattenfall nimmt 22-Megawatt-Speicher aus Autobatterien in Betrieb

Der Großspeicher besteht aus **500 BMW-i3-Batterien** und ist mit einem Windpark in Wales kombiniert. Er soll künftig das britische Stromnetz stabilisieren.



Herdecke: RWE nimmt großen Second Life-Speicher mit Audi-Akkus in Betrieb **aus 60 Batterien mit einer Kapazität von 4,5 MWh**

Batterie Recycling



Kobalt, Nickel, Mangan und Lithium wiederverwendet

So läuft der Recycling-Prozess

In Salzgitter entsteht die erste Pilotanlage des VW
Konzerns für Batterie-Recycling



Quelle VW



16.01.2019 - 15:50

Mythos Sondermüll: Batterie-Recycling funktioniert!

Die Endverwertung von Batterien ist zwingend notwendig und technisch machbar

Background Batterie BMW Duesenfeld i3 Kobalt Kupfer Lithium Nickel Recycling Rohstoffe



Als rollender Sondermüll wird die Batterie eines Elektroautos gern am Verbrenner-Stammtisch verunglimpft. Wir konnten uns bei der Spezialfirma Duesenfeld vom Gegenteil überzeugen und räumen nun mit diesem Mythos auf. Batterie-Recycling funktioniert bis tief in die Zelle hinein. Die Politik muss nur den Rahmen für einen Recycling-Kreislauf definieren.

Metalle, überall aus Lithium, Kupfer, Kobalt und Nickel. Dazu kommen andere Elektrolyt. Ein pro Fahrzeug mehrere hundert Kilogramm schwer industriell funktionierendes Recyclingnetzwerk muss also auf Ressourcenschonung und perspektivisch auch aus Kostensicht

Audi und Umicore entwickeln Kreislauf für Batterie-Recycling

Mitte Oktober haben wir erfahren, dass BMW, Northvolt und Umicore ein Technologiekonsortium zur Weiterentwicklung einer vollständigen, nachhaltigen Wertschöpfungskette für Batteriezellen gründen. Aber auch mit Audi arbeitet Umicore an einem entsprechenden Projekt zum Batterie-Recycling. Vergangene Woche wurde bekannt, dass Phase eins der strategischen Forschungs-Kooperation abgeschlossen wurde.

Mercedes-Benz plant Fabrik für Batterierecycling

KUPPENHEIM (dpa) - Für Forschung, Entwicklung und den Aufbau der nach eigenen Angaben CO₂-neutralen Pilotfabrik investiert Mercedes-Benz einen zweistelligen Millionenbetrag. Der Bau erfolge in

Ladetechnik



- Wechselstromladung ↔ Gleichstromladung
- Ladesäule, Wallbox, Steckdose
- Steckertypen
- Ladeleistung, Ladedauer
- Ladeinfrastruktur



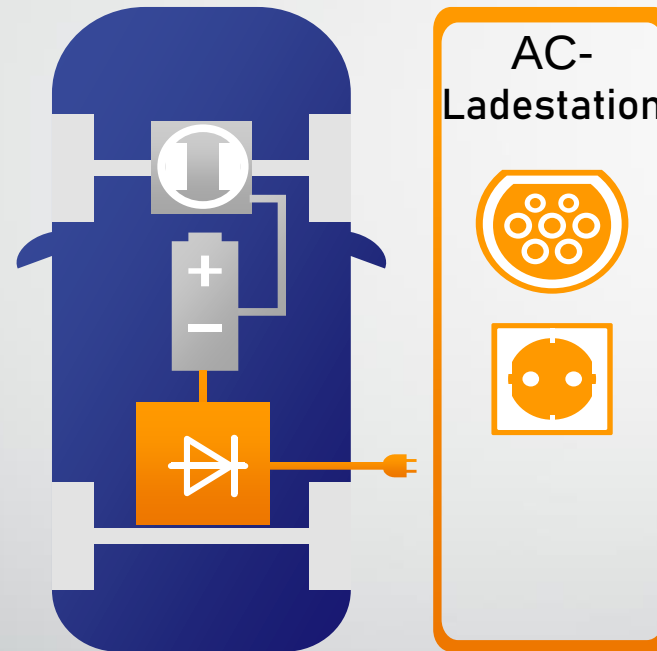


Ladetechnik

Wechselstromladung AC <> Gleichstromladung DC

AC Ladung

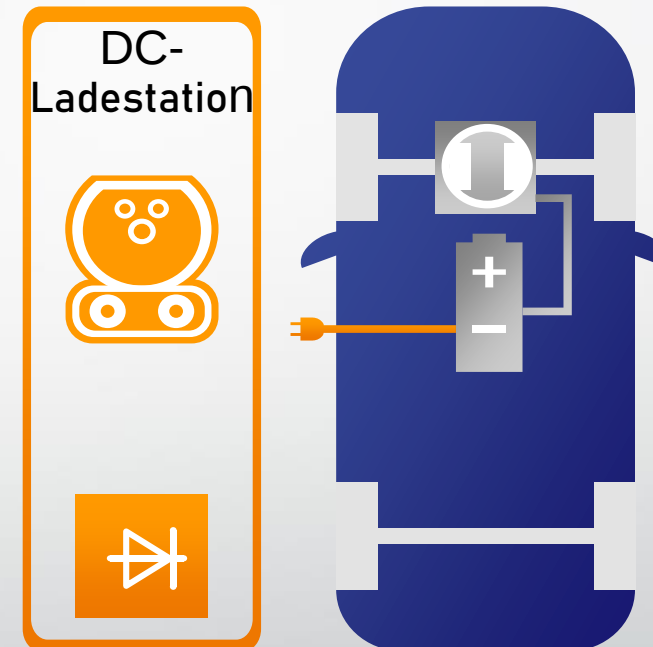
Gleichrichter im Fahrzeug



Der Gleichrichter ist im Fahrzeug
Daher **nicht sehr große Ladeleistungen**
z.B. max. 22 kW, hängt vom Fahrzeug ab.
Ladestation ist einfach, im einfachsten
Fall Steckdose 2,3 kW

DC Ladung

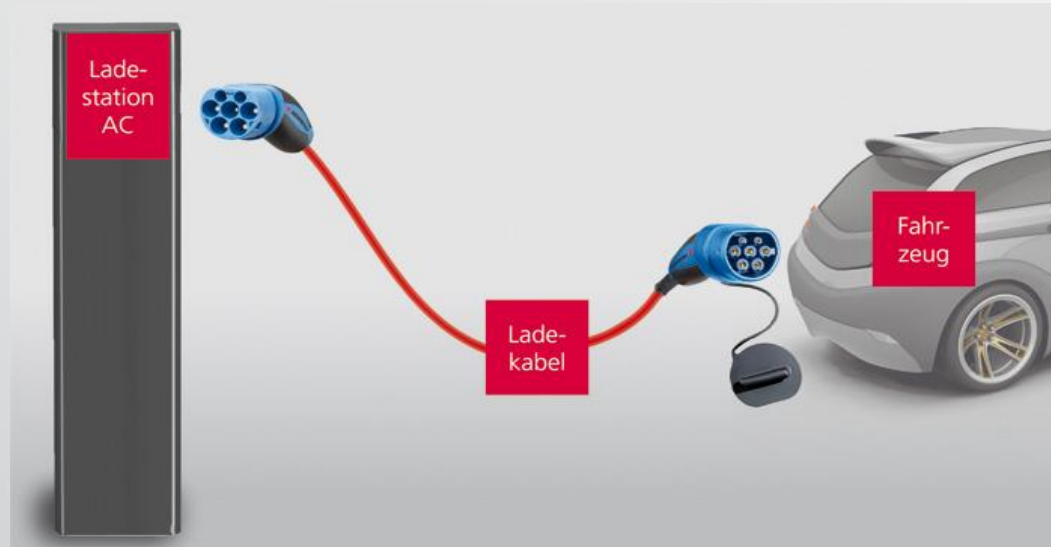
Gleichrichter in Ladeinfrastruktur



Der Gleichrichter ist in der Ladestation
Sehr große Ladeleistungen **bis 350kW**
und größer, **Schnellladetechnik**
Ladestation ist aufwendig und teuer

Bilder von EnBW

AC-Ladung



Öffentliche Ladestation typisch bis 22kW

Typ 2 Stecker
Standard



Regionales
Energieforum
Isny



Private Ladestation
Wallbox z.B. bis 11kW
Garage, Hauswand...
Viele Hersteller

AC-Ladung privat ohne Wallbox



Ladesteckvorrichtung
gemäß IEC 62196-2

CEE 16 A einphasig, bis 32 A
dreiphasig, SCHUKO® oder
andere länderspezifische
Steckvorrichtungen



Die Kommunikation zwischen Elektroauto
und Ladeanschluss übernimmt dabei die
ICCB (In-Cable Control Box).

bis zu 22 kW

Adapter



einphasig
bis 2,3kW
230V, 10A



einphasig
bis 3,7kW
230V, 16A



NRGkick



dreiphasig
bis 11kW
16 A

Neu !!!!!!!



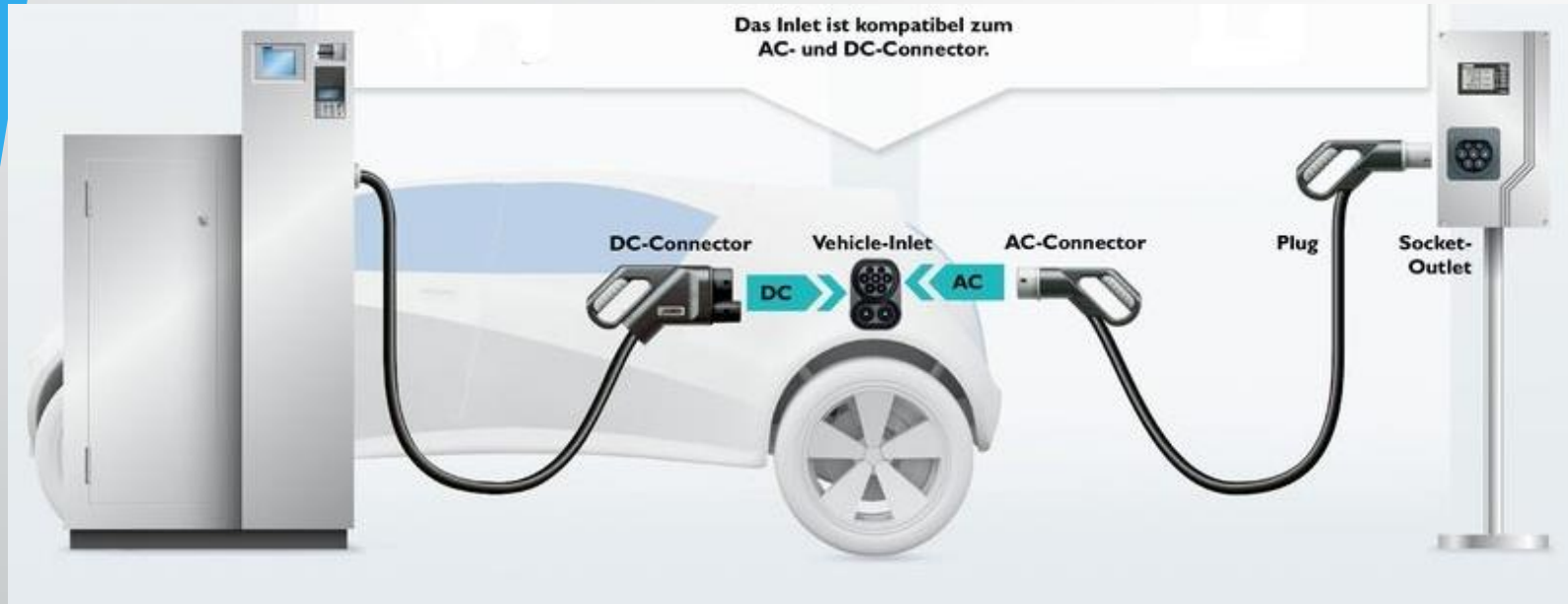
Lademöglichkeit in Mehrfamilienhäusern mit Eigentumswohnungen und Mietwohnungen

Das Bundesjustizministerium hat die Reform des Wohnungseigentumsgesetzes (WEG) eingeleitet.

- Sowohl Wohnungseigentümer als auch Mieter sollen ein Recht auf den Einbau von Ladeinfrastruktur haben.
- Der Gesetzgeber will ihnen einen **Rechtsanspruch** darauf einräumen – und zwar sowohl auf die Ersteinrichtung als auch auf Maßnahmen zur Verbesserung oder Erhaltung einer bereits vorhandenen Lademöglichkeit.
- Wohnungseigentümer etwa sollen in Zukunft **nicht länger die Zustimmung aller Miteigentümer** einholen müssen, wenn sie an ihrem Stellplatz eine Wallbox für ihr E-Auto installieren wollen.

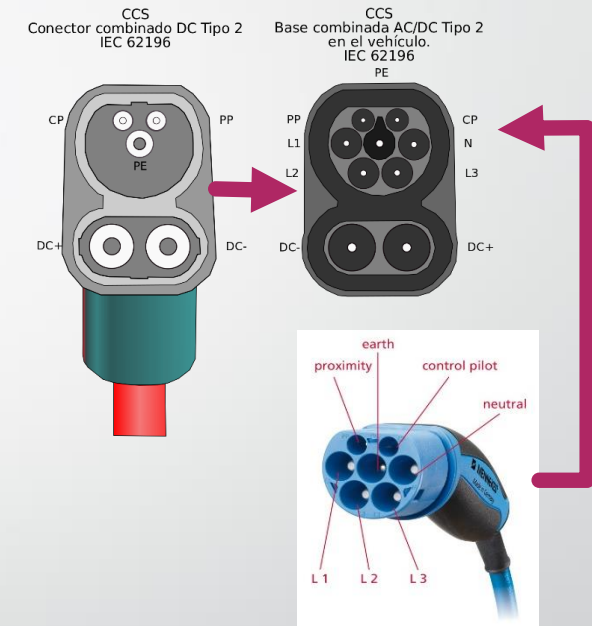


Combined Charging System (CCS) AC und/oder DC Ladung



Das Combined Charging System (CCS) ist ein kombiniertes Ladestecksystem für das Laden von Elektrofahrzeugen mit **Wechselstrom (AC)** und **Gleichstrom (DC)**. Über das Fahrzeug-Inlet kann man sowohl mit AC- als auch mit DC-Fahrzeug-Ladesteckern laden:

- Konventionelles AC-Laden über Nacht in der Garage oder an Parkplätzen bei längerer Parkdauer
- Schnelles DC-Laden in wenigen Minuten an Schnellladestationen
- CCS in Zukunft bidirektional möglich ??



CHAdemo Ladesystem



Bei japanischen Fahrzeugen wie Nissan Leaf

Gleichstromladung hoher Leistung

Kann bidirektional arbeiten, also Strom ins Netz rückspeisen V2G



CHAdemo
Gleichstromladung
zwei getrennte Buchsen

Typ 2
Wechselstromladung

Beispiel Ladepunkte



Beispiel: Ladesäulen von EnBW

CPO – Charge Point Operator



DC-
Schnellladesäule



Typ2 (AC)



CCS (DC)



CHAdeMO (DC)

Triple-Lader

Steckertypen



AC-
Normalladesäule



Typ2 (AC)



Schuko (AC)

Steckertypen



Fast 700 Lademöglichkeiten entstehen 2020 in den Städten Dortmund, Iserlohn und Schwerte. Dazu rüsten die lokalen Stadtwerke Straßenlaternen um. Damit können auch Besitzer eines Elektroautos ohne eigene Garage leichter als bisher ihre Akkus füllen.
Leistung 3,4kW

Laden
Auf der Langstrecke – so nicht !



Bildquelle: Handelsblatt

heute

Zukunft

Laden
Auf der Langstrecke – sondern so!



Bildquelle: Tesla Motors

Das Laden an der Autobahn wird nicht mehr an einzelnen Zapfsäulen stattfinden, neben denen man steht und wartet, sondern an Parkplätzen. Während des Ladevorgangs kann man im Shop einkaufen, Essen oder sich entspannen.

Während des Shoppens Strom tanken

IKEA, Aldi, Lidl, Kaufland & Co.
und auch andere Märkte machen
es den E-Autofahrern leicht.



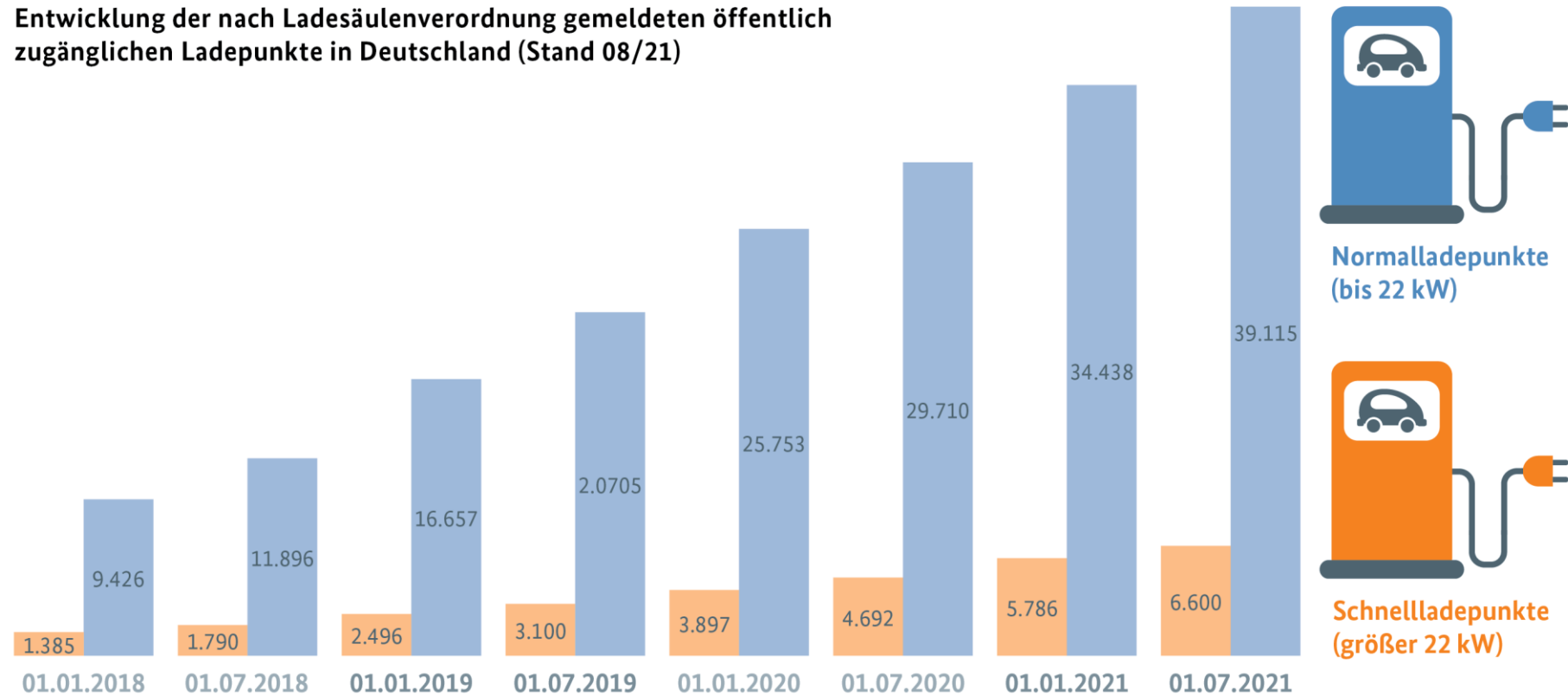
Dach mit 38 kW Solaranlage

EnBW Ladepark an der Autobahn A8 mit 8 Schnellladepunkten

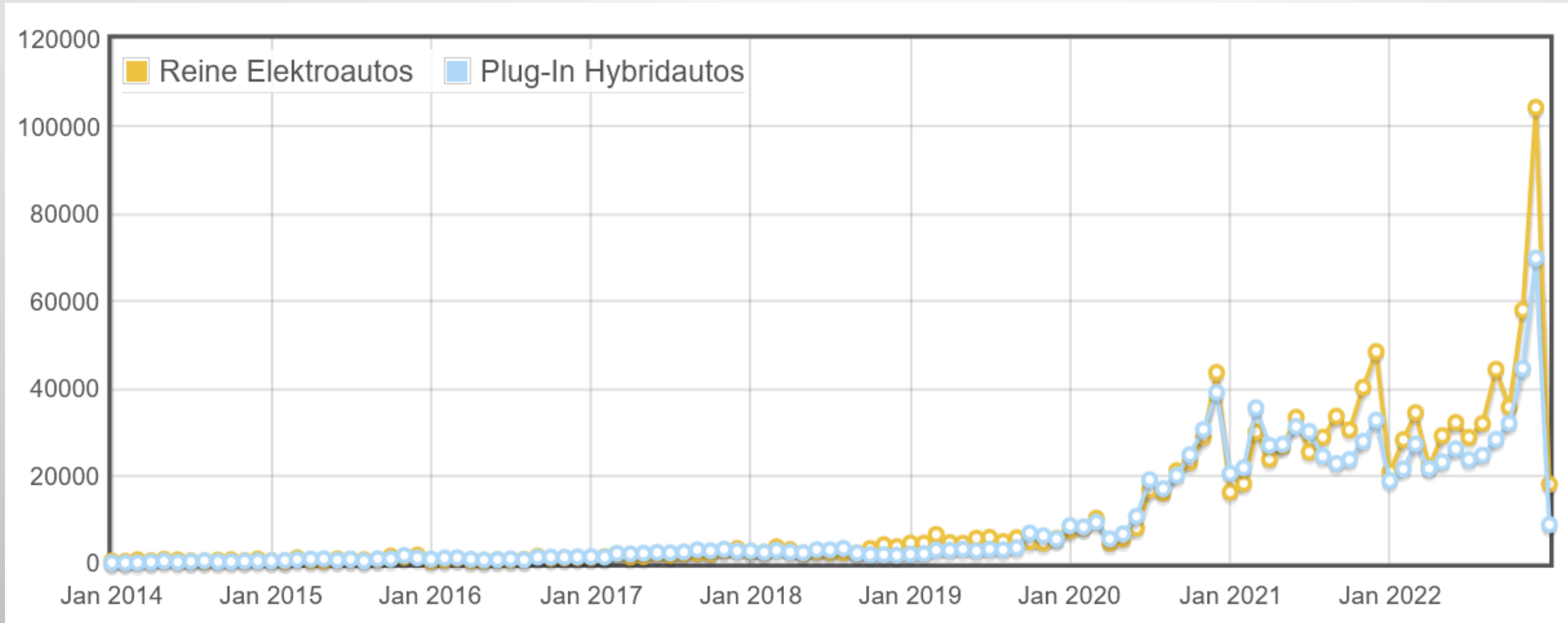
Kann mit bis zu **300 kW Ladeleistung** 100 Kilometer in fünf Minuten nachladen



Entwicklung der nach Ladesäulenverordnung gemeldeten öffentlich zugänglichen Ladepunkte in Deutschland (Stand 08/21)



Bundesnetzagentur meldet am **1. Februar 2022** in Betrieb
47.111 Normalladepunkte und **8.094 Schnellladepunkte**



Insgesamt wurden im Jahr 2022 2.651.357 Fahrzeuge zugelassen.
Davon waren 470.559 reine Elektroautos und 362.093 Plug-In Hybridautos.