

Elektrische Mobilität

Energieversorgung und Ladeinfrastruktur

Zukunftswerkstatt Automotive

Raffael Schwanninger

Schottkystrasse 10, 91058 Erlangen
Tel. +49 9131 761-551
raffael.schwanninger@fau.de
www.lee.tf.fau.de • www.iisb.fraunhofer.de



Netzagenturchef warnt vor Stromnetz-Überlastung durch Elektroautos und Wärmepumpen

Source: Merkur.de

Strom-Knappheit droht

Wird Elektroautos bald der Saft abgedreht?

Source: Focus

Elektroauto-Laden, Blackout, Stromsperre, knappe Energie

Wird bei Engpässen der Strom für Elektroautos gedrosselt?

Source: Autobild

Netzagentur für Rationierungen

Drohen Stromausfälle durch immer mehr Elektroautos?

Source: NTV

Elektroautos werden immer beliebter

Droht nun der Stromnetz-Kollaps?

Source: BILD

Wärmepumpen, Elektroautos, Solarspeicher

6+ Überlastet der Ökoboomb die Stromnetze?

Source: SPIEGEL

Ist das Stromnetz der E-Autos gewachsen?

Source: ENBW

Bislang keine Engpässe

Immer mehr E-Autos: Wie sehr belasten sie die Stromnetze?

Source: SWR

ENERGIEWENDE

E-Auto und Wärmepumpe: Droht dem Stromnetz der Kollaps?

Source: Berliner Morgenpost

Sorge vor Blackout: Erstes Land in Europa beschränkt Stromzufuhr für Elektroautos

Source: Frankfurter Neue Presse

Negativer Strompreis: Wer kann davon profitieren?

Source: BR24

Strompreise

Wieso Verbraucher am Wochenende Geld verdienen konnten

Source: Handelsblatt

INTERVIEW

«Es kommt eine Lawine an grünem Strom auf uns zu. Damit wird es mehr Stunden mit negativen Strompreisen geben»

Source: Neue Züricher Zeitung citing Manuel Frondel

Wegen ZU VIEL Windstrom!

Source: BILD

ZU VIEL WINDSTROM

Strompreise stürzen Heiligabend ins Negative

Source: FAZ

Energie

Negativer Strompreis: Wenn der Strom wertlos wird

Source: Badische Zeitung

ERNEUERBARE ENERGIEN

Wie Windradbetreiber Strafen wegen zu viel Strom entgehen

Source: Der Standard

Solarstrom und PV-Anlagen

Zu viel Solarstrom - Bayernwerk schaltet Solar-Anlagen ab

Source: agrarheute

Beispielrechnungen für 48 Millionen Elektroautos in Deutschland

Notwendige Energie um Fahrzeuge zu laden:

- Durchschnittliche Fahrleistung:
 $13.400 \frac{\text{km}}{\text{a}}$
- Typischer Verbrauch: $20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}}$
- Gesamtverbrauch: $129 \frac{\text{TWh}}{\text{a}}$
- Aktuelle Stromerzeugung: $515 \frac{\text{TWh}}{\text{a}}$
- Stromerzeugung aus EE: $268 \frac{\text{TWh}}{\text{a}}$

Ersetzen von Tankstellen durch Schnellladepunkte:

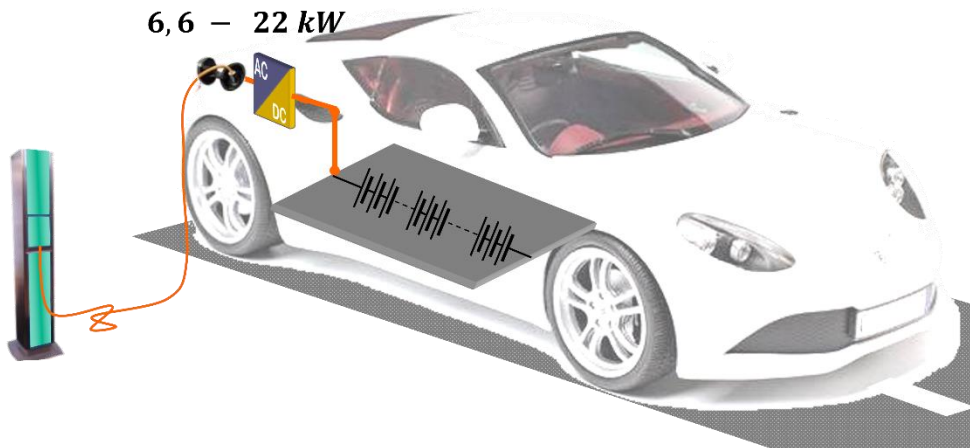
- 15.000 Tankstellen in Deutschland
- Ca. 8 Zapfsäulen pro Tankstelle
- Leistungsbedarf für 100 kWh in 6 Minuten: **1 MW**
- Gesamte Anschlussleistung: **120 GW**
- Aktuelle Netzleistung: **80 GW**

Wir haben kein Energieproblem! Aber haben wir ein Leistungsproblem?

Ladeinfrastruktur

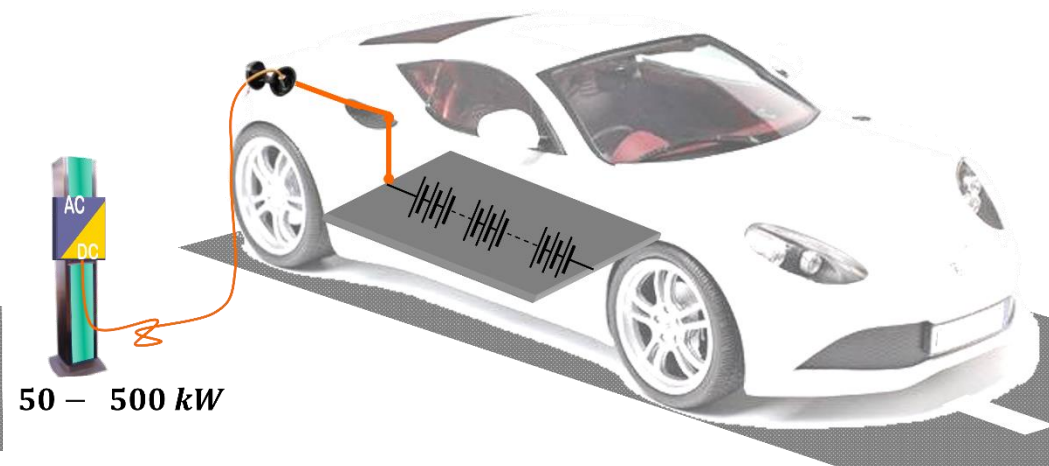
AC-Laden:

Laden erfolgt über den internen **On-Board-Charger** mit geringer Leistung.



DC-Laden:

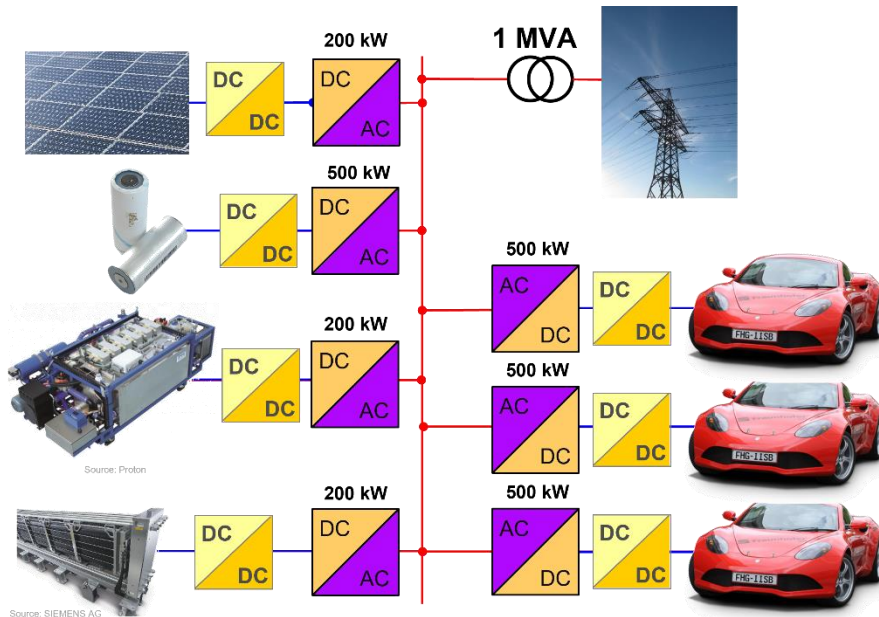
Das Laden erfolgt über ein **externes Ladegerät** mit höherer Leistung.



Integration von Speichern in Ladesäulen – AC oder DC-Netze?

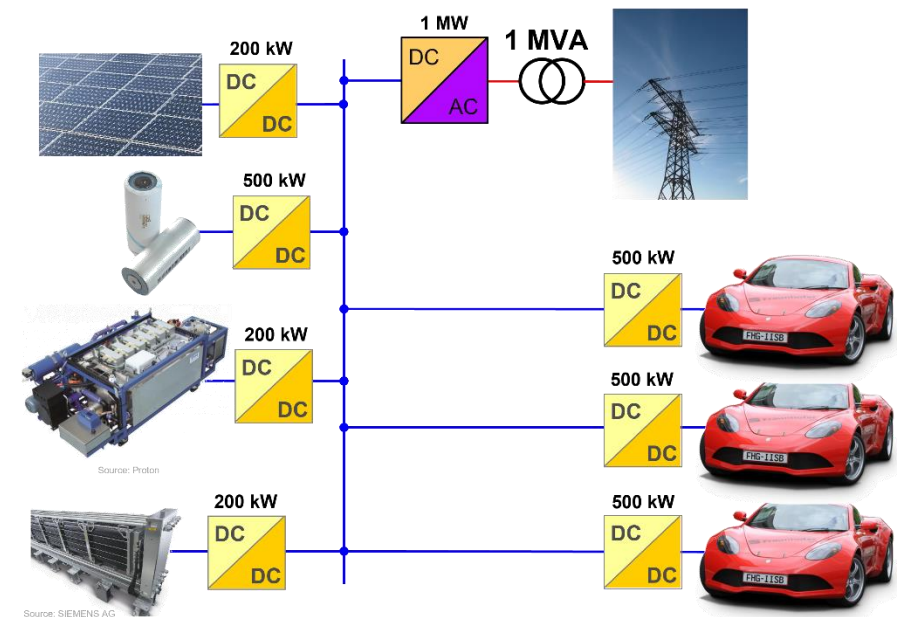
AC Netze:

Die **AC-DC Wandler** müssen für die maximale Leistung der Komponenten ausgelegt sein.

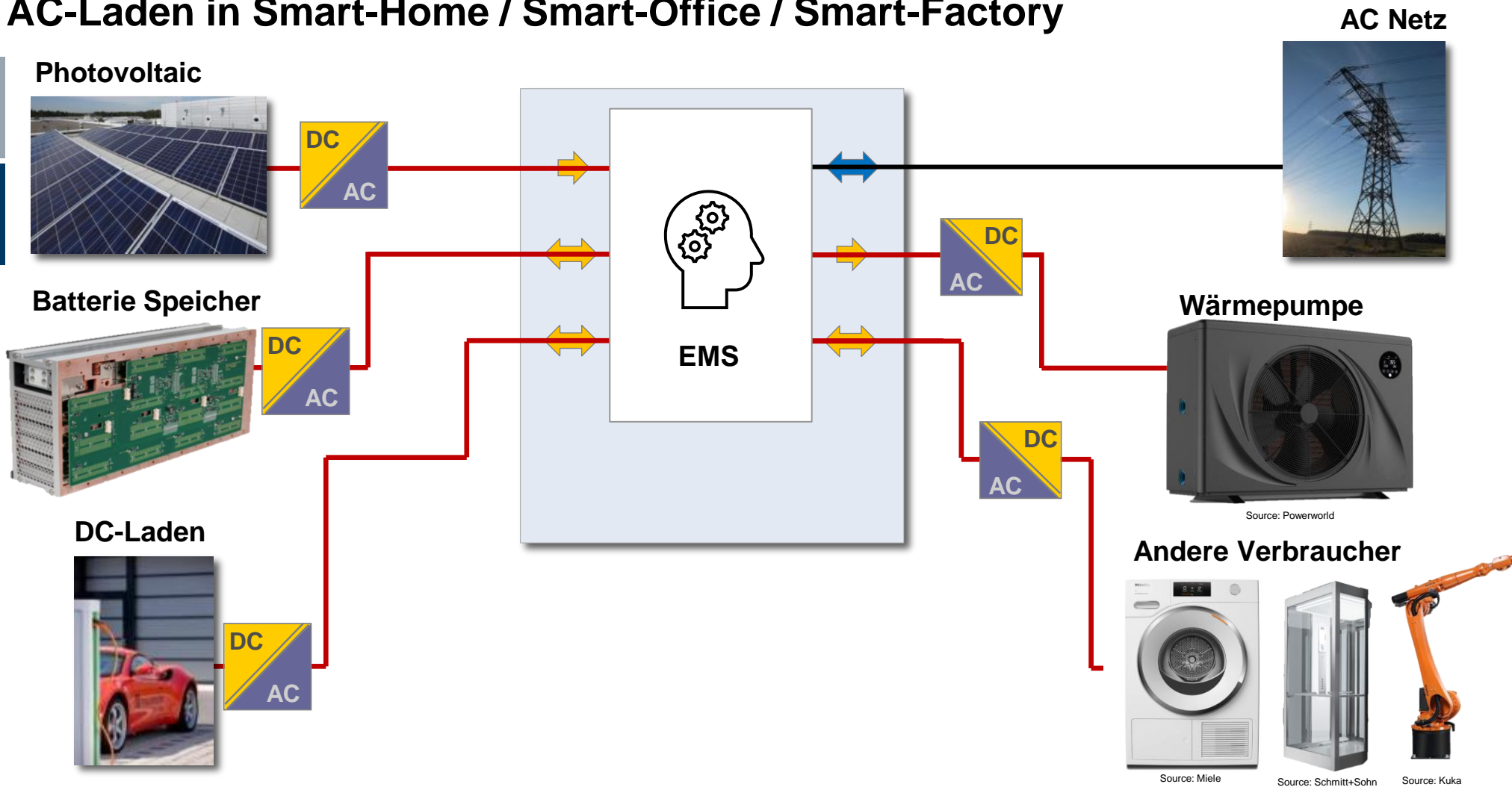


DC Netze:

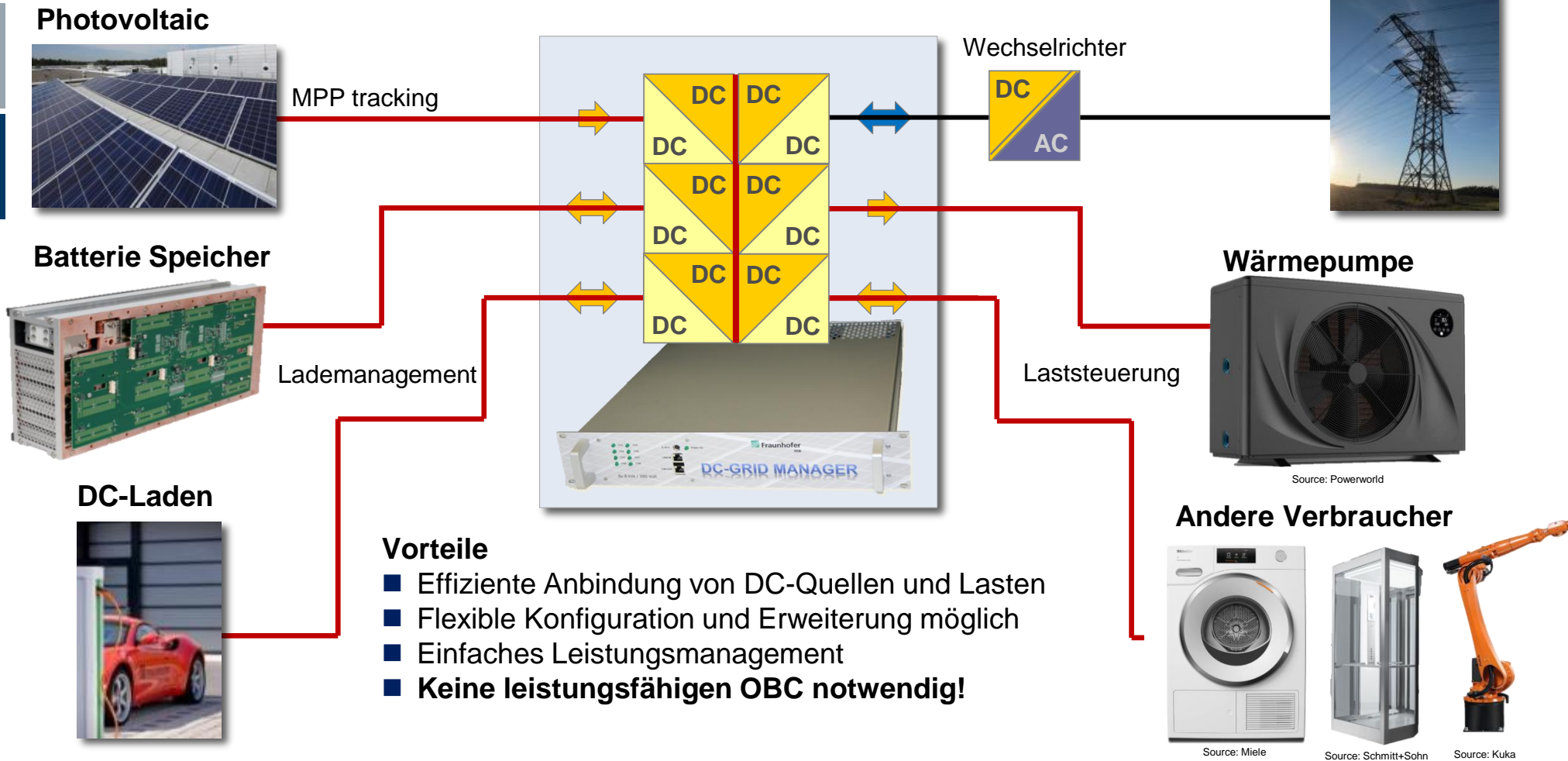
Der **AC-DC Wandler** kann für die maximale Anschlussleistung dimensioniert werden.



AC-Laden in Smart-Home / Smart-Office / Smart-Factory



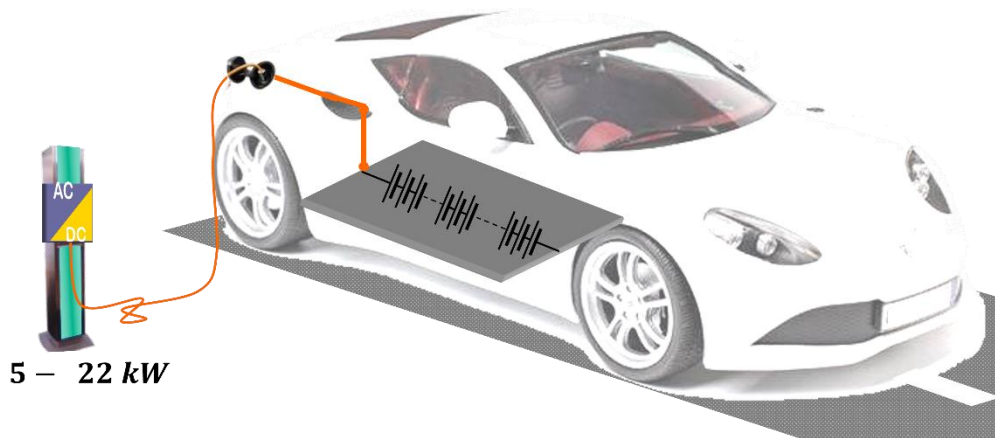
DC-Laden in Smart-Home / Smart-Office / Smart-Factory



Ladeinfrastruktur

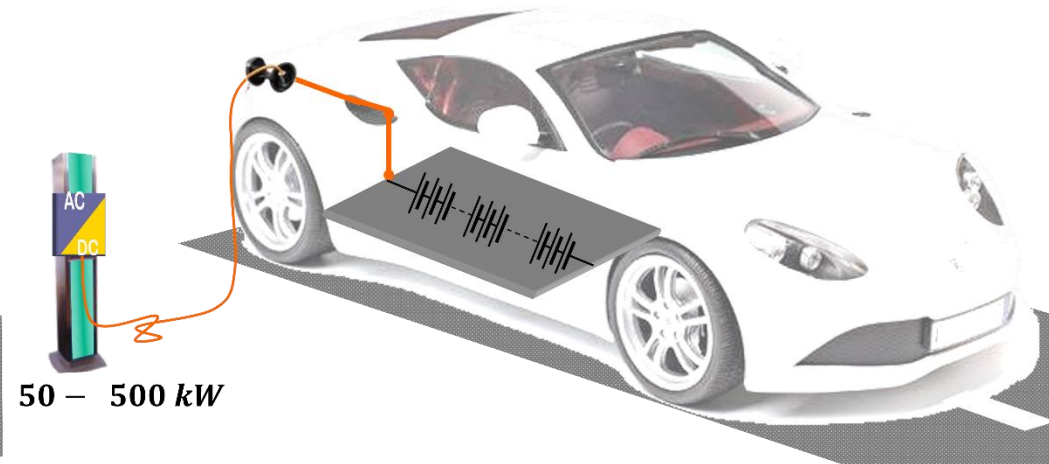
Low-Power-Charging:

Laden erfolgt über längeren Zeitraum mit geringer Leistung.



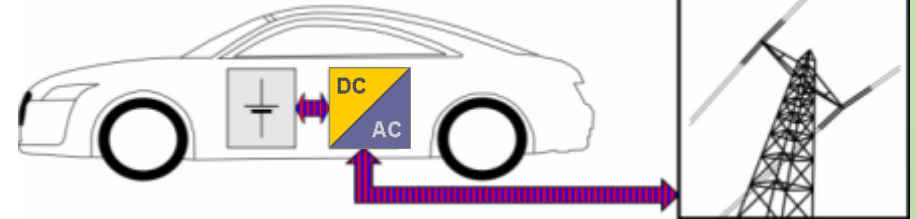
High-Power-Charging:

Laden erfolgt über kurzen Zeitraum mit hoher Leistung.

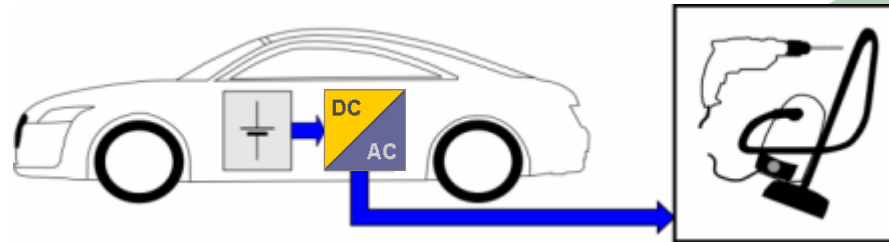


Funktionalitäten zwischen Fahrzeug und Netz

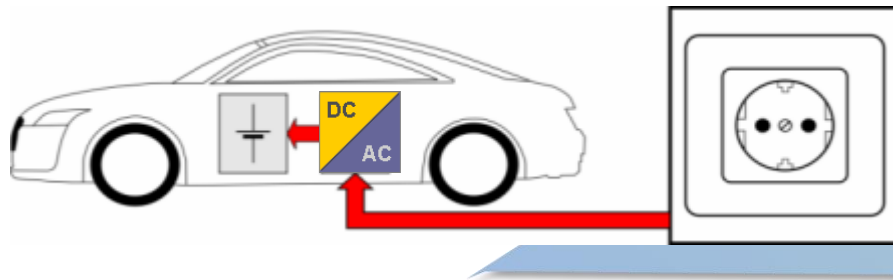
Netzurückspeisung von Energie (V2G)



Bereitstellung einer mobilen AC-Steckdose



Batterie Laden



Vehicle-to-Grid (V2G)

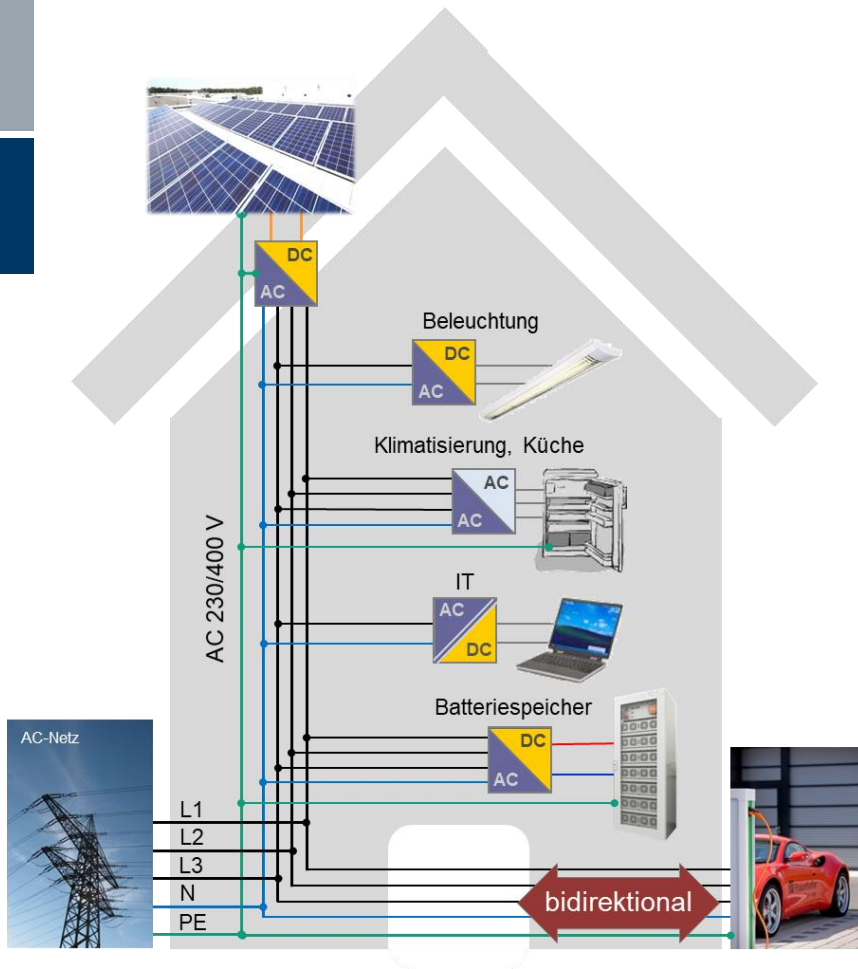


Pkw-Bestand in Deutschland: **48 Mio.**

- Wären dies 100% Elektroautos mit einer 100 kWh Batterie, stünden knapp **5 TWh** an Speicherkapazität auf unseren Straßen, mehr als das 100-fache aller Pumpspeicher!
- Wenn **10%** des Fahrzeugbestands **10%** ihrer Batteriekapazität zur Verfügung stellen, würde dies einer Regelleistung von knapp **25 GW** (der Leistung von 18 Atomkraftwerken) für **2 Stunden** entsprechen.
- Dazu ist lediglich eine bidirektionale Netzanbindung in der Leistungsklasse eines kleinen OBC (< 6 kW) erforderlich!



Elektrofahrzeuge als Energiespeicher im Netz



Macht das mit Blick auf die Batterielebensdauer überhaupt Sinn?

Eine 100 kWh Batterie mit 2.000 Ladevollzyklen bedeutet eine theoretische Fahrleistung von

$$\frac{100 \text{ kWh}}{20 \text{ kWh}/100 \text{ km}} \times 2.000 = 1.000.000 \text{ km}$$

- ↪ Es bleibt somit genügend Lebensdauer für andere Nutzungsszenarien als »nur« das Fahren!
- ↪ Kostensenkung durch Erhöhung des Eigenstromverbrauchs
- ↪ Notstromfunktionalität; Erhöhung der Netzresilienz
- ↪ Einnahmen über die Bereitstellung von Netzdienstleistungen

und im Sinne von Nachhaltigkeit:

- ↪ Eine regelmäßige Ladezustandsabsenkung kann die Lebensdauer von Li-Ion Batterien sogar verlängern!

Beispielrechnungen für 48 Millionen Elektroautos in Deutschland

Steuerbare Netzleistung:

- Speichergröße pro Fahrzeug: 100 kWh
- 10 % der Fahrzeuge stellen 10 % ihres Speichers bereit : **48 GWh**
- Leistung eines OBCs : > 6kW
- Gesamtleistung der Speicher: > **27 GW**

Ersetzen von Tankstellen durch Schnellladepunkte:

- 360 Autobahntankstellen in Deutschland
- 20 Ladepunkte pro „Tankstelle“
- Leistungsbedarf für 100 kWh in 6 Minuten: **1 MW**
- Gesamte Anschlussleistung: **7,6 GW**
- Aktuelle Netzleistung: **80 GW**

Wir haben kein Energieproblem und wir haben auch kein globales Leistungsproblem!

Die Integration von Fahrzeugen in das Stromnetz wird eine Herausforderung – aber es lohnt sich!

- Sicherung von Wertschöpfung und Arbeitsplätzen in Industrie und Handwerk
- Gratis Energiespeicher mit der Zusatzfunktion Transport
- Nutzung von „überschüssiger“ erneuerbarer Energie
- Langfristig deutlich reduzierte und stabile Energiekosten
- Dringend notwendiger Beitrag zum Klimaschutz
- Wichtiger Beitrag zur energetischen Unabhängigkeit Europas
- Sicherung des Industriestandorts Deutschland durch Export modernster, nachhaltiger Energietechnologien

Source: BILD