

eine Rückbesinnung auf die Elektromobilität. Neben Kleinserien- und Spezialfahrzeugen waren jedoch immer noch keine serientauglichen Fahrzeuge verfügbar. Erst mit Fahrzeugen wie dem Nissan Leaf, dem Renault Zoe oder auch dem BMW i3 kamen ab 2011 elektrisch angetriebene Serienfahrzeuge auf den deutschen Markt.

In der jüngsten Vergangenheit schien es zunächst, dass die Elektromobilität besonders in Deutschland einen falschen Weg einschlägt: Die meisten verfügbaren Elektroautos waren im Verhältnis zu ihren Verbrennerkollegen stark überteuert oder gar unerschwinglich. Zudem schien es, als ob man sich nur auf leistungsstarke SUV wie den Audi e-Tron oder den Mercedes EQC Elektro-SUV konzentrieren wolle.

Seit Mitte 2019 zeichnet sich jedoch mit Fahrzeugen wie dem Peugeot e-208, dem VW e-Up!, dem Skoda e-Citigo ab, dass die Autoindustrie die Kleinwagen und Mittelklassefahrzeuge auch in den Fokus ihrer Elektroauto-Strategien gerückt hat.

Es bleibt spannend, wie sich das automobiler Jahrzehnt weiterentwickelt, und ob das Elektroauto die Lösung aller automobilen Probleme ist oder nur der Zwischenstopp auf dem Weg zum Wasserstoff-Auto oder einer ganz neuen Antriebstechnologie sein wird.



Abb. 5: Die Zukunft? Mercedes EQ Showcar 2019

Foto: Dr. Christl

03 Elektrische Grundbegriffe

Beim Thema Elektromobilität kommt man um das Verständnis einiger elektrischer Grundbegriffe nicht herum, daher sind hier die wichtigsten Bezeichnungen aufgeführt:

- **Volt (V):** Die elektrische Spannung wird in Volt (V) angegeben.
- **Watt (W):** Watt ist in der Elektrik die Bezeichnung für die elektrische Leistung, die zu einem bestimmten Zeitpunkt durch ein Kabel fließt. Wegen der in der Elektromobilität üblichen Leistungen wird hier die Einheit **Kilowatt (kW)** verwendet. Ein Kilowatt entspricht 1.000 Watt.
- **Kilowattstunde (kWh):** Multipliziert mit der Zeit (h), in der diese Leistung abgegeben wird, ergibt sich daraus die Energiemenge kWh.
- **Ampere (A):** ist die Einheit für Stromstärke. Sie lässt sich berechnen, indem man die abgerufene Leistung durch die Spannung teilt, mit der diese Leitung abgerufen wird (Ampere = Watt/Volt).
- **SOC:** State-of-Charge, bezeichnet den Ladezustand einer Batterie, siehe auch Glossar.

Die **Leistung** eines Motors oder eines Ladegerätes wird in **kW** angegeben, die **Energiemenge**, welche ein Fahrzeugakku aufnimmt, in **kWh**.

04 Elektroautos und Varianten

Die Definition von Elektrofahrzeugen ist in Deutschland über das Gesetz zur Bevorzugung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge, kurz: Elektromobilitätsgesetz (EmoG) geregelt.

Mit Ausnahme der Variante „Hybrid“ handelt es sich bei allen nachfolgend beschriebenen Varianten definitionsgemäß um Elektrofahrzeuge.

Elektroauto (BEV)

Ein Elektroauto ist ein Fahrzeug, welches von einem Elektromotor angetrieben wird und seine Antriebsenergie ausschließlich aus einem Akkumulator (Antriebsbatterie) bezieht.

Die Antriebsbatterie wird hauptsächlich über einen externen Ladeanschluss geladen. Über die Rekuperation⁴⁶ kann der Elektromotor bei allen Varianten der hier beschriebenen Fahrzeuge auch als Generator dienen. Hierdurch wird die Bremsenergie in Strom für den Akkumulator umgewandelt.

Die internationale Abkürzung für ein Elektroauto lautet BEV (Battery Electric Vehicle).

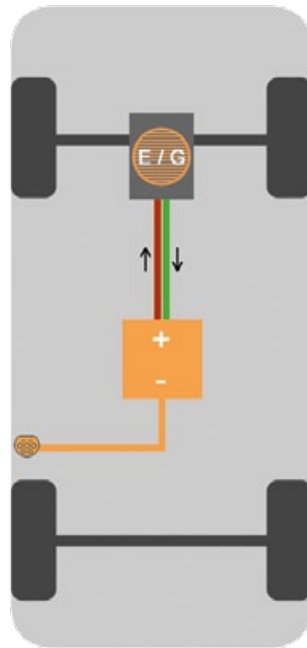


Abb. 6: Elektroauto
Grafik: Wolfgang Wieduwild

⁴⁶ Rückgewinnung von Bremsenergie, siehe Glossar

Serieller Hybrid (auch Elektroauto mit Range Extender)

Bei dieser Sonderform des Elektroautos erfolgt der Antrieb des Fahrzeuges ausschließlich über den Elektromotor. Das Fahrzeug verfügt jedoch über einen Verbrennungsmotor, welcher aber nicht zum Antrieb des Fahrzeuges verwendet wird, sondern nur zur Reichweitenerhöhung zugeschaltet werden kann und so als Generator den für den Fahrbetrieb nötigen Strom erzeugt. Der Verbrennungsmotor wird hierbei in einem optimalen Drehzahlbereich mit höchstmöglicher Effizienz betrieben. Auch hier ist Energierückgewinnung durch Rekuperation möglich.

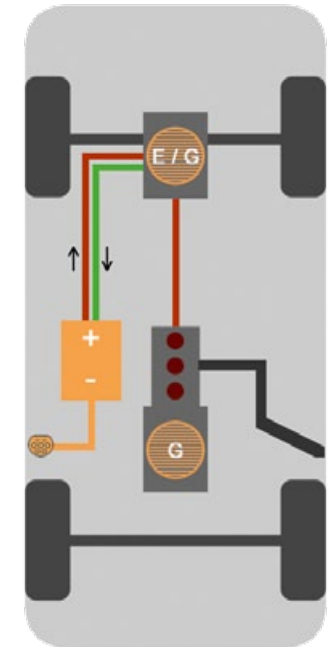


Abb. 7: Serieller Hybrid
Grafik: Wolfgang Wieduwild

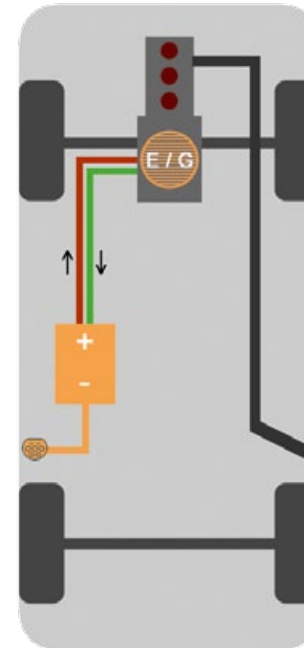


Abb. 8: Plug-in-Hybrid
Grafik: Wolfgang Wieduwild

Plug-in Hybrid (PHEV)

Ein Plug-in-Hybrid verfügt sowohl über einen Elektromotor als auch über einen Verbrennungsmotor. Während der elektrische Antrieb für kürzere Strecken genutzt werden kann, sorgt der Verbrennungsmotor dafür, dass Langstrecken problemlos absolviert werden können. Der Akku des Elektromotors kann sowohl über die Steckdose als auch im Fahrbetrieb über den Verbrennungsmotor aufgeladen werden. Wie bei den zuvor beschriebenen Varianten ist auch hier Rekuperation verfügbar.

Dem Vorteil der variablen Nutzungsmöglichkeit eines PHEV-Fahrzeuges stehen jedoch durch die zwei Antriebssysteme höhere Kosten des Fahrzeuges, ein höheres Fahrzeuggewicht und

08

Arten der Ladeinfrastruktur

Die Ladeinfrastruktur wird in drei Gruppen unterteilt:

Private Ladeinfrastruktur

Als privat werden Ladepunkte bezeichnet, welche sich auf Privatgrund befinden und nur dem jeweiligen Nutzer oder einem Unternehmen, ggf. auch den Mitarbeitern oder Kunden des jeweiligen Unternehmens zur Verfügung stehen.

Halböffentliche Ladeinfrastruktur

Halböffentliche Ladeinfrastruktur ist in der Regel auf privat bewirtschafteten Grundstücken wie Parkplätzen oder Tiefgaragen von Hotels, Einkaufszentren, Supermärkten o.ä. zu finden, der Zugang ist durch Schranken, Poller oder Beschilderung ausdrücklich auf die Klientel des jeweiligen Betreibers begrenzt. Die Autorisierung erfolgt in der



Abb. 26: Ladesäule im halböffentlichen Raum
Foto: Wolfgang Wieduwild

Regel lokal vor Ort (entweder über Kunden-App, Hotelempfang, Supermarktinformatio o.ä.). Bei Installation und Betrieb ist die Ladesäulenverordnung zu berücksichtigen.

Öffentliche Ladeinfrastruktur

Um eine öffentliche Ladeinfrastruktur handelt es sich, wenn die Ladeeinrichtung für jedermann uneingeschränkt zugänglich ist. Dieses gilt auch, wenn sie sich auf Privatgrund befindet.

Die meisten Förderprogramme zur Elektromobilität fördern nur öffentliche Ladeinfrastruktur. Diese muss nach den Definitionen von § 2 Absatz 9 der Ladesäulenverordnung (LSV) das ganze Jahr über rund um die Uhr uneingeschränkt zugänglich sein.



Abb. 27: Eine vorbildliche Stellplatzmarkierung

Foto: Wolfgang Wieduwild

verlassen und welche Reichweite sie für die weiteren Fahrten benötigen. Hierzu können beispielsweise auch Mobilitätsanalysen aus elektronischen Fahrtenbüchern erstellt werden.

Mittels Priorisierung können so beispielsweise Fahrzeuge, welche den Standort nach relativ kurzer Standzeit wieder verlassen, mit einem höheren Ladestrom versorgt werden als Fahrzeuge, welche ggf. noch längere Zeit parken und/oder im Anschluss weniger Reichweite benötigen. Auch ist eine Bevorzugung bestimmter Fahrzeuggruppen denkbar, die nach Anmeldung am System automatisch den höchstmöglichen Ladestrom abrufen können.

Die Zahl der Ladepunkte sollte sich nach der Anzahl der vorhandenen und/oder prognostizierten Fahrzeuge mit Elektroantrieb im Fuhrpark orientieren. Ihre Ausrüstung sollte sich nach den zu ladenden Fahrzeugen und an den zu erwartenden verfügbaren Ladezeiten orientieren.

Die Ladestrategien im Unternehmen sollten in jedem Fall darauf ausgerichtet sein, möglichst regenerative Energien zu nutzen. So kann z.B. ein Solarcarport, idealerweise in Verbindung mit einem stationären Batteriespeicher, dazu beitragen, Lastspitzen im Unternehmen zu vermeiden.



Abb. 39: Solarcarport autark mit externem Batteriespeicher
Fotos: Wolfgang Wieduwild



Vehicle-to-Home und Vehicle-to-Grid

Mit Vehicle-to-Home (V2H) und Vehicle-to-Grid (V2G) wird das sogenannte bidirektionale Laden bezeichnet.

Das Elektroauto kann mit dieser Technologie über eine spezielle Wallbox oder Ladestation Strom aus dem Stromnetz oder einer Photovoltaik-Anlage beziehen oder auch Strom in das Stromnetz oder die Hauselektrik einspeisen. So kann eine geladene Fahrzeugbatterie Strom an die Hauselektrik abgeben, wenn im Haus ein größerer Stromverbraucher, wie z.B. eine Waschmaschine, aktiv wird (Vehicle-to-Home).

Es wäre auch möglich, kurzfristig Strom in das lokale Stromnetz einzuspeisen und dieses z.B. bei auftretenden Spannungsspitzen zu entlasten (Vehicle-to-Grid). Während zurzeit nur einige japanische Fahrzeuge wie der Nissan Leaf, welche mit einem CHAdeMO Gleichstrom-Ladegerät ausgerüstet sind, bidirektionales Laden ermöglichen, wird diese Technologie zukünftig auch bei Fahrzeugen mit CCS-Lademöglichkeit zum Einsatz kommen.

In Dänemark ist bereits seit 2016 die weltweit erste Vehicle-to-Grid Testflotte im Einsatz⁹⁰.

Einige Marktteilnehmer sehen die Vision von V2H und V2G kritisch, da zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht klar ist, ob und in welchem Umfang die durch das Laden, Rückspeisen und erneutes Laden stattfindenden Ladezyklen die Lebensdauer der Batterien beeinträchtigen.



Abb. 40: Ladesäule für Vehicle to Grid (V2G)

Foto: Wolfgang Wieduwild

⁹⁰ <https://ecomento.de/2016/09/05/erste-gewerbliche-elektroauto-vehicle-to-grid-flotte-am-netz/>