

Aufladen mit Wechselstrom ist die meist angewandte Lademethode und kommt dort zum Einsatz, wo genügend Zeit zur Verfügung steht. Das Laden erfolgt mit einem Kabel. Die längere Ladezeit ist auf die begrenzte Leistung der AC-Ladeeinrichtung zurückzuführen. Eine weitere Möglichkeit wäre das induktive Laden. Diese Technologie befindet sich aber in der Entwicklungsphase und lässt somit noch auf sich warten. Im Moment steht das konduktive Laden im Vordergrund. Dazu werden ein Ladekabel und eine Steckdose benötigt. Da in jedem Haushalt wechselstrombetriebene Steckdosen installiert sind, lässt sich schnell eine Lademöglichkeit finden. Da die Hochvoltbatterie mit Gleichstrom betrieben wird, muss jedoch die Spannung noch angepasst und gleichgerichtet werden. Dazu wird ein On-board-Charger benötigt. Daraus folgt eine Kostenverschiebung von der externen Ladestation zur Fahrzeugseite.

AC-Ladung

Im privaten Bereich kommen die Steckdose Typ 13, die Wallbox und die Industriesteckdose CEE16 (rot) zum Einsatz. Um das Zusammenwirken der Komponenten der Ladevorrichtung besser zu verstehen, müssen Kenntnisse zur Netzinstallation (Hausnetz) vorhanden sein. Vom Stromverteiler gehen die Installationskabel zu den Verbrauchern, z.B. Wallbox und Steckdosen. Je nach Verbraucher sind drei oder fünf mit PVC isolierte Kupferadern eingelegt. Für einen 230-V-Anschluss benötigt es drei Adern und für einen 400-V-Anschluss fünf Adern. Der Querschnitt einer Kupferader wird durch den maximal zulässigen Strom bestimmt. Zuletzt wird jeder einzelne Stromkreis abgesichert.



Steckdose 13:
Kurzzeitiger Aussenleiterstrom: 10 A. Bei langem Strombezug 80 % davon.

Mit der Haushaltsteckdose Typ 13 ist der Ladestrom bei Langzeitbelastung auf 8 Ampère begrenzt und somit auf 80 % des maximal zulässigen Stromes beschränkt. Bei dieser Ladungsart benötigt es viel Zeit z.B. in der Nacht. Bei dieser Ladung ergibt es bei Dauerbetrieb eine Ladeleistung von 1.84 kW. Die folgende Formel führt zum Resultat.

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I$$

$$P = 230 \text{ V} \cdot 8 \text{ A} = 1840 \text{ W} = 1.84 \text{ kW}$$

P : Leistung in Watt
 I : maximal zulässiger Strom in Ampere
 U_{eff} : effektive Spannung in Volt

In vielen Unterlagen wird der Wert von 2.3 kW aufgeführt, was also bei längerer Ladung nicht korrekt ist.



Steckdose CEE16:
Langfristiger Aussenleiterstrom: 16 A. Bei entsprechender Zuleitungsauslegung bis 32 A.

Wird über die Industriesteckdose CEE16 geladen, so ist der maximale Strom normalerweise auf 16 Ampère beschränkt und die Spannung beträgt 400 Volt. Das Ladekabel kann direkt am Stecker angeschlossen werden. Somit ergibt sich eine Ladeleistung von ca. 11 kW. Die folgende Formel führt zum Resultat.

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I \cdot \sqrt{3}$$

$$P = 400 \text{ V} \cdot 16 \text{ A} \cdot \sqrt{3} = 11085.17 \text{ W} \approx 11 \text{ kW}$$

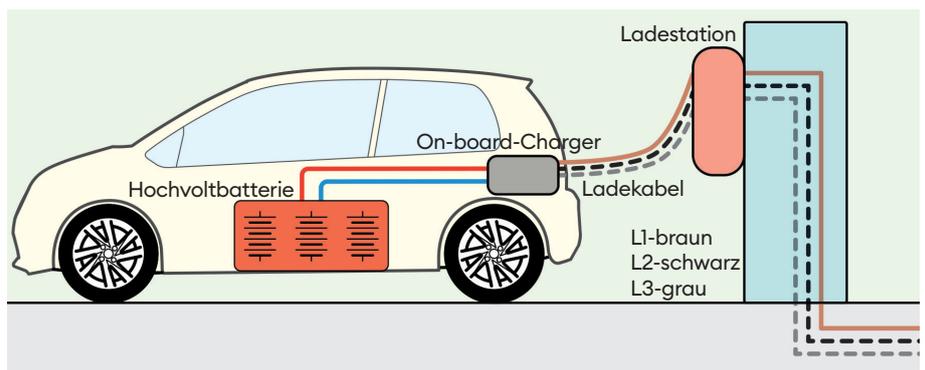
P : Leistung in Watt
 I : maximal zulässiger Strom in Ampere
 U_{eff} : effektive Spannung in Volt

Bei der Netzinstallation wird ein dreiphasiges Kabel benötigt und beim Drahtquerschnitt werden 6 mm² empfohlen. Je grösser der Querschnitt des Drahtes, desto geringer ist die Erwärmung und der Spannungsabfall.



Wallbox:
Die Wallbox befindet sich zwischen der Hausinstallation und dem Fahrzeug. Über sie kann der maximale Ladestrom in der Regel eingestellt werden.

Im privaten Bereich werden meistens Wallboxen mit einer Ladeleistung von ca. 11 kW fest installiert. Die Bedingungen für die Netzinstallation sind gleich wie bei der Steckdose CEE16.



Einphasiges Laden bei einer dreiphasigen Ladevorrichtung

Die Wallbox ermöglicht es, mit dem grösstmöglichen Strom zu laden, ohne dabei die Netzinstallation oder die Ladevorrichtung im Fahrzeug zu überlasten. Ist das Ladekabel am Fahrzeug angeschlossen, so wird es von beiden Seiten erkannt. Danach gibt die Schalteinheit der Wallbox den entsprechenden Ladestrom frei. Die Verwendung dieser Ladestation ist deswegen ein Garant für ein zügiges Laden.

Wird eine Wallbox mit einer Ladeleistung von 22 kW installiert, so fliesst bei 400 Volt ein maximaler Strom von 32 Ampere. Der Leiterquerschnitt des Drahtes beträgt dann 16 mm².

Wichtig: Ladestationen müssen von einem Fachmann eingebaut und dem Verteilernetzbetreiber gemeldet werden.

Eine Ladeleistung von grösser als 22 kW ist nach der EU-Richtlinie 2014 / 94 / EU «Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe» eine Schnellladung. Ladeleistungen bis 22 kW werden als Normalladungen klassifiziert.

Schnellladeleistung von AC 43 kW findet man bei öffentlichen Ladestationen vor.

Zusammengefasst: Das elektrische Laden dauert viel länger als das klassische Tanken. Deshalb soll nachts zuhause oder tagsüber während der Arbeit schonend die Batterie geladen werden. Turbo-Ladestationen an öffentlichen Ladepunkten dienen vorwiegend zur Erhöhung der Reichweite. Der Energieinhalt einer Batterie (kWh) dividiert durch die Ladeleistung der Ladevorrichtung ergibt die theoretische Ladezeit. Dabei wird der Wirkungsgrad vernachlässigt.

Schiefast / Unsymmetrie

Es besteht die Möglichkeit, dass dreiphasig angeschlossene Ladevorrichtungen nur einphasig eingesetzt werden. Dies hat zur Folge, dass die Phasen des Versorgungsnetzes unterschiedlich belastet werden. Daraus folgt die sogenannte Schiefast, auch Unsymmetrie genannt. Beim VSE (Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen) wird in den «Werkvorschriften CH» unter dem Punkt 1.6 Folgendes festgehalten:

Bei einer einphasigen Ladung darf der Wert 3.6 kW und somit ein Ladestrom von 16 Ampere nicht überschritten werden.