

Grundlagen

Bei den herkömmlichen Lademethoden benötigt man immer ein Kabel (konduktives Laden) und einen Abstellplatz für das Fahrzeug. Dazu muss der Stecker der Ladestation auch noch zum Fahrzeug passen. Wenn es möglich wäre, das Fahrzeug einfach auf einem Parkplatz abzustellen und es wird kabellos geladen, dann hätte man einen zusätzlichen Gewinn an Komfort. Ein weiterer Schritt nach vorne wäre es, wenn der Ladevorgang sogar während der Fahrt möglich würde.

Eine Methode, welche solche Szenarien ermöglicht, ist das induktive Laden. Diese Variante kennt man bereits von elektrischen Zahnbürsten oder Mobiltelefonen. Man legt das Gerät nur auf die dafür vorgesehene Ladestation und das Laden beginnt, ohne dass ein Ladekabel verwendet werden muss. Was für kleine Handgeräte möglich ist, soll bald auch für Elektrofahrzeuge grossflächig möglich sein. Bisher gibt es nur einzelne solche Lademöglichkeiten zu Testzwecken.

Funktionsprinzip

Wie der Bezeichnung bereits zu entnehmen ist, beruht diese Ladevariante auf dem Prinzip der Induktion. Dabei werden Leiter (Spulen) von magnetischen Feldern geschnitten und erzeugen eine Spannung. Nach diesem Prinzip funktionieren z.B. Transformatoren. In Bild 1 ist der vereinfachte Aufbau eines induktiven Ladegerätes dargestellt.

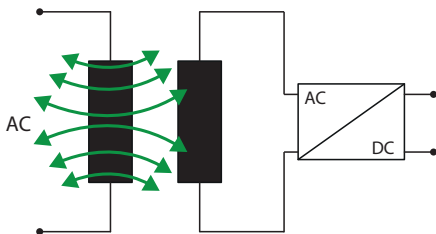


Bild 1: Induktives Ladesystem

Dabei wird eine Spule mit Wechselstrom versorgt und somit ein wechselndes Magnetfeld erzeugt. Man benötigt Wechselstrom, da Spannung nur induziert wird, wenn sich der magnetische Fluss verändert (vgl. Beitrag: E-Maschinen, Energiewandler). Bei Gleichstrom würde sich das Magnetfeld nur beim Ein- und Ausschalten ändern, da hier der Strom immer konstant ist. Bringt man eine zweite Spule in die Nähe des Wechselfeldes, so wird in dieser eine Spannung induziert. Die durch Induktion erzeugte Spannung ist ebenfalls eine Wechselspannung. Um damit einen Akku zu laden, muss diese zuerst gleichgerichtet werden. Beim Vorgang der Induktion darf der Abstand der beiden Spulen nicht zu gross sein. Je nach System muss das zu ladende Gerät auch genau platziert werden. Neben der beschriebenen induktiven Kopplung gibt es auch die resonante Kopplung. Bei dieser werden zusätzlich Kapazitäten zu den Spulen eingebaut. Dadurch entsteht

ein sogenannter Schwingkreis. Ein Vorteil dieser Variante ist der höhere Strom, der im Schwingkreis möglich ist.

Um den Stromverbrauch zu senken, wird das Magnetfeld nur erzeugt, wenn eine Empfängerspule zum Laden vorhanden ist. Dazu sendet die Sendespule ein Signal aus, welches dazu dient, eine Empfängerspule zu erkennen.

Untersuchungen beim Laden von Mobiltelefonen betreffend des Wirkungsgrades haben beim induktiven Laden einen um ca. 10% schlechteren Wirkungsgrad im Vergleich zum Laden per Kabel ergeben. Ein Grund dafür ist, dass beim erzeugten Signal zur Detektion einer Empfängerspule das Magnetfeld immer aufgebaut werden muss. Erste Studien gehen davon aus, dass man beim Laden von Elektrofahrzeugen von ähnlichen Wirkungsgraden ausgehen kann. Der Well-to-Wheel-Wirkungsgrad liegt beim induktiven Laden bei ca. 27%.

Selbstständiges Laden

In Bild 2 ist der grundsätzliche Aufbau für das Laden eines Fahrzeuges dargestellt. Unter der Fahrbahn muss sich eine Spule befinden, welche an das lokale Stromnetz angeschlossen ist. In dieser wird das benötigte Magnetfeld erzeugt. Als Gegenstück benötigt das Fahrzeug eine Empfängerspule, um mit dem Magnetfeld eine Spannung zu erzeugen. Diese Spannung wird anschliessend zum Laden der Batterie verwendet. Das Laden kann stationär erfolgen, z.B. wenn das Fahrzeug parkiert ist, oder es ist auch möglich, das Fahrzeug während der Fahrt aufzuladen.

Solche Systeme gibt es z.B. seit 2019 in Köln und seit 2020 in Oslo. Dort wurden Standplätze für Taxis mit diesem System ausgerüstet. Dabei ist es möglich, innerhalb von fünf Minuten eine Reichweite von bis zu 30 km zu erreichen. Im Moment sind Ladeleistungen bis zu 11 kW möglich, in Zukunft sollen es bis zu 22 kW sein.

Herausforderungen

Die grosse Herausforderung beim induktiven Laden ist das Bereitstellen der notwendigen Infrastruktur. Man kann nicht einfach ein Kabel verlegen, sondern man muss Eingriffe an der Fahrbahn und Parkplätzen vornehmen. Dies ist mit hohen Kosten verbunden und benötigt eine

durchdachte Finanzierung. Dazu müsste man auch ein neues Bezahlssystem einführen, da beim Aufladen während der Fahrt keine Anmeldung wie an einer Ladesäule möglich ist. Für die Funktion ist es wichtig, dass der Abstand und die Positionierung der Sende- und Empfängerspulen korrekt sind. Sollte es hier Abweichungen geben, nimmt die Effizienz sofort ab oder das Laden wird dann sogar verunmöglicht. Auf diesen Umstand ist bei der Entwicklung das Hauptaugenmerk gerichtet. Im Moment gibt es noch keinen verbindlichen Standard für solche Ladelösungen, somit besteht die Gefahr von verschiedenen Insellösungen, welche vielleicht untereinander nicht kompatibel sind. Bei der Entwicklung müssen die bereits vorhandenen Vorschriften bezüglich der Wirkung auf Lebewesen eingehalten werden. Es darf keine Störungen z.B. bei Herzschrittmachern hervorgerufen werden. Diese Vorschriften existieren bereits für alle induktiven Ladegeräte auf dem Markt.

Vorteile

Im Vergleich zum kabelgebundenen Laden bietet das induktive Laden zahlreiche Vorteile. Da es völlig kontaktlos funktioniert, ist kein Nutzereingriff mehr nötig. Dadurch sind auch keine Fehlbedienungen mehr möglich und die Sicherheit nimmt zu, da es berührungssicher und potentialfrei ist. Auf öffentlichen Plätzen besteht keine Gefahr von Vandalismus, da keine Ladestation vorhanden ist. Den grössten Vorteil bietet das induktive Laden während der Fahrt. Sollte dies einmal auf den Hauptverkehrsachsen eingesetzt werden, eröffnen sich viele neue Möglichkeiten. Das Problem der Reichweite wäre nahezu gelöst. Man müsste bei leerer Batterie nicht mehr eine Ladestation suchen und warten, bis die Batterie wieder geladen ist. Ab einem bestimmten Ladezustand würde die Batterie während der Fahrt wieder geladen. Dazu könnte man die Baugrösse der Batterien reduzieren und Rohstoffe sparen. Es wäre nicht mehr nötig, die Batterien zu vergrössern, um mit mehr Kapazität die Reichweite zu erweitern. Mit dem eingesparten Gewicht könnte man auch Energie sparen. Blickt man noch etwas weiter in die Zukunft, so könnte man mit dem System auch Daten übertragen, welche als Kommunikation beim autonomen Fahren dienen könnten.

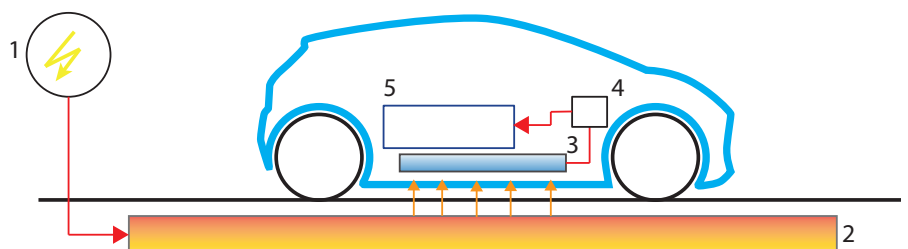


Bild 2: Induktives Laden für Elektrofahrzeuge

1: Stromversorgung
4: Steuerungseinheit

2: Sendespule unter der Fahrbahn
3: Empfängerspule im Fahrzeug
5: Hochvoltbatterie