

1 3D-CAD-Grafik des Gesamtsystems.

## BIDIREKTIONALES INDUKTIVES ENERGIEÜBERTRAGUNGSSYSTEM FÜR ELEKTROFAHRZEUGE

### Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität

Bauweisen und Infrastruktur  
Sprecher:  
Dr.-Ing. Bernhard Budaker

Kontakt:  
PD Dr.-Ing. habil. René Marklein  
Fraunhofer IWES

Telefon +49 561 7492-282  
Telefax +49 561 7492-200  
rene.marklein@iwes.fraunhofer.de

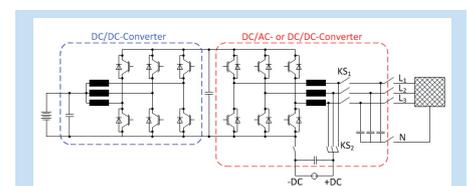
www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/wpt

### Bidirektionales multifunktionales Gesamtkonzept

Der Institutsteil Energiesystemtechnik des Fraunhofer IWES in Kassel entwickelt und optimiert bidirektionale berührungslose, induktive und kabelgebundene Energieübertragungssysteme für Elektrofahrzeuge. Im Sinne eines bidirektionalen multifunktionalen Gesamtkonzeptes wird das ein- und dreiphasige kabelgebundene und das einphasige berührungslose induktive Laden unterstützt. Eine multifunktionale Realisierung hat wesentliche Vorteile bei der Auswahl der Leistungshalbleiter, Konzeption der Kühlung sowie der Selektion der passiven Bauelemente als auch der Mess- und Regelsysteme. Es erlaubt eine Kosten-, Volumen- und Gewichtsreduktion des Gesamtsystems im Vergleich zu herkömmlichen Topologien mit vergleichbarer Flexibilität in Bezug auf die Wahl des Netzanschlusses oder der Option der Netzurückspeisung.

### Multifunktionales Ladegerät

Der multifunktionale Systemansatz erlaubt einen bidirektionalen Energiefluss, d. h. den Ladebetrieb und die Netzurückspeisung. Diese Funktionalität wird durch das multifunktionale Ladegerät bereitgestellt. Im dreiphasigen Betriebsmodus wird eine B6-Brücke und somit alle Komponenten verwendet. Im Gegensatz dazu werden im einphasigen Betriebsmodus nur zwei der drei Halbbrücken der B6-Brücke als sogenannte H-Brücke betrieben. Für den berührungslosen induktiven Betrieb wird je nach übertragener Leistung die Anzahl an Halbbrücken bestimmt.



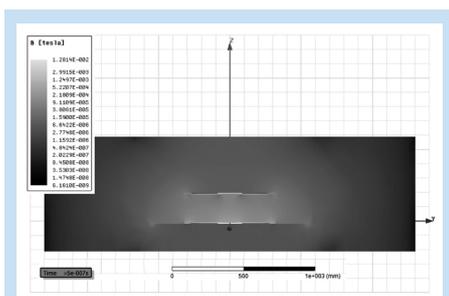
Schema des multifunktionalen Ladegerätes.



3

### Spulensystem für die berührungslose induktive Energieübertragung

Das bidirektionale induktive Energieübertragungssystem setzt sich aus den folgenden Systemkomponenten zusammen: Spulensystem mit kapazitiver Kompensation, flexibler Resonanzübertrager und einer Leistungselektronik in bidirektionaler Konfiguration. Das Spulensystem erzeugt das elektromagnetische Feld zur berührungslosen induktiven Energieübertragung. Es besteht aus zwei Spulensystemen, einem primären Spulensystem, welches in der Regel in den Parkplatz oder Garagenboden eingebettet wird und einem sekundären Spulensystem, das an der Unterseite des Fahrzeugs montiert bzw. im Unterboden integriert ist. Das Spulensystem bildet ein Antennensystem, welches im reaktiven Nahfeld primär induktiv gekoppelt ist und das »Herz« des berührungslosen Energieübertragungssystems darstellt. Mit einer sogenannten Doppel-D-Spulenkonfiguration erzielt man bei einem Luftspalt von 20 cm ein Kopplungsfaktor von bis zu 0,33. Der Wirkungsgrad des Systems im Nennlastbetrieb von 3,3 kW bei



Simulierte Feldverteilung der magnetischen Flussdichte des Doppel-D-Spulensystems.

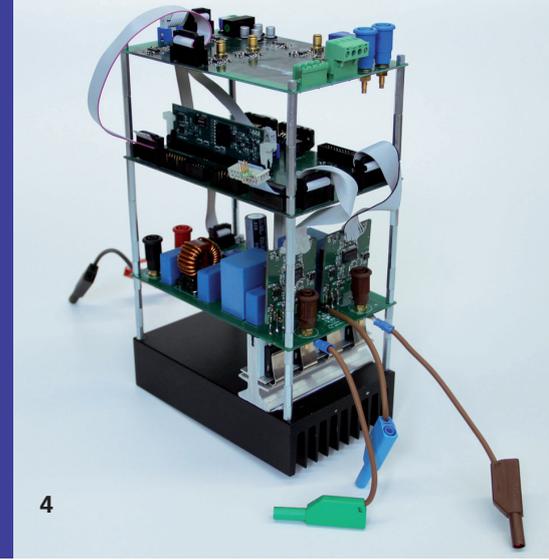
einer Übertragungsfrequenz von 140 kHz liegt bei einem Luftspalt von 20 cm bei ca. 95 % und durch eine speziell angepasste Regelung erreicht man sogar über den gesamten Lastbereich einen Wirkungsgrad von über 90 %.

### EMV und EMVU

Das Fraunhofer IWES legt besonderen Wert auf die elektromagnetische Verträglichkeit derartiger berührungsloser induktiver Energieübertragungssysteme. Die Einhaltung der EMV- und EMVU-Grenzwerte für das elektromagnetische bzw. dominierende magnetische Feld ist unbedingt erforderlich. Durch ein optimiertes Design der Spulen sowie der Abschirmung durch Ferrite und Aluminiumplatten werden die zu fordernden ICNIRP-Grenzwerte eingehalten.

### Netzwechselrichter

Der Netzwechselrichter, der die notwendige Energie für die berührungslose Energieübertragung aus dem Verteilungsnetz zum Laden der Batterie zur Verfügung stellt, ist aus modernsten leistungselektronischen Komponenten aufgebaut. Die Topologie erlaubt einen bidirektionalen Betrieb und ermöglicht somit Netzdienstleistungen und »Smart Home«-Anwendungen.



4

### Virtuelle Batterie

Bei der Entwicklung des bidirektionalen berührungslosen induktiven Energieübertragungssystems wird eine sogenannte »Virtuelle Batterie« als Entwicklungswerkzeug eingesetzt. Damit können unterschiedliche Batteriezustände simuliert werden, womit charakteristische Untersuchungen für unterschiedliche Ladungszustände sowie verschiedene Lade- und Entladezyklen durchgeführt werden können.

### Unser Angebot

- Entwicklung und Optimierung aller leistungselektronischen Systemkomponenten
- Design und Optimierung von innovativen Spulensystemen
- Numerische Simulationen des elektromagnetischen Feldes im Zeit- und Frequenzbereich
- Untersuchungen zur Interoperabilität
- Einsatz einer »Virtuellen Batterie«
- EMV-Untersuchungen in eigenen akkreditierten Laboren
- Funktionserweiterung des Systems, z. B. IKT, Energiemanagement, Fremdkörpererkennung
- Netzintegration und Prüfungen der Netzkonformität
- Entwicklung von Geschäftsmodellen

3 Prototyp einer Doppel-D-Spule.

4 Prototyp eines Vollbrücken-LLC-Resonanzkonverters.