

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR EINGEBETTETE SYSTEME UND KOMMUNIKATIONSTECHNIK ESK
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR OFFENE KOMMUNIKATIONSSYSTEME FOKUS
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORGANISATION IAO
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR INTEGRIERTE SCHALTUNGEN IIS
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURSYSTEME IVI

GEMEINSCHAFTLICH-E-MOBILITÄT: FAHRZEUGE, DATEN UND INFRASTRUKTUR (GEMO)

Abschlussbericht

GEMEINSCHAFTLICH-E-MOBILITÄT: FAHRZEUGE, DATEN UND INFRASTRUKTUR (GEMO)

Abschlussbericht

Florian Rothfuss, Daniel Borrmann, Sebastian Stegmüller

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart.

Josef Jiru, Angela Budroni, Sebastian Bittl, Korbinian Demmel

Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK in München.

Benjamin Dittwald, Nikolay Tcholtchev

Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS in Berlin.

Jochen Seitz, Gerhard Hejc, Thorsten Vaupel, Benjamin Wolf

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Nürnberg.

Stefan Reichert, Michael Mierau, Johannes Tritschler, Benriah Goeldi, Robert Kohrs, Dominik Noeren

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg.

Steffen Hiekel, Stefan Tönjes, Andreas Küster

Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI in Dresden.

Projektnummer: 823996

Förderung der Märkte von Übermorgen (Zukunftsthemen)

Inhalt

1	Erfüllungsgrad der Aufgabenstellung	5
2	Erreichte Stellung im Forschungsmarkt	8
3	Erarbeitete Patente und Alleinstellungsmerkmale	10
4	Veröffentlichungen.....	12
5	Verwertung der Arbeiten im Projekt	16
6	Weiterhin erreichbare Wirtschaftserträge.....	17
7	Strukturelle Veränderungen	18
8	Anhang	19

1 Erfüllungsgrad der Aufgabenstellung

Die Belastung von Menschen und Infrastruktur in städtischen Bereichen lässt sich durch die gemeinschaftliche Nutzung insbesondere von Elektrofahrzeugen deutlich reduzieren. Bevor auf diese Weise allerdings die Anzahl von Automobilen auf den Straßen sowie der Ausstoß von Schadstoffen reduziert werden kann, müssen gemeinschaftlich nutzbare Elektrofahrzeuge erst zu einem gewissen Grad akzeptiert sein und sich effizient betreiben lassen. Einige der entscheidenden Erfolgsfaktoren hierfür sind kurze, wenig aufwendige Ladevorgänge und eine ausreichend große Anzahl an Ladestationen. Außerdem müssen Nutzer verfügbare Fahrzeuge schnell und komfortabel finden und buchen können. Im Rahmen des Projekts »Gemeinschaftlich-e-Mobilität: Fahrzeuge, Daten und Infrastruktur« (GeMo) haben die Fraunhofer-Institute ESK, FOKUS, IAO, IIS, ISE und IVI die Technologien, die für eine breite Akzeptanz und einen effizienten Betrieb gemeinschaftlich genutzter Elektrofahrzeuge erforderlich sind, vollständig entwickelt. Die Technologien umfassen ein kabelloses Schnellladesystem (ISE_ELE) in einem Unterflurverteiler (IAO) sowie ein zugehöriges, lasergestütztes Positionierungssystem (ESK), einen Dienst zur nahtlosen Fahrzeugortung (IIS), Cloud-basierte Mobilitätsdienste, verwirklicht in einer Smartphone-App (IVI), eine On-Board-Unit als Kommunikationseinheit (ESK), ein Cloud-basiertes Lademanagement zur Optimierung von Ladevorgängen (ISE_IES) und eine Mobilitätsdatencloud zur Verbindung der einzelnen Teilsysteme und -dienste (FOKUS).

Das kabellose Schnellladesystem, das Komfort und Verfügbarkeit gemeinschaftlich genutzter Elektrofahrzeuge aufgrund einfacher, kurzer Ladevorgänge wesentlich steigert, erreicht eine Leistung von bis zu 22 kW bei einem sehr hohen Wirkungsgrad von bis zu 95 Prozent vom Stromnetz bis zur Fahrzeugbatterie. Dies gelingt durch den Einsatz von innovativen Leistungshalbleitern aus Siliciumcarbid (SiC-MOSFETs). Die Leistungselektronik des Ladesystems ist bidirektional ausgelegt, kann also sowohl die Batterie mit Strom aus dem Netz laden als auch Strom aus der Batterie in das Netz einspeisen (z.B. in Zusammenhang mit V2G-Anwendungen). Zudem stellt die Leistungselektronik gleichzeitig ein induktives Ladegerät dar, um eine Verbindung zum Stromnetz auch unabhängig von einer induktiven Ladestation herstellen zu können. Details zu Aufbau und Arbeitsweise des kabellosen Schnellladesystems finden sich in [Goeldi et al., 11/2013] (vgl. Kapitel 4).

Zum Schutz vor Diebstahl und Vandalismus sowie zum Erhalt des Stadtbilds werden das kabellose Schnellladesystem sowie die Komponenten für das Cloud-basierte Lademanagement und zur Kommunikation mit einem Automobil in einen Unterflurverteiler integriert. Dieser wird vollständig im Erdreich versenkt, sodass an der Oberfläche nur noch sein Deckel sichtbar ist. Um für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten trotz der unterirdischen Installation Zugriff auf die Komponenten innerhalb des Unterflurverteilers zu haben, sind alle funktionalen Bauteile in einer Hebevorrichtung befestigt und können somit bei Bedarf ohne großen Aufwand an die Oberfläche befördert werden. Trotz der hier neu entwickelten Struktur der elektrischen Installation ist die Sicherheit von Mensch und Funktion durch entsprechende Maßnahmen gegeben. Details zum Systemaufbau innerhalb des Unterflurverteilers finden sich in [Borrmann, 09/2014] und [Borrmann et al., 10/2013].

Damit das kabellose Schnellladesystem seinen hohen Wirkungsgrad erreicht, muss die fahrzeugseitige Spule während eines Ladevorgangs die stationäre Spule möglichst exakt überdecken. Daher wird dem Fahrer eines Automobils bei dessen Positionierung über der stationären Spule durch ein lasergestütztes System assistiert. Dieses bestimmt zunächst der Standort des Wagens in der Größenordnung von Metern durch GPS (vgl. nahtlose Fahrzeugortung des IIS). Anschließend wird ein Inertial-Navigationssystem genutzt, um Informationen über die Position des Fahrzeugs in Bezug auf die GPS-

Position in Form von Distanz und Winkel zu erhalten. Ein Laserscanner erfasst schließlich Punkt-Koordinaten aus der Umgebung und vergleicht sie durch ein Map-Matching-Verfahren mit den auf einer Karte gespeicherten Koordinaten. Daraus errechnet das Assistenzsystem die aktuelle Position des Automobils und zeigt sie auf einem Display an. So sieht der Fahrer in Echtzeit, wann er exakt über der Spule steht.

Der Akzeptanz gemeinschaftlich nutzbarer Elektrofahrzeuge ebenfalls zuträglich ist die nahtlose Ortung. Sie macht es möglich, Nutzern die Standorte aller verfügbaren und in Reichweite befindlichen Wagen mitzuteilen, unabhängig davon, ob sich Nutzer und/oder Fahrzeuge im Freien oder innerhalb von Gebäuden befinden. Der Ortungsdienst, der der Lokalisierung sowohl von Fahrzeugen als auch von Nutzern dient und auf gängigen Mobil-Geräten sowie auf speziell für die Applikation angepassten Hardware-Plattformen lauffähig ist, fusioniert verschiedene Lokalisierungs-Technologien (WLAN, GNSS) miteinander. Hierdurch gelingt eine nahtlose Ortung im Innen- und Außenbereich. Für den fahrzeugeitigen Einsatz des Ortungsdienstes dient die Hardware-Plattform miniLOK. Details zur Funktionsweise und den Systembestandteilen der nahtlosen Ortung sowie die Ergebnisse erfolgreicher Tests des Ortungsdienstes im Innen- und Außenbereich in Feldversuchen zur Parkhaus-Lokalisierung finden sich in [Richter et al. 2012], [Hejc et al., 2013] und [Hejc et al., 2014].

Es genügt nicht, wenn die Standorte gemeinschaftlich nutzbarer Elektrofahrzeuge bekannt sind. Diese müssen sich auch reservieren lassen. Gleiches gilt für Ladestationen zum Abstellen eines Wagens nach einer Fahrt. Eine weitere Steigerung des Komforts gelingt, wenn sich ein Nutzer zwischen mehreren Fahrzeugen entscheiden kann, die seine persönlichen und auch elektromobilitätsspezifischen Anforderungen erfüllen. Hierzu kommen Cloud-basierte Mobilitätsdienste zum Einsatz. Dort können Nutzer Präferenzen hinterlegen (z.B. Fahrzeugtyp/-größe, ÖPNV-Affinität, max. Fußwege) und unter Angabe konkreter Wünsche (Startposition, Leihdauer, (Zwischen-)Ziel(e)) die Suche nach geeigneten Fahrzeugen einleiten, die ihnen dann zur Auswahl gestellt werden. Die Selektion erfolgt dabei mithilfe eines Dispositionssystems, das mittels Energieverbrauchsprognose prüft, bei welchen Fahrzeugen die Reichweite für die gewünschte Route ausreicht. Genutzt werden die Mobilitätsdienste über eine Smartphone-Applikation. Details zur Funktionsweise und den Systembestandteilen finden sich in [Tönjes, 2014].

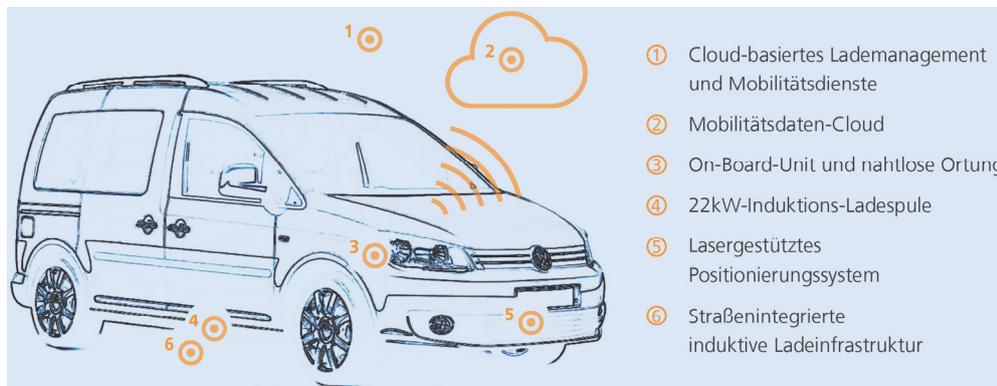
Unter anderem zur Kommunikation mit den Cloud-basierten Mobilitätsdiensten, für den Einsatz des lasergestützten Positionierungssystems sowie für die Zugangssteuerung müssen gemeinschaftlich nutzbare Elektrofahrzeuge über eine geeignete Hardware-Plattform verfügen. In diesem Zusammenhang wird die ARTiS-XT des Fraunhofer ESK als On-Board-Unit verwendet. Sie ist mit mehreren Schnittstellen ausgestattet, darunter UMTS sowie LTE für die Kommunikation mit den Mobilitätsdiensten, Ethernet (Laserscanner), CAN (Inertial-Navigationssystem) und DVI (Display), und führt die Fusion der Sensordaten sowie die Berechnungen zur Positionsbestimmung aus. Durch Integration der miniLOK (verfügt über WLAN) in die und Anschluss der GNSS-Antennen (über CAN) an die ARTiS-XT wird auch die nahtlose Ortung mittels der On-Board-Unit umgesetzt. Eine weitere Schnittstelle besteht in automobilspezifischem WLAN (Kommunikation mit dem stationären Teil des kabellosen Schnellladesystems). Zur Steigerung der Energieeffizienz verfügt die ARTiS-XT über ein Powermanagement mit Stromsparmmodus und kann mittels Smartphone über ein passives NFC-Tag aktiviert werden.

Um Interessenten möglichst oft möglichst viele Wagen zur Auswahl stellen und somit ein attraktives Angebot unterbreiten zu können ist es erforderlich, dass stets gemeinschaftlich nutzbare Elektrofahrzeuge mit einer ausreichend großen Reichweite verfügbar sind. Dies lässt sich durch ein Cloud-basiertes Lademanagement erreichen,

das Ladevorgänge optimiert und den Reservierungswünschen, Präferenzen und Anforderungen der Nutzer entsprechend plant und initiiert. So kann durch eine Betriebsführung mit Rücksicht auf das Netz auch in Spitzenlastzeiten eine möglichst hohe Ladeleistung gewährleistet werden. Zur Umsetzung wird das OSGi-basierte OpenMUC-Softwareframework des Fraunhofer ISE verwendet. In der Ladestation stellt der untergeordnete M3B Peripheriecontroller des Fraunhofer ISE die CAN-Schnittstelle zur Leistungselektronik sowie zum Fahrzeug, GPIOs sowie potentialfreie Relais zum Schalten des Ladeschützes zur Verfügung. Details zu Bestandteilen und Funktionsweise des Cloud-basierten Lademanagements finden sich in [Mierau et al., 2013].

Die einzelnen Teilsysteme, die für den Erfolg gemeinschaftlich nutzbarer Elektrofahrzeuge notwendig sind, benötigen mobilitätsrelevante Daten aus unterschiedlichen Quellen. So sind etwa Fahrzeugstandorte für Mobilitätsdienste, Anschlussleistungen für das Lademanagement und Reservierungsvorgänge für beide Systeme relevant. Für deren Erhebung, Aggregation, Bereitstellung und Auswertung kommt eine Mobilitätsdatencloud zum Einsatz. Sie bietet Offenheit durch drei Ebenen: Daten, Services und Apps. Für Such- und Zugriffsvorgänge dient ein webbasiertes Portal mit GUI. Grundlage ist ein Metadatenregister, in dem die Metadaten aller Daten, Services und Apps gespeichert sind. Die Cloud ist demnach ein One-Stop-Shop in der Domäne der urbanen Mobilität. Hinsichtlich sicheren Zugriffs auf die Cloud-Dienste werden mit OpenID Standard und OAuth 2.0 offene Standards eingesetzt. Details zu Aufbau und Funktionsweise der Mobilitätsdatencloud finden sich in [Tcholtchev et al., 2012] und [Tcholtchev et al., 2014].

Zur Demonstration der Funktionsfähigkeit der Technologien, die die sechs Fraunhofer-Institute im Projekt GeMo entwickelt haben, wurden alle Systeme in ein repräsentatives Elektrofahrzeug integriert (siehe nachfolgende Abbildung), dort miteinander verbunden und in Betrieb genommen. Die Arbeitsweise der beschriebenen Innovationen und deren Zusammenspiel zeigt der Film unter <http://www.gemo.fraunhofer.de/>.



Gemeinschaftlich nutzbares Elektrofahrzeug mit allen Technologien aus dem Projekt GeMo

2 Erreichte Stellung im Forschungsmarkt

Die Abteilung ELE des Fraunhofer ISE hat im Rahmen des GeMo-Projekts grundlegende Lösungen für die drahtlose Energieübertragung mittels induktiv gekoppelter Spulensysteme erarbeitet. Das innerhalb des Projekts entwickelte kabellose Schnellladesystem zeichnet sich durch eine hohe Übertragungsleistung und einen sehr hohen Übertragungswirkungsgrad aus. Die entwickelte Technologie lässt sich auf weitere Anwendungsfelder übertragen. Nicht nur die Ladung von Elektrofahrzeugen, sondern auch andere Anwendungen wie z.B. der Ersatz von Schleifringen bei rotierenden Kupplungen kann mittels eines induktiven Energieübertragungssystems realisiert werden. Innerhalb des Projekts GeMo wurden nicht nur die Dimensionierung und Entwicklung der Hardware bestehend aus leistungselektronischen Wandlern, Kompensationskondensatoren und Spulensystem durchgeführt, sondern auch die für die Regelung des Leistungsflusses notwendige Software und Regelalgorithmen entwickelt. Das Projekt GeMo schafft somit die Grundlage für die Akquise weiterer Projekte im Bereich der induktiven Energieübertragung.

Das Fraunhofer IAO hat seine Position im Bereich der Forschung zur Integration von Ladetechnik in den urbanen Raum auf Basis der Arbeiten im Projekt GeMo weiter ausgebaut. Dies verdeutlicht einerseits die Bedeutung der Konferenzen, bei denen die gewonnenen Erkenntnisse veröffentlicht wurden. Des Weiteren zeigt sich die erreichte Stellung im Forschungsmarkt bei einem Abgleich mit Aktivitäten seitens der Industrie. Dort werden Maßnahmen umgesetzt, die zu den Lösungen des Fraunhofer IAO vergleichbar sind, allerdings in einem gegenüber GeMo weniger komplexen Kontext (bspw. Einsatz eines Unterflurverteilers für ein induktives Ladesystem mit $\ll 22$ kW). Hieraus ist die Relevanz ableitbar, die der Kompetenz des Fraunhofer IAO zukommen wird, sobald die Industrie Produkte auf den Markt bringen will, deren Komplexität zu GeMo vergleichbar ist.

Das Fraunhofer ESK hat seine Position in den Bereichen Fahrzeug-Umfeld-Vernetzung und Umfeldmodellierung ausgebaut. Mit der umgesetzten Lösung zur offline verfügbaren drahtlosen Zugangssteuerung für Fahrzeuge mit Unterstützung von Flottenmanagement ist die Kombination zweier in der Industrie bisher nur getrennt vorhandener Systeme (entweder offline Zugang oder Flottenmanagement) gelungen. Aktuelle Entwicklungen in der Industrie bzgl. der Integration von Laserscannern in Oberklassefahrzeuge zeigen die Wichtigkeit des im Rahmen von GeMo aufgebauten Know-Hows im Bereich der Laserscanner-basierten Umfeldmodellierung. Außerdem gewinnt die Integration verschiedener Komponenten in ein zentralisiertes Steuergerät (vgl. zentrales Fahrerassistenzsteuergerät von AUDI) zunehmend an Bedeutung, wodurch das diesbzgl. im Rahmen von GeMo aufgebaute Know-How zukünftig gut in Industrieprojekten einsetzbar ist.

Mit awiloc® hat das Fraunhofer IIS ein kommerzielles Produkt im Einsatz, das auf der Basis von WLAN-Fingerprinting arbeitet. Dieses wurde um die GPS-WLAN-Fusion, die in GeMo entwickelt wurde, erweitert und verschafft dem System dadurch einen größeren Anwendungsbereich. Vor allem die in GeMo durchgeführten Tests haben gezeigt, wie das bestehende System für die Lokalisierung von Fahrzeugen angepasst werden kann. Mit der sogenannten miniLOK kam eine IIS-eigene Entwicklungsplattform zum Einsatz, die im Projekt in die ARTiS des ESK integriert wurde und so die Lokalisierung eines Elektrofahrzeugs in einem Parkhaus ermöglichte. Das Betriebssystem Android wurde auf diese Hardware portiert und steht damit neben Linux möglichen Anwendern zur Verfügung, was vor allem für App-Entwickler interessant ist, die eine bessere Sensor-Performance für ihre Applikationen brauchen, die mit Massenmarkt-Komponenten eines Mobilgeräts zur Zeit noch nicht zu erreichen ist.

Seitens des Fraunhofer IVI wurden im Rahmen von GeMo neben einer Smartphone-App spezielle Dispositionsalgorithmen entwickelt, die in besonderer Weise elektromobilitätsspezifischen Erfordernissen und Randbedingungen Rechnung tragen und darüber hinaus auch intermodale Reiseketten unterstützen. Oberstes Augenmerk lag dabei auf einem bestmöglichen Matching zwischen dem konkreten Mobilitätsbedürfnis einerseits und dem vorliegenden Mobilitätsangebot (verfügbare Fahrzeuge, Ladezustand, Reichweite etc.) andererseits. Damit wird nicht nur die Durchführbarkeit der jeweiligen Buchung sichergestellt, sondern das Car-Sharing-Angebot zudem um ÖPNV-Angebote ergänzt. Diesbezüglich konnte auf Messen und Kongressen festgestellt werden, dass es hinsichtlich derartiger intermodaler und elektromobiler Reiseketten großes Interesse, aber bisher nur wenige Lösungsansätze gibt.

Die ebenso seitens des Fraunhofer IVI entwickelte Smartphone-App bildet das zeitgemäße Nutzerinterface der GeMo-Anwendung und ist in ihrer Funktion das Bindeglied zwischen Diensten (Cloud) und Fahrzeugdaten (On-Board-Unit). Von der Routenplanung, Buchung und Disposition bis hin zur Öffnung und Abriegelung des Fahrzeugs werden dem Nutzer sämtliche Dienste und Funktionalitäten in einer durchgängigen App angeboten, ohne dass dieser von dahinter liegende Technologien, Sicherheitsmechanismen und Algorithmen Kenntnis haben muss. Eine weitere technologische Besonderheit bildet die hybride Kommunikation mit der On-Board-Unit basierend auf NFC- und Bluetooth-Schnittstellen. Erreicht werden konnte damit eine höchst mögliche Energieeffizienz, welche sich gegenüber anderen verfügbaren Ansätzen als überlegen erweist. Im Zuge einer immer weiter voranschreitenden Vernetzung von Fahrzeugen, Verkehrsangeboten und mobilen Endgeräten wurde hier essentielles Wissen und Know-How aufgebaut.

Die Abteilung IES des Fraunhofer ISE hat im Rahmen des GeMo-Projekts Grundlagen geschaffen, um bestehende und neue Algorithmen zur intelligenten Betriebsführung bei Komponenten und Betriebsmitteln im Smart Grid als Webservices verfügbar zu machen. Die in GeMo konzipierte und implementierte Anbindung der Feldsysteme an einen Cloudservice findet in aktuellen FuE-Arbeiten Anwendung. Aktuelle Trends im Bereich der »Industrie 4.0« bestätigen die Relevanz dieser Richtung, die in umfangreichen Förderprogrammen auch durch die Förderpolitik des Bundes unterstützt wird. Der Einsatz cloudbasierter Algorithmen und Services verspricht für bestimmte Anwendungen verringerte Produkteinführungszeiten sowie eine größere Flexibilität bei der Entwicklung und dem Angebot von Funktionalität in Form von Mehrwertdiensten. Diese Fähigkeit wird von der Abteilung IES des Fraunhofer ISE in aktuelle Akquisetätigkeiten aufgenommen.

Fraunhofer FOKUS entwarf und entwickelte mit der Mobilitätsdatencloud ein modernes und effizientes Verfahren zum strukturierten Ablegen und Auffinden von Daten. Die Offenheit in den Ebenen der Daten, Services und Apps stellt ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Lösungen dar. Neben der Veröffentlichung von wissenschaftlichen Artikeln konnte Fraunhofer FOKUS wertvolle Erfahrungen im Bereich Cloud Computing sammeln und seine Expertise und Kompetenz weiter ausbauen und durch erfolgreiche Projektakquise umsetzen.

3 Erarbeitete Patente und Alleinstellungsmerkmale

DE 10 2013 220 704 A1 Doppelte Nutzung eines Umrichters zur induktiven und induktiven Ladung eines Elektrofahrzeugs

Die Erfindung betrifft die doppelte Nutzung eines leistungselektronischen Wandlers (Umrichters) zur induktiven und induktiven Ladung eines batterieelektrischen Fahrzeugs. Der Umrichter kann zum einen an die AC-Schnittstelle einer leitungsgelassenen Ladestation angeschlossen werden und zum anderen an die mobile Spule eines induktiven Ladesystems. Dadurch lassen sich die Kosten, der Aufwand und Platzbedarf der für induktive und induktive Ladung notwendigen Umrichter reduzieren.

DE 10 2010 046 263 A1 Formstein mit integriertem Stromkabel und/oder Datenkabel

Die Erfindung betrifft einen Formstein, der insbesondere zur Verlegung als Bordstein geeignet ist, der aus einem Hohlkörper gebildet ist, in dessen Inneren ein elektrischer Leiter und/oder ein Datenleiter verlegt ist. Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine einfache Ladeinfrastruktur, beispielsweise zur Aufladung von Elektroautos, anzugeben. Ebenso ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine derartige Infrastruktur bereitgestellt werden kann.



Demonstrator für den Formstein mit integriertem Stromkabel aus dem Projekt GeMo

Alleinstellungsmerkmale

Das **Fraunhofer ISE** hat durch das Projekt GeMo ein funktionierendes induktives Ladesystem entwickelt und erfolgreich in Betrieb genommen. Dabei konnte die komplette Kette vom Stromnetz bis zur Fahrzeugbatterie abgebildet werden. Die mobile Seite des induktiven Ladesystems wurde erfolgreich in ein Demonstratorfahrzeug integriert und getestet. Als Alleinstellungsmerkmal zeichnet sich die Entwicklung durch einen sehr hohen Wirkungsgrad, eine hohe Leistung und die doppelte Nutzung von Komponenten der mobilen Leistungselektronik aus.

Das **Fraunhofer ESK** hat mit dem offline verfügbaren drahtlosen Zugangssystem mit Unterstützung von Flottenmanagement ein neuartiges und so noch nicht auf Industrieseite eingesetztes Konzept entwickelt, welches aktuell im vom BMWi geförderten Projekt Adaptive City Mobility weiterentwickelt wird und im Flottenversuch in München unter realen Bedingungen eingesetzt werden soll. Mit dem im Rahmen von GeMo ausgebauten Software-Framework ezCar2X verfügt das Fraunhofer ESK

über eine in dieser Form einmalige Rapid-Prototyping Umgebung zur Entwicklung von Systemen zur Fahrzeug-Umfeld-Vernetzung.

Erarbeitete Patente und
Alleinstellungsmerkmale

Das **Fraunhofer IIS** hat auf Basis seiner Entwicklungstätigkeiten im Rahmen des Projekts GeMo ein funktionierendes System zur Fusion mehrerer Lokalisierungs-Technologien (WLAN, GNSS und Inertialsensorik) implementiert und konnte sich hierdurch eine hervorgehobene Marktstellung erarbeiten. Unter Einsatz der institutseigenen awiloc®-Technologie sicherte sich das IIS somit spezifische Marktsegmente (beispielsweise die Ortung innerhalb von Museen) und spielt dort nun eine dominante Rolle.

4 Veröffentlichungen

Alle Informationen zu GeMo einschließlich der geleisteten Arbeiten, der erreichten Ergebnisse und dem Film, der Funktionsweise und Zusammenspiel der realisierten Entwicklungen veranschaulicht, finden sich auf der Website zum Projekt unter <http://www.gemo.fraunhofer.de/>.

Veranstaltungen

GeMo-Messestand auf der eCarTec 2014, München

Vom 21.10. bis 23.10.2014 präsentierten die an GeMo beteiligten Fraunhofer-Institute die Ergebnisse ihrer Arbeiten auf der Leitmesse für Elektromobilität. Neben einzeln ausgestellten Lösungen für gemeinschaftlich nutzbare elektrische Automobile bestand das zentrale Exponat in einem Demonstratorfahrzeug, in dem alle entwickelten Technologien eingebaut waren und vorgeführt werden konnten. Zusätzlich wurden das Projekt sowie die erzielten Resultate im Rahmen einer Vortragsreihe auf dem eCarTec Forum und mehreren anschließenden Führungen über den Messestand der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die Stationen bestanden dabei in

- Orten, Buchen und Öffnen des Demonstratorfahrzeugs über Mobilitätsdienste und Mobilitätsdatencloud per Smartphone-App,
- Vorführung der Funktionsweise des kabellosen Schnellladesystems, des lasergestützten Positionierungssystems und der On-Board-Unit im Demonstratorfahrzeug,
- Darstellung des Ansatzes zur Integration des straßenseitigen Schnellladesystem-Teils in einen Unterflurverteiler sowie des Cloud-basierten Lademanagements.

GeMo-Technologietag »Gemeinschaftliche E-Mobilität«, Freiburg i. Br.

Am 26.09.2013 zeigten die sechs Fraunhofer-Institute, die innerhalb des Projekts GeMo zusammenarbeiteten, Teile ihrer Forschungsansätze zur zukünftigen urbanen E-Mobilität. Ferner wurde der Tag mit Vorträgen aus Forschung und Industrie bereichert. Dabei fokussierte das Spektrum der Beiträge auf intermodale Mobilitätskonzepte der Zukunft, nötige Technologien und Forschungsfelder. Die Forschungsansätze wurden in einem Technologieparcours mit folgenden Stationen präsentiert:

- Induktive, leistungsstarke Ladetechnologie mit urbanem Schachtsystem und intelligentem, netzstützendem Lademanagement,
- intermodale Navigationstools mit unterbrechungsfreier Ortung, Cloud-Computing und On-Board-Unit für die Zusammenführung und freie Bereitstellung von Mobilitätsdaten,
- Elektrofahrzeug und Laser-Scanner zur Positionierung.

Studie zu den Rahmenbedingungen für das Projekt GeMo

Noeren, D., Reichert, S., Tönjes, S., Ernst, T. »Neue Mobilität – Ein Ausblick zur urbanen Mobilität in vier Dekaden«; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg; 2013

Artikel

J. Tritschler, S. Reichert, B. Goeldi, »Induktives und bidirektionales Ladesystem für zukünftige Systemdienstleistungen durch Elektrofahrzeuge«, VDE Kongress Smart Cities, 20.-21.10.2014, Frankfurt am Main, Deutschland

Borrmann, D.: »Electric operability of an inductive charging system for electric vehicles in an urban area«; 4th Electric Drives Production Conference EJDPC 2014; Sept. 30 - Oct. 1, 2014; Nuremberg, Germany

Reichert, S., Goeldi, B., Tritschler, J.: »Development of a Highly Efficient Inductive Power Transfer System for Charging Electric Vehicles using SiC MOSFETs«; 4th Electric Drives Production Conference EJDPC 2014; Sept. 30 - Oct. 1, 2014; Nuremberg, Germany

J. Tritschler, S. Reichert, B. Goeldi, »A practical investigation of a high power, bidirectional charging system for electric vehicles«, 16th Conference on Power Electronics and Applications, EPE'14-ECCE Europe, 26.-28.8.2014, Lappeenranta, Finland

Tcholtchev, N.; Dittwald, B.; Scheel, T.; Zilci, B.I.; Schmidt, D.; Lammel, P.; Jacobsen, J.; Schieferdecker, I., »The Concept of a Mobility Data Cloud: Design, Implementation and Trials,« 2014 IEEE 38th International Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW), 21-25 July 2014, Västerås, Sweden, Proceedings, DOI: 10.1109/compsacw.2014.26, pp. 192,198

Roscher, K.; Jiru, J.; Gonzalez, A.; Heidrich, W. A.: »ezCar2X: A Modular Software Framework for Rapid Prototyping of C2X Applications«; 9th ITS European Congress, 4-7 June 2013; Dublin, Ireland

Gerhard Hejc, Jochen Seitz, Thorsten Vaupel, »Bayesian sensor fusion of Wi-Fi signal strengths and GNSS code and carrier phases for positioning in urban environments«, ION PLANS 2014, 5-8 May 2014, Monterey, USA

Tönjes, S.: »Dynamisches Flottenmanagement für eine gemeinschaftlich-e-Mobilität«; HEUREKA 2014: Optimierung in Verkehr und Transport; 02.-03. April 2014; pp. 566-576; Stuttgart, Deutschland

Rothfuss, F., Borrmann, D.: »Gemeinschaftlich-e-Mobilität in urbanen Räumen«; DVWG aktuell; 5/2014; S. 3; Mar. 2014

Mierau, M., Fey, S., Kohrs, R., Wittwer, C.: »Communication solutions for a cloud-based charging management system for a fleet of shared-use electric vehicles«; Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27); 17-20 Nov. 2013; Barcelona, Spain

Noeren, D.: »Wie sieht die urbane (E-)Mobilität der Zukunft aus?«; VDI / VDE - mensch & technik; IV/2013; S. 12-13; Nov. 2013

Benriah Goeldi, Stefan Reichert, Johannes Tritschler: »Hoch effiziente, berührunglose und bidirektionale Energieübertragung für die Elektromobilität«; ETG-Kongress 2013; 05.-06.11.2013; Berlin, Germany

Borrmann, D., Rothfuss, F., Dangelmaier, M.: »Charging infrastructure for shared use of electric vehicles in an urban area«; 3rd Electric Drives Production Conference EJDPC 2013; 29-30 Oct. 2013; Nuremberg, Germany

Presseinformation Fraunhofer ISE: »Es geht auch ohne Kabel - Hocheffizientes induktives Ladesystem für Elektrofahrzeuge entwickelt«; Fraunhofer ISE, Juli 2013; Freiburg, Germany

Benriah Goeldi, Stefan Reichert, Johannes Tritschler: »Design and Dimensioning of a Highly Efficient 22 kW Bidirectional Inductive Charger for E-Mobility«; PCIM Europe 2013; 14.-16.05.2013; Nuremberg, Germany

Gerhard Hejc, Jochen Seitz, Javier Gutierrez Boronat, Thorsten Vaupel, »Seamless Indoor Outdoor Positioning using Bayesian Sensor Data Fusion on Mobile and Embedded Devices«, ION GNSS+ 2013, 8-12 Sept. 2013, Manassas, USA

Tcholtchev, N. et al.: »On the interplay of open data, cloud services and network providers towards electric mobility in smart cities«; 2012 IEEE 37th Conference on Local Computer Networks (LCN); 22.-25.10.2012; Clearwater, USA; Proceedings; DOI: 10.1109/LCNW.2012.6424075; S. 860-867

Philipp Richter, Jochen Seitz, Lucila Patiño-Studencka, Javier Gutierrez Boronat, Jörn Thielecke, »Sensor Data Fusion for Seamless Navigation using Wi-Fi Signal Strengths and GNSS Pseudoranges«, Proceedings of the European Navigation Conference 2012, 25-27 April 2012, Gdansk, Poland

Vorträge

Agrawal, V., Borrmann, D.: »iCurb - Intelligente Park- und Ladeinfrastruktur«; 4th Conference on Future Automotive Technology (CoFAT); Apr. 29, 2015; Fürstfeldbruck, Germany

Borrmann, D.: »Electric operability of an inductive charging system for electric vehicles in an urban area«; 4th Electric Drives Production Conference EJDPC 2014; Sept. 30, 2014; Nuremberg, Germany

Reichert, S.: »Development of a Highly Efficient Inductive Power Transfer System for Charging Electric Vehicles using SiC MOSFETs«; 4th Electric Drives Production Conference EJDPC 2014; Sept. 30, 2014; Nuremberg, Germany

S. Reichert, B. Goeldi, J. Tritschler, »Hoch effiziente induktive und konduktive Ladesysteme für die Elektromobilität durch den Einsatz von SiC Halbleitern«, 3. Symposium Elektromobilität, 20. Mai 2014, Esslingen, Deutschland

Tönjes, S.: »Dynamisches Flottenmanagement für eine gemeinschaftliche Mobilität«; HEUREKA 2014: Optimierung in Verkehr und Transport; 03.04.2014; Stuttgart, Germany

Tönjes, S.: »Dynamisches Flottenmanagement für eine gemeinschaftliche Mobilität«; 9. ViMOS-Tagung; 04.12.2013; Dresden, Deutschland

Borrmann, D.: »Charging infrastructure for shared use of electric vehicles in an urban area«; 3rd Electric Drives Production Conference EJDPC 2013; 30 Oct. 2013; Nuremberg, Germany

Tönjes, S.: »Navigation im öffentlichen Personenverkehr mit Bezug zur Nutzung für gemeinschaftliche Elektromobilität«; Fachtagung »Telematik in Kommunen: Auf dem Weg zur intelligenten und vernetzten Stadt«; 12.09.2013; Regionalveranstaltung am Fraunhofer IVI Dresden, Deutschland

Tönjes, S.: »Ziel und Organisation interner Forschungsprogramme bei Fraunhofer am Beispiel des Projekts GeMo – Gemeinschaftlich-e-Mobilität: Fahrzeuge, Daten und Infrastruktur«; Kolloquium Verkehrsmanagement und Verkehrstelematik; 15.05.2013; TU Dresden, Deutschland

Tcholtchev, Nikolay: »Car Sharing - was bringt die Zukunft - Fraunhofer GeMo«; CeBIT Forum Smart Infrastructure; 05.-09.03.2013; Hannover, Deutschland

S. Reichert, »Bidirektionale Ladetechnologie für die induktive Ladung von Elektrofahrzeugen«, VDI Wissensforum, Ladeinfrastruktur und -Technologie für Fahrzeuge mit Elektrischem Antrieb, 12.-13. Dezember 2012, Karlsruhe, Deutschland

Tcholtchev, Nikolay: »Mobility Data Cloud: MeetInnoV«; Smart Cities Workshop; 22. November 2012; Paris, France

Dittwald, Benjamin: »Mobilitätsdatencloud«, Behördenspiegel: Führungskräfte Forum »Elektromobilität«; 13. Juni 2012; Düsseldorf, Germany

Dittwald, Benjamin: »GeMo Mobilitätsdatencloud«; Bundesverband Deutscher Postdienstleister: »Elektromobilität: Strategien für Behördenfahrzeuge und öffentliche Fuhrparks«; 24. Mai 2012; Bodman-Ludwigshafen, Germany

S. Reichert, »Induktive Energieübertragung für Elektrofahrzeuge - Übersicht und technologische Herausforderungen«, Workshop »Induktive Ladesysteme«, Forum Elektromobilität e.V., 17. April 2012, Berlin, Deutschland

5 Verwertung der Arbeiten im Projekt

Basierend auf den Ergebnissen von GeMo konnte die Abteilung ELE des Fraunhofer ISE eine Studie zur induktiven Energieübertragung für Drehkupplungen im Industriesauftrag erstellen. Besonders die Erkenntnisse für die Dimensionierung und Simulation des magnetischen Kreises und die Spulengeometrie konnten in der Studie eine weitere Anwendung finden.

Seitens des Fraunhofer IIS werden awiloc® und miniLOK mit den in GeMo entwickelten Erweiterungen und Anpassungen in weiteren Industrie-Projekten eingesetzt und sind lizenzierbar. Die awiloc®-Technologie wird von in- und ausländischen Museen eingesetzt, um den Standort des Besuchers zu bestimmen und dadurch die passenden Informationen zu den Exponaten zu liefern. Beispiele sind unter anderem das Perot Museum in Dallas, das National Maritime Museum in Greenwich und das staatliche Museum für Ägyptische Kunst in München.

Das Fraunhofer IVI nutzt die während GeMo aufgebauten Kompetenzen für seine Arbeiten im Rahmen des Projekts »Elektromobilität in Dresden« (EmiD) aus dem Schaufenster Elektromobilität – Schaufenster Bayern-Sachsen der Bundesregierung. Primäre Zielstellung von EmiD ist es, Nutzungshemmnisse bezüglich elektromobiler Fahrzeuge zu identifizieren und diese durch geeignete Maßnahmen herabzusenken. Hierzu werden auf breiter wissenschaftlicher Basis Daten erhoben, woraufhin genaue Untersuchungen und prototypische Umsetzungen elektromobilitätsspezifischer Konzepte erfolgen. Eine der Aufgaben des Fraunhofer IVI ist dabei die Entwicklung eines elektromobilitätsspezifischen Dispositionssystems für Elektrofahrzeuge und Ladeparkplätze als mobile Anwendung (App).

Ferner wird seitens des Fraunhofer IVI auch im Projekt Guide2Wear auf in GeMo erschlossenes Wissen zurückgegriffen. Im Konkreten geht es darum, Mobilitätsangebote mittels Wearables noch präsenter und zugänglicher zu machen. Die Aufgabe des Fraunhofer IVI ist es hierbei unter anderem, die bereits vorhandene und Smartphone-basierte ÖPNV-Navigation über entsprechende Schnittstellen auch per Uhr oder Datenbrille nutz- und bedienbar zu machen. Erfahrungen bezüglich adäquater Schnittstellentechnologien sowie Energieeffizienz sind dabei von zentraler Bedeutung.

Aufbauend auf den im Rahmen des Projekts GeMo erzielten Ergebnissen beteiligt sich das Fraunhofer FOKUS am Projekt »Triangulum« (The Three Point Project: Demonstrate. Disseminate. Replicate) im Rahmen der Initiative »Smart Cities and Communities« der Europäischen Kommission. Im Triangulum-Projekt, das sich mit der nachhaltigen und intelligenten Stadtentwicklung beschäftigt, entwickelt Fraunhofer FOKUS eine Referenzarchitektur, die alle zu integrierenden IKT-Komponenten erfasst. So entsteht ein abstraktes Modell aus Smart-City-Bausteinen. Der Modell-Ansatz soll es anderen Städten erleichtern, bereits bestehende Konzepte oder Bausteine in die eigene Infrastruktur zu integrieren.

Insbesondere die Fraunhofer-Institute ESK, FOKUS, IAO, IIS und IVI konnten sich basierend auf ihren Aktivitäten in GeMo auch in neuen Forschungsgebieten erfolgreich weiter vernetzen und somit unter Anderem mehrere Initiativen zum automatisierten Fahren starten. Hieraus resultierte einerseits der Auftrag »Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen - Industriepolitische Schlussfolgerungen« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie der gemeinsame Leitprojektantrag AUTO-MOBIL.

6 Weiterhin erreichbare Wirtschaftserträge

Weiterhin erreichbare
Wirtschaftserträge

Den Instituten ISE und IAO gelang es, einen Antrag zur Weiterentwicklung ihrer Lösungen aus GeMo im Rahmen der Ausschreibung »Elektromobilität - Positionierung der Wertschöpfungskette« (ELEKTRO POWER II) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zu platzieren. Hierbei sollen ein kabelloses Schnellladesystem (ISE_ELE) und dessen intelligente Stromnetzanbindung (ISE_IES) dazu beitragen, Elektrofahrzeuge als Pufferspeicher für Strom aus (erneuerbaren) Energiequellen nutzen, mit ihnen bzw. der dazugehörigen Ladeinfrastruktur Systemdienstleistungen im Stromnetz zur Netzstabilisierung erbringen und damit die Energiewende in Deutschland voranbringen zu können. Unterstützt wird die Alltagstauglichkeit des Ansatzes durch eine robuste, sichere Integration aller Technologien in den öffentlich zugänglichen Raum (IAO).

Das FFE-Projekt »Inductive Power Transfer« (Sigma-Nr.: 622834; Laufzeit: 10/2014 - 09/2015) wurde für die Abteilung ELE des Fraunhofer ISE im September 2014 bewilligt. Innerhalb des Projektes soll die Grundlage für eine Ausgründung im Bereich der induktiven Energieübertragung geschaffen werden. Hierzu ist die Fortführung und Weiterentwicklung des im GeMo-Projekt entwickelten induktiven Ladesystems geplant.

Die Abteilung IES des Fraunhofer ISE hat Erfahrungen und Konzepte aus GeMo in die Skizze »Gelbe Seiten für Maschinen« zur Ausschreibung »Smart Service Welt« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) eingebracht. Weiterhin laufen Gespräche mit Ladeinfrastrukturherstellern bzgl. FuE-Kooperationen, in denen ebenfalls Aspekte der in GeMo erarbeiteten Lösungen Berücksichtigung finden sollen.

Die Institute ESK und ISE haben im Rahmen einer Ausschreibung bzgl. einer Untersuchung der physikalischen Umsetzung der kabellosen Kommunikation bei Ladesystemen mit Fokus auf induktives Laden zusammen mit einem weiteren Industriepartner ein Angebot abgegeben. Das nötige Know-How sowie die prototypische Umsetzung bzgl. der drahtlosen Technologien und des induktiven Ladens wurde im Rahmen von GeMo bei den Instituten aufgebaut.

7 Strukturelle Veränderungen

Mit der technischen Systemarchitektur, die das Fraunhofer FOKUS im Rahmen von GeMo für die Mobilitätsdatencloud realisiert hat, steht dem Institut nun eine geeignete, neue Struktur für weiterführende Aktivitäten zur Verfügung. Eine konkrete Verwertung der Arbeiten in GeMo erfolgt mithilfe der Systemarchitektur für die Cloud, indem das FOKUS sie während des Projekts »Triangulum« als Applikation zur Aggregation von Daten aus den zu integrierenden IKT-Komponenten nutzt. Somit werden die innerhalb von GeMo geschaffenen Strukturentwicklungen zur Verwertung der Projektergebnisse eingesetzt, da sie entscheidend zur erfolgreichen Erstellung des abstrakten Modells aus Smart-City-Bausteinen und dem Erfolg von »Triangulum« generell beitragen.

Bereits während des Projekts GeMo hat das Fraunhofer IAO eine virtuelle Arbeitsgruppe zur Koordination aller Tätigkeiten innerhalb des Konsortiums eingerichtet. Kernelemente dieser Arbeitsgruppe waren und sind eine Austauschplattform für gesammelte und generierte Daten sowie ein virtueller Releaseplan mit allen relevanten Arbeitsschritten während des Projekts, Abhängigkeiten zwischen den beteiligten Instituten und Terminen für bedeutende Zwischenergebnisse. Persönliche Absprachen innerhalb der virtuellen Arbeitsgruppe erfolgten bis zur Vorstellung der Projektergebnisse monatlich per Telefonkonferenz. Inhalte waren dabei jeweils aktuelle, alle Beteiligten betreffende Themen wie die Klärung und Planung anstehender Arbeitsschritte, das frühzeitige Erkennen und Lösen von Hindernissen sowie Möglichkeiten zur Nutzung aussichtsreich erscheinender Potenziale. Wegen des großen Anteils des Konzepts der virtuellen Arbeitsgruppe am erfolgreichen Abschluss von GeMo nutzt jedes der Institute den Ansatz auch weiterhin, sowohl zur zielführenden Verwertung der Arbeiten im Projekt (vgl. Kapitel 5 und 6) als auch im Rahmen von Aktivitäten, die nicht mit GeMo in Verbindung stehen.

8 Anhang

- Präsentation über das Projekt GeMo vom Fraunhofer-Symposium »Netzwerk«, München, 27. Januar 2015
(Zusammenfassende, bildliche Darstellung aller realisierten Lösungen)
- Abschlusspräsentation über das Projekt GeMo von der eCarTec 2014, München, 22. Oktober 2014
(Umfassende Beschreibung aller Entwicklungen mit technischen Details)

FRAUNHOFER ZUKUNFTSTHEMEN

»MÄRKTE VON ÜBERMORGEN«

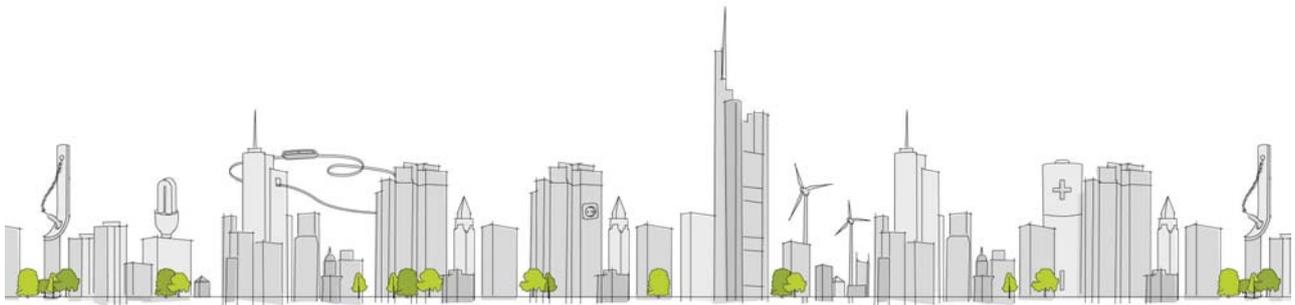
GeMo - GEMEINSCHAFTLICH-e-MOBILITÄT: FAHRZEUGE, DATEN UND INFRASTRUKTUR

Fraunhofer-Symposium »Netzwerk«

München

27. Januar 2015

gemeinschaftlich  mobilität



 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

GeMo: Gemeinschaftlich-e-Mobilität

...ist eine Projektinitiative der Fraunhofer-Gesellschaft im Rahmen des „Märkte-von-Übermorgen“-Programms

gemeinschaftlich  mobilität

Gemeinschaftlich genutzte (Elektro-)Mobilitätsressourcen:

FAHRZEUGE

ENERGIE

IuK-TECHNOLOGIEN



- Ein Fraunhofer „Übermorgen“-Projekt
- Projektlaufzeit: November 2011- Oktober 2014
- Projektvolumen: ~4,5 Mio. €

gemeinschaftlich  mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

GeMo: Das Konsortium

...besteht aus sechs Fraunhofer-Instituten mit komplementären Kompetenzen



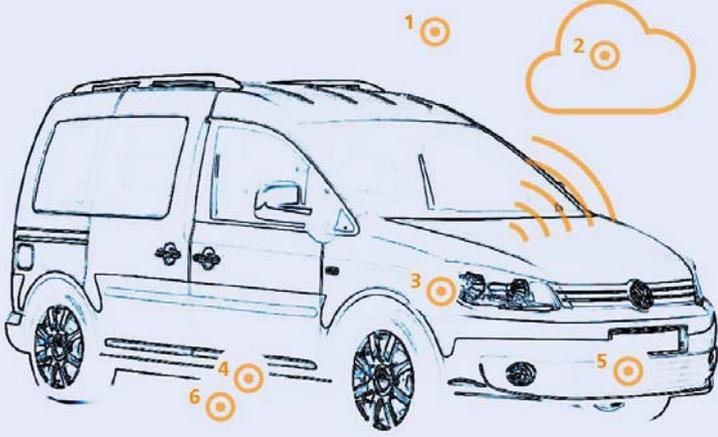
 Fraunhofer München ESK	Entwicklung OnBoardUnit und Laserpositionierungssystem
 Fraunhofer Berlin FOKUS	Entwicklung einer Mobilitätsdaten-Cloud
 Fraunhofer Stuttgart IAO	Straßenseitige Integration der Induktionsspule
 Fraunhofer Nürnberg IIS	Entwicklung von Ortungstechnologien
 Fraunhofer Freiburg ISE	Entwicklung der induktiven Ladetechnologie
 Fraunhofer Dresden IVI	Entwicklung von Mobilitätsdiensten

gemeinschaftlich  **emobilität**

 **Fraunhofer** **IIS**
 **Fraunhofer** **IVI**
 **Fraunhofer** **ESK**
 **Fraunhofer** **ISE**
 **Fraunhofer** **FOKUS**
 **Fraunhofer** **IAO**

GeMo: Ziele und Projektinhalte

Das Projekt behandelt Schnittstellen gemeinschaftlich genutzter Fahrzeuge und setzt diese in einem Technologieträger um



- ① Cloud-basiertes Lademanagement
- ② Mobilitätsdaten-Cloud
- ③ On-Board-Unit
- ④ 22kW-Induktions-Ladespule
- ⑤ Lasergestütztes Positionierungssystem
- ⑥ Straßenintegrierte induktive Ladeinfrastruktur

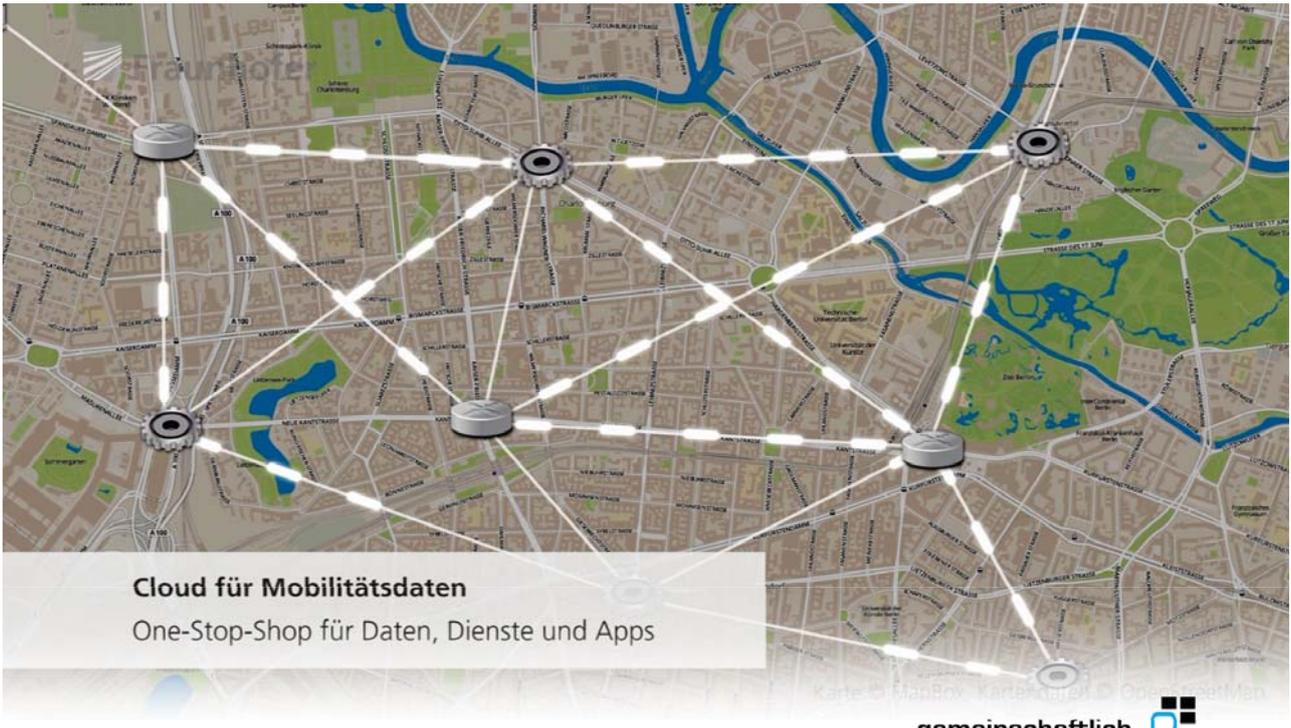
-  Entwicklung technologischer Schnittstellen
-  Integration der Technologien in ein Demonstrator-Fahrzeug

gemeinschaftlich  **emobilität**

 **Fraunhofer** **IIS**
 **Fraunhofer** **IVI**
 **Fraunhofer** **ESK**
 **Fraunhofer** **ISE**
 **Fraunhofer** **FOKUS**
 **Fraunhofer** **IAO**

Die GeMo-Mobilitätsdatencloud

...dient als zentraler Datenspeicher zur Bereitstellung einer vernetzten und intelligenten gemeinschaftlichen eMobilität



gemeinschaftlich  e-mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

Mobilitätsdienste

...wurden entwickelt, in eine Smartphone-App integriert und stellen Mobilität bedarfsgerecht bereit



Elektromobile Fahrzeugdisposition
Identifizierung verfügbarer Fahrzeuge

gemeinschaftlich  e-mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

Der EmC-Scooter als smarte Mikromobilität

...kann dabei ebenso als Sharingfahrzeug gewählt werden wie der GeMo-Caddy als klassischer PKW

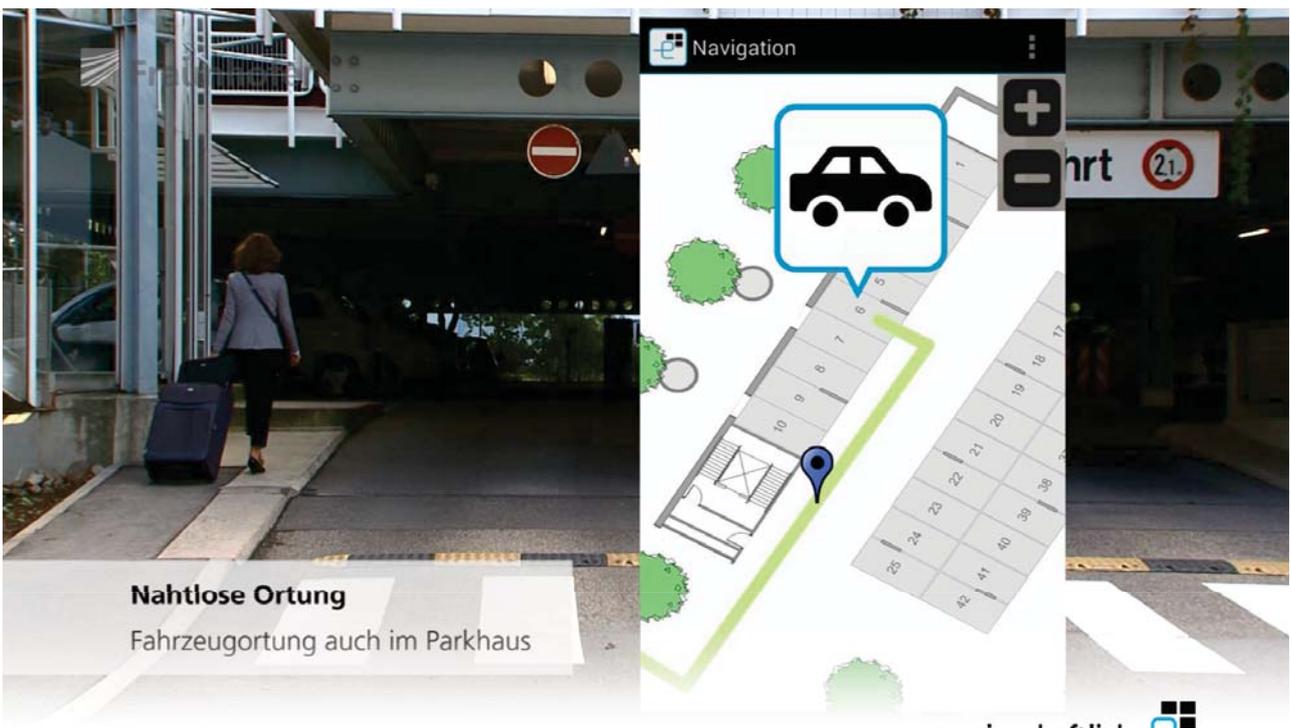


gemeinsamlich  mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

Nahtlose Ortung

Es wurden Out- und Indoor-Ortungstechnologien entwickelt, die die nahtlose Navigation bis hin zum gewählten Fahrzeug ermöglichen



Nahtlose Ortung
Fahrzeugortung auch im Parkhaus

gemeinsamlich  mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

Smartphone-Steuerung

Das Öffnen und Starten der reservierten Fahrzeuge wird ebenfalls über eine Smartphone-basierte Lösung ermöglicht



Öffnen und Einstellen des Fahrzeugs per Smartphone

gemeinschaftlich  mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IA0

Die ARTiS - ein echtzeitfähiges Multifunktionssteuergerät ...ermöglicht die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Cloud sowie automatische, fahrerindividuelle Einstellungen



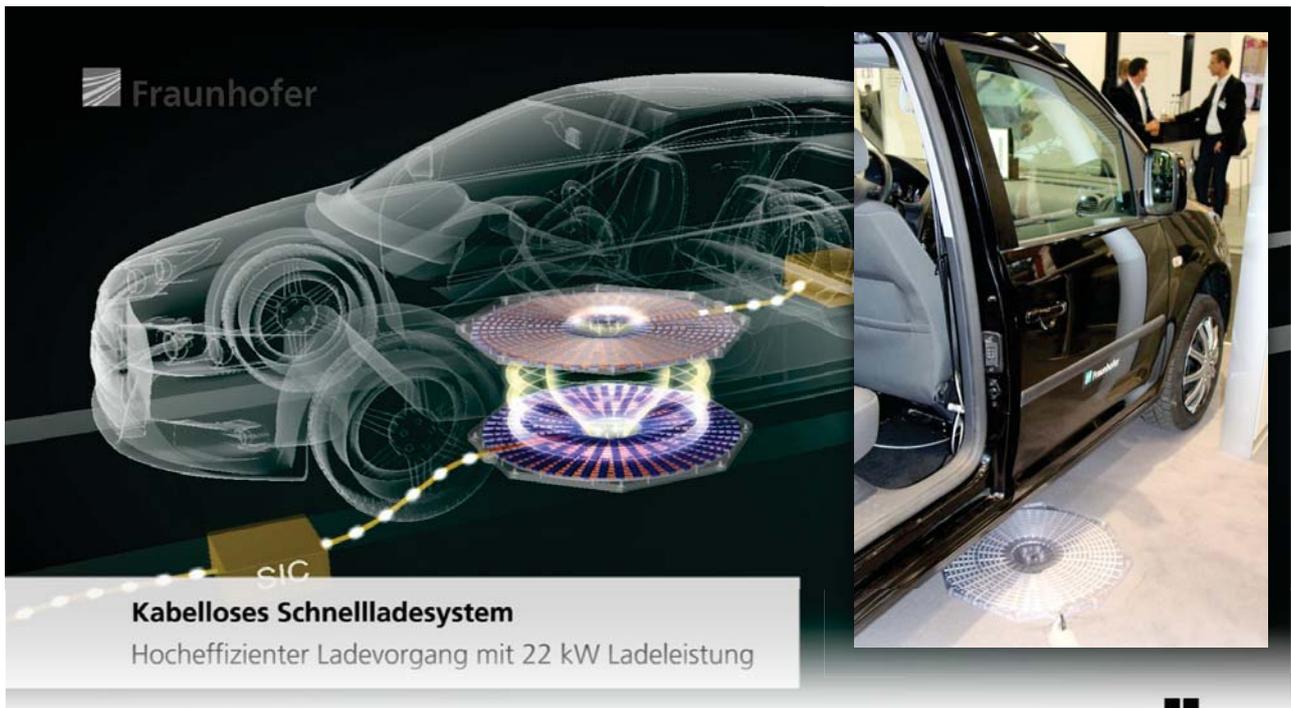
Echtzeitfähiges Multifunktionssteuergerät
Möglichkeit zur automatisierten Anpassung auf den Fahrer

gemeinschaftlich  mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IA0

Bidirektionale induktive Ladung mit 22 kW

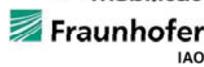
...zur schnellen und flexiblen Energieübertragung zwischen Ladeinfrastruktur und Fahrzeug



gemeinschaftlich  e-mobilität





Ein intelligentes Lademanagement

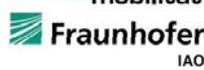
...orientiert sich am Buchungs- und Nutzungsstatus der Fahrzeugflotte und ermöglicht eine hohe Verfügbarkeit der Fahrzeuge



gemeinschaftlich  e-mobilität





Ein Laserpositionierungssystem

...gewährleistet das hochpräzise Ausrichten des Fahrzeuges über der straßenseitigen Induktionsspule



Hochpräzises Laserpositioniersystem

Hochgenaue Positionierung des Fahrzeuges über der Ladespule

gemeinschaftlich  e-mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

Stadtintegrierte Ladeinfrastruktur

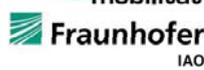
Die Ladeinfrastruktur wurde so konzipiert, dass die Komponenten unsichtbar in Schächten und Bordsteinen installierbar sind



Unsichtbare Ladeinfrastruktur

Ladeinfrastruktur verschwindet im Boden

gemeinschaftlich  e-mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

Die Abschlusspräsentation

...von GeMo wurde im Rahmen der eCarTec 2014 abgehalten, wobei die Technologien auch auf einem Messestand präsentiert wurden



gemeinschaftlich  mobilität

 Fraunhofer
IIS

 Fraunhofer
IVI

 Fraunhofer
ESK

 Fraunhofer
ISE

 Fraunhofer
FOKUS

 Fraunhofer
IAO

FRAUNHOFER ZUKUNFTSTHEMEN

»MÄRKTE VON ÜBERMORGEN«

GeMo - GEMEINSCHAFTLICH-e-MOBILITÄT: FAHRZEUGE, DATEN UND INFRASTRUKTUR

Abschlusspräsentation

eCarTec München

22. Oktober 2014

gemeinschaftlich  mobilität



 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

Urbane Mobilität der Zukunft

...wird von Elektromobilität, gemeinschaftlicher Nutzung und Vernetzung/Automatisierung geprägt sein

Elektro-
Mobilität

Gemeinschaft-
liche Nutzung

gemeinschaftlich  mobilität

Urbane
Mobilität

Vernetzung/
Automatisierung

gemeinschaftlich  mobilität

 Fraunhofer IIS  Fraunhofer IVI  Fraunhofer ESK  Fraunhofer ISE  Fraunhofer FOKUS  Fraunhofer IAO

GeMo: Gemeinschaftlich-e-Mobilität

...ist eine Projektinitiative der Fraunhofer-Gesellschaft im Rahmen des „Märkte-von-Übermorgen“-Programmes



Gemeinschaftlich genutzte (Elektro-)Mobilitätsressourcen:

FAHRZEUGE

ENERGIE

IuK-TECHNOLOGIEN



- Ein Fraunhofer „Übermorgen“-Projekt
- Projektlaufzeit: November 2011- Oktober 2014
- Projektvolumen: ~4,5 Mio. €



GeMo: Das Konsortium

...besteht auch sechs Fraunhofer-Instituten mit komplementären Kompetenzen



- Fraunhofer München ESK** Entwicklung OnBoardUnit und Laserpositionierungssystem
- Fraunhofer Berlin FOKUS** Entwicklung einer Mobilitätsdaten-Cloud
- Fraunhofer Stuttgart IAO** Straßenseitige Integration der Induktionsspule
- Fraunhofer Nürnberg IIS** Entwicklung von Ortungstechnologien
- Fraunhofer Freiburg ISE** Entwicklung der induktiven Ladetechnologie
- Fraunhofer Dresden IVI** Entwicklung von Mobilitätsdiensten



GeMo: Ziele und Projektinhalte

Das Projekt behandelt Schnittstellen gemeinschaftlich genutzter Fahrzeuge und setzt diese in einem Technologieträger um

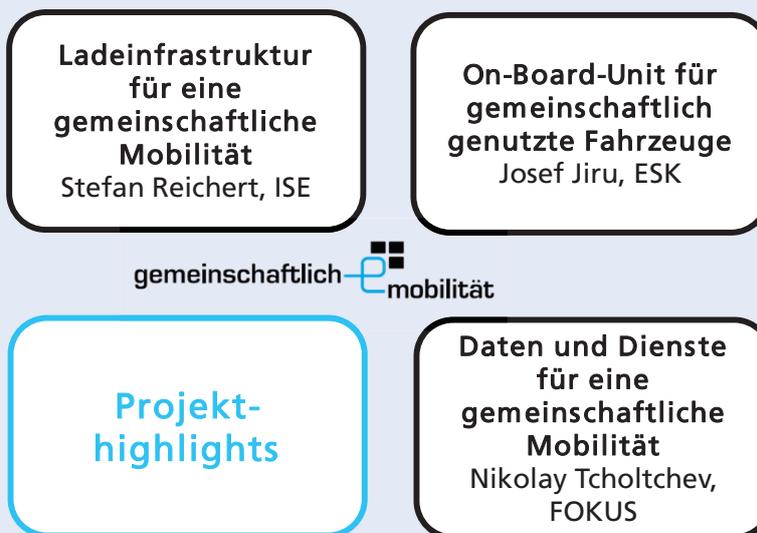


- ① Cloud-basiertes Lademanagement
- ② Mobilitätsdaten-Cloud
- ③ On-Board-Unit
- ④ 22kW-Induktions-Ladespule
- ⑤ Lasergestütztes Positionierungssystem
- ⑥ Straßenintegrierte induktive Ladeinfrastruktur

- Entwicklung technologischer Schnittstellen
- Integration der Technologien in ein Demonstrator-Fahrzeug

GeMo: Technologien und Entwicklungen

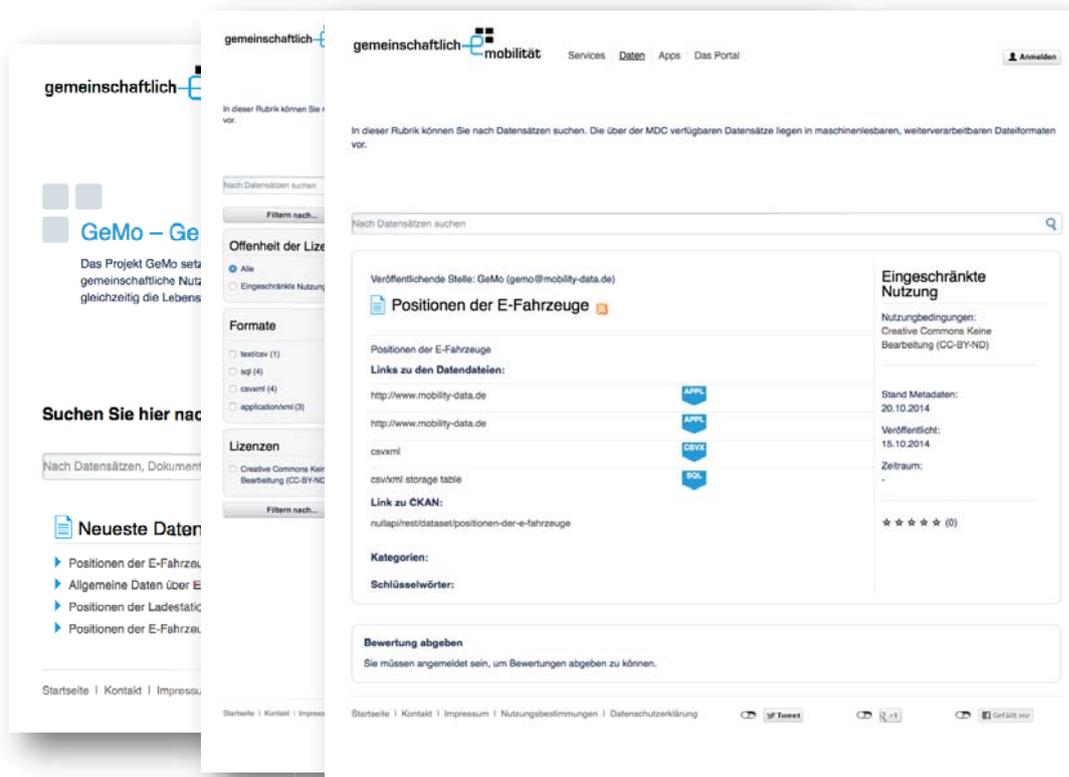
Im Folgenden soll eine Auswahl einiger im Projekt entwickelter Technologien genauer vorgestellt werden



Daten und Dienste für eine gemeinschaftliche Mobilität



Daten und Dienste für eine gemeinschaftliche Mobilität Mehr Mobilität durch Offenheit in drei Ebenen



Framework zur Sicherung der Dienste der Cloud

Sicherer Zugriff auf die Cloud-Dienste für mobile Apps und Endnutzer

- Komponente zur Absicherung des Zugriffs auf die Dienste der Mobilitätsdatencloud
- Absicherung der Zugriffe für
 - die Open Data Community, die Mobilitätsdaten über ein Datenportal benutzt
 - Mobile Applikationen (Smartphone, Tablett, OBUs) – GeMo App
- Verwendete Standards
 - OpenID
 - OAuth 2.0



Daten und Dienste für eine gemeinschaftliche Mobilität

- Intelligente/elektromobilitätsspezifische Disposition von Fahrzeugen als vier-stufiger Auswahlprozess:
 - 1. Analyse des Nutzerprofils und der Präferenzen
 - 2. Analyse der Reisedetails
 - 3. Bestimmung der Nutzerposition
 - 4. Kontrolle des Ladezustands und Reichweitenabschätzung

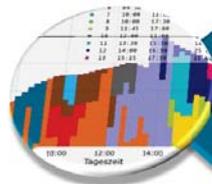


Daten und Dienste für eine gemeinschaftliche Mobilität

- Unterstützung des Nutzers durch App mit folgenden Funktionen:
 - Erstellung eines Nutzerprofils
 - Suche und Buchung von Elektrofahrzeugen
 - Routenplanung / Navigation
 - Unterstützung beim Fahrzeugzugang (Öffnen/Verriegeln)
 - Suche und Buchung von Ladesäulen
 - Kommunikation und Fahrbegleitung zusammen mit OBU (per Bluetooth)
 - Unterstützung beim Ladevorgang
 - Abschließende Abrechnung der Nutzungsvorgänge

Daten und Dienste für eine gemeinschaftliche Mobilität Smart Grid Technologie für zukunftsfähige Ladeinfrastruktur

- die Ladeinfrastruktur ist die Schlüsselkomponente für die Transition zu cloud-gesteuertem Laden
- ISE-Entwicklungen bedienen die Gebiete
 - Feldsysteme
 - Vernetzung
 - Algorithmen



Algorithmen

- Ladealgorithmus als Webservice
- Integration in FOKUS-Cloud-architektur



Vernetzung

- Erweiterung des OpenMUC-Softwareframework um REST-Client und -Server



Feldsysteme

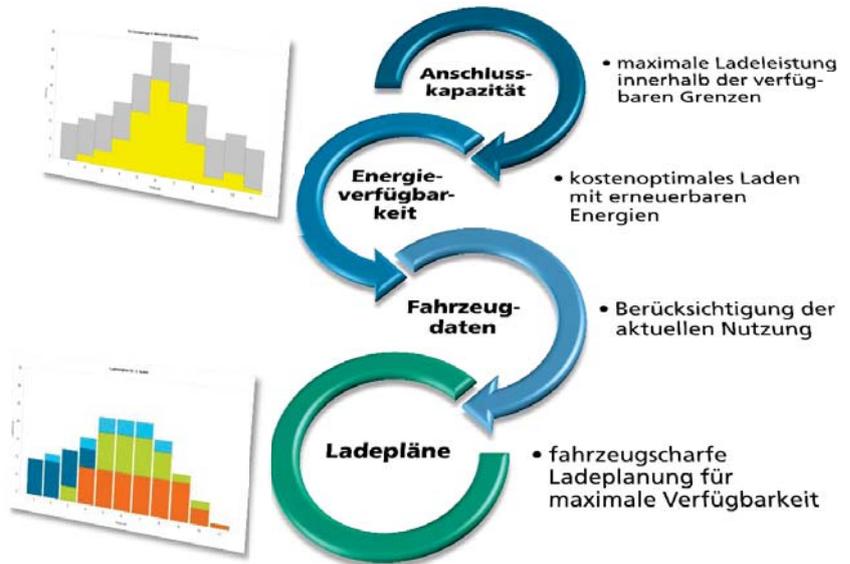
- Firmware zur Ansteuerung induktiver Ladesysteme
- HW-Finalisierung zur Produktreife

Daten und Dienste für eine gemeinschaftliche Mobilität

Optimierungsdienst für E-Fahrzeugflotten



- Integration eines **Ladealgorithmus** in einen RESTful Webservice
- Einsatz heute ...
 - Eigenverbrauchs-optimierung
 - Parkhaus-ladeinfrastruktur
- ... und morgen
 - Laden verteilter E-Sharing-Flottenfahrzeuge
 - Verteilnetzbetrieb



gemeinschaftlich e-mobilität



On Board Unit für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge

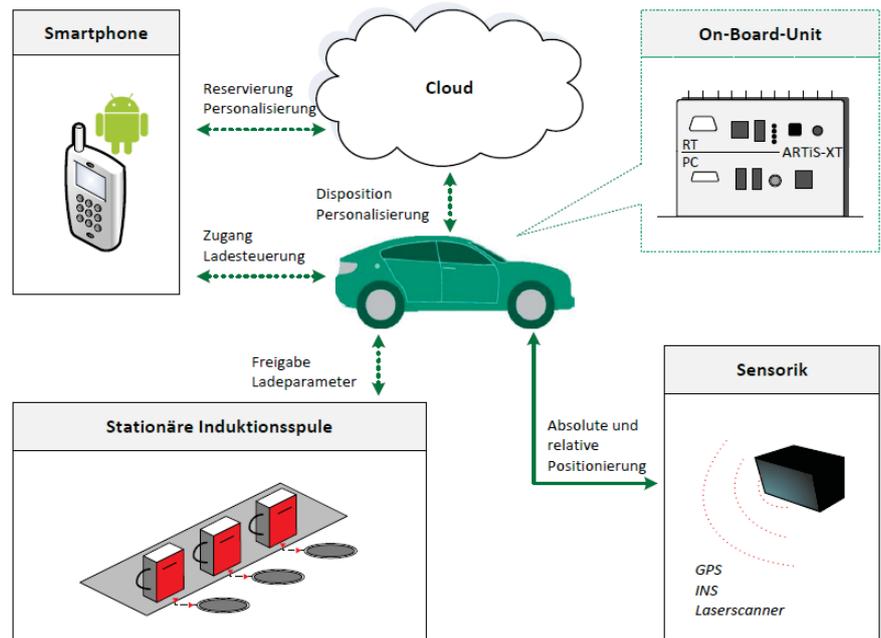
gemeinschaftlich e-mobilität



On Board Unit für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge ARTiS als zentraler Kommunikationsknoten

Vernetzung mit

- Fahrzeugbussen
- Fahrzeugsensorik
- Smartphone
- Clouddiensten
- Ladeinfrastruktur



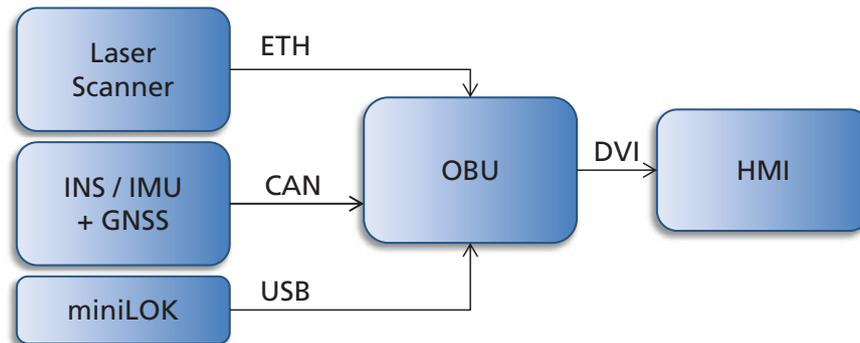
On Board Unit für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge Praxisnahes Rapid Prototyping mit ARTiS und ezCar2X

- Hardware Prototyping / Schnittstellen
 - Fahrzeug: CAN, Ethernet, GPIO, Power
 - Funk: NFC, Bluetooth, UMTS / LTE, 2x WLAN / ITS-G5
 - Ortung: GPS, MiniLOK (WLAN + GPS)
 - Power Management
- Software Framework ezCar2X
 - Prototyping von FAS und ITS Anwendungen
 - Modular, plattformunabhängig
 - Standardkonformer Car2X-Kommunikationsstack nach ETSI
 - Integration digitaler Karten



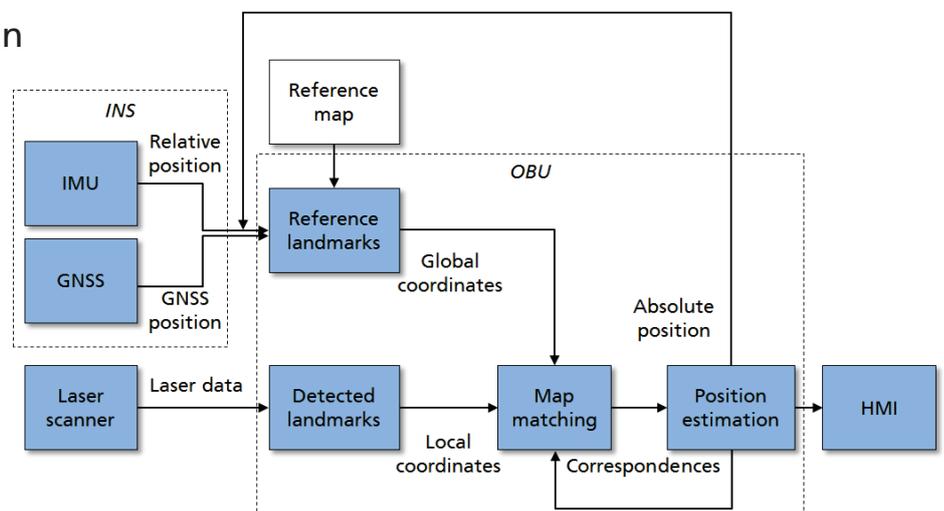
On Board Unit für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge Einparkhilfe für induktives Laden: eingesetzte Sensorik

- Laserscanner: Erfassung näherer Umgebung
- Inertiales Navigationssystem (INS) / Inertial Measurement Unit (IMU) und GNSS für Orts- und Richtungsbestimmung
- miniLOK: Indoor-Positionierung auf WLAN-Basis
- HMI: Anzeige der Fahrzeug- und Spulenposition



On Board Unit für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge Einparkhilfe für induktives Laden: Architekturüberblick

- Umgebungskarte bekannt inkl. Spulenposition
- Vorauswahl der Referenzpunkte aus Grobposition mit INS + GNSS
- Merkmalextraktion aus Laserscannerdaten
- Abgleich der Referenzpunkte auf der Karte mit Live-Merkmalen → Fahrzeugposition
- Anzeige im Display



On Board Unit für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge Nahtlose Ortung durch WLAN - GNSS Fusion

- Die Kombination verschiedener Lokalisierungs-Technologien ermöglicht die nahtlose Ortung im Innen- und Außenbereich.
- WLAN-basierte Lokalisierung (awiloc®) erfolgt über das Fingerprint-Verfahren, das sowohl in Gebäuden als auch im städtischen Bereich eingesetzt werden kann.
- Die Integration mit satelliten-basierter Navigation (GNSS) ermöglicht die Lokalisierung in Gebieten mit geringer WLAN-Abdeckung.
- Dort, wo beide Technologien verfügbar sind, führt eine Fusion zu einer Steigerung der Lokalisierungsgenauigkeit.



gemeinsamlich mobilität

On Board Unit für gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge Ortungsdienst für Elektro-Fahrzeuge und Mobilgeräte

- Nahtlose Ortung ist ein integraler Bestandteil eines Systems zur gemeinschaftlichen Nutzung von Elektro-Fahrzeugen.
- Auch in Parkhäusern oder Gebäuden muss die Lokalisierung von Nutzern und Fahrzeugen möglich sein.
- Der Ortungsdienst im Elektro-Fahrzeug läuft auf der Hardware-Plattform miniLOK, die speziell für die Entwicklung von Lokalisierungs-Technologien entworfen wurde.
- Derselbe Ortungsdienst läuft auch auf dem Smartphone und nutzt alle Lokalisierungs-Technologien, die dort zur Verfügung stehen.



gemeinsamlich mobilität

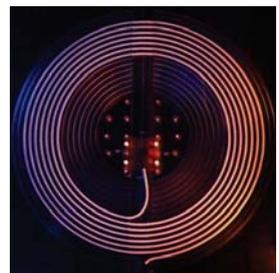
Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität Kombiniertes leitendes und induktives Ladesystem

Kombination der Vorteile beider Systeme

Induktiv

- Hoher Komfort für Nutzer
- Kein umständliches Handtieren mit dem Ladekabel
- Autonomes Laden möglich
- Keine sichtbare Ladeinfrastruktur - gute Integration ins Stadtbild
- vandalismussicher

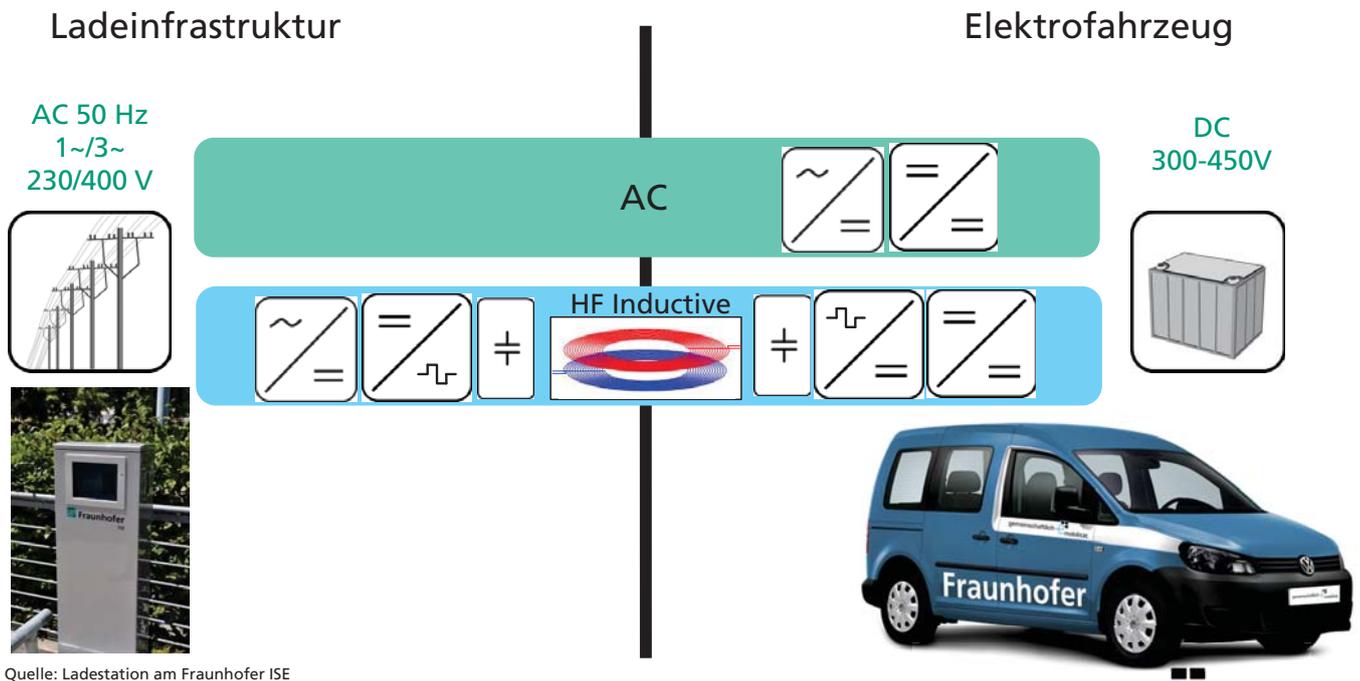


Konduktiv

- Hoher Wirkungsgrad
- Weit verbreitete Ladeinfrastruktur („Mode 3“-Ladung; „Typ 2“-Stecker; 22kW)
- (Abwärts-)Kompatibel zu Schuko-Ladung (1-phasig; 3,5 kW)

Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

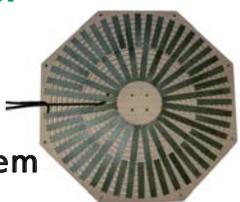
Leistungselektronik



gemeinsamlich e-mobilität

Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

Technische Parameter

- | | |
|---|--|
|  <ul style="list-style-type: none"> ■ Induktives Ladesystem <ul style="list-style-type: none"> ■ Leistung 22 kW ■ Batteriespannung 300 – 450 V ■ Bidirektionaler Leistungsfluss (Stromnetz ↔ Batterie) ■ Spulendurchmesser 60 cm ■ Spulenabstand 10 – 15 cm (Nennabstand: 13 cm) ■ Positionstoleranz +/-10 cm ■ Taktfrequenz 100 kHz ■ Wirkungsgrad bis zu 95% (Stromnetz bis Batterie) |  <ul style="list-style-type: none"> ■ Konduktives Ladesystem <ul style="list-style-type: none"> ■ Leistung 22 kW ■ Batteriespannung 300 – 450 V ■ Bidirektionaler Leistungsfluss (Stromnetz ↔ Batterie) ■ Taktfrequenz 48 kHz ■ Wirkungsgrad bis zu 98% |
|---|--|

gemeinsamlich e-mobilität

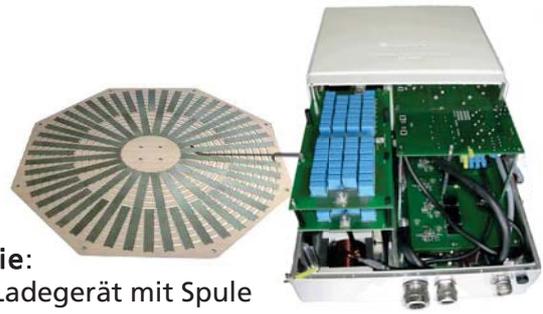
Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

Prototypen



Mobile Ladetechnologie:
integriert in Fahrzeug,
kombiniertes induktives und
konduktives Ladegerät mit
Spule

Stationäre Ladetechnologie:
integriert in Schachtsystem, Ladegerät mit Spule
(Ø 60 cm)



gemeinschaftlich e-mobilität

Fraunhofer IIS Fraunhofer IVI Fraunhofer ESK Fraunhofer ISE Fraunhofer FOKUS Fraunhofer IAO

Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

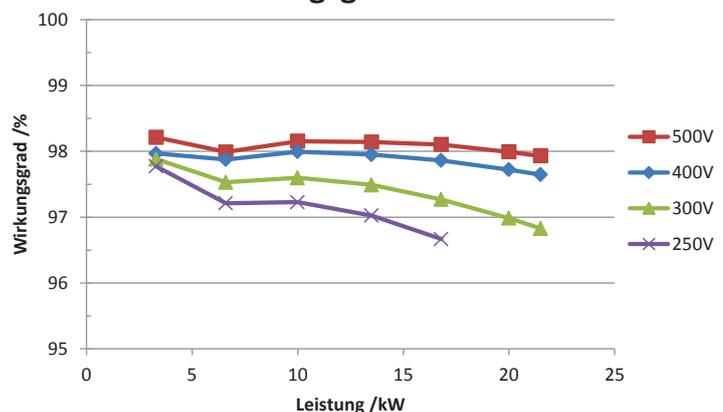
Konduktives Onboard-Ladegerät

- 22 kW / 3-phasig
- Taktfrequenz 48 kHz
- Wirkungsgrad 98,3%
- Gewicht 25 kg
- Größe 430 x 340 x 150 mm³
- Transformatorlose Topologie
- Wasserkühlung
- Typ 2 Stecker / Mode 3
- Bereitstellung von Systemdienstleistungen

(wie z.B. Blindleistungsbereitstellung)



Wirkungsgrad "Laden"



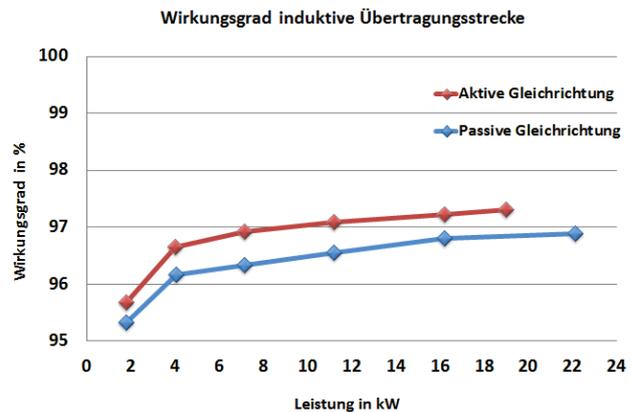
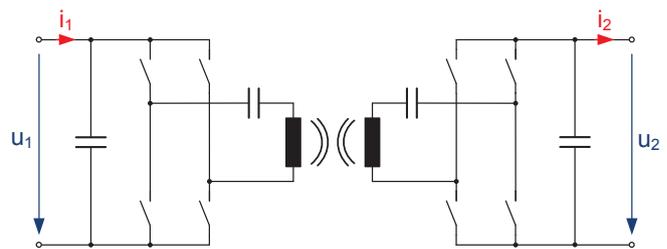
gemeinschaftlich e-mobilität

Fraunhofer IIS Fraunhofer IVI Fraunhofer ESK Fraunhofer ISE Fraunhofer FOKUS Fraunhofer IAO

Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

Induktive Energieübertragung - Messergebnisse

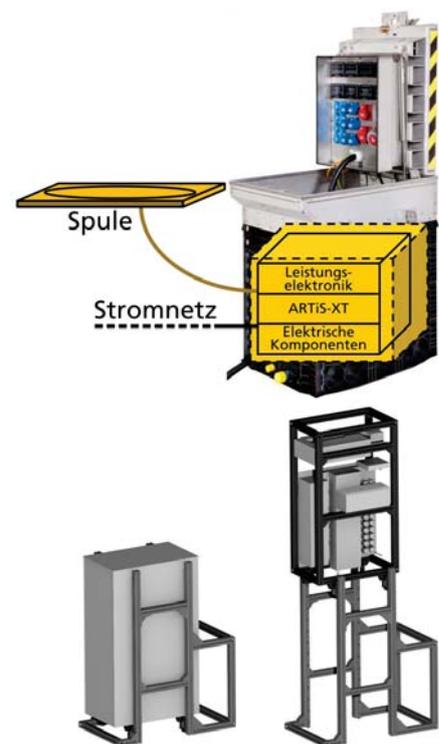
- Leistung 0 - 22 kW
- DC Zwischenkreisspg. 0 - 800 V
- Taktfrequenz 100 kHz
- Max. Wirkungsgrad 97,3 %
- Spulenabstand 13 cm
- SiC-MOSFETs
- Bidirektionaler Leistungsfluss
- Aktive Schalter stationär/mobil
- Synchrongleichrichtung



Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

Unsichtbare Ladestationen im urbanen Raum

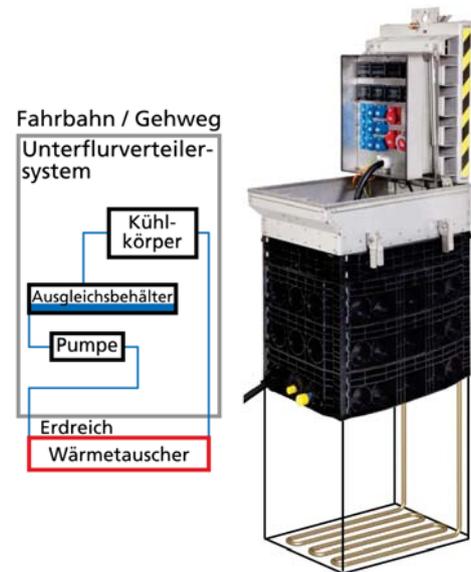
- Alle Komponenten der Ladetechnik außer der Spule werden in ein Unterflurverteilersystem integriert
- Die Teile werden an einem Rahmen aus standardisierten Strebenprofilen befestigt
- Eine Taucherglocke im Unterflurverteilersystem schützt die Ladetechnik vor eindringendem Wasser und Schmutz
- Eine Hebevorrichtung erlaubt Zugriff auf die Komponenten für Wartungsarbeiten



Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

Unsichtbare Ladestationen im urbanen Raum

- Die Komponenten der Ladetechnik erzeugen Wärme aufgrund von Verlustleistung
- Insbesondere die Leistungselektronik muss für einen fehlerfreien Dauerbetrieb gekühlt werden
- Trotz der notwendigen Wärmeabfuhr soll die Ladetechnik im urbanen Raum nicht sichtbar sein
- Es kommt eine Wasserkühlung mit geschlossenem Kühlwasserkreislauf zum Einsatz
- Die Wärme wird über ein Wärmetauscherelement im Erdreich abgeführt



Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

Unsichtbare Ladestationen im urbanen Raum

- Der Aufbau im Unterflurverteilersystem ist konform mit den Vorschriften für elektrische Installationen (VDE 0100 etc.)
- Es liegen drei getrennte Stromkreise vor (Leistungs-, Steuer- und Kühlkomponenten)
- Maßnahmen zur Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit:
 - Schirmung empfindlicher und strahlender Komponenten
 - Trennung der Kabel der verschiedenen Stromkreise
- Drahtlose Kommunikation mit der Ladetechnik über unterirdische Antennen

