

## MOBILITÄT REGENERATIV

Elektromobilität mit erneuerbaren Energien ist ein wichtiger Baustein für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energiezukunft.

Dafür bieten wir:

- Bidirektionale Energieübertragungssysteme
- Vehicle-to-Grid-Integration und EMV
- Virtuelle Nachbildungen von Batterien
- Infrastruktur und Geschäftsmodelle

### Kontakt

- ↳ Prof. Dr. Clemens Hoffmann
- ↳ Tel: +49 (0) 561 7294-0
- ↳ kassel@iwes.fraunhofer.de

### Fraunhofer IWES

Königstor 59  
34119 Kassel, Germany

[www.herkulesprojekt.de](http://www.herkulesprojekt.de)  
[www.iwes.fraunhofer.de](http://www.iwes.fraunhofer.de)

## ZUKUNFTSFELD CO<sub>2</sub>-NEUTRALE MOBILITÄT



# F&E FÜR EINE CO<sub>2</sub>-NEUTRALE MOBILITÄT

Das klimatologisch wichtige Ziel, eine 100 % CO<sub>2</sub>-neutrale Automobilität zu erreichen, steht unter der zusätzlichen Herausforderung, die bisher hohe Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit der Mobilitätsdienstleistung der bisherigen Fahrzeuge beizubehalten oder sogar zu steigern.

Darunter ist insbesondere eine ausreichend hohe Reichweite zu verstehen, die von der im Fahrzeug zur Verfügung stehenden Endenergie abhängt. Heutige Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren verfügen über mehr als 200 kWh Endenergie, die 600 kWh Primärenergie entspricht.

CO<sub>2</sub>-Neutralität kann durch batteriebetriebene- aber auch durch verbrennungsmotorische Fahrzeuge erreicht werden, die mit synthetischem Kraftstoff aus erneuerbaren Energien fahren.

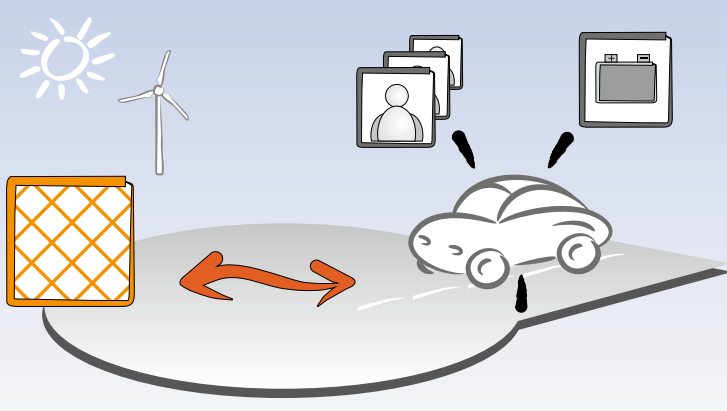
Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge erreichen gegenüber Verbrennungsfahrzeugen mit synthetischen Kraftstoffen eine um Faktor 4-5 verbesserte Nutzung des erneuerbaren Energieeinsatzes (= Produkt aus motorischer Effizienz und Kraftstoffsynthese-Effizienz).

Der Einsatz von Fahrzeugen mit elektrischen Batterien erlaubt eine Minimierung der für die gesamte nationale Automobilität notwendigen Energieerzeugung aus Wind- und Solaranlagen.

Die im Batteriefahrzeug mitgeführte Endenergie liegt aber um einen Faktor 10 unter dem Niveau eines Verbrennungsfahrzeugs und bedeutet damit zunächst eine nicht akzeptable, geringe Reichweite.

Die Kombination der Energiespeicherung sowohl in Batterie als auch in Kraftstoff, zu der eine Kombination von Elektro- und Verbrennungsmotor gehört, erlaubt eine gemeinsame Optimierung der Anforderungen an Reichweite Energiewirtschaft und Umwelt.

Wir forschen und entwickeln daher an verschiedenen Konzepten und Aspekten für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Mobilität. Einige davon sind auf den folgenden Seiten exemplarisch dargestellt.



## NETZINTEGRATION ELEKTROMOBILITÄT

Der Ausbau der Elektromobilität stellt an das Stromnetz neue Lastanforderungen, bietet aber auch zusätzliche Chancen für die Energiewende. Elektrofahrzeuge könnten in Zukunft mit intelligenten Konzepten in das Stromnetz eingebunden werden. Gemeinsam würden sie einen verbrauchsnahe Stromspeicher signifikanter Größe bilden, der die schwankende Produktion von Wind- und Sonnenenergie ausgleichen und dadurch das Stromnetz stabilisieren kann.

Die Batterien in Elektroautos könnten zukünftig bei Bedarf flexible Regelleistung zurück ins Stromnetz liefern, während sie an Ladestationen gekoppelt sind. Das würde bewirken, die Netze bei einer kurzfristigen Differenz zwischen Stromerzeugung und -nachfrage zu stabilisieren.

Wir erforschen, entwickeln und prüfen Soft- und Hardwarekomponenten von Elektrofahrzeugen zur Netzintegration und zur Einbindung in den Strommarkt. Dafür stehen verschiedene Prüfstände zur Verfügung, die sich entsprechend den projektspezifischen Anforderungen konfigurieren lassen. Parallel werden Spezifikationen, Prüfverfahren und Standards weiterentwickelt.

■ Projekt Stropa ■ Projekt INEES



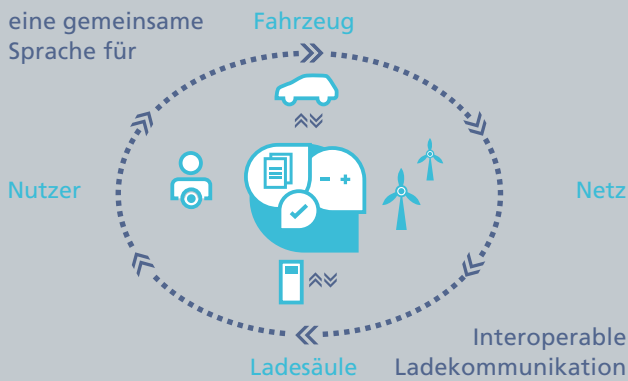
## VIRTUELLE NACHBILDUNGEN VON BATTERIEN

Ein langjähriger Schwerpunkt der Forschung und Entwicklung unseres Instituts sind Simulationsmodelle für die Automobilindustrie. Die Software ISET-LIB simuliert alle relevanten physikalischen und elektrochemischen Vorgänge in Li-Ionen Batterien unter verschiedenen Betriebsbedingungen.

Als Grundlage dienen konstruktive Daten sowie charakteristische Parameter der Zellchemie. Das nichtlineare Modell bietet: Vorhersage des Klemmenverhaltens, hohe Genauigkeit, beliebige Batteriezustände, Einblick in die inneren Vorgänge, Alterungsverhalten, Test von Zustandserkennungsalgorithmen.

Gemeinsam mit anderen Forschungspartnern arbeiten wir derzeit an der Implementierung von Alterungseffekten in die bewährten Modelle.

■ Projekt Well2Battery2Wheel



## KOMMUNIKATIONSKONZEPTE UND -SCHNITTSTELLEN

Eine intelligente und nahtlose Integration in die Infrastruktur sowie die Vernetzung aller Akteure der Wertschöpfungskette benötigt die Interoperabilität der weltweit produzierten und eingesetzten Fahrzeuge mit der Infrastruktur. Die Grundlage bildet eine standardisierte Vehicle-to-Grid-Schnittstelle und ermöglicht umfassende Benutzerakzeptanz.

In Kooperation mit der Industrie und anderen Forschungseinrichtungen konnten bereits erste Entwürfe der internationalen Standardisierung zum ISO/IEC 15118 Vehicle-to-Grid (V2G) Communication Interface verabschiedet werden, z. B. die automatische Bezahlung an öffentlichen Ladestationen oder die Steuerung eines externen Schnellladers.

Um technische Hürden bei der Umsetzung neuer V2G-Produkte und Dienstleistungen abzubauen, werden begleitend zur internationalen Standardisierung passende Hard- und Softwarelösungen als offene Technologieplattform entwickelt. Dadurch wird eine freie Marktentfaltung sichergestellt.

- Projekt eNterop

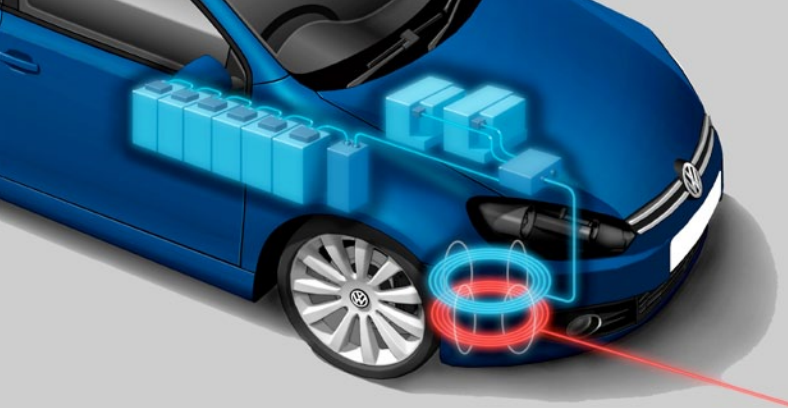
## ENERGIEMANAGEMENT

Um Elektrofahrzeuge in den Momenten zu laden, in denen besonders viel Strom aus erneuerbaren Energien zur Verfügung steht, z. B. aus der eigenen Photovoltaikanlage, werden effiziente Energiemanagementkonzepte benötigt, die die Mobilitätsanforderungen der Fahrzeugnutzer mit dem Stromangebot und dem Netzzustand abgleichen.

Bei Elektrofahrzeugen sind auch Rückspeisungen möglich, für die ebenfalls die Anforderungen von Fahrzeugnutzern, Stromlieferanten und Netzbetreibern berücksichtigt werden müssen, um das Elektrofahrzeug ohne Mobilitätseinschränkungen als Pufferspeicher nutzen zu können.

Fraunhofer verfolgt bei der Umsetzung von Energiemanagementlösungen mit der Open Gateway Energy Management Alliance (OGEMA) einen offenen Ansatz. Dieser lässt sich optimal an die unterschiedlichen Geschäftsmodelle, wie Eigenstromoptimierung, Regelenenergiebereitstellung usw., anpassen.

- OGEMA Alliance



## BIDIREKTIONALE KONTAKTLOSE ENERGIEÜBERTRAGUNGSSYSTEME

Mit der einfachen und effizienten kabelgebundenen Netzan-  
kopplung von E-Fahrzeugen sind auch Nachteile verbunden. Eine  
Alternative dazu ist die kabellose Netzkopplung auf Basis einer  
induktiven Energieübertragung, die eine erhöhte Sicherheit vor  
Vandalismus und einen verbesserten Bedienkomfort aufweist.

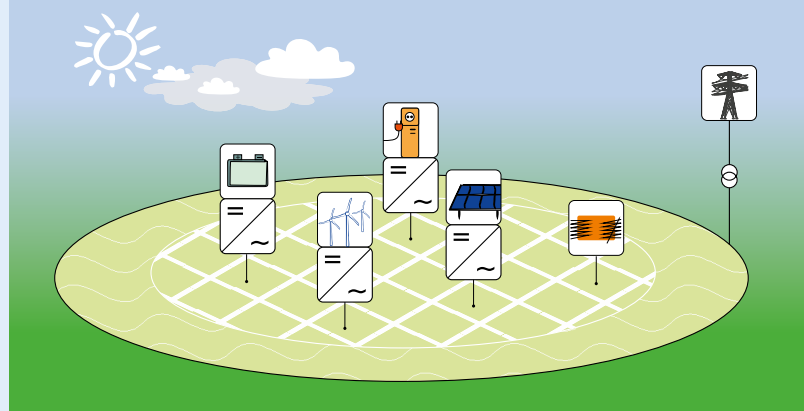
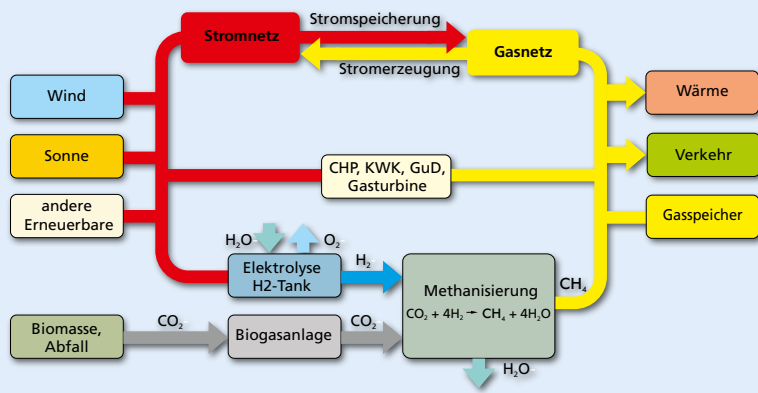
Wir entwickeln Konzepte und Komponenten für kabellose Lade-  
und Rückspeisesysteme mit hohen Wirkungsgraden unter Einhal-  
tung der Sicherheitsstandards der Automobilindustrie.

- Projekt W-Charge

## ENTWICKLUNGS-, TEST- UND PRÜFPLATTFORMEN

Mehrere Abteilungen des IWES haben ihr Know-how zu virtuellen  
Entwicklungsumgebungen für Lithium-Ionen-Batterien, Ladeein-  
heiten und Netzsimulatoren im neuen Test- und Prüfzentrum für  
Elektromobilität IWES-TPE gebündelt.

Auf der Basis einer bestehenden Kooperationsvereinbarung mit  
der Universität Kassel wird dabei auch die Zusammenarbeit mit  
dem Forschungsverbund Fahrzeugsystemtechnik ausgebaut. Unser  
Schwerpunkt liegt auf der Netzintegration und der Versorgung  
mit erneuerbaren Energien. Die Universität Kassel konzentriert sich  
auf das Fahrzeugsystem.



## REGENERATIVES GAS

Eine Option für eine  $\text{CO}_2$ -freie Mobilität ist ein Fahrzeugkonzept, bei dem synthetischer Kraftstoff benutzt wird, der aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen wird.

Die Reichweite läge auf dem heutigen Niveau. Aufgrund der Wirkungsgradverluste entlang der Konversionskette bei der Kraftstoffherstellung und der Nutzung mit einer Verbrennungskraftmaschine benötigt dieses Konzept aber einen 6 mal höheren Einsatz von Energie aus Wind- und Solaranlagen.

Die besondere Herausforderung besteht darin, ein solches Konzept energiewirtschaftlich konkurrenzfähig zu gestalten und die notwendigen Primärenergiemengen aus erneuerbaren Quellen bereit zu stellen.

## DEMONSTRATION UND MODELL-REGIONEN

Wir begleiten Feldtests von Elektrofahrzeugen mit eigener Messtechnik und werten die Daten mit erprobten sowie neuen Verfahren detailliert aus. Dabei können wir auf eine umfangreiche Datensammlung zum Nutzerverhalten, der Energiebilanz und dem Einsatzverhalten von Elektrofahrzeugen zurück greifen.

Das Modellprojekt Harz.EE-Mobility beispielsweise beschäftigt sich unter anderem mit Regulierungsmechanismen für die Steuerung der Ladung von Elektrofahrzeugen, um sie als Teil eines sogenannten virtuellen Kraftwerkes in das Elektrizitätsversorgungssystem einzubinden.

Über Steuersignale und Tarifeinreize wird sichergestellt, dass auch bei einem hohen Anteil an Elektromobilität und einem fluktuierenden Angebot an erneuerbaren Energien sowohl die Versorgungssicherheit gewährleistet bleibt als auch die Ladung der Elektrofahrzeuge unter Nutzung erneuerbarer Energien in optimaler Weise erfolgt.