



1 3kW Stack auf Teststand.

2 Stack 5kW auf Schwingerreger  
mit Stroboskopblitz.

## BRENNSTOFFZELLEN RANGE EXTENDER

Derzeit werden mit Batterie und Brennstoffzellenantrieben zwei konkurrierende Systeme entwickelt um Lärm- und Schadstoffemissionen in Ballungsräumen zu reduzieren und erneuerbare Energien im Transportbereich zu nutzen.

Batteriefahrzeuge zeichnen sich durch eine hohe Effizienz in der Primärenergienutzung aus und können idealerweise kostengünstig mit Überschussstrom geladen werden. Jedoch sind sie hinsichtlich Reichweite und Ladezeiten eingeschränkt.

Brennstoffzellenfahrzeuge bieten mit heutigen Fahrzeugen vergleichbare Reichweiten und Tankzeiten. Jedoch ist zu erwarten, dass die geringere Primärenergieeffizienz zu höheren Betriebskosten führt. Beide Technologien können daher für sich die Bedürfnisse der Nutzer nur eingeschränkt bedienen.

### Lösungsansatz

Die Integration beider Systeme kann dazu genutzt werden, ein Fahrzeug zu entwickeln, das im regulären Betrieb mit günstigem Strom betrieben wird. Dies ermöglicht sowohl die Nutzung der Brennstoffzelle mit einem geeigneten Brennstoff, als auch umweltfreundliche Langstreckenfahrten. Zudem können weitere Vorteile genutzt werden, z. B.

- Schutz der Batterie vor Tiefentladung
- Vorwärmung der Batterie bei tiefen Temperaturen
- Abwärmenutzung für die Passagierraumheizung

### Herausforderungen

Die Integration einer Brennstoffzelle im Fahrzeug als Range-Extender unterscheidet sich von der Nutzung im Antrieb, was bestimmte Herausforderungen im Hinblick auf Design und Betrieb mit sich bringt.

### Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität

Batterie und Range Extender

Sprecher:

Dr.-Ing. Alexander Olowinsky

Kontakt:

Dr. Carsten Cremers  
Fraunhofer ICT

Telefon +49 721 4640-665

Telefax +49 721 4640-800665

carsten.cremers@ict.fraunhofer.de

[www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/rexbz](http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/rexbz)



## Range-Extender Design

Wichtigste Kenngröße des Designs ist die elektrische Leistung des Range-Extenders. Hier können drei Fälle unterschieden werden:

- APU Systeme bis ca. 5 kW entlasten die Antriebsbatterie, indem sie weitere Verbraucher wie Heizung, Klimaanlage oder Beleuchtung versorgen
- Einfache Range-Extender zwischen 5 kW und ca. 15 kW laden die Batterie im Betrieb nach, ohne direkt den Motor zu versorgen und können gerade im regionalen Betrieb die Reichweite erheblich verlängern.
- Größere Range-Extender mit mehr als 15 kW Leistung können den Antrieb direkt und notfalls allein versorgen

Für die ersten beiden Fälle bieten sich aufgrund der hohen Energiespeicherdichte oft Lösungen mit flüssigen Brennstoffen wie Methanol oder Benzin an. Für Leistungen größer 15 kW sind PEMFC mit Wasserstoff als Brennstoff die geeignete Wahl.

Im Rahmen von FSEM II entwickelt das Fraunhofer ICT einen wasserstoffbasierten Range-Extender, arbeitet jedoch zusätzlich auch an Systemen kleinerer Leistung mit anderen Brennstoffen.

## Betriebsweise

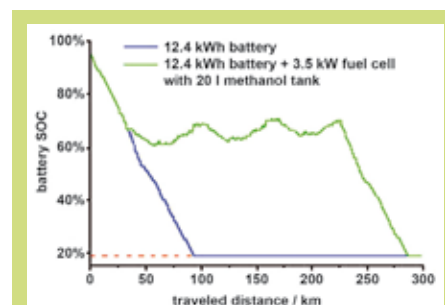
Der Betrieb einer Brennstoffzelle als Range-Extender unterscheidet sich im Detail vom Betrieb als Antriebsaggregat. Beispiele hierfür sind:

- Häufigerer und längerer Stillstand, dadurch häufigere Luft-Luft-Starts

- Größere Zahl an Start-Stopppzyklen
- Größere Wahrscheinlichkeit sehr kurzer Start-Stopppzyklen.
- Geringere Lastdynamik, da in der Regel die Batterie mit konstanter Leistung geladen wird
- Geringere Selbsterwärmung bei Kaltstart aufgrund der geringeren Leistung.

Da einige dieser Unterschiede die Brennstoffzelle belasten, müssen in der Betriebsstrategie entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden. Es ist daher ein wichtiges Ziel von FSEM II, eine geeignete Betriebsstrategie zu entwickeln. Basis hierfür ist eine detaillierte Untersuchung des Betriebsverhaltens des Stacks. Ansätze, die verfolgt werden sind u.a.

- Schutz der Kathode vor Überspannungen
- Anfahrprozesse für eine schnelle Befeuchtung
- Optimierung des Ausschaltens im Hinblick auf Frostschutz und Schutz vor Austrocknung



Range Extender 3,5kW – 12kWh  
Battery state of charge

## Unser Angebot

- Auslegung von Range-Extender oder APU Systemen für Ihre Fahrzeuganwendung
- Auswahl geeigneter Komponenten
- Vollständige Charakterisierung von Brennstoffzellenstacks der Typen PEMFC, HT-PEMFC und DMFC
- Umweltsimulation an Stacks und Systemen wie Klimatests, Einfluss von Erschütterungen etc.
- Erarbeitung von Betriebsstrategien
- Optimierung des Zusammenspiels von Brennstoffzelle und Batterie
- Durchführung von Sicherheitsbetrachtungen mittels FMEA Methode