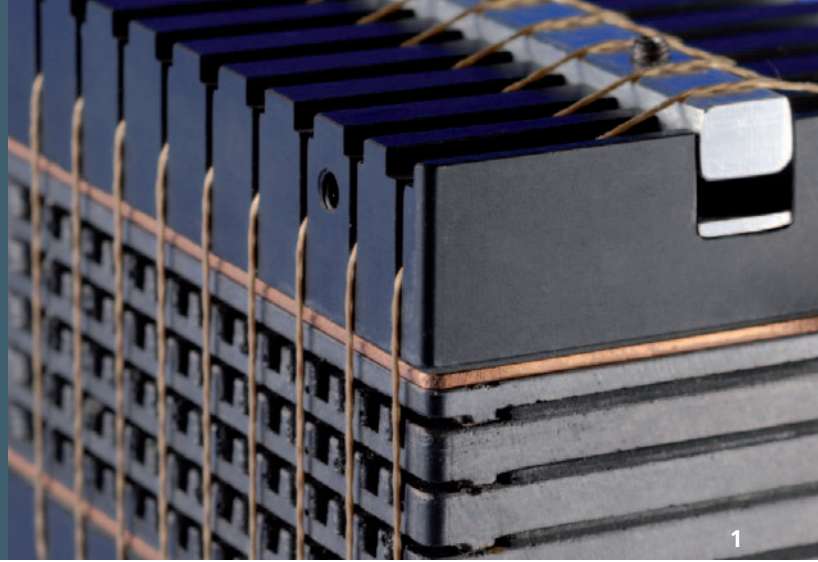


**BRENNSTOFFZELLENSYSTEME  
PROJEKTE. PRODUKTE. PARTNERSCHAFTEN.**



# FORSCHUNG FÜR DIE PRAXIS

Brennstoffzellen werden als emissionsfreie Strom- und  
Wärmeerzeuger zu wichtigen Bausteinen einer nachhaltigen  
Energiewirtschaft. Die Gruppe »Brennstoffzellensysteme«  
am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in  
Freiburg berät und begleitet Kunden mit interdisziplinärem  
Know-how und umfassenden Dienstleistungen von der  
Entwicklung bis zur Vermarktung.



Sie sind an effizienten Brennstoffzellensystemen interessiert und wünschen sich einen aktiven Dialog zwischen Forschung und Praxis? Nutzen Sie die Kontakte und das weitverzweigte Netzwerk eines etablierten Innovationspools – wir unterstützen Sie gern: Von der wissenschaftlichen Analyse der Detailphänomene über die Erstellung von Labormustern und Prototypen bis zur Produktentwicklung, Spezifikation und normgerechten Prüfung.

Das fundierte Verständnis der physikalisch-chemischen Prozesse und das langjährige branchenübergreifende Erfahrungswissen ermöglichen uns, die Basistechnologien und Materialien auf Ihre Fertigung und Ihre Märkte abzustimmen. Setzen Sie unsere Expertisen für Ihre Ziele ein, um Membranbrennstoffzellen aus graphitischen, polymeren, metallischen oder keramischen Werkstoffen zu realisieren.

Sie möchten mehr erfahren? Sagen Sie uns, was wir für Sie tun können. Gern begleiten wir Sie von der Idee bis zur patentierten Marktreife.

Titel Goldstifte zur Kontaktierung der Einzelsegmente in einer Testzelle für ortsauflösende Messungen  
1 Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellenstapel mit patentierter Anpressvorrichtung

## PORTFOLIO

Wir entwickeln leistungsstarke Membranbrennstoffzellensysteme auf Basis zukunftsweisender Energieträger – alternativ oder ergänzend zu Batterien und Akkus.

- Planare, luftatmende Mikrobrennstoffzellen und -systeme von 100 mW<sub>el</sub> bis 10 W<sub>el</sub> (PEMFC, DMFC, DEFC)
- Portable Brennstoffzellen und -systeme für Wasserstoff- und Reformatbetrieb von 10 W<sub>el</sub> bis 5 kW<sub>el</sub> (NT- und HT-PEMFC)

### Sie möchten selbst Brennstoffzellen produzieren?

Wir übertragen unser Wissen auf Ihre Fertigung und qualifizieren die geeigneten Zulieferer.

### Sie wünschen eine vollständige Energieversorgung?

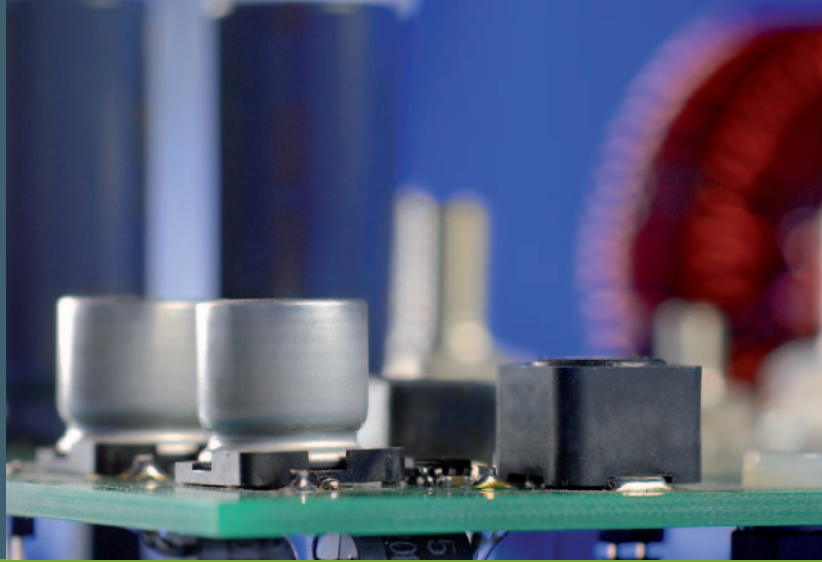
Wir integrieren unsere Brennstoffzellensysteme auch in ein Gesamtkonzept mit Batterien und weiteren Stromerzeugern.

### Sie sind an einer Produktvermarktung interessiert?

Wir stellen Ihnen die Verwertungsrechte an unseren Technologien zur Verfügung.

Nach Maßgabe Ihrer Anforderungen beziehen wir die Gruppen »Wasserstoffherzeugung« oder »Chemische Energiespeicherung« aus dem Geschäftsfeld »Wasserstofftechnologie«, unsere Kompetenzen in Photovoltaik und Elektronik sowie versierte Kooperationspartner aus Wissenschaft und Industrie mit ein.

[www.h2-ise.de](http://www.h2-ise.de)



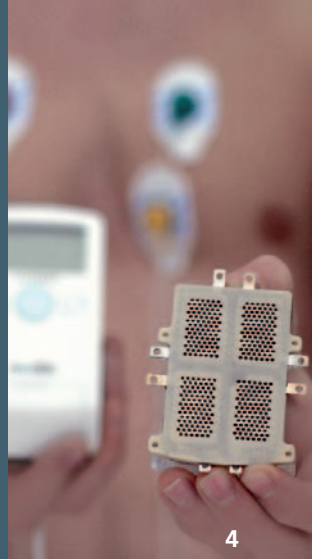
## LEISTUNGEN

- Zell- und Stackdesign für unterschiedliche Werkstoffe
- Systementwicklung, nach Absprache auch inklusive Hybridisierung und Wasserstoffherzeugung
- Charakterisierung von Komponenten, Stacks und Systemen unter variablen Betriebs- und Klimabedingungen
- Simulation von Strömung oder Wärme, Modellierung und Simulation von der Mikroskala bis zur Systemebene
- Regelungsstrategien, Regelungs- und Leistungselektronik
- Sicherheitstechnik, normgerechte Prüfung von Komponenten und Systemen sowie VDE-Zertifizierung
- Monitoring von Feldtests, Gutachten und wissenschaftliche Studien

## AUSSTATTUNG

- Zur ortsaufgelösten Charakterisierung von Einzelzellen und Untersuchung von Brennstoffzellenstapeln dient die 50-Kanal-Impedanzspektroskopie.
- Degradationsuntersuchungen und Abgasanalysen erfolgen auf Basis von Gaschromatographie und Massenspektrometrie, Zyklovoltammetrie, ICP-MS zur Elementbestimmung im Produktwasser oder ESEM mit EDX zur Analyse der Membranelektrodeneinheit.
- 15 Teststände für Nieder- und Hochtemperatur-PEMFC, DMFC und DEFC sichern die Qualifizierung von Komponenten und Systemen. Die Brennstoffzellen werden in Klimakammern von - 40°C bis + 80°C getestet.

- 2 *Stromgeführter Spannungswandler für Brennstoffzellensysteme*
- 3 *Portable Stromversorgung mit Ethanol-Reformer und PEM-Brennstoffzelle*
- 4 *Passiv betriebene DMFC für ein EKG-Gerät*
- 5 *Lastenfahrrad mit Brennstoffzellenantrieb*



» UNSERE WISSEN-  
SCHAFTLICH FUNDIERTEN  
ANALYSEN GARANTIEREN  
ZUVERLÄSSIGE  
ERGEBNISSE.«

Dr. Dietmar Gerteisen  
Teamleitung Charakterisierung,  
Modellierung, Simulation



## MÄRKTE

Hohe Energiedichte und lange Lebensdauer, einfaches Handling und Schnellladefähigkeit, zuverlässige netzunabhängige Energieversorgung, kabelloser und umweltschonender Betrieb machen Brennstoffzellen für viele Märkte attraktiv.

### Mobile Kommunikation

Mobile Kommunikation

### Industriesensorik

Industriesensorik

### Medizintechnik

Medizintechnik

### Notstromversorgung

Notstromversorgung

### Robotik

Robotik

### Consumer

Consumer

### Kleintraktion

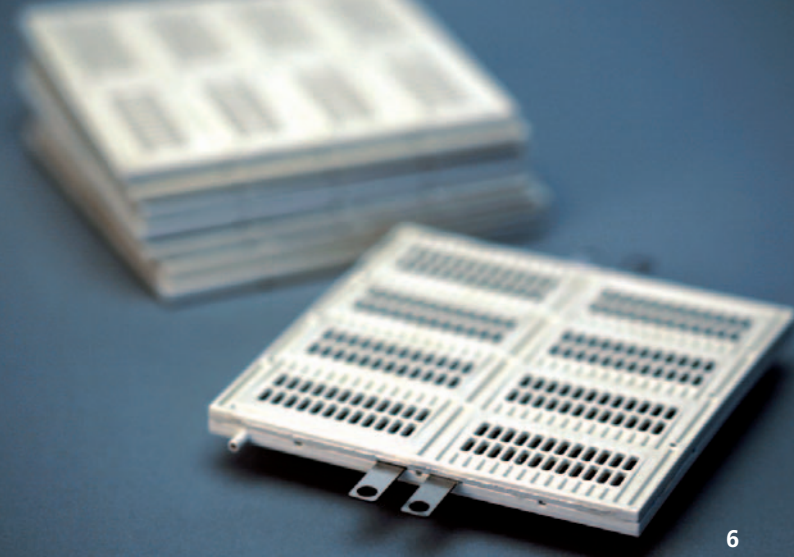
Kleintraktion

### Verkehrs- und Sicherheitstechnik

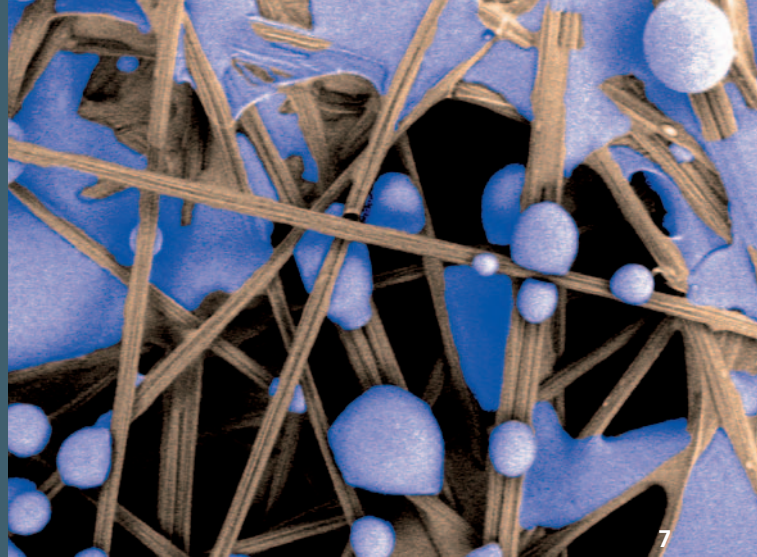
Verkehrs- und Sicherheitstechnik

Sie können unsere Innovationen im Rahmen von Kooperationen nutzen oder Lizenzen dafür erwerben.

Signifikante Fortschritte in der Systemtechnik reifen in der intensiven Zusammenarbeit mit der University of South Carolina (USA), dem einzigen National Science Center für Brennstoffzellen, sowie dem Fraunhofer Center for Sustainable Energy Systems CSE (USA), einem Joint-Venture des Fraunhofer ISE und des Massachusetts Institute of Technology MIT in Boston.



6



7

## REFERENZPROJEKTE

### Kleine Energieriesen für die Serienfertigung

In Kooperation mit FWB Kunststofftechnik führen wir mehrere bilaterale und Verbundprojekte mit weiteren Partnern aus Mittelstand, Industrie und Wissenschaft durch. Ziel ist die Entwicklung wettbewerbsfähiger Mikrobrennstoffzellen für die Serienfertigung.

**Die Aufgabe:** Entwicklung einer kostengünstigen DMFC in Spritzguss mit einer Leistung von 0,1 bis 10 W<sub>el</sub> mit hoher Energiedichte und einfacher Systemtechnik

**Die Technologie:** planare Brennstoffzellen für den selbstatmenden Betrieb, aktive und passive Methanolversorgung

**Der Leistungsumfang:** Projektplanung und mehrstufige Umsetzung, Entwicklung von Zelldesign und Systemarchitektur, Spezifikation und Auswahl der Komponenten, Durchführung und Auswertung von Lebensdauertests unter variablen Klimabedingungen

**Meilensteine:** Start 2005, geplante Produktimplementierung 2011 in den Märkten GPS-basiertes Containertracking, netzunabhängige Sanitäreinrichtungen und Sensorik

Basis der Entwicklung ist das breite, internationale Patentportfolio unseres Instituts. Die Mitwirkung in internationalen Normungsgremien sowie die Zusammenarbeit mit dem VDE-Institut zur Prüfung von Brennstoffzellen schaffen die Voraussetzung für die normgerechte Produktumsetzung.

### Internationale Forschung für die Systemtechnik

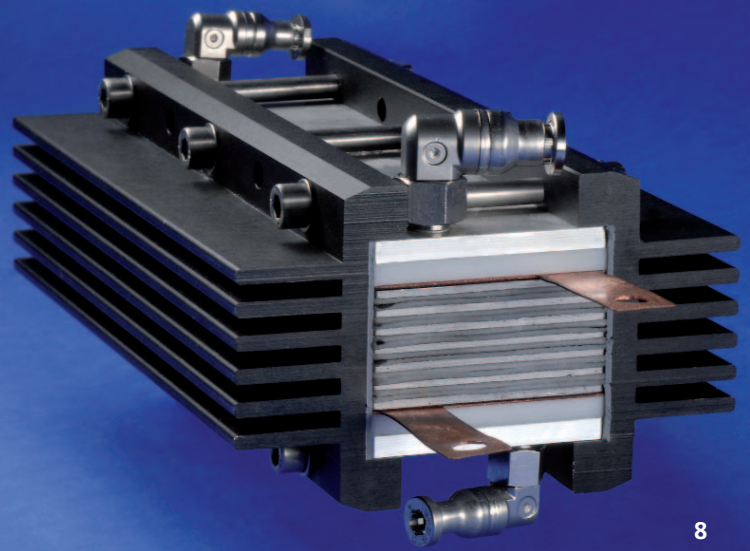
Seit 2009 untersuchen wir im Rahmen eines internationalen Konsortiums von fünf deutschen und fünf kanadischen Forschungsinstituten die Detailphänomene des Wassermanagements in PEM-Brennstoffzellen.

**Die Aufgabe:** Optimierung des Wasserhaushalts von Membranbrennstoffzellen auf der Mikro- und Makroskala durch verbesserte Materialien, Konstruktionen sowie innovative Betriebsstrategien

**Die Forschungsinhalte:** Untersuchung der Einflussfaktoren von Materialien und Oberflächen sowie ihrer Struktur in Membranen, Elektroden, mikroporösen Lagen, Gasdiffusionslagen und Bipolarplatten bezüglich ihrer Diffusion, Konvektion und Speicherung von Produktwasser

**Meilensteine:** Start 2009, Aufbau eines weltweit einzigartigen Wissenschafts-Clusters, Durchführung und Dokumentation experimenteller Analysen und Beschreibung der physikalisch-thermodynamischen Effekte

Auf Grundlage der wissenschaftlichen Erkenntnisse werden die Komponenten, das Zell- und Stackdesign sowie die Betriebsführung fortlaufend verbessert und die Zuverlässigkeit, Effizienz und Lebensdauer der Brennstoffzellensysteme erhöht.



8

## » UNSERE NORMGERECHTE ENTWICKLUNG UND SCHUTZRECHTE SICHERN IHREN MARKT. «



Ulf Groos  
Gruppenleitung Brennstoffzellensysteme

- 6 Planare, luftatmende Direktmethanol-Brennstoffzellen in Spritzgusstechnologie
- 7 Wassertropfen in einer Gasdiffusionslage, Aufnahme im ESEM
- 8 Montageoptimierter NT-PEM-Brennstoffzellenstapel mit Kühlkörpern
- 9 Strukturierte Prozesse, transparente Projektplanung, sichtbare Meilensteine

## Mobile Kraftpakete für die Notfallmedizin

Gemeinsam mit den Verwertungspartnern DMTPe, bebro, Freudenberg und Chemetall arbeiten wir an der optimalen Auslegung einer tragbaren, netzunabhängigen Stromversorgung für die Notfallmedizin.

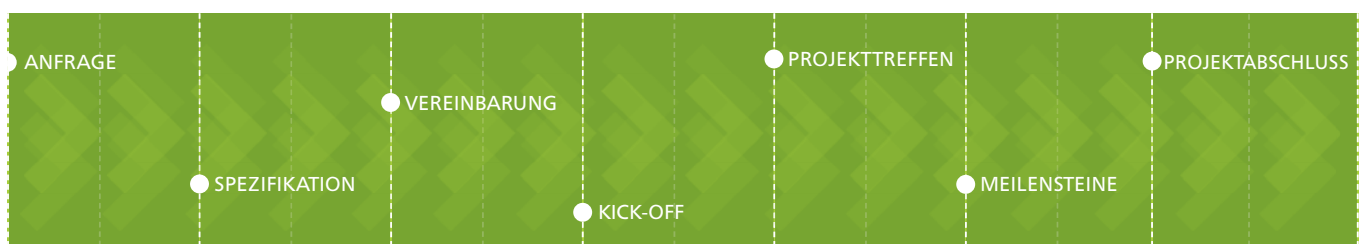
**Die Aufgabe:** Entwicklung eines tragbaren Brennstoffzellensystems mit einer Leistung von 100 W<sub>eI</sub> für den Außeneinsatz

**Die Technologie:** montageoptimierte Brennstoffzellenstapel für den Betrieb mit einem Wasserstoffgenerator auf Basis chemischer Hydride oder einer Druckgasflasche

**Der Leistungsumfang:** spezifische Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen, inklusive Systemtechnik, Regelungs- und Leistungselektronik sowie Hybridisierung und Kaltstartfähigkeit

**Meilensteine:** Start 2008, Prototypenentwicklung und Testphase bis Ende 2011, anschließende Produktentwicklung und Vermarktung

Abhängig von der Anwendung integrieren wir Metallhydridspeicher bzw. Druckgasflaschen in das System, entwickeln Wasserstoffgeneratoren oder Mikroreformer für flüssige und gasförmige Brennstoffe.



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
Telefon +49 761 4588-0  
Fax +49 761 4588-9000  
[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)  
[www.h2-ise.de](http://www.h2-ise.de)

Gruppenleitung Brennstoffzellensysteme  
Dipl.-Ing. Ulf Groos  
Telefon +49 761 4588-5202  
Fax +49 761 4588-9202  
[ulf.groos@ise.fraunhofer.de](mailto:ulf.groos@ise.fraunhofer.de)

Teamleitung Charakterisierung, Modellierung, Simulation  
Dr. Dietmar Gerteisen  
Telefon +49 761 4588-5205  
Fax +49 761 4588-9000  
[dietmar.gerteisen@ise.fraunhofer.de](mailto:dietmar.gerteisen@ise.fraunhofer.de)

Abteilungsleitung, Geschäftsfeld Wasserstofftechnologie  
Dr. Christopher Hebling  
Telefon +49 761 4588-5195  
Fax +49 761 4588-9195  
[christopher.hebling@ise.fraunhofer.de](mailto:christopher.hebling@ise.fraunhofer.de)