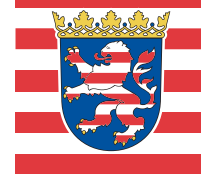


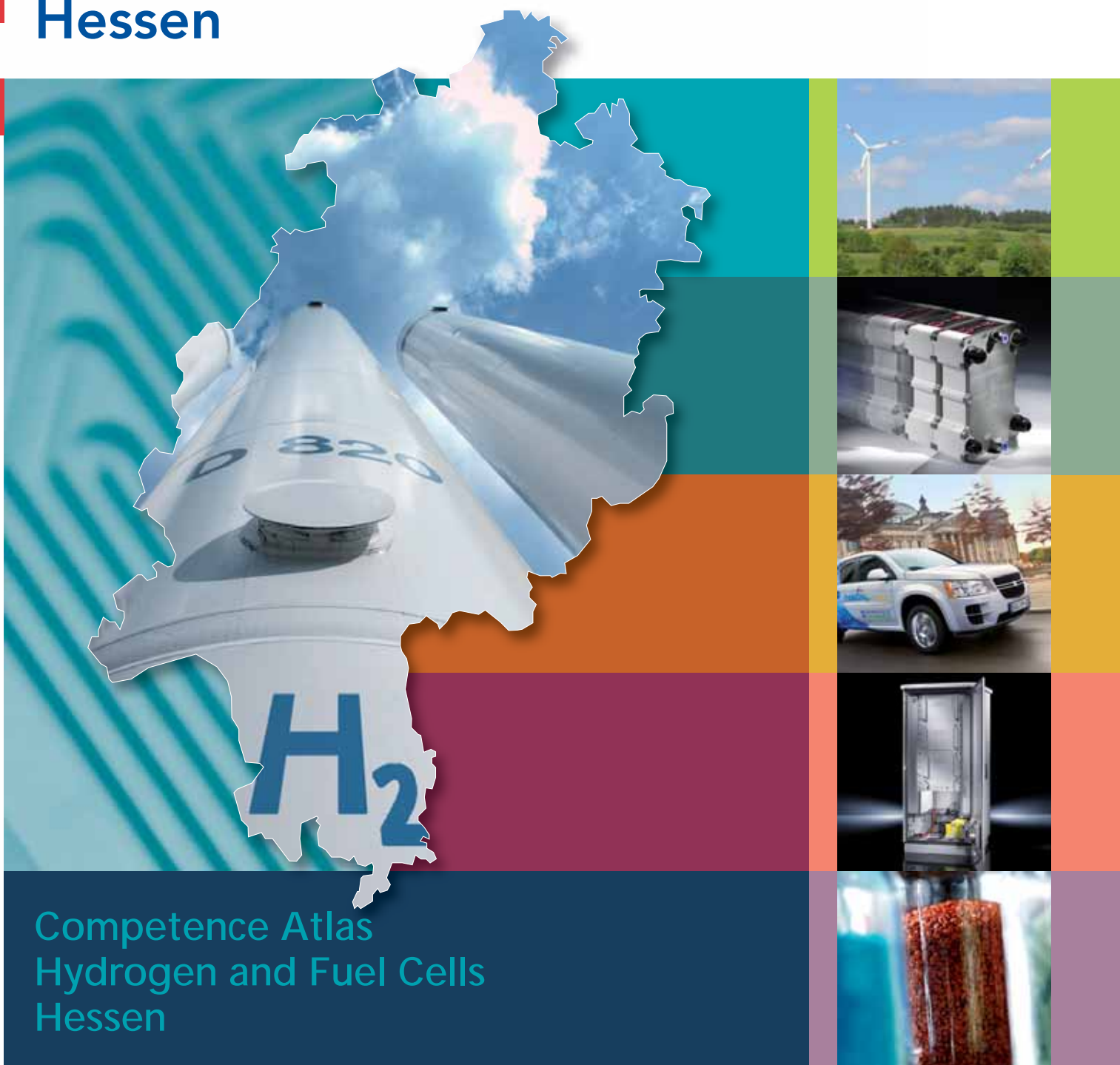
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

[www.H2BZ-Hessen.de](http://www.H2BZ-Hessen.de)

HESSEN



# Kompetenzatlas Wasserstoff und Brennstoffzellen Hessen



Competence Atlas  
Hydrogen and Fuel Cells  
Hessen

An **Hessen** führt kein Weg vorbei.



Kompetenzatlas  
Wasserstoff und Brennstoffzellen  
Hessen

---

Competence Atlas  
Hydrogen and Fuel Cells  
Hessen

# Impressum

## Kompetenzatlas Wasserstoff und Brennstoffzellen Hessen

Eine Veröffentlichung des Bereichs Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie der Hessen Agentur im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

### Erstellt von:

Christoph Genter  
Daniel Narnhammer  
AMCG Unternehmensberatung GmbH, München

### Redaktion:

Anna-Kristin Kippels, HA Hessen Agentur  
Alexander Bracht, HA Hessen Agentur

Dr. Justus Brans  
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft  
und Verbraucherschutz

Dr. Joachim Wolf  
Prof. Dr. Birgit Scheppat  
Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen e.V.

Alexandra Huss, AKOMBE, Köln

### Herausgeber:

HA Hessen Agentur GmbH  
Abraham-Lincoln-Straße 38–42  
D - 65189 Wiesbaden  
Telefon +49 (0) 611 / 774-8959  
Telefax +49 (0) 611 / 774-5 8959  
www.hessen-agentur.de  
www.H2BZ-Hessen.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des Herausgebers übereinstimmen.

© Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV)  
Mainzer Straße 80  
D - 65189 Wiesbaden  
www.hmuelv.hessen.de

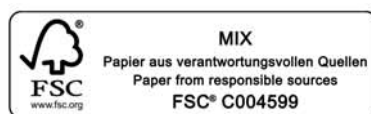
Vervielfältigung und Nachdruck – auch auszugsweise – nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung.

### Gestaltung:

Piva & Piva, Studio für visuelles Design, Darmstadt

### Druck:

Werbedruck GmbH Horst Schreckhase, Spangenberg



2010, 4. aktualisierte und überarbeitete Auflage

### Umschlaggestaltung (Bilder):

Mit freundlicher Genehmigung von Adam Opel GmbH/General Motors, hessenEnergie GmbH, Linde AG, Rittal GmbH & Co. KG, Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH, Schunk Kohlenstofftechnik GmbH und BASF Fuel Cell GmbH

# Impressum

## Competence Atlas Hydrogen and Fuel Cells Hessen

A publication of the sector Hydrogen and Fuel Cell Technology of the HA Hessen Agentur on behalf of the Hessian Ministry of the Environment and for Energy, Agriculture and Consumer Protection.

### Prepared by:

Christoph Genter  
Daniel Narnhammer  
AMCG Unternehmensberatung GmbH, München

### Editorial:

Anna-Kristin Kippels, HA Hessen Agentur  
Alexander Bracht, HA Hessen Agentur

Dr. Justus Brans  
Hessian Ministry of the Environment and for Energy, Agriculture  
and Consumer Protection

Dr. Joachim Wolf  
Prof. Dr. Birgit Scheppat  
Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen e.V.

Alexandra Huss, AKOMBE, Cologne

### Publisher:

HA Hessen Agentur GmbH  
Abraham-Lincoln-Straße 38–42  
D - 65189 Wiesbaden  
Telefon +49 (0) 611 / 774-8959  
Telefax +49 (0) 611 / 774-5 8959  
www.hessen-agentur.de  
www.H2BZ-Hessen.de

The Publisher cannot guarantee that all information given here is correct, accurate or complete, or that the private rights of third parties have been respected. The views and opinions expressed in this publication are not necessarily identical with those of the Publisher.

© Hessian Ministry of the Environment and for Energy, Agriculture and Consumer Protection (HMUELV)  
Mainzer Straße 80  
D - 65189 Wiesbaden  
www.hmuelv.hessen.de

Copies and reproductions – either in parts or in whole – are permitted only after the written authorization by the Publisher.

### Design:

Piva & Piva, Studio für visuelles Design, Darmstadt

### Print:

Werbedruck GmbH Horst Schreckhase, Spangenberg

2010, 4<sup>th</sup> actualized and revised edition

### Cover design (pictures):

By courtesy of Adam Opel GmbH/General Motors, hessenEnergie GmbH, Linde AG, Rittal GmbH & Co. KG, Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH, Schunk Kohlenstofftechnik GmbH and BASF Fuel Cell GmbH

# Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	1
<b>1</b>	<b>Energie für die Zukunft: Wasserstoff und Brennstoffzellen</b>	<b>5</b>
1.1	Brennstoffzellen	5
1.2	Wasserstoff	9
1.3	Wertschöpfungskette	11
<b>2</b>	<b>Kompetenzschwerpunkte in Hessen</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Förderprogramme und Organisationen</b>	<b>17</b>
3.1	Förderprogramme und Organisationen in Europa und Deutschland	17
3.2	Förderprogramme und Organisationen in Hessen	19
<b>4</b>	<b>Kompetenzmatrix</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>Profile der Unternehmen, Hochschulen und Institutionen</b>	<b>35</b>

# Table of contents

	Foreword	3
<b>1</b>	<b>Energy for the future: Hydrogen and fuel cells</b>	<b>6</b>
1.1	Fuel cells	6
1.2	Hydrogen	10
1.3	Added value chain	12
<b>2</b>	<b>Fuel cell competencies in Hessen</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Public funds and organizations</b>	<b>18</b>
3.1	Public funds and organizations in Europe and Germany	18
3.2	Public funds and organizations in Hessen	20
<b>4</b>	<b>Competence matrix</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>Profiles of companies, universities and institutions</b>	<b>36</b>

# Vorwort

---

## Hessen – führender Standort der H2BZ-Technologie



Liebe Leserinnen und Leser,

aus umwelt- und energiepolitischer Sicht sind mit der Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie weltweit große Hoffnungen zur Verminderung der Emissionen im Verkehr und in der effizienten Energieversorgung von Gebäuden verbunden. Denkbar ist beispielsweise ein Einsatz der Brennstoffzelle als Fahrzeugantrieb oder zur nachhaltigen Erzeugung von Strom und Wärme. Die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie ist mittel- und langfristig ein wichtiges Instrument zur Diversifizierung der Energiesysteme. Wasserstoff als Speichertechnologie für Strom ermöglicht darüber hinaus den Ausbau erneuerbarer Energien. Entsprechend hoch sind die an Wasserstoff und Brennstoffzellen geknüpften Erwartungen.

Die Hessische Landesregierung hat die Bedeutung dieser Technologien früh erkannt und beabsichtigt, ihre Förderung auch in den kommenden Jahren fortzusetzen. Damit sollen hessische Unternehmen aus Wirtschaft und Wissenschaft bei der Entwicklung neuer Technologien, die eine umweltfreundliche und sichere Energieversorgung ermöglichen, unterstützt werden.

Viele hessische Akteure engagieren sich seit Jahren in der H2BZ-Initiative Hessen, die seit ihrer Gründung von der Hessischen Landesregierung unterstützt und gefördert wird. Projektträger ist die Hessen Agentur, die im Auftrag meines Ministeriums die landesweiten Aktivitäten im Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bündelt und das Kompetenznetzwerk koordiniert.

### Brennstoffzellen-Produkte aus Hessen sind erhältlich

Erste Brennstoffzellensysteme haben die Bewährungsprobe bestanden und sind inzwischen im Markt erhältlich: als Ladegeräte für Batterien in Wohnmobilen oder zur sicheren Stromerzeugung in der Telekommunikation. Mit stationären Systemen zur Strom- und Wärmeversorgung im Ein- und Mehrfamilienhäusern werden erfolgreich Feldtests durchgeführt. Zudem ist die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie eine wichtige Säule der Elektromobilität. Hier werden zahlreiche Anwendungen beispielsweise in Pkw, Bussen oder Sonderfahrzeugen erprobt und umfangreiche Pilotprojekte durchgeführt. Im Rahmen eines von der Europäischen Union geförderten Demonstrationsprojektes wurde 2006 die erste öffentliche Wasserstofftankstelle in Hessen im Industriepark Frankfurt-Höchst eröffnet.

### Wasserstoff ist in Hessen vorhanden

So bietet beispielsweise die vorhandene Wasserstoffinfrastruktur im Industriepark Frankfurt-Höchst – hier entstehen jährlich 30 Millionen Normkubikmeter Wasserstoff als Nebenprodukt eines chemischen Produktionsprozesses – optimale Voraussetzungen für die Anwendung und Weiterentwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Hessen. Die derzeit dort verfügbare Wasserstoffproduktion reicht aus, um rund 10.000 Pkw emissionsfrei zu betreiben.

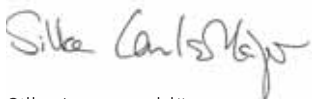
## Hessen – führender Standort der H2BZ-Technologie

Eine Reihe namhafter Unternehmen, die sich mit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie und deren Komponenten beschäftigen oder Produkte für die stationäre und mobile Anwendung entwickeln, haben ihren Sitz in Hessen. Hierzu gehören global agierende Konzerne sowie eine Vielzahl kleiner und mittelständischer Unternehmen. Hessische Anbieter, die Schlüsselkomponenten wie Membran-Elektroden, Bipolarplatten oder Katalysatoren für Brennstoffzellen herstellen, haben sich inzwischen erfolgreich im internationalen Markt etabliert und zählen zu den führenden Entwicklern weltweit. Flankiert wird dieses Angebot durch ein hervorragendes Know-how an hessischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen, an denen auch die dringend benötigten Spezialisten und Fachkräfte ausgebildet werden.

Der im Auftrag meines Hauses von der HA Hessen Agentur in Zusammenarbeit mit der H2BZ-Initiative Hessen erstellte „Kompetenzatlas Wasserstoff und Brennstoffzellen“ ist Bestandteil des internationalen Technologie- und Standortmarketings der Landesregierung und soll als Informationsgrundlage zur besseren Darstellung und Vernetzung hessischer Unternehmen und Institutionen national und international beitragen.

Die vorliegende vierte Auflage gibt Ihnen einen Überblick über die Aktivitäten in Hessen und die staatlichen Förderprogramme. Übergreifend werden die Kompetenzschwerpunkte von Industrie und Wissenschaft im Bereich dieser Zukunftstechnologie dargestellt.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre wertvolle Impulse für Ihre Arbeit – denn gerade für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gilt im besonderen Maße: An Hessen führt kein Weg vorbei!



Silke Lautenschläger

Hessische Ministerin für Umwelt, Energie,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

# Foreword

---

## Hessen – a leading location of H2BZ-technologies

Dear reader,

for reasons of environmental protection and energy supply, the development of hydrogen and fuel cell technology raises worldwide hopes for a reduction of emissions caused by traffic and for an efficient energy supply for buildings. One can imagine, for example, the use of the fuel cell as a drive train for vehicles or for the sustainable generation of energy and heat. In a medium and long-term perspective, the hydrogen and fuel cell technology will be an important technology for the diversification of energy supply systems. In addition, hydrogen as a storage technology for electricity facilitates the development of renewable energies. As a consequence, the hopes and expectations invested in hydrogen and fuel cells are very high.

The government of the state of Hessen was very early in realizing the great significance of these technologies and intends to continue its support of these technologies over the next years. As a result, Hessian economic and scientific enterprises will be in a position to develop new technologies for providing an environmental-friendly and secure energy supply.

For years, a large number of Hessian actors have been engaged in the H2BZ Initiative which, from its founding, has been supported by the government of the state of Hessen. The project management organization is the Hessen Agentur which, on behalf of my Ministry, focuses all nationwide activities in the field of hydrogen and fuel cell technologies and coordinates the competence network.

### Fuel cell products from Hessen are on the market

The first fuel cell systems have successfully passed reliability tests and are now available on the market: as battery chargers for mobile homes (campers) or for the safe energy supply in telecommunications. Successful field tests have been made also with stationary systems for heat and energy supply in single or multiple family houses. Moreover, the hydrogen and fuel cell technology is an important pillar of electric mobility. In this field, numerous applications are being tested for example on cars, busses or special purpose vehicles and extensive pilot projects are being carried out. In the framework of a demonstration project sponsored by the European Union, the first public hydrogen fueling station was opened in 2006 in the Industrial Park of Frankfurt-Hoechst.

### Hydrogen is available in Hessen

The given hydrogen infrastructure in the Industrial Park Frankfurt-Hoechst – where hydrogen is produced as a by-product of a chemical process in the order of 30 million standard cubic metres per year – offers ideal pre-conditions for the application and further development of the hydrogen and fuel cell technology in Hessen. The currently available production of hydrogen is sufficient to supply some 10,000 emission-free cars.




## Hessen – the leading location of H2BZ-technology

A number of well-known enterprises dealing with hydrogen and fuel cell technology and its components or developing products for stationary and mobile applications are located in Hessen. This includes both globally acting companies and a large number of small and medium sized enterprises. Some of these enterprises which produce key components such as membrane electrodes, bipolar plates and catalysts for fuel cells have already established themselves on the international market and can be considered as leading developers worldwide. Their efforts are supported by the excellent know-how available at Hessian universities and research facilities which educate the much needed specialists and skilled personnel.

The present "Competence Atlas Hydrogen and Fuel Cell", which has been produced on behalf of my Ministry by the HA Hessen Agentur in cooperation with the H2BZ Initiative, is a major part of the international technology and location marketing of the state government of Hessen. As a basic information tool it is to serve the better presentation and networking of Hessian enterprises and institutions on the national and international level.

The present fourth edition provides you with a comprehensive overview of the activities in Hessen and the state funding programmes. It presents the industrial and scientific centres of competence in the field of this future technology.

I hope that reading this book will give you valuable impulses for your work, because with regard to hydrogen and fuel cell technology one can certainly say: There is no way around Hessen!



Silke Lautenschläger

Secretary of the Environment and for Energy,  
Agriculture and Consumer Protection  
of the Federal State of Hessen

# 1. Energie für die Zukunft:

## Wasserstoff und Brennstoffzellen

Der weltweit steigende Energiebedarf und die Folgen des Klimawandels haben in den vergangenen Jahren zu einem kontinuierlichen Umdenken im Umgang mit fossilen und regenerativen Energien geführt. Die großen Industrienationen sind immer mehr darum bemüht, fossile (primäre) Energieträger wie Öl, Kohle und Gas effizienter zu nutzen und den Anteil der (sekundären) Energieträger Strom und Wasserstoff durch die Verwendung erneuerbarer (primärer) Energieträger wie Wind, Wasser, Sonnenenergie, Geothermie und Biomasse auszubauen.

Diese Entwicklung, der auch in Hessen Rechnung getragen wird, verfolgt drei große Ziele: Zum einen soll der weltweite CO<sub>2</sub>-Ausstoß, der als eine der Hauptursachen für den Klimawandel angesehen

wird, nachhaltig verringert werden. Zum anderen streben viele Staaten eine größere Unabhängigkeit von Energieimporten an. Schließlich sucht man nach Lösungen, um den langfristig dramatisch steigenden Kosten für fossile Energieträger entgegenzuwirken und auch in Zukunft Wirtschaftswachstum und Wohlstand zu sichern.

Brennstoffzellen als hocheffiziente Energiewandler für Strom und Wärme und Wasserstoff als sauberer Energieträger für den Einsatz in Massenmärkten bieten ideale Voraussetzungen, diese weltweite Entwicklung nachhaltig zu unterstützen. Mit ihnen kann Energie sicher, effizient, sauber, an jedem beliebigen Ort und in mittelbarer Zukunft zu wettbewerbsfähigen Kosten verfügbar gemacht werden.

### 1.1 Brennstoffzellen

Es gibt verschiedene Typen von Brennstoffzellen, die je nach Anforderungen und Leistungsmerkmalen eingesetzt werden.

BRENNSTOFFZELLEN: TYPEN UND MERKMALE					
	BEZEICHNUNG	BETRIEBS-TEMPERATUR (°C)	ELEKTROLYT	KRAFT-/BRENNSTOFF	ANWENDUNG
AFC	Alkalische Brennstoffzelle	80°C	Kalilauge	Wasserstoff	Mobil (Raumfahrt)
LT-PEMFC	Niedertemperatur-Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle	80°C	Festpolymer	Wasserstoff	Mobil, stationär, spezielle Anwendungen
HT-PEMFC	Hochtemperatur-Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle	100-200°C	Festpolymer	Wasserstoff	Mobil, stationär
DMFC	Direkt-Methanol-Brennstoffzelle	70-90°C	Festpolymer	Methanol	Spezielle Anwendungen
PAFC	Phosphorsaure Brennstoffzelle	200°C	Phosphorsäure	Erdgas	Stationär
MCFC	Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle	650°C	Natrium- und Kaliumkarbonat	Erdgas, Biogas	Stationär
SOFC	Oxidkeramische Brennstoffzelle	1.000°C	Zirkonoxid	Erdgas, Biogas	Stationär

# 1. Energy for the future:

## Hydrogen and fuel cells

Over the past years, the increased worldwide demand for energy as well as the consequences of climate change have led to a continuous change in attitudes towards fossil and renewable energies. The leading industrial nations are increasingly interested in using fossil (primary) fuels such as oil, coal, and natural gas in more efficient ways and to extend the share of (secondary) energy carriers such as electricity and hydrogen by using renewable (primary) energy carriers such as wind, water, solar or geothermal energy, and biomass.

This development, which is also taken account of in Hessen, has three goals: on the one hand, worldwide CO<sub>2</sub> emissions, which are considered to be one of the main causes for climate change, must be redu-

ced in a sustainable way. On the other hand, many nations strive for greater independence from energy imports. And finally there is a need for solutions to reduce the expenses for fossil fuels that will, in the long run, increase dramatically, and also to secure growth and wealth in the future.

Fuel cells as highly efficient energy converters for electricity and heat and hydrogen, and as clean energy carrier for the use on volume markets provide ideal preconditions for the efficient support of this worldwide trend. With their help, energy can be made available in a safe, efficient, and clean way at any place in the near future at competitive prices.

### 1.1 Fuel cells

There are different types of fuel cells which can be employed depending on requirements and performance features.

**FUEL CELL: TYPES AND CHARACTERISTICS**

	NAME	OPERATING TEMPERATURE	ELEKTROLYTE	FUEL	APPLICATION
AFC	Alkaline fuel cell	80°C	Caustic potash	Hydrogen	Mobile (aero-space)
LT-PEMFC	Low temperature polymer electrolyte membrane fuel cell	80°C	Solid polymer	Hydrogen	Mobile, stationary, special applications
HT-PEMFC	High temperature polymer electrolyte membrane fuel cell	100-200°C	Solid polymer	Hydrogen	Mobile, stationary
DMFC	Direct methanol fuel cell	70-90°C	Solid polymer	Methanol	Special applications
PAFC	Phosphoric acid fuel cell	200°C	Phosphoric acid	Natural gas	Stationary
MCFC	Molten carbonate fuel cell	650°C	Sodium and pottassic carbonate	Natural gas, biogas	Stationary
SOFC	Solid oxide fuel cell	1,000°C	Zirkonium oxide	Natural gas, biogas	Stationary

Man unterscheidet vier große Anwendungsgebiete für die Brennstoffzellentechnologie:

1. Stationäre Anwendungen in der (Haus-)Energieversorgung sowie in Heizkraftwerken
2. Mobile Anwendung in Fahrzeugen
3. Portable Anwendung in der Konsumelektronik und im Freizeitbereich
4. Spezielle Anwendungen (Nischenmärkte) in Sonderfahrzeugen sowie in der Notstrom- oder unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV)

Im stationären Bereich wird die Brennstoffzelle zur dezentralen Strom- und Wärmeversorgung eingesetzt. Für die Energieversorgung von Ein- und Mehrfamilienhäusern kommen kleine Anlagen im Leistungsbereich von 1 bis 10 kW (elektrisch), für die Strom- und Wärmeversorgung von Industrieanlagen, Krankenhäusern und anderen großen Gebäuden kommen Heizkraftanlagen im Leistungsbereich von 100 kW bis 1 MW (elektrisch) zum Einsatz. Um das etablierte Verteilernetz nutzen zu können, wird als Brennstoff vorwiegend Erdgas verwendet.

Im Bereich der Kleinanlagen gibt es vor allem in Deutschland und Japan umfangreiche Feldversuche. In Deutschland werden in den kommenden Jahren im Rahmen des Förderprogramms Callux<sup>1</sup> mehrere Hundert Heizgeräte und -anlagen installiert und im Alltag getestet. Die Großanlagen sind dagegen nahezu marktreif und zur dezentralen Strom- und Wärmeerzeugung bereits vielfach im Einsatz. Sie benötigen allerdings noch eine zielgerichtete Markteinführungsunterstützung.

Die Brennstoffzellentechnologie als Säule der Elektromobilität eröffnet eine viel versprechende Möglichkeit, die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs entscheidend zu verringern sowie die Abhängigkeit von auf fossilen Energiequellen basierenden Kraftstoffen durch den Einsatz von Wasserstoff deutlich zu reduzieren. Gemäß den Ergebnissen des EU Förderprojekts HyWays (Hydrogen Energy in Europe) könnte der konventionelle Kraftstoffverbrauch für den Straßenverkehr in Europa durch die Einführung von Wasserstoff bis zum Jahr 2050 um 40% gesenkt werden. Namhafte Hersteller in Europa, den USA und Asien arbeiten an Elektrofahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb. Inzwischen werden weltweit kleine Fahrzeugflotten aus Pkw und Bussen im Alltag erprobt. Die Automobilhersteller Opel/General Motors, Daimler, Honda und Toyota haben im Rahmen von Kooperationsprojekten bereits ausgewählten Pilotkunden Brennstoffzellenfahrzeuge zur Verfügung gestellt.

Damit sollen Betriebserfahrungen mit den Fahrzeugen gesammelt und Know-how für die Serienfertigung von Brennstoffzellenfahrzeugen aufgebaut werden.

Voraussetzung für den kommerziellen Erfolg von Brennstoffzellenfahrzeugen ist neben dem serienreifen Brennstoffzellenantrieb ein flächendeckendes Wasserstofftankstellennetz. Es muss parallel aufgebaut werden. In Hessen wurde im Rahmen des durch die EU geförderten ZeroRegio-Projekts eine Wasserstofftankstelle in unmittelbarer Nachbarschaft zum Industriepark Frankfurt-Höchst installiert. Dort können Brennstoffzellenfahrzeuge sowohl flüssigen als auch gasförmigen Wasserstoff bis zu einem Druck von 700 bar tanken.

Bei den portablen Anwendungen bieten die Brennstoffzellen im Bereich der Konsumelektronik (Laptops, Handys, tragbare Musik- und Videogeräte) die Möglichkeit, die Akkulaufzeiten der immer leistungsfähigeren Geräte zu verlängern oder netzunabhängig aufzuladen.

Im Freizeitbereich (Camping, Wohnmobile, Yachten) werden Brennstoffzellensysteme zur zusätzlichen Stromversorgung (APU Auxiliary Power Unit) eingesetzt. Sie versorgen die immer zahlreicheren elektrischen Verbraucher (Computer, Fernseher, Kühlschrank, Klimaanlage, u.a.) zuverlässig mit Strom, ohne dass dabei die Fahrzeug- oder Bootsbatterie belastet wird. Die für diese Anwendungen zum Einsatz kommenden Brennstoffzellen im Leistungsbereich von mehreren Watt bis zu 5 kW nutzen beispielsweise das an Bord befindliche Propangas als Kraftstoff oder Methanol, das über ein Kartuschen- und Patronen-Wechselsystem bereitgestellt und vertrieben wird.

Wenn es um die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) in der Telekommunikation geht, können Brennstoffzellensysteme heute schon schwere und teure Batterien ersetzen. In zahlreichen Pilotprojekten hat der Einsatz der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie gezeigt, dass sie in vielen Fällen zuverlässiger und kostengünstiger als Batterien betrieben werden kann. Anbieter solcher Brennstoffzellensysteme sind auf dem besten Weg, sich diesen Markt erfolgreich zu erschließen.

Darüber hinaus gibt es verschiedene Nischenanwendungen. Brennstoffzellenantriebe werden inzwischen verstärkt in Zweirädern, Flurförderzeugen (auf Flughäfen) oder in kommunalen Sonderfahrzeugen

<sup>1</sup> Callux ist der bundesweit größte Praxistest von Brennstoffzellen-Heizgeräten fürs Eigenheim und Teil des Nationalen Innovationsprogramms (NIP) Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie.

There are four large areas of application for fuel cell technology:

1. stationary applications in the (home) energy supply and in combined heat and power plants
2. mobile application in vehicles
3. portable applications in consumer electronics and leisure time activities
4. special applications (niche markets) in special purpose vehicles as well as in emergency or uninterruptible power supply (UPS).

In stationary applications fuel cells will be used for decentralized energy and heat supply. For the power supply of single and multiple family houses smaller facilities with a capacity ranging between 1 and 10 kW (electric) are used, while power and heat facilities with a capacity ranging between 100 kW to 1 MW (electric) are needed to secure the power and heat supply of industrial facilities, hospitals and other large buildings. In order to make use of the existing distribution network, natural gas will predominantly be used as fuel.

In the field of small facilities, large scale field tests are carried out mostly in Germany and Japan. In the framework of the Callux<sup>1</sup> programme, several hundreds of heating appliances and facilities will be installed in Germany in the coming years and tested in daily use. The large size facilities are already in frequent use for decentralized energy and heat supply and are almost ready for the market, but they still need support for their introduction to the market.

By using hydrogen, the fuel cell technology, as a pillar of electric mobility, opens a promising opportunity to dramatically reduce the CO<sub>2</sub> emissions of traffic as well as the dependency on fuels based on fossil energy sources. According to the findings of the EU-funded project HyWays (Hydrogen Energy in Europe), conventional fuel consumption in traffic could be reduced by 40% until 2050 through the introduction of hydrogen.

Well-known producers in Europe, the USA, and Asia are working on electric cars with a fuel-cell power drive. Meanwhile, fleets of busses and automobiles are being tested worldwide in daily routine. In the context of cooperation projects, the automobile manufacturers Opel/General Motors, Daimler, Honda and Toyota have provided selected pilot customers with fuel cell cars. The goal is to gather everyday experiences with these vehicles and to establish the know-how for the serial production of fuel cell vehicles.

A prerequisite for the commercial success of fuel cell vehicles are fuel cell engines ready for serial production and a nation-wide network of hydrogen fuelling stations. This must be built up simultaneously. In the framework of the EU-funded ZeroRegio project in Hessen, a hydrogen fuelling station was built in the vicinity of the industrial park Frankfurt Hoechst. Liquid or gaseous hydrogen is available for fuel cell vehicles up to a pressure of 700 bar.

Used in consumer electronics (laptops, cell phones, portable music and video devices), fuel cells as portable applications make it possible to extend the battery charging periods of the increasingly powerful devices or even to charge them offline.

In the field of leisure activities (camping, mobile homes/caravans, yachts), fuel cell systems are used for additional energy supply (APU auxiliary power units). They supply the numerous electronic devices (computer, TV set, refrigerator, air condition, etc.) reliably with energy without using the energy of the vehicle or boat battery. The fuel cells with a range of capacity of several Watts up to 5 kW needed for these applications use as fuel the onboard propane gas or methanol which is available and distributed through a cartridge or capsule exchange system.

As regards uninterrupted power supply (UPS) in telecommunication, today's fuel cell systems are already capable of replacing heavy and expensive batteries. Numerous pilot projects have shown that in many cases the hydrogen and fuel cell technology runs more reliably and cost-saving than batteries. Suppliers of such fuel cell systems are well on the way to open up this market successfully.

Apart from this there is a variety of niche applications. Fuel cell power engines are increasingly used in bicycles and ground conveyor equipment (on airports) or in special purpose vehicles. The advantages of fuel cell technology have been demonstrated convincingly in forklift trucks. In aviation and aerospace as well as in submarines fuel cell technology has already played a key role for several decades. Due to their special requirements, these niche markets, whose competitive structures differ from those of volume markets, can be established as early target markets for the first commercial fuel cell products.

<sup>1</sup> Callux is the largest practical test of fuel cell heaters for private homes in Germany; it is part of the National Innovation Programme (NIP) for Hydrogen and Fuel Cell Technology.

eingesetzt. Die Vorteile der Brennstoffzellentechnologie wurden darüber hinaus überzeugend in Gabelstaplern demonstriert. In der Luft- und Raumfahrt sowie in U-Booten spielt die Brennstoffzellentechnologie seit Jahrzehnten eine wichtige Rolle. Aufgrund

der besonderen Anforderungen dieser Nischenmärkte, in denen andere Wettbewerbsstrukturen als in Massenmärkten gelten, können sie sich als frühe Zielmärkte für erste kommerzielle Brennstoffzellenprodukte etablieren.

BRENNSTOFFZELLENSYSTEME: ANWENDUNGSGEBIETE UND PRODUKTE							
ANWENDUNG	STATIONÄR		MOBIL	PORTABEL		SPEZIELLE ANWENDUNGEN	
Produkt	Strom- und Heizgeräte für Ein- und Mehrfamilienhäuser	Heizkraftwerke für Industrieanlagen, Kliniken und andere Großimmobilien	Antrieb für Pkw, Busse und leichte Nutzfahrzeuge	Batterieladegeräte, Stromversorgung für Konsumelektronik, im Freizeitbereich	APU (Auxiliary Power Unit) – Bordstrom	Notstromaggregate und USV	Antrieb für Zweiräder, Gabelstapler, U-Boote, Sonderfahrzeuge
Funktion der BZ	Strom und Wärme	Strom/ Wärme/ Kühlung	Strom	Strom	Strom	Strom	Strom
Typ Brennstoffzelle	PEMFC, SOFC	MCFC, SOFC	PEMFC	(HT-) PEMFC, DMFC	PEMFC, DMFC	PEMFC	PEMFC, DMFC, AFC

## 1.2 Wasserstoff

Wasserstoff ist ein Energieträger und keine Energiequelle. Wie Strom muss er mittels unterschiedlicher Primärenergiequellen (fossil oder regenerativ) und verschiedener Umwandlungsprozesse (Reformierung, Elektrolyse, bio-, photo- und thermochemische Prozesse) erzeugt werden. Während bisher die Erzeugung aus fossilen Energieträgern (vorwiegend Erdgas) dominiert, könnte in Zukunft die Herstellung auf Basis erneuerbarer Energien einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung und Emissionsminderung leisten.

Wasserstoff fällt auch als Nebenprodukt in der (petro)chemischen Industrie an und wird seit Jahrzehnten großtechnisch beispielsweise in der Lebensmittelindustrie (bei der Herstellung von Fetten) eingesetzt. Die Verwendung als Energieträger in Massenmärkten ist dagegen relativ neu und stellt andere Anforderungen an Herstellung, Verteilung und Nutzung von Wasserstoff.

Wird reiner Wasserstoff in Brennstoffzellen-Systemen verwendet, entstehen keinerlei Schadstoffe. Selbst beim Einsatz von Erdgas oder Methanol, aus denen mit Hilfe eines Reformers Wasserstoff für die Brennstoffzellen erzeugt wird, fallen wesentlich niedrigere CO<sub>2</sub>-Emissionen an als wir es heute von der konventionellen Verbrennung von fossilen Brennstoffen kennen. Darüber hinaus hat Wasserstoff den Vorteil, dass er beispielsweise aus Wasser überall dort erzeugt werden kann, wo er benötigt wird. Anders als fossile Energien ist er nicht an bestimmte geografische Vorkommen gebunden.

Bei steigendem Einsatz erneuerbarer Energiequellen werden aufgrund der starken Schwankungen bei der Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie und der damit einhergehenden zeitlichen Disparität von Stromproduktion und Stromverbrauch zusätzliche Energiespeicher benötigt. Aus überschüssigem Strom könnte Wasserstoff mittels Elektrolyse erzeugt werden, der dann bis zum Verbrauch gelagert werden kann.

## FUEL CELL SYSTEMS: APPLICATIONS AND PRODUCTS

APPLICATION	STATIONARY		MOBILE	PORTABLE		SPECIAL APPLICATIONS	
Product	Electric and heating devices for single and multiple family houses	Combined heat and power plants for industrial plants, hospitals and other big buildings	Drive for passenger cars, busses and light-duty commercial vehicles	Battery charging devices, electric power supply for consumer electronics, leisure sector	APU (Auxiliary power unit) – onboard electric power	Emergency and UPS sets	Drives for bikes, forklifts, submarines, special vehicles
Function of fuel cell	Electricity and heat	Electricity/heat/cooling	Electricity	Electricity	Electricity	Electricity	Electricity
Type of fuel cell	PEMFC, SOFC	MCFC, SOFC	PEMFC	(HT-) PEMFC, DMFC	PEMFC, DMFC	PEMFC	PEMFC, DMFC, AFC

## 1.2 Hydrogen

Hydrogen is an energy carrier and not a source of energy. Like electricity it is produced by means of various primary (fossil or regenerative) energy sources and various transformation processes (reforming, electrolysis, bio-, photo- and thermochemical processes). While the production from fossil energy carriers (predominantly natural gas) still dominates today, the future production based on renewable energies can largely contribute to the conservation of natural resources and to emission reduction.

Hydrogen is also a by-product in the (petro)chemical industry and has for decades been used on a large scale, e.g. in the food industry (in fat production). However, the use of hydrogen as an energy carrier in volume markets is quite new and demands different ways of production, distribution, and utilization.

The use of pure hydrogen in fuel cell systems produces no harmful substances. Even the use of natural gas or methanol for the production of hydrogen for fuel cells (with the help of reformers) sets free considerably less CO<sub>2</sub> emissions than conventional combustion processes. Apart from this, hydrogen has the advantage that it can be produced, e.g. from water, where it is needed. It is not bound to any particular location of resources.

With the increasing use of renewable energy sources and the concomitant high fluctuations in the production of solar and wind energy resulting in temporal disparities between production and consumption of electricity, an additional energy storage is needed. Hydrogen could be produced by means of electrolysis from surplus electricity and could be stored until consumption.



Wasserstoff und Brennstoffzellen sind Schlüsseltechnologien für die Energie der Zukunft, mit mannigfaltigen Anwendungen und Märkten. Unternehmen aus Deutschland und Hessen gehören schon heute zu den weltweit führenden Unternehmen bei der Entwicklung und Vermarktung dieser umweltfreundlichen und effizienten Technologien. Mit ihrer Hilfe kann ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz

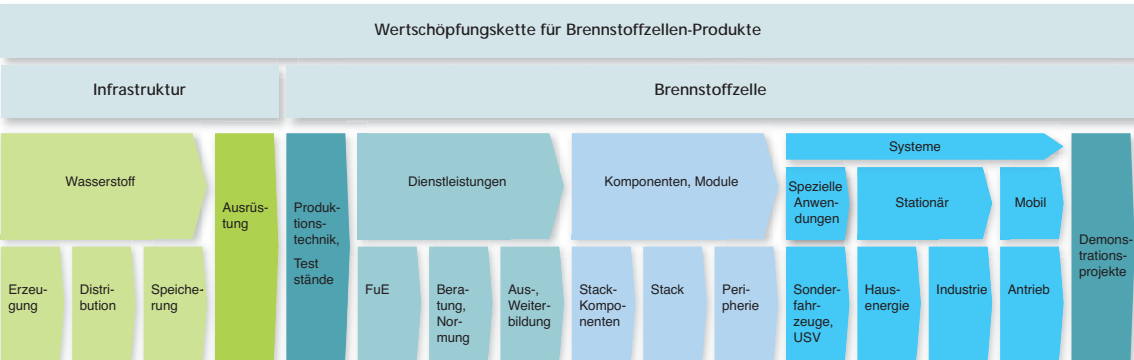
geleistet werden, wenn möglichst bald eine breite Markteinführung im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung oder als Antrieb in Fahrzeugen erfolgt. Voraussetzung hierfür ist, dass weitere technische Fortschritte erzielt und die Kosten drastisch gesenkt sowie parallel dazu eine Wasserstoffinfrastruktur und eine entsprechende Zulieferindustrie aufgebaut werden.

### 1.3 Wertschöpfungskette

Die Wertschöpfungskette bei Brennstoffzellenprodukten ist sehr vielschichtig und bezieht auch die Wasserstoffinfrastruktur mit ein. Hier erfolgt die Wertschöpfung entlang der Erzeugung und Bereitstellung des Wasserstoffs sowie in der Entwicklung entsprechender Tank- und Tankstellentechnik. Bei der Brennstoffzelle umfasst sie neben der Produktion von verschiedenen Komponenten (z. B. Membran, Bipolarplatten), die Brennstoffzelle selbst sowie deren Peripherie (z. B. Gaserzeuger, Batterie, Elektromotor) bis hin zu kompletten Systemen für verschiedene Anwendungen. Zahlreiche Dienstleistungen, dazu gehören Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, Aus- und Weiterbildungsangebote, Beratungsleis-

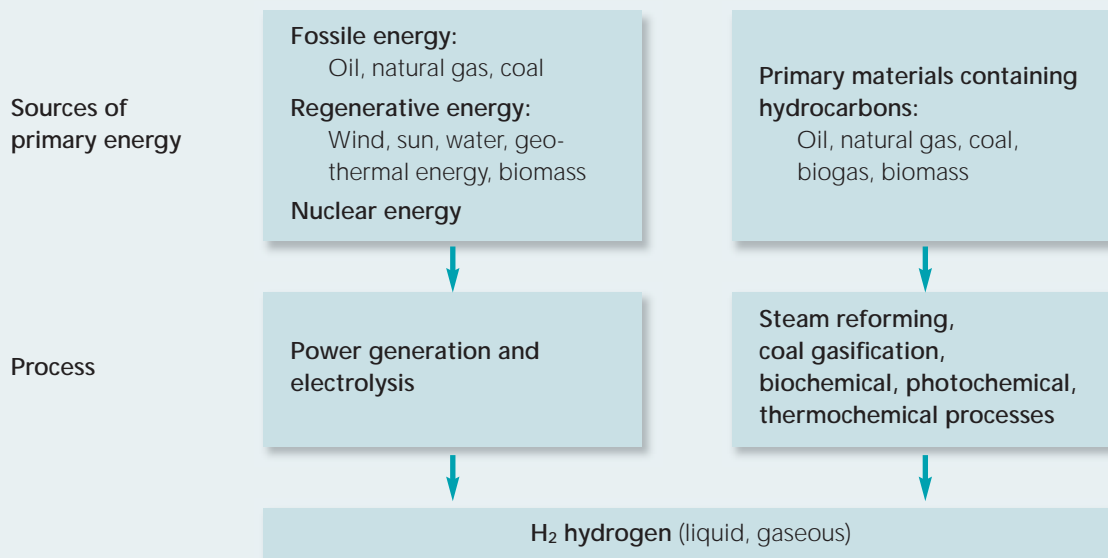
tungen sowie die zahlreichen Demonstrations- und Pilotprojekte tragen ebenfalls zur Wertschöpfung bei.

Die Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Hessen sind entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Wasserstoff- und Brennstoffzellenindustrie tätig, wobei die Mehrzahl der Unternehmen in den Bereichen Dienstleistungen und Wasserstoffinfrastruktur, Stackkomponenten und Peripherie sowie Gesamtsysteme aktiv ist. Die Beteiligung an Demonstrationsprojekten, die ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Marktreife sind, stellen ein weiteres Glied in der Wertschöpfungskette dar.





## THE MOST IMPORTANT WAYS OF HYDROGEN GENERATION



Hydrogen and fuel cells are key technologies for the energy of the future, offering a diversity of applications and markets. Companies in Germany and Hessen already belong to the world leaders in the development and marketing of these environment-friendly and efficient technologies. With their help a substantial contribution to climate protection can be

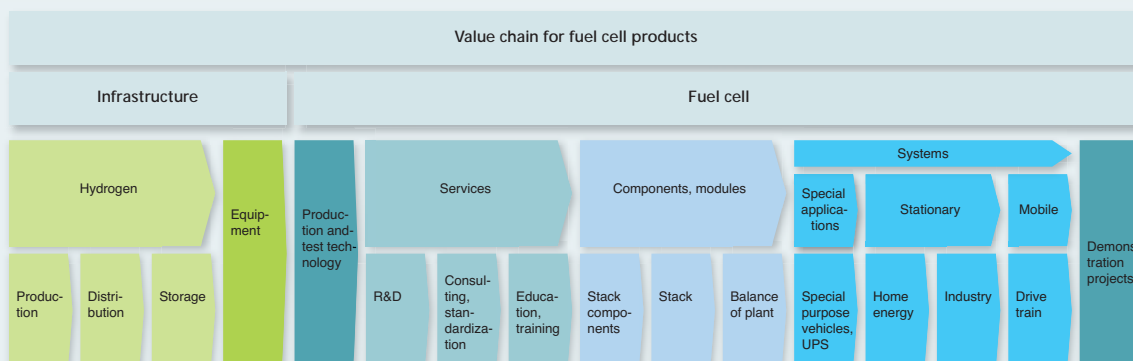
made, provided there will soon be a large-scale launch on the markets of electricity and heat generation or of engines in vehicles. A precondition for this are further technical advances, the drastic reduction of costs, and the establishment of a hydrogen infrastructure, as well as a component industry.

### 1.3 Added value chain

The value chain of fuel cell products is very complex and includes also the infrastructure of hydrogen. Value generation takes place in the process of production and distribution of hydrogen as well as in the development of the corresponding fuelling station technology. With regard to the fuel cell it includes, besides the production of various components (e.g. membranes, bipolar plates), the fuel cell itself with its periphery (e.g. gas generator, battery, electric engine) and the entire systems for a wide range of applications. Numerous services, among them research and development, education, consulting as well as de-

monstration and pilot projects, also contribute to the value generation.

The companies and research facilities in Hessen operate along the whole value chain of the hydrogen and fuel cell industry, but the majority of them operate in the fields of services, hydrogen infrastructure, stack components and balance of plant as well as complete systems. Another link in the value chain is the participation in demonstration projects which form a milestone on the way to market launch.



## 2. Kompetenzschwerpunkte in Hessen

Die Wirtschaft in Hessen ist geprägt durch einen starken Industrie- und Dienstleistungssektor. Hessen ist Deutschlands führender Finanz- und Bankenstandort. Die Europäische Zentralbank und zahlreiche deutsche Banken haben ihren Sitz in Frankfurt ebenso wie wichtige Industrieverbände der Branchen Chemie, Elektrotechnik sowie des Maschinen- und Anlagenbaus. Im geografischen und verkehrstechnischen Herzen Europas haben zahlreiche ausländische Unternehmen ihre Niederlassung, der Frankfurter Flughafen ist eine der wichtigsten internationalen Dreischeiden im Flugverkehr.

Hessen bietet aufgrund der vorhandenen Industriestruktur hervorragende Voraussetzungen für die Entwicklung und Vermarktung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Gemessen am Umsatz sind die fünf wichtigsten Industriebranchen in Hessen Chemie/Pharma, gefolgt von Kfz-Industrie, Elektrotechnik, Maschinen- und Anlagenbau sowie Metallherzeugung und -verarbeitung. Diese fünf Branchen sind die entscheidenden Treiber für die Entwicklung und Herstellung von Brennstoffzellen-Produkten und -Dienstleistungen. Hessen ist sowohl Fertigungsregion für diese Industrien als auch Forschungs- und Entwicklungsstandort.

Das Land Hessen unterstützt und fördert seit vielen Jahren die Entwicklungen und Aktivitäten im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Im Koalitionsvertrag der Hessischen Landesregierung für die Jahre 2009–2013 wurde festgeschrieben, Wasserstoff und Brennstoffzellen als umweltfreundliche Technologien weiter zu fördern. Darüber hinaus haben sich Vertreter aus der hessischen Industrie, der Wissenschaft und Gesellschaft in der H2BZ-Initiative zusammengeschlossen, um die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Hessen voranzubringen und den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Hessen zu stärken. Gebündelt und koordiniert werden diese Aktivitäten durch die Hessen Agentur im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Schaut man sich die vielfältigen hessischen Aktivitäten im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie an, lassen sich drei regionale Schwerpunkte und die Bildung von Clustern erkennen. Dort kooperieren inzwischen Industrieunternehmen, Hoch-

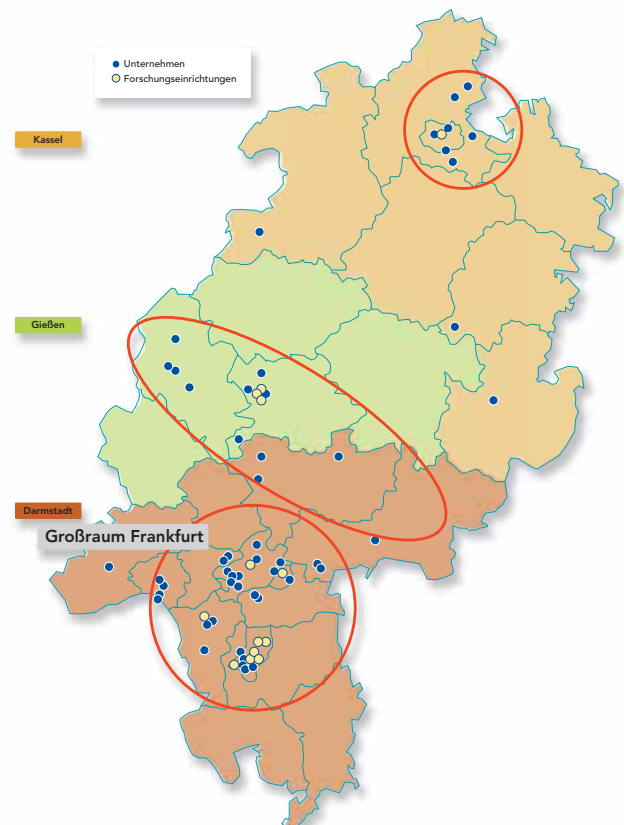
schulen und Forschungseinrichtungen sehr eng, um die Technologie voranzubringen.

Im einzelnen sind dies die Regionen

- Nordhessen mit dem Schwerpunkt im Raum Kassel,
- Mittelhessen mit dem Schwerpunkt im Lahn-Dill-Kreis/Gießen,
- Südhessen mit dem Schwerpunkt im Rhein-Main-Gebiet.

Neben diesen regionalen Aktivitäten arbeiten hessische Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene in Wasserstoff- und Brennstoffzellenprojekten mit einer Vielzahl deutscher und europäischer Akteuren zusammen.

### BRENNSTOFFZELLENINDUSTRIE IN HESSEN: STANDORTE DER UNTERNEHMEN UND FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN



## 2. Fuel cell competencies in Hessen

The Hessian economy is characterized by a strong industrial and service sector. It is Germany's leading financial and banking location. The European Central Bank and several German banks are based in Frankfurt/Main, likewise the branches of important industrial associations of the chemical industry, electrical and mechanical engineering industries. Numerous foreign companies have established their branch offices in this geographic and transportation centre of Europe. Frankfurt airport is one of the most important international hubs in air traffic.

As a result of its industrial structure, Hessen offers excellent preconditions for the development and marketing of hydrogen and fuel cell technology. Measured by their sales revenues, the five most important branches of the Hessian industry are the chemical/pharmaceutical industry, followed by the car industry, electrical engineering, mechanical and plant engineering, and metal production and processing. These five branches are crucial drivers for the development and production of fuel cell products and services. For these industries, Hessen is both the location for production as well as for research and development.

The state of Hessen has for many years supported and promoted developments and activities in the field of hydrogen and fuel cell technology. The coalition contract of the government of the state of Hessen for the years 2009–2013 guarantees the continued support of hydrogen and fuel cells as an eco-friendly technology. Apart from that, representatives of the Hessian industry, science, and society have formed the association "H2BZ-Initiative" with the goal of advancing the hydrogen and fuel cell industry in Hessen and thereby to strengthen the position of Hessen as an industrial and scientific location. All these activities are coordinated by the Hessen Agentur on behalf of the Ministry of the Environment and for Energy, Agriculture and Consumer Protection.

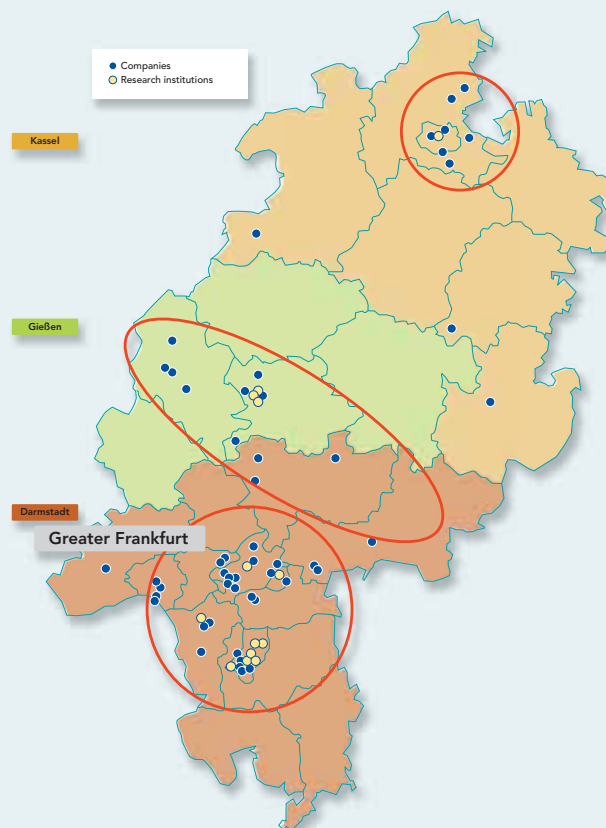
A look at the various hydrogen and fuel cell activities in Hessen reveals three core regions and the formation of clusters. In these regions one can notice a close cooperation between industrial companies, universities, and research institutions with the goal of promoting this technology.

These regions are:

- Northern Hessen with the centre in the region of Kassel
- Central Hessen with the core area in the Lahn-Dill district/Gießen
- Southern Hessen with the core area in the Rhine-Main district.

Apart from these regional activities, companies, universities, and research facilities in Hessen cooperate on a national, European, and international level in hydrogen and fuel cell projects with a large number of German and European partners.

### FUEL CELL INDUSTRY IN HESSEN: LOCATIONS OF COMPANIES AND RESEARCH INSTITUTIONS



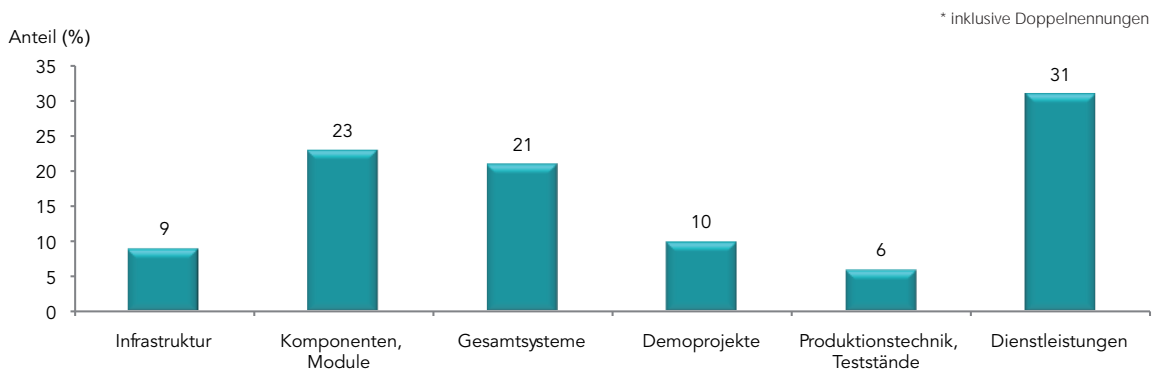
Im Industriepark Frankfurt-Höchst fällt Wasserstoff als Nebenprodukt bei der chemischen Produktion in einer Größenordnung von 30 Millionen Normkubikmetern pro Jahr an. Diese Menge würde heute schon für die Betankung von rund 10.000 Brennstoffzellen-Pkw ausreichen. Eine öffentliche Wasserstofftankstelle ist dort seit 2006 im Betrieb. Global agierende Konzerne wie Linde beschäftigen sich mit der Erzeugung von Wasserstoff und der Bereitstellung geeigneter Tankanlagen. Mittelständische Unternehmen wie ELT und Gaskatel erarbeiten Technologien zur Wasserstofferzeugung.

Hessen ist wichtiger Chemiestandort und Unternehmen wie Schunk, SGL Technologies, SKF Economos, SolviCore und Umicore sind Treiber bei der Entwicklung von Stackkomponenten (Membran, Katalysatoren, Dichtungen, Bipolarplatten). Firmen wie Schunk und Hüttenberger fertigen in Hessen eigene Brennstoffzellenstacks. Daneben sind Module für die Brennstoffzellenperipherie (Sensoren, Ventile, Gaserzeuger/Reformer, Verdichter, Wärmetauscher, Batterien,

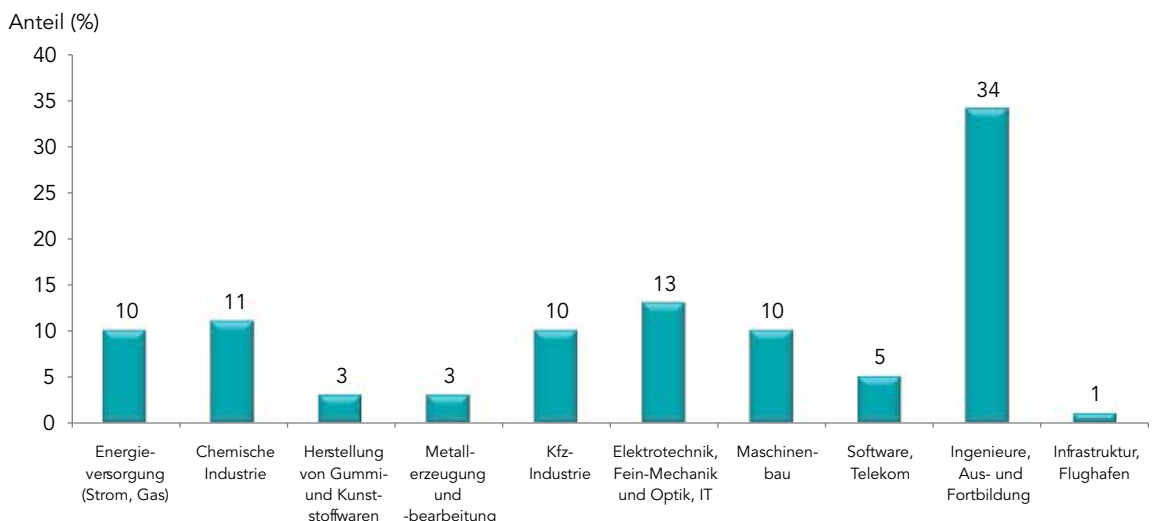
Elektromotor, u. a.) unerlässlich für den Erfolg der Technologie. Solche Module werden in Hessen von Unternehmen wie AKG Thermotechnik, Isabellenhütte, Serto, SMA und Veritas hergestellt. Es werden zudem komplette Brennstoffzellensysteme für unterschiedliche Anwendungsbereiche entwickelt, unter anderem bei den Firmen Hüttenberger und Rittal. Im Bereich Produktionstechnik und Teststände für Brennstoffzellen sind Unternehmen wie Edag, Magnum Fuel Cell, Saia-Burgess Controls und TB&C Outsert Center aktiv.

Zahlreiche hessische Unternehmen wirken an internationalen, europäischen und nationalen Pilot- und Demonstrationsprojekten mit, um Betriebserfahrungen im Alltag zu sammeln und die Markteinführung zu begleiten. An diesen Projekten sind unter anderem die Unternehmen Dalkia, Deutsche Telekom, Fraport, Magnum Fuel Cell, GHR, Hüttenberger, E.ON, Infraser, Nano Energy sowie das Brennstoffzellen-Entwicklungszentrum GM Fuel Cell Activities bei Adam Opel beteiligt.

### ANTEIL DER UNTERNEHMEN UND INSTITUTIONEN DER H2BZ-INDUSTRIE IN HESSEN NACH KOMPETENZBEREICHEN\*



### ANTEIL DER UNTERNEHMEN UND INSTITUTIONEN DER H2BZ-INDUSTRIE IN HESSEN NACH BRANCHEN



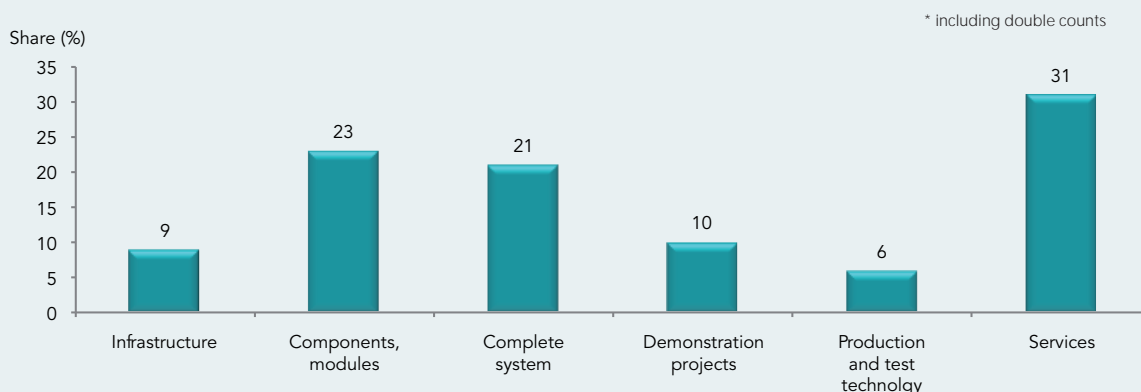
In the industrial area of Frankfurt/Hoechst, hydrogen is a by-product of the chemical industry in the order of 30 million standard cubic metres per year. This quantity would be sufficient to fuel some 10,000 fuel cell driven cars. A public hydrogen fuelling station is in operation since 2006. Global companies such as Linde are involved in the production of hydrogen and the provision of respective fuelling facilities. Small and medium-sized enterprises such as ELT and Gaskatel work on technologies for the production of hydrogen.

Hessen is an important location for the chemical industry where companies such as Schunk, SGL Technologies, SKF Economos, SolviCore, and Umicore are frontrunners in the development of stack components (membranes, catalysts, gaskets, bipolar plates). Hessian companies such as Schunk and Hüttenberger produce their own fuel cell stacks. Beside that, modules for the fuel cell periphery (sensors, valves, reformers, compressors, heat exchangers, batteries, electric motors, etc.) are essential for the

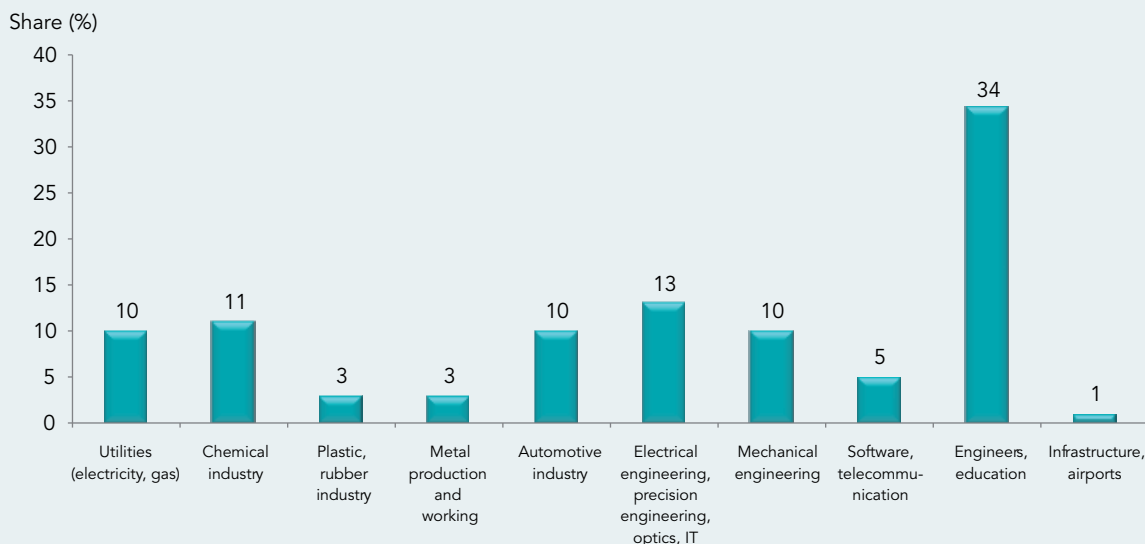
technological success. Such modules are produced by the following companies: AKG Thermotechnik, Isabellenhütte, Serto, SMA, and Veritas. Furthermore entire fuel cell systems for diverse applications are developed, amongst others by the companies Hüttenberger and Rittal. The companies Edag, Magnum Fuel Cell, Saia-Burgess Controls and TB&C Outsert Center are active in the fields of production technology and testing rigs for fuel cells.

Numerous companies in Hessen participate in international, European and national pilot and demonstration projects in order to gather operational experience in daily routine and to back up the market introduction. The following companies are involved in these projects: Dalkia, Deutsche Telekom, Fraport, Magnum Fuel Cell, GHR, Hüttenberger, E.ON, InfraServ, Nano Energy as well as the GM Fuel Cell Development Centre at Adam Opel.

### SHARE OF COMPANIES AND RESEARCH INSTITUTES OF THE H2BZ INDUSTRY IN HESSEN BY COMPETENCE SECTORS\*



### ANTEIL DER UNTERNEHMEN UND INSTITUTIONEN DER H2BZ-INDUSTRIE IN HESSEN NACH BRANCHEN



## 3. Förderprogramme und Organisationen

Die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wird in Europa sowohl von der Europäischen Union (EU) als auch von den einzelnen Mitgliedsstaaten gefördert. In Deutschland gibt es beachtliche Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene.

Nachstehend sind die wichtigsten Programme der EU, des Bundes und des Landes Hessen dargestellt. Weiterführende und aktuelle Informationen dazu sind unter den genannten Weblinks abrufbar.

### 3.1 Förderprogramme und Organisationen in Europa und Deutschland

#### Europa

##### Fuel Cell & Hydrogen Joint Undertaking: FCH-JU



Die Europäische Union und die europäische Industrie haben vereinbart, Wasserstoff und Brennstoffzellen zu den strategischen Energietechnologien der Zukunft zu machen. Ende 2008 wurde unter Beteiligung der EU Kommission, der europäischen Industrie und europäischen Forschungsgemeinschaft die gemeinsame Technologieinitiative FCH-JU für den Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie ins Leben gerufen. Die als öffentlich-private Partnerschaft angelegte Initiative läuft 10 Jahre (bis 2017) und stellt für die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie innerhalb des 7. Forschungsrahmenprogramms insgesamt eine Milliarde Euro zur Verfügung. Das Gesamtbudget wird mehrheitlich von Kommission und Industrie getragen (jeweils 470 Mio. Euro) und zu einem geringeren Teil (60 Mio. Euro) von der Forschungsgemeinschaft. Ziel ist es, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien zwischen 2010 und 2020 – je nach Anwendungsgebiet – zum Großserieneinsatz zu bringen. Hierfür

werden Projekte in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Demonstrationsvorhaben gefördert, mit den Schwerpunkten auf:

- Brennstoffzellenfahrzeuge und Wasserstoffinfrastruktur
- Nachhaltige Wasserstoffproduktion und -versorgung
- Brennstoffzellen für Strom- und Wärmeerzeugung
- Anwendungen für spezielle Märkte (auch frühe Märkte)

Weitere Informationen sind verfügbar unter [www.fchindustry-jti.eu](http://www.fchindustry-jti.eu) und [http://ec.europa.eu/research/fch/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/research/fch/index_en.cfm)

##### HyRaMP Hydrogen and Fuel Cell Regions and Municipalities Partnership



Hessen ist im europäischen Regionen-Bündnis HyRaMP vertreten. Die Partnerschaft hat das Ziel, sowohl den Einfluss der Regionen in der Joint Technology Initiative zu sichern als auch die Aktivitäten der beteiligten Regionen zu koordinieren. Aus Deutschland engagieren sich neben Hessen die Bundeslän-

der Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Hamburg sowie die Region Oldenburg-Wilhelms-

Weitere Informationen unter [www.hy-ramp.eu](http://www.hy-ramp.eu)

## 3. Public funds and organizations

In Europe, the development of hydrogen and fuel cell technology is being funded by the European Union (EU) and also by the individual member states. In Germany there are large-scale funding programmes on the federal and national levels. The most im-

portant programmes of the EU, the German Federal Government, and the State of Hessen are listed below. Further and updated information is available under the indicated web links.

### 3.1 Public funds and organizations in Europe and Germany

#### Europe

##### Fuel Cell & Hydrogen Joint Undertaking: FCH-JU

The European Union and the European industry have agreed to make hydrogen and fuel cells the strategic energy technologies for the future. At the end of 2008, with the participation of the EU Commission, the European industry and the European research association, the common technology initiative FCH-JU was established for the fields of hydrogen and fuel cell technology. This initiative with the structure of a public-private partnership is planned to have a duration of ten years (until 2017). It has a budget of 1 bill. EUR for the development of hydrogen and fuel cell technology within the 7th Research Framework Programme. The larger part of the total budget is born by the Commission and the industry (each with 470 mill. EUR), and a smaller part (60 mill. EUR) by the research association. The main goal is to prepare hydrogen and fuel cell technologies for large scale serial production and use between 2010 and

2020, depending on the area of application. For this purpose, projects in the fields of research, development, and demonstration are financed which focus on:

- fuel cell vehicles and hydrogen infrastructure
- sustainable production and distribution of hydrogen
- fuel cells for power and heat generation
- applications for special markets (also early markets)

Additional information is available at [www.fchindustry-jti.eu](http://www.fchindustry-jti.eu) and [http://ec.europa.eu/research/fch/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/research/fch/index_en.cfm)



##### HyRaMP Hydrogen and Fuel Cell Regions and Municipalities Partnership

Hessen is represented in the European confederation of regions HyRaMP. The partnership aims at securing the influence of the regions in the Joint Technology Initiative and at coordinating the activities of the participating regions. Apart from Hessen, the German states of North Rhine Westphalia, Baden

Württemberg, Hamburg and the region of Oldenburg-Wilhelmshaven are involved.

Additional information is available at [www.hy-ramp.eu](http://www.hy-ramp.eu)



**NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie**  
**NIP Nationales Innovationsprogramm**



Nationales Innovationsprogramm  
 Wasserstoff- und  
 Brennstoffzellentechnologie



Im Februar 2008 wurde in Deutschland die NOW GmbH (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) gegründet. Ihr Auftrag ist die Steuerung und Koordinierung des NIP (Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie). Das NIP steht im Kern einer strategischen Allianz aus Bundesregierung (BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), Industrie und Wissenschaft, die gemeinsam 1,4 Milliarden Euro bereitstellen – je zur Hälfte von Bund und Industrie – um die führende Position Deutschlands bei der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auszubauen und die genannten Technologien auf den Markt vorzubereiten.

Das NIP läuft bis 2016 und fördert neben Forschungs- und Entwicklungsarbeiten insbesondere umfangreiche Demonstrationsprojekte in den Bereichen:

- Verkehr und Wasserstoffinfrastruktur (54% der NIP-Mittel)
- Stationäre Energieversorgung (36% der NIP-Mittel)
- Spezielle Märkte, zum Beispiel Notstromversorgung, Lagertechnikfahrzeuge, etc. (10% der NIP-Mittel)

Weitere Informationen zu NIP und NOW, die auch für die Umsetzung des Programms „Modellregionen Elektromobilität“ verantwortlich ist, sind verfügbar unter [www.now-gmbh.de](http://www.now-gmbh.de).

### 3.2 Förderprogramme und Organisationen in Hessen

**Die Hessen Agentur und H2BZ-Initiative Hessen**



Hessen Agentur

HA Hessen Agentur GmbH



Hessen verfügt über eine ausgezeichnete Struktur von Unternehmen und Hochschulen, die hervorragende Kompetenzen auf dem Gebiet der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie besitzen. Heute sind mehr als 50 Unternehmen und über ein Dutzend Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Hessen mit der Entwicklung dieser Technologien und ihrer Erprobung in Feldversuchen tätig. Die Hessen Agentur als Wirtschaftsförderungseinrichtung des Landes Hessen und die H2BZ-Initiative Hessen wollen insbesondere Unternehmen und Institutionen in Hessen fördern, aber auch Synergien mit Partnern aus anderen Ländern schaffen.

Gemeinsam wollen sie helfen, das technologische Potenzial von Unternehmen, Institutionen und Wissenschaft weiterzuentwickeln – und zwar im Bereich der Brennstoffzelle und der hierfür geeigneten innovativen Energieträger.

Aus Überzeugung für die Technologie und aus Gründen des Klimaschutzes haben sich im Jahr 2002 führende Vertreter der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie aus Unternehmen, Hochschulen und Institutionen in der Wasserstoff- und Brennstoff-

zellen-Initiative Hessen e.V. (H2BZ-Initiative Hessen) zusammengeschlossen.

Den jeweiligen Entwicklungsbedarf zu erkennen, hat besondere Bedeutung für neue Technologien. Dazu gehört das Entwerfen von integrierenden Entwicklungs- und Pilotprojekten. Zu diesen selbst gesteckten Zielen und Aufgaben der H2BZ-Initiative gehören daneben die Wissensverbreitung in Lehre und Ausbildung sowie die Darstellung der Technologien in der Öffentlichkeit. Mit ihren Aktivitäten leistet die Initiative damit einen wichtigen Beitrag zur Stärkung des Wirtschafts- und Wissenschaftsstandorts Hessen. Sie ist somit der Mittelpunkt des Kompetenznetzwerkes in Hessen.

Die Aktivitäten der Initiative werden seit Beginn von der Hessischen Landesregierung unterstützt. Mit der Projektträgerschaft wurde die Hessen Agentur beauftragt. Die Hessen Agentur ist die Wirtschaftsförderungsgesellschaft des Landes Hessen. Sie hat das Ziel, den Standort Hessen zu stärken und seine Vorteile national und international bekannt zu machen. Mit ihren vielfältigen Aktivitäten trägt sie dazu bei, dass Hessen in zahlreichen Bereichen seine interna-



### NOW National Organization for Hydrogen and Fuel Cell Technology NIP National Innovation Programme

The NOW GmbH (National Organisation Hydrogen and Fuel Cell Technology) was founded in 2008 in Germany. Its task is to control and coordinate the NIP (National Innovation Programme Hydrogen and Fuel Cell Technology). The NIP is at the centre of the strategic alliance of the federal government (BMVBS – Federal Ministry for Transport, Building and Urban Development, BMWi – Federal Ministry for Economy and Technology, BMBF – Federal Ministry for Education and Research, BMU – Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety), industry and science, who provide a total of 1.4 bill. EUR – one half each paid by the federal government and by the industry – in order to strengthen the leading German position in the hydrogen and fuel cell technology and to prepare the above mentioned technologies for the market.

The NIP will exist until 2016. It supports not only research and development activities, but also extensive demonstration projects in the following fields:

- transportation and hydrogen infrastructure (54% of NIP funds)
- stationary energy supply (36% of NIP funds)
- special markets, e.g. emergency energy supply, storage vehicle technology, etc. (10% of NIP funds)

Additional information on NIP and NOW, which are also responsible for the implementation of the programme „Model Regions Electric Mobility“, is available at [www.now-gmbh.de](http://www.now-gmbh.de).



Nationales Innovationsprogramm  
Wasserstoff- und  
Brennstoffzellentechnologie



## 3.2 Public funds and organizations in Hessen

### The Hessen Agentur and the H2BZ Initiative Hessen

Hessen has an excellent structure of companies and universities with outstanding competencies in the field of hydrogen and fuel cell technology. Today, over 50 companies and more than a dozen universities and research institutions in Hessen are active in the development of these technologies and in testing them in field tests.

The Hessen Agentur as an institution for the promotion of the economy in the state of Hessen, along with the H2BZ Initiative Hessen, are especially concerned with supporting companies and institutions in Hessen, but also with creating synergies with partners from abroad. Together they want to help to develop and advance the technological potential of companies, institutions, and science in the sector of the fuel cell and of suitable innovative energy carriers.

Being convinced of the potential of the technology and concerned with climate protection, leading representatives of the hydrogen and fuel cell technology from companies, universities, and research institutions joined forces in 2002 to form the Hydrogen

and Fuel Cell Initiative Hessen e.V. (H2BZ Initiative Hessen).

As concerns new technologies it is of particular importance to identify the demand of development that is needed. Part of this is the design of integrated development and pilot projects. Among the self-defined goals and tasks of the H2BZ Initiative is also the spreading of knowledge through teaching and vocational training as well as the public demonstration of the technologies. With its activities, the Initiative is making an important contribution to strengthening Hessen as an industrial and scientific location. By doing this, the Initiative constitutes itself as the pivotal point of Hessen's competency network.

The government of Hessen has supported the activities of the Initiative from its very beginning. The management organization of the project is the Hessen Agentur. The Hessen Agentur is the organization for the promotion of economic development of the state of Hessen. Its aim is to strengthen Hessen as a location and to popularize it on a national and international level. With its manifold activities it helps



tionale Spitzenposition behält. Unternehmen profitieren von der breiten Kompetenz und europaweiten Netzwerken in unterschiedlichen technologischen Bereichen. Die Hessen Agentur knüpft Kontakte zu Forschung und Entwicklung und hilft, den Weg von der kreativen Idee zum wirtschaftlichen Erfolg zu ebnen. Sie nutzt dabei ihre Kompetenzen in zukunfts-trächtigen Anwendungen und Forschungen wie Nano-, Bio-, Umwelt-, Energie- sowie Informations- und Kommunikationstechnologie und schafft im Rahmen des Technologietransfers Synergien für Unternehmen und Wissenschaft.

Als „Think Tank“ identifiziert und bewertet sie Zukunftstechnologien und gibt Impulse für die Bildung von Netzwerken und Clustern. Die Hessen Agentur fördert im Rahmen von Hessen Modellprojekte die Zusammenarbeit von Unternehmen und Hochschulen. Standort- und Technologiemarketing im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen bedeutet zunächst die Vernetzung von Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft und die Begleitung auf dem Weg in den Markt. Ihre maßgebliche Herausforderung sehen die Hessen Agentur und die H2BZ-Initiative in der wirtschaftlichen Realisierung und Durchsetzung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bis zu ihrer breiten Anwendung. Die H2BZ-Initiative wird bei der Erfüllung ihrer Aufgaben durch die Hessen Agentur im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz begleitet.

Die H2BZ-Initiative und die Hessen Agentur

- betreiben gemeinsam Technologiemarketing regional, national und international im Kontext der Wirtschafts- und Technologieförderung des Landes Hessen

- sind zentrale Ansprechpartner und Berater für Fragen rund um das Thema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Hessen
- führen Informationen aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft zu diesem Thema zusammen
- initiieren gemeinsam den Technologietransfer auf diesem Technologiefeld, z.B. durch die gezielte Nutzung der Medien, Durchführung von Veranstaltungen usw.
- unterstützen Unternehmen, die sich auf diesem Gebiet betätigen.

Die Initiative ist Mitglied des DWV (Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband) sowie der Kompetenznetze Deutschland. Die Kompetenznetze Deutschland des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) vereinen die innovativsten und leistungsstärksten nationalen Kompetenznetze mit technologischer Ausrichtung. Die Hessen Agentur ist Ansprechpartner für die Förderung im Rahmen von Hessen Modellprojekte.

Der Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie der Hessen Agentur koordiniert über die Geschäftsstelle die landesweiten Aktivitäten. Website, Newsletter und verschiedene Publikationen wie Informationsbroschüren und der vorliegende Kompetenzatlas werden von die Hessen Agentur in Kooperation mit der H2BZ-Initiative erstellt, um ein einheitliches Auftreten zu gewährleisten. Darüber hinaus werden zahlreiche Veranstaltungen wie Gemeinschaftsstände auf Messen, themenspezifische Workshops sowie das jährlich im Herbst stattfindende Brennstoffzellenforum organisiert.

### Die H2BZ Projekt GmbH



Die H2BZ Projekt GmbH ist eine hundertprozentige Tochter der H2BZ-Initiative Hessen. Vielen Unternehmen fehlen die personellen Ressourcen zu einer raschen Umsetzung innovativer Produktideen. Mittelständler haben oft nicht genügend finanzielle Mittel, um aus Ideen Produkte zu machen und sie auf den Markt zu bringen. Sie brauchen für eine Produktentwicklung kompetente und zuverlässige Partner, die sie technologisch begleiten. Die Anfang 2009 gegründete H2BZ Projekt GmbH hält wichtige Informationen über Möglichkeiten der Projektförderung und Kontakte zu entsprechenden Förderstellen be-

reit und kann helfen, Projektskizzen anzufertigen und Förderanträge zu erstellen. Die H2BZ Projekt GmbH widmet sich Projekten aus der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sowie angrenzender Bereiche und bietet vielfältige Unterstützung für interessierte Firmen in Hessen, aber auch außerhalb der Landesgrenzen.

Sie unterstützt in allen Phasen der Projektrealisierung wie der Definition des Projektes und der notwendigen Leistungen, der Kalkulation der personellen und finanziellen Ressourcen. Sie hilft bei der Ak-

maintain Hessen's top position in the international arena. Many companies benefit from its broad competence and its Europe-wide networks in various fields of technology. The Hessen Agentur establishes contacts with the research and development sectors and helps pave the way from the creative idea to its economic success. It uses its competencies in promising applications and research areas such as nano, bio, environmental, energy, information and communication technologies, and in the framework of technology transfer it creates synergies for companies and research institutions.

As a „Think Tank“ it identifies and evaluates future technologies and gives impulses for the formation of networks and clusters. In the framework of the Hessen ModelProjects the Hessen Agentur supports the cooperation between companies and universities. The marketing of hydrogen and fuel cell technologies first of all means the establishing of networks of actors in business and in research and providing them support on their way to the market. Both the Hessen Agentur and the H2BZ Initiative consider the economic realisation and the enforcement of hydrogen and fuel cell technology up to their wide acceptance their primary challenge. In the fulfilment of this task, the H2BZ Initiative is competently assisted by the Hessen Agentur on behalf of the Ministry of the Environment and for Energy, Agriculture and Consumer Protection.

The H2BZ Initiative and Hessen Agentur

- pursue together the regional, national, and international marketing in the context of economic and technological promotion of the State of Hessen

### Die H2BZ Projekt GmbH

The H2BZ Projekt GmbH is a 100 percent subsidiary of the H2BZ Initiative Hessen. Many companies lack the personal resources to react quickly to innovative product ideas. Small to medium-sized enterprises often do not have the necessary financial means to turn ideas into products and to put them on the market. They need competent and reliable partners to give them technological assistance. Founded in 2009, the H2BZ Projekt GmbH holds important information about possibilities of project development and contacts regarding funding agencies and

- are major contact partners and consultants concerning questions relating to hydrogen and fuel cell technology in Hessen
- put together information about this topic from politics, economy, science, and society
- together initiate the transfer of technology in this field of technology, e.g. through the well-targeted use of media, organisation of events etc.
- support companies that are active in this field.

The Initiative is a member of the DWV (German Hydrogen and Fuel Cells Association) and of the Initiative Networks of Competence Germany. The Competence Networks Germany of the Federal Ministry for Economy and Technology (BMWi) unite the most innovative and efficient national competence networks in the sphere of technology. The Hessen Agentur is the contact partner for promotion in the framework of the Hessen ModelProjects.

The hydrogen and fuel cell technology division of the Hessen Agentur coordinates through its office all nation-wide activities. The website, the newsletter and various publications such as information brochures and the present competence atlas are a result of the cooperation of the Hessen Agentur with the H2BZ Initiative in order to guarantee a unified outward appearance. In addition, numerous events such as booths on trade fairs, workshops, and the annual autumn fuel cell forum are on the agenda.

is able to assist in the preparation of project proposals and applications for funding. The H2BZ Projekt GmbH focusses on projects dealing with the hydrogen and fuel cell technology and associated fields and offers various supportive measures for active companies in Hessen, but also beyond its boundaries.

It provides assistance on all stages of project realization, that is, the definition of the project and the necessary services, the calculation of the human and



quisition von Projektpartnern, dem Recherchieren der möglichen Förderprogramme, dem Erstellen und Vorstellen einer Projektskizze, der Zeit- und Kostenplanung, der Organisation und Durchführung von Öffentlichkeitsarbeit zur Darstellung der Projektergebnisse und berät und begleitet bis hin zu einer Markteinführung. Mit der H2BZ Projekt GmbH wurde ein Ansprechpartner geschaffen, der bei der praktischen Umsetzung von Anwendungen für Was-

serstoff und Brennstoffzellen in Hessen unterstützt. Projekte, die bereits in Angriff genommen wurden, kommen aus den Bereichen Sonderfahrzeuge, dezentrale Stromversorgung, unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) sowie Wasserstoffspeicherung.

Weitere Informationen unter [www.hessen-agentur.de](http://www.hessen-agentur.de) und [www.H2BZ-Hessen.de](http://www.H2BZ-Hessen.de)

### Hessisches Energiegesetz



Im Rahmen des Hessischen Energiegesetzes vom November 2008 können Projekte unterstützt werden, die Entwicklung, Demonstration und Anwendung stationärer Wasserstoff- und Brennstoffzellensysteme zum Inhalt haben. Ziel ist es, die rationelle und umweltverträgliche Energienutzung in Hessen voranzutreiben und einen Beitrag zu einer gesamtwirtschaftlich wettbewerbsfähigen und sicheren Erzeugung und Verwendung von Energie zu leisten.

Gefördert werden können marktnahe Vorhaben zur Nutzung neuer Energietechnologien (Marktvorbereitungsförderung) mit den Schwerpunkten energieeffiziente Gebäudetechnologien, rationelle Elektrizitätsanwendung, rationelle Energienutzung sowie Nutzung erneuerbarer Energien.

Weitere Informationen unter [www.wibank.de](http://www.wibank.de)

### Hessen Modellprojekte



Das Land Hessen fördert die Durchführung von besonders innovativen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Technologiebereich – auch auf dem Gebiet der Wasserstoff- und Brennstoffzellen. Als Projektträger fungiert die Hessen Agentur. Bezuschusst werden im Rahmen von Hessen Modellprojekte kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die gemeinsam mit weiteren Partnern (Unternehmen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen) angewandte Forschungs- und Entwicklungsprojekte realisieren. Zur Förderung dieser Vorhaben stehen derzeit drei Maßnahmen zur Verfügung:

LOEWE KMU-Verbundvorhaben (Förderlinie 3), finanziert aus Landesmitteln, sowie KMU-Modell- und -Pilotprojekte und als erweiterte Maßnahme modellhafte Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Schwerpunkt im Automotivebereich, die beide aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und aus Mitteln des Landes Hessen finanziert werden.

Weitere Informationen unter [www.innovationsfoerderung-hessen.de](http://www.innovationsfoerderung-hessen.de)

financial resources. It helps in the acquisition of project partners, the finding of possible funding programmes, the writing and presentation of project proposals, the time and cost planning and the organisation and performance of public relation measures to present the project results, and it provides consulting and assistance up to the market launch. H2BZ Projekt GmbH was created as a contact partner that supports the practical realization of applica-

tions concerning hydrogen and fuel cells in Hessen. The following projects are already in process: special purpose vehicles, decentralized power supply, uninterrupted power supply (UPS) and hydrogen storage.

Additional information is available at [www.hessen-agentur.de](http://www.hessen-agentur.de) and [www.H2BZ-Hessen.de](http://www.H2BZ-Hessen.de).

### Funds by the Hessian Energy Law

In accordance with the Hessian Energy Law dating from November 2008, projects can be supported which are aimed at the development, demonstration, and application of stationary hydrogen and fuel cell systems. The aim is to push forward the economic and environment-friendly use of energy in Hessen and to make a contribution to a macro-economically competitive and reliable production and use of energy. Funding can be provided for projects clo-

se to the market aiming at the use of new technologies (funds for market launch of products) focussing on energy-efficient building technologies, efficient electricity application, economic use of energy, and finally the use of renewable energies.

Additional information is available at [www.wibank.de](http://www.wibank.de)

### Hessen ModelProjects

The State of Hessen specifically supports the realization of particularly innovative research and development projects in the technology sector, including in the field of hydrogen and fuel cells. Hessen Agentur acts as the project management organization. Small and medium-sized enterprises (SME) cooperating with other partners (companies, universities, research institutions) are subsidized by Hessen ModelProjects in the implementation of applied research and development work.

Presently there are three kinds of measures to support such proposals.

LOEWE SME joint research project (funding line No 3), financed by the state of Hessen, as well as SME-model and pilot projects, and as an extended measure also the exemplary research and development projects with a focus on the automotive sector. They are financed both with funds of the European Regional Development Fund and of the State of Hessen.

Additional information is available at [www.innovationsfoerderung-hessen.de](http://www.innovationsfoerderung-hessen.de)



## 4. Kompetenzmatrix

In der vorliegenden vierten Auflage des hessischen Kompetenzatlas Wasserstoff und Brennstoffzellen präsentieren sich 63 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen.

In den Atlas wurden Unternehmen, Hochschulen und Institutionen aufgenommen, die sich mit der Entwicklung, Herstellung und Integration von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien beschäftigen, Demonstrationsprojekte mit Brennstoffzellensystemen durchführen und Dienstleistungen in diesem Bereich anbieten. In Kapitel 5 werden die Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen in ausführlichen Portraits vorgestellt.

In Form einer Kompetenzmatrix kann sich der Leser auf einen Blick die hessischen Unternehmen sowie Hochschulen und Forschungseinrichtungen mit ihren jeweiligen Fachkompetenzen und Tätigkeitsfeldern erschließen. Der Kompetenzatlas ist somit ein praktisches Instrument für die Recherche nach speziellen System- und Komponentenlieferanten, passenden Dienstleistern und potenziellen Entwicklungspartnern. Voraussetzung für die Aufnahme in den Kom-

petenzatlas ist die Durchführung konkreter Entwicklungen im Bereich Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Unternehmen, die das Potenzial für Entwicklungen haben, bisher jedoch nicht aktiv in Erscheinung getreten sind, wurden nicht berücksichtigt. Unternehmen aus dem Finanzsektor (z. B. Venture-Capital-Firmen) und der Unternehmensberatung wurden nicht in den Kompetenzatlas aufgenommen, obwohl ihnen eine wichtige Rolle beim wirtschaftlichen Durchbruch neuer Technologien zukommen wird. Einer Berücksichtigung sämtlicher VC- und Beratungsunternehmen, die Interesse an der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie haben, würde den Rahmen dieser Publikation sprengen. Ebenfalls unberücksichtigt bleiben Verbände und Initiativen der Brennstoffzellenindustrie, die eine nationale oder internationale Interessensvertretung zum Ziel haben.

Der Kompetenzatlas Wasserstoff und Brennstoffzellen wird regelmäßig aktualisiert. Die jeweils gültige Fassung finden Sie in elektronischer Form auf unserer Website unter [www.H2BZ-Hessen.de](http://www.H2BZ-Hessen.de).

Kompetenzfelder	Relevante Produkte, Dienstleistungen
<b>Infrastruktur</b> → Wasserstoff → Ausrüstung	Wasserstoffherzeugung, -distribution, -speicherung
	Reformer, Elektrolyseure, Gasreinigung, Verdichter, Verflüssiger, Speicheranordnungen, Tanks, Tankfahrzeuge, Pipelines, Abfüllanlagen, Zapfventile
<b>Komponenten, Module</b> → Stack-Komponenten → Stack → Peripherie	Membran-Elektroden-Einheit (MEA), Membran, Katalysatoren, Bipolarplatten, Dichtungen, Endplatten, Spannzangen
	Komplette, einbaufertige Stacks
	Deionisierungstechnik, Dosiersysteme, Gebläse/Verdichter, Kondensatabscheider, Luftaufbereitung, Nachverbrenner, Pumpen, Wärmetauscher, Leistungselektronik, MSR-Technik, elektrische Speicher (Batterien, Superkondensatoren), Schalldämpfer, Elektromotor
<b>Systeme</b> → Spezielle Anwendungen → Sonderfahrzeuge, USV → Stationär → Hausenergie → Stationär → Industrie → Mobil → Antrieb	Materialtransport/-umschlag (Gabelstapler, Flurförderzeuge), Sonderfahrzeuge (Zweiräder, Kommunalfahrzeuge), unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV), U-Boote, Hilfsaggregate
	Hausenergieanlagen für Ein- und Mehrfamilienhäuser (< 5 kW)
	Heizkraftwerke (> 5 kW)
	Brennstoffzellenfahrzeuge (Pkw, Busse, leichte NFZ)
<b>Demonstrationsprojekte</b>	Feldversuche für Nischen-, stationäre und/oder mobile Anwendungen
<b>Produktionstechnik, Teststände</b>	Montagetechnik, Produktionstechnologie für Brennstoffzellenmodule und -Komponenten, Prüf- und Testanlagen für Brennstoffzellen
<b>Dienstleistungen</b> → FuE → Beratung, Normung → Aus-, Weiterbildung	Grundlagenforschung, Werkstoff-/Materialentwicklung, Systemintegration, Konstruktion, Produktion
	Technische Beratung, Standardisierung und Normung von Produkten
	Ausbildung, Lehre, Schulungen, Vorträge

## 4. Competence matrix

In the present fourth edition of the Hessian competence atlas on hydrogen and fuel cells 63 companies, universities and institutions are represented.

The atlas includes these companies, universities, and institutions because they are engaged in the development, production, and integration of hydrogen and fuel cell technologies. They carry out demonstration projects with fuel cell systems and offer pertinent services. In chapter 5 one can find detailed portraits of enterprises, universities and institutions.

This competence matrix enables the reader to get acquainted with Hessian companies, universities, and research institutions and their respective competences and fields of activities at a glance. This atlas is to serve as a practical guide for finding companies of specific systems and components, adequate service providers and potential development partners.

The precondition for companies to be listed in the competence atlas is that they carry out concrete research and development work on hydrogen and fuel

cells. Hence, companies with the potential to develop but no active appearance, were not listed. The atlas does not include companies from the financial sector (e.g. venture capital companies) and consulting companies, although they will have quite an impact on the economic breakthrough of new technologies. However, to list all venture capital and consulting companies that might be interested in investments in the hydrogen and fuel cell sector would go beyond the scope of this publication. Finally, the atlas also does not contain associations and initiatives of the fuel cell industry if these institutions are representing the national or international industry.

The hydrogen and fuel cell competence atlas is subject to frequent update. The latest update is always available as an e-copy on the website [www.H2BZ-Hessen.de](http://www.H2BZ-Hessen.de).

Competence areas		Relevant products, services
Infrastructure	Hydrogen	Hydrogen production, distribution, storage
	Equipment	Reformers, electrolysers, gas cleaning, compressor, condensers, storage materials, tanks, pipelines, filling lines
Components, modules	Stack components	Membrane electrode assembly (MEA), membrane, catalysts, bipolar plates, sealings, end plates, grips
	Stack	Complete, ready-to-install stacks
	Balance of plant	Deionization technique, dosing systems, fans/compressors, condensate separators, air conditioning, afterburner, pumps, heat exchangers, power electronics, MSR technique, electric storage (batteries, super capacitors), sound absorbers, electric motor
Systems	Special applications → Special purpose vehicles, UPS	Materials transport/handling (forklifts, ground conveyors), special purpose vehicles (bikes, municipal vehicles), uninterrupted power supply (UPS), submarines, ancillary units
	Stationary → Home energy	Home energy supply (< 5 kW)
	Stationary → Industry	Combined heat and power plants (> 5 kW)
	Mobile → Drive train	Fuel cell vehicles (passenger cars, buses, light duty commercial vehicles)
Demonstrations projects		Field tests for niche, stationary and/or mobile applications
Production and test technology		Assembly technique, production technology for fuel cell modules and components, testing facilities for fuel cells
Services	R&D	Basic R&D, material development, system integration, design, manufacturing
	Consulting, standardization	Technical consulting, standardization and norming of products
	Education	Education, teaching, trainings, seminars

## Kompetenzen Competencies

## Unternehmen Companies

	Seite / Page	Infrastruktur Infrastructure		Komponenten, Module Components, modules		
		Wasserstoff Hydrogen	Ausrüstung Equipment	Stack- Komponenten Stack components	Stack Stack	Peripherie Balance of plant
Adam Opel GmbH, General Motors	35			●	●	●
Air Liquide	37	●	●			
AKG Thermotechnik International GmbH & Co. KG	39					●
ANSYS Germany GmbH	41			●	●	
BSI Management Systems und Umweltgutachter Deutschland GmbH	43					
Dalkia Energie Service GmbH	45					
DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (Karl-Winnacker-Institut)	47			●		
Deutsche Telekom AG	49					
Deutsches Kunststoff-Institut	51			●		
Dipl.-Ing. Wagner Mess- und Regeltechnik GmbH	53		●			●
DiWITech – Dr. Dieter Pfannstiel	55					
Ingenieurpraxis für technische und wissenschaftliche Dienstleistungen						
E.ON Mitte Wärme GmbH	57					
EDAG GmbH & Co. KG	59			●		
ELT Elektrolyse Technik GmbH	61		●			
Energiezentrale Universitätsklinikum Gießen GmbH	63					
ESI Engineering System International GmbH	65			●	●	
Fachhochschule Gießen-Friedberg	67					●
Fachbereich 03, Fachgebiet Thermodynamik und Wärmetechnik						
Fachhochschule Gießen-Friedberg	69					
Fachbereich Technologietransfer/Elektrotechnik						
flow-advice coached innovations	71					
Fraport AG	73					
Fraunhofer Institut für Windenergie und Energie- systemtechnik (IWES), Institut Kassel	75	●	●			●
Gaskatel GmbH	77		●	●		



	Systeme <i>Systems</i>				Demonstrations- projekte <i>Demonstration projects</i>	Produktions- technik, Teststände <i>Production and test technology</i>	Dienstleistungen <i>Services</i>		
	Spezielle Anwendungen <i>Special applications</i>	Stationär <i>Stationary</i>		Mobil <i>Mobile</i>			FuE <i>R&amp;D</i>	Beratung, Normung, standardization <i>Consulting, standardization</i>	Aus-, Weiter- bildung <i>Education, training</i>
	Sonderfahrzeuge, USV <i>Special purpose vehicles, UPS</i>	Haus- energie <i>Home energy</i>	Industrie <i>Industry</i>	Antrieb <i>Drive train</i>					
				●	●	●	●	●	●
			●		●		●		
	●			●			●		
							●		
								●	●
		●	●		●				
							●		●
	●		●		●				
							●	●	
		●	●		●		●	●	●
	●			●			●		
			●		●				
		●		●			●		●
	●						●		●
	●	●	●	●	●			●	
	●			●	●				
		●			●		●		
							●		

## Kompetenzen Competencies

## Unternehmen Companies

	Seite / Page	Infrastruktur Infrastructure		Komponenten, Module Components, modules		
		Wasserstoff Hydrogen	Ausrüstung Equipment	Stack- Komponenten Stack components	Stack Stack	Peripherie Balance of plant
Gas Union GmbH	79					
GHR Hochdruck-Reduziertechnik GmbH	81		●			●
H2BZ Projekt GmbH	83					
HEAG Südhessische Energie AG	85					
hessenEnergie GmbH	87					
Hochschule Darmstadt Fachbereich Chemie- und Biotechnologie	89					
Hochschule Darmstadt Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik	91					
Hochschule RheinMain Fachbereich Ingenieurwissenschaften	93		●	●	●	
Honda R&D Europe (Deutschland) GmbH	95		●	●	●	●
Hüttenberger Produktionstechnik Martin GmbH	97			●	●	
Hyundai Motor Europe Technical Center GmbH	99				●	●
IBR Ingenieurbüro Redlich und Partner GmbH Beratende Ingenieure für Elektrotechnik	101		●			
IKS Photovoltaik GmbH	103					
Infraserv GmbH & Co. KG	105	●	●			●
Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG	107					●
Justus-Liebig-Universität Gießen Physikalisch-Chemisches Institut, Fachbereich 08 (Biologie und Chemie)	109			●		
Linde AG	111	●	●			
MAGNUM Fuel Cell AG	113					●
Messer Group GmbH	115	●	●			
NANO ENERGY GmbH	117					
RAU-Stromversorgungen GmbH	119					●
Rittal GmbH & Co. KG	121					

	Systeme <i>Systems</i>				Demonstrations- projekte <i>Demonstration projects</i>	Produktions- technik, Teststände <i>Production and test technology</i>	Dienstleistungen <i>Services</i>		
	Spezielle Anwendungen <i>Special applications</i>	Stationär <i>Stationary</i>		Mobil <i>Mobile</i>			FuE <i>R&amp;D</i>	Beratung, Normung <i>Consulting, standardization</i>	Aus-, Weiter- bildung <i>Education, training</i>
	Sonderfahrzeuge, USV <i>Special purpose vehicles, UPS</i>	Haus- energie <i>Home energy</i>	Industrie <i>Industry</i>	Antrieb <i>Drive train</i>					
					●			●	
						●			
	●	●	●	●	●			●	
		●			●			●	
							●		●
					●				●
					●	●			●
					●				●
					●	●			●
	●	●		●	●	●			●
					●			●	
						●			●
						●			●
					●				●
	●				●			●	
	●	●			●				●
	●				●				●
	●				●				●
	●				●				●

## Kompetenzen Competencies

## Unternehmen Companies

	Seite / Page	Infrastruktur Infrastructure		Komponenten, Module Components, modules		
		Wasserstoff Hydrogen	Ausrüstung Equipment	Stack- Komponenten Stack components	Stack Stack	Peripherie Balance of plant
Sala-Burgess Controls GmbH & Co. KG	123					●
Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH	125				●	
Schunk Kohlenstofftechnik GmbH	127			●		
SERTO GmbH	129					●
Seybert & Rahier GmbH + Co. Betriebs KG	131		●			●
SGL Technologies GmbH	133			●		
SKF Economos Deutschland GmbH Niederlassung Rhein-Main	135		●	●		●
SMA Solar Technology AG	137		●			●
SolviCore GmbH & Co. KG	139			●		
TB&C Outsert Center GmbH	141			●		
Technische Universität Darmstadt Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, Fachgebiet Regenerative Energien	143			●		
Technische Universität Darmstadt Fachbereich Material- und Geowissenschaften, Fachgebiet Erneuerbare Energien	145			●		
Technische Universität Darmstadt Zentrum für Konstruktionswerkstoffe – MPA/IfW	147					
TÜV SÜD Akademie GmbH	149					
TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH	151		●			
Umicore AG & Co. KG	153			●		
VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH	155				●	●
Veritas AG	157					●
Woco Industrietechnik GmbH	159					●

	Systeme <i>Systems</i>				Demonstrations- projekte <i>Demonstration projects</i>	Produktions- technik, Teststände <i>Production and test technology</i>	Dienstleistungen <i>Services</i>		
	Spezielle Anwendungen <i>Special applications</i>	Stationär <i>Stationary</i>		Mobil <i>Mobile</i>			FuE <i>R&amp;D</i>	Beratung, Normung, standardization <i>Consulting, standardization</i>	Aus-, Weiter- bildung <i>Education, training</i>
	Sonderfahrzeuge, USV <i>Special purpose vehicles, UPS</i>	Haus- energie <i>Home energy</i>	Industrie <i>Industry</i>	Antrieb <i>Drive train</i>					
		●	●			●			
	●						●		
							●		
							●		
		●							
							●		
						●			
						●		●	
						●		●	
						●		●	
						●	●		
						●		●	
						●	●		
						●		●	
						●	●		
						●	●	●	
						●	●		
						●			

## 5. Profile der Unternehmen, Hochschulen und Institutionen

---

## 5. Profiles of companies, universities and institutions

---



Adresse   Address:	Adam Opel GmbH, General Motors PKZ MK-01 65423 Rüsselsheim
Telefon   Phone:	+49-6142-770
Telefax   Fax:	+49-6142-778800
Internet   Internet:	<a href="http://www.opel.de">www.opel.de</a> , <a href="http://www.gm.com/europe/">www.gm.com/europe/</a>
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	244500
Gründungsjahr   Foundation:	1908
Kontaktperson   Contact:	Dr. Lars Peter Thiesen
Telefon   Phone:	+49-6142-765795
Telefax   Fax:	+49-6142-769058
E-Mail   Email:	<a href="mailto:lars.peter.dr.thiesen@de.opel.com">lars.peter.dr.thiesen@de.opel.com</a>

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

General Motors Corp. (NYSE: GM), einer der größten Fahrzeughersteller der Welt, wurde 1908 gegründet. Das Unternehmen mit Sitz in Detroit beschäftigt rund 244.500 Mitarbeiter (2008) rund um den Globus und produziert in 34 Ländern. 2008 verkaufte GM weltweit 8,35 Millionen Pkw und Nutzfahrzeuge. In Europa vertreibt GM die Fahrzeuge seiner Marken Opel, Vauxhall, Chevrolet, Cadillac und Corvette in mehr als 40 Märkten. GM unterhält in Europa zehn Produktions- bzw. Montagewerke in sieben Ländern und beschäftigt rund 54.500 Mitarbeiter (2008).

Seit November 1997 besteht das Brennstoffzellen-Entwicklungszentrum GM Fuel Cell Activities von General Motors und der Adam Opel GmbH. Insgesamt arbeiten bei GM Fuel Cell Activities weltweit über 500 Ingenieure und Wissenschaftler an der Entwicklung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen.

Schwerpunkte der etwa 250 Mitarbeiter (2008) in Mainz-Kastel sind die Brennstoffzellen-Systementwicklung, die Integration der Brennstoffzellen ins Fahrzeug und schließlich deren Erprobung. Zu den Aufgaben des deutschen Standorts gehört außerdem die Entwicklung von Wasserstoff-Speichersystemen.

Im Jahr 2000 präsentierten GM und Opel den HydroGen1, ein mit Wasserstoff betriebenes Brennstoffzellen-Entwicklungsfahrzeug auf Basis des Opel Zafira. Das Nachfolgemodell HydroGen3 war der erste Prototyp für Flottendemonstrationen. Einen Höhepunkt der Testphase des HydroGen3 bildete eine Marathonfahrt über 10.000 Kilometer von Hammerfest nach Lissabon durch 14 europäische Länder.

Mit der Einführung des HydroGen4, der vierten Generation von GM-Brennstoffzellenfahrzeugen im Jahr 2007, nimmt die Vision eines sicheren, bezahlbaren Autos ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen immer mehr Gestalt an. Das Antriebssystem des HydroGen4 bietet weitere Fortschritte in Sachen Alltagsnutzen, Fahrleistung, Dauerhaltbarkeit sowie Starten und Betrieb bei niedrigen Temperaturen. Zehn dieser Fahrzeuge werden seit Dezember 2008 im Rahmen der Clean Energy Partnership (CEP) in Berlin eingesetzt. Über 100 HydroGen4-Prototypen stellen derzeit im weltweit größten Test- und Demonstrationsprogramm für Brennstoffzellenautos, dem „Project Driveway“, ihre Alltagstauglichkeit unter Beweis. Der HydroGen4 besitzt ein Tanksystem mit drei 700-bar-Hochdrucktanks, die eine Reichweite von bis zu 320 Kilometern erlauben. Darüber hinaus wurde der Wirkungsgrad des gesamten Antriebs durch eine Pufferbatterie erhöht, die regeneratives Bremsen ermöglicht.

Langfristig soll Wasserstoff aus erneuerbaren Energien als Kraftstoff für Brennstoffzellen-Fahrzeuge dienen, um Treibhausgas-Emissionen im Autoverkehr völlig zu eliminieren. GM und Opel erwarten, dass die Brennstoffzellentechnik im Automobil etwa im Jahr 2015 auf dem Markt eingeführt werden kann.



HydroGen4: Durchsichtbild  
*HydroGen4: Sectional drawing*



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

General Motors Corp. (NYSE: GM), one of the world's largest automakers, was founded in 1908, and today manufactures cars and trucks in 34 countries. With its global headquarter in Detroit, GM employs 244,500 people (2008) in every major region of the world. In 2008, GM sold 8.35 million cars and trucks globally under the following brands: Buick, Cadillac, Chevrolet, GMC, GM Daewoo, Holden, Opel, Pontiac, Saturn, Vauxhall and Wuling. GM's largest national market are the U.S., followed by China, Brazil, the United Kingdom, Canada, Russia and Germany. In Europe, GM sells its vehicles in more than 40 markets. It operates 10 vehicle-production and assembly facilities in seven countries and employs about 54,500 people (2008).

In November 1997, General Motors and Adam Opel AG established the fuel cell development center GM Fuel Cell Activities. More than 500 engineers and scientists are working towards developing fuel cell vehicles.

Some 250 employees (2008) at Mainz-Kastel are focusing most of their efforts on system development, on the integration of fuel cells into the vehicle and on vehicle test and validation. The development of hydrogen storage systems is also a part of the work done in Germany.

Back in the year 2000, GM and Opel presented the HydroGen1, a hydrogen-powered fuel cell automobile based on the Opel Zafira. Its successor HydroGen3 was the first prototype for fleet demonstrations. One highlight of HydroGen3's test phase was the "GM Fuel Cell Marathon" ranging over 10,000 kilometers throughout Europe, from Hammerfest to Lisbon.

The introduction of GM's fourth generation hydrogen-powered vehicles in 2007 brought the world closer to a safe, commercially viable car that produces no CO<sub>2</sub> emissions. The HydroGen4 is powered by an advanced fuel cell system, which features considerable improvements from the last generation in everyday usability, including performance, durability and the capability to start and operate in sub-zero temperatures. Ten such vehicles in December 2008 have started operating in Berlin as part of the Clean Energy Partnership (CEP), representing the European portion of GM's Project Driveway test program, the largest-ever real world evaluation of fuel cell vehicles, involving a total of more than 100 HydroGen4 test cars. HydroGen4 has a tank system with three, 700-bar high-pressure vessels, which provide an operating range of up to 320 kilometers. The efficiency of the entire propulsion system is improved, as a buffer battery enables regenerative braking.

In the long term, hydrogen produced from renewable energy sources should serve as fuel for fuel cell vehicles in order to totally eliminate greenhouse gas emissions caused by cars. GM and Opel expect that automotive fuel cell technology will be ready for market commercialization by about the year 2015.



HydroGen4: Neueste Generation von Brennstoffzellenfahrzeugen  
HydroGen4: New fuel cell vehicle generation

# AIR LIQUIDE FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG GMBH



Adresse   Address:	Air Liquide Forschung und Entwicklung GmbH Gwinneerstraße 27-33 60388 Frankfurt am Main
Telefon   Phone:	+49-69-4011-201
Telefax   Fax:	+49-69-4011-479
Internet   Internet:	www.airliquide.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	37
Gründungsjahr   Foundation:	2009
Kontaktperson   Contact:	Dr. Marius Hackel
Telefon   Phone:	+49-69-4011-218
Telefax   Fax:	+49-69-4011-479
E-Mail   Email:	marius.hackel@airliquide.com



Die Air Liquide Forschung und Entwicklung GmbH, hervorgegangen im Dezember 2009 aus der Lurgi GmbH, ist einer von weltweit 8 Standorten des Air Liquide Forschungsverbandes. Im Fokus steht die Umwandlung fossiler und biogener Rohstoffe in Basischemikalien und Kraftstoffe, überwiegend über den Prozessschritt der Synthesegaserzeugung. Das Portfolio umfasst die jeweilige Prozesscharakterisierung von den Grundlagen bis hin zu Pilot- und industriellen Großanlagen, oftmals in Zusammenarbeit mit internen und externen Partnern aus Industrie und Hochschule.

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Für die Air Liquide-Gruppe ist Wasserstoff als Energieträger und wichtiger Grundstoff der Prozessindustrie ein zentrales Thema der Forschung und Entwicklung. Die Aktivitäten zielen vor allem auf die Entwicklung umweltfreundlicher Technologien zur Produktion von Wasserstoff unter Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und die optimierte Bereitstellung von Wasserstoff zur Sicherstellung der Energieversorgung ab.

Die Air Liquide Forschung und Entwicklung GmbH vereint die Kompetenzen der Air Liquide-Gruppe als Marktführer für technische Gase sowie der Lurgi GmbH mit ihrem vielfältigen Know-How im Bereich Anlagenplanung und -bau für Wasserstoff und Synthesegas.

Unser Portfolio orientiert sich entlang der gesamten Produktionskette und umfasst:

- > Untersuchung der Nutzbarkeit vielfältiger Einsatzstoffe wie Erdgas, Erdöl, Petrochemische Rückstände, Kohle, Biomasse
- > Entwicklung und Optimierung von Technologien zur Herstellung von Wasserstoff und Synthesegas wie Prerforming, Steam Reforming, Autothermal Reforming und Vergasung
- > Konzeption von Prozessen zur Gasreinigung, z.B. Rectisol
- > Umsetzung von Synthesegas zu Basischemikalien wie Methanol, Dimethylether oder Propylen
- > Bau und Betrieb von Versuchsanlagen im Labor-, Technikums- und Demonstrationsmaßstab zur Prozessoptimierung und Testen von Katalysator
- > Analytische Methoden und Dienstleistungen

Weitere Themen innerhalb des Forschungsverbandes der Air Liquide-Gruppe sind:

- > Brennstoffzellensysteme
- > H<sub>2</sub>-Tankanlagen
- > Speichersysteme von komprimiertem H<sub>2</sub> als Kraftstoff für Fahrzeuge
- > Sicherheitskonzepte für H<sub>2</sub>-Anwendungen



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack
- Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications → Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Stationär  
Stationary → Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

- Stationär  
Stationary → Industrie  
Industry
- Mobil  
Mobile → Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Air Liquide Forschung und Entwicklung GmbH arised from Lurgi GmbH R&D in December 2009. It is one of the 8 Air Liquide's R&D centers worldwide. Focus is laid on the conversion of fossil and biogenic feedstocks into basic chemicals and fuels mainly via the process of generating synthesis gas. The portfolio includes process characterization from fundamentals to the point of pilot and industrial plants often in cooperation with intern and extern partners from industry and universities.

Hydrogen as energy carrier and important raw material for industry is of particular interest for R&D in the Air Liquide Group. Research activities particularly are focusing on the development of environmental friendly technologies for the production of hydrogen to reduce CO<sub>2</sub> emissions and optimized provision of hydrogen to secure energy supply.

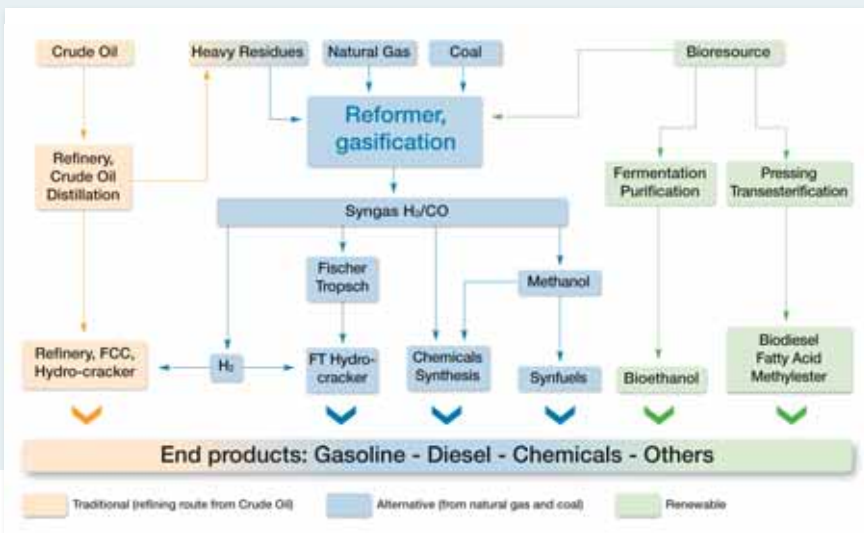
Air Liquide Forschung und Entwicklung GmbH combines the competencies of the Air Liquide Group as a market leader for technical gases and of Lurgi GmbH with its know-how in the field of planning and building process plants for the generation of hydrogen and synthesis gas.

Our portfolio is focusing on the entire hydrogen supply chain comprising:

- > Research by using versatile feedstocks like natural gas, crude oil, petrochemical residues, coal, biomass
- > Development and optimization of technologies for the generation of hydrogen and synthesis gas on the basis of Pre-reforming, Steam Reforming, Autothermal Reforming and Gasification
- > Technical solutions for Gas cleaning, e.g. Rectisol
- > Conversion of syngas to basic chemicals like methanol, dimethyl ether or propylene
- > Construction and operation of test plants in lab, pilot and demonstration scale for process optimization and catalyst testing
- > Analytical methods and services

Further topics within the research of the Air Liquide Group are:

- > Fuel cells systems
- > H<sub>2</sub> filling stations
- > storage systems of compressed H<sub>2</sub> as fuel for vehicles
- > Safety concepts for H<sub>2</sub> applications





Adresse   Address:	AKG Thermotechnik International GmbH & Co. KG Am Hohlen Weg 31 34369 Hofgeismar
Telefon   Phone:	+49-5671-883 0
Telefax   Fax:	+49-5671-3582
E-Mail   Email:	info@akg-gruppe.de
Internet   Internet:	www.akg-gruppe.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	2800
Gründungsjahr   Foundation:	1919
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Birgo Nitsch
Telefon   Phone:	+49-5671-8831187
Telefax   Fax:	+49-5671-3198
E-Mail   Email:	birgo.nitsch@akg-gruppe.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die AKG-Gruppe fertigt mit ca. 2.800 Mitarbeitern (2008) jährlich ca. 2,5 Millionen Wärmeaustauscher in den unterschiedlichsten Ausführungen für die Bereiche Industriekühler, Baumaschinen, Fahrzeugindustrie, Hausgeräte und Sonderanwendungen. Weltweit sind dabei 11 eigenständige Produktionsstätten rund um die Uhr im Einsatz. Als führender Anbieter von kundenorientierten Systemlösungen hat AKG eine weltweite Reputation erworben.

In der Brennstoffzellentechnik ist die AKG-Gruppe bisher in folgenden Bereichen aktiv:

- > Auslegung und Lieferung von Wärmeaustauschern für Primär- und Sekundärkühlung von Brennstoffzellen
- > Auslegung und Lieferung von Wärmeaustauschern für die Reformergasfeinreinigung
- > Auslegung und Konstruktion von Wärmeaustauschern zur Begrenzung der Lufteintrittstemperatur in die Brennstoffzelle
- > Auslegung und Lieferung von Kondensatoren zur Rückgewinnung des Wassers am Luftaustritt der Brennstoffzelle
- > Auslegung und Lieferung von Wärmeaustauschern und Systemlösungen für den Betrieb von Brennstoffzellen

AKG war bisher unter anderem an folgenden Projekten beteiligt:

- > Lieferung aller Wärmeaustauscher für das Projekt HyLite – Entwicklung der Brennstoffzellen-Energieversorgung für ein Elektrofahrzeug, Projektleiter Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- > Auslegung und Lieferung von Kondensatoren für ein Kommissioniergerät mit Brennstoffzelle, Projektleiter Forschungszentrum Jülich



Projekt HyLite (DLR Stuttgart)  
Fuel cell vehicle (DLR Stuttgart)

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

With its 2,800 employees (2008), the AKG Group produces approx. 2.5 million heat exchangers a year in a wide range of specifications. Applications include industrial cooling plants, construction machines, the motor vehicle industry, household appliances and special applications. To achieve this, 11 manufacturing sites around the globe are in operation 24 hours a day. As a leading supplier of customer-oriented solutions, AKG has acquired a worldwide reputation for the production of high-quality coolers and heat exchangers.

The AKG Group has been working in the following fuel cell technology areas so far:

- > Designing and supplying heat exchangers for primary and secondary cooling of fuel cells
- > Designing and supplying heat exchangers for fine cleaning of reformer gas
- > Designing and supplying heat exchangers to control the temperature of air entering fuel cells
- > Designing and supplying condensers to capture water in exhaust gas from fuel cells

The AKG Group has been working in the following projects:

- > Designing and supplying the heat exchangers for HyLite – a project led by the German Aerospace Centre (DLR) in Stuttgart to develop an electric vehicle powered by fuel cell energy
- > Designing and supplying condensers for a fuel cell powered fork lift – a project led by Forschungszentrum Jülich



Projekt Horizontal-Kommissionierer (FZ Jülich)  
Fuel cell powered fork lift (FZ Jülich)



Adresse   Address:	ANSYS Germany GmbH Birkenweg 14 a 64295 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-6151-36440
Telefax   Fax:	+49-6151-364444
E-Mail   Email:	info-germany@ansys.com
Internet   Internet:	www.ansys-germany.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	1700
Gründungsjahr   Foundation:	1970
Kontaktperson   Contact:	Dr. Stefan Martens
Telefon   Phone:	+49-6151-3644155
Telefax   Fax:	+49-6151-364444
E-Mail   Email:	stefan.martens@ansys.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

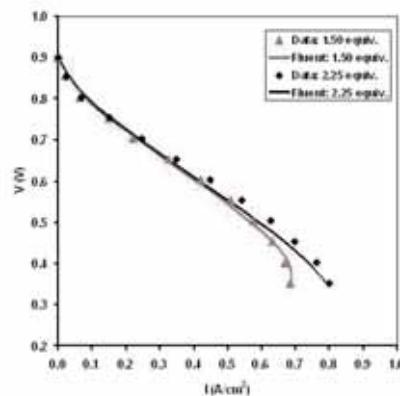
ANSYS, Inc. ist weltweit führender CAE- (Computer Aided Engineering) Anbieter von technischer Simulationssoftware. Das Unternehmen liefert leistungsfähige Simulationswerkzeuge zur Geometrie- und Gittergenerierung, Strukturanalyse und Strömungssimulation.

Ein durchgängiger Prozess von der Geometrieübernahme über die Vernetzung bis hin zur Berechnung und Auswertung ermöglicht disziplinübergreifendes Arbeiten auf einer einheitlichen Datenbasis.

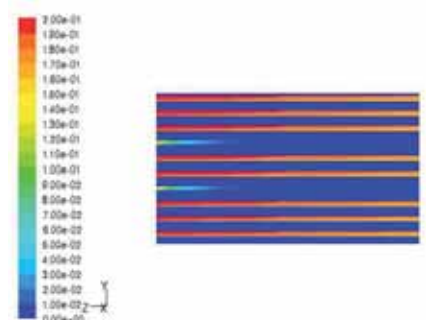
Die Software ANSYS für die Strukturanalyse deckt von linearen bis hin zu hochgradig nichtlinearen Aufgabenstellungen alles ab.

Die Software ANSYS für die Strömungsanalyse CFD (Computational Fluid Dynamics) umfasst die weltweit renommiertesten Softwaresysteme ANSYS CFX und FLUENT. Alle physikalischen Modelle für typische Anwendungen in der Industrie stehen zur Verfügung.

Die Modellierung von Brennstoffzellen erfordert das Erfassen des Ionentransports, der elektrochemischen Reaktionen und des durch ein elektrisches Potential erzeugten Stroms. Diese erweiterte Funktionalität wird mittels der Software FLUENT durch zusätzliche Brennstoffzellenmodule zur Verfügung gestellt. Derzeit existieren Module für Solid Oxide Fuel Cells (SOFC) und für Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFC).

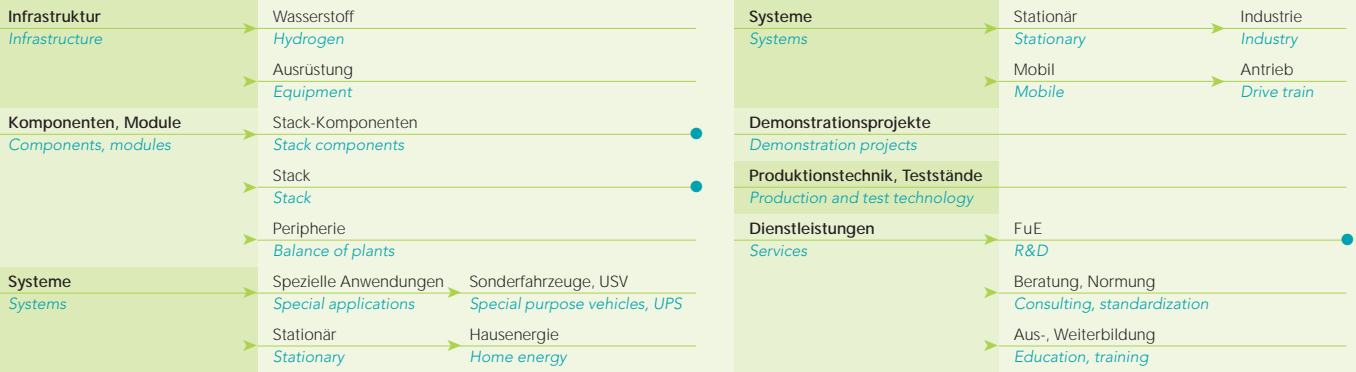


Polarisationskurve PEMFC-Modellierung  
Polarization Curve-Simulations performed Fluent Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) module



Sauerstoff-Massen-Anteile in einem PEMFC-Stack bestehend aus 10 Zellen  
Oxygen mass fraction 10-cell stack

Kompetenzen | Competencies



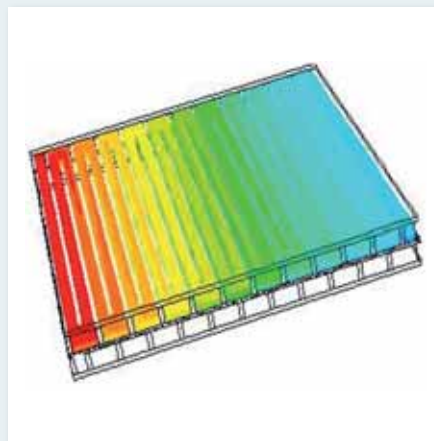
DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

ANSYS, Inc. provides worldwide industrial clients with powerful and easy-to-use simulation tools for geometry and mesh generation, structural analysis, and fluid flow simulation. The ANSYS software tools permit multi-disciplinary analyses using an integrated process ranging from geometry and meshing to solving and post-processing, all based on a consistent dataset.

Structural analysis tools from ANSYS cover the whole spectrum from linear to highly non-linear problems.

Computational Fluid Dynamics (CFD) capabilities from ANSYS are provided by the world-leading software packages ANSYS CFX and FLUENT, and cover all the physical modelling typically required for engineering.

Several fuel cell modeling tools are developed in the software tool FLUENT to assist fuel cell designers with optimizing their designs and fuel cell performance. Modules have been developed with detailed models for Solid Oxide Fuel Cells (SOFC), a variety that is being targeted for distributed power applications, and auxiliary power units as well as for Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFC) that target to mobile power generation.



SOFC-Modellierung: Konturen der O<sub>2</sub>-Konzentration  
*Contours of O<sub>2</sub> concentration for Serpentine SOFC*

# BSI Management Systems und Umweltgutachter Deutschland GmbH

Geschäftsbereich Nachhaltigkeit



Adresse   Address:	BSI Management Systems und Umweltgutachter Deutschland GmbH Dörnigheimer Straße 2a 63542 Hanau
Telefon   Phone:	+49-6181-99370
Telefax   Fax:	+49-6181-993799
E-Mail   Email:	info.de@bsigroup.com
Internet   Internet:	www.bsigroup.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	2300
Gründungsjahr   Foundation:	1993
Kontaktperson   Contact:	Dr. Rainer Feld
Telefon   Phone:	+49-6181-993711
Telefax   Fax:	+49-6181-993799
E-Mail   Email:	rainer.feld@bsigroup.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

BSI Management Systems ist ein global agierendes Dienstleistungsunternehmen im Bereich Auditierung, Zertifizierung und Schulung von Management-Systemen. BSI prüft und bewertet weltweit und unabhängig Qualitäts- und Umweltmanagementsysteme in Unternehmen aller Branchen nach international gültigen Normen und Standards.

BSI Management Systems und Umweltgutachter Deutschland GmbH ist Teil der internationalen BSI Group mit Sitz in Chiswick/Großbritannien. Mit 49 Büros in 26 Ländern, über 2.300 Mitarbeitern und einem Umsatz von 180 Mio. GBP ist die BSI Group Pionier bei der Entwicklung von Standards. Als Marktführer in USA und Großbritannien ist BSI weltweit eines der Top 3 Unternehmen der Zertifizierungsbranche.

BSI ist Pionier in der Entwicklung von Standards und Normen seit Gründung des Unternehmens im Jahr 1901 in Großbritannien. Das Leistungsangebot der BSI Group umfasst:

- > **Zertifizierung von Managementsystemen und Erstellung von Umweltgutachten**  
Über die klassischen Bereiche Qualitäts- und Umweltmanagement hinaus bietet BSI besondere Expertise bei den Themen Business Continuity, Informationssicherheit, Nachhaltigkeit, Lebensmittelsicherheit und Gesundheitswesen.
- > **Unabhängige Auditierungen und Second-Party Audits**  
Gemeinsam mit unseren Kunden prüfen wir individuell entwickelte Managementsysteme.
- > **Zertifizierung für alle Produkte und Komponenten der Brennstoffzellenindustrie, nach den Produktkennzeichnungen CE und Kitemark**  
Zertifizierung von Energie Management Systemen nach EN 16001
- > **Entwicklung von Normen**  
Allgemein zugängliche Normen wie PAS, Industrienormen, BS Normen, ISO Normen. Die Normen ISO 9001 im Qualitätsmanagement und ISO 14001 im Bereich Umweltmanagement wurden beispielweise als Standard BS 5750 bzw. BS 7750 von BSI entwickelt.
- > **Training und Schulung**  
Vom Seminar zur Einführung in die jeweilige Norm über Implementierung bis zum internen bzw. externen Auditor. Angeboten werden sowohl öffentliche Seminare wie auch individuell entwickelte Inhouse-Schulungen.



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände Production and test technology

### Dienstleistungen Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

BSI Management Systems is a global service provider for assessment, certification and training of management systems. BSI analyses and verifies worldwide quality and environmental management systems for companies of all industry sectors according to international norms and standards.

BSI Management Systems und Umweltgutachter Deutschland GmbH is part of the international BSI Group based in Chiswick/Great Britain. With 49 offices in 26 countries, more than 2,300 staff and 180 mill. GBP sales BSI Group is pioneering the development of business standards. Being market leader in the USA and UK, BSI is amongst the Top 3 in the certification business worldwide.

BSI is a pioneer in developing business standards since the foundation of the company in Great Britain in 1901. BSI Group offers the following services:

- > **Certification of management systems and environmental certificates**  
In addition to quality and environmental management systems BSI has a special expertise in the sectors business continuity, information security, sustainability, food & safety as well as health care.
- > **Assessments and second-party audits**  
Together with our customers we audit and verify their individually developed management systems.
- > **Certification for products and components of the fuel cell industry according to the product standards CE and BSI owned Kitemark**  
Certification of energy management systems according to EN 16001
- > **Development of standards and norms**  
Standards such as PAS, industry standards, BS, ISO. ISO 9001 and ISO 14001 for example were developed by BSI as BS 5750 i.e. BS 7750.
- > **Training**  
Training courses range from introduction seminars to implementation and internal or external auditor courses. Public classroom training as well as individual inhouse training is being offered.





Adresse   Address:	Dalkia Energie Service GmbH Carl-Ulrich-Straße 04 63263 Neu-Isenburg
Telefon   Phone:	+49-6102-7430
Telefax   Fax:	+49-6102-743205
E-Mail   Email:	contact@dalkia.de
Internet   Internet:	www.dalkia.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	54800
Gründungsjahr   Foundation:	1853
Kontaktperson   Contact:	Dr.-Ing. Andreas Lange
Telefon   Phone:	+49-172-6556800
Telefax   Fax:	+49-40-25303838
E-Mail   Email:	alange@dalkia.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Dalkia ist im Markt für Energiedienstleistungen führend in Europa. Wir befassen uns mit dem effizienten Einsatz und der gesicherten Erzeugung und Verteilung von Energie. Dalkia stellt ein reibungsloses Energiemanagement sicher und zeigt Lösungen zu effizientem Energieeinsatz auf. Ob Fern- oder Nahwärme, das Netzmanagement, die Energieerzeugung oder -verteilung – wir betreuen alle energie-relevanten Bereiche in gewerblichen oder industriellen Unternehmen, den Kommunen und der Öffentlichen Hand.

Wir optimieren, managen und projektieren die Versorgung und Herstellung aller notwendigen Energiearten (Strom, Dampf, Kühlung, Druckluft, Wärme usw.).

Wir verpflichten uns zu umweltgerechter Energieerzeugung und Ressourcen schonendem Umgang mit jeder Form von Energie, für nachhaltige Entwicklung.

Das zum Betrieb der Brennstoffzelle notwendige Biogas wird in einer Biogasanlage erzeugt, die Dalkia seit 1998 in Kooperation mit den Stadtwerken und Landwirtschaftsbetrieben aus der Region zur Stromerzeugung betreibt. Die Biogasanlage verwertet Gülle und organische Abfälle. Zukünftig sollen die bereits installierten BHKWs in ihrer Leistung so weit reduziert werden, dass sie lediglich den Eigenbedarf an Wärme der Biogasanlage sicherstellen. Biogasanlage und Hybridanlage werden über eine vier Kilometer lange Gasleitung verbunden.

Die Gesamtlaufzeit des Projektes beträgt 3 Jahre. Das Projekt wird durch ein Monitoring seitens des Max-Planck-Instituts für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg begleitet. Die enge Zusammenarbeit zwischen MTU und Dalkia als Energiedienstleister mit vielfältigen Erfahrungen im Anlagenbetrieb ist eine ideale Voraussetzung zur Weiterentwicklung und Optimierung der Brennstoffzellentechnologie. Dieses Projekt wurde im Rahmen des NIP (Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie) gefördert. Weitere Projekte sind auf Grundlage eines von Dalkia beantragten und von NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie) bestätigten „NEEDS Leuchtturmprojektes“, wo die Installation von bis zu 36 Brennstoffzellen über einen Zeitraum von 6 Jahren genehmigt wurden, in Planung (Status: 2009).

Auf dem Betriebsgelände wird eine Hybridanlage, bestehend aus einer stationären Brennstoffzelle und einem Motor, installiert. Somit besteht nicht nur die Möglichkeit, den Strom in das öffentliche Netz einzuspeisen, sondern auch die erzeugte Wärme in das Wärmenetz der Stadtwerke abzugeben.

Die Brennstoffzelle HotModule HM320 ist eine Schmelzkarbonatbrennstoffzelle (Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC) von MTU Onsite Energy GmbH mit einer elektrischen Bruttoleistung von 345 kW und einer thermischen Nutzleistung von 205 kW. Den elektrischen Bruttowirkungsgrad gibt der Hersteller mit 49% an. Kombiniert wird die Brennstoffzelle mit einem Gasmotor, der eine elektrische Bruttoleistung von 192 kW hat. Der Brennstoffzelle wird eine Gasreinigung auf Basis von Aktivkohle vorgeschaltet, um Verunreinigungen im Biogas sicher zu entfernen. Die Hybridanlage kombiniert die Vorteile von MCFC und Gasmotor für den Einsatz von Biogas. Der Vorteil des Gasmotors besteht in seiner dynamischeren Betriebsweise, die in der Hybridanlage zur Kompensation von Schwankungen in der Brenngasqualität und -quantität genutzt wird. Die Brennstoffzelle übernimmt die Grundlast, während der Motor in seiner Leistung der schwankenden Biogasproduktion angepasst wird.

Bei der HM320 wird Methan intern zu Wasserstoff reformiert, so dass Erdgas und Sondergase wie Klär- und Biogas ohne eine externe, vorgeschaltete Reformierung zum Einsatz kommen können. Da Kohlendioxid die Effektivität der MCFC erhöht, wirken sich dessen hohe Anteile im Biogas positiv aus.

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**  
Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack  
Stack
- Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**  
Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications → Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Stationär  
Stationary → Hausenergie  
Home energy

**Systeme**  
Systems

- Stationär  
Stationary → Industrie  
Industry
- Mobil  
Mobile → Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**  
Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**  
Production and test technology

**Dienstleistungen**  
Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

As Europe's leading provider of energy services, Dalkia has 54,800 employees in 38 countries fully focused on energy and environmental efficiency. Dalkia optimises the technical, financial and environmental performance of the energy systems it manages on the behalf of local authorities and businesses. From design and engineering to energy procurement, all of our services are performed with a focus on sustainable development. Our goal is to leverage local resources and minimise each facility's impact on the environment, while reducing both fossil fuel consumption and greenhouse gas emissions.

The required biogas for the fuel cell is produced by a biogas plant, that is operated by Dalkia in cooperation with Stadtwerke and local farming companies since 1998. Slurry and organic waste are used as input substrates. The existing gas engines at the biogas plant will be reduced in power to provide only the internal heat demand of the plant. Biogas plant and hybrid system will be connected by a 4 km biogas pipeline.

The project receives government funds of the NIP (Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie) program. Within the "NEEDS Light Tower Project" submitted by Dalkia and supported by the NOW (Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie), the installation of up to 36 fuel cells is planned (Status: 2009).

A hybrid system consisting of a stationary fuel cell and a gas engine will be installed. While the generated electricity will be fed to the public grid, the produced heat is used for the district heating net of the local utility provider Stadtwerke Barth GmbH. The fuel cell HotModule HM320 is a molten carbonate fuel cell (MCFC) manufactured by MTU Onsite Energy GmbH, Ottobrunn, Germany. According to the manufacturer's specifications, the fuel cell provides an electrical gross power of 345 kW (electrical gross efficiency 49%) and a thermal power of 205 kW. The gas engine has an electrical power of 192 kW. To allow the use of biogas as fuel, the biogas will be cleaned with activated coal. The hybrid system combines the advantages of fuel cells and gas engines for the use of biogas. The gas engine is able to modulate the power with the given, fluctuating biogas quality and quantity, while the fuel cell will provide the base load with a high electrical efficiency. The HM320 reforms methane internally to hydrogen required for the fuel cell process. For this reason, natural gas and biogas can be used as fuel without an additional external reformer. As carbon dioxide leads to a higher effectiveness of the fuel cell, the high carbon dioxide content of biogas has a positive effect on the system performance.

# DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

Karl-Winnacker-Institut



Adresse   Address:	DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. Theodor-Heuss-Allee 25 60486 Frankfurt am Main
Telefon   Phone:	+49-69-75640
Telefax   Fax:	+49-69-7564388
Internet   Internet:	www.dechema.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	70
Gründungsjahr   Foundation:	1959
Kontaktperson   Contact:	Dr.-Ing. Jean-Francois Drilllet
Telefon   Phone:	+49-69-7564476
Telefax   Fax:	+49-69-7564388
E-Mail   Email:	drillet@dechema.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Forschungsschwerpunkte des Karl-Winnacker-Instituts (KWI) liegen auf den Gebieten Werkstoffe, Chemische Technik und Biotechnologie. Vorwettbewerbliche Forschungsprojekte werden in interdisziplinärer Zusammenarbeit von Chemikern, Physikern, Ingenieuren und Biologen in den Arbeitsgruppen Hochtemperaturwerkstoffe, Technische Chemie, Elektrochemie, Korrosion und Bioverfahrenstechnik durchgeführt.

Im Bereich der Brennstoffzellenforschung konzentrieren sich die Aktivitäten auf Niedertemperaturbrennstoffzellen (PEMFC, DMFC, Zinc/airFC) sowie auf die keramische Hochtemperaturbrennstoffzelle (SOFC). Das KWI verfügt außerdem über eine langjährige Expertise hinsichtlich der Herstellung von Elektrokatalysatoren und deren Charakterisierung in der Halbzelle und in der Brennstoffzelle.

Im Rahmen von DFG-Projekten (DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft) werden am Karl-Winnacker-Institut neue Katalysatorträger für die Anode der DMFC entwickelt. Hierbei werden leitfähige Polymere wie z. B. Poly(3,4-ethylen-dioxithiophen) sowie einwandige Kohlenstoffnanoröhren (SWCNT) an Stelle von Kohlenstoff-Vulcan eingesetzt. Weiterhin wird der Einsatz einer selbsttragenden SWCNT-Anode (Bucky paper) sowie einiger ionisch bzw. kovalent vernetzter Mitteltemperatur-Membranen in der DMFC erprobt. Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Forschungsprogramms „Leitinnovation Mikrobrennstoffzelle“ wird in Kooperation mit anderen Forschungsinstituten sowie Industriepartnern eine neuartige wiederaufladbare Zink/Luft-Mikrobrennstoffzelle mit einer Polymermembran und einem integrierten Energiemanagement entwickelt.

Gefördert von der Siemens AG, Erlangen, wurden darüber hinaus Untersuchungen zur katalytischen Modifizierung von NiO/YSZ-Anoden für die direkte interne Reformierung von Methan in der Hochtemperatur-Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC) durchgeführt. Hierfür wurden planare Anoden durch Abscheidung von Kupfer modifiziert und anhand kinetischer Untersuchungen der gekoppelten Reformierung/Oxidation sowie von Polarisationskennlinien charakterisiert. In einem geplanten Anschlussvorhaben soll der Einsatz von Biogas in der SOFC im Mittelpunkt stehen.



Brennstoffzellen-Teststand  
Fuel cell test rig

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**  
Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack  
Stack
- Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**  
Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications → Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Stationär  
Stationary → Hausenergie  
Home energy

**Systeme**  
Systems

- Stationär  
Stationary → Industrie  
Industry
- Mobil  
Mobile → Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**  
Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**  
Production and test technology

**Dienstleistungen**  
Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Main research activities of the Karl-Win-nacker-Institute (KWI) are in the fields of materials, chemical engineering and bio-technology. Pre-competitive research pro-jects are carried out in interdisciplinary co-operation between chemists, physicists, engineers and biologists in the research groups High-Temperature Materials, Tech-nical Chemistry, Electrochemistry, Corro-sion, and Bioprocess Engineering.

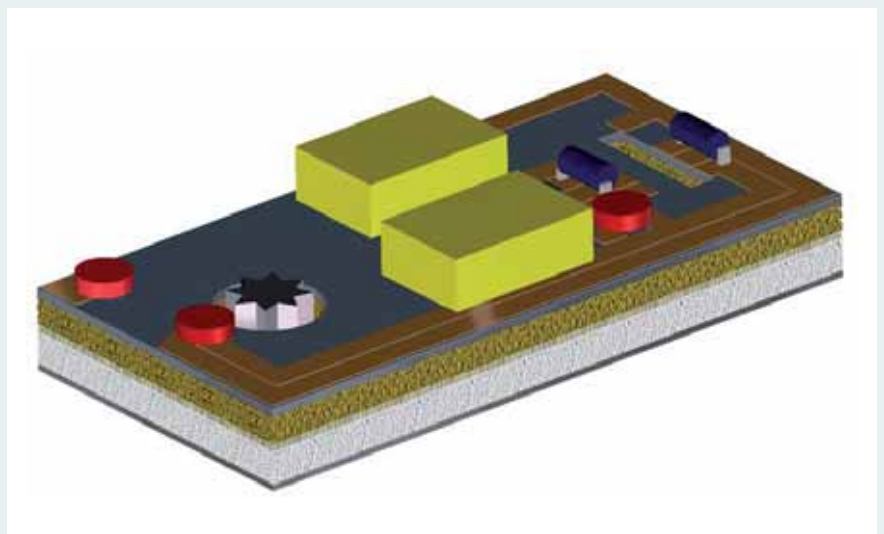
In the area of fuel cells, projects focus on the further development of the polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC, DMFC and zinc/airFC) and on the solid oxide fuel cell (SOFC). The institute has a strong expertise in the development of electrocatalysts and their characterization under half cell and fuel cell conditions.

In the framework of DFG projects (DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft), innova-tive materials such as conducting polymers and carbon nanotubes have been tested as catalyst support for the DMFC anode. The feasibility of a self-supported an-ode on the basis of SWCNTs (single-walled carbon nanotubes) and of middle tem-perature organic blend membranes is currently under investigation. Another re-search topic is the development of an innovative rechargeable zinc/air fuel cell with a polymer membrane and an integrated energy management.

Catalytic modification of NiO/YSZ anodes for direct internal reforming of methane in SOFC was studied in a project supported by Siemens AG, Erlangen. For this pur-pose planar conventional NiO/YSZ anodes were modified by copper deposition; they were characterized through kinetic investigations on the combined reform-ing/oxidation reaction and in terms of their polarization characteristics. In a follow-up project, the focus is on the utilization of biogas in the SOFC.



Platin SWCNT (single-walled carbon nanotubes)  
Platinum-SWCNT (single-walled carbon nanotubes)



Zink/Luft-Brennstoffzelle mit integriertem Energiemanagement  
Zinc/air fuel cell with integrated energy management



Adresse   Address:	Deutsche Telekom AG Heinrich-Hertz-Straße 3–7 64295 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-551-3028111
Telefax   Fax:	+49-431-71634224
E-Mail   Email:	info@telekom.de
Internet   Internet:	www.telekom.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	140000
Gründungsjahr   Foundation:	1995
Kontaktperson   Contact:	Hans-Jürgen Gerhardy
Telefon   Phone:	+49-551-3028111
Telefax   Fax:	+49-431-71634224
E-Mail   Email:	hans-juergen.gerhardy@telekom.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Deutsche Telekom AG/T-Home ist eines der weltweit führenden Unternehmen der Telekommunikationsbranche. Der Konzern bietet seinen Kunden das gesamte Spektrum der modernen IT- und TK-Dienstleistungen. Netzzugänge, Kommunikations- und Mehrwertdienste werden über Festnetz und Mobilfunk mit zunehmend hoher Bandbreite zur Verfügung gestellt. Mit innovativen Produkten und Diensten fördert der Konzern die schnelle Vernetzung seiner Kunden.



Brennstoffzellen-Cargobike  
Fuel cell cargobike

### Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen-Systeme als Energieversorgung

T-Home, die Festnetzsparte der Deutschen Telekom hat zusammen mit renommierten Partnern eine Hybrid-Kombination aus Brennstoffzelle und Photovoltaikanlage entwickelt. Dadurch ist es möglich, eine netzunabhängige, mobile und emissionsfreie Energieversorgung für die öffentliche Telekommunikation zur Verfügung zu stellen. Das ermöglicht einen schnellen und mobilen Einsatz bei Großveranstaltungen. Das Hybrid-System besteht aus einem wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen-System mit konventionellen Wasserstoff-Flaschen und einem Photovoltaik-Paneel. Durch diese Hybrid-Lösung wird die autarke Betriebszeit des Systems verlängert. Bei größeren Leistungsbedarfen besteht zusätzlich noch die Möglichkeit, über Windkraftgeneratoren die autarke Betriebszeit noch weiter auszudehnen. Das Brennstoffzellen-System basiert auf der PEM-Brennstoffzellen-Technologie (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) und liefert in der Basisversion 300 Watt an einem Wechselrichter bei 230 Volt Ausgangsspannung. Das System ist mit weiteren Modulen bis 1.000 Watt Leistung erweiterbar. Ein besonderes Highlight liegt auch in der intelligenten Gestaltung des Gehäuses. Durch die Doppelwandigkeit mit Hinterlüftung werden die kritischen Temperaturen durch Sonneneinstrahlung im Outdoor-Bereich drastisch abgesenkt. Das garantiert einen störungsfreien Betrieb auch bei hohen Außentemperaturen.

### Wasserstoffbetriebene Lastenfahrräder „Cargobike“

In einem Pilotprojekt werden an den Standorten Berlin, Hannover und zukünftig Köln/Bonn der Deutschen Telekom wasserstoffbetriebene Cargobikes beim technischen Service getestet und auf Anwendbarkeit analysiert. Die Cargobikes haben nicht nur den emissionsfreien Antrieb, der durch eine wasserstoffbetriebene Brennstoffzelle realisiert wird, sondern auch Mobilitätsvorteile in der City und bei Messen und Veranstaltungen. Der Einsatz ist im Nahbereich und im Umkreis von max. 5 Kilometer Radius geplant, wo das Fahrrad echte Vorteile gegenüber dem Pkw besitzt. Durch die Nutzung von Radwegen und für motorbetriebene Fahrzeuge gesperrte Bereiche wie Messegelände, Fußgängerzonen, Parks und Innenstadtbereiche lassen sich die Wege verkürzen und die Fahrzeiten verringern. Die Zuladung von 150 Kilogramm garantiert eine ausreichende Kapazität, ebenso wie ca. 250 Kilometer Reichweite mit einer Gasfüllung. Der Wasserstoff wird aus Abfällen verschiedenster Industrieprozesse für das Pilotprojekt aufbereitet und in Wechselkartuschen vorgehalten. Die Antriebstechnologie des Cargobikes garantiert eine emissionsfreie Fahrt.

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**  
Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack  
Stack
- Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**  
Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications → Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Stationär  
Stationary → Hausenergie  
Home energy

**Systeme**  
Systems

- Stationär  
Stationary → Industrie  
Industry
- Mobil  
Mobile → Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**  
Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**  
Production and test technology

**Dienstleistungen**  
Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Deutsche Telekom AG/T-Home is one of the world's leading companies in the telecommunications industry. The Group offers its customers the entire spectrum of modern IT and telecommunication services. Network access, communication and value-added services over fixed and cellular network with increasingly high bandwidth are made available. With innovative products and services, the Group enhances the rapid networking of its customers.

Hydrogen-powered fuel cell systems for power supply

T-Home, the fixed network division of Deutsche Telekom, together with renowned partners, develops a hybrid combination of fuel cell and photovoltaic plant. This makes it possible, to have a network-independent, mobile and emission-free energy supply for public telecommunications. This allows for a quick and portable use at mass events. The hybrid system consists of a hydrogen-powered fuel-cell system with conventional hydrogen cylinders and a photovoltaic panel. Through this hybrid solution the independent operating time of the system is extended. For larger power requirements it is also possible to extend the independent operating time even more through the use of wind power generators. The fuel cell system is based on PEM fuel cell technology (proton exchange membrane fuel cell) and the basic version provides an inverter with 300W at 230V output. The system is expandable up to 1,000W with additional modules. A special highlight is the intelligent design of the enclosure. The double wall design with rear ventilation helps to drastically decrease the critical temperatures of the insulation in the outdoor area. This guarantees a trouble-free operation even at high outside temperatures.

Hydrogen-powered cargo bike

In a pilot project in Berlin, Hannover and in the near future in Cologne/Bonn, Deutsche Telekom tests and analyses the applicability of hydrogen-powered cargo bikes in technical services. Cargo bikes not only have emission-free drive trains through hydrogen-powered fuel cells, but also mobility advantages in the city and at fairs and events. The use is planned in the close proximity range and within a radius of max. 5 kilometres, in which the bike possesses real advantages compared with cars. Through the use of bike paths and areas prohibited for motorized vehicles such as fairgrounds, pedestrian zones, parks and downtown areas, ways are shortened and travel times reduced. The payload of 150 kilograms guarantees a sufficient capacity, as well as the 250 kilometre range with a single gas charge. The hydrogen is produced from wastes of various industrial processes, prepared for the pilot project and made available in removable cartridges. The drive technology of cargo bikes guarantees zero-emission rides.



Brennstoffzellen-Hybrid-System  
Fuel cell hybrid system



Adresse   Address:	Deutsches Kunststoff-Institut Schloßgartenstraße 6 64289 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-6151-162104
Telefax   Fax:	+49-6151-292855
E-Mail   Email:	central@dki.tu-darmstadt.de
Internet   Internet:	www.dki-online.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	129
Gründungsjahr   Foundation:	1953
Kontaktperson   Contact:	Dr.-Ing. Roy Wäber
Telefon   Phone:	+49-6151-164292
Telefax   Fax:	+49-6151-292855
E-Mail   Email:	waeber@dki.tu-darmstadt.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Das Deutsche Kunststoff-Institut (DKI) beantwortet Herstellern, Verarbeitern und Anwendern von Kunststoffen Werkstofffragen von der Idee bis zum Produkt. Mit rund 130 Mitarbeitern ist das DKI im Bereich Forschung und Entwicklung tätig.

Die Entwicklung moderner Polymere und Polymersysteme mit Blick auf das gewünschte Eigenschaftsprofil setzt Erfahrung bei der chemischen Synthese, dem morphologischen Design und der Optimierung der Anwendungseigenschaften voraus. Das dazu notwendige interdisziplinäre Vorgehen der Abteilungen Chemie, Analytik, Physik und Technologie wird im DKI seit Jahren erfolgreich praktiziert. Aus der industriellen Praxis stammende Problemstellungen werden in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber bearbeitet und gelöst.

Im Bereich Brennstoffzelle ist das DKI auf verschiedenen Feldern tätig. So forscht die Abteilung Chemie des DKI an neuen protonenleitenden Membransystemen, die hinsichtlich ihrer Wärme- und Hydrolysestabilität, aber auch ihrer Protonenleitfähigkeit optimiert werden.

Ein vom DKI und dem Zentrum für BrennstoffzellenTechnik gemeinsam durchgeführtes Forschungsprojekt der IGF (Industrielle Gemeinschaftsforschung) im Initiativprogramm ZUTECH befasst sich mit der Auslegung und Optimierung des Spritzgießprozesses von hochgefüllten Graphit-Compounds für Bipolarplatten. Das grundlegende Verständnis der Zusammenhänge zwischen Füllstoff, Matrix und Verarbeitung in Bezug auf die rheologischen und thermischen Eigenschaften der hochgefüllten Compounds ist für eine wirtschaftliche Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von spritzgegossenen Bipolarplatten eine zwingende Voraussetzung und wird in diesem Projekt systematisch erarbeitet. Ein Part ist dabei die Entwicklung neuer Messverfahren mit dem Ziel einer Reduzierung von Formteilfehlern und Prozessstörungen trotz der anspruchsvollen Prozessführung und des engen Verarbeitungsfensters hochgefüllter Graphit-Compounds.



Ermittlung der Temperaturleitfähigkeit hochgraphitgefüllter Thermoplaste  
*Thermal diffusivity of graphite containing thermoplastics*



Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
*Infrastructure*

- Wasserstoff  
*Hydrogen*
- Ausrüstung  
*Equipment*

**Komponenten, Module**  
*Components, modules*

- Stack-Komponenten  
*Stack components*
- Stack  
*Stack*
- Peripherie  
*Balance of plants*

**Systeme**  
*Systems*

- Spezielle Anwendungen  
*Special applications* → Sonderfahrzeuge, USV  
*Special purpose vehicles, UPS*
- Stationär  
*Stationary* → Hausenergie  
*Home energy*

**Systeme**  
*Systems*

- Stationär  
*Stationary* → Industrie  
*Industry*
- Mobil  
*Mobile* → Antrieb  
*Drive train*

**Demonstrationsprojekte**  
*Demonstration projects*

**Produktionstechnik, Teststände**  
*Production and test technology*

**Dienstleistungen**  
*Services*

- FuE  
*R&D*
- Beratung, Normung  
*Consulting, standardization*
- Aus-, Weiterbildung  
*Education, training*

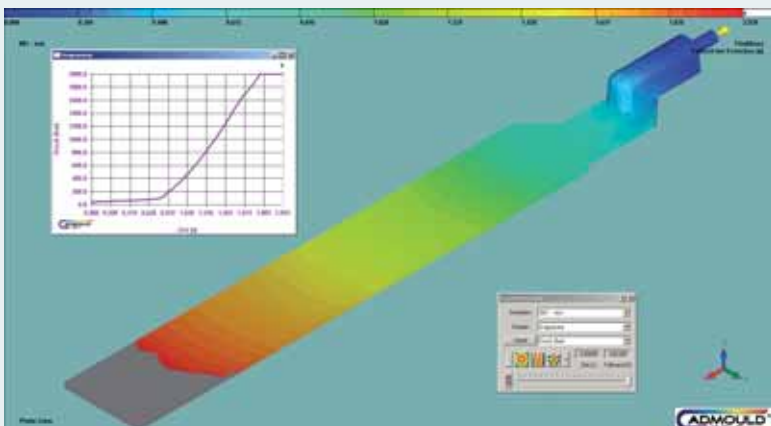
DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The German Institute for Polymers (DKI) is your competent partner for material development and gives answers to questions of manufacturers as well as consumers of plastics, ranging from the idea up to the final product.

The development and tailoring of modern polymer systems with regard to the desired application properties requires sound expertise in the areas of chemical synthesis as well as the design of morphology. The interdisciplinary approach needed therefore between the departments of chemistry, analytics and physics has been practiced at DKI for many decades. Problems coming from industrial practice are tackled and successfully solved in close collaboration with the clients.

Research at DKI focusses on various aspects in the field of fuel cells. The Department of Chemistry investigates new proton conducting membranes which are being optimised with regard to their thermal and hydrolytic stability.

The scaling and optimisation of the injection molding process of highly filled graphite compounds for bipolar plates are addressed in a research project, conducted in the framework of the IGF (Industrielle Gemeinschaftsforschung) program ZUTECH by the Department of Technology. In particular these research efforts aim at the fundamental understanding of the relationship between filler, matrix and processing, which is a prerequisite to efficiently develop and construct such bipolar plates. An important goal is the development of new measuring methods which are capable to reduce the number of faulty products and processing problems. This is a highly demanding task due to the sophisticated manufacturing process and the narrow processing window of such highly filled graphite compounds.



Simulation der Grenze der Spritzgießfähigkeit  
*Simulation of injection molding parameters*



Verifizierung der Simulationsergebnisse  
*Verification of simulation results*



Adresse   Address:	Dipl.-Ing. Wagner Mess- und Regeltechnik GmbH Pirazzistraße 18 63067 Offenbach
Telefon   Phone:	+49-69-8297760
Telefax   Fax:	+49-69-82977610
E-Mail   Email:	info@wagner-msr.de
Internet   Internet:	www.wagner-msr.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	32
Gründungsjahr   Foundation:	1964
Kontaktperson   Contact:	Carsten Neutzer
Telefon   Phone:	+49-69-8297760
Telefax   Fax:	+49-69-82977610
E-Mail   Email:	info@wagner-msr.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Als unabhängiges Vertriebsunternehmen für Mess- und Regeltechnik haben wir uns auf Massedurchfluss von Gasen und Flüssigkeiten sowie auf präzise geregelte Befeuchtung bzw. Verdampfung spezialisiert. Seit über 40 Jahren sind wir erfolgreiche und zuverlässige Partner der Forschung, Entwicklung und Industrie zur Beherrschung von Durchflüssen aller Art. Die häufigst vertretenen Branchen sind Halbleiter- und Vakuumtechnik, Solar- und Brennstoffzellentechnik, Chemische und Analytische Industrie, Lebensmittel- und Pharmaindustrie.

Wir bieten die marktweit größte Palette (nach Messbereich und Nenndruck) von elektronischen Massedurchflussreglern, Ventilen und Pumpen für Gase, Flüssigkeiten und Befeuchtung.

Zur Dosierung der Prozessmedien werden unsere thermischen Gas- und Flüssigkeitsregler eingesetzt. Die Medien – wie Reformatgas, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Luft – können präzise dosiert und auf Wunsch befeuchtet der Brennstoffzelle zur Verfügung gestellt werden.

Mit unserem CEM-System (CEM – controlled evaporation and mixing) können Trägergase gemischt und definiert befeuchtet werden. Der Vorteil des Systems liegt darin, dass sehr flexibel Gemische erzeugt und schnelle Konzentrationswechsel vorgenommen werden können. Aufgrund des inneren Aufbaus ist die Einheit für Flüssigkeiten und Gasgemische jeder Art geeignet. Kondensationsprobleme, die beim Mischen von Gasen und Flüssigkeiten bestehen, werden durch die direkte Aufheizung des Gemisches vermieden.

Neben den Einzelkomponenten liefern wir komplette Gasversorgungssysteme sowie nach Kundenwunsch individuell konzipierte Prüfstände für Brennstoffzellen oder einzelne Stacks.



Aufbau Brennstoffzellenteststand  
Design of a fuel cell test stand

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

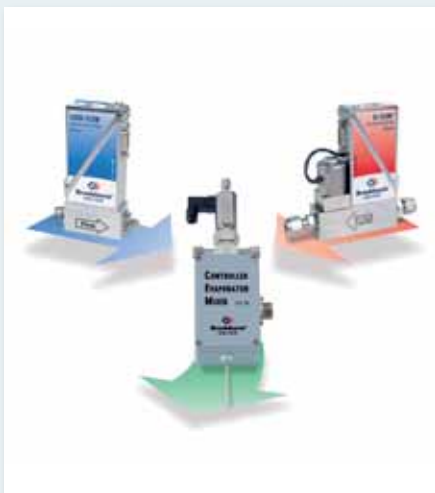
As an independent distribution enterprise for measuring and controlling technology, we have specialized in mass flow of gases and liquids as well as in exact regulated moistening or vaporization. For more than 40 years we are successful and reliable partners of research, development and industry to the control of flows of all kinds. The branches represented most frequently are semiconductor and vacuum technology, solar technology and fuel cell technology, chemical and analytic industry, food industry and pharmaceutical industry.

We offer the widest product range (in terms of measuring area and nominal pressure) of electronic mass flow controllers, valves and pumps for gases, liquids and moistening.

We use our thermal gas and liquid flow controllers to meter process gases and liquids in fuel cells. The different types of gases, e.g. reformat gas, hydrogen, oxygen and air can be exactly controlled and metered either dried or with defined moisture content.

With our CEM-system (CEM – controlled evaporation and mixing), carrier gases can be mixed and moistened accurately. The advantages of the system are that mixtures can be generated very flexible on the one hand and on the other hand rapid variation of concentration can be conducted. Due to the design and structure the system can be applied for all types of liquids and gas mixtures. Condensation problems, which occur when mixing gases and liquids, are avoided by direct heating of the mixture.

The product portfolio covers single components as well as complete gas supply systems. Furthermore, custom-made test stands for fuel cell systems and fuel cell stacks can be supplied.



Komponenten eines CEM-Systems  
Components of a CEM-system



Prinzip Brennstoffzelle  
Principle of fuel cell

## DiWiTech – Dr. Dieter Pfannstiel Ingenieurpraxis für technische und wissenschaftliche Dienstleistungen

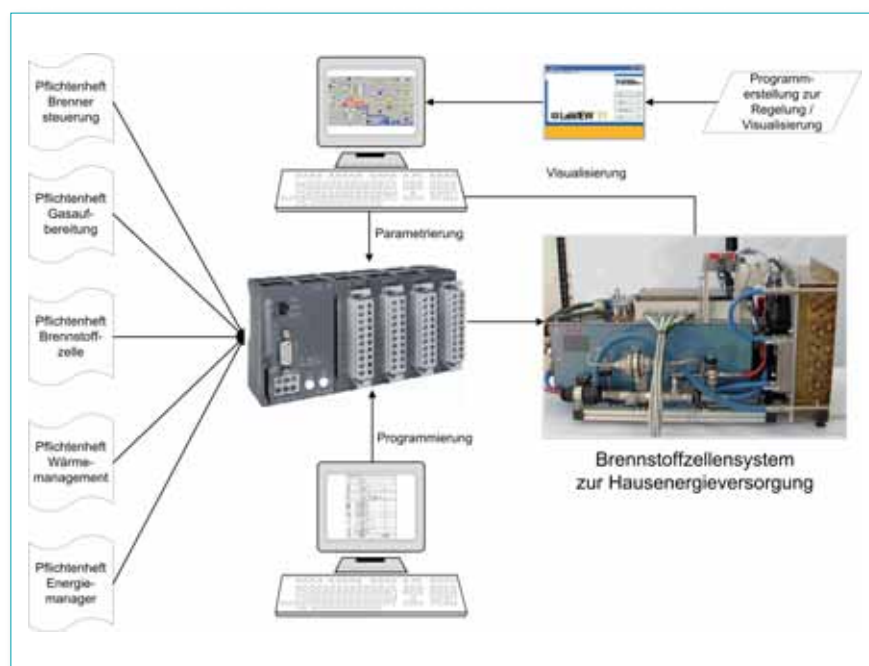


Adresse   Address:	DiWiTech – Dr. Dieter Pfannstiel Ingenieurpraxis für technische und wissenschaftliche Dienstleistungen Am Guten Strauch 4 36287 Breitenbach a. H.
Telefon   Phone:	+49-6675-918851
Telefax   Fax:	+49-6675-918853
E-Mail   Email:	D.Pfannstiel@DiWiTech-Pfannstiel.de
Internet   Internet:	www.DiWiTech-Pfannstiel.de
Gründungsjahr   Foundation:	1997
Kontaktperson   Contact:	Dr.-Ing. Dieter Pfannstiel
Telefon   Phone:	+49-6675-918851
Telefax   Fax:	+49-6675-918853
E-Mail   Email:	D.Pfannstiel@DiWiTech-Pfannstiel.de

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

DiWiTech wurde 1997 gegründet und ist ein innovativer Dienstleister im technischen und wissenschaftlichen Bereich mit dem Schwerpunkt in der Automatisierungstechnik. Durch die jahrzehntelange praktische Tätigkeit ist ein breites branchenspezifisches Know-how in der Regelungstechnik, Elektrotechnik, Elektromechanik, Elektronik, Heizungstechnik, in der Haus- und Gebäudeautomation sowie in der Raumklimatisierung bei Kreuzfahrtschiffen vorhanden. Grundlegende Untersuchungen bzw. wissenschaftliche Ausarbeitungen zu den unterschiedlichsten Themengebieten gehören ebenso zum Portfolio von DiWiTech wie auch Programmerstellungen in C, Matlab oder LabVIEW. DiWiTech berät und unterstützt seine Kunden als Full-Service-Partner durchgängig von der ersten Idee bis hin zur erfolgreichen Implementierung.

Für ein Brennstoffzellenheizgerät zur Hausenergieversorgung wurde ein komplettes Automatisierungskonzept erstellt, das die Teile Brennersteuerung, Gasaufbereitung, Brennstoffzelle, Wärme- und Energiemanagement beinhaltet. Dazu wurde für die einzelnen Bereiche jeweils ein detailliertes Automatisierungskonzept in Form eines Pflichtenheftes erstellt. Die einzelnen Steuer- und Regelalgorithmen sind in Form von Zustandsautomaten und Flussdiagrammen detailliert beschrieben. Diese Form der Beschreibung ist programmiersprachenneutral, wodurch sich die Algorithmen einfach in jede Programmiersprache umsetzen lassen. Die erstellten Pflichtenhefte waren Basis für eine anschließende Umsetzung der Regelalgorithmen in ein SPS-Programm (Speicherprogrammierbare Steuerung). Bei der anschließenden programmtechnischen Umsetzung wie auch bei der Implementierung und Inbetriebnahme war DiWiTech unterstützend tätig. Zudem wurde von DiWiTech ein LabVIEW-Programm zur Parametrierung, Messdatenaufzeichnung und Visualisierung in Verbindung mit dem Brennstoffzellenheizgerät erstellt.



Automatisierungskonzept für ein Brennstoffzellen-Heizgerät

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

**Systeme**

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**

Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**

Production and test technology

**Dienstleistungen**

Services

FuE  
R&D

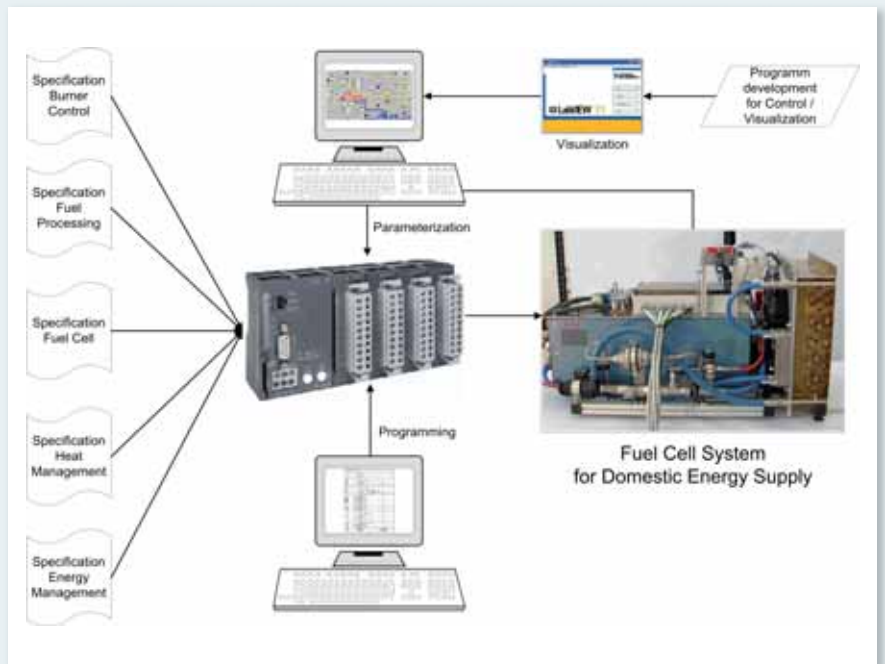
Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

DiWiTech, an innovative service company, is working in the field of control automation and was founded in 1997. Due to decade long practical activity a wide specific know-how exists in control engineering, electrical engineering, electro-mechanics, electronics, heating engineering, house and building automation as well as in room climate control for cruise ships. Basic investigations or scientific elaborations to different subject areas belong also to the portfolio of DiWiTech as well as programming in C, Matlab/Simulink or Lab-VIEW. DiWiTech consults and supports its customers as a full service partner from the first idea up to successful implementing and is convincing by competence, flexibility, reliability, appointment loyalty and teamwork.

For a fuel cell heating device for domestic energy supply a complete automation concept was developed which covers the modules burner control, fuel processing, fuel cell, heat and energy management. A detailed control specification was written for each part. The control algorithms are described in form of state-machines and flowcharts in detail. This form of description is independent from the programming language. Therefore, the algorithms can be simply transformed into every programming language. The created specifications were a basis for an implementation of the control algorithms into a PLC program (programmable logic controller). DiWiTech was actively involved in programming support, implementation and commissioning of the fuel cell system. Besides, a LabVIEW program was developed by DiWiTech for parameterization, data recording and visualization of the fuel cell heating device.



Control concept for a fuel cell heating device



Adresse   Address:	E.ON Mitte Wärme GmbH Monteverdstraße 2 34131 Kassel
Telefon   Phone:	+49-561-93303
Telefax   Fax:	+49-561-9332450
E-Mail   Email:	info.waerme@eon-mitte.com
Internet   Internet:	www.eon-mitte-waerme.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	43
Gründungsjahr   Foundation:	1989
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Carsten Schankweiler
Telefon   Phone:	+49-561-9332465
Telefax   Fax:	+49-561-9332450
E-Mail   Email:	carsten.schankweiler@eon-mitte.com

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Unter dem Motto „Die volle Wirkung für Ihre Energie“ ist die E.ON Mitte Wärme GmbH seit Mai 1989 im Contracting-Markt für Wärme, Kälte, Dampf, Druckluft und elektrische Energie tätig.

Die Hauptaufgabe des Unternehmens ist die Vermarktung und Umsetzung von Contracting-Dienstleistungen. Dazu gehören die Analyse, die Planung, die Finanzierung, der Bau und der Betrieb von Anlagen zur effizienten Erzeugung und Verteilung von Nutzenergien. Die neuesten Technologien kommen dabei zum Einsatz wie beispielsweise Brennstoffzellen, Mikrogasturbinen oder Stirlingmotoren. Qualifiziertes Personal steht rund um die Uhr für die Betreuung der Anlagen zur Verfügung.

Bisher wurden mehr als 100 Projekte umgesetzt. Seit einigen Jahren engagiert sich die E.ON Mitte-Tochter zudem besonders im Bereich Bioenergie. Anfang 2009 wurde die erste eigene Bioerdgas-Aufbereitungsanlage eingeweiht. Weitere Anlagen sind in Planung. Beim „Bio-Contracting“ wird das aufbereitete klimafreundliche Bioerdgas mittels Kraft-Wärme-Kopplung direkt bei den Kunden vor Ort in Wärme und Strom umgewandelt. Auch der Einsatz von fester Biomasse zur Wärme- und Dampferzeugung rückt immer stärker in den Fokus.

Die E.ON Mitte Wärme GmbH ist eine 100-prozentige Tochter der E.ON Mitte AG, Kassel.

Die Referenzliste der E.ON Mitte Wärme GmbH beinhaltet

- > moderne Heizkesselanlagen,
- > Motor- und Bioerdgas-Blockheizkraftwerke,
- > Mikrogasturbinen,
- > Stirling-Motoren und
- > Brennstoffzellen.

Die vorhandenen beiden Brennstoffzellen – mit einer jeweiligen elektrischen Leistung von 4 kW und einer thermischen Leistung von 10 kW – wurden zur Warmwasser- und Wärmeversorgung in zwei Wohnungsbauten mit je 16 Wohneinheiten der Gemeinnützigen Wohnungsgesellschaft mbH Hessen eingesetzt.

Im Rahmen des sogenannten Callux-Projektes „Praxistests von Brennstoffzellen fürs Eigenheim“ testet der E.ON-Konzern derzeit etwa 100 Brennstoffzellen in ganz Deutschland. E.ON Mitte Wärme sucht für dieses Projekt im Netzgebiet von E.ON Mitte zwei Besitzer von Einfamilienhäusern, die sich an den Praxistests beteiligen. Damit möchte die Wärme-Gesellschaft weitere Betriebserfahrungen mit der neuen Generation von Brennstoffzellen sammeln.

Brennstoffzellen-Heizgeräte sorgen für eine umweltschonende gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom. Insbesondere bei der Stromerzeugung profitieren Besitzer von den vergleichsweise hohen Wirkungsgraden. Die Geräte für die Praxistests verfügen über eine elektrische Leistung von einem Kilowatt und eine thermische Leistung von 15 bis 20 kW. Ab einem Gasverbrauch von 15.000 Kilowattstunden im Jahr kann diese Technik eingesetzt werden.

Diese Kunden vertrauen uns (Auswahl):

- > Klinikum der Georg-August-Universität Göttingen
- > Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie, Göttingen
- > Herz- und Kreislaufzentrum in Rotenburg/Fulda
- > Orthopädische Klinik und Rehabilitationszentrum, Hessisch Lichtenau
- > Technologiepark Hanau
- > Staatsbad mit Fernwärmenetz, Bad Nauheim
- > GWH (Gemeinnützige Wohnungsgesellschaft mbH Hessen), Baunatal/Bad Hersfeld

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

E.ON Mitte Wärme acts since 1989 with the motto „Efficiency for your energy“ on the contracting-market for heating, climate cooling, steam, compressed air and electricity.

Contracting-services is the major business. This includes the analysis, planning, financing, construction and the operation of the needed equipment for production and allocation of efficient energy. New technologies like fuel cell products, micro gas turbines and stirling-engines come into operation. Qualified manpower is 24 hours a day available to service the equipment.

More than 100 projects were commissioned. E.ON Mitte Wärme is involved in bio-energy since some years. At the beginning of 2009 the first plant for biomethane production in the South of Lower Saxony was put into operation. Further plants are in the design or planning stage. In the “bio-contracting” business the conditioned biogas will be transformed by the customers with combined heat and power units (CHP) into heat and electricity. Also the application of solid biomass for heat and steam-production is becoming more important.

E.ON Mitte Wärme GmbH is a fully-owned subsidiary of E.ON Mitte AG, Kassel.

The list of E.ON Mitte Wärme references includes for example

- > modern heating boilers,
- > gas/conditioned biogas engine cogeneration plants (CHP – combined heat and power),
- > micro gas turbines,
- > stirling-engines,
- > fuel cells.

The two operated fuel cells – each with an electric power of 4 kW and a thermal output of 10 kW – were used in two buildings each with 16 apartments for the supply of heating and warm water by the company Gemeinnützige Wohnungsgesellschaft mbH Hessen.

Within the so called Callux-project “Practical Tests for Fuel Cells in Buildings” the E.ON corporate group is testing 100 fuel cells in Germany. E.ON Mitte Wärme is looking for two house owners who want to participate in the practical tests. With this project the company wants to get more experience in the operation of the new generation of fuel cells.

Fuel cells provide environmentally friendly heat and in addition power. Particularly the production of electricity is achieved with comparatively high efficiency levels, which is a benefit for the house owners. The fuel cells for the practical tests have an electric power of 1 kW and a thermal output of 15 to 20 kW. This technique can be used if the gas consumption exceeds 15,000 kW hours per year.

These customers trust in us (examples):

- > Hospital of the University of Göttingen
- > Max-Planck-Research-Institute for Biophysical Chemistry, Göttingen
- > Hospital for Heart and Disease Rotenburg/Fulda
- > Orthopedic Hospital, Hessisch Lichtenau
- > Technology park, Hanau
- > Staatsbad (City Baths) with district heating, Bad Nauheim
- > GWH (Gemeinnützige Wohnungsgesellschaft mbH Hessen), Baunatal/Bad Hersfeld



Brennstoffzelle Baunatal  
Fuel cell Baunatal



Adresse   Address:	EDAG GmbH & Co. KGaA Eisenstraße 48 a 65428 Rüsselsheim
Telefon   Phone:	+49-6142-82070
Telefax   Fax:	+49-6142-820720
E-Mail   Email:	info@edag.de
Internet   Internet:	www.edag.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	5880
Gründungsjahr   Foundation:	1969
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. (FH) Peter Handke
Telefon   Phone:	+49-6142-820762
Telefax   Fax:	+49-661-6000112485
E-Mail   Email:	peter.handke@edag.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die EDAG Gruppe entwickelt als weltweit größtes unabhängiges Entwicklungsunternehmen serienreife Lösungen für die nachhaltige Mobilität der Zukunft. Das Leistungsangebot deckt die gesamte Wertschöpfungskette vom Entwicklungsprozess von Fahrzeugen und Modulen bis zum Anlagenbau und der Kleinserienfertigung ab. EDAG versteht sich als leistungsstarker, globaler Partner für die Entwicklung von Schlüsseltechnologien sowie die Transferentwicklung der Schlüsseltechnologie in die Anwendung und Produktion.

Weltweit ist EDAG an über 35 Standorten in 21 Ländern auf 5 Kontinenten präsent. Das 1969 gegründete Unternehmen bietet mit seinen verzahnten Geschäftsfeldern serienreife und fertigungsoptimierte Lösungen. EDAG ist fokussiert auf die Automobil-, Luftfahrt- und Schienenindustrie sowie auf Anbieter Erneuerbarer Energien. EDAG erzielt einen Umsatz von mehr als 700 Mio. EUR und beschäftigt weltweit über 5.600 Mitarbeiter (2008).

Im Bereich der Wasserstoff-Anwendungen bietet EDAG weltweit ein umfassendes Portfolio von der Produktentwicklung bis hin zu Planung und Bau von Produktionsstätten und Kleinserien an. Damit sind die Entwicklung einzelner Module (z.B. Anode Outlet Unit), Systemintegrationen (Brennstoffzellen-Unit, H<sub>2</sub>-Speichereinheiten, Piping, Fahrwerkintegration) sowie die Einbindung in das jeweilige Gesamtprodukt/-fahrzeug des Kunden möglich.

EDAG hat beispielsweise im Bereich der H<sub>2</sub>-Anwendung eine Anode Outlet Unit sowie diverse Antriebs- und Speicherintegrationen entwickelt. Ferner wurde eine Karosserie für Wasserstoff-Fahrzeuge (mit Verbrennungsmotor) entwickelt, und es wurden Fahrzeuge für eine Demonstrationsflotte produziert. Darüber hinaus führt EDAG Validationsleistungen durch. Hierzu gehören Einzelteil- bzw. Materialprüfungen im eigenen, akkreditierten Prüflabor. Ebenso werden Systemprüfungen und Gesamtfahrzeug- bzw. Gesamtproduktversuche geplant, betreut und durchgeführt.

Der Bau von speziell auf den Bedarf des Kunden hin entwickelten Prüfständen/-feldern ergänzt das Produktprogramm. Abgerundet wird das Portfolio im Bereich Produktentwicklung durch den Muster- und Kleinserienbau, der sowohl für Einzelteile wie auch für Kleinserienfahrzeugflotten angeboten wird. Zusätzlich bietet die enge Vernetzung der Organisationseinheiten Produktentwicklung und Anlagenbau bei EDAG die Möglichkeit, die Produktentwicklung wie die Serienfertigung ganzheitlich zu gestalten.



Demonstrationsfahrzeuge  
Demonstration vehicles



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The EDAG Group, the world's largest independent engineering concern, develops production-ready solutions for sustainable mobility in the future. Our range of services covers the entire supply chain, from the development process for vehicles and modules to plant construction and low-volume production. EDAG sees itself as a powerful, global partner in the development both of key technologies and of means of transferring these key technologies into applications and production.

EDAG is represented at more than 35 locations in 21 countries in 5 continents worldwide. Founded in 1969, the company offers solutions optimized for production from its different business divisions. EDAG's focus is on the automotive, aerospace and rail industries, as well as on providers of renewable energies. In 2008, the Group had a turnover of more than 700 mill. EUR, and employed a worldwide workforce of more than 5,600 people.

In the field of hydrogen applications, EDAG offers a full range of products and services worldwide – from product development to the planning and construction of production facilities and low-volume series. This means that it is possible to develop individual modules (e.g. the anode outlet unit), system integration units (fuel cell unit, H<sub>2</sub> storage units, piping, chassis integration) as well as the electronic integration into the customer's final product or vehicle.

EDAG has for example for hydrogen application an anode outlet unit developed as well as various drive train and storage solutions. In addition, the body for a hydrogen powered vehicle (with an internal combustion engine) was developed and vehicles for a demonstration fleet were manufactured. Furthermore, EDAG is offering validation services. These services cover component and material control by its in-house, accredited testing laboratory. Also system checks and tests on complete vehicles or products are planned, supervised and conducted by this laboratory. EDAG is also offering planning and commissioning of custom made test stands and facilities. The product portfolio of EDAG also covers in the field of product development model and low-volume series production to its customers for components as well as vehicles. EDAG offers to its customers a holistic approach for product development and serial production due to the close collaboration of the divisions Product Development and Plant Construction.



Komponenten-Teststand  
Component test bench



Adresse   Address:	ELT Elektrolyse-Technik GmbH Wetzlarer Straße 22 D - 35510 Butzbach
Telefon   Phone:	+49-6033-971103
Telefax   Fax:	+49-6033-971104
E-Mail   Email:	elt@elektrolyse.de
Internet   Internet:	www.elektrolyse.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	7
Gründungsjahr   Foundation:	1995
Kontaktperson   Contact:	Aleksandar Barisic
Telefon   Phone:	+49-6033-971103
Telefax   Fax:	+49-6033-971104
E-Mail   Email:	elt@elektrolyse.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Firma ELT wurde im Jahr 1995 von zwei der führenden BAMAG und LURGI Wasserelektrolysespezialisten gegründet. Mit dieser Gründung übernahmen wir die herausragende Erfahrung sowie das Kernpersonal aus dem Bereich der Elektrolyseanlagen.

Unsere Ingenieure verfügen über bis zu 40 Jahre an Erfahrung in weltweiten Wasserelektrolyseprojekten, allen damit verbundenen verwandten Aktivitäten von Grundentwurf bis zur Inbetriebnahme, dem Anfahren sowie der Instandhaltung der Anlagen. Unsere umfassende Erfahrung basiert auf mehreren hundert Niederdruckelektrolyseuren (System BAMAG) und mehr als hundert Druckelektrolyseuren (System LURGI) in den letzten 40 Jahren.

Die Elektrolyseure sind bekannt für Ihre Qualität und Langlebigkeit, die Produktionskapazitäten pro Einheit sind:

- > 2–480 Nm<sup>3</sup>/h Wasserstoff beim Niederdruckelektrolyseur
- > 100–1200 Nm<sup>3</sup>/h Wasserstoff beim Druckelektrolyseur

Zu unserem Produktportfolio gehören ferner Systeme zur Gasspeicherung, Gasverteilung und Gasbehandlung (Reinigung & Trocknung) sowie alle mit der Anlage verbundenen Dienstleistungen.

Mit der Teilnahme am ENERTRAG Hybridkraftwerkprojekt in der Uckermark setzen wir die nachhaltige Erzeugung von Wasserstoff mittels (fluktuierenden) erneuerbaren Energien in die Praxis um. Das Hybridkraftwerk gleicht die Energieerzeugung verschiedener erneuerbarer Energiequellen an den schwankenden Abnahmebedarf von Verbrauchern an. Dafür sorgt ein neuartiges Zusammenspiel von Windenergie, Biogas und CO<sub>2</sub>-frei hergestelltem Wasserstoff, der als Speichermedium und Energieträger dient.



Elektrolyseur  
Electrolyser

Kompetenzen | Competencies

<b>Infrastruktur</b> <i>Infrastructure</i>	Wasserstoff <i>Hydrogen</i>		<b>Systeme</b> <i>Systems</i>	Stationär <i>Stationary</i>	Industrie <i>Industry</i>
	Ausrüstung <i>Equipment</i>			Mobil <i>Mobile</i>	Antrieb <i>Drive train</i>
<b>Komponenten, Module</b> <i>Components, modules</i>	Stack-Komponenten <i>Stack components</i>		<b>Demonstrationsprojekte</b> <i>Demonstration projects</i>		
	Stack <i>Stack</i>		<b>Produktionstechnik, Teststände</b> <i>Production and test technology</i>		
	Peripherie <i>Balance of plants</i>		<b>Dienstleistungen</b> <i>Services</i>	FuE <i>R&amp;D</i>	
<b>Systeme</b> <i>Systems</i>	Spezielle Anwendungen <i>Special applications</i>	Sonderfahrzeuge, USV <i>Special purpose vehicles, UPS</i>		Beratung, Normung <i>Consulting, standardization</i>	
	Stationär <i>Stationary</i>	Hausenergie <i>Home energy</i>		Aus-, Weiterbildung <i>Education, training</i>	

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

ELT was founded in 1995 by two of the leading water electrolysis specialists from LURGI and BAMAG. With this foundation we took over the extensive experience and the key personnel from the electrolyser division.

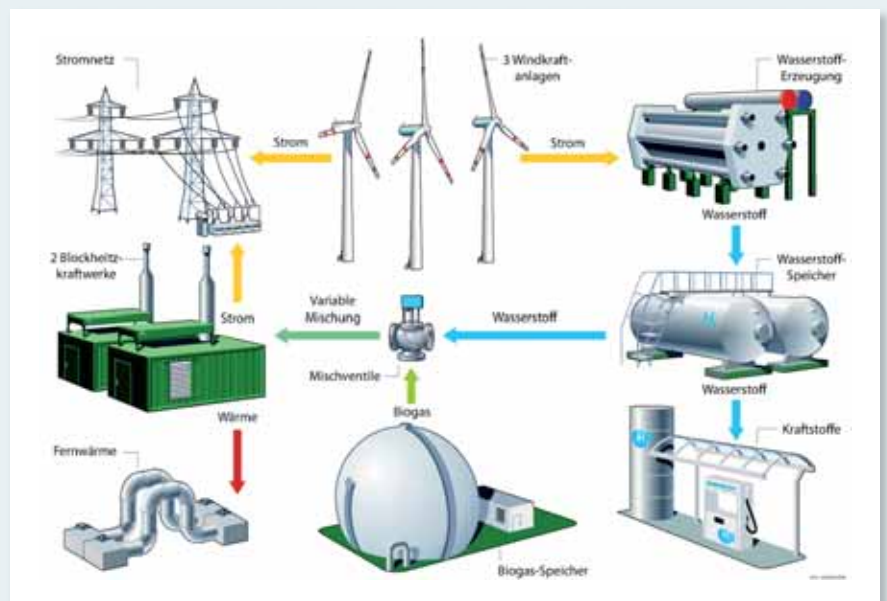
Our engineers have up to 40 years experience in worldwide water electrolysis projects covering all related activities from basic design up to commissioning, start-up and maintenance. Our broad experience is based on several hundreds of low-pressure electrolysers (System BAMAG) and more than hundred pressure electrolysers (System LURGI) in the past 40 years.

The electrolysers are well known for their quality and reliability. The production capacity range per unit is:

- > 2–480 Nm<sup>3</sup>/h Hydrogen for the low-pressure electrolyser
- > 100–1200 Nm<sup>3</sup>/h Hydrogen for the pressure electrolyser

Our product portfolio furthermore contains systems for gas storage, distribution and treatment as well as after sales services.

With the participation on the ENERTRAG hybrid energy plant project we implement the sustainable production of hydrogen using (fluctuating) renewable energies in a industrial scale plant. The hybrid plant balances the energy production of different renewable energy sources according to the varying consumer demand. This will be achieved with a new and innovative interaction between wind energy, bio-gas and CO<sub>2</sub>-free hydrogen, which is used as a storage medium and energy carrier.





Adresse   Address:	Energiezentrale Universitätsklinikum Gießen GmbH Am Steg 21 35392 Giessen
Telefon   Phone:	+49-641-9949000
Telefax   Fax:	+49-641-9949099
E-Mail   Email:	zentrale@msz.med.uni-giessen.de
Internet   Internet:	www.uniklinikum-giessen.de
Gründungsjahr   Foundation:	2008
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Jörg Demmler
Telefon   Phone:	+49-9771-651225
Telefax   Fax:	+49-9771-659109
E-Mail   Email:	tc@rhoen-klinikum-ag.com



Gesamtbaumaßnahme Universitätsklinikum Gießen  
*University hospital Gießen*

Die Energiezentrale Universitätsklinikum Gießen GmbH ist ein Gemeinschaftsunternehmen der RHÖN-KLINIKUM AG und der Stadtwerke Gießen AG.

Die RHÖN-KLINIKUM AG ist einer der größten Gesundheitsdienstleister in Deutschland. Sie betreibt (Stand März 2009) bundesweit 47 Krankenhäuser von der Grund- bis zur universitären Maximalversorgung.

Die Stadtwerke Gießen AG ist eines der großen Versorgungsunternehmen in Mittelhessen. Mehr als 190.000 Menschen in der Region zählen zu ihren Kunden.

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Energiezentrale Universitätsklinikum Gießen GmbH wurde gegründet, um am Neubau des Universitätsklinikums Gießen ein Pilotprojekt umweltfreundlicher, sicherer und effizienter Energieversorgung zu erstellen und zu betreiben. Weltweit einzigartig entsteht bis Ende 2010 eine Hocheffizienz-Energiezentrale zur sicheren Versorgung des Klinikums mit Strom, Wärme und Kälte.

Das technische Konzept sieht mehrere Anlagen zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte vor. Eingesetzt werden sollen u. a. eine Brennstoffzellenanlage, 3 Gasmotoren und 2 Absorptionskältemaschinen. Eine gemeinsame Hybrid-Steuerung sorgt für ein optimales Zusammenwirken der einzelnen Komponenten.

Die Brennstoffzellenanlage ist eine Entwicklung der MTU Onsite Energy GmbH. Es soll ein HotModule des Typs HM320 mit modernster Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle installiert werden. Die Brennstoffzellenanlage mit einer elektrischen Leistung von 345 kW zeichnet sich durch einen sehr hohen elektrischen Bruttowirkungsgrad von etwa 49% aus, der zudem auch im Teillastbereich nahezu konstant bleibt. Das Abgas der Brennstoffzellenanlage ist frei von Stickoxid- und Schwefelemissionen sowie von Feinstaub und wird daher als Abluft klassifiziert. Weitere Vorteile sind Geräuscharmheit, Schwingungsfreiheit (da keine rotierenden Hauptkomponenten), hoher Gesamtwirkungsgrad bei Nutzung der Wärmeenergie sowie geringer Wartungsaufwand.

Zur Kälteerzeugung wird eine Absorptionskältemaschine (AKM) der neuesten Generation installiert. Durch die Möglichkeit der direkten Nutzung der Abluft der Brennstoffzellenanlage wird eine abluftbefeuerte, 2-stufige AKM eingesetzt. Durch den 2-stufigen Austreiber der AKM kann der COP (Coefficient of Performance), also das Verhältnis von zugeführter Wärmeleistung zu erzeugter Kälteleistung, auf 1,3 gegenüber 0,7 bei konventionellen einstufigen AKM gesteigert werden.

Die Energiezentrale wird in das Fernwärme- und -kältenetz der Stadtwerke Gießen eingebunden. Es ist somit möglich, alle Anlagenteile jeweils im optimalen Lastpunkt zu betreiben und die Differenz zum jeweiligen Bedarf in die Netze (Strom, Wärme, Kälte) einzuspeisen oder aus den Netzen zu beziehen.

Das für die Universitätsklinik Gießen geplante Projekt ist insbesondere unter den Gesichtspunkten der gekoppelten hocheffektiven Strom- und Kälteproduktion in einem Gesamtpaket eine Lösung, die dem Bedarf einer Vielzahl an potenziellen Betreibern entgegen kommen wird. Somit besteht die Möglichkeit, die Brennstoffzelle nicht nur als einzelne Komponente einer künftigen Energieversorgung zu vermarkten. Viel mehr handelt es sich bei dem Projekt um eine modulartig aufgebaute Systemlösung, die auch in anderen Anwendungsfällen die Absatzchancen für die Brennstoffzellentechnologie verbessern dürfte.

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training



HotModule (MTU Onsite Energy)  
HotModule (MTU Onsite Energy)

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Energiezentrale Universitätsklinikum Gießen GmbH was founded to create and operate a pilot project for environmentally friendly, safe and efficient energy supply for the new building of the University Hospital Gießen. This high-efficiency energy facility, the first of its kind worldwide, will be completed by the end of 2010 and ensure safe and reliable supply of electricity, heat and cooling to the hospital. The technical concept provides for the generation of electricity, heat and cooling using several units, including a fuel cell unit, 3 gas motors and 2 absorption cooling machines. A common hybrid control system will ensure that the individual components work together optimally.

The fuel cell unit was developed by MTU Onsite Energy GmbH. The unit to be installed is a type HM320 HotModule featuring a state-of-the-art molten carbonate fuel cell. The fuel cell unit with an electrical output of 345 kW is characterised by a very high gross electrical efficiency of approx. 49% which moreover remains nearly constant even when operated under partial load. The exhaust gas from the fuel cell unit is free of nitrogen oxide and sulphurous emissions as well as particulate matter and is therefore classified as exhaust air. Further advantages are that the unit produces little noise, is vibration-free (no rotating components), has high overall efficiency using the heat energy, and is low-maintenance.

To generate cooling, an absorption cooling machine (ACM) of the latest generation will be installed. Given the possibility of directly utilising the exhaust air of the fuel cell unit, an exhaust air-fired, 2-stage ACM will be used. With the 2-stage generator of the ACM, the COP (Coefficient of Performance), i.e. the ratio of heat energy input to generated cooling output, can be raised to 1.3 compared with 0.7 in conventional, single-stage ACMs.

The energy facility will be connected to the district heating and cooling network of Stadtwerke Gießen. That will enable all facility components to be operated at their respective optimum load points and to feed the difference compared with the respective requirement into the networks (electricity, heat, cooling) or to draw it from the networks.

The project being planned for the University Hospital of Gießen, especially in view of the combined high-efficiency generation of electricity and cooling in an overall package, is a solution that will meet the needs of numerous potential operators. This means it will be possible to market the fuel cell not merely as a stand-alone component of a future energy supply system. Rather, the project is a modular system solution that is likely to improve the sales prospects of fuel cell technology also for other applications.

Energiezentrale Universitätsklinikum Gießen GmbH is a joint venture between RHÖN-KLINIKUM AG and Stadtwerke Gießen AG.

RHÖN-KLINIKUM AG is one of the largest healthcare providers in Germany, operating (as at March 2009) 47 hospitals from basic care to maximum care.

Stadtwerke Gießen AG is a major utility company in central Hesse. It has more than 190,000 customers from the region.



Adresse   Address:	ESI Engineering System International GmbH Mergenthalerallee 15-21 65760 Eschborn
Telefon   Phone:	+49-6196-95830
Telefax   Fax:	+49-6196-9583111
E-Mail   Email:	info@esigmbh.de
Internet   Internet:	www.esi-group.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	50
Gründungsjahr   Foundation:	1979
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Hans-Wilfried Mindt
Telefon   Phone:	+49-6196-9583174
Telefax   Fax:	+49-6196-9583274
E-Mail   Email:	hmi@esigmbh.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

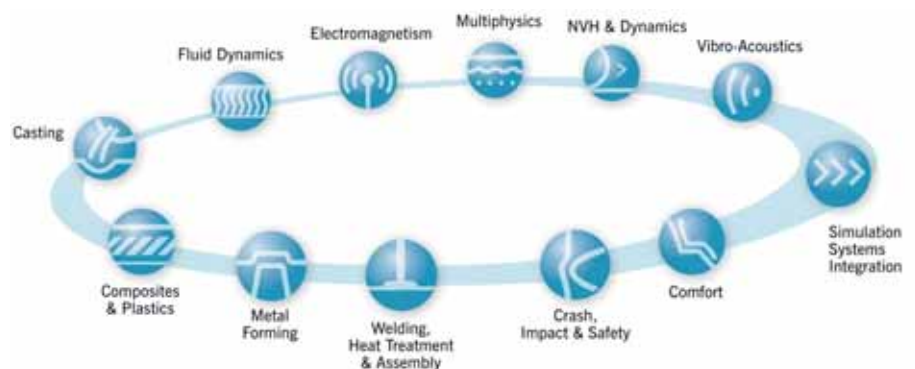
Die ESI Group ist ein weltweit führender Lieferant von digitaler Simulationssoftware für Prototypentwicklung und Fertigungsprozesse, die die physikalische Materialbeschaffenheit berücksichtigen. Die ESI Group hat viele zusammenhängende, branchenorientierte Anwendungen entwickelt, die das Verhalten eines Produktes realistisch simulieren, die Herstellungsprozesse in Übereinstimmung mit der gewünschten Produktleistung abstimmen und die Auswirkungen der Umwelt auf die Produktleistung berechnen. Die ESI-Produkte stellen eine multidisziplinäre, koppelbare, virtuelle Lösung dar. Die ständige und gemeinschaftliche Weiterentwicklung virtueller Prototypen reduziert den Einsatz realer Prototypen in der Produktentwicklung. Damit verbunden können Kosten gesenkt und Entwicklungszeiten verkürzt werden. ESI Group beschäftigt weltweit über 700 Mitarbeiter in mehr als 30 Ländern (2008).

ESI Group ist ein weltweit führender Softwareentwickler im Bereich der numerischen Simulation von technischen Vorgängen in der Prototypen- und Prozessentwicklung. Der Schlüssel zum Erfolg der ESI Group ist die Verwendung von realistischen Materialgesetzen und die Anwendung besonders realitätsnaher virtueller Lösungen mit dem Ziel, zeitaufwändige und teure Laborversuche mit realen Prototypen zu ersetzen.

ESI Group bietet mit CFD-ACE+ (CFD – Computational Fluid Dynamics), der weltweit führenden Advanced CFD & Multiphysics Software, ein Entwicklungswerkzeug zur Berechnung physikalischer Aspekte wie Temperatur, Druck und Geschwindigkeit als auch Elektrik, Elektrochemie und Stress an.

Bei der Verwendung von CFD-ACE+ in der Brennstoffzellen-Entwicklung werden diese Modelle berücksichtigt. Die Membran, als wesentlicher Bestandteil einer Membran-Elektroden-Einheit (MEA), wird in CFD-ACE+ als poröses, elektrisch leitendes Medium modelliert. Die Umwandlung chemisch gebundener Energie in elektrische Energie, die Elektrodenleitfähigkeit, Stofftransport, Wärmeverteilung, Feuchteanteil innerhalb der MEA und die Polarisationskurve können simuliert und optimiert werden. CFD-ACE+ bietet hiermit die Möglichkeit zur Analyse und Optimierung virtueller Prototypen für PEMFC, DMFC, SOFC und AFC im Konstruktions- und Entwicklungszyklus.

ESI Group unterstützt Kunden aus verschiedenen Industriebereichen mit entsprechender CAE-Software und bietet darüber hinaus umfassende Dienstleistungen an, z.B. Training, Consulting, Projektarbeit, Methodenentwicklung, usw.



Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**  
Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack  
Stack
- Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**  
Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications
- Stationär  
Stationary
- Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Hausenergie  
Home energy

**Systeme**  
Systems

- Stationär  
Stationary
- Mobil  
Mobile
- Industrie  
Industry
- Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**  
Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**  
Production and test technology

**Dienstleistungen**  
Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

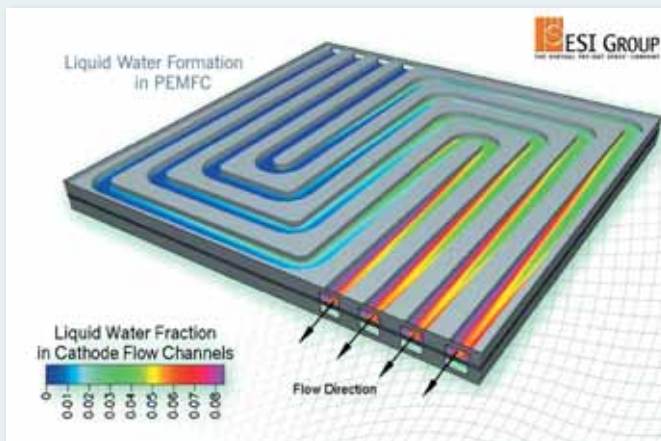
ESI Group is a world leading supplier and pioneer of digital simulation software for prototyping and manufacturing processes. ESI Group, represented in Germany by ESI GmbH, has developed an extensive suite of coherent, industry-oriented applications to simulate product behaviour during testing, to fine-tune manufacturing processes in accordance with desired product performance, and to evaluate environment impact on product performance. ESI Group's offer represents an unique collaborative software solution, consulting, training, customer support and many customized solutions. ESI Group has more than 700 employees globally in more than 30 countries (2008).

ESI Group is a worldwide leading software developer and pioneer for prototyping and manufacturing processes that take into account the physics of materials. Involving the use of numerical simulation to create and improve prototypes in order to replace time consuming and expensive real prototypes.

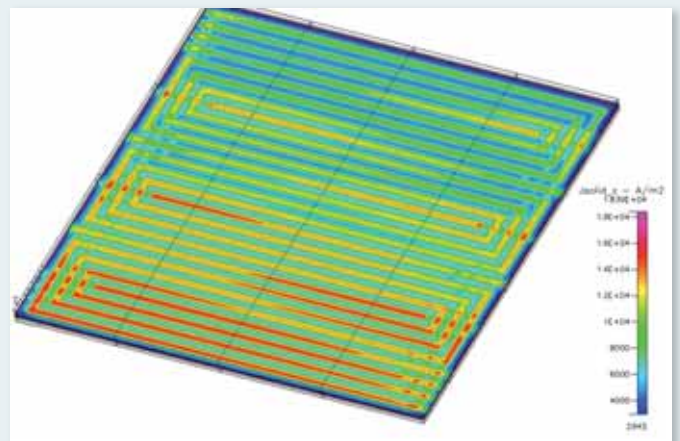
ESI Group as supplier of CFD-ACE+ (CFD – Computational Fluid Dynamics), the world's most advanced CFD & Multiphysics software package, provides fully integrated CFD tools to simulate required physical aspects, e.g. temperature, pressure and velocity distribution as well as electrochemistry reactions and stress simulations.

When developing fuel cells, the existing software programmes take these models into account. The membrane, as an inherent part of the MEA is viewed as a porous, conductive medium. An electrical analysis of the conductivity of electrodes and anodes is performed. The flow patterns of hydrogen and oxygen currents are determined by a similar method as with heat transmission. Even moisture content in membrane and thermal voltage can be simulated and optimised. The different types of fuel cells (PEMFC, DMFC, SOFC and AFC) can be analysed with CFD-ACE+ and their properties and especially their capacity and efficiency can be determined in the preliminary stages of constructional and development cycles.

ESI Group supports customers in various industries with efficient CAE software and offers comprehensive engineering services (training, consulting, project work, methodology development, ...). This helps customers to achieve cost reduction and shorter time-to-market cycles.



3D-Simulation einer PEM-Brennstoffzelle  
3D simulation of a PEM fuel cell



Verteilung des elektrischen Stromes in der Zelle  
Allocation of electric current in the cell

# Fachhochschule Gießen-Friedberg

## Fachbereich 03, Fachgebiet Thermodynamik und Wärmetechnik



Adresse   Address:	Fachhochschule Gießen-Friedberg Fachbereich 03, Fachgebiet Thermodynamik und Wärmetechnik Wiesenstraße 14 35390 Gießen
Telefon   Phone:	+49-641-3092113
Telefax   Fax:	+49-641-3092100
E-Mail   Email:	Prof@DrStelow.de
Internet   Internet:	www.mmew.fh-giessen.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	400
Gründungsjahr   Foundation:	1973
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Reinhold Altensen
Telefon   Phone:	+49-641-3092126
Telefax   Fax:	+49-641-3092100
E-Mail   Email:	reinhold.altensen@mmew.fh-giessen.de

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Das Fachgebiet Thermodynamik und Wärmetechnik befasst sich mit anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Energiesystemtechnik.

Brennstoffzellen sind Schlüsselkomponenten für den Einstieg in eine zukünftige Wasserstoffwirtschaft. Das Fachgebiet arbeitet schon seit 1994 zusammen mit namhaften Unternehmen der Industrie, die sich verstärkt um die Entwicklung von Brennstoffzellensystemen bemühen. Bisher wurden ca. 25 Arbeiten auf den unterschiedlichen Gebieten erstellt.

Das Fachgebiet arbeitet sowohl mit Industrieunternehmen wie NuCellSys, DAIMLER, BUDERUS, als auch mit Forschungsinstituten wie zum Beispiel Fraunhofer IVI und Fraunhofer ISE, zusammen.



Brennstoffzellensystem  
Fuel cell system

Das Fachgebiet Thermodynamik und Wärmetechnik beschäftigt sich mit der thermischen wie auch der stofflichen Prozessführung in einem Brennstoffzellensystem.

Ein kleiner Auszug der Forschungsarbeiten:

- > Modellierung und dynamische Simulation eines Gaserzeugungssystems für eine PEMFC
- > Entwicklung eines kaltstartfähigen Reaktors zur autothermen Reformierung von Kohlenwasserstoffen
- > Entwicklung eines gradientenfreien Kreislaufreaktors zur Untersuchung der Kinetik heterogen katalysierter Gasphasenreaktionen
- > Auslegung und Konstruktion eines Hochdruck-Shift-Reaktors
- > Entwicklung eines Wasserstoff Dosiersystems für Brennstoffzellen
- > Untersuchung von Wärmeübergängen und Druckverlusten an Lamellenstrukturen in Abhängigkeit der Lamellengeometrie
- > Theoretische und experimentelle Untersuchungen der Wärmetransportvorgänge an Lamellenstrukturen in durchströmten Schüttungen
- > Untersuchung von Reformierungskatalysatoren zur Erzeugung von Wasserstoff aus Methanol
- > Beschreibung des Betriebsverhaltens eines 10 kW Reaktors zur Reformierung von Benzin
- > Grundlagenuntersuchung zur Dieselreformierung für den mobilen Einsatz
- > Aufbau einer Versuchsanlage zur Herstellung von Wasserstoff durch einen endotherm verlaufenden elektrochemischen Prozess

Unsere derzeitigen Kooperationspartner sind:

- Fraunhofer ISE, <http://www.ise.fraunhofer.de/>
- Fraunhofer IVI, <http://www.ivi.fraunhofer.de/>
- Fraunhofer IKTS, <http://www.ikts.fraunhofer.de/>
- NuCellSys, <http://www.nucellsys.com/>

Wir sind an der Entwicklung unterschiedlicher Brennstoffzellensysteme an den genannten Instituten und Unternehmen beteiligt.



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

The Department of Thermodynamics and Thermal Engineering is concerned with applied research and development in the field of energy technology.

Fuel cells are key components for the entry into a future hydrogen economy. Since 1994, the department has been working together with renowned companies in the industry, which are primarily concerned with the development of fuel cell systems. To date, approximately 25 projects in diverse fields were conducted.

The department cooperates with industrial companies such as NuCellSys, DAIMLER, BUDERUS, as well as with research institutes such as Fraunhofer IVI and Fraunhofer ISE.



Brennstoffzellenfahrzeug  
Fuel cell vehicle

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The Department of Thermodynamics and Thermal Engineering deals with the thermal as well as the material process management in a fuel cell system.

A small excerpt of the research activities:

- > Modelling and dynamic simulation of a gas generating system for a PEMFC
- > Development of a cold startable reactor to autothermally reform hydrocarbons
- > Development of a gradient free reactor loop to study the kinetics of heterogeneously catalysed gas phases
- > Design and construction of a high pressure shift reactor
- > Development of a hydrogen dosing system for fuel cells
- > Investigation of heat transfers and pressure loss in fin structures depending on the geometry of the fins
- > Theoretical and experimental investigations of heat transport processes in fin structures in passed-through bulks
- > Study for reformation catalysers for producing hydrogen from methanol
- > A description of the operational behavior of a 10 kW reactor for gasoline reformation
- > Analysis of the basics of diesel reformation for mobile use
- > Development of a pilot plant for the production of hydrogen by an endothermically running electrochemical process

Our current partners are:

Fraunhofer ISE, <http://www.ise.fraunhofer.de/>

Fraunhofer IVI, <http://www.ivi.fraunhofer.de/>

Fraunhofer IKTS, <http://www.ikts.fraunhofer.de/>

NuCellSys, <http://www.nucellsys.com/> ..

We are involved in the development of different types of fuel cell systems at the mentioned institutions and companies.



Brennstoffzellenversuchsstand  
Fuel cell test stand



Adresse   Address:	Fachhochschule Gießen-Friedberg Technologietransfer/Elektrotechnik Wiesenstraße 14 35390 Gießen
Telefon   Phone:	+49-641-3091346
Telefax   Fax:	+49-641-3092966
E-Mail   Email:	michael.kroening@tt.fh-giessen.de
Internet   Internet:	www.fh-giessen.de
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Michael Kröning
Telefon   Phone:	+49-641-3091346
Telefax   Fax:	+49-641-3092966
E-Mail   Email:	michael.kroening@tt.fh-giessen.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Kompetenzen des Bereichs Technologietransfer der Fachhochschule Gießen-Friedberg sind

- > elektrotechnische Entwicklungen auf Microcontroller-Basis,
- > Systemintegration,
- > Messen, Steuern, Regeln,
- > Kommunikationssysteme, Feldbusse.

Das Projekt befasst sich mit der Entwicklung einer Notstromversorgung, im einzelnen:

- > Aufbau einer USV-Anlage (USV – Unterbrechungsfreie Stromversorgung) mit Brennstoffzelle als funktionsfähiger Prototyp
- > Tritt ein Netzausfall auf, übernimmt die Batterie zunächst die Versorgung der Verbraucher. Gleichzeitig wird automatisch die Brennstoffzelle angefahren. Wenn diese ihren Betriebszustand erreicht hat, übernimmt sie die Speisung der Verbraucher und lädt die Batterie wieder in den Stand-by-Zustand auf. Die Brennstoffzelle erzeugt die Energie ohne schädliche Emissionen. Bei ihrer Verwendung lassen sich je nach Wasserstoffvorrat längere Netzausfallzeiten überbrücken, und es können Pufferbatterien kleinerer Kapazität verwendet werden.
- > Der Energieträger Wasserstoff kann während des laufenden Betriebs nachgefüllt werden, so dass die Betriebszeit beliebig verlängert wird.
- > Kernstück des Systems ist die Steuereinheit. Diese steuert und überwacht die korrekten Abläufe im System. Zusätzlich überwacht sie den Betrieb und den Zustand der einzelnen Komponenten. Dadurch wird die Betriebssicherheit wesentlich erhöht.

Das Projekt wird in Kooperation mit der Firma Rau-Stromversorgung GmbH durchgeführt (vgl. Profil Rau-Stromversorgung GmbH).



Power-Engine 4500 – Notstromversorgung  
Power engine 4500 – auxiliary power unit (APU)

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Expertise of the Department Technology Transfer of the University of Applied Sciences Gießen-Friedberg are

- > electro technical developments based on microcontrollers,
- > system integration,
- > measuring, controlling, feed-back controlling,
- > communication systems, field buses.

The project in the sector fuel cell covers the development of an emergency power supply, in particular:

- > Design of an UPS system (UPS – Uninterruptible power supply) with a fuel cell as a functional prototype
- > In case of a power outage the battery takes over the power supply. At the same time, the fuel cell will automatically be activated. If it has reached its operational state, it takes over the power supply and recharges the battery to stand-by state. The fuel cell produces energy without harmful emissions. Using fuel cells enables, depending on the hydrogen storage, the bypassing of power downtimes, so smaller buffer batteries with smaller capacity may be used.
- > The energy carrier hydrogen can be refilled during operation so that the operating time can be extended.
- > The core of the system is the control unit. It controls and monitors the correct processes in the system. In addition, it monitors the operation and the condition of the individual components. This will significantly increase operational safety.

The project is carried out in cooperation with the company Rau-Stromversorgung GmbH (see profile of the company).



Systemüberwachung M7D  
System control M7D

Adresse   Address:	flow-advice Josef-Retzer-Straße 20a 81241 München	flow-advice Abraham-Lincoln-Straße 38-42 65189 Wiesbaden
Telefon   Phone:	+49-89 820 70 797	
Telefax   Fax:	+49-89 820 71 004	
E-Mail   Email:	contact@flow-advice.de	
Internet   Internet:	www.flow-advice.de	
Gründungsjahr   Foundation:	2009	
Kontaktperson   Contact:	Dr. Joachim G. Wolf	
Telefon   Phone:	+49-89 820 70 777	+49-611 450 20 877
Telefax   Fax:	+49-89 820 71 004	+49-611 450 20 899
E-Mail   Email:	joachim.wolf@flow-advice.de	

Gegründet 2009

Basierend auf langjähriger Industrieerfahrung bezüglich innovativer Technologien, Innovations-Management und Markteinführungs-Strategien ist das Unternehmen bei integralen System-Lösungen für den Einsatz erneuerbarer Energien und der dazu notwendigen Infrastruktur beratend und ausführend tätig.

Die Mitarbeiter sind erfahrene Experten.

**flow-advice** ist ein Full-Service-Partner, der seine Kunden von der ersten Idee bis zur erfolgreichen Realisierung durchgängig berät und unterstützt.

#### Leistungen

- > Strategieberatung
- > Technologieberatung
- > Unternehmensberatung
- > Innovationsmanagement
- > Veränderungsmanagement
- > Projektanbahnung,
- > Projektkoordination

#### Themen

- > Energien  
*erneuerbare Energien*  
*Energieträger*
- > Elektro-Mobilität  
*brennstoffzellen-elektrisch*  
*batterie-elektrisch*
- > Wasserstoff  
*Herstellung*  
*Infrastruktur*  
*Sicherheit*

#### Büros

München | Wiesbaden

[flow-advice.de](http://flow-advice.de)

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Nutzbarmachung **erneuerbarer Energien** bringt die notwendige Diversifikation bei der Primärenergieversorgung und eröffnet neue Märkte mit neuen Geschäftsmodellen.

Diese Diversifikation der Primärenergie einerseits und die unstete Verfügbarkeit erneuerbarer Energie andererseits erfordern die **Standardisierung** der Bereitstellung sowie die Speicherbarkeit der „geernteten“ Energie. Möglichst wenige und idealerweise auch ineinander überführbare **Energieträger** werden dabei die Säulen der zukünftigen Energiewirtschaft sein. **Elektrizität und Wasserstoff** sind derartig universelle Energieträger, die jeweils aus einer Vielzahl von Ressourcen erzeugt werden können. Darüber hinaus ist Wasserstoff auch speicherbare Elektrizität.

Das technische-wirtschaftliche-politische Spektrum ist vielschichtig und im Wandel.

#### flow-advice

unterstützt Sie, Ihre Möglichkeiten zu erweitern und Ihre Pläne umzusetzen.

- > technisch/wissenschaftliche Begutachtungen
- > Projektbeurteilung
- > Anbahnung von Projekten
- > Einbindung in Groß-Projekte
- > Projektbetreuung
- > Projektkommunikation
- > Zugang zu namhaften Unternehmen
- > Zugang zu hessischen, deutschen und europäischen Fördermittelgebern



#### Kooperation mit kompetenten Partnern

Vielfältige und aktive Vernetzung mit Industrie, Forschung und Politik | Projektmanagement für Verbund-Forschung, europaweit | Projekt-Kommunikation, -Administration und -Finanzmanagement, europaweit | Konzeption, Planung und Durchführung von Tagungen und Konferenzen, weltweit | Kommunikations-Service | Konzeption, Planung und Durchführung von Tests auf System- und Komponenten-Level.

#### Langjährige aktive Mitwirkung in Interessenverbänden

H2BZ Initiative Hessen e.V. | Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWW) | Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzelle (NOW) | Fuel Cells & Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU) | National Hydrogen Association of North America (NHA) | Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG).

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

Founded in 2009

Based on long-standing appropriate industrial experience on innovative technologies, innovation management and market penetration strategies the undertaking is consultative and executive dealing with smart solutions on renewable energy and belonging infrastructure.

The staffs consist of experienced experts.

**flow-advice** is a Full-Service-Partner which consults and supports its customers from the initial idea up to the successful realisation.

### Services

- > Strategy Consulting
- > Technology Consulting
- > Management Consulting
- > Innovation Management
- > Change Management
- > Project Initiation
- > Project Coordination

### Themes

- > Energies
  - renewable energies*
  - energy carriers*
- > Electro-Mobility
  - fuel-cell-electrical*
  - battery-electrical*
- > Hydrogen
  - production*
  - infrastructure*
  - safety*

### Offices

Munich | Wiesbaden

[flow-advice.de](http://flow-advice.de)

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Utilisation of **Renewable Energies** effectuates the needed diversification of the Primary-Energy-Supply and generates new markets and new business models. The diversification of Primary-Energies on one hand and the basically unstable character of the availability of Renewable Energies on the other hand require the **Standardisation** concerning Downstream-Energy-Distribution as well as the general **Storability** of the "gained" Renewable Energies. A minimal number of suitable **Energy Carriers** – preferably transformable into each other – will be the essential pillars of the future Energy Economy. **Electricity and Hydrogen** are suchlike universal energy carriers which could be produced by using multiple and different resources. Moreover – Hydrogen is storable Electricity.

The technical-economical-political spectrum is complex and changing.

### flow-advice

supports you to extend your prospects and to realise your intentions.

- > technical/scientific expertises
- > project evaluation
- > Initiation of projects
- > Integration into large-scale projects
- > project supervision
- > project communication
- > access to famous companies
- > access to Hessian, German and European Funding Authorities

### cooperation with professional partners

Varied and active Network with Industry, Science and Policy | Project Management for collaborative research projects European wide | Project-Communication, -Administration and -Finances & Accounting European-wide | Conception, Planning and Performance of Conferences and Symposia worldwide | Communication Services | Conceptual Design and Performance of Tests on System and Component Level.

### long-time active participation in associations

H2BZ Initiative Hessen e.V. | German Hydrogen & Fuel Cell Association e.V. (DWW) | National Organisation Hydrogen & Fuel Cell (NOW) | Fuel Cells & Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU) | National Hydrogen Association of North America (NHA) | German Physical Association (DPG).





Adresse   Address:	Fraport AG Flughafenstraße 60547 Frankfurt am Main
Telefon   Phone:	+49-69-6900
Telefax   Fax:	+49-69-69049578782
E-Mail   Email:	info@fraport.de
Internet   Internet:	www.fraport.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	24000
Gründungsjahr   Foundation:	1947
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Hans-Joachim Mayer
Telefon   Phone:	+49-69-69078782
Telefax   Fax:	+49-69-69049578782
E-Mail   Email:	hj.mayer@fraport.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Fraport AG als Flughafenbetreiber ist international tätig, mit Hauptsitz in Frankfurt am Main. Hier betreibt sie den Flughafen Frankfurt, der zu den drei wichtigsten Hub-Airports in Europa zählt. Im Jahr 2008 nutzten über 53,5 Millionen Passagiere den Flughafen mit 307 Flugzielen weltweit. Zudem wurden ca. 2,04 Millionen Tonnen Fracht befördert. Der Standort Flughafen ist mit über 70.000 Arbeitsplätzen die größte lokale Arbeitsstätte Deutschlands (2008).

Die Fraport AG ist vorwiegend in den Geschäftsfeldern Flug- und Terminalbetrieb, Sicherheit, Vermietung von Büro-, Fracht- und Terminal-Flächen, Dienstleistungen der Passage und Abfertigung von Flugzeugen tätig.

Der Fraport-Fuhrpark umfasst aktuell (2008) rund 3.000 mobile Arbeitsmaschinen und Kraftfahrzeuge. Im wesentlichen handelt es sich hierbei um Abfertigungsgeräte (zum Beispiel Motorzugmaschinen, Containertransporter, Containerhubwagen, Stapler), Flugzeugschlepper, Ver- und Entsorgungsfahrzeuge, Bodenstromgeräte, Busse für den Passagiertransport usw. Hinzu kommt eine große Zahl von Kleinbussen und Personenkraftwagen.

Bereits heute verfügt Fraport über 192 Elektrofahrzeuge und 189 Hybridfahrzeuge im Fuhrpark der Bodenverkehrsdienste. In einem aktuellen Pilotprojekt der Bodenverkehrsdienste bis Ende 2009 wird der Einsatz von Brennstoffzellen als Antrieb von PKW getestet. Die Erfahrungen mit den Daimler-F-Cell-Fahrzeugen im Rahmen des Projektes „Zero Regio“ sind sehr gut, die Fahrzeuge erfreuen sich einer hohen Akzeptanz und laufen bisher ohne schwerwiegende technische Probleme oder Ausfälle.

Aufgrund der Vielzahl unterschiedlichster Anwendungen im Bereich Fahrzeugtechnik auf dem Flughafen sind weitere Brennstoffzellen-Projekte geplant. Zusammen mit der H2BZ Projekt GmbH, weiteren hessischen Unternehmen und den Herstellern von Vorfeldequipment beabsichtigt Fraport, praxisbezogene Feldversuche mit Arbeitsmaschinen durchzuführen, die mit Brennstoffzellen ausgerüstet sind. Als Testfahrzeuge sollen ein elektrisch betriebenes Förderband und ein elektrisch betriebener Schlepper dienen. Die Fahrzeuge werden über einen Elektromotor verfügen und mit einer Brennstoffzelleneinheit ausgerüstet. Die Erprobung im laufenden Betrieb ist für 2010 vorgesehen.

Ein junges Team von Fraport, das an der Werner-von-Siemens-Schule (Fachschule für Elektrotechnik) in Frankfurt eine Notstromversorgung mit Brennstoffzelle und einer netzsynchronen Rückschaltung mit finanzieller Unterstützung durch die Fraport AG entwickelt hat, wurde im Jahr 2008 für den Bereich Ecology mit dem „Xplore New Automation Award“ ausgezeichnet. Der „Xplore New Automation Award“ ist ein international ausgeschriebener Innovationspreis, der alle drei Jahre für zukunftsweisende Projektentwicklungen in technischen Disziplinen verliehen wird. Die drei jungen Fraport-Mitarbeiter hatten im Rahmen ihrer Projektstudie untersucht, inwiefern sich mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen als Stromerzeuger für den Notstrombetrieb eignen. Ein Flughafen muss aus Gründen der Versorgungssicherheit eine gewisse Zahl von Notstromaggregaten vorhalten, um im Fall eines Netzausfalls die Versorgung mit elektrischem Strom sicherzustellen. Heute werden dazu Dieselmotoren verwendet. Die Fraport AG hat sich dazu entschlossen, das Brennstoffzellensystem nach weiteren Tests auf einen möglichen Einsatz im Routine-Betrieb hin zu überprüfen.



Xplore New Automation Award  
Strahlende Gewinner (von links):  
Christian Eller, Marcus Keimling und Jens Gommermann  
*The proud winners (from the left):  
Christian Eller, Marcus Keimling and Jens Gommermann*

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**  
Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack  
Stack
- Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**  
Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications → Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Stationär  
Stationary → Hausenergie  
Home energy

**Systeme**  
Systems

- Stationär  
Stationary → Industrie  
Industry
- Mobil  
Mobile → Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**  
Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**  
Production and test technology

**Dienstleistungen**  
Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Fraport AG, located in Frankfurt am Main, Germany, is an airport operator with international activities. The company owns and operates Frankfurt Airport which belongs to the 3 most important hubs in Europe. In 2008, a total of 53.5 million passengers were counted at Frankfurt Airport with 307 destinations worldwide. Approximately 2.04 million metric tons of freight were handled at this airport. With over 70,000 jobs at the airport, this is the largest concentration of jobs at a single location in the Federal Republic of Germany (2008).

Fraport AG focuses on the business sectors traffic and terminal management, security, renting of store (retailing), office, cargo and terminal space (facilities), passenger services, and aviation ground services and logistics.

Fraport's vehicle fleet currently (2008) comprises approximately 3,000 mobile ground support equipment and vehicles including cars. The main elements are handling equipment (engine tractors, container transporters, container elevators, forklifts, etc.), aircraft tow-trucks, supply and disposal vehicles, ground power units, buses for passenger transport, etc. A large number of small buses and passenger cars are also part of the fleet. As part of its environment management objectives Fraport is involved in the development of projects for alternative driving mechanisms.

Today Fraport already operates over 192 electric vehicles and 189 hybrid vehicles in the car/vehicle pool of the ground handling unit. In a current pilot project to the end of 2009 the ground handling unit is involving the use of fuel cells to drive passenger vehicles. The experiences with the Daimler F-Cell vehicles in the context of the project "Zero Regio" are very good, the cars are well accepted and are running without any serious technical problems or breakdowns.

Due to the multitude of varying applications in vehicle engineering at the airport, further fuel cell projects are planned. Together with the H2BZ Projekt GmbH, further Hessian companies and manufacturers of apron area equipment Fraport plans practical field tests with fuel cells equipped machines. The test vehicles will be an electrically driven conveyor belt and an electrically driven engine tractor. The vehicles will have an electric motor and also have a fuel cell unit with adapted performance. Testing is intended in 2010 during operation.

In 2008 a young team from Fraport which had developed a backup power supply with fuel cells and a mains-synchronous reset at the Werner-von-Siemens-Schule (technical school for electrical engineering) in Frankfurt won the "Xplore New Automation Award". The project was financially supported by Fraport. The "Xplore New Automation Award" is an innovation prize advertised internationally. It is awarded every three years for future-oriented project developments in technical disciplines. The three young Fraport employees carried out a project study to establish the extent to which fuel cells powered by hydrogen are suitable for emergency power supply. An airport needs to have a certain number of backup power units to guarantee electricity supplies if the mains electricity supply fails. Currently, diesel units are used. Fraport AG decided to carry out further tests on the fuel-cell system to establish whether it is suitable for possible continuous operational use.



Mercedes-Benz A-Klasse (Brennstoffzellen-Pkw)  
Mercedes-Benz A-class (fuel cell vehicle)



Adresse   Address:	Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Institutsteil Kassel Königstor 59 34119 Kassel
Telefon   Phone:	+49-561-7294-0
Telefax   Fax:	+49-561-7294-100
E-Mail   Email:	dce@iset.uni-kassel.de
Internet   Internet:	www.iset.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	180
Gründungsjahr   Foundation:	2009
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Phys. Jochen Bard
Telefon   Phone:	+49-561-7294-346
Telefax   Fax:	+49-561-7294-100
E-Mail   Email:	jbard@iset.uni-kassel

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Im August 2009 wurde die Verschmelzung des ISET mit der Fraunhofer-Gesellschaft rechtswirksam. Dadurch ist Fraunhofer als neuer Rechtsträger zugleich in alle bisher mit dem ISET bestehenden Rechtsbeziehungen eingetreten. Fraunhofer ist die führende Forschungseinrichtung für angewandte Forschung in Europa. Das ISET wird als Teil des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik – Fraunhofer IWES – die Forschungsaktivitäten von Fraunhofer erweitern. Das Fraunhofer IWES mit seinen Hauptstandorten in Bremerhaven und Kassel bietet in den genannten Bereichen nun die gesamte Palette von der Materialentwicklung bis hin zur Netzoptimierung sowie die Energiesystemtechnik für die Nutzung erneuerbarer Energien an.



Erdgas-Wasserstoff-Dampfreformer  
Natural gas hydrogen steam reformer

Die experimentellen Arbeiten im Wasserstofflabor des IWES konzentrieren sich auf die Untersuchung des Betriebsverhaltens von kommerziellen PEMFC-Brennstoffzellensystemen für reinen Wasserstoffbetrieb. Durch die Optimierung der Regelung und Betriebsführung konnte der Gesamtwirkungsgrad und das elektrische Betriebsverhalten der Systeme deutlich verbessert werden. In Verbindung mit Elektrolyseuren wird auch das Potential von Wasserstoff als Speichermedium für fluktuierende regenerative Energiezeuger untersucht.

Als Neuentwicklung wird zurzeit ein 2 kW PEMFC-System mit Erdgas-Reformer aufgebaut, das sich in gleicher Weise betreiben läßt wie ein Brennstoffzellenheizgerät und das sehr gute experimentelle Möglichkeiten zur Entwicklung der elektrischen Systemtechnik für die nächste Generation stationärer Brennstoffzellensysteme bietet.

Ziel der Arbeiten sind besonders regelungstechnische Verbesserungen der Aggregate im Hinblick auf Betriebssicherheit, Teillastverhalten und Startvorgänge. Zur Überwachung des Reformats steht ein IR-Spektrometer zur Verfügung, das die Messung von CO-Konzentrationen bis zu wenigen ppm erlaubt.

Langfristige Ziele betreffen Zustandsüberwachungs- und Fehlerfrüherkennungseinrichtungen für Brennstoffzellensysteme. Parallel zu den experimentellen Arbeiten werden daher geeignete Simulationsmodelle entwickelt.

Das europäische Vorhaben Hybrid Renewable Energy Systems for the Supply of Services in Rural Settlements of Mediterranean Partner Countries (HYRESS) hat die Verbreitung von Erneuerbaren Energien zur ländlichen Elektrifizierung in den Ländern Nordafrikas zum Ziel.

Dazu werden in Kooperation mit marokkanischen, tunesischen und ägyptischen Partnern Hybridsysteme zur Dorfstromversorgung als Pilotanlagen entwickelt, installiert und getestet. IWES übernimmt dabei u.a. die Simulation der Systeme. Mit Hilfe der Alternative Power Library werden Netze mit Photovoltaikanlagen, kleinen Windkraftanlagen, Dieselaggregaten und Brennstoffzellen nachgebildet. Neben den üblichen Verbrauchern werden Elektrolyseure und Meerwasserentsalzungsanlagen simuliert. Im Institut wird ein Wasserstoffspeicher aufgebaut, der aus einem Elektrolyseur, einem Gasspeicher und einer Brennstoffzelle besteht. Das System wird in Marokko für eine Dorfstromversorgung eingesetzt.



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

In August 2009 the former Institute for Solar Energy Supply Technology – ISET – became part of the German Fraunhofer Society. The new name is Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology - IWES - with facilities in Kassel and Bremerhaven. IWES addresses application related research in the field of wind energy and energy systems technology and enlarges the research activities of the Fraunhofer society.

So far experimental work at IWES has been concentrated on investigation of the operational behaviour of commercial PEMFC systems for hydrogen only. By optimising the control and operational strategy, the overall efficiency and the electric behaviour could be improved significantly. In combination with electrolyzers, the storage capabilities of hydrogen for fluctuating renewable energy sources will be investigated.

At the moment, a new 2 kW PEMFC system with natural gas reformer is installed in IWES's fuel cell laboratory. This allows for an equivalent operation compared to commercial fuel cell CHP (= combined heat and power) devices just under industrial development. In this sense such a system provides an outstanding basis for the development of peripheral electrical components for the next generation of fuel cell technology.

Main purpose of the investigations is the improvement of the control system according to the operational safety as well as the partial load and start-up behaviour. The reformer gas output will be analysed by an IR-spectroscopy to assure that the remaining CO concentration amounts to just a few ppm.

In the long run, the development of a condition monitoring and fault prediction system for fuel cells will be in the scope of the work. Therefore, in parallel to the experimental investigations, a comprehensive simulation model of the new laboratory system will be developed.

The European project "Hybrid Renewable Energy Systems for the Supply of Services in Rural Settlements of Mediterranean Partner Countries" (HYRESS) has been launched with the aim to disseminate renewable energy based rural electrification systems in northern African countries.

Together with European, Moroccan, Tunisian and Egyptian partners, hybrid electricity generation pilot systems for small villages will be developed, installed and field tested. Finally, the systems will be evaluated according to their socio-economic and technical impacts in the selected regions.

Within the project, IWES will investigate the hybrid systems consisting of small wind turbines, diesel generators and fuel cells by simulation studies based on the "Alternative Power Library". Besides the common load types, electrolyser and sea water desalination units are to be simulated, too.

Additionally, IWES will build up a hydrogen system in the laboratory consisting of an electrolyser, a hydrogen storage and a fuel cell. It will be shipped to Morocco after the lab tests.



Messtechnische Untersuchungen an Brennstoffzellen  
Measurement tests of fuel cells



Beispiel einer Dorfstromversorgung mit Photovoltaik und Windenergie im südlichen Tunesien  
Example for power generation by photovoltaics and wind energy for a village in Tunisia



Adresse   Address:	Gaskatel GmbH Holländische Straße 195 34127 Kassel
Telefon   Phone:	+49-561-59190
Telefax   Fax:	+49-561-59191
E-Mail   Email:	info@gaskatel.de
Internet   Internet:	www.gaskatel.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	8
Gründungsjahr   Foundation:	1997
Kontaktperson   Contact:	Joachim Helmke
Telefon   Phone:	+49-561-59190
Telefax   Fax:	+49-561-59191
E-Mail   Email:	helmke@gaskatel.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Gaskatel GmbH wurde 1997 mit Sitz in Kassel gegründet. Die Aktivitäten des Unternehmens umfassen einerseits Dienstleistungen wie Auftragsforschung und -entwicklung in den Bereichen Brennstoffzellen (AFC und PEMFC), Elektrolyseure (alkalische) sowie Gasdiffusionselektroden und -schichten. Andererseits bietet Gaskatel auch eigene Produkte an.

Dazu zählen BiPlex-Gasdiffusionselektroden, die Wasserstoff-Referenzelektrode HydroFlex, der Säuredichtesensor DensoFlex und ein Wasserstoffherzeuger für Kleinstmengen Wasserstoff. Auch Fertigungsanlagen für Gasdiffusionselektroden gehören zu unserem Angebot.

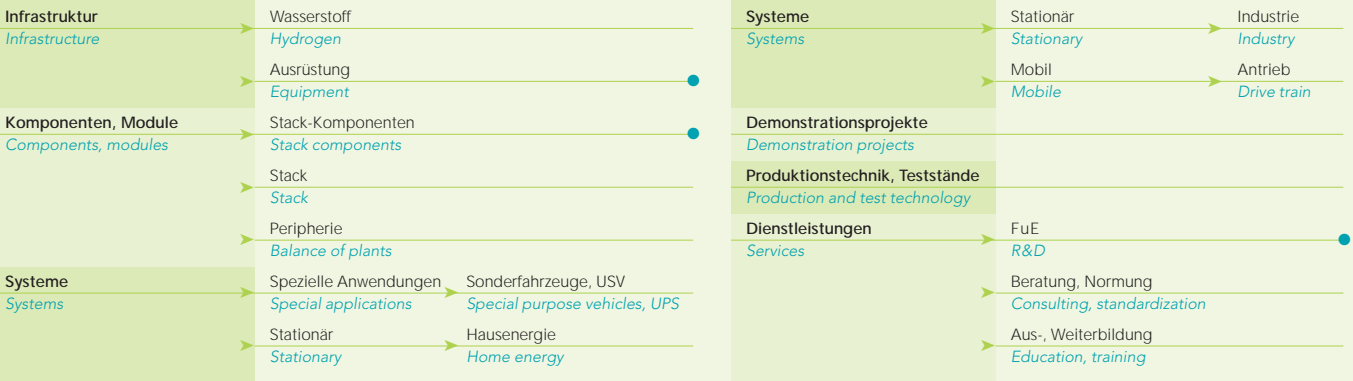
Das zentrale Thema fast aller unserer Tätigkeiten ist die Herstellung und Entwicklung von Gasdiffusionselektroden für PEMFC Brennstoffzellen, die wir in einem Trockenmischverfahren („Reactive Mixing“) mit anschließendem Walzprozess herstellen. Unsere Fertigungsanlagen erlauben uns die kontinuierliche Herstellung von Elektroden mit einer Breite von bis zu 350 mm. Typische Elektrodendicken liegen dabei zwischen 200 und 500 µm und sind abhängig vom Katalysator und den gewählten Herstellungsparametern. Wahlweise kann einseitig noch eine flüssigkeitsdichte PTFE-Schicht (PTFE – Polytetrafluoräthylen; Teflon) auf laminiert werden. Als Standardkatalysatoren kommen z. B. Raney-Nickel, Silber (in Form von Silber-(1)-oxid), Pt-Katalysatoren, Aktivkohle oder Graphit zum Einsatz. Da der Herstellungsprozess aber sehr flexibel ist, kann er auf Wunsch auf fast jedes andere Material übertragen werden. Von unseren Kunden wurden unsere Elektroden bisher in alkalischen Brennstoffzellen und Elektrolyseuren, in PEM-Brennstoffzellen, in Zink-Luft-Batterien, in der Chlor-Alkali-Elektrolyse, zur Erzeugung von Wasserstoffperoxid und zur Abwasserbehandlung eingesetzt. Wir selbst benutzen BiPlex-Elektroden in unseren EloFlux-Brennstoffzellen und -Elektrolyseuren und in den HydroFlex-Referenzelektroden.

Unser H<sub>2</sub>-Generator ist für all diejenigen gedacht, die Wasserstoff in geringen Mengen (bis zu 40 Liter pro Stunde) benötigen, für die technische Reinheiten von 99,5% ausreichend sind und die nicht in die teure Wasserstoff-Infrastruktur wie Leitungsnetz, Flaschenschrank oder H<sub>2</sub>-Sensoren investieren wollen. Der Wasserstoff wird einfach genau dann erzeugt, wenn er benötigt wird und steht bis zu einem Abnahmepressur von 3 bar zur Verfügung. Wahlweise kann auch der gleichzeitig erzeugte Sauerstoff genutzt werden. Der H<sub>2</sub>-Generator kann sowohl von Handwerksbetrieben (Wasserstoff-Schweißen) als auch von Labors genutzt werden. Der H<sub>2</sub>-Generator ist ebenfalls für Ausbildung und Lehrzwecke geeignet, z. B. in Kombination mit einer kleinen Photovoltaik-Anlage für Praktikumsversuche.



EloFlux: Elektrolyseure  
EloFLux: Electrolysers

Kompetenzen | Competencies



DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Gaskatel GmbH is a Kassel based company that was founded in 1997 as a spin-off from the University of Kassel. The activities of the company include R & D services in the areas fuel cell (AFC and PEMFC), electrolyzers (alkaline) as well as gas diffusion electrodes and gas diffusion layers.

Gaskatel also offers commercial products like BiPlex gas diffusion electrodes, HydroFlex hydrogen reference electrodes, DensoFlex acid density sensors and a small scale hydrogen generator. Production lines for gas diffusion electrodes are also part of our range of products.

Most of our activities are related to the manufacturing and development of gas diffusion electrodes for PEMFC fuel cells. The electrode manufacturing is done in two steps. At first the catalyst mixture is prepared in a dry mixing process ("reactive mixing"). Afterwards the catalyst is rolled to the electrode tape. Our production line allows us to continuously manufacture electrodes of up to 350 mm width. The gas diffusion electrodes have a thickness between 200 and 500 µm, depending on the catalyst and the manufacturing parameters. Their porosity is up to 80%. An electrolyte-tight PTFE layer (PTFE – polytetrafluorethylene; Teflon) can optionally be laminated on top of the electrode. Our standard catalysts are Raney-nickel, silver (silver-(1)-oxide), Pt-catalysts, activated carbons and graphite. As the manufacturing process is very flexible it can be adapted to nearly every other material. Our customers use BiPlex electrodes in alkaline fuel cells and electrolyzers, PEM fuel cells, zinc-air batteries, for chlorine-alkaline-electrolysis, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> generation and waste water treatment. We ourselves use BiPlex electrodes in our EloFlux fuel cells and electrolyzers and in our HydroFlex reference electrodes.

Gaskatel's H<sub>2</sub>-Generator is designed for all those, who need hydrogen in small amounts (40 litres per hour) and of technical purity (99.5%) but don't want to spend money on the necessary infrastructure like grid-type network, pressure cylinder cabinets or hydrogen sensors. The hydrogen is simply generated on demand and available at a pressure of 3 bar. The co-generated oxygen is also available for the user. The H<sub>2</sub>-Generator is useful for handycraft enterprises (hydrogen welding), laboratories and also for educational purposes.



HydroFlex: H<sub>2</sub>-Referenzelektrode  
*HydroFlex: H<sub>2</sub> reference electrodes*



BiPlex: Gasdiffusionselektroden  
*BiPlex: Gas diffusion electrodes*



Adresse   Address:	Gas-Union GmbH Kurmainzer Straße 2 65929 Frankfurt
Telefon   Phone:	+49-3003-0
Telefax   Fax:	+49-3003-129
E-Mail   Email:	info@gas-union.de
Internet   Internet:	www.gas-union.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	40
Gründungsjahr   Foundation:	1961

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Gas-Union ist eine Ferngasgesellschaft. Gas-Union handelt mit Erdgas. Mit ihren Produkten beliefert Gas-Union Kraftwerke, große Industriebetriebe und regionale sowie lokale Erdgasanbieter.

Gas-Union ist auch Mitglied der Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. (ASUE).

Mit dem anwendungstechnischen Beratungsdienst unterstützt Gas-Union ihre Kunden. Hier wird technische Beratung zum sparsamen und umweltschonenden Energieeinsatz geleistet. Dazu gehört auch die Begleitung von Feldversuchen bei der Einführung von neuen sparsamen und umweltschonenden Anwendungstechniken für Erdgas. Gas Union steht zur Verfügung, um mit Kunden in Gemeinschaftsprojekten neue Technologien (z.B. Brennstoffzellen) zu testen.

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

**Komponenten, Module**

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

**Systeme**

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

**Systeme**

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

**Demonstrationsprojekte**

Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**

Production and test technology

**Dienstleistungen**

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

**DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS**

Gas-Union is a gas transmission company and a trading company for natural gas. Natural gas is supplied and commercialized to power stations, industrial companies as well as regional and local natural gas providers.

Gas-Union is also member of the ASUE – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V.

Gas-Union is supporting its customers with application specific consulting and engineering. This covers also consulting for efficient and environmentally friendly use of primary energy. These services include participation in field trials for market introduction of efficient and environmentally friendly applications of natural gas. The company is available for collaboration with customers on testing of new technologies (e.g. fuel cells).



Adresse   Address:	GHR Hochdruck-Reduziertechnik GmbH Siemensstraße 2-4 61239 Ober-Mörlen
Telefon   Phone:	+49-6002-91190
Telefax   Fax:	+49-6002-911919
E-Mail   Email:	info@ghr-vatec.de
Internet   Internet:	www.ghr-vatec.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	20
Gründungsjahr   Foundation:	1962
Kontaktperson   Contact:	Jan Andreas
Telefon   Phone:	+49-6002-911930
Telefax   Fax:	+49-6002-911919
E-Mail   Email:	j.andreas@ghr-vatec.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

GHR wurde 1962 in Frankfurt/Main mit dem Ziel gegründet, die Hochdruckventile der englischen Firma I.V. Pressure Controllers Ltd. (IVP) im deutschsprachigen Raum zu vertreiben. Als 1973 die räumlichen Verhältnisse zu eng wurden, zog GHR in ein neues, großzügigeres Gebäude in Ober-Mörlen, etwas außerhalb von Frankfurt/Main. Großen Wert legte GHR von Anfang an auf ein reichhaltiges und gut sortiertes Lager für Geräte und Ersatzteile und auf umfassenden Service, wofür nun alle Voraussetzungen gegeben waren. Seit 2006 gehört GHR mit der Gruppe Truflo International zum Konzern IMI plc.

Das Lieferprogramm der GHR beinhaltet folgende Produktbereiche:

- > Entwicklung und Vertrieb von Hochdruckarmaturen von mbar bis 1000 bar
- > Lieferprogramm: Druckminderer, Überströmventile, Magnetventile, Filter, Sicherheitsventile, Absperrventile, Proportionalventile, Schnellkupplungen und komplette Systeme für Gase und Flüssigkeiten

Im Bereich Brennstoffzelle entwickelt, produziert und vermarktet das Unternehmen folgende Produkte:

- > Komplettlösungen für die Wasserstoffspeicherung (350 bar, 700 bar)
- > Druckregelung im Stack der Brennstoffzelle (mbar-Bereich)
- > Spezialventile für Brennstoffzellenanwendungen
- > Abfüllanlagen für Hydridspeicher und kleine Wasserstoffbetankungsanlagen

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

### FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

GHR was founded in 1962 in Frankfurt/Main, Germany and its main task was to distribute IVP valves from the British company I.V. Pressure Controllers Ltd. In 1973 the premises became to narrow and GHR built their own premises in Ober-Mörlen, in the outbounds of Frankfurt/Main. From the beginning GHR took care of holding comprehensive stock of valves and spare parts and of providing full services and found good prerequisites in the new premises. Since 2006 GHR belongs together with Truflo International to the conglomerate IMI plc.

Delivery program of GHR includes the following product ranges:

- > Development and sales of special valves from mbar up to 1000 bar
- > Range of supply: Pressure reducers, back pressure valves, solenoid valves, filters, safety valves, stop valves, proportional valves, quick connectors and complete systems for gases and liquids
- > Special solutions for fuel cell systems: 700 bar pressure reducer

For the fuel cell industry the company is developing, manufacturing and marketing the following products:

- > Turn-key solutions for hydrogen storage (350 bar, 700 bar)
- > Pressure control for stacks of fuel cells (mbar range)
- > Special valves for fuel cell applications
- > Filling stations for hydride storage as well as hydrogen fueling stations



Hochdruckventil  
High pressure valve



Adresse   Address:	H2BZ Projekt GmbH Abraham-Lincoln-Straße 38–42 65189 Wiesbaden
Telefon   Phone:	+49-611-7748648
Telefax   Fax:	+49-611-77458648
E-Mail   Email:	info@h2bz-hessen.de
Internet   Internet:	www.h2bz-hessen.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	1
Gründungsjahr   Foundation:	2008
Kontaktperson   Contact:	Hans Kämpny
Telefon   Phone:	+49-611-7748648
Telefax   Fax:	+49-611-77458648
E-Mail   Email:	alfred.stein@h2bz-hessen.de

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die H2BZ Projekt GmbH ist eine Tochtergesellschaft des Vereins der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen. Der Verein hat u. a. das Ziel, zur Förderung und Weiterentwicklung der Kompetenz von Wissenschaft, Wirtschaft und Institutionen auf den Gebieten Wasserstoff und Brennstoffzelle beizutragen. Hierzu ist eine operative Tätigkeit im Rahmen von Entwicklungs- und Demonstrationsprojekten notwendig. Diese Aufgabe erfüllt die H2BZ Projekt GmbH, die sich neben der Realisierung eigener Projekte auf Dienstleistungen für Unternehmen und Institute in diesem Kontext konzentriert.

Die H2BZ Projekt GmbH unterstützt Unternehmen in allen Phasen der Projektarbeit, von der ersten Idee bis zum erfolgreichen Projektabschluss, z. B. in Form eines Abschlußberichts mit entsprechendem Verwendungsnachweis. Sie leistet damit in einem administrativen Bereich Unterstützung und schafft den Unternehmen Freiraum, sich auf ihre technologischen Kernbereiche zu konzentrieren. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf den Phasen Initiierung und Planung mit der Einwerbung entsprechender Fördermittel. Viele Unternehmen, insbesondere kleine und mittelständische, stehen heute vor einigen der nachfolgenden Herausforderungen: Zu einer raschen Umsetzung ihrer innovativen Produktideen fehlen die personellen Ressourcen. Es sind nicht genügend finanzielle Ressourcen vorhanden, um aus Ideen Produkte zu machen und sie auf den Markt zu bringen. Für Produktentwicklungen werden kompetente und zuverlässige Partner benötigt, die diesen Prozess technologisch begleiten. Den Unternehmen fehlen wichtige Informationen über Möglichkeiten der Projektförderung sowie Kontakte zu entsprechenden Förderstellen. Es fehlen zudem die notwendigen Kenntnisse, effizient erfolgreiche Projektskizzen und Förderanträge zu schreiben, und die zeitlichen Ressourcen, Förderprojekte effizient und erfolgreich zu administrieren, sind nicht vorhanden. Dies trifft im besonderen Maß auf Unternehmen zu, die sich in den Bereichen Wasserstoff und Brennstoffzellen engagieren. Daher bietet die H2BZ Projekt GmbH Dienstleistungen zur Unterstützung des Projektgeschäftes an, und diese Leistungen werden in Projekten mit gefördert bzw. werden erfolgsorientiert honoriert. Damit entlasten wir Kunden in der Entwicklungsphase der Projekte von weiteren, finanziellen Risiken. Aus dem Hintergrund der H2BZ Projekt GmbH ergeben sich einige Alleinstellungsmerkmale, die unseren Kunden große Vorteile bieten:

- > Direkter Zugang zu wissenschaftlicher Expertise auf verschiedenen Gebieten steht durch unseren Gesellschafter, das regionale Cluster (Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen e.V.) bei Bedarf zur Verfügung.
- > Direkter Zugang zu namhaften Unternehmen der Branche, die ebenfalls Mitglied der Initiative sind, ist vorhanden. Diese arbeiten mit kleineren Unternehmen im Rahmen gemeinsamer Projekte zusammen.
- > Direkter Zugang zu den einschlägigen hessischen, deutschen und europäischen Fördereinrichtungen, wie der Hessen Agentur oder den Ministerien, kann garantiert werden.

Damit leistet die H2BZ Projekt GmbH den Unternehmen der Branche exzellente Unterstützung, den Herausforderungen der Zukunft zu begegnen.

H2BZ Projekt GmbH – mit Energie in die Zukunft!



H2BZ Projekt GmbH –  
mit einer starken Partnerschaft sicher ans Ziel  
H2BZ Projekt GmbH –  
meet the targets by a strong partnership



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

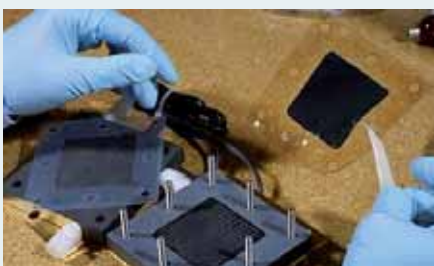
The H2BZ Projekt GmbH is a company of the regional cluster, the Hydrogen and Fuel Cell Initiative Hesse. The cluster has the main vision to promote and develop the competence of hydrogen and fuel cell technology in science, economy and institutes. For this a direct engagement in research and development and also demonstration projects are vital. This is the role of H2BZ Projekt GmbH with focus on implementation of own projects and offering services for companies.

H2BZ Projekt GmbH helps companies to conduct their projects in all stages of development, beginning with the first product idea to the complete end of a project with project evaluation or reporting. By doing this H2BZ Projekt GmbH helps companies to find more resources to concentrate on their main technical challenges. The priority of the activities is the pre-project stage and acquisition of public funding. Many companies, especially the smaller and medium-sized, are confronted with some of the following challenges: Personal resources for quick realization of their innovations are missed. There is also a lack of financial resources to create products and bring them to the market. Competent technology partners for product development are needed. They often do not have sufficient information about public funding and the network to responsible persons. Furthermore, they often do not have the know-how for a successful preparation of project drafts and proposals, and the personnel resources for efficient project management are limited. These aspects can be seen especially at companies of hydrogen and fuel cell technology. Therefore, the H2BZ Projekt GmbH offers services to promote the project business in companies, and these services can be funded within the projects or will be paid on a success-fee basis. So the financial risks of the companies in the pre-project stage are minimized. There are some USPs of the H2BZ Projekt GmbH resulting from the background of the company:

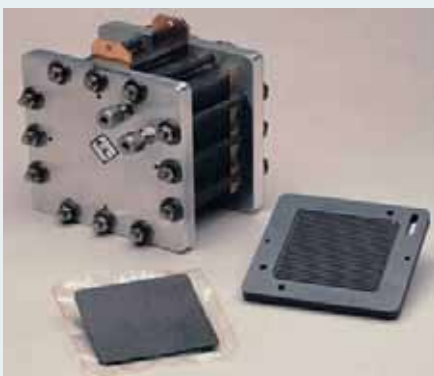
- > Direct contact to scientists in the region which are organized in the regional cluster
- > Direct contact to major companies of the technology that are also organized in the cluster and searching for collaborations
- > Direct contact with responsible persons for public funding in Hesse, Germany and the EU

With its excellent services H2BZ Projekt GmbH plays a vital role to help companies to deal with their future challenges.

H2BZ Projekt GmbH – energy for future!



Montage einer PEM-Brennstoffzelle  
Assembly of a PEM fuel cell



Brennstoffzelle  
Fuel cell



Adresse   Address:	HEAG Süd Hessische Energie AG Frankfurter Straße 100 64293 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-701-0
Telefax   Fax:	+49-701-4444
E-Mail   Email:	info@hse.ag
Internet   Internet:	www.hse-ag
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	2300
Gründungsjahr   Foundation:	2003
Kontaktperson   Contact:	Dimitrios Drossos
Telefon   Phone:	+49-6151-4042152
Telefax   Fax:	+49-6151-4042189
E-Mail   Email:	dimitrios.drossos@vnb-rmn.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die HEAG Süd Hessische Energie AG (HSE) steht für eine moderne, nachhaltige Daseinsvorsorge. Die Unternehmensstrategie setzt deshalb Schwerpunkte bei Erzeugung, Vertrieb und Forschung. Die HSE investiert 400 Mio. EUR in den Bau von regenerativen Kraftwerken. Gemessen am Umsatz von 1,2 Mrd. EUR (2008) ist das ein Spitzenwert in der Branche. Die HSE-Vertriebtochter ENTEGA gehört zu den führenden Anbietern von Ökostrom in Deutschland und verkauft bundesweit grünen Strom. Die HSE hat zudem das NATURpur Institut für Klima- und Umweltschutz gegründet, das Forschungsprojekte zum Klimaschutz und zum effizienten Einsatz von Energie unterstützt.

Seit 1990 zeigt die HEAG Süd Hessische Energie AG (HSE) starkes Engagement bei Einsatz und Erprobung von Brennstoffzellensystemen. So hat die HEAG Versorgungs AG als eines der Vorgängerunternehmen der HSE bereits zwischen 1993 und 1998 ein 200 kW Brennstoffzellen-Heizkraftwerk Typ PC25A der amerikanischen ONSI Corporation als Demonstrations- und Forschungsanlage betrieben. Im Rahmen von Pilot- und Demonstrationsprojekten in Darmstadt und Heppenheim wurde die Einsatztauglichkeit von Brennstoffzellenheizgeräten von Sulzer Hexis, Typ HXS 1000 PREMIERE, im Haushaltsbereich getestet. Die erste Anlage wurde von Februar 2004 bis März 2007 in Heppenheim betrieben. Ein Jahr später kam die zweite Brennstoffzellenanlage nach Darmstadt. Sie lieferte von Januar 2005 bis Juli 2007 Strom und Wärme in einem Mehrfamilienhaus der Bauverein AG. Rund 290.000 EUR kosteten die beiden auf drei Jahre angelegten Projekte. Circa 136.000 EUR davon trug das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, den Rest zahlte die HSE. Wissenschaftlich begleitet wurden die Projekte durch die Hochschule Darmstadt und das HSE-Tochterunternehmen NATURpur Energie AG.

Vorteile des Brennstoffzellensystems:

- > Dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung (Kraft-Wärme-Kopplung)
- > Hoher elektrischer Wirkungsgrad
- > Hoher Gesamtwirkungsgrad
- > Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion
- > Geräuscharmer Betrieb

Ziele der Brennstoffzellen-Pilotprojekte:

- > Einsatztauglichkeit in Ein- und Mehrfamilienhäusern testen
- > Aufzeichnung des elektrischen Betriebsverhaltens der Brennstoffzelle

Leistungsdaten der eingesetzten Brennstoffzellenheizgeräte:

- > Elektrische Leistung: 1 kW
- > Thermische Leistung Brennstoffzelle: 2,5 kW
- > Thermische Leistung Zusatzbrenner: 22 kW
- > Elektrischer Wirkungsgrad: 25–30% (Ziel > 30%)
- > Brennstoffzellentyp: SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

HEAG Südthessische Energie AG (HSE) is a modern, sustainable utility company. The company strategy therefore focuses on production, sales and research. HSE is investing 400 mill. EUR in the construction of renewable power plants. As measured by a turnover of 1.2 bill. EUR (2008), that is a peak value in the industry. HSE's subsidiary ENTEGA belongs to the leading suppliers of green electricity in Germany and the company sells this nationwide. HSE also founded the NATURpur Institute for Climatic and Environmental Protection which is supporting research projects in climate protection and efficient energy use.

Since 1990 HEAG Südthessische Energie AG (HSE) has been demonstrating its great commitment to the use and testing of fuel cell systems. In this way, HEAG Versorgungs AG, as one of predecessors to HSE, was already operating a 200 kW PC25A fuel cell combined heat and power plant from the American ONSI Corporation for demonstration and research purposes between 1993 and 1998.

Within the framework of pilot and demonstration projects in Darmstadt and Heppenheim, the feasibility of using HXS 1000 PREMIERE fuel cell heaters by Sulzer Hexis in the home was tested. The first system was operated in Heppenheim from February 2004 to March 2007. One year later the second fuel cell system arrived in Darmstadt. It produced electricity and heat for an apartment building belonging to Bauverein AG from January 2005 to July 2007.

The two projects cost around 290,000 EUR over their lifetime of three years. Of this, about 136,000 EUR were funded by the Hessian Ministry of Economics, Transport, Urban and Regional Development, while HSE contributed the balance. The projects received scientific back-up from Darmstadt University of Applied Sciences and the HSE subsidiary NATURpur Energie AG.

Advantages of the fuel cell system:

- > decentralised generation of electricity and heat (combined heat and power)
- > high electrical efficiency
- > high overall efficiency
- > contribution to reducing CO<sub>2</sub>
- > quiet operation

Objectives of the pilot fuel cell projects:

- > testing their suitability for use in detached homes and apartment buildings
- > recording of the electrical operating performance of the fuel cell

Performance data of the fuel cell systems:

- > electrical output: 1 kW
- > thermal output of the fuel cell: 2.5 kW
- > thermal output of the auxiliary burner: 22 kW
- > electrical efficiency: 25–30% (target > 30%)
- > fuel cell type: SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)



Stationäres System für Hausversorgung  
Stationary system for home energy supply



Adresse   Address:	hessenENERGIE GmbH Mainzer Straße 98–102 65189 Wiesbaden
Telefon   Phone:	+49-611-746230
Telefax   Fax:	+49-611-718224
E-Mail   Email:	kontakt@hessenENERGIE.de
Internet   Internet:	www.hessenENERGIE.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	30
Gründungsjahr   Foundation:	1991

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die hessenENERGIE GmbH ist eine Energieagentur mit Sitz in Wiesbaden, die sich mit Investitionsprojekten und mit Beratungsleistungen für eine effiziente und umweltschonende Energienutzung engagiert. Durch langjährige Erfahrung mit Technologien der rationellen Energieanwendung und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen verfügt die hessenENERGIE GmbH über ein breites Kompetenzspektrum, das sie systematisch in Consulting- und Energiedienstleistungsangebote umsetzt.



Windenergieanlage  
Wind mill

Die Erschließung von wirtschaftlichen Einsparpotenzialen in öffentlichen Einrichtungen sowie in kleinen und mittleren Betrieben mit moderner Effizienztechnik und intelligenter Steuerung bildet ein zentrales Handlungsfeld der hessenENERGIE GmbH. Im Mittelpunkt stehen dabei Stromspartechnik, dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung und innovative Konzepte zur Verminderung des Wärmebedarfs für die Beheizung.

Die Nutzung erneuerbarer Energien ist ein weiterer Arbeitsschwerpunkt. Die hessenENERGIE GmbH konzentriert sich hier auf den Bau und Betrieb von Windparks, die energetische Nutzung von Biomasse und die Errichtung größerer Photovoltaikanlagen.

Einen wichtigen Bereich bildet der Betrieb von dezentralen Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung. In der Objektversorgung für größere Liegenschaften liefert die hessenENERGIE GmbH Wärme und Strom nach Übernahme der Heizzentrale, Erneuerung oder Modernisierung der Anlagentechnik und Zubau effizienter KWK-Anlagen.

Aktuell wird vom Land Hessen die Erprobung von stationären Mikrogasturbinen und Brennstoffzellen als innovative Technologien zur dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung im Rahmen von Pilot- und Demonstrationsvorhaben gefördert. Diese Projekte werden von der hessenENERGIE GmbH im Auftrag der Energieabteilung des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung begleitet. Dabei wird die Eignung von innovativen Anlagen wie Brennstoffzellen für den Einsatz im Bereich der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung unter technologischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten untersucht und ihre Einsatzmöglichkeiten in einem künftigen Energiesystem werden bewertet.

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**  
Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack
- Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**  
Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications → Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Stationär  
Stationary → Hausenergie  
Home energy

**Systeme**  
Systems

- Stationär  
Stationary → Industrie  
Industry
- Mobil  
Mobile → Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**  
Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**  
Production and test technology

**Dienstleistungen**  
Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

hessenENERGIE GmbH is an energy agency based in Wiesbaden that promotes the efficient and environmentally friendly use of energy. It provides consulting services and develops investment projects. Backed by many years of experience with renewable energy and technologies for the rational use of energy, hessenENERGIE GmbH has acquired a broad spectrum of expertise that is systematically implemented in its range of energy and consulting services.

One core business of hessenENERGIE GmbH is to determine the energy-saving potential that could be exploited in state agencies as well as in small and mid-sized companies by implementing modern technology and intelligent control devices. In this context, power-saving technology, decentralized CHP plants and innovative concepts to optimize building heating play a key role.

Another central element of its work is the use of renewable energy sources. Here, hessenENERGIE GmbH concentrates on constructing and operating wind parks, converting biomass to energy and building larger-sized photovoltaic plants.

An important area is the operation of decentralized combined heat and power (CHP) plants. hessenENERGIE GmbH supplies heat and power for larger properties upon take-over of heating facilities, renovation or modernization of existing installations and construction of efficient CHP plants.

Currently, the German State of Hessen is sponsoring pilot and demonstration projects to test micro gas turbines and fuel cells as innovative technologies for decentralized CHP plants. Supported by hessenENERGIE GmbH on behalf of the Energy Division of the Ministry of Economics, Transport, Urban and Regional Development in Hessen, these projects examine the technological, economical and ecological suitability of using innovative power plants such as fuel cells in decentralized CHP and assess their potential uses in a future energy system.



Windpark  
Wind mill park



Adresse | Address: Hochschule Darmstadt  
 Fachbereich Chemie- und Biotechnologie  
 Hochschulstraße 2  
 64289 Darmstadt

Telefon | Phone: +49-6151-168181  
 Telefax | Fax: +49-6151-168950  
 E-Mail | Email: info@h-da.de  
 Internet | Internet: www.h-da.de  
 Anzahl Mitarbeiter | Employees: > 500  
 Gründungsjahr | Foundation: 1969

Kontaktperson | Contact: Prof. Dr. Robert Fleischmann  
 Telefon | Phone: +49-6151-168220  
 Telefax | Fax: +49-6151-168950  
 E-Mail | Email: robert.fleischmann@h-da.de

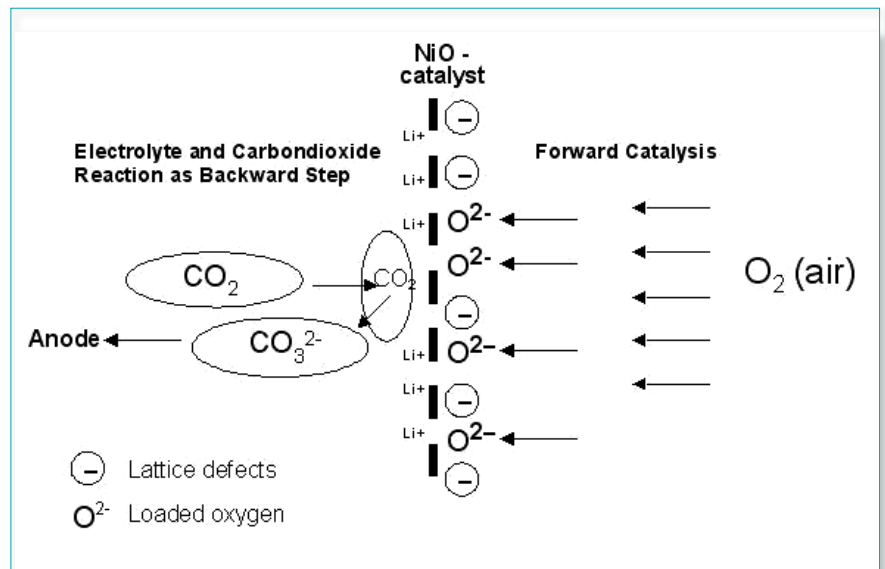
**BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE**

Fachbereich Chemie- und Biotechnologie  
 der Hochschule Darmstadt,  
 Fachgebiet Physikalische Chemie und  
 Verfahrenstechnik

Das Fachgebiet ist seit vielen Jahren beschäftigt mit der Entwicklung von Brennstoffzellensystemen.

Hauptthemen sind:

- > Thermodynamik und Kinetik der Nickeloxid-Katalyse
- > Konsequenzen für den Betrieb einer Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle



Kathodenkatalyse  
 Cathode catalysis process

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**

*Infrastructure*

Wasserstoff

*Hydrogen*

Ausrüstung

*Equipment*

**Komponenten, Module**

*Components, modules*

Stack-Komponenten

*Stack components*

Stack

*Stack*

Peripherie

*Balance of plants*

**Systeme**

*Systems*

Spezielle Anwendungen

*Special applications*

Sonderfahrzeuge, USV

*Special purpose vehicles, UPS*

Stationär

*Stationary*

Hausenergie

*Home energy*

**Systeme**

*Systems*

Stationär

*Stationary*

Industrie

*Industry*

Mobil

*Mobile*

Antrieb

*Drive train*

**Demonstrationsprojekte**

*Demonstration projects*

**Produktionstechnik, Teststände**

*Production and test technology*

**Dienstleistungen**

*Services*

FuE

*R&D*

Beratung, Normung

*Consulting, standardization*

Aus-, Weiterbildung

*Education, training*

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Department of Chemical and Biotechnological Engineering,  
University of Applied Sciences, Darmstadt, Germany

The working group conducts since many years research and development projects on fuel cells.

The main topics of R&D are:

- > Thermodynamics and kinetics of nickel oxide catalysis
- > Consequences for operation of molten carbonate fuel cells



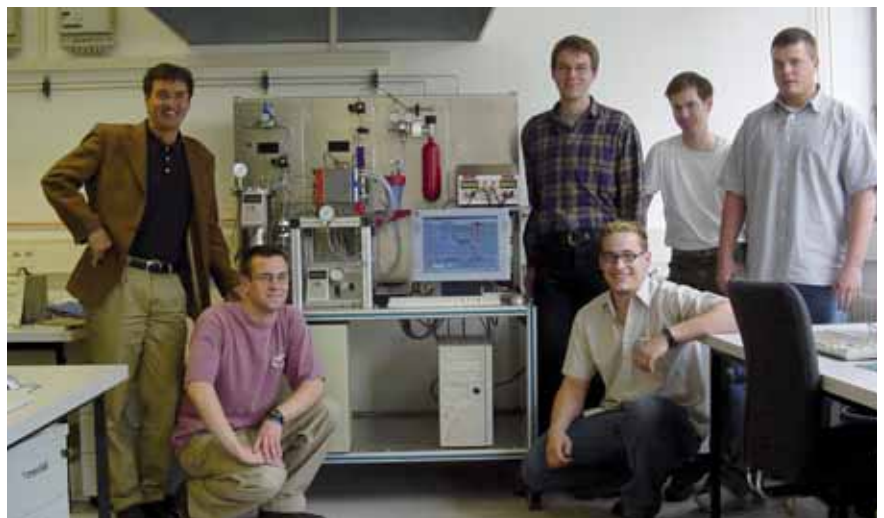
Adresse   Address:	Hochschule Darmstadt Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik Birkenweg 8–10 64295 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-6151-168230
Telefax   Fax:	+49-6151-168930
E-Mail   Email:	info@h-da.de
Internet   Internet:	www.eit.h-da.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	> 500
Gründungsjahr   Foundation:	1969
Kontaktperson   Contact:	Prof. Dr.-Ing. Heinz Schmidt-Walter
Telefon   Phone:	+49-6151-168230
Telefax   Fax:	+49-6151-168930
E-Mail   Email:	schmidt-walter@eit.h-da.de

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Hochschule Darmstadt arbeitet seit vielen Jahren auf dem Gebiet der Brennstoffzellen und Wasserstofftechnik. Es wurden seitdem geförderte Forschungsprojekte in Zusammenarbeit mit der Industrie und ausländischen Hochschulen auf dem Gebiet der alkalischen und Membran-Brennstoffzellen durchgeführt.

Aktuelle Aktivitäten im Bereich Brennstoffzelle sind:

- > Vorlesung „Wasserstofftechnik und Brennstoffzellen“
- > Versuchsstand für PEMFC (P = 500 W, 12 V, 20 Zellen-Stack)
- > Versuchsstand für alkalische Brennstoffzellen
- > Forschungsprojekt „Herstellung von Wasserstoff in kleinen Mengen“
- > Wissenschaftliche Betreuung des hessischen Brennstoffzellenheizgerät-Pilotprojektes



Team des Fachbereichs EIT  
Team of the unit EIT (electrical engineering, information technology)



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The Hochschule Darmstadt works with fuel cells and hydrogen technique since many years. Since then, sponsored research projects have been accomplished in the area of alkaline and membrane fuel cells in close collaboration with foreign institutes and the German industry.

Present activities in the fuel cell sector are:

- > Lecture "Hydrogen technology and fuel cells"
- > Experimental setup for PEMFC (P = 500 W, V = 12 V, 20 cell stack)
- > Experimental setup for alkaline fuel cells
- > Research project "Hydrogen generation and storage"
- > Scientific monitoring of the Hessian SOFC fuel cell project



Hochschule **RheinMain**  
University of Applied Sciences  
Wiesbaden Rüsselsheim Geisenheim

Adresse   Address:	Hochschule RheinMain Fachbereich Ingenieurwissenschaften Am Brückweg 26 65468 Rüsselsheim
Telefon   Phone:	+49-6142-8984512
Telefax   Fax:	+49-6142-8984528
E-Mail   Email:	birgit.scheppat@hs-rm.de
Internet   Internet:	www.wasserstofflabor.de
Kontaktperson   Contact:	Prof. Dr. Birgit Scheppat
Telefon   Phone:	+49-6142-8984512
Telefax   Fax:	+49-6142-8984528
E-Mail   Email:	birgit.scheppat@hs-rm.de

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Hochschule RheinMain mit dem Labor im Bereich Physikalische Technik verfügt über gut ausgebildete Studierende und Mitarbeiter in den Bereichen Wasserstoff und Brennstoffzellen (PEMFC und AFC), die für Diplomarbeiten und Kooperationsprojekte eingesetzt werden können. Die Zusammenarbeit mit industriellen Partnern im Bereich anwendungsnaher Forschung bzw. Entwicklung ist ein Schwerpunkt der Arbeiten an der Hochschule Rhein-Main.



Brennstoffzellen-Stapel  
Fuel cell stack

Das Wasserstofflabor der Hochschule RheinMain konzentriert sich auf zwei Arbeitsschwerpunkte: Die Untersuchung von Brennstoffzellen, respektive Brennstoffzellensystemen und das Thema Wasserstoffherzeugung bzw. -speicherung. Im ersten Arbeitsgebiet wird die gesamte Kette, von einzelnen Brennstoffzellenkomponenten bis zu Stacks, untersucht, mit Schwerpunkt auf Fragen der Zuverlässigkeit, des Alterungsverhaltens und der Bewertung der Stackleistung. Neben einem Leistungsprüfstand, der auch die Möglichkeit der Impedanzspektroskopie bietet, lassen sich Brennstoffzellen/-systeme im Dauerbetrieb testen.

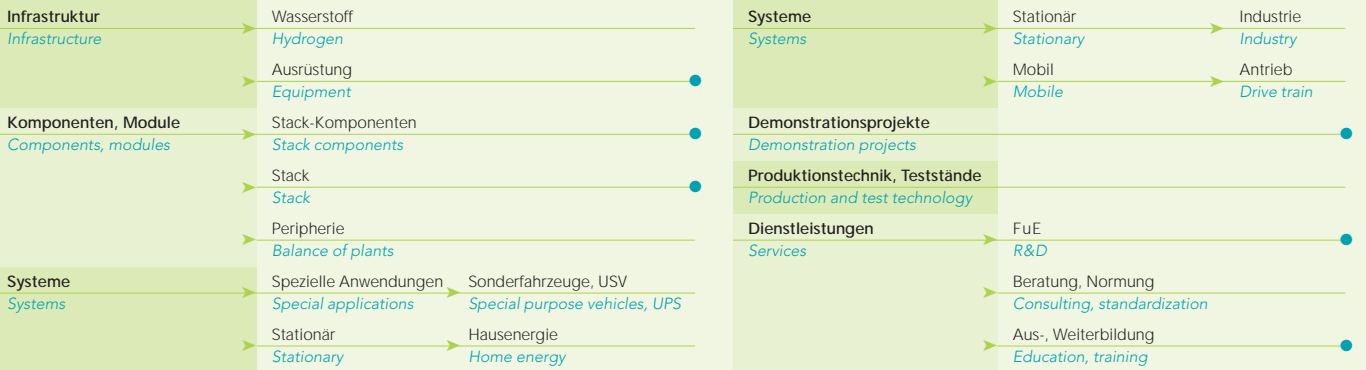
Im zweiten Arbeitsgebiet der Wasserstoffherzeugung und -speicherung ist der thematische Schwerpunkt Wasserstoffspeicherung. Hierzu konnte auch ein AIF-gefördertes Projekt (Hydemon, 2009 bis 2011) mit verschiedenen industriellen Partnern gestartet werden. Das Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung einer thermisch optimierten Tankhülle für spezielle Feststoffspeichermedien inklusive eines integrierten Befüllstandssensors. Ein Prüfstand zum Befüllen und Entleeren von H<sub>2</sub>-Feststoffspeichern oder H<sub>2</sub>-Drucktanks steht zur Verfügung. Darüber hinaus besitzt das Labor verschiedene Elektrolyseure. Einer dieser Elektrolyseure dient als Komponente eines autarken, 1,2 KW photovoltaischen Inselfsystems, das sich durch eine Brennstoffzelle erweitern lässt.

Die Hochschule RheinMain verfügt über gut ausgebildete Studierende und Mitarbeiter in den Bereichen Wasserstoff und Brennstoffzellen (PEMFC und AFC). Durch enge Kooperationen mit hochschulinternen und anderen Institutionen besteht die Möglichkeit, spezifische Fragen aus dem Bereich Brennstoffzellensysteme – insbesondere auch zum Thema Speicherung – zu untersuchen. Die Zusammenarbeit mit industriellen Partnern im Bereich anwendungsnaher Forschung bzw. Entwicklung ist Schwerpunkt der Arbeiten an der Hochschule RheinMain und kann auf Wunsch mit einer Referenzliste belegt werden.



Hy-Fly Hydrogen Flyer  
Hy-Fly Hydrogen Flyer

## Kompetenzen | Competencies



## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

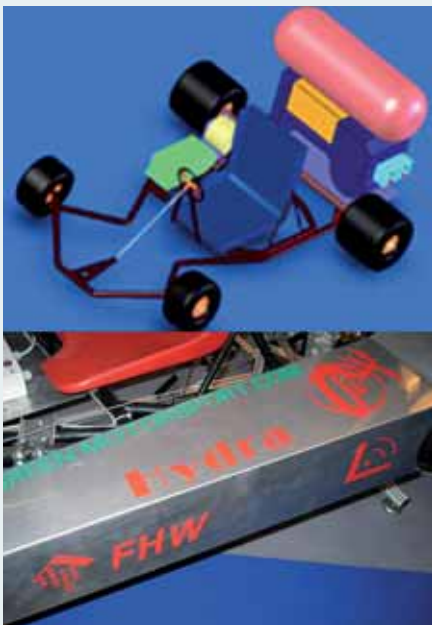
The RheinMain University with its department of Physical Engineering are known for their excellent education of students and experienced members of staff in the areas of hydrogen and fuel cells, whom are able to work in close cooperation with industrial partners or in special science projects (e.g. diploma thesis).

The hydrogen laboratory at the department of Physical Engineering, RheinMain University of Applied Sciences, Campus Rüsselsheim is working on two topics: tests of fuel cells or fuel cell systems and hydrogen generation and storage. It is possible to monitor all items of a fuel cell, starting from a single component to the complete fuel cell stack and the fuel cell system. The major interests are reliability, ageing behavior and degradation mechanisms of the fuel cell stack power. A test bench and an electronic impedance spectroscopy device allow measuring the fuel cell or the fuel cell stack in different load cycles etc. in regard to the application.

The second working field of the laboratory is the generation and the storage of hydrogen. In 2009 a grant from the German government (AIF) allowed to start a project with a couple of industrial partners to find a thermally optimized hydrogen pressure vessel with an integrated level sensor for storage materials as alanates, metal hydrides etc.. A testing bench allows thermal controlled loading/unloading experiments of all hydrogen storage systems, with a main focus on metal hydrides or other solid storage materials.

The hydrogen laboratory has different kinds of electrolyzers at its disposal. One electrolyzer is used as part of an autonomous photovoltaic system, comprising a 1.2 kW solar generator, solar batteries, and a 1 kW fuel cell to allow a small electric island grid.

The RheinMain University is known for its excellent education of students and members of staff in the areas of hydrogen and fuel cells. Due to close cooperation with internal and external partners it is possible to focus on special problems regarding fuel cell systems – especially regarding hydrogen storage systems for small fuel cell systems. The main focus is to work on products with a short time-to-market and to enhance the reliability of fuel cell systems.



Brennstoffzellen-Kart  
*Fuel cell kart*

# HONDA

Adresse   Address:	Honda R&D Europe (Deutschland) GmbH Carl-Legien-Straße 30 63073 Offenbach
Telefon   Phone:	+49-69-890110
Telefax   Fax:	+49-69-89011499
E-Mail   Email:	thomas_brachmann@de.hrdeu.com
Internet   Internet:	www.world.honda.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	> 160000
Gründungsjahr   Foundation:	1984
Kontaktperson   Contact:	Thomas Brachmann
Telefon   Phone:	+49-69-890110
Telefax   Fax:	+49-69-89011499
E-Mail   Email:	thomas_brachmann@de.hrdeu.com

Die Honda R&D Europe (Deutschland) GmbH in Offenbach, Deutschland, wurde 1984 gegründet.

Innerhalb des europäischen Honda-Netzwerkes ist die deutsche Niederlassung auf Fahrzeugkonzepte und Designentwürfe für Automobile und Motorräder spezialisiert, die auf lokale Markterfordernisse zugeschnitten sind.

Zusätzlich wurde im Jahr 2002 die Honda Research Institute Europe GmbH in Offenbach eröffnet; dort wird Grundlagenforschung im Bereich intelligenter Systeme sowie Entwicklungsoptimierung betrieben.

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Als Reaktion auf dringliche Klima- und Umweltprobleme wie globale Erwärmung, Luftverschmutzung und limitierte Ressourcen, arbeitet Honda an alternativen Antriebssystemen, die das Potenzial haben, den klassischen Verbrennungsmotor zu ersetzen. Diese Bemühungen resultierten in der Entwicklung eines sauberen Antriebes, der Wasserstoff als Energieträger nutzt und in Hondas Brennstoffzellenfahrzeugen zum Einsatz kommt.

Im Juni 2008 hat Honda mit der Serienproduktion des Brennstoffzellenfahrzeuges FCX Clarity begonnen. Das Fahrzeug nutzt einen von Honda entwickelten V Flow Brennstoffzellen-Stapel in Verbindung mit einem 171 l fassenden, 350 bar Wasserstofftank, um eine Reichweite von ca. 440 km zu erzielen. Ein elektrischer Motor mit 100 kW und verbesserten Leistungsmerkmalen wurde mit einem Lithium-Ionen Akkupack kombiniert, um nicht nur eine gleichmäßige und kraftvolle Beschleunigung, sondern auch höchste Effizienz zu erreichen.

Hondas Vision des zukünftigen Lebens im eigenen Heim beinhaltet die Idee einer Wasserstoff-Station, die eine Quelle erneuerbarer Energie für Privathaushalte darstellt, ohne CO<sub>2</sub> zu emittieren. Wasserstoff wird mit Hilfe höchst effizienter Solarzellen aus Wasser gewonnen, um in der Folge damit Brennstoffzellenfahrzeuge zu betanken.

Um diese Visionen umsetzen und auch den Wasserstoffbedarf in entlegenen Wohngebieten decken zu können, hat Honda eine Versuchsanlage, die Home Energy Station, entwickelt. Sie erzeugt Wasserstoff aus Erdgas zur Nutzung in Brennstoffzellenfahrzeugen, während sie dem Haus Elektrizität und Warmwasser liefert. Das neueste Home Energy System, die Home Energy Station IV, kann genug Wasserstoff produzieren, um den Tank eines Honda FCX Clarity Brennstoffzellenfahrzeuges in wenigen Minuten zu füllen. Es beinhaltet die folgenden Komponenten und Prozesse:

- > einen Reformer, der aus Erdgas Wasserstoff gewinnt,
- > einen Filter, der den Wasserstoff reinigt,
- > einen Kompressor, der den gewonnenen Wasserstoff komprimiert,
- > eine Brennstoffzelleneinheit, die daraus den Strom und das Warmwasser für den Privathaushalt erzeugt.



Honda V Flow Fuel Cell Stack  
Honda V flow fuel cell stack

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training



Honda FCX Clarity Motorraum  
Honda FCX Clarity engine compartment

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

In response to pressing environmental concerns including global warming, atmospheric pollution and resource depletion, Honda has been working to develop a new powertrain with the potential to replace the internal combustion engine. These efforts have resulted in the creation of an ultraclean powertrain that utilizes hydrogen as an energy source and is used in Honda's fuel cell vehicles.

In June 2008, Honda started mass production of the fuel cell vehicle FCX Clarity. The Clarity utilizes the Honda V Flow Fuel Cell Stack, combined with a 171 l, 350 bar hydrogen fuel tank, to attain a vehicle driving range of approximately 440 km. An electric motor with optimized characteristics and an output of 100 kW has been combined with a Li-Ion battery pack to achieve not only smooth and powerful acceleration but also highest fuel efficiency.

The Honda R&D Europe (Deutschland) GmbH in Offenbach, Germany, has been established in 1984.

In Honda's European R&D network, the German branch focuses on vehicle concepts and design ideas for cars as well as motorcycles, tailored specifically to the local markets.

Additionally, the Honda Research Institute Europe GmbH was founded in Offenbach in 2002; it performs fundamental research in areas such as intelligent systems and evolutionary optimization.

Honda's vision of the future home life incorporates the image of a "home hydrogen stand" that provides a source of renewable energy for private households without any CO<sub>2</sub> emissions. Hydrogen will be produced from water using highly efficient solar panels, and will then be used to power cars. On our way to make the vision come true and in order to meet the hydrogen refuelling requirements of remote living areas, the Home Energy Station has been developed. It generates hydrogen from natural gas for use in fuel cell vehicles while supplying electricity and hot water to the home.

The latest Home Energy Station IV, which produces enough hydrogen to refill the tank of a Honda FCX Clarity, consists of the following major components and processes:

- > a reformer to extract hydrogen from natural gas,
- > a refiner to purify the hydrogen,
- > a compressor for pressurizing the extracted hydrogen,
- > a fuel cell that utilizes the stored hydrogen providing the electric and thermal energy for the household.



Honda FCX Clarity und Wasserstofftankstelle  
Honda FCX Clarity and hydrogen station



Adresse   Address:	Hüttenberger Produktionstechnik Martin GmbH Am Wingert 12 35428 Langgöns
Telefon   Phone:	+49-6403-5012
Telefax   Fax:	+49-6403-74998
E-Mail   Email:	info@huettenberger-produktionstechnik.de
Internet   Internet:	www.huettenberger-produktionstechnik.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	48
Gründungsjahr   Foundation:	1948
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Franz Martin
Telefon   Phone:	+49-6403-778267
Telefax   Fax:	+49-6403-74998
E-Mail   Email:	f.martin@huettenberger-produktionstechnik.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Das 1948 gegründete Unternehmen produziert mit eigenem Werkzeug- und Formenbau komplexe Metall-Kunststoff-Verbundteile in Großserien.

Im Jahr 2003 begann die Firma mit der Entwicklung eines kostengünstigen Herstellungsverfahrens für PEM-Brennstoffzellen-Stacks. Das patentierte Verfahren zur Herstellung von Bipolarplatten in Metall-Kunststoff-Verbundtechnik durch Einsatz von Stanz-Folgwerkzeugen und Kunststoff-Spritzgusswerkzeugen bietet die Möglichkeit einer rationellen Fertigung in einer reproduzierbaren Qualität.

Die HP-Bipolarplatte ist ein Metall-Kunststoff-Hybrid. Durch die hohe Wärme- und Stromleitfähigkeit des verwendeten Metalls ist ein verbesserter Wirkungsgrad gegenüber konventionellen Graphit- und Graphit-Compound-Bipolarplatten erzielbar. Die Stacks sind aufgrund ihres Aufbaus in hohem Maße stoßsicher und können auch bei größeren Leistungen (> 1 kW) luftgekühlt werden.

Die Abbildung zeigt das kompakte Batterie-Ladegerät PP150W mit 150 Watt Dauerladeleistung (3600 Wh/d) mit integriertem Solar-Laderegler (max. 400 W). Die Steuerung kompensiert nicht vorhandene Solarleistung durch die Brennstoffzelle. Hohe Zuverlässigkeit und maximale Sicherheit werden durch eine Einzelzellen-Überwachung inklusive elektronischem Batterie-Tiefentladeschutz garantiert. Das Batterie-Ladegerät PP 150W wird als Stand-alone-Geräte angeboten, d.h. mit der Brennstoffzelle als Stromerzeuger, sowie als Kombinationsgerät, d.h. zur Stromerzeugung mittels Photovoltaik und Brennstoffzelle. Zielmarkt ist die Stromerzeugung in Camping-Fahrzeugen mittels Photovoltaik und Brennstoffzelle.



Batterie-Ladegerät PP150W – Rückseite  
Battery-charger PP150W – backside



Batterie-Ladegerät PP150W – Vorderseite  
Battery-charger PP150W – frontside

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Founded 1948, our company is producing complex metal-plastic-parts in high quantities. The used punching and injection moulding tools are designed and built in our own R&D center.

In 2003 the company started to develop electrode plates for PEM-fuel cells using their patented and production tested process. The production of the electrode plates as a metal-plastic-hybrid provides the possibility for efficient and automated production in reproducibly high quality, using follow-on punching and injection moulding tools.

Due to the technical principle of a hybrid metal-plastic design our electrode plate achieves several advantages against conventional graphite or graphite-compound material:

- > Better conduction of current
- > Better removal of process heat into the cooling surface, which allows air cooled stacks (> 1 kW).
- > The extreme rigid but lightweight construction of the HP-stacks provides a wide range of portable applications.

The picture shows the very compact battery-charger PP150W with 150 W fuel cell charging power (3,600 Wh/d). Additionally, we offer a 400 W solar panel input. Insufficient solar power is automatically compensated by a fuel cell backup to enhance its efficiency. The system will protect the battery against damages caused by undervoltage. Maximum reliability and optimized performance due to our advanced protection system including single cell measurement. The battery charger PP 150W is offered as a stand-alone solution, i.e. with the fuel cell as the sole power generator as well as a combination solution, i.e. power generation by photovoltaics and fuel cell. The target market for the new product is power generation in motor homes by photovoltaics and fuel cell.



Adresse | Address: Hyundai Motor Europe Technical Center GmbH  
Hyundai-Platz  
65428 Rüsselsheim

Telefon | Phone: +49-6142-7899101  
Internet | Internet: [www.hyundai-europe.com](http://www.hyundai-europe.com)  
Anzahl Mitarbeiter | Employees: 140000

Kontaktperson | Contact: Johannes Heichel  
Telefon | Phone: +49-6142-7899922  
E-Mail | Email: [jheichel@hyundai-europe.com](mailto:jheichel@hyundai-europe.com)

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Hyundai Motor Company ist führend in der Entwicklung neuer Technologien. Im September 2005 hat Hyundai in Mabuk, Korea, das Ökotechnologie-Forschungsinstitut eröffnet, mit der Zielsetzung, alle umweltfreundlichen Technologien und alternativen Antriebe bei Hyundai in einem State-of-the-Art-Institut zu entwickeln.

Hyundai ist Teilnehmer an nationalen und internationalen Testprogrammen für Brennstoffzellen. In den USA war Hyundai seit dem Jahr 2000 Mitglied der California Fuel Cell Partnership (CaFCP), einer Zusammenarbeit von 31 Mitgliedern, bestehend aus Kfz-Herstellern, Energieversorgern, Regierungsbehörden und Brennstoffzellenunternehmen, mit dem Ziel, die Markteinführung von wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen-Fahrzeugen voranzubringen.

Hyundai Motor Company (HMC) hat das neue wasserstoffbetriebene, emissionsfreie Konzeptfahrzeug i-Blue Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) auf der 62. IAA in Frankfurt im September 2007 vorgestellt. Das Konzeptfahrzeug wurde in Hyundais Design- und Technikzentrum in Chiba, Japan entwickelt und repräsentiert die Sicht der Designer auf ein künftiges FCEV-Serienmodell. Die Plattform des i-Blue ist so gestaltet, dass der neue Brennstoffzellen-Stack der 3. Generation, der in Hyundais Ökotechnologie-Forschungsinstitut in Mabuk, Korea, entwickelt wurde, integriert werden kann.

„Der i-Blue ist Hyundais erstes Fahrzeugmodell, das speziell für die Integration der Brennstoffzelle entwickelt wurde, was einen großen Schritt für unser FuE-Programm bedeutet,“ sagte Dr. Hyun-Soon Lee, Präsident der FuE-Organisation. „Unser Engineering-Team hat ein kompaktes Brennstoffzellen-Fahrzeug entwickelt, das alle Anforderungen erfüllt, wie sie an ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor bezüglich Sicherheit, Komfort und Reichweite gestellt werden.“



Brennstoffzellen-Show-Auto  
Fuel cell show car



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training



Brennstoffzellen-Show-Auto  
Fuel cell show car

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Hyundai Motor Company's (HMC) new hydrogen-powered, zero-emission concept, the i-Blue Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV), made its world debut at the 62<sup>nd</sup> International Motor Show in Frankfurt, Germany in 2007. Developed at Hyundai's Design and Technical Center in Chiba, Japan, the i-Blue concept is the designers' view of a future FCEV production model. The all-new i-Blue platform is tailored to incorporate Hyundai's third-generation fuel cell technology, currently being developed at Hyundai's Eco-Technology Research Institute in Mabuk, Korea.

Hyundai Motor Company is at the forefront of advanced technology research. In September 2005, Hyundai celebrated the grand opening of its Eco-Technology Research Institute in Mabuk, Korea, which houses all R&D on environmentally friendly technologies, concentrating Hyundai's efforts to develop alternative powertrains in one state-of-the-art facility. HMC is participating in fuel cell verification programs domestically and internationally. In the USA, Hyundai has been a member of the California Fuel Cell Partnership (CaFCP) since 2000. The CaFCP is a collaboration of 31 member organizations, including auto manufacturers, energy providers, government agencies and fuel cell technology companies, that work together to promote the commercialization of hydrogen fuel cell vehicles.

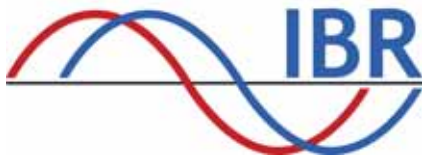
"The i-Blue is Hyundai's first-ever model designed from the ground up to incorporate fuel cell technology, marking a tremendous leap forward for our R&D program," said Dr. Hyun-Soon Lee, President of Research and Development. "Our engineering team has successfully designed a more compact fuel cell vehicle, while still realizing the safety, comfort, convenience and driving range of a tradition internal combustion engine vehicle."



Spezielle Brennstoffzellen-Wasserstoff-Plattform mit neuen Designoptionen  
Specific fuel cell hydrogen platform with new design options

# IBR Ingenieurbüro Redlich und Partner GmbH

## Beratende Ingenieure für Elektrotechnik



Adresse   Address:	IBR Ingenieurbüro Redlich und Partner GmbH Beratende Ingenieure für Elektrotechnik Rheingauer Straße 9 65388 Schlangenbad
Telefon   Phone:	+49-6129-50630
Telefax   Fax:	+49-6129-506330
E-Mail   Email:	info@ib-redlich.de
Internet   Internet:	www.ib-redlich.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	23
Gründungsjahr   Foundation:	1966
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Frank Illing
Telefon   Phone:	+49-6129-506318
Telefax   Fax:	+49-6129-506330
E-Mail   Email:	illing@ib-redlich.de

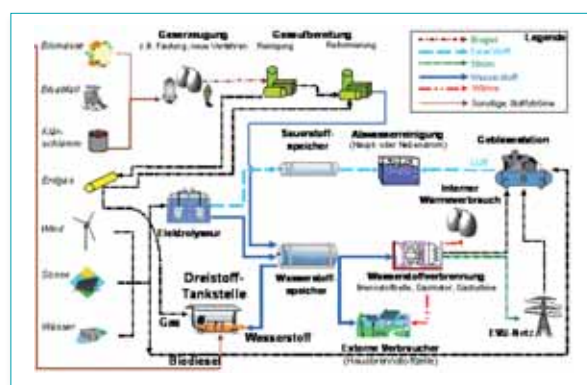
### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Seit 1996 erbringt das IBR Ingenieurbüro Redlich und Partner GmbH als führendes Ingenieurunternehmen neben der klassischen Ingenieurstätigkeit komplette und umfassende Beratung, Planung sowie Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen dezentraler Energieversorgungssysteme mit nachhaltigen Energieträgern.

Das IBR Ingenieurbüro Redlich und Partner GmbH bietet insbesondere in folgenden Bereichen national und international hochwertige Ingenieurdienstleistungen:

- > **Wasserstofferzeugung, Wasserstoffspeicherung, Wasserstoffverteilung:**  
Wasserstofferzeugung mittels Elektrolyse,  
Wasserstofferzeugung mittels Aufbereitung aus Erdgas,  
Wasserstoffspeicherung und Wasserstoffverteilung, Wasserstofftankstellen
- > **Wasserstoff aus Biogas/Faulgas:**  
Das auf Basis von Faulprozessen von Biomasse, Bioabfällen oder Klärschlamm erzeugte Bio- oder Faulgas wird durch geeignete Reinigung und Aufbereitung zu hochreinem Wasserstoff verarbeitet.
- > **Integration der elektrolytischen Wasserstoffproduktion in Abwasserreinigungsanlagen:**  
Die Integration des bei der Elektrolyse anfallenden Sauerstoffs wird in den Abwasserreinigungsprozess integriert und gewährleistet neben verfahrenstechnischen Optimierungen die Reduzierung der Energiekosten bei Kläranlagen um bis zu 60%.

Im Rahmen international anerkannter Forschungs- und Entwicklungsvorhaben einschließlich großtechnischer Versuchsanlagen hat sich das IBR Ingenieurbüro Redlich und Partner GmbH in den letzten 10 Jahren umfassende Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich der Projektentwicklung, Genehmigungsverfahren, Entwurfs- und Ausführungsplanungen, Realisierung und Projektsteuerung von wasserstoffbasierten Energiesystemen angeeignet.



Prinzipschema Wasserstofferzeugung auf Basis regenerativer Quellen  
Principle of hydrogen generation based on regenerative sources

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Since 1996 the IBR engineering consultant Redlich and Partner GmbH provides as a prominent engineering company apart from the classical engineer activity complete and comprehensive consultation, planning as well as research and development of decentralized power supply systems with sustainable energy resources.

The IBR engineering consultant Redlich and Partner GmbH offers in particular within the following ranges national and internationally high quality engineer services:

- > **Hydrogen production, hydrogen storage, hydrogen distribution:**  
Hydrogen production by means of electrolysis, hydrogen production by means of transforming natural gas, hydrogen storage and hydrogen distribution, hydrogen gas stations.
- > **Hydrogen processed by fermentation gas/digester gas:**  
The bio or digester gas produced on basis of a putrid process of biomass, bio wastes or sewage sludge by suitable cleaning and dressing to highly pure hydrogen.
- > **Integration of electrolytic hydrogen production in waste water treatment units:**  
The integration of the oxygen resulting with the electrolysis is integrated into the waste water purification process and ensured apart from process engineering optimizations the reduction of the energy costs on purification plants up to 60%.

In the context of internationally recognized research and development projects including industrial test ranges the IBR engineering consultant Redlich and Partner GmbH has acquired in-depth knowledge and abilities within the scope of project development, licensing procedures, draft and execution plans, realization and steering of the project of hydrogen-based energy systems.



Adresse   Address:	IKS Photovoltaik GmbH An der Kurhessenhalle 16 B 34134 Kassel
Telefon   Phone:	+49-561-9538050
Telefax   Fax:	+49-561-9538051
E-Mail   Email:	info@iks-photovoltaik.de
Internet   Internet:	www.iks-photovoltaik.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	8
Gründungsjahr   Foundation:	1998
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Holger Kunsch
Telefon   Phone:	+49-561-9538050
Telefax   Fax:	+49-561-9538051
E-Mail   Email:	info@iks-photovoltaik.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Firma IKS Photovoltaik ist ein international tätiges Unternehmen im Bereich der Erneuerbaren Energien. Spezialisiert hat sie sich auf die Entwicklung, Herstellung und den Vertrieb von

- > Lehr- und Demonstrationssystemen: z.B. für Wasserstoff-/Brennstoffzellentechnik, PV – Photovoltaik, Windenergie und Energieeffizienz, die weltweit in Schulen, Fachhochschulen, Universitäten sowie in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zum Einsatz kommen sowie
- > Mess- und Prüftechnik: z.B. Solarstrahlungssensoren, die schnell und zuverlässig Auskunft über den solaren Energiegewinn einer Photovoltaikanlage liefern und
- > PV-Anzeigesysteme mit hohem Aufmerksamkeitswert sowie Messgeräte-koffer mit innovativen Produkten zum Thema Energieeffizienz für Energieberatung, Fachhandwerk etc.



Das System ermöglicht alle Grundlagenversuche zum Thema Wasserstoff-/Brennstoffzellentechnologie  
The system enables all basic tests regarding hydrogen and fuel cell technology

Der „H<sub>2</sub>-Trainer junior“ ist ein Experimentiersystem mit Komponenten zum Thema „Wasserstoff als Energieträger“, das weltweit an Schulen, Fachhochschulen, Universitäten sowie in der beruflichen Aus- und Weiterbildung eingesetzt wird. Das System enthält komplett alle Geräte und Zubehörteile für die Durchführung von Experimenten zur elektrolytischen Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser sowie zur Energiegewinnung mittels PEM-Brennstoffzelle.

Weiterhin eignen sich die Geräte des Koffers auch für Demonstrationsmodelle, mit denen anschaulich die Arbeitsweise von Elektrolyseur und Brennstoffzelle vermittelt werden kann.

Die Materialien sind übersichtlich in einem speziellen Koffer untergebracht und stets vollständig zur Hand. Die Experimente lassen sich schnell auf- und abbauen. Die Schüler können anhand der leicht verständlichen Versuchsanleitung eigenständig an die Technik herangeführt werden. Für die Lehrkraft stehen Unterrichts Anregungen, weitere Hintergrundinformationen und die Experimentierlösungen zur Verfügung.

Mit dem Lieferumfang sind folgende Experimente möglich:

- > Messung des Volumenverhältnisses der erzeugten Gase
- > Messung der produzierten Gasmengen pro Zeiteinheit in Abhängigkeit von der Stromstärke
- > Bestimmung Energie- und Faraday-Wirkungsgrad des Elektrolyseurs
- > Bestimmung der U/I-Kennlinie des Elektrolyseurs
- > Bestimmung von Energie- und Faraday-Wirkungsgrad der Brennstoffzelle
- > Bestimmung der U/I-Kennlinie der Brennstoffzelle
- > Aufbau eines Inselnetzes
  
- > In Kombination mit dem „Solartrainer junior“:  
Betrieb des Elektrolyseurs mit Solarzellen zur Gewinnung von Wasserstoff für Brennstoffzellen
  
- > In Kombination mit dem „Windtrainer junior“:  
Betrieb des Elektrolyseurs mit einem Windenergiekonverter zur Gewinnung von Wasserstoff für Brennstoffzellen
  
- > In Kombination mit dem „Solartrainer junior“ und dem „Windtrainer junior“:  
Betrieb des Elektrolyseurs mit Solarzellen und einem Windenergiekonverter als Hybrid-System

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS



Das Experimentier- und Demonstrationssystem „H<sub>2</sub>-Trainer junior“ der Firma IKS Photovoltaik  
The experimental and demonstration system “H<sub>2</sub>-Trainer junior” from IKS Photovoltaik

IKS Photovoltaik is an international company in the field of renewable energies. The company has specialised on the development, production and the distribution of

- > teaching and demonstration systems, e.g. for hydrogen/fuel cell technology, PV – photovoltaics, wind energy and energy efficiency, which are used worldwide in schools, advanced technical colleges, universities as well as in vocational training and further education as well as
- > measuring technology and test technology, e.g. solar radiation sensors which deliver fast and reliably information about the solar energy profit of PV-plants and
- > PV-displays with high attention value as well as measuring instrument suitcase with innovative products for energy save efficiency.

The “H<sub>2</sub>-Trainer junior” is a hydrogen-fuel cell experimental kit for schools and universities as well as for vocational and advanced training. The available experimental materials allow the carrying out of all basic experiments in the field of hydrogen and fuel cell technology. The materials are arranged clearly and optically attractive in a specific red suitcase. Everything is always completely at hand, extra material is not necessary. The experiments can be built up and removed fast. The students are able to carry out the experiments by themselves with the help of the easily understandable experimentation instruction. For the teachers detailed information are available for exercises and experiments.

With the set of equipment supplied, the following experiments are possible:

- > Measuring of the volume ratio of the generated gases
- > Measuring of the generated volumes of the gases per unit of time depending on current
- > Determination of the power efficiency and the Faraday efficiency of the electrolyser
- > Determination of the U/I-characteristic of the electrolyser
- > Determination of the power efficiency and the Faraday efficiency of the fuel cell
- > Determination of the U/I-characteristics of the fuel cell
- > Building up a stand-alone operation net
- > **In combination with the “Solartrainer junior”:**  
Operation of the electrolyser with solar cells for hydrogen production for fuel cells
- > **In combination with the “Windtrainer junior”:**  
Operation of the electrolyser with wind energy for hydrogen production for fuel cells
- > **In combination with the “Solartrainer junior” and the “Windtrainer junior”:**  
Operation of the electrolyser with solar cells and wind energy as a hybrid system



Adresse   Address:	Infraserv GmbH & Co. Höchst KG Brüningstraße 50, Industriepark Höchst, Gebäude C 526 65926 Frankfurt am Main
Telefon   Phone:	+49-69-3056767
Telefax   Fax:	+49-69-305986767
E-Mail   Email:	kundenservice@infraserv.com
Internet   Internet:	www.infraserv.com; www.zeroregio.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	1900
Gründungsjahr   Foundation:	1997
Kontaktperson   Contact:	Dr. Heinrich Lienkamp
Telefon   Phone:	+49-305 7571
Telefax   Fax:	+49-305 20646
E-Mail   Email:	Heinrich.Lienkamp@infraserv.com



Industriepark Höchst  
Industrial Park Höchst

Infraserv Höchst mit Sitz in Frankfurt am Main betreibt anspruchsvolle technische Infrastrukturen für Chemie, Pharma und verwandte Prozessindustrien und ist Betreiber des Industrieparks Höchst. Infraserv Höchst versorgt Unternehmen mit Energien und Medien, übernimmt Entsorgungsleistungen und stellt Flächen sowie Infrastrukturen zur Verfügung. Von Umwelt-, Schutz- und Sicherheitsleistungen über Angebote aus dem Gesundheitsbereich bis hin zu Kommunikations- und IT-Services reicht das Leistungsspektrum. Als hundertprozentige Tochtergesellschaften gehören Infraserv Logistics, Provalids Partner für Bildung und Beratung und der Technikumsdienstleister Technion zur Infraserv-Höchst-Gruppe. Die Infraserv GmbH & Co. Höchst KG beschäftigt rund 1.900 Mitarbeiter und 128 Auszubildende. Zur Infraserv-Höchst-Gruppe gehören rund 2.700 Mitarbeiter und 159 Auszubildende (2008). Infraserv Höchst erzielte inklusive der Tochtergesellschaften im Jahr 2008 mehr als eine Milliarde EUR Umsatz.

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Jedes Jahr werden über 30 Mio. Nm<sup>3</sup> Wasserstoff als Nebenprodukt einer Chemieanlage im Industriepark Höchst erzeugt. Dies versetzt den Standortbetreiber Infraserv Höchst in die Lage, sich aktiv in der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie zu betätigen.

In den Jahren 2001 bis 2006 hat Infraserv Höchst eine Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC) betrieben, die 200 kW Strom und 220 kW Wärme produzierte. Für die Belieferung von Kunden außerhalb des Industrieparks Höchst wurde eine Wasserstoff-Trailer-Abfüllung mit einer Kompressionsanlage in Betrieb genommen. Der Wasserstoff wird dort mit einem neuartigen Kompressor, der mit ionischer Flüssigkeit arbeitet, auf bis zu 1000 bar verdichtet.

Im Rahmen des EU-Projektes „Zero Regio“ unter der Führung und Koordination der Infraserv Höchst, wird der Wasserstoff über eine 1,7 km lange Pipeline mit einem Druck von 1.000 bar vom Wasserstoffzentrum zur Tankstelle transportiert. Die von AGIP gebaute und betriebene öffentliche Tankstelle befindet sich am Tor Süd des Industrieparks Höchst. Die Station verfügt über drei Zapfsäulen: je eine für Wasserstoff bei 350 bar, 700 bar und flüssigen Wasserstoff. Flüssiger Wasserstoff wird über LKW zur Tankstelle befördert. Die zugehörige Fahrzeugflotte bestehend aus fünf Brennstoffzellen-Fahrzeugen (Daimler A-Klasse F-Cell) wird durch Fraport und Infraserv Höchst auf ihre Alltagstauglichkeit getestet.

Basierend auf den Erfahrungen mit dem Zero Regio-Projekt plant Infraserv Höchst die Entwicklung größerer Projekte im Bereich der stationären und mobilen Anwendung der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie.



Wasserstoff-Pipeline  
Hydrogen pipeline



Wasserstoff-Tankstelle  
Hydrogen fueling station

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack
- Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications
- Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

- Stationär  
Stationary
- Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Infraserv Höchst operates advanced technical infrastructure for the chemical, pharmaceutical and related process industries. It is the Frankfurt-based operator of the industrial park Höchst.

Infraserv GmbH & Höchst KG supplies companies with energies and media, provides waste disposal, business space and infrastructure. Its service portfolio ranges from environmental, security and safety services all the way to health products, communication and IT. It also offers logistics services as well as training and continuing education. The wholly owned subsidiaries of the Infraserv Höchst Group include Infraserv Logistics, Provalids and Technion.

Infraserv GmbH & Co. Höchst KG has 1,900 employees and 128 trainees. The Infraserv Höchst Group has 2,700 employees and 159 trainees (2008). In 2008, Infraserv Höchst and its subsidiaries generated more than one billion EUR in revenues.

More than 30 mill. Nm<sup>3</sup>/y hydrogen is available as a by-product from a chemical plant at the industrial park Höchst. This gives an ideal opportunity to Infraserv Höchst, operator of the industrial park to be active in hydrogen and fuel-cell technology.

In the years 2001–2006 Infraserv Höchst has operated a Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC) plant, which has provided 200 kW power and 220 kW of heat. Trailer filling stations along with a compressor station with different compressors including an ionic liquid compressor up to 1000 bar are operated at the hydrogen centre of Infraserv Höchst.

Within the EU project "Zero Regio" coordinated and lead by Infraserv Höchst, hydrogen is transported in a 1000 bar 1.7 km long pipeline from the hydrogen centre to the public service station built by Agip situated at the south gate outside of the industrial park. Three hydrogen refuelling dispensers are in operation at the station: one dispenser each for hydrogen at 350 bar and 700 bar and one for liquid hydrogen. Liquid hydrogen is truck transported to the station. A dedicated fleet with 5 fuel cell vehicles (Daimler A-class F-Cell) are demonstrated in real life applications by Fraport and Infraserv Höchst.

Based on the experience gained within Zero Regio, Infraserv plans to develop larger projects in the field of stationary and mobile applications of hydrogen and fuel cell technology.

### Hydrogen Infrastructure at Infraserv Höchst:

- > Storage capacity
  - 10000 m<sup>3</sup> at 1.07 bar
  - 25 m<sup>3</sup> at 225 bar
  - 2.4 m<sup>3</sup> at 300 bar
- > 1.7 km pipeline at 1000 bar
- > Ionic Liquid Compressor 1000 bar, 1.335 kg/min
- > Piston compressors 7 bar and 250 bar
- > Refuelling dispenser at 350 bar
- > Refuelling dispenser at 700 bar (Release A standard)
- > Refuelling dispenser for LH<sub>2</sub>
- > Trailer filling station 250 bar
- > Hydrogen Networks at 1.2, 7 and 226 bar
- > PAFC Plant 220 kW heat, 200 kW power



Brennstoffzellen-Heizkraftwerk  
Fuel cell power station



Adresse   Address:	Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG Eibacher Weg 3-5 35683 Dillenburg
Telefon   Phone:	+49-2771-9340
Telefax   Fax:	+49-2771-23030
E-Mail   Email:	info@isabellenhuette.de
Internet   Internet:	www.isabellenhuette.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	500
Gründungsjahr   Foundation:	1728
Kontaktperson   Contact:	Jens Hartmann
Telefon   Phone:	+49-2771-943250
Telefax   Fax:	+49-2771-23030
E-Mail   Email:	jens.hartmann@isabellenhuette.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Isabellenhütte ist ein traditionsreiches, metallverarbeitendes Unternehmen, das sich auf die Herstellung und Weiterverarbeitung von Cu-Ni-Legierungen, insbesondere auf Thermo-, Heiz- und Widerstandslegierungen, spezialisiert hat.

Seit über einem Jahrzehnt werden auch Präzisionsmeßwiderstände bei der Isabellenhütte gefertigt.

Seit kurzem entwickelt die Isabellenhütte auch Strommeßmodule auf Basis ihrer Shunts und des selbst entwickelten ASICS. Diese Strommeßmodule sind hervorragend geeignet, Lade- und Entladeströme von Batterien zu messen.

Die Isabellenhütte entwickelt, fertigt und vermarktet Strommeßmodule für Brennstoffzellen, d.h. für Zellen und Teststände, sowie für Batterien. Die Strommeßmodule ermöglichen die genaue Messung und Aufzeichnung von Strom und Spannung.

Dabei sind Anpassungen an den Bauraum des Anwenders und die elektrischen Randbedingungen leicht möglich. Über Software lassen sich viele Parameter einstellen (z.B. die Meßfrequenz). Als mögliche Schnittstellen an ein übergeordnetes System stehen SPI, RS232 und CAN zur Verfügung, wobei das Protokoll vom Kunden vorgegeben werden kann.



Strommeßmodul IHC  
Galvanometer IHC



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The Isabellenhütte is a traditional, metal-processing company that specializes in the manufacturing and processing of Cu-Ni alloys, in particular thermal, heating, and resistance alloys.

For over a decade the Isabellenhütte also manufactures high-precision resistors.

Since recently, the Isabellenhütte develops galvanometer modules on the basis of their shunts and their self-developed ASICs. These galvanometer modules are ideally suited for measuring charge and discharge currents of batteries.

Isabellenhütte is developing, manufacturing and marketing current measurement devices for fuel cells, i.e. for cells and test technology as well as for batteries. The current measurement devices enable precise measurement and documentation of current and voltage.

Adaptations to the space available of the user and the electrical boundary conditions can be easily made. Many parameters like measuring frequency can be adjusted by software. As possible interfaces for a superior system, SPI, RS232 and CAN are available, although the protocol can be specified by the customer.



Strommeßmodul IVT  
Galvanometer IVT

## Justus-Liebig-Universität Gießen Physikalisch-Chemisches Institut, Fachbereich 08 (Biologie und Chemie)



Adresse   Address:	Justus-Liebig-Universität Gießen Physikalisch-Chemisches Institut, Fachbereich 08 (Biologie und Chemie) Heinrich-Buff-Ring 58 35392 Gießen
Telefon   Phone:	+49-641-9934501
Telefax   Fax:	+49-641-9934509
E-Mail   Email:	Lisa.Hederich@phys.chemie.uni-giessen.de
Internet   Internet:	<a href="http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb08/chemie">www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb08/chemie</a>
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	20
Gründungsjahr   Foundation:	1999
Kontaktperson   Contact:	Prof. Dr. Jürgen Janek
Telefon   Phone:	+49-641-9934501
Telefax   Fax:	+49-641-9934509
E-Mail   Email:	<a href="mailto:juergen.janek@phys.chemie.uni-giessen.de">juergen.janek@phys.chemie.uni-giessen.de</a>

Die Arbeiten in der AG Janek bewegen sich auf dem Gebiet der Physikalischen Chemie fester Stoffe, mit einem besonderen Interesse an Materialien für elektrochemische Energietechnologien und deren Reaktionen bzw. Langzeitstabilität. Aufgrund der stetig wachsenden Bedeutung elektrochemischer Formen der Energiewandlung und -speicherung hat sich dieser Bereich in den letzten Jahren stark verbreitert und führt zunehmend zu anwendungsnahen Projekten (z. B. Projekt mit BASF SE oder Lithium-Verbund mit Evonik/Degussa AG). Wir untersuchen vornehmlich anorganische Funktionsmaterialien, wobei neben der gezielten Präparation mit physikalisch-chemischen Methoden die Materialoptimierung, die Untersuchung der Funktionsmechanismen, besonders aber auch der Langzeitstabilität im Vordergrund stehen.

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
*Infrastructure*

- Wasserstoff  
*Hydrogen*
- Ausrüstung  
*Equipment*

**Komponenten, Module**  
*Components, modules*

- Stack-Komponenten  
*Stack components*
- Stack  
*Stack*
- Peripherie  
*Balance of plants*

**Systeme**  
*Systems*

- Spezielle Anwendungen  
*Special applications* → Sonderfahrzeuge, USV  
*Special purpose vehicles, UPS*
- Stationär  
*Stationary* → Hausenergie  
*Home energy*

**Systeme**  
*Systems*

- Stationär  
*Stationary* → Industrie  
*Industry*
- Mobil  
*Mobile* → Antrieb  
*Drive train*

**Demonstrationsprojekte**  
*Demonstration projects*

**Produktionstechnik, Teststände**  
*Production and test technology*

**Dienstleistungen**  
*Services*

- FuE  
*R&D*
- Beratung, Normung  
*Consulting, standardization*
- Aus-, Weiterbildung  
*Education, training*

Our research is focused on physical chemistry of solids in general, with a strong interest in materials for electrochemical energy technologies, their reactions and long term stability. Driven by the increasing importance of electrochemical energy transformation and storage this topic has expanded in our group during the last years. Still our primary concern is fundamental science, but recently we also started applied research (e. g. projects with BASF SE or with Evonik/Degussa AG). We concentrate on inorganic functional materials, their controlled synthesis by physicochemical methods (e. g. pulsed laser deposition), their modification by doping or surface design, the understanding of their properties on the basis of structure and defects and their stability.



Linde Wasserstoff-Zentrum, Unterschleißheim, Deutschland  
*Linde Hydrogen Center, Unterschleißheim, Germany*

The Linde Group ist ein weltweit führendes Gase- und Engineeringunternehmen, das mit mehr als 50.000 Mitarbeitern in etwa 100 Ländern vertreten ist und im Geschäftsjahr 2007 einen Umsatz von 12,3 Mrd. EUR erzielt hat. Die Strategie der Linde Group ist auf ertragsorientiertes und nachhaltiges Wachstum ausgerichtet. Der gezielte Ausbau des internationalen Geschäfts mit zukunftsweisenden Produkten und Dienstleistungen steht dabei im Mittelpunkt. Linde handelt verantwortlich gegenüber Aktionären, Geschäftspartnern, Mitarbeitern, der Gesellschaft und der Umwelt – weltweit, in jedem Geschäftsbereich, jeder Region und an jedem Standort. Linde entwickelt Technologien und Produkte, die Kundennutzen mit einem Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung verbinden.

Adresse   Address:	Linde AG Klosterhofstraße 1 80331 München	Linde Gas Deutschland Kostheimer Landstraße 25 55246 Mainz-Kostheim
Telefon   Phone:	+49-89-357571321	
Telefax   Fax:	+49-89-357571398	
E-Mail   Email:	info@linde.com	
Internet   Internet:	www.linde.com	
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	50485	
Gründungsjahr   Foundation:	1879	
Kontaktperson   Contact:	Henning Tomforde	Florian Knab
Telefon   Phone:	+49-89-74462326	+49-6134-20843
Telefax   Fax:	+49-89-74462371	+49-6134-20829
E-Mail   Email:	Henning.Tomforde@linde-gas.com	florian.knab@linde-gas.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Als führender Anbieter von technischen Gasen und Wasserstoffanlagen nimmt Linde weltweit eine Spitzenposition ein, wenn es darum geht, den Energieträger Wasserstoff in konkreten Anwendungen nutzbar zu machen. In enger Kooperation mit Automobilherstellern, Mineralöl- und Energieversorgungsunternehmen entwickelt der Konzern die Wasserstofftechnologie konsequent weiter und versteht sich damit als Wegbereiter für Wasserstoff als Energieträger.

Schon heute beherrscht Linde die gesamte Technologie für eine funktionierende Wasserstoff- Wertschöpfungskette – von der Herstellung, über die Distribution bis zur Anwendung. Ergebnis dieser Arbeit sind unter anderem innovative Produktionsmethoden sowie anwenderfreundliche Infrastrukturlösungen. Diese Entwicklungen sind ein notwendiger und wichtiger Schritt für eine breite Kommerzialisierung von Wasserstofftechnologien.

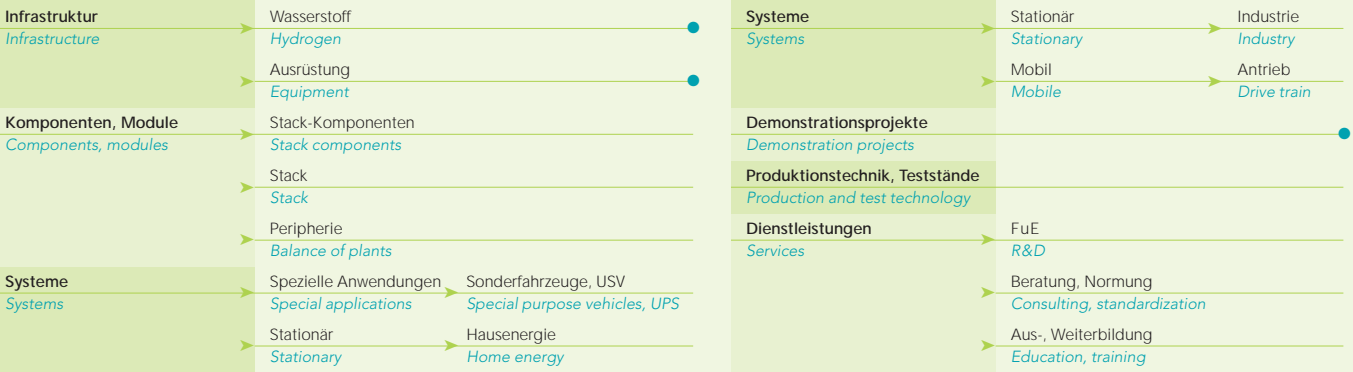
Betankungstechnologien für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge sind hier ganz besonders im Fokus: Linde konnte dank neuer Verdichtertechnologien und optimierter Betankungsabläufe bereits heute die Betankungszeit wasserstoffbetriebener Fahrzeuge – ganz gleich, ob flüssig oder 700 bar gasförmig – auf drei Minuten begrenzen. Nicht nur aus diesem Grund setzt schon heute ein Drittel der weltweit betriebenen Wasserstoff-Tankstellen auf Technologie von Linde.

Darüber hinaus stellt Linde aber auch im Rahmen zahlreicher nationaler und internationaler Partnerschaften – etwa bei der Clean Energy Partnership (CEP), dem EU-geförderten Projekt Clean Urban Transport for Europe (CUTE) oder Zero Regio – immer wieder seine Wasserstoff-Kompetenz unter Beweis.



Betankung eines Wagens mit flüssigem Wasserstoff  
*Refuelling of a car with liquid hydrogen*

Kompetenzen | Competencies



DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The Linde Group is a world leading gases and engineering company with more than 50,000 employees working in around 100 countries worldwide. In the 2007 financial year, it achieved sales of 12.3 bill. Euro. The strategy of The Linde Group is geared towards sustainable earnings-based growth and focuses on the expansion of its international business with forward-looking products and services. Linde acts responsibly towards its shareholders, business partners, employees, society and the environment – in every one of its business areas, regions and locations across the globe. Linde is committed to technologies and products that unite the goals of customer value and sustainable development.

As a leading global supplier of industrial gases and hydrogen plants, Linde will be in a prime position when it comes to harnessing the fuel hydrogen in specific applications. In close collaboration with car manufacturers and oil and energy supply companies, the group has developed the hydrogen technology further and sees itself as the fore-runner of hydrogen energy.

Already today Linde has at its fingertips all the technology required for a functioning hydrogen value chain, from hydrogen production and distribution to hydrogen applications. As a result of this work innovative production methods and consumer friendly infrastructure solutions are developed. Amongst others these developments are a prerequisite for a broader commercialization of hydrogen technologies.

Especially refuelling technologies for hydrogen powered vehicles are in the spotlight: Thanks to our new compression technologies and improved refuelling procedures refuelling the tanks of vehicles now takes less than three minutes, whether the hydrogen is in liquid or gaseous form. Not only for that reason, a third of the hydrogen filling stations in the world are currently using Linde technology.

Moreover, Linde has also demonstrated its competence in the hydrogen field in numerous national and international partnerships, such as the Clean Energy Partnership (CEP), the EU-funded Clean Urban Transport for Europe (CUTE) project and Zero Regio.



Wasserstofftanks  
*Hydrogen storage tanks*



Adresse   Address:	MAGNUM Fuel Cell AG Bunsenstraße 22 64293 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-6151-802500
Telefax   Fax:	+49-6151-802600
E-Mail   Email:	info@magnum.de
Internet   Internet:	www.magnum.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	20
Gründungsjahr   Foundation:	2005
Kontaktperson   Contact:	Dr.-Ing. Norbert Berg
Telefon   Phone:	+49-6151-802520
Telefax   Fax:	+49-6151-802600
E-Mail   Email:	norbert.berg@magnum.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

MAGNUM entwickelt und liefert kundenspezifische Automatisierungslösungen u. a. für die Automobilindustrie, verarbeitende Industrie und für die Medizintechnik.

Die Komponentenprüfstände werden mit unserer modularen Software (MILAN®) automatisiert und verfügen über Schnittstellen zu allen relevanten Rechnerarchitekturen. Dadurch wird eine einfache Implementierung von automatisierten Testabläufen, modell-basierten Diagnoseverfahren und Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulationen in unsere Prüfstände erreicht. MAGNUM hat viele Jahre Erfahrung mit Testständen für Dauerversuche von Komponenten, z. B. verschiedenste Arten von Sensoren, Systemen und in der Materialprüfung. Der hohe Automatisierungsgrad ermöglicht auch den Einsatz in Prüf- und Testabläufen der Qualitätssicherung.



FC Mini - Portabler Prüfstand  
FC Mini - portable test bench

MAGNUM produziert für alle Brennstoffzellen-Typen (AFC, DMFC, PEMFC, HT-PEMFC, MCFC und SOFC) Prüfstände mit automatisierter Versuchsdurchführung. Diese Test- und Prüfstände werden in vier verschiedenen Leistungsklassen für Brennstoffzellenkomponenten, Stacks und komplette Systeme angeboten.

Der modulare Aufbau ermöglicht die einfache Erweiterung von Prüfständen. MAGNUM realisiert kleine Leistungen unter 100 W (FC Micro) über 600 W (FC Mini) bis hin zu großen Leistungen von über 50 kW (FC Maxi). Die Teststände basieren auf der Automatisierungssoftware MILAN®, die eine komplexe Ablaufsteuerung gestattet sowie die Möglichkeit für Dauertests bietet.

Durch die optionale Hardware-in-the-Loop (HIL)-Schnittstelle können Prüfstände in eine Echtzeit-Simulationsumgebung eingebunden werden und ermöglichen damit Systemuntersuchungen, ohne dass die komplette Hardware vorhanden sein muss. Der Aufwand und die Kosten werden dadurch stark reduziert, und der Einfluss von einzelnen Modellparametern auf das Gesamtsystem kann genauer ermittelt werden.

Ein speziell entwickeltes Befeuchtungssystem mit integrierter Feuchtemessung ermöglicht einen besseren dynamischen Betrieb des Prüfstandes und ist auch für kleine Gasdurchflüsse geeignet. Der modulare Aufbau der Prüfstände erlaubt eine einfache Anpassung an verschiedene Messaufgaben. Unsere kleinen Prüfstände (FC Micro und Mini) sind portabel und dadurch flexibel einsetzbar.

Seit 2009 bietet MAGNUM mit seinem neu eröffneten Brennstoffzellen-Technikum Dienstleistungen für Brennstoffzellenanwender an, dazu gehören: herstellerunabhängige Messungen an Brennstoffzellenkomponenten, Einzelzellen, Stacks und Komplettsystemen. Im Rahmen von Qualitätsuntersuchungen prüfen wir einzelne Komponenten, wie z. B. MEA und deren Bestandteile, auf ihre Funktion und können Untersuchungen zur Lebensdauer durchführen.

Weiterhin besitzt MAGNUM Erfahrungen als Systemintegrator für netzunabhängige Stromversorgungssysteme, wobei Brennstoffzellen u. a. zur Klimatisierung von Transporteinrichtungen und in Kühlzellen verwendet wurden.

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training



FC Maxi-Prüfstand für Nieder- und Hochtemperaturbrennstoffzellen  
FC Maxi-test bench for low and high temperature fuel cells

MAGNUM currently operates as system supplier for automation and test facilities and as a consultant for the R&D requests of the automotive, chemical, engineering and medical industry. Its main focus is on equipment automation, embedded systems, automated testing, modelling and simulation. As one of the first enterprises MAGNUM actively participated in the development of fuel cells (FC). Main achievements of MAGNUM Fuel Cell are the first hardware-in-the-loop (HIL) compliant fuel cell test facility and a small easily portable FC test system. Due to its unique humidification unit the latter is especially apt for dynamic investigations. In 2009 MAGNUM presented the first commercial and independent test laboratory for FC components and systems.

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

MAGNUM manufactures test equipment for all kind of fuel cells (AFC, PEMFC, HT-PEMFC, DMFC, MCFC and SOFC). Test stands in four different power ranges are available, from less than 100 W (FC Micro) up to 50 kW or greater (FC Maxi). The modular set-up allows easy extension. The in-house software MILAN® is used for processor-oriented sequential control providing safe long-term testing.

Real time simulations can be performed with the optional hardware-in-the-loop (HIL) interface rendering possible investigations of systems with virtual components. Time and costs are significantly reduced and the impact of single model parameters, notably experimentally hard to determine parameters, can be described more precisely.

Special feature of MAGNUM fuel cell test benches are direct vaporizer humidification units with integrated high accuracy humidity sensors. As main advantage, it allows to investigate the fuel cell dynamics on a step-like humidity change.

Since 2009 MAGNUM offers value-added services including manufacturer-independent evaluation of fuel cell components, single cells, stacks and systems. Within the scope of computer-aided quality control we certify, e.g. MEAs and their constituents, and carry out long-term investigations. Further on, MAGNUM has outstanding experience as system integrator of off-grid power supplies, notably fuel cell installations for air-conditioned transportation and cooling plants.



FC Prüfstand mit HIL-Simulation  
FC test bench with HIL simulation



Adresse   Address:	Messer Group GmbH Otto-Volger-Straße 3c 65843 Sulzbach
Telefon   Phone:	+49-6196-77600
Telefax   Fax:	+49-6196-7760501
E-Mail   Email:	info@messergroup.com
Internet   Internet:	www.messergroup.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	4696
Gründungsjahr   Foundation:	1898
Kontaktperson   Contact:	Vice President On-Site Christoph Erdmann
Telefon   Phone:	+49-6196-7760155
Telefax   Fax:	+49-6196-7760502
E-Mail   Email:	christoph.erdmann@messergroup.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Seit über 100 Jahren verbindet sich mit dem Namen Messer Kompetenz rund um das Thema Industriegase. Die Messer Gruppe erzeugt und liefert Sauerstoff, Stickstoff, Argon, Kohlendioxid, Wasserstoff, Helium, Schweißschutzgase, Spezialgase, medizinische Gase und viele verschiedene Gemische.

Ebenso vielseitig wie das Spektrum der Gase sind die Branchen, die von diesen Gasen und dem anwendungstechnischen Know-how der Messer-Mitarbeiter profitieren: die Stahl- und Metallverarbeitung, die Chemie, die Lebensmittel- und pharmazeutische Industrie, die Automobil- und Elektronikindustrie, die Medizin, die Forschung und die Umwelttechnik.

Wasserstoff ist das leichteste aller Gase. Die wichtigsten Herstellverfahren für Wasserstoff sind katalytische Reforming-Prozesse (Steam-Reforming) und die Chloralkali-Elektrolyse. Aufgrund seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften findet Wasserstoff in zahlreichen industriellen Anwendungen Verwendung: Als Brenngas für spezielle Anwendungen, als Schutzgas in der Wärmebehandlung, der Lebensmitteltechnik und der Elektronikindustrie. Dank seiner hohen Wärmeleitfähigkeit wird Wasserstoff auch als Kühlgas z.B. für Stromgeneratoren verwendet.

Mehr als zwei Drittel der Weltproduktion an Wasserstoff gehen in die chemische Industrie, der Hauptanteil wird dabei für die Synthese von Ammoniak und Methanol gebraucht. Außerdem nutzt die chemische Industrie zahlreiche Hydrierverfahren, die zum Teil unter Namen wie Hydrofining und Hydrotreating bekannt sind.

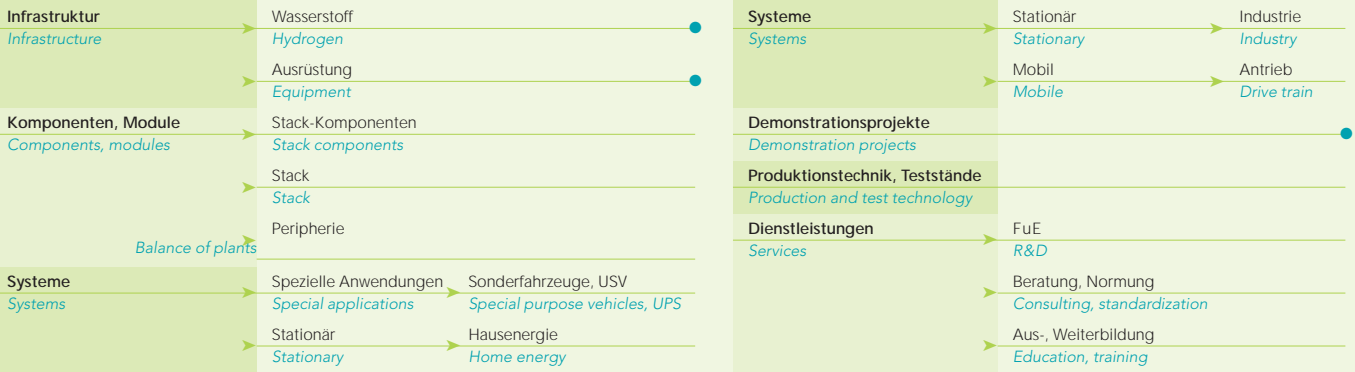
Messer hat das weltweit erste Straßenkehrfahrzeug mit einem Brennstoffzellenantrieb an die Schweizer Stadt Basel übergeben. Aus dem Auspuff entweicht lediglich reines Wasser, dadurch ist der Einsatz in Fußgängerzonen und sogar in Gebäuden problemlos möglich. Messer versorgt das Fahrzeug über eine eigene Wasserstoff-tankstelle.



Straßenkehrfahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb  
Road sweeper with fuel cell drive



Kompetenzen | Competencies



DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The name Messer has been associated with expertise in industrial gases for more than 100 years. Messer Group manufactures and supplies oxygen, nitrogen, argon, carbon dioxide, hydrogen, helium, inert welding gases, specialty gases, gases for medical use and a wide variety of gas mixtures.

As broad as the spectrum of gases available is the variety of industries that utilize them and benefit from the application-specific know-how of Messer's personnel. These include steel and metals industries, chemicals, food and pharmaceuticals, the automobile and electronics industries, medicine, research and environmental technology.

Hydrogen is the lightest gas of all. The most important techniques of producing hydrogen are catalytic reforming (steam reforming) and chlorine-alkali electrolysis. Due to its physical and chemical properties, hydrogen can be used for a large number of industrial purposes: as a fuel gas for special applications, and as a protective gas for heat treatment, foodstuffs technology and electronics. Hydrogen's high thermal conductivity also makes it suitable for use as a coolant for power generators, for instance.

More than two-thirds of the hydrogen produced worldwide is used by the chemical industry. Most of this quantity is employed for the synthesis of ammonia and methanol. The chemical industry also makes use of numerous hydrogenation techniques, sometimes referred to as hydrofining or hydrotreating.

Messer has handed over the world's first fuel-cell driven road sweeper to the Swiss city of Basel. Since its exhaust pipe only emits pure water, the sweeper is suitable for use in pedestrian areas and even inside buildings. Messer is supplying hydrogen for the vehicle from its own hydrogen fuelling station.



Adresse   Address:	NANO ENERGY GmbH Eschersheimer Landstraße 471 60431 Frankfurt
Telefon   Phone:	+49-69-257596670
Telefax   Fax:	+49-69-257596679
E-Mail   Email:	dhauser@nano-energy-gmbh.com
Internet   Internet:	www.nano-energy-gmbh.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	5
Gründungsjahr   Foundation:	2008
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Dietmar Hauser
Telefon   Phone:	+49-69-257596670
Telefax   Fax:	+49-69-257596679
E-Mail   Email:	hauser@nano-energy-gmbh.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

NANO ENERGY GmbH analysiert, entwirft, liefert und installiert vielfältige Energieanlagen aus den Sektoren Wasserstoff, Photovoltaik, Solar- und Windenergie. Das Unternehmen bietet Hardware- und Komponenten-Spezifikationen an und implementiert umweltgerechte Komplettlösungen. Zu den Produkten zählen skalierbare Hydrogen-Brennstoffzellensysteme sowie Solar-Hydrogen-Hybrid-Energieanlagen. Das Portfolio von NANO ENERGY GmbH spezialisiert sich zudem auf die „OFF-GRID“-Energieversorgung in isolierten Gegenden, die bislang über keine Stromversorgung verfügen. Im Rahmen des Projekt-Managements werden Ingenieur- und Wartungsdienste für alle industriellen Energieanwendungen angeboten.

### Produktpalette:

- > Unabhängiges Stromversorgungs-System (IPSS): Geeignet und gedacht für Anwender, die bis heute nicht an ein öffentliches Stromversorgungsnetz angeschlossen sind. Als Brennstoff wird Wasserstoff benutzt, der über Photovoltaik-Anlagen gewonnen wird. Gleichzeitig ist auch die entstehende Wärme für die Beheizung nutzbar.
- > Energieversorgung für Kleinstfahrzeuge (SVPS): Die bisher verwendeten Elektrofahrzeuge werden um ein Brennstoffzellen-System ergänzt. Die eingebauten Batterie-Systeme können verkleinert werden, da die Brennstoffzelle sowohl den Antrieb wie auch die Wiederaufladung der Batterie übernimmt. Da die Ladezeit der Wasserstoffspeicher kürzer ist als das herkömmliche Batterieaufladen, sind die Standzeiten der Fahrzeuge kürzer.
- > Stromversorgungs-Hilfsaggregate (APU): Nutzung von Brennstoffzellensystem als Notstromsystem für kleinen Leistungsbedarf. Die Energieversorgung wird entweder aus Wasserstoff-Speichern gedeckt oder mit Hilfe von Photovoltaikanlagen über einen Elektrolyseur erzeugt. Dadurch ist das System völlig unabhängig von fossilen Brennstoffen.
- > Tragbare Stromversorgungsgeräte (PPS): Transportables Stromversorgungssystem auf Brennstoffzellen-Basis, leise, effizient und umweltverträglich.

Mit diesen Produkten soll der Zugang zu umweltfreundlichen Technologien ermöglicht werden und eine schnell wachsende Marktentwicklung für neue Energiekonzepte erreicht werden.

NANO ENERGY kooperiert mit Partnern wie Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. und Hochschule RheinMain, um die Energieversorgung mit alternativen Energien voranzutreiben.

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

NANO ENERGY GmbH analyzes, designs, supplies and installs a variety of energy assets in the sectors of hydrogen, photovoltaic, solar and wind power. The company provides hardware and component specifications and implements environmentally sound solutions. The products include scalable hydrogen fuel cell systems and solar-hydrogen hybrid power systems. The portfolio of NANO ENERGY GmbH specializes in the "OFF-GRID" energy supply in isolated areas, i.e. areas without access to regular electricity grids. As part of the project management all engineering and maintenance services for industrial energy applications are provided.

### Product range:

- > Independent power system (IPSS): Suitable and useful for costumers who are not connected to a public electricity supply network (grid). The combustible is hydrogen fuel, obtained from photovoltaic systems. At the same time, the generated heat can be used for heating.
- > Fuel cell energy system for small vehicles (SVPS): Electric vehicles solely running on battery systems are retrofitted with a fuel cell system. The original battery system is scaled down, since fuel cell energy is used for both vehicle propulsion and battery recharge. Since the charging time of the hydrogen storage system is shorter than the charging time for conventional batteries, the vehicle needs a shorter recharge time overall.
- > Auxiliary power units (APU): The APU is a fuel cell system used as an emergency power system, utilized for minor power requirements. The energy supply is either supplemented by a hydrogen storage or is produced through photovoltaic systems with an electrolyzer. The system operates completely independent from fossile fuels.
- > Portable power supplies (PPS): The PPS is a transportable energy power supply system on fuel cell basis, quiet, efficient and environmentally friendly.

Through these products the access to environmental technologies should be enabled and a fast-growing market development achieved.

NANO ENERGY has collaborations with partners, among others with German Aerospace Center (= DLR) and RhineMain University in order to accelerate the power supply with renewable energies.



Adresse   Address:	RAU-Stromversorgungen GmbH Zum Wartberg 7 63667 Nidda
Telefon   Phone:	+49-6043-8023200
Telefax   Fax:	+49-6043-8023208
E-Mail   Email:	info@rau-strom.de
Internet   Internet:	www.rau-strom.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	4
Gründungsjahr   Foundation:	1988
Kontaktperson   Contact:	Werner Rau
Telefon   Phone:	+49-6043-8023200
Telefax   Fax:	+49-6043-8023208
E-Mail   Email:	info@rau-strom.de

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Seit der Firmengründung im Jahr 1988 betätigt sich die Firma RAU-Stromversorgungen auf dem Gebiet der speziellen Notstromversorgung. Die Angebotspalette ist auf die unterschiedlichsten Anforderungen der Kunden ausgerichtet. Dies wird durch die Modulbauweise und das anwendungsspezifische Auswählen der Baugruppen erreicht. Wegen des gesteigerten Umweltbewusstseins und der Entwicklungen auf dem Batteriesektor ist das Betätigungsfeld auf Elektrostrassenfahrzeuge, einschließlich der gesamten Peripherie, ausgedehnt worden. Dies ergibt neue Anwendungen für Batteriemanagementsysteme, Schnell-Ladestationen oder auch für Brennstoffzellen. Bei der Firma RAU-Stromversorgungen GmbH bedienen Sie Spezialisten mit jahrzehntelanger Erfahrung im Sektor Batterietechnik, Ladetechnik und Notstromversorgung.



Power-Engine 4500 – Notstromversorgung mit Brennstoffzelle  
Power engine 4500 – auxiliary power unit (APU) with fuel cell

„Sicherheit auf allen Wegen“, dies ist die Philosophie für unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) der Firma RAU-Stromversorgungen GmbH aus Nidda. Flugzeuge, Schienenfahrzeuge, Schiffe, Katastrophenschutz sowie Kommunikationssysteme brauchen USV-Lösungen. Alle diese Einrichtungen und Systeme müssen sich auf eine sichere Stromversorgung verlassen können. Dazu werden technische Lösungen gebraucht, die verhindern, dass Unterbrechungen (kürzeste Aussetzer) der Netzspannung im Millisekundenbereich zu Betriebsstörungen mit fatalen Folgen führen.

Die USV mit Brennstoffzelle ist Gegenstand eines Projektes, an dem die Firma RAU-Stromversorgungen GmbH aus Nidda arbeitet. Dabei wird auf eine neuartige Kombination von Netzladegerät, Batterie und Brennstoffzelle gesetzt, die dafür sorgen soll, dass bei Ausfällen der Netzspannung des Stromnetzes zum Beispiel Daten- und Funkverkehr zwischen Flugüberwachung und Flugzeugen oder Sicherheitssignalanlagen an Bahnstrecken uneingeschränkt funktionsfähig bleiben. Dieses System kann um eine weitere Komponente mit einem Solarzellen-Modul erweitert werden. Insofern wird der Einsatz von regenerativen Energien ebenfalls in das Konzept eingebunden.

Herkömmliche Systeme verfügen nur über eine Batterie und ein Netzladegerät. Der innovative Ansatz des USV-Brennstoffzellenprojektes besteht darin, mit der Brennstoffzelle eine Komponente zu integrieren, die über einen längeren Zeitraum die benötigte Überbrückungsenergie liefert und es erlaubt, die Batteriegröße zu reduzieren. Dabei behält die Batterie die Funktion, bei Netzausfall den unterbrechungsfreien Energiefluss zu sichern und aufrecht zu erhalten, bis die Brennstoffzelle automatisch aktiviert ist und die Versorgung übernimmt.

Das USV-Brennstoffzellenprojekt wird durchgeführt in Kooperation mit der Fachhochschule Gießen-Friedberg, Bereich Technologietransfer/Elektrotechnik.

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

Since its foundation in 1988, the company RAU-Stromversorgungen is engaged in the field of emergency power suppliers. The range is aligned to the diverse requirements of the customers. This is achieved by the modular design and the application-specific selection of modules and components. Due to the increased environmental awareness and the developments in the battery sector, the scope of RAU-Stromversorgungen was extended to the area of electric vehicles, including the various electrical components. This results in new applications for battery management systems, fast charging stations and fuel cells. At the company RAU-Stromversorgungen you are served by specialists with decades of experience in the field of battery technology, charging and emergency power.



Systemüberwachung M7D  
System control M7D

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

"Safety on all roads", this is the philosophy for uninterruptible power supplies (UPS) from Rau-Stromversorgungen GmbH located in Nidda. Planes, railed vehicles, vessels, disaster control as well as communication systems require UPS-solutions. All these facilities and systems must be able to depend on a reliable power supply. Technical solutions are needed that are able to prevent (shortest dropouts) interruptions in the millisecond range of mains voltage which could lead to disruptions of operations with fatal consequences.

The UPS with fuel cell is the subject of a project which Rau-Stromversorgungen GmbH from Nidda is working on. It refers to a novel combination of mains charger, battery and fuel cell, which is to ensure that in case of a power outage of the power grid, e.g. data and radio communications between aircraft and air traffic control or safety signal systems on railways remain fully effective. In addition, as a further component a solar cell module can be integrated in the system. In this respect, the use of renewable energies is also integrated in the concept.

Conventional systems only have a battery and a mains charger. The innovative approach of the UPS-fuel cell project is to integrate a component, the fuel cell, which over a longer period of time supplies the required bridging energy and allows the battery size to be reduced. The role of the battery, in the case of a power failure, is to secure and maintain a continuous energy flow until the fuel cell is automatically activated and takes over the supply.

The UPS fuel cell project is conducted in collaboration with Fachhochschule Gießen-Friedberg, department "Technologietransfer/Elektrotechnik".



Adresse   Address:	Rittal GmbH & Co. KG Auf dem Stützelberg 35745 Herborn
Telefon   Phone:	+49-2772-5050
Telefax   Fax:	+49-2772-5052319
E-Mail   Email:	info@rittal.de
Internet   Internet:	www.rittal.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	9.000
Gründungsjahr   Foundation:	1961
Kontaktperson   Contact:	Bastian Dobrick
Telefon   Phone:	+49-2772-505-2603
Telefax   Fax:	+49-2772-505-2620
E-Mail   Email:	dobrick.b@rittal.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Rittal GmbH & Co. KG aus Herborn in Hessen hat sich seit ihrer Gründung im Jahr 1961 zu einem global agierenden Unternehmen entwickelt. Heute ist Rittal einer der weltweit führenden Systemanbieter für Gehäuse- und Schaltschranktechnik, gefragter Partner in allen Bereichen der Industrie und des Maschinen- und Anlagenbaus sowie Trendsetter für alle Segmente des IT-Marktes.

Das Rittal-Produktprogramm umfasst die Bereiche Schaltschrank-Systeme, Elektronik-Aufbau-Systeme, Systemklimatisierung, Stromverteilung, IT-Solutions, Communication Systems und Global Service Power. Mit weltweit über 9.000 (2008) Mitarbeitern ist Rittal das größte Unternehmen der Friedhelm Loh Group, Haiger, Hessen. Die gesamte Unternehmensgruppe beschäftigt mehr als 10.000 Mitarbeiter.

### Rittal – RiCell Flex Brennstoffzellensystem –

#### Die umweltfreundliche Stromversorgung für kritische Infrastrukturen

RiCell Flex ist eine Brennstoffzelleneinheit, die dazu dient, Hochverfügbarkeitsanwendungen während eines Netzausfalles, mit Energie zu versorgen. Sie deckt einen Leistungsbereich von 2 bis 20 kW bei verschiedenen Ausgangsspannungen modular ab. Die umweltfreundliche und für eine hohe Standzeit ausgelegte Systemlösung ist in einem robustem, voll klimatisierten Outdoor-Gehäuse verbaut. Die Laufzeit kann durch Auslegung des Wasserstoffspeichers beliebig bestimmt werden. Für die Überwachung des RiCell Flex Systems stehen dem Kunden die standardmäßigen Kommunikationsmöglichkeiten zur Verfügung.

### Rittal -- RiCell 300, 600, 900 –

#### Universell einsetzbare Kleinleistungsbrennstoffzelle, SuperCap-Technologie

Das Kleinleistungsbrennstoffzellensystem im 19"-Design ist vorgesehen für die dezentrale Stromversorgungen bzw. Absicherung von kritischen Anwendungen im In- bzw- Outdoorbereich. Das innovative Brennstoffzellensystem ist wasserstoffbetrieben und erzeugt außer elektrischer Energie nur Wasser und Wärme. Es ist absolut CO<sub>2</sub>-emissionsfrei. Für eine optimale Wärmeabfuhr ist der Stack mit einer Flüssigkeitskühlung ausgestattet. Die Laufzeit kann durch Auslegung des Wasserstoffspeichers beliebig bestimmt werden. Für die Überwachung des RiCell Kleinleistungsbrennstoffzellensystems stehen dem Kunden die standardmäßigen Kommunikationsmöglichkeiten zur Verfügung.

### Rittal – Outdoor-Gasflaschenschrank

Der in den Größen 2 Flaschen, 4 Flaschen und 8 Flaschen erhältliche Gasflaschenschrank dient dazu, Wasserstoffdruckgasflaschen vor unbefugtem Zugriff zu schützen. Das Outdoorgehäuse aus der Produktgruppe TopTec CR bietet eine kostengünstige Lösung, um die Gasversorgung von Kundenapplikationen zu realisieren. Der Gasflaschenschrank ist in verschiedenen Ausführungen mit und ohne Gasarmatur erhältlich. Die von Rittal verbaute Gasarmatur ermöglicht, durch die innovative Steuerung und Überwachung, die Realisierung verschiedener Entnahmestrategien. So ist eine flexible Anpassung an die Bedürfnisse des Kunden möglich.



RiCell5000: Umweltfreundliche Stromversorgung für kritische Infrastrukturen  
*RiCell5000: Environmentally friendly power supply for critical infrastructures*

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training



RiCell 300, 600, 900: Universell einsetzbare Kleinleistungs-brennstoffzelle, SuperCap-Technologie  
RiCell 300, 600, 900: Multi purpose small-scale fuel cell, SuperCap technology

Since its foundation in 1961, Rittal GmbH & Co. KG, based in Herborn/Germany, has become a global player. Today, Rittal is one of the world's leading system suppliers for enclosure and housing technology and a sought-after solution provider in all areas of industry and mechanical engineering, as well as a trendsetter for all segments of the IT/telecom markets. The Rittal product spectrum covers the fields of industrial enclosures, electronic packaging, system-climate control, power distribution, IT solutions and communication systems and global service power. With more than 9000 (2008) employees worldwide, Rittal is the largest company of the Friedhelm Loh Group, based in Haiger, Germany. The group's workforce totals more than 10,000 employees.

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

### Rittal – RiCell Flex fuel cell system –

#### The environment-friendly power supply for critical infrastructures

RiCell Flex is a fuel cell unit which serves to supply high-availability applications with energy in case of a mains power failure. The modular system enables the RiCell Flex to cover an output range from 2 to 20 kW at various output voltages. As a specifically environment-friendly solution, the system has been designed for a long service life and is installed in a robust outdoor enclosure with full climate control. The operating time can be determined freely by incorporating a corresponding hydrogen tank. Standard communication functionality is made available to the customer for monitoring of the RiCell Flex system.

### Rittal – RiCell 300, 600, 900 –

#### Universal small-scale fuel cells with supercap technology

This small-scale fuel cell solution in 19-inch design was developed for decentralised power supplies and to safeguard critical applications in both indoor and outdoor environments. The innovative fuel cell system is hydrogen-driven and, besides the electrical energy, produces only water and heat. Operation is absolutely free of CO<sub>2</sub> emissions. The stack is provided with liquid cooling for optimum heat dissipation. The operating time can be determined freely by incorporating a corresponding hydrogen tank. Standard communication functionality is made available to the customer for monitoring of the RiCell fuel cell system.

### Rittal – Outdoor gas bottle enclosure

Gas bottle enclosures are supplied in versions for 2, 4 and 8 bottles and serve to prevent unauthorised access to the hydrogen supply. The outdoor enclosure from the TopTec CR series is a favourably priced solution with which to realise the gas supply for customer applications. Gas bottle enclosures are available in different versions with and without gas fittings. The gas fittings installed by Rittal incorporate innovative control and monitoring functionality and thus permit the implementation of different supply strategies. It is in this way possible to adapt the system flexibly to individual requirements.



Adresse   Address:	Saia-Burgess Controls GmbH & Co. KG Siemensstraße 3 63263 Neu-Isenburg
Telefon   Phone:	+49-6102-20250
Telefax   Fax:	+49-6102-2025200
E-Mail   Email:	pcd@saia-burgess.com
Internet   Internet:	www.saia-pcd.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	26
Gründungsjahr   Foundation:	1988
Kontaktperson   Contact:	Ulrich-Michael Dismer
Telefon   Phone:	+49-441-502516
Telefax   Fax:	+49-441-502509
E-Mail   Email:	ulrich.michael.dismer@saia-burgess.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Saia-Burgess ist ein Hersteller von SPS – Speicherprogrammierbaren Steuerungen und Terminal-Systemen sowie deren Programmierwerkzeugen.

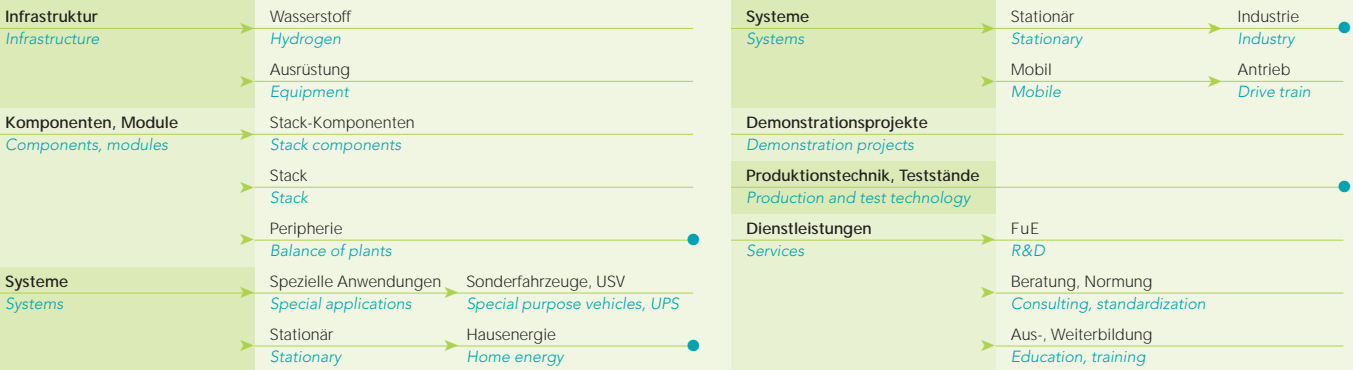
Die komplexen SPS-Systeme werden in verschiedenen Märkten (Gebäudeautomatisierung, Industrieautomatisierung, Energie) eingesetzt. Saia entwickelt und produziert die Systeme in voller Eigenkompetenz. Die Saia-Burgess besitzt eine langjährige Kompetenz in der Herstellung von Steuerungen und Regelungen von energietechnischen Anlagen (z. B. Blockheizkraftwerken, Wasserkraftwerken, Brennstoffzellen). Die Saia-Burgess zeichnet sich in dem Bereich Energie (Brennstoffzellen-Technik) dadurch aus, dass herstellereigenspezifische Steuerungssysteme entwickelt werden. Diese basieren auf Standardtechnologien und erreichen dadurch einen sehr hohen Grad an Kommunikationsfähigkeit, was die Integration von Brennstoffzellensystemen in die Infrastruktur von Gebäuden problemlos ermöglicht.



SPS – Speicherprogrammierbare Steuerung  
PLC – Programmable Logic Controller



Kompetenzen | Competencies



DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Saia Burgess is a manufacturer of PLCs – Programmable Logic Controllers and operator panel systems, as well as their related programming tools.

The complex PLC-systems are used in different market segments (building automation, industrial automation, energy). Saia develops and produces the systems based on its own competence. Saia Burgess has a long-time expertise in the manufacturing of controls for energy plants (i.e. combined heat and power plants, waterpower plants, fuel cells). A special feature of Saia Burgess is the development of customized control-systems for the energy market (fuel cell technology). They are based on standard technology and, therefore, reach a high amount of ability to communicate, which allows the integration of fuel cell systems into a buildings infrastructure in a trouble-free manner.



Adresse   Address:	Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH Hauptstraße 97 35435 Wettenberg
Telefon   Phone:	+49-641-8030
Telefax   Fax:	+49-641-803139
E-Mail   Email:	fuelcellstacks@schunk-group.com
Internet   Internet:	www.schunk-fuelcells.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	150 (7.500 weltweit/worldwide)
Gründungsjahr   Foundation:	1913
Kontaktperson   Contact:	Jürgen Spies
Telefon   Phone:	+49-641-803106
Telefax   Fax:	+49-641-803139
E-Mail   Email:	juergen.spies@schunk-group.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH ist mit kundenspezifischen und innovativen Lösungen in den Bereichen Entwicklung und Anwendungstechnik Partner für alle Fragen der Stromübertragungstechnik im Bahn- und Industriebereich. Das Unternehmen ist Teil der Schunk-Gruppe, einem global agierenden Technologiekonzern mit weltweit etwa 7.900 Beschäftigten (2008). Schunk ist mit 60 operativen Tochtergesellschaften auf allen Kontinenten präsent. Zu den Kernmärkten des 1913 von Ludwig Schunk gegründeten Unternehmens zählen Kohlenstofftechnik und Keramik, Umweltsimulations- und Klimatechnik, Sintermetalltechnik und Ultraschallschweißtechnik. 2007 erwirtschaftete die in Heuchelheim bei Gießen niedergelassene Schunk-Gruppe einen Umsatz von gut 780 Mio. EUR.



PEM Stack 360 W  
PEM stack 360 W

Schunk hat sich in der Vergangenheit als zuverlässiger Lieferant einer neuen Generation flexibler und sehr kompakter Standard-Brennstoffzellen-Stacks im Baukastenprinzip präsentiert. Der von Schunk produzierte Standard-Stack kann durch den modularen Charakter in Schritten von 360 W bis in die 1,4-kW-Klasse durch Zusammenschalten identischer Einzel-Stacks an den Leistungsbedarf der jeweiligen Anwendung angepasst werden. Eingesetzt wird die Stackfamilie in verschiedenen Applikationen, wie etwa USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung), Kleintraktion oder portablen Anwendungen. Den Systemintegratoren steht also eine serienreife und innovative Entwicklung von einem kompetenten und zuverlässigen Partner zur Verfügung.

Neben den technologischen und kommerziellen Vorteilen der von Schunk vorgestellten Stacks ist vor allem die hohe Verfügbarkeit der Stacks für Hersteller von Brennstoffzellensystemen und OEMs wichtig. Der Bezug von komplett konfektionierten und geprüften Stacks aus einer Hand stellt die Reproduzierbarkeit und Überwachung der Qualität beim Systemintegrator sicher.

Anfang des Jahres 2009 wurde eine neue Fertigung für die Brennstoffzellen-Stacks bezogen, um eine deutlich höhere Stückzahl produzieren zu können. Die Anzahl der Prüfstandsplätze zur Qualitätssicherung und Warenausgangskontrolle wurde erhöht, um kommende Bedarfe zeitnah und flexibel decken zu können.

Im Laufe des Jahres (2009) wird die Stackfamilie ergänzt durch zwei neue Stacks, 50 W (luftgekühlt) und 80 W (wassergekühlt). Des Weiteren wird die Produktpalette um Stacks für Reformat-Anwendungen erweitert.

Der Schunk-Stack zeichnet sich durch eine Reihe von Besonderheiten aus. Alleinstellungsmerkmal ist der Zellstapelaufbau ohne Dichtungen und die anschließende Abdichtung mit einem speziellen Harzverguß. Die Auskopplung der Wärme wird bei diesem Stackkonzept über die Stirnseiten der Bipolarplatten realisiert, was durch die elektrische Trennung von Stack und Kühlkreislauf den Einsatz eines Wasser-Glykol-Gemischs als Kühlmedium erlaubt.

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH is a development partner for all questions involving power transmission technology in the industries and the railway sector. The delivery program offers innovative customer-specific solutions in the fields of development and applications engineering. The company is part of the Schunk Group, a corporate group operating internationally in the core markets of carbon technology and ceramics, environmental simulation technology and climate technology, sintered metal technology and ultrasonic welding technology. The company, established by Ludwig Schunk in 1913, generated in 2007 sales revenues of 780 mill. EUR. The Schunk Group comprises 60 operative subsidiaries and is represented in 27 countries. It employs a staff of approx. 7,900 people worldwide (2008).

Schunk has emerged to be a reliable supplier of a new generation of flexible and very compact standard fuel cell stacks using the modular principle. Schunks standard stacks are able to match the power requirements of many applications by connecting electrically identical single units up to 1.4 kW in steps of 360 W. The stack family can be used for various applications, such as UPS (Uninterruptible Power Supply), small traction or portable applications. System integrators thus benefit from a commercially viable and innovative development from a competent and reliable partner.

Besides the technological and commercial advantages of the Schunk stack, it is especially the reliable availability for manufacturers and OEMs which is important. The supply of fully assembled and tested stacks from a single source assures reproducibility and monitoring of quality for the system integrator.

In the beginning of the year 2009, a new production line for fuel cell stacks was commissioned in order to be able to produce a significantly higher quantity. The number of test benches for the quality assurance and our outgoing goods inspection was increased to be able to cover the future needs promptly and flexibly. In the course of the year (2009) the stack family will be extended by two new stacks, 50 W (air cooled) and 80 W (water cooled). Furthermore, the product range will be completed by stacks for reformate.

The Schunk stack is characterized by a number of specialties. The unique feature is the stack construction without sealings and the subsequent sealing with a special resin grouting. Thermal management of this stack concept is realized by the front side of the bipolar plates, which allows the application of a water-glycol mixture as a cooling agent due to the electrical separation of the stack and the cooling circuit.



Einzelstacks bündelbar bis zu 1,4kW  
Single stacks can be bundled up to 1.4kW



Adresse   Address:	Schunk Kohlenstofftechnik GmbH Rodheimer Straße 59 35452 Heuchelheim
Telefon   Phone:	+49-641-6081460
Telefax   Fax:	+49-641-6081436
E-Mail   Email:	bipolarplates@schunk-group.com
Internet   Internet:	www.schunk-fuelcells.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	1500
Gründungsjahr   Foundation:	1913
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. (FH) Sven Bornbaum
Telefon   Phone:	+49-641-6081460
Telefax   Fax:	+49-641-6081436
E-Mail   Email:	sven.bornbaum@schunk-group.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH bietet ein breites Leistungsspektrum im Kohlenstoff- und Graphitbereich an. Es erstreckt sich von Kohlebürsten für Generatoren und der gesamte Palette der Elektromotoren, Stromabnehmer für die Bahntechnik über Kohlenstoffprodukte für tribologische Anwendungen bis hin zu Graphitwerkstoffen für mechanische und thermische Anwendungen in der Glasindustrie, im Ofenbau sowie in der Analysen- und Halbleitertechnik.

Das Unternehmen gehört zur Schunk-Gruppe, einem global agierenden Technologiekonzern mit etwa 7900 Beschäftigten in 60 operativen Tochtergesellschaften auf allen Kontinenten. Zu den Kernmärkten des 1913 gegründeten Unternehmens zählen Kohlenstofftechnik und Keramik, Umweltsimulations- und Klimatechnik, Sintermetalltechnik und Ultraschallschweißtechnik.

Die Erfahrungen mit Kohlenstoffwerkstoffen aus über 95 Jahren Firmengeschichte machen Schunk Kohlenstofftechnik GmbH zum kompetenten Problemlöser. Durch das vorhandene Know-how für graphitische Werkstoffe und die Fertigung von Bauteilen aus diesen Materialien bieten wir mit der Schlüsselkomponente Bipolarplatte einen entscheidenden Beitrag zur Markteinführung von PEM- und Direktmethanol-Brennstoffzellen. Die Entwicklung eigener Werkstoffe erlaubt ein spezielles Anpassen der Platteneigenschaften an die jeweiligen Bedürfnisse in verschiedensten Anwendungen. Die Produktpalette umfasst neben Rohlingsplatten zur spanenden Bearbeitung beim Kunden auch das Anfertigen von Einzelteilen und Kleinserien auf dem firmeneigenen hochmodernen CNC-Maschinenpark für Prototypen gemäß Kundenzeichnung. Für größere Serien erlaubt das formgebende Verfahren des Warmgesenkpressens mit unseren eigenen Werkstoffen die Herstellung von leistungsstarken und kostengünstigen Bipolarplatten. Mit endkonturnah gepressten Bipolarplatten ist die Schunk Kohlenstofftechnik GmbH bei Herstellern von PEM-, HT-PEM- oder Direktmethanol-Brennstoffzellen weltweit etabliert.

In engen Kooperationen mit starken Entwicklungspartnern, d.h. Herstellern der umliegenden Bauteile innerhalb der Stacks, können tragfähige Lösungen für kostengünstige und leistungsfähige Brennstoffzellen erarbeitet werden. Ein Beispiel für die gelungene Kooperation zwischen Komponentenherstellern und Anwendern ist die Entwicklung eines innovativen Kühlmoduls, welches aus zwei fertig gepressten Bipolarplatten mit allen notwendigen Dichtungen besteht. Durch Integration der Dichtungen werden die beiden Platten so gefügt, dass sich im Inneren das Kühl-Flowfield bildet und sich die beiden aktiven Flächen außen befinden. Für diese einbaufertige Komponente wurde Schunk mit seinem Entwicklungspartner Freudenberg FCCT KG mit dem f-cellAward in Gold 2008 ausgezeichnet.



Gepresste Bipolarplatte  
Compressed bipolar plate

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

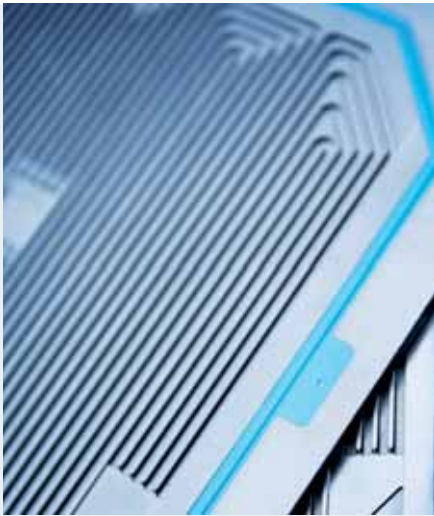
R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training



Bipolarplatte mit integrierter Dichtung  
Bipolar plate with integrated sealing

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Due to more than 95 years of expertise in carbon materials, Schunk Kohlenstofftechnik is your competent partner for your specific applications. We have extensive know how in the field of carbon and graphite and the production of components out of these materials. With Schunk bipolar plates we contribute significantly to the market introduction of PEMFC and DMFC. In-house material development allows the adaptation of bipolar plate properties to the most different requirements in our customers individual applications. Besides blank plates for machining at our customers, our product range includes machining of individual components and small series according to customer drawings with our modern prototype manufacturing CNC device. The Schunk hot compression molding process allows the production of high performance and cost effective bipolar plates made of Schunk carbon materials. With pressed-to-size bipolar plates Schunk Kohlenstofftechnik has proven to be a reliable supplier for PEMFC, high temperature PEMFC and DMFC manufacturers worldwide.

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH offers a large variety of materials in the field of carbon and graphite. It covers a broad product range with carbon brushes for the whole spectrum of electrical motors and generators, current transmission for railway technology, carbon products for tribological applications, and graphites for mechanical and thermal applications in glass industry, furnace construction, analysis technology and semiconductor industry.

The company is part of the Schunk Group, a leading global technologies conglomerate with approximately 7,900 employees in 60 operative subsidiaries worldwide. The core markets of the 1913 established company are carbon technology and ceramics, environmental simulation and climate technology, sintered metals and ultrasonic welding technology.

In close cooperations with strong development partners of other stack components, we are able to provide innovative solutions for low-cost and high-performance fuel cell stacks. An example for the successful cooperation with component supplier and stack assembler is the development of the novel cooling module, which consists of two pressed-to-size bipolar plates including all necessary sealing. By the integration of the gaskets, the two plates are bonded in such a manner that the cooling flow-field is in-between and the active areas are located at the outside. For the development cooperation of this ready-to-use component Freudenberg FCCT KG and Schunk Kohlenstofftechnik GmbH were given with the f-cellAward in Gold 2008.



Schnitt durch gefügtes Kühlmodul  
Microsection of cooling unit



Adresse   Address:	SERTO GmbH Kasseler Straße 64 34277 Fuldaabrück
Telefon   Phone:	+49-561-580040
Telefax   Fax:	+49-561-5800444
E-Mail   Email:	info-de@serto.com
Internet   Internet:	www.serto.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	40
Gründungsjahr   Foundation:	1957
Kontaktperson   Contact:	Cornelia Braun

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

SERTO – Ein Grund mehr, sich mit uns zu verbinden

Einfache und sichere Montagen bei Rohrverbindungen bedeuten eine enorme Zeit- und damit Kostenersparnis. Dies gilt besonders dann, wenn diese gelöst und wieder neu verschraubt werden müssen. Weltweit einzigartig hierbei ist das SERTO-Klemmringprinzip.

Auf engstem Raum kann eine SERTO-Verschraubung demontiert werden. Durch das plandichtende Prinzip brauchen die Rohrenden nicht in das Grundteil eingeführt werden. Ein Verschieben oder gar Verbiegen der Rohrleitungen vor – und somit auch nach – der Montage entfällt. Mit SERTO werden alle Komponenten bequem radial (de-)montiert.

Die Verschraubung besteht aus nur drei Elementen: dem Grundteil, dem Klemmring und der Überwurfmutter. Für die Montage wird das Rohr in die bereits vom Lieferwerk vorbereitete Verschraubung eingeführt und mit der Überwurfmutter festgezogen. Der metallische Klemmring wird dadurch so verformt, dass er – ohne das Rohr zu beschädigen – auf dem Rohr festklemmt. Gleichzeitig presst sich der Klemmring mit seiner Planfläche auf das Grundteil, so dass eine absolut dichte Verbindung entsteht. Die Konstruktion verhindert zudem, dass der Klemmring falsch montiert werden kann.

Das Sortiment gibt es in den Materialien Edelstahl, PVDF, PA, Messing, Stahl und Messing chemisch vernickelt in Größen von 2 bis 35 mm.

Neu ist die SERTO 2-Ringverschraubung aus Edelstahl:

- > Druck bis 400 bar (+ 4-fache Sicherheit)
- > Vakuumgeeignet bis 10-7 mbar L/S
- > Hervorragende Gasdichtheit
- > Lieferbar für Sauerstoff, Reinstgas und silikonfreie Anwendungen
- > Totraumarme Konstruktion
- > Sehr widerstandsfähig gegen Vibrationen



SERTO-Verschraubung  
SERTO union

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände Production and test technology

### Dienstleistungen Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

### One more reason to connect with SERTO

It is often the simple things that outlive generations, or even entire development cycles. The best example: SERTO radial installation.

The radial mounting/dismounting of SERTO unions has been specially developed for installation conditions where space is limited; it requires no special tools.

Both stainless steel tubes and flexible hoses are joined reliably with this method. The SERTO union consists of only three elements: base part, compression ferrule and union nut. When mounting, the tube is simply inserted into the ready-made union and tightened by the nut.

When the nut is tightened down, the compression ferrule is deformed and constricts lightly around the tube without producing a notch. In the area of the constriction and at the "compression ferrule/base part" joint, the deformation forces produce high specific surface-area pressure contacts which guarantee a firm hold of the tube and tight metallic sealing. By virtue of the elasticity of the compression ferrule system SERTO is extremely resistant to vibration and pressure surges, insensitive to temperature cycling and excellently suited for multiple refittings and releasings.

SERTO – this name stands for compression ferrule unions, available in many different materials from 2 to 35mm.

New is the product SERTO 2-ferrule union of stainless steel:

- > High pressure resistance of up to 400 bar (+ 4-fold safety relative to the burst pressure)
- > vacuum resistance of 10<sup>-7</sup> mbar L/S
- > Outstanding gas proofness
- > Available for oxygen, pure gas and silicone-free applications
- > Practically no dead space



Adresse   Address:	Seybert & Rahier GmbH + Co. Betriebs KG Sera-Straße 1 34376 Immenhausen
Telefon   Phone:	+49-5673-9990
Telefax   Fax:	+49-5673-999155
E-Mail   Email:	info@sera-web.de
Internet   Internet:	www.sera-web.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	204
Gründungsjahr   Foundation:	1945
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Ralph Held
Telefon   Phone:	+49-5673-999160
Telefax   Fax:	+49-5673-999255160
E-Mail   Email:	r.held@sera-web.de



Membran-Kompressor für Laborbetrieb  
*Membrane compressor for laboratory use*

sera zählt seit Jahrzehnten zu den weltweit führenden deutschen Unternehmen in den Bereichen Membrankompressoren, Dosieranlagen und Dosierpumpen.

Anwendungsorientiertes kundenspezifisches Engineering steht dabei stets im Mittelpunkt des Wirkens und ermöglicht optimale Produktlösungen. Die gegenwärtigen Bedürfnisse und zukünftigen Visionen der zahlreichen Kunden und Interessenten sind Ansporn und Triebfeder für das Produktmanagement und die haus-eigene Forschungsabteilung, um Innovationen zu schaffen und die Produkte stetig weiterzuentwickeln.

Mit einer Niederlassung in England und einem weltweiten Vertriebs- und Service-netz mit über 30 Auslandsrepräsentanten in mehr als 80 Ländern in allen Erdteilen gewährleistet sera eine optimale Betreuung der Kunden vor Ort.

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Entwicklung und Herstellung von baumustergeprüften Metallmembran-Kompressoren und Kompressoren-Systemen, die u.a. zur Befüllung von Wasserstoff-Speichern (z. B. Wasserstoff-Tankstelle) eingesetzt werden. Membran-Kompressoren verdichten das Gas öl- und feststofffrei, so dass die erforderliche hohe Reinheit des Gases nicht durch den Verdichter beeinträchtigt wird. Darüber hinaus fördern Membran-Kompressoren das Gas leakagefrei, d. h. es befindet sich im gasberührten Teil keine Stopfbuchse o.ä., über die im Betrieb bzw. im Zuge des normalen Verschleißes Gas nach außen gelangen könnte. Die leakagefreie Verdichtung hat – abgesehen von Kosteneinsparungen – den technischen Vorteil, dass speziell bei brennbaren Gasen im unmittelbaren Bereich der Maschine keine Leckgase und damit auch keine explosive Atmosphäre auftreten können.

Membran-Kompressoren für die Befüllung von Wasserstoff-Speichern werden in der Regel zweistufig ausgeführt und besitzen alle für die Überwachung des sicheren Betriebes notwendigen Meßgeräte und mechanischen Komponenten. Die Förderleistung der Kompressoren kann abhängig von der Maschinenbaugröße und den Saug- und Druckverhältnissen wenige NI/h für den Laborbetrieb bis hin zu mehreren Hundert m<sup>3</sup>(i.N.)/h für industriell genutzte Anlagen betragen. Die Förderleistung der Kompressoren wird häufig mit Hilfe von Bypass- oder Drehzahlregelungen dem vorgeschalteten Elektrolyseur angepasst, so dass beide Maschinen an ihrem optimalen Betriebspunkt betrieben werden können. Von Membran-Kompressoren können Druckbereiche über 500 bar abgedeckt werden.

Die Mehrlagenmembran-Technologie stellt sicher, dass in allen Betriebszuständen und auch bei Störfällen das zu fördernde Gas nicht mit Öl oder anderen Schmierstoffen in Kontakt kommen kann. Als Membran-Werkstoff wird ein spezieller Edelstahl verwendet, der weder zu Korrosion noch zur Wasserstoffversprödung neigt. Letzteres ist besonders bei hochreinem Wasserstoff von besonderer Bedeutung. Neben den genannten Punkten besteht ein wesentliches Entwicklungsziel in der weiteren Verbesserung des bereits guten Wirkungsgrades.

Die Entwicklung neuer Technologien und Verfahren zusammen mit Kooperationspartnern ist wesentlicher Bestandteil unseres Produkt- und Innovationsmanagements.



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

For decades, sera has been among the worldwide leading German companies in the areas of diaphragm compressors, dosing units and dosing pumps.

Since the founding days of the company, an application related customer-specific engineering has been the focus of the activities providing ideal product solutions. The current needs and future visions of our customers and interested parties provide the incentive and motivation for our product management and the in-house research department to innovate and further develop our products on a continuous basis.

With a branch office in England and a worldwide sales and service network with over 30 representative offices abroad in more than 80 countries on all continents, sera ensures an optimum of customer support on site.

Development and manufacture of type-examination tested metal diaphragm compressors and compressor systems which are – among other applications – used for filling hydrogen accumulators (e.g. hydrogen filling stations). Diaphragm compressors compress the gas free from oil and solids so that the required high purity of the gas is not affected by the machine. Furthermore, diaphragm compressors feed the gas leakage-free, i.e. there is no stuffing box etc. in the gas-contacting part so that the possibility of a gas leakage as a result of normal wear and tear or during operation is ruled out. Additionally this leakage-free compression saves not only money but also has the technical advantage that – especially with combustible gases – no leakage gas and so no explosive atmosphere can occur in the immediate vicinity of the machine. Diaphragm compressors for filling hydrogen accumulators are usually designed as 2-stage machines and are equipped with all necessary measuring devices and mechanical components for a safe operation. The capacities of the compressors vary between a few l<sub>n</sub>/h for laboratory duties and several hundred m<sup>3</sup>(s)/h for industrial plants – always depending on the machine size and the suction and pressure conditions. The compressor capacity is often adapted to the downstream electrolyser with the help of bypass or speed controls – thus enabling both machines to work at their optimal operating point.

Diaphragm compressors can cover pressure ranges higher than 500 bar. The multi-layer diaphragm technology ensures that the gas to be fed does not get into contact with oil or other lubricants both during all operating states and disturbances. A special kind of stainless steel is used as diaphragm material. This material is neither subject to corrosion nor hydrogen brittleness. The latter is especially important when using high-purity hydrogen. Besides the above mentioned the further enhancement of the (already good) efficiency factor is another essential development objective.

The development of new technologies and processes together with cooperation partners is an integral part of our product and innovation management.



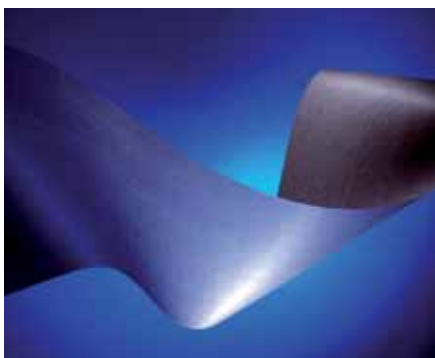
Wasserstoff-Kompressor für industrielle Anwendungen  
Hydrogen compressor for industrial applications



Adresse   Address:	SGL Technologies GmbH Rheingaustraße 182 65203 Wiesbaden
Telefon   Phone:	+49-611-60290
Telefax   Fax:	+49-611-6029305
E-Mail   Email:	<a href="mailto:fuelcellcomponents@sglcarbon.de">fuelcellcomponents@sglcarbon.de</a>
Internet   Internet:	<a href="http://www.sigracet.com">www.sigracet.com</a>
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	6000
Gründungsjahr   Foundation:	1878
Kontaktperson   Contact:	Dr.-Ing. Tanja Damjanovic
Telefon   Phone:	+49-8271-832477
Telefax   Fax:	+49-8271-83102477
E-Mail   Email:	<a href="mailto:tanja.damjanovic@sglcarbon.de">tanja.damjanovic@sglcarbon.de</a>

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die SGL Group ist ein weltweit führender Hersteller von Produkten aus Carbon (Kohlenstoff). Das umfassende Produktportfolio reicht von Carbon- und Graphitprodukten über Carbonfasern bis hin zu Verbundwerkstoffen. Diese auf Kohlenstoff basierenden Materialien kombinieren mehrere einzigartige Materialeigenschaften, wie zum Beispiel Strom- und Wärmeleitfähigkeit, Hitze- und Korrosionsbeständigkeit sowie Leichtigkeit bei gleichzeitiger Festigkeit. Mit 38 Produktionsstandorten in Europa, Nordamerika und Asien sowie einem Service-Netz in über 100 Ländern ist die SGL Group ein global ausgerichtetes Unternehmen. Im Geschäftsjahr 2007 erwirtschafteten 5.900 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einen Umsatz von 1,4 Mrd. EUR.



Gasdiffusionsschicht (Rollenware)  
Gas diffusion layer (rolled)

In Bezug auf die Brennstoffzellen-Industrie liefern wir zurzeit Materialien für Proton Exchange Membrane (PEMFC), Direct Methanol (DMFC), Phosphoric Acid (PAFC) und Molten Carbonate (MCFC) Fuel Cell Stacks. Wir sind stetig auf der Suche nach neuen Möglichkeiten im Bereich der Brennstoffzelle und ihrer Anwendungen.

PEM-Brennstoffzellen gelten als viel versprechend für den Antrieb in Bussen, Autos und Gabelstaplern. Erste, fast serienreife Produkte für häusliche Energiesysteme gibt es seit 2006. Diese moderne Technologie hat das Potenzial für dauerhafte Veränderungen des Marktes für dezentrale Energieerzeugung. Aufbauend auf der langjährigen Erfahrung bei der Verwendung von Graphit in chemisch aggressiven Umgebungen und Medien, z. B. in der chemischen Verfahrenstechnik, hatte die SGL Group mit der Auswahl von Materialien für die Gasdiffusionsschichten (= GDL – Gas Diffusion Layer) – eine wichtige Komponente der Stacks – in den späten 1990er Jahren begonnen. Unsere ersten GDL-Produkte basieren auf Polyacrylnitril(PAN)-Fasern und erreichen nach einer Reihe von Oxidations- und Imprägnierungsvorgängen eine Dicke von etwa 0,4 mm. GDL 10 ist die erste Generation von GDL-Produkten. Dieses Material ist relativ weich und besitzt eine hohe Luftdurchlässigkeit. Es ist daher besonders gut geeignet für den Einsatz in Systemen mit hoher Luftfeuchtigkeit, z. B. für Hausenergiesysteme. Mit der Entwicklung der vierten GDL-Generation (0,3 mm Materialstärke) und der fünften Generation (0,2 mm dünnes Material), wurden papierartige GDL-Produkte, basierend auf karbonisierten Fasern, auf den Markt gebracht. Diese dünnen Materialien erlauben es, die Stack-Größe zu verringern. Die verschiedenen Substrate können alle hydrophob behandelt und auf einer Seite der GLD mit einer dünnen, mikroporösen Schicht versehen werden. Daraus resultiert, dass der Wirkungsgrad deutlich, um bis zu 5% erhöht werden kann, wenn geeignete GDL-Materialien verwendet werden. Unsere GDL-Materialien übertreffen früher genutzte, vergleichbare Produkte, durch die richtige Wahl des Typs und der hydrophoben Eigenschaften. Typische Standardtypen für allgemeine Anwendungen sind GDL 24/25 BC, GDL 10 BC und GDL 34/35 BC, weiter stehen mit SIGRACET GDLs mit unterschiedlichen hydrophoben Eigenschaften und Materialien mit/ohne mikroporöse Schichten für fast alle Standard- und Spezialanwendungen und auch für Nischenmärkte zur Verfügung. Alle Produkte werden in Rollenform von 50 bis 100 m Länge und in einer Standardbreite von 0,45 m hergestellt, was zu einer konstanten Fertigungsqualität führt. Neben dem Angebot in Rollenform gibt es die Möglichkeit, das Material mit speziellen Werkzeugen auf kundenspezifische Abmessungen zu stanzen.

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Stationär  
Stationary

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Mobil  
Mobile

Industrie  
Industry

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

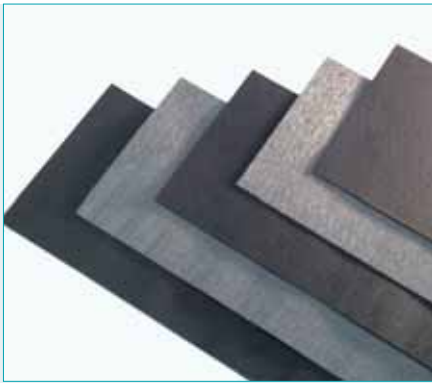
### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training



Gasdiffusionsschicht (Platten)  
Gas diffusion layer (sheets)

The SGL Group is one of the world's leading manufacturers of carbon-based products. It has a comprehensive portfolio ranging from carbon and graphite products to carbon fibers and composites. SGL Group's carbon-based materials combine several unique properties such as electrical and thermal conductivity, heat and corrosion resistance as well as high mechanical strength combined with low weight. With 38 production sites in Europe, North America and Asia as well as a service network covering more than 100 countries, the SGL Group is a company with a global presence. In 2007, the Company's workforce of around 5,900 generated sales of 1.4 bill. EUR.

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

With regards to the fuel cell industry, we currently supply materials for Proton Exchange Membrane (PEM), Direct Methanol (DMFC), Phosphoric Acid (PAFC) and Molten Carbonate (MCFC) stacks. We continually explore opportunities within all fuel cell environments and applications.

PEM fuel cells are proving highly promising when used as drive units in buses, cars and fork lift trucks. First near-series products for domestic energy systems are available since 2006. This modern technology has the potential to bring lasting changes to the decentralized energy production market. Drawing on its long-standing experience in the use of graphite in chemically aggressive environments and other media, e.g. in process equipment engineering, SGL Group began selecting materials for Gas Diffusion Layers (GDLs) – a key component of the stack – in the late 1990s. Our first GDL products are based on polyacrylonitrile (PAN) fibers and reach a thickness of about 0.4 mm after a number of oxidation and impregnation steps. GDL 10 is our first generation of GDL products. This material is relatively soft and displays high air permeability. It is therefore particularly suitable for use in systems with high humidity levels, such as domestic energy systems. With the development of the fourth GDL generation (0.3 mm material thickness) and the fifth generation (0.2 mm thin material), paper-type GDL products based on carbonized fibers have been introduced to the market. These thin materials allow the overall stack dimensions to be reduced. The different substrates all have the capability to be hydrophobically treated and coated with a thin microporous layer on one side of the GDL. As a result, efficiency levels can be increased significantly by up to 5% if suitable GDL materials have been chosen. Thus, our GDL materials considerably surpass the benchmarked products used previously by properly selecting types and hydrophobicity levels. Typical standard grades for general applications are GDL 24/25 BC, GDL 10 BC and GDL 34/35 BC but through different hydrophobicity levels and materials with/without microporous layers, SGRACET GDLs can cater to virtually all standard or special applications including niche markets. All products are manufactured in roll form 50 to 100 m in length and a standard width of 0.45 m leading to their consistent production quality. Besides being supplied in roll form, the material can also be die cut to customized dimensions by means of special tools.

## SKF Economos Deutschland GmbH, Niederlassung Rhein-Main

The logo for SKF Economos, featuring the word "ECONOMOS" in a bold, white, sans-serif font inside a dark orange rectangular box.

Adresse   Address:	SKF Economos Deutschland GmbH, Niederlassung Rhein-Main Carl-Benz-Straße 10 64711 Erbach
Telefon   Phone:	+49-6062-910634
Telefax   Fax:	+49-6062-910636
E-Mail   Email:	rhein-main@economos.com
Internet   Internet:	www.economos.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	1023
Gründungsjahr   Foundation:	1976
Kontaktperson   Contact:	Jochen Schiffter
Telefon   Phone:	+49-6062-910634
Telefax   Fax:	+49-6062-910636
E-Mail   Email:	Jochen.Schiffter@economos.com

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

SKF Economos liefert Dichtungslösungen für Betankungssysteme von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen. Hierbei werden die Fahrzeuge mit einem Druck von max. 87,5 mpa und einer Temperatur von -40° C betankt. Unter diesen extremen Bedingungen ist der Werkstoff T-Ecopur der Schlüssel zum Erfolg. Herkömmliche Elastomere halten diesen extremen Bedingungen nicht Stand. Durch die hohe Extrusionsfestigkeit können die Dichtungen auch die hohen Drücke sicher aufnehmen. T-Ecopur ist ein thermoplastisches Polyurethan-Elastomer, welches für Niedrigtemperaturanwendungen entwickelt wurde. Die untere Betriebstemperatur liegt bei -50°C.

Das dreistufige Vertriebs- und Fertigungskonzept von SKF Economos bietet im ersten Schritt die Dichtungsentwicklung auf den Seal-Jet-Maschinen vor Ort in der kundennahen Niederlassung. So ist es möglich, Innovationen in einem Tag umzusetzen und die Dichtungen an die vorhandenen Einbauräume und Einsatzparameter anzupassen sowie zu optimieren.

Die im Anschluss benötigten Kleinserien werden auf automatisierten Seal-Jet-Maschinen gefertigt und können somit ohne Werkzeugkosten kostengünstig und in wenigen Tagen umgesetzt werden.

In der Fertigungsstufe drei können entsprechende Serienmengen dann spritztechnisch hergestellt werden. SKF Economos entwickelt und produziert die eigenen Dichtungswerkstoffe zentral in Judenburg/Österreich. Somit kann der Kunde von der Bemusterung bis zur Serie immer denselben Werkstoff einsetzen. Da mit den angeführten Fertigungsverfahren der Werkstoff T-ECOPUR schnell und kostengünstig in die unterschiedlichen Dichtungsgeometrien gebracht werden kann, ist es möglich, diesen rund um das Betankungssystem bei verschiedenen Automobilherstellern und Anlagenbauern einzusetzen.

A close-up photograph of a blue, toroidal T-ECOPUR seal, showing its smooth, circular shape and a slight shadow on the surface below it.

T-ECOPUR-Dichtung, geeignet für Wasserstoffbetankung  
T-ECOPUR seal suitable for hydrogen fueling

Die SKF Economos Deutschland GmbH ist ein 100-prozentiges Tochterunternehmen der SKF Economos GmbH (Judenburg, Österreich) und gehört zur schwedischen SKF-Gruppe. Derzeit sind über 100 Mitarbeiter in insgesamt 14 Niederlassungen und Vertriebsgebieten in Deutschland beschäftigt, von denen 12 über eine eigene Produktion verfügen. Durch seine Niederlassungen ist SKF Economos so nah beim Kunden wie kein anderer Hersteller und bietet umfassende Erfahrung bei der Ausrüstung unterschiedlichster Branchen. Dank der von SKF Economos entwickelten Seal-Jet-Fertigungstechnik für Dichtungen kann der Gesamtprozess von der Entwicklung bis zur Serienproduktion kostengünstig in kürzester Zeit umgesetzt werden. Ergänzend bietet SKF Economos maßgeschneiderte Kunststoffbauteile für den industriellen Einsatz an. Das Unternehmen SKF Economos wurde 1976 gegründet und hat 1.023 Mitarbeiter (2008.)

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Peripherie  
Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE  
R&D

Beratung, Normung  
Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung  
Education, training



SKF Economos Deutschland GmbH is a fully owned subsidiary of SKF Economos GmbH (Judenburg, Austria) and part of the Swedish SKF Group. Currently, more than 100 people are employed in a total of 14 German subsidiaries and sales regions, 12 of those have their own production sites. As a result, SKF Economos is closer to customers than any other manufacturer, with extensive experience as a supplier to a wide range of industries. Thanks to seal-jet manufacturing technology for seals developed by SKF Economos, customer projects – from development to volume production – are handled in extremely short periods of time at low costs. In addition, SKF Economos offers Advanced Engineered Plastics Products (AEPP) for industrial uses. The company SKF Economos was founded in the year 1976 and has 1,023 employees (2008).



Seal-Jet Drehmaschine Economos für Dichtungen  
(z. B. für Betankungssysteme)  
Seal-Jet turning lathe Economos for seals  
(e. g. for refuelling systems)

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

SKF Economos delivers sealing solutions for refuelling systems of hydrogen-powered vehicles. The vehicles are refuelled at a max. pressure of 87.5 mpa and a temperature of -40 °C. In these extreme conditions, the T-Ecopur material is the key to success. Conventional elastomers do not withstand these extreme conditions. Due to their high extrusion resistance the seals can also safely absorb these high pressures. T-Ecopur is a thermoplastic polyurethane elastomer developed for low-temperature applications. The lower operating temperature is approx. -50 °C.

In the first stage, the three-stage SKF Economos sales and manufacturing concept offers seal development on local Seal-Jet machines at the plant close to the customer. This allows innovations to be implemented within one day and to adapt and optimize the seals to suit existing assembly spaces and operating parameters.

The subsequently required small volumes are produced on automated Seal Jet machines and can thus be delivered cost-effectively, without tooling costs, within just a few days.

In production stage three, respective production volumes can be produced by injection moulding. SKF Economos centrally develops and produces in-house sealing materials in Judenburg/Austria. This means that the customer can always use the same material, from sampling to volume production.

As the afore mentioned manufacturing technologies allow the T-ECOPUR material to be converted into the required seal geometries quickly and cost-effectively, it is possible to use the material for refuelling system applications at various automobile as well as plant and equipment manufacturers.



Adresse   Address:	SMA Solar Technology AG Sonnenallee 1 34266 Niestetal
Telefon   Phone:	+49-561-95220
Telefax   Fax:	+49-561-9522100
E-Mail   Email:	info@SMA.de
Internet   Internet:	www.SMA.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	2500
Gründungsjahr   Foundation:	1981
Kontaktperson   Contact:	Dr. Torsten Leifert
Telefon   Phone:	+49-561-95223308
Telefax   Fax:	+49-561-95224896
E-Mail   Email:	Torsten.Leifert@SMA.de

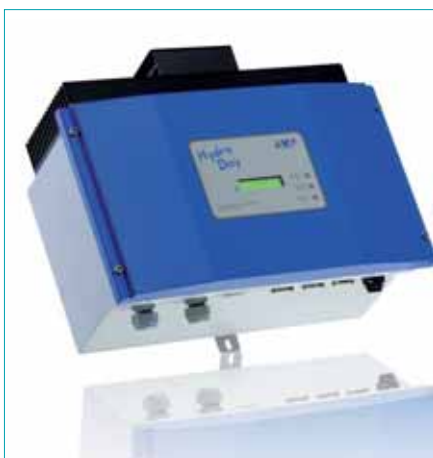
## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die SMA Solar Technology AG ist der weltweit größte Hersteller von Solar-Wechselrichtern und bietet für jede Anlagengröße und alle Modultypen technologisch führende Produkte an. SMA hat acht internationale Niederlassungen und bietet weltweiten Service.

### Hydro Boy-Wechselrichter für Brennstoffzellen:

#### Die saubere Alternative zu Dieselgeneratoren

Zukunftsweisend und effizient: Die Hydro Boy-Wechselrichter eignen sich optimal für die umweltschonende Erweiterung von Brennstoffzellen-Inselstromsystemen mit SMA-Produkten. Ob Energieversorgung entlegener, netzferner Regionen oder Notstromversorgung bei instabilen Netzen: Der Aufbau von autarken Inselsystemen ist ein wichtiger Zukunftsmarkt. Vor dem Hintergrund steigender Diesel- und Heizölpreise sind SMA-Wechselrichter für Brennstoffzellen ein gefragtes Zukunftsprodukt.



HYDRO\_BOY1324

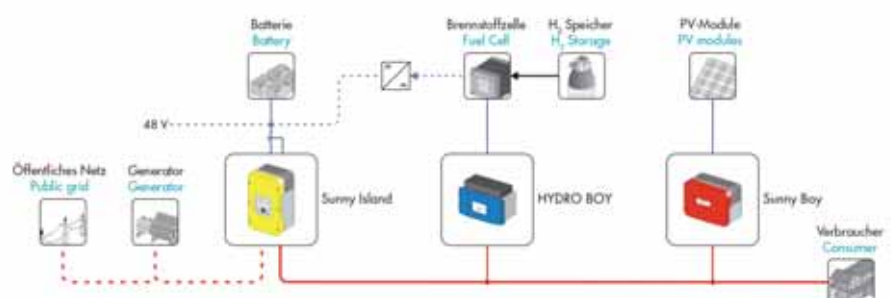
#### Ergänzung von Inselsystemen

SMA ist der einzige Hersteller weltweit, der abgestimmte AC-gekoppelte PV-Systeme für autarke Energieversorgungssysteme von 1 bis 100 kW anbietet. Zusammen mit Insel- und Solar-Wechselrichtern von SMA ist der Hydro Boy ein wichtiges Bauteil für ein zuverlässiges Standard-Wechselspannungsnetz. Die H2-Island Extension ergänzt die notwendige Batterie in einem Inselnetz um eine Brennstoffzelle mit Wasserstoffspeicher. Gekoppelt mit einem Heizungssystem kann die Abwärme zudem als Heizenergie genutzt werden. SMA arbeitet eng mit namhaften Herstellern von Heizungssystemen zusammen und kann so auch individuell zugeschnittene Lösungen anbieten. Mehr als 100 Geräte sind derzeit erfolgreich in Feldtestprogrammen führender Brennstoffzellenheizgeräte-Hersteller im Einsatz.

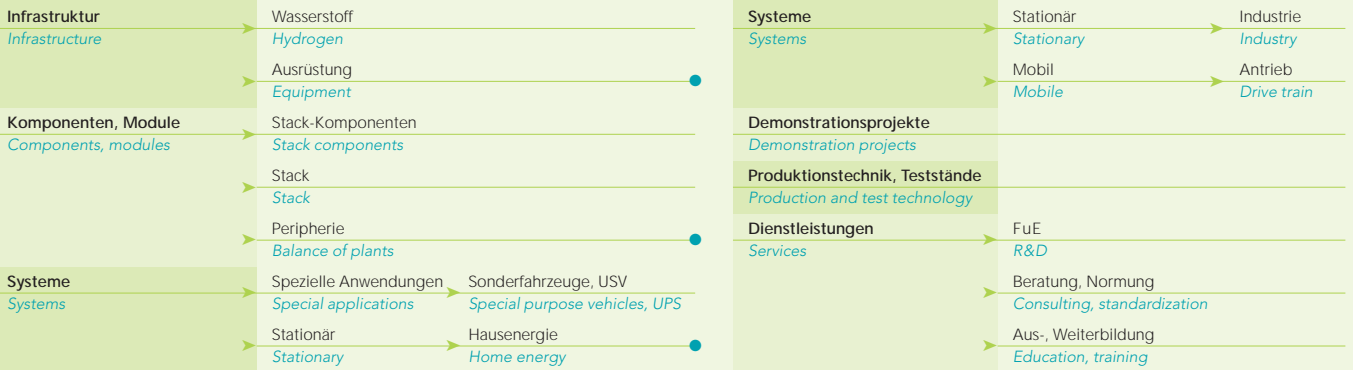
#### Alles aus einer Hand

Seit mehr als 25 Jahren ist SMA tätig im Bereich der Systemtechnik für innovative Energiesysteme. Vom zuverlässigen Inselmanager Sunny Island über die ertragreichen Solar-Wechselrichter Sunny Boy und Sunny Mini Central, mobile DC/DC-Wandler für Brennstoffzellen bis hin zum leistungsstarken Hydro Boy: SMA liefert alle Komponenten für Inselstromsysteme aus einer Hand.

Exemplarische Systemkonfiguration mit SMA-Kommunikationstechnologie  
Exemplary system configuration with SMA's communication technology



## Kompetenzen | Competencies



Stationäres System für Hausenergieversorgung (mit Hydro Boy)  
*Stationary system for home energy (with Hydro Boy)*

SMA Solar Technology AG is the largest manufacturer of solar inverters worldwide. SMA produces state-of-the-art products for every size of PV plant and every type of PV module. SMA has eight international subsidiaries and offers a worldwide service.

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Hydro Boy inverters for fuel cells:

The clean alternative to diesel generator Trendsetting and efficient:

The Hydro Boy inverters are ideal for an environmentally friendly expansion of fuel cell stand-alone systems using SMA products. Whether for energy supply of remote regions far from the grid, or to provide electricity in case of emergency in unstable grids: the development of self-sufficient stand-alone systems is an important future market. In the context of the increasing prices for diesel and heating oil, SMA inverters for fuel cells are a product for the future with much demand.

Extension of stand-alone systems

SMA is the only manufacturer worldwide to offer matched, AC-coupled PV systems for self-sufficient energy supply systems from 1 to 100 kW. Together with the island- and solar inverters from SMA, the Hydro Boy is an important component for a dependable standard AC voltage grid. The H2-Island Extension complements the necessary battery in a stand-alone grid with a fuel cell with hydrogen storage. Coupled to a heating system, the waste heat can be used as heating energy. SMA works in close cooperation with well-known manufacturers of heating systems and therefore can offer individually tailored custom solutions. More than 100 devices are being used successfully in field tests by leading fuel cell heating device manufacturers.

Everything from one single source

For more than 25 years, SMA has been active in the field of systems technology for innovative energy systems. From the reliable Sunny Island stand-alone system manager to the high-yield Sunny Boy and Sunny Mini Central solar inverters, the mobile DC/DC converter for fuel cells, and beyond to the powerful Hydro Boy: SMA delivers all components for stand-alone systems from one source.



Adresse   Address:	SolviCore GmbH & Co. KG Rodenbacher Chaussee 4 63457 Hanau-Wolfgang
Telefon   Phone:	+49-6181-5908
Telefax   Fax:	+49-6181-594204
E-Mail   Email:	info@solvicore.com
Internet   Internet:	www.solvicore.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	34
Gründungsjahr   Foundation:	2006
Kontaktperson   Contact:	Markus Holzmann
Telefon   Phone:	+49-6181-596492
Telefax   Fax:	+49-6181-594204
E-Mail   Email:	markus.holzmann@solvicore.com



MEA-Qualitätskontrolle  
MEA quality control

SolviCore wurde am 1. Juli 2006 von seinen Mutterkonzernen Umicore und Solvay gegründet. Das 50-50 Joint Venture hat seinen Sitz in Hanau, Umicores größtem Forschungsstandort in Deutschland. SolviCore beschäftigt Mitarbeiter in den Bereichen Forschung, Entwicklung, Produktion und Verkauf von Membran-Elektroden-Einheiten (MEAs) für Brennstoffzellenanwendungen.

Umicore und Solvay, zwei weltweit agierende Industriekonzerne, die beide jeweils eine herausragende Rolle in ihren Bereichen Edelmetallkatalysatoren und Nichtedelmetallprodukte sowie Polymer-technologie einnehmen, haben das Ziel, mit SolviCore weiterhin eine führende Rolle bei der sich entwickelnden Brennstoffzellentechnologie zu übernehmen.

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE



Innerhalb der Produktlinie pMembrain entwickelt und vertreibt SolviCore Produkte für die vier verschiedenen Anwendungen Wasserstoff-, Reform- und Direkt-Methanol-Brennstoffzellen sowie für die PEM-Wasser-Elektrolyse. Diese Komponenten für Brennstoffzellen werden auf speziell entwickelten oder adaptierten Pilotproduktionsanlagen hergestellt.

Das Qualitätsmanagement-System im Bereich Brennstoffzellen ist seit 2004 nach ISO 9001:2000, das Umweltmanagement-System seit 2001 nach ISO 14001 zertifiziert.

Das Joint Venture ist auf den genannten Kernkompetenzen aufgebaut und nutzt die Erfahrung von zehn Jahren Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich Brennstoffzellen. SolviCore kann außerdem auf die weltweit führende Position der Umicore in den Bereichen Metallmanagement und Recycling von Edelmetallprodukten zurückgreifen (Closed-Loop-Konzept), die in Zukunft bei der Kontrolle der Kosten von Brennstoffzellenprodukten einen entscheidenden Einfluss haben werden.

UMICORE ist ein Konzern mit Schwerpunkt im Bereich Materialtechnologie mit Hauptsitz in Brüssel. Die Aktivitäten sind im wesentlichen auf vier Bereiche verteilt: Hochentwickelte Spezialmetallmaterialien, Edelmetallprodukte und Katalysatoren, Edelmetall-Serviceleistungen und Zink-Spezialprodukte. Die Umicore-Gruppe betreibt industrielle Standorte auf allen Kontinenten und bedient ein globales Kundenetzwerk; der Konzernumsatz lag 2008 bei ca. 9,2 Mrd. EUR, die Gesamtmitarbeiterzahl beträgt ca. 15.500 (2008). Mehr Details finden sich unter [www.umicore.com](http://www.umicore.com).

SOLVAY ist ein internationaler Chemie- und Pharmazie-Konzern mit Hauptsitz in Brüssel mit ca. 28.300 Beschäftigten (2008) in 50 Ländern. 2008 betrug der Umsatz etwa 9,5 Mrd. EUR, und wurde in den drei Hauptsektoren Chemikalien, Plastik und Pharmazieprodukte erzielt. Mehr Details finden sich unter [www.solvay.com](http://www.solvay.com).



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

SolviCore was founded on July 1st, 2006 by its parent companies Umicore and Solvay. The 50-50 joint venture is based in Hanau, at Umicore's main R&D site in Germany. SolviCore employs 34 people in the first stage of its development for the research, development, production and sales of membrane electrode assemblies (MEA) to be used in fuel cell (FC) applications.

Umicore and Solvay, two world-scale industrial groups which respectively enjoy a global leading position in precious metal catalysts and special base metal products as well as in polymer technology, have the ambition to play further on a major role in the emerging fuel cell technology with SolviCore.



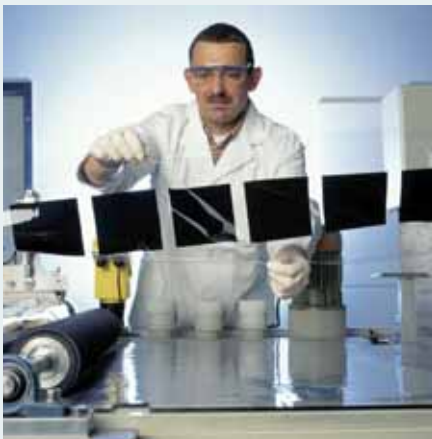
Within its product line pMembrain SolviCore develops and supplies products for the four different applications hydrogen, reformat and direct-methanol fuel cells as well as for PEM-water-electrolysis. These components for fuel cells are manufactured on especially developed or adapted pilot production lines.

The quality management system of the fuel cell unit has been certified according to ISO 9001:2000 since 2004. The environmental management system has been certified according to ISO 14001 since 2001.

The joint venture is built on these core competencies and the experience of ten years of development in the area of fuel cell technology. SolviCore can also revert to Umicore's world leading position in metals management and recycling of precious metal based products (closed loop concept), which will be required to control the costs of fuel cell products in the future.

UMICORE is a materials technology group with headquarters in Brussels. Its activities are centered on four business areas: Advanced Materials, Precious Metals Products and Catalysts, Precious Metals Services and Zinc Specialties. The Umicore Group has industrial operations on all continents and serves a global customer base; it generated a turnover of 9.2 bn. EUR in 2008 and employs some 15,500 people (2008). Details are available at [www.umicore.com](http://www.umicore.com).

SOLVAY is an international chemical and pharmaceutical group with headquarters in Brussels. It employs some 28,300 people (2008) in 50 countries. In 2008 its consolidated sales amounted to 9.5 bn. EUR generated by its three activity sectors: Chemicals, Plastics and Pharmaceuticals. Details are available at [www.solvay.com](http://www.solvay.com).



MEA – Membran-Elektroden-Einheit  
MEA – membrane electrode assembly



Adresse   Address:	TB&C Outsert Center GmbH Junostraße 1 35745 Herborn-Burg
Telefon   Phone:	+49-2772-5759500
Telefax   Fax:	+49-2772-5759581
E-Mail   Email:	info@outsert.com
Internet   Internet:	www.outsert.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	100
Gründungsjahr   Foundation:	1982
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Phys. Ralf Wetzels
Telefon   Phone:	+49-2772-5759550
Telefax   Fax:	+49-2772-5759581
E-Mail   Email:	Ralf.Wetzels@outsert.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Das TB&C Outsert Center ist eine aus dem Philips-Konzern heraus entstandene Firma mit Sitz in Herborn-Burg.

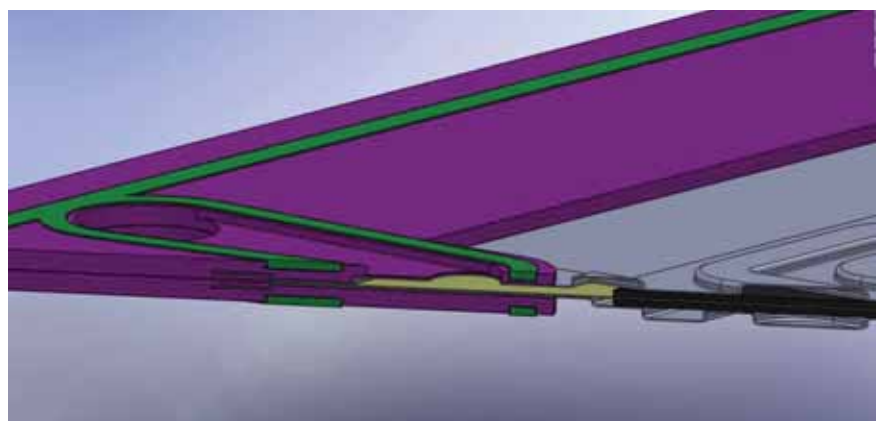
Das Produktportfolio umfasst hochpräzise Mehrkomponenten-Bauteile in Verbundwerkstofftechnik, vorrangig Metalle und Kunststoffe, die mit Hilfe eines speziellen Verfahrens, der innovativen Outsert-Technik, miteinander verbunden werden.

Das Unternehmen entwickelt und produziert Elemente für die Bereiche Medizintechnik, Automobilindustrie und industrielle Anwendungen. Als Hersteller von z. B. Baugruppen für Türmodule, Schiebendächern, Druckerkomponenten bis zu elektromechanischen Baugruppen im Medizinbereich ist das TB&C Outsert Center ein flexibler Partner für namhafte Entwicklungszentren der jeweiligen Industrie und produziert jährlich über 35 Mio. Bauteile.

Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung im Bereich der Metall-Kunststoff-Hybrid-Technologie haben wir die Möglichkeit, innovative Produkte im Bereich Stack-Komponenten und Peripherie kundenspezifisch zu entwickeln.

Die TB&C Outsert Center GmbH beschäftigt sich intensiv mit den Bereichen „Gasdurchführung durch Bipolarplatten“ und „Metall-Kunststoff-Bipolarplatten“. In diesen Segmenten konnte eine Gewichtsreduktion der Komponenten von bis zu 30% gegenüber metallischen Bipolarplatten bei besserer Planarität erreicht werden. Ebenso ist eine vereinfachte Handhabung bei Montage und Wartung gegeben.

Von dem Unternehmen konnten aktuell auf dem Gebiet der Gasdurchführung entsprechende Schutzrechte angemeldet werden, die die Herstellung umspritzter Platensätze mit integrierten Dichtungselementen und Versorgungsdurchbrüchen beschreiben.



Zellmodul mit Bipolarplatte und MEA  
Cell module with bipolar plate and MEA – membrane electrode assembly

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

TB&C Outsert Center is based in Herborn-Burg, Germany, and is a spin-off from the Philips Group.

The product portfolio comprises high-precision multicomponent parts produced by hybrid technology, predominantly metals and plastics connected by a special process, innovative outsert technology.

The company develops and produces elements for medical applications, the automotive industry and industrial applications. TB&C, as a manufacturer of, e.g. assemblies for automotive door modules, sun roofs, printer components, through to electromechanical assemblies for medical uses, is a flexible partner for development centers in the respective industry, and produces over 35 mill. parts annually.

Due to our longstanding experience in the metal-plastic-hybrid-technology we are able to develop customized fuel cell stack elements and peripheral equipment.

TB&C Outsert Center GmbH deals with "gas ducts of bipolar plates" and "metal-plastic-bipolar plates". The benefits in this technology are the weight reduction of the components up to 30% without losing their planarity and the simplified handling of the components.

Currently the company has applied for industrial property rights in the area of gas ducts. The new development covers moulded plates with integrated sealings and pipes for fuel cells.

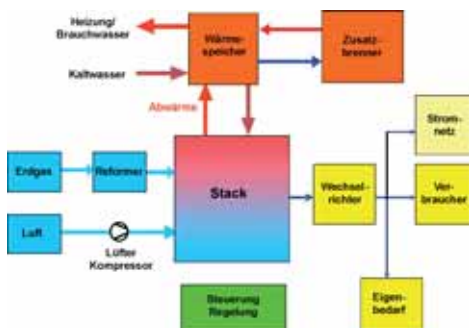


Adresse   Address:	Technische Universität Darmstadt Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, Fachgebiet Regenerative Energien Landgraf-Georg Straße 64283 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-6151-162563
Telefax   Fax:	+49-6151-166074
E-Mail   Email:	thomas.hartkopf@re.tu-darmstadt.de
Internet   Internet:	www.re.tu-darmstadt.de
Gründungsjahr   Foundation:	1907
Kontaktperson   Contact:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartkopf
Telefon   Phone:	+49-6151-162563
Telefax   Fax:	+49-6151-166074
E-Mail   Email:	thomas.hartkopf@re.tu-darmstadt.de

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Das Fachgebiet Regenerative Energien des Fachbereiches Elektrotechnik und Informationstechnik der TUD, eingerichtet 1996 als eine Stiftungsprofessur der HEAG AG, Darmstadt, beschäftigt sich intensiv mit Fragestellungen der Energiewandlung und -speicherung. Die derzeitigen Arbeiten konzentrieren sich auf die Verbesserung von Windgeneratoren, die Auslegung und Netzanbindung von Off-shore-Windparks, der Realisierung hoch-effizienter Antriebe für Elektrofahrzeuge sowie die Weiterentwicklung von Niedertemperatur-Brennstoffzellen (PEMFC und DMFC).

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Brennstoffzelle beinhalten sowohl theoretische als auch experimentelle Untersuchungen. In den zurückliegenden Jahren wurde ein dynamisches Modell für PEMFC-Komponenten, insbesondere MEA (Membrane electrode assembly) und Stack, sowie komplette Systeme entwickelt. Sowohl das Last- und Temperaturverhalten kleinerer portabler PEMFC-Systeme, inklusive Hybridsystemen mit Ni-MH Akkumulatoren ( $P_{el} < 300 \text{ W}$ ), als auch das Verhalten größerer stationärer Systeme für die Hausversorgung ( $1 \text{ kW} < P_{el} < 5 \text{ kW}$ ) konnten mit Hilfe von MATLAB/Simulink hinreichend beschrieben werden. Besonderes Augenmerk lag auf dem dynamischen Verhalten der PEMFC bei kritischen Arbeitsbedingungen, z. B. hohe Lasten bei erhöhten/tiefen Temperaturen. Die Simulationen liefern die zeitabhängige Stromverteilung innerhalb der Zellen, die eng mit dem lokalen Wassergehalt bzw. dem Widerstand der Elektrolytmembran verbunden ist. Bei schlagartigem Ausfall der Befeuchtung bzw. schnellem Austrocknen der Membran weisen Zellspannung und Membranverluste (IR-Drop) ein nichtlineares zeitabhängiges Verhalten auf. Unter diesen Bedingungen reichen einige Sekunden aus, um die Zellen zu schädigen. Neben Hinweisen auf das Degradationsverhalten ergeben sich aus den Simulationen wichtige Anhaltspunkte (Parameter) für verbesserte Kontrollverfahren der PEMFC. Das sehr flexible MATLAB/Simulink kann weiterhin auch für stationäre eindimensionale Simulationen komplexer BZ-Systeme, speziell für das Design neuer Systeme, genutzt werden, auch mit Hilfe von „Hardware-in-the-Loop“ Anwendungen.



Flussdiagramm: BHKW – Blockheizkraftwerk mit Brennstoffzellen-Stack  
 Flow sheet: CHP – Combined heat and power station with fuel cell stack

Die experimentellen Arbeiten am Fachgebiet befassen sich in erster Linie mit dem Verhalten der reaktiven Kontakte Brenngas/Katalysator/Elektrolyt:  $\text{H}_2$  ( $\text{O}_2$ )/(Pt/Ru)/Nafion in der MEA. Als Trägermaterial für die 2–4 nm großen Katalysatorpartikel dienen auf verschiedene Weise hergestellte (CVD, Lichtbogenentladung etc.) und aufgereinigte Nanokohlenstoffe, i.d.R. ein- oder mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren (SWNT, MWNT). Neben sehr hohen Oberflächenanteilen bieten diese Substratmaterialien die Möglichkeit, durch oxidative Behandlung und gezielte chemische Anbindung funktionaler Gruppen die Substrat-Katalysator-Wechselwirkung zu verändern sowie Zentren einzuführen, die als Co-Katalysatoren in die Redox-Reaktion eingreifen können. Derartige Kohlenstoffnano-Elektroden sind weiterhin für Batterien und sehr dünne, nahezu 2-dimensionale Kohlenstoff-Netzwerke für Solarzellen von Interesse.

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Balance of plants

Peripherie

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Established in 1996 with a donation from HEAG AG, Darmstadt the section Renewable Energies of TUD concentrates on engineering and scientific problems of energy conversion and storage; the projects and co-operations being supported by industry, foundations and government. At present the institute is mainly engaged in the development of wind generators, offshore wind park networks and their connection, high energy batteries for electric drives and low temperature fuel cells (PEMFC, DMFC).



single walled Kohlenstoff-Nanoröhre  
single walled carbon nanotube

R&D work on fuel cells comprises both theoretical and experimental work. Within the last years a dynamical model of PEMFC components, notably the stack, and complete PEMFC systems has been developed. The load and temperature behaviour of small portable PEMFC units (and hybrids with Ni-MH accumulator,  $P_{el} < 300$  W) as well as larger PEMFC systems for stationary applications ( $1 \text{ kW} < P_{el} < 5 \text{ kW}$ ) have been successfully modelled using MATLAB-Simulink. Especially the dynamic behaviour of a PEMFC system at and near critical working conditions, e.g. high power demand at high/low temperature, has been analysed. The simulations shed light on the current distribution within the cells, which is intimately connected with the local water content or local membrane resistivity, respectively. In case of a failure in the humidification (fast drying of the cell), the cell voltage and the membrane loss (IR-Drop) change non-linearly with time. Short disturbance of the water household, some seconds appear to be sufficient, pre-damages the cells/system under these conditions. Apart from gaining insight into the degradation behaviour, the dynamic simulations provide valuable information for advanced fuel cell control systems. Further on, the rather flexible tool MATLAB-Simulink can be used for stationary simulations of complex systems, i.e. for the design of new systems, most elegantly by using the 'Hardware-in-the-Loop' option.

Concerning the experimental work of the section Renewable Energies the main focus is laid on the improvement of the Membrane-Electrode-Assembly (MEA) by nanosized composite electrocatalysts. Carbon nanomaterials from different preparation routes (CVD, arc grown etc.) and, hence, different properties are used as support for noble metal catalysts (Pt, Ru). Apart from their high surface area allowing high concentration of reactive contacts fuel/catalyst/electrolyte, the possibility of functionalising the surface by oxidative treatment, specific chemical reactions etc. opens new ways to i) modify the catalyst-support interaction and ii) to introduce surface groups which possibly interact as co-catalysts. These electrodes can be also used for complementary devices storing or converting energy, i.e. batteries and solar cells (when prepared as thin almost 2-dimensional network on appropriate supports). Furthermore, the nanosize character of the materials affords new techniques in preparation, handling and design and, thereby, helps to establish new technologies in the area of renewable energies.

# Technische Universität Darmstadt

## Fachbereich Material- und Geowissenschaften, Fachgebiet Erneuerbare Energien



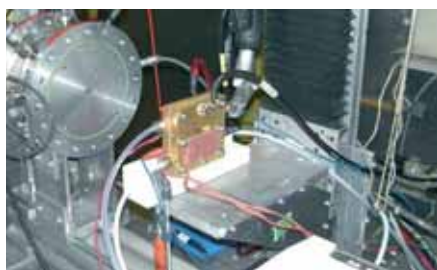
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Adresse   Address:	Technische Universität Darmstadt Fachbereich Material- und Geowissenschaften, Fachgebiet Erneuerbare Energien Petersenstraße 23 64287 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-6151-164373
Telefax   Fax:	+49-6151-166023
E-Mail   Email:	theresia@tu-darmstadt.de
Internet   Internet:	www.tu-darmstadt.de/fb/ms/fg/ee
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	10
Gründungsjahr   Foundation:	2004
Kontaktperson   Contact:	Dr.-Ing. Christina Roth
Telefon   Phone:	+49-6151-164391
Telefax   Fax:	+49-6151-166023
E-Mail   Email:	c_roth@tu-darmstadt.de

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Das Fachgebiet Erneuerbare Energien am Institut für Materialwissenschaft wurde im Dezember 2004 gegründet. Der Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten liegt auf dem Gebiet der Niedertemperaturbrennstoffzellen und der verwandten Elektrokatalyse, die mittels innovativer Ex-situ-, In-situ- und Operando-Methoden untersucht werden. Dabei wird besonderer Wert auf die systematische strukturelle und elektrochemische Charakterisierung der nanoskaligen Materialien gelegt, um einen detaillierten Einblick in die Struktur-Eigenschaftsbeziehung zu erhalten. Die zur strukturellen Charakterisierung eingesetzten Methoden umfassen u.a. Röntgenbeugung (XRD), Röntgenabsorptionsspektroskopie (XAS) und Transmissionselektronenmikroskopie (TEM).



Operando Messungen am HasyLab in Hamburg  
*Operando measurement at HasyLab in Hamburg*

#### Entwicklung neuer Katalysatorkonzepte

In der Arbeitsgruppe werden unterschiedliche binäre und ternäre Katalysatorsysteme über verschiedene Synthesewege hergestellt und untersucht. Dabei wird auch der Einfluss der Partikelgröße und der Dispersion auf die Aktivität berücksichtigt. Weiterhin werden im Fachgebiet Erneuerbare Energien Alternativen zum kommerziellen Rußträger entwickelt, die eine höhere Stabilität unter Brennstoffzellenbedingungen aufweisen. So werden beispielsweise elektronenleitende Oxide und Polymere auf ihre Eignung als Trägermaterialien untersucht.

#### Funktionelles Elektrodendesign

Zusätzlich zum Katalysator hat die Morphologie der Membran-Elektroden-Einheiten (MEA) einen entscheidenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Brennstoffzelle. Dabei sind vor allem deren Porosität, die Elektrodendicke und der Kontakt zwischen Elektrode und Membran von Bedeutung. Die systematische Charakterisierung der Elektrodenstruktur wird vorrangig mittels elektronenmikroskopischer Methoden sichergestellt. Dazu wurden in der Arbeitsgruppe neue Techniken von der Probenpräparation über Ultramikrotomie bis hin zu hochaufgelösten Panoramabildern und Mapping-Methoden entwickelt und etabliert.

#### In-situ-Messmethoden

In-situ- und Operando-Röntgenabsorptionsmessungen stellen einen wesentlichen Teil der aktuellen Forschungsaktivitäten dar. Aus Röntgenabsorptionsmessungen (EXAFS) während des Betriebs der Brennstoffzelle können Informationen über Katalysatoränderungen im Betrieb erhalten werden. Zusätzlich zur konventionellen EXAFS-Auswertung wird die neue delta- $\mu$ -XANES-Technik angewendet, die es erlaubt, die Bedeckung der aktiven Katalysatoroberfläche mit Adsorbaten im Detail zu analysieren. Dadurch werden Reaktionsmechanismen direkt im Betrieb zugänglich.

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff  
Hydrogen

Ausrüstung  
Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten  
Stack components

Stack  
Stack

Balance of plants

Peripherie

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen  
Special applications

Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS

Stationär  
Stationary

Hausenergie  
Home energy

### Systeme

Systems

Stationär  
Stationary

Industrie  
Industry

Mobil  
Mobile

Antrieb  
Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The Renewable Energies group has been established at the Institute for Materials Science in December 2004. The group's research focuses on low-temperature fuel cells and related electrocatalysis using advanced ex-situ, in-situ, and in particular, operando techniques. The systematic structural and electrochemical characterization of nanoscale catalysts is carried out in order to obtain a detailed insight into the structure-properties correlation. Techniques applied on the structural side include X-ray diffraction (XRD), X-ray absorption spectroscopy (XAS) and transmission electron microscopy (TEM).



TEM-Messungen am Institut  
TEM measurement at the institute

### New catalyst concepts

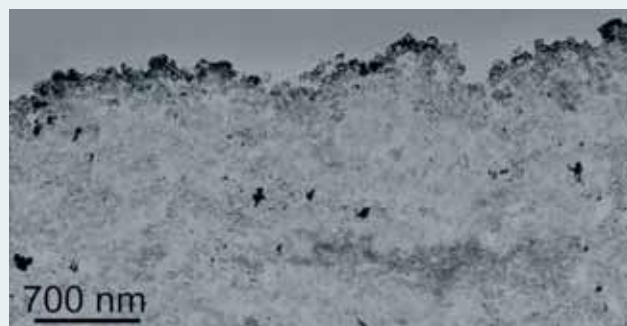
One research focus is the synthesis of binary and ternary catalyst compositions via different preparation routes. But also the effect of particle size and dispersion on the catalytic activity is taken into account. Since the long-term stability of carbon-supported catalysts is rather limited, one activity of the Renewable Energies group concerns the replacement of the carbon support by new support materials, e.g. electron conducting oxides and polymers.

### Functional electrode design

In addition to the influence of the catalyst, the morphology of the membrane electrode assemblies (MEA) strongly affects the performance of the fuel cell. The most important parameters in this respect are its porosity, the electrode thickness as well as the contact between electrode and membrane. Electron microscopy is applied for their systematic characterization. For this specific purpose new techniques have been developed and established in the group starting from sample preparation by ultramicrotomy to highly resolved panorama images and sophisticated mapping methods.

### In-situ studies

An important part of our recent research activities consists in in-situ and operando X-ray absorption measurements. X-ray absorption measurements can be carried out during real fuel cell operation in order to obtain information about catalyst changes during operation. In addition to the conventional EXAFS analysis the novel  $\Delta\mu$  XANES technique is applied, which allows for the detailed study of adsorbates attached to the catalytic active catalyst surface. Thereby, reaction mechanisms can be followed directly during operation yielding important insight for further catalyst optimization.



Panoramabild einer MEA  
Panorama picture of a MEA

# Technische Universität Darmstadt Zentrum für Konstruktionswerkstoffe – MPA/IfW



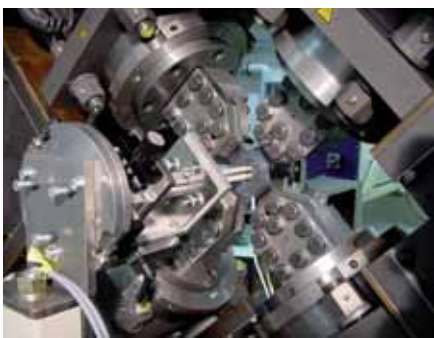
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



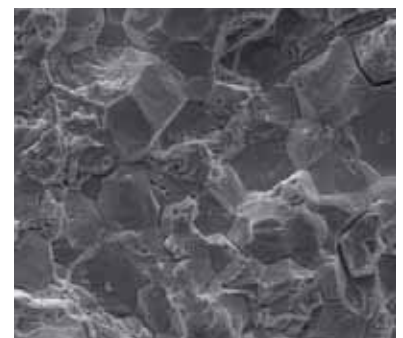
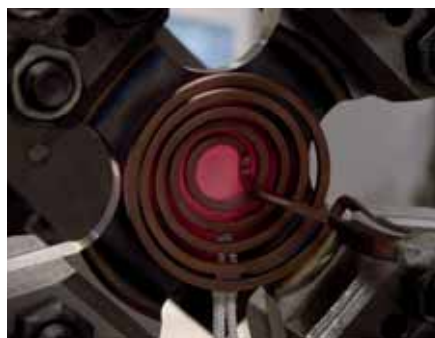
Adresse   Address:	Technische Universität Darmstadt Zentrum für Konstruktionswerkstoffe – MPA/IfW Grafenstraße 2 64283 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-6151-162151
Telefax   Fax:	+49-6151-166118
E-Mail   Email:	berger@mpa-ifw.tu-darmstadt.de
Internet   Internet:	www.tu-darmstadt.de/mpa-ifw
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	145
Gründungsjahr   Foundation:	1907
Kontaktperson   Contact:	Prof. Dr.-Ing. Christina Berger
Telefon   Phone:	+49-6151-162151
Telefax   Fax:	+49-6151-166118
E-Mail   Email:	berger@mpa-ifw.tu-darmstadt.de

Das Zentrum für Konstruktionswerkstoffe, bestehend aus der Staatlichen Materialprüfungsanstalt Darmstadt (MPA) und dem Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde (IfW), bildet an der Technischen Universität Darmstadt eine leistungsstarke technisch-wissenschaftliche Einheit für werkstofftechnische Prüfungen und Untersuchungen vielfältigster Art in den Bereichen Bauteilfestigkeit, Oberflächentechnik, Hochtemperaturwerkstoffe, Kunststoffe, Werkstoffanalytik, Baustoffe sowie Mess- und Kalibriertechnik.

Schwerpunkte sind Forschung, Entwicklungen und Prüfungen zu allen Fragen des Werkstoffverhaltens und der Bauteillebensdauer unter Betriebsbeanspruchung bzw. komplexen Beanspruchungen und unter Berücksichtigung der gesamten Fertigungskette.



Systeme für Werkstoff- und Bauteilprüfung  
*Systems for testing of materials and components*





Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**  
Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack  
Stack
- Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**  
Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications → Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Stationär  
Stationary → Hausenergie  
Home energy

**Systeme**  
Systems

- Stationär  
Stationary → Industrie  
Industry
- Mobil  
Mobile → Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**  
Demonstration projects

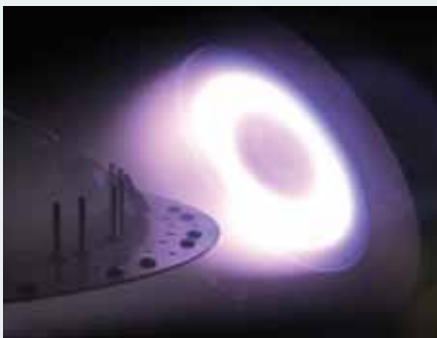
**Produktionstechnik, Teststände**  
Production and test technology

**Dienstleistungen**  
Services

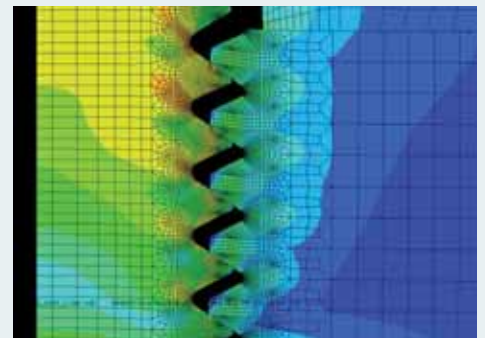
- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

The Center for Engineering Materials, consisting of the State Materials Testing Institute Darmstadt (MPA) and the Chair and Institute for Materials Science (IfW), represents a highly efficient technological-scientific unit as an independent competence center for the entire field of high-temperature materials, surface technology, strength of components, construction materials, measuring and calibration technology, plastics, materials analysis.

The sector research and development is predominantly concerned with questions of the material behaviour and the lifespan under service conditions and under the combination of different loadings and with regarding the whole manufacturing chain.



PVD-Beschichtungstechnologie  
PVD coating technology



Simulation  
Simulation



Adresse   Address:	TÜV SÜD Akademie GmbH Ben-Gurion-Ring 164 60437 Frankfurt am Main
Telefon   Phone:	+49-69-50929960
Telefax   Fax:	+49-69-509299620
E-Mail   Email:	info@tuev-sued.de
Internet   Internet:	www.tuev-sued.de/akademie
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	140
Gründungsjahr   Foundation:	1986
Kontaktperson   Contact:	Tilo Scholz
Telefon   Phone:	+49-375-5670815
Telefax   Fax:	+49-375-5670819
E-Mail   Email:	tilo.scholz@tuev-sued.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die TÜV SÜD Akademie GmbH ist eine Tochter des TÜV SÜD, des weltweit viertgrößten Konzerns im Bereich technischer Sicherheit. Mit 140 Mitarbeitern und einem Netzwerk von 2.000 Fachreferenten ist sie an 35 Standorten in ganz Deutschland präsent.

Die Fortbildungen der TÜV SÜD Akademie sind für die jeweiligen Zielgruppen maßgeschneidert. Wir bieten eine allgemeine Einführung zum Thema, die kompakt mit den Grundlagen der Hybrid-Technik vertraut macht und auch für Führungskräfte empfohlen ist. An Kfz-Mechaniker wenden sich die Grundmodule für festgelegte Tätigkeiten an HV-Systemen. Sie befähigen dazu, das anschließende Fachmodul zu absolvieren, um am spannungsfrei geschalteten Fahrzeug zu arbeiten. Teilnehmer mit elektrotechnischer Ausbildung besuchen das Fachmodul für Elektrofachkräfte.

Die TÜV SÜD Akademie bietet im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzelle die folgenden Seminare an:

- > Grundlagen der Hybrid- und Brennstoffzellentechnik an Fahrzeugen
- > Elektrotechnisch unterwiesene Person für Arbeiten an HV-Systemen für Brennstoffzellen- und Hybridfahrzeuge (HV = Hochvolt)
- > Grundmodul zur Ausbildung Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten an HV-Systemen für Brennstoffzellen- und Hybridfahrzeuge
- > Fachmodul zur Ausbildung Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten an HV-Systemen für Brennstoffzellen- und Hybridfahrzeuge
- > Einführung in die Hybridtechnik für erfahrene Elektrofachkräfte
- > Wasserstofftechnologie



## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

TÜV SÜD Akademie is a renowned training and personnel certification provider across Germany and internationally. We make high quality knowledge and certifications accessible for industry, SME's, commerce, trade and public services as initial and further training.

Offering seminars and training courses on topical subjects in the areas of management and technical engineering, TÜV SÜD Akademie helps to update and optimize executive and employee qualifications. Our internationally recognized personnel certifications raise the employability and support international mobility of qualified workers. TÜV SÜD Akademie helps your organization to make life-long learning a reality. Our modular training concepts prepare your staff for tomorrow's world of employment in a practice-oriented manner, tailored.

The TÜV SÜD Akademie is offering the following seminars in the field of hydrogen and fuel cell technology:

- > Basic introduction about hybrid and fuel cell technology in vehicles
- > Training for assembly and repair of high voltage systems used in hybrid and fuel cell vehicles
- > Education for high voltage systems used in hybrid and fuel cell vehicles
- > Introduction into hybrid technology for experienced skilled workers from electrical engineering
- > Hydrogen technology





Adresse   Address:	TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH Rüdesheimer Straße 119 64285 Darmstadt
Telefon   Phone:	+49-6151-600241
Telefax   Fax:	+49-6151-600670
E-Mail   Email:	ta.hessen@tuevhessen.de
Internet   Internet:	www.tuev-hessen.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	1000
Gründungsjahr   Foundation:	1866
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Ottmar Degrell
Telefon   Phone:	+49-6151-600141
Telefax   Fax:	+49-6151-600670
E-Mail   Email:	ottmar.degrell@tuevhessen.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Seit über 100 Jahren sorgt die TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH (TÜV Hessen) gemeinsam mit der TÜH Staatliche Technische Überwachung Hessen dafür, dass technischer Fortschritt in Produktion, Dienstleistung und Infrastruktur bei möglichst geringen Risiken sichergestellt werden kann. Aufgabe ist es, Menschen, Umwelt und Sachen in der Arbeitswelt sowie im privaten Bereich vor nachteiligen Auswirkungen technischer Anlagen, Einrichtungen und Geräte zu schützen.

TÜV Hessen und TÜH sind vertraglich miteinander verbunden. Gesellschafter sind die TÜV Süddeutschland Holding AG und das Land Hessen. Der TÜV Hessen besorgt das operative Geschäft der TÜH. Die ca. 1.000 Mitarbeiter (2008) nehmen einerseits staatsentlastende Aufgaben wahr und erbringen andererseits vielfältige Dienstleistungen.

Im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie erfolgt – teils in Zusammenarbeit mit dem TÜV Süddeutschland – die Überprüfung von sicherheitstechnischen Konzepten für Anlagen und Fahrzeuge. Werkstoffuntersuchungen, CFD- (Computational Fluid Dynamics) und Festigkeitsberechnungen sowie drucktechnische Untersuchungen werden an Bauteilen und Komponenten durchgeführt. Sie bilden die Grundlage für Zertifizierung und Homologation nach einschlägigen Richtlinien (EG und ECE, Ex-Schutz, Druckbehälterverordnung, EIHP-Entwurf). Der TÜV Hessen nimmt seit 2004 am EU-Projekt „Zero Regio“ teil und wirkte mit bei der Erstellung des VdTÜV-Merkblattes „Wasserstoff-Tankstellen“.



Brennstoffzellenfahrzeug Honda FCX Clarity – Komponenten  
Fuel cell vehicle Honda FCX Clarity – ghosted

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
*Infrastructure*

- Wasserstoff  
*Hydrogen*
- Ausrüstung  
*Equipment*

**Komponenten, Module**  
*Components, modules*

- Stack-Komponenten  
*Stack components*
- Stack  
*Stack*
- Peripherie  
*Balance of plants*

**Systeme**  
*Systems*

- Spezielle Anwendungen  
*Special applications* → Sonderfahrzeuge, USV  
*Special purpose vehicles, UPS*
- Stationär  
*Stationary* → Hausenergie  
*Home energy*

**Systeme**  
*Systems*

- Stationär  
*Stationary* → Industrie  
*Industry*
- Mobil  
*Mobile* → Antrieb  
*Drive train*

**Demonstrationsprojekte**  
*Demonstration projects*

**Produktionstechnik, Teststände**  
*Production and test technology*

**Dienstleistungen**  
*Services*

- FuE  
*R&D*
- Beratung, Normung  
*Consulting, standardization*
- Aus-, Weiterbildung  
*Education, training*

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

More than 100 years the TÜV Technische Überwachung Hessen (TÜV Hessen), the Hessian technical inspection, together with the TÜH Staatliche Technische Überwachung Hessen is monitoring the safety of technical progress in production, industrial services and infrastructure by keeping the risks to a minimum. Assignment for the TÜV Hessen is to protect people, environment and objects during the work and in private against negative impacts of technical facilities and units.

TÜV Hessen und TÜH are united by a contract. Partners are the TÜV Süddeutschland Holding AG and the Federal State of Hessen. The TÜV Hessen looks after the operative affairs of the TÜH. Approximately 1,000 employees (2008) are doing tasks assigned by the state business and also working in the competitive trade.

In the area of hydrogen technology security concepts for facilities and vehicles are inspected partly with TÜV Süddeutschland. Material analysis, calculations of CFD (Computational Fluid Dynamics) and strength as well as pressure tests are carried out on component parts. These are the basis for certification and homologation according to relevant directives (EC und EEC, protection of explosion, pressure tank regulation, EIHP draft). From January 2004 TÜV Hessen takes part in the EU project "Zero Regio" and processing of VdTÜV-Technical Bulletin "Hydrogen filling station".



Brennstoffzellenfahrzeug Honda FCX Clarity  
*Fuel cell vehicle Honda FCX Clarity*



Adresse   Address:	Umicore AG & Co. KG Rodenbacher Chaussee 4 63403 Hanau
Telefon   Phone:	+49-6181-590
Telefax   Fax:	+49-6181-596647
E-Mail   Email:	info@umicore.de
Internet   Internet:	www.umicore.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	15500
Gründungsjahr   Foundation:	1837
Kontaktperson   Contact:	Dr. Michael Lennartz
Telefon   Phone:	+49-6181-596227
Telefax   Fax:	+49-6181-5976227
E-Mail   Email:	michael.lennartz@eu.umicore.com

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Umicore ist ein Konzern mit Schwerpunkt im Bereich Materialtechnologie mit Hauptsitz in Brüssel. Die Aktivitäten sind im wesentlichen auf vier Bereiche verteilt: Hochentwickelte Spezialmetallmaterialien, Edelmetallprodukte und Katalysatoren, Edelmetall-Serviceleistungen und Zink-Spezialprodukte. Die Umicore-Gruppe betreibt industrielle Standorte auf allen Kontinenten und bedient ein globales Kunden-Netzwerk; der Konzernumsatz lag 2008 bei ca. 9,2 Mrd. EUR, die Gesamtmitarbeiterzahl beträgt ca. 15.500 (2008). Mehr Details finden sich unter [www.umicore.com](http://www.umicore.com).

Die zwei Produktreihen von Umicore für Brennstoffzellen sind die Elektrokatalysatoren elyst™ und die Reformierungskatalysatoren protonics™.

Die Elektrokatalysatoren elyst™ können im Wasserstoff-, Reformat- und DMFC-Betrieb sowie für PEM-Wasser-Elektrolyse eingesetzt werden. Der besondere Schwerpunkt der Entwicklung liegt auf einer hohen Stabilität der Katalysatoren in Bezug auf Metallpartikelstabilität und Trägerkorrosion.

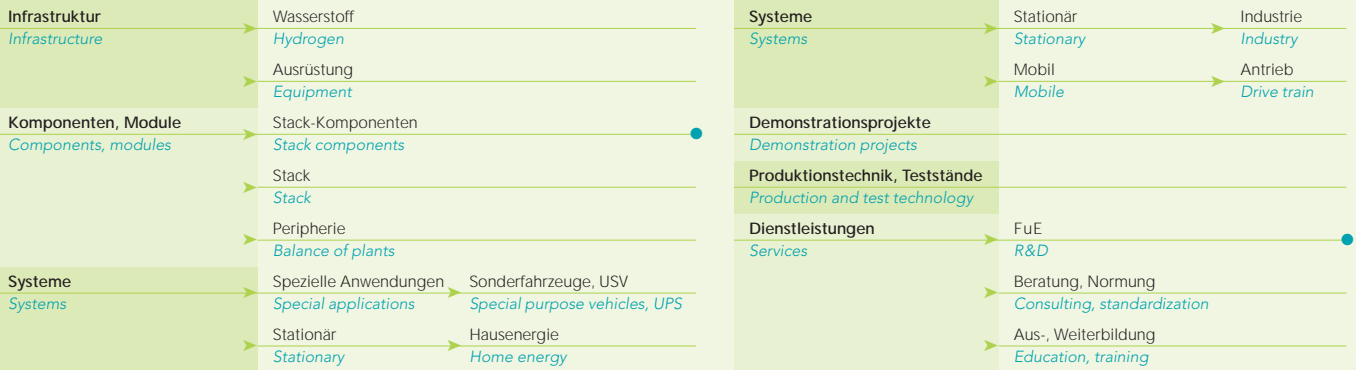
Die Technologie der Reformierungskatalysatoren protonics™ wird zur Erzeugung und Reinigung wasserstoffreicher Gase aus Methan, Propan, Benzin, Diesel, Kerosin und anderen Kohlenwasserstoffen eingesetzt. Ein weiteres Kompetenzfeld stellt die Entwicklung von Katalysatoren zur Verbrennung von Methan oder Wasserstoff dar.

Umicore besitzt Kompetenzen in der gesamten Wertschöpfungskette von der Metall-Precursor-Herstellung über die Trägerentwicklung bis hin zur Metallpulverpräparation und dem Upscaling.

Alle Brennstoffzellenprodukte werden in speziell entwickelten und angepassten Piloteneinheiten hergestellt.

Neben diesen Aktivitäten im Bereich der Brennstoffzellen entwickelt Umicore MEA – Membrane electrode assemblies in dem Joint Venture SolviCore.

## Kompetenzen | Competencies



## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

UMICORE is a materials technology group with headquarters in Brussels. Its activities are centered on four business areas: Advanced Materials, Precious Metals Products and Catalysts, Precious Metals Services and Zinc Specialties. The Umicore Group has industrial operations on all continents and serves a global customer base; it generated a turnover of 9.2 bill. EUR in 2008 and employs some 15,500 people (2008). Details are available at [www.umicore.com](http://www.umicore.com).

The two product lines for fuel cells are the electrocatalysts elyst™ and the reformer catalysts protonics™.

The electrocatalysts elyst™ can be used in hydrogen-, reformate- and DMFC-operation as well as for PEM-water-electrolysis. One focus of the development is the stability of the catalysts with emphasis on metal particle stabilization and support corrosion.

The technology of the reforming catalysts protonics™ is applied in the production and purification of hydrogen-rich gases from methane, propane, gasoline, diesel, kerosene and other hydrocarbons. As an additional area of competence the development of catalysts for combustion of methane and hydrogen is pursued.

Umicore covers the whole value chain from metal precursors over support development up to the catalyst powder preparation and upscaling.

All products for fuel cells can be produced on especially developed and adapted pilot production lines.

Furthermore, Umicore is developing MEAs – Membrane electrode assemblies through the joint venture SolviCore.



Adresse   Address:	VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH Merianstraße 28 63069 Offenbach am Main
Telefon   Phone:	+49-69-83060
Telefax   Fax:	+49-69-8306555
E-Mail   Email:	vde-institut@vde.com
Internet   Internet:	www.vde.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	800
Gründungsjahr   Foundation:	1920
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Nikolay Kuzishin
Telefon   Phone:	+49-69-8306660
Telefax   Fax:	+49-69-8306850
E-Mail   Email:	nikolay.kuzishin@vde.com

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH ist ein Unternehmen des technisch wissenschaftlichen VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik e.V.) und ist insbesondere auf dem Gebiet von Produktsicherheit, Unfallverhütung und Verbraucherschutz tätig. Als führendes Prüf- und Zertifizierungsinstitut auf dem Gebiet der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik gehört es zu seinen Aufgaben, als national und international akkreditierte, unabhängige Institution elektrotechnische Geräte, Komponenten und Systeme, die der Verbraucher verwendet, auf seine Gefahren für den Verbraucher und die Allgemeinheit mit höchstem Qualitätsstandard zu prüfen und zu zertifizieren.

Das VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut bietet auf dem Gebiet der Prüfung und Zertifizierung von portablen und Mikro-Brennstoffzellen-Systemen umfassende Dienstleistungen an. Dazu gehören entwicklungsbegleitende Prüfungen mit Gefahrenanalysen, die Überprüfung auf allgemeine elektrische, mechanische, chemische und Software-Sicherheit sowie Umweltprüfungen und Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit. Vor der Markteinführung kann darüber hinaus nach Bestehen der Prüfungsanforderungen der Normen EN 62282 6 1 (Sicherheit von Mikrobrennstoffzellen) oder EN 62282 6 3 (Austauschbarkeit von Kartuschen für Mikrobrennstoffzellen) das VDE Prüfzeichen vergeben werden. Weiterhin wird eine Schadgasprüfung für Elektrolyseure durchgeführt.

Seit 2008 besteht auf dem Gebiet der Performance-Prüfungen von Brennstoffzellen-Stacks und -Systemen eine Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Solarenergiesysteme (ISE). Diese Prüfungen erfolgen in Unterauftrag in den Laboren des ISE. Die Zertifizierung findet im VDE Institut statt.

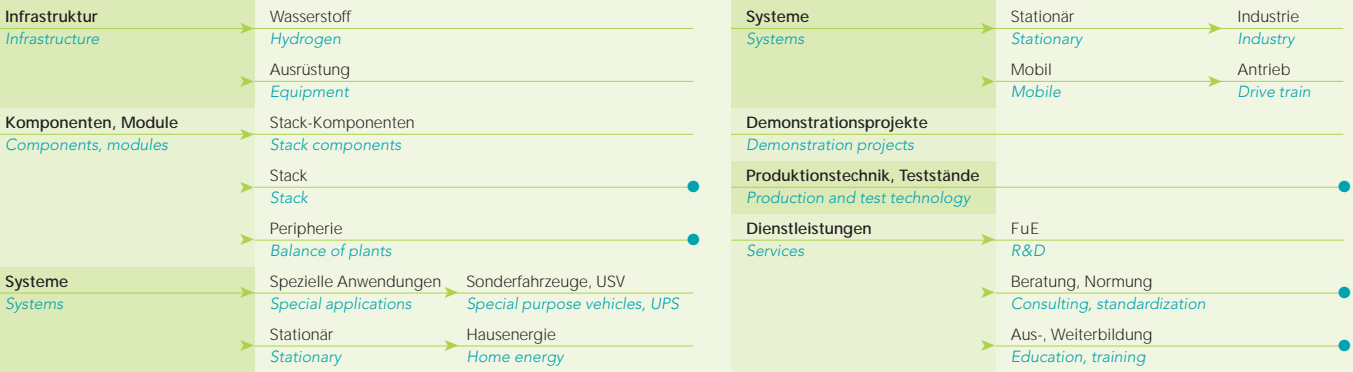
Die langjährige Erfahrung in der Entwicklungsbegleitung von Brennstoffzellen-Systemen, die aktive Mitarbeit in der Normung sowie die Beteiligung an einer Reihe von Förderprojekten liefern die Basis für die Erfahrung und Kompetenz auf diesem Gebiet.



Mikrobrennstoffzelle  
*Micro fuel cell*



Kompetenzen | Competencies



DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The VDE Testing and Certification Institute is a company of VDE (Association for Electrical, Electronic & Information Technologies), a technical-scientific institution, and is active primarily in the area of product safety, accident prevention and consumer protection. Part of its tasks as a leading nationally and internationally accredited independent testing and certification institute is to test and certify electro technical equipment, components and systems for risks to the consumer and to the general public with highest quality standard.

The VDE Testing and Certification Institute offers comprehensive services in the field of portable and micro fuel cell systems. This includes services during the design process like FMEA and tests on general electrical, mechanical, chemical safety and software security as well as environmental and electromagnetic compatibility tests. After having successfully passed the compliance tests according to EN 62282 6 1 (safety of micro fuel cells) and EN 62282 6 3 (interchangeability of micro fuel cell cartridges) the VDE mark can be granted before market launch. Furthermore, we conduct tests of harmful gases for electrolyzers.

Since 2008 the VDE Institute cooperates with Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems for conducting performance tests of fuel cell stacks and systems. While these tests are subcontracted to ISE labs, certification is done at VDE Institute.

Many years of experience in the design phase, active contribution to standardisation and the participation at sponsored research projects are the fundamentals of experience and competence on this field.



Infrarotspektrometer zur CO<sub>2</sub> Messung  
*Infrared spectrometer for CO<sub>2</sub> measurement*



VDE-Labor zur EMV-Messung für Brennstoffzellen  
*VDE laboratory for EMC measurement for fuel cells*

# Veritas



Brennstoffzellen-Fahrzeug  
Fuel cell vehicle

Veritas ist ein traditionsreiches und modernes Familienunternehmen mit Stammsitz in Gelnhausen (Hessen). Als Automobilzulieferer operieren wir weltweit und sind mit 3.000 Beschäftigten an sechs Standorten präsent.

Verbinden – Dichten – Transportieren sind interdisziplinäre Funktionen, die Veritas-Produkte im Automobil sicherstellen. Eine Leistung, die für uns weitaus mehr umfasst als das Produzieren und Zusammenfügen einzelner Komponenten zu einem Subsystem oder Modul. Veritas ist Entwicklungspartner mit allen Möglichkeiten der Simulation, der Verifizierung und der Produktvalidierung. In enger Kooperation mit unseren Kunden und Partnern entstehen ganzheitliche Lösungen entsprechend der Philosophie „Fit for Use“.

Veritas verbindet! Menschen, Produkte und Funktionen

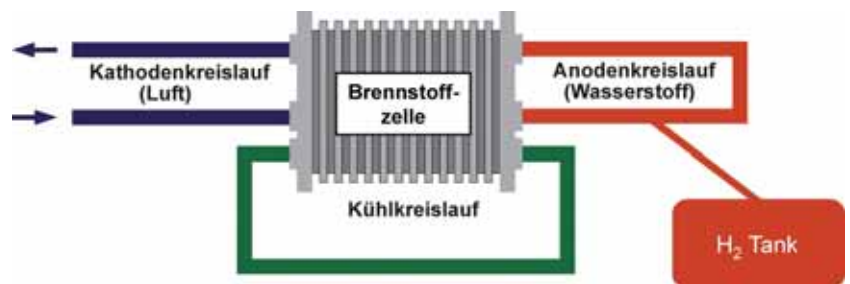
Adresse   Address:	Veritas AG Stettiner Straße 1-9 63571 Gelnhausen
Telefon   Phone:	+49-6051-8210
Telefax   Fax:	+49-6051-8211900
E-Mail   Email:	info@veritas-ag.de
Internet   Internet:	www.veritas-ag.de
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	3000
Gründungsjahr   Foundation:	1849
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. (FH) Michael Ehricht
Telefon   Phone:	+49-6051-8214420
Telefax   Fax:	+49-6051-8212240
E-Mail   Email:	michael.ehricht@veritas-ag.de

## BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Anforderungen an Brennstoffzellenleitungssysteme unterscheiden sich zum Teil erheblich von den bekannten Anforderungen an Leitungssysteme für Fahrzeuge mit Otto- oder Dieselmotor. Themen wie die Wasserstoffpermeation oder die sehr hohen chemischen Reinheitsanforderungen an das Gesamtleitungssystem waren bislang weniger bedeutend. Deshalb wurden von Veritas spezifische Werkstoffe und Fertigungsverfahren für Brennstoffzellenkreisläufe entwickelt, optimiert und in realen Erprobungsfahrzeugen auf Herz und Nieren mit Erfolg geprüft.

Veritas entwickelt und produziert seit 1999 Leitungssysteme für wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge. Zum Produktportfolio im Bereich der Brennstoffzellen zählen die Leitungen für den Anoden- und Kathodenkreislauf, die Wasserstoffzuleitung sowie die Leitungssysteme für den Kühlkreislauf der Brennstoffzelle und der Aggregate. Eingesetzt werden unsere Leitungssysteme u. a. in den Brennstoffzellenfahrzeugen der Adam Opel GmbH.

Kunden in aller Welt schätzen das über Jahrzehnte gewachsene Produkt- und Fertigungs-Know-how der Veritas Fluid- und Spritzgießtechnik. Doch erst mit dem Einstieg in die Aufgabenwelt des Systemintegrators sprechen wir selbst von unseren Kernkompetenzen. Das zu diesen insbesondere unsere Vorentwicklung zählt, haben wir mit unserem Engagement in der Brennstoffzellentechnik sehr deutlich unterstrichen.



Brennstoffzellen-Design

Kompetenzen | Competencies

**Infrastruktur**  
Infrastructure

- Wasserstoff  
Hydrogen
- Ausrüstung  
Equipment

**Komponenten, Module**  
Components, modules

- Stack-Komponenten  
Stack components
- Stack  
Stack
- Peripherie  
Balance of plants

**Systeme**  
Systems

- Spezielle Anwendungen  
Special applications → Sonderfahrzeuge, USV  
Special purpose vehicles, UPS
- Stationär  
Stationary → Hausenergie  
Home energy

**Systeme**  
Systems

- Stationär  
Stationary → Industrie  
Industry
- Mobil  
Mobile → Antrieb  
Drive train

**Demonstrationsprojekte**  
Demonstration projects

**Produktionstechnik, Teststände**  
Production and test technology

**Dienstleistungen**  
Services

- FuE  
R&D
- Beratung, Normung  
Consulting, standardization
- Aus-, Weiterbildung  
Education, training

DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

Veritas is a family-owned corporation seated in Gelnhausen/Germany. The company founded in 1849 today has more than 3,000 employees at altogether six plants throughout the entire world.

Connecting – Sealing – Transporting are interdisciplinary functions fulfilled in automobiles by Veritas products. We consider that to be a lot more than just manufacturing and assembling single components into a subsystem or module. Veritas engineering encompasses all options and facilities for extensive simulation, verification, and product validation. We cooperate very closely with our customers and partners to develop comprehensive solution packages geared to our "Fit for Use" philosophy.

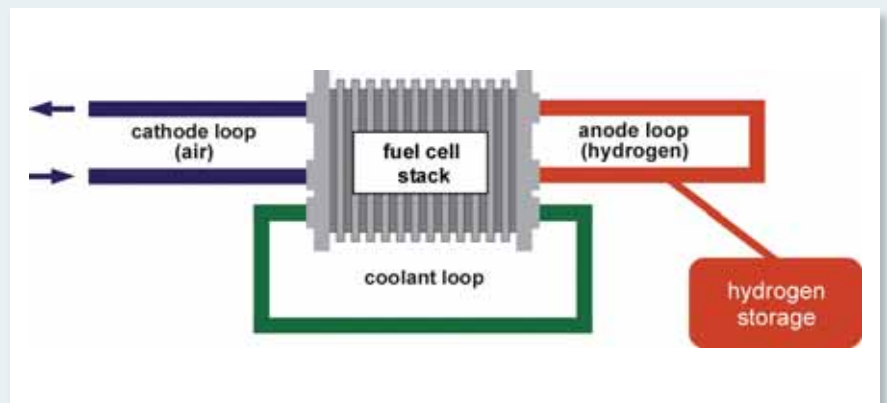
Enthusiasm is a perfect impetus for innovation and competency

Veritas connects! People, products, functions

The requirements on fuel cell supply and return systems partially differ considerably from those on such systems for vehicles powered by gasoline or diesel engines. Issues such as hydrogen permeation and extremely high chemical purity requirements on the entire supply and return system had previously been of only minor significance. That is why Veritas developed and optimized special materials and manufacturing processes for fuel cell loops and tested these in fuel cell vehicles.

In 1999 Veritas started the development and manufacturing of fluid handling systems for fuel cell vehicles. Our portfolio in this segment includes the anode and cathode system, the hydrogen supply lines, and the supply and return system in the coolant loop for the fuel cell and the aggregates. Our most prominent applications are the fuel cell vehicles of the Adam Opel GmbH.

Customers all over the world have come to appreciate the grown product engineering and manufacturing know-how incorporated in Veritas's fluid and moulding technology, but we have been referring to these abilities as our core competencies only since we have begun concentrating on our role as system integrator. Focusing our dedication in case of fuel cell vehicles Veritas clearly underlined the decisive role of its advanced development as a major core competence.



Fuel cell design



Adresse   Address:	Woco Industrietechnik GmbH Hanauer Landstraße 16 63628 Bad Soden-Salmünster
Telefon   Phone:	+49-6056-78 0
Telefax   Fax:	+49-6056-78 7212
E-Mail   Email:	info@de.wocogroup.com
Internet   Internet:	www.wocogroup.com
Anzahl Mitarbeiter   Employees:	2827
Gründungsjahr   Foundation:	1956
Kontaktperson   Contact:	Dipl.-Ing. Jürgen Juraschek
Telefon   Phone:	+49-6056-78 7690
Telefax   Fax:	+49-6056-78 57690
E-Mail   Email:	jjuraschek@de.wocogroup.com

### BESCHREIBUNG DER BRENNSTOFFZELLENPRODUKTE

Die Woco Gruppe mit Hauptsitz in Bad Soden-Salmünster ist ein mittelständisches Familienunternehmen, das im Jahr 1956 von Franz Josef Wolf gegründet wurde. Der Konzern ist heute weltweit tätig und besitzt Produktions- und Vertriebsstätten in über 20 Ländern. Im Jahre 2008 erwirtschaftete das Unternehmen in den Bereichen Automotive und Industrie mit etwa 3.280 Mitarbeitern einen Umsatz von 426 Mio. EUR.

Zu den Kernproduktfeldern im Automobilbau zählen Akustik, Aktuatorik und Polymersysteme. Woco entwickelt und produziert Komponenten, die den akustischen Komfort, die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit des Automobils verbessern.

Im Industriesektor entwickelt und produziert Woco innovative Produkte und Funktionslösungen zur Schwingungsminderung und Abdichtung.

Woco hat für unterschiedliche Unternehmen der Kfz-Industrie Komponenten aus Kunststoffen für Brennstoffzellen-Fahrzeuge entwickelt. Im einzelnen sind dies folgende Produkte und Kunden:

- > **Komplett-Ansaugung**  
Bestehend aus Rohluftleitung, Filtergehäuse und Reinluftleitung; Reinigung der Prozessluft des Brennstoffzellensystems sowie Reinluftführung zum Luftmodul  
Kunde: DAIMLER AG
- > **Ansaugeräuschkämpfer**  
Reduziert die Pulsationsgeräusche des Kompressors (Verdichter) auf der Ansaugseite  
Kunde: NuCellSys GmbH
- > **Integrierter Geräuschkämpfer im Ladeluftkühler**  
Reduziert die Pulsationsgeräusche des Kompressors (Verdichter) auf der Druckseite  
Kunde: MODINE Europe GmbH
- > **Akustikkapselung (4-teilig)**  
Umschließt das Luftmodul und verringert das Abstrahlgeräusch des Kompressors und der Anbauteile  
Kunde: NuCellSys GmbH
- > **Abluftanlage**  
Strömungsführung des Brennstoffzellensystem-Abgases, Reduzierung von Geräuschemissionen sowie Vermeidung von schwallartigem Wasseraustrag  
Kunde: DAIMLER AG

## Kompetenzen | Competencies

### Infrastruktur

Infrastructure

Wasserstoff

Hydrogen

Ausrüstung

Equipment

### Komponenten, Module

Components, modules

Stack-Komponenten

Stack components

Stack

Stack

Peripherie

Balance of plants

### Systeme

Systems

Spezielle Anwendungen

Special applications

Sonderfahrzeuge, USV

Special purpose vehicles, UPS

Stationär

Stationary

Hausenergie

Home energy

### Systeme

Systems

Stationär

Stationary

Industrie

Industry

Mobil

Mobile

Antrieb

Drive train

### Demonstrationsprojekte

Demonstration projects

### Produktionstechnik, Teststände

Production and test technology

### Dienstleistungen

Services

FuE

R&D

Beratung, Normung

Consulting, standardization

Aus-, Weiterbildung

Education, training

## DESCRIPTION OF FUEL CELL PRODUCTS

The Woco Group, with its headquarter located in Bad Soden-Salmuenster, is a family-owned medium-sized company. It was founded by Franz Josef Wolf in 1956. Today, the company is globally operating and owns production and sales facilities in more than 20 countries. In 2008, the company achieved a turnover of 426 mill. EUR with 3,280 employees in automotive and industrial markets.

Acoustics, actuators and polymer systems are part of the core product fields in automotive engineering. Woco develops and manufactures products that enhance the level of acoustic comfort and the safety and efficiency of vehicles while protecting the environment.

For industrial sectors Woco develops and produces innovative products and solutions for vibration minimization and sealing.

Woco has developed for various automotive companies plastic based components for fuel cell vehicles. The products and customers are:

#### > Air intake system

Comprising filter housing, raw and pure air duct, cleaning of the process air of the fuel cell system as well as pure air conveyance to the air module

Customer: DAIMLER AG

#### > Intake-muffler-resonator

Reduces the pulsation noises of the compressor on the intake side

Customer: NuCellSys GmbH

#### > Intercooler muffler

Reduces the pulsation noises of the compressor on the pressure side

Customer: MODINE Europe GmbH

#### > Noise cover (4-part)

Surrounds the air module and reduces the radiating noise of the compressor and of annex parts

Customer: NuCellSys GmbH

#### > Exhaust system

Flow conveyance of the fuel cell system exhaust fumes, reduction of sound emissions as well as avoidance of the threshold-like water discharge

Customer: DAIMLER AG



Resonator/Resonator







**HessenAgentur**

HA Hessen Agentur GmbH

[www.hessen-agentur.de](http://www.hessen-agentur.de)



Initiative  
Hessen

[www.H2BZ-Hessen.de](http://www.H2BZ-Hessen.de)