



Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH

The fuel cell research center ZBT GmbH

Das Zentrum für Brennstoffzellentechnik als An-Institut der Universität Duisburg-Essen ist eines der 15 Institute der Johannes-Rau Forschungsgemeinschaft. Die Entwicklung umweltfreundlicher, effizienter Energiewandler ist das Ziel unserer Arbeit. Dazu werden Batterien und Brennstoffzellen, Elektrolyse und andere Technologien zur Wasserstoffherstellung erforscht. Diese Themen sind relevant für die Elektromobilität und für zukünftige Energieversorgung mit einem großen Anteil an „erneuerbarer Energie“ – das heißt Strom aus Solar- und Windkraftwerken – im Versorgungsnetz.

The Fuel Cell Research Center (ZBT) is an affiliated institute of the University of Duisburg-Essen and one of the 15 institutes of the Johannes-Rau Forschungsgemeinschaft. Our work is dedicated to the development of environmentally friendly and efficient energy converters. It covers research into batteries and fuel cells, electrolysis and other hydrogen production technologies. These are topics relevant to electromobility and to a future energy supply with a large share of renewables – i.e. electricity generated by solar and wind power – in the supply mix.



Nur mit zuverlässiger Energiespeichertechnologie für die Zeitskalen von Regelenergie zur Netzstabilisierung bis zur saisonalen Speicherung kann eine weitgehende Loslösung von der von Kohle, Öl und Erdgas dominierten Energieversorgung erreicht werden. Die Entwicklung innovativer Energiewandler und Speicher basiert oft auf neuen Materialien, insbesondere selektive und aktive Katalysatoren, Batterieelektroden mit hoher Speicherfähigkeit oder korrosionsstabile Beschichtungen, die in Kooperation mit Materialentwicklern bearbeitet werden. Das ZBT ist mit seinen anwendungsorientierten F&E-Themen Mittler zwischen Grundlagenforschung und Anwendung. Wissenschaftliche Diskussion mit Grundlagenforscher*innen auf der einen Seite und der Industrie auf der anderen Seite ist seine Stärke.

Forschung

Die Brennstoffzellentechnologie wird international von namhaften Automobilherstellern entwickelt und die technische Machbarkeit ist längst bewiesen. Trotzdem sind viele F&E-Themen zu bearbeiten, um die Lebensdauer zu verbessern und die Kosten zu senken. Das betrifft sowohl die teuren Komponenten der Brennstoffzelle selbst als auch die Bauteile des Systems und die Systemarchitektur. Ein wichtiger Erfolg am ZBT war die Entwicklung eines automotive-tauglichen 30 kW Brennstoffzellenstapels, der zur Verlängerung der Reichweite eines Elektrofahrzeuges konzipiert ist. Mit der Technologie wurden alle international bekannten Leistungsstandards erreicht, eine Leistungsdichte von 1 W/cm² aktiver Elektrodenoberfläche bei Betrieb mit unbefeuchteter Luft für die Kathodenseite des Stapels ist sogar besser als der Standard. Diese Entwicklung wurde in einem vom Land NRW geförderten Projekt mit den Partnern VKA der RWTH Aachen, FEV und Gräbener Maschinentechnik ermöglicht. Der Brennstoffzellenstapel enthält metallische Bipolarplatten der Firma Gräbener, in Aachen wurde der Stapel in ein System und schließlich in einen Elektro-Fiat 500 integriert. Mit dem 300 bar Wasserstofftank wird der Range Extender dem kleinen Flitzer zu einer Reichweite von 300 km

Only with reliable energy storage technology for the operating reserve for grid stabilization to seasonal storage timescales will it be possible to extensively move away from energy supply that is dominated by coal, oil and natural gas. The development of innovative energy converters and storage is often based on new materials, especially selective and active catalysts, and battery electrodes with a high storage capacity or corrosion-resistant coatings are topics addressed in collaboration with material developers. Through its applied R&D interests, the ZBT bridges the gap between basic research and application and specializes in scientific discussion with theoretical researchers on the one side and industry on the other.

Research

Fuel cell technology is being developed internationally by major automobile manufacturers, and its technical feasibility has long been established. There are nevertheless still many R&D topics to be addressed in order to improve lifetime and reduce costs. This applies as much to the expensive components for the fuel cell itself as to the system components and system architecture. An important success at the ZBT was the development of a 30 kW fuel cell stack with automotive capability that is designed to extend electric vehicle range. All the familiar international performance standards were met with the technology; in fact, a power density of 1 W/cm² of active electrode surface during operation in dry air for the cathode side of the stack is actually better than the standard. This development was made possible in a project funded by the state of North Rhine-Westphalia (NRW) with partners VKA of the RWTH Aachen, FEV and Gräbener Maschinentechnik. The fuel cell stack contains metallic bipolar plates from Gräbener, and it was integrated in a system and ultimately an electric Fiat 500 in Aachen. With the 300 bar hydrogen tank, the range extender will help to increase the range of the little runaround to 300 km. Work on the development is set to continue as part of a further collaborative project, with the aim of making this technology viable for routine deployment in a logistics company's fleet.



verhelfen. Die Entwicklung soll im Rahmen eines weiteren Verbundprojektes fortgeführt werden mit dem Ziel, diese Technologie im Flotteneinsatz eines Logistikunternehmens alltagstauglich zu machen.

Im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung sind Brennstoffzellensysteme inzwischen ebenfalls etabliert – zumindest in Japan, wo bereits über 130.000 Anlagen bei Endkunden installiert sind. Um auch in Deutschland diese umweltfreundliche Technologie erfolgreich in den Markt zu bringen, sind neben Marktanreizprogrammen weitere technologische Fortschritte wichtig, an denen das ZBT im Rahmen von Konsortialprojekten mit namhaften deutschen und europäischen Unternehmen arbeitet. Der problemlose Betrieb mit Flüssiggas als Alternative zu Erdgas ist ein Argument zur Verbreitung der Technologie auch im ländlichen Raum. Wichtige Meilensteine wie die sichere Entfernung von schädlichen Schwefelkomponenten aus Flüssiggas, ein kompakter, günstig zu fertigender Gasprozessor zur Herstel-

Fuel cell systems have meanwhile also established themselves in cogeneration – at least in Japan, where over 130,000 have already been installed with end customers. If this environmentally friendly technology is to be successful on the market in Germany too, the market incentive programmes must be accompanied by further technological advances of the kind the ZBT is working on in consortium projects with renowned German and European companies. Reliable operation with liquid gas as an alternative to natural gas is one argument for establishing this technology also in rural areas. Important milestones, such as safe removal of harmful sulphur components from liquid gas, a compact, economical gas processor for the production of feed gas for the fuel cell, and efficient system design, are the responsibility of the ZBT in the collaborative project with the liquid gas company Primagas and systems developer New Enerday.

If the future energy supply system is to be significantly more flexible, it is essential that

Wissenschaftler*innen Researchers

- Dr. George Bandlamundi
- Dr. Peter Beckhaus
- Hubert Beyer
- Sebastian Brokamp
- Tim Bunthoff
- Dr. Sebastian Burgmann
- Georg Dura
- Lukas Feierabend
- Evren Firat
- Thorsten Forster
- Benedikt Funke
- Dr. Ulrich Gardemann
- Mario Gillmann
- Sönke Gößling
- Stanislav Gorelkov
- Marco Grundler
- Peter Helm
- Christian Heßke
- Claus Irsa
- Nina Jebens
- Joachim Jungsbluth
- Dr. Jörg Karstedt
- Mario Koppers
- Mounir Kouachi
- Holger Kraus
- Lars Kühnemann
- Alex Kvasnicka
- Dorothee Lemken
- Verena Lukassek
- Burkhard Lutter
- Tobias Meijer
- Uli Misz
- Thorsten Notthoff
- Katrin Nürnberg
- Bernd Oberschachtsiek
- Thomas Optenhostert
- Susanne Palecki
- Oliver Pasdag
- Dr. Volker Peinecke
- Wladimir Philippi
- Ivan Radev
- Manuel Rudersdorf
- Angela Schmidt
- Michael Schoemaker
- Sina Souzani
- Carsten Spieker
- Dr. Christian Spitta
- Michael Steffen
- Sebastian Stypka
- Mike Szesny
- Lothar Theves
- Georgi Topalov
- Nadine van der Schoot

lung des Feedgases für die Brennstoffzelle und die Auslegung eines effizienten Systems sind die Aufgaben des ZBT im Verbundprojekt mit dem Flüssiggas-Unternehmen Primagas und dem Systementwickler New Enerday.

Da das zukünftige Energieversorgungssystem deutlich flexibler ausgestaltet sein wird, sind Möglichkeiten der Energiespeicherung zu schaffen. Eine Flexibilisierungsoption ist die Nutzung des Erdgasnetzes für synthetisch erzeugtes Methan als Energiespeicher. Hier entwickelt ZBT im Rahmen des „Virtuellen Instituts: Strom zu Gas und Wärme“ im Auftrag des Landes NRW eine Demonstrationsanlage zur Herstellung von synthetischem Methan (SNG) aus Wasserstoff und Kohlendioxid auf Basis der katalytischen Methanisierung.

Als weiteren Themenschwerpunkt werden am ZBT außerdem innovative Batterietechniken wie Li-Ionen, Zn-Luft und Redox-Flow erforscht. In Kooperation mit dem Nanoenergiezentrum der Universität Duisburg-Essen und dem Lehrstuhl Energietechnik wurden neuartige Elektrodenmaterialien für die Li-Ionen-Batterie entwickelt, hervorzuheben sind die auf Nano-silizium basierenden Anoden, die bereits mehr als 500 Zyklen im Dauertest bei einer Kapazität von über 2000 mAh/g (das ist das fünf bis sechsfache herkömmlicher Anodenmaterialien) betrieben werden konnten.

Kooperationen und Internationales

Die mehr als 100 Mitarbeiter*innen des Institutes arbeiten an über 50 Forschungsprojekten der industriellen Gemeinschaftsforschung, des Zentralen Innovationsprogrammes Mittelstand, in ebenfalls vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Verbundprojekten mit der Industrie, in von der EU und dem BMBF geförderten Forschungsverbänden sowie Projekten des Landes Nordrhein-Westfalen, zusätzlich werden Industrieaufträge bearbeitet. Ein Projektvolumen von in etwa 6 Mio. Euro pro Jahr ergänzt die Grundfinanzierung durch das Land NRW. Dadurch ist das ZBT mit zahlreichen Kooperationspartnern aus der Forschung und der Industrie vernetzt, das Spektrum



Geschäftsführerin / Scientific Manager: Prof. Dr. Angelika Heinzl

ways of storing energy are created. One option for increasing flexibility is to use the natural gas grid for synthetically generated methane for energy storage. The ZBT is working as part of the “Virtual Institute: Power to Gas and Heat” on behalf of the state of NRW on developing a demonstration facility for the production of synthetic methane (SNG) from hydrogen and carbon dioxide on the basis of catalytic methanation.

A further focus of research interest at the ZBT is innovative battery technology, including Li-ion, Zn-air and redox flow. In cooperation with the Nano Energy Technology Center at the University of Duisburg-Essen and the Chair of Energy Technology, innovative electrode materials were developed for Li-ion batteries; of these, the nano-silicon-based anodes deserve special mention,



Ausgewählte Publikationen Selected Publications

- Gardemann, U., A. Heinzl, M. Steffen (2014): Design and Demonstration of an Ethanol Fuel Processor for HT-PEM Fuel Cell Applications. *International Journal of Hydrogen Energy* 39, Special Section "Fuel Processing for Hydrogen Production, 13AICHE", 18135–18145.
- Hamid, N. A., S. Wennig, A. Heinzl, C. Schulz, H. Wiggers (2015): Influence of carbon content, particle size, and partial manganese substitution on the electrochemical performance LiFe_{0.5}Mn_{1-x}PO₄/Carbon composites. *Ionics – International Journal of Ionics* (Springer), DOI 10.1007/s11581-015-1366-6.
- Marinkas, A., R. Hempelmann, A. Heinzl, V. Peinecke, I. Radev, H. Natter (2015): Enhanced stability of multilayer graphene-supported catalysts for polymer electrolyte membrane fuel cell cathodes. *Journal of Power Sources* 295, 79–91.
- Roes, J., M. Steffen, H. J. Wernicke (2014): Methanol Splitting and Reforming for Hydrogen-Rich Gases. *Methanol: The Basic Chemical and Energy Feedstock of the Future*, in Bertau, Offermanns, Plass, Schmidt, Wernicke (Editors), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 500–513.
- Sandstede, G., A. Heinzl (2014): Methanol Fuel Cells. *Methanol: The Basic Chemical and Energy Feedstock of the Future*, in Bertau, Offermanns, Plass, Schmidt, Wernicke (Editors), Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014, 513–560.
- Schade, M., S. Franzka, F. Cappuccio, V. Peinecke, A. Heinzl, N. Hartmann (2015): Photothermally induced bromination of carbon-polymer bipolar plate materials for fuel cell. *Applied Surface Science* 05/2015, 336:85–88, DOI:10.1016/j.apsusc.2014.09.161.
- Schoemaker, M., U. Misz, P. Beckhaus, A. Heinzl (2014): Evaluation of Hydrogen Crossover Through Fuel Cell Membranes. *Fuel Cells – Special Issue: Fundamentals & Developments of Fuel Cells Conference 2013 (FDCC2013)* 14(3), 412–415.
- Wennig, S., U. Langklotz, G. M. Prinz, A. Schmidt, B. Oberschachtsiek, A. Lorke, A. Heinzl (2015): The influence of different pre-treatments of current collectors and variation of the binders on the performance of Li₄Ti₅O₁₂ anodes for lithium-ion batteries. *Journal of Applied Electrochemistry* 45(10), 1043–1055.

der Partnerschaften reicht von Max-Planck-Instituten über Institutionen der angewandten Forschung wie das Dechema Forschungsinstitut oder Fraunhofer-Institute bis zu kleinen und mittleren Unternehmen und Unternehmen der Großindus-

already withstanding over 500 cycles in continuous testing at a capacity of over 2000 mAh/g (five to six times more than conventional anode materials).

Cooperation and International News

The Institute's staff of over 100 members are involved in more than 50 projects from cooperative industrial research and the Central Innovation Programme for SMEs (ZIM), consortium projects with industry similarly funded by the Federal Ministry of Economic Affairs, research consortia funded by the EU and the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), and projects of the state of North Rhine-Westphalia, as well as industrial contract work. A project volume of around 6 million euros per annum supplements the base funding by the state of NRW. The ZBT thus has ties with numerous cooperation partners in research and industry, including Max Planck Institutes, applied research institutions such as Dechema Forschungsinstitut or Fraunhofer Institutes, small and medium-sized enterprises and major industrial organizations, chiefly in the chemical, automotive and mechanical engineering sectors. The Institute works with numerous chairs at the University of Duisburg-Essen on research projects and other forms of collaboration. The EU projects are with European partners from Belgium, Denmark, UK, France, Greece, Poland and Sweden, among others. Beyond these, close contact is also maintained with potential Japanese and Chinese cooperation partners. The first orders have already been forthcoming. The ZBT is supported by an industrial association of 28 members that plays an important role as an advisor for the Institute's direction in R&D.

Outlook

The R&D interests of the ZBT put it in a strong position in the field of innovative (electrochemical) energy converters and storage, including in relation to the federal government's energy policy objectives. With its many close ties and research collaborations with other institutions and industry, the ZBT can expect to see further interesting research opportunities emerging in the future.

trie, wesentlich aus den Branchen Chemie, Automobilindustrie und Maschinenbau. Mit zahlreichen Lehrstühlen der Universität Duisburg-Essen werden Forschungsprojekte bearbeitet und bestehen weitere Kooperationen. Die EU-Projekte werden mit europäischen Partnern aus Belgien, Dänemark, UK, Frankreich, Griechenland, Polen, Schweden u. a. m. bearbeitet, darüber hinaus werden intensiv Kontakte mit potentiellen japanischen und chinesischen Kooperationspartnern gepflegt. Erste Aufträge konnten akquiriert werden. Das ZBT wird durch einen industriellen Förderverein begleitet, der mit seinen 28 Mitgliedern ein wichtiger Berater für die F&E-Ausrichtung des Institutes ist. Der Vorstandsvorsitzende ist Herr Achim Edelmann von Gräbener Maschinenteknik.

Perspektiven

Das ZBT ist mit seinen F&E-Themen im Bereich innovativer (elektrochemischer) Energiewandler und -speicher gut positioniert; auch in Bezug auf die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung. Mit seinen zahlreichen engen Forschungsk Kooperationen mit anderen Institutionen und der Industrie werden sich auch in Zukunft spannende Arbeitsfelder erschließen lassen.

Kontakt

Contact



Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH
The fuel cell research center ZBT GmbH

Prof. Angelika Heinzl
Dr. Peter Beckhaus

ZBT GmbH
Carl-Benz-Straße 201
47057 Duisburg

☎ +49 203 47598 0
@ info@zbt-duisburg.de
🌐 www.zbt-duisburg.de