

Forschung und Produkteinführung

Entwicklungsarbeit für Brennstoffzellentechnik

Im Duisburger Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT) wird die Basis für eine schnelle Technologieeinführung im Bereich der Brennstoffzelle gelegt. Die Zielsetzungen des ZBT liegen dabei in der Forschungs- und Entwicklung von Brennstoffzellen und ihrer Komponenten im Auftrag der Industrie. Gleichzeitig wird aber auch verstärkt die Produkteinführung der Brennstoffzellentechnik verfolgt.

Das Thema Brennstoffzelle hat Konjunktur. Und das längst nicht mehr nur in Visionen über das, was in ferner Zukunft einmal sein könnte. Denn die Brennstoffzelle ist ganz aktuell im Begriff, im Alltag anzukommen: im Alltag der Menschen, aber auch im Alltag der Unternehmen. Die Zelle ist dabei das Synonym für neue und moderne Energieversorgungsstrukturen. Sie weckt die Hoffnung auf den Elektroantrieb im Automobil, könnte die Energieversorgung ganzer Wohnhäuser revolutionieren und von den ständig leeren Akkus in Notebooks und Handys befreien. Hohe Wirkungsgrade und geringe Emissionen – bezogen auch auf Geräusche und Vibrationen – sind klare Pluspunkte der Technologie, die in den verschiedenen Anwendungsbereichen die Entwicklungen motivieren.

Dabei ist die Brennstoffzelle eigentlich ein »alter Hut«, hat man ihr Wirkungsprinzip doch bereits 1839 erstmals wissenschaftlich erforscht. Allerdings wurde dieses Prinzip erst viele Jahrzehnte später für die Nutzung in Raumfahrzeugen und Unterseebooten nutzbar gemacht und damit quasi ein zweites Mal entdeckt. Die systematischen Arbeiten an der Brennstoffzelle begannen in Deutschland dann in den 50er Jahren. Der aktuelle Boom ist somit nicht zuletzt ein Resultat langjähriger Forschungs- und Ent-

wicklungsarbeit in wenigen Unternehmen und an wenigen Forschungsstandorten weltweit. Hierbei spielt das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT) auf dem Universitätscampus in Duisburg eine wichtige Rolle.

Bipolarplatten made in Duisburg

Eines der Hauptprobleme bei der Einführung der Brennstoffzellentechnik in neue Marktsegmente ist nach wie vor der häufig nicht konkurrenzfähige Preis der Endprodukte. Der Grund: Viele Teilkomponenten gelten als ausgesprochene Preistreiber und verhindern so eine schnellere Markteinführung. So sind gerade beim Aufbau von PEM-Brennstoffzellenstacks eine Vielzahl spezieller Materialien und vor allem die kostenintensive Fertigungsweise maßgeblich für die heute noch zu hohen Preise verantwortlich. Allein rd. 30 % der Kosten eines solchen PEM-Stacks fallen schon bei der Herstellung der Bipolarplatten an. Hier wurden in den vergan-

gen Jahren an der Duisburger Universität durch intensive Vorarbeiten neue Materialien entwickelt, die nun am ZBT weiter optimiert werden konnten. Spritzguss-Bipolarplatten in großen Stückzahlen können nun kostengünstig gefertigt werden. Selbst aufwändige Gasverteilungsstrukturen mit dünnen Stegen und Platten mit hohen elektrischen Leitwerten bei gleichzeitig hoher Gasdichtigkeit konnten realisiert werden.

Das Layout dieser Bipolarplatten ist zurzeit speziell für kleine Brennstoffzellenstacks mit einer elektrischen Nennleistung von 150 W optimiert, die am ZBT in Prototypen gefertigt werden. Anwendung finden diese Stacks in kompakten Stromerzeugungsaggregaten, die am ZBT aufgebaut werden. Neben Wasserstoff werden auch andere Energieträger auf Kohlenwasserstoffbasis eingesetzt, wie Flüssiggas und auch Erdgas. Die Erzeugung von Wasserstoff durch Reformierung direkt im Gerät ist eine weitere Kernkompetenz des ZBT.

Wasserstoff dezentral herstellen

Eines der wichtigsten Kriterien für den erhofften Siegeszug der Brennstoffzelle ist, dass Wasserstoff zu jeder Zeit an Ort und Stelle zur Verfügung steht. Daher stellt der Reformer neben der Brennstoffzelle selbst eine der Schlüsselkomponenten des Brennstoffzellensystems dar. Im Reformer wird aus Erdgas, Flüssiggas und anderen Kohlenwasserstoffen Wasserstoff erzeugt, der anschließend in der Brennstoffzelle verstromt wird. Am ZBT wird intensiv an der Entwicklung kleiner, kompakter Erdgasreformer und der nachzuschaltenden Reinigungsstufen gearbeitet, die mit hohem Wirkungsgrad Wasserstoff in einer für PEM-Brennstoffzellen geeigneten Reinheit erzeugen. In zahlreichen Projekten,

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH

Bereits seit 1995 sind die Wissenschaftler der damaligen Gerhard-Mercator-Universität Duisburg, die seit dem 1. Januar 2003 in der neu gegründeten Universität Duisburg-Essen aufgegangen ist, national und international in der Brennstoffzellenszene bekannt. In Anerkennung des wissenschaftlichen und ökonomischen Potenzials der Forschungsarbeiten im Bereich der PEM-Brennstoffzelle und der Wasserstofftechnik wurde Ende 2001 die »Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH«, eine Tochterfirma der Hochschule, gegründet. Hier werden Kerntechnologien der Brennstoffzelle entwickelt; zusätzlich sind die Anbindung der Systeme an die Haustechnik und die Informationsverbreitung über Brennstoffzellen wichtige Themen des ZBT. Ein neues, über 600 m² großes Labor bietet die Basis für die anstehenden Entwicklungsarbeiten. Geschäftsführerin des ZBT ist Prof. Angelika Heinzel, eine renommierte Wissenschaftlerin, die seit dem Jahr 2001 den Lehrstuhl für Energietechnik in Duisburg leitet.

Dr.-Ing. Peter Beckhaus, Zentrum für Brennstoffzellen-Technik ZBT GmbH, Duisburg

die vielfach im Auftrag der Industrie durchgeführt wurden, werden inzwischen Reformer der unterschiedlichsten Leistungsstufen zwischen 700 Watt und 15 kW thermischer Leistung angewendet.

Entwickelt wurde ein integrierter Multifuel-Wasserdampf-Reformer für den Betrieb mit Erdgas, Propan und Butan (LPG) für die Hausenergieversorgung. Der Reformer ist ausgelegt für den Betrieb mit Brenngas mit einem Überdruck von 10 mbar und mehr. Rauchgas und Reformatgas verlassen den Reformer mit rd. 200 °C. Das trockene Reformatgasgemisch enthält rd. 70 % bis 80 % Wasserstoff. Nach der folgenden Shift-Konvertierung enthält das Produktgas noch rd. 1 % Kohlenmonoxid und rd. 1 % Methan; der Rest besteht aus Kohlendioxid. Das restliche Kohlenmonoxid wird in einer nachgeschalteten Feinreinigungsstufe (Selektive Oxidation, SelOx) soweit verringert, dass keine Schädigung der Brennstoffzelle selbst durch Rußablagerungen eintreten kann. Die Wasserstoffleistung des Reformers beträgt rd. 2 500 W, was einem Wasserstoffvolumenstrom von rd. 830 l/h entspricht. Der Wirkungsgrad der Wasserstoffherzeugung (unterer Heizwert des produzierten Wasserstoffs, bezogen auf den unteren Heizwert des Brennstoffs für Reformierung und Brennergasversorgung) des Reformers im Nennlastbetrieb ist größer als 70 %. Erfahrungsgemäß liegt der Wirkungsgrad bei Betrieb mit Erdgas bei mehr als 75 %.

Bei der Nutzung des Wasserstoffs in PEM-Brennstoffzellen entspricht eine Leistung von 2,5 kW in etwa der für ein Einfamilienhaus üblichen elektrischen Brennstoffzellenleistung von 1 kW. Die patentierte Technologie wird in verschiedenen Kooperationsprojekten mit Unternehmen aus Europa und Asien in unterschiedlichen Leistungsgrößen weiterentwickelt und zur Serienreife gebracht.

Auch in Duisburg wurde ein System aus Reformierung, Gasreinigungstechnik und Brennstoffzelle aufgebaut (Bild 1) und wird derzeit intensiv getestet. In Bild 2 ist die technische Verschaltung des Systems, das an der Universität in Zusammenarbeit mit der Ruhrgas AG entwickelt wurde, dargestellt. Der vollständige Gasprozess basiert auf Entwicklungen aus Duisburg; die Brennstoffzelle der Starnberger Pro-



Bild 1. Laboraufbau des kombinierten Systems aus Brennstoffzelle und Gasprozessor mit SelOx

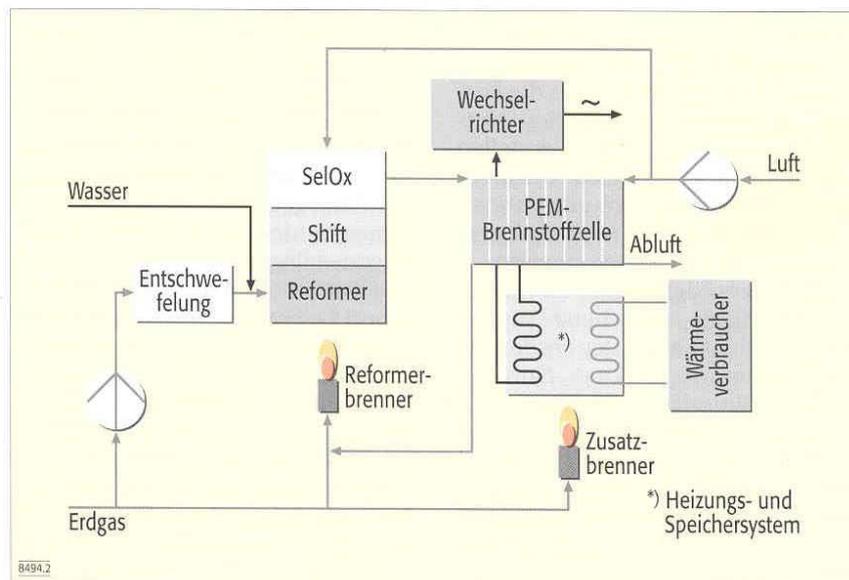


Bild 2. Prinzip eines PEFC-Hausheizungssystems auf der Basis der Dampfpreformierung

ton-Motor Fuel Cell GmbH wurde energetisch und steuerungstechnisch integriert. Eine Rückführung des Gases, das nicht in der Brennstoffzelle verstromt wird, auf den Reformierbrenner wurde dabei ebenfalls integriert. Erreicht werden Systemwirkungsgrade über 30 % (ohne Peripherie).

Ausblick

Trotz der intensiven Bemühungen von Forschungsinstitutionen wird eine flächendeckende Markteinführung, insbesondere im Haus-

energieversorgungssektor, noch einige Jahre dauern. Gründe hierfür sind – neben den noch zu hohen Preisen der Einzelkomponenten – vor allem die noch zu geringe Erfahrung mit Serienprodukten. Daher wird am ZBT – neben der Entwicklung stationärer Aggregate – auch das Thema autarker Stromversorgungseinheiten behandelt. Hier ist eine kurzfristige Markteindringung erreichbar, wenn Endanwenderorientierte Lösungen gefunden werden. ■