

Brennstoffzellen für die Hausenergieversorgung

H. Buers, Berlin

Die Brennstoffzelle hat ein riesiges Potential: Die Anwendungsgebiete reichen von der Stromversorgung für portable Geräte über den Antrieb von Kraftfahrzeugen bis hin zum Einsatz als Energielieferant im weiten Feld der Industrie. Nicht zuletzt kann sie Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie Gewerbe- und Industriegebäude mit Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung) versorgen. Gerade im Wohnungs- und Zweckbau wird sie nach Meinung vieler Experten in Zukunft eine bedeutende Rolle als dezentrale Energieversorgungsanlage spielen.

1 Brennstoffzelle vor der Markteinführung

Es war ein langer Weg: Schon 1839 wurde das Prinzip der Brennstoffzelle (BZ) erstmals in einem Experiment angewandt. Zu sinnvollen und bedeutenden Anwendungen kam es allerdings erst mit Beginn des Raumfahrtzeitalters, als für die Apollo- und später Space-Shuttle-Flüge kompakte und leistungsstarke Energiequellen benötigt wurden. Jetzt ist diese Technologie auch im Alltag angekommen: Einige namhafte Unternehmen arbeiten an Brennstoffzellenanlagen für die Hausenergieversorgung. Von der Serienreife sind sie zwar noch ein Stück weit entfernt, es laufen aber schon einige Aggregate in Feldtests, und in Kürze werden die ersten Hersteller mit kleinen Stückzahlen auf den Markt kommen. Ein endgültiger Durchbruch ist allerdings erst dann zu erwarten, wenn es gelingt, die Investitionskosten auf unter 1500 Euro pro kW elektrischer Leistung zu senken. Das wird nach Meinung von Fachleuten nicht vor 2010 der Fall sein. Trotzdem: Die Zukunftschancen der Brennstoffzelle, die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung sowohl elektrische als auch thermische Energie liefert, sind gut. So soll laut einer Untersuchung der Unternehmensberatung Frost & Sullivan im Jahr 2010 der Umsatz mit stationären BZ-Systemen in Europa rund 2,65 Mrd. US-Dollar betragen. Andere Prognosen sagen für das Jahr 2010 allein für den westeuropäischen Markt einen Umsatz in Höhe von etwa 1 Mrd. Euro bei Hausenergieanlagen mit weniger als 10 kW elektrischer Leistung voraus.

Für die Zukunft zeichnet sich also ab, dass Brennstoffzellen als zentrale Hausenergieanlagen für die Erzeugung von Strom und Wärme einen wichtigen Platz in der Gebäudetechnik finden werden. Damit sind sie aber auch ein Thema für das Elektrohandwerk. Die Branche

kann von der sich abzeichnenden Entwicklung profitieren, vorausgesetzt, sie befasst sich intensiv mit der neuen Technik und beginnt so bald wie möglich mit der Ausbildung qualifizierter Fachkräfte.

2 Vorteile der BZ-Technik

Aus der grundsätzlichen Funktionsweise (siehe Kasten) ergeben sich für den Betrieb einer Brennstoffzelle mehrere Vorteile. Einer der wichtigsten wird deutlich beim Blick auf die konventionelle Energieerzeugung, die in Wärmekraftwerken über mehrere Stufen abläuft: Zunächst wird die chemische Energie des Brennstoffs durch Verbrennung in thermische Energie umgewandelt. Durch den Betrieb eines Motors oder einer Turbine wird aus dieser thermischen Energie mechanische Energie gewonnen, die schließlich zum Antrieb eines Generators und somit zur Gewinnung elektrischer Energie genutzt wird. Eine Brennstoffzelle dagegen ermöglicht die direkte Umwandlung der chemisch gebundenen Energie des Brennstoffs in elektrische Energie. Der Umweg über die thermische und mechanische Energie entfällt also, was zur Folge hat, dass der Gesamtwirkungsgrad einer Brennstoffzelle erheblich höher ist als der herkömmlicher Stromerzeuger.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Brennstoffzelle ist die Möglichkeit der Kraft-Wärme-Kopplung (Bild 1). So lässt sich neben der elektrischen auch die thermische Energie nutzen, abgesehen davon, dass die während des chemischen Prozesses in der Brennstoffzelle entstehende Wärme ohnehin abgeführt werden muss, um deren Betrieb aufrecht zu erhalten. Die Wärme kann beispielsweise dazu verwendet werden, Räume oder komplette Häuser zu beheizen. Für solche Anwendungsfälle ist eine Brennstoffanlage eine wirtschaftlich sinnvolle Alternative zu einem motorisch betriebenen BHKW.

Als Pluspunkte einer Brennstoffzelle sind außerdem zu verbuchen:

Autor

Hermann Buers ist freier Fachjournalist, Berlin.

- Auch bei geringer Leistungsabgabe arbeiten Brennstoffzellen mit hoher Effizienz
- Brennstoffzellen lassen sich prinzipiell in Anlagen mit kleinem Leistungsbedarf (Watt-Bereich) ebenso gut einsetzen wie in solchen mit großem Bedarf (MW-Bereich)
- Da Brennstoffzellensysteme keine beweglichen Teile haben, arbeiten sie äußerst leise und verursachen kaum Wartungskosten
- PEM-Brennstoffzellen eignen sich auch für wechselnden Leistungsbedarf.

Neben der Gesamtleistung ist der Wirkungsgrad die wichtigste Kenngröße einer Brennstoffzelle. Er bezeichnet das Verhältnis zwischen eingesetzter und nutzbarer Energie – die Energieausbeute der Brennstoffzelle. Der elektrische Wirkungsgrad steht dabei für die nutzbare elektrische Energie, der Gesamtwirkungsgrad hingegen für die genutzte Gesamtenergie. Da in den meisten Brennstoffzellensystemen Strom und Wärme gleichzeitig genutzt werden, kann der Gesamtwirkungsgrad, wie bei anderen Kraft-Wärme-Kopplungen auch, bis zu 90 % betragen. Die elektrischen Wirkungsgrade eines Brennstoffzellenstacks bewegen sich je nach Typ und Leistungsgröße zwischen 35 bis 55 %. Bei Kombination von Hochtemperaturbrennstoffzellen und Gasturbinen können sogar elektrische Wirkungsgrade von bis zu 70 % erreichbar werden.

3 Technik einer BZ-Hausenergieanlage

Das grundlegende Ziel von gebäudeintegrierten Brennstoffzellenanlagen ist es, den Wärme- und Stromgrundlastbedarf von Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie Zweckbauten für Industrie und Gewerbe abzudecken. Eine solche zentrale Hausenergieanlage wird so reguliert, dass eine gleichmäßige Strom- und Wärmeerzeugung gewährleistet wird. Ein zusätzlicher Zwischenspeicher sorgt dafür, dass möglicherweise entstehende Überschusswärme nicht ungenutzt bleibt. Zur Abdeckung von Wärmebedarfsspitzen sollte ein zusätzlicher Wärmeerzeuger bereit gehalten werden. Die Anlage lässt sich wie eine konventionelle Heizungsanlage an das vorhandene Erdgas- und Hauswärmenetz anschließen, was ihre Marktchancen steigern dürfte (Bild 2).

Eine BZ-Hausenergieanlage benötigt für ihren Betrieb eine umfangreiche Infrastruktur, die aus folgenden Basiskomponenten besteht: Gasaufbereitung, BZ-Stack, Leistungs- und Regelelektronik sowie Wärmetauscher.

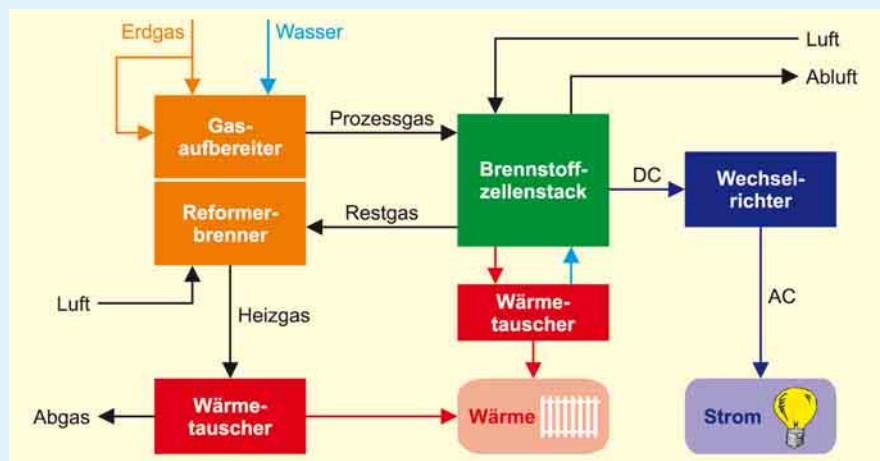
3.1 Gasaufbereitung

Eine Brennstoffzelle benötigt zum Betrieb reinen Wasserstoff, der auf der Erde in praktisch unbegrenzten Mengen vorhanden ist, allerdings fast ausschließlich in chemischen Verbindungen wie beispielsweise in Wasser, Erdgas oder anderen Kohlenwasserstoffen. Es führt also kein Weg daran vorbei, Wasserstoff für die Verwendung in einer gasbetriebenen



1 Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellen

Quelle: Initiative Brennstoffzelle (IBZ)



2 Vereinfachtes Anlagenschema einer BZ-Hausenergieanlage

BZ-Anlage aus dem Erdgas herauszulösen. Das geschieht über eine so genannte Dampfreformierung, bei der zunächst Wasserdampf erzeugt und mit dem Erdgas vermischt wird. Dieses Erdgas-Wasserdampf-Gemisch wird dann in einer Gasaufbereitungsanlage in ein wasserstoffreiches Prozessgas umgewandelt, katalytisch nachgereinigt und dem BZ-Stack auf der Anodenseite zugeführt. Die für den gesamten Reformierungsprozess notwendige Energie liefert ein Gasbrenner (Reformerbrenner). In der Brennstoffzelle nicht umgesetztes Prozessgas strömt als Restgas in den Reformerbrenner zurück und wird dort mit zugeführter Luft verbrannt. Im Stack gebildetes Kathodenabgas wird als feuchte Abluft abgeleitet. Die Verwendung von Erdgas als Brennstoff bietet in erster Linie den Vorteil, dass der Betreiber das in den meisten Fällen vorhandene Gasversorgungsnetz nutzen kann. Doch es gibt auch einige Nachteile: Das erzeugte Prozessgas enthält neben Wasserstoff und Kohlendioxid auch Kohlenmonoxid, das sich auf der Brennstoffzellen-Membran ablagern und dadurch die Funktion der Zelle beeinträchtigen könnte. Es muss mit zusätzlichem Aufwand aus dem Prozessgas entfernt werden. Zudem ist die Reformierung mit einem erheblichen CO₂-Ausstoß verbunden. Weitere Nachteile liegen in der Gasversorgung: Der

Ferntransport von Erdgas ist mit Leckageverlusten verbunden, die ihrerseits zur Emission des Treibhausgases Methan führen. Mit dem Ausstoß von CO₂ und NO_x verursachen aber auch die für den nötigen Gasdruck sorgenden Kompressoren nicht unerhebliche Umweltverschmutzungen.

3.2 PEM-Brennstoffzelle

Man unterscheidet heute sechs Typen von Brennstoffzellen: AFC, PEMFC, DMFC, PAFC, MCFC und SOFC. Die Buchstaben FC stehen für den englischen Begriff „Fuel Cell“ (Brennstoffzelle). Die vorhergehenden Buchstaben sind Abkürzungen für den jeweils verwendeten Elektrolyten, der den Unterschied ausmacht, während sich in Bezug auf die chemische Reaktion alle BZ-Typen weitgehend ähneln. Bei PEM-Brennstoffzellen, die in BZ-Hausenergieanlagen zum Einsatz kommen, besteht der Elektrolyt aus einer dünnen Polymer-Membran (Polymer Electrolyte Membrane, kurz PEM). Sie trennt die beiden mit einem Katalysatormaterial beschichteten gasdurchlässigen Platten-Elektroden voneinander und ermöglicht damit das kontrollierte Wandern von Anionen und Kationen, also das Fließen eines elektrischen Stroms. Als Ergebnis lässt sich an Anode und Kathode eine elektrische Spannung abgreifen, die je nach Zusammen-

setzung des verwendeten Gases zwischen 0,9 und 1,1 V liegt, im Betriebszustand allerdings auf etwa 0,7 V absinkt. Für technische Anwendungen mit höheren Spannungen werden mehrere solcher Einzelzellen (bis zu 500) in Reihe geschaltet und zu Stapeln (stacks) zusammengefügt.

Eine wichtige Rolle spielen die Bipolarplatten. Sie dienen der elektrischen Verschaltung der Einzelzellen, der Zuführung von Brennstoff und Sauerstoff zu den Elektrodenflächen sowie der räumlichen Trennung der Einzelzellen im Stack. Zusätzlich sorgen die Bipolarplatten für einen optimalen Austrag der Reaktionsprodukte aus den Elektrodenräumen und – nicht zuletzt – für eine Ableitung der entstehenden Reaktionswärme an einen Kühlkreislauf.

Die für Hausenergieanlagen in der Regel verwendeten PEM-Brennstoffzellen arbeiten mit Betriebstemperaturen zwischen etwa 60 und 100 °C und zählen damit zu den Niedertemperatursystemen. Ihre Dauerbetriebstemperatur von rund 90 °C erreichen sie bereits nach wenigen Minuten – ein wesentlicher Vorteil von PEM-BZ beim Einsatz in Hausenergieanlagen. Das Temperaturniveau entspricht recht genau den Anforderungen der üblichen Gebäudeheizung. Bei diesen relativ niedrigen Temperaturen werden die Komponenten thermisch wenig belastet.

Dennoch experimentieren Entwickler auch mit Systemen und Komponenten, die höhere Temperaturen vertragen, und das aus gutem Grund: Das im Brenngas Wasserstoff als Verunreinigung enthaltene Kohlenmonoxid (CO) muss aufwendig über eine katalytische Reinigung aus dem Brenngas entfernt werden, weil es die Funktion des Katalysatormaterials auf den Elektroden erheblich beeinträchtigt und damit die Leistungsfähigkeit der Zelle drastisch herabsetzt. Diese Gefahr entfällt ab einer Betriebstemperatur von etwa 150 °C, weshalb zurzeit Bemühungen laufen, die Temperaturfestigkeit des Polymermembran-Elektrolyten weiter zu erhöhen. Der Membran-Hersteller Pemeas aus Frankfurt stellte vor weni-

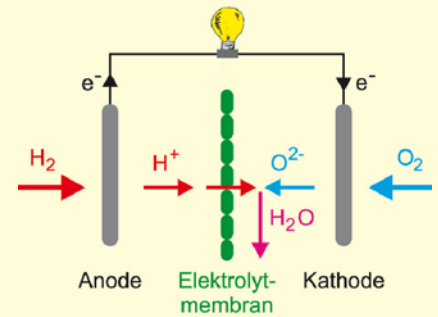
Aufbau und Funktion einer Brennstoffzelle

Eine Brennstoffzelle ist eine Apparatur zur direkten Umwandlung von chemischer in elektrische Energie. Als Nebenprodukt entsteht Wasser. Die bei der Energieumwandlung entstehende Wärme lässt sich für Heizzwecke nutzen.

Eine Brennstoffzelle besteht aus

- zwei getrennten Kammern für den Brennstoff (beispielsweise Wasserstoff) und für Sauerstoff (Luft)
- aus einem Elektrolyten, der die Kammern gasdicht voneinander trennt, um den direkten Kontakt von Sauerstoff und Wasserstoff zu vermeiden
- aus Anode und Kathode, die porös ausgeführt sind, um eine möglichst große Oberfläche zu erreichen
- aus Vorrichtungen zur Abführung von Wasser und von nicht genutztem Brennstoff und Sauerstoff.

Das Funktionsprinzip ist bei allen Brennstoffzellen ähnlich und sieht folgendermaßen aus: Die mit der Anode bestückte Kammer ist mit Wasserstoff gefüllt, die kathodenseitige mit Sauerstoff. An der mit Katalysatoren beschichteten Anode teilen sich die Wasserstoffmoleküle in ihre zwei Wasserstoffatome auf. Jedes Atom gibt ein Elektron ab, das über einen elektrischen Leiter zur Kathode wandert. Es fließt ein elektrischer Strom, der sich nutzen lässt.



Zurück bleiben positiv geladene Wasserstoffionen (H^+). Auf der Kathodenseite teilen sich Sauerstoffmoleküle unter Einfluss von Katalysatoren in ihre zwei Sauerstoffatome auf. Diese nehmen dann jeweils zwei Elektronen auf, wodurch negativ geladene Sauerstoffionen entstehen. Die Wasserstoffionen (H^+) wandern von der Anodenseite durch den Elektrolyten auf die Kathodenseite. Dort vereinigen sie sich mit den negativ geladenen Sauerstoffionen (O^{2-}) zu Wasser. Der Vorgang ist vielen sicher noch aus dem Chemieunterricht als „Knallgas-Reaktion“ bekannt. Diese läuft in der Brennstoffzelle jedoch kontrolliert ab, also ohne Detonation und offener Flamme, was sich in dem Begriff der „kalten Verbrennung“ widerspiegelt.

gen Monaten eine neue Membran-Elektroden-Einheit (MEA) für PEM-Brennstoffzellen vor, die Betriebstemperaturen bis zu 180 °C erlaubt. Als weitere Vorteile der Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzelle sind ihre hohe Unempfindlichkeit gegenüber Schwefel, der ebenfalls als Verunreinigung im Brenngas vorkommen kann, und die einfachere Wärmeregulierung zu nennen. Zudem kann die Befeuchtung der Zellmembran entfallen. Bei Membranen in

Niedertemperatursystemen ist eine Befeuchtung hingegen unerlässlich, da ohne sie keine zufriedenstellende Protonenleitung möglich wäre.

3.3 Leistungs- und Regelungselektronik

Die elektrische Energie der BZ-Hausenergieanlage lässt sich für den Eigenbedarf nutzen oder in ein elektrisches Versorgungsnetz ein-

speisen. Da an den Elektroden der Brennstoffzelle „nur“ Gleichspannung anliegt, ist der Einsatz eines Wechselrichters unumgänglich.

Eine komplette BZ-Hausenergieanlage besteht aus mehreren Anlagenteilen wie Gasaufbereitung, Reformerbrenner, BZ-Stack und Wärmetauscher sowie Warmwasser- und Pufferspeicher, die alle genau aufeinander eingestellt werden und miteinander kommunizieren müssen. Für die Koordinierung dieser Systemkomponenten wird eine elektronische Regelung benötigt, deren Funktionen und Regelparameter aber denen herkömmlicher Regelungen ähneln, so dass in den meisten Fällen marktgängige Fabrikate zum Einsatz kommen werden.

3.4 Wärmeauskopplung

Am Ausgang der Strom erzeugenden PEM-Zelle steht neben der elektrischen gleichzeitig thermische Energie zur Nutzung bereit. Die bei der elektrochemischen Reaktion innerhalb der Brennstoffzelle entstehende Wärme, die wegen Überhitzungsgefahr ohnehin abgeführt werden muss, lässt sich ohne große Probleme mit Hilfe eines Wärmetauschers vom Kühlsystem des Stacks auf einen Heizkreislauf übertragen – ohne große Probleme deshalb, weil auch diese Technik von ähnlichen Heizsystemen her bekannt ist.

4 Elektrische und hydraulische Anbindung

Die BZ-Hausenergieanlage wird als Kompaktanlage anschlussfertig geliefert. Das Gleiche gilt, wie gewohnt, für den Pufferspeicher, den Warmwasserspeicher für die Nutzwasserversorgung und für den eventuell benötigten zusätzlichen Gas-Wandkessel zur Abdeckung von Wärmebedarfsspitzen. Deshalb dürften die Aufstellung sowie die elektrische und hydraulische Anbindung der BZ-Hausenergieanlage an das Erdgas-, Heizungs- und Stromnetz, die Inbetriebnahme sowie die Wartung für den Fachhandwerker kein Problem darstellen. Er muss aber – selbstverständlich – darauf achten, dass alle einschlägigen Vorschriften erfüllt werden, insbesondere die Forderung, dass elektrische Anschlüsse nur von einer qualifizierten Elektrofachkraft hergestellt werden dürfen.

Aus heutiger Sicht werden Wartungsarbeiten an einer BZ-Hausenergieanlage nur für die Gasaufbereitungsanlage, den Brenner, das Düsensystem und verschiedene Sensoren notwendig werden. Mit dem Herzstück des Systems, dem BZ-Stack, wird der Handwerker wohl nur wenig zu tun bekommen. Im Fehlerfall wird er dieses eigenständige Anlagenmodul als Ganzes ausbauen und zum Austausch beziehungsweise zur Reparatur ins Herstellerwerk schicken. Trotzdem muss der Fachhandwerker dieses Bauteil und seine Funktionsweise genau kennen, um vor Ort

beurteilen zu können, ob es fehlerfrei funktioniert.

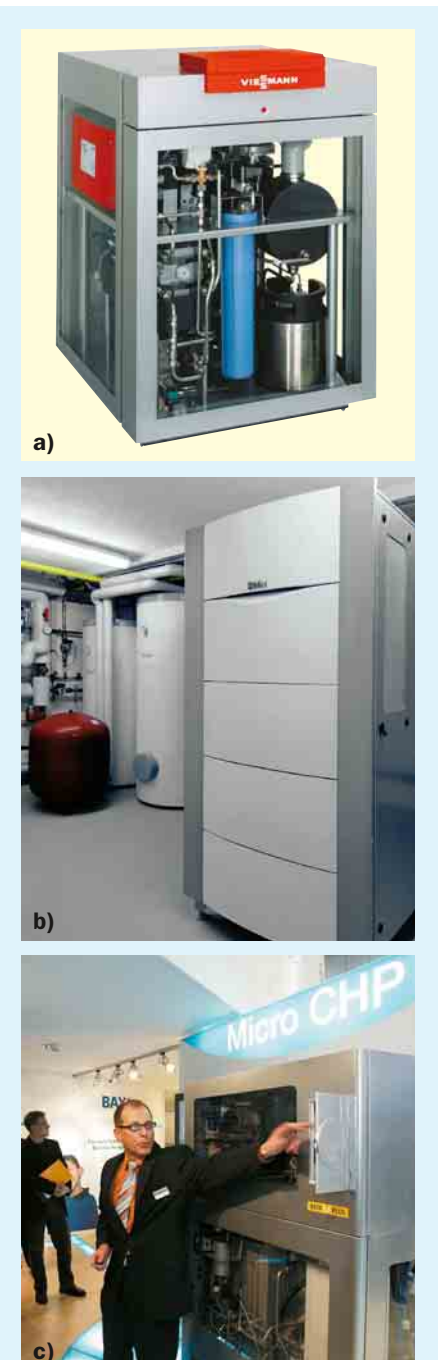
5 Einsatzfelder einer BZ-Hausenergieanlage

Da eine BZ-Hausenergieanlage, wie ein motorgetriebenes Mini-BHKW auch, nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung arbeitet, sollten für ihren Einsatz in Ein- und Mehrfamilienhäusern oder in Zweckbauten die entsprechenden Voraussetzungen gegeben sein. Das bedeutet: Die Wirtschaftlichkeit einer BZ-Hausenergieanlage hängt in beträchtlichem Maße von der Höhe und der Kontinuität des Wärmebedarfs ab. Deshalb lohnt sich ihr Einsatz vor allem dort, wo eine hohe thermische Grundlast auftritt, beispielsweise in landwirtschaftlichen Betrieben, Schlachtereien, Wäschereien, Hotels, Bädern, Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie kleinen Wohnsiedlungen – sie alle haben einen großen Warmwasserverbrauch. Diese Situation ist, über den ganzen Winter betrachtet, fast immer gegeben. Tageszeitlich gesehen können jedoch große Unterschiede auftreten, wenn beispielsweise die so genannte Tagesganglinie (Energiebedarfsstruktur) eines Gebäudes am Nachmittag einen stagnierenden Strom- und einen steigenden Wärmebedarf zeigt. Dann sollte die Deckung des Wärmebedarfs kurzzeitig über einen Pufferspeicher erfolgen, bis Strom- und Wärmenachfrage wieder im Gleichgewicht sind.

Eine interessante Nutzung von BZ-Hausenergieanlagen ist deren Zusammenführung zu einem virtuellen Kraftwerk: Mit Hilfe eines intelligenten Informationssystems werden alle an einem regionalen Stromversorgungsnetz angebotenen BZ-Stromlieferanten daraufhin überprüft, ob sie noch freie Kapazitäten haben. Ist das der Fall, werden sie zur Stromversorgung im betreffenden Netzabschnitt herangezogen und bilden damit ein zusätzliches Erzeugungspotential, das die Netzbetreiber gern für ihr Lastmanagement und als Regelenergie nutzen. Die Tauglichkeit dieses Konzepts wurde im europäischen Feldprojekt „Virtual Fuel Cell Power Plant“ (VFCPP) getestet. Beteiligt waren neben namhaften Herstellern die Energieversorger EON Ruhrgas, EWE und die niederländische Gasunie. Im Rahmen dieser europäischen Initiative installierten sie BZ-Hausenergieanlagen an verschiedenen Standorten in Deutschland, den Niederlanden, Spanien und Portugal, und zwar in Mehrfamilienhäusern, kleinen Gewerbebetrieben und öffentlichen Einrichtungen. Während der mehrphasigen Projektlaufzeit ging es darum festzustellen, ob die zentral gesteuerten und an das öffentliche Stromnetz angeschlossenen BZ-Geräte in der Zukunft dazu beitragen können, die Stromerzeugung im öffentlichen Stromnetz zu optimieren und wie ein virtuelles Kraftwerk zu fungieren.

6 Hersteller und Entwicklungsstand

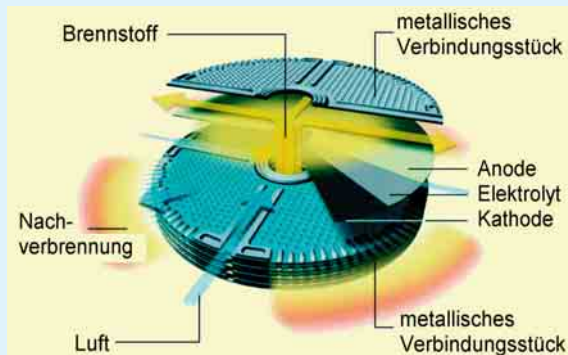
Die Fa. Viessmann, die seit dem Jahr 2000 an der Entwicklung von Brennstoffzellen für die Versorgung von Einfamilienhäusern arbeitet, will in diesem Jahr mit ersten Feldtests für ihre „Hausenergiezentrale“ (Bild 3a) beginnen. Ab 2008 sind Demonstrationsanlagen in ausgesuchten Objekten geplant, mit einer Markteinführung wird nicht vor 2010 gerechnet. Das



3 Brennstoffzellengeräte für die Hausenergieversorgung

- a) Fa. Viessmann
- b) Fa. Vaillant
- c) Fa. Baxi Innotech

Fotos: Hersteller



④ Etwa 60 aufeinander geschichtete Zellen und Stromsammelr bilden den Zellstapel der SOFC, wobei die innere Öffnung als Kanal zur Brennstoffzuführung dient

Fotos: Hexis

⑤ SOFC

Unternehmen hat sich für eine PEM-Brennstoffzelle entschieden und damit den Typ gewählt, mit dem bisher die umfassendsten Erfahrungen gesammelt werden konnten. Ziel der Entwicklung sind Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 2 kW und einer Heizleistung von 3,5 kW. Der elektrische Wirkungsgrad soll bei mehr als 32 % liegen, der Gesamtwirkungsgrad bei mindestens 87 %. Es wird eine Lebensdauer von mehr als 40000 Stunden angestrebt. Das Unternehmen kooperiert bei seiner Entwicklungsarbeit mit dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung Baden-Württemberg (ZSW) in Stuttgart.

Auch das Heiztechnikunternehmen Vaillant setzt – in Zusammenarbeit mit dem amerikanischen Entwickler Plug Power – in seinem Brennstoffzellen-Heizgerät (Bild ③b) für Mehrfamilienhäuser und kleine Gewerbebetriebe eine PEM-Brennstoffzelle ein, die mit Erdgas betrieben wird. Seit 1998 wurden bereits drei Prototypengenerationen entwickelt und gemeinsam mit Partnern in sieben europäischen Ländern erprobt. Die Leistungsdaten der BZ-Geräte liegen bei 4,6 kW elektrischer Leistung und etwa 10 kW thermischer Leistung. Es konnten Gesamtwirkungsgrade von über 80 % und elektrische Wirkungsgrade von mehr als 30 % nachgewiesen werden. Gleichzeitig wird auch an der Entwicklung von Brennstoffzellen für Einfamilienhäuser gearbeitet.

Ab 2010 mit einem Brennstoffzellengerät in den Markt zu gehen – das ist das Ziel der Baxi Innotech GmbH (vormals efc) in Hamburg. Das Tochterunternehmen der britischen Baxi-Group entwickelt Brennstoffzellenanlagen für Einfamilienhäuser. Nach intensiven Labortests und virtuellen Simulationen sind inzwischen 15 praxisnahe „Beta 1.5“-Feldtest-Anlagen mit 1,5 kW elektrischer, 3 kW thermischer Leistung und einem integrierten 15-kW-Brennwertgerät im Einsatz. Die erste, vor einem Jahr installierte Anlage hat bereits über 5000 Betriebsstunden absolviert. In Kürze soll der neue Prototyp Beta 1.5 Plus

(Bild ③c), der im April auf der Hannover Messe vorgestellt wurde, in den Feldtest gehen. Langfristig könnten laut Schätzung des Unternehmens allein in Deutschland jährlich rund 250000 Geräte pro Jahr produziert werden. Anders als die bisher genannten Hersteller setzt das Schweizer Unternehmen Hexis bei der Entwicklung von Brennstoffzellen für die Hausenergie auf Festoxidbrennstoffzellen (Solid Oxide Fuel Cells, kurz SOFC (Bild ④)). Dieser Brennstoffzellentyp besitzt einen festen keramischen Elektrolyten und arbeitet bei Temperaturen von bis 1000 °C, was Vorteile bei der Brennstoffaufbereitung bringt. Hexis hat nach eigenen Angaben in den vergangenen Jahren bereits 110 solcher Systeme für Feldtests an ausgesuchte Partner ausgeliefert. In diesem Jahr wird mit dem Galileo 1000 N die nächste Gerätegeneration folgen (Bild ⑤). Der BZ-Stack liefert eine elektrische Leistung von maximal 1 kW und eine thermische Leistung von 2,5 kW.

7 Fazit

Die Aktivitäten der Heiztechnikhersteller zeigen für die Verwendung von Brennstoffzellen deutlich in Richtung zentrale Hausenergieversorgung. Bis zu großen Serien und marktfähigen Preisen ist es wohl noch ein weiter Weg. Trotzdem sollte sich das Elektrohandwerk schon heute mit diesen Technologien auseinander setzen, um auf die in Kürze zu erwartende Markteinführung der ersten Anlagen vorbereitet zu sein. Langfristig gesehen hat die Brennstoffzelle die besten Chancen, sich als Lieferant von Wärme und Strom für den „Hausgebrauch“ durchzusetzen. Sicher wird dazu ein langer Atem nötig sein, aber ihre Vorteile und die Aussichten auf eine Energieversorgung auf der Basis von Wasserstoff, ohne Verbrennung fossiler Energieträger, werden der Brennstoffzelle sicher zum Erfolg verhelfen. ■