

Kleinst-Brennstoffzellen liefern Strom und Wärme

# Ernstere Konkurrenz für den Heizkessel?

Robert Donnerbauer\*

*Für Aufsehen in der Heizungsbranche sorgte im vergangenen Jahr die Ankündigung von Vaillant, ein Brennstoffzellen-Heizgerät zu entwickeln, das im Ein- oder Mehrfamilienhaus gleichzeitig Strom und Wärme produziert. Es ersetzt damit nicht nur klassische Heizkessel, sondern öffnet den Markt auch für die Energieversorger. Während weitere Unternehmen der Heizungsindustrie die Entwicklung aufgenommen haben, gingen bei einzelnen Gas- und Stromversorgern schon Demonstrationsanlagen in Betrieb.*

**S**teht der Heiztechnik durch die Brennstoffzelle ein großer Wandel bevor – von der reinen Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser hin zur Gebäudeenergieversorgung? Welche Bedeutung wird das Handwerk in solch einem Wandel spielen? Wird es seine Rolle als kompetenter Ansprechpartner für den Hausbesitzer behalten können, oder wird es

zum Installations-Handwerker der Energieversorger? Kaum ein anderes Thema sorgt derzeit für so viel Aufmerksamkeit und Diskussionsstoff.

## Technologie mit großer Zukunft

„Eine neue Technologie mit großer Zukunft wirft ihre Schatten voraus.“ Für Dr. Norbert Hüttenhölcher, Leiter der Energieagentur NRW, stellt die Brennstoffzelle einen „weiteren Evolutionsschritt in Richtung einer deutlich verbesserten Energieeffizienz“ dar. Für Schlagzeilen in der breiten Presselandschaft sorgte die Brennstoffzelle bislang vornehmlich in Verbindung mit dem Thema Fahrzeugantrieb als Wasserstoff- oder Brennstoffzellen-Auto. Für die dezentrale Stromversorgung lag der Schwerpunkt für die Brennstoffzellen-Entwickler – als Ersatz/Ergänzung für die klassischen Blockheizkraftwerke/ BHKW – bislang vornehmlich im mittleren Leistungsbereich zwischen 50 kW und einigen MW, d. h. unterhalb der Größe herkömmlicher Kombikraftwerke. Doch neue Konzepte mit nur wenigen kW elektrischer Leistung haben jetzt Ein- und Mehrfamilienhäuser oder kleine Gewerbebetriebe im Visier. Erste Demonstrations- und Feldprojekte gingen in den vergangenen Monaten in Betrieb, weitere Prototypen sind für die nahe Zukunft angekündigt. Hier könnten sich für alle Beteiligten neue Geschäftsfelder auftun.

Die Kosten der von den Stromversorgern in den vergangenen Jahren in Betrieb genommenen großen Test- und Demonstrationsanlagen überschritten leicht die Millionen-Grenze. So verschlang beispielsweise die am 19. Juni in Berlin in Betrieb genommene PEM-Anlage mit einer Leistung von 250 kW<sub>el</sub> und 230 kW<sub>th</sub> insgesamt 7,5 Mio. DM, doch wird das Projekt von der Europäischen Kommission innerhalb des Thermie-Förderprogramms zu etwa 40 % finanziert. „Unternehmen, die sich dem Neuen nicht in den Weg stellen, werden Erfolg auch auf



Foto: Vaillant

**Energie- und Wärmeversorgung im 21. Jahrhundert: Vaillant-Brennstoffzellen-Heizgerät (Designstudie)**

dem liberalisierten Strommarkt haben. Weil wir das so sehen und weil wir Erfolg haben wollen, unterstützen wir die Brennstoffzellen-Technologie“, begründet Prof. Dr. Dietmar Winje, Vorstandsvorsitzender der Bewag, das Engagement des Unternehmens. Neben der Bewag als Projektführer sind zudem die Energieversorger Veag, HEW, PreussenElektra und aus Frankreich die EdF an dem Demonstrationsprojekt beteiligt. In einem mehrjährigen Probelauf sollen Erkenntnisse über den wirtschaftlichen Einsatz dieser Technik gewonnen werden. „Ziel ist es, frühzeitig Einsatzmöglichkeiten und Marktpotentiale der Brennstoffzelle für die dezentrale Energieversorgung zu erschließen.“

Mit dem Berliner Projekt kommt erstmals in Europa die PEM-Technologie in der 250-kW-Klasse zum Einsatz. Die Brennstoffzelle stammt von dem kanadischen Unternehmen Ballard, Produktion und Vermarktung des Gesamtsystems erfolgen durch Al-

\* Dipl.-Ing. Robert Donnerbauer, Freier Wirtschaftsjournalist, 35066 Frankenberg

stom. Nach dem erfolgreichen Abschluß des Pilotbetriebes von mehreren Anlagen in Europa plant die gemeinsame Tochtergesellschaft Alstom Ballard den Fertigungsbeginn kommerzieller Anlagen für 2003/2004.

### Tausende kleinster Brennstoffzellen-Heizgeräte

Die Anstrengungen der Stromwirtschaft zielten bislang zumeist auf hohe Leistungswerte. So ist z. B. die im November 1999 von MTU Friedrichshafen bei den Stadtwerken Bielefeld in Betrieb genommene MCFC auf 250 kW<sub>el</sub> und 160 kW<sub>th</sub> ausgelegt. „Sehr zufrieden“ zeigt sich derzeit Siemens Westinghouse mit den Betriebserfahrungen des bislang größten SOFC-Kraftwerkes im niederländischen Westervoort. Die Anlage laufe seit über einem Jahr ohne Probleme. Sie speist 110 kW in das Stromnetz und versorgt gleichzeitig das Fernwärmenetz der Stadt mit 64 kW Heißdampf. Siemens Westinghouse plant den kommerziellen Vertrieb von Anlagen in der Größenordnung von 250 kW<sub>el</sub> bis 1 MW<sub>el</sub> ab dem Jahr 2004. Eine SOFC-Anlage mit 300 kW<sub>el</sub> und angeschlossener Gasturbine soll als „zukunftsweisendes Demonstrationsprojekt“ im kommenden Jahr von einem internationalen Konsortium unter Führung von RWE Energie in NRW entstehen. „RWE Energie sieht in der dezentralen und umweltfreundlichen Brennstoffzellenentwicklung einen wichtigen Baustein im Rahmen langfristiger Überlegungen zur alternativen Energieerzeugung“, begründete der Energieversorger diese Entscheidung. Auch die PAFC-Anlage, die PreussenElektra in Zusammenarbeit mit

Mainova und der Stadt Frankfurt seit über einem Jahr zur Versorgung des Hallen- und Freibades Bergen-Enkheim betreibt, verfügt über eine Leistung von 200 kW<sub>el</sub> und 220 kW<sub>th</sub>.

In den letzten Monaten nun tat sich eine neue Vision auf: Tausende kleinster Brennstoffzellen-Heizgeräte mit nur wenigen Kilowatt Leistung, in Ein- und Mehrfamilienhäusern verteilt, könnten ein „virtuelles Kraftwerk“ bilden, das mittels zentraler Leittechnik durch ein Energieversorgungsunternehmen betrieben wird. Wie die Energieagentur NRW betont, könnte ein Stromversorger auf diesem Weg sein Versorgungsnetz optimieren. Durch Zuschalten mehrerer dezentral installierter Brennstoffzellen ließe sich z. B. der Zukauf teuren Spitzenlaststroms vermeiden. Die Energieversorger sieht denn auch Dr. Martin Schmidt, Marketing-Leiter von Sulzer Hexis als ausschließliche Vertriebspartner in der Einführungsphase ihres neuen Brennstoffzellen-Heizgerätes an. „Diese erwerben die Hexis-Anlage und stellen sie interessierten Kunden zur Verfügung – Stichwort Wärme-Contracting.“ Die Anfang 1997 im schweizerischen Winterthur gegründete Sulzer Hexis setzt auf eine Eigenentwicklung: „Wir arbeiten mit einem Elektrolyten aus Zirkonoxidkeramik, der bei der Betriebstemperatur von über 900 °C



Foto: Sulzer

**Die Anfang 1997 in Winterthur gegründete Sulzer Hexis setzt beim Brennstoffzellen-Heizgerät auf eine Eigenentwicklung**

ein guter Sauerstoffionenleiter ist“, erklärt Schmidt. Vorteil dieses SOFC-Typen sei die Flexibilität bei der Brennstoffwahl. „Wir sind nicht auf reinen Wasserstoff angewiesen. In Feldversuchen arbeiten wir seit langem mit Erdgas aus dem normalen Gasnetz. Es sind auch andere Brennstoffe denkbar, z. B. Propan, Butan oder auch Heizöl und Rapsöl. Derzeit machen wir einen Ausflug in die Holzvergasung“, verdeutlicht Schmidt. Seit 1997 laufen zahlreiche Feldversuche, für 2001 sind erste kommerziell erhältliche Prototypen geplant. Die Hexis-Standardvariante wird zunächst auf den Betrieb mit Erdgas ausgelegt sein. Die elektrische Leistung soll etwa 1 kW betragen bei einem elektrischen Wirkungsgrad von etwa 30 % bei voller Last und 40 % im Teillastbereich. Der Gesamtwirkungsgrad dürfte bei etwa 90 % liegen. Bis zu etwa 3 kW thermische Energie wird auskoppelbar sein, darüber hinaus benötigte Wärme soll ein Zusatzbrenner liefern.



Foto: Bewag/Preiß

**250-kW-PEM-Brennstoffzellenanlage im gläsernen Kasten im Innovationspark der Bewag in Berlin**

## Konventionelle Heizungsanlagen vor dem Ende?

Setzt Sulzer Hexis auf die Hochtemperaturvariante mit SOFC, so überwiegen bei weiteren Projekten für die Hausenergieversorgung der Niedertemperaturtyp auf PEM-Basis. Da der notwendige reine Wasserstoff noch nicht in der notwendigen Menge und akzeptablen Preisen zur Verfügung steht, wird er bei den Brennstoffzellen-Heizgeräten durch einen Reformier und Gasreinigungsstufen aus Erdgas erzeugt. Z. B. wurde im Dezember 1999 in Ulm von dem dortigen Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung und dem Freiburger Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme an der Fachhochschule eine PEM-Demonstrationsanlage mit 5 kW<sub>el</sub> in Betrieb genommen. Während die Heizungsbranche beim Stichwort PEM-Brennstoffzelle besonders auf



**Hans-Gerd Bachmann (l.), Medl-GF und Dr. Rolf M. Schmitz, Rhenag-Vorstandsmitglied (hier vor der Brennstoffzelle): Der Markt verlangt innovative Produkte mit höherem Kundennutzen**

Foto: Rhenag

den im vergangenen Jahr vorgepreschten Heiztechnikhersteller Vaillant schaut, macht zwischenzeitlich auch die HGC Hamburg Gas Consult mit einer ganzen Reihe kleiner PEM-Hausenergieanlagen von sich reden. Bereits mehrere Geräte mit je 3 kW<sub>el</sub> und 8 kW<sub>th</sub> wurden realen Betriebsbedingungen ausgesetzt. Dabei setzen

die Hamburger auf Brennstoffzellen der amerikanischen Dais Analytic Power Corp., Odessa/Florida. Die ersten Partner waren im März 1999 die Verbundnetz Gas VNG, Leipzig, und im August die HGC-Mutter Heingas Hamburger Gaswerke. Mitte Dezember wurde dann von der Kölner Rhenag und der Mülheimer Medl im Hotel „Am Schloß Broich“ in Mülheim ein weiteres Aggregat in Betrieb genommen. „Das Ende der konventionellen Heizungsanlage scheint absehbar.“, heißt es aus den beiden Unternehmen. In der jetzt laufenden dreijährigen Projektphase will das Duo ein „intelligentes und bedarfsgerechtes Lastmanagement der Anlage entwickeln und so die praktischen Voraussetzungen für die Marktreife von Brennstoffzellen mitgestalten.“ Hans-Gerd Bachmann, Geschäftsführer der Medl und Dr. Rolf M. Schmitz, Vorstandsmitglied der Rhenag, betonen in dem Zusammenhang die weiteren Potentiale für den umweltfreundlichen Einsatz von Erdgas. Die Einsatzmöglichkeiten seien noch lange nicht ausgeschöpft. Der Markt verlange nach innovativen Produkten, die den Kunden höheren Nutzen bringen.



Foto: Wingas

**In einem 12-Familienhaus wurde von Wingas eine HGC-Brennstoffzellen-Heizanlage installiert**



Foto: PreussenElektra

**Anfang Juli ging eine HGC-Brennstoffzelle im Heizungskeller des Verwaltungsgebäudes von PreussenElektra in den Testbetrieb**

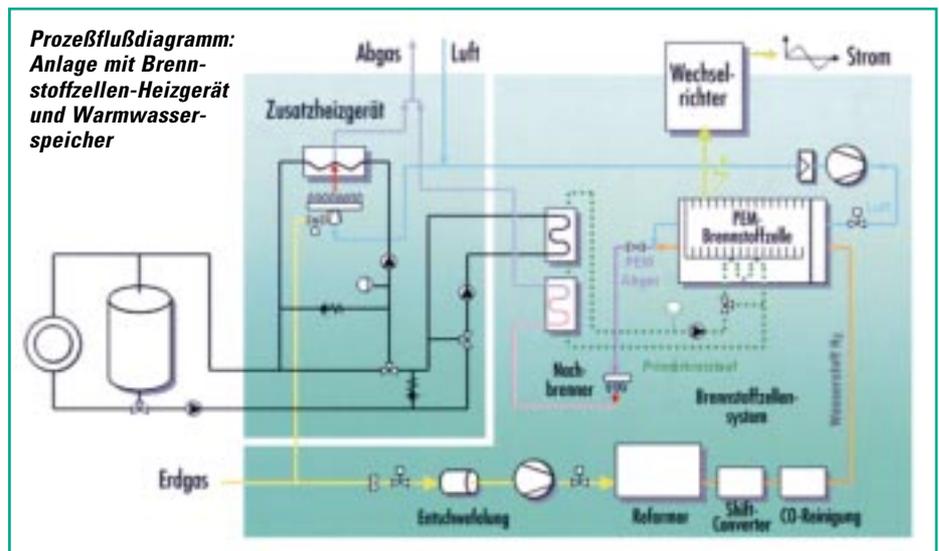


Foto: Vaillant

**Blick in das Vaillant-Brennstoffzellenlabor**

## Neue Perspektiven für den Erdgaseinsatz

Auf neue Anwendungsmöglichkeiten für Erdgas setzen auch die Gasversorger. So wurde eine weitere Anlage von HGC an die Kasseler Wingas geliefert, die gemeinsam mit dem BASF-Wohnungsbauunternehmen Gewoge und den Technischen Werken Ludwigshafen (TWL) am 3. Mai 2000 ein Pilotprojekt in einem sanierten 12-Familienhaus im Ludwigshafener Brunnckviertel starteten. Aus Wingas-Sicht ist besonders die Integration der Anlage in ein bewohntes Objekt interessant. Geschäftsführer Burkhard Genge erwartet von dem dreijährigen Meß- und Auswertungsprogramm ein reales Abbild über die Energieeffizienz, die Kosten und die Betriebstüchtigkeit sowie letztlich die Vermarktungschancen solcher Anlagen. „Die Brennstoffzellentechnologie eröffnet weitere Perspektiven für Erdgas in der Stromerzeugung, speziell im Bereich kleiner, dezentraler Anlagen“, hebt Genge hervor. Die neuen Niedrigenergiehäuser mit geringem Wärmebedarf werden für die Gasversorgungswirtschaft aufgrund der hohen Gasanschlußkosten zunehmend unattraktiv, wie die Energieagentur NRW aufzeigt: „Durch die Brennstoffzelle würde der Gasabsatz auf ökonomisch und ökologisch sinn-

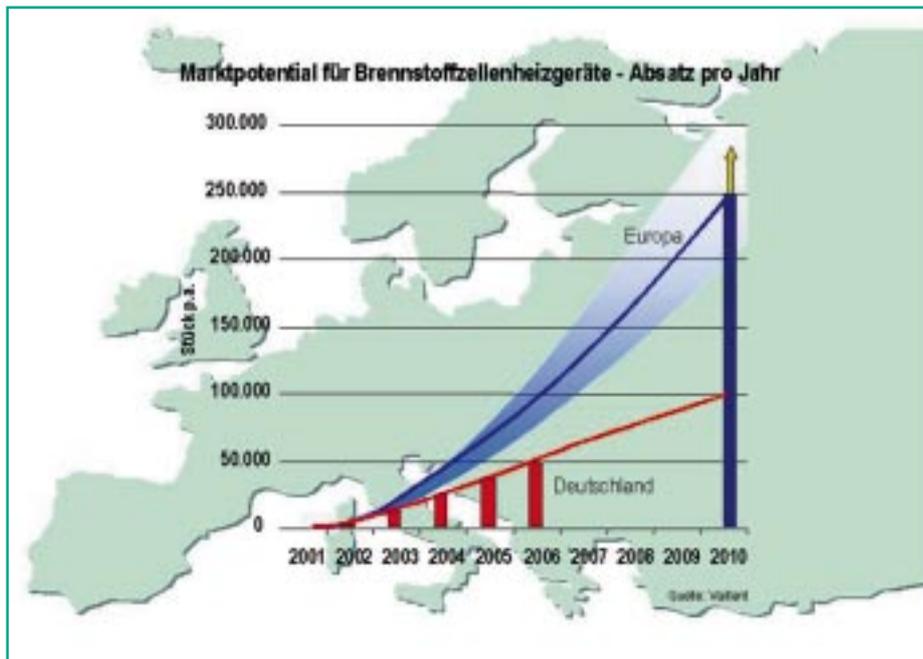


Grafik: Vaillant

volle Weise gesteigert werden.“ Aber noch drängender als der Neubau stellt sich die Situation im Gebäudebestand dar. Experten gehen davon aus, daß in Zukunft rund 80 % des Heizungsmarktes in das Ersatz- bzw. Modernisierungsgeschäft gehen werden. Der Grundgedanke von Wingas ist daher die Integration der Brennstoffzelle in das Heizkesselsystem, so Genge. Der konventionelle Heizkessel werde dabei durch eine kombinierte Strom- und Wärmezeugungseinheit – bestehend aus Brennstoffzelle und Zusatzbrenner – ersetzt. So könne der Energiebedarf für Raumwärme, Brauchwarmwasser sowie Licht und Kraftprozesse auch in Zukunft sicher, kostengünstig und möglichst wenig umweltbelastend gedeckt werden.

weltweiten Aktivitäten anderer Wettbewerber nicht zu erlangen wären.“ So beteiligt sich PreussenElektra – wie auch Ruhrgas, die Emscher-Lippe-Energieagentur sowie die Gesellschaft für innovative Energieumwandlung und -speicherung (EUS) – an dem von Vaillant als Systementwickler initiierten Verbundprojekt „Brennstoffzellenheizgerät zur Hausenergieversorgung“, das vom Land Nordrhein-Westfalen gefördert wird.

Die jüngste der HGC-Anlagen ging Anfang Juli im Heizungskeller des Verwaltungsgebäudes von PreussenElektra in den Testbetrieb. „Planen, Montieren und Betreiben dieser neuen Technik hilft PreussenElektra, Stärken und Schwächen unmittelbar und qualifiziert einzuschätzen“, betont der technische Betriebsleiter Fritz Henken-Mellies. Auch in Zukunft würden Brennstoffzellen für Ein- oder Mehrfamilienhäuser die Stromerzeugung in zentralen Großkraftwerken nicht ersetzen können, unterstreicht der Energieversorger (der selbst über eine installierte Kraftwerksleistung von 18 000 MW verfügt). Dennoch sehen die Hannoveraner auch das große Potential, das sich durch die weltweit intensiven Anstrengungen zur Weiterentwicklung der Brennstoffzellen-Technik entwickeln kann, wenn sich die Brennstoffzelle am Markt für dezentrale Versorgung etablieren kann. Wie Henken-Mellies hervorhebt, liefern solche Gemeinschaftsprojekte schon wertvolle Erfahrungen, „die durch bloße Beobachtung der



Grafik: Vaillant

**Marktpotential für Brennstoffzellen-Heizgeräte – Absatz pro Jahr**

## Pilotanlagen von Vaillant bis Ende 2001

Neben den Energieversorgern hat der Remscheider Heiztechnikspezialist Vaillant für sein geplantes Brennstoffzellen-Heizgerät besonders das Fachhandwerk im Visier. Im vergangenen Jahr überraschte Vaillant die Heizungsbranche mit der Ankündigung, als erster Heiztechnikhersteller bis Ende 2001 die ersten Pilotanlagen – versehen mit dem traditionellen Hasen-Logo – in verschiedenen europäischen Regionen, insbesondere in Deutschland, Österreich, der Schweiz und den Niederlanden, in den Feldtest zu schicken. Der breite Verkaufsstart ist dann für 2003 vorgesehen. Bis 2010 will das Unternehmen einen jährlichen Absatz von 100 000 Geräten in Europa erreichen, 40 000 davon allein in Deutschland. Damit will man sich einen Marktanteil von rund 40 % sichern.

Die Heizungsindustrie kämpft in Deutschland mit dem Problem seit Jahren stagnierender bzw. rückläufiger Marktzahlen. Nach Einschätzung von Buderus werden in diesem Jahr nur rund 800 000 Heizkessel verkauft, vor vier Jahren waren es noch über 900 000. In dem hart umkämpften Heizungsmarkt gilt es, frühzeitig neue Markttrends zu erkennen bzw. mit Innovationen den Markt zu erobern. „Vaillant will mit der Brennstoffzellen-Technologie einerseits seinen technologischen Vorsprung in der europäischen Heiztechnikbranche weiter ausbauen und andererseits einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz sowie zur langfristigen Sicherung von Arbeitsplätzen lei-

sten, auch bei Zulieferern und im installierenden Handwerk“, betont Geschäftsführer Manfred Ahle. „Mit diesem Meilenstein werden wir unsere Wettbewerbsfähigkeit auf den europäischen Märkten dauerhaft stärken.“

Als Partner für die Entwicklung und Vermarktung des Brennstoffzellen-Heizgeräts konnte Vaillant die amerikanischen Unternehmen Plug Power und GE Fuel Cell Systems, beide aus Latham/New York, gewinnen. Die Kooperation sieht laut Ahle vor, daß Vaillant als Systemintegrator über GE Fuel Cell Systems die Brennstoffzellen und Gasaufbereitungskomponenten von Plug Power bezieht, mit Steuerungen, Wechselrichter und Zusatzheizgerät ergänzt und die Geräte sowohl für seine Kunden als auch für die europäischen Aktivitäten von GE produziert.

## Einbindung von Handwerk und Handel

Die ersten Geräte werden für eine Leistung von 4,5 kW<sub>el</sub> und 35 kW<sub>th</sub> ausgelegt, eine typische Größenordnung für ein 6-Familien-Haus oder kleine Gewerbebetriebe. Für Einfamilienhäuser reichten 1,5-kW-Geräte, doch diese seien erst für später geplant,

wenn durch entsprechende Stückzahlen die festen Kostenbestandteile verringert werden konnten. „Wir haben größten Wert auf installations- und wartungsfreundliche Gerätetechnik gelegt“, erläutert Projektleiter Joachim Berg. So soll bei Austausch gegen einen konventionellen Wärmeerzeuger die bestehende Heizperipherie weiter genutzt werden können. Das Fachhandwerk und der Großhandel werde frühzeitig eingebunden und auf den neuen Markt vorbereitet. Schließlich könne sich das Handwerk auf diesem Weg das bisher verschlossene Geschäftsfeld der Kraft-Wärme-Kopplung erschließen.

Wie Ahle berichtet, laufen die ersten Geräte bereits auf Prüfständen. Mit kritischen Blick auf die genannten, in den vergangenen Monaten von den Energieversorgern zum Einsatz gebrachten Brennstoffzellen für die Hausenergieversorgung, beharrt Ahle darauf, erst Ende nächsten Jahres mit 400 Geräten in einem breiten Feldtest in den Markt zu gehen. „Wir wollen nicht mit Prototypen, sondern mit zuverlässigen Seriengeräten auf den Markt kommen.“ Was bislang an Einzelgeräten gezeigt wurde, ist für Ahle nichts weiter als „Show-Effekte“, gefährlich für die Imagebildung. „Die Technologie könnte lächerlich gemacht werden“. Er erinnert in diesem Zusammenhang daran, daß ja auch die Wärmepumpe in Deutschland „ein fürchterliches Image hat, weil man zu früh und mit nicht ausgereiften Geräten in den Markt gegangen ist“. Vor dem Breiten-Feldtest müssten die Heizungsbauer geschult sein, unterschiedliche Gasarten, Wasserarten und Lastprofile ausprobiert sein, Servicekonzepte müßten stehen und die Geräte Ferndiagnosefähig sein. „Am wichtigsten jedoch ist für uns der Test der Zuverlässigkeit,“ bekräftigt Ahle. Da man in diesem Bereich noch nicht auf Erfahrungswerte zurückgreifen kann, müßten die Geräte durch Simulation und beschleunigte Alterungen sicher gemacht werden. „Wir wollen auch diese Geräte genauso professionell in den Markt bringen wie unsere jetzigen Geräte. Show könnten wir morgen machen – nur wollen wir dies nicht.“

## Neues Handwerkerbild erforderlich

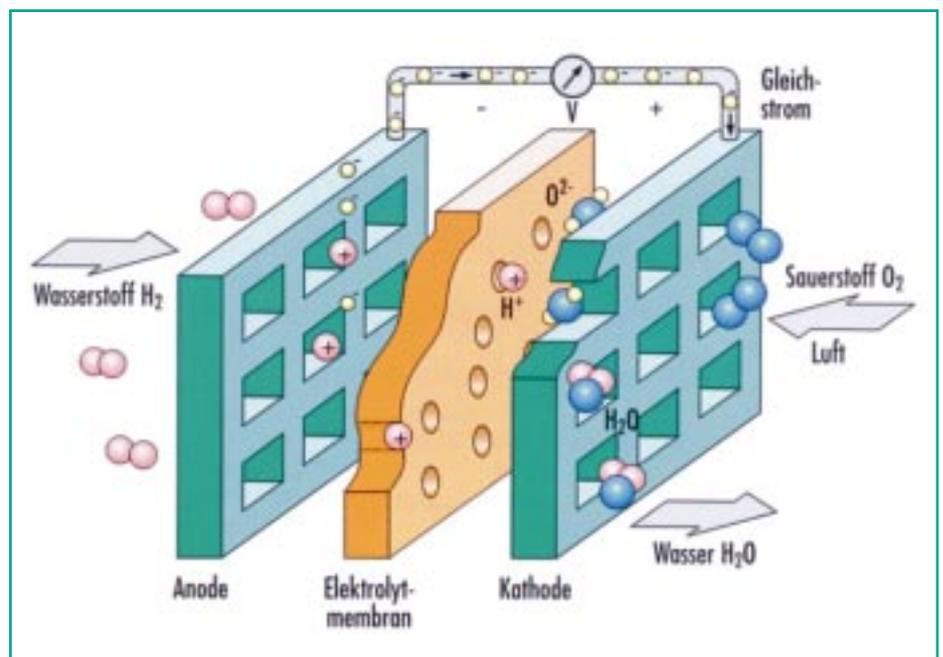
Der bei Vaillant für die Technik zuständige Geschäftsführer erinnert daran, daß für das Brennstoffzellenheizgerät (BZH) ein neues Handwerkerbild (Gas, Wasser, Elek-

trik) aufgebaut werden muß. Gemeinsam mit dem ZVSHK würde zudem in Europa und Deutschland eine neue Zulassung für die Seriengeräte erarbeitet (mit Prüfvorschriften, Installationsverordnung usw.). Die ersten Erfahrungen stimmen Ahle optimistisch. „Wir liegen in der Erwartungskurve.“ Der Reformer zur Gewinnung von Wasserstoff aus Erdgas funktioniere, jetzt soll das BZH insgesamt kleiner und kompakter werden, damit die Heizungsbauer dies leichter handhaben können. An dem geplanten breiten Verkaufsstart für das BZH in 2003 hält Ahle weiterhin fest, der Durchschnittspreis soll sich um 15 000 DM be-

RWE Energie kümmern. Mit der Vorstellung eines virtuellen Kraftwerkes kann sich Lang jedoch noch nicht anfreunden. Dafür müßten erst die Feldversuche abgewartet werden, um zu sehen, wie das Regelverhalten der Anlagen in der Praxis aussieht.

## Was machen Viessmann und Buderus?

Mittlerweile geben auch weitere Heiztechnikhersteller auf Anfrage zu, sich mit dieser Technik zu beschäftigen. „Im Rahmen eines Verbundvorhabens entwickelt Viessmann eine erdgasbetriebene Hausenergieversorgungsanlage auf Brennstoffzellen-

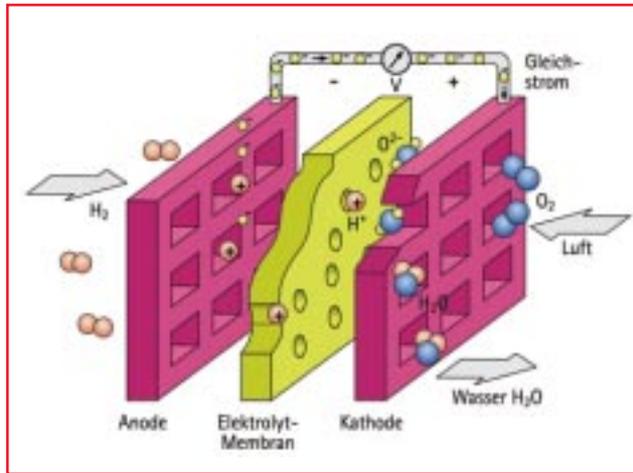


Funktionsprinzip der PEM-Zelle

Vaillant erfahre derzeit gute Resonanz, sowohl von den Handwerkern/ZVSHK als auch von Strom- und Gaserzeugern. Neben den Projektpartnern PreussenElektra und Ruhrgas zeigen sich u. a. auch VNG, EWE und RWE Energie interessiert. „Wir wollen uns mit 50 Anlagen an dem geplanten Feldversuch beteiligen“, bestätigt Manfred Lang von der Pressestelle der RWE Energie. Der Energieversorger sieht mittelfristig einen interessanten Markt für solche Kleinst-Brennstoffzellen zur Hausenergieversorgung. Dort wolle sich das Unternehmen als Multi-Utility-Anbieter rechtzeitig positionieren. Kern sei der Dienstleistungsgedanke, den Kunden ein Komplettangebot rund um Energie bereitstellen zu können. Denkbar sei dabei im Sinne des Contracting auch, den Verbrauchern auf Wunsch den reinen Strom und Wärme anzubieten, um die Finanzierung, Wartung und Betrieb der Brennstoffzellenanlagen würde sich dann

basis“, kommentiert von der Viessmann-Geschäftsleitung Prof. Dr. Helmut Burger. „Die Schwerpunkte des Vorhabens liegen im Bereich kleiner Leistung und auf dem Gebiet einer Lebensdauer, die im Rahmen der Wirtschaftlichkeit angesiedelt ist.“ Buderus-Vorstandsmitglied Reinhard Engel unterstreicht, daß grundsätzlich alle Technologien verfolgt würden, aber immer mit gesundem Realismus, was wann und wie wirtschaftlich realisierbar sei. „Natürlich beschäftigen wir uns auch mit der Brennstoffzellen-Entwicklung, sehen dies jedoch als mittel- bis langfristiges Projekt an.“ Vor-

Graphik: Vaillant



## Wie funktioniert die Brennstoffzelle?

Die Funktionsweise der Brennstoffzelle ist vergleichbar der Wasserstoffelektrolyse, nur daß der Prozeß umgekehrt abläuft. Der Wasserstoff „verbrennt“ mit Luftsauerstoff. Die Reaktionspartner tauschen Elektronen aus. Es fließt Strom.

Die entstehende Wärme wird zum Heizen und zur Warmwasserbereitung genutzt. Das Herz einer Zelle besteht im Prinzip aus drei Komponenten: Anode, Kathode, dazwischen ein Elektrolyt. Letzterem kommt eine entscheidende Rolle zu, muß er doch einerseits Ionen leiten und andererseits isolieren. Die seit Jahren laufenden Forschungen beschäftigen sich denn auch mit unterschiedlichen Elektrolyten, die für jeweils differierende Betriebstemperaturen und Brennstoffqualitäten ausgelegt sind. Beispielsweise liegen bei der mit reinem Wasserstoff „arbeitenden“ Niedertemperatur-Brennstoffzelle die Reaktionstemperaturen um 90 °C. Als Elektrolyt wird z. B. eine dünne (mit dem Katalysator Platin beschichtete) Kunststoffmembran verwendet. Die für Protonen durchlässige Membran gibt diesem Brennstoffzellentyp seinen Namen: „Polymer Elektrolyte Membrane Fuel Cell“, kurz „PEM“ genannt. Für die stationäre Strom- und Wärmeerzeugung eignen sich z. B. folgende Brennstoffzellen-Typen:

- Membran / PEMFC / bis 90 °C,
- Phosphorsäure / PAFC / 200 °C,
- Karbonatschmelze / MCFC / 650 °C,
- Oxidkeramisch / SOFC / 800 bis 1000 °C

her kommt nach Meinung von Engel erst noch die gasbetriebene Wärmepumpe, die sich bereits im Feldversuch befindet. Bevor die Brennstoffzelle für die Breitenanwendung im Hausbereich interessant wird, müßten die Kosten pro erzeugter Kilowattstunde noch drastisch reduziert und die Lebensdauer auf mit heutigen Wärmeerzeugern vergleichbare Werte gebracht werden. Auch Ballard – bislang besonders durch seine Aktivitäten im Fahrzeugbereich bekannt – entdeckt zunehmend den Energiesektor für seine Brennstoffzellenentwicklung, wie das genannte PEM-Projekt in Berlin und die Allianz mit Alstom verdeutlicht. In Japan will Ballard jetzt auch für den Wohnungsmarkt (Einfamilienhäuser und Apartments) kleine stationäre Brennstoffzellen-Einheiten auf Erdgasbasis mit nur 1 kW<sub>el</sub> entwickeln, die Abwärme soll auch dort zur Raumheizung und Warmwasserbereitung verwendet werden. Nach Auskunft von Ballard hat dazu die Tochterfirma Ballard Generation Systems ein Abkommen mit Tokyo Gas, Ebara Ballard und Ebara Corp. unterzeichnet.

## 100 000 BZH pro Jahr für Deutschland

Vaillant-Manager Berg erinnert an einen unschätzbaren Vorteil der Kleinst-Brennstoffzellen für Investoren gegenüber größeren Brennstoffzellen- oder BHKW-Anlagen mit 250 kW und mehr: Für die Installation seien keine aufwendigen Genehmigungsverfahren notwendig. Durch die allgemeine Bauartzulassung können Energieversorger die gewünschte Erzeugungskapazität Kilowatt um Kilowatt aufbauen. Berg schätzt den Markt für Brennstoffzellen-Heizgeräte in zehn Jahren europaweit auf rund 250 000 Stück pro Jahr. Der größte Teil davon (rund 100 000 Geräte) entfalle auf Deutschland. „Die Brennstoffzellen sind den Kinderschuhen entwachsen und nähern sich ihrer konkreten kommerziellen Anwendung“, heißt es auch bei der Unternehmensberatung Frost & Sullivan, Frankfurt. „Das Interesse ist groß, und der technische Fortschritt rechtfertigt die Erwartungen. Die meisten Brennstoffzellen-Prototypen werden im kommenden Jahrzehnt in Serienfertigung gehen“, urteilt Research-Analyst Sepideh Baghai. In einer Studie kalkuliert Baghai für den Brennstoffzellen-Weltmarkt allgemein ein Umsatzvolumen von insgesamt 81,7 Mio. US-Dollar im Jahr 1998. Bis 2004 soll der Markt auf 3,9 Mrd. US-Dollar anwachsen.

Daß sich die neue Technik auch wirtschaftlich rechnen kann, beweisen Untersuchungen der Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) in München. Sie nahm unterschiedliche Anlagen-Konstellationen unter die Lupe und kam z. B. für ein 1-kW<sub>el</sub>-Modul im Einfamilienhaus bei stromgeführter Betriebsweise auf eine Verbrauchseinsparung von rund 560 DM pro Jahr. Negativen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit durch die Strommarktliberalisierung (d. h. daß der produzierte Strom vielleicht nicht mehr wettbewerbsfähig ist) erwartet Vaillant-Chef Ahle nicht. Abgesehen davon, daß die Strompreise seiner Meinung nach wieder anziehen werden, sei das BZH schon heute in der Lage, Yello-Strom-Preise zu unterbieten.

## Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle

„Die Brennstoffzelle stellt eine Schlüsseltechnologie dar“, unterstreicht Energieagentur-Leiter Hüttenhölcher. Die Markteinführung werde intensiv vorberei-

tet. „Damit rückt auch die Perspektive einer umweltfreundlichen Energieversorgung mit Wasserstoff näher. Dem Klimaschutz und der Ökonomie kann dies nur zuträglich sein.“ Selbst der Weltgaskongreß Anfang Juni in Nizza nahm sich dieses Themas an. Nach Meinung des „Working Committee 7“ der Internationalen Gas Union unter Leitung von Ruhrgas-Direktor Prof. Dr. Christian Beckervordersandforth schickt sich die Brennstoffzelle an, die Energiewirtschaft grundlegend zu verändern. „Die Brennstoffzelle ist eine klimaschonende Technik, die die Brücke zu einer vollregenerativen Energieversorgung der Zukunft bilden kann“, heißt es. Als eine kurz vor der Markteinführung stehenden Technologie durchlaufe sie ähnliche Entwicklungsphasen wie Gasturbinen oder Gasturbinen (anfänglich teuer und nur für Nischenanwendungen interessant). Mit zunehmenden Erfahrungen und Weiterentwicklungen seien zuverlässig arbeitende Technologien entstanden. „Die Vorteile der Brennstoffzellen, wie hoher elektrischer Wirkungsgrad bei praktisch zu vernachlässigenden Emissionen, heben sie deutlich von anderen Technologien ab. Diese Vorteile beinhalten die Chance, längerfristig einen großen Anteil am Markt zu erreichen.“