

# DAS COMEBACK DER BRENNSTOFFZELLE?

## NEUE DYNAMIK IM MARKT DER BRENNSTOFFZELLEN-HEIZGERÄTE (BZH)

Über die Marktentwicklung von Brennstoffzellen für die häusliche Strom und Wärmeproduktion gibt es aktuell verschiedene Ansichten. Spätestens seit der Viessmann-Panasonic-Kooperation im Herbst 2012 sehen die einen japanische Brennstoffzellen-Hersteller als Markttreiber und -eroberer; andere halten den etablierten Strategen Viessmann und 50 % Hexis-Eigner für den zentralen Akteur auf dem deutschen Markt. Viessmann hat Zugang zu zwei wesentlichen Technologieführern, die mit ihrem Portfolio Mikro-BZH für den Gebäudebestand (Hexis) und Neubau (Panasonic) abdecken werden. Sowohl Hexis wie auch Panasonic haben ihre Geräte bereits getestet und verfügen über annähernd marktreife Anlagen. Viessmann kann auf einen breiten und auf Vertrauen basierenden Kundenstamm zurückgreifen, den das Unternehmen nun auch den Japanern zugänglich macht.

### Die Politik bewegt sich

Die Gerätehersteller zeigen seit Herbst 2012 eine deutliche Dynamik. Deren Signal „Licht am Ende des Tunnels in Sicht“ kommt offensichtlich bei der Politik an, kommentiert Martin Calovini, Sprecher der Initiative Brennstoffzelle (IBZ) <sup>1)</sup>. Die Hersteller seien um Geschlossenheit bemüht. Die Bundesregierung diskutiere aktuell konkrete Instrumente der Markteinführung von BZH, bestätigt der Spre-

cher des Callux-Projekts <sup>2)</sup> und Leiter des Arbeitskreises Brennstoffzelle Alexander Dauensteiner, verantwortlich für das Produktmanagement bei Vaillant. Der politische Wille für die rasche Markteinführung der BZ-Technologie sei erkennbar. Diskutiert werde u.a. die stärkere Förderung der Hersteller (bisher wurden primär die Energieversorger, als Betreiber der BZH mit 48 Prozent im Projekt bezuschusst) und eine mögl. abschmelzende Förderung über 5 bis 7 Jahre. Mit der im Herbst 2012 novellierten KWK-Förderung erhält der Endkunde aktuell 5,41 ct/kWh vom Netzbetreiber. Für Großprojekte ist das interessant.

### Marktpotentiale von BZH durch unabhängige Studie belegt

Ergebnisse der vom IFEU, FEE, GWS durchgeführten und im Herbst 2012 erstmals intern kommunizierten Studie <sup>3)</sup> belegen, dass die Brennstoffzellentechnologie kleine Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (Mikro-KWK) auch im häuslichen Bereich aufgrund ihrer Effizienz Umweltfreundlichkeit sinnvoll ist: „... stationäre Brennstoffzellen können heute fossile Brennstoffe und morgen Erneuerbare Energien hocheffizient in Strom und Wärme wandeln und sind damit eine Schlüsseltechnologie für die beschleunigte Energiewende, mit erheblichem ökologischem und ökonomischem Nutzen“. Brennstoffzellen-Heizgeräte

sind demnach Wettbewerber von motorbetriebenen BHKW's und vor allem im Anwendungsfeld sanierter Ein- und Mehrfamiliengebäude wirtschaftlich. Mit modifizierten Anlagen und deren Kombination mit Speicher- und regenerativer Energietechnologie gilt das auch für Neubauten.

### Deutsche Marktbewegungen

Inklusive aller Projektaktivitäten im Rahmen von NIP (Nationale Initiative Brennstoffzelle), wesentlich ist das Callux-Projekt, sind in Deutschland rund 1.000 Geräte im Feldtest. Callux erreicht in der ersten Projektphase (2008–2012) das Ziel von 800 installierten Geräten nicht (rund 500 Geräte im Test), deshalb ist es in der aktuell zweiten Phase der Marktvorbereitung umso wichtiger, viele Geräte in Betrieb zu nehmen. Ergänzend zu den großen EVU-Partnern werden kommunale Partner wie z.B. Trianel in das Projekt involviert. Aktuell gibt es sieben Hersteller auf diesem Markt, das sei erheblich, äußert Calovini. Panasonic verkündet nach der Produkt-Allianz mit Viessmann, dass der Penetrationspunkt von 10.000 Euro pro Anlage bald erreicht werden soll. Laut Jörg Schmidt von der Viessmann-Unternehmenskommunikation, sei das für den europäischen Markt vorbereitete System ein PEM-Gerät (Proton-Exchange-Membran). „Ziel der Kooperation ist die Anpassung an die deutschen und europäischen Normen, die elektrische und hydraulische Einbindung der Brennstoffzelle in das Heizsystem, sowie die Innenaufstellung im Gebäude. Wir gehen 2013 mit einer zweistelligen Gerätezahl in Deutschland in einen Feldtest“. Auf die Nachfrage, wie die Hexis AG die Marktsituation in Deutschland und Europa hinsichtlich der Viessmann-Panasonic Kooperation einschätzt, kommentiert Volker Nerlich, Leiter Marketing & Vertrieb, „Hexis ist eine 50 %-Tochter von Viessmann. Wir kennen natürlich die Viessmann-Aktivitäten mit Panasonic. Dieses Gerät wird im Wesentlichen im Neubau eingesetzt werden und unterscheidet sich bzgl. der technischen Daten und Betriebsbedingungen vom Galileo-System. Galileo wird im Wesentlichen











	Ottomotor	Stirling	Brennstoffzelle	andere
EFH	 Vaillant ecopower 1.0 1kW	 Remeha eVita	 Elcore 2400	 otag lion Powerblock
MFH	 Ecopower 4.7	 Senertec Dachs Stirling	 Hexis Galileo 1000n	
	 Senertec Dachs G 5.5		 Baxi Innotec Gamma 1.0	
			 Ceramic Fuel Cells - BBBlueGen	
			 rbz inhouse5000	

Bild: copyright NIP Callux-EnBW 2011

Bild 1: Übersicht über derzeitige und zukünftige konkurrierende Mikro-KWK-Systeme

Parameter	Einheit	Brennstoffzelle				Stirling	Otto		Gas-Brennwert	Gas-Brennwert und Solar	Luft-Wasser-WP	Sole-Wasser-WP
Zeithorizont 2018-2020	-	Standard	Grundlast-Gerät	Beistell-Gerät		1 kW	5 kW					
<b>Technische Kenndaten</b>												
Elektr. Nennleistung	kW <sub>el</sub>	1	5	0,3	2	1	1	4,7				
Elektr. Wirkungsgrad* bei 100% Nennlast	%	33-45	33-40	30-35	55	12-16	25	26				
Therm. Nennleistung	kW <sub>th</sub>	1,6-1	8,2-6,3	0,6-0,5	0,7	6,9-5,2	2,6	11,9				
Therm. Wirkungsgrad* bei 100% Nennlast	%	54-45	54-50	60-63	20	86-83	66	66	96	96	280/300**	330/370**
Speichergröße	l	300	600		300	600	300	1.000				
<b>Kosten</b>												
Investitionskosten netto, Anlage inkl. Zusatzbrenner, Pufferspeicher und Frischwasserstation, bei MFH inkl. Zähler austausch	real 2011	18.000-14.000 €	40.000-33.000 €	3.000-2.000 € zzgl. Gaskessel	20.000-11.500 €	13.600-10.650 €	15.500 €	25.630 €	2.771/2.771/6.545 €***	7.887/7.887/25.160 €***	12.185/14.295/41.488 €***	14.506/19.236/49.390 €***
Ersatzinvestition Stack	real 2011	15% von Invest	3.000-2.500 €	300 €	in Wartungskosten	1.500 €	in Wartungskosten					
Installationskosten	real 2011	7.000-4.000 €	7.000 €	1.736 €	5.000-3.500 €	5.500 €	6.500 €	7.500 €	1.736/1.736/2.000 €***	1.736/1.736/2.000 €***	in Invest enthalten	
Wartungskosten	p.a.	700-350 €	3,9-2,2 Ct/kWh	50 €	5 Ct/kWh	350 €	450 €	1.300 €	236/294/960 €***	363/408/1.456 €***	437/500/2.791 €***	472/673/5.581 €***
<b>Emissionsfaktoren</b>												
NO <sub>x</sub> -Emissionen	mg/MJ <sub>Fuel</sub>	0,8	0,8	0,8	0,8	2,2-18	40	40	23	23		
THG-Emissionen Verbrennung	g/MJ <sub>Fuel</sub>	59	59	59	59	59	59	59	59	59		

\* Praxisnahe Jahresnutzungsgrade bezogen auf Hi, nicht Normnutzungsgrade! Gemittelt über die gesamte Lebenszeit

\*\* erste Zahl für teilsaniert, zweite vollsaniert

\*\*\* EFH vollsaniert/EFH teilsaniert/MFH teilsaniert

Bild: Copyright IFEU, FfE, GWS 2012, S. 13

Tabelle 1: Bandbreiten techno-ökonomischer Kenndaten

im Gebäudebestand eingesetzt, und sorgt für den Gebäude-Wärmebedarf von etwa 15.000 bis 35.000 kWh<sub>th</sub>.“ Wie konkret das Viessmann/Panasonic BZH bezeichnet wird, ist noch nicht bekannt. „In Europa wird es zunächst kein Ene-Farm-Gerät (mit Niedertemperatur-Brennstoffzelle) geben“, so Nerlich. „Hexis Galileo wird eine Leistung von 1 kW<sub>el</sub> und 1,8 kW<sub>th</sub> erzielen, das Viessmann + Panasonic-Gerät soll die Leistung von 0,7 kW<sub>el</sub> und 1,0 kW<sub>th</sub> aufweisen“, äußert der Marketing & Vertriebsleiter, Hexis.

Politische Rahmenbedingungen, die Überzeugung der Bevölkerung von der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit dieser Technologie im Alltag und Installateure und Handwerker, die die Technologie empfehlen und installieren, sind Schlüssel zum Markt. Die Preissenkung korreliert mit den Marschen, der Produktionseffizienz sowie geringeren Degradationsgraden der BZ-Stacks. Aktuell halten diese 2 bis 7,5 Jahre. Brennstoffzellentechnologie genießt ein hohes Image in der Gesellschaft, in deren pragmatischer Mitte diese nun ankommen soll. Für eini-

ge Geräte wird der Markteintritt 2013 bereits angekündigt (z.B. Hexis, Vaillant).

### Hauptmarkt Gebäudebestand

Die rund 75% vor 1979 und somit vor der ersten Wärmeschutzverordnung erbauten Wohngebäude in Deutschland (Gesamtbestand rund 14 Mill.) stellen das Haupteinsatzgebiet für Mikro-BZH dar. Günstiges Marktzugangskriterium ist die Notwendigkeit des sukzessiven Austauschs von rund 3,4 Millionen Heizkesseln. Der 1 kW Nennwert entspricht ideal den Energie-Anforderungen teilsanierter Ein- u. Zweifamilienhäuser. Darauf konzentrieren sich einige Hersteller mit Systemen im Leistungsbereich von 1 (bis 5) Kilowatt (z.B. Baxi Innotech, Vaillant, Hexis, Elcore). Andere fokussieren den hohen elektrischen Wirkungsgrad von BZH (z.B. kommerziell etabliertes Beistellgerät BlueGen von CFCL). Die Analyse zeigt, Strom wiegt in Wirtschaftlichkeitsberechnungen schwerer als andere Energien. Wirtschaftlichkeit und technische Machbarkeit werden von den IFEU, FfE, GWS-Studienresultaten und

Erfahrungen aus dem Callux-Brennstoffzellenfeldtest gestützt.

### Zusaterlöse und virtueller Verbund in Kraftwerken

Die Studie berechnet auch das Potential von Zusaterlösen durch optimierte Fahrweise und den virtuellen Verbund von Mikro-BZH in Kraftwerken. Zusaterlöse entstehen dann durch den Zugang zur intelligenten Stromvermarktung am Day-Ahead- und Minutenreserven-Markt. Die prognostizierten Höhen stellen nicht den Hauptanreiz für solche Geräte dar. Berechnet werden zwei Szenarien.

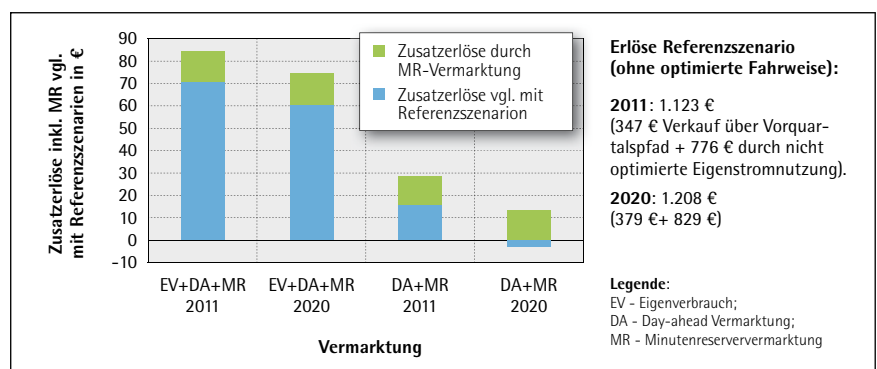
### BZH und regenerative Energien

Angesichts des wachsenden Anteils der Stromerzeugung aus fluktuierenden, erneuerbaren Energiequellen, trägt der Anteil von BZH an der Grundversorgung positiv zur Optimierung des Stromnetzes bei, weil dezentrale Mikro-BZH in virtuellen Kraftwerksverbänden schnell und flexibel regelbar sind. KWK übernimmt aus Sicht der Analysten IFEU, FfE und GWS damit eine neue Funktion.

Basisszenario BZH	Dynamisches Szenario BZH
Technologische Entwicklungsziele werden erreicht	Charakterisiert eine äußerst erfolgreiche Marktentwicklung
Technologie-einführungshilfe werden gewährt	Hohe Exporterfolge
Marketingaktivitäten werden erfolgreich konzipiert	Gelungene Marketingstrategie

Quelle: IFEU, FfE, GWS Juli 2012

Tabelle 2: Analyseszenarien



#### Erlöse Referenzszenario (ohne optimierte Fahrweise):

**2011:** 1.123 €  
(347 € Verkauf über Vorquartalspfad + 776 € durch nicht optimierte Eigenstromnutzung).

**2020:** 1.208 €  
(379 € + 829 €)

#### Legende:

EV - Eigenverbrauch;  
DA - Day-ahead Vermarktung;  
MR - Minutenreserververmarktung

Bild: Copyright IFEU, FfE, GWS 2012

Bild 2: Vermarktungsmöglichkeiten BZH

## Volkswirtschaftliches Potential von Mikro-BZH u. BG in Deutschland

Das Basisszenario prognostiziert ein Umsatzvolumen in Höhe von rund 850 Mio. Euro. Im Dynamischen Szenario soll der Umsatz bereits 4 Mrd. Euro übersteigen (IBZ Info S. 12). Das prognostizierte Exportvolumen von 2,2 Mrd. Euro macht sich erst im dynamischen Szenario, mit einer Stückzahl von rund 75.000 als wesentlicher volkswirtschaftlicher Nutzen bemerkbar. Im Vergleich mit konkurrierenden Technologien, die vorwiegend auf die Nutzung von Elektrizität (Wärmepumpe) und fossile Brennstoffe (mit Erdöl, Erdgas betriebene Heizkessel oder motorbetriebene BHKW) setzen, kennzeichnet sich die Brennstoffzellen-Technologie durch folgende drei Vorteile: geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen; niedrige Schadstoffemissionen; hohe Stromkennzahl bei guter leistungsseitiger Skalierbarkeit. Damit eignet sich die BZ-Technologie als umweltfreundliche Alternative zum „All-Electric“- und „All-Fossil“-Versorgungskonzept.

### Hochleistungs-Stacks für Großgebäude

Trotzdem sich Callux und EU-ene.field auf den BZH-Einsatz im Wohnbereich fokussieren, entwickeln internationale Stack-Hersteller Hochleistungszellen für Großgebäude, Schiffe etc. Zu nennen sind z.B. die japanische Firma Fuji Electric, die amerikanische Bloom Energy und das dänische Unternehmen Topsoe. Die Leistungsspektren reichen von 100 kW bis in den Megawattbereich. „Zumindest die Japaner sehen ein gutes Potential von Hochleistungs-Stacks in Kombination mit Gasturbinen. Hier spricht man von MWatt“ kommentiert Dr. Anke Hagen, Brennstoffzellenexpertin an der TU Dänemark.

#### Weiterführende Informationen

- 1) IBZ-Homepage:  
[www.initiative-brennstoffzelle.de](http://www.initiative-brennstoffzelle.de)
- 2) Callux-Projekthomepage:  
[www.callux.net](http://www.callux.net). Aktuelle Ergebnisse der Begleitforschung sind ab März 2013 downloadbar.
- 3) Studie: Ökologische und Ökonomische Analyse der Brennstoffzellentechnologie. Endbericht. IFEU, FFE, GWS. Heidelberg, Osnabrück, München, Juli 2012. i.A. Initiative Brennstoffzelle IBZ in Kooperation mit VDMA Brennstoffzellen.

#### ZUR AUTORIN:

► **Elke Kuehnle**  
Journalistin, Umwelt-, Organisationspsychologin M.A., München  
[elke.kuehnle@gmail.com](mailto:elke.kuehnle@gmail.com)

## Systembeispiele

### BZH Vaillant Generation5

Verbesserte Leistungsfähigkeit und geringere Kosten resultieren aus langjährigen Entwicklungs- und Feldtesterfahrungen.

#### Technische Daten:

BZ-Typ: SOFC; elektrische Leistung: 1,0 kW; thermische Leistung: 2,0 kW; elektr. Wirkungsgrad: 35%; Gesamtwirkungsgrad: 80–90%; Brennstoff: Erdgas, Bioerdgas, Naturalgas, Biomethan.



Bild: © Vaillant GmbH & Co. KG 2013

Bild 3: BZH Vaillant Generation5

### BZH Hexis Galileo 1000 N

#### Technische Daten:

BZ-Typ: SOFC (Solid Oxid Fuel Cell); elektrische Leistung: 1 kW; Heizleistung: 1,8 kW; elektrischer-Wirkungsgrad: 30–35 Prozent; Gesamtwirkungsgrad: 95 Prozent; Brennstoff: Erdgas; Biogas. Bis heute wurden rund 150 Galileo BZH geliefert und installiert. Hierbei werden die älteren Anlagen feldtestbedingt bereits wieder rückgebaut. „In der zweiten Jahreshälfte 2013 plant die Hexis AG den kommerziellen Vertrieb des Galileo-Systems. Preiskalkulationen laufen aktuell“, äußert der Leiter Marketing & Vertrieb Volker Nerlich.



Bild: © Hexis AG 2013

Bild 4: BZH Hexis Galileo 1000 N (im Callux-Feldtest)

### Beispiel Innovation Großgebäude - N2telligence GmbH QuattroGeneration

Das 100 kW BZH produziert Strom, Warmwasser und Kühlenergie und sorgt gleichzeitig für Brandschutz in Gebäuden. Diesen Vierschritt konzipiert das Start-up Unternehmen mit PAFC-Stacks des BZ-erfahrenen Herstellers Fuji Electric für die Anwendung in Rechenzentren, Archiven, Gefahrstofflager, Telekommunikationsanlagen, etc. Die Brandschutzwirkung wird durch die Reduzierung des O<sub>2</sub>-Gehalts der Raumluft erreicht. Dafür wird die stickstoffhaltige Abluft sensor kontrolliert in die Räume eingebracht. Raumluft enthält 21 Prozent Sauerstoff. Reduziert man diesen auf 15 Prozent, entstehen keine Flammen. Die Räume bleiben begehbar. Das Luftgemisch entspricht in etwa der Situation auf 2000 Höhenmetern. Dieses Gesamtsystem ist patentiert. „Wir haben aktuell keine Wettbewerber“ sagt einer der Geschäftsführer Lars Frahm. QuattroGeneration richtet sich an Firmen mit einem elektrischen Leistungsbedarf ab 100 kW. Stand 2013 sind bereits zwei Geräte installiert, eines davon in der Hamburger Mercedes Benz Niederlassung. Fünf weitere sollen dieses Jahr folgen. Ausgelegt ist das System auf eine nachgewiesene Lebensdauer von 15 Jahren, die einen Stackwechsel nach ca. 7,5 Jahren beinhaltet. Inzwischen sei das kostengünstig mit aufbereiteten Stacks möglich. „Dies ist in etwa mit einer Generalüberholung des Motors eines konventionel-

len Blockheizkraftwerks vergleichbar“, kommentiert Lars Frahm. „Unsere Systeme sind jedoch deutlich wartungsärmer als motorische BHKW's, zudem leiser und effizienter. Je nach Energiekosten liegt der Return on Invest zwischen 3 und 5 Jahren. QuattroGeneration ist mittlerweile kommerziell erhältlich und technologisch ausgereift“. Das Wirtschaftsministerium Mecklenburg-Vorpommern förderte die Anlagenentwicklung mit einer sechsstelligen Fördersumme.

#### Technische Daten:

BZ-Typ: PAFC; elektrische Leistung: 100kW; Energieeffizienz: ca. 90 Prozent; Brandschutz: 50 m<sup>3</sup> Raumgröße – mehrere 1.000 m<sup>3</sup>; Brennstoff: Erdgas; Biogas



Bild: N2telligence GmbH 2013

Bild 5: N2telligence GmbH QuattroGeneration