

Dampf machen

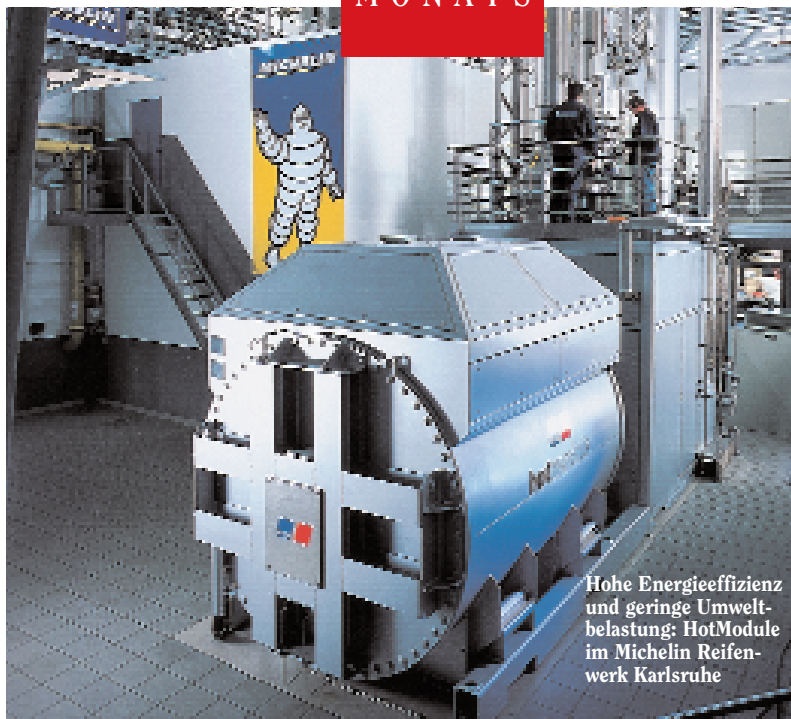
BHKW
DES
MONATS

Anfang Februar wurde bei den Michelin Reifenwerken in Karlsruhe die erste Hochtemperatur-Brennstoffzelle für den industriellen Einsatz in Betrieb genommen. Lieferant des mit Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen ausgestatteten „HotModule“, das mit 230 kW elektrischer und 180 kW thermischer Leistung neben Strom auch 200 °C heißen Prozessdampf erzeugt, ist die DaimlerChrysler Tochtergesellschaft MTU CFC Solutions GmbH. An dem 3,6 Mio. Euro teuren Projekt, das zur Hälfte mit Mitteln des Zukunfts-Investitionsprogramms der Bundesregierung gefördert wird, sind außerdem die EnBW Energie Baden-Württemberg AG und die Stadtwerke Karlsruhe GmbH beteiligt.

Die mit Erdgas betriebene Brennstoffzellen-Anlage ist direkt in die konventionelle Wärmeversorgung des Werks eingebunden, der erzeugte Dampf wird zur Vulkanisierung von Lkw-Reifen genutzt. Der auf mehrere Jahre angelegte Testbetrieb soll unter realen Lastbedingungen die Leistungsfähigkeit des HotModule belegen sowie Aufschlüsse über Handhabung und Störanfälligkeit der Technik liefern. Überwacht und gesteuert wird das Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk von der Warte des nahegelegenen Rheinhafen-Dampfkraftwerks der EnBW, wobei bei Bedarf auch die Michelin-Mitarbeiter vor Ort eingreifen können.

Die zentrale Komponente der Anlage ist das eigentliche HotModule, ein Stahlkessel mit dem Brennstoffzellen-Stapel, in dem rund 350 Zellen hintereinander montiert und durch Zuganker zusammengehalten werden. Vorgeschaltet ist eine Gasreinigungsanlage, in der vor allem die zur Odorierung des Erdgases eingesetzten Schwefelverbindungen entfernt werden. Außer Erdgas können auch andere Brennstoffe, die Kohlenwasserstoffe enthalten, eingesetzt werden, wie zum Beispiel Biogas, Klärgas, Deponiegas, industrielle Restgase und Methanol.

Eine externe Reformierung ist nicht nötig, denn bei der Betriebstemperatur von 650 °C spaltet sich innerhalb der Brennstoffzelle Wasserstoff ab, wenn das Brenngas über einen Gasverteiler den senkrecht verlaufenden Strömungskanälen der Anoden zugeführt wird und auf Wasserdampf trifft. Das oben aus den Anoden austretende Restgas wird mit zusätzlichem Sauerstoff gemischt und anschließend katalytisch oxidiert. Dabei entstehen die für die Kathodenreaktion benötigten Gase CO₂ und O₂, die mit einem Gebläse durch die horizontal verlaufenden Strömungskanäle der Kathoden zirkuliert werden. Die 400 °C heiße Kathoden-Abluft steht zur externen thermischen Nutzung zur Verfügung, wobei dabei auch der für viele industrielle Prozesse benötigte Hochdruck-Wasserdampf erzeugt werden kann. Die hohe Betriebstemperatur erlaube es darüber hinaus, auf teure Katalysatoren aus Edelmetall zu verzichten. Nickel reiche aus,



Hohe Energieeffizienz und geringe Umweltbelastung: HotModule im Michelin Reifenwerk Karlsruhe

um die Brennstoffzellen-Reaktion in Gang zu bringen.

Die Zellen des Stapels, die vom MTU-Kooperationspartner Fuel Cell Energy Inc. (FCE) in den USA gefertigt werden, sind als flache Sandwiches gebaut. Die beiden Elektroden umschließen eine Trägerfolie, die mit dem Elektrolyt Lithium-Kalium-Karbonat gefüllt ist. Durch die hohe Temperatur von 650 °C schmilzt der Elektrolyt und ermöglicht den Elektronenaustausch. Dabei entladen sich die Karbonat-Ionen an der Anodenseite und geben ein Sauerstoffatom ab, das sich mit dem vorbeiströmenden Wasserstoff zu Wasser verbindet. Das verbleibende Kohlendioxid kehrt zur Kathodenseite

zurück, nimmt dort zwei Elektronen und ein Sauerstoffatom aus der vorbeiströmenden Luft auf und fügt sich so als Karbonat-Ion erneut in den elektrochemischen Prozess ein, der drucklos und bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten verläuft.

Der in der Brennstoffzelle erzeugte Gleichstrom wird mit Leistungselektronik in Wechselstrom umgewandelt. In diesen Elektroteil ist auch die Anlagensteuerung integriert. Die elektrische Leistung des Zellblocks

beträgt 270 kW, nach Abzug des Eigenbedarfs stehen rund 230 kW zur Netzeinspeisung zur Verfügung.

Ein wichtiges Argument für die Hochtemperatur-Brennstoffzelle der MTU ist die hohe energetische Effektivität der Anlage, aus der sich auch ein niedriger CO₂-Ausstoß ergibt. So habe bereits die erste HotModule-Feldversuchsanlage in Kundenhand, die mit einer Gesamtlaufzeit von 16 000 Betriebsstunden über zwei Jahre lang an der Universität Bielefeld in Betrieb war, einen elektrischen Wirkungsgrad von 47 Prozent erreicht. Bei dem jetzt eingesetzten Zellblock werden rund 56 Prozent der Brennstoffenergie in Strom umgewandelt. Dank des hohen Tempe-

raturniveaus der Abwärme seien Gesamtnutzungsgrade von über 90 Prozent realisierbar.

Das zweite große Plus sind die extrem niedrigen Schadstoffemissionen an Stick- und Schwefeloxiden. Daher wird bei den Auflagen entsprechend der TA Luft nicht vom Abgas, sondern von Abluft gesprochen, die überwiegend heiße Luft und Wasserdampf enthält. Auch dies ist ein wichtiges Argument für das mitten im Stadtgebiet liegende Reifenwerk.

Die Karlsruher Anlage zählt zu den ersten zehn HotModule-Feldversuchsanlagen, wobei bei zwei die Praxiserprobung bereits abgeschlossen ist. Gegenüber anderen Brennstoffzellen-Technologien sei das HotModule aufgrund seiner Konstruktion und Bauart bereits jetzt vergleichsweise ausgereift und verhältnismäßig günstig herzustellen. Die MTU-Techniker arbeiten aber daran, die Anlage weiter zu verbessern. So sollen beispielsweise die elektrische Leistung pro Zelle von 0,7 kW auf 1 kW gesteigert und die Lebensdauer der Zellen verlängert werden. Gleichzeitig werden der Aufbau der Komponenten und der Gesamtanlage vereinfacht und die Fertigung optimiert. Vorläufiger Zielpunkt sei das Jahr 2006, für das der Start einer Serienfertigung geplant ist. Damit hofft man die Produktionskosten nochmals um 50 Prozent zu drücken, um das Brennstoffzellen-BHKW für 1 100 bis 1 500 Euro/kW anbieten zu können.

Jan Mühlstein

1000 Stunden für Stirling

Ein 1 kW-Prototyp-Blockheizkraftwerk mit Stirlingmotor hat im Schweizer Neuhausen am Rheinfall einen 1 000-Stunden-Dauertest bestanden. Dabei sei eine Brennstoffausnutzung von fast 91 Prozent erreicht worden; angestrebt seien mindestens 95 Prozent, meldet die powerbloc GmbH. Die im letzten Sommer in Zürich gegründete Gesellschaft bemüht sich um die Reaktivierung der Entwicklung eines stationären Stirling-Engine-Moduls (SEM), die ursprünglich von der SIG Schweizerische Industrie-Gesellschaft AG in Neuhausen begonnen und aufgrund einer geänderten Portfolio-Strategie in 2000 abgebrochen wurde.

Bei dem am 14. Dezember mit einer von der SIG übernommenen SEM-Versuchsanlage begonnenen Dauertest, der finanziell vom Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), den Städtischen Werken Schaffhausen und Neuhausen am Rheinfall sowie von der Thyssengas GmbH unterstützt wurde, seien am 28. Januar 1 000 Betriebsstunden erreicht worden. Dies galt dem Versuchsteam als ein wichtiges Etappenziel, da damit die Dau-



erfestigkeit der Konstruktion nachgewiesen sei.

Der Versuch habe somit bestätigt, dass ein im Jahr 2000 an einer anderen SEM-Testanlage im Gaswerk Schaffhausen nach nur 400 Betriebsstunden aufgetretener Ermüdungsbruch der zur Kolbenführung eingesetzten Federmechanik wohl auf eine fehlerhafte Materialcharge zurückzuführen sei. Dies habe man bereits mit einer Finite-Elemente-Rechnung festgestellt. Außerdem sei die kritische Baugruppe einer Festigkeitserhöhenden Nachbehandlung unterzogen worden. Nun gehe es laut powerbloc in den nächsten Monaten vorrangig darum, „die vielversprechende Technologie in die Hände geeigneter Investoren zu übertragen“. Der Businessplan eröffne interessante Chancen bei vergleichsweise geringem Kapitaleinsatz und Risiko, locken die Züricher. Mit dem richtigen Partner dürfte es gelingen, das erste wartungsfreie und emissionsarme Mikro-BHKW bereits in drei Jahren auf den Markt zu bringen, ist man bei powerbloc überzeugt.

BHKW-Infozentrum tagt

Bald vier Jahre schon bietet Markus Gailfuß mit seinem BHKW-Infozentrum Rastatt aktuelle Internet-Informationen und Beratungen für Kraft-Wärme-Kopplung und Blockheizkraftwerke an. Am 21. und 22. Mai veranstaltet er nun in Berlin seine erste Konferenz, die den Titel „Blockheizkraftwerke – Technologien und Rahmenbedingungen“ trägt. Das Programm sowie Tagungs-Informationen sind unter www.bhkw-infozentrum.de erhältlich; Anmeldungen sind auch per Fax unter 0721/151 542 442 möglich. Frühbucher werden bis zum 6. April mit einem Rabatt von 75 Euro belohnt.