

Pilotprojekt mit Hochtemperatur-Brennstoffzelle

HotModule-Anwendung im Nahwärmenetz Krefeld-Fischeln

RWE Fuel Cells und die Stadtwerke Dinslaken / Fernwärmeversorgung Niederrhein testen erstmals in Europa die Hochtemperatur-Brennstoffzelle HotModule in einem Nahwärmenetz. Ziel ist es, das Betriebsverhalten der Brennstoffzelle in einem Nahwärmeverbund zu analysieren und so die für künftige Anlagen bestmögliche Auslegung zu finden. Dazu werden unter anderem die exakten Lastverläufe einiger Haushalte und zweier Gewerbebetriebe vermessen.

Die Installation des »HotModule« in Krefeld ist eine Besonderheit: Zum ersten Mal in Europa versorgt eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle ein Nahwärmenetz (Bild 1). Die Stadtwerke Dinslaken GmbH / Fernwärmeversorgung Niederrhein GmbH und die RWE Fuel Cells GmbH, Essen, möchten damit den Beweis liefern, dass diese Kraft-Wärme-Kopplung mehr vermag als motorische oder turbinenbetriebene Blockheizkraftwerke. Beiden ist die Brennstoffzelle überlegen, was den leisen Betrieb und die Energieausbeute angeht. Die Brennstoffzelle hat daher auch auf dem Markt der Nahwärmeversorgung eine gute Chance, sagt Dr. Michael Fübi, Geschäftsführer der RWE Fuel Cells.

Das HotModule ermöglicht eine Ressourcen schonende Energieumwandlung in Kraft-Wärme-Kopplung. Die Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle kann mit Erdgas oder beispielsweise Biogas und Klärgas betrieben werden. »Damit eignet sich das HotModule neben Industrieanwendungen auch für Kraft-Wärme-Kopplung-Anwendungen bei landwirtschaftlichen Betrieben oder Klärwerken und überall dort, wo wasserstoffreiches Gas verfügbar ist«, betont M. Fübi. Konzipiert ist das HotModule, das eine Prozess-temperatur von 650 °C erzielt, für Anwendungen mit ganzjährigem

Wärme- oder Kältebedarf. Bisherige Installationen in der Industrie, in Krankenhäusern und Telekommunikationseinrichtungen machen deutlich, wie breit die Einsatzfelder der Hochtemperatur-Brennstoffzelle gestreut sind. »Fast alle in Deutschland installierten HotModule-Kraftwerke sind der Öffentlichkeit zu-

gänglich«, so M. Fübi. »Große Glasfassaden geben den Blick auf die Brennstoffzelle frei. Die Anlage im RWE Brennstoffzellen-Pavillon in Essen kann man sogar anfassen.«

Erfahrungen mit Vorserienmodellen, die für eine maximale Leistung von 250 kW(elektrisch) und 180 kW(thermisch) ausgelegt sind, belegen, dass die Technik auf dem Weg zur Serienreife ist. RWE Fuel Cells und der HotModule-Hersteller MTU CFC Solutions GmbH, Ottonbrunn, planen die Vermarktung von Brennstoffzellenkraftwerken, die eine elektrische Leistung zwischen 200 und 3 000 kW und eine thermische Leistung zwischen 150 und 2 250 kW bereitstellen.

Erste Serienfertigung für das Jahr 2006 geplant

Ende 2006 sollen die ersten HotModule in Serie gefertigt werden. Umso wichtiger ist es, weitere Erfahrungen mit Vorserienmodellen zu sammeln, die dem Serienprodukt zugute kommen. Bisherige Installationen der Hochtemperatur-Brennstoffzelle sind Belege für die effektive Art der Kraft-Wärme-



Bild 1. Im Nahwärmenetz Krefeld-Fischeln bedient das HotModule den Grundlastbedarf. Die von RWE Fuel Cells gelieferte Hochtemperatur-Brennstoffzelle stellt genügend Wärme bereit, um im Winter 40 Wohnungen zu heizen oder um den ganzjährigen Warmwasserbedarf von rd. 300 Wohneinheiten zu decken.

Quelle: RWE Fuel Cells



Quelle: RWE Fuel Cells

Dr. Michael Fübi: »Die minutiösen Messungen des Strom- und Wärmebedarfs von Haushalten und Gewerbebetrieben liefern Kenntnisse zur optimalen Auslegung des HotModule für Nahwärmenetze.«

Kopplung: Der gemessene elektrische Wirkungsgrad beträgt rd. 47 % und ist damit deutlich höher als bei gängigen KWK-Techniken.

Nahwärmeanwendung liefert neue Erfahrungen

Nun soll sich die Brennstoffzelle auf ein Neues bewähren: RWE Fuel Cells und die Stadtwerke Dinslaken / Fernwärmeversorgung Niederrhein haben dazu ein europaweit einmaliges Projekt realisiert: Ein HotModule beliefert seit wenigen Monaten das Nahwärmenetz Krefeld-Fischeln. Betrieben wird das 35 Jahre alte Netz durch die Fernwärmeversorgung Niederrhein GmbH, eine Beteiligung der Stadtwerke Dinslaken, die mittlerweile in ganz Deutschland aktiv ist. »Die Wärme der Brennstoffzelle reicht aus, um im Sommer die Warmwasserbereitung für 300 der knapp 1 000 Wohnungen sicherzustellen; im Winter genügt die Energie, um 40 Haushalte zu beheizen«, erklärt Dr. *Thomas Götz*, Geschäftsführer der Stadtwerke Dinslaken. Den weiteren Wärmebedarf deckt die bereits vorhandene Kesselanlage.

Mit der Installation betreten die Projektpartner neues Terrain, denn das HotModule bewährt sich vorwiegend in Anwendungen, wo die Wärme der Hochtemperatur-Brennstoffzelle auf hohem Temperaturniveau genutzt werden kann. Beispiele hierfür sind die Dampfbereitstellung in der Industrie oder die Sterilisation von Operationsbesteck im Krankenhaus. *M. Fübi:* »Wir können bei einem Nahwärmenetz zwar das hohe Temperaturniveau nicht nutzen, aber in anderer Hinsicht finden wir hier optimale Bedingungen vor. Bei der Vielzahl angeschlossener Haushalte besteht ein kontinuierlicher Grundbedarf an Wärme, denn ganzjährig wird die

Warmwasserversorgung gefordert, in den kalten Monaten kommt die Heizlast hinzu.« Aus diesem Grund ist die Nahwärmeversorgung eines der Einsatzfelder, das RWE Fuel Cells mit dem HotModule adressieren möchte. Aussichtsreich erachten auch die Sponsoren das Vorhaben: An dem Projekt, das die Fernwärmeversorgung Niederrhein und RWE Fuel Cells maßgeblich finanzieren, beteiligen sich sowohl das Land Nordrhein-Westfalen als auch die MTU-Mutter DaimlerChrysler.

Strategisches Ziel: Nutzung moderner KWK-Techniken

Energiebedarf in Kraft-Wärme-Kopplung zu decken ist für die Fernwärmeversorgung Niederrhein und die Stadtwerke Dinslaken strategisch wichtig. *Th. Götz* dazu: »Wir setzen zurzeit schon rd. 300 000 MWh Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung ab, die unser Partner Steag AG im Heizkraftwerk Walsum erzeugt. Ferner gewinnen wir in unseren unternehmenseigenen Blockheizkraftwerken Strom und Wärme aus Grubengas und Biomasse. Auch beliefern wir den Flughafen Köln/Bonn aus einer KWKK-Anlage mit Strom, Wärme und Kälte. Jetzt wollen wir die Brennstoffzellen-Technologie im praktischen Betrieb testen. Wir

haben als Versorger eine Verantwortung gegenüber der Gesellschaft und der Umwelt. Mit Kraft-Wärme-Kopplung können wir eine effiziente und umweltschonende Versorgung gewährleisten.«

Oft scheitert die KWK-Technik jedoch an ganz banalen Kriterien, zum Beispiel dem Lärm motorischer Blockheizkraftwerke. »Die Brennstoffzelle bietet eine leise Alternative mit hoher Energieausbeute«, so der Stadtwerke-Chef. »Daher wollen wir Brennstoffzellen später gerne in verschiedenen Netzen einsetzen, wenn die Preise sich auf einem niedrigeren Niveau eingependelt haben.«

Mit der Installation in Krefeld-Fischeln möchten der Versorger und RWE Fuel Cells nun Erfahrungen für die Zukunft sammeln. Dazu gehört es auch, die Lastverläufe exakt zu messen. Im Minutentakt werden Strom- und Wärmebedarf einiger Haushalte und zweier Gewerbebetriebe gemessen. *M. Fübi:* »Wir möchten das Verhalten des HotModule im Nahwärmeverbund kennen lernen und so für künftige Anlagen die bestmögliche Auslegung finden.« Sein Ziel: Die Brennstoffzelle soll jährlich weit über 8 000 Betriebsstunden laufen; in den rund zweieinhalb Jahren Betriebszeit müsste das HotModule also rd. 20 000 h absolvieren.

Dezentrale Versorgung entlastet das Stromnetz

Ein Argument für die verbrauchsnahe Strom- und Wärmeerzeugung sieht *Th. Götz* in der Netzbelastung. Wird der Strom am Bedarfsort erzeugt, sind die Transportverluste geringer und die Netzlast wird insgesamt reduziert. Dass zugleich gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme jährlich rd. 1 400 t Kohlendioxid durch



Quelle: SW Dinslaken

Dr. Thomas Götz: »Als Versorger tragen wir Verantwortung für eine rationelle Energienutzung, und genau die wird die Brennstoffzelle neben konventionellen BHKW-Technologien ermöglichen.«

das HotModule gespart werden, steigert die Attraktivität der Brennstoffzellenanlage. Th. Götz sieht hier einen strategischen Vorteil für die Vermarktung der Nahwärme: »Durch die zukunftsweisende und äußerst effektive Erzeugung von Strom und Wärme möchten wir umweltbewusste Kunden für die Fern- und Nahwärmenutzung interessieren.« Dabei spielten Anlageneffizienz und Preise selbstverständlich eine Rolle: »Je kostengünstiger die Energieumwandlung funktioniert, umso größer ist die Zielgruppe, die wir erreichen.«

Im Vergleich zur konventionellen Technik entstehen beim HotModule rd. 30 % weniger Kohlendioxid. Stick- und Schwefeloxide entstehen überhaupt nicht. Aus diesem Grund wird das Abgas nach der Emissionschutzrichtlinie TA Luft als Abluft bezeichnet. Ähnlich gute Werte sollen sich auch bei der Verwendung von Deponie- oder zum Beispiel Klärgas ergeben. Den Beweis will RWE Fuel Cells im Laufe dieses Jahres mit einem weiteren zukunftsweisenden Projekt antreten: Im kommunalen Abwasserwerk Ahlen soll ein HotModule das im Abwas-

serwerk entstehende Klärgas nutzen. Mit der Wärme wird vor allem der Faulturm betrieben, in dem aus Klärschlamm Klärgas erzeugt wird. Die restliche Wärme dient dem Heizen von Büro- und Betriebsgebäuden. Der mit dem HotModule produzierte Strom deckt den Eigenbedarf des Klärwerks, Überschuss wird in das öffentliche Netz eingespeist. ■

brennstoffzelleninfo@rwe.com

www.rwe.com/brennstoffzelle

HotModule – Kleinkraftwerk in charakteristischer Zylinderform

Das HotModule, die Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle der MTU CFC Solutions GmbH, besteht im Wesentlichen aus einem zylindrischen Stahlbehälter mit der Brennstoffzelle, Gasführung, Starteinrichtung, katalytischem Brenner und der Mischkammer. Dazu kommen die Medienversorgung mit Brenngas- und Wasseraufbereitung sowie der Wechselrichter, der den elektrochemisch erzeugten Gleichstrom für die Einspeisung ins Wechselstromnetz aufbereitet. Ein weiterer Teil der Anlage ist für die Wärmeauskopplung zuständig. Durch die Steuer- und Regelungstechnik sowie Hilfsgase zum Anfahren und den Standby-Betrieb wird das System komplettiert.

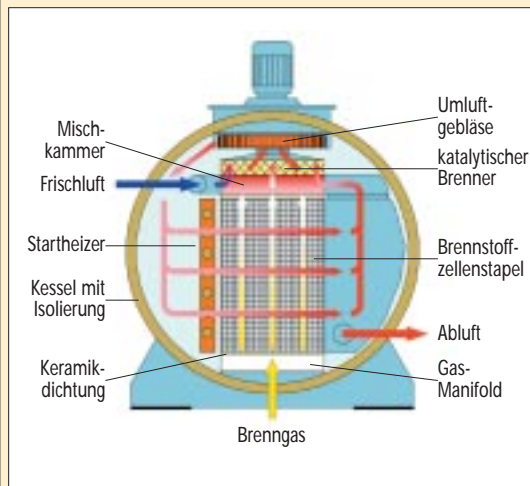
HotModule und Medienversorgung nehmen bei den zurzeit installierten Anlagen mit rd. 225 kW rd. 8 m in der Länge, 2,5 m in der Breite sowie gut 3 m in der Höhe ein. Die kompakten Maße werden erreicht, weil der Zellstapel (Stack) nicht stehend, sondern liegend angeordnet ist. Alle weiteren Einrichtungen werden getrennt geliefert und aufgestellt.

Als Brennstoff können Gase mit einem hohen Methananteil genutzt werden (z.B. Erd-, Bio-, Gruben- und Deponiegas). Die über 10 momentan betriebenen HotModule nutzen – mit Ausnahme eines Dual-Fuel-Systems in Berlin – Erdgas als Brennstoff. Es wird zunächst mit Hilfe zweier Aktivkohlefilter entschwefelt und gelangt dann in einen Wärmeübertrager, wo es auf 480 °C aufgeheizt und befeuchtet wird. Im Vorreformer werden anschließend höhere Kohlenwasserstoffver-

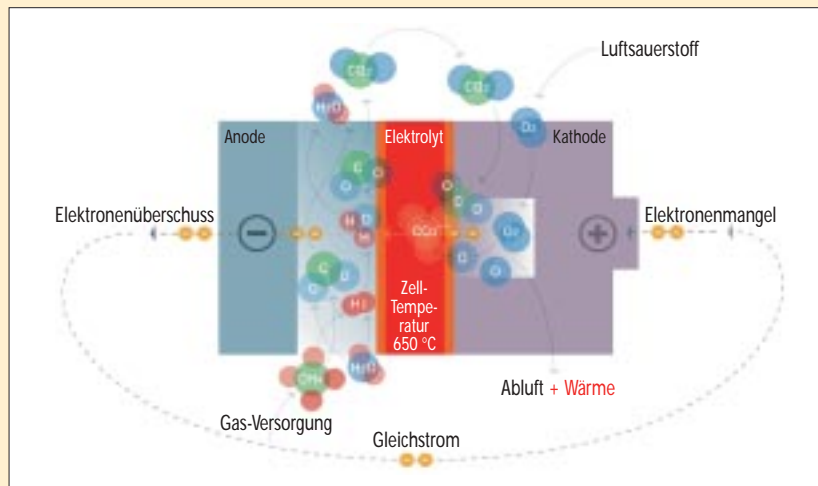
bindungen sowie ein kleiner Teil des Methans katalytisch reformiert. Die eigentliche Reformierung erfolgt im Inneren des Brennstoffzellenstapels, wo Methan in Wasserstoff und Kohlendioxid zerlegt wird.

In der Brennstoffzelle läuft die elektrochemische Reaktion ab, bei der Strom und Wärme freiwerden: Auf der Kathodenseite wird Luftsauerstoff reduziert und es entsteht ein Elektronenmangel. Die entstehenden Sauerstoff-Ionen bilden mit Kohlendioxid Karbonat-Ionen, die zur Anode wandern. Dort reagieren sie mit Wasserstoff und bilden Wasser und Kohlendioxid. Dabei entsteht ein Elektronenüberschuss – zwischen Anoden- und Kathodenseite bildet sich eine Spannung. Die Arbeitstemperatur der MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) liegt bei rd. 650 °C.

Hochtemperatur-Brennstoffzellen wie die MCFC oder die SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) besitzen gegenüber denjenigen mit niedriger Prozesstemperatur 2 entscheidende Vorteile: Bei ihnen geschieht das Reformieren des Brennstoffs in der Brennstoffzelle selbst, weswegen keine aufwändigen externen Reformer benötigt werden und ein hoher Wirkungsgrad erzielt wird. Zudem stellen sie Wärme auf hohem Niveau bereit. Beim HotModule kann die heiße Abluft (nachdem das Abgas in der Gasaufbereitung einen Teil seiner Energie für die Brennstoffversorgung abgegeben hat) mit seinen rd. 400 °C zur Dampferzeugung oder zum Betrieb von Absorptionskältemaschinen genutzt werden. ■



Prozessströme: Das Brenngas gelangt aufgrund der liegenden Anordnung des Zellstapels von unten in die Brennstoffzelle
Quelle: MTU CFC



Chemische Abläufe im Inneren des HotModules: Der Wanderung der Karbonat-Ionen von der Kathode zur Anode verdankt die MCFC ihren Namen (Molten Carbonate Fuel Cell)
Quelle: MTU CFC