

Neubau der Berliner Vertretung des Landes Nordrhein-Westfalen

Mit Mikro-Gasturbine und Brennstoffzelle

Bernd Genath*

Als Klein-HKW soll eine im Sommer fertiggestellte Mikro-Gasturbine einen Teil der Wärme- und Stromversorgung der neuen NRW-Vertretung im Botschafterviertel gleich hinter dem Potsdamer Platz in Berlin übernehmen. Anfang 2003 will RWE Fuel Cells, der Initiator dieses Konzepts, zusätzlich eine Brennstoffzelle mit den gleichen Leistungsdaten installieren. Die insgesamt 120 kW Wärme sollten für den Neubau zu normalen Winterszeiten genügen. Für Spitzenlasten hängt der Kubus vorsorglich noch am Fernwärmenetz der regionalen Bewag.

In diesem Schrank versteckt sich modernste luftgelagerte Energietechnik, die mit Wartungsintervallen von ein Mal jährlich auskommt

Ganz am Anfang stand der politische Wille des Auftraggebers, die ökologische Architektur mit Holzleimbändern als Tragwerk mit einer ebenso umweltorientierten Energieerzeugung zu koppeln. Warum aber einerseits Mikro-Gasturbine und andererseits Brennstoffzelle? Das hat etwas mit den Betriebsmöglichkeiten und dem Regelverhalten zu tun. Eine Brennstoffzelle tut sich schwer, völlig abzuschalten. Sie läßt sich zwar innerhalb einer bestimmten Bandbreite herunterfahren, aber unter 50 % Vollast sollten es nicht sein. Das wären dann immer noch 30 kW Heizenergie. Wohin damit im Sommer? Sicher, als Abnehmer steht eine Absorber-Kältemaschine zur Verfügung. Die freut sich über Temperaturen oberhalb 100 °C. Doch herrscht in Berlin nur politisch heißes Klima. Mit einem durchgängigen Zwang zur

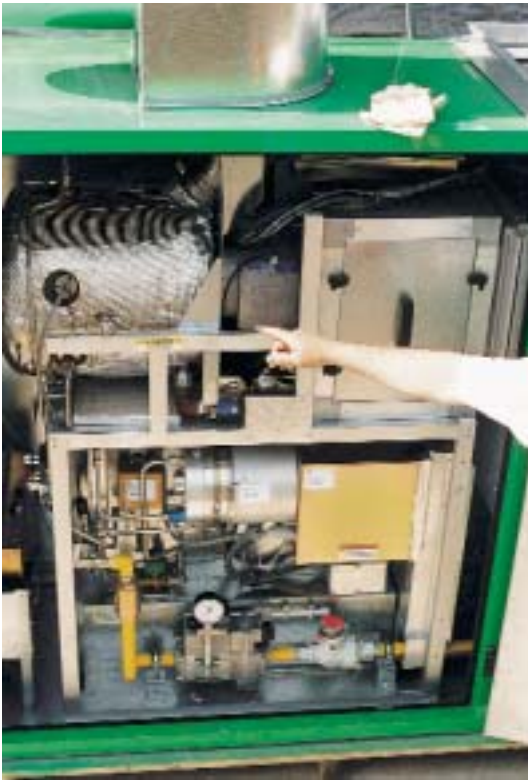
Kühlung ist erfahrungsgemäß selbst in den Monaten Juni, Juli und August nicht zu rechnen.

Statisch und dynamisch

Also akzeptierte der Bauherr, der Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW in Bonn, nach Gesprächen mit dem Generalplaner Petzinka, Pink und Partner, Düsseldorf, sowie dem haustechnischen Planungsbüro Integ Georg Mayer & Partner, Berlin, den Vorschlag der RWE Fuel Cells GmbH, Essen. Der sah eine Aufspaltung des KWK-Blocks in eine dynamische Mikro-Gasturbine und eine mehr statische Brennstoffzelle vor. Die Mikro-

* Bernd Genath, Hermannstr. 42, 40233 Düsseldorf, Telefon (02 11) 6 18 58 38, Fax (02 11) 6 18 58 40, E-Mail: berndgenath@gmx.de





Links oben in der Isolierung die eigentliche Gasturbine (Niederdruckversion), die über den rechts angeordneten Generator 30 kW Elektrizität bereit stellt und über den nachgeschalteten Wärmetauscher 60 kW thermische Energie. In der Mitte links neben der gelben Verkleidung der Brenngaskompressor, der das Erdgas auf etwa 1 bar Vordruck verdichtet

samtwirkungsgrad dieser innovativen Technologie bewegt sich zwischen 75 und 80 %. Allerdings nur bei gleichzeitiger Strom- und Wärmeproduktion. Der reine elektrische Wirkungsgrad geht nicht über 25 % hinaus. Deswegen haben die Planer dieses Modul so in die Haustechnik eingebunden, daß es praktisch nicht in die Verlegenheit kommt, nur Strom liefern zu müssen.

turbine ist sozusagen schwachlastfähig, über ein breites Leistungsspektrum regelbar, so daß sie sich gut mit der relativ trägen Brennstoffzelle ergänzt.

Die Essener rückten die – noch fehlende – Brennstoffzelle in den Mittelpunkt und stellten ihr die Gasturbine zur Seite. Die Kombination legten sie wärmegeführt aus. Das heißt, sie paßten sie in ihren Leistungsdaten an den Minimalwärmebedarf der einzelnen Bereiche und Abteilungen des Neubaus an. Die Brennstoffzelle wird die Grundlast und im Parallelbetrieb mit der Turbine die Mittellast abdecken. Bei winterlichem Maximalbedarf über die Leistungsgrenzen beider Aggregate hinaus, muß die Fernwärme das Defizit in die Wärmetauscher schieben. Auf die Fernwärme kommt zudem die sommerliche Aufgabe zu, für die KWK-Anlage im ungünstigen Betriebsfall einzuspringen und direkt die Absorptions-Kältemaschine mit einem Kalorienstrom zu versorgen.

Keine Solarstrom-Vergütung

Die Gasturbine stammt von der G.A.S. Energy, Krefeld. Sie kann – ebenso wie die Brennstoffzelle – 30 kW Strom und 60 kW Wärme zur Verfügung stellen. Der Ge-

Warum Gasturbine statt klassischem BHKW?

Den Sprung zur Mikro-Gasturbine mit Turbolader-Technologie wagte man erst in den 90er Jahren. In der Vergangenheit beschränkte sich der Bau von Turbinen für die Stromerzeugung auf Leistungen oberhalb von 1 Megawatt. Mit dem Prinzip selbst liegt also genügend Langzeiterfahrung vor, mit der speziellen Miniaturisierung nicht. Motorgetriebene BHKWs dagegen, die heute bereits zum Stand der Technik zählen, hätten vom Betriebsschema her die Rolle der Gasturbine übernehmen können. Sie lassen sich in ähnlicher Bandbreite regeln. Was bewegte die Ingenieure, dem ersten Anschein nach hier den Sicherheitspfad zu verlassen und einen risikoreicheren Weg zu gehen?

Der Nachteil der Turbine vorweg: Der eigentlich schlechte elektrische Wirkungsgrad von 12 % beziehungsweise 26 % mit Rekuperator. Damit ist kein Staat zu machen. Selbst wenn die Effizienz der Maschine als Strom- und Wärmelieferant bis auf attraktive 80 % klettert, hebt sie das immer noch nicht über das klassische BHKW auf Basis eines Verbrennungsmotors, das zudem als reiner Generator mit einigen Punkten über 26 % wuchern könnte.

Nur haben leider Otto- und Dieselmotoren, was Wartung und Service angeht, ihr Entwicklungspotential derzeit ausgeschöpft. Nach 2000 Stunden ist erst einmal Betriebsschluß, sprich ein Ölwechsel fällig. 2000 Stunden auf das volle Jahr bezogen, bedeuten eine Wartung pro Quartal. Auf solch einen Rhythmus läßt sich kein Betreiber ein. Zumal in diesem Leistungsbereich bis 100 kW ja auch noch Kessel und andere konventionelle Wärmeerzeuger mitkonkurrieren. Dazu addieren sich installationstechnische Aufwendungen, um die drei Wärmeströme eines motorgetriebenen BHKWs (Kühlwasser, Öl und Abgas) in einem einzigen Wärmetauscher zu vereinen. Würde man nur einen ausschöpfen, etwa nur das Abgas, verschenkt man Energieerträge.

Im Gegensatz dazu die Mikro-Gasturbine. Mit dem Rekuperator, der das heiße Abgas dazu nutzt, um die Verbrennungsluft vorzuwärmen, hoben die Konstrukteure bereits den elektrischen Wirkungsgrad auf die erwähnten 26 bis 28 % an. Damit arbeitet dieser Generator schon gar nicht mehr so schlecht im Vergleich zu möglichen Alternativen. Überlegen als Kraft-Wärme-Koppler macht ihn jedoch erstens die Luftlagerung und damit der Verzicht auf jegliche Schmierstoffe. So kann auch auf Rückkühler und Kühlflüssigkeit für die Turbine sowie das Öl verzichtet werden. Es fällt nur ein Wärmemedium an, das Abgas. Und das zusätzlich noch mit einer konstant hohen Temperatur, mit Exergie. Öl und Kühlwasser dagegen speichern Wärme mehr in Richtung Anergie. Das erschwert ihre gemeinsame Nutzung mit den Abgasströmen.

Unter dem Strich bleibt an Positivem übrig: Die Gasturbine muß erstens lediglich alle 8000 Stunden, mithin einmal im Jahr, zur Inspektion. Sie verhält sich in diesem Punkt genauso wie ein Kessel. Zweitens fällt beinahe die gesamte Abwärme auf ein Niveau von 270 °C an, so daß sie höchst variabel für alle möglichen nachgeschalteten Verbraucher konditioniert werden kann. Drittens schließlich muß nur ein einziges Wärmemedium, das Abgas, über einen Wärmetauscher geführt werden. Was sich selbstverständlich als Bonus in der Konfektionierung niederschlägt.

Den generieren unter anderem die photovoltaischen Sammler auf dem Dach der Heimstätte der NRW-Vertreter. 120 m² dürften einen Pik von 12 kW abgeben. Den muß das Haus in Wärme, Licht oder Kraft umsetzen. Denn eine Rückspeisung ins Netz – nebst einer entsprechenden Vergütung – ist nach Berliner Recht nur privaten, nicht öffentlichen Bauherrn zugestanden.

Brennstoffzellen-Typ noch nicht entschieden

Die Planung der Energiezentrale liegt in den Händen der RWE Fuel Cells GmbH, Essen. Diese RWE-Tochter ging jüngst aus dem Konzern hervor und muß sich jetzt nach Installation der Mikro-Gasturbine mit dem zweiten Teil der Aufgabe, der Auswahl und Aufstellung einer Brennstoffzelle intensiv befassen. Mangels eines ausreichenden Angebots an solchen Kraftpaketen, zumindest



Weil die Doppelfassade erst später eingehängt wird, ist der Neubau der Vertretung des Landes NRW beim Bund in Berlin noch verhangen, um die Parabeln der Holzleimbinder-Konstruktion gegen Witterungseinflüsse zu schützen



Der Wärmetauscher wird später im Technikraum an den Abgasstutzen der Turbine angeflanscht und mit dem Hausnetz verbunden



Wärmeluftkonvektoren, Kühlsegel, Fußbodenheizung – die Nordrhein-Westfälische Dependance wird mit den unterschiedlichsten Systemen temperiert und klimatisiert

im gewünschten Bereich 30 kW elektrisch und bis 60 kW thermisch, fiel die Suche bisher schwer.

In erster Linie denkt Essen an eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle des Typs SOFC (Festoxid). Aus der ließe sich ein genügend hohes Temperaturniveau für die Absorptions-Wärmepumpe auskoppeln. Nur als Ausnahme erwägt RWE Fuel Cells eine Niedertemperatur-Brennstoffzelle, etwa des PEM-Typs, die schon relativ ausgereift ist, deren Wärmeniveau allerdings leider für die Absorber der klimatechni-

schen Ausstattung nicht hoch genug liegt. Die PEM-Variante ließe sich indes bei Verschnitt beider Abwärmeströme, Mikro-Gasturbine plus Brennstoffzelle, aufstellen. Der zeitliche Entwicklungsspielraum für eine passende Hochtemperatur-Brennstoffzelle,

den Bauherr und Energieplaner den Herstellern eventuell noch einräumen können, hält sich freilich in Grenzen. Spätestens Ende nächsten Jahres wollen und sollen die Auftragnehmer die Brennstoffzelle anschließen.

Luftlabyrinth zur Grundtemperierung

Mikro-Gasturbine und Brennstoffzelle mögen die haustechnischen Highlights des eleganten Holzleimbinder-Würfels sein. Damit ist aber noch nicht alles über die aktiven und passiven Maßnahmen zur CO₂-Reduktion gesagt. In dieses Paket gehören außerdem die bereits erwähnte Photovoltaik sowie die Doppelfassade auf der Nord- und Südseite des Gebäudes mit hinein. Letztere zählt heute praktisch schon zum modernen Stand der Architektur. Als bautechnische Ausnahme dagegen gelten trotz ihrer ewig langen Historie (selbst der alte Reichstag von 1880 kannte sie schon) immer noch Bodenkanäle zur Luftkonditionierung. Im Erdreich außerhalb des Gebäudes vergraben die Bauleute einen 130 m langen Labyrinth-

Technik der Mikroturbine

Mikro-Gasturbinen als Klein-HKW zur dezentralen Strom- und Wärmeerzeugung wollen sich Marktanteile im Leistungsbereich unterhalb 200 kW elektrisch sichern. Basis für die Entwicklung waren die Turboladertechnologie sowie spezielle Anwendungsfälle in der Luftfahrt. Ohne Zwischenschaltung eines mechanischen Getriebes ist der Permanentmagnet des Generators direkt auf die Antriebswelle der Turbine geflanscht, so daß der Generator mit der Drehzahl der Turbine (z.B. 96 000 U/min) läuft. Der so erzeugte hochfrequente Wechselstrom mit 1600 Hz bei Vollast wird von der Elektronik zunächst gleichgerichtet und danach in Wechselstrom von 50 Hz und 400 Volt verwandelt. Aufgrund dieses elektronischen Getriebes benötigt das Aggre-

gat keine Synchronisationseinrichtung. Zum Start dient der Generator als Motor. Er beschleunigt die Einheit zunächst auf eine bestimmte Startdrehzahl. Im Netzparallelbetrieb übernimmt dann nach der Zündung der Generator die Last. Im Gegensatz zu herkömmlichen Industriegasturbinen erfolgt die Leistungsregelung über die Drehzahl. Aus diesem Grund fährt die Mikroturbine im Teillastbetrieb mit nur geringen Wirkungsgradverlusten, da die thermodynamisch wichtige Austrittstemperatur aus der Brennkammer und somit die Eintrittstemperatur in die Arbeitsturbine in weiten Lastbereichen konstant bleibt. Dieser Typ Klein-HKW kann mit Erdgas, Heizöl, Flüssiggas, Klärgas, Grubengas und Erdölbegleitgas betrieben werden.

Schacht, der im Sommer die Zuluft zu den raumluftechnischen Anlagen auf ca. 15 bis 16 °C herunterkühlt und sie im Winter auf bis zu 10 °C anhebt. Der Kanal hat einen

Querschnitt von 4 m². Diese Grundtemperierung der Zuluft erlaubt kleinere Dimensionen der nachgeschalteten Wärme- und Kälteerzeuger. □