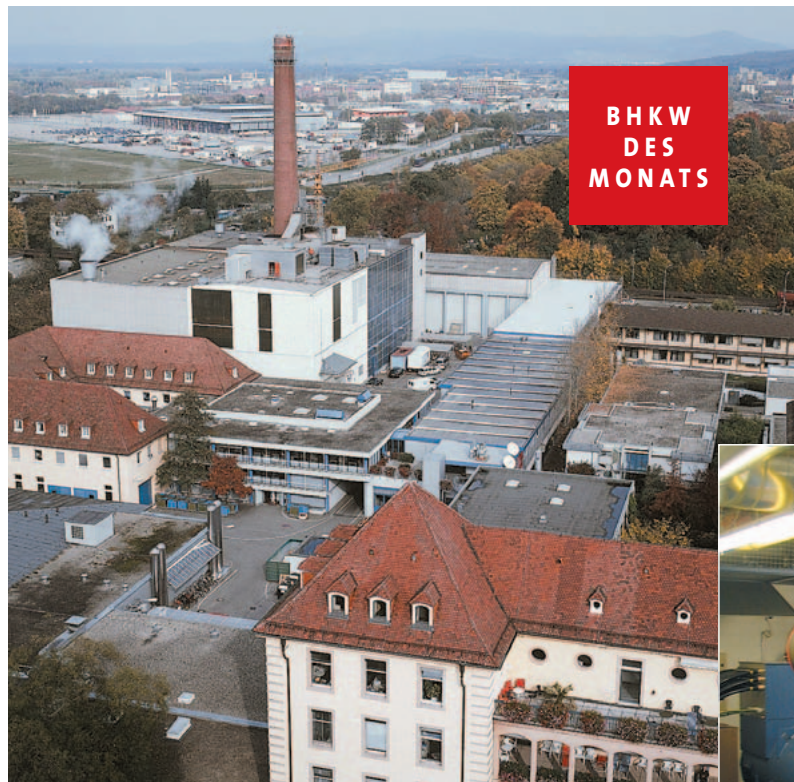


Nochmals auf Kombi-Prozess gesetzt



BHKW
DES
MONATS

Im Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg hat ein 1,5 MW-BHKW einen Notstromdiesel ersetzt. Das von der Augsburger MDE gelieferte Aggregat, erstmals mit einem Gasmotor der Baureihe 4000 der MTU Friedrichshafen ausgerüstet, ist in die Dampferzeugung integriert.

Dem Universitätsklinikum Freiburg, das derzeit mit über 1 800 Betten in 110 Stationen zu den größten Krankenhäusern in Deutschland zählt, bescheinigte schon im Dezember 2003 eine Jury des Bundesverbandes Kraft-Wärme-Kopplung „die permanente Bereitschaft zur Optimierung der ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen“ der Wärme- und Stromversorgung. Auch deshalb wurde der GuD-Block im Heizkraftwerk des Klinikums, für den ein ölgefeuerter Dampfkessel mit einer 5 MW-Gasturbine von Kawasaki nachgerüstet wurde, unter den von Energie & Management 2003 vorgestellten „BHKW des Monats“ zum „BHKW des Jahres“ gewählt.

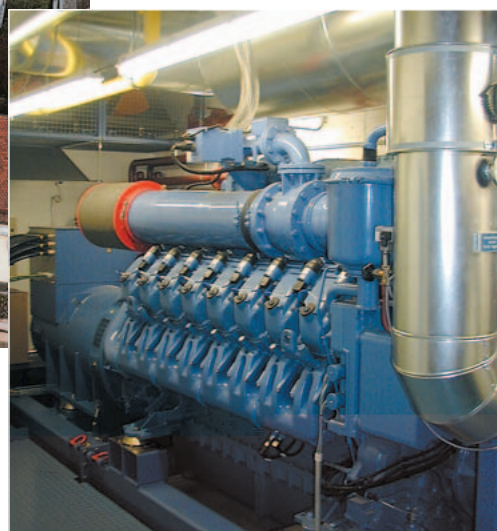
Die Jury behielt Recht: Der Ehrgeiz, die Vorzüge der Kraft-Wärme-Kopplung noch besser zu nutzen, verließ die Energieverantwortlichen des Klinikums nicht. Ein neuer Ansatz dazu bot sich in dem Heizkraftwerk, das über ein weit verzweigtes Fernwärmenetz Heizwasser und Dampf auch an andere Liegenschaften der Universität sowie an öffentliche und private Kunden in Freiburgs Innenstadt liefert, als der Austausch eines mit Diesel betriebenen Netzeratzstromaggregates notwendig wurde. Hierzu wurden 2004 umfangreiche Voruntersuchungen gemeinsam mit der Freiburger SGEU Gesellschaft für Energie und Umwelt durchgeführt. Sie führten zu der Entscheidung, den Notstromdiesel durch ein Gasmotoren-Blockheizkraftwerk zu ersetzen. Dieses sollte allerdings nicht nur einige wenige Stunden im Jahr in Betrieb sein, sondern möglichst rund um die Uhr laufen. Als Brennstoff wählte man Erdgas, das seit November 2004 über eine eigene Hochdruckleitung zum Heizkraftwerk des Klinikums trans-

portiert wird und vorerst nur in der Gasturbine und im Abhitzeessel des GuD-Blocks eingesetzt wurde.

Für die Wärmeeinbindung des Motorenaggregates setzten die Planer erneut, wie schon bei der Gasturbine, auf den Kombi-Prozess: Sie schlugen vor, das BHKW mit zwei vorhandenen, mit Steinkohle und im Spitzenlastbetrieb zusätzlich mit Heizöl befeuerten Kesseln zu koppeln. Dabei sollte die aus dem Kühlwasser und der Schmierölkühlung stammende Motorabwärme des BHKW vollständig zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers genutzt werden, die 500 °C heißen Motorabgase sollten in den Rauchgasweg der Kessel geleitet werden und ihre Energie an den Überhitzern zur Erzeugung von Hochdruckheißdampf abgeben. Da der Dampf – je Kessel bis 47 t/h – in eine Sammelschiene eingespeist wird und in zwei

bestehenden Gegendruckdampfturbinen mit einer elektrischen Leistung von 8 und 12,8 MW Strom erzeugt, wird in diesem BHKW-Kombiprozess auch noch ein Teil der im Gasmotor erzeugten Wärme zusätzlich in elektrische Energie umgewandelt. Dies lässt einen Gesamtstromwirkungsgrad erwarten, der dem eines GuD-Kraftwerks nahekommt.

Einen weiteren Vorteil bietet der Kombiprozess, da das im Motorenabgas vorhandene CO sowie übrig ge-



MDE-BHKW-Modul mit MTU-Gasmotor im Heizkraftwerk des Universitätsklinikums Freiburg; Motor- und Abgaswärme werden in Dampfkesseln genutzt

bliebenes Methan im Rauchgasweg des Kessels mit Restsauerstoff weitgehend nachverbrannt werden, sodass an der Schornsteinmündung die vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte sicher eingehalten werden. Dem Motor muss deshalb kein Oxidationskatalysator nachgeschaltet werden.

ANZEIGE

www.kawasaki-gasturbine.de

Die Planer sahen weiterhin vor, den im BHKW erzeugten Strom vorwiegend zur Deckung des Eigenbedarfs der Rauchgasreinigungsanlage (REA) sowie der Kessel- und Turbinenanlagen einzusetzen. Dabei muss das Motorenaggregat auch für einen Netzersatzbetrieb ausgestattet sein, damit bei einer Störung des vorgelagerten Stromnetzes das Heizkraftwerk im Inselbetrieb weiter sicher betrieben werden kann.

Das von den Planern erstellte Konzept war die Grundlage für eine Ausschreibung, bei der im Sommer 2004 alle namhaften Hersteller von erdgasbetriebenen BHKW um Angebote gebeten wurden. Dabei wurde die Leistung des Aggregats nicht unmittelbar vorgegeben. Sie ergab sich für die Anbieter aus den Bedingungen, das BHKW in dem Aufstellraum des ersetzten Notstromdiesels unterzubringen und die peripheren Anschlüsse weitgehend weiter zu nutzen. Zusätzliche Leistungsrestriktion bestand darin, dass im Sommer maximal 800 kW an Niedertemperaturwärme zur Speisewasservorwärmung genutzt werden können. Für die Auftragsvergabe waren neben den Investitionskosten die über zehn Jahre erwarteten Betriebskosten maßgeblich, aus denen die spezifischen Stromgestehungskosten berechnet wurden. Erwartet wurden auch eine Standardisierung der verwendeten Bauteile sowie eine für mindestens zehn Jahre gesicherte Verfügbarkeit der Ersatzteile.

Nach umfangreichen technischen

und kaufmännischen Gesprächen mit allen Anbietern entschieden sich die Freiburger schließlich – als die ersten in Deutschland – für ein BHKW-Aggregat der MDE Dezentrale Energiesysteme in Augsburg, das mit dem neuen Gasmotor G 16 V 4000 L 61 der MTU Frie-

47 Prozent Stromwirkungsgrad im BHKW-Kombiprozess

drichshafen ausgerüstet ist. Der Gasmotor, aus der tausendfach bewährten Dieselmotor-Serie 4000 abgeleitet, hat im Vergleich zum Vorgängermotor mehr Hubvolumen und setzt eine optimierte Verbrennung mit offenem Brennraum ein. Dadurch wurde eine Steigerung der Zylinderleistung sowie des Wirkungsgrades erzielt. Die kompakte Bauweise des 16-Zylinder-Motors macht es möglich, auf dem beengten Raum die maximale elektrische Leistung von 1 552 kW unterzubringen. Mit 808 kW entspricht auch die nutzbare Motorabwärme den gestellten Bedingungen; aus Abgaswärme können 869 kW genutzt werden. Damit werden vom BHKW ein elektrischer Wirkungsgrad von 41 Prozent und ein Brennstoffnutzungsgrad von 86 Prozent erreicht. Gleichzeitig wird der Wirkungsgrad der nachgeschalteten Dampfkessel um mindestens 20 Prozent erhöht; die Entspannung des mit BHKW-Abwärme erzeugten Dampfes in den vorhandenen Dampfturbinen bringt eine zusätzliche Stromleistung von 210 kW. Somit wird mit dem BHKW-Kombiprozess ein Gesamtstromwirkungsgrad von 47 Prozent realisiert.

Für das BHKW wurden bei einer

Vollkostenrechnung über zehn Jahre spezifische Stromgestehungskosten von 30,23 Euro/MWh berechnet, womit sich die Investition in 2,6 Jahren amortisieren wird. Dabei ist berücksichtigt, dass das im Motor eingesetzte Erdgas in den nachgeschalteten Kesseln die preisgünstigere Steinkohle ersetzt.

Äußerst positiv wirkt sich die Brennstoffsubstitution auf die CO₂-Bilanz des BHKW aus: Werden für die Dampferzeugung mit Steinkohle der für die Zertifikatzuteilung maßgebliche Benchmark von 345 g/kWh und ein technischer Kesselwirkungsgrad von 90 Prozent angesetzt, so errechnet sich ein spezifischer CO₂-Emissionswert für die BHKW-Stromerzeugung von 150 g/kWh. Dies ist nicht einmal die Hälfte des GuD-Benchmarks von 365 g/kWh. Berücksichtigt man noch die Effizienzgewinne des Kombiprozesses, so sinkt der spezifische CO₂-Ausstoß auf rund 130 g pro kWh erzeugter elektrischer Energie. Bei 7 000 Volllastbetriebsstunden im Jahr, auf die das BHKW ausgelegt ist, vermeidet damit der BHKW-Kombiprozess gegenüber dem modernsten Gaskraftwerk jährlich fast 2 900 t CO₂.

Das vom Klinikum bestellte Aggregat wurde im April 2005 im MDE-Werk in Augsburg abgenommen, nach Freiburg transportiert und im Maschinenraum des Heizkraftwerkes aufgestellt. Seit Juni 2005 ist das BHKW in Betrieb und bestätigt die Herstellerangaben in vollem Umfang.

Jan Mühlstein

Dieser Beitrag ist urheberrechtlich geschützt. Ohne Zustimmung des Verlages und der Autoren sind Übersetzungen, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigungen auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernsehsendungen sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – verboten.

© Energie & Management Verlagsgesellschaft mbH, Herrsching