

## Blockheizkraftwerke:

# Auf die passende Leistung kommt es an



Dipl.-Ing. Alexander Braun,  
ESS Energie Systeme & Service  
GmbH, Landsberg – ein Unter-  
nehmen der Viessmann Group.

Der verstärkte Einsatz effizienter Technologien und der erneuerbaren Energien ist der sicherste Weg, die klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern. Eine

dieser Technologien ist die Kraft-Wärme-Kopplung mit Blockheizkraftwerken (Bild 1). Moderne Blockheizkraftwerke wandeln fossile und biogene Brennstoffe wie Erd- und Biogas effizient in Wärme und Strom um. Werden sie als wärmegeführte BHKW betrieben, sind Planungsgrundsätze zu beachten, die dieser Beitrag erläutert.

### Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung

Der überwiegende Teil des in Deutschland erzeugten elektrischen Stroms wird in größeren Kraftwerken produziert. Dazu wird Wärmeenergie aus der Verbrennung von Kohle oder Gas sowie aus Kernenergie über Dampfturbinen in Elektrizität umgewandelt. Der typische durchschnittliche Wirkungsgrad liegt bei kon-

ventionellen Kraftwerken bei etwa 40 Prozent. Rund 60 Prozent der eingesetzten Energie wird als Abwärme über Kühltürme ungenutzt an die Umwelt abgegeben (Bild 2).

Um den Wirkungsgrad eines Kraftwerkes zu steigern, kann ein Fernwärmenetz angeschlossen werden, das die Abwärme für die Gebäudebeheizung oder auch als Prozesswärme für Industriebetriebe zur Verfügung stellt. In Deutschland ist das Potenzial der Fernwärmeversorgung allerdings weitgehend ausgeschöpft. Denn sie ist nur dann sinnvoll und wirtschaftlich, wenn die Distanzen zwischen der Wärmequelle (dem Heizkraftwerk) und der Wärmesenke (den angeschlossenen Haushalten, Gewerbe- und Industriebetrieben) ein gewisses Maß nicht überschreiten.

Hier setzt die Idee von dezentral installierten, wärmegeführten Blockheizkraftwerken (BHKW) an: In kom-

pakten Einheiten findet die Stromerzeugung da statt, wo die zeitgleich anfallende Wärme nicht über weite Strecken – und damit verlustreich – zur Wärmesenke transportiert werden muss, sondern unmittelbar genutzt werden kann. Ein mit Erd- oder Biogas betriebener Verbrennungsmotor treibt dazu einen Generator zur Stromerzeugung an. Der elektrische Strom wird entweder vom Betreiber selbst genutzt oder in das öffentliche Netz eingespeist. Die Abwärme des Motors sowie die Wärme aus dem Abgas wird über Wärmetauscher dem Heizsystem zur Verfügung gestellt (Bild 3).

Gasbetriebene BHKW erzielen durch ihre hohe Brennstoffausnutzung Wirkungsgrade von mehr als 90%. Gegenüber der herkömmlichen getrennten Strom- und Wärmeerzeugung (Strom aus zentralem Kraftwerk, Wärme aus der Heizzentrale bzw. dem Heizungskeller) reduzieren



Bild 1: Blockheizkraftwerke erzielen durch die gleichzeitige Nutzung von Wärme und Strom hohe Wirkungsgrade – sie helfen so, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren.

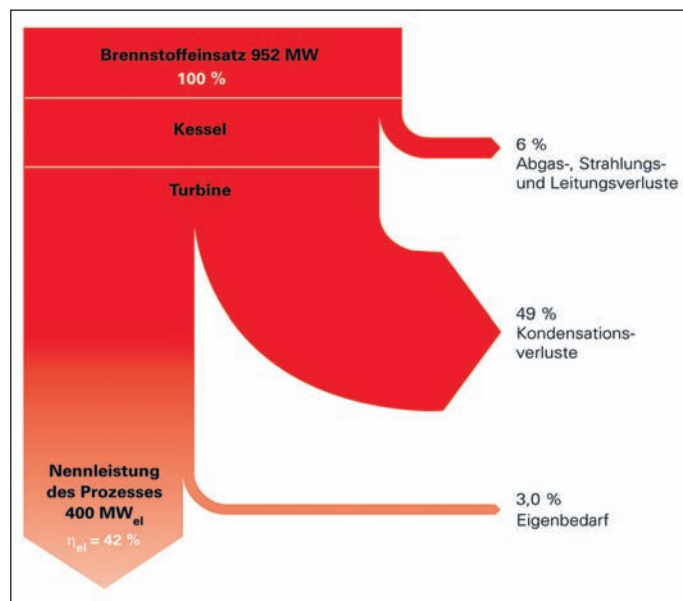


Bild 2: Energieflussdiagramm für ein herkömmliches Kraftwerk.

BHKW den Primärenergieverbrauch um deutlich mehr als 30% und die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu einem Drittel.

**Leistungen von einem Kilowatt bis hin zu mehreren Megawatt**

Übliche BHKW, die heute auf dem Markt angeboten werden, haben elektrische Leistungen bis zu etwa 2 MW (Bild 4). Unter 50 kW spricht man auch von Mini-BHKW, unter etwa 5 kW von Mikro-KWK (Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung).

Ein modernes Mini-BHKW stellt zum Beispiel das Vitobloc 200 Modul EM-18/36 dar (Bild 5). Dieses BHKW liefert bis zu 18 kW elektrischer und bis zu 36 kW thermischer Leistung. Damit ist es besonders für den Einsatz in Wohnanlagen ab 30 bis etwa 50 Wohneinheiten, in Hotels und Gewerbebetrieben geeignet.

Durch Brennwertnutzung arbeitet das Vitobloc 200 Modul EM-18/36 besonders effizient und erzielt einen Gesamtwirkungsgrad von 96,4% (Hi). Dazu wird das Abgas aus dem Vierzylinder-Motor im Abgaswärmetauscher so weit abgekühlt, dass der darin enthaltene Wasserdampf kondensiert. Die so gewonnene zusätzliche Wärme wird zusammen mit der Abwärme des Motors an das Heizsystem abgegeben.

Das Vitobloc 200 Mini-BHKW wird serienmäßig mit Synchrongenerator und Starterbatterie ausgestattet. Damit kann das BHKW bei Stromausfall kurzfristig im Netzersatzbetrieb gefahren werden. Der elektrische Wirkungsgrad des Vitobloc 200, Modul EM-18/36, beträgt 32,1%.

Für den Einsatz in Ein- und Zweifamilienhäusern stehen sogenannte Mikro-KWK unmittelbar vor der Markteinführung, deren Stirling-Motor

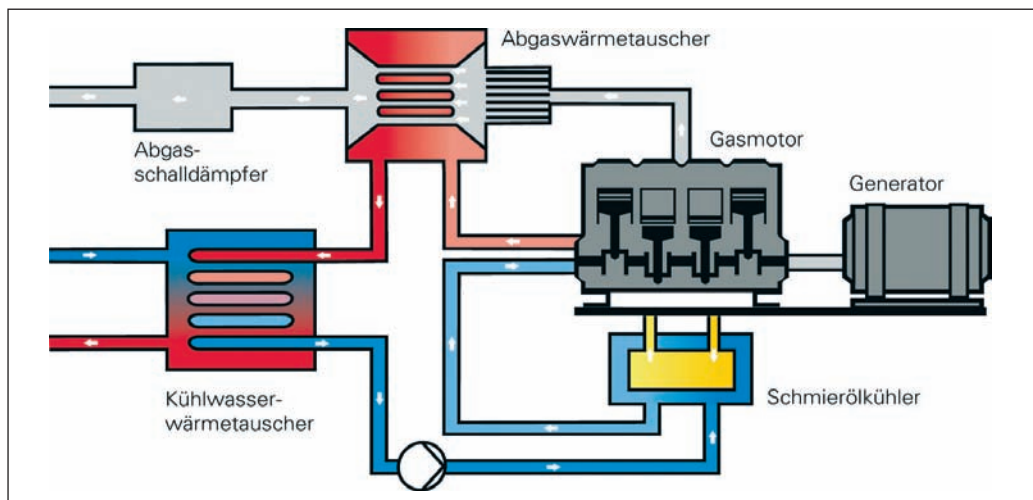


Bild 3: Funktionsschema eines gasbetriebenen Blockheizkraftwerks.

Leistungen von 1 kW<sub>el</sub> und 6 kW<sub>th</sub> liefert. Ein integriertes Gas-Brennwertgerät deckt thermische Spitzenlasten ab, so dass Heizlasten bis zu 24 kW abgedeckt werden können (Bild 6).

**Auslegung für den wärmegeführten Betrieb**

Um einen wirtschaftlich sinnvollen Einsatz eines BHKWs zu ermöglichen, müssen lange Laufzeiten realisiert werden. Das klingt zunächst widersprüchlich. Es muss aber bedacht werden, dass die parallele Erzeugung von Wärme und Strom eine zeitgleiche Abnahme dieser Energien voraussetzt. Grundsätzlich kann deshalb bei einem BHKW ohne Wärmeabnahme keine Stromerzeugung stattfinden. Und ohne Stromerzeugung wird keine Amortisation der Investitionskosten und damit keine Wirtschaftlichkeit erzielt.

Ein BHKW wird deshalb hauptsächlich zur Deckung der Wärmegrundlast eingesetzt und durch Spitzenlastkessel ergänzt (Bild 7). Generell ist der Einsatz eines Pufferspeichers sinnvoll, um ein Takten des Motors zu reduzieren. Bei der Festlegung der Größe des BHKW steht deshalb bis auf Ausnahmen

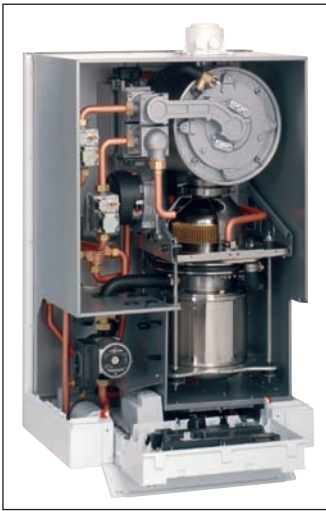


Bild 4: Die mit Erd- oder Biogas betriebenen Vitobloc 200 der zur Viessmann Group gehörenden ESS GmbH sind derzeit Leistungen bis 401 kW<sub>el</sub> und 549 kW<sub>th</sub> lieferbar.



Bild 5: Ein gasbetriebener Vier-Zylinder-Motor treibt im Mini-BHKW Vitobloc 200 EM-18/36 einen Synchrongenerator zur Stromerzeugung an. Durch die Brennwertnutzung der Abgaswärme wird ein Gesamtwirkungsgrad von 96,4 Prozent erreicht.





**Bild 6: Viessmann Mikro-KWK mit Stirling-Motor.**

(z. B. Notstromversorgung in Kliniken) die Wärme im Vordergrund. Das BHKW ist „wärmegeführt“.

Betrachtet man die jährliche Verteilung der Heizlasten in einem Gebäude anhand der Jahresdauerlinie wird deutlich, dass ein wärmegeführtes BHKW nicht zu groß ausgelegt werden darf (Bild 8). Seine thermische Leistung wird so bemessen, dass auch in Schwachlastzeiten die Wärme noch abgenommen werden kann. Um ein BHKW wirtschaftlich zu betreiben, sollte es erfahrungsgemäß in der Regel mindestens 4000 Stunden Laufzeit – besser sogar mehr, z. B. 5000 bis 6500 Stunden – pro Jahr erreichen. Als ungefähre Richtwert können bei einer Mindestlaufzeit von jährlich 4000 Stunden für die thermische Leistung eines BHKW etwa 10 bis 30 Prozent der maximalen Gebäudeheizlast (nach DIN EN 123831) angesetzt werden. Das heißt, der Spitzenlastkessel muss so dimensioniert sein, dass er die übrigen 70 bis 90 Prozent der Heizlast bereitstellen kann.

**Beispiel:**

Hotelgebäude: Baujahr 1973, 200 Zimmer (jeweils 20 m<sup>2</sup>) maximale Gebäudeheizlast

nach DIN EN 123831: 400 kW Nenn-Leistung des BHKW bei 10% der Gebäudeheizlast: 40 kW

Für dieses Hotelgebäude käme beispielsweise ein Blockheizkraftwerk Vitobloc 200 EM-18/36 kW mit 36 kW thermischer und 18 kW elektrischer Leistung in Betracht.

Da sich ein BHKW im Wesentlichen über die vermiedenen Strombezugskosten rechnet (und nicht über eine Einspeisevergütung), muss auch der Verbrauch an elektrischer Energie im jeweiligen Gebäude berücksichtigt werden. Systemanbieter wie Viessmann unterstützen ihre Marktpartner unter anderem mit einer individuellen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung als

Entscheidungsgrundlage für den Investor und beraten über die technischen Fragestellungen der Systemeinbindung.

**Finanzielle Förderung für den BHKW-Betrieb**

Die Vorteile, die Blockheizkraftwerke zu bieten haben – Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und effiziente Erzeugung von Strom und Wärme – wurden von der Politik erkannt. Die Bundesregierung hat deshalb beschlossen, den Anteil von KWK-Anlagen an der Stromerzeugung bis zum Jahr 2020 von derzeit etwa 12 auf 25 Prozent zu verdoppeln und unterstützt Anschaffung und Betrieb eines BHKW mit Fördergeldern.

Am 1. Januar 2009 trat das novellierte Gesetz zur Förde-

rung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Gesetz) in Kraft. Im Gegensatz zur ersten Auflage des Gesetzes wird jetzt auch der für den Eigenbedarf genutzte Strom gefördert. Die finanzielle Unterstützung besteht aus einer Zuschlagszahlung, die für die Dauer von bis zu zehn Jahren auf den gesamten erzeugten Strom ausbezahlt wird, aus der Vergütung für die Stromeinspeisung und der Erstattung der Mineralölsteuer.

Beispiel:

- elektrische Leistung des BHKW: 18 kW<sub>el</sub>
- Eigenstrombedarf des BHKW: 0,6 kW<sub>el</sub>
- Gaseinsatz für das BHKW: 56 kW
- 70% Selbstnutzung und 30% Einspeisung des erzeugten Stroms
- Vollbenutzungsstunden: 4.000 h/a

Zuschlagszahlung:

Die Zuschlagszahlung wird auf den gesamten erzeugten KWK-Strom ausbezahlt. Bis 50 kW<sub>el</sub>: 5,11 ct/kWh.

Berechnung:

$$(18 \text{ kW} - 0,6 \text{ kW}) \times 4.000 \text{ h/a} \times 5,11 \text{ ct/kWh} = 17,4 \text{ kW} \times 4.000 \text{ h/a} \times 5,11 \text{ ct/kWh} = 3.556,56 \text{ €/a}$$

Zusätzliche Vergütung bei Stromeinspeisung nach üblichem Preis (European Energy Exchange (EEX), Leipzig):

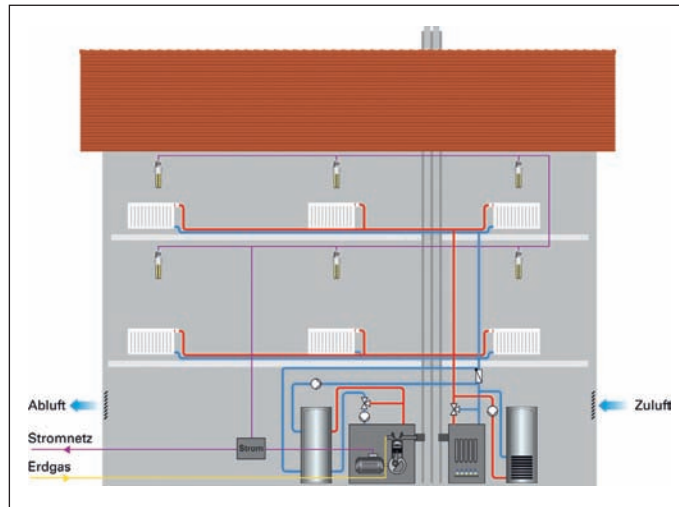
Der Preis schwankt quartalsweise. Im ersten Quartal 2010 betrug er 3,89 ct/kWh.

Berechnung:

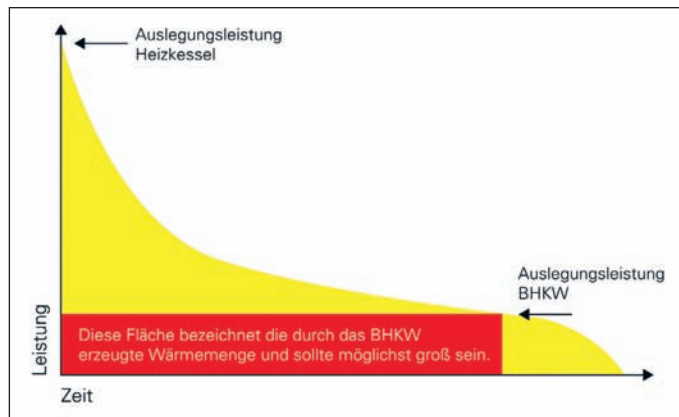
$$(18 \text{ kW} - 0,6 \text{ kW}) \times 4.000 \text{ h/a} \times 30\% \times 3,89 \text{ ct/kWh} = 17,4 \text{ kW} \times 4.000 \text{ h/a} \times 0,3 \times 3,89 \text{ ct/kWh} = 812,23 \text{ €/a}$$

Erstattung der Mineralölsteuer:

0,55 ct/kWh für den gesamten Gaseinsatz.



**Bild 7: Einbindung eines BHKW in die Gebäudetechnik.**



**Bild 8: Jahresdauerlinie für die Leistungs-Auslegung eines BHKW.**

**Berechnung:**

56 kW x 4.000 h/a  
x 0,55 ct/kWh = 1.232,00 €/a

**Gesamtförderung für den laufenden Betrieb pro Jahr:**

Summe aus der Förderung gemäß KWK-Gesetz, Vergütung gemäß EEX Leipzig und erstattete Mineralölsteuer.

	3.556,56 €/a
+	812,23 €/a
+	1.232,00 €/a
-----	
	<u>5.600,79 €/a</u>

Bei einer typischen Betrachtungsdauer von 10 Jahren summiert sich die Förderung auf rund 56.000 Euro.

**Fazit**

Die Kraft-Wärme-Kopplung ist eine besonders klima- und ressourcenschonende Technologie, da sie mit hohen Wirkungsgraden Wärme erzeugt und der dabei anfallende elektrische Strom genutzt werden kann. Blockheizkraftwerke sind kompakte KWK-Einheiten, die sich besonders für den dezentralen Einsatz anbieten. So können Wärme und Strom ohne Verteilungsverluste direkt vor Ort verbraucht werden.

Bei der Auslegung eines BHKW ist darauf zu achten, dass die Laufzeiten pro Jahr möglichst lang sind, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu erzielen. BHKWs werden

deshalb vornehmlich zur Deckung der Wärmegrundlast eingesetzt und durch einen Spitzenlastkessel ergänzt. Ein maßgeblicher Wert für eine erste Größenbestimmung ist deshalb die maximale Gebäudeheizlast.

Ein sachgerecht ausgelegtes BHKW kann sich, abhängig vom jeweiligen Einsatzfall, innerhalb weniger Jahre amortisieren und „verdient“ ab diesem Zeitpunkt für seine Betreiber Geld – durch den selbst genutzten oder den in das öffentliche Netz eingespeisten Strom. Die durch das KWK-Gesetz geregelte staatliche Förderung macht Anschaffung und Betrieb dieser Anlagen zusätzlich attraktiv. ◀

**Reflex – Qualität, Sicherheit, Präzision**



Die Marke Reflex ist in vielen Ländern der Welt bekannt für Druckhaltungssysteme in Heizungs- und Trinkwasseranlagen. Modernste Fertigungsmethoden sichern die gleich bleibend hohe Qualität von Reflex-Membran-Druckausdehnungsgefäßen. Das erfolgreiche Programm unseres Unternehmens, der "Reflex Winkelmann GmbH + Co. KG" mit Stammsitz im westfälischen Ahlen, umfasst darüber hinaus bewährte Produkte für die kompressor- und pumpengesteuerte Druckhaltung, Entgasung, Nachspeisung, Wärmeübertragung und Wasseraufbereitung in Heiz- und Kühlanlagen.



**Druckhaltestationen - Reflex hat das Programm für alle Fälle:**

Die komplette Anwendungspalette von der Haustechnik bis zum Großanlagenbau in einem Druckhalteprogramm: Bei Reflex finden Sie klassische Membran-Druckausdehnungsgefäße, die multifunktionalen "variomat"-Druckhaltestationen und den Sonderanlagenbau. Egal, für welches Produkt oder System Sie sich entscheiden, die Qualität ist immer erstklassig – eben „typisch Reflex“!



**reflex 'variomat':**  
Die innovative, pumpengesteuerte Druckhaltestation mit zusätzlicher Nachspeise- und Entgasungsfunktion.

**reflex 'servitec':**  
Zentrale Entlüftung und optimaler Anlagendruck: 'servitec' ist die universelle Vakuum-Sprührohrentgasung für die Gebäude-, Industrie- und Fernwärmetechnik – übrigens auch zum Nachrüsten geeignet!



**Entgasungssysteme - Reflex löst Luftprobleme auf:**

Im umfangreichen Reflex-Programm finden Sie neben Bewährtem auch eine ganz neue Generation leistungsstarker Markenprodukte und -systeme zur zentralen Entlüftung, Entgasung und Nachspeisung. Nutzen Sie diesen technischen Vorsprung!



**Wärmeübertragungssysteme - Reflex eröffnet neue Möglichkeiten:**

Das klassische Programm von Reflex Wassererwärmern und Pufferspeichern ist optimal ergänzt worden durch die gelöteten 'longtherm'-Plattenwärmeübertrager. Ihr Vorteil: Sie können neben den bewährten Lösungen auch ganz neue Möglichkeiten nutzen – z. B. die Wassererwärmung im Durchfluss oder nach dem Speicher-Ladepinzip.



**... einfach reflexionär!**

**Reflex Winkelmann GmbH + Co. KG**  
Gersteinstraße 19 - 59227 Ahlen  
Telefon: +49 23 82 / 70 69 - 0 • Fax: +49 23 82 / 70 69 - 588

@ info@reflex.de  
www.reflex.de

