

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mit fossilen Brennstoffen

Um eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK-Anlage) wirtschaftlich betreiben zu können, muss folgendes beachtet werden. Bedingt durch den schlechteren thermischen Wirkungsgrad einer KWK-Anlage gegenüber einem Heizkessel ist für die Bereitstellung der gleichen Wärmeleistung ein höherer Brennstoffeinsatz notwendig. Die daraus resultierenden höheren Brennstoffkosten und die Investitionskosten müssen über den eingesparten Strombezug und/oder die Einspeisevergütung refinanziert werden. Liegt der Gesamtwirkungsgrad der Anlage bei mindestens 70 Prozent, kann noch die Rückerstattung der Energiesteuer als Gutschrift mit angerechnet werden.

Überwiegend kommen als KWK-Anlagen Blockheizkraftwerke (BHKW) zu Einsatz. Bei sehr hohen Strom- und Wärmebedarf bzw. Dampfbedarf oberhalb einer Leistung von 500 kW werden auch Gasturbinen eingesetzt.

Im folgenden soll nur auf den Einsatz von BHKW näher eingegangen werden, da hier ein Großteil der Anwendungsfälle liegt.

Die spezifischen Kosten für ein BHKW liegen im Bereich zwischen 500 und 1.500 EUR pro installierte Kilowatt elektrische Leistung. In der folgenden Übersicht sind einige spezifische und BHKW-Modul-Kosten beispielhaft für ein mit Erdgas betriebenes BHKW aufgelistet.

Elektrische Leistung BHKW	Spezifische Kosten	BHKW-Modul-Kosten ¹
30 kW	ca. 1.500 €/kW _{el}	45.000 €
50 kW	ca. 1.200 €/kW _{el}	60.000 €
100 kW	ca. 950 €/kW _{el}	95.000 €
200 kW	ca. 760 €/kW _{el}	152.000 €
500 kW	ca. 560 €/kW _{el}	280.000 €
1.000 kW	ca. 450 €/kW _{el}	450.000 €

Die jährlichen Betriebsstunden eines BHKW sind das wichtigste Entscheidungskriterium für den wirtschaftlichen Einsatz. Je nach Größe des BHKW liegen diese erfahrungsgemäß bei mind. 4.500 h/a für größere Anlagen und für Kleinere bei mindestens 6.000 h/a. Da ein Jahr

¹ Enthalten sind die Positionen BHKW-Modul, Schalldämpfung, Katalysator, Schmierölver- und -entsorgung, Schaltschrank, Be- und Entlüftung sowie Transport, Montage, Inbetriebnahme, Probetrieb und Abnahme. Quelle: Broschüre „BHKW-Kenndaten 2005“ der ASUE und des Energiereferates der Stadt Frankfurt

etwa 8.760 Stunden hat, liegt die Hürde für eine Wirtschaftlichkeit relativ hoch. Daher werden BHKW für die Abdeckung der Grundlast für den Wärmebedarf des Objektes eingesetzt. Für Spitzenlasten wird weiterhin ein zusätzlicher Wärmeerzeuger benötigt. Für den erzeugten Strom ist in der Regel innerhalb des Objektes immer ein Bedarf vorhanden. Wenn nicht, ist auch eine Einspeisung in das Netz des Energieversorgers mit einer entsprechenden Vergütung möglich. Problematisch wird es beim ganzjährigen Wärmebedarf.

Bei Produktionsbetrieben die Prozesswärme bis zu einem Temperaturniveau von 80°C benötigen - in größeren Leistungsklassen gibt es auch Heißwasser-BHKW die bis zu 130°C liefern können - kann die thermische Leistung des BHKW an den Prozesswärmebedarf angelehnt werden. Wird bei der Abwärmenutzung des BHKW ein Abhitzekegel in den Abgasstrom eingesetzt, ist auch eine Dampferzeugung bis zu 6 bar Satteldampf möglich. (Bild 1) Dabei ist zu beachten, dass das BHKW für die Grundlast ausgelegt wird und für die Abdeckung von Spitzenlasten weiterhin eine konventionelle Erzeugungsanlage vorhanden sein sollte.

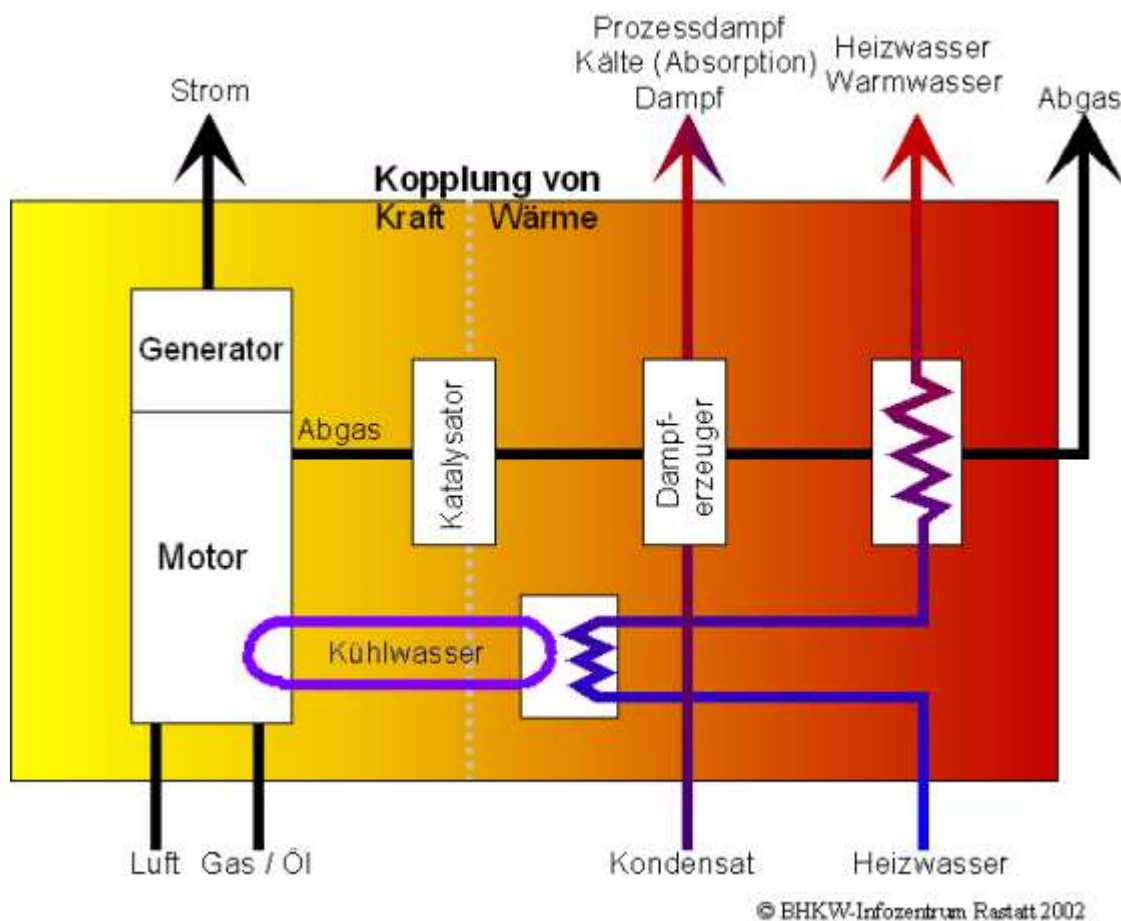


Bild 1: KWK mit Dampferzeugung (Quelle: BHKW-Infozentrum Rastatt)

Bei Objekten ohne Prozesswärme orientiert sich die Größe eines BHKW an den Wärmebedarf für die Raumwärme und die Brauchwassererzeugung. Am einfachsten kann

über eine geordnete Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs die thermische Leistung eines BHKW bestimmt werden. Liegen diese Daten nicht vor, kann grob über den monatlichen Gas- bzw. Ölverbrauch die Leistung eines BHKW abgeschätzt werden. Liegen nur Jahreswerte für den Wärmebedarf vor, ist eine Abschätzung nicht zu empfehlen, da dieses mit sehr vielen Risiken verbunden ist. Hier sollten über Messungen oder Zählerablesungen in den verbrauchsschwachen Zeiten zu erst Daten erhoben werden.

Eine Jahresdauerlinie stellt den (kumulierten) Leistungsbedarf eines Versorgungsobjektes in Abhängigkeit von der jährlich benötigten Nutzungszeit dieser Leistung dar.

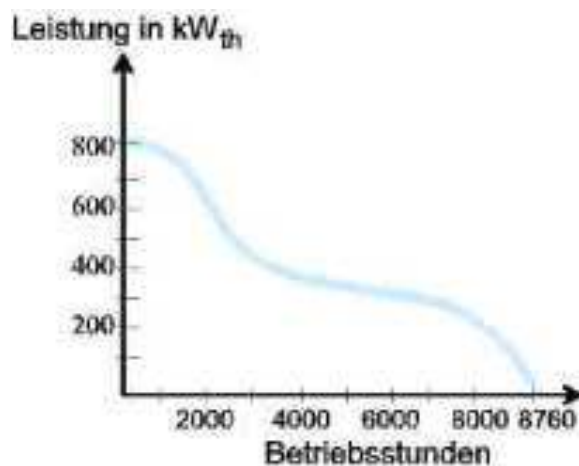


Bild 1: Jahresdauerlinie des gesamten Wärmebedarfs, Quelle: BHKW-Consult / BHKW-Infozentrum Rastatt

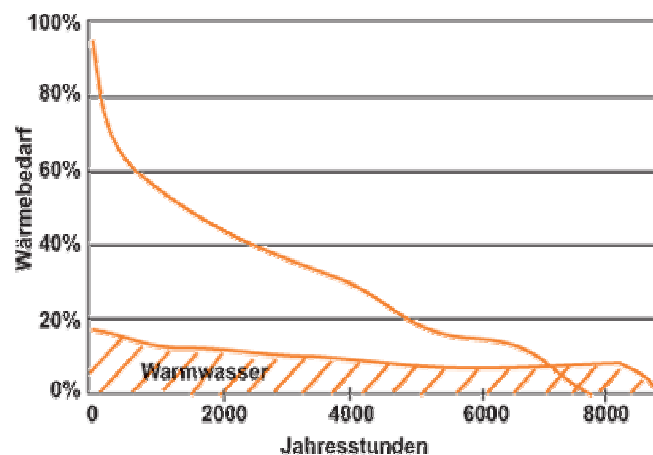


Bild 2: Jahresdauerlinie getrennt nach Raumwärme und Prozesswärme/Warmwasser, Quelle: Nahwärme Forum

Schritte zur groben Abschätzung einer Wirtschaftlichkeit

1. Erstellung einer geordneten Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs bzw. Ermittlung des täglichen Wärmebedarfs in den verbrauchsschwachen Zeiten.
2. Liegt eine Jahresdauerlinie vor, so können einfach über die gewünschte – sinnvolle – Größe eines BHKW die jährlichen Betriebsstunden abgelesen werden. Liegen nur Verbrauchsdaten für einen begrenzten Zeitraum vor, wird der Verbrauch durch die möglichen Wärmeabnahmestunden dividiert. Die genauesten Ergebnisse liegen vor, wenn Daten des täglichen, besser noch stündlichen, Verbrauchs erfasst wurden.
3. Die einfachste Vorgehensweise um den wirtschaftlichen Einsatz eines BHKW zu prüfen, ist die Gegenüberstellung von Einnahmen und Ausgaben. Dabei kann im ersten Schritt eine statische Berechnung erfolgen.
 - a. Zu den Einnahmen zählen die Gutschrift für den erzeugten Strom und Wärme, sowie die Rückerstattung der Energiesteuer.

- Rückerstattung der Energiesteuer
Diese erfolgt nur, wenn der Gesamtwirkungsgrad des BHKW größer/gleich 70 Prozent ist. Bei Standard-BHKW ist das in der Regel immer der Fall. Je nach Brennstoffart erfolgt eine Rückerstattung der zuvor beim Einkauf mit entrichteten Energiesteuer für den im BHKW eingesetzten Brennstoff. Nähere Einzelheiten sind beim zuständigen Hauptzollamt oder beim BHKW-Hersteller zu erfragen. Derzeit liegen die Energiesteuersätze für Heizzwecke für Erdgas bei 5,5 €/MWh und für Heizöl bei 61,35 €/1.000 Liter. Für produzierendes Gewerbe sowie für land- und forstwirtschaftliche Betriebe 4,063 €/MWh für Ergas und 53,17 €/1.000 Liter für Heizöl.
 - Gutschrift für die Wärmeerzeugung
Dabei wird die vom BHKW erzeugte Wärme mit dem Wärmepreis einer Kesselanlage multipliziert. Der Wärmepreis der Kesselanlage berechnet sich aus den Kosten für den eingesetzten Brennstoff dividiert durch den Kesselwirkungsgrad. Der Kesselwirkungsgrad kann wiederum nur abgeschätzt werden. Neue Niedertemperatur- oder Brennwertkessel haben Wirkungsgrade von 90 Prozent und darüber, wogegen ältere Kessel, die 20 Jahre oder älter sind, nur Wirkungsgrade von 80 Prozent oder darunter aufweisen. Hier kann ggf. eine Nachfrage beim Kesselhersteller hilfreich sein.
 - Gutschrift für den erzeugten Strom
Anlagen die nach dem 01.01.2009 den Dauerbetrieb aufgenommen haben bekommen eine Vergütung für den erzeugten Strom von dem örtlichen Netzbetreiber. Die der Vergütung wird im Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) geregelt.
Wenn die Möglichkeit besteht den vom BHKW erzeugten Strom selbst zu nutzen, kann einfach diese Strommenge mit den eigenen Stromkosten multipliziert werden zzgl. dem Zuschlag nach KWKG.
- b. Zu den Ausgaben zählen die Investitionskosten und die Kosten für den eingesetzten Brennstoff sowie die Wartungs- und Instandhaltungskosten.
- Brennstoffkosten
Diese lassen sich einfach über den jährlichen Brennstoffverbrauch des BHKW und den Kosten für den Brennstoff ermitteln.
 - Wartungs- und Instandhaltungskosten
Bei BHKW werden für die Wartungen und Instandhaltungen in der Regel Teil- oder Vollwartungsverträge abgeschlossen. Da sowohl der Begriff der Teilwartung und auch der Vollwartung nicht klar definiert ist, kann ein Vertrag sehr unterschiedliche

Leistungen beinhalten. Bei Teilwartungsverträgen können mit dem Serviceunternehmen relativ frei die Positionen ausgehandelt werden, die vom Wartungsunternehmen bzw. in Eigenregie durchgeführt werden. Bei einem Vollwartungsvertrag sollten sämtliche in der Vertragslaufzeit anfallenden Wartungen und Reparaturen sowie auch eine notwendige Generalüberholung mit eingeschlossen sein. Die Kosten werden in der Regel nach Cent pro erzeugte Kilowattstunde elektrisch abgerechnet und liegen im Bereich zwischen 1,5 Ct/kWh bei Teilwartungsverträgen und bis zu 3 Ct/kWh bei Vollwartungsverträgen.

Je nach Finanzierungsart müssen noch die Kapitalkosten zu den Ausgaben mit aufgeschlagen werden. Zusätzlich sollten aktuelle Fördermöglichkeiten für KWK-Anlagen mit überprüft werden.

Jetzt können die Ausgaben und die Einnahmen gegenübergestellt werden. Stellt sich ein positives Ergebnis ein, ist ein wirtschaftlicher Einsatz eines BHKW möglich. Bei einem negativen Ergebnis kann davon ausgegangen werden, dass ein BHKW nicht wirtschaftlich einsetzbar ist. Ist das Ergebnis nur mit geringen positiven und negativen Zahlen behaftet, sollten die Rahmenbedingungen nochmals überprüft und ggf. eine Sensitivitätsanalyse, welche die Energiepreiserhöhungen mit berücksichtigt, durchgeführt werden.

Vor der Investition in ein BHKW sollten von mehreren, mindestens zwei, Fachunternehmen bzw. Ing.-Büros Wirtschaftlichkeitsberechnungen vorliegen.

Die EnergieAgentur.NRW kann für Projekte im Land NRW ihre unabhängig und neutrale Beratung für diesen Bereich ebenfalls anbieten.

MBA / Dipl.-Ing. (FH) Matthias Kabus

Wuppertal, 08.10.2009