

BHKW-Checkliste

Orientierungshilfe zu Auslegung und Wirtschaftlichkeit

1. Einführung

Die Idee, die Energieversorgung - Wärme und Strom - an einem Objekt unter Anwendung von Kraft-Wärmekopplung (KWK) durch Einsatz eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) zu betreiben, entsteht naturgemäß sehr oft beim Betreiber selbst oder auch beim Energieberater des Energieversorgungsunternehmens. Um im Sinne der angestellt, die geeignetste Technik zu realisieren. Dabei stellen dann einige lediglich fest, dass das Objekt einen "relativ" hohen Bedarf an Wärme und Strom aufweist, und damit hört ihre "Planung" auch meist auf. Diese Angaben zu quantifizieren und weitere Parameter zu finden, um die Sinnfälligkeit des BHKW-Einsatzes zu beurteilen, stoßen bereits auf Probleme.

Hier soll die vorliegende BHKW-Checkliste Hilfestellung leisten. Auf der Basis der wichtigsten Daten eines Objektes kann eine erste grobe Abschätzung über Auslegung und Wirtschaftlichkeit ermittelt werden.

Damit wird aber nicht die Arbeit eines professionellen Planers ersetzt!

Dieser sollte nämlich tätig werden, wenn die eigene Grobabschätzung ein positives Ergebnis gebracht hat und zu einer weiteren Verfolgung des Vorhabens motiviert.

Weist die erste Bearbeitung bereits ein deutlich negatives Ergebnis aus, sollte auch keine BH KW-Lösung angestrebt werden.

Rahmendaten

Bei der Durchführung einer ersten Grobabschätzung sind einige Kriterien vorrangig zu beachten:

- Die beim BHKW-Betrieb entstehende Wärme sollte möglichst vollständig genutzt werden,
- Das Temperaturniveau des Wärmenutzers (i. d. R. der Heizkreis) und des BHKW müssen aufeinander abstimmbare sein.
- Es sollten zumindest grobe Vorstellungen darüber vorliegen, wie einige typische Verläufe des Wärme- und Strombedarfs über verschiedene Tage aussehen.

Liegen über diese Punkte keine Angaben vor, müssten u.U. einfache Messungen durchgeführt werden.

Auf den nachfolgenden Seiten werden zunächst die wichtigsten Daten der Anlage aufgenommen, und dann wird beispielhaft die Wirtschaftlichkeit anhand einer vorgegebenen Auslegungsvariante ermittelt.

Derzeitiger jährlicher Energiebedarf (Leistung, Menge)	Grundlage: Jahresabrechnungen der Energieversorger <ul style="list-style-type: none"> • für Wärme <ul style="list-style-type: none"> inst. Kesselleistung:kW Wärmeleistungsbedarf:kW Primärenergie Gas: kWh_{H_o}/a Primärenergie Öl: l/a Umrechnung: l/a · 9,885 = kWh/a • für Strom <ul style="list-style-type: none"> elektrische Leistung: kW_{el} elektrische Arbeit: kWh_{el}/a
Derzeitige jährliche Energiekosten (netto)	Grundlage: Jahresabrechnungen der Energieversorger <ul style="list-style-type: none"> • für Wärme: €/a • für Strom: €/a Gesamt-Energiekosten €/a
Anlagenparameter	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmeträger (Dampf, Wasser) • Wärmeträger- Vorlauftemperatur (Betriebszustand vor Wärmeverbraucher) °C • bei Dampf: Dampfdruck bar • Wärmeträger- Rücklauftemperatur (Betriebszustand hinter Wärmeverbraucher) °C
Energiebedarfsstruktur	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> Kategorie (siehe Bilder 1-3) </div> <ul style="list-style-type: none"> • Wärmeerzeugung nur für Heizung → (1) <input type="checkbox"/> • Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser → (2) <input type="checkbox"/> • Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser sowie jahresdurchgängiger Prozesswärmeanteil (z.B. für Klimakälte etc.) → (3) <input type="checkbox"/> <p>Zutreffende Kategorie bitte ankreuzen</p>

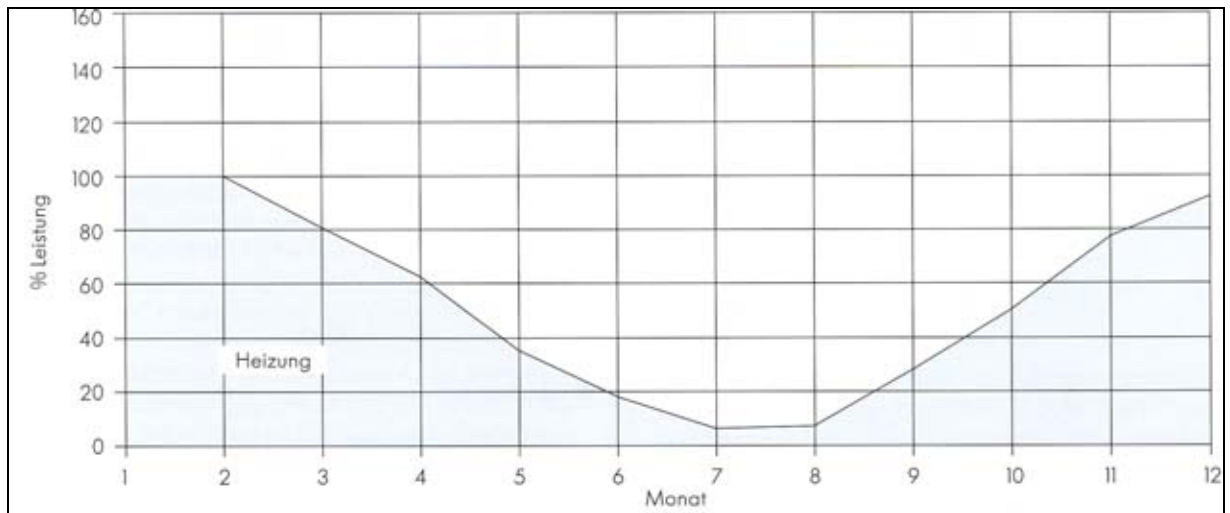


Bild 1: Heizung

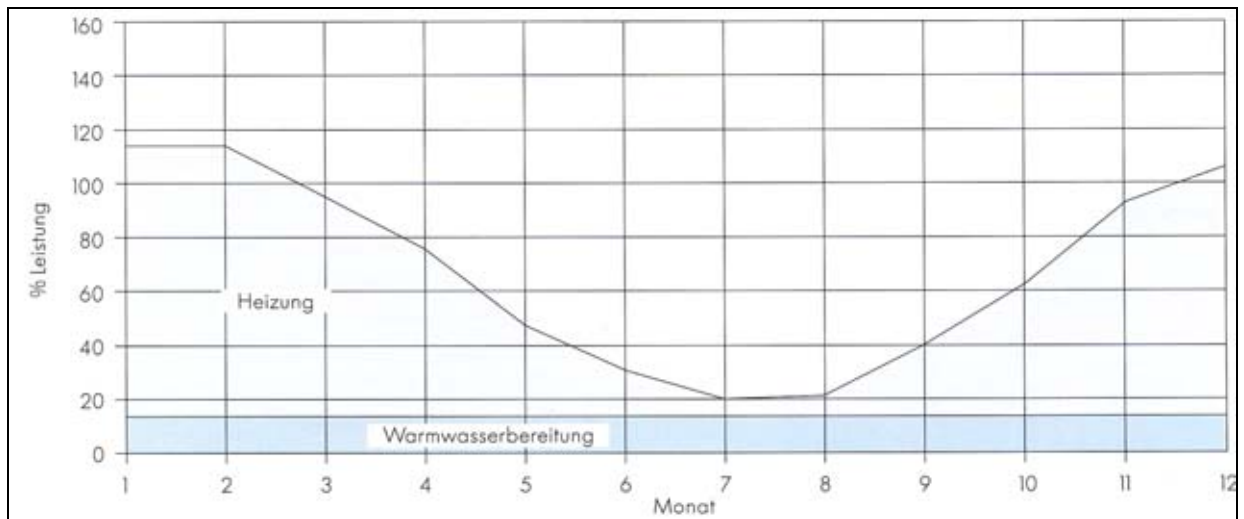


Bild 2: Heizung und Warmwasserbereitung

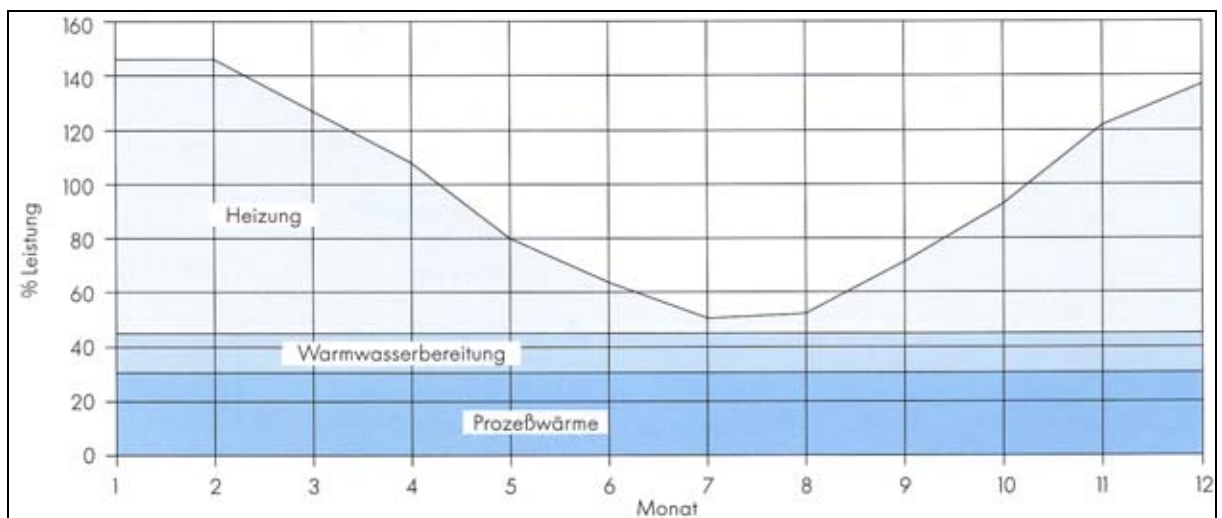


Bild 3: Heizung und Warmwasserbereitung und Prozesswärme

2. Eignung der vorliegenden Energieversorgung für die Einbindung einer Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mittels gasbetriebenem Blockheizkraftwerk (BHKW)

Folgende Betriebsarten bei Einbindung einer Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in die Energieversorgung sind denkbar:

- Eigenverbrauch von KWK-Wärme und KWK-Strom
- Eigenverbrauch von KWK-Wärme, vollständige Einspeisung von KWK-Strom in ein Fremdnetz
- Eigenverbrauch von KWK-Wärme, Teilnutzung von KWK-Strom durch Eigenverbrauch; Resteinspeisung von KWK-Strom in ein Fremdnetz

Nachfolgend soll eine Anleitung für den Fall des vollständigen Eigenverbrauchs von KWK- Energien betrachtet werden.

Eine Strom-Rückspeisung in das EVU-Fremdnetz sollte vermieden werden, da in der Regel die hierfür angerechnete Stromvergütung die variablen KWK-Stromkosten nicht deckt.

Achtung:

Die Gleichzeitigkeit der anfallenden KWK-Energien (Wärme, Strom) ist zu beachten!

Vorgehen bei einer wärmegeführten BHKW-Auslegung:

- Temperaturniveau im Vorlauf:

Normalerweise werden bis zu Vorlauftemperaturen von etwa 90°C kolben-motorische BHKW eingesetzt. Bei höheren Vorlauftemperaturen kommen entweder heißgekühlte BHKW (bis ca. 120°C) bzw. Gasturbinen zum Einsatz:

- BHKW (Standard)
- BHKW (heißgekühlt)
- Turbine

Zutreffendes bitte ankreuzen.

- Temperaturniveau im Rücklauf:

Normalerweise werden bis zu Rücklauftemperaturen von etwa 75 °C kolbenmotorische BHKW eingesetzt. Bei höheren Rücklauftemperaturen kommen entweder heißgekühlte BHKW (bis ca. 100 °C) bzw. Gasturbinen zum Einsatz.

- BHKW (Standard)
- BHKW (heißgekühlt)
- Turbine

Zutreffendes bitte ankreuzen.

- Grobabschätzung der BHKW-Eckdaten mit Hilfe der Energiebedarfsstruktur

Struktur gemäß Kategorie (1)

- thermischer BHKW-Leistungsanteil
max. ca. 15-20 % des Wärmeleistungsbedarfs
jährliche BHKW-Laufzeit ca. 3.000 – 4.000 Stunden

Struktur gemäß Kategorie (2)

- thermischer BHKW-Leistungsanteil
max. ca. 20 – 25 % des Wärmeleistungsbedarfs
jährliche BHKW-Laufzeit ca. 4.000 – 5.000 Stunden

Struktur gemäß Kategorie (3)

- thermischer BHKW-Leistungsanteil
max. ca. 20 – 30 % des Wärmeleistungsbedarfs
(einschl. jahresdurchgängigem Prozesswärmeanteil
jährliche BHKW-Laufzeit ca. 4.500 – 6.000 Stunden

3. BHKW-Auswahl

Nomenklatur:

Wärmeleistungsbedarf des Objektes (kW) = A

thermischer BHKW-Leistungsanteil (%) = B

BHKW-Stromkennziffer (%) = C

Auslegung:

BHKW-Wärmeleistung (A · B)/100 = _____ kW_{th}

jährliche BHKW-Laufzeit = _____ h/a

Anmerkung:

Die elektrische BHKW-Leistung beträgt ca. 50-85 % der thermischen BHKW-Leistung. Ein guter Durchschnittswert liegt bei 65 % (BHKW-Stromkennziffer "C") (siehe hierzu auch die ASUE-Broschüre "BHW-Kenndaten")

el. BHKW-Leistung (A · B · C)/10.000 = _____ kW_{el}

Abschätzung der Wirtschaftlichkeit einer KWK-Anlage mittels Gas-BHKW bei Einbindung in die Energieversorgung eines konkreten Objektes

Spezifische BHKW-Energiekosten (netto)

- Ermittlung der BHKW-Stromkosten gemäß beigefügtem Nomogramm _____ Ct/kWh_{el}
- Ermittlung der anteiligen BHKW-Wärmekosten (= Wärmegutschrift)
(Gaspreis _____ Ct/kWh_o · 1,3ⁱ) = _____ Ct/kWh_{th}

Gesamt-Kostenbetrachtung (netto)

Zur Vereinfachung der Rechnung werden zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit nur die Stromkosten betrachtet.

- derzeitige Stromkosten _____ €/a (I)
- Stromkosten mit BHKW
 - BHKW-Strom
 - elektrische BHKW-Leistung _____ kW_{el} (X)
 - BHKW-Laufzeit _____ h/a (Y)
 - el. BHKW-Arbeit = (X) · (Y)
 - spez. BHKW-Stromkosten (s.o.) _____ Ct/kWh_{el} (Z)
 - BHKW-Stromkosten (X) · (Y) · (Z)/100 _____ €/a
 - Zusatzstrombezug ⁱⁱ
 - Leistung = gesamte Leistung – BHKW-Leistung
(+ evtl. Reserveleistung bzw. Versicherung)
 - el. Arbeit = gesamte Arbeit – BHKW-Arbeit
 - Kosten Zusatzstrombezug (tarifabhängig) _____ €/a
 - Summe BHKW-Strom + Zusatzstrom _____ €/a (II)
 - =====

Bei geringeren Stromkosten mit KWK-Einbindung (II) gegenüber einer vollständigen Fremdstromversorgung (I) könnte die KWK-Technologie eine interessante Variante der Energieerzeugung für den betrachteten Anwendungsfall sein.

In Jedem Fall kann die vorangestellte Abschätzung nur einer ersten Orientierung dienen. Vor der Realisierung einer Kraft-Wärme-Kopplung mittels BHKW ist in jedem Fall ein erfahrener Anlagenplaner hinzuzuziehen.

ⁱ $\frac{1}{(H_u/H_o \cdot \text{Faktor}) \cdot \text{Kesselwirkungsgrad}} = \frac{1}{0,903 \cdot 0,85}$

ⁱⁱ Reservestrombezug oder der Abschluss einer entsprechenden Versicherung sind gegebenenfalls zu berücksichtigen.

4. Ermittlung der Stromerzeugungskosten

Abschätzung der BHKW-Stromkosten (netto) bei Gas-BHKW-Anlagen

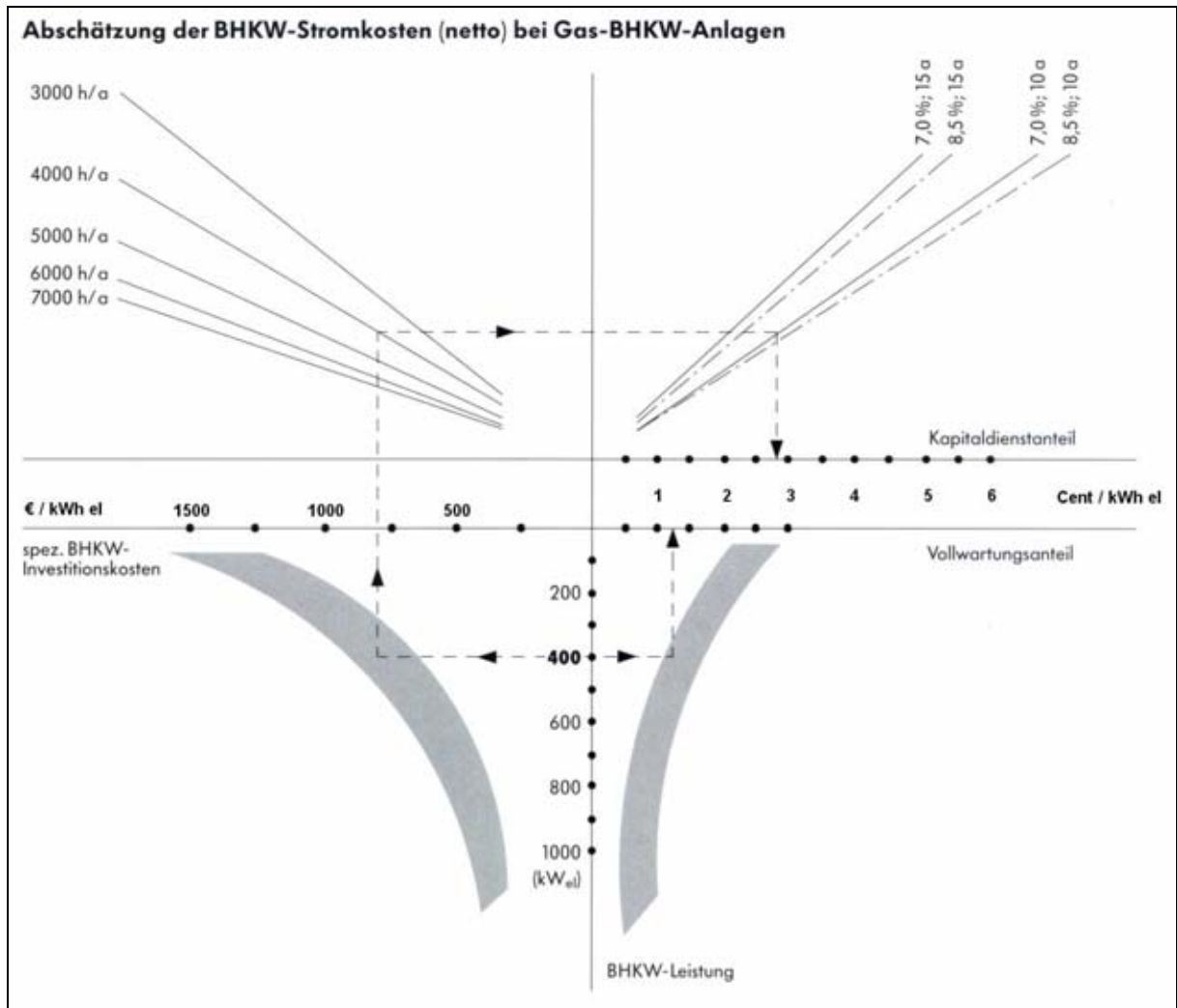


Bild 4 Nomogramm

Beispielrechnung für ein Objekt mit folgenden Randbedingungen:

Wärmeleistungsbedarf: 3.100 kW = **A**

Energiebedarfsstruktur gemäß Kategorie 2

→ unterstellter thermischer BHKW-Leistungsanteil = 20 % = **B**

→ unterstellte jährliche BHKW-Laufzeit = 4.000 h/a

BHKW-Stromkennziffer = 65 % = **C**

BHKW-Wärmeleistung = $A \cdot B / 100 = 620 \text{ kW}$

el. BHKW-Leistung = $(A \cdot B \cdot C) / 10.000 = 403 \text{ kW}_{el}$

=====

= Ausgangspunkt für Nomogramm

Finanzierung: 10 a; 7 %

Gaspreis: 1,95 Ct/kWh H_o

Ermittlung der einzelnen Kostenblöcke:

1. Primärenergieanteil:

Gaspreis · 1,3ⁱⁱⁱ = 2,53 Ct/kWh_{el}

2. Kapitaleinstandanteil

(aus Nomogramm ermittelt) = 2,85 Ct/kWh_{el}

3. Vollwartungsanteil

(aus Nomogramm ermittelt) = 2,25 Ct/kWh_{el}

→ BHKW-Stromkosten

= 7,63 Ct/kWh_{el}

=====

Anmerkungen:

1) Investition beinhaltet:

- BHKW (Motor, Generator, Wärmetauscher)
- BHKW-Steuerung
- Anschlussverrohrung, anteilige Abgasverrohrung
- Schalldämmung (Abgas, Modul)
- Montage, Inbetriebnahme
- Ölanlage (Frischöl/Altöl)

2) Nicht in den Investitionskosten enthalten sind Gebäudekosten, Schornstein etc.

3) Die Verwertung der ausgekoppelten Wärme (Wärmegutschrift) erfolgt nur zu anteiligen Primärenergiekosten.

Quelle: ASUE

ⁱⁱⁱ $\frac{1}{(H_u / H_o \cdot \text{Faktor}) \cdot \text{BHKW} - \text{Wirkungsgrad}} = \frac{1}{0,903 \cdot 0,85}$

(Vereinfacht; gilt nur wenn Kesselwirkungsgrad = BHKW-Wirkungsgrad)