



Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg

Klein- und Mini-Blockheizkraftwerke

Haus der Wirtschaft
Stuttgart, 24. Oktober 2002

„Neue Rahmenbedingungen für kleine Blockheizkraftwerke“

R. Jank

KEA – Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe

Inhalt:

1. BHKW als Komponente einer nachhaltigen Energieversorgung?
2. Wirtschaftlichkeit von BHKW's
3. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen und ihre Auswirkungen
4. Schlussfolgerungen

1. BHKW und Energieeinsparung bzw. CO₂-Minderung

Während bei einem *Heizkessel* mit dem Wirkungsgrad η_K (z.B. 90 %) der Primärenergieaufwand zur Erzeugung einer kWh an Wärme einfach der Kehrwert des Wirkungsgrades

$$\beta_K = \frac{1}{\eta_K} = 1,11 \text{ in kWh}_{PE}/\text{kWh}_{th}.$$

ist, muss man zur Berechnung des spezifischen Primärenergieverbrauchs β_B eines *BHKW* berücksichtigen, dass mit jeder kWh_{th} an Nutzwärme gleichzeitig ein Betrag an elektrischer Energie erzeugt wird, der sich aus der Stromkennzahl s (kWh_e/kWh_{th}) des BHKW ergibt. Daher muss man vom Brennstoffeinsatz des BHKW eine „Stromgutschrift“ GS abziehen, weil „irgendein



Kraftwerk“ im Verbundnetz weniger Strom zu erzeugen hat und dort entsprechend weniger Primärenergie einsetzt.

Der Primärenergieeinsatz beim BHKW je kWh_{th} kann demnach analog zum Heizkessel als Quotient aus der erzeugten Nutzenergie, also die Summe aus *einer* kWh Wärme und *s* kWh an Strom, und dem Gesamtwirkungsgrad η_B des BHKW berechnet werden, abzüglich der Stromgutschrift GS des Kraftwerks:

$$\beta_B = \frac{1+s}{\eta_B} - \frac{s}{\eta_{el}} \quad (\text{kWh}_{PE}/\text{kWh}_{th}).$$

Da unterschiedliche Kraftwerke recht unterschiedliche elektrische Wirkungsgrade aufweisen, hängt also die mit dem BHKW erreichbare Einsparung an Primärenergie wesentlich von der Annahme darüber ab, welches Kraftwerk durch das BHKW substituiert wird – eine Quelle häufiger Kontroversen zwischen BHKW-Befürwortern und Energiewirtschaft. Vergleicht man z.B. ein modernes Kohle-Kraftwerk ($\eta_{el} = 44\%$) mit BHKW-Modulen unterschiedlicher Leistung, so erhält man folgende Einsparungen an Primärenergie:

BHKW-Leistung	kW_{el}	5,5	50	300
el. Wirkungsgrad		0,26	0,30	0,35
Stromkennzahl <i>s</i>	kW _{el} /kW _{th}	0,42	0,52	0,66
spezif. PE-Aufwand β	kWh _{PE} /kWh _{th}	0,66	0,55	0,39
Verringerung an PE-Einsatz	%	25	38	56

Tab. 1-1: Einsparung an Primärenergie durch BHKW-Module verschiedener Leistung im Vergleich zu getrennter Erzeugung von Strom in einem modernen Steinkohlekraftwerk ($\eta_{el} = 44\%$) und einem Erdgaskessel ($\eta_{th} = 88\%$, d.h. $\beta_{KS} = 1,136 \text{ kWh}_{PE}/\text{kWh}_{th}$); (PE ... Primärenergie)

Im Falle einer Nahwärmeversorgung muss berücksichtigt werden, dass im Vergleich zu dezentralen Heizkesseln noch Verluste im Fernwärmenetz auftreten. Ferner ist zur Wasserumwälzung im Fernwärmenetz ein Aufwand an elektrischer Energie erforderlich. Darüber hinaus wird nur ein Teil des gesamten Wärmebedarfs (meist 70 bis 80 %) durch das BHKW abgegeben, der Rest wird durch einen Spitzenkessel erzeugt. Deshalb ist die in einem Nahwärmenetz real erzielbare Verbesserung geringer als sich aus der einfachen obigen Formel für β_B ergibt.

Zur Beantwortung der eigentlich interessanten Frage, wie viel CO₂-Einsparung durch ein BHKW möglich ist, muss noch zusätzlich berücksichtigt werden, dass die im jeweiligen Vergleichskraftwerk eingesetzten Primärenergien (Steinkohle, Braunkohle, Heizöl, Erdgas oder Uran) sehr unterschiedliche CO₂-Emissionsfaktoren aufweisen. Obwohl plausible Gründe dafür angeführt werden können, dass beim Einsatz eines BHKW bevorzugt ein älteres Mittellast-Steinkohlekraftwerk zurückgefahren wird, nimmt man meist den deutschen Kraftwerksmix als „Vergleichskraftwerk“



an, um auf der sicheren Seite zu liegen. (Die Frage, ob in Baden-Württemberg nicht der Kraftwerksmix dieses Bundeslandes als Vergleich herangezogen werden sollte, was zu einem ganz anderen Ergebnis führen würde, ist Gegenstand stetiger, aber nicht „lösbarer“ Kontroversen.)

Im Vergleich zur Fernwärme, bei der die Wärme in einem Heizkraftwerk bereitgestellt wird, schneidet das BHKW hinsichtlich der CO₂-Emissionen noch günstiger ab. Nimmt man an, dass das HKW eine Gegendruck-Dampfturbine ist, so bewirkt die Wärmeauskopplung eine Stromeinbuße von z.B. 18 kWh_{el}/kWh_{th}, die „im Netz“ zusätzlich bereitgestellt werden müssen. Unter Berücksichtigung der o.g. Verluste im Fern- bzw. Nahwärmenetz erhält man folgende effektiven CO₂-Emissionsfaktoren (hierbei wurden 0,247 t CO₂/MWh Erdgas bzw. 0,683 t CO₂/MWh_{el} (= „KW-Mix“) angenommen):

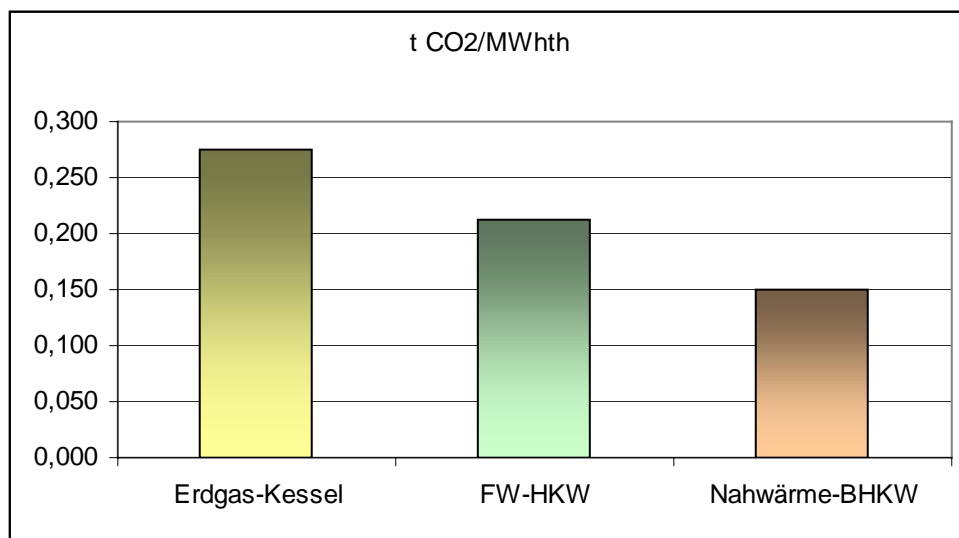


Abb. 1-1: Effektive CO₂-Emissionsfaktoren (t CO₂/MWh_{th}) zur Bereitstellung von Wärme durch Erdgas-Heizkessel, HKW und 50 kW_{el} - BHKW.

Die in Abb. 1-1 angegebenen Zahlen hängen von verschiedenen Annahmen über Kesselwirkungsgrad, Aufteilung Grundlast/Spitzenlast und Verluste im Fernwärmenetz ab. Je nach zugrundegelegter Annahme ergibt sich eine gewisse Schwankungsbreite im resultierenden CO₂-Emissionsfaktor.

Bezieht man umgekehrt die CO₂-Emission auf die Stromabgabe bei entsprechender „Wärmegutschrift“, so erhält man die in Abb. 1-2 angegebenen Emissionsfaktoren. Dabei zeigt sich wieder der Vorteil von BHKW's im Vergleich zum Strommix oder gar zu Kohle-Kondensationskraftwerken. Im Vergleich zum derzeitigen Kraftwerksmix in Baden-Württemberg (dominiert durch Kernenergie bzw. mit einem höheren Anteil an Wasserkraft) weisen BHKW indessen keinen Vorteil auf.

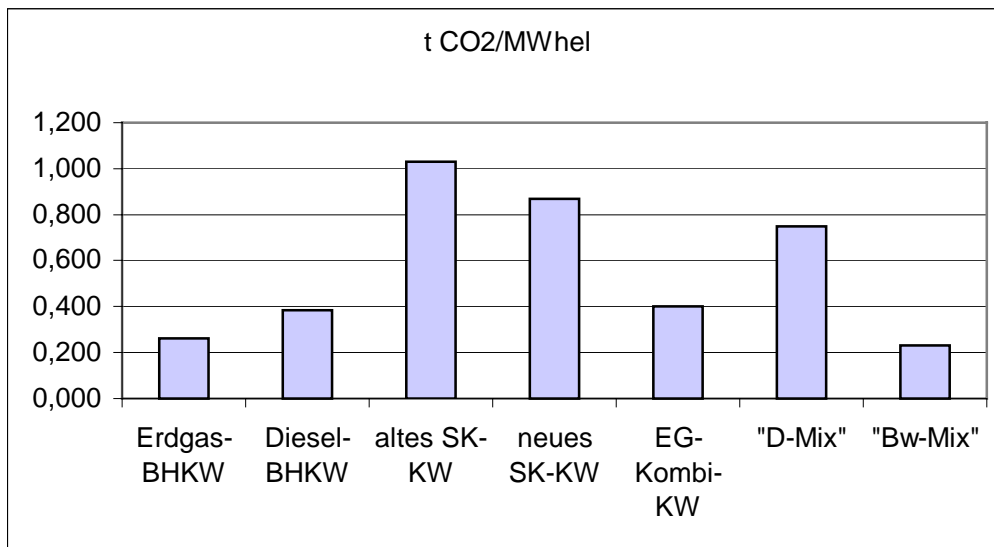


Abb. 1-2: CO₂ – Emissionsfaktoren der Stromerzeugung (t CO₂/MWh_{el})

2. BHKW und Wirtschaftlichkeit ¹

2.1 Kostenstruktur

Wie bei der energetischen, spielt auch bei der wirtschaftlichen Betrachtung die Stromgutschrift die entscheidende Rolle: Das BHKW kostet zunächst zusätzliche Investitionen und erfordert mehr Energieeinsatz. Von diesen Mehrkosten können die Einnahmen für die Stromerzeugung abgezogen werden. Die verbleibenden Kosten ergeben die Wärmegestehungskosten des BHKW, die niedriger sein müssen als die Energiekosten der Wärmeerzeugung durch den Kessel, wenn das BHKW wirtschaftlich sein soll.

Die Investitionskosten für BHKW haben sich in den letzten Jahren reduziert. Die aktuellsten Kosten zeigt das Ergebnis einer jährlichen Herstellerumfrage des Umweltamtes Frankfurt (Abb. 2-1).

Es zeigt sich, dass unterhalb einer Leistung von etwa 100 kW_{el} mit einer erheblichen Progression der Investitionskosten zu rechnen ist. Allerdings ist daneben auch die jeweils kalkulierbare Gutschrift für die Stromerzeugung entscheidend, und diese hängt stark vom jeweiligen Einsatzfall ab.

Abb. 2-2 zeigt die Wärmegestehungskosten eines 200 kW_{el}-BHKW als Funktion der Strombewertung bei Vollkostenrechnung unter heutigen energiewirtschaftlichen Bedingungen (Gaspreis 3,24 ct/kWh_{Ho}, ohne 0,35 ct/kWh_{Ho} Ökosteuer und ohne MwSt.) und, zum Vergleich, die reinen Erdgaskosten bei der Wärmeerzeugung im Kessel.

¹ Alle Kosten- und Preisangaben in diesem Text sind als Netto-Angaben zu verstehen (d.h. ohne MwSt.)

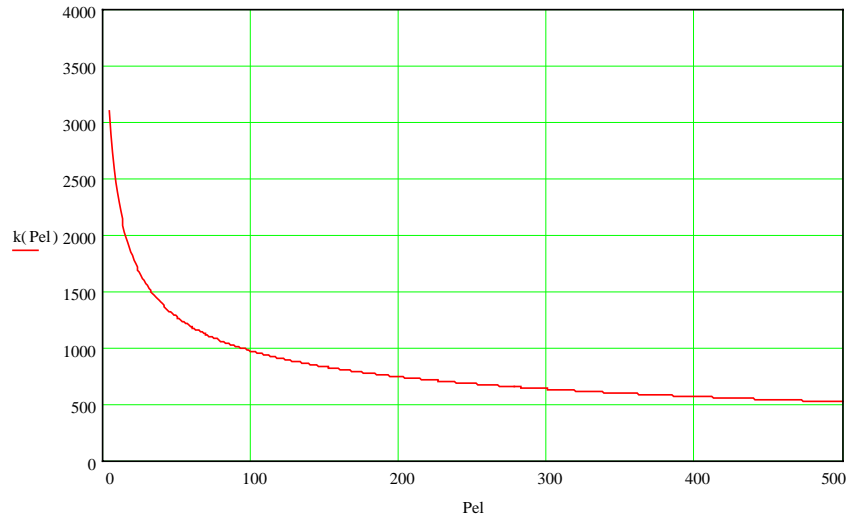


Abb. 2-1: Spezifische Kosten von Erdgas-BHKW-Modulen nach Umweltamt Frankfurt (2001) in € pro kWh_{el} nach der empirischen Formel $k(P_{el}) = 5.783 \cdot P_{el}^{-0,3875}$. Die Kosten enthalten alle Kosten für das BHKW mit Ausnahme der baulichen Kosten und des Schornsteins sowie Planungskosten.

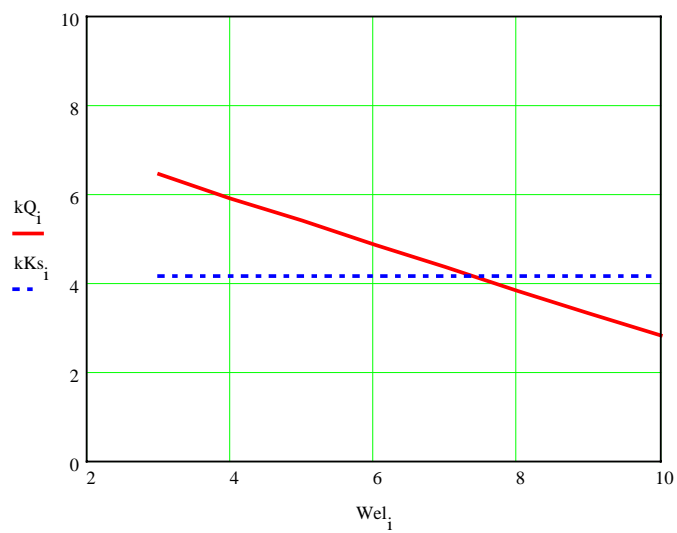




Abb. 2-2: Wärmegestehungskosten ($\text{ct/kWh}_{\text{th}}$) eines $50 \text{ kW}_{\text{el}}$ -BHKW (5.000 Jahresvollastbenutzungsstunden, $1,5 \text{ ct/kWh}_{\text{el}}$ für W/I, 6 % Zinssatz) als Funktion der Bewertung des erzeugten Stromes (W_{el} in $\text{ct/kWh}_{\text{el}}$) bei heutigen Erdgas-Preisen; die waagrechte Linie zeigt die *reinen Betriebskosten* der Wärmeerzeugung mit einem Erdgaskessel ($3,7 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$) zum Vergleich.

Abb. 2-2 zeigt, dass die Strombewertung W_{el} des hier kalkulierten BHKW jedenfalls über $7 \text{ ct/kWh}_{\text{el}}$ liegen muss, wenn das BHKW wirtschaftlich sein soll.

Die Jahresbetriebsstunden haben einen erheblichen Einfluss auf die Stromgestehungskosten. Abb. 2-3 zeigt, dass das BHKW so ausgelegt sein sollte, dass eine jährliche Betriebsdauer von über 4.000 Stunden erwartet werden kann. Ferner ist zu erkennen, dass ein Kleinst-BHKW, wie das Senertec-Modul mit $5,5 \text{ kW}_{\text{el}}$, so hohe Stromgestehungskosten aufweist, dass es in vielen Fällen nicht wirtschaftlich einsetzbar ist. Dies hat zur Folge, dass BHKW in vielen Fällen den erzeugten Strom in nennenswertem Umfang ins Netz zurückspeisen müssen. Damit hat die jeweilige Regelung für die Bewertung dieses Stroms erhebliche Auswirkung auf seine Wirtschaftlichkeit.

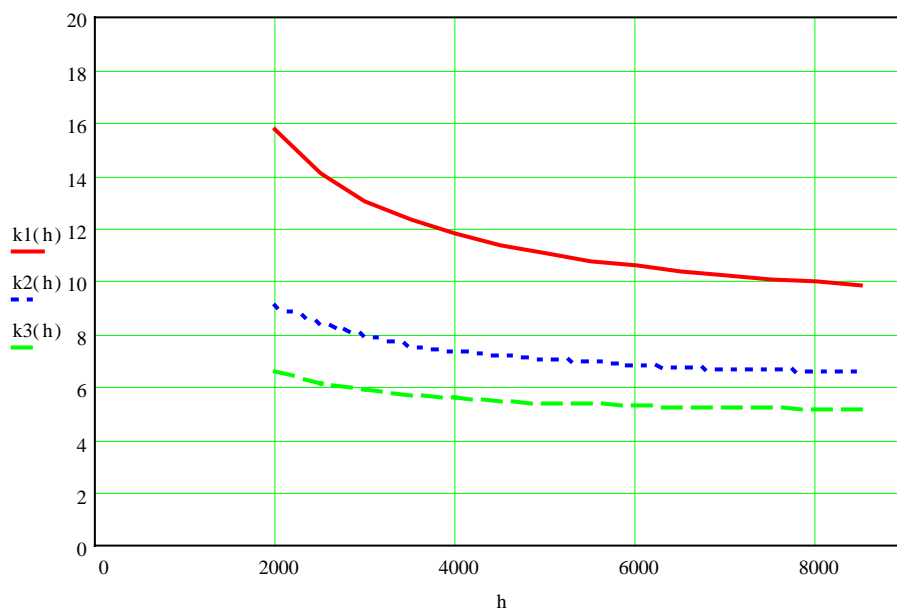


Abb. 2-3: Stromgestehungskosten für 3 BHKW-Module ($5,5 \text{ kW}_{\text{el}}$, obere Kurve; $50 \text{ kW}_{\text{el}}$, mittlere Kurve; $200 \text{ kW}_{\text{el}}$, untere Kurve) als Funktion der jährlichen Benutzungsdauer (h/a); Wärmegutschrift entsprechend den vermiedenen Erdgaskosten im Heizkessel unter Berücksichtigung der verminderten Mineralölsteuer für das BHKW.

3. Aktuelle gesetzliche Möglichkeiten für den BHKW-Betrieb

3.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Rahmenbedingungen für den Betrieb von BHKW's werden durch die Novelle zum Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) 1998, die Bestimmungen des Öko-Steuergesetzes (1999) sowie durch das „Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung“



(KWKModG) 2002 vorgegeben. Mit dem KWKModG sollen KWK-Anlagen durch Zuschläge von insgesamt ca. 4,5 Mrd. € (über rund 8 Jahre) gefördert werden, davon für BHKW's ca. 360 Mio. €. Der vom KWKModG erwartete KWK-Zubau soll bis 2010 eine Reduzierung von mindestens 20 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr ermöglichen. Die genannten Zuschläge entsprächen also einer „Förderung“ (durch die gesetzlichen Zuschläge) von ca. 225 €/tCO₂.

Durch die neuen Gesetze ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- (1) Der vom BHKW erzeugte Strom wird durch den Betreiber zum Teil direkt verbraucht (z.B. in einer Heizzentrale: Umwälzpumpen, Kessel/Brenner, Regelung, sonstiger Stromverbrauch), der „Rest“ wird ins Netz zurückgespeist. Hierfür erhält der Betreiber eines neuen BHKW nach KWKModG einen gesetzlichen „Zuschlag“ in Höhe von 5,11 ct/kWh_{el} für ein BHKW < 50 kW_{el} bzw. 2,56 ct/kWh_{el} für ein BHKW mit einer Leistung zwischen 50 und 2.000 kW_{el} (der letztere Zuschlag wird bis zum Jahr 2010 auf 1,94 ct/kWh_{el} reduziert; s. Tab. 3-1). Zusätzlich zu diesem gesetzlichen Zuschlag erhält der Betreiber den „üblichen Preis“, den ein Netzbetreiber für die Einspeisung von BHKW-Strom bezahlt. Dieser übliche Preis ist im Gesetz jedoch nur vage vorgegeben (woraus sich derzeit einige Kontroversen ergeben).
- (2) Der Strom wird an einen interessierten Verbraucher, z.B. ein benachbartes Rathaus, ein Schulzentrum, ein Krankenhaus etc., zu einem vereinbarten Preis geliefert. Der Netzbetreiber bezahlt diesen Preis an den BHKW-Betreiber und stellt dem Bezieher des BHKW-Stroms eine gleich hohe Rechnung (zeitgleiche Messung erforderlich), zuzüglich Kosten für die Netznutzung und gesetzliche Abgaben.
- (3) Darüber hinaus besagt das *Ökosteuern-Gesetz*, dass für den BHKW-Strom keine Stromsteuer bezahlt werden muss und dass die Mineralölsteuer für das vom BHKW verbrauchte Erdgas (0,35 ct/kWh_{PE}) vom Hauptzollamt zurückerstattet wird.

Die gesetzlichen Einspeisezuschläge sind für die KWK-Anlagen der einzelnen Kategorien unterschiedlich hoch und werden unterschiedlich lang gezahlt (siehe Tabelle 3-1). Für *kleine* KWK-Anlagen ist der Zuschlag zusätzlich auf eine durch BHKW's *ins Netz gespeiste* Gesamtstrommenge von 11 TWh_{el} begrenzt: Am 31.12. des darauf folgenden Jahres, in dem diese Grenze erreicht wurde, läuft der gesetzliche Zuschlag aus. Bis zu diesem Zeitpunkt würde dann ein Zuschlag in Höhe von 300 bis 350 Mio. € für die Netzeinspeisung kleiner BHKW-Anlagen (je nach dem Anteil von BHKW's < 50 kW) bezahlt worden sein, der über die Stromrechnung von allen Stromverbrauchern bezahlt wird. Dadurch würden insgesamt rund 4,6 Mio t CO₂ durch den ins Netz eingespeisten BHKW-Strom erspart (verglichen mit dem heutigen Strommix), die durch den gesetzlichen Zuschlag mit ca. 75 €/t CO₂ bezuschusst werden.

Falls die so geförderten BHKW's nur ins Netz zurückspeisen würden (also nicht vorrangig zur Eigenversorgung eingesetzt würden), was unrealistisch ist, so würde die installierte Leistung dieser BHKW's am Ende bei etwa 2.200 MW_{el} liegen. Auf Baden-Württemberg könnte ein Zehntel dieser Leistung entfallen, womit hier ein Zubau von etwa 20 MW_{el} pro Jahr zu erwarten wäre, der nur durch das KWKModG ausgelöst würde. Mit einer durchschnittlichen Modulgröße von 100



kW_{el} wären dies 200 BHKW-Module pro Jahr mit Investitionen von ca. 20 Mio. €/a in Baden-Württemberg. Dies läge deutlich über dem BHKW-Zubau von 10 bis 12 MW_{el} , wie er Mitte der 90er Jahre – vor der Liberalisierung - in Baden-Württemberg zu beobachten war.

Die Deckelung auf 11 TWh_{el} führt zu einer erheblichen Planungsunsicherheit, da man zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung nicht wissen kann, für wie lange der gesetzliche Zuschlag noch verfügbar sein wird.

	alte Bestand- sanlagen (in ct/kWh)	neue Be- standsana- gen (in ct/kWh)	modernisier- te Anlagen (in ct/kWh)	neue kleine KWK-Anlagen mit 50<Pel<2.000 kW_{el} ¹⁾ (in ct/kWh)	„Mini- BHKW's“ mit Pel < 50 kW_{el} ^{2) 3)} (in ct/kWh)
2002	1,53	1,53	1,74	2,56	5,11
2003	1,53	1,53	1,74	2,56	5,11
2004	1,38	1,38	1,74	2,40	5,11
2005	1,38	1,38	1,69	2,40	5,11
2006	0,97	1,23	1,69	2,25	5,11
2007		1,23	1,64	2,25	5,11
2008		0,82	1,64	2,10	5,11
2009		0,56	1,59	2,10	5,11
2010			1,59	1,94	5,11
2011					5,11

1) Inbetriebnahme nach 01.04.2002

2) Inbetriebnahme zwischen 01.04.2002 und 31.12.2005; Zuschlag wird für 10 Jahre nach Inbetriebnahme bezahlt

3) gilt auch für Brennstoffzellen, hier ohne zeitliche Begrenzung bei der Errichtung

Tab. 3-1: Zuschläge für KWK-Einspeisung ins Netz der allgemeinen Versorgung nach KWK-Gesetz.

3.2 Vergütung für Netzeinspeisung

Zusätzlich zum gesetzlichen Zuschlag erhält der BHKW-Betreiber vom Netzbetreiber, in dessen Netz eingespeist wird, eine Vergütung für „vermeidene Netzkosten“ (zu berechnen nach den Vorgaben der VV II plus) und den „üblichen Preis“ für Netzeinspeisung. Dieser entspricht laut Gesetz dem an Strombörsen gehandelten Preis unter Berücksichtigung der zeitlichen Charakteristik des eingespeisten Stroms. Damit ergibt sich die Vergütung des ins Netz zurückgespeisten Stroms von BHKW's unter 2.000 kW_{el} bzw. unter 50 kW_{el} für z.B. für die Stadtwerke Karlsruhe derzeit wie folgt:



$50 < P_{el} < 2.000 \text{ kW}_{el}$: $2,56 + 3,66 = 6,22 \text{ ct/kWh}_{el}$ ²

$< 50 \text{ kW}_{el}$: $5,11 + 3,66 = 8,87 \text{ ct/kWh}_{el}$.

Der von EVU angebotene „übliche Preis“ bzw. die Vergütung für vermiedene Netzkosten variiert derzeit beträchtlich. Der hier genannte Wert für die SW Karlsruhe liegt eher am oberen Ende des Spektrums, von anderen Netzbetreibern werden auch Werte im Bereich von 1,70 ct/kWh an Vergütung einschließlich vermiedener Netzkosten genannt. Generell muss gesagt werden, dass die „üblichen Preise“ heute durchgehend weit unter der in den 90er Jahren von den EVU angegebenen „vermiedenen Kosten“ - damals im Bereich von 4 bis 5 ct/kWh_{el} – liegen. Der heute gewährte gesetzliche Zuschlag wird dadurch praktisch kompensiert.

3.3 Beispielhafte Ergebnisse für ein Nahwärmenetz für eine Wohnsiedlung mit einem Anschlusswert von 600 kW_{th} und Grundlastbereitstellung der Wärme mit einem BHKW:

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des BHKW ist, ob die mittlere Vergütung für den erzeugten Strom höher ist als die Stromgestehungskosten. Für die Vergütung des vom BHKW erzeugten Stroms wird angenommen, dass dieser Strom vorrangig den Eigenstrombedarf in der Heizzentrale substituiert, der Rest wird ins Netz zurückgespeist. Der Eigenbedarf wird mit 45 MWh_{el}/a angenommen, mit einem Durchschnitts-Strompreis von 10,6 ct/kWh_{el} (ohne MwSt.).

Für verschiedene Modul-Größen wurde die Kostenstruktur mit Hilfe eines Simulationsmodells ermittelt. Die Ergebnisse zeigt Tab. 3-2.

BHKW-Leistung	kW_{el}	5,5	30	50	100	200
Systemkosten	€/kW _{el}	3.442	1.821	1.502	1.130	846
Deckungsanteil von Q _a	%	11	36	45,5	67,5	83
Vollaststunden	h/a	8.470	5.712	4.801	3.744	2.540
Stromgestehungskosten	ct/kWh _{el}	10,3	8,5	7,9	7,2	7,5
Strombewertung ¹⁾	ct/kWh _{el}	10,5	8,9	8,8	6,4	6,2
Jahresüberschuss	€/a	88	2.222	2.755	- 3.234	- 6.802
				(- 1.530)		

1) gewichteter Mittelwert aus Rückspeisung und Substitution

Tab. 3-2: Betriebsdaten und Ergebnis von BHKW-Modulen verschiedener Größe beim Betrieb in der Heizzentrale eines Nahwärmenetzes (Anschlusswert 600 kW_{th}, Jahreswärmebedarf Q_a = 1.020 MWh_{th}). . (Als „üblicher Preis“ einschließlich vermiedener Netzkosten 3,66 ct/kWh_{el} angenommen.)

Mit zunehmender Modulgröße wird der Anteil des ins Netz zurückgespeisten Stroms und damit die Bedeutung der hier maßgeblichen Vergütung immer größer. Beim 50 kW_{el}-Modul liegt dieser Anteil bereits über 75 %. Aus Tab. 3-2 ist auch zu entnehmen, wie sich bei der gesetzlichen

² 3,66 ct/kWh_{el} wird derzeit von den Stadtwerken Karlsruhe angeboten; der Wert enthält den „üblichen Preis“ und die Vergütung für vermiedene Netzkosten.



Grenze von 50 kW_{el} für „Kleinst-BHKW's“ der Sprung des gesetzlichen Zuschlags von 5,11 auf 2,56 ct/kWh_{el} auswirkt, nämlich in Mindereinnahmen um über 4.000 €/a (siehe Wert in Klammern in der Spalte 50 kW_{el}). Abb. 3-1 zeigt grafisch, wie sich der Effekt der Reduzierung des gesetzlichen Zuschlags ab 50 kW_{el} auswirkt.

Da die Strombewertung auch unterhalb 50 kW_{el} nur knapp über den Stromgestehungskosten liegt, führt eine Reduzierung des hier mit 3,66 ct/kWh_{el} angenommenen „üblichen Preises“ (einschließlich vermiedener Netzkosten) dazu, dass auch in diesem Leistungsbereich, trotz des höheren gesetzlichen Zuschlags, der BHKW-Betrieb unwirtschaftlich ist.

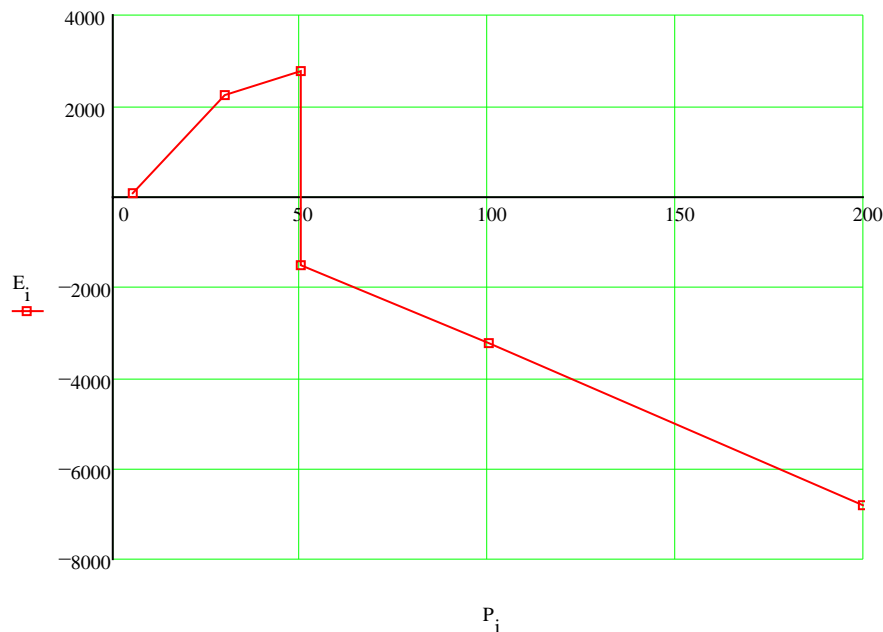


Abb. 3-1: Jahresergebnis des BHKW-Betriebs im Vergleich zum Betrieb der Heizzentrale ohne BHKW als Funktion der Modulgröße (positiv = Minderkosten, negativ = Mehrkosten). Der Sprung ins Negative ab 50 kW_{el} zeigt die Auswirkung der Senkung des gesetzlichen Zuschlags. (Als „üblicher Preis“ einschließlich vermiedener Netzkosten 3,66 ct/kWh_{el} angenommen.)

Das Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass bei wärmegeführtem Betrieb und überwiegender Netzzurückspeisung des BHKW-Stromes unter den heutigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen nur BHKW's im Leistungsbereich von 50 kW_{el} bzw. knapp darunter wirtschaftlich betrieben werden können. Die Erwartung, dass die rund 50.000 BHKW-Module in dieser Leistungs-kategorie, die errichtet werden müssten, um das Ziel von 11 TWh zu erreichen, auch wirklich gebaut werden, dürfte unrealistisch sein. Es ist daher notwendig, BHKW's in höheren Leistungs-segmenten von einigen 100 kW_{el} zuzubauen, die dann überwiegend zur Substitution von Fremdbezug von Strom eingesetzt werden müssen, weil die Vergütung durch Netzzurückspeisung zu gering ist. Im hier maßgeblichen Segment der Strom-Sonderverträge sind jedoch die Strompreise heute so niedrig, dass eine Wirtschaftlichkeit nur unter sehr günstigen Bedingungen (geringe Einbaukosten, sehr lange Benutzungsdauern, Bereitschaft, lange Amortisationszeiten und Unsicherheiten



in der Investitionsentscheidung hinzunehmen, z.B. wegen möglicher Gaspreiserhöhungen) erreichbar sein wird.

3.4 Stromdurchleitung zu einem „Dritten“

Größere kommunale Liegenschaften haben heute Strombezugs(durchschnitts-)Preise von etwa 9 bis 11 ct/kWh_{el} (netto). Somit könnten sie den Strom des BHKW zu einem zunächst für den BHKW-Betreiber günstigeren Preis abnehmen. Im vorliegenden Fall wäre dies ein Klärwerk, welches den gesamten vom BHKW erzeugten Strom bis 200 kW_{el} aufnehmen könnte und derzeit einen Durchschnittstrompreis von etwa 10,5 ct/kWh_{el} hat. Eine Bewertung des vom BHKW gelieferten Stroms mit 9 bis 10 ct/kWh_{el} wäre also aus Sicht des Klärwerksbetreibers vertretbar. Allerdings müssen davon die Netznutzungskosten subtrahiert werden. Diese wurden im vorliegenden Fall vom Netzbetreiber mit 2 x 1.570 €/a für die zeitgleiche Messung von Einspeisung und Abnahme sowie mit 54,3 €/kW.a bzw. 0,59 ct/kWh_{el} für die Netznutzung genannt. Hieraus ergeben sich für den Fall des 100 kW_{el}-BHKW's, welches hier annähernd das BHKW mit den niedrigsten Stromgestehungskosten darstellt, Gesamtkosten für die Durchleitung (auf Mittelspannungsebene) von 10.780 €/a oder 2,88 ct/kWh_{el}. Somit verbleibt für den Betreiber dieses 100 kW_{el}-BHKW's eine Bewertung des abgegebenen Stroms von 6,6 ct/kWh_{el}. Wie Tab. 3-2 zeigt, könnte die Anlage unter diesen Bedingungen gerade wirtschaftlich betrieben werden.

4. Schlussfolgerungen

- (1) Es zeigt sich, dass unter den gegenwärtigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen nur ein BHKW mit einer installierten Leistung von 50 kW_{el} wirtschaftlich betrieben werden kann, *falls dessen Strom überwiegend ins Netz zurückgespeist werden soll*. Größere BHKW gelangen nur in der Bereich der Wirtschaftlichkeit, wenn sie in Netze einspeisen, deren Betreiber einen besonders günstigen „üblichen Preis“ gewährt. Bei allen übrigen Betreibern sind BHKW mit Leistungen > 50 kW_{el} bei überwiegender Netzzurückspeisung unwirtschaftlich.
- (2) Anlagen deutlich kleiner als 50 kW_{el} sind wegen der hohen Kostenprogression derzeit unter diesen Bedingungen nur wirtschaftlich zu betreiben, wenn eine sehr lange jährliche Benutzungsdauer erreicht wird. Hier muss die weitere Entwicklung des „üblichen Preises“ abgewartet werden. Nur bei einer Kombination von hoher Benutzungstundenanzahl, hohem Anteil an Eigenbedarfsdeckung und verhältnismäßig hohem Strombezugspreis (Gewerbetarif) kann für diese „Mini-BHKW's“ ein wirtschaftlicher Betrieb erwartet werden.
- (3) Die vom Gesetz als weitere Möglichkeit vorgesehene Durchleitung zu einem anderen Verbraucher, der bereit ist, den BHKW-Strom zu einem vereinbarten Preis aufzunehmen, kann unter günstigen Rahmenbedingungen gerade ergeben, dass das BHKW „wirtschaftlich“ betrieben werden kann (bei Abschreibung über die technische Lebensdauer). In diesem Fall hängt das wirtschaftliche Ergebnis sehr sensibel von mehreren Parametern ab und muss daher in jedem Einzelfall, möglichst durch Simulation der Erzeugungs- und Abnahmecharakteristik, detailliert gerechnet werden.



- (4) Der gesetzliche Zuschlag von 5,11 ct/kWh_{el} für Anlagen < 50 kW_{el} gilt bis zum Jahre 2011, der Zuschlag für größere BHKW's sinkt jedoch von 2,56 auf 1,94 ct/kWh_{el}. Der Gesetzgeber ging wohl davon aus, dass bis dahin das Strompreisniveau in Deutschland wieder auf einer Höhe liegen würde, die diese Absenkung überkompensiert. Da jedoch auch die Gaspreise in diesem Zeitraum voraussichtlich ansteigen werden, weisen diese Anlagen, z.B. für ein Krankenhaus, ein erhebliches wirtschaftliches Risiko auf. Hinzu kommt die vorgesehene Deckelung von 11 TWh_{el} für Strom aus BHKW's, nach dessen Erreichen der gesetzliche Zuschlag überhaupt gestrichen werden soll.
- (5) Wegen der Bevorzugung von 50 kW_{el}-BHKW's durch das KWKModG zeichnet sich eine Standardisierung von Angeboten für diesen Anlagentyp ab, was zu einer Verbilligung und Vereinfachung führen dürfte. Wegen des hohen Einspar- und Klimaschutzeffektes sollten Kommunen, aber auch Wohnungsgesellschaften möglichst alle potentiellen Einsatzfälle für diesen Typ in ihren Liegenschaften nutzen, um selbst einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, der für sie auch noch zumindest wirtschaftlich neutral gestaltet werden kann. Liegenschaften mit einem Wärmeanschlusswert von 350 bis 400 kW_{th} (oder rund 100 Wohneinheiten) aufwärts eignen sich in der Regel dafür. Zur Vereinfachung für das jeweilige Bauamt sollten auch mögliche Contracting-Angebote in Betracht gezogen werden. (Diese günstigen Bedingungen für 50 kW-BHKW's sind jedoch nur bis Ende 2005 gültig!)
- (6) Das KWKModG bietet in Teilsegmenten einen wirtschaftlichen Anreiz zur Errichtung von BHKW's durch „Eigenbetreiber“ oder „Independent Power Producers“. Das bestehende KWK-Potenzial in Baden-Württemberg, das in Studien ausgewiesen wurde, wird so jedoch insgesamt nicht ausgeschöpft werden können, weil die wirtschaftlichen Anreize, anders als etwa beim EEG für Windkraftanlagen, zu gering und die Risiken zu groß sind. Es ist daher damit zu rechnen, dass die vom Gesetz für 2004 vorgesehene Überprüfung der Wirkung des KWKModG dazu führen wird, dass die Rahmenbedingungen zugunsten von KWK verändert werden.