

# Effizienzkriterien im Klimaschutz

## Ein Plädoyer für „Zero“-Energie

von: Knut Schrader, Geschäftsführer BET  
Dr. Norbert Krzikalla BET  
Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH

In der Energieversorgung wird der Umfang des Klimaschutzes im wesentlichen durch die Mengen der eingesetzten Brennstoffe (Ressourcen) und durch deren Kohlenstoffgehalt bestimmt. Da diese beiden Aspekte verschiedenartige Bezüge aufweisen, sollten ordnungspolitische Instrumente des Klimaschutzes nach Ressourceneffizienz und angestrebtem Brennstoffmix differenziert werden.

Klimaschutz ist in Hinsicht auf die Nutzung fossiler Energieträger immer vergleichender Natur, da jede fossile Energienutzung schädigende Treibhauseffekte bewirkt. Es bedarf somit immer eines vergleichenden Referenzwertes der Klimabeeinträchtigung oder einer Referenzzeit (CO<sub>2</sub>-Absenkung um 25% bis zum Jahr 2005 gegenüber dem Jahr 1990).

Zuletzt im Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWK-Vorschaltgesetz) festgeschrieben, ist die Verabschiedung eines KWK-Ausbaugesetzes zur Verdoppelung der Stromerzeugung aus KWK beabsichtigt, soweit sich KWK als geeignetes Instrument zum Erreichen der Klimaschutzziele der Bundesrepublik erweist.

Inwieweit KWK ein geeignetes Mittel zum Erreichen der Klimaschutzziele ist, hängt zum einen von den gewählten Referenzprozessen, zum anderen von den technischen Parametern und der Fahrweise jeder einzelnen Anlage ab. Somit kann der Betrieb einer KWK-Anlage in unterschiedlichem Maße, im Extremfall auch nur gering, zum Klimaschutz beitragen. Ein im Hinblick auf den Klimaschutz zu einzuführendes Modell muß daher in der Lage sein, diese erheblichen Unterschiede der Anlagen und der Betriebsarten abzubilden.

Es gibt eine Reihe von Gründen, die Effizienz der Nutzung der eingesetzten Ressourcen und nicht die brennstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen als das Hauptkriterium für den KWK-Ausbau anzusehen:

1. KWK ist ein technisches Konzept der Brennstoffeinsparung, bei dem die durch die Stromerzeugung in Wärmekraftanlagen unweigerlich anfallende Abwärme zu Heizzwecken genutzt wird. Die Anlagen müssen daher dezentral, nah an dem Ort des Wärmebedarfs errichtet werden und weisen daher meist geringere Leistungen als Kondensationskraftwerke auf. Heizkraftwerke können mit allen Brennstoffen betrieben werden.
2. Brennstoffeinsparung bedeutet immer gleichzeitig Ressourcenschonung, Umweltentlastung und Klimaschutz.

3. CO<sub>2</sub>-Minderung durch Umstellung auf kohlenstoffarme Brennstoffe erfolgt bei jeder Verbrennung, gekoppelt oder ungekoppelt, in jedem Verbrauchssektor, bei Hausbrand und Verkehr und sollte somit nicht vorrangiger Gegenstand eines umweltorientierten KWK-Ausbaus sein.
4. Ein hinreichend diversifizierter Brennstoffmix ist für ein Importland von kohlenstoffarmen Primärenergieträgern (Erdgas) von erheblicher energiepolitischer Bedeutung.
5. Nahezu alle Untersuchungen über den Neu- und Zubau von Kraftwerkskapazitäten prognostizieren einen hohen Anteil an gasgefeuerten Anlagen, die sich im Vergleich zu anderen Kraftwerken durch hohe Wirkungsgrade und vergleichsweise geringe Investitionen auszeichnen. Eine besondere Begünstigung des Erdgaseinsatzes im KWK-Ausbau erscheint dadurch verzichtbar.

Mit Betonung der Ressourceneffizienz im Klimaschutz durch KWK bietet sich an, diejenige Strommenge einer KWK-Anlage zu begünstigen, die im Vergleich zu ungekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung als brennstofffrei – als „Zero“-Strom - anzusehen ist. Dies ist der Anteil der Stromerzeugung in KWK-Anlagen, der der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gleichgestellt werden kann.

Analog zu dem Substitutionswirkungsgrad (1), der die Qualität von KWK-Anlagen gegenüber ungekoppelten Stromerzeugungsanlagen ausdrückt, wäre die Menge brennstofffreien Stromes einer KWK-Anlage nach (2) zu berechnen:

$$\eta_{sub} = \frac{\eta_{el}}{1 - \eta_{th} / \eta_{ref,th}} \quad (1)$$

mit:

- $\eta_{sub}$  = Substitutionswirkungsgrad
- $\eta_{el}$  = elektrischer Nutzungsgrad KWK
- $\eta_{th}$  = thermischer Nutzungsgrad KWK
- $\eta_{ref,th}$  = Referenzwirkungsgrad Wärmeerzeugung

$$W_Z = W_{erz} - \eta_{ref,el} \left( B - \frac{Q_{nutz.}}{\eta_{ref,th}} \right) \quad (2)$$

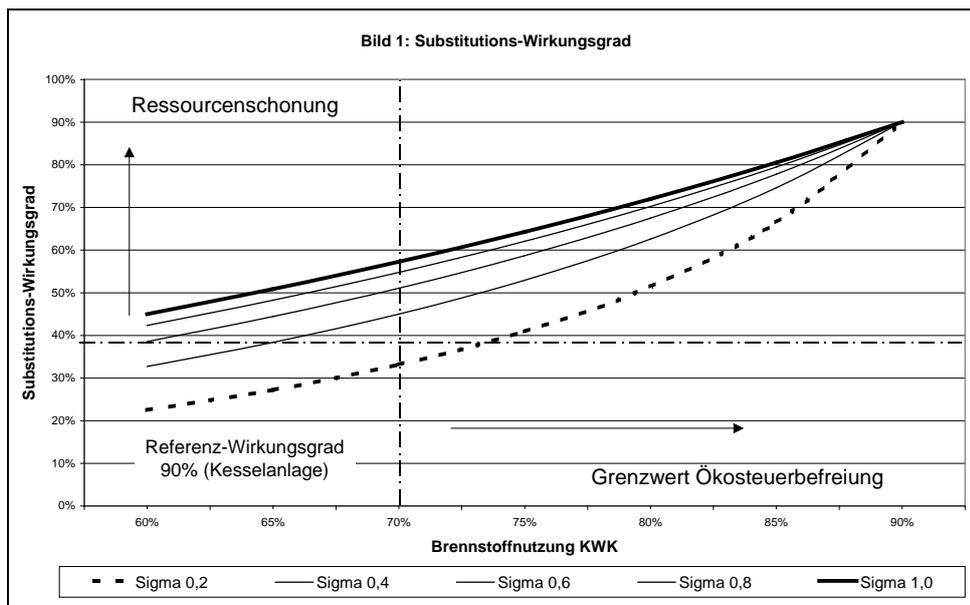
mit:

- $W_Z$  = Brennstofffreier „Zero“-Strom
- $W_{erz}$  = Erzeugte Strommenge des Gesamtsystems
- $B$  = Eingesetzte (fossile) Brennstoffmenge
- $Q_{nutz.}$  = Genutzte Wärmemenge des Gesamtsystems
- $\eta_{ref,th}$  = Referenznutzungsgrad Wärmeerzeugung

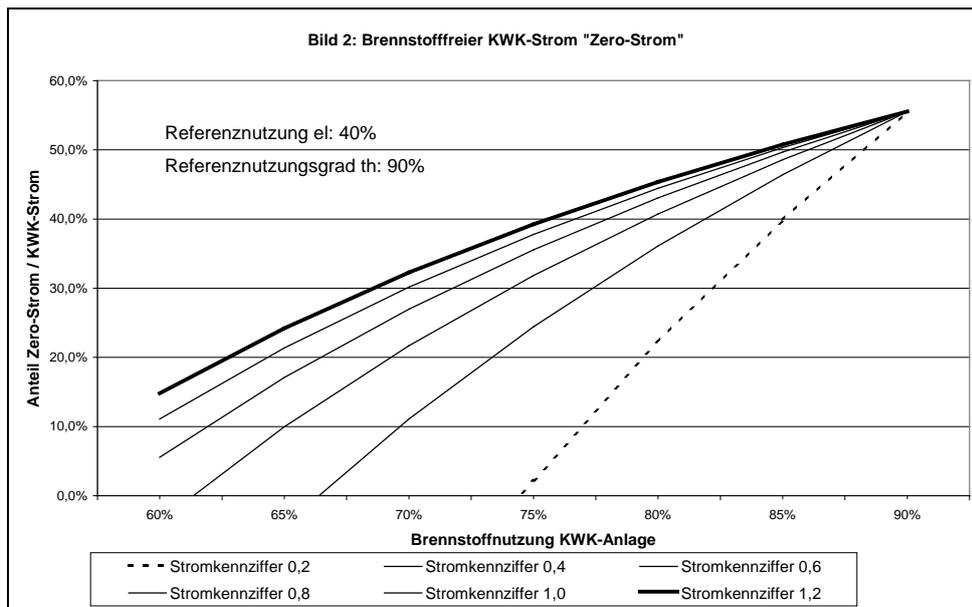
$$\eta_{\text{ref,el}} = \text{Referenznutzungsgrad Stromerzeugung}$$

Unter Zugrundelegung eines Referenznutzungsgrades für die ungekoppelte Wärmezeugung wird die Brennstoffmenge, die im ungekoppelten Prozeß (Heizwerk) für die Erzeugung der Nutzwärme des Heizkraftwerkes erforderlich wäre, errechnet und von der im Heizkraftwerk eingesetzten Brennstoffmenge abgezogen. Mit einem Referenznutzungsgrad für die ungekoppelte Stromerzeugung (Kondensationskraftwerk) wird die mögliche Kond-Stromerzeugung aus der Rest-Brennstoffmenge errechnet und von der tatsächlichen Stromerzeugung des Heizkraftwerkes abgezogen. Der verbleibende restliche Strom ist der durch KWK ohne zusätzlichen Brennstoffeinsatz erzeugte Zero-Strom.

Es erscheint sinnvoll, mittlere erreichte Nutzungsgrade (Quotient von Jahresmengen) und nicht Wirkungsgrade (Quotient von Leistungen) als Referenzwerte der ungekoppelten Strom- und Wärmezeugung festzulegen, um Anfahr- und Teillastverluste in die Betrachtung mit einzubeziehen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, je eingesetztem Brennstoff unterschiedliche Referenznutzungsgrade anzusetzen, die den jeweiligen mittleren Stand der Technik darstellen. Damit wäre ein vollständig von der Brennstoffwahl unabhängiger Maßstab der Ressourceneffizienz erreicht.



Mit – beispielhaften – Referenz-Nutzungsgraden von **40%** für Stromerzeugung und **90%** für Wärmezeugung ergeben sich für KWK-Anlagen unterschiedlicher Brennstoffnutzung und Stromkennziffer Kennfelder des Substitutionswirkungsgrades (Bild 1) und Anteile brennstofffreien Zero-Stromes (Bild 2).



In Bild 1 wird deutlich, daß die Definition von KWK-Strom durch eine Mindestbrennstoffnutzung von 70%, wie vielfach vorgeschlagen, umweltentlastende Anlagen mit einer Stromkennziffer von 1,0 und Brennstoffnutzungsgraden zwischen 60% und 70% außer Acht läßt, obwohl die Anlagen Substitutionswirkungswerte zwischen 45 und 55% erreichen und damit zum Klimaschutz beitragen. Dieser Effekt trifft für eine Reihe von großen GuD-Anlagen zu, deren Brennstoffnutzungen im Bereich von 70% liegen.

Legt man die Systemgrenze der vom Betreiber der KWK-Anlage anzugebenden Werte als Netto-Jahresmengen der Stromausspeisung, der Nutzwärme und des Brennstoffes an die äußere Grenze der Gesamtanlage (Zaun des Heizkraftwerkes), ergeben sich folgende Vorteile des vorgenannten Effizienzkriteriums:

- Eine anlagenbezogene Differenzierung von Kondensations- und Gegendruckstrom (KWK-Strom) ist nicht erforderlich. Verminderte Wärmenutzung führt automatisch zu einer rechnerischen Verminderung des Anteils brennstofffreien Zero-Stromes.
- Dadurch, daß nur der brennstofffrei erzeugte Strom als förderungswürdig anerkannt wird, entfällt die Notwendigkeit der Angabe fixer Grenzwerte mit den damit einhergehenden unerwünschten Grenzeffekten. Die stetige Abbildung der Ressourceneffizienz durch Zero-Strom bewirkt eine stufenlose Anreizwirkung für den Klimaschutz.
- Bei einem Mindest-Brennstoffnutzungsgrad als Kriterium von KWK-Strom könnte die KWK-Begünstigung mißbraucht werden, indem die ungekoppelte Stromerzeugung aus diesen Anlagen gezielt ausgeweitet wird, bis exakt der festgelegte Grenzwert (z.B. 70% Brennstoffnutzung) erreicht wird. Durch die Anwendung des vorgeschlagenen Effizienzkriteriums mit seiner methodenbedingt integrierten Anreizwirkung wird dieser Mißbrauch verhindert.
- Die gewählte Systemgrenze einschließlich der reinen Wärmeerzeugung führt dazu, daß sich die Menge brennstofffreien Zero-Stromes durch übertreffen bzw. unterschreiten des Referenznutzungsgrades Wärme

rechnerisch erhöht bzw. vermindert. Auf diese Weise entsteht ein sinnvoller Anreiz, die Effizienz des Gesamtsystems zu erhöhen.

- Betriebliche Optimierungen der Effizienz der KWK-Anlage werden im Jahresbezug wirtschaftlich belohnt.
- Zero-Strom kann einfach berechnet werden. Es bedarf lediglich der Festlegung von zwei Referenzwerten und der jährlichen Angabe von drei Energiemengen durch den KWK-Betreiber.

Für das diskutierte Quoten/Zertifikate-Modell im Rahmen des KWK-Ausbaugesetzes hätte eine Beschränkung des ankaufpflichtigen Stromes auf den Anteil brennstofffreien Zero-Stromes keine systematischen Auswirkungen, da sich der aus dem Zertifikatehandel ergebende geldwerte Umsatz nach wie vor aus dem Verhältnis Angebot / Quote (Nachfrage) und dem zu zahlenden Strafgeld für nicht erfüllte Ankaufpflicht bestimmt.

Aus den aktuell vorliegenden Untersuchungen (AGFW, VIK, VKU) läßt sich abschätzen, daß bei Referenznutzungsgraden von 40% el / 90% th der Anteil Zero-Strom etwa 35%-40% des in KWK erzeugten Stromes beträgt. Die in der Diskussion stehenden 6,0 Pfg/kWh Strafgeld für KWK-Anlagen-Strom müssten bei der Beschränkung der Quote auf Zero-Strom im Verhältnis KWK-Strom/Zero-Strom auf ca. 16 Pfg/kWh erhöht werden. Das Strafgeld entspricht damit in etwa dem Stromwert erneuerbarer Energie nach EEG.