

Markt- und Systemintegration von Klein- und Mikro-KWK

# Anreize zur Direktvermarktung ohne Wärmekostensteigerung

**KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG** | Der weitere Ausbau von fluktuierender erneuerbarer Energie erfordert, dass sich Stromeinspeiser und -verbraucher zunehmend abhängig von der Stromlast und somit vom Strompreis verhalten. Gerade aber für kleinere Kraft-Wärme-Kopplungen (KWK)-Anlagen ist unter heutigen Rahmenbedingungen der Anreiz dafür sehr gering. So erhalten Anlagen bis 2 MW Leistung bisher in der Regel eine für ein Quartal konstante Vergütung („üblicher Preis“). Andere Anlagen wiederum erzeugen Strom zur Eigennutzung, um vom in der Vergangenheit wirtschaftlich attraktiven Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)-Privileg zu profitieren. Diese Praxis würde sich durch die Vorgaben des Referentenentwurfs zum neuen Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) deutlich ändern.

Der Referentenentwurf zum KWKG 2016 (Stand 28. August 2015) setzt im Vergleich zum derzeit geltenden KWKG erstmals deutliche Anreize zur Marktintegration von KWK-Anlagen: Dem Vorbild des EEG 2014 folgend muss Strom aus KWK-Anlagen mit einer Leistung von mehr als 100 kW direktvermarktet werden. Strom aus Anlagen mit weniger als 100 kW elektrischer Leistung kann weiterhin vom Netzbetreiber mit dem „üblichen Preis“ vergütet werden. Darüber hinaus erfolgt bis auf wenige Ausnahmen (KWK-Anlagen bis 50 kW Leistung und Anlagen in der energieintensiven Industrie) keine KWK-Vergütungszahlung für eigenverbrauchten Strom.

Im Folgenden wird zunächst dargestellt, welche Auswirkung auf die Betriebsweise und die Wirtschaftlichkeit eine durch das KWKG 2016 angereizte Direktvermarktung bewirkt. Dafür wurden die Variante Status quo und die Variante nach Referentenentwurf sowie zwei weitere Varianten mit einer Weiterentwicklung des KWK-Zuschlages erarbeitet und mit

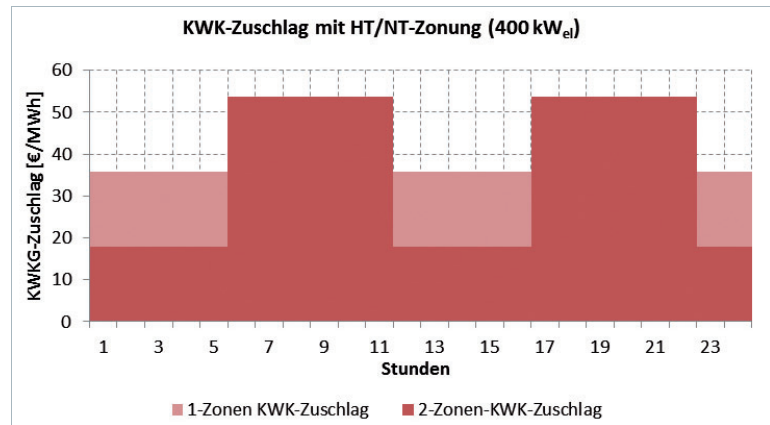


Bild 1 Funktionsweise eines 2-Zonen-KWK-Zuschlages.

Hilfe einer Einsatzsimulation gegenübergestellt. Grundlage jeder Variante ist eine typische KWK-Anlage inklusive Spitzenlastkessel und Wärmespeicher.

## Varianten der Einsatzsimulation

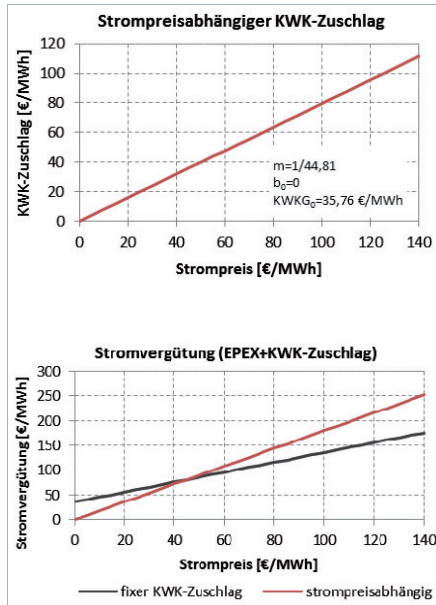
*Variante 1* stellt den Status quo nach dem KWKG 2012 dar, unter dem alle Anlagen bis 2 MW in der Regel den so genannten üblichen Preis erhalten. Es erfolgt eine Vergütung des eingespeisten Stromes zum Quartals-Base-Preis. In diesem Fall besteht kein Anreiz, die Anlage strompreisabhängig zu betreiben – eine Marktintegration erfolgt so nicht. Im Gegenteil kann in diesem Fall eine Stromproduktion zu Zeiten erfolgen, in denen das Netz durch die Einspeisung von fluktuierenden Erneuerbaren überlastet ist.

In *Variante 2* wird die im Entwurf des KWKG 2016 beschriebene Vorgehensweise dargestellt, nach der Strom aus Anlagen mit einer elektrischen Leistung von über 100 kW direktvermarktet werden müssen. Es erfolgt eine Vergütung des eingespeisten Stromes zum Epex-Preis. Im Falle einer Direktvermarktung ist zu erwarten, dass die Anlage den Strompreis als Marktsignal wahrnimmt und sich entsprechend verhält. Davon ausgehend, dass der Strompreis in den meisten Stunden die Last abbildet – das heißt, ein hoher Strompreis korreliert mit einer hohen Last und umgekehrt – ist zu erwarten, dass die Einspeisung vorwiegend zu Zeiten mit hoher Stromlast erfolgt.

Mit *Variante 3* wird eine mögliche Weiterentwicklung des KWKG 2016 untersucht, indem neben der Direktvermarktung ein zusätzlicher Anreiz zum Betrieb von KWK-Anlagen in Hochlastzeiten gesetzt wird. Der Anreiz zum Betrieb in Schwachlastzeiten wird hingegen verringert. Erreicht wird dies durch die Zahlung eines 2-Zonen-KWK-Zuschlages. **Bild 1** zeigt eine mögliche Ausgestaltung eines solchen 2-Zonen-Tarifes.

In *Variante 4* wird das Marktsignal des Strommarktes durch einen strompreisabhängigen KWK-Zuschlag gegenüber Variante 3 zusätzlich verstärkt. Ziel ist es, der KWK-Anlage noch höhere Anreize zu Zeiten mit hohen Strompreisen und noch geringere Anreize zu Zeiten mit niedrigen Strompreisen zu geben. Hierzu wird eine lineare Abhängigkeit des KWK-Zuschlages vom Strompreis unterstellt. Die Steigung entspricht dabei dem Reziprok des Jahres-Base-Preises (**Bild 2**). Auf diese Weise erhält man bei Grundlast-Betrieb der Anlage den üblichen KWK-Zuschlag und wird nicht schlechter gestellt als vorher.

Für die Bewertung der Varianten werden die Wirtschaftlichkeit und das Einsatzverhalten einer beispielhaften Anlage mittels einer Kraftwerkseinsatzoptimierung (BET-Mod) untersucht. Es erfolgt eine Deckungsbeitragsmaximierung unter der Nebenbedingung der Wärmelastdeckung in stundenscharfer zeitlicher Auflösung.

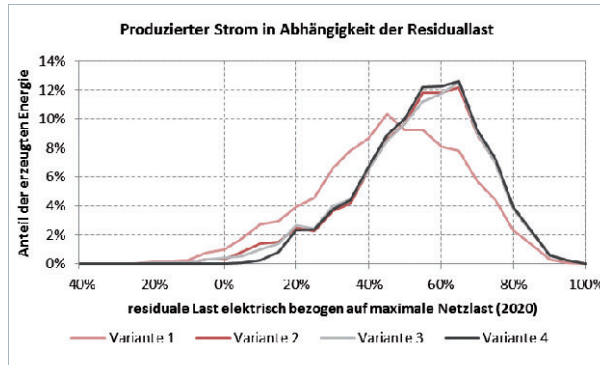


**Bild 2** Funktionsweise eines strompreisabhängigen KWK-Zuschlags.

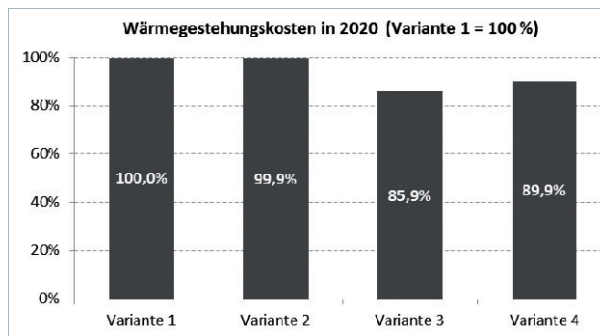
Abgebildet ist eine Anlage mit 400 kW Nennleistung, einem elektrischen Wirkungsgrad von 37,5 % und einem Nutzungsgrad von 88 %. Darüber hinaus sind ein Speicher mit 3,2 MWh Kapazität und ein Spitzenkessel implementiert. Die benötigten Preisprognosen für Erdgas und Strom sind dem aktuellen BET-BestGuess-Energiemarktszenario entnommen. Im Rahmen der Optimierung sind außerdem variable Betriebskosten, vermiedene Netzentgelte und Stromsteuer berücksichtigt. Die durch das KWKG 2016 allgemein erhöhten Fördersätze sind in der vorliegenden Untersuchung nicht betrachtet, da hier lediglich die Auswirkung der Direktvermarktung und weitere Anreize durch Anpassung Zahlungsregimes des KWKG analysiert werden sollen.

### Gegenüberstellung der Varianten

Wird der Anlagenbetrieb in stündlicher Auflösung betrachtet, kann eine Aussage über die Systemdienlichkeit der KWK-Anlagen getroffen werden. Dazu wird der erzeugte und eingespeiste Strom der KWK-Anlage mit der jeweiligen Netzauslastung verglichen (Bild 3). Die Netzauslastung ist dabei definiert als residuale Stromnetzlast<sup>1)</sup> in Deutschland im Jahre 2020 bezogen auf die Jahreshöchstlast in 2020. Für eine optimale Systemintegration ist es dabei zielführend, dass die Einspeisung von KWK-Strom möglichst zu Zeiten mit hoher residueller Stromlast erfolgt und eine Einspeisung bei niedriger oder sogar negativer residueller Stromlast möglichst vermieden wird.



**Bild 3** Systemintegration von KWK-Anlagen.



**Bild 4** Wärmekosten 2020 im Vergleich.

Es zeigt sich, dass die Varianten 2 bis 4 eine deutlich systemdienlichere Fahrweise aufweisen, da die Erzeugung hauptsächlich zu Zeiten mit hoher residueller Last erfolgt. Ursache hierfür ist, dass diese ein zum Teil verstärktes Marktsignal in Form des Strompreises sehen und im Gegensatz zu Variante 1 entsprechend eingesetzt werden.

Allein die Umstellung auf die Direktvermarktung, wie es der Entwurf zum KWKG 2016 vorsieht, zeigt eine deutliche Wirkung und ist somit vor dem Hintergrund der Systemdienlichkeit als sinnvoll zu bewerten. Variante 2 und 3 verhalten sich nahezu gleich, Variante 4 weist insgesamt die höchste Systemdienlichkeit auf, da noch weniger Strom in Zeiten geringer residueller Last ins Netz eingespeist wird.

### Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Ergebnisse

Basierend auf den Modellergebnissen werden die Gesamtwärmekosten der jeweiligen Varianten ermittelt und mit der bisherigen KWKG-Regelung verglichen (Bild 4). In die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung fließen neben den variablen Kosten- und Erlösbestandteilen aus der Kraftwerkseinsatzoptimierung auch die Fix- und Investitionskosten ein. Nicht berücksichtigt sind zusätzliche Kosten für

die Direktvermarktung und mögliche Zusatzerlöse aus der Regelenenergievermarktung.

Die Gesamtwärmekosten sinken bei einer reinen Epex-Vermarktung wie in Variante 2 dargestellt nur marginal. Werden zusätzliche Anreize gesetzt, sinken sie jedoch merklich. In Variante 4 um 10,1 % und in Variante 3 sogar um 14,1 %. Das resultiert allerdings im hohen Maße aus einer insgesamt höheren KWK-Förderung, da sich die Erzeugung systematisch in Stunden mit höheren KWK-Vergütungen verlagert. Bei einer konkreten Ausgestaltung der zusätzlichen Anzelelemente sollte hierbei auf eine Kostenneutralität geachtet werden.

### Fazit

Die durch die Novelle des KWKG gesetzte Anreize zur Direktvermarktung führen zu einer deutlich besseren Markt- und Systemintegration auch von kleineren KWK-Anlagen, ohne dass die Wärmekosten steigen. Künftig können durch eine Weiterentwicklung des KWK-Zuschlags zusätzliche Anreize geschaffen werden – insbesondere ein marktpreisabhängiger KWK-Zuschlag führt in der hier durchgeführten Untersuchung zu der besten Markt- und Systemintegration.

Allerdings muss man einschränkend hinzufügen, dass die Reaktion auf das Strompreissignal als Indikator für die Systemintegration nur auf nationaler Ebene und auch nicht für alle Stunden verlässlich ist. In den regionalen Verteilnetzen kann die Systemdienlichkeit der angereizten KWK-Anlagen höchst unterschiedlich oder sogar negativ ausfallen. Weitere Analysen sollten darauf abzielen, zusätzliche Steuerungsinstrumente zu entwickeln, um eine Markt- und Systemintegration auch auf regionaler Ebene zu unterstützen.

Martin Bartelt, Jörg Ottersbach, BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH, Aachen  
www.bet-aachen.de

<sup>1)</sup> Residuale Last: Stromlast abzüglich Erzeugung aus Must-Run-Anlagen und Erneuerbare-Energien-Anlagen mit Einspeisevorrang.