



Die Kraft-Wärme-Kopplung

Ein Eckpfeiler des deutschen Energie- und Klimaprogramms

3. März 2008

Europa ist Vorreiter für eine moderne Energie- und Klimapolitik. Und Deutschland ist Primus inter Pares im Engagement für Klimaschutz, neue Energietechnologien und Energieeffizienz. Im neuen Energie- und Klimaprogramm steht die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) unter allen Eckpunkten auf Platz eins.

KWK-Technologien ermöglichen eine „doppelte Dividende“. Moderne Anlagen zur gekoppelten Erzeugung von Kraft und Wärme nutzen 90% der Inputenergie. Die extreme KWK-Effizienz spart Primärenergie und schont das Weltklima.

Politik hübscht Aschenputtel der Energiewirtschaft auf. Entscheidend ist, dass die KWK-Fördergesetze in die richtige Richtung weiterentwickelt werden. Die anstehenden Novellen des Erneuerbaren Energien-Gesetzes (EEG) und des KWK-Gesetzes werden die Attraktivität des Effizienz-Champions weiter steigern. Das EEG 2009 befeuert nicht zuletzt die weitere Expansion von Bio-KWK.

Chancen für Landwirtschaft, Industrie, Handel und öffentlichen Sektor. Die zunehmende Nutzung von KWK-Anlagen führt zu mehr Dezentralität und Sicherheit der Energieversorgung. Erste Projekte virtueller Kraftwerke zeigen, dass die einstige Spielwiese von Visionären mittlerweile auch pragmatische Wissenschaftler fasziniert. In Zukunft könnten virtuelle Kraftwerke den Neubau traditioneller Kraftwerke ersparen.

KWK-Verdoppelung durch Instrumentenvielfalt. Der politische Ansatz zur Steigerung des KWK-Anteils ist typisch deutsch, gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Instrumenten, Anlagentypen und Größenklassen. Künftig dürfte der EU-Emissionshandel den Fortbestand deutscher Fördergesetze infrage stellen.

www.
dbresearch.de

Autor

Josef Auer
+49 69 910-31878
josef.auer@db.com

Editor

Tobias Just

Publikationsassistenz

Sabine Kaiser

Deutsche Bank Research
Frankfurt am Main
Deutschland

Internet: www.dbresearch.de

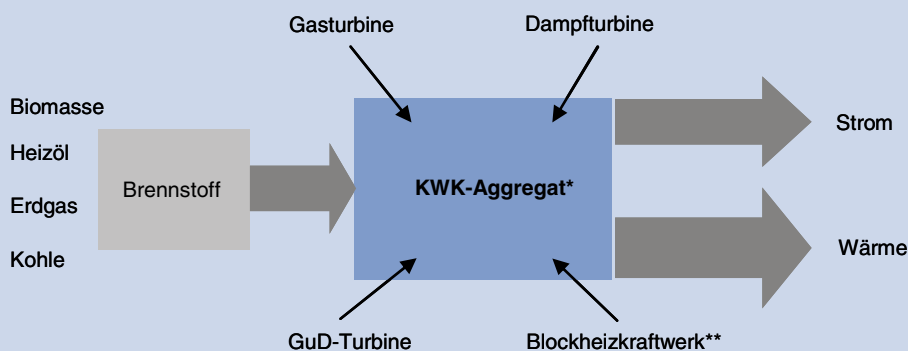
E-Mail: marketing.dbr@db.com

Fax: +49 69 910-31877

DB Research Management

Norbert Walter

Alternativen der Kraft-Wärme-Kopplung



*In der Regel mit Generator

**Otto- und Dieselmotor, Sterlingmaschinen, kleine Gasturbinen, Brennstoffzellen

Quellen: DB Research. Für eine andere Darstellung vgl. auch Krautkremer (2005), S. 61.

Deutschland ist Primus inter Pares in Europa

Spätestens 2007 hat Europa weltweit die Vorreiterrolle für den Neuanfang der Energie- und Umweltkonzeption übernommen. Der „3-mal 20 bis 2020“-Beschluss der Europäischen Union markiert eine Zeitenwende und ist Beleg für Europas globalen Führungsanspruch bei Energie- und Klimathemen. Immerhin sollen in der EU die Treibhausgasemissionen um (mindestens) 20% vermindert, der Anteil der Erneuerbaren Energien am gesamten Primärenergieverbrauch auf 20% gesteigert (2005: 6,6%) und die Energieeffizienz durch Energieeinsparungen um 20% erhöht werden.

Deutschland gilt unter den großen europäischen Ländern mittlerweile als Primus inter Pares in Sachen Engagement für Klimaschutz, alternative Energietechnologien und Energieeffizienz. Freilich ist Deutschland – auch aufgrund der einst sehr niedrigen Ausgangsbasis wegen der relativ geringen Wasserpotenziale – in Europa noch keineswegs Spitze bei der (anteiligen) Nutzung der regenerativen Energien. So gesehen waren die im August 2007 in Meseberg beschlossenen 29 Eckpunkte für ein ambitioniertes Energie- und Klimaprogramm keineswegs ein Wunder, sondern die logische Konkretisierung einer als nachhaltig identifizierten Zukunftsstrategie. Das deutsche Integrierte Energie- und Klimaprogramm wird quasi als Doppelpack umgesetzt: Das erste Paket besteht aus 14 Gesetzen und Verordnungen und wurde am 5. Dezember 2007 vorgestellt. Ein zweites, kleineres Paket soll am 21. Mai 2008 folgen.

Im Rahmen der in Meseberg beschlossenen Eckpunkte misst Deutschland der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) eine besondere Bedeutung zu. Um Brennstoffe künftig effizienter einzusetzen, soll bis 2020 der Anteil der KWK-Stromproduktion an der gesamten Elektrizitätserzeugung in Deutschland von derzeit ca. 12% auf etwa 25% verdoppelt werden. Diesem Ziel verpflichtet sind die angestrebte Novelle des 2002 aufgelegten KWK-Gesetzes und die Anpassung des Erneuerbare Energien-Gesetzes (EEG) in 2009.

KWK war lange ein Aschenputtel der Energiewirtschaft

Wohl nur für Experten ist KWK ein Synonym für einen besonders effizienten Umgang mit Energiequellen. Laien dagegen verstellt oft allein schon der sperrige Begriff den Zugang zur Technik. Hinzu kommt, dass die diversen KWK-Technologien ihre Reize weniger spektakulär als andere Energieformen wie die Photovoltaik oder die Windkraft zeigen. Die KWK offenbart ihre Attraktivität eher in buchhalterischer Manier, scheint also wenig sexy zu sein. Aber gerade für nüchtern kalkulierende Investoren und Wissenschaftler ist letztlich wichtig, was in der Energiebilanz „unter dem Strich“ steht. Und unter Effizienzgesichtspunkten sind KWK-Technologien kaum zu übertreffen.

KWK ermöglicht „doppelte Dividende“

Unter dem Begriff KWK lassen sich alle Prozesse zur Erzeugung elektrischer Energie subsumieren, welche – zumindest teilweise – auch die dabei entstehende Wärme nutzen. Das Prinzip der KWK, also der gekoppelten Kraft- und Wärmenutzung, ist keineswegs eine Erfindung des modernen Menschen. Für die Natur ist es seit jeher ein Kernbaustein für die Genese und Weiterentwicklung des Lebens. Jede Körperzelle arbeitet nach dem Prinzip. Da der Brennstoff des Lebens, die Nahrung, im Evolutionsprozess immer wieder temporär knapp wurde, war die besonders effiziente Nutzung der knappen Nahrungsressourcen überlebenswichtig. Deshalb erzeugen Zellen aus dem Brennstofflieferanten Nahrung in einem gekoppelten

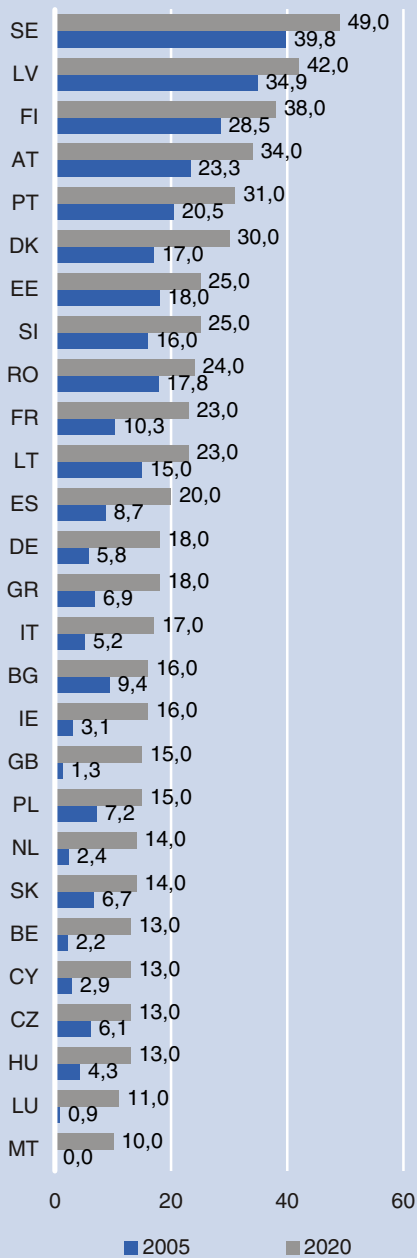
Wesentliche Punkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm

- Verdoppelung des Anteils von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung auf 25% bis 2020.
- Steigerung des Anteils regenerativer Energien an der Stromproduktion von 12% in 2006 auf 25 bis 30% bis 2020.
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch von 6% in 2006 auf 14% bis 2020.
- Nachweis der technischen, umweltverträglichen und wirtschaftlichen Machbarkeit der CO₂-armen Kraftwerkstechnologien.
- Förderprogramme für Klimaschutz und Energieeffizienz außerhalb von Gebäuden.
- Förderung energieeffizienter Produkte durch Festlegung von Standards für Geräte (z.B. Ökodesign).
- Weiterentwicklung und Verstärkung des bestehenden Gebäudesanierungsprogramms für die energetische Sanierung von Wohnhäusern.
- Anreize zur Minderung der CO₂-Emissionen des Verkehrs. Die Bundesregierung will sich für die wettbewerbsneutrale Einbeziehung des Flug- und Schiffsverkehrs in den Emissionshandel einsetzen.
- Reduktion der Emissionen der extrem klimaschädlichen fluorierten Treibhausgase, die ein bis zu 20.000mal höheres Treibhauspotenzial haben als CO₂.

Quelle: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm. Bundesregierung.

EU-Ausbauziele für Erneuerbare bis 2020

Erneuerbare Energien an Gesamtenergieverbrauch, %



Quelle: EU-Kommission

1

und damit effizienten Prozess Kraft und Wärme und befriedigen damit elementare Lebensbedürfnisse. Erst vor etwa 200 Jahren zogen menschliche Erfindungen mit der Basisinnovation Kraftmaschine mit der Natur gleich. Kraftmaschinen ermöglichten erstmals ein „Recycling“ der bei der Stromerzeugung frei gesetzten Wärme, die bisher ungenutzt verpuffte. Dank intelligenterer Technologien kann seither das Energiepotenzial von Brennstoffen immer umfangreicher ausgeschöpft werden.

Heute erreichen moderne KWK-Technologien Nutzungsgrade der eingesetzten Primärenergien um 90%. Das ist zweifach von Vorteil, denn erstens können etwa 30 bis 40% der Primärenergie eingespart werden, und zweitens – damit zusammenhängend – wird die Kontamination mit Treibhausgasen entsprechend reduziert. Die gekoppelte Erzeugung von Kraft und Wärme ermöglicht so gesehen eine „doppelte Dividende“.

KWK nicht gleich KWK – Vielfalt kann verwirren

Zweckmäßig ist eine sehr weite Begriffsdefinition. So werden zur KWK neben der Nutzung von Kraftprozessen auch Prozesse mit Brennstoffzellen (also ohne mechanische Kraftprozesse) gezählt – die Nutzung der Abwärme vorausgesetzt. Grundsätzlich ist die Wärme auf sehr unterschiedliche Art und Weise verwendbar, z.B. zum Heizen, für Kühlzwecke oder als Prozessenergie. Der komplexere Begriff Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) ist gebräuchlich, wenn mittels der Abwärme auch noch ein Kälteprozess angetrieben wird. Die KWK-Definition beinhaltet oft selbst die Thermophotovoltaik, bei der es um die technische Umwandlung von Wärme in elektrische Energie durch Photozellen geht (Stichwort „leuchtende Heizung“¹). Hierbei handelt es sich im Kern freilich um Wärme-Kraft-Kopplung (WKK).

Die gelegentlich verwirrende Vielfalt der KWK-Technologien hat damit zu tun, dass die Prozesse sowohl nach dem jeweiligen Brennstoffinput (fossile oder erneuerbare Energien bis hin zu Siedlungsabfällen) als auch nach den konkret genutzten KWK-Aggregaten (Gas-, Dampf-, Gas- und Dampfturbinen oder auch Blockheizkraftwerke) differieren.² Blockheizkraftwerke (BHKW) werden typischerweise am Ort des Wärmeverbrauchs betrieben. Zur Stromproduktion verwenden BHKW Verbrennungsmotoren, kleine Gasturbinen (unter 15 kW auch Mikro-KWK genannt) oder Brennstoffzellen. Während die elektrische Leistung von BHKW nur zwischen 5 kW und 5 MW liegt, ermöglicht die KWK in Heizkraftwerken eine Leistung von einigen hundert MW. Zur großen Vielfalt tragen freilich unterschiedliche Temperaturniveaus sowie Relationen zwischen elektrischer und thermischer Leistung bei.

Per Saldo vereint der KWK-Begriff viele innovative Technologieansätze zur effizienten Nutzung sehr unterschiedlicher Energiequellen. Bei der Beurteilung der konkreten KWK kommt es auch auf die richtige Kombination von Technik und Brennstoffen an. KWK-Effizienz und Erneuerbare gelten als „siamesische Zwillinge“ für eine Energiewende hin zu mehr Versorgungssicherheit und Klimaschutz.³ Im Extremfall, der Verschmelzung moderner KWK-Technik mit erneuer-

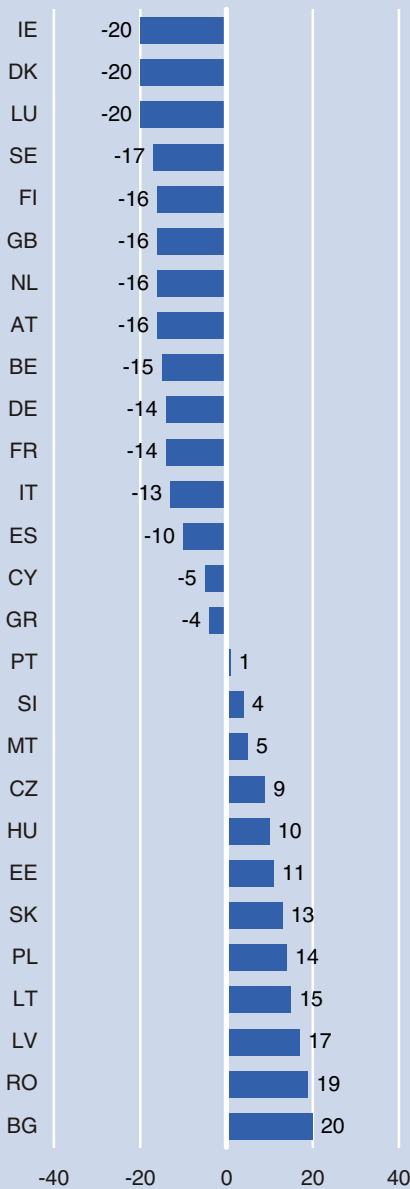
¹ Vgl. energie.ch (<http://www.energie.ch/themen/haustechnik/tpvtaik/index.htm>); Zugriff am 18.02.2008.

² Zu einem Überblick über gängige Verfahren, Module, Anbieter und Kosten vgl. Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch (ASUE). BHKW-Kenndaten 2005. Zudem www.bhkw-info.de.

³ Vgl. Hennicke, Peter (2005). Die siamesischen Zwillinge der Energie. In Petermann, Jürgen (Hrsg.). Sichere Energie im 21. Jahrhundert. S. 385-395.

EU-Klimaschutzziele 2020

Einsparziele für Emissionen gg. 2005, %



Energiefluss bei dezentralem BHKW, %

Primärenergie (Erdgas)	100
Kraftwerk-Wirkungsgrad	90
- Umwandlungsverlust	10
- Übertragungsverluste	3
davon	
Strom	1
Nahwärme	2
= Nutzung der Inputenergie	87
davon	
Elektrizität	36
Wärme	51

Quelle: ASUE **3**

baren Energien, entsteht ein hocheffizienter und nachhaltiger Mix – und dieser macht den Traum eines von solaren Energien dominierten Energiezeitalters greifbarer.

KWK-Effizienz ist attraktiv

Die Energieversorgung in Deutschland birgt noch immer große Effizienzpotenziale, die bisher noch nicht ausgeschöpft werden. Schätzungen reichen bis zur Hälfte des Primärenergiebedarfs, die ungenutzt verloren gehen. Die mangelnde Effizienz hat zur Konsequenz, dass der Primärenergieverbrauch und damit die Energie(import)-rechnung zu hoch ausfallen. Bei größerer Effizienz könnten Kosten gespart und die Umwelt entlastet werden.

Große Einsparpotenziale werden im deutschen Kraftwerkspark vermutet. In Deutschland erfolgt der überwiegende Teil der Stromproduktion bisher in Kondensationskraftwerken, typischerweise auf Basis fossiler Brennstoffe wie Kohle oder Gas (kaum Erdöl) oder Kernbrennstoffen. Der Kraftwerkspark in seiner heutigen Struktur hat tiefe historische Wurzeln. Er reflektiert auf der einen Seite das Ringen um eine kostengünstige und sichere Energieversorgung, auf der anderen Seite ist er das Ergebnis strukturpolitischer Entscheidungen – auch jenseits der eigentlichen Energiepolitik (so spiegelt er z.B. auch regionalpolitische Abwägungen).

Die Energieflüsse der Elektrizitätserzeugung in traditionellen Kondensationskraftwerken sowie der zentralen und dezentralen KWK geben Aufschluss über die Effizienz unterschiedlicher Technologien und zeigen, was möglich ist. Die ASUE hat zu diesem Zweck exemplarisch drei grundsätzlich unterschiedliche Kraftwerkstypen untersucht, die einen guten, freilich nur groben Überblick über bestehende Optionen und Implikationen ermöglichen:

BHKW noch effizienter als Heizkraftwerke

Unter Effizienzgesichtspunkten am besten schneidet das dezentrale BHKW auf Erdgasbasis ab. Das Erdgas kommt zu 87% beim Kunden an; 36% dienen der Elektrizitäts- und 51% der Wärmeversorgung. Dank KWK und dem hohen Wirkungsgrad der Verbrennungsmotoren sind die Umwandlungsverluste (10%) gering. Da BHKW dezentral und damit verbrauchernah installiert werden, halten sich die Übertragungsverluste (1% Strom-, 2% Wärmetransport) in Grenzen. Insgesamt bleiben also von der Primärenergie nur 13% ungenutzt.

Zentrale Heizkraftwerke auf Basis der KWK fangen die bei der Elektrizitätserzeugung anfallende Abwärme auf und bieten sie den Verbrauchern zu Heizzwecken an. Da die Heizkraftwerke in der Regel siedlungsfern aufgestellt sind, entstehen neben den Umwandlungsverlusten (etwa 15%) auch nennenswerte Übertragungsverluste. Während die Übertragung des Stroms lediglich 1% des Primärenergieeinsatzes „kostet“, zehrt der Transport der Heizwärme via Fernwärmenetz zu den Verbrauchern etwa 5% auf. Addiert man zu den Transportverlusten (6%) die Umwandlungsverluste der Technik (15%), dann kommen beim Verbraucher letztlich 79% der eingesetzten Primärenergie an. Dieser Nutzungsgrad liegt zwar niedriger als der von dezentralen BHKW (87%). Aber im Vergleich zu den herkömmlichen heimischen Kondensationskraftwerken sind Heizkraftwerke etwa doppelt so effizient, wie das nachfolgende Beispiel zeigt.

Kondensationskraftwerke weniger attraktiv

Die Effizienzbilanz von Kondensationskraftwerken fällt im Vergleich zu BHKW und Heizkraftwerk merklich ungünstiger aus. Im Fall eines

Energiefluss bei zentralem Heizkraftwerk, %

Primärenergie (Erdgas)	100
Kraftwerk-Wirkungsgrad	85
- Umwandlungsverlust	15
- Übertragungsverluste	6
davon	
Strom	1
Fernwärme	5
= Nutzung der Inputenergie	79
davon	
Elektrizität	29
Wärme	50

Quelle: ASUE **4**

Energieflüsse bei Kondensationskraftwerk und Ölheizung, %

Energieträger	Kond. Kraftwerk	Heizung
Primärenergie	100	57
Wirkungsgrad	38	90
- Umwandlungsverlust	62	6
- Übertragungsverluste	2	-
davon		
Strom	2	-
Wärme	-	-
= Nutzung der Inputenergie	36	51
davon		
Elektrizität	36	-
Wärme	-	51

Quelle: ASUE **5**

Kohlekraftwerks (Wirkungsgrad 38%) kommen aufgrund der hohen Verluste bei der Umwandlung (62%) und dem Stromtransport (2%) nur 36% der eingesetzten Primärenergie bei den Verbrauchern als Strom an. Die zentrale Stromversorgung – oft weitab von Siedlungen – hat zur Konsequenz, dass die Abwärme (somit fast zwei Drittel der Primärenergie) in der Regel ungenutzt an die Umwelt abgegeben wird – also die Atmosphäre belastet oder zur Erwärmung von Gewässern beiträgt.

Soll – wie im Falle des BHKW – neben der Strom- auch die Wärmeversorgung ermöglicht werden, dann muss zusätzlich ein Heizkessel vor Ort eingesetzt werden. Und dafür ist zusätzliche Primärenergie erforderlich. Angenommen, der Verbraucher soll die gleichen Strom- und Wärmelieferungen wie im Falle des BHKW (also 36% und 51%) bekommen, so ist folgende Gesamtrechnung aufzustellen: Bezüglich der Stromversorgung bleiben alle Daten wie gehabt. Um aber eine Wärmelieferung in Höhe von 51% zu erreichen, erfordert eine Ölheizung (Wirkungsgrad 90%) etwa 57% Energieinput (wenn 6%-Punkte Umwandlungsverluste zu kalkulieren sind). Die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme mittels des Kondensationskraftwerks für die Elektrizitätserzeugung mit zusätzlicher Ölheizung für die Wärme erfordert also mit addiert 157% einen um 57% höheren Energieeinsatz als ein dezentrales BHKW. Und von der Energieeffizienz des BHKW (87%) bleibt die getrennte Erzeugung (Effizienz 55%) weit zurück.

Per saldo erspart das BHKW im Vergleich zur getrennten Energieversorgung 36% der Primärenergie. Das ist aber noch nicht alles. Überdies ermöglicht die KWK im BHKW signifikante Entlastungen der Umwelt; von Staub (99%), SO₂ (98,5%), NO_x (29%) und CO₂ (58%).⁴

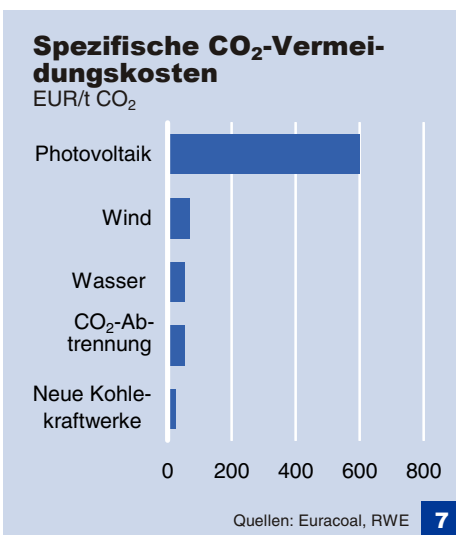
Die Beispiele zeigen die grundsätzlich unterschiedlichen Implikationen der einzelnen Technologien. Freilich geben sie nur einen ersten Einblick. Und auf dem Markt und in der Erforschung sind viele neue Typen – auch Mischformen oder Technologien, die weitere Brennstoffe nutzen. Zwar werden mit anderen Kraftwerken (z.B. mit höheren Wirkungsgraden oder alternativen Einsatzenergien) naturgemäß auch abweichende Effizienzergebnisse resultieren. Gleichwohl steht auch dann die grundsätzliche Überlegenheit der gekoppelten Nutzung der Ausgangsenergie nicht in Zweifel.

Mehr Effizienz im Kraftwerkspark möglich

Gerade die Analyse der Kraftwerkstypen zeigt, dass ein Mehr an Energieeffizienz ein wichtiger Baustein zur Minderung des Energieverbrauchs sein kann. So zeigen die Daten für Steinkohlekraftwerke, dass noch sehr viel mehr Effizienz in Deutschland und der Welt möglich ist.⁵ In Deutschland gibt es immer noch Kondensationskraftwerke auf Kohlebasis mit einem Wirkungsgrad unter 35%. Im Durchschnitt liegt der Wirkungsgrad von deutschen Steinkohlekraftwerken bei 42%. Das ist immerhin deutlich mehr als im weltweiten Mittel (30%) und insbesondere in China und Russland (je etwa 23%). Der technische Fortschritt ermöglicht spürbare Effizienzgewinne. So stieg der Wirkungsgrad der Kohlekraftwerke in den letzten drei Dekaden im EU-Durchschnitt um ein Drittel. Künftige Technik könnte sogar Wirkungsgrade von 50% und mehr erreichen. Das

⁴ Vgl. ASUE (2007). Energie Erdgas: Effiziente Technik und Erneuerbare Energien. S. 15.

⁵ Vgl. auch Auer, Josef (2007). Technologie macht Kohle fit für Zeit nach dem Öl. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 375. Frankfurt am Main.



entspreche fast schon der Effizienz, die heute bereits moderne Alternativen wie Gas- und Dampfkraftwerke zur ausschließlichen Elektrizitätserzeugung (Wirkungsgrad 57%) erreichen. Gerade das GuD-Beispiel verdeutlicht, dass selbst top-moderne Kondensationskraftwerke bei weitem noch nicht die Effizienzgrade aktueller KWK-Anlagen realisieren können. Hinzu kommt, dass die oben angesprochene doppelte Dividende realisiert wird. Die Energieersparnis ist wegen der hohen Importabhängigkeit ein wichtiger zusätzlicher Vorteil in Bezug auf Sicherheit.

KWK nicht überall zweckmäßig

Die überlegene Effizienz macht KWK aber nicht automatisch zum Renner. Für einen Investor werden im Falle einer dezentralen KWK-Anlage die mangels Größenvorteile („economies of scale“) vergleichsweise hohen spezifischen Investitionskosten rasch zum betriebswirtschaftlichen Problem. Das Problem hoher Anfangsinvestitionen wird erst mit dem Entstehen von Volumenmärkten kleiner, da die Fertigung großer Stückzahlen dann die Investitionskosten dämpft. Im Unterschied zu den hohen Investitionskosten machen sich die relativ geringen laufenden Brennstoffkosten erst über die Zeitachse bezahlt. Das Investitionskalkül muss daher keineswegs immer positiv ausfallen. Offensichtlich spielt das Zinsumfeld eine wichtige Rolle bei Entscheidungen.

Hinzu kommt, dass KWK in Konkurrenz zu alternativen Effizienzstrategien stehen. So kann im Gebäudebestand eine bessere Wärmedämmung den Energieverbrauch dämpfen und damit Einsparpotenziale heben. Die Palette im Neubau reicht von der Raumordnung bis zu Bauplanung und Verkehrspolitik.

KWK sollte vor allem an Orten bzw. für Versorgungsobjekte genutzt werden, wo ein möglichst ganzjährig hoher Wärmebedarf kalkulierbar ist. Findet die Wärme in den Sommermonaten keine Abnahme, kann dies die Rentabilität gefährden bzw. zu Verlusten führen. Im Falle einer zusätzlichen Transformation der Wärme in Kälte resultieren weitere Kosten.

Die optimale Größe von KWK-Anlagen ist typischerweise ein Kompromiss zwischen einer möglichst hohen Bedarfsdeckung und möglichst hoher Anlagenausnutzung (normalerweise mehr als 4.000 Volllaststunden).⁶ So kann es Sinn machen, den Spitzenbedarf an Elektrizität am Markt einzudecken.

Für KWK kommen z.B. öffentliche Gebäude wie Rathäuser, Schulen, Alten- und Pflegeheime, Krankenhäuser oder auch energetisch verbundene Frei- und Hallenbäder in Frage. Darüber hinaus können KWK für öffentliche Wohnsiedlungen, Industriebetriebe sowie private Wohn- oder Bürokomplexe genutzt werden. Kleine BHKW sind für Privathäuser, Bauernhöfe oder netzferne Gebäude wie Berghütten interessant.

KWK könnte klassische Wohnhaus-Heizungen ersetzen

Deutsche Privathaushalte beziehen den von ihnen benötigten Strom heute typischerweise von einem Versorgungsunternehmen, während der Wärmebedarf im Winter zumeist durch eine Gas- oder Ölheizung gedeckt wird. Die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme mittels kleiner BHKW könnte die Energieversorgung der Haushalte revolutionieren. Früher waren lediglich Kleinkraftwerke

⁶ Vgl. Bard, Jochen (2001). Dezentrale Kraftwärmekopplung - Konversionstechnologien und Einsatzmöglichkeiten. In ForschungsVerbund Sonnenenergie (FVS). Integration erneuerbarer Energien. S. 73-81, hier S. 73.

Mini-Kraftwerke für Einfamilienhäuser

zwischen 100 kW und einigen MW verfügbar, die nur für größere Unternehmen und Gebäude interessant waren. Heute gibt es dank innovativer Anlagenbauer selbst Mini-Kraftwerke für Einfamilienhäuser. Die kleinen KWK-Anlagen sind eine ernste Herausforderung für die bislang effizienteste Heiztechnik, den Brennwertkessel. Von den 17 Mio. Heizungen in Deutschland sind rund ein Zehntel Brennwertheizungen. Die KWK-Kleinanlagen sind auf dem neuesten Stand und damit attraktiv. Sie benötigen nur noch Platz wie Wandschränke oder Waschmaschinen. Nach Einschätzung des Bundesverbandes Kraft-Wärme-Kopplung gehört den Mini-Kraftwerken die Zukunft im Hausheizungsbereich.

Brennstoffzellen brauchen noch Zeit

Doch die Entwicklung geht weiter. Als künftige Konkurrenten auf dem Markt für Elektrizität erzeugende Hausheizungen gelten neben der Brennstoffzelle vor allem auch erdgasbasierte Dampfmaschinen mit Generator oder mit Erd- bzw. Flüssiggas betriebene Sterlingmotoren. Während erste Anlagen auf der Basis von Dampfmaschinen und Sterlingmotoren bereits laufen, dürften Brennstoffzellen – zumal in Kombination mit Wasserstoff – noch längere Zeit für den Marktdurchbruch benötigen.⁷

Dezentralisierung schützt vor Stromausfällen**Dezentralisierung erhöht Versorgungssicherheit**

Eine zunehmende Nutzung von KWK-Technologien in öffentlichen Einrichtungen, privaten Haushalten, im Handel, dem Mittelstand und der Industrie kann einen positiven Beitrag zur Sicherheit der Energieversorgung leisten. Indem traditionelle Energieabnehmer selbst zu Energieproduzenten werden, sinkt ihre Verwundbarkeit gegenüber exogenen Versorgungsschocks. So ist eine stärker dezentral organisierte Energieversorgung weniger anfällig für Ausfälle (Blackouts). Zum einen erzeugen die traditionellen Kunden ihren Strom selbst, werden also von Elektrizitätsverbrauchern zu -erzeugern. Zum anderen sorgen die reduzierten Abnahmemengen in der Summe für geringeren Stromtransport über die etablierten Netze. Das wiederum senkt das Risiko von Überspannungen und Netzausfällen.

Virtuelle Kraftwerke statt Neubau von Kraftwerken

Das Potenzial der KWK im Bereich der häuslichen Versorgung mit Elektrizität und Wärme ist enorm. In Deutschland gibt es rd. 40 Mio. Wohnungen in etwa 17 Mio. Wohngebäuden. Und etwa zwei Fünftel der deutschen Stromerzeugung werden letztlich von den Privathaushalten absorbiert.

Spielwiese für neue Energieansätze

Diese Zahlen bieten nicht nur Visionären eine Spielwiese für revolutionäre Ideen. Auch pragmatische Wissenschaftler kommen ins Grübeln und machen sich Gedanken über neue Wege der Energieversorgung. Das elektrisierende Zauberwort heißt Dezentralisierung. Und als Krönung der Dezentralisierung gilt der allmähliche Aufbau virtueller Kraftwerke. Im Kern geht es um eine zentrale Koordination und Optimierung dezentraler Stromerzeugungsanlagen.

Eine auch Strom produzierende Hausheizung ist aus Effizienzgesichtspunkten sicherlich wünschenswert. Richtig spannend aber wird es erst, wenn man über das singuläre Ereignis hinausgeht, und andere Größenordnungen in die Kalkulation einbezieht. Angenommen, es werden in 25 Jahren in 5 Mio. Häusern KWK-Anlagen mit jeweils 1 kW Kraftwerksleistung installiert, dann wären 5 Gigawatt

⁷ Vgl. auch Hofmann, Jan (2002). My home is my power plant. Mit Wasserstoff zur dezentralen Energieversorgung? Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 246. Frankfurt am Main.

elektrische Leistung verfügbar. Diese Leistung entspräche etwa 5 konventionellen Großkraftwerken. Solche Dimensionen sind relevant und geben Anlass für mutige Überlegungen.

Versorger werden Manager virtueller Kraftwerke

So ist denkbar, dass etablierte Versorgungsunternehmen mittels der Zusammenschaltung der vielen neuen und dezentralen KWK-Anlagen in privaten und gewerblichen Häusern zu Managern virtueller Kraftwerke werden. Da in Deutschland der Neubau von Kraftwerken in den letzten Jahren zunehmend auf Widerstände stößt, hat diese Idee durchaus Charme. Erforderlich ist allerdings, dass ein aus dem alten Denken der Monopolzeit stammende Interessengegensatz überwunden wird. Dieser besteht zwischen den etablierten Stromproduzenten, die bisher auch die Elektrizitätsnetze betreiben, und den vielen neuen, unabhängigen Stromeinspeisern aus Privathaushalten und dem Mittelstand.

Virtuelle Kraftwerke zeichnen sich dadurch aus, dass die Versorger bzw. Netzbetreiber direkten Zugriff auf die Anlagen der Kleinerzeuger bekommen. Von ihren zentralen Steuerständen aus balancieren die Versorger Elektrizitätsangebot und -nachfrage aus. Dafür sind moderne Kommunikationstechnik und eine vollständige Vernetzung mit den Mini-Kraftwerken an den dezentralen Orten erforderlich. Die Netzmanager müssen für die Gesamtsystemoptimierung die Privatanlagen in den Kellern oder unter den Dächern bedarfsgerecht an- und ausschalten können. Den Privathaushalten garantiert ein Wärmespeicher, der die überschüssige Wärme puffert, dass stets genügend Wärme für Heizzwecke oder den Warmwasserbedarf verfügbar ist.

Im Interesse einer optimierten Energieversorgung wäre es, wenn die Netzbetreiber die wachsende Zahl privater Einspeiser nicht mehr länger als Konkurrenz, sondern als zukunftsfrüchtige Kooperationspartner begreifen würden. Naturgemäß erfordert ein solch radikaler Umbau der Versorgungsstrukturen noch einige Jahrzehnte. Die zunehmende Zahl von Mini-KWK bietet gleichwohl heute schon wirtschaftliche Chancen für Mittelstand, Handwerk und die Landwirtschaft.

Gesamtwirtschaftliche Effizienz virtueller Kraftwerke

Als Ergebnis der diversen Projekte lässt sich festhalten, dass virtuelle Kraftwerke grundsätzlich geeignet sind, Primärenergie einzusparen. Freilich hängt die tatsächliche Einsparung von der Konzeption, Konfiguration und Zusammensetzung der jeweiligen Anlagen ab. Dank der hohen Wirkungsgrade der KWK-Anlagen steigt die Energieersparnis mit zunehmender Integration der Anlagen. Gesamtwirtschaftlich von Vorteil ist es zudem, wenn Peak-Shaving genutzt wird. Darunter versteht man die Reduktion von Verbrauchsspitzen. Besonders interessant ist die Erzeugung von Spitzenlaststrom in der Zeit hoher elektrischer Gesamtlast und damit relativ hoher Preise an der Strombörse. Hierzu werden die KWK-Anlagen also in Zeiten hoher elektrischer Gesamtlast (oftmals in den Mittags- oder frühen Abendstunden) „hochgefahren“, während sie in Zeiten niedriger Last weniger genutzt werden. Zu gesamtwirtschaftlich positiven Effekten kommt es überdies in dem Fall, wenn ein virtuelles Kraftwerk mittels seiner dezentralen Erzeugungsanlagen Regelleistung bereitstellen kann (sog. virtuelles Regelleistungskraftwerk). Alles in allem eröffnen virtuelle Kraftwerke den KWK-Eignern damit zusätzliche Wertschöpfungspotenziale. Allerdings ist das Konzept noch immer in der Erprobungsphase. Fortschritte sind zwar erkennbar; Herausforde-

Start erster Projekte virtueller Kraftwerke ermutigend

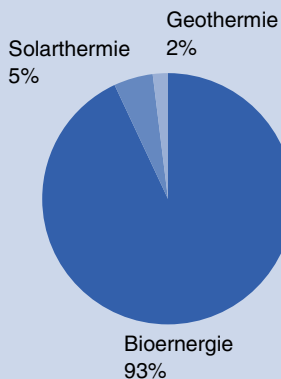
In Deutschland wurden in diesem Jahrzehnt mehrere Projekte unter dem Schlagwort des virtuellen Kraftwerks begonnen und auch umgesetzt.¹ Eines der ersten getesteten virtuellen Kraftwerke ist das Ende 2004 in Betrieb gegangene Unna-Kraftwerk. Die Projektbeteiligten sind die Stadtwerke Unna, die EUS GmbH und ABB New Ventures. Es verbindet 5 BHKW, 1 Wasserkraftwerk, 1 Photovoltaikanlage und 2 Windparks und kommt auf eine Jahresproduktion von 26 GWh/a. Unna galt bereits früh als „gelungenes Beispiel für rationelle Energieverwendung und -verteilung“.²

¹ Für einen Überblick über die einzelnen Projekte vgl. Arndt, Ulli; von Roon, Serafin; Wagner, Ulrich (2006). Virtuelle Kraftwerke: Theorie oder Realität? In BWK, Jg. 58, Nr. 6, S. 52-57.

² Janzing, Bernward (2005). Kraftwerke im Keller. In Petermann, Jürgen (Hrsg.). Sichere Energie im 21. Jahrhundert. S. 289-293, hier S. 293.

Bio dominiert Wärme aus Erneuerbaren

% an regenerativer Wärmeerzeugung in Deutschland, 2007



Quellen: BEE, BBE

8

rungen bleiben aber vorerst noch die weitere Anlageneinbindung in die Gesamtenergieversorgung, die Entwicklung kostengünstiger Wärmespeicher sowie leistungsfähiger Informations- und Kommunikationssysteme. Sind die Probleme gelöst, entsteht eine interessante Option für einen in Zukunft optimierten Kraftwerkspark und für eine moderne Energieversorgung.

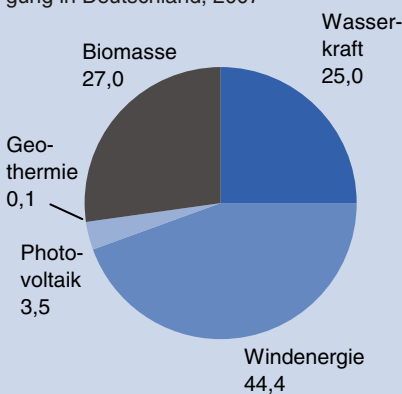
KWK-Trend bietet Chancen für Land- und Forstwirte

Für die Integration erneuerbarer Energien in die Energieversorgung mit Wärme und Strom sind KWK-Technologien prinzipiell gut geeignet. Die Hauptrolle spielt hier die Biomasse. In Deutschland steuern Bio-Energien⁸ über 90% zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien bei. In der regenerativen Stromerzeugung führt die Windenergie. Biomasse hat 2007 die Wasserkraft überholt. Wind und Wasser sind freilich für KWK-Zwecke kaum tauglich. Biomasse (inkl. biogener Müll) hat dagegen hohes KWK-Potenzial.

Bereits auf den ersten Blick ist problematisch, dass nicht jede KWK-Technik für jeden Bio-Brennstoff geeignet ist. Das hat damit zu tun, dass Bio-Brennstoffe sich nach Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig), Heizwert, Verbrennungseigenschaften (z.B. Ausbrand, Zündverhalten) sowie Begleitstoffen bzw. Verbrennungsrückständen (Asche, Teer) unterscheiden. Typisch für Bio-Brennstoffe sind überdies schwankende Qualitäten sowie – zumindest in der Aufbauphase – fehlende langfristig verfügbare Versorgungsstrukturen, die eine bedarfsgerechte Bereitstellung der Bio-Energien ermöglichen. Für die meisten KWK-Technologien (z.B. Diesel-, Otto-, Gasmotor oder Gasturbine) muss die Biomasse in flüssige oder gasförmige Brennstoffe umgewandelt werden. Nur bei externen thermischen Verfahren wie Sterling- oder Dampfmotor ist eine direkte Verwertung fester Brennstoffe (z.B. Energiepflanzen wie Raps und Sonnenblumen, Holz, Bioabfällen oder Restbiomasse wie Stroh, Mist, Waldrestholz) zur KWK möglich.⁹

Bio bei regenerativer Stromerzeugung auf Platz 2

% an regenerativer Elektrizitätserzeugung in Deutschland, 2007



Quellen: BEE, BBE

9

Wichtige institutionelle Regeländerungen

EEG begünstigt Biomassenutzung in KWK

Die im August 2004 in Kraft getretene Novelle des Erneuerbare Energien-Gesetzes (EEG) legt einen weiten Biomasse-Begriff zugrunde. So fördert das EEG die Biomasse aus Land- und Forstwirtschaft, Industrieabfällen und von Kommunen. Ein Hauptziel war 2004 die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der deutschen Elektrizitätserzeugung bis 2010 auf 12,5%. Aufgrund der hohen Förderung wurde dieses Ziel bereits 2007 mit 14% übertroffen. In dem Entwurf vom 5. Dezember 2007 für die anstehende EEG-Novelle, die 2009 in Kraft treten soll, wird als neues Ziel ein Anteil der Erneuerbaren an der Stromversorgung von 25 bis 30% bis 2020 angestrebt. Der Biomasse kommt dabei eine wichtige Rolle zu – nicht zuletzt im Rahmen der besonderen Förderung von Elektrizität aus KWK-Anlagen.

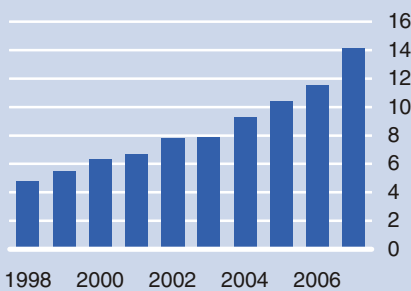
Bio-Energien werden seit der EEG-Novelle 2004 wesentlich stärker unterstützt als zuvor. Die Förderung variiert nach Leistungsberei-

⁸ Zu Bio-Energien vgl. auch Auer, Josef (2005). Bio-Energien für die Zeit nach dem Öl. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 327. Frankfurt am Main.

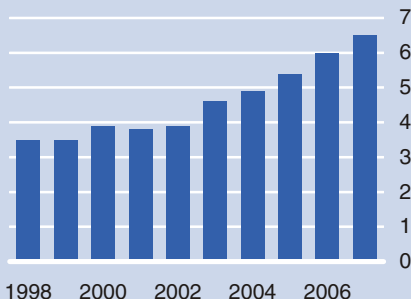
⁹ Für einen Überblick über die unterschiedlichen KWK-Technologien zur Verwertung von Biomasse vgl. Bard, Jochen (2001). S. 73-81. Zu Herausforderungen und Problemen bei der Nutzung von Biomasse für KWK-Zwecke vgl. Krautkremer, Bernd; Böhnisch, Helmut; Lokurlu, Ahmet (2005). Kraft-Wärme-Kopplung zur effizienten energetischen Nutzung von Biomasse. In FVS. Wärme und Kälte. S. 61-65.

Erneuerbare Stromerzeugung im Aufwind

% an Bruttostromverbrauch in Deutschland

Quelle: BMU **10****Erneuerbare Wärme immer wichtiger**

% an Wärmebereitstellung in Deutschland

Quelle: BMU **11**

chen der Anlagen, den Einsatzstoffen und Technologien. Insbesondere hat ein neuartiges Bonus-System eine energiepolitische Lenkungsfunktion übernommen. Drei Boni werden seither unterschieden: Erstens ein Brennstoffbonus für nachwachsende Rohstoffe (NawaRo-Bonus), zweitens ein Bonus für die Stromerzeugung mittels KWK (KWK- bzw. Effizienz-Bonus) und drittens ein Innovations- bzw. Technologiebonus. Letzterer wird nur in Verbindung mit dem KWK-Bonus gewährt; vorausgesetzt, dass eine besonders neue und innovative KWK-Technologie zum Einsatz kommt. Die Boni unterliegen nicht der zeitlichen Degression (die für neu in Betrieb genommene Anlagen ab 2004 pro Jahr 1,5% beträgt) und sind addierbar.

Für kleine Anlagen (bis 150 kW), die nachwachsende Rohstoffe in einer besonders innovativen KWK-Anlage nutzen, konnte zu Beginn eine Förderung von 21,5 ct/kWh erzielt werden. Das ist wesentlich mehr als für Wasserkraft, Windenergie oder Geothermie vergütet wird, liegt aber noch merklich unter der Förderung der Photovoltaik. Da die Vergütungshöhe über 20 Jahre garantiert ist, verfehlt sie nicht die beabsichtigte Wirkung. Im Bereich Bio-Energie werden durch das EEG vor allem der Neubau von Biogasanlagen und die Nutzung pflanzlicher nachwachsender Rohstoffe begünstigt, da hier die Vorteile kleiner Anlagengröße mit hoher Grundvergütung zusammenkommen. Biogas wird zu 95% und damit fast vollständig zur Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung in BHKW genutzt; nur etwa 5% der Anlagen erzeugen ausschließlich Strom.

EEG 2009 befeuert weitere Expansion von Bio-KWK

Die Zahl der landwirtschaftlichen Biogasanlagen, die Strom und Wärme kombiniert erzeugen, dürfte auch in Zukunft weiter steigen. Dafür spricht, dass die – so der Bundesverband BioEnergie (BBE) – „Erfolgsgeschichte EEG“ mit dem vorliegenden EEG-Gesetzesentwurf fortgesetzt wird, da „die Grundstruktur und die wesentlichen Stützpfeiler des EEG im Bereich der Bioenergie beibehalten“ werden.¹⁰ Wichtig ist, dass eine Neujustierung nicht zuletzt zugunsten kleinerer Anlagen und zugunsten von KWK vorgenommen wurde. Folgende Einzelaspekte des ab 2009 gültigen Vergütungs- und Bonus-Systems sind besonders aufschlussreich:

- Die Grundvergütung für Strom aus Biomasse beträgt für Anlagen bis 150 kW elektrische Leistung 11,67 ct/kWh und sinkt dann stufenweise bis einschließlich einer Anlagenleistung von 20 MW auf 7,79 ct/kWh. Dies bedeutet eine höhere Grundvergütung für kleine Anlagen zu Lasten von Großanlagen.
- Die Degression für Bio-Anlagen, die ab 2009 in Betrieb genommen werden, sinkt auf 1% jährlich (bisher 1,5%).
- Maximal kann der NawaRo-Bonus für Anlagen bis 150 kW 10 ct/kWh erreichen, wenn nur nachwachsende Rohstoffe und mindestens 30% Gülle eingesetzt werden. Der sog. Gülle-Bonus allein macht 2 ct/kWh aus.
- Der KWK-Bonus für Anlagen bis einschließlich 20 MW beträgt künftig 3 ct/kWh (derzeit 2 ct/kWh). Durch die Erhöhung wird ein noch stärkerer Anreiz zur KWK-Nutzung und damit zur Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen gegeben.
- Auch künftig ist ein zusätzlicher Technologie- bzw. Innovationsbonus in Höhe von 2 ct/kWh zusätzlich zum KWK-Bonus

¹⁰ Vgl. BBE. Stellungnahme des BBE zum Entwurf eines Gesetzes zur Neuordnung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich. Bonn, 12.11.2007. S.3.

Maximale Förderung für Bio-Strom nach EEG 2009

	ct/kWh
Grundvergütung	11,67
Maximaler NawaRo-Bonus	10,00
KWK-Bonus	3,00
Technologie-Bonus	2,00
Höchstförderung	26,67

Quelle: Entwurf für EEG 2009

12

möglich, wenn eine besonders innovative und neue KWK-Technologie zum Einsatz kommt.

Die Boni unterliegen – wie bisher – nicht der Degression und sind addierbar. Die maximale Förderung nach dem EEG 2009 für kleine Anlagen bis 150 kW, die nachwachsende Rohstoffe in besonders innovativen KWK-Anlagen nutzen, steigt auf 26,67 ct/kWh (bisher 21,5 ct/kWh). Zur Berechnung siehe die Box am Seitenrand. Die Maximalförderung erreichen nur 2 bis 3% der Anlagen.¹¹

Per Saldo kommt es im Rahmen des EEG 2009 zu einer deutlichen Stärkung der KWK. Die Novelle reflektiert damit anschaulich das Ziel der deutschen Regierung, die Energieeffizienz künftig noch stärker zu erhöhen.

EEG-Vergütung für Biomasse weiterentwickeln

In speziellen Marktsituationen bergen die starren Vergütungssätze des EEG allerdings Risiken. Das gilt vor allem für die Bio-Energie. Denn im Unterschied zu Windenergie, Wasserkraft oder Photovoltaik sind für die Nutzung der Biomasse neben den Investitionskosten auch die Brennstoffkosten relevant. Die in den letzten Jahren gestiegenen Preise für Eisen und Stahl, Baustoffe sowie Nichteisenmetalle wie Kupfer beeinträchtigen zwar das Investitionskalkül fast aller Erneuerbaren in ähnlicher Weise. Ganz anders aber verhält es sich bei den Brennstoffkosten. Nur Bio-Energien sind dem Phänomen fluktuierender – und in den letzten Jahren stark gestiegener – Beschaffungspreise ausgesetzt. Deshalb scheint es im Sinne einer verlässlichen Förderung der Biomasse zur Stromproduktion angebracht zu sein, eine „Indexierung“ der Bio-Vergütungssätze im EEG zu verankern. Preisschübe für Agrarrohstoffe könnten sonst die Rentabilität der Bio-Anlagen untergraben bzw. sogar das Aus bedeuten.

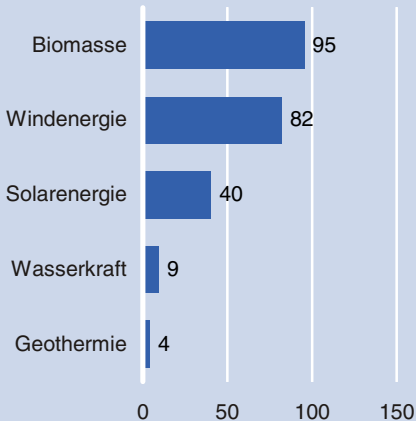
Technischer Fortschritt bei Bio-KWK ist absehbar

Im Rahmen einer perspektivischen Evaluierung sollte nicht übersehen werden, dass in Zukunft erhebliche technologische Verbesserungen zu erwarten sind. Schätzungen zufolge könnten die Stromgestehungskosten der Biogasanlagen für den 1 MW-Bereich bis 2030 auf zwischen 7,5 und 12 ct/kWh sinken.¹² Im Falle fester Biomasse sind Stromgestehungskosten im Falle großer 20 MW-Anlagen mit Wärmeauskopplung, abhängig von Brennstoffart und –preis, zwischen 6 und 9 ct/kWh möglich. Dank realisierbarer Skaleneffekte dürften diese Großanlagen längerfristig die derzeit noch vorherrschenden Anlagen der Kategorie „kleiner 5 MW“ ablösen.

Da Biomasse das Potenzial hat, Energie bedarfsgerecht bereitzustellen, kann sie perspektivisch eine wichtige Pufferfunktion ausüben. Solare Energiequellen wie die Photovoltaik oder die Windenergie sind grundsätzlich fluktuierend, da sie wenig Energie liefern, wenn die Sonne nicht scheint oder der Wind nicht weht. Zur Kompensation der daraus resultierenden Versorgungslücken ist der Einsatz von Bio-Energie prinzipiell gut geeignet. Zudem kann Bio-Energie eingesetzt werden, um Bedarfsspitzen zu mindern. Überdies bieten Bio-KWK den zusätzlichen Vorteil, dass mittels der Ab-

Biomasse bietet die meisten Arbeitsplätze

Arbeitsplätze in '000, Deutschland, 2006

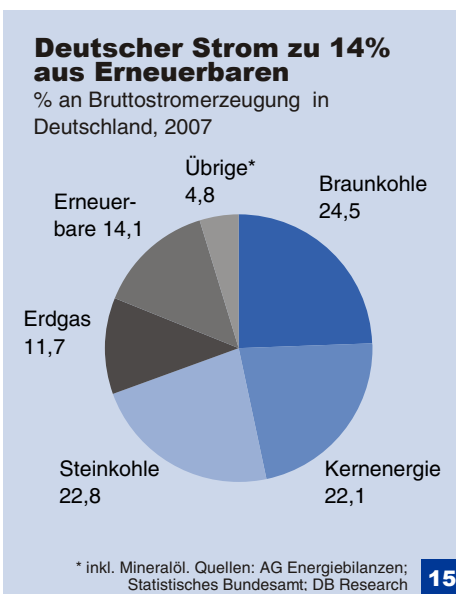
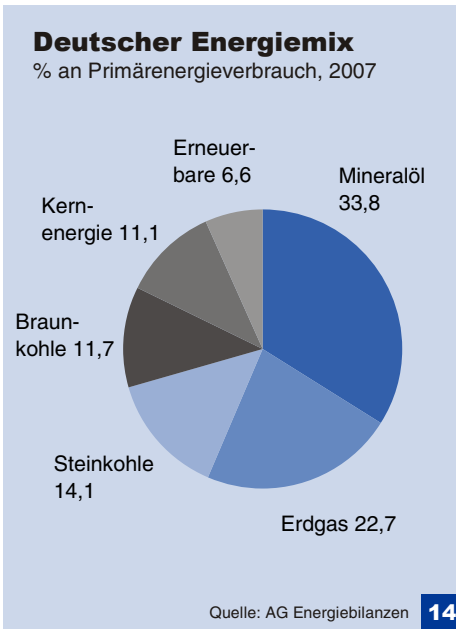


Quelle: BMU

13

¹¹ Im Zeitraum 2004 bis 2007 lag die durchschnittliche Vergütung bei 14 bis 16 ct/kWh. Die Anlagengröße erreicht heute im Durchschnitt 300 bis 400 kW.

¹² Vgl. EWI/Prognos (2005). Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030. Schlussbericht. S. 108/109. Heute liegen die Stromerzeugungskosten für 1 MW-Anlagen im Falle der Nutzung von NawaRo bei 13-14 ct/kWh. Werden Bioabfälle verwendet, dann entfallen die Kosten für die Biomasse und die Stromproduktionskosten liegen bei nur 9 ct/kWh. Etwa ein Zehntel des Biostroms hat Bioabfälle als Basis.



wärme die Brennstoffe aufbereitet werden können. So kann beim Einsatz von Alkoholen die Abwärme zur Destillation genutzt werden (interne Nutzung). Oder bei Biogas-KWK kann die Abwärme zur Trocknung von Holzhackschnitzeln eingesetzt werden (externe Nutzung).¹³

KWKG – zweites Standbein des Technologieansatzes

Im Unterschied zum EEG, das den Ausbau der KWK mit erneuerbaren Brennstoffen regelt, organisiert das KWKG-Gesetz (KWKG) die Förderung von Anlagen mit fossilen Einsatzstoffen. Das KWKG trat am 1. April 2002 in Kraft und löste das Gesetz zum Schutz der Stromerzeugung aus KWK (KWKG-Vorschaltgesetz) vom 18. Mai 2000 ab.

Dem KWKG liegt eine Vereinbarung von Bundesregierung und deutscher Wirtschaft aus dem Jahr 2001 (sog. KWKG-Vereinbarung) zugrunde. Diese sieht eine Minderung der CO₂-Emissionen und eine Förderung der KWK vor. Ziel der Vereinbarung – und später auch des KWKG (§ 1) – ist es, dazu beizutragen, dass bis 2005 die jährlichen CO₂-Emissionen in Deutschland gegenüber dem Basisjahr 1998 um 10 Mio. t und bis 2010 um 23 Mio. t, mindestens aber 20 Mio. t, reduziert werden.

Im Kern resultierte eine Art Arbeitsteilung: Der Fokus des staatlichen Beitrags lag einerseits bei der Bestandssicherung und der Modernisierung von Altanlagen, andererseits förderte er aber auch kleine KWK-Neuanlagen bis zu einer Leistung von 2 MW. Im Unterschied dazu sollte die Wirtschaft die Expansion von KWK-Anlagen jenseits der 2 MW-Schwelle übernehmen.¹⁴

Eine Zwischenprüfung von BMWi/BMU aus 2006 zeigte, dass bis Ende 2005 insgesamt 11.416 KWK-Anlagen im Rahmen des KWKG gefördert wurden.¹⁵ Im Einzelnen handelt es sich um 402 alte und 3.827 neue Bestandsanlagen, 68 modernisierte und 7.049 kleine KWK-Anlagen. Überdies erhielten 70 Brennstoffzellenanlagen eine Förderung. Die installierte Leistung dieser KWK-Anlagen beträgt 38 GW und die maximale Wärmeleistung 66 GW. Das KWKG erfasste damit 87% der in Deutschland installierten KWK-Kapazitäten. Auf Bestandsanlagen entfielen 80% der geförderten Stromerzeugung.

Zwei Untersuchungen zeigten, dass zumindest das CO₂-Minderungsziel 2010 nicht erreicht werden wird. Eine Studie des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)¹⁶ kam zu dem Ergebnis, dass das KWKG eine CO₂-Reduktion von jährlich 8,5 bis 10 Mio. t bis 2005 (Ziel immerhin im Extremfall erreicht) und maximal 14 Mio. t bis 2010 (Ziel verfehlt) ermöglicht. Nach einer Studie von DIW/Ökoinstitut¹⁷ wurde bereits das 2005er Ziel mit einer jährlichen CO₂-Minderung um 3,5 bis 5 Mio. t weit verfehlt.¹⁸

Novelle des KWKG ist überfällig

Schon damals war also erkennbar, dass das KWKG 2002 nicht ausreicht, um die angestrebten langfristigen CO₂-Minderungsziele zu

¹³ Vgl. Krautkremer (2005), S. 63.

¹⁴ Vgl. Lamfried, Daniel (2007). Die aktuellen Vorschläge zur Novellierung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes. In: ZNER. Heft 3. S. 280-284, hier S. 281.

¹⁵ BMWi/BMU (2006). Zwischenprüfung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes.

¹⁶ IER (2005). Untersuchung der Wirksamkeit des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes.

¹⁷ DIW/Ökoinstitut (2006). Ermittlung der Potenziale für die Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung und der erzielbaren Minderung der CO₂-Emissionen einschließlich Bewertung der Kosten.

¹⁸ Zu den Ergebnissen der Studien vgl. BMWi/BMU (2006). S. 5-10.

Eckpunkte für Novelle des KWKG

- Weiterführung und Deckelung der KWK-Umlage auf dem derzeitigen Niveau (ca. EUR 750 Mio. pro Jahr).
- Beibehaltung des Fördersystems des KWKG, d.h. Zuschlagszahlungen des Netzbetreibers für den aus zugelassenen KWK-Anlagen eingespeisten KWK-Strom und Refinanzierung durch eine Überwälzung auf die Stromnetzkunden.
- Planmäßiges Auslaufen der Förderung von Bestandsanlagen (geltende Gesetzeslage).
- Förderung des Neubaus und der Modernisierung von KWK-Anlagen bei Inbetriebnahme zwischen 2007 und 2014.
- Der Ausbau der Nah- und Fernwärmenetze (bis zu 20% Investitionszuschuss) wird in das Umlageverfahren des KWKG ohne Überschreitung des o. g. finanziellen Höchstniveaus aufgenommen (bis zu EUR 150 Mio.).
- Förderung nur von hocheffizienter KWK.
- Einführung eines Herkunftsnachweises für KWK-Strom.
- Beschränkung der Förderdauer sowohl in zeitlicher (Jahre) als auch in mengenmäßiger (Vollastbenutzungsstunden) Hinsicht (Einstellung der Förderung nach dem Erreichen eines der beiden Kriterien).

Quelle: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm. Bundesregierung.

erfüllen. Hinzu kommt das Treffen in Meseberg in 2007 und die neuen, noch wesentlich ehrgeizigeren deutschen Klimaziele. Beide zusammen machen eine Novelle des noch gültigen KWKG 2002 überfällig. Ein Status quo würde – nach den auf internationaler Bühne verkündeten CO₂-Zielen – die Reputation Deutschlands in Klimafragen gefährden.

Die Bundesregierung hat im Rahmen der „Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm“ die im Zusammenhang mit der KWK wichtigsten Maßnahmen zusammengefasst (siehe Kasten links). Dazu ist anzumerken:

KWKG-Novelle geht in richtige Richtung

Das integrierte Energie- und Klimaprogramm überrascht dadurch, dass es die KWK gleich an erster Stelle (Eckpunkt 1) platziert. KWK wird also eine besondere Rolle im Rahmen der Energie- und Klimastrategie der Bundesregierung bis 2020 zugestanden. Das für die Novelle des KWKG federführende Bundeswirtschaftsministerium ist damit vor dem Hintergrund drängender Fragen der Energie- und Klimapolitik zu einer grundlegenden Neueinschätzung der Technologie gekommen. Das ist zu begrüßen.

Das Ziel der KWK-Verdoppelung bis 2020 war von vornherein nicht ohne die Industrie zu schaffen. Ein zur Zielerreichung entsprechender (alleiniger) Ausbau der Fernwärme wäre zu komplex und zu teuer gewesen. Deshalb ist es zweckmäßig, dass durch die Novelle jetzt auch mittels KWK selbst erzeugter Industriestrom eine Förderung erfährt. Aus klimapolitischer Sicht ist jedoch höchst fraglich, weshalb die Fördersätze für öffentliche KWK-Anlagen höher ausfallen als bei Industriestrom – wenn doch der Klimanutzen der gleiche ist. Darin muss eine Diskriminierung gesehen werden. Grundsätzlich sollte das CO₂-Ziel und damit die Effizienz maßgebend sein, nicht aber der Eigentümer der Anlage (Adressatenneutralität).

In der Regel vergeht einige Zeit zwischen der Planung und der förderrechtlichen Inbetriebnahme einer KWK-Anlage. Deshalb ist es zu begrüßen, dass der Förderzeitraum (gegenüber dem ersten Entwurf) um ein Jahr auf 2014 verlängert wurde. Die jährliche Verminderung des Förderzuschlags um 0,2 ct/kWh wirkt freilich dem Ziel des raschen KWK-Ausbaus in Industrie und Gewerbe entgegen. Derzeit ist der Markt für Anlagenteile und Komponenten nämlich angespannt. Die Modernisierung von Anlagen kann deshalb mehr als 2 Jahre erfordern. Deshalb wäre es günstig, wenn der Förderzeitraum noch weiter nach hinten ausgeweitet werden würde. Für die Förderung gilt ein „Windhundverfahren“; dieses honoriert nur die Schnellen. Der Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung (BKWK) wirbt dafür, dass von der „kalenderjährlichen Förderung“ hin zu einer „Förderung ab Tag der Inbetriebnahme“ übergegangen wird. Dieser Vorschlag scheint zweckmäßig zu sein.

Gegenstand der Kritik ist auch das sog. 50%-Kriterium für eine Modernisierung im Rahmen des KWKG. Demnach werden nur KWK-Modernisierungen gefördert, wenn die Kosten der Effizienzmaßnahmen mindestens 50% der Kosten der gesamten Erneuerung erreichen. Nach Einschätzung des Verbands der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (VIK) wirkt dies dem KWK-Ziel der Politik entgegen. Mehr Flexibilität wäre hier sinnvoll, denn einige Anlagen verfehlen aufgrund ihrer Beschaffenheit dieses Kriterium.

Wie bei jeder Förderung ist auch das KWK-Fördervolumen von EUR 750 Mio. pro Jahr, davon EUR 150 Mio. für den Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen, Gegenstand der Kritik. Der Förderung des

BKWK, den jährlichen Deckel der Förderung durch einen mehrjährigen Mittelwert zu ersetzen, ist die Politik nicht gefolgt. Der Verband argumentierte, dass die Förderspitze erst 2012/2013 erreicht wird. Wegen des technisch und administrativ bedingt nur geringen Zubaus in den ersten Jahren würde deshalb das Fördervolumen in dieser Zeit nicht voll ausgeschöpft werden. Der Bundesrat empfahl am 15.2.2008 eine Aufstockung auf EUR 950 Mio., da sonst das Verdoppelungsziel für Strom aus KWK nicht zu erreichen sei.¹⁹

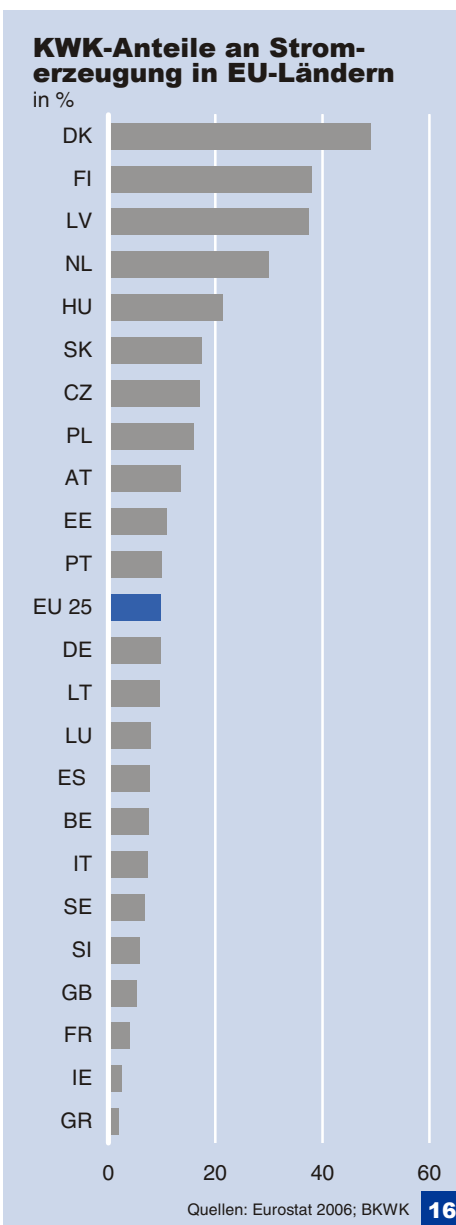
KWK-Verdoppelung durch Instrumentenvielfalt

Der hier skizzierte Ansatz zur Verdoppelung der KWK bis 2020 ist typisch deutsch. Er ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Instrumenten, Anlagentypen und Größenklassen. Es spricht einiges dafür, diesen Ansatz kritisch zu sehen. Da die Maßnahmen letztlich dem Ziel dienen sollen, mehr Klimaschutz durch mehr Effizienz zu erreichen, ist fraglich, ob nicht ein Instrument für alle Zwecke eingesetzt werden sollte. An erster Stelle bietet sich hier ein effizienter CO₂-Emissionshandel an. Verwerfungen und Ineffizienzen aufgrund von Überlappungen, Konkurrenzbeziehungen oder unterschiedlichen Zuständigkeiten im Zusammenhang mit KWKG, EEG, Emissionshandel, Ökosteuer usw. könnten ausgeräumt werden.

Tatsächlich erscheint aber ein sehr vorsichtiges Agieren angebracht. Denn die Gesetze und Regelungen dienen oft keineswegs nur einem Ziel. Ein Beispiel ist das EEG, das neben dem Klimaziel auch einen Beitrag zur Schonung der sich allmählich verknappenden fossilen Energieträger leisten soll. Überdies dient das Gesetz der Förderung innovativer (und oft noch nicht wettbewerbsfähiger) Technologien sowie dem Umwelt- und Naturschutz. Hinzu kommt die Stabilisierung des ländlichen Raums. Insofern könnte eine zu frühe Begradigung des „Instrumentensalates“ durchaus unerwünschte Effekte zeitigen. Gerade die zarten Technologie-Pflänzchen, die durch den Wachstumsdünger EEG im Entstehen begriffen sind, sollten nicht vorzeitig im Wachstumsprozess gehindert werden. Nur so können die neuen Erneuerbaren die Kraft entfalten, die nötig ist, um in einigen Dekaden unsere Energieversorgung merklich besser als bisher stemmen zu können.

Positiv stimmt derzeit, dass die Politik sich den Problemen, die aus der Koexistenz unterschiedlicher Förderinstrumente resultieren können, durchaus stellt. Ein gutes Beispiel ist die bisher existierende Konkurrenz bei der Einspeisung von EEG- und KWKG-Elektrizität. Im Zuge der KWKG-Novelle werden beide gleich behandelt sein. Gerade angesichts der – insbesondere bei Starkwind und/oder aufgrund steigender Offshore-Stromliefermengen – phasenweise rapide zunehmenden Einspeisungen von Windkraftanlagen hätten ansonsten kaum kalkulierbare technische und wirtschaftliche Probleme für Industrieunternehmen resultiert. So wären gerade in industriellen KWK-Anlagen Störungen im Betriebsablauf möglich gewesen. Dank der Neuregelung können die unterschiedlichen Interessen nun besser ausbalanciert werden.

Auf längere Sicht wird sicherlich auch der EU-Emissionshandel auf die deutschen Fördergesetze ausstrahlen. Vor wenigen Wochen sind Deutschland noch Ausnahmen zugestimmt worden. Die deutsche Politik ist aber gut beraten, die Weiterentwicklung auf europäischer Ebene genau zu beobachten und mit eigenen Vorschlägen die Debatte anzureichern. Denn wenn die EU in Zukunft noch mehr Kompetenzen im Zusammenhang mit Energie- und Klimapolitik an sich



¹⁹ Vgl. Bundesrat-Drucksache 12/08, 15.2.2008, S. 10/11.

Gesetze bringen noch mehr Rückenwind für KWK

zieht, könnte dies auch moderne Gesetze wie das EEG und das KWKG tangieren.

Instrumente bringen KWK voran – mehr ist möglich

Die Förderung der KWK im Rahmen von EEG und KWKG scheint grundsätzlich geeignet zu sein, dem deutschen KWK-Ziel näher zu kommen. Von KWK-Befürwortern wird gelegentlich ein noch höheres KWK-Ziel eingefordert – z.B. 30% bis 2020. Nach unserer Meinung ist bereits das gerade formulierte Ziel sehr ambitioniert. Sollte sich in wenigen Jahren herausstellen, dass die Probleme rund um Energieversorgungssicherheit und Klimaschutz unterschätzt wurden oder dass die Gesetzesnovellen nicht die erwünschten Impulse bringen, sollte die Politik nicht zögern und noch mutiger nachjustieren. Mit der KWK als einem wichtigen Eckpfeiler des Energie- und Klimaprogramms kann sich Deutschland international sehen lassen. Gleichwohl zeigen schon heute höhere KWK-Anteile in anderen Ländern, dass perspektivisch noch mehr möglich ist.

Perspektivisch nur Gewinner

Fazit: Mehr Effizienz macht Sorgen kleiner

Die global gestiegenen Energie- und Umweltprobleme benötigen dringend eine Neuausrichtung unserer Energie- und Umweltpolitik. Dass es rational ist, Energie möglichst effizient zu nutzen, steht außer Frage. Wenn nun die Weichen in die richtige Richtung gestellt werden, kann es perspektivisch nur Gewinner geben. Die jüngsten Signale der Politik sind sehr ermutigend. Die KWK ist nicht der einzige, aber ein sehr wichtiger und entwicklungsfähiger Eckpfeiler für eine bessere Energiezukunft. Die klimatische Verbesserung rund um die KWK ist zu begrüßen.

Josef Auer (+49 69 910-31878, josef.auer@db.com)

© Copyright 2008. Deutsche Bank AG, DB Research, D-60262 Frankfurt am Main, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.

Die vorstehenden Angaben stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Alle Meinungsäußerungen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers wieder, die nicht notwendigerweise der Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen entspricht. Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Meinungen können von Einschätzungen abweichen, die in anderen von der Deutsche Bank veröffentlichten Dokumenten, einschließlich Research-Veröffentlichungen, vertreten werden. Die vorstehenden Angaben werden nur zu Informationszwecken und ohne vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Angemessenheit der vorstehenden Angaben oder Einschätzungen wird keine Gewähr übernommen.

In Deutschland wird dieser Bericht von Deutsche Bank AG Frankfurt genehmigt und/oder verbreitet, die über eine Erlaubnis der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht verfügt. Im Vereinigten Königreich wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG London, Mitglied der London Stock Exchange, genehmigt und/oder verbreitet, die in Bezug auf Anlagegeschäfte im Vereinigten Königreich der Aufsicht der Financial Services Authority unterliegt. In Hongkong wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea durch Deutsche Securities Korea Co. und in Singapur durch Deutsche Bank AG, Singapore Branch, verbreitet. In Japan wird dieser Bericht durch Deutsche Securities Limited, Tokyo Branch, genehmigt und/oder verbreitet. In Australien sollten Privatkunden eine Kopie der betreffenden Produktinformation (Product Disclosure Statement oder PDS) zu jeglichem in diesem Bericht erwähnten Finanzinstrument beziehen und dieses PDS berücksichtigen, bevor sie eine Anlageentscheidung treffen.

Druck: HST Offsetdruck Schadt & Tetzlaff GbR, Dieburg