

Meinung:

300-er Strom

Chancen für die industrielle Energiewirtschaft:

Klimaschutzkraftwerke nach der Energiewende

DR. ARNOLD TOLLE*

Der politische Beschluss zur Energiewende stellt die gesamte Energiewirtschaft vor völlig neue Herausforderungen, denen sie wirkungsvoll begegnen muss.

Der Beitrag stellt im ersten Teil ein neues Fördermodell für CO₂-arme Kraftwerke vor und vergleicht im zweiten Teil kohlebasierte und gasgefeuerte Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

Realität Energiewende

Die Ereignisse in Fukushima haben die Risiken der Kernenergie verdeutlicht. Das Ende der Atomkraftwerke in Deutschland ist beschlossen. Dies bedeutet Änderungen im Kraftwerkspark. Nicht ändern soll sich das bisher hohe Maß an Versorgungssicherheit.

Nach dem Ausstieg aus dem Ausstieg aus der Kernenergie 2010 hieß es, der Neubau von Kraftwerken sei nun nicht mehr wirtschaftlich. Doch auch nach dem erneuten Kernenergie-Ausstieg im Frühjahr 2011 kommt der Neubau offensichtlich kaum voran. Es werden sogar Subventionen für den Bau konventioneller Kraftwerke in die Diskussion gebracht.

Nach dem Beschluss der Bundesregierung sind bis Mitte dieses Jahrhunderts in allen Bereichen die CO₂-Emissionen fast vollständig zurückzufahren, um der Bedrohung durch den anthropogenen Klimawandel zu begegnen. Auch für die Stromwirtschaft ergibt sich damit de facto ein vollständiger Paradigmenwechsel. Die schnell zunehmende regenerativen Kraftwerkskapazität führt zu einem höheren Anteil fluktuierender Stromangebotes.

Dies erfordert neben dem Ausbau entsprechender Speicher- und Netzkapazitäten gerade in der Übergangszeit auch eine Begleitung durch gut regelbare thermische Kraftwerke mit niedrigen CO₂-Emissionen. Diese Kraftwerkskapazität soll zu volkswirtschaftlich optimalen Konditionen bereitgestellt werden.

Kraft-Wärme-Kopplung zur CO₂-Reduktion

Die KWK ist ein sehr bewährtes Instrument zur CO₂-Reduktion. Mit Erdgas betriebene KWK-Anlagen erzielen die niedrigsten spezifischen CO₂-Emissionen aller fossilen Kraftwerke. Insbesondere mit großen industriellen und kommunalen Anlagen ließe sich in kurzer Zeit ein großes Potenzial aufbauen. Von dem Potenzial größerer KWK-Anlagen wird nur ein kleiner Teil genutzt. Wie nachfolgend gezeigt wird, liegt dies zum einen an der Wettbewerbssituation zu konventionellen Großkraftwerken, zum anderen aber auch an unzureichenden Förderkriterien.

Bewertungskriterium 300-er-Strom

Das Modell 300-er Strom ist ein technologieunabhängiges Bewertungskriterium zur Erzeugung CO₂-armen Stromes. Es ist wirksam, einfach anwendbar und dennoch präzise und trennscharf. Es erlaubt den Bau deutlich größerer und damit wirtschaftlicherer Anlagen und führt damit zu wesentlich höheren CO₂-Einsparungen. Es kann sowohl im Rahmen des KWK-Gesetzes realisiert als auch in den Emissionshandel implementiert werden.

Zunächst werden die CO₂-Gesamtemissionen des entsprechenden KWK-Kraft-

werkes ermittelt. Davon werden die Emissionen für die abgegebene Nutzwärme subtrahiert. Die verbleibenden Restemissionen sind der Stromerzeugung des Kraftwerkes zuzurechnen. Teilt man nun diese für die Stromerzeugung aufgebrauchten Emissionen durch den erzeugten Nettostrom des Kraftwerkes, ergeben sich daraus direkt die spezifischen Emissionen der Stromerzeugung dieses Kraftwerkes.

Diese spezifischen Stromerzeugungsemissionen können direkt mit denen anderer Kraftwerke verglichen werden. Betragen sie maximal 300 kg/MWh, ist das Kriterium 300-er Strom erfüllt. Dieser Wert liegt deutlich unter dem Benchmark des Emissionshandels für gasgefeuerte Kraftwerke und wird auch von den effizientesten neuen GuD-Kraftwerken nicht erreicht. Liegt der Wert zwischen 300 und 330 kg/MWh, erfolgt eine proportionale Anpassung.

Die wenigen benötigten Größen werden bereits im Emissionshandel genutzt.

Ergänzung der Zertifizierungsregeln

Nach dem aktuellen KWK-Gesetz wird der KWK-Strom entsprechend der Richtlinie FW 308 der AGFW bestimmt. Das o.g. Kriterium 300-er Strom könnte als alternative Methode zugelassen oder in die FW 308 integriert werden. Statt in das KWK-Gesetz könnte das Modell auch in den Emissionshandel eingebunden werden. Große, emissionshandlungspflichtige Anlagen würden für erzeugten 300-er Strom 750 kg/MWh freie Zertifikate erhalten. Bei einem CO₂-Preis von 20 €/t ergäbe sich damit der gleiche Anreiz von 15 €/MWh, wie er im Moment nach dem KWK-Gesetz im oberen Leistungsbereich gezahlt wird.

Notwendige Anreize 300-er Strom

Gasgefeuerte KWK-Kraftwerke und auch Kraftwerke nach dem Modell 300-er Strom stehen in direktem Wettbewerb zu großen, gasgefeuerten GuD-Kraftwerken.

Die 300-er Kraftwerke haben den Vorteil

- eines höheren Verstromungswirkungsgrades. Daraus resultieren niedrigere spezifische, brennstoffbezogene Stromgestehungskosten (bei gleichem Brennstoffpreis).

Demgegenüber stehen bei konventionellen GuD-Kraftwerken ohne Wärmeauskopplung

- niedrigere spezifische Investitionskosten,
- eher niedrigere Brennstoffpreise,
- niedrigere spezifische Wartungskosten,
- niedrigere spezifische Personalkosten,
- niedrigere Ansprüche an die interne Verzinsung,
- Unabhängigkeit von einer auf Dauer verfügbaren Wärmesenke.

Insbesondere der letzte Punkt ist nicht zu unterschätzen.

Damit wird klar, dass ein wirksames Anreizsystem notwendig ist. Es ergeben sich allerdings auch weitere Vorteile.

Weitere Vorteile von 300-er Strom

Das Modell ist völlig unabhängig von der jeweils eingesetzten Kraftwerks-Technologie.

Es werden nur die Brennstoffart, der Brennstoffbedarf, die abgegebene Nutzwärme und der erzeugte Nettostrom für die einfache Berechnung benötigt. All diese Größen sind bereits für den Emissionshandel ermittelt. Es ist damit sehr leicht anwendbar. Dennoch ist es im Gegensatz zu den aktuellen Zertifizierungsregeln absolut trennscharf und sicher.

300-er Kraftwerke können deutlich größer gebaut werden als KWK-Anlagen,

die nach den bisherigen Zertifizierungsregeln FW 308 gebaut werden. Sowohl durch die größere Leistung als auch durch die spezifischen niedrigeren Emissionen ergeben sich erheblich höhere, tatsächliche CO₂-Reduktionen.

Dies führt zu einer geringeren Verknappung und damit zu einer Entlastung des CO₂-Zertifikate-Marktes. Die resultierenden niedrigeren CO₂-Preise kommen allen CO₂-Käufern und Stromverbrauchern zugute. Dies gilt sogar für die Betreiber von alten, CO₂-lastigen Kraftwerken.

Neues Geschäftsfeld CO₂-arme Stromerzeugung

Für viele industrielle und kommunale Unternehmen mit Wärmesenke, aber auch Anlagenbauer, Planer, Contractoren und Betreiber ergeben sich neue Geschäftsfelder.

Die notwendigen Investitionen führen zu einer höheren Nachfrage qualifizierter Arbeitnehmer und damit zu einer positiven Stimulierung des Arbeitsmarktes.

Der sich ergebende zunehmende Wettbewerb im Strommarkt stellt ein wirksames Mittel gegen das existierende Strom-Oligopol weniger Unternehmen dar.

Verbesserte Außenhandelsbilanz und höhere Versorgungssicherheit

Aufgrund des geringeren Brennstoffbedarfes gegenüber konventionellen GuD-Kraftwerken muss für die gleiche elektrische Arbeit weniger Gas importiert werden. Dies führt zu einer verbesserten Außenhandelsbilanz und hat auch Vorteile bezüglich der äußeren Sicherheit und Preisstabilität.

300-er Kraftwerke können auch im Inselbetrieb ohne das vorgelagerte Netz Strom



und Wärme bereitstellen. Dies erhöht die Versorgungssicherheit für Industriebetriebe und lokale Netze.

Unterstützung und Ergänzung der regenerativen Stromerzeugung

300-er Kraftwerke sind sehr regelungsfähig. Sie können durch Erhöhung der Zusatzfeuerung sowohl temporär relativ CO₂-armen Spitzenstrom erzeugen, aber auch in ihrer elektrischen Leistung bei niedrigen spezifischen CO₂-Emissionen deutlich zurückgefahren werden. Bei einem großen Überangebot von regenerativem Strom können sie auch ganz abgeschaltet werden. In diesem Fall würden die ohnehin vorhandenen Ersatzkessel die Wärmeversorgung übernehmen. Für den Ausgleich von Fluktuationen der zunehmenden regenerativen Stromerzeugung sind sie daher sehr gut geeignet.

Die 300-er-Kraftwerke können allerdings auch selbst ganz oder partiell als regenerative Kraftwerke betrieben werden. Regenerativ erzeugtes Bio-Methan kann gereinigt in das vorhandene Erdgasnetz eingespeist werden. In den 300-er-Kraftwerken mit ihrem hohen Wirkungsgrad würde dieses Biomethan deutlich günstiger verstromt als in den relativ kleinen dezentralen Motoren mit gut 42 %.

Durch Einspeisung in die vorhandenen Erdgasspeicher kann sogar eine bis in saisonale Zeitspannen reichende Unterstützung des regenerativen Systems realisiert werden.

300-er Kraftwerke eignen sich daher hervorragend zur Unterstützung und Ergänzung der regenerativen Stromerzeugung.

Kraft-Wärme-Kopplung mit Kohle

Nachfolgend werden die Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen durch die Kraft-Wärme-Kopplung mit einem neuen Kohlekraftwerk oder alternativ einem neuen 300er-GuD-Kraftwerk dargestellt. Beide Kraftwerke wurden dazu in einem speziellen Kraftwerks-Simulationsprogramm weitestgehend nachgebildet. Die Leistungen und Auslegungen entsprechen heutigen, modernsten großen Kraftwerks-Blöcken, wie sie an mehreren Standorten in Planung oder im Bau sind.

Die wichtigste Fragestellung lautet dabei: Ist es aus klimapolitischen Gründen sinnvoll, Wärme aus neuen Kohlekraftwerken auszukoppeln oder sollten sie als reine Stromerzeuger betrieben werden und stattdessen gasgefeuerte GuD-Kraftwerke zur Wärmeversorgung genutzt werden?

Vergleichsszenarien

Für den Vergleich müssen beide Modelle mit den gleichen Kennwerten verglichen werden. Für einen sauberen Vergleich wird in allen Fällen die gleiche

Nutzwärme erzeugt und auch die gesamte Stromproduktion ist jeweils gleich. 4 Varianten werden gegenübergestellt:

- **I: Referenz- oder Ausgangsszenario (Szenario: blau)**
 - Strom entsprechend der Leistung des neuen Kohlekraftwerkes wird noch in alten Kohlekraftwerken erzeugt.
 - Keines der neuen Kraftwerke ist in Betrieb.
 - Die Wärme stammt wie meist üblich aus mit Erdgas gefeuerten Kesseln.
- **II: Kohlekraftwerk neu ohne KWK (Szenario: schwarz)**
 - Das neue Kohlekraftwerk ist in Betrieb gegangen und erzeugt Strom, koppelt aber keine Wärme aus.
 - Die Wärme wird nach wie vor über Gas-Kessel bereit gestellt.
- **III: Kohlekraftwerk neu mit KWK (Szenario: gelb)**
 - Das neue Kohlekraftwerk erzeugt Strom und koppelt Wärme aus.

- Um die Nutz-Wärme bereitzustellen, wird Dampf aus der Dampfturbine entnommen. Da weniger Dampf durch den Niederdruck-Teil der Dampfturbine strömt, erzeugt das neue Kohlekraftwerk weniger Strom. Dieser Strom muss daher nach wie vor in den alten Kohlekraftwerken erzeugt werden. Der Brennstoffbedarf und damit die Emissionen des neuen Kohlekessels ändern sich hingegen nicht.
- Die Gas-Kessel sind nicht in Betrieb.
- **IV: Kohlekraftwerk neu ohne KWK, GuD-Kraftwerk in KWK-Betrieb (Szenario: grün)**
 - Das neue Kohlekraftwerk erzeugt nur Strom und koppelt keine Wärme aus.
 - Zusätzlich ist ein GuD-Kraftwerk in Betrieb gegangen. Es erzeugt Strom und stellt die Nutz-Wärme bereit. Dieser zusätzlich erzeugte Strom reduziert ebenfalls die Produktion aus alten Kohlekraftwerken.
 - Die Gas-Kessel sind nicht in Betrieb.

Leistungen Strom und Wärme

Die nachfolgende Grafik zeigt für die verschiedenen Szenarien die Wärmeleistung der Gaskessel und die elektrische Leistung der Kraftwerke. Die erzeugte Wärme (aus den Gaskesseln oder aus den in KWK betriebenen Kraftwerken) sowie der gesamte erzeugte Strom sind in allen Szenarien gleich.

In Szenario II ersetzt das neue Kohlekraftwerk die alten Kohlekraftwerke. Da hier noch keine Kraft-Wärme-Kopplung in Betrieb ist, müssen die Gaskessel weiter betrieben werden. Szenario III zeigt deutlich den Rückgang der Stromerzeugung des neuen Kohlekraftwerkes, wenn aus diesem Wärme ausgekoppelt wird. Dieser Rückgang muss entsprechend durch den Weiterbetrieb der alten Kohlekraftwerke ausgeglichen werden. In Szenario IV kann der Strom aus dem in Kraft-Wärme-Kopplung betriebenen GuD-Kraftwerk voll zur Reduktion der Leistung aus den alten Kohlekraftwerken genutzt werden.

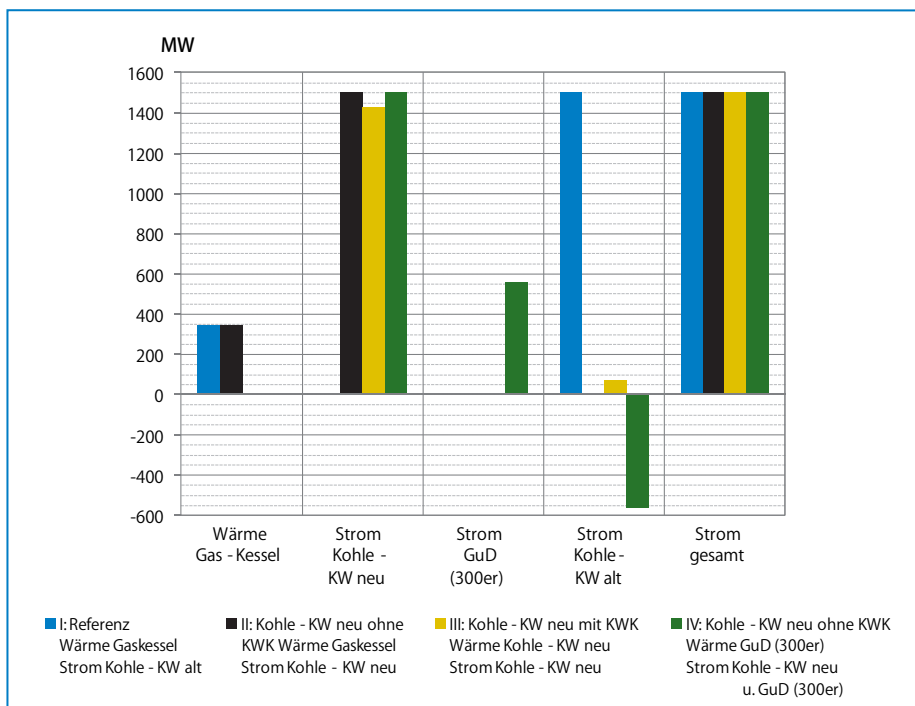


Abb. 1: Leistungen Strom und Wärme

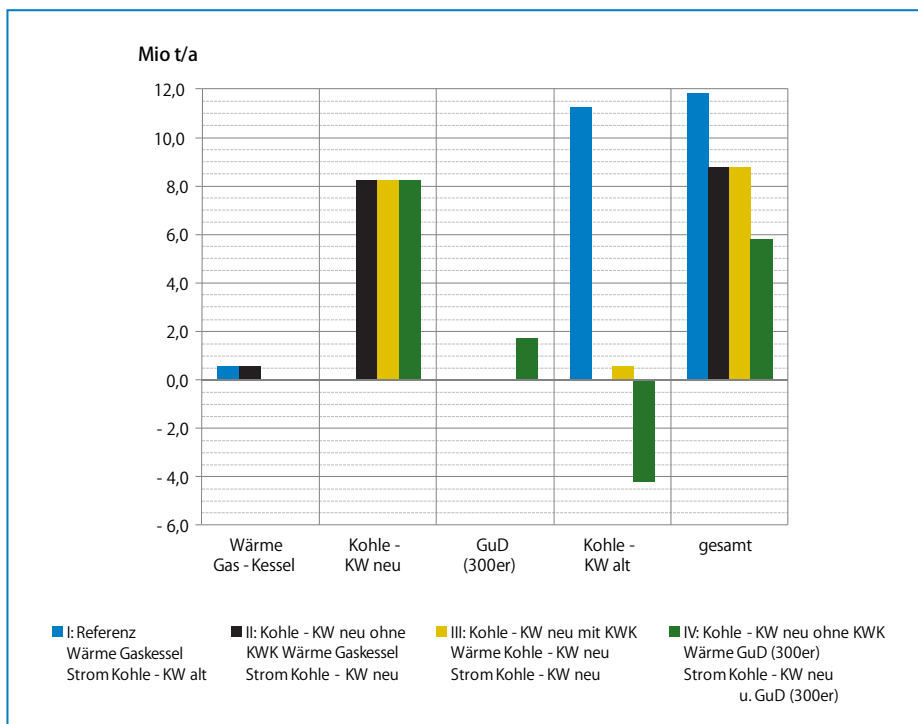


Abb. 2: Jährliche CO₂-Emissionen

Jährliche CO₂-Emissionen der vier Szenarien

Szenario I: Das Referenzszenario mit der Stromerzeugung aus den alten Kohlekraftwerken und der Wärmeversorgung aus dem Gaskessel weist die mit Abstand höchsten Gesamtemissionen aus.

Szenario II: Durch Inbetriebnahme des neuen Kohlekraftwerkes können alte Kohlekraftwerke außer Betrieb genommen werden, so dass die Gesamtemissionen erheblich sinken. Die Gaskessel sind hier noch in Betrieb.

Szenario III: Da der Brennstoffbedarf des neuen Kohlekessel sich bei Kraft-Wärme-Kopplung nicht verändert, bleiben seine Emissionen gleich. Aufgrund der geringeren Stromerzeugung muss allerdings die reduzierte Leistung in den alten Kohlekraftwerken erbracht werden, so dass hier wieder zusätzliche Emissionen entstehen. Die Emissionen des Gaskessels fallen dagegen weg.

Die Emissionen des außer Betrieb genommenen Gaskessels sind dabei in etwa genauso groß wie die Restemissionen aus den alten Kohlekraftwerken. Dies führt dazu, dass sich die Gesamt-

emissionen im Vergleich zum vorhergehenden Szenario kaum verändern.

Szenario IV: Es ist deutlich zu sehen, dass die reduzierten Emissionen der alten zurückgefahrenen Kohlekraftwerke deutlich höher sind als die Gesamtemissionen des Wärme und Strom erzeugenden GuD-Kraftwerkes. Die Reduktion der Gesamtemissionen verdeutlicht das sehr hohe CO₂-Reduktionspotenzial dieser Variante.

Fazit

Ein GuD-Kraftwerk nach dem Modell 300-er-Strom führt zu erheblichen CO₂-Einsparungen. Dagegen ist unter klimapolitischen Gesichtspunkten die KWK mit dem neuen Kohlekraftwerk indifferent, hier wird kein CO₂ eingespart. Es empfiehlt sich daher, Kohle in neuen Kraftwerken nur zu verstromen und auf die Auskoppelung von Wärme zu verzichten. Die Wärme sollte dagegen über gasgefeuerte GuD-Kraftwerke bereitgestellt werden.

Die gültige Förderrichtlinie für die Zertifizierung von KWK-Strom differenziert nicht nach den CO₂-Emissionen. Sie orientiert sich historisch bedingt vielmehr allein an den Wirkungsgraden der ver-

schiedenen Kraftwerkstechnologien. Daher erhalten auch Kohlekraftwerke eine Förderung nach dem KWK-Gesetz.

Da mit KWK in Kohlekraftwerken in den üblichen Szenarien jedoch kein CO₂ eingespart wird, sollte unter der Prämisse des volkswirtschaftlich sinnvollen Einsatzes von Fördermitteln auf die Förderung von Kohle-KWK verzichtet werden. Die erheblichen Fördermittel sollten besser für Klimaschutzmaßnahmen genutzt werden, die zu tatsächlichen CO₂-Reduktionen führen.

Die KWK mit GuD-Kraftwerken führt dagegen im vorgestellten Beispiel bei gleichem Lastprofil zu sehr hohen jährlichen CO₂-Einsparungen von 3,0 Mio t/a.

Das Modell 300-er-Strom stellt volkswirtschaftlich und beschäftigungspolitisch ein wirksames Instrument für die Übergangszeit in der Energieversorgung als Brücke in das regenerative Zeitalter dar. Das Ziel der Bundesregierung zur CO₂-Reduktion kann auf diese Weise durch maßgebliche Beteiligung der Industrie wirksam unterstützt werden. Es liefert zudem einen Beitrag zur Stabilität der Netze und zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit. ● ● ● ● ●



* Weitere Informationen:

Dr.-Ing. Arnold Tolle
Geschäftsführer
Dr. Tolle Energie & Umwelt Consulting
Geibelstr. 46 b
D-22303 Hamburg
Tel. (040) 69 21 37-90
info@tolle.de
www.tolle.de