

# Kann „Das regenerative Kombikraftwerk“ eine gesicherte Stromversorgung gewährleisten?

von Eberhard Wagner  
e-mail [Eberhard.Wagner@energie-fakten.de](mailto:Eberhard.Wagner@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - vereinfachte Kurzfassung

Die Elektrizitätserzeugung aus Erneuerbaren Energien soll gemäß allgemeinen, auch wesentlich politischen Aussagen, in zwei bis drei Jahrzehnten allein den gesamten Strombedarf Deutschlands decken. Die entsprechenden Kraftwerke können allerdings eine bedarfsgerechte Stromversorgung nicht sicherstellen, wie Erfahrungen zeigen.

Dem Vorwurf dieser „Unflexibilität“, resultierend aus den großen Leistungsschwankungen besonders der Windkraft und der Fotovoltaik, wird nunmehr mit dem Konzept „Kombikraftwerk“ begegnet.

In einer Untersuchung\* dazu wird dargelegt, dass Windkraft und Fotovoltaik je nach natürlichem Angebot ihren vollen Beitrag zur Deckung des Strombedarfs leisten sollen. Kurzfristige Bedarfs-Schwankungen sollen Biogas-Anlagen (Blockheizkraftwerke) und ein Pumpspeicher-Kraftwerk ausgleichen; zusätzlich sollen diese Techniken zur (indirekten) Strom-Speicherung genutzt werden. Überschüssiges

Bio-Erdgas soll dem Erdgasnetz zugeführt werden. Ggf. überschüssiger Strom soll in das Stromnetz (Verbundnetz) eingespeist werden. Bei Strommangel soll das Stromnetz in Anspruch genommen werden. Resümee der Untersuchung: „Einer Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien stehe damit technisch nichts im Wege“.

Das Konzept des Kombikraftwerks ist gängige Praxis der Stromversorgung. Bereits vor 1900 wurde das Prinzip des „Lastverteilers“ entwickelt. Heute erfüllen diese Aufgaben die Transport- und Handels-Gesellschaften aller großen Stromversorger. Ebenfalls müssen alle (Einzel-) Netzbetreiber in ihren „Regelzonen“ für einen vollkommenen und unmittelbaren Ausgleich von Stromerzeugung und Stromverbrauch sorgen. Alle diese Unternehmen erfüllen demnach die Funktion eines „Kombikraftwerks“. Insoweit stellt das vorgestellte Konzept keine Neuerung dar.

Das vorgestellte System „Kombikraftwerk“ hat „offene Grenzen“. Es ist für sich nicht autark. Es bedient sich fremder Systeme (Verbundnetz, Erdgasnetz, Pumpspeicher-Kraftwerk), die nicht in seiner Verfügungsmacht (Steuerung, Regelung) stehen. Das Stromnetz spielt bei dieser Beurteilung eine gesonderte Rolle, denn es muss allen Kraftwerken zur Verfügung stehen. Das Kombikraftwerk stützt sich auf die sichere Funktion des Stromnetzes als auch des Erdgasnetzes.

Im Konzept wird nicht dargelegt, inwieweit die Regenerativ-Kraftwerke einen Beitrag zur Leistungs-Frequenz-Regelung beitragen können. Dieser ist unverzichtbar, wenn es zukünftig keine konventionellen Kraftwerke geben soll.

Mit diesen Voraussetzungen kann das Konzept nicht den Nachweis für eine wirklich „autarke“ und gesicherte Stromversorgung erbringen.

\* Institut für Solare Energieversorgungstechnik – ISET, Kassel:  
Das regenerative Kombikraftwerk; 10. Symposium Energieinnovation, Febr. 2008, Graz (A).

# Kann „Das regenerative Kombikraftwerk“ eine gesicherte Stromversorgung gewährleisten?

von Eberhard Wagner

e-mail [Eberhard.Wagner@energie-fakten.de](mailto:Eberhard.Wagner@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - Langfassung

### **Begriffe – Vorbemerkung**

Seit Jahrzehnten kennt man den Begriff „Kombikraftwerk“. Man versteht darunter das Zusammenwirken eines Gasturbinen-Kraftwerkes mit z. B. einem Kohle-Kraftwerk. Mit einem Gasturbinen-Prozess kann eine erheblich höhere Temperatur erreicht werden, als mit einem Wasser-Dampf-Prozess in einem Kohle-Kraftwerk. Der Gasturbinen-Prozess alleine hat durch die sehr hohe Abgastemperatur einen relativ geringen Wirkungsgrad. Kombiniert man beide Prozesse, nutzt also die hohe Abgastemperatur der Gasturbine in einem zusätzlichen Wasser-Dampf-Prozess mit einer Dampfturbine, so ergibt sich ein sehr hoher Wirkungsgrad für den gemeinsamen Prozess. Der Wirkungsgrad kann 60 Prozent und mehr erreichen.

In den 1970er Jahren bildete sich für diese Technik aus dem Begriff Kombikraftwerk der Begriff **Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk**, kurz „**GuD-Kraftwerk**“. Die Siemens AG, die

diesen Begriff schuf, besitzt für das „**GuD-Kraftwerk**“ Markenrechte (man beachte die Schreibweisen).

### **Kombikraftwerk, neue Bedeutung des Begriffs**

Neuerdings wird dieser Begriff (eigentlich sinnentfremdet) für eine Zusammenführung von vielen Kraftwerken verwendet, die unterschiedliche Erneuerbare Energien nutzen. Das Kombikraftwerk wird dann formal als **ein** Kraftwerk „betrieben“.

### **Zukünftige Stromversorgung**

Es bestehen Vorstellungen, dass die Elektrizitätserzeugung aus Erneuerbaren Energien schon bald alleine den gesamten Strombedarf Deutschlands bewerkstelligen kann. Die Erfahrungen mit diesen Kraftwerken offenbaren allerdings deren generelle Eigenschaft, bei einer Einzelbetrachtung eine bedarfsgerechte Stromversorgung nicht sicherstellen zu können.

Dem Vorwurf dieser Unflexibilität, besonders aufgrund der

großen Leistungsschwankungen der Windkraft und der Photovoltaik, wird nunmehr mit dem Konzept des „Kombikraftwerkes“ begegnet.

### **Kombikraftwerk – Konzept der Untersuchung**

Eine Initiative von Firmen der Branche der Erneuerbaren Energien und deren Verbänden, mit Unterstützung von zwei Bundesministerien, hat Ergebnisse einer Untersuchung\* über das Zusammenwirken vieler Regenerativ-Kraftwerke vorgelegt. Das Konzept dieses „Kombikraftwerkes“ könne demnach optimal die Vorteile der verschiedenen Erneuerbaren Energien vereinigen und quasi eine Vollversorgung Deutschlands ermöglichen.

Die gesamte Stromversorgung Deutschlands wird im Maßstab 1: 10.000 abgebildet. Sie basiert auf 36 Regenerativ-Kraftwerken, die in Deutschland weit verteilt sind. Die Erzeugungen werden entsprechend dem momentanen gesamten Leistungsbedarf von einer Zentrale gesteuert.

\* Institut für Solare Energieversorgungstechnik – ISET, Kassel:

Das regenerative Kombikraftwerk; 10. Symposium Energieinnovation, Febr. 2008, Graz (A).

## LANGFASSUNG

Windkraft und Fotovoltaik sollen je nach natürlichem Angebot vollkommen genutzt werden. Momentan nicht benötigte Leistungen (z. B. aus hohem Windkraftangebot) werden zur Energie-Speicherung einem Pumpspeicher-Kraftwerk zugeführt, nicht benötigtes Bio-Erdgas wird in das Erdgasnetz eingespeist. Ggf. weitere überschüssige Stromerzeugungen werden dem Verbundnetz zugeführt. Bei Strommangel wird das Verbundnetz in Anspruch genommen.

### Resümee der Untersuchung

„Einer Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien stehe damit technisch nichts im Wege“. Dieser Aussage stehen erhebliche Zweifel entgegen.

### Historie Stromversorgung

Das Konzept „Kombikraftwerk“ entspricht der gängigen Praxis der Stromversorgung. Bereits um 1900 wurde das Prinzip des „Lastverteilers“ entwickelt. Der immer größer werdende Strombedarf erzwang den flexiblen Einsatz und das Zusammenarbeiten der Kraftwerke. Wenn zwei Kraftwerke z. B. eine Stadt versorgen, müssen beide Kraftwerke „voneinander wissen“, in welchem Betriebszustand sie sich jeweils momentan befinden. Man erkannte schnell, dass Kraftwerke mit unterschiedlichen Eigenschaften dem Leistungsbedarf je nach Tageszeit, Jahreszeit usw. den Bedarfsanforderungen am besten gerecht werden.

Heute erfüllen diese Aufgaben die Transport- und

Handels-Gesellschaften aller großen Stromversorger. Ebenfalls müssen alle (Einzel-)Netzbetreiber in ihren „Regelzonen“ für einen vollkommenen und momentanen Ausgleich von Stromerzeugung und Stromverbrauch sorgen. Alle diese Unternehmen erfüllen demnach die Funktion eines „Kombikraftwerks“. Insoweit stellt das vorgestellte Konzept keine Neuerung dar.

### Regenerativ-Kraftwerke – Eigenschaften

Die Windkraft zeigt sehr große Leistungsschwankungen, saisonal und täglich. Die Fotovoltaik unterliegt einem Tagesgang – nachts ist keine Stromerzeugung möglich; das Winterhalbjahr ist besonders unergiebig.

Mit Biogas- und Geothermie-Kraftwerken lässt sich bedingt kontinuierlich Strom produzieren. Diese Techniken können wegen der „Trägheit“ der Gas-erzeugung (wenn diese unmittelbar in der Anlage erfolgt) bzw. der Gleichmäßigkeit der Erdwärme jedoch nicht im wünschenswerten Umfang auf die Bedarfsschwankungen reagieren. Teillastbetrieb dieser Anlagen führt zu wirtschaftlichen Einbußen.

Allein Biomasse-Kraftwerke, befeuert mit festen (z. B. Holz) oder flüssigen (z. B. Rapsöl) Brennstoffen, sind in der Lage, bedarfsgerecht Strom dem Netz zur Verfügung zu stellen.

Die bereits seit über 100 Jahren übliche Stromgewinnung aus Wasserkraften ist saisonal gut vorherzusagen. Grundsätzlich werden nur Speicherwasser-Kraftwerke flexibel eingesetzt.

Auffälligerweise sind beim „Kombikraftwerk“ keine Laufwasser-Kraftwerke beteiligt. Begründung: Eine Steuerung dieser Anlagen sei nicht möglich. Richtig ist, dass bei Laufwasser-Kraftwerken eine Leistungsanpassung keinen Sinn macht, weil dann Wasser ungenutzt über die Wehre abgeführt werden muss. Das Problem „verschenkter Energie“ gibt es allerdings auch ggf. bei der Windkraft- und der Solarnutzung.

### Regenerativ-Kraftwerke als Kombikraftwerk

Das betrachtete Kombikraftwerk vernetzt 36 Regenerativ-Kraftwerke: Elf Windanlagen (12,6 MW), vier Biogas-Anlagen/Blockheizkraftwerke (4 MW), 20 Solaranlagen (5,5 MW) sowie das Pumpspeicher-Kraftwerk Goldisthal mit einem Leistungsanteil von 1 MW – die Maximalleistung des Kraftwerks beträgt 1060 MW. Der Einsatz dieses Kraftwerks könne vom System nur simuliert werden, da ein direkter Zugriff nicht möglich sei.

Die technisch verfügbare Gesamtleistung des Kombikraftwerks beträgt somit 23,1 MW. Die durch das Kombikraftwerk zu deckende Leistungsspanne liegt zwischen 3,5 MW (nachts) und 7 MW (Tagesspitze).

Die Solaranlagen sollen höchstmöglich, entsprechend dem natürlichen Angebot ausgenutzt werden. Windanlagen tragen die Hauptlast der Versorgung. Diese sollen im Falle eines nicht für den Bedarf nutzbaren Windangebotes das Pumpspeicher-Kraftwerk (zum Zwecke der indirekten Stromspeicherung mit

## LANGFASSUNG

Speicherwasser) beliefern. Andererseits müssten diese mit geringerer Leistung betrieben werden, bei bewusstem Verzicht auf nutzbaren Wind. Diese Aussage steht allerdings im Widerspruch zur Aussage über die vollständige Windnutzung, siehe oben.

Eine zusätzliche Leistungs-Flexibilität ermöglichen die Biogas-Anlagen. Diese werden nach Möglichkeit bedarfsgerecht betrieben. Diese Anlagen sollen über den Weg der Einspeisung von (momentan nicht benötigtem) „Bio-Erdgas“ in das Erdgasnetz als „Energiespeicher“ dienen. Die Anlagen könnten unter dieser Voraussetzung im Teillast-Betrieb arbeiten.

Die Untersuchung räumt ein, dass das System einen Strom-Import und Strom-Export, sowie ein „Speicherelement“ zum Ausgleich von Bedarfs- bzw. Erzeugungsschwankungen benötigt.

### Leistungsbetrachtung

Die installierte Leistung des Kombikraftwerks von 23,1 MW beträgt das Dreifache der angenommenen maximal zu deckenden Verbraucher-Leistung von etwa 7 MW. Hiermit wird eine erhebliche und offensichtlich notwendige Leistungsreserve dargelegt. Diese Leistungsreserve (etwa 200 %) setzt einen entsprechenden Investitions-Mehrbedarf voraus.

Zum Vergleich: Im Jahr 2000 betrug die Höchstleistung im deutschen Verbundnetz etwa 77.000 MW. Dieser stand eine Kraftwerksleistung von rund 105.000 MW gegenüber. Die Anzahl aller Kraftwerke betrug etwa 35.000. Die entsprechenden Werte für

2008 betragen geschätzt etwa 78.000 MW, 145.000 MW und 350.000 Kraftwerke (es dominieren die Fotovoltaik-Anlagen).

Aus diesen Daten ergibt sich für das Jahr 2000 eine Reserveleistung von etwa 28.000 MW. Bezogen auf die Netz-Höchstleistung sind das etwa 36 %. Für das Jahr 2008 ergibt sich bereits eine notwendige (!) Reserveleistung von etwa 67.000 MW, das sind etwa 86 %.

Die Reserveleistung ist notwendig, um technisch bedingte Kraftwerksausfälle sowie Minderleistungen ersetzen zu können (Windmangel, Wassermangel bei Laufwasser-Kraftwerken, Leistungseinbußen in Heizkraftwerken durch erhöhten Fernwärmebedarf im Winter). Ebenso sind vertragliche Export- und Import-Stromlieferungen zu berücksichtigen. Außerdem beeinflussen die Wettereinflüsse (Kälte) und die Konjunktur die Reserveleistung.

Der gesamte Kraftwerkspark, in Gestalt des „Kombikraftwerks Deutschland“, welches das zu realisierende Ziel der Verfechter dieses Konzeptes ist, verlangt demnach in der Tendenz grundsätzlich eine gesamte Kraftwerks-Leistung, die das Mehrfache der jährlich zu erwartenden Jahres-Höchstleistung beträgt. Bei der Nutzung der Windkraft wird das besonders deutlich.

### Windkraft-Leistung

Monatsübersichten zur Windkraftnutzung (Berichtspflicht, siehe z. B. BDEW) zeigen oft Leistungswerte (Viertelstunden-Mittelwerte), die unter 1 % der

gesamten installierten Windanlagen-Leistung liegen. Hiermit wird deutlich, dass auch ein Mehrfaches der zu deckenden Höchstlast nicht unbedingt zu einer gesicherten Versorgung führen kann.

### Wirtschaftlichkeit

Das Konzept des Kombikraftwerks setzt den Teillastbetrieb der Anlagen voraus. Damit ergeben sich für die Anlagenbetreiber erhebliche Einbußen bei den Vergütungszahlungen gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Es ist nicht davon auszugehen, dass dies ohne zusätzliche Entgelte hingenommen wird. Die Gesamtsumme der EEG-Vergütungen würde sich weiter erhöhen. Die Auswirkungen auf die Strompreise wären erheblich. In der Untersuchung werden zu den volkswirtschaftlichen Konsequenzen des „Kombikraftwerks Deutschland“, keine Ausführungen gemacht.

### Stromspeicherung

In der Untersuchung wird festgestellt, dass das System Kombikraftwerk nicht ohne ein „Speicherelement“ auskomme. Es stelle sich die Frage, ob die in Deutschland verfügbaren Speicherleistungen und deren Ausbaupotentiale ausreichend seien, um einen „durchgängigen Betrieb“ gewährleisten zu können. Es müsse eine Speicherleistung von 20.000 MW vorhanden sein (derzeit seien es etwa 7.000 MW). Außerdem müsse die Speicherkapazität (ein Wert wird nicht genannt) verdoppelt werden. Ob diese Speicher realisierbar und öko-

## LANGFASSUNG

nomisch sinnvoll seien, im Vergleich zu einem weiträumigen Energiebezug (gemeint ist wohl das europäische Verbundnetz), wird in der Untersuchung gefragt, aber nicht beantwortet.

### Zusammenfassung

Das Prinzip des Kombikraftwerks vernetzt den Betrieb von vielen Regenerativ-Anlagen. Damit sollen die Nachteile der naturgegebenen Verfügbarkeiten dieser Energienutzungen ausgeglichen werden. Es soll der Nachweis der möglichen Strom-Vollversorgung Deutschlands mit ausschließlich Regenerativ-Kraftwerken geführt werden.

Das Zusammenwirken vieler und unterschiedlicher Kraftwerke ist bewährte und notwendige Praxis der allgemeinen Stromversorgung von jeher. Insoweit stellt das Kombikraftwerk keine Neuerung dar. Auch wenn man definitiv nicht das Konzept gemäß der Untersuchung einführen würde, müsste doch im Prinzip diese „Zusammenführung“ erfolgen. Die Netzbetreiber (Regelzonen) müssen

diese Dienstleistung derzeit bereits erbringen. Es geht gar nicht anders!

Das Kombikraftwerk gewährleistet keine autarke Versorgung. Es muss andere Techniken/Systeme in Anspruch nehmen, die nicht in seiner Verfügungsgewalt stehen (Pumpspeicher, Erdgasnetz, Stromimport und Stromexport). Ein funktionsfähiges und leistungsstarkes Stromnetz ist eine weitere Voraussetzung. Dieses Netzsystem kann nur mit leistungsfähigen steuerbaren und regelbaren Kraftwerken stabil betrieben werden. Mit derzeitiger Technik können die Regenerativ-Kraftwerke keine wesentlichen Beiträge zur Leistungs-Frequenz-Regelung erbringen. Diese ist aber die Grundlage einer sicheren Stromversorgung.

### Ausblick

Die Möglichkeit der Stromversorgung nur aus Regenerativ-Kraftwerken – in der Gestalt des Kombikraftwerks – kann eigentlich nur erbracht werden, wenn dies für ein geschlossenes

Versorgungsgebiet und eine längere Zeitspanne (mindestens zwei Jahre) demonstriert werden würde. Dabei müsste eine totale Trennung dieses Gebietes vom allgemeinen Stromnetz erfolgen. Ebenso müsste das Erdgasnetz „abgetrennt“ werden. Nur mit diesen Bedingungen kann eine sichere Versorgungsmöglichkeit belegt werden. Eine derartige Demonstration müsste auch die Strom- und die Wärmepreisentwicklung in diesem Gebiet ausweisen, ebenso ggf. zusätzliche Subventionen. Dieser Versuch würde die Vorgaben des Energiewirtschaftsgesetzes tangieren – freier Zugang zum Netz für Kraftwerke und freie Wahl des Strom- bzw. Gasversorgers. Eine Sondergesetzgebung wäre notwendig. ■