

# **Einfluss des Ausbaus der Photovoltaik auf den Betrieb von herkömmlichen Grundlastkraftwerken in Deutschland**

Prof. Dr. Volker Quaschning · Martin Hofmann  
Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin  
Wilhelminenhofstraße 75A · 12459 Berlin  
Tel.: +49 30 5019 3656 · Fax: +49 30 5019 2114  
E-Mail: volker.quaschning@htw-berlin.de  
[www.f1.htw-berlin.de/studiengang/ut](http://www.f1.htw-berlin.de/studiengang/ut)

## **Einleitung**

Bei der klassischen Elektrizitätserzeugung unterscheidet man zwischen Grund-, Mittel- und Spitzenlasterzeugung. Grundlastkraftwerke – in Deutschland meist Braunkohle- und Kernkraftwerke – sind nur eingeschränkt regelbar und werden meist bei konstanter Leistung betrieben. Energieversorgungsunternehmen und Teile der Politik sehen in Braunkohle- und Kernkraftwerken in Kombination mit regenerativen Kraftwerken wie Photovoltaik- oder Windkraftanlagen wichtige Bausteine für eine künftige Elektrizitätsversorgung. Braunkohlekraftwerke sollen durch Kohlendioxidsequestrierung künftig klimaverträglich betrieben werden. Kernkraftwerke gelten allgemein als gut klimaverträglich, weisen aber andere Risiken auf.

Durch den schnellen Ausbau regenerativer Kraftwerke kommen stark fluktuierende Erzeuger hinzu, die die Elektrizitätsnachfrage signifikant verändern werden. Hier stellt sich die Frage, inwieweit der heutige Grundlastbedarf auch künftig existieren wird. Prinzipiell ist zu erwarten, dass sich die Bedingungen für Grundlastkraftwerke verschlechtern und die geforderte Koexistenz von Braunkohle- und Kernkraftwerken mit regenerativen Kraftwerken nur sehr eingeschränkt realisierbar ist.

Um belastbare Aussagen zu dieser Fragestellung machen zu können, wurden für diesen Beitrag verschiedene Zubaustufen der Photovoltaik und Windkraft untersucht. Anhand realer stündlicher Wetterdaten für verschiedene Standorte wurde die Erzeugung eines räumlich verteilten Kraftwerksparks simuliert.

## Ausbauszenarien

Die Untersuchungen betrachten dabei den heutigen Kraftwerkspark in Deutschland sowie mögliche Ausbauszenarien für das Jahr 2020 (Tabelle 1). Um die Sensitivität der Ergebnisse darzustellen, wurde anschließend der Zubau von Photovoltaikanlagen variiert. Prinzipiell lässt sich zwischen stark fluktuierenden regenerativen Kraftwerken (Photovoltaik- und Windkraftanlagen) sowie weniger stark fluktuierenden bzw. sogar regelbaren regenerativen Kraftwerken (Wasserkraft, Biomasse, Geothermie) unterscheiden. Bis zur Realisierung einer vollständigen regenerativen Elektrizitätsversorgung ist übergangsweise der Restbedarf noch durch konventionelle Kraftwerke zu decken. Abweichend zu den Angaben der entsprechenden Ausbaustudien wurde zur besseren Vergleichbarkeit ein mit heute vergleichbarer Gesamtverbrauch für das Jahr 2020 unterstellt und der daraus resultierende Restbedarf ermittelt.

**Tabelle 1** Annahmen der Entwicklung stark fluktuierender regenerativer Kraftwerke

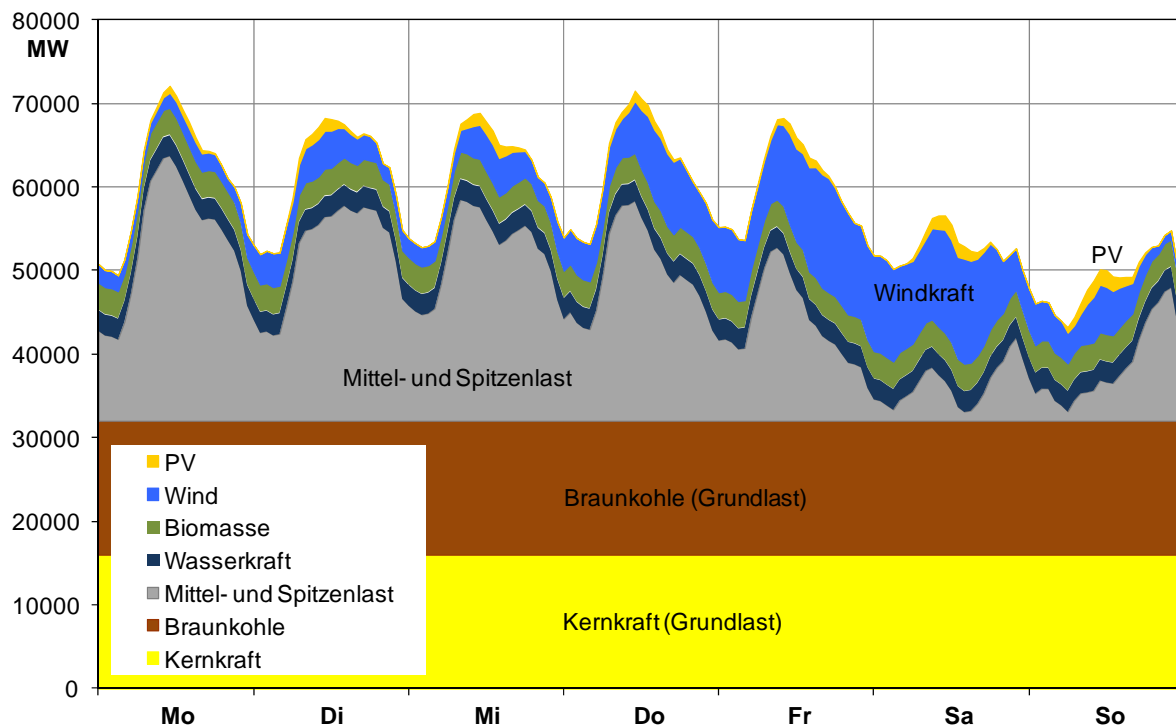
in TWh/a	Ist 2008	BEE Prognose 2020 <sup>[1]</sup>	BMU Leitszenario 2020 <sup>[2]</sup>	BMU Plus-Variante 2020 <sup>[2]</sup>
Gesamtverbrauch <sup>1)</sup>	570,7	570,7	570,7	570,7
Photovoltaik	4,3	39,5	15,5	19,3
Windkraft (onshore)	40,4	112	53,5	73,5
Windkraft (offshore)	0	37	33,7	40,6
Biomasse	27,1	54,3	44,3	44,3
Geothermie	0,018	3,8	1,8	2,3
Wasserkraft	21,3	31,9	22,0	22,0
Summe Regenerative	93,1	278,5	170,8	202,0
Anteil Regenerative	16,3 %	48,8 %	29,9 %	35,4 %
Restbedarf	477,6	292,2	399,7	368,7

<sup>1)</sup> Nettoverbrauch und Netzverluste

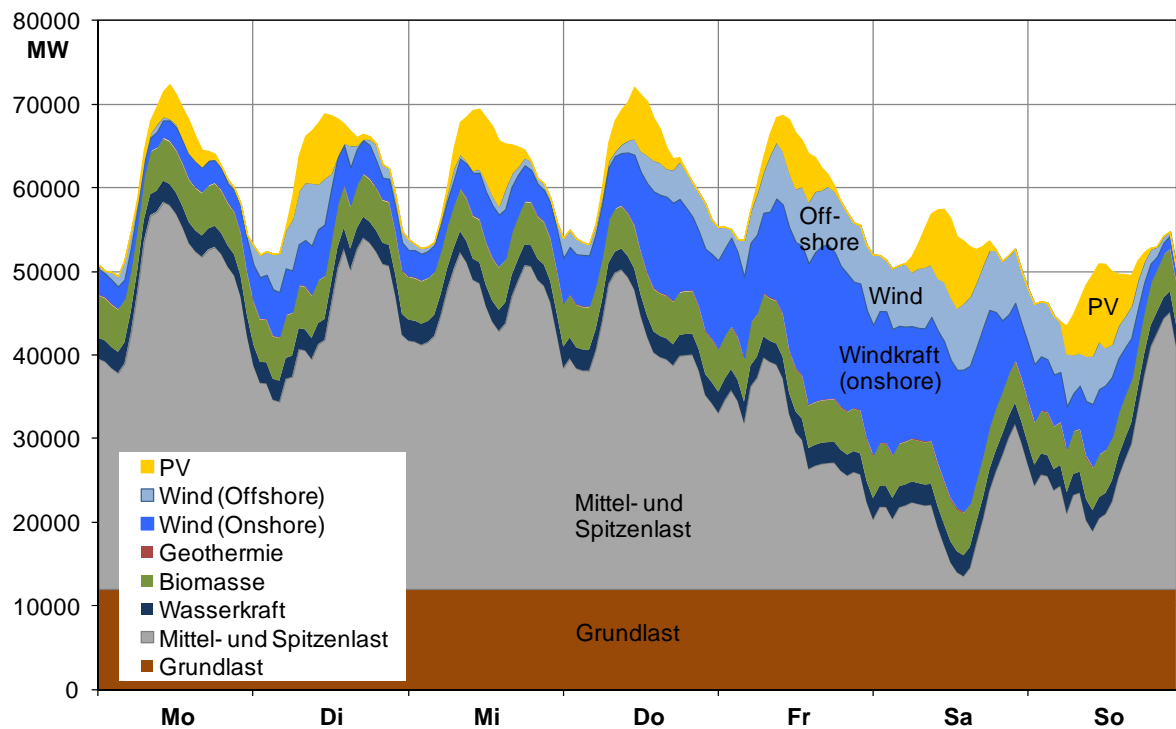
## Simulation des Kraftwerksparks

Um die stündliche Leistungsabgabe des Kraftwerksparks zu analysieren, wurden verschiedene über Deutschland verteilte Referenz-Photovoltaikanlagen anhand realer stündlicher Wetterdaten aus dem Jahr 2007 simuliert und die Stromerzeugung auf die jeweiligen Ausbaustufen hochskaliert. Dabei wurden auch unterschiedliche Anlagenausrichtungen an einem Standort berücksichtigt. Hierzu wurde die Verteilung der Ausrichtung bestehender Anlagen untersucht und auf künftige Ausbaustufen hochgerechnet. Für die Onshore-Windkraft wurde die reale Windeinspeisung des gleichen Jahres auf den jeweiligen Ausbau hochskaliert und die Offshore-Erzeugung

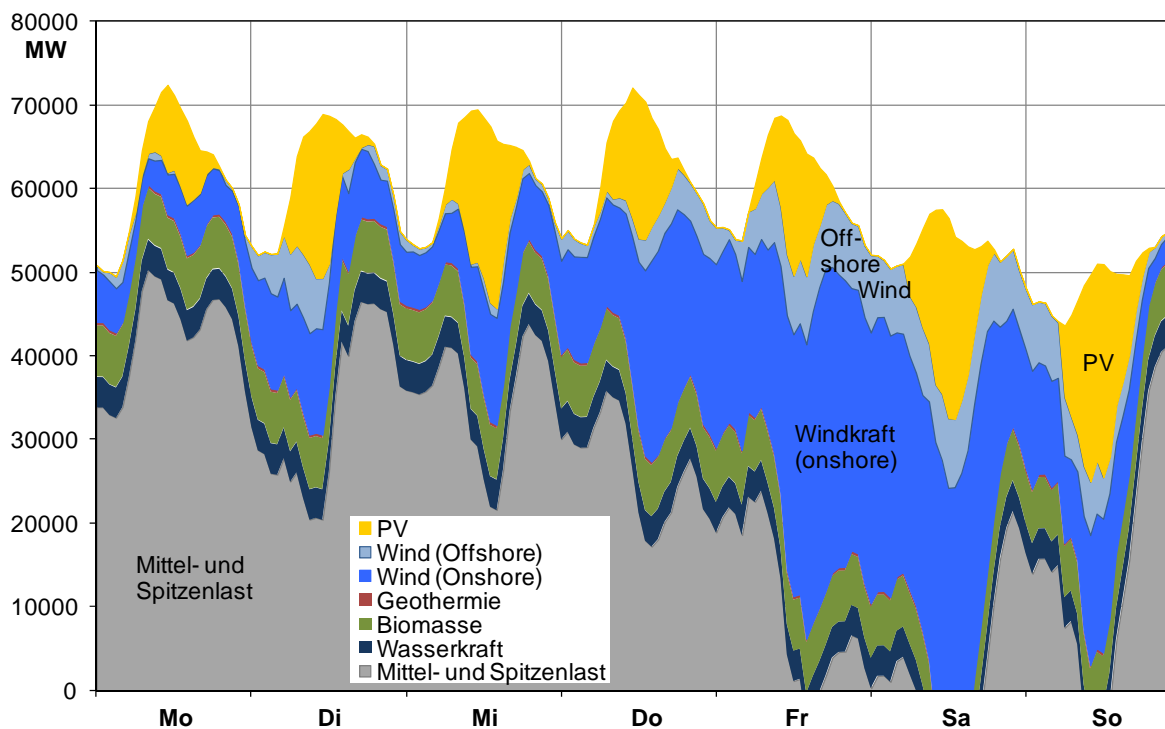
eines Referenzparks anhand von Windmessdaten simuliert. Bild 1 zeigt die Stromerzeugung mit den Erzeugungswerten des Jahres 2008, Bild 2 und Bild 3 die Ergebnisse zweier Ausbauszenarien für das Jahr 2020.



**Bild 1** Stromerzeugung über eine Juliwoche im Jahr 2008



**Bild 2** Stromerzeugung über eine Juliwoche im Jahr 2020, Ausbau nach BMU-Leitszenario



**Bild 3** Stromerzeugung über eine Juliwoche im Jahr 2020, Ausbau nach BEE-Prognose

## Auslaufmodell Grundlastkraftwerk

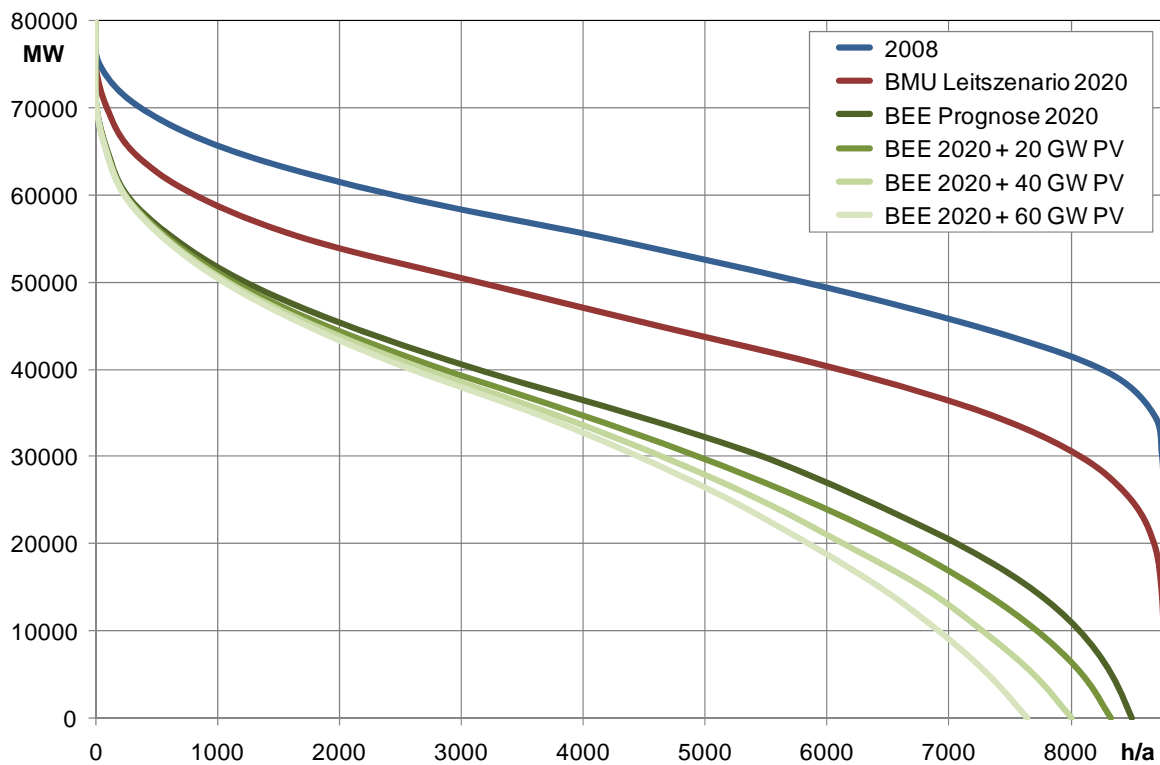
Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sich der Grundlastbedarf durch den Zubau regenerativer Energien signifikant reduziert. Bei einem Ausbau nach dem BMU-Leitszenario geht der Grundlastbedarf auf etwa die Hälfte zurück. Dieses Szenario unterstellt allerdings nur einen jährlichen Zubau der Photovoltaik von unter 1 GW<sub>p</sub>. Verglichen mit den Zubauzahlen von 2008 (ca. 1,9 GW<sub>p</sub>) und 2009 (ca. 2,5 GW<sub>p</sub>) sind diese Annahmen als deutlich zu niedrig einzuschätzen.

Daher ist zu erwarten, dass der Grundlastbedarf in der Realität signifikant unter den Werten des BMU-Leitszenarios liegen wird. Bei der ambitionierteren BEE-Prognose existiert überhaupt kein Grundlastbedarf im klassischen Sinne.

Steigt der Ausbau der Photovoltaik weiter an, geht die Auslastung der verbleibenden konventionellen Kraftwerke noch mehr zurück (Bild 4). In diesen Untersuchungen wurde – wie bereits erwähnt – von einem konstanten Verbrauch ausgegangen. Bei einem möglichen Rückgang des Verbrauchs infolge von Energiesparmaßnahmen geht der Grundlastbedarf sogar noch schneller zurück.

Bereits in wenigen Jahren wird es signifikante Auswirkungen auf Grundlastkraftwerke geben. Anstelle des reinen Grundlastbetriebs wird zunehmend ein Lastfolgebetrieb

nötig. Dies ist technisch bei einigen konventionellen Anlagen durchaus realisierbar [3]. Durch die großen Temperaturwechsel nimmt jedoch auch der Verschleiß bei den Anlagen erheblich zu. Die Zahl der Volllaststunden geht hingegen zurück. Dies hat signifikante Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und die Stromgestehungskosten der Grundlastkraftwerke. Bei Kernkraftanlagen steigt außerdem infolge der häufigeren Lastwechsel das Störfallrisiko. Die versprochenen signifikanten Kosteneinsparungen bei eventuellen Laufzeitverlängerungen von Kernkraftwerken dürften unter den Randbedingungen alles andere als realistisch sein.



**Bild 4** Jahresdauerlinien des Restbedarfs mit Überschreitungsdauern der Leistung

Laufzeitverlängerungen von Kernkraftwerken oder der Neubau von Braunkohlekraftwerken sind unter den Randbedingungen daher wenig sinnvoll. Grundlastkraftwerke werden in absehbarer Zeit nicht mehr benötigt. Nur durch eine Vielzahl neuer und teurer Speicher wäre der Weiterbetrieb von Grundlastkraftwerken in bisherigem Umfang überhaupt möglich. Aus ökonomischen Gründen sind daher ein völliger Verzicht auf den Neubau von Grundlastkraftwerke und ein zeitnaher Auslaufplan für bestehende Grundlastkraftwerke zu empfehlen. Wird dies nicht umgesetzt, entsteht eine Konkurrenzsituation von regenerativen Kraftwerken mit den Grundlastkraftwerken, die den Ausbau regenerativer Kraftwerke und das Erreichen von Klimaschutzziele verzögern wird. Untersuchungen, die zu positiven Aspekten durch die Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken kommen, gehen daher auch konsequenterweise von

einem niedrigen Ausbau der Photovoltaik aus, wie z.B. [3] mit nur rund 20 GW<sub>p</sub> im Jahr 2030, was einem Zubau von 0,6 GW<sub>p</sub> pro Jahr entspricht. Dazu müsste der jährliche Zubau der Photovoltaik auf ein Viertel im Vergleich zum Jahr 2009 gedrosselt werden.

## **Zusammenfassung**

Während heute regenerative Kraftwerke in Deutschland vor allem Strom aus Spitzen- und Mittellastkraftwerken ersetzen, wird ein weiterer Ausbau sich bereits in Kürze auf den Betrieb von Grundlastkraftwerken auswirken. Der Bedarf und die Auslastung von Braunkohle- und Atomkraftwerken werden dadurch kontinuierlich sinken. In bereits 10 Jahren könnte der Bedarf an Grundlastkraftwerken auf null sinken. Sollen diese dennoch weiter betrieben werden, würde sich die Zahl der Kaltstarts signifikant erhöhen. Dies verschlechtert die Wirtschaftlichkeit der Anlagen erheblich und erhöht die Sicherheitsrisiken beim Betrieb von Kernkraftwerken. Ein konsequentes und nachhaltiges Energiekonzept für Deutschland sollte daher den baldigen Ersatz von Kohle- und Atomkraftwerken durch regenerative Kraftwerke vorsehen. Das gleichzeitige Festhalten am Neubau von Kohlekraftwerken, der Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken und dem Ausbau regenerativer Kraftwerke präferiert verschiedene Technologien, die nicht zusammenpassen und wird daher das Umsetzen der Klimaschutzbemühungen in Deutschland deutlich erschweren.

## **Quellenangaben**

[1] Bundesverband Erneuerbare Energie (Hrsg.): Stromversorgung 2020, Strom-Ausbauprognose der Erneuerbare-Energien-Branche. Berlin 2009

[2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Ausbau erneuerbarer Energien im Strombereich bis zum Jahr 2030. Berlin, 2008

[3] Hundt, Matthias; Barth, Rüdiger; Sun, Ninghong; Wissel, Steffen; Voß, Alfred: Hemmschuh für den Ausbau Erneuerbarer? Auswirkungen einer Laufzeitverlängerung für Kernkraftwerke. BWK 11/2009, S. 49-53.