

# Wieviel Reservekraftwerke werden bei einem starken Ausbau von Wind- und Solaranlagen gebraucht ?

von Kurt W. Edwin

e-mail [Kurt-W.Edwin@energie-fakten.de](mailto:Kurt-W.Edwin@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - vereinfachte Kurzfassung

Bei der Nutzung von Wind- und Solarenergie, in geringerem Umfang auch von (Lauf-)Wasserkraft, sind wir stark abhängig von der Natur. Ihr Angebot stimmt tages- und jahreszeitlich nicht überein mit unserer Energienachfrage. Das gilt auch und gerade im Elektrizitätssektor. Auf Wind- und Solarkraftwerke allein lässt sich deshalb eine Stromversorgung in einem mitteleuropäischen Industriestaat wie Deutschland nicht gründen. Vielmehr müssen in ausreichendem Umfang Reservekapazitäten in Form von Kohle- und Gaskraftwerken vorhanden sein für die Zeiten, in denen die Sonne nicht oder kaum scheint und der Wind zu unregelmäßig (Böen), zu schwach (Flaute) oder zu stark (Sturm) weht.

Wieviel Reserveleistung bei einem starken Ausbau von Solar- und Windanlagen (sowie von Laufwasserkraftwerken) gebraucht werden, ist in einer umfangreichen Studie an der RWTH Aachen untersucht worden. Dabei wurde vorausgesetzt, dass die Zuverlässigkeit der Stromversorgung (nur wenige kurze Stromausfälle im Jahr) nicht absinkt. Angenommen wurde ein allmählicher Zubau von 4.300 Megawatt (MW) Laufwasserkraft, 6.200 MW Windenergie (Inzwischen schon doppelt so viel installiert) sowie alternativ 40.000 und 100.000 MW Sonnenenergie. Für 4.300 + 6.200 + 40.000, zusammen also 50.500 MW, müssen 46.000 MW in Reservekraftwerken bereitgehalten werden. Nur 4.500 MW können

durch die Nutzung der drei regenerativen Energien ersetzt werden. Bei einer Zunahme der Solarkapazität auf 100.000 MW, die manchen auf lange Sicht vorschwebt, wäre das Verhältnis noch krasser.

Das sog. Substitutionspotenzial der Laufwasserkraft beläuft sich nach der Studie auf immerhin 42 %, dasjenige der Windenergie aber nur auf 14 % und dasjenige der Sonnenenergie gar nur auf 4,5 % (bei 40.000 MW) bzw. 1,5 % (bei 100.000 MW).

Diese nüchternen Zahlen gießen viel Wasser in den Wein der Nutzung regenerativer Energien zur Stromerzeugung.

# Wieviel Reservekraftwerke werden bei einem starken Ausbau von Wind- und Solaranlagen gebraucht ?

von Kurt W. Edwin

e-mail [Kurt-W.Edwin@energie-fakten.de](mailto:Kurt-W.Edwin@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - Langfassung

Wind- und Sonnenenergie stehen stets nur dargebotsabhängig (wie der Wind bläst bzw. die Sonne scheint) und leider nicht bedarfsgesteuert (wie Strom benötigt wird) zur Verfügung. Trotzdem sollen sie nach dem Willen der Politik erheblich an Bedeutung für die Stromerzeugung gewinnen. Energiepolitisch derart wichtige Entscheidungen erfordern die vorurteilsfreie Beantwortung zentraler technischer, ökonomischer und ökologischer Fragen. Versorgungstechnisch stehen dabei die notwendigen Netz- und Kraftwerksreserven im Mittelpunkt. Im vorliegenden Beitrag soll untersucht werden, welchen Einfluss dargebotsabhängige Anlagen auf die notwendige Größe des Kraftwerksparks und auf die erforderlichen Kraftwerksreserven in Deutschland haben.

Zweckmäßigerweise wird dabei nicht vom derzeit bestehenden Kraftwerkssystem, sondern von einem die Wirklichkeit vereinfachenden, aber fragebezogen richtigen Systemmodell der Zukunft ausgegangen. Hierzu

wurden folgende Annahmen getroffen:

- Ausgangspunkt ist ein „Basissystem 2020“, das nur aus Kohle- und Gaskraftwerken gemäß dem neuesten Stand der heute bekannten Technik und aus den heute vorhandenen Pumpspeicherkraftwerken besteht. Kernkraftwerke und dargebotsabhängige Kraftwerke (Laufwasser, Wind- und Photovoltaik-Kraftwerke) sind im „Basissystem 2020“ nicht in Betrieb.
- Von diesem „Basissystem 2020“ ausgehend erfolgt ein schrittweiser Zubau von Laufwasserkraftwerken bis zur maximal möglichen Leistung (in Deutschland 4,3 Gigawatt - GW) und von Wind- und Photovoltaikkraftwerken mit willkürlich angenommener, forcierter Ausbauleistung entsprechend Bild 1. Als „Endausbau“-Zustand werden demnach 6.200 Megawatt (MW) - (6,2 GW) installierter Windleistung und 100.000 MW (100 GW) installierter Photovoltaik-Leistung angenommen.

Für diese Kraftwerke werden die in Deutschland durch Klima und Wetter im Mittel gegebenen Erzeugungsmöglichkeiten zugrundegelegt. Im Gegenzug dazu werden die infolge der zugebauten Kraftwerke nicht mehr benötigten konventionellen Kraftwerke stillgelegt, und zwar in dem Ausmaß, dass die gesamte Systemzuverlässigkeit gleich bleibt, das heißt, dass es zu keiner Zunahme von Anzahl, Dauer und Wahrscheinlichkeit von Stromausfällen kommt.

- Die Tages- und Jahresganglinien des elektrischen Energiebedarfs in Deutschland (Abhängigkeit des Strombedarfes von der Tageszeit bzw. Verlauf über das Jahr hinweg), und damit der Bedarf an Jahresarbeit (Strommenge insgesamt) sowie an Gesamtleistung im Zeitpunkt der höchsten Stromnachfrage („Spitzenleistung“, hier 70 GW), werden für den untersuchten Zeitbereich als unverändert angenommen (entsprechend den Ist-Daten aus dem Jahre 1993).

## LANGFASSUNG

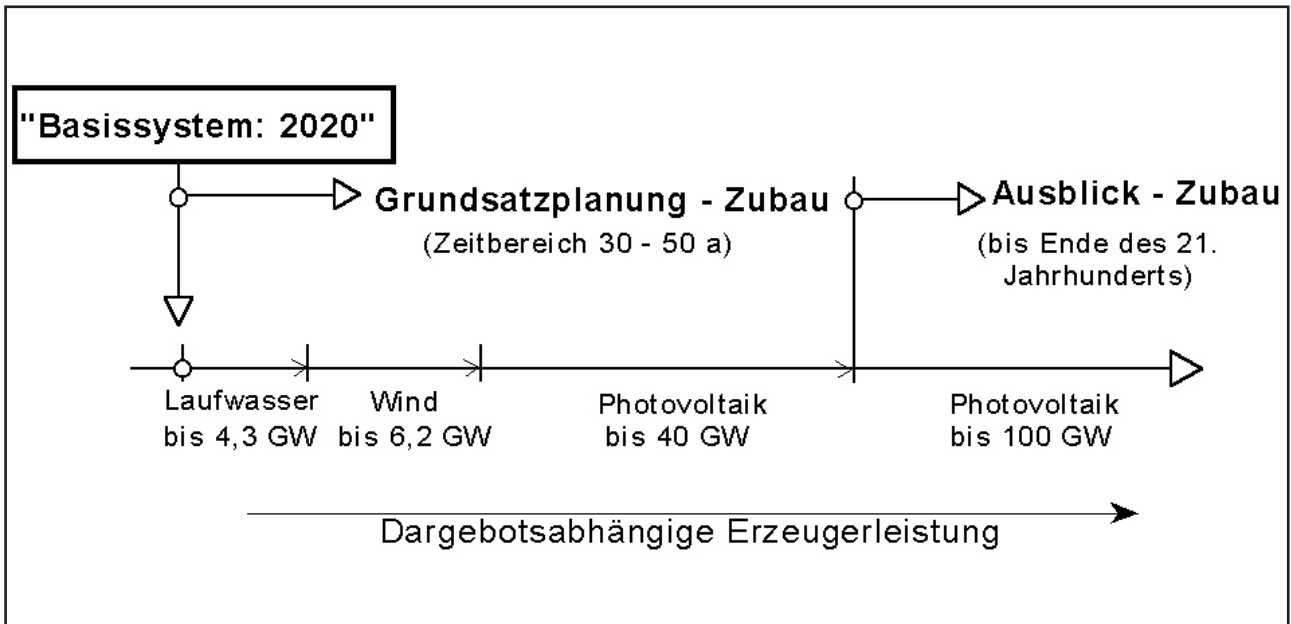


Bild 1: Ausbau des „Basissystems 2020“ durch dargebotsabhängige Erzeugerleistung

Auf Basis realistischer technischer und wirtschaftlicher Betriebsbedingungen sowie klimatisch bedingter Verfügbarkeiten wird in einem determiniert-stochastischen Rechenmodell ermittelt, welche Reserveleistung und damit welche Gesamt-Kraftwerkskapazität in Abhängigkeit von der erreichten Ausbauleistung der Wind- und Photovoltaik-Kraftwerke erforderlich ist, wenn die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems gleich bleiben soll. Da die dargebotsabhängigen Kraftwerke die zu einem bestimmten Zeitpunkt benötigte elektrische Energie nur mit wesentlich geringerer Wahrscheinlichkeit bereitstellen können als thermische Kraftwerke, können letztere immer nur mit wesentlich geringerer Leistung außer Betrieb genommen werden, als erstere zugebaut werden. Die erforderliche Gesamt-Kraftwerkskapazität steigt daher mit zunehmender Leistung der dargebotsabhängigen Kraftwerke

deutlich an. Das Ergebnis ist in Bild 2 dargestellt.

Die Zunahme der insgesamt erforderlichen Leistung ist klar ersichtlich. Um bei konstanter Jahresarbeit und Lastspitze (70 GW) den Gesamtbedarf der Stromkunden in Deutschland gleich zuverlässig decken zu können, erhöht sich, z.B. bei einem

Zubau von 4,3 GW Laufwasserkapazität, 6,2 GW Windkraftanlagen und 40 GW Photovoltaikanlagen, also bei einem Zubau von zusammen 50,5 GW dargebotsabhängiger Leistung, die benötigte installierte Gesamtleistung um insgesamt 46 GW. Anders ausgedrückt, für den Ausbau von 50,5 GW dargebots-

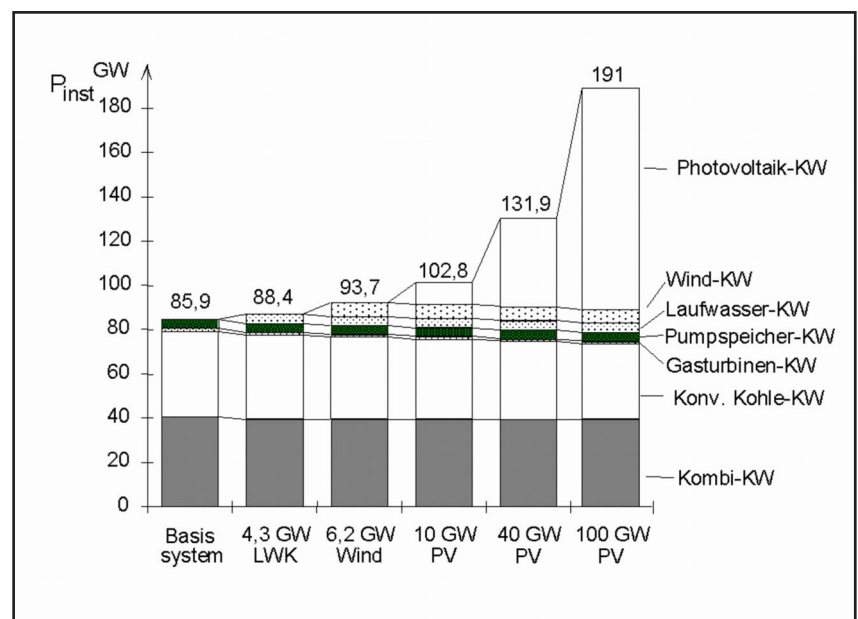


Bild 2: Summe der notwendigen Erzeugungsleistung in den untersuchten Zubaustufen.

## LANGFASSUNG

abhängiger Leistung können nur 4,5 GW (50,5 - 46 GW) thermische Leistung außer Betrieb genommen werden. Betrachtet man die notwendige Kraftwerksreserve, so erhöht sich diese von 15,9 GW (85,9 GW benötigte installierte Gesamtleistung bei 70 GW maximaler Stromnachfrage erforderliche Reserve = 15,9 GW = 23 %) ohne dargebotsabhängige Kraftwerke um 43,5 GW auf nunmehr 59,4 GW (85 %!) mit den dargebotsabhängigen Kraftwerken. Das Verhältnis wird bei einer Zubauleistung von 100 GW Photovoltaik noch weit krasser.

Das Ausmaß, in dem thermische Kraftwerksblöcke durch den Zubau dargebotsabhängiger Stromerzeugungsanlagen stillgelegt werden können, wird als „Substitutionspotenzial“ bezeichnet. Auf die zugebaute Leistung bezogen beträgt es für 4,3 GW Laufwasserkraftwerke (das ist die in Deutschland leider beschränkte maximal mögliche Ausbauleistung, von dieser sind z. Z. 2,6 GW bereits realisiert) etwa 42 %; für 6,2 GW Windkraft beträgt es nur 14 % und für 40 GW Photovoltaik-Leistung sogar nur 4,5 %; für weitere 60 GW Photovoltaik-Leistung sinkt der

Wert sogar auf 1,5 %. Die substituierbare Leistung an thermischen Kraftwerksblöcken ist also stark unterschiedlich und vor allem bei Windkraft- und erst recht bei Photovoltaik-Anlagen gering.

Die notwendige Kraftwerksreserve erhöht sich fast im gleichen Maße, wie Windkraft und Photovoltaik-Anlagen zugebaut werden. Der thermische Kraftwerkspark des „Basissystems 2020“ muss somit trotz forciertem Ausbau von Wind- und Photovoltaik-Anlagen weitgehend unverändert erhalten bleiben. ■