

Kernenergie, Windkraft und Pumpspeicher

Ulrich Wolff

April 2011

Der Strombedarf in Deutschland beträgt jährlich etwa 600 Milliarden kWh. (600 000 GWh). Insgesamt wurden zur friedlichen Nutzung der Kernenergie in Deutschland bisher 36 Kernkraftwerke erbaut. 19 - überwiegend zu Versuchszwecken und zum Einstieg errichtete kleine Kraftwerke - wurden inzwischen stillgelegt und zum Teil bereits zur grünen Wiese rückgebaut.

17 Kernkraftwerke, die im internationalen Vergleich Spitzenplätze besetzen, erzeugen mit einer Leistung von insgesamt 20,5 GW als Grundlast 150 000 GWh und decken damit 25% des Strombedarfes in Deutschland. Die Kraftwerke liefern ihre maximale Leistung 7300 h lang im Jahr und sind damit zu 84% ausgelastet. Eine Auslastung von 100% ist wegen der erforderlichen Abschaltung zur Wartung und Reparatur und zur Anpassung an den Strombedarf des Netzes nicht möglich. Inzwischen ist Kernenergie exklusiv in Deutschland eine „ungeliebte Kröte“, die man nicht schlucken will. Gegen ein Aufgeld könnte die Kernenergie in Deutschland für einige Generationen durch 20,5 GW Gas- oder Kohlekraftwerke ersetzt werden. Das will man ebenfalls nicht.

Dagegen soll „als bescheidener“ Anfang „nachhaltig“ Windkraft diesen Beitrag der Kernenergie von 20,5 GW in Deutschland ersetzen. Das wird von modernen Windkraftwerken, die - täglich abhängig vom Wind - im Jahresdurchschnitt eine mittlere Auslastung von 25% ihrer Maximalleistung erst noch erreichen sollen, schlicht und einfach erwartet. Die Windkraftwerke könnten dann im Jahresdurchschnitt 2190 h lang ihre volle Leistung erzeugen.

Was zur Lösung dieser Aufgabe nötig wäre, kann mit Hilfe von Google und einem Taschenrechner übersichtlich und nachvollziehbar (auf dem Papier) wie folgt berechnet werden:

Benötigt werden dann Windkraftwerke mit einer Gesamtleistung von

$$20,5 \text{ GW} \times 7300 / 2190 = \mathbf{68 \text{ GW}}$$

Der Aufwand für die elektrischen Bauteile ist entsprechend größer als gegenwärtig und die erforderlichen Stromleitungen werden erheblich länger. Die Stromlieferung von 75% des gesamten Bedarfs an Strom aus Kohle, Erdgas und sonstigen Quellen bliebe zunächst unverändert. Insgesamt soll keine einzige kWh mehr erzeugt werden. Das ist offenbar auch nicht nötig, denn an dem verbleibenden Löwenanteil von 75 % soll ohnehin noch gespart werden. (Solarstrom soll hier besser nicht betrachtet werden.)

Es ist selbstverständlich, dass die Windkraftwerke ihren Beitrag von 20,5 GW „als Grundlast“ ebenso zuverlässig erbringen müssen, wie gegenwärtig die Kernkraftwerke und alle anderen Kraftwerke, die „Grundlast“ liefern. Das muss so sein, denn schließlich sollen Wind und Sonne einst den gesamten Strom liefern. Dazu sind allerdings noch einige „Kleinigkeiten“ zu erledigen:

Die Schwankungen der Windstärke und auch längere Windstille müssen nämlich künftig Pumpspeicherkraftwerke überbrücken. Atomstrom aus Frankreich oder gar Tschechien kommt ohnehin nicht infrage und könnte in der erforderlichen Menge nicht geliefert werden. Gleiches gilt z. B. für Wasserkraft aus Norwegen. Die geringe Strommenge, die dort verkauft werden kann, bleibt bereits in Schweden hängen.

Die Leistung der Windkraftwerke schwankt wie von der Natur vorgegeben zwischen Null und 68 GW. Die erforderliche Leistung der Pumpspeicherkraftwerke beträgt daher:

$$68 \text{ GW} - 20,5 \text{ GW} = \mathbf{47.5 \text{ GW}}.$$

Scheinbar wäre die Realisierung kein grundsätzliches technisches Problem, denn in Deutschland gibt es bereits 30 Pumpspeicherkraftwerke mit einer Gesamtleistung von knapp 7 GW und einer Speicherkapazität von rund 40 GWh. Diese Kraftwerke sorgen mit dafür, dass die zeitlichen Schwankungen des Bedarfes so ausgeregelt werden können, so dass keine Abschaltungen im Stromnetz zum Schutz der Kraftwerke vor einem durch Überlastung verursachten Totalschaden der elektrischen Komponenten erforderlich werden.

Für weitere Überlegungen ist eines der modernsten Pumpspeicherkraftwerke in Goldisthal, Thüringen der Ausgangspunkt.

Auf einer Fläche von 55 ha liegt das Oberbecken 880 m ü NN und fasst 12 Millionen m³ Wasser; das Unterbecken liegt 330 m tiefer 550 m ü NN und fasst 18,5 Millionen m³. Das Pumpspeicherkraftwerk hat eine maximale Leistung von 1 GW und eine Speichergröße von 8,5 GWh, kann seine maximale Leistung also 8,5 Stunden lang entweder abgeben oder aufnehmen. Der Wirkungsgrad der jeweiligen Energiewandlung beträgt etwa 0,8. Dabei fließen stündlich etwa 1,4 Millionen m³ Wasser in Druckrohren nach oben oder unten.

Derart günstige Standorte gibt es allerdings nicht mehr. Mit Blick auf den „Rheinfall bei Schaffhausen“ mit einer Fallhöhe von 23 m wäre daher schon der Ansatz einer Fallhöhe von 30 m für neue Pumpspeicher „recht mutig“. Die Wassermenge, die bei einer Leistung von 1 GW dann stündlich nach oben oder unten fließen muss, steigt von 1,4 Millionen m³ in Goldisthal auf 15 Millionen m³ in den neuen Pumpspeichern an.

Als nächstes bleibt zu klären, wie groß das Speichervolumen sein muss, damit die Zeiten geringer Windstärke, der Windstille oder zu großer Windstärke überbrückt werden können.

Zum Ersatz der Windenergie müssen jeweils folgende Wassermengen vorhanden sein:

Für 1 Stunde	47,5 x 15 Millionen m ³ = 0,71 Milliarden m³ ,
für 24 Stunden	17,0 Milliarden m³ und
für 1 Woche	119 Milliarden m³ .

Wenn die erforderlichen ca. 30 000 großen Windkraftwerke und 300 neuen Pumpspeicherkraftwerke nach einer Bauzeit von 10 oder 20 Jahren mit „freudiger Zustimmung der Bürger“ errichtet worden sind, müssen nur noch ihre Wasserbecken mit Wasser gefüllt werden:

Den „Rheinfall bei Schaffhausen“ passieren durchschnittliche 373 m³ pro Sekunde, das sind etwa 11,8 Milliarden m³ im Jahr. Diese Wassermenge könnte die wohl mindestens erforderlichen Pumpspeicherbecken theoretisch bereits in 10 Jahren füllen. Am Niederrhein würde ein solches Vorhaben allerdings kaum auf Gegenliebe treffen.

Wenn das geschafft ist, können in Deutschland 300 wesentlich größere künstliche „Rheinfälle in Druckrohren“ als in Schaffhausen die Grundlastversorgung von 25% des Bedarfs mit Hilfe der 30 000 Windkraftwerken sichern. Die 17 Kernkraftwerke sind dann endlich überflüssig! -Oder wird aus dem „Rheinfall“ doch nur ein Reinform?

Fazit:

Offenbar muss die Renaissance der Windkraft auch in Deutschland eine Illusion bleiben. An der ungeliebten Kröte Kernenergie führt der Wind nicht vorbei. Auch der beliebte Blick auf den „Vogel Strauß“ kann weder Erleuchtung bringen, noch die zukünftige Energieversorgung sichern.

Die existierende Realität der Windkraft mit 26 GW zeigt das Schaubild, (1000 MW = 1 GW). Die jährliche Auslastung variiert von Jahr zu Jahr zwischen 1357 h und 1834 h.:

