

# Wie viele Windräder braucht Hessen?

Dr. - Ing. Detlef Ahlborn

11. September 2013

*Mit einfachen Überlegungen lässt sich nachrechnen, dass unser Land mit fünftausend Windrädern zugebaut werden müßte, wenn die Vorstellungen von Grünen und anderen Politikern in Hessen umgesetzt werden sollten.*

In der öffentlichen Diskussion um sogenannte erneuerbare Energien ist sich die Mehrheit der Bürger, Politiker und eine große Zahl an Befürwortern von Wind- und Solarenergie nicht darüber im Klaren, welchen Umfang der Ausbau der Windkraft in Hessen haben muss, wenn nur ein Teil der elektrischen Leistung unserer Netze durch Windkraftanlagen erbracht werden soll. Die dazu erforderlichen Überlegungen sind keineswegs kompliziert und es braucht nur einige Grundkenntnisse in Physik, um diesen Umfang abzuschätzen.

Auf der Homepage des hessischen Umweltministeriums, in der Propaganda von Parteien und in Studien einiger Professoren kann man nachlesen, dass in Hessen pro Jahr  $28TWh$  Strom mit Windkraftanlagen erzeugt werden können. Dieser Energiebetrag entspricht  $28.000GWh$  bzw.  $28.000.000MWh$  (28 Mio  $MWh$ ). Der gesamte Bedarf an elektrischer Energie in Hessen beträgt übrigens  $40TWh$ .

Schon in der Mittelstufe lernt man den bekannten Zusammenhang zwischen Leistung, Arbeit und Zeit. Er ist bekannt als Merksatz „Leistung ist Arbeit pro Zeit“. Hier ist die Zeit zu verwenden, in der die Arbeit verrichtet wird. Der formelmäßige Zusammenhang ist also

$$Leistung = \frac{Arbeit}{Zeit}. \quad (1)$$

Der genannte Energiebetrag von  $28.000GWh$  entspricht einer pro Jahr von allen hessischen Windkraftanlagen zusammen verrichteten Arbeit bzw. der in einem Jahr produzierten Strommenge. Diese Strommenge wird in einem Jahr mit  $8760h$  produziert. Als Wert für Arbeit und Zeit ist demzufolge anzusetzen:

$$\begin{aligned} Arbeit &= 28.000.000MWh \\ Zeit &= 8760h. \end{aligned} \quad (2)$$

Die Leistung aller Windkraftanlagen zusammen beträgt also

$$Leistung = \frac{28.000.000MWh}{8760h} = 3196MW. \quad (3)$$

Diese Leistung ist die durchschnittliche Leistung aller Windkraftträder. Wie viele Windräder man braucht, lässt sich auf einfache Weise errechnen, wenn man die

durchschnittliche Leistung *eines einzigen* Windrads ermittelt. In der Diskussion hat sich hier der Begriff der sogenannten Volllaststundenzahl zur Bemessung der produzierten Strommenge und damit zur durchschnittlichen Leistung eingebürgert. Da der Wind zufällig weht, liefert ein einzelnes Windrad mal niedrige, mittlere und mal hohe elektrische Leistung. Man weiß, dass niedrige Leistungen häufig auftreten und hohe Leistungen sehr selten sind. Man weiß auch, dass der häufigste Betriebszustand eines Windrads der Stillstand ist. Die mittlere Stromproduktion wird daher durch die Volllaststundenzahl bewertet. Dieser Wert sagt folgendes aus:

Obwohl die Leistung eines Windrads je nach Wetterlage ständig schwankt, wird so getan, als würde das Windrad eine bestimmte Stundenzahl mit voller Last (also: voller Leistung bzw. Nennleistung) laufen. Daraus erklärt sich der Begriff Volllaststundenzahl. In Planungen geht man gern davon aus, dass diese Volllaststundenzahl bei 2200h und noch darüber liegt. Die Windlobby nimmt gern höhere, Windkraftgegner nehmen niedrigere Werte an. In den Planungen werden 2000h angesetzt. Tatsache ist, dass in Hessen vorhandene Windräder eine Volllaststundenzahl von 2000h praktisch nie erreichen. Selbst große Anlagen in Nordhessen erreichen nur 1650h.

Die vorgenannten Zusammenhänge sind in ähnlicher Form jedem Autofahrer geläufig, schließlich wird ein Auto praktisch ausnahmslos bei relativ geringer Leistung betrieben, weil man nur sehr selten den Motor bei voller Leistung laufen lässt. Wer fährt schon bei Dauervollgas dauernd Höchstgeschwindigkeit? Der durchschnittliche Verbrauch an Kraftstoff entspricht so der Volllaststundenzahl bei Windrädern, weil der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch ein Maß für die im Mittel verbrauchte Energie zum Vortrieb des Fahrzeugs ist.

Um die produzierte Strommenge für ein einzelnes Windrad zu ermitteln, kann aus dem Satz „Leistung ist Arbeit pro Zeit“ gefolgert werden, dass Arbeit (also die Strommenge) gleich Leistung mal Zeit ist. Die in Hessen geplanten Anlagen haben unter Volllast eine Leistung von 3MW. Wenn eine Volllaststundenzahl von 2000h angesetzt wird, beträgt die jährliche Stromproduktion bei dieser Leistung folglich

$$\text{Arbeit} = \text{Leistung} \times \text{Zeit} = 3\text{MW} \times 2000\text{h} = 6000\text{MWh}. \quad (4)$$

In Hessen gibt es nur einige wenige Windräder mit einer Nennleistung von 3MW, die meisten davon erreichen die genannte Strommenge nicht! Wie viele Windräder man braucht, kann man nun unmittelbar ausrechnen: Wenn ein Windrad eine Strommenge von 6000MWh produziert und in Hessen insgesamt 28.000.000MWh mit Windergie produziert werden sollen, erhält man die Anzahl der erforderlichen Windräder durch Division dieser beiden Zahlen: Es werden also 4666 Windräder in Hessen benötigt!

Wem diese Überlegung zu knapp war, dem sei folgender Gedankengang empfohlen: Die Arbeit (Strommenge) von 6000MWh wird über das ganze Jahr hinweg erzeugt. Nun hat das Jahr 8.760h, d. h. die *mittlere Leistung* eines Windrads liegt wesentlich unter der Leistung eines Windrads unter voller Last. Die mittlere Leistung beträgt folglich

$$\text{mittlere Leistung} = \frac{6000\text{MWh}}{8760\text{h}} = 0,68\text{MW}. \quad (5)$$

Wenn behauptet wird, dass man in Hessen eine mittlere Leistung von ungefähr  $3200MW$  mit Windrädern erzeugen kann und ein Windrad eine durchschnittliche Leistung von  $0,68MW$  hat, ist **evident**, dass dazu

$$Anzahl = \frac{Leistung\ aller\ Anlagen}{Leistung\ einer\ Anlage} = \frac{3200}{0,68} = 4672 \quad (6)$$

Windräder benötigt werden. Die kleinen Unterschiede zwischen beiden Zahlen erklären sich durch Rundungsfehler. Um die Rechnung zu vereinfachen und der Tatsache Rechnung zu tragen, dass es auch windschwache Jahre wie das Jahr 2013 gibt, soll diese Zahl auf 5000 aufgerundet werden. Diese Zahl ist gigantisch groß und man möge sich vor Augen halten, dass jede dieser Anlagen eine Höhe von  $200m$  hat! Gern wird das Argument angeführt, man könne diese Rechnung so nicht überprüfen oder gar, die Zahlen seien falsch. Ebenso peinlich ist die Aufforderung, für diese Zahlen Quellen anzugeben. Die Zusammenhänge sind elementar und trivial und sollten zumindest zur Allgemeinbildung eines jeden Abiturienten gehören. Um derlei Zweifel und Argumente zu widerlegen, wurde die Rechnung hier im Detail ausgeführt.

Wir denken uns nun unser schönes Hessenland in Schachbrettfelder aufgeteilt. In jedes Feld dieses hessischen Schachbretts denken wir uns in der Mitte einen Windpark mit je 10 Windrädern und wir wollen uns überlegen, wie groß diese einzelnen Schachbrettfelder sind. Die Größe der Felder wollen wir zum einen in  $km^2$  und deren Kantenlänge in  $m$  ausrechnen. Die Überlegung dazu ist fast trivial: Hessen hat eine Gesamtfläche von ungefähr  $22.000km^2$ . Wenn nun nach den Vorstellungen einiger Politiker 500 Windparks in Hessen gebaut werden sollen, dann hat ein Schachbrettfeld eine Fläche von

$$Fläche\ eines\ Felds = \frac{Gesamtfläche}{Anzahl\ Windparks} = \frac{22.000km^2}{500} = 44km^2 \quad (7)$$

Dieses Feld hat eine Kantenlänge von  $6,6km$ ! Man stelle sich unser Land von Karlshafen bis nach Bensheim, von Limburg bis nach Gersfeld mit Windparks überzogen vor, die einen Abstand von rund  $7km$  haben! Wer der Ansicht ist, die genannten Zahlen seien nicht korrekt, möge statt der in Ansatz gebrachten 2000 mal 2500 Volllaststunden einsetzen- nach kurzer Rechnung erhält man hier einen Abstand von  $7,4km$ ! Am wesentlichen Ergebnis ändert solche Zahlenkosmetik nichts:

### **Unser Land wird bis zur Unkenntlichkeit entstellt sein!**

Wer bis hier noch immer glaubt, die angenommenen Werte für Volllaststundenzahl usw. seien nicht in Ordnung, den verweist der Verfasser an eine (ganz unverdächtige) Studie unter dem Titel *100 % erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland* [1], die im November 2012 vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme veröffentlicht wurde. Auf S. 19 dieser Arbeit stellen die Verfasser dar, dass man auf dem Festland mit einer Windenergie- Nennleistung von  $170.000MW$  eine Strommenge von  $306TWh$  bereitstellen kann. Der für Hessen genannte Betrag von  $28TWh$  entspricht  $9,1\%$  dieser Strommenge. Daraus kann gefolgert werden, dass  $9,1\%$  der Nennleistung, also  $9,1\%$  von  $170.000MW = 15500MW$  für Hessen erforderlich sind. Realisiert man diese Nennleistung durch  $3MW$ -Anlagen, sind also rund 5.200 Windräder erforderlich.

Alle diese Windräder zusammen sind natürlich nicht in der Lage, unser Land mit Strom zu versorgen, schließlich sinkt deren Leistung auf Null, wenn kein Wind weht. Zur Bereitstellung von Elektrizität sind entweder fossile Stützkraftwerke mit gleicher Leistung oder Techniken zur Speicherung von Windstrom erforderlich. Die Effektivität der von manchen Professoren vorgeschlagenen Speicherung von Windstrom in Form von Methangas ist so schlecht, dass zur Deckung der Verluste eine noch wesentlich größere Zahl von Windrädern erforderlich ist. Es ist reine Desinformation der Bürger, wenn die Politik behauptet, eine hundertprozentige Versorgung von Hessen mit erneuerbarer Energie sei bis zum Jahr 2030 möglich.

## Literatur

- [1] Hennig, H.-M., Palzer, A.: *100 % erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland*  
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE Stuttgart, Kassel, Teltow, 2012