

## Ökologie

# Möglichkeiten und Grenzen regenerativer Energien

Von Kurt L. / 1. September 2008

In der hier beginnenden Artikelserie soll es darum gehen, die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten regenerativer Energien zu erläutern, die jeweiligen Vor- und Nachteile aufzuzeigen und damit eine Grundlage für eine sachliche Diskussion zu legen.

In der hier beginnenden Artikelserie soll es darum gehen, die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten regenerativer Energien zu erläutern, die jeweiligen Vor- und Nachteile aufzuzeigen und damit eine Grundlage für eine sachliche Diskussion zu legen.

Neben verschiedenen erneuerbaren Energieformen wird in diesem Artikel versucht, Formen der Wirkungsgradsteigerung (Kraft-Wärme-Kopplung, Blockheizkraftwerk) und der Energiespeicherung (Wasserstoff, Pumpspeicherkraftwerke) darzustellen.

Dabei wird kein Anspruch auf Vollständigkeit der Ausführungen erhoben, hierfür ist der Platz bei weitem nicht ausreichend. Ebenso wird oft über den Daumen gerechnet und zur Vereinfachung bestimmte Annahmen getroffen, welche im Einzelnen nicht zutreffen mögen, im Großen und Ganzen aber einer Überprüfung standhalten werden. Es geht hier darum, die grundlegenden Dinge darzustellen und Möglichkeiten und Probleme aufzuzeigen, aber nicht darum, die Nutzung erneuerbarer Energieformen negativ darzustellen. Es ist allerdings wichtig, diese Probleme anzusprechen, um diese in der Diskussion berücksichtigen zu können.

Wer nun erwartet, eine Lösung all unserer Energieprobleme zu finden, wird wohl im ersten Moment etwas enttäuscht sein. Ohne eine Umstellung der herrschenden Produktionsverhältnisse wird es nicht möglich sein, unseren Energiebedarf mit erneuerbaren Energien zu decken.

### Windenergie

In diesem ersten Teil geht es um Nutzung, Funktionsweise und Probleme der Windenergie. Zunächst zu einer Begriffserläuterung, nämlich zum Unterschied zwischen Leistung und Energie.

Ein Automotor hat eine Leistung von 100 PS (136 kW). Diese Leistung ist als Maximalwert anzusehen und damit eine Momentaufnahme zu einem bestimmten Zeitpunkt. Mensch könnte dies auch als die Kraft des Motors bezeichnen, welche potenziell vorhanden ist. Diese Leistung wird nicht ständig abgerufen. Leistung wird in Watt (W) angegeben. Die Energie hingegen bezeichnet das Integral der Leistung über die Zeit. Fährt also ein Auto mit der Leistung von 100 kW eine Stunde unter Vollast (bei voller Leistung) auf der Autobahn, so ergibt sich eine Energie von 100 kWh. Energie besitzt die Einheit Kilowattstunden (kWh).

Dazu eine kurze Rechnung: Es kann von einem Energiebedarf von 1 000 kWh pro Person und Jahr ausgegangen werden. Bei einem Preis von 20 Cent / kWh kommt man somit auf eine Stromrechnung von 200 € pro Person und Jahr. Die Kosten für ein 2-Megawatt (MW) -Windrad liegen bei rund 2 Millionen €.

An einem guten Standort erreicht dieses Windrad ca. 1.500 Volllaststunden (Stunden die das Windrad gemittelt über das Jahr unter Vollast läuft, also die Stunden welche das Windrad volle Leistung erbringt) was in etwa einem Fünftel des Jahres entspricht.

Hiermit kommt mensch auf eine Energie von 3 000 000 kWh pro Windrad, (2 MW x 1.500 h) es könnten also rund 3 000 Personen (3 000 000 kWh / 1 000 kWh pro Person) mit einem Windrad versorgt werden. Hieraus folgt, dass die Kosten eines Einzelnen bei rund 670 € einmaliger Investition liegen würden. Bei einer erwarteten Lebensdauer von 20 Jahren macht dies gerade mal 33,50 € pro Person und Jahr (also rund 1/4 der 200 € der jetzigen Stromrechnung) bei völlig sauberer, CO<sub>2</sub>-freier Stromerzeugung. Die Kosten für Wartung/Versicherung etc. habe ich hierbei vernachlässigt, da diese mit rund 15 % des jährlichen Ertrags sehr gering ausfallen. Nicht berücksichtigt sind ebenfalls Kosten wie Zinsen und Abschreibungen.

Ende 2007 sind in Deutschland 22 247 MW Windleistung installiert (Erneuerbare Energien in Zahlen; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit).

Weitere 30 000 MW Leistung sind offshore geplant und sollen in den nächsten Jahren realisiert werden. Deutschland käme somit auf eine installierte Leistung von über 50 000 MW Windleistung. Der ständige Leistungsbedarf in Deutschland liegt bei rund 60 000 MW im Tagesmittel und schwankt dabei von rund 45 000 MW (nachts) bis über 70 000 MW (in den frühen Morgenstunden, wenn das Licht eingeschaltet wird, die Menschen duschen, Kaffee kochen, etc.) In Deutschland könnten somit in den kommenden Jahren über 80 % des Strombedarfs aus Windenergie gedeckt werden.

In den Diagrammen ist die Entwicklung der aufgestellten Winderenergieanlage (WEA) als auch die kumulierte installierte Leistung genau zu erkennen (Quelle: <http://www.wind-energie.de/de/statistiken/>). Wieso haben wir unsere komplette Stromerzeugung dann nicht schon auf Windenergie umgestellt? Um dies verstehen zu können, muss mensch sich mit der Funktionsweise einer WEA vertraut machen.

Zur Entstehung von Wind

Um den Äquator liegt eine Zone, in welcher auf Grund erhöhter Sonneneinstrahlung eine höhere Temperatur herrscht. Auf Grund der geringeren Dichte von warmer Luft wird diese in einer Aufwärtsbewegung in Höhen von bis zu 10 km transportiert. Bei diesem Aufstieg kühlt sich die Luft ab und fällt in Richtung Norden und Süden zurück auf den Boden.

Auf Grund der Rotation der Erde wird diese sinkende Luft verteilt, was letztendlich für die Luftbewegung, für den Wind „sorgt“. Diese Hauptwinde werden zusätzlich durch lokale Gegebenheiten (Gebirge, Meere) überlagert und somit verändert.

An der Küste erwärmt sich das Festland während des Tages durch die Sonneneinstrahlung stärker, die Luft wird erwärmt und steigt auf. Hierbei wird die kältere Luft über dem Meer angezogen, es entsteht aufländiger Wind.

Kühlt es sich am Abend ab, wird dieser Effekt durch die größere Wärmekapazität des Wassers (das Wasser speichert Wärme länger als das Festland, wärmt sich aber auch langsamer auf) umgekehrt, es entsteht abländiger Wind.

In einer Windenergieanlage wird der Wind abgebremst und die Differenz der kinetischen Energie (der Bewegungsenergie des Windes) am Ein- und Austritt, als Nutzleistung (P) gewonnen. Die zu erreichende Nutzleistung ist hierbei in erster Linie von den Windverhältnissen (der Windstärke) abhängig und damit vom Standort.

In der Regel läuft eine WEA bei Windstärke 3 (19 km/h) an, erlangt bei Windstärke 6 (49 km/h) ihre

Nennleistung und schaltet bei Windstärke 10 (102 km/h) ab.

Dies ist darauf zurückzuführen, dass mensch sich entscheiden muss, ob man lieber die leichten Winde mitnutzen möchte (welche ein geringeres Potenzial besitzen, dafür aber sehr viele Stunden im Jahr vorhanden sind). Dann ist die Anlage für starke Winde nicht ausreichend ausgelegt (und kann daher die starken Winde mit hohem Potenzial nicht nutzen). Oder ob mensch auch die starken Winde mitnutzen möchte (sehr hohes Potenzial, aber wen

iger Stunden im Jahr) dann ist der Anlaufwiderstand für leichten Winde zu groß. Die oben genannten Werte haben sich als effektivster Mittelwert erwiesen, bei welchem die Energieabgabe im Jahr am höchsten ist.

Ein guter Standort für eine WEA liefert also folglich einen möglichst gleichmäßigen, starken Wind und eine möglichst hohe Anzahl an Volllaststunden. Je höher die Anzahl der Volllaststunden, desto größer die abgegebene Energie.

Die Anzahl der Volllaststunden schwankt hierbei von rund 1 000 h / Jahr in bestimmten Regionen auf dem Festland bis ca. 2 200 h / Jahr offshore.

Die Windstärke und die Anzahl der Volllaststunden wird dabei von zwei wesentlichen Faktoren beeinflusst: der Höhe (der Umgebung und des Turms) und der Rauigkeit der Umgebung (nachzuschlagen im Europäischen Windatlas).

Die besten Gegebenheiten für eine WEA finden sich daher vor allem auf den Kammlagen der Mittelgebirge. Die höchsten Windgeschwindigkeiten werden in Deutschland (die Alpen ausgenommen, hier werden auf Grund von Transportproblemen und des rauen Klimas kaum WEA aufgestellt) auf dem Brocken im Harz gemessen, sowie Offshore und in Küstennähe (Wasser hat eine Rauigkeitsindex von 0 [Laut Europäischem Windatlas] und daher perfekte Gegebenheiten).

Die Probleme der Energieversorgung mit Windkraft und deren Ausbau liegen folglich in drei Punkten.

1. Der Wind bläst im Durchschnitt nur ein Fünftel des Jahres, am Tag wie auch in der Nacht, in Zeiten mit hohem als auch niederem Energiebedarf. Da sich Strom so gut wie nicht speichern lässt (Batterien sind hier keine akzeptable Lösung) stellt dies die Frage der Langzeitspeicherung von Energie in den Mittelpunkt. Hierauf werde ich in einem weiteren Artikel in einer späteren Ausgabe der Avanti eingehen.
2. Die guten Standorte auf dem Festland sind weitestgehend belegt. Es gibt auf Grund der oben genannten Erfordernisse an einen guten Standort nicht mehr sehr viele Standorte, welche sich für den Aufbau von WEA eignen. Eine Möglichkeit des Kapazitätenausbaus besteht darin, ältere, wenig effektive WEA durch moderne WEA mit einer höheren Leistung zu ersetzen. Als problematisch ist hierbei zu beachten, dass sich Veränderungen an der Umgebung (Abholzung von Wäldern, Neubau von Siedlungen usw.) sehr schnell auf die Windgegebenheiten auswirken können und ein guter Standort, selbst durch kleine Veränderungen, schnell zu einem schlechter geeigneten Standort werden kann.
3. Das höchste Potenzial wird derzeit dem Bau von Offshore-Windparks eingeräumt. Aber auch dies ist nicht unproblematisch. Zum einen stellt sich die Frage des Stromtransportes auf das Festland. Ob und welche Auswirkungen der Transport hochfrequenten Stroms durch die Naturschutzgebiete des Wattenmeers und die dortige Artenvielfalt hat, wurde noch nicht untersucht und kann derzeit nicht vorhergesagt werden. Da WEA von vielen Menschen als „landschaftsverhandelnd“ angesehen werden, müssen alle neugeplanten Windparks mindestens 40km von jeglicher Küste (sowohl Festland als auch Inseln) entfernt sein, (Die Sichtweite ist auf Grund der Erdkrümmung auf rund 40 km beschränkt, ab hier sind Körper nicht mehr zu sehen) wodurch WEA in sehr tiefen Gewässern aufgestellt werden müssen, was die Auswahl guter Standorte weiter erschwert.

Das Hauptproblem, welches uns im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien immer wieder begegnen wird, ist die Frage der Langzeitspeicherung von Energie und der Transport von Strom bzw. Energie. Im letzten Teil dieser Reihe wurde versucht hierfür mögliche Lösungswege darzustellen.

Im nächsten Teil soll es um die verschiedenen Nutzungsformen der Wasserkraft und der Nutzung der Sonnenenergie gehen.

{mosimage}

{mosimage}

Dieser Beitrag wurde publiziert am Montag den 1. September 2008  
in der Kategorie: **Ökologie, RSB4.**