

# **Allgemeines über Windenergie**

## **Geschichte der Windkraftnutzung**

Die mittelalterliche Windmühle stellte im vorindustriellen Europa, neben den Wassermühlen, die wichtigste Antriebsmaschine dar. Sie diente vor allem der Müllerei, dem Sägewerk und dem Transport des Wassers. Bis Mitte des letzten Jahrhunderts wuchs die Bedeutung der Windmühle als wirtschaftliche Einrichtung. Zu diesem Zeitpunkt drehten sich ungefähr 200.000 Windmühlen. Mit der Erfindung und Einsatz der Dampfmaschine begann das "Absterben" der Windmühlen.

Erst durch drei, in den 70er und 80er Jahren, einsetzende Krisen konnte eine Veränderung in der Energiewirtschaft und -politik erreicht werden: die Ölkrise., die Kernenergiekrise und die Umweltkrise. Das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) begann Forschungen im Windkraftbereich zu fördern. Zusammen mit drei EVU, der HEW, der RWE und der Schleswig wurde 1980 ein Projekt mit dem Namen GROWIAN (Großwindanlagen) gestartet. Eine eigens gegründete GmbH konnte dann Ende Januar 1983 eine 3,0 MW-Anlage im Kaiser-Wilhelm-Koog inbetriebnehmen. Die Anlage stand jedoch 99% der Zeit still und mußte schließlich nach zahlreichen technischen Defekten 1988 abgerissen werden. GROWIAN kostete dem BMFT 87,2 Mio. DM und brachte genauso wenig Impulse für die Windenergienutzung wie Monopteros (eine einflügelige Anlage von MBB) oder die Aufwindkraftwerke im spanischen Andalusien.

Inzwischen war es möglich Anlagen mit immer größerer Leistungsgröße zu produzieren. Vestas stellte 1990 die erste 500 kW-Anlage vor, die dann auch in Serie hergestellt werden konnte. Während es jedoch in den USA und auch in Dänemark einen Windkraftboom gab, existierten in Deutschland vor allem zwei Hindernisse für eine privatwirtschaftliche Nutzung der Windenergie:

Heftige Auseinandersetzungen mit Behörden zur Erteilung der Baugenehmigung (Windkraftanlagen waren nicht im Baugesetz vorgesehen).

Streit mit den EVU über eine entsprechende Vergütung des eingespeisten Stroms.

Nach langen und mitunter schwierigen Auseinandersetzungen trat am 01.01.1991 eine Novellierung der Bundestarifordnung "über die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Netz" in Kraft. Demnach beträgt die Vergütung für regenerativ erzeugten Strom 90% des Durchschnittserlöses je Kilowattstunde aus der Stromabgabe von den EVU. Baurechtlich obliegt das Genehmigungsverfahren allerdings weiterhin den lokalen Behörden.

Nach einer eher fruchtlosen Phase der ausschließlichen Förderung von Großprojekten durch das BMFT, ging das Ministerium mit dem 250 MW-Programm auch zu einer Förderung von Kleinanlagen über. Dieses Programm konnte entweder in Form einer Investitionszulage über 60% der Investitionskosten oder als Zulage zur Einspeisevergütung in Anspruch genommen werden. Mit Hilfe dieses Programmes konnten bereits 1994 4% des schleswig-holsteinischen Strombedarfes über die Windkraft abgedeckt werden.

## **Die Windkraftanlagentechnik**

Mit Hilfe von Windkraftanlagen kann die in den strömenden Luftmassen vorhandene kinetische Energie, in elektrische Energie umgewandelt werden. Dabei lassen sich Windkraftanlagen u.a. durch folgende Merkmale klassifizieren:

die Stellung der Rotorachse (horizontal, vertikal), die

Anzahl der Rotorblätter,

die Möglichkeit der Leistungsregulierung (stall oder pitch), die Art des Generators (Synchron-, Asynchrongenerator) und die Art der Netzkopplung (direkt oder indirekt).

Nach derzeitigem Stand der Technik und Betrachtung der Konzeptionsmöglichkeiten hat sich der Horizontalachsenkonverter als die beste Lösung herausgestellt. Solch eine netzgekoppelte Anlage besteht aus den folgenden Komponenten: dem Rotor (bestehend aus Rotorblätter(n) und -nabe), ggf. dem Getriebe, dem Generator, dem Turm, dem Fundament und dem Netzanschluß. Im folgenden wird auf die Komponenten kurz eingegangen:

Der **Rotor** ist das Systemelement, das mit Hilfe eines oder mehrerer Rotorblätter die im Wind enthaltene Energie in eine mechanische Drehbewegung umwandelt. Dabei wird ein sogenannter aerodynamischer Wirkungsgrad von ca. 50% erreicht.

**Der Blattverstellmechanismus** begrenzt die vom Rotor entnommene Energie durch zwei Prinzipien:

bei der **Stall-Regelung**: durch gewollten Strömungsabriß am Rotor bei bestimmten Windgeschwindigkeiten und durch die aus der Verwirbelung resultierende Abbremsung des Rotors.

bei der **Pitch-Regelung**: durch aktives "aus dem Wind drehen" der Rotorblätter mit Hilfe der Veränderung des Anstellwinkels der Rotorblätter.

Das **Getriebe** wandelt die vom Rotor erzeugte Drehzahl von 30-50 U/min in die für den meist vierpoligen Generator notwendige Drehzahl von ca. 7.500 U/min. Teilweise sind allerdings schon getriebelose Anlagen im Angebot (z.B. ENERCON), bei denen ein vielpoliger Ringgenerator zum Einsatz kommt.

**Generatoren** sind entweder asynchroner oder synchroner Bauweise. Beide bestehen außen aus einem Stator sowie innen aus einem Läufer (Anker), der sich auf einer drehbaren Welle befindet. Der Aufbau des Magnetfeldes (die Erregung) erfolgt beim Synchrongenerator durch eine Gleichstromzuführung auf die Schleifringe des Läufers und beim Asynchrongenerator über eine im Läufer befindliche Wicklung die kurzgeschlossen wird. Bei Anschluß an ein Drehstromnetz wird, wie bei einem Transformator, eine Spannung induziert.

Bei der **Windnachführung** wird der Rotor der Windkraftanlage möglichst optimal in den Wind gedreht. Dies geschieht entweder durch mechanisch, hydraulisch oder elektro-mechanisch betriebene Drehtriebe, die die Gondel über einen auf dem Turm befindlichen Drehkranz bewegen.

Der **Turm** besteht aus Stahl und/oder Beton und wird entweder in Gitterbauweise, als abgespannter Turm oder als weitgehend freistehender Stahlrohrturm mit geschlossen konischer Bauweise errichtet.

Das **Fundament** bildet die Verankerung der Windkraftanlage im Erdreich. Es ist abhängig von den meteorologischen und betrieblichen Belastungen die auf die Windkraftanlage einwirken, deren Größe sowie der örtlichen Beschaffenheit des Untergrundes. Man verwendet in Abhängigkeit von der Festigkeit des Bodens entweder eine Flach- oder Tiefgründung des Fundamentes.

Der **Netzanschluß** der Windkraftanlage erfolgt durch direkte oder indirekte

Netzkopplung. Im ersten Fall ist eine nahezu konstante Drehzahl entsprechend der Netzfrequenz des Generators erforderlich. Dadurch entstehen hohe dynamische Belastungen im Triebstrang der Anlage. Bei indirekter Netzkopplung hingegen erfolgt die Anbindung über einen zwischengeschalteten Gleichstromkreis. Der durch die Anlage erzeugte Wechselstrom, mit wechselnder Frequenz, wird so zunächst in Gleichstrom und anschließend wieder in Wechselstrom, mit der notwendigen Frequenz und Spannung, umgewandelt. Dadurch ist ein drehzahlvariabler Betrieb der Windkraftanlage möglich und die dynamischen Belastungen werden minimiert.

## **Energieverbrauch in Deutschland**

Der Primärenergieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland wurde 1995 wie folgt gedeckt:

Hier Grafik energieträger.jpg einfügen

Der hohe Anteil der fossilen Energieträger birgt dabei eine Reihe von Gefahren in sich. Die bei der Verbrennung dieser Energieträger entstehenden Luftschadstoffe wirken entweder direkt ("Saurer Regen") oder indirekt auf die Bäume ein und schädigen diese dadurch nachhaltig. Die Folge ist ein verstärkt eintretendes Waldsterben. Andererseits reichern sich immer mehr Spurengase in der Atmosphäre an und verstärken durch ihre wärmespeichernde Wirkung den natürlichen Treibhauseffekt.

Die seit der "Ölkrise" verstärkte Nutzung der Kernenergie bringt das unausweichliche Problem der Endlagerung radioaktiven Materials und ein großes Akzeptanzproblem bei der Bevölkerung mit sich.

Um diese bisherige Form der Energieversorgung neu zu orientieren schlug die Enquete-Kommission zum "Schutz der Erdatmosphäre" ein Zusammenwirken folgender drei Bausteine vor:

Energieeinsparung,

effizientere Energieerzeugung,

Einsatz regenerativer Energieträger.