

Das Antriebskonzept

Seit 1992 gibt es zwei verschiedene Konzepte zum Antreiben von Windkraftanlagen. Das herkömmliche Antriebskonzept „mit Getriebe“ unterscheidet sich grundlegend von dem vor etwa zwanzig Jahren von der Firma ENERCON entwickelten getriebelosen Antriebskonzept. Während Anlagen mit Getriebe zwischen Rotor und Generator noch ein Getriebe zum Übersetzen der niedrigen in eine hohe Drehzahl besitzen, kommen getriebelose Anlagen ohne ein Getriebe aus, da ihr Generator aufgrund einer anderen Bauweise keine hohen Drehzahlen benötigt, um elektrische Energie zu erzeugen.

Vergleicht man die Generatoren herkömmlicher Anlagenhersteller mit denen der Firma ENERCON, so fällt direkt auf, dass diese einen gigantischen Durchmesser haben. Durch diesen sogenannten Ringgenerator kann auf ein Getriebe verzichtet werden, wodurch ein nahezu reibungsloser Energiefluss möglich ist. Außerdem werden Energieverluste zwischen Rotor und Generator vermieden. Zudem von zentraler Bedeutung ist die Tatsache, dass der Ringgenerator bedeutend langsamer dreht als herkömmliche Generatoren. Die Vorteile des sogenannten Direktantriebs werden an einem Beispiel deutlich. Der Generator einer ENERCON E-82 macht während seiner gesamten Lebenszeit (etwa 20 Jahre) genauso viele Umdrehungen wie der Generator einer Windkraftanlage mit Getriebe in etwa 60 Tagen. Vorteilhaft ist auch, dass der mechanische Verschleiß gesenkt und die Lebensdauer der Maschine entsprechend erhöht wird. Außerdem fallen durch den Verzicht auf das Getriebe keine unnötigen Instandsetzungs- und Wartungskosten an. Getriebe von Windkraftanlagen müssen etwa alle zehn bis fünfzehn Jahre ersetzt werden und können immense Kosten nach sich ziehen. Ein Getriebewechsel für eine 1,65 MW – Anlage beispielsweise kostet etwa 250.000 € inklusive Kran- und Personalkosten. In den vergangenen Jahren haben immer mehr Firmen eigene getriebelose Antriebskonzepte entwickelt, um dem neuesten Stand der Technik mithalten zu können. Die Firma ENERCON beschreibt ihren Ringgenerator wie folgt:

„[...] Der ENERCON Ringgenerator ist ein hochpoliger Synchrongenerator ohne direkte Netzkopplung. Ausgangsspannung und -frequenz variieren mit der Drehzahl und werden über einen Gleichstromzwischenkreis und Wechselrichter für die Abgabe an das Netz umgerichtet. Dadurch wird eine hohe Drehzahlvariabilität erreicht.“

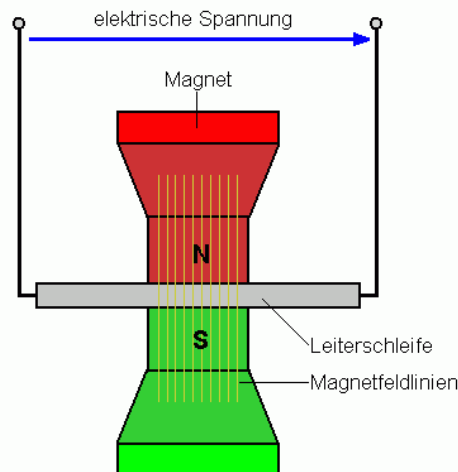
In der folgenden Grafik ist der Querschnitt einer ENERCON – Windenergieanlage zu sehen. Man erkennt den großen Ringgeneratorrotor (rot) und den Generatorstator (grau um den Generatorrotor). Außerdem zu sehen ist die Nabe mit den drei Blattadaptern, an denen die Rotorblätter befestigt werden.

Der Generator- Das Herzstück einer Windkraftanlage

Der Generator einer Windkraftanlage ist in der Funktionsweise mit einem Fahrraddynamo vergleichbar. Beide Generatoren verwandeln durch elektrische Induktion mechanische in elektrische Energie.

Auf den ersten Blick scheint der Generator eine Art Zaubermaschine zu sein, da auf der einen Seite mechanische Energie durch Rotation hineinkommt und auf der anderen Seite elektrische Energie herauskommt.

Die Funktionsweise eines Generators ist nicht schwierig zu verstehen, der Schlüssel des Geheimnisses ist die Induktion, denn mit ihr erzeugen Generatoren aus der mechanischen Energie des Windes die elektrische Energie für den Verbraucher. Der Begriff Induktion stammt aus dem lateinischen von „inducere“, was soviel heißt wie „hineinführen“. Vereinfacht ausgedrückt ist Induktion nichts anderes, als das in einem Leiter z.B. einem Aluminiumstab genau dann Spannung induziert wird, wenn er in einem Magnetfeld hin und her bewegt wird. Stellt man nun einen Hufeisenmagnet so auf einen Tisch, das senkrecht zur Tischplatte ein Magnetfeld entsteht und bewegt dann einen Aluminiumstab horizontal zur Tischplatte in diesem Magnetfeld, so entsteht inmitten dieser Aluminiumstange eine elektrische Spannung.



Bewegungsrichtung der Leiterschleife: Vor - Zurück

Abb.: Funktionsprinzip der Induktion

In den Generatoren von Windkraftanlagen geschieht dies allerdings nicht durch den Einsatz von Aluminiumstäben, da diese genau wie der Hufeisenmagnet unheimlich große Dimensionen annehmen müssten, damit die Energieausbeute einigermaßen brauchbar wäre. Deshalb gibt es in den Generatoren sogenannte Spulen. Bei einer Spule ist ein Kupferdraht um einen Kern mit mehreren Wicklungen herumgewickelt. Man verwendet hier keine Aluminiumdrähte, sondern Kupferdrähte, da Kupfer leitfähiger als Aluminium ist. Wird nun diese Spule in einem Magnetfeld gedreht, so entsteht in ihr, genau wie im Aluminiumstab, eine Spannung. Die Höhe dieser Spannung ist von drei Faktoren abhängig. Mit zunehmender magnetischer Flussdichte, höherer Drehgeschwindigkeit und einer höheren Windungszahl steigt auch die in der Spule induzierte Spannung an. In unserem Beispiel mit dem Hufeisenmagnet und dem Aluminiumstab ist der Leiter das Bauteil, das bewegt wird und der Magnet jenes, das feststeht. Dies ist im Generator der hier untersuchten Windkraftanlagen jedoch anders und hat auch einen logischen Hintergrund. Würde die Spannung im drehenden Teil des Generators erzeugt, so müsste sie über Schleifkontakte auf den feststehenden Generatorteil, den sogenannten Stator, übertragen werden, was erhebliche Verluste mit sich tragen würde. Deshalb ist das Prinzip in den Ringgeneratoren umgedreht, denn hier wird im Rotor das Magnetfeld aufgebaut und die Spulen befinden sich im feststehenden Stator. Von hier aus wird dann der erzeugte Strom über Kabel und weitere Zwischenstationen in den Turmkeller hin zum Transformator abgeführt. Da der Generator der Windkraftanlage aufgrund nicht konstanter Drehzahl Wechselstrom mit unterschiedlicher Frequenz erzeugt, muss der Strom zunächst von Gleichrichtern in Gleichstrom umgewandelt werden. Der umgewandelte Strom wird dann in Wechselrichtern wieder zurück in Wechselstrom mit einer

drehzahlunabhängigen Frequenz von 50 Hertz umgewandelt. Dies ist die in Europa übliche Netzfrequenz. Erst dann kann der Strom zum Transformator fließen, der ihn von etwa 600 Volt auf über 10.000 Volt transformiert, damit die Leitungsverluste gering bleiben.

Quelle Abbildung:

Hobby Bastelecke, Mario Lehwald,

http://www.hobbybastelecke.de/grundlagen/spannungsquellen_erzeugung.htm

Quelle Text:

Besondere Lernleistung, Marvin Schnell, September 2013