
Generatoren in Windkraftanlagen

1. Allgemeines

Windkraftanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um. Dabei spielen Generatoren eine zentrale Rolle, da sie die mechanische Rotation des Rotors in elektrische Energie umwandeln. Es existieren verschiedene Generatorarten und Antriebskonzepte, die sich insbesondere hinsichtlich der Verwendung eines Getriebes sowie ihrer elektrischen Auslegung unterscheiden.

2. Getriebegekoppelte Anlagen

Bei klassischen Windkraftanlagen erfolgt die Kraftübertragung vom Rotor über ein Getriebe zum Generator. Da sich der Rotor relativ langsam dreht (typischerweise 10 bis 20 Umdrehungen pro Minute), erhöht das Getriebe die Drehzahl auf ein für Generatoren geeignetes Niveau von etwa 1000 bis 1800 Umdrehungen pro Minute.

In diesen Anlagen werden häufig Asynchrongeneratoren eingesetzt. Diese sind robust, kostengünstig und einfach aufgebaut. Allerdings arbeiten sie nahezu mit konstanter Drehzahl und benötigen Blindleistung aus dem Netz. Eine Weiterentwicklung stellt der doppelt gespeiste Asynchrongenerator dar (DFIG). Dieser ermöglicht variable Drehzahlen und eine bessere Anpassung an den Wind, da ein Teil der Energie über einen Umrichter eingespeist wird. Dennoch bleibt das Getriebe eine mechanisch anfällige Komponente.

3. Anlagen mit Vollumrichter und Getriebe

Eine modernere Variante stellt das Konzept dar, bei dem ein Generator ebenfalls über ein Getriebe angetrieben wird, jedoch die gesamte erzeugte elektrische Leistung über einen Vollumrichter geführt wird. Dabei kommt häufig ein Synchrongenerator zum Einsatz.

Der größte Vorteil dieses Systems liegt in der vollständigen Entkopplung vom Stromnetz. Dies ermöglicht eine freie Wahl der Drehzahl, eine verbesserte Netzstabilität sowie eine flexible Regelung der eingespeisten Leistung. Allerdings bleiben die Nachteile des Getriebes bestehen, insbesondere Verschleiß und Wartungsaufwand.

4. Direktantrieb ohne Getriebe

Beim Direktantrieb entfällt das Getriebe vollständig. Der Rotor ist direkt mit dem Generator verbunden. Aufgrund der geringen Drehzahl müssen hierbei große, langsam laufende

Generatoren eingesetzt werden. Meist handelt es sich um Synchrongeneratoren, häufig mit Permanentmagneten.

Der Verzicht auf ein Getriebe reduziert den mechanischen Verschleiß erheblich und erhöht die Zuverlässigkeit der Anlage. Gleichzeitig sind diese Generatoren deutlich größer und schwerer, was zu höheren Material- und Produktionskosten führt.

5. Besonderheiten der Enercon-Generatoren

Die Firma Enercon verfolgt ein spezielles Konzept und gehört zu den Vorreitern im Bereich getriebeloser Windkraftanlagen. Enercon verwendet ausschließlich direktangetriebene Anlagen ohne Getriebe.

Ein wesentliches Merkmal ist der Einsatz eines elektrisch erregten Synchrongenerators. Im Gegensatz zu Permanentmagnetgeneratoren wird das Magnetfeld hier durch eine elektrische Erregung erzeugt. Dadurch ist keine Verwendung seltener Erden notwendig, was sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile bietet.

Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist der sogenannte Ringgenerator. Dieser besitzt einen großen Durchmesser und ermöglicht die direkte Umsetzung des Drehmoments des Rotors. Zusätzlich werden alle Enercon-Anlagen mit einem Vollumrichter betrieben, wodurch eine vollständige Netzentkopplung erreicht wird.

Dies hat mehrere Vorteile: Die Einspeisung kann optimal geregelt werden, die Netzqualität wird verbessert und die Anlage kann aktiv zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen.

6. Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es verschiedene Konzepte für Generatoren in Windkraftanlagen gibt. Während klassische Systeme mit Getriebe kostengünstig sind, bieten getriebelose Konzepte wie bei Enercon eine höhere Zuverlässigkeit und geringeren Wartungsaufwand. Die Wahl des Systems stellt stets einen Kompromiss zwischen Kosten, Effizienz, Gewicht und Wartungsbedarf dar.