Basiswissen Windkraft

Der Erfolg moderner Windkraftanlagen wäre ohne Beiträge aus verschiedensten Teildisziplinen nicht denkbar. Für wirtschaftliche Aspekte beim Betrieb von Windparks gewinnen Systeme zur Zustandsüberwachung (engl. Condition Monitoring Systems – CMS) zunehmend an Bedeutung.

Aerodynamik

Die Aerodynamik ist die Lehre des Verhaltens von Körpern in einem kompressiblen Gas (Luft). Die Aerodynamik beschreibt die Kräfte, die es ermöglichen, dass ein Windrad sich dreht oder ein Flugzeug vom Boden abhebt.

Die Auslegung eines Rotorblatts für moderne Windkraftanlagen muss sowohl die aerodynamischen Eigenschaften als auch die mechanische Belastbarkeit berücksichtigen. Um den Anforderungen gerade bei sehr großen Windkraftanlagen gerecht zu werden, kommen oft Flügelprofile zum Einsatz, die in umfangreichen Simulationen optimiert wurden.

Energieumwandlung

Um Windenergie nutzen zu können, muss die kinetische Energie des Windes zunächst in Rotationsenergie umgewandelt werden. Die Rotationsenergie kann anschließend mit einem Generator zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt werden. Wie bei allen Energieumwandlungsprozessen sind auch hier bei jedem Einzelschritt Verluste zu beobachten. Ausgehend von der maximal nutzbaren Windleistung (Betz-Kriterium) treten aerodynamische, mechanische und elektrodynamische Verluste auf.

Getriebetechnik

Bei der Leistungsübertragung von der Rotorachse auf den Generator müssen zwei Grundvoraussetzungen erfüllt sein:

- gute Gleichlaufeigenschaften mit möglichst geringen Schwankungen der Drehzahl und der Momente
- gute Anpassung des Drehzahlbereiches zwischen Rotor und Generator

Obwohl in den letzten Jahren große Fortschritte bei der Entwicklung von Frequenzumrichtern erzielt wurden, beruhen etablierte Triebstrangkonstruktionen auf dem Einsatz von Übersetzungsgetrieben. Die Getriebe ermöglichen es, Drehzahl bzw. Frequenz des Generators den Anforderungen des Wechselstromnetzes anzupassen.

Maschinenüberwachung

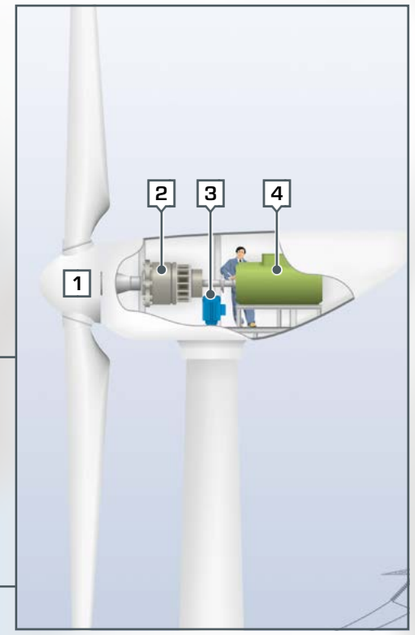
Der Bau und Betrieb einer Windkraftanlage ist mit hohen Investitionskosten verbunden. Ein Ausfall von Rotorlagerung, Getriebe oder Rotorwelle führt zu finanziellen Einbußen.

Um einen Ausfall zu vermeiden, werden an Windkraftanlagen kontinuierlich Schwingungsanalysen durchgeführt. Ziel dieser Analysen ist es, beschädigte Komponenten frühzeitig zu erkennen und auszutauschen, bevor es zum Ausfall der Windkraftanlage kommt.

Windkraftanlagen bestehen neben dem Rotor und dem Generator aus vielen einzelnen Komponenten, die nur zusammen eine funktionsfähige und effiziente Windkraftanlage bilden.

Folgende Aspekte spielen bei der Ausbildung von Facharbeitern und Ingenieuren im Bereich der Windenergietechnik eine zentrale Rolle:

- Funktionsweise und Zusammenwirken der einzelnen Komponenten
- Montage und Betriebsüberwachung

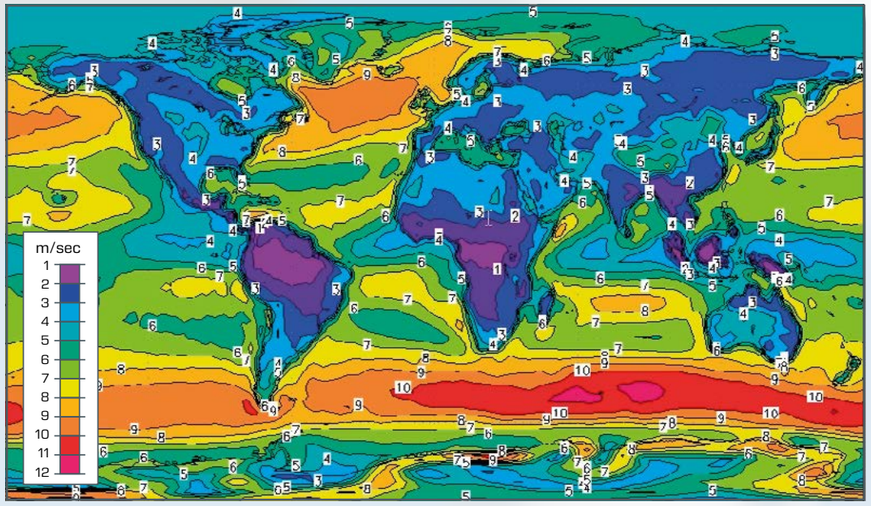


Windkraftanlage:

1 Rotor
2 Getriebe
3 Azimut-Motor
4 Generator

Globales Windenergieangebot

Die Grafik zeigt das mittlere globale Windenergieangebot als farblich gekennzeichnete Flächen



Lernfelder Windkraft

Technologie mit Zukunft

Während typische Windräder für mechanische Antriebe bereits seit Jahrhunderten verbreitet sind, erlebt speziell die Stromerzeugung mittels großer Windkraftanlagen gegenwärtig ihren wirtschaftlichen Durchbruch.

Der aktuelle Trend geht zu großen Windkraftanlagen mit großen Rotoren. Dies liegt vor allem daran, dass in großen Höhen hohe Windgeschwindigkeiten vorliegen. Die Windgeschwindigkeit hat einen sehr großen Einfluss auf die Drehgeschwindigkeit des Rotors. So sind Rotordurchmesser von ca. 100 m heutzutage keine Seltenheit mehr.

Der Prozess der Energiegewinnung durch Windkraft beinhaltet neben den praktischen Aspekten auch umfangreiche theoretische Grundlagen. Daher unterscheiden wir in unserem didaktischen Konzept zum Bereich Windkraft die rechts aufgeführten Lernfelder.

Lernfelder	2E0 Produkte
Grundlagen der Windenergietechnik	
Untersuchungen an umströmten Körpern	**HM 170** Offener Windkanal **HM 170.05** Widerstandskörper Quadratscheibe **HM 170.09** Widerstandskörper Tragfläche NACA 0015 **HM 170.22** Druckverteilung an einer Tragfläche NACA 0015
Stromerzeugung aus Windenergie	**ET 220** Energieumwandlung an einer Windkraftanlage
Einfluss des realen Windangebots und des Strombedarfs auf den Ertrag von Windkraftanlagen	**ET 220.01** Windkraftanlage
Anwendungstechnik bei Windkraftanlagen	
Energieübertragung in Getrieben	**AT 200** Wirkungsgradbestimmung von Getrieben **GL 210** Dynamisches Verhalten mehrstufiger Stirnradgetriebe **GL 212** Dynamisches Verhalten mehrstufiger Planetengetriebe
Maschinenüberwachung	**PT 500** System zur Maschinendiagnose, Basiseinheit **PT 500.11** Zubehörsatz Riss in der Welle **PT 500.12** Zubehörsatz Schäden bei Wälzlagern **PT 500.15** Zubehörsatz Schäden an Getrieben **PT 500.19** Zubehörsatz elektromechanische Schwingungen