

Windkraft

Überblick über Funktionsweise und technische Systeme



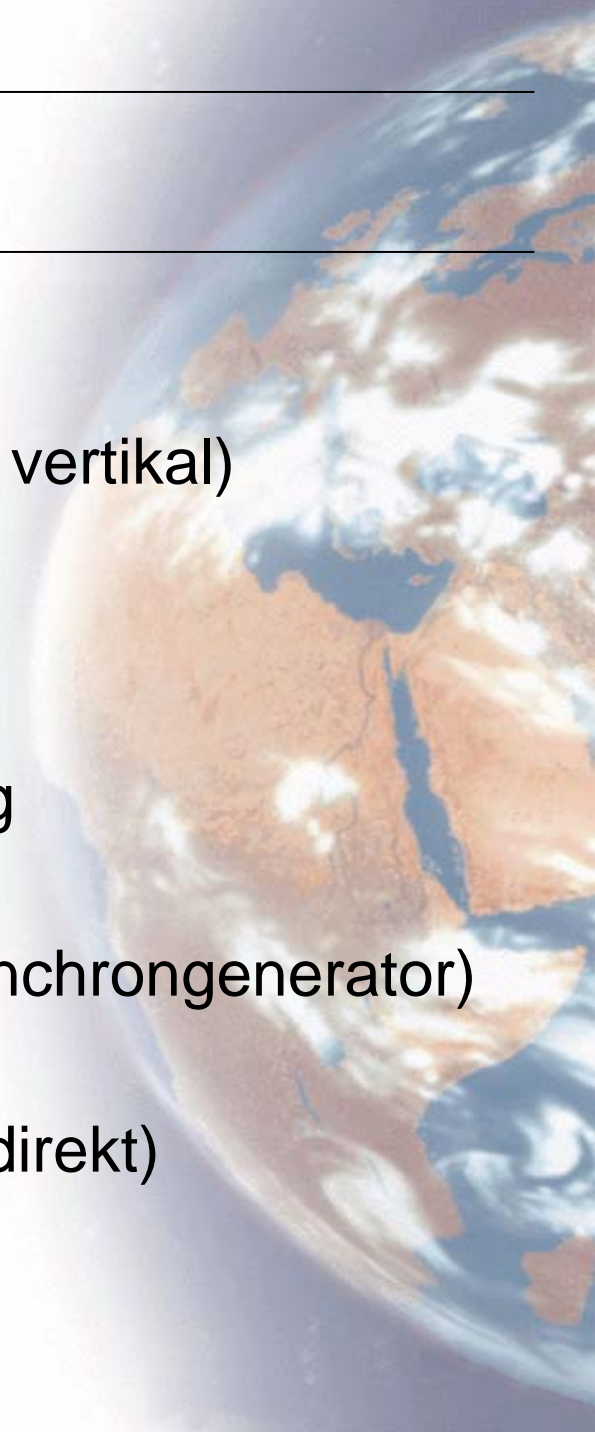
Geschichte der Windkraftnutzung



Technik

Unterscheidungen und Merkmale

- Die Stellung der Rotorachse (horizontal, vertikal)
- Die Anzahl der Rotorblätter
- Die Möglichkeit der Leistungsregulierung
- Die Art des Generators (Synchron-, Asynchrongenerator)
- Die Art der Netzkopplung (direkt oder indirekt)



Rotortypen

Savonius Rotor

Eigenschaften:

- Vertikale Achse.
- Einfache Konstruktion.
- Man muß diese WKA nicht nach dem Wind ausrichten.
- Läuft auch bei geringen Windgeschwindigkeiten.
- Geringer Wirkungsgrad, daher für die Erzeugung elektrischer Energie ungeeignet.

Rotortypen

Darrieus Rotor



Eigenschaften:

- Vertikale Achse.
- Man muß diese WKA nicht nach dem Wind ausrichten.
- Optimal für Gebiete mit schnell wechselnden Winden.
- Benötigt zum Starten einen Motor.
- Nur 75% des Wirkungsgrades eines Propellerrotors

Rotortypen

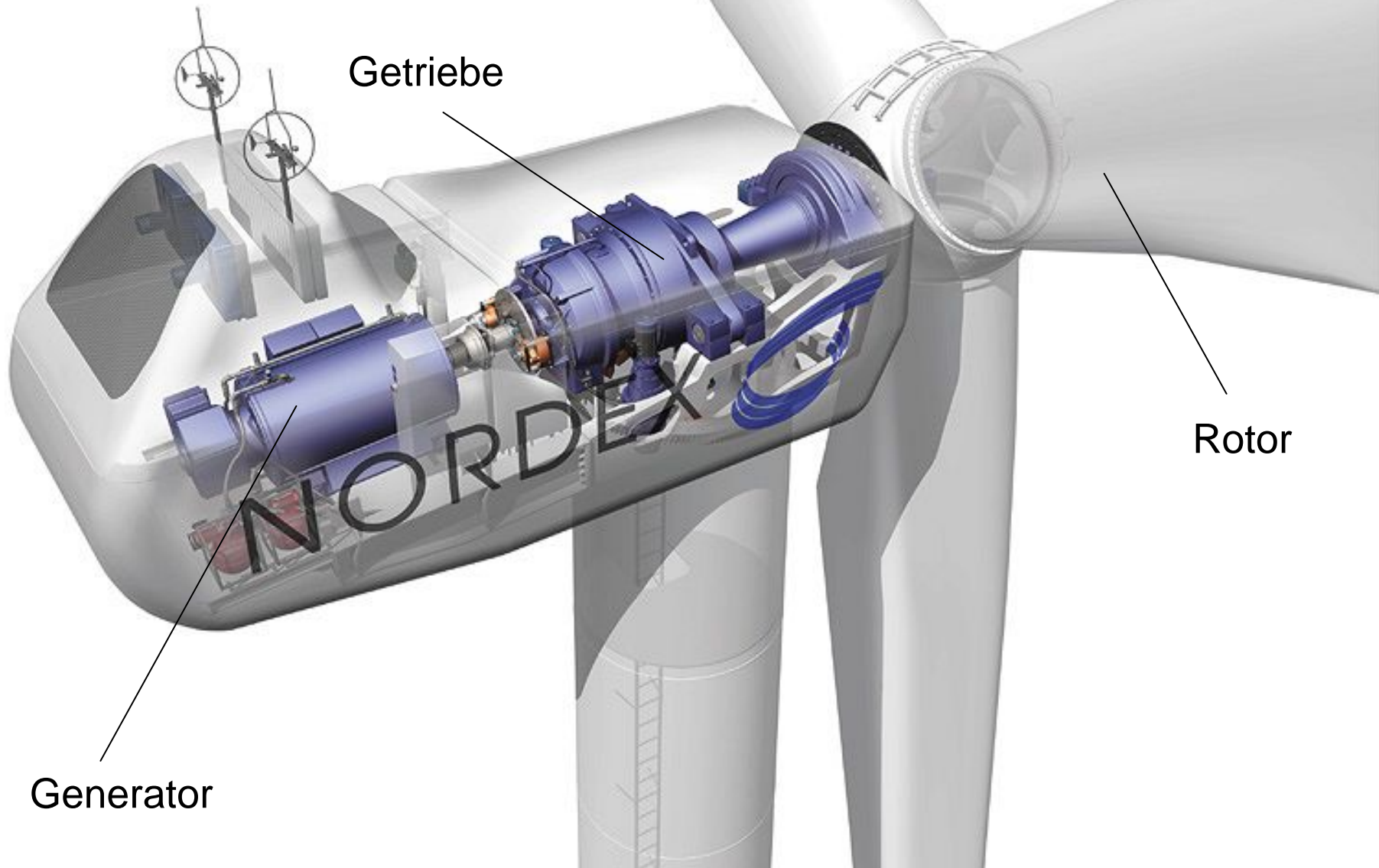
Propellerrotor (Dänisches Konzept)

Eigenschaften:

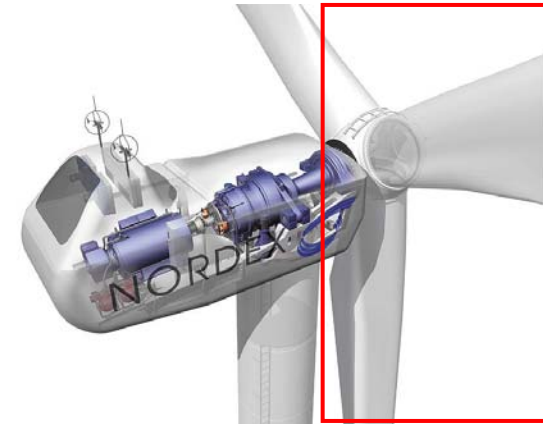
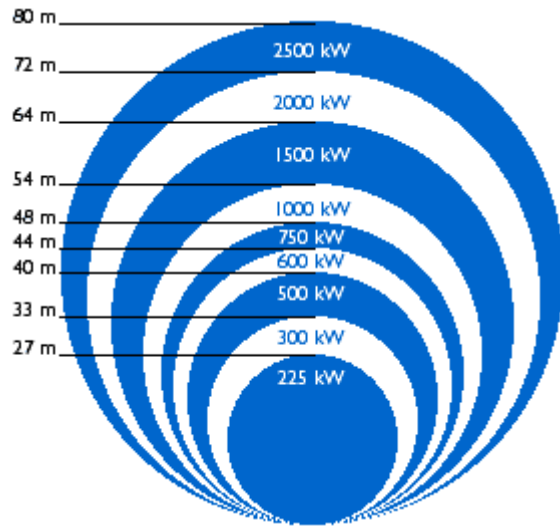
- Horizontale Achse.
- Bester Wirkungsgrad.
- Am weitesten verbreitete Anlage



Aufbau einer Windkraftanlage (WKA)



Rotor

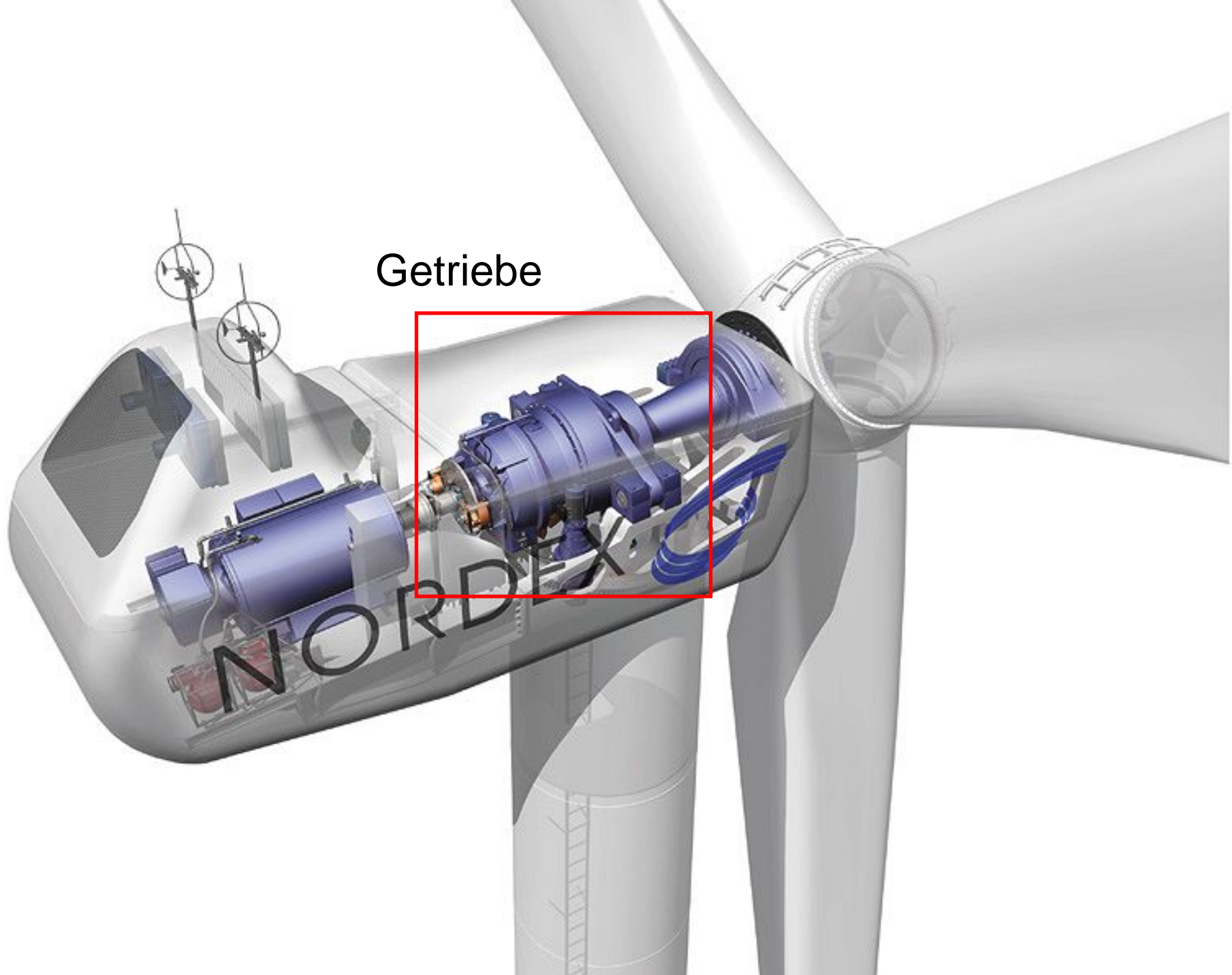


- Die Anlagen variieren mit einer Anzahl von 2-3 Blättern
- Werden aus GFK (Epoxidharz) gefertigt
- Pro Tag bis zu 57.000 Lastwechsel



Rotornabe einer NORDEX N-80 (2.5 MW)

Getriebe

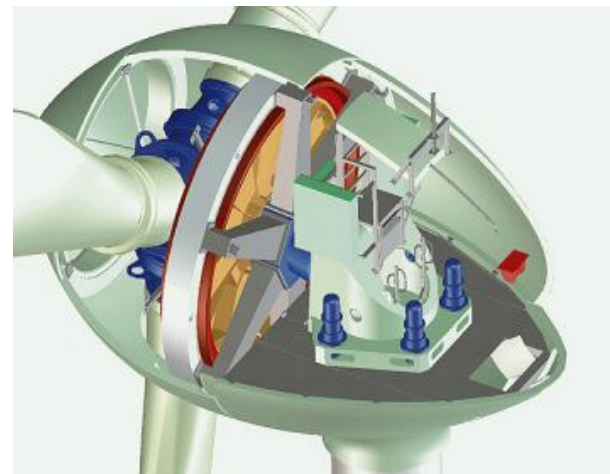
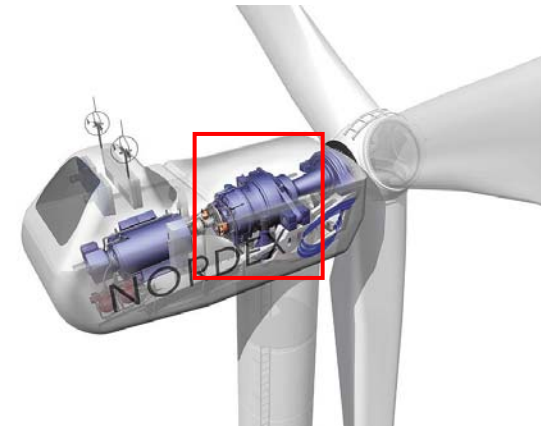


Getriebe

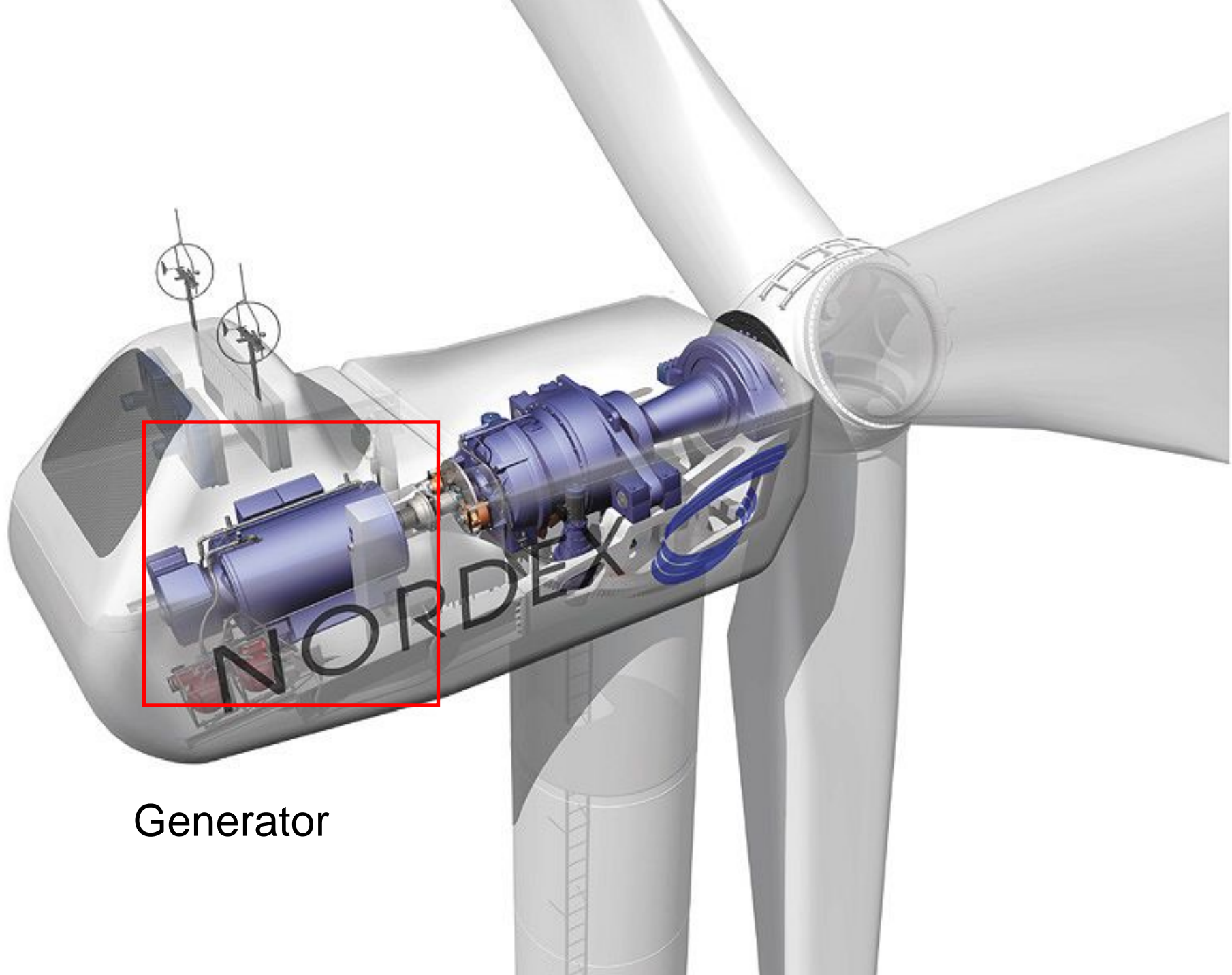
Wandelt die niedrigen Drehzahlen des Rotors in die hohen Drehzahlen des Generators um.

Meistens kombiniertes Planeten- / Stirnradgetriebe.

Übersetzungen von 1:50 bis 1:100.

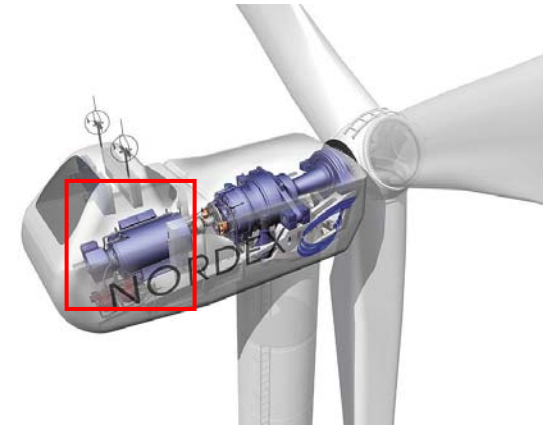
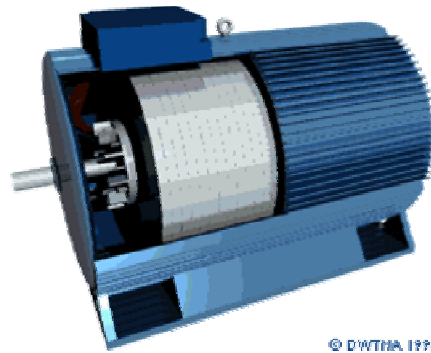


Getriebelose WKA (Enercon E-40)



Generator

Generator



Synchron- oder Asynchrongenerator

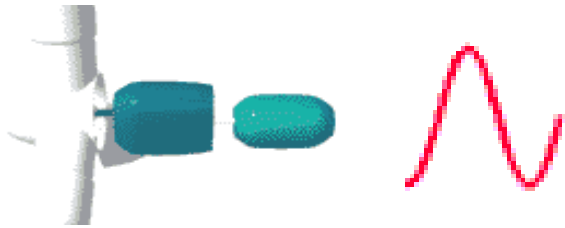
Momentane Leistungsgrenze: 2,5 MW

Wirkungsgrad liegt etwa bei 94%

Netzanbindung

Aufgabe:

Wandelt den vom Generator erzeugten Strom in einspeisefähigen Wechselstrom um.



Direkte Netzanbindung



Indirekte Netzanbindung



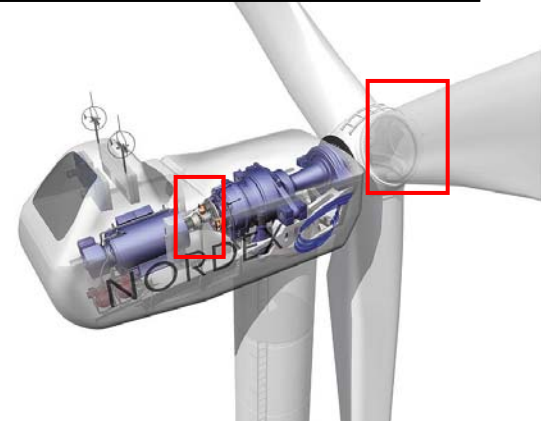
Sicherheitssystem

Bremssystem



Aerodynamisches Bremssystem

- Rotorblätter werden aus dem Wind gedreht.
- Hauptbremssystem.



Mechanisches Bremssystem

- Konventionelle Scheibenbremsen.
- Notfall- und Servicebremssystem.

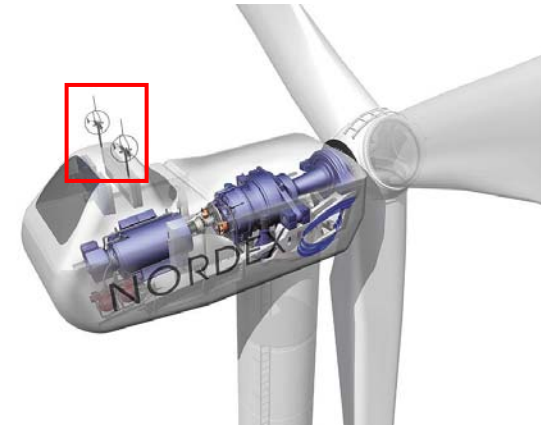


Sicherheitssystem

Blitzschutz & Sensoren

Blitzschutz:

Alle Rotorblätter haben einen integrierten Blitzschutz (Aluminium Teil an der Spitze)



Sensoren:

Sämtliche Anlagenparameter werden kontinuierlich gemessen.

z.B. Temperatur, Öldruck , Drehzahl, Spannung, Strom, usw.

Bei einem schwerwiegenden Fehler schaltet sich die Anlage ab.

Steuerung

Aufgaben der Steuerung:

- Überwachung der Anlagenkomponenten
- Optimale Ausrichtung der Anlage
(Pitch- bzw. Stallregelung, Windnachführung)
- Leistungsregelung

Aufbau:

- Das Steuerungssystem besteht aus einem Mikrocomputer (oft SPS).
- Sensoren melden die Daten an die Zentraleinheit (Temperatur, Leistung, Wind, Öldruck, usw.)
- Grosse Anlagen lassen sich via Telefon überwachen und steuern



Steuerung

Pitchregelung:

Zur Leistungsregulierung werden die Rotorblätter um ihre eigene Achse gedreht



Stallregelung:

Leistungsregelung durch kontrollierten Strömungsabriss an den Rotorblättern

Nachteil: Anlage arbeitet nur in einem kleinen Bereich optimal

Windnachführung:

Gondel und Rotor werden im optimalen Winkel zum Wind ausgerichtet



WKA „Grüner Heiner“

Geschichtlicher Rückblick

- 1982-1984: Erste Windmessungen, das Projekt wurde aber verworfen, mangels Zustimmung
- 1994: Erneute Befassung mit dem Thema WKA auf dem Grünen Heiner.
- Sep. 1994: Bauanfrage an die Stadt Stuttgart
- 1997: Entscheidung für das Windrad
- Feb. 2000: Die Windkraftanlage geht ans Netz



WKA „Grüner Heiner“

Bau & Inbetriebnahme



11.7

m/s
Windgeschwindigkeit

36.3

1/min
Drehzahl

499

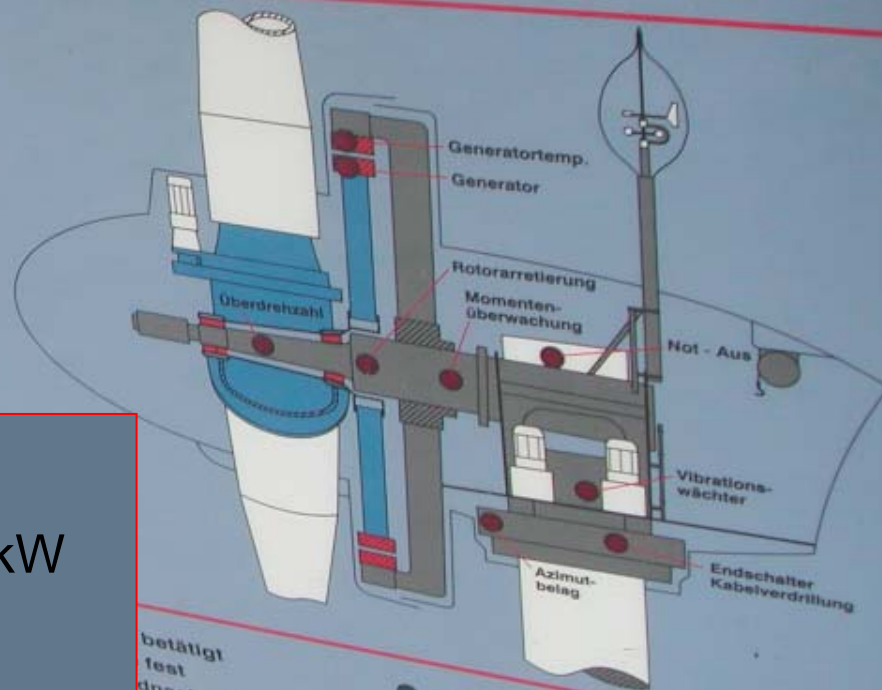
kW
Leistung

549275

kWh
Arbeit

6096

h
Betriebsstunden



Technische Daten:

Nennleistung: 500 kW

Rotordurchmesser: 40m

Nabenhöhe: 43m

Nennwindgeschwindigkeit: 13,0 m/s

betätigt
fest
Windnachführung
Blattverstellung
Netzanschluss
Regelung
Netz

- Blatt rein
- Blatt raus
- Windnachführung rechts
- Windnachführung links
- Netzkopplung

Potentiale

- Ausbaupotential in Deutschland: 59 - 283 Milliarden kW/h
- Grosser technischer Fortschritt seit 1980
- Durch Forschung und Entwicklung jährlich ca. 5% Steigerung des Energieertrages
- Weltweit sind bisher ca. 18.000 MW installiert.
- Bis zum Jahr 2010 könnten jährlich bis zu 60.000 MW „Windstrom“ in der EU erzeugt werden

Standorte

Kriterien für eine WKA:

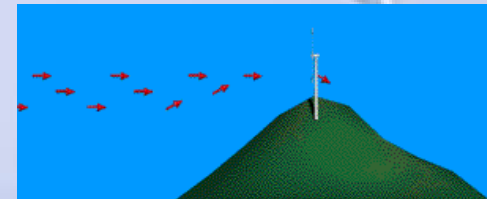
→ Möglichst geringe Oberflächenrauigkeit.

Küstengebiete

Freiliegende Hügel und Höhenlagen

→ Konstante Windbedingungen.

→ In der Nähe sollte ein Umspannwerk, bzw. eine Überlandleitung verlaufen.



Kosten

Gesamtkosten:

- Anlagenkosten
- Installationskosten
- Netzanbindungskosten
- Wartungskosten

Bsp.: Nordex N-62

Anlagen- und Installationskosten: 2.170.000 DM

Wartungskosten: 13.000 DM

Bsp.: Nordex N-80

Anlagen- und Installationskosten: 3.750.000 DM

Wartungskosten: 20.000 DM



Windkraft



(c) 2001 by Georg Groß & Martin Weinschen, BSZ Leonberg