

Vertriebsdokument

**Technische Beschreibung**

**Anlagenklasse K08 delta**

**Typ: N131/3300**



K0801\_067613\_DE

Revision 02 / 07.06.2018

- Originalvertriebsdokument -  
Dokument wird elektronisch verteilt.  
Original mit Unterschriften bei Nordex Energy GmbH, Engineering.

## **Technische Änderungen**

Dieses Dokument wurde mit größter Sorgfalt und unter Berücksichtigung der aktuell gültigen Normen angefertigt.

Trotzdem können durch stetige Weiterentwicklungen Abbildungen, Funktionsschritte und technische Daten geringfügig abweichen.

## **Copyright**

Copyright 2018 by Nordex Energy GmbH.

Dieses Dokument, einschließlich seiner Darstellung und seines Inhalts ist geistiges Eigentum der Nordex Energy GmbH.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung oder Übersetzung dieses Dokuments oder Teilen davon in gedruckter, handschriftlicher oder elektronischer Form ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy GmbH sind ausdrücklich untersagt.

Alle Rechte vorbehalten.

## **Kontakt**

Bei Fragen zu dieser Dokumentation wenden Sie sich bitte an:

Nordex Energy GmbH

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Germany

<http://www.nordex-online.com>

[info@nordex-online.com](mailto:info@nordex-online.com)

# 1. Aufbau

Die Windenergieanlage (WEA) Nordex N131/3300 ist eine drehzahlvariable Windenergieanlage mit einem Rotordurchmesser von 131,0 m und einer Nennleistung von 3300 kW. Die Windenergieanlage ist gemäß DIBt zertifiziert.

Die Windenergieanlage Nordex N131/3300 besteht aus folgenden Hauptbestandteilen:

- Rotor, mit Rotornabe, drei Rotorblättern und dem Pitchsystem
- Maschinenhaus mit Triebstrang, Generator und Azimutsystem
- Hybridturm mit Fundament
- Mittelspannungstransformator (MS-Transformator) und Mittelspannungsschaltanlage (MS-Schaltanlage)

## 1.1 Turm

Die Nordex N131/3300 wird auf einem Hybridturm mit 134 m oder 164 m Nabenhöhe errichtet, der im unteren Teil aus einem Betonturm und im oberen aus einem Stahlrohrturm mit zwei Sektionen besteht.

Der Korrosionsschutz wird durch ein Beschichtungssystem der Oberfläche gemäß ISO 12944 gewährleistet. Eine Befahranlage, die Steigleiter mit dem Fallschutzsystem sowie Ruhe- und Arbeitsplattformen innerhalb des Turmes ermöglichen einen wettergeschützten Aufstieg in das Maschinenhaus. Der Hybridturm besteht im unteren Teil aus einem Betonteil, auf dem die beiden Stahlsektionen montiert werden.

Im Turmfuß sind Schaltschränke integriert, die wichtige Teile der Steuerelektronik, den Anlagen-PC, den Frequenzumrichter, den Niederspannungshauptschalter, Sicherungen, den Trafo für den Eigenbedarf im Turmfuß, sowie die Abgänge zum Transformator und zum Generator enthalten. Der Frequenzumrichter ist mit einer Wasserkühlung ausgestattet. Das im Frequenzumrichter erwärmte Wasser wird in einem Wasser-Luft-Wärmetauscher abgekühlt. Dieser befindet sich an der Turmaußenwand.

Den Hybridturm gibt es nur in der Variante Trafo im Turm. Alle Turmfußbauten werden auf einer Ebene aufgestellt.

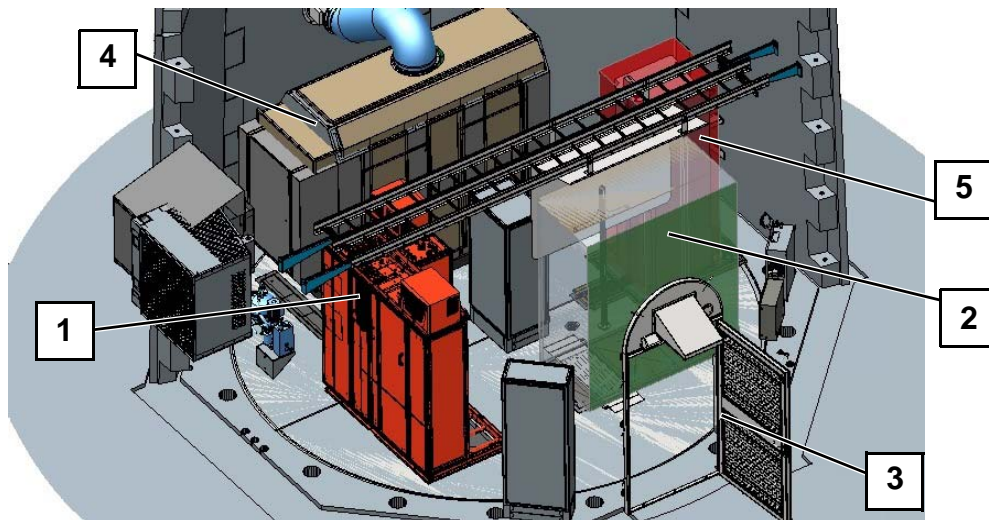


Abb. 1 Turmfuß Hybridturm

- |                    |                   |              |
|--------------------|-------------------|--------------|
| 1 Hauptumrichter   | 2 MS-Schaltanlage | 3 Turmzugang |
| 4 MS-Transformator | 5 Befahranlage    |              |

## 1.2 Rotor

Der Rotor besteht aus der Rotornabe mit den drei Drehverbindungen und drei Pitchantrieben zur Blattverstellung sowie den drei Rotorblättern.

Die **Rotornabe** besteht aus Grundkörper, Tragsystem und Spinner. Der Grundkörper besteht aus einer steifen Gusskonstruktion, auf welcher die Pitchdrehverbindungen und die Rotorblätter montiert werden. Die Rotornabe ist verkleidet mit einem Spinner, der den direkten Zugang aus dem Maschinenhaus in die Rotornabe ermöglicht.

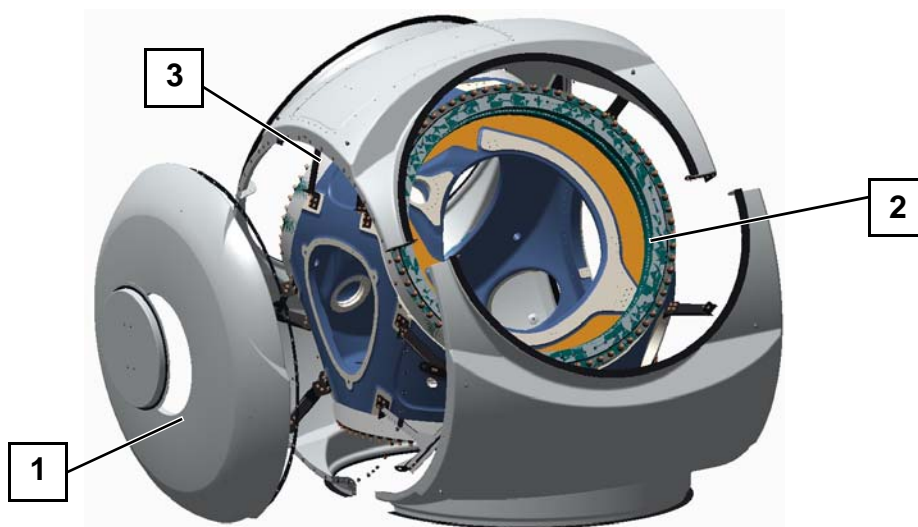


Abb. 2 Nabe und Spinner der Nordex Anlagen der Generation delta

- |                  |             |                     |
|------------------|-------------|---------------------|
| 1 Spinnersegment | 2 Rotornabe | 3 Spinnertragsystem |
|------------------|-------------|---------------------|

Die **Rotorblätter** sind aus hochwertigem glasfaser- und kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff hergestellt. Das Rotorblatt wird gemäß der Richtlinien IEC 61400-23 und GL IV-1 (2010) statisch und dynamisch getestet. Auf Kundenwunsch können die Blätter mit Serrations ausgestattet werden, die eine Optimierung des Schalleleistungspegels bewirken.

Das **Pitchsystem** dient dem Einstellen des von der Steuerung vorgegebenen Rotorblattwinkels der Rotorblätter. Es besteht für jedes Rotorblatt aus einem elektromechanischen Antrieb mit Drehstrommotor, Planetengetriebe und Antriebsritzel sowie einer Steuereinheit mit Frequenzumrichter und Notstromversorgung. Spannungsversorgung und Signalübertragung erfolgen über einen Schleifring, der sich im Maschinenhaus befindet.

## 1.3 Maschinenhaus

Das Maschinenhaus beinhaltet wesentliche mechanische und elektrotechnische Komponenten einer Windenergieanlage. Es ist auf dem Turm drehbar gelagert.

Die **Rotorwelle** ist im Maschinenhaus im Rotorlager gelagert. Im Rotorlager ist eine Rotorarretierung integriert, mit welcher der Rotor zuverlässig mechanisch festgesetzt werden kann.

Das **Getriebe** erhöht die Drehzahl des Rotors auf die für den Generator erforderliche Drehzahl.

Die Getriebelager und die Verzahnung werden kontinuierlich mit Öl versorgt. Für die Ölzirkulation sorgt eine Pumpe mit zwei Förderstufen. Ein Kombi-Filterelement mit Grob-, Fein- und Feinstfilter hält Feststoffe zurück. Die Verschmutzung des Filterelementes wird durch die Steuerung überwacht.

Das Getriebeöl übernimmt neben der Schmierung auch die Funktion der Kühlung des Getriebes. Die Getriebelager- und Öltemperaturen werden kontinuierlich überwacht. Ist die Betriebstemperatur noch nicht erreicht, führt ein Thermo-Bypass das Getriebeöl direkt zurück in das Getriebe. Wird die Betriebstemperatur des Getriebeöls überschritten, wird es gekühlt.

Die Getriebekühlung ist über einen Öl/Wasser-Kühler realisiert, der sich direkt am Getriebe befindet. Die Rückkühlung des Kühlwassers erfolgt in Kombination mit dem Kühlwasser des Generators in einem Passivkühler auf dem Dach des Maschinenhauses.

Der **Generator** ist eine 6-polige, doppelt gespeiste Asynchronmaschine. Der Generator besitzt einen aufgebauten Luft-Wasser-Wärmetauscher. Das Kühlwasser wird gemeinsam mit dem Kühlwasser des Getriebewärmetauschers in einem Passivkühler auf dem Dach des Maschinenhauses rückgekühlt.

Die mechanische **Rotorbremse** unterstützt die aerodynamische Bremswirkung der zum Abbremsen des Rotors quer zur Rotationsrichtung gestellten Rotorblätter, sobald eine definierte Drehzahl unterschritten wird und bringt den Rotor schließlich zum Stillstand. Sie besteht aus einer Bremszange, die auf die hinter dem Getriebe montierte Bremsscheibe wirkt.

Mit den **Azimutantrieben** wird das Maschinenhaus optimal in den Wind gedreht. Die vier Azimutantriebe befinden sich auf dem Maschinenträger im Maschinenhaus. Sie bestehen jeweils aus Elektromotor, mehrstufigem Planetengetriebe und Antriebsritzel. Die Antriebsritzel greifen in die Außenverzahnung der Azimutdrehverbindung ein.

In ausgerichteter Position wird das Maschinenhaus mit einem hydraulischen und elektrischen Bremssystem festgesetzt. Dieses besteht aus mehreren Bremszangen, die am Maschinenträger befestigt sind und auf eine Brems Scheibe wirken. Zusätzlich sind die Elektromotoren der Azimutantriebe mit einer elektrisch betätigten Haltebremse ausgestattet.

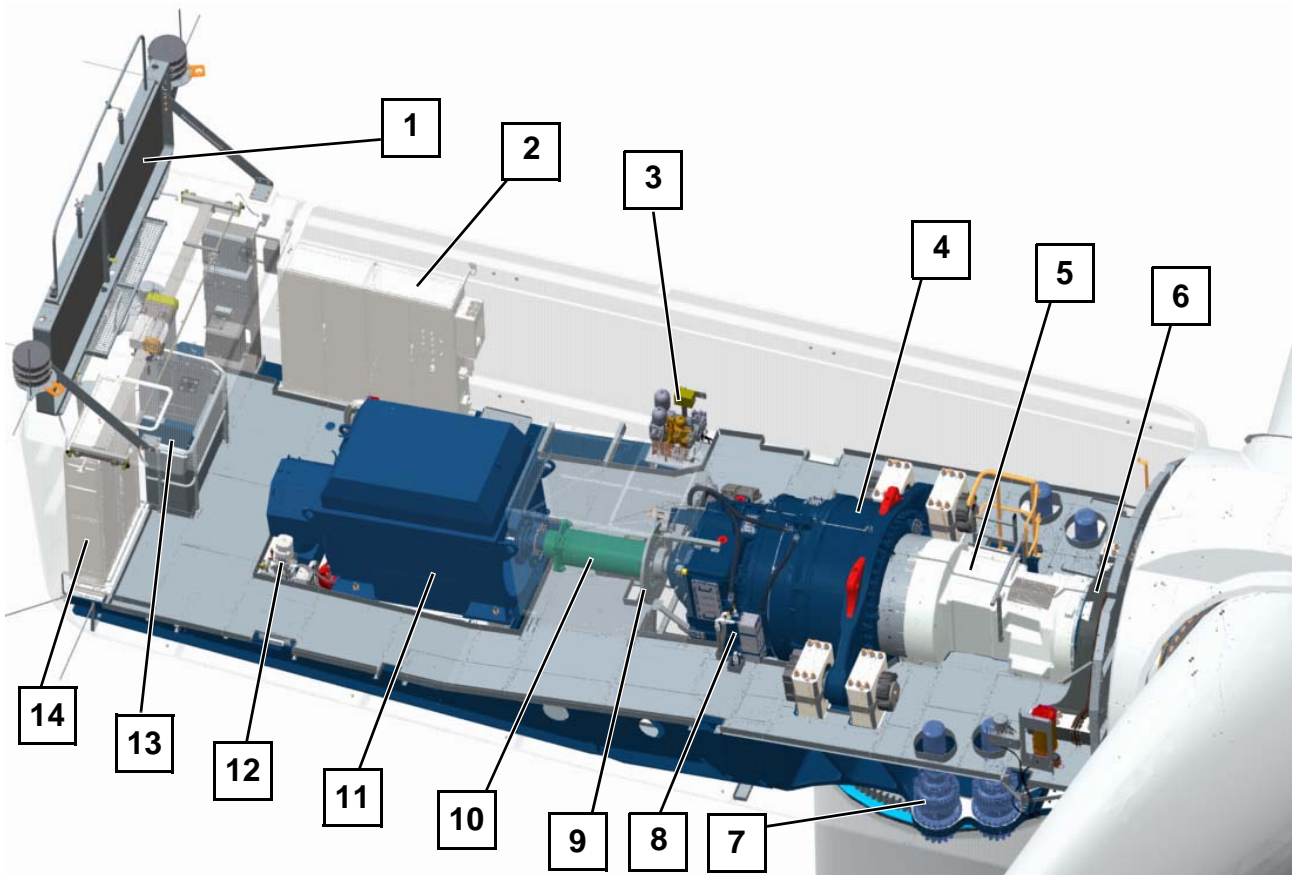


Abb. 3 Übersichtszeichnung Maschinenhaus

1	Wärmetauscher	2	Topbox
3	Hydraulikaggregat	4	Getriebe
5	Rotorwelle	6	Rotorlager
7	Azimutantriebe	8	Getriebeölkühler
9	Rotorbremse	10	Kupplung
11	Generator	12	Kühlwasserpumpe
13	Luke für Boardkran	14	Trafo box

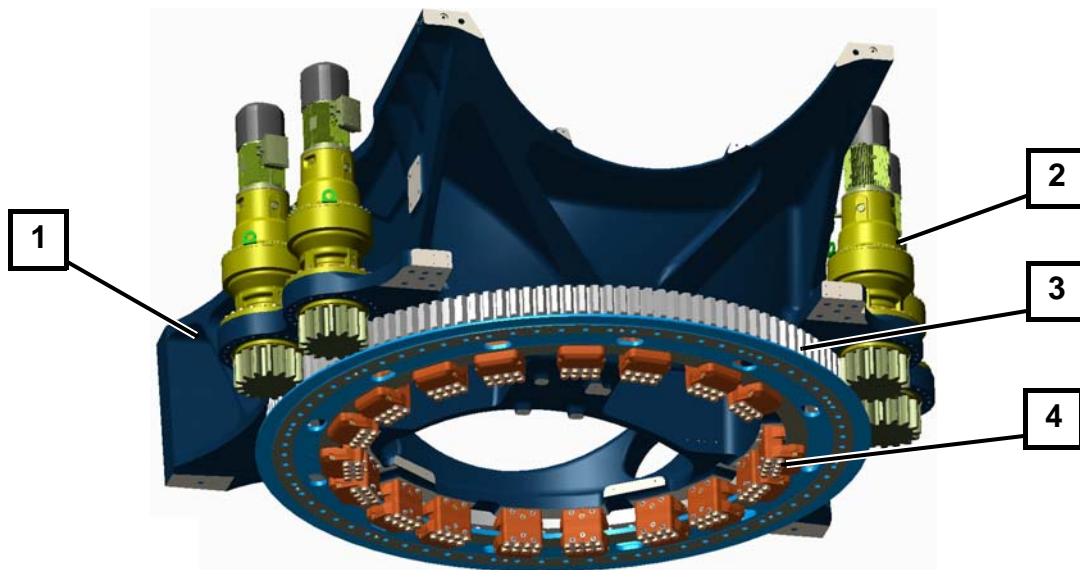


Abb. 4 Komponenten des Azimutsystems

1	Maschinenträger	2	Azimutantriebe
3	Azimutdrehverbindung	4	Bremszangen

Das **Hydraulikaggregat** stellt im Betrieb den nötigen Öldruck für die Rotorbremse und die Azimutbremsen bereit.

## 1.4 Hilfssysteme

Rotorlager, Generatorlager, Verzahnung der Pitchdrehverbindungen und Verzahnung der Azimutdrehverbindung sind jeweils mit einem **automatischen Schmiersystem** ausgestattet. Optional kann eine automatische Laufbahnschmierung der Pitchdrehverbindungen angeboten werden.

Die Schaltschränke im Maschinenhaus und im Turmfuß der Windenergieanlage sind teilweise mit **Klimageräten** ausgestattet.

Getriebe, Generator, Hydraulikaggregat und alle Schaltschränke sind mit **Heizungen** ausgestattet.

Im Maschinenhaus dient ein fest installierter elektrischer **Kettenzug** zum Heben von Werkzeugen, Bauteilen und sonstigem Arbeitsmaterial vom Erdboden in das Maschinenhaus. Ein zweiter, beweglicher **Brückenkran** dient zum Bewegen der Materialien innerhalb des Maschinenhauses.

Verschiedene Optionen für zusätzliche Ausstattungen der Windenergieanlage stehen zur Verfügung.

### Kühlung

Getriebe und Generator werden über einen gekoppelten Öl/Wasserkreislauf gekühlt. Durch einen Thermo-Bypass wird beim Anlaufen das leicht gewärmte Getriebeöl direkt zurück in das Getriebe geführt und erst nach Erreichen der Betriebstemperatur in den Plattenwärmetauscher gegeben.

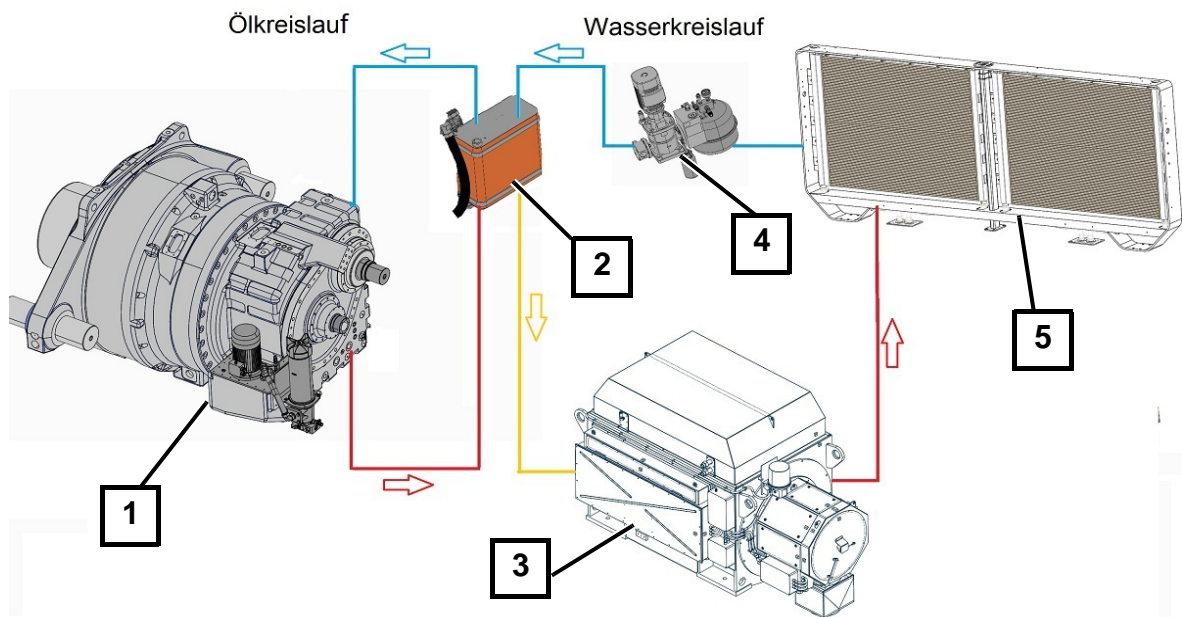


Abb. 5 Schematische Darstellung der Getriebe- und Generatorkühlung

- 1 - Getriebe mit Ölpumpe
- 2 - Plattenwärmetauscher
- 3 - Generator
- 4 - Wasserpumpe
- 5 - Passive Kühler

Der Umrichter im Turmfuß wird durch ein Wasser/Glykolgemisch gekühlt. Eine Pumpe fördert das Gemisch durch Hauptumrichter und Wärmetauscher. Dieser ist mit einem zweistufigen Lüfter ausgestattet, der abhängig von der Wassertemperatur gesteuert wird.



## 2. Funktionsweise

Die WEA arbeitet automatisch. Eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) überwacht mit einer Vielzahl an Sensoren ständig die Betriebsparameter, vergleicht die Ist-Werte mit den entsprechenden Soll-Werten und erteilt an die Anlagenkomponenten die erforderlichen Steuerbefehle. Die Betriebsparameter werden von Nordex vorgegeben und sind auf den jeweiligen Standort abgestimmt.

Bei Windstille bleibt die WEA im Ruhezustand. Nur verschiedene Hilfssysteme, wie Heizungen, Getriebeschmierung, und die SPS, welche die Daten der Windmesseinrichtung überwacht, sind in Betrieb oder werden nach Bedarf zugeschaltet. Alle anderen Systeme sind ausgeschaltet und verbrauchen keine Energie. Der Rotor trudelt. Wird die Einschaltwindgeschwindigkeit erreicht, wechselt die WEA in den Zustand „Betriebsbereit“. Jetzt werden alle Systeme getestet, das Maschinenhaus nach dem Wind ausgerichtet und die Rotorblätter in den Wind gedreht. Ist eine bestimmte Drehzahl erreicht, wird der Generator ans Netz gekoppelt und die WEA produziert Energie.

Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten arbeitet die WEA im Teillastbetrieb. Dabei bleiben die Rotorblätter maximal in den Wind gedreht (Rotorblattwinkel 0°). Die von der WEA abgegebene Leistung hängt von der Windgeschwindigkeit ab.

Bei Erreichen der Nennwindgeschwindigkeit geht die WEA in den Nennlastbereich über. Erhöht sich die Windgeschwindigkeit weiter, bewirkt die Drehzahlregelung eine Änderung der Rotorblattwinkel, so dass im Ergebnis die Rotordrehzahl und damit die Leistungsabgabe der WEA konstant gehalten werden.

Das Azimutsystem sorgt dafür, dass sich das Maschinenhaus stets optimal im Wind ausrichtet. Dazu messen zwei getrennte Windmesssysteme in Nabenhöhe die Windrichtung. Dabei wird für die Steuerung nur ein Windmesssystem herangezogen, während das zweite das erste überwacht und bei dessen Ausfall einspringt. Weicht die gemessene Windrichtung zu sehr von der Ausrichtung des Maschinenhauses ab, wird das Maschinenhaus aktiv nachgeführt.

Die Umwandlung der vom Rotor aufgenommenen Windenergie in elektrische Energie erfolgt mit einem doppelt gespeisten Asynchrongenerator mit Schleifringläufer. Sein Stator ist direkt und der Rotor über einen speziell gesteuerten Frequenzumrichter mit dem MS-Transformator verbunden. Das hat den wesentlichen Vorteil, dass der Generator in einem gewissen Drehzahlbereich um seine Synchrondrehzahl betrieben werden kann.

### Sicherheitssysteme

Nordex-Windenergieanlagen sind mit umfangreichen Ausrüstungen und Einrichtungen ausgestattet, die dem Personen- und Anlagenschutz dienen und einen dauerhaften Betrieb gewährleisten. Die gesamte Anlage ist entsprechend der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ausgelegt und nach DIN EN 61400 zertifiziert. Details zu den Sicherheitsvorrichtungen sind dem aktuellsten Sicherheits-handbuch zu entnehmen.

Bei Überschreitung von bestimmten Parametern, die die Sicherheit der Anlage betreffen, wird die Anlage gestoppt und in einen sicheren Zustand gesetzt. In Abhängigkeit von der Abschaltursache werden unterschiedliche Bremsprogramme ausgelöst. Bei äußeren Ursachen, wie zu hoher Windgeschwindigkeit oder Unterschreitung der Betriebstemperatur, wird die Anlage mittels Rotorblattverstellung sanft gebremst.

### **Blitz-/ Überspannungsschutz, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**

Der Blitz-/Überspannungsschutz der Windenergieanlage basiert auf dem EMV-orientierten Blitzschutzkonzept, welches mit der Ausführung von inneren und äußeren Blitz-/Überspannungsschutzmaßnahmen, unter Berücksichtigung der Norm IEC 61400-24, besteht.

Für die Windenergieanlage ist die Blitzschutzklasse I bestimmt. Sämtliche Bestandteile des inneren und äußeren Blitz-/Überspannungsschutzes sind nach der Blitzschutzklasse I bemessen.

Die Windenergieanlage mit den elektrischen Betriebsmitteln, Verbrauchern, der Mess-, Steuer-, Regelungs-, Schutz-, Informations- und Telekommunikationstechnik erfüllt die EMV-Anforderungen entsprechend der IEC 61400-1, Gliederungspunkt 10.11.

### **Niederspannungsnetzformen**

Das **660 V-Niederspannungsnetz** ist als IT-Netzform und Dreiphasendrehstromnetz von der Erde isoliert und ist die primäre, energietechnische Niederspannungsanlage der Windenergieanlage. Die Körper der elektrischen Betriebs- und Messmittel dieses Netzes sind direkt oder über separate Schutzpotenzialausgleichsleitungen geerdet. Als weitere Schutzmaßnahme des Personen- und Anlagenschutzes im 660 V-IT-Netz ist eine zentrale Isolationsüberwachungseinrichtung installiert.

Das **400 V-/230 V-Niederspannungsnetz** ist als TN-S-Netzform und Dreiphasendrehstromnetz an den speisenden Netztransformatoren direkt sternpunktgeerdet. Der Schutzerdungsleiter PE und Neutralleiter sind separat vorhanden. Die Körper elektrischer Betriebsmittel und Verbraucher sind unter Einbeziehung des zusätzlichen Schutzpotenzialausgleichs direkt und unmittelbar über Schutzerdungsleiterverbindungen mit den Sternpunkten der speisenden Netztransformatoren verbunden. Das 400 V-/230 V-Niederspannungsnetz ist die Niederspannungseigenbedarfsanlage der Windenergieanlage.

### **Eigenbedarf der Windenergieanlage**

Der Niederspannungseigenbedarf der Windenergieanlage im WEA-Stand-by-Betrieb und WEA-Einspeisebetrieb wird durch folgende Verbraucher angefordert:

- Anlagensteuerung inklusive Steuerung Hauptumrichter
- 400-V-/230-V-Eigenbedarf Hauptumrichter
- 230-V-AC-USV-Versorgung inklusive 24-V-DC-Versorgung

- Azimutsystem
- Pitchsystem
- Hydraulikaggregat
- Nebenantriebe wie Pumpen, Lüfter und Schmieranlagen
- Heizungen, Klimageräte, Beleuchtung
- Hilfssysteme wie Befahranlage, Gefahrenfeuer
- optionale Systeme

Aufgrund von Messungen, Simulationen und der vorhandenen Betriebserfahrung kann bezüglich der installierten Niederspannungseigenbedarfsleistung im ungünstigsten Lastfall der Niederspannungseigenbedarfsanlage sowie im WEA-Einspeisebetrieb ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,6 abgeschätzt werden. Im ungünstigsten Lastfall sowie im WEA-Stand-by-Betrieb wird ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,2 abgeschätzt. Ebenso zeigen Messungen und Simulationen, dass der mittlere Leistungsfaktor-Kosinus-phi von rund 0,97 an den Einspeisepunkten der Niederspannungseigenbedarfsanlage in keinem Anlagenarbeitspunkt/Lastfall dauerhaft unterschritten wird.

Langzeitmessungen zeigen, dass die durchschnittliche, auf das Jahr bezogene Grundlast (mittlere Wirkleistung) der Niederspannungseigenbedarfsanlage im WEA-Einspeisebetrieb bei rund 15 kW liegt.

Für Standorte mit einer mittleren Jahreswindgeschwindigkeit von 6,5 m/s fallen ca. 10.000 kWh Eigenverbrauch an, dieser Wert ist jedoch stark standortabhängig. Der Eigenverbrauch ist definiert als der Energiebezug der WEA aus dem Stromnetz für den Zeitraum in dem die WEA keinen Strom in das Netz einspeist.

### 3. Technische Daten

Technische Konzeption	
Auslegungstemperatur	Standard -20 °C bis +50 °C
Betriebstemperaturbereich	-20 °C bis +40 °C*
Stopp	-20 °C, Wiederanlauf bei -18 °C
Max. Höhe über N.N.	2000 m <sup>*/**</sup>
Zertifikat	gemäß DIBt 2012, WZ S
Typ	3-Blatt-Rotor mit horizontaler Achse Luv-Läufer
Leistungsregelung	aktive Einzelblattverstellung
Nennleistung	3300 kW <sup>*/**</sup>
Nennleistung ab Windgeschwindigkeit (bei einer Luftdichte von 1,225 kg/m <sup>3</sup> )	ca. 11,5 m/s
Betriebsdrehzahlbereich des Rotors	6,8...12,4 min <sup>-1</sup>
Nennzahl	10,9 min <sup>-1</sup>
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,0 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	20 m/s
Wiedereinschaltwindgeschwindigkeit	18 m/s
Rechnerische Lebensdauer	mindestens 20 Jahre

\* Nennleistung wird erreicht bis zu definierten Temperaturbereichen, eingeschränkte projektspezifische Betriebsbereiche sind möglich und mit Nordex abzustimmen.

\*\* Bei Aufstellhöhen >1000 m wird Nennleistung bis zu definierten Temperaturbereichen erreicht.

Rotor	
Rotordurchmesser	131,0 m
Überstrichene Fläche	13478 m <sup>2</sup>
Nennleistung/Fläche	245,3 W/m <sup>2</sup>
Neigungswinkel der Rotorwelle	5°
Konuswinkel der Rotorblätter	4,5°

Türme		
Nabenhöhe	134 m	164 m
Bezeichnung	PH134	PH164
Windklasse	DIBt 2012, WZ S	DIBt 2012, WZ S
Anzahl der Turmsektionen	2	2

<b>Rotorblatt</b>	
Material	glasfaser- und kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
Gesamtlänge	64,4 m
Gesamtgewicht je Blatt	ca. 14,4 t

<b>Rotorwelle/Rotorlagerung</b>	
Typ	geschmiedete Hohlwelle
Material	42CrMo4 oder 34CrNiMo6
Lagertyp	Pendelrollenlager
Schmierung	kontinuierlich und automatisch mit Schmierfett
Material Rotorlagergehäuse	EN-GJS-400-18-LT

<b>mechanische Bremse</b>	
Typ	aktive betätigte Scheibenbremse
Anordnung	auf der schnellen Welle
Scheibendurchmesser	920 mm
Anzahl der Bremskaliber	1
Material der Bremsbeläge	Sintermetall

<b>Getriebe</b>	
Typ	mehrstufiges Planetengetriebe + Stirnradstufe
Übersetzungsverhältnis	50 Hz: $i = 106,8$
Schmierung	Zwangsschmierung
Öltyp	VG 320
Max. Öltemperatur	75 °C
Ölwechsel	Wechsel nach Bedarf

<b>Elektrische Anlage</b>	
Nennleistung $P_{nG}$	3300 kW
Nennspannung	3 x AC 660 V $\pm$ 10 % (Grid-Code-spezifisch)
Nennstrom $I_{nG}$ bei $S_{nG}$	3207 A
Nennscheinleistung $S_{nG}$ bei $P_{nG}$	3667 kVA

<b>Elektrische Anlage</b>	
Leistungsfaktor bei $P_{nG}$	1,00 als Standardeinstellung 0,899 untererregt (induktiv) bis 0,899 übererregt (kapazitiv) möglich
Frequenz	50 Hz

<b>Generator</b>	
Schutzart	IP 54 (Schleifringkasten IP 23)
Nennspannung	660 V
Frequenz	50 Hz
Drehzahlbereich	730 bis 1320 min <sup>-1</sup>
Pole	6
Gewicht	ca. 10,6 t

<b>Kühlung und Filtration Getriebe</b>	
Typ	1. Kühlkreis: Ölkreislauf mit Öl/Wasser-Wärmetauscher und Thermobypass 2. Kühlkreis: Wasser/Luft gemeinsam mit Generatorkühlung
Filter	Grobfilter 50 µm / Feinfilter 10 µm / Feinstfilter <5 µm
Volumenstrom	Stufe 1: ca. 75 l/min Stufe 2: ca. 150 l/min

<b>Kühlung Generator</b>	
Typ	Wasserkreislauf mit Wasser/Luft-Wärmetauscher
Volumenstrom	ca. 160 l/min
Kühlmittel	Wasser/Glykol basiertes Kühlmittel

<b>Kühlung Umrichter</b>	
Typ	Wasserkreislauf mit Wasser/Luft-Wärmetauscher und Thermobypass
Kühlmittel	Wasser/ Glykol basiertes Kühlmittel

<b>Pitchsystem</b>	
Pitchdrehverbindung	2-reihiges 4-Punktlager
Schmierung der Verzahnung und Laufbahn	regelmäßige Schmierung mit Fett Optional: automatische Schmieranlage mit Fett

<b>Pitchsystem</b>	
Antrieb	Drehstrommotor inkl. Federkraftbremse und mehrstufigem Planetengetriebe
Notstromversorgung	Bleigelakkumulatoren

<b>Hydraulisches System</b>	
Hydrauliköl	VG 32
Ölmenge	ca. 25 l
thermischer Schutz	integrierte PT100

<b>Azimutantrieb</b>	
Motor	Asynchronmotor
Getriebe	4-stufiges Planetengetriebe
Anzahl der Antriebe	4
Schmierung	Öl, ISO VG 150
Nachführgeschwindigkeit	ca. 0,5 °/s

<b>Azimutbremse</b>	
1. Typ	Scheibenbremse mit hydraulischen Bremskalibern
Material Bremsbeläge	organisch
Anzahl der Bremskaliber	18
2. Typ	elektrische Federdruckbremse an jedem Antriebsmotor

Nordex Energy GmbH  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Germany  
<http://www.nordex-online.com>  
[info@nordex-online.com](mailto:info@nordex-online.com)