

Vertriebsdokument

## **Anlagenklasse K08 delta**

**Typ: N100/3300**

### **Technische Beschreibung**



K0801\_041605\_DE

Revision 02 / 30.04.2013

- 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 2013 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)

<b>1.</b>	<b>Aufbau.....</b>	<b>4</b>
1.1	Turm.....	4
1.2	Rotor .....	6
1.3	Maschinenhaus .....	6
1.4	Hilfssysteme.....	8
<b>2.</b>	<b>Funktionsweise .....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>10</b>

# 1. Aufbau

Die Windenergieanlage Nordex N100/3300 ist eine drehzahlvariable Windenergieanlage mit einem Rotordurchmesser von 99,8 m und einer Nennleistung von 3300 kW. Sie wird in den Varianten für 50 Hz und 60 Hz angeboten. Die Windenergieanlage ist für die Klasse 1a gemäß IEC 61400-1 ausgelegt.

Die Windenergieanlage Nordex N100/3300 besteht aus folgenden Hauptbestandteilen:

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

## 1.1 Turm

Die Nordex N100/3300 wird auf Stahlrohrtürmen für verschiedene Nabenhöhen errichtet.

Der **Stahlrohrturm** ist ein zylindrischer Turm. Die Kopfsektion ist konisch. Je nach Nabenhöhe besteht der Turm aus drei bzw. fünf Sektionen.

Der Korrosionsschutz des Stahlrohrturmes 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.

Die **Fundamentkonstruktion** hängt von den Bodenverhältnissen am vorgesehenen Standort ab. Zur Verankerung des Turmes ist im Fundament der Ankerkorb einbetoniert. Turm und Ankerkorb werden miteinander verschraubt.

Im **Turmfuß** ist in der Standardausführung nur der Schaltschrank untergebracht. Er enthält wichtige Teile der Steuerelektronik, den Anlagen-PC, den Frequenzumrichter, den Hauptschalter, Sicherungen sowie die Abgänge zum Transformator und zum Generator.

Der Frequenzumrichter ist mit einer Wasserkühlung ausgestattet. Das im Frequenzumrichter erwärmte Wasser wird in einem Wasser-Luft-Wärmetauscher abgekühlt. Dieser befindet sich außen in der Nähe der Eingangstür des Turmes.

MS-Transformator und MS-Schaltanlage sind in einer separaten Transformatorstation in der Nähe der Windenergieanlage untergebracht.

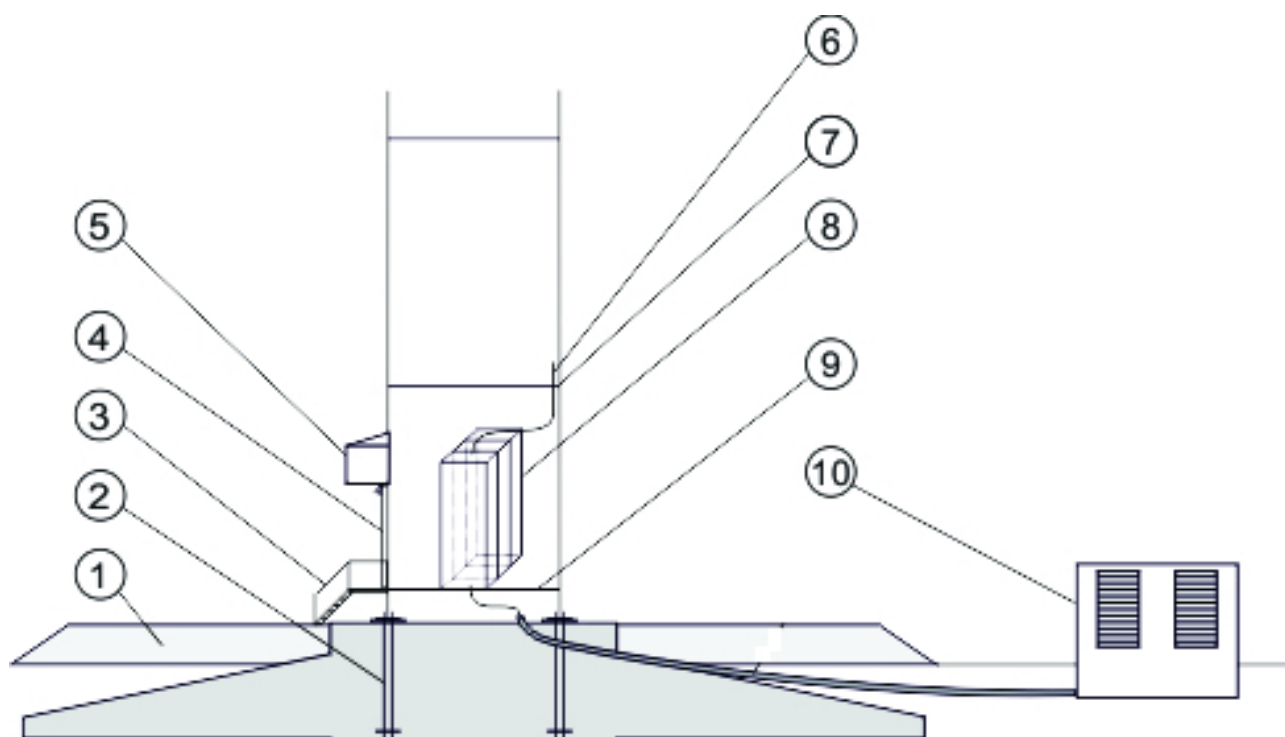


Abb. 1 Schnitt durch den Turmfuß, Standardausführung

- 1 Erdaufschüttung
- 2 Turmverankerung
- 3 Treppe
- 4 Turmtür
- 5 Lüftung/Kühlung
- 6 Stromkabel
- 7 2. Turmplattform
- 8 Schaltschrank
- 9 1. Turmplattform
- 10 Transformatorstation

Optional können MS-Transformator und MS-Schaltanlage auch im Turmfuß untergebracht sein. Die Komponenten im Turmfuß sind dann auf drei verschiedenen Ebenen untergebracht:

- der MS-Transformator auf dem Fundament
- die MS-Schaltanlage auf der 1. Turmplattform
- der Schaltschrank mit Frequenzumrichter auf der 2. Turmplattform

Der MS-Transformator wird bei Aufstellung in einer separaten Transformatorstation in der Regel als Öltransformator ausgeführt. Soll der Transformator im Turm aufgestellt werden, wird ein Trockentransformator eingesetzt.

## 1.2 Rotor

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

Die **Rotornabe** ist modular aufgebaut. Der Grundkörper besteht aus einer steifen Gusskonstruktion. Darauf werden die Pitchdrehverbindung und das Rotorblatt montiert. Die Rotornabe ist verkleidet mit einem Spinner, der den direkten Zugang aus dem Maschinenhaus in die Rotornabe ermöglicht.

Die **Rotorblätter** sind aus hochwertigem glasfaserverstärktem Kunststoff hergestellt. Jedes Rotorblatt ist mit einem effizientem Blitzschutzsystem ausgestattet.

Das Rotorblatt wird gemäß der Richtlinien IEC TS 61400-23 und GL IV-1 (2010) statisch und dynamisch mit Lasten getestet, die höher als die Auslegung liegen.

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 Schleifringübertrager, der sich im Maschinenhaus befindet.

## 1.3 Maschinenhaus

Das Maschinenhaus beinhaltet wesentliche mechanische und elektronische 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 der 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- und Feinfilter hält Feststoffe zurück. Der Verschmutzungsgrad des Filterelementes wird durch die Steuerung überwacht (Differenzdruckmessung). Optional kann eine zusätzliche Nebenstromfiltration (Feinfilter 5 µm) installiert werden.

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

Die Getriebekühlung ist über einen Öl/Wasser-Kühler mit gestufter Kühlleistung 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.

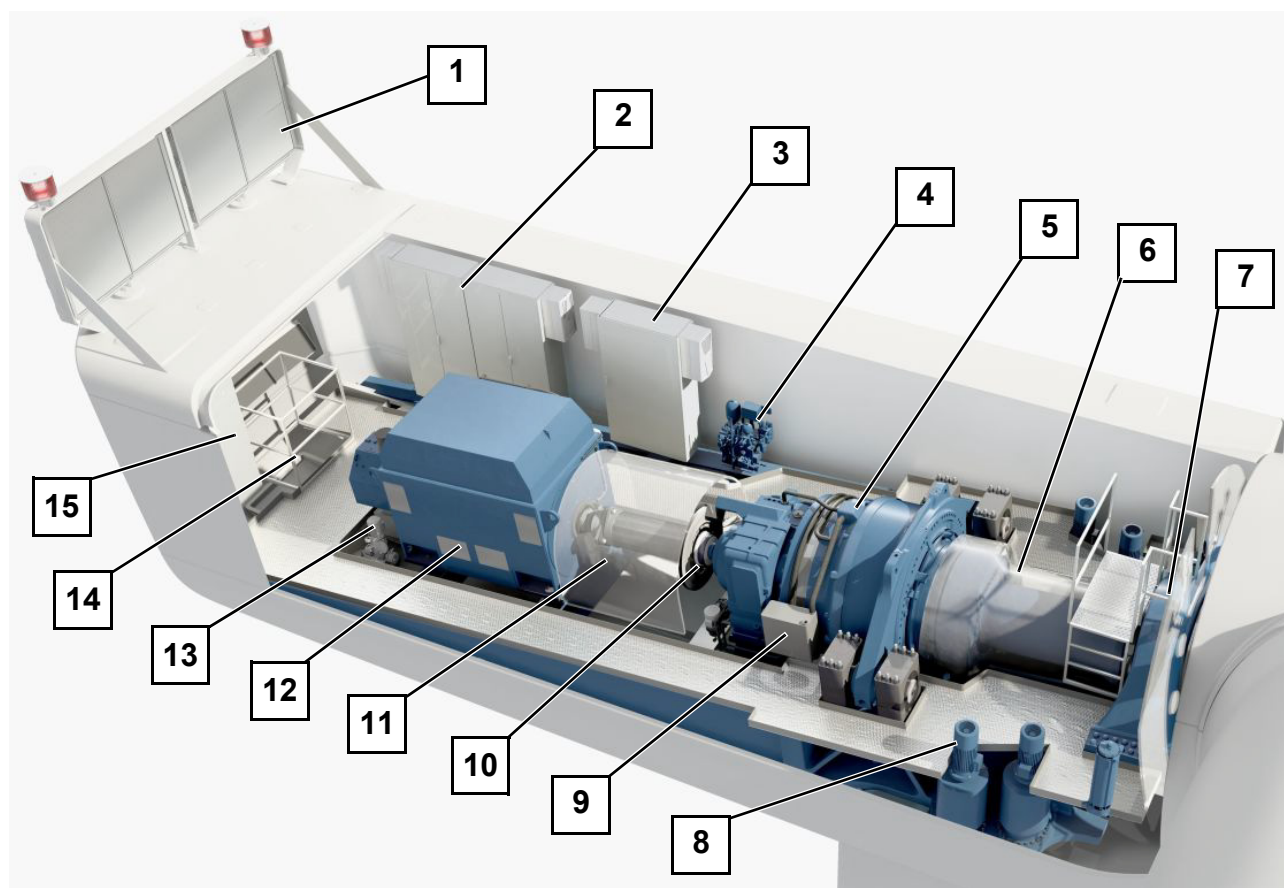


Abb. 2      Übersichtszeichnung Maschinenhaus

- 1 Wärmetauscher
- 2 Schaltschrank 2
- 3 Schaltschrank 1
- 4 Hydraulikaggregat
- 5 Getriebe
- 6 Rotorwelle
- 7 Rotorlager
- 8 Azimutantrieb
- 9 Getriebeölkühler
- 10 Rotorbremse
- 11 Kupplung
- 12 Generator
- 13 Kühlwasserpumpe
- 14 Luke für Bordkran
- 15 Schaltschrank 3

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 mechanischen **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 Bremsscheibe wirken. Zusätzlich sind die Elektromotoren der Azimutantriebe mit einer elektrisch betätigten Haltebremse ausgestattet.

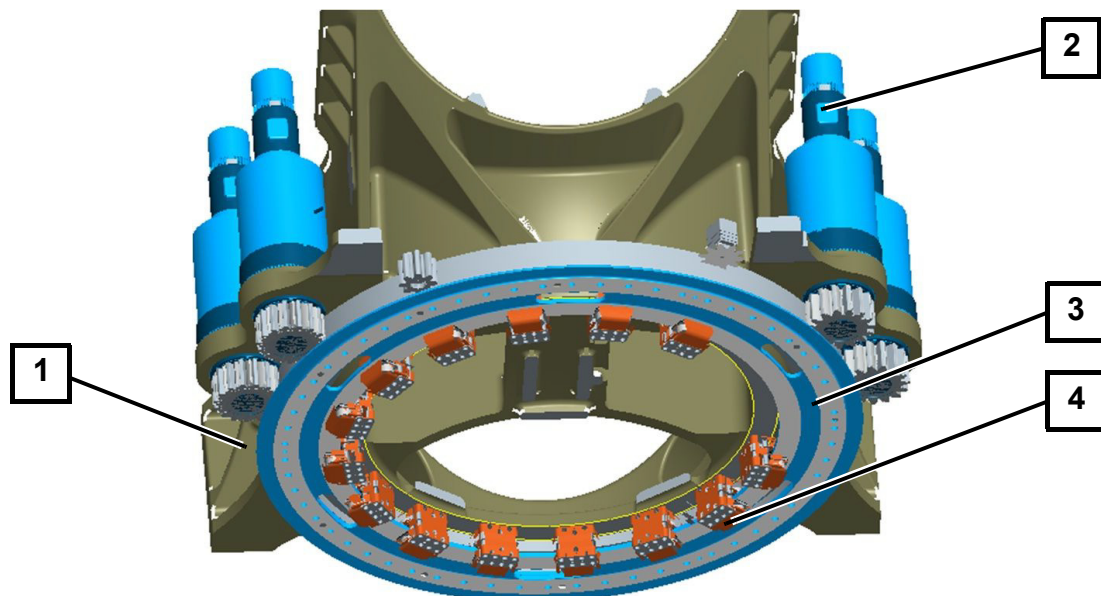


Abb. 3 Komponenten des Azimutsystems

- 1 Maschinenträger
- 2 Azimutantriebe mit Eingriff in die Drehverbindungsverzahnung
- 3 Azimutdrehverbindung
- 4 Bremszange

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

## 1.4 Hilfssysteme

Rotorlager, Generatorlager, Verzahnung der Pitchdrehverbindungen, Laufbahn der Pitchdrehverbindungen und Verzahnung der Azimutdrehverbindung sind jeweils mit einem **automatischen Schmiersystem** ausgestattet.



Die Schaltschränke in der Rotornabe, im Maschinenhaus und im Turmfuß der Windenergieanlage sind mit **Klimageräten** ausgestattet.

Getriebe, Generator und Hydraulikaggregat 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.

## 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 und Getriebeschmierung, und die SPS, die die Daten der Windmessenrichtung überwacht, sind in Betrieb. Alle anderen Systeme sind ausgeschaltet und verbrauchen keinen Strom. 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 Strom.

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 Synchrongeschwindigkeit betrieben werden kann.

Bei Überschreitung von bestimmten Parametern, die die Sicherheit der Anlage betreffen, schaltet sich die WEA sofort ab, z. B. Überschreitung der Abschaltwindgeschwindigkeit. In Abhängigkeit von der Abschaltursache werden unterschiedliche Bremsprogramme ausgelöst. Bei äußeren Ursachen, wie zu hoher Windgeschwindigkeit oder Netzfehler, wird die Anlage mittels Rotorblattverstellung sanft gebremst.

### 3. Technische Daten

Klimatische Entwurfsdaten der Standardversion	
Auslegungstemperatur	Standard -20 °C...+50 °C CCV -40 °C...+50 °C
Betriebstemperaturbereich Standard	-20 °C...+40 °C
Betriebstemperaturbereich CCV	-30 °C...+40 °C
Stopp	Standard -20 °C, Wiederanlauf bei -18 °C CCV -30 °C, Wiederanlauf bei -28 °C
Max. Höhe über N.N.	2000 m*
Zertifikat	gemäß IEC 61400-1

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

Technische Konzeption	
Typ	3-Blatt-Rotor mit horizontaler Achse Luv-Läufer
Leistungsregelung	aktive Einzelblattverstellung
Nennleistung	3300 kW
Nennleistung ab Windgeschwindigkeit (bei einer Luftdichte von 1,225 kg/m <sup>3</sup> )	ca. 14 m/s
Betriebsdrehzahlbereich des Rotors	9,0...16,1 min <sup>-1</sup>
Nennzahl	14,3 min <sup>-1</sup>
Einschaltwindgeschwindigkeit	ca. 3 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Wiedereinschaltwindgeschwindigkeit	22 m/s
Rechnerische Lebensdauer	20 Jahre

<b>Türme</b>		
Nabenhöhe	75 m	100 m
Bezeichnung	R75	R100
Windklasse	DIBt 3/IEC 1a	DIBt 3/IEC 1a
Anzahl der Turmsektionen	3	5

<b>Rotor</b>	
Rotordurchmesser	99,8 m
Überstrichene Fläche	7823 m <sup>2</sup>
Nennleistung/Fläche	422 W/m <sup>2</sup>
Neigungswinkel der Rotorwelle	5°
Konuswinkel der Rotorblätter	3,5°

<b>Rotorblatt</b>	
Material	glasfaserverstärkter Kunststoff
Gesamtlänge	48,7 m
Gesamtgewicht je Blatt	ca. 11,2 t

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

<b>Getriebe</b>	
Typ	mehrstufiges Planetengetriebe + Stirnradstufe
Übersetzungsverhältnis	50 Hz: $i=81 \pm 1\%$ 60 Hz: $i=97 \pm 1\%$
Schmierung	Zwangsschmierung
Öltyp	VG 320

Getriebe	
Max. Öltemperatur	75 °C
Ölwechsel	Wechsel nach Bedarf

Elektrische Anlage	
Nennleistung $P_{nG}$	3300 kW
Nennspannung	3 x AC 660 V $\pm$ 10%
Nennstrom $I_{nG}$ bei $S_{nG}$	3564 A
Nennscheinleistung $S_{nG}$ bei $P_{nG}$	3667 kVA
Leistungsfaktor bei $P_{nG}$	1,00 als Standardeinstellung 0,9 untererregt (induktiv) bis 0,9 übererregt (kapazitiv) möglich
Frequenz	50 oder 60 Hz



#### HINWEIS

Die Nennleistung unterliegt systembedingten Toleranzen. Bei Nennleistung betragen sie  $\pm$  100 kW. Die Praxis zeigt, dass negative Abweichungen selten auftreten und meist <25 kW betragen. Zur exakten Einhaltung externer Leistungsvorgaben kann die Nennleistung der einzelnen Windenergieanlage passend parametrisiert werden. Alternativ kann der Windpark über das Wind Farm Portal® passend parametrisiert werden.

Generator	
Schutzart	IP 54 (Schleifringkasten IP 23)
Nennspannung	660 V
Frequenz	50 oder 60 Hz
Drehzahlbereich	50 Hz: 700...1 300 min <sup>-1</sup> 60 Hz: 840...1 560 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-Wärmetauscher gemeinsam mit Generatorkühlung
Filter	Grobfilter 50 µm Feinfilter 10 µm
Nebenstromfilter (Option)	5 µm

<b>Kühlung Generator</b>	
Typ	Wasserkreislauf mit Wasser/Luft-Wärmetauscher
Kühlwasserpumpe	50 Hz: 1,3 kW 60 Hz: 1,1 kW
Volumenstrom	ca. 70 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	automatische Schmieranlage mit Fett
Antrieb	Drehstrommotor inkl. Federkraftbremse und mehrstufiges Planetengetriebe
Notstromversorgung	Bleiakkumulatoren

<b>Hydraulisches System</b>	
Hydrauliköl	VG 32
Ölmenge	ca. 20 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

