

## **3 ANLAGENBESCHREIBUNG**

### **3.1 Technische Beschreibung**

3.1.1 Formular 2 – Betriebseinheiten und  
Formular 3 – Technische Daten

3.1.2 Technische Beschreibung

3.1.3 Abmessungen Gondel und Rotorblätter

3.1.4 Allgemeine Spezifikation SCADA

3.1.5 Dokumentation Fledermausmodul

3.1.6 Dokumentation Schattenwurfmodul

### **3.2 Anlagensicherheit**

3.2.1 Dokumentation Erdungsanlage

3.2.2 Allgemeine Wartungsanleitung

### **3.3 Schutz vor Eiswurf und Eisfall**

3.3.1 Dokumentation Eiserkennungssystem

3.3.2 TÜV-Gutachten Eiserkennungssystem

### **3.4 Flugsicherheit**

3.4.1 Übersichtskarte Luftfahrt, M 1:25.000

3.4.2 Koordinatenliste

3.4.3 Allgemeine Kennzeichnung von Nordex-WEA

3.4.4 Kennzeichnung von Nordex-WEA in Deutschland

3.4.5 Light-Guard Systembeschreibung

3.4.6 Zertifikat Light-Guard

3.4.7 Zertifikat Light-Guard Anhang

### **3.5 Blitzschutz und EMV**

### **3.6 Alarmplan**

### Gliederung der Anlagen in Betriebseinheiten

Zum Zweck der Abgrenzung und der systematischen Darstellung der technischen Daten der Anlage und ihres Emissionsverhaltens einschließlich Abwasser und Abfall wird die Anlage in folgende Betriebseinheiten gegliedert. <sup>(14)</sup> Änderungen sind zu kennzeichnen.

Betriebseinheit Nr. Bezeichnung: bestehend aus:	1 WEA 08 Windenergieanlage Typ Nordex N163-6.X auf 164 m-Turm (164 m Nabenhöhe, 81,5 m Rotorradius, 245,5 m Gesamthöhe) inkl. Infrastruktur
Betriebseinheit Nr. Bezeichnung: bestehend aus:	2 WEA 09 Windenergieanlage Typ Nordex N163-6.X auf 118 m-Turm (118 m Nabenhöhe, 81,5 m Rotorradius, 199,5 m Gesamthöhe) inkl. Infrastruktur
Betriebseinheit Nr. Bezeichnung: bestehend aus:	





**Allgemeine Dokumentation**  
**Technische Beschreibung**  
**Delta4000 - N163/6.X**

**Rev. 04/09.03.2022**

Dokumentennr.:	2014649DE
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -  
Dokument wird elektronisch verteilt.  
Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2022 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	N163/6.X

<b>1.</b>	<b>Aufbau .....</b>	<b>5</b>
1.1	Turm .....	5
1.2	Rotor .....	6
1.3	Maschinenhaus.....	6
1.4	Hilfssysteme .....	7
1.4.1	Automatisches Schmiersystem .....	7
1.4.2	Heizungen .....	8
1.4.3	Elektrischer Kettenzug und Brückentraverse .....	8
1.4.4	Kühlung .....	8
<b>2.</b>	<b>Steuerung und elektrisches System .....</b>	<b>9</b>
2.1	Sicherheitssysteme .....	9
2.2	Blitz-/Überspannungsschutz, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....	10
2.3	Mittelspannungsanlage .....	10
2.4	Niederspannungsnetzformen .....	11
2.5	Eigenbedarf der Windenergieanlage .....	11
<b>3.</b>	<b>Optionen .....</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>13</b>
4.1	Technische Konzeption .....	13
4.2	Türme.....	13
4.3	Rotor und Rotorblätter .....	14
4.4	Maschinenhaus.....	14
4.4.1	Rotorwelle.....	14
4.4.2	Bremse und Getriebe .....	14
4.4.3	E-Kettenzug und Brückentraverse.....	15
4.5	Elektrische Anlage .....	15
4.5.1	Transformator.....	16
4.5.2	Mittelspannungsschaltanlage.....	16
4.5.3	Generator .....	17
4.6	Kühlung .....	18
4.7	Pitchsystem .....	18
4.8	Azimutsystem .....	18
4.9	Korrosionsschutz .....	19
4.10	Automatisierungssysteme .....	19

## 1. Aufbau

Die Windenergieanlage Nordex N163/6.X ist eine drehzahlvariable Windenergieanlage mit einem Rotordurchmesser von 163 m und einer Nennleistung bis zu 7000 kW, die standortabhängig angepasst werden kann. Die Windenergieanlage ist für die Klasse S gemäß IEC 61400-1 bzw. Windzone S nach DIBt 2012 ausgelegt und wird in den Varianten für 50 Hz und 60 Hz angeboten.

Die Windenergieanlage Nordex N163/6.X besteht aus folgenden Hauptbestandteilen:

- Rotor mit Rotornabe, drei Rotorblättern und dem Pitchsystem
- Maschinenhaus mit Rotorwelle und -lager, Getriebe, Generator, Azimutsystem, Mittelspannungstransformator und Umrichter
- Stahlrohrturm oder Hybridturm mit Mittelspannungsschaltanlage

### 1.1 Turm

Die Windenergieanlage N163/6.X kann auf einem Stahlrohrturm oder einem Hybridturm errichtet werden. Der Stahlrohrturm besteht aus mehreren konischen oder zylindrischen Sektionen. Der Turm wird mit dem im Fundament einbetonierten Ankerkorb verschraubt. Der Hybridturm besteht im unteren Teil aus einem Betonturm und im oberen Teil aus einem Stahlrohrturm mit zwei Sektionen.

Eine Aufstiegshilfe wie z.B. eine Befahranlage oder eine Steighilfe, die Steigleiter mit dem Fallschutzsystem sowie Ruhe- und Arbeitsplattformen innerhalb des Turmes ermöglichen einen wettergeschützten Aufstieg in das Maschinenhaus.

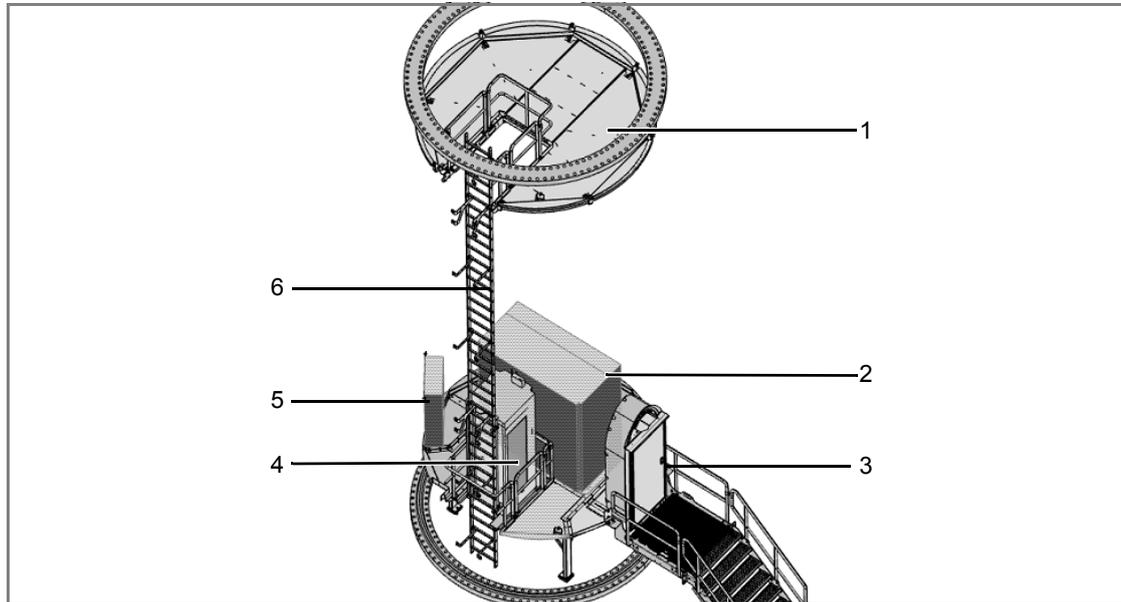


Abb. 1: Übersicht der Einbauten in der Bottomsektion des Stahlrohrturms mit Befahranlage (bei Steighilfe abweichende Darstellung)

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1 Plattform Flansch | 4 Turmbefahranlage |
| 2 MS-Schaltanlage   | 5 Steuerschrank    |
| 3 Turmzugang        | 6 Leiterweg        |

Die Fundamentkonstruktion aller Türme hängt von den Bodenverhältnissen am vorgesehenen Standort ab.

## 1.2 Rotor

Der Rotor besteht aus der Rotornabe mit drei Drehverbindungen, dem Pitchsystem zur Blattverstellung sowie drei Rotorblättern.

Die **Rotornabe** besteht aus einem Grundkörper mit 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.

Die **Rotorblätter** sind aus hochwertigem glasfaser- und kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff hergestellt. Das Rotorblatt wird statisch und dynamisch nach IEC 61400-23 und DNVGL-ST-0376 getestet.

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 elektrische Komponenten einer Windenergieanlage.

Die **Rotorwelle** überträgt die Drehbewegung des Rotors auf das Getriebe und ist im **Rotorlager** im Maschinenhaus gelagert. Im Rotorlagergehäuse ist eine Rotorarretierung integriert, mit welcher der Rotor zuverlässig mechanisch festgesetzt werden kann.

Mit der mechanischen **Rotorbremse** wird der Rotor während der Wartungsarbeiten festgesetzt. Der nötige Öldruck wird im Bedarfsfall durch die Hydraulikpumpe erzeugt.

Das **Getriebe** erhöht die Drehzahl des Rotors auf die für den Generator erforderliche Drehzahl. Die Getriebelager und die Verzahnung werden kontinuierlich mit Öl versorgt. 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. Erst wenn die Getriebeöltemperatur einen vorgegebenen Wert erreicht, wird das Getriebeöl über einen Öl/Wasser-Kühler, der sich direkt am Getriebe befindet, gekühlt. Dadurch wird die Getriebeöltemperatur im Betrieb in einem schmalen Temperaturbereich gehalten.

Die **Kupplung** stellt die kraftübertragende Verbindung zwischen dem Getriebe und dem Generator her.

Der **Generator** ist eine 6-polige, doppelt gespeiste Asynchronmaschine. Der Generator besitzt einen aufgebauten Luft-Wasser-Wärmetauscher und ist an den Kühlkreislauf angeschlossen.

Der **Umrichter** verbindet das elektrische Netz mit dem Generator, wodurch der Generator drehzahlvariabel arbeiten kann.

Der **Transformator** wandelt die Niederspannung des Generator-Umrichter-Systems in Mittelspannung des Windparknetzes um. Der Transformator wird durch den Anschluss an den Kühlkreislauf gekühlt.

Im **Schaltschrank** sind alle notwendigen elektrischen Bauteile für die Steuerung und Versorgung der Anlage untergebracht.

Das Kühlwasser wird durch einen **Passivkühler** auf dem Maschinenhausdach rückgekühlt.

Mit den **Azimutantrieben** wird das Maschinenhaus optimal in den Wind gedreht. Die 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 den Azimutantrieben gehalten.

Alle Baugruppen im Maschinenhaus werden durch die **Maschinenhausverkleidung** vor den Einflüssen von Wind und Wetter geschützt.

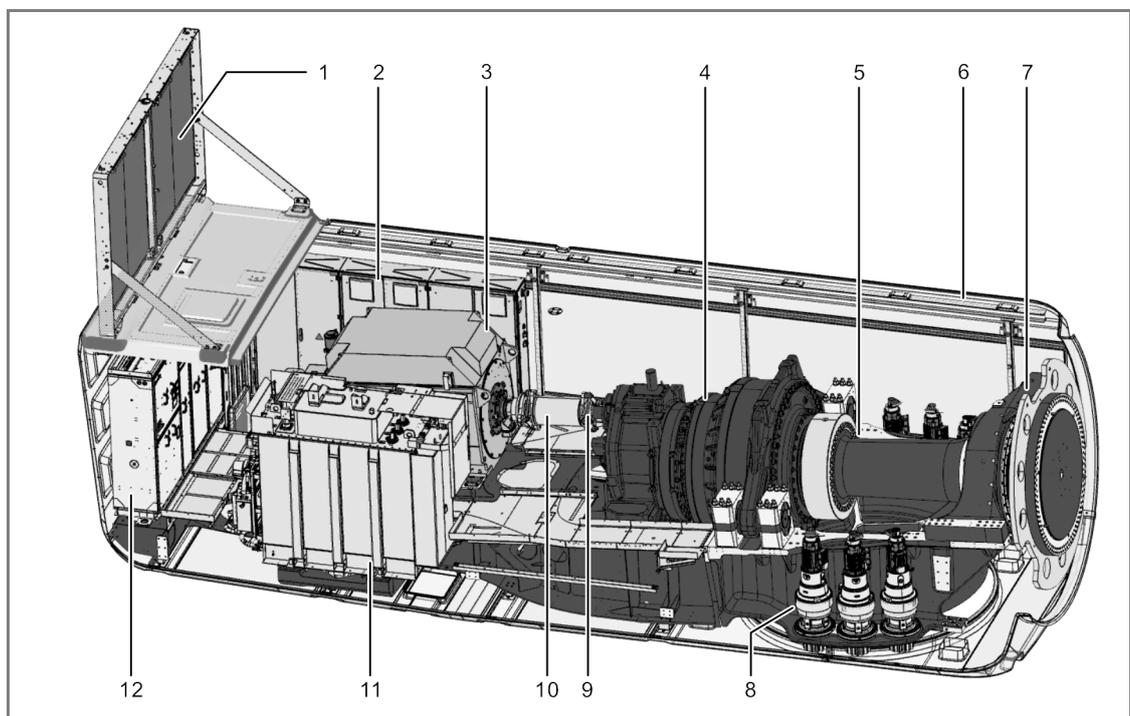


Abb. 2: Schematische Darstellung Maschinenhaus

- |                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| 1 Passivkühler             | 7 Rotorlager     |
| 2 Schaltschrank            | 8 Azimutantriebe |
| 3 Generator                | 9 Rotorbremse    |
| 4 Getriebe                 | 10 Kupplung      |
| 5 Rotorwelle               | 11 Transformator |
| 6 Maschinenhausverkleidung | 12 Umrichter     |

## 1.4 Hilfssysteme

### 1.4.1 Automatisches Schmiersystem

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

### 1.4.2 Heizungen

Getriebe, Generator, der Kühlkreislauf und alle relevanten Schaltschränke sind mit **Heizungen** ausgestattet.

### 1.4.3 Elektrischer Kettenzug und Brückentraverse

Im Maschinenhaus dient ein fest installierter elektrischer **Kettenzug** zum Heben von Werkzeugen, Bauteilen und sonstigem Arbeitsmaterial vom Erdboden in das Maschinenhaus.

Eine Brückentraverse inklusive Schiebefahrwerk ist vorbereitet für die Verwendung eines Handkettenzug zum Bewegen der Materialien innerhalb des Maschinenhauses.

### 1.4.4 Kühlung

Zwei voneinander getrennte Kühlkreisläufe sorgen für eine Kühlung der Großkomponenten. Umrichter und Getriebe werden in einem und Generator und Transformator in dem anderen Kühlkreislauf gekühlt.

Beide Kühlkreisläufe sind mit Passivkühlern auf dem Maschinenhausdach verbunden, in denen das Wasser rückgekühlt wird.

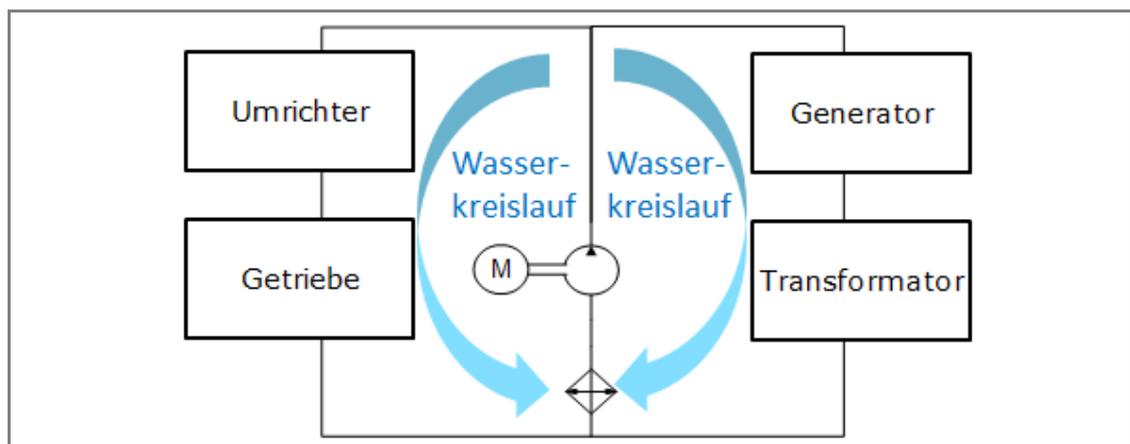


Abb. 3: Schematische Darstellung Kühlkreislauf

## 2. Steuerung und elektrisches System

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

Bei Windstille bleibt die WEA im Ruhezustand. Nur verschiedene Hilfssysteme wie Heizungen, Getriebschmierung und die SPS, die die Daten der Windmessenrichtung 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 elektrische Energie.

Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten arbeitet die WEA im Teillastbetrieb. Dabei bleiben die Rotorblätter maximal in den Wind gedreht. 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, sodass 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 auf dem Maschinenhaus 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 Mittelspannungstransformator verbunden, der die Anlage mit dem Netz verbindet. Dadurch muss nur ein Teil der Leistung über den Umrichter geführt werden, was geringe elektrische Systemverluste ermöglicht.

### 2.1 Sicherheitssysteme

Nordex Windenergieanlagen sind mit technischen 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 IEC 61400 zertifiziert.

Die Überwachung sicherheitsrelevanter Parameter in der Anlagensteuerung erfolgt kontinuierlich. Dabei werden die Sensordaten der sicheren Sensoren über ein sicheres Bussystem zur Auswertung an die sichere Steuerung übermittelt. Bei Überschreitung festgelegter Parameter wird die Anlage über Aktoren 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. Weitere Sicherheitsfunktionen dienen dem sicheren Stillsetzen von Antrieben für Wartungsarbeiten.

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

Der Blitz-/Überspannungsschutz der Windenergieanlage basiert auf dem EMV-orientierten Blitzschutzzonenkonzept, das aus der Ausführung von inneren und äußeren Blitz-/Überspannungsschutzmaßnahmen, unter Berücksichtigung der Norm IEC 61400-24, besteht. Die Windenergieanlage ist nach Blitzschutzklasse I ausgelegt.

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

## 2.3 **Mittelspannungsanlage**

Die Mittelspannungskomponenten dienen dem Anschluss einer WEA an das Mittelspannungsnetz im Windpark oder an das Netz des örtlichen Netzbetreibers. Im Turmfuß befindet sich die **MS-Schaltanlage**. Diese besteht aus einem Transformatorfeld mit Leistungsschalter und mindestens einem Ringkabelfeld als Standard oder bis zu drei Ringkabelfeldern als Option (abhängig von der Windpark-Konfiguration). Das Transformatorfeld setzt sich zusammen aus einem Vakuum-Leistungsschalter und dem Trennschalter mit Erdungsschalter. Das Ringkabelfeld besteht aus einem Lasttrennschalter mit Erdungsschalter. Die gesamte MS-Schaltanlage ist auf einem Bodenrahmen/Adapterrahmen montiert.

Weitere Eigenschaften der MS-Schaltanlage:

- Stückprüfungen jeder Schaltanlage gemäß IEC 62271-200
- Typgeprüft, SF6 isoliert
- Innenraumschaltanlage für abgeschlossene elektrische Betriebsstätten (min. IP2X)
- SF-6 Kessel: metallgeschottet, metallgekapselt (min. IP65), unabhängig gegenüber Umwelteinflüssen
- Angezeigte Schaltstellungen „Ein - Aus - Geerdet“
- Prüfklemmleiste für Sekundärprüfung
- Wartungsarm nach Klasse E2 (IEC 62271-100)

Bei technischer Verfügbarkeit kann Nordex alternativ zu herkömmlichen SF6-isolierten Schaltanlagen auch SF6-freie Schaltanlagen liefern. Die Möglichkeit ist im Vorfeld mit Nordex abzustimmen.

Der Anlagenschutz der MS-Schaltanlage wird durch folgende Punkte erreicht:

- Erhöhter Personen- und Anlagenschutz bei Störlichtbögen durch Typprüfung nach IEC 62271-200
- Wandlerstromversorgtes und einschaltstromstabilisiertes Schutzgerät als UMZ-Relais (Unabhängiger Maximalstromzeitschutz)
- Betätigungsöffnungen für Schaltgeräte sind funktional gegeneinander verriegelt und optional abschließbar
- Korrosionsschutz der Schaltzellen durch Feuerverzinkung und lackierte Oberflächen
- Druckentlastung durch Druckabsorberkanal im Falle eines Störlichtbogens. Alternativ kann für die USA ein Lichtbogenunterdrücker im Tank und im Kabelanschlussraum installiert sein.

**Transformator** und **Umrichter** sind im Maschinenhaus platziert. Der Transformator ist nach IEC 60076-16 spezifiziert.

Die Stahlbauteile am Transformator sind nach Korrosionsschutzklasse C3 (H) ausgelegt. Weitere Schutzvorkehrungen:

- Geerdeter Kessel (Estertrafo)
- Übertemperaturschutz durch Temperaturfühler und -relais
- Hermetikschutz (Leckage) und Überdruckschutz bei Estertrafo

## 2.4 Niederspannungsnetzformen

Das **950-V-Niederspannungsnetz** ist die primäre energietechnische Niederspannungsanlage der Windenergieanlage. Als IT-Netzform und Dreiphasendrehstromnetz ist es von der Erde isoliert. Die Elemente der elektrischen Betriebs- und Messmittel dieses Netzes sind direkt oder über separate Schutzpotenzialausgleichsleitungen geerdet. Als weitere Schutzmaßnahme des Personen- und Anlagenschutzes im 950-V-IT-Netz ist eine zentrale Isolationsüberwachungseinrichtung installiert.

Das **400-V-/230-V-Niederspannungsnetz** ist die Niederspannungseigenbedarfsanlage der Windenergieanlage. Es 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.

## 2.5 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 inclusive 24-V-DC-Versorgung
- Azimutsystem
- Pitchsystem
- Nebenantriebe wie Pumpen, Lüfter und Schmieranlagen
- Heizungen und Beleuchtung
- Hilfssysteme wie Befahranlage, Gefahrenfeuer

Langzeitmessungen zeigen, dass die durchschnittliche, auf das Jahr bezogene Grundlast der Niederspannungseigenbedarfsanlage im WEA-Einspeisebetrieb im mittleren 10 min-Mittelwert ca. 15 kW beträgt und der maximale 10 min-Mittelwert bis zu 25 kW/32kVA erreichen kann. Diese Werte sind bereits in den Leistungskurven enthalten.

Für Standorte mit einer mittleren Jahreswindgeschwindigkeit von 6,5 m/s fallen ca. 10 MWh Eigenverbrauch an, dieser Wert ist jedoch sehr 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. Optionen

Als zusätzliche Ausstattung für Nordex Windenergieanlagen stehen verschiedene Optionen auf Anfrage zur Verfügung.

Die Möglichkeit der optionalen Ausstattung ist im Vorfeld mit Nordex abzustimmen.

## 4. Technische Daten

### 4.1 Technische Konzeption

Technische Konzeption	
Überlebenstemperatur	-40 °C bis +50 °C
Betriebstemperaturbereich Normal Climate Version	-20 °C bis +40 °C <sup>1)</sup>
Betriebstemperaturbereich Cold Climate Version	-30 °C bis +40 °C <sup>1)</sup>
Stopp	Standard: -20 °C, Wiederanlauf bei -18 °C CCV: -30 °C, Wiederanlauf bei -28 °C
Max. Höhe über N.N.	2000 m <sup>1)</sup>
Zertifikat	gemäß IEC 61400-22 und DIBt 2012
Typ	3-Blatt-Rotor mit horizontaler Achse Luv-Läufer
Leistungsregelung	aktive Einzelblattverstellung
Nennleistung	bis zu 7000 kW <sup>1)</sup>
Nennleistung ab Windgeschwindigkeit (bei einer Luftdichte von 1,225 kg/m <sup>3</sup> )	ca. 13,5 m/s
Betriebsdrehzahlbereich des Rotors	6,0 min <sup>-1</sup> bis 11,6 min <sup>-1</sup>
Nenndrehzahl	ca. 10,0 min <sup>-1</sup>
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	26 m/s <sup>2)</sup>
Wiedereinschaltwindgeschwindigkeit	25,5 m/s <sup>2)</sup>
Rechnerische Lebensdauer	≥ 25 Jahre

1) Nennleistung wird in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor und der Aufstellhöhe bis zu definierten Temperaturbereichen erreicht.

2) Die Abschaltwindgeschwindigkeit kann projektspezifisch zur Sicherstellung der Standsicherheit reduziert werden.

### 4.2 Türme

Türme	TS118-03	TS138	TS148-01	TS159-01	TCS164
Nabenhöhe*	118,0 m	138,0 m	148,0 m	158,5 m	164,0 m
Turmtyp	Stahlrohrturm				Hybridturm
Windklasse	IEC S DIBt S	IEC S	IEC S	IEC S	IEC S DIBt S
Oberflächenbeschaffenheit	Farbsystembeschichtung				**

\* Beinhaltet Fundamenthöhe über Geländeoberkante

\*\* Stahlsektion: Farbsystembeschichtung; Betonteil: Sichtbeton

### 4.3 Rotor und Rotorblätter

<b>Rotor</b>	
Rotordurchmesser	163,0 m
Überstrichene Fläche	20867 m <sup>2</sup>
Nennleistung/Fläche	326 W/m <sup>2</sup>
Neigungswinkel der Rotorwelle	5°
Konuswinkel der Rotorblätter	5,5°

<b>Rotorblatt</b>	
Material	glasfaser- und kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
Gesamtlänge	79,7 m

<b>Rotornabe</b>	
Material Rotornabengrundkörper	Gussteil
Material Spinner	glasfaserverstärkter Kunststoff

### 4.4 Maschinenhaus

<b>Maschinenhaus</b>	
Tragwerk	geschweisste Stahlkonstruktion
Verkleidung	glasfaserverstärkter Kunststoff
Maschinenträger	Gussteil
Generatorträger	geschweisste Stahlkonstruktion

#### 4.4.1 Rotorwelle

<b>Rotorwelle/Rotorlagerung</b>	
Typ	geschmiedete Hohlwelle
Material	42CrMo4 oder 34CrNiMo6
Lagertyp	Pendelrollenlager
Schmierung	regelmäßig mit Schmierfett

#### 4.4.2 Bremse und Getriebe

<b>Mechanische Bremse</b>	
Typ	aktive betätigte Scheibenbremse
Anordnung	auf der schnellen Welle

<b>Mechanische Bremse</b>	
Anzahl der Bremskaliber	1
Material der Bremsbeläge	organisches Belagmaterial

<b>Getriebe</b>	
Typ	mehrstufiges Planetengetriebe + Stirnradstufe
Übersetzungsverhältnis	50 Hz: $i = 122,4$ 60 Hz: $i = 146,9$
Schmierung	Zwangsschmierung
Ölmenge inkl. Kühlkreislauf	max. 800 l
Öltyp	VG 320
Max. Öltemperatur	ca. 77 °C
Ölwechsel	Wechsel nach Bedarf

#### 4.4.3 E-Kettenzug und Brückentraverse

<b>E-Kettenzug und Brückenkranttraverse</b>	
E-Kettenzug max. Last	min. 850 kg
Brückentraverse max. Last	Schiebefahrwerk zur Aufnahme eines Handkettenzugs 1000 kg

### 4.5 Elektrische Anlage

<b>Elektrische Anlage *</b>	
Nennleistung $P_{nG}$	7000
Nennspannung	3 x AC 950 V $\pm$ 10 % (Grid-Code-spezifisch)
Nennstrom bei voller Blindstromspeisung $I_{nG}$ bei $S_{nG}$	4727 A
Nennscheinleistung $S_{nG}$ bei $P_{nG}$	7778 kVA
Frequenz	50 und 60 Hz

\*) Alle Angaben sind Maximalwerte. Abhängig von der jeweiligen Bemessungsspannung, Bemessungsscheinleistung und WEA-Bemessungswirkleistung können die Werte variieren.

#### 4.5.1 Transformator

<b>Transformator*</b>	<b>50 Hz</b>	<b>60 Hz</b>
Gesamtgewicht	ca. 10 t	
Isolationsmedium	Ester	
Bemessungsspannung $U_S, U_r$	950 V	

Transformator*	50 Hz	60 Hz
Bemessungsspannung OS, abhängig vom MS-Netz, U <sub>r</sub>	20 kV/30 kV/34 kV	
Anzapfungen überspannungsseitig	20 kV und 30 kV: + 4 x 2,5 % 34 kV: + 4 x 0,5 kV	
Netzspannung OS	20; 20,5; 21; 21,5; 22 kV 30; 30,75; 31,5; 32,25; 33 kV 34; 34,5; 35; 35,5; 36 kV	
Bemessungsfrequenz f <sub>r</sub>	50 Hz	60 Hz
Schaltgruppe	Dy5	
Aufstellungshöhe (NN)	bis 2000 m	
Bemessungsscheinleistung S <sub>r</sub>	7800 kVA	
Kurzschlussspannung, U <sub>z</sub>	9 % ± 10 % Toleranz	
Mindestwert des maximalen Wirkungsgrades η, (EU) 2019/1783, 548/2014	99,590 %	-
Einschaltstrom	≤ 5,5 x I <sub>N</sub> (Scheitelwert)	
Verlustleistung <sup>1)</sup>		
Leerlaufverluste	3050 W	4300 W
Kurzschlussverluste	80000 W	80700 W

\*) Angaben sind (sofern nicht anders angegeben) Maximalwerte. Abhängig von der jeweiligen Bemessungsspannung, Bemessungsscheinleistung und WEA-Bemessungswirkleistung können die Werte abweichen.

1) Richtwerte

#### 4.5.2 Mittelspannungsschaltanlage

Mittelspannungsschaltanlage	
Bemessungsspannung (abhängig vom MS-Netz)	24, 36, 38 oder 40,5 kV
Bemessungsstrom	50 Hz: 630 A 60 Hz: 600 A
Bemessungskurzschlussdauer	1 s
Bemessungskurzschlussstrom	24 kV: 16 kA (20 kA optional) 36/38/40,5 kV: 20 kA (25 kA optional)
Minimale/Maximale Umgebungstemperatur im Betrieb	NCV: -25 °C bis +40 °C
	CCV: -30 °C bis +40 °C
Anschlußtyp	Außenkonus Typ C nach EN 50181 USA: Außenkonus Typ E nach IEEE 386
Leistungsschalter	
Schaltzahl mit Bemessungsstrom	E2

<b>Mittelspannungsschaltanlage</b>	
Schaltzahl mit Kurzschlussausschaltstrom	E2
Mechanische Schaltzahl	M1
Schalten kapazitiver Ströme	min. C1 - gering
<b>Lasttrennschalter</b>	
Schaltzahl mit Bemessungsstrom	E3
Schaltzahl mit Kurzschlussausschaltstrom	E3
Mechanische Schaltzahl	M1
<b>Trennschalter</b>	
Mechanische Schaltzahl	M0
<b>Erdungsschalter</b>	
Schaltzahl mit Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	E2
Mechanische Schaltzahl	≥ 1000

### 4.5.3 Generator

<b>Generator</b>	
Typ	6-polig, doppelt gespeiste Asynchronmaschine
Schutzart	IP 54 (Schleifringkasten IP 23)
Nennspannung	950 V
Frequenz	50 und 60 Hz
Drehzahlbereich	50 Hz: 650 bis 1500 min <sup>-1</sup> 60 Hz: 780 bis 1800 min <sup>-1</sup>
Pole	6
Gewicht	ca. 13,5 t

### 4.6 Kühlung

<b>Kühlung</b>	
<b>Getriebe</b>	
Typ	Ölkreislauf mit Öl/Wasser-Wärmetauscher und Thermobypass
Filter	Grobfilter 50 µm / Feinfilter 10 µm / Feinstfilter < 5 µm
<b>Generator</b>	
Typ	Wasserkreislauf mit Wasser/Luft-Wärmetauscher und Thermobypass
Kühlmittel	Wasser/Glykol basiertes Kühlmittel

Kühlung	
<b>Umrichter</b>	
Typ	Wasserkreislauf mit Wasser/Luft-Wärmetauscher und Thermobypass
Kühlmittel	Wasser/Glykol basiertes Kühlmittel
<b>Transformator</b>	
Kühlungsmittel	Wasser/Glykol basiertes Kühlmittel
Kühlkreislauf	Esterkreislauf mit Ester/Wasser-Wärmetauscher

## 4.7 Pitchsystem

Pitchsystem	
Pitchdrehverbindung	2-reihiges 4-Punktlager
Schmierung Verzahnung/ Laufbahn	regelmäßige Schmierung mit Fett
Antrieb	Elektromotoren inkl. Federkraftbremse und mehrstufigem Planetengetriebe
Notstromversorgung	Akkumulatoren

## 4.8 Azimutsystem

Azimutsystem	
Azimutdrehverbindung	2-reihiges 4-Punktlager
Schmierung Verzahnung/Laufbahn	regelmäßige Schmierung mit Fett
Antrieb	Elektromotoren inkl. Federkraftbremse und vierstufigem Planetengetriebe
Anzahl der Antriebe	5-6
Nachführgeschwindigkeit	ca. 0,4 °/s

## 4.9 Korrosionsschutz

Korrosionsschutz*	Innen	Außen
Maschinenhaus	C3	C4
Nabe, inklusive Spinner	C3	C4
Turm	C3	C4
Stahlsektionen Betonteile	Farbsystembeschichtung Sichtbeton	Farbsystembeschichtung Sichtbeton

\* Kategorien des Korrosionsschutzes entsprechend ISO 12944-2

## 4.10 Automatisierungssysteme

<b>Automatisierungssystem</b>	
Feldbussystem	Profinet
Sicheres Feldbussystem	Profisafe via Profinet
Anlagensteuerung	Profinet-Anlagensteuerung
Sicherheitssteuerung	Integrierte Sicherheitsteuerung

---

# **Allgemeine Dokumentation**

## **Abmessungen Maschinenhaus und Rotorblätter**

**Rev. 06/01.04.2021**

Dokumentennr.:	E0004289528
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -  
Dokument wird elektronisch verteilt.  
Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2021 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X

# 1. Abmessungen Maschinenhaus

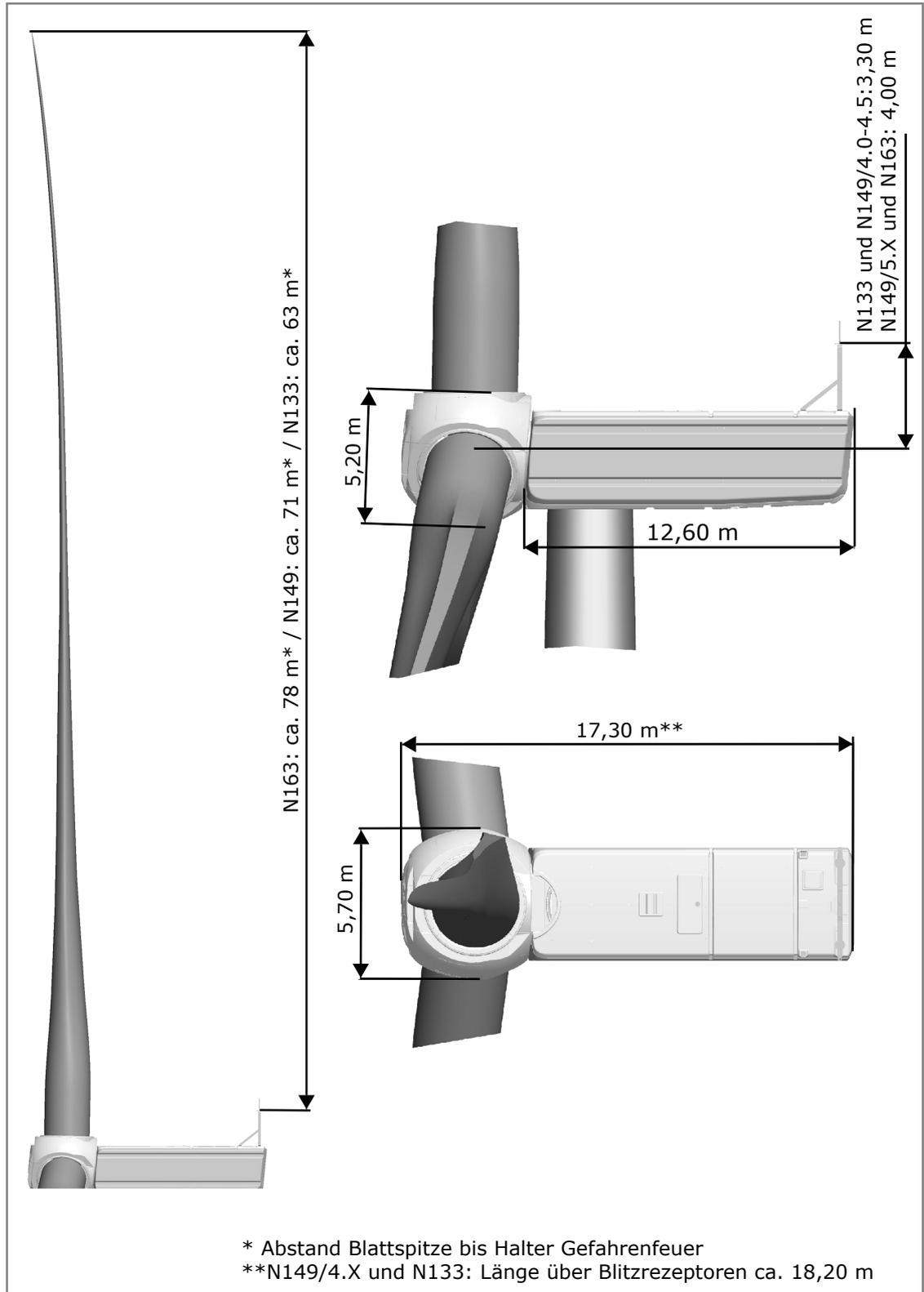


Abb. 1: Abmessungen Maschinenhaus

## 2. Abmessungen Blätter

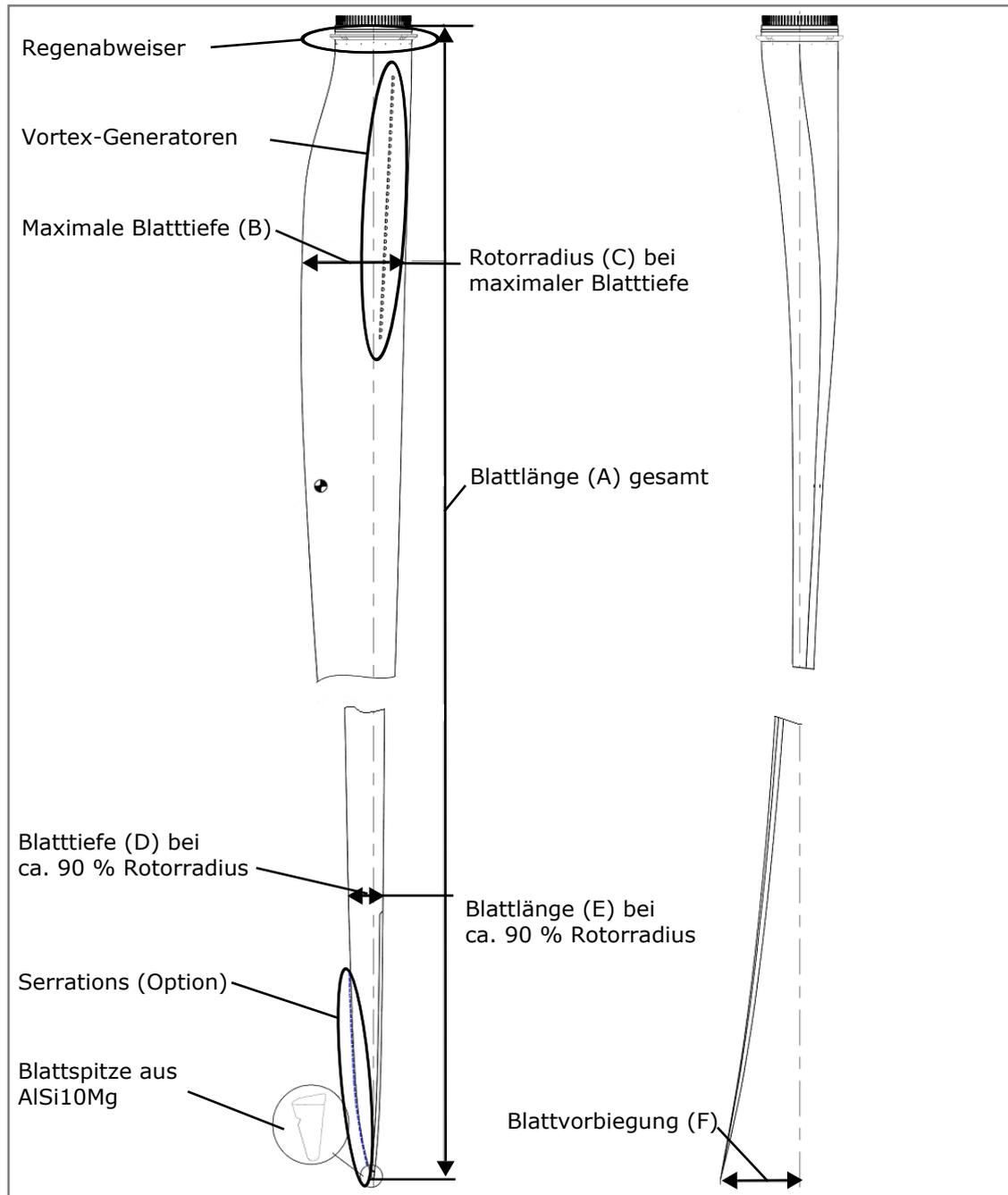


Abb. 2: Abmessungen und Details Rotorblätter

	<b>N133</b>	<b>N149</b>	<b>N163</b>
A	64,40 m	72,40 m	79,70 m
B	3,94 m	ca. 4,20 m	ca. 4,15 m
C	9,00 m	ca. 7,50 m	ca. 10,30 m
D	1,14 m	1,21 m	1,11 m
E	57,75 m	64,95 m	71,55 m
F	ca. 3,00 m	ca. 3,00 m	ca. 3,95 m

---

## Allgemeines Dokument

# Nordex OS SCADA EDGE

Allgemeine Spezifikation

**NORDEX OS**  
**SCADA EDGE**

**Rev. 0 / 2020-11-27**

Dokumentnr.: 2011181DE  
Status: Released  
Sprache: DE - German  
Klassifikation  
(Vertraulichkeit): Nordex Public

- Übersetzung des Originaldokuments (2011181EN, rev. 00) -  
Dies ist eine Übersetzung aus dem Englischen. Im Zweifelsfall ist der  
englischer Text maßgebend.

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung seines Inhalts, vollständig oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy GmbH. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Nordex-Mitarbeiter und Mitarbeiter von vertrauenswürdigen Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy GmbH und Nordex SE und deren verbundenen Unternehmen im Sinne der §§ 15ff. des Aktiengesetzes (AktG) bestimmt und dürfen keinesfalls (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden. Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy GmbH ist untersagt.

© 2020 Nordex Energy GmbH, Hamburg, Deutschland

Nordex Energy GmbH  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland  
Tel.: +49 (0)40 300 30 -1000  
Fax: +49 (0)40 300 30 -1101  
info@nordex-online.com  
<http://www.nordex-online.com>

2011181DE Rev. 0 /2020-11-27	Nordex OS SCADA EDGE	 
---------------------------------	----------------------	---

## Gültigkeit

Generation	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	Alle inkl. N155

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>6</b>
1.1	Zweck	6
1.2	Anwendungssystematik	6
1.3	Abkürzungen	6
<b>2</b>	<b>Kommunikation und Web-Zugriff</b>	<b>9</b>
2.1	Lokaler Zugriff - Windenergieanlage	9
2.2	Lokaler Zugriff - EDGE & Control Cabinet (ECC)	9
2.3	Fernzugriff	10
<b>3</b>	<b>Zugriffskontrolle</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Allgemeines SCADA Layout</b>	<b>11</b>
4.1	Trennung von Steuerung und Daten	11
4.2	Backend	12
4.2.1	Backend – Überwachung	12
4.2.2	Backend – Steuerung	12
4.3	Park-Netzwerk	13
4.3.1	Park-Netzwerk – Überwachung	13
4.3.2	Park-Netzwerk - Steuerung	13
4.4	Anlagen-Netzwerk	14
4.4.1	Anlagen-Netzwerk – Überwachung	14
4.4.2	Anlagen-Netzwerk - Steuerung	14
<b>5</b>	<b>Allgemeines Layout der Steuerung</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Allgemeines Nordex OS-Layout</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Datenarchivierung</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Visu</b>	<b>18</b>
8.1	Das Hauptmenü	19
8.2	Übersicht	20
<b>9</b>	<b>Options</b>	<b>21</b>
9.1	Benutzerlizenz	21
9.2	CIF – Customer Interface / SQL OA	21
9.2.1	Live-Daten	22
9.2.2	Historische Daten	22
9.2.3	Control	22

2011181DE Rev. 0 /2020-11-27	Nordex OS SCADA EDGE	 
---------------------------------	----------------------	---

9.3	Zugriff auf schnelle Protokolle	23
9.4	Redundanter CRO	23
9.5	Upgrade mit hoher Redundanz	23
9.6	Sicherungsmodul	23
9.7	Überwachung der Schaltanlage	24
9.8	Überwachung der MET-Tafel	24
9.9	8 Stunden-Upgrade der USV	24
9.10	Option Schattenwurfmodul im ECC	24
9.11	On Demand-Licht	24

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Allgemeines SCADA Layout	11
Abbildung 2:	Allgemeines Kommunikationslayout	15
Abbildung 3:	Allgemeines Nordex OS-Layout	16
Abbildung 3:	Allgemeine Nordex OS-Visualisierung	18
Abbildung 5:	Nordex OS Hauptmenü	19
Abbildung 6:	Allgemeines Nordex OS-Layout	20

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

## 1 Allgemeines

Die Nordex-Windparks sind mit Nordex OS - SCADA EDGE ausgestattet, einer Kombination aus der Technologie Nordex Control PLC und der Technologie Nordex OS IIoT. SCADA steht für Supervisory Control And Data Acquisition (Leittechnik und Datenerfassung). Im Allgemeinen konzentriert sich das SCADA-System auf die Steuerung, Überwachung und Kommunikation des Kraftwerks. Nordex OS - SCADA EDGE übernimmt in Kombination mit Nordex Control die Steuerung, Überwachung, Visualisierung, Datenerfassung und Speicherung.

Die interne Steuerung der Turbine, die ebenfalls auf Nordex Control basiert, ist nicht Bestandteil dieses Dokuments.

Mit optionalen Datenschnittstellen kann das System auch in andere SCADA-Systeme (so genannte SCADA-Systeme der 2. Ebene) integriert werden, um eine Windparküberwachung ohne die Nordex-OS-Visualisierung zu ermöglichen.

Obwohl Nordex OS - SCADA EDGE für die Anbindung an die zentralen Nordex OS-Systeme in einem Nordex-Rechenzentrum entwickelt wurde, arbeitet es auch alleine und offline.

### 1.1 Zweck

Dieses Dokument enthält Informationen über das Nordex SCADA-System und die verfügbaren Optionen.

### 1.2 Anwendungssystematik

Das vorliegende Dokument richtet sich an interne und externe Vertriebsmitarbeiter von Nordex.

### 1.3 Abkürzungen

Abkürzung	Benennung	Beschreibung
CRO	Central router (Zentraler Router)	Zentraler Router des Parknetzwerks, innerhalb des ECC platziert, regelt den Internetzugang von Nordex OS - SCADA EDGE
CWE	Combined Wind Farm Management and Electrical System (Kombiniertes Windpark- Management- und Elektrosystem)	Windparksteuerung für Nordex-Windparks, ausgenommen N155
ECC	EDGE & Control Cabinet	19"-Schrank mit allen SCADA-Komponenten inkl. Server, Kommunikation, Kraftwerkssteuerung und Messkomponenten

2011181DE Rev. 0 /2020-11-27	Nordex OS SCADA EDGE	 
---------------------------------	----------------------	---

Abkürzung	Benennung	Beschreibung
HMI	Human Machine Interface	Benutzerschnittstelle (UE) im Bereich des Industriedesigns der Mensch-Computer-Interaktion
IIoT	Industrial Internet of Things	Angeschlossene Sensoren, Instrumente und andere Geräte, die mit industriellen Anwendungen von Computern verbunden sind
KVM	Kernelbasierte virtuelle Maschine	Virtualisierungsmodul im Linux-Kernel, dank dem der Kernel als Hypervisor fungieren kann
LPC	Local PC	PC in Windenergieanlagen als Datenpuffer
LRO	Lokaler Router	Router, der sich innerhalb der Windenergieanlagen befindet und die Kommunikation mit dem Anlagen-Netzwerk übernimmt. Verwendet die gleiche Hardware wie der Zentrale Router (CRO).
MFR	Multi-Funktions-Relais	Nordex-Leistungsmesser, der in Windenergieanlagen und CWE verwendet wird.
MWC	Mehrfache Windpark-Steuergerät	Master-Steuergerät, die ein oder mehrere CWEs als Slave-Steuergerät verwendet, falls mehrere Windparks den gleichen Anschlusspunkt teilen. Nur Kombinationen von Windparks mit Anlagen der Nordex-Gruppe können von der MWC abgewickelt werden.
NFC	Nordex Field Controller	SPS, die als Steuerungssystem für Windenergieanlagen oder als Kraftwerksleitsystem verwendet wird.
ODBC	Open database connectivity (Offene Datenbank-Konnektivität)	Standard-Anwendungsprogrammierschnittstelle für den Zugriff auf Datenbankverwaltungssysteme
SPS	Programmable Logic Control	Industrieller Digitalcomputer, der für die Steuerung von Aktivitäten, die hohe Zuverlässigkeit, einfache Programmierung und Prozessfehlerdiagnose erfordern, widerstandsfähiger gemacht und angepasst wurde.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	Wird für die Windparküberwachung und manuelle Steuerung verwendet.
SGCS	Sistema General de Control Subestación/ Allgemeines Steuerungssystem der Unterstation	Windparksteuerung für Acciona Windparks & Nordex N155

 	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

<b>Abkürzung</b>	<b>Benennung</b>	<b>Beschreibung</b>
UE	Benutzeroberfläche	Im Falle von Nordex OS: eine webbasierte Schnittstelle zur Bedienung des SCADA-Systems.

## 2 Kommunikation und Web-Zugriff

Einzelheiten zur Einrichtung der Park-Kommunikation entnehmen Sie bitte dem allgemeinen Dokument zur Nordex-OS-Windpark-Kommunikation. Der Zugriff auf das SCADA-System ist vor Ort oder aus der Ferne über eine VPN-Verbindung möglich. Dank der Web-Schnittstelle ist keine spezielle Kunden-Software erforderlich. Die SCADA-Systemvisualisierung wird auch als HMI vor Ort eingesetzt.

Die Web-Schnittstelle von Nordex OS unterstützt die folgenden Webbrowser:

- Firefox
- Google Chrome
- Microsoft Edge

### 2.1 Lokaler Zugriff - Windenergieanlage

Die HMI der Windenergieanlage ist das SCADA-System. Jede Anlage ist mit Tasten für die wichtigsten manuellen Steuerfunktionen, wie Start und Stopp, ausgestattet. Für die erweiterte Überwachung oder Wartung innerhalb der Anlage ist ein Laptop mit Ethernet-Kabel erforderlich. Sowohl am unteren Ende des Turms als auch im Maschinenhaus sind Ethernet-Ports für den Anschluss eines Service-Laptops für den Zugriff auf das SCADA-System vorhanden.

---

#### WARNUNG



Um die Cybersicherheit zu gewährleisten, dürfen nur Nordex Service-Laptops verwendet werden. Wenn Kundengeräte verwendet werden, muss ein Laptop nur für Servicezwecke, ohne private Nutzung oder persönliche Daten, vorgesehen werden. Zusätzlich muss der Laptop mit Software und Verfahren ausgestattet sein, um die Übertragung von Viren oder anderen schädlichen Codes auf das Parknetzwerk zu verhindern. Die Gewährleistung der Cybersicherheit bei der Verwendung von Kundengeräten liegt in der alleinigen Verantwortung des Kunden. Nordex übernimmt keine Haftung für Kundengeräte.

---

### 2.2 Lokaler Zugriff - EDGE & Control Cabinet (ECC)

Das ECC ist mit einem Bildschirm, einer Tastatur und einer Maus ausgestattet. Sie werden für die SCADA EDGE-Wartung und den Zugriff auf die SCADA-Webschnittstelle von Nordex OS über einen Webbrowser verwendet.

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

## 2.3 Fernzugriff

Der Fernzugriff auf die Web-Schnittstelle von Nordex OS SCADA ist über einen Webbrowser möglich. Aus Gründen der Cybersicherheit muss für den Zugriff auf die Web-Schnittstelle Nordex OS SCADA EDGE immer ein VPN-Tunnel verwendet werden. Für weitere Details siehe Dokument „Windpark-Kommunikation“. Zusätzlich zur VPN-verschlüsselten Kommunikation verwendet die Webschnittstelle einen https-Zugriff auf Port 443.

### WARNUNG



Die Zugänglichkeit aus der Ferne der Kunden-Firewall liegt in der alleinigen Verantwortung des Kunden. Der Zugriff auf Dienste an der Kunden-Firewall darf nicht durch direkte Port-Weiterleitung von einer öffentlichen IP erfolgen. Der SCADA EDGE-Server ist Teil des Kraftwerksnetzes und darf daher nicht direkt vom Internet aus zugänglich sein.

## 3 Zugriffskontrolle

Jeder Benutzer ist durch einen Benutzernamen identifiziert und hat sein persönliches Passwort. Aus Gründen der Cybersicherheit gibt es im SCADA-System keine Standardbenutzer oder Standards. Für jeden Benutzer wird eine Benutzerebene festgelegt, welche die Lese- und Schreibrechte definiert.

Mit Benutzerebene 100 ist es möglich, sowohl auf Live-Daten als auch auf historische Daten, Ereignisprotokolle und Parameterlisten zuzugreifen.

Die gebräuchlichsten Benutzerebenen sind:

- Stufe 100: Überwachung
- Stufe 200: Betriebsführung

	Stufe 100	Stufe 200	Stufe 270
<b>Beschreibung:</b>			
Kundenstufe 1, Start/Stopp der WEA	✓		
Kundenebene 2, zusätzliche manuelle Azimutsteuerung		✓	
Wartung			✓
<b>Rechte:</b>			
WEA Start/Stopp	✓	✓	✓
Manuelle Azimutsteuerung		✓	✓
Manuelle Pitchsteuerung		✓	✓
Zugriff auf Alarmprotokolle	✓	✓	✓
Rücksetzen allgemeiner Alarme			✓
Zugriff zur Änderung wartungsrelevanter Parameter			✓
Ausgänge forcieren			✓
Eingänge umkehren			✓
Deaktivierte Alarme aktivieren (Deaktivierung nicht möglich)			✓
Rücksetzen min./max. Spitzenwerte			✓

## 4 Allgemeines SCADA Layout

In diesem Kapitel wird ein typisches SCADA-Layout im Windpark beschrieben. Ein Nordex-Windpark ist in 3 Bereiche unterteilt. Fernverbindungen werden als „Backend-Ebene“ bezeichnet. Das Nordex-Rechenzentrum befindet sich auf Backend-Ebene, ebenso wie das Versorgungsunternehmen und das Asset-Management-Zentrum des Kunden. Die Backend-Ebene ist mit dem lokalen Park-Netzwerk verbunden. Das Park-Netzwerk besteht aus Geräten für die parkinterne Kommunikation, dem SCADA-Server, der Kraftwerkssteuerung und der Glasfaserinfrastruktur. Das SCADA-System kommuniziert mit den einzelnen Geräten auf der Parkebene. In den meisten Fällen ist es die Windenergieanlage, die die 3. Ebene, das sogenannte Anlagen-Netzwerk, definiert. Das Anlagen-Netzwerk stellt das anlageninterne Netzwerk dar, das in allen Windenergieanlagen gleich eingestellt und von den anderen Windenergieanlagen getrennt ist. Aus Gründen der Cybersicherheit ist es nicht möglich, dass die Anlagen-Netzwerke mit anderen Anlagen-Netzwerken kommunizieren. Ausnahmen aus betrieblichen Gründen werden durch Netzwerkkonfigurationen mit V-LAN-Architektur gemanagt.

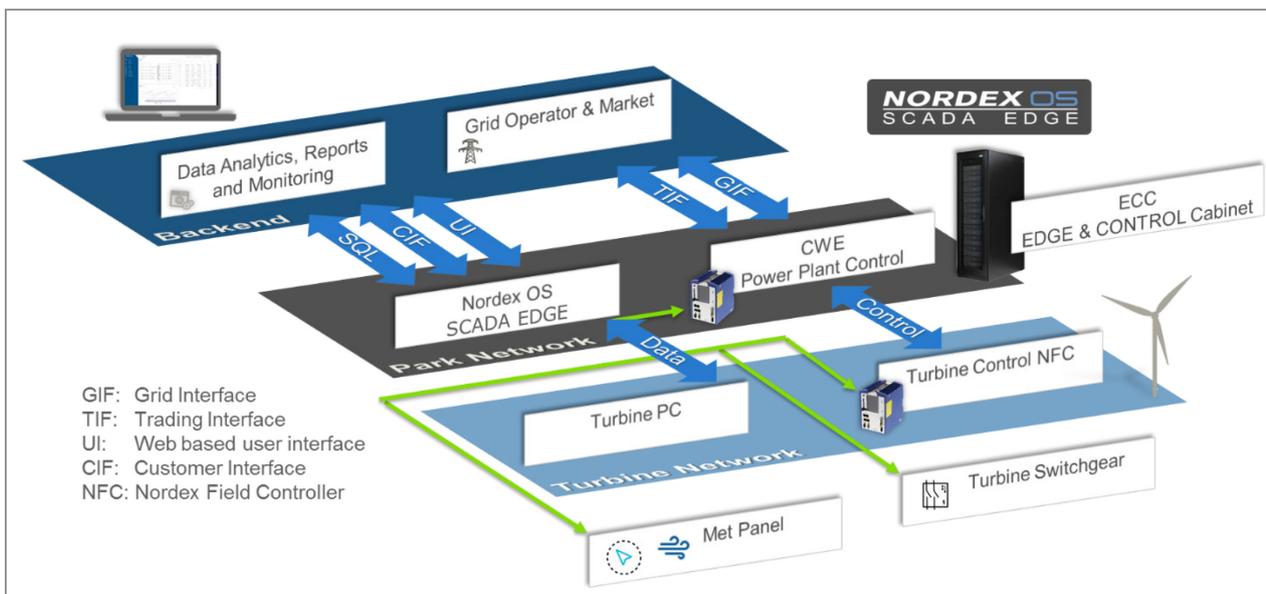


Abbildung 1: Allgemeines SCADA Layout

### 4.1 Trennung von Steuerung und Daten

Nordex unterscheidet zwischen steuerungs- und datenbasierter Kommunikation, die in Abbildung 1 als linke und rechte Spur dargestellt sind. Die linke Spur zeigt die reine Datenkommunikation. Die rechte Spur zeigt die steuerungs-basierte Kommunikation, insbesondere zur Gewährleistung der Netzstabilität. In dieser Spur kommunizieren die SPS direkt miteinander. Dieser Aufbau stellt sicher, dass beide Spuren unabhängig voneinander arbeiten. So können Windenergieanlagen die Netzstabilität auch dann gewährleisten, wenn Nordex OS SCADA nicht verfügbar ist. Darüber hinaus werden verschiedene Kommunikationsprotokolle verwendet.

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

## 4.2 Backend

Das Backend repräsentiert alle Kommunikationsteilnehmer außerhalb des Netzwerks. Dazu gehört sowohl die lokale Kommunikation mit dem Versorgungsunternehmen als auch die Kommunikation mit dem entfernten Steuerzentrum.

### 4.2.1 Backend – Überwachung

Dieses Element stellt typischerweise den Kunden oder das Nordex-Rechenzentrum, das aus Überwachungs- oder Analysegründen kommunizieren möchte, dar. Zu diesem Zweck bietet Nordex OS - SCADA EDGE verschiedene Arten von Schnittstellen an. Die folgenden Schnittstellen werden vom Nordex OS - SCADA EDGE-Server bereitgestellt und gemanagt:

Schnittstelle	Benennung	Beschreibung
UE	Benutzeroberfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die häufigste Art der Kommunikation mit dem SCADA-System über die Web-Schnittstelle des SCADA-Systems.</li> </ul>
CIF	Customer interface (Kundenschnittstelle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wird für den Live-Datenaustausch mit anderen Systemen, wie z.B. Asset-Management-Systemen, verwendet.</li> <li>Üblicherweise wird für die Kommunikation OPC XML DA verwendet.</li> </ul>
SQL - Online Access	SQL - Online Access	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterstützt ODBC.</li> <li>Bietet Zugriff auf die historischen Daten.</li> </ul>

### 4.2.2 Backend – Steuerung

Dieses Element stellt typischerweise das Versorgungsunternehmen dar. Der Datenaustausch vor Ort dient der Bereitstellung von Live-Werten und dem Empfang von Sollwerten. Die folgenden Schnittstellen werden vom Kraftwerkssteuergerät bereitgestellt und gemanagt.

Schnittstelle	Benennung	Beschreibung
GIF	Grid Interface (Netzschnittstelle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sorgt für die Kommunikation mit dem Versorgungsunternehmen, um die Anforderungen der Vorschriften für den Netzwerk-Code bezüglich des Austauschs von Soll- und Ist-Werten zur Gewährleistung der Netzstabilität zu erfüllen.</li> <li>Üblicherweise werden für die Kommunikation festverdrahtete Signale oder IEC 60870-5-104 verwendet.</li> <li>Zusätzlich zu ModBus TCP/IP ist auch IEC60870-5-101 möglich.</li> </ul>

2011181DE Rev. 0 /2020-11-27	Nordex OS SCADA EDGE	 
---------------------------------	----------------------	---

Schnittstelle	Benennung	Beschreibung
TIF	Trading Interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dient zur Bereitstellung von Live-Werten und zum Empfang von Sollwerten für die Kraftwerkssteuerung.</li> <li>• Im Gegensatz zum GIF ist das TIF nur auf die Wirkleistungsregelung beschränkt und es wird nur IEC 60870-5-104 unterstützt.</li> </ul>

### 4.3 Park-Netzwerk

Das Parknetz besteht aus dem windparkinternen Glasfasernetz. Die zentrale SCADA-Komponente des Parknetzwerks ist das ECC. In diesem Schrank sind sowohl die Überwachungs- als auch die Steuergeräte untergebracht.

#### 4.3.1 Park-Netzwerk – Überwachung

Der Nordex OS - SCADA EDGE Server befindet sich innerhalb des ECC, ebenso wie die Kommunikationseinrichtungen zur Herstellung der Parkkommunikation und zur Ermöglichung von Fernverbindungen. Aufgrund der Tatsache, dass Nordex OS ein IIoT-System ist, kommuniziert es mit verschiedenen Geräte- und Schnittstellentypen. Im Allgemeinen unterstützt Nordex OS die folgenden Arten von eingehenden Daten:

- OPC-UA
- ModBus TCP/IP
- SOAP

Neben der Kommunikation mit jeder Windenergieanlage kommuniziert es auch mit anderen Geräten, wie z.B. dem Kraftwerkssteuergerät.

Neben dem Standard-Lieferumfang bietet Nordex OS weitere optionale Möglichkeiten zur Kommunikation mit zusätzlichen Geräten oder Untergeräten in der Windenergieanlage.

Beispiele:

- Kommunikation und Datenerfassung von einer meteorologischen Station
- Kommunikation mit einem Schutzrelais in einer Schaltanlage der Windenergieanlage

Beide Beispiele sind optional und nicht Teil des Standardlieferumfangs.

Nur zertifizierte Geräte, die in die zentrale Nordex-OS-Plattform vorintegriert sind, können in das SCADA-System aufgenommen werden.

#### 4.3.2 Park-Netzwerk - Steuerung

Dieser Teil des SCADA-Layouts übernimmt die Kraftwerkssteuerung. Die Steuerungs- und Überwachungskomponenten verwenden unterschiedliche Protokolle. Nur das Kraftwerksleitsystem darf die Produktion und das Verhalten des Windparks steuern, um die Trennung von Steuerungs- und Überwachungskomponenten zu gewährleisten. Typische Beispiele für Optionen für Windenergieanlagen, die die Produktion oder das Verhalten über das

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

Kraftwerksleitsystem beeinflussen, sind Eiserkennung oder Schattenwurfsteuerung. In den meisten Nordex-Windparks wird ein CWE als Kraftwerksleitsystem eingesetzt.

Wenn jedoch eine N155 installiert ist, wird ein SGCS als Kraftwerksleitsystem verwendet.

Jedes Kraftwerksleitsystem wird mit einem Leistungsmessgerät geliefert, das sich ebenfalls im ECC befindet. Ein zusätzlicher Stromqualitätsmesser ist ebenfalls als Option erhältlich.

## 4.4 Anlagen-Netzwerk

Jede Windenergieanlage verfügt über ein internes Netzwerk. Alle Windenergieanlagen verwenden dasselbe IP-Layout. Das interne Netzwerk der Windenergieanlagen ist von den anderen Windenergieanlagen getrennt und nicht direkt mit dem Park-Netzwerk verbunden. Um mit den Komponenten zu kommunizieren, richtet der CRO im ECC einen VPN-Tunnel zu jedem internen Netzwerk des Windparks ein.

Um die Steuerung und Überwachung einer Windenergieanlage zu gewährleisten, bietet das LRO direkten Zugriff auf das NFC-Steuergerät der Windenergieanlage und auf den lokalen PC (LPC).

### 4.4.1 Anlagen-Netzwerk – Überwachung

Jede Anlage, mit Ausnahme der N155, ist mit einem lokalen PC (LPC) ausgestattet.

Der LPC fungiert als Datenpuffer und bevorzugte Datenschnittstelle der Windenergieanlage für die Nordex-OS-SCADA.

### 4.4.2 Anlagen-Netzwerk - Steuerung

Jede Anlage ist mit einer SPS mit dem Namen NFC (Nordex Field Controller) ausgestattet. Das Steuergerät der Anlage übernimmt die lokale Steuerung der Anlage entsprechend den Sollwerten aus dem Kraftwerksleitsystem (CWE). Das Steuergerät speichert die Daten auf dem lokalen PC und kommuniziert direkt mit dem SCADA-Server.

## 5 Allgemeines Layout der Steuerung

Bis auf die N155 arbeiten alle Nordex-Anlagen mit Nordex-SPS-Systemen, den so genannten Nordex Field Controllern. Das Modell des NFC wird sowohl als lokales Steuergerät innerhalb der Windenergieanlage als auch als Kraftwerkssteuergerät innerhalb des CWE eingesetzt.

Die Software, die auf dem NFC in der Windenergieanlage läuft, heißt Nordex Control. Innerhalb des CWE wird sie als CWE-Software bezeichnet.

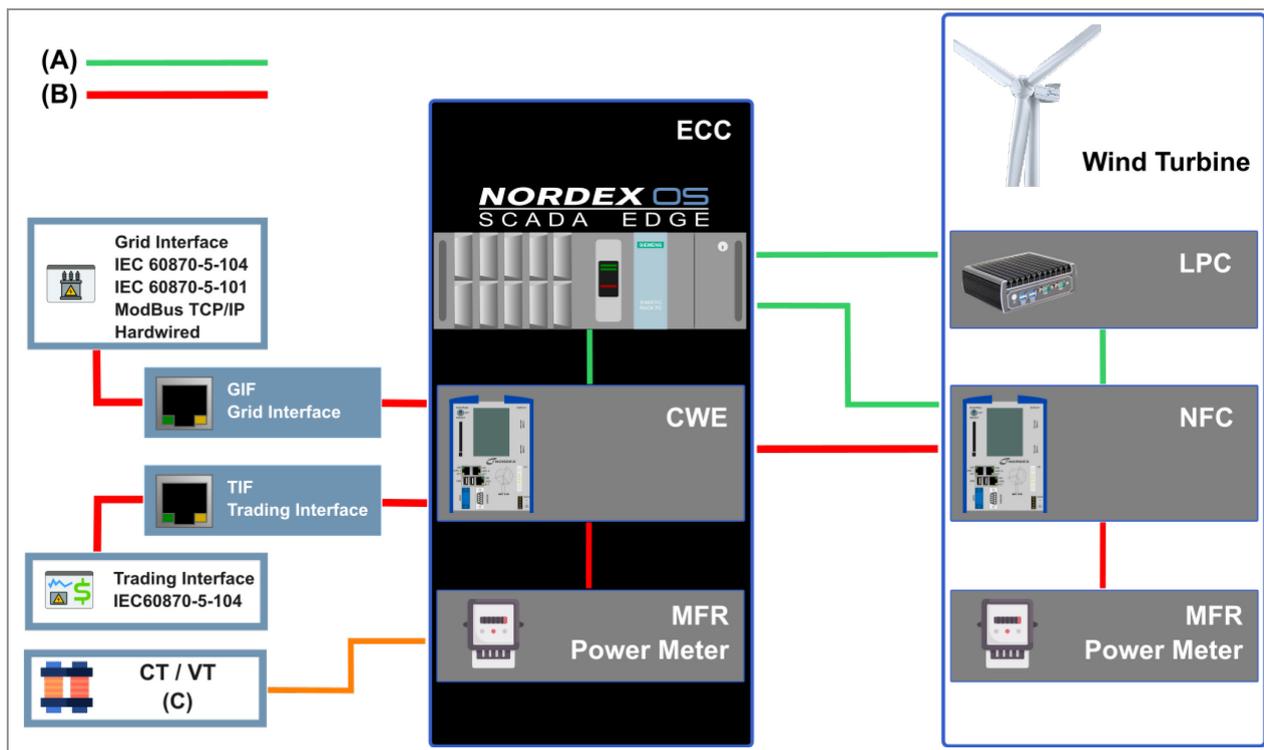


Abbildung 2: Allgemeines Kommunikationslayout

A. Datenkommunikationsprotokoll

B. Steuerekommunikationsprotokoll

C. Strom-/Spannungswandler

Jedes NFC ist mit einem Leistungsmesser kombiniert, der MFR (Multifunktionsrelais) genannt wird. Aus diesem Grund muss ein CWE als gemeinsamer Verbindungspunkt verwendet werden. Wenn mehrere CWEs an einem gemeinsamen Verbindungspunkt verwendet werden, kann ein zusätzliches Mehrfach-Windpark-Steuergerät (MWC) verwendet werden.

Vom Netzbetreiber bis zu jeder Anlage wird für die Steuerung ausschließlich SPS-Technologie eingesetzt. Die SPS-Module verwenden eine eigene Art von Kommunikationsprotokoll, wodurch sichergestellt wird, dass die Steuerung unabhängig von SCADA arbeitet. Wenn die Kommunikation unterbrochen wird, kann eine SPS Daten auch lokal speichern und läuft in einem der folgenden Modi:

- Letzter bekannter Wert (wird als Standardkonfiguration verwendet):  
Der zuletzt als Sollwert empfangene Wert wird kontinuierlich verwendet.
- Standardwert:  
Ein alternativer Standardwert kann eingestellt werden, wenn die Kommunikation unterbrochen ist.
- Stopp:  
Die Anlage/das Kraftwerk kann automatisch angehalten werden, wenn die Kommunikation unterbrochen wird.

Neben einem Steuerekommunikationsprotokoll bietet jedes NFC ein zusätzliches Datenprotokoll zur Kommunikation mit Nordex OS. Das NFC des CWE kommuniziert direkt mit dem Nordex OS

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

- SCADA EDGE Server. Das NFC der Anlage kommuniziert mit einem LPC und mit dem Nordex OS - SCADA EDGE-Server. Der lokale PC wird als lokaler Datenpuffer verwendet, wenn die Kommunikation für längere Zeiträume unterbrochen ist.

## 6 Allgemeines Nordex OS-Layout

Nordex OS - SCADA EDGE ist ein industrielles IoT-System, das als virtuelle Maschine auf einem lokalen Server läuft. Sub-processes of the IoT platform run in separate Docker containers.

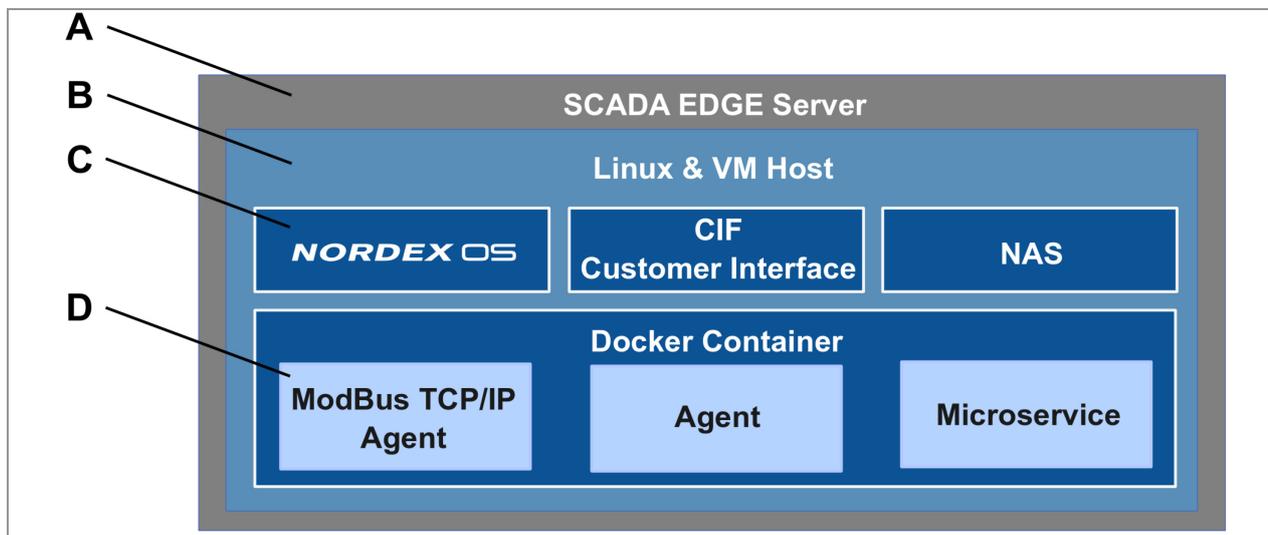


Abbildung 3: Allgemeines Nordex OS-Layout

- A. Hardware von Nordex OS - SCADA EDGE    B. Host für Betriebssystem und Virtualisierung  
C. Virtuelle Maschine    D. Container

Das Nordex-OS-System ist auf einer einzigen Servereinheit installiert, wie auf Abbildung 3, Pos. A dargestellt. Der aktuelle Hardwaretyp ist:

- Nordex OS – SCADA EDGE Server: Siemens IPC1047

Die genaue Spezifikation von CPU-Kernen, RAM und Festplattenspeicher ist vom jeweiligen Projekt abhängig.

Aufgrund der unterschiedlichen Lebensdauer der Hardware kann der Servertyp unterschiedlich sein.

Als Betriebssystem wird Linux verwendet. Für die Virtualisierung wird KVM verwendet. Das Betriebssystem des Servers und des Virtualisierungssystems ist auf Abbildung 3, Pos. B dargestellt. Das aktuelle Setup ist:

- Betriebssystem: CentOS Linux
- Virtualisierungsmanagement: oVirt

2011181DE Rev. 0 /2020-11-27	Nordex OS SCADA EDGE	
---------------------------------	----------------------	---

Mehrere virtuelle Maschinen arbeiten parallel, um die Unabhängigkeit von den Hauptprozessen zu gewährleisten. Auf Abbildung 3 sind die virtuellen Maschinen als Pos. C dargestellt. Die folgenden virtuellen Maschinen stellen die gängigsten Optionen dar:

- Nordex OS:  
Die Software der industriellen IoT-Plattform
- G - CIF Customer Interface:  
Die Kundenschnittstelle liefert Live-Daten. Eine Kundenschnittstelle, die als OPC-XML-DA-Server verwendet wird, stellt die häufigste Option dar. Alternative Protokolle sind OPC UA (DA) und IEC 60870-5-104.
- NAS:  
Das NAS übernimmt die Datenspeicherung. Es wird sowohl für die Speicherung der Datenbank als auch der Protokolldateien verwendet.

Unterprozesse von Nordex OS - SCADA EDGE, zum Beispiel der Agent, der die ModBus TCP/IP-Kommunikation mit darunterliegenden Komponenten abwickelt, arbeiten als virtuelle Maschinen in einzelnen Containern.

## 7 Datenarchivierung

Nordex OS - SCADA EDGE verfügt über eine zentrale Datenspeicherung. Eine virtuelle Maschine wird zur Speicherung auf der gleichen Hardware wie der Rest von Nordex OS - SCADA EDGE verwendet. Um die Datenintegrität und -verfügbarkeit zu gewährleisten, sind im SCADA-Layout mehrere Datenspeicher vorgesehen, die als Datenpuffer verwendet werden. Die Webschnittstelle des Nordex-OS-Systems sowie die CIF-Datenschnittstellen verwenden ausschließlich das zentrale Nordex-OS - SCADA EDGE.

Die folgenden Datentypen werden erfasst:

- 10-Minuten-Werte  
Ständig wechselnde Werte, üblicherweise Messungen von Sensoren
- FM-Ereignisse (Fehlermeldung)  
Die meisten Ereignisse werden durch eine FM-ID identifiziert, nicht nur Ausfälle oder Alarme.
- ST-Ereignisse (Statusmeldung)  
Diese Ereignisse werden während des normalen Betriebs ausgelöst. Ein typisches Ereignis könnte ST64 sein, das ausgelöst wird, wenn eine Anlage durch das Kraftwerksleitsystem gedrosselt wird.
- Fast Log  
Bei bestimmten Ereignissen erstellt das Steuergerät der Anlage eine Protokolldatei mit hochfrequenten Daten 1 Minute vor und 1 Minute nach der Auslösung des FM-Ereignisses.

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

	Nordex OS - SCADA EDGE	Anlagen-PC	SPS
10-Minuten-Werte	5 Jahre	30 Tage	24 Stunden
FM-Codes	5 Jahre	30 Tage	24 Stunden
ST-Codes	5 Jahre	30 Tage	24 Stunden
Fast Log	6 Monate	30 Tage	24 Stunden
Ereignisse	5 Jahre	30 Tage	24 Stunden

## 8 Visu

Nordex OS verwendet eine Web-Schnittstelle. Außer einer optionalen VPN-Client-Software ist keine zusätzliche Client-Software für den Zugriff auf das SCADA-System erforderlich. Die folgenden Informationen sollen den Lesern ein grundlegendes Verständnis der Visualisierung vermitteln. Alle verfügbaren Bildschirme und Funktionen werden im Handbuch erläutert.

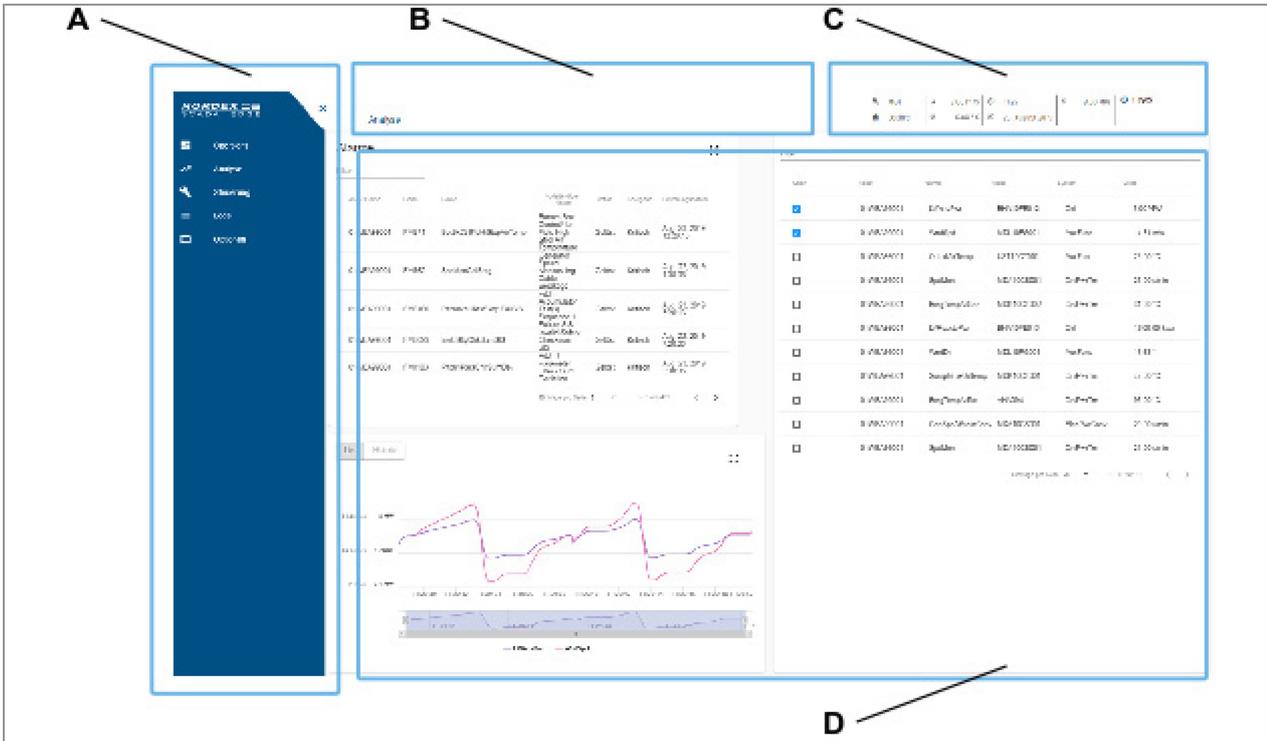


Abbildung 4: Allgemeine Nordex OS-Visualisierung

- |   |  |
|---|--|
| A. Das Hauptmenü                                | B. Navigation mit Parknamen und aktueller Seite als Breadcrumb |
| C. Allgemeiner Status von Windpark und Benutzer | D. Inhalt der aktuellen Seite                                  |

## 8.1 Das Hauptmenü

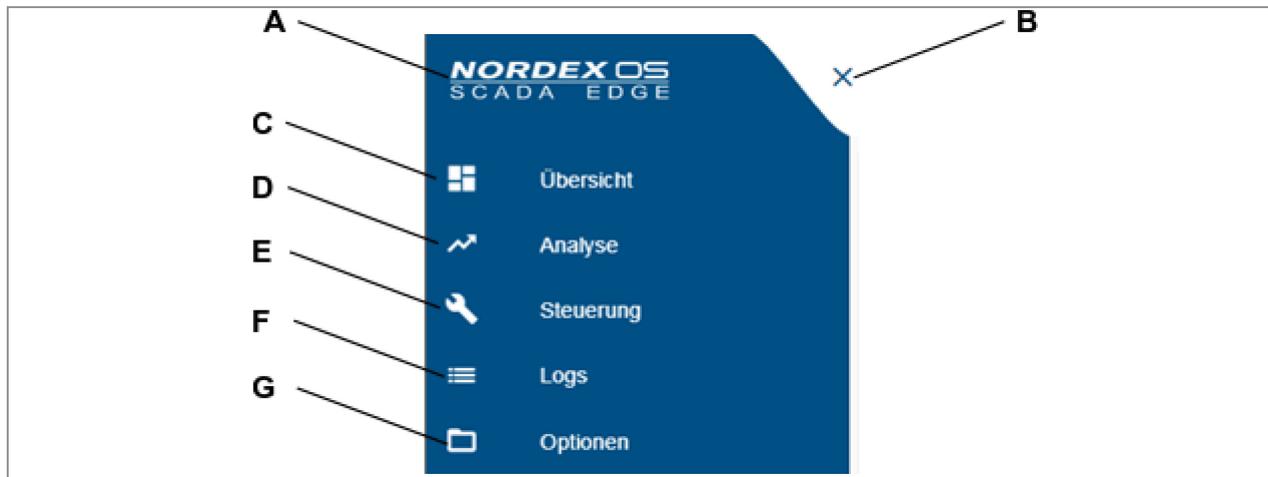


Abbildung 5: Nordex OS Hauptmenü

- |   |   |
|---|---|
| <p>A. <i>Nordex OS Logo:</i><br/>Zum Öffnen des Hauptmenüs</p> <p>C. <i>Übersicht:</i><br/>Eingabeseite für die Parkübersicht und zur Auswahl der Seiten für Turbinenanalyse, Protokoll und Steuerung</p> <p>E. <i>Control:</i><br/>Zugriff auf Anlagensteuerung und Windparksteuerung</p> <p>G. <i>Optionen:</i><br/>Zum Öffnen einzelner Dashboards der installierten Optionen, z.B. der Schattenwurfsteuerung.</p> | <p>B. <i>X:</i><br/>Zum Schließen des Hauptmenüs, um mehr Platz auf der aktuellen Seite zu schaffen</p> <p>D. <i>Analyse:</i><br/>Zugang zu Live- und Archivmessungen und Ereignissen sowie Export von Daten.</p> <p>F. <i>Logs:</i><br/>Zugriff auf Alarm- und Ereignisprotokolle und Export der Protokolle</p> <p>H. <i>Konfiguration:</i><br/>Zugriff auf Sprach- und Passworteinstellungen.</p> |
|---|---|

## 8.2 Übersicht

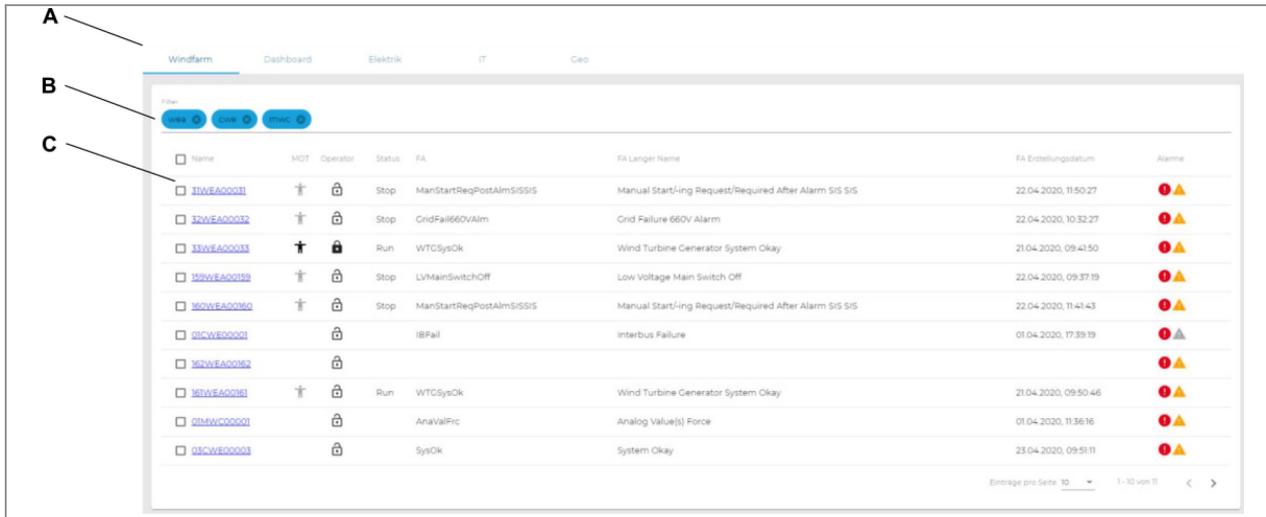


Abbildung 6: Allgemeines Nordex OS-Layout

A. Art der Übersicht  
C. Standard-Tabelle

B. Datenfilter

Die Übersichtsseite ist die erste Seite, die von Nordex OS - SCADA EDGE angezeigt wird, und bietet verschiedene Arten von Übersichten. Standardmäßig wird die Windpark-Ansicht angezeigt. Die Auswahl der Art der Übersicht ist auf Abbildung 6, Pos. A dargestellt. Folgende Arten stehen zur Verfügung:

- **Windpark:**  
Zeigt alle verfügbaren Hauptkomponenten, üblicherweise Windenergieanlagen und CWE-Kraftwerkssteuergeräte an. Diese Ansicht konzentriert sich auf die Verfügbarkeit zum Betrieb der Anlagen. Wenn diese Option ausgewählt ist, werden Informationen wie „Mann an der Turbine“ oder der Schlüsselstatus sowie gegebenenfalls der aktuelle Modus oder Alarme angezeigt.
- **Kraftwerk:**  
Dies ist eine alternative Version der Windpark-Ansicht mit Schwerpunkt auf dem Kraftwerksbetrieb. Wenn diese Option ausgewählt ist, werden Informationen zur tatsächlichen Wirk- und Blindleistungserzeugung und zu den Sollwerten angezeigt.
- **Elektrisch:**  
Diese Übersicht zeigt das Einlinienschaltbild, ohne zusätzliche Tabelle.
- **IT:**  
Diese Übersicht zeigt das Kommunikationsdiagramm von Routern und Schaltern, ohne zusätzliche Tabelle.
- **Geo:**  
Diese Übersicht zeigt den Windpark auf einer Karte, ohne zusätzliche Tabelle.

Der Datenfilter ist auf Abbildung 6, Pos. B dargestellt. Der Datenfilter steht für alle Tabellen zur Verfügung. Es handelt sich um einen intelligenten Filter für die Freitextsuche. Wenn z.B.

2011181DE Rev. 0 /2020-11-27	Nordex OS SCADA EDGE	
---------------------------------	----------------------	---

„CWE“ eingegeben wird, werden nur Werte des Kraftwerkssteuergeräts angezeigt. Als Filter kann jede Art von Wert jeder Spalte in jeder Tabelle verwendet werden. Jeder Filter wird als blaues Kästchen angezeigt und kann gelöscht werden, wenn er nicht benötigt wird. Abbildung 6 zeigt eine Suche nach den Schlüsselwörtern „WEA“ und „Stopp“. Es werden nur Anlagen angezeigt, die den Namen „WEA“ enthalten und derzeit gestoppt sind.

Eine Standard-Tabellenansicht ist auf Abbildung 6, Pos. C dargestellt. Zur besseren Sichtbarkeit und optimalen Dateninterpretation wird in den meisten Dashboards eine Tabellenansicht verwendet. Die Tabellenansicht enthält sowohl Texte als auch Symbole. Farbige Symbole liefern zusätzliche Informationen, wenn die Maus auf dem Symbol positioniert wird. Blau unterstrichene Elemente sind Links, die den Benutzer zu anderen Dashboards für diese Elemente führen.

Der Export von Daten ist über den Analyse-Teil von Nordex OS - SCADA EDGE möglich, siehe Abbildung 5, Pos. D.

## 9 Options

Nordex bietet eine Vielzahl von Optionen für Windenergieanlagen an. Typische Beispiele sind die Schattenwurfsteuerung und eine Lösung zum Schutz gegen Vereisung. Wenn eine derartige Option auch Überwachungsfunktionen beinhaltet, ist ein zusätzliches Dashboard in Nordex OS - SCADA EDGE vorgesehen, um diese Funktionen anzuzeigen, die dann als Optionen dargestellt werden (siehe Abbildung 5, Pos. G). SCADA-spezifische Optionen werden ebenfalls in diesem Kapitel beschrieben.

### 9.1 Benutzerlizenz

Voraussetzung für den Erhalt einer Benutzerlizenz ist eine erfolgreich abgeschlossene Schulung bei Nordex. Der Umfang der Schulung hängt von der gewünschten Benutzerebene ab.

Jedes Nordex OS - SCADA EDGE System beinhaltet 3 Benutzerlizenzen für 1 Windpark.

Eine Benutzerlizenz berechtigt den Benutzer zum Zugriff auf Nordex OS - SCADA EDGE-Systeme. Alle Benutzer werden in einer zentralen Datenbank bei Nordex verwaltet, die regelmäßig mit den SCADA-Systemen in den Windparks synchronisiert wird. Diese zentrale Datenbank wird auch genutzt, um sicherzustellen, dass nur gültige Nutzer der Nordex-Gruppe Zugriff auf die Windparks haben.

Die Benutzerlizenz kann um weitere Rechte wie „Benutzer-Parkaktivierung“ erweitert werden, um mit derselben Benutzerlizenz auf einen anderen Standort zugreifen zu können. Für jeden weiteren Standort ist eine separate „Benutzer-Parkaktivierung“ erforderlich.

### 9.2 CIF – Customer Interface / SQL OA

Die CIF ist ein virtueller Server, der auf dem Nordex OS - SCADA EDGE Server läuft. Dies CIF stellt sowohl Live-Daten als auch historische Daten zur Übertragung auf andere Systeme ohne die Verwendung der Nordex-OS-Webschnittstelle zur Verfügung.

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

### 9.2.1 Live-Daten

Für die Übertragung von Live-Daten können verschiedene Arten von Kommunikationsprotokollen verwendet werden:

- OPC XML DA
- IEC 60870-5-104
- OPC UA (DA)

Das bevorzugte Kommunikationsprotokoll muss vor dem Kauf eines SCADA-Systems ausgewählt werden. Wenn zwei oder alle Kommunikationsprotokolle bestellt werden, ist für jedes Kommunikationsprotokoll eine CIF erforderlich.

Unter Live-Daten versteht man einen Datenumfang von maximal 1 Hz. Im Durchschnitt werden die Werte einmal alle 3 Sekunden aktualisiert, abhängig von der Anzahl der Signale, den angeschlossenen Clients und der Bandbreite. Die CIF leitet eingehende Werte des SCADA-Systems ohne Kurz- oder Langzeitspeicherung weiter. Für den Zugriff auf die historischen Daten muss entweder die Nordex-OS-Webschnittstelle oder die SQL-OA-Schnittstelle verwendet werden.

### 9.2.2 Historische Daten

Die CIF kann auch für die Übertragung von historischen Daten verwendet werden. Wenn eine CIF ausgewählt wird, wird sie auch mit einem SQL-Datenbankserver kombiniert, der SQL Online Access zur Verfügung stellt.

- Art der Schnittstelle: SQL via ODBC
- ODBC-Treiber: PostgreSQL

Die SQL OA-Schnittstelle bietet Zugriff auf 10-Minuten-Werte sowie auf Ereignisse einschließlich Alarme. Die Speicherdauer beträgt maximale 5 Jahre. Je nach Parkgröße und Einsatz von Nordex OS - SCADA EDGE wird die CIF SQL-Datenbank alle 30 Minuten mit allen verfügbaren Werten aktualisiert.

### 9.2.3 Control

Obwohl die CIF technisch in der Lage ist, Steuerungsfunktionen zu übernehmen, ist sie nicht als Steuerungsschnittstelle gedacht (Steuerungsfunktionen, welche die Anforderungen des Netzcodes, die Netzstabilität, die Anforderungen der lokalen Behörden für den Betrieb in Übereinstimmung mit den Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltvorschriften betreffen). Im Vergleich zum CWE kann Nordex nicht die gleiche Zuverlässigkeit in Bezug auf die Geschwindigkeit oder die Zeit zwischen den Ausfällen bei der Nutzung der CIF für den Parkbetrieb bieten.

Die CIF ist eine klassische Software, die auf Standard-IT-Ausrüstung läuft. Aufgrund der Zuverlässigkeit der IT-Architektur und der Software im Vergleich zu einer SPS-basierten Automatisierungstechnik verwendet Nordex für alle Arten kritischer Steuerungsfunktionen

2011181DE Rev. 0 /2020-11-27	Nordex OS SCADA EDGE	
---------------------------------	----------------------	---

ausschließlich CWE- und SPS-basierte Turbinensteuergeräte. Damit ist auch die Unabhängigkeit der Steuervorrichtungen gegenüber dem SCADA-System gewährleistet.

Die Verwendung einer Netzschnittstelle (GIF) zur Übertragung von Befehlen an Kraftwerke ist möglich und wird empfohlen. Die GIF ist eine Schnittstelle, die direkt mit dem Parksteuergerät verbunden ist und weniger anfällig für Fehler oder Ausfälle in der Datenkommunikationskette von der Ferne zum Standort ist. Es ist außerdem möglich, die an das Versorgungsunternehmen angeschlossene GIF und eine zweite GIF parallel zu betreiben.

### **9.3 Zugriff auf schnelle Protokolle**

Diese Funktion aktiviert den Zugriff auf die schnellen Protokolldateien. Schnelle Protokolldateien enthalten Hochfrequenzmessungen, die 10 Sekunden vor und 10 Sekunden nach bestimmten Alarmen erstellt werden.

### **9.4 Redundanter CRO**

Nordex OS - SCADA EDGE ist mit einem zentralen Router (CRO) ausgestattet. Der CRO ist das Gateway zum Internet über einen Internet-Router des Kunden, der durch eine dazwischen liegende DMZ geschützt ist.

Aus Redundanzgründen kann Nordex OS - SCADA EDGE mit 2 CRO mit Zugriff auf 2 WAN ausgestattet werden. Für den korrekten Einsatz ist es erforderlich, dass der Kunde 2 unabhängige Internetzugänge zum SCADA-System zur Verfügung stellt.

### **9.5 Upgrade mit hoher Redundanz**

Nordex OS - SCADA EDGE ist mit 1 Servereinheit ausgestattet. Auf diesem Server sind alle Funktionen, z.B. das SCADA-System, die Datenbank oder die CIF, virtuelle Maschinen. Aus Redundanzgründen ist es möglich, im ECC optional einen Server-Cluster anstelle einer einzelnen Servereinheit zu installieren.

Der Cluster besteht aus 3 Servereinheiten. Dank der Virtualisierung agieren alle 3 Server in Bezug auf die Windparkgeräte und die angeschlossenen Clients als 1 einziger virtueller Server. Die virtuellen Maschinen und alle Daten werden auf allen 3 Servern gespiegelt. Dadurch ist Nordex OS - SCADA EDGE in der Lage, ohne Datenverlust zu arbeiten, auch wenn 1 oder 2 Server ausfallen sollten.

### **9.6 Sicherungsmodul**

Das Sicherungsmodul ist eine zusätzliche PC-Einheit. Es bietet Sicherungs- und Wiederherstellungsfunktionen. Das Sicherungsmodul erstellt Bilder des gesamten Systems, einschließlich des Betriebssystems, der virtuellen Maschinen, der Software und der Daten. Die Datensicherung ist generell auch möglich, indem Daten als CSV-Dateien exportiert oder über SQL Online Access (Teil der CIF) übertragen werden.

	Nordex OS SCADA EDGE	2011181DE Rev. 0 / 2020-11-27
---	----------------------	----------------------------------

## 9.7 Überwachung der Schaltanlage

Diese Option erfordert ein WEA-Schutzrelais mit einer ModBus TCP/IP-Schnittstelle in jeder Anlage. Nordex OS liest die Daten aus der Schaltanlage jeder Anlage aus und fügt die Daten den Anlagendaten hinzu.

## 9.8 Überwachung der MET-Tafel

Diese Option aktiviert das Auslesen von Daten aus einem meteorologischen Datenlogger. Ein für Nordex OS zertifizierter Datenlogger ist:

- Ammonit METEO-40

## 9.9 8 Stunden-Upgrade der USV

Nordex OS - SCADA EDGE wird als Teil des EDGE & Control Cabinet (ECC) geliefert. Die Standard-USV des SCC versorgt den Schrank für mindestens 30 Minuten im Batteriebetrieb. Mit diesem Upgrade werden weitere Batteriemodule für 8 Stunden Batteriestrom installiert. Aufgrund der Größe der Batteriemodule ist ein doppelter Schrank erforderlich.

## 9.10 Option Schattenwurfmodul im ECC

Standardmäßig ist in einer der Anlagen des Windparks ein Schattenwurfmodul installiert. Optional ist es möglich, das Schattenwurfmodul auch als Teil des EDGE & Control Cabinet zu installieren.

## 9.11 On Demand-Licht

Nordex unterstützt Detektionslichtsysteme für die Luftfahrt oder so genannte On-Demand-Lichtsysteme. Aufgrund der Vielfalt der verfügbaren Technologien bietet Nordex nur eine zentrale Schnittstelle, die als Lichtschalter fungiert. Das Detektionssystem einschließlich der Datenerfassung gemäß den lokalen Richtlinien liegen in der alleinigen Verantwortung des Kunden. Es besteht die Möglichkeit, den Nordex-Windpark zentral zum Ein- und Ausschalten der Beleuchtung zu steuern. Nur diese Befehle werden auch in SCADA protokolliert.

2011181DE Rev. 0 /2020-11-27	Nordex OS SCADA EDGE	 
---------------------------------	----------------------	---

## Änderungsindex



Dieser Änderungsindex ist eine Übersetzung des Änderungsindex aus dem Quelldokument.

Rev.	Datum	Bearbeiter	Änderungsgegenstand / Kapitel	AST
00	06.05.2020	A. Nitsch	Erstausgabe	20768

# Allgemeine Dokumentation

## Fledermausmodul

**Rev. 07/26.11.2021**

Dokumentennr.:	K0815_051313_DE
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2021 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Gamma	K08 Gamma	N90/2500 N100/2500 N117/2400
Delta	K08 Delta	N100/3300 N117/3000 N117/3000 controlled N117/3600 N131/3000 N131/3000 controlled N131/3300 N131/3600 N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X

## Inhalt

1.	Abkürzungen .....	5
2.	Einleitung .....	5
3.	Funktionsweise .....	6
4.	Protokollierung .....	6
5.	Hardwarekomponenten .....	7
6.	Zentraleinheit .....	7
7.	Schnittstelle zu den Windenergieanlagen.....	7
8.	Sensorik .....	8

## 1. Abkürzungen

Abkürzung	Benennung	Beschreibung
BImSchG	Bundes- Immissionsschutzgesetz	–
BNatschG	Bundesnaturschutz- gesetz	–
BTF	Betriebsführung	–
FMM	Fledermausmodul	Steuereinheit
LAN	Local Area Network	Lokales Netzwerk
TCP	Transmission Control Protocol	Übertragungssteuerungsprotokoll
IP	Internet Protocol	Interenetprotokoll
WEA	Windenergieanlage	–

## 2. Einleitung

Bei absehbarem Fledermausflug besteht die Gefahr, dass Fledermäuse in den drehenden Rotor einer WEA gelangen. Dadurch ist der Bestandsschutz der Fledermäuse gefährdet. Um den Schutz der Fledermäuse im Bereich eines Windparks zu gewährleisten, werden durch die Behörden Auflagen erlassen, die bei zu erwartendem Fledermausflug den Windpark zeitweise abschalten. Das Fledermausmodul bietet die technische Lösung zur Einhaltung der behördlichen Auflagen.

### 3. Funktionsweise

Für die behördlich geforderten Abschaltungen wertet das Fledermausmodul, mithilfe der entsprechenden Sensorik, folgende meteorologische Parameter aus:

- Sonnenstand
- Sonnenuntergang und Sonnenaufgang
- Windgeschwindigkeit: Überschreitet die Windgeschwindigkeit einen behördlich festgelegten Grenzwert, muss die WEA nicht abgeschaltet werden.
- Außentemperatur: Unterschreitet die Außentemperatur einen behördlich festgelegten Grenzwert, muss die WEA nicht abgeschaltet werden.
- Niederschlag (optional): Überschreitet die Niederschlagssumme einen festgelegten Grenzwert, muss die WEA nicht abgeschaltet werden.

Darüber hinaus können folgende Grenzwerte festgelegt werden:

- Datumsbereiche, während denen zusätzliche Abschaltungen durchgeführt werden sollen
- Zeitversätze, z. B. Abschaltung zwischen einer Stunde vor Sonnenuntergang bis eine Stunde nach Sonnenaufgang
- Zeitangaben, z. B. Abschaltung zwischen Sonnenuntergang und 00:00 Uhr
- Ab Fledermausmodul V4.0 eine Unterteilung der Nacht in 10 Zeitscheiben. Die Auflagen zum Fledermausflug können dann spezifisch auf jede Nachtscheibe bestimmt werden. Für die zusätzliche Programmierung ist bei Nordex bzw. Northtec ein projektspezifisches Angebot einzuholen.

### 4. Protokollierung

Alle Ereignisse und Abschaltungen werden von der Zentraleinheit protokolliert. Ab Fledermausmodul V4.0 steht die Software Shadow Manager 4 zur Verfügung. Das Protokoll kann mit der kostenlosen Software über eine Netzwerkschnittstelle ausgelesen werden. Für die Auswertung der Protokolle stehen Filter- und Statistikfunktionen zur Verfügung. Die Konfiguration der Zentraleinheit kann ausschließlich über die Software Shadow Manager 4 vorgenommen werden. Im separaten Software-Handbuch Shadow Manager werden diverse Funktionen detailliert dargestellt.

## 5. Hardwarekomponenten

Das Fledermausmodul besteht aus einer Zentraleinheit und Sensorik, durch die alle Artenschutzvorgaben berücksichtigt werden können. Ein integriertes GPS-Modul dient zusätzlich der Zeiterfassung und Positionsbestimmung der WEA. Mit Hilfe eines entsprechenden Sensorhalters wird die Sensorik auf dem Maschinenhausdach montiert.

## 6. Zentraleinheit

Die Zentraleinheit des Fledermausmodul wird im Turmfuß der Windenergieanlage (Generation gamma) oder in der Gondel/Substation (Generation delta) montiert. Pro Windpark ist eine Zentraleinheit notwendig.

### Funktionen der Zentraleinheit

- Abfrage der Sensoren
- Kommunikation mit den Windenergieanlagen im Windpark über eine Netzwerkschnittstelle
- Stoppen von Windenergieanlagen gemäß der vorgegebenen Parameter, wie z. B. Zeitfenster und meteorologische Bedingungen
- Protokollierung aller Ereignisse und Abschaltungen von Windenergieanlagen

## 7. Schnittstelle zu den Windenergieanlagen

Die Zentraleinheit kommuniziert mit den Windenergieanlagen über eine Netzwerkschnittstelle. Diese arbeitet als Client bezogen auf die Serverschnittstellen, welche in der Betriebsführungssoftware-Software der Windenergieanlagen angesiedelt sind. Die WEA-Steuerung übergibt per LAN und Modbus-TCP-Daten-Protokoll alle relevanten Daten an die Zentraleinheit des FMM. Start/Stop-Befehle werden von der Zentraleinheit des FMM per LAN (Modbus TCP) an die einzelnen WEA übermittelt. Nach der Abfrage und Verarbeitung der Daten werden Stopfbefehle, Alarm- und andere Statusmeldungen an die einzelnen Windenergieanlagen übergeben.

## 8. Sensorik

Je nach Anforderungen des Projektes beziehungsweise den Anforderungen der Behörde können folgende Sensoren bzw. auch eine Kombination aus Ihnen zum Einsatz kommen:

- Lichtsensor

Es ist mind. 1 Lichtsensor pro Windpark erforderlich. Der Lichtsensor wird auf dem Maschinenhausdach einer definierten WEA installiert und ist im Standardlieferungsumfang erhalten. Der Lichtsensor kommuniziert, über das vorhandene Netzwerk mittels TCP/IP, mit der Zentraleinheit des Fledermausmoduls.

Es wird die direkte Beleuchtungsstärke des Sonnenlichts gemessen. Zusätzlich werden der Zentraleinheit Zeit- und Ortsdaten (über GPS-Empfänger) zur Verfügung gestellt.

- Optional K08 Delta – Niederschlagsmonitor

Der Niederschlagsmonitor wird, wie der Lichtsensor, auf dem Maschinenhausdach einer definierten WEA installiert. Da der leistungsreduzierte Betrieb bzw. der Anlagenstillstand Ertragseinbußen mit sich bringt, können diese durch den Einsatz des Niederschlagsmonitors verringert werden. Durch Erfassung zusätzlicher meteorologischer Umweltbedingungen kann ein Aussetzen der Anlage entsprechend den behördlichen Auflagen (Bundes-Naturschutzgesetz, BNatSchG; Bundes-Immisionsschutzgesetz, BImSchG) verringert werden. Durch den zusätzlichen Messwert "Niederschlag" optimiert das Fledermausmodul seine Prognose bezüglich der Fledermausaktivität. Die Niederschlagsinformationen werden nicht an die Betriebsführung übermittelt. Es gibt lediglich eine feinere Abschaltregelung in der BTF-Software der Windenergieanlage. Die Option Niederschlagsmonitor kann nur ergänzend zur Option Fledermausmodul verbaut werden und stellt eine Erweiterung dieser Option dar. Der Niederschlagsmonitor kommuniziert über das vorhandene Netzwerk mittels TCP/IP mit der Zentraleinheit des Fledermausmoduls.

- Optional Delta4000 – Klimasensor

Der Klimasensor vereint viele Messinstrumente und kann Auskunft geben über: Windgeschwindigkeit, Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck und Niederschlag. Der Klimasensor wird, wie der Lichtsensor, auf dem Maschinenhausdach einer definierten WEA installiert. Es werden die gleichen Funktionen erfüllt und zeitgleich optionale Zusatzsignale überliefert. Die Option Klimasensor kann nur ergänzend zur Option Fledermausmodul verbaut werden und stellt eine Erweiterung dieser Option dar. Der Klimasensor kommuniziert über das vorhandene Netzwerk mittels TCP/IP mit der Zentraleinheit des Fledermausmoduls.

Je nach Windparkgröße kann es notwendig sein mehr als eine WEA mit der Sensorik auszustatten, um die gesamte Windparkfläche abdecken zu können. Weitere Lichtsensoren sowie ein oder mehrere Klima- bzw. Regensensoren sind optional.

---

---

---

# Allgemeine Dokumentation

## Schattenwurfmodul

**Rev. 06/01.04.2021**

Dokumentennr.:	K0815_051312_DE
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2021 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Gamma	K08 Gamma	N90/2500 N100/2500 N117/2400
Delta	K08 Delta	N100/3300 N117/3000 N117/3000 controlled N117/3600 N131/3000 N131/3000 controlled N131/3300 N131/3600 N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Schattenwurfüberwachung .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Funktionsweise .....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>Protokollierung .....</b>	<b>6</b>
4.1	Konfiguration .....	6
4.2	Abschaltkalender .....	6
<b>5.</b>	<b>Hardwarekomponenten .....</b>	<b>6</b>
<b>6.</b>	<b>Zentraleinheit .....</b>	<b>6</b>
<b>7.</b>	<b>Lichtsensoren .....</b>	<b>7</b>
<b>8.</b>	<b>Schnittstelle zu den Windenergieanlagen .....</b>	<b>7</b>

## 1. Einleitung

Der sich drehende Rotor einer Windenergieanlage verursacht bei Sonnenschein periodischen Schattenwurf. Dieser kann an umliegenden Gebäuden zu erheblichen Belästigungen führen und somit dazu beitragen, dass die Akzeptanz von Windenergieanlagen in der Bevölkerung beeinträchtigt wird. Um den Schutz der Anwohner von Windparks zu gewährleisten, werden durch die Immissionsschutzbehörden Auflagen erlassen, die die Schattenwurfdauer auf ein verträgliches Maß begrenzen. Dafür wird eine Überwachungseinrichtung gefordert, die bei Überschreitung der zulässigen Schattenwurfdauer die verursachende Windenergieanlage abschaltet. Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 bietet die technische Lösung zur Einhaltung der behördlichen Auflagen und protokolliert alle Schattenwurfereignisse in einer Logtabelle.

## 2. Schattenwurfüberwachung

Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 kann die Schattenwurfbelastung an bis zu 2000 Gebäuden (Immissionsorten) überwachen. Dabei können bis zu 100 Windenergieanlagen berücksichtigt werden. Für jedes Gebäude können eine tägliche und eine auf einen Jahreszeitraum bezogene zulässige Schattenwurfbelastung definiert werden. Bestimmte Wochentage (z. B. Samstag und Sonntag bei gewerblich genutzten Gebäuden) können bei der Schattenwurfüberwachung ausgeblendet werden. Bei der Überschreitung der maximal zulässigen Schattenwurfbelastung wird die verursachende Windenergieanlage für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet. Alle Schattenwurfereignisse und Abschaltungen werden protokolliert.

## 3. Funktionsweise

Mit Hilfe eines Lichtsensors wird die Intensität des Sonnenlichtes in vier Richtungen gemessen. Auf Basis dieser Ergebnisse kann das Schattenwurfmodul beurteilen, ob bei den bestehenden Lichtverhältnissen grundsätzlich Schattenwurffeffekte auftreten können. Parallel dazu berechnet die Zentraleinheit fortwährend, ob eines der zu schützenden Gebäude aufgrund des aktuellen Sonnenstands vom Rotorschatten einer Windenergieanlage getroffen wird. Die Zentraleinheit prüft dabei, ob die Windenergieanlage überhaupt im Betrieb ist, und berücksichtigt, welche Position der Rotor zur Sonne hat. Wird an einem Gebäude eine Schattenwurfbelastung erkannt, werden die entsprechenden Tages- und Jahreszähler erhöht. Bei der Überschreitung der maximal zulässigen Schattenwurfbelastung wird die verursachende Windenergieanlage für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet.

Die Windenergieanlage kann bei geringer Leistung auch abgeschaltet werden, obwohl noch keine Überschreitung der zulässigen Schattenwurfbelastung eingetreten ist. Dadurch kann das zur Verfügung stehende Jahresbudget für den leistungsstärkeren Betrieb der Windenergieanlage geschont werden. Die Leistungsgrenze, ab der eine vorzeitige Abschaltung erfolgen soll, kann für jede Windenergieanlage individuell eingestellt werden.

## 4. Protokollierung

### 4.1 Konfiguration

Die Konfiguration des Schattenwurfmoduls enthält alle projektspezifischen Daten. In ihr werden u. a. die Standorte und die Beschaffenheit der Windenergieanlagen und zu schützenden Gebäude hinterlegt und die maximal zulässige Beschattungsdauer definiert.

### 4.2 Abschaltkalender

Es kann ein Abschaltkalender generiert werden, um die Windenergieanlagen für einen bestimmten Zeitraum anzuhalten. Bei diesen Abschaltungen kann auch berücksichtigt werden, ob aufgrund der herrschenden Lichtverhältnisse Schattenwurf grundsätzlich möglich ist. Der Abschaltkalender kann bis zu 40000 Abschaltungen enthalten.

## 5. Hardwarekomponenten

Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 besteht aus einer Zentraleinheit und mindestens einem Lichtsensor, weitere sind möglich. Im Lichtsensor ist ein GPS-Modul integriert, welches für die Zeiterfassung und Positionsbestimmung der WEA genutzt wird. Der Lichtsensor wird auf einen Sensorhalter auf dem Maschinenhausdach montiert.

## 6. Zentraleinheit

Die Zentraleinheit des Schattenwurfmoduls SWM-V4.0 wird im Turmfuß der Windenergieanlage (Generation gamma) oder in der Gondel/Substation (Generation delta) montiert. Pro Windpark ist eine Zentraleinheit notwendig.

### Funktionen der Zentraleinheit

- Berechnung der Schattenwurfzeiten an den zu überwachenden Gebäuden
- Abfrage der Lichtsensoren
- Kommunikation mit den Windenergieanlagen im Windpark über eine Netzwerkschnittstelle
- Stoppen der verursachenden Windenergieanlage bei Überschreitung der zulässigen Schattenwurfbelastung
- Protokollierung aller Ereignisse und Abschaltungen von Windenergieanlagen

## **7. Lichtsensor**

Der Lichtsensor wird mit einem Halter auf dem Maschinenhausdach einer ausgewählten Windenergieanlage im Windpark installiert. Der Lichtsensor kommuniziert über das vorhandene Netzwerk mittels TCP/IP mit der Zentraleinheit des Schattenwurfmoduls. Es wird die direkte Beleuchtungsstärke des Sonnenlichts gemessen. Zusätzlich werden der Zentraleinheit Zeit- und Ortsdaten (über GPS-Empfänger) zur Verfügung gestellt.

## **8. Schnittstelle zu den Windenergieanlagen**

Die Zentraleinheit kommuniziert mit den Windenergieanlagen über eine Netzwerkschnittstelle. Diese arbeitet als Client bezogen auf die Serverschnittstellen, welche in der Betriebsführungssoftware-Software der Windenergieanlagen angesiedelt sind. Die WEA-Steuerung übergibt per LAN und Modbus-TCP-Daten-Protokoll alle relevanten Daten an die Zentraleinheit des SWM. Start/Stop-Befehle werden von der Zentraleinheit des SWM per LAN (Modbus TCP) an die einzelnen WEA übermittelt. Nach der Abfrage und Verarbeitung der Daten werden Stopfbefehle, Alarm- und andere Statusmeldungen an die einzelnen Windenergieanlagen übergeben.

---

# **Allgemeine Dokumentation**

## **Erdungsanlage der Windenergieanlage**

**Rev. 10/01.04.2021**

Dokumentennr.:	NALL01_008521
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2021 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Gamma	K08 Gamma	N90/2500, N100/2500, N117/2400
Delta	K08 Delta	N100/3300, N117/3000, N117/3000 controlled, N117/3600, N131/3000, N131/3000 controlled, N131/3300, N131/3600, N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>5</b>
1.1	Verwendungszweck.....	5
1.2	Allgemeines .....	5
<b>2.</b>	<b>Aufbau/Funktionalität.....</b>	<b>6</b>
2.1	Stahlrohtürme.....	7
2.2	Hybridtürme .....	8

# 1. Grundlagen

## 1.1 Verwendungszweck

Dieses Dokument beschreibt die Grundvoraussetzungen für die Auslegung der Erdungsanlage für die Fundamente von Nordex Windenergieanlagen (WEA) der Anlagengenerationen Gamma und Delta.

## 1.2 Allgemeines

Die Erdungsanlage einer Windenergieanlage (WEA) hat die Aufgabe, Schritt- und Berührungsspannungen im Fehlerfall auf zulässige Werte zu begrenzen. Nicht zum Betriebsstromkreis gehörende Anlagenteile werden im Rahmen des Schutzpotenzialausgleichs mit der Erdungsanlage verbunden, um den Schutz gegen elektrischen Schlag zu gewährleisten. Als wichtiger Bestandteil des Blitzschutzsystems begrenzt die Erdungsanlage Überspannungen durch Blitzeinschläge und ermöglicht eine niederimpedante Ableitung des Blitzstromes in das Erdreich. Ebenso leistet die Erdungsanlage einen wichtigen Beitrag zur Einhaltung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).

Die Ausführung der Erdungsanlage für Nordex-WEA entspricht folgenden Normen:

- EN 62561-1 - Blitzschutzsystembauteile Teil 1: Anforderungen an Verbindungsbauteile
- EN 62561-2 - Blitzschutzsystembauteile Teil 2: Anforderungen an Leiter und Erder
- EN 50522 - Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
- EN 61400-24 - Windenergieanlagen Teil 24: Blitzschutz

In den oben genannten Normen ist eine Dokumentation gefordert, welche Messprotokolle, Lagepläne und Fotografien enthält. Die Dokumentation muss zur Errichtung jeder Anlage vorliegen.

Die Verantwortung für die Anpassung der Erdungsanlage an die lokalen Gegebenheiten liegt beim Fundament-Designer.

## 2. **Aufbau/Funktionalität**

Das Nordex-Erdungsdesign ist modular aufgebaut, um die Erdungsanlage optimal an den jeweiligen Standort anzupassen.

Die Standard-Ausführung besteht aus drei Fundamenterdern aus verzinktem Bandstahl oder Kupfer, die als Ringerder mit unterschiedlichen Radien im Fundament verlegt sind und mit der Bewehrung normgerecht verbunden sind.

Ist der spezifische Erdwiderstand am Standort besonders hoch, so kann die Erdungsanlage um zusätzliche Ring- und Tiefenerder außerhalb des Fundaments erweitert werden. Erfahrungsgemäß ist eine Zusatzerdung ab einem Spezifischen Erdwiderstand um 500  $\Omega$ m empfehlenswert.

Um die Erdungsimpedanz zu verringern, ist es ausreichend, die Schirmung der Mittelspannungskabel des Parknetzes auf beiden Seiten zu erden. Eine zusätzliche Erdungsverbindung zwischen Windenergieanlagen ist nicht notwendig.

## 2.1 Stahlrohtürme

Über 4 Anschlussfahnen, die in das Turminnere geführt werden, wird die Erdungsanlage mit der Turmwand oder dem Turmflansch aus Stahl verbunden, um eine bestmögliche Ableitung des Blitzstromes zu ermöglichen, siehe Abb. 1.

Um eine mögliche Zusatzerdung mit der Erdungsanlage zu verbinden, werden an der Außenkante des Fundaments um jeweils 90° versetzt 4 Anschlussfahnen ins Erdreich ausgeführt.

Für die Anbindung der Erdungsanlage einer externen Transformatorstation werden ebenfalls die ins Erdreich ausgeführten Anschlussfahnen genutzt.

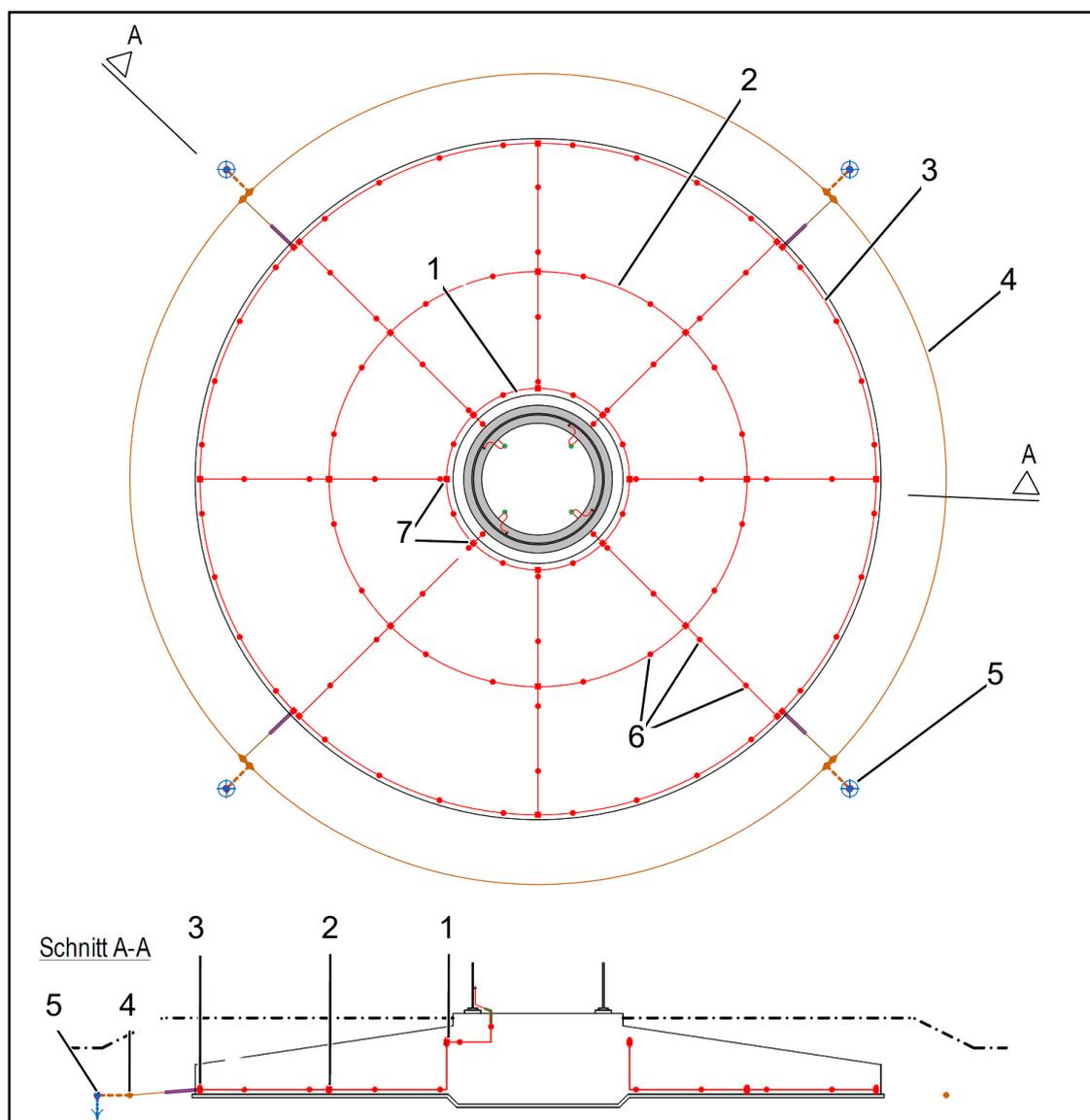


Abb. 1: Übersicht Blitzerkennung Turmfuß (Draufsicht Stahlrohrturm)

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1 Innerer Fundamenterder   | 5 Zusätzlicher Tiefenerder                       |
| 2 Mittlerer Fundamenterder | 6 Verbindung der Erdungsanlage mit der Bewehrung |
| 3 Äußerer Fundamenterder   | 7 Verbindung der Fundamenterder untereinander    |
| 4 Zusätzlicher Ringerder   |  |

## 2.2 Hybridtürme

Im Turmkeller der Fundamente für Hybridtürme wird die Erdungsanlage über vier Erdungsfestpunkte mit der Haupterdungsschiene verbunden, siehe Abb. 2.

Um eine mögliche Zusatzerdung mit der Erdungsanlage zu verbinden, werden an der Außenkante des Fundaments um jeweils 90° versetzt 4 Anschlussfahnen ins Erdreich ausgeführt.

Für die Anbindung der Erdungsanlage einer externen Transformatorstation werden ebenfalls die ins Erdreich ausgeführten Anschlussfahnen genutzt.

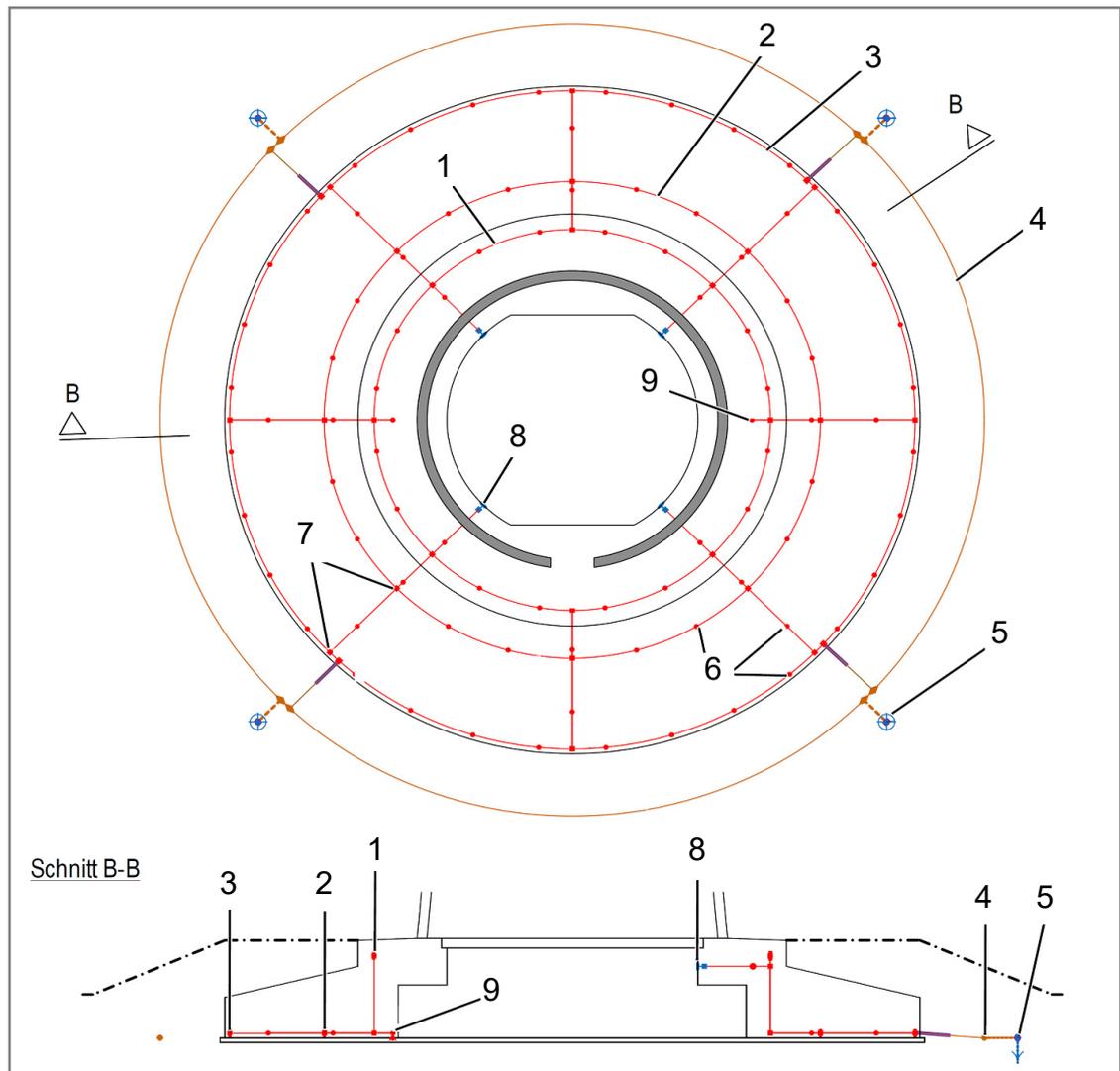


Abb. 2: Übersicht Blitzerkennung Turmfuß (Draufsicht Hybridturm)

- |  |   |
|--|---|
| 1 Innerer Fundamenterder                         | 7 Verbindung der Fundamenterder untereinander               |
| 2 Mittlerer Fundamenterder                       | 8 Erdungsfestpunkt zum Anschluss an die Haupterdungsschiene |
| 3 Äußerer Fundamenterder                         | 9 Verbindung mit der Bewehrung der Kellerbodenplatte        |
| 4 Zusätzlicher Ringerder                         |   |
| 5 Zusätzlicher Tiefenerder                       |   |
| 6 Verbindung der Erdungsanlage mit der Bewehrung |   |

---

---

---

# Wartungsanleitung

## Allgemeine Wartungsanleitung

### Produktreihe Delta4000



**Rev. 10/14.06.2022**

Dokumentennr.: E0004345392  
Status: Released  
Sprache: DE-Deutsch  
Vertraulichkeit: Nordex general

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokumentes im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2022 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	N133/4.X N149/4.X N149/5.X N163/5.X N163/6.X

## Änderungsindex

Rev.	Datum	Bearbeitung
10	14.06.2022	T. Kitzmann/TANNER AG

Kapitel	Änderung
7	Aufnahme Steigschutzsystem im Maschinenhaus als prüfpflichtige Ausrüstung.

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Zu dieser Anleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1	Verwendungszweck.....	6
1.2	Zielgruppe .....	6
1.3	Inhalt.....	6
1.4	Verwendete Zeichen und Symbole .....	6
1.5	Gestaltung von Warnhinweisen .....	7
1.6	Abkürzungen und Begriffe.....	7
1.7	Mitgeltende Dokumente.....	7
<b>2.</b>	<b>Sicherheitshinweise .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>Wartungstypen .....</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Wartung bei tiefen Temperaturen .....</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>Planung der Wartungsarbeiten.....</b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>Durchführung der Wartungsarbeiten.....</b>	<b>13</b>
<b>7.</b>	<b>Prüfpflichtige Ausrüstung .....</b>	<b>14</b>

## 1. Zu dieser Anleitung

### 1.1 Verwendungszweck

Dieses Dokument enthält allgemeine Instruktionen für die Durchführung der Arbeiten, die für die Wartung der *Nordex*-Windenergieanlagen der Anlagenklasse Delta4000 erforderlich sind.

### 1.2 Zielgruppe

Dieses Dokument ist bestimmt für Mitarbeiter der *Nordex Energy SE & Co. KG*, Beauftragte und Eigentümer/Betreiber der WEA.

### 1.3 Inhalt

Dieses Dokument definiert die verschiedenen Wartungstypen. Es erläutert, wer für die Planung der Wartung verantwortlich ist und wie die Wartung erfolgt.

Es beschreibt die vorbereitenden Arbeitsschritte und die Tätigkeiten, die Gegenstand der Wartungsarbeiten sind.

Die Beschreibung der einzelnen Wartungsarbeiten selbst ist nicht Gegenstand dieses Dokuments und werden in der Wartungsanleitung Delta4000 beschrieben.

### 1.4 Verwendete Zeichen und Symbole

Zeichen/Symbol	Bedeutung
✓	Voraussetzung
➤	Handlungsanleitung ohne bestimmte Reihenfolge
1. 2.	Handlungsanleitung mehrschrittig. Vorgegebene Reihenfolge beachten!
↪	Resultat zu Handlungsanleitungen
•	Aufzählungen ohne bestimmte Reihenfolge
-	Unterpunkt zu Handlungsschritten oder Aufzählungen
<i>Kursiver Text</i>	Kennzeichnung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedienungsmodi der WEA</li> <li>• Bildschirm- und Anzeigetexten</li> <li>• Eigennamen, z. B. Herstellernamen</li> <li>• Parameternamen</li> <li>• Fehlermeldungen</li> </ul>
	Zusätzliche Informationen, Hinweise und Tipps
	Verweis auf Informationen in anderen Dokumenten

### SAP-Nr. mit Revisionsangabe

Darstellung einer SAP-Nr. mit Revisionsangabe, z. B.:

SAP-Nr. 1036116-XX

- **1036116**: Führende Stellen der SAP-Nummer
  - **-XX**: Ergänzung für die Revisionsziffern
- Die vollständige SAP-Nr. der jeweils gültigen Stückliste und/oder dem Fertigungsauftrag entnehmen.

## 1.5 Gestaltung von Warnhinweisen

Es gibt 4 Warnstufen, die nach Schweregrad der Gefahr gestaffelt sind. Die Warnstufen sind durch Signalworte und, bis auf „HINWEIS“, mit einem Gefahrenzeichen gekennzeichnet.

Warnstufe	Beschreibung
<b>GEFAHR</b>	Gefährdung mit hohem Risikograd, die zum Tod oder zu schwerer Verletzung führt, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>WARNUNG</b>	Gefährdung mit mittlerem Risikograd, die zum Tod oder zu schwerer Verletzung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>VORSICHT</b>	Gefährdung mit niedrigem Risikograd, die zu geringfügiger Verletzung führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
<b>HINWEIS</b>	Gefährdung mit niedrigem Risikograd, die zu Sachschäden führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.

## 1.6 Abkürzungen und Begriffe

Abkürzung	Benennung	Beschreibung
PSAgA	Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz	
RCD	Residual Current Device	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung
UMZ	unabhängiger Maximalstromzeitschutz	
WEA	Windenergieanlage	

## 1.7 Mitgeltende Dokumente

Dok.-Nr.	Dok.-Art	Titel
E0004345416	Wartungsbericht	Wartungsbericht Delta4000
E0003937116	Sicherheitshandbuch	Sicherheitshandbuch Delta4000
E0004345155	Bedienungsanleitung	Bedienungsanleitung Delta4000
E0004872933	Montageanleitung	Montage- und Betriebsanleitung Ortsfeste Steigleiter Hailo
G0413_WI01	Arbeitsanweisung	Prüfung der Personenanschlagpunkte

## 2. Sicherheitshinweise



- E0003937116 Sicherheitshandbuch Delta4000
- E0004345155 Bedienungsanleitung Delta4000

Die sichere und fachgerechte Ausführung von Wartungsarbeiten an der WEA setzt die gründliche Kenntnis des Sicherheitshandbuchs, der Bedienungsanleitung und der Wartungsanleitung voraus. Die darin enthaltenen speziellen Sicherheits-, Bedienungs- und Handlungsvorschriften im Interesse der eigenen Sicherheit und der Sicherheit der WEA einhalten.

Diese Dokumente beinhalten alle wichtigen allgemeinen Anweisungen, Informationen und Hinweise, die für ein sicheres und gefahrloses Arbeiten an der WEA erforderlich sind.

Sicherstellen, dass nur geschultes und eingewiesenes Fachpersonal Wartungsarbeiten an *Nordex*-Windenergieanlagen ausführt.

### 3. **Wartungstypen**

Die einzelnen Anlagenkomponenten einer WEA sind in unterschiedlichen Zeiträumen und in unterschiedlichem Umfang zu warten und zu prüfen.

Für die Delta4000-Generation wird zwischen 2 Wartungstypen unterschieden:

- **Erstwartung:** Beginn frühestens nach 500 Betriebsstunden nach der Inbetriebnahme. Abschluss spätestens nach 1500 Betriebsstunden nach der Inbetriebnahme.
- **Jahreswartung:** Jährliche Wartung, erstmals ein Jahr nach der Erstwartung. Beginn frühestens 10 Monate nach Beendigung des letztjährigen Erst- bzw. Jahreswartung. Abschluss spätestens 14 Monate nach Beendigung der letztjährigen Erst-bzw. Jahreswartung.

Für die Jahreswartung wird der Wartungsumfang durch folgende Symbole genauer definiert.

- **X\*:** Wartungsumfang jedes Jahr, jedoch abhängig von landesspezifischen Richtlinien
- **X:** Wartungsumfang jedes Jahr
- **X1:** Wartungsumfang 1. Betriebsjahr
- **X3:** Wartungsumfang alle 3 Betriebsjahre
- **X5:** Wartungsumfang alle 5 Betriebsjahre
- **X7:** Wartungsumfang alle 7 Betriebsjahre
- **X10:** Wartungsumfang alle 10 Betriebsjahre
- **X20:** Wartungsumfang alle 20 Betriebsjahre

### Tabellarische Übersicht über die Wartungen

Betriebszeit	Wartungstyp	Erweiterter Wartungsumfang	Betriebszeit	Wartungstyp	Erweiterter Wartungsumfang
500 bis 1500 h	Erstwartung	-	18 Jahre	Jahreswartung	X3
1 Jahr	Jahreswartung	X1	19 Jahre		-
2 Jahre		-	20 Jahre		X5, X10, X20
3 Jahre		X3	21 Jahre		X3, X7
4 Jahre		-	22 Jahre		-
5 Jahre		X5	23 Jahre		-
6 Jahre		X3	24 Jahre		X3
7 Jahre		X7	25 Jahre		X5
8 Jahre		-	26 Jahre		-
9 Jahre		X3	27 Jahre		X3
10 Jahre		X5, X10	28 Jahre		X7
11 Jahre		-	29 Jahre		-
12 Jahre		X3	30 Jahre		X3, X5, X10
13 Jahre		-	31 Jahre		-
14 Jahre		X7	32 Jahre		-
15 Jahre		X3, X5	33 Jahre		X3
16 Jahre		-	34 Jahre		-
17 Jahre		-	35 Jahre		X5, X7

## 4. **Wartung bei tiefen Temperaturen**

Prinzipiell ist eine Wartung der WEA bei Temperaturen unter 0 °C möglich.  
Dabei die folgenden Einschränkungen und Hinweise beachten

Aufbringen einer Vorspannkraft auf eine Schraubverbindung: bis -20 °C

Bei der Verwendung von Verbrauchsmaterialien die Hinweise der Hersteller beachten.

## 5. Planung der Wartungsarbeiten

Eine Windenergieanlage ist eine komplexe technische Anlage zur Erzeugung von Elektroenergie. Die regelmäßige entsprechend den Vorgaben des Herstellers durchgeführte Wartung ist die Voraussetzung für einen zuverlässigen, fehlerfreien und sicheren Betrieb.

Für die Planung, Organisation und fristgerechte Durchführung der Wartungsarbeiten ist der Eigentümer der WEA verantwortlich.

Die Wartungsarbeiten umfassen die Rotorblätter, die Rotornabe, das Maschinenhaus, den Turm, das Turmfundament sowie die Steuerung der Anlage.

Wann welche Wartungsarbeiten durchgeführt werden, ist dem Wartungsbericht E0004345416 zu entnehmen. Dort sind die einzelnen Arbeiten in der Reihenfolge aufgeführt, wie sie zweckmäßiger Weise durchgeführt werden.

Die Wartung von prüfpflichtigen Ausrüstungen ist nicht Gegenstand der Wartungsanleitung. Diese Prüfungen werden durch befähigte Personen ausgeführt und vom Eigentümer entsprechend den landesspezifischen gesetzlichen Bestimmungen und in Übereinstimmung mit den zur jeweiligen Ausrüstung gehörenden Begleitunterlagen organisiert.

Eine Auflistung dieser Ausrüstungen befindet sich weiter hinten, siehe Kapitel 7.

Der Eigentümer stellt sicher, dass die Zuwegung zur WEA jederzeit den sicheren und schnellen Zugang zur Ausführung der Wartungsarbeiten ermöglicht.

## 6. Durchführung der Wartungsarbeiten

Wie welche Wartungsarbeiten durchgeführt werden, der Wartungsanleitung entnehmen.

Beim Austausch von Teilen oder Verbrauchsmaterialien während der Wartung nur die von Nordex zugelassenen verwenden. Jede Verwendung von Teilen anderer Hersteller, die Nordex nicht ausdrücklich zulässt, ist untersagt.

Nach Beendigung der Wartungsarbeiten den Bearbeitungsstand mit folgenden Symbolen in E0004345416 Wartungsbericht Delta4000 dokumentieren:

- OK = erledigt
- - = nicht erledigt
- B = Bemerkungen
- 0 = nicht relevant/nicht vorhanden

Wenn während der Wartungsarbeiten Fragen oder Unklarheiten auftreten, umgehend die *Nordex Energy SE & Co. KG* kontaktieren.

## 7. Prüfpflichtige Ausrüstung

Folgende Ausrüstung ist nicht Gegenstand der turnusmäßigen Wartungsarbeiten. Eine befähigte und bestellte Person oder Firma wartet diese. Die Durchführung dieser Wartungsarbeiten liegt in der Verantwortung des Betreibers der WEA.

Ausrüstung	Maßnahme	Prüffrist*
UMZ Relais inkl. Auslösung Leistungsschalter	Prüfung	4 Jahre
Niederspannungsleistungsschalter	Prüfung	4 Jahre
Netzschutzprüfung	Prüfung	4 Jahre
Erdungsanlage	Prüfung	4 Jahre
Blitzschutzsystem	Prüfung	4 Jahre
Schutzerdungsleiter PE und Schutzpotentialausgleich	Prüfung	4 Jahre
Isolationsmessung	Prüfung	4 Jahre
RCD- Schutzeinrichtung	Prüfung	1 Jahr
Isolationsüberwachungsgerät	Prüfung	4 Jahre
Differenzstromüberwachungsgerät	Prüfung	4 Jahre
Feuerlöscher	Austausch	2 Jahre
Erste-Hilfe-Kästen	Austausch	5 Jahre
Steigleiter im Turm	Prüfung nach Montageanleitung E0004872933	1 Jahr
Steigschutzsystem im Turm	Prüfung	1 Jahr
Aufstiegshilfe	Prüfung	1 Jahr
Falls vertraglich vereinbart: Im Turmfuß hinterlegte persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz	Prüfung	1 Jahr
Brückenkran mit Schiebefahrwerk	Prüfung	1 Jahr
Elektrischer Kettenzug	Prüfung	1 Jahr
Befahranlage	Prüfung (Zwischenprüfung) durch zugelassene Überwachungsstelle	1 Jahr
	Prüfung (Hauptprüfung) durch zugelassene Überwachungsstelle	2 Jahre
Anschlagpunkte für PSAgA	Prüfung nach G0413_WI01; Weiterführung der in der WEA hinterlegten Prüfnachweise	1 Jahr
Löschmittelbehälter	Sichtprüfung auf Schwund	1 Jahr
Steigschutzsystem im Maschinenhaus	Prüfung	1 Jahr

\* Die genannten Fristen sind Empfehlungen von Nordex Energy SE & Co. KG. Diese sollten nicht überschritten werden. Gegebenenfalls sind kürzere Intervalle aufgrund von Gesetzlicher Vorgaben oder technischer Bewertungen erforderlich.



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



# **Allgemeine Dokumentation**

## **Eiserkennung an Nordex- Windenergieanlagen**

**Rev. 03/01.04.2021**

Dokumentennr.:	E0003946627
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2021 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Gamma	K08 Gamma	N90/2500 N100/2500 N117/2400
Delta	K08 Delta	N100/3300 N117/3000 N117/3000 controlled N117/3600 N131/3000 N131/3000 controlled N131/3300 N131/3600 N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X N163/6.X

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Zweck des Dokuments .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Stoppen der WEA bei Eisansatz – warum?.....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Möglichkeiten der Eiserkennung .....</b>	<b>5</b>
3.1	Betriebsführung und Sensorik.....	5
3.2	Rotorblatt-Eisdetektion .....	6
<b>4.</b>	<b>Bei Eisansatz .....</b>	<b>6</b>

## 1. Zweck des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt die Grundlagen und Möglichkeiten der Eiserkennung sowie die zu ergreifenden Maßnahmen und Verpflichtungen.

Zudem beschreibt es wie sich eine Nordex-Windenergieanlage verhält, wenn die Wetterbedingungen Eisansatz erwarten lassen, und welche Detektionsmöglichkeiten es gibt.

## 2. Stoppen der WEA bei Eisansatz – warum?

Objekte, deren Entfernung von der Windenergieanlage (WEA) geringer ist als 1,5 mal der Summe von Nabenhöhe und Rotordurchmesser, können durch von den Rotorblättern weggeschleudertes Eis, das sich durch Fliehkräfte gelöst hat, gefährdet werden. Dieses sich lösende Eis kann zudem entsprechend der Windrichtung und Windgeschwindigkeit abgetrieben werden.

Grundsätzlich hat der Betreiber bei entsprechenden Wetterlagen (insbesondere Glatteis, Nebel bei Frost) den Zustand der WEA zu überwachen. Sofern sich Objekte, z. B. Straßen, in einer geringeren Entfernung von der WEA befinden als vorstehend beschrieben, muss die WEA gestoppt werden bzw. ein Wiederanlauf ist zu verhindern (GL-Richtlinie). Ein entsprechender Hinweis ist in der Betriebsanleitung enthalten. Es sind durch den Betreiber der Anlage Hinweisschilder „Achtung Eisabwurf“ im Umkreis von 300 m um die Anlage aufzustellen.

## 3. Möglichkeiten der Eiserkennung

### 3.1 Betriebsführung und Sensorik

Jede WEA kann Eisansatz anhand der Standard-Sensorik indirekt erkennen. Dazu gibt es drei unterschiedliche und voneinander unabhängige Erkennungsmöglichkeiten:

- Erkennung von Unwuchten und Vibrationen

Eisansatz an den Rotorblättern findet in der Regel ungleichmäßig bzw. unsymmetrisch statt. Diese entstehenden Gewichtsunterschiede auf den Rotorblättern führen bei der Drehbewegung des Rotors zu einer Unwucht im Antriebsstrang. Diese Unwucht wirkt auch auf Maschinenhaus und Turm. Die daraus resultierenden Vibrationen werden über die standardmäßig installierten und dauerhaft arbeitenden Schwingungssensoren erkannt.

- Erkennung von nicht plausiblen Betriebsparametern

Im Betrieb der WEA werden kontinuierlich alle wichtigen Betriebsparameter aufgezeichnet. Die Werte für Windgeschwindigkeit und Leistung werden mit den Soll-Werten aus der Steuerung verglichen.

Bei Eisansatz verändert sich sehr schnell das aerodynamische Profil der Rotorblätter. Es kommt zu einer Abweichung zwischen Soll- und Ist-Leistung. Die Abweichung darf definierte Grenzen nicht überschreiten.

Diese Erkennungsmöglichkeit ist auch dann wirksam, wenn der Eisansatz gleichmäßig bzw. symmetrisch auftritt, wenn also keine Unwucht erkannt werden kann.

- Erkennung von unterschiedlichen Messwerten der Windsensoren

Auf Nordex-Windenergieanlagen werden Windgeschwindigkeit und Windrichtung in der Regel durch je ein Schalenstern-Anemometer und ein Ultraschall-Anemometer gemessen. Beim Schalenstern-Anemometer wird die Lagerung beheizt, an den Schalen selbst kann sich jedoch Eis ansetzen. Dies führt bei Eisansatz zu einer Verringerung der gemessenen Windgeschwindigkeit.

Auch das Ultraschall-Anemometer wird beheizt. Es misst jedoch weiterhin die richtige Windgeschwindigkeit, da es keine beweglichen oder unbeheizten Teile besitzt. Die Messwerte der beiden Anemometer werden ständig miteinander verglichen. Größere oder dauerhafte Abweichungen bei den Messwerten deuten auf Eisansatz hin.

Bei einem Auftreten der ersten beiden Zustände wird die WEA gestoppt. Bei dem dritten Zustand kann die WEA automatisch gestoppt werden. Der entsprechende Fehler wird immer an die Nordex-Fernüberwachung gemeldet.

### 3.2 Rotorblatt-Eisdetektion

Zusätzlich kann eine Rotorblatt-Eisdetektion installiert werden. Es handelt sich dabei um ein optionales System zur Erfassung und Analyse von Meßdaten, mit denen Eisansatz an den Rotorblättern der WEA erkannt werden kann. Die Funktionsweise beruht auf der Messung von Beschleunigung und Temperatur im Innern aller Rotorblätter einer WEA. Grundsätzlich erkennt das Eisdetektionssystem Massenveränderungen am Rotorblatt durch Eis, weil dadurch die Eigenfrequenz der Rotorblätter verändert wird.

## 4. Bei Eisansatz

Die WEA reagiert auf möglichen Eisansatz mit definierten Maßnahmen:

- Die WEA wird sofort sanft gestoppt.
- Jeder Stopp einer WEA wird automatisch an die Fernüberwachung gemeldet. Die Fehlermeldung beinhaltet u. a. den Grund des Fehlers.
- Bei allen Fehlerzuständen ist gesichert, dass die WEA nicht selbständig wieder anläuft. So ist ein Wegschleudern von Eis ausgeschlossen.
- Alle Ereignisse der WEA (z. B. Stopp und Wiederanlauf) werden im Logbuch in der Steuerung erfasst. Das Logbuch steht zu späterem Nachweis zur Verfügung.
- Mit der Rotorblatt-Eisdetektion kann ein Wiederanlauf der WEA automatisch freigegeben werden, wenn der Eisansatz wieder abgeschmolzen ist.

Im Stillstand entsprechen die von der WEA ausgehenden Gefahren durch herabfallendes Eis denen, die von beliebigen anderen Bauwerken, Gebäuden oder Bäumen ebenfalls ausgehen. Ein Wegschleudern von Eisstücken ist durch die Stillsetzung der WEA ausgeschlossen. Zur Warnung vor eventuell herabfallenden Eisstücken sind Aufkleber oder Warnschilder geeignet, die an bzw. in der Nähe der WEA angebracht werden können.

---

---

---

**Zusammenfassung des Gutachtens**  
**Zur Bewertung der Funktionalität eines Eiserkennungssystems zur**  
**Verhinderung von Eisabwurf an NORDEX Windenergieanlagen**

**TÜV NORD Bericht Nr.:** 8118 365 241 D Rev.1

**Gegenstand der Prüfung:** Untersuchung der Funktionalität und Zuverlässigkeit des in NORDEX Windenergieanlagen installierten Eiserkennungssystems IDD.Blade der Firma Wölfel

**Anlagenhersteller:** NORDEX Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Germany

**Aufsteller der Nachweise:** TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG  
Große Bahnstraße 31  
22525 Hamburg  
Germany

Diese Zusammenfassung umfasst 5 Seiten.

Rev.	Datum	Änderungen
0	24.09.2020	Neue Berichtsnummer, basierend auf Vorgängerdokument 8111 327 215 D Rev.1, Ergänzungen und redaktionelle Änderungen
1	09.07.2021	Ergänzung der N163 6.X, Umbenennung des Anlagenherstellers von NORDEX Energy GmbH in NORDEX Energy SE & Co. KG

## 1 Einführung

Die Rotorblätter von Windenergieanlagen, die in Regionen mit Temperaturen unter 3°C aufgestellt werden, können bei ungünstigen Bedingungen Eis ansammeln. Aus der dann entstehenden Eisschicht können sich durch Abtauen oder Blattverformung Eisstücke ablösen, die im Betrieb der Anlage vom Rotorblatt abgeworfen werden (Eisabwurf) und zu Personen- oder Sachschäden im Wurfbereich der Anlage führen können. Durch die Integration von Eiserkennungssystemen, die bei Vereisung der Anlage für eine Abschaltung sorgen, soll diese Gefahr verhindert werden. Das ausführliche Gutachten /1/ befasst sich mit der Bewertung der Funktionsweise und der Eignung des IDD.BLADE Eiserkennungssystems der Firma Wölfel bezüglich der zuverlässigen Eiserkennung bei Einsatz auf den folgenden Windenergieanlagen:

**Tabelle 1.1: NORDEX Windenergieanlagen, an denen das IDD.Blade Eiserkennungssystem zum Einsatz kommen soll**

Anlagentyp	Rotorblatt	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Einschalt-Windgeschwindigkeit [m/s]	Abschalt-Windgeschwindigkeit [m/s]	Nenn-drehzahl [1/min]
N90/2500 Gamma	NR45, LM43.8P	90	65, 70, 80	3	25	16,3
N100/2500 Gamma	NR50 -1, LM48.8P	100	75, 80, 100	3	25	14,98
N117/2400 Gamma	NR58.5 -1	117	91, 120, 141	3	20	11,8
N100/3300 Delta	NR50 -2	100	75, 85, 100	3	25	14,3
N117/3000 Delta	NR58.5 -2	117	91, 120, 141	3	25	12,6
N131/3000 Delta	NR65.5	131	99, 114, 134	2,5	20	10,27
N131/3300 Delta	NR65.5	131	134, 164	3	20	10,9
N117/3600 Delta	NR58.5 -2	117	91, 106, 120, 141	3	25	12,57
N131/3600 Delta	NR65.5	131	84, 106, 112, 120, 134	3	20	12,57
N131/3900 Delta	NR65.5	131	84, 120, 134	3	20	12,57
N133/4800 Delta4000	NR65.5 -3	133	83, 110, 125	3	22	12,2
N149/4500 Delta4000	NR74.5-1	149	105, 125, 164	3	26	11,02
N149 5.X Delta4000	NR74.5	149	105, 120, 125, 145, 155, 164	3	26 <sup>1)</sup>	10,7 <sup>2)</sup>
N163 5.X Delta4000	NR81.5	163	108, 118, 120, 148, 164	3	26 <sup>1)</sup>	10,4 <sup>2)</sup>
N163 6.X Delta4000	NR81.5	163	138, 159, 164	3	20 <sup>1)</sup>	10,0

1) Maximalwert, die Abschaltwindgeschwindigkeit kann projektspezifisch zur Sicherstellung der Standsicherheit reduziert werden.

- 2) Maximalwert, Rotornendrehzahl kann reduziert werden.

Das vorliegende Dokument stellt eine Zusammenfassung von /1/ dar.

## 2 Systembeschreibung

Das Eiserkennungssystem IDD.Blade der Firma Wölfel ist ein System zur Erfassung und Analyse von Messdaten, mit dem Eisansatz an Rotorblättern von WEA erkannt werden kann. Grundsätzlich detektiert IDD.Blade durch Vereisung verursachte Zustandsveränderungen, die das strukturdynamische Verhalten eines Rotorblattes über ein spezifisches Mindestmaß hinaus beeinflussen. Es beruht auf dem physikalischen Grundprinzip, dass messbare, bauteilcharakteristische Kennwerte wie die Eigenfrequenz eines Rotorblatts von einer Änderung der Bauteilsteifigkeit oder der Bauteilmasse, beispielsweise durch Eisansatz, beeinflusst werden.

Um die Veränderungen der bauteilcharakteristischen Kennwerte zu detektieren, werden beim Eiserkennungssystem IDD.Blade Beschleunigungen direkt in den Rotorblättern einer WEA erfasst und ausgewertet. Die Messung erfolgt mit sogenannten *Structural Noise Sensoren* (SNS), die neben den Beschleunigungen auch die aktuelle Bauteiltemperatur zur Verfügung stellen. Die Datenerfassung und Auswertung erfolgt kontinuierlich.

Nach erfolgreicher Referenzierung des Eiserkennungssystems, bei der ein Vergleich zwischen Blattzuständen mit fest hinterlegten Referenz-zuständen durchgeführt wird, werden im laufenden Betrieb Zustandsindikatoren bereitgestellt, anhand derer eine Beurteilung über den aktuellen Vereisungszustand der Rotorblätter vorgenommen werden kann.

Durch die Vorgabe von zwei Schwellwerten ist es möglich, automatische Warn- und Alarmmeldungen (Ampelfunktion grün, gelb, rot) zu generieren. Die Bestimmung der Schwellwerte selbst erfolgt mit statistischen Methoden im Rahmen eines Prototypentests sowie ggf. mit weiteren numerischen Untersuchungen im Rahmen der rotorblatt- und anlagenspezifischen Anpassung (Referenzierungsphase) und kann bei Bedarf kunden- bzw. standortspezifisch angepasst werden.

Auf Basis des ampelbasierten Alarmkonzeptes ist eine aktive Beeinflussung der WEA-Steuerung möglich. Im Falle von relevanten Vereisungen kann die WEA automatisch gestoppt bzw. nach Abtauen wieder gestartet werden.

Es gibt Betriebszustände, bei denen die Bereitstellung von Zustandsindikatoren nicht möglich ist. Dies ist der Fall bei

- Windgeschwindigkeiten < 2 bis 3 m/s
- Drehzahl- und Pitchwinkelveränderungen außerhalb des normalen Betriebsbereichs (Starten und Stoppen der WEA)
- Ggf. einzelne Betriebsdrehzahlen, bei denen eine Auswertung nicht möglich ist (anlagenspezifisch)

In diesen Fällen wird vom IDD.Blade Eiserkennungssystem eine entsprechende Meldung ausgegeben, sodass die sicherheitstechnische Steuerung der WEA darauf

reagieren und die Anlage ggf. nach verstreichen einer kritischen Zeit abschalten kann um den Abwurf von unerkanntem Eisansatz zu verhindern.

### **3 Prüfbeschreibung**

Im Gutachten /1/ wurde die kritische Eisdicke und damit einhergehend die kritische Detektionszeit für verschiedene NORDEX Anlagen ermittelt. Die geringste kritische Eisdicke stellt sich bei der NORDEX N100/2500 Gamma (Nabenhöhe 75,0) zu 1,4 cm ein. Damit einhergehend ergibt sich eine kritische Detektionszeit von etwa 14 Minuten. Diese Eisdicke und Detektionszeit wurde konservativ für die weitere Bewertung als Maßstab herangezogen.

Die grundsätzliche, anlagenunabhängige Eignung der vom IDD.Blade System verwendeten Sensorik und Auswerteeinheiten sowie die allgemeine Funktionsfähigkeit des Systemaufbaus bezüglich der zuverlässigen Detektion von globalen, strukturdynamischen Zustandsveränderungen wurde bereits im Rahmen einer früheren Begutachtung durch die Zertifizierungsstelle des Germanischen Lloyd, unter anderem auf Basis eines experimentellen Nachweises im Rotorblatttestprüfstand, geprüft und bestätigt. Darüber hinausgehend wurde in der hier vorliegenden Begutachtung durch genauere, quantitative Untersuchungen überprüft, ob das Eiserkennungssystem hinsichtlich der Schwellwerte und Parameter korrekt auf die Anlagen eingestellt ist und die ermittelten kritischen Eisdicken innerhalb der ermittelten kritischen Detektionszeiten zuverlässig erkennen und melden kann.

Im Rahmen der Testprozedur wurde das IDD.Blade Eiserkennungssystem anhand von numerischen Simulationsmodellen, welche auf den zwei repräsentativ ausgewählten Windenergieanlagen N100/2500 Gamma und N117/3000 Delta basieren, referenziert. Anschließend wurden verschiedene, maßgeblich auf den ermittelten kritischen Eisdicken basierende Vereisungsszenarien mittels Massen-manipulation der Anlagenmodelle simuliert und vom IDD.Blade Eiserkennungssystem ausgewertet. Im Zuge der Begutachtung des IDD.Blade Eiserkennungssystem wurden auf diese Weise 60 Testblöcke abgeprüft, welche Testszenarien als repräsentative Kombinationen von Wind-, Vereisungs- und Betriebsbedingungen der betrachteten Windenergieanlagen darstellen.

### **4 Prüfergebnisse**

Auf Grundlage dieser Auswertungen wurde stark indiziert, dass das IDD.Blade Eiserkennungssystem ohne Einschränkungen in der Lage ist, die festgelegten kritischen Eisdicken in der kritischen Zeit zuverlässig und reproduzierbar in der Testumgebung und an den repräsentativ ausgewählten Windenergieanlagen zu detektieren. Auf Basis der Ergebnisse wird in der Verwendung der Eiswarnung als Abschaltkriterium der Windenergieanlagen das Potential gesehen, die Zuverlässigkeit der Eisdetektion bezüglich der kritischen Detektionszeit weiter zu erhöhen.

Das Eiserkennungssystem ist für die untersuchten Anlagen kompatibel mit den vorhandenen NORDEX Betriebsführungs- und Sicherheitssystemen und erfüllt das für diese Systeme maßgebliche Einzelfehlerkriterium. Die Parametrisierung der Anlage

erfolgt im Rahmen der geregelten Inbetriebnahme und darf nur von autorisierten und dafür ausgebildeten Mitarbeitern vorgenommen werden. Die Prüfergebnisse sind auf die in Tabelle 1.1 genannten Anlagen der K08 Gamma, K08 Delta und Delta4000 Serien übertragbar. Die möglichen Verfahren zur Vermeidung des Wiederanfahrens nach Vereisung werden als ausreichend sicher bewertet.

## 5 Fazit

Das Gutachten /1/ kommt zusammenfassend zu dem Schluss, dass die untersuchten NORDEX Windenergieanlagen in Verbindung mit dem Eiserkennungssystem IDD.Blade der Firma Wölfel hinsichtlich der Eiserkennung dem Stand der Technik entsprechen und alle Ergebnisse dafür sprechen, dass unter den genannten Bedingungen eine Eisdicke erkannt wird, die geringer ist als die individuelle kritische Eisdicke.

Erstellt

Geprüft

Dipl.-Ing. L. Klüppel

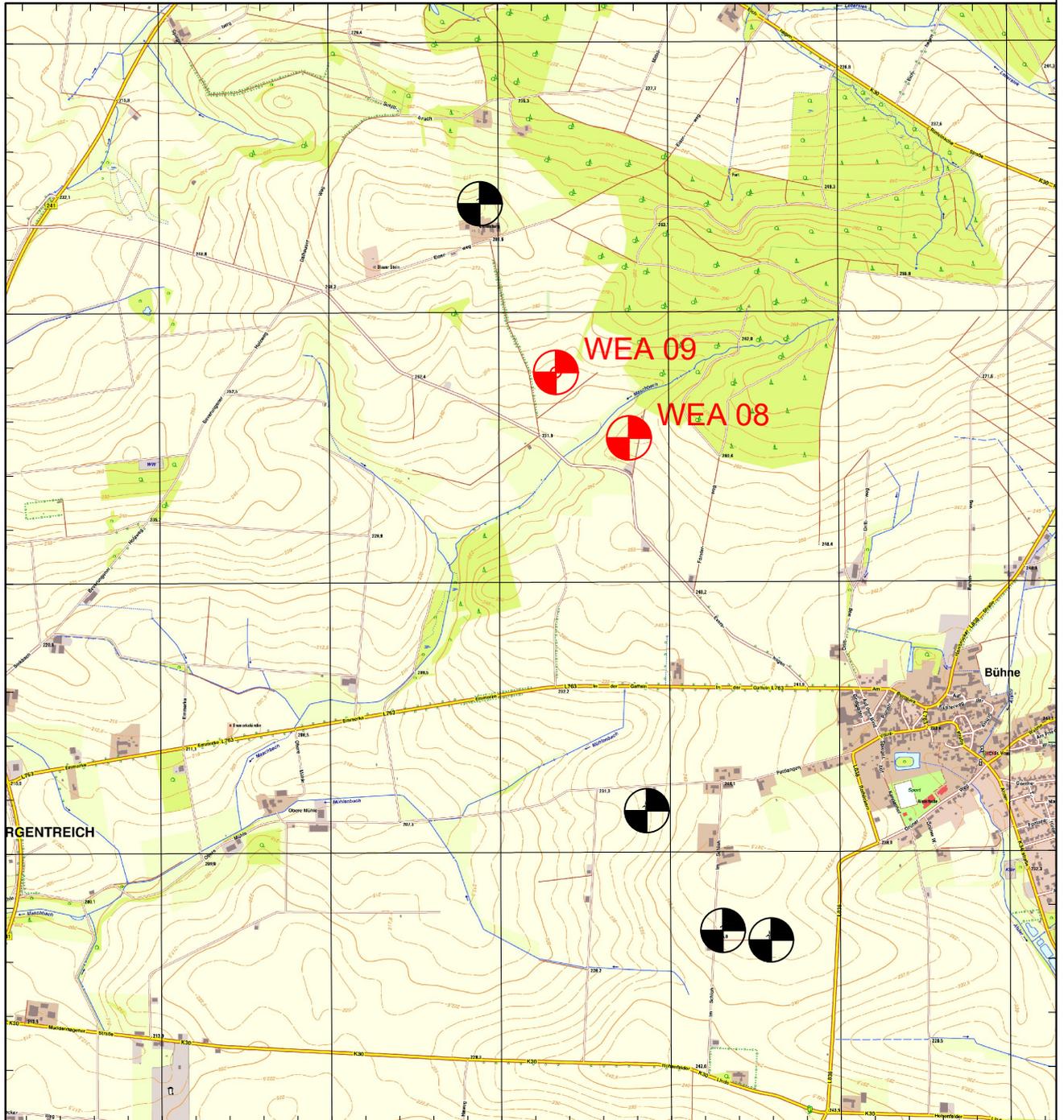
Dipl.-Ing. M. Bülk

## Referenz

/1/ TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG  
Gutachten zur Bewertung der Funktionalität eines Eiserkennungssystems zur  
Verhinderung von Eisabwurf an NORDEX Windenergieanlagen  
Bericht Nr.: 8111 327 215 D Rev.6  
Datum: 08.07.2021

9° 15' 36" E    9° 16' 12" E    9° 16' 48" E    9° 17' 24" E    9° 18' 0" E

51° 36' 0" N  
51° 35' 24" N  
51° 34' 48" N  
51° 34' 12" N



**Legende**

-  WEA Bestand
-  geplante Windenergieanlage

Koordinaten geplante WEA (geographisch, Bezugssystem WGS84)

Bezeichnung	östliche Länge	nördliche Breite
WEA 08	9° 17' 15,518"	51° 35' 7,194"
WEA 09	9° 17' 0,112"	51° 35' 15,982"

UKA Umweltgerechte Kraftanlagen GmbH & Co KG  
Dr.-Eberle-Platz 1  
01662 Meißen  
Telefon: 0 35 21 / 40 68 - 0  
Telefax: 0 35 21 / 40 68 - 20



Projektbezeichnung  
**Borgentreich Ost III**  
Projektnummer  
**M-1-011-3-00**

Bundesland Nordrhein-Westfalen	Planungsregion Detmold	Stadt / Gemeinde Borgentreich
-----------------------------------	---------------------------	----------------------------------

Planinhalt  
Topographische Übersichtskarte mit Koordinatenrandleiste und Gitternetz



Planungsgrundlage  
TK/DOP/ALK: © GeoBasis NRW 2023  
Naturschutzfachliche Daten: Landesumweltamt

erstellt 03.04.2023	Lagesystem ETRS/UTM Zone 32	Bearbeiter HKE / SUV
geändert 03.04.2023	Papierformat A4	Maßstab 1:25.000

## Koordinatenliste für Bauantrag

Stand:	05.04.2023									UTM/ETRS89 Zone 32		WGS 84		WGS 84	
WEA-Nr.	Gemarkung	Flur	Flurstücke	Typ	MW	Rotorradius [m]	Nabenhöhe [m]	Fundament-erhöhung [m]	Geländehöhe ge-messen [m] ü. NHN	Rechtswert	Hochwert	Länge (Grad,Min.,Sek.)	Breite (Grad,Min.,Sek.)	Länge	Breite
WEA 08	Bühne	16	182	Nordex N163	6,8	81,5	164	0	255,57	519928,42	5714958,02	9° 17' 15.526404"	51° 35' 07.198610"	9,287646°	51,585333°
WEA 09	Bühne	17	47	Nordex N163	6,8	81,5	118	0	246,08	519630,89	5715228,35	9° 17' 00.121137"	51° 35' 15.986615"	9,283367°	51,587774°

**Ort:** Warendorf - **Datum:** 16.05.2023 - **Unterschrift – ÖbVI:** \_\_\_\_\_

# Allgemeine Dokumentation

## Kennzeichnung von Nordex- Windenergieanlagen

**Rev. 06/15.09.2021**

Dokumentennr.:	E0004000420
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2021 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X

<b>1.</b>	<b>Allgemein</b> .....	<b>5</b>
1.1	Verwendungszweck.....	5
1.2	Abkürzungen.....	5
<b>2.</b>	<b>Allgemeine Farbgebung der Außenkomponenten</b> .....	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Kennzeichnung Maschinenhaus</b> .....	<b>6</b>
3.1	Eigenschaften und Optionen für Gefahrenfeuer .....	6
3.2	Tageskennzeichnung Maschinenhaus .....	7
3.3	Nachtkennzeichnung Maschinenhaus .....	7
3.4	Kundenspezifische Gestaltung .....	8
<b>4.</b>	<b>Kennzeichnung Turm</b> .....	<b>10</b>
4.1	Tageskennzeichnung Turm.....	10
4.2	Nachtkennzeichnung Turm .....	10
<b>5.</b>	<b>Kennzeichnung Rotorblatt</b> .....	<b>12</b>

## 1. Allgemein

### 1.1 Verwendungszweck

Windenergieanlagen müssen in bestimmten Fällen gekennzeichnet werden. Dieses Dokument zeigt die generellen von Nordex verwendeten Tag- und Nachtkennzeichnungen der Windenergieanlagen am Maschinenhaus, Rotorblatt und Turm. Optional stehen Freiflächen für kundenspezifische Markierungen, z.B. Logo, zur Verfügung.

Die Umsetzung erfolgt länderspezifisch und kann regional oder lokal unterschiedlich sein. Eine frühzeitige detaillierte Planung und Abstimmung mit Nordex ist notwendig.

### 1.2 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
GPS	Global Positioning System
ICAO	International Civil Aviation Organization
IR	Infrarot
LIOL	Low Intensity Obstruction Light
RAL	normierte Farbtonekala
USV	unterbrechungsfreie Stromversorgung

## 2. Allgemeine Farbgebung der Außenkomponenten

Komponente	Farbgebung/Glanzgrad gemäß DIN 67530
Stahlrohrturm	RAL 7035 (lichtgrau) Glanzgrad von 30 Einheiten (matt-seidenmatt) optional: Farbring RAL 3020(verkehrsrot) Glanzgrad von 30 Einheiten (matt-seidenmatt)
Betonteil des Turms	Sichtbeton mit Glanzgrad von ca. 10 Einheiten (matt) optional RAL 7035 (lichtgrau) mit Glanzgrad von 30 Einheiten (matt-seidenmatt)
Maschinenhaus	RAL 7035 (lichtgrau) mit Glanzgrad von 30 Einheiten (matt-seidenmatt) optional: rote Kennzeichnung RAL 3020 (verkehrsrot) Glanzgrad von 30 Einheiten (matt-seidenmatt)
Rotornabe (Spinner)	RAL 7035 (lichtgrau) Glanzgrad von 30 Einheiten (matt-seidenmatt)
Rotorblätter	RAL 7035 (lichtgrau) Glanzgrad von 30 Einheiten (matt-seidenmatt) oder projektspezifische Farbgebungen

### 3. Kennzeichnung Maschinenhaus

#### 3.1 Eigenschaften und Optionen für Gefahrenfeuer

Nordex bietet verschiedene Gefahrenfeuer an. Der Verbauport ist auf dem hinteren Maschinenhausdach, bei Blickrichtung vom Rotor, siehe Abb. 1.

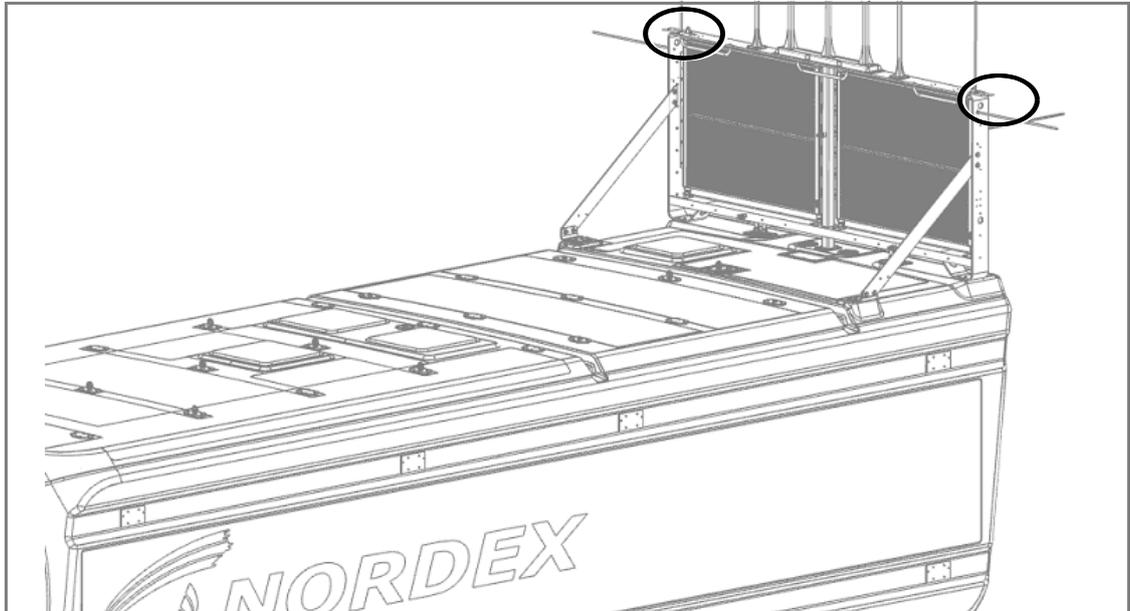


Abb. 1: Beispielhafte Verbauposition Gefahrenfeuer bei Delta4000

Nordex empfiehlt die Verwendung von zwei Feuern, da bei Windstille durch den stehenden Rotor aus bestimmten Blickrichtungen ein Feuer dauerhaft abgedeckt werden könnte.

#### Merkmale Gefahrenfeuer

- rote Nachtfeuer bzw. weiße Tagfeuer
- blinkende LED-Leuchtmittel
- Dämmerungssensor bei Leuchten mit unterschiedlicher Tag- und Nachtkennzeichnung
- GPS-Synchronisation der Blinkfrequenz

Mögliche Optionen:

- Einzel- oder Doppelfeuer
- Dauerlicht
- Infrarot-Gefahrenfeuer
- Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für unterschiedliche Zeiträume
- Nachtkennzeichnung mit weißem Licht
- Astronomische Uhr als Steuerung, die den Sonnenstand in Abhängigkeit von Datum und geographischer Position ermittelt, für die Umschaltung zwischen Tag- und Nachtbefuerung
- Sichtweitenmessgerät zur Helligkeitsreduzierung

## 3.2 Tageskennzeichnung Maschinenhaus

### Farbliche Gestaltung

Für Anlagen mit einer Gesamtbauwerkshöhe über 150 m wird in vielen Ländern eine Tageskennzeichnung vorgeschrieben. Die seitlichen Maschinenhausseiten mit einer Höhe von ca. 3,4 m (Rotorseite) bis ca. 3,0 m (Heckseite) und die Heckseite des Maschinenhauses sind verkehrsrot.



Abb. 2: *Beispielhafte Kennzeichnung Maschinenhaus Delta4000 mit roter Tageskennzeichnung*

### Tagesbefeuerung

Alternativ kann auch ein weißes Tagesfeuer mit den Lichtstärken 20.000, 50.000 oder 100.000 cd, abhängig von den lokalen Vorgaben, auf der Anlage montiert werden.

## 3.3 Nachtkennzeichnung Maschinenhaus

Für die Befeuerung des Maschinenhauses in der Nacht bietet Nordex rote Feuer mit einer Stärke von 10, 32, 170, 200, 1.000, oder 2.000 cd an.

Die Umschaltung bei unterschiedlicher Tag-/Nachtbefeuerung, bzw. Einschaltung bei nur Nachtbefeuerung erfolgt durch einen Dämmerungssensor bei einem Umgebungslicht von 40-80 Lux.

Alternativ oder ergänzend zum konventionellen Gefahrenfeuer ist eine Gefahrenkennzeichnung mit Infrarot-Feuern möglich. Hierfür bietet Nordex verschiedene Ausstattungen optional an.

### 3.4 Kundenspezifische Gestaltung

An den Seiten des Maschinenhauses können Kundenlogos angebracht werden, hierfür sind folgende Punkte zu beachten:

- Bei Notwendigkeit einer roten Tageskennzeichnung:  
Gestaltungsfläche von 1500 x 4000 mm pro Maschinenhausseite, siehe Abb. 3(2).
- Ohne rote Tageskennzeichnung:  
Gestaltungsfläche von 1500 x 11500 mm pro Maschinenhausseite, siehe Abb. 3(1), mit Ausnahme einer Fläche von 700 x 700 mm auf der rechten Seite, siehe Abb. 4.
- Bei Maschinenhaus mit kleinteiligen Seitenteilen:  
Kleberebereiche mit Nordex abstimmen, siehe Abb. 5.
- Die Logos müssen als Vektorgrafik vorliegen, Dateiformat .eps oder .ai.
- Farbangaben für das Logo sind am besten im RAL-Ton anzugeben, alternativ ist Verwendung von Pantone, HKS oder CMYK-System möglich.

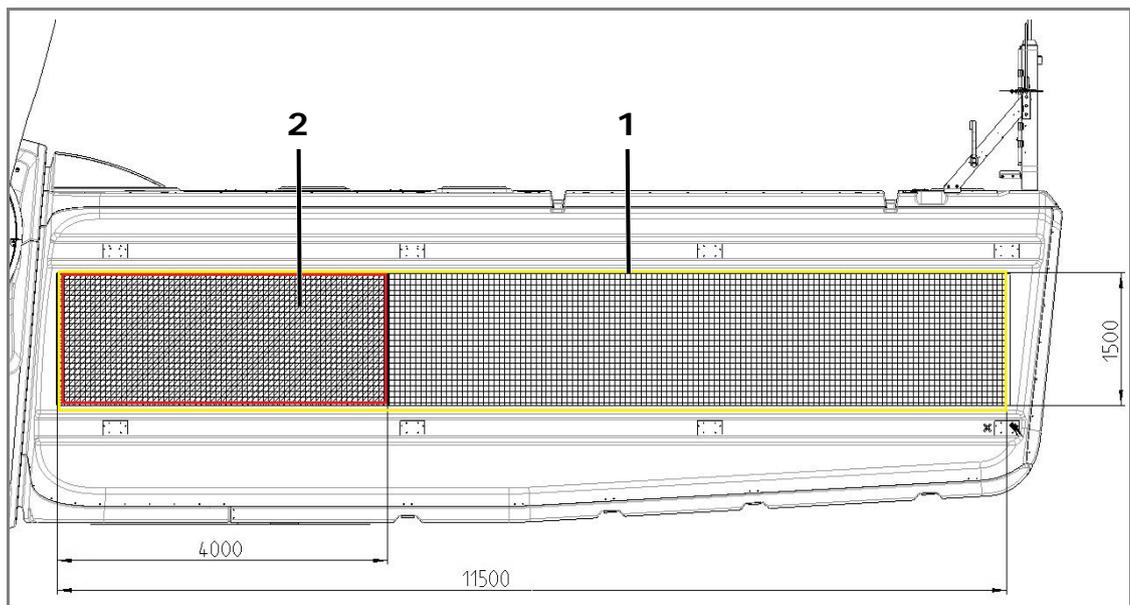


Abb. 3: Position und Größe für Kundenlogos an Delta4000-Anlagen (beidseitig)

1 Bauwerkshöhe unter 150 m (gelb) 2 Bauwerkshöhe über 150 m (rot)

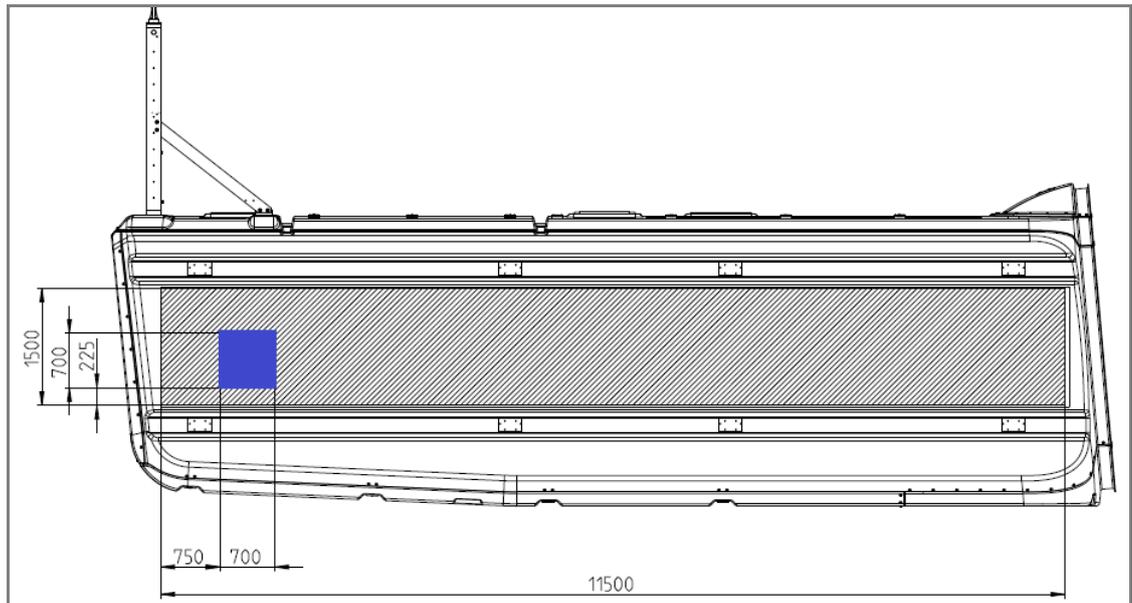


Abb. 4: Ausgenommener Bereich für Kundenlogos bei Delta4000-Anlagen auf rechter Seite bei Bauwerkshöhe unter 150 m



Abb. 5: Seitenansicht Maschinenhaus mit kleinteiligen Seitenteilen

## 4. Kennzeichnung Turm

### 4.1 Tageskennzeichnung Turm

Abhängig von Landesvorgaben und Bauwerkshöhe können die Türme bei Bedarf mit einem Farbring markiert werden.



Abb. 6: Roter Farbring am Turm

### 4.2 Nachtkennzeichnung Turm

Der Einsatz von Leuchten mit einer Stärke von 10, 32 oder 50 cd ist möglich. Pro Turmfeuerebene werden hierzu in der Regel vier Leuchten (ICAO LIOL Typ A) gleichmäßig um den Turm verteilt. Die Höhe der Ebenen richten sich nach den regionalen oder nationalen Vorschriften. Das Ein-/Ausschalten erfolgt bei einem Umgebungslicht von 40-80 Lux. Die genauen Einsatzmöglichkeiten sind im Vorfeld mit Nordex abzustimmen.

Tab. 1: Mögliche Gefahrenfeuer Turm

Anzahl Leuchten	Nachtleuchtstärke [cd]	Nachtfarbe
4	10	rot/rot+IR
4	32	rot
4	50	rot



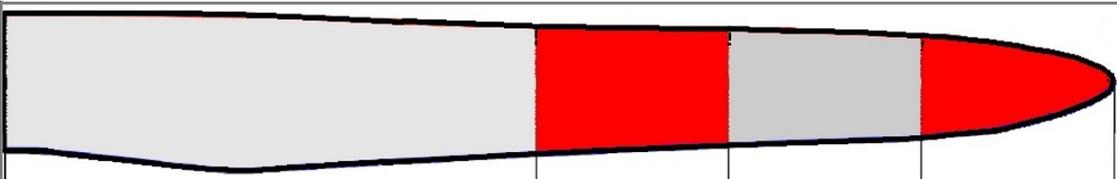
*Abb. 7: Beispiel für eine Turmbefeuerungsleuchte*

Der Einsatz von IR-Feuern kann optional je nach Anforderungen auch am Turm erfolgen und wird dann gemeinsam mit den Leuchten realisiert.

## 5. Kennzeichnung Rotorblatt

Die Rotorblätter können optional mit einer Tageskennzeichnung versehen werden, z. B. rot-weiß-rot an der Spitze lackiert werden. Aufgrund verschiedener Landesvorgaben ist die genaue Blattfarbgebung im Vorfeld mit Nordex abzustimmen.

Eine Nachtmarkierung durch Blattfeuer ist nicht vorgesehen.



Länge in mm	6000	6000	6000
Farbton RAL	3020	7035	3020

Abb. 8: Mögliche Tageskennzeichnung Rotorblatt

---

---

---

# **Allgemeine Dokumentation**

## **Kennzeichnung von Nordex- Windenergieanlagen in Deutschland**

w

**Rev.14/27.08.2021**

Dokumentennr.:	NALL01_064691
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -

Dokument wird elektronisch verteilt.

Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2021 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	K08 Delta	N117/3600, N131/3300, N131/3600, N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Rechtliche Vorgaben für Deutschland.....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Tageskennzeichnungen .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Nachtkennzeichnungen .....</b>	<b>7</b>
3.1	Nachtkennzeichnung bei Gesamtbauwerkshöhe < 150 m .....	7
3.2	Nachtkennzeichnung bei Gesamtbauwerkshöhe >150 m .....	8

## 1. **Rechtliche Vorgaben für Deutschland**

In Deutschland müssen Windenergieanlagen mindestens nach folgender rechtlicher Vorgabe mit Gefahrenfeuern ausgestattet sein:

### **Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24.04.2020 (AVV 2020).**

Die Entwicklung der Anlagen und Türme orientiert sich an der AVV 2020.

Alle Höhenangaben verstehen sich in Abhängigkeit von den Designbedingungen.

## 2. Tageskennzeichnungen



- Vertriebsdokument E0004000420 *Kennzeichnung von Nordex Windenergieanlagen der Klasse Delta4000*
- Vertriebsdokument NALL01\_008531 *Kennzeichnung von Nordex Windenergieanlagen der Klasse K08 gamma und delta*

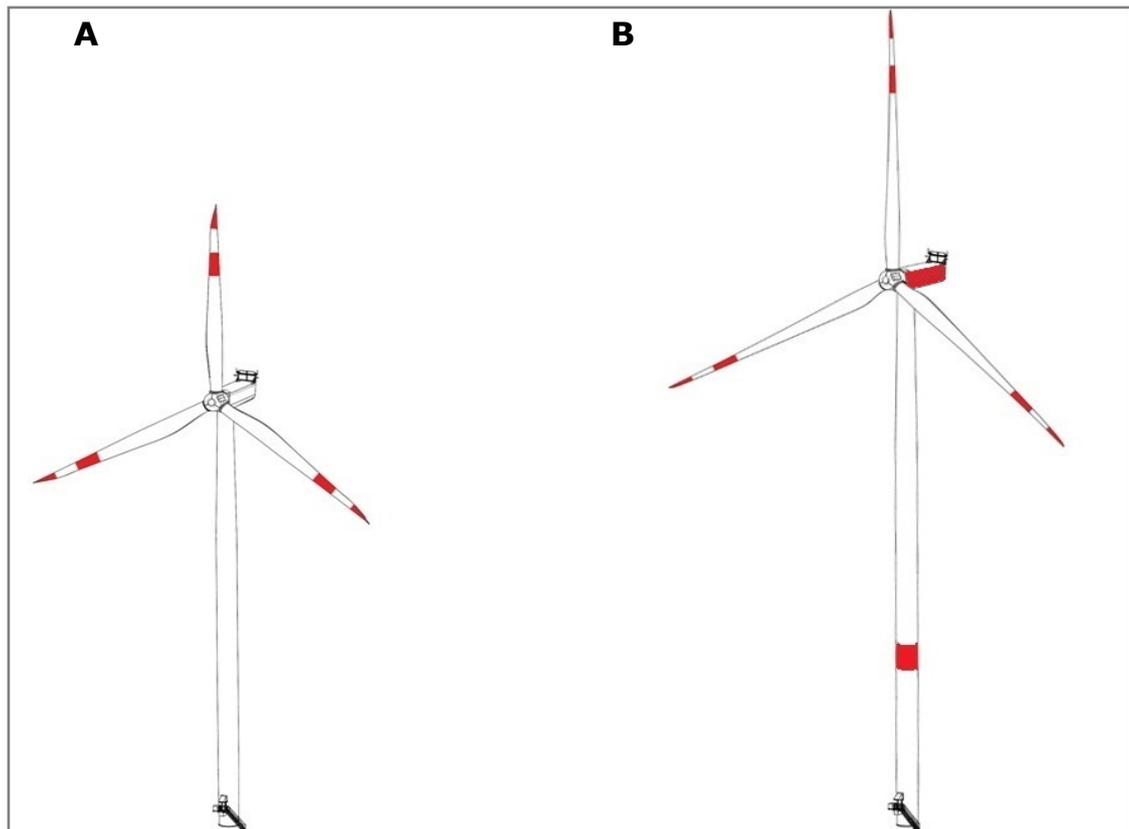


Abb. 1: Übersicht Kennzeichnungsmerkmale bei Anlagen mit einer Gesamtbauwerkshöhe von 100 - 150 m (A) und >150 m (B) in Deutschland bei Tag

Gesamtbauwerkshöhe 100 - 150 m		
Blattkennzeichnung	Turm kennzeichnung	Maschinenhauskennzeichnung
3 Streifen mit je 6 m Breite von Blattspitze beginnend rot - grau - rot	-	-

Gesamtbauwerkshöhe >150 m		
Blattkennzeichnung	Turm kennzeichnung	Maschinenhauskennzeichnung
3 Streifen mit je 6 m Breite von Blattspitze beginnend rot - grau - rot	3 m breiter roter Ring in ca. 40 m Höhe beginnend	seitliche rote Fläche von ca. 3,4 m bis ca. 3,0 m Höhe und rotes Heckteil

### 3. Nachtkennzeichnungen

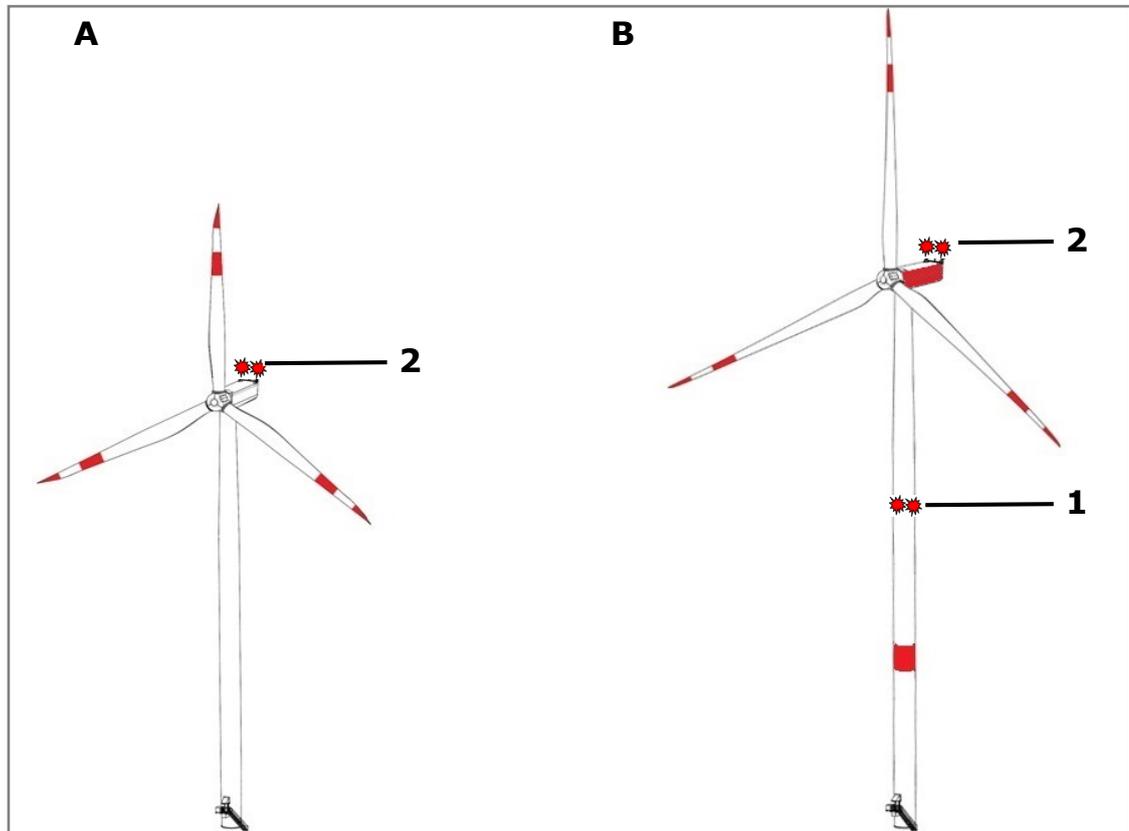


Abb. 2: Übersicht Kennzeichnungsmerkmale bei Anlagen mit einer Gesamtbauwerkshöhe von 100 - 150 m (A) und >150 m (B) in Deutschland bei Nacht

1 Turmfeuer

2 Maschinenhausbefuerung

#### 3.1 Nachtkennzeichnung bei Gesamtbauwerkshöhe < 150 m

Blatt-befuerung	Turmbefuerung		Maschinenhaus-befuerung
	<b>Anlage/Turm</b>	<b>Höhe [m]</b>	
	<b>N117:</b> 4/6 x 10 cd rot konstant (min. 16 h USV, mit IR-Anteil)		2 x 170 cd W-rot ES, mit IR-Anteil und mindestens 16 h USV
	<b>N117/3600</b>		
	N117/TS91	-	
-	<b>N131, N133, N149, N163:</b> 4/6 x 10 cd rot konstant (min. 16 h USV, mit IR-Anteil)		
	<b>N131/3600</b>		
	N131/TS84	-	
	<b>N133/4800</b>		
	N133/TS83	-	

### 3.2 Nachtkennzeichnung bei Gesamtbauwerkshöhe >150 m

Blatt-befuerung	Turmbefuerung		Maschinenhaus-befuerung
-	<b>Anlage/Turm</b>	<b>Höhe [m]</b>	2 x 170 cd W-rot ES, mit IR- Anteil und min.16 h USV
	<b>N117:</b> 4/6 x 10 cd rot konstant (min. 16 h USV, mit IR-Anteil)		
	<b>N117/3600</b>		
	N117/TS106	54,5 m	
	N117/TS120	58,0 m	
	N117/TS134	69,1 m	
	<b>N131, N133, N149, N163:</b> 4/6 x 10 cd rot konstant (min. 16 h USV, mit IR-Anteil)		
	<b>N131/3600</b>		
	N131/TS99	51,2 m	
	N131/TS106	54,5 m	
	N131/TS120	58,0 m	
	N131/TS134	69,1 m	
	<b>N131/3900</b>		
	N131/TS120	58,0 m	
	N131/TS134	69,1 m	
	<b>N133/4.X</b>		
	N133/TS110	58,5 m	
	N133/TS125-02	67,0 m	
	N133/TCS164B-00 (N20) <sup>1)</sup>	86,4 m	
	<b>N149/4.X</b>		
	N149/TS105	52,0 m	
	N149/TS125-01	67,0 m	
	N149/TCS164B-00 (N20) <sup>1)</sup>	86,4 m	
	<b>N149/5.X</b>		
	N149/TS105-01	52,5 m	
	N149/TS125-04	66,5 m	
	N149/TCS164B-01 (N21) <sup>1)</sup>	83,6 m	
	<b>N163/5.X</b>		
	N163/TS118-00	59,0 m	
	N163/TCS164B-01 (N21) <sup>1)</sup>	83,6 m	
<b>N163/6.X</b>			
N163/TCS164B-03 (N23) <sup>1)</sup>	in Erstellung		
N163/TS118-03	ca. 59 m		

<sup>1)</sup> Zwischen Errichtung Beton- und Stahlteil des Turmes erfolgt keine Befuerung, ab der Errichtung des Stahlteils und des Maschinenhauses wird die Befuerung über einen Generator gewährleistet.

---

---



## **light:guard Systembeschreibung**

Last Modified:

2020-09-17

**Light:Guard GmbH**

Krendelstr. 32, 30916 Isernhagen OT  
Altwarmbüchen, Germany

phone: +49 511 474048-30

fax: +49 511 474048-19

[www.light-guard.com](http://www.light-guard.com)

[info@light-guard.com](mailto:info@light-guard.com)



**Created By:**

Name: Jon Galdeano

E-Mail: jon.galdeano@quantec-group.com

Date: 2020-09-11

---

**Last Modified By:**

Name: Jon Galdeano

E-Mail: jon.galdeano@quantec-group.com

Date: 2020-09-17

- Revision: 13
- 
- 
- 

---



## Content

1	Abkürzungen.....	4
2	Einführung.....	4
3	Funktion.....	4
4	Komponenten.....	5
5	light:guard-Empfänger.....	6
6	MLAT-Server.....	6
7	Quantec Datenzentrum.....	7
7.1	QUAD.....	7
7.2	GUI.....	7
8	LCU-T.....	7
9	Sicherheitskonzept.....	7
10	Referenzen.....	7

## 1 Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen
BNK	Bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
LCU-T	Light Control Unit, Transponder Version
LCU	Light Control Unit
IF	Interface / Schnittstelle
MLAT	Multilateration
OEM	Original Equipment Manufacturer
QUAD	Quantec Area Distributor
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
WAN	Wide Area Network
LTE	Long Term Evolution 4G Mobilfunkstandard
WEA	Windenergieanlage

## 2 Einführung

Das Ziel zur Einführung der bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung ist es, dass Lichtimmissionen deutlich reduziert werden. Die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung ist bereits seit 2015 zugelassen. Seit der Einführung des § 9 Abs. 8 Erneuerbaren-Energie-Gesetz (EEG 2017) besteht ab Mitte 2021 eine Ausstattungspflicht für alle kennzeichnungspflichtigen Windenergieanlagen, die eine Förderung nach dem EEG erhalten. Die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung für Neu-, aber auch für rund 17.500 Bestandsanlagen wird vor diesem Hintergrund in den nächsten Jahren von großer Relevanz sein. Die Anforderungen an BNK-Systeme sind in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (AVV) festgehalten (siehe Ref /1/ BAnz AT 30.04.2020 B4 - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020). Sie steuert den Ein- und Abschaltvorgang der Windenergieanlagenbefehrerung, sodass diese nur noch im Falle eines sich nähernden Luftfahrzeugs wieder angeschaltet werden. Die AVV-Novelle sieht unter anderem Lösungen vor, welche die von Luftfahrzeugen ausgesendeten Transpondersignale zur Aktivierung der Nachtkennzeichnung verwenden. Neue und bestehende Windparks müssen einer technischen Analyse unterzogen werden, um festzustellen, ob sie die Anforderungen der AVV erfüllen. Wenn dies nicht der Fall ist müssen die Voraussetzungen zur Erfüllung der Anforderungen bis zum 30.06.2021 geschaffen werden.

## 3 Funktion

light:guard ist ein transponderbasiertes BNK-System. Jedes Flugobjekt, das sich nachts im deutschen Luftraum aufhält, ist verpflichtet, mit einem an Bord verbauten Transponder ein Signal auszusenden, welches von den Transpondempfängern des Systems detektiert wird.

Die empfangenen Signale werden mit Zeitstempeln im Nanosekundenbereich und mit der Position des Empfängers versehen. Position und Zeit der Empfänger werden über ein eingebautes LTE-Modem oder

eine bereits vorhandene Kommunikationsinfrastruktur manipulationssicher zum MLAT-Server übermittelt. Anhand der Zeitdifferenzen der empfangenen Signale und Entfernungsunterschiede der Empfänger wird die Position des Senders berechnet, ähnlich dem GPS-Prinzip. Der MLAT-Server übermittelt dann die Daten an das Datenzentrum, wo der Quantec Area Distributor (QUAD) die Positionen der Flugobjekte, mit denen der Windparks abgleicht. Der QUAD sendet dann ein Signal an die in die Windparkinfrastruktur eingebundene Light Control Unit (LCU), wenn sich ein Flugobjekt im Luftraum des Windparks befindet. Die LCU gibt den entsprechenden Befehl über die Kommunikationsinfrastruktur im Windpark an die Flugbefehrerung weiter.

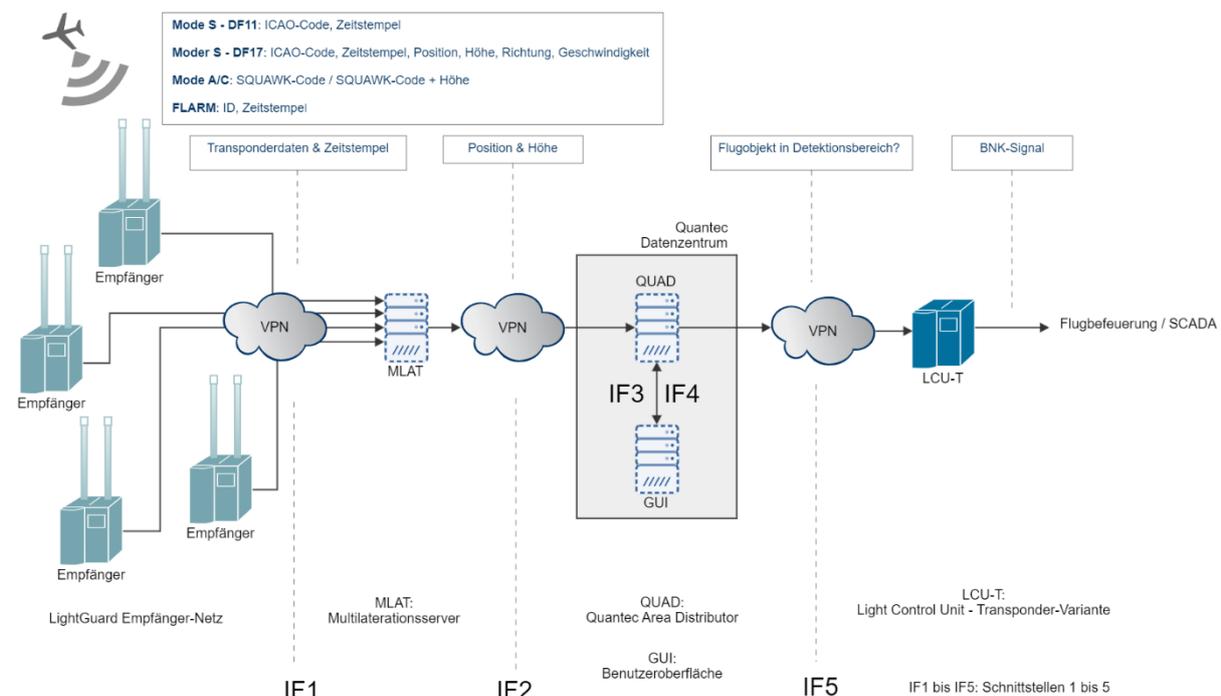
Genauer gesagt unterdrückt das System die Einschaltung der Flugbefehrerung der WEA, wenn keine Detektion eines Flugobjektes in der Nähe des Windparks erfolgt. Wenn das System ein Flugobjekt im betreffenden Luftraum erkennt, wird die Unterdrückung aufgehoben, so dass die Flugbefehrerung wieder eingeschaltet wird. Die Unterdrückung wird ebenfalls aufgehoben, wenn ein Flugobjekt detektiert, aber dessen Position nicht bestimmt werden kann. Die Empfänger können Signale von Mode S-, Mode A/C- oder FLARM-Transpondern detektieren.

## 4 Komponenten

Das light:guard-System besteht aus den folgenden Komponenten:

- light:guard-Empfänger
- MLAT-Server
- Quantec Datenzentrum
  - QUAD: Quantec Area Distributor
  - GUI: Graphical User Interface / Benutzeroberfläche
- LCU-T: Light Control Unit / Steuereinheit

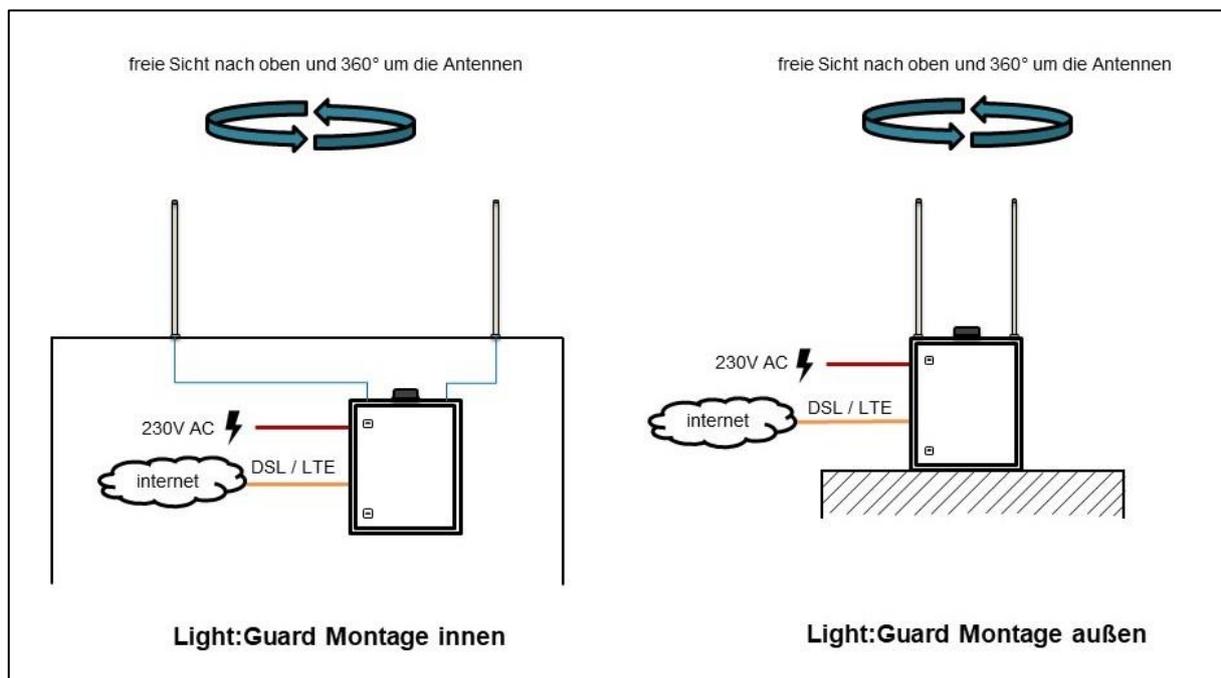
Die folgende Skizze stellt die Funktionsweise des light:guard-Systems schematisch dar:



## 5 light:guard-Empfänger

Die Einbaumöglichkeiten des Empfängers sind vielfältig, solange die Stromversorgung des Empfängers sichergestellt ist und die Antennen freie Sicht haben. Mögliche Installationsorte sind z.B. Dächer von Gebäuden, an Funkmasten, in Gondeln von Windenergieanlagen oder auf deren Gondeldächern.

Die light:guard-Empfänger sind Schaltschränke mit Schutzklasse IP66, die auch für die Außenmontage geeignet sind. Sie detektieren Funksignale mit einer Frequenz von 1090 MHz und sind mit zwei Empfängermodulen und zwei Antennen ausgestattet, um Redundanz zu gewährleisten. Am Empfänger ist eine GPS und LTE-Kombiantenne angeschlossen. Optional kann bei Bedarf zusätzlich eine Antenne zur Detektion von FLARM Signalen (Frequenz von 868 MHz) angeschlossen werden.



## 6 MLAT-Server

Der MLAT-Server erhält die Daten von allen light:guard-Empfängern und führt die Multilateration durch. Multilateration ist eine bekannte und erprobte Methode in der Luftfahrt, mit der die Position eines Flugobjektes kalkuliert wird, indem die unterschiedlichen Ankunftszeiten des gleichen Funksignals an verschiedenen Empfängern genutzt werden. Da der Sendezeitpunkt des Signals unbekannt ist, und drei Raumkoordinaten des Flugobjektes berechnet werden müssen, um seine exakte Position zu bestimmen, ist es erforderlich, dass in einem Multilaterationsalgorithmus mindestens 4 Empfänger ein Signal empfangen. Das MLAT-Ergebnis wird dann via WebSocket-Protokoll an den QUAD gesendet.

$$r = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2} = (t_E - t_A) \times c$$

r	Entfernung zum Empfänger
$x_i, y_i, z_i$	Koordinaten des Empfängers
x, y, z	Koordinaten des Flugobjektes
$t_E$	Sendezeitpunkt
$t_A$	Empfangszeitpunkt
c	Übertragungsgeschwindigkeit

## 7 Quantec Datenzentrum

### 7.1 QUAD

Der Quantec Area Distributor (QUAD) ist eine softwarebasierte Komponente, die eine sehr hohe Anzahl an Daten von Flugobjekten empfängt, nicht relevante Daten rausfiltert und die relevanten Daten mit den Positionen der zutreffenden Windparks abgleicht. Der QUAD steuert dann die LCUs im Windpark an, sobald sich ein Flugobjekt im entsprechenden Wirkungsraum befindet.

### 7.2 GUI

Die Benutzeroberfläche (Graphical User Interface oder GUI) ist ein Werkzeug, das externen Benutzern, wie beispielsweise der Bundeswehr, den Zugriff zum BNK-System ermöglicht. Die Anmeldung erfolgt mit Nutzernamen und Passwort. Der Benutzer kann Flugbahnen visualisieren und das BNK-System ein- oder ausschalten.

## 8 LCU-T

Die LCU-T ist die im Windpark verbaute Steuerungseinheit für die windparkinterne Flughindernisaufklärung. Dabei wird die Flughindernisaufklärung über eine individuell mit den Befeuerungsherstellern entwickelte Schnittstelle angesteuert. Die Steuerung der Flughindernisaufklärung kann auf bis zu drei verschiedene Netzwerke innerhalb des Windparks verteilt werden. Somit können auch Mischparks mit unterschiedlichen Herstellern über eine LCU-T angesteuert werden.

## 9 Sicherheitskonzept

Das light:guard-System hat ein Standardsicherheitskonzept für den Normalbetrieb und ein Sicherungsverfahren (fall back) für sonstige Betriebsmodi wie unzureichende Daten oder Unterbrechung der Kommunikation. Das System verwendet unterschiedliche Methoden zur Aktivierung der Flugbefeuerung je nach Erkennungsprinzip.

## 10 Referenzen

/1/ BAnz AT 30.04.2020 B4 - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020

# Zertifikat

## Baumusterprüfung

Die DFS Aviation Services GmbH bestätigt hiermit, dass das System zur bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung

### Light Guard ADLS

der Organisation

**Light:Guard GmbH**

**Krendelstraße 32, 30916 Isernhagen OT Altwarmbüchen**

die Baumusterprüfung erfolgreich am 23. November 2020, gemäß des Anhangs 6 Nummer 2 der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020 abgeschlossen hat. Die Erteilung dieses Zertifikats unterliegt den beigefügten Bedingungen.

Langen, den 15.12.2020



**i.V. Marco Kremmelbein**  
Head of Engineering  
DFS Aviation Services GmbH



**DFS Aviation Services**



## **Anhang zum Zertifikat des Systems "Light Guard ADLS" der Organisation Light:Guard GmbH**

Auf Basis der Beauftragung vom 29.06.2020 der DFS Aviation Services GmbH (DAS) durch die Light:Guard GmbH wurde für das System "Light Guard ADLS" eine Baumusterprüfung durchgeführt.

Nach Anhang 6 der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24.04.2020 (AVV) muss eine Baumusterprüfung von Systemen zur bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung (BNK) von Windenergieanlagen durch eine hierfür benannten Stelle erfolgen. Mit Schreiben des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 31.07.2020 wurde die DAS als Stelle zur Anerkennung benannt.

Die Prüfung umfasst die in Tabelle 1 aufgeführten Dokumente für das System "Light Guard ADLS", einschließlich der zugehörigen Komponenten, und kommt zu dem Ergebnis, dass für das System "Light Guard ADLS" mit dem zum Prüfungszeitpunkt bestehenden Funktionen und mit der beschriebenen Konfiguration (Hard- und Software) die Anforderungen im Sinne des Anhangs 6 Nummer 2 der AVV erfüllt. Mit der Prüfung wurde das System gemäß der in Tabelle 1 aufgeführten Dokumentation und der vorgestellten Testergebnisse gegen die Anforderungen des Anhangs 6 Nummer 2 der AVV geprüft.

Die Baumusterprüfung enthält keine Aussagen bezüglich der Verwendung des Systems "Light Guard ADLS" an einem Einsatzort. Bevor das System "Light Guard ADLS" an Windkraftanlagen in Betrieb genommen werden darf, muss eine gesonderte standortbezogene Beurteilung von einer benannten Stelle durchgeführt werden. Eine standortbezogene Beurteilung prüft gemäß des Anhangs 6 Nummer 2 der AVV die Erfüllung der Prüfkriterien an den jeweiligen Standorten.

Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass die Anforderungen des Anhangs 6 Nummer 2 der AVV dauerhaft eingehalten werden. Hierzu dienen insbesondere eine regelmäßige Wartung und Funktionsprüfung.

Veränderungen, wie z.B. funktionale Änderungen, Veränderung des Erfassungsbereichs oder des Betriebskonzept erfordern eine Überprüfung hinsichtlich andauernder Konformität mit der genannten Verwaltungsvorschrift. Jede Veränderung des Systems "Light Guard ADLS" kann zu einer Neubewertung des Systems führen.

Diese Prüfung trifft keine Aussagen und umfasst deshalb keine Beurteilung zur Gewährleistung der Luftverkehrssicherheit des geprüften Systems oder der Dokumente, auf denen es beruht.



**DFS Aviation Services**

A brand of experience

Das Zertifikat ist zur Vorlage bei der zuständigen Landesluftfahrtbehörde im Rahmen der Zustimmung zum Genehmigungsverfahren der bedarfsgesteuerten Befuerung von Windenergieanlagen geeignet.

Es enthält keine Aussagen, auch nicht in Teilen, bezüglich der Genehmigung zur Errichtung von für die Luftverkehrssicherheit hindernisrelevanten Bauwerken und deren Tages- und Nachtkennzeichnung sowie der Erneuerung bereits bestehender Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen.

Mit freundlichen Grüßen

DFS Aviation Services GmbH  
Langen, 15.12.2020

i.V. Marco Kremmelbein  
Head of Engineering

i.A. Willi Pankratz  
Expert Engineering / System Management



Tabelle 1: Auflistung der geprüften Dokumente zur Baumusterprüfung des Systems "Light Guard ADLS"

Nr.	Dateiname	Titel	Datum	Revision
1	Light Guard System Description	Light Guard System Description	19.11.2020	128
2	INVOLI System Detection Concept	INVOLI System for Light Guard Detection and Safety Concept	23.10.2020	1.1.3
3	QUAD Description	QUAD Description	03.08.2020	60
4	Light Guard Detection and Safety Specification	Light Guard Detection and Safety Specification	16.11.2020	30
5	Light_Guard - Site Specific Assessment	Light:Guard - Site Specific Assessment	19.11.2020	14
6	Light Guard Graphical User Interface	Light Guard Graphical User Interface	03.08.2020	9
7	IF1_Transponder Receiver to Processing Unit Interface	IF1: Transponder Receiver to Processing Unit Interface	05.05.2020	25
8	IF2_MLAT-System to QUAD Interface-	IF2: MLAT-System to QUAD Interface-	29.07.2020	23
9	IF3_QUAD to GUI data interface protocol	IF3 - QUAD to GUI data interface protocol	03.08.2020	18
10	IF4_GUI to QUAD data interface protocol	IF4 - GUI to QUAD data interface protocol	03.08.2020	12
11	IF5_Quantec Sensors LCU-T Control Interface Protocol	IF5: Quantec Sensors LCU-T Control Interface Protocol-v14	03.08.2020	14
12	Data sheet Quantec LCU-T	Data sheet Quantec LCU-T	03.08.2020	6
13	R-1090 Receiver	R-1090 Swiss Made Air Traffic Signal Receiver	26.07.2020	1
14	R-1090_Specs	Technical Specifications for the R-1090 Receiver	26.07.2020	0
15	Light_Guard System Maintenance	Light:Guard System Maintenance	19.11.2020	2
16	LCU-T_Maintenance_Checklist	LCU-T Wartungscheckliste	17.08.2020	0
17	LGR_Maintenance_Checklist	LGR Wartungscheckliste	17.08.2020	0
18	Zertifikat ISO 9001_LightGuard	ZERTIFIKAT für das Managementsystem nach DIN EN ISO 9001:2015	07.10.2020	0
19	INVOLI_CE_DECLARATION OF CONFORMITY	EU DECLARATION OF CONFORMITY (DoC)	31.07.2020	0
20	Light_Guard ADLS - System Approval Test Plan	Light:Guard ADLS - System Approval Test Plan	20.10.2020	17
21	Light_Guard ADLS - Safety chain test	Light:Guard ADLS - Safety chain test-	08.11.2020	5
22	Light_Guard ADLS - Drone Test Report	Light:Guard ADLS - Drone Test Report	16.11.2020	11
23	Light_Guard ADLS - Aircraft Test Report	Light:Guard ADLS - Aircraft Test Report	18.11.2020	13

# **Allgemeine Dokumentation**

## **Blitzschutz und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**

**Rev. 07/01.04.2021**

Dokumentennr.:	E0003950753
Status:	Released
Sprache:	DE-Deutsch
Vertraulichkeit:	Nordex Internal Purpose

- Originaldokument -  
Dokument wird elektronisch verteilt.  
Original mit Unterschriften bei Nordex Energy SE & Co. KG, Department Engineering.

---

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung des Dokuments im Ganzen oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Sämtliche in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Mitarbeiter und Mitarbeiter von Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und ihrer im Sinne der §§15ff AktG verbundenen Unternehmen bestimmt und dürfen nicht (auch nicht in Auszügen) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Jegliche Weitergabe, Vervielfältigung, Übersetzung oder sonstige Verwendung dieses Dokuments oder von Teilen desselben, gleich ob in gedruckter, handschriftlicher, elektronischer oder sonstiger Form, ohne ausdrückliche Zustimmung durch die Nordex Energy SE & Co. KG ist untersagt.

© 2021 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg

Anschrift des Herstellers im Sinne der Maschinenrichtlinie:

Nordex Energy SE & Co. KG  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg  
Deutschland

Tel: +49 (0)40 300 30 - 1000

Fax: +49 (0)40 300 30 - 1101

info@nordex-online.com

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

## Gültigkeit

Anlagengeneration	Produktreihe	Produkt
Delta	Delta4000	N133/4.X, N149/4.X, N149/5.X, N163/5.X, N163/6.X

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Gesamtüberblick .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Äußerer Blitzschutz .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Innerer Blitzschutz und EMV .....</b>	<b>9</b>

# 1. Gesamtüberblick

Der Blitz- und Überspannungsschutz der Gesamtanlage entspricht dem EMV-orientierten Blitzschutzkonzept und richtet sich nach der Norm IEC 61400-24. Das Blitzschutzsystem erfüllt die Anforderungen der Blitzschutzklasse I.

Das interdisziplinäre EMV- und Blitzschutzkonzept der Anlage basiert grundlegend auf einem Basiskonzept der EMV- und Blitzschutzkonzepte und den daraus resultierenden 3 Teilkonzepten:

- Äußerer Blitzschutz
- Innerer Blitzschutz
- EMV

Dabei orientiert sich die Konzeptbildung zur EMV und zum Blitzschutz maßgeblich an existenten elektromagnetischen Feldern aus externen und internen Störquellen, normativen Vorgaben der EMV und des Blitzschutzes sowie anderen Teilkonzepten der Entwicklung einer Windenergieanlage (WEA). Die größte Abhängigkeit besteht zum Niederspannungskonzept und zum Sicherheitskonzept der WEA. Weiterhin sind die Konzepte zum Rotorblatt, zur Rotornabe, zum Maschinenhaus und zum Turm, zur Steuerung und zur Erdung ausschlaggebend für die Gestaltung der EMV und des Blitzschutzsystems. Zur Gliederung des EMV- und Blitzschutzkonzeptes sowie den Abhängigkeiten zu anderen Teilkonzepten siehe Abb. 1.

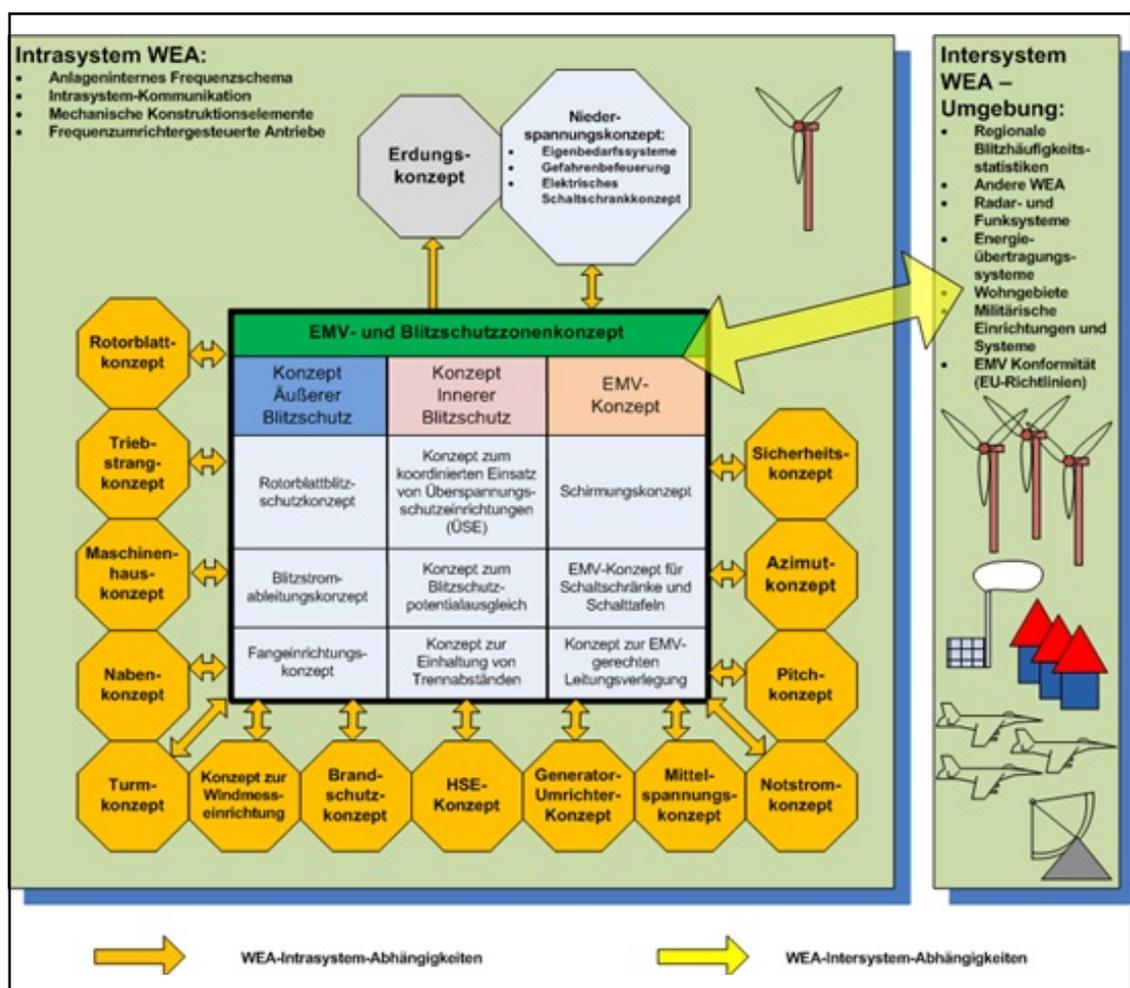


Abb. 1: Darstellung der Intra- und Intersystem-Abhängigkeiten

## 2. Äußerer Blitzschutz

Das Konzept des äußeren Blitzschutzsystems deckt die Aufgabe des Auffangens der Blitze sowie die sichere Ableitung des Blitzstroms gegen Erde ab (Ausführung unter Beachtung von IEC 62305-3).

Die Rotorblätter sind Luv- und Lee-seitig mit mehreren Blitzrezeptoren ausgestattet. Die Positionierung der Fangeinrichtungen am Rotorblatt orientiert sich an der Materialzusammensetzung des Rotorblattes und somit auch an den Positionen von zusätzlichen elektrischen Systemen und leitfähigen Bauteilen. Von den Blitzrezeptoren wird der Blitzstrom über Kupferleitungen zum Rotorblattlager und anschließend weiter zur Rotornabe geführt. Die Rotorblattlager wurden herstellerseitig erfolgreich gegen die Belastungen der Blitzschutzklasse I geprüft. Die Rotornabe besteht aus einem massiven Stahlkörper.

Die Positionen der Fangeinrichtungen im Außenbereich der Rotornabe und des Maschinenhauses werden mittels 3D-Blitzkugelverfahren bestimmt.

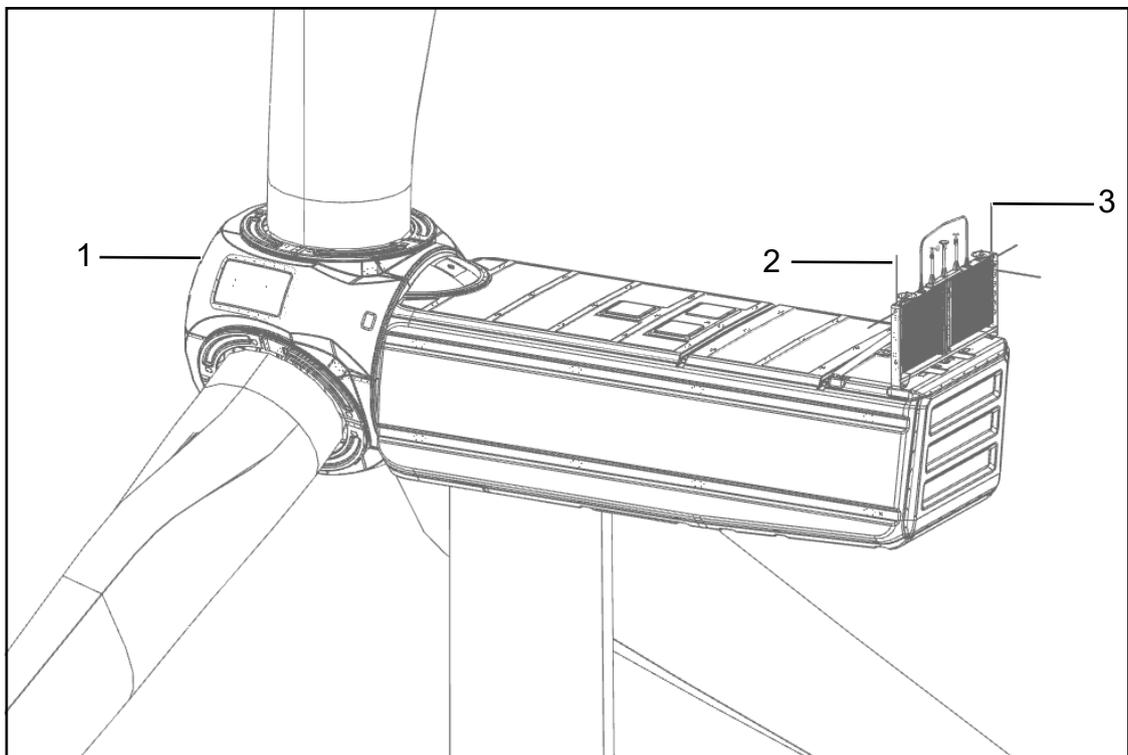


Abb. 2: Schematische Darstellung einer WEA mit Kennzeichnung der Fangeinrichtungen an Rotornabe und Maschinenhaus

- |  |   |
|--|---|
| 1 Fangeinrichtungen Rotornabe                        | 3 Fangstangen Maschinenhaus<br>Wärmeübertrager rechts |
| 2 Fangstangen Maschinenhaus<br>Wärmeübertrager links |   |

Von der Rotornabe wird der Blitzstrom weiter zur Rotorwelle geführt und mit einem Kohlebürstenschleifkontakt direkt zum geerdeten Maschinenträger abgeleitet. Somit werden das Rotorlager, das Getriebe und der weitere Triebstrang vom Blitzstrom entlastet.

Das Tragwerk des Spinners mit seinen 6 um jeweils 60° versetzt umlaufend angeordneten Stahlträgern fungiert als Fangeinrichtung für die Rotornabe. Abb. 2 zeigt die Positionen der Fangeinrichtungen.

Auf dem Maschinenhaus werden die Fangeinrichtungen an der Rahmenkonstruktion des Wärmetauschers installiert und mit dem Stahltragwerk des Bordkranes verbunden. Das Stahltragwerk ist großflächig und niederimpedant über mehrere Flanschstellen mit dem Generatorträger verbunden. Der Generatorträger selbst ist ebenfalls über eine dauerhafte und korrosionsfreie Flanschverbindung mit dem Maschinenträger verbunden.

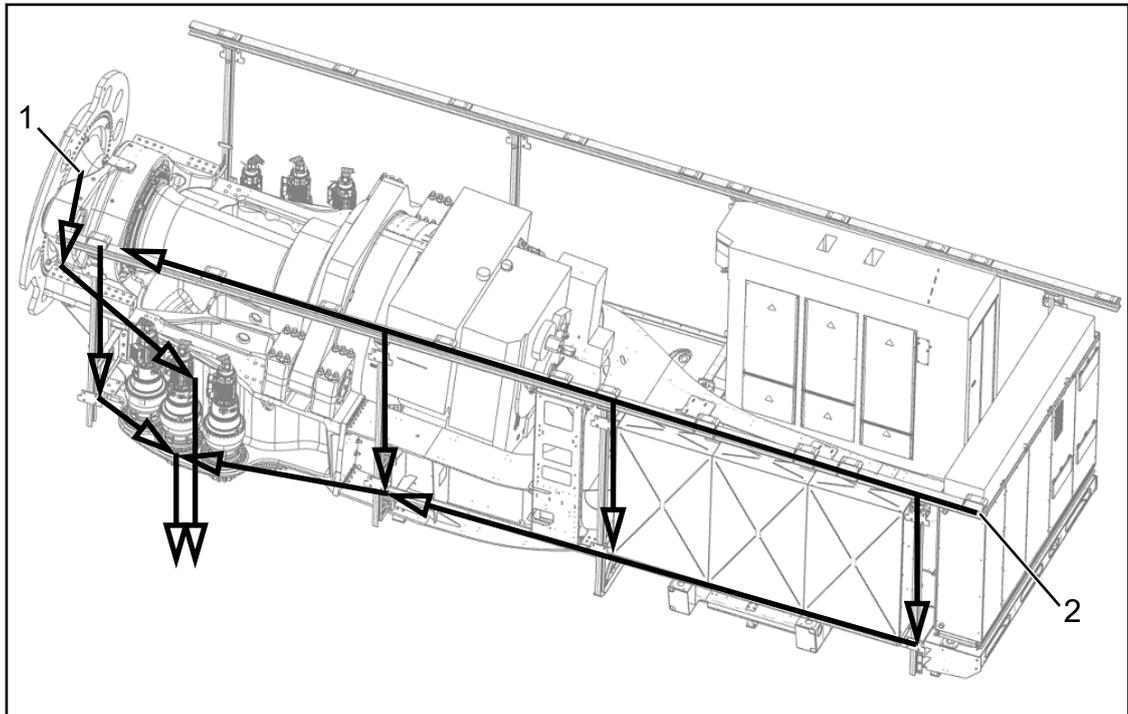


Abb. 3: Schematische Darstellung Blitzstrompfade (einseitig) im Maschinenhaus Delta 4000

- 1 Blitzstrompfad 1, Blitzfußpunkt im Bereich Rotorblatt oder Nabe
- 2 Blitzstrompfad 2, Blitzfußpunkt Maschinenhaus Dachaufbauten

Vom Maschinenträger aus wird die Blitzstromableitung im Azimutlagerbereich durch eine vorgespannte, zweireihige, vierpunktgelagerte Ableitung realisiert.

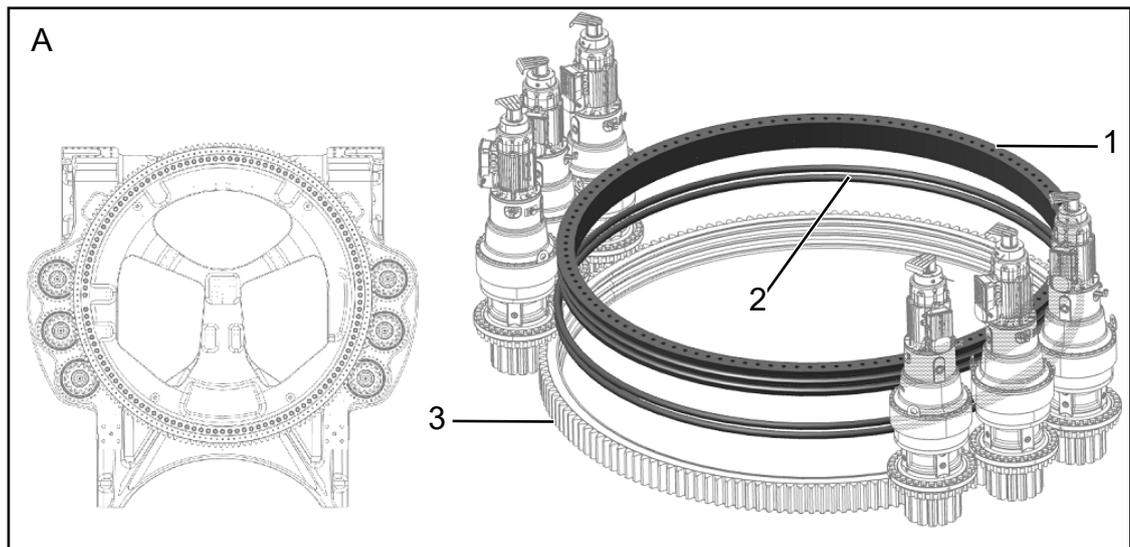


Abb. 4: Azimutlagerbereich mit Blitzstromableitung; Ansicht von unten (A)

- 1 Azimutdrehverbindung Innenring    3 Azimutdrehverbindung Außenring  
2 Wälzlagerkugeln für  
Azimutdrehverbindung

Der Stahlrohrturm kann aufgrund der Dicke der Turmwand als Blitzfangeinrichtung genutzt werden, darum sind keine gesonderten Fangeinrichtungen vorzusehen. Die Verbindungsstellen der Turmsektionen werden mit vier Erdungsverbindungen überbrückt, die als Leitungen für den Blitzschutzpotentialausgleich einen normgerechten Querschnitt besitzen. Der Turm wird über 4 Anschlussfahnen mit der Fundamenterdungsanlage verbunden.

Bei Hybrid- oder Betontürmen verfügt der aus Beton gefertigte Teil des Turmes über eine mit der Blitzableitung verbundene Bewehrung aus Stahl. Hierfür sind keine separaten Blitzfangstangen notwendig. Der Stahlteil des Turmes entspricht konzeptionell den reinen Stahlrohrtürmen.

Die Windenergieanlage ist mit einer Fundamenterdungsanlage ausgestattet. Diese bietet die Möglichkeit, eine Zusatzerdung anzuschließen, z. B. Ringerder/Tiefenerder nach IEC 61400-24.

### 3. Innerer Blitzschutz und EMV

Der innere Blitzschutz betrifft den Schutz der inneren elektrischen Systeme gegen induzierte Überspannungen (durch Blitzwirkungen oder Schaltvorgänge in der elektrischen Anlage). Die Auslegung der WEA findet in Anlehnung an die Normenreihe IEC 62305 des Gebäudeblitzschutzes und des Blitzschutzes von Niederspannungsanlagen statt.

#### Zonenkonzept

Die Einteilung der WEA in Blitzschutz-zonen erfolgt nach IEC 61400-24. Die Schutzmaßnahmen werden nach den zugeordneten Bedrohungsgrößen der Blitzschutzklasse I ausgelegt, um die elektrischen Systeme entsprechend ihrer Überspannungskategorie zu schützen.

#### Blitzschutzpotentialausgleich

Sämtliche Komponenten im Maschinenhaus und der Rotornabe, wie Rotorlager, Generator, Getriebe und Hydraulikstation, werden über normgerecht dimensionierte Erdungsleitungen mit dem Maschinenträger bzw. Generatorträger verbunden.

#### Schirmung

Es wird flächendeckend eine Schirmung der elektrischen Leitungen zum Schutz vor feldgebundenen Störgrößen eingesetzt z. B. zwischen den Schaltschränken bzw. zwischen den Blitzschutz-zonen. Je nach Anforderungen findet eine direkte Erdung, der Einsatz von Überspannungsschutz-einrichtungen oder eine Kombination dieser Maßnahmen an den Enden der Schirmungen statt.

#### Überspannungsschutz-einrichtungen (ÜSE)

Sämtliche Elektronikbaugruppen und alle anderen Endgeräte werden entsprechend ihrer Störfestigkeit mit zusätzlichen Überspannungsschutz-einrichtungen nach IEC 61643-11 beschaltet. Die Schutzwirkung wurde entsprechend der Blitzschutz-zonen koordiniert. Elektrische Zusatzsysteme in den Rotorblättern werden aufgrund der konzentrierten Wirkung der Blitzströme mit ÜSE Typ I geschützt. Beispielsweise werden die Schaltschränke in Turmfuß, Maschinenhaus und Rotornabe durch ÜSE Typ II (bzw. auch I/II) gegen induzierte Stoßströme geschützt. Großteils sind die eingesetzten ÜSE mit einer Fernmeldefunktion ausgestattet.

#### Elektromagnetische Verträglichkeit

Die Betrachtung der elektromagnetischen Verträglichkeit und die Einteilung der EMV-Zonen zur Gefährdungsabschätzung stützt sich ebenfalls auf die Betrachtung der Blitzschutz-zonen.

Zur systematischen Betrachtung der EMV wurde eine Beeinflussungsmatrix der elektrischen Systeme aufgestellt, sowie eine Leitungsklassifizierung vorgenommen. Dementsprechend erfolgen die Leitungsverlegung und das Schaltschranklayout. Störende und störanfällige Komponenten werden soweit wie möglich räumlich voneinander getrennt. Eine Schleifenbildung in den Leitungswegen wird vermieden. Durch Leitungsschirmungen, metallische Kabeltrassen und die Schaltschrankgehäuse selbst wird eine ausreichende Schirmwirkung erreicht. Zusätzlich kommen ÜSE Typ III für Datenleitungen, die durch EMV-Zonengrenzen verlaufen, zur Anwendung. An Geräten, die empfindlich hinsichtlich der Netzqualität sein können, kommen Netzfilter zum Einsatz.

Eine Vermeidung von Problemen hinsichtlich der EMV wird dadurch erreicht, dass z. B. die Datenübertragung zwischen dem Schaltschrank im Turmfuß und dem Maschinenhaus galvanisch getrennt über Lichtwellenleiter erfolgt.

---



## **Kapitel 3.6 Alarmplan**

Bei einer Wartung bzw. Störungsbehebung, die in der Regel an einem Arbeitstag abgeschlossen ist, befinden sich mindestens 2 Monteure an der WEA. Die Monteure sind mit Handsprechfunkgeräten und/oder Mobiltelefonen ausgestattet. Alle Monteure erhalten entsprechend dem Umfang ihres Einsatzes Schulungen zum Notfallschutzplan, damit die Effizienz des Notfallschutzplanes gewährleistet ist.

In einer Notfallsituation setzt der Mitarbeiter den Notruf an die Rettungsleitstelle ab. Alle notwendigen Informationen, wie z.B. eine Anfahrtsbeschreibung, befinden sich auf dem Rettungsplan, welcher im Inneren des Turmfußes angebracht ist und den umliegenden Rettungsleitstellen zur Verfügung gestellt wird. Jede WEA hat zudem außen am Turm eine gut sichtbare Nummer (Windenergieanlagen-Notfall-Informationssystem – [www.wea-nis.de](http://www.wea-nis.de)). Dadurch sind die angeforderten Rettungskräfte im Notfall in der Lage, schnell die entsprechende WEA im Windpark zu lokalisieren.

Wenn sich Unfälle ereignen, ist die generelle Notfallschutzmaßnahme wie folgt:

1. Erste Hilfe so schnell wie möglich leisten. Die verletzte Person entsprechend versorgen, um weitere Verletzungen zu verhindern.
2. Notruf an die Rettungsleitstelle senden.
3. Verantwortliche/relevante Personen auf der Baustelle/am Unfallort informieren und schildern, was passiert ist und wo sich der Unfall ereignet hat.
4. Einen Mitarbeiter zum ausgewiesenen Notein- /ausgang schicken, um das Rettungsteam bzw. den Rettungsdienst zur Unfallstelle zu führen.
5. Wenn das Rettungsteam bzw. der Rettungsdienst vor Ort erscheint, müssen sie das/die Unfallopfer mit entsprechenden Erste-Hilfe-Maßnahmen versorgen.

Sämtliche Sicherheits- und Umweltunfälle, Gefahrenbeobachtungen, Verletzungen durch Arbeitsunfall und Beinaheunfälle müssen gemeldet werden, sodass entsprechende korrigierende und vorbeugende Maßnahmen durchgeführt werden können, um Wiederholungen zu vermeiden.