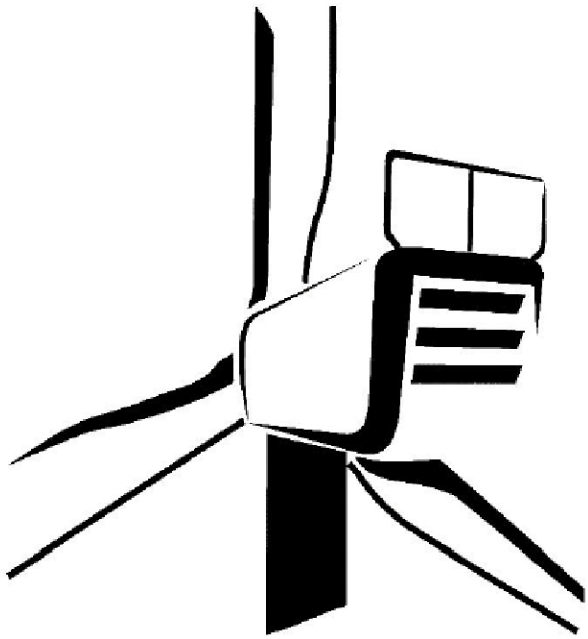
5.1 Vorgesehene Maßnahmen zum Schutz vor und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen, insbesondere zur Verminderung der Emissionen sowie zur Messung von Emissionen und Immissionen

Anlagen:

- 5_1_1_Option Serrations.pdf
- 5_1_2_Schattenwurfmodul.pdf
- 5_1_3_Sichtweitenmessung.pdf

NORDEX acciona Windpower	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: **K0801_077528_DE**
		Rev.: **12**
OPTION SERRATIONS AN NORDEX-BLÄTTERN Product series K08 Delta, Delta4000		Seite**: 1 / 7**



- Übersetzung des Originaldokuments (E0003182127, Revision 10) -
Dies ist eine Übersetzung aus dem Englischen. Im Zweifelsfall ist der englische Text maßgebend.

Sprache: DE – Deutsch

Abteilung: Engineering/ CPS / Processes & Documents

Autor	Prüfer	Freigeber
[redacted]	[redacted]	[redacted]
24-07-2024	09-08-2024	12-08-2024

© 2024 NORDEX GROUP. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung seines Inhalts, vollständig oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Nordex-Mitarbeiter und Mitarbeiter von vertrauenswürdigen Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG 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.

© 2024 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg, Deutschland

Dieses Dokument enthält Informationen, deren Eigentumsrechte bei der Nordex Group liegen und die ohne die vorherige schriftliche Genehmigung durch autorisiertes Personal der Nordex Group nicht kopiert, verwendet, veröffentlicht oder in irgendeiner Form an Dritte weitergegeben werden dürfen. Alle hierin enthaltenen Informationen sind vertraulich zu behandeln und ausschließlich zum Nutzen der Nordex Group zu verwenden.

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	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 N163/5.X ESH N163/6.X N175/6.X

Inhaltsverzeichnis

1	**Zweck des Dokuments**	**5**
2	**Betriebsweise**	**5**
2.1	Schall an Windenergieanlagen	5
2.2	Lärmminderung durch Serrations	6
3	**Bestandteile**	**6**
4	**Funktionen, Effekt**	**7**
5	**Weitere Merkmale**	**7**
6	**Liefer- und Leistungsumfang**	**7**
7	**Voraussetzungen und Einschränkungen**	**7**

1 Zweck des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt die Option Serrations, welche zur Minderung der Schallemmissionen eines Rotorblatts eingesetzt werden können.

2 Betriebsweise

2.1 Schall an Windenergieanlagen

Ein Großteil des von Windenergieanlagen erzeugten Lärms ist auf das Umströmungsgeräusch der Rotorblätter zurückzuführen. Dies entsteht vor allem im äußeren Bereich (hin zur Blattspitze) durch die dort vorherrschenden hohen Strömungsgeschwindigkeiten. Es werden verschiedene Lärmentstehungs- mechanismen unterschieden. Unter normalen Betriebsbedingungen kann der turbulente Hinterkantenschall (engl.: turbulent boundary-layer trailing-edge noise, TBL-TEN) als Hauptlärmquelle identifiziert werden.

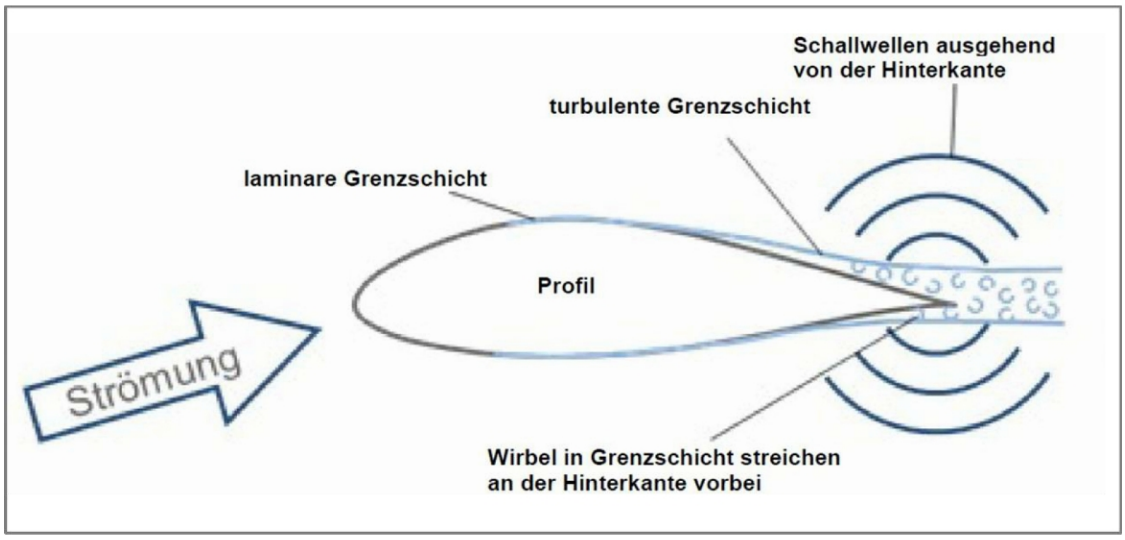


Abb. 1: Skizze zur Entstehung Hinterkantenschall am Rotorblattprofil

Die Viskosität der Luft führt bei der Umströmung des Rotorblatts zur Ausbildung einer fluiddynamischen Grenzschicht. Hierin wird die Strömungsgeschwindigkeit normal zur Oberfläche verlangsamt bis sie schließlich den Wert Null direkt an der Oberfläche erreicht. Man unterscheidet laminare (geordnete) und turbulente (verwirbelte) Grenzschichten. Betrachtet man den Querschnitt eines Rotorblatts, das sogenannte Profil, so bildet sich zunächst eine laminare Grenzschicht aus, welche im weiteren Verlauf in eine turbulente Grenzschicht umschlägt (siehe Abb. 1). Die turbulente Grenzschicht besteht aus einer Vielzahl kleiner Wirbel welche in freier Strömung eine sehr ineffektive Schallquelle darstellen. Interagieren diese Wirbel jedoch mit einer Kante, wie zum Beispiel der Hinterkante des Profils, werden sie durch den schlagartigen Übergang von der wandgebundenen zur freien Strömung zu einer sehr effektiven Schallquelle. Es entsteht eine dipolartige Schallquelle an der Hinterkante des Profils.

2.2 Lärmminderung durch Serrations

Serrations ersetzen den gradlinigen Verlauf der Hinterkante des Rotorblatts durch eine gezackte Linie, siehe Abb. 2. Dieser Verlauf führt dazu, dass der Übergang auf die freie Außenströmung der in der Grenzschicht vorhandenen Wirbel an der Hinterkante nicht mehr schlagartig sondern graduell, entlang der von den Serration- Zacken geformten neuen schrägen Hinterkante, erfolgt. Somit wird das Entstehungsprinzip des turbulenten Hinterkantenschalls beeinflusst und eine Lärmminderung erzielt.

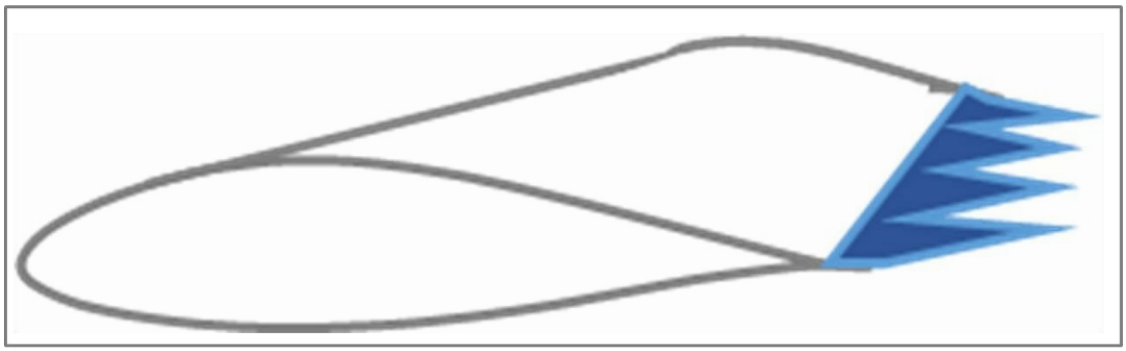


Abb. 2: Prinzipskizze Serrations

Entlang des Rotorblatts ist der Lärmreduktionseffekt am größten, wenn Serrations im äußeren Rotorblattbereich (etwa auf den letzten 25% der Rotorbalttlänge) eingesetzt werden, wo aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten die größten Schallpegel entstehen.

3 Bestandteile

Die Option Serrations besteht aus mehreren gezackten lichtgrauen Bauteilen aus Kunststoff (siehe Abb. 3) mit einer Länge von 0,3 m bis max. 0,5 m.

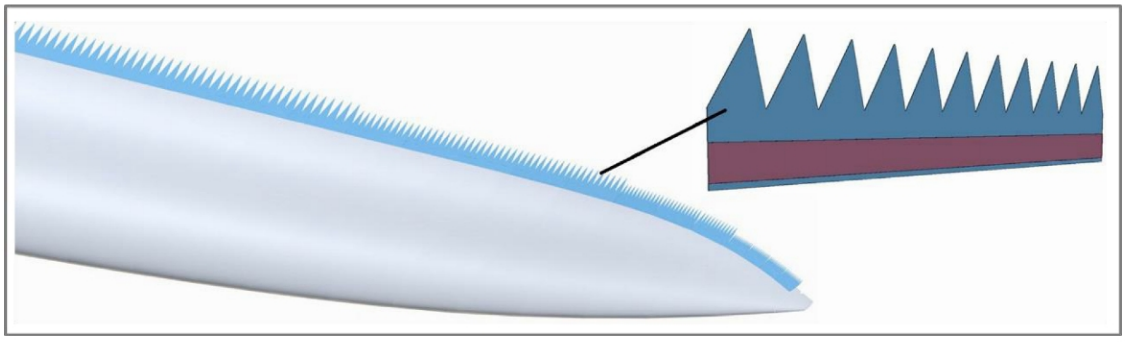


Abb. 3: Blattspitze mit Serrations (Farbdarstellung der Serrations geändert)

Die Serrations werden an der Hinterkante der Blätter befestigt. Die Serrations und deren Verbindung haben die gleiche Lebensdauer wie die Blätter.

4 Funktionen, Effekt

Durch die Serrations wird eine Reduktion des Schallleistungspegels der Wind-energieanlage über alle Windgeschwindigkeiten im Vergleich zur Windenergiean-lage ohne Serrations erreicht. Die genauen Details sind im Vorfeld mit Nordex abzustimmen und können projektspezifisch unterschiedlich ausfallen.

5 Weitere Merkmale

Die Serrations sind so ausgelegt, dass sie sich aerodynamisch neutral verhalten. Sie haben keinen Einfluss auf die strukturellen und aerodynamischen Eigenschaften der Rotorblätter. Leistungskurven, Leistungs- und Schubbeiwerte der Windenergieanlage bleiben unverändert.

6 Liefer- und Leistungsumfang

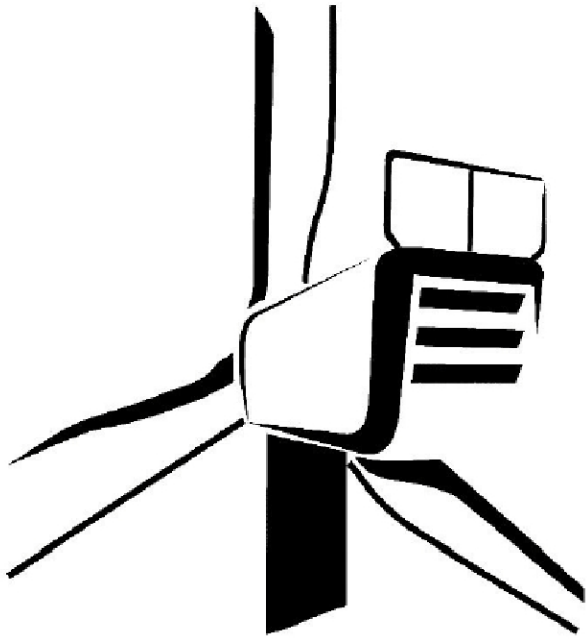
Alle Komponenten sind bereits an den Blättern angebracht. Eine gesonderte Inbetriebnahme ist nicht notwendig.

Die Wartung wird, bei einem entsprechenden Servicevertrag, von Nordex durchgeführt.

7 Voraussetzungen und Einschränkungen

Eine Nachrüstung bestehender Anlagen kann durchgeführt werden, ist aber mit Nordex abzustimmen.

NORDEX acciona Windpower	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: **K0815_051312_DE** Rev.: **11**
SCHATTENWURFMODUL Produktreihe K08 Gamma, K08 Delta, Delta4000		Seite: **1 / 7**



- Übersetzung des Originaldokuments (K0815_05131_EN, Rev. 10) –

Dies ist eine Übersetzung aus dem Englischen.
Im Zweifelsfall ist der englische Text maßgebend.

Sprache: DE – Deutsch

Abteilung: Engineering / CPS / Processes & Documents

Bearbeiter	Prüfer	Freigeber
[redacted]		
23-09-2024	24-09-2024	24-09-2024

© 2024 NORDEX GROUP. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung seines Inhalts, vollständig oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Nordex-Mitarbeiter und Mitarbeiter von Vertrauenspartnern und Unterauftragnehmern der Nordex Energy SE & Co. KG, der Nordex SE und der mit ihnen verbundenen Unternehmen im Sinne der §§ 15 ff. des Aktiengesetzes und dürfen nicht (auch nicht auszugsweise) an Dritte weitergegeben werden.

Alle Rechte vorbehalten.

© 2024 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg, Deutschland

Dieses Dokument enthält Informationen, deren Eigentumsrechte bei der Nordex Group liegen und die ohne die vorherige schriftliche Genehmigung durch autorisiertes Personal der Nordex Group nicht kopiert, verwendet, veröffentlicht oder in irgendeiner Form an Dritte weitergegeben werden dürfen. Alle hierin enthaltenen Informationen sind vertraulich zu behandeln und ausschließlich zum Nutzen der Nordex Group zu verwenden.

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 kontrolliert N117/3600 N131/3000 N131/3000 kontrolliert N131/3300 N131/3600 N131/3900
Delta	Delta4000	N133/4.X N149/4.X N149/5.X N155/4.X N155/5.X N163/5.X N163/5.X ESH N163/6.X N169/5.X N175/6.X

Inhaltsverzeichnis

1	**Einleitung**	**5**
1.1	Abkürzungen	5
2	**Schattenwurfüberwachung**	**5**
3	**Funktionsweise**	**6**
4	**Protokollierung**	**6**
4.1	Konfiguration	6
4.2	Abschaltkalender	6
5	**Hardwarekomponenten**	**6**
6	**Zentraleinheit**	**7**
7	**Schnittstelle zu den Windenergieanlagen**	**7**
8	**Lichtsensor**	**7**

1 Einleitung

Der sich drehende Rotor einer Windenergieanlage (WEA) verursacht bei Sonnenschein periodischen Schattenwurf. Dieser kann an umliegenden Gebäuden zu erheblichen Belästigungen führen und somit dazu beitragen, dass die Akzeptanz von WEAs 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 WEA abschaltet. Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 bietet die technische Lösung zur Einhaltung der behördlichen Auflagen. Es zeichnet alle Schattenwurfereignisse in einer Protokolldatei auf.

1.1 Abkürzungen

Abkürzung	Bezeichnung	Beschreibung
ECC	EDGE & Steuerschrank	Schrank mit Komponenten zur Steuerung und Messung von Energieerzeugungsanlagen
ESH	Extended Suitability Hub	–
GPS	Globale Positioning System	Satellitengestütztes Funknavigationssystem
LAN	Local Area Network	Lokales Netzwerk
SWM	Schattenwurfmodul	Steuereinheit
TCP	Transmission Control Protocol	Übertragungssteuerungsprotokoll
WEA	Windenergieanlage	–

2 Schattenwurfüberwachung

Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 kann die Schattenwurfbelastung an bis zu 2000 Gebäuden (Immissionsorten) überwachen. Dabei können bis zu 100 WEAs 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 WEA für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet.
Alle Schattenwurfereignisse und Abschaltungen werden aufgezeichnet.

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 Schattenwurfeffekte auftreten können. Parallel dazu berechnet die Zentraleinheit fortwährend, ob eines der zu schützenden Gebäude aufgrund des aktuellen Sonnenstands vom Rotorschatten einer WEA getroffen wird. Die Zentraleinheit prüft dabei, ob die WEA 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 WEA für die Dauer des Schattenwurfs abgeschaltet.

Die WEA 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 WEA geschont werden. Die Leistungsgrenze, ab der eine vorzeitige Abschaltung erfolgen soll, kann für jede WEA individuell eingestellt werden.

4 Protokollierung

4.1 Konfiguration

Die Konfiguration des Schattenwurfmoduls enthält alle projektspezifischen Daten. Sie enthält Informationen über den Standort und die Struktur der WEA und der zu schützenden Gebäude und definiert die maximal zulässige Dauer des Schattenwurfs.

4.2 Abschaltkalender

Es kann ein Abschaltkalender generiert werden, um die WEA für einen bestimmten Zeitraum anzuhalten. Bei diesen Abschaltungen kann auch berücksichtigt werden, ob aufgrund der herrschenden Lichtverhältnisse Schattenwurf grundsätzlich möglich ist.
The Der Abschaltkalender kann bis zu 40.000 Abschaltungen enthalten.

5 Hardwarekomponenten

Das Schattenwurfmodul SWM-V4.0 besteht aus einer Zentraleinheit und mindestens einem Lichtsensor. Weitere Sensoren sind optional. 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 WEA (Gamma-Generation) oder im Maschinenhaus bzw. in der Substation (Delta-Generation) montiert. Pro Windpark ist eine Zentraleinheit notwendig.

Für die Delta-Generation kann die Zentraleinheit an einem der folgenden Orte installiert werden:

- Im Inneren des Topbox einer bestimmten WEA
- Im Inneren einer Substation als externer Schrank
- Im Inneren des ECC in der Substation

Funktionen der Zentraleinheit

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

7 Schnittstelle zu den Windenergieanlagen

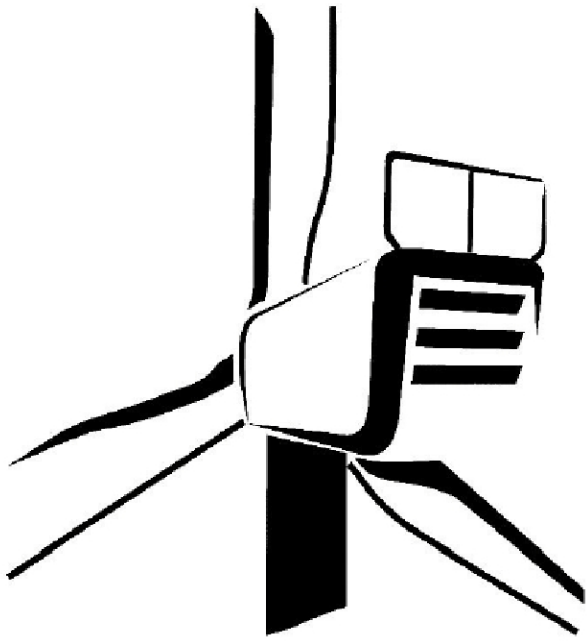
Die Zentraleinheit kommuniziert mit den WEAs über eine Netzwerkschnittstelle. Diese arbeitet als Client bezogen auf die Serverschnittstellen, welche in der Betriebsführungssoftware-Software der WEAs angesiedelt sind. Die WEA-Steuerung übergibt per LAN und Modbus-TCP-Daten-Protokoll alle relevanten Daten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

8 Lichtsensor

Der Lichtsensor wird mit einem Halter auf dem Maschinenhausdach einer WEA 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.

NORDEX acciona Windpower	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: **NALL01_020142_DE** Rev.: **11**
SICHTWEITENMESSUNG Produktreihen K08 Gamma, K08 Delta, Delta4000		Seite: **1 / 6**



- Übersetzung des Originaldokuments (NALL01_020142_EN, Revision 09) -
Dies ist eine Übersetzung aus dem Englischen. Im Zweifelsfall ist der englische Text maßgebend.

Sprache: DE – Deutsch

Abteilung: Engineering / CPS / Processes & Documents

Autor	Prüfer	Freigeber
[redacted]	[redacted]	[redacted]
10-10-2024	23-10-2024	24-10-2024

© 2024 NORDEX GROUP. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Dokument, einschließlich jeglicher Darstellung seines Inhalts, vollständig oder in Teilen, ist geistiges Eigentum der Nordex Energy SE & Co. KG. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließlich für Nordex-Mitarbeiter und Mitarbeiter von vertrauenswürdigen Partner- und Subunternehmen der Nordex Energy SE & Co. KG 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.

© 2024 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg, Deutschland

Dieses Dokument enthält Informationen, deren Eigentumsrechte bei der Nordex Group liegen und die ohne die vorherige schriftliche Genehmigung durch autorisiertes Personal der Nordex Group nicht kopiert, verwendet, veröffentlicht oder in irgendeiner Form an Dritte weitergegeben werden dürfen. Alle hierin enthaltenen Informationen sind vertraulich zu behandeln und ausschließlich zum Nutzen der Nordex Group zu verwenden.

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 N163/5.X ESH N163/6.X N169/5.X N175/6.X

Inhaltsverzeichnis

1	**Grundlagen**	**5**
2	**Umsetzung der Lichtstärkereduzierung**	**5**
3	**Technische Realisierung der Sichtweitenmessung**	**5**

1 Grundlagen

Windparks werden in der Regel durch Lichtzeichen (Gefahrenfeuer) gekennzeichnet, um dem Flugverkehr dieses potenzielle „Hindernis" anzuzeigen. Dies kann tagsüber durch weiße Leuchten oder durch Streifen auf den Rotorblättern geschehen. Nachts werden dazu rote Leuchten eingesetzt.

Die genauen gesetzlichen Vorgaben unterscheiden sich von Land zu Land. Sie müssen während der Planung des Windparks genau beachtet werden.

Der deutsche Gesetzgeber hat die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen" erlassen. Sie bietet die Möglichkeit, die Intensität von Mittelleistungsgefahrfeuern auf Windenergieanlagen in Abhängigkeit von der Umgebungssichtweite zu regulieren.

2 Umsetzung der Lichtstärkereduzierung

Um den optischen Einfluss der Gefahrenfeuer auf die Umgebung eines Windparks – insbesondere in der Nacht – zu minimieren, kann ein Gerät zur Messung der meteorologischen Sichtweite (Meteorological Optical Range, MOR) genutzt werden. Dieses Gerät gibt seine Signale an eine Steuerungseinheit zur Lichtstärkereduzierung der Gefahrenfeuer weiter. Damit wird die Lichtstärke der Gefahrenfeuer in Abhängigkeit von der realen Sichtweite vor Ort automatisch geregelt. Umliegende Wohngebiete und Verkehrsstraßen werden so von übermäßigen Lichtsignalen entlastet.

Die Lichtstärke der Gefahrenfeuer kann bei Sichtweiten über 5.000 m auf 30 % der Nennlichtstärke reduziert werden.

Die Lichtstärke der Gefahrenfeuer kann bei Sichtweiten über 10.000 m auf 10 % der Nennlichtstärke reduziert werden.

3 Technische Realisierung der Sichtweitenmessung

Die Sensoren werden auf dem Maschinenhaus der Windenergieanlage installiert.

Der Abstand von einer Windenergieanlage mit Sichtweitenmessgerät zu einer Windenergieanlage ohne Sichtweitenmessgerät darf nicht mehr als 1.500 m betragen. Je nach Ausdehnung des Windparks können also mehrere Sichtweitenmessgeräte zum Einsatz kommen. Die Signale werden in einer zentralen Steuerungseinheit verarbeitet, die alle Gefahrenfeuer des Windparks ansteuert. Es wird der jeweils ungünstigste Wert aller Messgeräte für die Steuerung des gesamten Windparks verwendet. Die Weitergabe der Signale kann über einen Netzwerkanschluss zur Einbindung in ein vorhandenes Ethernet erfolgen. Sind keine Signale eines Messgeräts verfügbar, wird die Lichtstärke aller Gefahrenfeuer auf 100 % gesetzt.

Die Geräte sind gegen Verschmutzung der optischen Außenflächen geschützt. Beide Optiken sind abwärts gerichtet und mit Schutzhauben für die Linsen versehen. Verunreinigungen durch Niederschlag, Spritzwasser und Staub werden so wirkungsvoll verhindert. Die optionalen

Gehäuseheizungen verhindern im Winterbetrieb Eis- und Schneeablagerungen. So reduziert sich die Wartung auf ein Minimum.

Die Sensoren arbeiten nach dem Prinzip der optischen Vorwärtsstreumessung. Hierbei wird Licht durch Partikel gestreut, deren Durchmesser in der Größenordnung der Wellenlänge von Licht liegen. Die Streuung ist zur Dämpfung des Lichtstrahls proportional. Größere Partikel verhalten sich wie Reflektoren und Refraktoren, so dass ihr Einfluss auf die meteorologische Sichtweite separat zu behandeln ist. Bei diesen Partikeln handelt es sich meist um Niederschlagstropfen. Dank der optischen Anordnung des Sensors lassen sich einzelne Tropfen von schnellen Signaländerungen unterscheiden.

Dieses Verfahren ermöglicht wirtschaftliche und zuverlässige Sichtweitenmessungen nach dem Stand der Technik. Die Sensoren besitzen einen Messbereich von 10 bis 20.000 m.

Die Datenausgabeformate richten sich nach internationalen anerkannten Kodiertabellen der Weltorganisation für Meteorologie (World Meteorological Organization, WMO) und des Amerikanischen Wetterdienstes (National Weather Service, NWS).