

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
Schallemissionen

An den Rotorblättern der Windenergieanlagen werden sog. Sägezahn-Hinterkanten (Serrations) installiert.

Durch die Serrations wird eine Reduktion des Schalleleistungspegels der Windenergieanlage über alle Windgeschwindigkeiten im Vergleich zur Windenergieanlage ohne Serrations erreicht. Entlang des Rotorblatts ist der Lärmreduktionseffekt am größten, wenn Serrations im äußeren Rotorblattbereich (etwa auf den letzten 25% der Rotorblattlänge) eingesetzt werden, wo aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten die größten Schallpegel entstehen. Die Serrations und deren Verbindung haben die gleiche Lebensdauer wie die Blätter.

Um den Immissionsrichtwert gem. TA Lärm durch die Gesamtbelastung während der Nacht an allen Immissionsorten einzuhalten, wird die beantragte WEA 02 nachts in einem schallreduzierten Betriebsmodus betrieben. Hierbei wird die Umdrehungsgeschwindigkeit der Windenergieanlage gedrosselt, sodass diese weniger Schall emittiert.

Intermittierender Schattenwurf

Die beantragte Windenergieanlagen werden mit einem automatische Schattenwurf-Abschaltsystem ausgestattet. Damit wird sichergestellt, dass der tatsächlich auftretende Schattenwurf an allen Immissionsorten auf die maximal zulässige meteorologische Schattenwurfdauer von 8 Stunden pro Kalenderjahr bzw. 30 Minuten pro Tag begrenzt wird.

Da zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch offen ist, welches Schattenwurf-Abschaltmodul (Hersteller) in den Windenergieanlagen verbaut wird, ist den Antragsunterlagen keine separate Herstellerunterlage beigelegt.

Fledermausabschaltungen

Zur Vermeidung einer Verletzung des Tötungsverbotes werden Abschaltzeiten für beide WEA zwischen dem 01. Mai und dem 30. September im Zeitraum von 1 Stunde vor Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang unter Berücksichtigung folgender Wetterkonditionen festgelegt.

- Windstärke 6,5 m/s
- Niederschlag 2mm/h

Die beantragten Windenergieanlagen sollen mit einem Niederschlagssensor ausgestattet werden. Da zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch offen ist, welcher Sensor (Hersteller) in den Windenergieanlagen verbaut wird, ist den Antragsunterlagen keine separate Herstellerunterlage beigelegt. Eine technische Unterlage kann, sofern im Rahmen des Genehmigungsverfahrens erforderlich, auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden, sobald ein konkreter Sensor eines Herstellers festgelegt wurde.

Eiserkennung

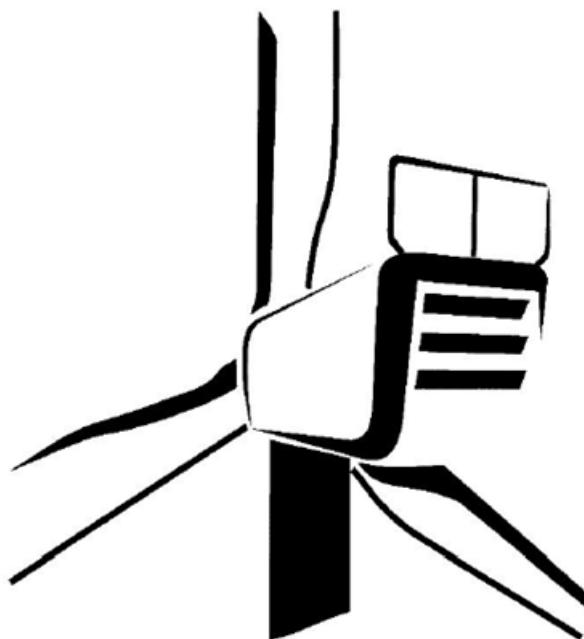
Die beantragten Windenergieanlagen werden mit dem Rotorblattvereisungsüberwachungssystem IDD. Blade ausgestattet, welches durch die Erfassung und Analyse von Messdaten Eisansatz an den Rotorblättern der WEA erkennt. Das System schaltet die Windenergieanlagen bei Feststellung von Eisansatz selbstständig ab. Die automatische Wiederinbetriebnahme der WEA erfolgt erst nachdem die Eisfreiheit sicher festgestellt wurde.

Nähere Informationen sind dem Kapitel 16.1.3 zu entnehmen.

Anlagen:

- 5.1 Option Serrations - Nordex.pdf

	ALLGEMEINE DOKUMENTATION	Dok.: K0801_0775 28_DE
		Rev.: 10
OPTION SERRATIONS AN NORDEX-BLÄTTERN Product series K08 Delta, Delta4000		Seite: 1/8



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

Sprache: DE-Deutsch
 Abteilung: Engineering / CPS / Processes & Documents

Erstellt  20-12-2023	Geprüft  15-01-2024	Freigegeben  16-01-2024
---	--	--

© 2023 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.

© 2023 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

Phone: +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

Inhalt

1.	Zweck des Dokuments	5
2.	Betriebsweise.....	5
2.1	Schall an Windenergieanlagen	5
2.2	Lärminderung 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 Schallemissionen 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 Lärmentstehungsmechanismen unterschieden. Unter normalen Betriebsbedingungen kann der turbulente Hinterkantenschall (engl.: turbulent boundary-layer trailing-edge noise, TBL-TEN) als Hauptlärmquelle identifiziert werden.

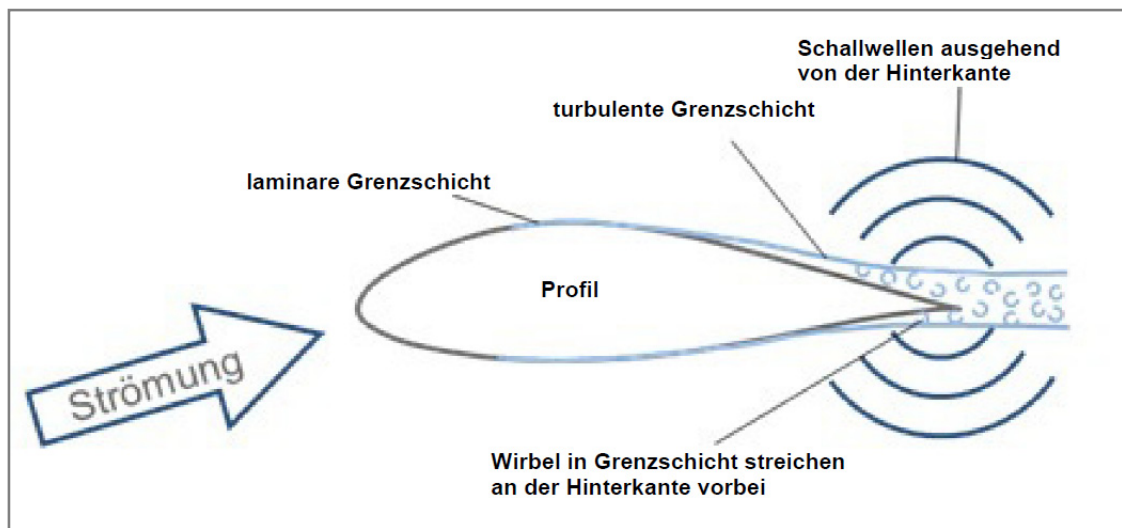


Abb. 1: Skizze zur Entstehung Hinterkantenschall am Rotorblattprofil

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 Lärminderung 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 Lärminderung erzielt.

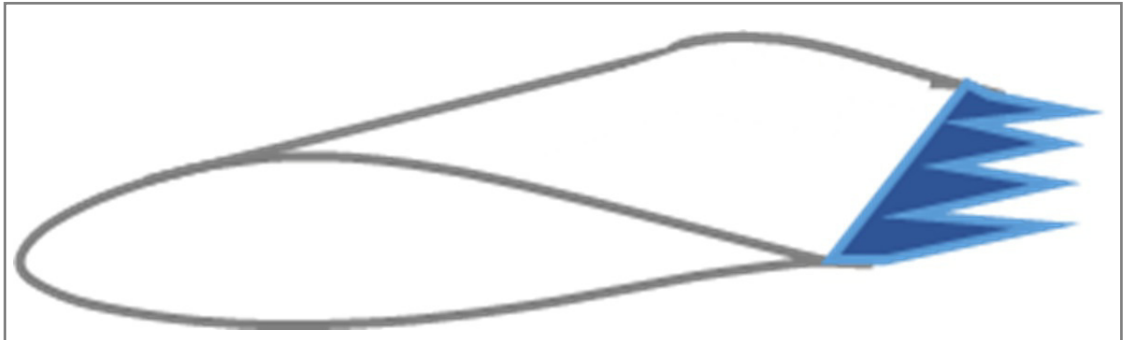


Abb. 2: Prinzipskizze Serrations

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.

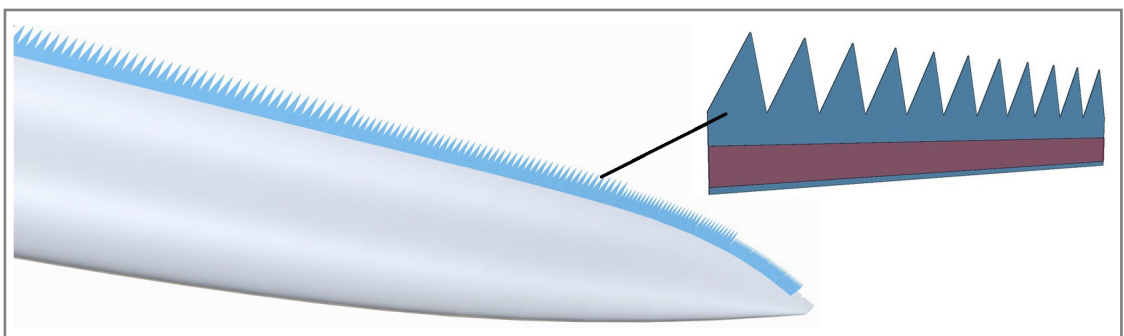


Abb. 3: Blattspitze mit Serrations (Farbdarstellung der Serrations geändert)

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 Windenergieanlage 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.
