

GE Renewable Energy

- Originaldokument -

Technische Dokumentation Windenergieanlagen Cypress 6.0-164 - 50 Hz



Schallleistung Schallreduzierter Betrieb gemäß FGW

Inkl. Terz- und Oktavbandspektren

NRO 99 - 106

Geräuschreduzierende Blatthinterkanten
(Serrations):

Enthalten

Rev. A - DE

2023-05-09

Zum Öffnen eventueller Anhänge bitte auf das Büroklammer-Symbol (📎) klicken. Es wird bei Adobe Acrobat normalerweise links angezeigt.



imagination at work

GE Renewable Energy

Visit us at
www.gerenewableenergy.com

Urheber- und Verwertungsrechte

Dieses Dokument ist vertraulich zu behandeln. Es darf nur befugten Personen zugänglich gemacht werden. Eine Überlassung an Dritte darf nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Zustimmung der General Electric Company erfolgen.

Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Die Weitergabe sowie die Vervielfältigung von Unterlagen, auch auszugsweise, sowie eine Verwertung und Mitteilung ihres Inhaltes sind nicht gestattet, es sei denn, dass eine ausdrückliche, vorherige und schriftliche Zustimmung der General Electric Company erteilt wurde. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2023 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und das GE-Monogramm sind Warenzeichen und Dienstleistungsmarken der General Electric Company.

Andere, in diesem Dokument genannte Unternehmens- oder Produktnamen sind ggf. Warenzeichen bzw. eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Unternehmen.



imagination at work

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung.....5

1.1 Allgemein.....5

1.2 Wind Farm Noise Management (optional verfügbar).....5

2 Konfigurationsübersicht.....6

3 Schallleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit7

4 Schallleistungspegel bei Anlagen mit Leading Edge Protection (LEP, Vorderkantenschutz der Blätter)8

5 Oktav- und Terz-Spektren8

6 Unsicherheitsangaben8

7 Tonalität8

8 Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-148

9 Referenzdokumente9

1 Einführung

1.1 Allgemein

Dieses Dokument beschreibt die Schallleistung der Windenergieanlage Cypress 6.0-164 für den schallreduzierten Betrieb "NRO" (Noise-Reduced Operation) und fasst den berechneten Schallleistungspegel LWA,k, die berechneten Oktav- und Terz-Spektren und die Unsicherheitsangaben im Zusammenhang mit dem immissionsrelevanten Schallleistungspegel zusammen.

In der Auslegung der NRO-Moden wird die Leistung der Windenergieanlage unter Einhaltung des geforderten, maximalen Schallleistungspegels optimiert. Dabei wird nicht davon ausgegangen, dass die Anlage permanent im NRO-Modus operiert, sondern letzterer nur für einen Teil des Tages aktiviert wird. Dies kann beispielsweise durch strengere Lärmregularien während der Nachtzeiten erforderlich sein. Der permanente Betrieb im NRO-Modus ist per se nicht vorgesehen und würde weitere Untersuchungen seitens GE erfordern.

Alle angegebenen Schallleistungspegel sind A-bewertet.

GE überprüft Spezifikationen kontinuierlich durch Messungen, einschließlich der von unabhängigen Instituten durchgeführten Messungen.

1.2 Wind Farm Noise Management (optional verfügbar)

In Gebieten mit Schallschutzbestimmungen ist es häufig erforderlich, den Betrieb der Windenergieanlage (WEA) an die Bestimmungen der Fernfeldbedingungen anzupassen. Daher bietet GE ein abgestimmtes Wind Farm Noise Management System an, welches größere Flexibilität und höhere Energieerträge bietet, als das bei herkömmlichen WEA-Steuerungen der Fall ist. Diese fortgeschrittene Methode ermöglicht eine kontinuierliche Anpassung des Windpark-Betriebs an umweltbedingte Variablen, die die Schallemission des Windparks beeinflussen. Diese Variablen sind im Wesentlichen Windgeschwindigkeit und Windrichtung.

Das Wind Farm Noise Management Paket enthält folgenden Service und folgende Hardware:

- Schallausbreitungsrechnungen und Optimierung des Windparkbetriebes
- Optimale WEA-Sollwerte für den gesamten Windpark als Funktion von Windgeschwindigkeit und Windsektor
- Installation und Inbetriebnahme der Wind Farm Noise Management Software.

2 Konfigurationsübersicht

Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht der verfügbaren Kombinationen von immissionsrelevanten Schallleistungspegeln $L_{WA,k}$ und Rotordrehzahlen.

Betriebs- bezeichnung	Soll- Schallleistungs- pegel (dBA)	Serrations	Rotordrehzahl Sollwerte (rpm)	Leistung Sollwerte (kW) für alle Nabenhöhen
				167.0 m
NO / NRO-G	107.0	Ja	9.7	6000
NRO106.0	106.0	Ja	9.28	5739
NRO105.0	105.0	Ja	8.88	5490
NRO104.0	104.0	Ja	8.50	5254
NRO100.0	100.0	Ja	7.13	4073
NRO99.0	99.0	Ja	6.83	3771

Tabelle 1: Konfigurationsübersicht

3 Schallleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die folgende Tabelle zeigt die berechneten Soll-Schallleistungspegel in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe.

Windgeschwin-digkeit in Nabenhöhe [m/s]	NO / NRO-G	NRO 106.0	NRO 105.0	NRO 104.0	NRO 100.0	NRO 99.0
4	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8
5	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7
6	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2	99.0
7	102.5	102.5	102.5	102.5	100.0	99.0
8	104.7	104.7	104.7	104.0	100.0	99.0
9	106.7	106.0	105.0	104.0	100.0	99.0
10	107.0	106.0	105.0	104.0	100.0	99.0
11	107.0	106.0	105.0	104.0	100.0	99.0
12	107.0	106.0	105.0	104.0	100.0	99.0
13	107.0	106.0	105.0	104.0	100.0	99.0
14	107.0	106.0	105.0	104.0	100.0	99.0
15	107.0	106.0	105.0	104.0	100.0	99.0

Tabelle 2: Soll-Schallleistungspegel

Die entsprechende Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe ist von der Nabenhöhe abhängig. Sie kann für eine vorhandene Oberflächenrauheit mit einem logarithmischen Windprofil berechnet werden:

$$V_{10m\ height} = V_{hub} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{hub\ height}{z_0}\right)} *$$

Ein typischer Wert für Binnenland-Oberflächenrauigkeit (z_0) ist je nach Geländetyp 0,05 m.

4 Schallleistungspegel bei Anlagen mit Leading Edge Protection (LEP, Vorderkantenschutz der Blätter)

Für Anlagen mit LEP gilt, dass alle in diesem Dokument angegebenen Pegel (Gesamtschallleistungspegel, Oktavpegel, Terzpegel) um 1.0 dB angehoben werden müssen.

5 Oktav- und Terz-Spektren

Die Oktav-Spektren und Terz-Spektren für die verschiedenen Betriebsarten können der angehängten Excel-Datei entnommen werden.

6 Unsicherheitsangaben

Die o. g. immissionsrelevanten Schallleistungspegel sind Mittelwerte repräsentativer Gruppen von Windenergieanlagen. In den Angaben sind keine Aufschläge für Unsicherheiten enthalten. Hinweise zu Unsicherheiten in Zusammenhang mit Messungen und Mittelwerten sind in IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14 erläutert, weitere Hinweise zur Anwendung finden sich in Kapitel 7 dieses Dokuments.

Nach LAI Empfehlung ist für σ_P ein Wert von 1,2 dB zu verwenden.

Die Unsicherheiten bei Oktav- und Terz-Schallleistungspegeln liegen in der Regel höher als bei Gesamtschallleistungspegeln. Hinweise hierzu finden Sie in IEC 61400-11.

7 Tonalität

Für den Referenzmesspunkt im Abstand r_0 gemäß IEC 61400-11 wird für die 6.0-164 Windenergieanlage, ungeachtet der Windgeschwindigkeit, ein Wert für die Tonhaltigkeit im Nahbereich von $\Delta L_{a,k} < 2$ dB, bzw. $KTN \leq 1$ dB gemäß FGW, angegeben.

8 Terminologie nach IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14

- $L_{WA,k}$ ist der immissionsrelevante Schallleistungspegel der WEA (bezogen auf $10^{-12}W$), der mit A-Bewertung als Funktion der Windgeschwindigkeit ermittelt wurde. Wird er von mehreren Messberichten nach IEC 61400-11 abgeleitet, wird er als Mittelwert angenommen.
- u_c ist die Messunsicherheit für Schallmessverfahren, wie in IEC 61400-11 definiert. Dies ist keine Eigenschaft des Produktes, sondern der Messung und kann daher nicht von GE spezifiziert werden.

* Vereinfacht nach IEC 61400-11: 2006, Gleichung 7

Bei durchschnittlichen Test- bzw. Messbedingungen beträgt der typische Wert für u_c 0,7 dB – 1,0 dB.

- σ_p ist die Produktstreuung, d. h. die Produktabweichung von einer 6.0-164 Einheit zur nächsten, gemäß IEC/TS 61400-14. Dies ist eine Eigenschaft des Produktes und kann daher von GE spezifiziert werden (siehe Kapitel 5).
- σ_R ist die gesamte Test-Reproduzierbarkeit, wie in IEC/TS 61400-14 definiert. Dies ist keine Eigenschaft des Produktes, sondern der Messung und kann daher nicht von GE spezifiziert werden. Für typische Tests bzw. Messungen gemäß IEC 61400-11 wird ein Wert von $\sigma_R = 0,5$ dB weitgehend akzeptiert.
- σ_T ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl σ_p als auch σ_R (siehe IEC/TS 61400-14)
- $\Delta L_{a,k}$ ist die tonale Hörbarkeit gemäß IEC 61400-11, auch bezeichnet als potenziell hörbares, schmalbandiges Geräusch.

9 Referenzdokumente

- IEC 61400-11, Windkraftanlagen Teil 11: Schallmessverfahren, Ausgabe 2.1 (2006-11) oder Ausgabe 3 (2012-11)
- IEC/TS 61400-14, Windenergieanlagen – Teil 14: Angabe der immissionsrelevanten Schallleistungspegel- und Tonalitätswerte, Ausgabe 1 (2005-03).
- MNPT – "Machine Noise Performance Test", Technische Dokumentation
- Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Rev. 18, 01.02.2008, Fördergesellschaft Windenergie (FGW).