

Technische Dokumentation Windenergieanlagen 3.6-137 - 50 Hz



Schalleistung

Normalbetrieb gemäß FGW
Inkl. Terz- und Oktavbandspektren

Das Dokument enthält Anhänge. Zum Anzeigen der ausgewählten Dokumente benötigen Sie unter Umständen den Adobe® Reader® Version X oder höher.



imagination at work

www.gepower.com

Visit us at
<https://renewables.gepower.com>

Klassifizierung: öffentliches Dokument

Urheber- und Verwertungsrechte

Urheber- und Verwertungsrechte: Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

GE und  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	Einleitung.....	5
1.1	Allgemeines.....	5
1.2	Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option).....	5
2	Schallleistungspegel im Normalbetrieb	6
3	Unsicherheitsangaben	8
4	Tonalität.....	8
5	Terminologie der IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14.....	8
6	Terzband-Spektren.....	8
7	Referenzdokumente	8
	Anhang 1 – Terzband-Schallleistungspegel $L_{WA,k}$	9

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Dieses Dokument beschreibt die Schallleistung der Windenergieanlage 3.6-137 für den Normalbetrieb und fasst den berechneten Schallleistungspegel $L_{WA,k}$, die Unsicherheitsangaben im Zusammenhang mit dem immissionsrelevanten Schallleistungspegel, die Tonalität sowie die berechneten Terzband-Spektren zusammen.

Alle angegebenen Schallleistungspegel sind A-bewertet.

GE überprüft Spezifikationen kontinuierlich durch Messungen, einschließlich der von unabhängigen Instituten durchgeführten Messungen. Wenn Geräuschemissionsprüfungen an WEAs erfolgen, müssen diese in Übereinstimmung mit folgenden Mindestanforderungen durchgeführt werden:

- den Vorschriften der internationalen Norm IEC 61400-11 oder FGW TR1
- dem GE Machine Noise Performance Test (MNPT; Verfahren zur Prüfung der Geräuschemissionen von Windenergieanlagen)

1.2 Wind Farm Noise Management (verfügbar als Option)

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 Schallleistungspegel im Normalbetrieb

Die immissionsrelevanten Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ werden zunächst als Funktion der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_{HH} berechnet. Die entsprechenden Windgeschwindigkeiten v_{10m} in 10 m Höhe über dem Boden wurden unter Annahme eines logarithmischen Windprofils berechnet. In diesem Fall wurde als Referenzwert eine Oberflächenrauigkeit gemäß IEC 61400-11 von $z_{0,ref} = 0,05$ m verwendet. Dies entspricht durchschnittlichen Geländebedingungen.

$$v_{10m} = v_{HH} \frac{\ln\left(\frac{10m}{z_{0ref}}\right)}{\ln\left(\frac{Nabenhöhe}{z_{0ref}}\right)} \quad 1$$

Die immissionsrelevanten Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ und die entsprechenden Oktavband-Spektren sind in Tabelle 1 für verschiedene Nabenhöhen aufgeführt. Die Werte werden für den Normalbetrieb (NO) der WEA zwischen Einschalt- und Abschaltwindgeschwindigkeit angegeben.

¹Vereinfacht nach IEC 61400-11, Ausgabe 2.1: 2006 Gleichung 7

Beachten Sie, dass unter standortspezifischen Bedingungen andere Werte der Rauigkeitslänge angebracht sein können.

Normalbetrieb – A-bewertete Oktavband-Spektren [dB]											
Windgeschwindigkeit in Nabhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14,0- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 110 m [m/s]	2.8	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	8.9	9,6- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 149 m [m/s]	2.6	3.3	4.0	4.6	5.3	6.0	6.6	7.3	7.9	8.6	9,3- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	5,9	6,6	7,2	7,9	8,6	9,2- Ab- schal- tung
Frequenz (Hz)	16	49,2	50,6	54,4	57,6	60,3	61,9	62,0	62,0	62,0	61,9
	32	63,8	65,0	68,6	71,6	74,3	75,8	75,9	76,0	76,0	75,9
	63	75,5	76,5	80,1	83,1	85,7	87,4	87,4	87,5	87,5	87,4
	125	83,3	84,7	88,5	91,5	94,1	95,3	95,4	95,5	95,4	95,4
	250	86,0	87,8	91,8	95,3	98,0	98,8	98,8	98,7	98,5	98,6
	500	86,5	88,4	92,6	96,2	99,2	100,4	100,3	100,2	100,3	100,4
	1000	86,7	88,5	92,5	95,9	99,0	100,4	100,4	100,5	100,7	100,9
	2000	83,2	86,3	90,0	93,2	96,0	97,4	97,5	97,6	97,5	96,8
	4000	73,6	77,6	82,0	85,3	87,9	89,0	89,0	88,3	87,4	86,8
	8000	55,5	58,6	62,1	65,1	67,7	68,0	67,8	66,6	65,0	64,5
Gesamtschallleistungspegel [dB]		92,5	94,5	98,5	101,9	104,8	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0

Tabelle 1: Immissionsrelevante Schallleistungspegel als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle durch die General Electric Company.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.

3 Unsicherheitsangaben

Die vorgenannten Schallleistungspegel sind Mittelwerte, die anhand von WEA-Evaluierungen berechnet werden. Die Standardabweichungen u_c , σ_P , σ_R und σ_T in Zusammenhang mit Messungen und Mittelwerten sind in IEC 61400-11 und IEC/TS 61400-14 erläutert.

Bei GE Windenergieanlagen kann für σ_P ein typischer Wert von 0,8 dB angenommen werden.

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

4 Tonalität

Für den Referenzmesspunkt im Abstand r_0 gemäß IEC 61400-11 wird für die 3.6-137 Windenergieanlagen, ungeachtet der Windgeschwindigkeit, ein Wert für die Tonhaltigkeit im Nahbereich von $\Delta L_o < 2$ dB angegeben, bzw. $K_{TN} \leq 1$ dB gemäß FGW angegeben.

5 Terminologie der 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.
- σ_P ist die Produktstreuung, d. h. die Produktabweichung von einer 3.6-137 Einheit zur nächsten, gemäß IEC/TS 61400-14.
- σ_R ist die gesamte Test-Reproduzierbarkeit, wie in IEC/TS 61400-14 definiert.
- σ_T ist die Gesamtstandardabweichung und kombiniert sowohl σ_P als auch σ_R .
- $\Delta L_{a,k}$ ist die tonale Hörbarkeit gemäß IEC 61400-11, auch bezeichnet als potenziell hörbares, schmalbandiges Geräusch.

6 Terzband-Spektren

Die Tabellen in Anhang 1 stellen die Terzband-Spektren für verschiedene Windgeschwindigkeiten dar.

7 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)

Anhang 1 – Terzband-Schallleistungspegel $L_{WA,k}$

Normalbetrieb – Terzbandspektren [dB]											
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 110 m [m/s]	2.8	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	8.9	9,6- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 131,4 m [m/s]	2,7	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 149 m [m/s]	2.6	3.3	4.0	4.6	5.3	6.0	6.6	7.3	7.9	8.6	9,3- Ab- schal- tung
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei einer Nabenhöhe von 164,5 m [m/s]	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	5,9	6,6	7,2	7,9	8,6	9,2- Ab- schal- tung
Frequenz [Hz]	13	35,1	36,9	40,8	44,1	47,0	48,7	48,8	48,9	48,8	48,7
	16	42,3	43,8	47,6	50,8	53,7	55,3	55,4	55,4	55,3	55,2
	20	48,0	49,4	53,1	56,3	59,0	60,6	60,7	60,7	60,7	60,6
	25	53,2	54,4	58,1	61,2	63,9	65,4	65,5	65,6	65,6	65,5
	32	57,8	59,0	62,6	65,7	68,4	69,9	70,0	70,1	70,1	70,0
	40	62,0	63,2	66,8	69,8	72,4	74,0	74,0	74,2	74,2	74,1
	50	65,4	66,5	70,1	73,1	75,7	77,3	77,4	77,5	77,5	77,5
	63	69,7	70,7	74,3	77,3	79,9	81,6	81,6	81,7	81,7	81,7
	80	73,5	74,6	78,2	81,2	83,8	85,4	85,4	85,5	85,5	85,4
	100	76,3	77,5	81,2	84,2	86,7	88,2	88,3	88,4	88,3	88,3
	125	78,5	79,9	83,6	86,6	89,1	90,3	90,4	90,5	90,5	90,4
	160	80,0	81,6	85,4	88,5	91,1	92,1	92,2	92,3	92,2	92,1
	200	80,7	82,5	86,4	89,7	92,3	93,1	93,2	93,1	93,0	93,0
	250	81,3	83,1	87,1	90,6	93,3	94,0	94,0	93,9	93,7	93,8
	315	81,6	83,5	87,6	91,1	94,0	94,8	94,7	94,6	94,4	94,5
	400	81,7	83,6	87,8	91,4	94,4	95,3	95,2	95,1	95,0	95,1
	500	81,7	83,6	87,8	91,4	94,5	95,6	95,6	95,5	95,5	95,7
	630	81,9	83,8	87,9	91,4	94,5	95,9	95,8	95,8	95,9	96,1
	800	82,0	83,8	87,9	91,4	94,5	95,9	95,9	95,9	96,1	96,2
	1000	82,1	83,9	87,9	91,2	94,4	95,8	95,8	95,9	96,1	96,2
	1250	81,7	83,6	87,5	90,8	93,8	95,3	95,3	95,4	95,6	95,6
	1600	80,4	82,7	86,5	89,7	92,6	94,0	94,1	94,2	94,4	94,3
	2000	78,1	81,6	85,2	88,4	91,2	92,6	92,7	92,9	92,8	92,4
	2500	75,3	79,7	83,4	86,5	89,1	90,6	90,6	90,7	90,1	89,4
	3150	71,9	76,1	80,6	83,8	86,2	87,6	87,6	87,1	86,1	85,6
	4000	67,5	71,3	75,4	79,1	81,9	82,6	82,4	81,4	80,6	80,4
	5000	62,3	66,0	69,6	72,9	76,1	76,2	76,0	74,9	74,0	73,6
	6300	55,2	58,3	61,8	64,8	67,4	67,7	67,5	66,3	64,7	64,2
	8000	43,9	46,9	50,5	53,5	56,2	55,9	55,7	54,2	52,8	52,4
	10000	28,7	31,9	35,9	39,1	42,0	42,0	41,8	40,4	39,4	37,8
Gesamtschallleistungspegel [dB]	92,5	94,5	98,5	101,9	104,8	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0	106,0

Tabelle 2: Immissionsrelevante Terzband-Schallleistungspegel (A-bewertet) als Funktion der Windgeschwindigkeit

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Ausgedruckte und/oder elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle durch die General Electric Company.

© 2017 General Electric Company. Alle Rechte vorbehalten.