PUBLIC

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

Öffentlich
Dokumentennr.: 0040-2485 V12
2018-10-10

Allgemeine Informationen über die Umweltverträglichkeit von Vestas-Windenergieanlagen

V90-2.0 MW, V100-2.0/2.2 MW, V110-2.0/2.2 MW, V116-2.0/2.1 MW, V120-2.0/2.2 MW, V105-3.3/3.45/3.6 MW, V112-3.3/3.45/3.6 MW, V117-3.3/3.45/3.6/4.2 MW, V126-3.3/3.45/3.6 MW, V136-3.45/3.6/4.2 MW, V150-4.2 MW

50 Hz und 60 Hz

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Dänemark · www.vestas.com

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 3
1.1 Abkürzungen ... 3
2 Von Vestas-Windenergieanlagen ausgehende Emissionen ... 3
2.1 Luftverunreinigungen ... 3
2.2 Luftverwirbelungen ... 3
2.3 Glanzgrad ... 4
2.4 Schattenwurf ... 4
2.5 Korrosionsschutz ... 4
2.6 Lärmentwicklung ... 4
2.6.1 Geräuschreduzierter Betriebsmodus ... 4
2.6.2 Zusätzliche Informationen ... 5
2.6.3 Geräuschemissionen innerhalb der Windenergieanlage ... 5
2.7 Elektromagnetische Felder ... 6
3 Maßnahmen bei Betriebseinstellung ... 7
4 Geschätzte Energiebilanz ... 8
5 Geschätzte Einsparungen an CO_2e ... 9
6 Bedarfsdeckung durch Vestas-Windenergieanlagen ... 11

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

1 Einleitung

Zu den folgenden Themen sind in diesem Dokument die wichtigsten Informationen zusammengefasst:

- Von Vestas-Windenergieanlagen ausgehende Emissionen
- Maßnahmen bei Betriebseinstellung
- Energetische Amortisationszeit
- CO-$_2$e-Reduktion
- Bedarfsdeckung

1.1 Abkürzungen

Abkürzung	Langform/Erläuterung
CO_2-e	Kohlendioxid-Äquivalente
DIN	Deutsches Institut für Normung
EMF	Elektromagnetisches Feld
EU	Europäische Union
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung)

Tabelle 1-1: Abkürzungen

2 Von Vestas-Windenergieanlagen ausgehende Emissionen

Im folgenden Kapitel werden die von einer Vestas-Windenergieanlage im Standardbetrieb (d. h. störungsfreien Betrieb) möglicherweise ausgehenden Emissionen beschrieben.

2.1 Luftverunreinigungen

Vestas-Windenergieanlagen sind so konstruiert, dass im Normalbetrieb sowie im Störfall keine Luftverunreinigungen entstehen. Durch einen Brand bedingte Luftverunreinigungen stellen eine Ausnahmesituation dar und sind daher gesondert zu betrachten.

2.2 Luftverwirbelungen

Im Nachlauf einer Vestas-Windenergieanlage bilden sich durch den Betrieb des Rotors Luftturbulenzen. Aus diesem Grund sind die Mindestabstände zwischen den Windenergieanlagen in der allgemeinen Spezifikation zur jeweiligen Anlage aufgeführt. Sind die Abstände kleiner als in der allgemeinen Spezifikation festgelegt, muss die Stabilität der errichteten Windenergieanlage und die der benachbarten Anlagen auf dem Wege eines Vestas Site Check kontrolliert werden.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

2.3 Glanzgrad

Zur Vermeidung von Umweltbelastungen durch optische Einflüsse werden Vestas-Windenergieanlagen standardmäßig in Farbgebung RAL 7035 (lichtgrau) produziert. Zur Dämpfung von Lichtreflexionen an den Rotorblattflächen gelangen verringerte Glanzgrade zum Einsatz, die den Anforderungen nach DIN 67530/ISO 2813-1978 entsprechend maximal 30 % betragen (für weitere Informationen siehe Dokument „Allgemeine Spezifikation“ zur jeweiligen Windenergieanlage). Auf Anfrage können die Blätter auch in RAL 9010 (weiß) oder mit Gefahrenfeuer in RAL 3000/RAL 3020 (rot) oder RAL 2009 (orange) zur Verfügung gestellt werden.

2.4 Schattenwurf

Der von den Rotorblättern ausgehende Schattenwurf verursacht eine periodisch wiederkehrende Abschattung der Sonne.

Vestas bietet auf Anfrage eine Schattenwurfmoduloption, um Schattenwurf auf benachbarte Häuser zu vermeiden.

2.5 Korrosionsschutz

Der Korrosionsschutz der Vestas-Türme besteht aus einem Zinkauftrag auf gereinigtem Stahl und richtet sich nach ISO 12944-2. Über diesen Korrosionsschutz werden eine Grundlackierung und ein Deckanstrich aufgetragen. Sowohl die Grundlackierung als auch der Deckanstrich sind zinkfrei, sodass eine Zinkauswaschung ausgeschlossen ist.

2.6 Lärmentwicklung

Windenergieanlagen emittieren in der Regel Lärm. Das Geräuschspektrum einer Vestas-Windenergieanlage wird oft als breitbandiges Rauschen beschrieben. Es gibt neben dem bekannten Rauschen der Blätter keine pulsierenden Schwankungen oder störenden Töne im Geräuschpegel.

Der Geräuschpegel der Windenergieanlage ist abhängig vom Windenergieanlagentyp und dem Betriebsmodus, in dem die Windenergieanlage betrieben wird. Der Geräuschmodus der Windenergieanlage wird entsprechend den projektspezifischen Anforderungen gewählt und eingestellt. Für weitere Informationen zum geräuschreduzierten Betriebsmodus siehe 2.6.1 Geräuschreduzierter Betriebsmodus auf S. 4 und 2.6.2 Zusätzliche Informationen auf S. 5.

2.6.1 Geräuschreduzierter Betriebsmodus

Oftmals kommt ein geräuschreduzierter Betriebsmodus zu bestimmten Zeiten zum Einsatz (z. B. nachts zwischen 22 und 6 Uhr), um die vorgegebenen nationalen Lärmgrenzwerte für anliegende Wohnbebauungen einzuhalten. Eine Senkung der Geräuschemission führt gegenüber dem leistungsoptimierten Standardbetrieb zu einer Reduzierung der Energieerzeugung.

Das integrierte System für das Geräuschminderungsmanagement (NRMS) umfasst eine Windrichtungs-, Windgeschwindigkeits- und Zeitsteuerung, die jeweils den Betrieb in einem ausgewählten Geräuschmodus unter festgelegten

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

Bedingungen sicherstellen und somit eine optimale Anpassung an alle gesetzlichen Anforderungen ermöglichen.

OptiTip® System

Alle Windenergieanlagen sind mit der Pitchregelung OptiTip® von Vestas ausgestattet. Bei OptiTip® wird der Pitchwinkel der Rotorblätter ständig so angepasst, dass der für die aktuellen Windbedingungen optimale Winkel eingestellt ist. Durch die Regelung des Pitchwinkels der Rotorblätter werden die Energieerzeugung optimiert und der Geräuschpegel reduziert.

Die Anpassung des Pitchwinkels der Rotorblätter dient als geräuschreduzierender Betriebsmodus. Daher sind für die Windenergieanlagen nachts und tagsüber verschiedene Betriebsmodi möglich. Vestas-Windenergieanlagen können so mit unterschiedlichen Leistungskurven und/oder Schallleistungspegeln betrieben werden. Dadurch kann der Betrieb der Vestas-Windenergieanlage kundenspezifisch angepasst werden, um den besonderen Standortanforderungen gerecht zu werden.

2.6.2 Zusätzliche Informationen

Eine Manipulation der einstellbaren Parameter von Vestas Windenergieanlagen durch Dritte ist auszuschließen. Sämtliche Eingriffe in die Maschinenparameter, u. a. auch zur Änderung der Leistungskurve und damit auch der Geräuschemission der Vestas-Windenergieanlage, können und dürfen nur vom technischen Personal von Vestas vorgenommen werden. Um Änderungen der Geräuschemission vorzunehmen, ist ein spezieller Sicherheitscode notwendig, der ausschließlich autorisierten Mitarbeitern von Vestas zugänglich ist.

2.6.3 Geräuschemissionen innerhalb der Windenergieanlage

Tabelle 2-1 auf S. 6 gibt den Geräuschpegel nach der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) bezogen auf die Lärmexposition von Personen an, welche die Windenergieanlage im Normalbetrieb und zu normalen Wartungsoperationen betreten. Der Geräuschpegel ist bezogen auf die 4-MW-Plattform der Windenergieanlagen angegeben; ebenso ist der Tabelle zu entnehmen, ob das Tragen von Gehörschutz erforderlich ist.

Position	**Betrieb**	**Geräuschpegel**		**Gebotene Maßnahme**
		L_{Aeq} [dB(A)]	**L_{CPeak} [dB(C)]**	
Eingang zur Windenergieanlage	Betrieb und Standby	< 60 (56)	< 105 (100)	Keine
Turmunterseite	Betrieb und Standby	< 70 (65)	< 100 (95)	Keine
Aufzug	Standby	< 85 (81)	< 110 (106)	Gehörschutz erforderlich
Plattform	Standby	< 80	< 100	Gehörschutz

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

Position	Betrieb	Geräuschpegel		Gebotene Maßnahme
unter dem Maschinenhaus		(72)	(94)	erforderlich
Plattform unter dem Maschinenhaus	Betrieb	< 94 (91)	< 125 (118)	Gehörschutz erforderlich
Im Innern des Maschinenhauses	Standby mit maximaler Lüfterdrehzahl	< 85 (82)	< 108 (103)	Gehörschutz erforderlich
Im Innern des Maschinenhauses	Standby ohne Lüfter	< 80 (76)	< 105 (96)	Gehörschutz ratsam
Im Innern des Maschinenhauses	Betrieb	< 100 (96)	< 120 (114)	Gehörschutz erforderlich

Tabelle 2-1: Erklärung gemäß der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. In der Tabelle geben die Zahlenwerte in Klammern die Ergebnisse der unmittelbaren Messungen und die Angaben ohne Klammern die Unsicherheit der jeweiligen Angabe wieder.

2.7 Elektromagnetische Felder

Die 4-MW- und 2-MW-Windenergieanlagenplattform hält die Grenzwerte der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) und der EMF-Richtlinie (2013/35/EU) zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer, die die Windenergieanlage im Normalbetrieb oder zu Zwecken der normalen Wartung betreten, vor Gefährdung durch abgestrahlte elektromagnetische Felder ein:

1. Das Personal wird keinen magnetischen Feldern oberhalb der Auslöseschwelle im Frequenzbereich zwischen 5 Hz und 400 kHz ausgesetzt.
2. Das Personal wird keinen elektrischen Feldern oberhalb der Auslöseschwelle im Frequenzbereich zwischen 5 Hz und 32 kHz ausgesetzt.

Die Windenergieanlagen erfüllen Kategorie 0 hinsichtlich der Einstufung des Niveaus der Strahlungsemissionen nach der Norm zur Sicherheit von Maschinen (EN 12198-1: 2000). Kategorie 0 bedeutet, dass keine Restriktionen und Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

Nach der EMF-Richtlinie (2013/35/EU) sind Vorkehrungen zur Vermeidung einer Exposition des Personals gegenüber statischen Magnetfeldern im Umkreis von 10 cm von Tür und Leitermagneten zu treffen.

3 Maßnahmen bei Betriebseinstellung

Bei einer Betriebseinstellung einer Vestas-Windenergieanlage besteht die Möglichkeit, die Anlage vollständig zu demontieren und zu entsorgen, sodass der landschaftliche Ursprungszustand wiederhergestellt werden kann und damit keine Gefahren bzw. Belästigungen für die Umgebung und die Nachbarschaft bestehen bleiben.

Zunächst erfolgt die Demontage der Hauptkomponenten der Vestas-Windenergieanlage (Rotorblätter mit Nabe, Maschinenhaus, Stahlrohrturm). Dafür werden ein entsprechender Kran sowie fachkundiges Personal eingesetzt. Die Demontagearbeiten einschließlich der Baustellen- und Transportvorbereitung sowie der Fundamententsorgung erstrecken sich je nach Anlagentyp auf einen Zeitraum von drei (3) bis fünf (5) Werktagen.

Bei der Fundamententsorgung wird der Fundamentsockel gesprengt, um die Komponenten zu zerlegen. Diese Materialien werden im Anschluss getrennt und fachgerecht entsorgt. Bei der Installation eventuell in die Erde gerammte Betonpfähle verbleiben nach der Demontage im Boden, da nach Auffüllung und Verdichtung der Grube mit Mutterboden eine landwirtschaftliche Nutzung bzw. Bepflanzung stattfinden kann.

Die Kranstellfläche, Verkabelung und Zuwegung kann ebenfalls entfernt werden, damit der Ursprungszustand wiederhergestellt wird.

Die entstandenen Recyclingmaterialien (Stahl-, Alteisen- und Kupferschrott) werden nach grober Zerkleinerung bei einem Fachbetrieb entsorgt, der auf die Entsorgung von Recyclingmaterialien spezialisiert ist.

Das Schaltanlagenmodul enthält normalerweise Schwefelhexafluorid (SF_6), ein ausgesprochen stark wirksames Treibhausgas, das nicht in die Atmosphäre gelangen darf. Das SF_6-Gas ist bei einem Austausch während des Betriebs sowie bei der Stilllegung der Windenergieanlage vom technischen Servicepersonal aufzufangen.

Die Original-Vestas-Blätter enthalten keine als gefährlich eingestuften Materialien und müssen daher nicht als Sondermüll entsorgt werden. Zu den Hauptmaterialien gehören Glasfasern, ausgehärtete Harze, Karbonfasern, PUR-Klebstoff, PU-Farben, Polyethylenterephthalat- oder Balsakernmaterialien sowie Stahl/Aluminium in den Wurzeleinsätzen und dem Blitzschutzsystem. Für die Demontage und Entsorgung der Blätter sollte geeignete PSA getragen werden, um beispielsweise das Einatmen von Staub zu vermeiden. Nach Möglichkeit sollten immer alle Komponenten recycelt werden.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

4 Geschätzte Energiebilanz

Die für Herstellung, Transport, Wartung und Rückbau aufgewendete Energie wird von einer Vestas-Windenergieanlage je nach Typ, Nabenhöhe, Energieproduktion sowie Einspeiseverlusten innerhalb der in Tabelle 4-1 auf S. 8 dargestellten Zeiträume kompensiert.

Windenergieanlagentyp	Energiebilanz (Monat)
IEC III (v = 7,5 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)	
V90-2.0 MW	11
V100-2.0 MW	10
V110-2.0 MW	7
V110-2.2 MW	7
V116-2.1 MW*	6
V120-2.0 MW**	7
V120-2.2 MW***	8
V126-3.3 MW	8
V126-3.45 MW	8
V136-3.45 MW	8
V136-3.6 MW	7
V150-4.2 MW	7
IEC II (v = 8,5 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)	
V100-2.0 MW	6
V100-2.2 MW	6
V116-2.0 MW	6
V112-3.3 MW	6
V112-3.45 MW	6
V117-3.3 MW	6
V117-3.45 MW	6
V126-3.45 MW	7
V126-3.6 MW	6
V136-3.45 MW	6
V136-3.60 MW	7
V136-4.2 MW	6
IEC I (v = 10,0 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)	
V105-3.3 MW	5
V105-3.45 MW	5
V105-3.6 MW	5
V112-3.3 MW	6
V112-3.45 MW	5
V112-3.6 MW	5
V117-3.45 MW	5
V117-3.6 MW	5
V117-4.2 MW	5

Tabelle 4-1: Geschätzte Energiebilanz

** V116-2.1 MW-Turbinen laufen in der speziellen Windklasse IEC S mit v = 8,0 m/s und k = 2,5.*

** V120-2.0 MW-Turbinen laufen in der speziellen Windklasse IEC S mit v = 7,2 m/s und k = 2,5*

** V120-2.2 MW-Turbinen laufen in der speziellen Windklasse IEC S mit v = 7,0 m/s und k = 2,5*

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

5 Geschätzte Einsparungen an CO_2e

Die Emissionen einer Vestas-Windenergieanlage entstehen nicht primär durch den eigentlichen Betrieb, sondern durch den Energie- und Rohstoffeinsatz bei der Materialproduktion und der Herstellung der Anlage.

In Table 5-1 auf S. 10 ist die CO_2e-Einsparung einer Vestas-Windenergieanlage im Vergleich zu dem in Europa bestehenden Stromproduktionsmix dargestellt. Dabei wird die Einsparung betrachtet, die entsteht, wenn eine Kilowattstunde des durchschnittlichen EU-Stromproduktionsmixes durch eine Kilowattstunde Windenergie bei Netzanschluss ersetzt wird.

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Windenergieanlagentyp	**Einsparungen von CO_2e (Tonnen an CO_2/Jahr)**	**Einsparungen von CO_2e (Tonnen an CO_2/20 Jahre)**
IEC III (v = 7,5 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)		
V90-2.0 MW	3090	61.700
V100-2.0 MW	3370	67.300
V110-2.0 MW	3950	78.900
V110-2.2 MW	4010	80.200
V116-2.1 MW*	6130	94.400
V120-2.0 MW**	4100	81.900
V120-2.2 MW***	5720	82.000
V126-3.3 MW	5680	113.600
V126-3.45 MW	5710	114.200
V136-3.45 MW	6200	124.000
V136-3.6 MW	6330	126.600
V150-4.2 MW	7510	150.100
IEC II (v = 8.5 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)		
V100-2.0 MW	4290	85.800
V100-2.2 MW	4460	89.100
V116-2.0 MW	4570	91.300
V112-3.3 MW	6130	122.500
V112-3.45 MW	6240	124.800
V117-3.3 MW	6350	127.000
V117-3.45 MW	6520	130.300
V126-3.45 MW	6740	134.800
V126-3.6 MW	6930	138.500
V136-3.45 MW	7180	143.500
V136-3.60 MW	6880	137.500
V136-4.2 MW	8080	161.500
IEC I (v = 10.0 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)		
V105-3.3 MW	7110	142.100
V105-3.45 MW	7060	141.100
V105-3.6 MW	7240	144.700
V112-3.3 MW	7490	149.700
V112-3.45 MW	7400	147.900
V112-3.6 MW	7580	151.600
V117-3.45 MW	7620	152.300
V117-3.6 MW	7450	149.000
V117-4.2 MW	8600	172.000

Table 5-1: Estimated CO2-e equivalent reduction achieved by a Vestas wind t*Windenergieanlage im Vergleich zu dem in Europa bestehenden Stromproduktionsmix (geht von 475 g CO_2-e-Äquivalenten pro kWh für einen durchschnittlichen EU- Stromproduktionsmix aus*

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL

6 Bedarfsdeckung durch Vestas-Windenergieanlagen

Die in Tabelle 6-1 auf S. 11 dargestellte Bedarfsdeckung durch Vestas-Windenergieanlagen ergibt sich unter Annahme eines Bedarfs von 4000 kWh pro Haushalt und Jahr. Je nach Standort. Nabenhöhe und Einspeiseverlusten wird ein anderer Jahresenergieertrag von der Anlage erzielt und somit variieren die Werte.

Windenergieanlagentyp	Zahl der Haushalte
IEC III (v = 7.5 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)	
V90-2.0 MW	1700
V100-2.0 MW	1800
V110-2.0 MW	2100
V110-2.2 MW	2100
V116-2.1 MW*	2500
V120-2.0 MW**	2200
V120-2.2 MW***	2200
V126-3.3 MW	3000
V126-3.45 MW	3500
V136-3.45 MW	3300
V136-3.6 MW	3600
V150-4.2 MW	4000
IEC II (v = 8.5 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)	
V100-2.0 MW	2300
V100-2.2 MW	2400
V116-2.0 MW	2400
V112-3.3 MW	3300
V112-3.45 MW	3300
V117-3.3 MW	3400
V117-3.45 MW	3500
V126-3.45 MW	3600
V126-3.6 MW	3700
V136-3.45 MW	3800
V136-3.60 MW	3700
V136-4.2 MW	4300
IEC I (v = 10.0 m/s und k = 2 in Nabenhöhe)	
V105-3.3 MW	3800
V105-3.45 MW	3700
V105-3.6 MW	3800
V112-3.3 MW	4000
V112-3.45 MW	3900
V112-3.6 MW	4000
V117-3.45 MW	4000
V117-3.6 MW	4000
V117-4.2 MW	4600

Tabelle 6-1: Bedarfsdeckung durch Vestas-Windenergieanlagen

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 14

T05 0040-2485 Ver 12 - Approved - Exported from DMS: 2018-11-23 by INVOL