

5. Messung von Emissionen und Immissionen sowie Emissionsminderung

- 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**
- 5.2 *(entfällt)* – Fließbilder über Erfassung, Führung und Behandlung der Abgasströme
- 5.3 *(entfällt)* – Zeichnungen Abluft-/Abgasreinigungssystem
- 5.4 *(entfällt)* – Abluft-/Abgasreinigung
- 5.5 *(entfällt)* – Sonstiges

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)_Allgemeine Umweltverträglichkeit von Vestas WEA (07.03.23/ 13 Seiten)

Glanzgrad (s. Seite 4 der Anlage)

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.

Eingeschränkte Weitergabe
Dokumentennr.: 0016-1661 V22
07.03.2023

Allgemeine Informationen über die Umweltverträglichkeit von Vestas-Windenergieanlagen

Onshore:

2-MW-Plattform	4-MW-Plattform	EnVentus Plattform
V90-2.0 MW	V105-3.45/3.6 MW	V150-5.6/6.0 MW
V100-2.0/2.2 MW	V112-3.45/3.6 MW	V162-5.6/6.0/6.2 MW
V110-2.0/2.2 MW	V117-3.45/3.6/4.2 MW	V162-6.5/6.8/7.2 MW
V120-2.0/2.2 MW	V126-3.45/3.6 MW	V172-6.8/7.2 MW
	V136-3.45/3.6/4.2/4.5 MW	
	V150-4.2/4.5 MW	
	V155-3.3/3.6 MW	
	V163-4.5 MW	

Offshore:

V164-9.5 MW, V174-9.5 MW, V236-15 MW

50 Hz und 60 Hz

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	3
1.1	Abkürzungen.....	3
2	Von Vestas-Windenergieanlagen ausgehende Emissionen	3
2.1	Luftverunreinigungen	3
2.2	Luftverwirbelungen.....	3
2.3	Glanzgrad	3
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	6
4	Geschätzte Energiebilanz.....	8
5	Geschätzte Einsparungen an CO₂-e	10
6	Bedarfsdeckung durch Vestas-Windenergieanlagen	12

1 Einführung

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

- Von Vestas-Windenergieanlagen ausgehende Emissionen
- Maßnahmen bei Betriebseinstellung
- Energetische Amortisationszeit
- CO₂e-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.

2.3 Glanzgrad

Zur Vermeidung negativer visueller Wirkungen 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. Weitere Informationen zum geräuschreduzierten Betriebsmodus siehe 2.6.1 Geräuschreduzierter Betriebsmodus, S. 4 und 2.6.2 Zusätzliche Informationen, 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 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 Seite 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 Wartungsmaßnahmen betreten. Der Geräuschpegel entspricht der 4-MW-Windenergieanlagen-Plattform mit Indikation der Sicherheitsanforderungen gemäß Richtlinie 2003/10/EG.¹

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)	Den Arbeitern muss Gehörschutz zur Verfügung stehen
Plattform unter dem Maschinenhaus	Standby	< 80 (72)	< 100 (94)	keine
Plattform unter dem Maschinenhaus	Betrieb	< 94 (91)	< 125 (118)	Gehörschutz verwenden
Im Innern des Maschinenhauses	Standby mit maximalem Betrieb der Gebläse	< 85 (82)	< 108 (103)	Den Arbeitern muss Gehörschutz zur Verfügung stehen
Im Innern des Maschinenhauses	Standby ohne Gebläse	< 80 (76)	< 105 (96)	keine

¹Die Richtlinie 2003/10/EG über die Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm).

Position	Betrieb	Geräuschpegel		Gebotene Maßnahme
Im Innern des Maschinenhauses	Betrieb	< 100 (96)	< 120 (114)	Gehörschutz verwenden

Tabelle 2-1: Erklärung gemäß der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. In der Tabelle stehen die Zahlen in Klammern für das direkte Messergebnis und ohne Klammern für den Geräuschpegel einschließlich Messunsicherheit

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.

Gemäß der EMF-Richtlinie (2013/35/EU) müssen Vorkehrungen getroffen werden, um zu verhindern, dass das Personal statischen Magnetfeldern ausgesetzt wird. An verschiedenen Orten der Windenergieanlage gelangen starke Permanentmagnete für Anbauteile zum Einsatz. Wegen der von diesen Magneten abgestrahlten Felder ist es zu vermeiden, sich den Magneten zu sehr zu nähern. Die Magnetfelder können sich auf Herzschrittmacher auswirken.

Die Plattform EnVentus™ ist so ausgelegt, dass sie dieselben Anforderungen wie alle Vestas-Produkte erfüllt.

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 oder Beton-Hybrid-Turm). Dafür werden ein entsprechender Kran sowie fachkundiges Personal eingesetzt. Die Demontearbeiten 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 das Fundament in einzelne Komponenten zerlegt. 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.

Für die Entsorgung von Offshore-Windenergieanlagenfundamenten stehen mehrere Optionen zur Verfügung: Unterwasserschneiden, Schwingungen, Herausziehen über Hebesystem und Druckbeaufschlagung. Beim Unterwasserschneiden werden die Pfähle unter dem Meeresboden geschnitten und das Fundament wird weggehoben, wobei der Pfahl im Meeresboden verbleibt. Durch erzeugte Schwingungen und Ausziehen mittels Hebe- und Druckbeaufschlagungsverfahren kann das gesamte Fundament zurückgewonnen werden.

Die Kranstellfläche, Verkabelung und Zuwegung können ebenfalls entfernt werden, um den Bereich wieder in seinen ursprünglichen Zustand zu versetzen.

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 (SF₆), ein ausgesprochen stark wirksames Treibhausgas, das nicht in die Atmosphäre gelangen darf. Das SF₆-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 eingestuft Materialien und müssen daher nicht als Sondermüll entsorgt werden. Zu den Hauptmaterialien gehören Glasfasern, ausgehärtete Harze, Kohlenfasern, 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.

4 Geschätzte Energiebilanz

Die für Herstellung, Transport, Wartung und Rückbau einer Vestas Windenergieanlage aufgewendete Energie wird je nach Typ, Nabenhöhe, Energieproduktion sowie Einspeiseverlusten innerhalb der in Tabelle 4-1 auf S. 9 dargestellten Zeiträume für Onshore-WEA und in Tabelle 4-2 auf S. 9 für Offshore-WEA kompensiert.

Onshore				
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Energiebilanz (Monat)
2-MW-Plattform				
V90-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	11
V100-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	10
V100-2.0 MW	IEC II	8,5	2,0	6
V100-2.2 MW	IEC II	8,5	2,0	6
V110-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	7
V110-2.2 MW	IEC III	7,5	2,0	7
V120-2.0 MW	IEC S	7,2	2,5	7
V120-2.2 MW	IEC S	7,0	2,5	8
4-MW-Plattform				
V105-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	5
V105-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	5
V112-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	6
V112-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	5
V112-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	5
V117-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	6
V117-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	5
V117-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	5
V117-4.2 MW	IEC I	10,0	2,0	5
V126-3.45 MW	IEC III	7,5	2,0	8
V126-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	7
V126-3.6 MW	IEC II	8,5	2,0	6
V136-3.45 MW	IEC III	7,5	2,0	8
V136-3.6 MW	IEC III	7,5	2,0	7
V136-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	6
V136-3.60 MW	IEC II	8,5	2,0	7
V136-4.2 MW	IEC II	8,5	2,0	6
V136-4.5 MW	IEC II	8,5	2,0	5
V150-4.2 MW	IEC III	7,5	2,0	6
V150-4.5 MW	IEC III	7,5	2,0	6
V155-3.3 MW	IEC S	7,0	2,4	7
V155-3.6 MW	IEC S	7,5	2,4	7
V163-4.5 MW	IEC S	7,9	2,6	5
EnVentus Plattform				
V150-5.6 MW	IEC S	8,0	2,48	6
V150-6.0 MW	IEC S	8,0	2,48	6
V162-5.6 MW	IEC S	7,9	2,48	6
V162-6.0 MW	IEC S	7,9	2,48	6

Onshore				
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Energiebilanz (Monat)
V162-6.2 MW	IEC S	7,4	2,48	6
V162-6.5 MW	IEC S	7,4	2,48	8
V162-6.8 MW	IEC S	7,4	2,48	7
V162-7.2 MW	IEC S	7,4	2,48	7
V172-6.8 MW	IEC S	7,4	2,48	7
V172-7.2 MW	IEC S	7,4	2,48	7

Tabelle 4-1: Geschätzte Energiebilanz – Onshore-Windenergieanlagen

Offshore				
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Energiebilanz (Monat)
V164-9.5 MW	IEC S	10,0	2,24	11
V174-9.5 MW	IEC S	10,0	2,24	11
V236-15 MW	IEC S	10,0	2,3	9

Tabelle 4-2: Geschätzte Energiebilanz – Offshore-Windenergieanlagen

5 Geschätzte Einsparungen an CO₂-e

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.

Die CO₂-e-Einsparungen einer Vestas-Onshore-Windenergieanlage im Vergleich zum bestehenden EU-Stromproduktionsmix sind in Tabelle 5-1 auf S. 10 dargestellt, die Zahlen für eine Vestas-Offshore-Windenergieanlage sind in Tabelle 5-2 auf S. 11 aufgeführt. Dabei wird die Einsparung betrachtet, die entsteht, wenn eine Kilowattstunde aus dem durchschnittlichen EU-Strommix durch eine Kilowattstunde Windenergie bei Netzanschluss ersetzt wird.

Onshore					
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Einsparungen von CO ₂ (Tonnen an CO ₂ /Jahr)	Einsparungen von CO ₂ (Tonnen an CO ₂ /20 Jahren)
2-MW-Plattform					
V90-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	3090	61,700
V100-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	3370	67,300
V100-2.0 MW	IEC II	8,5	2,0	4290	85,800
V100-2.2 MW	IEC II	8,5	2,0	4460	89,100
V110-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	3950	78,900
V110-2.2 MW	IEC III	7,5	2,0	4010	80,200
V120-2.0 MW	IEC S	7,2	2,5	4100	81,900
V120-2.2 MW	IEC S	7,0	2,5	5720	82,000
4-MW-Plattform					
V105-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	7060	141,100
V105-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	7240	144,700
V112-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	6240	124,800
V112-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	7400	147,900
V112-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	7580	151,600
V117-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	6520	130,300
V117-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	7620	152,300
V117-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	7450	149,000
V117-4.2 MW	IEC I	10,0	2,0	8170	163,300
V126-3.45 MW	IEC III	7,5	2,0	5710	114,200
V126-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	6740	134,800
V126-3.6 MW	IEC II	8,5	2,0	6930	138,500
V136-3.45 MW	IEC III	7,5	2,0	6200	124,000
V136-3.6 MW	IEC III	7,5	2,0	6330	126,600
V136-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	7180	143,500
V136-3.60 MW	IEC II	8,5	2,0	6880	137,500
V136-4.2 MW	IEC II	8,5	2,0	7430	148,600
V136-4.5 MW	IEC II	8,5	2,0	9300	186,000
V150-4.2 MW	IEC III	7,5	2,0	6880	137,600
V150-4.5 MW	IEC III	7,5	2,0	8700	174,000
V155-3.3 MW	IEC S	7,0	2,4	6380	127,600
V155-3.6 MW	IEC S	7,5	2,4	6700	134,000
V163-4.5 MW	IEC S	7,9	2,6	9330	186,600

Onshore					
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Einsparungen von CO ₂ (Tonnen an CO ₂ /Jahr)	Einsparungen von CO ₂ (Tonnen an CO ₂ /20 Jahren)
EnVentus Plattform					
V150-5.6 MW	IEC S	8,0	2,48	10,080	201,600
V150-6.0 MW	IEC S	8,0	2,48	10,330	206,600
V162-5.6 MW	IEC S	7,9	2,48	10,700	214,000
V162-6.0 MW	IEC S	7,9	2,48	11,070	221,400
V162-6.2 MW	IEC S	7,4	2,48	10,110	202,200
V162-6.5 MW	IEC S	7,4	2,48	10,200	204,000
V162-6.8 MW	IEC S	7,4	2,48	10,400	208,000
V162-7.2 MW	IEC S	7,4	2,48	10,500	210,000
V172-6.8 MW	IEC S	7,4	2,48	11,070	221,400
V172-7.2 MW	IEC S	7,4	2,48	11,280	225,600

Tabelle 5-1: Geschätzte CO₂e-Reduktion, die von Vestas-Onshore-Windenergieanlagen im Vergleich zum durchschnittlichen EU-Strommix erreicht wird (ausgehend von 475 g CO₂e pro kWh für die EU).

Offshore					
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Einsparungen von CO ₂ (Tonnen an CO ₂ /Jahr)	Einsparungen von CO ₂ (Tonnen an CO ₂ /20 Jahren)
V164-9.5 MW	IEC S	10,0	2,24	17,700	353,900
V174-9.5 MW	IEC S	10,0	2,24	18,600	372,400
V236-15 MW	IEC S	10,0	2,3	31,100	622,000

Tabelle 5-2: Geschätzte CO₂e-Reduktion, die von Vestas-Offshore-Windenergieanlagen im Vergleich zum durchschnittlichen EU-Strommix erreicht wird (ausgehend von 475 g CO₂e pro kWh für die EU).

6 Bedarfsdeckung durch Vestas-Windenergieanlagen

Die in Tabelle 6-1 auf S. 13 und Tabelle 6-2 auf S. 13 dargestellte Bedarfsdeckung durch Vestas-Onshore und -Offshore-Windenergieanlagen ergibt sich jeweils unter Annahme eines Bedarfs von 4.000 kWh pro Haushalt und Jahr. Je nach Standort, Nabenhöhe und Einspeiseverlusten wird ein anderer Jahresenergieertrag von der Anlage erzielt und somit variieren die Werte.

Onshore				
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Zahl der Haushalte
2-MW-Plattform				
V90-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	1700
V100-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	1800
V100-2.0 MW	IEC II	8,5	2,0	2300
V100-2.2 MW	IEC II	8,5	2,0	2400
V110-2.0 MW	IEC III	7,5	2,0	2100
V110-2.2 MW	IEC III	7,5	2,0	2100
V120-2.0 MW	IEC S	7,2	2,5	2200
V120-2.2 MW	IEC S	7,0	2,5	2200
4-MW-Plattform				
V105-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	3700
V105-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	3800
V112-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	3600
V112-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	3900
V112-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	4000
V117-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	3500
V117-3.45 MW	IEC I	10,0	2,0	4000
V117-3.6 MW	IEC I	10,0	2,0	4000
V117-4.2 MW	IEC I	10,0	2,0	4300
V126-3.45 MW	IEC III	7,5	2,0	3500
V126-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	3800
V126-3.6 MW	IEC II	8,5	2,0	3700
V136-3.45 MW	IEC III	7,5	2,0	3300
V136-3.6 MW	IEC III	7,5	2,0	3600
V136-3.45 MW	IEC II	8,5	2,0	3800
V136-3.60 MW	IEC II	8,5	2,0	3700
V136-4.2 MW	IEC II	8,5	2,0	4000
V136-4.5 MW	IEC II	8,5	2,0	4900
V150-4.2 MW	IEC III	7,5	2,0	3700
V150-4.5 MW	IEC III	7,5	2,0	4600
V155-3.3 MW	IEC S	7,0	2,4	3400
V155-3.6 MW	IEC S	7,5	2,4	3600
V163-4.5 MW	IEC S	7,9	2,6	5000
EnVentus Plattform				
V150-5.6 MW	IEC S	8,0	2,48	5400
V150-6.0 MW	IEC S	8,0	2,48	5500
V162-5.6 MW	IEC S	7,9	2,48	5700
V162-6.0 MW	IEC S	7,9	2,48	5900

Onshore				
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Zahl der Haushalte
V162-6.2 MW	IEC S	7,4	2,48	5400
V162-6.5 MW	IEC S	7,4	2,48	5500
V162-6.8 MW	IEC S	7,4	2,48	5600
V162-7.2 MW	IEC S	7,4	2,48	5600
V172-6.8 MW	IEC S	7,4	2,48	5900
V172-7.2 MW	IEC S	7,4	2,48	6000

Tabelle 6-1: Bedarfsdeckung durch Vestas-Onshore-Windenergieanlagen

Offshore				
Windenergieanlagentyp	Windklasse	Windgeschwindigkeit	K-Faktor	Zahl der Haushalte
V164-9.5 MW	IEC S	10,0	2,24	9400
V174-9.5 MW	IEC S	10,0	2,24	9900
V236-15 MW	IEC S	10,0	2,3	16,500

Tabelle 6-2: Bedarfsdeckung durch Vestas-Offshore-Windenergieanlagen