

**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 Allgemeine Information über die Umweltverträglichkeit.pdf
- 5.1 Allgemeine-Beschreibung-VOB-Vestas-Schattenwurf-Abschaltsystem.pdf
- 5.1 Allgemeine-Spezifikation-Schattenwurfabschaltmodul-NorthTec-.pdf

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**

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0016-1661 VER 22

T05 0016-1661 Ver 22 - Approved- Exported from DMS: 2023-04-27 by INVOL

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 Schalleistungsebenen 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 eingestuftes 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

Restricted
Dokumentennr.: 0083-6732.V00 (0080-8993.V01)
2019-02-07

VestasOnline[®] Business

Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem

Allgemeine Beschreibung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Abkürzungsliste	3
2	Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem in der Übersicht.....	3
3	Systemarchitektur.....	4
3.1	Umwelttechnische Steuerlogik	4
3.2	Sensoren	5
4	Kompatible Systeme.....	6
5	Dokumentation.....	6

1 Einleitung

Environmental Controls (Umweltechnische Systeme) sind optionale Module für die SCADA-Systeme VestasOnline® Business (VOB) und VestasOnline® Compact (VOC).

Die Environmental Control-Funktionen unterstützen den Windpark und seine Eigentümer beim Schutz der Umwelt vor unerwünschten Nebenwirkungen der Drehung der Rotorblätter der Windenergieanlage.

Dieses Dokument beschreibt ausführlich das VestasOnline® Environmental Control-Option: Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem.

1.1 Abkürzungsliste

Abkürzung	Erläuterung
PPC	Power Plant Controller
VOB	VestasOnline® Business
VOC	VestasOnline® Compact
VSFC	Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem
WEA	Windenergieanlage

2 Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem in der Übersicht

Das Vestas Schattenwurf-Abschaltsystem (VSFC) ist ein optionales Modul, das durch WEA an in der Nähe des Windparks befindlichen Rezeptoren verursachte periodischer Schattenwurf verhindern soll. Solche Rezeptoren sind in der Regel Anwohner, Büros, Krankenhäuser und ähnliche bauliche Strukturen.

Schattenwurf treten auf, wenn die Sonnenstrahlen aufgrund des Sonnenstandes zwischen den Blättern der WEA hindurch verlaufen, bevor sie auf den Rezeptor treffen. Dadurch entsteht ein Schattenwurf, der störend sein und im schlimmsten Fall bei lichtempfindlichen Personen epileptische Anfälle auslösen kann.

Der Schutz vor Schattenwurf, VSFC, wird über mehrere Zeitpläne und Regelsätze realisiert, welche dazu führen, dass die WEA automatisch pausiert, wenn bestimmte einstellbare Umgebungsbedingungen vorliegen. Diese Bedingungen ändern sich im Jahresverlauf in Abhängigkeit mit dem Sonnenstand.

Das VSFC berücksichtigt folgende Umweltbedingungen:

- Sonnenstand relativ zu den WEA und den Rezeptoren.
- Abstand zwischen WEA und Rezeptoren
- Lichtstärke, an bewölkten Tagen fällt z.B. kein Schatten.

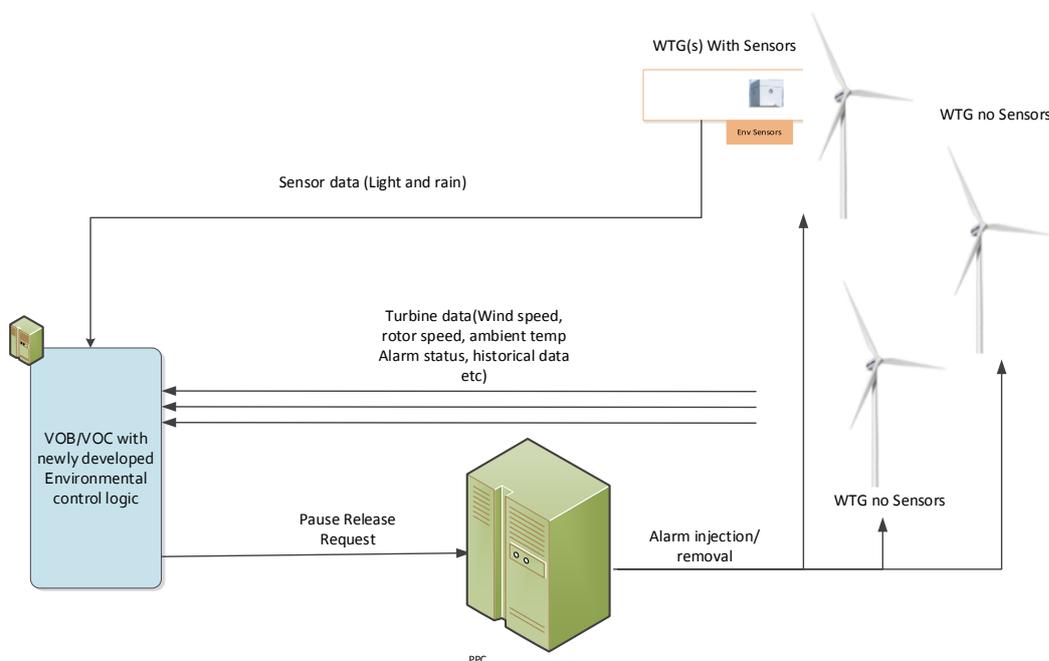
Möglicherweise sind mehrere Lichtstärkesensoren erforderlich, je nach Windparklayout und Anzahl der betroffenen Rezeptoren. Dies erfolgt während Standortauslegung.

Die VSFC-Funktion ermöglicht es Benutzern, einzelnen WEA Zeitpläne und Regeln zuzuweisen. Beispiele für Regeln sind zulässige tägliche oder jährliche kumulierte max. zulässige Beschattungsdauer an spezifischen Immissionspunkte, wie z.B. in Genehmigungen festgelegt.

Der Kunde verantwortlich die genauen GPS-Koordinaten für eine korrekte Konfiguration des Systems bereitzustellen. Eine Überprüfung der Genauigkeit der GPS-Koordinaten vor Ort durch Vestas gehört nicht zum Standard-Lieferumfang. Die VSFC-Funktion beruht auf der Analyselogik im VOB oder VOC. Die Analyselogik berechnet die Möglichkeit für das Entstehen von Schattenwurf an dem vordefinierten Rezeptor. Wird ein positives Ergebnis errechnet, wird die WEA aufgefordert, die Blätter außer Betrieb zu pitchen und die WEA in PAUSE gesetzt.

Darüber hinaus ist die VFSC mit einer Benutzeroberfläche zur Überwachung sowie einer Funktion zur Berichterstellung über VestasOnline® Nachweise und für Produktionsausfallberechnungen ausgestattet.

3 Systemarchitektur



3.1 Umwelttechnische Steuerlogik

Die umwelttechnische Steuerlogik wird auf den Systemen VOB oder VOC in Form eines Softwaremoduls ausgeführt. Das Modul nutzt die OPC-Anbindung zur Datenerfassung und als Befehlschnittstelle zum PPC. Daten werden in der vorhandenen VOB-Datenbank gespeichert.

Das Modul stellt folgende Hauptfunktionen bereit.

Datenerfassung: Die Datenerfassung erfolgt über die WEA-Steuerungen und über an den WEA angebrachte Sensoren. Die Sensorwerte und der Zustandsstatus der Sensoren werden mit Zeitstempel protokolliert.

Umwelttechnische Steuerlogik: Die umwelttechnische Steuerlogik vergleicht die Konfigurationsdaten mit den von den Sensoren eingehenden Messdaten und den Daten der Windenergieanlage. Beruhend auf den konfigurierten Regeln beurteilt

die Logik erforderliche Maßnahmen, welche durch die WEA ergriffen werden müssen.

Datenausgabe der umwelttechnischen Logik: Die durch die WEA zu ergreifenden Maßnahmen werden an den Power Plant Controller (PPC) geschickt, der sie ihrer Wichtigkeit nach ordnet und die WEA-Steuerbefehle ausführt. Dadurch ist sichergestellt, dass die WEA nicht mehrere eventuell widersprüchliche Befehle erhalten. Der PPC koordiniert den Dateneingang von verschiedenen Systemen. Eines davon ist das Schattenwurf-Abschaltsystem. Er sorgt dafür, dass der Windpark so gesteuert wird, dass Schattenwurf an Rezeptoren in der Nähe des Windparks reduziert wird. Dabei werden andere Prioritäten wie Netzanschlussbedingungen berücksichtigt.

Alle Maßnahmen werden protokolliert und können in Berichten dargestellt werden.

Alle Maßnahmen und die Sensordaten, auf denen die Maßnahmen beruhen, sowie der Sensorzustandsstatus werden mit Zeitstempel protokolliert und können in Berichten dargestellt werden. Meldet ein Sensor Schäden oder Funktionsausfall, verwendet das System einen Standardwert, damit sichergestellt ist, dass die Drosselung stattfindet, wenn die anderen Kriterien erfüllt sind.

Benutzeroberfläche:

Die Benutzeroberfläche für die umwelttechnischen Steuerfunktionen beinhaltet folgende Hauptfunktionen:

Überwachung	Liefert dem Benutzer mit Informationen und meldet den Status der aktuellen Systemwerte.
Berichterstattung	Bietet dem Benutzer eine Bedienoberfläche zur Berichterstellung. Nachweis- und Produktionsausfallberichte.
Berichtstypen (Reports)	Nachweis-Berichte mit Informationen zu getroffenen Entscheidungen, Sensordaten, Sensorstatus, Konfigurationsänderungen usw.
Berichtstypen (Reports)	Produktionsausfallberichte

3.2 Sensoren

Alle Sensoren befinden sich an der WEA. Folgende Sensortypen kommen zum Einsatz:

Sensortyp	Benötigte Anzahl
Lichtstärke	Abhängig von dem Windparkauslegung des Standorts

Sensordaten beruhen auf den aktuelle Sensorwerten. Es handelt sich also um Echtzeitdaten, nicht um Verlaufsdaten aus den vergangenen zehn Minuten.

Durchschnittsbildung, Hysterese und Schwellenwerte dienen dazu, extreme Spitzenwerte in den Messdaten zu verhindern, damit die WEA nicht in permanenter Folge pausieren und wieder anlaufen. Diese Einstellung lässt sich in der Konfiguration ändern.

4 Kompatible Systeme

Das Schattenwurf-Abschaltssystem lässt sich in Vestas Windparks einsetzen, die folgende Systemvoraussetzungen erfüllen:

- VMPGlobal – WEA mit Sensoren und WEA mit Alarm-Meldung
- VestasOnline® Business Mk5/VestasOnline® Compact Mk4.2 mit Softwareversion 3.24 und höher
- VestasOnline® Power Plant Controller Mk5 mit Softwareversion 5.1.0 und höher
- VestasOnline® Power Plant Controller Mk4 mit Softwareversion 3.3.0 und höher

5 Dokumentation

Ein Konfigurationshandbuch und ein Handbuch zur Benutzeroberfläche gehören zum Lieferumfang der Option Schattenwurf-Abschaltssystem.

Restricted
Dokument Nr.: 0028-0787.V07
2023-03-23

Option Northtec Schattenwurfschutzsystem Allgemeine Spezifikation

Inhalt

- 1 Allgemeine Hinweise 3**
- 2 Schattenwurfproblematik 3**
- 3 Voraussetzungen 3**
- 4 Funktionsweise 3**
- 5 Planerische Informationen 3**
- 6 Lichtsensor(en) 4**
- 7 Programmierung 4**
- 8 Protokollfunktion 5**
- 9 Fernzugriff 5**
- 10 Optionen 5**
- 10.1 Einmessung von Immissionsorten (optional) 5
- 10.2 Sonderabschaltungen (optional) 5
- 10.3 Lichtsensoren (optional) 5
- 11 Installation 6**
- 12 Technische Daten des Schattenwurfmoduls 9**
- 13 Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Architektur“ 10**
- 14 Abkürzungsverzeichnis 10**

Dies Dokument ist gültig für den Vertriebsbereich Deutschland/Vestas NCE.

1 Allgemeine Hinweise

Im Folgenden ist eine kurze allgemeine Information zur Schattenwurfproblematik sowie die Einzelheiten des optional erhältlichen Schattenwurfschutzsystem der Fa. NorthTec GmbH & Co. KG beschrieben. Das Schattenwurfschutzsystem setzt sich zusammen aus dem Shadow Master Unit V4 und der Software Shadow Manager 4 (SM4), die verwendet wird um die Shadow Master Unit (SMU) zu konfigurieren und zu überwachen.

2 Schattenwurfproblematik

Der Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) verursacht bei Sonnenschein periodischen Schattenwurf, der an umliegenden Gebäuden zu erheblichen Belästigungen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) führen kann. Aus diesem Grund findet sich in den Baugenehmigungen zur Errichtung von WEA immer häufiger die Auflage, die WEA mit einer automatischen Abschaltvorrichtung auszurüsten, um sicherzustellen, dass keine umliegenden Gebäude über die geltenden Richtwerte hinaus durch Schattenwurf belästigt werden. Hierbei muss oftmals auch der Schattenwurf von schon länger bestehenden WEA als Vorbelastung berücksichtigt werden. Das hier vorgestellte Schattenwurfschutzsystem bietet die technische Lösung zur Einhaltung dieser Auflage in Verbindung mit der Fernüberwachung VestasOnline™.

3 Voraussetzungen

Die Hardware und Softwarevoraussetzung für die Installation des Schattenwurfschutzsystem der Fa. NorthTec GmbH & Co. KG benötigt folgende Vestas Systeme als Mindestanforderung.

- VestasOnline® Business Server (VOB) Mk5 oder höher
- VestasOnline® Compact Server (VOC) Mk4 oder höher
- Vestas Power Plant Controller (PPC) Mk5 oder höher

4 Funktionsweise

Mit Hilfe eines oder mehrerer Lichtsensoren wird annähernd sekundengenau die Intensität des Sonnenlichts festgestellt. Auf Basis dieser Ergebnisse wird beurteilt, ob das direkte Sonnenlicht ausreichend hoch ist, damit Schattenwurfeffekte auftreten können. Zeitgleich berechnet das SMU, ob an einem der Immissionsorte (IO) aufgrund des aktuellen Sonnenstandes Schattenwurf möglich ist. Wird für einen IO gleichzeitig ausreichend starkes Sonnenlicht und möglicher Schattenwurf festgestellt, werden die Zähler für die tägliche und jährliche Schattenwurfbelastung im Minutentakt aktualisiert. Bei Überschreitung eines eingestellten Grenzwertes wird die schattenwurfverursachende WEA für die Dauer des Schattenwurfes abgeschaltet. Das SMU zeichnet Messwerte und Alarmer auf, versendet Email-Benachrichtigungen und erfasst die Protokolldaten.

5 Planerische Informationen

Ein SMU kann den Schattenwurf von 100 WEA an bis zu 2000 IO (Gebäude mit zu schützenden Wänden und Flächen) überwachen. Jede WEA kann bei Bedarf

vom Schattenwurfschutzsystem ausgeschaltet werden. Zur Ansteuerung der WEA wird das parkinterne Netzwerk verwendet. Die Programmierung erfolgt auf Grundlage einer betreiberseitig beizustellenden Schattenwurfprognose, in der eventuell vorhandene Vorbelastungen ebenfalls berücksichtigt werden sollten. Die IO, die in der Schattenwurfprognose Grenzwertüberschreitungen aufweisen, können optional vor Ort gesichtet und eingemessen werden. Die optional ermittelten bzw. die vom Kunden zur Verfügung gestellten Koordinaten der IO und WEA werden dann zur Programmierung des Schattenwurfschutzsystem genutzt. Das nachträgliche Einfügen weiterer IO oder WEA ist möglich.

6 Lichtsensor(en)

Der Lichtsensor misst die Lichtstärke des sichtbaren Spektrums des Sonnenlichts in vier Himmelsrichtungen. Der integrierte Microcontroller bestimmt anhand dieser vier Messwerte den direkten Anteil des Sonnenlichts. Der direkte Anteil berechnet sich aus der globalen Lichtstärke abzüglich der diffusen Lichtstärke. Dabei werden der Einfallwinkel des Sonnenlichts auf die Photodioden sowie das sich über den Tag hinweg ändernde Farbspektrum des Sonnenlichts berücksichtigt. Übersteigt der direkte Anteil des Sonnenlichts einen bestimmten Grenzwert, kann es grundsätzlich zu Schattenwurfeffekten durch den sich drehenden Rotor kommen. Dieser Grenzwert ist auf 12.000 lx eingestellt.

Die Kommunikation zwischen der SMU und Lichtsensor erfolgt über eine RS485-Schnittstelle, einen Schnittstellenkonverter und das Parknetzwerk. Eine Einbindung mehrerer Lichtsensoren ist möglich (optional). So ist das Erfassen der Lichtverhältnisse an allen WEA, auch bei wechselhaften Wetterbedingungen, möglich. Jeder Lichtsensor kann einer einzelnen oder auch einer Gruppe von WEA zugeteilt werden. Der Lichtsensor ist mit einem GPS-Empfänger ausgestattet, der es ermöglicht, die Uhr des Schattenwurfschutzsystem stets höchst genau zu halten und die Berechnungsungenauigkeiten zu minimieren. Diese Funktion ist aufgrund der guten Satellitenabdeckung fast weltweit nutzbar.

Die Montage des Lichtsensors erfolgt auf dem Maschinenhaus und bietet eine schattenfreie Umgebung. Eine Überprüfung der Funktionalität des Lichtsensors kann über das Programm SM4 erfolgen.

7 Programmierung

Zur Programmierung des SMU werden die Standortkoordinaten (z.B. Gauß-Krüger oder UTM) der WEA und der zu überwachenden IO benötigt (siehe Anhang A: Konfigurationsdaten). IO können durch bis zu 10000 Wände und Flächen beschrieben werden. Für jeden IO können separate Tages- und Jahresgrenzwerte definiert werden. Das Einstellen der benötigten Daten erfolgt mit Hilfe des Programms SM4. Die dort mögliche Visualisierung der Lage der IO und WEA erleichtert die Kontrolle der eingegebenen Daten. Die Übertragung zum Schattenwurfschutzsystem erfolgt über den LAN-Anschluss des Moduls oder per Fernzugriff über eine VPN Verbindung (PlantVPN). Durch das Einrichten eines Passwortes kann ein unberechtigter Zugriff auf die Daten verhindert werden.

Hinweis:

Die Programmierung erfordert die Koordinaten und Dimensionen aller Objekte, die maximalen Beschattungszeiten sowie die Schaltparameter.

8 Protokollfunktion

Über die in jedem Modul enthaltene Protokollfunktion werden im Schattenwurfschutzsystem über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr die relevanten Schattenwurfereignisse (siehe Anhang B: Beispiel einer Protokollsequenz) festgehalten. Jeder Protokolleintrag wird mit einem Zeitstempel versehen. Die Protokolldaten können mit dem Programm SM4 vor Ort oder via VPN Verbindung (PlantVPN) ausgelesen werden. Die Protokolle werden auch bei Stromausfall gespeichert.

Hinweis:

Es werden alle relevanten Schattenwurf-Ereignisse dokumentiert, also auch der nur theoretisch mögliche Schattenwurf in Zeiten ohne hinreichend starke Direkteinstrahlung. Dadurch wird erreicht, dass bei Beschwerden auch festgestellt werden kann, ob ausreichend starke Strahlung zum betreffenden Zeitpunkt vorherrschte.

9 Fernzugriff

Zur Datenübertragung kann die SMU über eine VPN Verbindung erreicht werden. Somit können aus der Ferne Konfigurationseinträge verändert und Protokolle ausgelesen werden. Voraussetzung ist ein Kundenzugang über VPN mittels der Vestas Software PlantVPN und ein Hardware-Dongle der Fa. NorthTec.

10 Optionen

10.1 Einmessung von Immissionsorten (optional)

Optional kann die Besichtigung und Einmessung der relevanten Immissionsorte angeboten werden. Die ermittelten Daten werden dann bei der Konfiguration des Schattenwurfschutzsystems herangezogen.

10.2 Sonderabschaltungen (optional)

Für jede WEA können definierte Zeiten vorgegeben werden, an denen die WEA vom Schattenwurfschutzsystem abgeschaltet werden. Die Abschaltzeiten können für bestimmte Datumsbereiche definiert werden. In diesen Datumsbereichen wiederum wird die WEA entweder zu bestimmten Uhrzeiten oder bei bestimmten Sonnenständen abgeschaltet. Durch diese Funktion können behördliche Auflagen bezüglich des Schallschutzes oder des Schutzes für z.B. Fledermäuse nachweisbar erfüllt werden (siehe Dokument 0020-7100 „Option Artenschutzsystem“).

10.3 Lichtsensoren (optional)

Es besteht optional die Möglichkeit je nach Windpark Layout und den Anforderungen bzw. dem Kundenwunsch weitere zusätzliche Lichtsensoren zu mindestens einem Lichtsensor einzubinden. Ist der Abstand zwischen der

Windenergieanlage mit einem installiertem Lichtsensor und der WEA, die auf Basis des Lichtsensors geregelt wird, größer als 1000m, wird empfohlen im zusätzliche Lichtsensoren einzubinden.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit den Optionalen Lichtsensortyp T03 zu nutzen.

11 Installation

Die SMU des Schattenwurfschutzsystem, welches in einem Schaltschrank mit der Schutzklasse IP 65 eingebaut ist, wird im Turmfuß der WEA angebracht.-Das Modul wird in der Regel in der Master-WEA am Standort untergebracht.



Abbildung 11-1: SMU4 Modul des Schattenwurfschutzsystem

Anhang A: Konfigurationsdaten

Beispiel für einen IO mit einer relevanten Hauswand und einer Terrassenfläche

Allgemeine Daten

Höhe über Normal Null: 45 m
 Maximale Schattenwurfdauer pro Tag: 30 min.
 Maximale Schattenwurfdauer pro Jahr: 480 min.

Beschreibung der Hauswand

x-Eckkoordinate 1: 350 7685
 y-Eckkoordinate 1: 597 4637
 x-Eckkoordinate 2: 350 7695
 y-Eckkoordinate 2: 597 4639
 Höhe: 3 m
 Ausrichtung: Süden

Beschreibung der Terrassenfläche

x-Eckkoordinate 1: 350 7685
 y-Eckkoordinate 1: 597 4637
 x-Eckkoordinate 2: 350 7690
 y-Eckkoordinate 2: 597 4638
 x-Eckkoordinate 3: 350 7692
 y-Eckkoordinate 3: 597 4632
 x-Eckkoordinate 4: 350 7687
 y-Eckkoordinate 4: 597 4630

Beispiel für eine WEA

Nabenhöhe: 100 m
 Rotorradius: 35 m
 Höhe über Normal Null: 48 m
 x-Koordinate: 350 7745
 y-Koordinate: 597 4229

Anhang B: Beispiel einer Protokollsequenz

Eintrag	Datum	Uhrzeit	IO	WEA	Tageszähler	Jahreszähler	Ereignis
1	04.02.2003	14.40.23	2	1	0 min	34 min	theoretischer Schattenwurf
2	04.02.2003	14.45.29	2	1	0 min	34 min	Schattenwurf
3	04.02.2003	14.48.20	2	1	3 min	37 min	theoretischer Schattenwurf
4	04.02.2003	14.50.54	2	1	3 min	37 min	Schattenwurf
5	04.02.2003	15.17.57	2	1	30 min	64 min	Stop WEA
7	04.02.2003	15.27.30	2	1	30 min	64 min	Ende Schattenwurf
8	04.02.2003	15.28.44	2	1	30 min	64 min	Start WEA
9	04.02.2003	16.15.54	5	2	0 min	325 min	Schattenwurf
10	04.02.2003	16.22.32	5	2	6 min	331 min	Ende Schattenwurf

Erläuterungen:

IO: Immissionsort (Gebäude)
 WEA: Windenergieanlage
 Stop WEA: die benannte WEA wurde vom Schattenwurfmodul abgeschaltet
 Start WEA: die benannte WEA wurde wieder freigegeben
 theoretischer Schattenwurf: am benannten IO kommt es rechnerisch durch die benannte WEA zu Schattenwurf, die direkte Sonnenstrahlung ist aber nicht ausreichend
 Schattenwurf: am benannten IO kommt es tatsächlich durch die benannte WEA zu Schattenwurf, die direkte Sonnenstrahlung ist ausreichend

Irrtümer und Änderungen vorbehalten; Stand 2007-09

Abbildung 11-3: Konfigurationsdaten – Beispiel

12 Technische Daten des Schattenwurfmoduls

Modul SMU V04 des Schattenwurfschutzsystem

Abmessungen:	440 x 300 x 220 mm (H x B x T)
Gewicht:	ca. 12 kg
Versorgungsspannung:	110-230 V AC (50-60 Hz)
Max. Stromaufnahme:	0,9 A
Max. Anlaufstrom	6 A
Betriebstemperatur:	-20°C...60°C
Schutzklasse mit Schaltschrank:	IP 65

Lichtsensor Typ 01 bzw. Typ 03

Abmessungen:	100 x 100 x 81 mm (H x B x T)
Gewicht: ca.	1,5 kg
Versorgungsspannung:	24 V DC
Max. Stromaufnahme:	0,5 / 0,9 A (Heizbetrieb)
Betriebstemperatur:	
Typ 01	-20°C ... 50°C
Typ 03 (Optional)	-30°C ... 50°C
Schutzklasse:	IP 66

13 **Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Architektur“**

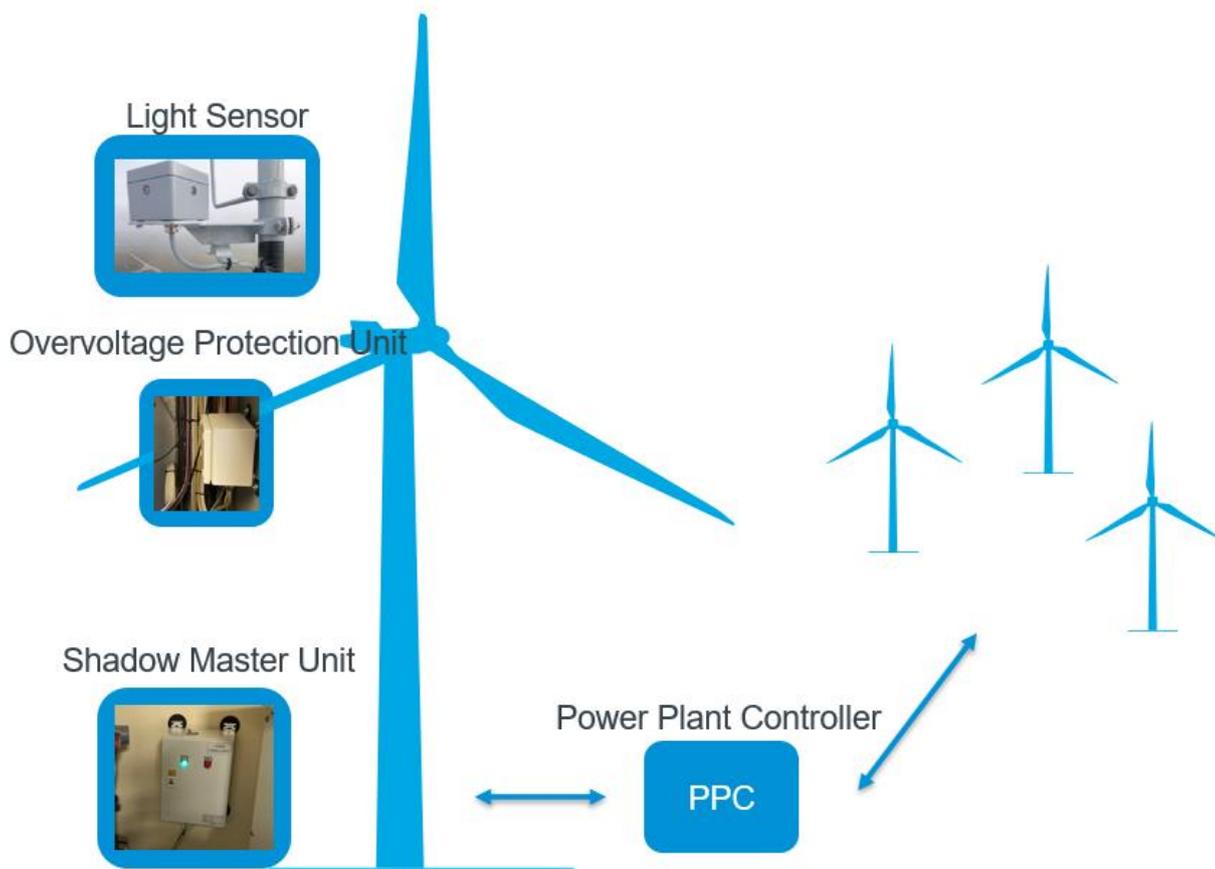


Abbildung 13-1: Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Architektur“

14 **Abkürzungsverzeichnis**

Begriff/ Abkürzung	Erklärung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
GPS	Global Positioning System
IO	Immissionsort
IP	International Protection
RS	serielle Schnittstelle (recommended standard)
SWM	Schattenwurfmodul
UTM (-Koordinatensystem)	Universal Transverse Mercator (-System)
WEA	Windenergieanlage
SMA4	Shadow Manager 4 (Software)
SMU	Shadow Master Unit
IO	Immissionsorte, sprich Gebäude mit zu schützenden Wänden und Flächen überwachen
PlantVPN	Virtual Private Network - Tunnelverbindung