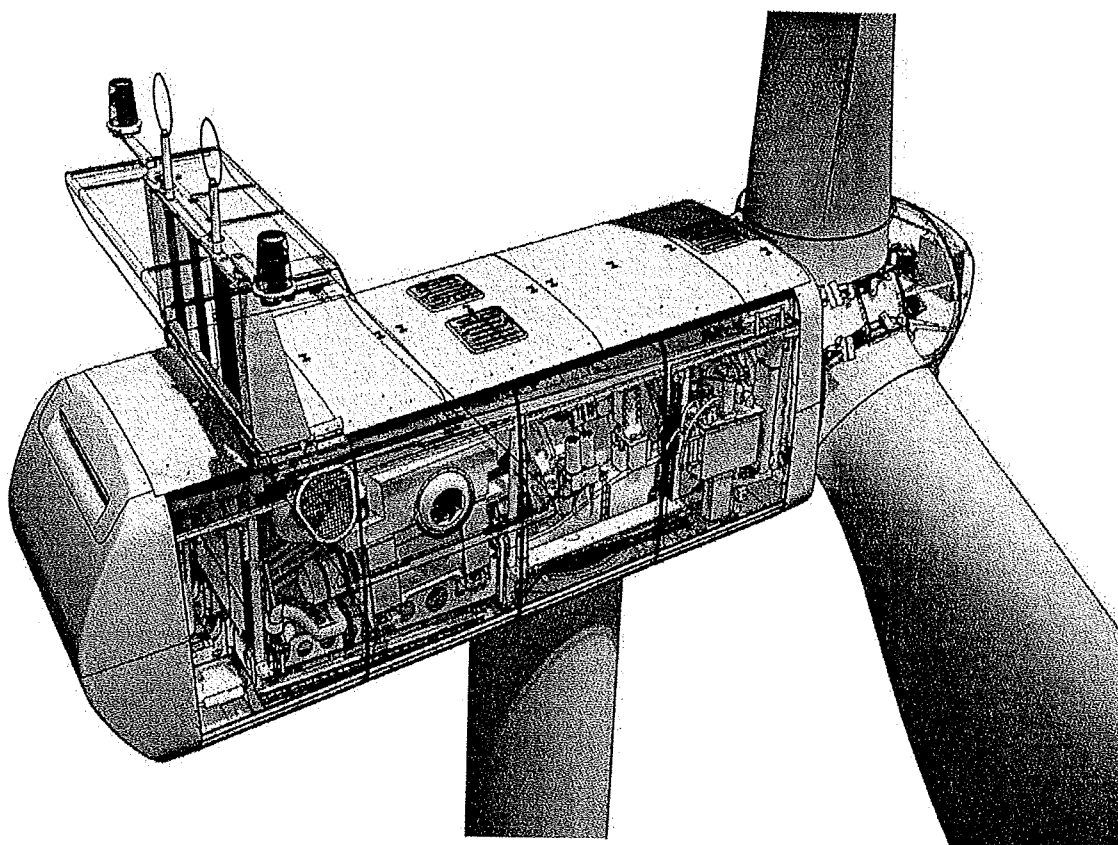


Class 1
Document no.: 0004-6207 V02
13.10.2009

Allgemeine Spezifikation

V90-1.8/2.0 MW 50 Hz VCS



0050

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Beschreibung.....	5
2	Mechanische Konstruktion.....	5
2.1	Rotor.....	5
2.2	Rotorblätter.....	6
2.3	Rotorblattlager.....	6
2.4	Pitch-System.....	6
2.5	Nabe.....	7
2.6	Hauptwelle.....	7
2.7	Lagergehäuse.....	7
2.8	Hauptlager.....	8
2.9	Getriebe.....	8
2.10	Generatorlager.....	8
2.11	Kupplung der schnellen Welle.....	8
2.12	Windnachführungssystem.....	9
2.13	Servicekran.....	9
2.14	Turmstruktur.....	10
2.15	Maschinenhausrahmen und -abdeckung.....	10
2.16	Kühlung.....	11
2.17	Wasserkühlsystem.....	11
2.18	Getriebekühlung.....	12
2.19	Hydraulikkühlung.....	13
2.20	VCS Umrichter kühlung.....	13
2.21	Generatorkühlung.....	13
2.22	Hochspannungs-Transformatorkühlung.....	14
2.23	Maschinenhauskühlung.....	14
3	Elektrisches System.....	16
3.1	Generator.....	16
3.2	Hoch- bzw. Mittelspannungskabel.....	17
3.3	Transformator.....	18
3.4	Umrichter.....	19
3.5	AUX-System.....	19
3.6	Windsensoren.....	20
3.7	Steuerung der Windenergieanlage.....	20
3.8	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).....	21
4	Windenergieanlagenschutzsysteme.....	22
4.1	Bremskonzept.....	22
4.2	Kurzschlusschutz.....	22
4.3	Überdrehzahlschutz.....	22
4.4	EMV-System.....	23
4.5	Blitzschutzsystem.....	23
4.6	Erdung.....	23
4.7	Korrosionsschutz.....	24
5	Sicherheit.....	25
5.1	Zugang.....	25
5.2	Fluchtwege.....	25
5.3	Räume/Arbeitsbereiche.....	25
5.4	Plattformen, Steh- und Arbeitsplätze.....	25
5.5	Aufstiegsmöglichkeiten.....	26
5.6	Bewegliche Teile, Schutzeinrichtungen und Sperrvorrichtungen.....	26
5.7	Beleuchtung.....	26

5.8	Lärm.....	26
5.9	Not-Aus.....	26
5.10	Stromzufuhr abschalten.....	26
5.11	Brandschutz/Erste Hilfe	27
5.12	Warnschilder.....	27
5.13	Handbücher und Warnhinweise.....	27
6	Umwelt.....	27
6.1	Chemikalien.....	27
7	Genehmigungen, Zertifizierungen und Auslegungsrichtlinien	28
7.1	Typenprüfungen.....	28
7.2	Auslegungsrichtlinien – strukturelle Konstruktion	28
7.3	Auslegungsrichtlinien – mechanische Ausrüstung	29
7.4	Auslegungsrichtlinien – elektrische Ausrüstung	29
7.5	Auslegungsrichtlinien – E/A-Netzwerkssystem	30
7.6	Auslegungsrichtlinien – EMV-System.....	30
7.7	Auslegungsrichtlinien – Blitzschutz.....	31
7.8	Auslegungsrichtlinien – Erdung	31
8	Farbe und Oberflächenbehandlung	32
8.1	Maschinenhausfarbe und -oberflächenbehandlung.....	32
8.2	Turmfarbe und -oberflächenbehandlung	32
8.3	Rotorblattfarben	32
9	Leitfaden für Betriebsumgebungsbedingungen und Leistungsfähigkeit	33
9.1	Klima- und Standortbedingungen	33
9.1.1	Schwieriges Gelände	34
9.1.2	Höhenlage	34
9.1.3	Windparkanordnung	34
9.2	Betriebsbereich – Temperatur und Wind	34
9.3	Betriebsbereich – Netzanschluss *	35
9.4	Betriebsbereich – Blindleistungskapazität	35
9.5	Leistungsmerkmal – Durchfahren von Netzfehlern (Fault Ride Through).....	37
9.6	Leistungsmerkmal – Blindstrombeitrag	38
9.6.1	Symmetrischer Blindstrombeitrag	38
9.6.2	Asymmetrischer Blindstrombeitrag	39
9.7	Leistungsmerkmal – Mehrfache Spannungsabfälle	39
9.8	Leistungsmerkmal – Regelung von Wirk- und Blindleistung.....	40
9.9	Leistungsmerkmal – Spannungsregelung	40
9.10	Leistungsmerkmal – Frequenzregelung	40
9.11	Leistungsmerkmal – Eigenbedarf	40
9.12	Betriebsumgebungsbedingungen für Leistungskurve, Ct.Werte (in Nabenhöhe).....	41
10	Zeichnungen	42
10.1	Strukturelle Konstruktion – Darstellung der Außenabmessungen	42
10.2	Strukturelle Konstruktion – Seitenansichtszeichnung.....	43
11	Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse	44
12	Anhänge	45
12.1	Leistungsfähigkeit – C _F -Werte	45
12.1.1	V90-1.8 MW, C _F -Werte, Betriebsmodus 0	45
12.1.2	V90-1.8 MW, C _F -Werte, Betriebsmodus 1	46
12.1.3	V90-1.8 MW, C _F -Werte, Betriebsmodus 2	47
12.1.4	V90-2.0 MW, C _F -Werte, Betriebsmodus 0	48
12.1.5	V90-2.0 MW, C _F -Werte, Betriebsmodus 1	49
12.1.6	V90-2.0 MW, C _F -Werte, Betriebsmodus 2	50
12.2	Leistungsfähigkeit – Prognostizierte Leistungskurven.....	51

005-2

12.2.1	Leistungskurve [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 0.....	51
12.2.2	Leistungskurve [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 1.....	52
12.2.3	Leistungskurve [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 2.....	53
12.2.4	Leistungskurve [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 0.....	54
12.2.5	Leistungskurve [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 1.....	55
12.2.6	Leistungskurve [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 2.....	56
12.3	Geräuschpegel	57
12.3.1	Geräuschkurven, berechnet	57

Der Käufer erkennt an, dass die vorliegenden allgemeinen Spezifikationen nur zur Information des Käufers dienen und keine Haftungen, Garantien, Versprechen, Verpflichtungen oder andere Erklärungen des Lieferanten nach sich ziehen oder darstellen. Diese werden ausdrücklich vom Lieferanten nicht anerkannt, es sei denn, es liegt eine ausdrückliche schriftliche Zusicherung des Lieferanten vor.

Siehe Abschnitt 11 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse, S. 44 bezüglich allgemeiner Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse für die vorliegenden allgemeinen Spezifikationen.

0053

1 Allgemeine Beschreibung

Die Windenergieanlage Vestas V90-1.8/2.0 MW ist eine Aufwindanlage mit Pitch-Regulierung, aktiver Gierverstellung und Dreiblattrotor. Die Windenergieanlage Vestas V90-1.8/2.0 MW hat einen Rotordurchmesser von 90 m, die Generatornennleistung beträgt je nach Windbedingungen 1.8 MW oder 2.0 MW. Für die Windenergieanlage kommen die Konzepte OptiTip® und OptiSpeed™ zum Einsatz. Mit diesen Funktionen kann die Windenergieanlage den Rotor mit variabler Drehzahl (U/min) betreiben, was ein Erreichen der (ungefähren) Nennleistung ermöglicht.

2 Mechanische Konstruktion

2.1 Rotor

Die V90-1.8/2.0 MW ist mit einem 90-Meter-Rotor mit drei Rotorblättern und einer Nabe ausgestattet. Je nach den vorherrschenden Windbedingungen werden die Rotorblätter kontinuierlich auf den optimalen Pitchwinkel eingestellt.

Rotor	
Durchmesser	90 m
Überstrichene Fläche	6362 m ²
Rotordrehzahl (statisch)	14,9 U/min
Drehzahl im dynamischen Bereich	9,6 – 17,0 U/min
Drehrichtung	Im Uhrzeigersinn (von vorn gesehen)
Ausrichtung	Aufwind
Neigung	6°
Konischer Winkel der Nabe	2°
Anzahl der Rotorblätter	3
Aerodynamische Bremsen	Volle Fahnenstellung

Tabelle 2-1: Daten des Rotors.

0054

2.2 Rotorblätter

Die 44 m langen Prepreg (PP)-Rotorblätter bestehen aus Kohle- und Glasfaser. Sie bestehen aus zwei Tragflächenschalen, die mit einem Träger verbunden sind.

PP-Rotorblätter	
Typbeschreibung	Tragflächenschalen verbunden mit Träger
Rotorblattlänge	44 m
Material	Glasfaserverstärkte Epoxid- und Kohlenstofffasern
Befestigung der Rotorblätter	Stahleinsätze
Tragflächen	RISØ P + FFA – W3
Maximale Profilsehne	3,512 m
Rotorblattspitze (R44,5)	0,391 m
Verdrillung (Rotorblattwurzel/-spitze)	27°
Gewicht	6750 kg

Tabelle 2-2: Daten der PP-Rotorblätter.

2.3 Rotorblattlager

Die Rotorblattlager sind zweireihige Vierpunktkugellager.

Rotorblattlager	
Typ	Zweireihige Vierpunktkugellager
Fettschmierung, manuelle Nachschmierung	Manuelle Schmierung

Tabelle 2-3: Daten des Rotorblattlagers.

2.4 Pitch-System

Die Energiezufuhr vom Wind auf die Windenergieanlage wird durch Einstellen des Pitchwinkels der Rotorblätter entsprechend der Steuerungsstrategie erreicht. Das Pitch-System arbeitet zudem als primäres Bremssystem, indem die Rotorblätter aus dem Wind gedreht werden. Dadurch bewegt sich der Rotor im Leerlauf.

Die Rotorblätter sind mit der Nabe über zweireihige Vierpunktkugellager verbunden. Das Pitch-System dreht jedes Rotorblatt hydraulisch über einen Zylinder. Die Hydraulikleistung für den Zylinder liefert das Hydraulikaggregat im Maschinenhaus über Hauptgetriebe und Hauptwelle mittels Rotationsübertragung.

Durch Hydraulikspeicher in der Rotornabe wird gewährleistet, dass bei einem Ausfall ausreichend Leistung für das Pitch-System der Windenergieanlage zur Verfügung steht.

0055

Pitch-System	
Typ	Hydraulisch
Zylinder	Ø125/80–760
Anzahl	1 St./Rotorblatt
Bereich	-5° bis 90°

Tabelle 2-4: Daten des Pitch-Systems.

Hydrauliksystem	
Pumpenförderleistung	44 l/min
Betriebsdruck	180 – 200 bar
Ölmenge	260 l
Motor	18,5 kW

Tabelle 2-5: Daten des Hydrauliksystems.

2.5 Nabe

Die Nabe stützt die drei Rotorblätter und überträgt die Reaktionskräfte auf das Hauptlager. Die Nabenstruktur stützt ebenfalls die Rotorblattlager und den Pitch-Zylinder.

Nabe	
Typ	Gusskugelschalennabe
Material	Gusseisen EN-GJS-400-18U-LT / EN 1560

Tabelle 2-6: Daten der Nabe.

2.6 Hauptwelle

Hauptwelle	
Typ	Geschmiedete Trichterwelle
Material	42 CrMo4 QT / EN 10083

Tabelle 2-7: Daten der Hauptwelle.

2.7 Lagergehäuse

Lagergehäuse	
Typ	Gussfußgehäuse mit vertiefter Mitte
Material	Gusseisen EN-GJS-400-18U-LT / EN 1560

Tabelle 2-8: Daten des Lagergehäuses.

0056

2.8 Hauptlager

Hauptlager	
Typ	Kugellager
Fettschmierung, manuelle Nachschmierung	Manuelle Schmierung

Tabelle 2-9: Daten des Hauptlagers.

2.9 Getriebe

Das Hauptgetriebe überträgt das Drehmoment vom Rotor auf den Generator.

Das Hauptgetriebe besteht aus einem mit einer Planetenstufe kombinierten Zweischritt-Parallelgetriebe, Drehmomentarmen und Vibrationsdämpfern.

Das Drehmoment wird von der schnellen Welle über eine flexible Kompositkupplung, die sich hinter der Scheibenbremse befindet, auf den Generator übertragen. Die Scheibenbremse ist direkt auf der schnellen Welle montiert.

Getriebe	
Typ	1 Planetenstufe + 2 Stirnradstufen
Übersetzungsverhältnis	1:112,8 Nennwert
Kühlung	Ölpumpe mit Ölkühler
Ölheizung	2 kW
Max. Getriebeöltemperatur	80 °C
Ölreinheit	-/15/12 ISO 4406

Tabelle 2-10: Daten des Getriebes.

2.10 Generatorlager

Die Lager sind fettgeschmiert. Das Fett wird kontinuierlich von einer automatischen Schmiereinheit bereitgestellt, wenn die Maschinenhaustemperatur über -10 °C liegt. Der jährliche Fettdurchfluss liegt bei etwa 2400 cm³.

2.11 Kupplung der schnellen Welle

Die flexible Kupplung überträgt das Drehmoment der schnellen getriebeseitigen Abtriebswelle auf die Antriebswelle des Generators. Die flexible Kupplung soll Fluchtungsfehler zwischen Getriebe und Generator ausgleichen. Die Kupplung besteht aus zwei Verbundmaterialscheiben und einem Zwischenrohr mit zwei Aluminiumflanschen und einem Glasfaserrohr. Die Kupplung ist an dreiarmligen Naben an der Bremsscheibe und der Generatornabe montiert.

0057

Kupplung der schnellen Welle	
Typbeschreibung	VK 420

Tabelle 2-11: Daten der Kupplung für die schnelle Welle.

2.12 Windnachführungssystem

Das Windnachführungssystem dient dazu, die Windenergieanlage in Windrichtung zu drehen. Das Maschinenhaus ist auf die Nachführplatte montiert, die mit dem Turm der Windenergieanlage verschraubt ist. Das Gierlagersystem besteht aus einem Gleitlagersystem mit integrierter Reibung. Mittels asynchroner Giermotoren mit Bremsen kann das Maschinenhaus auf dem Turm gedreht werden.

Die Steuerung der Windenergieanlage erhält Informationen über die Windrichtung vom Windsensor. Das automatische Gieren wird bei Windgeschwindigkeiten unter 3 m/s deaktiviert.

Windnachführungssystem	
Typ	Gleitlagersystem mit integrierter Reibung
Material	Geschmiedeter Drehkranz, vergütet Gleitlager PETP
Giergeschwindigkeit	< 0,5°/s.

Tabelle 2-12: Daten des Windnachführungssystems.

Giergetriebe	
Typ	Nichtsperrende Kombination aus Schnecken- und Planetengetriebe Elektrische Motorbremse
Motor	1,5 kW, 6-polig, asynchron
Anzahl der Giergetriebe	6
Übersetzungsverhältnis gesamt (4 Planetenstufen)	1,120 : 1
Drehzahl bei Vollast	Ca. 1 U/min an der Antriebswelle

Tabelle 2-13: Daten des Giergetriebes.

2.13 Servicekran

Im Maschinenhaus ist der Servicekran untergebracht. Der Servicekran ist als Einzelsystem-Kettenzug ausgeführt.

Servicekran	
Hubkapazität	Max. 800 kg

Tabelle 2-14: Daten des Servicekrans.

0058

2.14 Turmstruktur

Rohrtürme mit Flanschverbindungen mit Zertifizierungen gemäß den geltenden Typenprüfungen sind in unterschiedlichen Standardhöhen erhältlich. Magnete stützen die Last in waagerechter Richtung, und Inneneinbauten wie Plattformen, Leitern usw. werden senkrecht (d. h. in Schwerkraftrichtung) durch eine mechanische Verbindung gestützt.

Die aufgeführten Nabenhöhen beinhalten einen Abstand von der Fundamentsektion zur Bodenhöhe von etwa 0,6 m je nach Stärke des Bodenflansches und einen Abstand vom oberen Turmflansch zur Mitte der Nabe von 1,70 m.

Turmstruktur	
Typbeschreibung	Konisches Rohr
Nabenhöhen	80 m/95 m/105 m/125 m
Material	S355 gemäß EN 10024 A709 gemäß ASTM
Gewicht	80 m IEC IIA, 125 metrische Tonnen* 95 m IEC IIA/DIBt II, 205 metrische Tonnen* 105 m IEC IIA/DIBt II, 235 metrische Tonnen* 125 m DIBt II, 335 metrische Tonnen*

Tabelle 2-15: Daten der Turmstruktur.

HINWEIS

*/** Typische Werte. Je nach Windklasse und kann je nach Standort-/Projektbedingungen variieren.

2.15 Maschinenhausrahmen und -abdeckung

Die Maschinenhausabdeckung besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff. Der Boden weist zum Absenken oder Anheben von Ausrüstung zum Maschinenhaus und zum Evakuieren von Personal Luken auf.

Der Dachbereich ist mit Windsensoren und Dachfenstern ausgestattet, die sich von innen öffnen lassen, um von innen auf das Dach und von außen in das Maschinenhaus gelangen zu können. Die Maschinenhausabdeckung ist auf der Trägerkonstruktion montiert. Der Zugang zum Maschinenhaus vom Turm aus erfolgt über das Windnachführungssystem.

Der Maschinenhausrahmen besteht aus zwei Teilen, einem Gusseisenteil vorne und einer Trägerkonstruktion hinten. Der Vorderteil des Maschinenhausrahmens dient als Unterbau für den Antriebsstrang, der die Kräfte über das Windnachführungssystem vom Rotor auf den Turm überträgt. Die Unterseite ist bearbeitet und mit dem Gierlager verbunden und die sechs Giergetriebe sind mit dem vorderen Maschinenhausrahmen verschraubt.

0059

Die Kranträger werden über senkrechte Stützen an den Seiten des Maschinenhauses auf dem Maschinenhausrahmen abgestützt. Die unteren Träger der Trägerkonstruktion sind hinten miteinander verbunden.

Der hintere Teil des Rahmens dient als Unterbau für die Steuerkonsolen, das Kühlsystem und den Transformator.

Typbeschreibung	Material
Maschinenhausabdeckung	GRP
Grundrahmen vorne	Gusseisen EN-GJS-400-18U-LT / EN1560
Grundrahmen hinten	Geschweißte Netzstruktur

Tabelle 2-16: Daten von Maschinenhausgrundrahmen und -abdeckung.

2.16 Kühlung

Die Hauptkomponenten (Getriebe, Hydraulikaggregat und VCS) der Windenergieanlage werden mit Wasser gekühlt. Der Generator wird mit der Luft im Maschinenhaus und der Hochspannungstransformator mit Umgebungsluft gekühlt.

Komponente	Kühlart	Interne Heizung bei niedrigen Temperaturen
Maschinenhaus	Zwangsluft	Ja
Nabe/Spinner	Natürliche Luft	Nein (Ja Niedrige Temperatur (NT) Windenergieanlage)
Getriebe	Wasser-/Öl	Ja
Generator	Zwangsluftkühlung/Luft	Nein (Wärmequelle)
Schleifring	Zwangsluft/Luft	Ja
Transformator	Zwangsluft	Nein (Wärmequelle)
VCS	Zwangswasser/Luft	Ja
VMP-Sektion	Zwangsluft/Luft	Ja
Hydraulik	Wasser-/Öl	Ja

Tabelle 2-17: Kühlung, Zusammenfassung.

Alle anderen Heizungssysteme sind ebenfalls mit Lüftern und/oder Kühlern ausgestattet, tragen aber nur geringfügig zur Thermodynamik des Maschinenhauses bei.

0060

2.17 Wasserkühlsystem

Das Wasserkühlsystem ist als halbgeschlossenes System (geschlossenes System, aber drucklos) mit einem Wind-Wasser-Kühler auf dem Dach des

Maschinenhauses ausgelegt. Das heißt, die Verlustwärme des Systems (der Komponenten) wird auf das Wassersystem übertragen, welches durch die Umgebungsluft gekühlt wird.

Das Wasserkühlsystem hat drei parallele Kühlkreisläufe für Getriebe, Hydraulikaggregat und VCS-Umrichter.

Das Wasserkühlsystem enthält ein thermostatisches Dreiwegeventil, das bei einer Kühlwassertemperatur von unter 35 °C geschlossen wird (der gesamte Wasserfluss wird am Wasserkühler vorbeigeleitet) und bei einer Temperatur von über 43 °C ganz geöffnet ist (der gesamte Wasserfluss wird zum Wasserkühler geleitet).

2.18 Getriebekühlung

Das Getriebekühlsystem besteht aus zwei Ölkreisläufen, welche die Verlustwärme des Getriebes über zwei Plattenwärmetauscher (Ölkühler) ableiten. Der erste Kreislauf enthält eine mechanisch angetriebene Ölpumpe und einen Plattenwärmetauscher, während der zweite Kreislauf mit einer elektrisch angetriebenen Ölpumpe und einem Plattenwärmetauscher ausgerüstet ist. Die Wasserkreisläufe der beiden Plattenwärmetauscher sind in Serie geschaltet.

Getriebekühlung	
Getriebeölplattenwärmetauscher 1 (mechanisch angetriebene Ölpumpe)	
Nennölstrom	50 l/min
Öleinlauftemperatur	80 °C
Anzahl der Durchläufe	2
Kühlkapazität	24,5 kW
Getriebeölplattenwärmetauscher 2 (elektrisch angetriebene Ölpumpe)	
Nennölstrom	85 l/min
Öleinlauftemperatur	80 °C
Anzahl der Durchläufe	2
Kühlkapazität	41,5 kW
Wasserkreislauf	
Nennwasserstrom	Ca. 150 l/min (50 % Glykol)
Wassereinlauftemperatur	Max. 54 °C
Anzahl der Durchläufe	1
Wärmebelastung	66 kW

Tabelle 2-18: Daten der Getriebekühlung.

0061

2.19 Hydraulikkühlung

Das Hydraulikkühlsystem besteht aus einem Plattenwärmetauscher, der auf das Hydraulikaggregat montiert ist. Im Plattenwärmetauscher wird die Wärme aus der Hydraulik auf das Wasserkühlsystem übertragen.

Hydraulikkühlung	
Hydraulikölplattenwärmetauscher	
Nennölstrom	40 l/min
Öleinlauftemperatur	66 °C
Kühlkapazität	10,28 kW
Wasserkreislauf	
Nennwasserstrom	Ca. 45 l/min (50 % Glykol)
Wassereinlauftemperatur	Max. 54 °C
Wärmebelastung	10,28 kW

Tabelle 2-19: Daten der Hydraulikkühlung.

2.20 VCS Umrichter kühlung

Das Umrichter kühsystem besteht aus einer Anzahl Switch-Module, die auf Kühlplatten montiert sind, durch die das Kühlwasser geleitet wird.

Umrichter kühlung	
Nennwasserstrom	Ca. 45 l/min (50 % Glykol)
Wassereinlaufdruck	Max. 2,0 bar
Wassereinlauftemperatur	Max. 54 °C
Kühlkapazität	10 kW

Tabelle 2-20: Daten der Umrichter kühlung.

2.21 Generatorkühlung

Das Generatorkühlsystem besteht aus einem Luft-Luft-Kühler, der oben auf den Generator montiert ist, um die interne Verlustwärme aus dem Generator abzuleiten, sowie aus zwei internen und einem externen Lüfter. Alle Lüfter können mit niedriger oder hoher Drehzahl laufen.

Generatorkühlung	
Luft eintrittstemperatur – extern	50 °C
Nennluftstrom – intern	8000 m ³ /h
Nennluftstrom – extern	7500 m ³ /h

Generatorkühlung	
Kühlkapazität	60 kW

Tabelle 2-21: Daten der Generatorkühlung.

2.22 Hochspannungs-Transformatorkühlung

Der Transformator ist mit einer Zwangsluftkühlung ausgestattet. Das Kühlsystem besteht aus einem in der Mitte platzierten Lüfter unterhalb der Serviceebene, einem Luftrohrverteiler und sechs Rohren, die zu Stellen unterhalb und zwischen den Hoch- und Niederspannungswicklungen des Transformators führen.

Transformatorkühlung	
Nennluftstrom	1920 m ³ /h
Luft Eintrittstemperatur	Max. 40 °C

Tabelle 2-22: Daten der Transformatorkühlung.

2.23 Maschinenhauskühlung

Die Maschinenhausklimaanlage besteht aus einem Lüfter und zwei Luftheizungen. Die Klimatisierung des Maschinenhauses erfolgt über zwei Hauptkreisläufe:

1. Kühlung des Hochspannungstransformators.
2. Heizung und Lüftung des Maschinenhauses.

Bei beiden Systemen tritt der Luftstrom über Lamellenklappen im Wetterschutz unterhalb des Maschinenhauses in das Maschinenhaus ein.

Zu 1: Die Kühlung des Hochspannungstransformators wird in Abschnitt 2.22 Hochspannungs-Transformatorkühlung, S. 14 beschrieben.

Zu 2: Die Heizung und Lüftung des Maschinenhauses erfolgt mit zwei Luftheizungen und einem Lüfter. Um Kondensation im Maschinenhaus zu vermeiden, halten die beiden Luftheizungen die Temperatur im Maschinenhaus 5 °C über der Umgebungstemperatur. Bei einem Start unter kalten Bedingungen erwärmen die Heizungen auch die Luft um das Getriebe.

Die Lüftung des Maschinenhauses erfolgt mit einem Lüfter, der warme Luft aus dem Maschinenhaus ableitet, die durch mechanische und elektrische Geräte erzeugt wird.

Maschinenhauskühlung	
Nennluftstrom	1,2 m ³ /s
Luft Eintrittstemperatur	Max. 50 °C

Tabelle 2-23: Daten der Maschinenhauskühlung.

0063

Dies Dokument ist eine Übersetzung (DE) des englischen Originaldokuments (0004-6207 V02). Die Übersetzung wurde beauftragt durch Vestas Central Europe (0004-6207-R2.1).

Document no.: 0004-6207 V02
Issued by: Technology RD
Typ: T05 – Allgemeine Beschreibung

Allgemeine Spezifikation
Mechanische Konstruktion

Datum: 13.10.2009
Class: 1
Seite 15 von 62

Maschinenhausheizung	
Nennleistung	2 x 6 kW

Tabelle 2-24: Daten der Maschinenhausheizung.

0064

3 Elektrisches System

3.1 Generator

Der Generator ist ein asynchroner 3-Phasen-Generator mit Schleifringläufer, der über einen Schleifring mit dem Vestas Converter System (VCS) verbunden ist. Der Generator wird mit einem internen und einem externen Kühlkreislauf luft-luft-gekühlt. Der externe Kreislauf nutzt die Luft aus dem Maschinenhaus und leitet diese durch die Rückseite des Maschinenhauses nach draußen.

Der Generator ist vierpolig. Der Generator ist mit Formwicklungen in Rotor und Stator gewickelt. Der Stator ist bei geringer Leistung sternförmig und bei hoher Leistung dreieckförmig angeschlossen. Der Rotor ist sternförmig angeschlossen und von der Welle isoliert.

Generator V90-1.8 MW	
Typbeschreibung	Asynchron mit Schleifringläufer, Schleifringen und VCS
Nennleistung (PN)	1.8 MW
Scheinnennleistung	2,0 MVA (Cosφ = 0,9)
Frequenz	50 Hz
Spannung, Generator:	690 Vac
Spannung, Umrichter	480 Vac
Anzahl der Pole	4
Wicklungstyp (Stator/Rotor)	Ungeordnet/Form
Wicklungsanschluss, Stator	Stern/Dreieck
Nennwirkungsgrad (nur Generator)	> 97 %
Leistungsfaktor (cos)	0,90 ind – 0,95 cap
Überdrehzahlgrenze gemäß IEC (2 Min.)	2900 U/min
Schwingungswert	≤ 1,8 mm/s
Gewicht	Etwa 7500 kg
Generatorlager – Temperatur	2 Pt100-Sensoren
Generatorstatorwicklungen – Temperatur	3 Pt100-Sensoren an kritischen Lastpunkten und 3 als Reserve

Tabelle 3-1: Daten des Generators für V90-1.8 MW

Generator V90-2.0 MW	
Typbeschreibung	Asynchron mit Schleifringläufer, Schleifringen und VCS
Nennleistung (PN)	2.0 MW

0065

Generator V90-2.0 MW	
Scheinnennleistung	2,08 MVA (Cosφ = 0,96)
Frequenz	50 Hz
Spannung, Generator:	690 Vac
Spannung, Umrichter	480 Vac
Anzahl der Pole	4
Wicklungstyp (Stator/Rotor)	Ungeordnet/Form
Wicklungsanschluss, Stator	Stern/Dreieck
Nennwirkungsgrad (nur Generator)	> 97 %
Leistungsfaktor (cos)	0,96 ind – 0,98 kap
Überdrehzahlgrenze gemäß IEC (2 Min.)	2900 U/min
Schwingungswert	≤ 1,8 mm/s
Gewicht	Etwa 7500 kg
Generatorlager – Temperatur	2 Pt100-Sensoren
Generatorstatorwicklungen – Temperatur	3 Pt100-Sensoren an kritischen Lastpunkten und 3 als Reserve

Tabelle 3-2: Daten des Generators für V90-2.0 MW.

3.2 Hoch- bzw. Mittelspannungskabel

Das Hoch- bzw. Mittelspannungskabel verläuft vom Transformator im Maschinenhaus im Turm hinunter zur Schaltanlage in der untersten Turmsektion (die Schaltanlage ist nicht enthalten). Bei dem Hoch- bzw. Mittelspannungskabel handelt es sich um ein halogenfreies Hochspannungskabel mit vier Kabelleuten und Kautschukisolierung.

Hochspannungskabel	
Hoch- /Mittelspannungskabelisolierung	Verbesserter Werkstoff auf Ethylen-Propylen-Basis – EPR oder hochmodularer bzw. Hart-Ethylen-Propylen-Kautschuk – HEPR
Leiterquerschnitt	3 x 70/70 mm ²
Nennspannung	12/20 kV (24 kV) oder 20/35 kV (42 kV) ja nach Transformatorspannung

Tabelle 3-3: Daten der Hoch-/Mittelspannungskabel.

0066

3.3 Transformator

Der Transformator befindet sich in einem separaten verriegelten Raum im Maschinenhaus. Die Überspannungsableiter sind an der Hochspannungsseite des Transformators montiert. Es handelt sich dabei um einen dreiphasigen Trockentransformator mit zwei Wicklungen. Falls nichts anders angegeben, sind die Wicklungen auf der Hochspannungsseite dreieckförmig angeschlossen.

Die Niederspannungswicklungen haben eine Spannung von 690 V und einen 480 V Abgriff und sind sternförmig angeschlossen. Das 690-V- und das 480-V-System im Maschinenhaus sind TN-Systeme, d. h. mit geerdetem Sternpunkt.

Transformator	
Typbeschreibung	Trockengießharz
Primärspannung	6-35 kV
Scheinnennleistung	2100 kVA
Sekundärspannung 1	690 V
Nennleistung 1 bei 690 V	1900 kVA
Sekundärspannung 2	480 V
Nennleistung 2 bei 480 V	200 kVA
Vektorgruppe	Dyn5 (Option YNyn0)
Frequenz	50 Hz
Hochspannungsabgriffe	$\pm 2 \times 2,5 \%$ lastfrei
Einschaltstromstoß	$6-10 \times \hat{I}_n$ je nach Typ.
Kurzschlussimpedanz	$7,8 \% \pm 10 \%$ bei 690 V, 1900 kVA, 120 °C
Isolierklasse	F
Klimaklasse	C2
Umweltklasse	E2
Brandverhaltensklasse	F1

Tabelle 3-4: Daten des Transformators.

0067

3.4 Umrichter

Der Umrichter steuert die Energiewandlung im Generator. Der VCS-Umrichter speist Strom bei niedriger Synchrongeschwindigkeit aus dem Netz in den Generatorrotor und bei hoher Synchrongeschwindigkeit vom Generatorrotor in das Netz ein.

Umrichter V90-1.8 MW	
Nennschlupf	12%
Nenndrehzahl	1680 U/min
Nennrotorleistung (bei Nennschlupf)	193 kW
Nennnetzstrom (bei Nennschlupf, LF = 1 und 480 V)	232 A
Nennrotorstrom (bei Nennschlupf und LF = 1)	573 A

Tabelle 3-5: Daten des Umrichters für V90-1.8 MW.

Umrichter V90-2.0 MW	
Nennschlupf	12%
Nenndrehzahl	1680 U/min
Nennrotorleistung (bei Nennschlupf)	214 kW
Nennnetzstrom (bei Nennschlupf, LF = 1 und 480 V)	258 A
Nennrotorstrom (bei Nennschlupf und LF = 1)	636 A

Tabelle 3-6: Daten des Umrichters für V90-2.0 MW.

3.5 AUX-System

Das AUX-System wird vom 690/480-V-Ausgang des Hochspannungstransformators versorgt. Alle Motoren, Pumpen, Lüfter und Heizungen werden von diesem System versorgt.

Alle 230-V-Stromanschlüsse werden von einem 690/230-V-Transformator versorgt.

Stromanschlüsse	
Einphasig	230 V (13 A)
Dreiphasig	690 V (16 A)

Tabelle 3-7: Daten des AUX-Systems.

0068

3.6 Windsensoren

Die Windenergieanlage ist mit einem Ultraschallwindsensor mit integrierten Heizelementen ausgerüstet.

Windsensoren	
Typ	FT702LT
Prinzip	Schallresonanz
Integrierte Heizelemente	99 W

Tabelle 3-8: Daten des Windsensors.

3.7 Steuerung der Windenergieanlage

Die Windenergieanlage wird mit der Steuerungs-Hardware System 3500 und der Vestas Steuerungs-Software gesteuert und überwacht.

Die Steuerung der Windenergieanlage erfolgt über vier Hauptprozessoren (Turmfuß, Maschinenhaus, Nabe und Umrichter), die durch ein optisches 2,5-Mbit-ArcNet-Netzwerk verbunden sind.

E/A-Module sind entweder als Rack-Module im System-3500-Rack oder über CAN-Schnittstellen verbunden.

Die Steuerung der Windenergieanlage erfüllt folgende Hauptfunktionen:

- Überwachung des Gesamtbetriebs.
- Synchronisierung des Generators mit dem Netz während des Aufschaltvorgangs zur Begrenzung des Einschaltstromstoßes.
- Betrieb der Windenergieanlage bei unterschiedlichen Fehlerzuständen.
- Automatisches Gieren des Maschinenhauses.
- OptiTip® – Rotorblatt-Pitch-Steuerung.
- Steuerung der Geräuschentwicklung
- Überwachung der Umgebungsbedingungen.
- Netzüberwachung

Die Steuerungs-Hardware der Windenergieanlage besteht aus folgenden Hauptmodulen:

0069

Modul	Funktion	Netzwerk
CT3603	Hauptprozessor. Steuerung und Überwachung (Maschinenhaus und Nabe).	ArcNet, CAN, Ethernet, seriell
CT396	Hauptprozessor. Steuerung, Überwachung, externe Kommunikation (Boden / Turmfuß).	ArcNet, CAN, Ethernet, seriell
CT360	Hauptprozessor. Umrichtersteuerung und -überwachung.	ArcNet, CAN, Ethernet
CT3218	Zähler-/Kodierermodule. U/min, Azimut und	Rack-Modul

Modul	Funktion	Netzwerk
	Windmessung.	
CT3133	24-V-DC-Digitaleingangsmodul. 16 Kanäle.	Rack-Modul
CT3153	24-V-DC-Digitalausgangsmodul. 16 Kanäle.	Rack-Modul
CT3320	4-Kanal-Analogeingang (0–10 V, 4–20 mA, PT100)	Rack-Modul
CT6061	CAN-E/A-Steuerung	CAN-Knoten
CT6221	3-Kanal-PT100-Modul	CAN-E/A-Modul
CT6050	Rotorblattsteuerung	CAN-Knoten
Balluf	Positionswandler	CAN-Knoten
Rexroth	Proportionalventil	CAN-Knoten

Tabelle 3-9: Steuerungs-Hardware der Windenergieanlage.

3.8 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Die USV versorgt wichtige Komponenten der Windenergieanlage mit Strom.

Die aktuelle Backup-Zeit für die USV ist proportional zum Stromverbrauch.

Die tatsächliche Backup-Zeit kann unterschiedlich sein.

USV		
Batterietyp	Valve-Regulated Lead Acid (Bleisäure, ventilreguliert; VRLA)	
Batterienennspannung	2 x 8 x 12 V (192 V)	
Umrichtertyp	Online-Doppelumrichtung	
Nennausgangsspannung	230 V AC	
Nennausgangsspannung	230 V AC	
Umrichtereingang	230 V +/- 20 %	
Backup-Zeit*	Steuerung	30 Sekunden
	Sicherheitssysteme	35 Minuten
Aufladezeit	Typisch	Ca. 2,5 Stunden

Tabelle 3-10: Daten der USV.

HINWEIS

* Für Anfragen bezüglich anderer Backup-Zeiten wenden Sie sich bitte an Vestas.

0070

4 Windenergieanlagenenschutzsysteme

4.1 Bremskonzept

Die Hauptbremse der Windenergieanlage ist aerodynamisch. Das Bremsen der Windenergieanlage erfolgt durch Fahnenstellung der drei Rotorblätter. Bei einem Not-Aus werden alle drei Rotorblätter gleichzeitig in die volle Fahnenstellung gedreht, um so die Rotordrehzahl zu senken.

Zusätzlich ist eine mechanische Scheibenbremse an der schnellen Welle des Getriebes vorhanden. Die mechanische Bremse wird ausschließlich als Feststellbremse und beim Betätigen der Not-Aus-Drucktaster verwendet.

4.2 Kurzschlusschutz

Trennschalter	Generator / Q8 ABB E2B 2000 690 V	Controller / Q15 ABB S3X 690 V	VCS-VCUS / Q7 ABB S5H 400 480 V
Abschaltleistung I_{cu}, I_{cs}	42, 42 kA	75, 75 kA	40, 40 kA
Einschaltleistung I_{cm} (415-V-Daten)	88 kA	440 kA	143 kA
Thermische Auslösung I_{th}	2000 A	100 A	400 A

Tabelle 4-1: Daten des Kurzschlusschutzes.

4.3 Überdrehzahlschutz

Die Drehzahl von Generator und Hauptwelle wird von Induktionssensoren erfasst und von der Windenergieanlagensteuerung berechnet, um vor Überdrehzahl und Drehfehlern zu schützen.

Die Windenergieanlage ist mit einem VOG (Vestas Overspeed Guard) ausgestattet. Dieses separate Computermodul misst die Rotordrehzahl, und bei einer Überdrehzahl löst der VOG die Notfahnenstellung (volle Fahnenstellung) der drei Rotorblätter aus.

Überdrehzahlschutz	
VOG-Sensortyp	Induktiv
Auslösewerte	17,8 (Rotor U/min) / 2013 (Generator U/min)

Tabelle 4-2: Daten des Überdrehzahlschutzes.

0071

4.4 EMV-System

Die Windenergieanlage nebst zugehöriger Ausrüstung muss die EMV-Richtlinie der EU in der jeweils gültigen Fassung erfüllen:

- Richtlinie 2004/108/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit.
- Die EMV-Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit in der jeweils gültigen Fassung.

4.5 Blitzschutzsystem

Das Blitzschutzsystem (LPS) besteht aus drei Hauptteilen.

- Blitzrezeptoren.
- Ableitungssystem.
- Erdungssystem.

Blitzschutzkonstruktionsparameter			Schutzklasse I
Aktueller Spitzenwert	i_{max}	[kA]	200
Gesamtlast	Q_{total}	[C]	300
Spezifische Energie	W/R	[MJ/ Ω]	10
Durchschnittliche Steilheit	di/dt	[kA/ μ s]	200

Tabelle 4-3: Blitzschutzkonstruktionsparameter.

HINWEIS

Das Blitzschutzsystem ist nach den IEC-Normen konstruiert (siehe Abschnitt 7.7 Auslegungsrichtlinien – Blitzschutz, S. 31). Blitzschläge werden als höhere Gewalt betrachtet, das heißt, Vestas übernimmt für Schäden durch Blitzschläge keine Haftung.

4.6 Erdung

Das Vestas Erdungssystem ist als Fundamenterdung ausgelegt.

Das Vestas-Dokument Nr. 0000-3388 enthält die Liste der Dokumente über das Vestas Erdungssystem.

Die Anforderungen der Spezifikation und der Arbeitsanweisungen für das Vestas Erdungssystem entsprechen den Mindestanforderungen von Vestas und den IEC-Normen. Lokale und nationale sowie projektspezifische Anforderungen können gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen erfordern.

0072

4.7 Korrosionsschutz

Die Korrosionskategorien für atmosphärische Korrosion werden gemäß ISO 9223:1992 klassifiziert.

Korrosionsschutz	Außenbereiche	Innenbereiche
Maschinenhaus	C5	C3 und C4 Klimastrategie: Das Heizen der Luft im Maschinenhaus im Verhältnis zur Außenlufttemperatur verringert die relative Feuchtigkeit und trägt dazu bei, ein kontrolliertes Korrosionsklima zu erzeugen.
Nabe	C5	C3
Turm	C5-I	C3

Tabelle 4-4: Daten zum Korrosionsschutz für Maschinenhaus, Nabe und Turm.

0073

5 Sicherheit

Die Sicherheitsspezifikationen in diesem Abschnitt enthalten eingeschränkte allgemeine Informationen zur Sicherheitsausstattung der Windenergieanlage. Sie entbinden den Käufer und seine Vertreter nicht von der Notwendigkeit, alle erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, zu denen u. a. Folgendes zählt: (a) Erfüllen aller geltenden Vereinbarungen, Anweisungen und Anforderungen bezüglich Sicherheit, Betrieb, Instandhaltung und Wartung; (b) Erfüllen aller sicherheitsrelevanten Gesetze, Vorschriften und Verordnungen; (c) Durchführen aller erforderlichen Sicherheitsschulungen und -fortbildungen sowie (d) Lesen und Verstehen aller sicherheitsrelevanten Handbücher und Anweisungen. Siehe Abschnitt 5.13 Handbücher und Warnhinweise, S. 27, um weitere Anweisungen zu erhalten.

5.1 Zugang

Der Zugang zur Windenergieanlage von außen erfolgt über die unterste Turmsektion. Die Tür ist mit einem Schloss ausgestattet. Der Zugang zur oberen Plattform im Turm erfolgt über eine Leiter oder einen Servicelift. Der Zugang zum Maschinenhaus von der oberen Plattform erfolgt über eine Leiter. Der Zugang zum Transformatorraum im Maschinenhaus ist mit einem Schloss ausgestattet. Ein unberechtigter Zugang zu Elektroschalttafeln und Stromtafeln in der Windenergieanlage ist gemäß IEC 60204-1 2006 nicht möglich.

5.2 Fluchtwege

Zusätzlich zu den normalen Zugangswegen gibt es alternative Fluchtwege aus dem Maschinenhaus durch die Kranluke.

Die Luke im Dach kann von innen und außen geöffnet werden.

Die Flucht aus dem Servicelift erfolgt über die Leiter.

5.3 Räume/Arbeitsbereiche

Turm und Maschinenhaus sind mit Anschlüssen für Elektrowerkzeuge zur Wartung und Instandhaltung der Windenergieanlage ausgestattet.

5.4 Plattformen, Steh- und Arbeitsplätze

Der untere Turmabschnitt verfügt über drei Plattformen. Es gibt eine Plattform auf Höhe der Eingangstür, eine Sicherheitsplattform etwa drei Meter über der Eingangsplattform und eine Plattform am oberen Ende des Turmabschnitts.

Alle mittleren Turmabschnitte verfügen über eine Plattform am oberen Ende des Turmabschnitts.

Der obere Turmabschnitt verfügt über zwei Plattformen. Eine obere Plattform sowie eine Plattform darunter für den Haltepunkt des Servicelifts.

Entlang der Leiter sind verschiedene Stehplätze verteilt.

Alle Plattformen weisen eine rutschfeste Oberfläche auf.

0074

In der Windenergieanlage sind Fußstützen für Wartungs- und Instandhaltungszwecke angebracht.

5.5 Aufstiegsmöglichkeiten

Im Turm ist eine Leiter mit einem Fallsicherungssystem (fester Handlauf oder Seilsystem) montiert.

Ruheplattformen sind in Abständen von 9 Metern an der Turmleiter zwischen den Plattformen angebracht.

In Turm, Maschinenhaus, Nabe und auf dem Dach sind Verankerungspunkte zum Anbringen eines Sicherheitsgeschirrs angebracht.

Über der Kranluke befindet sich ein Verankerungspunkt für die Notabseilausrüstung. Der Verankerungspunkt ist bis 22,2 kN getestet.

Verankerungspunkte sind gelb markiert und für 22,2 kN ausgelegt und getestet.

5.6 Bewegliche Teile, Schutzeinrichtungen und Sperrvorrichtungen

Bewegliche Teile im Maschinenhaus sind abgeschirmt.

Die Windenergieanlage ist mit einer Rotorsperre ausgestattet, um den Rotor und den Antriebsstrang zu sperren.

Die Zylinderstellung kann mit mechanischen Werkzeugen in der Nabe gesperrt werden.

5.7 Beleuchtung

Die Windenergieanlage ist in Turm, Maschinenhaus und Nabe mit einer Beleuchtung ausgestattet.

Für den Fall eines Stromausfalls ist eine Notbeleuchtung vorgesehen.

5.8 Lärm

Wenn die Windenergieanlage für Wartungszwecke außer Betrieb ist, herrscht im Maschinenhaus ein Geräuschpegel von unter 80 dB(A). Bei Betrieb ist Gehörschutz erforderlich.

5.9 Not-Aus

Im Maschinenhaus und in der untersten Turmsektion sind Not-Aus-Taster angebracht.

5.10 Stromzufuhr abschalten

In der Windenergieanlage kann für Inspektions- oder Wartungsmaßnahmen die gesamte Stromzufuhr abgeschaltet werden. Die Schalter sind beschildert und befinden sich im Maschinenhaus und in der untersten Turmsektion.

0075

5.11 Brandschutz/Erste Hilfe

Ein 5-kg-CO₂-Feuerlöscher muss im Maschinenhaus am linken Giergetriebe vorhanden sein. Das Vorhandensein des Feuerlöschers und dessen korrekte Anwendung muss vor Inbetriebnahme der Windenergieanlage bestätigt werden.

An der Rückwand des Maschinenhauses muss ein Erste-Hilfe-Kasten angebracht sein. Das Vorhandensein des Erste-Hilfe-Kastens und dessen korrekte Anwendung muss vor Inbetriebnahme der Windenergieanlage bestätigt werden.

Oberhalb des Generators muss sich eine Feuerlöschdecke befinden, die zum Löschen kleiner Brände verwendet werden kann.

5.12 Warnschilder

Zusätzliche Warnschilder, die regelmäßig vor Betrieb oder Wartung der Windenergieanlage überprüft werden müssen, befinden sich im Inneren oder an der Windenergieanlage.

5.13 Handbücher und Warnhinweise

Das Arbeitsschutz- und Sicherheitshandbuch von Vestas und die Handbücher für Betrieb, Instandhaltung und Wartung der Windenergieanlage bieten zusätzliche Sicherheitshinweise und Informationen für Betrieb, Wartung oder Instandhaltung der Windenergieanlage.

6 Umwelt

6.1 Chemikalien

In der Windenergieanlage verwendete Chemikalien werden gemäß dem Umweltsystem von Vestas Wind Systems A/S mit einer Zertifizierung gemäß ISO 14001:2004 bewertet.

- Frostschutzmittel zum Vermeiden des Einfrierens der Kühlung.
- Getriebeöl zum Schmieren des Getriebes.
- Hydrauliköl zum Verstellen der Rotorblätter und Betätigen der Bremse.
- Fett zum Schmieren der Lager.
- Unterschiedliche Reinigungsmittel und -chemikalien zur Wartung der Windenergieanlage.

0076

7 Genehmigungen, Zertifizierungen und Auslegungsrichtlinien

7.1 Typenprüfungen

Die Windenergieanlage ist typengeprüft nach folgenden Zertifizierungsrichtlinien:

V90-1.8 MW

Norm	Bedingungen	Nabenhöhe
IEC WT-01	IEC Klasse IIA	80 m
		95 m
		105 m

Tabelle 7-1: Daten zur Typenprüfung für die V90-1.8 MW.

V90-2.0 MW

Norm	Bedingungen	Nabenhöhe
IEC WT-01	IEC Klasse IIIA	80 m
		95 m
		105 m
Typenprüfung	DIBt II	95 m
		105 m
		125 m

Tabelle 7-2: Daten zur Typenprüfung für die V90-2.0 MW.

7.2 Auslegungsrichtlinien – strukturelle Konstruktion

Die strukturelle Konstruktion wurde u. a. gemäß folgenden Hauptnormen entwickelt und getestet:

Auslegungsrichtlinien – strukturelle Konstruktion	
Maschinenhaus und Nabe	IEC 61400-1:1999 EN 50308 ANSI/ASSE Z359.1-2007
Maschinenhausrahmen	IEC 61400-1:2005
Turm	IEC 61400-1:2005 Eurocode 3 DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, 4. Ausgabe.

Tabelle 7-3: Strukturelle Konstruktionsrichtlinien.

0077

7.3 Auslegungsrichtlinien – mechanische Ausrüstung

Die mechanische Ausrüstung wurde u. a. gemäß folgender Normen entwickelt und getestet:

Auslegungsrichtlinien – mechanische Ausrüstung	
Getriebe	Konstruktion gemäß den Richtlinien in ISO 81400-4
Rotorblätter	DNV-OS-J102 IEC 1024-1 IEC 60721-2-4 IEC 61400 (Teil 1, 12 und 23) IEC WT 01 IEC DEFU R25 ISO 2813 DS/EN ISO 12944-2

Tabelle 7-4: Auslegungsrichtlinien für mechanische Ausrüstung.

7.4 Auslegungsrichtlinien – elektrische Ausrüstung

Die mechanische Ausrüstung wurde u. a. gemäß folgender Normen entwickelt und getestet:

Auslegungsrichtlinien – elektrische Ausrüstung	
Wechselstrom-Hochspannungsleistungsschalter	IEC 60056
Hochspannungsprüfverfahren	IEC 60060
Leistungskondensatoren	IEC 60831
Isolierbuchsen für Wechselstromspannung über 1 kV	IEC 60137
Isolationskoordination	BS EN 60071
Wechselstrom-Trennschalter und Masseschalter	BS EN 60129
Stromwandler	IEC 60185
Spannungswandler	IEC 60186
Hochspannungsschalter	IEC 60265
Trennschalter und Sicherungen	IEC 60269
Brandschutznorm für Mittelspannungskabel	IEC 60332
Transformator	IEC 60076-11
Generator	IEC 60034
Spezifikation für Schwefel-Hexafluorid für elektrische Ausrüstung	IEC 60376

0078

Auslegungsrichtlinien – elektrische Ausrüstung	
Drehende elektrische Maschinen	IEC 34
Abmessungen und Ausgangsleistungen für drehende elektrische Maschinen	IEC 72 und IEC 72A
Klassifizierung von Isolierung, Materialien für elektrische Maschinen	IEC 85
Maschinensicherheit – elektrische Ausrüstung von Maschinen	IEC 60204-1

Tabelle 7-5: Auslegungsrichtlinien für elektrische Ausrüstung.

7.5 Auslegungsrichtlinien – E/A-Netzwerkssystem

Das verteilte E/A-Netzwerkssystem wurde u. a. gemäß folgender Normen entwickelt und getestet:

Auslegungsrichtlinien – E/A-Netzwerkssystem	
Salznebeltest	IEC 60068-2-52
Feuchte Wärme, zyklisch	IEC 60068-2-30
Schwingung Sinus	IEC 60068-2-6
Kalt	IEC 60068-2-1
Gehäuse	IEC 60529
Feuchte Wärme, kontinuierlich	IEC 60068-2-56
Schwingung Zufall	IEC 60068-2-64
Trockene Wärme	IEC 60068-2-2
Temperaturschock	IEC 60068-2-14
Freier Fall	IEC 60068-2-32

Tabelle 7-6: Auslegungsrichtlinien – E/A-Netzwerkssystem.

7.6 Auslegungsrichtlinien – EMV-System

Um die EMV-Anforderungen zu erfüllen, muss die Konstruktion den Auslegungsrichtlinien für den Blitzschutz entsprechen, siehe Abschnitt 7.7 Auslegungsrichtlinien – Blitzschutz, S. 31.

Auslegungsrichtlinien – EMV-System	
Konstruktion gemäß	IEC 61400-1:2005
Zusätzlich Robustheitsanforderungen gemäß	TPS 901795

7.7 Auslegungsrichtlinien – Blitzschutz

Die Konstruktion des Blitzschutzsystemes (LPS) entspricht der LPL I:

Auslegungsrichtlinien – Blitzschutz	
Konstruktion gemäß	IEC 62305-1: 2006
	IEC 62305-3: 2006
	IEC 62305-4: 2006
Nicht harmonisierte Norm und technisch normative Dokumente	IEC/TR 61400-24:200

Tabelle 7-7: Auslegungsrichtlinien für den Blitzschutz.

7.8 Auslegungsrichtlinien – Erdung

Die Konstruktion des Vestas Erdungssystems basiert auf und erfüllt die Anforderungen der folgenden internationalen Normen und Richtlinien:

- IEC 62305-1 Ausg. 1.0: Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundlagen
- IEC 62305-3 Ausg. 1.0: Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen.
- IEC 62305-4 Ausg. 1.0: Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen.
- IEC/TR 61400-24. Erste Ausgabe 2002-07. Windenergieanlagen – Teil 24: Blitzschutz.
- IEC 60364-5-54. Zweite Ausgabe 2002-06. Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Aufstellung der elektrischen Ausrüstung – Erdung, Schutzleiter und Potentialausgleich
- IEC 61936-1. Erste Ausgabe 2002-10. Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1kV – Teil 1: Allgemeine Regeln

0080

9.3 Betriebsbereich – Netzanschluss

Die Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe und hängen von den Sensoren und der Steuerung der Windenergieanlage ab.

Betriebsumgebung – Netzanschluss		
Nennphasenspannung	$U_{P, \text{nom}}$	400 V
Nennfrequenz	f_{nom}	50 Hz
Max. Stationärer Spannungssprung	+/- 2 %	
Max. Frequenzgradient	+/- 4 Hz/s	
Max. Negative Reihenspannung	3 %	

Tabelle 9-4: Betriebsumgebung – Netzanschluss.

Der Generator und der Umrichter werden in folgenden Fällen getrennt:

	U_P	U_N
Spannung 60 s lang über 110 % des Nennwerts	440 V	759 V
Spannung 2 s lang über 115 % des Nennwerts	460 V	794 V
Spannung 0,08 s lang über 120 % des Nennwerts	480 V	828 V
Spannung 0,005 s lang über 125 % des Nennwerts	500 V	863 V
Spannung 60 s lang unter 90 % des Nennwerts	360 V	621 V
Spannung 11 s lang unter 85 % des Nennwerts	340 V	586 V
Frequenz 0,2 s lang über [Hz]	53 Hz	
Frequenz 0,2 s lang unter [Hz]	47 Hz	

Tabelle 9-5: Trennungswerte für Generator und Umrichter.

HINWEIS

* Während der Lebensdauer der Windenergieanlage sollten durchschnittlich nicht mehr als 20 Netzausfälle innerhalb eines Jahres auftreten.

9.4 Betriebsbereich – Blindleistungskapazität

Die Blindleistungskapazität der Windenergieanlage hängt wie in Abbildung 9-1, S. 36 dargestellt von der Nennleistung ab.

0081

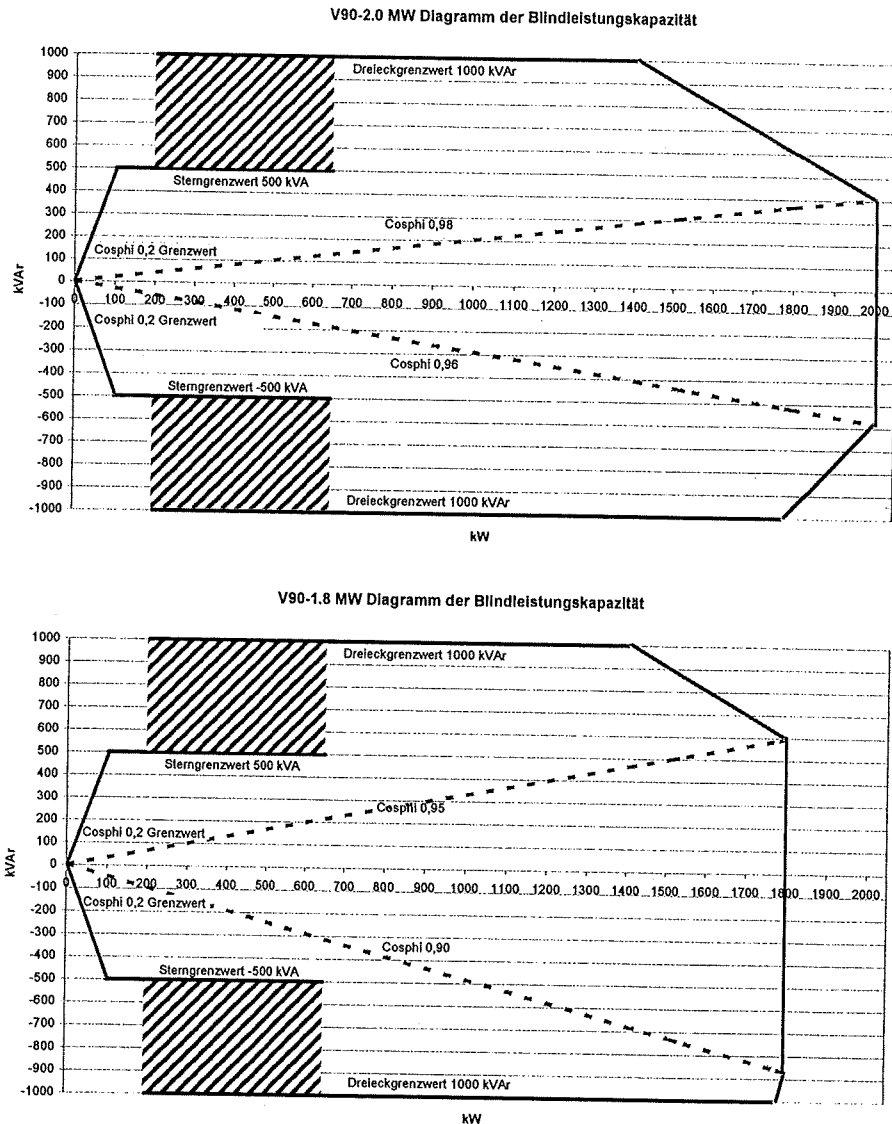


Abbildung 9-1: Blindleistungskapazität.

Der oben abgebildete Plan gilt für die Niederspannungsseite des Hochspannungstransformators. Blindleistung wird durch Rotorumrichter erzeugt. Daher werden keine herkömmlichen Kondensatoren in der Windenergieanlage verwendet.

Bei maximaler Wirk- und Blindleistung reduziert die Windenergieanlage die Wirk- bzw. Blindleistung, je nachdem, welche Leistungsart Vorrang hat. (Wenn z. B. Blindleistung Vorrang hat, wird die Wirkleistung reduziert.)

0082

9.5 Leistungsmerkmal – Durchfahren von Netzfehlern (Fault Ride Through)

Die Windenergieanlage ist mit einem verstärkten Vestas Converter System (VCS) ausgestattet, damit der Generator bei Netzstörungen optimal geregelt werden kann. Controller und Schütze weisen ein USV-Backup-System auf, um den Betrieb der Windenergieanlagensteuerung bei Netzstörungen aufrecht zu erhalten.

Das Pitch-System ist optimiert um die Windenergieanlage innerhalb normaler Geschwindigkeitsbedingungen. Der Generator wird beschleunigt, um Rotationsenergie zu speichern, die normale Leistungserzeugung nach einer Störung wieder aufzunehmen und die mechanische Belastung der Windenergieanlage auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Windenergieanlage ist so ausgelegt, dass sie sich nicht bei Netzstörungen innerhalb der Spannungstoleranzkurve in Abbildung 9-2, S. 37 vom Netz trennt.

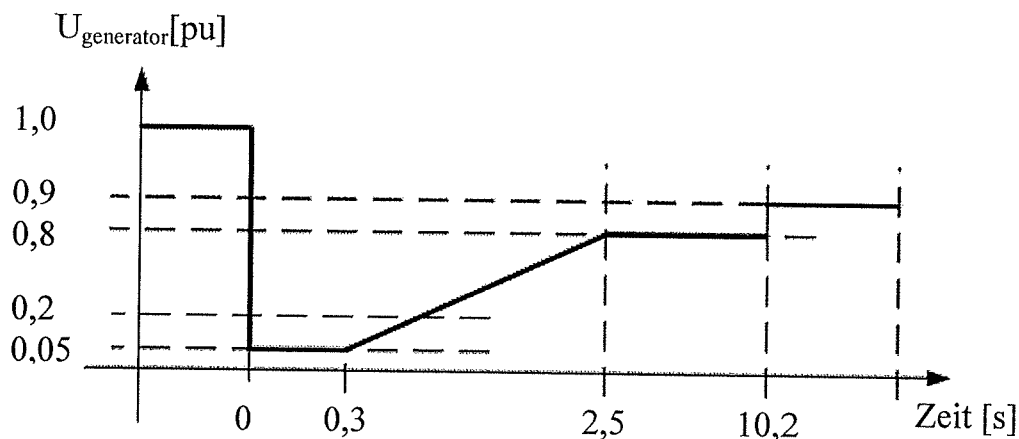


Abbildung 9-2: Spannungstoleranzkurve für symmetrische und asymmetrische Störungen.

Bei Netzstörungen außerhalb der Schutzkurve in Abbildung 9-3, S. 38 wird die Windenergieanlage vom Netz getrennt.

0083

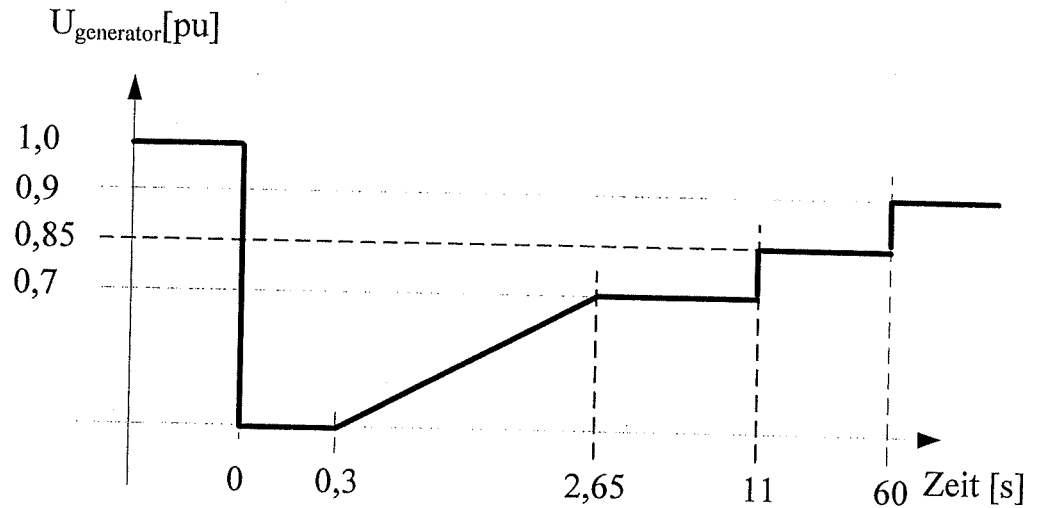


Abbildung 9-3: Standardeinstellungen für den Niederspannungsschutz für symmetrische und asymmetrische Störungen.

Leistungsrückgewinnungszeit	
Leistungsrückgewinnung bis 90 % des Niveaus vor einer Störung	Max. 1,0 s

9.6 Leistungsmerkmal – Blindstrombeitrag

Der Blindstrombeitrag hängt davon ab, ob es sich um einen symmetrischen oder asymmetrischen Fehler handelt

9.6.1 Symmetrischer Blindstrombeitrag

Die Windenergieanlage wird von normaler Wirk- und Blindleistungsregelung auf Rotorstromsregelung geschaltet. Dadurch kann die Windenergieanlage die Spannung durch Einspeisen von Blindstrom ins Netz regeln. Der Blindstrom an den Generatoranschlüssen wird entsprechend dem Spannungspegel an den Generatoranschlüssen vorgegeben.

Der Standardwert ergibt einen Blindstromanteil von 100% (1 pu) des Nennstroms der Windenergieanlage an den Generatoranschlüssen. Abbildung 9-4, S. 34 zeigt den Blindstrombeitrag als eine Funktion der Spannung an den Generatoranschlüssen in Stern- und Dreiecksbetrieb. Der Blindstrombeitrag ist unabhängig von den aktuellen Windbedingungen und dem Leistungsniveau vor einer Störung.

0084

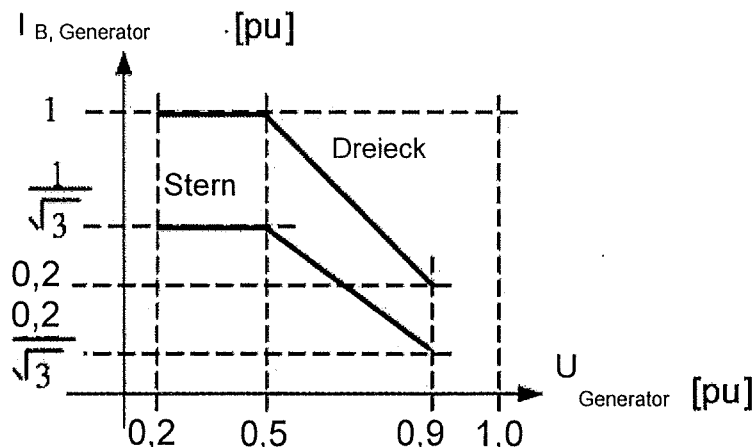


Abbildung 9-4: Blindstrombeitrag in Stern- und Dreieckschaltung bei 100 % Blindstrombeitrag.

In Sternschaltung liegt der Blindstrombeitrag um den Faktor $1/\sqrt{3}$ niedriger als bei der Dreieckschaltung. Windenergieanlagen können in einem erzwungenen Dreiecksbetrieb laufen. Dieses gewährleistet die volle Blindstromeinspeisung bei schwachem Wind.

Bei Netzstörungen können in der Netzspannung hohe Spannungsstufen (du/dt) auftreten, durch welche die Rotorstromsteuerung für bis zu 50 ms ausfallen kann, bevor sie wieder in Betrieb geht. Während dieser 50 ms kann der Generator einen geringen Magnetisierungsstrom aus dem Netz ziehen.

9.6.2 Asymmetrischer Blindstrombeitrag

Stromreferenzwerte werden während asymmetrischer Störungen reduziert, um ein Durchfahren zu gewährleisten. Die Stromreferenzwerte werden ausgehend vom symmetrischen Fall um den folgenden Reduzierungsfaktor auf die Stromreferenzen reduziert:

$$1 - (U_{pu_high} - U_{pu_low})$$

Dabei ist „ U_{pu_high} “ der höchste Leiter-Leiter- oder Leiter-Erde-Effektivwert bezogen auf die gemessene Spannung und „ U_{pu_low} “ der niedrigste Leiter-Leiter- oder Leiter-Erde-Effektivwert.

9.7 Leistungsmerkmal – Mehrfache Spannungsabfälle

Die Windenergieanlage ist so ausgelegt, dass sie Automatische Wiedereinschaltung (AWE) und mehrfache Spannungsabfälle innerhalb einer kurzen Zeitspanne vertragen kann, da solche Spannungsabfälle nicht gleichmäßig über das Jahr verteilt sind. Beispielsweise stellen sechs Spannungsabfälle mit einer Dauer von 200 ms auf 20 % der Spannung innerhalb von 30 Minuten in der Regel kein Problem für die Windenergieanlage dar

0035

9.8 Leistungsmerkmal – Regelung von Wirk- und Blindleistung

Die Windenergieanlage kann Wirk- und Blindleistung über das VestasOnline™ SCADA-System regeln.

Max. Anstiegsrate für externe Steuerung

Wirkleistung	0,1 pu/s
Blindleistung	2,5 pu/s

Zum Schutz der Windenergieanlage lässt sich die Wirkleistung nicht auf Werte unterhalb der Kurve in Abbildung 9-5, S. 40 regeln.

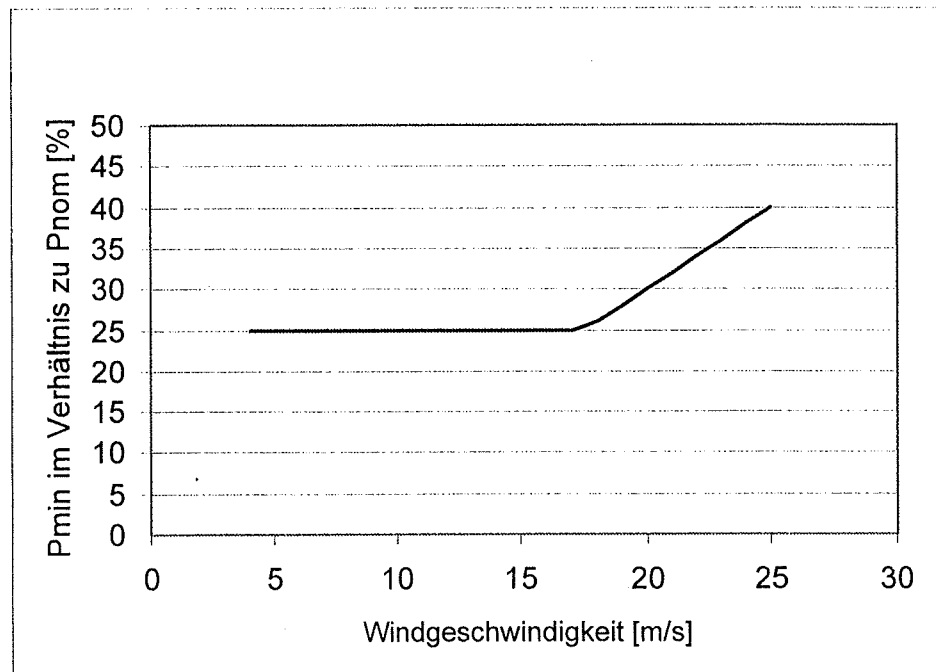


Abbildung 9-5: Minimale Wirkleistungsabgabe (P_{min}) in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit..

9.9 Leistungsmerkmal – Spannungsregelung

Die Spannungsregelung kann mit VestasOnline™ Spannungsregelung durch Nutzung des Blindleistungsvermögens der Windenergieanlage realisiert werden

9.10 Leistungsmerkmal – Frequenzregelung

Die Windenergieanlage lässt sich zur Frequenzregelung durch Begrenzung der abgegebenen Leistung als Funktion der Netzfrequenz (Überfrequenz) konfigurieren.

Totzone und Anstieg sind für die Frequenzsteuerungsfunktion einstellbar. 0086

9.11 Leistungsmerkmal – Eigenbedarf

Der Stromverbrauch der Windenergieanlage ist als Eigenbedarf definiert, wenn

die Windenergieanlage keine Energie erzeugt (der Generator nicht an das Netz gekoppelt ist). Dies ist im Steuersystem als Production Generator (Null) definiert.

Die folgenden Komponenten üben den größten Einfluss auf den Stromverbrauch der Windenergieanlage aus:

Eigenverbrauch	
Hydraulikmotor	20 kW
Giermotoren 6 x 1,75 kW	10,5 kW
Ölheizung 3 x 0,76 kW	2,3 kW
Luftheizungen 2 x 6 kW (Std.) 3 x 6 kW (NT)	12 kW (Standard) 18 kW (Niedrige Temperatur)
Ölpumpe für Getriebschmierung	3,5 kW
Hochspannungstransformator im Maschinenhaus hat einen Leerlaufverlust von	Max. 3,9 kW

Tabelle 9-6: Daten über den Eigenverbrauch.

9.12 Betriebsumgebungsbedingungen für Leistungskurve, Ct Werte (in Nabenhöhe)

Siehe Anhang 12.1 Leistungsfähigkeit – C_T -Werte, S. 45 für C_T -Werte, Anhang 12.2 Leistungsfähigkeit – Prognostizierte Leistungskurven, S. 51 für Leistungskurven und Anhang 12.3 Geräuschpegel, S. 57 für Geräuschpegel.

Bedingungen für Leistungskurve und C_T-Werte (in Nabenhöhe)	
Windscherung	0,10–0,16 (10-Minuten-Durchschnitt)
Turbulenzintensität	8–12 % (10-Minuten-Durchschnitt)
Rotorblätter	Sauber
Regen	Nein
Eis/Schnee auf Rotorblättern	Nein
Vorderkante	Keine Schäden
Gelände	IEC 61400-12-1
Einströmwinkel (senkrecht)	$0 \pm 2^\circ$
Netzfrequenz	$50 \pm 0,5$ Hz

Tabelle 9-7: Bedingungen für Leistungskurve und C_T -Werte.

0087

10 Zeichnungen

10.1 Strukturelle Konstruktion – Darstellung der Außenabmessungen

Informationen zu den Nabenhöhen finden Sie im Abschnitt 2.14 Turmstruktur, S. 10.

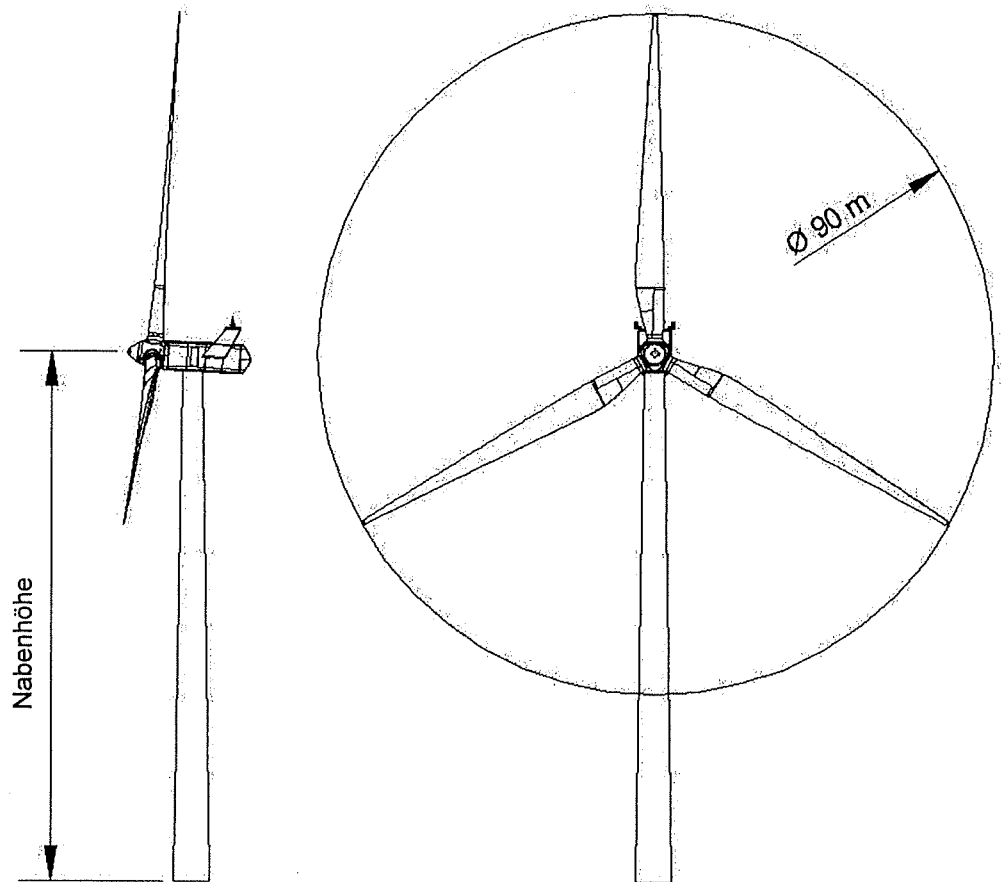


Abbildung 10-1: Strukturelle Konstruktion – Darstellung der Außenabmessungen.

0088

10.2 Strukturelle Konstruktion – Seitenansichtszeichnung

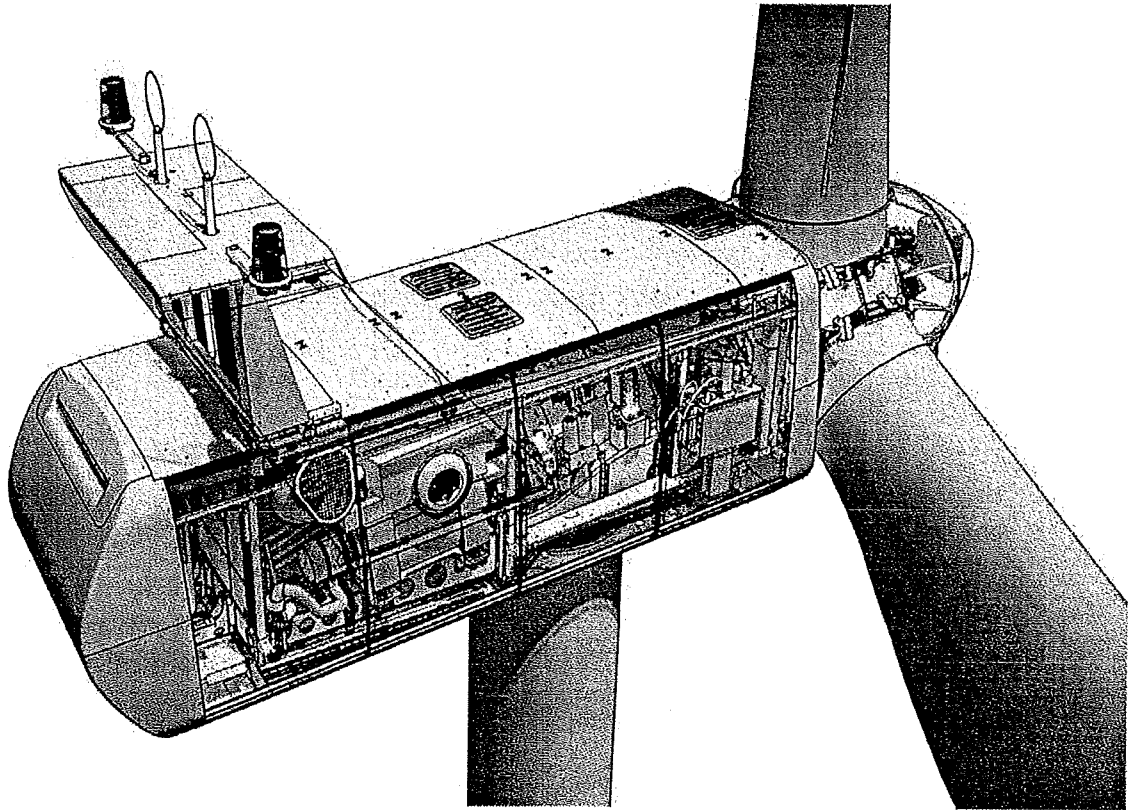


Abbildung 10-2: Seitenansichtszeichnung.

0089

11 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse

- Die vorliegenden allgemeinen Spezifikationen gelten für die aktuelle Version der Windenergieanlage V90-1.8/2.0 MW. Neuere Versionen der Windenergieanlage V90-1.8/2.0 MW, die ggf. zukünftig hergestellt werden, haben ggf. allgemeine Spezifikationen, die von der vorliegenden allgemeinen Spezifikation abweichen. Falls Vestas eine neuere Version der Windenergieanlage V90-1.8/2.0 MW liefert, legt Vestas aktuelle allgemeine Spezifikationen vor, die dann für die neue Version gelten.
- Durch starken Wind, niedrige Spannung oder hohe Temperaturen können periodische Betriebsstörungen und Leistungseinschränkungen des Generators verursacht werden.
- Vestas empfiehlt, dass das Stromversorgungsnetz so nah wie möglich an den Nennwerten liegen sollten mit geringen Abweichungen in der Frequenz.
- Im Anschluss an einen Netzausfall und/oder an Zeiträume mit sehr geringer Umgebungstemperatur muss erwartungsgemäß eine gewisse vorgegebene Aufwärmzeit der Windenergieanlage berücksichtigt werden.
- Die prognostizierte Leistungskurve bei den unterschiedlichen prognostizierten Geräuschpegeln (Schalleistungspegel) gilt für Windgeschwindigkeiten bei einem 10-Minuten-Durchschnittswert auf Nabenhöhe und senkrecht zur Rotorebene.
- Für alle angegebenen Start/Stopp-Parameter (z. B. Windgeschwindigkeiten und Temperaturen) ist eine Hysterese-Steuerung vorhanden. Dadurch kann es in bestimmten Grenzsituationen dazu kommen, dass die Windenergieanlage angehalten wird, obwohl entsprechend den Umgebungsbedingungen die angegebenen Betriebsparametergrenzwerte nicht überschritten werden.
- Das Erdungssystem muss die Mindestanforderungen von Vestas und die lokalen und nationalen Anforderungen und Normen erfüllen.
- Blitzschläge werden als höhere Gewalt betrachtet, das heißt, Vestas übernimmt für Schäden durch Blitzschläge keine Haftung.
- Um Missverständnisse zu vermeiden: Die vorliegende allgemeine Spezifikation stellt keine Garantie, Zusage und/oder Prüfung der Leistungskurve und Geräusche (einschließlich Prüfverfahren für Leistungskurve und Geräusche) dar und beinhaltet auch etwas Derartiges nicht. Garantien, Zusagen und/oder Prüfungen von Leistungskurve und Geräuschen (einschließlich Prüfverfahren für Leistungskurve und Geräusche) müssen separat schriftlich vereinbart werden.

0090

12 Anhänge

12.1 Leistungsfähigkeit – C_r-Werte

12.1.1 V90-1.8 MW, C_r-Werte, Betriebsmodus 0

V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 0												
Luftdichte kg/m ³												
Windschwindigkeit [m/s]	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
5	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
6	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
7	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
8	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779
9	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717
10	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628
11	0,480	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,524	0,506	0,489	0,472	0,457
12	0,350	0,468	0,452	0,436	0,420	0,404	0,388	0,377	0,366	0,355	0,345	0,336
13	0,268	0,347	0,337	0,326	0,316	0,306	0,295	0,287	0,280	0,272	0,265	0,258
14	0,212	0,271	0,263	0,256	0,248	0,240	0,233	0,227	0,221	0,215	0,210	0,205
15	0,172	0,218	0,212	0,206	0,200	0,194	0,188	0,183	0,178	0,174	0,170	0,166
16	0,141	0,178	0,173	0,169	0,164	0,159	0,154	0,150	0,147	0,143	0,140	0,136
17	0,118	0,148	0,144	0,140	0,137	0,133	0,129	0,126	0,123	0,120	0,117	0,114
18	0,100	0,125	0,122	0,118	0,115	0,112	0,109	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097
19	0,086	0,107	0,104	0,101	0,098	0,096	0,093	0,091	0,089	0,087	0,085	0,083
20	0,074	0,092	0,089	0,087	0,085	0,083	0,080	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072
21	0,064	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072	0,070	0,068	0,067	0,065	0,064	0,062
22	0,057	0,070	0,068	0,066	0,065	0,063	0,061	0,060	0,059	0,057	0,056	0,055
23	0,050	0,062	0,060	0,059	0,057	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049
24	0,045	0,055	0,053	0,052	0,051	0,050	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043
25	0,040	0,049	0,048	0,047	0,045	0,044	0,043	0,042	0,041	0,040	0,040	0,039

Tabelle 12-1: C_r-Werte V90-1.8 MW, Betriebsmodus 0.

0091

12.1.2 V90-1.8 MW, C_f-Werte, Betriebsmodus 1

V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 1												
Luftdichte kg/m ³												
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
5	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
6	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
7	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
8	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779
9	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705
10	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595
11	0,480	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,502	0,493	0,484	0,472	0,457
12	0,350	0,445	0,434	0,422	0,411	0,399	0,388	0,377	0,366	0,355	0,345	0,336
13	0,268	0,347	0,337	0,326	0,316	0,306	0,295	0,287	0,280	0,272	0,265	0,258
14	0,212	0,271	0,263	0,256	0,248	0,240	0,233	0,227	0,221	0,215	0,210	0,205
15	0,172	0,218	0,212	0,206	0,200	0,194	0,188	0,183	0,178	0,174	0,170	0,166
16	0,141	0,178	0,173	0,169	0,164	0,159	0,154	0,150	0,147	0,143	0,140	0,136
17	0,118	0,148	0,144	0,140	0,137	0,133	0,129	0,126	0,123	0,120	0,117	0,114
18	0,100	0,125	0,122	0,118	0,115	0,112	0,109	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097
19	0,086	0,107	0,104	0,101	0,098	0,096	0,093	0,091	0,089	0,087	0,085	0,083
20	0,074	0,092	0,089	0,087	0,085	0,083	0,080	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072
21	0,064	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072	0,070	0,068	0,067	0,065	0,064	0,062
22	0,057	0,070	0,068	0,066	0,065	0,063	0,061	0,060	0,059	0,057	0,056	0,055
23	0,050	0,062	0,060	0,059	0,057	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049
24	0,045	0,055	0,053	0,052	0,051	0,050	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043
25	0,040	0,049	0,048	0,047	0,045	0,044	0,043	0,042	0,041	0,040	0,040	0,039

Tabelle 12-2: C_f-Werte V90-1.8 MW, Betriebsmodus 1.

0092

12.1.3 V90-1.8 MW, C_F-Werte, Betriebsmodus 2

V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 2												
Luftdichte kg/m ³												
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
5	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
6	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
7	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
8	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732
9	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606
10	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510
11	0,433	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,436	0,435	0,434	0,426	0,413
12	0,319	0,380	0,374	0,369	0,364	0,359	0,354	0,344	0,334	0,324	0,315	0,307
13	0,247	0,319	0,310	0,300	0,291	0,281	0,272	0,264	0,257	0,250	0,244	0,238
14	0,196	0,251	0,244	0,236	0,229	0,222	0,215	0,210	0,204	0,199	0,194	0,189
15	0,159	0,202	0,197	0,191	0,186	0,180	0,175	0,170	0,166	0,162	0,158	0,154
16	0,134	0,170	0,165	0,160	0,156	0,151	0,147	0,143	0,140	0,136	0,133	0,130
17	0,115	0,145	0,141	0,137	0,133	0,129	0,126	0,123	0,120	0,117	0,114	0,111
18	0,100	0,125	0,122	0,118	0,115	0,112	0,109	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097
19	0,086	0,107	0,104	0,101	0,098	0,096	0,093	0,091	0,089	0,087	0,085	0,083
20	0,074	0,092	0,089	0,087	0,085	0,083	0,080	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072
21	0,064	0,080	0,078	0,076	0,074	0,072	0,070	0,068	0,067	0,065	0,064	0,062
22	0,057	0,070	0,068	0,066	0,065	0,063	0,061	0,060	0,059	0,057	0,056	0,055
23	0,050	0,062	0,060	0,059	0,057	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049
24	0,045	0,055	0,053	0,052	0,051	0,050	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043
25	0,040	0,049	0,048	0,047	0,045	0,044	0,043	0,042	0,041	0,040	0,040	0,039

Tabelle 12-3: C_F-Werte V90-1.8 MW, Betriebsmodus 2.

0093

12.1.4 V90-2.0 MW, C_r -Werte, Betriebsmodus 0

V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 0												
Luftdichte kg/m ³												
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
5	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
6	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
7	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
8	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779
9	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717
10	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628
11	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,538	0,530
12	0,395	0,470	0,464	0,459	0,454	0,448	0,443	0,429	0,415	0,402	0,389	0,378
13	0,300	0,395	0,382	0,370	0,357	0,344	0,332	0,323	0,314	0,305	0,296	0,289
14	0,236	0,304	0,295	0,287	0,278	0,269	0,260	0,253	0,246	0,240	0,234	0,228
15	0,191	0,243	0,236	0,229	0,223	0,216	0,209	0,204	0,198	0,193	0,188	0,184
16	0,157	0,198	0,193	0,188	0,182	0,177	0,171	0,167	0,163	0,159	0,155	0,151
17	0,131	0,165	0,160	0,156	0,151	0,147	0,143	0,139	0,136	0,132	0,129	0,126
18	0,110	0,139	0,135	0,131	0,128	0,124	0,120	0,117	0,115	0,112	0,109	0,107
19	0,094	0,118	0,115	0,112	0,109	0,106	0,103	0,100	0,098	0,096	0,093	0,091
20	0,081	0,102	0,099	0,096	0,094	0,091	0,089	0,086	0,084	0,082	0,081	0,079
21	0,071	0,088	0,086	0,084	0,081	0,079	0,077	0,075	0,074	0,072	0,070	0,069
22	0,062	0,077	0,075	0,073	0,071	0,069	0,068	0,066	0,064	0,063	0,062	0,060
23	0,055	0,068	0,066	0,065	0,063	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,054	0,053
24	0,049	0,060	0,059	0,057	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,049	0,048	0,047
25	0,044	0,054	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042

Tabelle 12-4: C_r -Werte V90-2.0 MW, Betriebsmodus 0.

0094

12.1.5 V90-2.0 MW, C_f -Werte, Betriebsmodus 1

V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 1												
Luftdichte kg/m ³												
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
5	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
6	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
7	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
8	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779
9	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705
10	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595
11	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510
12	0,395	0,445	0,445	0,444	0,444	0,443	0,443	0,429	0,415	0,402	0,389	0,378
13	0,300	0,392	0,380	0,368	0,356	0,344	0,332	0,323	0,314	0,305	0,296	0,289
14	0,236	0,304	0,295	0,287	0,278	0,269	0,260	0,253	0,246	0,240	0,234	0,228
15	0,191	0,243	0,236	0,229	0,223	0,216	0,209	0,204	0,198	0,193	0,188	0,184
16	0,157	0,198	0,193	0,188	0,182	0,177	0,171	0,167	0,163	0,159	0,155	0,151
17	0,131	0,165	0,160	0,156	0,151	0,147	0,143	0,139	0,136	0,132	0,129	0,126
18	0,110	0,139	0,135	0,131	0,128	0,124	0,120	0,117	0,115	0,112	0,109	0,107
19	0,094	0,118	0,115	0,112	0,109	0,106	0,103	0,100	0,098	0,096	0,093	0,091
20	0,081	0,102	0,099	0,096	0,094	0,091	0,089	0,086	0,084	0,082	0,081	0,079
21	0,071	0,088	0,086	0,084	0,081	0,079	0,077	0,075	0,074	0,072	0,070	0,069
22	0,062	0,077	0,075	0,073	0,071	0,069	0,068	0,066	0,064	0,063	0,062	0,060
23	0,055	0,068	0,066	0,065	0,063	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,054	0,053
24	0,049	0,060	0,059	0,057	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,049	0,048	0,047
25	0,044	0,054	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042

Tabelle 12-5: C_f -Werte V90-2.0 MW, Betriebsmodus 1.

0095

12.1.6 V90-2.0 MW, C_t -Werte, Betriebsmodus 2

V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 2												
Luftdichte kg/m^3												
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
5	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
6	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
7	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
8	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732
9	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606
10	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510
11	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438	0,438
12	0,361	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,374	0,369	0,363	0,355	0,345
13	0,276	0,334	0,328	0,322	0,317	0,311	0,305	0,297	0,289	0,280	0,273	0,266
14	0,219	0,282	0,274	0,265	0,257	0,249	0,241	0,234	0,228	0,222	0,216	0,211
15	0,177	0,226	0,220	0,213	0,207	0,201	0,194	0,189	0,185	0,180	0,175	0,171
16	0,149	0,189	0,184	0,179	0,173	0,168	0,163	0,159	0,155	0,151	0,147	0,144
17	0,128	0,161	0,156	0,152	0,148	0,144	0,139	0,136	0,133	0,129	0,126	0,123
18	0,110	0,139	0,135	0,131	0,128	0,124	0,120	0,117	0,115	0,112	0,109	0,107
19	0,094	0,118	0,115	0,112	0,109	0,106	0,103	0,100	0,098	0,096	0,093	0,091
20	0,081	0,102	0,099	0,096	0,094	0,091	0,089	0,086	0,084	0,082	0,081	0,079
21	0,071	0,088	0,086	0,084	0,081	0,079	0,077	0,075	0,074	0,072	0,070	0,069
22	0,062	0,077	0,075	0,073	0,071	0,069	0,068	0,066	0,064	0,063	0,062	0,060
23	0,055	0,068	0,066	0,065	0,063	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,054	0,053
24	0,049	0,060	0,059	0,057	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,049	0,048	0,047
25	0,044	0,054	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042

Tabelle 12-6: C_t -Werte V90-2.0 MW, Betriebsmodus 2.

0096

12.2 Leistungsfähigkeit – Prognostizierte Leistungskurven

Niederspannungsseite des Hochspannungstransformators, berechnet bei 690 V / 400 V.

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, 10-Minuten-Durchschnitt.

12.2.1 Leistungskurve [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 0

P (10-min) [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 0												
Wind [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]											
	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	88	64	67	70	72	75	78	81	84	87	90	92
5	204	157	162	168	174	179	185	190	196	202	207	213
6	371	288	297	307	317	327	337	346	356	366	376	385
7	602	471	486	502	517	532	548	563	579	594	609	625
8	901	711	733	756	778	801	824	846	868	890	912	934
9	1243	985	1015	1045	1076	1106	1136	1167	1197	1228	1258	1289
10	1570	1262	1300	1338	1376	1414	1452	1486	1520	1554	1584	1611
11	1759	1527	1562	1597	1632	1667	1702	1719	1735	1751	1763	1770
12	1793	1722	1735	1747	1760	1773	1785	1788	1790	1792	1794	1795
13	1800	1788	1790	1792	1795	1797	1799	1800	1800	1800	1800	1800
14	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
15	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
16	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
17	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
18	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
19	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
20	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
21	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
22	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
23	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
24	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
25	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800

Tabelle 12-7: Leistungskurve V90-1.8 MW, Betriebsmodus 0

0097

12.2.2 Leistungskurve [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 1

P (10 min) [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 1												
Wind [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]											
	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	88	64	66	69	72	75	78	81	84	87	90	92
5	204	157	162	168	174	179	185	190	196	202	207	213
6	371	288	297	307	317	327	336	346	356	366	376	385
7	602	471	486	502	517	533	548	563	579	594	609	625
8	900	710	732	755	777	800	822	844	867	889	911	933
9	1229	964	996	1028	1060	1092	1124	1154	1184	1214	1245	1275
10	1541	1190	1236	1282	1327	1373	1419	1454	1489	1524	1556	1587
11	1742	1437	1484	1530	1576	1622	1668	1689	1710	1731	1748	1760
12	1790	1650	1675	1700	1725	1749	1774	1779	1783	1788	1791	1793
13	1800	1762	1769	1776	1784	1791	1798	1799	1799	1800	1800	1800
14	1800	1795	1796	1797	1798	1799	1800	1800	1800	1800	1800	1800
15	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
16	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
17	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
18	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
19	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
20	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
21	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
22	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
23	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
24	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
25	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800

Tabelle 12-8: Leistungskurve V90-1.8 MW, Betriebsmodus 1.

0098

12.2.3 Leistungskurve [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 2

P (10 min) [kW] V90-1.8 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 2												
Wind [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]											
	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	88	64	67	69	72	75	78	81	84	87	90	92
5	204	157	162	168	174	179	185	190	196	202	207	213
6	371	288	297	307	317	327	337	346	356	366	376	385
7	602	471	486	502	517	533	548	563	579	594	609	625
8	880	694	716	738	760	782	804	826	848	869	891	912
9	1147	911	939	966	994	1022	1050	1078	1106	1133	1161	1189
10	1405	1114	1148	1183	1217	1252	1286	1320	1354	1388	1421	1453
11	1623	1315	1354	1394	1434	1473	1513	1545	1576	1607	1635	1659
12	1729	1515	1548	1581	1614	1647	1680	1694	1708	1722	1732	1739
13	1761	1672	1688	1703	1718	1734	1749	1753	1756	1759	1762	1763
14	1774	1751	1755	1759	1764	1768	1772	1773	1773	1773	1773	1773
15	1786	1782	1782	1783	1784	1785	1786	1786	1786	1786	1786	1786
16	1795	1792	1792	1793	1794	1794	1795	1795	1795	1795	1795	1795
17	1799	1798	1798	1798	1798	1798	1798	1798	1798	1799	1799	1799
18	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
19	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
20	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
21	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
22	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
23	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
24	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
25	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800

Tabelle 12-9: Leistungskurve V90-1.8 MW, Betriebsmodus 2.

0099

12.2.4 Leistungskurve [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 0

P (10 min) [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 0												
Wind [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]											
	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	88	64	67	70	72	75	78	81	84	87	90	93
5	205	157	163	169	174	180	185	191	197	202	208	213
6	371	288	297	307	317	327	337	346	356	366	375	385
7	601	470	486	501	517	532	548	563	578	594	609	624
8	901	711	734	756	779	801	824	846	868	890	912	934
9	1243	985	1015	1045	1075	1106	1136	1166	1197	1227	1258	1289
10	1591	1262	1301	1341	1380	1419	1458	1496	1534	1572	1609	1646
11	1876	1531	1577	1622	1667	1712	1757	1791	1825	1859	1887	1910
12	1979	1782	1814	1846	1879	1911	1943	1953	1963	1974	1981	1986
13	1999	1943	1953	1962	1972	1982	1992	1994	1996	1998	1999	2000
14	2000	1991	1993	1995	1996	1998	2000	2000	2000	2000	2000	2000
15	2000	1999	1999	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
16	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
17	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
18	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
19	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
20	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
21	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
22	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
23	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
24	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
25	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Tabelle 12-10: Leistungskurve V90-2.0 MW, Betriebsmodus 0.

0100

12.2.5 Leistungskurve [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 1

P (10 min) [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 1												
Wind [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]											
	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	88	64	66	69	72	75	78	81	84	87	90	92
5	204	157	162	168	174	179	185	190	196	202	207	213
6	371	288	297	307	317	327	336	346	356	366	376	385
7	602	471	486	502	517	533	548	563	579	594	609	625
8	900	710	732	755	777	800	822	844	867	889	911	933
9	1229	975	1005	1034	1064	1094	1124	1154	1184	1214	1245	1275
10	1555	1231	1269	1308	1346	1385	1423	1460	1498	1536	1573	1609
11	1835	1482	1527	1572	1617	1661	1706	1743	1780	1816	1849	1877
12	1967	1726	1763	1800	1837	1874	1911	1927	1943	1959	1970	1977
13	1997	1906	1921	1937	1953	1968	1984	1988	1991	1995	1997	1999
14	2000	1979	1983	1987	1991	1995	1999	1999	2000	2000	2000	2000
15	2000	1997	1998	1998	1999	1999	2000	2000	2000	2000	2000	2000
16	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
17	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
18	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
19	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
20	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
21	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
22	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
23	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
24	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
25	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Tabelle 12-11: Leistungskurve V90-2.0 MW, Betriebsmodus 1.

0101

12.2.6 Leistungskurve [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 2

P (10 min) [kW] V90-2.0 MW Stern/Dreieck, Betriebsmodus 2												
Wind [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]											
	1,225	0,97	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
4	88	64	67	69	72	75	78	81	84	87	90	92
5	204	157	162	168	174	179	185	190	196	202	207	213
6	371	288	297	307	317	327	337	346	356	366	376	385
7	602	471	486	502	517	533	548	563	579	594	609	625
8	880	694	716	738	760	782	804	826	848	869	891	912
9	1147	911	939	966	994	1022	1050	1078	1106	1133	1161	1189
10	1408	1114	1148	1183	1217	1252	1286	1321	1356	1390	1425	1459
11	1657	1315	1356	1398	1439	1480	1521	1560	1599	1637	1674	1709
12	1846	1520	1564	1607	1651	1694	1738	1769	1799	1830	1855	1875
13	1927	1717	1751	1784	1817	1851	1884	1896	1909	1921	1929	1934
14	1956	1868	1884	1899	1915	1931	1946	1949	1952	1954	1956	1957
15	1975	1945	1950	1956	1962	1967	1973	1973	1974	1974	1975	1975
16	1989	1972	1975	1978	1981	1984	1988	1988	1989	1989	1989	1990
17	1996	1982	1984	1986	1987	1989	1991	1992	1994	1995	1996	1996
18	1999	1989	1990	1991	1991	1992	1993	1995	1996	1998	1999	1999
19	2000	1994	1995	1996	1996	1997	1998	1999	1999	2000	2000	2000
20	2000	1998	1999	1999	1999	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
21	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
22	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
23	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
24	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
25	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Tabelle 12-12: Leistungskurve V90-2.0 MW, Betriebsmodus 2.

0102

12.3 Geräuschpegel

12.3.1 Geräuschkurven, berechnet

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe, V90-1.8 MW, Betriebsmodus 0			
Bedingungen für den Schalleistungspegel	Prüfnorm: IEC 61400-11 Ausg. 2. Windscherung entsprechend den Angaben in der nachfolgenden Tabelle. Max. Turbulenz auf 10 m Höhe: 16 % Einströmwinkel (senkrecht): $0 \pm 2^\circ$ Luftdichte: $1,225 \text{ kg/m}^3$		
Nabenhöhe	NH 80 m	NH 95 m	
Windscherung	0,1592	0,1592	
Prüfbericht			
	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	
L_{WA} bei 4 m/s (10 m Höhe über Grund)	94,4	95,0	
L_{WA} bei 5 m/s (10 m Höhe über Grund)	99,4	100,0	
L_{WA} bei 6 m/s (10 m Höhe über Grund)	102,5	102,8	
L_{WA} bei 7 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,6	103,7	
L_{WA} bei 8 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	
L_{WA} bei 9 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	
L_{WA} bei 10 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	
L_{WA} bei 11 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	
L_{WA} bei 12 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	

Tabelle 12-13: Geräuschkurve V90-1.8 MW, Betriebsmodus 0.

0103

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe, V90-1.8 MW, Betriebsmodus 1			
Bedingungen für den Schalleistungspegel	Prüfnorm: IEC 61400-11 Ausg. 2 Windscherung entsprechend den Angaben in der nachfolgenden Tabelle. Max. Turbulenz auf 10 m Höhe: 16 % Einströmwinkel (senkrecht): $0 \pm 2^\circ$ Luftdichte: $1,225 \text{ kg/m}^3$		
Nabenhöhe	NH 80 m	NH 95 m	
Windscherung	0,1592	0,1592	
Prüfbericht			
	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	
L_{WA} bei 4 m/s (10 m Höhe über Grund)	94,4	95,0	
L_{WA} bei 5 m/s (10 m Höhe über Grund)	99,4	100,0	
L_{WA} bei 6 m/s (10 m Höhe über Grund)	102,5	102,6	
L_{WA} bei 7 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	
L_{WA} bei 8 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	
L_{WA} bei 9 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	
L_{WA} bei 10 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	
L_{WA} bei 11 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	
L_{WA} bei 12 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	

Tabelle 12-14: Geräuschkurve V90-1.8 MW, Betriebsmodus 1.

0104

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe, V90-1.8 MW, Betriebsmodus 2			
Bedingungen für den Schalleistungspegel	Prüfnorm: IEC 61400-11 Ausg. 2 Windscherung entsprechend den Angaben in der nachfolgenden Tabelle. Max. Turbulenz auf 10 m Höhe: 16 % Einströmwinkel (senkrecht): $0 \pm 2^\circ$ Luftdichte: $1,225 \text{ kg/m}^3$		
Nabenhöhe	NH 80 m	NH 95 m	
Windscherung	0,1592	0,1592	
Prüfbericht			
	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	
L_{WA} bei 4 m/s (10 m Höhe über Grund)	94,4	95,0	
L_{WA} bei 5 m/s (10 m Höhe über Grund)	99,4	100,0	
L_{WA} bei 6 m/s (10 m Höhe über Grund)	100,9	101,0	
L_{WA} bei 7 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	
L_{WA} bei 8 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	
L_{WA} bei 9 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	
L_{WA} bei 10 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	
L_{WA} bei 11 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	
L_{WA} bei 12 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	

Tabelle 12-15: Geräuschkurve V90-1.8 MW, Betriebsmodus 2.

0105

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe, V90-2.0 MW, Betriebsmodus 0				
Bedingungen für den Schalleistungspegel	Prüfnorm: IEC 61400-11 Ausg. 2 Windscherung entsprechend den Angaben in der nachfolgenden Tabelle. Max. Turbulenz auf 10 m Höhe: 16 % Einströmwinkel (senkrecht): $0 \pm 2^\circ$ Luftdichte: $1,225 \text{ kg/m}^3$			
Nabenhöhe	NH 80 m	NH 95 m	NH 105 m	NH 125 m
Windscherung	0,1592	0,1573	0,1562	0,1543
Prüfbericht				
	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW
L_{WA} bei 4 m/s (10 m Höhe über Grund)	94,4	95,0	95,5	96,1
L_{WA} bei 5 m/s (10 m Höhe über Grund)	99,4	100,0	100,3	100,8
L_{WA} bei 6 m/s (10 m Höhe über Grund)	102,5	102,8	103,0	103,3
L_{WA} bei 7 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,6	103,7	103,8	103,9
L_{WA} bei 8 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	104,0	104,0
L_{WA} bei 9 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	104,0	104,0
L_{WA} bei 10 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	104,0	104,0
L_{WA} bei 11 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	104,0	104,0
L_{WA} bei 12 m/s (10 m Höhe über Grund)	104,0	104,0	104,0	104,0

Tabelle 12-16: Geräuschkurve V90-2.0 MW, Betriebsmodus 0.

0106

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe, V90-2.0 MW, Betriebsmodus 1				
Bedingungen für den Schalleistungspegel	Prüfnorm: IEC 61400-11 Ausg. 2 Windscherung entsprechend den Angaben in der nachfolgenden Tabelle. Max. Turbulenz auf 10 m Höhe: 16 % Einströmwinkel (senkrecht): $0 \pm 2^\circ$ Luftdichte: $1,225 \text{ kg/m}^3$			
Nabenhöhe	NH 80 m	NH 95 m	NH 105 m	NH 125 m
Windscherung	0,1592	0,1573	0,1562	0,1543
Prüfbericht				
	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW
L_{WA} bei 4 m/s (10 m Höhe über Grund)	94,4	95,0	95,5	96,1
L_{WA} bei 5 m/s (10 m Höhe über Grund)	99,4	100,0	100,3	100,8
L_{WA} bei 6 m/s (10 m Höhe über Grund)	102,4	102,7	102,8	103,0
L_{WA} bei 7 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	103,0	103,0
L_{WA} bei 8 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	103,0	103,0
L_{WA} bei 9 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	103,0	103,0
L_{WA} bei 10 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	103,0	103,0
L_{WA} bei 11 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	103,0	103,0
L_{WA} bei 12 m/s (10 m Höhe über Grund)	103,0	103,0	103,0	103,0

Tabelle 12-17: Geräuschkurve V90-2.0 MW, Betriebsmodus 1.

0107

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe, V90-2.0 MW, Betriebsmodus 2				
Bedingungen für den Schalleistungspegel	Prüfnorm: IEC 61400-11 Ausg. 2 Windscherung entsprechend den Angaben in der nachfolgenden Tabelle. Max. Turbulenz auf 10 m Höhe: 16 % Einströmwinkel (senkrecht): $0 \pm 2^\circ$ Luftdichte: $1,225 \text{ kg/m}^3$			
Nabenhöhe	NH 80 m	NH 95 m	NH 105 m	NH 125 m
Windscherung	0,1592	0,1573	0,1562	0,1543
Prüfbericht				
	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW	dB(A) bezüglich 1 pW
L_{WA} bei 4 m/s (10 m Höhe über Grund)	94,4	95,0	95,5	96,1
L_{WA} bei 5 m/s (10 m Höhe über Grund)	99,4	100,0	100,0	100,2
L_{WA} bei 6 m/s (10 m Höhe über Grund)	100,9	101,0	101,0	101,0
L_{WA} bei 7 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	101,0	101,0
L_{WA} bei 8 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	101,0	101,0
L_{WA} bei 9 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	101,0	101,0
L_{WA} bei 10 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	101,0	101,0
L_{WA} bei 11 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	101,0	101,0
L_{WA} bei 12 m/s (10 m Höhe über Grund)	101,0	101,0	101,0	101,0

Tabelle 12-18: Geräuschkurve V90-2.0 MW, Betriebsmodus 2.

0108

Dies Dokument ist eine Übersetzung (DE) des englischen Originaldokuments (C090-GSP-000-XX-02-EN-R00). Die Übersetzung wurde beauftragt durch Vestas Central Europe (C090-GSP-000-XX-01-DE-R00).

Class: 1

V-CEU Dokument Nr.: C090-GSP-000-XX-01-DE-R00
2010-06-10

Ergänzungen zu 0004-6207

Allgemeine Spezifikation V90-1.8/2.0 MW 50 Hz VCS

0109

Dies Dokument ist eine Übersetzung (DE) des englischen Originaldokuments (C090-GSP-000-XX-01-EN-R00). Die Übersetzung wurde beauftragt durch Vestas Central Europe (C090-GSP-000-XX-01-DE-R00).

V-CEU Dokument Nr.: C090-GSP-

000-XX-01-DE-R00

Issued by: V-CEU/PM/IRW

Typ: T05

Ergänzungen zu

0004-6207

Inhalt

Datum: 2010-06-10

Class: 1

Seite 2 von 3

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Elektrisches System	3
2.1	Transformator und Schaltanlage	3
3	Sicherheit	3
3.1	Ergänzung zu 5.11 Brandschutz/Erste Hilfe	3
4	Anhänge	3
4.1	Gültig für Errichtungen in Deutschland: Betriebsmodi	3

Dies Dokument ist gültig für den Vertriebsbereich des Vestas Central Europe. Es gilt nur in Verbindung mit folgendem Dokument:

- o 0004-6207 Allgemeine Spezifikation V90-1.8/2.0 MW 50 Hz VCS

0110

1 Einleitung

Aufgrund von Abweichungen sowie geringfügiger, aber notwendiger Korrekturen an Dokument 0004-6207 Allgemeine Spezifikation V90-1.8/2.0 MW 50 Hz VCS dient dieses Dokument der Klärung und Fehlerbehebung und liefert zudem zusätzliche Informationen zur Windenergieanlage.

2 Elektrisches System

2.1 Transformator und Schaltanlage

Zusätzliche Informationen:

Der Transformator in der Windenergieanlage muss an die örtliche Netzspannung angepasst werden. Bei Bestellung benötigt VESTAS zur Auswahl der Nennspannung sowie der Anzapfungen des Transformators genaue Informationen über die Netzspannung. Standardmäßig ist die Windenergieanlage für eine Nennspannung von 20kV ausgelegt (Mittelspannungsnetz).

Die Schaltanlage ist im Lieferumfang enthalten.

3 Sicherheit

3.1 Ergänzung zu 5.11 Brandschutz/Erste Hilfe

Klarstellung:

Der Kunde ist dafür verantwortlich, dass sich in der Windenergieanlage Feuerlöscher befinden und diese, den örtlichen und nationalen Anforderungen entsprechend, in regelmäßigen Abständen einem Funktionstest unterzogen werden.

4 Anhänge

4.1 Gültig für Errichtungen in Deutschland: Betriebsmodi

Klarstellung:

Aufgrund behördlicher Anforderungen in Deutschland, verbunden mit der Nachweispflicht des Betreibers bezüglich des Betriebsmodus (basierend auf den Anlagendaten), sind nur die folgenden Betriebsmodi für Errichtungen der Windenergieanlage vom Typ V90-1.8/2.0 MW innerhalb Deutschlands verfügbar:

- Betriebsmodus 0
- Betriebsmodus 2

Betriebsmodus 1 ist für Errichtungen in Deutschland **nicht verfügbar**.

0111