

Eingeschränkte weitergabe
Dokumentennr.: 0061-8877 V02
2019-03-08

Allgemeine Spezifikation

V117-3.3/3.45 MW 50/60 Hz BWC



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Beschreibung	6
2	Mechanische Konstruktion	6
2.1	Rotor	6
2.2	Blätter	7
2.3	Blattlager	7
2.4	Pitchsystem	7
2.5	Nabe	8
2.6	Hauptwelle	8
2.7	Hauptlagergehäuse	8
2.8	Hauptlager	8
2.9	Getriebe	9
2.10	Generatorlager	9
2.11	Kupplung der schnellen Welle	9
2.12	Azimutsystem	9
2.13	Kran	10
2.14	Türme	10
2.15	Maschinenhausrahmen und -dach	11
2.16	Wärmeconditionierungssystem (Klimaanlage)	11
2.16.1	Generator- und Umrichter Kühlung	11
2.16.2	Getriebe- und Hydraulikkühlung	12
2.16.3	Transformatorkühlung	12
2.16.4	Maschinenhauskühlung	12
2.16.5	Optionale Luken für Lufteinlass	12
3	Elektrisches System	13
3.1	Generator	13
3.2	Umrichter	13
3.3	Mittelspannungstransformator	14
3.3.1	IEC 50-Hz-/60-Hz-Version	15
3.3.2	Ökodesign – IEC 50/60 Hz-Version	16
3.3.3	IEEE 60-Hz-Version	18
3.4	Mittelspannungskabel	20
3.5	Mittelspannungsschaltanlage	20
3.5.1	IEC-50-Hz/60-Hz-Version	22
3.5.2	IEEE 60-Hz-Version	23
3.6	AUX-System	23
3.7	Windsensoren	24
3.8	Vestas Multi Processor (VMP) Controller	24
3.9	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	24
4	WEA-Schutzsysteme	25
4.1	Bremskonzept	25
4.2	Kurzschlusschutz	26
4.3	Überdrehzahlschutz	26
4.4	Lichtbogendetektor	26
4.5	Rauchmeldesystem	27
4.6	Blitzschutz von Rotorblättern, Maschinenhaus, Rotorblattnabe und Turm	27
4.7	EMV	27
4.8	Erdung	28
4.9	Korrosionsschutz	28
5	Sicherheit	28
5.1	Zugang	29

5.2	Flucht.....	29
5.3	Räume/Arbeitsbereiche	29
5.4	Böden, Plattformen, Steh- und Arbeitsplätze.....	29
5.5	Transportaufzug.....	29
5.6	Aufstiegsmöglichkeiten	29
5.7	Bewegliche Teile, Schutzeinrichtungen und Sperrvorrichtungen	30
5.8	Beleuchtung.....	30
5.9	Notstopp	30
5.10	Unterbrechung der Stromversorgung.....	30
5.11	Brandschutz/Erste Hilfe	30
5.12	Warnschilder.....	30
5.13	Handbücher und Warnhinweise	30
6	Umgebung.....	31
6.1	Chemikalien	31
7	Auslegungsrichtlinien	31
7.1	Auslegungsrichtlinien – Baukonstruktion.....	31
8	Farben.....	33
8.1	Maschinenhausfarbe.....	33
8.2	Turmfarbe	33
8.3	Rotorblattfarbe	33
9	Leitfaden für Betriebsbereichsbedingungen und Leistungsmerkmale.....	33
9.1	Klima- und Standortbedingungen.....	34
9.2	Betriebsbereich – Temperatur und Höhe	34
9.3	Betriebsbereich – Temperatur- und höhenbedingte Drosselung im 3,3-MW-Modus 0.....	35
9.4	Betriebsbereich – Temperatur- und höhenbedingte Drosselung im 3,45-MW- Leistungsmodus.....	35
9.5	Betriebsbereich – Temperatur- und höhenbedingte Drosselung im gedrosselten 3,0- MW-Modus	36
9.6	Betriebsbereich – Netzanschluss	37
9.7	Betriebsbereich – Blindleistungskapazität im 3,3-MW-Modus 0.	38
9.8	Betriebsbereich – Blindleistungskapazität im 3,45-MW-Leistungsmodus	39
9.9	Betriebsbereich – Blindleistungskapazität im blindleistungsoptimierten 3,45-MW- Modus (QO1).....	40
9.10	Betriebsbereich – Blindleistungskapazität im gedrosselten 3,0-MW-Modus	41
9.11	Leistungsmerkmal – Durchfahren von Netzfehlern.....	43
9.12	Leistung – Blindstrombeitrag.....	43
9.12.1	Symmetrischer Blindstrombeitrag	44
9.12.2	Asymmetrischer Blindstrombeitrag.....	44
9.13	Leistung – Mehrfache Spannungsabfälle	44
9.14	Leistung – Regelung von Wirk- und Blindleistung	45
9.15	Leistungsmerkmal – Spannungsregelung	45
9.16	Leistung – Frequenzregelung	45
9.17	Verzerrung – Störfestigkeit.....	45
9.18	Hauptbeitragende zum Eigenverbrauch.....	45
10	Typenprüfung und verfügbare Nabenhöhen.....	47
11	Leitfaden für Betriebsbereichsbedingungen und Leistungsmerkmale.....	47
11.1	Klima- und Standortbedingungen.....	47
11.1.1	Komplexes Gelände.....	48
11.1.2	Höhe	48
11.1.3	Anordnung der Windenergieanlagen.....	48
11.2	Betriebsbereich – Wind.....	49
11.3	Betriebsumgebung – Bedingungen für Leistungskurve und C_T -Werte (in Nabenhöhe)	49
11.4	Geräuschmodi	50

12	Zeichnungen	51
12.1	Konstruktionsauslegung – Darstellung der Außenabmessungen	51
12.2	Baukonstruktion – Seitenansichtszeichnung	51
13	Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse	52
14	Anhänge	53
14.1	Betriebsmodus 0	53
14.1.1	Leistungskurven, Betriebsmodus 0	53
14.1.2	C _r -Werte, Schallmodus 0	54
14.1.3	Geräuschkurven, Geräuschmodus 0	55
14.2	Modus 1	56
14.2.1	Leistungskurven, Geräuschmodus 1	56
14.2.2	C _r -Werte, Geräuschmodus 1	57
14.2.3	Geräuschkurve, Geräuschmodus 1	58
14.3	Modus 2	59
14.3.1	Leistungskurven, Geräuschmodus 2	59
14.3.2	C _r -Werte, Geräuschmodus 2	60
14.3.3	Geräuschkurven, Geräuschmodus 2	61
14.4	Modus 3	62
14.4.1	Leistungskurve, Geräuschmodus 3	62
14.4.2	C _r -Werte, Geräuschmodus 3	63
14.4.3	Geräuschkurven, Geräuschmodus 3	64
14.5	Modus 4	65
14.5.1	Leistungskurven, Geräuschmodus 4	65
14.5.2	C _r -Werte, Geräuschmodus 4	66
14.5.3	Geräuschkurven, Geräuschmodus 4	67
14.6	Betriebsmodus 5	68
14.6.1	Leistungskurven, Geräuschmodus 5	68
14.6.2	C _r -Werte, Geräuschmodus 5	69
14.6.3	Geräuschkurven, Geräuschmodus 5	70
14.7	3,45-MW-Leistungsmodus	71
14.7.1	Leistungskurven, 3,45-MW-Leistungsmodus	71
14.7.2	C _r -Werte, 3,45-MW-Leistungsmodus	72
14.7.3	Geräuschkurven, 3,45-MW-Leistungsmodus	73
14.8	Gedrosselter 3,0-MW-Modus	74
14.8.1	Leistungskurven, gedrosselter 3,0-MW-Modus	74
14.8.2	C _r -Werte, gedrosselter 3,0-MW-Modus	75
14.8.3	Geräuschkurven, gedrosselter 3,0-MW-Modus	76

Der Empfänger bestätigt, dass (i) die vorliegende allgemeine Beschreibung nur zur Information des Empfängers bereitgestellt wird und keine Haftungen, Garantien, Versprechen, Verpflichtungen oder andere Zusicherungen (Zusagen) durch Vestas Wind Systems oder eine seiner Tochtergesellschaften (Vestas) nach sich zieht oder darstellt. Solche werden ausdrücklich von Vestas nicht anerkannt, und (ii) sämtliche Verpflichtungen von Vestas gegenüber dem Empfänger bezüglich dieser allgemeinen Beschreibung (oder sonstiger Inhalte des vorliegenden Dokuments) müssen in unterzeichneten, zwischen dem Empfänger und Vestas geschlossenen schriftlichen Verträgen dargelegt sein. Die im vorliegenden Dokument enthaltenen Angaben sind diesbezüglich nicht verbindlich.

Siehe allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse (einschl. Abschnitt 13 auf S. 52) der vorliegenden allgemeinen Beschreibung.

1 Allgemeine Beschreibung

Die Windenergieanlage Vestas V117-3.3/3.45 MW 50/60 Hz BWC ist eine Aufwindanlage mit Pitchregelung, aktiver Windnachführung und Dreiblattrotor. Sie hat einen Rotordurchmesser von 117 m und eine Nennleistung von 3,3/3,45 MW.

Bei der Windenergieanlage kommen das Konzept OptiTip® sowie ein Induktionsgenerator mit Vollumrichter zum Einsatz. Mit diesen Komponenten kann die Windenergieanlage den Rotor mit variabler Drehzahl betreiben. Dies ermöglicht ein Erreichen der (ungefähren) Nennleistung auch bei hohen Windgeschwindigkeiten.

Bei geringen Windgeschwindigkeiten arbeiten das Konzept OptiTip® und das Generator-Umrichtersystem zusammen, um die abgegebene Leistung durch eine Optimierung von Rotordrehzahl und Pitchwinkel zu maximieren.

Ein Betrieb der WEA im 3,45-MW-Leistungsmodus lässt sich über eine erweiterte Drosselungsstrategie sowie eine gegenüber dem 3,3-MW-Betrieb verringerte Blindleistungskapazität erzielen.

Die Windenergieanlage kann auch im gedrosselten Betriebsmodus bei 3,0 MW betrieben werden.

2 Mechanische Konstruktion

2.1 Rotor

Die Windenergieanlage V117-3.3/3.45 MW 50/60 Hz BWC ist mit einem 117-Meter-Rotor mit drei Rotorblättern und einer Nabe ausgestattet. Der Anstellwinkel der Rotorblätter wird vom mikroprozessorgesteuerten Pitchregelungssystem OptiTip® reguliert. Die Rotorblätter werden also je nach dem vorherrschenden Wind kontinuierlich auf den optimalen Pitchwinkel eingestellt.

Rotor	
Durchmesser	117 m
Drehbereich	10751 m ²
Drehzahl, dynamischer Betriebsbereich	6,2 – 17,7
Drehrichtung	Im Uhrzeigersinn (von vorn gesehen)
Ausrichtung	Luvwärts
Neigung	6°
Konischer Winkel der Nabe	4°
Blattzahl	3
Aerodynamische Bremsen	Volle Fahnenstellung

Tabelle 2-1: Rotordaten

2.2 Blätter

Die Rotorblätter werden aus Kohle- und Glasfaser gefertigt und bestehen aus zwei Blattprofilen, die an einem Träger befestigt sind.

Blätter	
Typbeschreibung	Blattprofile verbunden mit Träger
Rotorblattlänge	57,15 m
Material	Glasfaserverstärktes Epoxidharz, Karbonfasern und massive Metallspitze (SMT)
Befestigung der Rotorblätter	Stahleinsätze zur Verankerung
Blattprofile	Auftriebsprofil
Maximale Profilsehne	4,0 m

Tabelle 2-2: Rotorblattdaten

2.3 Blattlager

Bei den Blattlagern handelt es sich um zweireihige Vierpunktkugellager.

Blattlager	
Schmierung	Fett

Tabelle 2-3: Daten zum Blattlager

2.4 Pitchsystem

Die Windenergieanlage ist mit einem Pitchsystem für jedes Rotorblatt und einem Verteilerblock in der Nabe ausgestattet. Jedes Pitchsystem ist mit flexiblen Schläuchen an den Ventilblock angeschlossen. Der Ventilblock ist mit den Rohren der Drehdurchführung für die Hydraulik in der Nabe über drei Schläuche (Druckleitung, Rücklaufleitung und Ablassleitung) verbunden.

Jedes Pitchsystem besteht aus einem Hydraulikzylinder, der an der Nabe montiert ist. Die Kolbenstange ist über eine Drehmomentstützwele am Blattlager montiert. Ventile zum Unterstützen des Pitchzylinderbetriebs sind auf einem Pitchblock montiert, der direkt mit dem Zylinder verschraubt ist.

Pitchsystem	
Typ	Hydraulik
Nummer	1 pro Rotorblatt
Bereich	-9° bis 90°

Tabelle 2-4: Daten zum Pitchsystem

Hydrauliksystem	
Hauptpumpe	Zwei redundante interne Getriebeölpumpen
Druck	260 bar
Filtration	3 µm (absolut)

Tabelle 2-5: Daten zum Hydrauliksystem

2.5 Nabe

Die Nabe nimmt die drei Rotorblätter auf, überträgt die Reaktionslasten auf das Hauptlager und das Drehmoment auf das Getriebe. Die Nabenstruktur stützt ebenfalls die Rotorblattlager und die Pitchzylinder.

Nabe	
Typ	Gusskugelschalennabe
Material	Gusseisen

Tabelle 2-6: Nabendaten

2.6 Hauptwelle

Die Hauptwelle überträgt die Reaktionskräfte auf das Hauptlager und das Drehmoment auf das Getriebe.

Hauptwelle	
Typbeschreibung	Hohlwelle
Material	Gusseisen

Tabelle 2-7: Daten Hauptwelle

2.7 Hauptlagergehäuse

Das Hauptlagergehäuse umschließt das Hauptlager und ist der erste Verbindungspunkt des Triebstrangs mit dem Maschinenhausrahmen.

Hauptlagergehäuse	
Material	Gusseisen

Tabelle 2-8: Daten zum Hauptlagergehäuse

2.8 Hauptlager

Das Hauptlager nimmt die Axiallasten auf.

Hauptlager	
Typ	Zweireihiges Pendelrollenlager

Hauptlager	
Schmierung	Automatische Fettschmierung

Tabelle 2-9: Daten zum Hauptlager

2.9 Getriebe

Das Hauptgetriebe übersetzt die Rotordrehung mit niedriger Drehzahl in eine Generator Drehung mit hoher Drehzahl.

Die Scheibenbremse ist auf der schnellen Welle montiert. Das Schmiersystem des Getriebes ist eine druckgespeiste Einheit.

Getriebe	
Typ	Planetenstufen und eine Stirnradstufe
Material Getriebegehäuse	Guss
Schmiersystem	Druckgespeiste Ölschmierung
Ersatz-Schmiersystem	Ölsumpfbefüllung aus Falltank
Gesamt-Getriebeölvolumen	1000-1200
Ölreinheitscodes	ISO 4406-/15/12
Wellendichtringe	Labyrinth

Tabelle 2-10: Getriebedaten

2.10 Generatorlager

Die Lager sind fettgeschmiert. Das Fett wird kontinuierlich von einer automatischen Schmiereinheit bereitgestellt.

2.11 Kupplung der schnellen Welle

Die Kupplung überträgt das Drehmoment der schnellen Abtriebswelle des Getriebes auf die Antriebswelle des Generators.

Die Kupplung besteht aus zwei Schichtverbundpackungen mit je vier Verschraubungsstellen und einem Glasfaser-Zwischenrohr mit zwei Metallflanschen.

Die Kupplung ist über zweiarmige Flansche an der Bremsscheibe und der Generatornabe montiert.

2.12 Azimutsystem

Das Azimutsystem ist ein aktives System, dessen Grundlage ein robustes, vorgespanntes Gleitlager und PETP als Reibmaterial bilden.

Azimutsystem	
Typ	Gleitlagersystem
Material	Geschmiedeter Azimutkranz, vergütet. Gleitlagerflächen aus PETP

Azimutsystem	
Windnachführgeschwindigkeit (50 Hz)	0,45°/Sek.
Windnachführgeschwindigkeit (60 Hz)	0,55°/Sek.

Tabelle 2-11: Daten zum Azimutsystem

Azimutgetriebe	
Typ	Mit mehrstufigem Getriebe
Übersetzungsverhältnis gesamt	944:1
Drehzahl bei Vollast	1,4 U/min an der Abtriebswelle

Tabelle 2-12: Daten zum Azimutgetriebe

2.13 Kran

Im Maschinenhaus ist der interne Servicekran für bis zur zulässigen Nutzlast (SWL) reichende Umschlagvorgänge untergebracht. Der Servicekran ist als Einzelsystem-Kettenzug ausgeführt.

Kran	
Hubkapazität	Maximum 800 kg

Tabelle 2-13: Daten zum Servicekran

2.14 Türme

Nach den erforderlichen Bauartzulassungen ausgestattete Rohrtürme mit Flanschverbindungen sind in unterschiedlichen Standardhöhen erhältlich. Bei den Türmen wurden die meisten Innenschweißnähte durch Magnetstützen ersetzt, um eine im Wesentlichen glatte Wand zu erzielen.

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 glatte Turmkonstruktion reduziert die erforderliche Stahlstärke und macht den Turm im Vergleich zu Türmen mit verschweißten Inneneinbauten leichter.

Verfügbare Nabhöhhen sind in den Leistungsspezifikationen für die jeweilige WEA-Version aufgelistet. Die aufgeführten Nabhöhhen enthalten einen Abstand von der Fundamentsektion zur Bodenhöhe von je nach Stärke des Bodenflansches etwa 0,2 m sowie einen Abstand vom oberen Turmflansch zur Mitte der Nabe von 2,2 m.

Türme	
Typ	Zylindrisches/konisches Rohr

Tabelle 2-14: Daten zur Turmkonstruktion

2.15 Maschinenhausrahmen und -dach

Das Maschinenhausdach besteht aus Glasfaser. Im Boden befinden sich Luken zum Auf- oder Abkranen von Ausrüstung ins Maschinenhaus und zum Evakuieren von Personen. Der Dachbereich ist mit Windsensoren und Dachluken ausgestattet. Die Dachluken können vom Maschinenhausinneren geöffnet werden, um Zugang zum Dach zu erhalten, und von außen, um Zugang zum Maschinenhaus zu erhalten. Der Zugang zum Maschinenhaus vom Turm aus erfolgt durch das Azimutsystem hindurch.

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

Die Kranträger sind am oberen Maschinenhausrahmen befestigt. Die unteren Träger der Trägerkonstruktion sind am hinteren Ende miteinander verbunden. Der hintere Teil des Maschinenhausrahmens dient als Unterbau für die Steuerkonsolen, das Kühlsystem und den Transformator. Das Maschinenhausdach ist auf dem Maschinenhausrahmen installiert.

Typbeschreibung	Material
Maschinenhausdach	GFK
Vorderer Maschinenhausrahmen	Gusseisen
Hinterer Maschinenhausrahmen	Trägerkonstruktion

Tabelle 2-15: Daten zu Maschinenhausrahmen und -verkleidung

2.16 Wärmekonditionierungssystem (Klimaanlage)

Die Klimaanlage besteht aus wenigen, robusten Komponenten:

- Der Vestas CoolerTop® befindet sich oben an der Rückseite des Maschinenhauses. Der CoolerTop® stellt einen Freistrom-Luftkühler dar. Dadurch ist sichergestellt, dass sich keine elektrischen Komponenten der Klimaanlage außerhalb des Maschinenhauses befinden.
- Das Flüssigkühlsystem, welches Getriebe, Hydrauliksysteme, Generator und Umrichter kühlt, wird durch ein elektrisch betriebenes Pumpensystem angetrieben.
- Die Zwangsluftkühlung für den Transformator ist mit einem Elektrolüfter ausgestattet.

2.16.1 Generator- und Umrichterkühlung

Generator- und Umrichterkühlsysteme arbeiten parallel. Ein im Kühlkreislauf des Generators montiertes dynamisches Durchflussventil teilt den Kühlstrom. Die

Kühlflüssigkeit entzieht dem Generator und der Umrichtereinheit über einen Freistrom-Luftkühler an der Oberseite des Maschinenhauses Wärme. Zusätzlich zu Generator, Umrichtereinheit und Kühler beinhaltet die Umwälzanlage eine Elektropumpe und ein thermostatisches Dreiwegeventil.

2.16.2 Getriebe- und Hydraulikkühlung

Getriebe- und Hydraulikkühlung sind parallel geschaltet. Ein im Kühlkreislauf des Getriebes montiertes dynamisches Durchflussventil teilt den Kühlstrom. Die Kühlflüssigkeit entzieht dem Getriebe und der Hydraulikstation über Wärmetauscher und einen Freistrom-Luftkühler an der Oberseite des Maschinenhauses Wärme. Zusätzlich zu den Wärmetauschern und zum Kühler beinhaltet die Umwälzanlage eine Elektropumpe und ein thermostatisches Dreiwegeventil.

2.16.3 Transformatorkühlung

Der Transformator ist mit einer Zwangsluftkühlung ausgestattet. Das Lüftersystem besteht aus einem mittig platzierten Lüfter unterhalb des Umrichters und einem Lüftungskanal, der zu Stellen unterhalb der und zwischen den Mittel- und Niederspannungswicklungen des Transformators führt.

2.16.4 Maschinenhauskühlung

Die von mechanischen und elektrischen Installationen erzeugte Warmluft wird mittels eines im Maschinenhaus befindlichen Gebläsesystems aus dem Maschinenhaus abgeführt.

2.16.5 Optionale Luken für Lufteinlass

Bestimmte Lufteinlässe im Maschinenhaus können optional mit Luken ausgerüstet werden, die als Teil der Wärmeregulierungsstrategie betrieben werden können. Bei einer Unterbrechung der Stromnetzverbindung der Windenergieanlage werden die Luken automatisch geschlossen.

3 Elektrisches System

3.1 Generator

In die Windenergieanlage ist ein Dreiphasen-Induktionsgenerator mit Kurzschlussläufer eingebaut, der über ein Vollumrichtersystem an das Stromnetz angeschlossen ist.

Das Generatorgehäuse ist so beschaffen, dass innerhalb des Stators und des Rotors Kühlluft zirkulieren kann. Der Luft-Wasser-Wärmeaustausch erfolgt in einem externen Wärmetauscher.

Generator	
Typ	Asynchron mit Kurzschlussläufer
Nennleistung [P_N]	3650 kW
Frequenz [f_N]	0–100 Hz
Spannung, Stator [U_{NS}]	3 x 750 V (bei Nenndrehzahl)
Anzahl der Pole	4/6
Wicklungstyp	Vakuumdruckimprägniert
Wicklungsverschaltung	Stern oder Delta
Nendrehzahl	1450–1550 U/min
Überdrehzahlgrenze gemäß IEC (2 Minuten)	2400 U/min
Generatorlager	Hybrid/Keramik
Temperatursensoren, Stator	Drei Pt100-Sensoren an kritischen Lastpunkten und drei als Reserve
Temperatursensoren, Lager	1 pro Lager
Isolierstoffklasse	F oder H
Gehäuse	IP54

Tabelle 3-1: Daten zum Generator

3.2 Umrichter

Der Umrichter ist ein Vollumrichtersystem für die Steuerung des Generators und der Qualität des in das Stromnetz gespeisten Stroms.

Das Umrichtersystem besteht aus drei maschinenseitigen Umrichtereinheiten und drei netzseitigen Umrichtereinheiten, die im Parallelbetrieb mit einer gemeinsamen Steuerung laufen.

Der Umrichter wandelt den frequenzvariablen Wechselstrom vom Generator in Festfrequenz-Wechselstrom mit den gewünschten, für das Stromnetz geeigneten Wirk- und Blindleistungswerten (und weiteren Stromnetzanschlussparametern) um. Der Umrichter befindet sich im Maschinenhaus und hat eine netzseitige Nennspannung von 650 V. Die generatorseitige Nennspannung beträgt je nach Generatordrehzahl bis zu 750 V.

Umrichter	
Scheinnennleistung [S_N]	4400 kVA
Nennspannung im Stromnetz	3 x 650 V
Nennspannung im Generator	3 x 750 V
Nennnetzstrom	3900 A (≤ 30 °C Umgebungstemperatur)/3950 A (≤ 20 °C Umgebungstemperatur)
Generatornennstrom	3400 A (≤ 30 °C Umgebungstemperatur)/3450 A (≤ 20 °C Umgebungstemperatur)
Gehäuse	IP54

Tabelle 3-2: Umrichterdaten

3.3 Mittelspannungstransformator

Der Mittelspannungstransformator befindet sich in einem separaten, verschlossenen Raum im hinteren Teil des Maschinenhauses.

Beim Transformator handelt es sich um einen dreiphasigen, selbstauslöschenden Trockentransformator mit zwei Wicklungen. Falls nicht anders angegeben, sind die Wicklungen auf der Mittelspannungsseite dreieck-geschaltet.

Der Transformator ist entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen der Zielmärkte in verschiedenen Ausführungen erhältlich.

- Für 50-Hz-Regionen ist der Transformator nach den IEC-Normen konstruiert. Auf besonderen Wunsch kann jedoch auch ein auf den IEC-Normen basierender 60-Hz-Transformator geliefert werden. Siehe Tabelle 3-3.
- Windenergieanlagen, die in Mitgliedstaaten der EU errichtet werden sollen, müssen die von der EU-Kommission festgelegte Ökodesign-Verordnung Nr. 548/2014 erfüllen. Siehe Tabelle 3-4.
- Für 60-Hz-Regionen ist der Transformator nach den IEEE-Normen konstruiert; in Regionen, die nicht durch die IEEE-Normen abgedeckt sind, basiert die Konstruktion allerdings ebenfalls auf Teilen der IEC-Normen. Siehe Tabelle 3-5.

3.3.1 IEC 50-Hz-/60-Hz-Version

Transformator	
Typbeschreibung	Trockengießharz-Transformator.
Grundstruktur	Dreiphasiger Transformator mit zwei Wicklungen
Zugrunde gelegte Normen	IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1.
Kühlung	AF
Nennleistung	4000 kVA
Nennspannung, WEA-seitig	
U _m 1,1 kV	0,650 kV
Nennspannung, netzseitig	
U _m 12,0 kV	10,0 – 11,0 kV
U _m 24,0 kV	11,1 – 22,0 kV
U _m 36,0 kV	22,1–33,0 kV
U _m 41,5 kV	33,1–36,0 kV
Isolationspegel AC/LI/LIC	
U _m 1,1 kV	3 ¹ /–/– kV
U _m 12,0 kV	28 ¹ /75/75 kV
U _m 24,0 kV	50 ¹ /125/125 kV
U _m 36,0 kV	70 ¹ /170/170 kV
U _m 41,5 kV	80 ¹ /170/170 kV
Stufenschalter für den lastlosen Zustand	±2 x 2,5 %
Frequenz	50/60 Hz
Schaltgruppe	Dyn5/YNyn0
Leerlaufverlust ²	~6,0 kW
Nennlastverlust bei Nennleistung MS, 120 °C ²	~30,1 kW
Leerlaufblindleistung ²	~16 kVAr
Vollastblindleistung ²	~345 kVAr
Leerlaufstrom ²	~0,5 %
Positive Kurzschlussimpedanz bei Nennleistung, 120°C ³	~9,0 %
Positiver Kurzschlusswiderstand bei Nennleistung, 120°C ²	~0,8 %
Nullkurzschlussimpedanz bei Nennleistung, 120°C ²	~8,2 %
Nullkurzschlusswiderstand bei Nennleistung, 120°C ²	~0,7 %
Einschaltspitzenstrom ²	
Dyn5	6-9 x I _n [↑]
YNyn0	8-12 x I _n [↑]
Halbe Scheitelwert-Zeit ²	~0,7 s
Schalleistungspegel	≤ 80 dB(A)
Durchschnittlicher Temperaturanstieg in der max. Höhe	≤ 90 K
Maximale Höhe ⁴	2000 m

Transformator	
Isolierklasse	155 (F)
Umweltklasse	E2
Klimaklasse	C2
Brandschutzklasse	F1
Korrosionsschutzklasse	C4
Gewicht	≤ 9500 kg
Temperaturüberwachung	Pt100-Sensoren in Niederspannungswicklungen und Kern
Überspannungsschutz	Überspannungsableiter an Mittelspannungsklemmen
Temporäre Erdung	Drei Erdungspunkte mit Ø 20 mm

Tabelle 3-3: Transformator Daten für IEC 50-Hz-/60-Hz-Version

HINWEIS

- ¹ Bei 1000 m. Gemäß IEC 60076-11 ist die Wechselstrom-Prüfspannung höhenabhängig. Alle Werte sind vorläufig.
- ² Basierend auf den berechneten Durchschnittswerten, über verschiedene Spannungen und Hersteller gemittelt. Alle Werte sind vorläufig.
- ³ Gemäß IEC-Norm-Toleranzen. Alle Werte sind vorläufig.
- ⁴ Die max. Höhe des Transformators lässt sich dem Standort der Windenergieanlage entsprechend einstellen.

3.3.2 Ökodesign – IEC 50/60 Hz-Version

Transformator	
Typbeschreibung	Ökodesign-Trockengießharz-Transformator.
Grundstruktur	Dreiphasiger Transformator mit zwei Wicklungen
Zugrunde gelegte Normen	IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1, Verordnung der Europäischen Kommission Nr. 548/2014.
Kühlung	AF
Nennleistung	4000 kVA
Nennspannung, WEA-seitig	
U_m 1,1 kV	0,650 kV
Nennspannung, netzseitig	
U_m 12,0 kV	10,0 – 11,0 kV
U_m 24,0 kV	11,1 – 22,0 kV
U_m 36,0 kV	22,1–33,0 kV
U_m 40,5 kV	33,1–36,0 kV
Isolationspegel AC/LI/LIC	
U_m 1,1 kV	3 ¹ /–/– kV
U_m 12,0 kV	28 ¹ /75/75 kV
U_m 24,0 kV	50 ¹ /125/125 kV
U_m 36,0 kV	70 ¹ /170/170 kV

Transformator	
U_m 40,5 kV	80 ¹ /170/170 kV
Stufenschalter für den lastlosen Zustand	±2 x 2,5 %
Frequenz	50/60 Hz
Schaltgruppe	Dyn5/YNyn0
Peak Efficiency Index (PEI) ²	Ecodesign-Anforderung
U_m 12,0 kV	> 99.348
U_m 24,0 kV	> 99.348
U_m 36,0 kV	> 99.348
U_m 40,5 kV	> 99.158
Leerlaufverlust ²	
U_m 12,0 kV	< 5800 W
U_m 24,0 kV	< 5800 W
U_m 36,0 kV	< 5800 W
U_m 40,5 kV	< 6900 W
Nennlastverlust bei Nennleistung MS, 120 °C ²	
U_m 12,0 kV	< 29.300 W
U_m 24,0 kV	< 29.300 W
U_m 36,0 kV	< 29.300 W
U_m 40,5 kV	< 37.850 W
Leerlaufblindleistung ³	~25 kVAr
Vollastblindleistung ³	~370 kVAr
Leerlaufstrom ³	~0,5 %
Positive Kurzschlussimpedanz bei Nennleistung, 120 °C ⁴	~9,0 %
Positiver Kurzschlusswiderstand bei Nennleistung, 120°C ³	~0,8 %
Kurzschluss-Nullimpedanz bei Nennleistung, 120°C ³	~8,2 %
Kurzschluss-Nullwiderstand bei Nennleistung, 120°C ³	~0,7 %
Einschaltspitzenstrom ³	
Dyn5	6-9 x \hat{I}_n
YNyn0	8-12 x \hat{I}_n
Halbe Scheitelwert-Zeit ³	~0,7 s
Schalleistungspegel	≤ 80 dB(A)
Durchschnittlicher Temperaturanstieg in der max. Höhe	≤ 90 K
Maximale Höhe ⁵	2000 m
Isolierklasse	155 (F)
Umweltklasse	E2
Klimaklasse	C2
Brandschutzklasse	F1
Korrosionsschutzklasse	C4
Gewicht	≤ 10.000 kg
Temperaturüberwachung	Pt100-Sensoren in Niederspannungswicklungen und Kern

Transformator	
Überspannungsschutz	Überspannungsableiter an Mittelspannungsklemmen
Temporäre Erdung	Drei Erdungspunkte mit Ø 20 mm

Tabelle 3-4: Transformator Daten zur Ökodesign-IEC-50-Hz-/60-Hz-Version

HINWEIS

¹ Bei 1000 m. Gemäß IEC 60076-11 ist die Wechselstrom-Prüfspannung höhenabhängig. Alle Werte sind vorläufig.

² Für Ecodesign-Transformatoren stellt PEI eine gesetzliche Anforderung dar, die gemäß der Verordnung der Europäischen Kommission auf Grundlage der Nennleistung sowie von Leerlauf- und Nennlastverlust zu berechnen ist. Die Verluste stellen Maximalwerte dar, die bei einem gegebenen Modell nicht gleichzeitig auftreten, da dies der PEI-Anforderung widerspricht. Alle Werte sind vorläufig.

³ Basierend auf den berechneten Durchschnittswerten, über verschiedene Spannungen und Hersteller gemittelt. Alle Werte sind vorläufig.

⁴ Gemäß IEC-Norm-Toleranzen. Alle Werte sind vorläufig.

⁵ Die max. Höhe des Transformators lässt sich dem Standort der Windenergieanlage entsprechend einstellen.

3.3.3 IEEE 60-Hz-Version

Transformator	
Typbeschreibung	Trockengießharz-Transformator.
Grundstruktur	Dreiphasiger Transformator mit zwei Wicklungen
Zugrunde gelegte Normen	UL 1562, CSA C22.2 Nr. 47, IEEE C57.12, IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1.
Kühlung	AFA
Nennleistung	4000 kVA
Nennspannung, WEA-seitig	
N_{LL} 1,2 kV	0,650 kV
Nennspannung, netzseitig	
N_{LL} 15,0 kV	10,0–15,0 kV
N_{LL} 25,0 kV	15,1–25,0 kV
N_{LL} 34,5 kV	25,1–34,5 kV
Isolierung AC/LI und LIC	
N_{LL} 1,2 kV	4 ^{1/} +10 kV
N_{LL} 15,0 kV	34 ^{1/} +95 kV
N_{LL} 25,0 kV	50 ^{1/} +125 kV
N_{LL} 34,5 kV	70 ^{1/} (+150 und -170) oder +170 kV
Stufenschalter für den lastlosen Zustand	±2 x 2,5 %
Frequenz	60 Hz
Schaltgruppe	Dyn5/YNyn0
Leerlaufverlust ²	~6,0 kW

Transformator	
Nennlastverlust bei Nennleistung MS, 120 °C²	~30,1 kW
Leerlaufblindleistung²	~16 kVAr
Volllastblindleistung²	~345 kVAr
Leerlaufstrom²	~0,5 %
Positive Kurzschlussimpedanz bei Nennleistung, 120°C³	~9,0 %
Kurzschluss-Mitwiderstand bei Nennleistung, 120 °C²	~0,7 %
Kurzschluss-Nullimpedanz bei Nennleistung, 120 °C²	~8,3 %
Kurzschluss-Nullwiderstand bei Nennleistung, 120 °C²	~0,7 %
Einschaltspitzenstrom²	
	Dyn5 6-9 x \hat{I}_n
	YNyn0 8-12 x \hat{I}_n
Halbe Scheitelwert-Zeit²	~0,7 s
Schalleistungspegel	≤ 80 dB(A)
Durchschnittlicher Temperaturanstieg in der max. Höhe	≤ 90 K
Maximale Höhe⁴	2000 m
Isolierklasse	150°C
Umweltklasse	E2
Klimaklasse	C2
Brandschutzklasse	F1
Korrosionsschutzklasse	C4
Gewicht	≤ 9500 kg
Temperaturüberwachung	Pt100-Sensoren in Niederspannungswicklungen und Kern
Überspannungsschutz	Überspannungsableiter an Mittelspannungsklemmen
Temporäre Erdung	Drei Erdungspunkte mit Ø 20 mm

Tabelle 3-5: Transformator Daten zur IEEE 60-Hz-Version

HINWEIS

¹ Bei 1000 m. Gemäß IEEE C57.12 ist die Wechselstrom-Prüfspannung höhenabhängig. Alle Werte sind vorläufig.

² Basierend auf den berechneten Durchschnittswerten, über verschiedene Spannungen und Hersteller gemittelt. Alle Werte sind vorläufig.

³ Muss den Toleranzen der Norm IEEE-C57.12 genügen. Alle Werte sind vorläufig.

⁴ Die max. Höhe des Transformators lässt sich dem Standort der Windenergieanlage entsprechend einstellen.

3.4 Mittelspannungskabel

Das Mittelspannungskabel verläuft vom Transformator im Maschinenhaus am Turm hinunter zur Mittelspannungsschaltanlage in der untersten Turmsektion. Bei dem Mittelspannungskabel handelt es sich um ein halogenfreies Mittelspannungskabel mit vier Kabelseelen und einer Kautschukisolierung.

Mittelspannungskabel	
Mittelspannungskabelisolierung	Verbesserter Werkstoff EPR auf Ethylen-Propylen-(EP-)Basis oder hochmodularer bzw. Hart-Ethylen-Propylen-Kautschuk HEPR
Leiterquerschnitt	3 x 70/70 mm ²
Maximale Spannung	24 kV bei 10,0–22,0 kV Nennspannung 42 kV bei 22,1–36,0 kV Nennspannung

Tabelle 3-6: Daten zu den Mittelspannungskabeln

3.5 Mittelspannungsschaltanlage

Im Turmkeller wird eine gasisolierte Schaltanlage als integraler Bestandteil der Windenergieanlage installiert. Deren Steuerung ist in das Sicherungssystem der Windenergieanlage integriert, das den Zustand der Schaltanlage sowie der für die Mittelspannungssicherheit relevanten Geräte innerhalb der Windenergieanlage überwacht. Hierdurch ist gewährleistet, dass bei jeglicher Spannungsbeaufschlagung von Mittelspannungskomponenten der Windenergieanlage sämtliche Schutzvorrichtungen zuverlässig funktionieren. Der Erdungsschalter des Lasttrenners birgt ein Schlüsselverriegelungssystem, dessen Gegenstück an der Zugangstür zum Transformatorraum angebracht ist, um unbefugten Zutritt zum Transformatorraum bei aufgeschalteter Spannung zu verhindern.

Die Schaltanlage ist in drei Varianten mit zunehmendem Funktionsumfang erhältlich; siehe Tabelle 3-7. Darüber hinaus lässt sich die Schaltanlage entsprechend der Zahl an Versorgungsnetzkabeln konfigurieren, die in die jeweilige Windenergieanlage eintreten sollen. Die Konstruktion des Schaltanlagensystems ist dahingehend optimiert, dass solche Versorgungsnetzkabel sich noch vor Errichtung des Turms an die Schaltanlage anschließen lassen; dank ihrer gasdichten Abdichtung bietet sie dennoch bereits dann Schutz vor Niederschlag- und Kondenswasserabscheidung im Innern.

Die Schaltanlage steht in einer IEC- und in einer IEEE-Version zur Verfügung. Letztere ist allerdings nur in der höchsten Spannungsklasse erhältlich. Die elektrischen Parameter der Schaltanlage zur IEC-Version sind Tabelle 3-8, die zur IEEE-Version Tabelle 3-9 zu entnehmen.

Mittelspannungsschaltanlage			
Variante	Einfach	Optimiert	Standard
IEC-Normen	○	⊙	⊙
IEEE-Normen	⊙	○	⊙
Vakuum-Lasttrennerkonsole	⊙	⊙	⊙
Überstrom-, Kurzschluss- und Erdungsfehlerschutz	⊙	⊙	⊙
Lasttrenner/Erdungsschalter in Leistungsschalterkonsole	⊙	⊙	⊙
Anzeigesystem für an Lasttrenner anliegende Spannung	⊙	⊙	⊙
Anzeigesystem für an Versorgungsnetzka beln anliegende Spannung	⊙	⊙	⊙
Doppelte Versorgungsnetzka belverbindung	⊙	⊙	⊙
Dreifache Versorgungsnetzka belverbindung	⊙	○	○
Vorkonfigurierte Relaiseinstellungen	⊙	⊙	⊙
Integration des WEA-Sicherheitssystems	⊙	⊙	⊙
Redundante Auslösespulenkreise	⊙	⊙	⊙
Auslösespulenüberwachung	⊙	⊙	⊙
Handbedienung außerhalb des Turms	⊙	⊙	⊙
Sequenzielle Unterspannungsetzung	⊙	⊙	⊙
Wiedereinschaltblockadefunktion	⊙	⊙	⊙
Heizelemente	⊙	⊙	⊙
Schlüsselverriegelungssystem für Lasttrennerkonsole	⊙	⊙	⊙
Unterbrechungsfreie Stromversorgung für Schutzkreise	⊙	⊙	⊙
Motorbetätigung der Lasttrenner	⊙	⊙	⊙
Kabelkonsole für Versorgungsnetzka bel (konfigurierbar)	○	⊙	⊙
Lasttrennschalterkonsolen für Versorgungsnetzka bel – max. drei Konsolen (konfigurierbar)	○	⊙	⊙
Erdungsschalter für Versorgungsnetzka bel	○	⊙	⊙
Interne Störlichtbogenklassifizierung	○	⊙	⊙
Überwachung der Miniaturtrennschalter	○	⊙	⊙
Motorbetätigung der Lasttrennschalter	○	○	⊙
SCADA betriebsbereit	○	○	⊙
SCADA-Betätigung der Lasttrenner	○	○	⊙

Mittelspannungsschaltanlage			
Variante	Einfach	Optimiert	Standard
SCADA-Betätigung der Lasttrennschalter	○	○	⊙

Tabelle 3-7: Varianten und Funktionsumfang der Mittelspannungsschaltanlage

3.5.1 IEC-50-Hz/60-Hz-Version

Mittelspannungsschaltanlage	
Typbeschreibung	Gasisolierte Schaltanlage
Zugrunde gelegte Normen	IEC 62271-103 IEC 62271-1, 62271-100, 62271-102, 62271-200, IEC 60694
Isoliermedium	SF ₆
Bemessungsspannung	
U_r 24,0 kV	10,0 – 22,0 kV
U_r 36,0 kV	22,1–33,0 kV
U_r 40,5 kV	33,1–36,0 kV
Bemessungs-Isolationspegel AC // LI Üblicher Wert/über den Isolierabstand	
U_r 24,0 kV	50/60/125/145 kV
U_r 36,0 kV	70/80/170/195 kV
U_r 40,5 kV	85/90/185/215 kV
Bemessungsfrequenz	50/60 Hz
Bemessungs-Betriebsstrom	630 A
Bemessungs-Kurzzeithaltestrom	
U_r 24,0 kV	20 kA
U_r 36,0 kV	25 kA
U_r 40,5 kV	25 kA
Bemessungs-Stehspitzenstrom 50/60 Hz	
U_r 24,0 kV	50/52 kA
U_r 36,0 kV	62,5/65 kA
U_r 40,5 kV	62,5/65 kA
Kurzschluss-Bemessungsdauer	1 s
Störlichtbogenklassifizierung (Option)	
U_r 24,0 kV	IAC A FLR 20 kA, 1 s
U_r 36,0 kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
U_r 40,5 kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Anschlusschnittstelle	Außenkegel-Plug-in-Buchsen, IEC-Schnittstelle C1.
Kategorie der Betriebsverfügbarkeit (LSC)	LSC2
Eindringenschutz	
Gasvorratsbehälter	IP 65
Gehäuse	IP 2X
Niederspannungs-Schaltschrank	IP 3X
Korrosionsschutzklasse	C3

Tabelle 3-8: Daten zur Mittelspannungsschaltanlage in der IEC-Version

3.5.2 IEEE 60-Hz-Version

Mittelspannungsschaltanlage	
Typbeschreibung	Gasisolierte Schaltanlage
Zugrunde gelegte Normen	IEEE 37.20.3, IEEE C37.20.4, IEC 62271-200, ISO 12944.
Isoliermedium	SF ₆
Bemessungsspannung	
	U_r 38,0 kV 22,1–36,0 kV
Bemessungs-Isolationspegel AC/LI	70/150 kV
Bemessungsfrequenz	60 Hz
Bemessungs-Betriebsstrom	600 A
Bemessungs-Kurzzeithaltestrom	25 kA
Bemessungs-Stehspitzenstrom	65 kA
Kurzschluss-Bemessungsdauer	1 s
Störlichtbogenklassifizierung (Option)	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Anschlusschnittstellen- Versorgungsnetz-kabel	Außenkegel-Plug-in-Buchsen, IEEE-386-Schnittstelle vom Typ Deadbreak, 600 A.
Eindringschutz	
	Gasvorratsbehälter NEMA 4X/IP 65
	Gehäuse NEMA 2/IP 2X
	Niederspannungs-Schaltschrank NEMA 2/IP 3X
Korrosionsschutzklasse	C3

Tabelle 3-9: Daten zur Mittelspannungsschaltanlage in der IEEE-Version

3.6 AUX-System

Das AUX-(Hilfs-)System wird von einem separaten 650//400-V-Transformator gespeist, der im Maschinenhaus im Umrichterschrank aufgestellt ist. Alle Motoren, Pumpen, Lüfter und Heizungen werden von diesem System versorgt.

Alle 230-V-Verbraucher werden von einem 400/230-V-Transformator gespeist, der im Turmfundament aufgestellt ist.

Stromanschlüsse	
Einphasig (Maschinenhaus und Turmplattformen)	230 V (16 A)/110 V (16 A)/ 2 x 55 V (16 A)
Dreiphasig (Maschinenhaus und Turmfundament)	3 x 400 V (16 A)

Tabelle 3-10: Daten zum Hilfssystem

3.7 Windsensoren

Die Windenergieanlage ist entweder mit zwei Ultraschallwindsensoren oder optional mit einem Ultraschallwindsensor und einer mechanischen Windfahne und Anemometer ausgestattet. Die Sensoren sind mit integrierten Heizelementen ausgerüstet, um Störungen durch Eis und Schnee zu minimieren. Da die Windsensoren redundant sind, ist die Windenergieanlage auch mit nur einem Sensor funktionsfähig.

3.8 Vestas Multi Processor (VMP) Controller

Die Windenergieanlage wird von der Steuerung VMP8000 gesteuert und überwacht.

Bei VMP8000 handelt es sich um eine Multiprozessor-Steuerung, die aus einer Hauptsteuerung, dezentralen Steuerungsknoten, dezentralen IO-Knoten und Ethernet-Schaltern sowie anderen Netzwerkkomponenten besteht. Die Hauptsteuerung befindet sich im Turmfuß der Windenergieanlage. Sie führt die Steueralgorithmen der Windenergieanlage aus und ist für die IO-Kommunikation zuständig.

Bei dem Kommunikationsnetzwerk handelt es sich um ein zeitgesteuertes Ethernet-Netzwerk (TTEthernet).

Das VMP8000-Steuerungssystem erfüllt folgende Hauptfunktionen:

- Überwachung des Gesamtbetriebs.
- Synchronisierung des Generators mit dem Netz während des Aufschaltvorgangs.
- Betrieb der Windenergieanlage bei unterschiedlichen Fehlerzuständen
- Automatische Windnachführung des Maschinenhauses
- OptiTip[®]-Rotorblatt-Pitchregelung
- Blindleistungsregelung und Betrieb mit variabler Drehzahl
- Verringerung der Geräuschemissionen
- Überwachung der Umgebungsbedingungen
- Stromnetzüberwachung
- Überwachung des Rauchmeldesystems

3.9 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Bei einem Netzausfall versorgt eine USV bestimmte Komponenten mit Strom.

Das USV-System besteht aus drei Teilsystemen:

1. der 230-VAC-USV als Reservespannungsversorgung für das Maschinenhaus und den Nabensteuerungssystemen
2. der 24-VDC-USV als Reservespannungsversorgung für die Steuerungssysteme im Turmfuß und optional für den SCADA Power Plant Controller

- 3. der 230-VAC-USV als Reservespannungsversorgung für Innenbeleuchtung in Turm und Maschinenhaus. Die Innenbeleuchtung in der Nabe wird durch integrierte Batterien in den Leuchten gespeist.

USV		
Autonomiezeitraum	Standard	Optional
Steuerungssystem* (230-VAC- und 24-VDC-USV)	15 min	Bis zu 400 min**
Innenbeleuchtung (230-VAC-USV)	30 min	60 min***
Optionaler SCADA Power Plant Controller (24-VDC-USV)	N/A	48 Stunden****

Tabelle 3-11: USV-Daten

* Das Steuerungssystem umfasst: die Steuerung der Windenergieanlage (VMP8000), Mittelspannungsschaltanlagenfunktionen und Fernüberwachung.

** Upgrade der 230-VAC-USV für Steuerungssystem mit zusätzlichen Batterien notwendig.

***Upgrade der 230-VAC-USV für Innenbeleuchtung mit zusätzlichen Batterien notwendig.

****Upgrade der 24-VDC-USV mit zusätzlichen Batterien notwendig.

HINWEIS Angaben zu alternativen Autonomiezeiträumen können bei Vestas erfragt werden.

4 WEA-Schutzsysteme

4.1 Bremskonzept

Die Hauptbremse der Windenergieanlage ist aerodynamischer Art. Das Anhalten der Windenergieanlage erfolgt, indem die drei Rotorblätter in volle Fahnenstellung gebracht werden (einzelnes Drehen der einzelnen Rotorblätter). Jedes Rotorblatt verfügt über einen hydraulischen Druckspeicher als Energieversorgung zum Drehen des Rotorblatts.

Zusätzlich ist eine mechanische Scheibenbremse an der schnellen Welle des Getriebes mit einem separaten Hydrauliksystem vorhanden. Die mechanische Bremse wird ausschließlich als Feststellbremse und beim Betätigen der Not-Stopp-Taster verwendet.

4.2 Kurzschlussschutz

Trennschalter	Trennschalter für Not-Stromversorgung. T4L 250A TMA 690 V	Trennschalter 1 für Umrichtermodule Emax 2,2 N 1600 A 690 V	Trennschalter 2 für Umrichtermodule Emax 4,2N 3200 A 690 V
Schaltleistung I_{cu}, I_{cs}	70 kA Effektivwert @ max. 690 V I _{cs} = 100 %	66 kA Effektivwert @ max. 690 V I _{cs} = 100 %	66 kA Effektivwert @ max. 690 V I _{cs} = 100 %
Einschaltvermögen I_{cm}	154 kA Spitzenwert @ max. 690 V	166 kA Spitzenwert @ max. 690 V	166 kA Spitzenwert @ max. 690 V

Tabelle 4-1: Daten zum Kurzschlussschutz

4.3 Überdrehzahlschutz

Die Drehzahl von Generator und Hauptwelle wird von induktiven Sensoren erfasst und von der Steuerung der Windenergieanlage berechnet, um vor Überdrehzahl und Drehfehlern zu schützen.

Die sicherheitsrelevante Partition der VMP8000-Steuerung überwacht die Rotordrehzahl. Bei Überdrehzahl löst die sicherheitsrelevante Partition der VMP8000-Steuerung unabhängig von der nicht sicherheitsrelevanten Partition die Notfahnenstellung (volle Fahnenstellung) der drei Rotorblätter aus.

Überdrehzahlschutz	
Sensortyp	Induktiv
Auslösewert (je nach Version)	17,6 (Rotordrehzahl in U/min) / 2000 (Generatordrehzahl in U/min)

Tabelle 4-2: Daten zum Überdrehzahlschutz

4.4 Lichtbogendetektor

Die Windenergieanlage ist mit einem Lichtbogen-Nachweissystem einschließlich mehrerer Lichtbogendetektoren ausgestattet, die im Mittelspannungs-Transformatorraum und im Umrichterschrank angeordnet sind. Das Lichtbogen-Nachweissystem ist an das Sicherheitssystem der Windenergieanlage angeschlossen, wodurch sichergestellt wird, dass sich die Mittelspannungsschaltanlage sofort öffnet, wenn ein Lichtbogen festgestellt wird.

4.5 Rauchmeldesystem

Die Windenergieanlage ist mit einem Rauchmeldesystem ausgerüstet, das mehrere Rauchmelder im Maschinenhaus (oberhalb der Scheibenbremse), im Transformatorenraum und oberhalb der Mittelspannungsschaltanlage im Turmfuß einschließt. Das Rauchmeldesystem ist an das Sicherheitssystem der Windenergieanlage angeschlossen, wodurch sichergestellt ist, dass sich die Mittelspannungsschaltanlage bei Raucherkenntung sofort öffnet.

4.6 Blitzschutz von Rotorblättern, Maschinenhaus, Rotorblattnabe und Turm

Die Blitzschutzanlage (BSA) schützt die Windenergieanlage vor Sachschäden durch Blitzschläge. Die BSA besteht aus fünf Hauptkomponenten:

- Blitzrezeptoren. Alle Blitzrezeptorflächen an den Rotorblättern, einschließlich der Massivmetallspitzen, sind standardmäßig nicht lackiert.
- Ableitungssystem (ein System, um den Blitzstrom durch die Windenergieanlage nach unten abzuleiten, um Schäden am LPS selbst oder an anderen Teilen der Windenergieanlage zu vermeiden oder zu vermindern).
- Überspannungs- und Überstromschutz
- Abschirmung gegen magnetische und elektrische Felder
- Erdungssystem.

Blitzschutzkonstruktionsparameter			Schutzklasse I
Stromspitzenwert	i_{max}	[kA]	200
Impulsladung	$Q_{impulse}$	[C]	100
Langzeitladung	Q_{long}	[C]	200
Gesamtladung	Q_{total}	[C]	300
Spezifische Energie	W/R	[MJ/Ω]	10
Durchschnittliche Steilheit	di/dt	[kA/μs]	200

Tabelle 4-3: Blitzschutzkonstruktionsparameter

HINWEIS Das Blitzschutzsystem ist nach den IEC-Normen konstruiert (siehe Abschnitt 7 Auslegungsrichtlinien, Seite 28).

4.7 EMV

Die Windenergieanlage und die zugehörige Ausrüstung erfüllen die EU-Rechtsvorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV):

- RICHTLINIE 2014/30/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit.

4.8 Erdung

Das Vestas-Erdungssystem besteht aus einer Reihe von einzelnen Erdungseinheiten, die zu einem gemeinsamen Erdungssystem verbunden sind.

Das Vestas-Erdungssystem umfasst das TN-System und das Blitzschutzsystem für jede Windenergieanlage. Es dient als Erdungssystem für das Mittelspannungs-Verteilsystem innerhalb des Windparks.

Das Vestas-Erdungssystem ist an die unterschiedlichen Fundamentarten angepasst. Das Erdungssystem ist detailliert entsprechend der jeweiligen Fundamentart in separaten Unterlagen beschrieben.

Bezüglich des Blitzschutzes der Windenergieanlage fordert Vestas keinen bestimmten, in Ohm gemessenen Widerstand zur Bezugserde. Die Erdung der Blitzschutzsysteme basiert auf dem Aufbau und der Bauweise des Vestas-Erdungssystems.

Ein wichtiger Teil des Vestas-Erdungssystems ist die Hauptpotentialausgleichsschiene, die sich am Kabeleintritt aller Zuleitungen zur Windenergieanlage befindet. Alle Erdungselektroden sind mit dieser Hauptpotentialausgleichsschiene verbunden. Zusätzlich sind Potenzialausgleichsverbindungen an allen Zu- oder Ableitungen der Windenergieanlage installiert.

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 erforderlich machen.

4.9 Korrosionsschutz

Die Klassifizierung des Korrosionsschutzes folgt der Norm EN ISO 12944-2.

Korrosionsschutz	Außenbereiche	Innenbereiche
Maschinenhaus	C5-M	C3
Nabe	C5-M	C3
Turm	C5-I	C3

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

5 Sicherheit

Mit den im vorliegenden Abschnitt enthaltenen Sicherheitsspezifikationen werden in beschränktem Umfang allgemeine Informationen zur Sicherheitsausstattung der Windenergieanlage bereitgestellt. Sie entbinden den Käufer und seine Vertreter nicht von seiner Pflicht, alle erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, zu denen u. a. Folgendes zählt: (a) Erfüllen aller geltenden Vereinbarungen, Anweisungen und Anforderungen bezüglich Sicherheit, Betrieb, Wartung und Service; (b) Erfüllen aller sicherheitsrelevanten Gesetze, Vorschriften und Verordnungen und (c) Durchführen aller erforderlichen Sicherheitsschulungen und -fortbildungen.

5.1 Zugang

Zugang zur Windenergieanlage besteht von außen über eine Tür an der Eingangsplattform, ca. drei Meter über dem Boden. Die Tür ist mit einem Schloss versehen. Der Zugang zur oberen Plattform im Turm erfolgt über eine Leiter oder einen Transportaufzug. Zugang zum Maschinenhaus von der oberen Plattform aus besteht über eine Leiter. Der Zugang zum Transformatorraum im Maschinenhaus ist durch ein Schloss gesichert. Unberechtigter Zugriff auf Elektroschalttafeln und Stromtafeln in der Windenergieanlage ist gemäß IEC 60204-1 2006 untersagt.

5.2 Flucht

Zusätzlich zu den normalen Zugangswegen führen alternative Flucht- und Rettungswege aus dem Maschinenhaus durch die Kranluke, aus der Nabenabdeckung durch Öffnen des Nasenkonus oder vom Dach des Maschinenhauses. Die Rettungsausrüstung befindet sich im Maschinenhaus.

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

Die Flucht aus dem Transportaufzug erfolgt über die Leiter.

Ein Notfallschutzplan in der Windenergieanlage beschreibt die Evakuierung und die Flucht- und Rettungswege.

5.3 Räume/Arbeitsbereiche

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

5.4 Böden, Plattformen, Steh- und Arbeitsplätze

Alle Plattformen weisen eine rutschfeste Oberfläche auf.

Pro Turmsektion ist ein Boden vorhanden.

Ruheplattformen sind alle neun Meter an der Turmleiter zwischen den Plattformen angebracht.

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

5.5 Transportaufzug

Die Windenergieanlage wird optional mit montiertem Transportaufzug geliefert.

5.6 Aufstiegsmöglichkeiten

Im Turm ist eine Leiter mit Absturzsicherungssystem (fester Handlauf) installiert.

In Turm, Maschinenhaus, Nabe und auf dem Dach sind Anschlagpunkte zum Anbringen von Sicherheitsgeschirr (Auffang- und Rettungsgurt) angebracht.

Über der Kranluke befindet sich ein Anschlagpunkt für die Notabstiegsausrüstung.

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

5.7 Bewegliche Teile, Schutzeinrichtungen und Sperrvorrichtungen

Alle beweglichen Teile im Maschinenhaus sind abgeschirmt.

Die Windenergieanlage ist mit einer Rotorarretierung zur Sperrung von Rotor und Triebstrang ausgestattet.

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

5.8 Beleuchtung

Die Windenergieanlage ist in Turm, Maschinenhaus, Transformatorraum und Rotorblattnabe mit einer Beleuchtung versehen.

Für den Fall eines Stromausfalls ist eine Notbeleuchtung vorhanden.

5.9 Notstopp

In Maschinenhaus, Nabe und in der untersten Turmsektion sind Not-Stopp-Taster angebracht.

5.10 Unterbrechung der Stromversorgung

Die Windenergieanlage ist mit Trennschaltern ausgestattet, die ein Abschalten der gesamten Stromzufuhr bei Inspektions- oder Wartungsmaßnahmen ermöglichen. Die Schalter sind beschildert und befinden sich im Maschinenhaus und in der untersten Turmsektion.

5.11 Brandschutz/Erste Hilfe

Im Maschinenhaus müssen während Service und Wartung ein 5-kg- bis 6-kg-CO₂-Feuerlöscher, ein Erste-Hilfe-Kasten und eine Feuerlöschdecke vorhanden sein.

- Ein 5-kg- bis 6-kg-CO₂-Feuerlöscher ist nur bei Service und Wartung erforderlich, es sei denn, im Maschinenhaus ist die dauerhafte Anbringung eines Feuerlöschers behördlich vorgeschrieben.
- Erste-Hilfe-Kästen sind nur bei Service und Wartung erforderlich.
- Feuerlöschdecken müssen nur bei nicht-elektrischen heißen Arbeiten vorhanden sein.

5.12 Warnschilder

Im Inneren oder an der Außenseite der Windenergieanlage angebrachte Warnschilder müssen vor Betrieb oder Wartung der Windenergieanlage zur Kenntnis genommen werden.

5.13 Handbücher und Warnhinweise

Das „Vestas Firmenhandbuch zum Arbeitsschutz“ sowie Handbücher für Betrieb, Wartung und Service der Windenergieanlage bieten zusätzliche

Sicherheitshinweise und -informationen für Betrieb, Wartung oder Instandhaltung der Windenergieanlage.

6 Umgebung

6.1 Chemikalien

In der Windenergieanlage verwendete Chemikalien werden gemäß dem Umweltsystem von Vestas Wind Systems A/S beurteilt, das nach ISO 14001:2004 zertifiziert ist. Innerhalb der Windenergieanlage kommen die folgenden Chemikalien zum Einsatz:

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

7 Auslegungsrichtlinien

7.1 Auslegungsrichtlinien – Baukonstruktion

Die Konstruktion der Windenergieanlage wurde u. a. gemäß den folgenden Normen entwickelt und getestet:

Auslegungsrichtlinien	
Maschinenhaus und Nabe	IEC 61400-1: Ausgabe 3 EN 50308
Turm	IEC 61400-1: Ausgabe 3 Eurocode 3
Blätter	DNV-OS-J102 IEC 1024-1 IEC 60721-2-4 IEC 61400 (Teile 1, 12 und 23) IEC WT 01 IEC DEFU R25 ISO 2813 DS/EN ISO 12944-2
Getriebe	ISO 81400-4
Generator	IEC 60034
Transformator	IEC 60076-11, IEC 60076-16, CENELEC HD637 S1
Blitzschutz	IEC 62305-1: 2006 IEC 62305-3: 2006 IEC 62305-4: 2006

Auslegungsrichtlinien	
	IEC 61400-24:2010
Drehende elektrische Maschinen	IEC 34
Sicherheit von Maschinen, Sicherheitsrelevante Teile von Steuerungen	IEC 13849-1
Maschinensicherheit – elektrische Ausrüstung von Maschinen	IEC 60204-1

Tabelle 7-1: Auslegungsrichtlinien

8 Farben

8.1 Maschinenhausfarbe

Farbe von Vestas Nacelles	
Standard-Maschinenhausfarbe	RAL 7035 (Lichtgrau)
Standard-Logo	Vestas

Tabelle 8-1: Farbe, Maschinenhaus

8.2 Turmfarbe

Farbe von Vestas-Turmsektionen		
	Außen:	Innen:
Standard-Turmfarbe	RAL 7035 (Lichtgrau)	RAL 9001 (Cremeweiß)

Tabelle 8-2: Farbe, Turm

8.3 Rotorblattfarbe

Rotorblattfarbe	
Standard-Rotorblattfarbe	RAL 7035 (Lichtgrau). Alle Blitzrezeptorflächen an den Rotorblättern, einschließlich der Massivmetallspitzen, sind standardmäßig nicht lackiert.
Farbvarianten Tip-Ende	RAL 2009 (Verkehrsorange), RAL 3020 (Verkehrsrot)
Glanzgrad	< 30 % DS/EN ISO 2813

Tabelle 8-3: Farbe, Rotorblätter

9 Leitfaden für Betriebsbereichsbedingungen und Leistungsmerkmale

Die tatsächlichen Klima- und Standortbedingungen weisen viele Variablen auf und sind bei der Beurteilung der tatsächlichen Windenergieanlagenleistung zu berücksichtigen. Die Auslegungs- und Betriebsparameter in diesem Abschnitt stellen keine Garantien, Gewährleistungen und Zusicherungen bezüglich der Windenergieanlagenleistung an tatsächlichen Standorten dar.

9.1 Klima- und Standortbedingungen

Die Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe:

Auslegungsparameter-Extremwerte	
Windklima	Alle
Umgebungstemperaturbereich (Windenergieanlage für Standardtemperatur)	-40 °C bis +50 °C

Tabelle 9-1: Auslegungsparameter für Betrieb unter Extrembedingungen

9.2 Betriebsbereich – Temperatur und Höhe

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

Betriebsbereich – Temperatur	
Umgebungstemperaturbereich (Standard-WEA)	-20 °C bis +45 °C
Umgebungstemperaturbereich (Niedrigtemperatur-Windenergieanlage)	-30 °C bis +45 °C

Tabelle 9-2: Betriebsbereich – Temperatur

HINWEIS

Die Windenergieanlage stellt die Energieerzeugung ein, sobald die Umgebungstemperaturen auf über +45 °C steigen.

Niedrigtemperatur-Optionen der Windenergieanlage können bei Vestas erfragt werden.

Die Windenergieanlage ist standardmäßig für den Betrieb in Höhen bis 1000 m ü. d. M. und optional für bis zu 2000 m ü. d. M. ausgelegt.

9.3 Betriebsbereich – Temperatur- und höhenbedingte Drosselung im 3,3-MW-Modus 0

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

Bei Umgebungstemperaturen über einem höhenpezifischen Schwellenwert (+30 °C bei ≤ 1250 m ü. d. M.) hält die Windenergieanlage im 3,3-MW-Modus 0 eine gedrosselte Produktion aufrecht, wie in Abbildung 9-1 gezeigt.

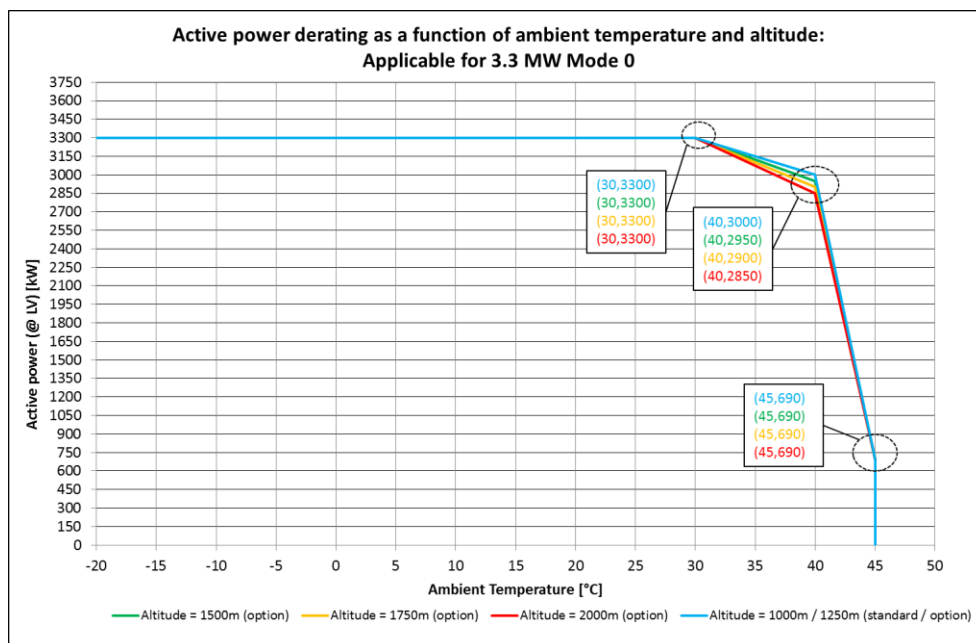


Abbildung 9-1: Temperatur- und höhenbedingter gedrosselter Betrieb im 3,3-MW-Modus 0.

9.4 Betriebsbereich – Temperatur- und höhenbedingte Drosselung im 3,45-MW-Leistungsmodus

Abbildung 9-2 ist eine grafische Darstellung der entsprechenden Drosselung im 3,45-MW-Leistungsmodus.

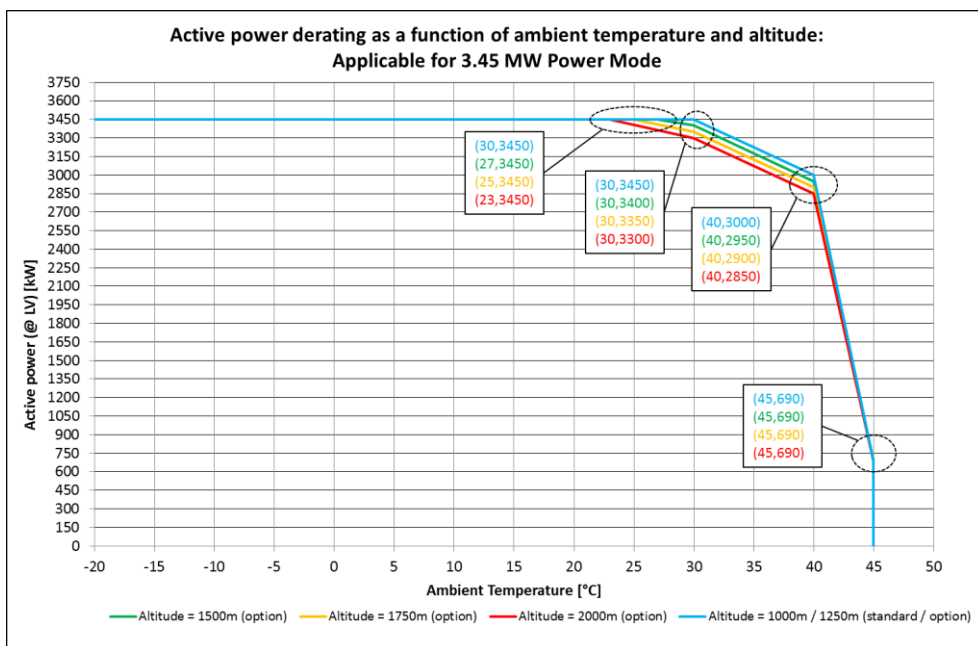


Abbildung 9-2: Temperatur- und höhenbedingter gedrosselter Betrieb im 3,45-MW-Leistungsmodus

9.5 Betriebsbereich – Temperatur- und höhenbedingte Drosselung im gedrosselten 3,0-MW-Modus

Abbildung 9-3 ist eine grafische Darstellung der entsprechenden Drosselung im 3,0-MW-Leistungsmodus.

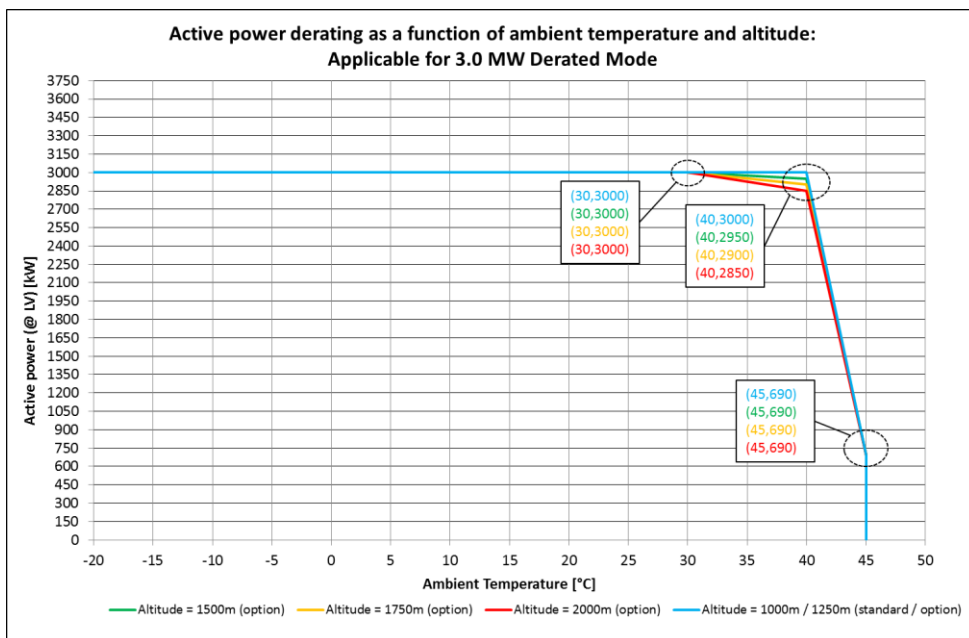


Abbildung 9-3: Temperatur- und höhenbedingter gedrosselter Betrieb im gedrosselten 3,0-MW-Modus.

9.6 Betriebsbereich – Netzanschluss

Betriebsbereich – Netzanschluss		
Nennphasenspannung	[U _{NP}]	650 V
Nennfrequenz	[f _N]	50/60 Hz
Max. Frequenzgradient	±4 Hz/s	
Max. negative Gegenspannung	3 % (Anschluss) 2 % (Betrieb)	
Gefordertes Leerlauf-Kurzschluss-Mindestverhältnis beim Anschluss der Windenergieanlage an das Mittelspannungsnetz	5,0	
Maximaler Kurzschlussstrom	1,05 pu (Dauerbetrieb) 1,45 pu (Spitze)	

Tabelle 9-3: Betriebsbereich – Netzanschluss

Der Generator und der Umrichter werden in folgenden Fällen getrennt:*

Schutzeinstellungen	
Spannung 3600 s lang über 110 %** des Nennwerts	715 V
Spannung 2 s lang über 121 % des Nennwerts	787 V
Spannung 0,150 s lang über 136 % des Nennwerts	884 V
Spannung 60 s lang unter 90 %** des Nennwerts	585 V
Spannung 10 s lang unter 80 % des Nennwerts	520 V
Frequenz 0,2 s lang über 106 % des Nennwerts	53/63,6 Hz
Frequenz 0,2 s lang unter 94 % des Nennwerts	47/56,4 Hz

Tabelle 9-4: Trennwerte für Generator und Umrichter

HINWEIS

* Während der Lebensdauer der Windenergieanlage sollten durchschnittlich nicht mehr als 50 Netzausfälle innerhalb eines Jahres auftreten.

** Die Windenergieanlage kann für einen dauerhaften Betrieb bei Spannungsschwankungen von ±13 % konfiguriert werden. Die Blindleistungskapazität ist für diesen breiten Einstellungsbereich begrenzt (siehe Abschnitt 10.4).

Alle Angaben zu Schutzeinstellungen sind vorläufig und können eine Änderung erfahren.

9.7 Betriebsbereich – Blindleistungskapazität im 3,3-MW-Modus 0.

Die Blindleistungskapazität der 3,3-MW-Windenergieanlage im Modus 0 auf der Niederspannungsseite des Mittelspannungstransformators ist in Abbildung 9-4 dargestellt:

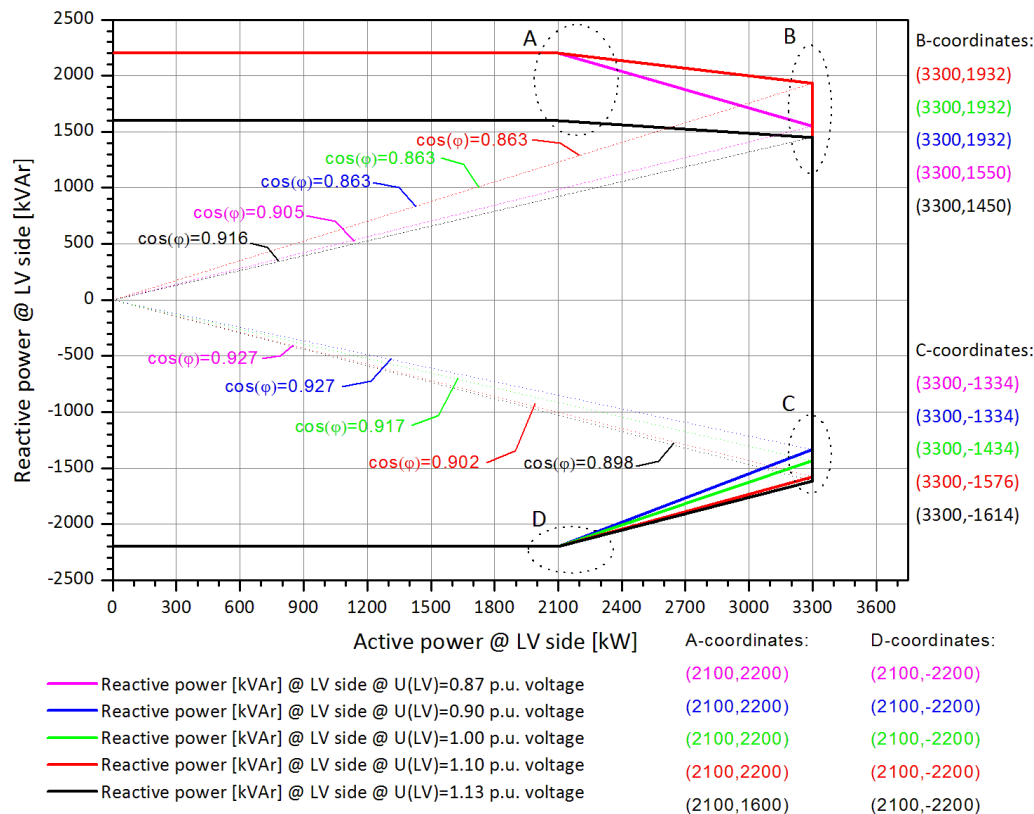


Abbildung 9-4: Blindleistungskapazität im 3,3-MW-Modus 0.

Beim Betrieb im 3,3-MW-Modus 0 auf der Niederspannungsseite des Mittelspannungstransformators beträgt die Blindleistungskapazität auf der Mittelspannungsseite des Mittelspannungstransformators ca.:

- $\cos \phi$ (Mittelspannung) = 0,91 kapazitiv bei U (Mittelspannung) = 0,87 pu-Spannung
- $\cos \phi$ (Mittelspannung) = 0,91/0,91 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 0,89 pu-Spannung
- $\cos \phi$ (Mittelspannung) = 0,90/0,89 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 0,90 pu-Spannung
- $\cos \phi$ (Mittelspannung) = 0,90/0,88 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,00 pu-Spannung
- $\cos \phi$ (Mittelspannung) = 0,91/0,89 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,10 pu-Spannung
- $\cos \phi$ (Mittelspannung) = 0,95/0,89 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,13 pu-Spannung

Blindleistung wird durch den Vollumrichter erzeugt. Daher werden keine herkömmlichen Kondensatoren in der Windenergieanlage verwendet.

Die Windenergieanlage kann die Blindleistungskapazität bei schwachem Wind ohne erzeugte Wirkleistung halten.

HINWEIS Alle Angaben zur Blindleistungskapazität sind vorläufig und können eine Änderung erfahren.

Im 3,3-MW-Modus 0 wird oberhalb von +30 °C Umgebungstemperatur bei ≤ 1250 m ü. d. M. gedrosselt, siehe Abbildung 9-1.

9.8 Betriebsbereich – Blindleistungskapazität im 3,45-MW-Leistungsmodus

Die Blindleistungskapazität im 3,45-MW-Leistungsmodus auf der Niederspannungsseite des Mittelspannungstransformators ist in Abbildung 9-5 dargestellt:

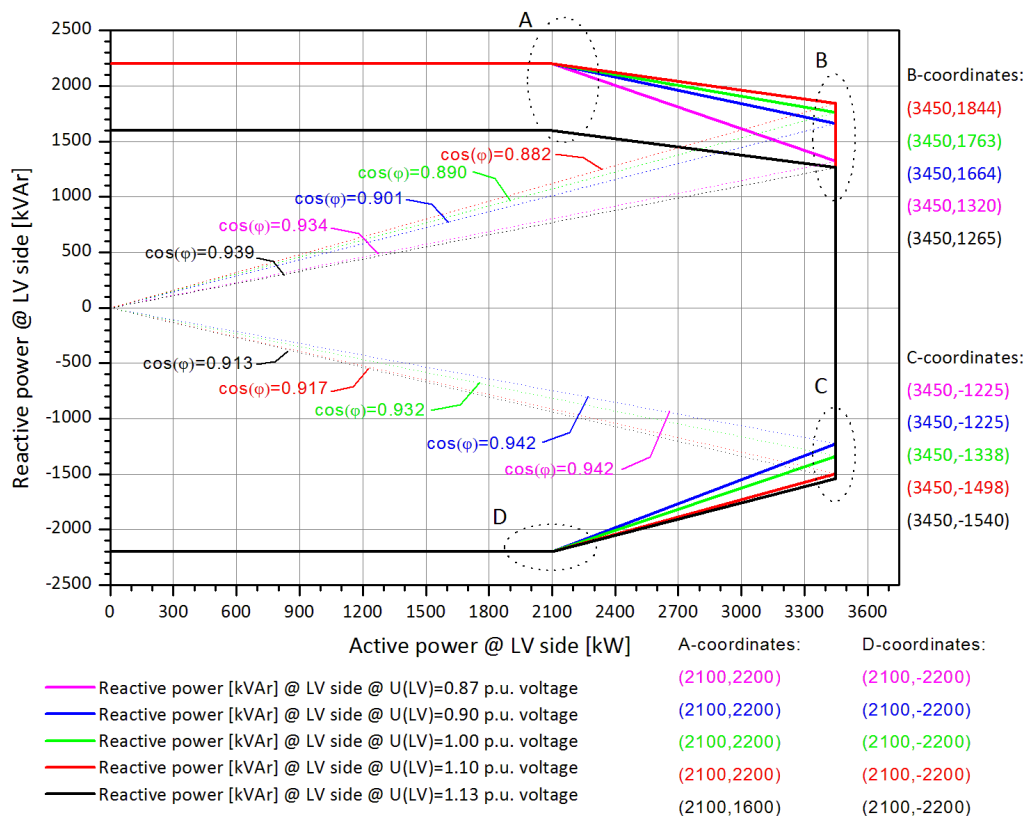


Abbildung 9-5: Blindleistungskapazität im 3,45-MW-Leistungsmodus.

Beim Betrieb im 3,45-MW-Leistungsmodus auf der Niederspannungsseite des Mittelspannungstransformators beträgt die Blindleistungskapazität auf der Mittelspannungsseite des Mittelspannungstransformators ca.:

- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,95 kapazitiv bei U (Mittelspannung) = 0,87 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,94/0,94 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 0,88 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,93/0,91 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 0,90 pu-Spannung

- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,92/0,90 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,00 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,95/0,89 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,10 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,98/0,89 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,13 pu-Spannung

HINWEIS Alle Angaben zur Blindleistungskapazität sind vorläufig und können eine Änderung erfahren.

Im 3,45-MW-Leistungsmodus wird oberhalb von +30 °C Umgebungstemperatur bei ≤ 1250 m ü. d. M. gedrosselt, siehe Abbildung 9-2.

9.9 Betriebsbereich – Blindleistungskapazität im blindleistungsoptimierten 3,45-MW-Modus (QO1)

Optional ist im blindleistungsoptimierten 3,45-MW-Modus (QO1) bei einer Umgebungstemperatur von unter +20 °C und einer Höhe von ≤ 1250 m ü. d. M. eine erweiterte Blindleistungskapazität möglich. Die entsprechende Blindleistungskapazität ist in Abbildung 9-6 dargestellt:

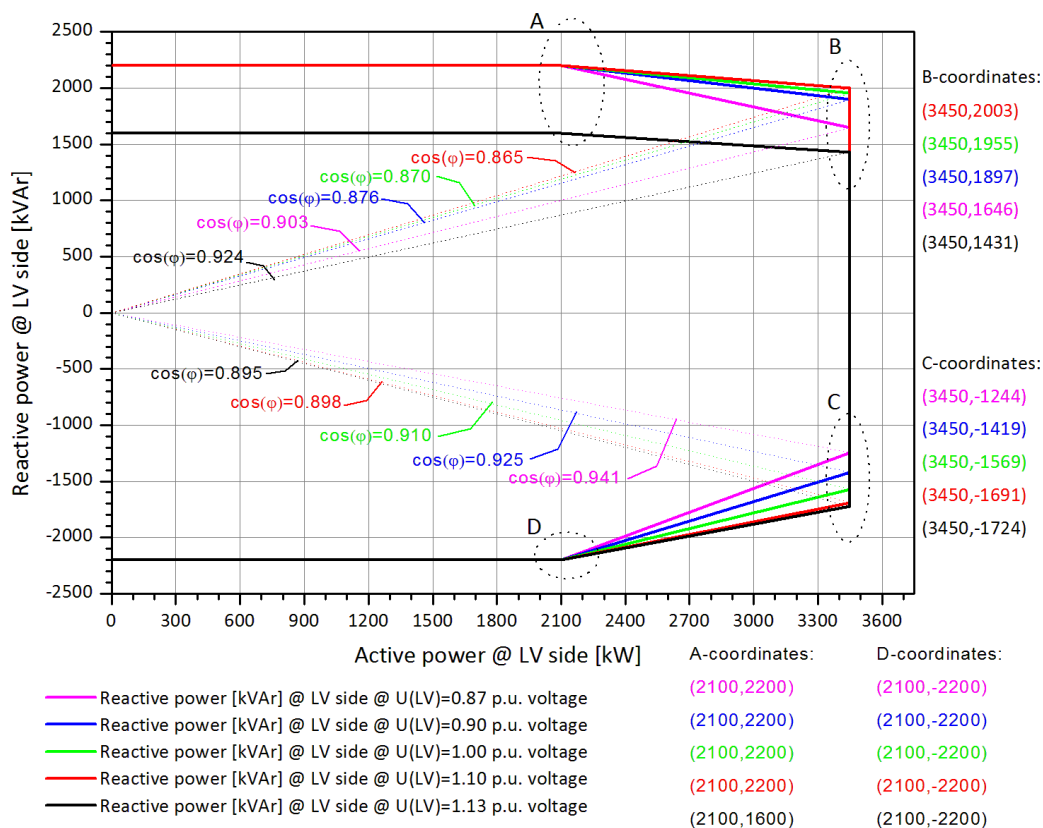


Abbildung 9-6: Blindleistungskapazität im blindleistungsoptimierten 3,45-MW-Modus (QO1).

Beim Betrieb im blindleistungsoptimierten 3,45-MW-Modus (QO1) auf der Niederspannungsseite des Mittelspannungstransformators beträgt die

Blindleistungskapazität auf der Mittelspannungsseite des
Mittelspannungstransformators ca.:

- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,92 kapazitiv bei U (Mittelspannung) = 0,87 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,92/0,91 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 0,89 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,91/0,90 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 0,90 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,90/0,88 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,00 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,94/0,87 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,10 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,97/0,87 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,13 pu-Spannung

HINWEIS

Alle Angaben zur Blindleistungskapazität sind vorläufig und können eine Änderung erfahren.

Im blindleistungsoptimierten 3,45-MW-Modus (QO1) wird die Blindleistung bei einer Umgebungstemperatur von mehr als +20 °C und einer Höhe von ≤ 1250 m ü. d. M. linear gedrosselt und läuft bei +30 °C mit der Blindleistungskapazität des 3,45-MW-Leistungsmodus, wie in Abbildung 9-5 gezeigt, zusammen.

9.10 Betriebsbereich – Blindleistungskapazität im gedrosselten 3,0-MW-Modus

Die Blindleistungskapazität im gedrosselten 3,0-MW-Modus ist in Abbildung 9-7 dargestellt:

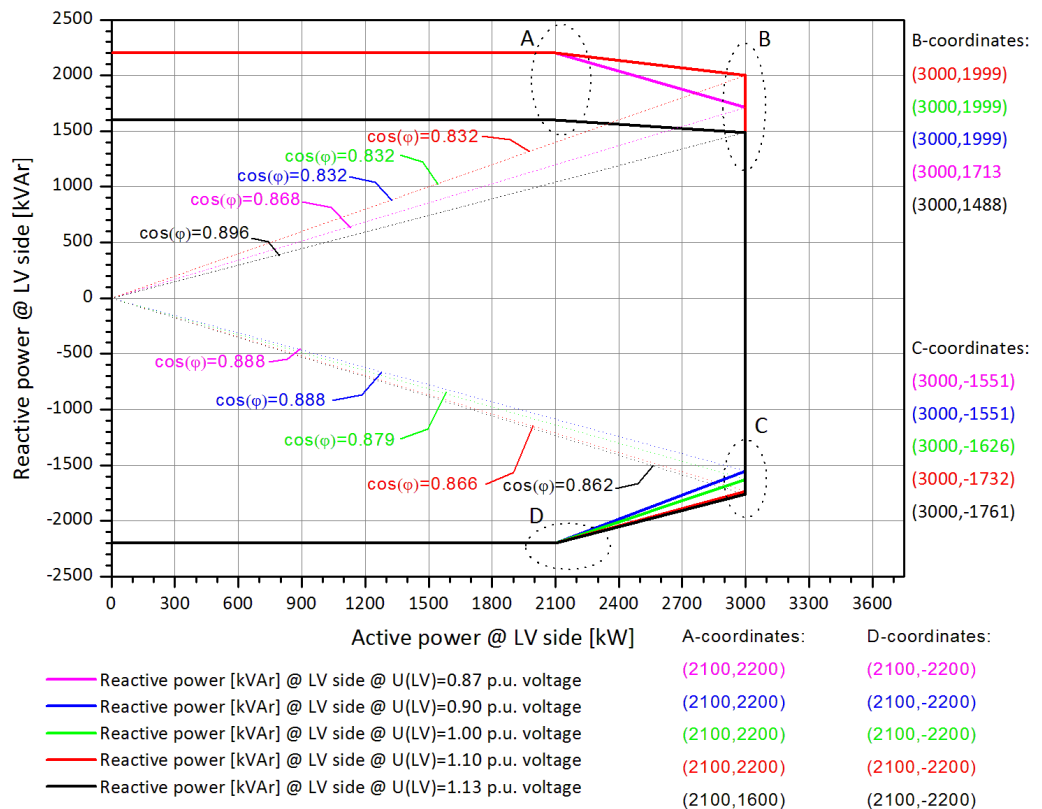


Abbildung 9-7: Blindleistungskapazität im gedrosselten 3,0-MW-Modus.

Beim Betrieb im gedrosselten 3,0-MW-Modus auf der Niederspannungsseite des Mittelspannungstransformators beträgt die Blindleistungskapazität auf der Mittelspannungsseite des Mittelspannungstransformators ca.:

- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,88 kapazitiv bei U (Mittelspannung) = 0,87 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,88/0,87 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 0,89 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,87/0,85 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 0,90 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,87/0,85 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,00 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,88/0,86 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,10 pu-Spannung
- $\cos \varphi$ (Mittelspannung) = 0,92/0,86 kapazitiv/induktiv bei U (Mittelspannung) = 1,13 pu-Spannung

HINWEIS Alle Angaben zur Blindleistungskapazität sind vorläufig und können eine Änderung erfahren.

Im gedrosselten 3,0-MW-Modus wird oberhalb von +30 °C Umgebungstemperatur bei ≤ 1250 m ü. d. M. gedrosselt, siehe Abbildung 9-3.

9.11 Leistungsmerkmal – Durchfahren von Netzfehlern

Die Windenergieanlage ist mit einem Vollumrichter ausgestattet, damit sie bei Stromnetzstörungen besser geregelt werden kann. Die Steuerung der Windenergieanlage ist auch bei Netzstörungen voll funktionsfähig.

Die Windenergieanlage ist so ausgelegt, dass sie sich bei Stromnetzstörungen innerhalb der Spannungstoleranzkurve wie dargestellt nicht vom Stromnetz trennt:

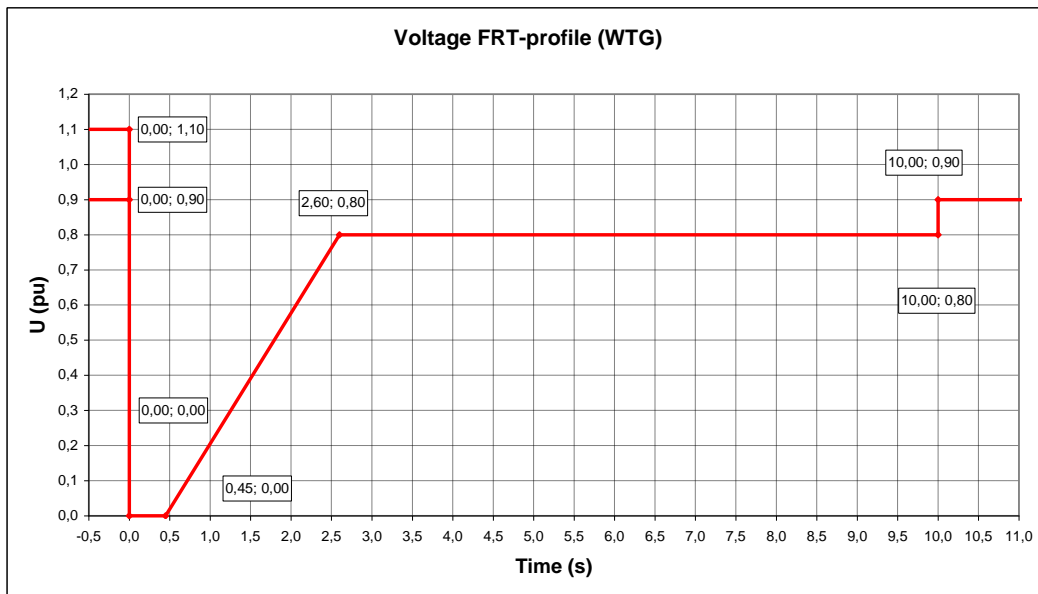


Abbildung 9-8: Niedrige Spannungstoleranzkurve für symmetrische und asymmetrische Störungen, wobei U die gemessene Spannung im Stromnetz darstellt.

Bei Stromnetzstörungen außerhalb der Schutzkurve in Abbildung 9-8 wird die Windenergieanlage vom Stromnetz getrennt.

HINWEIS Alle Angaben zur Kapazität beim Durchfahren von Netzfehlern sind vorläufig und vorbehaltlich etwaiger Änderungen.

Zeitspanne bis zur Leistungswiederherstellung	
Leistungswiederherstellung auf 90 % des Niveaus vor einer Störung	max. 0,1 s

Tabelle 9-5: Zeitspanne bis zur Leistungswiederherstellung

9.12 Leistung – Blindstrombeitrag

Der Blindstrombeitrag hängt davon ab, ob die auf die Windenergieanlage einwirkende Störung symmetrischer oder asymmetrischer Art ist.

HINWEIS Alle Angaben zum Blindstrombeitrag sind vorläufig und vorbehaltlich etwaiger Änderungen.

9.12.1 Symmetrischer Blindstrombeitrag

Während symmetrischer Spannungsabfälle speist der Windpark zur Stützung der Stromnetzspannung Blindstrom ein. Der eingespeiste Blindstrom ist eine Funktion der gemessenen Stromnetzspannung.

Der Standardwert ergibt einen Blindstromanteil von 1 pu des Nennstroms an der Mittelspannungsseite des Mittelspannungstransformators. Abbildung 9-9 stellt den Blindstrombeitrag als eine Funktion der Spannung dar. Der Blindstrombeitrag ist unabhängig von den tatsächlichen Windbedingungen und dem Leistungsniveau vor einer Störung.

Wie in Abbildung 9-9 dargestellt, ist der Gradient für die Blindstromeinspeisung mit einem Blindstrom von 2 % des Nennstroms pro 1 % Spannungsfall definiert. Der Anstieg kann zur Anpassung an die standortspezifischen Anforderungen auf einen Wert von 0–10 % parametrisiert werden.

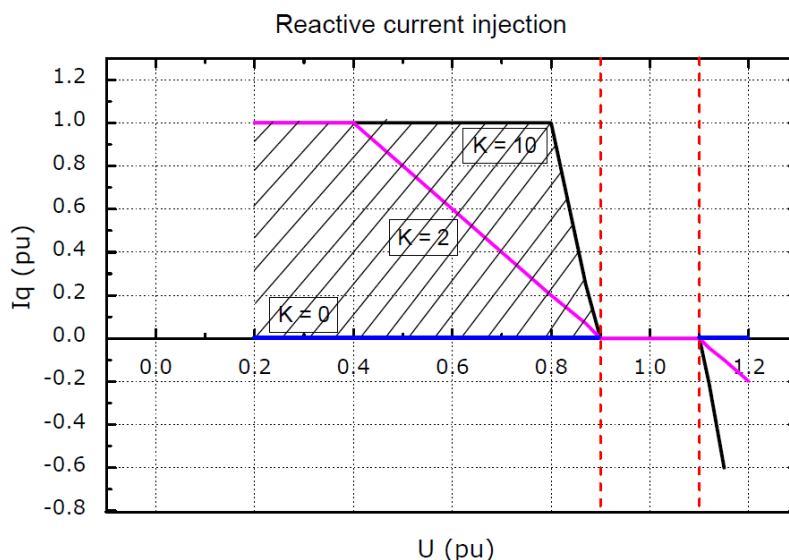


Abbildung 9-9: Blindstromeinspeisung

9.12.2 Asymmetrischer Blindstrombeitrag

Der Blindstrom beruht auf der gemessenen positiven Sequenzspannung und dem verwendeten k-Faktor. Während asymmetrischer Spannungsabfälle wird die Blindstromeinspeisung auf ca. 0,4 pu beschränkt, um einen möglichen Spannungsanstieg auf die gesunden Phasen zu begrenzen.

9.13 Leistung – Mehrfache Spannungsabfälle

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

9.14 Leistung – 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 bei einer max. Leistungsniveauänderung um 0,3 pu 0,3 pu/s bei einer max. Leistungsniveauänderung um 0,1 pu
Blindleistung	20 pu/s

Tabelle 9-6: Anstiegsraten für Wirk-/Blindleistung (Werte sind vorläufig)

Zur Unterstützung der Stromnetzstabilität ist die Windenergieanlage in der Lage, bei Wirkleistungsreferenzen bis 10 % der Nennleistung der Windenergieanlage mit dem Stromnetz verbunden zu bleiben. Bei Wirkleistungsreferenzen unter 10 % kann es zur Trennung der Windenergieanlage vom Stromnetz kommen.

9.15 Leistungsmerkmal – Spannungsregelung

Die Windenergieanlage ist für eine Integration in die Spannungsregelung VestasOnline® durch Ausnutzung der Blindleistungskapazität der Anlage konzipiert.

9.16 Leistung – Frequenzregelung

Die Windenergieanlage lässt sich zur Frequenzregelung durch Begrenzung der abgegebenen Leistung als Funktion der Netzfrequenz (Überfrequenz) konfigurieren. Totbereich und Anstieg sind für die Frequenzregelungsfunktion einstellbar.

9.17 Verzerrung – Störfestigkeit

Die Windenergieanlage lässt sich mit einem (Hintergrund-)Spannungsklirrfaktor von 8 % vor Anschluss an die Netzschnittstelle anschließen und nach Anschluss mit einem Spannungsklirrfaktor von 8 % betreiben.

9.18 Hauptbeitragende zum Eigenverbrauch

Der Stromverbrauch der Windenergieanlage ist als der Energiebetrag definiert, den die Windenergieanlage aufnimmt, wenn sie keine Energie an das Stromnetz liefert. Dies ist im Steuersystem als Production Generator 0 (Null) definiert.

Die in Tabelle 9-7 aufgeführten Komponenten haben den größten Einfluss auf den Eigenbedarf der Windenergieanlage (Der durchschnittliche Eigenverbrauch hängt von den vorherrschenden Bedingungen, dem Klima, der Windenergieanlagenleistung, den Abschaltzeiten usw. ab.).

Die VMP8000-Steuerung verfügt über einen Ruhemodus, durch den der Eigenbedarf nach Möglichkeit reduziert wird. Ebenso können die Kühlpumpen ausgeschaltet werden, wenn sich die Windenergieanlage im Leerlauf befindet.

Hauptbeitragende zum Eigenbedarf	
Hydraulikmotor	2 x 15 kW (Master/Slave)
Azimutmotoren	Maximal insgesamt 18 kW
Wassererwärmung	10 kW
Wasserpumpen	2,2 + 4,0 kW
Ölerwärmung	7,9 kW
Ölpumpe für Getriebschmierung	10 kW
Steuerung einschließlich Heizelementen für die Hydraulik und alle Steuerungen	ungefähr 3 kW
Leerlaufverlust Mittelspannungstransformator	siehe Abschnitt 3.3 Mittelspannungstransformator auf Seite 14.

Tabelle 9-7: Angaben zu den Hauptbeitragenden zum Eigenbedarf (Werte sind vorläufig).

10 Typenprüfung und verfügbare Nabenhöhen

Die Windenergieanlage wird gemäß folgenden Zertifizierungsrichtlinien und verfügbaren Nabenhöhen typengeprüft:

Zertifizierung	Windklasse	Nabenhöhe
IEC 61400-22	IEC IIA	91,5/116,5 m
DIBt 2012	WZ4, GKI/II, TKA	91,5 m
DIBt 2012	S	116,5 m
DIBt 2012	WZ2, GKII, TKA	141,5 m

Tabelle 10-1: Typenprüfungsdaten und verfügbare Nabenhöhen

11 Leitfaden für Betriebsbereichsbedingungen und Leistungsmerkmale

Die tatsächlichen Klima- und Standortbedingungen weisen viele Variablen auf und sind bei der Beurteilung der tatsächlichen Windenergieanlagenleistung zu berücksichtigen. Die Auslegungs- und Betriebsparameter in diesem Abschnitt stellen keine Garantien, Gewährleistungen und Zusicherungen bezüglich der Windenergieanlagenleistung an tatsächlichen Standorten dar.

11.1 Klima- und Standortbedingungen

Die Standard-Windenergieanlage ist für die im Folgenden aufgeführten windklimatischen Bedingungen ausgelegt. Die Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe.

Auslegungsparameter-Extremwerte			
Windklima	IEC IIA		
Extreme Windgeschwindigkeit (10-Minuten-Durchschnitt), V_{50}	42,5 m/s		
Überlebenswindgeschwindigkeit (3-s-Bö), V_{e50}	59,5 m/s		
Auslegungsparameter-Extremwerte für nach DIBt 2012 konstruierte Türme			
Nabenhöhe	HH 91,5 m (DIBt 2012)	HH 116,5 m (DIBt 2012)	HH 141,5 m (DIBt 2012)
Extreme Windgeschwindigkeit (10-Minuten-Durchschnitt), V_{50}	45,1 m/s	44,2 m/s	38,2 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit (3-s-Bö), V_{e50}	58,4 m/s	66,5 m/s	53,5 m/s

Tabelle 11-1: Auslegungsparameter für Betrieb unter Extrembedingungen

Auslegungsparameter-Mittelwerte			
Windklima	IEC IIA/IECS		
Windgeschwindigkeit (10-Min.-Durchschnitt) V_{ave} (3,3 MW Nennleistung)	8,5 m/s		
Weibull-Skalierungsfaktor, C (3,3 MW Bemessungsleistung)	9,59 m/s		
Windgeschwindigkeit (10-Min.-Durchschnitt) V_{ave} (3,45 MW Nennleistung)	8,2 m/s		
Weibull-Skalierungsfaktor, C (3,45 MW Bemessungsleistung)	9,25 m/s		
Weibull-Formfaktor, k	2,0		
Turbulenzintensität gemäß IEC 61400-1, einschließlich Windparkturbulenz (bei 15 m/s) I_{ref} (90-%-Quantil)	18 %		
Scherwind, α	0,20		
Anströmwinkel (senkrecht)	8°		
Auslegungsparameter-Mittelwerte für nach DIBt 2012 konstruierte Türme			
Nabenhöhe	HH 91,5 m (DIBt 2012)	HH 116,5 m (DIBt 2012)	HH 141,5 m (DIBt 2012)
Windgeschwindigkeit, V_{ave} (3,3 MW Bemessungsleistung)	8,1 m/s	7,7 m/s	7,6 m/s
Windgeschwindigkeit, V_{ave} (3,45 MW Bemessungsleistung)	8,1 m/s	7,7 m/s	7,6 m/s
Turbulenzintensität, I_{ref}	16 %	16 %	16 %

Tabelle 11-2: Auslegungsparameter – Mittelwerte

11.1.1 Komplexes Gelände

Klassifizierung von komplexem Gelände gemäß IEC 61400-1:2005. Kapitel 11.2.

Bei Standorten, die als „komplex“ klassifiziert sind, müssen bei der Standortbewertung entsprechende Maßnahmen berücksichtigt werden. Die Positionierung jeder Windenergieanlage ist durch „Vestas Site Check“ zu prüfen.

11.1.2 Höhe

Die Windenergieanlage ist standardmäßig für den Betrieb in Höhen bis 1000 m ü. d. M. und optional für bis zu 2000 m ü. d. M. ausgelegt.

11.1.3 Anordnung der Windenergieanlagen

Der Abstand der Windenergieanlagen muss standortspezifisch festgelegt werden. Bei einem Abstand unter zwei Rotordurchmessern (2D) kann sektorweise eine Leistungsreduzierung erforderlich sein.

HINWEIS

Die Bewertung von Klima- und Standortbedingungen ist komplex. Vestas ist daher bei jedem Projekt zurate zu ziehen. Werden die genannten Anforderungen von den örtlichen Gegebenheiten nicht erfüllt, ist Vestas auf jeden Fall zu konsultieren.

11.2 Betriebsbereich – Wind

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

Nabenhöhe (HH)	91,5/116,5/141,5 m
Einschalt-Windgeschw., V_{in}	3 m/s
Abschalt-Windgeschw. (10 min exponentieller Durchschn.), V_{out}	25,0 m/s
Wiedereinschalt-Windgeschwindigkeit (10-Minuten-Mittelwert)	23,0 m/s

Tabelle 11-3: Betriebsbereich – Wind – IEC

11.3 Betriebsumgebung – Bedingungen für Leistungskurve und C_t -Werte (in Nabenhöhe)

Abschnitt 14 Anhänge auf S. 53 enthält Informationen zu Leistungskurven und C_t -Werten.

Bedingungen für Leistungskurve und C_t-Werte (in Nabenhöhe)	
Scherwind, α	0,00-0,30 (10-Minuten-Durchschnitt)
Turbulenzintensität, I	6-12 % (10-Minuten-Durchschnitt)
Blätter	Reinigen
Regen	Nein
Eis/Schnee auf Rotorblättern	Nein
Vorderkante	Keine Schäden
Gelände	IEC 61400-12-1
Anströmwinkel (senkrecht)	$0 \pm 2^\circ$
Netzspannung	Nennspannung $\pm 2,5$ %
Stromnetzfrequenz	Nennfrequenz $\pm 0,5$ Hz
Netzblindleistung (auf der NS-Seite des Windenergieanlagen-Transformators)	Leistungsfaktor 1,0

Tabelle 11-4: Bedingungen für Leistungskurve und C_t -Werte

11.4 Geräuschmodi

Die hierunter aufgelisteten Geräuschmodi sind für die Windenergieanlage verfügbar.

Verfügbare Geräuschmodi für V117-3.3 MW		
Modus	Maximaler Geräuschpegel	Standard/Option
0	108,3 dB	Standard
	105,7 dB	Option
1	105,3 dB	Option
2	104,3 dB	Option
3	102,5 dB	Option
4	101,0 dB	Option
5	104,3 dB	Option
Zum WEA-Modell V117 zur Verfügung stehende Leistungsmodi/Drosselungsmodi		
Modus	Maximaler Geräuschpegel	Standard/Option
3,45 MW	108,3 dB	Standard
	105,7 dB	Option
3,0 MW	108,3 dB	Standard
	105,7 dB	Option

Tabelle 11-5: Verfügbare Geräuschleistung

HINWEIS

Alle optionalen geräuschreduzierten Betriebsmodi erfordern eine besondere Rotorblattkonfiguration mit Sägezahn-Hinterkante.

Die Geräusch-/Leistungsmodi sind für die Nabenhöhen verfügbar, die in der Tabelle Turmstrukturdaten in Abschnitt 10 Typenprüfung und verfügbare Nabenhöhen, auf S. 47 aufgeführt sind.

Weitere Informationen zu Geräuschmodi sind in Abschnitt 14 Anhänge auf Seite 53 aufgeführt oder über Vestas Wind Systems A/S erhältlich.

12 Zeichnungen

12.1 Konstruktionsauslegung – Darstellung der Außenabmessungen

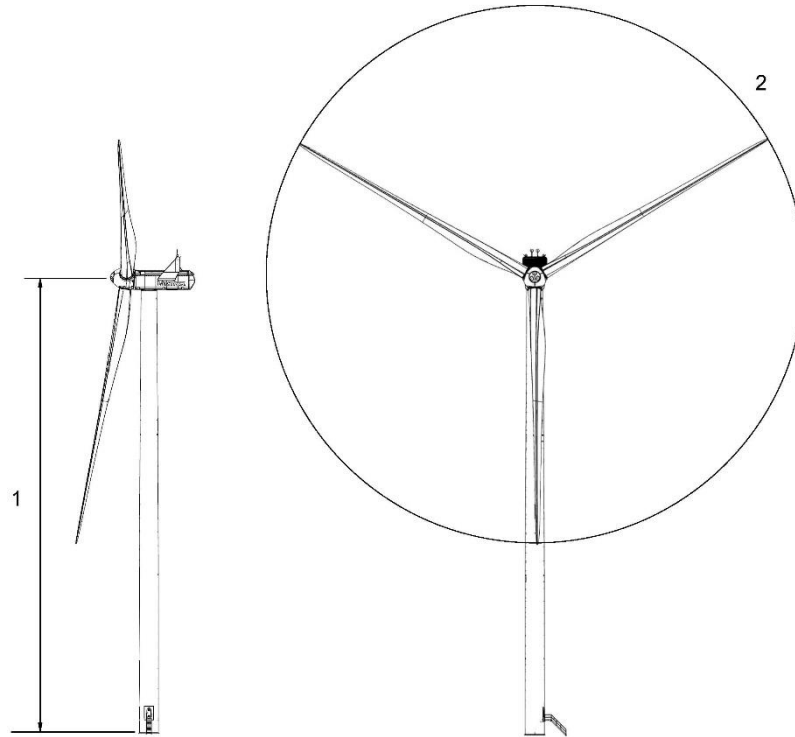


Abbildung 12-1: Darstellung der Außenabmessungen – Konstruktion

- 1** Nabenhöhen: siehe Abschnitt 10 Typenprüfung und verfügbare Nabenhöhen auf Seite 47. **2** Rotordurchmesser: 117 m

12.2 Baukonstruktion – Seitenansichtszeichnung

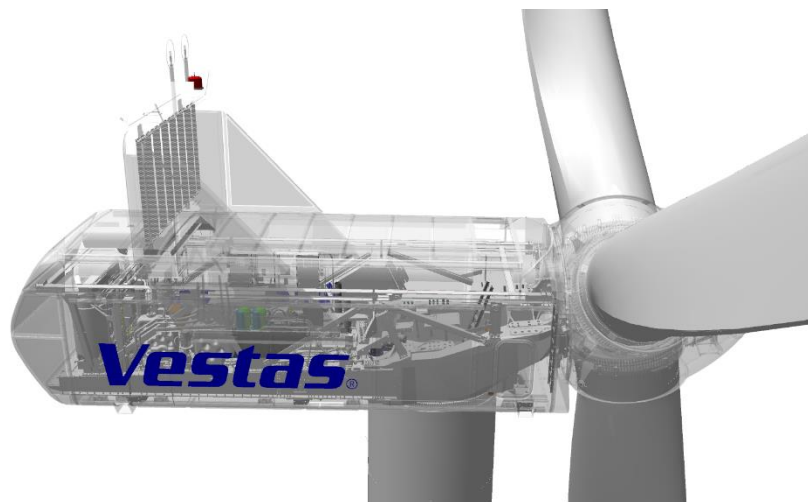


Abbildung 12-2: Seitenansichtszeichnung

13 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse

- © 2016 Vestas Wind Systems A/S. Dieses Dokument wurde von Vestas Wind Systems A/S und/oder einer der Tochtergesellschaften des Unternehmens erstellt und enthält urheberrechtlich geschütztes Material, Markenzeichen und andere geschützte Informationen. Alle Rechte vorbehalten. Das Dokument darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch Vestas Wind Systems A/S weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert oder in irgendeiner Weise oder Form – sei es grafisch, elektronisch oder mechanisch, einschließlich Fotokopien, Bandaufzeichnungen oder mittels Datenspeicherungs- und Datenzugriffssystemen – vervielfältigt werden. Die Nutzung dieses Dokuments über den ausdrücklich von Vestas Wind Systems A/S gestatteten Umfang hinaus ist untersagt. Marken-, Urheberrechts- oder sonstige Vermerke im Dokument dürfen nicht geändert oder entfernt werden.
- Die in diesem Dokument beschriebenen allgemeinen Spezifikationen gelten für die aktuelle Version der Windenergieanlage V117-3.3/3.45 MW. Bei neueren Versionen der Windenergieanlage V117-3.3/3.45 MW, die ggf. zukünftig hergestellt werden, gelten u. U. andere allgemeine Spezifikationen. Falls Vestas eine neuere Version der Windenergieanlage V117-3.3/3.45 MW liefern sollte, wird das Unternehmen hierzu eine aktualisierte allgemeine Spezifikation vorlegen.
- Vestas empfiehlt, dass die Werte des Stromnetzes so dicht wie möglich an den Nennwerten liegen und Frequenz und Spannung nur geringfügig vom Nennwert abweichen.
- Im Anschluss an einen Stromnetzausfall und/oder an Zeiträume mit sehr geringer Umgebungstemperatur muss ein gewisser Zeitraum für das Aufwärmen der Windenergieanlage eingeplant werden.
- Für alle angegebenen Start/Stop-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 unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen die angegebenen Betriebsparametergrenzwerte nicht überschritten worden sind.
- Das Erdungssystem muss die Mindestanforderungen von Vestas sowie die lokalen und nationalen Anforderungen und Normen erfüllen.
- Die vorliegende allgemeine Beschreibung stellt kein Verkaufsangebot dar; sie beinhaltet keine Garantie oder Zusage und auch keine Prüfung der Leistungskurve und Geräusche (einschließlich und ohne Einschränkung Prüfverfahren für Leistungskurve und Geräusche). Garantien, Zusagen und/oder Prüfungen von Leistungskurve und Geräuschen (einschließlich und ohne Einschränkung Prüfverfahren für Leistungskurve und Geräusche) müssen separat schriftlich vereinbart werden.

14 Anhänge

14.1 Betriebsmodus 0

14.1.1 Leistungskurven, Betriebsmodus 0

Luftdichte [kg/m ³]														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	24	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	26	27
3,5	80	50	53	55	58	61	63	66	69	72	74	77	82	85
4,0	147	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	151	155
4,5	228	165	171	177	182	188	194	199	205	211	216	222	233	239
5,0	327	242	250	258	265	273	281	289	296	304	312	320	335	343
5,5	449	335	346	356	367	377	387	398	408	418	429	439	460	470
6,0	597	449	463	476	490	503	516	530	543	557	570	584	610	624
6,5	772	584	601	618	635	652	669	686	704	720	738	755	789	806
7,0	978	744	765	787	808	829	851	872	893	914	936	957	999	1020
7,5	1214	926	952	979	1005	1031	1057	1083	1110	1136	1162	1188	1240	1266
8,0	1482	1134	1166	1198	1229	1261	1293	1324	1356	1388	1419	1451	1514	1545
8,5	1783	1369	1407	1445	1483	1520	1558	1596	1634	1671	1709	1746	1820	1857
9,0	2114	1629	1674	1718	1763	1807	1851	1895	1939	1983	2027	2070	2157	2200
9,5	2463	1910	1961	2012	2064	2115	2165	2215	2266	2316	2365	2414	2511	2559
10,0	2803	2208	2266	2323	2381	2438	2492	2547	2601	2656	2705	2754	2847	2890
10,5	3063	2512	2571	2631	2691	2750	2800	2849	2899	2949	2987	3025	3094	3124
11,0	3216	2786	2839	2891	2944	2996	3033	3070	3107	3144	3168	3192	3231	3247
11,5	3281	3012	3051	3090	3129	3168	3189	3210	3231	3252	3261	3271	3285	3290
12,0	3297	3165	3188	3211	3234	3257	3265	3273	3281	3290	3292	3295	3298	3299
12,5	3300	3247	3257	3268	3278	3289	3291	3293	3296	3298	3299	3299	3300	3300
13,0	3300	3282	3286	3289	3293	3297	3298	3299	3299	3300	3300	3300	3300	3300
13,5	3300	3290	3292	3294	3296	3299	3299	3299	3300	3300	3300	3300	3300	3300
14,0	3300	3296	3297	3298	3299	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
14,5	3300	3299	3299	3299	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
15,0	3300	3299	3299	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
15,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
16,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
16,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
17,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
17,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
18,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
18,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
19,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
19,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
20,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
20,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
21,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
21,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
22,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
22,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
23,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
23,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
24,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
24,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
25,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300

Tabelle 14-1: Leistungskurve, Geräuschmodus 0

14.1.2 C_t-Werte, Schallmodus 0

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	0,952	0,956	0,956	0,956	0,955	0,955	0,955	0,954	0,954	0,953	0,953	0,953	0,952	0,951
3,5	0,912	0,915	0,915	0,915	0,914	0,914	0,914	0,913	0,913	0,913	0,913	0,912	0,912	0,911
4,0	0,856	0,859	0,859	0,859	0,859	0,858	0,858	0,858	0,857	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856
4,5	0,830	0,833	0,833	0,832	0,832	0,832	0,832	0,831	0,831	0,830	0,830	0,830	0,829	0,829
5,0	0,823	0,827	0,827	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823
5,5	0,822	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823	0,822	0,821	0,821
6,0	0,817	0,823	0,822	0,822	0,821	0,821	0,820	0,820	0,819	0,818	0,818	0,817	0,816	0,815
6,5	0,811	0,819	0,818	0,817	0,817	0,816	0,815	0,815	0,814	0,813	0,813	0,812	0,810	0,810
7,0	0,804	0,813	0,813	0,812	0,811	0,810	0,809	0,809	0,808	0,807	0,806	0,805	0,803	0,802
7,5	0,797	0,808	0,807	0,806	0,805	0,805	0,804	0,802	0,801	0,800	0,799	0,798	0,796	0,795
8,0	0,790	0,803	0,802	0,801	0,799	0,798	0,797	0,796	0,795	0,793	0,792	0,791	0,788	0,787
8,5	0,782	0,797	0,795	0,794	0,793	0,791	0,790	0,789	0,787	0,786	0,784	0,783	0,780	0,779
9,0	0,773	0,789	0,788	0,787	0,785	0,784	0,782	0,781	0,779	0,778	0,776	0,774	0,771	0,769
9,5	0,755	0,779	0,777	0,775	0,773	0,772	0,769	0,767	0,765	0,763	0,760	0,758	0,752	0,749
10,0	0,716	0,760	0,757	0,754	0,752	0,749	0,745	0,741	0,737	0,733	0,727	0,721	0,709	0,701
10,5	0,645	0,727	0,722	0,716	0,711	0,706	0,698	0,690	0,682	0,675	0,665	0,655	0,634	0,623
11,0	0,558	0,674	0,665	0,657	0,648	0,639	0,628	0,617	0,606	0,595	0,583	0,570	0,545	0,533
11,5	0,473	0,611	0,599	0,587	0,576	0,564	0,551	0,538	0,525	0,511	0,499	0,486	0,461	0,450
12,0	0,402	0,541	0,527	0,514	0,501	0,487	0,474	0,461	0,448	0,435	0,424	0,413	0,392	0,382
12,5	0,346	0,471	0,458	0,444	0,431	0,418	0,407	0,396	0,385	0,373	0,364	0,355	0,338	0,330
13,0	0,302	0,408	0,396	0,385	0,373	0,361	0,352	0,343	0,334	0,324	0,317	0,309	0,295	0,288
13,5	0,267	0,358	0,348	0,338	0,328	0,318	0,310	0,302	0,294	0,287	0,280	0,274	0,262	0,256
14,0	0,237	0,315	0,306	0,298	0,289	0,281	0,274	0,267	0,260	0,254	0,248	0,243	0,232	0,227
14,5	0,212	0,279	0,272	0,264	0,257	0,250	0,244	0,238	0,232	0,226	0,222	0,217	0,208	0,203
15,0	0,189	0,248	0,241	0,235	0,229	0,222	0,217	0,212	0,207	0,202	0,198	0,194	0,186	0,182
15,5	0,171	0,223	0,217	0,211	0,206	0,200	0,196	0,191	0,187	0,182	0,179	0,175	0,168	0,164
16,0	0,155	0,201	0,196	0,191	0,186	0,181	0,177	0,173	0,169	0,165	0,162	0,158	0,152	0,149
16,5	0,141	0,182	0,178	0,173	0,169	0,164	0,161	0,157	0,154	0,150	0,147	0,144	0,139	0,136
17,0	0,129	0,166	0,162	0,158	0,154	0,150	0,147	0,144	0,140	0,137	0,135	0,132	0,127	0,124
17,5	0,118	0,152	0,148	0,145	0,141	0,137	0,135	0,132	0,129	0,126	0,123	0,121	0,116	0,114
18,0	0,109	0,139	0,136	0,133	0,129	0,126	0,124	0,121	0,118	0,116	0,113	0,111	0,107	0,105
18,5	0,101	0,128	0,125	0,122	0,119	0,116	0,114	0,111	0,109	0,107	0,105	0,103	0,099	0,097
19,0	0,093	0,118	0,115	0,112	0,110	0,107	0,105	0,102	0,100	0,098	0,096	0,094	0,091	0,089
19,5	0,086	0,109	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,088	0,084	0,083
20,0	0,080	0,101	0,099	0,096	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,083	0,081	0,078	0,077
20,5	0,074	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,079	0,077	0,076	0,073	0,072
21,0	0,069	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072	0,071	0,068	0,067
21,5	0,066	0,082	0,081	0,079	0,077	0,075	0,074	0,072	0,071	0,069	0,068	0,067	0,064	0,063
22,0	0,061	0,077	0,076	0,074	0,072	0,070	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,063	0,060	0,059
22,5	0,058	0,072	0,071	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,062	0,061	0,060	0,059	0,057	0,056
23,0	0,054	0,068	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,056	0,055	0,053	0,052
23,5	0,051	0,064	0,062	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,050	0,049
24,0	0,048	0,060	0,059	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,046
24,5	0,045	0,057	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044
25,0	0,043	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,045	0,044	0,042	0,042

Tabelle 14-2: C_t-Werte, Geräuschmodus 0

14.1.3 Geräuschkurven, Geräuschmodus 0

Schalleistungspegel in Nabenhöhe, Geräuschmodus 0		
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³	
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] (Rotorblätter ohne optionale Sägezahn-Hinterkante)	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dBA] (Rotorblätter mit optionaler Sägezahn-Hinterkante)
3	92,5	91,3
4	93,0	91,6
5	95,5	93,5
6	99,0	96,5
7	102,4	99,8
8	105,5	102,8
9	107,6	105,0
10	108,3	105,7
11	108,3	105,7
12	108,3	105,7
13	108,3	105,7
14	108,3	105,7
15	108,3	105,7
16	108,3	105,7
17	108,3	105,7
18	108,3	105,7
19	108,3	105,7
20	108,3	105,7

Tabelle 14-3: Geräuschkurven, Geräuschmodus 0

14.2 Modus 1

14.2.1 Leistungskurven, Geräuschmodus 1

Luftdichte [kg/m ³]														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	24	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	26	27
3,5	80	50	53	55	58	61	63	66	69	72	74	77	82	85
4,0	147	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	151	155
4,5	228	165	171	177	182	188	194	199	205	211	216	222	233	239
5,0	327	242	250	258	265	273	281	289	296	304	312	320	335	343
5,5	449	335	346	356	367	377	387	398	408	418	429	439	460	470
6,0	597	449	463	476	490	503	516	530	543	557	570	584	610	624
6,5	772	584	601	618	635	652	669	686	703	720	738	755	789	806
7,0	978	744	765	787	808	829	851	872	893	914	936	957	999	1020
7,5	1214	926	952	979	1005	1031	1057	1083	1110	1136	1162	1188	1240	1266
8,0	1482	1134	1165	1197	1229	1261	1292	1324	1356	1388	1419	1451	1514	1545
8,5	1782	1368	1405	1443	1481	1519	1557	1594	1632	1670	1707	1744	1819	1856
9,0	2107	1625	1669	1713	1757	1802	1846	1889	1933	1977	2020	2064	2150	2193
9,5	2445	1896	1946	1997	2047	2098	2148	2198	2248	2298	2347	2396	2493	2540
10,0	2764	2165	2222	2278	2335	2391	2446	2501	2556	2610	2661	2712	2809	2856
10,5	3013	2422	2482	2543	2604	2665	2719	2773	2827	2882	2925	2969	3047	3081
11,0	3168	2660	2718	2776	2835	2893	2939	2984	3030	3076	3106	3137	3189	3211
11,5	3252	2874	2925	2975	3026	3077	3108	3140	3171	3203	3219	3236	3260	3269
12,0	3285	3049	3086	3124	3161	3198	3215	3232	3249	3266	3272	3279	3288	3290
12,5	3296	3175	3197	3218	3240	3262	3269	3276	3283	3290	3292	3294	3296	3297
13,0	3299	3248	3258	3268	3278	3289	3291	3293	3295	3298	3298	3299	3299	3299
13,5	3300	3272	3277	3283	3288	3294	3295	3297	3298	3299	3299	3300	3300	3300
14,0	3300	3290	3292	3294	3296	3298	3299	3299	3299	3300	3300	3300	3300	3300
14,5	3300	3297	3297	3298	3299	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
15,0	3300	3299	3299	3299	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
15,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
16,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
16,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
17,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
17,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
18,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
18,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
19,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
19,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
20,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
20,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
21,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
21,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
22,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
22,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
23,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
23,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
24,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
24,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
25,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300

Tabelle 14-4: Leistungskurve, Geräuschmodus 1

14.2.2 C_r-Werte, Geräuschmodus 1

Luftdichte kg/m ³															
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275	
3,0	0,952	0,956	0,956	0,956	0,955	0,955	0,955	0,954	0,954	0,953	0,953	0,953	0,952	0,951	
3,5	0,912	0,915	0,915	0,915	0,914	0,914	0,914	0,913	0,913	0,913	0,913	0,912	0,912	0,911	
4,0	0,856	0,859	0,859	0,859	0,859	0,858	0,858	0,858	0,857	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856	
4,5	0,830	0,833	0,833	0,832	0,832	0,832	0,832	0,831	0,831	0,830	0,830	0,830	0,829	0,829	
5,0	0,823	0,827	0,827	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823	
5,5	0,822	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823	0,822	0,821	0,821	
6,0	0,817	0,823	0,822	0,822	0,821	0,821	0,820	0,820	0,819	0,818	0,818	0,817	0,816	0,815	
6,5	0,811	0,819	0,818	0,817	0,817	0,816	0,815	0,815	0,814	0,813	0,813	0,812	0,810	0,810	
7,0	0,804	0,813	0,813	0,812	0,811	0,810	0,809	0,809	0,808	0,807	0,806	0,805	0,803	0,802	
7,5	0,797	0,808	0,807	0,806	0,805	0,804	0,803	0,802	0,801	0,800	0,799	0,798	0,796	0,795	
8,0	0,790	0,803	0,801	0,800	0,799	0,798	0,797	0,796	0,794	0,793	0,792	0,791	0,788	0,787	
8,5	0,781	0,796	0,794	0,793	0,792	0,791	0,789	0,788	0,786	0,785	0,784	0,782	0,780	0,778	
9,0	0,765	0,781	0,780	0,778	0,777	0,776	0,774	0,773	0,771	0,770	0,768	0,767	0,764	0,762	
9,5	0,738	0,755	0,754	0,752	0,751	0,749	0,748	0,746	0,745	0,743	0,742	0,740	0,736	0,734	
10,0	0,688	0,710	0,708	0,707	0,706	0,704	0,702	0,701	0,699	0,697	0,694	0,691	0,683	0,679	
10,5	0,617	0,656	0,654	0,653	0,651	0,649	0,646	0,642	0,639	0,635	0,629	0,623	0,609	0,601	
11,0	0,539	0,602	0,599	0,595	0,592	0,588	0,582	0,576	0,570	0,564	0,556	0,547	0,529	0,520	
11,5	0,464	0,551	0,545	0,540	0,534	0,529	0,520	0,511	0,503	0,494	0,484	0,474	0,454	0,444	
12,0	0,399	0,501	0,493	0,485	0,477	0,469	0,459	0,449	0,439	0,429	0,419	0,409	0,390	0,381	
12,5	0,345	0,450	0,440	0,430	0,421	0,411	0,401	0,391	0,381	0,371	0,363	0,354	0,337	0,330	
13,0	0,301	0,400	0,390	0,380	0,369	0,359	0,350	0,342	0,333	0,324	0,316	0,309	0,295	0,288	
13,5	0,267	0,354	0,344	0,335	0,326	0,317	0,309	0,302	0,294	0,286	0,280	0,274	0,261	0,256	
14,0	0,237	0,313	0,305	0,297	0,289	0,280	0,274	0,267	0,260	0,254	0,248	0,243	0,232	0,227	
14,5	0,212	0,279	0,271	0,264	0,257	0,250	0,244	0,238	0,232	0,226	0,222	0,217	0,208	0,203	
15,0	0,189	0,248	0,241	0,235	0,229	0,222	0,217	0,212	0,207	0,202	0,198	0,194	0,186	0,182	
15,5	0,171	0,223	0,217	0,211	0,206	0,200	0,196	0,191	0,187	0,182	0,179	0,175	0,168	0,164	
16,0	0,155	0,201	0,196	0,191	0,186	0,181	0,177	0,173	0,169	0,165	0,162	0,158	0,152	0,149	
16,5	0,141	0,182	0,178	0,173	0,169	0,164	0,161	0,157	0,154	0,150	0,147	0,144	0,139	0,136	
17,0	0,129	0,166	0,162	0,158	0,154	0,150	0,147	0,144	0,140	0,137	0,135	0,132	0,127	0,124	
17,5	0,118	0,152	0,148	0,145	0,141	0,137	0,134	0,132	0,129	0,126	0,123	0,121	0,116	0,114	
18,0	0,109	0,139	0,136	0,133	0,130	0,126	0,124	0,121	0,118	0,116	0,113	0,111	0,107	0,105	
18,5	0,101	0,128	0,125	0,122	0,119	0,116	0,114	0,112	0,109	0,107	0,105	0,103	0,099	0,097	
19,0	0,093	0,118	0,115	0,112	0,110	0,107	0,105	0,102	0,100	0,098	0,096	0,094	0,091	0,089	
19,5	0,086	0,109	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,088	0,084	0,083	
20,0	0,080	0,101	0,099	0,096	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,083	0,081	0,078	0,077	
20,5	0,074	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,079	0,077	0,076	0,073	0,072	
21,0	0,069	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072	0,071	0,068	0,067	
21,5	0,066	0,082	0,081	0,079	0,077	0,075	0,074	0,072	0,071	0,069	0,068	0,067	0,064	0,063	
22,0	0,061	0,077	0,076	0,074	0,072	0,070	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,063	0,060	0,059	
22,5	0,058	0,072	0,071	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,062	0,061	0,060	0,059	0,057	0,056	
23,0	0,054	0,068	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,056	0,055	0,053	0,052	
23,5	0,051	0,064	0,062	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,050	0,049	
24,0	0,048	0,060	0,059	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,046	
24,5	0,045	0,057	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044	
25,0	0,043	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,045	0,044	0,042	0,042	

Tabelle 14-5: C_r-Werte, Geräuschmodus 1

14.2.3 Geräuschkurve, Geräuschmodus 1

Schalleistungspegel in Nabenhöhe, Geräuschmodus 1	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel in Nabenhöhe [dBA] (Rotorblätter mit optionaler Sägezahn- Hinterkante)
3	91,3
4	91,6
5	93,5
6	96,5
7	99,8
8	102,7
9	104,7
10	105,3
11	105,3
12	105,3
13	105,3
14	105,3
15	105,3
16	105,3
17	105,3
18	105,3
19	105,3
20	105,3

Tabelle 14-6: Geräuschkurve, Geräuschmodus 1

14.3 Modus 2

14.3.1 Leistungskurven, Geräuschmodus 2

Luftdichte [kg/m ³]														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	24	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	26	27
3,5	79	50	53	55	58	61	63	66	69	72	74	77	82	85
4,0	147	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	151	155
4,5	228	165	171	177	182	188	194	199	205	211	216	222	233	239
5,0	327	242	250	258	265	273	281	289	296	304	312	320	335	343
5,5	449	336	346	356	367	377	387	398	408	418	429	439	460	470
6,0	597	449	463	476	490	503	516	530	543	557	570	584	610	624
6,5	772	584	601	618	635	652	669	686	704	721	738	755	789	806
7,0	978	744	765	786	808	829	850	872	893	914	936	957	999	1020
7,5	1212	925	951	977	1003	1029	1055	1081	1108	1134	1160	1186	1238	1264
8,0	1474	1128	1160	1191	1223	1254	1286	1317	1349	1380	1411	1443	1505	1536
8,5	1754	1349	1386	1423	1460	1497	1534	1571	1607	1644	1681	1717	1790	1826
9,0	2034	1574	1617	1659	1701	1744	1786	1827	1869	1911	1952	1993	2075	2116
9,5	2301	1792	1839	1886	1932	1980	2026	2072	2118	2164	2210	2255	2345	2390
10,0	2528	1982	2033	2084	2134	2185	2235	2285	2335	2385	2433	2480	2574	2619
10,5	2713	2146	2200	2254	2308	2362	2414	2466	2518	2570	2617	2665	2755	2798
11,0	2878	2320	2376	2433	2489	2546	2597	2648	2699	2750	2793	2836	2913	2948
11,5	3027	2514	2570	2626	2681	2737	2783	2829	2875	2921	2956	2992	3051	3075
12,0	3143	2721	2772	2823	2875	2926	2963	3000	3038	3075	3098	3120	3157	3170
12,5	3219	2921	2963	3004	3046	3088	3112	3136	3160	3183	3195	3207	3224	3230
13,0	3258	3088	3115	3143	3171	3198	3210	3222	3234	3246	3250	3254	3260	3262
13,5	3277	3188	3203	3218	3232	3247	3253	3258	3264	3270	3272	3274	3278	3279
14,0	3288	3247	3254	3261	3269	3276	3278	3280	3283	3285	3286	3287	3288	3288
14,5	3294	3276	3280	3283	3286	3289	3290	3291	3292	3293	3293	3293	3293	3294
15,0	3297	3292	3293	3294	3295	3296	3296	3297	3297	3297	3297	3297	3297	3297
15,5	3298	3297	3297	3298	3298	3298	3298	3298	3298	3298	3298	3298	3298	3298
16,0	3299	3299	3299	3299	3299	3299	3299	3299	3299	3299	3299	3299	3299	3299
16,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
17,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
17,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
18,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
18,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
19,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
19,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
20,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
20,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
21,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
21,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
22,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
22,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
23,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
23,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
24,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
24,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
25,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300

Tabelle 14-7 Leistungskurve, Geräuschmodus 2

14.3.2 C_r-Werte, Geräuschmodus 2

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	0,952	0,956	0,956	0,956	0,955	0,955	0,955	0,954	0,954	0,953	0,953	0,953	0,952	0,952
3,5	0,912	0,915	0,915	0,915	0,914	0,914	0,914	0,913	0,913	0,913	0,913	0,912	0,912	0,911
4,0	0,856	0,859	0,859	0,859	0,858	0,858	0,858	0,858	0,857	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856
4,5	0,830	0,833	0,833	0,832	0,832	0,832	0,831	0,831	0,831	0,830	0,830	0,830	0,829	0,829
5,0	0,823	0,827	0,827	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823
5,5	0,822	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,824	0,824	0,823	0,823	0,823	0,822	0,821	0,821
6,0	0,817	0,823	0,822	0,822	0,821	0,821	0,820	0,820	0,819	0,818	0,818	0,817	0,816	0,815
6,5	0,811	0,819	0,818	0,817	0,817	0,816	0,815	0,815	0,814	0,813	0,812	0,812	0,810	0,810
7,0	0,804	0,813	0,812	0,811	0,811	0,810	0,809	0,808	0,807	0,806	0,806	0,805	0,803	0,802
7,5	0,797	0,807	0,806	0,805	0,804	0,803	0,802	0,801	0,801	0,800	0,799	0,798	0,796	0,795
8,0	0,782	0,793	0,792	0,791	0,790	0,789	0,788	0,787	0,786	0,785	0,784	0,783	0,780	0,779
8,5	0,750	0,761	0,760	0,759	0,758	0,757	0,756	0,755	0,754	0,753	0,752	0,751	0,749	0,747
9,0	0,702	0,713	0,712	0,711	0,710	0,709	0,708	0,707	0,706	0,705	0,704	0,703	0,701	0,700
9,5	0,647	0,659	0,658	0,657	0,656	0,655	0,654	0,653	0,652	0,651	0,650	0,649	0,646	0,645
10,0	0,584	0,597	0,596	0,595	0,594	0,593	0,592	0,591	0,590	0,589	0,587	0,586	0,582	0,580
10,5	0,520	0,536	0,535	0,534	0,533	0,532	0,531	0,529	0,528	0,527	0,524	0,522	0,517	0,513
11,0	0,464	0,488	0,486	0,485	0,484	0,483	0,481	0,479	0,477	0,475	0,471	0,468	0,460	0,455
11,5	0,417	0,452	0,450	0,448	0,446	0,444	0,440	0,437	0,434	0,430	0,426	0,421	0,411	0,405
12,0	0,374	0,424	0,421	0,417	0,414	0,411	0,406	0,401	0,397	0,392	0,386	0,380	0,367	0,361
12,5	0,334	0,398	0,394	0,389	0,384	0,379	0,373	0,366	0,360	0,354	0,347	0,340	0,327	0,320
13,0	0,296	0,371	0,364	0,358	0,351	0,345	0,338	0,331	0,324	0,317	0,310	0,303	0,290	0,284
13,5	0,264	0,340	0,332	0,325	0,317	0,310	0,303	0,296	0,289	0,283	0,277	0,271	0,259	0,254
14,0	0,236	0,307	0,299	0,292	0,285	0,277	0,271	0,265	0,258	0,252	0,247	0,241	0,231	0,226
14,5	0,211	0,276	0,269	0,262	0,255	0,248	0,243	0,237	0,231	0,226	0,221	0,216	0,207	0,203
15,0	0,189	0,247	0,241	0,234	0,228	0,222	0,217	0,212	0,207	0,202	0,198	0,193	0,185	0,182
15,5	0,171	0,222	0,217	0,211	0,206	0,200	0,196	0,191	0,187	0,182	0,178	0,175	0,168	0,164
16,0	0,155	0,201	0,196	0,191	0,186	0,181	0,177	0,173	0,169	0,165	0,162	0,158	0,152	0,149
16,5	0,141	0,182	0,178	0,173	0,169	0,164	0,161	0,157	0,154	0,150	0,147	0,144	0,139	0,136
17,0	0,129	0,166	0,162	0,158	0,154	0,150	0,147	0,144	0,140	0,137	0,134	0,132	0,127	0,124
17,5	0,118	0,152	0,148	0,145	0,141	0,137	0,134	0,132	0,129	0,126	0,123	0,121	0,116	0,114
18,0	0,109	0,139	0,136	0,133	0,130	0,126	0,124	0,121	0,118	0,116	0,113	0,111	0,107	0,105
18,5	0,101	0,128	0,125	0,122	0,119	0,116	0,114	0,112	0,109	0,107	0,105	0,103	0,099	0,097
19,0	0,093	0,118	0,115	0,112	0,110	0,107	0,105	0,102	0,100	0,098	0,096	0,094	0,091	0,089
19,5	0,086	0,109	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,088	0,084	0,083
20,0	0,080	0,101	0,099	0,096	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,083	0,081	0,078	0,077
20,5	0,074	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,079	0,077	0,076	0,073	0,072
21,0	0,069	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072	0,071	0,068	0,067
21,5	0,066	0,082	0,081	0,079	0,077	0,075	0,074	0,072	0,071	0,069	0,068	0,067	0,064	0,063
22,0	0,061	0,077	0,076	0,074	0,072	0,070	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,063	0,060	0,059
22,5	0,058	0,072	0,071	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,062	0,061	0,060	0,059	0,057	0,056
23,0	0,054	0,068	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,056	0,055	0,053	0,052
23,5	0,051	0,064	0,062	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,050	0,049
24,0	0,048	0,060	0,059	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,046
24,5	0,045	0,057	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044
25,0	0,043	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,045	0,044	0,042	0,042

Tabelle 14-8: C_r-Werte, Geräuschmodus 2

14.3.3 Geräuschkurven, Geräuschmodus 2

Schalleistungspegel in Nabenhöhe, Geräuschmodus 2	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel in Nabenhöhe [dBA] (Rotorblätter mit optionaler Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91,6
5	93,5
6	96,5
7	99,7
8	101,9
9	102,8
10	103,2
11	103,6
12	104,1
13	104,3
14	104,3
15	104,3
16	104,3
17	104,3
18	104,3
19	104,3
20	104,3

Tabelle 14-9: Geräuschkurven, Geräuschmodus 2

14.4 Modus 3

14.4.1 Leistungskurve, Geräuschmodus 3

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	24	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	26	27
3,5	80	50	53	55	58	61	63	66	69	72	74	77	82	85
4,0	147	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	151	155
4,5	228	165	171	177	182	188	194	199	205	211	216	222	233	239
5,0	327	242	250	258	265	273	281	289	296	304	312	320	335	343
5,5	449	335	346	356	366	377	387	397	408	418	428	439	459	470
6,0	596	449	462	476	489	503	516	529	543	556	570	583	610	623
6,5	770	583	600	617	634	651	668	685	702	719	736	753	787	804
7,0	974	741	763	784	805	826	848	869	890	911	932	953	995	1016
7,5	1200	918	943	969	995	1020	1046	1072	1098	1123	1149	1175	1226	1251
8,0	1437	1104	1134	1165	1195	1226	1256	1286	1316	1347	1377	1407	1467	1498
8,5	1671	1290	1324	1359	1394	1429	1464	1499	1533	1568	1602	1637	1705	1739
9,0	1898	1471	1510	1550	1589	1628	1667	1706	1745	1783	1822	1860	1936	1974
9,5	2118	1649	1692	1736	1779	1822	1865	1907	1950	1993	2034	2076	2158	2199
10,0	2317	1816	1862	1909	1956	2003	2049	2095	2141	2188	2231	2274	2358	2399
10,5	2492	1972	2022	2072	2123	2173	2221	2268	2316	2363	2406	2449	2528	2564
11,0	2639	2128	2181	2233	2286	2338	2385	2432	2479	2526	2563	2601	2667	2696
11,5	2760	2281	2334	2388	2441	2495	2539	2583	2627	2671	2701	2730	2780	2799
12,0	2848	2419	2472	2525	2578	2632	2669	2707	2745	2783	2805	2827	2859	2870
12,5	2907	2537	2587	2638	2688	2739	2770	2802	2833	2864	2879	2893	2915	2923
13,0	2952	2632	2678	2724	2769	2815	2841	2866	2891	2917	2928	2940	2958	2965
13,5	3002	2697	2741	2785	2830	2874	2898	2921	2945	2969	2980	2991	3007	3012
14,0	3033	2779	2817	2856	2894	2933	2952	2970	2989	3008	3016	3025	3038	3042
14,5	3063	2872	2902	2932	2962	2992	3006	3019	3032	3046	3052	3057	3066	3070
15,0	3087	2956	2978	2999	3021	3043	3051	3060	3068	3076	3080	3083	3089	3091
15,5	3106	3029	3042	3055	3068	3082	3086	3091	3096	3100	3102	3104	3107	3108
16,0	3120	3076	3083	3090	3098	3105	3108	3111	3113	3116	3117	3118	3120	3120
16,5	3128	3102	3107	3111	3116	3121	3122	3124	3125	3127	3127	3128	3129	3129
17,0	3135	3120	3123	3126	3128	3131	3132	3132	3133	3134	3134	3135	3135	3135
17,5	3139	3132	3133	3134	3136	3137	3138	3138	3138	3139	3139	3139	3139	3140
18,0	3142	3138	3139	3139	3140	3141	3141	3141	3141	3142	3142	3142	3142	3142
18,5	3143	3142	3142	3142	3142	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143	3143
19,0	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144
19,5	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144	3144
20,0	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
20,5	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
21,0	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
21,5	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
22,0	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
22,5	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
23,0	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
23,5	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
24,0	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
24,5	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145
25,0	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145

Tabelle 14-10: Leistungskurve, Geräuschmodus 3

14.4.2 C_r-Werte, Geräuschmodus 3

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	0,952	0,956	0,956	0,956	0,955	0,955	0,955	0,954	0,954	0,953	0,953	0,953	0,952	0,951
3,5	0,912	0,915	0,915	0,915	0,914	0,914	0,914	0,913	0,913	0,913	0,913	0,912	0,912	0,911
4,0	0,856	0,859	0,859	0,859	0,858	0,858	0,858	0,858	0,857	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856
4,5	0,829	0,832	0,832	0,831	0,831	0,831	0,831	0,830	0,830	0,829	0,829	0,829	0,828	0,828
5,0	0,821	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823	0,823	0,822	0,822	0,822	0,821	0,821
5,5	0,820	0,825	0,824	0,824	0,823	0,823	0,823	0,822	0,822	0,821	0,821	0,820	0,819	0,819
6,0	0,815	0,821	0,821	0,820	0,820	0,819	0,818	0,818	0,817	0,817	0,816	0,816	0,814	0,814
6,5	0,810	0,817	0,817	0,816	0,815	0,815	0,814	0,813	0,813	0,812	0,811	0,811	0,809	0,809
7,0	0,800	0,809	0,808	0,807	0,806	0,806	0,805	0,804	0,803	0,803	0,802	0,801	0,799	0,799
7,5	0,774	0,783	0,782	0,782	0,781	0,780	0,779	0,778	0,778	0,777	0,776	0,775	0,773	0,772
8,0	0,726	0,735	0,734	0,733	0,733	0,732	0,731	0,730	0,729	0,729	0,728	0,727	0,725	0,724
8,5	0,667	0,676	0,675	0,674	0,674	0,673	0,672	0,671	0,670	0,670	0,669	0,668	0,666	0,665
9,0	0,611	0,619	0,618	0,618	0,617	0,616	0,616	0,615	0,614	0,613	0,613	0,612	0,610	0,609
9,5	0,561	0,569	0,568	0,568	0,567	0,566	0,565	0,565	0,564	0,563	0,563	0,562	0,560	0,559
10,0	0,512	0,521	0,520	0,520	0,519	0,518	0,518	0,517	0,516	0,516	0,514	0,513	0,510	0,508
10,5	0,463	0,476	0,475	0,475	0,474	0,473	0,472	0,471	0,470	0,469	0,467	0,465	0,460	0,456
11,0	0,417	0,437	0,436	0,435	0,434	0,433	0,432	0,430	0,428	0,426	0,423	0,420	0,412	0,407
11,5	0,373	0,402	0,401	0,400	0,398	0,397	0,395	0,392	0,389	0,387	0,382	0,378	0,368	0,362
12,0	0,333	0,370	0,368	0,367	0,365	0,363	0,360	0,356	0,353	0,349	0,344	0,339	0,327	0,321
12,5	0,296	0,339	0,337	0,334	0,332	0,330	0,326	0,322	0,317	0,313	0,308	0,302	0,291	0,285
13,0	0,264	0,309	0,306	0,303	0,300	0,297	0,293	0,289	0,284	0,280	0,275	0,269	0,259	0,254
13,5	0,239	0,280	0,277	0,274	0,272	0,269	0,265	0,261	0,257	0,253	0,248	0,244	0,235	0,230
14,0	0,215	0,256	0,253	0,250	0,247	0,244	0,240	0,236	0,232	0,228	0,224	0,219	0,211	0,207
14,5	0,195	0,237	0,233	0,230	0,226	0,223	0,219	0,215	0,211	0,206	0,203	0,199	0,191	0,187
15,0	0,176	0,218	0,214	0,210	0,206	0,203	0,199	0,195	0,191	0,187	0,183	0,179	0,172	0,169
15,5	0,160	0,202	0,198	0,193	0,189	0,185	0,181	0,178	0,174	0,170	0,167	0,163	0,157	0,154
16,0	0,146	0,186	0,181	0,177	0,173	0,169	0,166	0,162	0,159	0,155	0,152	0,149	0,143	0,140
16,5	0,133	0,170	0,166	0,162	0,159	0,155	0,151	0,148	0,145	0,142	0,139	0,136	0,131	0,128
17,0	0,122	0,156	0,153	0,149	0,145	0,142	0,139	0,136	0,133	0,130	0,127	0,125	0,120	0,118
17,5	0,112	0,144	0,140	0,137	0,134	0,130	0,127	0,125	0,122	0,119	0,117	0,115	0,110	0,108
18,0	0,103	0,132	0,129	0,126	0,123	0,120	0,117	0,115	0,112	0,110	0,108	0,105	0,101	0,100
18,5	0,095	0,122	0,119	0,116	0,113	0,110	0,108	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097	0,094	0,092
19,0	0,088	0,112	0,109	0,107	0,104	0,102	0,099	0,097	0,095	0,093	0,091	0,090	0,086	0,085
19,5	0,081	0,104	0,101	0,099	0,096	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,085	0,083	0,080	0,079
20,0	0,076	0,096	0,094	0,092	0,090	0,087	0,086	0,084	0,082	0,080	0,079	0,077	0,074	0,073
20,5	0,071	0,089	0,087	0,085	0,083	0,081	0,080	0,078	0,076	0,075	0,073	0,072	0,069	0,068
21,0	0,066	0,083	0,081	0,080	0,078	0,076	0,074	0,073	0,071	0,070	0,069	0,067	0,065	0,064
21,5	0,062	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072	0,070	0,069	0,067	0,066	0,065	0,063	0,061	0,060
22,0	0,058	0,073	0,072	0,070	0,069	0,067	0,066	0,064	0,063	0,062	0,061	0,060	0,057	0,056
22,5	0,055	0,069	0,067	0,066	0,064	0,063	0,062	0,060	0,059	0,058	0,057	0,056	0,054	0,053
23,0	0,051	0,064	0,063	0,062	0,060	0,059	0,058	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,050	0,050
23,5	0,048	0,061	0,059	0,058	0,057	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047
24,0	0,046	0,057	0,056	0,055	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,047	0,045	0,044
24,5	0,043	0,054	0,053	0,052	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,046	0,045	0,044	0,042	0,042
25,0	0,041	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044	0,044	0,043	0,042	0,040	0,040

Tabelle 14-11: C_r-Werte, Geräuschmodus 3

14.4.3 Geräuschkurven, Geräuschmodus 3

Schalleistungspegel in Nabenhöhe, Geräuschmodus 3	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel in Nabenhöhe [dBA] (Rotorblätter mit optionaler Sägezahn- Hinterkante)
3	91,3
4	91,6
5	93,4
6	96,4
7	99,2
8	100,6
9	100,9
10	101,1
11	101,4
12	101,8
13	102,1
14	102,4
15	102,5
16	102,5
17	102,5
18	102,5
19	102,5
20	102,5

Tabelle 14-12: Geräuschkurven, Geräuschmodus 3

14.5 Modus 4

14.5.1 Leistungskurven, Geräuschmodus 4

Luftdichte [kg/m ³]														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	24	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	26	27
3,5	80	50	53	55	58	61	63	66	69	72	74	77	82	85
4,0	147	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	151	155
4,5	226	165	170	176	181	187	193	198	204	209	215	220	231	237
5,0	316	235	242	250	257	265	272	280	287	294	302	309	324	331
5,5	428	322	331	341	351	360	370	380	389	399	409	418	438	447
6,0	571	432	445	458	470	483	496	508	521	534	546	559	584	597
6,5	743	566	582	598	614	631	647	663	679	695	711	727	759	776
7,0	939	718	739	759	779	799	819	839	859	880	900	920	959	979
7,5	1144	879	903	927	952	976	1000	1024	1048	1072	1096	1120	1168	1192
8,0	1352	1042	1071	1099	1128	1156	1184	1212	1240	1269	1297	1325	1380	1408
8,5	1557	1203	1235	1268	1300	1332	1365	1397	1429	1461	1493	1525	1588	1620
9,0	1753	1358	1395	1431	1467	1504	1539	1575	1611	1646	1682	1717	1788	1823
9,5	1944	1512	1552	1592	1631	1671	1711	1750	1789	1828	1867	1906	1982	2020
10,0	2123	1659	1702	1746	1789	1832	1875	1917	1959	2002	2042	2082	2161	2200
10,5	2283	1798	1844	1890	1936	1983	2027	2071	2116	2160	2201	2242	2318	2354
11,0	2397	1908	1956	2004	2052	2100	2145	2190	2235	2280	2319	2358	2430	2463
11,5	2485	2001	2050	2099	2148	2198	2242	2286	2331	2375	2412	2448	2513	2541
12,0	2549	2075	2125	2175	2225	2275	2318	2362	2406	2450	2483	2516	2573	2596
12,5	2604	2144	2194	2244	2295	2345	2388	2430	2472	2515	2545	2574	2625	2646
13,0	2659	2215	2266	2317	2367	2418	2458	2498	2538	2578	2605	2632	2678	2697
13,5	2724	2297	2348	2398	2448	2498	2536	2574	2612	2650	2675	2699	2739	2755
14,0	2772	2379	2427	2476	2525	2574	2608	2642	2677	2711	2731	2751	2784	2796
14,5	2812	2449	2496	2543	2591	2638	2668	2699	2730	2760	2777	2794	2822	2833
15,0	2839	2523	2566	2609	2652	2694	2720	2746	2771	2797	2811	2825	2848	2857
15,5	2877	2596	2635	2674	2713	2752	2774	2796	2818	2840	2853	2865	2885	2892
16,0	2915	2681	2714	2747	2780	2813	2832	2850	2868	2886	2896	2905	2921	2928
16,5	2948	2767	2794	2820	2847	2873	2887	2901	2915	2929	2935	2942	2952	2956
17,0	2974	2849	2869	2889	2909	2929	2937	2945	2954	2962	2966	2970	2976	2979
17,5	2994	2909	2922	2935	2949	2962	2967	2973	2979	2985	2988	2991	2995	2997
18,0	3009	2961	2968	2976	2983	2991	2994	2998	3001	3004	3006	3008	3010	3011
18,5	3020	2992	2997	3001	3005	3010	3012	3013	3015	3017	3018	3019	3020	3021
19,0	3026	3013	3015	3018	3020	3022	3023	3024	3025	3026	3026	3026	3027	3027
19,5	3030	3024	3025	3026	3027	3028	3029	3029	3029	3030	3030	3030	3030	3030
20,0	3032	3029	3030	3030	3031	3031	3031	3031	3031	3032	3032	3032	3032	3032
20,5	3033	3032	3032	3032	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033
21,0	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033
21,5	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033	3033
22,0	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034
22,5	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034
23,0	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034
23,5	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034
24,0	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034
24,5	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034
25,0	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034	3034

Tabelle 14-13: Leistungskurve, Geräuschmodus 4

14.5.2 C_r-Werte, Geräuschmodus 4

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	0,952	0,956	0,956	0,956	0,955	0,955	0,955	0,954	0,954	0,953	0,953	0,953	0,952	0,951
3,5	0,912	0,915	0,915	0,915	0,914	0,914	0,914	0,913	0,913	0,913	0,913	0,912	0,912	0,911
4,0	0,855	0,858	0,858	0,858	0,857	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856	0,856	0,856	0,855	0,855
4,5	0,799	0,801	0,801	0,801	0,800	0,800	0,800	0,800	0,799	0,799	0,799	0,799	0,798	0,798
5,0	0,715	0,717	0,717	0,717	0,717	0,716	0,716	0,716	0,716	0,715	0,715	0,715	0,715	0,714
5,5	0,682	0,685	0,685	0,685	0,684	0,684	0,684	0,684	0,683	0,683	0,683	0,683	0,682	0,682
6,0	0,685	0,689	0,689	0,689	0,688	0,688	0,687	0,687	0,687	0,686	0,686	0,685	0,685	0,684
6,5	0,692	0,699	0,699	0,698	0,698	0,697	0,696	0,696	0,695	0,694	0,693	0,693	0,692	0,692
7,0	0,686	0,693	0,692	0,691	0,691	0,690	0,690	0,689	0,688	0,688	0,687	0,686	0,685	0,684
7,5	0,662	0,669	0,668	0,668	0,667	0,666	0,666	0,665	0,664	0,664	0,663	0,662	0,661	0,660
8,0	0,626	0,633	0,633	0,632	0,631	0,631	0,630	0,629	0,629	0,628	0,628	0,627	0,626	0,625
8,5	0,583	0,590	0,589	0,588	0,588	0,587	0,587	0,586	0,585	0,585	0,584	0,583	0,582	0,582
9,0	0,538	0,544	0,543	0,543	0,542	0,542	0,541	0,541	0,540	0,539	0,539	0,538	0,537	0,536
9,5	0,496	0,501	0,501	0,500	0,500	0,499	0,499	0,498	0,498	0,497	0,497	0,496	0,495	0,494
10,0	0,454	0,461	0,460	0,460	0,460	0,459	0,459	0,458	0,458	0,457	0,456	0,455	0,453	0,452
10,5	0,414	0,423	0,423	0,422	0,422	0,421	0,421	0,420	0,419	0,418	0,417	0,416	0,412	0,410
11,0	0,371	0,383	0,383	0,382	0,382	0,381	0,380	0,379	0,378	0,377	0,375	0,373	0,369	0,366
11,5	0,331	0,346	0,345	0,344	0,344	0,343	0,342	0,341	0,339	0,338	0,336	0,333	0,328	0,324
12,0	0,294	0,311	0,310	0,309	0,308	0,308	0,306	0,305	0,303	0,302	0,299	0,296	0,290	0,287
12,5	0,262	0,280	0,279	0,278	0,277	0,277	0,275	0,273	0,272	0,270	0,267	0,265	0,259	0,255
13,0	0,235	0,254	0,253	0,252	0,252	0,251	0,249	0,247	0,245	0,244	0,241	0,238	0,232	0,229
13,5	0,215	0,234	0,233	0,232	0,231	0,230	0,228	0,227	0,225	0,223	0,220	0,218	0,212	0,209
14,0	0,195	0,216	0,215	0,214	0,213	0,211	0,209	0,207	0,205	0,203	0,200	0,198	0,192	0,189
14,5	0,177	0,199	0,198	0,197	0,195	0,194	0,192	0,190	0,188	0,186	0,183	0,180	0,175	0,172
15,0	0,161	0,184	0,182	0,181	0,179	0,178	0,175	0,173	0,171	0,168	0,166	0,163	0,158	0,155
15,5	0,147	0,171	0,169	0,167	0,166	0,164	0,162	0,159	0,157	0,155	0,152	0,150	0,145	0,142
16,0	0,136	0,160	0,158	0,156	0,154	0,152	0,150	0,147	0,145	0,143	0,140	0,138	0,133	0,131
16,5	0,125	0,150	0,148	0,146	0,144	0,141	0,139	0,137	0,134	0,132	0,130	0,127	0,123	0,121
17,0	0,115	0,142	0,139	0,137	0,134	0,132	0,129	0,127	0,125	0,122	0,120	0,118	0,113	0,111
17,5	0,107	0,133	0,130	0,127	0,125	0,122	0,120	0,118	0,115	0,113	0,111	0,109	0,105	0,103
18,0	0,099	0,124	0,122	0,119	0,116	0,114	0,111	0,109	0,107	0,105	0,103	0,101	0,097	0,095
18,5	0,092	0,116	0,113	0,111	0,108	0,106	0,103	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093	0,090	0,088
19,0	0,084	0,107	0,105	0,102	0,100	0,097	0,096	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,083	0,081
19,5	0,078	0,100	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,087	0,085	0,083	0,082	0,080	0,077	0,076
20,0	0,073	0,093	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	0,081	0,079	0,077	0,076	0,074	0,072	0,070
20,5	0,068	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,074	0,072	0,071	0,069	0,067	0,066
21,0	0,064	0,080	0,079	0,077	0,075	0,073	0,072	0,070	0,069	0,067	0,066	0,065	0,062	0,061
21,5	0,060	0,076	0,074	0,072	0,071	0,069	0,068	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058
22,0	0,056	0,071	0,069	0,068	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,055	0,054
22,5	0,053	0,066	0,065	0,064	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,056	0,055	0,054	0,052	0,051
23,0	0,049	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048
23,5	0,047	0,058	0,057	0,056	0,055	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045
24,0	0,044	0,055	0,054	0,053	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,046	0,045	0,043	0,043
24,5	0,042	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042	0,041	0,040
25,0	0,039	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042	0,042	0,041	0,040	0,039	0,038

Tabelle 14-14: C_r-Werte, Geräuschmodus 4

14.5.3 Geräuschkurven, Geräuschmodus 4

Schalleistungspegel in Nabenhöhe, Geräuschmodus 3	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel in Nabenhöhe [dBA] (Rotorblätter mit optionaler Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91,6
5	92,1
6	94,6
7	98,0
8	99,3
9	99,5
10	99,6
11	99,9
12	100,1
13	100,4
14	100,8
15	101,0
16	101,0
17	101,0
18	101,0
19	101,0
20	101,0

Tabelle 14-15: Geräuschkurven, Geräuschmodus 4

14.6 Betriebsmodus 5

14.6.1 Leistungskurven, Geräuschmodus 5

Luftdichte [kg/m ³]														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	24	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	26	27
3,5	80	50	53	55	58	61	63	66	69	72	74	77	82	85
4,0	147	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	151	155
4,5	228	165	171	177	182	188	194	199	205	211	216	222	233	239
5,0	327	242	250	258	265	273	281	289	296	304	312	320	335	343
5,5	449	336	346	356	367	377	387	398	408	418	429	439	460	470
6,0	597	449	463	476	490	503	517	530	544	557	570	584	610	624
6,5	771	584	601	618	635	652	669	686	703	720	737	754	788	805
7,0	972	741	762	783	804	825	846	867	888	909	930	951	993	1013
7,5	1188	911	936	961	987	1012	1037	1063	1088	1113	1138	1163	1214	1238
8,0	1417	1090	1120	1150	1180	1210	1239	1269	1299	1328	1358	1387	1446	1475
8,5	1653	1277	1311	1346	1380	1414	1449	1483	1517	1551	1585	1619	1686	1720
9,0	1898	1472	1512	1551	1590	1629	1668	1706	1745	1784	1822	1860	1936	1974
9,5	2154	1678	1723	1767	1811	1854	1898	1941	1984	2027	2070	2112	2196	2237
10,0	2418	1897	1945	1994	2043	2092	2140	2187	2235	2283	2328	2373	2459	2501
10,5	2663	2114	2167	2220	2274	2327	2377	2428	2479	2529	2574	2618	2699	2736
11,0	2854	2304	2360	2417	2473	2530	2580	2630	2681	2732	2772	2813	2885	2915
11,5	3001	2488	2545	2602	2659	2716	2763	2810	2856	2903	2936	2968	3024	3047
12,0	3115	2664	2718	2772	2827	2881	2921	2961	3001	3040	3065	3090	3130	3145
12,5	3198	2846	2893	2940	2987	3033	3063	3093	3123	3153	3168	3183	3207	3216
13,0	3255	3015	3051	3087	3123	3159	3177	3195	3213	3232	3240	3247	3259	3262
13,5	3279	3141	3163	3184	3206	3227	3237	3247	3257	3267	3271	3275	3280	3282
14,0	3290	3220	3232	3244	3255	3267	3272	3276	3281	3286	3287	3288	3290	3291
14,5	3296	3264	3270	3275	3281	3286	3288	3290	3292	3294	3294	3295	3296	3296
15,0	3299	3287	3289	3292	3294	3296	3297	3298	3298	3299	3299	3299	3299	3299
15,5	3300	3296	3297	3298	3298	3299	3299	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
16,0	3300	3299	3299	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
16,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
17,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
17,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
18,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
18,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
19,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
19,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
20,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
20,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
21,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
21,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
22,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
22,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
23,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
23,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
24,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
24,5	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
25,0	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300

Tabelle 14-16: Leistungskurve, Geräuschmodus 5

14.6.2 C_r-Werte, Geräuschmodus 5

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	0,952	0,956	0,956	0,956	0,955	0,955	0,955	0,954	0,954	0,953	0,953	0,953	0,952	0,951
3,5	0,912	0,915	0,915	0,915	0,914	0,914	0,914	0,913	0,913	0,913	0,913	0,912	0,912	0,911
4,0	0,856	0,859	0,859	0,859	0,858	0,858	0,858	0,858	0,857	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856
4,5	0,830	0,833	0,833	0,832	0,832	0,832	0,831	0,831	0,831	0,830	0,830	0,830	0,829	0,829
5,0	0,823	0,827	0,827	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823
5,5	0,822	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,824	0,824	0,823	0,823	0,823	0,822	0,821	0,821
6,0	0,813	0,820	0,819	0,818	0,818	0,817	0,817	0,816	0,816	0,815	0,814	0,814	0,813	0,812
6,5	0,795	0,802	0,802	0,801	0,801	0,800	0,799	0,799	0,798	0,797	0,796	0,796	0,794	0,794
7,0	0,767	0,775	0,775	0,774	0,773	0,772	0,772	0,771	0,770	0,769	0,769	0,768	0,766	0,765
7,5	0,728	0,737	0,736	0,736	0,735	0,734	0,733	0,732	0,732	0,731	0,730	0,729	0,727	0,727
8,0	0,686	0,695	0,694	0,693	0,692	0,692	0,691	0,690	0,689	0,688	0,688	0,687	0,685	0,684
8,5	0,644	0,652	0,651	0,651	0,650	0,649	0,648	0,648	0,647	0,646	0,645	0,645	0,643	0,642
9,0	0,606	0,614	0,613	0,612	0,612	0,611	0,610	0,610	0,609	0,608	0,607	0,606	0,605	0,604
9,5	0,573	0,581	0,580	0,580	0,579	0,578	0,577	0,577	0,576	0,575	0,574	0,573	0,571	0,570
10,0	0,541	0,552	0,551	0,551	0,550	0,549	0,548	0,547	0,547	0,546	0,544	0,543	0,539	0,537
10,5	0,505	0,522	0,521	0,520	0,519	0,519	0,517	0,516	0,514	0,513	0,510	0,508	0,501	0,496
11,0	0,459	0,484	0,483	0,482	0,481	0,480	0,478	0,476	0,473	0,471	0,467	0,463	0,454	0,449
11,5	0,413	0,448	0,447	0,445	0,443	0,441	0,438	0,435	0,432	0,428	0,423	0,418	0,407	0,401
12,0	0,370	0,415	0,412	0,409	0,407	0,404	0,400	0,396	0,391	0,387	0,381	0,376	0,363	0,357
12,5	0,331	0,386	0,382	0,378	0,375	0,371	0,365	0,360	0,355	0,350	0,343	0,337	0,325	0,318
13,0	0,296	0,360	0,355	0,349	0,344	0,339	0,333	0,327	0,321	0,315	0,308	0,302	0,290	0,284
13,5	0,265	0,333	0,326	0,320	0,314	0,307	0,301	0,295	0,288	0,282	0,276	0,270	0,259	0,254
14,0	0,236	0,303	0,296	0,290	0,283	0,276	0,270	0,264	0,258	0,252	0,247	0,241	0,231	0,226
14,5	0,211	0,274	0,268	0,261	0,255	0,248	0,242	0,237	0,231	0,226	0,221	0,216	0,207	0,203
15,0	0,189	0,246	0,240	0,234	0,228	0,222	0,217	0,212	0,207	0,202	0,198	0,194	0,186	0,182
15,5	0,171	0,222	0,217	0,211	0,206	0,200	0,196	0,191	0,187	0,182	0,179	0,175	0,168	0,164
16,0	0,155	0,201	0,196	0,191	0,186	0,181	0,177	0,173	0,169	0,165	0,162	0,158	0,152	0,149
16,5	0,141	0,182	0,178	0,173	0,169	0,164	0,161	0,157	0,154	0,150	0,147	0,144	0,139	0,136
17,0	0,129	0,166	0,162	0,158	0,154	0,150	0,147	0,144	0,140	0,137	0,135	0,132	0,127	0,124
17,5	0,118	0,152	0,148	0,145	0,141	0,137	0,135	0,132	0,129	0,126	0,123	0,121	0,116	0,114
18,0	0,109	0,139	0,136	0,133	0,129	0,126	0,124	0,121	0,118	0,116	0,113	0,111	0,107	0,105
18,5	0,101	0,128	0,125	0,122	0,119	0,116	0,114	0,111	0,109	0,107	0,105	0,103	0,099	0,097
19,0	0,093	0,118	0,115	0,112	0,110	0,107	0,105	0,102	0,100	0,098	0,096	0,094	0,091	0,089
19,5	0,086	0,109	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,088	0,084	0,083
20,0	0,080	0,101	0,099	0,096	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,083	0,081	0,078	0,077
20,5	0,074	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,079	0,077	0,076	0,073	0,072
21,0	0,069	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072	0,071	0,068	0,067
21,5	0,066	0,082	0,081	0,079	0,077	0,075	0,074	0,072	0,071	0,069	0,068	0,067	0,064	0,063
22,0	0,061	0,077	0,076	0,074	0,072	0,070	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,063	0,060	0,059
22,5	0,058	0,072	0,071	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,062	0,061	0,060	0,059	0,057	0,056
23,0	0,054	0,068	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,056	0,055	0,053	0,052
23,5	0,051	0,064	0,062	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,050	0,049
24,0	0,048	0,060	0,059	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,046
24,5	0,045	0,057	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044
25,0	0,043	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,045	0,044	0,042	0,042

Tabelle 14-17: C_r-Werte, Geräuschmodus 5

14.6.3 Geräuschkurven, Geräuschmodus 5

Schalleistungspegel in Nabenhöhe, Geräuschmodus 3	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m³
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel in Nabenhöhe [dBA] (Rotorblätter mit optionaler Sägezahn- Hinterkante)
3	91,3
4	91,6
5	93,5
6	96,5
7	99,2
8	100,5
9	101,0
10	101,8
11	102,9
12	103,9
13	104,3
14	104,3
15	104,3
16	104,3
17	104,3
18	104,3
19	104,3
20	104,3

Tabelle 14-18: Geräuschkurven, Geräuschmodus 5

14.7 3,45-MW-Leistungsmodus

14.7.1 Leistungskurven, 3,45-MW-Leistungsmodus

Luftdichte [kg/m ³]														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	24	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	26	27
3,5	79	50	53	55	58	61	63	66	69	71	74	77	82	85
4,0	147	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	151	155
4,5	228	165	171	177	182	188	194	199	205	211	216	222	233	239
5,0	327	242	250	258	265	273	281	289	296	304	312	320	335	343
5,5	449	335	346	356	366	377	387	397	408	418	429	439	460	470
6,0	597	449	463	476	489	503	516	530	543	557	570	583	610	624
6,5	772	584	601	618	635	652	669	686	703	720	737	755	789	806
7,0	978	744	765	786	808	829	851	872	893	914	936	957	999	1020
7,5	1214	926	952	978	1005	1031	1057	1083	1109	1136	1162	1188	1240	1266
8,0	1482	1134	1166	1197	1229	1261	1293	1324	1356	1388	1419	1451	1514	1545
8,5	1783	1369	1406	1444	1482	1520	1558	1596	1633	1671	1709	1746	1820	1857
9,0	2114	1629	1673	1718	1762	1807	1851	1895	1939	1983	2026	2070	2157	2200
9,5	2464	1910	1961	2012	2063	2115	2165	2215	2266	2316	2365	2414	2512	2561
10,0	2812	2209	2266	2323	2381	2438	2493	2548	2603	2659	2710	2761	2860	2907
10,5	3105	2512	2573	2634	2694	2755	2809	2863	2917	2971	3016	3061	3142	3178
11,0	3296	2795	2852	2909	2966	3023	3068	3112	3156	3201	3232	3264	3319	3343
11,5	3401	3039	3087	3135	3183	3231	3261	3291	3321	3351	3368	3384	3411	3421
12,0	3439	3225	3259	3292	3326	3359	3374	3390	3405	3420	3427	3433	3442	3445
12,5	3448	3343	3362	3381	3400	3419	3425	3431	3437	3443	3445	3446	3449	3449
13,0	3450	3404	3413	3422	3431	3440	3442	3444	3446	3448	3449	3449	3450	3450
13,5	3450	3424	3429	3435	3440	3445	3446	3447	3449	3450	3450	3450	3450	3450
14,0	3450	3439	3441	3444	3446	3449	3449	3449	3450	3450	3450	3450	3450	3450
14,5	3450	3445	3446	3448	3449	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
15,0	3450	3448	3448	3449	3449	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
15,5	3450	3449	3449	3449	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
16,0	3450	3449	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
16,5	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
17,0	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
17,5	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
18,0	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
18,5	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
19,0	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
19,5	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
20,0	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
20,5	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
21,0	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
21,5	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
22,0	3450	3449	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
22,5	3450	3449	3449	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450	3450
23,0	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449
23,5	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449
24,0	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449
24,5	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449
25,0	3449	3448	3448	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449	3449

Tabelle 14-19: Leistungskurven, 3,45-MW-Leistungsmodus

14.7.2 C_r-Werte, 3,45-MW-Leistungsmodus

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	0,952	0,956	0,956	0,956	0,955	0,955	0,955	0,954	0,954	0,953	0,953	0,953	0,952	0,951
3,5	0,912	0,915	0,915	0,915	0,914	0,914	0,914	0,913	0,913	0,913	0,913	0,912	0,912	0,911
4,0	0,856	0,859	0,859	0,859	0,858	0,858	0,858	0,858	0,857	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856
4,5	0,830	0,833	0,833	0,832	0,832	0,832	0,831	0,831	0,831	0,830	0,830	0,830	0,829	0,829
5,0	0,823	0,827	0,827	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823
5,5	0,822	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823	0,822	0,821	0,821
6,0	0,817	0,823	0,822	0,822	0,821	0,821	0,820	0,820	0,819	0,818	0,818	0,817	0,816	0,815
6,5	0,811	0,819	0,818	0,817	0,817	0,816	0,815	0,815	0,814	0,813	0,812	0,812	0,810	0,810
7,0	0,804	0,813	0,813	0,812	0,811	0,810	0,809	0,809	0,808	0,807	0,806	0,805	0,803	0,802
7,5	0,797	0,808	0,807	0,806	0,805	0,805	0,804	0,802	0,801	0,800	0,799	0,798	0,796	0,795
8,0	0,790	0,803	0,802	0,800	0,799	0,798	0,797	0,796	0,795	0,793	0,792	0,791	0,788	0,787
8,5	0,782	0,797	0,795	0,794	0,793	0,791	0,790	0,789	0,787	0,786	0,784	0,783	0,780	0,779
9,0	0,773	0,789	0,788	0,787	0,785	0,784	0,782	0,781	0,779	0,778	0,776	0,774	0,771	0,769
9,5	0,755	0,779	0,777	0,775	0,773	0,772	0,769	0,767	0,765	0,763	0,760	0,758	0,752	0,750
10,0	0,719	0,760	0,757	0,754	0,752	0,749	0,745	0,741	0,738	0,734	0,729	0,724	0,713	0,708
10,5	0,657	0,727	0,722	0,718	0,713	0,708	0,702	0,695	0,689	0,682	0,674	0,666	0,648	0,638
11,0	0,578	0,677	0,670	0,662	0,655	0,647	0,638	0,629	0,619	0,610	0,599	0,588	0,566	0,555
11,5	0,497	0,618	0,609	0,599	0,589	0,579	0,568	0,556	0,545	0,533	0,521	0,509	0,485	0,474
12,0	0,425	0,555	0,543	0,532	0,520	0,508	0,496	0,483	0,471	0,459	0,447	0,436	0,414	0,404
12,5	0,365	0,490	0,477	0,465	0,453	0,440	0,429	0,417	0,406	0,394	0,384	0,375	0,356	0,348
13,0	0,318	0,428	0,416	0,405	0,393	0,381	0,371	0,361	0,352	0,342	0,334	0,326	0,310	0,303
13,5	0,281	0,376	0,366	0,355	0,345	0,335	0,327	0,318	0,310	0,302	0,295	0,288	0,275	0,269
14,0	0,249	0,331	0,322	0,313	0,304	0,295	0,288	0,281	0,274	0,267	0,261	0,255	0,244	0,238
14,5	0,222	0,293	0,286	0,278	0,270	0,262	0,256	0,250	0,244	0,237	0,232	0,227	0,218	0,213
15,0	0,198	0,260	0,253	0,247	0,240	0,233	0,228	0,223	0,217	0,212	0,207	0,203	0,194	0,190
15,5	0,179	0,234	0,228	0,222	0,216	0,210	0,205	0,200	0,196	0,191	0,187	0,183	0,176	0,172
16,0	0,162	0,211	0,205	0,200	0,195	0,190	0,185	0,181	0,177	0,173	0,169	0,166	0,159	0,156
16,5	0,148	0,191	0,186	0,182	0,177	0,172	0,168	0,165	0,161	0,157	0,154	0,151	0,145	0,142
17,0	0,135	0,174	0,170	0,165	0,161	0,157	0,154	0,150	0,147	0,143	0,141	0,138	0,132	0,130
17,5	0,124	0,159	0,155	0,151	0,148	0,144	0,141	0,138	0,135	0,131	0,129	0,126	0,121	0,119
18,0	0,114	0,146	0,142	0,139	0,135	0,132	0,129	0,126	0,124	0,121	0,118	0,116	0,112	0,110
18,5	0,105	0,134	0,131	0,128	0,125	0,122	0,119	0,116	0,114	0,111	0,109	0,107	0,103	0,101
19,0	0,097	0,123	0,120	0,117	0,114	0,112	0,109	0,107	0,105	0,102	0,100	0,098	0,095	0,093
19,5	0,089	0,114	0,111	0,109	0,106	0,103	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093	0,091	0,088	0,086
20,0	0,083	0,106	0,103	0,101	0,098	0,096	0,094	0,092	0,090	0,088	0,087	0,085	0,082	0,080
20,5	0,078	0,098	0,096	0,094	0,092	0,089	0,088	0,086	0,084	0,082	0,081	0,079	0,076	0,075
21,0	0,072	0,091	0,089	0,087	0,085	0,083	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,074	0,071	0,070
21,5	0,068	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,074	0,072	0,071	0,070	0,067	0,066
22,0	0,064	0,081	0,079	0,077	0,075	0,073	0,072	0,071	0,069	0,068	0,066	0,065	0,063	0,062
22,5	0,060	0,076	0,074	0,072	0,071	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,062	0,061	0,059	0,058
23,0	0,056	0,070	0,069	0,067	0,066	0,064	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,055	0,054
23,5	0,053	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,056	0,055	0,054	0,052	0,051
24,0	0,050	0,062	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,049	0,048
24,5	0,047	0,059	0,058	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,046	0,046
25,0	0,045	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,046	0,044	0,043

Tabelle 14-20: C_r-Werte, 3,45-MW-Leistungsmodus

14.7.3 Geräuschkurven, 3,45-MW-Leistungsmodus

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe, 3,45-MW-Leistungsmodus		
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0 ±2° Luftdichte: 1,225 kg/m ³	
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] (Rotorblätter ohne optionale Sägezahn-Hinterkante)	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] (Rotorblätter mit optionaler Sägezahn-Hinterkante)
3	92,5	91,3
4	93,0	91,6
5	95,5	93,5
6	99,0	96,5
7	102,4	99,8
8	105,5	102,8
9	107,6	105,0
10	108,3	105,7
11	108,3	105,7
12	108,3	105,7
13	108,3	105,7
14	108,3	105,7
15	108,3	105,7
16	108,3	105,7
17	108,3	105,7
18	108,3	105,7
19	108,3	105,7
20	108,3	105,7

Tabelle 14-21: Geräuschkurven, 3,45-MW-Leistungsmodus

14.8 Gedrosselter 3,0-MW-Modus

14.8.1 Leistungskurven, gedrosselter 3,0-MW-Modus

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m ³]													
	1,225	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	24	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	26	27
3,5	80	50	53	55	58	61	63	66	69	72	74	77	82	85
4,0	147	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	151	155
4,5	228	165	171	177	182	188	194	199	205	211	216	222	233	239
5,0	327	242	250	258	265	273	281	289	296	304	312	320	335	343
5,5	449	335	346	356	367	377	387	398	408	418	429	439	460	470
6,0	597	449	463	476	490	503	516	530	543	557	570	584	610	624
6,5	772	584	601	618	635	652	669	686	703	720	738	755	789	806
7,0	978	744	765	787	808	829	851	872	893	914	936	957	999	1020
7,5	1214	926	952	979	1005	1031	1057	1083	1110	1136	1162	1188	1240	1266
8,0	1482	1134	1166	1198	1229	1261	1293	1324	1356	1388	1419	1451	1514	1545
8,5	1783	1368	1406	1444	1482	1520	1558	1596	1633	1671	1708	1745	1820	1857
9,0	2112	1627	1672	1716	1761	1805	1849	1893	1937	1981	2025	2068	2154	2197
9,5	2447	1906	1957	2008	2059	2110	2160	2209	2259	2308	2354	2401	2490	2533
10,0	2730	2202	2257	2312	2368	2424	2472	2520	2568	2616	2654	2692	2762	2793
10,5	2905	2490	2541	2591	2642	2693	2729	2764	2800	2836	2859	2882	2920	2935
11,0	2980	2716	2754	2793	2831	2869	2890	2910	2931	2952	2961	2971	2985	2990
11,5	2997	2876	2897	2919	2940	2961	2969	2976	2983	2991	2993	2995	2998	2999
12,0	3000	2956	2964	2973	2982	2991	2993	2995	2997	2999	2999	2999	3000	3000
12,5	3000	2986	2989	2992	2995	2998	2998	2999	2999	3000	3000	3000	3000	3000
13,0	3000	2995	2996	2998	2999	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
13,5	3000	2998	2998	2999	2999	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
14,0	3000	2999	2999	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
14,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
15,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
15,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
16,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
16,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
17,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
17,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
18,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
18,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
19,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
19,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
20,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
20,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
21,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
21,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
22,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
22,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
23,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
23,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
24,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
24,5	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
25,0	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000

Tabelle 14-19: Leistungskurven, gedrosselter 3,0-MW-Modus

14.8.2 C_r-Werte, gedrosselter 3,0-MW-Modus

Luftdichte kg/m ³														
Windgeschwindigkeit [m/s]	1,225	0,950	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1	1,125	1,15	1,175	1,2	1,25	1,275
3,0	0,952	0,956	0,956	0,956	0,955	0,955	0,955	0,954	0,954	0,953	0,953	0,953	0,952	0,951
3,5	0,912	0,915	0,915	0,915	0,914	0,914	0,914	0,913	0,913	0,913	0,913	0,912	0,912	0,911
4,0	0,856	0,859	0,859	0,859	0,859	0,858	0,858	0,858	0,857	0,857	0,857	0,857	0,856	0,856
4,5	0,830	0,833	0,833	0,832	0,832	0,832	0,832	0,831	0,831	0,830	0,830	0,830	0,829	0,829
5,0	0,823	0,827	0,827	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823
5,5	0,822	0,826	0,826	0,826	0,825	0,825	0,824	0,824	0,824	0,823	0,823	0,822	0,821	0,821
6,0	0,817	0,823	0,822	0,822	0,821	0,821	0,820	0,820	0,819	0,818	0,818	0,817	0,816	0,815
6,5	0,811	0,819	0,818	0,817	0,817	0,816	0,815	0,815	0,814	0,813	0,813	0,812	0,810	0,810
7,0	0,804	0,813	0,813	0,812	0,811	0,810	0,809	0,809	0,808	0,807	0,806	0,805	0,803	0,802
7,5	0,797	0,808	0,807	0,806	0,805	0,805	0,804	0,802	0,801	0,800	0,799	0,798	0,796	0,795
8,0	0,790	0,803	0,802	0,800	0,799	0,798	0,797	0,796	0,795	0,793	0,792	0,791	0,788	0,787
8,5	0,782	0,796	0,795	0,794	0,793	0,791	0,790	0,789	0,787	0,786	0,784	0,783	0,780	0,779
9,0	0,772	0,789	0,787	0,786	0,784	0,783	0,781	0,780	0,778	0,777	0,775	0,774	0,770	0,769
9,5	0,747	0,777	0,775	0,773	0,772	0,770	0,767	0,765	0,762	0,759	0,755	0,751	0,741	0,735
10,0	0,686	0,756	0,752	0,749	0,745	0,742	0,735	0,729	0,722	0,715	0,706	0,696	0,675	0,664
10,5	0,594	0,717	0,709	0,700	0,692	0,684	0,672	0,660	0,648	0,636	0,622	0,608	0,580	0,566
11,0	0,500	0,649	0,637	0,625	0,612	0,600	0,586	0,571	0,557	0,542	0,528	0,514	0,487	0,474
11,5	0,419	0,572	0,557	0,542	0,527	0,512	0,498	0,483	0,469	0,455	0,443	0,431	0,408	0,398
12,0	0,357	0,491	0,476	0,462	0,448	0,433	0,421	0,409	0,398	0,386	0,376	0,367	0,349	0,341
12,5	0,309	0,420	0,408	0,396	0,383	0,371	0,361	0,352	0,342	0,333	0,325	0,317	0,302	0,296
13,0	0,271	0,363	0,353	0,343	0,332	0,322	0,314	0,306	0,298	0,290	0,284	0,277	0,265	0,259
13,5	0,241	0,319	0,311	0,302	0,293	0,285	0,278	0,271	0,264	0,257	0,252	0,246	0,236	0,231
14,0	0,214	0,282	0,274	0,267	0,259	0,252	0,246	0,240	0,234	0,229	0,224	0,219	0,210	0,205
14,5	0,192	0,251	0,244	0,238	0,231	0,225	0,220	0,215	0,210	0,204	0,200	0,196	0,188	0,184
15,0	0,172	0,223	0,217	0,212	0,206	0,201	0,196	0,192	0,187	0,183	0,179	0,175	0,168	0,165
15,5	0,155	0,201	0,196	0,191	0,186	0,181	0,177	0,173	0,169	0,165	0,162	0,159	0,152	0,149
16,0	0,141	0,182	0,177	0,173	0,168	0,164	0,160	0,157	0,153	0,150	0,147	0,144	0,138	0,136
16,5	0,128	0,165	0,161	0,157	0,153	0,149	0,146	0,143	0,140	0,136	0,134	0,131	0,126	0,124
17,0	0,117	0,150	0,147	0,143	0,140	0,136	0,133	0,130	0,128	0,125	0,122	0,120	0,115	0,113
17,5	0,108	0,138	0,135	0,131	0,128	0,125	0,122	0,120	0,117	0,114	0,112	0,110	0,106	0,104
18,0	0,099	0,126	0,124	0,121	0,118	0,115	0,112	0,110	0,108	0,105	0,103	0,101	0,098	0,096
18,5	0,092	0,117	0,114	0,111	0,109	0,106	0,104	0,102	0,099	0,097	0,095	0,094	0,090	0,088
19,0	0,084	0,107	0,105	0,102	0,100	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,088	0,086	0,083	0,081
19,5	0,078	0,099	0,097	0,095	0,092	0,090	0,088	0,087	0,085	0,083	0,081	0,080	0,077	0,076
20,0	0,073	0,092	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,079	0,077	0,076	0,074	0,072	0,070
20,5	0,068	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,073	0,072	0,071	0,069	0,067	0,066
21,0	0,064	0,080	0,078	0,076	0,075	0,073	0,071	0,070	0,069	0,067	0,066	0,065	0,062	0,061
21,5	0,060	0,075	0,074	0,072	0,070	0,069	0,067	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058
22,0	0,056	0,070	0,069	0,067	0,066	0,064	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057	0,055	0,054
22,5	0,053	0,066	0,065	0,063	0,062	0,060	0,059	0,058	0,057	0,056	0,055	0,054	0,052	0,051
23,0	0,050	0,062	0,060	0,059	0,058	0,057	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048
23,5	0,047	0,058	0,057	0,056	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,048	0,046	0,045
24,0	0,044	0,055	0,054	0,053	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,046	0,045	0,043	0,043
24,5	0,042	0,052	0,051	0,050	0,049	0,047	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042	0,041	0,040
25,0	0,039	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042	0,042	0,041	0,040	0,039	0,038

Tabelle 14-20: C_r-Werte, gedrosselter 3,0-MW-Modus

14.8.3 Geräuschkurven, gedrosselter 3,0-MW-Modus

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe, gedrosselter 3,0-MW-Modus		
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz in Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): $0 \pm 2^\circ$ Luftdichte: $1,225 \text{ kg/m}^3$	
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] (Rotorblätter ohne optionale Sägezahn-Hinterkante)	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] (Rotorblätter mit optionaler Sägezahn-Hinterkante)
3	92,5	91,3
4	93,0	91,6
5	95,5	93,5
6	99,0	96,5
7	102,4	99,8
8	105,5	102,8
9	107,6	105,0
10	108,3	105,7
11	108,3	105,7
12	108,3	105,7
13	108,3	105,7
14	108,3	105,7
15	108,3	105,7
16	108,3	105,7
17	108,3	105,7
18	108,3	105,7
19	108,3	105,7
20	108,3	105,7

Tabelle 14-21: Geräuschkurven, gedrosselter 3,0-MW-Modus