



Vestas EnVentus V162

MASCHINENGUTACHTEN DER WINDENERGIEANLAGE V162-6.8 / V162-7.2 MW

DER FIRMA VESTAS WIND SYSTEMS A/S

Report No.: M-10048-0

Date: 2023-08-11





Projektname:	Vestas EnVentus V162	DNV Energy Systems
Berichtstitel:	MASCHINENGUTACHTEN DER WINDENERGIEANLAGE V162-6.8 / V162-7.2 MW DER FIRMA VESTAS WIND SYSTEMS A/S	Renewables Certification DNV Denmark A/S Tuborg Parkvej 8, 2nd Floor 2900 Hellerup Denmark
Kunde:	Vestas Wind Systems A/S Hedeager 42 8200 Århus Denmark	
Kontaktperson:	Shereef Kather	
Datum:	2023-08-15	
Projektnummer:	10367766	
Berichtsnummer:	M-10048-0	

Applicable contract(s) governing the provision of this Report:
233187-SFA-20220613

Ziel:

Gutachterliche Stellungnahme für die Prüfung der Vestas V162-6.8 MW und V162-7.2 MW mit Stahlurm 119 m Nabenhöhe sowie Hybrid-betonturm 169 m Nabenhöhe bzgl. der Rotorblätter, der maschinenbaulichen Komponenten einschl. der Verkleidung von Maschinenhaus und Nabe, der Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsgutachten), der elektrotechnischen Komponenten und des Blitzschutzes sowie Bedienungsanleitung, Inbetriebnahmeprotokoll (Vordruck) und Wartungspflichtenbuch.

Im Auftrag der DNV Renewables Certification erstellt und überprüft:

Erstellt von: Mark Wollenberg Gutachter	<i>Mark Wollenberg</i> 2023.08.15 15:15:41 +02'00'	Geprüft von: Matthias-Klaus Schwarz Chefingenieur	<i>M.-K. Schwarz</i> Digitally signed by Matthias- Klaus Schwarz Date: 2023.08.15 16:32:34 +02'00'
---	---	---	---

Copyright © DNV 2023. Alle Rechte vorbehalten. Sofern nicht anders schriftlich vereinbart: (i) Diese Publikation oder Teile davon dürfen nicht in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln, weder digital noch anderweitig, kopiert, reproduziert oder übertragen werden; (ii) Der Inhalt dieser Publikation ist vom Kunden vertraulich zu behandeln; (iii) kein Dritter darf sich auf ihren Inhalt verlassen; und (iv) DNV übernimmt keine Sorgfaltspflicht gegenüber Dritten. Ein Verweis auf einen Teil dieser Publikation, der zu Fehlinterpretationen führen kann, ist untersagt

<p>DNV Verteiler:</p> <p><input type="checkbox"/> OFFEN. Unbeschränkte Verteilung, intern und extern.</p> <p><input type="checkbox"/> ausschließlich INTERNE Verwendung. Internes DNV Dokument.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> VERTRAULICH. Beschränkte /unbeschränkte Verteilung innerhalb von DNV und Vertragsparteien, wie erforderlich.*</p> <p><input type="checkbox"/> STRENG VERTRAULICH. Nur autorisierter Zugriff.</p> <p>* Verteiler: DNV Renewables Certification</p>	<p>Keywords:</p> <p>Vestas EnVentus V162-6.8/7.2 MW Mk1, DIBt-Richtlinie: 2012-10, Maschinengutachten</p>
--	---

Rev. Nr.	Datum	Grund für Herausgabe	Erstellt von	Geprüft von
0	2023-08-15	Erste Ausgabe	Mark Wollenberg	Matthias-Klaus Schwarz



Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	7
2	PRÜFUNGSGRUNDLAGEN	8
2.1	Normen und Richtlinien	8
3	ANLAGEDATEN UND UMWELTBEDINGUNGEN	9
3.1	Dokumente	9
4	LASTANNAHMEN	10
4.1	Dokumente	10
4.2	Prüfbemerkungen	10
5	STEUER- UND SICHERHEITSSYSTEM	11
5.1	Dokumente	11
5.2	Prüfbemerkungen	11
6	ELEKTRISCHE ANLAGEN EINSCHL. BLITZSCHUTZ	12
6.1	Dokumente	12
6.2	Prüfbemerkungen	12
7	KLIMAAANLAGEN UND KÜHLERSTRUKTUR EINSCHL. VERBINDUNGEN KÜHLERSTRUKTUR EINSCHL. VERBINDUNGEN KÜHLERSTRUKTUR	13
7.1	Dokumente	13
7.2	Prüfbemerkungen	13
8	ROTORBLATT	14
8.1	Dokumente	14
8.2	Prüfbemerkungen	14
9	NABE EINSCHL. VERBINDUNGEN DER NABE MIT BLATTLAGER UND BLATT SOWIE MIT DER HAUPTWELLE	15
9.1	Dokumente	15
9.2	Prüfbemerkungen	15
10	BLATTLAGER UND -VERSTELLSYSTEM	16
10.1	Dokumente	16
10.2	Prüfbemerkungen	16
11	MASCHINENTRÄGER, HAUPTLAGERGEHÄUSE UND HAUPTWELLE INKL. VERBINDUNGERN FÜR MASCHINENTRÄGER UND LAGERGEHÄUSE, LAGERGEHÄUSE UND ADAPTERFLANSCH, MASCHINENTRÄGER UND TRANSFORMATORTRÄGERSTRUKTUR UND HAUPTWELLE UND BLOCKERRING SOWIE ROTORARRETIERUNG	17
11.1	Dokumente	17
11.2	Prüfbemerkungen	17
12	HAUPTLAGER	18
12.1	Dokumente	18
12.2	Prüfbemerkungen	18
13	VERBINDUNG VON HAUPTWELLE ZUM GETRIEBE	19
13.1	Dokumente	19
13.2	Prüfbemerkungen	19



14	HAUPTGETRIEBE INKL. SCHMIERSYSTEM UND VERBINDUNG ZUM GENERATOR UND ADD-SOUNDSYSTEM.....	20
14.1	Dokumente	20
14.2	Prüfbemerkungen	20
15	ANTRIEBSDYNAMIK.....	21
15.1	Dokumente	21
15.2	Prüfbemerkungen	21
16	MECHANISCHE BREMSE.....	22
16.1	Dokumente	22
16.2	Prüfbemerkungen	22
17	GONDELINNENTEILE (ZUGANG, EVAKUIERUNG, RETTUNGS- UND FLUCHTWEGE, SICHERHEITSAUSRÜSTUNG).....	23
17.1	Dokumente	23
17.2	Prüfbemerkungen	23
18	SPINNERABDECKUNG INKL. VERBINDUNGEN ZU NABE	24
18.1	Dokumente	24
18.2	Prüfbemerkungen	24
19	MASCHINENHAUSVERKLEIDUNG UND SEITLICHER ANBAU	25
19.1	Dokumente	25
19.2	Prüfbemerkungen	25
20	SYSTEM ZUR GONDELNACHFÜHRUNG EINSCHL. TURMVERBINDUNG	26
20.1	Dokumente	26
20.2	Prüfbemerkungen	26
21	TURMKOPFFLANSCH	27
21.1	Dokumente	27
21.2	Prüfbemerkungen	27
22	BEDIENUNGSANLEITUNG UND WARTUNGSPFLICHTENBUCH	28
22.1	Dokumente	28
22.2	Prüfbemerkungen	28
23	SCHLUSSBEMERKUNG	29

Liste der Anhänge

ANLAGE A - WINDENERGIEANLAGENSPEZIFIKATION

ANLAGE B - INBETRIEBNAHME PROTOKOLL (VORLAGE)

ANLAGE C - BEDIENUNGSANLEITUNG

ANLAGE D - WARTUNGSPFLICHTENHEFT (SIF)

ANLAGE E - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN, ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER LASTANNAHMEN



ANLAGE F - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DES STEUER- UND SICHERHEITSSYSTEMS

ANLAGE G - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER ELEKTRISCHEN ANLAGEN EINSCHL.
BLITZSCHUTZ

ANLAGE H - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER KLIMAAANLAGEN INKL.
KÜHLERSTRUKTUR

ANLAGE I - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER ROTORBLÄTTER

ANLAGE J - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER NABE EINSCHL. VERBINDUNGEN DER
NABE MIT BLATTLAGER UND BLATT SOWIE MIT DER HAUPTWELLE

ANLAGE K - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER BLATTLAGER UND -VERSTELLSYSTEM

ANLAGE L - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER MASCHINENTRÄGER UND
HAUPTLAGERGEHÄUSE INKL. VERBINDUNGEN VON GETRIEBE UND LAGERGEHÄUSE
UND GETRIEBE UND HAUPTWELLE SOWIE ROTORARRETIERUNG

ANLAGE M - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER HAUPTLAGER

ANLAGE N - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER VERBINDUNG VON HAUPTWELLE ZU
GETRIEBE

ANLAGE O - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER HAUPTGETRIEBE INKL.
SCHMIERSYSTEM UND VERBINDUNG ZUM GENERATOR UND ADD-SOUNDSYSTEM

ANLAGE P - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER ANTRIEBSDYNAMIK

ANLAGE Q - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER MECHANISCHEN BREMSE

ANLAGE R - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER GONDELINNENTEILE

ANLAGE S - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER SPINNERABDECKUNG INKL.
VERBINDUNGEN ZUR NABE

ANLAGE T - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN BZGL. MASCHINENHAUSVERKLEIDUNG UND
SEITLICHES FACH

ANLAGE U - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN BZGL. SYSTEM ZUR GONDELNACHFÜHRUNG
EINSCHL. TURMVERBINDUNG

ANLAGE V - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DES TURMKOPFFLANSCHES



ANLAGE W - AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN,
ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN BZGL. BEDIENUNGSANLEITUNG UND
WARTUNGSPFLICHTENBUCH



1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Windenergieanlage Vestas EnVentus V162-6.8/7.2MW 50Hz der Firma VESTAS Wind Systems A/S ist bzgl. der Sicherheitseinrichtungen, der Rotorblätter, der maschinenbaulichen Komponenten einschließlich der Verkleidung von Maschinenhaus und Nabe, der elektrotechnischen Komponenten und des Blitzschutz sowie der Bedienungsanleitung, des Inbetriebnahmeprotokoll und des Wartungspflichtenbuches begutachtet worden.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser gutachterlichen Stellungnahme bedürfen noch die im Folgenden gelisteten Punkte einer Klärung:

Das Steuer- und Sicherheitssystem

- Für die Berechnung des Leistungsniveaus ist eine weitere Ausarbeitung erforderlich.

Elektrische Anlagen

- Die endgültige Dokumentation inkl. Testberichte und Handbücher für Generator, Konverter, Haupttransformator, Hauptschalttafel und Verkabelung muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Rotorblatt

- Die endgültige Strukturdocumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Gusskomponenten (Nabe, Bettrahmen, Hauptlagergehäuse, Hauptwelle, Rotorverriegelung und Bolzenverbindungen)

- Die endgültige Strukturdocumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Spinnerabdeckungen und Befestigung

- Die endgültige Strukturdocumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Maschinenhausverkleidung und Seitliches Fach

- Die endgültige Strukturdocumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Gondelnachführung einschl. Turmverbindung

- Endgültige Zeichnungen für die Azimutgetriebebaugruppe, die Azimutlagerbaugruppe und die Azimutschmierung für das Azimutsystem müssen von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden
- Die endgültige Dokumentation der Strukturberechnungen des Azimutgetriebegehäuses und des Planetenträgers muss von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden
- Die endgültige Dokumentation der Strukturberechnungen des Azimutlagers muss von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden



BEDIENUNGSANLEITUNG UND WARTUNGSPFLICHTENBUCH

- Die vorläufigen Versionen der Bedienungsanleitung und des Wartungspflichtenbuches sind eingereicht worden und bedürfen noch der abschließenden Freigabe seitens DNV.

Vorbehaltlich der positiven Klärung dieser Punkte bestehen bei Berücksichtigung der Prüfbemerkungen gegen eine auf zunächst ein Jahr beschränkte vorläufige Inbetriebnahme der Windkraftanlage keine Bedenken.

2 PRÜFUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Normen und Richtlinien

Die Prüfung der Maschinenbaulichen Komponenten, der Rotorblätter, des Überwachungs- und Sicherheitssystems, der Sicherheitseinrichtung und der Handbücher erfolgte nach IEC 61400-1, Ed. 4:2019: "Wind turbines – Part 1: Design requirements" unter Berücksichtigung der gemäß „Liste der Technischen Baubestimmungen“ - Erlass des Innenministeriums vom 23. Februar 2009 - IV 661 - 516.50 Fundstelle: Amtsblatt Schleswig-Holstein 2009 S. 232 enthaltenen Richtlinien DIBt:

„Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung Oktober 2012, und der dazugehörigen Anlage 2.7/10. Das Überwachungs- und Sicherheitssystem erfüllt den Standard der ISO 13849-1.

Dokument Nr.	Revision	Titel
DIBT-Richtlinie	2012-10	Richtlinie für Windenergieanlagen Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung

Die Festigkeitsnachweise für den Stahlbau sind nach Eurocode 3 geführt.



3 ANLAGEDATEN UND UMWELTBEDINGUNGEN

Anlagedaten:

Der Nachweis der Anlage erfolgte unter Berücksichtigung der Kenndaten in Anlage A

Wind:

Für die Lastannahmen wurden die Windverhältnisse nach den Windbedingungen der Klasse DIBt S für die Nabenhöhen entsprechend Anhang A gemäß der DIBt-Richtlinie „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“; Fassung Oktober 2012, DIN EN 1991-1-4/NA und DIN EN 61400-1 verwendet:

Erdbebenmodell:

DIBt - Richtlinie für Windenergieanlagen, DIN EN 1998-1/NA:2011-01. Die Erdbebenmodell Parameter finden Sie im Anhang A.

Eisbedingungen:

DIBt-Richtlinie „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“; Fassung Oktober 2012.

Korrosionsbedingungen:

Windenergieanlagen außen: Normale Korrosionsklasse DIN EN ISO 12944-2 C5

Windenergieanlagen innen: Normale Korrosionsklasse DIN EN ISO 12944-2 C3/C4

3.1 Dokumente

Die Unterlagen für Windenergieanlage V162-6.8 MW / V162-7.2 MW der Firma Vestas sind in Anlage E bis W aufgeführt.



4 LASTANNAHMEN

4.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage E dieses Gutachtens.

4.2 Prüfbemerkungen

Die vorliegenden Lastannahmen entsprechen den Windbedingungen der DIBt 2012 Klasse S. Die Bestimmung der Betriebsfestigkeitslasten wurde unter Berücksichtigung eines dreidimensionalen Turbulenzfeldes für die Turbulenzintensität der Turbulenzkategorie S nach DIBt 2012 durchgeführt. Einwirkungen aus Erdbeben Bedeutungskategorie II und Erdbebenzone 3 (DIN EN 1998-1/NA/2011-01) sind berücksichtigt. Die Lastberechnungen entsprechen der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen, 2012. Die Betriebsfestigkeitslasten sowie die Funktionslasten für Maschinenhaus mit Rotor (RNA) wurden überprüft und für korrekt befunden.

Die eingereichten Lastannahmen für die Vestas EnVentus V162 Windenergieanlage decken sowohl Varianten mit Stahlrohr-Türmen als auch Hybrid-Stahl-Beton-Türme ab. Die EnVentus V162-6.8 MW / V162-7.2 MW Windenergieanlagen können dabei mit Stahlrohr-Türmen mit der Nabenhöhen 119 m sowie mit Hybrid-Stahl-Beton-Türmen mit den Nabenhöhen 169 m kombiniert werden.

Hiermit sind die Lastannahmen des Maschinenhauses und des Rotors geprüft. Allerdings sind die Lastannahmen für Turm und Gründung der hier untersuchten Varianten lediglich zur Kenntnis genommen worden und sind separat im Rahmen des entsprechenden Lastgutachtens zu prüfen.

Die eingereichten Lastsets sind auf Vollständigkeit geprüft worden. Die richtige Anwendung der gegebenen externen und internen Bedingungen sowie das Simulationsmodell einschließlich des Controllers und der Steuerungsparameter wurden geprüft. Die resultierenden Lasten wurden durch Vergleiche mit ähnlichen Anlagen auf Plausibilität geprüft. Das Postprocessing wurde durch Parallelrechnung überprüft. Die korrekte Anwendung der Lastfalldefinitionen wurde geprüft.

Weiterhin wurde für eine ausgewählte Variante eine komplett unabhängige Lastberechnung mit BLADED durchgeführt. Die Ergebnisse aus der mit BLADED berechneten Lasten bestätigen die Lasten aus der mit FLEX von Vestas durchgeführten Simulation dieser Variante.

Für die Entwurfslebensdauer der Windanlagenkomponenten wurden 20 Jahre bzw. 25 Jahre angesetzt.



5 STEUER- UND SICHERHEITSSYSTEM

5.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage F dieses Gutachtens.

5.2 Prüfbemerkungen

Das Steuer- und Sicherheitssystem der Vestas V162 Windenergieanlage ist durch die nachfolgenden Merkmale gekennzeichnet:

Leistungsregelung	aktive Blattverstellung (hydraulisch), Permanentmagnetgenerator
Rotorausrichtung	aktive Gondelnachführung (elektrisch), Luvläufer
Hardware	System 8000
Software	2022.07

Die vom Hersteller eingereichten und in Anhang F aufgeführten Unterlagen für das Steuer- und Sicherheitssystem der Vestas V162 Windenergieanlage erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Für die Berechnung des Leistungsniveaus ist eine weitere Ausarbeitung erforderlich.



6 ELEKTRISCHE ANLAGEN EINSCHL. BLITZSCHUTZ

6.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage G dieses Gutachtens.

6.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die elektrischen Anlagen der Vestas V162 Windenergieanlage erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Die endgültige Dokumentation inkl. Testberichte und Handbücher für Generator, Konverter, Haupttransformator, Hauptschalttafel und Verkabelung muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Die elektrischen Komponenten einschließlich Blitzschutz wie in Anhang G wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



7 KLIMAAANLAGEN UND KÜHLERSTRUKTUR EINSCHL. VERBINDUNGEN KÜHLERSTRUKTUR ENSCHL. VERBINDUNGEN KÜHLERSTRUKTUR

7.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage H dieses Gutachtens.

7.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Klimaanlagen und Kühlerstruktur einschl. Verbindungen Kühlerstruktur der Vestas V162 Windenergieanlage erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Die Klimaanlagen und Kühlerstruktur einschl. Verbindungen Kühlerstruktur wie in Anhang H wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



8 ROTORBLATT

8.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage I dieses Gutachtens.

8.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für das Vestas V162 Rotorblatt erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Die endgültige Strukturdokumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Das Rotorblatt wie in Anhang I wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



9 NABE EINSCHL. VERBINDUNGEN DER NABE MIT BLATTLAGER UND BLATT SOWIE MIT DER HAUPTWELLE

9.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage J dieses Gutachtens.

9.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Nabe einschl. Verbindungen der Nabe mit Blattlager und Blatt sowie mit der Hauptwelle erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Die endgültige Strukturdokumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Die Nabe einschl. Verbindungen der Nabe mit Blattlager und Blatt sowie mit der Hauptwelle wie in Anhang J wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



10 BLATTLAGER UND -VERSTELLSYSTEM

10.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage K dieses Gutachtens.

10.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für das Vestas V162 Blattlager und Verstellsystem erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Die Blattlager und das Verstellsystem wie in Anhang K wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



11 MASCHINENTRÄGER, HAUPTLAGERGEHÄUSE UND HAUPTWELLE INKL. VERBINDUNGEN FÜR MASCHINENTRÄGER UND LAGERGEHÄUSE, LAGERGEHÄUSE UND ADAPTERFLANSCH, MASCHINENTRÄGER UND TRANSFORMATORTRÄGERSTRUKTUR UND HAUPTWELLE UND BLOCKERRING SOWIE ROTORARRETIERUNG

11.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage L dieses Gutachtens.

11.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für Vestas's V162 Maschinenträger, Hauptlagergehäuse und Hauptwelle inkl. Verbindungen für Maschinenträger und Lagergehäuse, Lagergehäuse und Adapterflansch, Maschinenträger und Transformatorträgerstruktur und Hauptwelle und Blockerring sowie Rotorarretierung erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Die endgültige Strukturdokumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Die Maschinenträger, Hauptlagergehäuse und Hauptwelle inkl. Verbindungen für Maschinenträger und Lagergehäuse, Lagergehäuse und Adapterflansch, Maschinenträger und Transformatorträgerstruktur und Hauptwelle und Blockerring sowie Rotorarretierung wie in Anhang L wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



12 HAUPTLAGER

12.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage M dieses Gutachtens.

12.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für das Vestas V162 Hauptlager erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Das Hauptlager wie in Anhang M wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



13 VERBINDUNG VON HAUPTWELLE ZUM GETRIEBE

13.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage N dieses Gutachtens.

13.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Verbindung von Hauptwelle zum Getriebe der Vestas V162 erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Die Verbindung von Hauptwelle zum Getriebe wie in Anhang N wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



14 HAUPTGETRIEBE INKL. SCHMIERSYSTEM UND VERBINDUNG ZUM GENERATOR UND ADD-SOUNDSYSTEM

14.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage O dieses Gutachtens.

14.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 bzgl. Hauptgeriebe inkl. Schmiersystem und Verbindung zum Generator erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Vestas Wind Systems A/S hat DNV informiert, dass das ADD-Soundsystem in EnVentus V162-Windturbinen installiert werden kann. DNV hat sich die eingereichten Vestas-Dokumentationen angesehen und hat keine Einwände gegen die Installation eines ADD-Soundsystems. DNV erwartet dabei keine strukturellen oder elektrischen Probleme. Es ist zu beachten, dass seitens DNV die Funktionalität des ADD-Soundsystems nicht geprüft worden ist.

Basierend auf unserer Überprüfung akzeptiert DNV die Installation des ADD-Soundsystems auf EnVentus-Windturbinen, siehe auch Brief LTR.04192-20210611.

Das Hauptgeriebe inkl. Schmiersystem und Verbindung zum Generator und ADD-Soundsystem wie in Anhang O wurden geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



15 ANTRIEBSDYNAMIK

15.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage P dieses Gutachtens.

15.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 Antriebsdynamik erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Die Antriebsdynamik wie in Anhang P wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



16 MECHANISCHE BREMSE

16.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage Q dieses Gutachtens.

16.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 bzgl. mechanischer Bremse erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Die mechanische Bremse wie in Anhang Q wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



17 GONDELINNENTEILE (ZUGANG, EVAKUIERUNG, RETTUNGS- UND FLUCHTWEGE, SICHERHEITSAUSRÜSTUNG)

17.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage R dieses Gutachtens.

17.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 bzgl. Gondelinnenteilen erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Die Gondelinnenteile wie in Anhang R wurden geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



18 SPINNERABDECKUNG INKL. VERBINDUNGEN ZU NABE

18.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage S dieses Gutachtens.

18.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 bzgl. Spinnerabdeckung inkl. Verbindungen zu Nabe erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Die endgültige Strukturdokumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Die Spinnerabdeckung inkl. Verbindungen zu Nabe wie in Anhang S wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



19 MASCHINENHAUSVERKLEIDUNG UND SEITLICHER ANBAU

19.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage T dieses Gutachtens.

19.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 bzgl. Maschinenhausverkleidung und seitlichem Anbau erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Die endgültige Strukturdokumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Die Maschinenhausverkleidung und seitlicher Anbau wie in Anhang T wurden geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



20 SYSTEM ZUR GONDELNACHFÜHRUNG EINSCHL. TURMVERBINDUNG

20.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage U dieses Gutachtens.

20.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 bzgl. Gondelnachführung einschl. Turmverbindungen erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Endgültige Zeichnungen für die Azimutgetriebebaugruppe, die Azimutlagerbaugruppe und die Azimutschmierung für das Azimutsystem müssen von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden
- Die endgültige Dokumentation der Strukturberechnungen des Azimutgetriebegehäuses und des Planetenträgers muss von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden
- Die endgültige Dokumentation der Strukturberechnungen des Azimutlagers muss von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden

Die Gondelnachführung einschl. Turmverbindungen wie in Anhang U wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



21 TURMKOPFFLANSCH

21.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage V dieses Gutachtens.

21.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 bzgl. Turmkopfflansch erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4.

Der Turmkopfflansch wie in Anhang V wurde geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



22 BEDIENUNGSANLEITUNG UND WARTUNGSPFLICHTENBUCH

22.1 Dokumente

Berechnungen, Zeichnungen und Spezifikationen:

Siehe Anlage W dieses Gutachtens.

22.2 Prüfbemerkungen

Die vom Hersteller eingereichten Unterlagen für die Vestas V162 bzgl. Bedienungsanleitung und Wartungspflichtenbuch erfüllen die Anforderungen gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 mit den unten aufgeführten noch offenen Fragen:

- Die vorläufigen Versionen der Bedienungsanleitung und des Wartungspflichtenbuches sind eingereicht worden und bedürfen noch der abschließenden Freigabe seitens DNV.

Die Bedienungsanleitung und das Wartungspflichtenbuch wie in Anhang W wurden geprüft und für die Vestas V162 Windenergieanlage genehmigt.



23 SCHLUSSBEMERKUNG

Berechnungen und Zeichnungen stimmen miteinander überein. Sie basieren auf den heutigen anerkannten Regeln der Technik und dem Mindestsicherheitsniveau gemäß IEC 61400-1 Ed. 4. Die Bemessungen sind für eine zwanzigjährige bzw. fünundzwanzigjährige Lebensdauer ausgelegt.

Die Fertigungskontrolle ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

Die Rotorkräfte werden vom Blatt zum Turm in der Windzone S Geländekategorie 2 (S) Turbulenzkategorie S gemäß IEC 61400-1 Ed. 4 und DIBt 2012 sicher übertragen.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser gutachterlichen Stellungnahme bedürfen noch die im Folgenden gelisteten Punkten einer Klärung:

Das Steuer- und Sicherheitssystem

- Für die Berechnung des Leistungsniveaus ist eine weitere Ausarbeitung erforderlich.

Elektrische Anlagen

- Die endgültige Dokumentation inkl. Testberichte und Handbücher für Generator, Konverter, Haupttransformator, Hauptschalttafel und Verkabelung muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Rotorblatt

- Die endgültige Strukturdocumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Gusskomponenten (Nabe, Bettrahmen, Hauptlagergehäuse, Hauptwelle, Rotorverriegelung und Bolzenverbindungen)

- Die endgültige Strukturdocumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Spinnerabdeckungen und Befestigung

- Die endgültige Strukturdocumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Maschinenhausverkleidung und Seitliches Fach

- Die endgültige Strukturdocumentation muss von Vestas eingereicht und von DNV bewertet werden.

Gondelnachführung einschl. Turmverbindung

- Endgültige Zeichnungen für die Azimutgetriebebaugruppe, die Azimutlagerbaugruppe und die Azimutschmierung für das Azimutsystem müssen von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden



- Die endgültige Dokumentation der Strukturberechnungen des Azimutgetriebegehäuses und des Planetenträgers muss von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden
- Die endgültige Dokumentation der Strukturberechnungen des Azimutlagers muss von Vestas bereitgestellt und von DNV überprüft werden

BEDIENUNGSANLEITUNG UND WARTUNGSPFLICHTENBUCH

- Die vorläufigen Versionen der Bedienungsanleitung und des Wartungspflichtenbuches sind eingereicht worden und bedürfen noch der abschließender Freigabe seitens DNV.

Vorbehaltlich der positiven Klärung dieser Punkte bestehen bei Berücksichtigung der Prüfbemerkungen gegen eine auf zunächst ein Jahr beschränkte vorläufige Inbetriebnahme der Windkraftanlage keine Bedenken.



ANLAGE A - WINDENERGIEANLAGENSPEZIFIKATION

	HH119 Stahlturm	HH169 Hybridturm	
Windklasse gemäß DIBt 2012	S	S	
Leistungsregulierung	pitch-gesteuert	pitch-gesteuert	
Rotororientierung	Luvläufer	Luvläufer	
Achsneigung	6°	6°	
Konuswinkel des Rotors	-6°	-6°	
Nennleistung	6800 kW / 7200 kW	6800 kW / 7200 kW	
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11.00 m/s / 11.40 m/s	11.00 m/s / 11.40 m/s	
Rotordurchmesser	162 m	162 m	
Nabenhöhen	119 m	169 m	
Turmbezeichnung	TA27705	HA2A90A	
Einschaltwindgeschwindigkeit	3m/s	3m/s	
Abschaltgeschwindigkeit	25m/s	25m/s	
Rechnerische Lebensdauer	20 Jahre und 25 Jahre (siehe nachstehende Turbulenztabelle)	20 Jahre und 25 Jahre (siehe nachstehende Turbulenztabelle)	
Software Version	2022.01	2022.01	
Umweltbedingungen Klasse S			
Umgebungsturbulenzintensität NTM	NTM: Klasse S, siehe nachstehende Tabelle	NTM: Klasse S, siehe nachstehende Tabelle	
Umgebungsturbulenzintensität ETM	0.16	0.16	
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_{ave} (6.8 MW)	7.6 m/s	7.5m/s	
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_{ave} (7.2 MW)	7.6m/s für 20 Jahre lebensdauer 7.1m/s für 25 Jahre lebensdauer	7.5m/s für 20 Jahre lebensdauer 7.0m/s für 25 Jahre lebensdauer	
Weibull k-Parameter	2.00	2.00	
Geländerauigkeitsexponent (normale Bedingungen)	0.25	0.27	
Geländeneigung	8°	8°	
50-Jahres-Wind, V50 (10 min. durchschn.) in Nabenhöhe	39.50 m/s	37.60 m/s	
1-Jahres-Wind, V1 (10 min. durchschn.) in Nabenhöhe	31.60 m/s	30.10 m/s	
Luftdichte	normal	1.240kg/m ³	1.225kg/m ³
	niedrige Temperatur	1.342kg/m ³	1.326kg/m ³
Temperaturbereich	normal	-30°C bis +45°C	-30°C bis +45°C
	extrem	-40°C bis +50°C	-40°C bis +50°C
Relative Luftfeuchtigkeit	Bis zu 95%	Bis zu 95%	
Sonnenstrahlung	1000 W/m ²	1000 W/m ²	
Sicherheitsklasse S			
Lastsicherheitsbeiwert für DLC8.1	$\gamma_f=1.35$	$\gamma_f=1.35$	

Wind-geschwindigkeit [m/s]	NTM Fatigue [-]		NTM Extreme [-]	
	20 Jahre Lebensdauer [-]	25 Jahre Lebensdauer [-]	20 Jahre Lebensdauer [-]	25 Jahre Lebensdauer [-]
2	0.595	0.560	0.462	0.462
4	0.360	0.340	0.280	0.280
6	0.307	0.281	0.219	0.219
8	0.265	0.243	0.189	0.189
10	0.229	0.216	0.170	0.170
12	0.187	0.168	0.158	0.158
14	0.160	0.147	0.150	0.150
16	0.149	0.136	0.143	0.143
18	0.142	0.129	0.138	0.138
20	0.137	0.124	0.134	0.134
22	0.135	0.122	0.131	0.131
24	0.131	0.118	0.128	0.128

DNV – Report No. M-10048-0 – www.dnv.com

A-1

DNV Renewables Certification is the trading name of DNV's certification business in the renewable energy industry.

The certification body is Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Brooktorkai 18, 20457 Hamburg with organisational control to other entities within the DNV Group.



26	0.128	0.116	0.126	0.126
28	0.126	0.114	0.124	0.124
30	0.125	0.112	0.122	0.122
32	0.123	0.110	0.120	0.120
34	0.122	0.109	0.119	0.119
36	0.120	0.108	0.118	0.118
41	0.118	0.105	0.115	0.115

Tabelle: Umgebungsturbulenzintensität für HH119 Stahlurm.

Wind-geschwindigkeit [m/s]	NTM Fatigue [-]		NTM Extreme [-]	
	20 Jahre Lebensdauer [-]	25 Jahre Lebensdauer [-]	20 Jahre Lebensdauer [-]	25 Jahre Lebensdauer [-]
2	0.595	0.560	0.462	0.462
4	0.360	0.340	0.280	0.280
6	0.307	0.281	0.219	0.219
8	0.265	0.243	0.189	0.189
10	0.229	0.216	0.170	0.170
12	0.187	0.168	0.158	0.158
14	0.160	0.147	0.150	0.150
16	0.149	0.136	0.143	0.143
18	0.142	0.129	0.138	0.138
20	0.137	0.124	0.134	0.134
22	0.135	0.122	0.131	0.131
24	0.131	0.118	0.128	0.128
26	0.128	0.116	0.126	0.126
28	0.126	0.114	0.124	0.124
30	0.125	0.112	0.122	0.122
32	0.123	0.110	0.120	0.120
34	0.122	0.109	0.119	0.119
36	0.120	0.108	0.118	0.118
41	0.118	0.105	0.114	0.114

Tabelle: Umgebungsturbulenzintensität für HH169 Hybrid-Betonturm

Allgemein

Elektrische Netzbedingungen	
Normale Versorgungsspannung und Spannungsbereich	720 V ± 10 %
Normale Versorgungsfrequenz und Frequenzbereich	50 Hz ± 6 %
Spannungsschwankungen	max 2 %
Höchstdauer von elektrischen Netzausfällen	Zwei 3-monatige Zeiträume
Anzahl von elektrischen Netzausfällen	Max 50 pro Jahr



Weitere Umweltbedingungen (die Berücksichtigung finden)	
Blitzschutzsystem	Design acc. to IEC 61400-24 ed.2, Schutzklasse I
Erdbebenmodell und -parameter	DIBt - Richtlinie für Windenergieanlagen, DIN EN 1998-1/NA:2011-01. Seismic zone 3 (agR = 0.8) Ground types (A, B & C) Geology ground types (R, T & S) Importance class II (Importance factor $\gamma_I = 1.0$) Viscous damping ratio ($\xi = 5\%$)

Hauptkomponenten	
Blatttyp	EnVentus V162 P3 Blatt, 79.35 m, Kohle- und Glasfaserverstärkter Kunststoff
Getriebetyp	ZF EF1205C-012, i = 44,1
Hauptlager	Zwei einreihige Kegelrollenlager EDD F-681464.TR1-WPOS 000, Rev.AC, Schaeffler Technologies EDD F-681465.TR1-WPOS 000, Rev.AD, Schaeffler Technologies EDD F-681466.TR2SK-WPOS 000, Schaeffler Technologies
Hauptwelle	EN-GJS-500-14
Generatortyp	Permanenterregter Generator, V_UM12-14, Vestas Wind Systems A/S
Konvertertyp	CP 4418P.01, four quadrant IGBT, Vestas Wind Systems A/S



ANLAGE B - INBETRIEBNAHME PROTOKOLL (VORLAGE)

Liste der Dokumente:

Dokument Nr.	Revision	Titel
0015-7982	0	Inbetriebnahme Protokoll



ANLAGE C - BEDIENUNGSANLEITUNG

Liste der Dokumente:

Dokument Nr.	Revision	Titel
0098-7505	1	Operating manual EnVentus™ V150 EnVentus™ V162 50 Hz and 60 Hz, onshore



ANLAGE D - WARTUNGSPFLICHTENHEFT (SIF)

Liste der Dokumente:

Dokument Nr.	Revision	Titel
0093-1908	1	SIF for 3-month inspection
0093-1909	2	SIF for yearly inspection