

Gutachtliche Stellungnahme

Rotorblatt EB61.6

für die Windenergieanlage eno 126

Auftraggeber	eno energy systems GmbH Am Strande 3e 18147 Rostock Deutschland
Anlagenbeschreibung	Windenergieanlage: eno 126 Rotorblatt: EB61.6 Rotordurchmesser: 126 m Turmtyp: Stahlrohrturm Nabenhöhe: 137 m Typenklasse: IIA Windzone: 4 (DIBt 2012) Geländekategorie: II (DIBt 2012)
Bewertungsgrundlage	DIN EN 61400-1, „Windenergieanlagen – Teil1: Auslegungsanforderungen (IEC61400-1:2005 + A1:2010)“, Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010 DIBt, 2012 „Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Stand sicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung Oktober 2012
Entwickler	Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH
Auftragsnummer	11927558
Berichtsnummer	R11927558-3-de Rev. 0, 23.11.2017

Revision	Ausgabedatum	Betroffene Seiten	Änderungen
0	23.11.2017	-	Erstausgabe

Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Genehmigung durch die DEWI-OCC GmbH verwendet werden.

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

/1.1.1/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Bericht
„Blade Load Comparison for Rotor Blade EB61.6 between Blade Analysis
Report 2012-56 and Load Assessments 2016-88“,
Dok. Nr. 2017-67_eno126_40_NH137m_Blade_Load_Comparison_rev1.0,
Rev. 1.0, 25.10.2017, 14 Seiten

1.2 Mitgeltende Dokumente

/1.2.1/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Bericht
„Design loads of the rotor blade EB61.6 for the wind energy converter
eno126 of the company eno energy systems GmbH“,
Dok. Nr. 2015-41_DesignLoads_EB61.6, Rev. 1.2, 14.02.2016, 10 Seiten

/1.2.2/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Data
„eno126-137-40_Lastvergleich_Rotorblatt-EB61.6.xlsx“, 20.10.2017,
MD5 Checksum: 3C446F7669C660AAF35FA7C20A14F722, 130 kB

/1.2.3/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Data
„EL004_3_MZ1_M15.rfc“, 29.06.2017,
MD5 Checksum: 2C2250C0E24AEC385BC6EA87124D68B8, 70 kB

/1.2.4/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Data
„EL004_3_MZ1_M90.rfc“, 29.06.2017,
MD5 Checksum: E25B65C8265C4C8D6E607EEBAA053193, 29 kB

/1.2.5/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Bericht
„Load Assessment for the Wind Energy Turbine eno 137mHH 4.0 MW IEC
ed. 3 TC IIA / DIBt WZ 4 GK 2 (2012)“,
Dok. Nr. 2016-88_LA_eno126_137_40_rev2.1, Rev. 2.1, 19.05.2017, 113
Seiten

/1.2.6/ DEWI-OCC GmbH: Gutachtliche Stellungnahme
„Lastannahmen für die Windenergieanlage eno 126“,
Dok. Nr. R11927558-1-de, Rev. 0, 30.10.2017, 10 Seiten

/1.2.7/ DNV GL: Bericht
„Evaluation Report Design Evaluation“,
Dok. Nr. ER-DE-DNVGL-SE-0074-01684-0, Rev. 0, 15.02.2017, 13 Seiten

/1.2.8/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Bericht
„Stress Analysis and FE-Calculation of the rotor blade EB61.6 of the wind
energy converter eno 126 of the company eno energy systems GmbH“,
Dok. Nr. 2015-42, Rev. 1.1, 20.10.2015, 114 Seiten

-
- /1.2.9/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Bericht
„Blade test program for extreme strength test of the rotor blade EB61.6 for
the wind energy converter eno 126 of the company eno energy systems
GmbH“,
Dok. Nr. 2015-51, Rev. 1.2, 18.02.2016, 41 Seiten
- /1.2.10/ Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH: Bericht
„Analysis of the blade connection of the rotor blades EB56 and EB61 of the
wind energy converter eno 114 and eno 126 of the company eno energy
systems GmbH“,
Dok. Nr. 2013-10, Rev. 1.4, 11.02.2014, 25 Seiten

2 Bewertungsgrundlage

Die Bewertung erfolgte auf Grundlage der folgenden Normen und Richtlinien:

- /2.1/ DIN EN 61400-1, „Windenergieanlagen – Teil1: Auslegungsanforderungen (IEC61400-1:2005 + A1:2010)“, Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010
- /2.2/ DIN EN 61400-22: „Windenergieanlagen – Teil 22: Konformitätsprüfung und Zertifizierung (IEC 61400-22:2010)“, Deutsche Fassung EN 61400-22:2011
- /2.3/ DIN EN 61400-23: „Windenergieanlagen – Teil 23: Rotorblätter- Experimentelle Strukturprüfung“, Deutsche Fassung EN 61400-23:2014
- /2.4/ DIN EN 61400-23: „Windenergieanlagen -.Teil 24: Blitzschutz“, Deutsche Fassung EN 61400-24:2010
- /2.5/ DIBt, 2012 „Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung Oktober 2012
- /2.6/ Germanischer Lloyd, „Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen“, Ausgabe 2010

3 Prüfumfang

Es soll durch einen Lastvergleich gezeigt werden, dass das Design des Rotorblattes EB61.6 den Lastannahmen /1.2.5/ standhalten kann und die Anforderungen der Normen und Richtlinien in Kapitel 2 erfüllt.

Die in Kapitel 1.1 genannten Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Richtigkeit geprüft. Die mitgeltenden Dokumente aus Kapitel 1.2 wurden unterstützend für die Nachweisführung eingesehen.

4 Prüfbemerkungen

Die Lastannahmen der Windenergieanlage eno 126 /1.2.5/ auf einem Stahlrohrturm mit einer Nabenhöhe von 137 m sind durch die DEWI-OCC GmbH in /1.2.6/ geprüft worden.

Das Design des Rotorblattes EB61.6 wurde anhand der Auslegungslasten /1.2.1/ in /1.2.7/ durch DNV-GL geprüft.

Die Lastannahmen /1.2.5/ werden im Lastvergleichsdokument /1.1.1/ mit den Rotorblattauslegungslasten /1.2.1/ bis /1.2.4/ verglichen. Darüber hinaus werden in /1.1.1/ auch die Rotorblatttestlasten /1.2.9/ mit der Lastannahmen /1.2.5/ verglichen

Die technischen Kenndaten des Rotorblattes EB61.6 sowie der Windenergieanlage eno 126 sind im Anhang dieser Stellungnahme aufgeführt.

Die Extrem- und Betriebsfestigkeitslasten aus den Lastannahmen /1.2.5/ weisen für einige Blattsektionen und Lastrichtungen Lasterhöhungen gegenüber den Auslegungslasten /1.2.1/ auf. Wie in /1.1.1/ beschrieben wurde, sind die Lasterhöhungen durch die Restsicherheiten des Blattdesigns abgedeckt. Der Designer hat einen weiteren Strukturnachweis /1.2.8/ erstellt, mit dem nachgewiesen wird, dass das Design des Rotorblattes EB61.6 den Lasterhöhungen der Turbinenlasten /1.2.5/ standhalten kann.

Die Extrem- und Betriebsfestigkeitslasten aus den Lastannahmen /1.2.5/ für die Blattverschraubung weisen Lasterhöhungen gegenüber den Auslegungslasten /1.2.1/ auf. Wie in /1.1.1/ beschrieben wurde, sind die Lasterhöhungen durch die Restsicherheiten des Designs der Blattverschraubung abgedeckt. Dies konnte durch unabhängige Vergleichsrechnungen anhand der bereits zertifizierten FE-Strukturnachweis /1.2.10/ bestätigt werden. Die Blattverschraubung für das Design des Rotorblattes EB61.6, welche in /1.2.7/ zertifiziert worden ist, bleibt weiterhin gültig.

In /1.1.1/ werden die statischen und dynamischen Rotorblatttestlasten mit der Lastannahmen /1.2.5/ verglichen. Die Lastannahmen sind kleiner als die statischen und dynamischen Rotorblatttestlasten. Daher bleiben die statischen und dynamischen Rotorblatttesten, die in /1.2.9/ ausgewertet und in /1.2.7/ zertifiziert sind, gemäß der Norm /2.3/ gültig.

Das Design des Blitzschutzsystems wurde in /1.2.7/ gemäß der Norm /2.4/ zertifiziert und bleibt gültig für diese Konfiguration der Windenergieanlage.

5 Auflagen

Um einen fehlerfreien Betrieb der Windenergieanlage zu gewährleisten, müssen die folgenden Auflagen erfüllt werden:

- /5.1/ Die Rotorblätter müssen in Fertigungsstätten hergestellt werden, welche nach /2.2/ qualifiziert sind.
- /5.2/ Die erste schlagweise Eigenfrequenz des Rotorblattes EB61.6 muss 0,757 Hz $\pm 5\%$ betragen, die erste schwenkweise Eigenfrequenz des Rotorblattes muss 1.033 Hz $\pm 5\%$ betragen. Die Eigenfrequenzen des Rotorblattes dürfen durch den Betrieb der Anlage nicht angeregt werden.
- /5.3/ Die Blattmasse des Rotorblattes EB61.6 ohne Blattbolzen muss 15054 kg +450 kg / -300 kg betragen.
- /5.4/ Während der Herstellung der Rotorblätter sind die Material-eigenschaften durch entsprechende Tests zu prüfen. Kernwerkstoffe mit ausreichenden Materialeigenschaften sind zu verwenden. Die Festigkeiten der verwendeten Materialien dürfen nicht geringer sein als die zur Auslegung genutzten Materialfestigkeiten. Andere Materialeigenschaften dürfen von der Auslegung nicht mehr als 10% abweichen.
- /5.5/ Die Schraubenverbindung muss nach einer anerkannten Methode vorgespannt werden; der Anzugsfaktor muss mit den Werten aus dem Bericht /1.2.10/ übereinstimmen.

6 Zusammenfassung

Das Design des Rotorblattes EB61.6 weist eine ausreichende Festigkeit in Bezug auf die Extrem- und Betriebsfestigkeitslasten nach /1.2.5/ auf und entspricht den Anforderungen der Normen und Richtlinien in Kapitel 2.

Es bestehen keine Bedenken hinsichtlich der Verwendung des Rotorblattes EB61.6 an der Windenergieanlage eno 126, solange die Betriebsauflagen in /1.2.6/ erfüllt werden.

Die in Kapitel 5 genannten Auflagen müssen erfüllt werden.

Änderungen der Ausführung der Rotorblätter sind von der DEWI-OCC GmbH zu prüfen, andernfalls verliert diese Gutachterliche Stellungnahme ihre Gültigkeit.

Cuxhaven, 23.11.2017

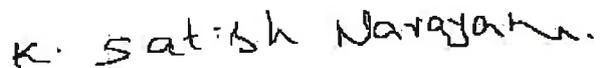
Verantwortlicher Experte



Zhaodan Ni, M. Sc.

Sachverständiger DEWI-OCC GmbH

Nachgeprüft durch



Satish Narayana Kasibhatla, M.Tech.

Sachverständiger DEWI-OCC GmbH

Anhang – Technische Kenndaten

I. Technische Kenndaten des Rotorblattes

Rotorblätterbezeichnungen	EB61.6
Entwickler	Aero Dynamik Consult Ingenieurgesellschaft mbH
Hauptmaterialien	Glasfaserverstärktes Epoxidharz
Lebensdauer	20 Jahren
Blattlänge	61,6 m
Maximale Profiltiefe	4,30 m
Blattmasse (nominal, ohne Blattbolzen)	15054 Kg + 450 Kg / -300 Kg
Statisches Moment bzgl. Blattflansch (nominal)	268115 Kgm
Anzahl und Gewindegröße Blattschrauben	96 M36
Durchmesser Bolzenkreis	2850 cm
Erste schlagweise Eigenfrequenz (berechnet)	0,757 Hz
Erste schwenkweise Eigenfrequenz (berechnet)	1,033 Hz

II. Technische Kenndaten der Windenergieanlage

Windenergieanlage	eno 126
Anlagentyp	Horizontale Achse mit variabler Rotordrehzahl
Windzone / Gelände Kategorie	WZ 4 / GK II
Nennleistung	4000 kW
Rotordurchmesser	126 m
Nennleistungsdrehzahl	11,5 min ⁻¹
Betriebsdrehzahl des Rotors	5,0 – 13,9 min ⁻¹
Nabenhöhe	137 m