



GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME MASCHINENBAULICHE KOMPONENTEN

Auftraggeber:
ENO ENERGY SYSTEMS GMBH

AUFTRAGSNR.: 13153817

*Berichtsnr.: R11927558-4-de, Rev. 1,
20.12.2019*

Windenergieanlage: eno 126-4.0
Rotorblatt: EB61.6
Rotordurchmesser: 126 m
Nennleistung: 4000 kW
Nabenhöhe: 137 m und 97 m
Stahlrohrturm
Windklasse: II A
Windzone: 4
Geländekategorie: II
Netzfrequenz: 50 Hz

Bewertungsgrundlage:
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
"Richtlinie für Windenergieanlagen –
Einwirkungen und
Standortsicherheitsnachweise für Turm und
Gründung", Fassung Oktober 2012

Und

DIN EN 61400-1:2011-08,
„Windenergieanlagen - Teil 1:
Auslegungsanforderungen“ (IEC 61400-
1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN
61400-1:2005 + A1:2010

**VERTRAULICHKEITSEINSTUFUNG:
IM ERMESSEN DES AUFTRAGGEBERS**

HINWEIS AN DRITTE

Dieser Bericht wurde von der UL Renewables Offshore und Certification Centre GmbH, einem UL-Unternehmen („UL“), erstellt und basiert auf Informationen, die nicht der Kontrolle von UL unterliegen. UL geht davon aus, dass die von Dritten bereitgestellten Informationen, sowohl mündlich als auch schriftlich, vollständig und richtig sind. Obwohl davon ausgegangen wird, dass die hierin enthaltenen Informationen, Daten und Meinungen unter den Bedingungen zuverlässig sind und den hierin dargelegten Beschränkungen unterliegen, übernimmt UL keine Garantie für deren Richtigkeit. Die Verwendung dieses Berichts oder anderer darin enthaltener Informationen durch eine dritte Partei, verschieden vom beabsichtigten Empfänger oder seiner verbundenen Unternehmen, bedeutet einen Verzicht und eine Befreiung von UL durch diesen Dritten von allen Ansprüchen und Haftungen, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf die Haftung für besondere, zufällige, indirekte oder Folgeschäden im Zusammenhang mit dieser Verwendung. Darüber hinaus stellt die Verwendung dieses Berichts oder jeglicher hierin enthaltener Informationen durch eine andere Partei als den beabsichtigten Empfänger oder seine verbundenen Unternehmen eine Vereinbarung dieser dritten Partei dar, UL vor Ansprüchen und Haftungen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Haftung für besondere, zufällige, indirekte oder Folgeschäden im Zusammenhang mit dieser Verwendung freizusprechen. Soweit gesetzlich zulässig, gilt diese Befreiung trotz der Fahrlässigkeit, der verschuldensunabhängigen Haftung, des Verschuldens, der Garantieverletzung oder der Vertragsverletzung von UL. Eine solche Befreiung, Verzicht oder Haftungsbeschränkung schließt auch die verbundenen Unternehmen und Unterauftragnehmer von UL sowie die Geschäftsführer, leitenden Angestellten, Partner, Mitarbeiter und Vertreter aller freigestellten Parteien ein.

ERLÄUTERUNGEN ZUR VERTRAULICHKEITSEINSTUFUNG

STRENG VERTRAULICH	Nur für den Empfänger bestimmt
VERTRAULICH	Kann innerhalb der Organisation des Auftraggebers freigegeben werden
UL INTERN	Nur UL intern zu verwenden
IM ERMESSEN DES AUFTRAGGEBERS	Freigabe nach Ermessen des Auftraggebers
ÖFFENTLICH	Keine Beschränkungen hinsichtlich der Freigabe

DOKUMENTENVERLAUF

REVISION	AUSGABEDATUM	BETROFFENE SEITEN	ÄNDERUNGEN
0	11.09.2018	-	Erstausgabe
1	20.12.2019	Alle	Vorlage aktualisiert 97m Nabenhöhe enthalten

1. UNTERLAGEN

1.1 Geprüfte Unterlagen

Allgemein

- /1.1.1/ eno energy systems GmbH: Bericht
"Technische Beurteilungen der Hauptkomponenten eno126-4.0-137",
Dok. Nr. eno126_40_137_EB616_IECII_Komponentenbeurteilung_rev0.docx Rev. 0,
17.03.2017, 46 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 11927558 – Dok Nr. -04+002)
- /1.1.2/ Eno Energy: Bericht
„Technische Beurteilungen der Hauptkomponenten eno 126 - 4.0 – 97 / 117 In Bezug auf die
Lasten der Lastberichte“,
Dok. Nr. eno126_40_97-117_EB616_IECII_Komponentenbeurteilung_rev1.docx Rev. 1,
19.11.2019, 53 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 13153817 – Dok Nr. -04+001)

Getriebe

- /1.1.3/ Eickhoff Antriebstechnik GmbH: Bericht
"Verzahnungsberechnung für die Hauptgetriebe EBN 3120 / EBN 3380 / EBN 3285 / EBN
3650 der Windkraftanlagen eno 114-3.5 / eno 114-3.8 / eno 126-3.5 / eno 126-4.0",
Dok. Nr. GVZ 00280515 Rev. 01, 16.10.2017, 261 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 11927558 – Dok Nr. -04+003)
- /1.1.4/ Eickhoff Antriebstechnik GmbH: Bericht
"Wellenberechnung für die Hauptgetriebe EBN 3120 / EBN 3380 / EBN 3285 / EBN 3650 der
Windkraftanlagen eno 114-3.5 / eno 114-3.8 / eno 126-3.5 / eno 126-4.0",
Dok. Nr. GWB 00290319 Rev. 01, 16.10.2017, 64 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 11927558 – Dok Nr. -04+004)

Maschinenträger

- /1.1.5/ eno energy systems GmbH: Bericht
"Festigkeitsnachweis des Generatorträgers",
Dok. Nr. eno_1xx_4.0_NW_Generatortraeger_R00.docx Rev. 0,
01.12.2017, 77 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 12104019 – Dok Nr. -04+001)
- /1.1.6/ eno energy systems GmbH: Bericht
"Festigkeitsnachweis Maschinenträger",
Dok. Nr. eno_1xx_4.0_NW_Maschinentraeger_R00 Rev. 0,
14.12.2017, 55 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 12104019 – Dok Nr. -04+002)

/1.1.7/ eno energy systems GmbH: Zeichnung
"Gussmaschinenträger",
Dok. Nr. 101210101 Rev. 1, 16.11.2017, 7 Blätter
(UL Renewables Order-Nr.: 12104019 – Dok Nr. -04+003)

/1.1.8/ eno energy systems GmbH: Zeichnung
"Generator Frame Welding Plan",
Dok. Nr. 101247500 Rev. 0, 23.02.2018, 10 Blätter
(UL Renewables Order-Nr.: 12104019 – Dok Nr. -04+009)

Turmkopfflansch

/1.1.9/ eno energy systems GmbH: Bericht
"Festigkeitsnachweis Turmkopfflansch",
Dok. Nr. eno126_35_137m_NW_Turmkopfflansch_R00.docx Rev. 0,
17.03.2017, 44 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 11927558 – Dok Nr. -04+001)

/1.1.10/ eno energy systems GmbH: Zeichnung
"Stahlrohrturm tubular steel tower eno126 - 137 - 3,5 - IEC III S DIBt 3 GK 2 eno126 - 137 -
4,0 - IEC II A DIBt 4 GK 2",
Dok. Nr. 1011079602 Rev. 2, 03.06.2017, 1 Blatt
(UL Renewables Order-Nr.: 11927558 – Dok Nr. -05+001)

1.2 Mitgeltende Dokumente

Lastannahmen

/1.2.1/ Aero Dynamik Consult GmbH: Bericht
"Load Assessment for the Wind Energy Turbine eno 114 128mHH 3.5 MW IEC ed. 3 TC IIs /
DIBt WZ IV GK 2 (2012)",
Dok. Nr. 2015-12_eno114_128_35_rev1_1 Rev. 1.1,
16.04.2015, 56 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -01+019)

/1.2.2/ Aero Dynamik Consult GmbH: Bericht
"Load Assessment for the Wind Energy Turbine eno 126 137mHH 4.0 MW IEC ed. 3 TC IIA /
DIBt WZ 4 GK 2 (2012)",
Dok. Nr. 2016-88 Rev. 2.1, 19.05.2017, 113 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 11927558 – Dok Nr. -01+002)

/1.2.3/ Aero Dynamik Consult: Bericht
„Load Assessment for the Wind Energy Turbine eno 126 97mHH 4.0 MW IEC ed. 3 TC IIA /
DIBt WZ 4 GK 2 (2012)“,
Dok. Nr. 2017-15 Rev. 1, 29.03.2017, 113 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 13153817 – Dok Nr. -01+004)

Rotorblattverstellsystem

- /1.2.4/ IMO Energy GmbH & Co. KG: Bericht
"Slewing ring calculation report (pitch)",
Dok. Nr. ber_03_41-60 2721-4-10781_eno_3,5MW_Blatt_Hei Rev. 2,
26.04.2013, 86 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+030)
- /1.2.5/ C.H. Schäfer Getriebe GmbH: Bericht
"Planetengeräte GKPX-300F-188,8-R-MF215 (pitch)",
Dok. Nr. DO-1000453-BER-GL Rev. 0, 28.11.2014, 101 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+031)
- /1.2.6/ eno energy systems GmbH: Spezifikation
"Pitch gear",
Dok. Nr. eno1xx3x_wtc_spec_pgea_en Rev. 0, 02.10.2012, 28 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+033)

Nabe

- /1.2.7/ eno energy systems GmbH: Bericht
"Festigkeitsnachweis der Rotornabe",
Dok. Nr. eno114_3.5MW_128m_wtg_calculation_report_rotor_hub_rev0.pdf Rev. 0,
20.05.2015, 43 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+110)

Triebstrang

- /1.2.8/ SKF: Bericht
"Bearing calculation",
Dok. Nr. Eno-energy 3.5 MW wind turbine Rev. 0, 15.04.2013, 34 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+067)
- /1.2.9/ Stüwe GmbH & Co KG: Bericht
"HSD 950-83-5",
17.11.2012, 7 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+121)
- /1.2.10/ eno energy systems GmbH : Bericht
"Centalink",
Dok. Nr. Dokumentation_DE -04+ 019-63540-000-000-0 Rev. -, 42 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+024)
- /1.2.11/ eno energy systems GmbH: Bericht
"Brake for high speed shaft",
Dok. Nr. eno1xx3x_wtc_spec_brakehss_en Rev. 0, 17.04.2013, 20 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+045)

Getriebe

/1.2.12/ Eickhoff Antriebstechnik GmbH: Bericht

"Lagerberechnung für die Hauptgetriebe EBN 3120 / EBN 3380 / EBN 3285 der Windkraftanlagen eno 114-3.5 / eno 114-3.8 / eno 126-3.5",
Dok. Nr. GLB 00280711 Rev. 0, 25.09.2014, 20 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+218)

/1.2.13/ Eickhoff Antriebstechnik GmbH: Bericht

"Festigkeitsnachweis der Strukturkomponenten für die Getriebetypen EBN3120, EBN3285 und EBN3380 unter Extrem- und Betriebslasten",
Dok. Nr. GSK 00280117 R01 Rev. 1, 11.12.2015, 38 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+200)

/1.2.14/ Eickhoff Antriebstechnik GmbH: Bericht

"Schrauben- und Stiftverbindungen für die Hauptgetriebe EBN 3120 / EBN 3380 / EBN 3285 der Windkraftanlagen eno 114-3.5 / eno 114-3.8 / eno 126-3.5",
Dok. Nr. GSS 00290513 Rev. 0, 24.03.2014, 176 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+222)

Machinenträger

/1.2.15/ eno energy systems GmbH: Spezifikation

"Technical specification of the Machine frame (cast component) For Wind Turbine Generator (WTG) eno 1xx",
Dok. Nr. eno1xx_wtg_spec_frame_cast_en_rev0.docx Rev. 0,
21.04.2017, 23 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 12104019 – Dok Nr. -04+004)

/1.2.16/ eno energy systems GmbH: Dokumentation

"Technical specification of the welded base frame For Wind Turbine Generator (WTG) eno 1xx-3.x",
Dok. Nr. eno1xx3x_wtc_spec_frame_welded_en_rev2.docx Rev. 2,
13.05.2015, 22 Seiten
(UL Renewables Order-Nr.: 12104019 – Dok Nr. -04+005)

/1.2.17/ eno energy systems GmbH: Zeichnung

"Generatorrahmen Übersichtsplan Generator Frame Position Plan",
Dok. Nr. 100567002 Rev. 2, 08.04.2015, 8 Blätter
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok. Nr. -04+095)

/1.2.18/ eno energy systems GmbH: Zeichnung

"Maschinenrahmen Übersichtsplan Machine Frame Position Plan eno 114",
Dok. Nr. 100912000 Rev. 0, 22.04.2015, 11 Blätter
(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok. Nr. -04+101)

Azimutsystem

/1.2.19/ ThyssenKrupp Rothe Erde GmbH: Zeichnung

"Ball Bearing Slewing Ring (yaw)",

Dok. Nr. 091 45 2980 000 44 1521 Rev. A, 12.05.2012, 2 Blätter

(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+001)

/1.2.20/ IMO Energy GmbH & Co. KG: Bericht

"Slewing ring calculation report (yaw)",

Dok. Nr. ber_02_41-45 2983-4-10782_eno_3.5MW_Azi_Hei Rev. 2,

26.04.2013, 44 Seiten

(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+004)

/1.2.21/ IMO Energy GmbH & Co. KG: Zeichnung

"Double Row Ball Slewing Ring (yaw)",

Dok. Nr. 41-452983/4-10782 Rev. 2, 25.04.2013, 3 Blätter

(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+002)

Schraubenverbindungen

/1.2.22/ Ingenieurbüro Rahlf: Bericht

"Machine Bearing ML07-008-56 Strength Verification",

Dok. Nr. DN_ML07_008_56 Eno3.xx RahlfB-02-ML07-008-56-01-A-A06092013, 06.09.2013,
23 Seiten

(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+128)

/1.2.23/ eno energy systems GmbH: Zeichnung

"Bushing 32 x 60 Machine Frame - Generator Frame",

Dok. Nr. 100617500, 06.06.2012, 1 Blatt

(UL Renewables Order-Nr.: 12104019 – Dok Nr. -04+013)

/1.2.24/ eno energy systems GmbH: Zeichnung "Nacelle Assembly GI",

Dok. Nr. 101230200, 23.05.2018, 3 Blätter

(UL Renewables Order-Nr.: 12104019 – Dok Nr. -04+014)

Maschinenhaus und Nabenverkleidung

/1.2.25/ eno energy systems GmbH: Bericht

"Festigkeitsberechnung der Gondelverkleidung Windkraftanlage eno 1xx-3x",

Dok. Nr. BS-11-1205-B1-V1.0 Rev. 1, 30.08.2012, 34 Seiten

(UL Renewables Order-Nr.: 101367 – Dok Nr. -04+109)

Weitere mitgeltende Dokumente

/1.2.26/ UL Renewables: Gutachtliche Stellungnahme

"Lastannahmen für die Windenergieanlage eno126",

Dok. Nr. R11927558-1-de Rev. 0, 30.10.2017

/1.2.27/ UL Renewables: Gutachtliche Stellungnahme

"Maschinenbauliche Komponenten für die Windenergieanlage eno114-3.5",

Dok. Nr. R101367-4-de Rev. 1, 14.06.2016

/1.2.28/ UL Renewables: Gutachtliche Stellungnahme
"Lastannahmen für die Windenergieanlage eno126-4.0 HH97m",
Dok. Nr. R13153817-1-de Rev. 0, 20.12.2019

2. BEWERTUNGSGRUNDLAGE

Die Bewertung erfolgte auf Grundlage der folgenden Normen und Richtlinien:

- /2.1/ Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) "Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung", Fassung Oktober 2012
- /2.2/ DIN EN 61400-1, „Windenergieanlagen – Teil1: Auslegungsanforderungen“, Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 -04+ A1+2010
- /2.3/ Forschungskuratorium Maschinenbau – FKM, „Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile aus Stahl, Eisenguss- und Aluminiumwerkstoffen“, 4. erweiterte Ausgabe 2002
- /2.4/ H. Gudehus und H. Zenner, „Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsberechnung“, Verein Deutscher Eisenhüttenleute, 4th edition 1999
- /2.5/ VDI 2230, „Systematic calculation of high duty bolted joints“, Verein Deutscher Ingenieure, Feb. 2003
- /2.6/ International Electrotechnical Commission: „Wind Turbines – Part 4: Design requirements for wind turbine gearboxes“, IEC 61400-4:2012-12 edition 1.0
- /2.7/ ISO 6336:2006-08, „Part 1-3 - Calculation of load capacity of spur and helical gears“
- /2.8/ ISO 6336-5:2003-07, „Calculation of load capacity of spur and helical gears“
- /2.9/ ISO 6336-6:2007-08, „Calculation of load capacity of spur and helical gears“
- /2.10/ ISO 76:2006, „Wälzlager - Statische Tragzahlen“
- /2.11/ ISO 281:2010, „Wälzlager – Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer“
- /2.12/ DIN 743:2012 „Teil 1-3 - Tragfähigkeitsberechnung von Wellen und Achsen“
- /2.13/ ISO/TR 15144-1:2014-09, „Calculation of micropitting load capacity of cylindrical spur and helical gears – Part 1: Introduction and basic principles“
- /2.14/ DIN EN 10204: 2004, „Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen“
- /2.15/ ISO/TS 16281:2009, „Rolling bearings -- Methods for calculating the modified reference rating life for universally loaded bearings“
- /2.16/ A. Hobbacher, „Recommendations for fatigue design of welded joints and components“, International Institute of Welding, XIII-2460-13/XV-1440-13 edition 2014
- /2.17/ DIN EN 1993-1-9:2005 -04+ AC:2009, „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung“

3. PRÜFUMFANG

Diese Gutachtliche Stellungnahme behandelt die Prüfung der maschinenbaulichen Komponenten der Windenergieanlage eno 126-4.0, spezifiziert in Anhang I.

Die Auslegung der maschinenbaulichen Komponenten der eno 126-4.0 wird auf Übereinstimmung mit der DIBt /2.1/ und der DIN EN 61400-1 /2.2/ auf Basis der Lastennahmen aus /1.2.1/ geprüft werden.

Die Lasten in /1.2.1/ wurden durch die UL geprüft. Die Prüfung ist durch den in /1.2.26/ genannten Zertifizierungsberichte dokumentiert.

Die Maschinen- und Strukturkomponenten der eno 126 sind identisch zu den bereits in /1.2.27/ zertifizierten Komponenten mit Ausnahme des Turmkopfflansches sowie dessen Schraubverbindungen.

Die Prüfung der identischen Komponenten erfolgt mittels Lastvergleiche.

Die Prüfung des Turmkopfflansches und der dazugehörigen Schraubverbindungen ist Bestandteil dieses Berichtes.

Die Prüfung eines zusätzlichen Maschinen- und Generatorträger und deren zugehörige Schraubverbindungen ist Bestandteil dieses Berichtes.

Die Auswertung der Unterlagen /1.1.3/ und /1.1.4/ für den Festigkeitsnachweis der maschinenbaulichen Komponenten des Hauptgetriebes unter Betriebsfestigkeits-lasten ist Bestandteil dieses Berichtes.

Der Bewertungsumfang der Revision 1 dieses Berichts umfasst den Lastvergleich der Maschinen und Strukturkomponenten der Windturbine eno 126-4.0 auf Basis der Lastennahmen aus /1.2.3/. Die Lasten in /1.2.3/ wurden durch die UL geprüft. Die Prüfung ist durch die in /1.2.28/ genannten Zertifizierungsberichte dokumentiert.

4. PRÜFBEMERKUNGEN

4.1 Allgemein

Die in Kapitel 1 aufgelisteten Maschinen- und Strukturkomponenten und der dazugehörigen Schraubverbindungen wurden auf Übereinstimmung mit der DIBt 2012 /2.1/ und der DIN EN 61400-1 /2.2/ geprüft.

Der Lastvergleich /1.1.1/ basiert auf einem Vergleich der Extrem- und Betriebsfestigkeitslasten. Der Lastvergleich zeigt ausreichende Restsicherheiten gegenüber den Auslegungslasten.

Die Festigkeitsanalyse des Turmkopfflansches wurde mittels der Finite-Elemente-Methode durchgeführt. Die zugehörigen Schraubverbindungen wurden gemäß VDI 2230 /2.5/ und mittels der Finite-Elemente-Methode ausgelegt. Die Berechnungen zeigten ausreichende Lastreserven.

Die Festigkeitsanalyse der Maschinen- und Generatorträger wurde mittels der Finite-Elemente-Methode durchgeführt. Die Schraubverbindungen zwischen den Maschinen- und Generatorträgern wurden gemäß VDI 2230 /2.5/ und mittels der Finite-Elemente-Methode ausgelegt. Die Berechnungen zeigten ausreichende Lastreserven.

Der Festigkeitsnachweis für die Zahnfuß- und Zahnflankenbeanspruchung des Getriebes wurde nach ISO 6336 /2.7/ - /2.9/ erbracht und zeigte ausreichende Lastreserven. Der Nachweis der Graufleckentragfähigkeit des Getriebes wurde nach ISO/TR 15144-1 /2.13/ erbracht und zeigte

ausreichende Lastreserven. Die Tragfähigkeitsberechnung der Wellen wurde nach DIN 743 /2.12/ durchgeführt und hat ausreichende Lastreserven gezeigt.

Die Auswertung des Blattflansches ist nicht Bestandteil dieses Berichtes.

Das Kühl- und Hydrauliksystem wurde bereits von UL Renewables in /1.2.27/ geprüft und bleibt unverändert.

Der Getriebetest ist in /1.2.27/ dokumentiert.

Das Maschinenhaus und die Nabenverkleidung bleiben unverändert wie in /1.2.27/ geprüft. Das Maschinenhaus und die Nabenverkleidung können für die WEA eno 126 weiter verwendet werden.

Der Lastvergleich /1.1.2/ basiert auf einem Vergleich der Extrem- und Betriebsfestigkeitslasten. Der Lastvergleich zeigt ausreichende Restsicherheiten gegenüber den Auslegungslasten.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die maschinenbaulichen Komponenten der Windenergieanlage eno 126-4.0 erfüllen die Anforderungen der DIBt /2.1/ und der DIN EN 61400-1 /2.2/.

Es bestehen keine Bedenken gegen den Betrieb der maschinenbaulichen Komponenten der eno 126-4.0 unter den Betriebsbedingungen die der Lastprüfung in /1.2.3/ zugrunde liegen.

Änderungen in der Konstruktion sind durch die UL zu prüfen, andernfalls verliert diese Gutachtliche Stellungnahme ihre Gültigkeit.

Cuxhaven, 20.12.2019

Sachverständiger



Chanakya Vajjala, M.Sc.
UL Renewables

Geprüft von



Dipl.-Ing. Asish Kharel
UL Renewables

ANHANG A — WINDENERGIEANLAGENDATEN

I. Anlagendaten

Anlagenhersteller	eno energy systems GmbH Am Strande 2e 18055 Rostock Deutschland	
Anlagenbezeichnung	Eno 126-4.0	
Typ	Horizontale Achse mit drehzahlvariabler Betriebsführung	
Windzone	4	
Geländekategorie	II	
Rechnerische Lebensdauer	20 Jahre	
Nennleistung	4000 kW	
Rotordurchmesser	126 m	
Anzahl der Rotorblätter	3	
Leistungsregelung	Variable Drehzahl und Blattverstellung	
Nennleistungsdrehzahl	11,5 1/min	
Betriebsdrehzahl des Rotors	5,0 - 13,9 1/min	5,75 - 13,5 1/min
Nabenhöhe	137 m	97 m
Rotortyp	Luvseitig angeordneter Dreiblatt-Rotor	
Drehrichtung	Uhrzeigersinn	
Rotorblattkonuswinkel	-2°	
Neigungswinkel der Rotorwelle	5°	
<i>Parameter für die Netzanbindung</i>		
Nennspannung und Spannungsbereich	600 V	
Nennfrequenz und Frequenzbereich	50 Hz	
<i>Windverhältnisse</i>		
50-Jahres Referenzwindgeschwindigkeit (V_{ref})	45,6 m/s	43,15 m/s
Jährliche Durchschnittswindgeschwindigkeit (V_{ave})	8,5 m/s	
Charakteristische Turbulenzintensität I_{ref} bei $v_{hub} = 15$ m/s	16 %	
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,0 m/s	

Nennwindgeschwindigkeit	11,6 m/s
Ausschaltwindgeschwindigkeit	25,0 m/s

II. Hauptkomponenten

<i>Blattverstellsystem</i>	
Blattverstellgetriebe	
Lieferant	C.H. Schäfer Getriebe GmbH
Typ	GKP3-300F-188,8-R-MF215
Übersetzung	190,4:1
Blattlager	
Lieferant	IMO Energy GmbH & Co. KG
Typ	41-602721/4-10781, Rev. a
<i>Nabe</i>	
Lieferant	eno energy systsems GmbH
Zeichnungs-Nr.	100551101, Rev. 1
Werkstoff	EN-GJS-400-18-LT
<i>Antriebswelle</i>	
Lieferant	eno energy systsems GmbH
Zeichnungs-Nr.	100953800
Werkstoff	34CrNiMo6
<i>Hauptlager</i>	
Lieferant	SKF
Typ	C30/1000 MB C3M
Lieferant	SKF
Typ	240/850 ECA/ C3M W33
<i>Hauptgetriebe</i>	
Lieferant	Eickhoff Antriebstechnik GmbH
Typ	EBN 3650
Übersetzung	1:119,44

Drehmomentstütze		
	Lieferant	Eickhoff Antriebstechnik GmbH
	Zeichnungs-Nr.	G 061249 Rev. -
	Werkstoff	EN-GJS-400-18U-LT
Planetenträger erste Stufe		
	Lieferant	Eickhoff Antriebstechnik GmbH
	Zeichnungs-Nr.	G 061374 Rev. -
	Werkstoff	EN-GJS-700-2U legiert
Planetenträger zweite Stufe		
	Lieferant	Eickhoff Antriebstechnik GmbH
	Zeichnungs-Nr.	G 061268 Rev. -
	Werkstoff	EN-GJS-700-2U legiert
<i>Elastomerlager</i>		
	Lieferant	ESM Energie- und Schwingungstechnik Mitsch GmbH
	Typ	ML07_008_56_KD, Rev. c
<i>Maschinenträger</i>		
(Option 1)	Zeichnungs-Nr.	100912000 Rev. 0
	Werkstoff	S355
(Option 2)	Zeichnungs-Nr.	101210101 Rev. 1
	Werkstoff	EN-GJS-400-18-LT
<i>Generatorträger</i>		
(Option 1)	Zeichnungs-Nr.	100567002 Rev. 2
	Werkstoff	S235
(Option 2)	Zeichnungs-Nr.	101247500 Rev. 0
	Werkstoff	S355

<i>Mechanische Bremse und Feststelleinheit</i>	
Mechanische Bremse	
Lieferant	Stromag France
Zeichnungs-Nr.	BCH85-26
Rotorarretierung	
Zeichnungs-Nr.	100919900 (Rotorlockscheibe)
Werkstoff	S460 NL+N
Zeichnungs-Nr.	590-0291-002 (Rotorarretierungsstifte)
Werkstoff	30CrNiMo8V
<i>Kupplung</i>	
Verbindung Nabe – Antriebswelle	
Lieferant	STÜWE GmbH & Co KG
Typ	HSD 950-83-5
Kupplung Abtriebswelle	
Lieferant	CENTA Antriebe Kirschey GmbH
Typ.	019-63540-000-000-0
<i>Azimutsystem</i>	
Azimutgetriebe	
Lieferant	C.H. Schäfer Getriebe GmbH
Typ	GP4-536-1584-R-VU-MF265
Übersetzung	1584:1
Anzahl der Getriebe	6
Azimutlager	
Lieferant	IMO Energy GmbH & Co. KG
Typ.	41-452983/4-10782
<i>Turmkopfflansch</i>	
Zeichnungs-Nr.	1011079602 Rev. 2
Werkstoff	S355NL+Z25



