

# Gutachtliche Stellungnahme

## Elektrische Komponenten

### für die Windenergieanlage eno 114 & eno 126

<b>Auftraggeber</b>	eno energy systems GmbH Am Strande 2e 18055 Rostock Deutschland
<b>Anlagenbeschreibung</b>	Windenergieanlagen: eno 114 & eno 126 Nennleistung: 4 MW Rotorblatt: EB 56 (eno 114) & EB 61.6 (eno 126) Rotordurchmesser: 114,9 m (eno 114) & 126 m (eno 126) Turmtyp: Stahlrohrturm Nabenhöhe: 92 / 127,5 / 142 m (eno 114) und 97 / 117 / 137 m (eno 126) Windklasse: IIA Windzone: 4 Geländekategorie: II Netzfrequenz: 50 Hz
<b>Bewertungsgrundlage</b>	DIN EN 61400-1: "Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen" (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010, 2011-08  Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) "Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung", Fassung Oktober 2012
<b>Entwickler</b>	eno energy systems GmbH
<b>Auftragsnummer</b>	11927558
<b>Berichtsnummer</b>	R11927558-6-de Rev. 0, 06.09.2018

---

Revision	Ausgabedatum	Betroffene Seiten	Änderungen
0	06.09.2018	-	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/ eno energy systems GmbH: Spezifikation  
"Synchronous generator e.n.o. 1xx / 4MVA",  
Dok. Nr. eno1xx\_spec\_generator\_EN\_rev0\_.Dok. Rev. 0, 15.05.2013,  
32 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+005)
- /1.1.2/ eno energy systems GmbH: Schaltplan  
"Singleline Diagram",  
Dok. Nr. e.n.o. 114 / 128 Rev. 1, 30.03.2016, 7 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+070)
- /1.1.3/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Kabelauslegung für die Windenergieanlage (WEA) eno 1xx der  
Leistungsklasse 4,0MW",  
Dok. Nr. eno1xx\_4.0MW\_Kabelauslegung\_de.docx Rev. 0, 04.09.2017, 25  
Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+006)
- /1.1.4/ FeCon GmbH: Anleitung  
"Bedienungsanleitung Frequency Power Converter (FPC) für die  
Windenergieanlagen eno82, eno92, eno 100 und eno 114 der Firma eno  
energy GmbH",  
Rev. 1.1, 02.06.2014, 67 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+012)
- /1.1.5/ FeCon GmbH: Datenblatt  
"Umrichtersystem 2400 kW",  
Dok. Nr. Datenblatt\_eno\_fpc\_v05.docx Rev. 0.5, 08.03.2012, 9 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+013)
- /1.1.6/ eno energy systems GmbH: Spezifikation  
"Spezifikation Transformatorstation 4500 kVA",  
Dok. Nr. Spezifikation\_Transformatorstation\_4500kVA\_de\_rev1.Dok. Rev.  
1, 25.08.2015, 27 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+018)
- /1.1.7/ eno energy systems GmbH: Spezifikation  
"Electrical pitch system eno 1xx 3.x MW",  
Dok. Nr. eno1xx\_spec\_pitch\_system\_rev0.docx Rev. 0, 21.03.2016, 36  
Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+051)

- /1.1.8/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Manufacturer's certificate Calculation of backup power cells for electrical pitch system eno 1xx 3.x MW",  
Dok. Nr. mce\_cap\_backup\_power\_cells\_eno1xx\_pitch\_system\_rev0.docx  
Rev. 0, 21.03.2016, 7 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+052)
- /1.1.9/ eno energy systems GmbH: Bericht  
"Blitz- und Überspannungsschutz",  
Dok. Nr. eno114\_Blitz\_Ueberspannungsschutz\_de Rev. 3,  
22.04.2016, 12 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+055)
- /1.1.10/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Datenblatt RU-700LC",  
Rev. 0, 29.11.2017, 2 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+004)
- /1.1.11/ VEM: Dokumentation  
"Synchrongenerator Typ DRSYZ 6325-6USB Datenblatt",  
10.05.2017, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+005)

## 1.2 Mitgeltende Dokumente

- /1.2.1/ Rexroth Bosch Group: Bericht  
"Elektrisches Blattverstellungssystem für Windenergieanlagen e.n.o. 114 – 3,5MW",  
28.10.2013, 58 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+006)
- /1.2.2/ VEM Sachsenwerk GmbH: Zeichnung  
"Maßbild / Dimension Zeichnung",  
Dok. Nr. AB.22631.00 Rev. 0, 05.12.2013, 1 Blatt  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+007)
- /1.2.3/ VEM Sachsenwerk GmbH: Manual  
"Bedien- und Wartungshandbuch Drehstrom-Synchrongenerator DRSYZ 6325-6US",  
Dok. Nr. AD.06960.00 DE / K-0868710 Rev. 1.2013, 66 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+011)
- /1.2.4/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"eno 114 SC Nacelle (SN#06...13)",  
Dok. Nr. 63.11583 Rev. 1.3c, 13.11.2015, 128 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+015)

- /1.2.5/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"eno 114 SC Towerbase (SN#06...13)",  
Dok. Nr. 63.11583 Rev. 1.3c, 13.11.2015, 62 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+016)
- /1.2.6/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Herstellereklärung zum elektrischen System der Windenergieanlage  
eno114/126 4.0 - Generator",  
27.06.2018, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+011)
- /1.2.7/ VEM: Dokumentation  
"Typprüfbericht Synchronmaschine / Type test Bericht synchronous  
machine",  
Dok. Nr. S 24-2/1, 30.04.2018, 18 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+012)
- /1.2.8/ Siemens AG: Datenblatt  
"Product Datenblatt 3RV2 circuit breaker",  
Dok. Nr. 3RV2011-1CA25, 21.02.2013, 5 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+022)
- /1.2.9/ Siemens AG: Datenblatt  
"Product Datenblatt 3RV2 circuit breaker",  
Dok. Nr. 3RV2011-1GA25, 21.02.2013, 5 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+023)
- /1.2.10/ Siemens AG: Datenblatt  
"Product Datenblatt 3RV2 circuit breaker",  
Dok. Nr. 3RV2011-1JA25, 21.02.2013, 5 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+024)
- /1.2.11/ Siemens AG: Datenblatt  
"Product Datenblatt 3RV2 circuit breaker",  
Dok. Nr. 3RV2011-1KA25, 21.02.2013, 5 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+025)
- /1.2.12/ Siemens AG: Datenblatt  
"Product Datenblatt 3RV2 circuit breaker",  
Dok. Nr. 3RV2011-4AA20, 21.02.2013, 5 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+026)
- /1.2.13/ Siemens AG: Datenblatt  
"Product Datenblatt 3RV2 circuit breaker",  
Dok. Nr. 3RV2011-4AA25, 21.02.2013, 5 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+027)

- /1.2.14/ B-COMMAND GmbH: Handbuch  
"Handbuch Sicherheits-Drehgeber primeCAM",  
Dok. Nr. B-Command\_primeCAM\_MA\_E09947\_D1 18\_DE.docx Rev.  
D1.18, 30.08.2015, 26 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+028)
- /1.2.15/ Siemens AG: Datenblatt  
"SCHUETZ, AC-3, 3KW/400V, 1OE, DC 24V, M. INTEGRIERTER DIODE  
3POL, BGR. S00 FEDERZUGANSCHLUSS",  
Dok. Nr. 3RT2015-2FB42, 15.08.2011, 7 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+029)
- /1.2.16/ Eaton Industries GmbH: Dokumentation  
"Oeffner-Kontakt,Cage Clamp,Front M22-CK01",  
Dok. Nr. 216385 - HPL-ED2012 V1.1 DE Rev. 1.1, 14.06.2012, 6 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+031)
- /1.2.17/ Eaton Industries GmbH: Dokumentation  
"Kontaktelement 1 Schließer, Bodenbefestigung, Federzuganschluss M22-  
CKC10",  
Dok. Nr. 216386 - HPL-ED2015 V12.0 DE Rev. 12, 26.05.2015, 3 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+032)
- /1.2.18/ Eaton Industries GmbH: Dokumentation  
"Kontaktelement 1 Öffner, Bodenbefestigung, Federzuganschluss M22-  
CKC01",  
Dok. Nr. 216387 - HPL-ED2015 V16.0 DE Rev. 16, 05.011.2015, 3 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+033)
- /1.2.19/ Eaton Industries GmbH: Dokumentation  
"Pilzdrucktaste, rot, rastend M22-DRP-R",  
Dok. Nr. 216745 - HPL-ED2015 V15.0 DE Rev. 15, 09.09.2015, 4 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+034)
- /1.2.20/ FeCon GmbH: Bericht  
"EC Declaration of Conformity",  
15.02.2016, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+046)
- /1.2.21/ FeCon GmbH: Bericht  
"Declaration by the Manufacturer (Directive 2006/42/EG)",  
15.02.2016, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+047)
- /1.2.22/ DNV GL: Bericht  
"Evaluation Bericht Design Evaluation Rotor Blade EB61.6",  
Dok. Nr. ER-DE-DNVGL-SE-0074-01684-0 Rev. 0, 15.02.2017, 13 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+008)

- /1.2.23/ Global Lightning Protection Services A/S I: Bericht  
"Test Spezifikation – RE56",  
Dok. Nr. 20321-01 V1\_0, 11.02.2014, 17 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr.-6+048)
- /1.2.24/ Global Lightning Protection Services A/S: Bericht  
"Evaluation Bericht – EB56 LPS",  
Dok. Nr. 20321-02 V1\_0, 20.03.2014, 16 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr.-6+049)
- /1.2.25/ DNV GL: Bericht  
"Lightning protection system for rotor blade ENO EB56",  
Dok. Nr. CC-DNVGL-SE-0074-00732-0, 11.12.2015, 2 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr.-6+050)
- /1.2.26/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Test Record ENO\_FPC-723\_LC",  
Dok. Nr. Prüfprotokol\_ENO\_FPC-723\_V04.doc, 13.0, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+053)
- /1.2.27/ eno energy systems GmbH: e-mail  
"Feedback for evaluation of electrical components for the Eno 114 wind  
turbine (101367-4)",  
MD5 Checksum. B1A8B494B68AB0545267A3C10200CBAE, 22.03.2016  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+054)
- /1.2.28/ eno energy systems GmbH: e-mail  
"Feedback for evaluation of electrical components for the Eno 114 wind  
turbine (101367-4)",  
MD5 Checksum. 9E1AB13F2DA6F2488E066681178BBE99, 22.04.2016  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+056)
- /1.2.29/ eno energy systems GmbH: e-mail  
"FW eno114 - 101367-4",  
MD5 Checksum. 1C2FE360CA24CB2C0D031EDF0FB6E570, 26.04.2016  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+058)
- /1.2.30/ Bussmann: Dokumentation  
"High Speed Fuses For the Protection of Power Semiconductors",  
01.02.1998, 41 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+059)
- /1.2.31/ ABB Inc.: Dokumentation  
"Across the line contactors A9 - AF1650",  
Dok. Nr. 1SXU000023C0202, 96 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+060)

- /1.2.32/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Technical data PBS 3",  
Dok. Nr. SB-PCS\_EN\_V9, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+061)
- /1.2.33/ PHOENIX CONTACT GmbH Co. KG: Datenblatt  
"QUINT-PS/ 3AC/24DC/20 - Primär getaktete Stromversorgung mit SFB-  
Technology 3 AC, Ausgangsstrom 20 A",  
Dok. Nr. 303132\_de\_01, 01.09.2009, 15 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+062)
- /1.2.34/ PHOENIX CONTACT GmbH Co. KG: Datenblatt  
"QUINT-UPS/ 24DC/ 24DC/20 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung",  
Dok. Nr. 104659\_de\_02, 29.10.2015, 28 Seiten  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+063)
- /1.2.35/ eno energy systems GmbH: e-mail  
"FW eno114 - 101367-4",  
MD5 Checksum. 720CDB9CC3CE8A457D3009E859AF10A9, 27.04.2016  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+065)
- /1.2.36/ eno energy systems GmbH: Zeichnung  
"FPCn with Q1 inside",  
1 Blatt  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+066)
- /1.2.37/ SIBA GmbH: Dokumentation  
"NH4a-1000A Sicherungen",  
01.06.2012, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+067)
- /1.2.38/ EFEN GmbH: Dokumentation  
"NH-Sicherungs-Lasttrenner",  
01.04.2015, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 101367 - Dok. Nr. -06+068)
- /1.2.39/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Erklärung zur Dimensionierung des elektrischen Systems der  
eno114/eno126-4MW",  
10.01.2018, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+002)
- /1.2.40/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Herstellererklärung zum elektrischen System der Windenergieanlage  
eno114/126 4.0 - Umrichter",  
13.07.2018, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+014)



- /1.2.41/ eno energy systems GmbH: Dokumentation  
"Herstellererklärung zum elektrischen System der Windenergieanlage  
eno114/126 4.0 - Gleichrichter",  
13.07.2018, 1 Seite  
(DEWI-OCC Auftrag-Nr.: 11927558 - Dok. Nr.-6+015)
- /1.2.42/ DEWI-OCC GmbH: Gutachtliche Stellungnahme  
"Elektrische Komponenten für die Windenergieanlage 114-3.5"  
Dok. Nr. R101367-6-de Rev. 0, 26.05.2016, 14 Seiten

## 2 Bewertungsgrundlage

Die Bewertung erfolgte auf Grundlage der folgenden Normen und Richtlinien:

- /2.1/ DIN EN 61400-1: "Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen" (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010, 2011-08
- /2.2/ Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) "Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Fassung Oktober 2012
- /2.3/ DIN EN 61400-24: "Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz" (IEC 61400-24:2010); Deutsche Fassung EN 61400-24:2010, 2011-04
- /2.4/ DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1): "Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen" (IEC 44/617/CD:2010, 2011-01
- /2.5/ DIN EN 61200-22: "Windenergieanlagen - Teil 22: Konformitätsprüfung und Zertifizierung" (IEC 61400-22:2010); Deutsche Fassung EN 61400-22:2011, 2011-10
- /2.6/ DIN EN 62477-1 VDE 0558-477-1: "Safety requirements for power electronic converter systems and equipment - Part 1: General, (IEC 62477-1:2012 + A1:2016)", German version EN 62477-1:2012 + A11:2014 + A1:2017, 2017-10
- /2.7/ DIN EN 60076-1; VDE 0532-76-1: "Power Transformers - Part 1: General (IEC 60076-1:2011) "; German version EN 60076-1:2011, 2012-03
- /2.8/ DIN EN 60076-11 VDE 0532-76-11: "Power transformers - Part 11: Dry-type transformers (IEC 60076-11:2004)", German version EN 60076-11:2004, 2005-04
- /2.9/ DIN EN 50588-1: "Medium power transformers 50 Hz, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV - Part 1: General requirements"; German version EN 50588-1:2015, 2016-03

- /2.10/ IEC 62271-100: "High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers", Edition 2.1, 2012-09
- /2.11/ IEC 62271-102: "High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches", Edition 1.2, 2013-02
- /2.12/ IEC 62271-103: "High-voltage switchgear and controlgear – Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV", Edition 1.0, 2011-06
- /2.13/ IEC 62271-105: "High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV", Edition 2.0, 2012-09
- /2.14/ IEC 62271-200: "High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV", Edition 2.0, 2011-10

### 3 Prüfumfang

Die elektrischen Komponenten der Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 werden auf Übereinstimmung mit der Bewertungsgrundlage DIN EN 61400-1 /2.1/ und DIBt 2012 /2.2/ geprüft.

Die Dokumentation aus Kapitel 1.1 wird als Prüfgrundlage herangezogen. Die Vollständigkeit, Richtigkeit und Konformität der Prüfgrundlage mit der Bewertungsgrundlage aus Kapitel 2 wird geprüft. Die mitgeltenden Dokumente aus Kapitel 1.2 werden unterstützend für die Nachweisführung eingesehen.

Generator, Transformator, Umrichter, Schaltanlagen, die Stromkabelberechnung, Energiespeicherberechnung der Blattverstellung und Blitzschutzsystem sind geprüft worden.

Die elektrischen Komponenten der Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 sind identisch mit den elektrischen Komponenten der Windenergieanlage eno114-3.5, wie vom Hersteller in /1.2.39/ erklärt. Die elektrischen Komponenten der Windenergieanlage eno114-3.5 wurden gemäß /1.2.42/ zertifiziert.

### 4 Prüfbemerkungen

#### 4.1 Allgemein

Die elektrischen Komponenten der Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 auf einem Stahlrohrturm mit einer Nabenhöhe von 92 / 127,5 / 142 m (eno 114) und 97 / 117 / 137 m (eno 126) und dem Rotorblatttyp EB 56 (eno 114) & EB 61.6 (eno 126) wurden geprüft.

Die Typenprüfung des Generators wurde, wie in /1.2.6/ und /1.2.7/ beschrieben, durchgeführt. Der Generator ist für 4 MW ausgelegt. Der Generator der Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 arbeitet am Betriebspunkt bei einer Generatorleistung von 4200 kW und einem Nennstrom 6x536 A entsprechend der Turbinenausgangsleistung von 4000 kW. Der Erwärmungslauf („Heat-Run-Test“) in Kombination mit dem Umrichter wurde gemäß Prüfbericht in /1.2.7/ getestet und zeigt ein richtlinienkonformes Verhalten am Bemessungsbetriebspunkt.

Der Frequenzumrichter ist unterteilt in separate Gleichrichter und Wechselrichtermodule. 6 Gleichrichtermodule sind direkt am Generator angebracht, eines für jede Statorwicklung. Es gibt 6 Wechselrichter am Turmfuß der Windenergieanlage. Der Wechselrichter und der Gleichrichter sind durch Kabel verbunden, welche durch den Turm verlegt sind und den DC-Zwischenkreis des Konvertersystems bilden. Der Wechselrichter ist identisch mit dem in /1.2.42/ zertifizierten, arbeitet jedoch an einem anderen Betriebspunkt, wie in /1.2.40/ beschrieben. Die Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 sind mit einem unterschiedlichen Gleichrichter im Vergleich zur eno114-3.5, welcher in /1.1.10/ und /1.2.41/ geprüft wurde, ausgestattet. Das Testprotokoll ist in /1.2.26/ beschrieben, die Werkabnahmeprüfung wurde jedoch nicht nach DIN EN 62477-1 VDE 0558-477-1 /2.6/ durchgeführt.

Die Auslegung der Leistungskabel wurde in /1.1.3/ auf ausreichende Kapazität geprüft.

Die Auslegung der Batterien aus /1.1.8/, /1.2.29/ und /1.2.32/ wurde, für den Fall eines externen Energieverlustes, auf ausreichende Kapazität für die Dauer bis zum Erreichen eines sicheren Zustandes geprüft.

Die Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 besitzen einen Überlast- und Kurzschlusschutz. Schutzschalter stehen zum Trennen der Windenergieanlage oder einzelner Teile des elektrischen Systems von der Stromversorgung zur Verfügung.

Das Blitzschutzsystem der Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 ist für den Gefährdungspegel LPL I entsprechend der Bewertungsgrundlage /1.1.9/ ausgelegt.

Das Blitzschutzsystem des Rotorblattes EB 56 wurde in Dokument /1.2.23/ und /1.2.24/ nach IEC 61400-24 /2.3/ mit Hochspannung und Hochstrom getestet. Das Blitzschutzsystem des Rotorblattes EB56 wurde außerdem in /1.2.25/ nach IEC 61400-22 /2.5/ zertifiziert. Da die IEC 61400-22 /2.5/ bezüglich des Blitzschutzsystems auf die IEC 61400-24 /2.3/ verweist, wird angenommen, dass das Rotorblatt EB56 ebenfalls nach IEC 61400-24 /2.3/, in /1.2.25/ zertifiziert ist.

Das Blitzschutzsystem des Rotorblattes EB 61.6 wurde in Dokument /1.2.22/ nach IEC 61400-24 /2.3/ mit Hochspannung und Hochstrom getestet.

Alle metallischen Komponenten der Windenergieanlage sind mit ausreichendem Querschnitt an die Potentialausgleichsschiene, welche mit dem Erdungssystem verbunden ist, angeschlossen.

## 4.2 Elektrische Hauptkomponenten

Die Nennleistung der Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 beträgt 4 MW.

### Generator:

Hersteller	VEM Sachsenwerk GmbH
Typ	DRSYZ 6325-6USB
Schaltung	6Y
Bemessungsspannung (Stator)	801 V
Nennspannung (Stator)	765 V
Nennstrom (Stator)	6 x 536 A
Nennscheinleistung	4264 kVA
Nennwirkleistung	4197 kW
Leistungsfaktor	+0,985
Nenndrehzahl	1362 min <sup>-1</sup>
Drehzahl im Produktionsbereich	500 – 1630 min <sup>-1</sup>
Nennfrequenz	68,1 Hz
Betriebsart	S1
Isolierstoffklasse	F
IP-Schutzgrad	IP54

### Gleichrichter:

Hersteller	eno energy
Typ	RU-700LC
Modul	6
Nennwirkleistung (Modul)	795 kVA
Bemessungsspannung	850 V

---

Nennspannung	765 V
Nennspannung DC-Link	< 1250 V <sub>DC</sub>
Nennstrom (Modul)	540 A
Frequenzbereich	30 – 80 Hz

**Wechselrichter:**

Hersteller	FeCon GmbH
Typ	ENO_FPC-723_LC
Modul	6
Nennscheinleistung (Modul)	750 kVA
Nennwirkleistung (Modul)	700 kW
Nennspannung	600 ( $\pm 10\%$ ) V
Nennspannung DC-Link	1000 (950 – 1200) V
Nennstrom (Modul)	670 A
Leistungsfaktor	0,93 (kap.) – 0,93 (ind.)
Nennfrequenz	50 / 60 Hz
Maximale Energie der Bremschopper	2500 kW <sub>s</sub>
IP-Schutzgrad	IP54

**Leistung Sicherungseinsätze:**

Hersteller	SIBA
Typ	NH4a-1000A
Nennspannung	690 V
Bemessungsstrom	1000 A
Bemessungsausschaltvermögen	120 kA

### **Transformator:**

Hersteller	SGB / Siemens / Schneider Electric / Pauwels
Typ	Typgeprüfte Ausführungen gemäß DIN EN 50588-1, DIN EN 60076-1, VDE 0532-76-1, IEC 60076-1
Schaltgruppe	Dy5
Nennscheinleistung	4500 kVA
Nennspannung (MS / NS)	20 ( ± 2x2.5%) / 0.6 kV
Kurzschlussspannung	5 – 8 %
Nennfrequenz	50 Hz
Kühlverfahren	ONAN

### **Mittelspannungsschaltanlage:**

SF6-isolierte Schaltanlage, typgeprüfte Ausführungen gemäß IEC 62271-100 /2.10/, IEC 62271-102 /2.11/, IEC 62271-103 /2.12/, IEC 62271-105 /2.13/, und IEC 62271-200 /2.14/.

Die eno 114 & eno 126 Windenergieanlagen verfügen über einen elektrisch erregten Synchrongenerator und ein Voll-Last Konvertersystem, welches mit dem Mittelspannungsversorgungssystem an den lokalen Energieversorger mittels Transformator und Mittelspannungsschaltanlage angeschlossen ist.

Der Transformator und die Mittelspannungsschaltanlage sind außerhalb der Anlage installiert und nicht im Lieferumfang der Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 enthalten. Die Designanforderungen für den Transformator und die MS-Schaltanlage sind jedoch durch den Hersteller der Windenergieanlage angegeben.

Die Wechselrichtermodule sind mit dem Transformator NS-Bus, über 6 Sicherungselemente und Isolatoren verbunden. Abhängig von dem Hersteller der Transformatorstation gibt es unterschiedliche Lieferanten für die Sicherungselemente und Isolatoren. Die Spezifikation bleibt jedoch identisch.

## 5 Auflagen

- 5.1 Das elektrische System ist gemäß der DIN EN 60204-1 /2.4/ Kapitel 18: „Prüfungen“ in Betrieb zu nehmen. Der Testbericht muss, als Teil der Dokumentation der Windenergieanlage, dem Betreiber zur Verfügung gestellt werden. Die Fehlerfreiheit und ordnungsgemäße Funktion ist durch den Hersteller zu bescheinigen. Das Inbetriebnahmeprotokoll ist zusammen mit der Betriebs- und Wartungsanleitung dem Betreiber zu übergeben.
- 5.2 Das elektrische System muss in Abständen von nicht mehr als 4 Jahren von geschultem oder eingewiesenem Personal geprüft werden. Die Prüfung muss entsprechend der DIN VDE 0100-600:2008-06 „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 6: Prüfungen (IEC 60364-6:2006, modifiziert) durchgeführt werden. Der Testbericht muss, als Teil der Dokumentation der Windenergieanlage, dem Betreiber zur Verfügung gestellt werden.
- 5.3 Ein Zertifikat über die elektromagnetische Verträglichkeit der relevanten Teile der Anlage soll nach den Standards der IEC 61000 erstellt werden. Dieses Zertifikat soll dem Betreiber mit der Dokumentation übergeben werden.
- 5.4 Der Aufstellungsort darf nicht höher als 1000 m über dem Meeresspiegel liegen.
- 5.5 Die Werkabnahmeprüfung des Umrichters nach DIN EN 62477-1 VDE 0558-477-1 /2.6/ ist durchzuführen. Die Testberichte müssen der DEWI-OCC GmbH zur Verfügung gestellt werden, bevor ein Typenzertifikat ausgestellt werden kann.
- 5.6 Datenblatt und Prüfbericht für die Mittelspannungsschaltanlage und den Haupttransformator nach IEC 62271-200 / 2.14 / und IEC 60076-11 /2.8 / müssen der DEWI-OCC GmbH zur Verfügung gestellt werden, bevor ein Typenzertifikat ausgestellt werden kann.

## 6 Zusammenfassung

Die elektrischen Komponenten der Windenergieanlagen eno 114 & eno 126 sind in Übereinstimmung mit den Anforderungen der DIBt 2012 /2.2/ in Verbindung mit Kapitel 10 der Bewertungsgrundlage DIN EN 61400-1 /2.1/.

Die Auflagen aus Kapitel 5 sind zu beachten.

Änderungen der Anlagenausführung müssen von DEWI-OCC GmbH geprüft werden, andernfalls verliert diese Gutachtliche Stellungnahme ihre Gültigkeit.

Cuxhaven, 06.09.2018

Verantwortlicher Experte

Geprüft durch

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Schattn".

Saptarshi Chatterjee, M.Sc.  
Sachverständiger DEWI-OCC GmbH

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bröring".

Dipl.-Ing. (FH) Guido Bröring  
Sachverständiger DEWI-OCC GmbH