

# Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage GE 5.x-158

- Elektrisches System und Blitzschutz -

<b>TÜV NORD Bericht Nr.:</b>	8115 542 742-5 D Rev. 5
<b>Prüfobjekt:</b>	Elektrische Komponenten und Blitzschutz der Windenergieanlage GE 5.x-158 - DIBt 2012 - DIN EN 61400-1 (3 <sup>rd</sup> Edition)
<b>Hersteller:</b>	GE Wind Energy GmbH Holsterfeld 16 48499 Salzbergen Germany

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 11 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	28.06.2018	Erste Fassung (Prototypenvariante)	H. Grafe
1	29.03.2019	Berichtsüberarbeitung wegen Änderungen zur Serienausführung der WEA	I. Luckner
2	20.09.2019	Auflagenbearbeitung zur Serienausführung der WEA	I. Luckner
3	29.11.2019	Auflagenbearbeitung zur Serienausführung der WEA	I. Luckner
4	09.12.2019	Turmvariante Hybridturm für die GE 5.5-158 aufgenommen Auftragsnummer 2019-0356	I. Luckner
5	06.01.2020	Berichtsformat überarbeitet, Leistungsbereich der GE 5.5-158 bis 4,5 MW angepasst Geänderte Seiten: Kompletter Bericht überarbeitet	I. Luckner, C. Silva

## Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente .....	4
1.1	Geprüfte Dokumente – Prototyp.....	4
1.2	Geprüfte Dokumente – Serienfertigung.....	4
1.3	Zugehörige Dokumente – Serienfertigung.....	5
2	Prüfgrundlagen .....	6
3	Einleitung .....	7
4	Beschreibung der Windenergieanlage.....	8
4.1	Beschreibung der WEA Konfigurationen.....	8
4.2	Klimatische Bedingungen.....	8
4.3	Elektrische Netzanschlussbedingungen.....	9
4.4	Blitzschutz .....	9
5	Durchgeführte Prüfungen.....	9
5.1	Prüfmethode.....	9
5.2	Anmerkungen.....	9
5.3	Prüfbemerkungen.....	10
6	Auflagen.....	10
7	Schlussfolgerung .....	11

## **1 Dokumente**

### **1.1 Geprüfte Dokumente – Prototyp**

- [1.1.1] GE Renewable Energy  
Technische Dokumentation Windenergieanlagen 4.8-158 – 50 Hz, Technische Beschreibung und Daten  
Übersetzung von Dokument-Nr.: General\_Description\_4.8-DFIG-158-50Hz\_GE\_r05  
Rev. 05, Datum: 27.06.2018 (empfangen)
- [1.1.2] GE Renewable Energy  
Technische Dokumentation Windenergieanlagen 4.5-158 – 50 Hz, Technische Beschreibung und Daten  
Übersetzung von Dokument-Nr.: General\_Description\_4.5-DFIG-158-50Hz\_GE\_r03  
Rev. 03, Datum: 27.06.2018 (empfangen)
- [1.1.3] GE Renewable Energy  
Technische Dokumentation Windenergieanlagen 5.3-158 – 50 Hz, Technische Beschreibung und Daten  
Übersetzung von Dokument-Nr.: General\_Description\_5.3-DFIG-158-50Hz\_GE\_r02  
Rev. 02, Datum: 27.06.2018 (empfangen)
- [1.1.4] GE Renewable Energy  
Zeichnung Windenergieanlage 101 MHH, 158 M Rotor Stahlrohrturm  
Dokument-Nr.: 446W2751\_GE, Rev. -, Datum: 18.10.2017
- [1.1.5] GE Renewable Energy  
Zeichnung Windenergieanlage 120.9MHH, 158 M Rotor Stahlrohrturm  
Dokument-Nr.: 446W2749\_GE, Rev. -, Datum: 18.10.2017
- [1.1.6] GE Renewable Energy  
Zeichnung Windenergieanlage 149MHH, 158M Rotor Betonhybridturm  
Dokument-Nr.: 445W9648\_GE, Rev. A, Datum: 03.08.2017
- [1.1.7] GE Renewable Energy  
Zeichnung Windenergieanlage 161MHH, 158M Rotor Betonhybridturm  
Dokument-Nr.: 446W2702\_GE, Rev. -, Datum: 17.10.2017

### **1.2 Geprüfte Dokumente – Serienfertigung**

- [1.2.1] GE Renewable Energy  
Technische Dokumentation, Windenergieanlagen 5.3-158 – 50 Hz, Technische Beschreibung und Daten  
Rev. 03, Datum: 20.02.2019

- [1.2.2] GE Renewable Energy  
System Description and Safety Concept  
Dokument-Nr.: 5.x-158\_SC\_allComp\_xxxxxxx.09.ENxx  
Rev. 9, Datum: 24.09.2019
- [1.2.3] GE Renewable Energy  
Grid Interconnection, Wind Turbine Generator Systems 5.3 MW – 50/60 Hz  
Dokument-Nr.: Grid\_Interconnection\_Documents\_5.3-xxHz\_IEC\_EN\_r03  
Rev. r03, Datum: 30.07.2018
- [1.2.4] GE Renewable Energy  
Vorläufige Netzanschlussdaten gemäß FGW, Anwendbar für 4.5, 4.8 und 5.3  
Windenergieanlagen  
Dokument-Nr.: Grid\_Interconnection\_Documents\_5MW-50Hz\_FGW\_GE\_r03  
Rev. r03, Datum: 04.05.2018

### **1.3 Zugehörige Dokumente – Serienfertigung**

- [1.3.1] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG  
Assessment Remarks GE 5.3-158  
Dateiname: Assessment Remarks GE 5.3-158 Electrical 2018-0004 -2018-0415 Rev14 .pdf, Rev. 11, Datum 22.08.2019
- [1.3.2] GE Renewable Energy  
Project Start List for the Assessment of a New Turbine Project:  
GE 5.5-158, 50Hz  
Dokument-Nr.: PSL\_5.5-158 50Hz 120.9HH STW-PRD#70 -IEC ClassS\_up-thrust\_Rev.1, Rev. 01, Datum: 11.07.2019
- [1.3.3] Ersetzt durch [1.3.8]
- [1.3.4] GE Renewable Energy  
Vorläufige Netzanschlussdaten gemäß FGW, Anwendbar für  
4.5/4.8/5.3/5.5 MW Windenergieanlagen  
Dokument-Nr.: Grid\_Interconnection\_Documents\_5MW-50Hz\_FGW\_GE\_r05  
Rev. r05, Datum: 16.05.2019
- [1.3.5] GE Wind Energy  
Amendment for GE 5.3-158 Variable, 5.3 to 4.5 MW  
Dokument-Nr.: GE5.3-158\_LOA\_allComp\_variable\_rating\_post-DDR\_mod-els.01.Enxx, Rev. 1 Datum: 30.10.2019
- [1.3.6] TÜV NORD EnSys CERT GmbH  
Anhang K zur Gutachtlichen Stellungnahme 8115 542 742 - 5 D  
TÜV NORD Bericht Nr.: 8115 542 742-115 D

- [1.3.7] GE Renewable Energy  
Technische Dokumentation Windenergieanlagen 5.5-158 - 50 Hz  
Dokument-Nr.: 1.1\_General\_Description\_5.5-DFIG-158-50Hz\_GE\_r02  
Rev. r02, Datum: 01.07.2019
- [1.3.8] GE Renewable Energy  
Grid Interconnection, Applicable for 4.8 MW, 5.0 MW, 5.3 MW & 5.5 MW  
Wind Turbine Generators  
Dokument-Nr.: Grid\_Interconnection\_Documents\_4.8-5.5-  
xxHz\_IEC\_EN\_r02, Datum: 02.04.2019

## 2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen  
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,  
Fassung Oktober 2012
- [2.2] DIN EN 61400-22:2011  
Windenergieanlagen, Teil 22: Konformitätsprüfungen und Zertifizierung
- [2.3] DIN EN 61400-1:2011  
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen  
Dritte Ausgabe 2005-08 mit Änderungen A1 2010-07
- [2.4] DIN EN 60034-1:2011  
Drehende elektrische Maschinen, Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten
- [2.5] IEC 60204-1:2016  
Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen -  
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [2.6] IEC 60076 Serie  
Leistungstransformatoren
- [2.7] IEC 62271-1:2007 (DIN EN 62271-1:2007)  
Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen  
Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen
- [2.8] IEC 62305:2010 Serie (DIN EN 62305:2010)  
Blitzschutz
- [2.9] IEC 61400-24:2010  
Windenergieanlagen  
Teil 24: Blitzschutz
- [2.10] EN 50178:1997 (DIN EN 50178:1997)  
Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln

- [2.11] EN 61000-6-4:2006 + A1:2010  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-4: Fachgrundnormen –  
Störaussendung für Industriebereiche
  
- [2.12] EN 61000-6-2:2005  
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen –  
Störfestigkeit für Industriebereiche
  
- [2.13] Verordnung (EU) Nr. 548/2014 Der KOMMISSION vom 21. Mai 2014  
zur Umsetzung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments  
und des Rates hinsichtlich Kleinleistungs-, Mittelleistungs- und Großleis-  
tungstransformatoren
  
- [2.14] Germanischer Lloyd  
Certification of Wind Turbines for Extreme Temperatures (here: Cold Cli-  
mate), Revision 5, Datum: 31.07.2013

### **3 Einleitung**

Ab Revision 5 wird ein neues Berichtsformat verwendet. Die allgemeinen und die komponentenspezifischen Prüfaussagen werden auf zwei separate Dokumente aufgeteilt. Die komponentenspezifischen Prüfaussagen werden im Anhang K [1.3.6] zu dieser Gutachtlichen Stellungnahme zusammenfassend aufgeführt.

In Revision 4 wurde die Turmvariante Hybridturm für die GE 5.5-158 aufgenommen.

Mit Revision 3 der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme wurde der variable Leistungsbereich für die GE 5.3-158 von 5.3 MW bis 4.5 MW aufgenommen.

Die Revision 2 der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme wurde erstellt, da überarbeitete und neuen Dokumente zur Bearbeitung der aufgeführten Auflagen zur Serienanlage der GE5.x-158 sowie zu GE 5.3-158 Anlagenvariante eingereicht und geprüft wurden.

Mit Revision 1 der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme wurde die Serienanlage GE 5.3-158 aufgenommen.

In der DIBt (Deutsche Institut für Bautechnik) Richtlinie [2.1] werden keine direkten Anforderungen an den Blitzschutz gestellt. Deshalb wurden für diese Gutachtliche Stellungnahme entsprechend IEC 61400-22 [2.2] die Anforderungen der IEC 61400-1 [2.3] als Prüfgrundlage definiert.

Die vorliegende Gutachtliche Stellungnahme beschreibt die Ergebnisse der Prüfungen zum Prototyp der GE 5.x-158 sowie zu den Ausführungen zur Serienproduktion der Anlage

## 4 Beschreibung der Windenergieanlage

Die Windenergieanlage (WEA) GE 5.x-158 ist eine als Luvläufer ausgeführte 3-Blatt-Horizontalachsen-Maschine mit einem Rotordurchmesser von 158 m. Die GE 5.x-158 wird mit verschiedenen Nabenhöhen realisiert.

Die WEA besitzt einen aufgelösten Triebstrang mit einem drehzahlvariablen Asynchron-generator und einem Gleichstrom-Zwischenkreis-Umrichter.

### 4.1 Beschreibung der WEA Konfigurationen

Die Prüfung des elektrischen Systems und des Blitzschutzes berücksichtigt die folgenden WEA-Konfigurationen:

WEA-Variante Nr.	WEA Bezeichnung	Frequenz	Nennleistung	Blatt	Turm	Klimabedingung
1 (Prototyp)	GE 5.3-158	50 Hz	5,3 MW	LM77.4	Stahl / Hybrid	STW / CW
2 (Prototyp)	GE 4.8-158	50 Hz	4,8 MW	LM77.4	Stahl / Hybrid	STW / CW
3 (Prototyp)	GE 4.5-158 (de-rated)	50 Hz	4,5 MW	LM77.4	Stahl / Hybrid	STW / CW
4 (Serie)	GE 5.3-158	50 Hz	5,3 MW variable rating bis zu 4,5 MW	LM77.4	Stahl / Hybrid	STW
5 (Serie)	GE 5.5-158	50 Hz	5,5 MW variable rating bis zu 4,5 MW	LM77.4	Stahl / Hybrid	STW

Tabelle 4.1: WEA-Konfigurationen

Die standardmäßige Installationshöhe der GE 5.x-158 ist bis zu 1000 m über NN. Bei Installationen über 1000 m reduziert sich die max. zulässige Betriebstemperatur. Des Weiteren müssen für Installationen über 1000 m die Isolationsabstände neu bewertet werden.

### 4.2 Klimatische Bedingungen

Die WEA-Konfigurationen in Tabelle 4.1 sind für die folgenden Temperaturbedingungen ausgelegt:

Temperatur Version:	Betriebstemperatur:	Auslegungstemperatur:
Standardwetter-Option (STW)	-15 °C bis 40 °C	-20 °C bis 50 °C
Kaltwetter-Option (CW)	-30 °C bis 40 °C	-40 °C bis 50 °C

Tabelle 4.2: Temperaturbedingungen

### 4.3 Elektrische Netzanschlussbedingungen

Betriebsspannung und Spannungsbereich:	20 kV – 31,5 kV <sup>1</sup> , ± 10 % (Dauerspannung)
Netzfrequenz und Frequenzbereich:	50 Hz ± 3 Hz (Dauerfrequenz)
Spannungsunsymmetrie:	4 %
Maximale Dauer von Stromnetzausfällen:	keine
Anzahl der Stromnetzausfälle:	keine
WEA-Variante :	1–5

### 4.4 Blitzschutz

Blitzschutzklasse:	LPL I
--------------------	-------

## 5 Durchgeführte Prüfungen

### 5.1 Prüfmethode

Die eingereichten Dokumente wurden auf Vollständigkeit, Plausibilität und Erfüllung der spezifizierten Anforderungen der relevanten Normen überprüft. Diese Anforderungen resultieren insbesondere aus dem Kapitel 10 der DIN EN 61400-1 [2.3].

### 5.2 Anmerkungen

- [5.2.1] Während der Inbetriebnahme und des ersten Starts der WEA sollten einige Tests durchgeführt werden. Unter anderem sollten die installierten Kabel auf Druckstellen geprüft werden. Des Weiteren sollten die Kabelbezeichnungen mindestens stichprobenartig überprüft werden. Diese Tests sind nur zwei Beispiele für Prüfungen, die durchgeführt werden sollten, bevor die WEA in den normalen Betrieb geht.
- [5.2.2] Die Inbetriebnahme der elektrischen Ausrüstung der Anlage hat entsprechend der IEC 60364-6-61 „Errichten von Niederspannungsanlagen“, Teil 6: „Prüfungen“, Kapitel 61: „Erstprüfung“ zu erfolgen. Der dafür erstellte Testbericht ist dem Betreiber der WEA als Teil der Anlagendokumentation zu übergeben.
- [5.2.3] Die Konformität der Erdungsanlage des Fundamentes mit den einschlägigen Standards (DIN EN 50522, bzw. DIN 18014 für das Erdungssystem einer Hochspannungsanlage) und die Berücksichtigung der lokalen Vorschriften und Bedingungen vor Ort sind in Form eines Berichts zu dokumentieren. Dieser soll von einem lokalen Experten erstellt und als Teil der WEA Dokumentation übermittelt werden. GE hat den Betreiber auf diese Tatsache hinzuweisen.

---

<sup>1</sup> Abhängig vom installierten Transformator und Netzanforderungen

- [5.2.4] Wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass Kabel von Nagetieren oder anderen Tieren beschädigt werden können, so müssen bewehrte Kabel oder Schutzrohre verwendet werden. GE hat den Betreiber auf diese Tatsache hinzuweisen.
- [5.2.5] Die Erfüllung der Anforderungen der lokalen Netzbetreiber und die Einhaltung der Netzanschlusskriterien sind vom Hersteller vor der WEA-Installation zu überprüfen und nachzuweisen. Diese Nachweise sind nicht Teil der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme, sondern sind separat im Rahmen der Netzanschlussbegutachtung der Windenergieanlagen und der Windparks zu erbringen.

### **5.3 Prüfbemerkungen**

Die komponentenspezifischen Prüfergebnisse sind in Anhang K [1.3.6] zusammengefasst. Es ist zu beachten, dass im Zusammenhang mit dieser Gutachtlichen Stellungnahme sämtliche Revisionen des Anhangs K gültig sind, welche sich auf die betreffende GS beziehen. Änderungen bzw. Revisionen des Anhangs K beeinflussen die Gültigkeit dieser Gutachtlichen Stellungnahme nicht.

## **6 Auflagen**

Alle unten aufgeführten Auflagen sind zur Installation des Prototypen der WEA GE 5.x 158 mit der Zertifizierungsstelle zu klären.

6.1, 6.2 geschlossen

6.3 Die fehlenden Unterlagen zum Pitchsystem (AC Motor und den Pitchumrichtern) sind zur Prüfung der Zertifizierungsstelle vorzulegen sowie die Prüfbemerkungen zu klären. Des Weiteren ist eine Auslegungsberechnung für das Power-Back-up System einzureichen.

6.4 geschlossen

6.5 Die fehlenden Informationen zur elektrischen Auslegung des Azimutantriebes sind einzureichen.

6.6 Die fehlenden Dokumente und Informationen vom Transformator-Hersteller Hainan Jinpan müssen vorgelegt werden. Des Weiteren sind die offenen Prüfbemerkungen zu klären.

6.7 Für die Mittelspannungsschaltanlage sind die noch fehlenden Herstellerdokumente einzureichen und die offenen Prüfbemerkungen zu klären.

6.8 - 6.10 geschlossen

6.11 Die Vermessungen entsprechend der IEC 61400-21 sowie nach EMV-Richtlinie müssen zeitnah durch GE terminiert werden.

Alle im Folgenden aufgeführten Auflagen sind bis zur Installation der Serienanlage der WEA GE 5.x-158 mit der Zertifizierungsstelle zu klären.

6.12 - 6.19 geschlossen

6.20 Die Vermessungen entsprechend der IEC 61400-21 sowie nach EMV-Richtlinie müssen zeitnah durch GE terminiert werden.

6.21 - 6.23 geschlossen

## **7 Schlussfolgerung**

Die vorliegenden und geprüften Dokumente beschreiben die Auslegung der GE 5.x-158 für den Prototypen sowie die Serienanlage entsprechend den Forderungen der DIN EN 61400-1 korrekt, aber z. B hinsichtlich des Prototypen noch nicht vollständig. Daher sind die im Anhang K aufgeführten Auflagen zu beachten.

Bei Einhaltung der in Anhang K genannten Auflagen erfüllen das elektrische System und der Blitzschutz der WEA GE 5.x-158 (einschließlich variabler Leistung bis 4,5 MW) die Anforderungen der DIN EN 61400-1 und somit auch die Anforderungen der DIBt.

Durch Modifikationen am elektrischen System, die nicht angezeigt werden, verliert diese Stellungnahme ihre Gültigkeit. Damit diese Stellungnahme gültig bleibt, sollten Änderungen der Zertifizierungsstelle Windenergie mitgeteilt und zur Prüfung vorgelegt werden.

Sachverständiger:

Freigegeben:

Dipl.-Ing. (FH) Ingo Luckner

Dr. Ralf Kotte

Involvierter Expert:  
M. Sc. Carlos Silva