

Blitzschutz- und Erdungssystem

Siemens Gamesa 5.X

Änderungsübersicht

Revision:	Änderungsbeschreibung	Verantwortlichkeit
001	Erste Version. Übersetzung der englischen Version.	SGRE ON NE&ME TE TPM
002	Neue Revision. Komplette Aktualisierung des Dokuments.	SGRE ON NE&ME TE TPM
003	Neue Revision. Vorläufig entfällt.	SGRE ON NE&ME TE TPM
004	Neue Revision. Allgemeines Update.	ON CRO NE&ME TE TPM

Referenzen

Dok-ID	Dokumentenname
D2047461	Siemens Gamesa 5.X Lightning Protection and Earthing
IEC 61400-24:2019	Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz
IEC 60364-1 ED 5.0:2005	Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe
IEC 60364-5-54:2011	Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter
IEC 62305-1:2010	Blitzschutz - Teil 1: Allgemeine Grundsätze
IEC 62305-3:2010	Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
EN 50522:2010	Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
DIN 18014	Fundamenterder - Planung, Ausführung und Dokumentation
IEC 60479-1:2018	Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere - Teil 1: Allgemeine Aspekte
EN 50522:2011	Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV

Haftungsausschluss und Verwendungsbeschränkung

Soweit gesetzlich zulässig, übernehmen die Siemens Gamesa Renewable Energy A/S sowie sonstige verbundene Unternehmen der Siemens Gamesa Gruppe, einschließlich der Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. und deren Tochterunternehmen, (nachfolgend „SGRE“) keinerlei Gewährleistung, weder ausdrücklich noch implizit, im Hinblick auf die Verwendung bzw. Verwendungstauglichkeit dieses Dokuments oder von Teilen hiervon für andere Zwecke als dem bestimmungsmäßigen Gebrauch. In keinem Fall haftet SGRE für Schäden, einschließlich aller direkten, indirekten oder Folgeschäden, die sich aus dem Gebrauch bzw. der Gebrauchsuntauglichkeit dieses Dokuments sowie allen Begleitmaterials oder der in diesem Dokument enthaltenen oder hiervon abgeleiteten Angaben oder Informationen ergeben. Soweit dieses Dokument oder andere Begleitmaterialien Bestandteile eines Vertrages mit SGRE werden, richtet sich die Haftung von SGRE nach den Bestimmungen dieses Vertrages. Dieses Dokument wurde vor seiner Veröffentlichung einer umfassenden technischen Überprüfung unterzogen. Ferner überprüft SGRE das Dokument in regelmäßigen Abständen, wobei sachdienliche Anpassungen in nachfolgenden Auflagen aufgenommen werden. Dieses Dokument ist und verbleibt geistiges Eigentum von SGRE. SGRE behält sich das Recht vor, das Dokument auch ohne vorherige Anzeige von Zeit zu Zeit anzupassen.

Inhaltsverzeichnis

1. Anwendungsbereich.....	3
2. Definitionen.....	3
3. Blitzschutzsystem.....	3
3.1 Designgrundlage	4
3.2 Turm	4
3.3 Elektrisches System.....	4
3.4 Geräte und Kabel im Freien.....	4
4. Erdungssystem	4
4.1 Allgemein.....	4
4.2 Anforderungen an das Erdungssystem	4
5. Fundament mit internem Transformator	6
6. Verbindung zwischen den elektrischen Systemen und dem Erdungssystem.....	6
7. Bewertung des Erdungssystems	7
7.1 Blitzschutz	7
7.2 Zulässige Schritt- und Berührungsspannung	7
8. Vorentwurf	7
9. Anhang - z.B. Checkliste für WEA mit internem Transformator	8

1. Anwendungsbereich

Diese Spezifikation gilt für das Fundament, das für eine Onshore-WEA von Siemens Gamesa, folgend SGRE, verwendet werden soll. Dieses Dokument spiegelt die minimalen Konstruktionsanforderungen an ein Erdungskonzept in einem Fundament wider, das für eine SGRE-WEA vorgesehen ist, so dass das Fundament so konstruiert wird, dass bestimmte Blitze keine Schäden an der WEA und ihren installierten Komponenten verursachen können. In diesem Dokument liefert SGRE eine mechanische und technische Beschreibung der Mindestanforderungen an ein SGRE-Windenergieanlagenfundament.

2. Definitionen

SGRE	Siemens Gamesa Renewable Energy
WEA	Windenergieanlage
IEC	International Electrotechnical Commission
TN-S	Separater Neutralleiter (T erre(ea)rth N eutral S eparate)
MET	Haupterdungsanschlusspunkt (M ain E arth T erminal)
EN	European Standard
DIN	Deutsches Institut für Normung
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
LPS	Blitzschutzsystem (L ighting P rotection S ystem)
PE	Schutzleiter (P rotective E arth)
USV	Unterbrechungsfreie Spannungsversorgung

3. Blitzschutzsystem

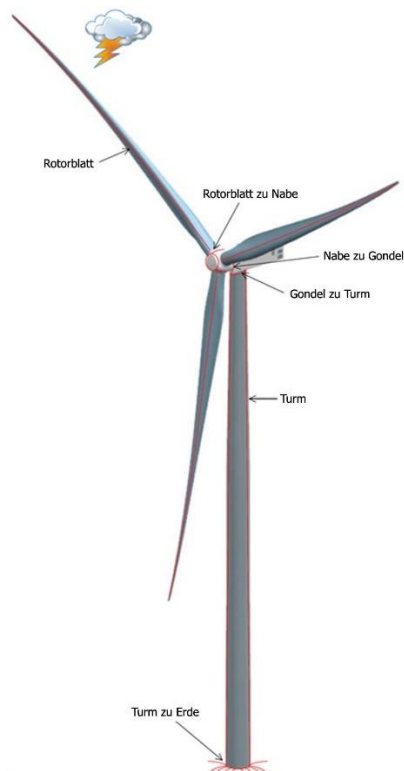


Abbildung 1: Übersichtszeichnung des Blitzschutzsystems

3.1 Designgrundlage

Die Auslegung des Blitzschutzsystems (siehe Abbildung 1) richtet sich nach der Norm IEC 61400-24:2019 „Windenergieanlagen - Teil 24 Blitzschutz“ sowie nach der Bautechnik-Norm IEC 62305-1:2010 „Blitzschutz - Teil 1: Allgemeine Grundsätze“, Blitzschutzklasse I.

3.2 Turm

Der Turm dient als natürlich leitende Verbindung zwischen der Gondel und der Erde. Das Erdungssystem der WEA muss an ein (kundenseitiges) Erdungssystem im Fundament angeschlossen werden.

3.3 Elektrisches System

Überspannungsableiter an den Leistungskabeln und den glasfaserbasierten Kommunikationsverbindungen schützen gegen Beeinflussung durch Blitzeinschläge. Die Stromversorgung der Steuerung basiert auf einer Einheit zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV), welche für eine sichere Stromversorgung der Computer und elektrischen Geräte sorgt. Die Faraday'schen Käfige der Nabe, der Gondel und des Turms dämpfen das magnetische Feld für alle stromführenden Bauteile im Inneren, also sämtliche Schmierungs-, Elektro- und Hydrauliksysteme. Die signalführenden Kabel sind geschirmt und von stromführenden Kabeln getrennt. Außerdem sind sämtliche Schaltschränke und Anschlusskästen aus Metall und weisen eigene Erdverbindungen auf.

SGRE empfiehlt für alle zur WEA hin- bzw. von ihr weg-führenden Kabeln eine Metallkapselung.

Wenn Metallrohre verwendet werden, müssen diese mindestens Metall-Metall-Kanäle sein, die bis zur Bewehrung am Ein- und Austritt des Fundaments verlaufen.

3.4 Geräte und Kabel im Freien

Außerhalb der WEA installierte Anlagen, z. B. ein Transformator außerhalb des Turms, müssen ausreichend geerdet und mit dem Erdungssystem der WEA verbunden sein. Außerdem müssen Kabel, die zur WEA hin- bzw. von ihr weg-führen, entweder in einer EMV-konformen Metallkapselung verlegt sein oder tief genug im Boden bzw. im Fundament liegen, sodass die Kabel unterhalb der Bewehrung des Erdungssystems liegen.

4. Erdungssystem

4.1 Allgemein

SGRE Windenergieanlagen sind mit einem Potenzialausgleichs- und Blitzschutzsystem gemäß IEC 62305:2010 und IEC 61400-24:2019 ausgestattet. Dieses System muss an das (kundenseitige) Erdungssystem im Fundament angeschlossen werden.

Die von SGRE verwendete Lösung für die Schwerkraftgründung mit doppelten Elektrodenringen basiert auf IEC 61400-24:2010 (Anhang I - Erdungsanlage), in der die mögliche Anordnung der Elektroden beschrieben wird (ebenfalls in dieser Norm definiert).

4.2 Anforderungen an das Erdungssystem

Die generelle Auslegung des Erdungssystems soll in Einklang mit den Anforderungen der IEC 62305-3:2010 „Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen“ sein.

Abbildung 4 auf Seite 6 zeigt die schematische Darstellung des Erdungssystems einer WEA und ihres Anschlusses an den Turm. Der Turm fungiert als Haupterdverbindungs- und -blitzschutzsystem („natürlicher Erdungsleiter“ gemäß IEC 62305-3:2010, Kapitel 5.3.5) der WEA.

Das Erdungssystem der WEA-Fundamente besteht aus verschiedenen Komponenten, z. B. Betonbewehrung, Ringerdem, Edelstahlauslässen, Ankerring und Verbindungsklemmen. Die elektrische Verbindung zwischen Turm und Erdungssystem erfolgt über die Fundamentbolzen, welche

elektrisch mit dem Turm verbunden sind, um Erdschluss- und Blitzströme zur Erde zu leiten. Zum Anschließen der elektrischen Ausrüstung, beispielsweise des Umrichters, an das Blitzschutzsystem ist der Turm mit Erdungsplatten ausgestattet (sog. „Protective Earth (PE)-Pads“). Diese werden direkt an den für den Erdungsanschluss ausgewählten Fundamentbolzen montiert, welche mit der Erdung verbunden sind.

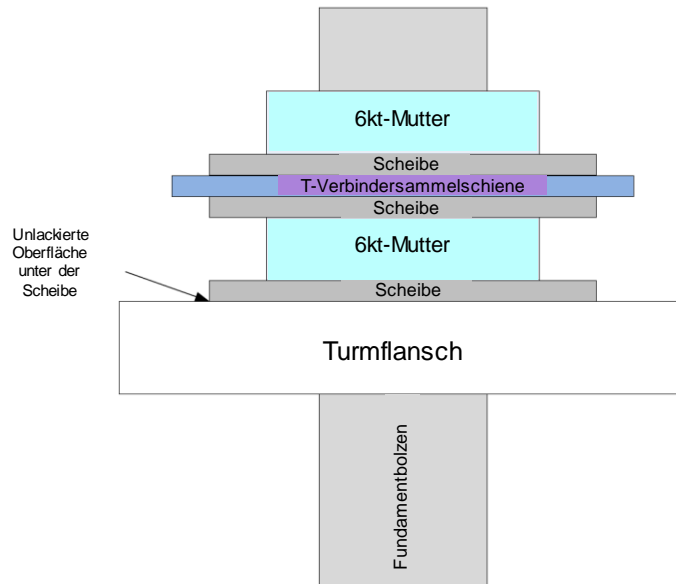


Abbildung 2: Beispiel der Montagerihenfolge

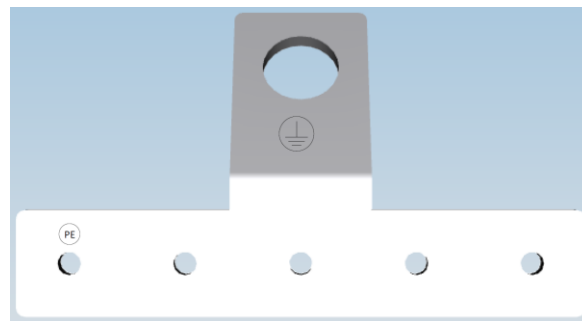


Abbildung 3: Beispiel einer T-Verbindersammelschiene / PE Anschluss

Die Fundamentbewehrung muss mit Hilfe von Klemmverbindungen systematisch geerdet werden. Darüber hinaus sind sämtliche Metallteile im Fundament mittels Klemmverbindungen mit der Bewehrung zu verbinden. Dies gilt auch für die Ringerder. Alle Leiter des Erdungssystems, z. B. Ringerder, müssen aus blankem Kupfer bestehen und einen Querschnitt von mindestens 50 mm² aufweisen. Alternativ kann auch ein anderes leitendes Metall verwendet werden, dessen Querschnitt mindestens 50 mm² Kupfer entspricht. Im letzteren Fall sollte bei der Auswahl des Materials auf dessen Korrosionsanfälligkeit geachtet werden.

5. Fundament mit internem Transformator

Die nachstehende Abbildung 4 ist ein Beispiel für einen Fundamententwurf einer WEA mit intern installiertem Transformator.

Anordnung Typ B gemäß IEC 62305-3 ED 2.0:2010-12, EN 50522:2010 und DIN 18014

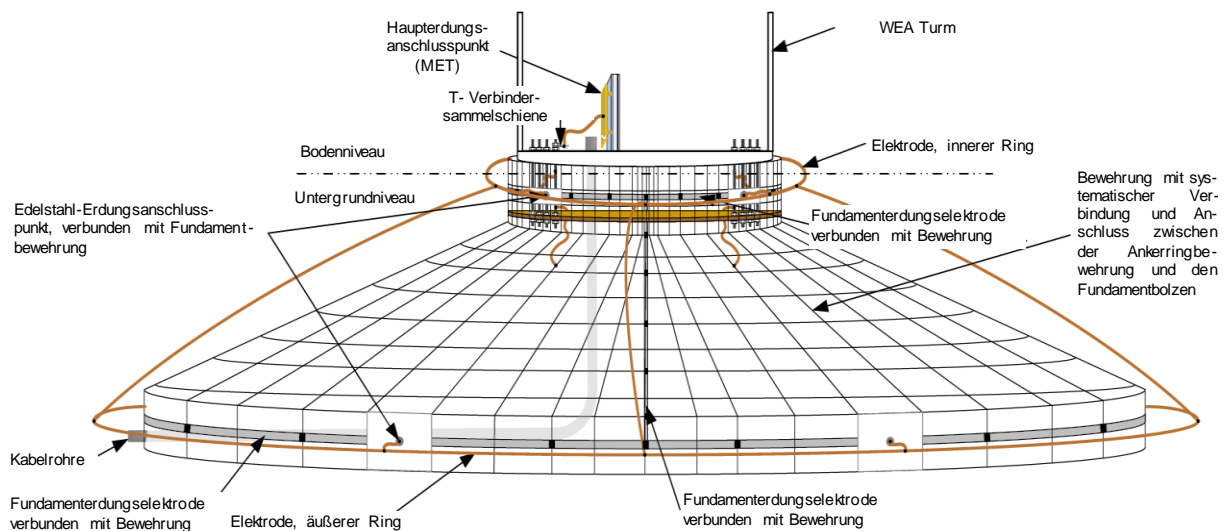


Abbildung 4: Schematische Darstellung eines SGRE Erdungssystems

6. Verbindung zwischen den elektrischen Systemen und dem Erdungssystem

Das Sternpunktterdungssystem der Transformator-Niederspannungswicklungen ist über einen PE-Leiter, der mit dem PE-Anschluss oder dem Haupterdungsanschlusspunkt (MET) im Turm verbunden werden muss, an das Erdungssystem der WEA anzuschließen.

Das Erdungssystem im Niederspannungssystem der SGRE-WEA ist gemäß IEC 60364-1 ED 5.0:2005 als TN-S-System mit getrennter Erde und Neutralleiter im gesamten System ausgelegt.

Der Querschnitt dieses Schutzleiters muss in Übereinstimmung mit der IEC 60364-5-54:2011 „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter“ sein und, falls zutreffend, sind alle örtlichen spezifischen zusätzlichen Anforderungen zu beachten und ebenfalls vollständig zu erfüllen.

WICHTIG

Unabhängig von anderen Anforderungen fordert Siemens Gamesa einen Querschnitt des Schutzleiters von mindestens dem halben Querschnitt der Phasenleiter, falls die tatsächliche Größe nicht durch Berechnungen nachgewiesen werden kann.

7. Bewertung des Erdungssystems

7.1 Blitzschutz

Gemäß IEC 61400-24:2019 müssen die folgenden standortspezifischen Informationen während der Errichtung des Fundaments ausgewertet und mit einer Mindestanzahl von Bildern und Messungen dokumentiert werden, um die Auslegung des Erdungssystems zu bestätigen:

- spezifischer Bodenwiderstand
- Erdschlussstrom
- Abschaltzeit des Erdschlussstromes
- Berechnungen
- Schritt- und Berührungsspannung

Der (die) Ringerder muss (müssen) entsprechend des gemessenen spezifischen Bodenwiderstands ausgelegt sein (werden). Zusätzliche Erder können nötig sein, falls die Länge des Erdungssystems unzureichend ist.

SGRE empfiehlt die Verlegung von zusätzlichen blanken Kupferleitern oberhalb der Kabelführung von mindestens 50 mm², um das Risiko von direktem Blitzeinschlag in die im Boden verlegten Mittelspannungskabel zu vermeiden, um die induzierten Blitzwirkungen in die Kabel zu verringern als auch um das gesamte Windparkerdungssystem zu verbessern.

7.2 Zulässige Schritt- und Berührungsspannung

Um die Anforderungen an die Sicherheit von Personen hinsichtlich der zulässigen Schritt- und Berührungsspannung nach IEC 60479-1:2018 zu erfüllen, sind die in EN 50522:2011 angegebenen allgemeinen Verfahren anzuwenden.

8. Vorentwurf

Wenn der Auftraggeber für den Entwurf des Fundaments verantwortlich ist, muss der Auftraggeber SGRE eine Liste zur Verfügung stellen, aus der hervorgeht, was und wie der Entwurf des WEA-Fundaments aus der Sicht eines Erdungssystems dokumentiert wird, um die in diesem Dokument erwähnten anwendbaren Normen zu erfüllen.

SGRE ist nicht verpflichtet, die zur Verfügung gestellte Liste zu überprüfen, da es in der Verantwortung des Auftraggebers liegt, sicherzustellen, dass alle konstruierten Designs zum Zeitpunkt der Lieferung allen anwendbaren Normen entsprechen und entsprechend bewertet und dokumentiert wurden.

In Fällen, in denen größere Schäden an der Windturbine und ihren Komponenten verursacht werden, die auf eine falsche Auslegung des Erdungssystems zurückzuführen sein könnten, umfasst die standardmäßige SGRE-Ursachenanalyse unter anderem eine Bewertung der Konformität des tatsächlichen Erdungssystems auf der Grundlage der vom Auftraggeber bereitgestellten Dokumentation und der Dokumentationsliste.

9. Anhang – Beispiel-Checkliste für WEA mit internem Transformator

Aufgabe	Anforderung	Ergebnis	Anmerkungen
Bericht über den spezifischen Bodenwiderstand und Erdungswiderstand	Erdungswiderstand kleiner als 10 Ohm (wenn möglich, wie in IEC 62305-3 Abschnitt 5.4.1 empfohlen)		
WEA-Fundament			
– Bewehrung	Bilder		
– Ringelektroden, Anschluss Bewehrung.	Bilder / min. 50 mm ²		
– Erdungskabel, Anschluss Bewehrung.	Bilder / min. 50 mm ²		
Kabelkanäle / -leerrohre			
– Falls Metall, mindestens angeschlossene an Fundamentbewehrung und Turmeintritt/-austritt.	Bilder		