

# Blitzschutz- und Erdungssystem Siemens Onshore Direct Drive Turbine Platform

## 1. Blitzschutzsystem

### Allgemein

Diese Spezifikationen gelten für alle Siemens D3-Windenergieanlagen. Das Dokument beschreibt das System, welches Windenergieanlagen (WEA) gegen bestimmte Schäden durch Blitzeinschlag schützen soll. Siemens gibt nur eine mechanische und technische Beschreibung der WEA und übernimmt hiermit keine Verantwortung für Schäden, welche durch direkten oder indirekten Blitzeinschlag verursacht wurden, außer wenn es sich um direkte Folgen aus mangelhaftem Design, Fertigung, Installation oder Wartung handelt.

### Designgrundlage

Die allgemeine Designgrundlage richtet sich nach der Norm IEC 61400-24:2010 „Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz“ sowie nach der Bautechnik-Norm IEC 62305-1-4 Ed. 2.0:2010, Blitzschutzklasse I.

### Rotorblätter

Die Rotorblätter verfügen über ein eigenes Blitzschutzsystem. Jedes Rotorblatt ist im Bereich der Spitze mit einem Rezeptor ausgerüstet; bei Rotorblättern mit einer Länge von 40 m und mehr sind weitere Rezeptoren entlang des Rotorblattes vorhanden. Die Blitzableiter ragen an beiden Seiten des Rotorblatts ein wenig über dessen Oberfläche hinaus.

Ein flexibler, in das Rotorblatt integrierter Metallleiter stellt die Ableitung vom Rezeptor (von den Rezeptoren) zur Nabe dar.

### Nabe

Die gusseiserne Nabe fungiert als natürlicher Erdungsleiter zur Hauptwelle.

Bei den Siemens DD-WEA wird der isolierte Erdungsleiter durch die Nabe zum Ende der Hauptwelle geführt. Durch die Ausführung als isolierte Erdungsleiter entstehen im Falle eines Blitzeinschlags hohe magnetische Felder in der Nähe dieser Leiter im Bereich der Nabe.

### Hauptwelle und Hauptlager

Um das Hauptlager ausreichend vor Blitzschäden zu schützen, kommen spezielle Bürsten zum Einsatz, welche den Blitzstrom von den Rotorblättern über den Generatorstator und weiter durch den Maschinenträger ableiten. Diese Bürsten stellen einen elektrischen Pfad mit geringem Widerstand dar.

### Gondel

Die Gondelverkleidung ist als Faraday'scher Käfig konzipiert und bietet somit Schutz vor direktem Blitzeinschlag für die darin installierten Komponenten. Zusätzlich sind alle aus der Gondel hervorstehenden Bauteile gegen direkten Blitzeinschlag und elektromagnetische Beeinflussung durch entsprechende Blitzableiter geschützt. An einigen Übergängen in die Gondel werden Überspannungsableiter benötigt.

Es gibt einen kleinen Bereich der Gondel, wo aufgrund der Konstruktion der Hauptwelle der Blitzstrom von der Welle zum Maschinenträger abgeleitet wird. Im Falle eines Blitzeinschlags in eines der Blätter kann um diesen Bereich im vorderen Teil der Gondel ein erhöhtes Magnetfeld auftreten.

### Komponenten innerhalb der Gondel

Die Komponenten innerhalb der Gondel sind durch entsprechende Erdungspunkte und metallische Ableiter geerdet.

### System zur Windrichtungsnachführung

Die Gondel ist zum Turm hin durch ein entsprechendes Aufnahmesystem geerdet.

## Turm

Der Turm dient als Verbindung zwischen der Gondel und der Erde. Das Erdungssystem der WEA muss an ein kundenseitiges Erdungssystem angeschlossen werden.

## Elektrisches System

Überspannungsableiter an den Leistungskabeln und den glasfaserbasierter 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. Alle signalführenden Kabel sind geschirmt und von stromführenden Kabeln getrennt und sämtliche Schaltschränke und Anschlusskästen bestehen aus Metall und weisen eigene Erdverbindungen auf.

Siemens empfiehlt für alle zur WEA hin- bzw. von ihr wegführenden Kabel eine Metallkapselung.

## 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 wegführen, entweder in einer Metallkapselung verlegt sein oder tief genug im Boden bzw. im Fundament liegen, so dass die Kabel unterhalb der Bewehrung des Erdungssystems liegen.

## 2. Erdungssystem

### Allgemeines

Siemens-WEA sind mit einem Potenzialausgleichs- und Blitzschutzsystem gemäß IEC 62305 und IEC 61400-24 ausgestattet. Dieses System muss an das kundenseitige Erdungssystem im Fundament angeschlossen werden.

Die Lösung, welche Siemens für Schwerkrafftfundamente mit zwei Ringerdern nutzt, basiert auf der Norm IEC 61400-24 (Anhang I – Erdungsanlage), welche die Möglichkeiten zur Wahl von Erdern beschreibt (ebenso Inhalt der Norm).

### Anforderungen an das Erdungssystem

Abbildung 1 zeigt die schematische Darstellung des Erdungssystems einer WEA und ihres Anschlusses an den Turm. Der Turm funktioniert als Haupterdverbindungs- und -blitzschutzsystem („natürlicher Erdungsleiter“ gemäß IEC 62305-3, Kapitel 5.3.5) der WEA.

Das Erdungssystem der Windturbinenfundamente besteht aus verschiedenen Komponenten, z. B. Betonbewehrung, Ringerdern, Edelstahlauslässen, Ankerring und Verbindungsklemmen. Die elektrische Verbindung zwischen Turm und Erdungssystem erfolgt über die Fundamentschrauben, welche elektrisch mit dem Turm verbunden sind, um Erdschluss- und Blitzströme zur Erde zu leiten. Zum Anschließen der elektrischen Ausrüstung, beispielsweise der Power Unit, an das Blitzschutzsystem ist der Turm mit Erdungsplatten ausgestattet (sog. „PE-Pads“). Diese werden direkt an den für den Erdungsanschluss ausgewählten Fundamentschrauben montiert.

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 mm<sup>2</sup> aufweisen. Alternativ kann auch ein anderes leitendes Metall verwendet werden, dessen Querschnitt mindestens 50 mm<sup>2</sup> Kupfer entspricht. Im letzteren Fall sollte bei der Auswahl des Materials auf dessen Korrosionsanfälligkeit geachtet werden.

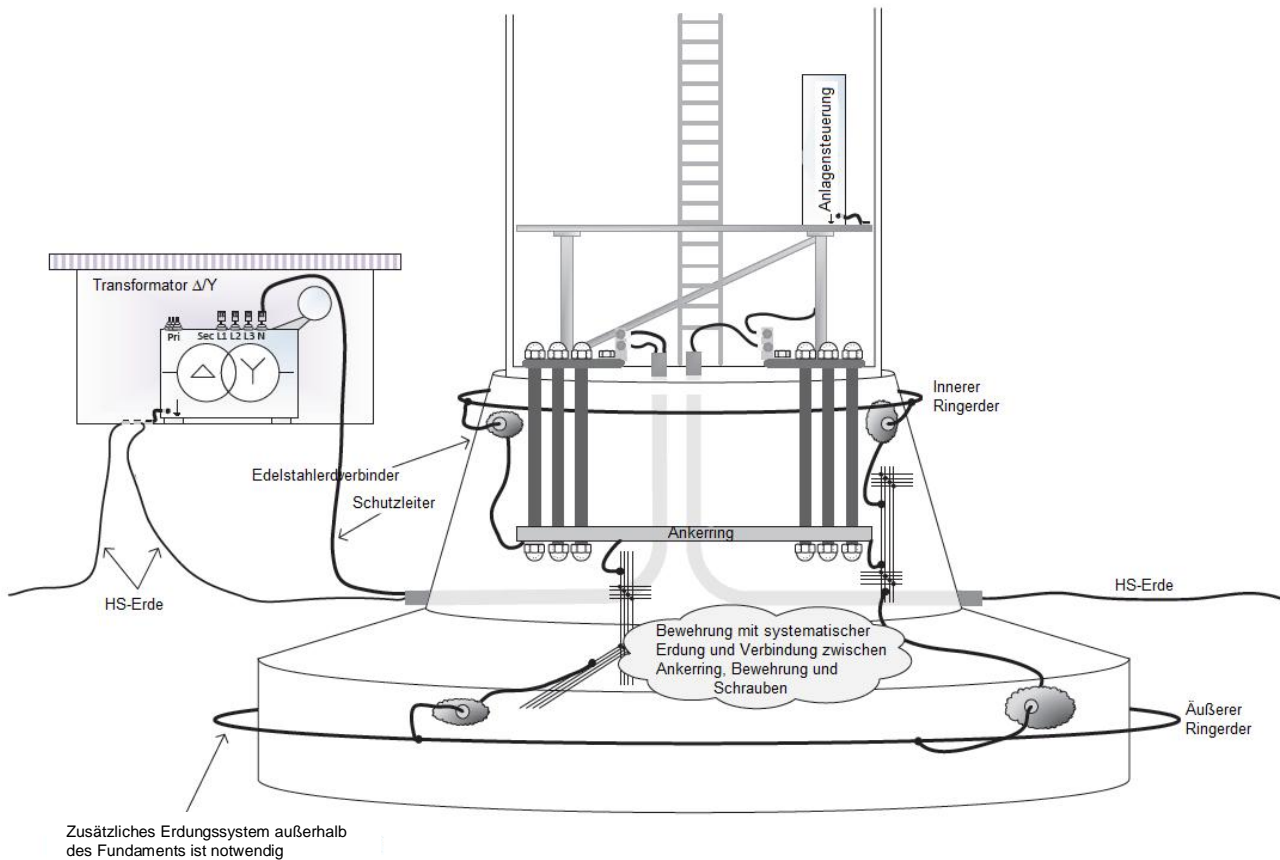


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Siemens-Erdungssystems

## Verbindung zwischen den elektrischen Systemen und dem Erdungssystem

Das Sternpunktterdungssystem der Niederspannungswicklungen des Transformators muss mithilfe eines an die Erdungsplatten des Turms angeschlossenen Schutzleiters mit dem Erdungssystem der WEA verbunden werden. Der Querschnitt dieses Schutzleiters muss in Übereinstimmung mit der IEC 60364-5-54 sein und, falls notwendig, den örtlichen Vorschriften entsprechen.

Unabhängig von anderen Anforderungen fordert Siemens einen Querschnitt des Schutzleiters von mindestens dem halben Querschnitt der Phasenleiter.

Die Mittelspannungskabel zum Anschluss der WEA an ein Stromnetz müssen geschirmt und an das Erdungssystem der WEA angeschlossen sein. Bei Onshore-Projekten ist ein blanker Kupferleiter mit einem Querschnitt von mindestens  $50 \text{ mm}^2$  entlang aller Kabelführungen zu verlegen und an das Erdungssystem der WEA anzuschließen. Dieses Schema ist in Abbildung 1 dargestellt.

## Onshore-Fundamente

Bei Onshore-WEA muss das Erdungssystem mindestens einen inneren Ringerder enthalten, dessen Durchmesser zwischen 1 und 2 m größer als der Durchmesser des Turmfußes ist, sowie einen äußeren Ringerder mit einem Durchmesser abhängig vom Erdungsanlagentyp (A oder B) entsprechend IEC 61400-24:2010.

## Monopile und Jacket-Fundament für Offshore-WEA

Bei Monopile- oder Jacket-Fundamenten müssen beide Grenzflächen zwischen Übergangsstück und Turm aus Metall bestehen. Wenn kein Übergangsstück verwendet wird, müssen mögliche Verbindungen bewertet werden.

## Offshore-Schwerkraftfundament

Der Turm ist mit dem Fundament über eine Schraube verbunden, die mit einer in den Fundamentbeton eingegossenen Stahlplatte so verschweißt ist, dass sie bündig mit deren Oberseite abschließt. Auf der Unterseite der Platte sind drei Edelstahlstangen angeschweißt, die jeweils mit einem äußeren Bewehrungs-eisen verbunden sind. Der Satz wird an vier Stellen rund um den Bodenflansch angebracht (siehe Abb. 2).

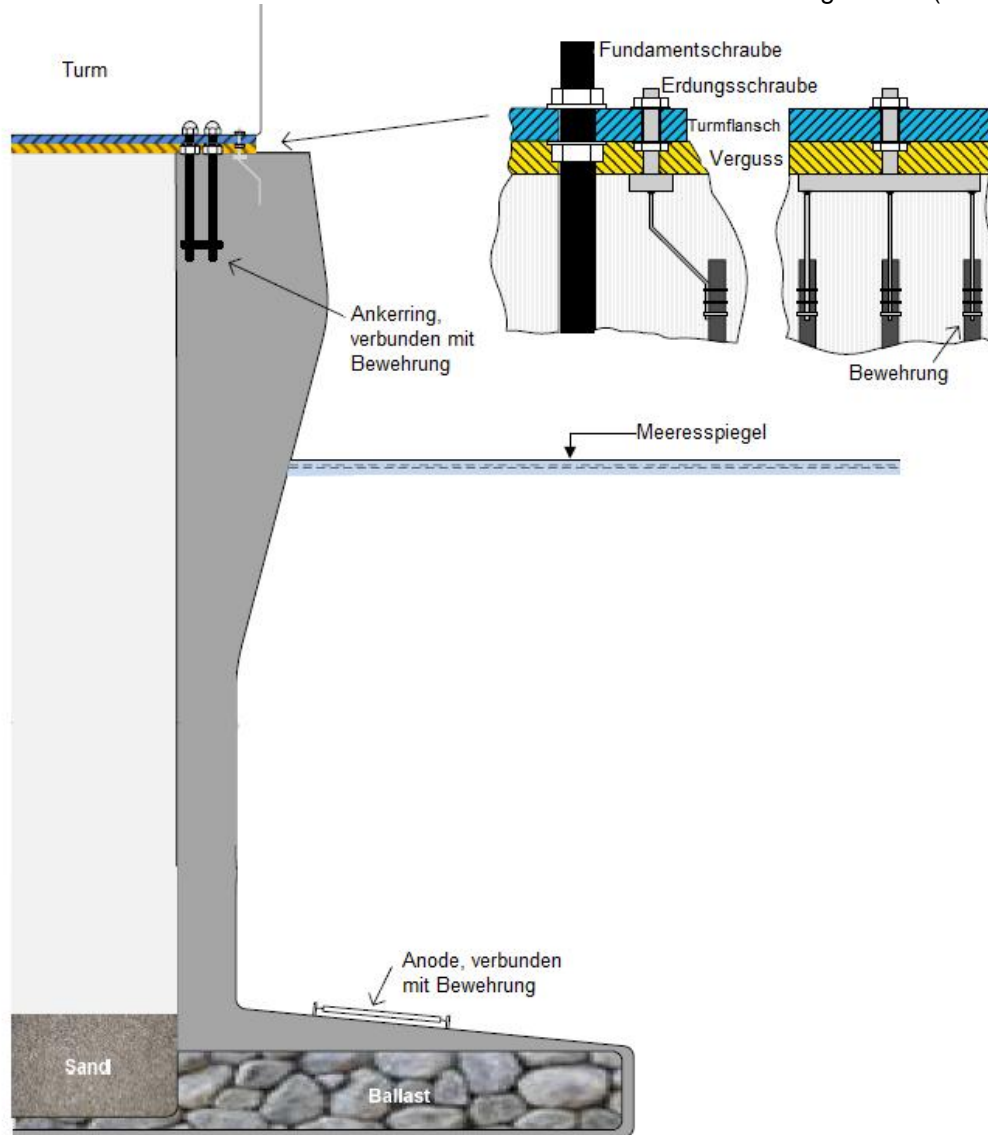


Abbildung 2: Erdung des Turmfußflanschs bei Offshore-Schwerkraftfundamenten

Siemens Wind Power und ihre verbundenen Unternehmen behalten sich das Recht vor, die technischen Daten ohne Vorankündigung zu ändern.