



# Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz

*Für alle Windenergieanlagen Nordex K08 - Generation delta*

---

© Nordex Energy GmbH, Langenhorner Chaussee 600, 22419 Hamburg

Alle Rechte vorbehalten. Schutzvermerk ISO 16016 beachten.

## **Inhaltsverzeichnis**

|             |   |          |
|-------------|---|----------|
| <b>1.</b>   | <b>Gesamtüberblick .....</b>  | <b>3</b> |
| <b>2.</b>   | <b>Niederspannungsnetzform.....</b>   | <b>5</b> |
| <b>3.</b>   | <b>Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz der einzelnen Hauptbaugruppen der WEA .....</b> | <b>5</b> |
| <b>3.1.</b> | <b>Maßnahmen zum Überspannungsschutz .....</b>  | <b>5</b> |
| <b>3.2.</b> | <b>Fundament und Turm.....</b>  | <b>5</b> |
| <b>3.3.</b> | <b>Maschinenhaus und Rotornabe.....</b>   | <b>6</b> |
| <b>3.4.</b> | <b>Rotorblätter.....</b>  | <b>6</b> |
| <b>3.5.</b> | <b>Windsensoren.....</b>  | <b>7</b> |
| <b>3.6.</b> | <b>Generator und Umrichter .....</b>  | <b>7</b> |
| <b>3.7.</b> | <b>Schaltschrank .....</b>  | <b>7</b> |

# 1. Gesamtüberblick

Der Blitz- und Überspannungsschutz der Gesamtanlage entspricht dem EMV-orientierten Blitzschutz-zonenkonzept und richtet sich nach der Norm IEC 61400-24. Das Blitzschutzsystem erfüllt die Anforderungen der Blitzschutzklasse I.

Das interdisziplinäre EMV- und Blitzschutzkonzept der Anlage basiert grundlegend auf einem Basiskonzept der EMV- und Blitzschutz-zonen und den daraus resultierenden drei Teilkonzepten:

- Äußerer Blitzschutz,
- Innerer Blitzschutz,
- EMV.

Dabei orientiert sich die Konzeptbildung zur EMV und zum Blitzschutz maßgeblich an externen Bedingungen, wie z.B. regionalen Blitzhäufigkeiten oder existenten elektromagnetischen Feldern aus anderen Störquellen, normativen Vorgaben der EMV- und Blitzschutznormung sowie anderen Teilkonzepten der WEA-Entwicklung. Die größte Abhängigkeit besteht zum Niederspannungskonzept und zum Sicherheitskonzept der WEA. Weiterhin sind die Konzepte zum Rotorblatt, zur Nabe, zum Maschinenhaus und zum Turm, zur Steuerung und zur Erdung ausschlaggebend für die Gestaltung der EMV und des Blitzschutzsystems. Die Abbildung 1 zeigt die Gliederung des EMV- und Blitzschutzkonzeptes sowie die Abhängigkeiten zu anderen Teilkonzepten auf.

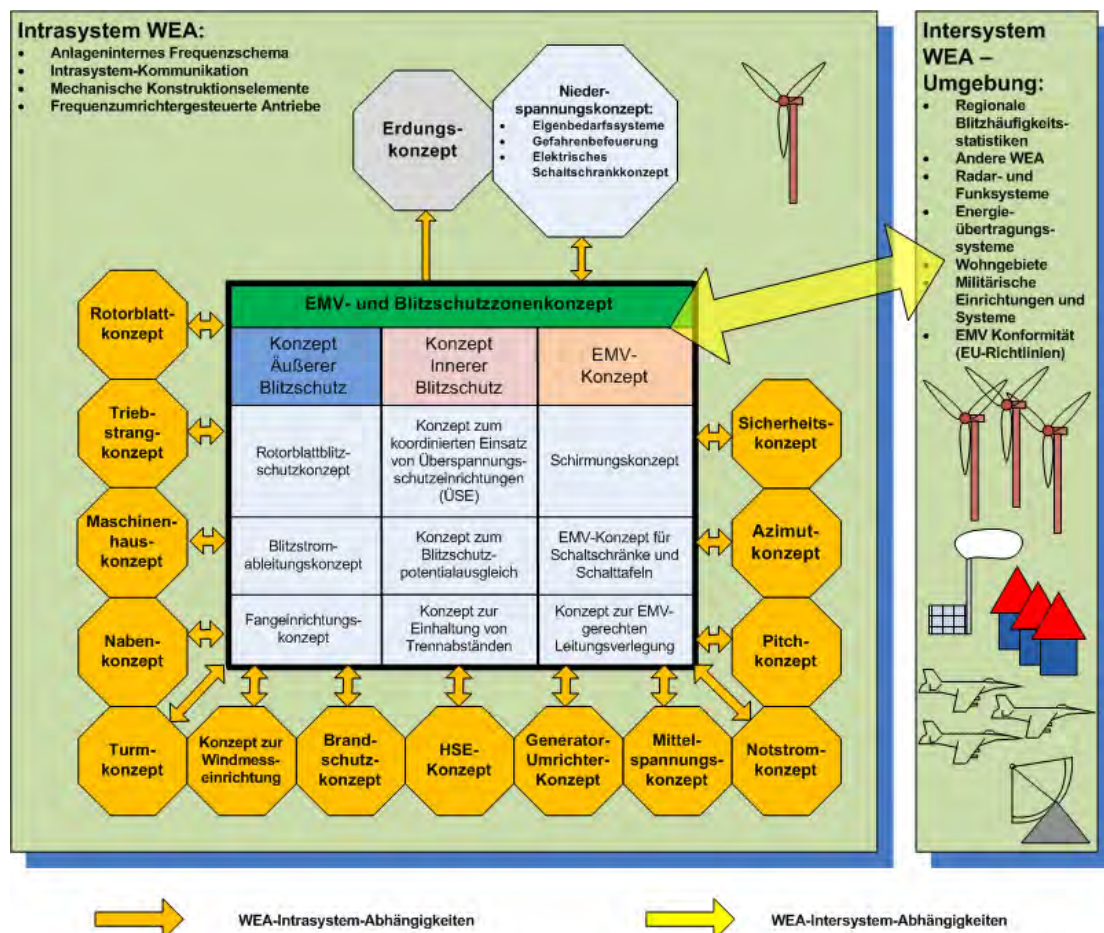
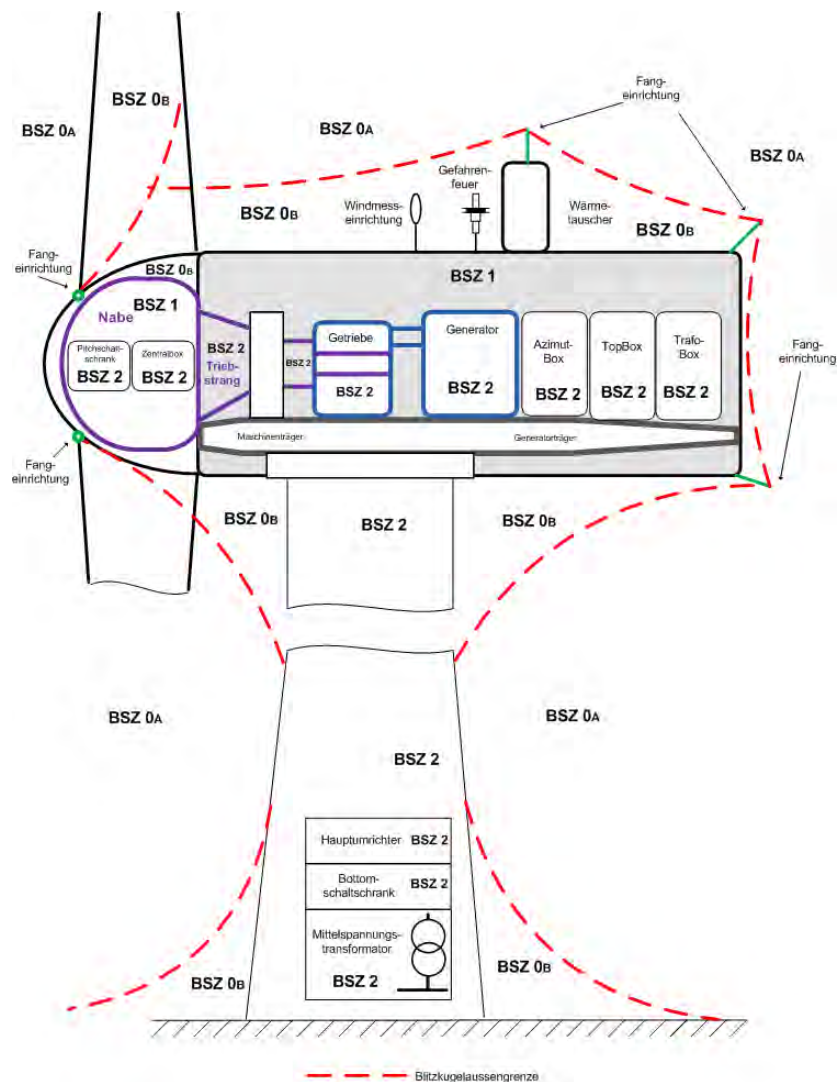


Abbildung 1: Darstellung der Intra- und Intersystem-Abhängigkeiten

Das EMV- und Blitzschutz-zonenkonzept ist die Vereinigung und Abstimmung der Blitzschutz-zonen und der EMV-Zonen innerhalb einer konstruktiven Struktur. Demnach wird die WEA in verschiedene Blitzschutz-zonen unterteilt. Die Gestaltung der Blitzschutz-zone ist dabei nicht an konstruktive

Gestaltung der Struktur geknüpft, sondern orientiert sich maßgeblich an der Positionierung von Blitzfangeinrichtungen, den schirmenden Eigenschaften zur Reduzierung elektromagnetischer Felder sowie an der Beschaltung der Stromkreise mit Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) und Filtereinrichtungen. Dazu werden u.a. Anforderungen aus Normen sowie die Umgebungsparameter herangezogen. Das Blitzschutzzonenkonzept richtet sich nach den Vorgaben der IEC 61400-24.

Aus der Gestaltung der Blitzschutzzonen werden die Umgebungsbedingungen für das EMV-Zonenkonzept abgeleitet. Die jeweilige Blitzschutzzone, in welcher sich ein System oder eine Komponente befindet, ist somit als EMV-Zone 0 gemäß IEC 61000-5-6 einzustufen (BSZ = EMV-Zone 0). Somit wird eine durchgängige Konformität der WEA-internen Systeme zueinander wie auch zu den externen Anforderungen sichergestellt.



**Abbildung 2: Schematische Darstellung der Blitzschutzzonen (BSZ) an einer WEA gemäß IEC 61400-24**

## 2. Niederspannungsnetzform

Das 660V-Netz der Windenergieanlage ist ein IT-Netz mit Isolationsüberwachungseinrichtung. Der Sternpunkt des Transformators ist nicht geerdet.

Mit einem Eigenbedarfstransformator 660 V/400 V wird ein Netz zur Versorgung der Hilfsantriebe, der Beleuchtung, der Heizung und der Steuereinrichtung geschaffen. Das 400V-Netz liegt als TN-S-Netz vor und wird mit Differenzstromüberwachung betrieben.

Weitere Informationen finden sich im Dokument „Netzformen der Nordex-Windenergieanlagen mit Nordex Control“ (NALL01\_010851).

## 3. Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz der einzelnen Hauptbaugruppen der WEA

### 3.1. Maßnahmen zum Überspannungsschutz

- Das 660V-IT-Netz wird im Schaltschrank am Turmfuß mit Blitzstromableitern (Grobschutz) gesichert. Der Schutzpegel der Überspannungsschutzeinrichtung (ÜSE) beträgt  $U_p \leq 4,5 \text{ kV}$ . Die Vorsicherungen besitzen einen Nennstrom von  $I_n = 400 \text{ A}$  entsprechend den Empfehlungen des Herstellers.
- Der Sternpunkt der Überspannungsschutzschaltungen wird im 660V-IT-Netz über eine in dem Ableiter integrierte Funkenstrecke und im TN-S-Netz direkt mit Erde verbunden.
- Das 660 V-/400 V-Netz im Bereich des Maschinenhauses, im Bereich der Schaltschränke des Turmfußes und der Rotornabe werden mit Überspannungsschutzgeräten nach IEC 61643-11 geschützt (Mittelschutz). Die Vorsicherungen besitzen einen Nennstrom von  $I_n = 50 \text{ A}$  (Maschinenhaus, TrafoBox, 660 V) und  $I_n = 63 \text{ A}$  (Nabe, 400 V). Für den Bottombereich (400 V) sind keine Vorsicherungen vorgesehen, da die Sicherungen der Einspeisung bereits einen relativ kleinen Nennstrom von  $I_n = 25 \text{ A}$  besitzen. Der Feinschutz wird mit speziellen Überspannungsschutzgeräten für alle elektronischen Baugruppen der Steuerung, der Kommunikation (LAN, ISDN), der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) und der Stromversorgung der Windsensorik realisiert.
- Die Funktionsfähigkeit der Überspannungsschutzgeräte und Blitzstromableiter wird größtenteils durch die Steuerung überwacht.
- Alle Steuerleitungen, die von außen in die innere Blitzschutzzone der Windenergieanlage führen, werden an Reihenklemmen angeschlossen, die über einen integrierten Überspannungsschutz verfügen.

### 3.2. Fundament und Turm

Sowohl die Windenergieanlage als auch die Transformator-/Übergabestation (falls vorhanden) sind mit einer Fundamenterdungsanlage ausgestattet. Die Fundamenterdungsanlage bietet die Möglichkeit, eine Zusatzerdung anzuschließen, z. B. Ringerder/Tiefenerder nach IEC 61400-24. Die Fundamenterdungsanlagen beider Bauten sind über eine Erdleitung miteinander verbunden.

Eine Übersichtszeichnung über die Erdung des Anlagenfundamentes und der Transformatorstation finden Sie in dem Dokument „Fundamentzeichnung“ (NALL01\_008521).

Da der Stahlrohrturm mit seiner Blechstärke der Turmwand als Blitzfangeinrichtung genutzt werden kann, sind keine gesonderten Fangeinrichtungen vorzusehen. Die Verbindungsstellen der Turmsektionen werden mit 4 Erdungskabeln überbrückt, die als Leitungen für den Blitzschutzpotentialausgleich einen normgerechten Querschnitt besitzen. Der Turm wird über 4 Anschlussfahnen mit der Fundamenterdungsanlage verbunden.

Bei Hybridtürmen verfügt der aus Beton gefertigte Teil des Turmes über eine, mit der Blitzableitung verbundene Bewehrung aus Stahl. Hierfür sind keine separaten Blitzfangstangen notwendig. Der Stahlteil des Turmes entspricht konzeptionell den reinen Stahlrohrtürmen.

Die Blitzstromableitung im Azimutlagerbereich wird durch Kohlebürstenschleifkontakte realisiert. Dabei handelt es sich um Kohlebürsten, welche in der Windindustrie verbreitet zum Einsatz kommen und gemäß der EN 50164 geprüft sind. Hinsichtlich der Blitzstromtragfähigkeit werden mindestens 3 Kohlebürsten im Winkel von 120° zu-einander angeordnet. Die nominale Ableitfähigkeit beträgt dann mindestens 225 kA (75 kA je Kohlebürste).

### **3.3. Maschinenhaus und Rotornabe**

Die Fangeinrichtungen im Außenbereich der Nabe und des Maschinenhauses werden mittels 3D-Blitzkugelverfahren bestimmt.

Im Spinnerbereich werden 6 um 60° positionierte Fangeinrichtungen installiert. Diese Fangeinrichtungen werden leitfähig mit der Nabenkonstruktion verbunden.

Auf dem Maschinenhaus werden die Fangeinrichtungen an der Rahmenkonstruktion des Wärmetauschers installiert und mit dem Stahltragwerk des Bordkranes verbunden. Das Stahltragwerk ist großflächig und impedanzarm über mehrere Flanschstellen mit dem Generatorträger verbunden. Der Generatorträger selbst ist ebenfalls über eine dauerhafte und korrosionsfreie Flanschverbindung mit dem Maschinenträger verbunden.

Sämtliche Komponenten im Maschinenhaus, wie Rotorlager, Generator, Getriebe und Hydraulikstation, werden über normgerecht dimensionierte Massebänder leitend mit dem Maschinenträger bzw. Generatorträger verbunden.

Die in die Rotornabe geführten Versorgungsleitungen sind geschirmt ausgeführt und werden am Eintritt in den Schaltschrank in der Rotornabe mit Überspannungsschutzgeräten geschützt.

### **3.4. Rotorblätter**

Die Rotorblätter sind seitens des Herstellers Luv- und Lee-seitig mit mehreren Blitzfangrezeptoren ausgestattet. Die Positionierung der Blitzfangeinrichtungen am Rotorblatt orientiert sich an der Materialzusammensetzung des Rotorblattes und somit auch an den Positionen von zusätzlichen elektrischen Systemen und leitfähigen Bauteilen. Von den Blitzfangrezeptoren wird der Blitzstrom über Kabel zur Rotornabe und damit zur Rotorwelle geführt. Von der Rotorwelle wird der Blitzstrom mit Hilfe zweier Blitzschutzbürsten zum geerdeten Maschinenträger abgeleitet.

### **3.5 Windsensoren**

Die Windsensoren sind serienmäßig mit jeweils einem geerdeten Blitzschutzkäfig versehen. Die Stromversorgung und die Signalübertragung erfolgen mit Kupferleitungen, die mit Überspannungsschutzgeräten geschützt sind.

### **3.6 Generator und Umrichter**

Rotor- und Statorbereich des Generators besitzen Überspannungsschutzgeräte in kurzer Entfernung zu den Anschlussklemmen. Die Verschaltung erfolgt auf den netzseitigen Eingangsklemmen in o. g. Art und Weise.

Die doppelt-gespeiste Asynchronmaschine verfügt in seinen beiden Stromkreisen (Rotor, Stator) ebenfalls über Überspannungsschutzgeräte deren Schutzpegel für den Rotor-Stromkreis  $U_p \leq 5 \text{ kV}$  und den Stator-Stromkreis  $U_p \leq 2,7 \text{ kV}$  beträgt. Diese sind jeweils Generator-seitig und Umrichter-seitig angeordnet.

### **3.7 Schaltschrank**

Die Netzeinspeisung erfolgt über einen Leistungsschalter. Das Eigenbedarfsnetz wird mittels Differenzstromwächter, FI-Schutzschalter und Leitungsschutzschalter gesichert. Sämtliche Elektronikbaugruppen und alle anderen Endgeräte werden hinsichtlich ihrer Störfestigkeit mit zusätzlichen Überspannungsschutzeinrichtungen beschaltet. Die Datenübertragung zwischen Schaltschrank im Turmfuß und Schaltschrank im Maschinenhaus erfolgt galvanisch getrennt über Lichtwellenleiter.