



# Blitzschutz, Erdung und Potentialausgleich

[3.XM EBC]

Allgemeine Information

## Disclaimer / Ausschlussklärung

Senvion GmbH  
Überseering 10  
22297 Hamburg  
Germany  
Tel.: +49 - 40 - 5555090 - 0  
Fax: +49 - 40 - 5555090 - 3999

[www.senvion.com](http://www.senvion.com)

Copyright © 2016 Senvion GmbH

Sämtliche Rechte vorbehalten.

Schutzvermerk DIN ISO 16016: Die Reproduktion, der Vertrieb und die Verwendung dieses Dokuments sowie die Kommunikation seines Inhalts an Dritte ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens der Senvion GmbH ist untersagt. Zuwiderhandelnde haften für den dadurch eingetretenen Schaden. Im Falle der Gewährung eines Patents, eines Gebrauchsmusters oder Musters sind sämtliche Rechte vorbehalten.

Bitte stellen Sie die Verwendung der geltenden Spezifikationen in ihrer jeweils letzten Fassung sicher. Bilder und Skizzen stellen nicht notwendigerweise den exakten Lieferumfang dar und können jederzeit technischen Änderungen unterliegen. Bitte beachten Sie, dass dieses Dokument unter Umständen nicht notwendiger Weise mit den projektspezifischen Anforderungen übereinstimmt.

Arbeitsverfahren, die gegebenenfalls in dieser Produktbeschreibung aufgezeigt sind, entsprechen sowohl deutschen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen als auch den eigenen internen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen der Senvion GmbH. Im Rahmen nationaler Gesetze anderer Länder können unter Umständen andere oder darüber hinausgehende Sicherheitsanforderungen gestellt werden.

Es ist unerlässlich, dass sämtliche Sicherheitsmaßnahmen, sowohl projekt- als auch länderspezifischer Art, strikt eingehalten werden. Es ist die Pflicht eines Kunden, sich entsprechend zu informieren und diese Maßnahmen umzusetzen und einzuhalten. Die Anwendbarkeit und Gültigkeit der relevanten gesetzlichen und/oder vertraglichen Bestimmungen, der technischen Richtlinien, DIN-Standards und sonstiger vergleichbarer Vorschriften werden durch den Inhalt der Produktbeschreibung bzw. darin enthaltenen Inhalte nicht ausgeschlossen. Vielmehr gelten diese Bestimmungen und Vorschriften weiterhin ohne Einschränkung.

Sämtliche in dieser Produktbeschreibung enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Mitteilung an den Kunden oder Zustimmung durch den Kunden Änderungen unterliegen.

Die Senvion GmbH übernimmt keinerlei Haftung für Fehler oder Auslassungen in Bezug auf den Inhalt dieser Produktbeschreibung. Rechtliche Ansprüche gegenüber der Senvion GmbH, die auf Schäden durch die Nutzung oder Nichtnutzung der hier vorgelegten Informationen oder auf der Nutzung von fehlerhaften oder unvollständigen Informationen beruhen, sind ausgeschlossen.

Sämtliche in diesem Dokument genannten Marken oder Produktnamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	5
2	Normen und Standards .....	6
3	Anforderungen .....	7
4	Blitzkugelverfahren für die Bestimmung potentieller Einschlagsorte .....	8
5	Überblick über den Aufbau des äußeren Blitzschutzkonzeptes .....	9
6	Rotorblatt .....	10
7	Nabe .....	11
8	Gondel .....	12
9	Turm .....	13
10	Erdung und Potentialausgleich .....	14
11	Blitzschutzkonzept .....	15
12	Innerer Blitzschutz .....	16

### Verzeichnis relevanter Dokumente

Die in nachfolgender Tabelle aufgeführten Dokumente werden nicht allein durch die Erwähnung in dieser Produktbeschreibung Vertragsbestandteil.

Titel	Dokumenten-Nr.
Produktbeschreibung Senvion 3.4M140 EBC	SD-3.20-WT.WT-01-A-*
Produktbeschreibung Senvion 3.6M140 EBC	SD-3.20-WT.WT-01-B-*
Spezifikation Leerrohrführung, Fundamenterder und Montage des Fundamenteinbauteils	V-1.1-FG.00.10-A-*
Erdungsanlage	V-2.1-EL.TR.10-A-*

\* Abhängig von der projektspezifischen Auswahl von Senvion Produkten durch den Kunden erscheinen die einzelnen Dokumente als Vertragsanhang in der jeweils aktuellen Version.

### Verzeichnis der Abkürzungen und Einheiten

Abkürzung/Einheit	Erklärung
BSZ	Blitzschutzzone
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
IEC	International Electrotechnical Commission
LPL	Lightning Protection Level
LPZ	Lightning Protection Zone
NH	Nabenhöhe
SPD	Surge Protection Device
WEA	Windenergieanlage

# 1 Einleitung

Die Baureihe 3.XM EBC ist mit einem umfassenden Blitzschutz- und Erdungssystem nach IEC 62305 (2010) und IEC 61400-24 Ed.1 (2010-06) ausgeführt, welches dem Schutz vor einer direkten (z.B. Blitzschlag) oder indirekten Schädigung der Windenergieanlage (WEA) dient. Beim äußeren Blitzschutz sollen die Rezeptoren in den Blättern, des Spinners und der Gondel sowie die Fangstange die Blitze auffangen und der entstehende Blitzstrom wird anschließend über definierte Wege bis zur Erde abgeleitet. Die elektrischen sowie elektronischen Komponenten der WEA sind je nach Anforderung ebenfalls durch Überspannungsableiter oder geschirmte Leitungen gegen Störfelder und Störspannungen geschützt.

## 2 Normen und Standards

Das Blitzschutzkonzept der Baureihe 3.XM EBC richtet sich nach den Normen:

IEC 62305 (2010)

IEC 61400-24 Ed 1.0 (2010-06)

### 3 Anforderungen

Die Baureihe 3.XM EBC ist nach der höchsten Blitzschutzklasse (LPL 1) ausgelegt und wird entsprechend dieser Blitzschutzklasse gebaut. Eine WEA mit Blitzschutzklasse LPL I kann einen maximalen Scheitelwert des Blitzstromes von 200 kA führen (s. Tabelle).

#### Überblick über die Blitzstromkennwerte der verschiedenen Blitzschutzklassen (Tabelle aus IEC 62305-1)

Stromstoß			LPL			
Erster Stromstoß			LPL			
Stromparameter	Symbol	Einheit	I	II	III	IV
Scheitelwert	I	kA	200	150	100	
Ladung des Stromstoßes	$Q_{short}$	C	100	75	50	
Spezifische Energie	W/R	MJ/Ω	10	5,6	2,5	
Zeitparameter	$T_1/T_2$	μs/μs	10/350			
Folgestromstoß			LPL			
Stromparameter	Symbol	Einheit	I	II	III	IV
Scheitelwert	I	kA	50	37,5	25	
Mittlere Steilheit	$d_i/d_t$	kA/μs	200	150	100	
Zeitparameter	$T_1/T_2$	μs/μs	0,25/100			
Langzeitstrom			LPL			
Stromparameter	Symbol	Einheit	I	II	III	IV
Ladung des Langzeitstroms	$Q_{long}$	C	200	150	100	
Zeitparameter	$T_{long}$	s	0,5			
Blitz			LPL			
Stromparameter	Symbol	Einheit	I	II	III	IV
Ladung des Blitzes	$Q_{flash}$	C	300	225	150	

## 4 Blitzkugelverfahren für die Bestimmung potentieller Einschlagsorte

Die Schutzklasse bestimmt eine Kugel mit einem festen Radius, der über die zu schützende WEA gerollt wird. Alle Berührungspunkte stellen potentielle Einschlagstellen dar. Für die Baureihe 3.XM EBC ergibt sich daher bei Blitzschutzklasse I ein Blitzkugelradius von 20m. An den potentiellen Einschlagstellen sind Fangeinrichtungen angebracht.

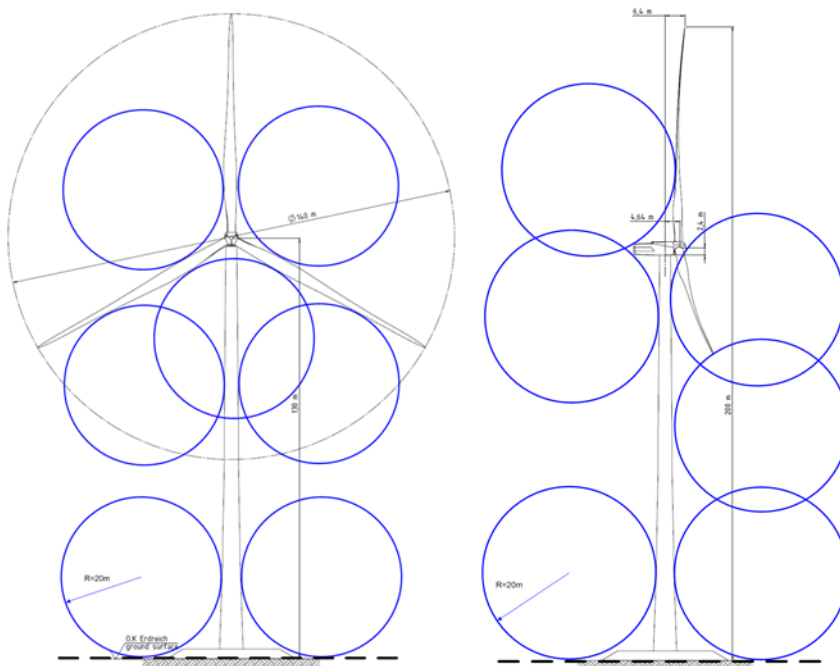


Abb. 4 - 1: Beispielhafte Darstellung einer 3.XM EBC



## 5 Überblick über den Aufbau des äußeren Blitzschutzkonzeptes

Beim äußeren Blitzschutz wird der Blitzstrom über unterschiedliche Pfade abgeleitet. Der eine führt vom Blatt oder vom Rezeptor am Spinner über die Nabe durch den Turm in die Erdungsanlage im Fundament. Der andere führt von den Fangstangen oder den Rezeptoren an der Gondel über den Maschinenträger und dann anschließend durch den Turm in die Erdungsanlage im Fundament. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über den schematischen Aufbau des äußeren Blitzschutzes der Baureihe Senvion 3.XM EBC.

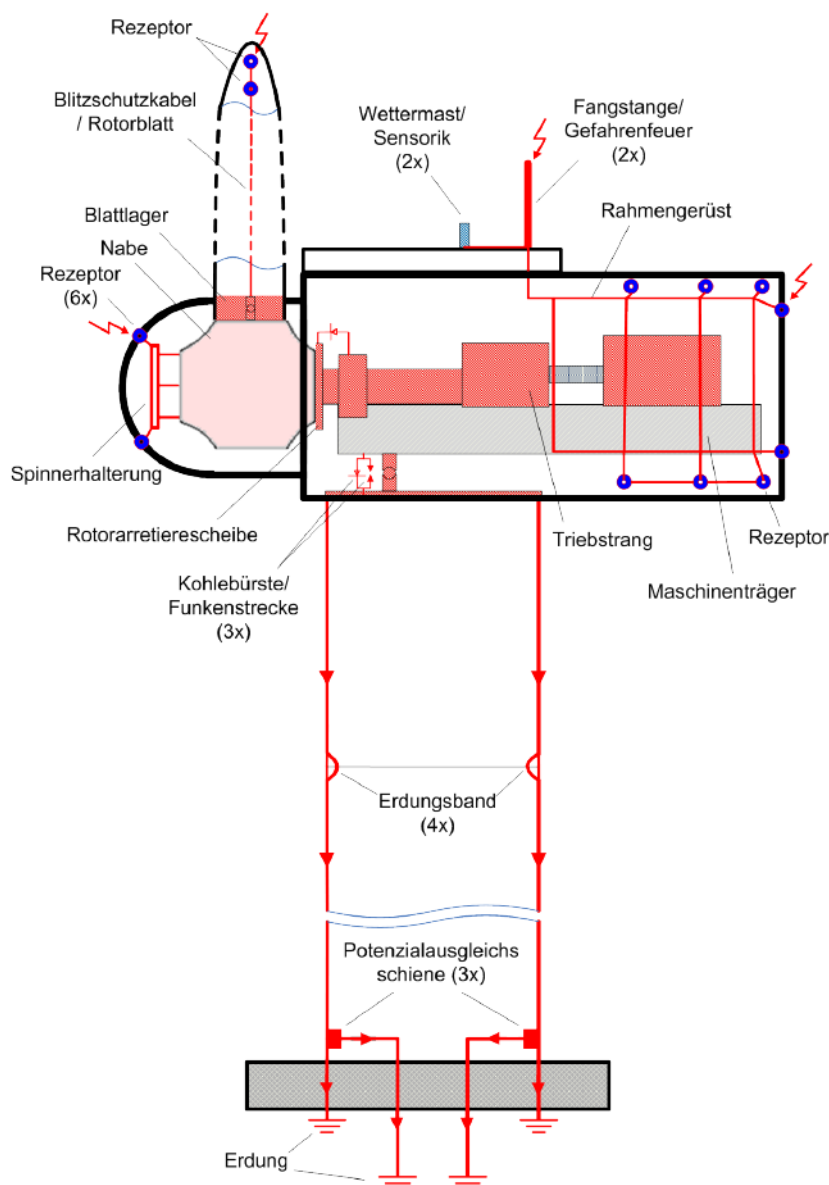


Abb. 5 - 1: Ableitungspfade der Baureihe 3.XM EBC (Beispiel)

## 6 Rotorblatt

Die Blattspitze bildet den höchsten Punkt der WEA. Daher ist hier das Risiko eines Blitzeinschlages am größten.

Die Rotorblätter der Baureihe 3.XM EBC haben jeweils einen Rezeptor an der Blattspitze und je zwei weitere Rezeptoren an der Druck- und an der Saugseite.

Die Rotorblätter führen den Blitzstrom ohne die Bildung von Lichtbögen vom Blitzeinschlagspunkt zur Nabe. Die Ableitung zur Blattwurzel erfolgt mittels eines Kupferkabels, welches mittig auf einem der Stege befestigt ist. Das Kabel ist über den Außenring der Blattlager mit der Nabe verbunden.

Eine Blitzregistrierkarte ist an der Blattwurzel jedes Rotorblattes installiert.



Abb. 6 - 1: Rezeptor an einer Rotorblattspitze

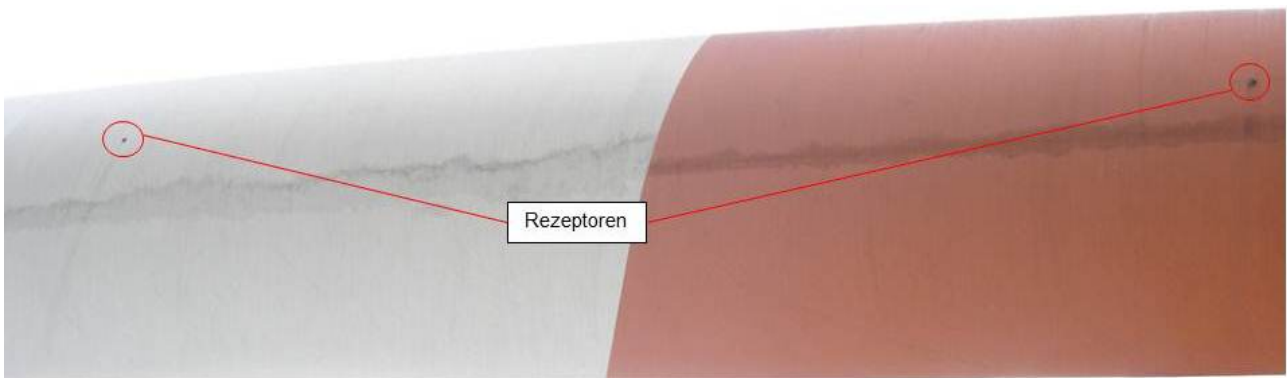


Abb. 6 - 2: Rezeptoren eines Rotorblattes

## 7 Nabe

Die elektrischen Bauteile innerhalb der Nabe werden von der Nabe und den Rezeptoren des Spinners geschützt. Der Blitzstrom wird anschließend von der Nabe an der Rotorhaltescheibe über Kohlebürsten mit parallelen Funkenstrecken unter Umgehung des Rotorlagers auf den Maschinenträger geleitet.

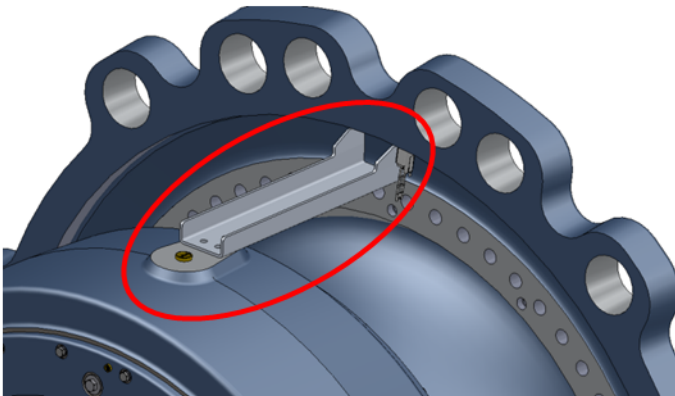


Abb. 7 - 1: Kohlebürsten mit parallelen Funkenstrecken an der Rotorarretierscheibe



Abb. 7 - 2: Rezeptoren am Spinner

## 8 Gondel

Die Baureihe Senvion 3.XM EBC hat auf der Gondel je Wettermast und je Gefahrenfeuermast eine Blitzfangstange. Die Fangstangen sichern die Windmessgeräte sowie die Gefahrenfeuer mit den dazugehörigen elektrischen Installationen vor einem direkten Blitzeinschlag ab. Außerdem sind mehrere, außen liegende Rezeptoren in der Gondelverkleidung angebracht. Die Fangeinrichtungen (Fangstangen, Rezeptoren) sind durch Kupferkabel (Querschnitt 50mm<sup>2</sup>) mit dem Rahmenträger verbunden, der wiederum mit dem Maschinenträger verbunden ist. Dadurch wird der Blitzstrom aus den Fangeinrichtungen über Kupferkabel und Rahmenträger auf den Maschinenträger geführt.



Abb. 8 - 1: Rezeptoren an der Gondel der Baureihe 3.XM EBC

## 9 Turm

Vom Maschinenträger soll der Blitzstrom über drei weitere Kohlebürsten und Funkenstrecken auf die Verzahnung des Azimutlagers gelenkt werden. Diese befinden sich auf beiden Seiten des Maschinenträgers. Das Azimutlager ist fest mit dem Turm verbunden, der als Ableiter dient.

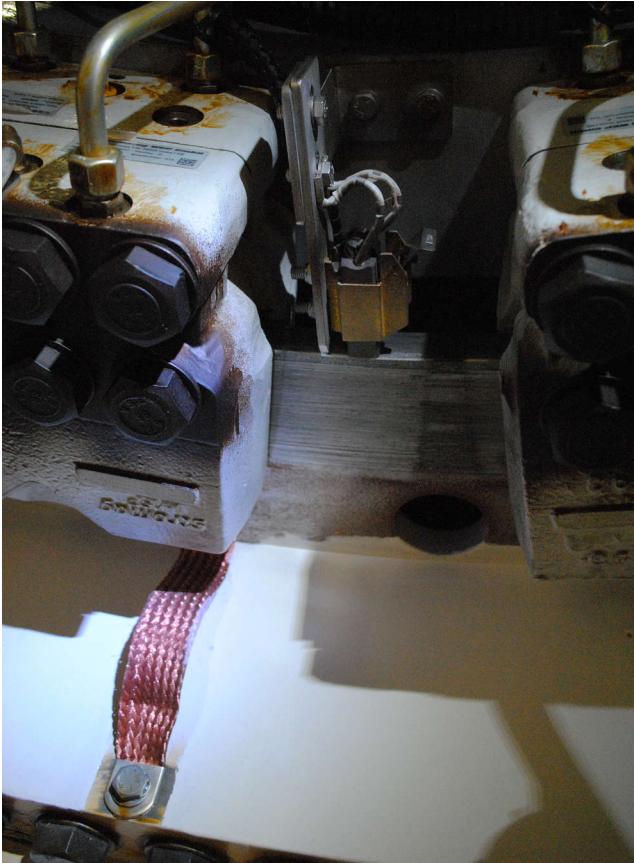


Abb. 9 - 1: Kohlebürsten und Funkenstrecken an der Azimutbremsscheibe

## 10 Erdung und Potentialausgleich

Im Turmfuß befinden sich drei Potentialausgleichsschienen (jeweils um 120° versetzt), die (im inneren Ring) mit dem Erdungssystem der WEA verbunden sind. Das Erdungssystem leitet den Blitzstrom sowie Überspannungen sicher gegen die Erde ab.



Abb. 10 - 1: Anschluss Potentialausgleichsschiene mit Erdungssystem – Stahlurm

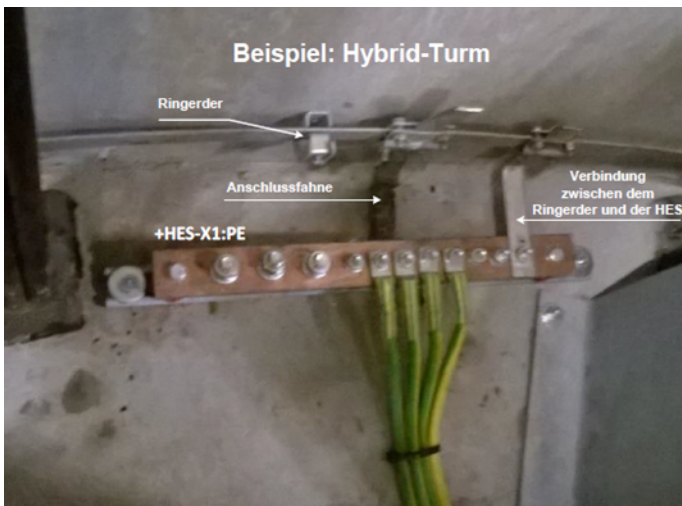


Abb. 10 - 2: Anschluss Potentialausgleichsschiene mit Erdungssystem – Hybridturm

Die Erdungsanlage soll maßgeblich die Anforderung, im Falle von Kurz- bzw. Erdschlüssen sowie Blitzschlägen und Schaltheftungen erfüllen:

1. Die Personensicherheit zu gewährleisten und
2. die Beschädigung von Sachen und Betriebsmitteln zu verhindern.

Es werden mehrere Erdungsringe (je nach Fundamentart) in das Fundament eingelegt. Ein Erdungswiderstand von  $\leq 10$  Ohm wird gefordert. Beides wird benötigt, um eine bessere Blitzstromableitung sowie eine hinreichend geringe Berührungs- und Schrittspannung für die Personensicherheit zu erreichen.

## 11 Blitzschutzkonzept

Die Blitzschutzmaßnahmen der Baureihe 3.XM EBC sind auf der Basis eines EMV-orientierten Blitzschutzkonzeptes ausgeführt. Die WEA wird, nach Einteilung in die Blitzschutzklasse, in unterschiedliche Blitzschutzkonzepte eingeteilt. Die Konzepte werden dabei so gewählt, dass die Bedrohungsparameter der Zone die Störfestigkeit der eingesetzten Geräte nicht überschreiten und ergeben sich aus dem Aufbau der WEA.

Folgende Blitzschutzkonzepte BSZ [en: lightning protection zone LPZ] sind definiert:

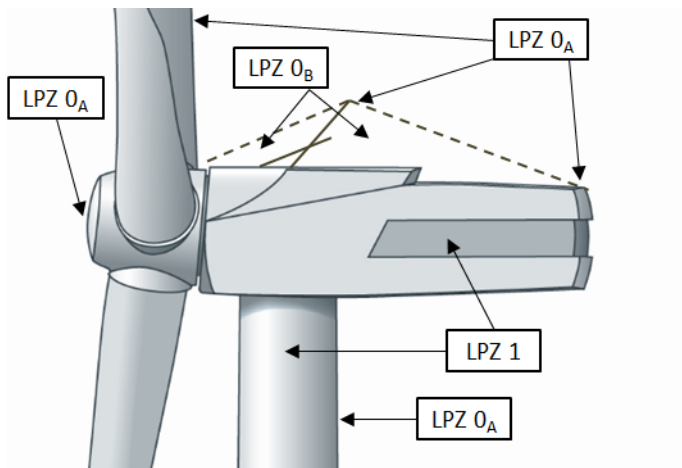


Abb. 11 - 1: Beispielhafte Darstellung der Blitzschutzkonzepte bei der Baureihe 3.XM EBC

### LPZ 0<sub>A</sub>

Zone, die durch direkte Blitzeinschläge und durch das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können vollen oder anteiligen Blitzstoßströmen ausgesetzt sein.

### LPZ 0<sub>B</sub>

Zone, die gegen direkte Blitzeinschläge geschützt, aber durch das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können anteiligen Blitzstoßströmen ausgesetzt sein.

### LPZ 1

Zone, in der die Stromstöße durch Stromaufteilung und durch Überspannungsableiter [en: surge protection device (SPD)] an der Zonengrenze begrenzt werden. Durch räumliche Schirmung kann das elektromagnetische Feld des Blitzes abgeschwächt werden.

### LPZ 2...n

Zone, in der die Stromstöße durch Stromaufteilung und durch zusätzliche Überspannungsableiter an der Zonengrenze weiter begrenzt werden. Zusätzliche räumliche Schirmung kann verwendet werden, um das elektromagnetische Feld des Blitzes abzuschwächen.

## 12 Innerer Blitzschutz

Der innere Blitzschutz dient dazu die Auswirkungen des Blitzstromes und der Blitzspannung auf die elektrische Anlage zu begrenzen. Im Falle eines Blitzeinschlages sollen Überschläge und Überspannungen auf die elektrischen Komponenten innerhalb der WEA verhindert werden. Hierfür sind die elektrischen Komponenten der WEA mit entsprechenden Schutzmaßnahmen, wie beispielsweise Überspannungsableiter, ihrer Blitzschutzzone entsprechend ausgestattet.

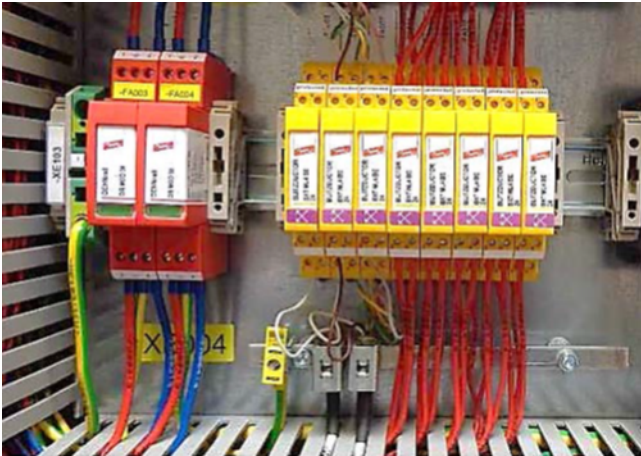


Abb. 12 - 1: Überspannungsschutz am Schaltschrank im Turmfuß (Beispiel)