

Dies Dokument ist eine Übersetzung (DE) des englischen Originaldokuments (0005-3157.V00). Die Übersetzung wurde beauftragt durch Vestas Central Europe und gilt nur in Verbindung mit dem Originaldokument.

Class I

Document no.: 0005-3157 V00

24.08.2009

Blitzschutzsystem

V80-2.0 MW

V90-1.8/2.0 MW

V100-1.8 MW

für Windenergieanlagen von VESTAS

0579

Inhaltsverzeichnis

1	Blitzschutzsystem für V80-2.0 MW, V90-1.8/2.0 MW, V100-1.8 MW.....	3
1.1	Blitzrezeptoren an Rotorblatt und Ableiter	4
1.2	Blitzstrom-Übertragungseinheit	4
1.3	Interne Potenzialausgleichsleiter	5
1.4	Anlagenerdung, Transformator und Hochspannungskabel	6
1.5	Maschinenhaus, Drehkranz und Turm.....	6
1.6	Turmsockel	7
1.7	Betonfundament	7
1.8	Erdungssystem und Haupterdungsschiene	8
1.9	Anemometer	9
1.10	Netzanschluss	9
1.11	Steuerungen (Controller)	10
1.12	Fernsteuerung	11
1.13	Telecom II Stromschleife)	11
1.14	VPN (Vestas Park Net)	11
2	Zusammenfassung	11
3	Zeichnungen	11

0580

1 Blitzschutzsystem für V80-2.0 MW, V90-1.8/2.0 MW, V100-1.8 MW

Alle Vestas-Windenergieanlagen sind mit Blitzschutzanlagen ausgestattet, die Schäden an den Windenergieanlagen durch etwaige Blitzschläge minimieren. Vestas-Windenergieanlagen werden weltweit und auch in Bereichen mit hohem isokeraunischen Pegel installiert. Daher werden die Blitzschutzanlagen gemäß der äußerst strengen Norm IEC 62305-1 konstruiert und getestet. Die entsprechenden Parameter enthält Tabelle 1-1, S. 3.

Blitzparameter			Schutzklasse		
			I	II	III/IV
Stromspitzenwert	i_{max}	[kA]	200	150	100
Gesamtladung	Q_{total}	[C]	300	225	150
Impulsladung	$Q_{impulse}$	[C]	100	75	50
Spezifische Energie	W/R	[kJ/Ohm]	10,000	5,600	2,500
Durchschnittliche Steigung	di/dt	[kA/ μ s]	200	150	100

Tabelle 1-1: Blitzschutzklassen gemäß IEC 62305-1.

Die Blitzschutzanlagen lassen sich in äußere und innere Blitzschutzanlagen einteilen (IEC 62305-3).

Der äußere Schutz besteht aus den folgenden Teilen:

- Fangeinrichtung
- Ableitungssysteme
- Erdungsanlage

Der innere Schutz besteht aus:

- Potenzialausgleich
- Überspannungsschutz

Potenzialausgleich und Überspannungsschutz sind die wichtigsten Maßnahmen zum Schutz der Elektronik in der Windenergieanlage.

Blitzschläge werden als höhere Gewalt betrachtet, das heißt, Vestas übernimmt für Schäden durch Blitzschläge keine Haftung.

0581

1.1 Blitzrezeptoren an Rotorblatt und Ableiter

Jedes Rotorblatt verfügt über eine vollständig integrierte Blitzschutzanlage. Diese Anlage besteht aus einem Stahlblitzableiter an jeder Rotorblattseite. Die Positionen der Blitzrezeptoren sind in Tabelle 1-2, S. 4 angegeben.

WEA	Anordnung der Blitzrezeptoren
V80	R20, R25, R30, R35 und R29
V90	R20, R25, R30, R35, R39, R42 und R44
V100	R20, R25, R30, R35, R40, R44, R47 und R49

Tabelle 1-2: Anordnung der Blitzrezeptoren.

Die Festlegung der Werte erfolgt von der Rotationsachse aus. Ein am Rotorblattholm montierter Kupferleiter mit einem Querschnitt von 50 mm² verbindet die Blitzableiter mit der Rotorblattwurzel. Dieser Leiter endet an einer Stahlplatte auf der Oberfläche der Rotorblattwurzel gemäß Abbildung 1-1, S. 4. Diese Platte ist elektrisch von Rotorblattlager und –nabe isoliert.

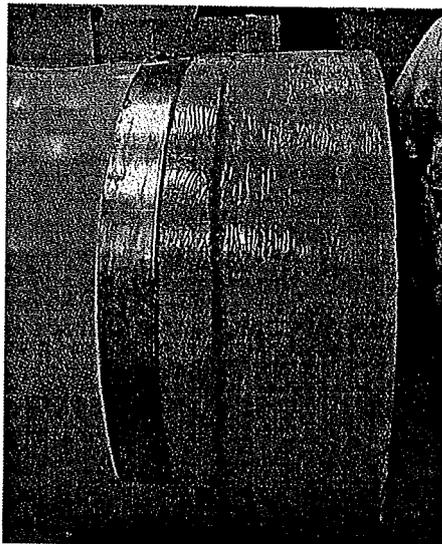


Abbildung 1-1: Stahlplatte an der Rotorblattwurzel.

1.2 Blitzstrom-Übertragungseinheit

Von der Stahlplatte an der Rotorblattwurzel bildet eine flexible Blitzstrom-Übertragungseinheit die Verbindung zwischen Rotorblatt und Maschinenhausrahmen.

Diese Einheit gewährleistet, dass der Blitzstrom vom Rotorblatt zum Maschinenhausfundament geleitet wird, ohne durch das Rotorblattlager, die Hauptlager und das Getriebe zu fließen.

Die flexiblen Verbindungen bestehen aus zwei Gleitkontaktsätzen. Die beiden Kontakte bestehen aus einem Messinganschluss in einer Polyamid-Verschleißscheibe, die mit einem hochflexiblen Kabel verbunden sind. Jeder Kontakt sitzt auf einem Glasfaserarm.

0582

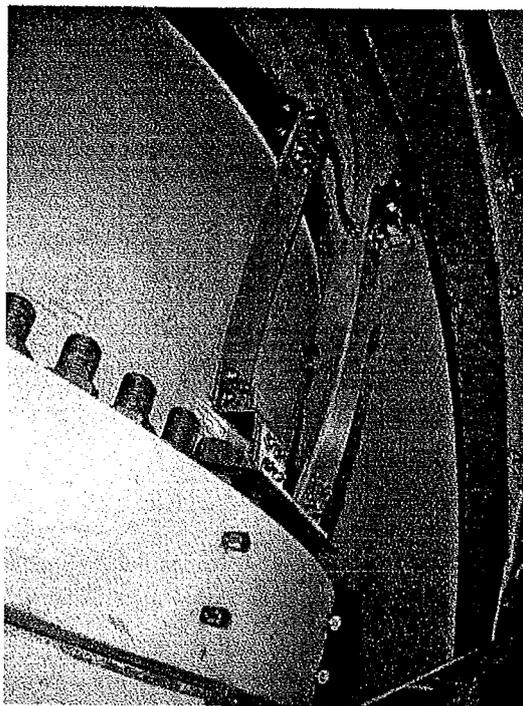


Abbildung 1-2: Flexible Verbindung für die Ableitung des Blitzstroms vom Rotorblatt zum Maschinenhausrahmen.

1.3 Interne Potenzialausgleichsleiter

Der Metallrahmen im Maschinenhaus ist über 50-mm²-Kupferkabel mit dem Maschinenhausrahmen verbunden.



Abbildung 1-3: Interne Verbindung zwischen Metallrahmen und Kranauslegern.

Die Kranträger erstrecken sich über die gesamte Länge des Maschinenhauses und werden von vier Säulen gestützt. Diese Träger verbinden die Säulen und stützen die Glasfaserabdeckung des Maschinenhauses.

0583

1.4 Anlagenerdung, Transformator und Hochspannungskabel

An der Rückseite des Maschinenhauses sind die Kranträger mit der Wand neben dem Transformator sowie dem Transformatorrahmen und dem Neutralpunkt der Niederspannungsseite verbunden. Generator und Niederspannungsseite des Transformators sind an ein TN-System angeschlossen.

Der PE-Leiter des Hochspannungskabels ist im Maschinenhaus und an der HS-Schaltanlage im Turmfuß angeschlossen. Die Blitzableiter sind zwischen Hochspannungsklemmen des Transformators und dem PE-Leiter des Hochspannungskabels montiert.

Im Allgemeinen sind die Kabel im Maschinenhausrahmen, in Kabelkanälen oder in der Nähe zu Metallkonstruktionen geführt, um eine gute Abschirmung zu erreichen.

Die isolierende Kompositkupplung sorgt für eine elektrische Trennung von Generator und Getriebe.

1.5 Maschinenhaus, Drehkranz und Turm

Zwei Kupferleiter mit einem Querschnitt von 50 mm² sind am Maschinenhausrahmen (Abbildung 1-4, S. 6) und am Turm (Abbildung 1-5, S. 7) angeschlossen und dienen als Ableiter in den Turm. Sie verhindern auch einen etwaigen Spannungsabfall im Drehkranz.

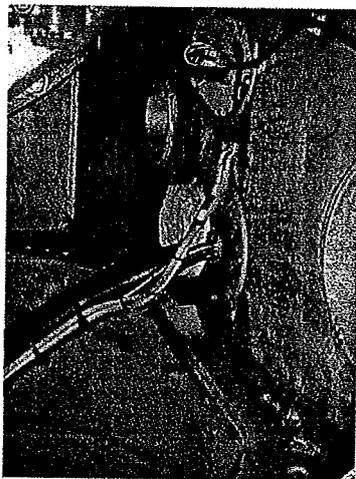


Abbildung 1-4: Am Maschinenhausrahmen angeschlossene Ableiter.

Die Yawflansche weisen 9 Verbindungen aus Messing (Kupfer und Zinn) mit einem Durchmesser von 30 mm auf, um den Blitzstrom vom Maschinenhausrahmen gleichmäßig zu Yaw Ring und Turm zu leiten, ohne die Yawgetriebe zu beeinträchtigen.

Die Flanschverbindungen des Turms sind so konstruiert, dass ein direkter metallischer Kontakt zwischen den Flanschen besteht. Die Ableiter des Maschinenhausrahmens sind mit dem Turm verbunden, siehe Abbildung 1-5, S. 7.

0584

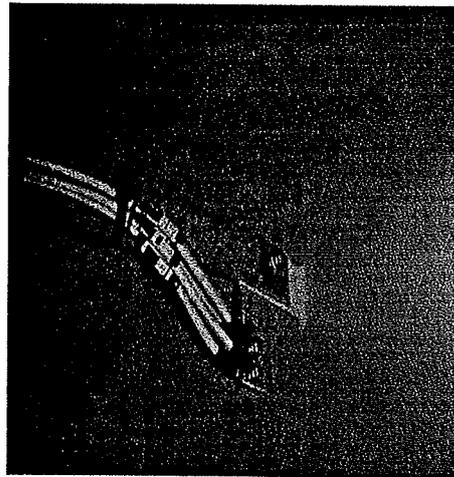


Abbildung 1-5: Verbindung des Ableiters vom Maschinenhausfundament zum Turm.

1.6 Turmsockel

Im Turmsockel ist der Ableiter mit der Haupterdungsschiene und somit mit dem gesamten Erdungssystem verbunden, siehe Abbildung 1-6, S. 7.

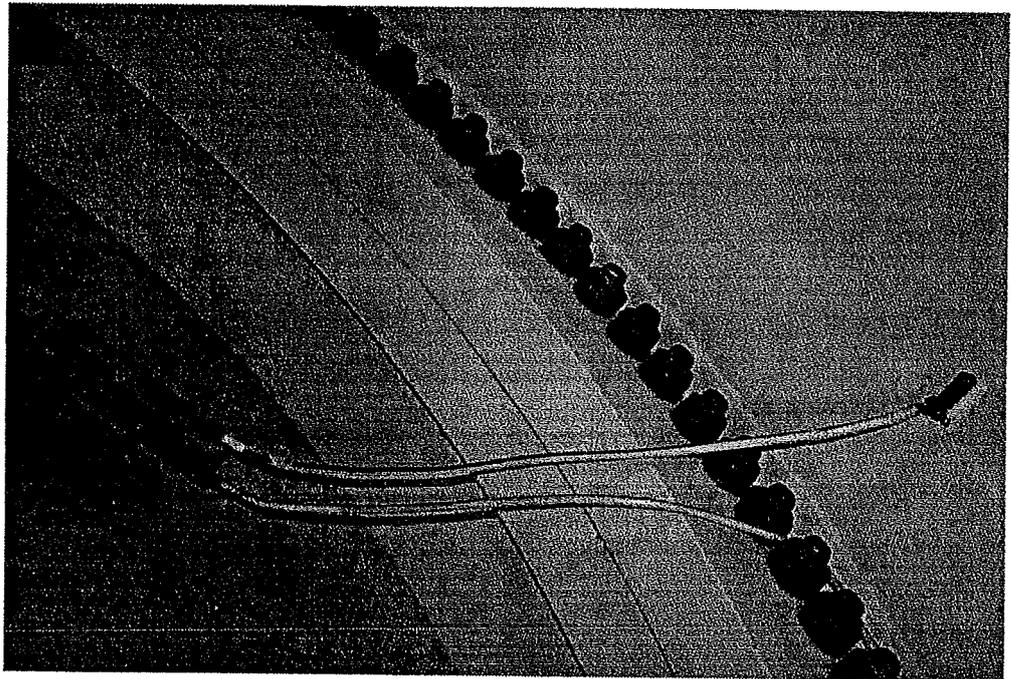


Abbildung 1-6: Verbindung zwischen dem Ableiter, dem Turm und der Haupterdungsschiene bzw. dem Erdungssystem.

1.7 Betonfundament

Der Turm ist mit dem Stahlfundamenteinbauteil verbunden. Das Fundament ist Teil des Erdungssystems.

0585

1.8 Erdungssystem und Haupterdungsschiene

Das Erdungssystem für die Windenergieanlage ist gemäß dem nachfolgend beschriebenen Konzept des Vestas Erdungssystems ausgeführt.

Das Vestas Erdungssystem ist als Sicherheitserdung und Funktionserdung konzipiert. Aus Sicht einer einzelnen Windenergieanlage besteht das Vestas Erdungssystem prinzipiell aus drei einzelnen Erdungseinheiten. Die erste Einheit ist die Fundamenterdung. Die zweite und die dritte Einheit sind die Erdverbindungskabel zwischen den einzelnen Windenergieanlagen (horizontale Erdungselektrode).

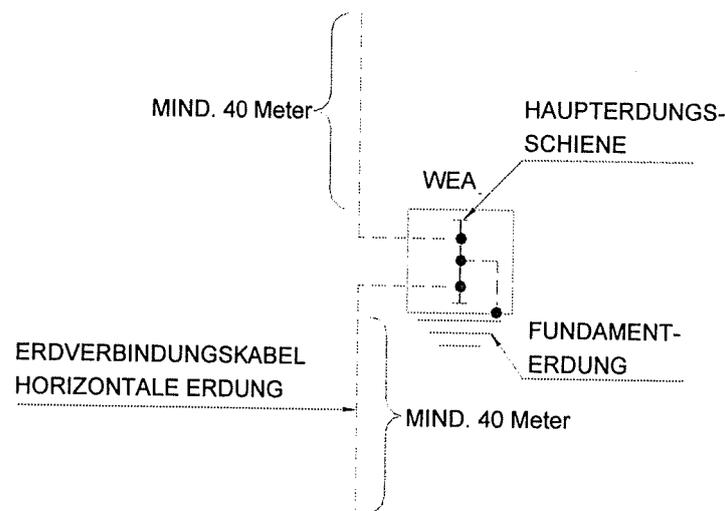


Abbildung 1-7: Prinzipdarstellung des Vestas Erdungssystems.

Im Vestas Erdungssystem sind die Windenergieanlagen in einem Windpark oder einem Netz von Windenergieanlagen zusätzlich mit einem Erdverbindungskabel zu einem gemeinsamen Erdungssystem verbunden.

Das Vestas Erdungssystem ist das Erdungssystem für das Hochspannungssystem, das Niederspannungssystem sowie die Blitzschutzanlage für jede Windenergieanlage. Es ist darüber hinaus das Erdungssystem für die Hochspannungsverteilung innerhalb des Windparks.

Bezüglich des Blitzschutzes der Windenergieanlage fordert Vestas für dieses System keinen bestimmten, in Ohm gemessenen Widerstand zur Bezugserde. Die Erdung der Blitzschutzanlage basiert auf dem Aufbau und der Konstruktion des Vestas Erdungssystems.

Ein Teil des Vestas Erdungssystems ist die Haupterdungsschiene, die sich am Kabeleintritt von allen Zuleitungen zur Windenergieanlage befindet. Alle Erdungseinheiten werden mit dieser Haupterdungsschiene verbunden. Zusätzlich sind Potentialausgleichsverbindungen an allen Zu- oder Ableitungen der Windenergieanlage installiert.

Die Anforderungen der Spezifikation und der Arbeitsanweisung für das Vestas Erdungssystem entsprechen den Mindestanforderungen von Vestas und den IEC-Normen. Lokale und nationale sowie auch projektspezifische Anforderungen erfordern ggf. zusätzliche Maßnahmen.

Weitere Informationen zum Vestas Erdungssystem siehe Vestas Dokument Nr.: 0000-3388 „Vestas Erdungssystem“.

0586

1.9 Anemometer

Zwei Ultraschall-Anemometer und zwei Gefahrenfeuer sind am hinteren Ende des Maschinenhausdaches befestigt. Die Anemometer sind mit einem Blitzschutz in Form eines Stahlrings ausgestattet, siehe Abbildung 1-8, S. 9. Falls Gefahrenfeuer installiert sind, werden diese mit Blitzableitern geschützt, siehe Abbildung 1-8, S. 9. Schutzringe und Blitzableiter haben direkten Kontakt mit der Kühlerhauptkonstruktion, die an die interne Stahlkonstruktion des Maschinenhauses angeschlossen ist. Zusätzlich verbindet ein Stahlträger die beiden Anemometer und die Gefahrenfeuer.

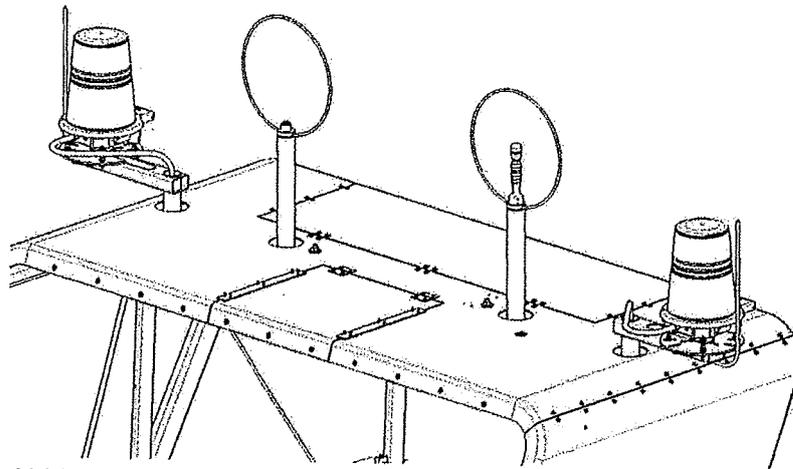


Abbildung 1-8: Ultraschall-Anemometer und Gefahrenfeuer an der Rückseite des Maschinenhauses.

1.10 Netzanschluss

Der Hochspannungstransformator befindet sich im hinteren Teil des Maschinenhauses. Die Hochspannungsklemmen (6 - 33 kV) sind über Überspannungsschutzvorrichtungen (Komponente F79A-C) mit einem nominellen Ableitstrom von $I_n = 10 \text{ kA}_{(8/20)}$ und einem Energieaufnahmevermögen von $\geq 2,8 \text{ kJ/kV}_{Ur}$ am Erdungssystem angeschlossen. Weitere Informationen enthält Tabelle 1-2, S. 10.

Die Anschlussklemmen des Generators, die die interne 690-V-Versorgung (Dreieck) gewährleisten, sind über die Überspannungsableiter (F10A-C) und (F10A-C) mit der Haupterdungsschiene verbunden. Der Rotorkreis im Generator ist transformatorseitig durch F9A-C-Komponenten (480 V(Dreieck)) vor Überspannungen geschützt.

COM-Steuerung und Top Controller (Steuerung oben) werden von 690-V-/230-V- und 230-V-/24-V-Transformatoren versorgt. Die 230-V-Bereiche sind mit einem Überspannungsschutz (Komponente F40) versehen.

Die Nabensteuerung wird von einem 690-V-/23-V-Transformator versorgt, wobei der 23-V-Bereich durch die F46A-B-Komponenten vor Überspannungen geschützt wird. Siehe Ableiter in Tabelle 1-3, S. 10.

0587

Daten des Überspannungsableiters			
	Kontinuierliche Wechselspannung U_c	Nomineller Ableitstrom I_n (8/20)	Spannungsschutzniveau U_p (I_n)
F11A-C F10A-C	600 V	15 kA	2,5 kV
F9A-C	320 V	20 kA	1,5 kV
F40	275 V	20 kA	1,25 kV
F46A-B	75 V	10 kA	0,4 kV

Tabelle 1-3: Ableiteranforderungen.

F79A-C				
Daten des Überspannungsableiters			Transformator	
Nennspannung U_r [kV]	Kontinuierliche Betriebsspannung U_c [kV]	Spannung [kV] bei $I_n = 10$ kA(8/20)	(Dyn) [kV]	U_n (YNyn) [kV]
9	7,2	27	-	10,0 – 11,5
15	12,0	40	10,0 – 11,0	11,6 – 18,0
21	16,8	58	11,1 – 15,0	18,1 – 26,0
27	21,6	75	15,1 – 19,0	26,1 – 33,0
30	24,0	80	19,1 – 21,5	33,1 – 34,5
33	26,4	88	21,6 – 24,0	
45	36,0	120	24,1 – 33,0	

Tabelle 1-4: Ableiteranforderungen.

1.11 Steuerungen (Controller)

Die Windenergieanlage wird mit drei Controllern betrieben.

- COM-Steuerung
- Top Controller (Steuerung oben)
- Nabensteuerung

Im Allgemeinen bestehen die Steuerungen aus einem Prozessor mit einzelnen E/A-Modulen, einer Reihe von Sensoren, Relais und Schützen, die mit den E/A-Modulen verbunden sind, einer Netzmessausrüstung und dem Pitch-Steuersystem.

Die Steuerungen bestehen aus elektronischen Einheiten, die gemäß folgenden Normen konstruiert, getestet und zugelassen sind:

- DS/EN50081-2: Electromagnetic compatibility, Generic Emission (Elektromagnetische Verträglichkeit, allgemeine Strahlung).
- DS/EN50082-2: Electromagnetic compatibility, Generic Immunity (Elektromagnetische Verträglichkeit, allgemeine Störfestigkeit).

Diese Normen schützen u. a. vor flüchtigen Spannungen bis zu einem bestimmten Niveau.

0588

Alle Komponenten und Abschirmungen von Stromkabeln sind mit dem gleichen Referenzpunkt, d. h. dem Erdungssystem der Windenergieanlage, verbunden.

Die Kommunikation zwischen den Prozessoren in der COM-Steuerung und im Top Controller (der Steuerung oben) erfolgt über Glasfaserkabel.

Signale zu und von E/A-Modulen sind von der internen Logik im Prozessor durch Optokoppler galvanisch getrennt.

Die Gleichstromversorgung von Prozessor und Sensoren ist galvanisch von der Hauptwechselstromversorgung getrennt.

Diese Auslegung bietet einen sehr guten Schutz vor durch Blitze hervorgerufenen Spannungsspitzen.

1.12 Fernsteuerung

Für die V80-Windenergieanlage (Steuerung VMP5000) bietet Vestas Fernsteuerungen mit zwei verschiedenen Schnittstellen zur Steuerung der Windenergieanlage an.

- Telecom II (Stromschleife)
- VPN (Vestas Park Net)

1.13 Telecom II Stromschleife)

Die Computerschnittstelle für die Stromschleife ist eine CT3230-Schnittstelle. Die externen Kupferkommunikationsleitungen sind gemäß IEC 62305-3, Abschnitt 6.2.2 und 6.2.5, über Überspannungsschutzvorrichtungen mit dem Potenzialausgleich verbunden. Die Stromschleifenkommunikation wird durch Ableiter (F962) mit einer Schutzklasse von 45 V bei 10 kA (8/20) geschützt.

1.14 VPN (Vestas Park Net)

Das Computerschnittstellenmodul für VPN ist eine CT3211-Schnittstelle. CT3211 und VPN-Slave sind mit einem Glasfaserkabel verbunden. Zwischen dem VPN-Slave und den Erdungssystemen der Windenergieanlage besteht kein Potenzialausgleich.

2 Zusammenfassung

Die im vorliegenden Dokument beschriebene Blitzschutzanlage erfüllt die Anforderungen der internationalen Norm IEC 62305, Blitzschutzklasse I.

3 Zeichnungen

Artikelnummer	Beschreibung
934620	Erdungssystem im Stahlrohrturm VCS-MW
927971	Systemerdung TN-S. VCS-MW
927972	Überspannungsschutz der Hauptverkabelung
946027	Fernüberwachung. VPN
948638	Fernüberwachung. TELECOM II. VMP. Option.

0589