

# Installation des Vestas-Erdungssystems, der Potentialausgleichsverbindungen an Kabeln zur Windenergieanlage

Windenergieanlagen typ	Mk-Version
Alle Vestas-CTR	Alle Mk-Versionen

Rev.-Nr.	Datum	Änderungsbeschreibung
10	17.06.2015	Aktualisierte Eignung der Hauptstromleitungen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zweck</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Referenzdokumente</b> .....	<b>2</b>
2.1	Sicherheitsdokumente .....	2
2.2	Referenzdokumente.....	2
2.3	Externe Standards .....	3
<b>3</b>	<b>Werkzeuge</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Materiallisten</b> .....	<b>3</b>
4.1	Von Vestas gelieferte Materialien.....	3
4.2	Projektspezifische Teile .....	4
4.2.1	Bausätze für Kabelverbindung, Stromversorgungskabel.....	4
4.2.2	Bausätze für Kabelverbindung, Lichtwellenleiterkabel.....	4
4.2.3	Potentialausgleichskästen, Kommunikation .....	4
<b>5</b>	<b>Voraussetzungen</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Das Erdungssystem</b> .....	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Verfahren</b> .....	<b>7</b>
7.1	Installation der Potentialausgleichsverbindungen.....	7
7.2	Verbindung der Hauptenergiekabel mit der Haupterdungsschiene.....	8
7.3	Verbindung der Kommunikations-/Signalkabel mit der Haupterdungsschiene.....	17
7.3.1	Lichtwellenleiterkabel mit metallischen Teile .....	17
7.3.2	Konventionelle Signal-/Kommunikationskabel.....	25
7.4	Verbindung der Niederspannungskabel mit der Haupterdungsschiene .....	31
7.4.1	Zwei Kabel 230-V-Versorgungssystem für standardmäßigen Meteorologie-Messmast .....	32
7.4.2	Ein 230/400/690-V-Versorgungskabel für externe Installationen .....	36
<b>8</b>	<b>Endqualitätskontrolle</b> .....	<b>40</b>

## 1 Zweck

Dieses Dokument beschreibt die Installation des Vestas-Erdungssystems, das heißt der Potentialausgleichsverbindungen an den Kabeln zur Windenergieanlage.

## 2 Referenzdokumente

### 2.1 Sicherheitsdokumente

Dokument-Nr.	Titel
<a href="#">0000-0496</a>	Vestas Firmenhandbuch zum Arbeitsschutz

Tabelle 2-1: Sicherheitsdokumente

### 2.2 Referenzdokumente

Dokument-Nr.	Titel
<a href="#">960501</a>	Schraubverbindungen
<a href="#">960453</a>	Qualitätskontrolle der Potentialausgleichsverbindungen bei Kabeln
<a href="#">961637</a>	Vestas-Erdungssystem - Beschreibung des Erdungssystems bei Standard-Schwerkraftfundamenten
<a href="#">959071</a>	Vestas-Erdungssystem - Beschreibung des Erdungssystems bei Standardfundamenten von Patrick & Henderson
<a href="#">964219</a>	Vestas-Erdungssystem - Beschreibung des Erdungssystems bei Offshore-Windenergieanlagen - Einzelpfahlgründung
<a href="#">964770</a>	Vestas-Erdungssystem - Beschreibung des Erdungssystems bei in Nordamerika verbreiteten Fundamenten
<a href="#">964771</a>	Vestas-Erdungssystem - Beschreibung des Erdungssystems bei Pfahl-Anker-Fundamenten von Patrick & Henderson

Tabelle 2-2: Referenzdokumente

#### BEMERKUNG

Die Referenzdokumente in Tabelle 2-2, S. 2 gelten nur für Mittelspannungskabel in den Mk 1-Türmen. Die Haupterdungsschiene (MEBB) ist an die Schaltanlage angeschlossen, und alle Mittelspannungskabel sind mit der MEBB verbunden.

## 2.3 Externe Standards

Dokument-Nr.	Titel
IEC 61400-24	Erste Ausgabe. 2010-06. Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz.
IEC 60364-5-54	Zweite Ausgabe 2002-06. Elektrische Anlagen in Gebäuden – Teil 5-54: Auswählen und Montieren von elektrischer Ausrüstung – Erdung, Schutzleiter und Potenzialausgleichsleiter.
IEC 61936-1	Erste Ausgabe 2002-10. Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV - Teil 1: Allgemeine Bestimmungen

Tabelle 2-3: Externe Standards

## 3 Werkzeuge

Für diese Arbeit wird, bis auf geeignetes Standard-Werkzeug, kein Spezialwerkzeug benötigt.

## 4 Materiallisten

### 4.1 Von Vestas gelieferte Materialien

Die im Folgenden aufgeführten Materialien werden von Vestas mit jedem Stahlfundamenteinbauteil oder jeder untersten Turmsektion geliefert.

Artikel-Nr.	Anzahl	Bezeichnung
		Haupterdungsschiene
		Rostfreie M10 Schrauben, M10 Unterlegscheiben und M10 Schraubenmuttern zum Verbinden der Kupferlitzen mit der Haupterdungsschiene

Tabelle 4-1: Ersatzteile

## 4.2 Projektspezifische Teile

### 4.2.1 Bausätze für Kabelverbindung, Stromversorgungskabel

Die folgenden Teile müssen von Vestas je nach Anzahl und Umfang der zur Windenergieanlage führenden Hauptstromkabel angefordert und geliefert werden.

Bausätze zur Kabelverbindung einschließlich Kupferlitze, Verbindungsfeder und Warmschrumpfschlauch etc. zur Verbindung der Kabelschirme oder Armierung der Hauptleistungskabel mit der Haupterdungsschiene:

Artikelnr.:	Außendurchmesser Kabel:	Außendurchm. Kabelschirm/ Armierung
769681	17 - 32 mm	16 - 26 mm
769682	24 - 50 mm	23 - 38 mm
769683	39 - 65 mm	38 - 57 mm
769684	56 - 92 mm	55 - 83 mm
769685	84 - 130 mm	83 - 119 mm

Tabelle 4-2 Bausatz für Kabelverbindung, Stromversorgungskabel

### 4.2.2 Bausätze für Kabelverbindung, Lichtwellenleiterkabel

Die folgenden Teile müssen bei der Verwendung von Lichtwellenleitern mit metallischen Kabelschirmen, Armierungen oder anderen metallischen Komponenten, die für die Kommunikation im Windenergieanlagenprojekt verwendet werden, von Vestas angefordert und geliefert werden. Die Anzahl der Bausätze muss der Anzahl der Kabel, die zur Windenergieanlage führen, entsprechen.

Bausätze zur Kabelverbindung einschließlich Kupferlitze, Verbindungsfeder, Verbinderklemmen und Warmschrumpfschlauch etc. zur Verbindung der Lichtwellenleiter mit metallischen Komponenten mit der Haupterdungsschiene:

Artikelnr.:	Außendurchmesser Kabel:	Außendurchm. Kabelschirm/ Armierung
769680	9 - 21 mm	1,8 – 16 mm

Tabelle 4-3 Bausätze für Kabelverbindung, Lichtwellenleiterkabel

### 4.2.3 Potentialausgleichskästen, Kommunikation

Die folgenden Teile müssen von Vestas angefordert und geliefert werden, wenn konventionelle Kupfersignal-, Kupfersteuer- oder Kupferkommunikationskabel für die Kommunikation etc. im Windenergieanlagenprojekt verwendet werden. Die Anzahl der anzufordernden Kästen richtet sich nach der Anzahl der Kabel, die zur Windenergieanlage führen und abgehen. Jeder Kasten enthält Überspannungsableiter für zwei Kabel, eine Zuleitung und eine Ableitung.

Potentialausgleichskästen mit Überspannungsableitern für konventionelle Kupfersignal-, Kupfersteuer- oder Kupferkommunikationskabel, die zur

Windenergieanlage (WEA) führen oder abgehen und direkt an die  
Haupterdungsschiene installiert werden können:

Artikelnr.:	Signalart
769694	Zwei Kommunikationsleitungen; Telecom Analog, ISDN und ADSL

Tabelle 4-4 Potentialausgleichskästen, Kommunikation

### Potentialausgleichskästen, Niederspannung

Die folgenden Teile müssen von Vestas angefordert und geliefert werden, wenn Niederspannungskabel von einer Windenergieanlage abgehen, z. B. wenn die Windenergieanlage die Spannungsversorgung für das Equipment des Meteorologie-Messmastes, eine Außenbeleuchtung etc. liefert. Die Anzahl der anzufordernden Kästen richtet sich nach der Anzahl der Kabel, die von der Windenergieanlage abgehen. Der Inhalt des Kastens und der entsprechende Typ des Überspannungsableiters richten sich nach dem Niederspannungssystem.

Potentialausgleichskasten mit Überspannungsableiter für Niederspannungskabel, die zur Windenergieanlage führen.

Direkt zur Montage an der Haupterdungsschiene einsetzbar.

Artikelnr.:	Niederspannungssystem
769695	Ein Kabel 3 x 400/230 V
769696	Ein Kabel 3 x 690/400 V
769692	Zwei Kabel 230-V-Versorgungssystem für standardmäßigen Meteorologie-Messmast

Tabelle 4-5 Potentialausgleichskästen, Niederspannung

## 5 Voraussetzungen

Die Beschreibung und die Zeichnungen entsprechen den Erdungs-/Potentialausgleichsverbindungen bei Kabeln zu Vestas Windenergieanlagen.

Die Potentialausgleichsverbindungen bei Kabeln zu Windenergieanlagen sind nur ein Teil des gesamten Vestas-Erdungssystems.

Eine Beschreibung des gesamten Erdungssystems von Vestas befindet sich in den Referenz-Dokumenten in Abschnitt 2.2 Referenzdokumente, S. 2, sie ist abhängig vom Fundamenttyp, auf dem die Windenergieanlage errichtet ist.

Die Konstruktion des Erdungssystems von Vestas basiert auf und entspricht den Anforderungen der internationalen Normen und Richtlinien, wie in Abschnitt 6, S. 7 beschrieben.

## 6 Das Erdungssystem

Vestas stellt ein freigegebenes Erdungssystem eines Standardfundamentes von einem Stahlrohrturm zur Verfügung. Die Ausführung besteht aus einem Gesamtteil, in welchem die gesamten Anforderungen an das Vestas-Erdungssystem beschrieben werden. In einem weiteren Teil wird die Fundamenterdung bei jeder Windenergieanlage beschrieben, in einem anderen Teil die Erdung zwischen den Windenergieanlagen und/oder der Unterstation und im vorliegenden Teil die Potentialausgleichsverbindungen der Kabel zur Windenergieanlage.

## 7 Verfahren

### 7.1 Installation der Potentialausgleichsverbindungen

Die Bausätze für Kabelverbindung müssen angebracht werden:

- an den ankommenden Hauptenergieleitungen,
- an allen ankommenden Lichtwellenleiterkabeln mit metallischen Kabelschirmen, Armierungen oder anderen metallischen Komponenten.

An jedem einadrigen und/oder mehradrigen Kabel, das zur Windenergieanlage führt, sind Anschlüsse zu montieren, wenn ein konzentrischer Erddraht, Kabelschirme oder eine Armierung aus Metall im Kabel vorhanden sind.

Erdungs-/Potentialausgleichsverbindungen sind nicht an Hauptleistungskabeln zu installieren, wenn der Transformator direkt außerhalb und in direktem Kontakt zum Turm gesetzt wird.

An jedem Lichtwellenleiterkabel mit Metallteilen, das zur Windenergieanlage führt, sind Verbindungen herzustellen.

Des Weiteren müssen Potentialausgleichskästen mit Überspannungsableitern bei allen eingehenden konventionellen Kupfersignal-, Kupfersteuer- oder Kupferkommunikationskabeln und Niederspannungskabeln gemäß dieser Beschreibung installiert werden.

Die Potentialausgleichskästen mit Überspannungsableitern sind an jedem konventionellen Kupfersignal-, Kupfersteuer- oder Kupferkommunikationskabel (keine Lichtwellenleiter), das zur Windenergieanlage führt, zu montieren.

An jedem Niederspannungskabel, das zur Windenergieanlage führt, sind zusätzliche Potentialausgleichskästen mit Überspannungsableitern zu installieren. Niederspannungskabel sind z. B. die Energieversorgung zu den Einrichtungen des Meteorologie-Messmasts, Außenbeleuchtung etc.

Alle Bausätze für die Kabelverbindung müssen nahe der Kabeleinführung, direkt an der Haupterdungsschiene montiert werden.

Alle Potentialausgleichskästen müssen direkt an der Haupterdungsschiene montiert werden.

## 7.2 Verbindung der Hauptenergiekabel mit der Haupterdungsschiene

Nachdem die Hauptenergiekabel in den Turmsockel eingeführt und weiter am Turm hochgeführt sind, müssen die Kabelschirme, Armierungen und konzentrischen Erdungsdrähte in den Kabeln mit der Haupterdungsschiene verbunden werden.

### BEMERKUNG

Die Arbeitsanweisung umfasst sowohl einadrige als auch mehradrige Kabel, da die Montagemethode identisch ist.

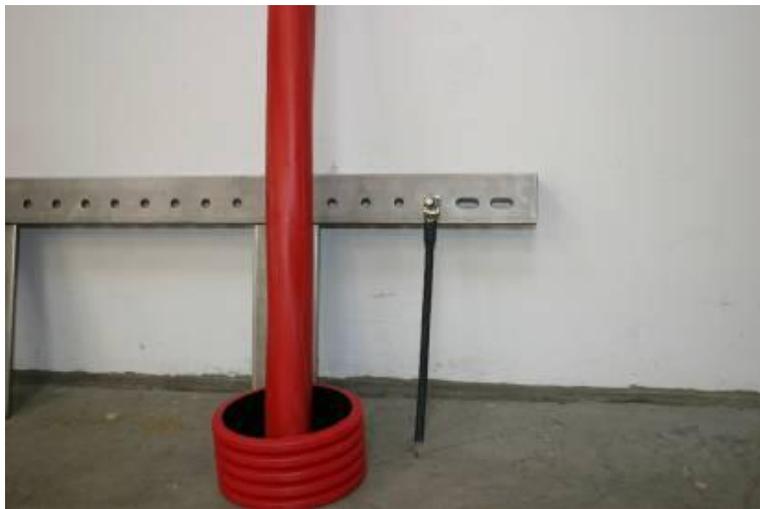


Abbildung 7-1: Mehradriges Hauptenergiekabel (Mittelspannung), das in den Turmsockel führt und an der Haupterdungsschiene vorbeiläuft

- ▶ 60 mm der Außenisolierung des Kabels sind sorgfältig zu entfernen, ohne dabei die Kabelschirme oder konzentrischen Erdungsdrähte im Hauptleistungskabel zu beschädigen.



Abbildung 7-2: Hauptenergiekabel mit gekennzeichneteter Fläche, in der die Kabelisolierung herausgeschnitten werden muss

- ▶ Zum Schneiden der Kabelisolierung um den konzentrischen Erdungsdraht, Kabelschirm oder Kabelarmierung, ist die Schneidekordel zu verwenden. Mit der Schneidekordel wird der konzentrische Erdungsdraht oder der Kabelschirm nicht beschädigt.

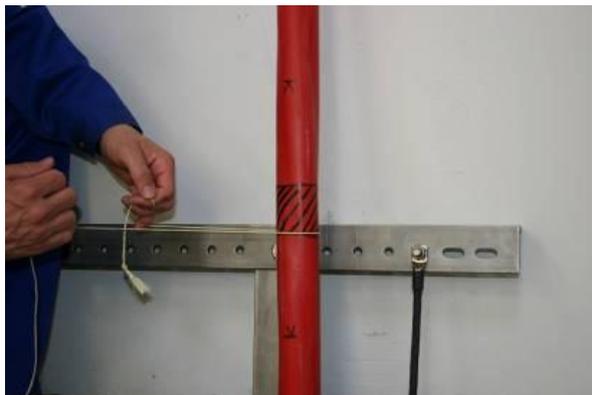


Abbildung 7-3: Schneiden der Kabelisolierung mit einer Schneide-/Kevlarkordel

- ▶ Mit einem Kabelmesser ist sehr sorgfältig zwischen den beiden Rundum-Einschnitten zu schneiden und die Kabelisolierung zu entfernen.



Abbildung 7-4: Hauptenergiekabel mit entfernter Kabelisolierung

- ▶ Mit dem Schleifpapier ist die Außenisolierung zu glätten, damit ein Warmschrumpfschlauch aufgebracht werden kann.



Abbildung 7-5: Vorbereiten der Isolierung zum Aufbringen des Warmschrumpfschlauches

- ▶ Die vorbereitete Fläche ist mit dem Reinigungstuch zu säubern.



Abbildung 7-6: Reinigen der vorbereiteten Isolierfläche

- ▶ Das Kupfergeflecht ist um die konzentrischen Erdungsdrähte, Kabelschirme oder die Armierung zu wickeln.

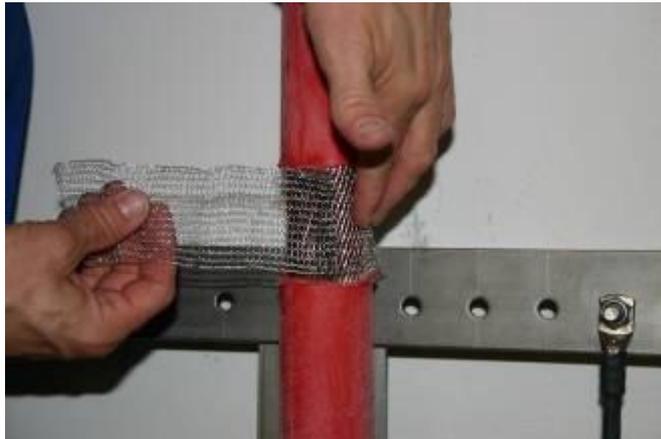


Abbildung 7-7: Kupfergeflecht wird rundherum gewickelt



Abbildung 7-8: Angebrachtes Kupfergeflecht

- ▶ Die Kupferlitze ist, wie in Abbildung 7-9, S. 11 zu sehen, nach oben zeigend anzubringen.



Abbildung 7-9: Am Kabel angebrachte Kupferlitze

- ▶ Die Verbindungsfeder ist mindestens ein Mal und maximal zwei Mal um die Kupferlitze und das Kupfergeflecht zu wickeln.

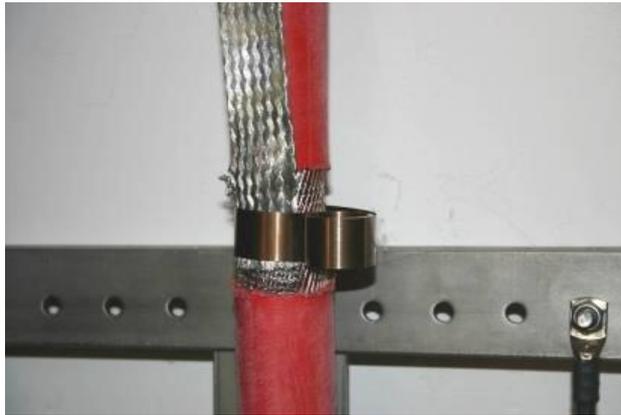


Abbildung 7-10: Verbindungsfeder wird ein Mal komplett um die Kupferlitze und das Kupfergeflecht gewickelt

- ▶ Die Kupferlitze ist nach unten und über die erste Windung der Verbindungsfeder zu biegen.



Abbildung 7-11: Umgebogene und über die erste Windung der Verbindungsfeder gebogene Kupferlitze

- ▶ Die restliche Verbindungsfeder ist um die Kupferlitze und das Kupfergeflecht zu wickeln.

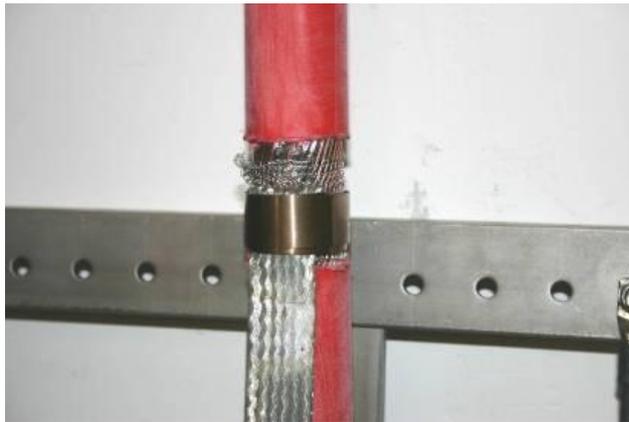


Abbildung 7-12: Hauptenergiekabel mit montierter Verbindungsfeder und Kupferlitze

- ▶ Die Abdichtung ist unter der Kupferlitze anzubringen. Diese muss direkt am unteren Ende der Schnittkante angebracht werden.



Abbildung 7-13: Unter der Kupferlitze angebrachte Abdichtung

- ▶ Die Schutzfolie an der Innenseite des Warmschrumpfschlauches ist zu entfernen.



Abbildung 7-14: Entfernen der Schutzfolie

- ▶ Die Kabelisolierung ist sorgfältig vorzuwärmen, damit eine bessere Verbindung zwischen dem Warmschrumpfschlauch und der Kabelisolierung erreicht wird.



Abbildung 7-15: Vorwärmen der Kabelisolierung

- ▶ Der Warmschrumpfschlauch ist mittig um das Kabel, die Verbindungsfeder und die Abdichtung zu halten und wird mit einer Stahlschiene, die darüber geschoben wird, befestigt.



Abbildung 7-16 Anlegen des Warmschrumpfschlauches um das Kabel



Abbildung 7-17: Angebrachter und zum Erwärmen vorbereiteter Warmschrumpfschlauch

- ▶ Der Warmschrumpfschlauch ist mit einem Gasbrenner oder einer Heißluftpistole so lange zu erwärmen, bis Kleber aus beiden Seiten des Schlauches austritt. Dabei ist in der Mitte des Schlauches zu beginnen und bis zu einer Seite fortzufahren. Anschließend zur Mitte zurückzugehen und bis zur anderen Seite fortzufahren.

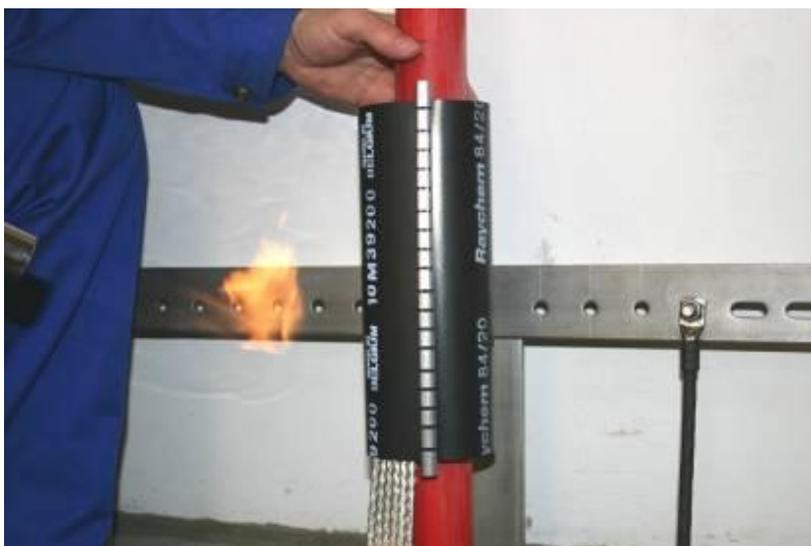


Abbildung 7-18: Erwärmen vom Schlauch mit einem Gasbrenner



### Schäden an Kabelisolierung oder Schlauch durch Überhitzung!

Kabelisolierung und Schlauch können durch Überhitzung beschädigt werden.

- ⊙ **Nicht** zu viel Wärme bei der Erwärmung des Schlauches anwenden.
- ▶ Hierbei ist sorgfältig vorzugehen.



Abbildung 7-19: Fertig montierter Warmschrumpfschlauch

- ▶ Die Kupferlitze ist an die Haupterdungsschiene zu montieren.



Abbildung 7-20: Vollständig montierte Kupferlitze

- ▶ Die vorgehende Arbeitsanweisung ist bei jedem Hauptleistungskabel, das zur Windenergieanlage führt, zu beachten.

## BEMERKUNG

1):

Die Erweiterung der Haupterdungsschiene ist ein neu eingeführter Vestas-Artikel mit der Nummer: 75942678 als eine Zusatzkomponente für den Fall, dass die Kabelführungen nicht richtig bis an die Haupterdungsschiene gelegt sind.

2):

Wie in Abbildung 7-22, S. 18 zu sehen, sollte die Erweiterung der Haupterdungsschiene mit je zwei M10 x 40 Schrauben (ISO 4017 A4-70) und Schraubenmuttern mit einem Anzugsmoment von 33 Nm (Ref DMS Nr.:960501 Seiten-Nr.: 18/19) befestigt werden.

3):

Beide Schrauben und Schraubenmutter werden horizontal und vertikal mit der Haupterdungsschiene verbunden, wie in Abbildung 7-22, S. 18 zu sehen.



Abbildung 7-21: Erweiterung der Haupterdungsschiene

### 7.3 Verbindung der Kommunikations-/Signalkabel mit der Haupterdungsschiene

Lichtwellenleiterkabel ohne metallische Teile, die von Vestas freigegeben sind, können in die Windenergieanlage eingeführt werden, ohne dass das Kabel mit der Haupterdungsschiene verbunden werden muss.

#### 7.3.1 Lichtwellenleiterkabel mit metallischen Teile

Wird ein Lichtwellenleiterkabel mit metallischen Kabelschirmen, Armierungen oder anderen metallischen Komponenten in den Turmsockel eingeführt, müssen die Kabelschirme, Armierungen oder andere metallische Komponenten des Kabels mit der Haupterdungsschiene verbunden werden.



Abbildung 7-22: In die unterste Turmsection eingeführtes Kabel, das an der Haupterdungsschiene vorbeiläuft

- ▶ 40 mm der Außenisolierung des Kabels sind sorgfältig zu entfernen, ohne dabei den Kabelschirm oder die Armierung zu beschädigen.



Abbildung 7-23: Hauptenergiekabel mit gekennzeichnete Fläche, an der die Kabelisolierung herausgeschnitten werden muss

- ▶ Zum Schneiden der Kabelisolierung um den Kabelschirm oder die Armierung ist die Schneidekordel zu verwenden. Mit der Schneidekordel wird der Kabelschirm oder die Armierung nicht beschädigt.



Abbildung 7-24: Schneiden der Kabelisolierung mit einer Schneide-/Kevlarkordel

- ▶ Mit einem Kabelmesser ist sehr sorgfältig in die zwei Einschnitte rundherum zu schneiden und die Kabelisolierung dabei zu entfernen.



Abbildung 7-25: Die Außenisolierung des Kabels ist herausgeschnitten

- ▶ Je nach Durchmesser der Armierung, des Kabelschirms oder anderen metallischen Komponenten im Kabel, ist eine Verbindungsklemme oder eine Verbindungsfeder mit passendem Durchmesser zu verwenden.
- ▶ Das Verbindungskabel ist nach oben zeigend anzulegen (Abbildung 7-26, S. 20 und Abbildung 7-27, S. 20) und die Verbindungsfeder muss mindestens ein Mal und maximal zwei Mal um den Kabelschirm oder die Armierung gewickelt werden. Der Verbindungsdraht kann auch mit einer Verbindungsklemme verbunden werden.



Abbildung 7-26: Am Kabel angebrachter Verbindungsdraht



Abbildung 7-27: Eine komplette Wicklung der Verbindungsfeder um den Kabelschirm oder die Armierung

- ▶ Der Verbindungsdraht ist nach unten und über die erste Windung der Verbindungsfeder zu biegen (nur wenn keine Splintschrauben verwendet werden).

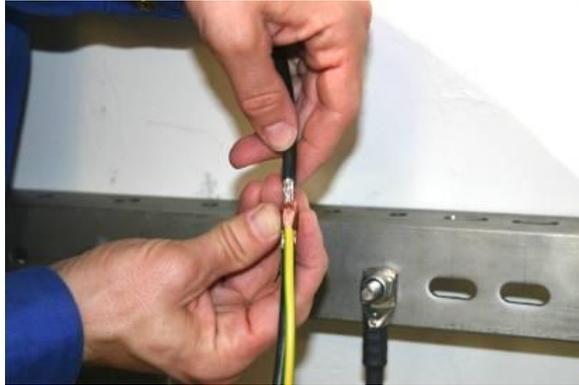


Abbildung 7-28: Umgebogener und über die erste Windung der Verbindungsfeder gebogener Verbindungsdraht

- ▶ Die restliche Verbindungsfeder ist um den Verbindungsdraht zu wickeln (nur wenn keine Splintschrauben verwendet werden).



Abbildung 7-29: Kabel mit montierter Verbindungsfeder und Verbindungsdraht

- ▶ Mit dem Schleifpapier ist die Außenisolierung zu glätten, damit ein Warmschrumpfschlauch aufgebracht werden kann.



Abbildung 7-30: Vorbereiten der Isolierung zum Aufbringen des Warmschrumpfschlauches

- ▶ Die vorbereitete Fläche ist mit dem Reinigungstuch zu säubern.

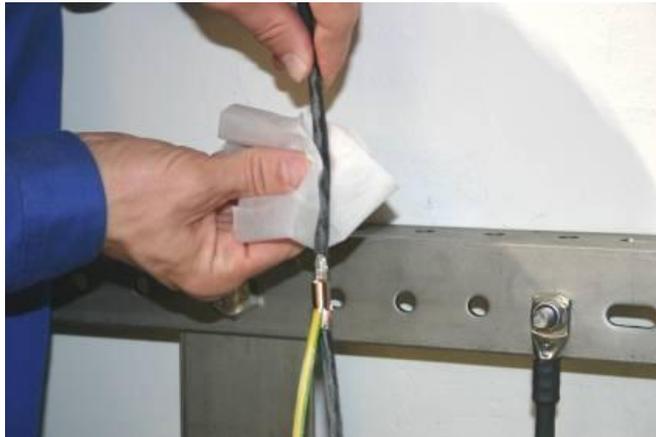


Abbildung 7-31: *Reinigen der vorbereiteten Isolierungsfläche*

- ▶ Die Abdichtung ist unter dem Verbindungsdraht anzubringen.



Abbildung 7-32: *Angebrachte Abdichtung unter dem Verbindungsdraht*

- ▶ Die restliche Abdichtung ist um das Kabel und den Verbindungsdraht zu wickeln.



Abbildung 7-33: Um das Kabel und den Verbindungsdraht gewickelte Abdichtung

- ▶ Die Schutzfolie an der Innenseite des Warmschrumpfschlauches ist zu entfernen.



Abbildung 7-34: Entfernen der Schutzfolie

- ▶ Die Kabelisolierung ist sorgfältig vorzuwärmen, damit eine bessere Verbindung zwischen dem Warmschrumpfschlauch und der Kabelisolierung erreicht wird.
- ▶ Der Warmschrumpfschlauch ist mittig um das Kabel, die Verbindungsfeder und die Abdichtung zu halten und wird mit einer Stahlschiene, die darüber geschoben wird, befestigt.



Abbildung 7-35 Einlegen des Kabels in den Warmschrumpfschlauch



Abbildung 7-36 Den Schlauch um das Kabel wickeln



Abbildung 7-37: Einschieben der Stahlschiene

- ▶ Der Warmschrumpfschlauch ist mit einem Gasbrenner oder einer Heißluftpistole so lange zu erwärmen, bis Kleber aus beiden Seiten des Schlauches austritt. Dabei ist in der Mitte des Schlauches zu beginnen und bis zu einer Seite fortzufahren. Anschließend zur Mitte zurückzugehen und bis zur anderen Seite fortzufahren.



### Schäden an Kabelisolierung oder Schlauch durch Überhitzung!

Kabelisolierung und Schlauch können durch Überhitzung beschädigt werden.

- ⊗ **Nicht** zu viel Wärme bei der Erwärmung des Schlauches anwenden.
- ▶ Hierbei ist sorgfältig vorzugehen.



Abbildung 7-38: Fertig montierter Warmschrumpfschlauch

- ▶ Der Verbindungsdraht ist mit der Hauptideungsschiene zu verbinden.



Abbildung 7-39: Fertig montierter Verbindungsdraht

- ▶ Die Arbeitsanweisung ist für jedes Lichtwellenleiterkabel mit metallischen Komponenten, das zur Windenergieanlage führt, zu befolgen.

### 7.3.2 Konventionelle Signal-/Kommunikationskabel

Alle konventionellen Kupfersignal-, Kupfersteuer- oder Kupferkommunikationskabel müssen in die Windenergieanlage über Überspannungsableiter in einem Potentialausgleichskasten führen. Dieser Kasten enthält Überspannungsableiter für zwei Kabel. Jedes Kabel hat zwei

Überspannungsableiter, davon ist einer für das eingehende und einer für das abgehende Kabel konzipiert.

Wenn die Kupfersignal- oder Kupferkommunikationskabel über Kunststoffeinführungen zur Windenergieanlage eingeführt oder abgeleitet sind, müssen alle Kabel über Potentialausgleichskästen geführt werden. Die Kabel müssen gemäß dieser Arbeitsanweisung und der für die Überspannungsableiter gelieferten Montageanleitung auch an Überspannungsleiter angeschlossen werden.

### Installation des Potentialausgleichskastens

Nach der Verlegung der konventionellen Kupfersignal-, Kupfersteuer- oder Kupferkommunikationskabel in der untersten Turmsection und weiter am Turm hoch, müssen die Kabel über einen Potentialausgleichskasten an die Haupterdungsschiene angeschlossen werden.

Der Potentialausgleichskasten verfügt über zwei Überspannungsableiter, einen für die Zuleitung und einen für die Ableitung.



Abbildung 7-40: Kabel für Kommunikationsleitungen, die in die Windenergieanlage führen

- Der Potentialausgleichskasten ist mit Schraubenmutter und Unterlegscheiben an die Haupterdungsschiene zu montieren. Die Anordnung vom Potentialausgleichskasten darf keine störende Wirkung auf die Installation der Hauptleistungskabel haben.



Abbildung 7-41: Potentialausgleichskasten an der Haupterdungsschiene

- ▶ Die Abdeckung des Potentialausgleichskastens ist zu entfernen.
- ▶ Die Dichtungsmodule sind zu entfernen.
- ▶ Die Außenisolierung der Kabel, die in den Potentialausgleichskasten führen, ist zu entfernen.
- ▶ Der größte Teil des Metallkabelmantels ist zu entfernen, dabei ist jedoch noch ausreichend Kabelmantel übrigzulassen, um die Metallfolie in den EMV/PE-Dichtungsmodulen zu verbinden.



Abbildung 7-42: Entfernung der Kabelisolierung und Anpassen des Metallkabelmantels für EMV/PE-Dichtungsmodule

- ▶ Das innere Schutzband an der Metallfolie im EMV/PE-Dichtungsmodul ist zu öffnen und zu entfernen.



Abbildung 7-43: Entfernen des inneren Schutzbandes

- ▶ Die Dichtungsmodule sind anzupassen, indem die Schichten abgezogen werden. Von innen ist zu beginnen, um die einzuführenden Kabel an den Kasten anzupassen. Die kleine Dichtungsfläche muss mit der äußeren Kabelisolierung übereinstimmen, wobei die große, mit der Metallfolie bedeckte Dichtungsfläche zum Kabelmantel passen muss.

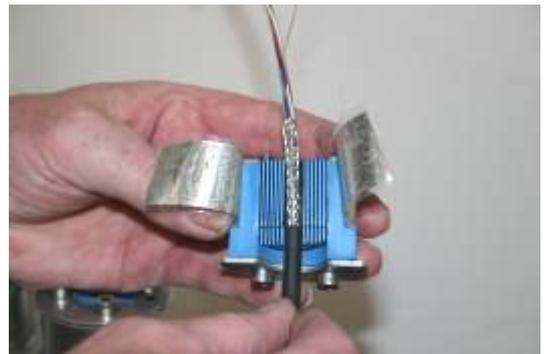


Abbildung 7-44: Dichtungsmodul

Abbildung 7-45: Korrekter Sitz des Dichtungsmoduls

- ▶ Das äußere Schutzband ist von der Metallfolie abzuziehen. Die Metallfolie muss angepasst werden, damit sie mit der Form des Dichtungsmoduls übereinstimmt.



Abbildung 7-46: Abziehen des äußeren Schutzbandes

Abbildung 7-47: Korrekter Sitz der Metallfolie

- ▶ Die blauen Gummiteile des Dichtungsmoduls sind einzufetten, bevor die Module in die Muffen eingeführt werden. Dabei ist sicherzustellen, dass die Metallfolie oder der Kabelmantel nicht gefettet werden.



Abbildung 7-48: Die blauen Gummiteile des Dichtungsmoduls werden geschmiert

- ▶ Die Kabel sind über die Dichtungsmodule in den Potentialausgleichskasten einzuführen.
- ▶ Vor dem Festziehen ist sicherzustellen, dass der Kabelmantel 5 bis 10 mm nach innen in die Dichtungsmodule gezogen wird.
- ▶ Alle Schrauben am Dichtungskeil sind festzuziehen.



Abbildung 7-49: Festziehen der Schrauben am Dichtungskeil

- ▶ Alle aktiven Leiter sind an die Überspannungsableiter im Potentialausgleichskasten anzuschließen.



Abbildung 7-50: Anschluss der Leitungen an die Überspannungsableiter

- ▶ Dabei ist eine Aderendhülse für mehradrige Leitungen einzusetzen.

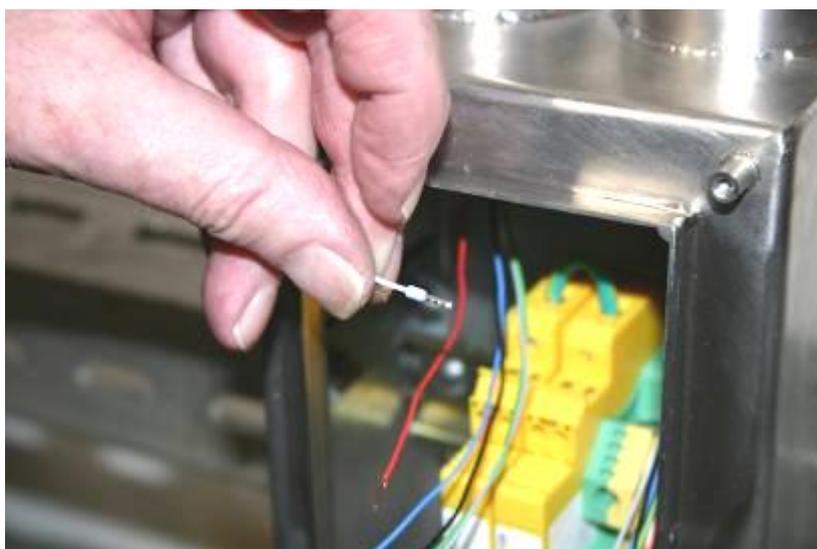


Abbildung 7-51: Aderendhülse für mehradrige Leitungen

- ▶ Alle inaktiven Leitungen müssen an die PE-Gelb/Grün-Klemmen im Potentialausgleichskasten angeschlossen werden. Keine Leitungen dürfen im Potentialausgleichskasten unverdrahtet bleiben.



Abbildung 7-52: Ordnungsgemäßer Anschluss aller Leitungen

- ▶ Dabei ist darauf zu achten, dass die eingehenden und abgehenden Kabel sich im Potentialausgleichskasten nicht überschneiden. Zum Beispiel muss das eingehende Kabel 1 mit dem gleichen Überspannungsableiter verbunden werden, wie das abgehende Kabel 1 ...
- ▶ Nach fertiger Installation der Kabel ist die Abdeckung des Potentialausgleichskastens wieder anzubringen.



Abbildung 7-53: Angebrachte Abdeckung nach fertiger Installation

#### 7.4 Verbindung der Niederspannungskabel mit der Haupterdungsschiene

Alle zur Windenergieanlage führenden Niederspannungskabel, nicht die Hauptenergiekabel sondern die Stromversorgung für die Wetterstationen, Außenbeleuchtung, Antennen und Ähnliches muss in die Windenergieanlage über Überspannungsableiter eingeführt werden, die sich in einem

Potentialausgleichskasten befinden. Dieser Kasten enthält Überspannungsableiter gemäß der geplanten Stromversorgungskabel, die in die Windenergieanlage führen. Die Anzahl der Potentialausgleichskästen ist abhängig von der Anzahl der Kabel, die in die Windenergieanlage führen.

Nachdem die Niederspannungskabel über Kunststoffrohre in den Turm führen, müssen sie über einen Potentialausgleichskasten verlegt und gemäß der folgenden Montageanleitung an die Überspannungsableiter angeschlossen werden.

#### 7.4.1 Zwei Kabel 230-V-Versorgungssystem für standardmäßigen Meteorologie-Messmast

Nachdem die Versorgungsleitungen für den Meteorologie-Messmast in der untersten Turmsektion und weiter den Turm hoch verlegt sind, müssen die Kabel über einen Potentialausgleichskasten an die Haupterdungsschiene angeschlossen werden.



Abbildung 7-54: Kabel für den Meteorologie-Messmast, die in die Windenergieanlage führen

- Der Potentialausgleichskasten ist mit Schraubenmuttern und Unterlegscheiben an die Haupterdungsschiene zu montieren. Die Anordnung vom Potentialausgleichskasten darf keine störende Wirkung auf die Installation der Hauptleistungskabel haben.



Abbildung 7-55: Potentialausgleichskasten an der Haupterdungsschiene

- ▶ Die Abdeckung des Potentialausgleichskastens ist zu entfernen.
- ▶ Die Dichtungsmodule sind zu entfernen und anzupassen, indem die Schichten abgezogen werden. Von innen ist zu beginnen, um die einzuführenden Kabel an den Kasten anzupassen.

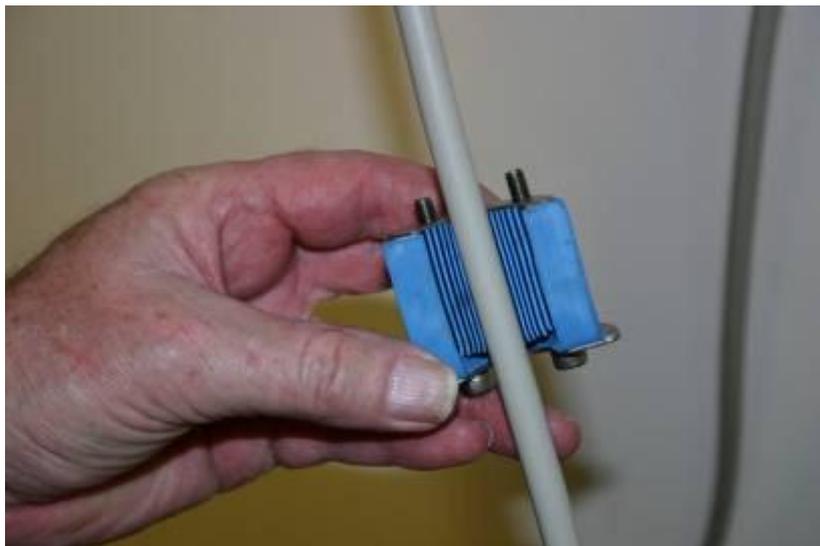


Abbildung 7-56: Korrekter Sitz des Dichtungsmoduls

- ▶ Die Außenisolierung der Kabel, die in den Potentialausgleichskasten führen, ist zu entfernen.



Abbildung 7-57: Entfernen der äußeren Kabelisolierung

- ▶ Die Kabel sind über die Dichtungsmodule in den Potentialausgleichskasten einzuführen.
- ▶ Die blauen Gummitteile des Dichtungsmoduls sind einzufetten, bevor die Module in die Muffen eingeführt werden.
- ▶ Vor dem Festziehen ist sicherzustellen, dass die Kabelisolierung 5 bis 10 mm nach innen in die Dichtungsmodule gezogen wird.
- ▶ Alle Schrauben am Dichtungskeil sind festzuziehen.



Abbildung 7-58: Festziehen der Schrauben am Dichtungskeil

- ▶ Alle Leiter sind an die Überspannungsableiter im Potentialausgleichskasten anzuschließen.



Abbildung 7-59: Anschluss der Leitungen an die Überspannungsableiter

**BEMERKUNG** Dabei ist darauf zu achten, dass die Phase (L) und der Neutraleiter (N) an die richtig markierten Klemmen an den Überspannungsableitern angeschlossen werden.

- ▶ Alle Erdleiter müssen an die PE-Gelb/Grün-Klemmen im Potentialausgleichskasten angeschlossen werden.



Abbildung 7-60: Ordnungsgemäßer Anschluss aller Leitungen

**BEMERKUNG** Die beiden Kabel dürfen sich im Potentialausgleichskasten nicht überschneiden. Das eingehende Kabel 1 muss mit dem gleichen Überspannungsableiter verbunden werden, wie das abgehende Kabel 1, etc.

- ▶ Nach fertiger Installation der Kabel ist die Abdeckung des Potentialausgleichskastens wieder anzubringen.



Abbildung 7-61: Angebrachte Abdeckung nach fertiger Installation

#### 7.4.2 Ein 230/400/690-V-Versorgungskabel für externe Installationen

Nachdem die Kabel für externe Installationen durch die unterste Turmsektion und weiter den Turm hoch gezogen sind, muss das Kabel an den Potentialausgleichskasten angeschlossen werden.



Abbildung 7-62: Kabel für externe Installationen, das in die Windenergieanlage führt

- ▶ Der Potentialausgleichskasten ist mit Schraubenmuttern und Unterlegscheiben an die Haupterdungsschiene zu montieren. Die Anordnung vom Potentialausgleichskasten darf keine störende Wirkung auf die Installation der Hauptleistungskabel haben.



Abbildung 7-63: Installation des Potentialausgleichskastens an der Haupterdungsschiene

- ▶ Die Abdeckung des Potentialausgleichskastens ist zu entfernen.
- ▶ Die Dichtungsmodule sind zu entfernen und anzupassen, indem die Schichten abgezogen werden. Von innen ist zu beginnen, um die einzuführenden Kabel an den Kasten anzupassen.

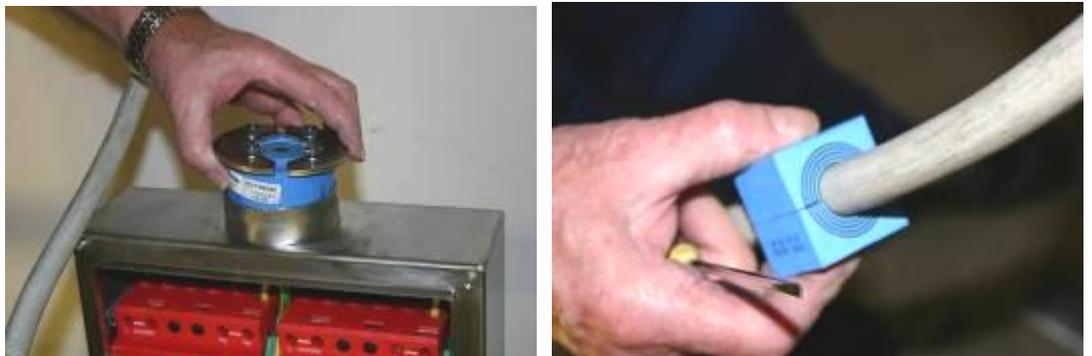


Abbildung 7-64: Entfernen und korrekte Anpassung des Dichtungsmoduls

- ▶ Die Außenisolierung der Kabel, die in den Potentialausgleichskasten führen, ist zu entfernen.



Abbildung 7-65: Entfernen der äußeren Kabelisolierung

- ▶ Die Kabel sind über die Dichtungsmodule in den Potentialausgleichskasten einzuführen.
- ▶ Die blauen Gummitteile des Dichtungsmoduls sind einzufetten, bevor die Module in die Muffen eingeführt werden.
- ▶ Vor dem Festziehen ist sicherzustellen, dass die Kabelummantelung/-isolierung 5 bis 10 mm nach innen in die Dichtungsmodule gezogen wird.
- ▶ Alle Schrauben am Dichtungskeil sind festzuziehen.



Abbildung 7-66: Ordnungsgemäßes Anbringen der Kabelisolierung und Festziehen der Schrauben am Dichtungskeil

- ✓ Vor dem Anschluss der Leitungen an den Überspannungsableiter ist zu bestimmen, ob die Spannungsebene ein System mit 230/400 V oder ein System mit 400/690 V ist. Die Überspannungsableiter unterstützen beide Systeme.
- ▶ Bei einem System mit 230/400 V sind die Phasen und Neutraleiter an die Klemmen auf der oberen Seite der Überspannungsableiter mit der Markierung 230/400 V anzuschließen.

- ▶ Bei einem System mit 400/690 V sind die Phasen und Neutralleiter an die Klemmen auf der unteren Seite der Überspannungsableiter mit der Markierung 400/690 V anzuschließen.



Abbildung 7-67: Bestimmung der Spannungsebene des Systems vor der Installation der Leitungen. Hier ein 230/400-V-System

- ▶ Alle Leiter sind an die Überspannungsableiter im Potentialausgleichskasten anzuschließen. Die Phase 1 des eingehenden und abgehenden Kabels ist an den Überspannungsableiter mit der Markierung (L1), Neutral ist an den Überspannungsableiter (N) anzuschließen, etc.



Abbildung 7-68: Anschluss der Leitungen an die Überspannungsableiter

#### BEMERKUNG

Dabei ist sicherzustellen, dass die Leitungen ordnungsgemäß an die markierten Klemmen an den Überspannungsableitern angeschlossen werden.

- ▶ Alle Erdleiter müssen an die PE-Gelb/Grün-Klemmen im Potentialausgleichskasten angeschlossen werden.



Abbildung 7-69: Ordnungsgemäßer Anschluss aller Leitungen

- Nach fertiger Installation der Kabel ist die Abdeckung des Potentialausgleichskastens wieder anzubringen.



Abbildung 7-70: Angebrachte Abdeckung nach fertiger Installation

## 8 Endqualitätskontrolle

Nach Abschluss der zuvor beschriebenen Arbeiten ist eine Endprüfung der Installationen durchzuführen, ob alle Kabel mit der Haupterdungsschiene verbunden sind. Die Qualitätskontrolle ist gemäß 960453 „Qualitätskontrolle der Potentialausgleichsverbindungen bei Kabeln“ durchzuführen.