

Dok.-Nr.: 0048-6060 V01
27.01.2015

Vestas-Erdungssystem

Arbeitsanweisung für die Fundamenterdung Beschreibung der Fundamenterdung für
Ankerkorbfundamente

Dokumentenhistorie

| Rev.-Nr. | Datum | Änderungsbeschreibung |
|----------|------------|---|
| 03 | 27.01.2015 | Diese Version wurde erstellt, um die pdf-Dokumentversion mit den behobenen Fehlern bei den Querverweisen im Abschnitt „Zeichnungen“ zu aktualisieren. |
| 04 | 15.05.2017 | Anzahl der Verbindungsklemmen von 16 auf 43 angepasst |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Voraussetzungen | 3 |
| 2 | Das Erdungssystem | 3 |
| 2.2 | Montage der Fundamenterdung | 3 |
| 3 | Materiallisten | 3 |
| 3.1 | Von Vestas gelieferte Materialien | 3 |
| 3.2 | Sonstige erforderliche Materialien | 4 |
| 4 | Arbeitsinstruktion | 4 |
| 4.1 | Montage des Erdungskabels | 4 |
| 4.2 | Montage der Haupterdungsschiene | 13 |
| 4.3 | Montage der Fundamenterdungskabel an der Haupterdungsschiene | 16 |
| 5 | Zeichnungen | 19 |
| 6 | Pfahlgründung | 21 |
| 6.1 | Von Vestas gelieferte Materialien | 21 |
| 6.2 | Arbeitsinstruktion | 22 |

1 Voraussetzungen

Beschreibung und Zeichnungen zur Fundamenterdung am Ankerkorbfundament einer Vestas Windenergieanlage.

Die Fundamenterdung ist nur ein Teil des gesamten Vestas-Erdungssystems.

In Kapitel 6 Pfahlgründung, S. 21 werden die zusätzlich auszuführenden Montagearbeiten beschrieben, wenn unter dem Ankerkorbfundament Tiefgründungspfähle installiert werden müssen.

Eine Beschreibung des kompletten Vestas-Erdungssystems für Ankerkorbfundamente enthält das Dokument 0014-6511 „Vestas-Erdungssystem Beschreibung eines Erdungssystems für ein Ankerkorbfundament“.

Die Konstruktion des Vestas-Erdungssystems basiert auf und entspricht den Anforderungen der folgenden internationalen Normen und Richtlinien.

- IEC 61400-24. 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.

2 Das Erdungssystem

Vestas hat ein genehmigtes Erdungssystem für Ankerkorbfundamente mit Stahlrohrtürmen im Angebot. Die Konstruktionsdokumentation beinhaltet einen Überblick mit der Erläuterung aller Anforderungen an das Erdungssystem von Vestas, ein Dokument zur Beschreibung der Erdung zwischen den einzelnen Standorten der Windenergieanlagen, ein weiteres Dokument, das die Potenzialausgleichsverbindungen aller zur Windenergieanlage führenden Kabel erläutert und schließlich das hier vorliegende Dokument, das sich mit der Beschreibung der Fundamenterdung befasst.

2.2 Montage der Fundamenterdung

Die Fundamenterdung muss gemäß den in dieser Arbeitsanweisung angegebenen Spezifikationen, einschließlich aller Zeichnungen, und den zugehörigen Spezifikationen zur Qualitätskontrolle installiert werden.

Alle Teile der Fundamenterdung müssen vor dem Betonieren des Fundaments installiert werden.

3 Materiallisten

3.1 Von Vestas gelieferte Materialien

Alle nachfolgend aufgeführten Materialien werden zusammen mit der Stahlfundamentsektion von Vestas geliefert.

- 90 m blankes Kupferdrahtseil (50 mm² (AWG 1/0) Erdungskabel) mit Kabelschuhen und Schutzschumpfschlauch an jedem Ende.

- Rostfreie M10-Schrauben, M10-Unterlegscheiben und M10-Schraubenmutter zum Verbinden der beiden Enden des Erdungskabels mit der Haupterdungsschiene.
- 43 Anschlussklemmen (Dehn MAXI MV) zum sicheren Anschluss des Kupfererdungskabels an den Stahlbewehrungskreuzungen in Abständen von 2 Metern entlang des Erdungskabels.

3.2 Sonstige erforderliche Materialien

- Stahlbindedraht; in ausreichender Menge für ca. 600 Verbindungen zwischen dem Kupfererdungskabel und allen Stahlbewehrungskreuzungen.
- Werkzeuge.

4 Arbeitsinstruktion

Nach der Installation der unteren Stahlbewehrungsschicht und nach Platzieren der Fundamentsektion mit den Arbeiten an der Fundamenterdung beginnen.

BEMERKUNG

Alle Teile der Fundamenterdung müssen vor dem Betonieren des Fundaments installiert werden.

4.1 Montage des Erdungskabels

- Die Rolle mit dem blanken Kupfererdungskabel aus der Befestigung an der Haupterdungsschiene in der Fundamentsektion ausbauen. Die Tasche mit den 43 Anschlussklemmen, die später verwendet werden, ist hier ebenfalls befestigt.
- Das Erdungskabel an der Fundamentsektion ausrollen. Siehe Abbildung 4-1 auf S. 5.



Abbildung 4-1: Ausrollen des Erdungsseils auf der Fundamentsektion

BEMERKUNG

Es ist sicherzustellen, dass das Erdungskabel nicht durch die Last von Maschinen oder schwerer Gegenstände beschädigt wird.

- Ein Ende des Erdungskabels auf dem Boden der Fundamentsektion bis zu der Position, wie in Abbildung 4-2, S. 6 dargestellt, ziehen.

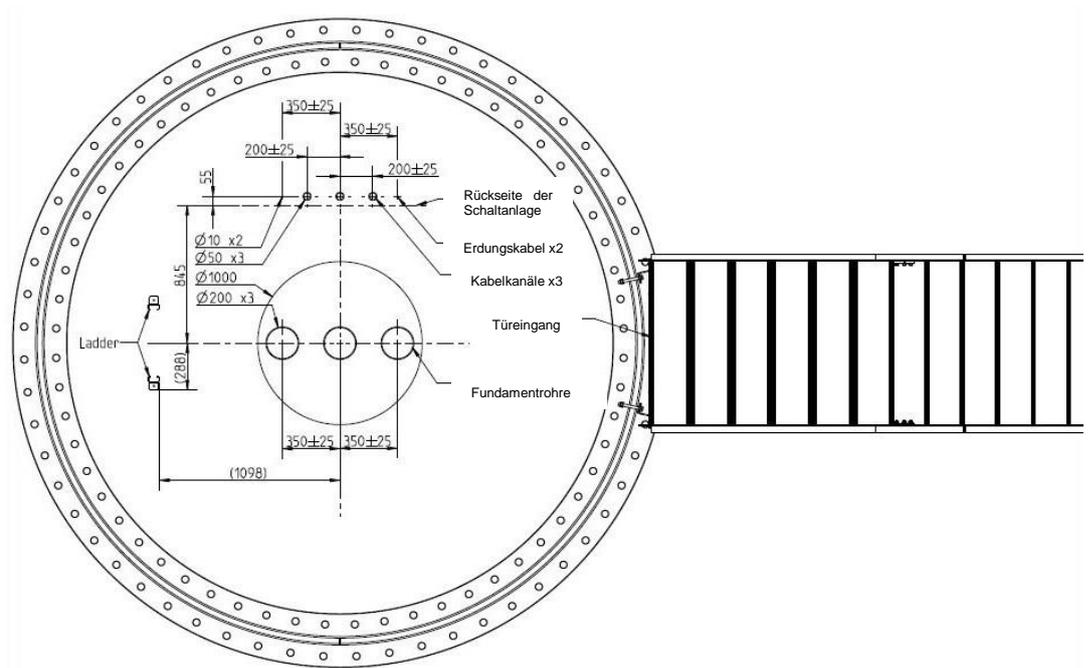


Abbildung 4-2: Positionierung des Erdungskabels am Fundament auf der Rückseite der Schaltanlage

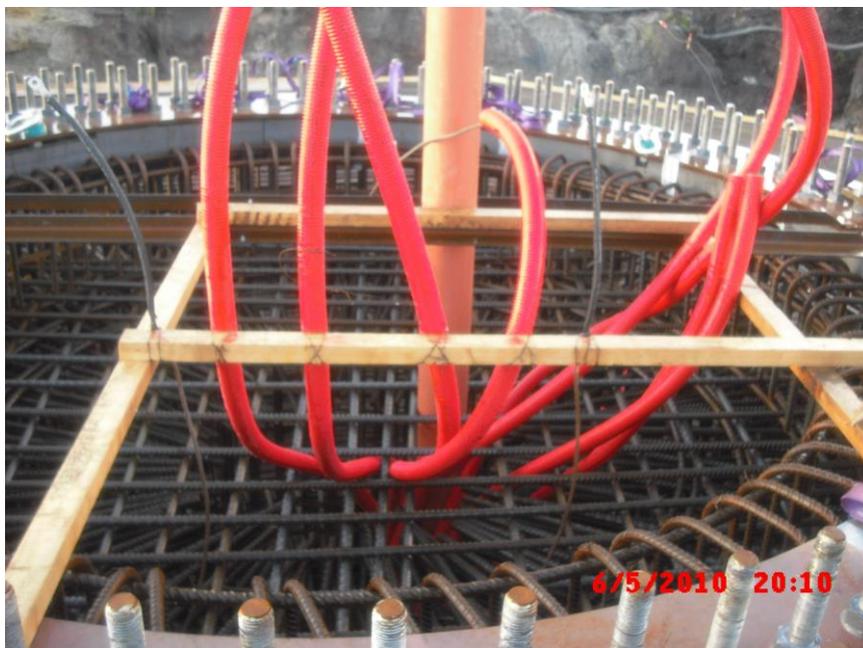


Abbildung 4-3: Zwecks fester Positionierung vor der Betonierung an einem Holzbalken fixiertes Erdungskabel

- Das Erdungskabel entlang der Innenseite des äußeren Randes der Stahlbewehrung verlegen. Siehe Abbildung 4-44, S. 6.



Abbildung 4-4: Entlang des Randes verlaufendes Erdungsseil

BEMERKUNG Der Verlauf des Erdungskabels ist aus den Zeichnungen in der Anlage dieses Dokuments ersichtlich.

BEMERKUNG Wenn das Fundament sehr groß ist und die Länge des vorkonfektionierten Erdungskabels für eine Führung nahe am inneren Fundamentrand nicht ausreicht, ist das Erdungskabel einfach in einem festen Abstand vom Rand entlangzuführen. Der Abstand vom Fundamentrand zum Erdungskabel muss entlang des ganzen Randes annähernd gleich sein.

- Sobald das Erdungskabel entlang des Fundamentrands platziert wurde, das Kabelende unter der Fundamentsektion bis zur zweiten Position ziehen, wie in Abbildung 4-2, S. 6 dargestellt.

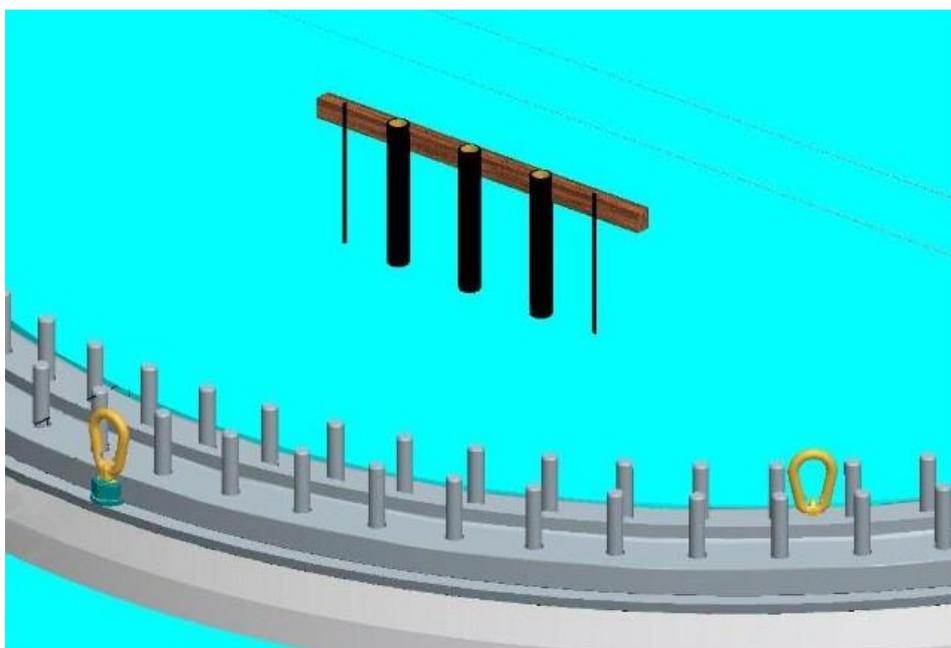


Abbildung 4-5: Vorläufig an einem Holzbalken befestigtes Fundamenteerdungskabel

- Die beiden Enden des Erdungskabels durch den Boden der Fundamentsektion bis zum hölzernen Behelfsbalken ziehen. Siehe Abbildung 4-6: auf S. 9. Die beiden Enden (mit Kabelschuhen) des Erdungskabels müssen 60 cm über das Fundament ragen.

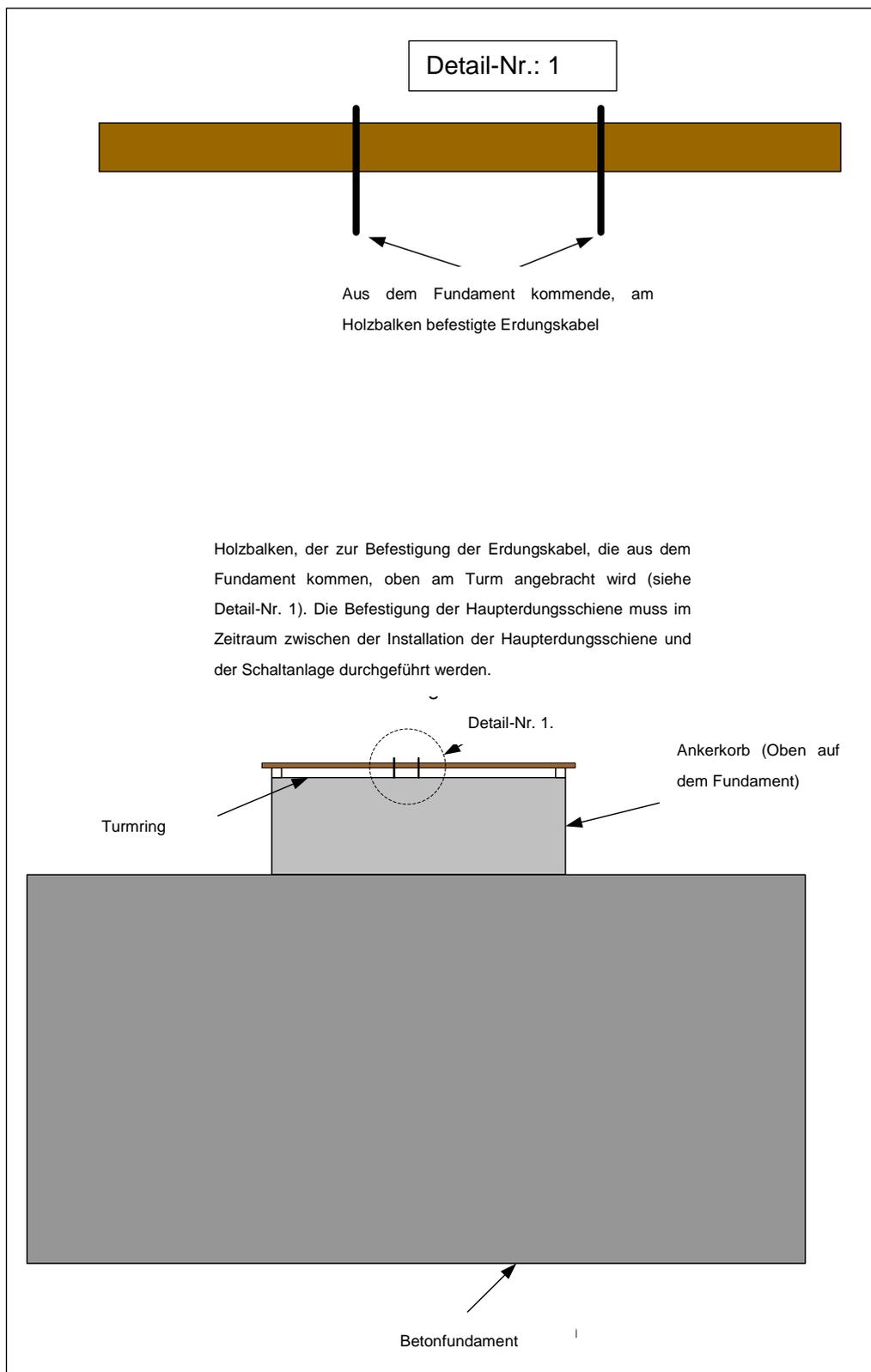


Abbildung 4-6: Vorläufig an einem Holzbalken befestigtes Fundamenterdungskabel

BEMERKUNG Überschüssiges Erdungskabel nicht abschneiden. Das Kabel stattdessen in der Stahlbewehrung verteilen. Das überschüssige Erdungskabel mit den Stahlbewehrungskreuzungen verbinden. Siehe Abbildung 4-7: auf S. 10.



Abbildung 4-7: Locker verteiltes überschüssiges Erdungskabel

- Dabei ist ausreichend Spielraum zu lassen, damit ein Ende des Erdungskabels später an der oberen Lage der Stahlbewehrungsstäbe befestigt werden kann. Siehe Abbildung 4-8: auf S. 10.



Abbildung 4-8: Spielraum für die spätere Verbindung mit den oberen Stahlbewehrungsstäben

Für die folgenden Anweisungen siehe Abbildung 5-1: S. 20.

- Anschlussklemmen alle 2 m entlang des Erdungskabels montieren. An dem Ende des Erdungskabels beginnen, das über die untere Stahlarmierung und weiter zum Rand der Stahlarmierung läuft. In Abbildung 5-1: S. 20, sind die Anschlussklemmen mit 1 bis 16 gekennzeichnet. Die Anschlussklemmen sind so zu montieren, dass das Erdungskabel fest mit dem nächstgelegenen Stahlbewehrungsstab verbunden ist. Die mit 1 bis 42 nummerierten Anschlussklemmen zuerst

montieren. Die Anschlussklemmen Nr. 43 zusammen mit der oberen Stahlbewehrungslage montieren.



Abbildung 4-9: Mithilfe einer Anschlussklemme an den Stahlbewehrungsstäben verbundenes Erdungskabel



Abbildung 4-10: Mithilfe einer Anschlussklemme an den Stahlbewehrungsstäben verbundenes Erdungskabel

BEMERKUNG Beim Verbinden der Anschlussklemme mit der Stahlbewehrung das Kupfererdungskabel und den Stahlbewehrungsstab auf beiden Seiten der Mittelplatte in der Anschlussklemme platzieren.

BEMERKUNG Vor Montage der Anschlussklemme sicherstellen, dass der Stahlbewehrungsstab an der Montagestelle der Anschlussklemme frei von Rost und Schmutz ist.

- Den Stahlbewehrungsstab vor der Montage der Anschlussklemme mit einer Drahtbürste oder mit Schleifpapier abschleifen.
- Die Anschlussklemme auf ein Anzugsdrehmoment von 25 Nm ziehen.

- Nach der Montage der Anschlussklemmen Nr. 1 bis 42 muss das Erdungskabel mit Kabelbindern mit allen Stahlbewehrungsstab-Kreuzungen verbunden werden. Dabei dürfen keine Punkte ausgelassen werden. Alle Kreuzungspunkte müssen verbunden werden. Der maximale Abstand zwischen den Verbindungen beträgt 15 cm. Die Kabelbinder zwischen dem Erdungskabel und den kreuzenden Stahlbewehrungsstäben müssen jeweils zwischen zwei Stahlbewehrungsstäben angebracht werden.

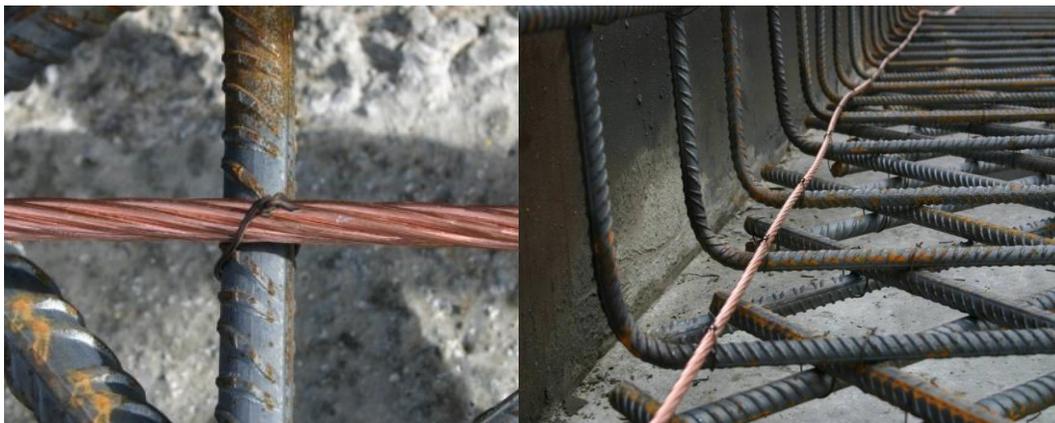


Abbildung 4-11: Mit Kabelbinder mit einem Stahlbewehrungsstab verbundenes Erdungskabel

Abbildung 4-12: Mit Kabelbindern mit den Stahlbewehrungsstäben verbundenes Erdungskabel

- Einen Teil des Erdungskabels, der mit den oberen Stahlbewehrungsstäben zu verbinden ist, übriglassen.
- Die obere Lage der Stahlbewehrungsstäbe am Fundament montieren.
- Anschlussklemmen Nr. 43 montieren. Siehe Abbildung 4-13: auf S. 13.
- Das Erdungskabel mit Stahldrahtverbindern mit den oberen Stahlbewehrungsstäben verbinden. Siehe Abbildung 4-13: S. 13 und Abbildung 4-14:, S. 13.



Abbildung 4-13: Mit der oberen Stahlbewehrung verbundenes Erdungskabel

Abbildung 4-14: Mit der oberen Stahlbewehrung verbundenes Erdungskabel

- Eine Endprüfung der Montage gemäß 0019-2576 „Qualitätskontrolle der Fundamenterdung, Ankerkorbfundament“ durchführen.
- Das Ankerkorbfundament betonieren.

4.2 Montage der Haupterdungsschiene

Die Haupterdungsschiene muss während der Gründungs- und Fundamentarbeiten vorläufig montiert, während der Installation der unteren Turmsektion jedoch wieder ausgebaut werden, siehe Abbildung 4-15:, S. 14.

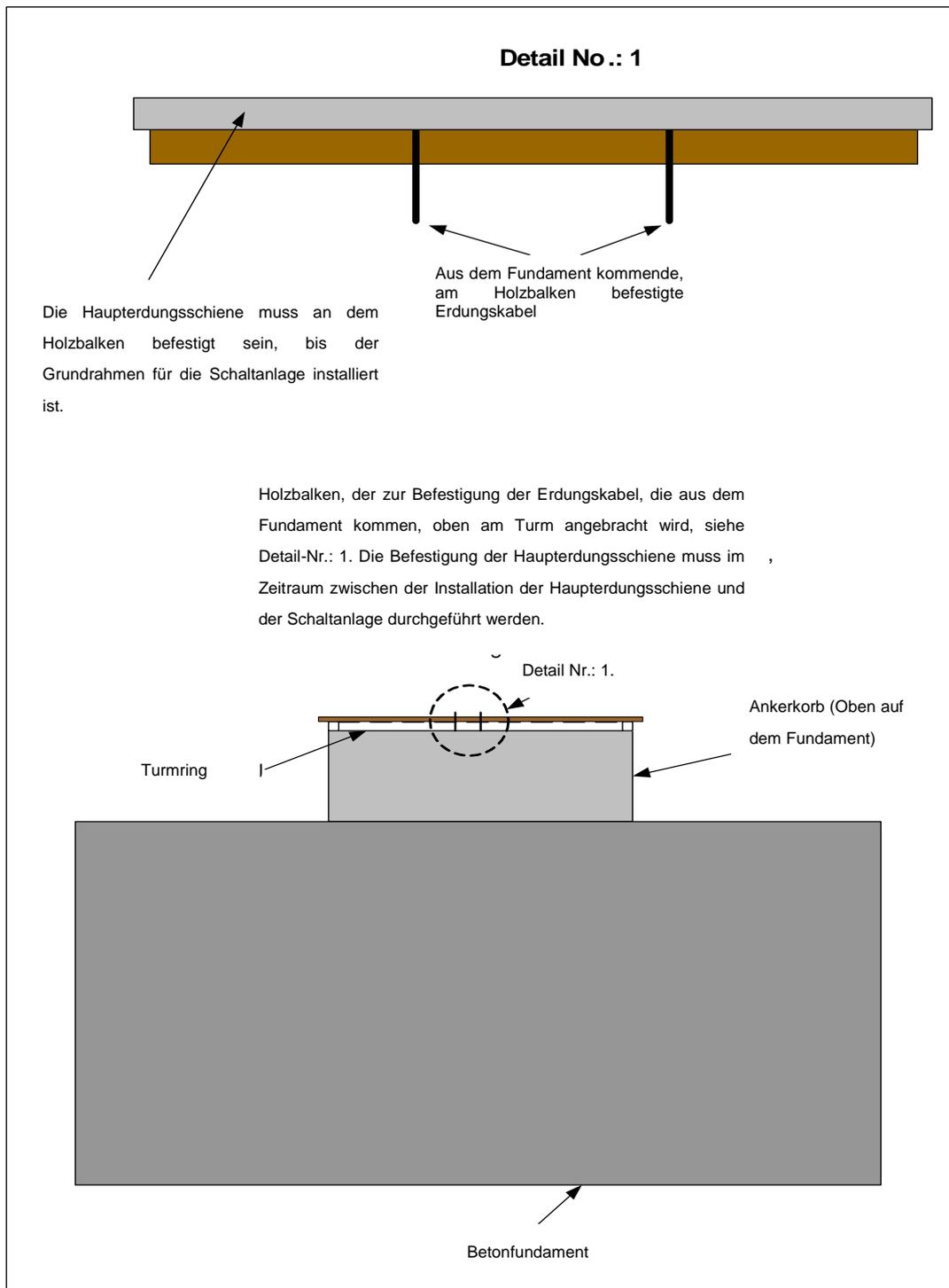


Abbildung 4-15: Vorläufige Montage der Haupterdungsschiene während der Gründungs- und Fundamentarbeiten.

Nach fertiger Montage der unteren Turmsection muss die Haupterdungsschiene auf der Rückseite der Schaltanlage installiert werden.

BEMERKUNG Die Schaltanlage ist in drei Versionen verfügbar: mit zwei, drei oder vier Schaltfeldern. Zur Montage der Haupterdungsschiene an der jeweiligen Version siehe Abbildung 4-16:, S. 15, Abbildung 4-17:, S. 16 und Abbildung 4-18:, S. 16.

- Beide Enden des Erdungskabels (Kabelschuhe) an der Haupterdungsschiene montieren. Die Kabel an die beiden Enden der Haupterdungsschiene anschließen. Die mitgelieferten rostfreien M10-Schrauben, M10-Unterlegscheiben und M10-Schraubenmuttern verwenden.

BEMERKUNG Die Haupterdungsschiene muss am Grundrahmen der Schaltanlage mit zwei Sätzen rostfreier M10-Schrauben, M10-Unterlegscheiben und M10-Schraubenmuttern befestigt werden.



Abbildung 4-16: Erdungskabel (Kabelschuhe) verbunden mit der Haupterdungsschiene am Grundrahmen einer Schaltanlage mit vier Schaltfeldern



Abbildung 4-17: Erdungskabel (Kabelschuhe) verbunden mit der Haupterdungsschiene am Grundrahmen einer Schaltanlage mit drei Schaltfeldern



Abbildung 4-18: Erdungskabel (Kabelschuhe) verbunden mit der Haupterdungsschiene am Grundrahmen einer Schaltanlage mit zwei Schaltfeldern

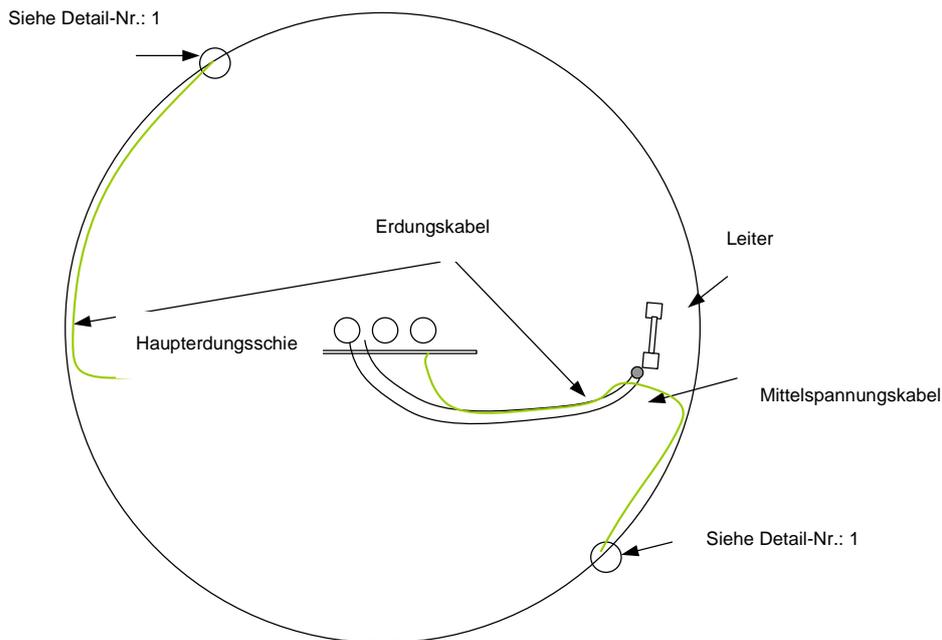
- Die Haupterdungsschiene an der Schaltanlage befestigen.
- Alle Schraubenmuttern festziehen.

4.3 Montage der Fundamenterdungskabel an der Haupterdungsschiene

Nach der Montage der Fundamenterdungskabel müssen die Erdungskabel vorübergehend an einem Holzbalken befestigt werden. Nach der Montage der Schaltanlage auf dem Fundament die Erdungskabel mit der Haupterdungsschiene an der Schaltanlage verbinden.

Die beiden Erdungskabel sind mit Kabelschuhen für den Anschluss an die Haupterdungsschiene vorkonfektioniert.

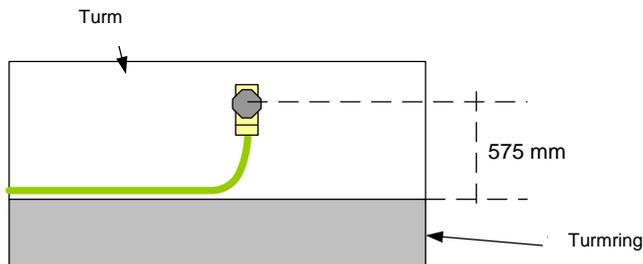
- Die Fundamenterdungskabel (mit Kabelschuhen) an die Haupterdungsschiene anschließen. Dabei sind die mitgelieferten, rostfreien M10-Schrauben, M10-Unterlegscheiben und M10-Schraubenmutter zu verwenden. Auf das Standarddrehmoment anziehen.
- Nach der Montage der Schaltanlage das Erdungskabel an die Haupterdungsschiene an der Schaltanlage anschließen.
- Die beiden Erdungskabel (50 mm²) von der Haupterdungsschiene zur Turmsektion führen. Siehe Abbildung 4-19: auf S. 18.



1. Verlegen der Kabel

Eines der Erdungskabel muss am Mittelspannungskabel befestigt werden und folgt somit auf dem Fundament dem Mittelspannungskabelverlauf von der Haupterdungsschiene bis zur Turmwand. Wenn die Erdungskabel den Turmring erreicht haben, werden sie dort 1,5 m in jeweils entgegengesetzter Richtung verlegt. Die Erdungskabel müssen am Turm befestigt werden (siehe Detail-Nr. 1).

Detail Nr.: 1



Die Befestigung des Erdungskabels erfolgt mit M10-Schrauben. Das Erdungskabel muss zur Befestigung am Turm am Ende mit einem Kabelschuh versehen sein.

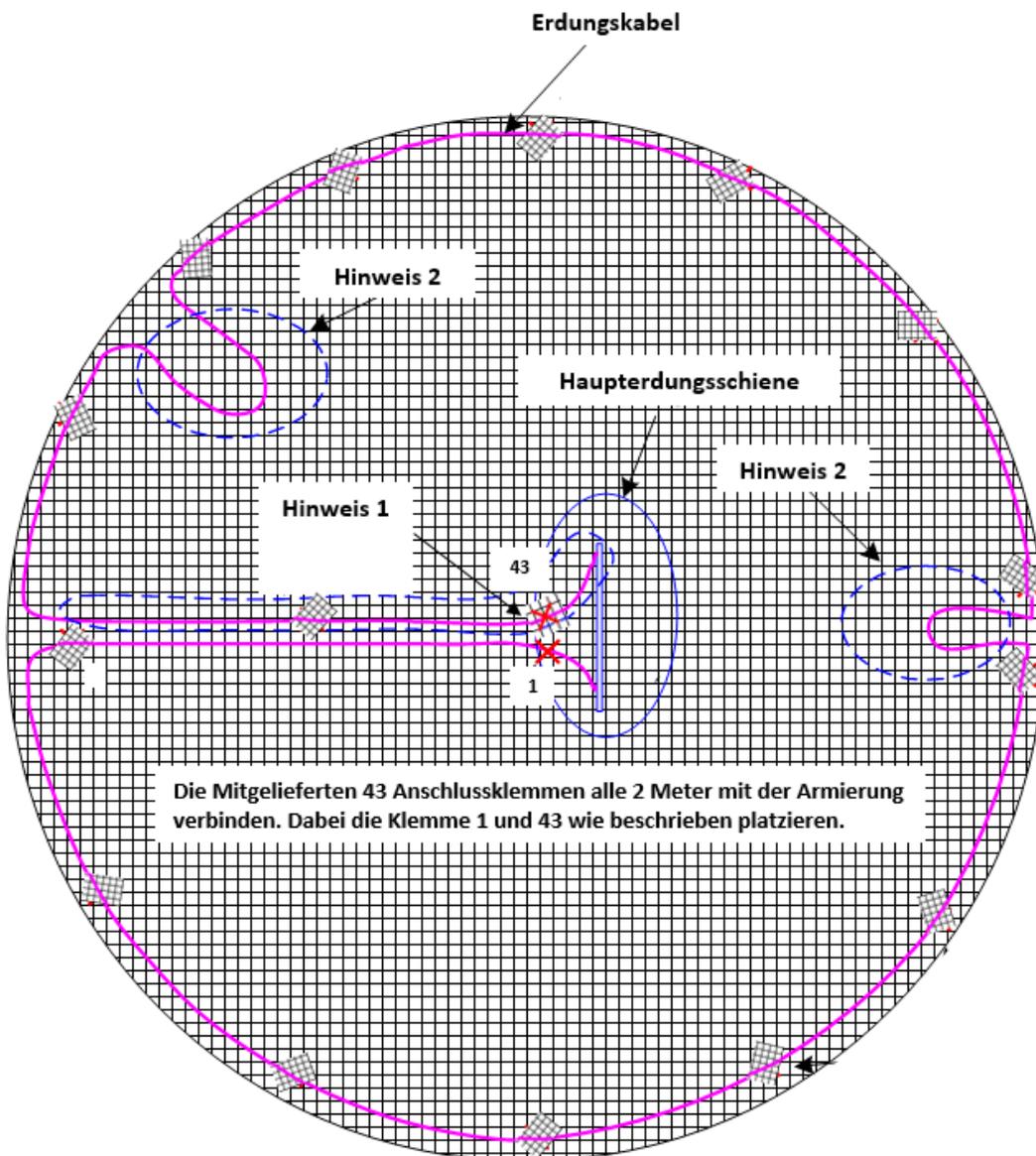
Abbildung 4-19: Zwei Erdungskabel (50 mm²) werden an den Turm angeschlossen und im Turm verlegt

5 Zeichnungen

Abbildung 5-1:, S. 20: Draufsicht auf Fundament mit installiertem Erdungskabel.

Abbildung 5-2, S. 21 Seitenansicht auf Fundament mit installiertem Erdungskabel (Detail 1)

Abbildung 5-3, S. 21 Seitenansicht auf Fundament mit installiertem Erdungskabel (Detail 2).



Hinweis 1:
 Dieser Teil des Erdungskabelns muss mit der oberen Stahlbewehrung verbunden werden, wenn diese eingebracht ist

Hinweis 2:
 Spielraum für überschüssiges Erdungskabel

Abbildung 5-1: Draufsicht des Fundamentes mit montiertem Erdungsseil

Hinweis 1 **Dieser Teil des Erdungskabels muss mit der oberen Stahlbewehrung verbunden werden, wenn diese eingebracht ist**

Hinweis 2 **Spielraum für überschüssiges Erdungskabel**

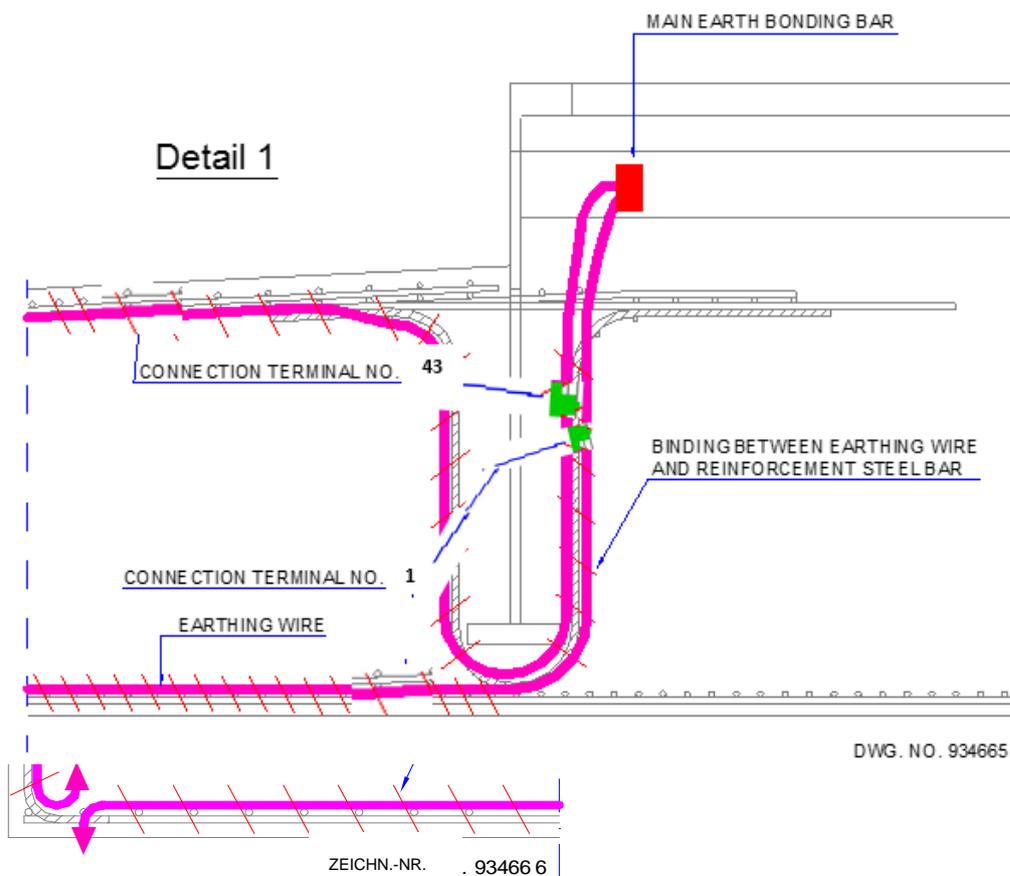


Abbildung 5-3: Seitenansicht auf Fundament mit installiertem Erdungskabel (Detail 2)

6 Pfahlgründung

In diesem Kapitel wird die zusätzliche Montage beschrieben, die durchzuführen ist, wenn Tiefgründungspfähle unter dem Standardfundament des Vestas-Erdungssystems installiert werden müssen.

Jeder Tiefgründungspfahl muss mit dem Kupfererdungskabel verbunden werden.

Beim Verlegen des Kupfererdungskabels entlang des Fundamentrands ist sicherzustellen, dass alle Tiefgründungspfähle mit dem Kupfererdungskabel verbunden werden können.

6.1 Von Vestas gelieferte Materialien

Alle nachfolgend aufgeführten Materialien werden von Vestas geliefert, wenn unterhalb des Ankerkorbfundaments Tiefgründungspfähle eingesetzt werden müssen. Diese Materialien sind eine Ergänzung zu den bereits genannten in Abschnitt 3.1 Von Vestas gelieferte Materialien, S. 3

Alle nachfolgend aufgeführten Materialien werden zusammen mit der Stahlfundamentsektion von Vestas geliefert.

XX Anschlussklemmen (Dehn MAXI MV) zur sicheren Verbindung des Kupfererdungskabels mit den Stahlbewehrungskreuzungen. (XX = Anzahl der Tiefgründungspfähle).

6.2 Arbeitsinstruktion

- Das Kupfererdungskabel mittels Anschlussklemme mit den Stahlbewehrungsstäben verbinden.
- Jeder Tiefgründungspfahl muss mit einer Anschlussklemme mit dem Kupfererdungskabel verbunden werden. Siehe Abbildung 6-1, S. 22, Abbildung 6-2, S. 23 und Abbildung 6-3, S. 24

BEMERKUNG Beim Verbinden der Anschlussklemmen mit der Stahlbewehrung das Kupfererdungskabel und den Bewehrungsstab immer auf beiden Seiten der Mittelplatte in der Kabelklemme platzieren.

BEMERKUNG Vor Montage der Anschlussklemme sicherstellen, dass der Stahlbewehrungsstab an der Montagestelle der Anschlussklemme frei von Rost und Schmutz ist.

- Die Anschlussklemme auf ein Anzugsdrehmoment von 25 Nm ziehen.



Abbildung 6-1: Mittels einer Anschlussklemme mit dem Stahlbewehrungsstab des Tiefgründungspfahls verbundenes Kupfererdungskabel



Abbildung 6-2: Mittels Anschlussklemmen mit den Stahlbewehrungsstäben der Tiefgründungspfähle verbundene Kupfererdungskabel



Abbildung 6-3: Mittels Anschlussklemmen mit den vertikalen Stahlbewehrungsstäben der Tiefgründungspfähle verbundenes Kupfererdungskabel