



Erdungsanlagen für Beton- und Hybridtürme in Windkraftanlagen

Schutzvorschlag



Inhalt

Normen für Erdungsanlagen
Erdungsanlage
Betonfundament
Beispiel einer Turmerdung

Erdungsanlagen für Beton- und Hybridtürme in Windkraftanlagen

Schutzvorschlag



Normen für Erdungsanlagen

Aufgrund der wachsenden Nabenhöhen bei Windkraftanlagen werden vermehrt sowohl Beton- als auch Hybridtürme, bestehend aus einem Betonturm (unten) sowie einem Stahlrohrturm (oben), in größerer Anzahl errichtet (**Bild 1**). Da diese Türme auch das Erdungssystem beinhalten, müssen diese auch als Teil des elektrischen Systems betrachtet werden, was die Einhaltung folgender Normen erfordert:

- ➔ DIN EN 61400-24 (VDE 0127-24:): Windenergieanlagen – Teil 24: Blitzschutz; IEC 61400-24
- ➔ DIN VDE 0100-540: Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter; IEC 60364-5-54
- ➔ IEC 61936-1 (VDE 0101-1): Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV – Teil 1
- ➔ DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): Blitzschutz; Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen; IEC 62305-3

DIN EN 61400-24 (VDE 0127-24) Abschnitt 8.3.5:

„Bei Betontürmen mit Bewehrungsstahl kann die Bewehrung für die Blitzableitung benutzt werden, wenn sichergestellt ist, dass 2–4 parallele senkrechte Verbindungen mit ausreichendem Querschnitt zur Verfügung stehen, die oben und unten sowie im Abstand von 20m jeweils waagrecht miteinander verbunden sind. So verbunden bietet der Bewehrungsstahl eine durchaus wirksame Schwächung des magnetischen Feldes und eine Verringerung des Blitzstromes innerhalb des Turmes.“ (**Bild 2**)

DIN EN 61400-24 (VDE 0127-24) Abschnitt 9.3.3:

„Der Turm muss als primärer Schutzerdungsleiter (PE) und als Potentialausgleichsverbindung angesehen werden. Aufgrund der Turmhöhe sind direkte Blitzeinschläge in die Turmkonstruktion zu erwarten, und dieser Umstand ist bei der Konstruktion des Turmes zu berücksichtigen (siehe DIN EN 62305-3). Äußere BSA können für den Einsatz an Betontürmen in Betracht gezogen werden, sollten aber immer mit dem Bewehrungsstahl des Turmes verbunden sein. Anschlussstellen von Potentialausgleichsverbindungen, die mit dem Bewehrungsstahl verbunden sind, müssen an günstige Anschlusspunkte für elektrisch leitende Betriebsmittel innerhalb des Turmes angeordnet werden. Bewehrte Betontürme müssen nach 9.3.6 konstruiert werden.“

Erdungsanlage

Die Aufgaben der Erdungsanlage der Windenergieanlage sind:

- ➔ **Schutz-Erdung** mit der Aufgabe, elektrische Einrichtungen sicher mit dem Erdpotential zu verbinden und im Falle eines elektrischen Fehlers für die Sicherheit der Personen und Sachwerte zu sorgen.



Bild 1 Hybridturm aus Fertigbeton-Elementen

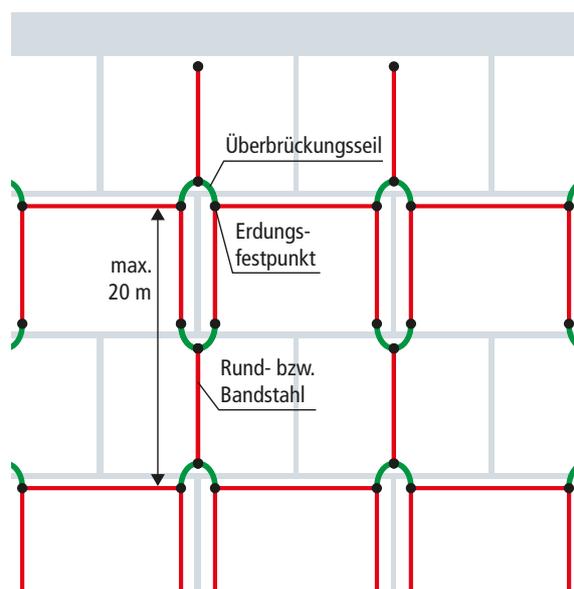


Bild 2 Abwicklung eines Turmsegments aus Fertigbeton-Elementen (Beispiel)

Erdungsanlagen für Beton- und Hybridtürme in Windkraftanlagen

Schutzvorschlag



- ➔ **Funktions-Erdung** mit der Aufgabe, einen sicheren und möglichst störungsfreien Betrieb von elektrischen und elektronischen Einrichtungen zu gewährleisten.
- ➔ **Blitzschutz-Erdung** mit der Aufgabe, den Blitzstrom sicher von den Ableitungen zu übernehmen und in das Erdreich abzuleiten.

Die Auslegung von Erdungsanlagen nach DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1) muss vier Anforderungen erfüllen:

- ➔ Die mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit muss gesichert sein.
- ➔ Höchster Fehlerstrom (üblicherweise errechnet) muss aus thermischer Sicht beherrscht werden (speziell zu beachten falls Trafo in Gondel).
- ➔ Die Beschädigung von Sachen und Betriebsmitteln muss vermieden werden.
- ➔ Die Sicherheit von Personen im Hinblick auf Spannungen an Erdungsanlagen, die während des höchsten Erdfehlerstroms sowie im Falle eines Blitzschlages auftreten, muss gewährleistet sein.

Bei Stahlrohtürmen werden diese Anforderungen aufgrund des vorhandenen Querschnittes sowie der komplett metallischen Ausführung erfüllt (Faradayscher Käfig).

Bei bewehrten Betontürmen, welche in der Regel aus vorgefertigten Fertigbetonelementen realisiert werden, müssen diese Eigenschaften durch im Beton integrierte Erdungsmaßnahmen sichergestellt werden.

Gemäß DIN EN 61400-24 (VDE 0127-24) muss die Erdungsanlage eines Betonturmes folgende Anforderungen erfüllen:

- ➔ Blitzstromtragfähigkeit nach LPL I mit Blitzströmen bis 200 kA
- ➔ 2-4 Ableiter über komplette Höhe des Turmes mit ausreichend großem Querschnitt, die oben und unten und alle 20 m dazwischen horizontal verbunden sind
- ➔ Die Funktion der Erdungsanlage muss für die komplette Lebenszeit der WEA sichergestellt sein.
- ➔ Horizontale Ringverbindung zum Potentialausgleich alle 20 m
- ➔ Einbindung aller metallischen Komponenten der WEA in den Potentialausgleich

Betonfundament

Dazu wird in DIN EN 61400-24 (VDE 0127-24) folgende Aussage getroffen: „Da die Metallbewehrung des Fundamentes der WEA aufgrund der mechanischen und elektrischen Verbindungen des Turmes immer Teil des Blitzstrom- oder Ableitstrompfades zu einer entfernten Erde ist, muss die Metallbewehrung in einem Fundament immer als Teil der BSA angesehen wer-

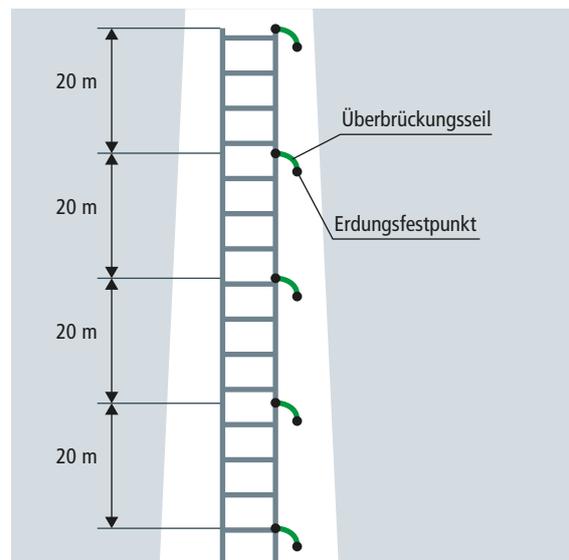


Bild 3 Verbindung der Leiter mit dem Potentialausgleich

den. Der elektrische Durchgang des Stahlgerüsts in bewehrten Betonkonstruktionen muss sichergestellt sein. Ein Stahlgerüst in bewehrten Betonkonstruktionen wird als elektrisch durchgängig angesehen, wenn die Hauptteile senkrechter und waagerechter Stäbe miteinander verbunden sind. Verbindungen zwischen Teilen mit Metallbewehrung müssen entweder verschweißt oder geklammert werden, oder sie müssen sich mindestens mit deren 20-fachem Durchmesser überlappen und mit einem leitenden Draht oder auf andere Weise sicher verbunden werden. An den Verbindungsstellen sollte besonders darauf geachtet werden, dass der Beton nicht durch eine örtliche Lichtbogenbildung über schlechten Kontakten beschädigt wird. Die Verbindungen zwischen Bewehrungselementen müssen vom Konstrukteur vorgegeben werden, und der Errichter muss eine Qualitätskontrolle der Verbindungen durchführen. Die Forderung nach kurzen und geraden Verbindungen für die Blitzschutzterdung muss auf jeden Fall berücksichtigt werden. Wenn die Metallbewehrung für die Schutzterdung des Versorgungsnetzes verwendet wird, muss die Dicke der metallischen Bewehrungsstäbe und der Verbindungen die Anforderungen für Erdungsanlagen des Energieversorgungssystems erfüllen, die gewöhnlich in elektrotechnischen Installationsvorschriften festgesetzt sind.

An geeigneten Stellen am Fundament müssen Anschlussstellen für zusätzliche Potentialausgleichsverbindungen, Messungen oder Erweiterungen der Erdungsanlage vorgesehen werden.“

Beispiel einer Turmerdung

Die Ableiter im Beton sind idealerweise als 10 mm Rundstahl oder 30 mm x 3,5 mm Bandstahl auszuführen. Für den Potenti-

Erdungsanlagen für Beton- und Hybridtürme in Windkraftanlagen

Schutzvorschlag



alausgleich sind diese im Abstand von 2 m mit der Bewehrung zu verbinden.

Falls eine durchgängige Verbindung der Bewehrungsstangen (z. B. durch Verschweißen) sichergestellt ist, kann auch die Bewehrung bei ausreichendem Querschnitt als Ableiter verwendet werden.

Zur Verbindung zwischen den einzelnen Turmelementen können Erdungsfestpunkte in Verbindung mit Überbrückungsseilen eingesetzt werden. Hierbei muss sichergestellt sein, dass alle eingesetzten Komponenten den geforderten Blitzstrom tragen können. Die Realisierung der horizontalen Verbindungen

kann ebenfalls durch 10 mm Rundstahl oder 30 mm x 3,5 mm Bandstahl ausgeführt werden. Auch hier ist eine Verbindung zur Bewehrung im Abstand von 2 m durchzuführen.

Alle im Turm eingesetzten metallischen Komponenten müssen in den Potentialausgleich eingebunden werden.

Leitersysteme müssen an jedem Ende, im Abstand von 20 m und an jeder Plattform mit dem Potentialausgleich verbunden werden (**Bild 3**). Komponenten wie Spannseile, Aufzugseile sowie Schienensysteme müssen an beiden Enden an einen Potentialausgleich angeschlossen sein.

www.dehn.de/vertrieb-de



**Überspannungsschutz
Blitzschutz/Erdung
Arbeitsschutz
DEHN schützt.®**

DEHN + SÖHNE
GmbH + Co.KG.

Hans-Dehn-Str. 1
Postfach 1640
92306 Neumarkt
Germany

Tel. +49 9181 906-0
Fax +49 9181 906-1100
info@dehn.de
www.dehn.de



www.dehn.de/vertrieb-de

Diejenigen Bezeichnungen von im Schutzbroschur genannten Erzeugnissen, die zugleich eingetragene Marken sind, wurden nicht besonders kenntlich gemacht. Es kann also aus dem Fehlen der Markierung TM oder © nicht geschlossen werden, dass die Bezeichnung ein freier Warenname ist. Ebenso wenig ist zu entnehmen, ob Patente, Gebrauchsmuster oder sonstige intellektuelle und gewerbliche Schutzrechte vorliegen. Änderungen in Form und Technik, bei Maßen, Gewichten und Werkstoffen behalten wir uns im Sinne des Fortschrittes der Technik vor. Die Abbildungen sind unverbindlich. Druckfehler, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

Informationen zu unseren eingetragenen Marken („Registered Trademarks“) finden Sie im Internet unter www.dehn.de/de/unsere-eingetragenen-marken.