

Erdungsanlagen: Diese Erder sollten Sie kennen

Erdungsanlagen zählen ohne Zweifel zu den elementarsten und bedeutendsten Schutzeinrichtungen der Elektrotechnik. So schützen diese, beispielsweise im Falle eines Isolationsfehlers oder eines Blitzeinschlags in das entsprechende Gebäude, Lebewesen vor zu hohen Berührungs- oder Schrittspannungen. Zudem tragen sie erheblich dazu bei, thermische und mechanische Schäden an elektrischen Anlagen oder sonstigen leitfähigen Teilen als Folge zu hoher Fehlerströme zu verhindern. Je nach Funktion unterscheidet man dabei Schutzerder, Betriebserder, Anlagenerder, Blitzschutzerder, Steuererder und Hilferder, wobei jeweils unterschiedliche Erderarten existieren, die sich für einen entsprechenden Einsatz eignen. Um diese so bedeutende Schutzeinrichtung zu würdigen, stellen wir Ihnen im Rahmen dieses Artikels die wichtigsten Erderarten kurz vor und charakterisieren diese.

Natürlicher Erder

Teile des zu schützenden Gebäudes oder Teile des Fundaments, die großflächigen Kontakt zum Erdreich besitzen, bezeichnet man als Natürliche Erder. Die Erdungswirkung ist dabei nicht der primäre Zweck der entsprechenden Bestandteile, allerdings wirken Sie aufgrund ihrer Verbindung zum Erdreich erdend. Wasser und Gasleitungen sind dabei allerdings nicht als Erder zugelassen, da die Zuverlässigkeit der entsprechenden Anlage nicht von anderen Systemen des Gebäudes abhängig sein darf.

Plattenerder

Der Plattenerder besteht aus Stahlblech- oder Kupferblechplatten, wobei das Kupferblech im Regelfall perforiert ist und die Plattenfläche mindestens 0.5 Quadratmeter beträgt. Da sein Ausbreitungswiderstand nur geringfügig vom Querschnitt und der Oberfläche des Erders beeinflusst wird, wird der Plattenerder heutzutage in der Praxis nur extrem selten eingesetzt. Das Kerneinsatzgebiet dieses Erders sind Spezialfälle wie beispielsweise Telekommunikationsanlagen.

Oberflächenerder

Der Oberflächenerder wird in der Regel innerhalb einer in einer Tiefe von 0.5 bis 1 m von optimal leitenden Bodenschichten wie Lehm oder Humus umschlossen. Es existieren sowohl Ausführungen des Erders in Strahlen-, Ring- oder Maschenform als auch Rund- oder Bandmaterial-Versionen. Die nachfolgende Tabelle gibt dabei Aufschluss über mögliche Materialien und entsprechende Mindestquerschnitte des Oberflächenerders:

Erdermaterial	Oberflächenbehandlung	Durchmesser oder Dicke	Querschnitt	Beschichtung Einzel- oder Mittelwert
Bandstahl	Feuerverzinkt	3 mm	90 mm ²	63 µm / 70 µm
Rundstahl	Nicht rostend	10 mm	-	- / 50 µm
Kupferband	Blank / verzinkt	2 mm	50 mm ²	- / -.20 µm / 40 µm
Rundkupfer	Blank	-	25 mm ²	- / -
Kupferseil	Blank / verzinkt	1.8 mm pro Einzeldraht	25 mm ²	- / -.1 µm / 5 µm

Tiefenerder

Tiefenerder kommen in der Regel immer dann zum Einsatz, wenn der Einsatz eines Oberflächenerders aufgrund von besser leitenden Bodenschichten, hoher Feuchtigkeit, geringerem spezifischen Erdwiderstand oder der Größe und Ausdehnung eines bebauten Gebietes ausgeschlossen ist. Der Erder reicht in diesem Fall in tiefere Erdschichten hinab und profitiert dabei davon, dass diese einen geringeren spezifischen Widerstand aufweisen und weitgehend unabhängig von Frost und Feuchtigkeit an der Oberfläche funktionieren. Bei parallel geschalteten Tiefenerdern sollte dabei mindestens ein Abstand entsprechend der doppelten Erderlänge eingehalten werden. Bei Blitzschutzern reicht hingegen der einfache Abstand. Der folgenden Tabelle können Sie mögliche Materialien und entsprechende Mindestquerschnitte des Tiefenerders entnehmen:

Erdermaterial	Oberflächenbehandlung	Durchmesser oder Dicke	Beschichtung Einzel- / oder Mittelwert
Rundstab	Feuerverzinkt	25 mm / 2 mm	63 µm / 70 µm
	Kupferumhüllung	25 mm / 2 mm	2000 µm
	Elektrolytisch	14 mm / -	90 µm / 100 µm
	Verkupfert		
Kupferrohr	Blank	20 mm / 2 mm	-

Alles zur Schutzerdung

Die Erdungsanlage ist naturgemäß der erste Bestandteil der Elektroinstallation eines Neubaus und eine absolut unverzichtbare technische Anlage jedweden Gebäudes. Sowohl der Begriff Erdung als auch die Synonym verwendete Begrifflichkeit „Potentialausgleich“ stehen innerhalb der Elektrotechnik für eine elektrisch sehr gut leitende Verbindung elektrischer Bauteile mit dem Erdreich. Dabei unterscheidet man je nach Funktion der entsprechenden Erdung unterschiedliche Arten ebendieser. Die sogenannte Schutzerdung gleicht das elektrische Potential zwischen Gerätschaften und dem Erdreich aus und verhindert damit, dass Personen innerhalb einer Fehlersituation durch Berührung bestimmter Bauteile einen elektrischen Schlag versetzt bekommen. Dabei erdet sie ausschließlich leitfähige Teile, die nicht spannungsführend sind. Diese sogenannte Schutzerdung zählt mit zu den elementarsten Schutzeinrichtungen der Elektrotechnik. Zeit, sich näher mit dieser zu beschäftigen.

Schutzerdung in Niederspannungsnetzen

Im Kontext von Niederspannungsnetzen lassen sich insgesamt drei Arten der Schutzerdung unterscheiden. Die Kombination von Schutz- und Betriebserdung sorgt für das Bestehen einer galvanischen Kopplung zwischen den beiden Erdungsarten. Dabei wird ein Leiter des Betriebsstromkreises in unmittelbarer Nähe der Trafostation via Betriebserder geerdet. Im jeweiligen Haushalt beziehungsweise der Gewerbe- oder Industrieanlage wird dann ein separater Schutzerder im Erdreich eingebaut. An der Potentialausgleichsschiene werden anschließend die Schutz- und die Betriebserdung zusammengeführt.

Im Gegensatz hierzu werden im Falle einer separaten Schutzerdung und der niederohmigen Betriebserdung die zu erdenden Körper direkt geerdet, ohne dass Betriebserdung und Schutzerdung miteinander in Verbindung stehen. Die galvanistische Kopplung zwischen diesen beiden Erdungsarten ist in diesem Fall somit undefinierter Natur.

Bei der letztmöglichen Erdungsvariante in Niederspannungsnetzen werden alle aktiven Teile gegen Erde isoliert oder mittels hochohmiger Impedanz mit dem Betriebserder verbunden. Die zu erdenden Körper werden unmittelbar beim Endverbraucher geerdet. Dieser Vorgang erfolgt gänzlich unabhängig von der Erdung der Stromversorgung. Eine Kopplung zwischen Schutzerdung und Betriebserdung gibt es nicht.

Schutzerdung in Hoch- und Mittelspannungsnetzen

In Netzen, die eine Nennspannung von mehr als 1 kV aufweisen, werden Konstruktionsteile aus Metall in Schaltanlagen und Kraftwerken über niederohmige Erdungsleitungen mit dem entsprechenden Erder verbunden. Zusätzlich werden alle Füße der Leistungsmasten geerdet, wobei darüber hinaus via Steuererder eine Potentialsteuerung bewirkt wird. Kraftwerke und Schaltanlagen verfügen in der Regel über gemeinsame Erdungsanlagen für das Hochspannungs- und Niederspannungsnetz. Zwecks besserer Erkennbarkeit sind die Anschlüsse, die die Erdungsanschlüsse mit der Erdungssammelleitung verbinden, exakt beschriftet.

Verbindung und Unterscheidung zur Funktionserdung

Die lebenswichtigen Aufgaben der Schutzerdung kann die Funktionserdung in keinem Fall übernehmen. Umgekehrt ist dies allerdings, wenn auch nur eingeschränkt, durchaus möglich. So kann die Schutzerdung bei Geräten bis zur Schutzklasse I den Betrieb sicherstellen. Bei Geräten der Schutzklasse II und III ist es elementar, die Schutzerdung und die Funktionserdung unbedingt zu trennen.

Da, wie der Name bereits vermuten lässt, Erder häufig in direktem Kontakt mit dem Erdreich stehen, besteht die Gefahr, dass diese durch Korrosion beschädigt werden. Eine lückenlose Umhüllung der Erdungsanlage ist dabei nicht möglich, da diese den Kontakt der Schutzeinrichtung zum Erdboden versiegeln würde und damit den entsprechenden Erder gänzlich nutzlos werden ließe. Es ist somit elementar, sich praxistauglich mit Lösungsansätzen zu beschäftigen, die die Erdungsanlage vor Korrosion bewahren.

Korrosion: Gefahr für Erdungsanlagen

Bestehen Erder aus einem einheitlichen Werkstoff, liegt abhängig von der Beschaffenheit ebendieser und der Zusammensetzung des Bodens ein erhebliches Korrosionsrisiko vor. Zudem besteht die Möglichkeit, dass die Erdungsanlage durch galvanische Elementbildungen zwischen verschiedenen Metallen mit stark unterschiedlichen Metall-/Elektrolyt-Potentialen aufgrund elektrochemischer Korrosion erheblich beschädigt wird. Veränderte Bauweisen, die sich in größeren Stahlbetonbauwerken und kleineren Metallflächen im Erdboden niederschlagen, sorgen für ein ungünstigeres Verhältnis von Anode zu Kathode und sorgen für ein zwangsläufiges Ansteigen der Korrosionsgefahr für unedlere Metalle. Eine Trennung anodisch wirkender Anlagenteile zur Vermeidung dieser Elementbildung, ist dabei in der Praxis allerdings kaum möglich. Letztlich stellt die Auswahl geeigneter Materialien eine verlässliche Möglichkeit dar, elementare Erdungsanlagen vor der

Beschädigung durch Korrosion zu schützen. In diesem Sinne stellen wir Ihnen im Folgenden geeignete Werkstoffe vor und skizzieren dabei geeignete Anwendungsgebiete ebendieser.

Geeignete Erderwerkstoffe zum Schutz vor Korrosion

Für die Einbettung einer Erdungsanlage in Beton ist die Verwendung von feuerverzinktem Stahl prädestiniert. Die Erdungs-/Potentialausgleichleitungen und die Fundamente der Erdung sollten dabei via Bewehrungsstäbe verbunden werden. Durch die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten dieses Materials werden derzeit die meisten Erder aus feuerverzinktem Stahl hergestellt. Dabei beträgt die Zinkauflage mindestens 70 Mikrometer.

Stahl mit Kupfermantel ist ebenfalls als Erdermaterial geeignet, solange gewisse Anforderungen erfüllt werden. Der Mindestanteil der Kupferauflage beträgt mindestens 20 % des Stahlgewichtes und es muss durchgehend eine lückenlos geschlossene Kupferschicht vorhanden sein, da sonst erhebliche Korrosions-Risiken für den Stahlkern der Anlage entstehen können.

Aufgrund seiner Stellung in der elektrolytischen Spannungsreihe, ist blankes Kupfer sehr beständig und somit ebenfalls bestens als Erdermaterial geeignet. Zudem führt der Zusammenschluss mit Anlagen aus unedleren Werkstoffen wie beispielsweise Stahl dazu, dass das Kupfer auf Kosten ebendieser unedleren Metalle kathodisch geschützt ist.

Stahl, der als „nicht rostend“ eingestuft wurde, ist im Erdboden passiv und durchaus korrosionsbeständig. Das Korrosionspotential dieser Materialien liegt in üblich belüfteten Böden und in den meisten Fällen in der Nähe des Wertes von Kupfer. Der Stahl sollte dabei mindestens 16 % Chrom, 5 % Nickel und 2 % Molybdän beinhalten. Erder aus Edelstahl werden immer häufiger in der Nähe von U-Bahnen und Straßenbahnen, die über einen Gleichstromantrieb verfügen, eingesetzt, da diese durch Erdströme Korrosion verursachen könnten.

Weitere Maßnahmen zum Schutz vor Korrosion

Neben der geeigneten Auswahl adäquater Materialien existieren noch weitere Möglichkeiten, Erdungsanlagen vor Korrosion zu bewahren. So kann eine Trennfunkstrecke zwischen erdverlegten Anlagen mit stark unterschiedlichen Potentialen genutzt werden, um leitende Verbindungen zwischen diesen zu unterbrechen. Im Falle einer Überspannung verbindet diese die Anlagen für die Dauer der Überspannung miteinander. Der Einsatz ebendieser Trennfunkstrecken ist allerdings im Kontext von Schutz- und Betriebsregeln nicht zulässig, da diese immer mit den Betriebsanlagen verbunden sein müssen.

Erdeinführungen, die aus verzinktem Stahl gefertigt wurden, müssen von der Erdoberfläche aus sowohl nach unten als auch nach oben jeweils 0,3 Meter gegen Korrosion geschützt werden. Mögliche Maßnahmen sind in diesem Fall Umhüllungen, die keine Feuchtigkeit aufnehmen. Mögliche Varianten sind hier Butyl-Kautschuk-Bänder oder Schrumpfschläuche.

Schlacke- und Kohleteile sowie Bauschutt und andere aggressive Abfälle dürfen keinesfalls unmittelbar mit dem Erderwerkstoff in Berührung kommen. Von dem Befüllen von Gruben und Gräben, in denen Erder verlegt sind, mit den dargestellten Abfällen, ist somit in jedem Fall abzusehen, um keine Korrosionsschäden zu riskieren.