

7 Ausführung von Erdern und Bemessung von Erdungsanlagen

7.1 Grundsätzliches zu den verwendeten Erderarten

Der Ausbreitungswiderstand eines Erders oder einer Erdungsanlage wird neben dem spezifischen Erdwiderstand in besonderer Weise von der Ausführung und Anordnung des Erders beeinflusst. Auch das für eine zu hohe Berührungs- oder Schrittspannung verantwortliche Erdoberflächenpotential verändert sich sehr stark mit der Anordnung der Erder.

So unterscheidet man aus der Historie heraus folgende Erderarten:

- Oberflächenerder
- Tiefenerder
- Fundamenterder
- Natürliche Erder

In der Praxis werden Erdungsanlagen hauptsächlich als Oberflächen- und Tiefenerder ausgeführt. Bei gleicher Erderlänge und gleichem spezifischem Erdwiderstand erreicht man mit einem Tiefenerder etwa den halben Ausbreitungswiderstand eines Oberflächenerders. Dieser Vorteil des Tiefenerders ist jedoch selten allein für seine Wahl entscheidend.

Für die Gebäudeinstallation hat der seit Mitte der 60er Jahre geforderte und in allen Bundesländern nun zwingend vorgeschriebene Fundamenterder die größte Bedeutung. Früher wurden in großem Umfang Plattenerder eingesetzt, wobei Platten, meist in 1 m² Größe aus verzinktem Stahlblech senkrecht in den Boden eingesetzt wurden. Diese Erderart findet heute praktisch keine Anwendung mehr, da sowohl die Anschaffung als auch die Verlegung mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist.

Mit Rücksicht auf die Korrosion und die Strombelastbarkeit sollen bestimmte Mindestquerschnitte der Erder nicht unterschritten werden. Wesentlich größere Querschnitte als diese Mindestmaße werden nur dort verwendet, wo mit einer erhöhten Korrosion und damit einhergehender rascher Zersetzung des

Erder zu rechnen ist. Der Wert des Ausbreitungswiderstandes ist nur in geringem Maße vom Erderquerschnitt abhängig; größere Querschnitte verbessern den Ausbreitungswiderstand eines Erders praktisch nicht.

Für die Berechnung der Ausbreitungswiderstände wurden ausgehend von den Maxwell'schen Gleichungen und der daraus entwickelten Feldtheorie Formeln abgeleitet, die bei Kenntnis des spezifischen Erdwiderstandes gute Übereinstimmung mit der praktischen Ausführung ergeben. Relativ einfach bleiben diese Berechnungsformeln jedoch nur, solange Einzelerder betrachtet werden. Da sich mehrere eng benachbarte Einzelerder gegenseitig beeinflussen, können die Gesetze des Parallelschaltes mehrerer Widerstände nicht angewendet werden. Unter bestimmten Voraussetzungen dürfen auch natürliche Erder zu Erdungszwecken eingesetzt werden.

7.2 Planung von Erdungsanlagen

Die Ausführung von Erdungsanlagen im elektrischen Verteilungsnetz wird üblicherweise anhand unternehmensspezifischer Vorgaben z.B. Werknormen, Richtlinien oder Hilfsblätter vorgenommen. In Einzelfällen kann darüber hinaus auch die Planung von Erdungsanlagen erforderlich werden. Ziel einer systematischen Planung von Erdungsanlagen ist es, für eine vorgegebene Anordnung der elektrischen Anlage auf einer meistens begrenzten Bodenfläche einen bestimmten Ausbreitungswiderstand zu erreichen und damit die maximal zulässige Berührungsspannung mit möglichst wirtschaftlichen Mitteln einzuhalten.

Die zur Verfügung stehende Fläche und die Anordnung der elektrischen Anlage erlauben eine erste Aussage, ob Oberflächen- oder Tiefenerder zweckmäßig sind. Begrenzte Anlagen auf kleinen Grundstücken erfordern dann Tiefenerder, wenn nicht in den Mittel- und Niederspannungsnetzen zusätzliche Erdungen auch außerhalb der begrenzten Anlage möglich sind.

Eine weitere Voraussetzung für die wirtschaftliche Errichtung einer Erdungsanlage ist die möglichst genaue Kenntnis der Bo-

denbeschaffenheit und des spezifischen Erdwiderstandes. Der Aufbau des Erdbodens und die Schichtung der unterschiedlich leitenden Bodenarten hat einen erheblichen Einfluss auf den Ausbreitungswiderstand eines Erders oder einer Erdungsanlage. So kann es erforderlich sein, den spezifischen Erdwiderstand in verschiedenen Bodenschichten zu bestimmen.

Zeigen die Bodenuntersuchungen, dass sich unter gut leitenden Oberflächenschichten ein schlecht leitender Untergrund befindet, so ist beim Vorhandensein einer genügend großen Fläche stets dem Bänderer der Vorzug zu geben. Liegt dicht unter der Verlegetiefe eine Bodenschicht mit stark abweichender besserer oder schlechterer Leitfähigkeit, so ist diese für die weitere Betrachtung, Rechnung und Bemessung zugrunde zu legen. Kann auf Grund eines schlechten spezifischen Erdwiderstandes oder einer nicht ausreichend großen Fläche der geforderte Wert des Ausbreitungswiderstandes nicht erreicht werden, so müssen zusätzlich Tiefenerder verwendet werden.

7.3 Oberflächenerder

Oberflächenerder sind ihrer Wortbedeutung entsprechend Erder, die in einer geringen Verlegetiefe in die Erde eingebettet werden. Sie erstrecken sich mit Rücksicht auf das zeitweilige Austrocknen oder Gefrieren der obersten Bodenschicht mindestens in einer Verlegetiefe von 0,5 bis 1 m parallel zur Erdoberfläche. Bei Erdungsanlagen im elektrischen Verteilungsnetz werden häufig offene Kabelgräben für das Auslegen von Oberflächenerdern benutzt. Auch bei großen flächenmäßig ausgedehnten Anlagen für Kraftwerke und Stationen finden vorwiegend Oberflächenerder Anwendung, da hier zum Anschluss der zahlreichen weitläufig aufgestellten Anlagenteile ohnehin eine Vielzahl von Erdanschlussstellen erforderlich ist. Als Material für die Oberflächenerder hat sich verzinkter Bandstahl und Kupferseile weitgehend durchgesetzt.

Merke:

Oberflächenerder mindestens 0,5 - 1,0 m tief verlegen;
Materialien z.B.

- verzinkter Bandstahl, z.B. mit folgenden Abmessungen:
25 mm x 4 mm
30 mm x 3,5 mm
40 mm x 3 mm
- Kupferseil, z.B. mit folgenden Abmessungen:
25, 35, 50 mm²

Bei Verwendung von Bandstahl kann der Ausbreitungswiderstand verbessert werden, wenn anstelle der flachen Verlegung, eine Hochkant-Anordnung des Bandstahls gewählt wird. Auf diese Weise kann in der Regel eine bessere gleichmäßig gute Verdichtung des Erdreichs in unmittelbarer Nähe des Erders erreicht werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass der Erder mit feinkörnigem nicht mit Steinen durchsetztem Erdreich umgeben wird.

Merke:

Erder immer mit gut bindigem oder feinkörnigem Erdreich umgeben. Das Erdreich in unmittelbarer Umgebung des Erders gut verdichten.

Oberflächenerder werden hinsichtlich ihrer Anordnung im Erdreich und der sich daraus ergebenden unterschiedlichen Ausbreitungswiderstände differenziert in:

- Erder in gestreckter Verlegung
- Strahlenerder
- Ringerder
- Maschenerder