Durchführung von Erdungsmessungen

05.05.2020, 10:14 Uhr
Kommentare: 1
Prüfen

Für die Erdungsmessung gibt es verschiedene Messverfahren. (Bildquelle: Lara_Uhryn/iStock/Thinkstock)

Die Photovoltaikanlage ist eine elektrische Anlage. Deshalb fällt sie auch unter die Einhaltung der VDE-Richtlinien und die damit einhergehenden messtechnischen Überprüfungen.

Erdungssystem bei Photovoltaikanlagen

Um den Blitzstrom in die Erde einzuleiten und hohe Spannungsfälle zu reduzieren, sind Form und Abmessung der Erdungsanlage die wichtigsten Kriterien. In DIN EN 62305-3 (DIN VDE 0185-305-3) wird neben Form und Abmessung auch der Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage bewertet. Durch regelmäßige Prüfungen werden sicherheitsrelevante Veränderungen an der Erdungsanlage frühzeitig erkannt.

Nachfolgend werden exemplarisch wesentliche Systemübergänge bei Photovoltaikanlagen erläutert. Diese Systemübergänge sind wesentlich für die Funktionsweise des Erdungssystems. Daher sollten sie gründlich ausgelegt und in weiterer Folge messtechnisch überprüft werden.

In der folgenden Abbildung ist die Anbindung von mehreren Modulgestellen bei einer Photovoltaik-Aufdachanlage dargestellt. Hier ist es wesentlich, dass die Anbindung mechanisch stabil und niederohmig ausgeführt ist.

Anbindung von mehreren Modulgestellen einer Photovoltaik-Aufdachanlage (Quelle: eigene Aufnahme)

Tipp der Redaktion

Das Nachschlagewerk für die Elektrofachkraft

Organisation, Durchführung und Dokumentation elektrotechnischer Prüfungen – „Elektrosicherheit in der Praxis“ unterstützt Sie bei der Umsetzung der Elektrosicherheit in Ihrem Unternehmen.

Jetzt testen!

Die nächste Abbildung zeigt die Anbindung des Modulgestells bei einer Photovoltaik-Freifeldanlage. Hier ist es wesentlich, dass die Anbindung korrosionsgeschützt ausgeführt ist.

Anbindung des Modulgestells einer Photovoltaik-Freifeldanlage (eigene Aufnahme)

Auf diesem Bild ist die Anbindung mehrerer Modulgestelle bei einer Photovoltaik-Freifeldanlage zu sehen. Die Anbindung ist niederohmig auszuführen. Wesentlich für die weitere Wartung ist die Anbringung einer ordentlichen Beschriftung, um etwaige Fehler auffinden zu können.

Anbindung mehrerer Modulgestelle bei einer Photovoltaik-Freifeldanlage (eigene Aufnahme)

Die folgende Abbildung zeigt die niederohmige Verbindung von zwei Modulgestellen bei einer Photovoltaik-Freifeldanlage. Hier ist es wesentlich, dass die Anbindung niederohmig und korrosionsgeschützt ausgeführt ist.

Niederohmige Verbindung von zwei Modulgestellen bei einer Photovoltaik-Freifeldanlage (eigene Aufnahme)

In dieser Abbildung ist die Anbindung eines Modulgestells einer PV-Aufdachanlage an den bestehenden Gebäudeblitzschutz dargestellt.

Anbindung eines Modulgestells einer PV-Aufdachanlage an den bestehenden Gebäudeblitzschutz (eigene Aufnahme)

Da die DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) den konsequenten Blitzschutz-Potenzialausgleich fordert, wird für den Erdausbreitungswiderstand (R_A) kein besonderer Wert vorgeschrieben. Im Allgemeinen wird jedoch ein niedriger Erdungswiderstand empfohlen: kleiner als 10 Ohm, gemessen mit einer von der Netzfrequenz und deren Oberschwingungen abweichenden Frequenz, um Interferenzen zu vermeiden.

Bei der Überprüfung von Erdungsanlagen ist die Erdungsmessung eine Maßnahme, die gemäß den Richtlinien durchgeführt werden muss. Die Messung wird angewendet, um einen bestimmten Erdungswiderstand oder eine bestimmte Erdungsimpedanz zu überprüfen. Mittels Erdungsmessung müssen Schutzerdungen und Betriebserdungen auf die Einhaltung der durch die Normen geforderten Werte überprüft werden.

Messverfahren zur Erdungsmessung

Für die Erdungsmessung gibt es mehrere verschiedene Messverfahren. Welches Messverfahren angewendet wird, ist von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten abhängig.

Es gibt vier Messverfahren, die im Folgenden erläutert werden:

1. Strom-/Spannungsmessung
2. Spannungsvergleichsmessung
3. Brückenmethode
4. Schleifenwiderstandsmessung

1. Strom-/Spannungsmessung

Bei diesem Messverfahren wird die Netzspannung eines Netzes mit geerdetem Sternpunkt verwendet. Das Messverfahren erfolgt gemäß DIN VDE 0413 Teil 7.

Zunächst wird im Abstand von 50 bis 100 Metern vom Erder eine Sonde ins Erdreich geschlagen. Über einen einstellbaren Prüfwiderstand wird über einen Erder ein Strom ins Erdreich abgeleitet. Der Widerstandswert des Prüfwiderstands kann zwischen 20 und 1.000 Ohm liegen. Der Strom über den Erder wird mit einem Strommessgerät ermittelt. Der unterste Widerstandswert darf dabei 10 Ohm nicht unterschreiten.

Zwischen Erder und Sonde wird ein Spannungsmessgerät geschaltet. Dieses Spannungsmessgerät muss möglichst hochohmig sein, damit sich der Spannungsfall am Erder gegen die Sonde genau ermitteln lässt. Bei der Verwendung eines hochohmigen Spannungsmessers lässt sich der Erdungswiderstand der Sonde, der in der Regel zwischen 500 und 1.000 Ohm liegt, weitgehend kompensieren. Der Erdungswiderstand errechnet sich aus der Spannung zwischen Erder und Sonde und dem Strom, der über den Erder eingeleitet wird, gemäß dem ohmschen Gesetz.

2. Spannungsvergleichsmessung

Bei diesem Messverfahren wird ein Messgerät mit eigener Spannungsquelle verwendet. Die Gleichspannung der Batterie wird über einen Wechselrichter in eine Wechselspannung umgewandelt. Diese Wechselspannung hat eine Frequenz, die außerhalb der Netzwechselspannung liegt. Außerdem muss ein zweiter Hilfserder RH verwendet werden. Dieser zweite Hilfserder dient für den Stromrückfluss des Prüfstroms. Damit keiner der Erder im Spannungstrichter des anderen Erders liegt, muss ein Mindestabstand von 20 Metern zwischen den Erdern eingehalten werden. Das Spannungsmessgerät wird über den ersten Hilfserder geerdet.

Über einen Schalter lässt sich der Widerstand RM überbrücken. Über einen Widerstand RM wird das Messgerät an den zu überprüfenden Erder angeschlossen.

Der Wert des Widerstands RM ist bekannt, der Erdungswiderstand RX ist unbekannt. Zwischen den Widerstand RM und das Spannungsmessgerät wird ein Stellwiderstand W geschaltet. Durch Veränderung des Widerstands W lässt sich der Spannungsfall an RM + RX verändern. Um die Messung durchzuführen, wird zunächst der Widerstand W so verändert, dass der Zeiger des Messgerätes auf Endanschlag steht. Durch Umschaltung wird nun Widerstand RM überbrückt und der Erder direkt angeschaltet. Dadurch lässt sich nun der Spannungsfall am Erder bestimmen.

3. Brückenmethode

Das Messverfahren mittels Erdungsmessbrücke ist in DIN VDE 0413 Teil 5 geregelt. Bei dieser Messmethode wird der Einfluss des Erdungswiderstands der Messsonde vollkommen kompensiert. Auch hierbei werden ein Hilfserder und eine Erdungssonde benötigt. Der Messstrom wird über einen kleinen Generator erzeugt und über einen Messwandler über den Hilfserder und den zu prüfenden Erder ins Erdreich geleitet. Das Messgerät ist über ein Potenziometer mit dem Messwandler verbunden und wird über die

Erdungssonde geerdet. Der Strom im Sekundärkreis des Messwandlers ist abhängig vom Strom im Primärstromkreis.

Der Strom im Sekundärstromkreis ruft am Potenziometer einen Spannungsfall hervor; diese Spannung wird über einen Umschalter mit der Spannung am Erder verglichen.

4. Schleifenwiderstandsmessung

Bei diesem Messverfahren wird ein Messgerät mit eigener Spannungsquelle verwendet. Die Gleichspannung der Batterie wird über einen Wechselrichter in eine Wechselspannung umgewandelt. Diese Wechselspannung hat eine Frequenz, die außerhalb der Netzwechselspannung liegt.

Außerdem muss ein zweiter Hilfserder RH verwendet werden. Dieser zweite Hilfserder dient für den Stromrückfluss des Prüfstroms. Damit keiner der Erder im Spannungstrichter des anderen Erders liegt, muss ein Mindestabstand von 20 Metern zwischen den Erdern eingehalten werden. Das Spannungsmessgerät wird über den ersten Hilfserder geerdet.

Über einen Schalter lässt sich der Widerstand RM überbrücken. Über einen Widerstand RM wird das Messgerät an den zu überprüfenden Erder angeschlossen.

Der Wert des Widerstands RM ist bekannt, der Erdungswiderstand RX ist unbekannt. Zwischen den Widerstand RM und das Spannungsmessgerät wird ein Stellwiderstand W geschaltet. Durch Veränderung des Widerstands W lässt sich der Spannungsfall an RM + RX verändern. Um die Messung durchzuführen, wird zunächst der Widerstand W so verändert, dass der Zeiger des Messgeräts auf Endanschlag steht. Durch Umschaltung wird nun Widerstand RM überbrückt und der Erder direkt angeschaltet. Dadurch lässt sich der Spannungsfall am Erder bestimmen.

Die Messung des Erdungswiderstands ist in DIN VDE 0100 Teil 600 definiert. Nachfolgend wird die praktische Durchführung bei Photovoltaikanlagen erläutert.

Messung des Erdungswiderstands nach DIN VDE 0100-600

Die Messung des Erdungswiderstands ist in DIN VDE 0100 Teil 600 definiert. Nachfolgend wird die Durchführung erläutert.
Zwischen einer Elektrode T und einer Hilfselektrode T_1 wird ein konstanter Wechselstrom zum Fliesen gebracht, ohne dass sich die Ausbreitungswiderstände der beiden Elektroden beeinflussen. Eine weitere Hilfselektrode T_2 wird im halben Abstand zwischen T und T_1 eingebracht. Der Spannungsfall zwischen T und T_2 wird gemessen. Der Widerstand R_A der Erdelektroden errechnet sich aus dem gemessenen Spannungsfall U_E zwischen T und T_2, dividiert durch den voreingestellten Messstrom I_M, der zwischen T und T_1 fließt.

Halle III

E 1 = n.z.	E 2 = n.z.	E 3 = n.z.	E 4 = 0,7	E 5 = 0,5
E 6 = n.z.	E 7 = n.z.	E 8 = n.z.	E 9 = 0,5	E 10 = 3,5
E 11 = 0,7	E 12 = 0,8	E 13 = n.z	E 14 = n.z.	E 15 = n.z
E 16 = n.z.	E 17 = n.z.	E 18 = n.z.		

Halle IV

E 1 = n.z.	E 2 = 0,9	E 3 = 11,4 BF	E 4 = 0,5	E 5 = n.z.
E 6 = 0,8	E 7 = 0,5	E 8 = n.z.	E 9 = n.z.	E 10 = n.z.
E 11 = n.z.	E 12 = n.z.	E 13 = n.z.	E 14 = n.z.	E 15 = n.z.
E 16 = n.z.	E 17 = 0,5	E 18 = 0,5	E 19 = 0,6	E 20 = 0,7

Richtwert = < 10 Ohm
n.z. = für Messzwecke nicht zugänglich / bauseitig verbaut
BF = Brücke auf die metallene Fassade- keine Trennstelle/ Meßstelle

Messergebnisse einer Erdungsmessung bei einer Photovoltaikanlage (Quelle: eigene Daten)

Man erkennt, dass der Richtwert des Widerstands von < 10 Ohm außer bei Messpunkt E3 eingehalten wird. Bei dem betroffenen Messpunkt muss nachgeprüft werden, warum der Widerstandswert überschritten wird. Dies kann durch mangelhafte Montage, Korrosion oder Leitungsbruch verursacht werden. Nach erfolgreicher Fehlersuche und anschließender Korrektur sollte die komplette Messung erneut durchgeführt werden.

Beitrag aus dem Jahr 2012, wurde geprüft und aktualisiert am 5. Mai 2020

Tipp der Redaktion

Das Nachschlagewerk für die Elektrofachkraft

Organisation, Durchführung und Dokumentation elektrotechnischer Prüfungen – „Elektrosicherheit in der Praxis“ unterstützt Sie bei der Umsetzung der Elektrosicherheit in Ihrem Unternehmen.

Jetzt testen!

Weitere Beiträge zum Thema

- DGUV Information 209-015 „Instandhaltung"
- Explosionsgefährdete Bereiche: Prüfung und Instandhaltung
- Für Wiederholungsprüfungen: DIN VDE 0701-0702
- Erstprüfung elektrischer Arbeitsmittel nach Betriebssicherheitsverordnung
- VDE 0701 und VDE 0702 richtig anwenden
- Unterschied Differenzstrommessung und Isolationsmessung

Autor:

Dr.-Ing. Florian Krug

Technologiemanager und Sachverständiger im Bereich Erneuerbare Energien

Dr. Florian Krug ist Technologiemanager und Sachverständiger im Bereich Erneuerbare Energien sowie Autor von mehr als 100 Veröffentlichungen in nationalen und internationalen Zeitschriften.