

Prüfungen an Erdungs- und Potentialausgleichsanlagen (Teil 2)

Nach dem im Teil 1 des Beitrags allgemeine Hinweise zum Prüfen von Erdungsanlagen gegeben wurden, werden in diesem Teil die Erdungsmessung mit der Erdungsmessbrücke und Durchgangsprüfung mit der Erdungsprüfzange beschrieben

1. Erdungsmessung mit der Erdungsmessbrücke

Durch Anwendung der Erdungsmessbrücke zur Messung der Ausbreitungswiderstände von Erden sind grundsätzlich genauere Ergebnisse möglich als bei der Schleifenwiderstandsmessung.

Allerdings sind dazu ein Hilfserder und eine Sonde notwendig, die außerhalb des Spannungstrichters des zu messenden Erders und der eigenen Spannungstrichter in einem Abstand von mindestens 20 m zueinander angeordnet werden müssen.



Werner Baade

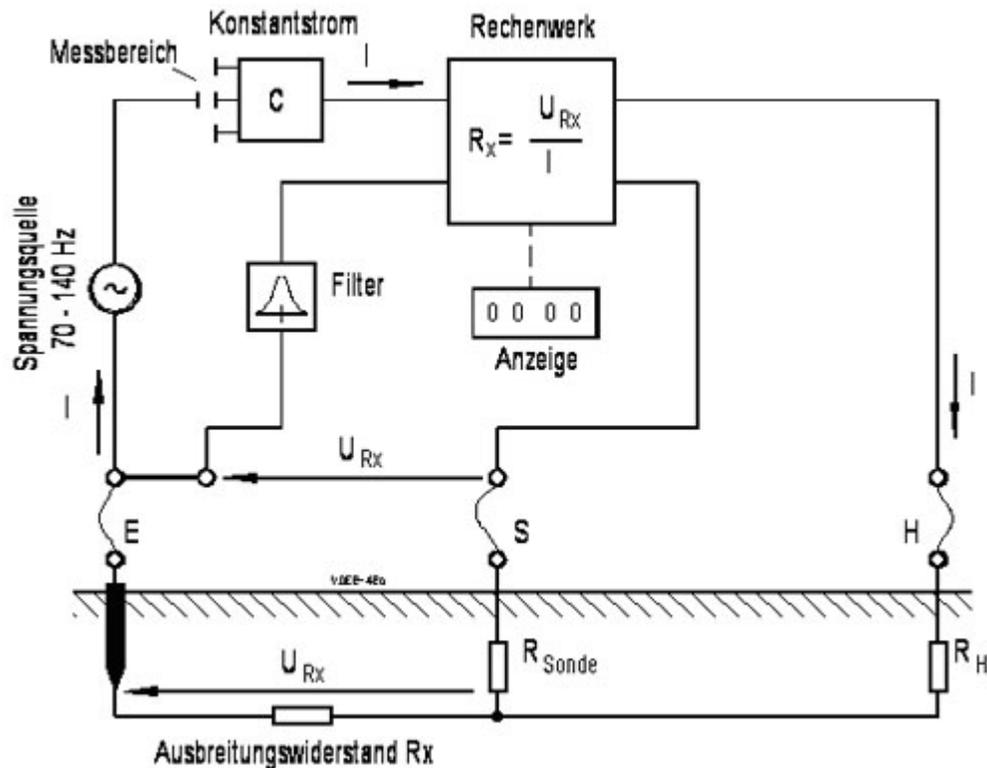


Bild 1: Funktionsprinzip einer Erdungsmessbrücke mit Konstantstromquelle (Dreileitermessung)

Funktionsprinzip der Erdungsmessbrücke

Bei der im Bild 1 gezeigten Messbrücke wird ein konstanter Strom über den Hilfserder R_H , das Erdreich und den zu messenden Erder E getrieben. Aus dem über die Sonde gemessenen Spannungsfall U_{Rx} und dem konstanten Strom I berechnet das Messgerät nach dem ohmschen Gesetz den Ausbreitungswiderstand R_x . Bei der dargestellten **Dreileitermessung** geht der Widerstand der Messleitung zwischen dem Messgerät und dem Anschluss E in das Messergebnis ein. Die Änderung des Messbereichs erfolgt durch eine Änderung des Konstantstroms. Die Umschaltung der Bereiche erfolgt bei modernen Geräten automatisch.

Damit das Messergebnis nicht durch andere, vagabundierende Wechselströme beeinflusst wird, wird mit einer Frequenz gemessen, die kein Vielfaches der Netzfrequenz von 50 Hz oder der Bahnstromfrequenz von $16 \frac{2}{3}$ Hz bildet.

Bei der Vierleitermessung wird die Spannung U_{Rx} über eine vierte Anschlussleitung direkt am Anschluss E des zu messenden Erders abgegriffen. Der Widerstand der Messleitung zwischen dem Messgerät und dem Anschluss E geht hierbei nicht in das Messergebnis ein. Die Vierleitermessung ist anzuwenden, wenn bei sehr niederohmigen Ausbreitungswiderständen des Erders und/oder bei langen Anschlussleitungen ein geringer Messfehler erreicht werden soll.

Vorteil der Messung mit der Messbrücke:

- Das Ergebnis ist bei Beachtung der Punkte zur Vermeidung von Messfehlern genauer als bei der Erdungsmessung mit dem Schleifenwiderstandsmessgerät.
- Weil die Messung nicht mit Netzfrequenz erfolgt, wird das Ergebnis durch vagabundierende 50 Hz-Wechselströme nicht verfälscht.

Nachteile der Messung mit der Messbrücke:

- Es sind eine zusätzliche Sonde und ein Hilfserder in einem ausreichenden Abstand zu dem zu messenden Erder und zu anderen Erdungsanlagen (mindestens 20 m) notwendig. Dieses ist in dicht bebauten Gebieten nur schwer realisierbar.

Vermeidung von Messfehlern beim Messen mit der Erdungsmessbrücke

Zur Vermeidung von Messfehlern sind folgende Punkte zu beachten:

- Sonde und Hilfserder möglichst in gerader Linie oder in einem Dreieck zur zu messenden Erdungsanlage anordnen.
- Die Abstände zwischen Erdungsanlage, Sonde und Hilfserder müssen mindestens 20 m betragen. **Idealerweise betragen die Abstände mindestens das Zweifache der Ausdehnung der zu messenden Erdungsanlage.**
- Hilfserder und Sonde dürfen nicht im Einflussbereich von anderen Erdungsanlagen angeordnet werden.
- Der Widerstand des Hilfserders muss ausreichend niederohmig sein (Faustwert max. $100 \times R_x$), damit der Messstrom eine ausreichende Größe erreicht. Moderne Erdungsmessbrücken überprüfen die Widerstandswerte von Sonde und Hilfserder automatisch und zeigen zu hohe Werte als Fehler an.
- Zur Überprüfung des Messergebnisses die Sonde mehrmals um einige Meter versetzen. Wenn sich die einzelnen Messergebnisse nur geringfügig unterscheiden, befindet sich die Sonde in der neutralen Zone und es kann von einer ausreichenden Genauigkeit ausgegangen werden.

2. Erdungsmessungen und Durchgangsprüfungen mit der "Erdungsprüfzange" Mit der Erdungsprüfzange ist eine schnelle und einfache Prüfung von Erdschleifen, vermaschten Verbindungen und Ähnlichem möglich.

Vorteile von "Erdungsprüfzangen":

- Sicherheit durch niedrige Messspannung und Potentialtrennung.
- Durch spezielle Messfrequenz keine Beeinflussung der Ergebnisse durch vagabundierende 50 Hz-Wechselströme.
- Rationelles Arbeiten ohne Auftrennung von Verbindungsstellen möglich.
- Keine weiteren Sonden und Hilfsleiter notwendig.

Nachteile von Erdungsprüfzangen:

- Mit der Erdungsprüfzange können aufgrund des Messverfahrens nur Widerstandsschleifen gemessen werden.
- **Die Messung des Gesamtausbreitungswiderstandes, z. B. von Fundament- oder Ringerdern ist aufgrund des Messprinzips nicht möglich!**

Messprinzip von Erdungsprüfzangen

Mit der Messzange, die in ihrem Messkopf je eine Generator- und Empfängerspule enthält, ist **nur** die Messung des Widerstandes einer Schleife, ähnlich wie beim Schleifenwiderstandsmessgerät möglich, allerdings ohne dass dafür eine externe Spannungsquelle notwendig ist (Bild 2).

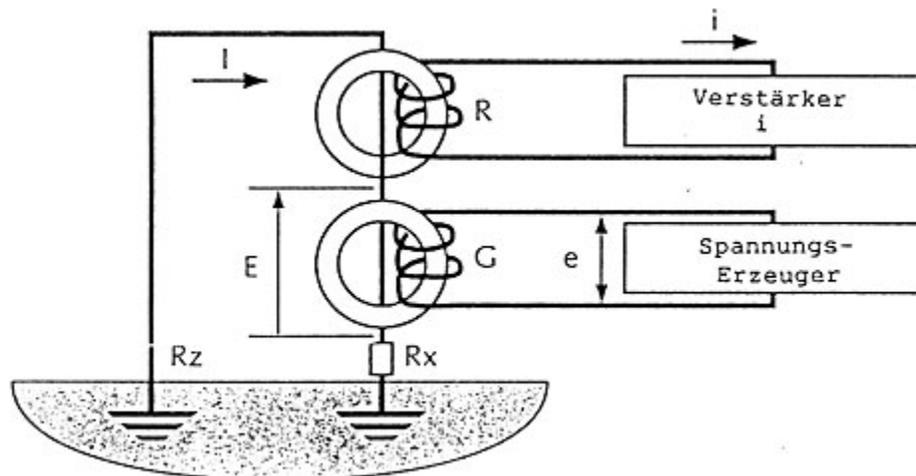


Bild 2: Funktionsprinzip einer Erdungsprüfzange

Beispiele für Durchgangsprüfungen mit der Erdungsprüfzange

Sehr gut ist die Erdungsprüfzange für Durchgangsprüfungen an vermaschten Erdungssystemen, Potentialausgleichsverbindungen und Blitzschutzsystemen geeignet. Voraussetzung dafür sind jedoch geschlossene Leiterschleifen, damit der notwendige Prüfstrom zum Fließen kommt.

Mit der Messzange ist eine Prüfung auf Durchgängigkeit ohne Auftrennung der Leiter und Verbindungen möglich.

Beispielhaft wird dieses Prinzip an einem vermaschten Blitzschutzsystem im Bild 3 gezeigt. Wenn alle Messstellen geschlossen sind, wird an dem gezeigten Messpunkt folgende Widerstandsschleife gemessen:

Ableiter nach "oben" - Fangeinrichtung (Masche) - übrige Ableiter nach "unten" - Erdungsanlage (Ringerder) - Erdführungsstange nach "oben".

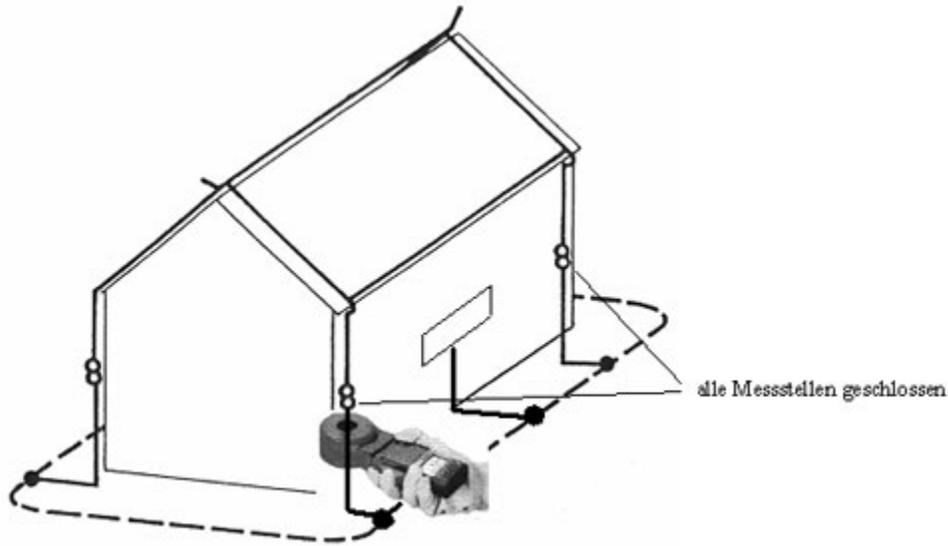


Bild 3: Messung mit der "Erdungsprüfzange" an der Messstelle (Trennstelle) eines Ableiters einer Blitzschutzanlage

Wenn die gemessene Schleife einen Widerstandswert (Richtwert) von 1 unterschreitet, können die Verbindungen in dieser Schleife als ausreichend niederohmig angesehen werden.

Achtung:

- Es erfolgt bei geschlossenen Messstellen nur eine Widerstandsmessung der vorstehend beschriebenen Leiterschleife - nicht aber die Messung des Ausbreitungswiderstandes des Erders.

3. Kontrolle des Potentialausgleichs mit der Prüfzange

In elektrischen Anlagen werden der Schutz gegen den elektrischen Schlag und die Betriebssicherheit durch einen funktionsfähigen Potentialausgleich wesentlich erhöht.

Dieses gilt im besonderen Maße für solche Anlagen, die mit sensibler Elektronik ausgerüstet sind. Aus Sicht der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) ist in solchen Einrichtungen die Einbeziehung aller fremden leitfähigen Teile, von metallenen Kabeltrassen, metallenen Kabelmänteln, Schirmungen, Erdungseinrichtungen, Erdungssammelleiter, Bewehrungen von Stahlbetonkonstruktionen und Ähnlichem in den Potentialausgleich unerlässlich.

Ebenso wie Erdungsanlagen oder Blitzschutzsysteme können Potentialausgleichsleitungen mit der Erdungsprüfzange auf ihre niederohmige Verbindung geprüft werden, wenn entsprechende Widerstandsschleifen bestehen bzw. diese für die Messung geschaffen werden (Bild 4).

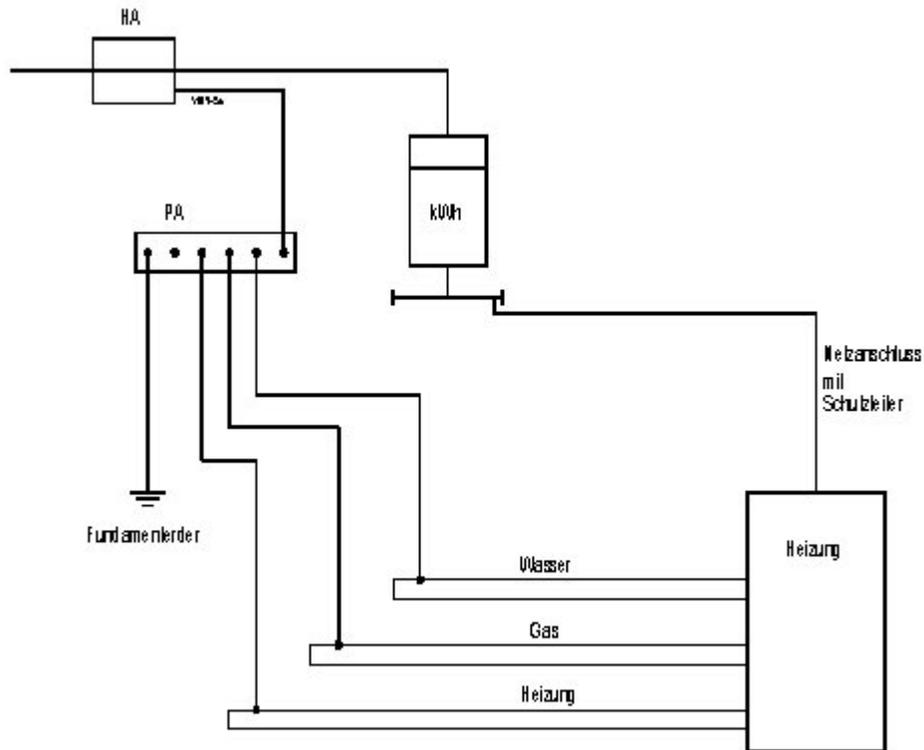


Bild 4: Messung an einer Potentialausgleichsleitung mit der Erdungsprüfzange in einem TN-System

In dem im Bild 4 gezeigten Beispiel wird der Widerstand folgender Widerstandsschleifen gemessen:

- Potentialausgleichsleitung zur Wasserleitung - Wasserleitung - Heizungsanlage - Gas- und Heizungsrohr - Verbindungen von Gas- und Heizungsrohr zur Potentialausgleichsschiene
oder
- Potentialausgleichsleitung zur Wasserleitung - Wasserleitung - Heizungsanlage- Schutzleiter der Netzzuleitung zur Heizung - Verbindung PE zur Potentialausgleichsschiene.

Wenn keine Widerstandsschleife besteht, kann die Messung über eine separate Messleitung erfolgen.

4. Durchgangsprüfungen durch Niederohmmessungen

Neben den vorstehend beschriebenen Messungen können Durchgangsprüfungen ebenso mittels entsprechender Niederohmmessungen vorgenommen werden.

Achtung:

Es dürfen dafür nur Messgeräte eingesetzt werden, die einen Prüfstrom von mindestens 0,2 A DC liefern. Diese Bedingung ist bei nach DIN VDE 0413 gebauten Messgeräten für Prüfungen nach DIN VDE 0100-610 bzw. nach DIN VDE 0105-100 mit Niederohmmessbereich erfüllt, nicht jedoch bei handelsüblichen Vielfachmessgeräten.

Ebenso können für die Prüfungen Erdungsmessbrücken mit einem zusätzlichen Niederohmmessbereich zur Zweipolmessung eingesetzt werden.

5. Fazit zur Prüfung von Erdungs- und Potentialausgleichsanlagen

Die Prüfung von Erdungsanlagen und das Messen des Ausbreitungswiderstandes sind mittels verschiedener Messverfahren möglich, die alle ihre spezifischen Vor- und Nachteile aufweisen und mit mehr oder weniger großen Messfehlern behaftet sind.

Schlussfolgerung:

Die Elektrofachkraft muss vor Ort entscheiden, welche Methoden zur Messung und Prüfung anzuwenden sind und welche unter den gegebenen Umständen ein ausreichend genaues Ergebnis bei möglichst geringem Aufwand liefern.