

Erdungsmessungen mit PROFITEST

Grundlagen

Mit Erde bezeichnet man zum einen das Erdreich und zum anderen das elektrische Potential des leitfähigen Erdreichs. Sie besteht zum Personenschutz aus Erdern, Schutzleitern, Schutzleiter-Klemmen oder auch Blitzableitern. Der Bereich, der ausserhalb des Wirkungsbereichs eines Erders liegt, wird als **Bezugserde oder auch neutrale Erde** bezeichnet.

Treten zwischen der Erdung und einem willkürlich ausgewählten Erdungspunkt keine merklichen vom Erdungsstrom herbeigeführten Spannungen auf, befindet sich dieser ausgewählte Erdungspunkt im Bereich der **neutralen Erde**.

Mit der **Schutzerdung** wird eine sichere Verbindung zum Erdreich erstellt, um bei elektrischen Anlagen und Geräten bei Auftreten eines Fehlers Personen und Tiere vor gefährlich hohen Berührungsspannungen zu schützen. Die Schutzerdung kann auch der Funktionserdung dienen, nicht jedoch umgekehrt.

Die **Blitzschutzerdung** soll den Blitzstrom sicher ins Erdreich abführen, um Gebäude zu schützen.

Die **Funktionserdung** dient dazu, elektrische Einrichtungen sicher zu betreiben. Mit der Funktionserdung sollen Störströme sicher abgeleitet und elektrische Störeinkopplungen vermieden werden.

Die **Betriebserdung** wird überwiegend in Kraftwerken und Schaltanlagen eingesetzt und soll einen störungsfreien Betrieb der Anlage oder der Geräte sicherstellen.

Vielfach werden Erdungen auch kombiniert und miteinander vermascht.

Bei der Installation der Erdungsanlage muss der Konstrukteur sowohl die Beschaffenheit des Erdreichs als auch die Höhe der zu erwartenden Fehlerströme berücksichtigen.

Aufgaben: Personenschutz, Explosionsschutz, Blitzschutz, ESD-Schutz etc.

Richtwerte: Niederspannungserdung $\leq 20\Omega$

Blitzschutzerdung $\leq 10\Omega$

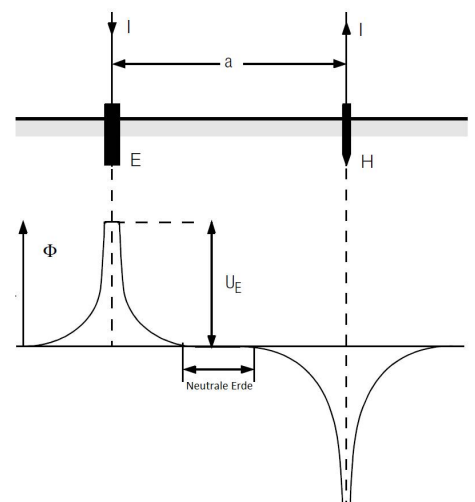
Betriebserdung (Trafo) $\leq 2\Omega$

Quelle: Wikipedia

Messprinzip: Spiessmessung

Erdbohrer für Hilfserder in mindestens 20m bzw. 40m Entfernung vom Erder setzen.

Der vom Messgerät über Erder und Hilfserder geschickte Messstrom erzeugt um den Erder und den Hilfserder eine Potentialverteilung in Form eines Spannungstrichters. Analog zur Spannungsverteilung verläuft die Widerstandsverteilung.



Anordnung der Sonden

Für das richtige Erfassen des Ausbreitungswiderstandes von Erdern ist die Anordnung der Sonde und Hilfserder sehr wesentlich. Die Sonde muss zwischen Erder und Hilfserder in der neutralen Erde (Bezugserde) gesetzt werden. Die Spannungs- bzw. Widerstandskurve verläuft deshalb innerhalb der neutralen Erde nahezu horizontal.

Für die Wahl der geeigneten Sonden- und Hilfserderstandorte verfahren Sie wie folgt:

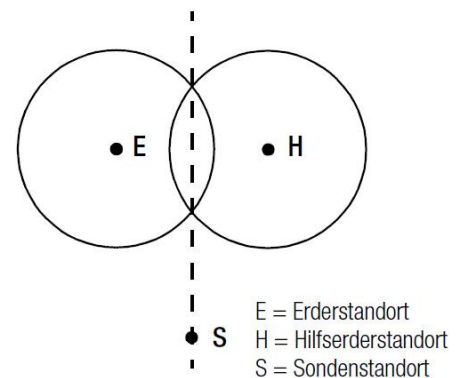
- Hilfserder in einem Abstand von 20m, resp. 40m vom Erder einschlagen.
- Sonde in der Mitte von Erder – Hilfserder einsetzen und den Erdungswiderstand bestimmen.
- Sondenabstand erst 2 ... 3m in Richtung Erder, dann 2 ... 3m in Richtung Hilfserder verändern und jeweils den Erdungswiderstand messen.

Ergeben die 3 Messungen den gleichen Messwert, dann liegt die Sonde in der neutralen Erde.

Sind die drei Messwerte für den Erdungswiderstand jedoch voneinander abweichend, dann befindet sich der Sondenstandort nicht in der neutralen Erde oder die Spannungs- bzw. Widerstandskurve verläuft im Sondeneinsteckpunkt nicht horizontal.

Richtige Messergebnisse können in solchen Fällen entweder durch Vergrössern des Abstandes Hilfserder - Erder oder durch Versetzen der Sonde auf der Mittelsenkrechten zwischen Hilfserder und Erder erreicht werden.

Durch Versetzen der Sonde auf der Mittelsenkrechten wandert der Sondenpunkt aus dem Einflussbereich der beiden Spannungstrichter von Erder und Hilfserder heraus.



Verfahren

Netzversorgte Erdungsmessungen (mit PROFITEST MBASE / MTECH / MPRO und MXTRA)

Die Messungen können mit allen Geräten durchgeführt werden. Die Kontaktierung des Erders erfolgt über den Schutzleiter des PRO-CH oder PRO-A3 (Standardzubehör). Die für die Messung erforderliche Stromaufnahme erfolgt aus dem geerdeten Netz (50/60Hz). Die Messung kann durch Störströme und Lastschwankungen beeinflusst werden. Erdspieß / Erdbohrer und Messkabel sind optional.

Batterieversorgte Erdungsmessungen (mit PROFITEST MPRO und MXTRA)

Der für die Messung erforderliche Messstrom wird in einer Quelle im Messgerät erzeugt und hat eine eigene Frequenz (z.B. 128 Hz), damit 50/60Hz Netze oder Bahnstromnetze keinen störenden Einfluss auf die Messung bewirken. Die Kontaktierung des Erders erfolgt über optionales Messzubehör.

Messungen

Spezifischer Widerstand nach Wenner [nur Batteriebetrieb] (mit PROFITEST MPRO und MXTRA)

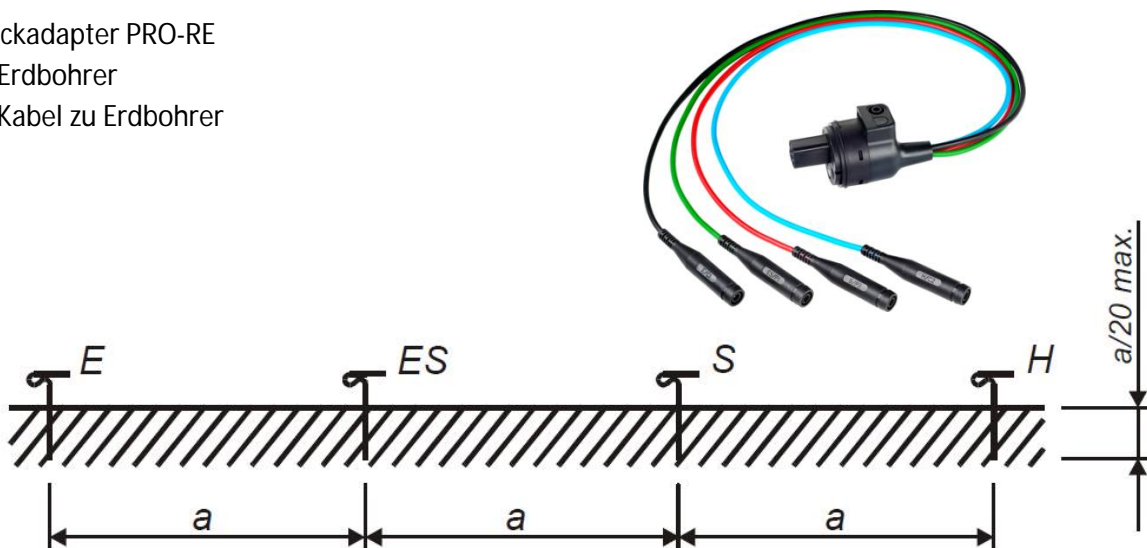
Als Ausgangsbasis für die richtige Dimensionierung und Berechnung des Erdungssystems (erforderliche Länge und Oberflächen, sinnvolle Tiefe für die Tiefenerder usw.) ist es wichtig, den spezifischen Erdwiderstand ρ [Ωm] an der betreffenden Stelle zu messen. Messung mit vier Erdbohrern, die im gleichen Abstand und in einer Linie eingeschlagen werden.

Im Abstand a werden in gerader Linie vier möglichst lange Erdbohrer in den Boden gesetzt. Die Tiefe der Erdbohrer darf höchstens $1/20$ des Abstandes a betragen. Die Messung erfasst den zu untersuchenden Boden bis zu einer ungefähren Tiefe, die gleich dem Sondenabstand a ist.

Es ist also möglich, durch Variation des Sondenabstandes Aufschluss über die Schichtung des Untergrundes zu erhalten. Gut leitende Schichten (Grundwasserspiegel), in welche Erder verlegt werden sollen, lassen sich so aus einer schlecht leitenden Umgebung herausfinden.

Benötigtes Material:


- Steckadapter PRO-RE
- 4x Erdbohrer
- 4x Kabel zu Erdbohrer



2-polige Erdungsmessung / Erdschleifenmessung [nur Netzbetrieb]

(mit PROFITEST MBASE / MTECH / MPRO und MxTRA)

Gibt es in dicht bebauten Gebieten Schwierigkeiten beim Setzen von Hilfserdern und Sonden, kommt diesem einfachen und schnell durchzuführenden Messverfahren eine grosse Bedeutung zu. Die sogenannte Erd-Schleifenwiderstandsmessung ist ein Messverfahren in dem zwei Erder in Reihe liegen. Der Erdungswiderstand kann in diesen Fällen auch ohne Sonde ermittelt werden. Allerdings gehen die Widerstandswerte des Betriebserders R_B und des Aussenleiters L mit ins Ergebnis ein.

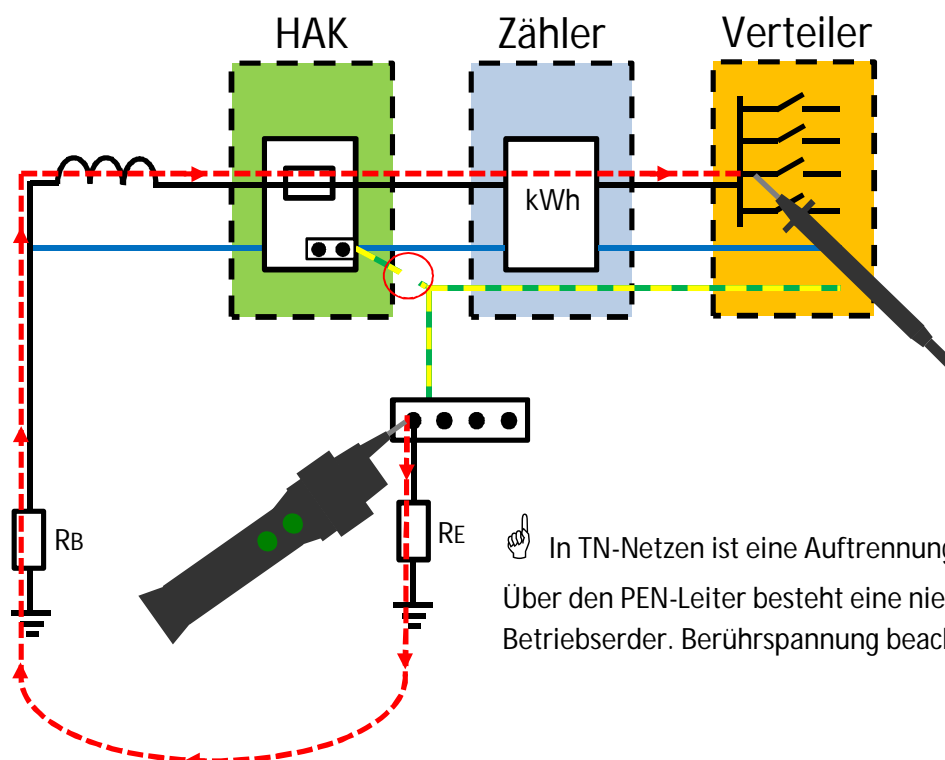
 Praxistipp:

Zur Ermittlung des Erdungswiderstandes sind diese beiden Werte vom gemessenen Wert abzuziehen. Legt man gleiche Leiterquerschnitte (Aussenleiter L und Neutralleiter N) zugrunde, so ist der Widerstand des Aussenleiters halb so gross wie die Netzimpedanz Z_{L-N} (Aussenleiter + Neutralleiter). Die Netzimpedanz kann, wie im Kap. 9 beschrieben, gemessen werden. Der Betriebserder R_B darf 0... 2 Ohm betragen.

- Keine Sonden erforderlich
- In TN-Netzen ist eine Auftrennung der Erdungsanlage erforderlich
- Messung liefert Näherungswerte
- Die Messung kann durch Störströme und Lastschwankungen beeinflusst werden (Prinzip der Schleifenimpedanzmessung). Mehrere Messungen durchführen und Ausreisser ausklammern.

Benötigtes Material:

Steckadapter PRO-A3 (Standardzubehör) oder
Steckadapter PRO-CH (Standardzubehör)



3-polige Erdungsmessung [Netzbetrieb] (mit PROFITEST MBASE / MTECH / MPRO und MXTRA)

Die 3-polige Strom-Spannungsmethode wird benutzt, um die Ableitfähigkeit von Einzelerdern, Maschenerdern, Fundamenterdern und anderen Erdersystemen zu prüfen.

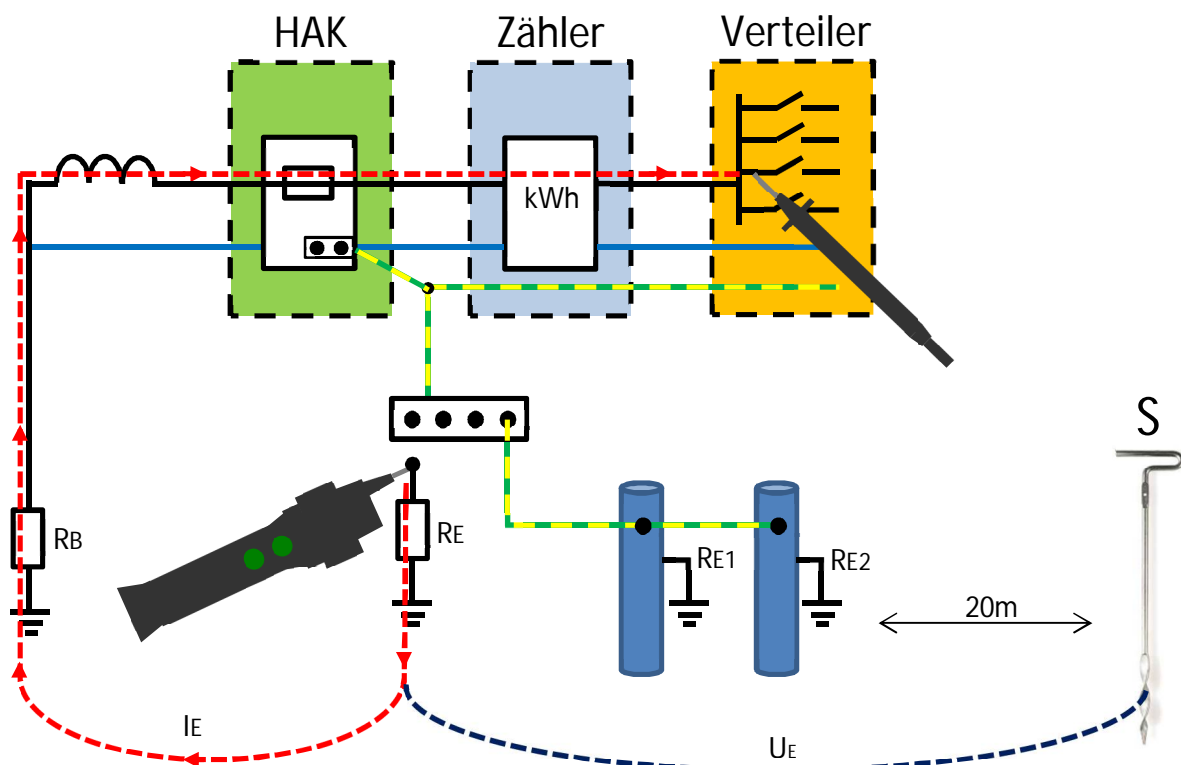
Benötigtes Material:

Steckadapter PRO-A3 (Standardzubehör)

1x Erdbohrer

1x Kabel zu Erdbohrer (mindestens 20m)

In dem Messverfahren mit Sonde gehen die Widerstandswerte des Betriebserders R_B und des Aussenleiters L nicht in die Messung mit ein (genauere Messung). Parallele Erdverbindungen müssen abgetrennt werden.



3-polige Erdungsmessung [Batteriebetrieb] (mit PROFITEST MPRO und MxTRA)

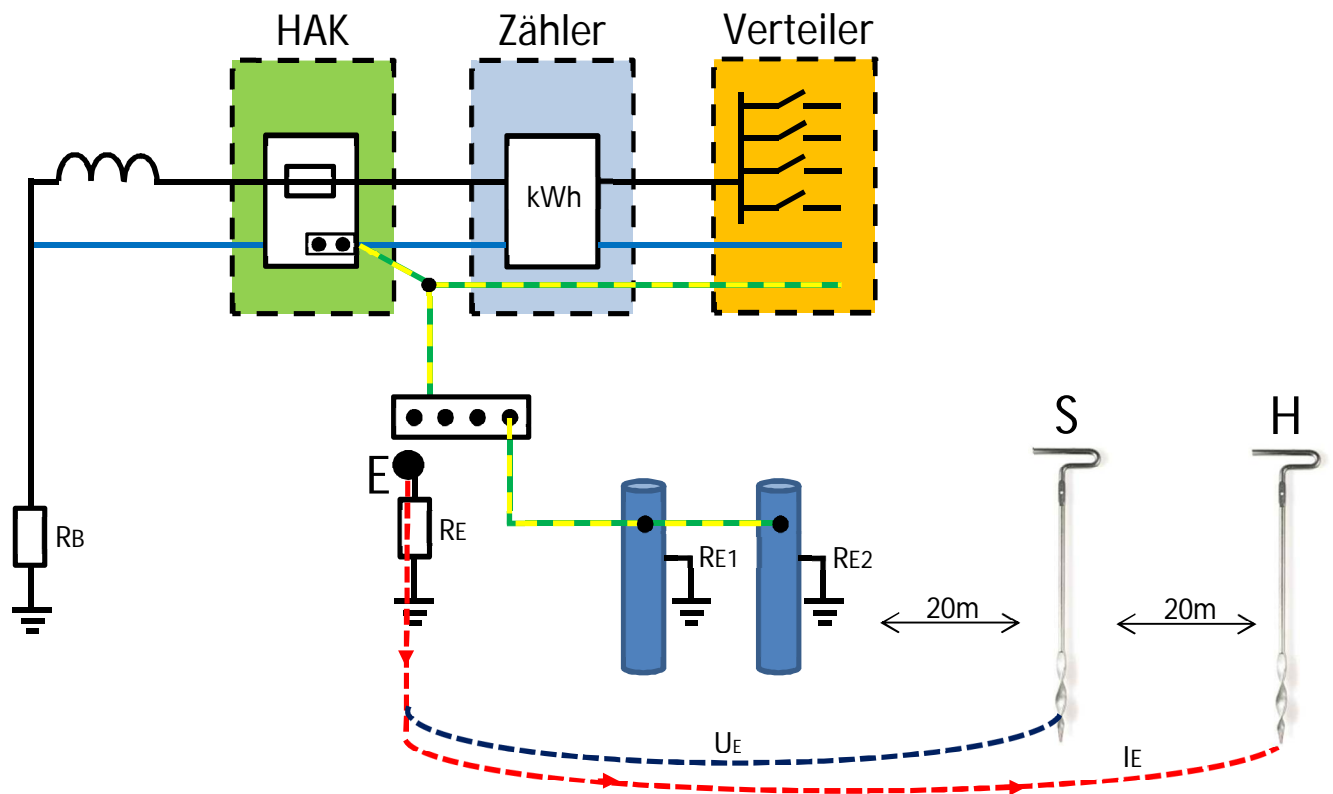
Die 3-polige Erdungsmessung mit Batteriebetrieb ist gegenüber Störungen unempfindlicher. Parallele Erdverbindungen müssen abgetrennt werden.

Benötigtes Material:

Steckadapter PRO-RE

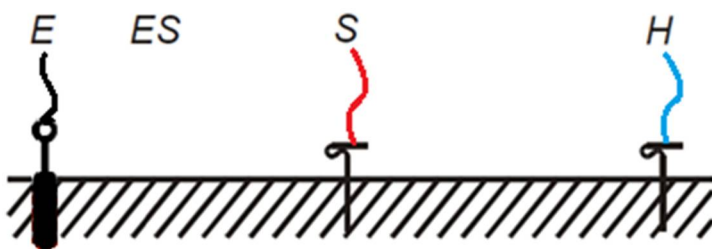
2x Erdbohrer

3x Kabel zu Erdbohrer (2 davon mindestens 20m)



☞ Praxistipp: Messleitung zum Erder kurz halten

Der Widerstand der Messleitung vom Messgerät zum Erder geht in das Messergebnis mit ein.



4-polige Erdungsmessung [nur Batteriebetrieb] (mit MPRO und MXTRA)

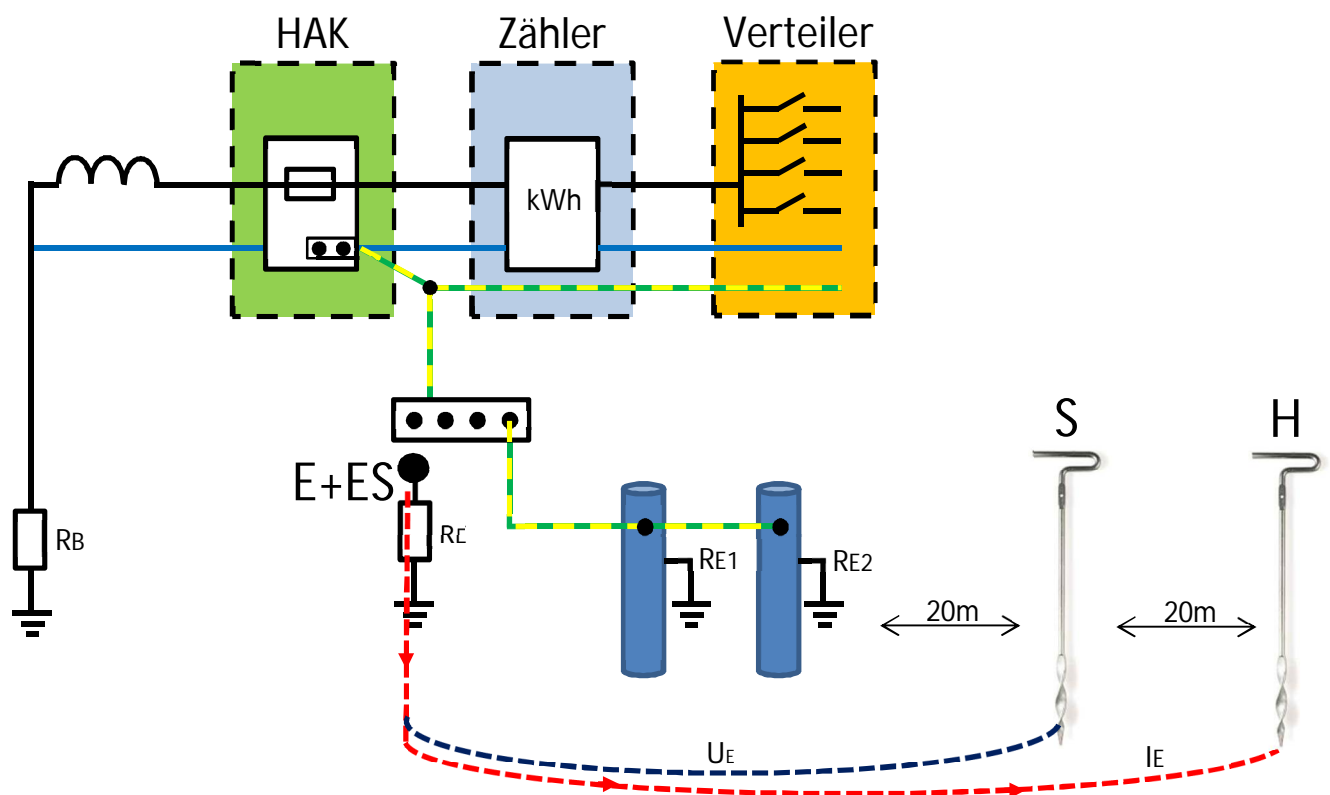
Funktionell identisch mit der 3-poligen Messung, nur wird hierbei der Messeingang ES direkt mit dem Erder verbunden (genauere Messung). Parallele Erdverbindungen müssen abgetrennt werden.

Benötigtes Material:

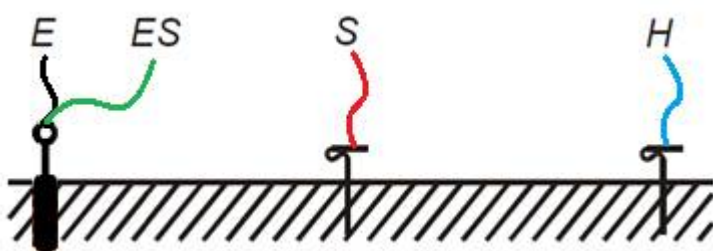
Steckadapter PRO-RE

2x Erdbohrer

4x Kabel zu Erdbohrer (2 davon mindestens 20m)



☞ Der Widerstand der Messleitung vom Messgerät zum Erder geht nicht in das Ergebnis mit ein.



Selektive Erdungsmessung [Netzbetrieb] (mit PROFITEST MBASE / MTECH / MPRO und MXTRA)

Bei mehreren parallel angebrachten Erdern kann ein einzelner Erdungswiderstand gemessen werden, ohne diesen abzutrennen.

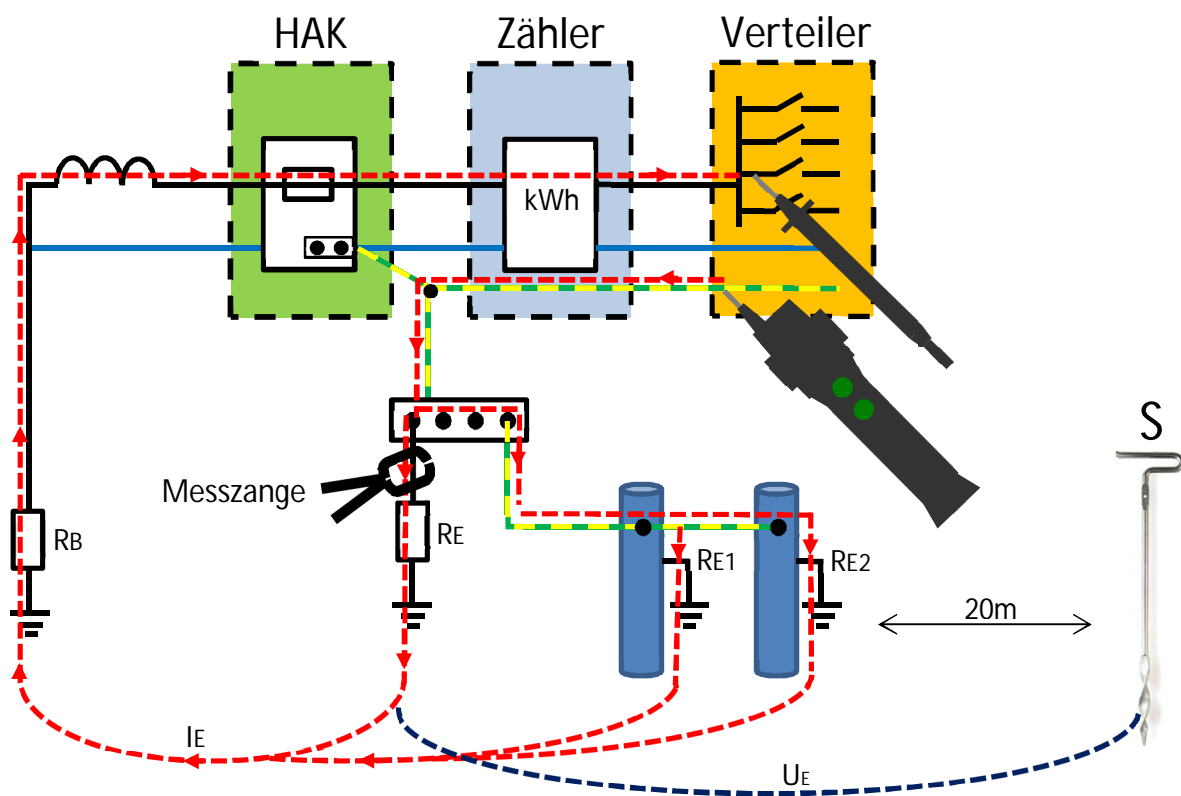
Benötigtes Material:

Steckadapter PRO-A3 (Standardzubehör)

1x Erdbohrer

1x Kabel zu Erdbohrer (mindestens 20m)

1x Messzange Z3512A



Selektive Erdungsmessung [Batteriebetrieb] (mit PROFITEST MPRO und MXTRA)

Diese Messung ist gegenüber Störungen unempfindlicher, wie die Messung mit Netzbetrieb. Bei mehreren parallel angebrachten Erdern muss ebenfalls nichts abgetrennt werden.

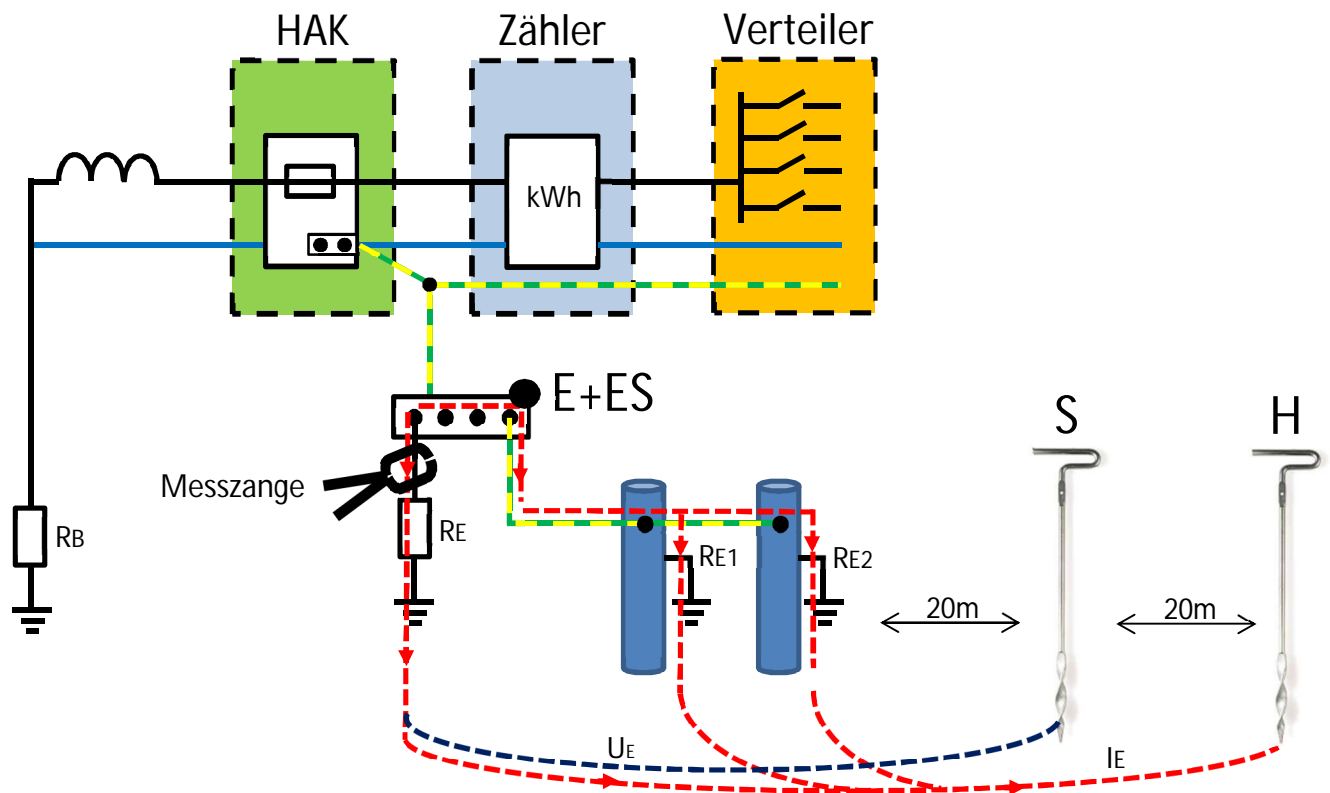
Benötigtes Material:

Steckadapter PRO-RE

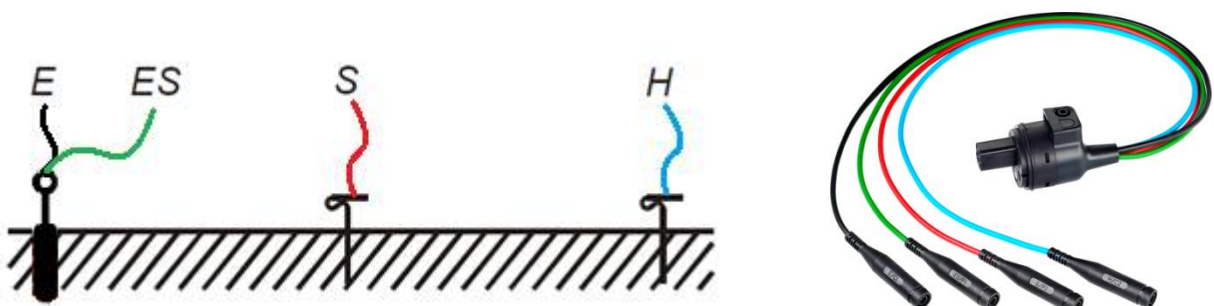
2x Erdbohrer

4x Kabel zu Erdbohrer (2 davon mindestens 20m)

1x Messzange Z3512A



Der Widerstand der Messleitung vom Messgerät zum Erder geht nicht in das Messergebnis mit ein.



Erdschleifenmessung mit 2 Zangen [nur Batteriebetrieb] (mit PROFITEST MPRO und MXTA)

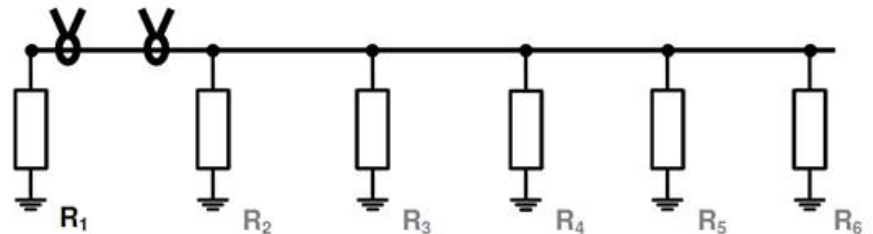
Die Messung des Erdungswiderstandes mit zwei Stromzangen macht die Verwendung von Erdbohrern und das Auftrennen von Erdern überflüssig. Beispiele für den Einsatz dieser Messmethode sind dicht bebaute Gebiete oder sehr komplexe Erdungssysteme. Diese Anwendung ist nur in vermaschten Erdungsanlagen möglich (TN-System).

Prinzip:

Wenn der resultierende Widerstand der Parallelschaltung von R_{E2} , R_{E3} , R_{E4} , R_{E5} und R_{E6} sehr viel kleiner ist als der Widerstand des Erders R_{E1} , dann gilt näherungsweise:

$$R_{\text{Ergebnis}} = R_{E1} + (R_{E2} // R_{E3} // R_{E4} // R_{E5} // R_{E6}) \approx R_{E1}$$

Die restlichen Erdungswiderstände können in gleicher Weise ermittelt werden.



Benötigtes Material:

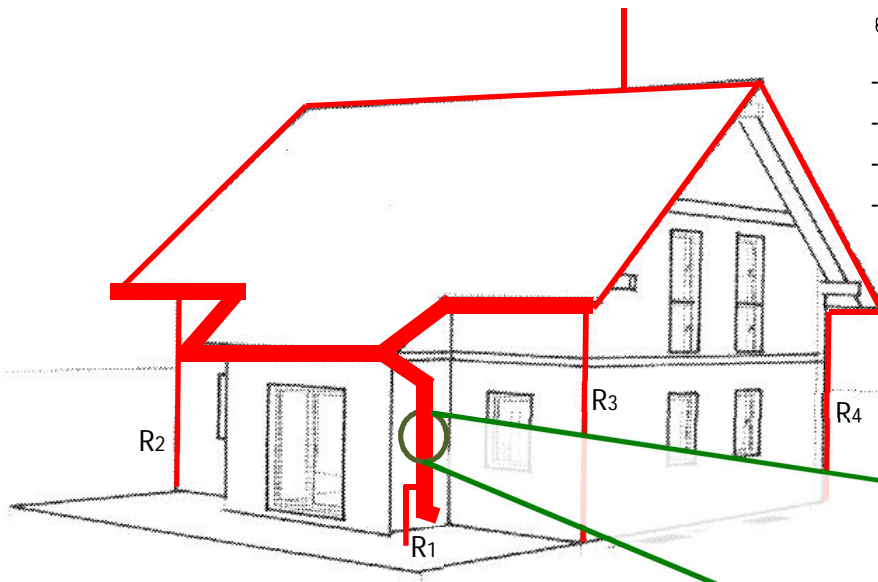
Steckadapter PRO-RE/2

1x Messzange Z3512A

1x Generatorzange E-Clip 2

☝ Praxistipps:

- Nur Zangen E-Clip 2 und Z3512A verwenden
- Zangen Mindestabstand $\geq 30\text{cm}$
- Zangen während der Messung nicht bewegen
- Nur in vermaschten Netzen anwenden



RECOM
ELECTRONIC AG

Samstagerstrasse 45

CH-8832 Wollerau

Tel. 044 787 10 00 - Fax 044 787 1005

www.recom.ch - info@recom.ch