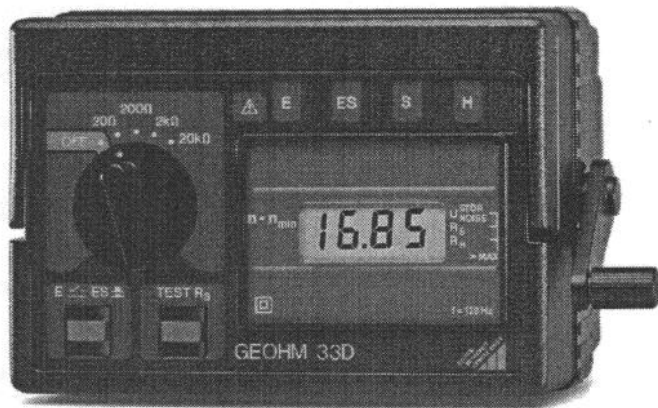


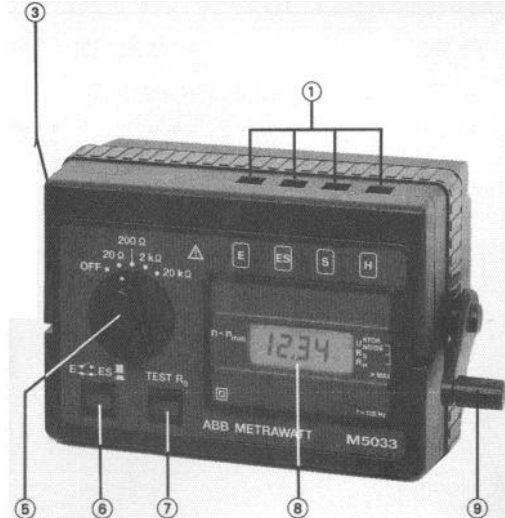
GEOHM[®] 33D

Erdungsmeßgerät

3-348-629-01

2/4.99





① Anschlußbuchsen für Bananenstecker

③ Klappbarer Tragbügel

④ Batteriefachdeckel (am Boden des Gerätes)

⑤ Meßbereichschalter, gleichzeitig EIN/AUS-Schalter

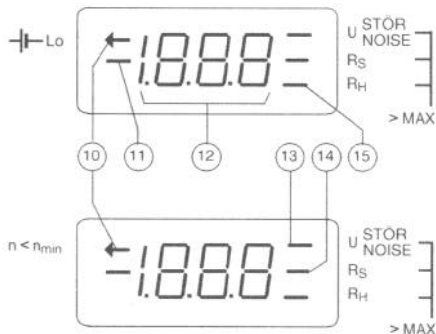
⑥ Schalter zum Kurzschließen der Anschlußbuchsen E und ES

⑦ Taster zur Kontrolle des Sondenwiderstandes

⑧ LCD-Anzeige

⑨ Kurbel für Induktorantrieb

Bild 1: Erdungs-Meßgeräte M5032 und M5033



- 10 Symbol für zu geringe Batteriespannung beim M5032 bzw. für zu geringe Drehzahl beim M5033
- 11 Minuszeichen; erscheint bei vertauschter Polarität von Sondenanschluß in Bezug auf Erder- und Hilferderanschluß
- 12 Digitale Meßwertanzeige mit 1999 Anzeigeschritten
- 13 Symbol für zu hohe Störspannung
- 14 Symbol für zu großen Sondenwiderstand
- 15 Symbol für zu großen Hilferderwiderstand

Bild 2: Anzeigefelder beim M5032 (oben) und M5033 (unten)

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-------|
| 1. Sicherheitsvorkehrungen | 4 |
| 2. Verwendung | 4 |
| 3. Beschreibung | 4 |
| 4. Technische Kennwerte | 6 |
| 5. Begriffe | 9 |
| 6. Bedienung | 10 |
| 6.1 Inbetriebnahme | 10 |
| 6.2 Messen | 10 |
| 6.2.1 Meßwertanzeige und verschiedene Symbole im Anzeigefeld | 10 |
| 6.2.2 Durchführung der Messung | 11 |
| 6.3 Messung des Erdungswiderstandes | 12 |
| 6.3.1 Aufbau der Meßschaltung, Meßhinweise | 12 |
| 6.3.1.1 Vierleiterverfahren | 12 |
| 6.3.1.2 Dreileiterverfahren | 12 |
| 6.3.1.3 Spannungstrichter | 13 |
| 6.3.1.4 Ausbreitungswiderstand von Erdern kleiner Ausdehnung | 13 |
| 6.3.1.5 Ausbreitungswiderstand von Erdungsanlagen größerer Ausdehnung | 14 |
| 6.3.1.6 Hinweise für Messungen in ungünstigem Gelände | 16 |
| 6.4 Messung des spezifischen Erdwiderstandes | 16 |
| 6.4.1 Geologische Auswertung | 17 |
| 6.4.2 Vorausberechnen von Ausbreitungswiderständen | 18 |
| 6.5 Messung von ohmschen Widerständen | 19 |
| 6.5.1 Zweileiterverfahren | 19 |
| 6.5.2 Vierleiterverfahren | 19 |
| 7. Wartung | 19 |
| 7.1 Batterien | 19 |
| 7.2 Schmelzsicherungen | 20 |
| 8. Reparatur- und Ersatzteil-Service | 20 |

1. Sicherheitsvorkehrungen

Die Erdungs-Meßgeräte *M5032* und *M5033* sind gemäß IEC 348, DIN VDE 0411 gebaut und geprüft. Bei bestimmungsgemäßer Verwendung gewährleisten sie die Sicherheit von Gerät und Bediener.

Um den sicherheitstechnisch einwandfreien Zustand zu erhalten und die gefahrlose Verwendung sicherzustellen ist es unerlässlich, daß Sie vor dem Einsatz Ihres Gerätes die Bedienungsanleitung sorgfältig und vollständig lesen und sie in allen Punkten befolgen.

Instandsetzung, Austausch von Teilen und Abgleich

Beim Öffnen des Gerätes können spannungsführende Teile freigelegt werden. Vor einer Instandsetzung, einem Austausch von Teilen oder einem Abgleich muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt werden. Wenn danach eine Reparatur oder ein Abgleich am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf dies nur durch eine Fachkraft geschehen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Fehler und außergewöhnliche Beanspruchungen

Wenn anzunehmen ist daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern. Es ist anzunehmen, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen,
- nach schweren Transportbeanspruchungen.

2. Verwendung

Die Erdungs-Meßgeräte *M5032* und *M5033* dienen zur Messung des Erdungswiderstandes in elektrischen Anlagen nach

- DIN VDE 0100 Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V
- DIN VDE 0141 Bestimmung für Erdungen in Wechselstromanlagen für Nennspannungen über 1kV
- DIN VDE 0800 Bestimmungen für Errichtung und Betrieb von Fernmeldeanlagen einschließlich Informationsverarbeitungsanlagen

und in Blitzschutzanlagen nach DIN VDE 0185.

Die Geräte sind außerdem dafür geeignet, den für die Dimensionierung von Erdungsanlagen wichtigen spezifischen Erdwiderstand zu ermitteln. Sie können sie somit vorteilhaft für einfache geologische Bodenuntersuchungen und bei der Planung von Erdungen verwenden.

Neben dem Einsatz für Erdungsmessungen können Sie die Geräte auch zum Messen ohmscher Widerstände z.B. für Widerstände fester und flüssiger Leiter oder für Innenwiderstände galvanischer Elemente verwenden, sofern diese Widerstände kapazitäts- und induktionsfrei sind.

3. Beschreibung

Allgemeines

Die Erdungs-Meßgeräte *M5032* und *M5033* entsprechen DIN VDE 0413, Teil 7 „Geräte zum Prüfen der Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen – Erdungs-Meßgeräte nach dem Strom-Spannungs-Meßverfahren“.

Sie verfügen über einen Meßumfang von 0 ... 20k Ω in 4 Meßbereichen. Das Meßergebnis wird auf einem LC-Display 3 1/2stellig (Ziffernumfang 1999 Digit) digital angezeigt. Ein Abgleich ist nicht erforderlich.

Die Stromversorgung des *M5032* erfolgt durch 6 austauschbare 1,5V-Mignonzellen nach IEC LR 6.

Das *M5033* wird über einen handbetriebenen Kurbelinduktor versorgt.

Meß- und Funktionsprinzip

Die Messung des Erdungswiderstandes mit den Geräten M5032 und M5033 erfolgt nach dem Strom-Spannungs-Meßverfahren.

Der von den Batterien bzw. vom Kurbelinduktor gespeiste, quartzgesteuerte Rechteck-Generator liefert für die vier Meßbereiche 20Ω, 200Ω, 2kΩ und 20kΩ Konstantströme von 10mA_{eff}, 1mA_{eff} bzw. 100µA_{eff} mit einer Frequenz von 128Hz. Der konstante Prüfstrom wird über den Anschluß "E", den zu messenden Erdungswiderstand "R_E", den Hilfserderwider-

stand "R_H" und den Anschluß "H" geleitet. Der am Erdungswiderstand "R_E" erzeugte Spannungsabfall wird zunächst einem, dem Generator synchronen, elektronischen Filter und dann einem synchron gesteuerten Gleichrichter zugeführt um Einflüsse durch im Erdreich vorhandene Polarisationsspannungen und vagabundierende Wechselspannungen weitgehend auszuschalten. Der zu messende Erdungswiderstand ist dem Spannungsabfall proportional. Er wird auf dem LC-Display direkt digital angezeigt.

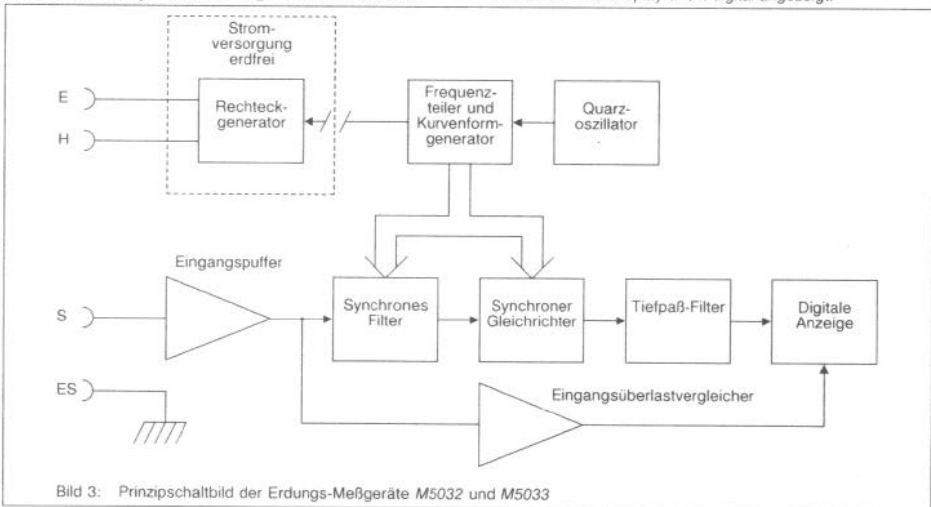


Bild 3: Prinzipschaltbild der Erdungs-Meßgeräte M5032 und M5033

4. Technische Kennwerte

Meßprinzip Strom-Spannungs-Meßverfahren gemäß DIN VDE 0413, Teil 7

Meßbereiche

| Meßbereich | Auflösung | Ausgangsspannung | Prüfstrom (= Kurzschlußstrom = konst.) |
|---------------------------------------|---------------|------------------------|--|
| 0,01 Ω ... 19,99 Ω | 0,01 Ω | max.50V _{eff} | 10 mA _{eff} |
| 0,1 Ω ... 199,9 Ω | 0,1 Ω | max.50V _{eff} | 1 mA _{eff} |
| 0,001 k Ω ... 1,999 k Ω | 1 Ω | max.50V _{eff} | 100 μ A _{eff} |
| 0,01 k Ω ... 19,99 k Ω | 10 Ω | max.50V _{eff} | 100 μ A _{eff} |

Meßbereich bei Nenngebrauchsbedingungen nach DIN VDE 0413, Teil 7 5 Digit ... 1999 Digit

Genauigkeit

Grundfehler bei Referenzbedingungen: \pm (2% v.Meßwert + 3 Digit)
 Gebrauchsfehler im Bereich 5 Digit ... 1999 Digit
 bei Nenngebrauchsbedingungen nach DIN VDE 0413, Teil 7: \pm (5% v.Meßwert + 3 Digit)
 bei erweiterten Nenngebrauchsbedingungen: \pm (5% v.Meßwert + 3 Digit)

Referenzbedingungen

Temperatur 23°C \pm 2K
 Lage beliebig
 Störspannung 0V
 Hilfserderwiderstand 0 Ω
 Sondenwiderstand 0 Ω
 Batteriespannung 9V- +1V -3V (bei M 5032)
 Drehzahl des Kurbelinduktors \geq 120 U/min (bei M 5033)

Nenngebrauchsbedingungen nach DIN VDE 0413, Teil 7

| | | | |
|--|---|----------|---|
| Temperatur | 0°C ... +30°C | | erweitert |
| Rel. Feuchte (ohne Betauung) | — | | -15°C ... +55°C |
| Lage | | | max. 93% bei +40°C |
| Störspannung | 0 ... 5V _{eff} , max. 10% der Meßspannung zwischen Erder und Sonde | beliebig | |
| | | | Ber. 20 Ω ...2k Ω : max. 20 \pm 1V _{SS} , 50Hz, sin |
| | | | Ber. 20k Ω : max. 16 \pm 1V _{SS} , 50Hz, sin |
| Hilfserderwiderstand R _H (R _H = Widerstand des externen Stromkreises) | Bereich 20 Ω : R _H \leq 400 Ω Bereich 200 Ω : R _H \leq 4k Ω Bereiche 2 u. 20k Ω : R _H \leq 40k Ω | | Bereich 20 Ω : R _H \leq 4,5k Ω Bereich 200 Ω : R _H \leq 28k Ω Bereiche 2 u. 20k Ω : R _H \leq 55k Ω |
| Sondenwiderstand R _S (R _S = Widerstand des externen Potentialkreises) | Bereich 20 Ω : R _S \leq 2k Ω Bereich 200 Ω : R _S \leq 20k Ω Bereiche 2 u. 20k Ω : R _S \leq 50k Ω | | Bereich 20 Ω : R _S \leq 11k Ω Bereich 200 Ω : R _S \leq 28k Ω Bereiche 2 u. 20k Ω : R _S \leq 110k Ω |
| Batteriespannung | 6 ... 10V- (bei M 5032) | | |
| Drehzahl des Kurbelinduktors | \geq 120 U/min (bei M 5033) | | |

| | |
|-------------------------------|--|
| Frequenz | |
| der Meßspannung | 128Hz ± 0,5Hz |
| Temperaturbereiche | |
| Betrieb | -0°C ... + 55°C |
| Lagerung | -40°C ... + 70°C, M5032 ohne Batterien |
| Feuchte | |
| Betrieb | max. 93% rel. Feuchte bei + 40°C |
| Lagerung | max. 93% rel. Feuchte bei + 55°C |
| Digitalanzeige | |
| Anzeigeart | Flüssigkristallanzeige (LCD) |
| Ziffernhöhe | 10mm |
| Stellenzahl | 3 1/2 Stellen entsprechend 1999 Anzeigeschritte |
| Überlaufanzeige | nur die linke Ziffer „1“ und das Bereichskomma werden angezeigt |
| Stromversorgung | |
| M 5032 | 6 Stück 1,5V-Mignonzellen nach IEC LR 6 (Alkali-Mangan-Zellen) |
| | <u>Betriebsdauer:</u> |
| | mit einem Satz neuer Alkali-Mangan-Zellen 50 × je 3 Minuten (bis zur automatischen Abschaltung) bzw. 2,5 Stunden Dauerbetrieb |
| | bei 0°C: 15 × je 3 Minuten bzw. 45 Minuten Dauerbetrieb |
| | <u>Automatische Batteriespannungskontrolle:</u> |
| | Bei Unterschreiten der unteren Batteriespannungsgrenze erfolgt Meldung durch ein Segment auf dem LCD. Die Batteriekapazität reicht dann noch für ein bis zwei Messungen. |
| M 5033 | Eingebauter, handbetriebener Kurbelinduktor |
| | Drehzahl mindestens 120 U/min |
| | <u>Automatische Drehzahlkontrolle:</u> |
| | bei Unterschreiten der Mindestdrehzahl erfolgt Meldung durch ein Segment auf dem LCD |
| Schmelzsicherung | |
| Meßkreis (E - H) | F 100 / 250 nach IEC 127 / 1,5ø × 20mm |
| Elektrische Sicherheit | |
| Schutzklasse | II nach DIN VDE 0411 |
| Nennisolationsspannung | 250V nach DIN VDE 0411 |
| Prüfspannung | 3kV~ nach DIN VDE 0411 |
| Mechanischer Aufbau | |
| Schutzart | IP 50 nach DIN 40 050 |
| Abmessungen | M 5032: 180mm × 128mm × 125mm |
| | M 5033: 210mm × 128mm × 125mm |
| Gewicht | M 5032: 0,82kg |
| | M 5033: 1,4kg |

Für einen geforderten maximalen Erdungswiderstand R_E darf, unter Berücksichtigung des Gebrauchsfehlers, der angezeigte Wert den Wert in der Tabelle 1 nicht überschreiten. Zwischenwerte können interpoliert werden. Die Werte gelten für Nenngebrauchsbedingungen nach DIN VDE 0413, Teil 7.

| Bereich 20Ω | | Bereich 200Ω | | Bereich 2kΩ | | Bereich 20kΩ | |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| geforderter maximaler R_E Ω | maximale Anzeige Ω | geforderter maximaler R_E Ω | maximale Anzeige Ω | geforderter maximaler R_E kΩ | maximale Anzeige kΩ | geforderter maximaler R_E kΩ | maximale Anzeige kΩ |
| 0,05 | 0,02 | 0,5 | 0,2 | 0,005 | 0,002 | 0,05 | 0,02 |
| 0,10 | 0,06 | 1,0 | 0,6 | 0,010 | 0,006 | 0,10 | 0,06 |
| 0,20 | 0,16 | 2,0 | 1,6 | 0,020 | 0,016 | 0,20 | 0,16 |
| 0,50 | 0,44 | 5,0 | 4,4 | 0,050 | 0,044 | 0,50 | 0,44 |
| 1,00 | 0,92 | 10,0 | 9,2 | 0,100 | 0,092 | 1,00 | 0,92 |
| 1,50 | 1,39 | 15,0 | 13,9 | 0,150 | 0,139 | 1,50 | 1,39 |
| 2,00 | 1,87 | 20,0 | 18,7 | 0,200 | 0,187 | 2,00 | 1,87 |
| 3,00 | 2,82 | 30,0 | 28,2 | 0,300 | 0,282 | 3,00 | 2,82 |
| 5,00 | 4,72 | 50,0 | 47,2 | 0,500 | 0,472 | 5,00 | 4,72 |
| 7,00 | 6,62 | 70,0 | 66,2 | 0,700 | 0,662 | 7,00 | 6,62 |
| 10,00 | 9,47 | 100,0 | 94,7 | 1,000 | 0,947 | 10,00 | 9,47 |
| 12,00 | 11,37 | 120,0 | 113,7 | 1,200 | 1,137 | 12,00 | 11,37 |
| 15,00 | 14,22 | 150,0 | 142,2 | 1,500 | 1,422 | 15,00 | 14,22 |
| 17,00 | 16,12 | 170,0 | 161,2 | 1,700 | 1,612 | 17,00 | 16,12 |
| 20,00 | 18,97 | 200,0 | 189,7 | 2,000 | 1,897 | 20,00 | 18,97 |

Tabelle 1 – gemäß DIN VDE 0413, Teil 7, Abschnitt 4.3.4

5. Begriffe

Damit keine Mißverständnisse mit den verwendeten Fachausdrücken entstehen, sind nachfolgend die wichtigsten Begriffe erläutert.

Erde ist die Bezeichnung sowohl für die Erde als Ort, als auch für die Erde als Stoff, z.B. Bodenart Humus, Lehm, Kies, Gestein.

Bezugserde (neutrale Erde) ist der Bereich der Erde, insbesondere der Erdoberfläche außerhalb des Einflußbereiches eines Erders bzw. einer Erdungsanlage, in welchem zwischen zwei beliebigen Punkten keine merklichen vom Erdungsstrom herrührenden Spannungen auftreten (Bild 4).

Erder ist ein Leiter, der in die Erde eingebettet ist und mit ihr in leitender Verbindung steht, oder ein Leiter, der in Beton eingebettet ist, der mit der Erde großflächig in Berührung steht (z.B. Fundamenterder).

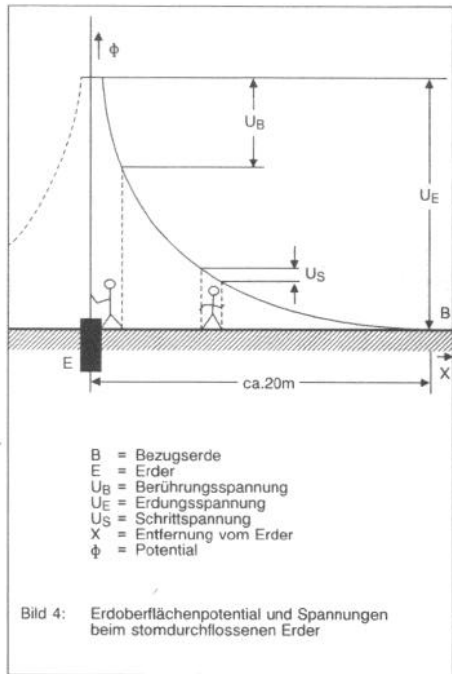
Erdungsleitung ist eine Leitung, die einen zu erdenden Anlagenteil mit einem Erder verbindet, soweit sie außerhalb des Erdreichs oder isoliert im Erdreich verlegt ist.

Erdungsanlage ist eine örtlich abgegrenzte Gesamtheit miteinander leitend verbundener Erder oder in gleicher Weise wirkender Metallteile (z.B. Mastfüße, Bewehrungen, Kabelmetallmäntel und Erdungsleitungen).

Erden heißt, einen elektrisch leitfähigen Teil über eine Erdungsanlage mit der Erde verbinden.

Erdung ist die Gesamtheit aller Mittel und Maßnahmen zum Erden.

Spezifischer Erdwiderstand p_E ist der spezifische elektrische Widerstand der Erde. Er wird meist in Ωm^2 : $m = \Omega m$ angegeben und stellt dann den Widerstand eines Erdwürfels von 1m Kantenlänge zwischen zwei gegenüberliegenden Würfelflächen dar.



Ausbreitungswiderstand R_A eines Erders ist der Widerstand der Erde zwischen dem Erder und der Bezugserde. R_A ist praktisch ein Wirkwiderstand.

Erdungswiderstand R_E ist der Widerstand zwischen Erdungsanlage und Bezugserde.

Erdungsspannung U_E ist die zwischen Erdungsanlage und Bezugserde auftretende Spannung (Bild 4).

Berührungsspannung U_B ist der Teil der Erdungsspannung, der vom Menschen überbrückt werden kann (Bild 4), wobei der Stromweg über den menschlichen Körper von Hand zu Fuß (waagrechter Abstand vom berührbaren Teil etwa 1m) oder von Hand zu Hand verläuft.

Schrittspannung U_S ist der Teil der Erdungsspannung, der vom Menschen in einem Schritt von 1m Länge überbrückt werden kann, wobei der Stromweg über den menschlichen Körper von Fuß zu Fuß verläuft (Bild 4). Für die Größe der Schrittspannung sind keine zulässigen Grenzwerte vorgeschrieben.

6. Bedienung

6.1 Inbetriebnahme

Während das Erdungs-Meßgerät mit Kurbelinduktor M5033 stets betriebsbereit ist müssen beim M5032 vor der Inbetriebnahme Batterien eingesetzt werden.

Batterien einsetzen (bei M5032)

Achtung: Stellen Sie sicher, daß vor dem Öffnen des Batteriefaches das Gerät von allen externen Stromkreisen vollständig getrennt ist!

- Lösen Sie am Boden des Gerätes die Schlitzschraube des Batteriefachdeckels (4) mit einem geeigneten Werkzeug und nehmen Sie den Deckel ab.
- Setzen Sie 6 Stück 1,5V-Mignonzellen nach IEC LR 6 (Alkali-Mangan-Zellen) mit richtiger Polung entsprechend den angegebenen Symbolen in das Batteriefach ein.
- Setzen Sie den Batteriefachdeckel (4) wieder auf und schrauben Sie ihn fest.

Gerät einschalten / Automatische Abschaltung (bei M5032)
Mit der Wahl des Meßbereiches wird das Gerät eingeschaltet. Es schaltet ca. 3 Minuten nach dem Einschalten automatisch ab. Drehen Sie zum Wiedereinschalten den Meßbereichschalter kurzzeitig in die „AUS“-Stellung (OFF).

6.2 Messen

6.2.1 Meßwertanzeige und verschiedene Symbole im Anzeigefeld

Digitale Meßwertanzeige

Der Meßwert wird auf der 3 1/2stelligen LCD (12) direkt angezeigt. Die Meßgröße können Sie an der jeweiligen Stellung des Meßbereichschalters (5) ablesen.

Ist der Meßwert größer als der Endwert des eingestellten Meßbereiches, so erscheint als Überlaufsymbol nur die linke Ziffer "1". Die restliche Anzeige wird bis auf das Komma ausgeblendet. Schalten Sie in diesem Fall auf den nächst höheren Bereich weiter.

Minuszeichen bei vertauschter Polarität

Wenn die Polarität des Sondenanschlusses in Bezug auf den Erder- und den Hilfserderanschluß vertauscht ist erscheint das Minuszeichen (11) vor den Ziffern. Das Meßergebnis ist zwar nicht falsch; Erder, Sonde und Hilfserder sollten Sie aber richtig gepolt anschließen, damit das Minuszeichen verschwindet.

Symbol für zu geringe Batteriespannung (M5032)

Wenn die Batteriespannung soweit abgesunken ist, daß sie nur noch für wenige Messungen ausreicht, dann erscheint links im Anzeigefeld ein Pfeil (10). Für weitere Messungen muß der Batteriesatz ausgetauscht werden wie im Abschnitt „6.1 Inbetriebnahme“ beschrieben.

Symbol für zu niedrige Drehzahl (M5033)

Wird die Kurbel (9) so langsam gedreht, daß die erzeugte Spannung für eine einwandfreie Messung nicht ausreicht, dann erscheint links im Anzeigefeld ein Pfeil (10). Drehen Sie die Kurbel schneller bis der Pfeil verschwindet.

Symbol für zu hohe Störspannung

Wenn die Störspannung in der zu messenden Erde so groß ist, daß sie bei der Messung nicht mehr eliminiert werden kann, dann erscheint neben der Beschriftung "U_{NOISE}-STÖR" automatisch das Symbol (13). Der angezeigte Meßwert ist dann mit einem Fehler durch zu hohe Störspannung behaftet. Falls es sich um eine vorübergehende Störung handelt, sollten Sie warten bis die Störung abgeklungen ist, um ein fehlerfreies Meßergebnis zu erhalten. Bei einer Dauerstörung wählen Sie am besten eine andere Anordnung von Sonde und Hilfserder.

Symbol für zu hohen Hilfserderwiderstand

Ist der Widerstand des externen Stromkreises (Hilfserderwiderstand R_H) größer als zulässig, dann erscheint beim Einschalten oder beim Messen neben der Beschriftung "R_H" automatisch das Symbol (15). Für eine gültige Messung muß der Widerstand soweit verringert werden, bis das Symbol verschwindet.

Ursachen für einen zu hohen Widerstand des Stromkreises können z.B. sein: schlechter Kontakt zwischen Hilfserder und Erdreich, zu hoher spezifischer Erdwiderstand in der Nähe des Hilfserders, offener Stromkreis oder schlechter Anschluß der Meßleitung am Hilfserder.

Ein geringerer Hilfserderwiderstand könnte durch Befeuchten des Erdreiches um den Hilfserder herum, durch Versetzen des Spießes an eine andere Stelle oder durch Verwendung mehrerer Spieße erzielt werden.

Symbol für zu hohen Sondenwiderstand

Drücken Sie zur Prüfung des Widerstandes des externen Potentialkreises (Sondenwiderstand R_S) den Taster "TEST R_S"(7). Ist der Sondenwiderstand R_S größer als zulässig, dann erscheint neben der Beschriftung "R_S" das Symbol (14). Für eine gültige Messung muß der Widerstand soweit verringert werden, bis beim Drücken des Tasters (7) das Symbol (14) nicht mehr erscheint.

Ursachen können die gleichen sein wie bei zu hohem Hilfserderwiderstand.

Hinweis: Beim Betätigen des Tasters "TEST R_S"(7) wird die Anzeige ausgeblendet. Es werden nur das Komma und, falls zutreffend, das Symbol (14) für zu großen Sondenwiderstand angezeigt.

6.2.2 Durchführung der Messung

Nach dem Aufbau der Meßschaltung, wie in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben, führen Sie die Messung wie folgt durch:

- Verwenden Sie für den Anschluß der Meßleitungen an das Gerät die vier im Lieferumfang enthaltenen Adapter. Sie haben Schraubklemmen und Buchsen zum Anschluß von Kabelschuhen, blanken Drahtenden oder 4mm-Bananensteckern.
- Wählen Sie mit dem Meßbereichschalter (5) den geeigneten Bereich. Ist die Größenordnung des Meßwertes unbekannt, stellen Sie den Schalter zunächst auf den niedrigsten Bereich. Bei Überlaufanzeige schalten Sie auf den nächst höheren Bereich weiter.
- M5032: Beim Einschalten eines Meßbereiches wird das Gerät gleichzeitig eingeschaltet.
M5033: Drehen Sie die Kurbel (9) mindestens so schnell, daß das Symbol (10) für zu geringe Drehzahl nicht erscheint bzw. wieder verschwindet.
- Prüfen Sie, ob eines der oben genannten Symbole, die ein fehlerhaftes Meßergebnis signalisieren, automatisch angezeigt wird und beheben Sie gegebenenfalls die Fehlerursache, wie im vorstehenden Abschnitt beschrieben.
- Drücken Sie den Taster "TEST R_S"(7) zur Prüfung des Sondenwiderstandes R_S . Die Anzeige wird dabei ausgeblendet. Erscheint das Symbol (14) muß die Fehlerursache beseitigt werden, wie im vorstehenden Abschnitt beschrieben.

Die Meßwertanzeige ist nur gültig, wenn keines der genannten Symbole angezeigt wird!

6.3 Messung des Erdungswiderstandes

6.3.1 Aufbau der Meßschaltung, Meßhinweise

6.3.1.1 Vierleiterverfahren

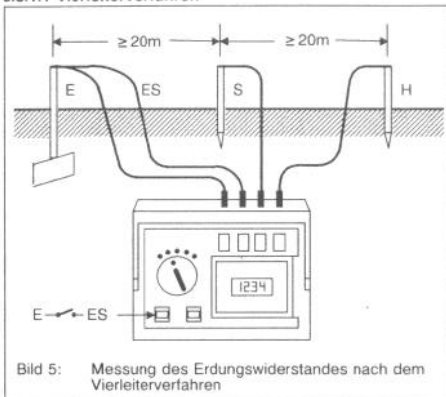


Bild 5: Messung des Erdungswiderstandes nach dem Vierleiterverfahren

- Setzen Sie die Spieße für Sonde und Hilfsleiter, wie in Bild 5 dargestellt und wie in den folgenden Abschnitten beschrieben
- Schließen Sie den Erder an den Anschlüssen "E" und "ES" des Gerätes über zwei getrennte Meßleitungen an und verbinden Sie die Sonde mit dem Anschluß "S" und den Hilfsleiter mit dem Anschluß "H".
- Bringen Sie den Schalter E/ES (6) in den Zustand „offen“ (Taster in nicht gedrückter Stellung).
- Messen Sie den Erdungswiderstand wie im Abschnitt 6.2 beschrieben und beachten Sie die Meßhinweise in den folgenden Abschnitten.

Der Widerstand der Meßleitung zwischen Erder und Geräteanschluß "E" wird in dieser Schaltung nicht mitgemessen.

Hinweis: Um Nebenschlüsse zu vermeiden müssen die Meßleitungen gut isoliert sein. Die Meßleitungen sollten sich nicht kreuzen oder über lange Strecken parallel laufen, um den Einfluß von Verkopplungen auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

6.3.1.2 Dreileiterverfahren

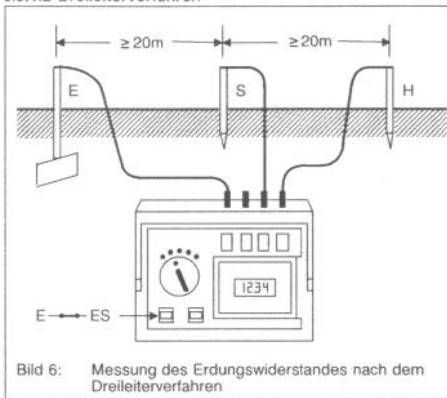


Bild 6: Messung des Erdungswiderstandes nach dem Dreileiterverfahren

Beim Dreileiterverfahren wird der Erder mit nur einer Meßleitung mit dem Anschluß "E" des Gerätes verbunden und die Anschlüsse "E" und "ES" werden mit dem Schalter E/ES (6) (Taster in gedrückter Stellung) kurzgeschlossen. Der Widerstand der Meßleitung zum Erder geht unmittelbar in das Meßergebnis ein.

Um den Fehler, der durch den Widerstand der Meßleitung verursacht wird, möglichst klein zu halten, sollten Sie bei diesem Meßverfahren eine kurze Verbindungsleitung zwischen Erder und Anschluß "E" mit großem Querschnitt verwenden. Den Widerstand der Leitung können Sie entsprechend Abschnitt 6.5.1 mit diesem Erdungs-Meßgerät messen. Der beim Vierleiterverfahren genannte Hinweis in Bezug auf die Meßleitungen gilt hier gleichermaßen.

6.3.1.3 Spannungstrichter

Über die geeigneten Standorte von Sonde und Hilfserder erhalten Sie Aufschluß, wenn Sie den Verlauf von Spannung bzw. Ausbreitungswiderstand im Erdreich beachten. Der vom Erdungs-Meßgerät über Erder und Hilfserder geschickte Meßstrom erzeugt um den Erder und um den Hilfserder eine Potentialverteilung in Form eines Spannungstrichters. Analog zur Spannungsverteilung verläuft die Widerstandsverteilung. Die Ausbreitungswiderstände von Erder und Hilfserder sind in der Regel unterschiedlich. Die beiden Spannungs- bzw. Widerstandstrichter sind deshalb nicht symmetrisch.

6.3.1.4 Ausbreitungswiderstand von Erdern kleiner Ausdehnung

Für das richtige Erfassen des Ausbreitungswiderstandes von Erdern ist die Anordnung der Sonde und des Hilfserders sehr wesentlich. Die Sonde muß zwischen Erder und Hilfserder in der sogenannten neutralen Zone (Bezugserde) eingesetzt werden (Bild 7). Die Spannungs- bzw. Widerstandskurve verläuft deshalb innerhalb der neutralen Zone nahezu horizontal.

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

- Hilfserder in einem Abstand von ca. 40m vom Erder einschlagen
- Sonde in der Mitte der Verbindungslinie Erder - Hilfserder einsetzen und Erdungswiderstand mit dem M5032 bzw. dem M5033 messen.
- Sondenstandort 2 ... 3m in Richtung Erder, dann 2 ... 3m in Richtung Hilfserder gegenüber dem ursprünglichen Standort verändern und Erdungswiderstand messen.

Ergeben die drei Messungen den gleichen Meßwert, dann ist dies der gesuchte Erdungswiderstand. Die Sonde befindet sich in der neutralen Zone.

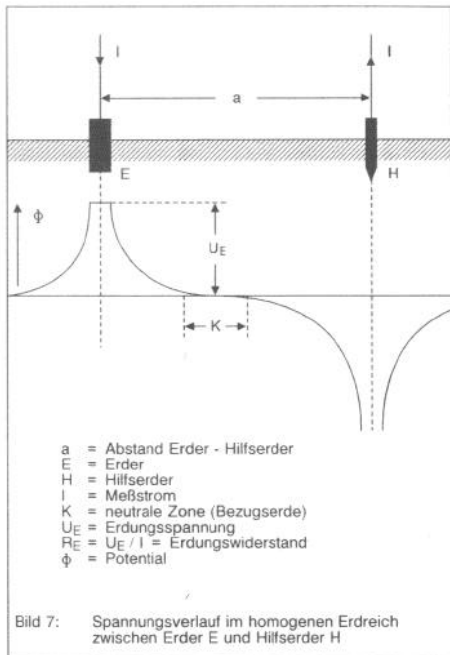
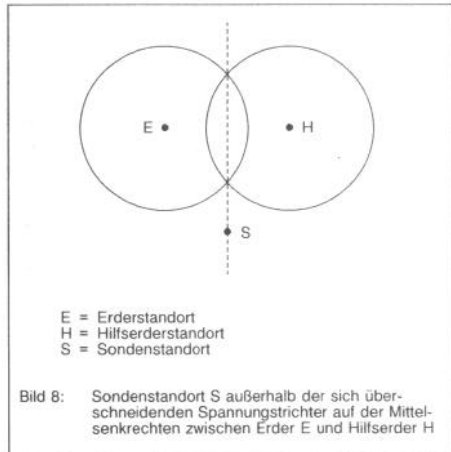


Bild 7: Spannungsverlauf im homogenen Erdreich zwischen Erder E und Hilfserder H

Sind die drei Meßwerte für den Erdungswiderstand jedoch voneinander abweichend, dann befindet sich der Sondenstandort entweder nicht in der neutralen Zone oder die Spannungs- bzw. Widerstandskurve verläuft im Sondeneinstechpunkt 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 (Bild 8) erreicht werden. Durch Versetzen der Sonde auf der Mittelsenkrechten wandert der Sondenpunkt aus dem Einflußbereich der beiden Spannungstrichter von Erder und Hilfserder heraus.



6.3.1.5 Ausbreitungswiderstand von Erdungsanlagen größerer Ausdehnung

Für das Messen ausgedehnter Erdungsanlagen sind wesentlich größere Abstände zu Sonde und Hilfserder erforderlich; man rechnet hier mit dem 2,5- bzw. 5-fachen Wert der größten Diagonale der Erdungsanlage. Solche ausgedehnten Erdungsanlagen weisen oft Ausbreitungswiderstände in der Größenordnung von nur einigen Ohm und weniger auf, so daß es besonders wichtig ist, die Meßsonde in der neutralen Zone einzusetzen. Die Richtung für Sonde und Hilfserder sollten Sie im rechten Winkel zur größten Längsausdehnung der Erdungsanlage wählen. Der Ausbreitungswiderstand muß klein gehalten werden; notfalls müßten Sie dazu mehrere Erdspieße verwenden (Abstand 1 ... 2m) und untereinander verbinden. In der Praxis lassen sich große Meßabstände wegen Geländeschwierigkeiten jedoch oft nicht erreichen. In diesem Fall verfahren Sie wie in Bild 9 dargestellt.

Der Hilfserder H wird im größtmöglichen Abstand von der Erdungsanlage eingesetzt. Mit der Sonde tastet man in gleich großen Schritten den Bereich zwischen Erder und Hilfserder ab (Schrittweite ca. 5m). Die gemessenen Widerstände werden tabellarisch und anschließend graphisch, wie in Bild 9 dargestellt, aufgetragen (Kurve I). Legt man durch den Wendepunkt S_1 eine Parallele zur Abszisse, so teilt diese Linie die Widerstandskurve in zwei Teile. Der untere Teil ergibt, an der Ordinate gemessen, den gesuchten Ausbreitungswiderstand des Erders $R_{A,E}$; der obere Wert ist der Ausbreitungswiderstand des Hilfserders $R_{A,H}$. Der Ausbreitungswiderstand des Hilfserders soll bei einer derartigen Meßanordnung kleiner sein als das 100fache des Ausbreitungswiderstandes des Erders.

Bei Widerstandskurven ohne ausgeprägten horizontalen Bereich sollte die Messung mit verändertem Standort des Hilfserders kontrolliert werden. Diese weitere Widerstandskurve ist mit geändertem Abszissen-Maßstab so in das erste Diagramm einzutragen, daß beide Hilfserderstandorte zusammenfallen. Mit dem Wendepunkt S_2 kann der zuerst ermittelte Ausbreitungswiderstand kontrolliert werden (Bild 9).

| Kurve I (KI) | | Kurve II (KII) | |
|--------------|----------|----------------|----------|
| m | Ω | m | Ω |
| 5 | 0,9 | 10 | 0,8 |
| 10 | 1,28 | 20 | 0,98 |
| 15 | 1,62 | 40 | 1,60 |
| 20 | 1,82 | 60 | 1,82 |
| 25 | 1,99 | 80 | 2,00 |
| 30 | 2,12 | 100 | 2,05 |
| 40 | 2,36 | 120 | 2,13 |
| 60 | 2,84 | 140 | 2,44 |
| 80 | 3,68 | 160 | 2,80 |
| 100 | 200 | 200 | 100 |

S1, S2 = Wendepunkte
 KI = Kurve I
 KII = Kurve II

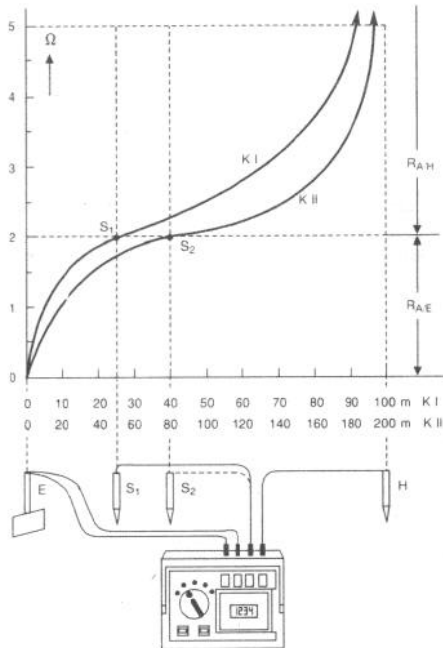


Bild 9: Messen des Erdungswiderstandes einer ausgedehnten Erdungsanlage

6.3.1.6 Hinweise für Messungen in ungünstigem Gelände
Sonden- und Hilfserderwiderstände dürfen die unter „4. Technische Kennwerte“ genannten Werte nicht übersteigen. Durch Vertauschen des Anschlusses des Hilfserders mit dem des Erders kann der Hilfserderwiderstand ermittelt werden, wenn er kleiner als $20k\Omega$ ist. Vom Hilfserderwiderstand kann auf etwa gleich großen Sondenwiderstand geschlossen werden ($R_S \approx R_H$).

In sehr ungünstigem Gelände (z.B. Sandboden nach längerer Trockenperiode) können durch Begießen der Erde um Hilfs- erder und Sonde mit Soda- oder Salzwasser der Hilfserder- und der Sondenwiderstand auf zulässige Werte verringert werden. Reicht diese Maßnahme noch nicht aus, dann können zum Hilfserder mehrere Erdspieße parallel geschaltet werden.

Im gebirgigen Gelände oder bei sehr steinigem Untergrund, wo das Einschlagen von Erdspießen nicht möglich ist, können auch Drahtgitter mit ca. 1cm Maschenweite und ca. 2m² Fläche verwendet werden. Diese Gitter sind flach auf den Boden zu legen, mit Soda- oder Salzwasser zu übergießen und eventuell mit feuchten, erdgefüllten Säcken zu beschwe- ren.

6.4 Messung des spezifischen Erdwiderstandes

Maßgebend für die Größe des Ausbreitungswiderstandes eines Erders ist der spezifische Widerstand der Erde. Seine Kenntnis ist zur Vorausberechnung des Ausbreitungswiderstandes bei der Planung von Erdungsanlagen notwendig.

Der spezifische Erdwiderstand ρ_E (siehe Abschnitt 5.) kann mit den Geräten M5032 / M5033 nach der Methode von Wenner gemessen werden (Bild 10):

Im Abstand a werden in gerader Linie vier Erdspieße in den Boden getrieben und mit dem Erdungs-Meßgerät gemäß Bild 10 verbunden. Die Messung erfolgt wie unter 6.2.2 beschrieben. Den spezifischen Erdwiderstand berechnet man nach der Formel

$$\rho_E = 2 \pi a R$$

dabei ist $n = 3,1416$

$a =$ Abstand zwischen zwei Erdspießen

$R =$ mit dem Erdungs-Meßgerät ermittelter Meßwert

Die Einschlagtiefe der Erdspieße darf höchstens 1/20 des Abstandes a betragen.

Es besteht die Gefahr von Fehlmessungen, wenn parallel zur Meßanordnung Rohrleitungen, Kabel oder andere unterirdische metallene Leitungen verlaufen!

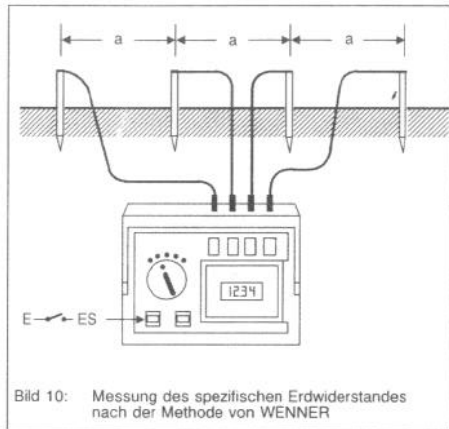
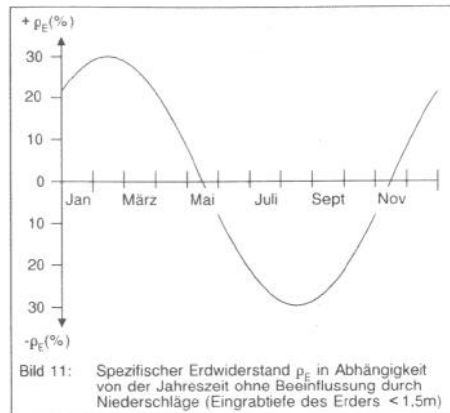


Bild 10: Messung des spezifischen Erdwiderstandes nach der Methode von WENNER

6.4.1 Geologische Auswertung

Von Extremfällen abgesehen, erfaßt die Messung den zu untersuchenden Boden bis zu einer Tiefe, die ungefähr 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 die Erder zu verlegen sind, lassen sich so aus einer schlecht leitenden Umgebung herausfinden.

Spezifische Erdwiderstände sind großen Schwankungen unterworfen, die verschiedene Ursachen haben können, wie Porosität, Durchfeuchtung, Lösungskonzentration von Salzen im Grundwasser und klimatische Schwankungen. Der Verlauf des spezifischen Erdwiderstandes ρ_E in Abhängigkeit von der Jahreszeit (Bodentemperatur) kann mit recht guter Annäherung durch eine Sinuskurve dargestellt werden (Bild 11).



In der folgenden Tabelle 2 sind einige typische spezifische Erdwiderstände für verschiedene Böden zusammengestellt.

| Art des Erdreichs | spezifischer Erdwiderstand ρ_E $\Omega \text{ m}$ |
|--|---|
| nasser Moorboden | 8 .. 60 |
| Ackerboden, Lehm- und Tonboden, feuchter Kies | 20 .. 300 |
| feuchter Sandboden | 200 .. 600 |
| trockener Sandboden, trockener Kies | 200 .. 2000 |
| steiniger Boden | 300 .. 8000 |
| Felsen | 10^4 .. 10^{10} |

Tabelle 2: Spezifischer Erdwiderstand ρ_E bei verschiedenen Bodenarten

6.4.2 Vorberechnen von Ausbreitungswiderständen
 Für die geläufigen Erderformen sind in Tabelle 3 die Formeln für die Berechnung der Ausbreitungswiderstände angegeben. Für die Praxis genügen diese Faustformeln durchaus.

| Nr. | Erder | Faustformel | Hilfsgröße |
|-----|---------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| 1 | Banderder (Strahlenerder) | $R_A = \frac{2 \cdot \rho_E}{l}$ | - |
| 2 | Staberder (Tiefenerder) | $R_A = \frac{\rho_E}{l}$ | - |
| 3 | Ringerder | $R_A = \frac{2 \cdot \rho_E}{3 D}$ | $D = 1,13 \cdot \sqrt[2]{F}$ |
| 4 | Maschenerder | $R_A = \frac{\rho_E}{2 D}$ | $D = 1,13 \cdot \sqrt[2]{F}$ |
| 5 | Plattenerder | $R_A = \frac{\rho_E}{4,5 \cdot a}$ | - |
| 6 | Halbkugelerder | $R_A = \frac{\rho_E}{\pi \cdot D}$ | $D = 1,57 \cdot \sqrt[3]{J}$ |

R_A = Ausbreitungswiderstand (Ω)
 ρ_E = Spezifischer Widerstand (Ωm)
 l = Länge des Erders (m)
 D = Durchmesser eines Ringerders, Durchmesser der Ersatzkreisfläche eines Maschenerders oder Durchmesser eines Halbkugelerders (m)

F = Fläche (m^2) der umschlossenen Fläche eines Ring- oder Maschenerders
 a = Kantenlänge (m) einer quadratischen Erderplatte; bei Rechteckplatten ist für a einzusetzen: $\sqrt{b \cdot c}$, wobei b und c die beiden Rechteckseiten sind.
 J = Inhalt (m^3) eines Einzelfundamentes

Tabelle 3: Formeln zur Berechnung des Ausbreitungswiderstandes R_A für verschiedene Erder

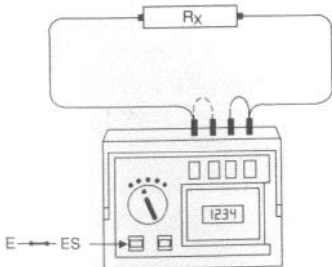


Bild 12: Messung von ohmschen Widerständen nach dem Zweileiterverfahren

6.5 Messung von ohmschen Widerständen

Mit den Erdungs-Meßgeräten M5032 und M5033 kann auch der Widerstand flüssiger und fester Leiter, soweit diese annähernd kapazitäts- und induktivitätsfrei sind, gemessen werden.

6.5.1 Zweileiterverfahren

Den Schalter E/ES (6) müssen Sie in die Stellung „geschlossen“ bringen (Taster in gedrückter Stellung). Die Zuleitungswiderstände werden in dieser Schaltung (Bild 12) mitgemessen.

6.5.2 Vierleiterverfahren

Wählen Sie die Schaltung gemäß Bild 13, wenn die Zuleitungswiderstände nicht ins Meßergebnis eingehen sollen. Den Schalter E/ES (6) müssen Sie dabei in die Stellung „offen“ bringen (Taster in nicht gedrückter Stellung).

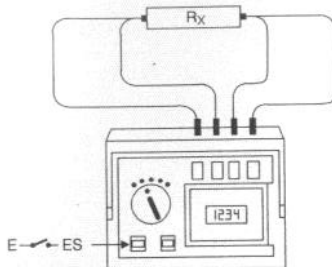


Bild 13: Messung von ohmschen Widerständen nach dem Vierleiterverfahren

7. Wartung

Achtung: Trennen Sie vor einem Batterie- oder Sicherungswechsel das Gerät vollständig von allen externen Stromkreisen!

7.1 Batterien (nur bei M5032)

Überzeugen Sie sich in regelmäßigen kurzen Abständen, daß die Batterien ihres Gerätes nicht ausgelaufen sind. Bei ausgelaufenen Batterien müssen Sie den Batterie-Elektrolyt vollständig entfernen und neue Batterien einsetzen.

Wenn das Symbol für zu niedrige Batteriepannung (10) im Anzeigefeld erscheint oder wenn die Anzeige nach dem Einschalten ausbleibt, dann müssen Sie die Batterien durch neue ersetzen. Gehen Sie dabei so vor, wie dies im Abschnitt 6.1 beschrieben ist.

Das Gerät arbeitet mit 6 Stück 1,5V-Mignonzellen (Alkali-Mangan-Zellen) nach IEC LR 6. Tauschen Sie immer den ganzen Batteriesatz!

7.2 Schmelzsicherung

Beide Geräte (M5032 und M5033) sind mit einer Schmelzsicherung F 100 / 250 nach IEC 127 / 1 ausgerüstet, die den Meßstromkreis vor Überlast durch Spannungen an den Anschlüssen E – H schützt.

Die Sicherung befindet sich in einem Halter im Boden des Gerätes.

Nach dem Auslösen ist der G-Schmelzeinsatz wie folgt auszuwechseln:

- Trennen Sie das Gerät vom Meßkreis.
- Drehen Sie mit Hilfe eines geeigneten Werkzeuges die Verschlußkappe des Sicherungshalters heraus.
- Nehmen Sie die Sicherung heraus und ersetzen Sie diese durch eine neue.

Achtung: Achten Sie unbedingt darauf, daß Sie nur die vorgeschriebene Sicherung F 100 / 250 nach IEC 127 / 1 einsetzen. Bei Verwendung einer Sicherung mit anderer Auslösecharakteristik, anderem Nennstrom oder anderem Schaltvermögen, besteht die Gefahr der Beschädigung von Bauteilen!

- Setzen Sie die G-Verschlußkappe mit der neuen Sicherung wieder ein.

8 Reparatur- und Ersatzteil-Service DKD-Kalibrierlabor und Mietgeräteservice

Bitte wenden Sie sich im Bedarfsfall an:

GOSEN-METRAWATT GMBH

Service-Center

Thomas-Mann-Straße 20

D-90471 Nürnberg

Telefon +49 911 86 02 - 410 / 256

Telefax +49 911 86 02 - 2 53

e-mail fr1.info@gmc-instruments.com

Diese Anschrift gilt nur für Deutschland.

Im Ausland stehen unsere jeweiligen Vertretungen oder Niederlassungen zur Verfügung.

Produktsupport

Bitte wenden Sie sich im Bedarfsfall an:

GOSEN-METRAWATT GMBH

Hotline Produktsupport

Telefon +49 911 86 02 - 112

Telefax +49 911 86 02 - 709

Gedruckt in Deutschland • Änderungen vorbehalten

GOSEN-METRAWATT GMBH

Thomas-Mann-Str. 16-20

D-90471 Nürnberg

Telefon +49 911 8602-0

Telefax +49 911 8602-669

e-mail: info@gmc-instruments.com

http://www.gmc-instruments.com

GOSEN
METRAWATT
CAMILLE BAUER

