

1623-2

Earth/Ground Tester

Bedienungshandbuch

BEGRENZTE GEWÄHRLEISTUNG UND HAFTUNGSBESCHRÄNKUNG

Fluke gewährleistet, daß jedes Fluke-Produkt unter normalem Gebrauch und Service frei von Material- und Fertigungsdefekten ist. Die Garantiedauer beträgt 2 Jahre ab Versanddatum. Die Garantiedauer für Teile, Produktreparaturen und Service beträgt 90 Tage. Diese Garantie wird ausschließlich dem Ersterwerber bzw. dem Endverbraucher geleistet, der das betreffende Produkt von einer von Fluke autorisierten Verkaufsstelle erworben hat, und erstreckt sich nicht auf Sicherungen, Einwegbatterien oder andere Produkte, die nach dem Ermessen von Fluke unsachgemäß verwendet, verändert, verschmutzt, vernachlässigt, durch Unfälle beschädigt oder abnormalen Betriebsbedingungen oder einer unsachgemäßen Handhabung ausgesetzt wurden. Fluke garantiert für einen Zeitraum von 90 Tagen, daß die Software im wesentlichen in Übereinstimmung mit den einschlägigen Funktionsbeschreibungen funktioniert und daß diese Software auf fehlerfreien Datenträgern gespeichert wurde. Fluke übernimmt jedoch keine Garantie dafür, daß die Software fehlerfrei ist und störungsfrei arbeitet.

Von Fluke autorisierte Verkaufsstellen werden diese Garantie ausschließlich für neue und nicht benutzte, an Endverbraucher verkaufte Produkte leisten. Die Verkaufsstellen sind jedoch nicht dazu berechtigt, diese Garantie im Namen von Fluke zu verlängern, auszudehnen oder in irgendeiner anderen Weise abzuändern. Der Erwerber hat nur dann das Recht, aus der Garantie abgeleitete Unterstützungsleistungen in Anspruch zu nehmen, wenn er das Produkt bei einer von Fluke autorisierten Vertriebsstelle gekauft oder den jeweils geltenden internationalen Preis gezahlt hat. Fluke behält sich das Recht vor, dem Erwerber Einfuhrgebühren für Ersatzteile in Rechnung zu stellen, wenn dieser das Produkt in einem anderen Land zur Reparatur anbietet, als dem Land, in dem er das Produkt ursprünglich erworben hat.

Flukes Garantieverpflichtung beschränkt sich darauf, daß Fluke nach eigenem Ermessen den Kaufpreis ersetzt oder aber das defekte Produkt unentgeltlich repariert oder austauscht, wenn dieses Produkt innerhalb der Garantiefrist einem von Fluke autorisierten Servicezentrum zur Reparatur übergeben wird.

Um die Garantieleistung in Anspruch zu nehmen, wenden Sie sich bitte an das nächstgelegene und von Fluke autorisierte Servicezentrum, um Rücknahmeinformationen zu erhalten, und senden Sie dann das Produkt mit einer Beschreibung des Problems und unter Vorauszahlung von Fracht- und Versicherungskosten (FOB Bestimmungsort) an das nächstgelegene und von Fluke autorisierte Servicezentrum. Fluke übernimmt keine Haftung für Transportschäden. Im Anschluß an die Reparatur wird das Produkt unter Vorauszahlung von Frachtkosten (FOB Bestimmungsort) an den Erwerber zurückgeschickt. Wenn Fluke jedoch feststellt, daß der Defekt auf Vernachlässigung, unsachgemäße Handhabung, Verschmutzung, Veränderungen am Gerät, einen Unfall oder auf anormale Betriebsbedingungen, einschließlich durch außerhalb der für das Produkt spezifizierten Belastbarkeit verursachten Überspannungsfehlern, zurückzuführen ist, wird Fluke dem Erwerber einen Voranschlag der Reparaturkosten zukommen lassen und erst die Zustimmung des Erwerbers einholen, bevor die Arbeiten begonnen werden. Nach der Reparatur wird das Produkt unter Vorauszahlung der Frachtkosten an den Erwerber zurückgeschickt, und es werden dem Erwerber die Reparaturkosten und die Versandkosten (FOB Versandort) in Rechnung gestellt.

DIE VORSTEHENDEN GARANTIEBESTIMMUNGEN STELLEN DEN EINZIGEN UND ALLEINIGEN RECHTSANSPRUCH AUF SCHADENERSATZ DES ERWERBERS DAR UND GELTEN AUSSCHLIESSLICH UND AN STELLE VON ALLEN ANDEREN VERTRAGLICHEN ODER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNGSPFLICHTEN, EINSCHLIESSLICH - JEDOCH NICHT DARAUF BESCHRÄNKT - DER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNG DER MARKTFÄHIGKEIT, DER GEBRAUCHSEIGNUNG UND DER ZWECKDIENLICHKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN EINSATZ. FLUKE HAFTET NICHT FÜR SPEZIELLE, UNMITTELBARE, MITTELBARE, BEGLEIT- ODER FOLGESCHÄDEN ODER VERLUSTE, EINSCHLIESSLICH VERLUST VON DATEN, UNABHÄNGIG VON DER URSACHE ODER THEORIE.

Angesichts der Tatsache, daß in einigen Ländern die Begrenzung einer gesetzlichen Gewährleistung sowie der Ausschluß oder die Begrenzung von Begleit- oder Folgeschäden nicht zulässig ist, kann es sein, daß die obengenannten Einschränkungen und Ausschlüsse nicht für jeden Erwerber gelten. Sollte eine Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem zuständigen Gericht oder einer anderen Entscheidungsinanz für unwirksam oder nicht durchsetzbar befunden werden, so bleiben die Wirksamkeit oder Durchsetzbarkeit irgendeiner anderen Klausel dieser Garantiebestimmungen von einem solchen Spruch unberührt.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

11/99

Zur Registrierung der Software <http://register.fluke.com> besuchen.

Inhaltsverzeichnis

| Titel | Seite |
|---|--------------|
| Einführung | 1 |
| Kontaktaufnahme mit Fluke | 1 |
| Sicherheitsinformationen | 2 |
| Lagerung | 3 |
| Modelle und Zubehör | 4 |
| Weiteres Zubehör..... | 5 |
| Funktionen | 6 |
| Anzeige | 7 |
| Setup..... | 8 |
| Batterien | 8 |
| Beschreibung der Funktionen..... | 10 |
| Betrieb..... | 11 |
| R _A 2-polige, 3-polige Messungen | 11 |
| R _A 4-polige Messungen | 13 |
| R _A 3-polige, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange | 15 |
| R _A 4-polige, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange | 17 |
| Spießlose Erdschleifenmessung | 19 |
| Erweiterte Funktionen | 21 |
| Messungen an Hochspannungsmasten | 21 |
| Messung des spezifischen Erdwiderstandes | 24 |
| Gespeicherte Daten auf PC exportieren | 26 |
| Gespeicherte Daten löschen..... | 26 |
| Fehlersuche | 27 |
| Wartung und Pflege | 29 |
| Kalibrierung | 29 |
| Service | 29 |
| Technische Daten | 30 |

Tabellen

| Tabelle | Titel | Seite |
|----------------|---|--------------|
| 1. | Symbole..... | 3 |
| 2. | Teile und Zubehör | 4 |
| 3. | Leistungsmerkmale und Funktionen | 6 |
| 4. | Anzeige..... | 7 |
| 5. | Beispielhafte .CSV-Datei für protokollierte Daten | 26 |
| 6. | Fehlersuche..... | 27 |

Abbildungsverzeichnis

| Abbildung | Titel | Seite |
|------------------|--|--------------|
| 1. | Externer Stromwandler EI-162BN | 5 |
| 2. | Einlegen der Batterien | 9 |
| 3. | R _A 2-polige Messung | 12 |
| 4. | R _A 3-polige Messung | 12 |
| 5. | R _A 4-polige Messungen | 14 |
| 6. | R _A 3-polige, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange..... | 16 |
| 7. | R _A 4-polige, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange..... | 18 |
| 8. | Spießlose Erdschleifenmessung | 20 |
| 9. | Erdungswiderstand ohne Abheben des Erdseils | 21 |
| 10. | Messung des spezifischen Erdwiderstandes | 24 |
| 11. | Fehlersuche | 28 |

Einführung

Der 1623-2 Earth/Ground Tester (Erdungsmesser oder Produkt) ist ein kompaktes, robustes Gerät, das alle vier Typen der Erdungs-/Massemessung durchführt. Insbesondere kann der Erdungsmesser Erd-/Masseschleifenwiderstände nur mittels Zangen messen. Dieses Verfahren wird als spießloses Testen bezeichnet. Bei diesem Verfahren ist die Verwendung von Erd-/Massespießsen oder die Trennung der Erdungsstangen nicht erforderlich.

Der 1623-2 bietet:

- Messung durch Drücken nur eines Knopfes
- 3-Pol- und 4-Pol-Erdungs-/Massemessung
- 4-Pol-Erdwiderstandsmessung
- Selektives Testen, keine Trennung des Erdleiters (1 Zange)
- Spießloses Testen, schnelle Erdschleifentests (2 Zangen)
- Messfrequenz 128 Hz

Kontaktaufnahme mit Fluke

Verwenden Sie zur Kontaktaufnahme mit Fluke eine dieser Telefonnummern:

- USA: 1-800-760-4523
- Kanada: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Europa: +31 402-675-200
- Japan: +81-3-6714-3114
- Singapur: +65-6799-5566
- Weltweit: +1-425-446-5500

Besuchen Sie www.fluke.com, um Ihr Produkt zu registrieren, Handbücher herunterzuladen und sich weiter zu informieren.

Um die aktuellen Ergänzungen des Handbuchs anzuzeigen, zu drucken oder herunterzuladen, besuchen Sie <http://us.fluke.com/user/support/manuals>.

Sicherheitsinformationen

Der Hinweis **Warnung** weist auf Bedingungen und Verfahrensweisen hin, die für den Anwender gefährlich sind. **Vorsicht** kennzeichnet Situationen und Aktivitäten, durch die das Produkt oder die zu prüfende Ausrüstung beschädigt werden können.








Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- Vor dem Gebrauch des Produkts sämtliche Sicherheitsinformationen aufmerksam lesen.
- Das Produkt nur gemäß Spezifikation verwenden, da andernfalls der vom Produkt gebotene Schutz nicht gewährleistet werden kann.
- Das Produkt nicht verwenden, wenn es nicht richtig funktioniert.
- Das Produkt nicht verwenden, wenn es beschädigt ist.
- Die Prüflleitungen nicht verwenden, wenn sie beschädigt sind. Die Prüflleitungen auf beschädigte Isolierung, freiliegendes Metall oder sichtbare Verschleißanzeige untersuchen. Durchgang der Messleitungen prüfen.
- Das Gerät nicht in der Nähe von explosiven Gasen, Dämpfen oder in dunstigen oder feuchten Umgebungen verwenden.
- Zwischen beliebigen Anschlüssen bzw. zwischen Anschlüssen und Masse niemals eine höhere Spannung als die angegebene Nennspannung anlegen.
- Nur Stromsensoren, Messleitungen und Adapter verwenden, die im Lieferumfang des Produkts enthalten sind.
- Eine Strommessung niemals als Anhaltspunkt sehen, dass ein Stromkreis berührungssicher ist. Es ist eine Spannungsmessung notwendig, um zu wissen, ob ein Stromkreis gefährlich ist.
- Das Batteriefach muss vor Verwendung des Produkts geschlossen und verriegelt werden.
- Um falsche Messungen zu vermeiden, müssen die Batterien ausgetauscht werden, wenn ein niedriger Ladezustand angezeigt wird.
- Nicht direkt an das Stromnetz anschließen.
- Keine Spannungen > 30 VAC eff, 42 VAC ss oder 60 VDC berühren.

Tabelle 1 enthält eine Liste der Symbole, die auf dem Erdungsmesser und im vorliegenden Handbuch verwendet werden.

Tabelle 1. Symbole

| Symbol | Beschreibung |
|---|--|
|  | Gefahr. Wichtige Informationen. Siehe Handbuch. |
|  | Gefährliche Spannungen. Stromschlaggefahr. |
|  | Akkuanzeige |
|  | Entspricht den Richtlinien der Europäischen Union. |
|  | Entspricht den relevanten südkoreanischen EMV-Normen. |
|  | Entspricht den relevanten australischen EMV-Anforderungen. |
|  | Dieses Gerät entspricht den Kennzeichnungsvorschriften der WEEE-Richtlinie (2002/96/EG). Das angebrachte Etikett weist darauf hin, dass dieses elektrische/elektronische Produkt nicht in Hausmüll entsorgt werden darf. Gerätekategorie: In Bezug auf die Gerätetypen in Anhang I der WEEE-Richtlinie ist dieses Gerät als Gerät der Kategorie 9, „Überwachungs- und Kontrollinstrument“ eingestuft. Dieses Gerät nicht mit dem Hausmüll entsorgen. Informationen zum Recycling sind der Website von Fluke zu entnehmen. |

Lagerung

Wenn der Erdungsmesser für einen längeren Zeitraum gelagert oder nicht verwendet wird, müssen die Batterien entnommen werden.

Modelle und Zubehör

Dieses Standardzubehör gehört zum Lieferumfang des Erdungsmessers:

- 6 Alkalibatterien, Typ AA (LR6)
- 2 Messleitungen, 1,5 m
- 1 Anschlusskabel (für RA 2-Pol-Messungen)
- 2 Krokodilklemmen
- 1 Dokumentations-CD mit Bedienungshandbuch
- Schnellreferenz
- Sicherheitsinformationen

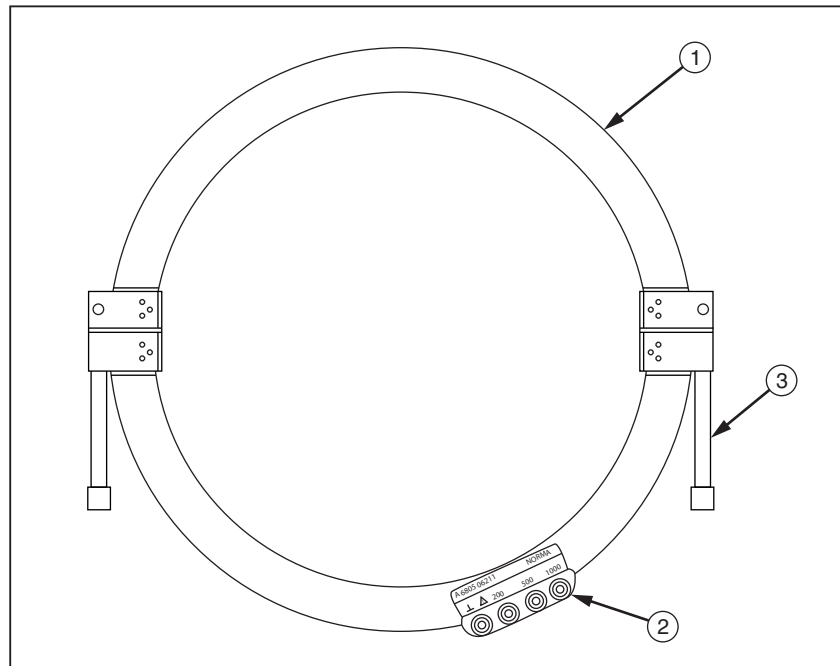
Tabelle 2 listet die Modelle und das Zubehör.

Tabelle 2. Modelle und Zubehör

| Beschreibung | Teilenummer |
|---|-------------|
| 1623-2 Earth/Ground Tester (enthält Bedienungshandbuch, Sicherheitsinformationen, QRG, Geox-Sondenkabel, 2 Klemmen, Leitungsset) | 4325155 |
| 1623-2 Earth/Ground Tester-Kit (enthält Bedienungshandbuch, Sicherheitsinformationen, QRG, Geox-Sondenkabel, 2 Klemmen, Leitungsset, 4 Erdspeie, 3 Kabelspulen, C1620 Tragetasche, EI-162X & EI-162AC) | 4325170 |
| 162x-7001 Service-Ersatzkit (enthält Leitungsset und 2 Klemmen) | 2577167 |
| Erdspeie | 4325492 |
| ES-162P3-2 Speieisset für 3-Pol-Messung (enthält 3 Erdspeie, 1 Kabelspule 25 m blau, 1 Kabelspule 50 m rot) | 4359377 |
| ES-162P4-2 Speieisset für 4-Pol-Messung (enthält 4 Erdspeie, 1 Kabelspule 25 m blau, 1 Kabelspule 25 m grün, 1 Kabelspule 50 m rot) | 4359389 |
| EI-1623 Set mit selektiven/speieeblenden Zangen für 1623-2/1625-2 (enthält EI-162X, EI-162AC) | 2577115 |
| EI-162X Anklemmbarer Stromwandler (abtastend) mit abgeschirmtem Kabelsatz | 2577132 |
| EI-162AC Anklemmbarer Stromwandler (induzierend) | 2577144 |
| EI-162BN Zweiteiliger Wandler – für Masttestungen (320 mm) | 2577159 |
| Abgeschirmtes Kabel (verwendet mit EI-162X-Klemme) | 2630254 |
| Kabelspule, 25 m, blaues Kabel | 4343731 |
| Kabelspule, 25 m, grünes Kabel | 4343746 |
| Kabelspule, 50 m, rotes Kabel | 4343754 |
| C1620 Tragetasche | 4359042 |

Weiteres Zubehör

Ein **externer Stromwandler** steht optional zur Verfügung, siehe Abbildung 1. Das Übersetzungsverhältnis des Trafos liegt zwischen 80 und 1200:1 für die Messung eines Einzelzweigs in vermaschten Erdersystemen. So kann der Benutzer Hochspannungsmasten messen, ohne Erdseile oder Erdleitungen am Fuß der Masten trennen zu müssen. Er kann auch zum Messen von Blitzschutzsystemen verwendet werden, ohne einzelne Blitzschutzkabel trennen zu müssen.



evx01.eps

Abbildung 1. Externer Stromwandler EI-162BN

- ① Wandlerhälften (2)
Wandlerendflächen verfügen über drehbare Bolzen, die die Trennung der beiden Wandlerhälften unterstützen. Eine Wandlerendfläche hat ein geschlitztes Bolzenloch, sodass der Bolzen durch die Endfläche gedreht werden kann.
- ② Übersetzungsverhältnisverbindungen: \perp , 200, 500 und 1000
- ③ Verschlüsse (2)

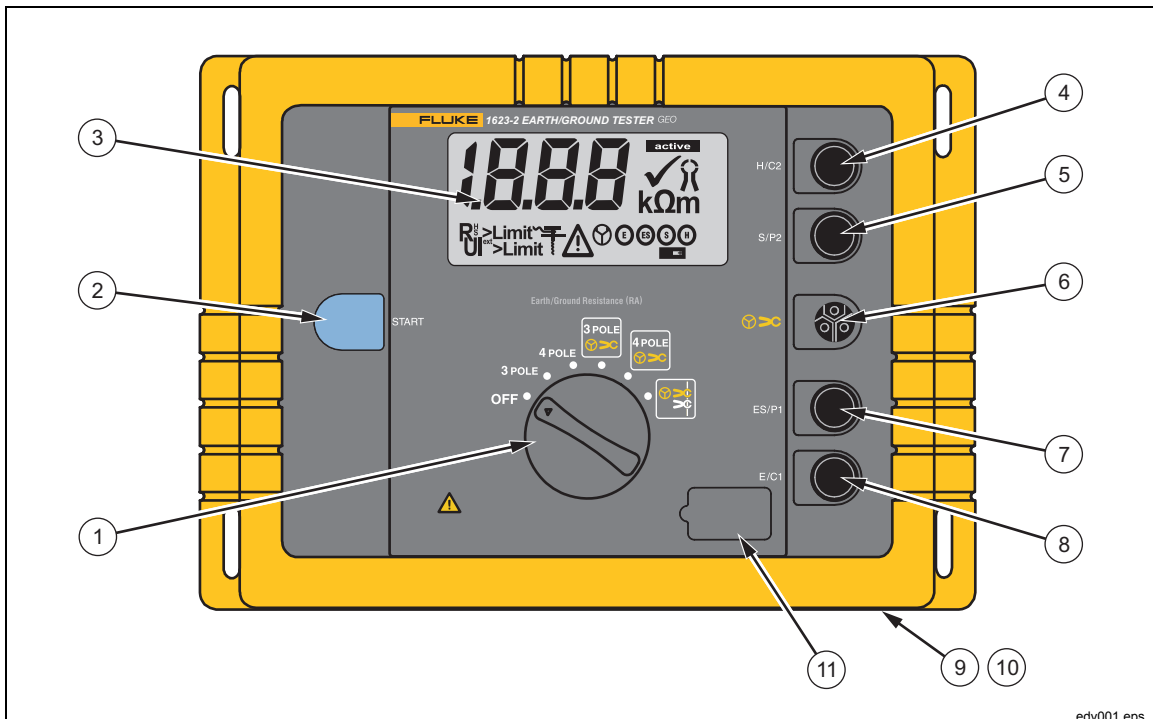
Funktionen

Zu den typischen Anwendungen des Erdungsmessers zählen:

- Erdungs-/Massewiderstandsmessungen in unterschiedlichen Installationen wie Hochspannungsmasten, Gebäuden, Elektrizitätserdungssystemen, mobilen Kommunikationsstationen und HF-Transmittern.
- Überwachen und Planen von Blitzschutzsystemen
- Widerstandsmessungen mit Erdelektroden, keine Trennung

Siehe Tabelle 3 für eine Liste der Leistungsmerkmale und Funktionen.

Tabelle 3. Leistungsmerkmale und Funktionen



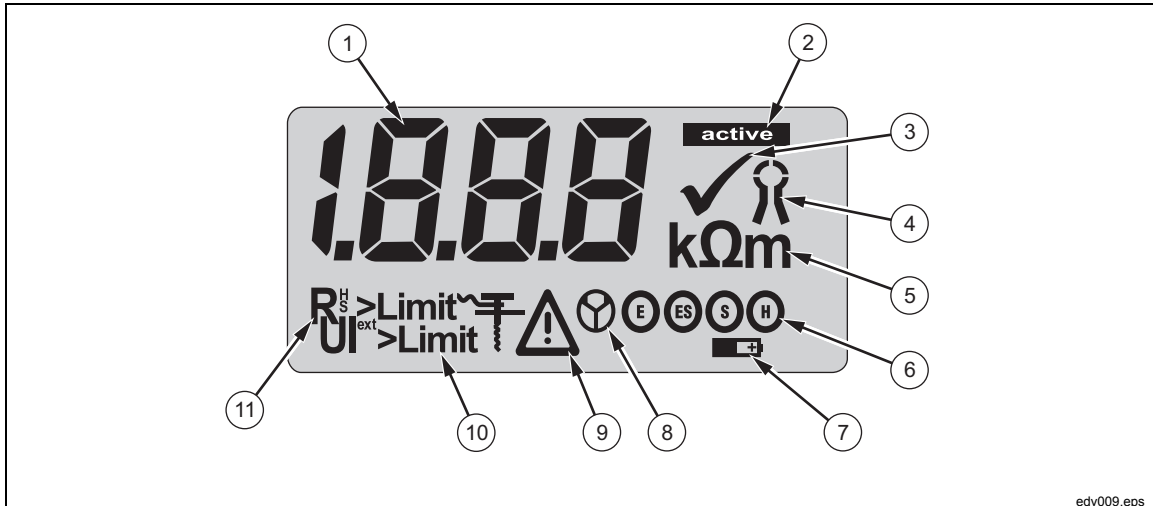
edv001.eps

| Nr. | Beschreibung |
|-----|---|
| ① | Drehschalter zum Auswählen der Messfunktion und zum Ein-/Ausstellen |
| ② | „START“-Taste zum Starten der ausgewählten Messfunktion |
| ③ | Flüssigkristallanzeige (LCD) |
| ④ | Anschluss „H/C2“ für Hilfs-Erdelektrode (4 mm Ø) |
| ⑤ | Anschluss „S/P2“ für Sonde (4 mm Ø) |
| ⑥ | Anschluss für abtastende Stromzange |
| ⑦ | Anschluss „ES/P1“ für Erdelektroden-sonde (4 mm Ø) |
| ⑧ | Anschluss „E/C1“ für die zu messende Erd-/Masseelektrode (4 mm Ø) |
| ⑨ | Batteriefach für 6 Alkali-Batterien (Typ AA, LR6) |
| ⑩ | Befestigungsschrauben für das Batteriefach |
| ⑪ | USB-Anschluss Typ B |

Anzeige

Das LCD hat einen Anzeigebereich von 1999 Digit. Es unterstützt Sonderzeichen und hat eine Ziffernhöhe von 25 mm. Siehe Tabelle 4 für Lage und Beschreibung jedes Anzeigeelements.

Tabelle 4. Anzeige



edv009.eps

| Nr. | Beschreibung |
|-----|--|
| ① | Messwert |
| ② | Messung wird durchgeführt |
| ③ | Messung abgeschlossen |
| ④ | Anschluss für Stromzange |
| ⑤ | Maßeinheit |
| ⑥ | Steckdosenanzeige |
| ⑦ | Batteriespannung zu niedrig, Batterien ersetzen |
| ⑧ | Stromzangensteckeranzeige |
| ⑨ | Fehler |
| ⑩ | Externe Spannung zu hoch/Externer Strom |
| ⑪ | RH>Grenze: Widerstand der Hilfs-Erdelektrode zu hoch |
| | RS>Grenze: Sondenwiderstand zu hoch |

Setup

⚠ Warnung

Vor Inbetriebnahme des Geräts die Sicherheitsinformationen lesen. Sollten Sie Probleme haben, siehe *Fehlersuche*.

Batterien

⚠⚠ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- Das Batteriefach muss vor Verwendung des Produkts geschlossen und verriegelt werden.
- Um falsche Messungen zu vermeiden, müssen die Batterien ausgetauscht werden, wenn ein niedriger Ladezustand angezeigt wird.
- Akkus enthalten gefährliche Chemikalien, die Verbrennungen und Explosionen verursachen können. Bei Kontakt zu Chemikalien die Kontaktstellen mit Wasser abwaschen und ärztlichen Rat suchen.

⚠ Warnung

Für einen sicheren Betrieb des Geräts:

- Sollte eine Batterie ausgelaufen sein, muss das Produkt vor einer erneuten Inbetriebnahme repariert werden.
- Um ein Auslaufen der Akkus zu verhindern, muss sichergestellt werden, dass die Polarität korrekt ist.

Batterien einlegen:

1. Gerät ausschalten, siehe Abbildung 2.
2. Alle Messleitungen trennen.
3. Batteriefach öffnen.
4. Batterien einsetzen. Immer den kompletten Batteriesatz erneuern.
5. Batteriefach schließen.

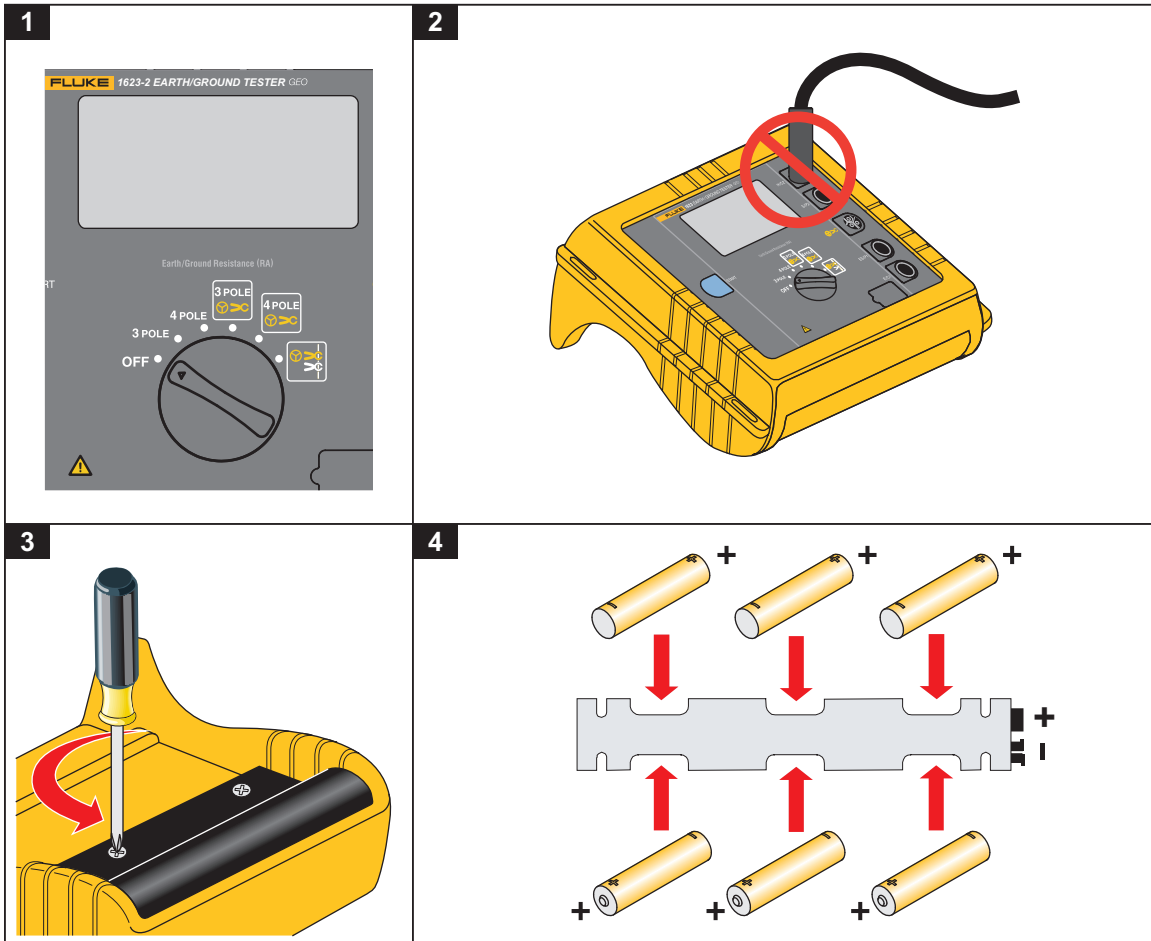


Abbildung 2. Einlegen der Batterien

edv002.eps

Beschreibung der Funktionen

Die Auswahl der Funktionen erfolgt mittels Zentralschalter. Die Messwerte werden in einer Flüssigkristallanzeige dezimalpunkttrichtig mit Einheit angezeigt. Zusätzliche Sonderzeichen zeigen Messfunktion, Betriebszustand und Fehlermeldungen an.

Der Erdungsmesser umfasst diese Messfunktionen:

- **Erdungswiderstand (R_E)** Der Erdungswiderstand wird durch eine Strom und Spannungsmessung 3- oder 4-polig ermittelt. Die Messspannung ist eine Rechteck-Wechselspannung mit 48/20 V und einer Frequenz von 94, 105, 111 oder 128 Hz. Die Frequenz kann manuell oder automatisch (AFC) gewählt werden.
- **Selektive Erdermessung ($R_E \supset C$)** Messung eines einzelnen Erders in einem vermaschten (parallelgeschalteten) Erdersystem. Der durch den zu messenden Einzelerder fließende Strom wird dazu mit einem externen Stromwandler gemessen.
- **Anzeige für schwache Batterie** Batteriespannung zu niedrig, Batterien ersetzen.

Betrieb

Dieser Erdungsmesser verfügt sowohl über eine 3- als auch eine 4-polige Widerstandsmessung, womit die Messung von Widerständen in Erdungsanlagen sowie die Messung des spezifischen Bodenwiderstandes bzw. geologischer Erdschichtungen möglich ist. Der Erdungsmesser ermöglicht auch Messungen mit externem Stromwandler, womit die Messung von Einzelwiderstandszweigen in verketteten Netzwerken (z.B. Blitzschutz und Hochspannungsmasten mit Verseilung) ohne Auftrennen von Anlagenteilen möglich ist.

R_A 2-polige, 3-polige Messungen

Um 2-polige oder Erdkontakt-Messungen durchzuführen, mit dem gelieferten Verbindungskabel eine Brücke zwischen den Anschlüssen H/C2 und S/P2 installieren. Nur die Erdelektrode und die Hilfs-Erdelektrode verwenden. Der Abstand zwischen Erdelektrode (E/CD1) und Hilfs-Erdelektrode (H/C2) muss mindestens 20 m betragen.

Siehe Abbildungen 3 und 4, und führen Sie Schritte 1 bis 4 aus:

1. **3 POLE** (3-polig) auswählen.
2. Die Messleitungen anschließen.

Mit der gelieferten Messleitung und Klemme (1,5 m) Anschluss E/C1 an das zu messende Erdungs-/Massesystem anschließen. Zwei Erdspieße in Erde/Boden platzieren.

Hinweis

Der Abstand zwischen Erdelektrode (E/C1), Sonde (S/P2) und Hilfs-Erdelektrode (H/C2) muss mindestens 20 m betragen.

Die Spieße mit den 25-m- und 50-m-Kabelspulen wie in Abbildungen 3 und 4 dargestellt an H/C2 und S/P2 anschließen

3. **START** drücken.

active zeigt an, dass die Messung durchgeführt wird. Die START-Taste für eine kontinuierliche Messung gedrückt halten.

4. ✓ zeigt eine abgeschlossene Messung an. Das Ergebnis bleibt auf der Anzeige erhalten, bis eine neue Messung gestartet oder der Hauptschalter gedreht wird.

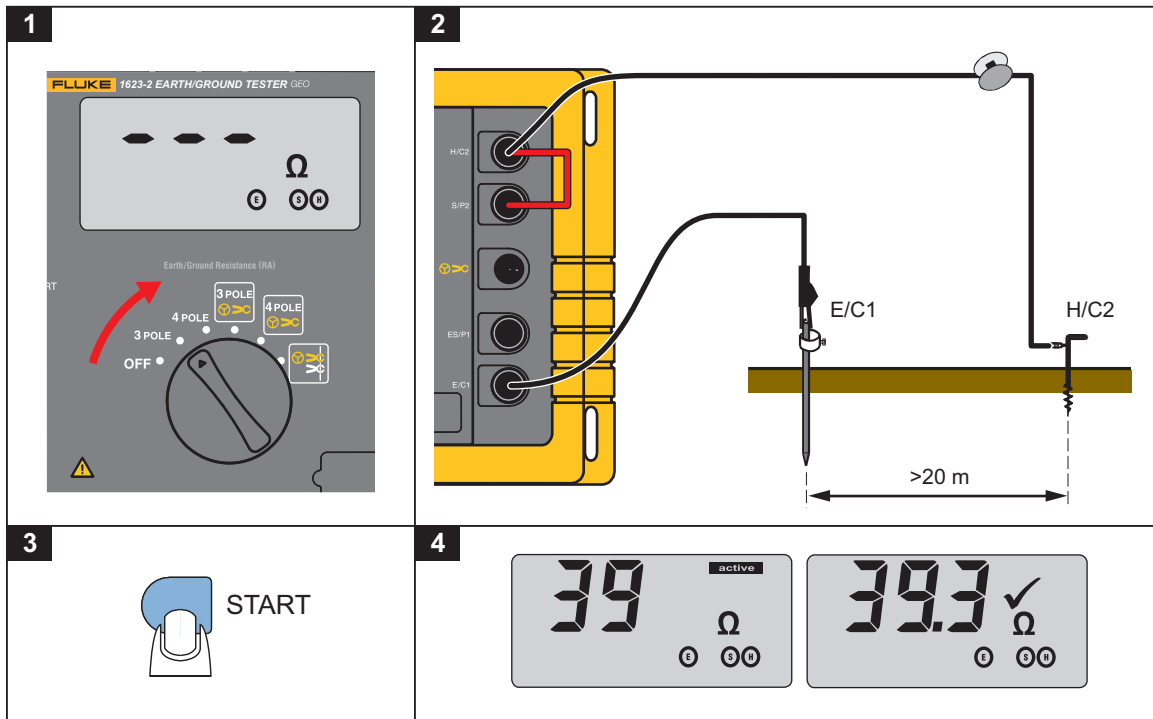


Abbildung 3. R_A 2-polige Messung

edv003.eps

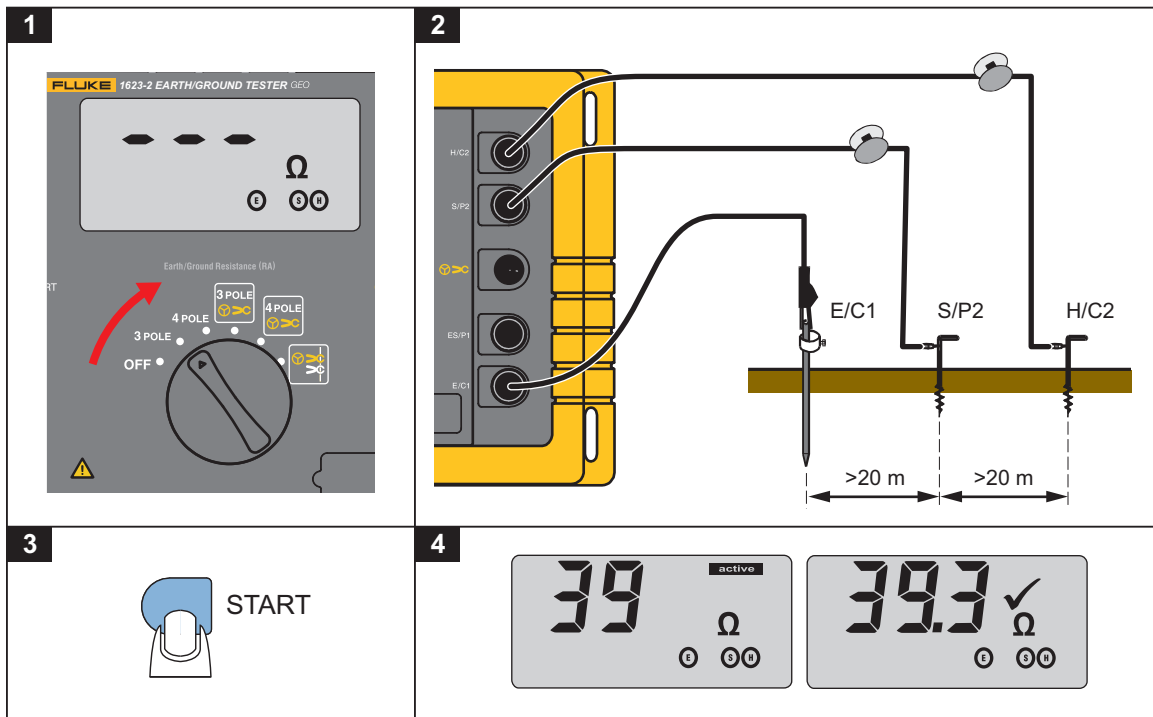


Abbildung 4. R_A 3-polige Messung

edv003b.eps

R_A 4-polige Messungen

4-polige Messungen durchführen:

1. Die Funktion **4 POLE** (4-polig) auswählen. Siehe Abbildung 5.
2. Messleitungen anschließen.

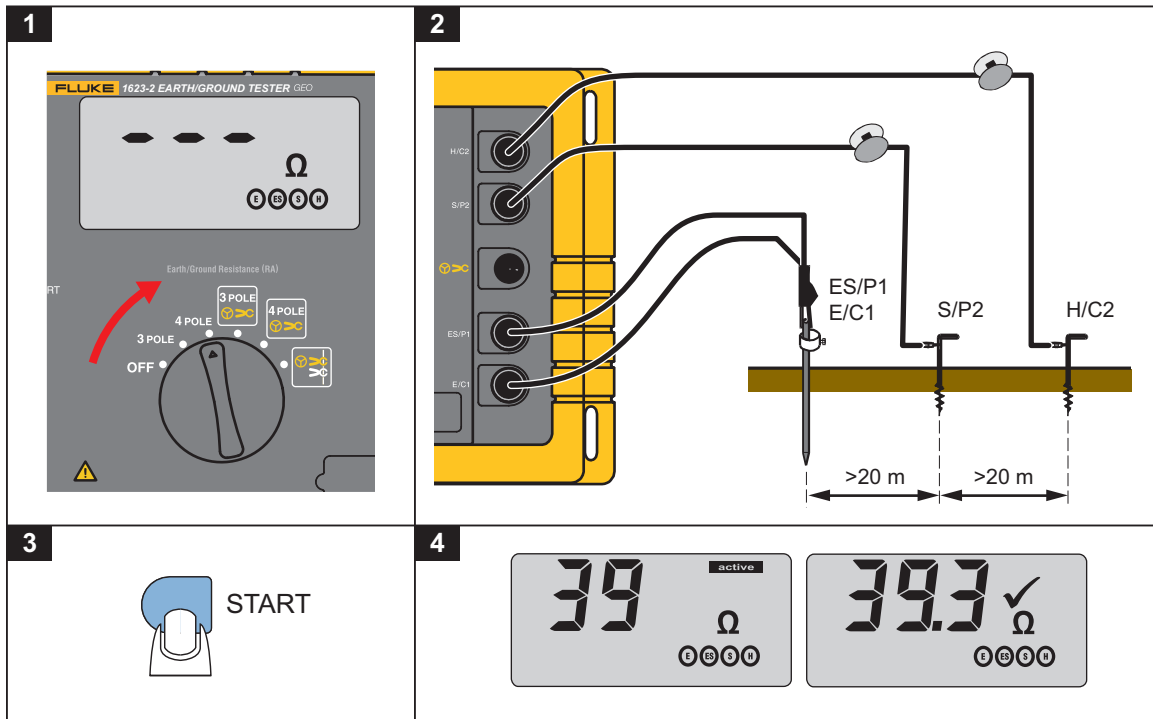
Mit den zwei gelieferten Messleitungen (1,5 m) die Anschlüsse E/C1 und ES/P1 an das zu messende Erdungssystem anschließen. Zwei Erdspeie in Erde/Boden platzieren. Der Abstand zwischen Erdelektrode (E/C1), Sonde (S/P2) und Hilfs-Elektrode (H/C2) muss mindestens 20 m betragen. Die ES-Messleitung eliminiert den Einfluss der Messleitungen.

Die Speie mit den 25-m- und 50-m-Kabelspulen, wie unten abgebildet, an H/C2 und S/P2 anschließen.

3. **START** drücken.

active zeigt an, dass die Messung durchgeführt wird. Die START-Taste für eine kontinuierliche Messung gedrückt halten.

4. ✓ zeigt eine abgeschlossene Messung an. Das Ergebnis bleibt auf der Anzeige erhalten, bis eine neue Messung gestartet oder der Drehschalter gedreht wird.




edv004.eps

Abbildung 5. R_A 4-polige Messungen

R_A 3-polige, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange

Das R_A 3-Pol, selektive Erdungswiderstandsmessverfahren mit Stromzange eignet sich zum Messen des Widerstands verschiedener Parallelabschnitte eines Erdungs-/Massesystems.

1. **3 POLE**  (3-polig) auswählen. Siehe Abbildung 6.

2. Messleitungen anschließen.

Die gelieferte Messleitung (1,5 m) an Anschluss E/C1 und das andere Ende an das zu messende Erdungssystem anschließen. Zwei Erdspeie in Erde/Boden platzieren. Der Abstand zwischen Erdelektrode (E/C1), Sonde (S/P2) und Hilfs-Erdelektrode (H/C2) muss mindestens 20 m betragen.

Die Speie mit 25-m- und 50-m-Drähten, wie abgebildet, an H/C2 und S/P2 anschließen.

Stromzange mit Adapterkabel, wie abgebildet, anschließen.

3. **START** drücken.

active zeigt an, dass die Messung durchgeführt wird. Die START-Taste für eine kontinuierliche Messung gedrückt halten.

4. ✓ zeigt eine abgeschlossene Messung an. Das Ergebnis bleibt auf der Anzeige erhalten, bis eine neue Messung gestartet oder der Drehschalter gedreht wird.

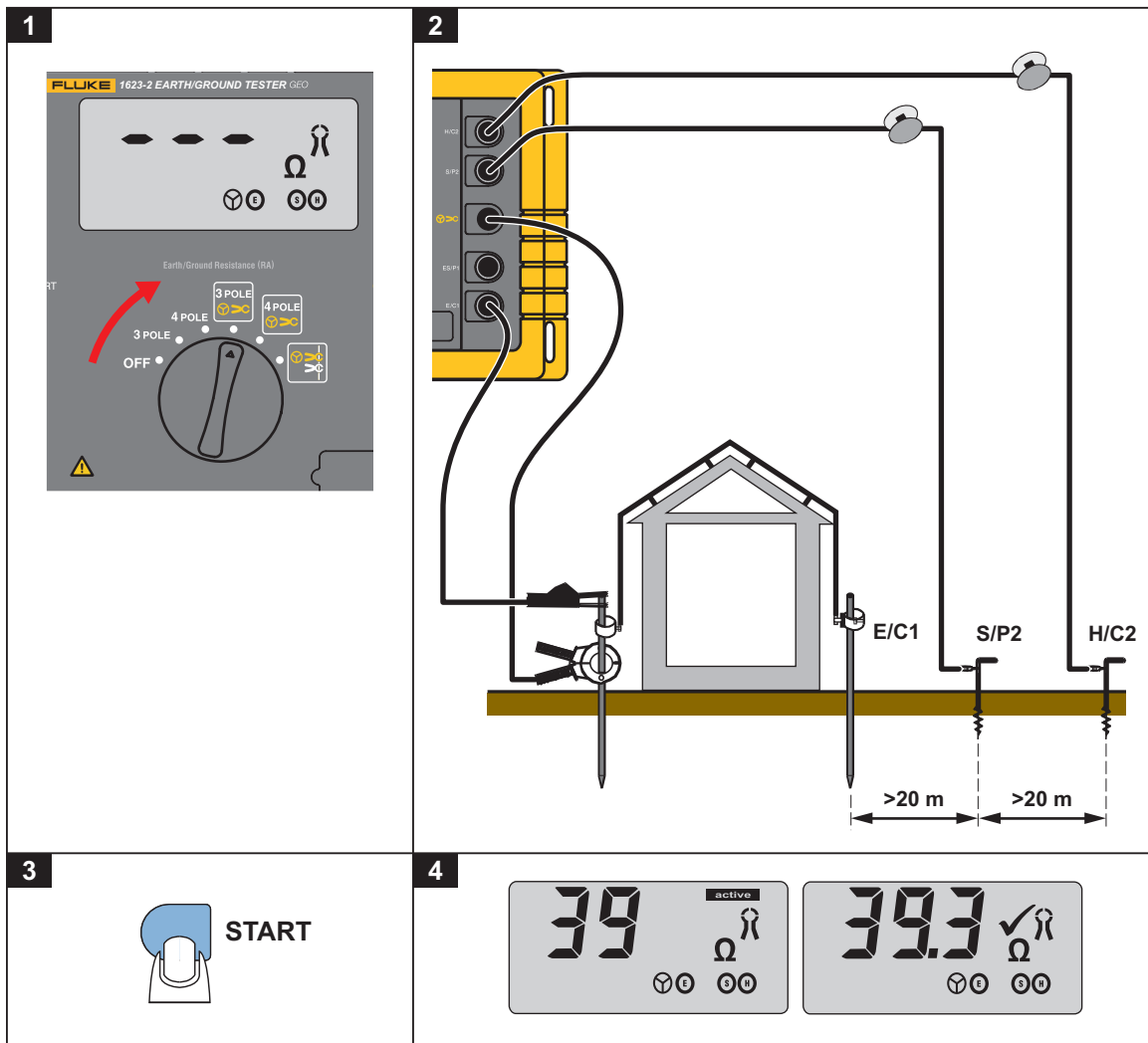




Abbildung 6. R_A 3-polige, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange

edv005.eps

R_A 4-polige, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange

Das R_A 4-Pol, selektive Erdungswiderstandsmessverfahren mit Stromzange eignet sich zum Messen des Widerstands verschiedener Parallelabschnitte eines Erdungs-/Massesystems.

1. Die Funktion **4 POLE**  (4-polig) auswählen. Siehe Abbildung 7.
2. Messleitungen anschließen.

Mit den gelieferten Sicherheitsmessleitungen (1,5 m) die Anschlüsse E/C1 und ES/P1 an die zu messende Erdelektrode anschließen. Zwei Erdspeie in Erde/Boden platzieren. Der Abstand zwischen Erdelektrode (E/C1), Sonde (S/P2) und Hilfs-Elektrode (H/C2) muss mindestens 20 m betragen. Die -Messleitung eliminiert den Einfluss der Messleitungen.

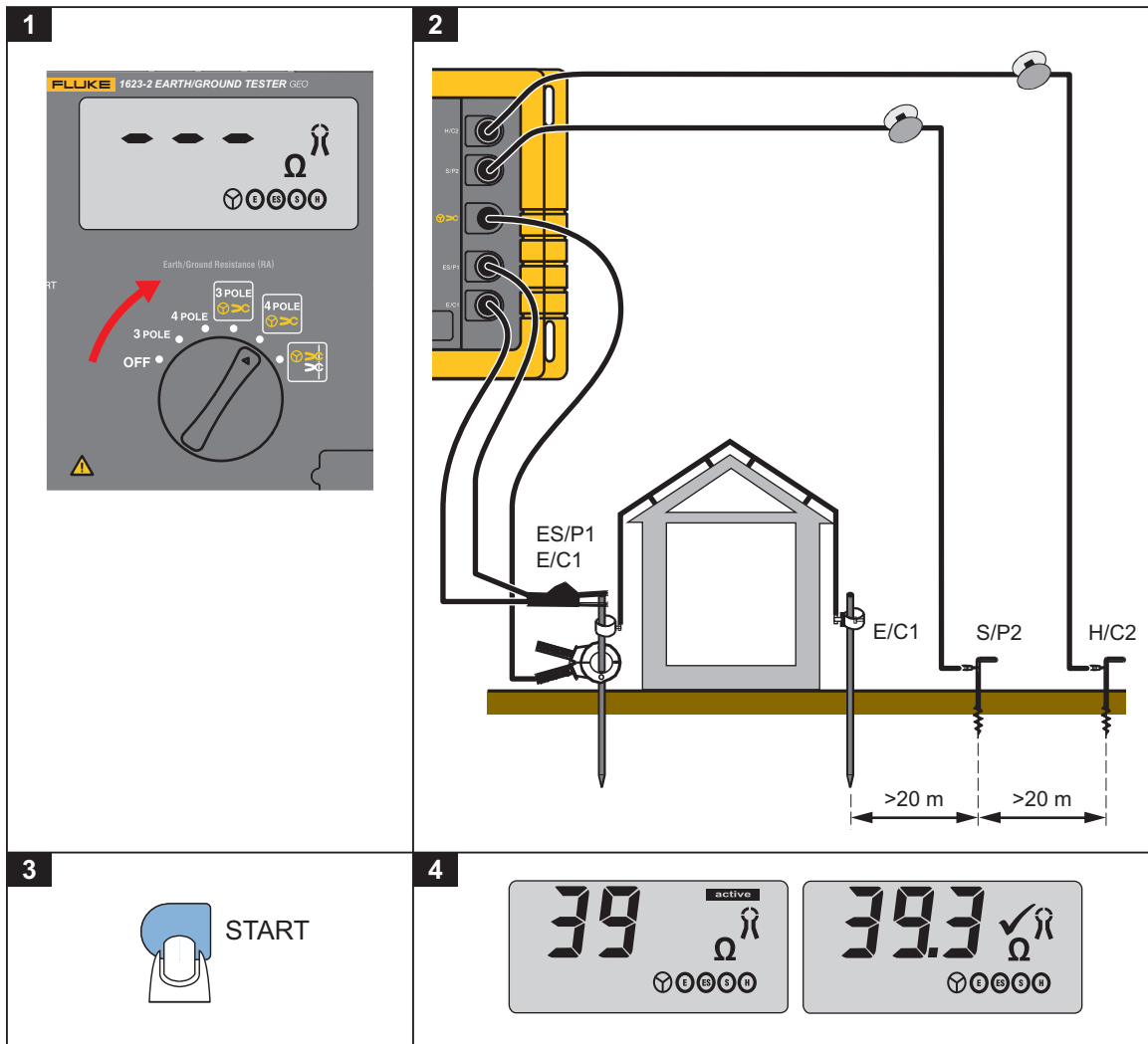
Die Speie mit 25-m- und 50-m-Drähten, wie abgebildet, an H/C2 und S/P2 anschließen.

Stromzange mit Adapterkabel, wie abgebildet, anschließen.

3. **START** drücken.

active zeigt an, dass die Messung durchgeführt wird. Die START-Taste für eine kontinuierliche Messung gedrückt halten.

4. ✓ zeigt eine abgeschlossene Messung an. Das Ergebnis bleibt auf der Anzeige erhalten, bis eine neue Messung gestartet oder der Drehschalter gedreht wird.




edv006.eps

Abbildung 7. R_A 4-polige, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange

Spießlose Erdschleifenmessung

Bei diesem Testverfahren werden zwei Zangen um den Erdungsstab oder das Verbindungskabel gelegt und mit dem Erdungsmesser verbunden. Es werden keine Erdspeße verwendet. An eine Klemme wird eine bekannte Spannung angelegt, und der Strom wird mit der zweiten Klemme gemessen. Der Erdungsmesser bestimmt den Masseschleifenwiderstand an dieser Erdungsstange automatisch.

1.  wählen. Siehe Abbildung 8.
2. Stromzangen anschließen.

Mit den gelieferten Sicherheitsmessleitungen (1,5 m) die induzierende Stromzange (siehe *Modelle und Zubehör*), wie abgebildet, an die Anschlüsse H/C2 und E/C1 anschließen.

Hinweis

Zum Induzieren ausschließlich die empfohlene Stromzange verwenden. Andere Stromzangen sind nicht geeignet.

Die zweite Stromzange mit dem Adapterkabel anschließen (abtastende Stromzange).

Beide Stromzahlen um die Erdelektrode klemmen, die nachfolgend gemessen werden soll.

Hinweis

Der Mindestabstand zwischen den zwei Stromzangen beträgt 10 cm.

3. **START** drücken.
active zeigt an, dass die Messung durchgeführt wird. Die START-Taste für eine kontinuierliche Messung gedrückt halten.
4. ✓ zeigt eine abgeschlossene Messung an. Das Ergebnis bleibt auf der Anzeige erhalten, bis eine neue Messung gestartet oder der Drehschalter gedreht wird.

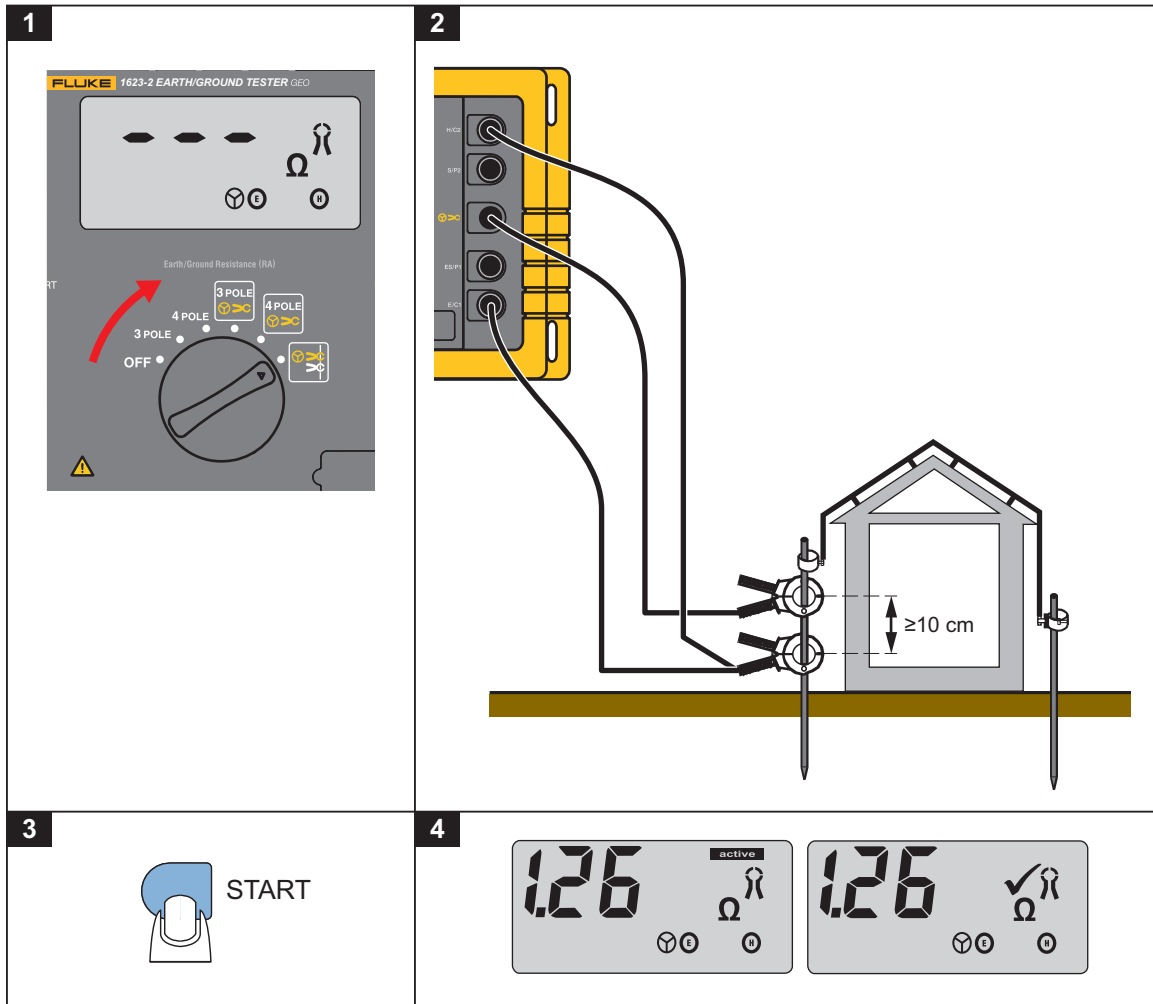


Abbildung 8. Spießlose Erdschleifenmessung

edv007.eps

Erweiterte Funktionen

Der Erdungsmesser nutzt fortschrittliche Funktionen zum Messen des Erdungswiderstands eines einzelnen Hochspannungsmasts und Bodenwiderstand zur Berechnung und Erstellung von Erdungsanlagen.

Messungen an Hochspannungsmasten

Die Messung von Einzelerdungswiderständen von Hochspannungsmasten bei in Betrieb befindlichen Leitungen bedingt normalerweise das Abheben des Erdseils oder das Trennen des Erders von der Mastkonstruktion. Anderenfalls tritt durch die Parallelschaltung der anderen, durch das Erdseil miteinander verbundenen Masten, eine Verfälschung des gemessenen Masterderwiderstandes auf.

Das neue, in diesem Messgerät angewendete Messverfahren mit einem externen Stromwandler zur Erfassung des tatsächlich durch den Erder fließenden Messstroms, erlaubt nun die Messung des Erderwiderstandes ohne Auftrennen des Erders von der Mastkonstruktion oder Abheben des Erdseils. Siehe Abbildung 9.

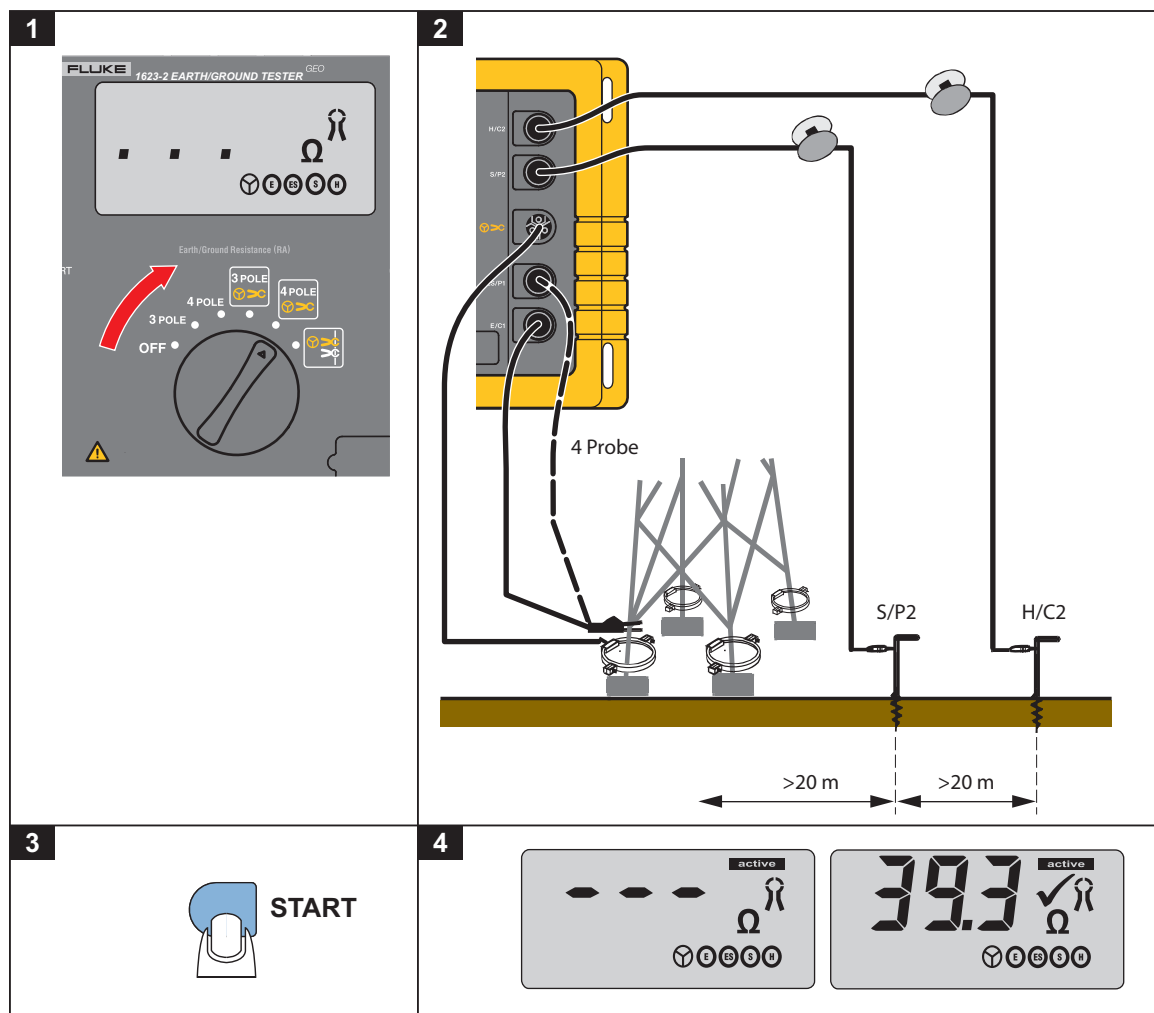


Abbildung 9. Erdungswiderstand ohne Abheben des Erdseils

edv016.eps

Da alle vier Mastfüße mit dem Fundamenterder des Hochspannungsmastes verbunden sind, teilt sich der Messstrom I_{Mess} je nach den vorliegenden Widerstandsverhältnissen in fünf Teile auf.

Ein Teil fließt über die Mastkonstruktion zum Erdseil und weiter zu den parallel liegenden Mastenerdungswiderständen.

Die vier anderen Teilströme ($I_1 \dots I_4$) fließen über die einzelnen Mastfüße.

Ihre Summe ergibt den Strom I_E durch den Erdungswiderstand, z. B. den Widerstand des Erders zum Erdreich.

Bringt man den Stromwandler nacheinander um jeden einzelnen Mastfuß an, so sind vier Ersatzwiderstände zu messen, die sich umgekehrt proportional zu den jeweiligen Teilströmen $I_1 \dots I_4$ verhalten. Dabei ist der Einspeisepunkt des Messstromes unverändert zu belassen, um an der Stromaufteilung nichts zu verändern.

Diese Ersatzwiderstände werden folgendermaßen angezeigt:

$$R_{Ei} = \frac{U_{\text{meas}}}{I_i}$$

Der Erdungswiderstand R_E ist somit als Parallelschaltung der einzelnen Ersatzwiderstände zu bestimmen.

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

1. Den Zentralschalter in Position „>CR_E 3pole“ oder „>CR_E 4pole“ drehen. Messgerät gemäß Skizze und gemäß Meldungen im Display anschließen.
2. Stromwandler um den Mastfuß anbringen.
3. **START** drücken.

Nun läuft ein vollautomatischer Test aller wesentlichen Parameter wie Hilfserder, Sonden- und Erderwiderstand ab, welcher mit der Anzeige des Ergebnisses R_E abgeschlossen ist.

4. Gemessenen Wert R_E ablesen.

Hinweis

Beim Setzen der Erdspeißer für Sonde und Hilfsender ist darauf zu achten, dass sich die Sonde außerhalb der Spannungstrichter von Erder und Hilfsender befindet. In der Regel erreicht man das durch einen Abstand von >20 m zum Erder und den Erdspeißern untereinander. Eine Überprüfung auf Zuverlässigkeit der Resultate ist durch eine Messung und anschließendes Versetzen von Hilfsender bzw. Sonde und einer erneuten Messung möglich. Ändert sich der Wert nicht, ist der Abstand ausreichend. Bei Änderungen des Messwertes, muss die Sonde bzw. der Hilfsender solange versetzt werden, bis der gemessene Wert R_E konstant bleibt.

Speißleitungen sollten nicht zu nahe nebeneinander ausgelegt werden.

5. Stromwandler am nächsten Mastfuß anbringen.
6. Messvorgang wiederholen.

Stromeinspeisepunkt des Messstromes (Krokodilklemme) und Orientierung des Klappwandlers unverändert lassen.

Sind für jeden Mastfuß die Werte vom R_{Ei} erfasst, ist der tatsächliche Erdwiderstand R_E zu berechnen:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

Hinweis

Ist bei richtiger Orientierung des Stromwandlers die Anzeige für R_E negativ, so fließt ein Teil des Messstromes aus dem Fundamenterder in das Mastgerüst herauf. Der so wirksame Erdungswiderstand errechnet sich korrekt, wenn in die obige Auswertegleichung die einzelnen Ersatzwiderstände (unter Berücksichtigung ihres Vorzeichens) eingesetzt werden.

Messung des spezifischen Erdwiderstandes

Der spezifische Erdwiderstand ist die geologisch, physikalische Größe, die zur Berechnung von Erdungsanlagen dient. Der in Abbildung 10 dargestellte Messablauf verwendet die von Wenner entwickelte Methode (F. Wenner, A method of measuring earth resistivity; Bull. National Bureau of Standards, Bulletin 12 (4), Paper 258, S 478-496; 1915/16).

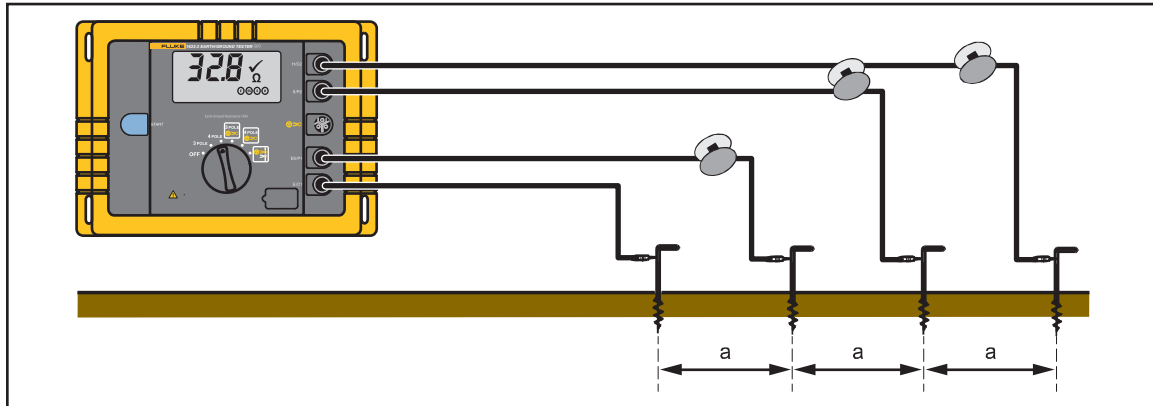


Abbildung 10. Messung des spezifischen Erdwiderstandes

edv020.eps

1. In den Erdboden werden vier gleich lange Erdspieße in gerader Linie und in gleichem Abstand „a“ voneinander eingetrieben. Die Einschlagtiefe sollte maximal 1/3 von „a“ betragen.
2. Den Zentralschalter in Position „R_E 4pole“ drehen.
Messgerät gemäß Skizze und gemäß Anzeigehinweisen im Display anschließen.
3. **START** drücken.
4. Gemessenen Wert R_E ablesen.

Aus dem abgelesenen Widerstandswert R_E errechnet sich der spezifische Erdwiderstand nach der Beziehung:

$$\rho_E = 2\pi \cdot a \cdot R_E$$

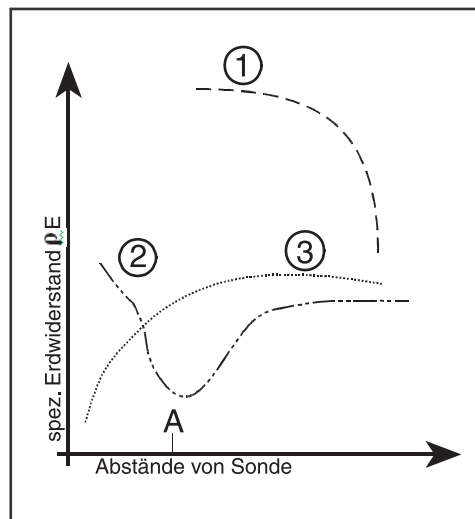
ρ_E mittlerer spez. Erdwiderstand (Ωm)

R_E gemessener Widerstand (Ω)

a Sondenabstand (m)

Das Messverfahren nach Wenner bestimmt den Bodenwiderstand bis zu einer Tiefe von ca. dem Abstand „a“ zwischen zwei Erdspeissen. Vergrößert man den Abstand „a“, können tiefere Erdschichten miterfasst und der Boden auf Homogenität geprüft werden. Durch mehrfaches Verändern von „a“ kann man ein Profil aufnehmen, aus dem auf einen geeigneten Erder geschlossen werden kann.

Entsprechend der zu messenden Tiefe wird „a“ zwischen 2 m und 30 m festgelegt. Diese Vorgehensweise liefert die in der nachfolgenden Grafik abgebildeten Kurven.

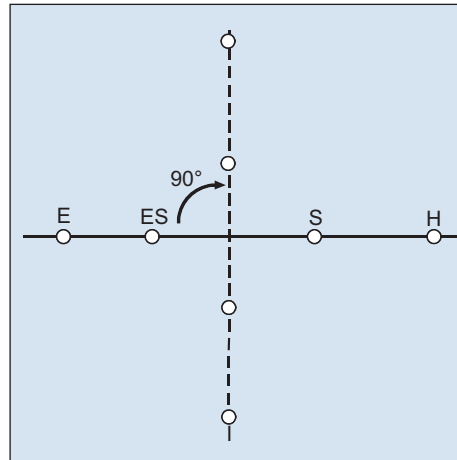


egx021.eps

Kurve 1: Da ρ_E erst in der Tiefe abnimmt, ist ein Tiefenerder zu empfehlen.

Kurve 2: Da ρ_E nur bis zum Punkt A abnimmt, bringt das Vergrößern der Einschlagtiefe über A hinaus keine besseren Werte.

- Kurve 3: Mit zunehmender Tiefe nimmt ρ_E nicht ab: die Verwendung einer Streifenleiterelektrode wird empfohlen.
- Da Messergebnisse häufig z. B. durch unterirdische Metallteile und Wasseradern verfälscht werden, ist immer eine zweite Messung anzuraten, bei der die Achse der Spieße um 90° verdreht wird (siehe nachfolgendes Diagramm).



edw022.eps

Gespeicherte Daten auf PC exportieren

Daten für alle Tests werden automatisch in einer .csv-Datei gespeichert. Tabelle 5 ist ein Beispiel der .csv-Datei.

So werden Daten vom Erdungsmesser auf einen PC exportiert:

1. Den Erdungsmesser über das USB-Kabel mit dem PC verbinden.
2. Mit Windows Explorer auf dem PC das neue **EGT-Laufwerk** in der Liste der Geräte suchen.
3. Die Datei Data.csv auf dem EGT-Laufwerk lokalisieren.
4. Die Datei mit den standardmäßigen PC-Tools an einen neuen Speicherort kopieren.

Tabelle 5. Beispielhafte .CSV-Datei für protokollierte Daten

| Messung | Zeitstempel | Messmodus | Erdwiderstand R_E | Fehlerstatus |
|---------|------------------------|-------------------|---------------------|--------------|
| 1 | 15. Okt. 2013 20:13:55 | 3-polig R_E | 1,022 Ω | NA |
| 2 | 15. Okt. 2013 20:13:55 | 4-polig R_E | 1,022 Ω | k. A. |
| 3 | 15. Okt. 2013 20:13:55 | 3-polig, selektiv | 1,022 Ω | k. A. |
| 4 | 15. Okt. 2013 20:13:55 | 4-polig R_E | k. A. | Rh-Grenze |

Gespeicherte Daten löschen

So werden die im Erdungsmesser gespeicherten Daten gelöscht:

1. Den Erdungsmesser über das USB-Kabel mit dem PC verbinden.
2. Windows Explorer auf dem PC verwenden, um das neue **EGT-Laufwerk** in der Liste der Geräte zu finden.
3. Die Datei Data.csv auf dem EGT-Laufwerk lokalisieren.
4. Die Datei mit den standardmäßigen PC-Tools vom EGT-Laufwerk löschen oder an einen neuen Speicherort verschieben.

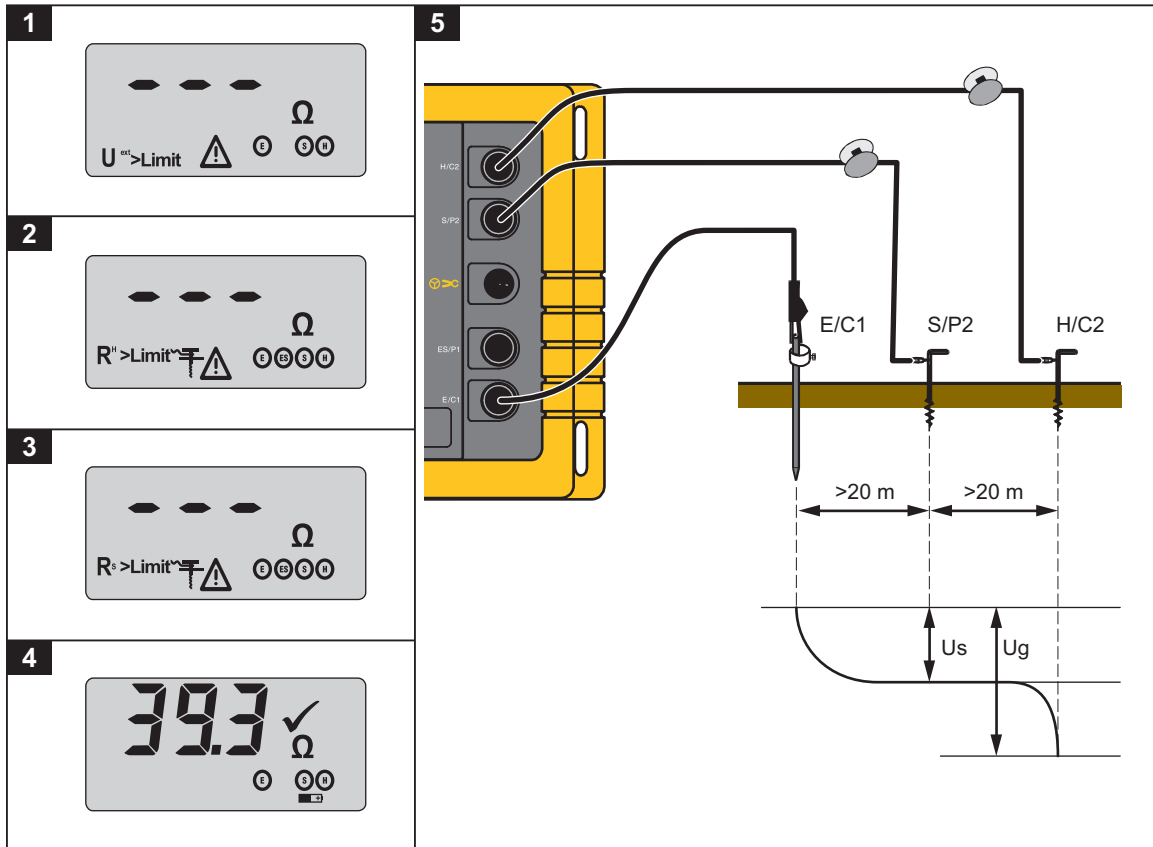
Mit diesem Vorgang werden alle gespeicherten Daten vom Erdungsmesser gelöscht.

Fehlersuche

Die Schritte in Tabelle 6 ausführen. Siehe Abbildung 11 für Schritte 1-5.

Tabelle 6. Fehlersuche

| Schritt | Beschreibung |
|---------|---|
| 1. | <p>Fremdspannung (U_{ext}) zu hoch</p> <p>Wenn die an das Messgerät angelegte Fremdspannung zu hoch ist, gewöhnlich durch Leckströme im zu prüfenden System, kann keine Messung gestartet werden (für U_{ext}-Grenzwert siehe „Spezifikationen“).</p> <p>Hinweis: <i>Sonde (S/P2) neu positionieren und Messung neu starten.</i></p> |
| 2. | <p>Widerstand der Hilfs-Erdelektrode (R_h) zu hoch</p> <p>Wenn der Widerstand der Hilfs-Erdelektrode zu hoch ist, ist es nicht möglich, den für zuverlässige Messungen erforderlichen Strom anzulegen. Die Messung wird blockiert (für R_h-Grenzwert siehe „Spezifikationen“).</p> <p>Hinweis: <i>Den Anschluss der Messleitung an H/C2 prüfen und den Hilfs-Erdspeiß prüfen.</i></p> |
| 3. | <p>Sondenwiderstand (R_s) zu hoch</p> <p>Wenn der Sondenwiderstand zu hoch ist, sind Messungen nicht verlässlich. Die Messung wird blockiert (für R_s-Grenzwert siehe „Spezifikationen“).</p> <p>Hinweis: <i>Den Anschluss der Messleitung an S/P2 prüfen und den Sondenspeiß prüfen.</i></p> |
| 4. | <p>Schwache Batterien</p> <p>Wenn die Batterien schwach sind, kann die Versorgungsspannung während einer Messung ausfallen. Wenn die Energie zum Abschließen der Messung ausreicht, wird das Symbol „“ angezeigt - Messergebnisse sind gültig. Wenn nicht, erfolgt eine Rücksetzung.</p> <p>Hinweis: <i>Batterien austauschen. 6 Alkalibatterien, Typ AA (LR6) verwenden.</i></p> |
| 5. | <p>Ist Ihr R_A-Messergebnis zuverlässig?</p> <p>Für genaue Messungen muss die Sonde S/P2 außerhalb der Spannungsrichter von E/C1 und H/C2 liegen. Normalerweise ist ein Sondenabstand über 20 m ausreichend. Doch unter einigen Umgebungsbedingungen, bei denen der Bodenwiderstand variabel ist, reicht dies unter Umständen nicht aus. Um sicher zu sein, die Sonden neu positionieren und mehrere Messungen durchführen. Wenn die Ergebnisse in etwa übereinstimmen, sind Ihre Messergebnisse zuverlässig. Falls nicht, den Sondenabstand erhöhen.</p> |
| 6. | <p>Ist das Ergebnis einer „spießlosen Erdschleifenmessung“ verlässlich?</p> <p>Sicherstellen, dass die korrekte induzierende Stromzange verwendet wird (siehe <i>Zubehör</i>).</p> <p>Die Parameter dieser Stromzange sind für diese Prüfmethode geeignet. Eine nicht definierte Zange führt zu falschen Ergebnissen.</p> <p>Sicherstellen, dass der empfohlene Mindestabstand zwischen den Stromzangen eingehalten wird. Wenn die Stromzangen zu nahe beieinander positioniert sind, beeinflusst das Magnetfeld der induzierenden Stromzange die abtastende Stromzange. Um gegenseitige Beeinflussung zu vermeiden, den Abstand zwischen den Stromzangen verändern und einen neuen Test durchführen. Wenn die Messwerte sich nur wenig oder überhaupt nicht unterscheiden, kann der Wert als verlässlich angenommen werden.</p> |



edv008.eps

Abbildung 11. Fehlersuche

Wartung und Pflege

Das Messgerät muss bei sachgemäßer Verwendung und Behandlung nicht gewartet werden. Zur Reinigung des Messgerätes nur ein feuchtes Tuch mit etwas Seifenwasser, weichem Haushaltsspülmittel oder Spiritus verwenden. Keine aggressiven Reinigungsmittel und Lösungsmittel wie Trichlorethen oder Chlorethen verwenden.

Servicearbeiten dürfen nur von unterwiesenem Fachpersonal ausgeführt werden.

Bei Reparaturen und Instandsetzungen ist unbedingt zu beachten, dass die konstruktiven Merkmale des Messgerätes nicht sicherheitsmindernd verändert werden, die Einbauteile den Originalersatzteilen entsprechen und diese wieder fachgerecht (Fabrikationszustand) eingebaut werden.

⚠️⚠️ Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- **Nur die angegebenen Ersatzteile verwenden.**
- **Lassen Sie das Produkt nur von einem autorisierten Techniker reparieren.**
- **Das Batteriefach muss vor Verwendung des Produkts geschlossen und verriegelt werden.**
- **Um falsche Messungen zu vermeiden, müssen die Batterien ausgetauscht werden, wenn ein niedriger Ladezustand angezeigt wird.**
- **Akkus enthalten gefährliche Chemikalien, die Verbrennungen und Explosionen verursachen können. Bei Kontakt zu Chemikalien die Kontaktstellen mit Wasser abwaschen und ärztlichen Rat suchen.**
- **Trennen Sie vor der Reinigung des Produkts alle Eingangsleitungen vom Produkt.**

⚠️ Warnung

Für einen sicheren Betrieb des Geräts:

- **Sollte eine Batterie ausgelaufen sein, muss das Produkt vor einer erneuten Inbetriebnahme repariert werden.**
- **Um ein Auslaufen der Akkus zu verhindern, muss sichergestellt werden, dass die Polarität korrekt ist.**

Kalibrierung

Es werden jährliche Kalibrierungen empfohlen.

Service

Wenn vermutet wird, dass der Erdungsmesser defekt ist, in diesem Handbuch nachlesen, um sicherzustellen, dass die Bedienung korrekt erfolgt. Wenn das Messgerät nach wie vor nicht korrekt funktioniert, dieses sachgerecht verpacken (möglichst in der Originalverpackung), frankieren und an das nächstgelegene Fluke-Servicezentrum senden. Eine kurze Beschreibung des Problems beilegen. Fluke übernimmt KEINE Haftung für Transportschäden.

Ein autorisiertes Servicezentrum finden Sie auf www.fluke.com.

Technische Daten

| | |
|-------------------------------------|--|
| Temperaturbereiche | |
| Betriebstemperaturbereich: | 0 °C bis +35 °C (+32 °F bis +95 °F) |
| Lagertemperaturbereich: | -20 °C bis +60 °C (-4 °F bis +140 °F) |
| Temperaturkoeffizient: | ±0,1 % vom Messwert / °C (unter 18 °C und über 28 °C) |
| Betriebsluftfeuchte: | <95 % RH nicht-kondensierend |
| Betriebshöhenlage: | 2000 m |
| Klimaklasse: | C1 (IEC 654-1), -5 °C bis +45 °C, 5 % bis 95 % RH |
| Schutzart: | |
| Gehäuse: | IP56 |
| Batteriefachabdeckung: | IP40 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit: | Erfüllt IEC61326-1: Tragbar |
| Sicherheit: | Erfüllt IEC 61010-1: CAT I, Verschmutzungsgrad 2 |
| Fremdspannung: | U_{ext} , max. = 24 V (DC, AC < 400 Hz), Messung für höhere Werte blockiert |
| Störspannungsunterdrückung: | >120 dB (162/3, 50, 60, 400 Hz) |
| Messzeit: | 6 Sekunden, typisch |
| Maximale Überlast: | 250 V _{eff} (betrifft Missbrauch) |
| Batterien: | 6 x 1,5 V, AA LR6 Alkaline |
| Batterielebensdauer: | >3000 Messungen, typisch |
| Abmessungen: | 240 mm x 180 mm x 110 mm (9,5 x 7,1 x 4,4 Zoll) |
| Gewicht einschließlich Batterien: | 1,49 kg (3,28 US-Pfund) |
| Speicher: | interner Speicher für bis zu 1.500 Datensätze abrufbar über USB-Anschluss |

RA 3-Pol und 4-Pol, Erdungswiderstandsmessung

| Auflösung | Messbereich | Genauigkeit | Betriebsfehler |
|----------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 0,001 ... 10 Ω | 0,020 Ω bis 19,99 kΩ | ±(2 % vom Messwert + 3 Stellen) | ±(5 % vom Messwert + 3 Stellen) |

Hinweis

Für 2-polige Messungen die Anschlüsse H und S mit dem gelieferten Anschlusskabel anschließen.

Messprinzip: Strom- und Spannungsmessung

| | |
|---|---|
| Messspannung: | Um = 48 V AC |
| Kurzschlussstrom: | > 50 mA AC |
| Mess- Frequenz: | 128 Hz |
| Sondenwiderstand (R _S): | max. 100 kΩ |
| Widerstand der Hilfs-Erdelektrode (R _H): | max. 100 kΩ |
| Zusätzlicher Fehler von R _H und R _S : | $R_H[k\Omega] \cdot R_S[k\Omega]/Ra[\Omega] \cdot 0,2 \%$ |

RA 3-Pol und 4-Pol, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange (RA > C)

| Auflösung | Messbereich | Genauigkeit | Betriebsfehler |
|---------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 0,001 bis 10Ω | 0,020 Ω bis 19,99 kΩ | ±(7 % vom Messwert +3 Stellen) | ±(10 % vom Messwert +5 Stellen) |

Messprinzip: Strom-/Spannungsmessung (mit externer Stromzange)

| | |
|--|--------------|
| Messspannung: | Um = 48 V AC |
| Kurzschlussstrom: | > 50 mA AC |
| Messfrequenz: | 128 Hz |
| Sondenwiderstand (R _S): | max. 100 kΩ |
| Widerstand der Hilfs-Erdelektrode (R _H): | max. 100 kΩ |

Spießlose Erdschleifenmessung (⊕ ⊖)

| Auflösung | Messbereich | Genauigkeit | Betriebsfehler |
|----------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 0,001 bis 0,1Ω | 0,020 Ω bis 199,9 Ω | ±(7 % vom Messwert + 3 Stellen) | ±(10 % vom Messwert + 5 Stellen) |

Messprinzip: Spießlose Messung des Widerstands in geschlossenen Regelschleifen unter Verwendung von zwei Zangen

| | |
|------------------------------------|---|
| Messspannung: | Um = 48 V AC (primär) |
| Messfrequenz: | 128 Hz |
| Stromrauschen (I _{ext}): | max I _{ext} = 10 A (AC) (Ra < 20 Ω) max I _{ext} = 2 A (AC) (Ra > 20 Ω) |

Die Informationen zur spießlosen Erdschleifenmessung sind nur gültig, wenn sie zusammen mit den empfohlenen Stromzangen bei minimal spezifiziertem Abstand verwendet werden.

