

1625-2

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 Entscheidungsinstanz 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	2
Sicherheitsinformationen	3
Lagerung	4
Modelle und Zubehör	5
Zusätzliches Zubehör.....	6
Funktionen	7
Anzeige	9
Setup	13
Batterien	13
Beschreibung der Funktionen.....	15
Betrieb	16
Erweiterte Funktionen	16
Power On Funktionen	16
Einstellschleife.....	17
Messschleife.....	19
Prüfung es richtigen Messanschlusses (Buchsenzuordnung)	19
Interferenz – Spannungs- und Frequenzmessung.....	19
Erdungswiderstandsmessung	20
Erdungswiderstandsmessung 3-polig/4-polig.....	21
Messung von Einzelerderwiderständen in vermaschten Erdersystemen mit selektivem Stromzangenverfahren	23
Einzelerderwiderstandsmessung 3-polig/4-polig.....	24
Messungen an Hochspannungsmasten.....	26
Anklemmbarer Wandler Fehlerkorrektur	29
Kompensation der Erderanschlussleitung.....	31
Messung des spezifischen Erdwiderstandes	32
Messung von Widerständen	34
Widerstandsmessung (R~).....	34
Widerstandsmessung (R \rightarrow).....	35
Kompensation des Messleitungswiderstandes	36
Änderung aller Einstelldaten mit persönlichem CODE	37
Gespeicherte Daten auf PC exportieren	39
Gespeicherte Daten löschen.....	40
Wartung und Pflege	41
Kalibrierung	41
Service	41
Technische Daten	42

Tabellen

Tabelle	Titel	Seite
1.	Symbole.....	4
2.	Modelle und Zubehör	5
3.	Leistungsmerkmale und Funktionen	8
4.	Anzeigeelemente.....	9
5.	Anzeigebeschreibungen.....	10
6.	Einstellschleifenparameter	18
7.	Einstelldaten	37
8.	Beispielhafte .CSV-Datei für protokollierte Daten	39
9.	Betriebsfehlerberechnung	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Titel	Seite
1.	Externer Stromwandler EI-162BN	6
2.	Einlegen der Batterien	14
3.	Verfahren für Erdungswiderstandsmessung	20
4.	Erdungswiderstandsmessung 3-polig/4-polig – Verfahren	21
5.	Messung von Einzelerderwiderständen in vermaschten Erdersystemen	23
6.	Einzelerderwiderstandsmessung 3-polig/4-polig	24
7.	Erdungswiderstand ohne Abheben des Erdseils	26
8.	Korrektur von Fehlern des anklemmbaren Wandlers	29
9.	Anschluss des anklemmbaren Wandlers	30
10.	Kompensation der Erderanschlussleitung	31
11.	Messung des spezifischen Erdwiderstandes	32
12.	Widerstandsmessung (R_{\sim})	34
13.	Widerstandsmessung ($R_{\overline{\sim}}$)	35
14.	Kompensation des Messleitungswiderstands	36

Einführung

Der 1625-2 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. Für dieses Verfahren ist die Verwendung von Erdspeissen oder das Trennen von Erdungsstangen nicht erforderlich.

Gerätefunktionen:

- Ein-Tasten-Messung
- 3-Pol- und 4-Pol-Erdwiderstandsmessung
- 4-Pol-Erdwiderstandsprüfung
- Selektive Prüfung, keine Trennung des Erdleiters (1 Zange)
- Spießloses Testen, schnelles Messen von Erdschleifen (2 Klemmen)
- Messfrequenz 94, 105, 111, 128 Hz

Der Erdungsmesser umfasst diese erweiterten Funktionen:

- Automatische Frequenzregelung (AFC), die eine vorhandene Interferenz identifiziert und eine geeignete Messfrequenz auswählt, um den Einfluss der Interferenz zu minimieren und präzisere Messwerte des Erdungswiderstands zu erzielen.
- R^* -Messung (Erdimpedanzmessung): die Erdimpedanz wird aus Widerstand und Induktivität bei 55 Hz berechnet, möglichst nah an der Netzfrequenz und trotzdem störsicher.
- Einstellbare Grenzwerte zur schnellen Prüfung der Testergebnisse.

An Orten, an denen elektrische Energie erzeugt, verteilt oder konsumiert wird, müssen zum Schutz von Menschenleben bestimmte Sicherheitsvorkehrungen eingehalten werden. In vielen Fällen sind diese Sicherheitsvorkehrungen nationale und internationale Vorschriften, die regelmäßig geprüft werden müssen. Erdung, die Verbindung von exponierten leitfähigen Teilen mit Erde für den Fall eines Fehlers, stellt die elementarste Sicherheitsvorkehrung dar. Es gibt Anforderungen für das Erden von Stromwandlern, Hoch- und Mittelspannungsmasten, Eisenbahnschienen, Tanks, Fässern, Fundamenten, Blitzschutzanlagen usw.

Die Wirksamkeit von Erdungssystemen sollte mit einem Earth/Ground Tester wie dem 1625, der die Wirksamkeit von Verbindungen zur Erde prüft, gemessen werden. Der 1625-2 ist die perfekte Lösung, denn er vereint die neueste Technologie in einem kompakten, robusten Gerät. Neben standardmäßigen 3-Pol- und 4-Pol-Erdwiderstandsmessungen bietet das Messgerät einen innovativen Prozess, der einzelne Erderwiderstände in Einzelerdersystemen und vermaschten Erdersystemen misst, ohne Parallelerder zu trennen. Eine spezifische Anwendung dieser Funktionalität ist schnelles und genaues Messen von Strommastenerdung. Der 1625-2 bietet automatische Frequenzregelung (Automatic Frequency Control (AFC)), um Störungen zu minimieren. Das Messgerät identifiziert bestehende Störungen vor dem Messen und wählt eine Messfrequenz aus, um deren Wirkung zu minimieren.

Hinweise

- *Die Begriffe „Erde“, „Erdung“ und „Masse“ werden in diesem Handbuch gleichwertig und austauschbar verwendet.*
- *Für spießlose Widerstandsmessungen muss das selektive/spießlose Zangenset (EI-1623) erworben werden. (Das 1625-2 Kit beinhaltet dieses Zangenset.)*
- *Selektive Messungen sind im Hauptabschnitt dieses Handbuchs beschrieben.*

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

Oder besuchen Sie die Website von Fluke unter www.fluke.com.

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/usen/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 Prüfleitungen nicht verwenden, wenn sie beschädigt sind. Die Prüfleitungen 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 enthält die Modelle und das Zubehör.

Tabelle 2. Modelle und Zubehör

Beschreibung	Teilenummer
1625-2 Earth/Ground Tester (beinhaltet Bedienungshandbuch, Sicherheitsinformationen, QRG, Geox-Sondenkabel, 2 Klemmen, Leitungsset)	4325162
1625-2 Kit Earth/Ground Tester-Kit (beinhaltet Bedienungshandbuch, Sicherheitsinformationen, QRG, Geox-Sondenkabel, 2 Klemmen, Leitungsset, 4 Erdspeie, 3 Kabelspulen, C1620 Tragetasche, EI-162X, EI-162AC)	4325181
162x-7001 Service-Ersatzteilkit (beinhaltet Leitungsset und 2 Klemmen)	2577167
Erdspeie	4325492
ES-162P3-2 Speieisset für 3-Pol-Messung (beinhaltet 3 Erdspeie, 1 Kabelspule, 25 m, blau, 1 Kabelspule, 50 m, rot)	4359377
ES-162P4-2 Speieisset für 4-Pol-Messung (beinhaltet 4 Erdspeie, 1 Kabelspule, 25 m, blau, 1 Kabelspule, 25 m, grün, 1 Kabelspule, 50 m, rot)	4359389
EI-1623 Selektives/Spieießloses Zangenset für 1623-2/1625-2 (beinhaltet 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

Zusätzliches Zubehör

Ein **externer Stromwandler** ist optional erhältlich, 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.

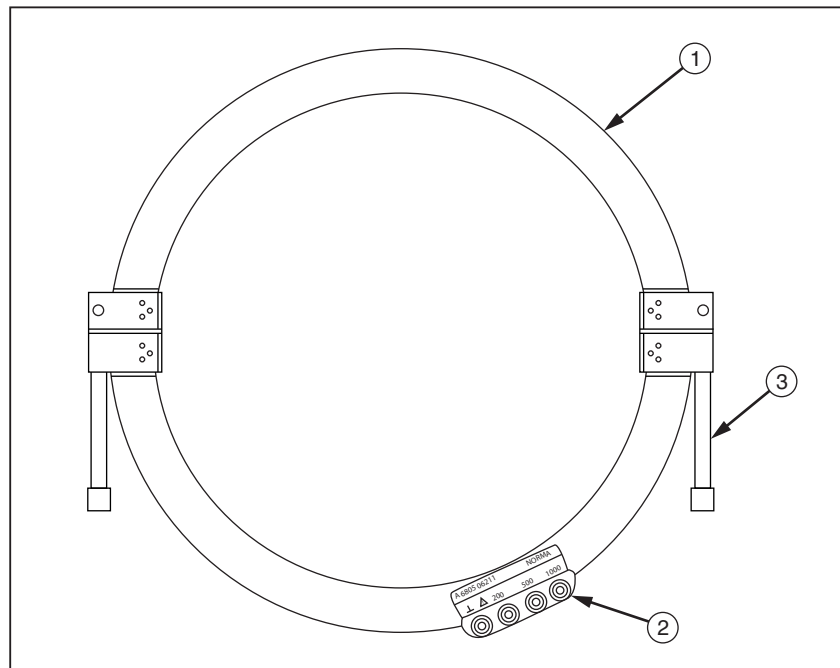



Abbildung 1. Externer Stromwandler EI-162BN

evx01.eps

- 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: 1, 200, 500 und 1000
- ③ Verschlüsse (2)

Funktionen

Der 1625-2 Earth/Ground Tester (Erdungsmesser) ist ein Erdwiderstandsmessgerät mit vollständig automatisierter Messfrequenzwahl. Der Erdungsmesser umfasst automatisches Testen der Sonden- und Hilferderwiderstände und eventuell vorhandener Störspannungen gemäß DIN IEC61557-5/EN61557-5:

- Messung der Störspannung (U_{ST})
- Messung der Störfrequenz (F_{ST})
- Messung des Sondenwiderstands (R_S)
- Messung des Hilferderwiderstands (R_H):
- Erdungswiderstandsmessung 3-, 4-polig (R_E) mit oder ohne Verwendung von externem Zangenstromwandler zur selektiven Messung von Einzelerdern in vermaschten Erdersystemen 
- Widerstandsmessung 2-polig mit Wechselspannung (R_{\sim})
- Widerstandsmessung mit Gleichspannung 2-polig, 4-polig, ($R_{\text{---}}$)

Mit seinen vielen Messmöglichkeiten und der vollautomatischen Messablaufsteuerung (inkl. automatischer Frequenzregelung (AFC)) bietet dieses Messgerät modernste Messtechnik im Bereich Erdungswiderstandsmessung. Durch die wählbare LIMIT-Eingabe mit optischer und akustischer Gut/Schlechtmeldung, sowie mittels Code programmierbarer kundenspezifischer Sonderfunktionen, z. B. Messspannung 20 V (für landwirtschaftliche Anlagen), Erdungsimpedanz R^* (Messfrequenz 55 Hz) ein- oder ausgeschaltet usw., sind diese Messgeräte individuell für den Gebrauch als einfaches Messmittel sowie auch als leistungsfähiges, vollautomatisches Messgerät programmierbar.

Der Erdungsmesser umfasst automatisches Testen der Sonden- und Hilferderwiderstände und eventuell vorhandener Störspannungen.

Siehe Tabelle 3 für eine Liste der Leistungsmerkmale und Funktionen.

Warnung


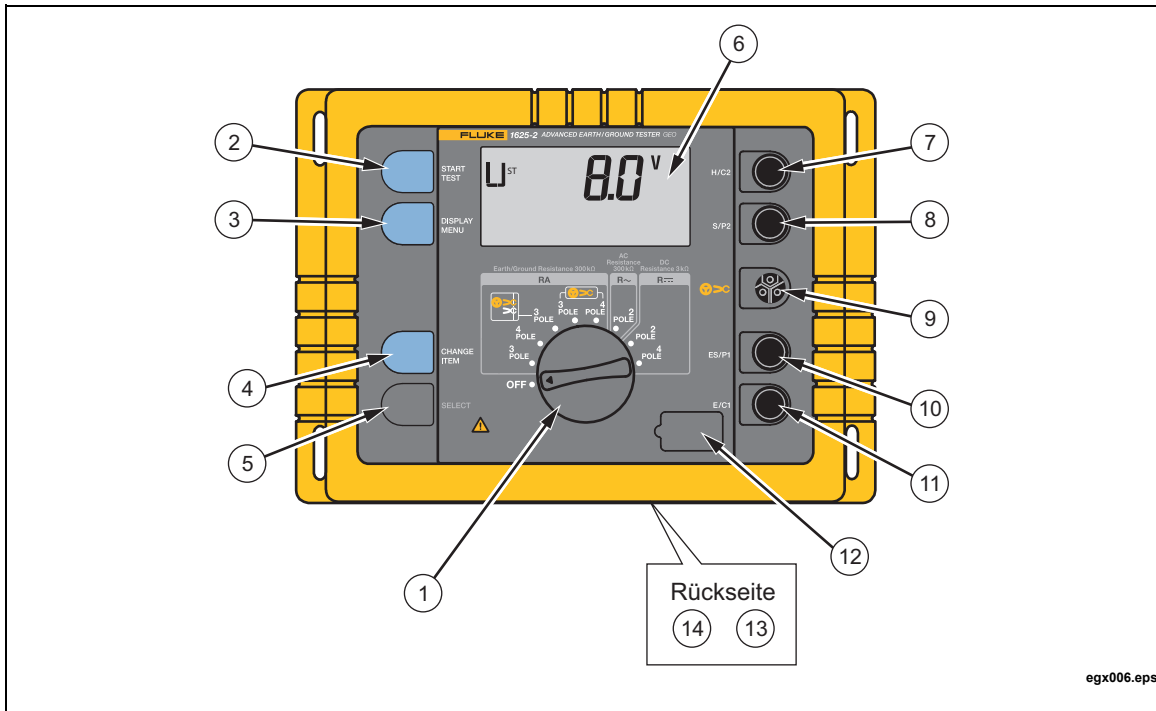

- **Keine Spannung gegen Buchsen .**
- **Messgerät nicht unter Anwendung von Kraft öffnen oder schließen.**
- **Vor Öffnen des Messgerätes alle Leitungen abziehen.**

Tabelle 3. Leistungsmerkmale und Funktionen



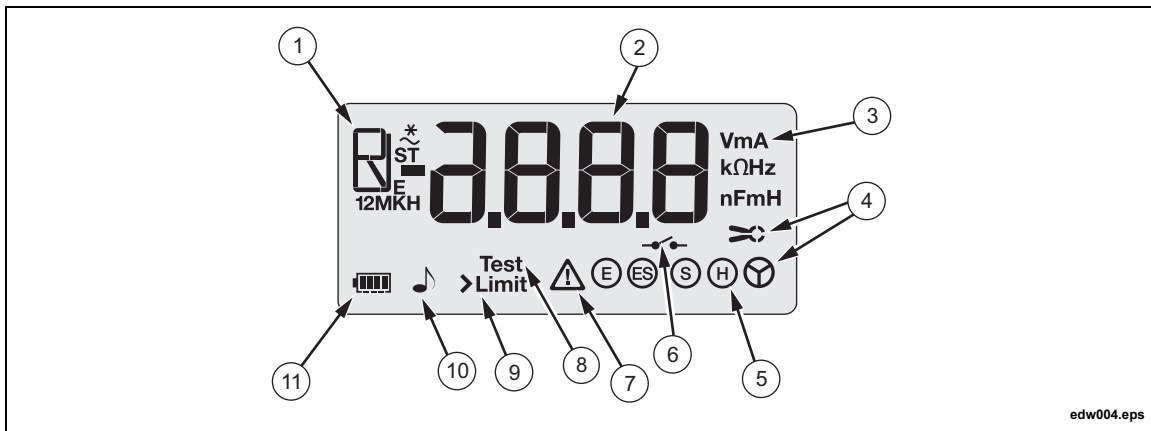
egx006.eps

Nr.	Beschreibung
①	Drehschalter zum Auswählen der Messfunktion und zum Ein-/Aussschalten
②	Taste START TEST zum Starten der ausgewählten Messfunktion
③	Taste DISPLAY MENU zum Auswählen der Einstellung oder Anzeigen der Testdaten
④	Taste CHANGE ITEM zum Ändern des ausgewählten Einstellwerts
⑤	Taste SELECT zum Bestätigen des Einstellwerts
⑥	Flüssigkristallanzeige (LCD)
⑦	Anschluss „H/C2“ für Hilfs-Erdelektrode (4 mm \varnothing)
⑧	Anschluss „S/P2“ für Sonde (4 mm \varnothing)
⑨	Anschluss  für abtastende Stromzange
⑩	Anschluss „ES/P1“ für Erdelektroden-sonde (4 mm \varnothing)
⑪	Anschluss „E/C1“ für die zu messende Erd-/Masselektrode (4 mm \varnothing)
⑫	USB-Anschluss Typ B
⑬	Batteriefach für 6 Alkali-Batterien (Typ AA, LR6)
⑭	Befestigungsschrauben für das Batteriefach

Anzeige

Das Display ist eine 4-stellige Flüssigkristallanzeige (2999 Digit) mit 7 Segmenten (Tabelle 4).

Tabelle 4. Anzeigeelemente



edw004.eps

Nr.	Beschreibung	
①	Prüftyp	
	U _{ST}	Störspannung (AC + DC)
	F _{ST}	Frequenz der Störspannung
	F _M	Frequenz der Messspannung
	U _M	Messspannungsgrenze 20/48 V
	R _E	Erdungswiderstand
	R _H	Hilfserderwiderstand
	R _S	Sondenwiderstand
	R _K	Kompensationswiderstand
	R _{1, R2}	Niederohmmessung mit Polaritätsangabe
	R _~	AC- Widerstand
	R [*]	Erdungsimpedanz (Messfrequenz 55 Hz)
	②	Messung
③	Maßeinheit: V, Ω, kΩ, Hz	
Symbolerklärung		
④	Stromwandlerbuchsenenerkennung	
⑤	Buchsenenerkennung	
⑥	Messkreis (E-S, E-H) unterbrochen oder instabiler Messwert	
⑦	Fehler	
⑧	Messablauf im Gange	
⑨	Grenzwert/Grenzwert überschritten	
⑩	Warnung für überschrittenen Grenzwert	
⑪	Batteriespannungsanzeiger	

Tabelle 5 zeigt, was bei der Bedienung des Erdungsmessers auf dem Display angezeigt wird.

Tabelle 5. Anzeigebeschreibungen

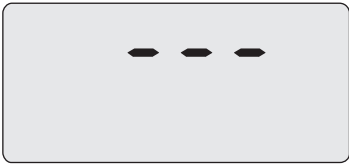



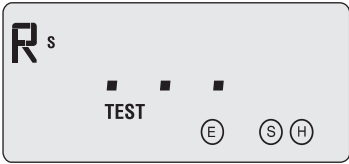
Funktion	Anzeige	Bedingung	Hinweis
Vor START	 edw027.eps	Standby-Schaltung zur Reduktion des Stromverbrauchs	Drehschalter drehen oder Taste drücken. Alle Messwerte bleiben erhalten.
	 edw028.eps	Messleitungsanschluss fehlt oder fehlerhaft.	Alle Messfunktionen außer Spannungsmessung sind gesperrt.
	 edw030.eps	Summer ein.	Akustische Meldung bei Grenzwertüberschreitung.
	 edw031.eps	Gefährliche Wechselspannung > 50 V	Alle Messfunktionen außer Spannungsmessung sind gesperrt.
Nach START	 edw034.eps	Sondenwiderstand wird gemessen.	Messung abwarten.

Tabelle 5. Anzeigebeschreibungen (Forts.)

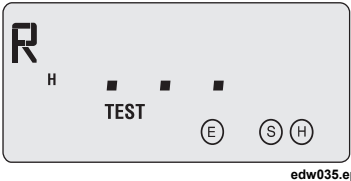
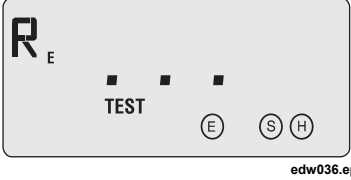
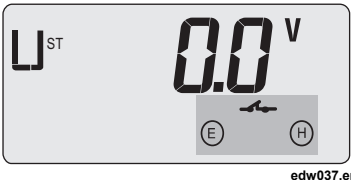

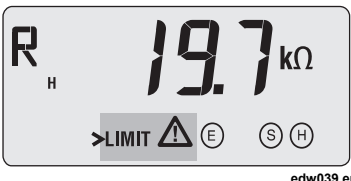


Funktion	Anzeige	Bedingung	Hinweis
		Hilfserderwiderstand wird gemessen.	Messung abwarten.
		Erdungswiderstand wird gemessen.	Messung abwarten.
		Messkreis Hilfs-Erdelektrode unterbrochen.	Anschlüsse an Erdspieße prüfen, Messleitung u. U. defekt.
		Messkreis Erder-Sondenerder unterbrochen.	Anschlüsse an Erdspieße prüfen, Messleitung u. U. defekt.
		Messfehlerüberschreitung wegen zu hohem Sonden- oder Hilfserder-Widerstand.	Abhilfe: Erdreich befeuchten oder zweiten Erdspieß parallel schalten.
Nach START		Messbereich überschritten.	Messwert größer als 300 kΩ.
		Messwertanzeige mit LIMIT-Überschreitung.	Messwert größer als gesetztes LIMIT.

Tabelle 5. Anzeigebeschreibungen (Forts.)

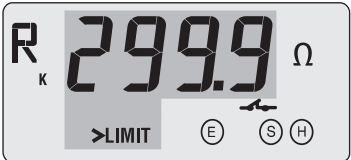



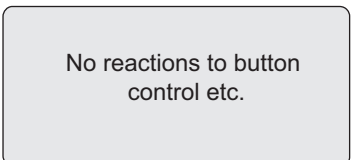
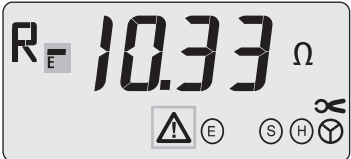
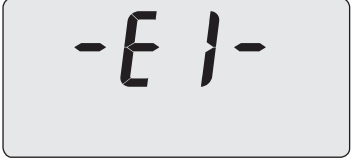
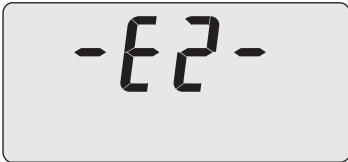
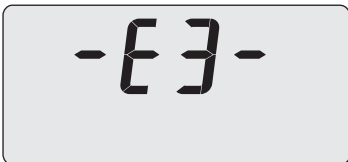
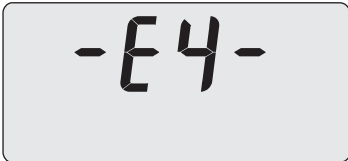
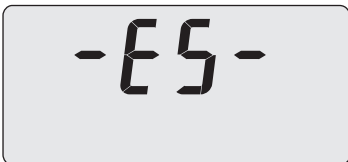
Funktion	Anzeige	Bedingung	Hinweis
	 <p>edw042.eps</p>	Kompensation größer als Messwert.	Kompensation löschen oder Messgerät ON/OFF schalten.
	 <p>edw043.eps</p>	Buchsen E und ES verpolt.	Polarität umkehren.
	 <p>edw044.eps</p>	Messwert instabil.	Unstetige Störspannung. Abhilfe: Messwertmittelung.
	 <p>edw045.eps</p>	Strom im externen Wandler zu niedrig.	Hilfserderwiderstand verringern.
	 <p>edw046.eps</p>	Betrieb unter fehlerhaften Bedingungen.	Batterien prüfen. ON/OFF schalten; falls nach wie vor fehlerhaft Service verständigen.
Nach START	 <p>edw047.eps</p>	Stromzange falsch orientiert oder „Aufwärts“-Strom.	Zange umdrehen.
	 <p>edw048.eps</p>	Prüfsumme EE PROM inkorrekt.	

Tabelle 5. Anzeigebeschreibungen (Forts.)

Funktion	Anzeige	Bedingung	Hinweis
	 edw049.eps	Hardwarefehlfunktion (z. B. Überlastung durch zu hohen Strom).	ON/OFF schalten, falls nach wie vor fehlerhaft. Das Symbol erscheint u. U. bei Verwendung der spießlosen Messung auf niederohmigen Kreisen.
	 edw050.eps	EE PROM Speicher-Zugriffsfehler.	Service verständigen.
	 edw051.eps	Interner Rechenfehler.	
	 edw052.eps	Thermische Überlastung.	Gut auskühlen lassen.

⚠ blinkt auf Display

Setup

Batterien

Hinweis

Akkus können verwendet werden, müssen jedoch außerhalb des Messgerätes aufgeladen werden. Die Anzahl Messungen, die mit diesen Zellen typisch gemacht werden können, unterscheidet sich von der der Alkalizellen.

Dieser Erdungsmesser ist mit 6 Stk. 1,5-V-Batterien IEC LR6 oder Typ AA ausgestattet. Die Batterien austauschen oder aufladen, wenn die Batteriespannungsanzeige nur noch 1 oder 0 Balken aufweist.

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.

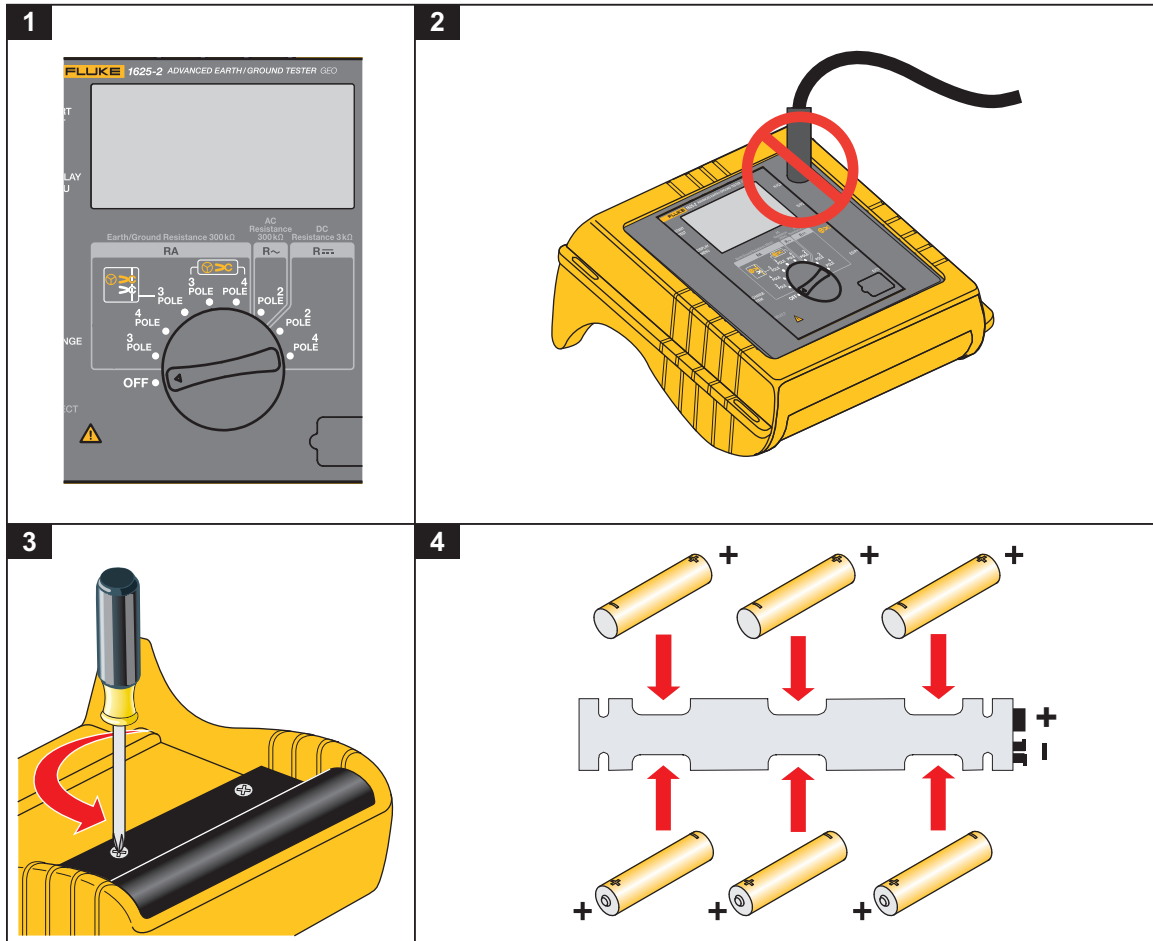


Abbildung 2. Einlegen der Batterien

edw070.eps

⚠️ ⚠️ 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.

Beschreibung der Funktionen

Die Auswahl der Funktionen erfolgt mittels Zentralschalter. Mit vier Tasten lassen sich Messungen starten, ergänzende Messwerte anzeigen und Spezialfunktionen auswählen. Weitere Informationen finden Sie in Tabelle 6.

Die Messwerte werden in einer Flüssigkristallanzeige mit Einheit angezeigt. Zusätzliche Sonderzeichen zeigen Messfunktion, Betriebszustand und Fehlermeldungen an.

Der Erdungsmesser umfasst diese Messfunktionen:

- **Störspannung (U_{ST})** Vollweggleichrichtung für DC und AC. Bei Überschreiten der Grenzwerte wird keine Messung gestartet.
- **Störfrequenz (F_{ST})** Bei Störspannungen >1 V wird deren Frequenz aus der Periodendauer abgeleitet.
- **Erdungswiderstand (R_E)** Der Erdungswiderstand wird durch eine Strom und Spannungsmessung 3-polig 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. 55 Hz in Funktion R*.
- **Selektive Erdermessung (R_E
⌘)** Messung eines einzelnen Erders in einem vermaschten (parallelgeschalteten) Erdersystem. Der durch den zu messenden Einzelerder fließende Strom wird dazu mit einem externen Stromwandler gemessen.
- **Widerstand (R_{\sim})** Der Widerstand wird durch eine Strom und Spannungsmessung 2-polig ermittelt. Die Messspannung ist eine Rechteck-Wechselspannung mit 20 V und einer Frequenz von 94, 105, 111 oder 128 Hz. Die Frequenz kann manuell oder automatisch (AFC) gewählt werden.
- **Geringer Widerstand (R_{\sim})** Der Widerstand wird durch eine Gleichstrom-Spannungsmessung ermittelt. Es kann sowohl 2-polig als auch 4-polig gemessen werden. Der Kurzschlussstrom ist > 200 mA. Der Widerstand wird in beiden Stromrichtungen ermittelt und gespeichert.
- **Prüfung auf richtigen Messanschluss** Der Erdungsmesser prüft, ob die Messleitung gemäß der eingestellten Funktion korrekt über isolierte zweigeteilte Kontakte, im Innern der einzelnen 4-mm-Eingangsbuchsen (Bananenstecker), im Verbindung mit Detektionsschaltung angeschlossen ist. Ein falscher oder fehlender Anschluss wird optisch und akustisch signalisiert.
- **Signalgeber** Der integrierte Signalgeber hat zwei Funktionen:
 - Senden der Meldung einer Überschreitung der eingestellten Grenzwerte.
 - Zeigt gefährlichen Zustand oder falsche Bedienung an.
- **Batteriespannungsanzeiger** Ein 4-stufiger Batteriespannungsanzeiger informiert über den Ladezustand.

Betrieb

Warnung

Zur Vermeidung von Stromschlag, Brand oder Verletzungen darf das Gerät nur an potentialfreien Systemen verwendet werden.

1. Messfunktion mit dem Zentralschalter einstellen.
2. Die Messleitungen an das Gerät anschließen.
3. Messung mit der Taste START TEST auslösen.
4. Messwert ablesen.

Erweiterte Funktionen

Power On Funktionen

Während des Einschaltens des Messgerätes mittels Zentralschalter ist es möglich, durch Tastenkombinationen besondere Betriebszustände zu erreichen:

a) Standardmodus

Wird das Gerät ohne weitere Tastenbetätigung in Betrieb genommen, schaltet es sich ca. 50 Sekunden nach Beendigung einer Messung bzw. letztem Tastendruck oder Schalterdrehen in einen Batteriesparzustand (Standby-Anzeige „---“). Drücken der Taste DISPLAY MENU aktiviert das Messgerät wieder, die „alten“ Messwerte sind wieder abrufbar. Nach 50 Minuten Standby erlischt das Display ganz. Das Messgerät ist durch Aus-/Einschalten wieder in Betrieb zu nehmen.

b) Standby deaktivieren

Gleichzeitiges Drücken der beiden Tasten DISPLAY MENU und CHANGE ITEM während des Einschaltens verhindert das automatische Abschalten (Standby). Die Batteriesparschaltung wird durch ON/OFF mittels Zentralschalter reaktiviert.

Es können Parameter in Abhängigkeit von der gewählten Funktion dargestellt bzw. verändert werden. Siehe Tabelle 6.

Tabelle 6. Einstellschleifenparameter

Funktion	Parameter	Einstellbereich	Anmerkungen
RE 3-polig und RE 4-polig	U ST		nur Anzeige
	F ST		nur Anzeige
	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	
	UM	48 V/20 V	wählbar bis 20 V mit CODE
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	in Position RE nur 3-polig ^[1]
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	nur wenn mit CODE aktiviert
	♪ (Warnton)	Ein/Aus	wird mit CODE aktiviert
	R ^[1]	Ein/Aus	nur wenn mit CODE aktiviert
RE	U ST		nur Anzeige
	F ST		nur Anzeige
⊗	UM	48 V/20 V	wählbar bis 20 V mit CODE
und RE 4-polig ⊗	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	in Position RE nur 3-polig ^[1]
	I (Umsetzung)	80 ... 1.200	nur Anzeige
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	nur wenn mit CODE aktiviert
	♪ (Warnton)	Ein/Aus	nur wenn RE LIMIT mit CODE aktiviert
	R*	Ein/Aus	nur wenn mit CODE aktiviert
	U ST		nur Anzeige
R~	F ST		nur Anzeige
	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	
	R ~ LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	nur wenn mit CODE aktiviert
	♪ (Warnton)	Ein/Aus	nur wenn R ~ LIMIT mit CODE aktiviert
R... 2-polig und 4-polig	U ST		nur Anzeige
	F ST		nur Anzeige
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	
	R LIMIT	0,000 Ω ... 9.99 kΩ	nur wenn mit CODE aktiviert
	♪ (Warnton)	Ein/Aus	nur wenn R LIMIT mit CODE aktiviert
[1] Siehe Kompensation der Erderanschlussleitung.			

Messschleife

In diese Schleife gelangt man durch Drücken der Taste START TEST. Nach Loslassen von START TEST bleibt der letzte Messwert in der Anzeige. Durch wiederholtes Drücken der Taste DISPLAY können alle Zusatzwerte abgerufen werden. Unter- bzw. überschreitet ein Messwert den vorgegebenen Grenzwert, kann auch der Grenzwert (mit DISPLAY MENU) angezeigt werden. In diesem Fall wird der Messwert mit blinkendem LIMIT angezeigt, während der Grenzwert mit stetigem LIMIT-Symbol dargestellt wird.

In der Messschleife können keine Parameter verändert werden.

Weitere Möglichkeiten der Tastenbedienung:

Warnton (🔊) Schnellabschaltung über Taste DISPLAY (mit Umschaltung der Anzeige) bzw. über Taste CHANGE oder SELECT (ohne Umschaltung der Anzeige).

Prüfung es richtigen Messanschlusses (Buchsenzuordnung)

Es erfolgt automatisch die Überprüfung, ob die der Messung entsprechenden Eingangsbuchsen verwendet sind.

Die Anzeigesymbole     und   sind einer spezifischen Buchse zugeordnet, siehe Abbildung 4.

Aus der Art der Symboldarstellung kann auf die Richtigkeit der Buchsenbeschaltung folgendermaßen geschlossen werden:

- Buchse falsch beschaltet (oder fälschlicherweise nicht beschaltet): entsprechendes Symbol blinkt.
- Buchse richtig beschaltet: entsprechendes Symbol leuchtet
- Buchse ohne Beschaltung: entsprechendes Symbol erlischt.

Interferenz – Spannungs- und Frequenzmessung

Diese Messfunktion dient zur Erfassung eventuell vorhandener Störspannungen und deren Frequenzen. Sie ist automatisch in jeder Schalterposition vor dem Start einer Erdungs- oder Widerstandsmessung aktiv. Bei Überschreiten der festgelegten Grenzwerte, wird die Messung automatisch verhindert und die Störspannung als zu groß angezeigt. Die Frequenz einer Störspannung ist nur messbar, wenn der Pegel der Störspannung größer als 1 V ist.

Zentralschalter in gewünschte Position bringen, Messwert der Störspannung ablesen, mit DISPLAY Messwert der Störfrequenz zur Anzeige bringen.

Erdungswiderstandsmessung

Dieses Messgerät verfügt sowohl über eine Dreipol- als auch eine Vierpol-Widerstandsmessung, womit die Messung von Widerständen in Erdungsanlagen und des spezifischen Bodenwiderstandes bzw. geologischer Erdschichtungen möglich ist. Die unterschiedlichen Anwendungen werden in der Folge einzeln beschrieben. Als Spezialfunktion bietet das Messgerät eine Messung mit externem Stromwandler, womit die Messung von Einzelwiderstandszweigen in verketteten Netzwerken (z.B. Blitzschutz und Hochspannungsmasten mit Verseilung) ohne Auftrennen von Anlagenteilen möglich ist. Siehe Abbildung 3.

Um höchste Störunterdrückung bei den Messungen zu gewährleisten, verfügt dieses Messgerät über vier Messfrequenzen (94 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 128 Hz), welche bei Bedarf automatisch umgeschaltet werden (AFC - Automatic Frequency Control). Die entsprechende Messfrequenz mit der gemessen wurde, kann nach der Messung mit DISPLAY abgerufen und angezeigt werden. Darüber hinaus kann für Spezialfälle eine der 4 Messfrequenzen gewählt und fix eingestellt werden. In diesem Fall ist zur Stabilisierung der Anzeige eine Messung durch Halten der Taste START TEST bis zu einer Minute durchführbar.

Zur Bestimmung der Erdungsimpedanz (R^*) wird eine Messung nahe der Netzfrequenz (55 Hz) durchgeführt. Diese Messfrequenz wird automatisch bei Freigabe von R^* durch Benutzercode aktiviert.

Um das Messgerät im Auslieferungszustand möglichst einfach zu halten, sind sämtliche Spezialfunktionen, wie LIMIT-Eingabe, SUMMER-Programmierung und Erdungsimpedanzmessung (R^*), im Originalauslieferungszustand verriegelt. Sie können mit einem personalisierten Benutzercode aktiviert werden (siehe *Änderung aller Einstelldaten mit persönlichem CODE*).

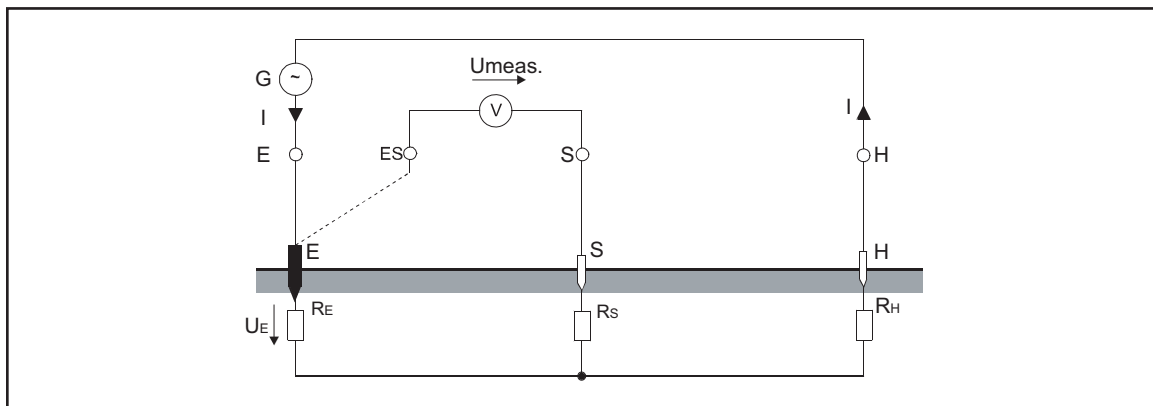


Abbildung 3. Verfahren für Erdungswiderstandsmessung

edw011.eps

Erdungswiderstandsmessung 3-polig/4-polig

Diese Messfunktion dient zur Messung der Erdungs- bzw. Erdausbreitungswiderstände von Einzelerdern, Fundamenterdern und sonstigen Erdersystemen, unter Verwendung zwei von Erdspeißern. Siehe Abbildung 4.

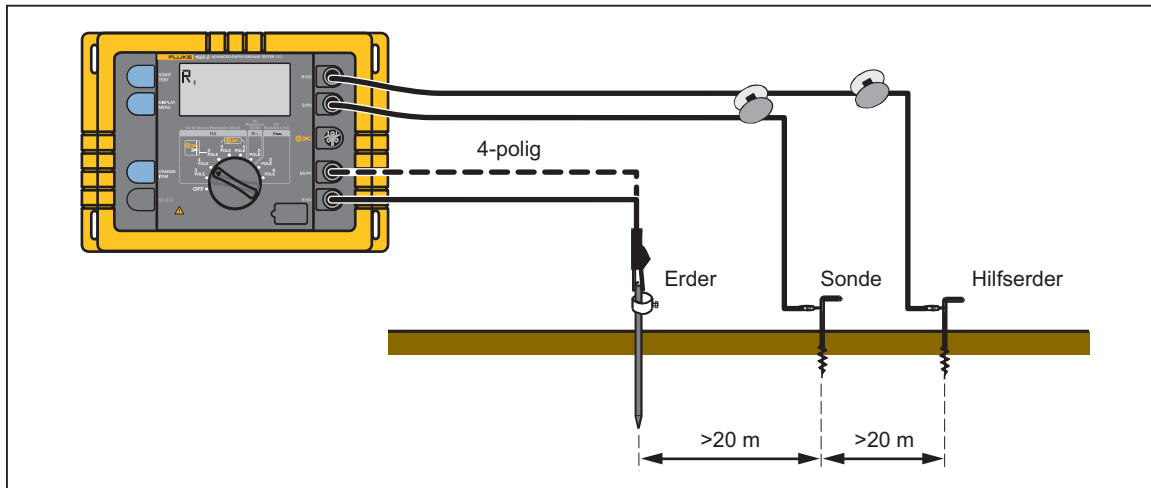


Abbildung 4. Erdungswiderstandsmessung 3-polig/4-polig – Verfahren

1. Den Zentralschalter in Position „ R_E 3pole“ oder „ R_E 4pole“ drehen.
Messgerät gemäß Skizze und gemäß Anzeigehinweisen im Display anschließen.
Blinkende Buchsensymbole E S S H oder >C verweisen auf einen unkorrekten oder nicht vollständigen Anschluss der Messleitungen.
2. Taste START TEST 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.
3. Gemessenen Wert R_E ablesen.
4. R_S und R_H mit DISPLAY abrufen.

Hinweise zum Setzen der Erdspeie:

Beim Setzen der Erdspeie für Sonde und Hilfserder ist darauf zu achten, dass sich die Sonde außerhalb der Spannungstrichter von Erder und Hilfserder befindet. In der Regel erreicht man das durch einen Abstand von >20 m zum Erder und den Erdspeien untereinander.

Eine Überprüfung auf Zuverlässigkeit der Resultate ist durch eine Messung und anschließendes Versetzen von Hilfserder 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 Hilfserder solange versetzt werden, bis der gemessene Wert R_E konstant bleibt.

Sonden- und Hilfserderleitungen sollten nicht zu nahe nebeneinander ausgelegt werden.

3-polige Messung mit längeren Erderanschlussleitungen

Als Erderanschlussleitung eine der als Zubehör erhältliche Kabelhaspeln verwenden. Diese vollständig abwickeln und den Leitungswiderstand, wie in *Kompensation der Erderanschlussleitung* beschrieben, kompensieren.

Messwertmittelung:

Wird nach einer Messung das Ergebnis mit der Warnung MEASURED VALUE UNSTABLE (siehe Tabelle 5) angezeigt, so liegen in den meisten Fällen starke Störeinflüsse, z. B. schwankende Störspannungen, vor. Um trotzdem verlässliche Messwerte zu erhalten, besteht die Möglichkeit einer Wertemittelung über eine längere Messzeit.

1. Eine Fixfrequenz auswählen (siehe *Einstellschleife*).
2. Die Taste START TEST gedrückt halten, bis die Warnung MEASURED VALUE UNSTABLE angezeigt wird. Die maximale Mittelungszeit beträgt ca. 1 Minute.

Messung von Einzelerderwiderständen in vermaschten Erdersystemen mit selektivem Stromzangenverfahren

Dieses zum Patent angemeldete Messverfahren dient zur Messung von Einzelerdern in fix-verdrahteten oder vermaschten Systemen (z. B. Blitzschutzanlage mit mehreren Abgängen oder Hochspannungsmasten mit Erdverseilung). Mit diesem speziellen Messverfahren besteht die Möglichkeit, durch Messung des tatsächlich durch den Erder fließenden Stroms mittels einer Stromzange (Zubehör) nur diesen Teilwiderstand selektiv zu messen. Siehe Abbildung 5. Zusätzlich anliegende Parallelwiderstände bleiben unberücksichtigt und verfälschen das Messergebnis nicht.

Das Abtrennen des Erders zur Messung ist daher nicht mehr notwendig.

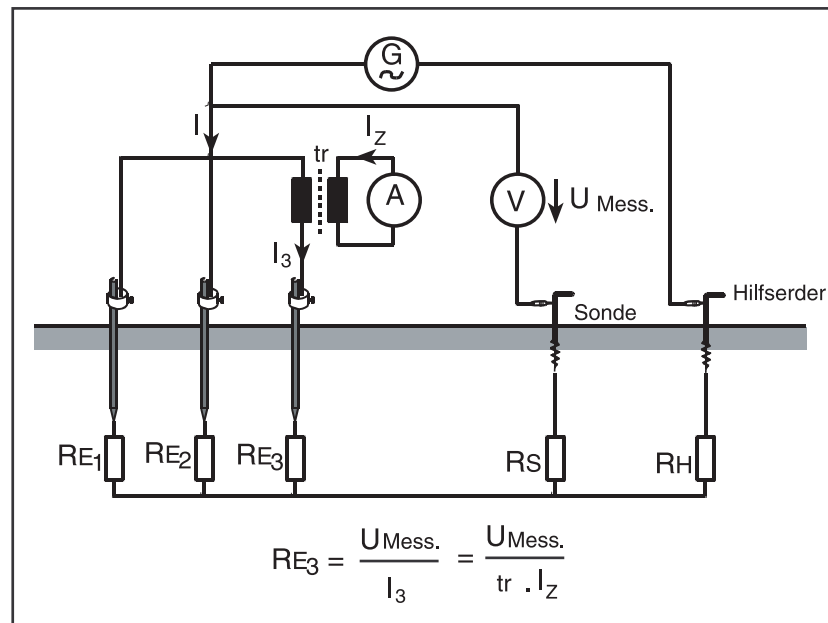


Abbildung 5. Messung von Einzelerderwiderständen in vermaschten Erdersystemen

egx014.eps

Fehler des Stromwandlers können wie unter *Fehlerkorrektur* beschrieben korrigiert werden.

Einzelerderwiderstandsmessung 3-polig/4-polig

Zentralschalter in Position „ >C RE 3pole“ bzw. „ >C RE 4pole“ drehen. Messgerät gemäß Abbildung 6 und Meldungen im Display anschließen.

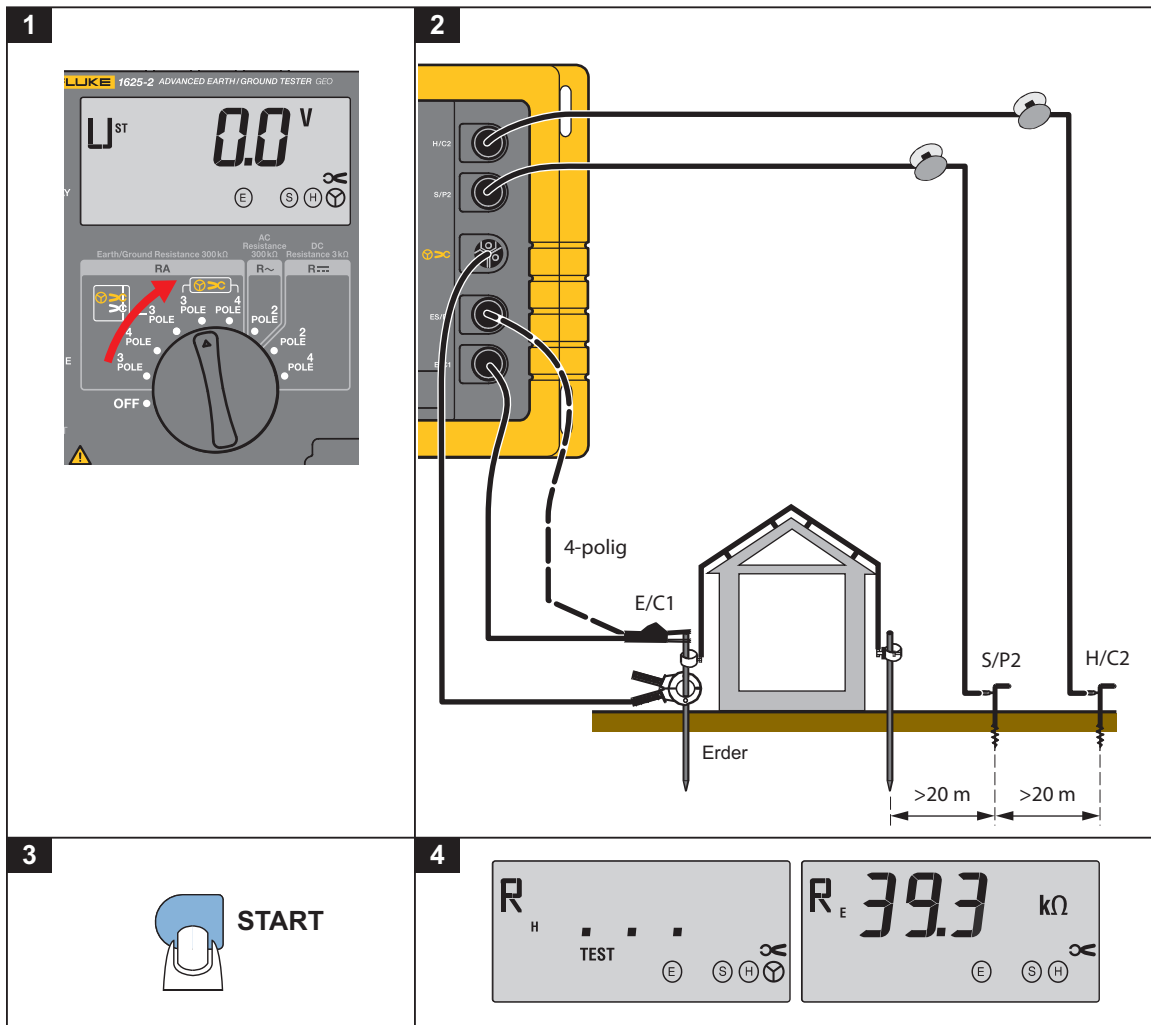


Abbildung 6. Einzelerderwiderstandsmessung 3-polig/4-polig

egx015.eps

Blinkende Buchsensymbole E S S H oder >C verweisen auf einen unkorrekten oder nicht vollständigen Anschluss der Messleitungen.

Zange über den zu messenden Erder anbringen.

Darauf achten, dass das im Messgerät eingestellte Zangenübersetzungsverhältnis dem der verwendeten Stromzange entspricht. Wenn nötig Einstellung ändern (siehe *Änderung aller Einstelldaten mit persönlichem CODE*).

Hinweis

Das werkseitig voreingestellte Verhältnis ist korrekt für die EI162X-Stromzange.

Taste 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.

1. Gemessenen Wert R_E ablesen.
2. R_S und R_H mit DISPLAY abrufen.

Hinweise zum Setzen der Erdspeiße

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

Sonden- und Hilfserderleitungen sollten nicht zu nahe nebeneinander ausgelegt werden.

3-polige Messung mit längeren Erderanschlussleitungen

1. Als Erderanschlussleitung eine der als Zubehör erhältliche Kabelhaspeln verwenden.
2. Diese vollständig abwickeln und den Leitungswiderstand, wie in „Kompensation der Erderanschlussleitung“ beschrieben, kompensieren.

Messwertmittelung

Wird nach einer Messung das Ergebnis mit der Warnung MEASURED VALUE UNSTABLE (siehe Tabelle 5) angezeigt, so liegen in den meisten Fällen starke Störeinflüsse (z. B. schwankende Störspannungen) vor. Um verlässliche Messwerte zu erhalten, besteht die Möglichkeit einer Wertemittelung über eine längere Messzeit.

1. Eine Fixfrequenz auswählen (siehe *Einstellschleife*).
2. Die Taste START gedrückt halten, bis die Warnung MEASURED VALUE UNSTABLE angezeigt wird. Die maximale Mittelungszeit beträgt ca. 1 Minute.

Messungen an Hochspannungsmasten

Erdungswiderstandsmessung an Hochspannungsmasten ohne Abheben des Erdseils mit selektivem Stromzangenverfahren

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 7.

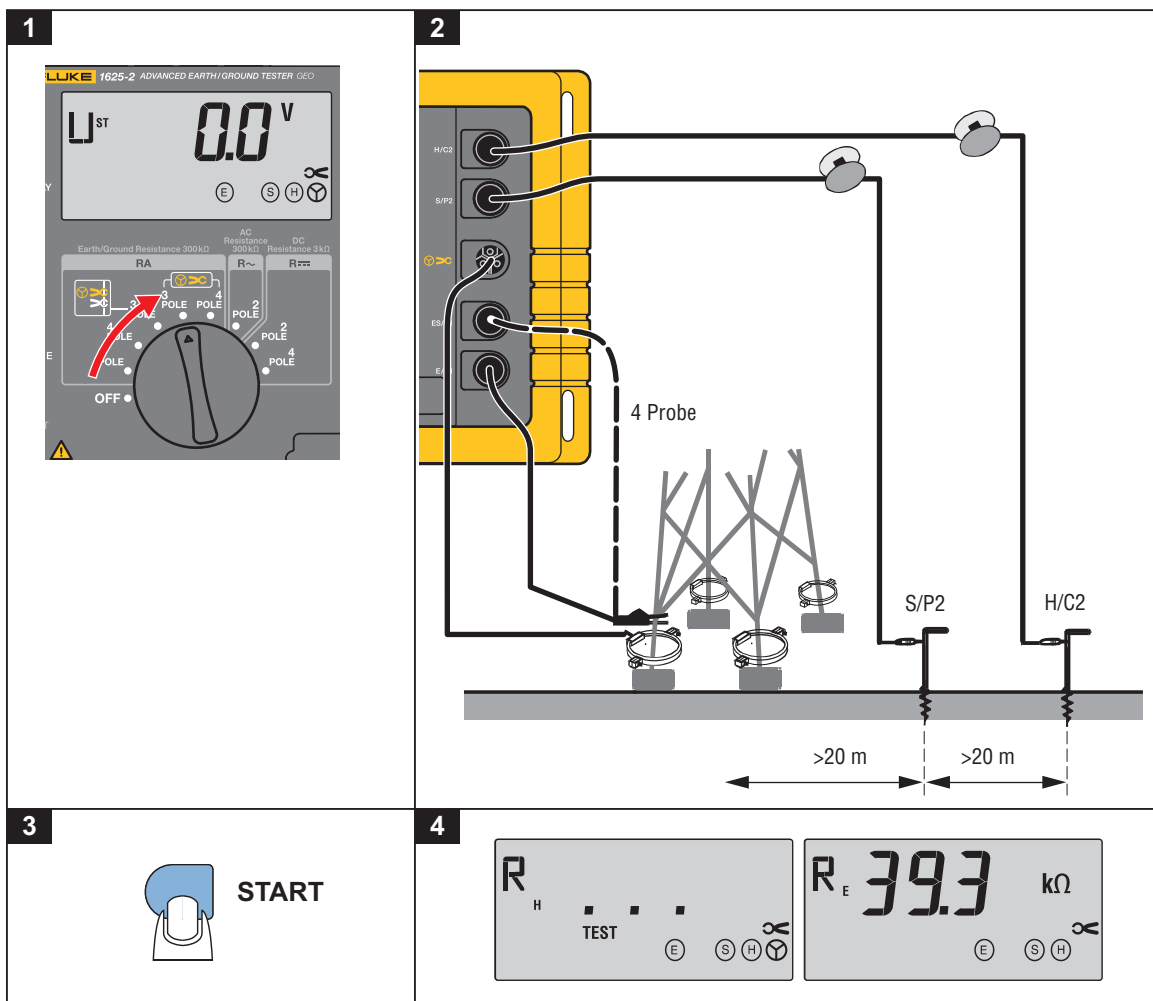


Abbildung 7. Erdungswiderstand ohne Abheben des Erdseils

edw016.eps

Da alle vier Mastfüße mit dem Fundament der Hochspannungsmast 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 Abbildung 7 und Meldungen im Display anschließen.

Blinkende Buchsensymbole $\text{E} \text{S} \text{S} \text{H}$ oder $\text{Y} > \text{C}$ weisen auf einen unkorrekten oder nicht vollständigen Anschluss der Messleitungen.

2. Stromwandler um den Mastfuß anbringen. Darauf achten, dass das im Messgerät eingestellte Übersetzungsverhältnis dem des Stromwandlers entspricht. Wenn nötig Einstellung ändern (siehe „Änderung aller Einstelldaten mit persönlichem CODE“).
3. Taste START TEST drücken.

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

4. Gemessenen Wert R_E ablesen.
5. R_S und R_H mit DISPLAY MENU abrufen.

Hinweise zum Setzen der Erdspeie:

Beim Setzen der Erdspeie für Sonde und Hilfserder ist darauf zu achten, dass sich die Sonde außerhalb der Spannungstrichter von Erder und Hilfserder befindet. In der Regel erreicht man das durch einen Abstand von >20 m zum Erder und den Erdspeien untereinander. Eine Überprüfung auf Zuverlässigkeit der Resultate ist durch eine Messung und anschließendes Versetzen von Hilfserder 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 Hilfserder solange versetzt werden, bis der gemessene Wert R_E konstant bleibt. Sonden- und Hilfserderleitungen sollten nicht zu nahe nebeneinander ausgelegt werden.

1. Stromwandler am nächsten Mastfuß anbringen.
2. Messvorgang wiederholen.

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

Sind für jeden Mastfuß die Werte vom R_{Ei} erfasst, wird der tatsächliche Erdwiderstand R_E berechnet:

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

Hinweis

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

Messwertmittelung:

Wird nach einer Messung das Ergebnis mit der Warnung MEASURED VALUE UNSTABLE (siehe Tabelle 5) angezeigt, so liegen in den meisten Fällen starke Störeinflüsse, z. B. schwankende Störspannungen, vor.

Um verlässliche Messwerte zu erhalten, besteht die Möglichkeit einer Wertemittelung über eine längere Messzeit:

1. Eine Fixfrequenz auswählen (siehe *Einstellschleife*).
2. Die Taste START TEST gedrückt halten, bis die Warnung MEASURED VALUE UNSTABLE angezeigt wird. Die maximale Mittelungszeit beträgt ca. 1 Minute.

Erdungsimpedanzmessung mit 55 Hz (R^*)

Für die Kurzschlussstromberechnung in Energieversorgungsanlagen ist die komplexe Erdungsimpedanz maßgebend. Ihre direkte Messung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

Phasenwinkel bei 50 Hz:	$30^\circ \dots 60^\circ$ induktiv
Hilfs-Erdelektrode (ohmsche):	$>100 \cdot Z_E$

Messvorgang:

Die Erdungsimpedanzmessung (R^*) ist nur möglich, wenn sie durch Eingabe eines persönlichen Benutzercodes freigegeben wurde (siehe „Änderung der Einstelldaten mit persönlichem Code“). Ist diese Funktion freigegeben, so wird in jeder Messung in den vier R_E -Positionen die Erdungsimpedanz R^* vor den anderen Messwerten angezeigt.

Anklemmbarer Wandler Fehlerkorrektur

Ergibt die Messung eines Erdungswiderstandes mit Stromzange einen deutlich anderen Wert als ohne Zange, so ist diese Abweichung auf Toleranzen der Stromzange zurückzuführen. Dieser Fehler kann dadurch korrigiert werden, indem die Einstellung des Zangenübersetzungsverhältnisses (Grundeinstellung 1000:1) vom Nennübersetzungsverhältnis abweichend gewählt wird. Diese Korrektur gilt für jenen Bereich des Zangenstromes, bei dem sie vorgenommen wird. Für andere Bereiche kann eine unterschiedliche Korrektur notwendig sein.

1. Einen niederohmigen Widerstand (etwa 1 Ohm – in der Größenordnung des zu korrigierenden Wertes) entsprechend der Abbildung 8 anschließen.

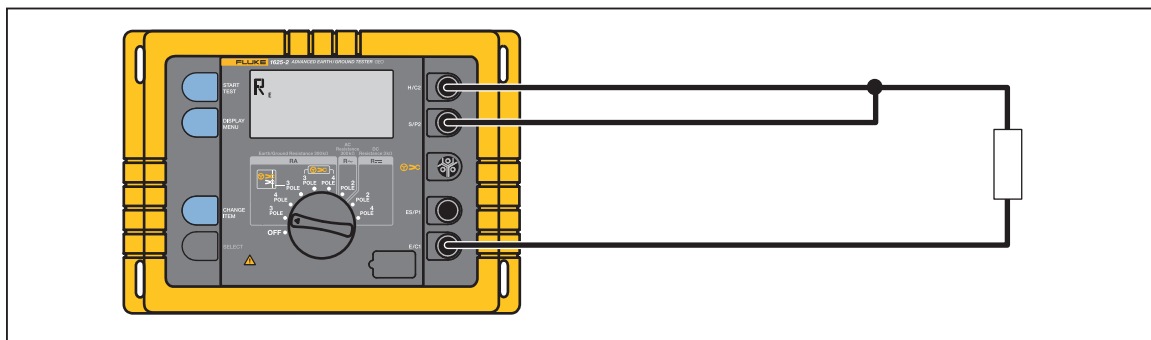


Abbildung 8. Korrektur von Fehlern des anklemmbaren Wandlers

edw017.eps

2. Den Zentralschalter in Position „ $\rightarrow C R_E$ 3pole“ drehen.

3. Die Taste START TEST drücken und den Wert von R_E notieren.
4. Dann die Stromzange anschließen. Siehe Abbildung 9.

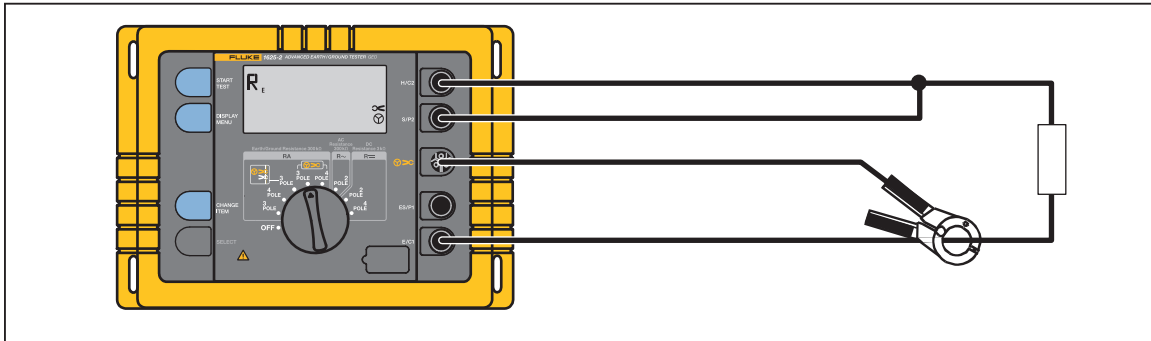


Abbildung 9. Anschluss des anklemmbaren Wandlers

edw018.eps

5. Den Zentralschalter in Position „>C RE 3pole“ drehen.
6. Taste START TEST drücken.

Weicht der so ermittelte R_E um mehr als 5 % vom ohne Zange ermittelten R_E ab, das Zangenübersetzungsverhältnis (tr) wie folgt ändern:

$$tr_{new} = tr_{old} \times \frac{R_E(\text{withclip} - \text{ontransformer})}{R_E(\text{withoutclip} - \text{onTransformer})}$$

Beispiel:

Der anklemmbare Wandler hat ein Übersetzungsverhältnis von $tr = 1000:1$. Die Messung ohne anklemmbaren Wandler ergibt den Wert $R_E = 0,983 \Omega$. Mit einem anklemmbaren Wandler wird der Wert $R_E = 1,175 \Omega$ gemessen.

Die Abweichung beträgt somit $(1,175 - 0,983) \Omega = +0,192 \Omega$, dies ist bezogen auf $R_E = 0,983 \Omega$ ein prozentualer Fehler von:

$$100\% \times \frac{0,192\Omega}{0,983\Omega} = +19,5\%$$

Das neu einzustellende Übersetzungsverhältnis errechnet sich mit:

$$tr_{new} = 1000 \times \frac{1,175}{0,983} = 1195$$

Kompensation der Erderanschlussleitung

Kann der Zuleitungswiderstand zum Eder nicht vernachlässigt werden, ist die Möglichkeit der Kompensation der Anschlussleitung zum Erder vorgesehen.

Messvorgang:

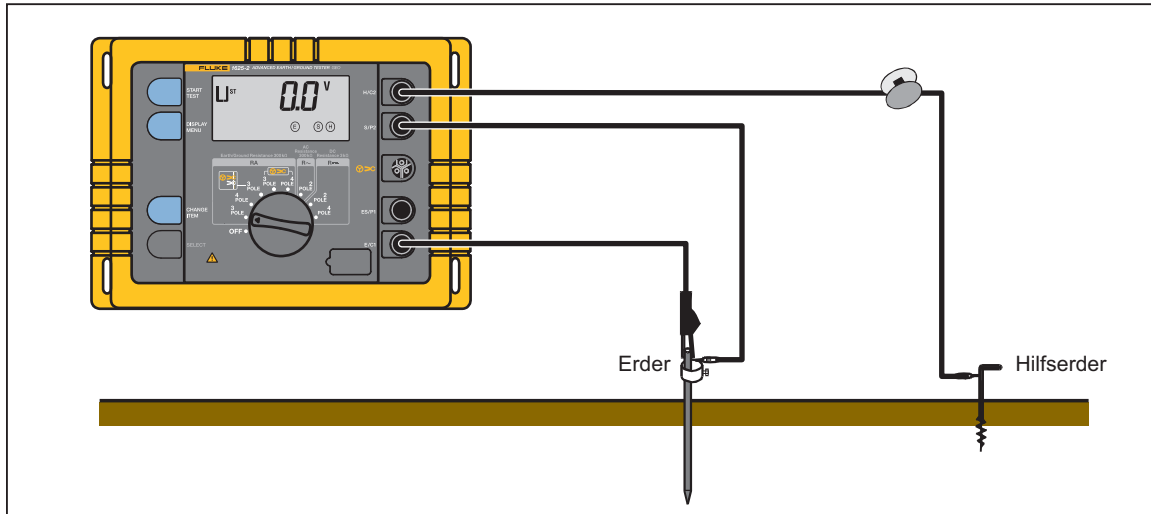


Abbildung 10. Kompensation der Erderanschlussleitung

egx019.eps

Durchführung einer Kompensation:

1. Den Zentralschalter in Position „R_E 3pole“ drehen.
2. Das Gerät gemäß Abbildung 10 anschließen.
3. Anzeige R_K mit der Taste DISPLAY MENU abrufen.
4. Mit der Taste START TEST die Kompensation implementieren.

Der Kompensationswiderstand ist nur solange ablesbar, solange die Taste START TEST gedrückt bleibt. Nach Loslassen von START TEST wird der Messwert gespeichert und das Messgerät kehrt in die Einstellroutine vor Beginn einer Messung zurück, sodass nachfolgend eine Erdungswiderstandsmessung durch Drücken von START durchgeführt werden kann. Bei den nächsten Widerstandsmessungen wird R_K vom tatsächlichen Messwert abgezogen.

Soll der Kompensationswert wieder auf die Grundeinstellung (0,000 Ω), gesetzt werden, ist der Kompensationsvorgang mit offen gelassener Messleitung zu implementieren oder der Schalter kurz in die nächste Position und zurück zu drehen.

Messung des spezifischen Erdwiderstandes

Der spezifische Erdwiderstand ist die geologisch, physikalische Größe, die zur Berechnung von Erdungsanlagen dient. Der in Abbildung 11 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).

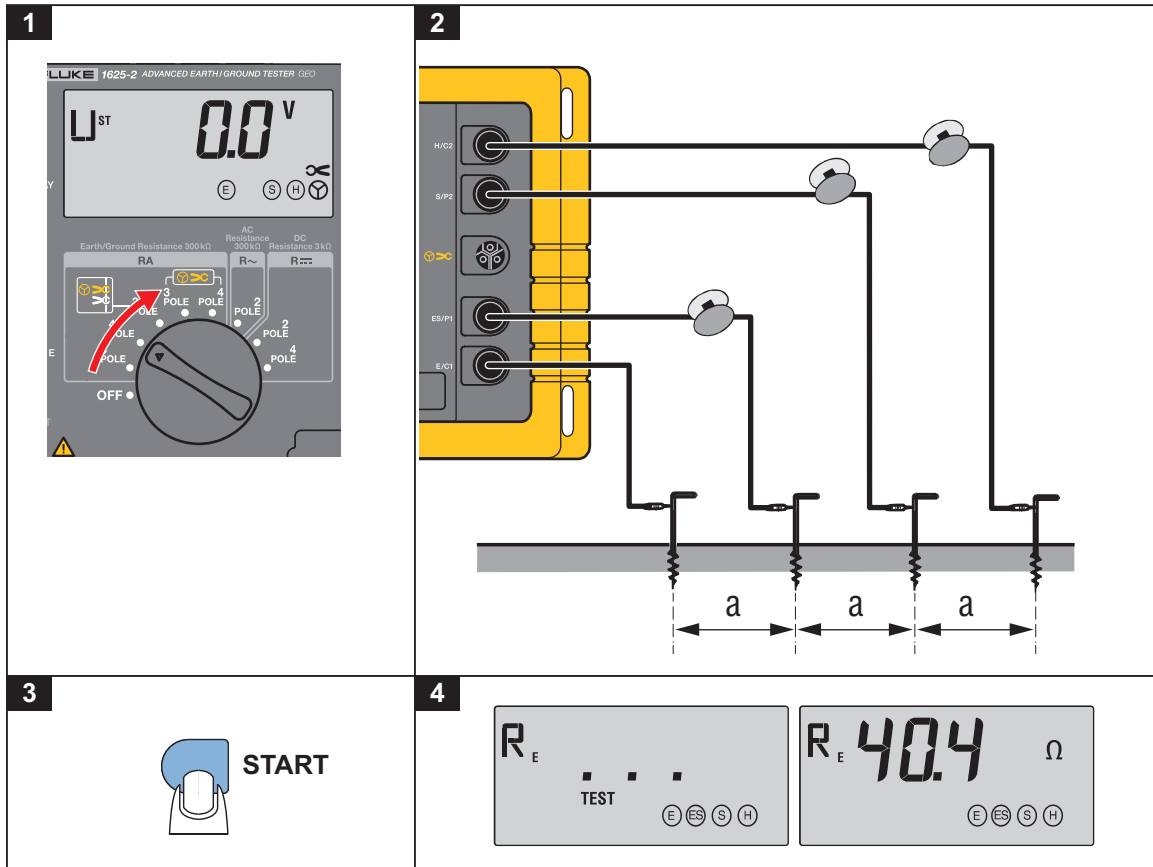


Abbildung 11. Messung des spezifischen Erdwiderstandes

edw020.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.
Blinkende Buchsensymbole $\text{E} \text{ S } \text{ S } \text{ H}$ oder $\text{Y} \text{ DC}$ verweisen auf einen unkorrekten oder nicht vollständigen Anschluss der Messleitungen.
3. Taste START TEST drücken.

4. Gemessenen Wert R_E ablesen.

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

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

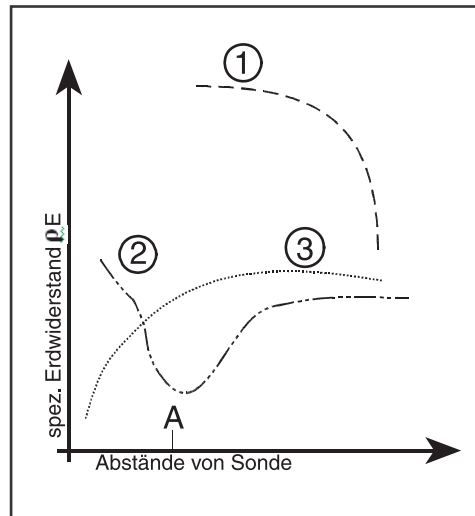
ρ_E mittlerer spez. Erdwiderstand ((Ω m))

R_E gemessener Widerstand ((Ω))

a Sondenabstand (m)

Die Messmethode von Wenner erfasst den spezifischen Erdwiderstand bis zu einer Tiefe, die ungefähr dem Abstand „a“ zweier Spieße entspricht. Vergrößert man den Abstand „a“, können tiefere Erdschichten miterfasst und der Boden auf Homogenität geprüft werden. Durch mehrfaches Verändern von „a“ kann ein Profil aufgenommen werden, 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.



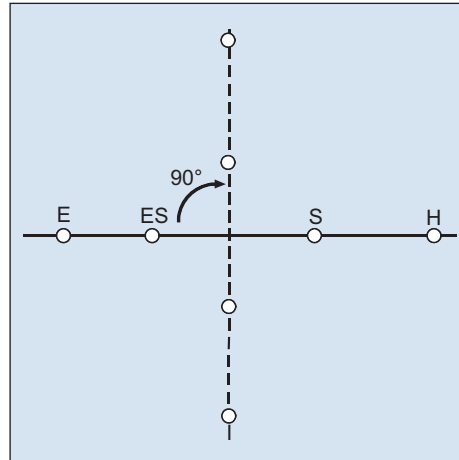
egx021.eps

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 Streifenleiter-Elektrode 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).

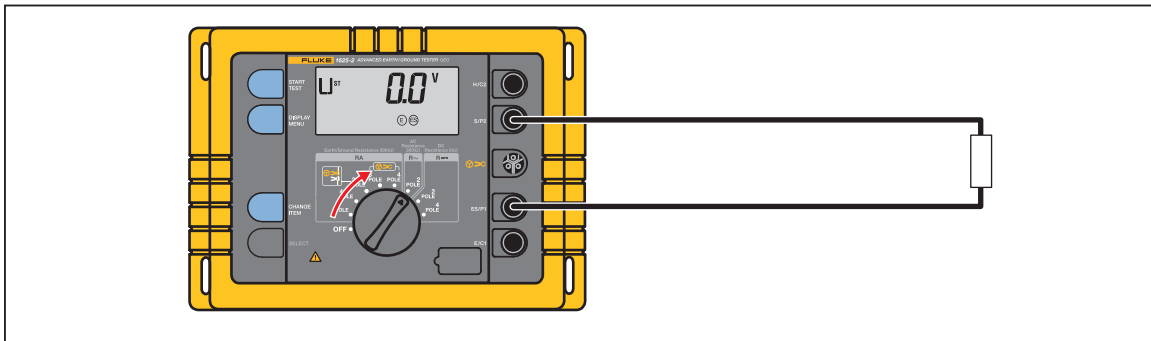


edw022.eps

Messung von Widerständen

Widerstandsmessung ($R\sim$)

Diese Messfunktion dient zur Bestimmung von ohmschen Widerständen zwischen 0.02Ω und $300 \text{ k}\Omega$. Die Messung erfolgt mit Wechselspannung. Für die Messungen sehr kleiner Widerstände ist eine Kompensation der Anschlussleitungen vorgesehen (siehe *Kompensation des Messleitungswiderstandes*).



edw023.eps

Abbildung 12. Widerstandsmessung ($R\sim$)

1. Zentralschalter in Position „ $R\sim$ “ drehen.
2. Das Gerät gemäß Abbildung 12 anschließen.

3. In diesem Zustand können mit DISPLAY MENU alle verfügbaren Einstellungen und LIMIT-Werte abgerufen und die Messfrequenz eingestellt werden.
4. Taste START TEST drücken.
5. Messwert ablesen.

Widerstandsmessung (R_{\rightarrow})

In dieser Messfunktion können Widerstände von 0.02Ω bis $3 \text{ k}\Omega$ mit Gleichspannung und automatisch umgeschalteter Polarität nach EN61557-5 gemessen werden.

Für höchste Genauigkeit ist eine 4-Pol-Messung möglich. Zum Abgleich von Verlängerungsleitungen eine Kompensation vorgesehen.

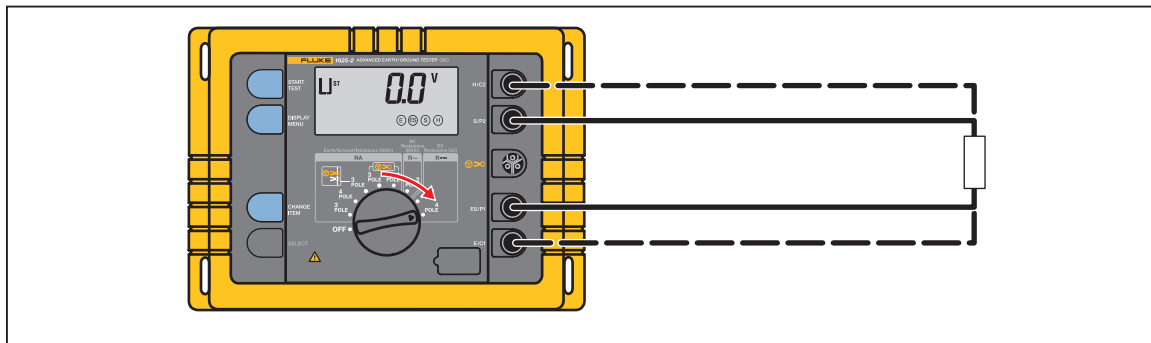


Abbildung 13. Widerstandsmessung (R_{\rightarrow})

edw024.eps

1. Das Gerät gemäß Abbildung 13 anschließen.
2. Zentralschalter in Position „ R_{\rightarrow} “ drehen.
3. In diesem Zustand können mit DISPLAY MENU alle verfügbaren Einstellungen und LIMIT-Werte abgerufen werden.

⚠⚠ Warnung

Vor Start der Messung ist die Anlage/der Prüfling spannungsfrei zu schalten. Bei einer externen Spannung $>3 \text{ V}$ beginnt die Messung nicht.

⚠⚠ Warnung

Bedingt durch den hohen Messstrom können bei induktiven Lasten möglicherweise lebensgefährliche Induktionsspannungen beim Unterbrechen des Messkreises auftreten.

- Messung mit der Taste START TEST auslösen. Zuerst wird „R1“ mit Plus-Spannung an der Klemme „E“ gemessen. Nach Loslassen der Taste START TEST wird „R2“ mit Minus an „E“ gemessen. Der jeweils größere Messwert wird zuerst dargestellt.
- Der zweite Messwert kann mit der Taste DISPLAY aufgerufen werden. Bei Überschreitung des eingestellten Grenzwertes (R LIMIT) kann der Grenzwert ebenfalls aufgerufen werden.

Kompensation des Messleitungswiderstandes

- Anzeige von R_K mit der Taste DISPLAY MENU anrufen.
- Messleitung gemäß Abbildung 14 kurzschließen.
- Taste START TEST drücken. Der Wert R_K wird nach dem Loslassen von START TEST abgespeichert, die Anzeige springt dabei wieder zur Spannungsmessung zurück. Bei den nächsten Widerstandsmessungen wird R_K vom tatsächlichen Messwert abgezogen. Durch Verdrehen des Zentralschalters wird der Leitungsabgleich wieder gelöscht.

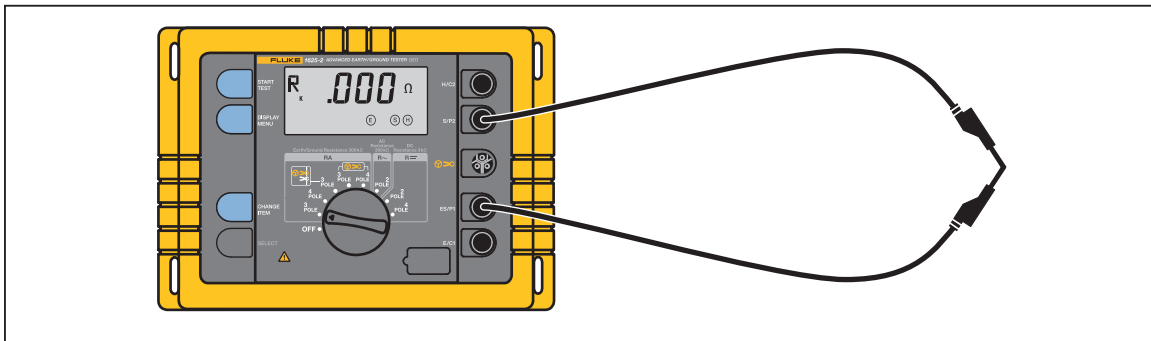


Abbildung 14. Kompensation des Messleitungswiderstandes

edw026.eps

Änderung aller Einstelldaten mit persönlichem CODE

Mit dieser Funktion können (FM, UM-LIMIT, LIMIT, Summer, Übersetzung, R*) Grenz- und Einstellwerte fest programmiert werden, sodass sie auch nach dem Ein-/Ausschalten erhalten bleiben. Das Erstellen eines benutzerspezifisch programmierten Messgerätes ist dadurch möglich.

Tabelle 7 zeigt die Einstellungen, die nur in den jeweiligen Funktionen vorgenommen werden können:

Tabelle 7. Einstelldaten

Funktion	Parameter	Einstellbereich	Standardvorgabewert
RE 3-polig und RE 4-polig	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	UM	48 V/20 V	48 V
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMIT	Ein/Aus	Aus
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	999 kΩ
	♪ (Warnton)	Ein/Aus	Aus
	R*	Ein/Aus	Aus
RE 3-polig ∞ und RE 4-polig ∞	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	UM	48 V/20 V	48 V
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	I (Umsetzung)	80 ... 1.200	1.000
	LIMIT	Ein/Aus	Aus
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	999 kΩ
	♪ (Warnton)	Ein/Aus	Aus
R*	Ein/Aus	Aus	
R~	FM	(AFC/94/105/111/128) Hz	AFC
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMIT	Ein/Aus	Aus
	R ~ LIMIT	0,000 Ω ... 999 kΩ	999 kΩ
	♪ (Warnton)	Ein/Aus	Aus
R=			
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMIT	Ein/Aus	Aus
	R LIMIT	0,000 Ω ... 9.99 kΩ	9,99 kΩ
	♪(Warnton)	Ein/Aus	Aus

Code speichern:

1. Alle 4 Tasten gleichzeitig drücken und Drehschalter aus der OFF-Position in die gewünschte Messfunktion stellen.

Es erscheint „C – – –“ in der Anzeige.

2. Jetzt die CODE-Nummer eingeben. Es kann eine beliebige dreistellige Nummer eingegeben werden.

Hinweis

Nachdem ein CODE eingegeben wurde, können alle später programmierten Werte nur nach Eingabe der CODE-Nummer geändert werden. Nachdem ein CODE eingegeben wurde, kann er nur dann gelöscht oder geändert werden, wenn er bekannt ist. Den persönlichen CODE unbedingt notieren und an einem sicheren Ort aufbewahren.

3. Die Eingabe erfolgt über die Tasten CHANGE ITEM und SELECT.
4. Durch Drücken der Taste DISPLAY wird die Eingabe abgeschlossen.
Der CODE ist nun gespeichert und es erscheint „C ON“ in der Anzeige.
5. Wird die Anzeige „C ON“ mit DISPLAY MENU quittiert, so wird der erste Parameter der eingestellten Messfunktion angezeigt und kann mit CHANGE ITEM und SELECT verändert werden.
 - a. Der geänderte Wert wird mit der Taste DISPLAY abgespeichert.
 - b. Durch Drücken der Taste START TEST wird das Einstellprogramm verlassen.

Hinweis

Werden die Grenzwerte durch neue Vorschriften geändert, so müssen auch die Standardvorgabewerte im Speicher geändert werden um die Grenzwerte dem aktuellen Stand anzupassen.

Code löschen:

1. Alle 4 Tasten gleichzeitig drücken. Drehschalter aus der OFF-Position in eine beliebige Messfunktion stellen.

Es erscheint „C – – –“ in der Anzeige.

2. Jetzt die aktuelle CODE-Nummer eingeben.
3. Die Eingabe erfolgt über die Tasten CHANGE ITEM und SELECT. Durch Drücken der Taste DISPLAY wird die Eingabe abgeschlossen.

4. Es erscheint „C ON“ in der Anzeige. Im Zustand „C ON“ kann durch Betätigung der Taste CHANGE die CODE-Funktion ausgeschaltet werden. Es erscheint dann „C OFF“ in der Anzeige.
5. Wird diese Anzeige mit der Taste DISPLAY MENU quittiert, werden der Benutzercode und alle gespeicherten Einstellwerte gelöscht. Es sind dann wieder die ursprünglichen Standardvorgabewerte gespeichert.
6. Anschließend kann nun eine neue CODE-Nummer einprogrammiert und mit dieser neue Parameter gesetzt werden.

Gespeicherte Daten auf PC exportieren

Daten für alle Tests werden automatisch in einer .csv-Datei gespeichert. Tabelle 8 (Fortsetzung auf Seite 40) 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. 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 standardmäßigen PC-Tools verwenden, um die Datei an einen neuen Speicherort zu kopieren.

Tabelle 8. Beispielhafte .CSV-Datei für protokollierte Daten

Messung	Zeitstempel	Messmodus	Messspannung U _m	Messfrequenz F _m	Störspannung U _{st}
1	15. Okt. 2013 20:13:55	3-polig R _E	48 V	128 Hz	0.0 V
2	15. Okt. 2013 20:15:55	4-polig R _E	48 V	128 Hz	0.0 V
3	15. Okt. 2013 20:17:15	3-polig, selektiv	48 V	128 Hz	0.2 V
4	15. Okt. 2013 20:21:10	4-polig, selektiv	20 V	111 Hz	0.0 V
5	15. Okt. 2013 20:23:25	2-poliger AC-Widerstand	48 V	128 Hz	0.2 V
6	15. Okt. 2013 20:24:48	2-poliger DC-Widerstand	48 V	k. A.	0.2 V
7	10. Nov. 2013 20:24:48	4-poliger Widerstand	48 V	111 Hz	0.0 V
8	10. Nov. 2013 20:28:48	4-polig, selektiv	48 V	128 Hz	0.0 V

Tabelle 8. .CSV-Datei für protokollierte Daten (Forts.)

Messung	Störfrequenz Fst	Störstrom	Erdungs- impedanz 55 Hz R*	Erdwiderstand Re	AC-Widerstand R~	DC-Widerstand R1
1	0,0 Hz	k. A.	k. A.	1,022 Ω	k. A.	k. A.
2	0,0 Hz	k. A.	1,02 Ω	1,022 Ω	k. A.	k. A.
3	100,0 Hz	0,0 A	1,02 Ω	1,022 Ω	k. A.	k. A.
4	0,0 Hz	0,0 A	k. A.	1006 Ω	k. A.	k. A.
5	100,0 Hz	k. A.	n. v.	k. A.	1,022 Ω	k. A.
6	100,0 Hz	k. A.	n. v.	n. v.	k. A.	1,023 Ω
7	0,0 Hz	k. A.	n. v.	n. v.	n. v.	k. A.
8	0,0 Hz	0,0 A	k. A.	n. v.	n. v.	k. A.
Messung	DC-Widerstand R2	Sonden widerstand Rs	Hilfswiderstand Rh	Kompensations widerstand Rk	Übersetzungs verhältnis I	Fehlerstatus
1	entfällt	0,1 kΩ	0,1 kΩ	0,025 Ω	k. A.	k. A.
2	k. A.	0,1 kΩ	0,1 kΩ	k. A.	n. v.	k. A.
3	k. A.	0,1 kΩ	0,1 kΩ	0,075 Ω	1.000	k. A.
4	k. A.	0,1 kΩ	0,5 kΩ	k. A.	1.000	k. A.
5	k. A.	n. v.	k. A.	0,025 Ω	k. A.	k. A.
6	1,022 Ω	k. A.	k. A.	0,025 Ω	k. A.	k. A.
7	k. A.	n. v.	n. v.	n. v.	k. A.	E & H offen
8	k. A.	n. v.	n. v.	k. A.	1.000	Zange umdrehen

Gespeicherte Daten löschen

So werden im Erdungsmesser gespeicherte 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 standardmäßigen PC-Tools verwenden, um die Datei vom EGT-Laufwerk zu löschen, oder die Datei an einen neuen Speicherort verschieben.

Mit diesem Vorgang werden alle gespeicherten Daten vom Erdungsmesser gelöscht.

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 Haushaltspülmittel oder Spiritus verwenden. Keine aggressiven Reinigungsmittel und Lösungsmittel wie Trilene 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

Temperaturbereich	
Betrieb:	0 °C bis +35 °C (+32 °F bis +95 °F)
Lagerung:	-30 °C bis +60 °C (-22 °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
Messzeit:	6 Sekunden, typisch
Maximale Überlast:	250 V _{eff} (im Zusammenhang mit Missbrauch)
Batterien:	6 x 1,5 V, AA LR6 Alkaline
Batterielebensdauer:	>3.000 Messungen, typisch, RH + RE < 1 kOhm >6.000 Messungen, typisch, RH + RE > 10 kOhm
Abmessungen:	240 mm x 180 mm x 110 mm (9,5 x 7,1 x 4,4 Zoll)
Gewicht einschließlich Batterien:	1,52 kg (3,35 US-Pfund)
Speicher:	interner Speicher für bis zu 1.500 Datensätze abrufbar über USB-Anschluss

Störspannung DC + AC (U_{ST}) Messung

Messverfahren: Vollweggleichrichtung

Messbereich	Anzeigebereich	Auflösung	Frequenzbereich	Genauigkeit
1...50 V	0,0...50 V	0,1 V	DC/AC 45...400 Hz Sinus	± (5 % des Messwerts +5 Digit)

Messablauf:	ca. 4 Messungen/s
Innenwiderstand:	ca. 1,5 MΩ
Maximale Überlast:	U _{eff} = 250 V

Störfrequenz (F_{ST}) Messung

Messverfahren: Periodendauermessung der Störspannung

Messbereich	Anzeigebereich	Auflösung	Bereich	Genauigkeit
16,0 ... 400 Hz	16,0...299,9...999 Hz	0,1 ... 1 Hz	1 V ... 50 V	±(1 % vom Messwert +2 Digit)

Erdungswiderstand (R_E)

Messverfahren: Strom- und Spannungsmessung mit Sonde nach IEC61557-5

Leerlaufspannung: 20 / 48 V AC

Kurzschlussstrom: 250 mA AC

Messfrequenz: 94, 105, 111, 128 Hz manuell oder automatisch (AFC)
wählbar 55 Hz bei R*

Störspannungsunterdrückung: >120 dB (16 2/3, 50, 60, 400 Hz)

Maximale Überlast: U_{eff} = 250 V

Tabelle 9. Betriebsfehlerberechnung

Eigenfehler od. Einflussgröße	Referenzbedingungen od. spez. Betriebsbereich	Bezeichnung scode	Prüfanforderungen in Übereinstimmung mit den relevanten Teilen von IEC 1557	Prüfart
Eigenfehler	Referenzbedingungen	A	Teil 5, 6.1	R
Position	Referenzlage ±90°	E1	Teil 1, 4.2	R
Versorgungsspannung	Grenzwerte laut Hersteller	E2	Teil 1, 4.2, 4.3	R
Temperatur	0 °C und 35 °C	E3	Teil 1, 4.2	T
Serienstörspannung		E4	Teil 5, 4.2, 4.3	T
Sonden- und Hilfserderwiderstand	0 bis 100 x R _A aber ≤50 kΩ	E5	Teil 5, 4.3	T
Systemfrequenz	99 % bis 101 % der Nennfrequenz	E7	Teil 5, 4.3	T
Systemspannung	85 % bis 110 % der Nennspannung	E8	Teil 5, 4.3	T
Betriebsfehler	$B = \pm(A + 1,15 \sqrt{E_1^2 E_2^2 E_3^2 E_4^2 E_5^2 E_6^2 E_7^2 E_8^2})$		Teil 5, 4.3	R
A = Eigenabweichung E _n = Abweichungen R = Routinetest T = Typetest		$B[\%] = \pm \frac{B}{\text{fiducial value}} \times 100\%$		

Messbereich	Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit	Betriebsfehler
0,020 Ω...300 kΩ	0,001 Ω...2,999 Ω	0,001 Ω	± (2 % des Messwerts +2 Stellen)	± (5 % des Messwerts +5 Stellen)
	3,00 Ω...29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0 Ω...299,9 Ω	0,1 Ω		
	0,300 kΩ...2,999 kΩ	1 Ω		
	3,00 kΩ...29,99 kΩ	10 Ω		
	30,0 kΩ...299,9 kΩ	100 Ω		

Messzeit:

typisch 8 Sekunden mit Fixfrequenz

maximal 30 Sekunden mit AFC und vollem Durchlauf
aller MessfrequenzenZusatzfehler durch Sonden- und
Hilfserderwiderstand:

$$\frac{R_H(R_S + 2000\Omega)}{R_E} \times 1.25 \times 10^{-6}\% + 5 \text{ digits}$$


Messfehler von R_H und R_S:typisch 10 % des $R_E + R_S + R_H$

maximalen Sondenwiderstands:

≤1 M Ω

maximalen Hilfserderwiderstands:

≤1 M Ω

Ist nach der Messung von Sonden-, Hilfserder- und Erdungswiderstand aufgrund der Einflussverhältnisse ein Messfehler größer 30 % anzunehmen, so erscheint ein Warnsymbol  im Display sowie der Hinweis auf zu großen R_S oder R_H.

R _H mit U _{mess} = 48 V	R _H mit U _{mess} = 20 V	Auflösung
<300 Ω	<250 Ω	1 mΩ
<6 kΩ	<2,5 kΩ	10 mΩ
<60 kΩ	<25 kΩ	100 mΩ
<600 kΩ	<250 kΩ	1 Ω

Selektive Erdungswiderstandsmessung ($R_E \rightarrow C$)

Messverfahren:	Strom- und Spannungsmessung mit Sonde nach EN61557-5 und Messung des Stromes im Einzelweig mit zusätzlichem Stromwandler.
Leerlaufspannung:	20 / 48 V AC
Kurzschlussstrom:	250 mA AC
Messfrequenz:	94, 105, 111, 128 Hz manuell oder automatisch (AFC) wählbar, 55 Hz (R^*)
Störspannungsunterdrückung:	120 dB (16 2/3, 50, 60, 400 Hz)
Maximale Überlast:	maximale $U_{eff} = 250$ V

Messbereich	Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit ^[1]	Betriebsfehler ^[1]
0,020 Ω...30 kΩ	0,001...2,999 Ω	0,001 Ω	±(7 % des Messwerts +2 Digit)	±(10 % des Messwerts +5 Stellen)
	3,00...29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0...299,9 Ω	0,1 Ω		
	0,300...2,999 kΩ	1 Ω		
	3,00...29,99 kΩ	10 Ω		
[1] Mit empfohlenen Stromzangen/Stromwandlern.				

Zusatzfehler durch typischen Sonden- und Hilfsleiterwiderstand:

$$\frac{R_H (R_S + 2000\Omega)}{R_{ETOTAL}} \times 1.25 \times 10^{-6}\% + 5 \text{ digits}$$

Messfehler von R_H und R_S :

typisch 10 % der $R_{ETOTAL} + R_S + R_H$

Messzeit:

typisch 8 Sekunden bei gewählter Frequenz, maximal 30 Sekunden bei AFC und vollem Durchlauf aller Messfrequenzen.

Min. Strom im zu messenden

Einzelweig:

0.5 mA	mit Stromwandler (1000:1)
0.1 mA	mit Stromwandler (200:1)

Maximaler Störstrom durch

Stromwandler:

3 A	mit Stromwandler (1000:1)
-----	---------------------------

Widerstandsmessung (R-)

Messverfahren:	Strom- und Spannungsmessung
Messspannung:	20 V AC, Rechteck
Kurzschlussstrom:	>250 mA AC
Messfrequenz:	94, 105, 111, 128 Hz manuell oder automatisch gewählt (AFC)

Messbereich	Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit	Betriebsfehler
0,020 Ω...300 kΩ	0,001 Ω ... 2,999 Ω	0,001 Ω	±(2 % des Messwerts +2 Stellen)	±(5 % des Messwerts +5 Stellen)
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30 Ω ... 299,9 Ω	0,1 Ω		
	300 Ω ... 2999 Ω	1 Ω		
	3,0 kΩ ... 29,99 kΩ	10 Ω		
	30,0 kΩ ... 299,9 kΩ	100 Ω		

Messzeit:	typisch 6 Sekunden
Maximale Serienstörspannung	24 V, bei größeren Spannungen wird keine Messung gestartet
Maximale Überlast:	U_{eff} Maximum = 250 V

Widerstandsmessung (R=)

Leerlaufspannung:	20 V DC
Kurzschlussstrom:	200 mA DC
Messwertbildung:	Bei der 4-Pol-Messung an \textcircled{H} \textcircled{S} \textcircled{ES} können die Leitungen ohne Zusatzfehler verlängert werden. Widerstände >1 Ω in Leitung \textcircled{E} können Zusatzfehler 5 mΩ/Ω verursachen.

Messbereich	Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit	Betriebsfehler
0,020 Ω...3 kΩ	0,001 Ω ... 2,999 Ω	0,001 Ω	±(2 % des Messwerts +2 Stellen)	±(5 % des Messwerts +5 Stellen)
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0 Ω ... 299,9 Ω	0,1 Ω		
	300 Ω ... 2999 Ω	1 Ω		

Messablauf:	ca. 2 Messungen/s
Messzeit:	typisch 4 Sekunden, einschließlich Umkehrung der Polarität (2-polig oder 4-polig)
Maximale Serienstörspannung	≤3 V AC oder DC, bei größeren Spannungen wird keine Messung gestartet
Maximale Induktivität:	2 Henry
Maximale Überlast:	$U_{\text{eff}} = 250 \text{ V}$

Kompensation des Leitungswiderstands (R_K)

Kompensation des Leitungswiderstands (R_K) kann in Funktionen R_E 3-polig, R_E 3-polig DC , R_{\sim} und R_{\sim} 2-polig aktiviert werden.

Messwertbildung: $R_{\text{Anzeige}} = R_{\text{gemessen}} - R_{\text{kompensiert}}^*$

* Vorgabewert $R_K = 0,000 \Omega$, variabel im Bereich von $0,000 \dots 29,99 \Omega$ durch Messabgleich.

Spießlose Erdschleifenmessung ()

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

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

Messspannung:	$U_m = 48 \text{ V AC (primär)}$
Messfrequenz:	128 Hz
Stromrauschen (I_{ext}):	max $I_{\text{ext}} = 10 \text{ A (AC) (} R_a < 20 \Omega \text{)}$ max $I_{\text{ext}} = 2 \text{ A (AC) (} R_a > 20 \Omega \text{)}$

Die Informationen zu spießloser Erdschleifenmessungen sind nur gültig, wenn sie zusammen mit den empfohlenen Stromzangen bei minimal spezifiziertem Abstand verwendet werden.

