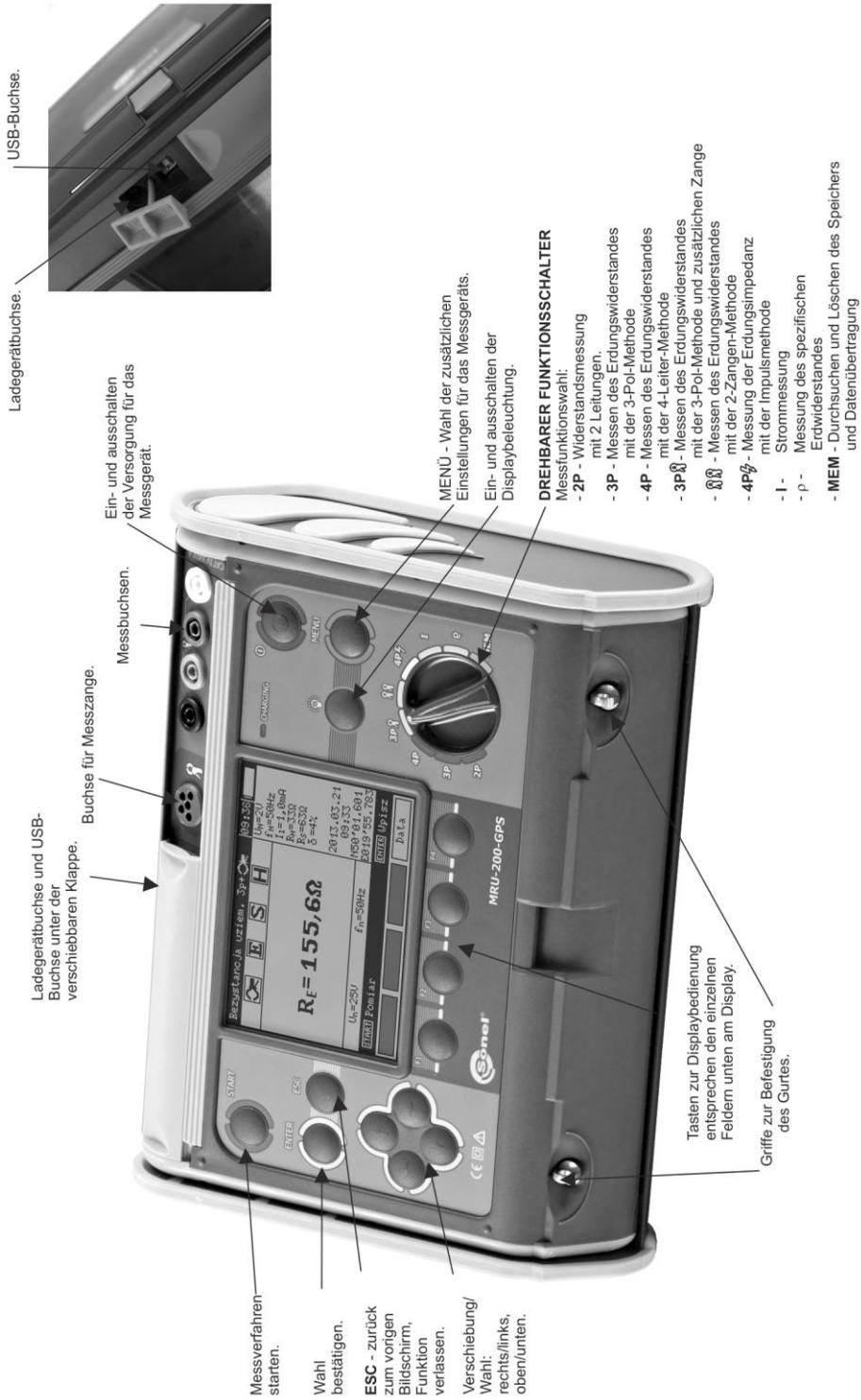


BEDIENUNGSANLEITUNG

ERDUNGSWIDERSTANDSMESSGERÄT

MRU-200 • MRU-200-GPS

MRU-200 / MRU-200-GPS



Ladegerätbuchse und USB-Buchse unter der verschiebbaren Klappe.

Ladegerätbuchse.

USB-Buchse.

Buchse für Messzange.

Ein- und ausschalten der Versorgung für das Messgerät.

Messbuchsen.

Messverfahren starten.

Wahl bestätigen.

ESC - zurück zum vorigen Bildschirm, Funktion verlassen.

Verschiebung/ Wahl: rechts/links, oben/unten.

MENÜ - Wahl der zusätzlichen Einstellungen für das Messgerät. Ein- und ausschalten der Displaybeleuchtung.

DREHBARER FUNKTIONSSCHALTER

- Messfunktionswahl:
- **2P** - Widerstandsmessung mit 2 Leitungen.
 - **3P** - Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode
 - **4P** - Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode
 - **3P/4** - Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlichen Zange
 - **3/4** - Messen des Erdungswiderstandes mit der 2-Zangen-Methode
 - **4P/3** - Messung der Erdungsimpedanz mit der Impulsstrommessung
 - **I** - Strommessung
 - **p** - Messung des spezifischen Erdwiderstandes
 - **MEM** - Durchsuchen und Löschen des Speichers und Datenübertragung

Tasten zur Displaybedienung entsprechen den einzelnen Feldern unten am Display.

Griffe zur Befestigung des Gurtcs.



BEDIENUNGSANLEITUNG

ERDUNGSWIDERSTANDSMESSGERÄT MRU-200 • MRU-200-GPS



**SONEL S. A.
Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polen**

Version 2.04 11.09.2023

Das Messgerät MRU-200 / MRU-200-GPS ist ein modernes, hochwertiges Messgerät, das leicht und sicher zu bedienen ist. Das Durchlesen der vorliegenden Anleitung ermöglicht jedoch, Messfehler zu vermeiden und eventuellen Problemen bei der Bedienung des Gerätes vorzubeugen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Sicherheit	5
2	Menü	6
2.1	Wireless Verbindung	6
2.2	MRU-200-GPS GPS Einstellungen	6
2.3	Messungseinstellungen	7
2.3.1	Netzfrequenz	7
2.3.2	Kalibrierung der Messzangen	8
2.3.3	Erdwiderstand Einstellungen	11
2.4	Messgeräteeinstellungen	12
2.4.1	LCD Kontrast	12
2.4.2	Hintergrundbeleuchtung	12
2.4.3	Einstellungen AUTO-OFF	12
2.4.4	Einstellungen der Anzeige	13
2.4.5	Datum und Zeit	13
2.4.6	Entladen der Akkus	13
2.4.7	Aktualisierung des Programms	14
2.5	Auswahl der Sprache	14
2.6	Informationen über den Hersteller	14
3	Messungen	15
3.1	Messung von Erd- u. Potentialausgleichsverbindungen (2P)	15
3.2	Kalibrierung der Messleitungen	17
3.2.1	Anschalten der autom. Nulleinstellung	17
3.2.2	Ausschalten der autom. Nulleinstellung	18
3.3	Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode (R_{E3P})	19
3.4	Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode (R_{E4P})	22
3.5	Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlichen Zange (R_{E3P+C})	25
3.6	Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und dem Adapter ERP-1 ($R_{E3P+ERP-1}$)	29
3.7	Messen des Erdungswiderstandes mit der 2-Zangen-Methode (2C)	33
3.8	Messung der Erdungsimpedanz mit der Impulsmethode ($R_{E4P \downarrow}$)	35
3.9	Strommessung (I)	39
3.10	Messung des spezifischen Erdwiderstandes (ρ)	40
4	Speicher	43
4.1	Abspeichern	43
4.2	Löschen des Speichers	44
4.3	Durchfahren des Speichers	45
5	Datenübertragung	46
5.1	Ausrüstungspaket für die Zusammenarbeit mit dem Computer	46
5.2	Datenübertragung mithilfe der USB-Verbindung	46
5.3	Datenübertragung mithilfe des Radio-Moduls Bluetooth	46
6	Stromversorgung des Messgerätes	48
6.1	Überwachung der Speisespannung	48
6.2	Akkuwechsel	48
6.3	Wechseln der Sicherung	49
6.4	Laden der Akkus	50

6.5	Entladen der Akkus	51
6.6	Allgemeine Regeln für die Verwendung von Nickel-Wasserstoff-Akkus (Ni-MH) ..	51
7	Reinigung und Wartung	52
8	Lagerung.....	52
9	Demontage und Entsorgung	52
10	Technische Daten	53
10.1	Hauptdaten	53
10.2	Sonstige technische Daten	55
10.3	Zusatzdaten	56
10.3.1	Einfluss der Reihenstörspannung auf die Widerstandsmessung für die Funktionen R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	56
10.3.2	Einfluss der Reihenstörspannung auf die Widerstandsmessung für die Funktion des Erdungswiderstandes (ρ)	56
10.3.3	Einfluss der Hilfselektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes für die Funktionen R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	56
10.3.4	Einfluss der Hilfselektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes für die Funktion des Erdungswiderstandes (ρ)	57
10.3.5	Einfluss der Hilfselektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes nach der Impulsmethode ($R_{E4P} \nabla$)	57
10.3.6	Einfluss des Störstroms auf das Messergebnis des Erdungswiderstandes mit einer zusätzlichen Zange (R_{E3P+C}).....	57
10.3.7	Einfluss des Störstromes auf die Erdungswiderstandsmessung mit 2-Zangen-Methode (2C).....	58
10.3.8	Einfluss des Verhältnisses des mit den Zangen gemessenen Widerstands der Abzweigungen mit mehrfacher Erdung zum resultierenden Widerstand (R_{E3P+C}).....	58
10.3.9	Zusätzliche Messunsicherheiten gem. IEC 61557-4 (2P)	58
10.3.10	Zusätzliche Messunsicherheiten gem. IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C})	58
11	Lage der Messgerätdeckel	59
12	Hersteller.....	59

1 Sicherheit

Das Gerät MRU-200 / MRU-200-GPS dient zur Durchführung von Messungen, deren Ergebnisse den Sicherheitsstand der Anlage bestimmen. Um in diesem Zusammenhang eine entsprechende Bedienung und Richtigkeit der erzielten Ergebnisse zu garantieren, sind folgende Empfehlungen einzuhalten:

- Vor Nutzungsbeginn muss man sich genauestens mit der Anleitung vertraut machen und die Sicherheitsvorschriften und Empfehlungen des Herstellers anwenden.
- Das Messgerät MRU-200 / MRU-200-GPS ist für Messungen des Erdungswiderstandes sowie Schutz- und Ausgleichsverbindungen, Resistanz von Grund und Boden und auch der Strommessung mit Zangen bestimmt. Jede andere als in dieser Anleitung angegebene Verwendungsart des Gerätes kann zu einer Beschädigung führen und eine ernsthafte Gefahrenquelle für den Nutzer sein.
- Das Gerät ist ausschließlich von entsprechend qualifizierten Personen, die auch die erforderlichen Berechtigungen für die Durchführung von Messungen in Elektroanlagen haben, zu bedienen. Die Handhabung des Messgerätes durch unbefugte Personen kann zu einer Beschädigung des Gerätes führen und eine ernsthafte Gefahrenquelle für den Nutzer sein.
- Der Gebrauch dieser Anleitung schließt die Notwendigkeit nicht aus, Arbeits- und Brandschutzvorschriften, die bei Arbeiten dieser Art erforderlich sind, zu beachten. Vor Beginn der Arbeiten mit dem Gerät unter Sonderbedingungen, z.B. in einem Bereich, in dem die Explisions- oder Brandgefahr besteht, ist es erforderlich, den Arbeitsschutzbeauftragten zu konsultieren.
- Unzulässig ist die Verwendung:
 - ⇒ eines Gerätes, das beschädigt und ganz oder teilweise nicht funktioniert,
 - ⇒ eines Gerätes, dessen Leitung eine beschädigte Isolierung hat,
 - ⇒ eines Gerätes, das zu lange unter schlechten Bedingungen (z.B. Feuchtigkeit) gelagert wurde. **Nach der Verlagerung des Prüfers aus einem kalten in ein warmes Umfeld mit hoher Feuchtigkeit sind bis zum Zeitpunkt (ca. 30 Minuten) der Erwärmung des Gerätes auf die Umgebungstemperatur keine Messungen durchzuführen.**
- Vor Beginn der Messung ist zu überprüfen, ob die Leitungen an die entsprechenden Messbuchsen angeschlossen sind.
- Es ist unzulässig, weder Messgeräte mit nicht verschlossener oder offener Batterieabdeckung (der Akkus) zu verwenden noch es aus anderen als in der vorliegenden Anleitung aufgeführt zu speisen.
- Die Eingänge des Messgerätes besitzen eine elektronische Überlastsicherung, z.B. auf Grund des zufälligen Anschlusses an das Elektroenergienetz:
 - für alle Kombinationen der Eingänge – bis zu 276 V über 30 Sekunden lang.
- Reparaturen dürfen nur von einem dazu autorisierten Servicedienst aufgeführt werden...
- Das Gerät erfüllt die Anforderungen der Standards EN 61010-1 und EN 61557-1, -4, -5.

Hinweis:

Der Hersteller behält sich das Recht vor, Änderungen bzgl. des Aussehens, der Ausrüstung und der technischen Daten des Messgerätes einzuführen.

2 Menü

Das Menü ist in jeder Position des Drehschalters zugänglich.

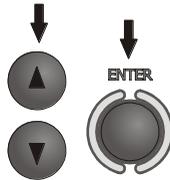
①



Taste **MENÜ** drücken.



②



Mit den Tasten ▲, ▼ die entsprechende Position wählen. Mit der Taste **ENTER** auf die gewählte Option gehen.

2.1 Wireless Verbindung

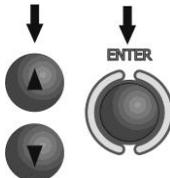
Sehe Kapitel 5.3.

2.2 **MRU-200-GPS** GPS Einstellungen

①



②



Mit den Tasten ▲, ▼ die GPS-Aktivierung bzw. Deaktivierung auswählen. Mit der Taste **ENTER** die Auswahl bestätigen.

Hinweise:

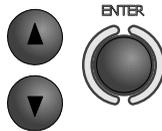
- Die GPS-Aktivierung bei der Messung der Resistanz (spezifischen Widerstandes) wird mit dem Symbol in der oberen linken Ecke des Displays angezeigt. Das blinkende Symbol zeigt an, dass Signal gesucht wird. Das Icon blinkt nicht mehr und leuchtet mit Dauerlicht, wenn das Satellitensignal gefunden wurde.

2.3 Messungseinstellungen

①



②



Mit den Tasten ▲, ▼ die entsprechende Position wählen. Mit der Taste **ENTER** auf die Ausgabe der gewählten Option gehen.

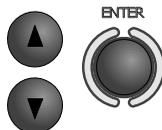
2.3.1 Netzfrequenz

Die Bestimmung der Netzfrequenz als Quelle potentieller Störungen ist unerlässlich für die Wahl der entsprechenden Frequenz des Messsignals. Nur die Messung mit einer richtig gewählten Frequenz des Messsignals gewährleistet eine optimale Filterung der Störungen. Das Messgerät eignet sich für eine Filterung von Störungen aus einem Netz von 16 2/3Hz, 50Hz, 60Hz und 400Hz. Das Gerät besitzt auch die Funktion der automatischen Bestimmung dieses Parameters (Einstellung der Netzfrequenz = AUTO), die auf den Ergebnissen der Messung der Störungsspannung basiert, die vor der Messung des Erdungswiderstandes ausgeführt wurde. Diese Funktion ist aktiv, wenn die Störungsspannung $U_N \geq 1V$. Im anderen Fall nimmt das Messgerät den zuletzt aus dem MENÜ gewählten Frequenzwert an.

①



②



Mit den Tasten ▲, ▼ die Frequenz wählen. Mit der Taste **ENTER** die Wahl bestätigen.

2.3.2 Kalibrierung der Messzangen

Die neue Messzangen für ein schon vorhandenes Messgerät dazu gekauft sind vor ihrem ersten Gebrauch zu kalibrieren. Man kann sie auch in regelmäßigen Abständen kalibrieren, um Alterungserscheinungen der Elemente für die Genauigkeit der Messung zu vermeiden. Diese Verfahrensweise ist auch dann auszuführen nach einem Wechsel der Zangen.

Kalibrierung von festen Zangen

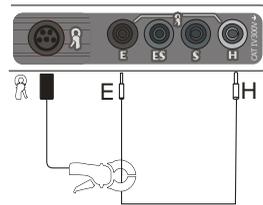
1



Nach dem Durchlesen der Eingangsinformation ist die Taste **ENTER** zu drücken.

2

Die Befehle auf dem nachstehenden Bildschirm sind auszuführen.



3

Nach gelungener Kalibrierung zeigt sich der nachstehende Bildschirm.



Das Messgerät bestimmte den Korrekturfaktor für die angeschlossenen Zangen. Dieser Faktor wird auch nach dem Ausschalten der Stromversorgung des Messgerätes gespeichert, und zwar bis zur nächsten erfolgreichen Kalibrierung der Zangen.

Kalibrierung von flexiblen Zangen (mit dem ERP-1-Adapter)

1



Nach dem Lesen der einführenden Information die Taste **ENTER** betätigen.

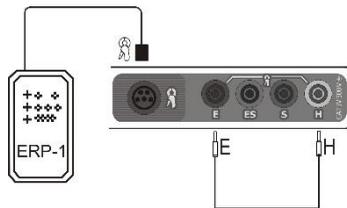
2

Entsprechend der Anweisung auf dem Display des Messgerätes die H- und F-Buchsen mit der Leitung zusammenschließen.



3

Den ERP-1-Adapter an die Buchse der Zange im Messgerät anschließen.



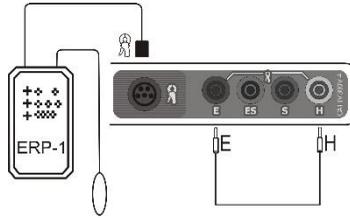
4



Den ERP-1-Adapter einschalten.

5

An den ERP-1-Adapter die elastische Zange anschließen.

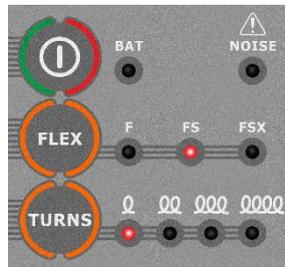


6

Die Zange um die Leitung von Pkt. ② wickeln (bis zu 4-fach).

7

Im ERP-1-Adapter mit den Tasten **FLEX** und **TURNS** die Zange und die Anzahl der Wicklungen entsprechend der tatsächlichen Situation nach Pkt. ② auswählen.



8



Die Taste **START** am Messgerät MRU betätigen.

9

Wurde die Kalibrierung erfolgreich abgeschlossen, erscheint auf dem Bildschirm die folgende Meldung.



Das Messgerät bestimmte den Korrekturfaktor für die angeschlossenen Zangen. Dieser Faktor wird auch nach dem Ausschalten der Stromversorgung des Messgerätes gespeichert, und zwar bis zur nächsten erfolgreichen Kalibrierung der Zangen.

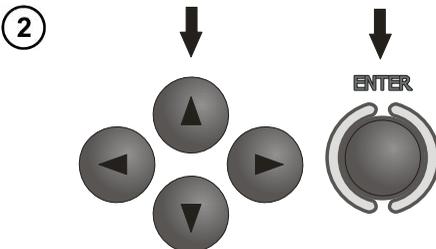
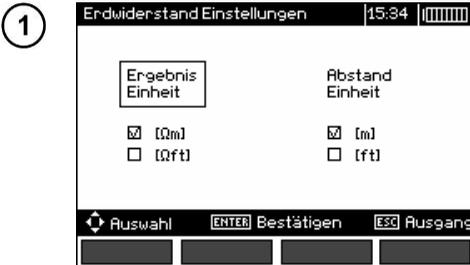
Hinweise:

- Es ist darauf zu achten, dass die Leitung zentral durch die Zangen geht.
- Wenn harte Zangen und der ERP-1-Adapter mit flexiblen Zangen austauschbar für Messungen verwendet werden, muss die Kalibrierung jedes Mal durchgeführt werden, wenn die harten Zangen durch ERP-1 ersetzt werden. Das Messgerät speichert keine individuellen Kalibriereinstellungen für die harten Zangen und den ERP-1-Adapter.

Zusätzlich vom Messgerät angezeigte Informationen

Mitteilung	Ursache	Verfahrensweise
FEHLER: Zangen nicht eingeschlossen oder Messleitung nicht eingeschlossen mit dem H und E Buchse.	Zangen sind nicht angeschlossen	Prüfen, ob die Zangen an das Gerät angeschlossen oder auf die Leitung gelegt sind, in der das Messgerät den Stromfluss auslöst
FEHLER: MESSLEITUNG NICHT VERBUNDEN MIT H UND E BUCHSE! KALIBRIERUNG BLOCKIERT.	Leitung fehlt	Verbindungen prüfen...
FEHLER: KALIBRIERUNGSKOEFFIZIENT NICHT IM BEREICH! KALIBRIERUNG BLOCKIERT.	Schlechter Kalibrierungsfaktor	Qualität der Verbindungen prüfen und/oder die Zangen austauschen

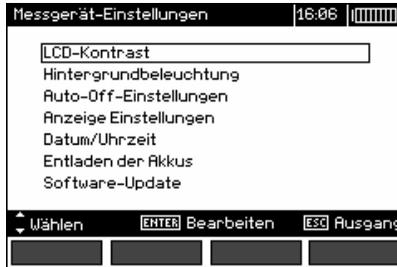
2.3.3 Erdwiderstand Einstellungen



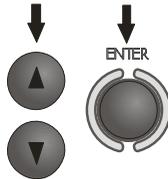
Mit der Taste ▲, ▼, ◀, ▶
Einheit wählen und mit der
Taste ENTER bestätigen.

2.4 Messgerätseinstellungen

①



②



Mit den Tasten ▲, ▼ die entsprechende Position auswählen und mit der Taste **ENTER** die Wahl bestätigen.

2.4.1 LCD Kontrast

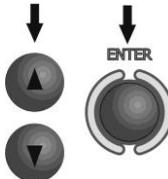
Mit den Tasten ▲ und ▼ den Kontrastwert einstellen und zur Bestätigung die Taste **ENTER** drücken.

2.4.2 Hintergrundbeleuchtung

①



②



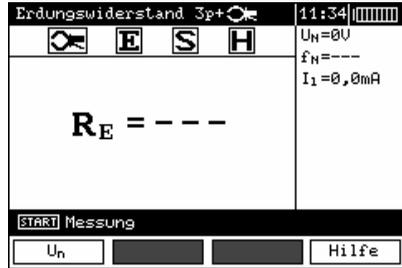
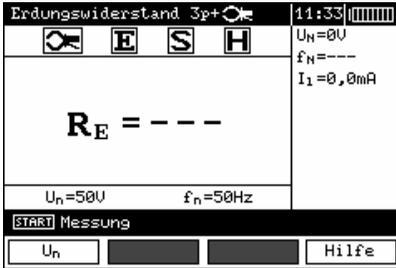
Mit den Tasten ▲ und ▼ die Zeit der Beleuchtung einstellen und zur Bestätigung die Taste **ENTER** drücken.

2.4.3 Einstellungen AUTO-OFF

Diese Einstellung bestimmt die Zeit bis zum selbsttätigen Ausschalten des unbenutzten Gerätes. Mit den Tasten ▲ und ▼ die Zeit oder das fehlende AUTO-OFF einstellen und die Taste **ENTER** drücken.

2.4.4 Einstellungen der Anzeige

Diese Einstellung ermöglicht das Ein- oder Ausschalten der Anzeige für die Balken der Einstellungen. Mit den Tasten ▲ und ▼ sind die Sichtbarkeit oder die fehlenden Balken der Einstellungen (der Messparameter) einzustellen und die Taste **ENTER** zu drücken.

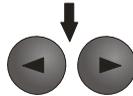


2.4.5 Datum und Zeit

①

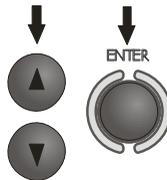


②



Mit den Tasten ◀, ▶ die Änderungsgrößen einstellen (Tag, Monat, Jahr, Stunde, Minute).

③



Mit den Tasten ▲, ▼ die entsprechende Position wählen. Mit der Taste **ENTER** die Wahl bestätigen.

2.4.6 Entladen der Akkus

Die Verfahrensweise wird im Punkt 6.5 genau beschrieben.

2.4.7 Aktualisierung des Programms

ACHTUNG!

Vor dem Programmieren sind die Akkus aufzuladen.

Während der Programmierung darf man weder das Messgerät ausschalten noch die Übertragungsleitung abtrennen.

Vor Beginn der Aktualisierung des Programms ist von der Internetseite des Herstellers das Programm zum Programmieren des Messgerätes herunter zu laden, es auf dem Computer zu installieren und das Messgerät an den Computer anzuschließen.

Nach dem im MENÜ die Position **Software upgrade** gewählt wurde, muss man nach den durch das Programm angezeigten Anleitungen vorgehen.

2.5 Auswahl der Sprache

- Mit den Tasten ▲ und ▼ im HauptMENÜ ****Auswahl der Sprache**** einstellen und die Taste **ENTER** drücken.
- Mit Hilfe der Tasten ▲ und ▼ die gewünschte Sprache einstellen und zur Bestätigung die Taste **ENTER** drücken.

2.6 Informationen über den Hersteller

Mit den Tasten ▲ und ▼ ist im HauptMENÜ „**Info über den Hersteller**“ einzustellen und die Taste **ENTER** zu drücken.

3 Messungen

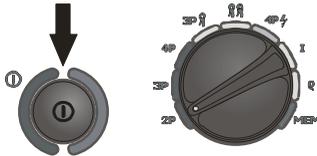
Hinweis:

Während der Dauer der Messung wird ein Streifen zum Fortgang angezeigt.

3.1 Messung von Erd- u. Potentialausgleichsverbindungen (2P)

Hinweis:
Die Messung erfüllt die Anforderungen der Norm EN 61557-4
($U < 24 \text{ V}$, $I > 200 \text{ mA}$ für $R \leq 10 \Omega$).

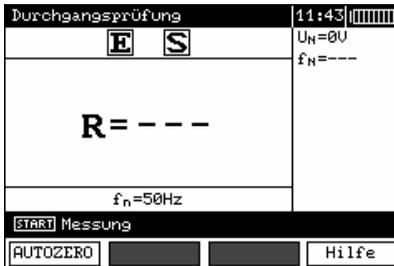
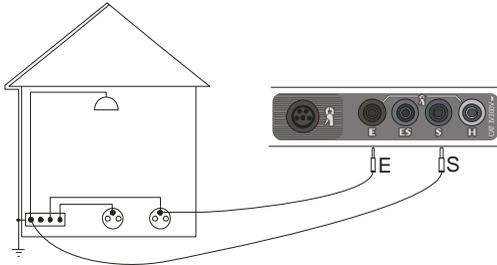
1



Messgerät einschalten. Drehschalter zur Funktionswahl auf die Position **2P** stellen.

2

Klemmen **S** und **E** durch Leitungen mit dem zu messenden Objekt verbinden.



Das Messgerät ist zur Messung bereit. Auf der Hilfsanzeige kann man die Werte der Störspannung und ihrer Frequenz ablesen. Auf dem Einstellungsbalken wird die im MENÜ eingestellte Netzfrequenz gezeigt.

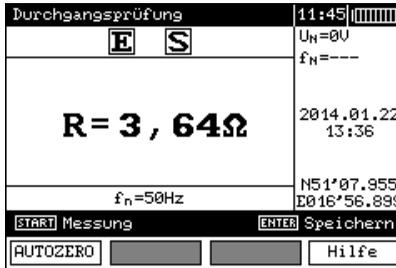
3



START

Die Taste **START** drücken, um die Messung zu starten.

4



Ergebnis ablesen.

MRU-200-GPS Rechts werden das Datum, die Uhrzeit und die GPS-Koordinaten angezeigt.

Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm 20 s lang gehalten.
Mit der Taste **ENTER** kann man es erneut aufrufen.

Weitere angezeigte Informationen

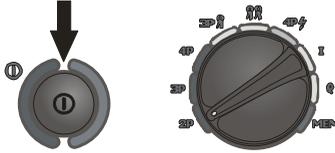
R>19,9 kΩ	Messbereich überschritten.
U_N>40V! und ständiger Signalton (🔊)	Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V, Messung ist blockiert.
U_N>24V!	Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
Geräusche	Das Störsignal hat einen zu hohen Wert – das Ergebnis kann mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet sein.

3.2 Kalibrierung der Messleitungen

Um den Einfluss des Widerstandes der Messleitungen auf das Messergebnis zu eliminieren, kann man seine Kompensation durchführen (Autom Nulleinstellung). Zu diesem Zweck hat die Messfunktion 2P die Unterfunktion **AUTOZERO**.

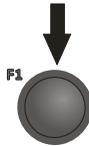
3.2.1 Anschalten der autom. Nulleinstellung

①



Messgerät einschalten. Den Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position **2P** stellen.

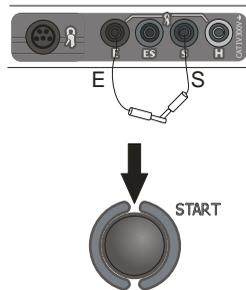
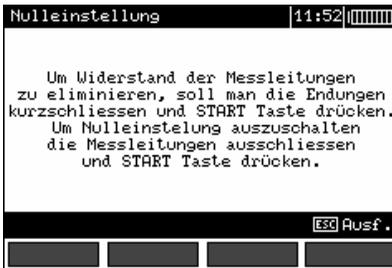
②



Taste **F1** drücken.

③

Ausführen der auf dem Bildschirm beschriebenen Tätigkeiten.



Nach Beenden der autom. Nulleinstellung erscheint nachfolgender Bildschirm:

④



Die Ausführung der autom. Nulleinstellung wird durch die Aufschrift **AUTOZERO** auf der rechten Seite des Bildschirms signalisiert.

3.2.2 Ausschalten der autom. Nulleinstellung

①



Messgerät einschalten. Den Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position **2P** stellen.

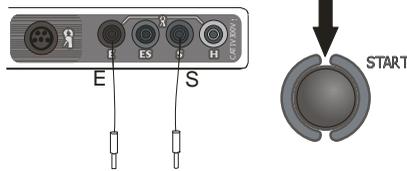
②



Taste **F1** drücken.

③

Messleitungen öffnen. Taste **START** drücken.



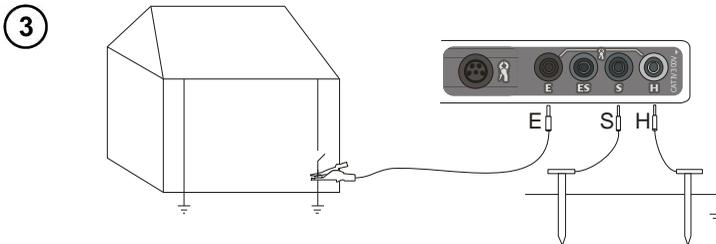
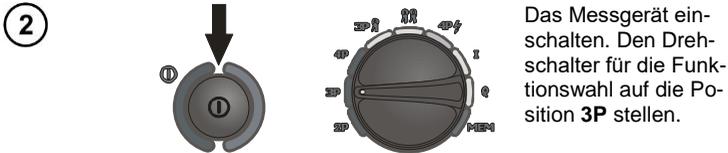
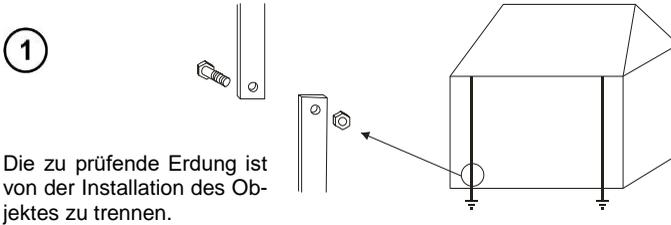
Nach dem Beenden der Beseitigung der autom. Nulleinstellung erscheint auf dem Bildschirm nicht mehr die Aufschrift **AUTOZERO**.

Hinweise:

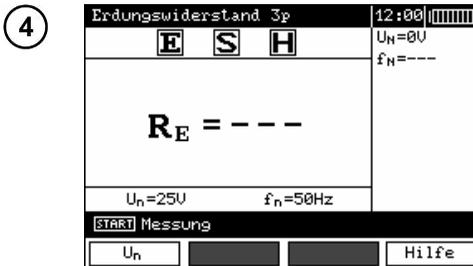
- Es reicht aus, die Kompensation einmalig für die Daten der Messleitungen durchzuführen. Sie wird auch nach dem Ausschalten des Messgerätes bis zur nächsten erfolgreich abgeschlossenen Autorücksetzung gespeichert.

3.3 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode (R_{E3P})

Hauptsächlich wird der Erdungswiderstand nach der 3-Pol-Methode gemessen.



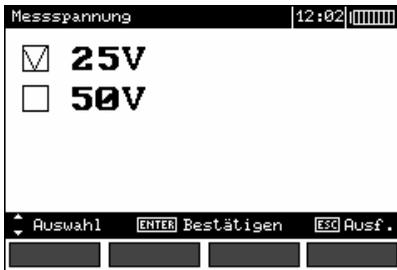
Die zu prüfende Erdung sowie die strom- und spannungführenden Elektroden müssen in einer Linie angeordnet sein.



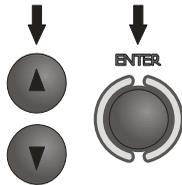
5



Um die Messspannung zu ändern, muss die Taste **F1** gedrückt werden.



6



Mit den Tasten **▲**, **▼** die Messspannung wählen und zur Bestätigung die Taste **ENTER** drücken.

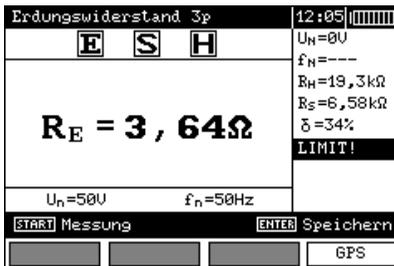
7



Um die Messung zu starten, ist die Taste **START** zu drücken.

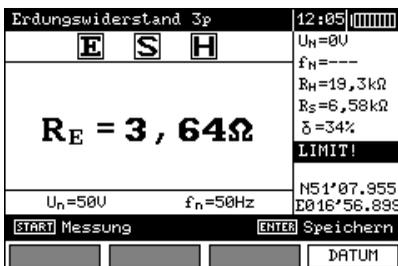
8

Ergebnis ablesen.



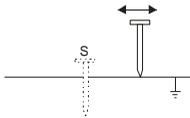
- ← Widerstand der Stromelektrode
- ← Widerstand der Spannungselektrode.
- ← Wert der zusätzlichen Unsicherheit, eingebracht durch den Widerstand der Elektroden angezeigt, wenn $\delta > 30\%$

MRU-200-GPS Durch Drücken der **F4-Taste** können die GPS-Koordinaten angezeigt werden.



Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm 20 s lang gehalten. Mit der Taste **ENTER** kann man es erneut aufrufen.

9



Man wiederholt die Messungen (Punkte 3, 7, 8), in dem man die Spannungselektrode einige Meter weiterschiebt: d.h. man entfernt sie von oder nähert sie an die zu messende Erdung. Wenn die Ergebnisse der Messungen R_E sich voneinander um mehr als 3% unterscheiden, dann ist der Abstand der Stromelektrode von der zu messenden Erdung zu vergrößern und die Messungen zu wiederholen.

Hinweise:



Die Messung des Erdungswiderstandes kann ausgeführt werden, wenn die Störspannung 24 V nicht überschreitet. Die Störspannung wird bis zu einem Niveau von 100 V gemessen. Das Messgerät darf an keine Spannungen von mehr als 100 V angeschlossen werden.

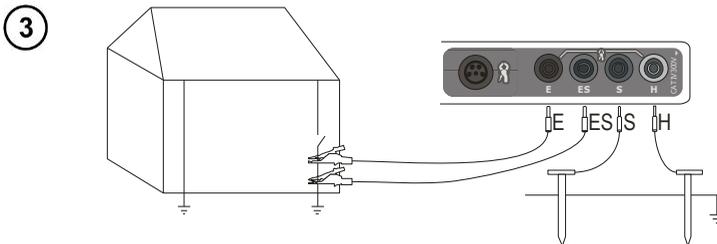
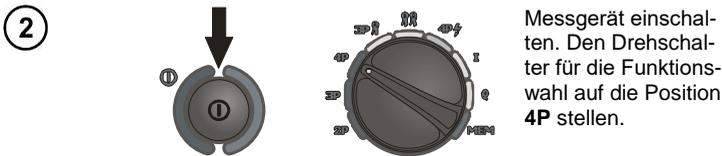
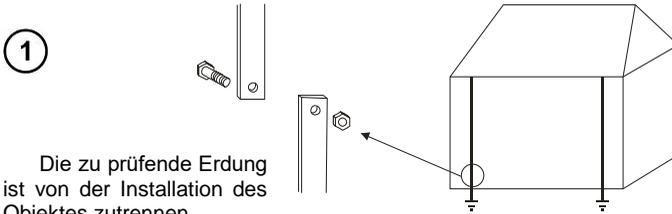
- Man muss besonders auf die Qualität der Verbindung des zu prüfenden Objekts mit der Messleitung achten – die Kontaktstellen müssen von Farbe, Rost usw. gereinigt sein.
- Wenn der Widerstand der Hilfelektroden zu hoch ist, dann wird die Messung der Erdung R_E mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet. Eine besonders große Unsicherheit der Messung entsteht dann, wenn man einen geringen Widerstandswert mit Elektroden misst, die einen schwachen Kontakt mit dem Boden haben (eine solche Situation tritt dann ein, wenn die Erdung gut ausgeführt ist, aber der obere Teil des Erdbodens trocken und schlecht leitend ist). Dann ist das Verhältnis des Elektrodenwiderstandes zum Widerstand der gemessenen Erdung sehr hoch und die davon abhängige Unsicherheit der Messung auch. Man kann dann entsprechend den im Punkt 10.2 angegebenen Formeln eine Berechnung durchführen, die es ermöglicht, den Einfluss der Messbedingungen zu schätzen. Man kann auch den Kontakt der Elektrode mit dem Erdboden verbessern, zum Beispiel, in dem man die Einschlagstelle der Elektrode mit Wasser anfeuchtet, sie erneut an einer anderen Stelle einschlägt oder Elektroden von 80 cm verwendet. Ebenso sind die Messleitungen zu überprüfen, ob die Isolierung nicht beschädigt oder ob die Kontakte: Leitung – Bananenstecker – Elektroden nicht korrodiert oder locker sind. In den Meisten Fällen ist die Erreichte Messgenauigkeit ausreichend. Jedoch immer muss einem die Größe der Unsicherheit bewusst sein, mit der die Messung belastet ist.
- Wenn der Widerstand der **H** und **S** Elektroden oder einer von ihnen 19,9 k Ω überschreitet, dann zeigt das Messgerät eine entsprechende Mitteilung an: "**Widerstände der Elektroden R_H und R_S sind größer als 19,9 k Ω ! Messung abgebrochen!**".
- Die vom Hersteller durchgeführte Kalibrierung berücksichtigt den Widerstand der Firmenmessleitung von 2,2m.

Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 19,9 \text{ k}\Omega$	Messbereich ist überschritten.
$U_N > 40V!$ und dauerhafter Signalton ↙ ³⁾	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V; die Messung ist blockiert.
$U_N > 24V!$	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
LIMIT!	Unsicherheit vom Widerstand der Elektroden > 30%. (Zur Berechnung der Unsicherheit werden die gemessenen Werte genommen.)
Geräusche	Störsignal hat einen zu hohen Wert – das Ergebnis kann mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet sein.

3.4 Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode (R_{E4P})

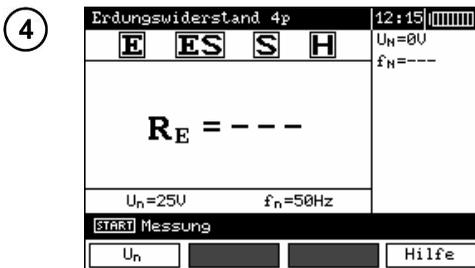
Die 4-Leiter-Methode wird bei den Messungen des Erdungswiderstandes mit sehr geringen Werten zur Anwendung empfohlen. Sie ermöglicht die Eliminierung des Einflusses des Widerstandes der Messleitungen auf das Messergebnis. Für die Bestimmung der Resistanz von Grund und Boden wird die Anwendung der für diese Messung vorgesehenen Funktion (Punkt 3.9) empfohlen.



Die stromführende Elektrode, eingeschlagen in die Erde, ist mit der Buchse **H** des Messgerätes zu verbinden; die spannungführende Elektrode, eingeschlagen in die Erde, dagegen mit der Buchse **S** des Messgerätes.

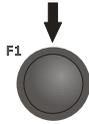
Die zu prüfende Erdung ist durch eine Leitung mit der Buchse **E** des Messgerätes zu verbinden. Die Buchse **ES** ist an die zu prüfende Erdung unter der Leitung **E** anzuschließen.

Die zu prüfende Erdung sowie die strom- und spannungführenden Elektroden müssen in einer Linie angeordnet sein.



Das Messgerät ist zur Messung bereit. Auf der Hilfsanzeige kann man den Wert der Störspannung und ihrer Frequenz ablesen. Auf dem Einstellungs balken wird die im MENÜ eingestellte Netzfrequenz gezeigt.

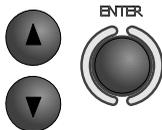
5



Um die Messspannung zu ändern, ist die Taste **F1** zu drücken.

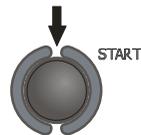


6



Mit den Tasten **▲**, **▼** die Messspannung wählen und durch Drücken der Taste **ENTER** bestätigen.

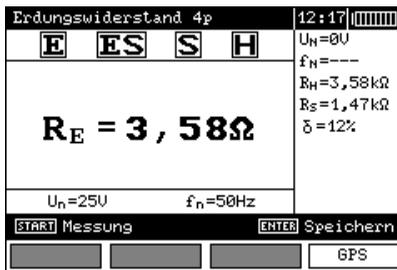
7



Um die Messung zu starten, ist die Taste **START** zu drücken.

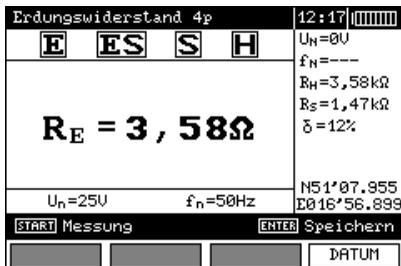
8

Ergebnis ablesen.



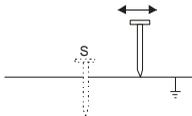
← Widerstand der Stromelektrode
← Widerstand der Spannungselekt.
← Wert der zusätzlichen Unsicherheit, eingebracht durch den Widerstand der Elektroden

MRU-200-GPS Durch Drücken der **F4-Taste** können die GPS-Koordinaten angezeigt werden.



Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm 20 s lang gehalten. Mit der Taste **ENTER** kann man es erneut aufrufen.

9



Man wiederholt die Messungen (Punkte 3, 7, 8), in dem man die Spannungselektrode einige Meter weiterschiebt: d.h. man entfernt sie von oder nähert sie an die zu messende Erdung. Wenn die Ergebnisse der Messungen R_E sich voneinander um mehr als 3% unterscheiden, dann ist der Abstand der Stromelektrode von der zu messenden Erdung deutlich zu vergrößern und die Messungen zu wiederholen.

Hinweise:



Die Messung des Erdungswiderstandes kann ausgeführt werden, wenn die Störspannung 24 V nicht überschreitet. Die Störspannung wird bis zu einem Niveau von 100 V gemessen. Das Messgerät darf an keine Spannungen von mehr als 100 V angeschlossen werden.

- Man muss besonders auf die Qualität der Verbindung des zu prüfenden Objekts mit der Messleitung achten – die Kontaktstellen müssen von Farbe, Rost usw. gereinigt sein.

- Wenn der Widerstand der Hilfelektroden zu hoch ist, dann wird die Messung der Erdung R_E mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet. Eine besonders große Unsicherheit der Messung entsteht dann, wenn man einen geringen Widerstandswert mit Elektroden misst, die einen schwachen Kontakt mit dem Boden haben (eine solche Situation tritt dann ein, wenn die Erdung gut ausgeführt ist, aber der obere Teil des Erdbodens trocken und schlecht leitend ist). Dann ist das Verhältnis des Elektrodenwiderstandes zum Widerstand der gemessenen Erdung sehr hoch und die davon abhängige Unsicherheit der Messung auch. Man kann dann entsprechend den im Punkt 10.2 angegebenen Formeln eine Berechnung durchführen, die es ermöglicht, den Einfluss der Messbedingungen zu schätzen. Man kann auch den Kontakt der Elektrode mit dem Erdboden verbessern, zum Beispiel, in dem man die Einschlagstelle der Elektrode mit Wasser anfeuchtet, sie erneut an einer anderen Stelle einschlägt oder Elektroden von 80 cm verwendet. Ebenso sind die Messleitungen zu überprüfen, ob die Isolierung nicht beschädigt oder ob die Kontakte: Leitung – Bananenstecker – Elektroden nicht korrodiert oder locker sind. In den Meisten Fällen ist die Erreichte Messgenauigkeit ausreichend. Jedoch immer muss einem die Größe der Unsicherheit bewusst sein, mit der die Messung belastet ist.

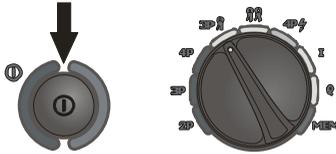
- Wenn der Widerstand der **H** und **S** Elektroden oder einer von ihnen 19,9 k Ω überschreitet, dann zeigt das Messgerät eine entsprechende Mitteilung an: "**Widerstände der Elektroden R_H und R_S sind grösser als 19,9 k Ω ! Messung abgebrochen!**".

Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 19,9 \text{ k}\Omega$	Messbereich ist überschritten.
$U_N > 40 \text{ V!}$ und dauerhafter Signalton	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V; die Messung ist blockiert.
$U_N > 24 \text{ V!}$	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
LIMIT!	Unsicherheit vom Widerstand der Elektroden > 30%. (Zur Berechnung der Unsicherheit werden die gemessenen Werte genommen.)
Geräusche	Störsignal hat einen zu hohen Wert – das Ergebnis kann mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet sein.

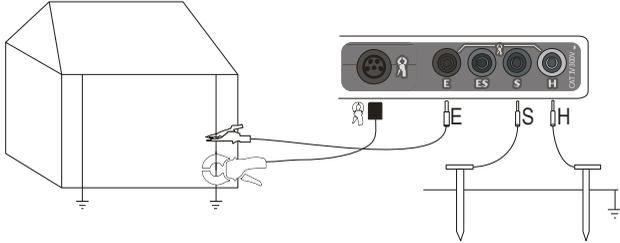
3.5 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlicher Zange (R_E3P+C)

①



Messgerät einschalten. Den Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position **3P** stellen.

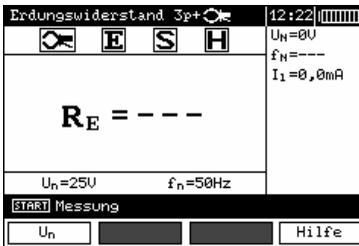
②



Die stromführende Elektrode, eingeschlagen in die Erde, ist mit der Buchse **H** des Messgerätes zu verbinden; die spannungführende Elektrode, eingeschlagen in die Erde, dagegen mit der Buchse **S** des Messgerätes.

Die zu prüfende Erdung ist durch eine Leitung mit der Buchse **E** des Messgerätes zu verbinden. Die zu prüfende Erdung sowie die strom- und spannungführenden Elektroden müssen in einer Linie angeordnet sein.

Die Zangen sind an die zu prüfende Erdung unterhalb der Anschlussstelle für die Leitung **E** anzulegen.



Das Messgerät ist zur Messung bereit. Auf der Hilfsanzeige kann man den Wert der Störspannung, seine Frequenz sowie den Effektivwert des Stromflusses durch die Messzangen ablesen. Auf dem Einstellungsbalken wird die im MENÜ eingestellte Netzfrequenz gezeigt.

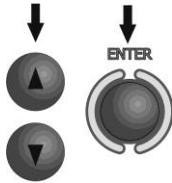
③



Mit der Taste **F2** zur Wahl der Messung mit der Zange C-3 übergehen.

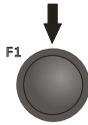


4



Mit den Tasten ▲, ▼ eine Messung mit der C-3 wählen und die Taste **ENTER** drücken.

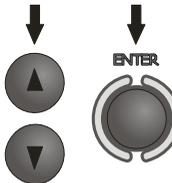
5



Um die Messspannung zu verändern, ist die Taste **F1** zu drücken.

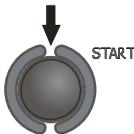


6



Mit den Tasten ▲, ▼ die Messspannung wählen und die Taste **ENTER** drücken.

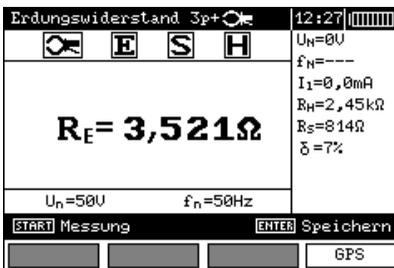
7



Um die Messung zu starten, ist die Taste **START** zu drücken.

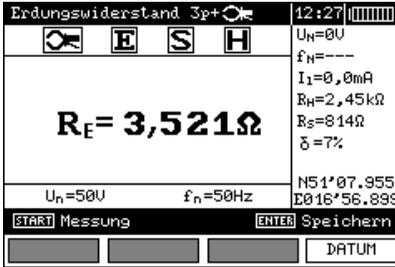
8

Ergebnis ablesen.



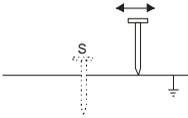
Widerstand der Stromelektrode
Widerstand der Spannungselektrode.
Wert der zusätzlichen Unsicherheit,
eingebraucht durch den Widerstand
der Elektroden

MRU-200-GPS Durch Drücken der **F4-Taste** können die GPS-Koordinaten angezeigt werden.



Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm 20 s lang gehalten. Mit der Taste **ENTER** kann man es erneut aufrufen.

9



Man wiederholt die Messungen (Punkte 2 und 5), in dem man die Spannungselektrode S einige Meter weiterschiebt: d.h. man entfernt sie von oder nähert sie an die zu messende Erdung. Wenn die Ergebnisse der Messungen R_E sich voneinander um mehr als 3% unterscheiden, dann ist der Abstand der Stromelektrode von der zu messenden Erdung deutlich zu vergrößern und die Messungen zu wiederholen.

Hinweise:

Gebogene Zangen eignen sich nicht für diese Messung.

Die Messung des Erdungswiderstandes kann ausgeführt werden, wenn die Störspannung 24 V nicht überschreitet. Die Störspannung wird bis zu einem Niveau von 100 V gemessen. Das Messgerät darf an keine Spannungen von mehr als 100 V angeschlossen werden.

- Die Zangen sind nicht ein Teil der Ausrüstung, man muss sie gesondert kaufen.
- Die Zangen sind vor ihrem ersten Gebrauch zu kalibrieren. Um den Einfluss der Alterung der Elemente auf die Genauigkeit der Messung zu vermeiden, kann man sie in regelmäßigen Abständen kalibrieren. Die Option für die Kalibrierung der Zangen befindet sich im **MENU**.
- Man muss besonders auf die Qualität der Verbindung des zu prüfenden Objekts mit der Messleitung achten – die Kontaktstellen müssen von Farbe, Rost usw. gereinigt sein.
- Wenn der Widerstand der Hilfelektroden zu hoch ist, dann wird die Messung der Erdung R_E mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet. Eine besonders große Unsicherheit der Messung entsteht dann, wenn man einen geringen Widerstandswert mit Elektroden misst, die einen schwachen Kontakt mit dem Boden haben (eine solche Situation tritt dann ein, wenn die Erdung gut ausgeführt ist, aber der obere Teil des Erdbodens trocken und schlecht leitend ist). Dann ist das Verhältnis des Elektrodenwiderstandes zum Widerstand der gemessenen Erdung sehr hoch und die davon abhängige Unsicherheit der Messung auch. Man kann dann entsprechend den im Punkt 10.2 angegebenen Formeln eine Berechnung durchführen, die es ermöglicht, den Einfluss der Messbedingungen zu schätzen. Man kann auch den Kontakt der Elektrode mit dem Erdboden verbessern, zum Beispiel, in dem man die Einschlagstelle der Sonde mit Wasser anfeuchtet, sie erneut an einer anderen Stelle einschlägt oder Elektroden von 80 cm verwendet. Ebenso sind die Messleitungen zu überprüfen, ob die Isolierung nicht beschädigt oder ob die Kontakte: Leitung – Bananenstecker – Elektroden nicht korrodiert oder locker sind. In den Meisten Fällen ist die Erreichte Messgenauigkeit ausreichend. Jedoch immer muss einem die Größe der Unsicherheit bewusst sein, mit der die Messung belastet ist.

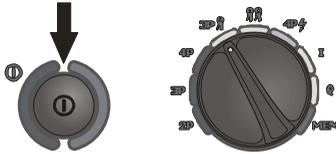
- Wenn der Widerstand der **H** und **S** Elektroden oder einer von ihnen 19,9 kΩ überschreitet, dann zeigt das Messgerät eine entsprechende Mitteilung an: "**Widerstände der Elektroden R_H und R_s sind grösser als 19,9 kΩ! Messung abgebrochen!**".
- Die vom Hersteller durchgeführte Kalibrierung berücksichtigt den Widerstand der Firmenmessleitung von 2,2 m.

Weitere angezeigte Informationen

R_E>1,99kΩ	Messbereich ist überschritten.
U_N>40V! und dauerhafter Signalton $\langle \text{!} \rangle$	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V; die Messung ist blockiert.
U_N>24V!	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
Geräusche	Störsignal hat einen zu hohen Wert – das Ergebnis kann mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet sein.
LIMIT!	Unsicherheit vom Widerstand der Elektroden > 30%. (Zur Berechnung der Unsicherheit werden die gemessenen Werte genommen.)
I_L>max	Zu hoher Störstrom, Messfehler kann größer als der Hauptfehler sein.

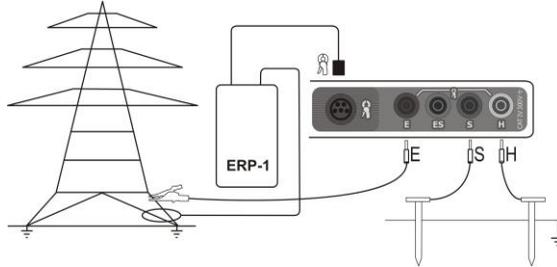
3.6 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und dem Adapter ERP-1 ($R_{E3P+ERP-1}$)

①



Messgerät einschalten. Den Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position **3p** stellen.

②



Die in die Erde eingeschlagene stromführende Elektrode mit der Buchse **H** des Messgerätes verbinden. Die in die Erde eingeschlagene spannungsführende Elektrode mit der Buchse **S** des Messgerätes verbinden.

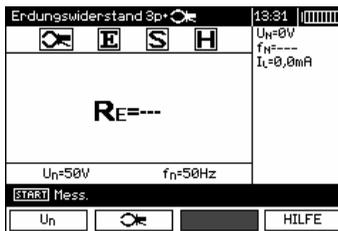
Das untersuchte Mastbein durch eine Leitung mit der Buchse **E** des Messgerätes verbinden.

Der untersuchte Mast sowie die strom- und spannungsführenden Elektroden sollen in einer Linie angeordnet sein.

Die Zange an das untersuchte Mastbein unterhalb der Anschlussstelle für die Leitung **E** anlegen.

③

Messspannung wie im Punkt 3.5 wählen.



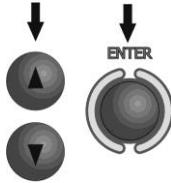
④



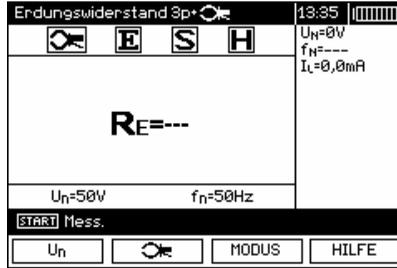
Mit der Taste **F2** zur Wahl der Messung mit ERP-1 übergehen.



5



Mit den Tasten ▲, ▼ die Messung mit ERP-1 wählen und die Taste **ENTER** drücken.



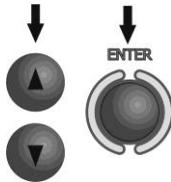
6



Mit der Taste **F3** zur Wahl der Zahl der Mastbeine übergehen.



7

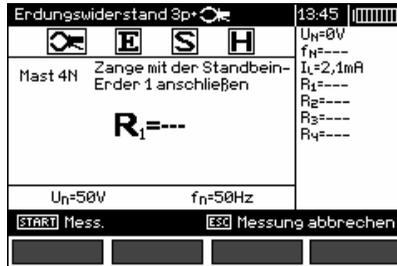


Mit den Tasten ▲, ▼ Zahl der Mastbeine wählen und die Taste **ENTER** drücken.

8



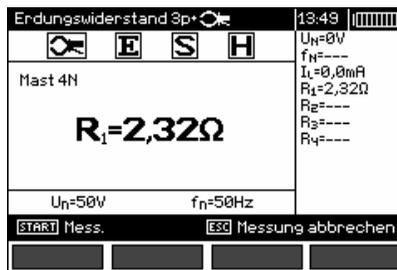
Die Taste **START** drücken. Laut dem Befehl auf dem Bildschirm ist die Zange am ersten Bein anzulegen, soweit das nicht zuvor getan wurde.



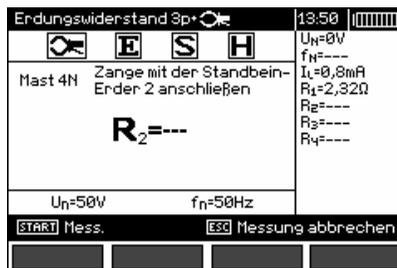
9



Die Taste **START** abermals drücken, um die Messung zu starten.



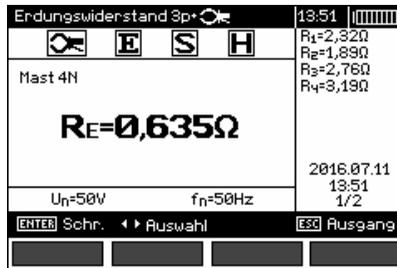
Nach der Messung am ersten Bein wird der gemessene Widerstandswert des untersuchten Beines als R1 auf dem Hauptbildschirm 5 Sekunden lang angezeigt. Nach Ablauf dieser Zeit verlegt das Messgerät das Messergebnis R1 in den Rahmen rechts und zeigt den Befehl an, die Zange an das zweite Bein anzuschließen.



Das Messergebnis kann auf den Hauptbildschirm für weitere 5 Sekunden mit der Taste **ENTER** zurückgebracht werden.

10

Nach der Durchführung der Messungen am letzten Mastbein und nach der Anzeige des Widerstandswertes R_n 5 Sekunden lang wird der Gesamterdungswiderstand R_E angezeigt.



Mit den Tasten ◀ und ▶ wird die Ergebnisanzeige im Rahmen rechts gewechselt.

MRU-200-GPS Durch Drücken der **F4-Taste** können die GPS-Koordinaten angezeigt werden.

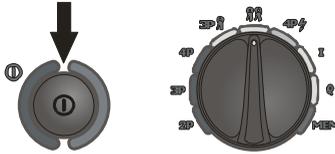
3.7 Messen des Erdungswiderstandes mit der 2-Zangen-Methode (2C)

Die Messung mit zwei Zangen wird dort angewendet, wo es keine Möglichkeit gibt, die Elektroden in die Erde einzuschlagen.

ACHTUNG!

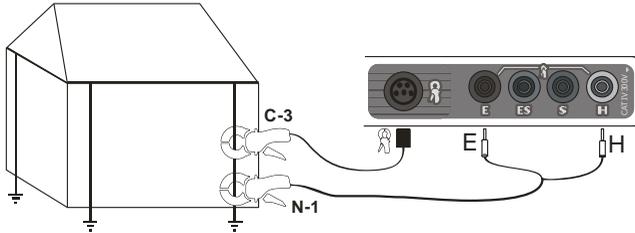
Die Zweizangen-Methode kann man nur bei einer Messung von mehrmaligen Erdungen anwenden.

①



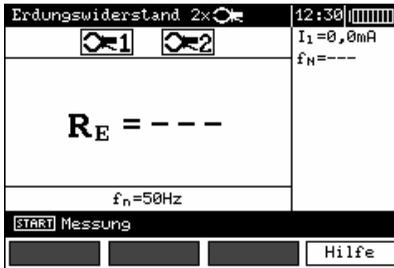
Messgerät einschalten. Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position stellen.

②



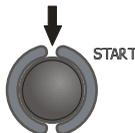
Die Sendemesszangen sind an die Buchsen **H** und **E** anzuschließen, die Messzangen dagegen an die Zangenbuchse.

Die Zangen sind an die zu prüfende Erdung in einem Abstand von 30 cm voneinander anzulegen.



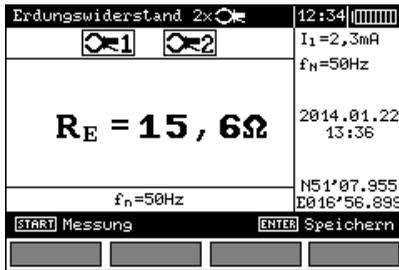
Das Messgerät ist zur Messung bereit. Auf der Hilfsanzeige kann man den Wert des Stromflusses durch die Messzangen sowie seine Frequenz ablesen.

③



Um die Messung zu starten, ist die Taste **START** zu drücken.

4



Ergebnis ablesen.

MRU-200-GPS Rechts werden das Datum, die Uhrzeit und die GPS-Koordinaten angezeigt.

Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm 20 s lang gehalten. Mit der Taste **ENTER** kann man es erneut aufrufen.

Hinweise:



Die Messungen können ausgeführt werden, wenn der vorhandene Störstrom 3 A RMS nicht überschreitet und die Frequenz der im MENÜ eingestellten entspricht.



Die flexible Zange und flexible Zangen, die mit dem ERP-1-Adapter verbunden sind für diese Messung nicht geeignet.

- Die Zangen sind nicht ein Teil der Ausrüstung, man muss sie gesondert kaufen.
- Die Zangen sind vor ihrem ersten Gebrauch zu kalibrieren. Um den Einfluss der Alterung der Elemente auf die Genauigkeit der Messung zu vermeiden, kann man sie in regelmäßigen Abständen kalibrieren. Die Option für die Kalibrierung der Zangen befindet sich im **MENU**.
- Wenn der Strom der Messzangen zu klein ist, zeigt das Messgerät eine entsprechende Mitteilung an: "**Gemessener Strom ist zu klein. Messung nicht möglich!**"

Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 149 \Omega$	Messbereich ist überschritten.
$U_N > 40V!$ und dauerhafter Signalton 	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V; die Messung ist blockiert.
$U_N > 24V!$	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
Geräusche	Störsignal hat einen zu hohen Wert – das Ergebnis kann mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet sein.

3.8 Messung der Erdungsimpedanz mit der Impulsmethode ($R_E 4P \downarrow$)

Die Impulsmethode wird für Messungen der dynamische Impedanz der Blitzableitererdungen verwendet. Sie darf nicht für Messungen von Schutz- und Betriebserdungen eingesetzt werden.

Die große Steilheit der Flanke des Prüfimpulses bewirkt, dass einen großen Einfluss auf den Erdungsimpedanz seine Induktivität hat. Deshalb hängt die Erdungsimpedanz, die mit der Impulsmethode gemessen wird, von seiner Länge und Steilheit der Flanke des Prüfimpulses ab.

Die Induktivität der Erdung ruft eine Verschiebung zwischen den Stromspitzen und im Ergebnis dessen einen Spannungsabfall hervor. Deshalb können weit von einander entfernte Erdungen mit geringem Widerstand, gemessen nach der Niederfrequenzmethode, einen deutlich höheren Wert der Impedanz haben.

Den Impulsimpedanz berechnet man aus der Formel:

$$Z_E = \frac{U_S}{I_S}$$

wobei U_S , I_S – Spitzenwert der Spannung und des Stroms.

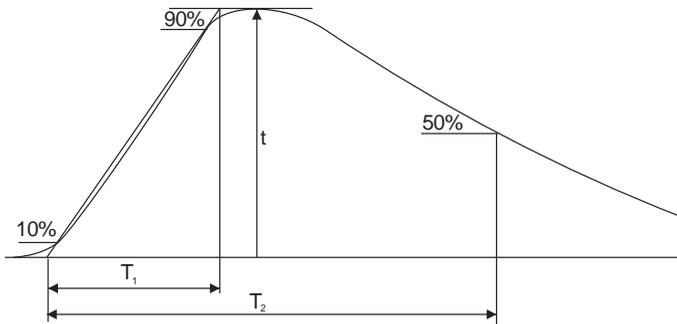
Mit der Impulsmethode ermittelt man die resultierende Erdungsimpedanz. Die Kontrollklemmen dürfen also nicht abgeschraubt werden.

Man empfiehlt ein solches Auseinanderlegen der Messleitungen, damit der Winkel zwischen ihnen mindestens 60° beträgt.

Hinweise:

Die Messleitungen müssen ganz abgespult sein. Andernfalls kann das Ergebnis falsch sein.

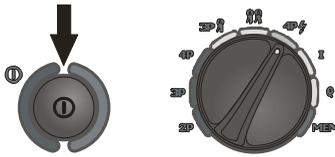
Die nachstehende Abbildung erklärt, was die Zahlen, welche die Impulsform bestimmen, bedeuten (gem. EN 62305-1 Blitzableiterschutz – Teil 1. Allgemeine Anforderungen).



t = Amplitude des Stroms
 T_1 = Zeitdauer der Flanke
 T_2 = Zeit bis zum Halbgipfel

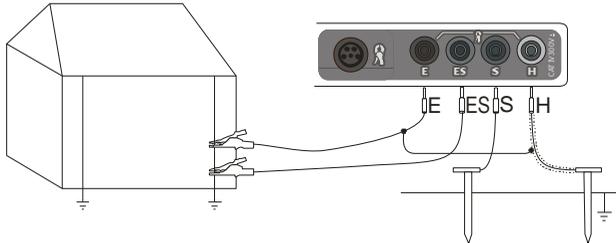
Die Impulsform bestimmt das Verhältnis T_1/T_2 , z.B. $4/10\mu s$.

1



Messgerät einschalten. Den Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position **4P** ⚡ stellen.

2



Die Stromelektrode, eingeschlagen in die Erde, ist durch eine abgeschirmte Leitung mit der Buchse **H** des Messgerätes zu verbinden.

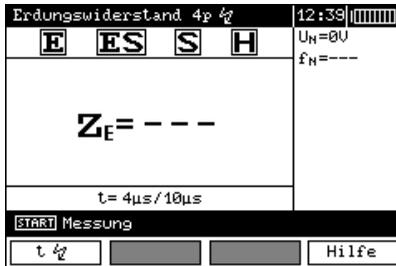
Die in die Erde eingeschlagene Spannungselektrode dagegen verbindet man mit der Buchse **S** des Messgerätes.

Die zu prüfende Erdung muss man mit der Buchse **E** des Messgerätes sowie mit der Abschirmung der Leitung **H** verbinden.

Die Buchse **ES** ist durch eine Leitung mit der zu prüfenden Erdung unterhalb der Leitung **E** zu verbinden.

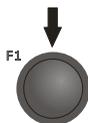
Die zu prüfende Erdung sowie die Strom- und Spannungselektroden müssen so angeordnet sein, dass der Winkel zwischen den Messleitungen mindestens **60°** beträgt.

3



Das Messgerät ist zur Messung bereit. Auf der Hilfsanzeige kann man den Wert der Störspannung sowie ihre Frequenz ablesen. Auf dem Einstellungsbaaren wird die im MENÜ eingestellte Netzfrequenz gezeigt.

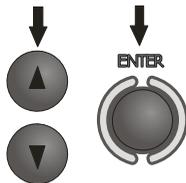
4



Um die Form des Messimpulses zu verändern, ist die Taste **F1** zu drücken.

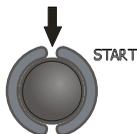


5



Mit den Tasten ▲, ▼ ist die Impulsform zu wählen und die Taste **ENTER** zu drücken.

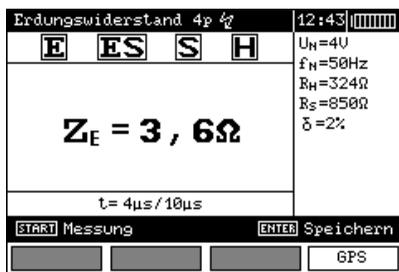
6



Um die Messung zu starten, ist die Taste **START** zu drücken.

7

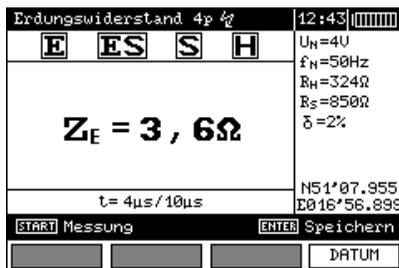
Ergebnis ablesen.



← Widerstand der Stromelektrode
 ← Widerstand der Spannungselekt.
 ← Wert der zusätzlichen Unsicherheit, eingebracht durch den Widerstand der Elektroden

MRU-200-GPS

Durch Drücken der **F4-Taste** können die GPS-Koordinaten angezeigt werden.



Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm 20 s lang gehalten. Mit der Taste **ENTER** kann man es erneut aufrufen.

Hinweise:



Die Messung der Erdungsimpedanz kann ausgeführt werden, wenn die Störspannung 24 V nicht überschreitet. Die Störspannung wird bis zu einem Niveau von 100 V gemessen. Das Messgerät darf an keine Spannungen von mehr als 100 V angeschlossen werden.

- Die Impulsform 8/20 μ s ist von Version 2.04 der Software erreichbar.
- R_H und R_S werden nach der Niederfrequenzmethode gemessen.
- Man muss besonders auf die Qualität der Verbindung des zu prüfenden Objekts mit der Messleitung achten – die Kontaktstellen müssen von Farbe, Rost usw. gereinigt sein.
- Wenn der Widerstand der Hilfelektroden zu hoch ist, dann wird die Messung der Erdung Z_E mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet. Eine besonders große Unsicherheit der Messung entsteht dann, wenn man einen geringen Widerstandswert mit Elektroden misst, die einen schwachen Kontakt mit dem Boden haben (eine solche Situation tritt dann ein, wenn die Erdung gut ausgeführt ist, aber der obere Teil des Erdbodens trocken und schlecht leitend ist). Dann ist das Verhältnis des Elektrodenwiderstandes zum Widerstand der gemessenen Erdung sehr hoch und die davon abhängige Unsicherheit der Messung auch. Man kann dann entsprechend den im Punkt 10.2 angegebenen Formeln eine Berechnung durchführen, die es ermöglicht, den Einfluss der Messbedingungen zu schätzen. Man kann auch den Kontakt der Elektrode mit dem Erdboden verbessern, zum Beispiel, in dem man die Einschlagstelle der Sonde mit Wasser anfeuchtet, sie erneut an einer anderen Stelle einschlägt oder Elektroden von 80 cm verwendet. Ebenso sind die Messleitungen zu überprüfen, ob die Isolierung nicht beschädigt oder ob die Kontakte: Leitung – Bananenstecker – Elektroden nicht korrodiert oder locker sind. In den Meisten Fällen ist die erreichte Messgenauigkeit ausreichend. Jedoch immer muss einem die Größe der Unsicherheit bewusst sein, mit der die Messung belastet ist.
- Wenn der Widerstand der **H** und **S** Elektroden oder einer von ihnen 1 k Ω überschreitet, dann zeigt das Messgerät eine entsprechende Mitteilung an: "**Widerstände der Elektroden R_H und R_S sind grösser als 1 k Ω ! Messung abgebrochen!**".

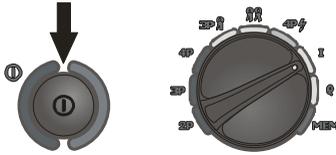
Weitere angezeigte Informationen

$Z_E > 199 \Omega^1$ $Z_E > 300 \Omega^2$	Messbereich ist überschritten. ¹ - MRU-200 bis Seriennummer E31440, MRU-200-GPS bis Seriennummer E40434 ² - MRU-200 ab Seriennummer E31441, MRU-200-GPS ab Seriennummer E40435
$U_N > 40V!$ und dauerhafter Signalton 	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V; die Messung ist blockiert.
$U_N > 24V!$	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
LIMIT!	Unsicherheit vom Widerstand der Elektroden > 30%. (Zur Berechnung der Unsicherheit werden die gemessenen Werte genommen.)
Geräusche	Störsignal hat einen zu hohen Wert – das Ergebnis kann mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet sein.

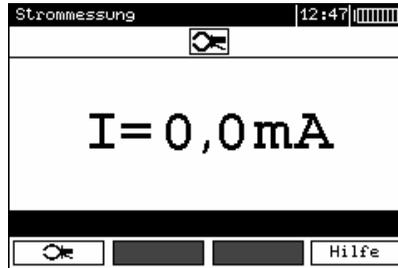
3.9 Strommessung (I)

Die Funktion ermöglicht die Messung des effektiven Stromwertes bei Anwendung von Messzangen. Sie kann auch z.B. zur Messung des Stromflusses in einer zu prüfenden Anlage genutzt werden. Möglich ist die Wahl zwischen mehreren Zangentypen, unterscheiden sich durch den Durchmesser und den zu messenden Strombereichen (Siehe Technische Daten).

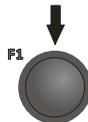
1



Messgerät einschalten.
Den Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position I stellen.



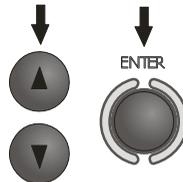
2



Um den Zangentyp auszuwählen, ist die Taste **F1** zu drücken.



3



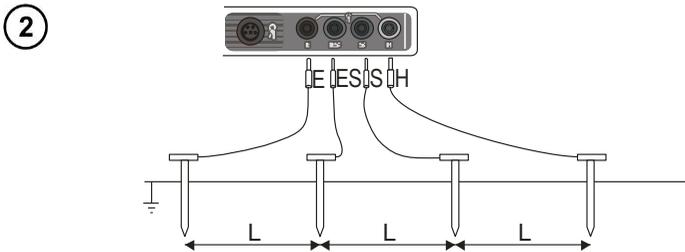
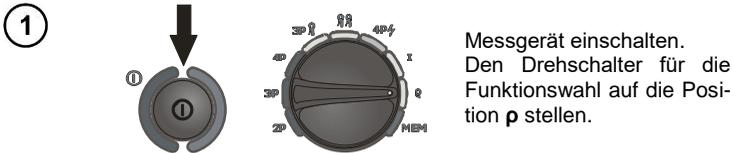
Mit den Tasten ▲, ▼ den Zangentyp auswählen und die Taste **ENTER** drücken.

Hinweise:

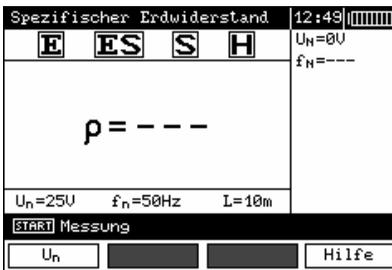
- Diese Messung wird ständig durchgeführt, ohne Möglichkeit sie abzuspeichern.
- Mit den elastischen Zangen Serie F kann man nur große Ströme messen > 1A.

3.10 Messung des spezifischen Erdwiderstandes (ρ)

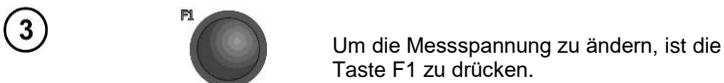
Für die Messungen der Resistanz des Bodens – angewandt als Vorbereitung für die Ausführung von Projekten des Erdungssystems oder auch in der Geologie – wurde eine gesonderte Funktion vorgesehen, die man mit dem Drehschalter wählen kann: die Messung der Resistanz des Bodens ρ . Diese Funktion ist metrologisch identisch wie die 4-Leiter-Messung des Erdungswiderstandes; sie enthält jedoch eine zusätzliche Verfahrensweise der Aufzeichnung des Abstandes zwischen den Elektroden. Das Messergebnis ist der Resistenzwert, der automatisch nach der Formel $\rho = 2\pi LR_E$ berechnet wird, die auch in der Messmethode von Wenner ihre Anwendung findet. Diese Methode geht von gleichen Abständen zwischen den Elektroden aus.



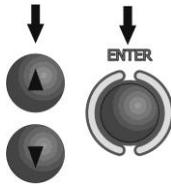
Die 4 mit gleichen Abständen in die Erde eingeschlagenen Elektroden sind an das Messgerät gemäß obiger Abbildung anzuschließen.



Das Messgerät ist zur Messung bereit. Auf der Hilfsanzeige kann man den Wert der Störspannung sowie ihre Frequenz ablesen. Auf dem Einstellungs balken werden gezeigt: Messspannung und die im **MENU** eingestellt sowie der Abstand zwischen den Elektroden.

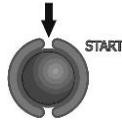


4



Mit den Tasten ▲, ▼ ist die Messspannung zu wählen und die Taste **ENTER** zu drücken.

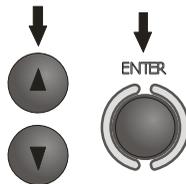
5



Um zur Betriebsart Wahl des Abstandes zwischen den Elektroden zu gehen, ist die Taste **START** zu drücken.



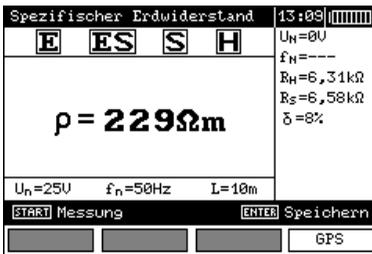
6



Mit den Tasten ▲, ▼ den Abstand zwischen den Elektroden wählen und die Taste **ENTER** drücken, um die Messung zu starten.

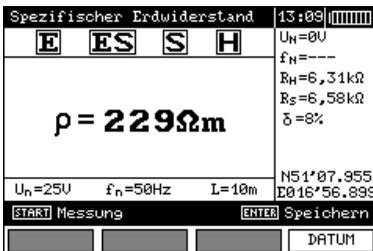
7

Ergebnis ablesen.



← Widerstand der Stromelektrode
 ← Widerstand der Spannungselekt.
 ← Wert der zusätzlichen Unsicherheit, eingebracht durch den Widerstand der Elektroden

MRU-200-GPS Durch Drücken der **F4-Taste** können die GPS-Koordinaten angezeigt werden.



Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm 20 s lang gehalten. Mit der Taste **ENTER** kann man es erneut aufrufen.

Hinweise:



Die Messung des Erdungswiderstandes kann ausgeführt werden, wenn die Störspannung 24 V nicht überschreitet. Die Störspannung wird bis zu einem Niveau von 100 V gemessen. Das Messgerät darf an keine Spannungen von mehr als 100 V angeschlossen werden.

- In den Berechnungen wird angenommen, dass die Abstände zwischen den einzelnen Messelektroden gleich sind (Methode Wenner). Wenn dies nicht so ist, muss man die Messung des Erdungswiderstandes nach der 4-Leiter-Methode ausführen und selbstständig berechnen.

- Man muss besonders auf die Qualität der Verbindung des zu prüfenden Objekts mit der Messleitung achten – die Kontaktstellen müssen von Farbe, Rost usw. gereinigt sein.

- Wenn der Widerstand der Hilfelektroden zu hoch ist, dann wird die Messung der Erdung R_E mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet. Eine besonders große Unsicherheit der Messung entsteht dann, wenn man einen geringen Widerstandswert mit Elektroden misst, die einen schwachen Kontakt mit dem Boden haben (eine solche Situation tritt dann ein, wenn die Erdung gut ausgeführt ist, aber der obere Teil des Erdbodens trocken und schlecht leitend ist). Dann ist das Verhältnis des Elektrodenwiderstandes zum Widerstand der gemessenen Erdung sehr hoch und die davon abhängige Unsicherheit der Messung auch. Man kann dann entsprechend den im Punkt 10.2 angegebenen Formeln eine Berechnung durchführen, die es ermöglicht, den Einfluss der Messbedingungen zu schätzen. Man kann auch den Kontakt der Elektrode mit dem Erdboden verbessern, zum Beispiel, in dem man die Einschlagstelle der Sonde mit Wasser anfeuchtet, sie erneut an einer anderen Stelle einschlägt oder Elektroden von 80 cm verwendet. Ebenso sind die Messleitungen zu überprüfen, ob die Isolierung nicht beschädigt oder ob die Kontakte: Leitung – Bananenstecker – Elektroden nicht korrodiert oder locker sind. In den Meisten Fällen ist die erreichte Messgenauigkeit ausreichend. Jedoch immer muss einem die Größe der Unsicherheit bewusst sein, mit der die Messung belastet ist.

- Wenn der Widerstand der **H** und **S** Elektroden oder einer von ihnen 19,9 k Ω überschreitet, dann zeigt das Messgerät eine entsprechende Mitteilung an: "**Widerstände der Elektroden R_H und R_S sind grösser als 19,9 k Ω ! Messung abgebrochen!**".

Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 999 \text{ k}\Omega \text{m}$	Messbereich ist überschritten.
$U_N > 40 \text{ V!}$! und dauerhafter Signalton 	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 40V; die Tastatur ist blockiert.
$U_N > 24 \text{ V!}$	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
LIMIT!	Unsicherheit vom Widerstand der Elektroden > 30%. (Zur Berechnung der Unsicherheit werden die gemessenen Werte genommen.)
Geräusche	Störsignal hat einen zu hohen Wert – das Ergebnis kann mit einer zusätzlichen Unsicherheit belastet sein.

4 Speicher

Die Messgeräte MRU-200 / MRU-200-GPS sind ausgerüstet mit einem Speicher für 990 Ergebnisse der Widerstandsmessungen. Die Stelle im Speicher, auf die das einzelne Ergebnis abgespeichert wird nennt man Speicherzelle, die im Messgerät als „Messung“ beschrieben wird. Der gesamte Speicher ist in 10 Speicherbanken mit jeweils 99 Speicherzellen eingeteilt. Jedes Ergebnis kann man in der Zelle mit einer gewählten Nummer und in einer gewählten Speicherbank abspeichern, wodurch der Nutzer des Messgerätes nach eigenem Ermessen die Nummern der Zellen den einzelnen Messpunkten und die Nummern der Banken den einzelnen Objekten zuordnen, die Messungen in einer beliebigen Reihenfolge ausführen und ohne Verluste der übrigen Daten sie wiederholen kann.

Der Speicher der Messergebnisse wird nach dem Ausschalten des Messgerätes nicht gelöscht. Dadurch können sie später abgelesen oder zu einem Computer gesendet werden. Auch die Nummer der aktuellen Zelle und der Bank wird nicht verändert.

Man empfiehlt das Löschen des Speichers nach dem Ablesen der Daten oder vor der Ausführung einer neuen Messserie, die dann in die gleichen Zellen abgespeichert werden wie die vorherigen.

4.1 Abspeichern

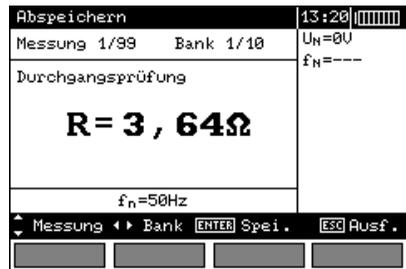
1



Nach der Ausführung der Messung die Taste **ENTER** drücken.



Zelle frei



Zelle besetzt

2

Wahl der Messung (Zelle) mit den Tasten \blacktriangle i \blacktriangledown , Wahl der Speicherbank mit den Tasten \blacktriangleleft i \blacktriangleright . Abspeichern mit der Taste **ENTER**.

3

Bei dem Versuch, in eine besetzte Zelle abzuspeichern, erscheint die Warnung:



4

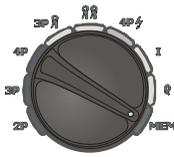
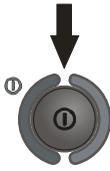
Nach der Wahl der Option mit den Tasten \blacktriangleleft und \blacktriangleright ist die Taste **ENTER** zu drücken.

4.2 Löschen des Speichers

Hinweis:

Während der Dauer des Löschens wird ein Fortschrittsbalken angezeigt.

①

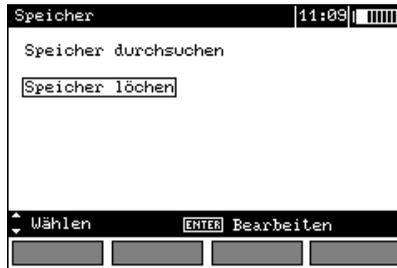


Messgerät einschalten. Den Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position **MEM** stellen.

②



Mit den Tasten ▲ und ▼ „Löschen des Speichers“ markieren.



③



Taste **ENTER** drücken.



4



Mit den Tasten ▲ und ▼ das Löschen des gesamten Speichers, der Speicherbank oder der Messung wählen.

5

Entsprechend den vom Messgerät angezeigten Empfehlungen verfahren.

4.3 Durchfahren des Speichers

1



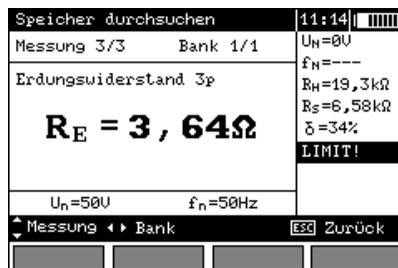
Mit den Tasten ▲ und ▼ „Durchfahren des Speichers“ markieren.



2



Die Taste **ENTER** drücken.



3

Mit den Tasten ◀ und ▶ wählt man die Speicherbank und mit den Tasten ▲ und ▼ die Speicherzelle.

Hinweise:

- Beim Durchfahren des Speichers sind die Messungen und leeren Speicherbanken nicht zugänglich. Der Eintrag „Messung 1/20“ bedeutet die erste Messung von 20; die Messungen 21...99 sind leer und nicht zugänglich. Das gleiche Prinzip gilt für die Speicherbanken. Wenn diskontinuierlich abgespeichert wird, dann werden die Messungen und leeren Speicherbanken beim Durchfahren umgangen.

5 Datenübertragung

Anmerkungen:

- Während des Aufladens der Akkus ist die Datenübertragung unmöglich.

5.1 Ausrüstungspaket für die Zusammenarbeit mit dem Computer

Für die Zusammenarbeit des Messgerätes mit dem Computer benötigt man eine USB-Leitung oder ein Bluetooth-Modul und die entsprechende Programmierung. Wenn die Programmierung nicht zusammen mit dem Messgerät gekauft wurde, dann kann man sie entweder beim Hersteller oder einem autorisierten Vertriebspartner erwerben.

Ist man im Besitz der Programmierung, kann man sie für die Zusammenarbeit mit vielen Geräten aus der Produktion der Firma SONEL S.A., die mit Interface USB und/oder einem Bluetooth-Modul ausgerüstet sind, verwenden.

Detaillierte Informationen sind beim Hersteller oder dem jeweiligen Vertriebspartner erhältlich.

5.2 Datenübertragung mithilfe der USB-Verbindung

1. Den Drehschalter auf die Position MEM stellen.
2. Die Leitung an den USB-Port des Computers und an die USB-Buchse des Messgerätes anschließen.
3. Das Programm SONEL READER starten.

5.3 Datenübertragung mithilfe des Radio-Moduls Bluetooth

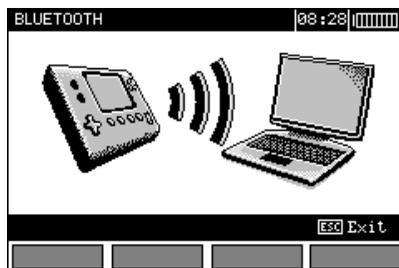
MRU-200 Ab der Seriennummer E30001 wird das BT Modul eingebaut statt OR-1.

MRU-200-GPS Ab der Seriennummer E40001 wird das BT Modul eingebaut statt OR-1.

1. Im Hauptmenü des Messgerätes die Position **Kabellose Übertragung** wählen



oder den Funktionsschalter in Position **MEM** einstellen und die Taste **F1** drücken.



2. Verbinden Sie das Bluetooth Modul über die USB-Schnittstelle mit dem PC, falls es ist nicht mit PC integriert.
3. Bei der Paarung des Messgerätes mit dem Computer die PIN-Nummer eingeben, die der PIN-Nummer des Messgerätes in Haupteinstellungen entspricht.
4. Starten Sie das Programm zur Datenarchivierung.

Falls eine Änderung der PIN-Code notwendig ist, die Position **PIN-Code ändern**.



Mithilfe des Cursors den geforderten Code einstellen.



Hinweise:



Standard PIN Kode für Bluetooth ist „123“.

- Die Übertragung wird mit der Taste **ESC** unterbrochen - das Messgerät wechselt in den Modus zum Durchsuchen des Speichers.
- Bei eingeschaltetem USB-Kabel ist eine Radioübertragung nicht möglich.

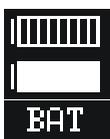
6 Stromversorgung des Messgerätes

Hinweis:

Das Messgerät MRU-200 / MRU-200-GPS kann nur mit speziellen Akkus betrieben werden, die zum Lieferumfang gehören. Die Verwendung von üblichen Batterien, anstatt der Akkus, kann nur in Ausnahmefällen zugelassen werden (z.B. wenn die Akkus vollständig entladen sind und Messungen im Gelände durchgeführt werden), wobei zu beachten ist, dass die Batterien schnell aufgebraucht werden (ca. 10-20 Messungen) und mit einer fehlerhaften Funktionsweise des Geräts bei gesteigertem Strombedarf gerechnet werden muss.

6.1 Überwachung der Speisespannung

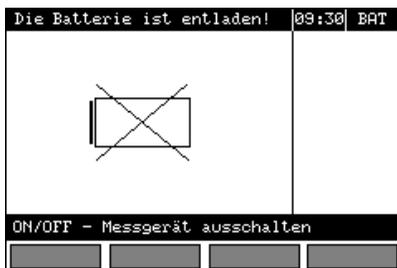
Der Ladezustand der Akkus wird ständig durch das Symbol in der rechten oberen Ecke des Bildschirms angezeigt :



Akkus sind aufgeladen.

Akkus sind entladen.

Akkus sind aufgebraucht.



Akkus sind extrem aufgebraucht,
Messung ist blockiert.

Man muss dabei denken, dass:

- die Aufschrift **BAT**, die auf der Anzeige aufleuchtet, eine zu niedrige Speisespannung bedeutet und die Notwendigkeit des Aufladens der Akkus signalisiert,
- die mit dem Messgerät bei zu niedriger Speisespannung ausgeführten Messungen mit einer zusätzlichen und vom Nutzer unmöglich einschätzbaren Messunsicherheit belastet sind und somit nicht die Grundlage für die Überprüfung der Richtigkeit einer kontrollierten Erdung sein können.

6.2 Akkuwechsel

Das Messgerät MRU-200 / MRU-200-GPS ist mit einem Paket von NiMH-Akkus sowie mit einem Ladegerät (charger) ausgerüstet, dass ihr Aufladen ermöglicht.

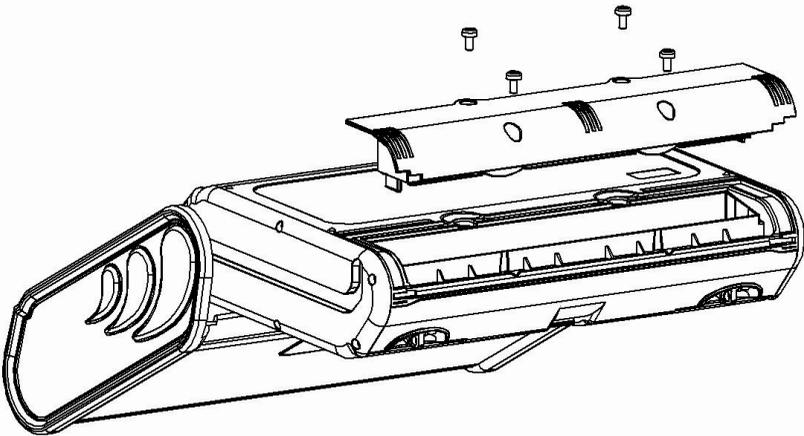
Das Akkupaket ist in einem Behälter untergebracht. Das Ladegerät ist im Gehäuse des Messgerätes montiert und arbeitet nur mit einem Akkupaket von Markenherstellern zusammen. Die Stromversorgung erfolgt durch ein externes Netzteil. Ebenso ist die Stromversorgung aus der Buchse des Zigarettenanzünders im Auto möglich.

WARNUNG:

Das Verbleiben der Leitungen in den Buchsen während des Akkuwechsels kann einen gefährlichen Spannungsschlag hervorrufen.

Beim Wechsel des Akkupaketes muss man:

- alle Leitungen aus den Buchsen nehmen und das Messgerät ausschalten,
- die 4 Schrauben zum Befestigen des Akku/Batteriefaches (im unteren Teil des Gehäuses) abschrauben,
- das Batteriefach herausnehmen,
- den Deckel des Batteriefaches abnehmen und die Batterien herausnehmen,
- ein neues Akku/Batteriepaket einlegen,
- den Deckel des Batteriefaches einlegen (einschnappen),
- das Batteriefach in das Messgerät legen,
- die 4 Befestigungsschrauben für das Batteriefach andrehen.



ACHTUNG!

Das Messgerät darf man nicht mit herausgenommenem oder nicht verschlossenem Batteriefach benutzen bzw. die Stromversorgung darf ausschließlich nur aus den in der vorliegenden Anleitung aufgeführten Quellen erfolgen.

6.3 Wechseln der Sicherung

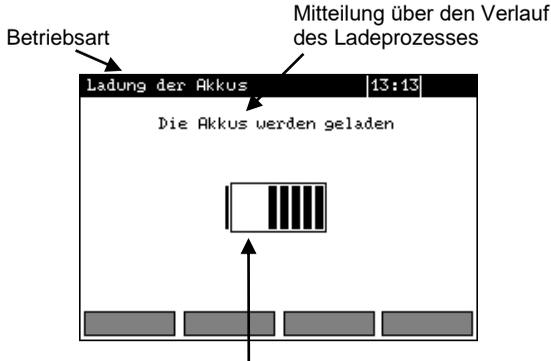
Nachdem Sie den Batteriebehälter entfernt haben, haben Sie Zugang zu den zwei Sicherungen des Typs:

- FST 1A 250Vac, 5x20mm und
- 2A 250Vac, zwłoczny, 5x20mm.

Falls das Gerät oder das Akkuladegerät nicht funktionieren sollte, überprüfen Sie alle Sicherungen und falls notwendig wechseln Sie die ausgebrannte Sicherung aus, bevor Sie das Gerät an den Kundendienst schicken. Die Sicherungen befinden sich in Halterungen, ungefähr in der Mitte des Behälters. Um die Sicherungen zu entfernen, verwenden Sie ein schmales Werkzeug (z.B. einen Schraubenzieher).

6.4 Laden der Akkus

Das Laden beginnt mit dem Anschließen des Netzteiles an das Messgerät, und zwar unabhängig davon, ob das Messgerät ausgeschaltet ist oder nicht. Der Bildschirm sieht während des Ladens wie auf der nachstehenden Abbildung aus. Die Akkus werden nach dem Algorithmus „Schnelles Laden“ aufgeladen – dieses Verfahren ermöglicht eine Verkürzung der Ladezeit bis auf ca. 4 Stunden. Das Beenden des Ladeprozesses wird mit der Mitteilung: **Laden beendet** angezeigt. Um das Gerät auszuschalten, ist der Stecker aus dem Netzteil des Ladegerätes zu ziehen.



Ladezustand der Akkus: die sich verändernde Ausfüllung symbolisiert das Laden.

Hinweise:

- Auf Grund von Störungen im Netz kann es zum vorzeitigen Beenden des Ladeprozesses der Akkus kommen. Wird eine zu kurze Ladezeit festgestellt, muss man das Messgerät ausschalten und das Laden erneut beginnen.

Weitere angezeigte Informationen

Mitteilung	Ursache	Vorgehensweise
Schlechter Kontakt des Akkupakets.	Zu hohe Spannung am Akkupaket während des Ladens.	Steckverbinderkontakte des Akkupakets überprüfen. Wenn die Situation sich nicht verändert, das Paket austauschen.
Akku fehlt!	Fehlende Kommunikation mit dem Controller der Akkus oder das eingelegte Batteriefach.	Steckverbinderkontakte des Akkupakets überprüfen. Wenn die Situation sich nicht verändert, das Paket austauschen. Akkupaket an Stelle von Batterien einlegen.
Zu niedrige Temperatur des Akkupakets!	Die Umgebungs temperatur ist niedriger als 10°C	Ein korrektes Laden bei solch einer Temperatur ist unmöglich. Das Messgerät in einen erwärmten Raum bringen und den Ladeprozess erneut starten. Diese Mitteilung kann auch bei zu starkem Entladen erscheinen; dann ist mehrfach zu probieren, das Ladegerät anzuschalten.
Vorladen nicht gelungen!	Das Akkupaket ist beschädigt oder sehr stark entladen.	Diese Aufschrift erscheint in dem Moment, wenn der Prozess des Vorladens wieder von Anfang an beginnt: Zu grosse Temperatur des Akkupaketes! , das Paket ist auszutauschen.

6.5 Entladen der Akkus

Zur Absicherung des richtigen Akkubetriebes (Anzeigen des Ladezustands) und Verlängerung ihrer Lebensdauer sind sie in regelmäßigen Abständen von Null an aufzuladen. Um die Akkus zu entladen, muss man:



Das Entladen, das in Abhängigkeit vom Ladezustand des Pakets bis zu 10 Stunden dauert, wird mit der Aufschrift: **Verlauf des Entladeprozesses** signalisiert.

6.6 Allgemeine Regeln für die Verwendung von Nickel-Wasserstoff-Akkus (Ni-MH)

- Wenn man über einen längeren Zeitraum das Gerät nicht benutzt, sind die Akkus herauszunehmen und gesondert zu lagern.
- Die Akkus sind trocken, kühl und an einem gut belüfteten Ort zu lagern und vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen. Die Umgebungstemperatur für eine lange Aufbewahrung muss unterhalb von 30°C gehalten werden. Wenn die Akkus über einen längeren Zeitraum bei hoher Temperatur gelagert werden, dann vollziehen sich chemische Prozesse, die ihre Haltbarkeit verkürzen können.
- Die Akkus NiMH halten gewöhnlich 500-1000 Ladezyklen aus. Diese Akkus erreichen ihre maximale Leistung erst nach dem Formieren (2-3 Lade- und Entladezyklen). Der wichtigste Faktor, der die Lebensdauer eines Akkus beeinflusst, ist die Tiefe der Entladung. Je tiefer die Entladung eines Akkus, desto kürzer ist seine Lebensdauer.
- Der Speichereffekt tritt in den NiMH-Akkus nur begrenzt auf. Diese Akkus kann man ohne größere Konsequenzen nachladen. Es ist jedoch ratsam, sie nach einigen Zyklen vollständig zu entladen.
- Während der Lagerung der Ni-MH-Akkus erfolgt ihre Selbstentladung mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 30% monatlich. Das Halten der Akkus in hohen Temperaturen kann diesen Prozess um das Zweifache beschleunigen. Um ein übermäßiges Entladen der Akkus nicht zuzulassen, wonach eine Formierung notwendig sein wird, sind die Akkus von Zeit zu Zeit nachzuladen (auch unbenutzte).

- Die modernen schnellen Ladegeräte entdecken eine sowohl zu niedrige als auch zu hohe Temperatur der Akkus und reagieren entsprechend auf diese Situationen. Eine zu niedrige Temperatur sollte den Beginn des Ladeprozesses, der den Akku irreversibel zerstören könnte, verhindern. Ein Temperaturanstieg des Akkus dagegen ist ein Signal zum Beenden des Ladens und auch eine typische Erscheinung. Jedoch das Laden bei hoher Umgebungstemperatur bewirkt außer der Verringerung der Lebensdauer einen schnelleren Temperaturanstieg des Akkus, der nicht bis zu seiner vollen Kapazität aufgeladen wird.

- Man muss daran denken, dass bei schnellem Laden die Akkus bis auf ca. 80% der Kapazität aufgeladen werden, bessere Ergebnisse kann man erreichen, in dem man das Laden fortführt: das Ladegerät geht dann in die Betriebsart des Nachladens mit geringem Strom über und nach einigen Stunden sind die Akkus bis zu ihrer vollen Kapazität aufgeladen.

- Bei extremen Temperaturen darf man nicht laden und keine Akkus verwenden. Die extremen Temperaturen reduzieren die Lebensdauer der Batterien und Akkus. Das Aufstellen von mit Akkus gespeisten Geräten an sehr warmen Orten ist zu vermeiden. Die nominale Betriebstemperatur sollte absolut eingehalten werden.

7 Reinigung und Wartung

ACHTUNG!

Es sind nur die vom Hersteller in der vorliegenden Anleitung vorgegebenen Wartungsmethoden anzuwenden.

Das Gehäuse des Messgerätes kann man mit einem weichen und feuchten Lappen unter Verwendung von ALLGEMEIN ERHÄLTLICHEN Mitteln reinigen. Es dürfen weder Lösungsmittel noch solche Reinigungsmittel verwendet werden, die das Gehäuse zerkratzen würden (Pulver, Pasten usw.).

Die Hilfelektroden kann man mit Wasser abwischen und trocken reiben. Vor einer längeren Aufbewahrung ist es empfehlenswert, die Elektroden mit einem beliebigen Maschinenfett einzuschmieren.

Die Rolle sowie die Leitungen kann man unter Zugabe von entsprechenden Mitteln mit Wasser reinigen und anschließend trocken reiben.

Das Elektroniksystem des Messgerätes erfordert keine Wartung.

8 Lagerung

Bei der Lagerung des Messinstrumentes sind folgende Hinweise zu beachten:

- alle Leitungen vom Messgerät abtrennen,
- das Messgerät und alle Zubehörteile genau reinigen,
- lange Messleitungen sind auf eine Rolle zu wickeln,
- bei längerer Aufbewahrung sind die Batterien und Akkus aus dem Messgerät zu nehmen,
- um ein völliges Entladen der Akkus bei längerer Lagerung zu vermeiden, sind sie von Zeit zu Zeit nachzuladen.

9 Demontage und Entsorgung

Verschlossene elektrische und elektronische Ausrüstungen sind getrennt zu sammeln, d.h. sie sind nicht mit den anderen Abfällen zu vermischen.

Die verschlossene elektronische Ausrüstung ist entsprechend dem Gesetz an dafür vorgesehenen Sammelpunkten abzugeben.

Vor der Übergabe der Ausrüstung an den Sammelpunkt sind keine Teile von diesen Geräten selbstständig zu demontieren.

Des Weiteren sind die lokalen Vorschriften bzgl. Verpackungsabfälle sowie verschlossener Batterien und Akkus zu beachten.

10 Technische Daten

- Die spezifizierte Genauigkeit betrifft die Messgerät-Klemmen.
- Die Abkürzung „v.Mw.“ der Messunsicherheiten bezieht sich auf den gemessenen Wert.

10.1 Hauptdaten

Messung der Störspannung U_N (RMS)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0...100 V	1 V	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$

- Messung für f_N 15...450 Hz
- Häufigkeit der Messungen – mind. 2 Messungen/s

Messung der Störfrequenz f_N

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
15...450 Hz	1 Hz	$\pm(1\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$

- Messung von Störspannungen $> 1 \text{ V}$ (für Störspann. $< 1 \text{ V}$ wird f=--- angezeigt)

Messung von Erd- u. Potentialausgleichsverbindungen (2P)

Messmethode: gemäß IEC 61557-4

Messbereich gem. IEC 61557-4: 0,045 Ω ... 19,99 k Ω

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 4 \text{ Digits})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	
4,00...19,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$

* - Im Bereich 0,000...0,045 Ω werden keine Genauigkeiten spezifiziert.

Messen des Erdungswiderstandes – 3-Pol-Methode (R_{E3P}), 4-Leiter-Methode (R_{E4P})

Messmethode: 3-Pol-Methode, gemäß IEC 61557-5

Messbereich gem. IEC 61557-5: 0,100 Ω ... 19,99 k Ω

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 4 \text{ Digits})$
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400...3999 Ω	1 Ω	
4,00...19,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$

* - Für eine 3-Pol-Messung im Bereich 0,000...0,045 Ω werden keine Genauigkeiten spezifiziert.

Messung des Widerstandes der Elektroden R_H und R_S

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0...999 Ω	1 Ω	$\pm(5\% (R_E+R_H+R_S) + 8 \text{ Digits})$
1,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	
10,0...19,9 k Ω	0,1 k Ω	

Messen des Erdungswiderstandes – 3-Pol-Methode mit einer zusätzlichen Zange (R_E3P+C)

Messbereich gem. IEC 61557-5: 0,120 Ω ... 1999 Ω

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,000...3,999 Ω *	0,001 Ω	±(8% v.Mw. + 4 Digits)
4,00...39,99 Ω	0,01 Ω	±(8% v.Mw. + 3 Digits)
40,0...399,9 Ω	0,1 Ω	
400.....1999 Ω	1 Ω	

* - Im Bereich 0,000...0,045 Ω werden keine Genauigkeiten spezifiziert.

Messen des Erdungswiderstandes – 2-Zangen-Methode (2C)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	±(10% v.Mw. + 3 Digits)
20,0...149,9 Ω	0,1 Ω	±(20% v.Mw. + 3 Digits)

Messen des spezifischen Erdwiderstandes (ρ)

Messmethode: nach Wenner, $\rho = 2\pi LR_E$

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...199,9 Ωm	0,1 Ωm	Abhängig von der Genauigkeit R _E im System 4P, aber nicht geringer als ±1 Digit
200...1999 Ωm	1 Ωm	
2,00...19,99 kΩm	0,01 kΩm	
20,0...99,9 kΩm	0,1 kΩm	
100...999 kΩm	1 kΩm	

- Abstand zwischen den Messelektroden (L): 1...50 m

Messung der Erdungsimpedanz – Impulsmethode (R_E4P¹)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(2,5% v.Mw. + 3 Digits)
100... 199 Ω	1 Ω	
200...300 Ω ¹	1 Ω ¹	±(5% v.Mw. + 3 Digits) ¹

¹ - MRU-200 ab Seriennummer E31441, MRU-200-GPS ab Seriennummer E40435

- Form des Stossimpulses: 4/10 μs, 8/20 μs oder 10/350 μs
- Messstrom im Impuls : 1 A
- Spannung in der Spitze: 1500 V

Strommessung (RMS)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,1...99,9 mA ¹	0,1 mA	±(8% v.Mw. + 5 Digits)
100...999 mA ¹	1 mA	±(8% v.Mw. + 3 Digits)
1,00...4,99 A ^{1,2,3,4}	0,01 A	±(5% v.Mw. + 5 Digits) ^{1,3,4} nicht spezifiziert ² nicht spezifiziert für 0...2 A ³ nicht spezifiziert für 0...1 A ⁴
5,00...9,99 A ^{1,2,3,4}	0,01 A	±(5% v.Mw. + 5 Digits)
10,0...99,9 A ^{1,2,3,4}	0,1 A	
100 ... 300 A ^{1,2,3,4}	1 A	

¹ – Stromzangen (Durchmesser 52 mm) – C-3

² – Stromzangen, gebogen – Serie F

³ – Stromzangen, gebogen – FS-2

⁴ – Stromzangen, gebogen – FSX-3

- Frequenzbereich: 45...400 Hz

10.2 Sonstige technische Daten

- a) Isolationsart gemäß EN 61010-1 und IEC 61557 doppelte
b) Messkategorie gemäß EN 61010-1 (für 2000 m über n.N.) IV 300 V
c) Schutzgrad des Gehäuses gem. EN 60529 IP54
d) Max. Störspannung AC + DC, bei der die Messung ausgeführt wird 24V
e) Max. gemessene Störspannung 100 V
f) Max. Störstrom, bei dem die Messung des Erdungswiderstandes nach der Zangenmethode ausgeführt wird 3A rms
g) Frequenz des Messstroms 125Hz für das Netz 16 2/3Hz, 50Hz, und 400Hz
..... 150Hz für das Netz 60Hz
h) Messspannung und -strom 2P U < 24 V RMS, I ≥ 200 mA für R ≤ 2Ω
i) Messspannung für R_E3P, R_E4P 25 oder 50 V
j) Messstrom (Kurzschlussstrom) für R_E3P, R_E4P >200 mA
k) Max. Widerstand der Hilfelektroden 20 kΩ
l) Signalisierung eines zu geringen Stroms der Zangen für ≤0,5mA
m) Stromversorgung des Messgerätes Akkupaket vom Typ SONEl NiMH 4,8V 4,2Ah
n) Parameter des Batterieladegerätes 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
o) Anzahl der Messungen für 2P >1500 (1Ω, 2 Messungen/Min.)
p) Anzahl der Messungen für R_E3P, R_E4P > 1200 (R_E=10Ω, R_H=R_S=100Ω, 2 Messungen/Min.)
q) Ausführungszeit für die Widerstandsmessungen nach der 2-Pol-Methode <6 s
r) Ausführungszeit für die Widerstandsmessungen nach den sonstigen Methoden sowie der Resistanz <8 s
s) **MRU-200-GPS** Genauigkeit der GPS-Positionsmessung (bei guten Wetterbedingungen und Sichtbarkeit der Satelliten) 3 m (50%CEP)
t) Abmessungen 288 x 223 x 75 mm
u) Gewicht des Messgerätes mit Akkus ca. 2 kg
v) Betriebstemperatur -10...+ 50°C
w) Arbeitstemperatur des Ladegeräts +10°C...+35°C
x) Temperaturen, bei denen der Ladevorgang unterbrochen wird <+5°C und ≥+50°C
y) Bezugstemperatur 23 ± 2°C
z) Lagertemperatur -20°C...+80°C
aa) Relativfeuchtigkeit 20...90%
bb) Nominal Relativfeuchtigkeit 40...60%
cc) Höhe über NN ≤2000 m*
dd) Qualitätsstandard Entwicklung, Projekt und Produktion gemäß ISO 9001
ee) Das Erzeugnis erfüllt die EMV-Anforderungen nach Normen EN 61326-1 und EN 61326-2-2

HINWEIS

*** Information zum Einsatz des Messgerätes in einer Höhe von 2000 bis 5000 m über dem Meeresspiegel**

Bei den Spannungseingängen E, ES, S, H muss man davon ausgehen, dass die Messkategorie auf den Wert CAT III 300 V gegen Erde (maximal 300 V zwischen den Spannungseingängen) oder CAT IV 150 V gegen Erde (maximal 150 V zwischen den Spannungseingängen) gesunken werden soll. Die Kennzeichnungen und Symbole am Gerät sind bei einem Einsatz in der Höhe von unter 2000 m als verbindlich anzusehen.

EN 55022 Entsprechenserklärung:

Das MRU-200 / MRU-200-GPS ist ein Klasse A Produkt. In häuslichem Gebrauch kann diese Gerät Radiostörungen hervorrufen, welche der Benutz durch entsprechende Handlungen umgehen oder abstellen kann. (z.B. erhöhen des Abstandes zwischen den betroffenen Geräten).

10.3 Zusatzdaten

Daten über zusätzliche Messunsicherheiten sind hauptsächlich günstig im Falle der Verwendung eines Messgerätes unter nicht genormten Bedingungen sowie für Messlabors beim Eichen.

10.3.1 Einfluss der Reihenstörspannung auf die Widerstandsmessung für die Funktionen R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R	Zusätzliche Messunsicherheit [Ω]
0,000...3,999Ω	$\pm (25 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{U_z}{R_E}) \cdot U_z$
>3,999Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-2}) \cdot U_z$

10.3.2 Einfluss der Reihenstörspannung auf die Widerstandsmessung für die Funktion des Erdungswiderstandes (ρ)

$$\Delta_{\text{add}} [\Omega] = \pm 2,5 \cdot (10^{-3} \cdot R_E + 10^{-6} \cdot R_H \cdot U_Z) \cdot U_Z,$$

$$\text{wobei } R_E = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L}$$

10.3.3 Einfluss der Hilfselektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes für die Funktionen R_E3P, R_E4P, R_E3P+C

R _E	R _H ,R _S	Zusätzliche Messunsicherheit [%]
0,000 Ω ...3,999 Ω	R _H ≤ 500 Ω und R _S ≤ 500 Ω	In den Grenzen der Genauigkeit
	R _H > 500 Ω oder R _S > 500 Ω oder R _H und R _S > 500 Ω	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	R _H ≤ 1 kΩ und R _S ≤ 1 kΩ	In den Grenzen der Genauigkeit
	R _H > 1 kΩ oder R _S > 1 kΩ oder R _H und R _S > 1 kΩ	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$

R_E[Ω], R_S[Ω] und R_H[Ω] sind die durch das Gerät angezeigten Werte.

Für die Messung mit dem Adapter ERP-1

R _E	R _H ,R _S	Zusätzliche Messunsicherheit für U = 25 V [%]
0,000 Ω ...3,999 Ω	R _H ≤ 500 Ω und R _S ≤ 500 Ω	In den Grenzen der Genauigkeit
	R _H > 500 Ω oder R _S > 500 Ω oder R _H und R _S > 500 Ω	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	R _H ≤ 1 kΩ und R _S ≤ 1 kΩ	In den Grenzen der Genauigkeit
	R _H > 1 kΩ oder R _S > 1 kΩ oder R _H und R _S > 1 kΩ	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 20 \cdot 10^{-4} \right)$

R_E	R_H, R_S	Zusätzliche Messunsicherheit für $U = 50 \text{ V}$ [%]
0,000 Ω ...3,999 Ω	$R_H \leq 500 \text{ } \Omega$ und $R_S \leq 500 \text{ } \Omega$	In den Grenzen der Genauigkeit
	$R_H > 500 \text{ } \Omega$ oder $R_S > 500 \text{ } \Omega$ oder R_H und $R_S > 500 \text{ } \Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E}\right) \cdot R_H \cdot 4 \cdot 10^{-4} \right)$
>3,999 Ω	$R_H \leq 1 \text{ k}\Omega$ und $R_S \leq 1 \text{ k}\Omega$	In den Grenzen der Genauigkeit
	$R_H > 1 \text{ k}\Omega$ oder $R_S > 1 \text{ k}\Omega$ oder R_H und $R_S > 1 \text{ k}\Omega$	$\pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 200 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + R_H \cdot 15 \cdot 10^{-4} \right)$

$R_E[\Omega]$, $R_S[\Omega]$ und $R_H[\Omega]$ sind die durch das Gerät angezeigten Werte.

10.3.4 Einfluss der Hilfelektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes für die Funktion des Erdungswiderstandes (ρ)

Zusätzliche Messunsicherheit [%]
$\pm \left(\frac{R_H \cdot (R_S + 30000\Omega)}{R_E} \cdot 3,2 \cdot 10^{-7} + 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{R_H^2 + R_S^2} \right)$

$R_E[\Omega]$, $R_S[\Omega]$ und $R_H[\Omega]$ sind die durch das Gerät angezeigten Werte.

10.3.5 Einfluss der Hilfelektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes nach der Impulsmethode (R_{E4P} †)

R_H	Z_E	Messunsicherheit [%]
$R_H \leq 150 \text{ } \Omega$	0,0...199 Ω	In den Grenzen der Genauigkeit
$R_H > 150 \text{ } \Omega$	0,0...4,9 Ω	$\pm \left(\frac{R_H - 100}{Z_E} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \right)$
	5,0...199 Ω^1 5,0...300 Ω^2	$\pm ((R_H - 100) \cdot 7 \cdot 10^{-3})$

¹ - MRU-200 bis Seriennummer E31440, MRU-200-GPS bis Seriennummer E40434

² - MRU-200 ab Seriennummer E31441, MRU-200-GPS ab Seriennummer E40435

$Z_E[\Omega]$ und $R_H[\Omega]$ sind die durch das Gerät angezeigten Werte.

10.3.6 Einfluss des Störstroms auf das Messergebnis des Erdungswiderstandes mit einer zusätzlichen Zange (R_{E3P+C})

Das Messgerät MRU-200 / MRU-200-GPS kann die Messungen ausführen, wenn bei vorhandenem Störstrom der Wert von 3 A RMS nicht überschritten wird und die Frequenz dem im MENÜ eingestellten Wert entspricht.

R_E	U_{wy}	Messunsicherheit [%]
$\leq 50 \text{ } \Omega$	25 V	$\pm 5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_{\text{stör}}^2$
	50 V	$\pm 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_{\text{stör}}^2$
$> 50 \text{ } \Omega$	25 V	$\pm 70 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_{\text{stör}}^2$
	50 V	$\pm 50 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_{\text{stör}}^2$

Bei einem Stromwert von $>3 \text{ A}$ wird die Durchführung der Messungen blockiert.

10.3.7 Einfluss des Störstromes auf die Erdungswiderstandsmessung mit 2-Zangen-Methode (2C)

Das Messgerät MRU-200 / MRU-200-GPS kann die Messungen ausführen, wenn bei vorhandenem Störstrom der Wert von 3A rms nicht überschritten wird und die Frequenz dem im MENÜ eingestellten Wert entspricht.

R_E	Messunsicherheit [Ω]
0,00...4,99 Ω	In den Grenzen der Genauigkeit
5,00...19,9 Ω	$\pm 5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E^2 \cdot I_{\text{stör}}^3$
20,0...149,9 Ω	$\pm 6 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_{\text{stör}}^3$

Bei einem Stromwert von >3 A wird die Durchführung der Messungen blockiert.

10.3.8 Einfluss des Verhältnisses des mit den Zangen gemessenen Widerstands der Abzweigungen mit mehrfacher Erdung zum resultierenden Widerstand (R_{E3P+C})

R_C	Messunsicherheit [Ω]
$\leq 99,9 \Omega$	$\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$
$> 99,9 \Omega$	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$

$R_C[\Omega]$ ist der zwischen den Zangen der Abzweigungen gemessene und durch das Gerät angezeigte Widerstand, und $R_w[\Omega]$ der Wert des resultierenden Widerstandes der Mehrfacherdung.

10.3.9 Zusätzliche Messunsicherheiten gem. IEC 61557-4 (2P)

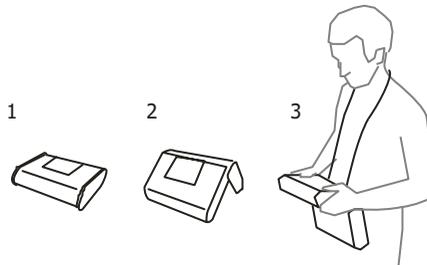
Einflussgröße	Bezeichnung	Zusätzliche Messunsicherheit
Lage	E_1	0%
Speisespannung	E_2	0% (BAT leuchtet nicht)
Temperatur	E_3	$R \leq 3,999 \Omega$: $\pm 0,3$ Digits/ $^{\circ}C$
		$R > 3,999 \Omega$ und < 1 k Ω : $\pm 0,2$ Digits/ $^{\circ}C$
		$R \geq 1$ k Ω : $\pm 0,07\%/^{\circ}C$ $\pm 0,2$ Digits/ $^{\circ}C$

10.3.10 Zusätzliche Messunsicherheiten gem. IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C})

Einflussgröße	Bezeichnung	Zusätzliche Messunsicherheit
Lage	E_1	0%
Speisespannung	E_2	0% (BAT leuchtet nicht)
Temperatur	E_3	$R \leq 3,999 \Omega$: $\pm 0,3$ Digits/ $^{\circ}C$
		$R > 3,999 \Omega$ und < 1 k Ω : $\pm 0,2$ Digits/ $^{\circ}C$
		$R \geq 1$ k Ω : $\pm 0,07\%/^{\circ}C$ $\pm 0,2$ Digits/ $^{\circ}C$
Reihenstörspannung	E_4	Gem. den Formeln aus Pkt. 10.2.1 ($U_z=3$ V 50/60/400/16 2/3 Hz)
Widerstand der Elektroden und der Hilfsender	E_5	Gem. den Formeln aus Pkt.10.2.2

11 Lage der Messgerätdeckel

Der bewegliche Deckel ermöglicht die Nutzung des Messgeräts in verschiedenen Positionen.



1 – Deckel von der unteren Seite des Messgeräts

2 – Deckel als Stütze

3 – Deckel in der Position, die eine bequeme Nutzung des Messgeräts, das auf dem Hals mithilfe des Gurtes getragen wird, ermöglicht.

12 Hersteller

Hersteller des Geräts, der die Garantieservice und die Serviceleistungen nach Ablauf der Garantiefrist leitet, ist die Firma:

SONEL S.A.

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polen

Tel. +48 74 884 10 53 (Kundenbetreuung)

E-Mail: customerservice@sonel.com

Webseite: www.sonel.com

Achtung:

Nur der Hersteller ist zur Durchführung von Service-Reparaturen berechtigt.

AUFZEICHNUNGEN



SONEL S.A.

Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polen

Kundenbetreuung

Tel. +48 74 884 10 53
E-Mail: customerservice@sonel.com

www.sonel.com