



BEDIENUNGSANLEITUNG

ERDUNGSWIDERSTANDSMESSGERÄT

MRU-120

MRU-120

Ladegerätbuchse und USB-Buchse unter der verschiebbaren Klappe.

Ladegerätbuchse.

USB-Buchse.



Buchse für Messzange.

Messbuchsen.

Ein- und ausschalten der Versorgung für das Messgerät.

MENÜ - Wahl der zusätzlichen Einstellungen für das Messgerät.

Ein- und ausschalten der Displaybeleuchtung.

Messfunktionswahl:

- 2P - Messung von Erd- u. Potentialausgleichsverbindungen

- 3P - Messen des Erdungs Widerstandes mit der 3-Pol-Methode

- 4P - Messen des Erdungs Widerstandes mit der 4-Leiter-Methode

- 3P Ω - Messen des Erdungs Widerstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlichen Zange

- Ω - Messen des Erdungs Widerstandes mit der 2-Zangen-Methode

- ρ - Messung des spezifischen Erdwiderstandes

- MEM - Durchsuchen und Löschen des Speichers und Datenübertragung

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 - Messung von Erd- u. Potentialausgleichsverbindungen

- 3P - Messen des Erdungs Widerstandes mit der 3-Pol-Methode

- 4P - Messen des Erdungs Widerstandes mit der 4-Leiter-Methode

- 3P Ω - Messen des Erdungs Widerstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlichen Zange

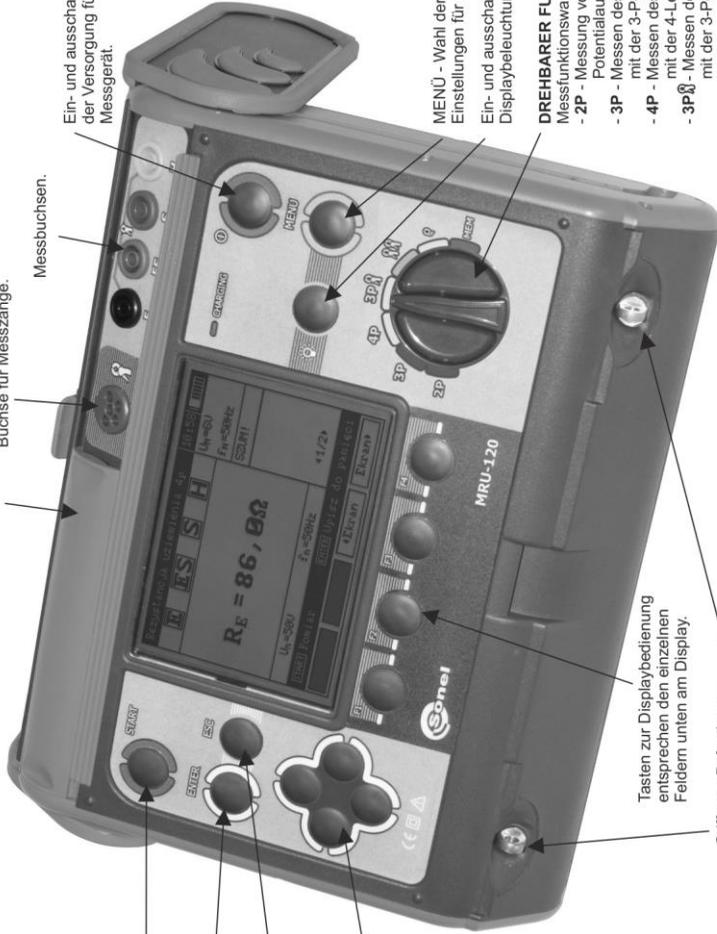
- Ω - Messen des Erdungs Widerstandes mit der 2-Zangen-Methode

- ρ - 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 Gurtes.





BEDIENUNGSANLEITUNG

ERDUNGSWIDERSTANDSMESSGERÄT MRU-120



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

Version 2.10 28.03.2022

Das Messgerät MRU-120 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 Messungseinstellungen.....	6
2.1.1 Netzfrequenz.....	7
2.1.2 Kalibrierung der Messzangen C-3.....	7
2.1.3 Erdwiderstand Einstellungen.....	9
2.2 Messgeräteeinstellungen.....	9
2.2.1 LCD Kontrast.....	9
2.2.2 Einstellungen AUTO-OFF.....	10
2.2.3 Einstellungen der Anzeige.....	10
2.2.4 Datum und Zeit.....	10
2.2.5 Entladen der Akkus.....	11
2.2.6 Aktualisierung des Programms.....	11
2.3 Auswahl der Sprache.....	11
2.4 Informationen über den Hersteller.....	11
3 Messungen	12
3.1 Messung von Erd- u. Potentialausgleichsverbindungen (2P).....	12
3.2 Kalibrierung der Messleitungen.....	13
3.2.1 Anschalten der autom. Nulleinstellung.....	13
3.2.2 Ausschalten der autom. Nulleinstellung.....	14
3.3 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode (R_{E3P}).....	15
3.4 Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode (R_{E4P}).....	18
3.5 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlichen Zange (R_{E3P+C}).....	21
3.6 Messen des Erdungswiderstandes mit der 2-Zangen-Methode (2C).....	24
3.7 Messung des spezifischen Erdwiderstandes (ρ).....	26
4 Speicher	29
4.1 Abspeichern.....	29
4.2 Löschen des Speichers.....	30
4.3 Durchfahren des Speichers.....	31
5 Datenübertragung	32
5.1 Ausrüstungspaket für die Zusammenarbeit mit dem Computer.....	32
5.2 Datenübertragung mithilfe der USB-Verbindung.....	32
6 Stromversorgung des Messgerätes	32
6.1 Überwachung der Speisespannung.....	32
6.2 Akkuwechsel.....	33
6.3 Wechseln der Sicherung.....	34
6.4 Laden der Akkus.....	34
6.5 Entladen der Akkus.....	35
6.6 Allgemeine Regeln für die Verwendung von Nickel-Wasserstoff-Akkus (Ni-MH) ...	36
7 Reinigung und Wartung	37

8 Lagerung	37
9 Demontage und Entsorgung	37
10 Technische Daten	38
10.1 Grunddaten	38
10.2 Weitere Daten	40
10.2.1 Einfluss der Reihenstörspannung auf die Widerstandsmessung für die Funktionen R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	40
10.2.2 Einfluss der Reihenstörspannung auf die Widerstandsmessung für die Funktion ρ	40
10.2.3 Einfluss der Hilfselektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes für die Funktionen R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C}	40
10.2.4 Einfluss der Hilfselektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes für die Funktion ρ	41
10.2.5 Einfluss des Störstroms auf das Messergebnis des Erdungswiderstandes mit der Methode R_{E3P+C}	41
10.2.6 Einfluss des Störstromes auf die Erdungswiderstandsmessung mit 2 Zangen (2C).....	41
10.2.7 Einfluss des Verhältnisses des mit den Zangen gemessenen Widerstands der Abzweigungen mit mehrfacher Erdung zum resultierenden Widerstand (R_{E3P+C}).....	41
10.2.8 Zusätzliche Messunsicherheiten gem. IEC 61557-4 (2P)	42
10.2.9 Zusätzliche Messunsicherheiten gem. IEC 61557-5 (R_{E3P} , R_{E4P} , R_{E3P+C})	42
11 Zubehör	42
11.1 Lieferumfang	42
11.2 Zusätzliches Zubehör	43
12 Lage der Messgerätdeckel	44
13 Hersteller	44

1 Sicherheit

Das Gerät MRU-120 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, besonders in Bezug auf Zubehör.**
- Das Messgerät MRU-120 ist für Messungen des Erdswiderstandes 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 Explosions- 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.

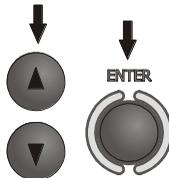
①



Taste **MENÜ** drücken.



②



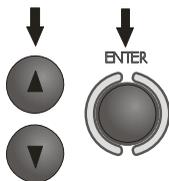
Mit den Tasten ▲, ▼ die entsprechende Position wählen. Mit der Taste **ENTER** auf die gewählte Option gehen.

2.1 Messungseinstellungen

①



②

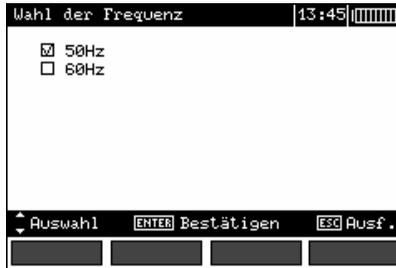


Mit den Tasten ▲, ▼ die entsprechende Position wählen. Mit der Taste **ENTER** auf die Ausgabe der gewählten Option gehen.

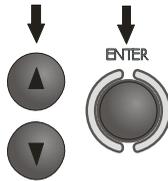
2.1.1 Netzfrequenz

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 50 Hz und 60 Hz.

①



②



Mit den Tasten ▲, ▼ die Frquenz wählen. Mit der Taste **ENTER** die Wahl besätigen.

2.1.2 Kalibrierung der Messzangen C-3

Die neue Messzangen für ein schon vorhandenes Messgerät dazu gekauften 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.

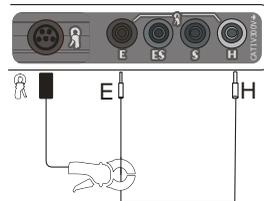
①



Nach dem Durchlesen der Eingangs- information 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.

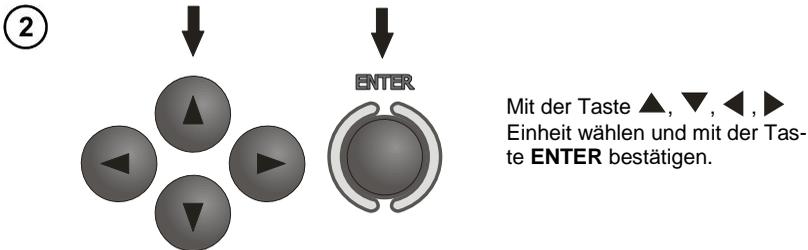
Hinweise:

- Es ist darauf zu achten, dass die Leitung zentral durch die Zangen geht.

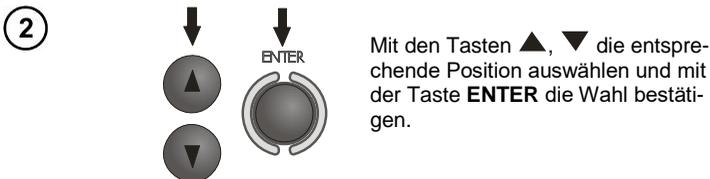
Zusätzlich vom Messgerät angezeigte Informationen

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

2.1.3 Erdwiderstand Einstellungen



2.2 Messgerätseinstellungen



2.2.1 LCD Kontrast

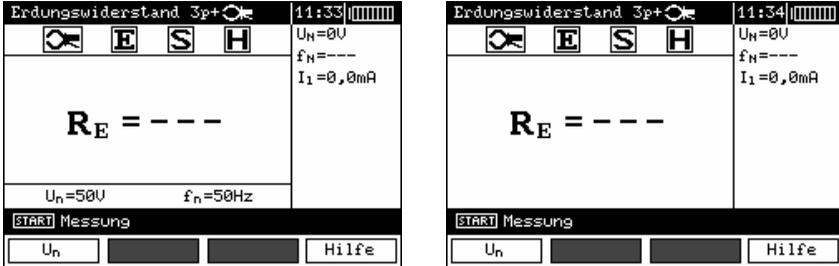
Mit den Tasten ▲ und ▼ den Kontrastwert einstellen und zur Bestätigung die Taste ENTER drücken.

2.2.2 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.

2.2.3 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.

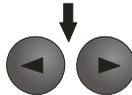


2.2.4 Datum und Zeit

①

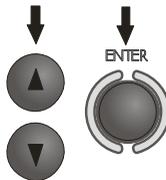


②



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.

2.2.5 Entladen der Akkus

Die Verfahrensweise wird im Punkt 6.4 genau beschrieben.

2.2.6 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 (www.sonel.pl) 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.

2.3 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.

2.4 Informationen über den Hersteller

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

3 Messungen

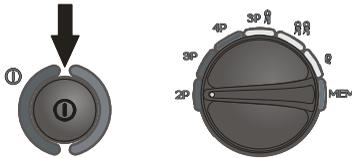
Hinweis:

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 $R \leq 10 \Omega$).

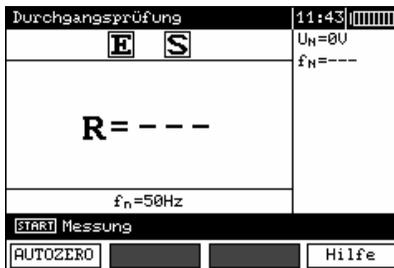
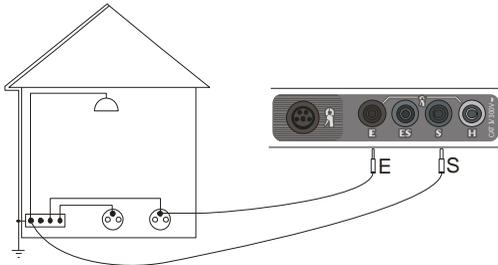
1



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

2

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



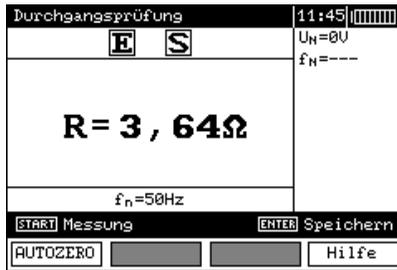
Das Messgerät ist zur Messung bereit. Auf der Hilfsanzeige kann man die Werte der Störspannung und ihrer Frequenz ablesen. Auf dem Einstellungs balken wird die im MENÜ eingestellte Netzfrequenz gezeigt.

3



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

4



Ergebnis ablesen.

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

Weitere angezeigte Informationen

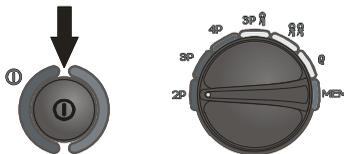
R>20,0kΩ	Messbereich überschritten.
U_N>40V! und ständiger Signalton \leftarrow !	Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V, Messung ist blockiert.
U_N>24V!	Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
Geräusche	Das Störsignal hat einen zu hohen 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**.

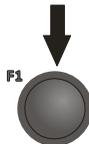
3.2.1 Anschalten der autom. Nulleinstellung

1



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

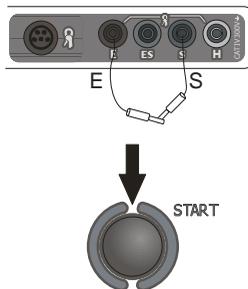
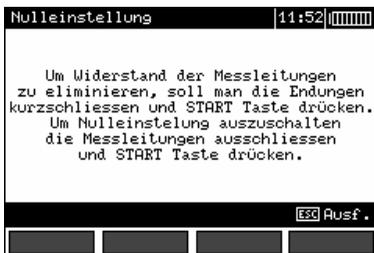
2



Taste **F1** drücken.

3

Ausführen der auf dem Bildschirm beschriebenen Tätigkeiten.



Nach Beenden der autom. Nulleinstellung erscheint nachfolgender Bildschirm:

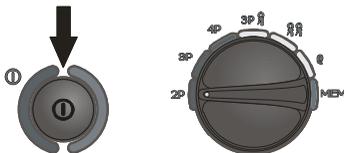
4



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

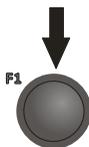
3.2.2 Ausschalten der autom. Nulleinstellung

1



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

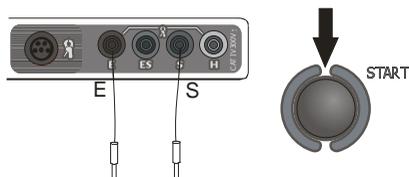
2



Taste **F1** drücken.

3

Messleitungen öffnen. Taste **START** drücken.



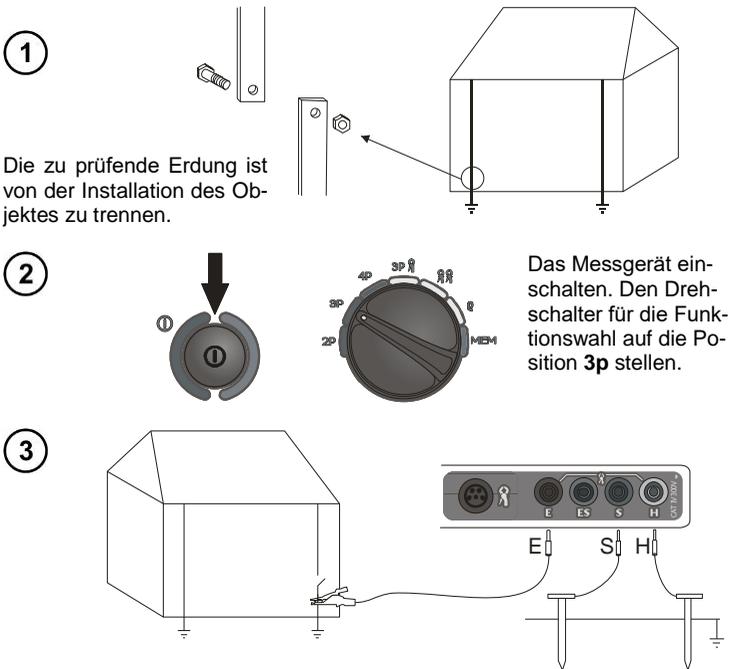
Nach dem Beenden der Beseitigung der autom. Nulleinstellung erscheint auf dem Bildschirm nicht mehr die Aufschrift **AUTOZERO**.

Hinweise:

- Es reicht aus, die Kompensation einmalig für die Daten der Messleitungen durchzuführen. Sie wird auch nach dem Ausschalten des Messgerätes gespeichert.

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

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

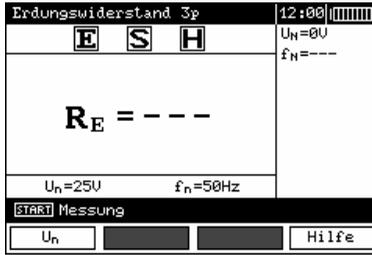


Die stromführende Elektrode, eingeschlagen in die Erde, ist mit der Buchse **H** des Messgerätes zu verbinden; die spannungführende Elektrode, eingeschlagen in die Erde, dagegen mit der Buchse **S** des Messgerätes.

Die zu prüfende Erdung ist durch eine Leitung mit der Buchse **E** des Messgerätes zu verbinden.

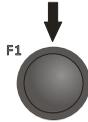
Die zu prüfende Erdung sowie die strom- und spannungführenden Elektroden müssen in einer Linie angeordnet sein.

4

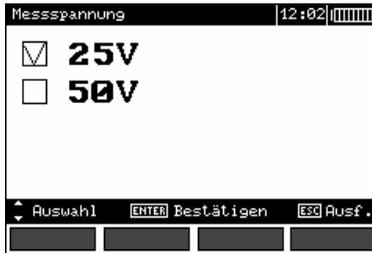


Das Messgerät ist zur Messung bereit. Auf der Hilfsanzeige kann man den Wert der Störspannung und ihrer Frequenz ablesen. Auf dem Einstellungsbalken wird die im MENÜ eingestellte Netzfrequenz gezeigt.

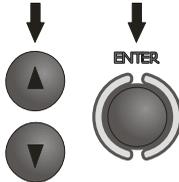
5



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

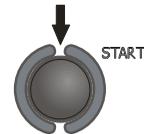


6



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

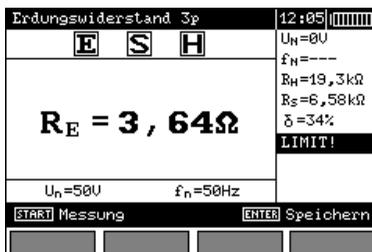
7



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

8

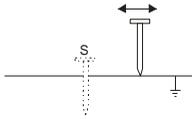
Ergebnis ablesen.



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

Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm 20s 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.

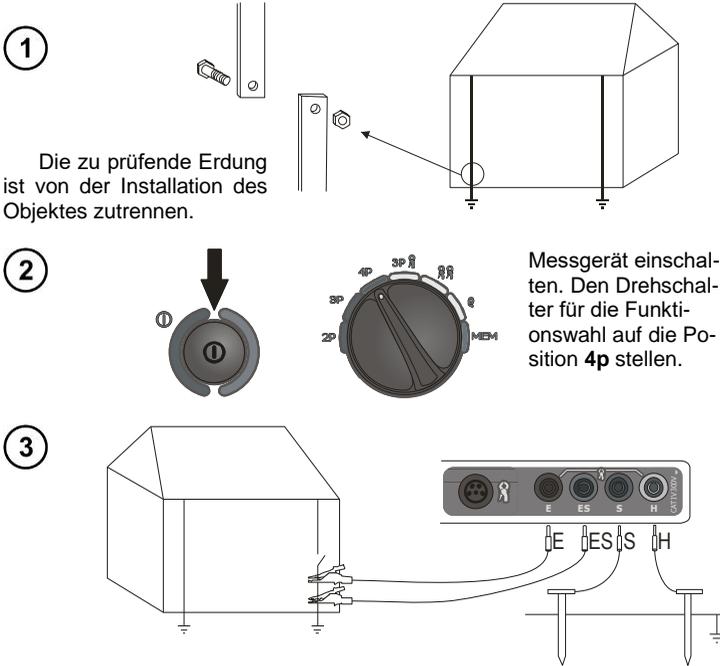
- Man muss besonders auf die Qualität der Verbindung des zu prüfenden Objekts mit der Messleitung achten – die Kontaktstellen müssen von Farbe, Rost usw. gereinigt sein.
- Ist der Widerstand der Hilfelektroden zu groß, wird die Messung der R_E Elektrode durch weitere Unsicherheiten beeinträchtigt. Eine besonders hohe Messunsicherheit tritt auf, wird ein kleiner Wert des Erdwiderstandes mit Elektroden durch lockeren Kontakt im Boden gemessen. (Dies kann oft auftreten, wenn die Elektroden in Böden mit einer trockenen oberen und schlecht leitenden Schicht, gesetzt werden.) Dann ist das Verhältnis zwischen dem Widerstand der Elektrode und der Erde sehr groß, was diese Messunsicherheit hervorruft. Was dann getan werden muss, ist eine Kalkulation nach der in 10.2 beschriebenen Formel. Dies ermöglicht eine Einschätzung des Einflusses auf die Messbedingungen. Es ist auch möglich den Kontakt zum Boden zu verbessern, etwa mittels Feuchtigkeit, durch die Platzierung der Elektrode an einem geeigneteren Platz oder durch die Verwendung einer 80 cm langen Elektrode. Überprüfen Sie auch die Isolierung und die Kontakte auf Korrosionen von Messleitungen, Bananensteckern und Elektroden. In den meisten Fällen ist die erreichte Auflösung der Messung ausreichend, es ist jedoch notwendig, sich über den Einfluss der Messunsicherheiten auf die Messung, bewusst zu werden.
- 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 19,9k Ω ! Messung abgebrochen!"**.
- Die vom Hersteller durchgeführte Kalibrierung berücksichtigt den Widerstand der Firmenmessleitung von 2,2 m. Dies gilt nicht für Messgeräte ab Nr. 77, für die die Hersteller-Kalibrierung die Resistanz des Prüfkabels 2,2 m vorsieht.

Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 20,0 k\Omega$	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.
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})

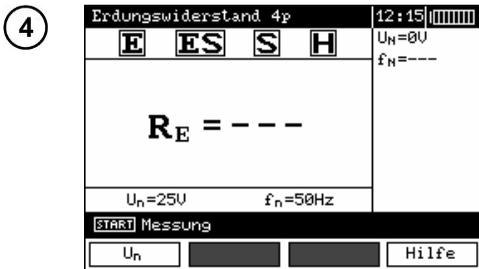
Die 4-Leiter-Methode wird bei den Messungen des Erdungswiderstandes mit sehr geringen Werten zur Anwendung empfohlen. Sie ermöglicht die Eliminierung des Einflusses des Widerstandes der Messleitungen auf das Messergebnis. Für die Bestimmung der Resistanz von Grund und Boden wird die Anwendung der für diese Messung vorgesehenen Funktion (Punkt 3.7) 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.

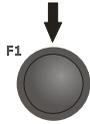
Die zu prüfende Erdung ist durch eine Leitung mit der Buchse **E** des Messgerätes zu verbinden. Die Buchse **ES** ist an die zu prüfende Erdung unter der Leitung **E** anzuschließen.

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 Einstellungsbalken wird die im MENÜ eingestellte Netzfrequenz gezeigt.

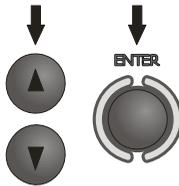
5



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

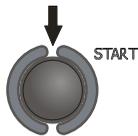


6



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

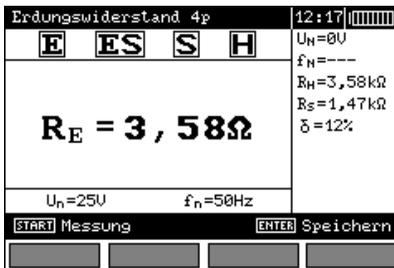
7



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

8

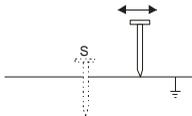
Ergebnis ablesen.



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

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.

- Ist der Widerstand der Hilfelektroden zu groß, wird die Messung der R_E Elektrode durch weitere Unsicherheiten beeinträchtigt. Eine besonders hohe Messunsicherheit tritt auf, wird ein kleiner Wert des Erdwiderstandes mit Elektroden durch lockeren Kontakt im Boden gemessen. (Dies kann oft auftreten, wenn die Elektroden in Böden mit einer trockenen oberen und schlecht leitenden Schicht, gesetzt werden.) Dann ist das Verhältnis zwischen dem Widerstand der Elektrode und der Erde sehr groß, was diese Messunsicherheit hervorruft. Was dann getan werden muss, ist eine Kalkulation nach der in 10.2 beschriebenen Formel. Dies ermöglicht eine Einschätzung des Einflusses auf die Messbedingungen. Es ist auch möglich den Kontakt zum Boden zu verbessern, etwa mittels Feuchtigkeit, durch die Platzierung der Elektrode an einem geeigneteren Platz oder durch die Verwendung einer 80 cm langen Elektrode. Überprüfen Sie auch die Isolierung und die Kontakte auf Korrosionen von Messleitungen, Bananensteckern und Elektroden. In den meisten Fällen ist die erreichte Auflösung der Messung ausreichend, es ist jedoch notwendig, sich über den Einfluss der Messunsicherheiten auf die Messung, bewusst zu werden.

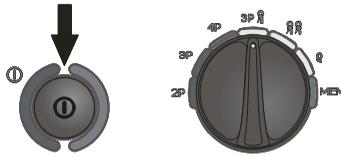
- Wenn der Widerstand der H und S Elektroden oder einer von ihnen 19,9 k Ω überschreitet, dann zeigt das Messgerät eine entsprechende Mitteilung an: "**Widerstände der Elektroden R_H und R_S sind grösser als 19,9k Ω ! Messung abgebrochen!**".

Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 20,0 k\Omega$	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.
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.

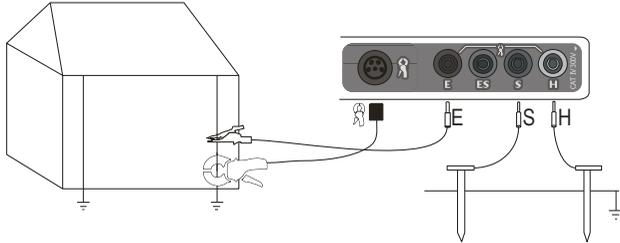
3.5 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlichen Zange (R_{E3P+C})

①



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

②

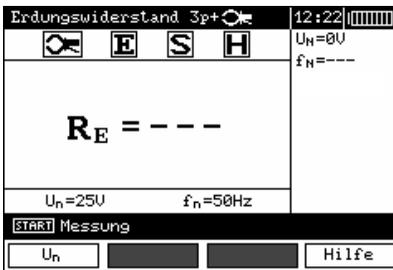


Die stromführende Elektrode, eingeschlagen in die Erde, ist mit der Buchse **H** des Messgerätes zu verbinden; die spannungführende Elektrode, eingeschlagen in die Erde, dagegen mit der Buchse **S** des Messgerätes.

Die zu prüfende Erdung ist durch eine Leitung mit der Buchse **E** des Messgerätes zu verbinden.

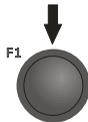
Die zu prüfende Erdung sowie die strom- und spannungführenden Elektroden müssen in einer Linie angeordnet sein.

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 und seine Frequenz. Auf dem Einstellungsbalken wird die im MENÜ eingestellte Netzfrequenz gezeigt.

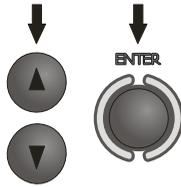
③



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

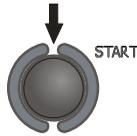


4



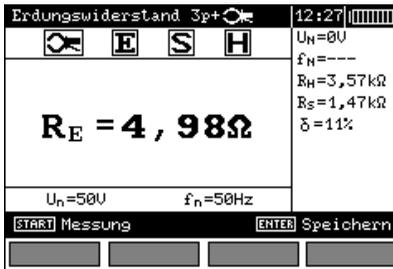
Mit den Tasten ▲, ▼ die Messspannung wählen und die Taste **ENTER** drücken.

5



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

6

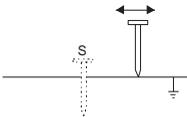


Ergebnis ablesen.

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

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

7



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:

▲

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.

- Ist der Widerstand der Hilfselektroden zu groß, wird die Messung der R_E Elektrode durch weitere Unsicherheiten beeinträchtigt. Eine besonders hohe Messunsicherheit tritt auf, wird ein kleiner Wert des Erdwiderstandes mit Elektroden durch lockeren Kontakt im Boden gemessen. (Dies kann oft auftreten, wenn die Elektroden in Böden mit einer trockenen oberen und schlecht leitenden Schicht, gesetzt werden.) Dann ist das Verhältnis zwischen dem Widerstand der Elektrode und der Erde sehr groß, was diese Messunsicherheit hervorruft. Was dann getan werden muss, ist eine Kalkulation nach der in 10.2 beschriebenen Formel. Dies ermöglicht eine Einschätzung des Einflusses auf die Messbedingungen. Es ist auch möglich den Kontakt zum Boden zu verbessern, etwa mittels Feuchtigkeit, durch die Platzierung der Elektrode an einem geeigneteren Platz oder durch die Verwendung einer 80 cm langen Elektrode. Überprüfen Sie auch die Isolierung und die Kontakte auf Korrosionen von Messleitungen, Bananensteckern und Elektroden. In den meisten Fällen ist die erreichte Auflösung der Messung ausreichend, es ist jedoch notwendig, sich über den Einfluss der Messunsicherheiten auf die Messung, bewusst zu werden.

- 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 19,9k Ω ! Messung abgebrochen!"**.

- Die vom Hersteller durchgeführte Kalibrierung berücksichtigt den Widerstand der Messleitungen nicht. Das Ergebnis, das auf dem Messgerät angezeigt wird, ist die Summe des Widerstandes des Prüfobjektes und des der Leitungen.

Weitere angezeigte Informationen

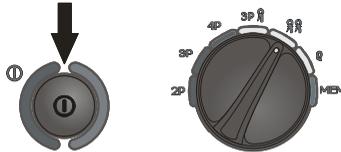
$R_E > 2k\Omega$	Messbereich ist überschritten.
$U_N > 40V!$ und dauerhafter Signalton $\langle \text{!} \rangle$	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V; die Messung ist blockiert.
$U_N > 24V!$	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 24 V, aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
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.)
$I_L > \text{max}$	Zu hoher Störstrom, Messfehler kann größer als der Hauptfehler sein.

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

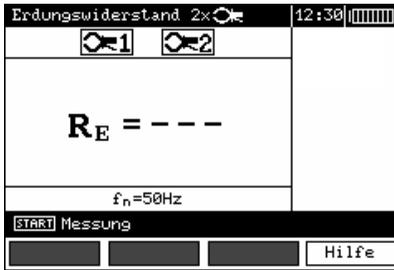
Die Messung mit zwei Zangen wird dort angewendet, wo es keine Möglichkeit gibt, die Elektroden in die Erde einzuschlagen.

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

①

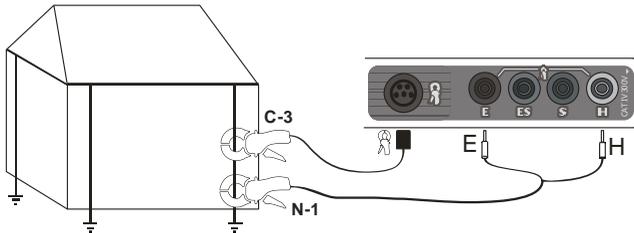


Messgerät einschalten. Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position  stellen.



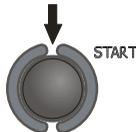
Das Messgerät ist zur Messung bereit.

②



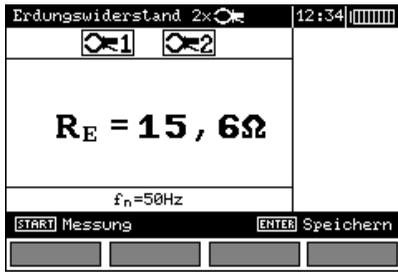
Die Zangen sind an die zu prüfende Erdung in einem Abstand von 30 cm voneinander anzulegen.
Die Sendemesszangen sind an die Buchsen **H** und **E** anzuschließen, die Messzangen dagegen an die Zangenbuchse.

③



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

4



Ergebnis ablesen.

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 MENU eingestellten entspricht.

- 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!**".

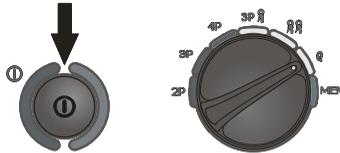
Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 150\Omega$	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.

3.7 Messung des spezifischen Erdwiderstandes (ρ)

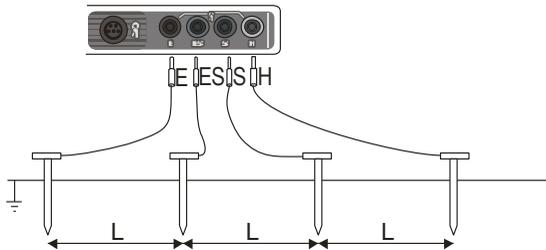
Für die Messungen der Resistanz des Bodens – angewandt als Vorbereitung für die Ausführung von Projekten des Erdungssystems oder auch in der Geologie – wurde eine gesonderte Funktion vorgesehen, die man mit dem Drehschalter wählen kann: die Messung der Resistanz des Bodens ρ . Diese Funktion ist metrologisch identisch wie die 4-Leitermessung 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.

①

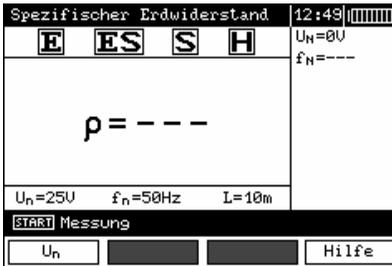


Messgerät einschalten.
Den Drehschalter für die Funktionswahl auf die Position ρ stellen.

②



Verbinden Sie die vier gerade ausgelegten Messleitungen mit den in gleichen Abständen voneinander im Boden steckenden Elektroden mit dem Messgerät, nach o.g. Anschlussbild.



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

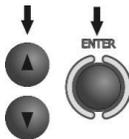
3



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

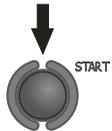


4

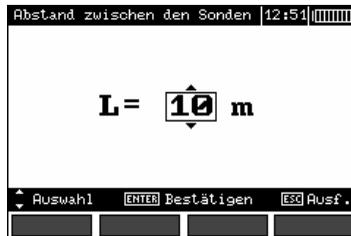


Mit den Tasten ▲, ▼ ist die Messspannung zu wählen und die Taste **ENTER** zu drücken.

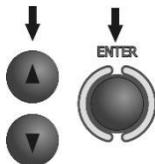
5



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

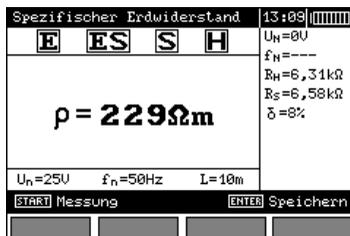


6



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 Spannungselektrode.

Wert der zusätzlichen Unsicherheit, eingebracht durch den Widerstand der Elektroden

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.

- Ist der Widerstand der Hilfelektroden zu groß, wird die Messung der R_E Elektrode durch weitere Unsicherheiten beeinträchtigt. Eine besonders hohe Messunsicherheit tritt auf, wird ein kleiner Wert des Erdwiderstandes mit Elektroden durch lockeren Kontakt im Boden gemessen. (Dies kann oft auftreten, wenn die Elektroden in Böden mit einer trockenen oberen und schlecht leitenden Schicht, gesetzt werden.) Dann ist das Verhältnis zwischen dem Widerstand der Elektrode und der Erde sehr groß, was diese Messunsicherheit hervorruft. Was dann getan werden muss, ist eine Kalkulation nach der in 10.2 beschriebenen Formel. Dies ermöglicht eine Einschätzung des Einflusses auf die Messbedingungen. Es ist auch möglich den Kontakt zum Boden zu verbessern, etwa mittels Feuchtigkeit, durch die Platzierung der Elektrode an einem geeigneteren Platz oder durch die Verwendung einer 80 cm langen Elektrode. Überprüfen Sie auch die Isolierung und die Kontakte auf Korrosionen von Messleitungen, Bananensteckern und Elektroden. In den meisten Fällen ist die erreichte Auflösung der Messung ausreichend, es ist jedoch notwendig, sich über den Einfluss der Messunsicherheiten auf die Messung, bewusst zu werden.

- 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 19,9k Ω ! Messung abgebrochen!**".

Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 1M\Omega_m$	Messbereich ist überschritten.
$U_N > 40V!$! und dauerhafter Signalton 	Die Spannung an den Messklemmen ist größer als 40 V; die Tastatur 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.

4 Speicher

Die Messgeräte MRU-120 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.

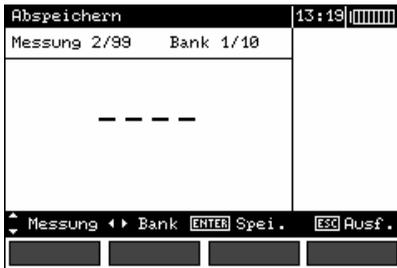
Man empfiehlt das Löschen des Speichers nach dem Ablesen der Daten oder vor der Ausführung einer neuen Messserie, die dann in die gleichen Zellen abgespeichert werden wie die vorherigen.

4.1 Abspeichern

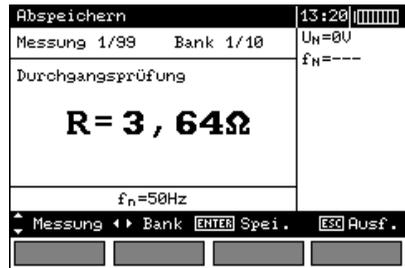
①



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



Zelle frei



Zelle besetzt

②

Wahl der Messung (Zelle) mit den Tasten **▲** | **▼**, Wahl der Speicherbank mit den Tasten **◀** | **▶**.
Abspeichern mit der Taste **ENTER**.

③

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



④

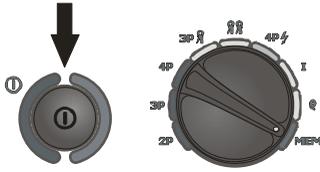
Nach der Wahl der Option mit den Tasten **◀** und **▶** ist die Taste **ENTER** zu drücken.

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



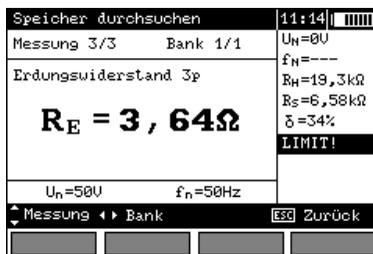
Mit den Tasten ▲ und ▼ „Durchfahren des Speichers“ markieren.



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 und die entsprechende Programmierung. Wenn die Programmierung nicht zusammen mit dem Messgerät gekauft wurde, dann kann man sie entweder beim Hersteller oder einem autorisierten Vertrieb 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 ausgerüstet sind, verwenden.

Detaillierte Informationen sind beim Hersteller oder dem jeweiligen Vertrieb 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 starten.

6 Stromversorgung des Messgerätes

Hinweise:

Das Messgerät MRU-120 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-120 ist mit einem Paket von NiMH-Akkus sowie mit einem Ladegerät ausgerüstet, dass ihr Aufladen ermöglicht.

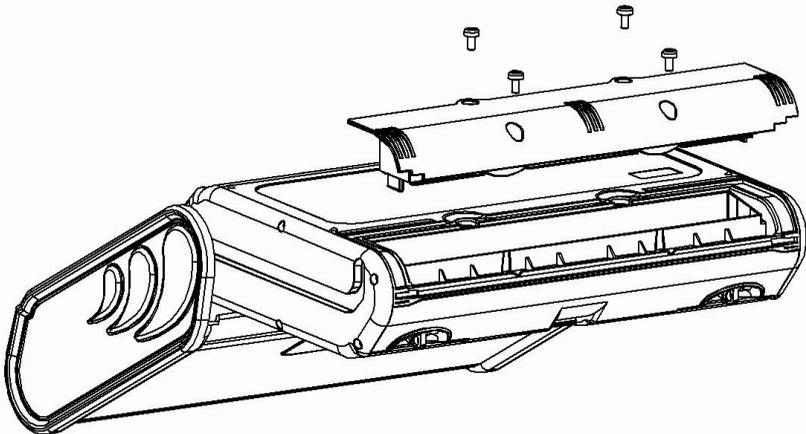
Das Akkupaket ist in einem Behälter untergebracht. Das Ladegerät ist im Gehäuse des Messgerätes montiert und arbeitet nur mit einem Akkupaket von Markenherstellern zusammen. Die Stromversorgung erfolgt durch ein externes Netzteil. Ebenso ist die Stromversorgung aus der Buchse des Zigarettenanzünders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

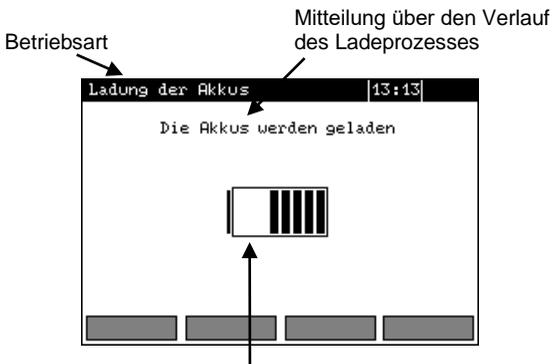
Nachdem Sie den Batteriebehälter entfernt haben, haben Sie Zugang zu den zwei Sicherungen des Typs:

- FST 1 A 250 VAC, 5x20 mm und
- 2 A 250 VAC, träge, 5x20 mm.

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.

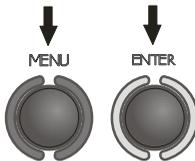
Weitere angezeigte Informationen

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 Umgebungstemperatur 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:

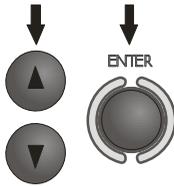
1



Die Taste **MENU** drücken und **Einstellungen des Messgerätes** wählen.
Taste **ENTER** drücken.



2



Mit den Tasten ▲, ▼
Entladen der Akkus wählen und,
die Taste **ENTER** drücken.

Den angezeigten Text durchlesen und akzep-
tieren.

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 belüftetem 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 Genauigkeiten bezieht sich auf den gemessenen Wert.

10.1 Grunddaten

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 45...65 Hz
- Häufigkeit der Messungen – mind. 2 Messungen/s

Messung von Erd- u. Potentialausgleichsverbindungen (2P)

Messmethode: gemäß IEC 61557-4

Messbereich gem. IEC 61557-4: 0,24 Ω ... 19,9 k Ω

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...1999 Ω	1 Ω	
2,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$
10,0...19,9 k Ω	0,1 k Ω	

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: 0,30 Ω ... 19,9 k Ω

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...1999 Ω	1 Ω	
2,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	$\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 4 \text{ Digits})$
10,0...19,9 k Ω	0,1 k Ω	

Messung des Widerstandes der Hilfelektroden R_H und R_S

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0...999 Ω	1 Ω	$\pm(5\% (R_E + R_H + R_S) + 8 \text{ Digits})$ aber nicht weniger als 10% R_E
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: 0,44 Ω ... 1,99 k Ω

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(8\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...1999 Ω	1 Ω	

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 Hauptmessunsicherheit 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

Sonstige technische Daten

- a) Isolationsart gemäß EN 61010-1 und IEC 61557 doppelte
- b) Messkategorie gem. 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 24 V
- e) Max. gemessene Störspannung 100 V
- f) Max. Stromstrom, bei dem die Messung des Erdungswiderstandes nach der Zangenmethode ausgeführt wird 3 A RMS
- g) Frequenz des Messstroms
- für das Netz 50 Hz 125 Hz
 - für das Netz 60 Hz 150 Hz
- h) Messspannung und -strom 2P $U < 24 \text{ V RMS}$, $I \geq 200 \text{ mA}$ für $R \leq 2 \Omega$
- i) Messspannung für R_{E3P} , R_{E4P} 25 oder 50 V
- j) Messstrom (Kurzschlussstrom) für R_{E3P} , R_{E4P} $>200 \text{ mA}$
- k) Max. Widerstand der Messelektroden 20 kΩ
- l) Signalisierung eines zu geringen Stroms der Zangen für $\leq 0,5 \text{ mA}$
- m) Stromversorgung des Messgerätes Akkupaket vom Typ SONEl NiMH 4,8 V 4,2 Ah
- n) Parameter des Batterieladegerätes 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz
- o) Anzahl der Messungen für 2P >1100 (1 Ω, 2 Messungen/Min.)
- p) Anzahl der Messungen für R_{E3P} , R_{E4P} >800 ($R_E = 10 \Omega$, $R_H = R_S = 100 \Omega$, 2 Messungen/Min.)
- q) Ausführungszeit für die Widerstandsmessungen nach der Methode von Erd- u. Potentialausgleichverbindungen $<6 \text{ s}$
- r) Ausführungszeit für die Widerstandsmessungen nach den sonstigen Methoden sowie der Resistanz $<8 \text{ s}$
- s) Abmessungen 288 x 223 x 75 mm
- t) Gewicht des Messgerätes mit Akkus ca. 2 kg
- u) Betriebstemperatur $-10...+50^\circ\text{C}$
- v) Temperaturbereich, in dem die Batterie geladen werden kann $+10^\circ\text{C}...+40^\circ\text{C}$
- w) Temperaturen, bei denen der Ladevorgang unterbrochen wird $<+5^\circ\text{C}$ und $\geq+50^\circ\text{C}$
- x) Bezugstemperatur $23 \pm 2^\circ\text{C}$
- y) Lagertemperatur $-20^\circ\text{C}...+80^\circ\text{C}$
- z) Relativfeuchtigkeit 20...90%
- aa) Nominal Relativfeuchtigkeit 40...60%
- bb) Höhe über N.N. $\leq 2000 \text{ m}^*$
- cc) Qualitätsstandard Entwicklung, Projekt und Produktion gemäß ISO 9001
- dd) 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.

10.2 Weitere Daten

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

10.2.1 Einfluss der Reihenstörspannung auf die Widerstandsmessung für die Funktionen R_{E3P}, R_{E4P}, R_{E3P+C}

R	Zusätzliche Messunsicherheit [Ω]
0,000...19,99 Ω	$\pm (25 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{U_N}{R_E}) \cdot U_N$
>19,99 Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-4} \cdot R_E + 2 \cdot 10^{-2}) \cdot U_N$

10.2.2 Einfluss der Reihenstörspannung auf die Widerstandsmessung für die Funktion ρ

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

wobei $R_E = \rho / 2\pi L$

10.2.3 Einfluss der Hilfelektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes für die Funktionen R_{E3P}, R_{E4P}, R_{E3P+C}

R _H , R _S	Zusätzliche Messunsicherheit [%]
R _H ≤ 1 kΩ und R _S ≤ 1 kΩ	In den Grenzen der Hauptmessunsicherheit
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

10.2.4 Einfluss der Hilfselektroden auf die Messung des Erdungswiderstandes für die Funktion p

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

10.2.5 Einfluss des Störstroms auf das Messergebnis des Erdungswiderstandes mit der Methode R_E3P+C

Das Messgerät MRU-120 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 [%]
$\leq 50 \Omega$	25 V	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_I^2)$
	50 V	$\pm (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot I_I^2)$
$> 50 \Omega$	25 V	$\pm (70 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_I^2)$
	50 V	$\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot R_E^2 \cdot I_I^2)$

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

10.2.6 Einfluss des Störstromes auf die Erdungswiderstandsmessung mit 2 Zangen (2C)

Das Messgerät MRU-120 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	Messunsicherheit [%]
0,00...4,99 Ω	In den Grenzen der Hauptmessunsicherheit
5,00...19,9 Ω	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E^2 \cdot I_I^3)$
20,0...149,9 Ω	$\pm (6 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_I^3)$

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

10.2.7 Einfluss des Verhältnisses des mit den Zangen gemessenen Widerstands der Abzweigungen mit mehrfacher Erdung zum resultierenden Widerstand (R_E3P+C)

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

$R_C[\Omega]$ 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.

10.2.8 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	±0,2 Digits/°C für R<1kΩ ±0,07%/°C ±0,2 Digits/°C für R ≥ 1 kΩ

10.2.9 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	±0,2 Digits/°C für R<1kΩ ±0,07%/°C ±0,2 Digits/°C für R ≥ 1 kΩ
Reihenstörspannung	E ₄	Gem. den Formeln aus Pkt. 10.2.1 (U _z =3 V 50/60 Hz)
Widerstand der Elektroden und der Hilfserder	E ₅	Gem. den Formeln aus Pkt.10.2.3

11 Zubehör

Die aktuelle Zubehörliste finden Sie auf der Website des Herstellers.

11.1 Lieferumfang

- Hilfselektrode, 30 cm (4 Stck.) – **WASONG30**
- Stromklemme - **WAZACIMA1**
- schwarze Messleitung mit einer Länge von 2,2 m am Ende mit Bananensteckern – **WAPR22X2BLBB**
- Messleitungen auf Rollen mit einer Länge von 25 m (blaue **WAPRZ025BUBBSZ** – 1 Stck. und rote **WAPRZ025REBBSZ** – 1 Stck.), an beiden Enden mit Bananensteckern, die eine Verlängerung der Leitungen ermöglichen (für eine Messung von entfernten Erdungen)
- Messleitung von 50m auf einer Rolle (abgeschirmt, gelb), an beiden Enden mit Bananensteckern – **WAPRZ050YEBBSZE**

WARNUNG:

Die Spulenleitungen sind nur für Messungen bei Spannungen von bis 50 V ausgelegt. Sie dürfen nicht zu Messungen an Stromnetzen verwendet werden.

- rote Leitung 1,2 m – **WAPRZ1X2REBB**
- schwarze Krokodikklemme – **WAKROBL20K01**
- Akkupaket – **WAAKU08**
- Abdeckung für das Messgerät – **WAFUTL2**
- Träger zum Tragen des Messgerätes 2 Stck. (kurze und lange) – **WAPOZSZEKPL**
- USB-Leitung – **WAPRZUSB**
- Netzteil zum Laden der Akkus (angepasst an verschiedene Länder) – **WAZASZ7**
- Werkskalibrierzertifikat
- Bedienungsanleitung

11.2 Zusätzliches Zubehör

Zusätzlich kann man beim Hersteller oder den Vertriebsseinheiten folgende Elemente kaufen, die nicht zur Standardausrüstung gehören:

WASONG80V2



- Hilfselektrode, 80 cm

WACEGC3OKR



- Empfangszange C-3

WAFUTL3



- Tasche L-3 (für Hilfssonden 80 cm)

WAPOJ1



- Batteriefach

WACEGN1BB



- Sendezange N-1

WAPRZLAD12SAM



- Leitung zum Laden der Akkus aus der Zigarettenanzünderbuchse im Auto

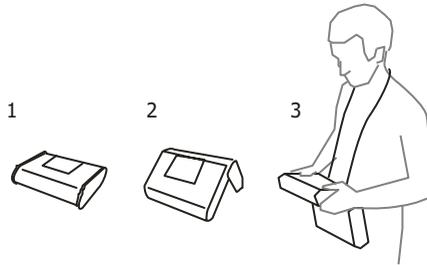
WAAKU07



- Akkupaket NiMH 4,2 Ah
- Kalibrierzertifikat mit Akkreditierung

12 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.

13 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 74 858 38 60

fax +48 74 858 38 09

E-mail: export@sonel.pl

Web page: www.sonel.pl

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



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



+48 74 858 38 60
+48 74 858 38 00
fax +48 74 858 38 09

e-mail: export@sonel.pl
www.sonel.pl