

# **BEDIENUNGSANLEITUNG**

## **ERDUNGSMESSGERÄT**

### **MRU-12**



Halterung für Trageschleife

Messbuchsen

Starten der Messung

**SET/SEL**

- Prüfereinstellungen
- Auswahl der Parameter

**ESC**

- Zurück zur vorherigen Ansicht
- Abbruch der aktuellen Messung/Funktion

Bestätigen

**Shift/selection**

- rechts/links
- oben/unten

• **Prüfgerät EIN**

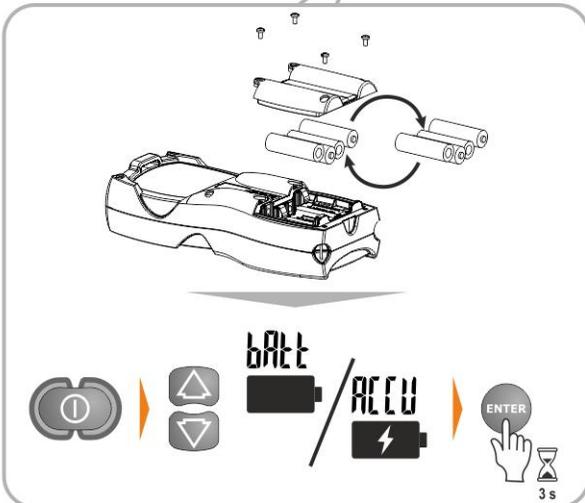
(drücken und halten)

• **Prüfgerät AUS**

(drücken und halten)

• **Hintergrundbeleuchtung**

(kurz drücken)



batt



ENTER

3 s



# **BEDIENUNGSANLEITUNG**

## **ERDUNGSMESSGERÄT MRU-12**



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

Das Messgerät MRU-12 ist ein modernes, hochwertiges Messgerät, das leicht und sicher zu bedienen ist. Machen Sie sich vorab mit dieser Anleitung vertraut, um Messfehlern und einer Fehlbedienung des Gerätes vorzubeugen.

# INHALT

<b>1 Allgemeine Informationen</b>	<b>5</b>
1.1 Sicherheitssymbole	5
1.2 Sicherheit	6
<b>2 Schnellstart</b>	<b>7</b>
2.1 Ein- und Ausschalten des Messgerätes, Ausleuchten der Anzeige	7
2.2 Wahl der allgemeinen Messparameter	7
2.3 Abspeichern des letzten Messergebnisses	7
<b>3 Messungen</b>	<b>10</b>
3.1 Messen von Störspannungen DC + AC	10
3.2 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode ( $R_{E3P}$ )	11
3.3 Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode ( $R_{E4P}$ )	15
3.4 Messen des Erdungswiderstandes mit der 2-Pol-Methode ( $R_{E2P}$ )	19
3.5 Messung des spezifischen Erdwiderstandes ( $\rho$ )	21
3.5.1 Wenner-Methode	21
3.5.2 Schlumberger-Methode	22
3.5.3 Messungen	22
<b>4 Speicher für Messergebnisse</b>	<b>25</b>
4.1 Speichern der Messergebnisse	25
4.2 Änderung der Nummer der Speicherzelle und der Datenbank	27
4.3 Durchsuchen des Speichers	27
4.4 Löschen des Speichers	28
4.4.1 Löschen der Bank	28
4.4.2 Löschen des ganzen Speichers	29
4.5 Kommunikation mit dem Computer	30
4.5.1 Ausrüstungspaket für die Zusammenarbeit mit dem Computer	30
4.5.2 Datenübertragung mithilfe des Moduls Bluetooth	30
<b>5 Spannungsversorgung</b>	<b>31</b>
5.1 Überwachung der Spannungsversorgung	31
5.2 Austausch der Batterien (Akkus)	32
5.3 Allgemeine Bestimmungen für die Verwendung von Nickel-Wasserstoff-Akkus (Ni-MH)	33
<b>6 Reinigung und Wartung</b>	<b>33</b>
<b>7 Lagerung</b>	<b>33</b>
<b>8 Zerlegen und Entsorgen</b>	<b>34</b>
<b>9 Technische Daten</b>	<b>34</b>
9.1 Grunddaten	34
9.2 Betriebsdaten	36
9.3 Weitere Daten	37
9.3.1 Einfluss von Reihenstörungen bei der Messung $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$	37
9.3.2 Einfluss der Erdspeißer bei Messung $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$	37
9.3.3 Weitere Ungenauigkeiten gemäß EN IEC 61557-5 ( $R_{E3P}$ )	37
<b>10 Hersteller</b>	<b>38</b>

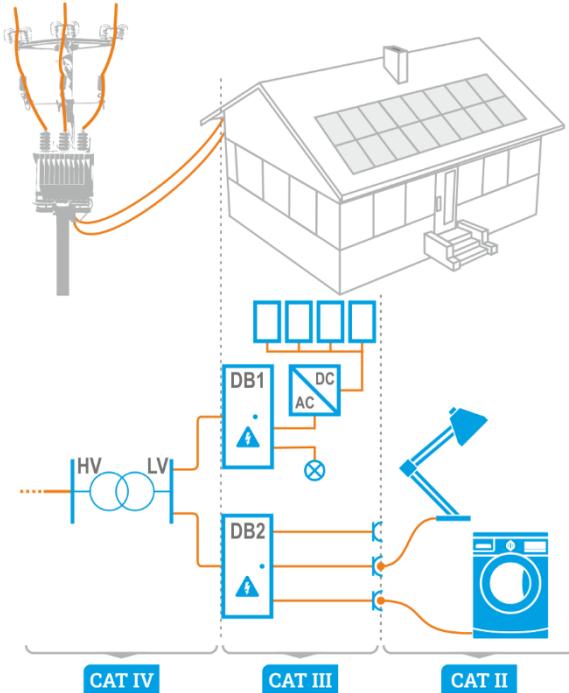


# 1 Allgemeine Informationen

## 1.1 Sicherheitssymbole

Die folgenden internationalen Symbole werden im Gerät und/oder in dieser Anleitung verwendet:

	Weitere Informationen und Erläuterungen finden Sie in der Bedienungsanleitung		Doppelte Isolierung (Schutzklasse)		Erklärung der Konformität mit den EU-Richtlinien ( <i>Conformité Européenne</i> )
	Nicht mit anderem Hausmüll entsorgen		Vorsicht, Gefahr eines elektrischen Schlages		



Messkategorien nach EN IEC 61010-2-030:

- **CAT II** – betrifft Messungen in Stromkreisen, die direkt an Niederspannungsanlagen angeschlossen sind,
- **CAT III** – betrifft Messungen in Gebäudeanlagen,
- **CAT IV** – betrifft Messungen, die an der Quelle der Niederspannungsanlage durchgeführt werden.

## 1.2 Sicherheit

Das Gerät MRU-12 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:

- Machen Sie sich vor Nutzungsbeginn genauestens mit der Anleitung vertraut, und halten sie sich an alle Sicherheitsvorschriften und Empfehlungen des Herstellers.
- Das Messgerät MRU-12 wurde für Messungen des Erdungswiderstandes und des spezifischen Erdwiderstandes. Jede andere als in dieser Anleitung angegebene Verwendung des Gerätes kann zu einer Beschädigung führen und eine ernsthafte Gefahrenquelle für den Nutzer darstellen.
- Das Gerät ist ausschließlich von entsprechend qualifizierten Personen, mit erforderlichen Berechtigungen zur Durchführung von Messungen in Elektroanlagen, zu bedienen. Die Handhabung des Messgerätes durch unbefugte Personen kann zu einer Beschädigung des Gerätes führen und eine ernsthafte Gefahr für den Nutzer darstellen.
- 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 Bereichen mit Explosions- oder Brandgefahr, ist es erforderlich, den Arbeitsschutzbeauftragten zu konsultieren.
- Unzulässig ist die Verwendung:
  - ⇒ des Gerätes, welches beschädigt und ganz oder teilweise nicht funktioniert
  - ⇒ des Gerätes, welches Leitung eine beschädigte Isolierung aufweist
  - ⇒ des Gerätes, welches zu lange unter widrigen Bedingungen (z.B. Feuchtigkeit) gelagert wurde. **Nach der Verlagerung des Prüfgerätes aus einem kalten in ein warmes Umfeld mit hoher Feuchtigkeit dürfen bis zum Zeitpunkt der Erwärmung des Gerätes (ca. 30 Minuten) auf Umgebungstemperatur keine Messungen durchgeführt werden.**
- Vor Beginn der Messung ist zu überprüfen, ob die Leitungen an die entsprechenden Messbuchsen angeschlossen sind.
- Verwenden Sie das Prüfgerät nicht an anderen Netzspannungen als in dieser Anleitung beschrieben.
- Alle Kombinationen der Eingänge des Gerätes sind elektronisch gegen Überlast geschützt. Zum Beispiel bei Anschluss an Netzspannung bis 276 V für 30 Sekunden.
- Eine Werkskalibrierung umfasst nicht den Widerstand der Prüfleitungen. Das angezeigte Ergebnis ist die Summe der Widerstände aus Objekt und Prüfleitung.
- Das Gerät erfüllt die Anforderungen der Standards EN 61010-1 und EN IEC 61557-1 und -5.



Der Hersteller behält sich vor, bildliche Änderungen am Gerät, dem Zubehör oder den technischen Daten durchzuführen. Auf Grund ständiger Weiterentwicklung des Gerätes und der Software können die aktuelle Darstellung und die Funktionen am Display leicht variieren.

## 2 Schnellstart

### 2.1 Ein- und Ausschalten des Messgerätes, Ausleuchten der Anzeige

Das Messgerät schaltet sich durch langes Drücken der Taste  ein und aus (im ausgeschalteten Zustand wird die Meldung **OFF** angezeigt).

Ein kurzer Druck auf die Taste  während des Funktionsbetriebes des Messgerätes schaltet **das Ausleuchten der Anzeige** ein oder aus.

### 2.2 Wahl der allgemeinen Messparameter

①  +  Durch das Halten der gedrückten Taste **SET/SEL** wird das Messgerät eingeschaltet und man wartet ab, bis der Bildschirm für die Auswahl der Parameter erscheint.



Mit den Tasten ◀▶ geht man zum nächsten Parameter über.



Mit den Tasten ▲▼ verändert sich der Wert des Parameters. Der Wert oder das Symbol für die Änderung blinken.

② Stellen Sie die Parameter entsprechend dem Algorithmus ein.

③  /  Die letzte Änderung bestätigen und mit der Taste **ENTER** zur Messfunktion übergehen (drücken und halten, bis ein Signalton ertönt - ca. 3 s). Ohne Bestätigung der Änderungen mit der Taste **ESC** zur Messfunktion übergehen.



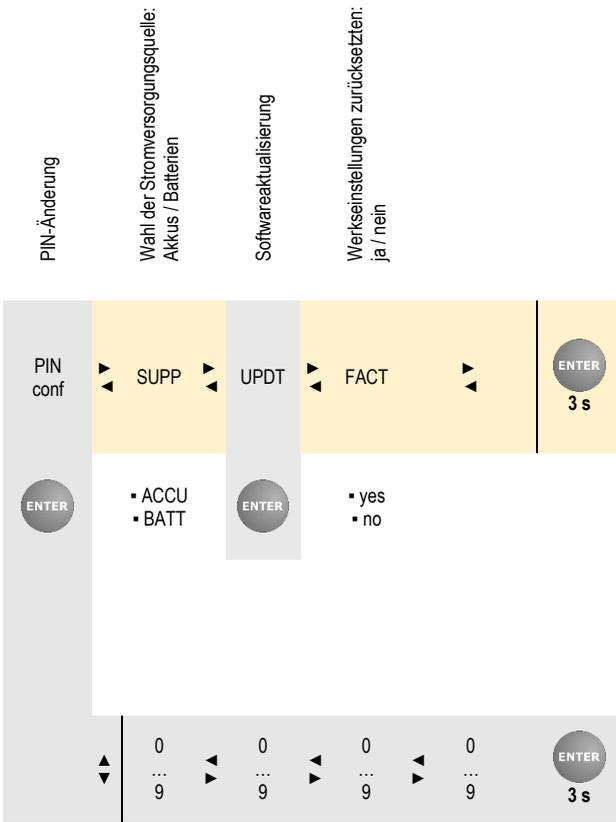
- Bei der ersten Inbetriebnahme oder nach dem Auswechseln der Batterien wählen Sie die Art der Stromversorgung: Akkus (ACCU) oder Batterien (BATT). Im gleichen Menü können die allgemeinen Messparameter ausgewählt werden.
- PIN Einstellungen – siehe **Prüfgeräteeinstellungen** Zeichnung.
- Software Upgrade – siehe **Prüfgeräteeinstellungen** Zeichnung und **Abschnitt 4.5**.

### 2.3 Abspeichern des letzten Messergebnisses

Das letzte Messergebnis wird so lange gespeichert, bis nicht die nächste Messung gestartet wird oder veränderte Messparameter sind einzustellen. Nach dem mit der Taste **ESC** der Übergang zum Ausgangsbildschirm einer gegebenen Funktion erfolgte, kann man dieses Ergebnis drücken der Taste **ENTER** aufrufen.

## Prüfereiteinstellungen – Algorithmus

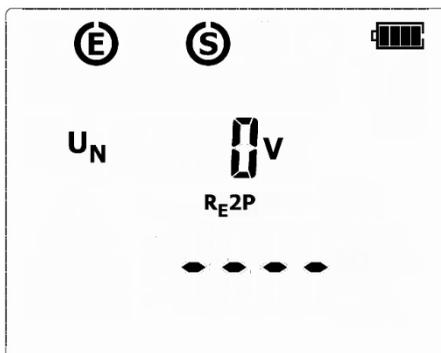
	Netzfrequenz	Einheit des Abstands zwischen den Hilfselektroden	Summer: aktiviert / deaktiviert	Auto-OFF ▪ deaktiviert ▪ Zeit bis zum autom. Abschalten	Bluetoothverbindung: aktiviert / deaktiviert
	$f_N$	DIST	BEEP	OFF	BT
▲ ▼	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 50 Hz</li> <li>▪ 60 Hz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ m</li> <li>▪ ft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ on</li> <li>▪ off</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ - - - -</li> <li>▪ 300 s</li> <li>▪ 600 s</li> <li>▪ 900 s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ on</li> <li>▪ off</li> </ul>



### 3 Messungen

Erdungswiderstandsmessungen unterscheiden sich komplett zu den anderen Messungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag. Es werden wesentliche Kenntnisse über den Aufbau des Erdungssystems, auftretender Phänomene während der Messungen und Einfluss der aktueller Umgebungsbedingungen bezogen auf die Messung vorausgesetzt. Erdungstests und -messungen erfordern maßgebende messtechnische Kenntnisse sowie passendes Equipment, um eine korrekte und einfache Beurteilung durchführen zu können.

#### 3.1 Messen von Störspannungen DC + AC



Im Messmenü bevor die Taste **START** gedrückt wird, überwacht und misst das Prüfgerät automatisch die Spannung zwischen den Buchsen **E** und **S / H**. Die Störspannung wird am Display angezeigt.

#### Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

$U_N > 100V!$ ,  $> 100V$   
und Dauerton (🔊),

**NOISE!** und ⚠️

Spannung an den Anschlüssen ist größer als 100 V, die Messung wird blockiert.

$U_N \text{xxV!}$ ,  $> 40V$   
und Dauerton (🔊),

**NOISE!** und ⚠️

xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 40 V aber kleiner als 100 V, die Messung wird blockiert.

$U_N \text{xxV!}$ ,  $> 24V$ ,

**NOISE!** und ⚠️

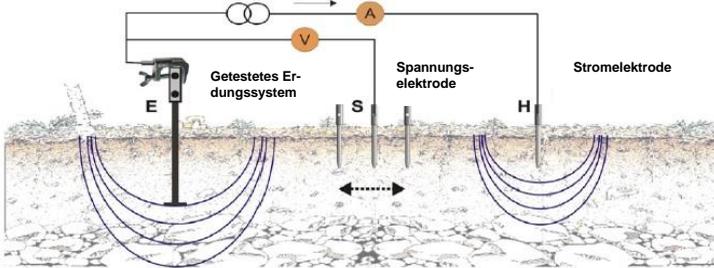
xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 24 V aber kleiner als 40 V, die Messung wird blockiert.

**NOISE!**

Die Störspannung ist kleiner als 24V, das Messergebnis kann durch zusätzliche Unsicherheiten beeinflusst werden.

### 3.2 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode ( $R_{E3P}$ )

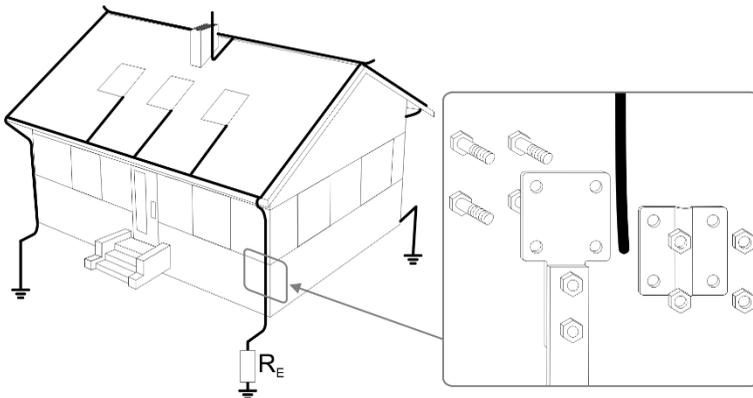
Zur Bestimmung des Erdwiderstandes wird meistens die 3-Pol-Methode verwendet, bezeichnet als Potentialdifferenz-Methode oder „technische Methode“. Es wird während der Messung der Spannungsabfall bei einem bestimmten fließenden Strom durch das Erdungssystem gemessen. Das ohmsche Gesetz berechnet anschließend den Widerstand.



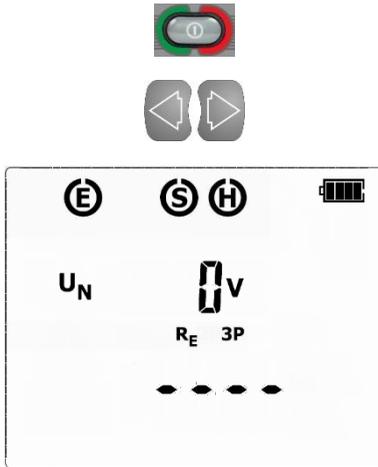
In der Darstellung oben wird die technische Methode dargestellt. Es wird der Widerstand  $R_E$  gemessen. Verwenden Sie dazu die zwei zusätzliche Erdspeie:

- Erdspieß **H** (Stromspieß) um den Erregerstrom wie folgt einzuspeisen: Gemessene Elektrode  $R_E$  → Prüfgerät → Stromspieß **H** → Erde → Gemessene Erdelektrode.
- Erdspieß **S** (Spannungsspieß) zum Messen des Spannungsabfalls über den Widerstand der gemessenen Erdung als Ergebnis des fließenden Stromes.

① Trennen Sie die zu messende Erde von der Installation des Gebäudes.



2

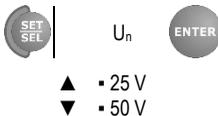


Schalten Sie das Messgerät ein (**ON/OFF**).

Mit den Tasten ◀▶ gehen Sie zum **R<sub>E</sub>3P**-Bildschirm.

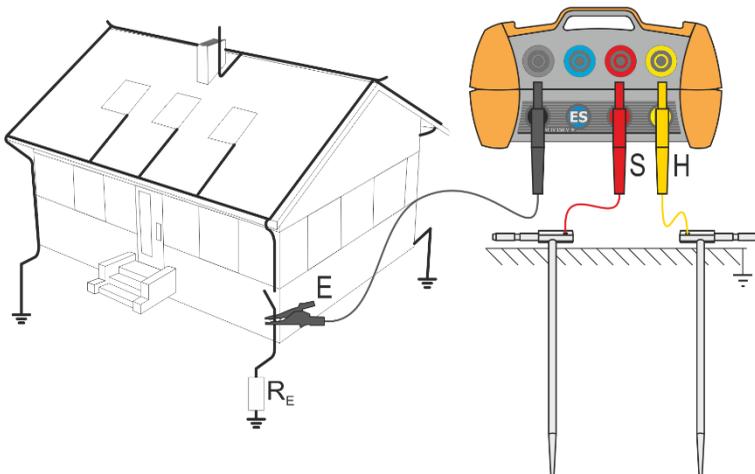
Es wird autom. die Störspannung zwischen den Anschlüssen gemessen.

3



Die Parameter sind gemäß dem nachfolgenden Algorithmus und den beim Einstellen der allgemeinen Parameter beschriebenen Regeln einzustellen.

4



Die Leitungen müssen an den Messbuchsen wie oben angezeigt angeschlossen werden.

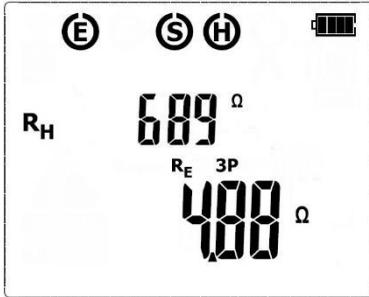
- Der Stromspieß **H** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **H** angeschlossen werden.
- Der Spannungsspieß **S** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **S** angeschlossen werden.
- Die zu testende Erdelektrode muss an Buchse **E** mit der Messleitung angeschlossen werden.
- Die zu testende Erdelektrode und der Stromspieß sowie der Spannungsspieß sollten in einer Linie ausgerichtet sein.

5



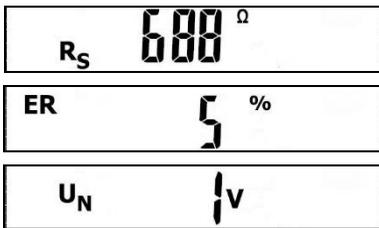
Drücken Sie **START**.  
Die Messung wird gestartet und durch 3 horizontale Striche am Display angezeigt.

6



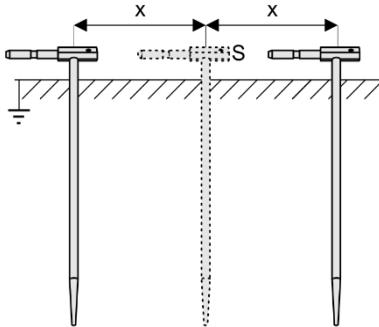
Nach Abschluss der Messung werden alle erzielten Messergebnisse angezeigt: Unten wird das Hauptergebnis für  $R_E$  angezeigt, darüber das zusätzliche Ergebnis für  $R_H$ . **Das Ergebnis wird für ca. 20 Sekunden angezeigt.** Es kann jederzeit durch die Taste **ENTER** wieder angezeigt werden.

7



Mit den Tasten  $\blacktriangle$   $\blacktriangledown$  werden die Einzelergebnisse angezeigt:  
 $R_H$  – Widerstand von **H**  
 $R_S$  – Widerstand von **S**  
**ER** – zusätzliche Ungenauigkeiten der Sonden  
 $U_N$  – Störspannung

8



Wiederholen Sie die Messungen (**Schritte 5, 6, 7**) und versetzen Sie den Spannungsspieß ein paar Meter – weiter weg und näher zu der gemessenen Erdelektrode. Weicht das Ergebnis zwischen den Messungen von  $R_E$  um mehr als 3% ab, sollte der Abstand des Stromspießes zur gemessenen Erdelektrode wesentlich vergrößert und die Messungen wiederholt werden.



**ACHTUNG!**

Die Erdungsmessung kann durchgeführt werden, wenn die Störspannung 24 V nicht überschreitet. Die Störspannung wird bis zu einem Wert von 100 V gemessen, wenn sie 40 V überschreitet, wird dies als gefährlich signalisiert. Das Messgerät darf nicht an Spannungen, die 100 V überschreiten, angeschlossen werden.



- Es muss besonders auf die Qualität der Verbindung des geprüften Objekts und den Messleitungen achtgegeben werden - die Kontaktfläche muss frei von Farbe, Rost usw. sein.
- Falls der Widerstand der Erdspeße zu hoch ist, wird die Messung der Erdung  $R_E$  von einer zusätzlichen Unsicherheit belastet. Eine besonders hohe Messunsicherheit entsteht, wenn ein kleiner Widerstandswert der Erdung über Sonden mit einem schwachen Kontakt zum Boden gemessen wird (so eine Situation tritt oftmals auf, wenn die Erdung gut ausgeführt wurde, und der obere Teil der Erde trocken ist und somit eine schwache Leitfähigkeit besitzt). Dann ist das Verhältnis des Widerstandes der Sonden zum gemessenen Erdungswiderstand sehr groß und die davon abhängige Messunsicherheit ebenfalls. Sie können, gemäß der in **Punkt 9.3** angegebenen Formeln, Berechnungen durchführen, um den Einfluss der Messbedingungen auf das Ergebnis einzuschätzen. Der Kontakt der Sonde zum Boden kann verbessert werden, z.B. durch Befeuchtung der Stelle, an der die Sonde eingesteckt wird oder Sie verwenden einen 80 cm langen Erdspeß. Es ist auch ratsam die Prüfleitungen zu überprüfen - ob die Isolierung nicht beschädigt ist und ob die Kontakte: Leitung - Bananenstecker - Sonde nicht von Korrosion befallen sind oder lose sind. In den meisten Fällen ist die erreichte Genauigkeit ausreichend, aber man sollte sich immer des Wertes der Messunsicherheit, von dem die Messung betroffen ist, bewusst sein.

## Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 9999 \Omega$

Messbereich ist überschritten.

$U_N > 100 \text{ V}$ ,  $> 100 \text{ V}$  und Dauerton

 **NOISE!** und 

Spannung an den Anschlüssen ist größer als 100 V, Messung ist blockiert.

$U_N \text{ xxV}$ ,  $> 40 \text{ V}$  und Dauerton 

**NOISE!** und 

xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 40 V, Messung ist blockiert.

$U_N \text{ xxV}$ ,  $> 24 \text{ V}$ ,

**NOISE!** und 

xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 24 V but aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.

**NOISE!**

Störsignal ist zu groß – Messergebnis kann durch zusätzliche Ungenauigkeiten beeinflusst werden.

**LIMIT!**

und ER zusammen mit dem Wert in %

Widerstand der Erdspeße  $> 30\%$ .  
(Gemessene Werte werden zur Kalkulierung der Ungenauigkeiten verwendet.)

**LIMIT!**

und  $R_H$  oder  $R_S$  mit dem Wert in  $\Omega$

Widerstand der Erdspeße H und S, oder eine dieser überschreitet 19,9 k $\Omega$ , eine korrekte Messung ist nicht möglich.

Blinkend:

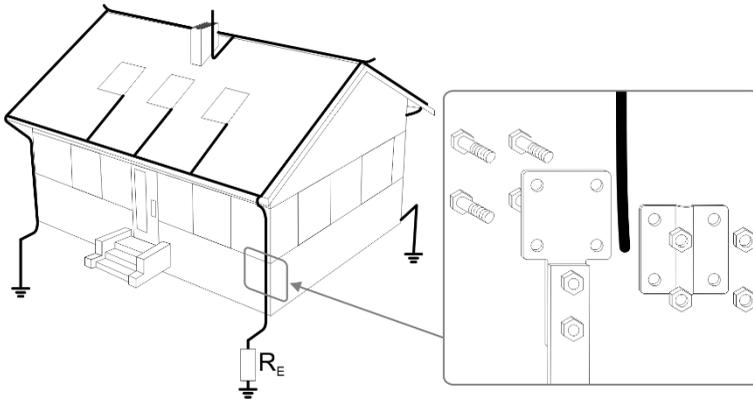


E oder H oder S, zwei oder alle drei zu gleichen Zeit: unterbrochene Verbindung von einer, zwei oder drei Leitungen an den Buchsen, oder der Widerstand des Erdspeßes / der Erdspeße ist außerhalb des Messbereiches.

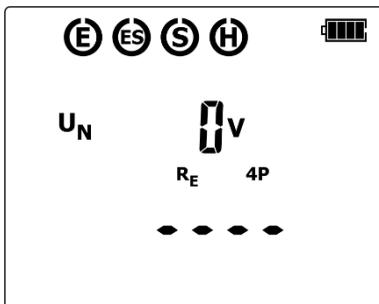
### 3.3 Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode ( $R_{E4P}$ )

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 empfohlen.

- ① Die zu prüfende Erdung ist von der Installation des Objektes zutrennen.



②



Schalten Sie das Messgerät ein (**ON/OFF**).

Mit den Tasten ◀ ▶ gehen Sie zum  $R_{E4P}$ -Bildschirm.

Es wird autom. die Störspannung zwischen den Anschlüssen gemessen.

③



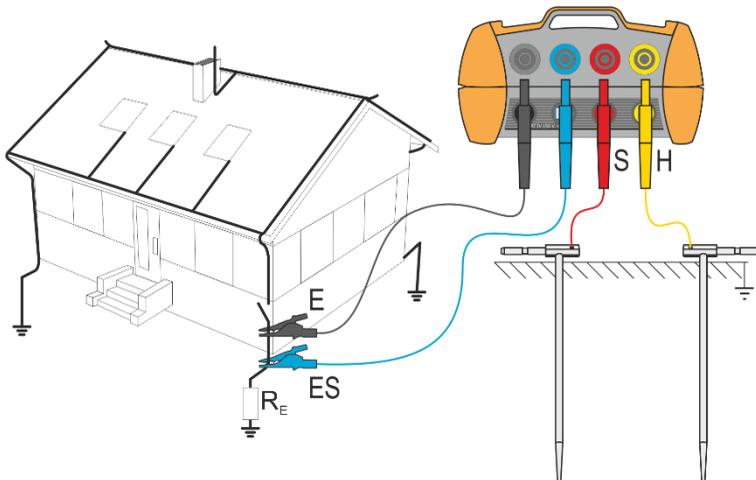
$U_n$



- ▲ • 25 V
- ▼ • 50 V

Die Parameter sind gemäß dem nachfolgenden Algorithmus und den beim Einstellen der allgemeinen Parameter beschriebenen Regeln einzustellen.

4



Die Leitungen müssen an den Messbuchsen wie oben angezeigt angeschlossen werden.

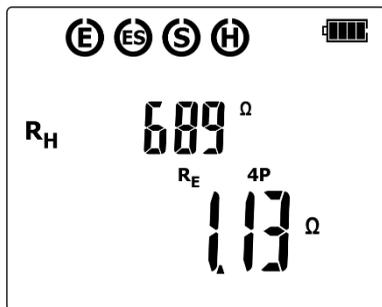
- Der Stromspieß **H** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **H** angeschlossen werden.
- Der Spannungsspieß **S** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **S** angeschlossen werden.
- Die zu testende Erdelektrode muss an Buchse **E** mit der Messleitung angeschlossen werden.
- Die Buchse **ES** ist an die zu prüfende Erdung unter der Leitung **E** anzuschließen.
- Die zu testende Erdelektrode und der Stromspieß sowie der Spannungsspieß sollten in einer Linie ausgerichtet sein.

5



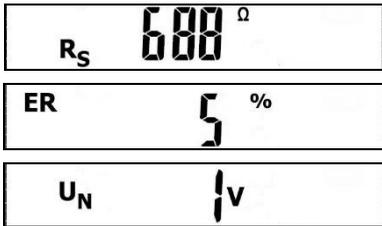
Drücken Sie **START**, um die Messung zu starten. Die Messung wird gestartet und durch 3 horizontale Striche am Display angezeigt.

6



Nach Abschluss der Messung werden alle erzielten Messergebnisse angezeigt: Unten wird das Hauptergebnis für  $R_E$  angezeigt, darüber das zusätzliche Ergebnis für  $R_H$ . **Das Ergebnis wird für ca. 20 Sekunden angezeigt.** Es kann jederzeit durch die Taste **ENTER** wieder angezeigt werden.

7



Mit den Tasten ▲▼ werden die Einzelergebnisse angezeigt:

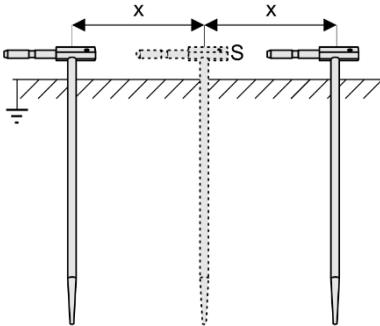
$R_H$  – Widerstand von H

$R_S$  – Widerstand von S

ER – zusätzliche Ungenauigkeiten der Sonden

$U_N$  – Störspannung

8



Wiederholen Sie die Messungen (**Schritte 5, 6, 7**) und versetzen Sie den Spannungsspieß ein paar Meter – weiter weg und näher zu der gemessenen Erdelektrode. Weicht das Ergebnis zwischen den Messungen von  $R_E$  um mehr als 3% ab, sollte der Abstand des Stromspießes zur gemessenen Erdelektrode wesentlich vergrößert und die Messungen wiederholt werden.



#### ACHTUNG!

Die Erdungsmessung kann durchgeführt werden, wenn die Störspannung 24 V nicht überschreitet. Die Störspannung wird bis zu einem Wert von 100 V gemessen, wenn sie 40 V überschreitet, wird dies als gefährlich signalisiert. Das Messgerät darf nicht an Spannungen, die 100 V überschreiten, angeschlossen werden.



- Es muss besonders auf die Qualität der Verbindung des geprüften Objekts und den Messleitungen achtgegeben werden - die Kontaktfläche muss frei von Farbe, Rost usw. sein.
- Falls der Widerstand der Erdspieße zu hoch ist, wird die Messung der Erdung  $R_E$  von einer zusätzlichen Unsicherheit belastet. Eine besonders hohe Messunsicherheit entsteht, wenn ein kleiner Widerstandswert der Erdung über Sonden mit einem schwachen Kontakt zum Boden gemessen wird (so eine Situation tritt oftmals auf, wenn die Erdung gut ausgeführt wurde, und der obere Teil der Erde trocken ist und somit eine schwache Leitfähigkeit besitzt). Dann ist das Verhältnis des Widerstandes der Sonden zum gemessenen Erdungswiderstand sehr groß und die davon abhängige Messunsicherheit ebenfalls. Sie können, gemäß der in **Punkt 9.3** angegebenen Formeln, Berechnungen durchführen, um den Einfluss der Messbedingungen auf das Ergebnis einzuschätzen. Der Kontakt der Sonde zum Boden kann verbessert werden, z.B. durch Befeuchtung der Stelle, an der die Sonde eingesteckt wird oder Sie verwenden einen 80 cm langen Erdspieß. Es ist auch ratsam die Prüfleitungen zu überprüfen - ob die Isolierung nicht beschädigt ist und ob die Kontakte: Leitung - Bananenstecker - Sonde nicht von Korrosion befallen sind oder lose sind. In den meisten Fällen ist die erreichte Genauigkeit ausreichend, aber man sollte sich immer des Wertes der Messunsicherheit, von dem die Messung betroffen ist, bewusst sein.

## Weitere angezeigte Informationen

$R_E > 9999 \Omega$	Messbereich ist überschritten.
$U_N > 100 \text{ V}, > 100 \text{ V}$ und Dauerton  , <b>NOISE!</b> und 	Spannung an den Anschlüssen ist größer als 100 V, Messung ist blockiert.
$U_N \text{ xxV!}, > 40 \text{ V}$ und Dauerton  , <b>NOISE!</b> und 	xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 40 V, Messung ist blockiert.
$U_N \text{ xxV!}, > 24 \text{ V},$ <b>NOISE!</b> und 	xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 24 V but aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.
<b>NOISE!</b>	Der Wert der Störspannung liegt unter 24 V, ist aber zu hoch – Messergebnis kann durch zusätzliche Ungenauigkeiten beeinflusst werden.
<b>LIMIT!</b> und <b>ER</b> zusammen mit dem Wert in %	Widerstand der Erdspeife $> 30\%$ . (Gemessene Werte werden zur Kalkulierung der Ungenauigkeiten verwendet.)
<b>LIMIT!</b> und $R_H$ oder $R_S$ mit dem Wert in $\Omega$	Widerstand der Erdspeife H und S, oder eine dieser überschreitet 19,9 k $\Omega$ , eine korrekte Messung ist nicht möglich.
Blinkend: 	E oder ES oder H oder S, zwei oder alle drei zu gleichen Zeit: unterbrochene Verbindung von einer, zwei oder drei Leitungen an den Buchsen, oder der Widerstand des Erdspeifes / der Erdspeife ist außerhalb des Messbereiches.

### 3.4 Messen des Erdungswiderstandes mit der 2-Pol-Methode ( $R_{E2P}$ )

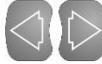
Die 2-Pol-Methode kann ebenfalls zur Erdungsmessung verwendet werden. Ist das Erdungssystem und der Widerstandswert dieser bekannt, ist das Messergebnis die Summe aus gemessenem und bekanntem Widerstandswert.

1

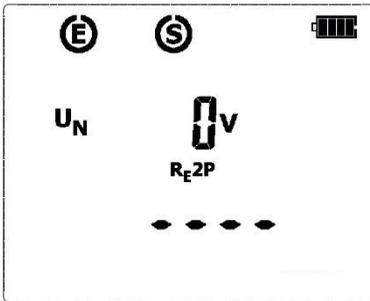


Schalten Sie das Messgerät ein (**ON/OFF**).

2

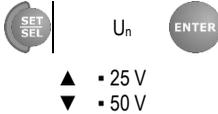


Mit den Tasten ◀ ▶ gehen Sie zum  $R_{E2P}$ -Bildschirm.



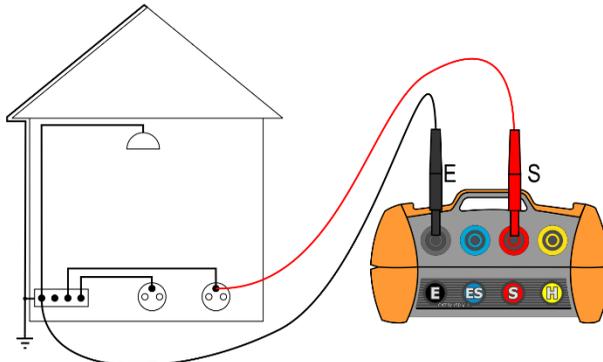
Es wird autom. die Störspannung zwischen den Anschlüssen gemessen.

3



Die Parameter sind gemäß dem nachfolgenden Algorithmus und den beim Einstellen der allgemeinen Parameter beschriebenen Regeln einzustellen.

4



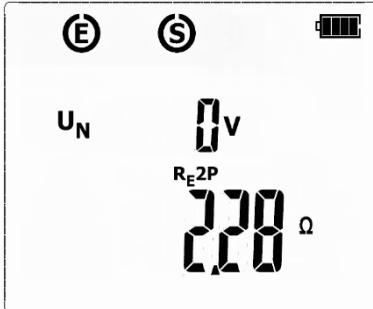
Die Leitungen müssen an den Messbuchsen wie oben angezeigt angeschlossen werden.

5



Drücken Sie **START**, um die Messung zu starten.

6



Nach Abschluss der Messung werden alle erzielten Messergebnisse angezeigt: Unten wird das Hauptergebnis für **R<sub>E2P</sub>** angezeigt. Darüber das Ergebnis der Störspannung. **Das Ergebnis wird für ca. 20 Sekunden angezeigt.** Es kann jederzeit durch die Taste **ENTER** wieder angezeigt werden.

## Weitere angezeigte Informationen

**R>9999 Ω**

Messbereich ist überschritten.

**U<sub>N</sub>>100 V, >100 V**  
und Dauerton ,

**NOISE!** und 

Spannung an den Anschlüssen ist größer als 100 V, Messung ist blockiert.

**U<sub>N</sub> xxV, >40 V**  
und Dauerton ,

**NOISE!** und 

xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 40 V, Messung ist blockiert.

**U<sub>N</sub> xxV, >24 V,**  
**NOISE!** und 

xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 24 V but aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.

**NOISE!**

Störsignal ist zu groß – Messergebnis kann durch zusätzliche Ungenauigkeiten beeinflusst werden.

### 3.5 Messung des spezifischen Erdwiderstandes ( $\rho$ )

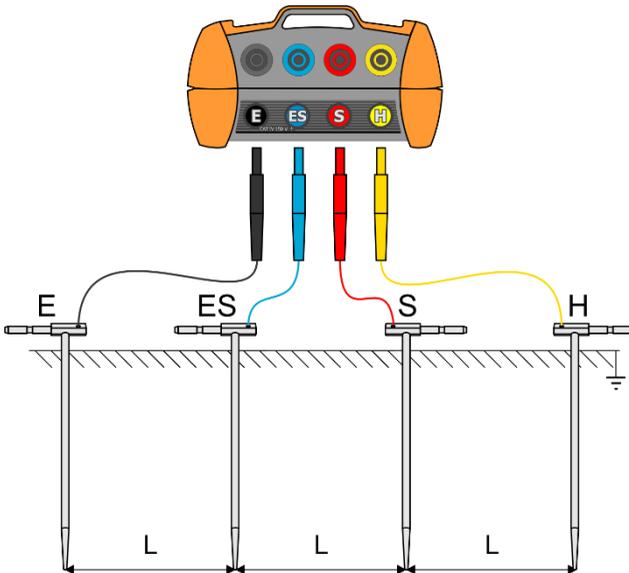
Für die Messungen der Resistanz des Bodens – angewandt als Vorbereitung für die Ausführung von Projekten des Erdungssystems oder auch in der Geologie – wurde eine gesonderte Funktion vorgesehen, die man mit dem Drehschalter wählen kann: die Messung der Resistanz des Bodens  $\rho$ . Das Messgerät verwendet die Wenner-Methode und die Schlumberger-Methode.

#### 3.5.1 Wenner-Methode

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:

$$\rho = 2\pi LR_E$$

Diese Methode geht von gleichen Abständen  $L$  zwischen den Elektroden aus.



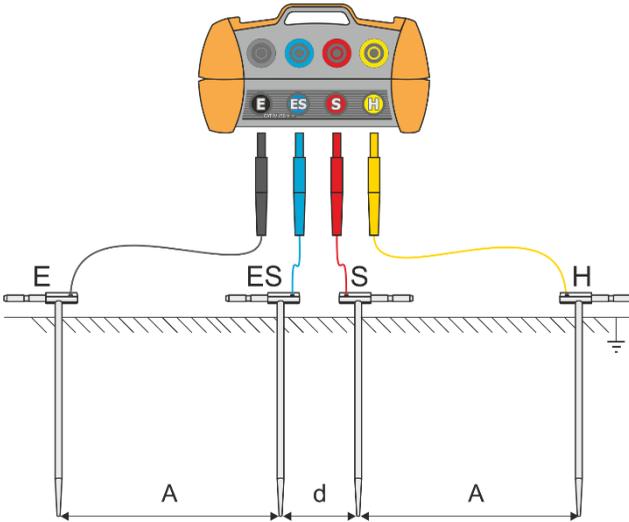
Schlagen Sie 4 Hilfeelektroden in den Erdboden ein, in gleichem Entfernung zueinander und in einer Linie, wie in der Abbildung dargestellt.

- Der Stromspieß **H** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **H** angeschlossen werden.
- Der Spannungsspieß **S** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **S** angeschlossen werden.
- Die zu testende Erdelektrode muss an Buchse **E** mit der Messleitung angeschlossen werden.
- Die Buchse **ES** ist an die zu prüfende Erdung unter der Leitung **E** anzuschließen.
- Die zu testende Erdelektrode und der Stromspieß sowie der Spannungsspieß sollten in einer Linie ausgerichtet sein.

### 3.5.2 Schlumberger-Methode

Das Ergebnis der Messung ist ein Widerstandswert, der automatisch nach der Formel berechnet wird:

$$\rho = \frac{\pi A(A+d)}{d} R_E$$



Schlagen Sie 4 Hilfeelektroden in den Erdboden ein, in einer Linie, wie in der Abbildung dargestellt. Der Abstand zwischen den Elektroden E und ES und zwischen S und SH ist gleich groß und gleichzeitig größer oder gleich dem 3-fachen Abstand zwischen den Elektroden ES und S ( $A \geq 3 \cdot d$ ).

- Der Stromspieß **H** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **H** angeschlossen werden.
- Der Spannungsspieß **S** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **S** angeschlossen werden.
- Die zu testende Erdelektrode muss an Buchse **E** mit der Messleitung angeschlossen werden.
- Die Buchse **ES** ist an die zu prüfende Erdung unter der Leitung **E** anzuschließen.
- Die zu testende Erdelektrode und der Stromspieß sowie der Spannungsspieß sollten in einer Linie ausgerichtet sein.

### 3.5.3 Messungen

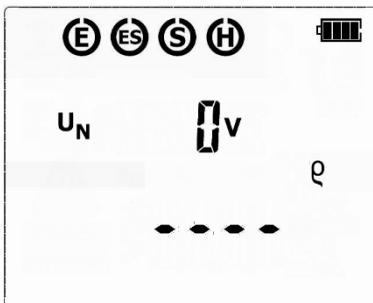
① Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 3.5.1** oder **Abschnitt 3.5.2**.



Schalten Sie das Messgerät ein (**ON/OFF**).



Mit den Tasten ◀▶ gehen Sie zum **ρ**-Bildschirm.



- 3 Die Parameter sind gemäß dem nachfolgenden Algorithmus und den beim Einstellen der allgemeinen Parameter beschriebenen Regeln einzustellen.



$U_n$   
 ▲ 25 V  
 ▼ 50 V

Messmethode  
 • L – Wenner-Methode  
 • A d – Schlumberger-Methode

Abstand zwischen den Hilfelektroden  
 • 1 m (Wenner) / 3 m (Schlumberger)  
 • ...  
 • 50 m

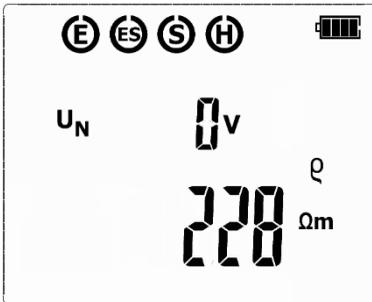


4



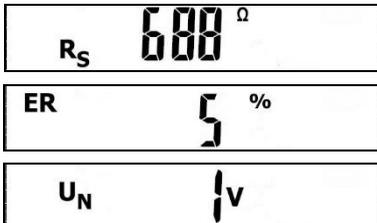
Schalten Sie das Messgerät ein (**ON/OFF**).

5



Nach Beendigung der Messung wird das Ergebnis am Display angezeigt. Es werden zusätzlich alle Ergebnisse der durchgeführten Messungen am Display angezeigt.

6



Mit den Tasten ▲ ▼ werden die Einzelergebnisse angezeigt:  
 $R_H$  – Widerstand von H  
 $R_S$  – Widerstand von S  
 ER – zusätzliche Ungenauigkeiten der Sonden  
 $U_N$  – Störspannung



#### ACHTUNG!

Die Erdungsmessung kann durchgeführt werden, wenn die Störspannung 24 V nicht überschreitet. Die Störspannung wird bis zu einem Wert von 100 V gemessen, wenn sie 40 V überschreitet, wird dies als gefährlich signalisiert. Das Messgerät darf nicht an Spannungen, die 100 V überschreiten, angeschlossen werden.



- Es muss besonders auf die Qualität der Verbindung des geprüften Objekts und den Messleitungen achtgegeben werden - die Kontaktfläche muss frei von Farbe, Rost usw. sein.
- Falls der Widerstand der Erdspeie zu hoch ist, wird die Messung der Erdung  $R_E$  von einer zusätzlichen Unsicherheit belastet. Eine besonders hohe Messunsicherheit entsteht, wenn ein kleiner Widerstandswert der Erdung über Sonden mit einem schwachen Kontakt zum Boden gemessen wird (so eine Situation tritt oftmals auf, wenn die Erdung gut ausgeführt wurde, und der obere Teil der Erde trocken ist und somit eine schwache Leitfähigkeit besitzt). Dann ist das Verhältnis des Widerstandes der Sonden zum gemessenen Erdungswiderstand sehr groß und die davon abhängige Messunsicherheit ebenfalls. Sie können, gemäß der in **Punkt 9.3** angegebenen Formeln, Berechnungen durchführen, um den Einfluss der Messbedingungen auf das Ergebnis einzuschätzen. Der Kontakt der Sonde zum Boden kann verbessert werden, z.B. durch Befeuchtung der Stelle, an der die Sonde eingesteckt wird oder Sie verwenden einen 80 cm langen Erdspeiß. Es ist auch ratsam die Prüfleitungen zu überprüfen - ob die Isolierung nicht beschädigt ist und ob die Kontakte: Leitung - Bananenstecker - Sonde nicht von Korrosion befallen sind oder lose sind. In den meisten Fällen ist die erreichte Genauigkeit ausreichend, aber man sollte sich immer des Wertes der Messunsicherheit, von dem die Messung betroffen ist, bewusst sein.

## Weitere angezeigte Informationen

$R > xxxk\Omega m$  oder  $R > xxxk\Omega ft$

Messbereich überschritten. xxx gibt den Maximalwert, der laut Einstellungen gemessen werden kann.

$U_N > 100V$ ;  $> 100V$  und Dauerton

$\leftarrow$ , NOISE! und

Spannung an den Anschlüssen ist größer als 100 V, Messung ist blockiert.

$U_N xxv$ ;  $> 40V$  und Dauerton  $\leftarrow$ ,

NOISE! und

xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 40 V, Messung ist blockiert.

$U_N xxV$ ;  $> 24V$ , NOISE! und

xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 24 V but aber kleiner als 40 V, Messung ist blockiert.

NOISE!

Der Wert der Störspannung liegt unter 24 V, ist aber zu hoch – Messergebnis kann durch zusätzliche Ungenauigkeiten beeinflusst werden.

**LIMIT!**

und ER zusammen mit dem Wert in %

Widerstand der Erdspeie  $> 30\%$ . (Gemessene Werte werden zur Kalkulierung der Ungenauigkeiten verwendet.)

**LIMIT!**

und  $R_H$  oder  $R_S$  mit dem Wert in  $\Omega$

Widerstand der Erdspeie H und S, oder eine dieser überschreitet 19,9 k $\Omega$ , eine korrekte Messung ist nicht möglich.

Blinkend:



E oder ES oder ES oder H oder S, zwei oder alle drei zu gleichen Zeit: unterbrochene Verbindung von einer, zwei oder drei Leitungen an den Buchsen, oder der Widerstand des Erdspeies / der Erdspeie ist außerhalb des Messbereiches.

## 4 Speicher für Messergebnisse

Der Speicher wurde in 10 Banken je 99 Zellen aufgeteilt. Dank der dynamischen Speicherzuteilung kann jede der Zellen je nach Bedarf eine andere Anzahl von Einzelergebnissen enthalten. Dadurch wird eine optimale Nutzung des Speichers gesichert. Jedes Ergebnis kann in der Zelle mit einer ausgewählten Nummer und in der Bank gespeichert werden, dadurch kann der Nutzer selbst die Zellennummern an die einzelnen Messpunkte vergeben und die Banknummern an die einzelnen Objekte, der Nutzer kann die Messungen in der beliebigen Reihenfolge durchführen und diese auch wiederholen, ohne die restlichen Daten zu verlieren.

Der Speicher der Messergebnisse wird nach dem Ausschalten des Messgeräts **nicht gelöscht**, die Messergebnisse können später abgerufen oder zum Rechner übertragen werden. Die Nummer der laufenden Zelle und der Bank wird ebenfalls nicht geändert.



- Nach jedem Eintrag des Messergebnisses in die Speicherzelle wird ihre Nummer automatisch erhöht.
- Im Speicher können nur die Messungen eingeschrieben werden, die mithilfe der **START**-Taste betätigt wurden.
- Es wird empfohlen den Speicher nach dem Ablesen der Daten oder vor der Durchführung einer neuen Messserie.

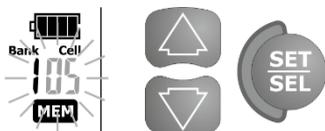
### 4.1 Speichern der Messergebnisse

1

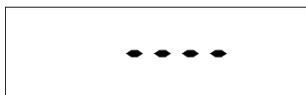


Nach der Messung die **ENTER**-Taste drücken.

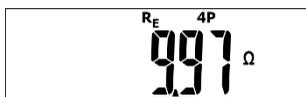
2



Das Messgerät befindet sich in der Betriebsart Speichereintragung. Wählen Sie die Bank- und Zellennummer gem. **Abschnitt 4.2** oder verwenden sie die Angezeigten.



Die Speicherzelle ist leer.



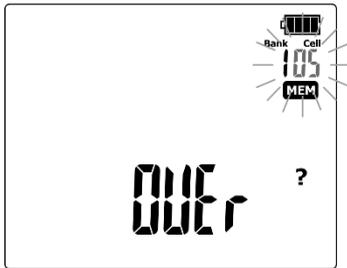
In der Speicherzelle befindet sich ein Ergebnis.

3



Bestätigen mit **ENTER**.

4

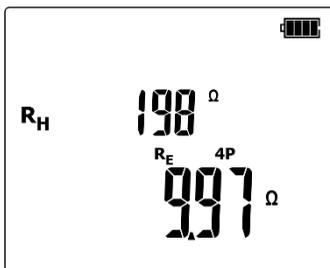


Jede Versuch des Überschreiben der Ergebnisse löst diese Warnmeldung aus.



Drücken Sie **ENTER** um die Ergebnisse zu überschreiben oder **ESC** zum Abbrechen.

5



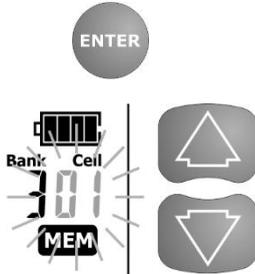
Die Ansicht links wird für einen Moment angezeigt gefolgt von 3 Tönen. Dann wird wieder das letzte Messergebnis angezeigt.



Im Speicher werden die kompletten Ergebnisse (Hauptergebnis und die zusätzlichen Ergebnisse) der gegebenen Messfunktion eingegeben und die Messparameter eingestellt.

## 4.2 Änderung der Nummer der Speicherzelle und der Datenbank

①



Nach der Messung die **ENTER**-Taste drücken. Das Messgerät befindet sich in der Betriebsart Eintragen in den Speicher.

Es blinkt die Nummer der Speicherzelle.

Nummernänderung der Speicherzelle mit den Tasten ▲▼.

②



Mit der Taste **SET/SEL** stellt man die für eine Änderung aktive (blinkende) Nummer der Speicherzelle oder der Datenbank ein.

Es blinkt die Nummer der Datenbank.

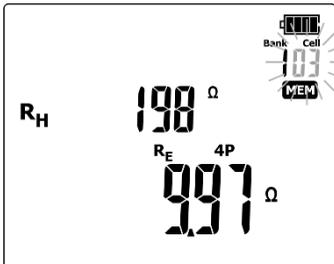
Nummernänderung der Datenbank mit den Tasten ▲▼.

## 4.3 Durchsuchen des Speichers

①



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Mit den Tasten ◀▶ gehen Sie zum **MEM**-Bildschirm.



Es zeigt sich der Inhalt der zuletzt eingetragenen Speicherzelle.

Nummer der Speicherzelle blinkt.

Die Nummer der Datenbank und der Speicherzelle, deren Inhalt man durchsehen will, verändert sich durch Betätigen der Taste **SET/SEL** und anschließend der Tasten ▲▼.

Das Blinken der Nummer der Datenbank oder der Speicherzelle bedeutet auch die Möglichkeit ihrer Veränderung.

## 4.4 Löschen des Speichers

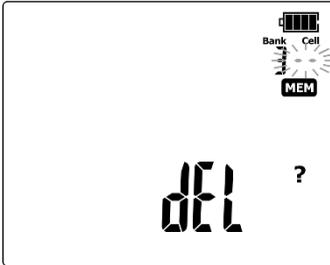
### 4.4.1 Löschen der Bank

1



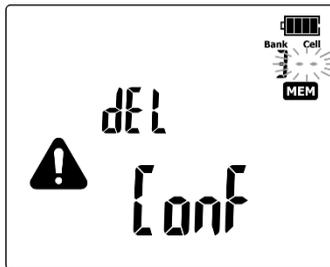
- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Mit den Tasten ◀▶ gehen Sie zum **MEM**-Bildschirm.

2



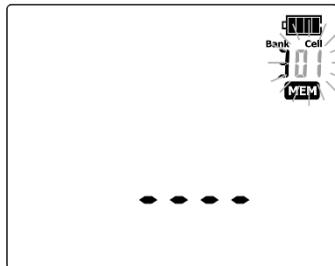
Nummer der Datenbank zum Löschen gem. **Abchnitt 4.2**.  
Stellen Sie die Zellennummer auf ●● (vorher 1). Es erscheint das Symbol **del**, das die Bereitschaft zum Löschen signalisiert.

3



**ENTER**-Taste drücken. Es zeigen sich die Symbole **Conf** und ⚠ als Forderung nach Bestätigung des Löschens.

4

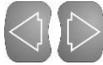


Taste **ENTER** drücken, um das Löschen zu starten oder die Taste **ESC**, um zu verzichten.

Das Fortschreiten des Löschvorgangs ist auf dem Bildschirm in Form von durchlaufenden Nummern der Speicherzellen sichtbar; nach dem Beenden des Löschens erzeugt das Messgerät 3 kurze Tonsignale und stellt die Nummer der Speicherzelle auf 1.

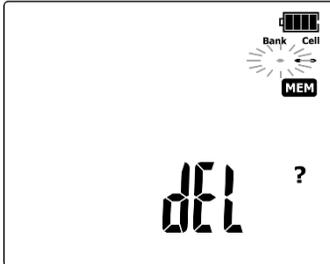
## 4.4.2 Löschen des ganzen Speichers

1



- Schalten Sie das Messgerät ein.
- Mit den Tasten ◀▶ gehen Sie zum **MEM**-Bildschirm.

2



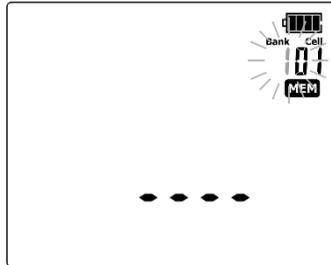
Nummer der Datenbank auf 0 stellen (vor die 0).  
Es erscheint das Symbol **del**, das die Bereitschaft zum Löschen signalisiert.

3



Es zeigen sich die Symbole **Conf** und **!** als Forderung nach Bestätigung des Löschens.

4



Taste **ENTER** drücken, um das Löschen zu starten oder die Taste **ESC**, um zu verzichten.

Das Fortschreiten des Löschvorgangs ist auf dem Bildschirm in Form von durchlaufenden Nummern der Speicherzellen sichtbar; nach dem Beenden des Löschens erzeugt das Messgerät 3 kurze Tonsignale und stellt die Nummer der Speicherzelle auf 1.

## 4.5 Kommunikation mit dem Computer

### 4.5.1 Ausrüstungspaket für die Zusammenarbeit mit dem Computer

Zur Zusammenarbeit des Messgerätes mit einem Computer ist das Modul Bluetooth und die entsprechende Software notwendig. Ein verfügbares Programm dazu ist **Sonel Reader**, das ermöglicht die Daten, die im Speicher des Messgerätes gespeichert sind zu lesen und zu präsentieren. Die Software ist kostenlos zum Download erhältlich auf der Website des Herstellers. Angaben zur Verfügbarkeit der Software, die mit dem Messgerät kompatibel ist, finden Sie beim Hersteller oder bei Vertragshändlern.

Die Software kann mit vielen Geräten der Firma SONEL S.A., die über eine USB-Schnittstelle und/oder Funkmodul verfügen.

Detaillierte Informationen finden Sie beim Hersteller oder bei Vertragshändlern.

### 4.5.2 Datenübertragung mithilfe des Moduls Bluetooth

- 1  Halten sie die **SET/SEL** Taste gedrückt, schalten Sie das Prüfgerät ein und warten sie bis die Parameter angezeigt werden (siehe **Abschnitt 2.2**).
- 2  Mit den Tasten ◀▶ gehen Sie zu den Parametern **bt**.
- 3  Mit den Tasten ▲▼ wählen Sie **on**.
- 4  Drücken und halten Sie **ENTER** um die Änderungen zu speichern. Von jetzt an, wird das Symbol  angezeigt.
- 5 Verbinden Sie das Bluetooth Modul über die USB-Schnittstelle mit dem PC, falls es ist nicht mit PC integriert.
- 6 Bei der Paarung des Messgerätes mit dem Computer die PIN-Nummer eingeben, die der PIN-Nummer des Messgerätes in Haupteinstellungen entspricht.
- 7 Starten Sie das Programm **Sonel Reader**.

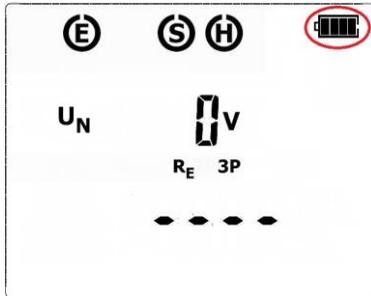


Die Standard-PIN für Bluetooth ist **1234**. Einstellung im Messgerät gem. **Abschnitt 2.2**.

## 5 Spannungsversorgung

Vergewissern Sie sich, dass die Batterien vollständig geladen sind, um einen reibungslosen Messablauf zu gewährleisten.

### 5.1 Überwachung der Spannungsversorgung



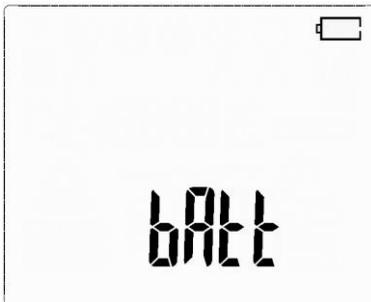
Der Ladezustand der Batterien oder Akkus, wird in der rechten oberen Ecke durch das Batteriesymbol angezeigt:



Werden alle Segmente angezeigt, ist die Batterie vollgeladen.



Wird kein Segment mehr angezeigt, ist die Batterie voll entladen und muss ausgetauscht oder die Akkus aufgeladen werden.



Die Meldung **bAtt** gibt an, dass die Batterien/Akkus vollkommen entladen sind. Alle Messungen sind blockiert und das Gerät schaltet sich nach 5 Sek. automatisch ab.

## 5.2 Austausch der Batterien (Akkus)

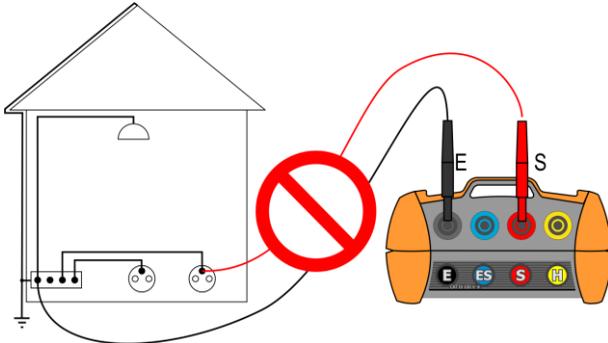
Das MRU-12 wird von AA alkaline LR6 Batterien oder wiederaufladbaren des Typ NiMH versorgt. Die Batterien/Akkus sind im Batteriefach an der Unterseite des Gehäuses eingelegt. Das Gerät beinhaltet kein integriertes Ladegerät. Akkus müssen extern geladen werden.



### ACHTUNG!

Versorgen Sie das Prüfgerät nicht mit anderen Spannungen als in dieser Anleitung vorgegeben. Vor dem Austausch der Akkus/Batterien, trennen Sie die Prüfleitungen vom Gerät.

1



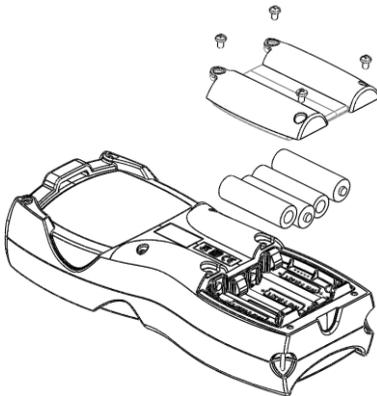
Trennen Sie das Gerät vom Objekt!

2



Schalten Sie das Gerät mit der Taste **ON/OFF** aus.

3



Entfernen Sie die Schrauben des Batteriefaches (4 St.)

Nehmen Sie die leeren Akkus heraus. Legen Sie die neuen Akkus in richtiger Polarität wieder ein.

Befestigen Sie zum Schluss wieder die Batterie-fachabdeckung.



- Batterien in falscher Polarität eingelegt beschädigen nicht das Gerät, jedoch hat das Prüfgerät keine Funktion.
- Nach einem Wechsel der Batterien/Akkus **muss man im Hauptmenü die Art der Stromversorgung einstellen**, weil davon die richtige Anzeige des Ladezustands abhängt (die Charakteristiken des Entladens der Batterien und der Akkus sind verschieden).
- Senden Sie das Gerät bei ausgelaufenen Batterien zum Service ein.

## 5.3 Allgemeine Bestimmungen für die Verwendung von Nickel-Wasserstoff-Akkus (Ni-MH)

- 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 20% monatlich. Das Halten der Akkus in hohen Temperaturen kann diesen Prozess um sogar 100% beschleunigen. Um ein übermäßiges Entladen der Akkus zu verhindern, wonach eine Formierung notwendig sein wird, sind die Akkus von Zeit zu Zeit nachzuladen (auch unbenutzte).
- Die modernen Schnellladegeräte erkennen eine sowohl zu niedrige als auch zu hoher 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. Das Laden jedoch bei hoher Umgebungstemperatur bewirkt außer der Verringerung der Lebensdauer einen schnelleren Temperaturanstieg des Akkus, so dass dieser nicht bis zu seiner vollen Kapazität aufgeladen werden kann.
- Bitte beachten Sie, dass bei schnellem Laden die Akkus bis auf ca. 80% der Kapazität aufgeladen werden, bessere Ergebnisse kann man erreichen, indem 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 dürfen Akkus nicht geladen oder verwendet werden. Die extremen Temperaturen reduzieren die Lebensdauer der Batterien und Akkus. Das Verwenden von Geräten mit Akkus an sehr heißen Orten ist zu vermeiden. Die nominale Betriebstemperatur sollte absolut eingehalten werden.

## 6 Reinigung und Wartung



### ACHTUNG!

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

Säubern Sie das Gehäuse nur mit einem weichen feuchten Tuch und Allzweckreiniger. Verwenden Sie keine Lösungsmittel oder andere Reinigungsmittel, welche Gehäuse zerkratzen könnten (Puder, Pasten etc.). Säubern Sie die Messleitungen nur mit Wasser und Reinigungsmittel. Trocknen Sie diese im Anschluss. Die Elektronik des Messgerätes benötigt keine Wartung.

## 7 Lagerung

Im Fall einer Lagerung des Gerätes müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Trennen Sie alle Messleitungen vom Gerät.
- Stellen Sie sicher, dass Gerät und Zubehör gesäubert sind.
- Wickeln Sie alle Messleitungen auf die Spulen
- Nehmen Sie die Batterien aus dem Gerät
- Um eine komplette Entladung der Batterien zu verhindern, laden Sie diese von Zeit zu Zeit auf

## 8 Zerlegen und Entsorgen

Ausgediente Elektronik und elektronisches Zubehör darf nicht zusammen mit gewöhnlichem Hausmüll gesammelt werden, sondern muss getrennt behandelt werden.

Bringen Sie diese zu den gesetzlich vorgeschriebenen Sammelstellen für elektrisches und elektronisches Zubehör.

Zerlegen Sie die Geräte nicht in Einzelteile, bevor Sie es zum Entsorgen bringen.

Halten Sie die vorgeschriebene Bestimmung zur Entsorgung von Verpackung und gebrauchten Batterien und Akkus ein.

## 9 Technische Daten

- Die angegebene Genauigkeit wird auf die Prüfgerätbuchsen bezogen.
- „v.Mw.“ in der Bezeichnung der Genauigkeit bedeutet den Referenzmesswert.

### 9.1 Grunddaten

#### Messen der Störspannung $U_N$ (RMS)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0...100 V	1 V	$\pm(10\% \text{ v.Mw.} + 1 \text{ Digit})$

- Messung bei  $f_N$  45...65 Hz.
- Mindestens 2 Messungen/ Sek.

#### Messen des Erdungswiderstandes – 2-Pol-Methode ( $R_E2P$ )

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,01 $\Omega$ ... 19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$
20,0 $\Omega$ ...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200 $\Omega$ ...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 5\%$
2000 $\Omega$ ...9999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 8\%$

- Messstrom bei Kurzschluss > 20 mA.
- Messfrequenz bei 125 Hz oder 150 Hz.
- Ausgewählte Prüfspannung: 25V oder 50 V.
- Maximale Störspannung für  $R_E$  Messung ist 24 V.

#### Messen des Erdungswiderstandes – 3-Pol-Methode ( $R_E3P$ ) und 4-Leiter-Methode ( $R_E4P$ )

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

Messbereich gemäß EN IEC 61557-5: 0.53  $\Omega$  ...9999  $\Omega$  bei  $U_n = 50 \text{ V}$ .

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00 $\Omega$ ...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$
20,0 $\Omega$ ...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200 $\Omega$ ...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 5\%$
2000 $\Omega$ ...9999 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 8\%$

- Messstrom bei Kurzschluss > 20 mA.
- Messfrequenz bei 125 Hz oder 150 Hz.
- Ausgewählte Prüfspannung: 25 V oder 50 V.
- Maximale Störspannung für  $R_E$  Messung ist 24 V.

### Messen des spezifischen Erdwiderstandes

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

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...9,99 $\Omega\text{m}$	0,01 $\Omega\text{m}$	Abhängig von der Hauptmessunsicherheit $R_E$ im System 4P, aber nicht geringer als $\pm 1$ Digit
10,0...99,9 $\Omega\text{m}$	0,1 $\Omega\text{m}$	
100...999 $\Omega\text{m}$	1 $\Omega\text{m}$	
1,00...9,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
10,0...99,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	
100...999 $\text{k}\Omega\text{m}$	1 $\text{k}\Omega\text{m}$	

- Abstand zwischen den Messelektroden (L): 1...50 m oder 1...150 ft

Messmethode: nach Schlumberger,  $\rho = \frac{\pi A(A+d)}{d} R_E$

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...9,99 $\Omega\text{m}$	0,01 $\Omega\text{m}$	Abhängig von der Hauptmessunsicherheit $R_E$ im System 4P, aber nicht geringer als $\pm 1$ Digit
10,0...99,9 $\Omega\text{m}$	0,1 $\Omega\text{m}$	
100...999 $\Omega\text{m}$	1 $\Omega\text{m}$	
1,00...9,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
10,0...99,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	
100...999 $\text{k}\Omega\text{m}$	1 $\text{k}\Omega\text{m}$	

- Abstand zwischen den Messelektroden (A): 3...50 m oder 3...150 ft

### Messen des Widerstandes der Erdspeife $R_H$ und $R_S$

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

## 9.2 Betriebsdaten

- a) Isolierklasse gem. EN 61010-1 und IEC IEC 61557 ..... doppelt
- b) Messkategorie (für 2000 m über n.N.) gem. EN 61010-1 ..... III 300 V
- c) Schutzart Gehäuse gem. EN 60529 ..... IP65
- d) Maximale Störspannung AC + DC Spannungen, während der Messung ..... 24 V
- e) Maximale messbare Störspannung ..... 100 V
- f) Frequenz des Messstromes ..... 125 Hz bei 50 Hz Netzen  
..... 150 Hz bei 60 Hz Netzen
- g) Messspannung bei  $R_E2P$ ,  $R_E3P$ ,  $R_E4P$ ,  $\rho$  ..... 25 V oder 50 V
- h) Messstrom (Kurzschluss) bei  $R_E2P$ ,  $R_E3P$ ,  $R_E4P$ ,  $\rho$  ..... >20 mA
- i) Messbereich gemäß EN IEC 61557-5 ..... 0,53  $\Omega$ ...9999  $\Omega$  für  $U_n = 50$  V
- j) Maximaler Widerstand der Erdspeiße ..... 20 k $\Omega$
- k) Spannungsversorgung ..... 4x Alkaline Batterie AA  
..... 4x Akku NiMH AA
- l) Anzahl der Messungen bei  $R_E3P$  ..... >2000  
..... ( $R_E=10 \Omega$ ,  $R_H=R_S=100 \Omega$ , 25 V 50 Hz, 2 Messungen/Minute, Bluetooth aus)
- m) Dauer Widerstandsmessung mit:
  - 2-Pol-Methode ( $R_E2P$ ) ..... <4 s
  - 3-Pol-Methode ( $R_E3P$ ) ..... <8 s
  - 4-Leiter-Methode ( $R_E4P$ ) ..... <8 s
- n) Abmessungen ..... 221 x 102 x 62 mm
- o) Gewicht Prüfgerät mit Batterien ..... 710 g
- p) Arbeitstemperatur ..... -10°C...+50°C
- q) Referenztemperatur ..... 23±2°C
- r) Lagertemperatur ..... -20...+60°C
- s) Relative Luftfeuchte ..... 20...90%
- t) Nominale relative Luftfeuchte ..... 40...60%
- u) Höhe über N.N. .... ≤2000 m\*
- v) Zeit vor auto OFF ..... 300, 600, 900 Sekunden oder Mangel
- w) Display ..... LCD mit Segmenten
- x) Speicher für Messergebnisse ..... 990 Zellen
- y) Übertragung der Ergebnisse ..... Bluetooth
- z) Qualitätsstandard ..... Entwicklung, Gestaltung und Herstellung gemäß ISO 9001
- aa) Messmethode ..... technisch, gemäß EN IEC 61557-5
- bb) EMC Produkthanforderungen gemäß ..... EN IEC 61326-1 und EN IEC 61326-2-2



SONEL S. A. erklärt hiermit, dass der Radiogerättyp MRU-12 mit der Richtlinie 2014/53/EU vereinbar ist. Der volle Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internet-adresse verfügbar: <https://sonel.pl/de/download/konformitatserklarungen/>

### 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 150 V gegen Erde (maximal 150 V zwischen den Spannungseingängen) oder CAT IV 100 V gegen Erde (maximal 100 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.

### 9.3 Weitere Daten

Angaben zu zusätzlichen Ungenauigkeiten sind hauptsächlich hilfreich, wenn das Prüfgerät in nicht standartgemäßer Umgebung verwendet wird, sowie Messlaboren zum Einsatz von Kalibrierungen.

#### 9.3.1 Einfluss von Reihenstörungen bei der Messung $R_E3P$ , $R_E4P$ , $\rho$

$R_E$	$U_N$	Zusätzliche Messunsicherheit [Ω]
0.00...10.00 Ω	25 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,007U_z^2$
	50 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,004U_z^2$
10.01...2000 Ω	25 V, 50 V	$\pm(0,001R_E+0,01)U_z+0,001U_z^2$
2001...9999 Ω	25 V, 50 V	$\pm(0,003R_E + 0,4)U_z$

#### 9.3.2 Einfluss der Erdspeife bei Messung $R_E3P$ , $R_E4P$ , $\rho$

$R_H$ , $R_S$	Zusätzliche Messunsicherheit [%]
$R_H \leq 5 \text{ k}\Omega$ und $R_S \leq 5 \text{ k}\Omega$	$\pm \left( \frac{R_S}{R_S + 100000} \cdot 150 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right)$
$R_H > 5 \text{ k}\Omega$ oder $R_S > 5 \text{ k}\Omega$ oder $R_H$ und $R_S > 5 \text{ k}\Omega$	$\pm \left( 7,5 + \frac{R_H \cdot 0,004}{R_E} + 1,5 \cdot 10^{-8} \cdot R_H^2 \right)$

$R_E[\Omega]$ ,  $R_S[\Omega]$  und  $R_H[\Omega]$  sind vom Prüfgerät angezeigte Werte.

#### 9.3.3 Weitere Ungenauigkeiten gemäß EN IEC 61557-5 ( $R_E3P$ )

Parameter	Angabe	Zusätzliche Messunsicherheit
Position	E <sub>1</sub>	0%
Spannungsversorgung	E <sub>2</sub>	0% (BAT leuchtet nicht)
Temperatur	E <sub>3</sub>	$\pm 0,2 \text{ Digit}/^\circ\text{C}$ bei $R < 1 \text{ k}\Omega$ $\pm 0,07\%/^\circ\text{C} \pm 0,2 \text{ Digit}/^\circ\text{C}$ bei $R \geq 1 \text{ k}\Omega$
Reihenstörspannung	E <sub>4</sub>	Gem. Formeln aus Abschnitt 9.2.1 ( $U_N=3 \text{ V } 50/60 \text{ Hz}$ )
Widerstand der Erdspeife	E <sub>5</sub>	Gem. Formeln aus Abschnitt 9.2.2

## 10 Hersteller

Gerätehersteller für Garantieansprüche und Service:

### **SONEL S.A.**

Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

Polen

Tel. +48 74 884 10 53 (Kundenbetreuung)

E-Mail: [customerservice@sonel.com](mailto:customerservice@sonel.com)

Webseite: [www.sonel.com](http://www.sonel.com)



### **ACHTUNG!**

Service Reparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.

## AUFZEICHNUNGEN

## AUFZEICHNUNGEN





**SONEL S.A.**

Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica  
Polen

**Kundenbetreuung**

Tel. +48 74 884 10 53  
E-Mail: [customerservice@sonel.com](mailto:customerservice@sonel.com)

[www.sonel.com](http://www.sonel.com)