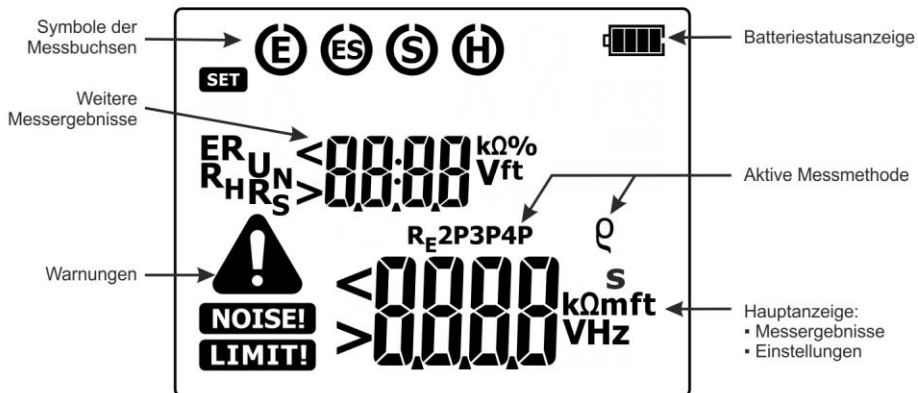


# **BEDIENUNGSANLEITUNG**

## **ERDUNGSMESSGERÄT**

**MRU-11**





# **BEDIENUNGSANLEITUNG**

## **ERDUNGSMESSGERÄT MRU-11**



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

Version 1.07 11.07.2023





Das Messgerät MRU-11 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</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Einschalten des Gerätes und Aktivieren der Hintergrundbeleuchtung</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Prüfgeräteeinstellungen</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Messungen</b>	<b>9</b>
4.1	Messen von Störspannungen DC + AC	9
4.2	Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode ( $R_{E3P}$ )	10
4.3	Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode ( $R_{E4P}$ )	14
4.4	Messen des Erdungswiderstandes mit der 2-Pol-Methode ( $R_{E2P}$ )	18
4.5	Messung des spezifischen Erdwiderstandes ( $\rho$ )	20
<b>5</b>	<b>Spannungsversorgung</b>	<b>23</b>
5.1	Überwachung der Spannungsversorgung	23
5.2	Austausch der Batterien (Akkus)	24
5.3	Allgemeine Bestimmungen für die Verwendung von Nickel-Wasserstoff-Akkus (Ni-MH)	25
<b>6</b>	<b>Reinigung und Wartung</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Lagerung</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Zerlegen und Entsorgen</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>26</b>
9.1	Grunddaten	26
9.2	Weitere technische Daten	27
9.3	Weitere Daten	28
9.3.1	Einfluss von Reihenstörungen bei der Messung $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$	28
9.3.2	Einfluss der Erdspeife bei Messung $R_{E3P}$ , $R_{E4P}$ , $\rho$	28
9.3.3	Weitere Ungenauigkeiten gemäß IEC 61557-5 ( $R_{E3P}$ )	28
<b>10</b>	<b>Hersteller</b>	<b>29</b>

# 1 Sicherheit

Die folgenden internationalen Symbole werden in dieser Anleitung verwendet:

	Warnung: Siehe Erklärung in der Bedienungsanleitung		Doppelt isoliert (Schutzklasse II)
	Nicht mit normalem Hausmüll entsorgen		CE konform

Das Gerät MRU-11 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-11 wurde für Messungen des Erdungswiderstandes sowie Schutz- und Ausgleichsverbindungen entwickelt. 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 61557-1 und -5.



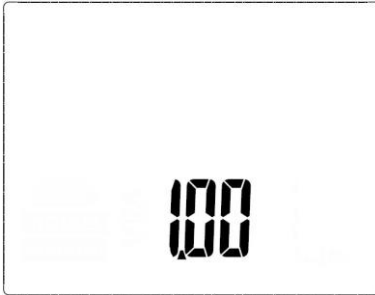
Der Hersteller behält sich vor, bildliche Änderungen am Gerät, dem Zubehör oder den technischen Daten durchzuführen. Auf Grund ständiger Weiterentwicklung des Gerätes und der Software können die aktuelle Darstellung und die Funktionen am Display leicht variieren.

## 2 Einschalten des Gerätes und Aktivieren der Hintergrundbeleuchtung

①



Um das Prüfgerät **einzu-  
schalten**, drücken Sie  
die Taste **ON/OFF**.



Die Anzeige aktiviert alle  
Segmente und führt ei-  
nen Selbsttest durch, an-  
schließend wird kurz die  
aktuelle Softwareversion  
angezeigt.

②

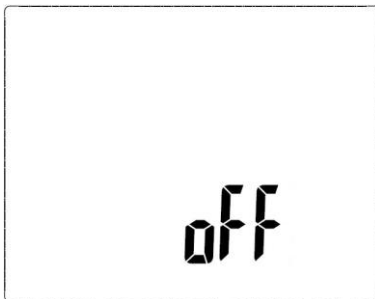


Wenn das Gerät einge-  
schaltet ist, kann die Be-  
leuchtung durch ein kur-  
zes Betätigen der Taste  
**ON/OFF** eingeschaltet  
werden. Ein wiederholtes  
Drücken schaltet die Be-  
leuchtung wieder ab.

③



Um das Gerät wieder  
**auszuschalten** drücken  
Sie die Taste **ON/OFF** für  
ca. 2 Sekunden.



Eine kurze Bestätigung  
des Ausschaltvorganges  
wird kurz angezeigt.

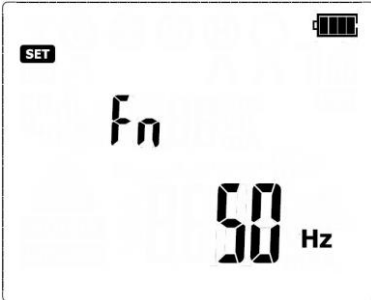
### 3 Prüfgeräteeinstellungen

1



Schalten Sie das Prüfgerät ein, drücken und halten Sie dabei die Taste ▼ und **ON/OFF**.

Nach dem Startvorgang wird das Menü zum Einstellen der Netzfrequenz angezeigt **Fn**.



2



Wird das **Fn** Menü angezeigt, verwenden Sie die Tasten ▲ und ▼, um die Netzfrequenz 50 Hz oder 60 Hz (Standard: 50 Hz) einzustellen.

3



Mit kurzem Bestätigen der Taste **START** wird die Auswahl übernommen.

Es wird als nächstes das Menü für die Einstellung der Töne angezeigt - **bEEP**.



4



Mit den Tasten ▲ und ▼ schalten Sie die Töne AN (on) oder AUS (off).

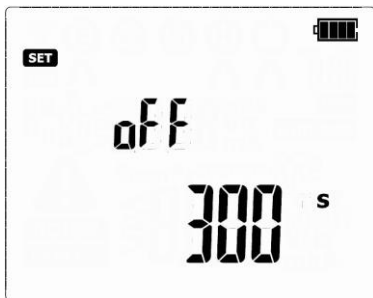


5



Mit kurzem Bestätigen der Taste **START** wird die Auswahl übernommen.

Das Menü der Auto-OFF Funktion wird angezeigt: **oFF**.



6



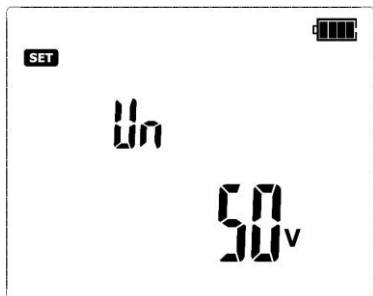
Mit den Tasten ▲ und ▼ können Sie die Ausschaltzeit festlegen: 300 s, 600 s, 900 s oder "- - -" (Auto-OFF inaktiv). Die Auto-OFF Funktion schaltet das Prüfgerät nach einer festgelegten Zeit der Inaktivität nach einem Tonsignal ab.

7



Mit kurzem Bestätigen der Taste **START** wird die Auswahl übernommen.

Das Menü zur Einstellung der Messspannung wird angezeigt **Un**.



8

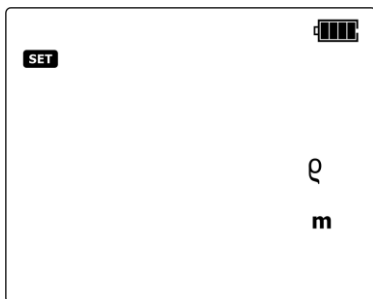


Mit den Tasten ▲ und ▼ kann die Messspannung von 25 V oder 50 V eingestellt werden. Diese Einstellung wird auf alle Messungen übertragen.

9



Drücken Sie kurz **START**, um die Änderung zu speichern.



Der Bildschirm mit den Einstellungen für die Messung des spezifischen Erdwiderstands wird angezeigt.

10

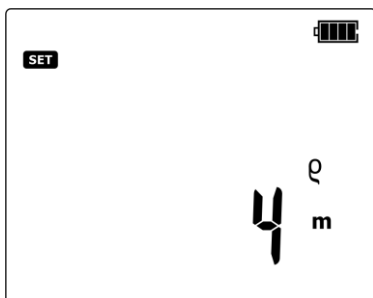


Mit den Tasten ▲ ▼ können Sie die Einheit einstellen:  
⇒ Meter **m** oder  
⇒ Fuß **ft**.

11



Drücken Sie kurz **START**, um die Änderung zu speichern.



Es erscheint ein Bildschirm mit der Einstellung der Entfernung der Hilfelektroden.

12



Mit ▲ ▼ stellen Sie die Entfernung.

13



Mit kurzem Bestätigen der Taste **START** wird die Auswahl übernommen und das Menü Netzfrequenz wird angezeigt **Fn**.

14



Langes Betätigen der Taste (> 2 s) **START** nach gesetzten Einstellungen, wird das Menü **R<sub>E</sub>3P**.

15



Langes Betätigen der Taste (> 2 s) **ON/OFF** schaltet das Prüfgerät ohne Speichern der gesetzten Einstellungen ab.

16



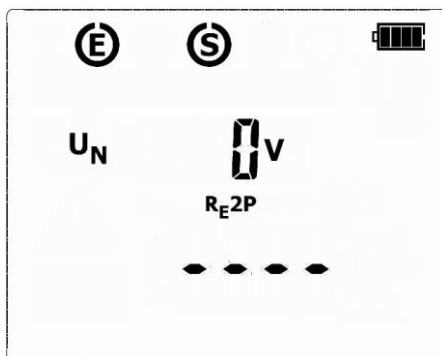
Kurzes Betätigen der Taste (> 2 s) **ON/OFF** um in das Menü **R<sub>E</sub>3P** zu gelangen ohne die Einstellungen des aktuell befindlichen Menüs zu speichern.

## 4 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.


### 4.1 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.

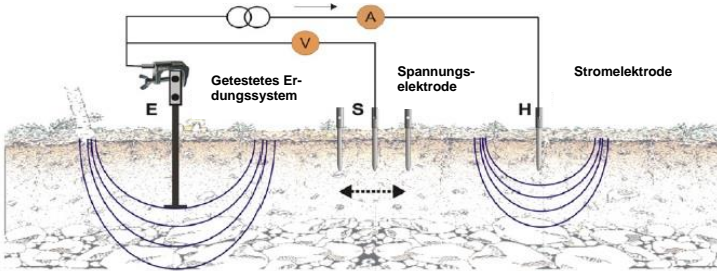
**NOISE!**

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

## 4.2 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.

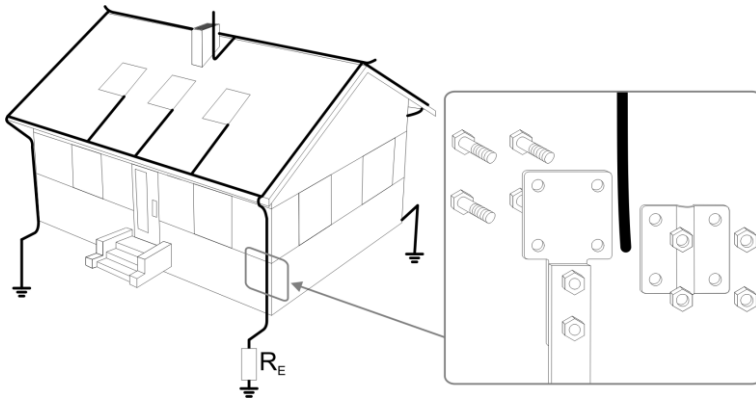


In der Darstellung oben wird die technische Methode dargestellt. Es wird der Widerstand  $R_E$  gemessen. Verwenden Sie dazu die zwei zusätzliche Erdspieße:

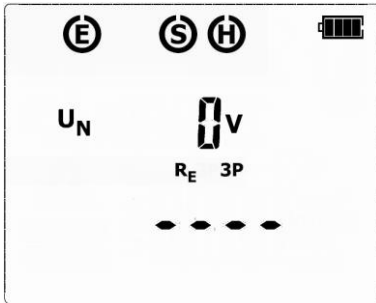
- Erdspieß **H** (Stromspieß) um den Erregerstrom wie folgt einzuspeisen: Gemessene Elektrode  $R_E$  → Prüfgerät → Stromspieß H → Erde → Gemessene Erdelektrode.
- Erdspieß **S** (Spannungsspieß) zum Messen des Spannungsabfalls über den Widerstand der gemessenen Erdung als Ergebnis des fließenden Stromes.

①

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



2

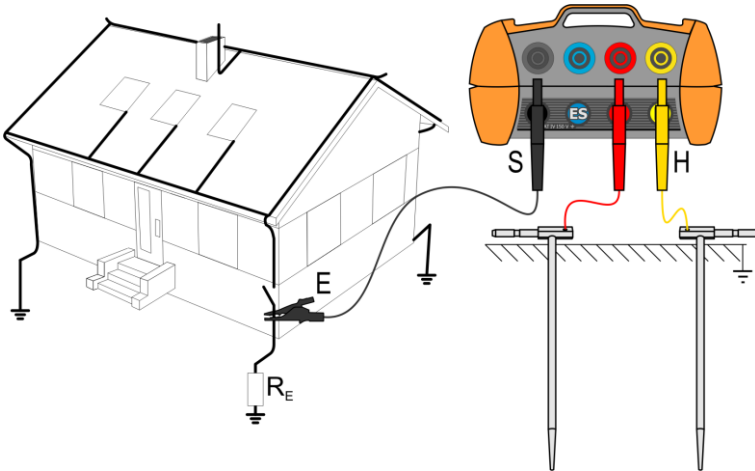


Schalten Sie das Prüfgerät ein. **ON/OFF**

Es wird das Menü **R<sub>E</sub>3P** angezeigt.

Es wird autom. die Störspannung zwischen den Anschlüssen gemessen. Die Messspannung entspricht der vorher eingestellten Spannung in den Einstellungen.

3



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.

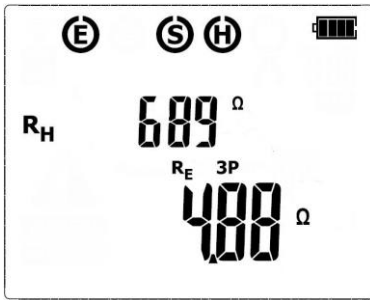
4



Drücken Sie **START**.

Die Messung wird gestartet und durch 3 horizontale Striche am Display angezeigt.

5



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  $\blacktriangle$  wieder angezeigt werden.

6



Mit der Taste  $\blacktriangle$  werden die Einzelergebnisse in folgender Reihenfolge angezeigt:  $R_H \rightarrow R_S \rightarrow ER \rightarrow U_N$ , wobei:

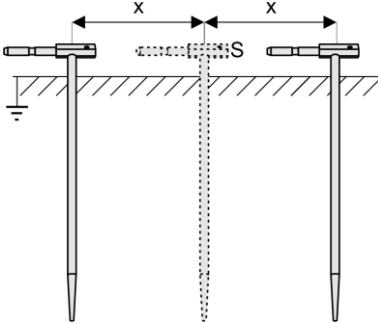
$R_H$  – Widerstand von H

$R_S$  – Widerstand von S

ER – zusätzliche Ungenauigkeiten der Sonden

$U_N$  – Störspannung

7



Wiederholen Sie die Messungen (Schritte 4 5 6) 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 Prüflleitungen 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  $R_E$  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:

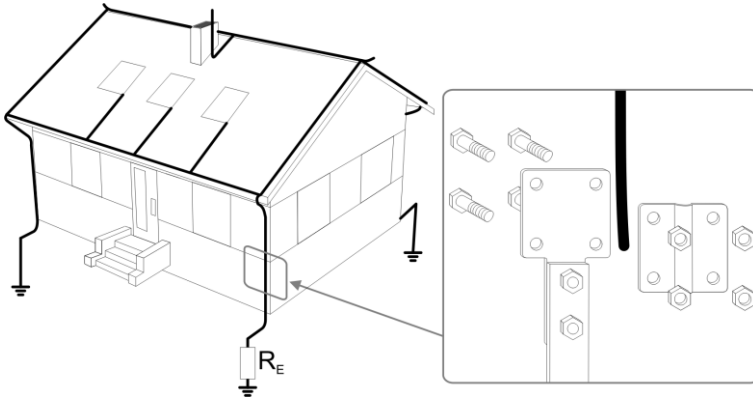


E oder H oder S, zwei oder alle drei zu gleichen Zeit: unterbrochene Verbindung von einer, zwei oder drei Leitungen an den Buchsen, oder der Widerstand des Erdspeßes / der Erdspeße ist außerhalb des Messbereiches.

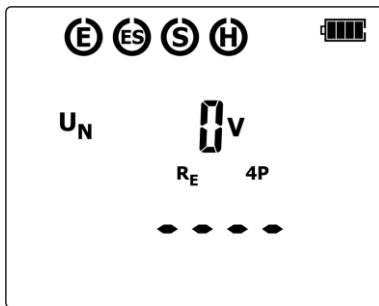
### 4.3 Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode ( $R_{E4P}$ )

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



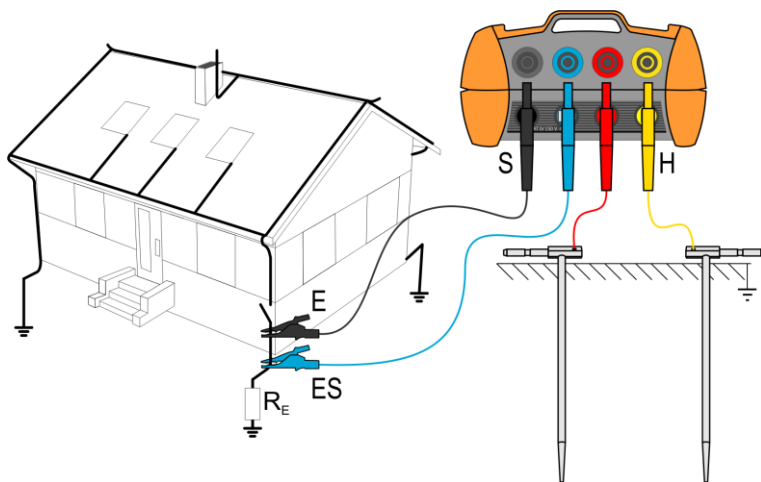
Schalten Sie das Messgerät ein (**ON/OFF**).

Um in das Menü  **$R_{E4P}$**  zu gelangen, drücken Sie die Taste **▼**.

Es wird autom. die Störspannung zwischen den Anschlüssen gemessen. Die Messspannung entspricht der vorher eingestellten Spannung in den Einstellungen.



3



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

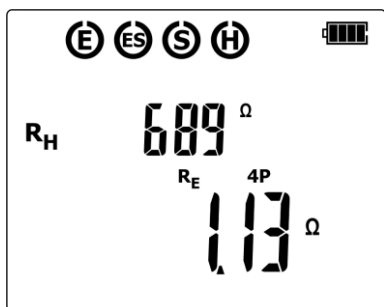
- Der Stromspieß **H** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **H** angeschlossen werden.
- Der Spannungsspieß **S** (steckt im Erdboden) muss an Buchse **S** angeschlossen werden.
- Die zu testende Erdelektrode muss an Buchse **E** mit der Messleitung angeschlossen werden.
- Die Buchse **ES** ist an die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

4



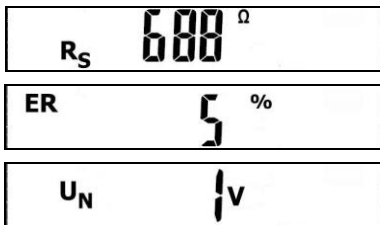
Drücken Sie **START**, um die Messung zu starten. Die Messung wird gestartet und durch 3 horizontale Striche am Display angezeigt.

5



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 **▲** wieder angezeigt werden.

6



Mit der Taste ▲ werden die Einzelergebnisse in folgender Reihenfolge angezeigt:  $R_H \rightarrow R_S \rightarrow ER \rightarrow U_N$ , wobei:

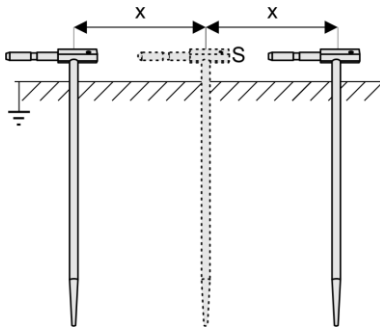
$R_H$  – Widerstand von H

$R_S$  – Widerstand von S

ER – zusätzliche Ungenauigkeiten der Sonden

$U_N$  – Störspannung

7



Wiederholen Sie die Messungen (Schritte 4 5 6) 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 Erdspeiß. Es ist auch ratsam die Prüflösungen 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.
$U_N > 100 V$ , $> 100 V$ und Dauerton  , <b>NOISE!</b> und 	Spannung an den Anschlüssen ist größer als 100 V, Messung ist blockiert.
$U_N \text{ xxV!}$ , $> 40 V$ und Dauerton  , <b>NOISE!</b> und 	xx ist der Wert der Störspannung. Spannung an den Anschlüssen ist größer als 40 V, Messung ist blockiert.
$U_N \text{ xxV!}$ , $> 24V$ , <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 ER 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.

## 4.4 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



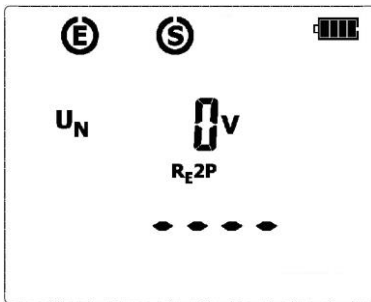
Schalten Sie das Messgerät ein, es wird das Menü  $R_{E3P}$  angezeigt.

2

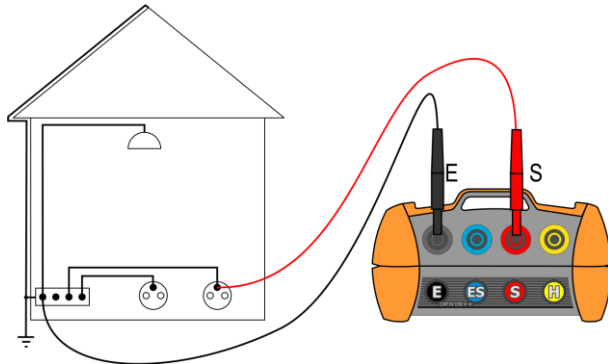


Um in das Menü  $R_{E2P}$  zu gelangen, drücken Sie die Taste ▼.

Es wird autom. die Störspannung zwischen den Anschlüssen gemessen. Die Messspannung entspricht der vorher eingestellten Spannung in den Einstellungen.



3



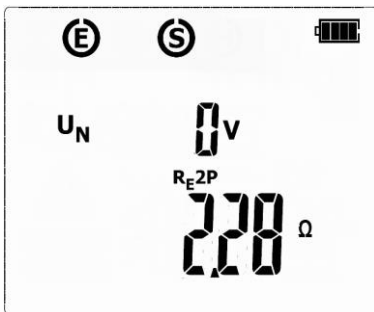
Die Leitungen müssen an den Messbuchsen wie oben angezeigt angeschlossen werden.

4



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

5




Nach Abschluss der Messung werden alle erzielten Messergebnisse angezeigt: Unten wird das Hauptergebnis für  $R_{E2P}$  angezeigt. Darüber das Ergebnis der Störspannung. **Das Ergebnis wird für ca. 20 Sekunden angezeigt.** Es kann jederzeit durch die Taste  $\blacktriangle$  wieder angezeigt werden.


## Weitere angezeigte Informationen

$R > 9999 \Omega$


Messbereich ist überschritten.

$U_N > 100 V$ ,  $> 100 V$   
und Dauerton  $\leftarrow$ ,  
**NOISE!** und 

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

$U_N \text{ xxV}$ ,  $> 40 V$   
und Dauerton  $\leftarrow$ ,  
**NOISE!** und 

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

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

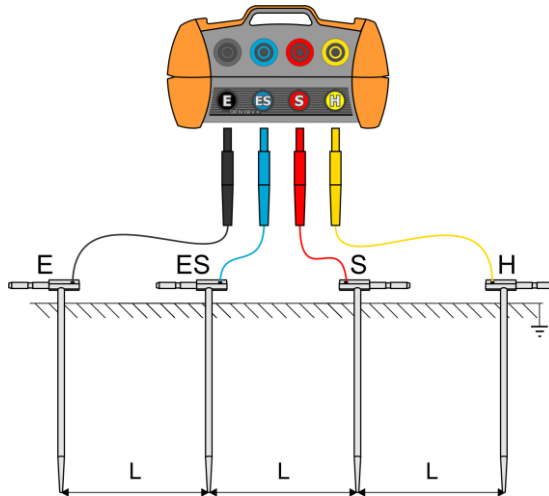
## 4.5 Messung des spezifischen Erdwiderstandes ( $\rho$ )

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  $\rho$ . 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 Schließen Sie die Leitungen laut Zeichnung an.



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

- 2

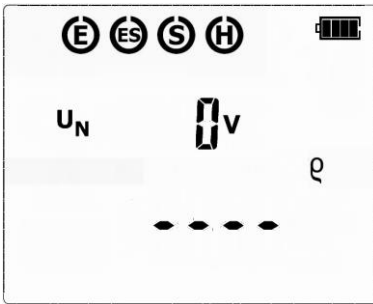


Schalten Sie das Messgerät ein (**ON/OFF**).

Stellen Sie die Messeinheit und den Abstand **L** zwischen den Elektroden gemäß **Kap. 3**, Schritte **9** ... **13** ein.

Um in das Menü  $\rho$  zu gelangen, drücken Sie die Taste  $\blacktriangledown$ .

3



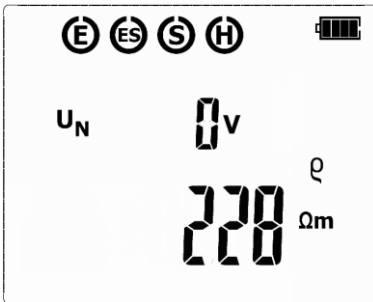
Das Messgerät ist zur Messung bereit.

4



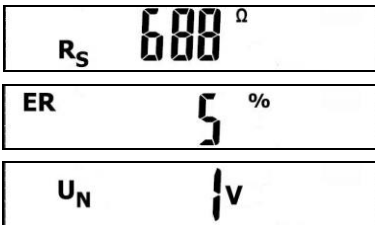
Um die Messung zu starten, ist die Taste **START** zu drücken.

5



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

6



Mit der Taste ▲ werden die Einzelergebnisse in folgender Reihenfolge angezeigt:

R<sub>H</sub>→R<sub>S</sub>→ER→U<sub>N</sub>, wobei:

R<sub>H</sub> – Widerstand von H

R<sub>S</sub> – Widerstand von S

ER – zusätzliche Ungenauigkeiten der Sonden

U<sub>N</sub> - 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.



- Die Berechnungen basieren auf der Annahme, dass es sich um gleiche Abstände der Erdspeife zueinander handelt. (Wenner Methode). Ist dies nicht der Fall, muss die Erdungsmessmethode nach der 4-Leiter-Methode sowie ein individuelle Berechnung durchgeführt 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 Befechtung der Stelle, an der die Sonde eingesteckt wird oder Sie verwenden einen 80 cm langen Erdspeie. Es ist auch ratsam die Prüflleitungen 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

↵, **NOISE!** und 

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

$U_N xxv$ ;  $> 40V$  und Dauerton ↵,

**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.



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.

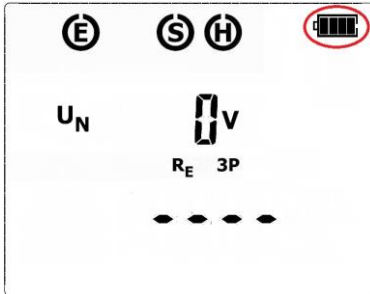


## 5 Spannungsversorgung



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

### 5.1 Überwachung der Spannungsversorgung



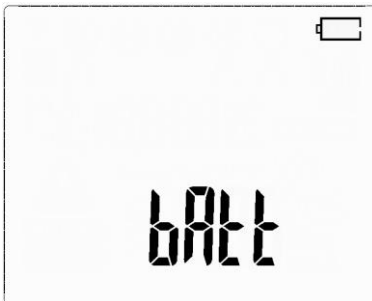
Der Ladezustand der Batterien oder Akkus, wird in der rechten oberen Ecke durch das Batteriesymbol angezeigt:



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)

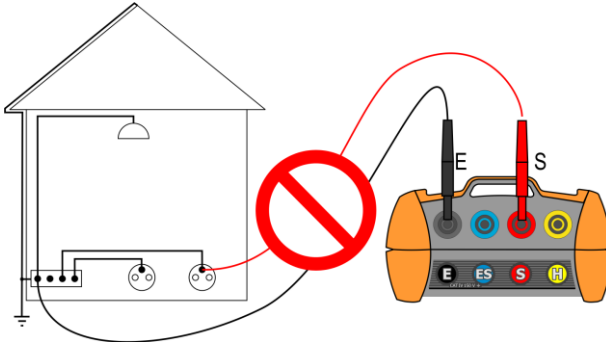
Das MRU-11 wird von AA alkaline LR6 Batterien oder wiederaufladbaren des Typ NiMH versorgt. Die Batterien/Akkus sind im Batteriefach an der Unterseite des Gehäuses eingelegt. Das Gerät beinhaltet kein integriertes Ladegerät. Akkus müssen extern geladen werden.



### 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



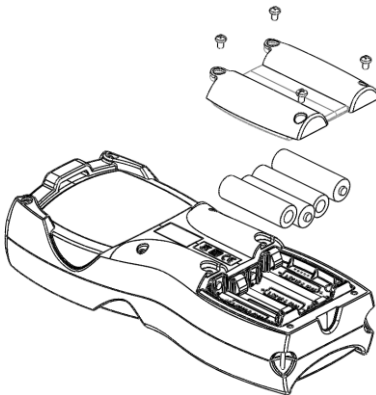
Trennen Sie das Gerät vom Objekt!

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.



### ACHTUNG!

Batterien in falscher Polarität eingelegt beschädigen nicht das Gerät, jedoch hat das Prüfgerät keine Funktion. 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 61557-5.

Messbereich gemäß EN 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 $\Omega$ m	0,01 $\Omega$ m	Abhängig von der Hauptmessunsicherheit $R_E$ im System 4P, aber nicht geringer als $\pm 1$ Digit
10,0...99,9 $\Omega$ m	0,1 $\Omega$ m	
100...999 $\Omega$ m	1 $\Omega$ m	
1,00...9,99 k $\Omega$ m	0,01 k $\Omega$ m	
10,0...99,9 k $\Omega$ m	0,1 k $\Omega$ m	
100...999 k $\Omega$ m	1 k $\Omega$ m	

- Abstand zwischen den Messelektroden (L): 1...50 m oder 1...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 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	
10,0...19,9 k $\Omega$	0,1 k $\Omega$	

## 9.2 Weitere technische Daten

- a) Isolierklasse gem. EN 61010-1 und IEC 61557..... doppelt
- b) Messkategorie (für 2000 m über n.N.) gem. EN 61010-1 ..... III 300 V
- c) Schutzart Gehäuse gem. EN 60529..... IP67
- 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  $R_E2P$ ,  $R_E3P$ ,  $R_E4P$ ..... 25 V oder 50 V
- h) Messstrom (Kurzschluss) bei  $R_E2P$ ,  $R_E3P$ ,  $R_E4P$  ..... >20 mA
- i) Messbereich gemäß EN 61557-5 ..... 0,53  $\Omega$  ...9999  $\Omega$  für  $U_n = 50$  V
- j) Maximaler Widerstand der Erdspeife ..... 20 k $\Omega$
- k) Spannungsversorgung ..... 4x Alkaline Batterie AA  
..... 4x Akku NiMH AA
- l) Anzahl der Messungen bei  $R_E3P$ ..... >3000  
..... ( $R_E=10 \Omega$ ,  $R_H=R_S=100 \Omega$ , 25 V 50 Hz, 2 Messungen/Minute)
- m) Dauer Widerstandsmessung mit 2-Pol-Methode ..... <4 s
- n) Dauer Widerstandsmessung mit 3-Pol-Methode ..... <8 s
- o) Dauer Widerstandsmessung mit 4-Leiter-Methode ..... <8 s
- p) Abmessungen ..... 221 x 102 x 62 mm (ohne Prüflleitungen)
- q) Gewicht Prüfgerät mit Batterien ..... 660 g
- r) Arbeitstemperatur ..... -10°C...+50°C
- s) Referenztemperatur..... 23 $\pm$ 2°C
- t) Lagertemperatur ..... -20...+60°C
- u) Relative Luftfeuchte ..... 20...90%
- v) Nominale relative Luftfeuchte ..... 40...60%
- w) Höhe über N.N. ....  $\leq 2000$  m\*
- x) Qualitätsstandard ..... Entwicklung, Gestaltung und Herstellung gemäß ISO 9001
- y) Messmethode..... technisch, gemäß EN 61557-5
- z) EMC Produkthanforderungen gemäß ..... 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 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 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 Abschn. 9.2.1 ( $U_N=3 \text{ V } 50/60 \text{ Hz}$ )
Widerstand der Erdspeife	E <sub>5</sub>	Gem. Formeln aus Abschn. 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

## 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)