

Bedienungsanleitung

MIC-2511

Isolationswiderstandsmessgerät

AutolISO



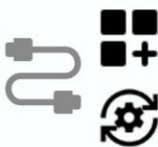
$R_{ISO-} / R_x - / R_{CONT-}$

$R_{ISO} G$

$R_{ISO+} / R_x + / R_{CONT+}$



USB-PD





Bedienungsanleitung

MIC-2511

Isolationswiderstandsmessgerät

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

Version 1.04 01.02.2024

Das MIC-2511 ist ein modernes, leicht zu handhabendes und sicheres Prüfgerät. Machen Sie sich bitte vorab mit dieser Anleitung vertraut, um Messfehlern oder einem fehlerhaften Gebrauch vorzubeugen.

INHALT










1	Allgemeine Informationen	5
1.1	Sicherheitssymbole	5
1.2	Verhalten der Anzeigeleuchten	5
1.3	Sicherheit	6
2	Schnellstart	7
3	Benutzeroberfläche und Konfiguration	8
3.1	Bildschirmtastatur	8
3.2	Menü-Symbole	8
3.3	Gesten	9
3.4	Tasten auf dem Gehäuse	9
3.5	Benutzerkonto	10
3.5.1	Hinzufügen und Bearbeiten von Benutzern	11
3.5.2	Löschen von Benutzern	11
3.5.3	Wechsel der Benutzer	11
3.6	Konfiguration des Messgeräts – Haupteinstellungen	12
3.6.1	Sprache	12
3.6.2	Datum und Uhrzeit	12
3.6.3	Messgerät	12
3.6.4	Messungen	12
3.6.5	Information	13
3.6.6	Messgerät auf die Werkseinstellungen zurücksetzen	13
4	Messungen	14
4.1	Bevor Sie beginnen	15
4.1.1	Verbindungen bei R_{ISO} -Messungen	15
4.1.2	Verbindungen bei Messungen R_X , R_{CONT}	17
4.1.3	Verbindungen bei EPA-Messungen	18
4.1.4	Signalisierung der Messung	22
4.1.5	Einstellungen für die Messung	23
4.2	Sichtprüfung	24
4.3	Widerstand – R_{ISO}	25
4.3.1	Messungen mit Drähten	25
4.3.2	Messung mit AutoISO-2511 Adapter	28
4.4	Messung mit schrittweise ansteigender Spannung – SV	31
4.5	Messung mit stetig ansteigender Spannung – RampTest	33
4.6	Dielektrische Entladung – DD	35
4.7	Polaritätsindex – PI (R_{ISO} 600 s)	37
4.8	Absorptionskoeffizient – DAR (R_{ISO} 60 s)	39
4.9	Widerstandsmessung mit Niederspannung – R_X , R_{CONT}	41
4.9.1	Kalibrierung der Messleitungen	41
4.9.2	Messen des Widerstandes (R_X)	41
4.9.3	Widerstandsmessung von Schutzleitern und Potentialausgleichsleitern mit ± 200 mA Prüfstrom (R_{CONT})	42
4.10	Messungen in EPA-Zonen	44
4.11	Tests von Überspannungsschutzgeräten – SPD	46
5	Besondere Funktionen	49
5.1	Diagramme	49
5.2	Korrektur des Ergebnisses R_{ISO} auf die Referenztemperatur	51
5.2.1	Korrektur ohne Temperatursonde	51
5.2.2	Korrektur mit Temperatursonde	52

6 Speicher des Messgeräts	54
6.1 Struktur und Verwaltung des Speichers	54
6.2 Suchmaschine	54
6.3 Eingabe von Messergebnissen in den Speicher	55
6.3.1 Vom Messergebnis zum Objekt im Speicher	55
6.3.2 Vom Objekt im Speicher zum Messergebnis	55
7 Datenübertragung	56
7.1 Zubehör zur Datenübertragung an PC	56
7.2 Datenübertragung via USB	56
8 Software-Aktualisierung	57
9 Fehlersuche	58
10 Stromversorgung	59
10.1 Stromversorgung mit Akku	60
10.2 Aufladen des Akkus	60
10.3 Netzstromversorgung	60
10.4 Generelle Handhabung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren (Li-Ion)	61
11 Reinigung und Wartung	62
12 Lagerung	62
13 Demontage und Entsorgung	62
14 Technische Daten	63
14.1 Grundlegende Daten	63
14.1.1 AC/DC Spannungsmessung	63
14.1.2 Isolationswiderstandsmessung	63
14.1.3 Messung der Kapazität	65
14.1.4 Niederspannungsmessung der Kontinuität des Stromkreises und des Widerstands	65
14.1.5 Temperaturmessung	65
14.1.6 Widerstandsmessung in EPA-Zonen	66
14.2 Weitere technische Daten	67
14.3 Weitere Daten	67
14.3.1 Zusätzliche Ungenauigkeiten nach EN IEC 61557-2 (R _{ISO})	67
15 Hersteller	68

1 Allgemeine Informationen

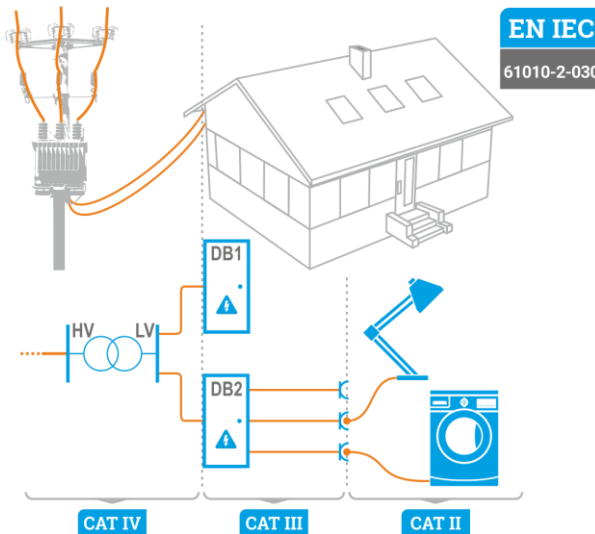
1.1 Sicherheitssymbole

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

	Warnung. Siehe Erklärung im Hand- buch		Boden		AC-Strom/Spannung
	DC-Strom/Spannung		Doppelte Isolierung (Schutzklasse)		Erklärung der Konformität mit den EU-Richtlinien (Conformité Européenne)
	Nicht mit anderem Hausmüll entsorgen		Vorsicht, Gefahr eines elektrischen Schlages. Das Gerät erzeugt eine Span- nung von 2500 V		Schließen Sie das Gerät nicht an Systeme mit Spannungen über 1500 V an

Messkategorien nach 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 Verhalten der Anzeigeleuchten



Die LED leuchtet
kontinuierlich



Die LED blinkt langsam



Die LED blinkt schnell

1.3 Sicherheit

Die Gerät MIC-2511 wurde zur Überprüfung von Isolationsschäden und zum Schutz gegen elektrischen Schlag in Versorgungsnetzen entwickelt. Die erzielten Messergebnisse werden zur Ermittlung der Sicherheit von elektrischen Installationen verwendet, deshalb müssen, um eine einwandfreie Funktion und Genauigkeit der erzielten Ergebnisse zu gewährleisten folgende Punkte beachtet werden:

- Bevor Sie das Messgerät in Betrieb nehmen, machen Sie sich gründlich mit dieser Anleitung vertraut und beachten Sie die vom Hersteller festgelegten Sicherheitsvorschriften und Spezifikationen.
- Jede Anwendung, die von den Angaben in diesem Handbuch abweicht, kann zu Schäden am Messgerät führen und eine Gefahrenquelle für den Anwender darstellen.
- Das Messgerät darf nur von entsprechend qualifiziertem Personal mit entsprechenden Zertifikaten für die Durchführung von Messungen an elektrischen Anlagen bedient werden. Die Bedienung des Analysators durch nicht autorisiertes Personal kann zu Schäden am Gerät führen und eine Gefahrenquelle für den Benutzer und umstehende Personen darstellen.
- Vor der Isolationswiderstandsmessung muss das zu prüfende Objekt von der Netzspannung getrennt werden.
- Während der Isolationswiderstandsmessung dürfen die Messleitungen nicht vom Prüfobjekt getrennt werden, bevor der Messvorgang abgeschlossen wurde. Vorher wurde das Prüfobjekt nicht kapazitiv Entladen, was einen elektrischen Schlag zur Folge haben könnte
- Achten Sie beim Messen des Isolationswiderstands des Kabels darauf, dass das andere Ende gegen unbeabsichtigtes Berühren geschützt ist.
- Die Verwendung dieses Handbuchs schließt nicht aus, dass bei der Durchführung einer bestimmten Art von Arbeit die Arbeitsschutzvorschriften und andere einschlägige Brandschutzvorschriften eingehalten werden müssen. Vor Beginn der Arbeit mit dem Gerät in besonderen Umgebungen – z. B. in einer potenziell feuergefährdeten/explosionsgefährdeten Umgebung – ist eine Rücksprache mit der für Gesundheit und Sicherheit zuständigen Person erforderlich.
- Es ist inakzeptabel zu arbeiten:
 - ⇒ es ist beschädigt und ganz oder teilweise außer Betrieb,
 - ⇒ seine Kabel und Leitungen eine beschädigte Isolierung aufweisen,
 - ⇒ wenn Sie das Messgerät von einem kühlen an einen warmen Ort mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit gebracht haben, starten Sie die Messungen erst, wenn sich das Gerät auf die Umgebungstemperatur erwärmt hat (ca. 30 Minuten).
- Bevor die Prüfung gestartet werden kann, muss die richtige Messung ausgewählt und sichergestellt sein, dass die Messleitungen entsprechend an den Anschlüssen am Prüfgerät angeschlossen sind.
- Die ordnungsgemäße Funktion des Instruments und des Zubehörs sollte regelmäßig überprüft werden, um Gefahren zu vermeiden, die durch falsche Ergebnisse entstehen könnten.
- Falls das Produkt mit anderen Geräte oder Zubehörteilen zusammenarbeitet, wird die niedrigste Messkategorie der angeschlossenen Geräte angewendet.
- Das Messgerät darf nicht von abweichenden Spannungsquellen, als in der Bedienungsanleitung vermerkt betrieben werden.
- Reparaturen dürfen nur von einer autorisierten Servicestelle durchgeführt werden.



WARNUNG

Bei der Messung des Isolationswiderstands liegt an den Enden der Drähte des Messgeräts eine gefährliche Spannung von bis zu 2,75 kV (2,5 kV + (0...10%)) an.



- Die R_{ISO}-Eingänge des Messgeräts sind elektronisch gegen Überlast (z.B. durch Anschluss an einen stromführenden Stromkreis) bis zu 1500 V für 60 Sekunden geschützt.
- Aufgrund der kontinuierlichen Weiterentwicklung des Geräts können die in diesem Handbuch beschriebenen Funktionen vom tatsächlichen Stand abweichen. Die neueste Version des Handbuchs finden Sie auf der Website des Herstellers.

2 Schnellstart



Wenn Sie das Instrument zum ersten Mal starten, müssen Sie die Sprache der Benutzeroberfläche einstellen und ein Benutzerkonto einrichten. Stellen Sie abschließend das Datum, die Uhrzeit und die Zeitzone ein.

1



Schalten Sie das Messgerät ein.

2



Erstellen Sie ein Benutzerkonto oder melden Sie sich an.


3



Geben Sie die Messgeräteeinstellungen ein.

4



Wählen Sie eine Messung. Eine Anleitung dazu finden Sie unter dem Symbol  und in dieser Bedienungsanleitung.

5



Geben Sie die Messeinstellungen ein.

6



Schließen Sie das Messgerät an den Zielpunkt an.

7



Starten Sie die Messung.

8



Beenden Sie die Messung oder warten Sie, bis sie abgeschlossen ist. Sie können dann im Bereich „Anhänge“ zusätzliche Informationen zur Messung eingeben.

9



Speichern Sie die Messung.

10



Schalten Sie das Messgerät ab.

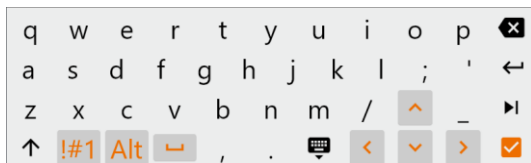


- Menüfenster sind unter den Funktionstasten verfügbar.
 - ⇒ **F1** – Hilfe.
 - ⇒ **F2** – Haupteinstellungen (**Abschnitt 3.6**).
 - ⇒ **F3** – Messungen (**Abschnitt 4**).
 - ⇒ **F4** – Speicher (**Abschnitt 6**).
- Sie können Messungen auf zwei Arten aufzeichnen:
 - ⇒ indem Sie eine Messung vornehmen und diese dann einem Objekt in der Speicherstruktur zuweisen,
 - ⇒ indem Sie auf ein Objekt in der Speicherstruktur zugreifen und eine Messung auf dieser Ebene vornehmen.

3 Benutzeroberfläche und Konfiguration

3.1 Bildschirmtastatur





Die Bildschirmtastatur ist genauso funktionell wie die Tastatur auf jedem Touchscreen-Gerät.










-  Löschen
-  Zur nächsten Zeile wechseln
-  Zum nächsten Feld wechseln
-  Auf Tastatur mit Zahlen und Sonderzeichen umschalten
-  Diakritische Zeichen anzeigen
-  Texteingabe bestätigen
-  Tastatur ausblenden

3.2 Menü-Symbole







Allgemein

- | | | | |
|--|------------------------------|---|--------------------------------------|
|  | Zum vorherigen Fenster gehen |  | Das Element erweitern |
|  | Zurück zum Hauptmenü |  | Das Element reduzieren |
|  | Hilfe |  | Speichern |
|  | Benutzer abmelden |  | Fenster schließen / Aktion abbrechen |
| | |  | Informationen |

Messungen

- | | | | |
|--|----------------------------------|---|---------------------|
|  | Markierungen eingeben |  | Messung starten |
|  | Messobjekt hinzufügen |  | Messung beenden |
|  | Messeinstellungen und Grenzwerte |  | Messung wiederholen |
| | |  | Diagramm abrufen |

Speicher

- | | | | |
|--|-----------------------|---|------------------------------------|
|  | Objekt hinzufügen |  | Suchen |
|  | Ordner hinzufügen |  | Zum übergeordneten Ordner wechseln |
|  | Instrument hinzufügen | | |
|  | Messung hinzufügen | | |

3.3 Gesten



Starten Sie die Messung, indem Sie das Symbol 5 Sekunden lang gedrückt halten



Berühren Sie ein Element auf dem Touchscreen

3.4 Tasten auf dem Gehäuse

Physische Tasten werden zur Navigation in Menüs verwendet – genau wie bei der Touch-Oberfläche. Sie sind unverzichtbar, wenn Sie die Touchscreen-Funktion deaktivieren.

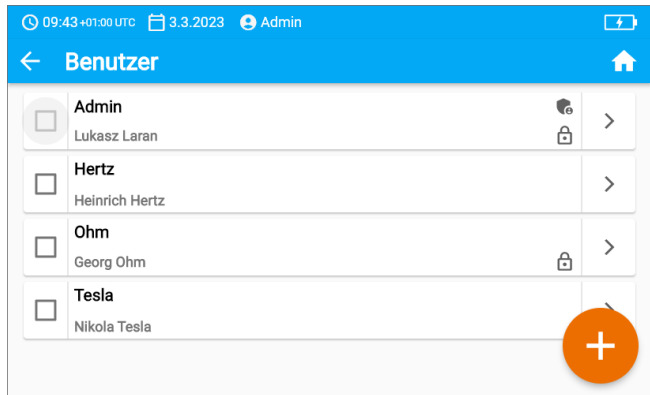


F1	Hilfe		Nach oben
F2	Haupt-Einstellungen		Nach unten
F3	Messungen		Nach links
F4	Speicher		Nach rechts
F5	Zuletzt genutzte Ansichten		Bestätigen
	<ul style="list-style-type: none">Einschalten des Messgeräts / Helligkeit des Displays (kurz drücken)Ausschalten des Messgeräts (drücken und halten)		Zurückgehen / Markierung löschen / Messung stoppen
	Messung starten / stoppen		Zum Hauptfenster wechseln

Um ein Oberflächenelement zu aktivieren, navigieren Sie mit den Pfeilen dorthin (aufeinanderfolgende Markierungen werden hervorgehoben) und bestätigen Sie Ihre Auswahl mit der Taste . Das Prinzip gilt für die gesamte Benutzeroberfläche: von den Messbildschirmen über das Menü zur Speicherverwaltung bis hin zur Hilfe.

3.5 Benutzerkonto

Sobald Sie angemeldet sind, erhalten Sie Zugriff auf das Menü Benutzerkonto. Das Vorhängeschloss-Symbol zeigt an, dass das Benutzerkonto passwortgeschützt ist.




Benutzer werden für die Unterzeichnung von Forschungsauftragnehmern eingegeben. Das Instrument kann von mehreren Personen genutzt werden. Jeder kann sich als Benutzer mit eigenem Login und Passwort anmelden. Passwörter werden eingegeben, um zu verhindern, dass sich ein anderer Benutzer anmeldet. Der **Administrator** hat die Berechtigung, Benutzer einzutragen und zu löschen. **Andere Benutzer** können nur ihre eigenen Daten ändern.

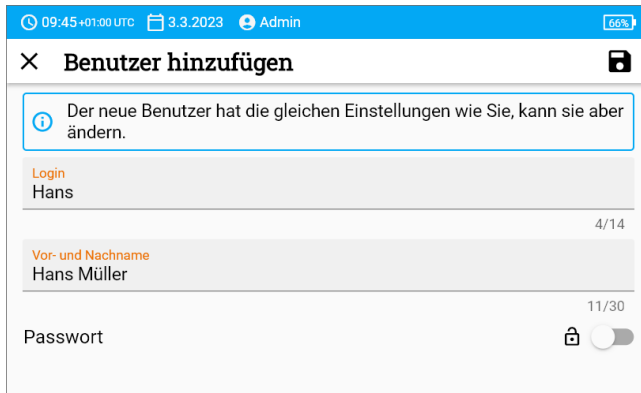


- Es kann nur einen Administrator (admin) und maximal 4 Benutzer mit eingeschränkten Rechten in dem Messgerät geben.
- Die Benutzereinstellungen können nur von diesem Benutzer und dem Administrator geändert werden.
- Die Benutzereinstellungen können nur von diesem Benutzer und dem Administrator geändert werden.

3.5.1 Hinzufügen und Bearbeiten von Benutzern

1

- Um einen neuen Benutzer einzugeben, wählen Sie .
- Um die Details eines Benutzers zu ändern, wählen Sie den Benutzer aus.
- Geben Sie dann seine oder ihre Details ein oder bearbeiten Sie sie.



2




Nachdem Sie das Vorhängeschloss berührt haben, können Sie ein Passwort eingeben, um auf das Benutzerkonto zuzugreifen. Berühren Sie es erneut, wenn Sie den Passwortschutz des Kontos deaktivieren möchten.

3



Speichern Sie schließlich die Änderungen.

3.5.2 Löschen von Benutzern

Um Benutzer zu löschen, markieren Sie sie und wählen Sie . Die Ausnahme ist das Administratorkonto, das nur durch Zurücksetzen des Messgeräts auf die Werkseinstellungen gelöscht werden kann (**Abschnitt 3.6.3**).

3.5.3 Wechsel der Benutzer

1



Um den Benutzer zu wechseln, melden Sie den aktuellen Benutzer ab und bestätigen das Ende der Sitzung.

2



Dann können Sie den nächsten Benutzer anmelden.

3.6 Konfiguration des Messgeräts – Haupteinstellungen



Hier können Sie das Messgerät nach Ihren Wünschen konfigurieren.

3.6.1 Sprache



Hier stellen Sie die Sprache der Benutzeroberfläche ein.

3.6.2 Datum und Uhrzeit



Verfügbare Einstellungen:

- **Datum.**
- **Uhrzeit.**
- **Zeitzone.**

3.6.3 Messgerät



Verfügbare Einstellungen:

- **Kommunikation** – hier können Sie die verfügbaren Kommunikationsmittel konfigurieren.
- **Display** – hier können Sie die Zeit, nach der sich der Bildschirm ausschaltet, aktivieren/deaktivieren, die Helligkeit einstellen, die Touch-Funktion des Bildschirms aktivieren/deaktivieren und die Größe der Schriftarten und Symbole in der Messansicht ändern.
- **Geräusche** – Hier können Sie die Systemtöne aktivieren/deaktivieren.
- **Spezialmodus** – ermöglicht die Eingabe eines speziellen Service-Codes. Funktionalität, die dem Dienst gewidmet ist.
- **Wiederherstellung** – Hier können Sie das Messgerät auf seine Werkseinstellungen zurücksetzen. Siehe auch **Abschnitt 3.6.6**.
- **Messgerätstand** – Hier können Sie die Nutzung des internen Speichers überprüfen.

3.6.4 Messungen



Verfügbare Einstellungen:

- **Hochspannungsmeldungen anzeigen** – Anzeige von Hochspannungswarnungen.
- **Automatische Erhöhung der Mess-ID** – Erstellung neuer Objekte im übergeordneten Ordner mit einer eindeutigen Mess-ID innerhalb der bestehenden Nummerierung.
- **Automatische Erhöhung von Messungsnamen** – Erstellung neuer Namen für Speicherelemente entsprechend den zuvor eingegebenen Namen und Typen.
- **Temperatureinheit** – Einstellung der Temperatureinheit, die angezeigt und im Ergebnis gespeichert wird, wenn die Temperatursonde angeschlossen ist.

3.6.5 Information



Sie können die Zählerdaten hier einsehen.

3.6.6 Messgerät auf die Werkseinstellungen zurücksetzen



In diesem Menü haben Sie mehrere Optionen.

- **Optimierung des Speichers vom Messgerät.** Verwenden Sie diese Funktion, wenn:
 - ⇒ es Probleme beim Aufzeichnen oder Ablesen von Messungen gibt,
 - ⇒ es Probleme beim Navigieren durch Ordner gibt.Wenn die Reparatur nicht funktioniert, verwenden Sie die Funktion "Messwertspeicher zurücksetzen".
- **Den Speicher des Messgeräts zurücksetzen.** Verwenden Sie diese Funktion, wenn:
 - ⇒ die Reparatur des Speichers des Messgeräts nicht erfolgreich war
 - ⇒ es Probleme gibt, die eine Nutzung des Speichers unmöglich machenBevor Sie mit der Löschung beginnen, empfehlen wir Ihnen, die Daten auf einen Speicherstick oder einen Computer zu übertragen.
- **Messgerät auf die Werkseinstellungen zurücksetzen.** Alle gespeicherten Ordner, Messungen, Benutzerkonten und eingegebenen Einstellungen werden gelöscht.

Bestätigen Sie in jedem Fall nach der Auswahl der gewünschten Option Ihre Entscheidung und folgen Sie den Meldungen.

4 Messungen



WARNUNG

- Das zu messende Objekt darf nicht unter einer Spannung von mehr als 50 V stehen.
- Beim Messen von Kabeln ist Vorsicht geboten. Die Gefahr eines elektrischen Schlags besteht auch, nachdem ihre Kapazität durch das Messgerät entladen wurde, da die Spannung automatisch wiederhergestellt werden kann.
- Während der Messungen ist es ratsam, eine persönliche Schutzausrüstung zu tragen, um das Risiko der Berührung von Drähten, die für den Benutzer gefährlich sein könnten, zu verringern.



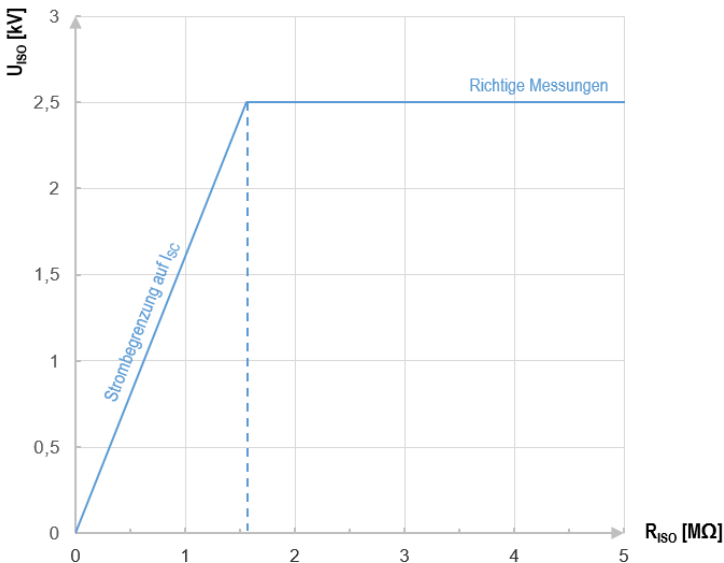
HINWEIS!

Der Anschluss der Klemmen an eine höhere Spannung als 1500 V kann zur Beschädigung des Messgeräts führen.



Achten Sie bei der Messung darauf, **dass weder die Drähte noch die Krokodilkabel miteinander und/oder mit der Erde in Berührung kommen**, da das Messergebnis durch den Fluss von Oberflächenströmen mit zusätzlichen Fehlern behaftet sein kann.

Der Ausgangsstrom des ISC-Wandlers I_{SC} beträgt $2 \text{ mA} + \langle -0,8 \dots 0 \rangle \text{ mA}$. Die Aktivierung der Strombegrenzung wird durch einen kontinuierlichen Piepton signalisiert. Das Testergebnis ist dann korrekt, aber **an den Messklemmen** liegt eine Spannung an, **die niedriger ist als die eingestellte Spannung**. Die Strombegrenzung erfolgt in der ersten Phase der Messung durch die Aufladung der Kapazität des Testobjekts.



Graph 4.1. Die momentane Prüfspannung U_{ISO} als Funktion des gemessenen Isolationswiderstandes R_{ISO} (zur Nennspannung) dargestellt

4.1 Bevor Sie beginnen

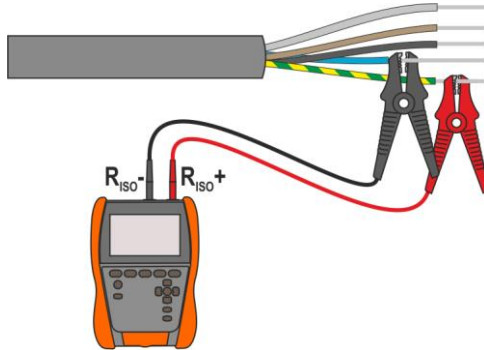


WARNUNG

- Bei der Messung des Isolationswiderstands liegt an den Enden der Drähte des Messgeräts eine gefährliche Spannung von bis zu 2,5 kV + (0...10%) an.
- Es ist nicht zulässig, die Drähte abzutrennen, bevor die Messung abgeschlossen ist. Dadurch besteht die Gefahr eines Hochspannungsschocks und es wird verhindert, dass das Testobjekt entladen wird.
- Beim Messen von Kabeln ist Vorsicht geboten. Sobald ihre Kapazität durch das Messgerät entladen wurde, kann sich die Spannung wieder aufbauen.

4.1.1 Verbindungen bei R_{ISO} -Messungen

Die Standardmethode zur Messung des Isolationswiderstands (R_{ISO}) ist die Zweidrahtmethode.



Bei Stromkabeln sollte der Isolationswiderstand zwischen jedem Leiter und den anderen kurzgeschlossenen und geerdeten Leitern gemessen werden (**Abb. 4.1**, **Abb. 4.2**). Bei geschirmten Kabeln wird mit ihnen auch der Schirm kurzgeschlossen.

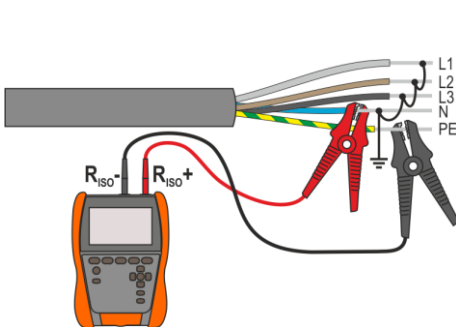


Abb. 4.1. Messung ungeschirmter Kabel

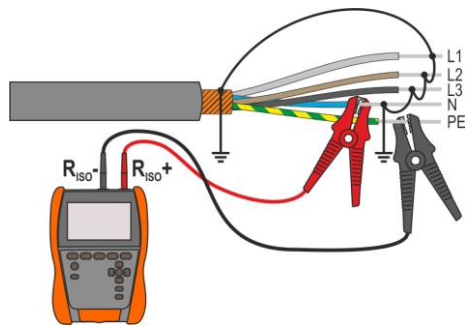
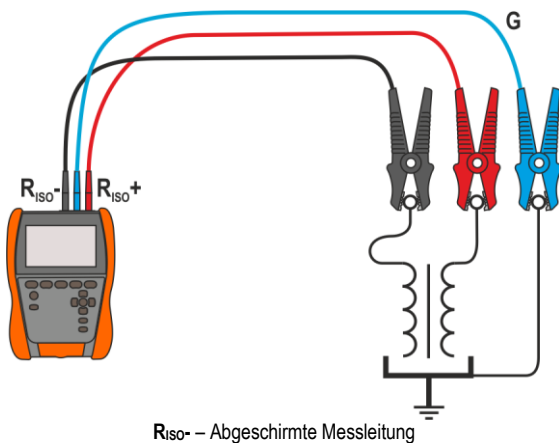
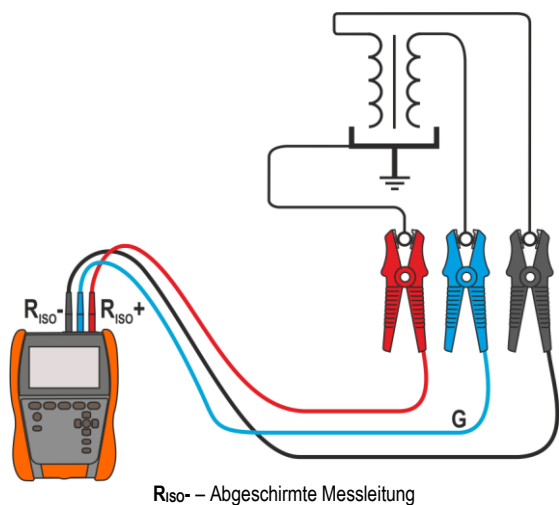


Abb. 4.2. Messung geschirmter Kabel

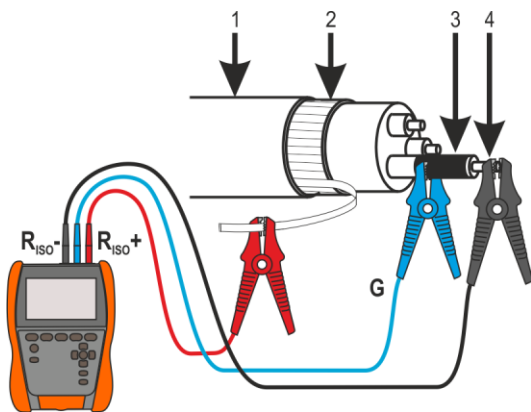
In Transformatoren, Kabeln, Isolatoren usw. gibt es **Oberflächenwiderstände**, die das Messergebnis verfälschen können. Um sie zu **eliminieren**, wird eine Drei-Draht-Messung unter Verwendung der **G** – GUARD-Buchse verwendet. Im Folgenden finden Sie Beispiele für die Anwendung dieser Methode.



Messung des Abwicklungswiderstands eines Transformators. Die **G**-Buchse des Zählers ist mit dem Trafokessel verbunden, die R_{ISO+} i R_{ISO-} Buchsen mit den Wicklungen.



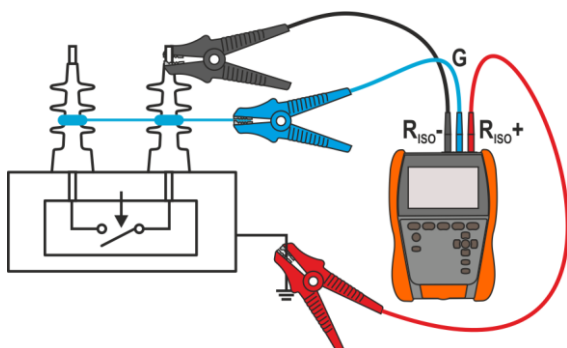
Messung des Isolationswiderstands zwischen einer der Wicklungen und dem Trafokessel. Wir verbinden die **G**-Buchse des Messgeräts mit der zweiten Wicklung und die R_{ISO+} Buchse mit dem Erdpotenzial.



R_{ISO-} – Abgeschirmte Messleitung
 1 – Kabeljacke
 2 – Kabelschirm
 3 – Metallfolie um den Kern des Leiters gewickelt
 4 – Kern

Messung des Isolationswiderstands eines Kabels zwischen einem der Kabelleiter und seiner Abschirmung. Der Einfluss von Oberflächenströmen (wichtig bei rauen atmosphärischen Bedingungen) wird eliminiert, indem ein Stück Metallfolie an die **G**-Buchse des Messgeräts angeschlossen wird, das über die Isolierung des zu prüfenden Leiters gewickelt wird.

Ähnlich verhält es sich bei der Messung des Isolationswiderstands zwischen zwei Kabeladern – die anderen Adern, die nicht an der Messung beteiligt sind, werden an die **G**-Klemme angeschlossen.

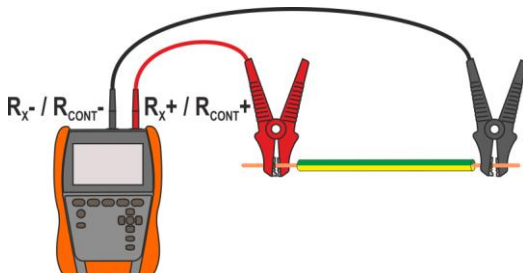


R_{ISO-} – Abgeschirmte Messleitung

Messung des Isolationswiderstands von Hochspannungstrennschaltern. Die **G**-Buchse des Messgeräts ist mit den Isolator der Trennklemmen verbunden.

4.1.2 Verbindungen bei Messungen R_X , R_{CONT}

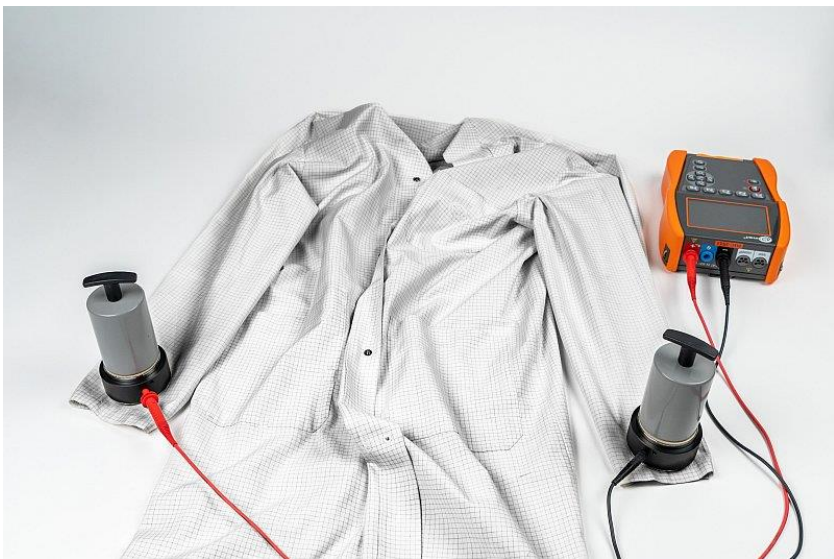
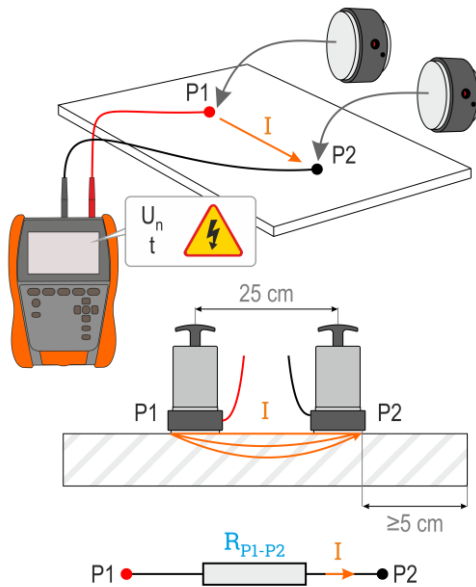
Die Niederspannungswiderstandsmessung wird nach folgendem Schema durchgeführt.



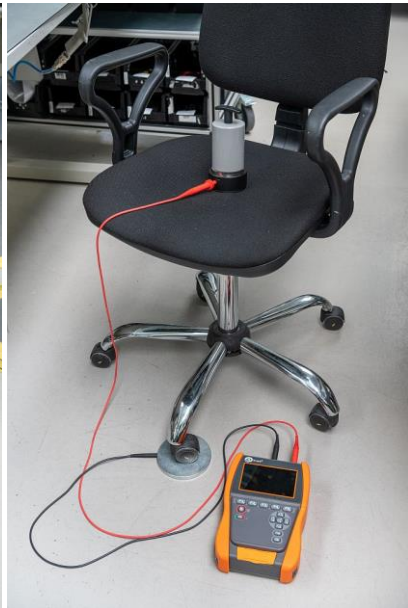
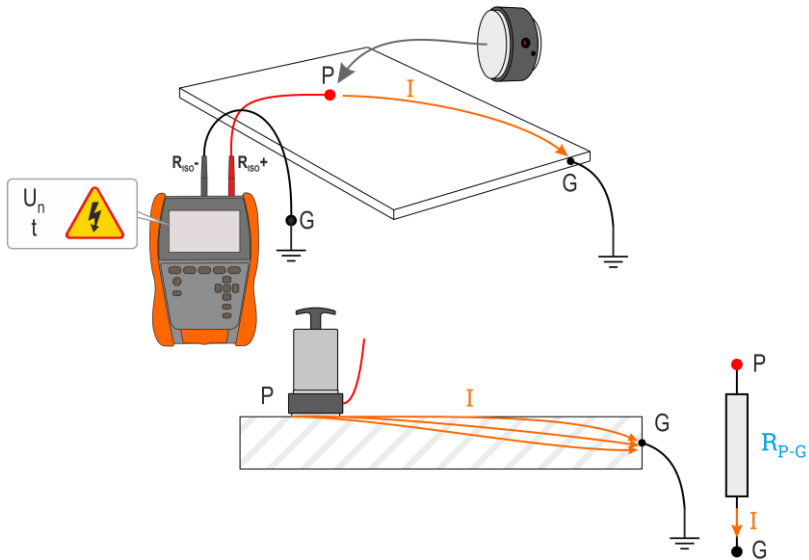
4.1.3 Verbindungen bei EPA-Messungen

Die Anschlusslayouts variieren je nachdem, was Sie messen möchten.

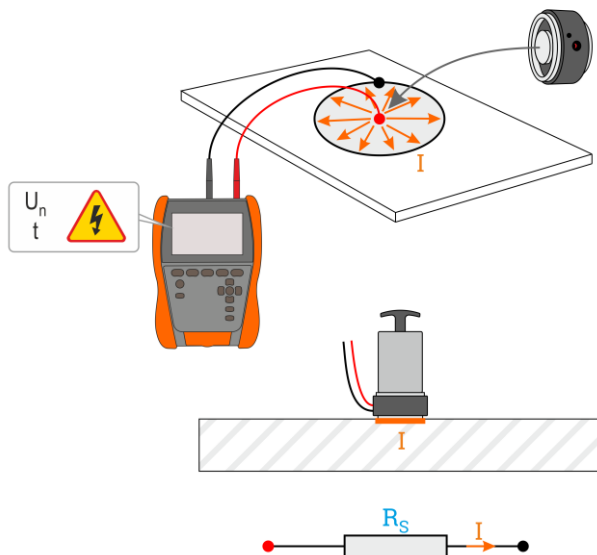
4.1.3.1 Punkt-zu-Punkt-Widerstand – R_{P1-P2}



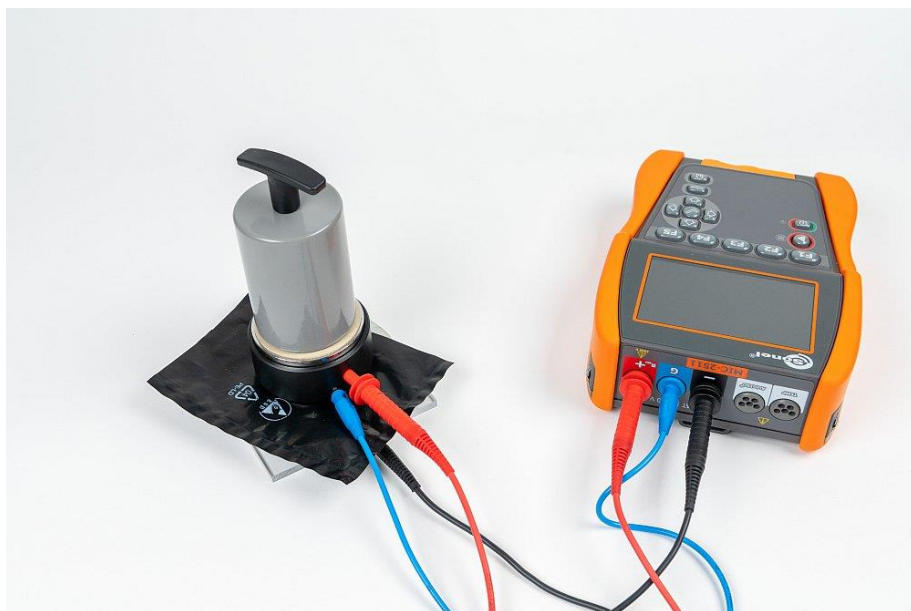
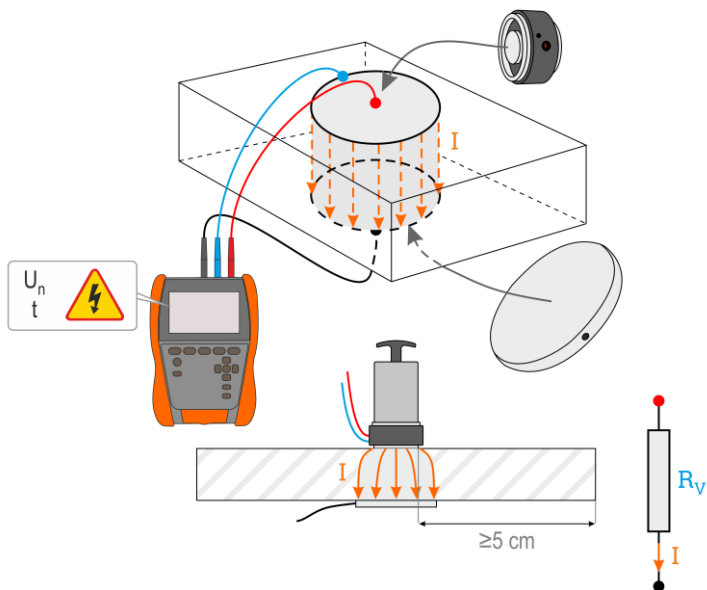
4.1.3.2 Ableit-Widerstand – R_{P-G}



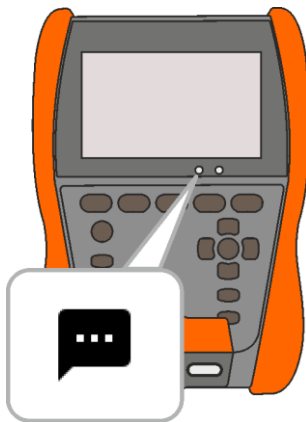
4.1.3.3 Oberflächenwiderstand – R_s



4.1.3.4 Volumenwiderstand – R_V



4.1.4 Signalisierung der Messung



Vor der Messung



Die Spannung auf dem Objekt tritt kontinuierlich auf und überschreitet nicht 50 V. Die Messung ist möglich, kann aber mit zusätzlichen Fehlern behaftet sein.



- Die Spannung am Objekt tritt kontinuierlich auf und ist größer als 50 V. Die Messung ist blockiert.
- Messgerätausfallstatus.

Während der Messung

R_{ISO}



Das Messgerät ist gerade dabei, den Isolationswiderstand zu messen.



Das Messgerät hat die Messung des Isolationswiderstands beendet und entlädt gerade das zu testende Objekt.



3x



Die Messung ist abgeschlossen und das Testobjekt wird entladen.

R_x



Die Kontinuität des Stromkreises bleibt erhalten.

4.1.5 Einstellungen für die Messung

+/-

Im Menü Messung können Sie die Bezeichnungen der Drahtpaare in dem zu testenden Objekt eingeben oder bearbeiten. Die Namen können sein:

- vordefiniert,
- Ihre eigenen (nach Auswahl der Option **Verwenden Sie Ihre eigenen Kabelmarkierungen**).

+/-
L1/L2

Die Beschriftungssymbole führen zu dem Fenster zum Bearbeiten der Drahtpaarbezeichnungen. Neue Bezeichnungen können nicht mit den bereits eingegebenen identisch sein.

...



Das Symbol ruft das Fenster zum Hinzufügen der nächsten Drahtpaar-Messung auf.



Die Prüfung erfordert die entsprechenden Einstellungen. Es öffnet sich ein Menü mit Parametereinstellungen (unterschiedliche Parameter je nach ausgewählter Messung). Es öffnet sich ein Menü mit Parametereinstellungen (unterschiedliche Parameter je nach ausgewählter Messung).



Wenn Sie Grenzwerte festgelegt haben, zeigt das Messgerät an, ob das Ergebnis innerhalb dieser Grenzen liegt.



– das Ergebnis liegt innerhalb der festgelegten Grenze.



– das Ergebnis liegt nicht innerhalb der festgelegten Grenze.



– keine Bewertung möglich.

4.2 Sichtprüfung

1



Wählen Sie **Sichtprüfung**.

2

In der Liste der zu prüfenden Aspekte markieren Sie die Ergebnisse Ihrer Prüfung. Tippen Sie auf jede Position einige Male, um die entsprechende Testbewertung anzugeben:



– nicht durchgeführt,



– bestanden,



– nicht bestanden,



– nicht spezifiziert (keine eindeutige Bewertung),



– nicht zutreffend (gilt nicht für den betreffenden Aspekt),



– ausgelassen (absichtliche, bewusste Auslassung, z. B. fehlender Zugang).



Fehlt der Aspekt, der für Sie wichtig ist, fügen ihn einfach der Liste hinzu.

3



Prüfung abschließen.

4

Der Bildschirm mit der Zusammenfassung der Prüfung wird angezeigt. Wenn Sie auf die Ergebnisleiste tippen, werden Ihre Auswahlmöglichkeiten aus **Schritt 2** angezeigt. Wenn Sie zusätzliche Informationen über die Studie eingeben möchten, erweitern Sie das Feld **Anlagen** und füllen Sie das Kommentarfeld aus.

4.3 Widerstand – R_{ISO}

Das Gerät misst den Isolationswiderstand, indem es eine Messspannung U_n an den zu prüfenden Widerstand R anlegt und den durch ihn fließenden Strom I misst. Bei der Berechnung des Wertes des Isolationswiderstandes bedient sich das Messgerät der technischen Methode der Widerstandsmessung ($R = U/I$).

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (\Rightarrow):

- Nominale Messspannung U_n ,
- Messzeit t ,
- t_1 , t_2 , t_3 -Zeiten, die zur Berechnung der Absorptionskoeffizienten benötigt werden,
- Grenzen (falls erforderlich).

Das Messgerät wird mögliche Einstellungen vorschlagen.

4.3.1 Messungen mit Drähten

1



- Wählen Sie die Messung **R_{ISO}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 4.1.1**.

3





5 s

Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein Countdown ausgelöst, während dessen das Messgerät keine gefährliche Spannung erzeugt und die Messung gestoppt werden kann, ohne testende Objekt zu entladen. Sobald der Countdown abgelaufen ist, wird die Messung **gestartet**.



Schnellstart, ohne eine Verzögerung von 5 Sekunden, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.

Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit (Abschnitt 4.1.5)** erreicht ist  oder die Taste  gedrückt wird.



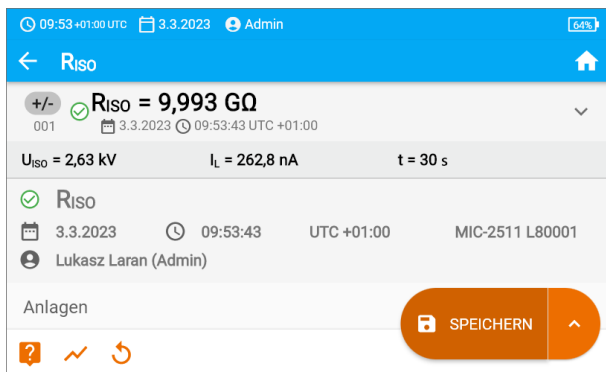
Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab.



Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



► **SPEICHERN UND HINZUFÜGEN** – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



► **IM VORHERIGEN SPEICHERN** – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.



Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen



Das Vorhandensein einer Messspannung an den Klemmen des Messgeräts.



LÄRM

Auf dem zu prüfenden Objekt tritt eine Störspannung von weniger als 50 V oder 1500 V AC auf. Die Messung ist möglich, kann aber mit zusätzlicher Unsicherheit versehen sein.



LIMIT I

Strombegrenzung aktiv. Das Symbol wird begleitet durch ein kontinuierliches Tonsignal.



HILE

Unterbrechung der Isolierung des Objekts, die Messung wird unterbrochen. Die Aufschrift wird nach der Aufschrift **LIMIT I** angezeigt und bleibt während der Messung für 20 s bestehen, wenn die Spannung zuvor den Nennwert erreicht hat.



UDET

$U_N > 50\text{ V}$

An dem Objekt liegt eine gefährliche Spannung vor. Die Messung wird nicht durchgeführt. Zusätzlich zu den angezeigten Informationen:

- wird der U_N -Spannungswert am Objekt angezeigt,
- ertönt ein zweistimmiger Signalton,
- blinkt eine rote Diode.



ENTLADEN

Die Entladung des Testobjekts ist im Gange.



- Abschalten von t_2 deaktiviert gleichzeitig t_3 .
- Die Timer-Messung wird erst dann gestartet, wenn sich die Spannung U_{ISO} stabilisiert hat.
- Meldung **LIMIT I** bedeutet, die Messung wird mit begrenzter Leistung durchgeführt (**Graph 4.1**). Dauert dieser Zustand länger als 20 Sekunden an, wird die Messung unterbrochen.
- Wenn das Messgerät nicht in der Lage ist, die Kapazität des Testobjekts aufzuladen, wird **LIMIT I** angezeigt und die **Messung wird nach 20 s beendet**.
- Ein kurzer Piepton markiert die 5-Sekunden-Intervalle. Wenn die Stoppuhr charakteristische Punkte (Zeiten t_1 , t_2 , t_3) erreicht, wird die Anzeige dieses Punktes 1 s lang angezeigt und ein langer Piepton ertönt.
- Liegt der Wert eines der gemessenen Wirkwiderstände außerhalb des Bereichs, wird der Wert des Absorptionskoeffizienten nicht angezeigt – es werden horizontale Striche angezeigt.
- Nach Beendigung der Messung, wird die Kapazität des Prüflings durch Kurzschließen von R_{ISO+} und R_{ISO-} über einen ca. 100 k Ω entladen. Die Meldung **ENTLADEN** und der U_{ISO} -Spannungswert, der dann am Objekt gehalten wird, werden angezeigt. U_{ISO} nimmt mit der Zeit ab, bis sie vollständig entladen ist.

4.3.2 Messung mit AutoISO-2511 Adapter

Je nach Messobjekt und den angenommenen Standards (jede Ader mit jeder oder jede Ader zu den übrigen miteinander geschalteten und geerdeten) erfordert die Messung des Isolationswiderstands von Leitungen oder mehradrigen Kabeln mehrere Anschlüsse. Um die Prüfzeit zu verkürzen und unvermeidliche Anschlussfehler zu vermeiden, empfiehlt Sonel einen Adapter, der die Umschaltung zwischen den einzelnen Adernpaaren für den Bediener übernimmt.

Adapter AutoISO-2511 dient zur Messung des Isolationswiderstandes von mehradrigen Kabeln und Leitungen mit einer Messspannung von bis zu 2500 V. Die Anwendung des Adapters schließt die Möglichkeit eines Fehlers aus und verkürzt die Zeit erheblich, die für die Durchführung von Isolationswiderstandsmessungen zwischen Leiterpaaren benötigt wird. Bei 4-adrigen Kabeln führt der Benutzer beispielsweise nur einen Schaltvorgang aus (d. h. er verbindet den Adapter mit dem Objekt), während der AutoISO-2511 sechs aufeinanderfolgende Verbindungen durchführt.

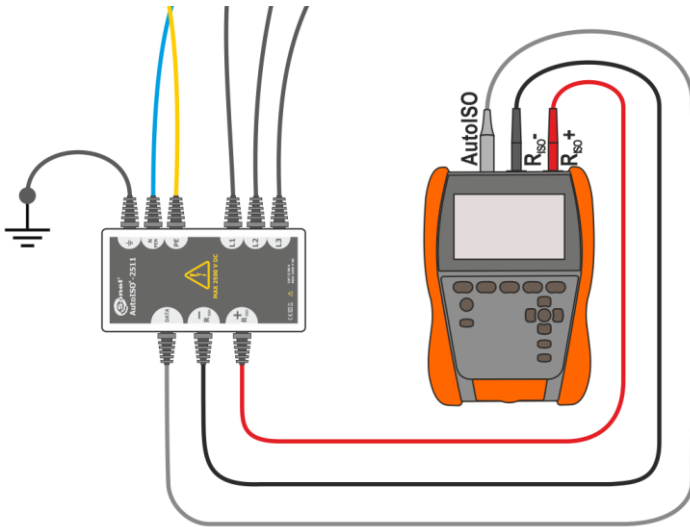
1



Wählen Sie die Messung R_{ISO} .

2

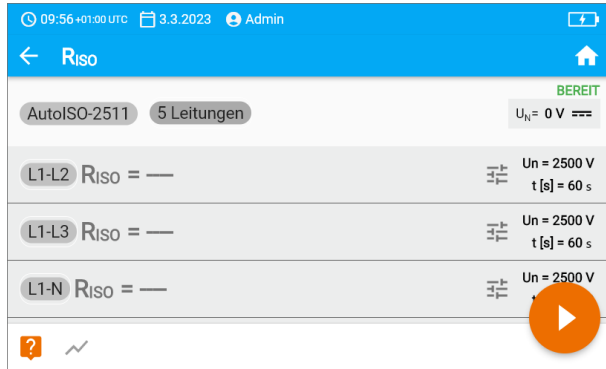
Schließen Sie den Adapter an.



Sobald der Adapter angeschlossen ist, wird die Liste der verfügbaren Messfunktionen auf die für den Adapter bestimmten Funktionen eingeschränkt.

3

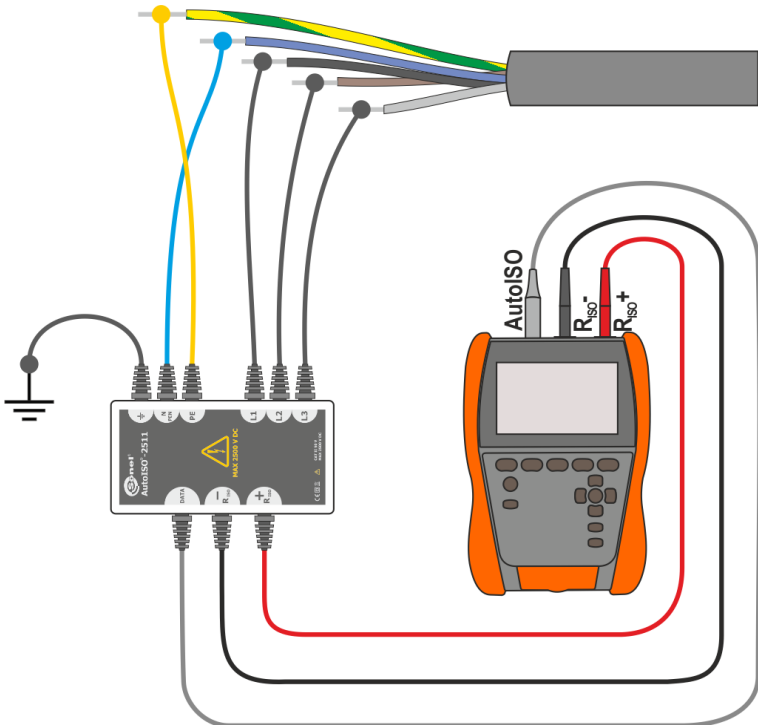
Auf dem Bildschirm erscheinen die Bezeichnung des angeschlossenen Adapters und das Symbol für die Auswahl der Anzahl der Drähte des Testobjekts.



- Bestimmen Sie die Anzahl der Drähte des Testobjekts.
- Geben Sie für jedes Drahtpaar die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

4

Verbinden Sie den Adapter mit dem Testobjekt.



5



Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein Countdown ausgelöst, nach dem die Messung **gestartet** wird.



Schnellstart, ohne eine Verzögerung von 5 Sekunden, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.

Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit (Abschnitt 4.1.5)** erreicht ist oder die Taste gedrückt wird.



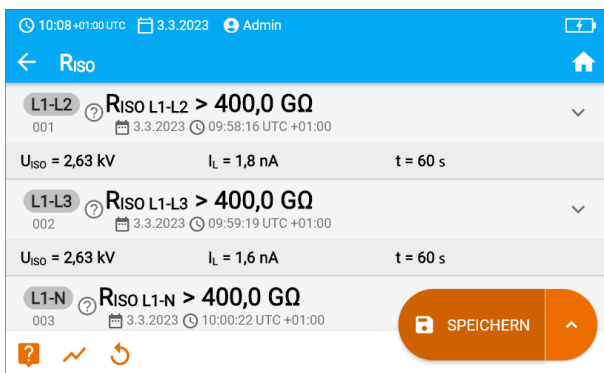
Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

6

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab.



Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

7

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



► **SPEICHERN UND HINZUFÜGEN** – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



► **IM VORHERIGEN SPEICHERN** – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.



Hinweise wie für die Messung R_{ISO}.

4.4 Messung mit schrittweise ansteigender Spannung – SV

Die Messung der Schrittspannung (ang. *Step Voltage* – SV) soll zeigen, dass ein Objekt mit guten Widerstandseigenschaften unabhängig von der Messspannung seinen Widerstand nicht wesentlich ändern sollte. In diesem Modus führt das Prüfgerät eine Serie von 5 Messungen mit ansteigender Spannung durch. Die Spannung erhöht sich abhängig von der eingestellten Maximalspannung:

- **250 V:** 50 V, 100 V, 150 V, 200 V, 250 V,
- **500 V:** 100 V, 200 V, 300 V, 400 V, 500 V,
- **1 kV:** 200 V, 400 V, 600 V, 800 V, 1000 V,
- **2,5 kV:** 500 V, 1 kV, 1,5 kV, 2 kV, 2,5 kV,
- **Benutzerdefiniert:** Sie können eine beliebige maximale Spannung U_{MAX} eingeben, die in den Schritten mit dem Wert $\frac{1}{5}U_{MAX}$ erreicht wird. Beispielsweise **700 V:** 140 V, 280 V, 420 V, 560 V, 700 V.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie zuvor einstellen (⚙️):

- Maximale (End-) Messspannung U_n ,
- gesamte Messzeit t .

Das Endergebnis für jede der 5 Messungen wird gespeichert, was durch eine „Beep-Ton“ signalisiert.

1



- Wählen Sie **SV**-Messung.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 4.1.1**.


3



Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein 5-Sekunden-Countdown **ausgelöst**, nach dem die Messung beginnt.



Schnellstart, ohne eine 5 Sekunden-Countdown, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.

Die Prüfung wird fortgesetzt, bis **die vom Benutzer eingestellte Zeit (Abschnitt 4.1.5)** erreicht oder auf  gedrückt wird.



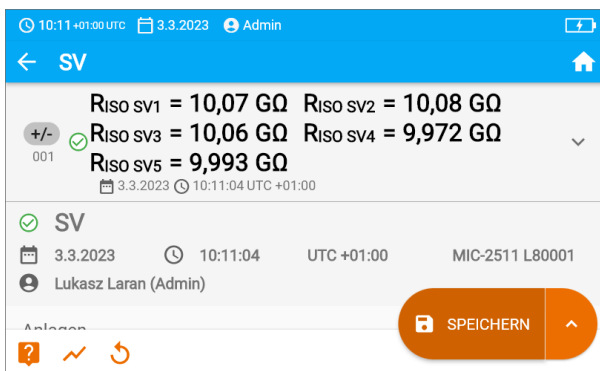
Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Auch jetzt können Sie durch Berühren der Punkteleiste die Teilergebnisse der Messung anzeigen.



Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



SPEICHERN UND HINZUFÜGEN – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



IM VORHERIGEN SPEICHERN – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.



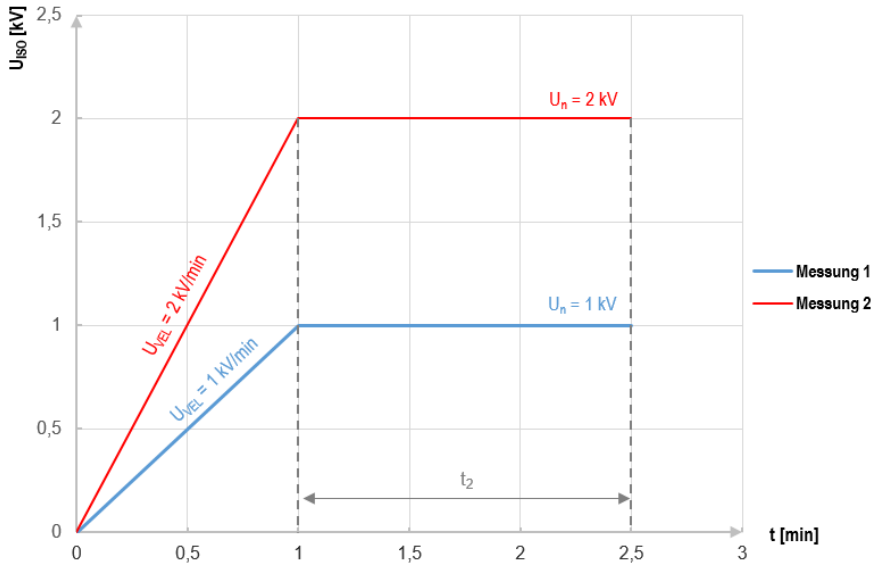
Hinweise wie für die Messung R_{ISO} .

4.5 Messung mit stetig ansteigender Spannung – RampTest

Die Rampenspannungsmessung soll bestimmen, bei welchem DC-Spannungswert die Isolierung durchstoßen wird (oder nicht). Das Wesentliche der Funktion ist:

- die Untersuchung des Messobjektes mit einer ansteigenden Spannung bis zum Endwert U_n ,
- die Prüfung, ob das Objekt seine elektroisolierenden Eigenschaften beibehält, wenn die Höchstspannung U_n daran durch eine Sollzeit t_2 anhält.

Das Messverfahren wird im folgenden Diagramm dargestellt.



Grafik 4.2. Vom Messgerät angelegte Spannung als Funktion der Zeit für zwei Beispiele der Aufbaugeschwindigkeit

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie zuvor einstellen (☞):

- Spannung U_n – die Spannung, bei der das Wachstum gestoppt werden soll. Der Bereich reicht von 50 V...2500 V,
- Zeit t – gesamte Messzeit,
- Zeit t_2 – die Zeit, während der die Spannung am Prüfling gehalten werden soll (**Grafik 4.2**),
- Maximaler Kurzschlussstrom I_{sc} – wenn das Messgerät während der Messung den **eingestellten Wert erreicht**, geht es in den Strombegrenzungsmodus über, d.h. **es stoppt den weiteren Anstieg** des Zwangsstroms bei diesem Wert,
- Leckstromgrenze I_L ($I_L \leq I_{sc}$) – wenn der gemessene Leckstrom **den eingestellten Wert erreicht** (es kommt zu einer Funktion des getesteten Objekts), wird die Messung **unterbrochen** und das Messgerät zeigt die Spannung an, bei der dies geschehen ist.

1



- Wählen Sie **RampTest**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 4.1.1**.

3

5 s



Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein 5-Sekunden-Countdown **ausgelöst**, nach dem die Messung beginnt.



Schnellstart, ohne eine Verzögerung von 5 Sekunden, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.

Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit (Abschnitt 4.1.5)** erreicht ist oder die Taste gedrückt wird.



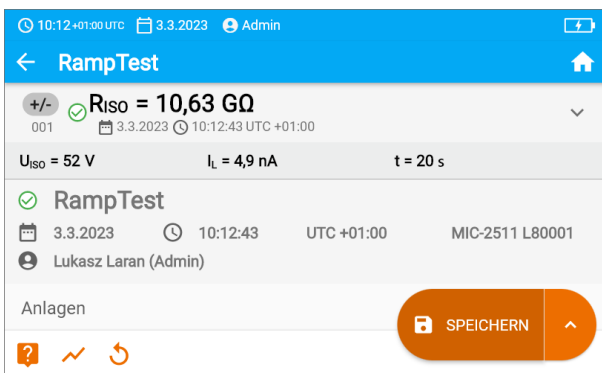
Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab.



Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



► **SPEICHERN UND HINZUFÜGEN** – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



► **IM VORHERIGEN SPEICHERN** – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.

4.6 Dielektrische Entladung – DD

Der Zweck der Prüfung ist es, den Grad der Feuchtigkeit in der Isolierung des Testobjekts zu überprüfen. Je höher der Feuchtigkeitsgehalt, desto größer ist der dielektrische Entladungsstrom.

Bei der Entladungsprobe des Dielektrikums wird der Entladungsstrom gemessen, der 60 Sekunden nach dem Ende der Messung der Isolation (Aufladung) auftritt. Der DD-Index ist eine Größe, die die Qualität der Isolation unabhängig von der Spannung der Probe charakterisiert.

Das Messprinzip lautet wie folgt:

- Zuerst wird die zu prüfende Isolation durch eine bestimmte Zeit mit Spannung geladen. Entspricht die Spannung der eingestellten Spannung nicht, wird das Objekt nicht geladen. Nach 20 Sekunden wird die Messung unterbrochen.
- Nach der Beendigung des Lade- und Polarisationsprozesses fließt durch die Isolation nur noch der Leckstrom.
- Folglich wird der Isolator entladen und durch die Isolation beginnt der gesamte Entladungsstrom des Dielektrikums zu fließen. Dieser Strom ist anfänglich die Summe des Entladestroms der Kapazität, der schnell verschwindet, und des Absorptionsstroms. Der Leckstrom ist vernachlässigbar, weil keine Prüfspannung vorhanden ist.
- Nach einer Minute ab dem Kurzschluss des Messkreises wird der fließende Strom gemessen. Der Wert der DD wird wie folgt berechnet:

$$DD = \frac{I_{\min}}{U_{pr} \cdot C}$$

wobei gilt:

I_{\min} – gemessener Strom, 1 Minute nach dem Stromkreis geschlossen wurde [nA],

U_{pr} – Prüfspannung [V],

C – Kapazität [µF].

Das Ergebnis der Messung gibt Aufschluss über den Zustand der Isolierung. Es kann mit der unten stehenden Tabelle verglichen werden.

DD Wert	Zustand der Isolation	
>7	Schlecht	
4-7	Schwach	
2-4	Akzeptabel	
<2	Gut	

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (Ξ_{\pm}):

- Nominale Messspannung U_n ,
- gesamte Messzeit t ,
- Grenzen (falls erforderlich).

Das Messgerät wird mögliche Einstellungen vorschlagen.

1



- Wählen Sie **DD**-Messung.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 4.1.1**.

3

5 s




Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein 5-Sekunden-Countdown **ausgelöst**, nach dem die Messung beginnt.



Schnellstart, ohne eine Verzögerung von 5 Sekunden, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.



Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit (Abschnitt 4.1.5)** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



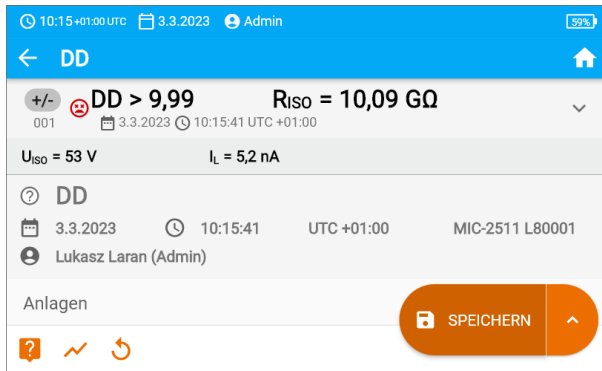
Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.



Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 5.1**).

5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



► **SPEICHERN UND HINZUFÜGEN** – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



► **IM VORHERIGEN SPEICHERN** – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.



In stark elektromagnetisch gestörten Umgebungen kann die Messung mit zusätzlichen Fehlern behaftet sein.

4.7 Polaritätsindex – PI (R_{ISO} 600 s)

Polaritätsindex (eng. *Polarization Index* – PI) bestimmt den Isolationszustand aus dem Verhältnis der zu den beiden Messzeitpunkten gemessenen Widerstände (R_{t1}, R_{t2}).

- Zeit t₁ ist die 60. Sekunde der Messung.
 - Zeit t₂ ist die 600. Sekunde der Messung.
- Der PI-Wert wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$PI = \frac{R_{t2}}{R_{t1}}$$

wobei gilt:

R_{t2} – in der Zeit t₂ gemessener Widerstand,

R_{t1} – in der Zeit t₁ gemessener Widerstand.

Das Ergebnis der Messung gibt Aufschluss über den Zustand der Isolierung. Es kann mit der unten stehenden Tabelle verglichen werden.

PI Wert	Zustand der Isolation	
<1	Schlecht	
1-2	Schwach	
2-4	Akzeptabel	
>4	Gut	

Um die Messung durchzuführen, muss zunächst () eingestellt werden, Messspannung U_n.

1



- Wählen Sie **PI-Messung PI (R_{ISO} 600 s)**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 4.1.1**.



3



Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein Countdown ausgelöst, während dessen das Messgerät keine gefährliche Spannung erzeugt und die Messung gestoppt werden kann, ohne testende Objekt zu entladen. Sobald der Countdown abgelaufen ist, wird die Messung **gestartet**.



Schnellstart, ohne eine Verzögerung von 5 Sekunden, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.

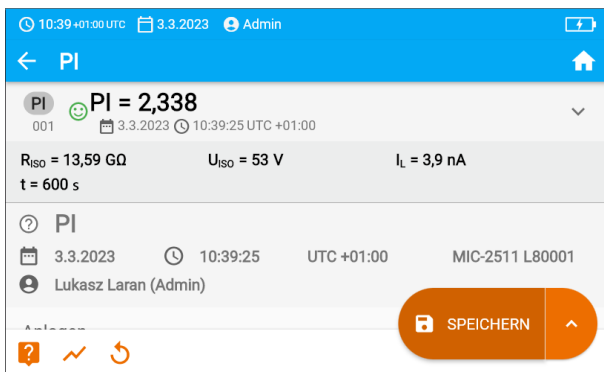
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit (Abschnitt 4.1.5) erreicht** ist  oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab.



5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



SPEICHERN UND HINZUFÜGEN – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



IM VORHERIGEN SPEICHERN – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.



Der PI-Wert sollte nicht als verlässliche Bewertung des Isolationszustandes angesehen werden, wenn er während einer Messung ermittelt wurde, bei der die $R_{i1} > 5 \text{ G}\Omega$.

4.8 Absorptionskoeffizient – DAR (R_{ISO} 60 s)

Absorptionskoeffizient (eng. *Dielectric Absorption Ratio* – DAR) bestimmt den Isolationszustand aus dem Verhältnis der zu den beiden Messzeitpunkten gemessenen Widerstände (R_{t1}, R_{t2}).

- Zeit t₁ ist die 15. oder die 30. Sekunde der Messung.
- Zeit t₂ ist die 60. Sekunde der Messung.

Der DAR-Wert wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$DAR = \frac{R_{t2}}{R_{t1}}$$

wobei gilt:

R_{t2} – in der Zeit t₂ gemessener Widerstand,

R_{t1} – in der Zeit t₁ gemessener Widerstand.

Das Ergebnis der Messung gibt Aufschluss über den Zustand der Isolierung. Es kann mit der unten stehenden Tabelle verglichen werden.

DAR Wert	Zustand der Isolation	
<1	Schlecht	
1-1,39	Schwach	
1,4-1,59	Akzeptabel	
>1,6	Gut	

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie zuvor einstellen (⚙️):

- Messspannung U_n,
- Zeit t₁.

1



- Wählen Sie **DAR-Messung PI (R_{ISO} 60 s)**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 4.1.1**.



3



Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein Countdown ausgelöst, während dessen das Messgerät keine gefährliche Spannung erzeugt und die Messung gestoppt werden kann, ohne testende Objekt zu entladen. Sobald der Countdown abgelaufen ist, wird die Messung **gestartet**.



Schnellstart, ohne eine Verzögerung von 5 Sekunden, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.

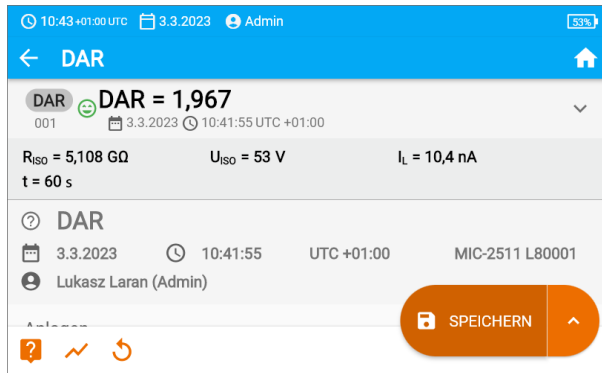
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit (Abschnitt 4.1.5)** erreicht ist  oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab.



5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,




erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),




SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



►  **SPEICHERN UND HINZUFÜGEN** – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



►  **IM VORHERIGEN SPEICHERN** – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.

4.9 Widerstandsmessung mit Niederspannung – R_x , R_{CONT}

4.9.1 Kalibrierung der Messleitungen

Um den Einfluss des Messleitungswiderstandes auf das Messergebnis zu eliminieren, muss eine Kompensation (Nullen) der Leitungen durchgeführt werden.

1



Wählen Sie **Autozero**.


2a



Schließen Sie die Messleitungen kurz zusammen. Das Messgerät misst den Widerstand der Messleitungen dreimal. Sie erhalten dann das **Ergebnis abzüglich** dieses Widerstands, während im Fenster der Widerstandsmessung **Autozero (Ein)** angezeigt wird.

2b



Um die **Drahtwiderstandskompensation** zu **deaktivieren**, wiederholen Sie **Schritt 2** mit offenen Messdrähten und drücken Sie . In diesem Fall enthält das Messergebnis den **Widerstand der Messdrähte** und im Fenster der Widerstandsmessung wird **Autozero (Aus)** angezeigt.

4.9.2 Messen des Widerstandes (R_x)

1



Wählen Sie die **R_{iso}** -Messung.

2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 4.1.2**.

3



Die Messung wird automatisch gestartet und kontinuierlich fortgesetzt.

4.9.3 Widerstandsmessung von Schutzleitern und Potentialausgleichsleiter mit ± 200 mA Prüfstrom (R_{CONT})

1



- Wählen Sie die R_{CONT} -Messung.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).


2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 4.1.2**.

3



Drücken Sie auf **START**.

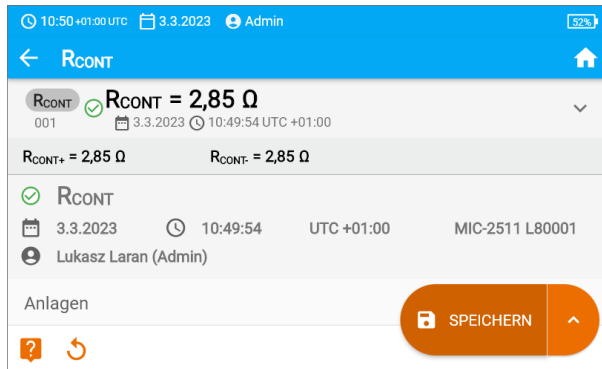
Die Prüfung wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Auch jetzt können Sie durch Berühren der Punkteleiste die Teilergebnisse der Messung anzeigen.



Das Ergebnis ist der arithmetische Wert aus zwei Messungen, durchgeführt mit 200 mA positiver $R_{\text{CONT}+}$ und negativer Polarität $R_{\text{CONT}-}$.

$$R = \frac{R_{\text{CONT}+} + R_{\text{CONT}-}}{2}$$

5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



SPEICHERN UND HINZUFÜGEN – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



IM VORHERIGEN SPEICHERN – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.

4.10 Messungen in EPA-Zonen

In EPA-Bereichen (eng. *Electrostatic Protected Area*) werden Materialien zum Schutz vor statischer Elektrizität (ESD) verwendet. Sie werden nach ihren Widerstands- und Widerstandseigenschaften klassifiziert.

Materialien zur Abschirmung von ESD-Entladungen – ein vollständiger Schutz dieser Art wird durch einen Faradayschen Käfig gewährleistet. Ein wichtiges Abschirmungsmaterial gegen statische Entladung ist leitfähiges Metall oder Kohlenstoff, das die Energie des elektrischen Feldes dämpft und abschwächt.

Leitende Materialien – zeichnen sich durch einen geringen Widerstand aus und lassen Ladungen schnell abfließen. Wenn das leitende Material geerdet ist, fließen Ladungen schnell ab. Beispiele für leitfähige Materialien: Kohlenstoff, Metall-Leiter.

Ladungsableitende Materialien – in diesen Materialien fließen die Ladungen langsamer zur Erde ab als bei leitenden Materialien, ihr zerstörerisches Potenzial ist geringer.

Isolierende Materialien – schwer zu erden. Statische Ladungen bleiben in dieser Art von Material lange Zeit erhalten. Beispiele für isolierende Materialien: Glas, Luft, gewöhnliche Kunststoffverpackungen.

Material	Kriterien
Materialien zur Abschirmung von elektrostatischen Entladungen	$R_V > 100 \, \Omega$
Elektrisch leitfähige Materialien	$100 \, \Omega \leq R_S < 100 \, k\Omega$
Elektrisch ableitfähige Materialien	$100 \, k\Omega \leq R_V < 100 \, G\Omega$
Isolierstoffe	$R_S \geq 100 \, G\Omega$

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (☞):

- Messspannung U_n – gemäß EN 61340-4-1: 10 V / 100 V / 500 V,
- Messzeit t – gemäß der Norm EN 61340-4-1: 15 s \pm 2 s,
- Messverfahren:
 - ⇒ Punkt-zu-Punkt-Widerstand – R_{P1-P2} ,
 - ⇒ Punkt-zu-Erde-Widerstand – R_{P-G} ,
 - ⇒ Oberflächenwiderstand – R_S ,
 - ⇒ Kreuzwiderstand – R_V .
- Grenzwerte – siehe Bewertungskriterien gemäß EN 61340-5-1 (Tabelle unten).

Material	Kriterien
Flächen	$R_{P-G} < 1 \, G\Omega$ $R_{P1-P2} < 1 \, G\Omega$
Fußböden	$R_{P-G} < 1 \, G\Omega$
Elektrisch leitfähige Verpackungen	$100 \, \Omega \leq R_S < 100 \, k\Omega$
Elektrisch ableitfähige Verpackungen	$100 \, k\Omega \leq R_S < 100 \, G\Omega$
Isolierende Verpackungen	$R_S \geq 100 \, G\Omega$

Detaillierte Anleitungen finden Sie in den Normen: IEC 61340-5-1, IEC/TR 61340-5-2, ANSI/ESD S20.20, ANSI/ESD S541 und in den Normen, auf die in den genannten Dokumenten verwiesen wird.

1



- Wählen Sie **EPA**-Messung.
- Wählen Sie das Messverfahren (**Abschnitt 4.1.5**).
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

2

Schließen Sie das Messsystem entsprechend dem gewählten Messverfahren an (**Abschnitt 4.1.3**).

3

5 s




Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein 5-Sekunden-Countdown **ausgelöst**, nach dem die Messung beginnt.



+



Schnellstart, ohne eine Verzögerung von 5 Sekunden, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.

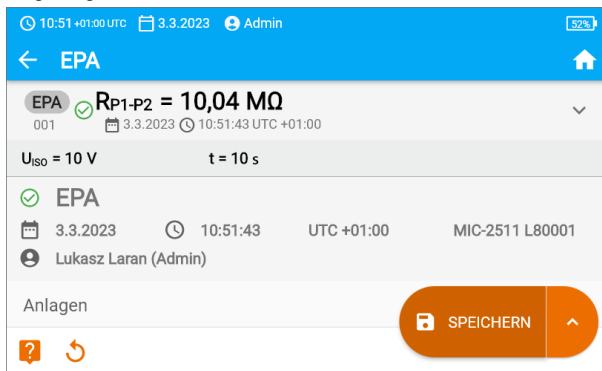
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit (Schritt 2)** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.



5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



SPEICHERN UND HINZUFÜGEN – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



IM VORHERIGEN SPEICHERN – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.

4.11 Tests von Überspannungsschutzgeräten – SPD

Überspannungsschutzgeräte SPD (englisch: *Surge Protection Device*) werden in Objekten mit und ohne Blitzschutzanlagen eingesetzt. Sie gewährleisten die Sicherheit der Elektroinstallation bei unkontrolliertem Spannungsanstieg im Netz, z.B. durch Blitzereinschlag. Überspannungsschutzgeräte zum Schutz elektrischer Anlagen und daran angeschlossener Geräte basieren meist auf Varistoren oder Funkenstrecken.

Überspannungsschutzgerät vom Typ Varistor unterliegen Alterungsprozessen: Der Ableitstrom, der bei Neugeräten 1 mA beträgt (so schreibt das auch die Norm EN 61643-11 vor), steigt mit der Zeit an, was zu einer Überhitzung des Varistors führt, was wiederum zu einem Kurzschluss seiner Struktur führen kann. Wichtig für die Lebensdauer des Überspannungsschutzgerätes sind auch Umgebungsbedingungen, unter denen er installiert wurde (Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw.) und die Anzahl der ordnungsgemäß zur Erde abgeleiteten Überspannungen.

Das Überspannungsschutzgerät wird durchschlagen (leitet den Überspannungsimpuls zur Erde ab), wenn die Überspannung seine maximale Betriebsspannung überschreitet. Mit dem Test können Sie feststellen, ob dies korrekt durchgeführt wird. Das Messgerät legt mit einer bestimmten Stirnteilheit eine immer höhere Spannung an den Überspannungsschutzgerät an und prüft so den Wert, bei dem ein Durchschlag auftritt.

Die Messung erfolgt mit Gleichspannung. Da die Überspannungsschutzgeräte mit Wechselspannung arbeiten, wird das Ergebnis nach der folgenden Formel von Gleichspannung in Wechselspannung umgerechnet:

$$U_{AC} = \frac{U_{DC}}{1,15\sqrt{2}}$$

Ein Überspannungsschutzgerät kann als fehlerhaft angesehen werden, wenn die **Durchbruchsspannung U_{AC}** :

- **1000 V überschreitet** – dann ist das Überspannungsschutzgerät unterbrochen und er hat keine Schutzfunktion,
- **zu hoch ist** – dann ist die durch das Überspannungsschutzgerät geschützte Installation nicht vollständig geschützt, da kleinere Überspannungsschläge in sie eindringen können,
- **zu niedrig ist** – das bedeutet, dass das Überspannungsschutzgerät Signale nahe der Nennspannung gegen Erde ableiten kann.

Vor dem Test:

- überprüfen Sie die sicheren Spannungen für das getestete Überspannungsschutzgerät. stellen Sie sicher, dass Sie es mit den von Ihnen eingestellten Testparametern nicht beschädigen. Bei Schwierigkeiten befolgen Sie die Norm EN 61643-11,
- trennen Sie das Überspannungsschutzgerät von der Spannung – trennen Sie die Spannungsleitungen davon oder entfernen Sie den zu prüfenden Einsatz.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (⚙️):

- Messspannung U_n – maximale Spannung, die an das Überspannungsschutzgerät angelegt werden kann. Auch die Stirnteilheit (Anstiegsgeschwindigkeit) hängt von deren Wahl ab (1000 V: 200 V/s, 2500 V: 500 V/s),
- Spannungsgrenze U_C AC (max) – Parameter, der auf dem Gehäuse des getesteten Überspannungsschutzgerätes angegeben ist. Dies ist die maximale Spannung, bei der kein Durchschlag auftreten sollte.
- Toleranzbereich U_C AC tol. [%] für die tatsächliche Durchbruchspannung. Er bestimmt den $U_{AC} MIN \dots U_{AC} MAX$ -Bereich, in den die tatsächliche Spannung des Überspannungsschutzgerätes passen sollte, wobei:

$$U_{AC} MIN = (100\% - U_C AC tol) U_C AC (max)$$
$$U_{AC} MAX = (100\% + U_C AC tol) U_C AC (max)$$

Der Toleranzwert ist den Herstellerunterlagen zu entnehmen, z.B. der Katalogkarte. Die Norm EN 61643-11 erlaubt maximal 20 % Toleranz.

1



- Wählen Sie **SPD**-Messung.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 4.1.5**).

2

Schließen Sie die Messleitungen:

- + an den Phasenklemme des Überspannungsschutzgerätes an,
- - an die Klemme an, die das Überspannungsschutzgerät mit der Erde verbindet.

3




Drücken Sie die **START**-Taste und halten Sie sie **5 Sekunden** lang gedrückt. Dadurch wird ein 5-Sekunden-Countdown **ausgelöst**, nach dem die Messung beginnt.



+

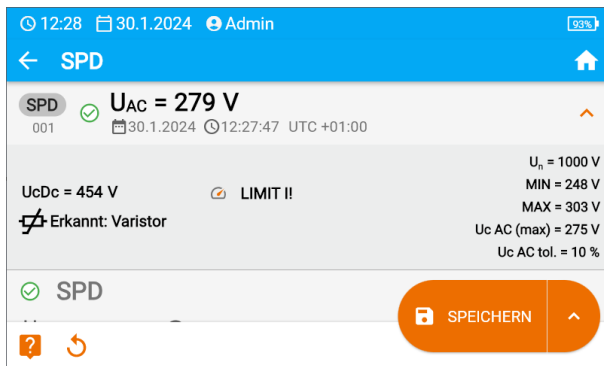


Schnellstart, ohne eine Verzögerung von 5 Sekunden, indem Sie **ENTER** drücken und **START** gedrückt halten. Die Messung wird unterbrochen, wenn die programmierte Zeit erreicht ist oder wenn Sie **ESC** drücken.

Die Prüfung wird fortgesetzt, bis **das Überspannungsschutzgerät durchschlagen ist** oder die Taste  gedrückt wird.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.



U_{AC} – Wechsellspannung, bei der das Überspannungsschutzgerät durchschlagen ist

$U_{cDc} = U_{DC}$ – Gleichspannung, bei der das Überspannungsschutzgerät durchschlagen ist

Erkannt:... - identifizierter Typ des Überspannungsschutzgeräts

U_n – maximale DC-Messspannung

MIN = U_{AC} **MIN** – untere Grenze des Bereichs, in dem die U_{AC} -Spannung enthalten sein sollte

MAX = U_{AC} **MAX** – obere Grenze des Bereichs, in dem die U_{AC} -Spannung enthalten sein sollte

U_c AC (max) – maximaler Betriebsspannungswert, der auf dem Überspannungsschutzgerät angegeben ist

U_c AC tol. – Toleranzbereich für die tatsächliche Durchbruchspannung des Überspannungsschutzgerätes

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



erneut abrufen (ein Fenster zur Auswahl der Messung, die Sie wiederholen möchten, wird angezeigt),



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



SPEICHERN UND HINZUFÜGEN – einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde,



IM VORHERIGEN SPEICHERN – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.

5 Besondere Funktionen

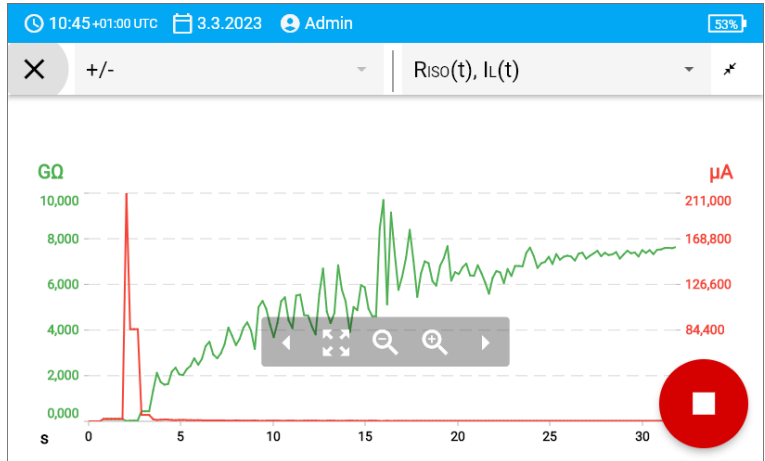
5.1 Diagramme

1a



Wenn eine Messung läuft, können Sie ein Diagramm anzeigen. Über die Listen in der oberen Leiste können Sie anzeigen:

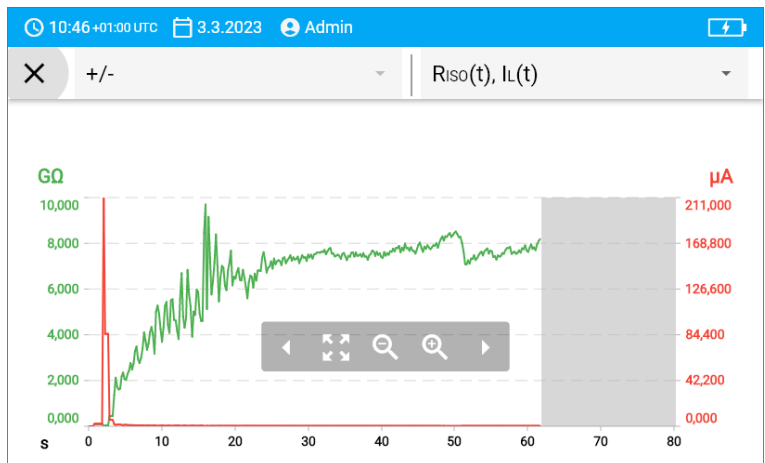
- Diagramm für das gewünschte Drahtpaar,
- zu präsentierenden Datensatz.



1b

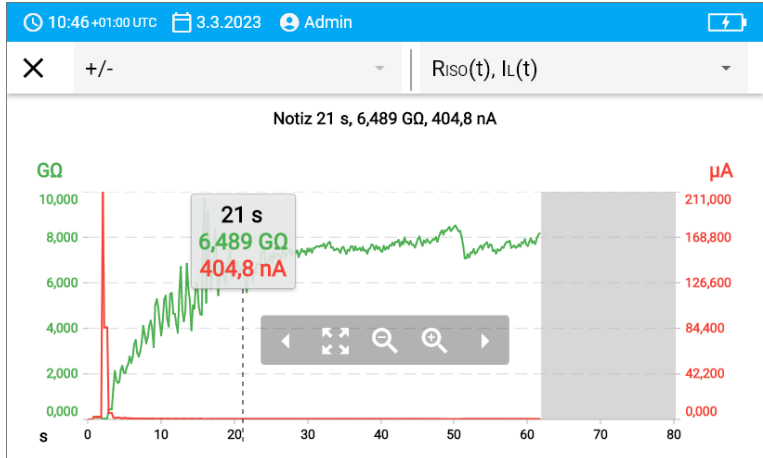


Sie können das Diagramm auch aufrufen, nachdem die Messung abgeschlossen ist.





Während oder nach der Messung für eine bestimmte Testsekunde können Sie das Teilergebn anzeigen oder ausblenden. Berühren Sie dazu im Diagramm einfach den Punkt, der Sie interessiert.



Beschreibung der Funktionssymbole

- | | |
|--------------|---|
| +/- | |
| L1/L2 | Bezeichnung des zu messenden Drahtpaares. Wenn eine Messung |
| des Benut- | läuft, ist nur das aktuell gemessene Paar verfügbar |
| zers | |
| | Zu einer verkürzten Grafik wechseln (letzte 5 Sekunden der Messung) |
| | Einpassen des gesamten Diagramms auf den Bildschirm |
| | Horizontales Scrollen des Diagramms |
| | Horizontale Ausdehnung des Diagramms |
| | Horizontale Verengung des Diagramms |
| | Horizontales Scrollen des Diagramms |
| | Zurück zum Messbildschirm |

5.2 Korrektur des Ergebnisses R_{ISO} auf die Referenztemperatur

Das Messgerät kann den Wert von R_{ISO} in den Widerstand bei der Referenztemperatur nach der Norm ANSI/NETA ATS-2009 umrechnen. Um solche Ergebnisse zu erzielen, muss man:

- die Temperatur manuell eingeben oder
- die Temperatursonde an das Messgerät anschließen.

Die folgenden Optionen sind verfügbar: Es stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- R_{ISO} umgerechnet bei 20°C für die Ölisolierung (gilt z.B. für die Kabelisolierung),
- R_{ISO} umgerechnet bei 20°C für die Festisolierung (gilt z.B. für die Kabelisolierung),
- R_{ISO} umgerechnet bei 40°C für die Ölisolierung (gilt z.B. für umlaufende Maschinen),
- R_{ISO} umgerechnet bei 40°C für die Festisolierung (gilt z.B. für die umlaufende Maschinen).

5.2.1 Korrektur ohne Temperatursonde

1



Messung durchführen.

2



Das Ergebnis speichern.

3



Gehen Sie zu diesem Ergebnis im Speicher des Messgeräts.

4

Geben Sie die Temperatur des zu testenden Objekts und die Art der Isolierung ein. Das Messgerät wandelt dann den gemessenen Widerstand in einen Widerstand bei der Referenztemperatur um: 20°C ($R_{ISO\ k20}$) und 40°C ($R_{ISO\ k40}$).



10:53+01.00 UTC3.3.2023Admin

×

Temperaturkoeffizient

T	°C	Art der Isolierung
30	°C	fest

✓ $R_{ISO} = 7,238\text{ G}\Omega$

$R_{ISO\ k20} = 11,4\text{ G}\Omega$ $R_{ISO\ k40} = 4,6\text{ G}\Omega$

T = 30°C



Um einen Temperaturmesswert zu erhalten, können Sie auch eine Temperatursonde an das Messgerät anschließen und den von ihr kommenden Messwert eingeben. Siehe **Abschnitt 5.2.2, Schritt 1**.

5.2.2 Korrektur mit Temperatursonde

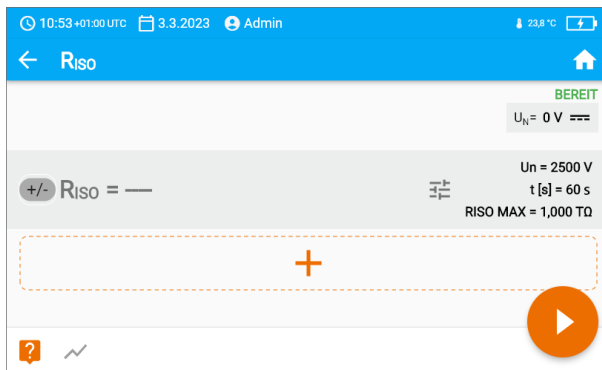
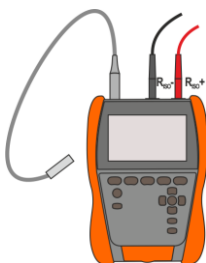


WARNUNG

Um die Sicherheit des Benutzers zu gewährleisten, ist es nicht zulässig, die Temperatursonde an die Anlagen zu montieren, die unter einer höheren Spannung gegen Erde als 50 V sind. Es wird empfohlen, die untersuchte Anlage vor der Befestigung der Sonde zu erden.

1

Schließen Sie die Temperatursonde an das Messgerät an. Die vom Gerät gemessene Temperatur wird oben auf dem Bildschirm angezeigt.



2



Messung durchführen.

3



Das Ergebnis speichern.

4



Gehen Sie zu diesem Ergebnis im Speicher des Messgeräts.

5

Geben Sie die Art der Isolierung des Testobjekts ein. Die Temperatur, bei der die Messung durchgeführt wurde, ist bereits gespeichert und kann nicht geändert werden. Das Messgerät wandelt den gemessenen Widerstand in einen Widerstand bei der Referenztemperatur um: 20°C ($R_{\text{ISO } k20}$) und 40°C ($R_{\text{ISO } k40}$).



10:54 +01:00 UTC 3.3.2023 Admin 23,8 °C		
✕ Temperaturkoeffizient		
T	Art der Isolierung	
24,4 °C	fest	
✓ R_{iso} = 9,915 GΩ		T = 24,4°C
R _{ISO k20} = 12,4 GΩ		R _{ISO k40} = 5 GΩ



Sie ändern die Einheit der Temperatur gemäß **Abschnitt 3.6.4**.

6 Speicher des Messgeräts

6.1 Struktur und Verwaltung des Speichers

Der Speicher für die Messergebnisse hat eine Baumstruktur. Er besteht aus übergeordneten Ordnern (maximal 100), in denen untergeordnete Objekte (maximal 100) verschachtelt sind. Die Anzahl dieser Objekte ist frei wählbar. Jedes beherbergt Unterobjekte. Die maximale Gesamtzahl der Messungen beträgt 9999.

Das Anzeigen und Verwalten der Speicherstruktur ist sehr einfach und intuitiv – siehe den Baum unten.



Neue hinzufügen:



Datei



Gerät



Messung (und gehen Sie zum Menü Messung, um die Messung auszuwählen und durchzuführen)



Auf das Objekt fahren und:



Optionen zeigen



Objektdetails anzeigen



Objektdetails anzeigen



Objekt markieren und:



alle Objekte markieren




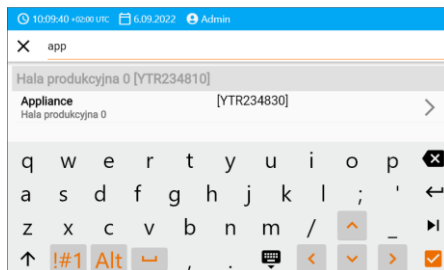
Markierte Objekte löschen



- Im Speichermenü können Sie sehen, wie viele Ordner (📁) und Messergebnisse sich in einem Objekt befinden (📊).
- Wenn die Anzahl der Ergebnisse im Speicher ihr Maximum erreicht, kann das nächste Ergebnis gespeichert werden, sofern es das älteste Ergebnis überschreibt. In diesem Fall zeigt das Messgerät vor der Aufzeichnung eine entsprechende Warnung an.




6.2 Suchmaschine

Verwenden Sie die Suchmaschine, um den gewünschten Ordner oder das gewünschte Objekt schneller zu finden. Sobald Sie ein Symbol  ausgewählt haben, geben Sie einfach den Namen des Gesuchten ein und tippen auf das entsprechende Ergebnis, um fortzufahren.










6.3 Eingabe von Messergebnissen in den Speicher

Sie können Messungen auf zwei Arten aufzeichnen:







- indem Sie eine Messung vornehmen und diese dann einem Objekt in der Speicherstruktur zuweisen () ,
- indem Sie auf ein Objekt in der Speicherstruktur zugreifen und eine Messung auf dieser Ebene vornehmen ( ► ).

Sie können sie jedoch nicht direkt in den übergeordneten Ordnern speichern. Sie müssen ein untergeordnetes Objekt für sie einrichten.

6.3.1 Vom Messergebnis zum Objekt im Speicher

-  Beenden Sie die Messung oder warten Sie, bis sie abgeschlossen ist.
-  Speichern Sie das Ergebnis (**SPEICHERN**).
 ►  Erstellen Sie einen neuen Ordner/Gerät erstellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde (**SPEICHERN UND HINZUFÜGEN**).
 ►  Speichern Sie das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde (**IM VORHERIGEN SPEICHERN**).
-  Wenn Sie **SPEICHERN** gewählt haben, öffnet sich ein Fenster, in dem Sie den Speicherort für das Ergebnis auswählen können. Wählen Sie den entsprechenden Ort und speichern Sie das Ergebnis dort.

6.3.2 Vom Objekt im Speicher zum Messergebnis

-  Navigieren Sie im Speicher des Messgeräts zu dem Ort, an dem die Ergebnisse gespeichert werden sollen.
-   Wählen Sie die Messung, die Sie durchführen möchten
-   Messung durchführen.
-  Speichern Sie das Ergebnis.

7 Datenübertragung

7.1 Zubehör zur Datenübertragung an PC


Um eine Verbindung des Prüfgerätes zum PC herzustellen, ist ein USB-Kabel nötig:


- Sonel Reader,
- Sonel Reports PLUS.


Die Software kann mit einer Reihe von Geräten der Firma SONEL S.A. zusammenarbeiten, die mit einer USB-Schnittstelle ausgestattet sind. Detaillierte Informationen erhalten Sie vom Hersteller und den Händlern.

Wenn Sie die Software nicht zusammen mit dem Messgerät erworben haben, können Sie sie beim Hersteller oder einem autorisierten Händler beziehen.

7.2 Datenübertragung via USB

- 

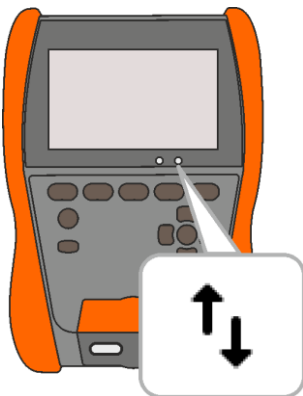
1 Rufen Sie den USB-Modus auf dem Messgerät auf (**Abschnitt 3.6.3**).
- 

2 Verbinden Sie das Messgerät über das USB-Kabel mit dem Computer.
- 

3 Starten Sie das Datenübertragungsprogramm. Während der Datenübertragung sind alle Tasten des Messgeräts gesperrt, außer denen, die für die Unterbrechung der Übertragung und das Ausschalten des Geräts zuständig sind.



Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen



3 s




Kommunikation über USB, Datenübertragung.

8 Software-Aktualisierung





1 Laden Sie die Update-Datei von der Website des Herstellers herunter.

2 Speichern Sie die Aktualisierungsdatei auf einen Speicherstick. Der Speicherstick muss ein Dateisystem im FAT32-Format haben.

3 **3 s**
 Schalten Sie das Messgerät ab.

4  Stecken Sie den Speicherstick in den rechten USB-Port des Messgeräts ein.



5  +  Halten Sie die Tast  und schalten Sie das Messgerät ein. Lassen Sie  erst los, wenn eine Information über den Anfang der Aktualisierung erscheint.

6 Beobachten Sie den Aktualisierungsfortschritt. Warten Sie bis zu ihrer Beendigung. Über das Ergebnis werden Sie durch eine geeignete Nachricht informiert.




- Vor Beginn der Aktualisierung laden Sie den Akku des Messgeräts zu 100% auf.
- Die Aktualisierung wird angefangen, wenn die Softwareversion auf dem Speicherstick neuerer als die zurzeit auf dem Messgerät installierte Version ist.
- Wenn die Aktualisierung läuft, schalten Sie das Messgerät nicht aus.
- Das Messgerät kann sich während der Aktualisierung automatisch aus- und einschalten.

9 Fehlersuche

Bevor Sie das Gerät zur Reparatur einschicken, rufen Sie unseren Service an. Vielleicht ist das Messgerät nicht beschädigt und das Problem wurde durch andere Gründe verursacht.

Das Messgerät kann nur in vom Hersteller autorisierten Werkstätten repariert werden.

Die Fehlersuche bei typischen Problemen bei der Verwendung des Messgeräts wird in der nachstehenden Tabelle beschrieben.

Symptom	Aktion
Es gibt Probleme beim Aufzeichnen oder Ablesen von Messungen.	Speicher des Messgeräts optimieren (Abschnitt 3.6.6).
Es gibt Probleme beim Navigieren durch Ordner gibt.	
Die Reparatur des Speichers des Messgeräts war nicht erfolgreich.	Speicher des Messgeräts zurücksetzen (Abschnitt 3.6.6).
Es gibt Probleme, die eine Nutzung des Speichers unmöglich machen.	
Eine spürbare Verlangsamung des Messgeräts: lange Reaktionszeit bei Berührung des Bildschirms, Verzögerungen beim Navigieren in den Menüs, langes Schreiben in den Speicher usw.	Das Messgerät auf die Werkseinstellungen zurücksetzen (Abschnitt 3.6.6).
FATAL ERROR -Meldung und Fehlercode.	Wenden Sie sich an den Kundendienst und geben Sie den Fehlercode ein, um Hilfe zu erhalten.
Das Messgerät reagiert nicht auf Benutzeraktionen.	Halten Sie die  -Taste ca. 7 Sekunden lang gedrückt, um das Messgerät auszuschalten.

10 Stromversorgung



HINWEIS!

- Bevor Sie das Messgerät in Betrieb nehmen, entladen Sie den Akku und laden Sie ihn dann vollständig auf, damit die Anzeige des Ladezustands korrekt ist.
- Um dies auf dem schnellsten Weg zu erreichen, sollten Sie wie folgt vorgehen:
 - ⇒ stellen Sie das Display auf maximale Helligkeit,
 - ⇒ geben Sie die Messung des Isolationswiderstands ein,
 - ⇒ stellen Sie die maximale Messspannung und die maximale Messzeit ein,
 - ⇒ starten Sie die Messung,
 - ⇒ Wenn das Messgerät entladen ist und sich spontan abschaltet, laden Sie den Akku auf.

Der Ladezustand des Akkus wird durch ein Symbol in der rechten oberen Ecke des Displays angezeigt.



Akku geladen.



Die Ladespannung ist zu hoch. Wechseln Sie das Ladegerät oder die Stromquelle.



Der Akku ist leer – laden Sie ihn auf. Alle Messungen sind blockiert. Das Messgerät schaltet sich automatisch aus, wenn die Batterieladung auf ein kritisches Niveau sinkt.



Die Akkutemperatur liegt außerhalb des zulässigen Bereichs. Wenn ein Ladevorgang läuft, wird der Ladevorgang unterbrochen.



Der Akku wird gerade aufgeladen.



Kein Akku. Das Messgerät wird mit externer Stromversorgung betrieben.



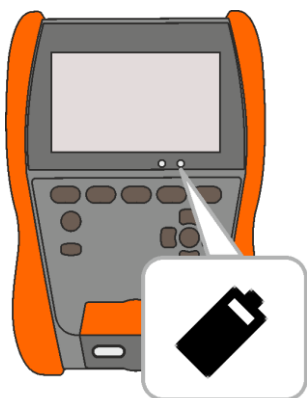
Akkuausfall. Es wird empfohlen, ihn durch einen neuen zu ersetzen.



Unbekannter Zustand des Akkus. Kontaktieren Sie den Kundendienst.



Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen



Niedrige Akkuladung



Problem mit dem Akku



Der Akku wird gerade aufgeladen

10.1 Stromversorgung mit Akku

Das Messgerät wird durch einen wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Akku betrieben. Das gesamte Gerät wird über ein USB-Netzteil mit Strom versorgt. Es ist auch möglich, das Gerät über den Zigarettenanzünder im Auto mit Strom zu versorgen, wenn Sie einen optionalen Wechselrichter verwenden.



HINWEIS!

Betreiben Sie das Messgerät nicht aus anderen als den in diesem Handbuch aufgeführten Quellen.

10.2 Aufladen des Akkus


Der Ladevorgang beginnt, wenn das Messgerät mit Strom versorgt wird, unabhängig davon, ob es ausgeschaltet ist oder nicht. Der Ladestatus wird auf dem Display und durch das Aufleuchten einer LED angezeigt.


Der Ladealgorithmus ermöglicht es, den Akku in weniger als 2 Stunden auf ca. 90% aufzuladen. Die Ladezeit kann sich bei suboptimalen Umgebungsbedingungen (zu hohe oder zu niedrige Temperatur) oder bei Verwendung eines USB-C-PD-Netzteils mit von den Werksspezifikationen abweichenden Parametern verlängern (USB-C-PD 20 V min. 2,25 A).

Aufladen mit:

- Powerbank,
- eines Netzteils, das den USB-C-PD-Standard nicht unterstützt,
- dem USB-Anschluss Ihres Computers,
- über USB-A/USB-C-Adapter


ist nur bei ausgeschaltetem Messgerät möglich und dauert länger als 16 Stunden. Bei Akkutemperaturen unter 0°C oder über 45°C wird der Ladevorgang komplett abgebrochen.

Das Ausschalten des Messgeräts mit der Taste  oder durch **AUTO-OFF** unterbricht nicht den Ladevorgang der Batterie.

Anzeige des abgeschlossenen Ladevorgangs: .

10.3 Netzstromversorgung

Es ist möglich, den Akku während der Messung zu laden. Schließen Sie dazu einfach das Ladegerät an das Messgerät an.

Das Ausschalten des Messgeräts mit der Taste  oder durch **AUTO-OFF** unterbricht nicht den Ladevorgang der Batterie.

10.4 Generelle Handhabung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren (Li-Ion)

- Lagern Sie das Messgerät mit geladenen Batterien min. bis zu 50%. Ein vollständig entladener Akku kann beschädigt werden. Die Temperatur des Langzeitlagers sollte zwischen 5°C...25°C gehalten werden. Die Umgebung sollte trocken und gut belüftet sein. Schützen Sie das Gerät vor direkter Sonneneinstrahlung.
- Laden Sie die Batterien an einem kühlen und gut belüfteten Ort bei einer Temperatur von 10°C...28°C. Moderne Schnellladegeräte erkennen sowohl zu niedrige als auch zu hohe Akkumtemperaturen und reagieren entsprechend. Eine zu niedrige Temperatur verhindert das Starten des Ladevorgangs, wodurch die Batterie irreparabel beschädigt werden könnte.
- Lade und verwende die Akkus bei extremen Temperaturen nicht. Extreme Temperaturen reduzieren die Lebensdauer der Akkus. Beachte streng die Nennarbeitstemperatur. Werfe die Akkus nicht ins Feuer.
- Li-Ion-Zellen sind gegen mechanische Beschädigungen empfindlich. Solche Beschädigungen können zur dauerhaften Beschädigung des Akkus und folglich zu seiner Entzündung oder Explosion beitragen. Jeglicher Eingriff in die Struktur des Li-Ion-Akkus kann zu seiner Beschädigung führen. Die Folge davon kann eine Entzündung oder Explosion sein. Ein Kurzschluss der Akkupole + und – kann zur dauerhaften Beschädigung und sogar zur Entzündung oder Explosion des Akkus führen.
- Tauche den Li-Ion-Akku in Flüssigkeiten nicht ein und lagere ihn nicht bei hoher Umgebungsfuchte.
- Bei Augen- oder Hautkontakt mit dem Elektrolyt, der im Akku enthalten ist, spüle sofort die betroffenen Stellen mit reichlich Wasser und kontaktiere einen Arzt. Schütze den Akku vor unbefugten Personen und Kindern.
- Sobald jegliche Änderungen am Li-Ion-Akku bemerkt werden (unter anderen an der Farbe, Schwellung, eine zu hohe Temperatur) stelle den Gebrauch des Akkus ein. Die Li-Ion-Akkus, die mechanisch beschädigt, überladen oder zu tief entladen sind, sind nicht mehr gebrauchstauglich.
- Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch des Akkus kann seine dauerhafte Beschädigung verursachen. Das kann seine Entzündung zur Folge haben. Der Verkäufer und Hersteller haften nicht für eventuelle Schäden, die infolge einer unsachgemäßen Verwendung oder Behandlung des Li-Ion-Akkus entstanden sind.

11 Reinigung und Wartung



HINWEIS!

Verwenden Sie nur die vom Hersteller in diesem Handbuch beschriebenen Wartungsmethoden.

Reinigen Sie das Gehäuse des Messgeräts mit einem feuchten Tuch und handelsüblichen Reinigungsmitteln. Verwenden Sie keine Lösungsmittel und keine Reinigungsmittel, die das Gehäuse zerkratzen könnten (Pulver, Paste, etc.).

Die Sonden können mit Wasser gereinigt und dann trocken gewischt werden.

Reinigen Sie die Leitungen mit Wasser und Reinigungsmitteln und wischen Sie sie anschließend trocken.

Das elektronische System des Zählers ist wartungsfrei.

12 Lagerung

Beachten Sie bei der Lagerung des Geräts die folgenden Empfehlungen:

- trennen Sie alle Leitungen vom Messgerät,
- reinigen Sie das Messgerät und alle Zubehörteile gründlich,
- wickeln Sie die Messdrähte auf,
- um eine vollständige Entladung des Akkus bei längerer Lagerung zu vermeiden, sollten Sie ihn **mindestens einmal alle sechs Monate** aufladen.

13 Demontage und Entsorgung

Gebrauchte Elektro- und Elektronikgeräte sollten selektiv gesammelt werden, d. h. nicht zusammen mit anderen Abfallarten.

Elektroaltgeräte sind gemäß den örtlich geltenden Richtlinien an einer Sammelstelle abzugeben.

Bevor Sie das Gerät an die Sammelstelle schicken, dürfen Sie keine Teile selbst abbauen.

Beachten Sie die örtlichen Vorschriften zur Entsorgung von Verpackungen und gebrauchten Batterien.

14 Technische Daten

14.1 Grundlegende Daten

- ⇒ Die in der Spezifikation der Genauigkeit verwendete Abkürzung "v.Mw." bezeichnet vom gemessenen Wert

14.1.1 AC/DC Spannungsmessung

Messbereich: 0 V...1500 V

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0 V...1500 V	1 V	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})$

- Frequenzbereich: 45...65 Hz

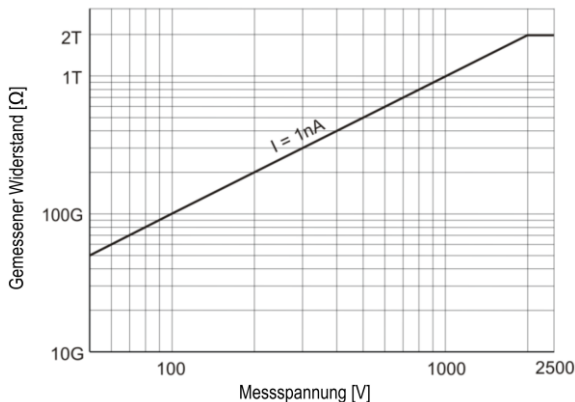
14.1.2 Isolationswiderstandsmessung

- Genauigkeit d. Prüfspannung ($R_{\text{abc}} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_n [\text{V}]$): 0...+5% oder 0...+10% des eingestellten Wertes
- Messbereich nach EN IEC 61557-2: **10 k Ω ...2,000 T Ω** ($I_{\text{ISO nom}} = 2 \text{ mA} + (-0,8...0) \text{ mA}$).
- Max. Kurzschlussstrom I_{sc} : $\leq 2 \text{ mA}$.

Zwei-Leiter-Messung

Ungefähre Maximalwerte des gemessenen Widerstandes, abhängig von der Messspannung, werden in der Tabelle unten angegeben. Für andere Spannungen kann die Einschränkung des Bereichs aus dem Diagramm unten abgelesen werden.

Spannung	Messbereich
10 V	10 G Ω
25 V	20 G Ω
50 V	50 G Ω
100 V	100 G Ω
250 V	250 G Ω
500 V	500 G Ω
1000 V	1,00 T Ω
2500 V	2,00 T Ω



Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 kΩ	0,1 kΩ	±(3% v.Mw. + 20 Digits)
1,000...9,999 MΩ	0,001 MΩ	
10,00...99,99 MΩ	0,01 MΩ	
100,0...999,9 MΩ	0,1 MΩ	
1,000...9,999 GΩ	0,001 GΩ	
10,00...99,99 GΩ	0,01 GΩ	
100,0...999,9 GΩ	0,1 GΩ	
1,000...2,000 TΩ	0,001 TΩ	

Drei-Leiter-Messung

Zusätzlicher Fehler in der 3-Leiter-Messung (verursacht durch „G“ Verbindung): 0,05% verursacht durch reduzierten Kriechstrom über 250 kΩ Widerstand, bei einer Messung über 100 MΩ mit Prüfspannung von 50 V.

Messung mit AutoISO-2511

Ungefähre Maximalwerte des gemessenen Widerstandes, abhängig von der Messspannung, werden in der Tabelle unten angegeben.

Spannung	Messbereich
10 V	10 GΩ
25 V	20 GΩ
50 V	50 GΩ
100 V	100 GΩ
250 V	250 GΩ
500 V 1000 V 2500 V	400 GΩ

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 kΩ	0,1 kΩ	±(4% v.Mw. + 20 Digits)
1,000...9,999 MΩ	0,001 MΩ	
10,00...99,99 MΩ	0,01 MΩ	
100,0...999,9 MΩ	0,1 MΩ	
1,000...9,999 GΩ	0,001 GΩ	
10,00...99,99 GΩ	0,01 GΩ	
100,0...400,0 GΩ	0,1 GΩ	±(8% v.Mw. + 20 Digits)



Für Werte des Isolationswiderstandes unter R_{ISOmin} wird keine Genauigkeit spezifiziert, aufgrund des Betriebs des Messgerätes unter Strombegrenzung des Wechselrichters, gemäß der Formel:

$$R_{ISOmin} = \frac{U_{ISO nom}}{I_{ISONom}}$$

wo:

R_{ISOmin} – Mindestwiderstand der Isolierung ohne Strombegrenzung des Wechselrichters

U_{ISONom} – Nennstromspannung

I_{ISONom} – Nennstrom des Wechselrichters (1,6 mA)

14.1.3 Messung der Kapazität

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0 nF...999 nF	1 nF	$\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 5 \text{ Digits})$
1,00 μ F...9,99 μ F	0,01 μ F	

- Messungen der Kapazität wird während der RISO Messungen durchgeführt (während der Entladung des Prüflings).
- Genauigkeiten der Messung, entspricht einer gemessenen Kapazität und einem parallel geschalteten Widerstand von größer als 10 M Ω .
- Für Messspannungen unter 100 V wurde kein Messfehler definiert.
- Ladezeit der Kapazität C=1 μ F auf 2500 V: 1,4 s.
- Entladezeit der Kapazität C=1 μ F: 35 s.

14.1.4 Niederspannungsmessung der Kontinuität des Stromkreises und des Widerstands

Messung der Durchgängigkeit von Schutzleitern und Potentialausgleichsverbindungen mit ± 200 mA Strom

Messbereich nach EN IEC 61557-4: 0,10...999 Ω

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...999 Ω	1 Ω	$\pm(4\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$

- Spannung an offenen Anschlüssen: 8...16 V
- Ausgangsstrom bei $R < 2 \Omega$: $I_{SC} > 200$ mA
- Kompensation des Prüflitungswiderstands
- Messungen für beide Strompolarisationen

Messung des Widerstands bei niedrigem Strom

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...199,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$
200...999 Ω	1 Ω	$\pm(4\% \text{ v.Mw.} + 4 \text{ Digits})$

- Spannung an offenen Anschlüssen: 8...16 V
- Ausgangsstrom: >10 mA
- Audiosignal für gemessenen Widerstand $<10 \Omega \pm 10\%$
- Kompensation des Prüflitungswiderstands

14.1.5 Temperaturmessung

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
-40,0...99,9°C	0,1°C	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})$
-40,0...211,8°F	0,1°F	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 16 \text{ Digits})$

- Messung mithilfe einer externen Sonde

14.1.6 Widerstandsmessung in EPA-Zonen

Anzeigebereich für $U_n = 10\text{ V}$	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 k Ω	0,1 k Ω	$\pm(8\% \text{ v.Mw.} + 20 \text{ Digits})$
1,0...9,999 M Ω	0,001 M Ω	
10,00...99,99 M Ω	0,01 M Ω	
100,0...999,9 M Ω	0,1 M Ω	
1,0...10,0 G Ω	0,1 G Ω	

- Messspannung: 10 V \pm 5%

Anzeigebereich für $U_n = 100\text{ V}$	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 k Ω	0,1 k Ω	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 20 \text{ Digits})$
1,000...9,999 M Ω	0,001 M Ω	
10,00...99,99 M Ω	0,01 M Ω	
100,0...999,9 M Ω	0,1 M Ω	
1,000...9,999 G Ω	0,001 G Ω	
10,00...99,99 G Ω	0,01 G Ω	$\pm(8\% \text{ v.Mw.} + 20 \text{ Digits})$
100,0...200,0 G Ω	0,1 G Ω	

- Messspannung: 100 V \pm 5%

Anzeigebereich für $U_n = 500\text{ V}$	Auflösung	Genauigkeit
0,0...999,9 k Ω	0,1 k Ω	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 20 \text{ Digits})$
1,000...9,999 M Ω	0,001 M Ω	
10,00...99,99 M Ω	0,01 M Ω	
100,0...999,9 M Ω	0,1 M Ω	
1,000...9,999 G Ω	0,001 G Ω	
10,00...99,99 G Ω	0,01 G Ω	$\pm(8\% \text{ v.Mw.} + 20 \text{ Digits})$
100,0...999,9 G Ω	0,1 G Ω	
1000 G Ω	1 G Ω	

- Messspannung: 500 V \pm 5%

14.2 Weitere technische Daten

- a) Isolierklasse nach EN 61010-1 und EN IEC 61557 doppelt
- b) Messkategorie nach EN IEC 61010-2-030
 - Nennbetriebshöhe ≤2000 m IV 600 V
 - Nennbetriebshöhe ≤3000 m III 600 V
- c) Gehäuseschutzart nach EN 60529 IP65
- d) Spannungsversorgung Li-Ion-akku 10,8 V 3,5 Ah
- e) Abmessungen 234 x 169 x 70 mm
- f) Gewicht ca. 1,3 kg
- g) Lagertemperatur -25°C...+70°C
- h) Arbeitstemperatur -20°C...+50°C
- i) Luftfeuchtigkeit 20%...90%
- j) Referenztemperatur +23°C ± 2°C
- k) Referenzluftfeuchte 40%...60%
- l) Display Grafik-LCD 5,6"
- m) Anzahl der Messungen R_{ISO} gemäß EN 61557-2 mit Batterieversorgung min. 600
- n) Betriebszeit mit einer Akkuladung
 - für R_{ISO}=5 MΩ, U_{ISO}=2,5 kV, T=(23±5)°C, Bildschirm-Hintergrundbeleuchtung 50% ca. 3 St.
 - unter Bedingungen gemäß EN IEC 61557-2 p. 6.7, Bildschirm-Hintergrundbeleuchtung 50% ca. 7 St.
- o) Speicherung der Messergebnisse 9999 Datensätze
- p) Datenübertragung USB
- q) Qualitätsstandard Bearbeitung, Entwurf und Herstellung gemäß ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
- r) Das Gerät erfüllt die Anforderungen der Norm EN 61010-1, EN IEC 61557, EN IEC 61010-2-030
- s) das Produkt erfüllt die Anforderungen EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit) gemäß der Norm EN IEC 61326-1, EN IEC 61326-2-2



HINWEIS!

Das Messgerät ist in der Beurteilung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMC) als Gerät der Klasse A klassifiziert. Störungen und Beeinträchtigungen der Funktion von anderen Geräten müssen in Kauf genommen werden, sollte das Messgerät in anderer Umgebung verwendet werden (z.B. Haushalt).

14.3 Weitere Daten

Angaben von zusätzlichen Ungenauigkeiten sind hauptsächlich dann notwendig, wenn das Prüfgerät nicht in Standardumgebung oder in messtechnischen Laboren für Kalibrierungen verwendet wird.

14.3.1 Zusätzliche Ungenauigkeiten nach EN IEC 61557-2 (R_{ISO})

Wichtige Parameter	Bezeichnung	Zusätzliche Ungenauigkeit
Position	E ₁	0%
Versorgungsspannung	E ₂	1% (1% wird nicht angezeigt)
Temperatur 0°C...35°C	E ₃	6%

15 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

Webseite: www.sonel.com



HINWEIS!

Servicereparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.

MESSWERTMELDUNGEN



HINWEIS!

Der Anschluss der Klemmen an eine höhere Spannung als 1500 V kann zur Beschädigung des Messgeräts führen und eine Gefahr für den Benutzer darstellen.



Das Vorhandensein einer Messspannung an den Klemmen des Messgeräts.



LÄRM

Auf dem zu prüfenden Objekt tritt eine Störspannung von weniger als 50 V oder 1500 V AC auf. Die Messung ist möglich, kann aber mit zusätzlicher Unsicherheit versehen sein.



LIMIT I

Strombegrenzung aktiv. Das Symbol wird begleitet durch ein kontinuierliches Tonsignal.



HILE

Unterbrechung der Isolierung des Objekts, die Messung wird unterbrochen. Die Aufschrift wird nach der Aufschrift **LIMIT I** angezeigt und bleibt während der Messung für 20 s bestehen, wenn die Spannung zuvor den Nennwert erreicht hat.



UDET
 $U_N > 50 \text{ V}$

An dem Objekt liegt eine gefährliche Spannung vor. Die Messung wird nicht durchgeführt. Zusätzlich zu den angezeigten Informationen:

- wird der U_N -Spannungswert am Objekt angezeigt,
- ertönt ein zweistimmiger Signalton,
- blinkt eine rote Diode.



ENTLADEN

Die Entladung des Testobjekts ist im Gange.



SONEL S.A.

Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polen

Kundenbetreuung

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

www.sonel.com