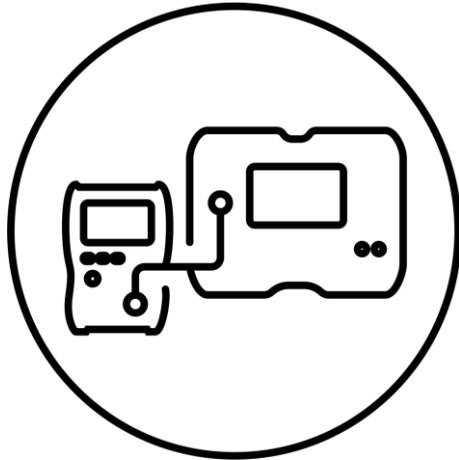




Bedienungsanleitung

MeasureEffect

Sonel-Messplattform



Bedienungsanleitung

MeasureEffect

Sonel-Messplattform

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

Version 4.00 18.07.2025

MeasureEffect™

Willkommen auf der **Sonel MeasureEffect™**-Plattform. Das ist ein umfassendes System, mit dem Sie Messungen durchführen, Daten speichern und verwalten sowie die Geräte auf mehreren Ebenen steuern können.

In diesem Dokument haben wir alle Funktionen der Plattform beschrieben. Die Funktionalitäten Ihres Messgeräts können eingeschränkter sein.

INHALT

1 Was ist MeasureEffect?	8
2 MeasureEffect-Messgerät	9
2.1 Bildschirmtastatur	9
2.2 Menü-Symbole	9
2.3 Gesten	10
2.4 Benutzerprofil	10
2.4.1 Hinzufügen und Bearbeiten von Benutzerprofilen	11
2.4.2 Löschen von Benutzerprofilen	11
2.4.3 Wechsel der Benutzer	11
2.5 Konfiguration des Messgeräts – Haupteinstellungen	12
2.5.1 Sprache	12
2.5.2 Datum und Uhrzeit	12
2.5.3 Zubehör	12
2.5.4 Messgerät Einstellungen	12
2.5.5 Messeinstellungen	13
2.5.6 Information	13
2.5.7 Messgerät auf die Werkseinstellungen zurücksetzen	14
2.6 Software-Aktualisierung	15
2.7 Erste Schritte bei der Messung	16
2.7.1 Liste der Messfunktionen	16
2.7.2 Ist-Messwerte	16
2.7.3 Einstellungen für die Messung	16
2.7.4 Kommentare und Anhänge	17
2.7.4.1 Hinzufügen von Kommentaren	17
2.7.4.2 Hinzufügen von Anhängen	17
2.8 Speicher des Messgeräts	18
2.8.1 Struktur und Verwaltung des Speichers	18
2.8.2 Suchmaschine	19
2.8.3 Eingabe von Messergebnissen in den Speicher	20
2.8.3.1 Vom Messergebnis zum Objekt im Speicher	20
2.8.3.2 Vom Objekt im Speicher zum Messergebnis	20
2.9 Fehlersuche	21
3 Die mobile MeasureEffect-App	22
3.1.1 Erstkonfiguration	22
3.1.2 Funktionen	22
3.1.3 Fernsteuerung eines mit MeasureEffect kompatiblen Messgeräts	23
3.1.3.1 Steuerung über WLAN	23
3.1.4 Synchronisierung der App mit dem MeasureEffect-Cloud-Dienst	23
4 MeasureEffect-Cloud-Dienst	24
4.1 Funktionen	24
4.2 Aktivieren Sie den MeasureEffect-Cloud-Dienst	24
4.2.1 Aktivierung des Cloud-Dienstes	24
4.2.2 Anmeldung beim Cloud-Dienst	24
4.2.3 Verbindung des Messgeräts/der App mit dem Cloud-Dienst	25
4.3 Dashboard	26
4.4 Ordner	26
4.5 Messungen	27
4.6 Prozedur	27

4.7	Ressourcen	27
4.8	Protokolle.....	27
4.9	Einstellungen.....	28
4.9.1	Sprache.....	28
4.9.2	MeasureEffect™-Einstellungen.....	28
4.9.3	Information.....	28
4.10	Wissenszentrum.....	28
4.11	Erstellung von Messprotokollen	29
4.11.1	Modul „Titelseite“.....	30
4.11.2	Modul „Vorlage für Messungen“.....	31
4.11.3	Modul „Erklärung“.....	31
4.11.4	Modul „Rechtsakte“.....	31
4.11.5	Modul „Anhänge“.....	32
5	Messungen. Verbindungen.....	33
5.1	Elektrische Sicherheit.....	33
5.1.1	Verbindungen bei EPA-Messungen	33
5.1.1.1	Punkt-zu-Punkt-Widerstand – R_{P1-P2}	33
5.1.1.2	Ableit-Widerstand – R_{P-G}	34
5.1.1.3	Oberflächenwiderstand – R_{SUR}	35
5.1.1.4	Volumenwiderstand – R_{VOL}	36
5.1.2	Verbindungen bei L1-L2-L3-Messungen (Phasenfolge).....	37
5.1.3	Verbindungen bei Messungen RCD, $Z_{L-PE[RCD]}$	37
5.1.4	Verbindungen bei R_E -Messungen	38
5.1.4.1	Vorbereitung.....	38
5.1.4.2	Messen des Erdungswiderstandes – 3-Pol-Methode (R_{E3P}).....	38
5.1.5	Verbindungen bei R_{ISO} -Messungen.....	39
5.1.6	Verbindungen bei R_{ISO} -Messungen – Messung mit AutISO-2511 Adapter.....	42
5.1.7	Verbindungen bei Messungen R_X , R_{CONT}	43
5.1.8	Verbindungen bei Messungen U	43
5.1.9	Verbindungen bei Messungen Z_{L-L} , Z_{L-N} , Z_{L-PE}	44
5.2	Sicherheit der elektrischen Betriebsmittel.....	45
5.2.1	Verbindungen bei I-Messungen mit der Zange.....	45
5.2.2	Verbindungen bei I_{Δ} -Messungen mit der Zange.....	45
5.2.3	Verbindungen bei I_{PE} -Messungen	46
5.2.4	Anschlüsse bei Messungen von Geräten der Schutzklasse I, I_{Δ} in der Steckdose, I_{SUB} , R_{ISO}	47
5.2.5	Anschlüsse bei Messungen von Geräten der Schutzklasse II und III, I_{SUB} , I_T , R_{ISO}	47
5.2.6	Verbindungen bei R_{ISO} -Messungen.....	48
5.2.7	Verbindungen bei R_{PE} -Messungen.....	49
5.2.8	Anschlüsse bei Messungen von IEC-Geräten – R_{ISO} , R_{PE} , IEC.....	49
5.2.9	Anschlüsse bei Messungen von PRCD-Geräten – I_{Δ} , I_{PE} , I_T , R_{PE}	50
5.2.10	Anschlüsse bei Messungen von PELV-Geräten.....	50
5.2.11	Anschlüsse bei Messungen von stationären RCD-Geräten.....	50
5.2.12	Anschlüsse bei Messungen con Schweißanlagen.....	51
5.2.12.1	Einphasen-Schweißgerät – messen von I_L , R_{ISO} , U_0	51
5.2.12.2	Einphasen-Schweißgerät – messen von I_P	51
5.2.12.3	Einphasen-Schweißgerät – messen von I_P mit dem PAT-3F-PE Adapter.....	51
5.2.12.4	Einphasen- oder Dreiphasen-Schweißgerät – messen von R_{ISO}	52
5.2.12.5	Dreiphasen-Schweißgerät – messen von I_L , U_0	52
5.2.12.6	Dreiphasen-Schweißgerät – messen von I_P mit dem PAT-3F-PE Adapter.....	53
5.2.13	Verbindungen – Funktionsprüfung.....	54
5.3	Elektromobilität.....	55
5.3.1	Anschlüsse bei Messungen an EVCS-AC-Ladestationen	55
5.3.2	Anschlüsse bei Messungen an ICCB-AC-Ladestationen.....	56
5.3.3	Anschlüsse bei Messungen von Ladekabeln.....	57
5.3.4	Anschluss des Messgeräts bei Messungen in einer standardmäßigen Stromanlage.....	57
5.4	Fotovoltaik.....	58

5.4.1	Anschlüsse bei Diodentests – Durchlassrichtung (F)	58
5.4.2	Anschlüsse bei Sperrdiodentests – Durchlassrichtung (F), Sperrrichtung (R)	58
5.4.3	Verbindungen bei I-Messungen	59
5.4.4	Verbindungen bei Messungen I_{SC} , U_{OC} , I-U.....	59
5.4.5	Verbindungen bei P-Messungen	60
5.4.6	Verbindungen bei R_{ISO} -Messungen	60
5.4.7	Verbindungen bei R_{ISO} PV-Messungen	61
6	Messungen. Sichtprüfung.....	62
7	Messungen. Elektrische Sicherheit	63
7.1	DD – Dielektrische Entladung.....	63
7.2	EPA – Messungen in EPA-Zonen	65
7.3	l/C_x – Bestimmung der Länge des gemessenen Kabels und der spezifischen Kapazität	67
7.4	L1-L2-L3 – Phasenfolge	69
7.5	RampTest (RT) – Messung mit stetig ansteigender Spannung	70
7.6	RCD – Messung der Parameter von Fehlerstromschutzschaltern	72
7.6.1	RCD I_A – RCD Auslösestrom.....	72
7.6.2	RCD t_A – RCD Auslösezeit	74
7.6.3	RCD _{AUTO} – automatische RCD-Prüfung	76
7.6.4	Kriterien zur Beurteilung der Richtigkeit der Prüfergebnisse	78
7.7	R_E – Erdungswiderstand (R_{E3P})	79
7.8	R_{ISO} – Isolationswiderstand	81
7.8.1	Messungen mit Drähten	81
7.8.2	Messung mit AutoISO-2511 Adapter.....	83
7.9	R_{ISO} 60 s – Absorptionskoeffizient (DAR).....	85
7.10	R_{ISO} 600 s – Polaritätsindex (PI).....	87
7.11	R_X , R_{CONT} – Widerstandsmessung mit Niederspannung	89
7.11.1	Autozero – Kalibrierung der Messleitungen	89
7.11.2	R_X – Messen des Widerstandes	89
7.11.3	R_{CONT} – Widerstandsmessung von Schutzleitern und Potentialausgleichsleiter mit ± 200 mA Prüfstrom.....	90
7.12	SPD (U_C) – Tests von Überspannungsschutzgeräten.....	92
7.13	Step Voltage (SV) – Messung mit schrittweise ansteigender Spannung	95
7.14	U – Spannung.....	97
7.15	Z – Kurzschlusschleifenimpedanz	98
8	Messungen. Elektromobilität.....	100
8.1	Simulation von Zuständen	100
8.2	EVSE _{CPT} – Zustandsübergänge	102
8.3	EVSE _{DIAG} – Diagnostik	104
8.4	EVSE _{ERR} – Fehlersimulation	106
8.5	R_C – Widerstand des Kodierwiderstands	108
9	Messungen. Sicherheit der elektrischen Betriebsmittel	110
9.1	I_{Zange} – Messen des Stromes mit der Zange.....	110
9.2	I_Δ – Differentialleckstrom	112
9.3	I_L – Leckstrom im Schweißkreis	114
9.4	I_P – Leckstrom im Versorgungskreis des Schweißgeräts	116
9.5	I_{PE} – Leckstrom im PE-Leiter	118
9.6	I_{SUB} – Ersatzleckstrom	120
9.7	I_T – Berührungsleckstrom	122
9.8	IEC – IEC Anschlussleitungstest	124
9.9	PELV – PELV Test	126

9.10	PRCD – Prüfen von PRCD Geräten (mit integriertem RCD)	128
9.11	RCD – Messen von festangeschlossenen RCDs	130
9.12	R _{ISO} – Isolationswiderstand	132
9.13	R _{ISO LN-S} , R _{ISO PE-S} – Isolationswiderstand an Schweißgeräten	134
9.14	R _{PE} – Widerstand des Schutzleiters	136
9.14.1	Autozero – Kalibrierung der Messleitungen	136
9.14.2	R _{PE} – Widerstand des Schutzleiters	137
9.15	U ₀ – Leerlaufspannung an Schweißgeräten ohne Last	139
9.16	Funktionsprüfung	141
10	Messungen. Fotovoltaik	143
10.1	Diodentest	143
10.2	I-U – I-U-Kennlinie	145
10.3	I _{Zange} – Zangenstrommessung	148
10.4	I _{SC} – DC-Kurzschlussstrom	149
10.5	P – Leistungsmessung	151
10.6	R _{ISO} – Isolationswiderstand	152
10.7	R _{ISO PV} – Isolationswiderstand in PV-Anlagen	154
10.8	U _{OC} – DC-Spannung des offenen Stromkreises	157
11	Automatische Messungen	159
11.1	Automatische Messungen	159
11.2	Messverfahren erstellen	161
11.3	Multibox Funktion	161
11.4	Leitlinien	162
11.4.1	Fotovoltaik (DC)	162
12	Besondere Funktionen	163
12.1	R _{ISO} -Diagramme	163
12.2	Korrektur des Ergebnisses R _{ISO} auf die Referenztemperatur	165
12.2.1	Korrektur ohne Temperatursonde	165
12.2.2	Korrektur mit Temperatursonde	166
12.3	Korrektur der Ergebnisse auf STC-Bedingungen	168
12.3.1	Verbindung zwischen IRM-1 und dem Messgerät	169
12.3.2	Kopplung der Messgeräte	169
12.3.3	Entkoppeln	170
12.3.4	Korrektur der IRM-Anzeigen	171
12.4	Aktuelle Messwerte der Umgebungsparameter	172
12.5	Etikettendruck	173
12.5.1	Anschließen des Druckers	173
12.5.1.1	Kabelgebundene Verbindung	173
12.5.1.2	Drahtlose Verbindung	173
12.5.2	Druckeinstellungen	174
12.5.3	Etikett mit dem Bericht drucken	176
13	Ressourcen	177
13.1	Datenbank der Sicherungen	177
13.1.1	Auswahl der Sicherung bei der Eingabe der Messeinstellungen	177
13.1.2	Übersicht der Sicherungen	178
13.1.3	Sicherungen hinzufügen	179
13.1.4	Hinzufügen und Verwalten von Merkmalen der Sicherungen	180
13.2	Datenbank für Photovoltaikmodule	182
13.2.1	PV-Moduldaten in der Datenbank	183
13.3	Prozedur	183

14 Meldungen, Warnungen und Alarme	184
14.1 Allgemeine Meldungen	184
14.2 Elektrische Sicherheit	184
14.3 Sicherheit der elektrischen Betriebsmittel	185
14.4 Fotovoltaik	185
15 Hersteller	187

1 Was ist MeasureEffect?

Sonel MeasureEffect™ ist ein umfassendes System, mit dem Sie Messungen durchführen, Daten speichern und verwalten sowie die Geräte auf mehreren Ebenen steuern können.

- **Arbeiten Sie intelligenter und effizienter mit Multi-Plattform-Messsoftware.**
- **Arbeiten Sie, wo immer Sie sind und wie Sie möchten.** Zugriff auf jedem Gerät – Smartphone, Tablet, Computer oder Messgerät. Dank einer konsistenten und intuitiven Benutzeroberfläche auf allen Geräten haben Sie die Freiheit, so zu arbeiten, wie Sie möchten, und die Systemfunktionen vollständig zu nutzen.
- **Unterstützung für Ihre tägliche Arbeit.** Bereit zu arbeiten – wo immer Sie sind, auf jedem Gerät.
- **Ihre Daten, immer synchro.** Alles in Echtzeit, ohne dass eine Benutzerintervention erforderlich ist.

Das MeasureEffect-System besteht aus drei Bereichen.



Die mit dem MeasureEffect kompatible Schnittstelle des Messgeräts – ist auf jedem Gerät gleich.



Die mobile App „MeasureEffect“-App – erweitert die Funktionen des Messgeräts.



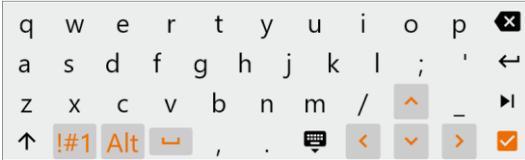
MeasureEffect-Cloud-Dienst – mit dem Cloud-Dienst können alle Geräte über einen beliebigen Internetbrowser überwacht werden.

MeasureEffect – eine einzige Plattform, unzählige Möglichkeiten!

2 MeasureEffect-Messgerät

2.1 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

2.2 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 | | |

2.3 Gesten



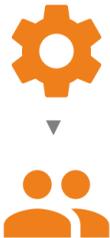
Starten Sie die Messung, indem Sie das Symbol 5 Sekunden lang gedrückt halten



Berühren Sie ein Element auf dem Touchscreen

2.4 Benutzerprofil

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



Benutzerprofile 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, Benutzerprofile einzutragen und zu löschen. **Andere Benutzer** können nur ihre eigenen Daten ändern.

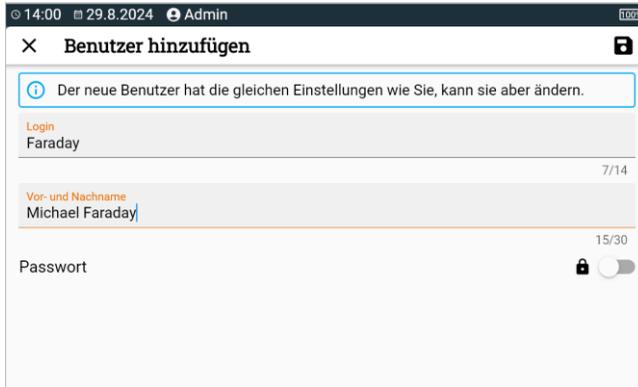


- Es kann nur einen Administrator (admin) und maximal 4 Benutzerprofile mit eingeschränkten Rechten in dem Messgerät geben.
- Die vom Administrator erstellten Benutzerprofile übernehmen dessen Prüfereinstellungen.
- Die Benutzerprofileinstellungen können nur von diesem Benutzer und dem Administrator geändert werden.

2.4.1 Hinzufügen und Bearbeiten von Benutzerprofilen

1

- Um ein neues Benutzerprofil einzugeben, wählen Sie .
- Um die Details eines Benutzerprofils zu ändern, wählen Sie den Benutzer aus.
- Geben Sie dann Details ein oder bearbeiten Sie sie.



2



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

3



Speichern Sie schließlich die Änderungen.

2.4.2 Löschen von Benutzerprofilen

Um Benutzerprofile zu löschen, markieren Sie diese und wählen Sie . Die Ausnahme ist das Administratorprofil, das nur durch Zurücksetzen des Messgeräts auf die Werkseinstellungen gelöscht werden kann (**Abschnitt 2.5.4**).

2.4.3 Wechsel der Benutzer

1



Um das Benutzerprofil zu wechseln, melden Sie sich vom aktiven Profil ab und bestätigen das Ende der Sitzung.

2



Dann können Sie das nächste Benutzerprofil anmelden.

2.5 Konfiguration des Messgeräts – Haupteinstellungen



Hier können Sie das Messgerät nach Ihren Wünschen konfigurieren.

2.5.1 Sprache



Hier stellen Sie die Sprache der Benutzeroberfläche ein.

2.5.2 Datum und Uhrzeit



Verfügbare Einstellungen:

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

2.5.3 Zubehör



Hier finden Sie eine Auflistung des Zubehörs und dessen Konfigurationsmöglichkeiten.

2.5.4 Messgerät Einstellungen



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.
- **Auto off** – Hier können Sie die Zeit einstellen/deaktivieren, bis sich das Gerät automatisch ausschaltet.
- **Geräusche** – Hier können Sie die Systemtöne aktivieren/deaktivieren.
- **Update** – Hier können Sie die Gerätesoftware aktualisieren. Siehe auch **Abschnitt 2.6**.
- **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 2.5.7**.
- **Messgerätezustand** – Hier können Sie die Nutzung des internen Speichers überprüfen.

2.5.5 Messeinstellungen



Verfügbare Einstellungen:

- **Netztyp** – Typ des Netzes, mit dem das Gerät verbunden ist.
- **Netzfrequenz** – Spannungsfrequenz im Netz, an das das Gerät angeschlossen ist.
- **Netzspannung** – Spannung des Netzes, mit dem das Gerät verbunden ist.
- **Hochspannungsmeldungen anzeigen** – Anzeige von Hochspannungswarnungen.
- **Warnung vor gefährlicher Spannung anzeigen** – Anzeige einer Warnung vor auftretender Hochspannung während der Messung.
- **Behandeln die Verpolarung der L-N-Leitung im IEC-Kabel als Fehler** – melden Sie, dass die L- und N-Leiter des IEC-Kabels miteinander vertauscht sind.
- **Verzögerung der Messwerterfassung** – Hier können Sie die Verzögerung einstellen, mit der die Messung startet.
- **Einschaltverzögerung des zu prüfenden Geräts** – Hier können Sie die Verzögerung einstellen, mit der sich das getestete Gerät bei der Prüfung seiner Sicherheit einschaltet.
- **Visueller Test mit R L-N** – Bei aktiver Option prüft das Messgerät den Innenwiderstand des angeschlossenen Objekts auf z.B. Kurzschluss.
- **Warnung bei nicht angeschlossenem Gerät einschalten** – Bei aktiver Option prüft das Messgerät, ob das zu prüfende Gerät daran angeschlossen ist.
- **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.

2.5.6 Information



Sie können die Zählerdaten hier einsehen.

2.5.7 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 "Messwert-speicher 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, Benutzerprofile und eingegebenen Einstellungen werden gelöscht.

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

2.6 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  Schalten Sie das Messgerät ein.
- 4  Gehen Sie zu **Einstellungen**.
- 5 
 Gehen Sie zu **Messgerät ► Update**.
- 6  Stecken Sie den Speicherstick in den USB-Port des Messgeräts ein.
- 7  Wählen Sie **AKTUALISIERUNG (USB)**.
- 8 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.

2.7 Erste Schritte bei der Messung

2.7.1 Liste der Messfunktionen

Die Liste der verfügbaren Messfunktionen variiert je nachdem, was an das Gerät angeschlossen ist.

- Standardmäßig werden Funktionen angezeigt, die keine Stromversorgung benötigen.
- Nach dem Anschließen der Stromversorgung kann sich die Liste der Funktionen erweitern.
- Sobald der AutoISO-Adapter angeschlossen ist, wird die Liste der verfügbaren Messfunktionen auf die für den Adapter bestimmten Funktionen eingeschränkt.

2.7.2 Ist-Messwerte

In einigen Funktionen können Sie die vom Messgerät in einem bestimmten Messsystem angezeigten Werte anzeigen.

-  Wählen Sie die **Messfunktion** aus.
-  Wählen Sie das Symbol aus, um den Live-Messwertbereich einzublenden/auszublenden.
-  Durch Berühren des Feldes wird es auf die volle Größe erweitert. In dieser Form stellt es zusätzliche Informationen dar. Sie können es mit dem Symbol  schließen.

2.7.3 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**).

+/- Die Beschriftungssymbole führen zu dem Fenster zum Bearbeiten der
L1/L2 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.

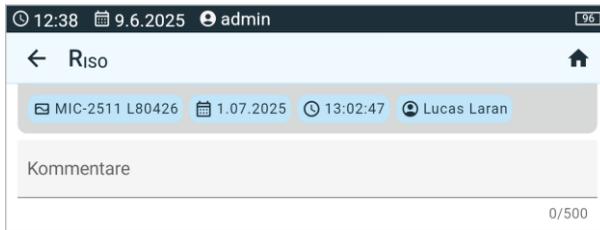
2.7.4 Kommentare und Anhänge

Zu jedem Ergebnis können Sie einen Kommentar verfassen und Anhänge hinzufügen.

- Der Kommentar wird über die Messgeräteschnittstelle hinzugefügt und kann anschließend nicht mehr im MeasureEffect-System bearbeitet werden.
- Die Anhänge bestehen aus einer Textnotiz. Diese kann über das Messgerät oder das MeasureEffect-Panel eingegeben werden. Sie kann im Messgerät und über das MeasureEffect-Cloud-Panel bearbeitet werden. Außerdem enthält sie ein Foto und ein Video.

2.7.4.1 Hinzufügen von Kommentaren

- 1 Führen Sie die Messung durch und scrollen Sie anschließend auf dem Messgerät nach unten.



- 2 Um eine Notiz einzugeben, tippen Sie auf das Feld **Kommentare**. Nach dem Speichern des Messergebnisses im Speicher des Messgeräts können Sie diese Notiz weder bearbeiten noch löschen.

2.7.4.2 Hinzufügen von Anhängen

- 1 Navigieren Sie in das MeasureEffect-Bedienfeld und lokalisieren Sie das gewünschte Messergebnis.

- 2 Lokalisieren Sie das Container-Symbol mit Anhängen



- 3 Zeigen Sie verfügbare Optionen an.

- 4 Fügen Sie einen neuen Anhang hinzu. Nachdem Sie das Symbol angeklickt haben, werden alle verfügbaren Typen von Anhängen angezeigt.

- 5 Geben Sie die gewünschten Inhalte ein und speichern Sie Ihre Auswahl ab. Darauf hin wird eine Liste der mit der Messung verknüpften Anhänge angezeigt.

- 6 Sie haben die Möglichkeit, die Anhänge in der Liste anzuzeigen (), zu bearbeiten () oder zu löschen (). Nach dem Speichern des Messergebnisses im Gerätespeicher sind alle oben genannten Optionen weiterhin verfügbar.

2.8 Speicher des Messgeräts

2.8.1 Struktur und Verwaltung des Speichers

Der Speicher der Messergebnisse hat eine Baumstruktur. Er besteht aus übergeordneten Ordnern (maximal 100), in denen untergeordnete Objekte verschachtelt sind (Unterordner: maximal 500 pro Ebene, geprüfte Objekte: maximal 2000 pro Ebene). Die maximale Gesamtzahl der Messungen beträgt 9 999 999.

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



Neue hinzufügen:



Datei



Objekt



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



Auf das Objekt fahren und:



Ansicht ändern auf: Peripheral



Ansicht ändern auf: Ordner



Optionen zeigen



Objektdetails anzeigen



Objektdetails anzeigen



Objekt markieren und:



alle Objekte markieren



Übertragen Sie die ausgewählten Objekte an einen neuen Speicherort



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.

2.8.2 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.



2.8.3 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.

2.8.3.1 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**).
- 
L 
▼
 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.

2.8.3.2 Vom Objekt im Speicher zum Messergebnis

- 
L  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.

2.9 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.

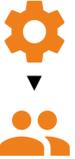
Die Fehlersuche bei typischen Problemen bei der Verwendung des Messgeräts wird in der nachstehenden Tabelle beschrieben.

Symptom	Aktion
Das Messgerät lässt sich nicht einschalten.	Laden Sie die Akkus oder schließen Sie das Netzteil an.
Die Akkus laden nicht, obwohl das Netzteil angeschlossen ist.	Erwärmen oder kühlen Sie das Messgerät so, dass seine Temperatur im akzeptablen Bereich zum Laden der Akkus liegt.
Messfehler nach Verbringen des Messgerätes von einer kühlen in eine warme Umgebung mit hoher Feuchtigkeit.	Keine Messungen vornehmen, bis das Messgerät die Umgebungstemperatur erreicht oder getrocknet hat. Es wird empfohlen, das Messgerät in einem geschlossenen Gehäuse zu akklimatisieren, um Kondensation auf internen elektronischen Bauteilen zu vermeiden.
Fehler ID_VALUE_ERROR_SAFETY_LOCK .	Fehler im PV-Stromkreis. Schicken Sie das Gerät an das Servicezentrum.
Meldung Messgerät defekt. Es besteht die Gefahr der Lichtbogenzündung .	Trennen Sie das Messgerät vom Prüfobjekt auf schnelle und entschlossene Weise . Minimieren Sie das Brennen des Lichtbogens zwischen den getrennten Elementen. Schicken Sie das Gerät an das Servicezentrum.
Keine Ergebnisse bei der Messung der I-U-Kennlinie.	Zu hohe Kapazität an den Messklemmen. Überprüfen Sie das Prüfobjekt und schließen Sie das Messgerät auf andere Weise daran an.
Es gibt Probleme beim Aufzeichnen oder Ablesen von Messungen.	Speicher des Messgeräts optimieren (Abschnitt 2.5.7).
Es gibt Probleme beim Navigieren durch Ordner gibt.	
Die Reparatur des Speichers des Messgeräts war nicht erfolgreich.	Speicher des Messgeräts zurücksetzen (Abschnitt 2.5.7).
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 2.5.7).
Fehlercode.	Wenn der Fehler weiterhin besteht, schicken Sie das Messgerät an das Servicezentrum.
Meldung FATAL ERROR 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.

3 Die mobile MeasureEffect-App

Die MeasureEffect-App dient als Bedienfeld, über das die Messfunktionen sämtlicher MeasureEffect-Messgeräte genutzt werden können. Das ermöglicht die **Fernsteuerung des Messgeräts** mittels der App. Die App verfügt über einen integrierten Speicher für Messergebnisse und individuelle Benutzerprofile. Mit dieser App können mehrere Messgeräte gesteuert, Messergebnisse in einem Speicher gespeichert und mit "eigenen" Benutzernamen signiert werden. Die App verfügt über dieselben Eigenschaften wie das MeasureEffect-Cloud-Panel und die Schnittstellen der einzelnen, mit MeasureEffect kompatiblen Messgeräte.

3.1.1 Erstkonfiguration

-  Bitte laden Sie zunächst die Sonel MeasureEffect-App herunter und installieren Sie diese anschließend auf Ihrem Mobilgerät.
-  Bitte erstellen Sie in der App ein Benutzerprofil und melden Sie sich damit an. Das Profil hat denselben Charakter wie das Administratorprofil (admin) auf dem Messgerät (siehe **Abschnitt 2.4**).
-  Bei Bedarf können untergeordnete Benutzerprofile erstellt werden (siehe **Abschnitt 2.4**). Die Verwaltung von Profilen kann sowohl auf der Ebene des Messgeräts als auch auf der übergeordneten Ebene erfolgen. Eine Ausnahme bildet das Administratorkonto, dessen Löschung nicht möglich ist.

3.1.2 Funktionen

Die mobile App umfasst die folgenden Positionen.

- **Hauptmenü (Startseite)**. Das ist die Startseite des Kontrollpanels der App. Von hier aus haben Sie Zugriff auf alle Systembereiche.
- **Einzelmessung**. Nach Herstellung der Verbindung zum Messgerät werden Ihnen hier alle seine Messfunktionen angezeigt. Für detaillierte Informationen zu den Messfunktionen siehe die entsprechenden Abschnitt.
- **Messungen**. Hier finden Sie dieselbe Beschreibung wie in **Abschnitt 4.5**.
- **Procedur**. Hier finden Sie dieselbe Beschreibung wie in **Abschnitt 4.6** und **Abschnitt 11**.
- **Ordner**. Hier finden Sie dieselbe Beschreibung wie in **Abschnitt 4.4** und **Abschnitt 2.8**.
- **Ressourcen**. Hier finden Sie dieselbe Beschreibung wie in **Abschnitt 4.7** und **Abschnitt 13**.
- **Einstellungen**. Hier finden Sie dieselbe Beschreibung wie in **Abschnitt 2.5** und **Abschnitt 4.9**.

Die mobile MeasureEffect-App verfügt über mehrere Funktionsmodi, die sich durch variable Möglichkeiten auszeichnen.

Möglichkeiten	Modus	Keine Cloud-Verbindung	Cloud
Zugang zu den im App-Speicher abgespeicherten Daten. (Messergebnisse, Verfahre, Ressourcen, Haupteinstellungen)		√	
Zugang zu den im Cloud abgespeicherten Daten. (Messergebnisse, Verfahre, Ressourcen, Haupteinstellungen)			√
Fernsteuerung des Messgeräts		√	√

3.1.3 Fernsteuerung eines mit MeasureEffect kompatiblen Messgeräts

3.1.3.1 Steuerung über WLAN

- 1  Wählen Sie das WLAN-Netzwerk aus, mit dem Sie das Messgerät und das Mobilgerät mit der MeasureEffect-App koppeln möchten. **Für die erstmalige Kopplung des Messgerätes mit der MeasureEffect-Plattform ist ein Internetzugang am WLAN-Netzwerk erforderlich, um eine Autorisierung der Verbindung zu gewährleisten.** Für zusätzliche Kopplungen wird kein Internetzugang benötigt.
- 2  Schließen Sie das Messgerät ans Netz an. Dazu gehen Sie zu **Einstellungen ▶ Messgerät Einstellungen ▶ Kommunikation ▶ WLAN** und wählen Sie die gewünschte kabellose Netzwerk aus.
- 3  Schließen Sie das mobile Gerät mit der App and das gewünschte WLAN-Netzwerk an.
- 4  Schalten Sie das Messgerät in den Bereitschaftsmodus für die Fernsteuerung.
 - Wählen Sie im Messgerät nacheinander die Optionen **Einstellungen ▶ Messgerät Einstellungen ▶ Kommunikation ▶ Fernsteuerung**.
 - Aktivieren Sie die Sichtbarkeit des Geräts.
- 5  Schalten Sie die App in den Bereitschaftsmodus, um das Messgerät zu steuern.
 - Öffnen Sie in der App die Einzelmessung und wählen Sie nacheinander die Optionen **VERBINDEN** oder gehen Sie zu **Einstellungen ▶ Messgerät Einstellungen ▶ Kommunikation ▶ Fernsteuerung**.
 - Aktivieren Sie die Abhörfunktion.
- 6  Wählen Sie in der App das Messgerät aus der Liste der erkannten Geräte aus, mit dem Sie eine Verbindung herstellen möchten. Geben Sie bei Bedarf die vom Messgerät erzeugte PIN ein. Nachdem die Verbindung hergestellt (gekoppelt) wurde, wechselt das Messgerät in den Fernsteuerungsmodus.
- 7  Die App ermöglicht Ihnen nun, einzelne Messungen durchzuführen, Messverfahren zu starten und die Ergebnisse im App-Speicher zu speichern.

3.1.4 Synchronisierung der App mit dem MeasureEffect-Cloud-Dienst.

Das Cloud-System erkennt ein mobiles Gerät mit installierter MeasureEffect-App genauso als ein Messgerät. Deshalb erfolgt die Synchronisierung der App mit der Cloud genauso wie die eines Messgeräts. Um die Synchronisierung durchzuführen, sollten Sie die Anweisungen in **Abschnitt 4.2.3** befolgen.

4 MeasureEffect-Cloud-Dienst

4.1 Funktionen

Je nachdem, welchen Tarif Sie erworben haben, stehen Ihnen in der MeasureEffect-Cloud unterschiedliche Funktionen zur Verfügung. Der maximale Funktionsumfang ist in der folgenden Liste aufgeführt.

- Strukturen zur Speicherung von Messergebnissen, die sich im Cloud-Bereich befinden
- Erstellung von Messprotokollen
- Synchronisierung von Messdaten aus mehreren Geräten und mobilen Apps
- Diagramme
- Anhänge zu den Messergebnissen
- Benachrichtigungen über Kalibrierungen im Sonel-Labor
- Exportieren von Messdaten in eine *.xlsx-Datei

4.2 Aktivieren Sie den MeasureEffect-Cloud-Dienst

Die Anmeldung für den MeasureEffect-Cloud-Dienst erfolgt in drei Schritten. Dazu müssen Sie sich zunächst anmelden oder ein neues **Sonel-ID**-Konto registrieren und anschließend zum Kundenpanel auf der Website **www.sonel.com** wechseln. Im zweiten Schritt aktivieren Sie den Dienst. Im dritten Schritt verknüpfen Sie Ihr Messgerät/Ihre Messgeräte/Ihre App mit Ihrem Konto.

4.2.1 Aktivierung des Cloud-Dienstes

-  Melden Sie sich mit Ihrem **Sonel-ID**-Konto im Kundenpanel auf **www.sonel.com** an. Sollten Sie noch kein Sonel-ID-Konto besitzen, müssen Sie sich zuerst registrieren.
-  Wählen Sie **MeasureEffect™** aus.
- 

 - Wählen Sie **Aktivieren Sie den Dienst** und füllen Sie das Auftragsformular aus. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm. Zum Schluss markieren Sie die erforderlichen Zustimmungen und bestellen die Dienstleistung.
 - Überprüfen Sie Ihr E-Mail-Postfach. Nach erfolgreicher Aktivierung erhalten Sie eine Bestätigungsnachricht.

4.2.2 Anmeldung beim Cloud-Dienst

-  Bitte navigieren Sie zum Anmeldebereich des Dienstes. Rufen Sie dazu die Website **me.sonel.pl** auf oder gehen Sie im Kundenpanel zum Bereich **MeasureEffect™** und wählen Sie dann **Gehen Sie zu MeasureEffect**.
-  Melden Sie sich mit Ihren **Sonel-ID**-Anmeldedaten beim Dienst an.
-  Um sich aus dem MeasureEffect-Panel abzumelden, müssen Sie das Menü in der oberen rechten Ecke öffnen und **Von MeasureEffect abmelden** auswählen. Sie können alternativ auch warten, bis Ihre Sitzung abgelaufen ist.

4.2.3 Verbindung des Messgeräts/der App mit dem Cloud-Dienst

1



Schalten Sie das Messgerät bzw. die App ein und melden Sie sich in Ihrem Benutzerprofil an.

2



Verbinden Sie das Messgerät mit der mobilen App und dem Internet. Zu diesem Zweck:

- Schließen Sie das LAN-Kabel mit Internetzugang an das Messgerät an oder
- Verbinden Sie das Messgerät mit dem WLAN-Netzwerk (**Messgerät Einstellungen ▶ Kommunikation ▶ Wi-Fi**).

3



Gehen Sie zu **Einstellungen ▶ MeasureEffect™**. Sollte diese Option im Messgerät nicht angezeigt werden, aktualisieren Sie dessen Software auf die aktuelle Version.

4



Geben Sie im Abschnitt **Anmelden mit Sonel ID** die E-Mail-Adresse und das Passwort ein, die bzw. das Sie bei der Aktivierung des MeasureEffect-Dienstes angegeben haben. Anschließend wählen Sie **Einloggen**.

5



Synchronisieren Sie die Daten zwischen dem Messgerät bzw. der App und der MeasureEffect-Cloud. Ab diesem Zeitpunkt:

- werden die Messdaten vom Messgerät/der Anwendung in die Cloud hochgeladen und die Daten aus der Cloud auf das Messgerät/die Anwendung heruntergeladen.
- werden die bereits auf dem Messgerät bzw. in der Anwendung vorhandenen Messdaten ausgeblendet, aber nicht gelöscht. Nach der Deaktivierung der Synchronisierung mit MeasureEffect können Sie wieder darauf zugreifen.

6



Nach erfolgter Anmeldung bei MeasureEffect Cloud und der Synchronisierung der Daten wird in den Einstellungen der Menüpunkt **MeasureEffect™-Einstellungen** angezeigt. Hier können Sie die Möglichkeiten einsehen, die Ihnen im Rahmen des gekauften Pakets zur Verfügung stehen.

7



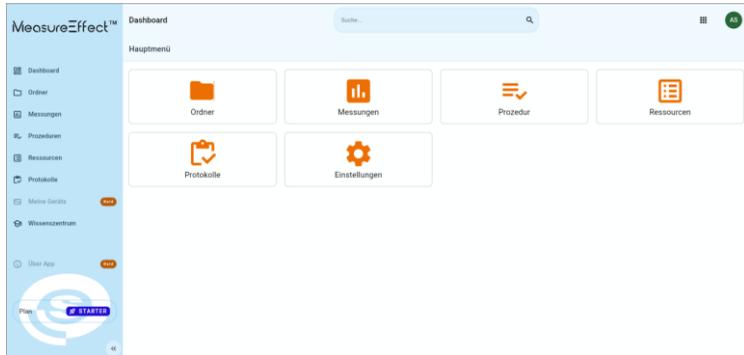
Wenn Sie das Messgerät/die Anwendung vom Cloud-Dienst MeasureEffect abmelden (**Einstellungen ▶ MeasureEffect™ ▶ Ausloggen**), werden alle mit der Cloud synchronisierten Messdaten vom Gerät gelöscht.

4.3 Dashboard

Nach der Anmeldung beim MeasureEffect-Cloud-Dienst wird Ihnen das Kontrollpanel angezeigt. Die Bedienung erfolgt genauso wie bei der mit MeasureEffect kompatiblen Messgeräteschnittstelle und der Schnittstelle der mobilen App. Weitere Informationen finden Sie in **Abschnitt 2** und den folgenden Abschnitten. Ihr Abenteuer beginnt auf dem Desktop, wo die wichtigsten Aspekte des Systems zusammengefasst sind.



Das ist die Startseite des MeasureEffect-Kontrollpanels. Von hier aus haben Sie Zugriff auf alle Systembereiche.



In der oberen rechten Ecke befindet sich ein Dropdown-Symbol für das Menü. Über dieses gelangen Sie zu den wichtigsten Informationen zu Ihrem Konto.

4.4 Ordner



Hier finden Sie die Messdatenbank. Hier werden die Messstrukturen und Messergebnisse aller Messgeräte und Apps gespeichert, die mit MeasureEffect synchronisiert sind. Hier können Sie außerdem eine Messstruktur erstellen, die anschließend automatisch im Messgerät bzw. in der App angezeigt wird.

Die Navigation in diesem Abschnitt erfolgt genauso wie im Speicher des Messgeräts (siehe **Abschnitt 2.8**). Über das MeasureEffect-Panel können Sie außerdem:



die ausgewählten Ergebnisse außerdem in eine *.xlsx-Datei exportieren (die generierte Datei finden Sie im Abschnitt **Protokolle – Abschnitt 4.8**).

4.5 Messungen



In diesem Abschnitt finden Sie alle Messergebnisse, die in den in **Abschnitt 4.4** beschriebenen Strukturen gespeichert sind. Verfügbare Optionen:



Ergebnisse anzeigen,



Ergebnisse löschen.

In diesem Menü können Sie außerdem Anhänge zu den Ergebnissen hinzufügen (siehe **Abschnitt 2.7.4.2**).

4.6 Prozedur



Hier können Sie Messverfahren analog zum Messgerät gemäß **Abschnitt 11** erstellen, löschen und bearbeiten.

Der einzige Unterschied besteht darin, dass Sie zu Beginn der Erstellung der Prozedur das Messgerätemodell angeben müssen, für das sie bestimmt ist.

4.7 Ressourcen



Hier finden Sie die in **Abschnitt 13** beschriebenen Module. Ihre Funktionsweise ist identisch.

4.8 Protokolle



Hier können Sie Protokolle der Messungen erstellen und anzeigen, die in der MeasureEffect-Datenbank enthalten sind. Eine ausführlichere Beschreibung dieses Moduls finden Sie in **Abschnitt 4.11**.

4.9 Einstellungen



Hier können Sie das MeasureEffect-Kontrollpanel konfigurieren.

4.9.1 Sprache



Hier können Sie die Sprache der Benutzeroberfläche einstellen.

4.9.2 MeasureEffect™-Einstellungen



Hier können Sie die Möglichkeiten einsehen, die Ihnen im Rahmen des gekauften Pakets zur Verfügung stehen.

4.9.3 Information



Hier finden Sie Informationen zur Version des MeasureEffect-Systems und zu den damit verbundenen Lizenzen.

4.10 Wissenszentrum



Von hier aus werden Sie zu einer speziellen Seite auf der Sonel-Website weitergeleitet. Auf dieser Seite finden Sie wertvolles Wissen zum Thema elektrische Messungen und Antworten auf viele damit zusammenhängende Fragen. Darüber hinaus haben Sie die Möglichkeit, Fachmaterialien herunterzuladen und sich für Schulungen anzumelden.

4.11 Erstellung von Messprotokollen

Mit MeasureEffect erstellen Sie ganz einfach ein Messprotokoll. Jedes Protokoll setzt sich aus wählbaren Modulen zusammen.

1



Wählen Sie **Protokolle**.

2



Beginnen Sie ein neues Protokoll zu erstellen.

3



Fügen Sie ein Protokollmodul hinzu. Es gibt verschiedene Arten von Modulen.

- **Titelseite** – Mithilfe dieses Moduls können Sie Informationen zu verschiedenen Aspekten eingeben, darunter zum Auftragnehmer und zum Ort der Messungen. Es ist möglich, dem Protokoll eine Titelseite hinzuzufügen. Weitere Informationen finden Sie in **Abschnitt 4.11.1**.
- **Vorlage für Messungen** – In diesem Formular werden die Messergebnisse angezeigt. Um die Ergebnisse aus Ihrer MeasureEffect-Datenbank hier einzublenden, müssen Sie diese zuvor in das Formular laden. Sie können einem Protokoll mehrere Vorlagen hinzufügen. Es ist möglich, zu jeder Vorlage mehrere Sammlungen von Messergebnissen hinzuzufügen. Weitere Informationen finden Sie im **Abschnitt 4.11.2**.
- **Erklärung** – In diesem Modul erstellen Sie eine Zusammenfassung der Objekte, auf die sich das Protokoll bezieht. Sie können einem Protokoll mehrere Erklärungen hinzufügen. Weitere Informationen finden Sie in **Abschnitt 4.11.3**.
- **Rechtsakte** – In diesem Modul wählen Sie die Rechtsakte aus, anhand derer die Messergebnisse überprüft werden sollen. Sie können einem Protokoll ein Modul für Rechtsakte hinzufügen. Weitere Informationen finden Sie in **Abschnitt 4.11.4**.
- **Anhänge** – In diesem Modul können Sie Anhänge hinzufügen, um das untersuchte Objekt zu dokumentieren. Sie können einem Protokoll ein Modul für Anhänge hinzufügen. Weitere Informationen finden Sie in **Abschnitt 4.11.5**.

Speichern Sie die Daten, die Sie in jedes Modul eingegeben haben (Symbol ✓ in der oberen Leiste des Fensters). Sie können darüber hinaus jederzeit abbrechen, ohne Änderungen zu speichern (✕).

Sie können so viele Module hinzufügen und ausfüllen, wie Sie für Ihr Protokoll benötigen. Sie können den Inhalt jedes hinzugefügten Moduls bearbeiten (➤). Sie können sie auch löschen (✕).

Die Reihenfolge der Module in der Liste spielt keine Rolle, da sie im endgültigen Protokoll wie folgt angeordnet sein werden:

- Titelseite,
- Vorlagen für Messungen,
- Erklärung,
- Rechtsakte,
- Anhänge.

4



5

**BERICHT
SPEICHERN**

Speichern Sie schließlich Ihr Protokoll. Ab jetzt ist es in Ihrer Protokollliste zu finden. Sie können es herunterladen oder löschen. Durch die Löschung wird jedoch die Anzahl der erzeugten Protokolle, die auf das monatliche Limit angerechnet werden, nicht verringert.

4.11.1 Modul „Titelseite“

Mithilfe dieses Moduls können Sie Informationen zu verschiedenen Aspekten eingeben, darunter zum Auftragnehmer und zum Ort der Messungen. Es ist möglich, dem Protokoll eine Titelseite hinzuzufügen. Die verfügbaren Optionen finden Sie nachfolgend. Einige können aktiviert werden ( → ), andere bleiben inaktiv.

- **Bezeichnung** – Bezeichnung des Protokolls.
- **Berichtnummer** – Nummer des Protokolls.
- **Datum** – Ausstellungsdatum des Protokolls.
- **Allgemeine Informationen** – Geben Sie hier die folgenden Informationen ein: Prüffart, Nächster Prüftermin, Anlagenstatus, Wetterbedingungen während der Prüfungen.
- **Kunde** – Hier können Sie die folgenden Informationen zum Kunden eingeben: Kunden-Beschreibung, Adresse, zusätzliche Informationen, Beschreibung.
- **Prüfobjekte** – Hier geben Sie die Objekte ein, auf die sich die Untersuchungsergebnisse im Protokoll beziehen (Sie können eine unbegrenzte Anzahl von Objekten eingeben). Es stehen folgende Optionen zur Verfügung:
 - **Automatisches Ausfüllen** ✓ – Die Daten werden aus der Messdatenbank abgerufen.
 - **+** – Objekt manuell hinzufügen, indem Sie die Bezeichnung, ID, Beschreibung und einen Kommentar eingeben,
 - **Nichts vornehmen** – es wird nichts passieren.
- **Messgeräte** – Hier geben Sie die Messgeräte und Zubehörteile ein, mit denen Sie die Messungen durchgeführt haben (Sie können eine unbegrenzte Anzahl von Messgeräten eingeben). Es stehen folgende Optionen zur Verfügung:
 - **Automatisches Ausfüllen** ✓ – Die Daten werden aus der Messdatenbank abgerufen.
 - **+** – Gerät manuell hinzufügen, indem Sie Hersteller, Modell, Seriennummer und Kalibrierungsdatum eingeben,
 - **Nichts vornehmen** – es wird nichts passieren.
- **Messdienstleister** – Hier geben Sie die Daten des Messdienstleisters eingeben (Sie können eine unbegrenzte Anzahl von Messdienstleistern eingeben). Es stehen folgende Optionen zur Verfügung:
 - **Automatisches Ausfüllen** ✓ – Die Daten werden aus der Messdatenbank abgerufen.
 - **+** – Dienstleister manuell hinzufügen, indem Sie Vorname, Nachname und zusätzliche Informationen eingeben,
 - **Nichts vornehmen** – es wird nichts passieren.

4.11.2 Modul „Vorlage für Messungen“

In diesem Formular werden die Messergebnisse angezeigt. Um die Ergebnisse aus Ihrer MeasureEffect-Datenbank hier einzublenden, müssen Sie diese zuvor in das Formular laden. Sie können einem Protokoll mehrere Vorlagen hinzufügen. Es ist möglich, zu jeder Vorlage mehrere Sammlungen von Messergebnissen hinzuzufügen.

- 1**  Bestimmen Sie zunächst die Art der Darstellung der Messdaten und bestätigen Sie anschließend Ihre Auswahl.  
- 2**    Fügen Sie eine Sammlung von Messergebnissen hinzu. Wechseln Sie dazu in den Ordner mit den Ergebnissen und bestätigen Sie diesen.  
- 3**    Sie können so viele Sammlungen von Messergebnissen hinzufügen, wie Sie für Ihr Protokoll benötigen. Es ist möglich, hinzugefügte Sammlungen zu löschen (X) und zu filtern (≡).
- 4**  Zum Schluss speichern Sie bitte die Liste der Messergebnisse.

4.11.3 Modul „Erklärung“

In diesem Modul Sie Schlussfolgerungen zu den Objekten eingeben, auf die sich das Protokoll bezieht. Sie können einem Protokoll mehrere Erklärungen hinzufügen. Die verfügbaren Optionen finden Sie nachfolgend.

- Feststellung des Zustands der Anlage im Hinblick auf ihren Betrieb.
- Kommentar

4.11.4 Modul „Rechtsakte“

In diesem Modul wählen Sie die Rechtsakte aus, anhand derer die Messergebnisse überprüft werden sollen. Sie können einem Protokoll ein Modul für Rechtsakte hinzufügen. In diesem Modul müssen Sie alle Rechtsakte markieren, auf die Sie sich im Protokoll beziehen möchten.

 Hier können Sie eine neue Rechtsakte hinzufügen. Geben Sie im neuen Fenster den Namen ein und bestätigen Sie die Eingabe anschließend (✓).

••• Weitere Optionen für Rechtsakte



Bezeichnung der Rechtsakte bearbeiten



Rechtsakte löschen

4.11.5 Modul „Anhänge“

In diesem Modul können Sie Anhänge hinzufügen, um das untersuchte Objekt zu dokumentieren. Sie können einem Protokoll ein Modul für Anhänge hinzufügen.



Hier können Sie einen neuen Anhang hinzufügen. Im neuen Fenster müssen Sie den Speicherort angeben.



Weitere Optionen für Anhänge



Anhang bearbeiten, d. h. die Beschreibung hinzufügen oder bearbeiten.



Anhang löschen



Anhangsliste bestätigen.

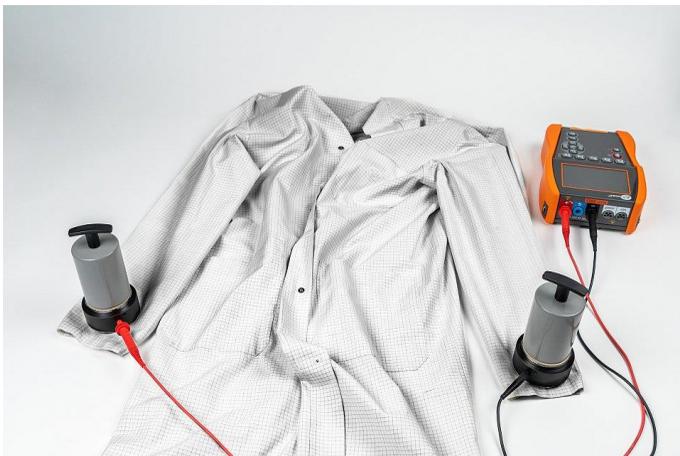
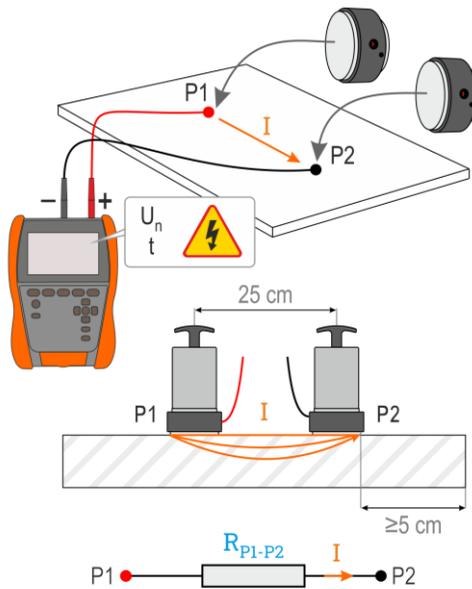
5 Messungen. Verbindungen

5.1 Elektrische Sicherheit

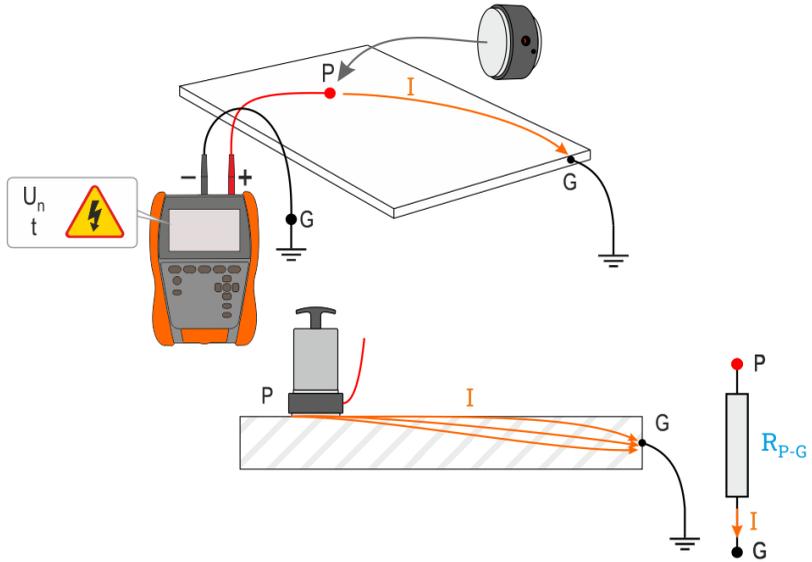
5.1.1 Verbindungen bei EPA-Messungen

Die Anschlusslayouts variieren je nachdem, was Sie messen möchten.

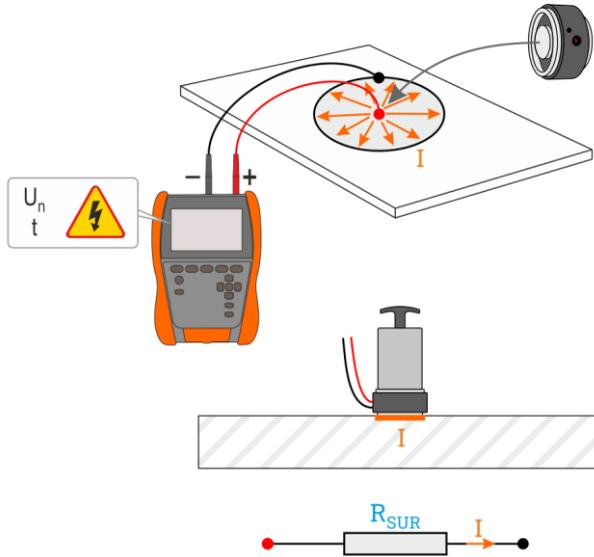
5.1.1.1 Punkt-zu-Punkt-Widerstand – R_{P1-P2}



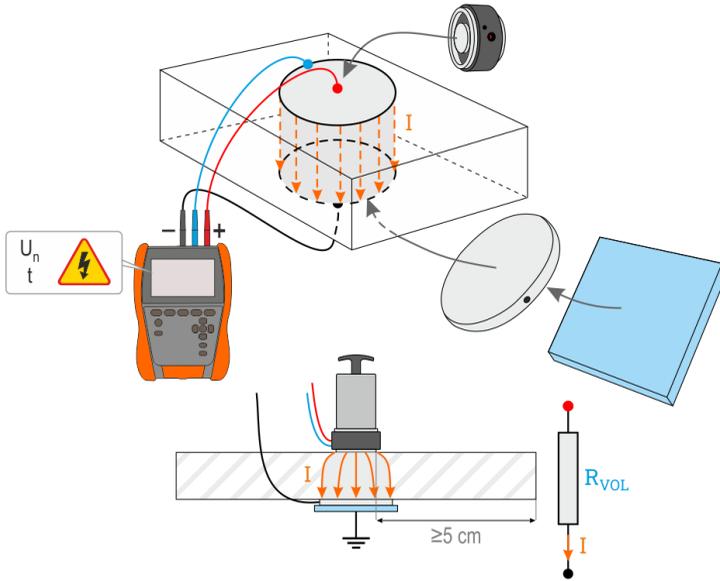
5.1.1.2 Ableit-Widerstand – R_{P-G}



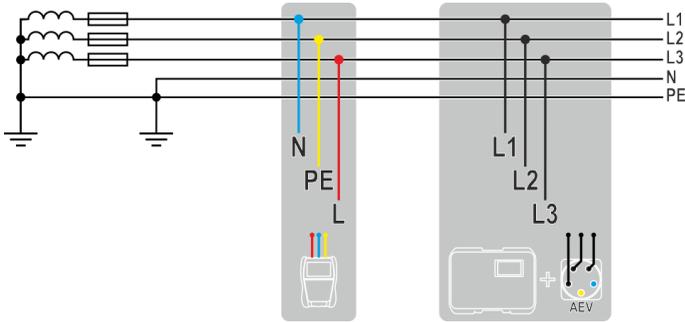
5.1.1.3 Oberflächenwiderstand – R_{SUR}



5.1.1.4 Volumenwiderstand – R_{VOL}

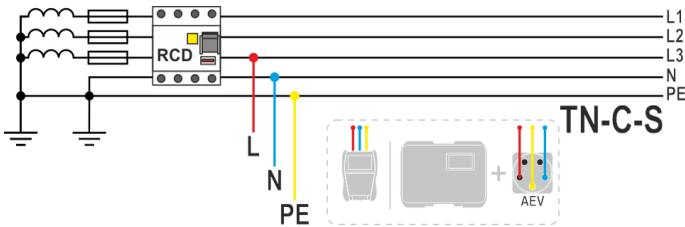


5.1.2 Verbindungen bei L1-L2-L3-Messungen (Phasenfolge)

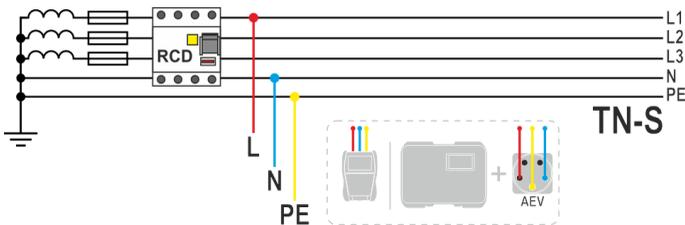


Überprüfung der Phasenreihenfolge.

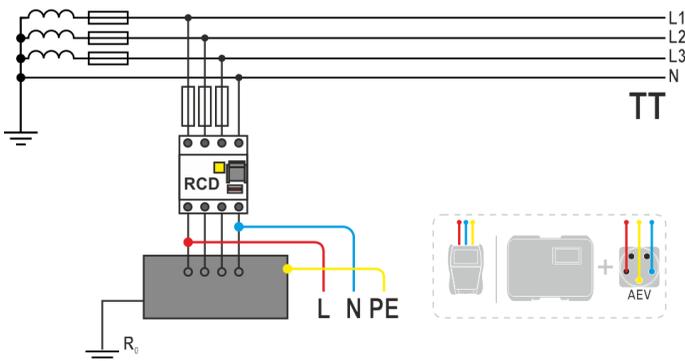
5.1.3 Verbindungen bei Messungen RCD, $Z_{L-PE[RCD]}$



Messung im TN-C-S-Netz.



Messung im TN-S-Netz.

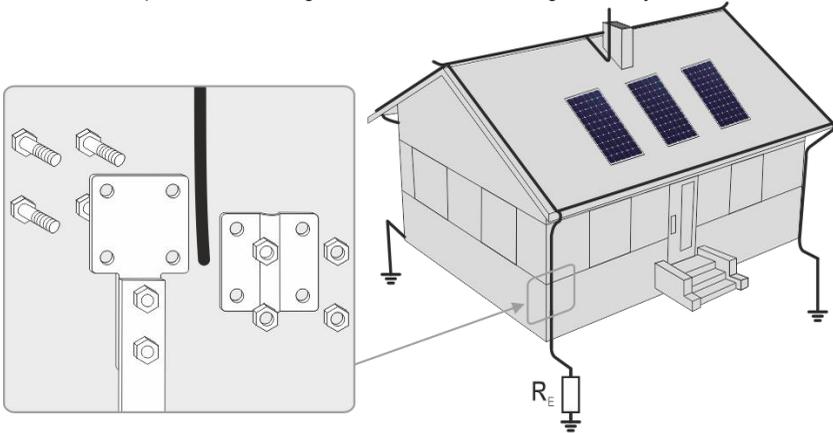


Messung im TT-Netz.

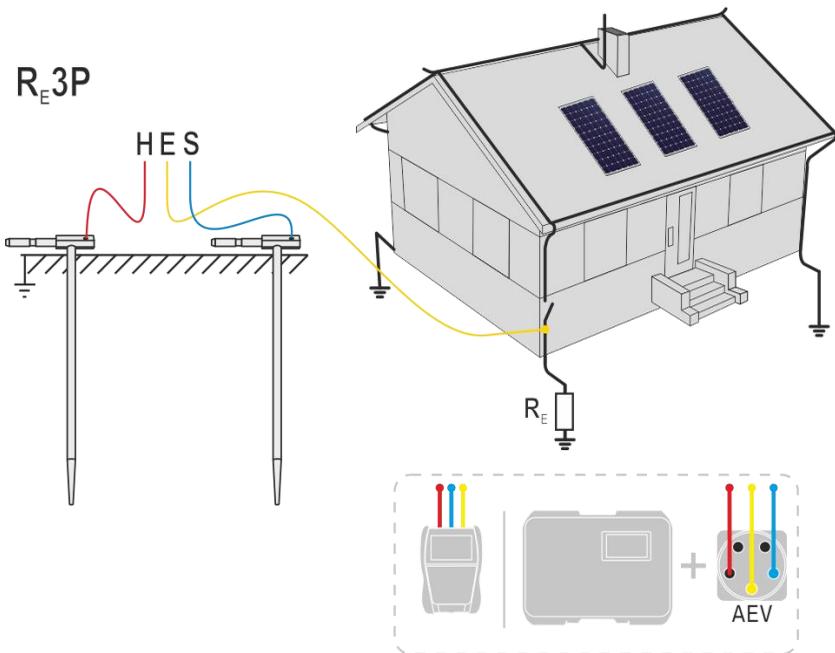
5.1.4 Verbindungen bei R_E -Messungen

5.1.4.1 Vorbereitung

Klemmen Sie den zu prüfenden Erdungsanschluss von der Anlage des Objekts.



5.1.4.2 Messen des Erdungswiderstandes – 3-Pol-Methode (R_{E3P})

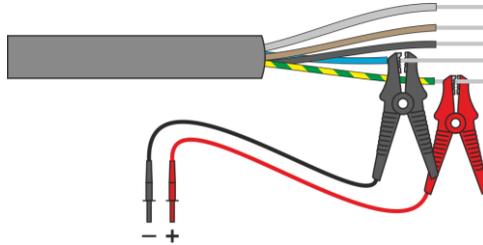


5.1.5 Verbindungen bei R_{ISO} -Messungen



Während der Messung, insbesondere hoher Resistenzen, sollte sichergestellt werden, dass sich die Messkabel und Sonden nicht berühren, weil aufgrund des Durchflusses von Oberflächenströmen das Messergebnis durch einen zusätzlichen Messfehler belastet werden kann.

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. 5.1**, **Abb. 5.2**). Bei geschirmten Kabeln wird mit ihnen auch der Schirm kurzgeschlossen.

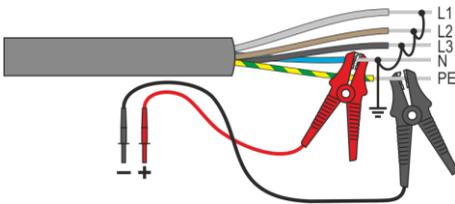


Abb. 5.1. Messung ungeschirmter Kabel

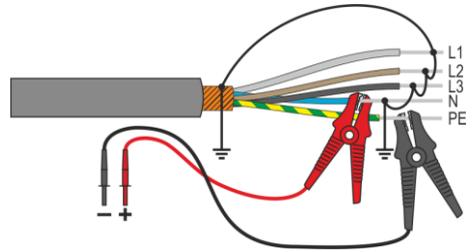
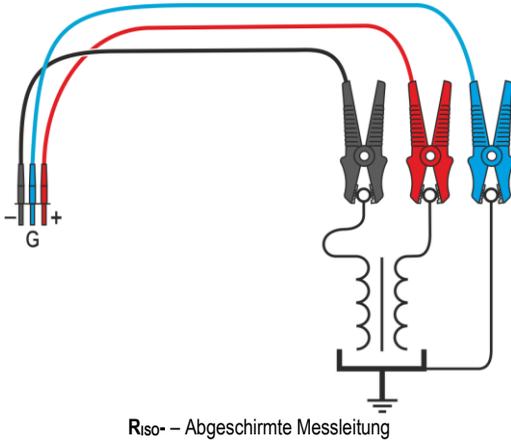
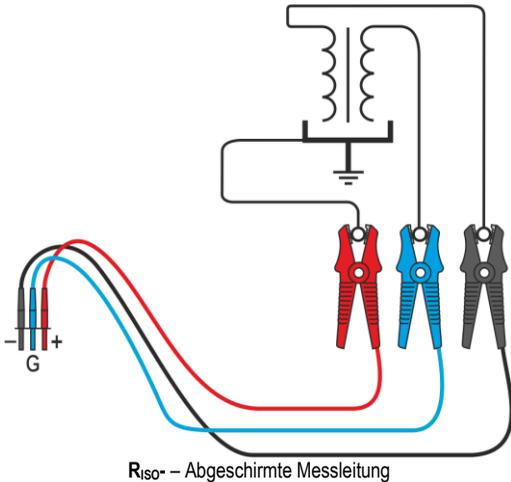


Abb. 5.2. Messung geschirmter Kabel

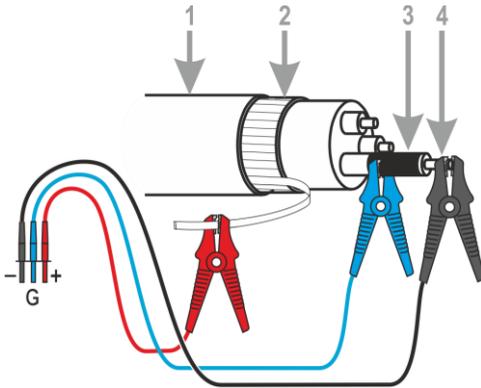
In Transformatoren, Kabeln, Isolatoren usw. gibt es **Oberflächenwiderstände**, die das Messergebnis verfälschen können. Um sie zu **eliminieren**, wird eine Drei-Draht-Messung unter Verwendung der **G – GUARD**-Buchse verwendet. Im Folgenden finden Sie Beispiele für die Anwendung dieser Methode.



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.



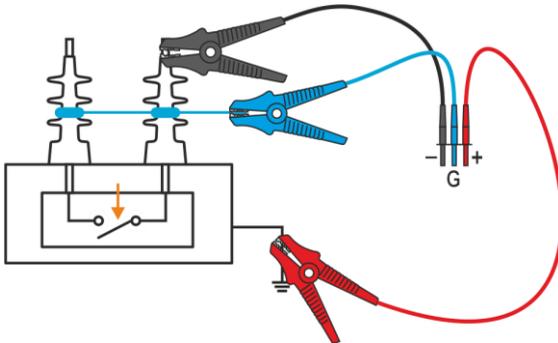
Messung des Isolationswiderstands zwischen einer der Wicklungen und dem Trafokessel. Wir verbinden die **G**-Buchse des Messgeräts mit der zweiten Wicklung und die **R_{ISO+}** Buchse mit dem Erdpotenzial.



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.

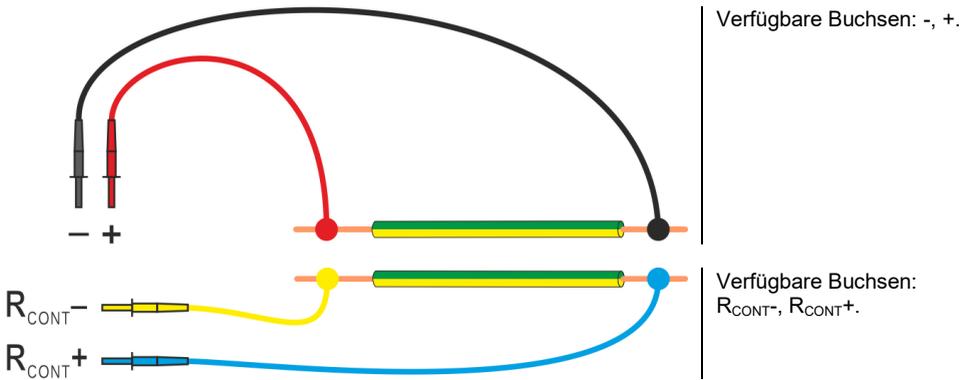


R_{ISO} – Abgeschirmte Messleitung

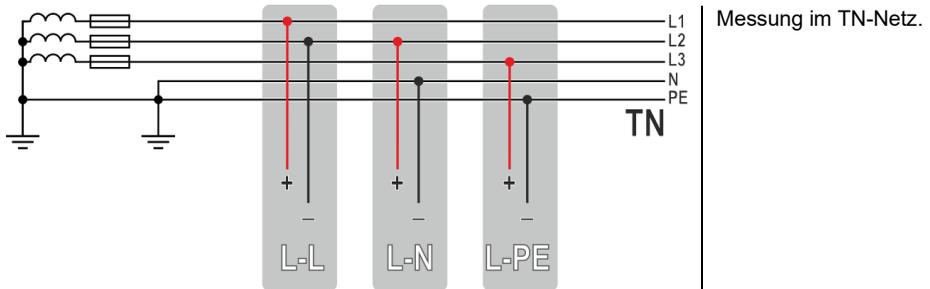
Messung des Isolationswiderstands von Hochspannungstrennschaltern. Die **G**-Buchse des Messgeräts ist mit den Isolatoren der Trennklemmen verbunden.

5.1.7 Verbindungen bei Messungen R_x , R_{CONT}

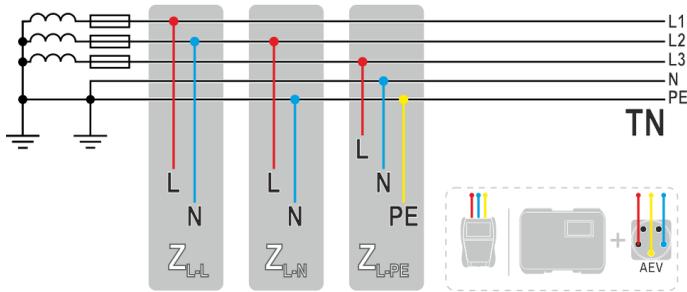
Die Niederspannungswiderstandsmessung wird je nach den verfügbaren Messgeräten in einer der folgenden Varianten durchgeführt.



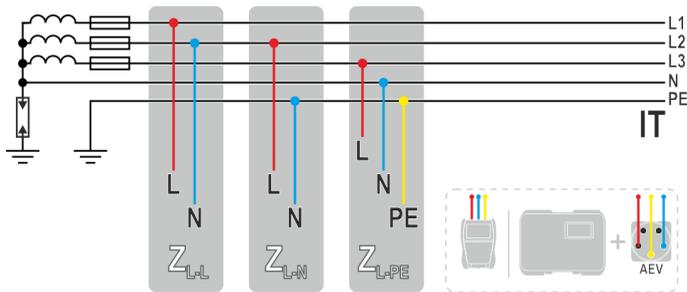
5.1.8 Verbindungen bei Messungen U



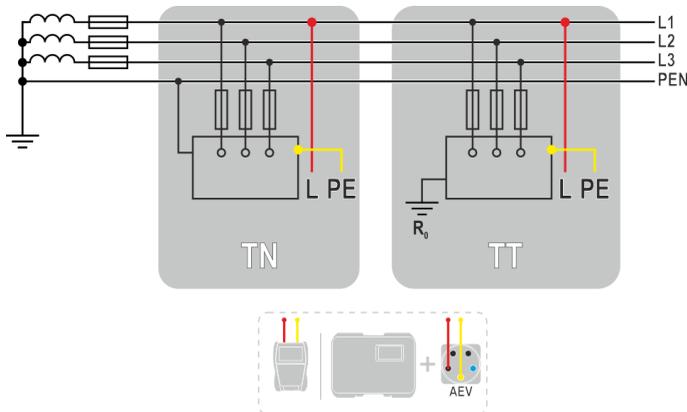
5.1.9 Verbindungen bei Messungen Z_{L-L} , Z_{L-N} , Z_{L-PE}



Messung im TN-Netz.



Messung im IT-Netz.

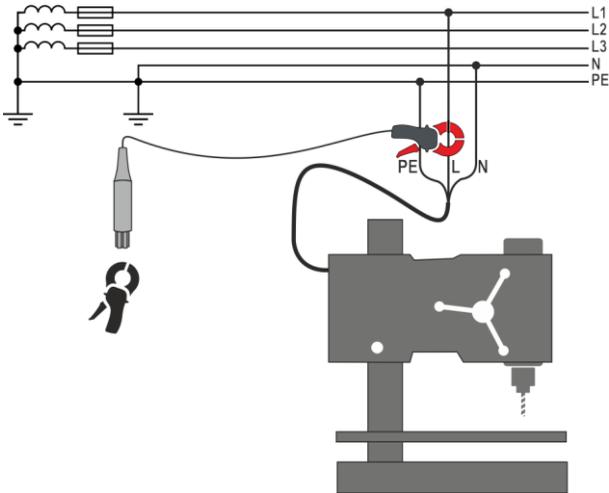


Überprüfung der Wirksamkeit des Stromschlag-schutzes des Gerätegehäuses bei:

- a** einem TN-Netz,
- b** einem TT-Netz.

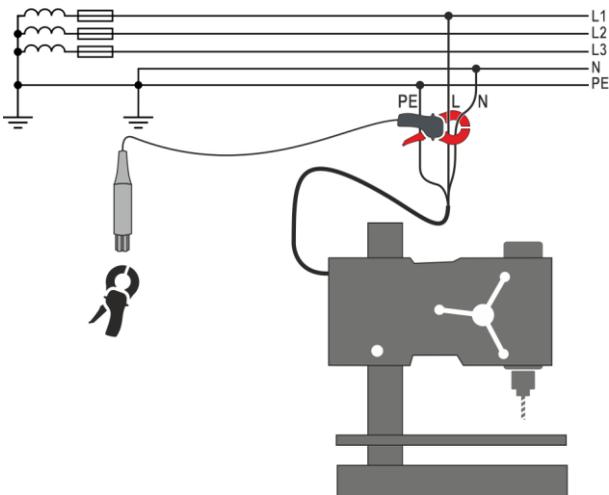
5.2 Sicherheit der elektrischen Betriebsmittel

5.2.1 Verbindungen bei I-Messungen mit der Zange



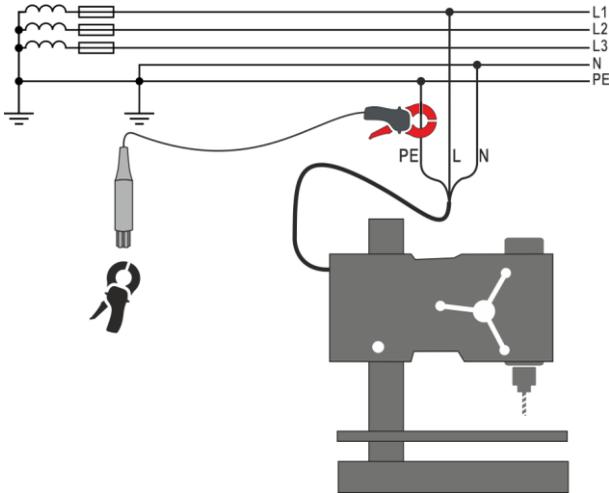
Umschließen Sie den entsprechenden Leiter mit der Zange.

5.2.2 Verbindungen bei I_{Δ} -Messungen mit der Zange

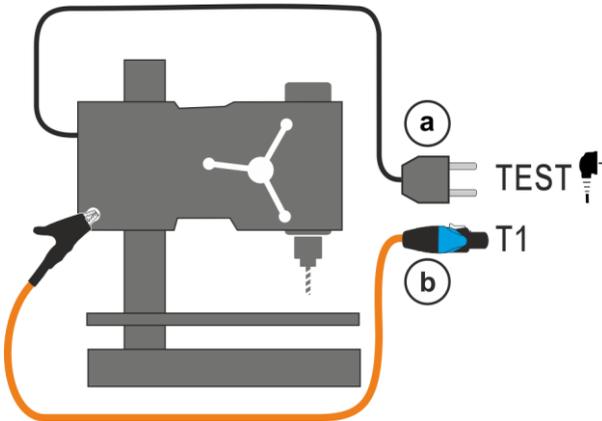


Umschließen Sie den L und N Leiter mit der Zange.

5.2.3 Verbindungen bei I_{PE}-Messungen

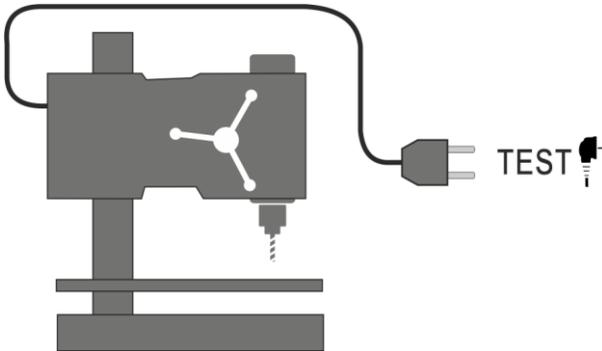


Messen mit der Zange. Umschließen Sie mit der Zange den PE Leiter.



Messung über die Prüfdose. Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose (a). Zusätzlich ist es möglich, die Messung über die Sonde an der Buchse T1 durchzuführen (b).

5.2.4 Anschlüsse bei Messungen von Geräten der Schutzklasse I, I_{Δ} in der Steckdose, I_{SUB} , R_{ISO}



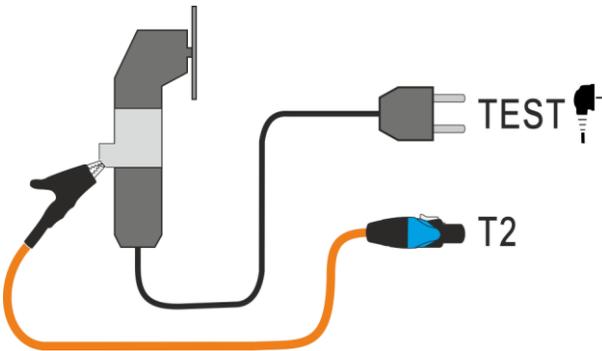
I_{SUB} -Messung. Bei SKI: Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose.

I_{Δ} -Messung über die Prüfdose. Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose.

I_{SUB} -Messung über die Prüfdose. Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose.

R_{ISO} -Messung über die Prüfdose. Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose des Prüfgerätes. Die Messung wird zwischen L - N (kurzgeschlossen) gegen PE durchgeführt.

5.2.5 Anschlüsse bei Messungen von Geräten der Schutzklasse II und III, I_{SUB} , I_T , R_{ISO}

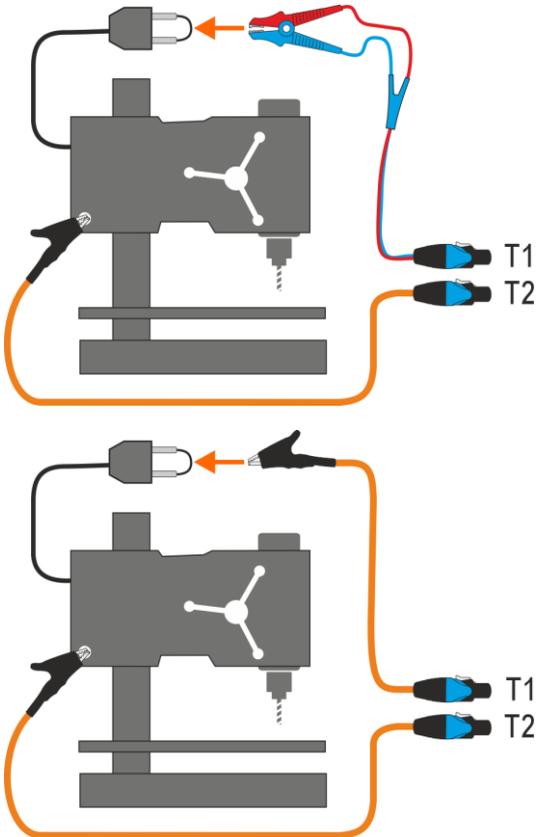


I_{SUB} -Messung. Bei SKII und leitfähigen nicht mit PE verbundenen Teilen an SKI Geräten: Schließen Sie die Sonde an Buchse **T2** und tasten Sie die berührbaren Teile am Prüfling ab.

I_T -Messung. Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose. Schließen Sie die Sonde an Buchse **T2** an und tasten Sie alle berührbaren leitfähigen Teile ab (bei SK I Geräten – alle berührbaren nicht mit PE verbundenen Teile).

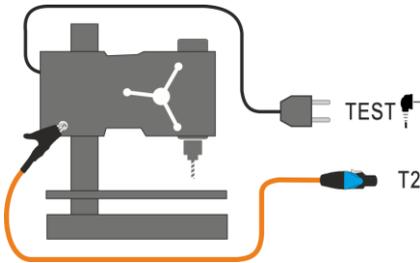
R_{ISO} -Messung. Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose am Prüfgerät. L und N sind kurzgeschlossen. Schließen Sie die Sonde an die Buchse **T2** an. Tasten Sie nun alle leitfähigen Teile am Gerät ab.

5.2.6 Verbindungen bei R_{iso}-Messungen

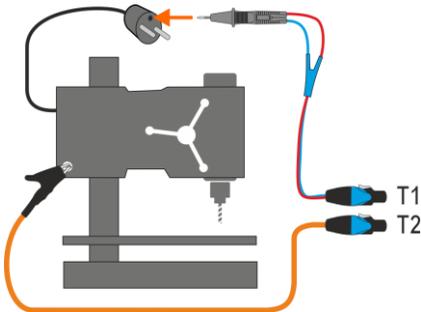


Messung an SKI Geräten ohne die Prüfsteckdose. Verbinden Sie den kurzgeschlossenen L und N des Netzsteckers des Prüflings mit der Buchse **T1**. Mit der Sonde, angeschlossen an **T2**, tasten Sie dann alle metallischen leitfähigen Teile ab.

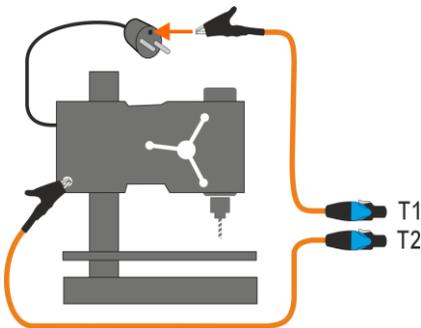
5.2.7 Verbindungen bei R_{PE}-Messungen



Dose-Sonde-Messung. Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose. Verbinden Sie die Sonde an der Buchse **T2** und tasten Sie alle berührbaren leitfähigen mit PE verbundenen Teile ab.



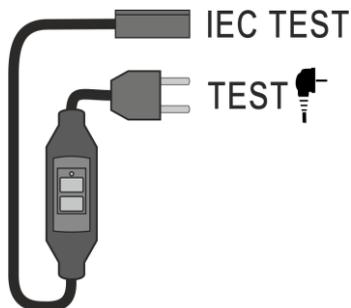
Sonde-Sonde-Messung. Verbinden Sie den PE des Prüflingsnetzsteckers mit der **T1** Buchse. Verbinden Sie die Prüfsonde mit der Buchse und tasten Sie alle berührbaren leitfähigen mit PE verbundenen Teile ab.



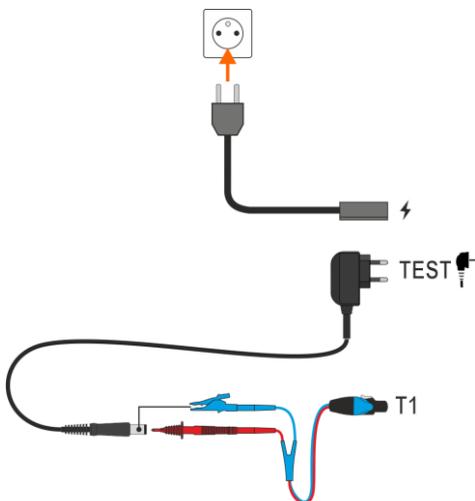
5.2.8 Anschlüsse bei Messungen von IEC-Geräten – R_{ISO}, R_{PE}, IEC



5.2.9 Anschlüsse bei Messungen von PRCD-Geräten – I_{Δ} , I_{PE} , I_T , R_{PE}

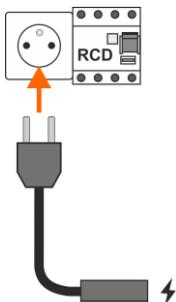


5.2.10 Anschlüsse bei Messungen von PELV-Geräten



Verwenden Sie das 1,5 m Doppelprüfleitung, schließen Sie diese an die Buchse **T1** und stecken Sie den Prüfling in eine Netzsteckdose.

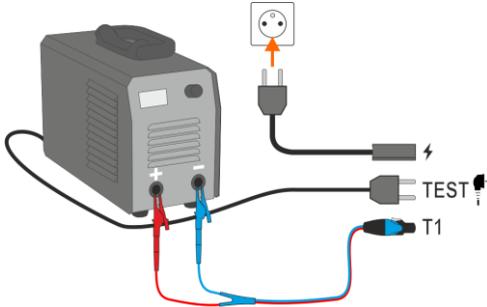
5.2.11 Anschlüsse bei Messungen von stationären RCD-Geräten



Verbinden Sie den Netzstecker mit der zu prüfenden Dose am RCD.

5.2.12 Anschlüsse bei Messungen mit Schweißanlagen

5.2.12.1 Einphasen-Schweißgerät – messen von I_L , R_{ISO} , U_0

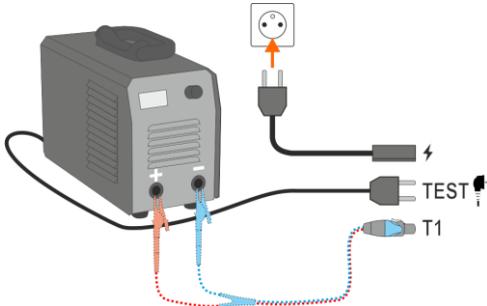


I_L -Messung. Variante, wenn das Schweißgerät vom Prüfgerät versorgt wird (nur 1-Phase, max. 16 A).

U_0 -Messung. Variante, wenn das Schweißgerät vom Prüfgerät versorgt wird (nur 1-Phase, max. 16 A).

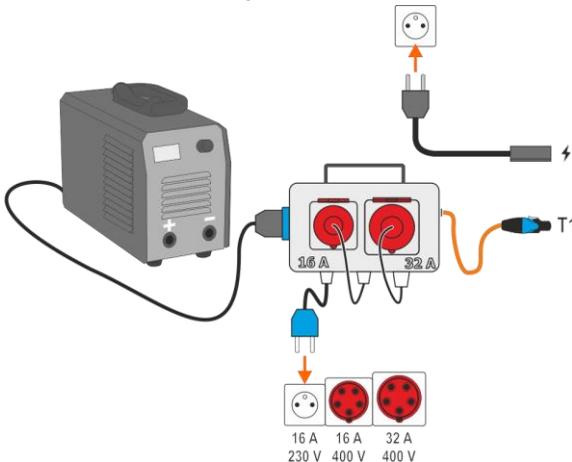
R_{ISO} LN-S- oder R_{ISO} PE-S-Messung. 1-phasiger Prüfling.

5.2.12.2 Einphasen-Schweißgerät – messen von I_p



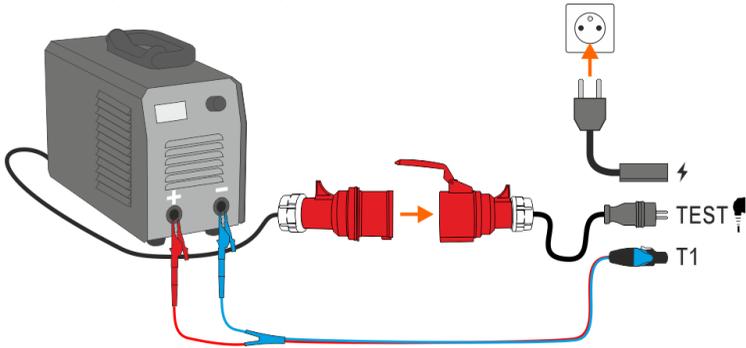
Messen über die Prüfdose. Die T1 Prüflleitung kann, muss aber nicht angeschlossen werden.

5.2.12.3 Einphasen-Schweißgerät – messen von I_p mit dem PAT-3F-PE Adapter



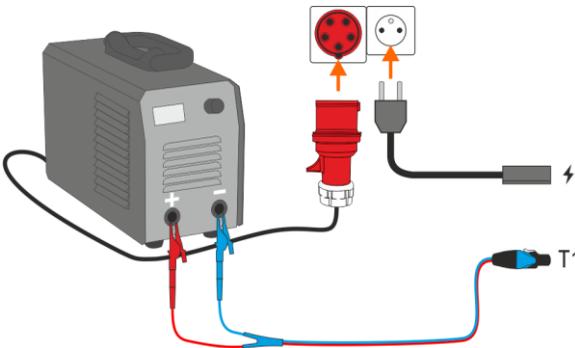
Messen mit dem PAT-3F-PE Adapter. Anschluss eines 1-Phasen 230 V Prüflings.

5.2.12.4 Einphasen- oder Dreiphasen-Schweißgerät – messen von R_{ISO}



R_{ISO} LN-S- oder
 R_{ISO} PE-S-
Messung. 3-
phasiger Prüfling
oder 1-phasiger
Prüflingsversorgung
durch eine Industriesteckdose.

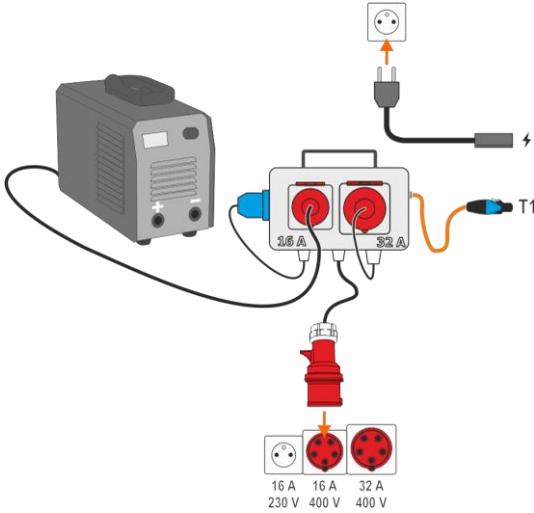
5.2.12.5 Dreiphasen-Schweißgerät – messen von I_L , U_0



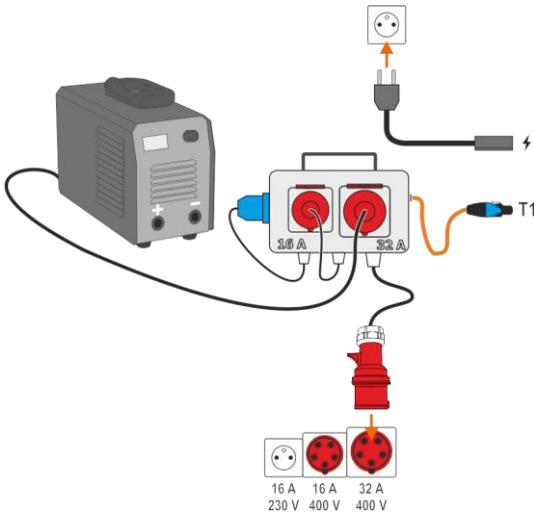
I_L -Messung. Variante, wenn das Schweißgerät direkt vom Netz versorgt wird.

U_0 -Messung Variante, wenn das Schweißgerät direkt vom Netz versorgt wird.

5.2.12.6 Dreiphasen-Schweißgerät – messen von I_p mit dem PAT-3F-PE Adapter

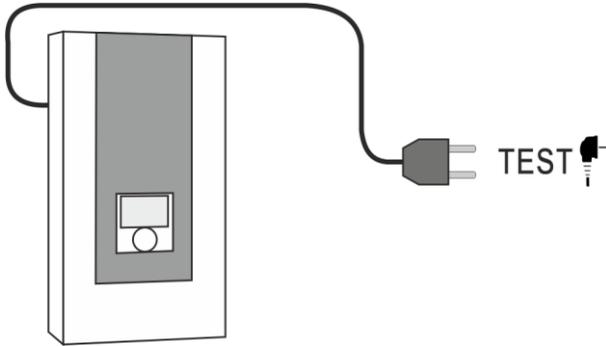


Messen mit dem PAT-3F-PE Adapter. Anschluss eines 3-Phasen 16 A Prüflings.

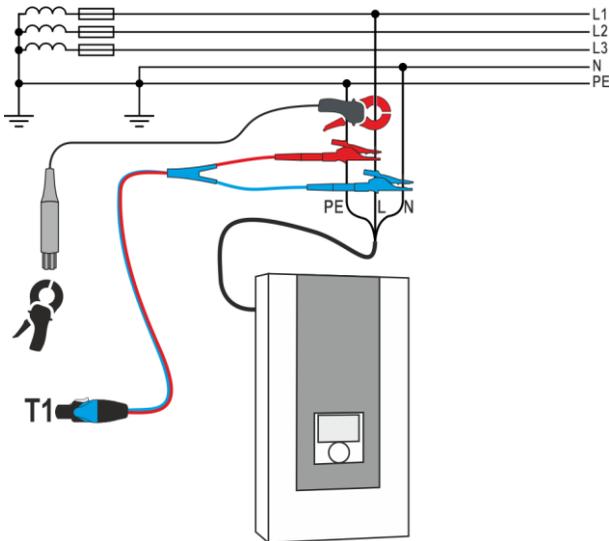


Messen mit dem PAT-3F-PE Adapter. Anschluss eines 3-Phasen 32 A Prüflings.

5.2.13 Verbindungen – Funktionsprüfung



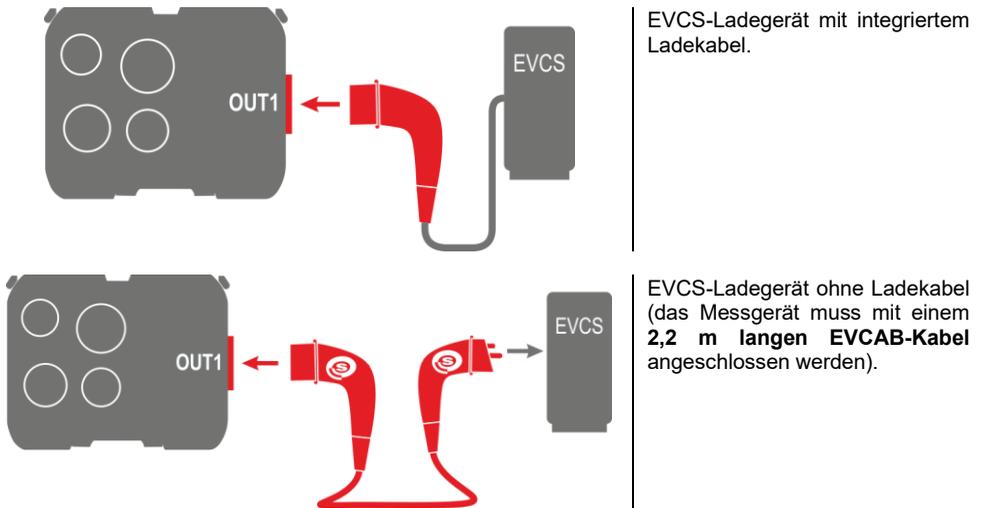
Messen ohne Zange. Verbinden Sie den Netzstecker des Prüflings mit der Prüfdose am Prüfgerät.



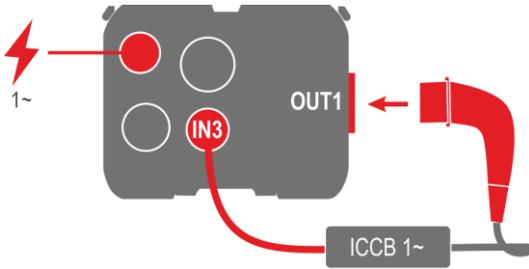
Messen mit der Zange. Umschließen Sie mit der Zange den L-Leiter. Mit der Buchse **T1** verbinden Sie die L und N Leiter des Prüflings.

5.3 Elektromobilität

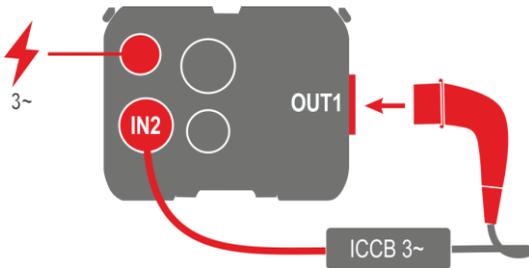
5.3.1 Anschlüsse bei Messungen an EVCS-AC-Ladestationen



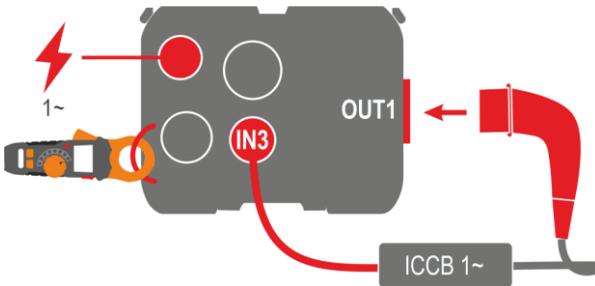
5.3.2 Anschlüsse bei Messungen an ICCB-AC-Ladestationen



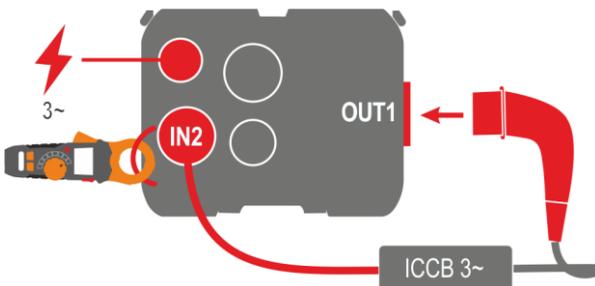
Einphasen-ICCB-Ladegerät. Für die Stromversorgung des Messgeräts ist ein Einphasennetz erforderlich.



Dreiphasen-ICCB-Ladegerät. Für die Stromversorgung des Messgeräts ist ein Dreiphasennetz erforderlich.

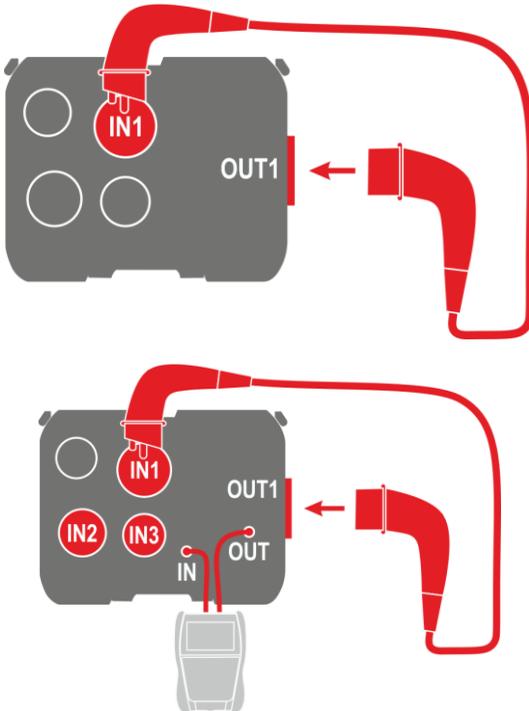


Einphasen-ICCB-Ladegerät. Messung des Leckstroms.



Dreiphasen-ICCB-Ladegerät. Messung des Leckstroms.

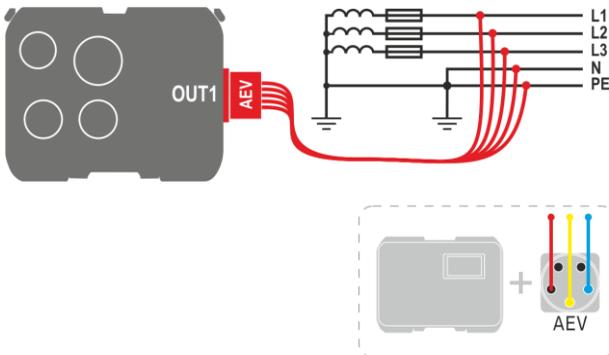
5.3.3 Anschlüsse bei Messungen von Ladekabeln



Ladekabel.

Ladekabel – Messung des Widerstands des Schutzleiters mit einem externen Messgerät.

5.3.4 Anschluss des Messgeräts bei Messungen in einer standardmäßigen Stromanlage

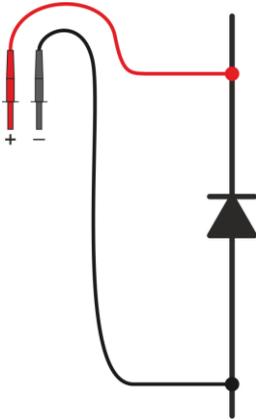


Um Schutzmessungen in einer standardmäßigen Stromanlage durchzuführen, installieren Sie den AEV-Adapter in die **OUT1**-Buchse.

In den Messschemata wird angegeben, in welchen Situationen dies erforderlich ist.

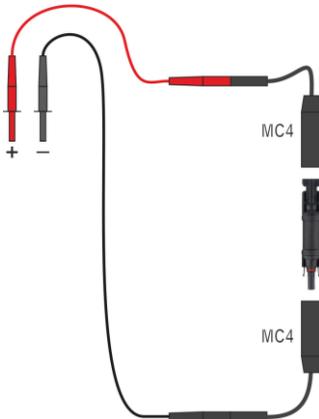
5.4 Fotovoltaik

5.4.1 Anschlüsse bei Diodentests – Durchlassrichtung (F)



Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Zeichnung an. Die Polarität beim Anschluss der Diode spielt keine Rolle – das Messgerät stellt sie vor der Messung automatisch ein.

5.4.2 Anschlüsse bei Sperrdiodentests – Durchlassrichtung (F), Sperrrichtung (R)

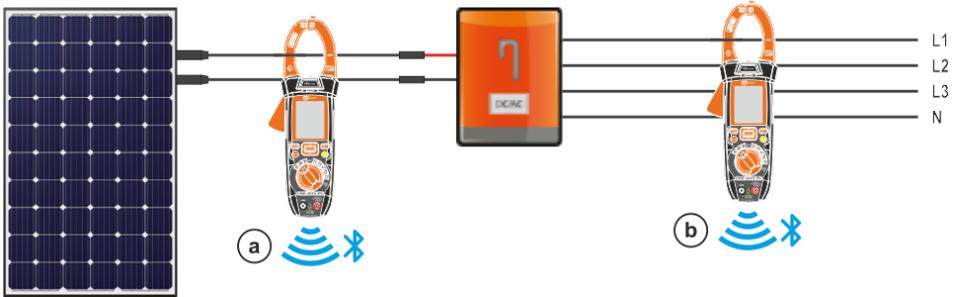


Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Zeichnung an. Die Polarität beim Anschluss der Diode spielt keine Rolle – das Messgerät stellt sie vor der Messung automatisch ein.

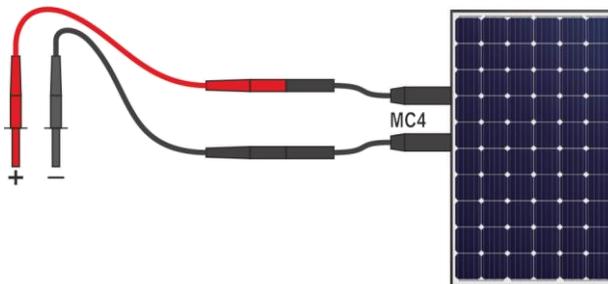
5.4.3 Verbindungen bei I-Messungen

Umschließen Sie den entsprechenden Leiter mit der Zange.

- a) DC-seitige Messung.
- b) AC-seitige Messung.



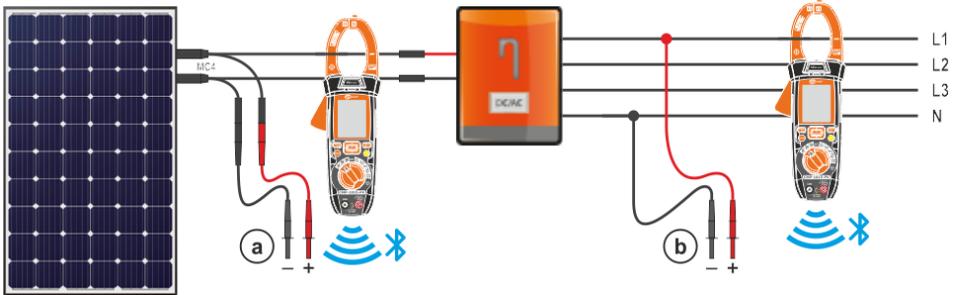
5.4.4 Verbindungen bei Messungen I_{sc} , U_{oc} , I-U



5.4.5 Verbindungen bei P-Messungen

Umschließen Sie den entsprechenden Leiter mit der Zange.

- a) DC-seitige Messung.
- b) AC-seitige Messung.

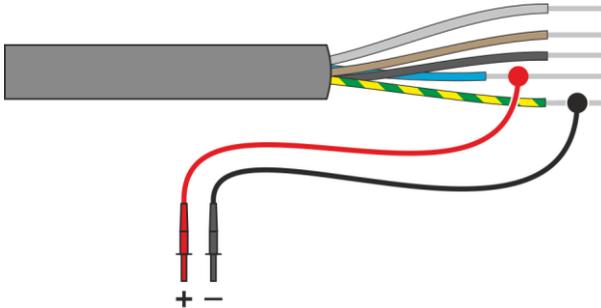


5.4.6 Verbindungen bei R_{iso} -Messungen

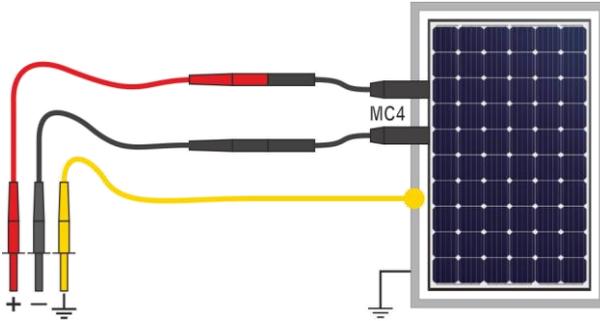


Während der Messung, insbesondere hoher Resistenzen, sollte sichergestellt werden, dass sich die Messkabel und Sonden nicht berühren, weil aufgrund des Durchflusses von Oberflächenströmen das Messergebnis durch einen zusätzlichen Messfehler belastet werden kann.

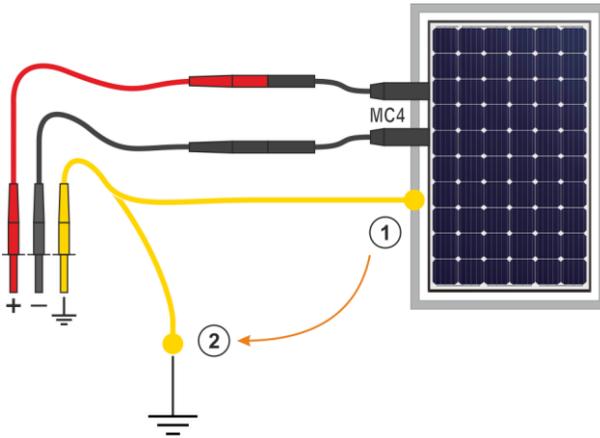
Die Standardmethode zur Messung des Isolationswiderstands (R_{iso}) ist die Zweidrahtmethode. Siehe auch **Abschnitt 5.1.5**.



5.4.7 Verbindungen bei R_{iso} PV-Messungen

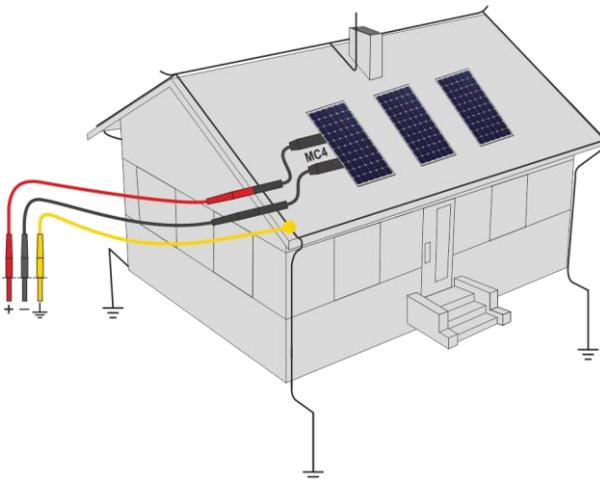


Die PV-Anlage hat eine zugängliche, geerdete Struktur (einschließlich der Rahmen der Module). Dann ist eine Messung ausreichend.



Die PV-Anlage hat keine geerdete Struktur. Dann sind zwei Messungen erforderlich:

- 1 zwischen den Systemdrähten "+", "-" und dem Systemrahmen,
- 2 zwischen den Systemkabeln "+", "-" und der Erdung.



Die PV-Anlage verfügt über keine leitfähigen Teile (z. B. Solardachziegel). Dann sollte die Messung zwischen den Systemdrähten "+", "-" und der Erdung des Gebäudes vorgenommen werden.

6 Messungen. 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.

7 Messungen. Elektrische Sicherheit

7.1 DD – Dielektrische Entladung

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:

$$DD = \frac{I_{1\min}}{U_{pr} \cdot C}$$

wobei gilt:

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

U_{pr} – Prüfspannung [V],

C – Kapazität [μ F].

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 ():

- Nominale Messspannung $R_{ISO} U_n$,
- gesamte Messzeit t ,
- Grenzen (falls erforderlich).

Das Messgerät wird mögliche Einstellungen vorschlagen.

1



- Wählen Sie die Messung **DD**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.1.5** an.

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.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

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



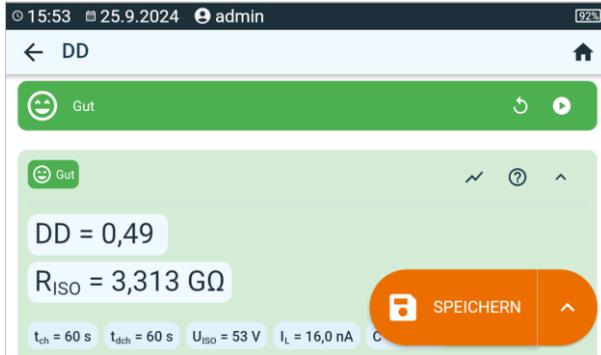
Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

4

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



Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

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.

7.2 EPA – 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	$R_{VOL} > 100 \Omega$
Elektrisch leitfähige Materialien	$100 \Omega \leq R_{SUR} < 100 \text{ k}\Omega$
Elektrisch ableitfähige Materialien	$100 \text{ k}\Omega \leq R_{VOL} < 100 \text{ G}\Omega$
Isolierstoffe	$R_{SUR} \geq 100 \text{ G}\Omega$

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

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

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

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 die Messung **EPA**.
- Wählen Sie das Messverfahren (**Abschnitt 2.7.3**).
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem entsprechend dem gewählten Messverfahren an (**Abschnitt 5.1.1**).

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.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

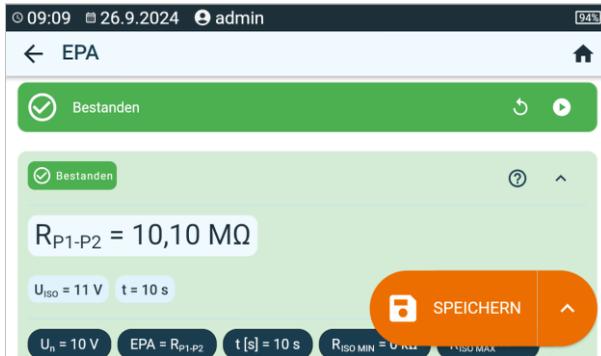
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

7.3 //C_x – Bestimmung der Länge des gemessenen Kabels und der spezifischen Kapazität

Das Gerät bestimmt die Länge des gemessenen Kabels anhand der elektrischen Kapazität des gemessenen Objekts. Dazu muss zunächst der Wert der spezifischen Kapazität des Kabels ermittelt werden (beispielsweise aus dem Datenblatt des Herstellers).

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

- Nominale Messspannung **R_{ISO} U_n**,
- Messzeit **t**,
- die Länge des Kabels **l** (das Ergebnis ist dann seine spezifische Kapazität **C_x**) oder die spezifische Kapazität des Kabels **C_x** (das Ergebnis ist dann seine Länge **l**).

1



- Wählen Sie die Messung //C_x.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.1.5** an.

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.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

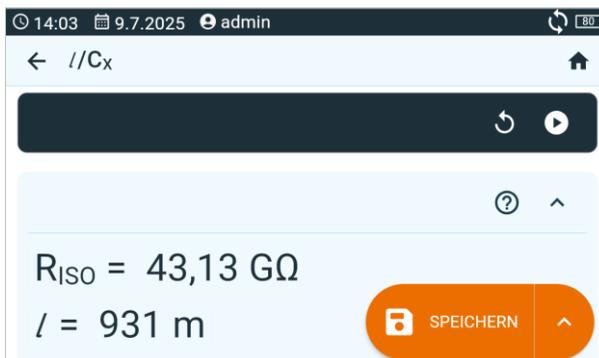
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

7.4 L1-L2-L3 – Phasenfolge

Der Test ermöglicht es, die Phasenfolge im geprüften Objekt zu bestimmen.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (☑️) zur Prüfung einer standardmäßigen Stromanlage oder des Typs der geprüften EVSE-Station einstellen (sofern die Hardwareplattform dies zulässt).

1



- Wählen Sie die Messung **PS**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Stromanlage – gemäß **Abschnitt 5.1.2**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**).
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs ICCB – gemäß **Abschnitt 5.3.2**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**).

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-ergebnisse 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,



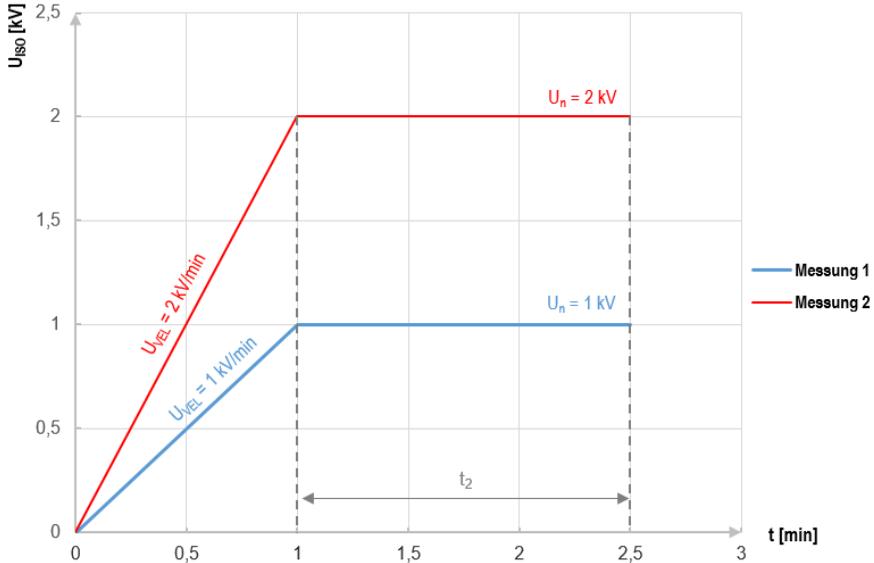
- ▶ **IM VORHERIGEN SPEICHERN** – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.

7.5 RampTest (RT) – Messung mit stetig ansteigender Spannung

Die Rampenspannungsmessung soll bestimmen, bei welchem DC-Spannungswert die Isolierung durchstochen 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 7.1. Vom Messgerät angelegte Spannung als Funktion der Zeit für zwei Beispiele der Aufbaugeschwindigkeit

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

- Spannung $R_{ISO} U_n$ – die Spannung, bei der das Wachstum gestoppt werden soll. Der Bereich reicht von 50 V... U_{MAX} ,
- Zeit t – gesamte Messzeit,
- Zeit t_2 – die Zeit, während der die Spannung am Prüfling gehalten werden soll (**Grafik 7.1**),
- 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 Punktion des getesteten Objekts), wird die Messung **unterbrochen** und das Messgerät zeigt die Spannung an, bei der dies geschehen ist.

1



- Wählen Sie die Messung **RampTest (RT)**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.1.5** an

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.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

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



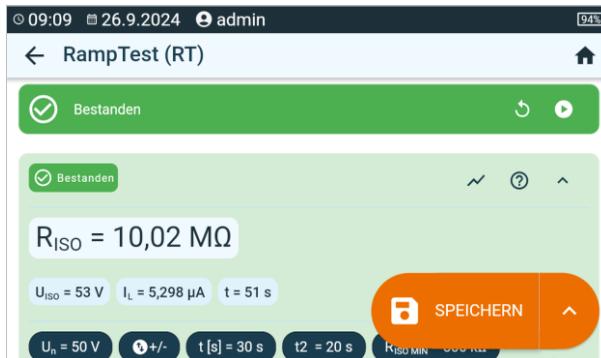
Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

4

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



Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

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.

7.6 RCD – Messung der Parameter von Fehlerstromschutzschaltern

7.6.1 RCD I_A – RCD Auslösestrom

Diese Prüfung dient dazu, die tatsächliche Auslösestromstärke des Fehlerstromschutzschalters zu bestimmen.

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

- Messadapter für die Prüfung einer standardmäßigen Stromanlage oder eines EVSE-Prüfungstyps (sofern die Hardwareplattform dies zulässt),
- die Anzahl der Phasen des Prüfobjekts,
- Phasen, in denen die Untersuchung durchgeführt wird,
- zu messende Parameter (R_E , Auslösestrom, Auslösezeit),
- **Form** der Prüfstromwellenform (bei Auswahl des Parameters „Strom I_A“),
- Nennstrom RCD – I_{Δn},
- Typ des geprüften Leistungsschalters – **RCD**,
- Messspannung U_L.

1



- Wählen Sie die Messung **RCD I_A**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Stromanlage – gemäß **Abschnitt 5.1.3**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**),
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs ICCB – gemäß **Abschnitt 5.3.2**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**).

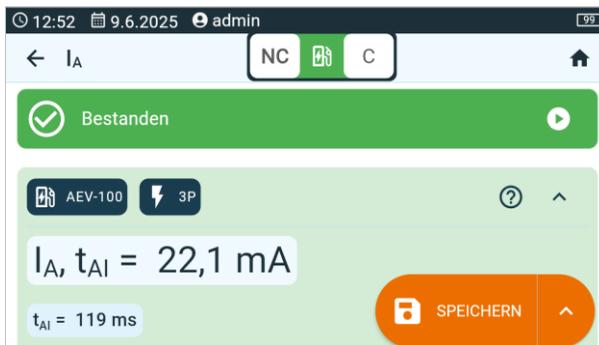
3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-ergebnisse 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.

7.6.2 RCD t_A – RCD Auslösezeit

Dieser Prüfung dient dazu, die tatsächliche Auslösezeit des Fehlerstromschutzschalters zu bestimmen.

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

- Messadapter für die Prüfung einer standardmäßigen Stromanlage oder eines EVSE-Prüfungstyps (sofern die Hardwareplattform dies zulässt),
- die Anzahl der Phasen des Prüfobjekts,
- Phasen, in denen die Untersuchung durchgeführt wird,
- zu messende Parameter (R_E , Auslösezeit für ausgewählte Vielfache des Nennstroms $I_{\Delta n}$),
- **Form** der Prüfstromwellenform,
- Nennstrom RCD – $I_{\Delta n}$,
- Typ des geprüften Leistungsschalters – **RCD**.

1



- Wählen Sie die Messung **RCD t_A** .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Stromanlage – gemäß **Abschnitt 5.1.3**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**),
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs ICCB – gemäß **Abschnitt 5.3.2**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**).

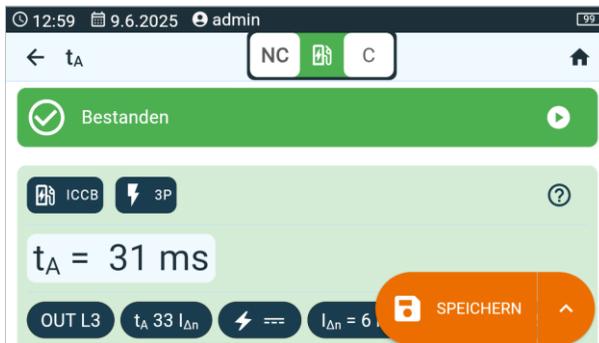
3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

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.

7.6.3 RCD_{AUTO} – automatische RCD-Prüfung

Mithilfe des Geräts können die Auslösezeit t_A und der Auslösestrom I_A eines Fehlerstromschutzschalters automatisch gemessen werden. Bei diesem Modus muss die Messung nicht jedes Mal manuell ausgelöst werden. Der Benutzer muss die Messung starten und den RCD nach jedem Auslösen wieder einschalten.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (

- Messmodus des Schalters (**STND** – verkürzt, **FULL** – vollständig. Je nach ausgewähltem Modus variieren die zur Verfügung stehenden Einstellungsoptionen),
- Typ des geprüften Leistungsschalters – **RCD** (nur im **FULL**-Modus verfügbar),
- Messadapter für die Prüfung einer standardmäßigen Stromanlage oder eines EVSE-Prüfungstyps (sofern die Hardwareplattform dies zulässt),
- die Anzahl der Phasen des Prüfobjekts,
- Phasen, in denen die Untersuchung durchgeführt wird,
- zu messende Parameter (R_E , Auslösezeit für ausgewählte Vielfache des Nennstroms $I_{\Delta n}$, Auslösestrom),
- **Form** der Prüfstromwellenform,
- Nennstrom RCD – $I_{\Delta n}$,
- die Norm, nach der die Prüfung durchgeführt wird (Option nur im **FULL**-Modus verfügbar),
- Typ der Auslöseverzögerung des Schalters,
- Messspannung U_L (Option nicht verfügbar für EVSE-Prüfungen).



RCD-Schalter des Typs EV sind nur im **FULL**-Modus verfügbar.

1



- Wählen Sie die Messung **RCD_{AUTO}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein aktivieren.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Stromanlage – gemäß **Abschnitt 5.1.3**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**),
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs ICCB – gemäß **Abschnitt 5.3.2**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**).

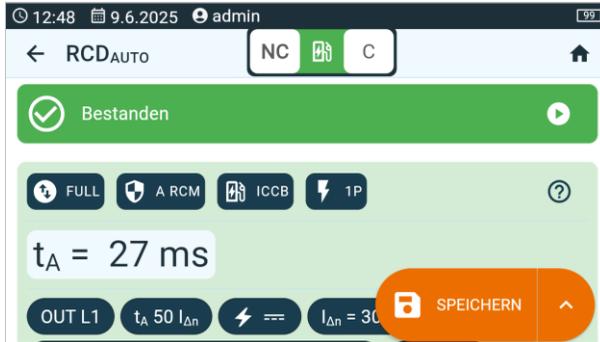
3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

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.

7.6.4 Kriterien zur Beurteilung der Richtigkeit der Prüfergebnisse

Parameter	Prüfkriterium	Anmerkung
$I_A \wedge \vee$	$0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1 I_{\Delta n}$	-
$I_A \wedge \wedge$ $I_A \Delta \cdot \Delta$	$0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$	bei $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$
$I_A \wedge \wedge$ $I_A \Delta \cdot \Delta$	$0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1,4 I_{\Delta n}$	bei anderen $I_{\Delta n}$
$I_A \text{-----}$	$0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$	-
$I_A \text{-----} 6 \text{ mA}$	$3 \text{ mA} \leq I_A \leq 6 \text{ mA}$	für RCD EV 6 mA DC und RCM (gemäß IEC 62955 und IEC 62752)
t_A bei $0,5 I_{\Delta n}$	$t_A \rightarrow \text{rcd}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bei allen RCD Typen ▪ für RCD EV Teil AC
t_A bei $1 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 300 \text{ ms}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bei allgemeinen RCDs <input type="checkbox"/> ▪ für RCD EV Teil AC
t_A bei $2 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 150 \text{ ms}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bei allgemeinen RCDs <input type="checkbox"/> ▪ für RCD EV Teil AC
t_A bei $5 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 40 \text{ ms}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bei allgemeinen RCDs <input type="checkbox"/> ▪ für RCD EV Teil AC
t_A bei $1 I_{\Delta n}$	$130 \text{ ms} \leq t_A \leq 500 \text{ ms}$	bei selektiven RCDs S
t_A bei $2 I_{\Delta n}$	$60 \text{ ms} \leq t_A \leq 200 \text{ ms}$	bei selektiven RCDs S
t_A bei $5 I_{\Delta n}$	$50 \text{ ms} \leq t_A \leq 150 \text{ ms}$	bei selektiven RCDs S
t_A bei $1 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 300 \text{ ms}$	für kurzzeitverzögerte RCDs G
t_A bei $2 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 150 \text{ ms}$	für kurzzeitverzögerte RCDs G
t_A bei $5 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 40 \text{ ms}$	für kurzzeitverzögerte RCDs G
t_A bei $1 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 10 \text{ s}$	für RCD EV 6 mA und RCM ($I_{\Delta n} = 6 \text{ mA}$ gemäß IEC 62955 und IEC 62752)
t_A bei $10 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 300 \text{ ms}$	für RCD EV 6 mA und RCM ($I_{\Delta n} = 60 \text{ mA}$ gemäß IEC 62955 und IEC 62752)
t_A bei $33 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 100 \text{ ms}$	für RCD EV 6 mA und RCM ($I_{\Delta n} = 200 \text{ mA}$ gemäß IEC 62955)
t_A bei $50 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 40 \text{ ms}$	für RCD EV 6 mA und RCM ($I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$ gemäß IEC 62752)

7.7 R_E – Erdungswiderstand (R_{E3P})

Die 3-Leiter Messmethode ist die grundlegende Methode der Erdungsmessung.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (

- Messspannung U_n ,
- Grenze (falls erforderlich).

1



- Wählen Sie die Messung R_E .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.1.4.1** und **Abschnitt 5.1.4.2** an.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

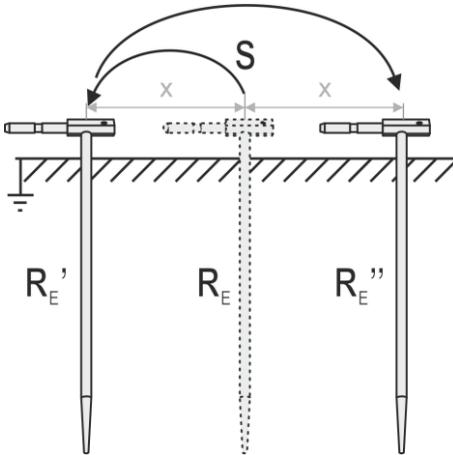
Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-ergebnisse angezeigt.



5

Wiederholen Sie die Messung an zwei verschiedenen Positionen der Spannungsmesselektrode **S**:

- **Positionieren** Sie **S** in einem bestimmten Abstand zu dem zu testenden Erdspeiß **E**,
- **Nähern** Sie die Elektrode nun im gleichen Abstand zum Erdspeiß **E**.



Dies wird durchgeführt, um sicherzustellen, dass der Speiß **S** in die Referenzerde gesteckt wurde. Ist dies der Fall, sollte der **Unterschied** zwischen dem Hauptergebnis und der zusätzlichen Referenzmessung von R_E **3% nicht übersteigen**.

Weicht das Ergebnis von R_E zueinander mehr als 3% ab, sollte der **Abstand** der Stromelektrode zur Erdelektrode **erheblich vergrößert werden** und die Messung wiederholt werden.

6

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.

7.8 R_{ISO} – Isolationswiderstand

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 ($\overline{\text{SET}}$):

- Nominale Messspannung $R_{ISO} U_n$ (sofern die Hardwareplattform dies zulässt),
- Messzeit t (sofern die Hardwareplattform dies zulässt),
- t_1, t_2, t_3 -Zeiten, die zur Berechnung der Absorptionskoeffizienten benötigt werden,
- Typ des Prüfobjekts (sofern die Hardwareplattform dies zulässt),
- Phase (sofern die Hardwareplattform dies zulässt),
- Grenzen (falls erforderlich).

Das Messgerät wird mögliche Einstellungen vorschlagen.



WARNUNG

Das gemessene Objekt darf nicht unter Spannung stehen.

7.8.1 Messungen mit Drähten

1



- Wählen Sie die Messung R_{ISO} .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Stromanlage – gemäß **Abschnitt 5.1.5**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**. Versetzen Sie die Station in den Zustand A oder B, um sie von der Stromversorgung zu trennen (**Abschnitt 8.1**),
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs ICCB – gemäß **Abschnitt 5.3.2**. Versetzen Sie die Station in den Zustand A oder B, um sie von der Stromversorgung zu trennen (**Abschnitt 8.1**),
- Ladekabel für Elektrofahrzeuge – gemäß **Abschnitt 5.3.3**.

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**.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

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



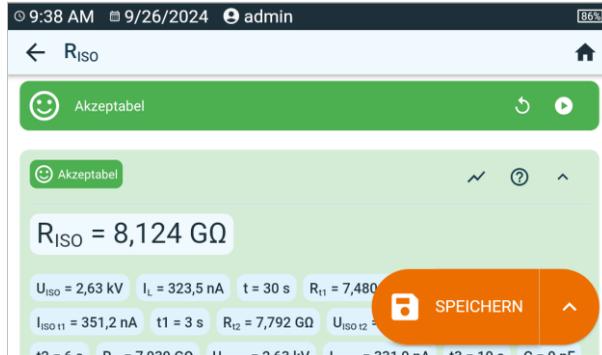
Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

4

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



U_{ISO} – Messspannung
 I_L – Leckstrom

✓ Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

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.



- 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. 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 kΩ 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.

7.8.2 Messung mit AutoISO-2511 Adapter

1



Wählen Sie die Messung R_{ISO} .

2

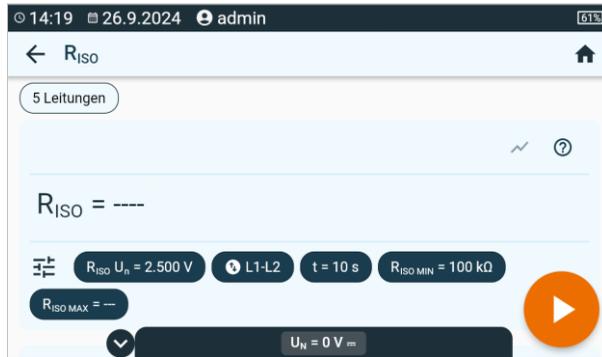
Schließen Sie den Adapter an gemäß **Abschnitt 5.1.6**.



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

3

Auf dem Bildschirm erscheint das Symbol für die Auswahl der Anzahl der Drähte des Testobjekts.



- Bestimmen Sie die Anzahl der Drähte des Testobjekts.
- Geben Sie für jedes Darthpaar die Messeinstellungen ein (**Abschnitt 5.1.6**).

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.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

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



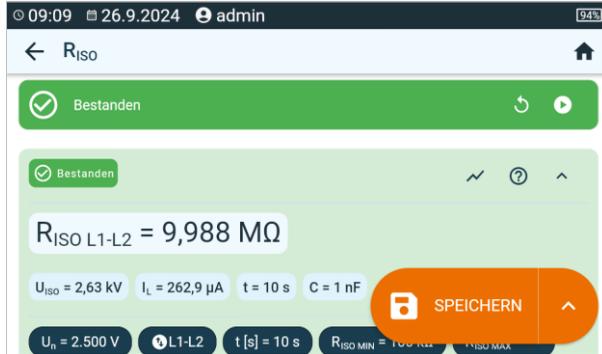
Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

6

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



U_{ISO} – Messspannung
 I_L – Leckstrom



Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

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.



- 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. 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.

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

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 R_{ISO} U_n,
- Zeit t₁.

1



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

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.1.5** an.

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**.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

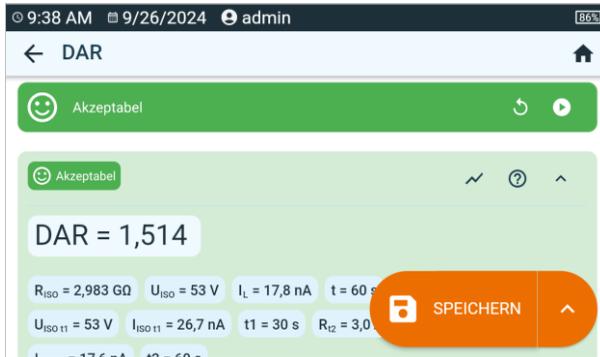
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

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

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

- Zeit t_1 ist die 60. Sekunde der Messung.
- Zeit t_2 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 t_2 gemessener Widerstand,

R_{t1} – in der Zeit t_1 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 ($\overline{\text{PI}}$) eingestellt werden, Messspannung R_{ISO} U_n .

1



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

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.1.5** an.

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**.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

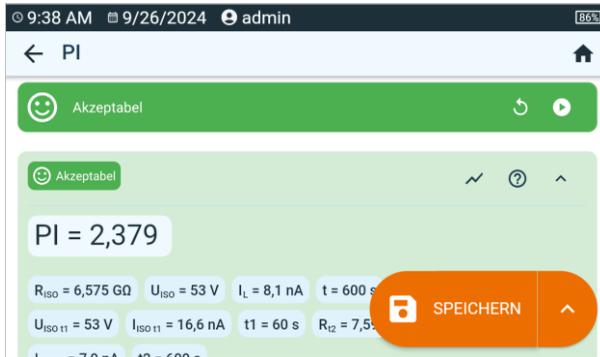
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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 $R_{t1} > 5 \text{ G}\Omega$.

7.11 R_X , R_{CONT} – Widerstandsmessung mit Niederspannung

7.11.1 Autozero – 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 zur Messung von R_X oder R_{CONT} verwendeten 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 2a** 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.

7.11.2 R_X – Messen des Widerstandes

1



Wählen Sie die Messung **R_X** .

2

Schließen Sie die Drähte gemäß **Abschnitt 5.1.7**.

3



Die Messung wird automatisch gestartet und kontinuierlich fortgesetzt.



7.11.3 R_{CONT} – Widerstandsmessung von Schutzleitern und Potentialausgleichsleiter mit ± 200 mA Prüfstrom

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (☰) Messadapter für die Prüfung einer standardmäßigen Stromanlage oder eines EVSE-Prüfungstyps (sofern die Hardwareplattform dies zulässt).

1



- Wählen Sie die Messung R_{CONT} .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Stromanlage – gemäß **Abschnitt 5.1.7**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs ICCB – gemäß **Abschnitt 5.3.2**,
- Ladekabel für Elektrofahrzeuge – gemäß **Abschnitt 5.3.3**.

3



Drücken Sie auf **START**.

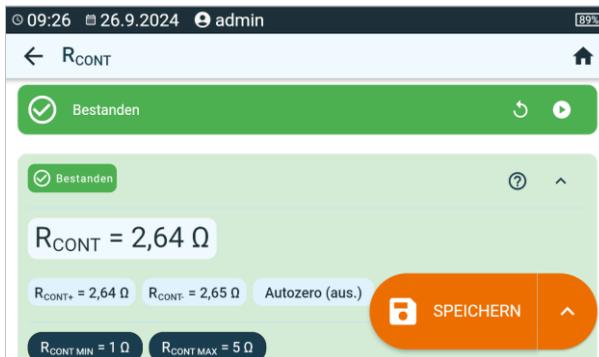
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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

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

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.

7.12 SPD (U_C) – Tests von Überspannungsschutzgeräten

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 Blitzeinschlag. 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 höchste Dauerbetriebsspannung U_C überschreitet. Mit dem Test können Sie feststellen, ob dies korrekt durchgeführt wird. Das Messgerät legt mit einer bestimmten Stirnsteilheit eine immer höhere Spannung an den Überspannungsschutzgerät an und prüft bei welchem Wert ein Leckstrom von 1 mA auftritt.

Es wird zwischen AC- und DC- Überspannungsschutzgeräte unterschieden. Die Messung erfolgt mit Gleichspannung. Wenn das zu prüfende Überspannungsschutzgerät mit Wechselspannung arbeitet, wird das Ergebnis nach der folgenden Formel von Gleichspannung in Wechselspannung umgerechnet:

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

Der Korrekturfaktor $1,15\sqrt{2}$ wurde empirisch bestimmt. Er ermöglicht den Vergleich der Auswirkungen von Gleich- und Wechselspannungen auf die Isolierung – die vom Messgerät erzeugte Gleichspannung entspricht einem niedrigeren Effektivwert der Wechselspannung, der einen ähnlichen Ableitstrom und thermischen Effekt im geprüften Element (z. B. Varistor) verursacht.

Ein Überspannungsschutzgerät kann als fehlerhaft angesehen werden, wenn **die höchste Dauerbetriebsspannung U_C :**

- **zu hoch ist** (z. B. 30% höher als vom Hersteller angegeben) – dann ist die durch das Überspannungsschutzgerät geschützte Installation nicht vollständig geschützt, da kleinere Überspannungsstöße 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 das Überspannungsschutzgerät. stellen Sie sicher, dass Sie es mit den von Ihnen eingestellten Testparametern nicht beschädigen. Bei Schwierigkeiten befolgen Sie die Norm EN 61643-11 oder die Richtlinien des Herstellers des Überspannungsschutzgerätes,
- 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 ($\overline{\text{E}}\overline{\text{E}}$):

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

$$U_C MIN = (100\% - U_C TOL) U_C MAX$$
$$U_C MAX = (100\% + U_C TOL) U_C MAX$$

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

1



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

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.

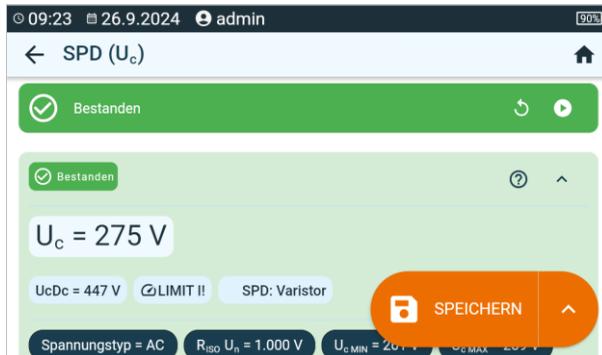


Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

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.



Für AC-Überspannungsschutzgeräte

U_c – Überspannungsschutzgerät Durchschlagsspannung (AC)

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

Für DC-Überspannungsschutzgeräte

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

Andere Parameter

SPD:... – identifizierter Typ des Überspannungsschutzgeräts

$R_{ISO} U_n$ – maximale DC-Messspannung

$U_c MIN$ – untere Grenze des Bereichs, in dem die U_c -Spannung enthalten sein sollte

$U_c MAX$ – obere Grenze des Bereichs, in dem die U_c -Spannung enthalten sein sollte

$U_{c MAX}$ – maximaler Betriebsspannungswert, der auf dem Überspannungsschutzgerät angegeben ist

$U_{c TOL}$ – Toleranzbereich für die tatsächliche Durchbruchspannung des Überspannungsschutzgerätes

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.

7.13 Step Voltage (SV) – Messung mit schrittweise ansteigender Spannung

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.



Die verfügbaren Spannungen hängen von der Hardwareplattform ab.

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

- Maximale (End-) Messspannung $R_{ISO} U_n$,
- gesamte Messzeit t .

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

1



- Wählen Sie die Messung **Step Voltage (SV)**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.1.5** an.

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.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

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



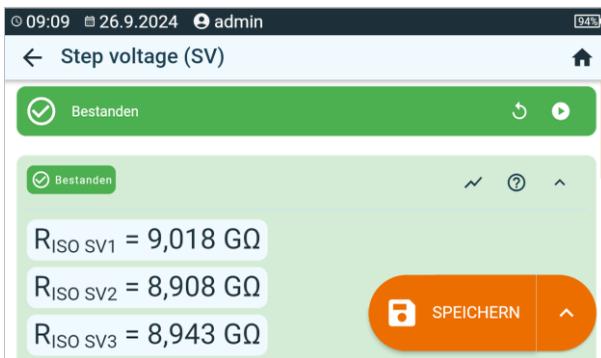
Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.



Während die Messung läuft, können Sie das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

4

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



✓ Sie können auch jetzt das Diagramm anzeigen (**Abschnitt 12.1**).

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.



- 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. 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 kΩ 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.

7.14 U – Spannung

Mit dieser Funktion können Sie die Spannung am Prüfobjekt messen.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (☰): Kennzeichnungen der Leiter, zwischen denen die Spannung geprüft wird.

1



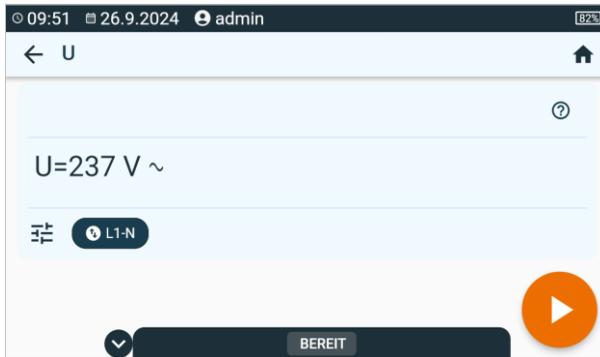
Wählen Sie die Messung **U**.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.1.8** an.

3

Aktuelle Messwerte werden auf dem Bildschirm angezeigt.



4



Drücken Sie die **START**-Taste, um das Speichern des Ergebnisses zu ermöglichen. Bei der Aufzeichnung werden Momentanwerte verwendet.

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.

7.15 Z – Kurzschluss Schleifenimpedanz

Die Messung der Schleifenimpedanz ermöglicht die Bestimmung des Kurzschlussstroms des geprüften Stromkreises. Dieser Wert wird mit der Zeit-Strom-Kennlinie der im geprüften Stromkreis installierten Überstromschutzvorrichtung verglichen, um zu überprüfen, ob diese im Fehlerfall die Versorgung innerhalb der vorgegebenen Zeit t_A abschalten kann.

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

- Messadapter für die Prüfung einer standardmäßigen Stromanlage oder eines EVSE-Prüfungstyps (sofern die Hardwareplattform dies zulässt),
- die Anzahl der Phasen des Prüfobjekts,
- Kreislauf, in dem die Untersuchung durchgeführt wird,
- Berechnungsmethode für den Kurzschlussstrom I_k (U_n – anhand der Nennspannung des Netzes, U_0 – anhand der vom Messgerät gemessenen Spannung),
- Anschlussart des Messgeräts (EVCAB 2,2 m – an das EVCS-Ladegerät über das EVCAB-Kabel, ohne Kabel – an das EVCS-Ladegerät über das darin integrierte Kabel oder an eine normale Elektroinstallation über Standard-Messleitungen),
- Überstromschutz des Prüfobjekts und dessen Auslösezeit t_A (siehe **Abschnitt 13.1.1**). Ohne Auswahl wird das Messergebnis nicht bewertet.

1 Wählen Sie die Messung:



$Z_{L-N,L-L}$



Z_{L-PE}



$Z_{L-PE(RCD)}$

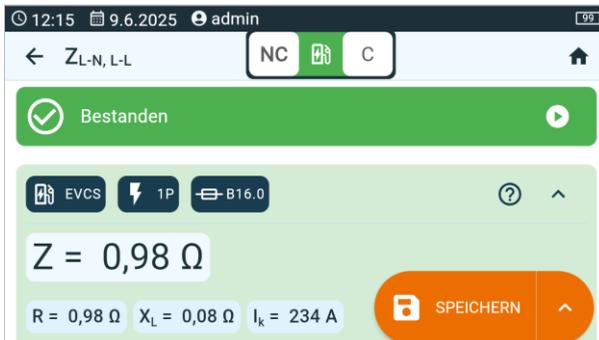
2 Geben Sie die Messeinstellungen ein.

3 Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Stromanlage – gemäß **Abschnitt 5.1.3** und **Abschnitt 5.1.9**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**. Versetzen Sie die Station in den Zustand C oder D, um sie mit Strom zu versorgen (**Abschnitt 8.1**).

4  Drücken Sie die **START**-Taste.

5 Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-ergebnisse angezeigt.



6

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,



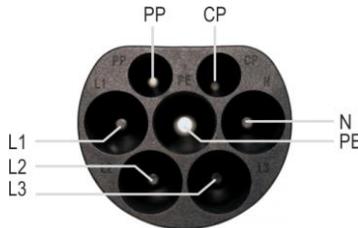
IM VORHERIGEN SPEICHERN – das Ergebnis in dem Ordner/Gerät speichern, in dem das Ergebnis der zuvor durchgeführten Messung gespeichert wurde.

8 Messungen. Elektromobilität

8.1 Simulation von Zuständen

Bei Ladegeräten für Elektrofahrzeuge unterscheidet man zwischen zwei Arten von Leitungen: Stromversorgungsleitungen und Kommunikationsleitungen.

- Mithilfe der **Stromversorgungsleitungen** wird elektrische Energie zum zu ladenden Fahrzeug übertragen.
- Über die **Kommunikationsleitungen PP und CP** findet der Informationsaustausch zwischen Fahrzeug und Ladegerät statt. Mithilfe von Kommunikationsleitungen werden Signale übertragen, die über den Anschlussstatus des Fahrzeugs und seine Ladebereitschaft informieren. Diese Informationen wirken sich auf die internen Einstellungen des Ladegeräts aus.



Stecker IEC 62196, Typ 2.
PP, CP – Verbindung zwischen Lade- und Empfängereinheit
L1, L2, L3, N, PE – Leitungen der Drehstromzuleitung

Über die **PP-Leitung** (Proximity Pilot) wird das Ladegerät darüber informiert, ob das Stromkabel an das Fahrzeug angeschlossen ist. Ist dies der Fall, gibt die PP-Leitung die maximal zulässige Nennstromstärke dieses Kabels an.

Über die **CP-Leitung** (Control Pilot) werden Informationen über den aktuellen Status des Fahrzeugs übermittelt, beispielsweise ob es nur angeschlossen ist, sich im Lademodus befindet oder eine Belüftung erforderlich ist.

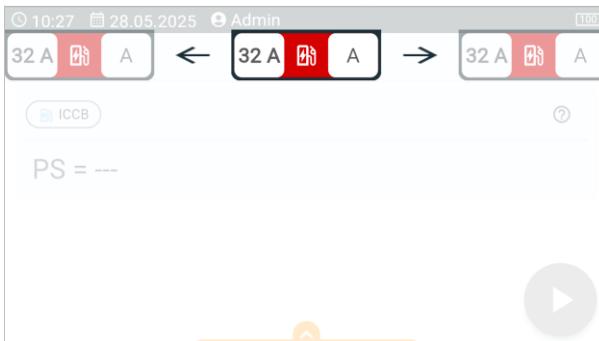
Das Messgerät ermöglicht die Simulation folgender Situationen, indem es diese nachbildet.

- Anschluss des Fahrzeugs mit einem Ladekabel mit einer bestimmten maximalen Stromstärke (Simulation des **R_c-Widerstandswerts in der PP-Leitung**), wobei:
 - ⇒ NC – offener Stromkreis; Kabel ist nicht an das Fahrzeug angeschlossen,
 - ⇒ 13 A, 20 A, 32 A, 63 A oder 80 A – das Kabel ist an das Fahrzeug angeschlossen und weist einen festgelegten Nennstrom auf.
- Ladezyklus-Status A, B, C oder D (was sich in entsprechenden **Signalparametern in der CP-Leitung** niederschlägt), wobei:
 - ⇒ Zustand A – Fahrzeug nicht verbunden,
 - ⇒ Zustand B – Fahrzeug angeschlossen, keine Ladevorgang,
 - ⇒ Zustand C – Fahrzeug angeschlossen, Ladevorgang ohne Belüftung,
 - ⇒ Zustand D – Fahrzeug angeschlossen, Ladevorgang mit Belüftung.



Auf Grund der Vielzahl von verschiedenen Ladestationen erfordert die Auswahl der richtigen Einstellungen Kenntnisse durch den Prüfer über den Prüfling sowie Hintergrundwissen zu den Parametern der durchgeführten Messungen.

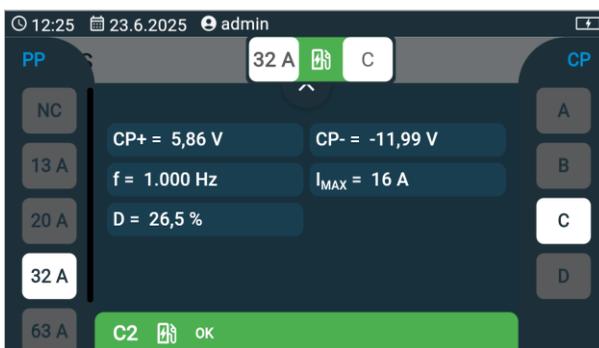
- 1 Oben auf dem Bildschirm befindet sich ein Status-Simulationsfeld, das Sie nach links und rechts verschieben können. Die Simulationseinstellungen lassen sich auf zwei Arten ändern.



- 2a Durch Antippen der Felder links und rechts können Sie die nächsten Einstellungen in der Schleife auswählen. Das linke Feld dient zur Einstellung von PP, das rechte von CP.



- 2b Sie können das vollständige Menü mit den verfügbaren Einstellungen sowie den aktuellen Messwerten anzeigen, indem Sie das Symbol antippen. Schließen Sie das Menü mit dem Symbol .



Die Hintergrundfarbe der Benachrichtigung zeigt an, ob der im Panel simulierte Zustand vom Ladegerät angezeigt wird.

- **Grün** – Das Ladegerät zeigt den von Ihnen eingestellten Status.
- **Rot** – Das Ladegerät zeigt einen anderen Status an als von Ihnen eingestellt.
- **Grau** – Das Ladegerät zeigt keinen Status.

8.2 EVSE_{CP t} – Zustandsübergänge

Funktion gilt für EVCS-Ladegeräte. Sie dient dazu, die Zeit zu messen, die das Ladegerät für den Wechsel von einem Zustand in einen anderen benötigt. Die Ergebnisse sind gemäß der folgenden Tabelle zu interpretieren.

Simulation Zustandsübergang	Erforderlicher Zustand	Geprüfter Parameter	Bereich Ansprechzeit gemäß EN IEC 61851-1	Laufzeit der Simulation
A→C	Automatisch einstellbarer Zustand ohne Änderungsmöglichkeit	t_{on}	0...3000 ms	3100 ms
C→A		t_{off}	0...100 ms	1000 ms
B→C		t_{on}	0...3000 ms	3100 ms
C→B		t_{off}	0...100 ms	1000 ms
A→D		t_{on}	0...3000 ms	3100 ms
D→A		t_{off}	0...100 ms	1000 ms
B→D		t_{on}	0...3000 ms	3100 ms
D→B		t_{off}	0...100 ms	1000 ms

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

- Typ der geprüften EVSE-Station,
- Zustandsübergänge.

1



- Wählen Sie die Messung **EVSE_{CP t}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.3.1** an.

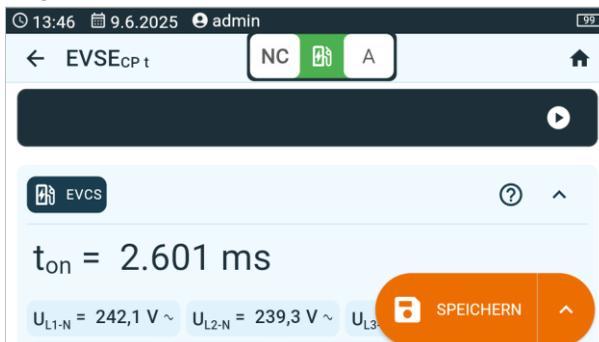
3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-ergebnisse 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.

8.3 EVSE_{DIAG} – Diagnostik

Funktion gilt für EVCS- und ICCB-Ladegeräte des Typs AC. Am Bildschirm wird ein Diagramm des CP-Signalverlaufs dargestellt. Der Füllstand des Signals verrät dem Nutzer also, wie voll die Batterie ist oder wie viel Strom die Ladestation maximal liefern kann.

Mithilfe dieser Funktion können die Spannungsverläufe auf der Leitung CP+ und CP- sowie die zeitliche Veränderung der Parameter f , D und I_{MAX} angezeigt werden. Alle Messwerte werden in Echtzeit aktualisiert. Dadurch lässt sich genau überprüfen, ob das vom Ladegerät erzeugte CP-Signal korrekt ist.

Ist eine Aufzeichnung des CP-Signals oder dessen Analyse mit einer höheren Abtastrate erforderlich, kann hierfür ein Oszilloskop verwendet werden – dieses muss über einen BNC-Adapter an den CP/PP-Eingang angeschlossen werden.

Die Ergebnisse sind gemäß der folgenden Tabelle (gemäß EN IEC 61851-1) zu interpretieren.

Zustand	Beschreibung	CP+ [V] (min...max)	CP- [V] (min...max)
A	Fahrzeug nicht verbunden	11,4...12,6 V	-
B	Fahrzeug angeschlossen, keine Ladevorgang	8,37...9,59 V	-
C	Fahrzeug angeschlossen, Ladevorgang ohne Belüftung	5,47...6,53 V	-
D	Fahrzeug angeschlossen, Ladevorgang mit Belüftung	3 V	-
A2/B2	Kommunikation aktiv (Fahrzeug verbunden)	wie B/C	-12,6...-11,4 V

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (Ξ) Typ der geprüften EVSE-Station.

1



- Wählen Sie die Messung **EVSE_{DIAG}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs ICCB – gemäß **Abschnitt 5.3.2**.

3

Aktuelle Messwerte werden auf dem Bildschirm angezeigt.



CP+, CP- – Die Spannungen der gemessenen CP-Signalverläufe werden relativ zum Referenzwert angegeben. Dadurch kann die Korrektheit der Kommunikation zwischen EVSE und dem angeschlossenen Fahrzeug bewertet werden.

f – Frequenz des PWM-Signals auf der CP-Leitung (in der Regel 1.000 Hz)

D – Füllfaktor des PWM-Signals. Er informiert über den maximal zulässigen Ladestrom.

I_{MAX} – Maximaler Ladestrom. Ergibt sich aus dem Füllfaktor D gemäß der Norm EN IEC 61851

4



Drücken Sie die **START**-Taste, um das Speichern des Ergebnisses zu ermöglichen. Bei der Aufzeichnung werden Momentanwerte verwendet.

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.

8.4 EVSE_{ERR} – Fehlersimulation

Funktion gilt für EVCS- und ICCB-Ladegeräte des Typs AC. Damit können ausgewählte Fehler im Ladegerät simuliert werden. Dadurch ist es möglich, dessen Reaktion auf fehlerhafte elektrische Bedingungen zu überprüfen und seine Sicherheitsfunktionen zu diagnostizieren. Je nach simuliertem Fehler sollte sich das Ladegerät gemäß der Norm EN IEC 61851-1 entweder ausschalten oder innerhalb einer bestimmten Zeit in den Fehlerzustand versetzen.

- Bei der Prüfung des EVCS-Ladegeräts werden Fehler am Anschluss OUT1 (auf der Seite des Elektrofahrzeugs) simuliert.
- Bei der Prüfung des ICCB-Ladegeräts werden Fehler am Anschluss OUT1 (auf der Seite des Elektrofahrzeugs) sowie an den Anschlüssen IN2 und IN3 (auf der Seite der Dreiphasen-/Einphasen-Stromversorgung der Ladestation) simuliert.

Eine Liste der zu simulierenden Fehler ist der technischen Dokumentation des zu prüfenden Ladegeräts zu entnehmen. Die Ergebnisse sind gemäß den folgenden Tabellen zu interpretieren.

Fehlertyp – Buchse OUT1	Erforderlicher Zustand vor Simulationsbeginn	Geprüfter Parameter	Bereich Ansprechzeit gemäß EN IEC 61851-1	Laufzeit der Simulation
Kurzschluss CP zu PE (CPsh)	C oder D	t_{off}	0...3000 ms	1000 ms
Kurzschluss der Diode (Dsh)			0...3000 ms	3100 ms
Unterbrechung im Leiter PE (PEop)			0...100 ms	1000 ms

Fehlertyp – Buchse IN	Erforderlicher Zustand vor Simulationsbeginn	Geprüfter Parameter	Bereich Ansprechzeit	Laufzeit der Simulation
Unterbrechung im Phasenleiter L1 (L/L1op)	-	Optisches Verhalten der Station. Bewertung der diagnostischen Parameter CP+, CP-, f, D	Bewertung durch den Benutzer	5 s
Unterbrechung im Phasenleiter L2 (L/L2op)				
Unterbrechung im Phasenleiter L3 (L/L3op)				
Unterbrechung im Leiter N (Nop)				
Unterbrechung im Leiter PE (PEop)				
L1- und PE-Kabel sind vertauscht (L1↔PE)				
L2- und PE-Kabel sind vertauscht (L2↔PE)				
L3- und PE-Kabel sind vertauscht (L3↔PE)				
Spannung an der PE-Leitung ($U_{EXT}(PE)$)				

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen ($\overline{\text{EVSE}}$):

- Typ der geprüften EVSE-Station,
- zu simulierende Fehlertypen.

1



- Wählen Sie die Messung **EVSE_{ERR}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs EVCS – gemäß **Abschnitt 5.3.1**,
- AC-Ladestation für Elektrofahrzeuge des Typs ICCB – gemäß **Abschnitt 5.3.2**.

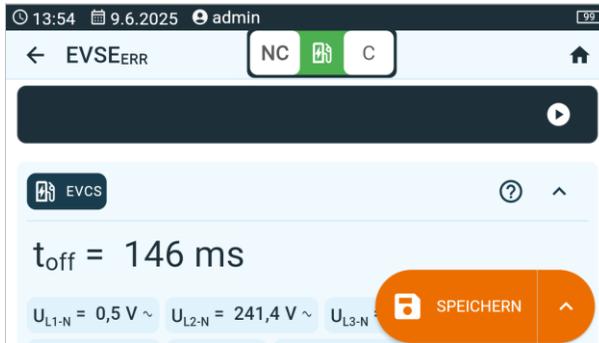
3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-ergebnisse 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.

8.5 R_C – Widerstand des Kodierwiderstands

Der Kodierwiderstand R_C ist in der Kommunikationsleitung PP angeordnet. Aus seinem Widerstandswert lässt sich die maximale Stromstärke des Ladekabels ablesen. Die Ergebnisse sind gemäß der folgenden Tabelle (gemäß EN IEC 61851-1) zu interpretieren.

Maximaler Ladestrom	Nennwiderstand des Kodierwiderstands R_C	Der vom Ladegerät interpretierte R_C -Widerstandsbereich
-	Fehler oder Stecker getrennt	>4500 Ω
13 A	1500 Ω	1100 Ω ...2460 Ω
20 A	680 Ω	400 Ω ...936 Ω
32 A	220 Ω	164 Ω ...308 Ω
63 A (3~) 70 A (1~)	100 Ω	80 Ω ...140 Ω
-	Fehler	<60 Ω

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

- Typ des Prüfobjekts,
- Buchse, an die das zu prüfende Objekt angeschlossen ist (nur wenn Sie ein EV-Kabel prüfen),
- Grenzen (falls erforderlich).

1



- Wählen Sie die Messung R_C .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.3.3** an.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

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.

9 Messungen. Sicherheit der elektrischen Betriebsmittel

9.1 I_{Zange} – Messen des Stromes mit der Zange

Der Zweck der Prüfung besteht darin, den Strom zu messen, den das getestete Gerät aus dem Netzwerk bezieht.

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

- gesamte Messzeit t ,
- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht ($\infty = \text{ja}$ – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, $\infty = \text{nein}$ – die Zeit t wird eingehalten),
- Grenze (falls erforderlich).



WARNUNG

Während der Messung ist die gleiche Netzspannung an der Prüfdose angelegt wie zur Versorgung des Prüfgerätes.

1



- Wählen Sie die Messung I_{Zange} .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie die Zangen gemäß **Abschnitt 5.2.1** an.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

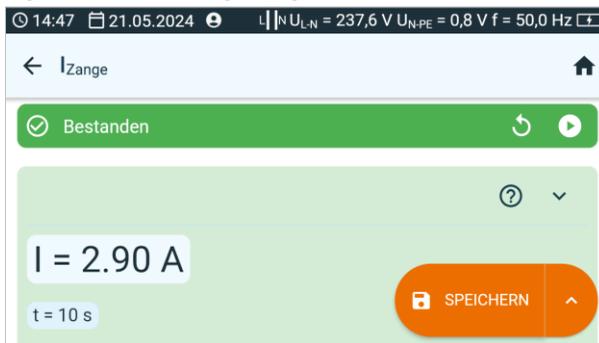
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



t – Messzeit

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.

9.2 I_{Δ} – Differentialleckstrom

Differentialstrom I_{Δ} ist die Differenz der Ströme, die nach Kirchhoffs 1. Gesetz in den Leitern L und N des Testobjekts fließen, wenn dieses in Betrieb ist. Die Messung ermöglicht die Bestimmung des gesamten Ableitstroms des Objekts, d. h. die Summe aller austretenden Ströme und nicht nur derjenigen, die durch den Schutzleiter fließen (bei Geräten der Klasse I). Die Messung wird als Ersatz für die Messung des Isolationswiderstandes durchgeführt.

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

- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht ($\infty = \mathbf{ja}$ – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, $\infty = \mathbf{nein}$ – die Zeit t wird eingehalten),
- gesamte Messzeit t ,
- Invertieren der Polarität (\mathbf{ja} – wenn die Messung für die Umpolung wiederholt werden soll, \mathbf{nein} – wenn die Messung nur für eine Polarität durchgeführt wird),
- Messmethode,
- Grenze (falls erforderlich).



WARNUNG

- Während der Messung ist die gleiche Netzspannung an der Prüfdose angelegt wie zur Versorgung des Prüfgerätes.
- Während der Überprüfung eines fehlerhaften Prüflings, kann der RCD der Hausinstallation auslösen.

1



- Wählen Sie die Messung I_{Δ} .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach eingestellter Methode an:

- Messung an der Steckdose – gemäß **Abschnitt 5.2.4**,
- Messung mit Zangen – gemäß **Abschnitt 5.2.2**,
- PRCD-Messung – gemäß **Abschnitt 5.2.9**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

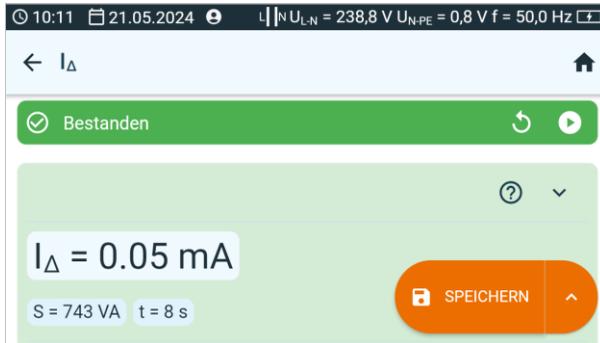
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.



- Beim Differenzstrom wird der Unterschied des Stromes zwischen L und N gemessen. Diese Messung bezieht nicht nur Ströme mit ein, welche über PE, sondern auch über andere Elemente wie Wasserrohre etc., abfließen. Der Nachteil dieser Messung ist der aufgenommene Strom zwischen L und N des Prüflings. In diesem Fall ist die Messung weniger genau als die Ableitstrommessung.
- Der Prüfling muss eingeschaltet sein.
- Ist **Polarität ändern** auf **Ja** eingestellt, polt das Prüfgerät automatisch nach Ablauf der eingestellten Prüfdauer um und wiederholt die Messung. Als Prüfergebnis wird der höhere der gemessenen Differenzströme angezeigt.
- Das Ergebnis kann durch Feldeinflüsse und den Aufnahme Strom des Prüflings beeinflusst werden.
- Liegt eine Beschädigung am Prüfling vor und es wird das Auslösen der 16A Sicherung angezeigt, bedeutet dies, dass auch die Sicherung der Hausinstallation ausgelöst hat.

9.3 I_L – Leckstrom im Schweißkreis

Strom I_L ist der Leckstrom zwischen den Schweißzangen und dem Schutzleiteranschluss.

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

- gesamte Messzeit t ,
- Invertieren der Polarität (**ja** – wenn die Messung für die Umpolung wiederholt werden soll, **nein** – wenn die Messung nur für eine Polarität durchgeführt wird),
- Messmethode,
- Grenze (falls erforderlich).

1



- Wählen Sie die Messung I_L .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach eingestellter Methode an:

- Prüfung eines einphasigen Empfängers – Messung an der Steckdose – gemäß **Abschnitt 5.2.12.1**,
- Prüfung eines dreiphasigen Empfängers – gemäß **Abschnitt 5.2.12.5**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

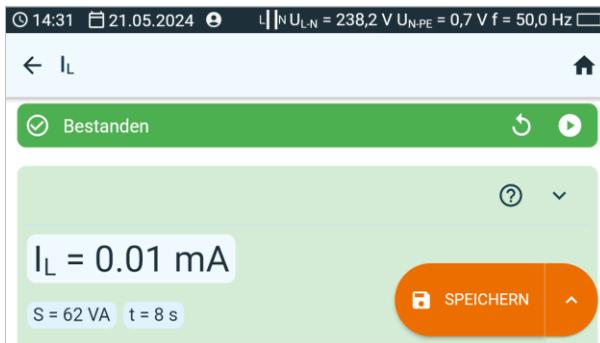
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

9.4 I_P – Leckstrom im Versorgungskreis des Schweißgeräts

Dies ist der Leckstrom im Primärstromkreis (Stromkreis) des Schweißgeräts. Während der Prüfung ist es erforderlich, dass:

- die Schweißenergiequelle von der Erde isoliert ist,
- die Schweißstromquelle mit der Nennspannung versorgt wird,
- die Schweißenergiequelle nur über das Messsystem mit der Schutz Erde verbunden ist,
- der Eingangsstromkreis sich im Leerlauf befindet,
- die Entstörkondensatoren abgeklemmt sind.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen ($\overline{\text{SET}}$):

- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht (∞ = **ja** – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, ∞ = **nein** – die Zeit **t** wird eingehalten),
- gesamte Messzeit **t**,
- Invertieren der Polarität (**ja** – wenn die Messung für die Umpolung wiederholt werden soll, **nein** – wenn die Messung nur für eine Polarität durchgeführt wird),
- Messmethode,
- Grenze (falls erforderlich).

1



- Wählen Sie die Messung I_P .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach eingestellter Methode an:

- Messung an der Steckdose – gemäß **Abschnitt 5.2.12.2**,
- Prüfung eines einphasigen 230-V-Empfängers bei Netzversorgung – gemäß **Abschnitt 5.2.12.3**,
- Prüfung eines dreiphasigen Empfängers bei Netzversorgung – gemäß **Abschnitt 5.2.12.6**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

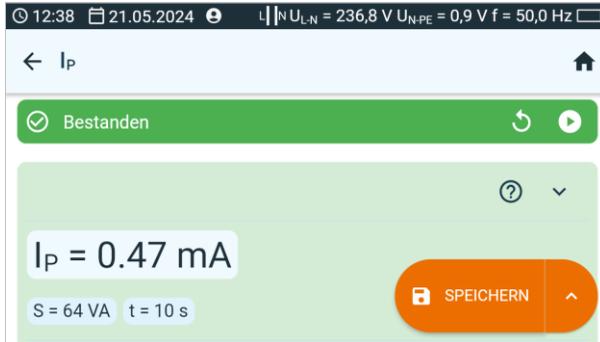
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

9.5 I_{PE} – Leckstrom im PE-Leiter

Strom I_{PE} ist der Strom, der durch den Schutzleiter fließt, wenn das Gerät in Betrieb ist. Er darf jedoch nicht mit dem gesamten Leckstrom gleichgesetzt werden, da es neben dem PE-Leiter noch andere Ableitwege geben kann. Daher sollte das zu prüfende Gerät während der Prüfung von der Erde isoliert sein.



Überprüfen sie vorab auf jeden Fall den Widerstandswert der R_{PE} Messung auf einen korrekten Wert.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (☰☒):

- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht (∞ = **ja** – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, ∞ = **nein** – die Zeit **t** wird eingehalten),
- gesamte Messzeit **t**,
- Invertieren der Polarität (**ja** – wenn die Messung für die Umpolung wiederholt werden soll, **nein** – wenn die Messung nur für eine Polarität durchgeführt wird),
- Messmethode,
- Grenze (falls erforderlich).



WARNUNG

- Während der Messung ist die gleiche Netzspannung an der Prüfdose angelegt wie zur Versorgung des Prüfgerätes.
- Während der Überprüfung eines fehlerhaften Prüflings, kann der RCD der Hausinstallation auslösen.

1



- Wählen Sie die Messung I_{PE}.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach eingestellter Methode an:

- Messung an der Steckdose oder mit Zangen – gemäß **Abschnitt 5.2.3**,
- PRCD-Messung – gemäß **Abschnitt 5.2.9**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

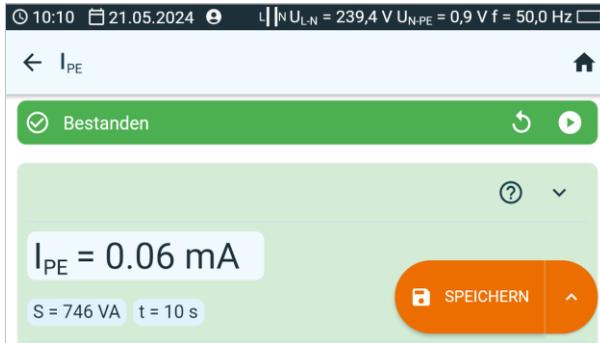
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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 PE Leckstrom wird direkt im PE Leiter gemessen, was einen sehr genauen Ergebniswert liefert, sogar wenn eine Stromaufnahme von 10 A oder 16 A stattfindet. Beachten Sie bitte, wenn der Strom nicht direkt über PE abfließt, sondern z.B. über Wasserrohre, kann dieser mit dieser Methode nicht gemessen werden. In diesem Fall muss die Differenzstrommessmethode I_D verwendet werden.
- Stellen Sie sicher, dass der Prüfling sich in isolierter Umgebung befindet.
- Ist **Polarität ändern** auf **Ja** eingestellt, polt das Prüfgerät automatisch nach Ablauf der eingestellten Prüfdauer um und wiederholt die Messung. Als Prüfergebnis wird der höhere der gemessenen Ableitströme angezeigt.
- Liegt eine Beschädigung am Prüfling vor und es wird das Auslösen der 16A Sicherung angezeigt, bedeutet dies, dass auch die Sicherung der Hausinstallation ausgelöst hat.

9.6 I_{SUB} – Ersatzleckstrom

Ersatzleckstrom (alternativer Leckstrom) I_{SUB} ist der theoretische Strom. Das zu prüfende Gerät wird aus einer Quelle mit reduzierter Sicherheitsspannung gespeist, und wir skalieren den daraus resultierenden Strom nach oben und berechnen den Strom, der fließen würde, wenn es mit der Nennspannung gespeist würde (was diese Messung auch für den Messgeräbetreiber am sichersten macht). Die Messung des Ersatzstroms ist nicht für Geräte geeignet, die zum Einschalten die volle Versorgungsspannung benötigen.



- Bei SKI Geräten darf diese Messung nur bei einer positiven R_{PE} Messung durchgeführt werden.
- I_{SUB} wird bei einer Spannung von <50 V gemessen. Der Wert wird im Verhältnis der im Hauptmenü eingestellten Nennnetzspannung berechnet. Die Spannung wird zwischen L und N (kurzgeschlossen) gegen PE angelegt. Der Widerstand des Messkreises ist 2 kΩ.

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

- gesamte Messzeit t,
- Messmethode,
- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht (∞ = ja – der Test soll so lange dauern, bis die STOP-Taste gedrückt wird, ∞ = nein – die Zeit t wird eingehalten),
- Grenze (falls erforderlich).

1



- Wählen Sie die Messung I_{SUB}.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem abhängig von der Schutzart des geprüften Geräts an:

- SKI – gemäß **Abschnitt 5.2.4**,
- SKII – gemäß **Abschnitt 5.2.5**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

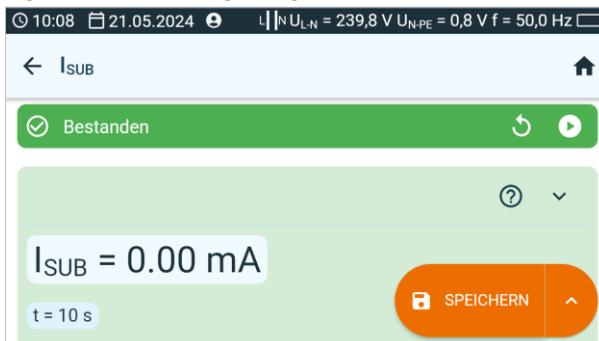
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.



- Prüfling muss eingeschaltet sein.
- Prüfstromkreis ist elektrisch getrennt vom Netz und Netz-PE.
- Prüfspannung ist 25 V...50 V RMS.

9.7 I_T – Berührungsleckstrom

Berührungsleckstrom I_T ist der Strom, der von einem vom Versorgungsstromkreis isolierten Element zur Erde fließt, wenn dieses Element geerdet ist. Mit dieser Größe verknüpft ist der korrigierte Berührungsstrom verbunden. Dies ist der Berührungsstrom, der durch eine Sonde, die den menschlichen Widerstand simuliert, zur Erde fließt. Die IEC 60990 gibt einen menschlichen Widerstand von 2 k Ω an. Dies ist auch der Innenwiderstand der Sonde.

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

- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht (∞ = **ja** – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, ∞ = **nein** – die Zeit **t** wird eingehalten),
- gesamte Messzeit **t**,
- Invertieren der Polarität (**ja** – wenn die Messung für die Umpolung wiederholt werden soll, **nein** – wenn die Messung nur für eine Polarität durchgeführt wird),
- Messmethode,
- Grenze (falls erforderlich).



WARNUNG

- Während der Messung ist die gleiche Netzspannung an der Prüfdose angelegt wie zur Versorgung des Prüfgerätes.
- Während der Überprüfung eines fehlerhaften Prüflings, kann der RCD der Hausinstallation auslösen.

1



- Wählen Sie die Messung I_T .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach eingestellter Methode an:

- Messung mit einer Sonde – gemäß **Abschnitt 5.2.5**,
- PRCD-Messung – gemäß **Abschnitt 5.2.9**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

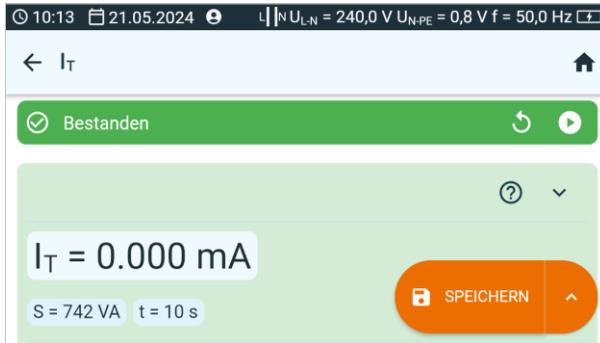
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.



- Ist **Polarität ändern** auf **Ja** eingestellt, polt das Prüfgerät automatisch nach Ablauf der eingestellten Prüfdauer um und wiederholt die Messung. Als Prüfergebnis wird der höhere der gemessenen Berührströme angezeigt.
- Wird der Prüfling nicht vom Prüfgerät versorgt, sollte die Messung in beiden Steckerpositionen durchgeführt werden und der höhere Berührstrom als Prüfergebnis verwendet werden. Wird der Prüfling durch den Tester versorgt, wird im Auto-test Modus L und N automatisch umgepolt.
- Die Berührstrommessung wird gemäß der Norm EN 60990 durchgeführt.

9.8 IEC – IEC Anschlussleitungstest

Beim IEC Anschlussleitungstest wird die Durchgängigkeit, Kurzschluss und auf richtigen Anschluss von L-L und N-N überprüft. Ebenso wird der PE Widerstand und der Isolationswiderstand gemessen.

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

- Messzeit für Widerstand $R_{PE} - t$,
- Messstrom I_n ,
- R_{PE} -Grenzwert (maximaler Widerstand des PE-Leiters),
- Messzeit für Widerstand $R_{ISO} - t$,
- Messspannung U_n ,
- R_{ISO} -Grenzwert (minimaler Isolationswiderstand),
- Invertieren der Polarität (**ja** – wenn die Messung für die Umpolung wiederholt werden soll, **nein** – wenn die Messung nur für eine Polarität durchgeführt wird).



- Die Auswahl des Polaritätsprüfmodus hängt davon ab, ob der Test an einem Standard-IEC-Kabel (**LV-Methode**) oder einem mit einem FI-Schutzschalter (**HV-Methode**) ausgestatteten Kabel durchgeführt wird.
- Während des Polaritätstests im HV-Modus löst der FI-Schalter aus. Es muss innerhalb von 10 Sekunden eingeschaltet werden. Andernfalls behandelt das Messgerät dies als unterbrochenen Stromkreis und gibt ein negatives Messergebnis zurück.

1



- Wählen Sie die Messung **IEC**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach eingestellter Methode an:

- IEC-Messung (LV) – gemäß **Abschnitt 5.2.8**,
- PRCD-Messung (HV) – gemäß **Abschnitt 5.2.9**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

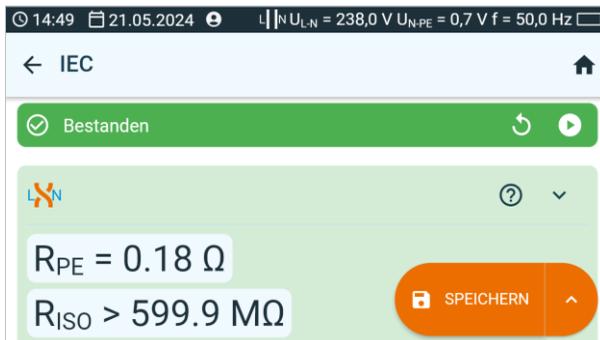
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



Informationen über Fehler der Anschlussleitung werden in den entsprechenden Feldern 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.

9.9 PELV – PELV Test

Mit diesem Test werden die erzeugten Kleinstspannungen auf Ihre Grenzwerte überprüft.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen ():

- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht ($\infty = \mathbf{ja}$ – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, $\infty = \mathbf{nein}$ – die Zeit t wird eingehalten),
- gesamte Messzeit t ,
- untere Grenze,
- obere Grenze.

1



- Wählen Sie die Messung **PELV**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.2.10** an.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

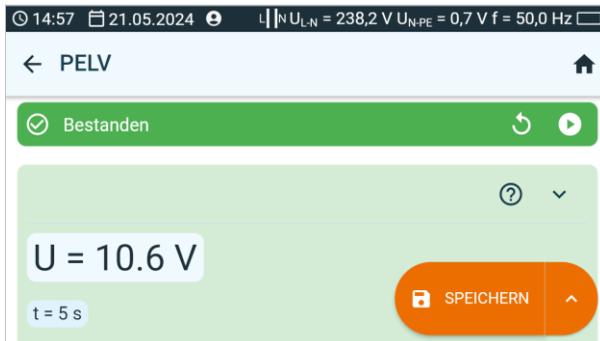
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

9.10 PRCD – Prüfen von PRCD Geräten (mit integriertem RCD)

Gemäß EN 50678 muss bei Geräten mit zusätzlichen Schutzvorrichtungen wie RCDs oder PRCDs ein Auslösetest des Leistungsschalters entsprechend seiner Spezifikationen und Eigenschaften durchgeführt werden. Detaillierte Informationen sind dem Gehäuse oder der technischen Dokumentation zu entnehmen. Zum Messvorgang gehört auch die Überprüfung der Polarität des Verlängerungskabels.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen ($\overline{\text{☰}}$):

- **Form der Prüfstromwellenform**,
- Art der Messung (Auslösestrom I_a oder Auslösezeit bei einem bestimmten Vielfachen des Bemessungsstroms t_a),
- Nennstrom RCD – $I_{\Delta n}$,
- Typ des geprüften Leistungsschalters – **RCD**.



WARNUNG

Während der Messung ist die gleiche Netzspannung an der Prüfdose angelegt wie zur Versorgung des Prüfgerätes.

1



- Wählen Sie die Messung **PRCD**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Prüfobjekt gemäß **Abschnitt 5.2.9** an.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

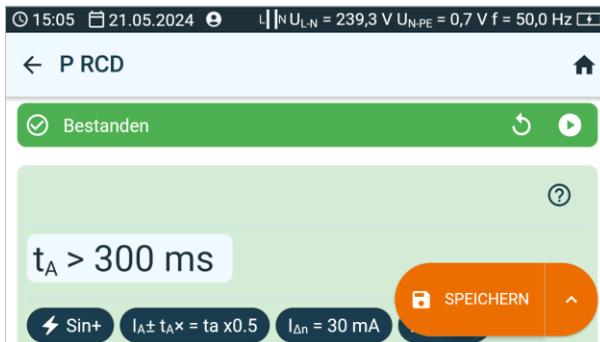
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

9.11 RCD – Messen von festangeschlossenen RCDs

Gemäß EN 50678 muss bei Geräten mit zusätzlichen Schutzvorrichtungen wie RCDs oder PRCDs ein Auslösetest des Leistungsschalters entsprechend seiner Spezifikationen und Eigenschaften durchgeführt werden. Detaillierte Informationen sind dem Gehäuse oder der technischen Dokumentation zu entnehmen.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen ():

- **Form** der Prüfstromwellenform,
- Art der Messung (Auslösestrom I_a oder Auslösezeit bei einem bestimmten Vielfachen des Bemessungsstroms t_a),
- Nennstrom RCD – $I_{\Delta n}$,
- Typ des geprüften Leistungsschalters – **RCD**.

1



- Wählen Sie die Messung **RCD**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.2.11** an.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.



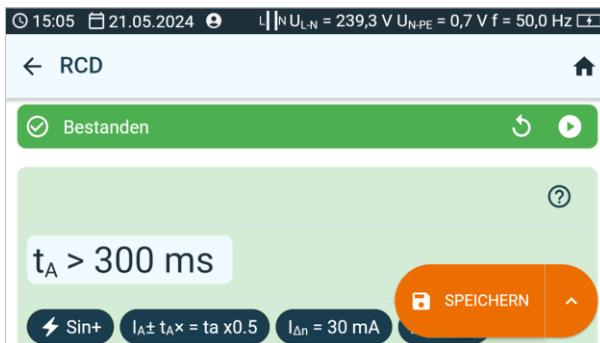
Schalten Sie den RCD jedes Mal ein, wenn er auslöst.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

9.12 R_{ISO} – Isolationswiderstand

Die Isolierung ist der primäre Schutz und bestimmt die sichere Verwendung des Geräts in Klasse I und Klasse II. Der Umfang dieser Inspektion muss auch das Stromversorgungskabel umfassen. Die Messung sollte bei 500 V DC durchgeführt werden. Bei Geräten mit eingebautem Überspannungsschutz, SELV/PELV-Geräten oder IT-Geräten wird die Prüfung mit einer auf 250 V DC reduzierten Spannung durchgeführt.



Überprüfen sie vorab auf jeden Fall den Widerstandswert der R_{PE} Messung auf einen korrekten Wert.

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

- gesamte Messzeit **t**,
- Messspannung **R_{ISO} U_n**,
- Messmethode,
- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht (∞ = **ja** – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, ∞ = **nein** – die Zeit **t** wird eingehalten),
- Grenze (falls erforderlich).



- Der Prüfling muss eingeschaltet sein.
- Prüfstromkreis ist elektrisch vom Netz und Netz-PE isoliert.
- Das Prüfergebnis sollte erst nach einem stabilisierten Wert abgelesen werden.
- Nach der Messung wird der Prüfling automatisch entladen.

1



- Wählen Sie die Messung **R_{ISO}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Gerät der Schutzklasse I – Methode **Dose** – gemäß **Abschnitt 5.2.4**,
- Gerät der Schutzklasse I – Methode **Sonde-Sonde** – gemäß **Abschnitt 5.2.6**,
- Gerät der Schutzklasse II oder III – Methode **Dose-Sonde** – gemäß **Abschnitt 5.2.5**,
- IEC-Kabel – Methode **IEC** – gemäß **Abschnitt 5.2.8**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

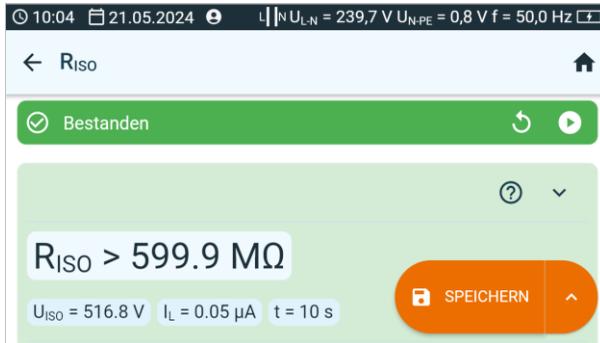
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

9.13 R_{ISO LN-S}, R_{ISO PE-S} – Isolationswiderstand an Schweißgeräten

Die Isolationswiderstandsprüfung des Schweißgeräts ist in mehrere Stufen unterteilt.

- Messung des Isolationswiderstands zwischen dem Stromversorgungskreis und dem Schweißkreis.
- Messung des Isolationswiderstands zwischen dem Stromversorgungskreis und dem Schutzkreis.
- Messung des Isolationswiderstands zwischen dem Schweißstromkreis und dem Schutzstromkreis.
- Messung des Isolationswiderstands zwischen dem Stromkreis und den freiliegenden leitenden Teilen (für Schutzklasse II).

Die Isolationswiderstandsmessung wird durchgeführt:

- Zwischen kurzgeschlossenen primären Leitern (L und N) und der sekundärseitigen Windung des Schweißgerätes (**R_{ISO LN-S}**).
- Zwischen PE Leiter und der Sekundärwindung des Schweißgerätes (**R_{ISO PE-S}**).



Bei SK I Geräten macht diese Messung nur Sinn, wenn zuvor:

- R_{PE} Messung OK war und
- Standard R_{ISO} Messung OK war.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (☰☒):

- gesamte Messzeit **t**,
- Messspannung **R_{ISO} U_n**,
- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht (∞ = **ja** – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, ∞ = **nein** – die Zeit **t** wird eingehalten),
- Grenze (falls erforderlich).



- Prüfling muss eingeschaltet werden.
- Der Prüfkreis ist elektrisch isoliert vom Netz und Netz-PE.
- Die Prüfergebnisse sollten nur nach einem stabilisierten Wert abgelesen werden.
- Nach der Prüfung wird der Prüfling automatisch entladen.

1



- Wählen Sie die Messung **R_{ISO LN-S}** lub **R_{ISO PE-S}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Prüfobjekt an:

- Messen von **R_{ISO LN-S}** oder **R_{ISO PE-S}**. 1-phasiger Prüfling – gemäß **Abschnitt 5.2.12.1**,
- Messen von **R_{ISO LN-S}** oder **R_{ISO PE-S}**. 3-phasiger Prüfling oder 1-phasiger Prüflingsversorgung durch eine Industriesteckdose – gemäß **Abschnitt 5.2.12.4**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

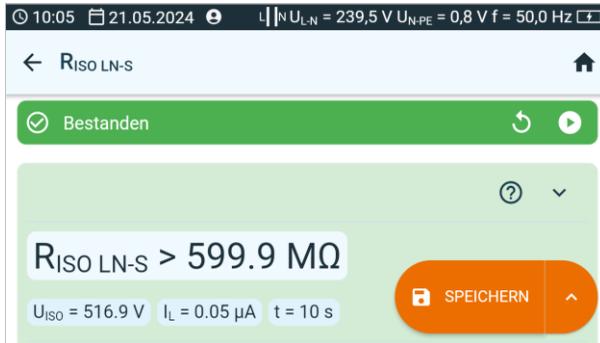
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

9.14 R_{PE} – Widerstand des Schutzleiters

9.14.1 Autozero – Kalibrierung der Messleitungen

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

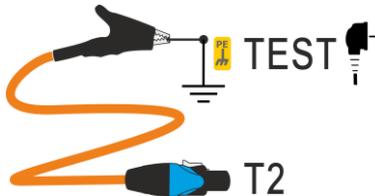
1



Wählen Sie **Autozero**.

2a

Um die Kabelwiderstandskompensation zu **aktivieren**, schließen Sie das Kabel an die **T2**-Buchse und an PE der **TEST**-Buchse an und drücken Sie . Das Messgerät ermittelt den Widerstand der Messleitungen für einen Strom von 25 A und 200 mA. Im Rahmen der Messungen werden **Ergebnisse abzüglich** dieses Widerstands angezeigt und die Meldung **Autozero (On)** wird im Widerstandsmessfenster angezeigt.



2b

Um die Kabelwiderstandskompensation zu **deaktivieren**, trennen Sie das Kabel von PE der **TEST**-Buchse an und drücken Sie . Im Rahmen der Messungen werden unter anderem der **Widerstand der Messleitungen** und im Fenster der Widerstandsmessung wird **Autozero (Aus)** angezeigt.



9.14.2 R_{PE} – Widerstand des Schutzleiters

Eine Durchgangsprüfung – oder mit anderen Worten: eine Messung des Schutzleiterwiderstandes – wird durchgeführt, um zu überprüfen, ob die vorhandenen leitfähigen Bauteile richtig angeschlossen sind. Anders ausgedrückt: Es wird der Widerstand zwischen dem Schutzkontakt des Steckers (der Anschlussstelle – bei fest angeschlossenen Geräten) und den Metallteilen des Gerätegehäuses, die mit dem Schutzleiter verbunden sein sollten, gemessen. Diese Prüfung wird für Geräte der Schutzklasse I durchgeführt.

Es ist zu beachten, dass es auch Geräte der Klasse II gibt, die mit einem Schutzleiter ausgestattet sind. Das ist Funktionserdung. In den meisten Fällen ist es nicht möglich, die Durchgängigkeit zu überprüfen, ohne das Gerät zu zerlegen. In diesen Fällen werden nur Klasse-II-spezifische Prüfungen durchgeführt.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen (

- gesamte Messzeit **t**,
- Messmethode,
- Nennstrom **I_n** des geprüften Objekts,
- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht (∞ = **ja** – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, ∞ = **nein** – die Zeit **t** wird eingehalten),
- Grenze (falls erforderlich).

1



- Wählen Sie die Messung **R_{PE}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach eingestellter Methode an:

- Dose-Sonde oder Sonde-Sonde – gemäß **Abschnitt 5.2.7**,
- Messung der IEC-Leitung – gemäß **Abschnitt 5.2.8**,
- PRCD-Messung – gemäß **Abschnitt 5.2.9**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

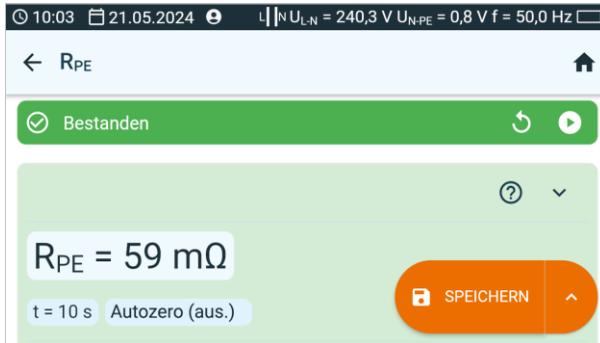
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



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.

9.15 U_0 – Leerlaufspannung an Schweißgeräten ohne Last

Wenn die Schweißmaschine mit der Nennspannung bei der Nennfrequenz versorgt wird, sollten die Spitzenwerte der von der Maschine erzeugten Leerlaufspannung U_0 bei allen möglichen Einstellungen der Maschine die auf dem Typenschild angegebenen Werte nicht überschreiten. Es wird zwischen der Messung von zwei Größen unterschieden: PEAK und RMS. Es ist zu prüfen, ob der Wert der Spitzenspannung die Bedingung $\pm 15\%$ des U_N -Wertes der Schweißanlage erfüllt und außerdem die in Tabelle 13 der IEC 60974-1_2018-11 angegebenen Werte nicht überschreitet.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie einstellen ():

- Spannung der Sekundärseite der Schweißmaschine U_0 , abgelesen vom Typenschild,
- Spannungsart der Sekundärseite der Schweißmaschine,
- RMS-Grenzwert (wenn Sie Spannungstyp = AC ausgewählt haben),
- PEAK-Grenzwert (wenn Sie Spannungstyp = AC oder DC ausgewählt haben),
- Grenzwert-Nennspannung der Primärseite des Schweißgeräts – nur, wenn Sie das Kriterium $\pm 15\%$ PEAK überprüfen möchten (das Fehlen des eingegebenen Werts deaktiviert die Steuerung).



- In den Feldern PEAK-Limit und RMS-Limit wählen Sie die Grenzwerte aus. Die beiden Parameter verändern sich gleichzeitig, da sie durch das vorliegende Verhältnis miteinander verbunden sind:

$$\text{limit PEAK} = \sqrt{2} \cdot \text{limit RMS}$$

... wobei wenn die Spannung = DC, ist der RMS-Grenzwert deaktiviert.

- Kriterium $\pm 15\%$ PEAK ist verantwortlich für die Überprüfung, ob die gemessene Spannung U_0 innerhalb der von der Norm vorgegebenen Grenzen liegt.
 - Bei Spannung = AC, wird $U_0(\text{PEAK})$ geprüft.
 - Bei Spannung = DC, dann wird $U_0(\text{RMS})$ geprüft.

1



- Wählen Sie die Messung U_0 .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem je nach Art der Stromversorgung der Schweißmaschine an:

- 1-Phasen-Schweißgerät – gemäß **Abschnitt 5.2.12.1**,
- 3-Phasen-Schweißgerät – gemäß **Abschnitt 5.2.12.5**.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

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



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



- Positives Prüfergebnis:
 - DC-Spannung: $U_0 \leq \text{limit PEAK}$
 - AC-, DC-Spannung: $U_0 \leq \text{limit RMS}$
 - Optional: Kriterium $\pm 15\%$ PEAK für die AC-Spannung:
 - $U_0 \leq 115\% \text{ Limit PEAK}$
 - $U_0 \geq 85\% \text{ Limit PEAK}$
 - Optional: Kriterium $\pm 15\%$ PEAK für die DC-Spannung:
 - $U_0 \leq 115\% \text{ Limit RMS}$
 - $U_0 \geq 85\% \text{ Limit RMS}$
- Negatives Prüfergebnis: U_0 erfüllt mindestens eine der oben genannten Bedingungen nicht.

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.

9.16 Funktionsprüfung

Unabhängig von der Schutzklasse ist zum Abschluss des Prüfverfahrens – insbesondere nach einer Reparatur! (gemäß EN 50678) – eine Funktionsprüfung erforderlich. Dabei werden die folgenden Parameter gemessen:

- Leerlaufstrom,
- L-N-Spannung,
- PF-Faktor, $\cos\varphi$, THD Strom, THD Spannung,
- Wert der Wirk-, Blind- und Scheinleistung.

Die Messwerte sollten mit den Typenschilddaten verglichen und anschließend das Prüfobjekt bewertet werden. Darüber hinaus muss das Betriebsverhalten während der Messung, d. h. wenn das Gerät in Betrieb ist, beurteilt werden. Ein erfahrener Bediener ist in der Lage, den Zustand des Kommutators (ob er blinkt), den Lagerverschleiß (Geräusche und Vibrationen) und andere Fehler zu erkennen.



Liegt eine Beschädigung am Prüfling vor und es wird das Auslösen der 16 A Sicherung angezeigt, bedeutet dies, dass auch die Sicherung der Hausinstallation ausgelöst hat.



WARNUNG

Während der Messung ist die gleiche Netzspannung an der Prüfdose angelegt wie zur Versorgung des Prüfgerätes.

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

- ob die Messung kontinuierlich erfolgen soll oder nicht ($\infty = \text{ja}$ – der Test soll so lange dauern, bis die **STOP**-Taste gedrückt wird, $\infty = \text{nein}$ – die Zeit t wird eingehalten),
- gesamte Messzeit t ,
- Messmethode.

1



- Wählen Sie die **Funktionsprüfung**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.2.13** an.

3



Drücken Sie die **START**-Taste.

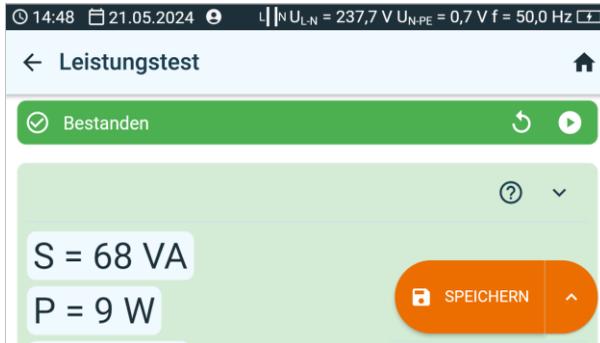
Der Test wird fortgesetzt, **bis die programmierte Zeit** erreicht ist oder die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



5

Vergleichen Sie das Messergebnis mit dem Datenblatt des Prüflings. Die Beurteilung auf Richtigkeit der Messergebnisse kann durch die Auswahl der entsprechenden Felder 'OK positives Prüfergebnis' oder 'F negatives Prüfergebnis' durchgeführt werden. Werden die Ergebnisse im Speicher abgespeichert, so werden auch diese Beurteilungen den zugeordneten Messergebnissen hinterlegt.

6

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.

10 Messungen. Fotovoltaik

10.1 Diodentest

Mit diesem Test können Sie Folgendes überprüfen:

- ob die Diode der Spannung in Durchlassrichtung (F) ordnungsgemäß standhält,
- ob die Sperrdiode der Spannung in Sperrrichtung (R) ordnungsgemäß standhält.



WARNUNG

Beim Messen von Parametern in Sperrrichtung erzeugt das Messgerät eine gefährliche Messspannung.

1



Wählen Sie **Diodentest**.

2



Prüfmodus auswählen:

- **F** – Prüfung in Durchlassrichtung,
- **R** – Prüfung in Sperrrichtung,
- **F, R** – Prüfung in Durchlass- und Sperrrichtung.

3



Geben Sie für die **R** bzw. **F, R** Prüfung die Prüfspannung U_n an.

4

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.4.1** oder **Abschnitt 5.4.2** an.

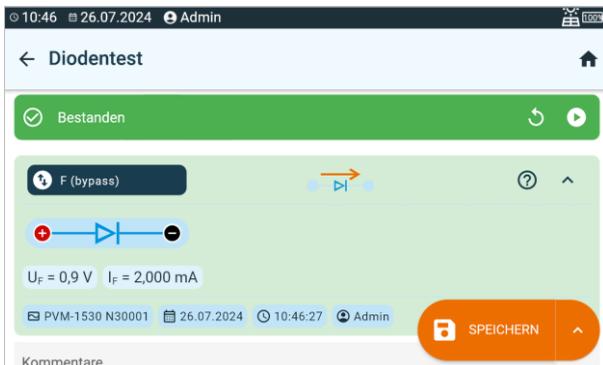
5



Drücken Sie die **START**-Taste.

6

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-
ergebnisse angezeigt.



Wenn die gemessene Diode in Ordnung ist, werden die gemessenen Diodenparameter ange-
zeigt. Andernfalls werden Symbole angezeigt, die über eine Beschädigung (Kurzschluss oder
Öffnung) informieren.

U_{ISO} – Messspannung in Sperrrichtung

U_F – Diodenspannung in Durchlassrichtung

U_R – Diodenspannung in Sperrrichtung

I_F – Diodenstrom in Durchlassrichtung

I_R – Diodenstrom in Sperrrichtung

7

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,

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



SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



▶ **SPEICHERN UND HINZUFÜGEN** – einen neuen Ordner/Gerät
stellen, der dem Ordner/Gerät entspricht, in dem das Ergebnis der
zuvor durchgeführten Mes-sung gespeichert wurde,



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



Während der Messung der Parameter wird die Korrektheit des Anschlusses der Diode an
das Messgerät überprüft. Im Rahmen der Messungen wird bei einem umgekehrten An-
schluss eine Information über diese Tatsache angezeigt (neben den Sondensymbolen wird
eine Information über die Polarität der an die entsprechende Spitze der gemessenen Diode
angeschlossenen Sonde angezeigt).

10.2 I-U – I-U-Kennlinie

Das Gerät misst Strom und Spannung der PV-Anlage abhängig von der simulierten Last, ermittelt also deren Effizienz. Die Ergebnisse werden in Form einer I-U-Kennlinie dargestellt. Auf dieser Grundlage kann festgestellt werden, ob bzw. wie stark sich die Leistung im Vergleich zu den Nennparametern des Systems verschlechtert hat.

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

- Installationslayout (hier müssen Sie die Anzahl der parallel und in Reihe geschalteten PV-Module eingeben),
- Typ des Photovoltaikmoduls (Auswahl aus der PV-Moduldatenbank gemäß **Abschnitt 13.2**. Wenn Sie nichts auswählen, wird das Messergebnis nicht ausgewertet),
- Information, ob die Anlage neu ist,
- Alter der Anlage, wenn diese nicht neu ist.

1



- Wählen Sie die Messung **I-U-Kennlinie**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.4.4** an.



Liegen die gemessenen Anlagenparameter unterhalb der Grenzwerte, ist der Hintergrund des Feldes mit den aktuellen Messwerten orange. Eine Messung ist jedoch weiterhin möglich.

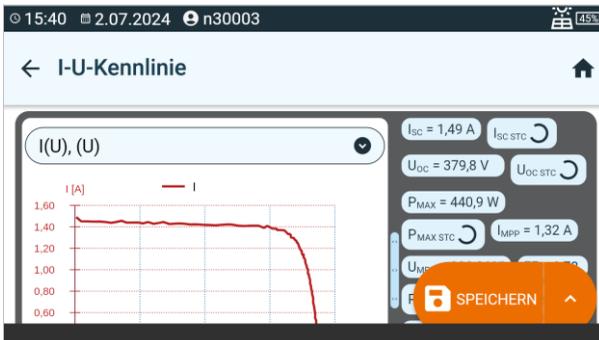
3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

Nach Abschluss der Messung erscheint die I-U-Kennlinie mit den gemessenen und berechneten Parametern.



- Über die Listen in der oberen Leiste können Sie anzeigen zu präsentierenden Datensatz.
- Durch Antippen können Sie das Diagramm vergrößern.

I_{SC} – DC-Kurzschlussstrom

$I_{SC\ STC}$ – DC-Kurzschlussstrom nach der Umrechnung auf STC-Bedingungen

U_{OC} – DC-Spannung des offenen Kreises

$U_{OC\ STC}$ – DC-Spannung des offenen Kreises nach der Umrechnung auf STC-Bedingungen

P_{MAX} – maximale Leistung

$P_{MAX\ STC}$ – maximale Leistung, umgerechnet auf STC-Bedingungen

I_{MPP} – Strom am Punkt maximaler Leistung

U_{MPP} – Spannung am Punkt maximaler Leistung



Zusätzlich zu den Parametern, die sich direkt auf die Kennlinie beziehen, werden auch zusätzliche Parameter bereitgestellt.

- **FF** (Fill Factor) – Füllfaktor ausgedrückt als:

$$FF = \frac{I_{MPP} \cdot U_{MPP}}{I_{SC} \cdot U_{OC}}$$

- **PF** (Power Factor) [%] – Leistungsfaktor ausgedrückt als:

$$PF = \frac{P_{MAX\,STC\,berechnet}}{P_{MAX\,STC\,aus\,Spezifikationen}} \cdot 100\%$$

- **AF** (Age Factor) – Alterungsfaktor ausgedrückt als:

$$AF = \frac{P_{MAX\,STC\,berechnet}}{P_{MAX\,STC\,aus\,Spezifikationen} \left(1 - \frac{\% \text{ Verschlechterung pro Jahr}}{100} \cdot \text{Alter der Anlage}\right)} \cdot 100$$

- **ΔE** [%] – Einstrahlungsfehler, d. h. der vom Referenz-IRM-1 gemessene Einstrahlungsunterschied vor und nach der Messung der I-U-Kennlinie (Unterschied nicht größer als 2%)
- **ΔT** [°C oder °F] – vom Referenz-IRM-1 gemessene Temperaturdifferenz vor und nach der Messung der I-U-Kennlinie (Unterschied nicht größer als 1°C oder 1,8°F)
- **ΔEs** [%] – Unterschied in der Sonneneinstrahlung, gemessen vom Referenz-IRM-1 und dem Hilfs-IRM-1 bei der Messung der I-U-Kennlinie
- **R_{SER}** [Ω] – Serienwiderstand der Module
- **R_{PAR}** [Ω] – Parallelwiderstand der Module

5

Sie können die Messergebnisse:



ignorieren und zum Messmenü zurückkehren,



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



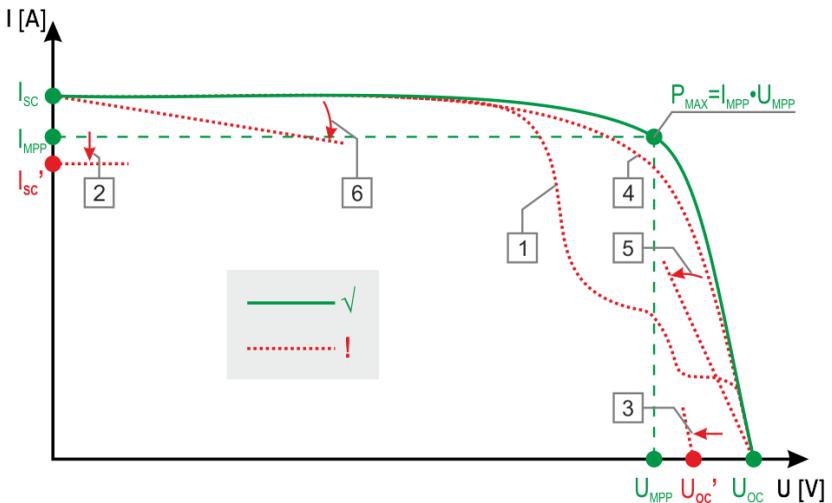
SPEICHERN – in den Speicher schreiben,



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.



Mögliche Abweichungen von der idealen I-U-Kennlinie und deren Ursachen

- 1 Stufenkurve**
 - Module teilweise verschattet
 - Module teilweise verschmutzt oder abgedeckt
 - Beschädigte Zelle im Modul oder Photovoltaikmodul im String
 - Kurzgeschlossene Bypassdiode
- 2 Untere Stromkurve**
 - Gleichmäßige Verschmutzung der Module
 - Schattenstreifen (Module im Hochformat)
 - Photovoltaikmodule degradieren
- 3 Untere Spannungscurve**
 - Leitende oder kurzgeschlossene Bypassdioden
 - Zu geringe Anzahl der Module in Reihe
 - Induzierte Degradation (PID)
 - Vollständige Verschattung des gesamten Moduls/Strings
- 4 Die Kurve ist runder**
 - Symptom der Modulalterung
- 5 Kurve mit geringerer Neigung im Vertikalabschnitt**
 - Leitungsfehler (oder Leitungen mit zu geringem Querschnitt)
 - Verbindungsfehler zwischen Modulen (schlechte Verbindungen)
 - Höherer Reihenwiderstand des Moduls
 - Messkabel zu lang
- 6 Kurve mit größerer Neigung im Horizontalabschnitt**
 - Querstromströmung
 - Unterschiedliche Kurzschlussströme der Module in einem String (Mismatch)
 - Einengender Schatten oder gelegentlicher Schmutz

10.3 I_{Zange} – Zangenstrommessung

Das Gerät misst den Betriebsstrom einer PV-Anlage. Die Prüfung kann als Alternative zur Messung des I_{SC} -Kurzschlussstroms verwendet werden, wenn diese letzte Prüfung aus irgendeinem Grund nicht durchgeführt werden kann. Mit der Prüfung können Sie auch den Stromverbrauch von AC/DC-Elektrogeräten überprüfen.

1



Wählen Sie die Messung I_{Zange} .

2

Schließen Sie die Zangen gemäß **Abschnitt 5.4.3** an.

3

Aktuelle Messwerte werden auf dem Bildschirm angezeigt.



4



Drücken Sie die **START**-Taste, um das Speichern des Ergebnisses zu ermöglichen. Bei der Aufzeichnung werden Momentanwerte verwendet.

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.

10.4 I_{SC} – DC-Kurzschlussstrom

I_{SC} ist der Strom, der von der PV-Anlage erzeugt wird, wenn die DC-Seite kurzgeschlossen ist.

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

- Installationslayout (hier müssen Sie die Anzahl der parallel und in Reihe geschalteten PV-Module eingeben),
- Typ des Photovoltaikmoduls (Auswahl aus der Datenbank gemäß **Abschnitt 13.2**. Sie können die Messung auch ohne Auswahl des Moduls aus der Datenbank durchführen, das Messergebnis wird dann aber nicht ausgewertet),
- die $I_{SC\ TOLE}$ -Toleranz, innerhalb derer der I_{SC} -Strom liegen sollte (ausgedrückt in %).



HINWEIS!

Während der Messung wird die Photovoltaikanlage für kurze Zeit kurzgeschlossen. Die Messleitungen dürfen während der Messung nicht abgeklemmt werden – es besteht die Gefahr der Lichtbogenzündung und der Beschädigung des Messgerätes.

1



- Wählen Sie die Messung I_{SC} .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.4.4** an. Das Messgerät ist bereit für die Messung, wenn es eine Spannung $U_{DC} \geq 10\text{ V}$ auf dem Objekt erkennt.

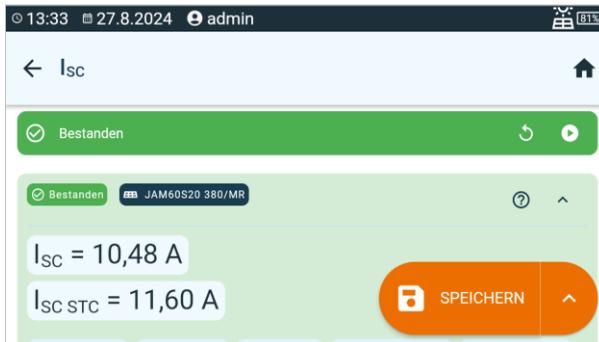
3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-ergebnisse angezeigt.



I_{SC} – gemessener Kurzschlussstrom des Stromkreises

$I_{SC\ STC}$ – gemessener I_{SC} -Strom, umgerechnet auf STC-Bedingungen

E_1 – Sonneneinstrahlung des geprüften Objekts Nr. 1

E_2 – Sonneneinstrahlung des geprüften Objekts Nr. 2

T_{PV1} – Temperatur des geprüften Objekts Nr. 1

T_{PV2} – Temperatur des geprüften Objekts Nr. 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.



Das Ergebnis wird nicht ausgewertet, wenn:

- es nicht auf STC-Bedingungen umgerechnet wurde,
- die Messung ohne Auswahl des Typs des Photovoltaikmoduls durchgeführt wurde.

10.5 P – Leistungsmessung

Die Messung ermöglicht, den Verbrauch bzw. die Erzeugung von Wirkleistung elektrischer Geräte zu ermitteln. Gilt für AC- und DC-Geräte.

1



Wählen Sie **Leistung**.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.4.5** an.

3

Aktuelle Messwerte werden auf dem Bildschirm angezeigt.



I – mit Zangen gemessener Strom

4



Drücken Sie die **START**-Taste, um das Speichern des Ergebnisses zu ermöglichen. Bei der Aufzeichnung werden Momentanwerte verwendet.

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.

10.6 R_{ISO} – Isolationswiderstand

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 zuvor einstellen (☰):

- Messspannung **R_{ISO} U_n**,
- Grenzen (falls erforderlich).

Das Messgerät wird mögliche Einstellungen vorschlagen.



WARNUNG

Das gemessene Objekt darf nicht unter Spannung stehen.

1



- Wählen Sie die Messung **R_{ISO}**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.4.6** an.

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**.



Sie können einen Schnellstart (ohne 5 Sekunden Verzögerung) durchführen, indem Sie die **START**-Taste bewegen.

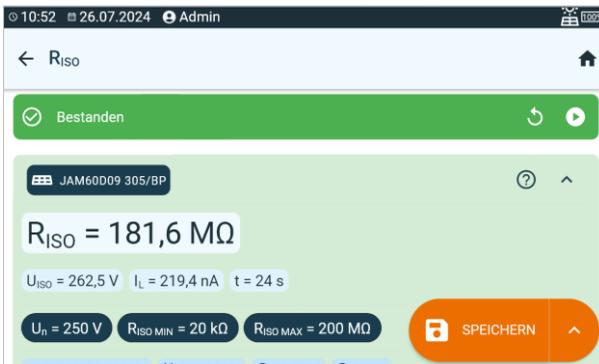
Der Test wird fortgesetzt, **bis** die Taste  gedrückt wird.



Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.

4

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



U_{ISO} – Messspannung
I_L – Leckstrom
t – Messzeit

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.



- 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. 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**.
- Nach Beendigung der Messung, wird die Kapazität des Prüflings durch Kurzschließen von + und - 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.

10.7 R_{ISO} PV – Isolationswiderstand in PV-Anlagen



WARNUNG

- Schränken Sie vor der Prüfung des Objekts den Zugang für Unbefugte ein.
- Berühren Sie während der Messung keine Metallteile der Fotovoltaikanlage und die Rückseite der Module.
- Während der Messung des Isolationswiderstandes liegt an den Enden der Messleitungen des Messgerätes eine gefährliche Spannung an.
- Es ist verboten, die Messleitungen abzutrennen vor Abschluss der Messung zu ändern. Die Nichtbeachtung der obigen Anweisung führt zu einem elektrischen Hochspannungsschlag und macht es unmöglich, das geprüfte Objekt zu entladen.

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 ($R = U/I$).

Für Systeme mit einer Parallelschaltung besteht die Möglichkeit, den Erdschlussindikator GFI (Eng. *Ground Fault Indicator*) zu erhalten. Er zeigt an, zwischen welchen PV-Modulen Erdschluss auftritt. Die Funktion wird aktiviert, wenn der Isolationswiderstand bei gegebener Messspannung unter den Normwert fällt.

Beispiel: Eine Messspannung $U_n=500$ V wird an ein System aus n in Reihe geschalteten Modulen (z. B. 10) angelegt und der R_{ISO} -Wert liegt unter dem erforderlichen 1 M Ω .

- Wenn GFI 0 ist, liegt ein Erdschluss zwischen der „+“-Klemme der Anlage und dem Modul Nr. 1 vor.
- Wenn GFI im Bereich $1 \dots n-1$ liegt (z. B. 3), kann es zu einem Erdschluss zwischen dem angegebenen Modul und dem nächsten (hier: zwischen Modul Nr. 3 und 4) kommen.
- Wenn GFI n (z. B. 10) ist, liegt ein Erdschluss zwischen der „-“-Klemme der Anlage und dem letzten Modul vor.

Die GFI-Funktion verfügt über zwei Modi.

- Genauer Modus – aktiv, wenn $R_{ISO} \in <0; 100>$ k Ω . Es besteht eine **sehr hohe** Wahrscheinlichkeit eines Erdschlusses zwischen den vom Messgerät angezeigten Modulen. Anzeige: **GFI =**.
- Richtmodus – aktiv, wenn $R_{ISO} \in (100; 1000)$ k Ω . Es besteht eine **gewisse** Wahrscheinlichkeit eines Erdschlusses zwischen den vom Messgerät angezeigten Modulen. Anzeige: **GFI ≈**.

Um eine Messung vorzunehmen, müssen Sie zuvor einstellen (

- Installationslayout (hier müssen Sie die Anzahl der parallel und in Reihe geschalteten PV-Module eingeben),
- Messspannung **R_{ISO} U_n**,
- Grenze (falls erforderlich).

1



- Wählen Sie die Messung **R_{ISO} PV**.
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie die Leiter je nach Art der zu prüfenden Anlage nach dem entsprechenden Schema an (**Abschnitt 5.4.7**). Das Messgerät ist bereit für die Messung, wenn es eine Spannung **U_{DC} ≥ 10 V** auf dem Objekt erkennt.

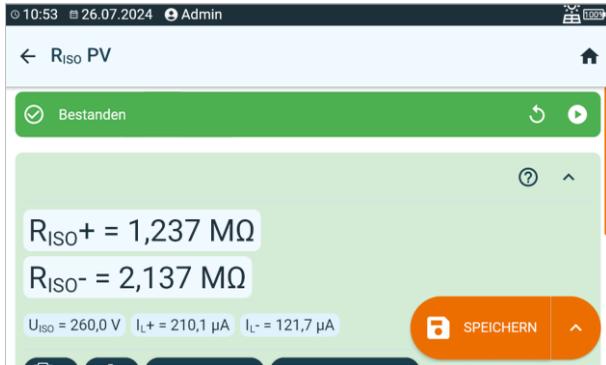
3



Drücken Sie die **START**-Taste.

4

Lesen Sie nach der Messung das Ergebnis ab. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teil-ergebnisse angezeigt.



U_{ISO} – Messspannung

GFI – Erdschlussanzeige

Beispiel: die Angabe **GFI=1->2** bedeutet, dass $R_{ISO} \leq 100 \text{ k}\Omega$ ist und eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit für einen Erdschluss zwischen den Panels Nr. 1 und 2 besteht.



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.



Das Messgerät gibt ein kontinuierliches Tonsignal aus, bis die Prüfspannung 90% des voreingestellten Wertes erreicht (und auch, wenn 110% des voreingestellten Wertes überschritten werden).

10.8 U_{OC} – DC-Spannung des offenen Stromkreises

U_{OC} ist die Spannung, die von der PV-Anlage erzeugt wird, wenn die DC-Seite unterbrochen ist.

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

- Typ des Photovoltaikmoduls (Auswahl aus der Datenbank gemäß **Abschnitt 13.2**. Sie können die Messung auch ohne Auswahl des Moduls aus der Datenbank durchführen, das Messergebnis wird dann aber nicht ausgewertet),
- die $U_{OC\ TOL}$ -Toleranz, innerhalb derer die U_{OC} -Spannung liegen sollte,
- Installationslayout (hier müssen Sie die Anzahl der parallel und in Reihe geschalteten PV-Module eingeben).

1



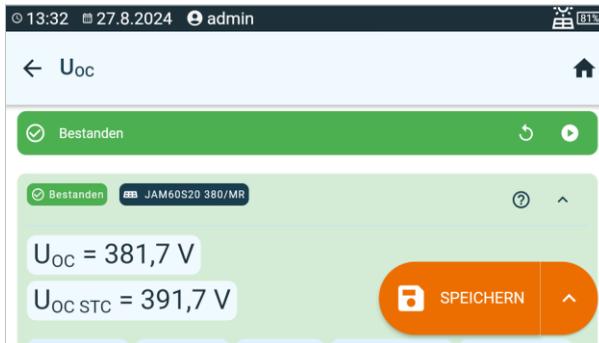
- Wählen Sie die Messung U_{OC} .
- Geben Sie die Messeinstellungen ein.

2

Schließen Sie das Messsystem gemäß **Abschnitt 5.4.4** an.

3

Aktuelle Messwerte werden auf dem Bildschirm angezeigt. Durch Berühren der Ergebnisleiste werden Teilergebnisse angezeigt.



U_{OC} – gemessene Spannung des offenen Kreises

$U_{OC\ STC}$ – gemessene U_{OC} -Spannung, umgerechnet auf STC-Bedingungen

E_1 – Sonneneinstrahlung des geprüften Objekts Nr. 1

E_2 – Sonneneinstrahlung des geprüften Objekts Nr. 2

T_{PV1} – Temperatur des geprüften Objekts Nr. 1

T_{PV2} – Temperatur des geprüften Objekts Nr. 2

4



Drücken Sie die **START**-Taste, um das Speichern des Ergebnisses zu ermöglichen. Bei der Aufzeichnung werden Momentanwerte verwendet.

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.



Das Ergebnis wird nicht ausgewertet, wenn:

- es nicht auf STC-Bedingungen umgerechnet wurde,
- die Messung ohne Auswahl des Typs des Photovoltaikmoduls durchgeführt wurde.

11 Automatische Messungen

11.1 Automatische Messungen

In diesem Modus können mehrere Messungen hintereinander durchgeführt werden, ohne vorher zurück ins Hauptmenü zu gehen.

1



Gehen Sie zum Abschnitt **Prozedur**.

2



- Wählen Sie die entsprechende Prozedur aus der Liste aus. Dabei kann Ihnen die Suchmaschine weiterhelfen.
- Durch Berühren des Etiketts mit dem Namen werden dessen Eigenschaften aufgerufen.

3



Gehen Sie zur Prozedur. Hier können Sie:

festlegen, wie die Prozedur durchgeführt werden soll.

- **Vollautomatisch** (✓ **Auto**) – alle aufeinanderfolgenden Messungen werden ohne vorherige Bestätigung durch den Benutzer gestartet (vorausgesetzt, das vorherige Prüfergebnis ist OK (positiv),
- **Halbautomatisch** (Auto) – nach Abschluss jeder Prüfung, wird der Ablauf angehalten und auf die Freigabe des Startes der nächsten Messung gewartet. Die nächste Messung kann durch die Taste **START** gestartet werden,

die Funktion **Multibox** aktivieren oder deaktivieren. Siehe auch **Abschnitt 11.3**,

Multibox



die Einstellungen der Phasen (Teilmessungen) der Prozedur ändern. Siehe auch **Abschnitt 2.7.3**,



die Eigenschaften der Prozedur aufrufen,



die Prozedur wie in **Abschnitt 11.2** bearbeiten, d.h.:



Einstellungen der Schritte ändern,



die Reihenfolge der Schritte ändern,



Schritte entfernen,



weitere Schnitte hinzufügen,



die Prozedur speichern.

4



Drücken Sie die **START**-Taste.



Wenn die Funktion **Multibox** eingeschaltet ist, führen Sie für jeden Messwert die gewünschte Anzahl Messungen durch. Fahren Sie dann mit der Messung der nächsten Größe fort.

Die Prüfung wird fortgesetzt, **bis alle Messungen abgeschlossen sind** oder Sie  drücken.



Durch Berühren des Ergebnisbalkens werden Teilergebnisse angezeigt.

5

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



6

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.

11.2 Messverfahren erstellen

1



Gehen Sie zum Abschnitt **Prozedur**.

2



Fügen Sie eine neue Prozedur hinzu. Geben Sie seinen Namen und seine ID ein.

3



- Fügen Sie Schritte (Teilmessungen) hinzu.
- Tippen Sie auf ein Element, um es auszuwählen. Tippen Sie erneut darauf, um die Auswahl aufzuheben.
- Bestätigen Sie die Schrittenliste.

4



Jetzt können Sie:

-  Einstellungen der Schritte ändern,
-  die Reihenfolge der Schritte ändern,
-  Schritte entfernen,
-  weitere Schritte hinzufügen,
-  die Prozedur speichern.



Prozeduren können vom Gerät aus nicht kopiert werden. Das ist nur im Bereich der mobilen App und in der Cloud möglich.

11.3 Multibox Funktion

Die Multibox Funktion ist standardmäßig deaktiviert (Multibox). Es kann für Benutzerprozeduren mit dem Programm **Sonel PAT Analysis** dauerhaft aktiviert werden.

Das Aktivieren dieser Funktion (✓ **Multibox**) ermöglicht dem Benutzer mehrere Messungen eines Parameters durchzuführen – außer der Leistung. Diese ist dann besonders wichtig, wenn mehrere Messungen an verschiedenen Messpunkten benötigt werden.

- Jede Messung desselben Parameters wird als separat behandelt.
- Mit dem Symbol  wird eine weitere Messung des gleichen Parameters gestartet.
- Über das Symbol  gelangen Sie zur nächsten Messung.
- Alle Ergebnisse werden im Speicher gespeichert.

Der Messvorgang ist identisch zu den manuell durchgeführten Prüfungen.



Die Funktion wird von Photovoltaikprozeduren nicht unterstützt.

11.4 Leitlinien

11.4.1 Fotovoltaik (DC)



WARNUNG

- Schränken Sie vor der Prüfung des Objekts den Zugang für Unbefugte ein.
- Berühren Sie während der Messung keine Metallteile der Fotovoltaikanlage und die Rückseite der Module.
- Während der Messung des Isolationswiderstandes liegt an den Enden der Messleitungen des Messgerätes eine gefährliche Spannung an.
- Es ist verboten, die Messleitungen abzutrennen vor Abschluss der Messung zu ändern. Die Nichtbeachtung der obigen Anweisung führt zu einem elektrischen Hochspannungsschlag und macht es unmöglich, das geprüfte Objekt zu entladen.



HINWEIS!

Während der Messung wird die Photovoltaikanlage für kurze Zeit kurzgeschlossen. Die Messleitungen dürfen während der Messung nicht abgeklemmt werden – es besteht die Gefahr der Lichtbogenzündung und der Beschädigung des Messgerätes.



- Das Messgerät gibt ein kontinuierliches Tonsignal aus, bis die Prüfspannung 90% des voreingestellten Wertes erreicht (und auch, wenn 110% des voreingestellten Wertes überschritten werden).
- Während der Messung gibt das Messgerät alle fünf Sekunden einen Signalton ab – das erleichtert die Erfassung der Zeitparameter.
- Nach Abschluss der Messung wird die Kapazität des Messobjekts durch Kurzschließen der Klemmen "+" und "-" entladen.

12 Besondere Funktionen

12.1 R_{ISO}-Diagramme

1a



Wenn eine R_{ISO}-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

- | | |
|----------------------------------|---|
| +/- | Bezeichnung des zu messenden Drahtpaares. Wenn eine Messung läuft, ist nur das aktuell gemessene Paar verfügbar |
| L1/L2
des Benutzers | |
| | Einpassen des gesamten Diagramms auf den Bildschirm |
| | Horizontales Scrollen des Diagramms |
| Zwei Finger auseinander schieben | Horizontale / vertikale Ausdehnung des Diagramms |
| Zwei Finger einziehen | Horizontale / vertikale Verengung des Diagramms Horizontales Scrollen des Diagramms |
| X | Zurück zum Messbildschirm |

12.2 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).

12.2.1 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 ($R_{ISO\ k40}$).



14:02 26.9.2024 admin 55%

× Temperaturkoeffizient

T °C Art der Isolierung

fest

✓ $R_{ISO} = 8,187\text{ G}\Omega$ T = 30°C

$R_{ISO\ k20} = 12,9\text{ G}\Omega$ $R_{ISO\ k40} = 5,2\text{ G}\Omega$



Um einen Temperaturmesswert zu erhalten, können Sie auch eine Temperatursonde an das Messgerät anschließen und den von ihr kommenden Messwert eingeben. Siehe **Abschnitt 12.2.2, Schritt 1**.

12.2.2 Korrektur mit Temperatursonde

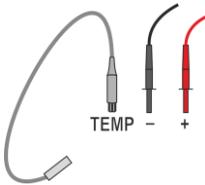


WARNUNG

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 ($R_{ISO\ k20}$) und 40°C ($R_{ISO\ k40}$).



11:24 29.5.2025 admin 24,3 °C

Temperaturkoeffizient

Art der Isolierung

fest

? $R_{ISO} = 10,02\ G\Omega$ $T = 24,3^\circ C$

$R_{ISO\ k20} = 12,5G\Omega$ $R_{ISO\ k40} = 5G\Omega$



Sie ändern die Einheit der Temperatur gemäß **Abschnitt 2.5.5**.

12.3 Korrektur der Ergebnisse auf STC-Bedingungen

Diese Funktion dient zur Umrechnung der Messergebnisse auf STC-Bedingungen (*Standard Test Conditions* – Bezugsbedingungen, für die der Hersteller alle PV-Modulparameter angibt). Hierzu benötigen Sie Messwerte von mindestens einem IRM-1-Messgerät. Die Umrechnung erfolgt nur, wenn die von IRM-1 angegebene Einstrahlung mindestens 100 W/m² beträgt.

Umrechnung der U_{OC}-Spannung (nach EN IEC 60891)

$$U_{OC\ STC} = \frac{U_{OC1} \cdot f(E_1)}{1 + \beta_{rel} \cdot (T_1 - 25^\circ\text{C}) \cdot f^2(E_1)}$$

wobei:

U_{OC1} – DC-Spannung des offenen Stromkreises gemessen unter den Bedingungen E₁ und T₁,

E₁ – Bestrahlungsstärke gemessen mit dem Referenzmessgerät (Mastermessgerät) IRM-1,

T₁ – PV-Paneltemperatur, gemessen vom Referenzmessgerät IRM-1,

β_{rel} – Spannungs-Temperatur-Korrekturkoeffizient des PV-Moduls (vom Modulhersteller angegeben),

f(E₁) – zusätzliche in der Norm erwähnte Funktion.

Umrechnung des I_{SC}-Stroms (nach EN IEC 60891)

$$I_{SC\ STC} = \frac{1000 \frac{W}{m^2}}{E_1} \cdot \frac{I_{SC}}{1 + \alpha_{rel} \cdot (T_1 - 25^\circ\text{C})}$$

wobei:

I_{SC} – der höchste gemessene Stromwert während der I-U-Kennlinienmessung oder aus einer speziellen Strommessung unter den Bedingungen E₁ und T₁,

E₁ – Bestrahlungsstärke gemessen mit dem Referenzmessgerät (Hauptmessgerät) IRM-1,

T₁ – PV-Paneltemperatur, gemessen vom Referenzmessgerät IRM-1,

α_{rel} – Strom-Temperatur-Korrekturkoeffizient des PV-Moduls (vom Modulhersteller angegeben).



Um die Kommunikation mit IRM-1 zu ermöglichen, muss ein Kommunikationsadapter an die Buchse    im Master-Messgerät angeschlossen werden.

12.3.1 Verbindung zwischen IRM-1 und dem Messgerät

Wenn die IRM-1 Messgeräte mit dem Gerät gepaart wurden, sucht das Gerät beim Einschalten nach ihnen. Wenn das IRM-1 gefunden wird, wird eine Verbindung hergestellt und auf dem Bildschirm wird



angezeigt. Das Gerät merkt sich die letzten 2 gepaarten IRM-1s.

Unter jedem Listenelement können die folgenden Symbole erscheinen.



– IRM-1 nicht mit dem Messgerät gekoppelt.



– IRM-1 mit dem Messgerät gekoppelt.



– IRM-1-Referenz (Master).

12.3.2 Kopplung der Messgeräte

Wenn die Kopplung mit dem IRM-1 noch nicht erfolgt ist, sollte sie wie unten beschrieben durchgeführt werden.

1

PAIR

Schalten Sie das IRM-1-Messgerät ein, das gekoppelt werden soll. Schalten Sie es in den Pairing-Modus.



2



Gehen Sie zu **Einstellungen ▶ Zubehör ▶ IRM**. Eine Liste der erkannten IRM-1-Messgeräte wird angezeigt.



3



Geben Sie die Einstellungen des gewünschten IRM-1 ein und wählen Sie **Link**. Wenn das ausgewählte IRM-1 als erstes gekoppelt wird, erscheint oben auf dem Messgerätebildschirm das Symbol .

12.3.3 Entkoppeln

1



Gehen Sie zu **Einstellungen** ► **Zubehör** ► **IRM**. Eine Liste der erkannten IRM-1-Messgeräte wird angezeigt.



2



Geben Sie die Einstellungen des gewünschten IRM-1 ein und wählen Sie **Entkoppeln**. Wenn das ausgewählte IRM-1 als letztes entkoppelt wird, verschwindet

oben vom Messgerätebildschirm das Symbol .

12.3.4 Korrektur der IRM-Anzeigen

Wenn die IRM-1-Messgeräte unterschiedliche Messwerte aufweisen, sollte ihre Korrektur anhand der Messwerte des Referenz-(Master-)IRM-1 vorgenommen werden. Die Korrektur muss für beide Messgeräte am gleichen Messpunkt durchgeführt werden. Beide müssen in der gleichen Richtung und im gleichen Winkel montiert werden (z. B. übereinander auf demselben PV-Modul).



1 Koppeln Sie Temperatur- und Sonnenlichtmessgeräte mit dem Gerät.

2  Wählen Sie **IRM-1-Anpassung**.

3 $E_1 \neq E_2$
 JSind die E_1 - und E_2 -Werte unterschiedlich, korrigieren Sie die Angaben, indem Sie **START** drücken. Nach Abschluss des Vorgangs erscheint eine Meldung, die Sie darüber informiert, dass die Korrektur aktiviert wurde.

4  In der Funktion **Umgebungsmessungen** können Sie auch Temperatur- und Sonnenlichtwerte vergleichen.



- Die Korrektur ist nur aktiv, wenn die Bestrahlungsstärke E_1 des Referenzmessgeräts $> 700 \text{ W/m}^2$ beträgt und sich die Werte E_1 und E_2 um $\leq 10\%$ unterscheiden.
- Die Korrektur funktioniert, bis das PVM-Messgerät ausgeschaltet wird.

12.4 Aktuelle Messwerte der Umgebungsparameter

Die Funktion ermöglicht das gleichzeitige Auslesen der Parameter aller aktuell an das Gerät angeschlossenen Sonnenlicht- und Temperaturmesser.

1 Koppeln Sie Temperatur- und Sonnenlichtmessgeräte mit dem Gerät.

2



Wählen Sie **Umweltdaten**.

	IRM-1 (L22634)	IRM-1 (L27523)
E _i [W/m ²]	900	900
T _{PV1} [°C]	45,0	45,0
T _{A1} [°C]	25,0	25,0
∅ [°]	270	270
∠ [°]	45	45

E – Bestrahlungsstärke

T_{PV} – Temperatur des PV-Moduls

T_A – Umgebungstemperatur

∅ – Abweichungswinkel von Norden

∠ – Neigung des Messgerätes relativ zum Referenzwinkel

3



Sollten sich die Messwerte am gleichen Messpunkt unterscheiden, müssen Sie die Messwerte korrigieren – siehe **Abschnitt 12.3.4**.

4



Wenn Sie die aktuellen Messwerte speichern möchten, drücken Sie die **START**-Taste.

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.

12.5 Etikettendruck

1



Schließen Sie den Drucker an das Messgerät an (**Abschnitt 12.5.1**).

2



Geben Sie die Druckeinstellungen ein (**Abschnitt 12.5.2**).

3



Nehmen Sie die Messung vor.

4



Drucken Sie das Etikett mit dem Bericht aus (**Abschnitt 12.5.3**).

12.5.1 Anschließen des Druckers

12.5.1.1 Kabelgebundene Verbindung

1



Schließen Sie den Drucker an einen der USB-Anschlüsse des Typs Host an.

2



Der Drucker ist unter **Einstellungen ▶ Zubehör** sichtbar.

12.5.1.2 Drahtlose Verbindung

1



Schalten Sie den Drucker ein und warten Sie, bis er mit der Übertragung seines WLAN-Netzwerks beginnt.

2



Gehen Sie im Messgerät zu **Einstellungen ▶ Messgerät ▶ Kommunikation ▶ Wi-Fi**.

3



Wählen Sie die vom Drucker gesendete Netzwerkübertragung aus. Der Drucker stellt innerhalb von 90 Sekunden eine Verbindung zum Messgerät her.

4



Der Drucker ist unter **Einstellungen ▶ Zubehör** sichtbar.

12.5.2 Druckeinstellungen

1



Gehen Sie zu **Einstellungen ▶ Zubehör ▶ Drucken**.

2



Gehen Sie zu den **allgemeinen Druckeinstellungen**. Hier können Sie einstellen:

- **QR-Code-Typ**
 - **Standard** – speichert alle Informationen über das getestete Gerät: ID, Name, Messprozedurnummer, technische Daten, Speicherort usw.
 - **Verkürzt** – speichert lediglich die ID des getesteten Geräts und seinen Standort im Speicher des Messgeräts.
- **Eigenschaften automatischer Ausdrücke**
 - **Automatischer Druck nach der Messung** – Automatischer Ausdruck nach Abschluss des Tests.
 - **Faltbares Etikett** – Etikett mit einer Markierung versehen, um das Aufwickeln des Etiketts auf das Kabel zu erleichtern.
 - **Etikett des Objekts** – Etikett mit dem Testergebnis des Geräts.
 - **Etikett für verwandte Objekte** – Etikett mit dem Testergebnis des Geräts und des damit verbundenen Gegenstands (z. B. IEC-Netzkabel).
 - **RCD-Etikett** – Etikett mit RCD-Testergebnis.
- **Drucken Sie Linien, die angeben, nach wie vielen Monaten ein erneuter Test durchgeführt werden sollte.** Drucklinien auf der linken, rechten oder beiden Seiten des Etiketts, abhängig von der Anzahl der Monate, nach denen ein weiterer Gerätetest durchgeführt werden soll. Zum Beispiel:
 -  [3] – die Linie auf der linken Seite des Ausdrucks zeigt einen 3-Monats-Zyklus an.
 -  [6] – die Linie auf der rechten Seite des Ausdrucks zeigt einen 6-Monats-Zyklus an.
 -  [12] – die Linie auf der linken und rechten Seite des Ausdrucks zeigt einen 12-Monats-Zyklus an.
 -  [0]  [0]  [0] – es wird keine Linienvariante gedruckt, was einen nicht standardmäßigen Zyklus bedeutet.
- **Zusätzliche Beschreibung des Etiketts** – vom Benutzer manuell eingegebene Anmerkung.



Gehen Sie zu **den druckerspezifischen Einstellungen**. Hier können Sie einstellen:

- **Format der Objektbezeichnung**
 - **Detailliert** – enthält einen Fragenkatalog aus der Inspektion nebst Begutachtung und die Ergebnisse einzelner Messungen nebst Begutachtung.
 - **Standard** – enthält das Gesamttestergebnis, Logo (falls ausgewählt) und zusätzliche Daten (Name des Geräts, Messgerät).
 - **Kurzform** – wie Standard, jedoch ohne Logo und Zusatzinformationen.
 - **Mini** – es werden nur die ID, der Name und der QR-Code des getesteten Geräts gedruckt.
- **Weitere Einstellungen**
 - **Zusätzliche Beschreibung des Etiketts** – ob hinzufügen ist oder nicht.
 - **Kommentar zur Messung** – ob hinzufügen ist oder nicht.
 - **Beschreibung des geprüften Objekts** – ob hinzufügen ist oder nicht.



Die Einstellungen können mit der Software **Sonel PAT Analysis**, nachdem das Prüfgerät mit dem PC verbunden wurde, geändert werden.

12.5.3 Etikett mit dem Bericht drucken

Es kann in mehreren Fällen gedruckt werden: Wenn das Fenster **Etikett drucken** erscheint, aktivieren Sie das Kontrollkästchen für den ausgewählten Gerätetestzeitraum (siehe **Abschnitt 12.5.2** ).



a



Beim Durchsuchen des Speichers – nach dem Hinzufügen eines neu gekauften, noch nicht getesteten Geräts mit werkseitiger Sicherheitsbestätigung. Eine solche Speicherzelle enthält keine Messergebnisse, wohl aber Identifikationsdaten und Geräteparameter (sofern diese eingegeben wurden). Wählen Sie das Symbol  aus. Bevor Sie mit dem Befehl **DRUCKEN** ein Etikett drucken, können Sie:

- Einstellungen des Druckers ändern ()
- Etikettenformat wählen,
- die allgemeinen Druckeinstellungen ändern ().

In diesem Fall weist das Etikett darauf hin, dass die nächste Prüfung des Geräts nach **6 Monaten** erfolgen sollte.

b



Beim Anzeigen des Speichers. Wenn Sie zur Zelle mit Daten gelangt sind, wählen Sie das Symbol  aus. Bevor Sie mit dem Befehl **DRUCKEN** ein Etikett drucken, können Sie:

- Einstellungen des Druckers ändern ()
- Etikettenformat wählen,
- die allgemeinen Druckeinstellungen ändern ().

c



Nach Abschluss der Einzelmessung. Wählen Sie **SPEICHERN**. Wenn die Option **Automatischer Druck nach der Messung** (**Abschnitt 12.5.2** ):

- aktiv ist, wird das Etikett sofort gedruckt,
- inaktiv ist, fragt das Messgerät nach dem Drucken.

d



Nach Abschluss der Messung im Automatikmodus. Wenn das Ergebnis angezeigt wird, fragt das Messgerät nach dem Drucken.

13 Ressourcen

13.1 Datenbank der Sicherungen

Je nach Art der Sicherung ist ein bestimmter Wert der Kurzschlussimpedanz im Stromkreis zulässig. Über diese Funktion können Sie die Parameter von Sicherungen und Überstromschutzschaltern definieren und bearbeiten, darunter:

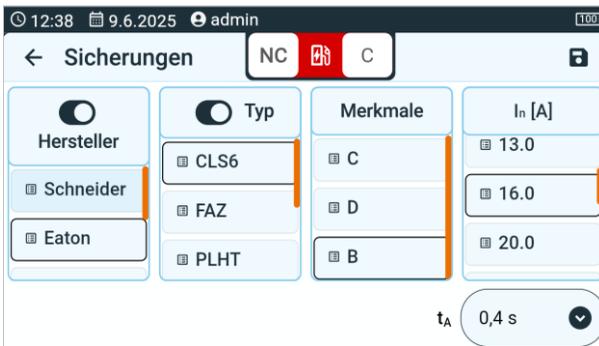
- Hersteller,
- Modell (Typ),
- Merkmale der Sicherung.

13.1.1 Auswahl der Sicherung bei der Eingabe der Messeinstellungen

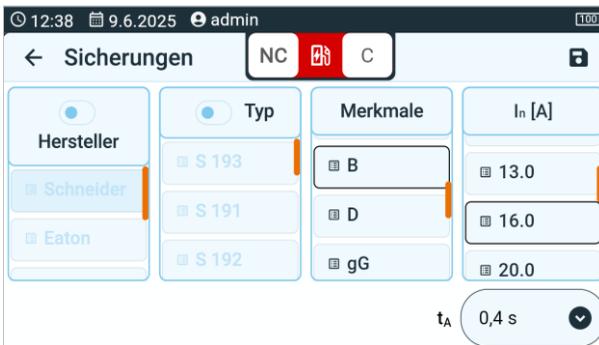
Um die Sicherung des zu prüfenden Stromkreises im Messgerät einzustellen, wenn Sie sich im Menü für die Messeinstellungen befinden, sind folgende Schritte erforderlich:

- Hersteller und Typ (optional, kann weggelassen werden:  → ) ,
- seine Merkmale und Nennstrom,
- erforderliche Ansprechzeit.

Zum Abschluss können Sie Ihre Auswahl mit dem Symbol  speichern.



Auswahl, wenn Sie den Hersteller und den Typ ausgewählt haben



Auswahl ohne Hersteller und Typ

13.1.2 Übersicht der Sicherungen

1



Gehen Sie zu **Ressourcen** ► **Sicherungen**.

2

Die Datenbank kann von Ihnen bearbeitet und eingesehen werden.



Hersteller / Typ der Sicherung hinzufügen (**aktiv**, **inaktiv**)



Merkmale der Sicherung hinzufügen (**aktiv**, **inaktiv**)



Hersteller / Typ / Merkmale der Sicherung bearbeiten (**aktiv**, **inaktiv**)



Hersteller / Typ der Sicherung löschen (**aktiv**, **inaktiv**)



Merkmale der Sicherung löschen (**aktiv**, **inaktiv**)



Über dieses Symbol gelangen Sie zu den Merkmalen der Sicherungen (siehe **Abschnitt 13.1.4**), d. h. zu Tabellen, in denen für bestimmte Ströme die Auslösezeiten t_A angegeben sind.

13.1.3 Sicherungen hinzufügen

1



Gehen Sie zu **Ressourcen** ► **Sicherungen**.

2



Tragen Sie in der Spalte **Hersteller** den Namen des Herstellers ein.

3



Wählen Sie den eingegebenen Hersteller aus und geben Sie in der Spalte **Typ** den Typ der Sicherung ein.

4



Wählen Sie den eingegebenen Typ der Sicherung aus und importieren Sie in der Spalte **Merkmale** die entsprechenden Merkmale der Sicherung.

5



Wählen Sie die gewünschte Charakteristik aus der Liste aus.



- Wird statt einer Liste die Meldung **Keine Charakteristiken verfügbar** angezeigt, müssen Sie die Merkmale der Sicherung gemäß **Abschnitt 13.1.4** hinzufügen.
- In das neu erstellte Sicherungsset lassen sich keine vordefinierten Charakteristiken importieren. Es ist möglich, eine von Ihnen erstellte Kopie dieser Charakteristik zu importieren.

13.1.4 Hinzufügen und Verwalten von Merkmalen der Sicherungen

Unter den Merkmalen der Sicherungen ist eine Tabelle enthalten, die angibt, wie hoch der Auslösestrom der Sicherung für die einzelnen, in der Überschrift angegebenen Zeiten ist (der Auslösestrom wird durch den Nennstrom I_n bestimmt).

1



Gehen Sie zu **Ressourcen** ► **Sicherungen**.

2



Öffnen Sie das Fenster mit den Merkmalen der Sicherungen. Es stehen Ihnen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: Entweder Sie erstellen eine neue Charakteristik von Grund auf neu oder Sie bauen auf einer bereits vorhandenen Charakteristik auf.

Merkmal	Werte							
	I_n [A]	0,03 s	0,1 s	0,2 s	0,4 s	0,5 s	1 s	5 s
B	0,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
C	1,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
D	1,6	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
F								

Abhängig davon, ob Sie im Menü auf der linken Seite eine **vordefinierte** (☑) oder eine **benutzerdefinierte** (☑) Charakteristik ausgewählt haben, stehen Ihnen verschiedene Optionen zur Verfügung.

Bei einer vordefinierten Charakteristik (☑)

- + Neue Charakteristik von Grund auf erstellen
- 📄 Charakteristik unter neuem Namen kopieren

Bei einer benutzerdefinierten Charakteristik (☑)

- + Neue Charakteristik von Grund auf erstellen
- Zusätzliche Optionen
 - 📄 Charakteristik unter neuem Namen kopieren
 - 🗑 Charakteristik löschen

3



/ +

Um sich auf eine bereits in der Datenbank vorhandene Charakteristik zu stützen, wählen Sie diese aus, kopieren Sie sie und benennen Sie sie um. Sie können auch eine neue, leere Charakteristik erstellen.

4



Navigieren Sie zur Charakteristik. Sie können die Tabelle entweder manuell ausfüllen oder bearbeiten. Sie haben mehrere Bearbeitungsmöglichkeiten.



Manuelle Eingabe des Auslösestromwertes. Rufen Sie das Bearbeitungsfenster auf, indem Sie die Zelle zweimal anklicken.

+ IN

Geben Sie zunächst den gewünschten Nennstrom I_n der Sicherung ein. Ergänzen Sie die Auslöseströme später.



Zeile oder Tabelle seriell ergänzen.

- Klicken Sie auf die Zelle der ausgewählten Zeile.
- Mit dem Symbol  rufen Sie das Fenster auf, in dem Sie den Stromwert eingeben können.
- Entscheiden Sie, ob nur die aktive Zeile oder die gesamte Tabelle ergänzt werden soll.



Zeile löschen. Klicken Sie auf die Zelle der Zeile, die Sie löschen möchten, und wählen Sie dann das Symbol  IN aus.

5



Kehren Sie zum Bildschirm **Sicherungen** zurück.

13.2 Datenbank für Photovoltaikmodule

PV-Anlagen werden durch die technischen Parameter ihrer Komponenten bestimmt. Hier werden Sie sie aufbewahren.

1



Gehen Sie zu **Ressourcen ▶ PV-Module**.

2

Sie können die Datenbank bearbeiten und durchsuchen. Bezeichnungen:



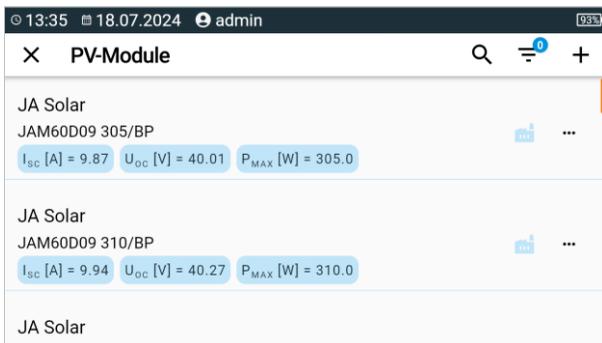
Objekt zu Favoriten hinzugefügt



Vordefinierte Eigenschaften



Benutzerspezifische Eigenschaften



Objektsuche



Suchleiste löschen



Ergebnisse filtern



Hier fügen Sie ein neues PV-Modul hinzu und geben dessen Daten ein



Weitere Objektoptionen



Objekt zu Favoriten hinzufügen



Objektdetails



Objekt bearbeiten



Objekt löschen

13.2.1 PV-Moduldaten in der Datenbank

In den Ressourcen geben Sie die folgenden Parameter des PV-Moduls ein, die vom Hersteller bereitgestellt werden.

- **Hersteller** – Name des Herstellers
- **Modell** – Panelmodell
- **Technologie** – Zelltyp
- **P_{MAX} [W]** – maximale Leistung unter STC-Bedingungen
- **U_{OC} [V]** – DC-Spannung des offenen Kreises unter STC-Bedingungen
- **I_{SC} [A]** – DC-Kurzschlussstrom unter STC-Bedingungen
- **I_{MPP} [A]** – Strom am Punkt maximaler Leistung
- **U_{MPP} [V]** – Spannung am Punkt maximaler Leistung
- **γ [%/°C]** – Temperaturkoeffizient der Leistung
- **α [%/°C oder mA/°C]** – Temperaturkoeffizient des Stroms
- **β [%/°C oder mV/°C]** – Temperaturkoeffizient der Spannung
- **+ P_{TOL} [% oder W]** – positive Abweichung der P_{MAX} -Leistung
- **- P_{TOL} [% oder W]** – negative Abweichung der P_{MAX} -Leistung
- **Anzahl der Zellen** – Anzahl der Zellen im Panel
- **Verschlechterung [%/Jahr]** – prozentuale Abnahme der P_{MAX} -Leistung auf Jahresbasis
- **Beschreibung** – Zusatzinformationen

13.3 Prozedur

Siehe **Abschnitt 11**.

14 Meldungen, Warnungen und Alarme

14.1 Allgemeine Meldungen

 <p>Messgerät defekt. Es besteht die Gefahr der Lichtbogenzündung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es besteht die Gefahr der Lichtbogenzündung. • Schäden am IGBT-Transistor und Hauptrelais. <p>Trennen Sie das Messgerät vom Prüfobjekt auf schnelle und entschlossene Weise. Minimieren Sie das Brennen des Lichtbogens zwischen den getrennten Elementen. Schicken Sie das Gerät an das Servicezentrum.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Gefährliche Spannung! • PE Leiter falsch angeschlossen. • Die Berührungsspannung überschreitet den eingestellten Schwellenwert U_L. • Die Spannung am Prüfobjekt ist zu hoch, um die Messung durchzuführen. • Fehler bei der Messung. • Fehler bei der Messung – Spannungsverlust nach der Messung. • Falsche oder instabile Netzfrequenz. • Kurzschluss im Messkreis des Geräts.
	<p>Die Temperatur des Messgeräts ist zu hoch. Unterbrechen Sie die Messungen und warten Sie, bis das Messgerät abgekühlt ist.</p>
	<p>Der Messbereich wurde überschritten.</p>

14.2 Elektrische Sicherheit

	<ul style="list-style-type: none"> • Das Vorhandensein einer Messspannung an den Klemmen des Messgeräts. • Das geprüfte Objekt wird gerade geladen oder entladen.
	<p>Unterbrechung der Isolierung.</p>
 LÄRM	<p>Auf dem zu prüfenden Objekt tritt eine Störspannung von mehr als 25 V DC aber weniger als 50 V auf. Die Messung ist möglich, kann aber mit zusätzlicher Unsicherheit versehen sein.</p>
 LIMIT I	<p>Strombegrenzung aktiv. Das Symbol wird begleitet durch ein kontinuierliches Tonsignal.</p>
 HILE	<p>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.</p>
 UDET $U_N > 50 \text{ V}$	<p>An dem Objekt liegt eine gefährliche Spannung vor. Die Messung wird nicht durchgeführt. Zusätzlich zu den angezeigten Informationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wird der U_N-Spannungswert am Objekt angezeigt, • ertönt ein zweistimmiger Signalton, • blinkt eine rote Diode.
	<p>Die Entladung des Testobjekts ist im Gange.</p>

14.3 Sicherheit der elektrischen Betriebsmittel

Spannung am Prüfgerät!	Spannung $U_{N-PE} > 25 \text{ V}$ oder Unterbrechung des PE Durchgangs, Messungen werden blockiert.
Zu hoch U L-N!	Netzspannung $> 265 \text{ V}$, Messungen werden blockiert.
	Korrekte Polarität des Netzes (L und N), Messungen sind möglich.
	Falsche Polarität des Netzes, vertauschte Leiter L und N in der Netzdose des Prüfgerätes. Es werden automatisch L und N in der Prüfdose getauscht – Messungen sind möglich.
	Keine Kontinuität der L-Leitung.
	Keine Kontinuität der N-Leitung.
	Kurzschluss der L- und N-Leitungen.

14.4 Fotovoltaik

 Falsche Polarität!	Die Messleitungen sind vertauscht. Schließen Sie sie richtig an.
	<ul style="list-style-type: none"> Das Vorhandensein einer Messspannung an den Klemmen des Messgeräts. Das geprüfte Objekt wird gerade geladen oder entladen.
 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	Trennen Sie das Messgerät vom Objekt! An dem Objekt liegt eine gefährliche Spannung vor. Die Messung wird nicht durchgeführt. Zusätzlich zu den angezeigten Informationen: <ul style="list-style-type: none"> wird der U-Spannungswert am Objekt angezeigt, ertönt ein zweistimmiger Signalton, blinkt eine rote Diode.
 LIMIT I	<ul style="list-style-type: none"> Strombegrenzung aktiv. Zu große Kapazität des getesteten Objekts. Das Symbol wird begleitet durch ein kontinuierliches Tonsignal.
I_{sc} > 40,00 A	Zu hoher I _{sc} -Strom des geprüften Objekts. Überprüfen Sie das Prüfbobjekt und schließen Sie das Messgerät auf andere Weise daran an.
	Messung unterbrochen. Objektkapazität zu hoch.
 LÄRM	Auf dem zu prüfenden Objekt tritt eine Störspannung. Die Messung ist möglich, kann aber mit zusätzlicher Unsicherheit versehen sein.
 ENTLADEN	Die Entladung des Testobjekts ist im Gange.

	Die Messleitungen sind vertauscht oder verpolt. Die Messung ist blockiert.
	Störung – Kurzschluss im Prüfobjekt.
	Störung – kein Durchgang beim Prüfobjekt.
$E_1 < 700 \text{ W/m}^2$	Der Sonneneinstrahlungswert ist niedriger als in der Norm IEC 61829 empfohlen. <ul style="list-style-type: none"> • Bei Sonneneinstrahlung im Bereich von 100...699,9 W/m² werden die Ergebnisse auf STC-Bedingungen umgerechnet. • Bei Sonneneinstrahlung im Bereich von 0...99,9 W/m² werden die Ergebnisse auf STC-Bedingungen nicht umgerechnet.
$E_1 \neq E_2 \text{ [>2\%]}$	Der Sonneneinstrahlung (E) unterscheidet sich um mehr als 2%.
$T_{PV1} \neq T_{PV2} \text{ [>1°C]}$	Die Temperatur von Photovoltaikzellen (T_{PV}) unterscheidet sich um mehr als 1°C.
IRM-1₁ [X]	Keine Verbindung zum Referenzgerät (Master) IRM-1.
IRM-1₂ [X]	Keine Verbindung zum Zusatzgerät IRM-1.
IRM-1₁ [X] IRM-1₂ [X]	Keine Verbindung zu Geräten IRM-1.

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

AUFZEICHNUNGEN



SONEL S.A.

Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polen

Kundenbetreuung

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

www.sonel.com