

BEDIENUNGSANLEITUNG

INSTALLATIONSPRÜFGERÄT

MPI-540 • MPI-540-PV

MPI-540 • MPI-540-PV

Zangenanschlüsse
I₁, I₂, I₃ - Rekorder
R_E - Erdungsmessung

Messeingänge

Rekorder N Buchse

ES Buchse zur Messung
des spezifischen Erd-
widerstandes

Prüfgerät EIN/AUS

Zangenanschlüsse
I₁, I₂, I₃ - Rekorder
R_E - Erdungsmessung

Messeingänge

Rekorder N Buchse

ES Buchse zur Messung
des spezifischen Erd-
widerstandes

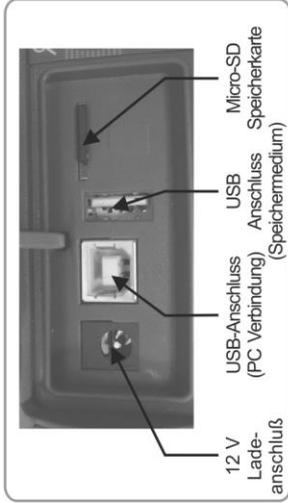
Prüfgerät EIN/AUS

Messung
Starten

Kontakt-
elektrode

Touchscreen

Befestigungen für Tragegurt



- Zurück
- Speichern
- Letzte Messung anzeigen
- Zurück zum Hauptmenü
- Auswahl
- Mehr Symbole anzeigen
- Element hinzufügen
- Element bearbeiten
- Suche
- Element löschen
- Menü schließen



BEDIENUNGSANLEITUNG

PRÜFGERÄT ZUR ÜBERPRÜFUNG VON ELEKTRISCHEN INSTALLATIONEN MPI-540 • MPI-540-PV



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

Version 2.11 13.05.2025

Das MPI-540 / 540-PV ist ein modernes, leicht zu handhabendes und sicheres Prüfgerät. Machen Sie sich bitte vorab mit dieser Anleitung vertraut, um Messfehlern oder einem fehlerhaften Gebrauch vorzubeugen.

INHALT

1 Sicherheit	7
2 Hauptmenü	8
2.1 Prüfgeräteeinstellungen	9
2.1.1 Einstellen von Datum und Zeit	10
2.1.2 AUTO off Funktion	11
2.1.3 Anzeigeparameter	12
2.2 Messeinstellungen	13
2.2.1 Untermenü Messungen	13
2.2.2 Untermenü - Sicherungen bearbeiten	14
a. Hinzufügen von Sicherheitscharakteristiken	14
b. Sicherungen hinzufügen	19
2.2.3 MPI-540-PV Untermenü PV-Module	21
2.3 Datenübertragung	22
2.3.1 USB Verbindung	22
2.3.2 WLAN-Verbindung (Wi-Fi)	22
2.3.3 MPI-540-PV Anschluss an Einstrahlungsstärkemessgerät	22
2.3.4 E-Mail-Einstellungen	23
2.4 Software Update	23
2.4.1 Aktualisieren über USB	23
2.4.2 Aktualisieren über WLAN (Wi-Fi)	24
2.5 Ländereinstellungen	24
2.6 Prüfgeräteinformation	25
3 Messungen	26
3.1 Diagnosen des Prüfgerätes – Grenzwerte	27
3.2 Messen von Wechselspannung und Frequenz	27
3.3 Überprüfung des korrekten PE Anschluss (Schutzerde)	28
3.4 Fehlerschleifenparameter.....	29
3.4.1 Messeinstellungen	29
3.4.2 Fehlerschleifenparameter in L-N und L-L Netzen	31
3.4.3 Fehlerschleifenparameter im L-PE Netz.....	34
3.4.4 Fehlerschleifenparameter im L-PE Netz mit RCD	37
3.4.5 Erwarteter Kurzschlussstrom	40
3.4.6 Fehlerschleifenparameter im IT Netz	41
3.5 Spannungsabfall	42
3.6 Erdungswiderstand	44
3.6.1 Messeinstellungen	44
3.6.2 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode (R_{E3P})	46
3.6.3 Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode (R_{E4P})	50
3.6.4 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlichen Zange (R_{E3P+C})	54
3.6.5 Messen des Erdungswiderstandes mit der 2-Zangen-Methode ($2C$)	58
3.7 Spezifische Erdwiderstand	61
3.7.1 Messeinstellungen	61
3.7.2 Hauptmenü Messungen	62
3.7.3 Spezifische Erdwiderstandsmessung (ρ)	63
3.8 Messen der RCD Parameter	67
3.8.1 Messeinstellungen	67
3.8.2 RCD Auslösestrom	70
3.8.3 RCD Auslösezeit	73
3.8.4 Messen in IT Netzen	76

3.9	Automatische RCD Messungen	77
3.9.1	Einstellungen zu den automatischen RCD Messungen	77
3.9.2	Automatische RCD Messungen	78
3.10	Isolationswiderstand	82
3.10.1	Messeinstellungen	82
3.10.2	Messen mit Sonden	86
3.10.3	Messungen mit dem UNI-Schuko Adapter (WS-03 und WS-04)	88
3.10.4	Messen mit dem AutoISO-1000c	91
3.11	Widerstandsmessung mit Niederspannung	95
3.11.1	Messen des Widerstandes	95
3.11.2	Widerstandsmessung von Schutzleitern und Potentialausgleichsleiter mit ± 200 mA Prüfstrom	98
3.12	Phasensequenz	102
3.13	Motordrehrichtung	103
3.14	Beleuchtungsstärke	105
3.15	MPI-540-PV Erdungswiderstand (PV)	106
3.16	MPI-540-PV Isolationswiderstand (PV)	107
3.17	MPI-540-PV Kontinuität der Verbindungen (PV)	107
3.18	MPI-540-PV Spannung DC des offenen Kreises U_{oc}	108
3.19	MPI-540-PV Kurzschlußstrom DC I_{sc}	109
3.20	MPI-540-PV Test des Wechselrichterfeldes η , P , I	110
3.20.1	Messkonfiguration	111
3.20.2	Ist-Messwerte	114
3.21	MPI-540-PV C-PV Zange zurücksetzen	115
3.22	MPI-540-PV Irradiation (Einstrahlung) und Temperatur	115
4	Automatische Messungen	116
4.1	Automatische Messungen	116
4.2	Messverfahren erstellen	118
5	Rekorder	120
5.1	Funktion	120
5.2	Hauptelemente im Rekordermenü	122
5.2.1	Kopfzeile	123
5.2.2	Menüzeile	123
5.2.3	Hauptmenü	124
5.2.4	Informationsleiste der Netzparameter des aktuellen Netzwerkes	124
5.2.5	Hilfe	124
5.3	Anschluss an das Netz	125
5.3.1	Vorbereitung der Messungen	125
5.3.2	Überprüfung des Anschlusses	128
5.4	Aufnahmekonfiguration	129
5.4.1	Konfiguration über das Prüfgerät	129
5.4.2	Aufnahmekonfiguration	130
5.5	Analysatoreinstellungen	133
5.5.1	Hardware Einstellungen – Zangen (Anschlussrichtung)	133
5.5.2	Einstellungen – Ländereinstellungen	134
5.5.3	Dateimanager	136
a.	Datenansicht	136
b.	Datenvorschau	137
5.6	LIVE Modus des Netzes	138
5.6.1	Transientenwellenformen von Strom und Spannungen (Wellenformen)	138
5.6.2	Zeitlaufdiagramme	140

5.6.3	"Live" Modus - Tabellenansicht	141
5.6.4	Vektordiagramm der Grundkomponenten (Phasor)	143
5.6.5	Oberschwingungen Graph/Tabelle	144
5.7	Starten und Stoppen der Aufzeichnung	146
5.7.1	Ungefähre Aufnahmezeiten	146
5.7.2	Leitfaden zur Aufnahme	147
5.8	Aufnahmeanalyse	148
5.8.1	Aufnahme-Zeitdiagramm	151
a.	Funktionsbeschreibung	151
b.	Parameterauswahl am Zeitdiagramm	153
c.	Erstellen und organisieren eines Zeitdigrammes	154
5.8.2	Graph der Oberschwingungen	156
5.8.3	Ereignisliste	158
5.8.4	Energiekostenrechner	161
a.	Funktionsbeschreibung	161
b.	Einstellungen des Energiekostenrechners	162
5.9	Energieverlustrechner	164
5.9.1	Funktionsbeschreibung	164
5.9.2	Konfiguration des Energieverlustrechners	165
5.10	Wirkungsgrad des Wechselrichters	166
6	Gerätespeicher	167
6.1	Speicher der Messungen	167
6.1.1	Speichereinstellungen	167
6.1.2	Speicherstruktur	168
a.	Navigieren im Speichermenü	169
b.	Hinzufügen einer neuen Struktur für Messungen	171
6.1.3	Eintragen von Messergebnissen	176
6.1.4	Ansicht gespeicherter Messungen	177
6.1.5	Freigabe gespeicherter Messungen	179
6.1.6	Durchsuchen des Speichers des Messgeräts	180
6.2	Aufnahmespeicher	180
6.2.1	microSD Speicherkarte	181
6.2.2	USB Speicher	181
6.2.3	Kompatibilität mit der Software Sonel Analysis	181
6.2.4	Anschluss am PC und Datenübertragung	181
7	Spannungsversorgung	183
7.1	Überwachen des Batterieladestatus	183
7.2	Entsorgung der Akkus	183
7.3	Laden der Akkus	184
7.4	Allgemeine Vorschriften zum Gebrauch von Li-Ion Akkus	185
8	Wartung und Reinigung	186
9	Einlagerung	186
10	Zerlegen und Entsorgen	186
11	Technische Daten	187
11.1	Grunddaten	187
11.1.1	Messen der Wechselspannung (True RMS)	187
11.1.2	Messen der Frequenz	187
11.1.3	Messen der Fehlerschleifenimpedanzen Z_{L-PE} , Z_{L-N} , Z_{L-L}	187
11.1.4	Messen der Fehlerschleifenimpedanz $Z_{L-PE(RCD)}$ (ohne Auslösen des RCD)	188
11.1.5	Messen aller RCD Parameter	189

11.1.6	Messen des Erdwiderstandes R_E	192
11.1.7	Niederspannungsmessung - Durchgangsmessung.....	193
11.1.8	Messen des Isolationswiderstandes.....	194
11.1.9	Beleuchtungsmessung.....	195
11.1.10	Phasensequenz.....	196
11.1.11	Motordrehrichtung.....	196
11.1.12	MPI-540-PV Messung der Spannung DC des offenen Kreises U_{OC}	196
11.1.13	MPI-540-PV Messung des Kurzschlussstromes DC I_{SC}	196
11.2	Rekorder Daten.....	196
11.2.1	Eingänge.....	196
11.2.2	Sampling und RTC (Echtzeituhr).....	197
11.2.3	Spannungsmessung.....	197
11.2.4	Strommessung (True RMS).....	198
11.2.5	Frequenzmessung.....	198
11.2.6	Messen der Oberschwingungen.....	199
11.2.7	Asymmetrie.....	199
11.2.8	Messen von Leistung und Energie.....	199
11.2.9	Geschätzte Messungengenauigkeit von Leistung und Energie.....	200
11.3	Weitere technische Daten.....	201
11.4	Weitere Daten.....	202
11.4.1	Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-2 (R_{ISO}).....	202
11.4.2	Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-3 (Z).....	202
11.4.3	Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-4 ($R \pm 200$ mA).....	202
11.4.4	Zusätzliche Unsicherheiten der Erdungsmessung (R_E).....	202
11.4.5	Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-6 (RCD).....	203
11.5	Liste der Referenznormen.....	203
12	Optionales Zubehör.....	204
13	Abdeckung des Prüfgerätes.....	205
14	Hersteller.....	205

1 Sicherheit

Das Prüfgerät MPI-540 wurde entwickelt, um Überprüfungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag in AC Netzen durchzuführen. Gleichzeitig können relevante Parameter zur Netzanalyse aufgezeichnet werden. Die erzielten Messergebnisse dienen der sicherheitstechnischen elektrischen Beurteilung von elektrischen Installationen. Um die Richtigkeit und Genauigkeit der erzielten Ergebnisse zu gewährleisten, müssen die folgenden Punkte eingehalten:

- Bevor Sie mit diesem Gerät zu arbeiten beginnen, machen Sie sich bitte sorgfältig mit dieser Bedienungsanleitung vertraut und halten Sie sich an alle durch den Hersteller vorgegebenen Sicherheitsbestimmungen.
- Jegliche andere Verwendung, als in dieser Anleitung beschrieben, kann das Gerät zerstören oder eine Gefahr für den Anwender darstellen.
- Das MPI-540 darf nur von ausreichend qualifiziertem Personal verwendet werden. Unsachgemäßer Gebrauch der Geräte kann zur Beschädigung der Geräte und zu einem ernsthaften Risiko für den Nutzer führen.
- Die Anwendung dieser Anleitung schließt nicht die Einhaltung der nötigen Gesundheits- und Sicherheitsbestimmungen des Arbeitsschutzes, sowie Feuerschutzmaßnahmen bei bestimmten Arbeiten ein. Vor Beginn der Arbeit in explosiver oder feuergefährlicher Umgebung ist es unumgänglich, mit dem Beauftragten für Arbeitssicherheit und Gesundheit Kontakt aufzunehmen.
- Es ist verboten, das Gerät unter folgenden Bedingungen zu betreiben:
 - ⇒ Es ist beschädigt und teilweise oder komplett außer Betrieb.
 - ⇒ Die Isolierung der Kabel und Leitungen ist beschädigt.
 - ⇒ Das Gerät wurde für einen sehr langen Zeitraum in unnatürlicher Umgebung, z.B. unter sehr hoher Luftfeuchtigkeit gelagert. Wurde das Gerät von kalter in warme Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit gebracht, schalten Sie das Prüfgerät nicht ein, bevor es sich nicht für mind. 30 Minuten akklimatisiert und auf Umgebungstemperatur erwärmt hat.
- Ist der Akku bis zu einem bestimmten Bereich entladen, sind keine weiteren Messungen mehr möglich. Es erscheint eine entsprechende Meldung am Display und das Prüfgerät schaltet sich ab.
- Bleiben entladene Batterien für längere Zeit im Prüfgerät können diese beschädigen und auslaufen.
- Bevor Messungen durchgeführt werden, stellen Sie sicher, dass die Sonden an die richtigen Buchsen angeschlossen sind.
- Betreiben Sie das Prüfgerät nicht mit geöffnetem Batteriefach oder an anderen Spannungsquellen als in dieser Anleitung angegeben.
- Die R_{ISO} Prüfgeräteeingänge sind elektronische gegen Überlast geschützt (verursacht z.B. durch Anschluss an Spannungsführende Leitungen) bis zu 463 V RMS für 60 Sekunden.
- Reparaturen dürfen nur durch autorisierte Servicestellen durchgeführt werden.



ACHTUNG!

Nur Zubehör der entsprechenden Geräte verwendet werden. Die Verwendung von anderem Zubehör kann zur Beschädigung der Anschlüsse zusätzlichen Messfehlern führen sowie ein Risiko für den Benutzer darstellen.



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

2 Hauptmenü

Darstellung des Hauptmenüs:

- nach dem Einschalten des Prüfgerätes
- zu jeder Zeit, nachdem das  Symbol am Display ausgewählt wurde. (Gilt nicht für das Rekorder Menü)

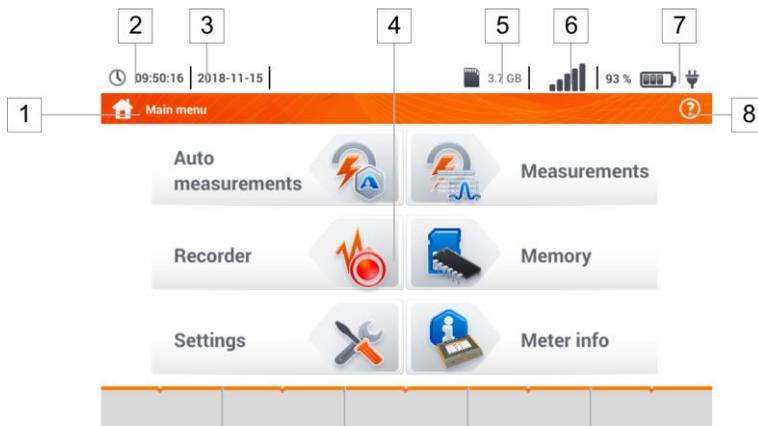


Fig. 2.1 Elemente des Hauptmenüs

- 1 **Bezeichnung des aktiven Menüs**
Wurde eine Änderung eines entsprechenden Menüs noch nicht gespeichert, wird ein * Symbol in der Kopfzeile des Menüs angezeigt.



- 2 **Zeit**
- 3 **Datum**
- 4 **Hauptfenster**
- 5 **Freier Speicher der Speicherkarte**
Ist keine Karte eingelegt, ist dieses Symbol durchgestrichen
- 6 **WLAN Signalstärke**
- 7 **Batterieladezustandsanzeige**
- 8 **Aktives Hilfenü**
- Bildliche Darstellung der Anschlussdiagramme
 - Erklärung der Symbole

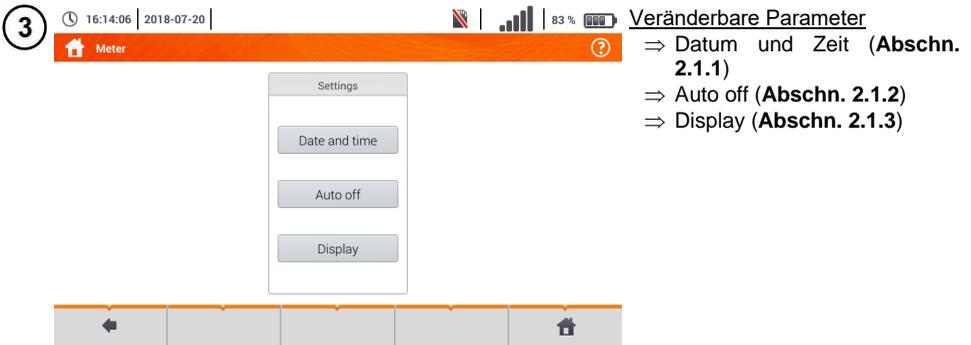
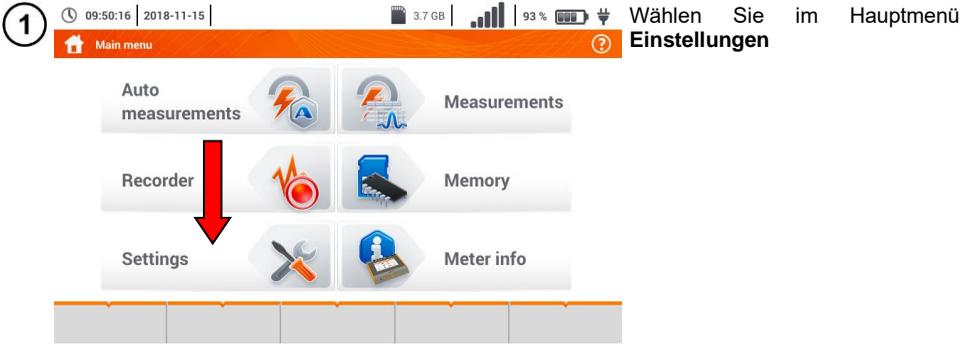
Durch die Auswahl eines der im Hauptmenü dargestellten Symbole, gelangen Sie direkt in eines der folgenden Untermenüs:

- **Recorder** – Messen von elektrischen Parametern der zu testenden Installation. Die detaillierte Beschreibung des Rekorders finden Sie in **Abschnitt 4.2**
- **Einstellungen** – Einstellungen zu den Hauptfunktionen und Parametern

- **Messungen** – Auswahl der Messfunktionen. Die detaillierte Beschreibung finden Sie in **Abschnitt 3**
- **Speicher** – Darstellung und Management der gespeicherten Messergebnisse. Die detaillierte Beschreibung finden Sie **Abschnitt 6.1**
- Prüfgeräteinformationen

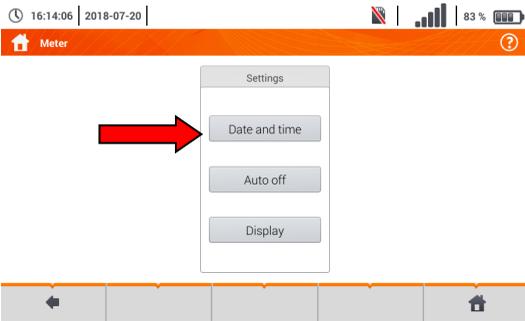
2.1 Prüfgeräteeinstellungen

Datum, **Zeit** und **Displayhelligkeit** können über das Menü **Prüfgeräteeinstellungen** vorgenommen werden



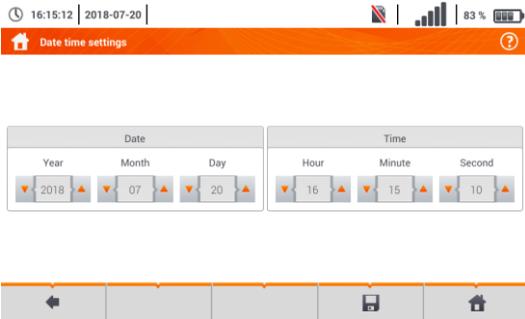
2.1.1 Einstellen von Datum und Zeit

1



Wählen Sie **Datum und Zeit**

2



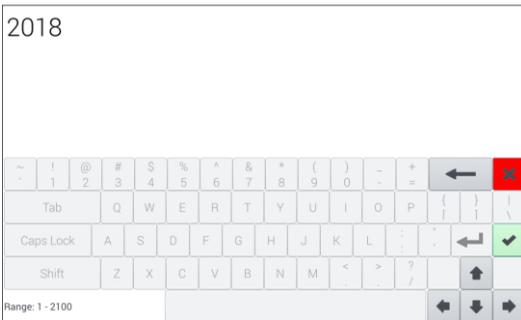
Berühren Sie die entsprechenden Tasten zum Anpassen:

▲ Wert wird erhöht um 1

▼ Wert wird kleiner um 1

2018 Menü zur manuellen Eingabe wird geöffnet (Schritt 3)

3



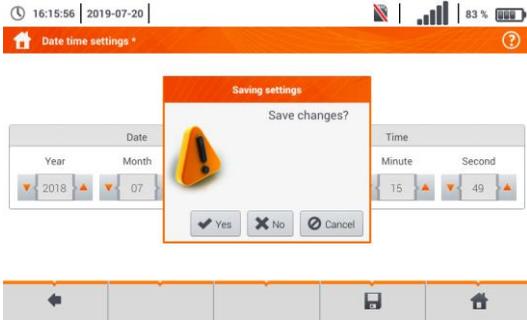
Löschen Sie den aktuellen Wert und tragen Sie den gewünschten ein.

Funktion der Symbole

✗ Verwirft die Änderungen und gelangt zu Schritt 2

✓ Bestätigt die Änderungen und gelangt zu Schritt 4

4

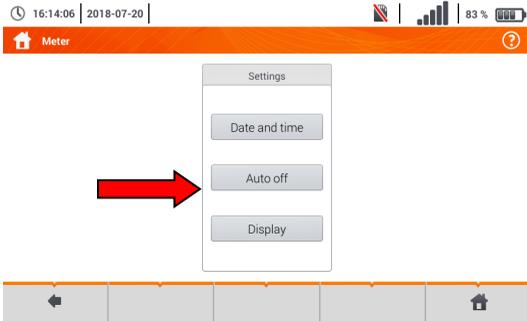


Beschreibung der Funktionssymbole

- ← Rückkehr zur vorherigen Ansicht mit Aufforderung zum Speichern der Änderungen (Abbildung):
JA – Auswahl bestätigen
NEIN – Änderungen verwerfen
Abbrechen – Abbruch
- Änderungen speichern
- Zurück zum Hauptmenü

2.1.2 AUTO off Funktion

1



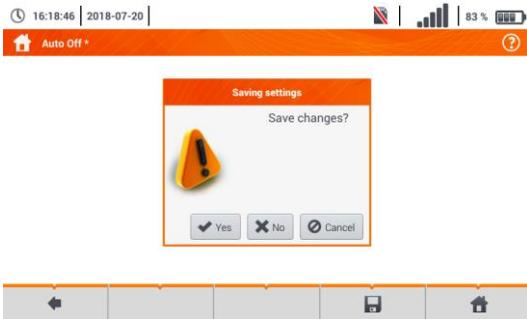
Wählen Sie **Auto off**.

2



Wählen Sie eine Option aus

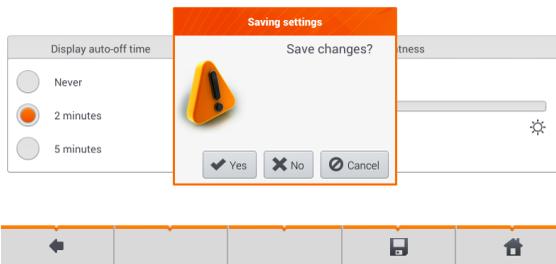
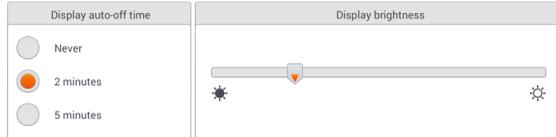
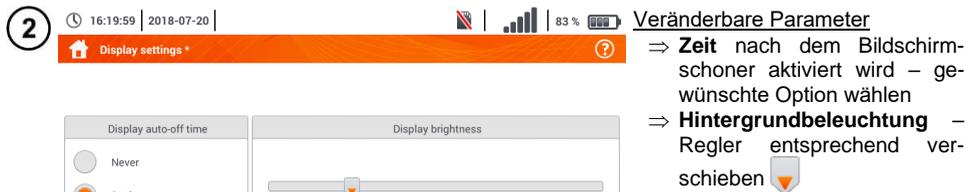
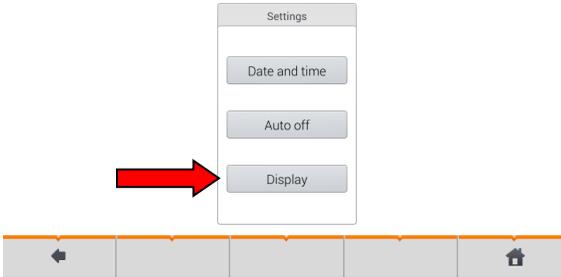
3



Beschreibung der Funktionssymbole

- ← Rückkehr zur vorherigen Ansicht mit Aufforderung zum Speichern der Änderungen (Abbildung):
JA – Auswahl bestätigen
NEIN – Änderungen verwerfen
Abbrechen – Abbruch
- Änderungen speichern
- Zurück zum Hauptmenü

2.1.3 Anzeigeparameter



← Rückkehr zur vorherigen Ansicht mit Aufforderung zum Speichern der Änderungen (Abbildung):

JA – Auswahl bestätigen

NEIN – Änderungen verwerfen

Abbrechen – Abbruch

💾 Änderungen speichern

🏠 Zurück zum Hauptmenü

2.2 Messeinstellungen

Im Menü Messeinstellungen kann verändert werden:

- Netzparameter,
- Datenbank für Sicherungen,
- **MPI-540-PV** Parameter Photovoltaik-Anlage,
- **MPI-540-PV** Datenbanken für Photovoltaik-Module.

2.2.1 Untermenü Messungen

Im Menü Messungen kann verändert werden:

- Netzennspannung,
- Netzfrequenz,
- Art der Ergebnisdarstellung bei Schleifenimpedanzmessung,
- Netzform des Prüfobjektes,
- Systemeinheit,
- Speichereinstellungen (auto-hochzählen der Speicherzellen),
- **Zeitähler** für automatische Messungen,
- **MPI-540-PV** Mindesteinstrahlung für Umrechnungen der STC-Bedingungen,
- **MPI-540-PV** Quelle für die Temperaturmessung,
- **MPI-540-PV** Anzahl von Photovoltaikmodulen in Serie,
- **MPI-540-PV** Anzahl von Photovoltaikmodulen in Reihe,
- RCD EV Messstandard.

Wählen Sie vor den Messungen die entsprechende **Netzform** des Prüfobjektes. Wählen Sie anschließend die **Netzennspannung** U_n (110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V oder 240/415 V). Diese Werte werden zur Berechnung des voraussichtlichen Kurzschlussstromes verwendet.

Die Angabe der **Netzfrequenz**, welche eine mögliche Ursache für Störungen sein kann, ist wichtig, um ein korrekte Messsignalfrequenz bei der Erdwiderstandsmessung zu wählen. Diese Auswahl ermöglicht dann eine optimale Entstörung. Mit dem MPI-540 können Störungen in 50 Hz und 60 Hz Netzen herausgefiltert werden.

RCD EV Messstandard bestimmt die Messparameter der RCD-Schutzschaltungen, die für die Bereiche Elektromobilität und Photovoltaik dediziert sind.

Ist **Autoincrementing** aktiv (→) wird bei jeder gespeicherten Messung (**Abschn. 6.1.3**) in einem neu erzeugten Messpunkt gespeichert (**Abschn. b** Schritt (14)).

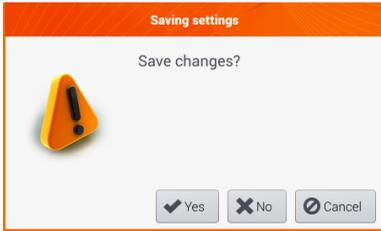
Der Zeitähler bestimmt im Rahmen automatischer Messungen das Zeitintervall, in dem die nächsten Schritte des Messvorgangs erfolgen.

①



- Erweitern der Auswahlliste mit dem  Symbol
- Wählen Sie den gewünschten Parameter aus

2



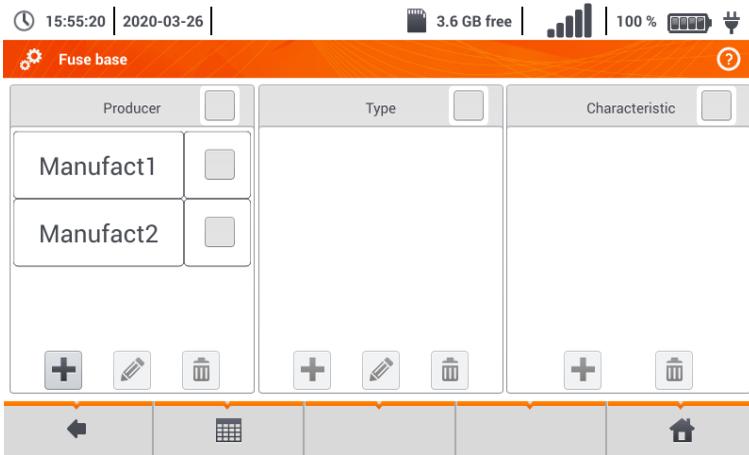
Beschreibung der Funktionssymbole

- ← Rückkehr zur vorherigen Ansicht mit Aufforderung zum Speichern der Änderungen (Abbildung):
 - JA** – Auswahl bestätigen
 - NEIN** – Änderungen verwerfen
 - Abbrechen** – Abbruch
- 💾 Änderungen speichern
- 🏠 Zurück zum Hauptmenü

2.2.2 Untermenü - Sicherungen bearbeiten

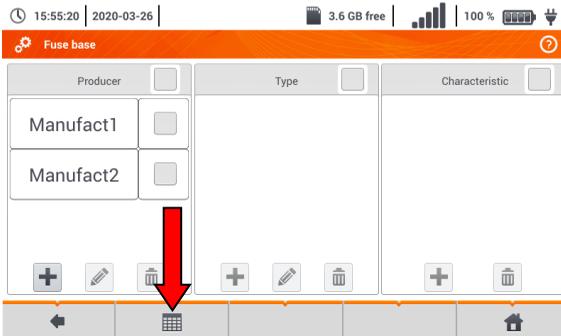
In der Ansicht des **Sicherungs**menüs können die folgenden Parameter der Sicherungselemente definiert und bearbeitet werden:

- Hersteller
- Model (Typ) der Sicherung
- Charakteristik der Sicherung



a. Hinzufügen von Sicherheitscharakteristiken

1



- Wählen Sie das  Symbol
- Es erscheint ein Menü zur Eingabe der Sicherheits-Zeit-Strom Charakteristik.

2



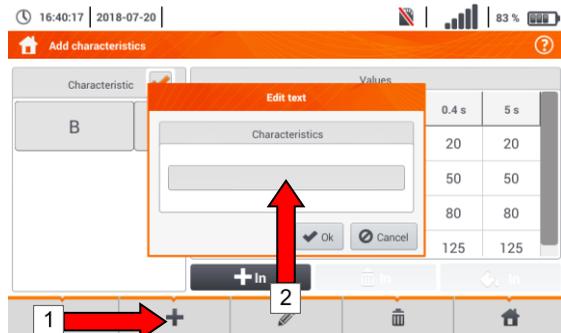
Verfügbare Optionen

- Hinzufügen einer Charakteristik zum Auslösestrom
- Löschen einer Charakteristik zum Auslösestrom
- Kopieren des eingestellten Wertes für Einträge einer gesamten Reihe oder Tabelle

Beschreibung der Funktionssymbole

- Inaktive Charakteristik
- Aktive Charakteristik
- Neue Charakteristik hinzufügen
- Ändern der Bezeichnung einer aktiven Charakteristik
- Entfernen der aktiven Charakteristik
- Zurück zur vorherigen Ansicht
- Zurück zum Hauptmenü

3



Erstellen einer neuen Charakteristik:

- Wählen Sie das **+** Symbol
- Wählen sie das Fed für die Bezeichnung

4

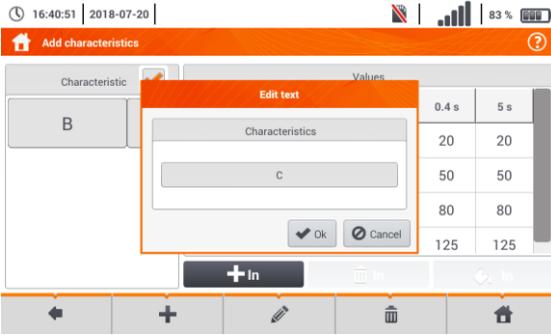


Geben Sie die Bezeichnung über die Displaytastatur ein.

Funktion der Symbole

- Verwirft die Änderungen und gelangt zu Schritt 3
- Bestätigt die Änderungen und gelangt zu Schritt 5

5



Beschreibung der Funktionssymbole

Ok – Eingabe bestätigen
Abbrechen – Abbruch

6



• Aktivierung der erstellten Charakteristik

• Bemessungsstrom der Sicherung hinzufügen durch das Symbol **+ In**

• Bearbeiten der Daten, wie in den Schritten 3 4 5 beschrieben

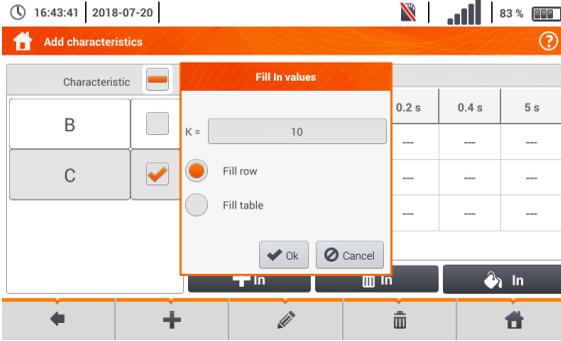
7



• Um ein Datenreihe zu aktivieren, wählen sie einen beliebigen Eintrag aus dieser Reihe

• Die Symbole **In** **In** werden aktiv

8



Nach Auswahl von , sind die folgenden Optionen verfügbar:

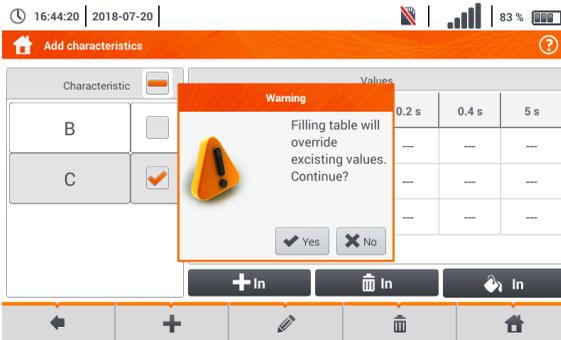
- ⇒ **Parameter K** – gibt den Multiplikator des Bemessungsstromes, welcher die Auslösecharakteristik bestimmt, an
- ⇒ **Reihe füllen** – K-Faktor wird in die ausgewählte Reihe kopiert
- ⇒ **Tabelle füllen** – K-Faktor wird in alle Einträge kopiert

- Berühren Sie das K-Parameterfeld
- Geben sie die Parameterwerte wie in Schritt 4 ein

Beschreibung der Funktionssymbole

Ok – Eingabe bestätigen
Abbrechen – Abbruch

9

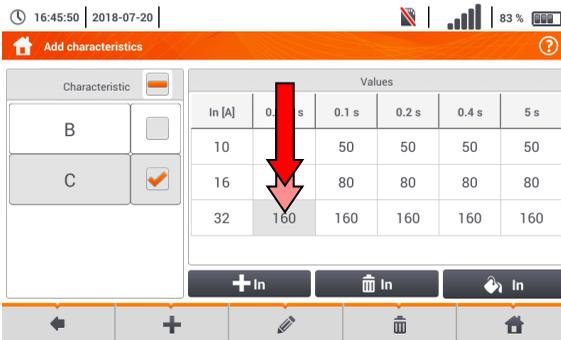


Eine Meldung zur Bestätigung der Auswahl erscheint

Beschreibung der Funktionssymbole

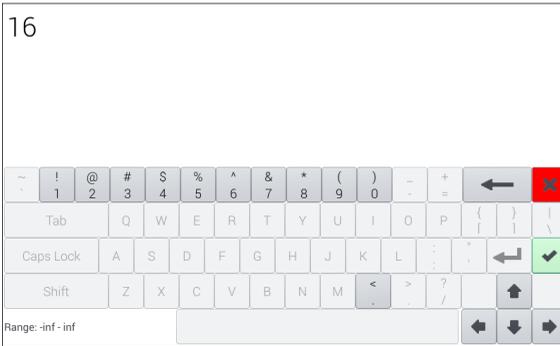
Ja – Bestätigen
Nein – Eingaben widerrufen

10



Um den Inhalt einer Zelle zu ändern, tippen Sie die Zelle **zweimal** an

11



Die Bildschirmtastatur erscheint. Löschen Sie den aktuellen Eintrag und geben Sie den neuen Wert in

Funktion der Symbole

- ✖ Wiederruft alle Änderungen und kehrt zurück zum Menü zur Eingabe der Charakteristiken
- ✔ Bestätigung der Änderungen und kehrt zurück zum Menü zur Eingabe der Charakteristiken

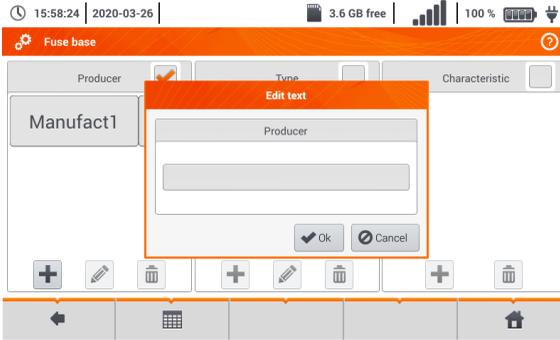
12



Mit dem Symbol gelangen Sie zum Sicherungshauptmenü zurück

b. Sicherungen hinzufügen

1

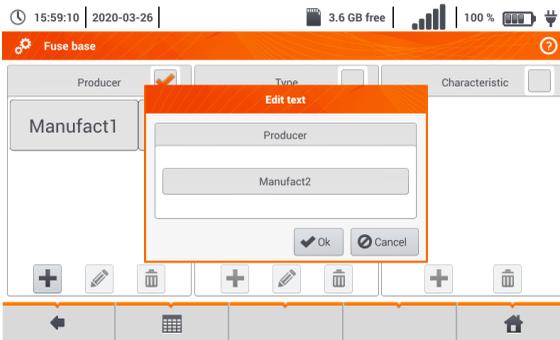


Hersteller hinzufügen

- In der Spalte **Hersteller** das Symbol **+** auswählen.
- Auf das Eingabefeld mit dem Namen tippen.
- Den Namen mit der Touchtastatur eingeben (beim Gedrückthalten mancher Tasten erscheinen polnische Alphabetzeichen).

Funktion der Symbole

-  Verwirft die Änderungen
-  Bestätigt die Änderungen und gelangt zu Schritt 2



2



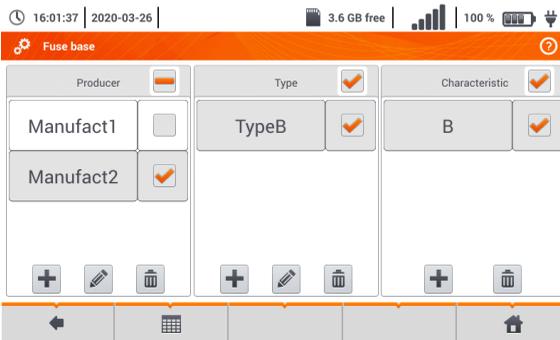
- Hersteller markieren.
- In der Spalte **Typ** + auswählen.
- Den Typ der Sicherheit wie im Schritt ① beschrieben eingeben.

3



- Den Typ der Sicherheit, für die Eigenschaften eingegeben werden, markieren.
- In der Spalte **Eigenschaften** + auswählen.
- Die gewünschten Eigenschaften aus der Liste auswählen.

4



Beschreibung der Funktionssymbole

- Eintrag inaktiv
- Eintrag aktiv
- + Neuen Eintrag hinzufügen
- Bezeichnung eines Eintrages ändern
- Einträge löschen
- Zurück zur vorherigen Ansicht
- Zurück zum Hauptmenü

2.2.3 MPI-540-PV Untermenü PV-Module

1



- In der Spalte **Modul** mit dem Icon **+** das PV-Modul hinzuzufügen.
- In der Spalte **Parameter** Parameter des Moduls ergänzen.

2



Beschreibung der Funktionssymbole

- nicht aktiver Datensatz
- aktiver Datensatz
- +** Neuen Datensatz hinzufügen
- ☒** Aktiven Datensatz löschen
- ←** Zurück zur vorherigen Anzeige
- 🏠** Zurück zum Hauptmenü

Liste der Parameter

- Name** – Name des Moduls
- Pmax** – Leistung am Punkt MPP*
- Umpp** – Spannung am Punkt MPP*
- Impp** – Strom am Punkt MPP*
- Uoc** – Leerlaufspannung
- Isc** – Kurzschlussstrom
- NOCT** – Zelltemperatur bei Nennbetrieb
- alpha** – Temperaturkoeffizient Strom Isc
- beta** – Temperaturkoeffizient Spannung Uoc
- gamma** – Temperaturkoeffizient Leistung Pmax
- R_s** - Reihenwiderstand des PV-Moduls

* MPP – Maximalleistungspunkt

2.3 Datenübertragung

2.3.1 USB Verbindung

Der im Prüfgerät integrierte USB B-Typ wird benötigt, um eine Verbindung zwischen PC und MPI-540 herzustellen. Es können dann Daten aus dem Speicher auf den PC geladen werden. Dies kann mit einer vom Hersteller bereitgestellten Software durchgeführt werden.

- **Sonel Analysis** – Diese Software kann zum Auslesen und Analyse der Daten des Rekorders des MPI-540 sowie aller Geräte der PQM Serie verwendet werden.
- **Sonel Reader** – die Software kann zum Abrufen der gespeicherten Daten aus dem MPI verwendet werden.
- **Sonel Reports PLUS** – Ermöglicht eine normkonforme Berichterstellung der getesteten Installationen. Die Software kann zu allen Sonel Prüfgeräten mit der Funktion der Datenübertragung verwendet werden.

Detaillierte Informationen erhalten Sie über den Hersteller und Ihren Distributoren.

- 1 Verbinden Sie das USB Kabel an der USB Buchse des Prüfgerätes und dem PC.
- 2 Starten Sie die Software.



Aktuelle Softwareversionen finden Sie auf der Website des Herstellers.

2.3.2 WLAN-Verbindung (Wi-Fi)

- 1 Gehen Sie zum Abschnitt **Einstellungen ► Kommunikation ► WLAN**.
- 2 Schalten Sie WLAN an (ein WLAN-Status-Symbol soll in der oberen Leiste angezeigt werden ).
- 3 Wählen Sie aus der Liste ein Netzwerk mit Internetzugang aus. Berühren Sie es zweimal, und wenn es passwortgesichert ist, geben Sie das Passwort ein. Um sich vom Netzwerk abzumelden, müssen Sie es auch zweimal berühren.
- 4 Wählen Sie **OK** und überprüfen Sie, ob das Messgerät mit dem Netzwerk verbunden ist. Das WLAN-Status-Symbol zeigt dann die Stärke des Signals an.

2.3.3 **MPI-540-PV** Anschluss an Einstrahlungstärkemessgerät

- 1 Gehen Sie zum Abschnitt **Einstellungen ► Kommunikation ► LoRa**.
- 2 Schließen Sie den LoRa-Adapter an den USB-Anschluss des Messgeräts an. In der oberen Leiste wird das **LoRa-Symbol** angezeigt.
- 3 Stellen Sie das Bestrahlungstärkemessgerät in den Kopplungsmodus. Geben Sie die Seriennummer von MPI-540-PV ein.
- 4 Wählen Sie **Koppeln**.

2.3.4 E-Mail-Einstellungen

The screenshot shows the 'E-mail settings' screen. At the top, there is a status bar with the time 10:35:20, date 2021-08-16, 3.7 GB free, signal strength, 90% battery, and a Wi-Fi icon. Below the status bar is an orange header with 'E-mail settings' and a question mark icon. The main area contains several input fields: 'E-mail' with 'example.email@example.xyz', 'Password' (empty), 'Host' with 'smtp.example.com', 'Port' with '465', 'Connection type' with a dropdown menu showing 'TcpConnection', and 'Mail to' with 'example.email@example.xyz'. There is a 'Test' button and a 'TEST' label. At the bottom, there is a navigation bar with a back arrow, a home icon, and a search icon.

- Gehen Sie zum Abschnitt **Einstellungen ► Kommunikation ► E-Mail**.
- Füllen Sie die Felder auf dem Bildschirm aus:
 - o Parameter der Sendebox,
 - o Anschrift der Bestimmungsbbox.
- Drücken Sie die **TEST**-Taste, um eine Test-E-Mail zu senden.



Die Funktion kann mit ausgewählten E-Mail-Anbietern verwendet werden. Eine Liste der Anbieter finden Sie auf der Website des Herstellers.

2.4 Software Update



ACHTUNG!

- Vor dem Updaten des Prüfgerätes Akkus vollständig aufladen!
- Schalten Sie das Prüfgerät nicht während dem Updatevorgang aus!

2.4.1 Aktualisieren über USB

- 1 Die aktuelle Firmware kann von der Herstellerseite heruntergeladen werden
- 2 Speichern sie die entsprechende Datei auf einem USB Stick. Dieser muss im Dateisystem-FAT32 formatiert sein
- 3 Wählen Sie **Select Einstellungen ► Software Update**, um in das Update Menü zu gelangen

The screenshot shows the 'Software update' screen. At the top, there is a status bar with the time 16:54:43, date 2019-07-20, signal strength, and 63% battery. Below the status bar is an orange header with 'Software update' and a question mark icon. The main area shows a dialog box with a yellow triangle and exclamation mark. The dialog box text reads: 'Update software. Do you want to update the meter from 1.04 version to 1.05 version?'. There are 'Ok' and 'Cancel' buttons. Below the dialog box is a progress bar at 0%. At the bottom, there is a navigation bar with a back arrow, a home icon, and a search icon.

- Schließen sie den USB-Stick am USB-A Anschluss des Prüfgerätes an. Es erscheint folgende Meldung.
- Um den Updatevorgang zu starten, wählen Sie **Ok**.



Alternativ können Sie die Schaltfläche **Update über WLAN** drücken. Dann sollen Sie gemäß **Kapitel 2.4.2** vorgehen.

2.4.2 Aktualisieren über WLAN (Wi-Fi)

- 1 Stellen Sie eine Verbindung zum WLAN-Netzwerk gemäß **Kapitel 2.3.2** her.
- 2 Wählen Sie eine der folgenden Optionen.
 - Gehen Sie zu **Einstellungen ► Software Update** und wählen Sie **Update über WLAN**.
 - Starten Sie das Messgerät neu.
- 3 Das Gerät prüft automatisch, ob ein Software-Update verfügbar ist. Wenn dies der Fall ist, wird ein Fenster angezeigt, in dem Sie aufgefordert werden, das Update zu akzeptieren.
- 4 Um den Aktualisierungsprozess zu starten, wählen Sie **OK** im Informationsfenster.



Sicherheitsmaßnahmen in einigen Netzwerken können dazu führen, dass das Messgerät keine Verbindung zum Update-Server des Herstellers herstellt – dann wird die Meldung **WLAN kann nicht aktualisiert werden...** angezeigt.

2.5 Ländereinstellungen

- 1 
 - Wählen Sie **Einstellungen ► Länder**, um die Spracheinstellungen zu öffnen
 - Wählen Sie entsprechend aus dem Menü Ihr Land aus



Beschreibung der Funktionssymbole

-  Zurück zur vorherigen Ansicht
-  Änderungen speichern
-  Zurück zum Hauptmenü



- 2 

Wurden die Änderungen nicht gespeichert oder das  Symbol wurde gedrückt, erscheint folgende Meldung zum Bestätigen.



Beschreibung der Funktionssymbole

- Ja** – Bestätigen
- Nein** – Eingaben widerrufen
- Abbrechen** – Abbruch



2.6 Prüfgeräteinformation

1

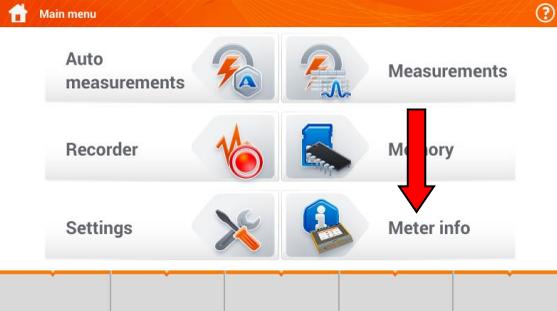
09:50:16 | 2018-11-15

3.7 GB

93 %



Wählen Sie **Prüfgeräteinformation** aus dem Hauptmenü



2

09:50:09 | 2018-07-21



54 %



Es werden Informationen zu Prüfgerät und Hersteller angezeigt



Beschreibung der Funktionssymbole

← Zurück zur vorherigen Ansicht

Anzeige von detaillierten Informationen

Zurück zum Hauptmenü

3

09:50:25 | 2018-07-21



56 %



Ansicht nach Auswahl des Symbols



3 Messungen

Folgende Messungen sind aus dem Menü **Messungen** verfügbar.

LV-Niederspannungsmessungen:

- Fehlerschleifen-Impedanz Messung ($Z_{L-N, L-L}$, Z_{L-PE} , $Z_{L-PE[RCD]}$ mit RCD)
- Spannungsabfall ΔU ,
- Isolationswiderstand R_{ISO}
- RCD Überprüfung (Auslösestrom **RCD** I_A , Auslösezeit **RCD** t_A , automatische Messungen)
- Widerstand R_X
- Durchgangsmessung R_{CONT}
- Phasensequenz **1-2-3**
- Drehfeldmessung **U-V-W**
- Erdungswiderstand R_E
- Spezifischer Erdwiderstand Ωm
- Lichtstärke **Lux**.

MPI-540-PV



Messungen von PV-Anlagen:

- Kontinuität der Schutz- und Ausgleichsverbindungen R_{CONT} ,
- Erdungswiderstand R_E ,
- Isolationswiderstand $R_{ISO PV}$,
- Spannung des offenen Kreises U_{OC} ,
- Kurzschlußstrom I_{SC} ,
- Strom und Leistung auf AC- und DC-Seite des Inverters und sein Wirkungsgrad η , **P**, **I**,
- Irradiation (Einstrahlung) **Irr**.



WARNUNG

Berühren Sie während den Messungen Fehlerschleifen und RCD keine leitfähigen Teile der elektrischen Installation.



- Lesen und verinnerlichen Sie den Inhalt der nachfolgenden Kapitel sorgfältigst. Es werden darin **Prüfgerätemesskreise**, **Messmethoden** und Grundprinzipien zur **Interpretation von erzielten Messergebnissen**.
- Es wird bei länger andauernden Messungen ein Statusbalken angezeigt
- Das Ergebnis der letzten Messung wird angezeigt bis:
 - Die nächste Messung startet
 - Messparameter geändert werden
 - Die Messfunktion geändert wurde
 - Das Prüfgerät ausgeschaltet wird
- Die letzte Messung kann dann mit dem  Symbol wieder angezeigt werden

3.1 Diagnosen des Prüfgerätes – Grenzwerte

Das MPI-540 ist in der Lage zu beurteilen ob ein Messergebnis innerhalb der gültigen Grenzwerte einer geprüften Schutzeinrichtung liegt. Es können vom Benutzer Grenzwerte und Schwellenwerte eingestellt werden, welche von den Messergebnissen nicht überschritten werden darf. Dies ist für all Messungen möglich außer:

- RCD Messungen (I_A , t_A), hier sind die Grenzwerte dauerhaft aktiv
- Fehlerschleifen-Impedanzmessung. Hier werden die Grenzwerte indirekt durch die entsprechende Schutzeinrichtung vorgegeben, für die Standartwerte gelten
- Rekorder

Für Isolationswiderstandsmessungen und Licht, ist der Grenzwert der **Minimalwert**. Bei Messungen der Fehlerschleife, Erdung und Schutzleiterwiderstand ist es der **Maximalwert**.

Die Grenzwerte können in den entsprechenden Menüs festgelegt werden.

 bedeutet: Ergebnis liegt innerhalb des Grenzwertes

 bedeutet: Ergebnis liegt außerhalb des Grenzwertes

 bedeutet: Beurteilung auf Richtigkeit des Ergebnisses nicht möglich. (z.B. Messung läuft oder bei keiner vollständig durchgeführten Messung)

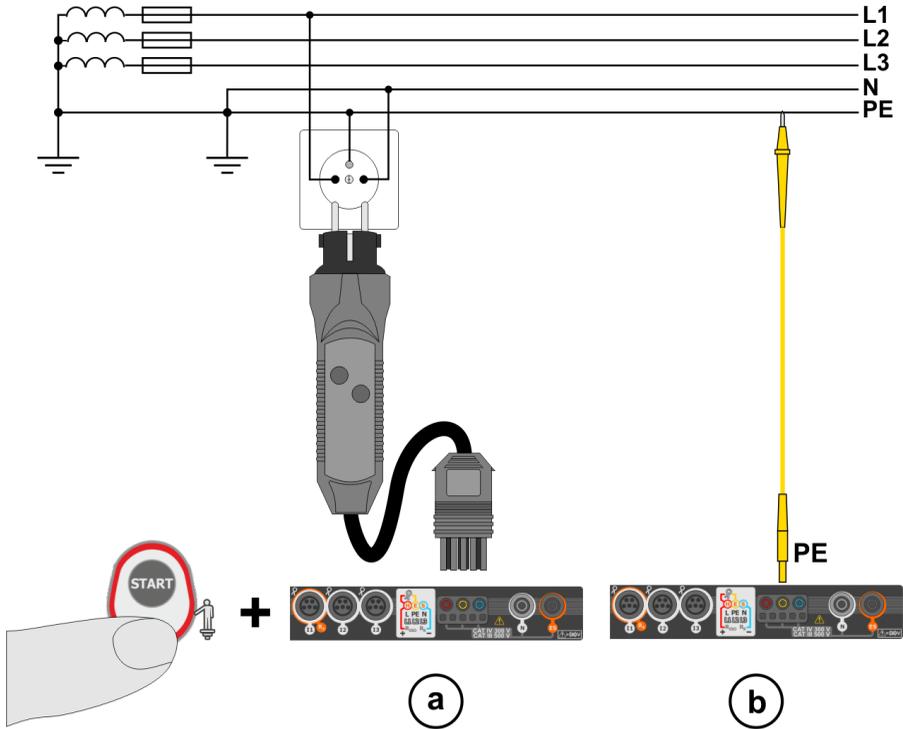
Die Methoden zur Grenzwerteinstellung werden in dem Abschnitt Messdaten beschrieben.

3.2 Messen von Wechselspannung und Frequenz

Das Prüfgerät misst und zeigt Werte zu Wechselspannung und Frequenz in den entsprechend unten aufgeführten Messungen.

Messung	U	f
Z _{L-N}	•	•
Z _{L-PE}	•	•
Z _{L-PE[RCD]}	•	•
R _{ISO}	•	
RCD I _A	•	•
RCD t _A	•	•
R _x		
R _{CONT}		
Phasensequenz	•	
Motordrehfeld	•	
Widerstand zur Erde R _E	•	
Spezifischer Erdwiderstand	•	
Leuchtstärke		
Rekorder	•	•

3.3 Überprüfung des korrekten PE Anschluss (Schutzerde)



Ist das Prüfgerät wie oben in der Abbildung dargestellt angeschlossen, berühren Sie die Kontaktelektrode und warten Sie ca. **1 Sekunde**. Wird Spannung am PE-Leiter erkannt:

- Meldung **PE!** wird angezeigt. (Installationsfehler, PE-Leiter hat Verbindung zu phasenführenden Leitern und
- ein dauerhaftes Tonsignal ist hörbar

Diese Funktion ist verfügbar bei allen Messungen zugehörig zu RCD und Fehlerschleife **außer Z_{L-N}, L-L Messung**.



WARNUNG

Wird eine Phasenspannung an PE erkannt, muss die Messung sofort unterbrochen werden und der Fehler in der Installation behoben werden.



- Stellen Sie sicher auf nicht isoliertem Boden während der Messung zu stehen. Isolierter Boden kann zu falschen Messergebnissen führen
- Übersteigt die Spannung an PE den gültigen Grenzwert von ca. 50 V, wird dies vom Prüfgerät angezeigt
- Ist das IT-Netz ausgewählt wie in **Abschnitt 2.2.1 Schritt ①**, dann ist diese Kontaktelektrode **inaktiv**

3.4 Fehlerschleifenparameter



ACHTUNG!

- Ist in der Installation ein RCD eingebaut, so sollten diese für die Messung der Impedanzen überbrückt werden. Es muss jedoch bedacht werden, dass dann eine modifizierte Installation vorliegt, welche nicht mehr dem Original gleicht und somit die Messergebnisse leicht von der der Originalinstallation abweichen
- Machen Sie nach Abschluss der Messungen alle Modifikationen an der Installation rückgängig und überprüfen Sie die Funktion des RCD
- Die oben genannten Hinweise **gelten nicht** für die Schleifenimpedanzmessung $Z_{L-PE [RCD]}$
- Messung des Kurzschlusschleifenwiderstandes **hinter nachgeschalteten Wechselrichtern** sind **wirkungslos** und **unsicher**. Dies ist auf Grund der Schwankung der internen Impedanzen des Inverters während des Betriebes zurückzuführen

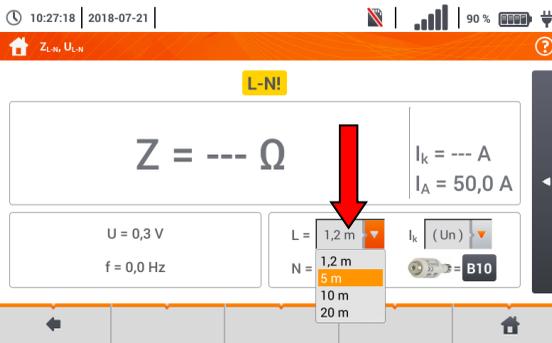
3.4.1 Messeinstellungen

1



Wählen Sie $Z_{L-N, L-L}$, Z_{L-PE} oder $Z_{L-PE[RCD]}$ aus dem Messmenü.

2

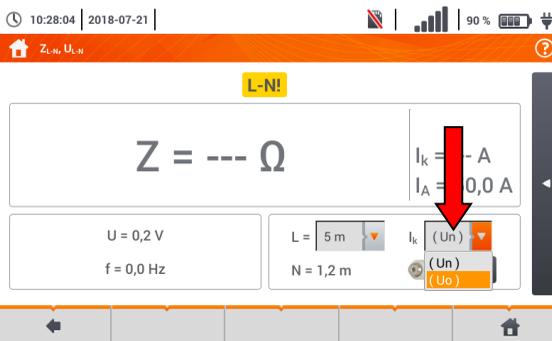


Die Richtigkeit der Messung hängt von der richtig eingestellten Messleitungslänge

Ist kein **WS Typ Adapter** am Prüfgerät angeschlossen, sind die Standardleitungslängen des Herstellers im Menü wählbar

- Verwenden Sie hierzu das Auswahlmenü
- Wählen Sie die gewünschte Länge aus

3

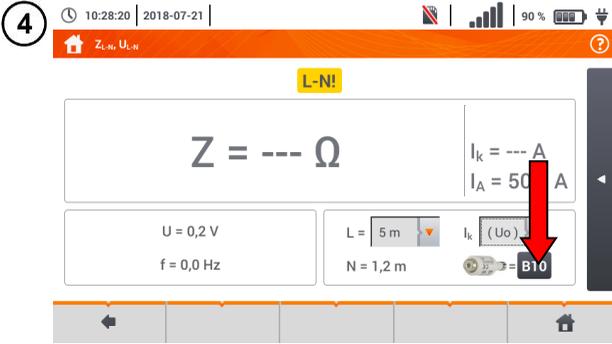


Der erwartete Kurzschlussstrom I_k kann aus einer von zwei Werten errechnet werden:

- ⇒ Netzennspannung U_n
- ⇒ Durch das Prüfgerät gemessene Spannung U_o

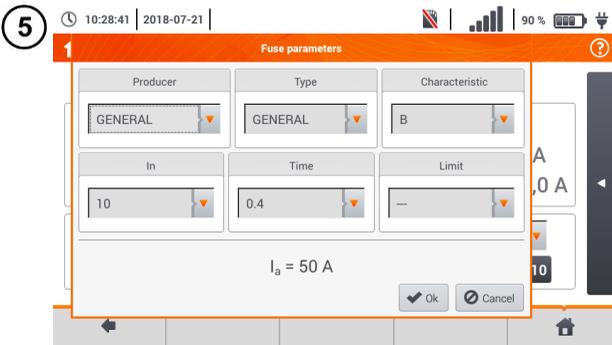
Die physikalische Bedeutung der Parameter wird in **Abschn. 3.4.5** beschrieben

Wählen Sie den gewünschten Wert aus



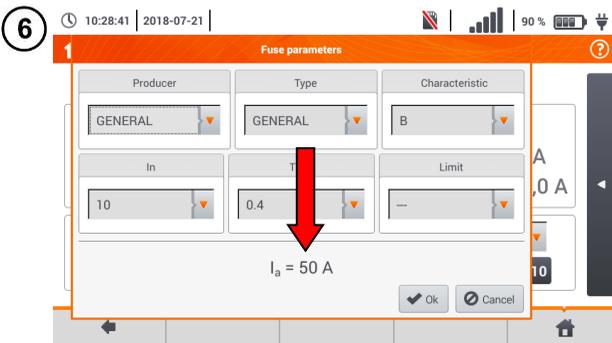
Das Ergebnis kann mit der zulässigen Impedanz Z_{sdop} verglichen werden, bestimmt auf der Basis der Sicherungsparameter:
 ⇒ Charakteristik
 ⇒ Nennstrom

- Öffnen Sie das Sicherungsmenü



Verfügbare Optionen:

- **Hersteller**
 ⇒ ALLGEMEIN – kein bestimmter Hersteller
 ⇒ Hersteller werden festgelegt im Gerätspeicher (**Abschn. 2.2.2**)
- **Typ**
 ⇒ ALLGEMEIN – kein bestimmter Typ
 ⇒ Typen werden festgelegt im Gerätspeicher (**Abschn. 2.2.2**)
- **Zeit-Strom Charakteristik**
- **Nennstrom I_N**
- **Zulässige Auslösezeit**
- **Grenzwert** – Der Grenzwert ergibt sich aus der Norm EN 60364-6
 ⇒ --- – I_a wie in der Normtabelle – keine Korrektur
 ⇒ **2/3Z** – I_a wird erhöht durch den Wert 0,5 I_a



Der Strom wird nach dem Einstellen der Parameter in Schritt (6) (7) berechnet.

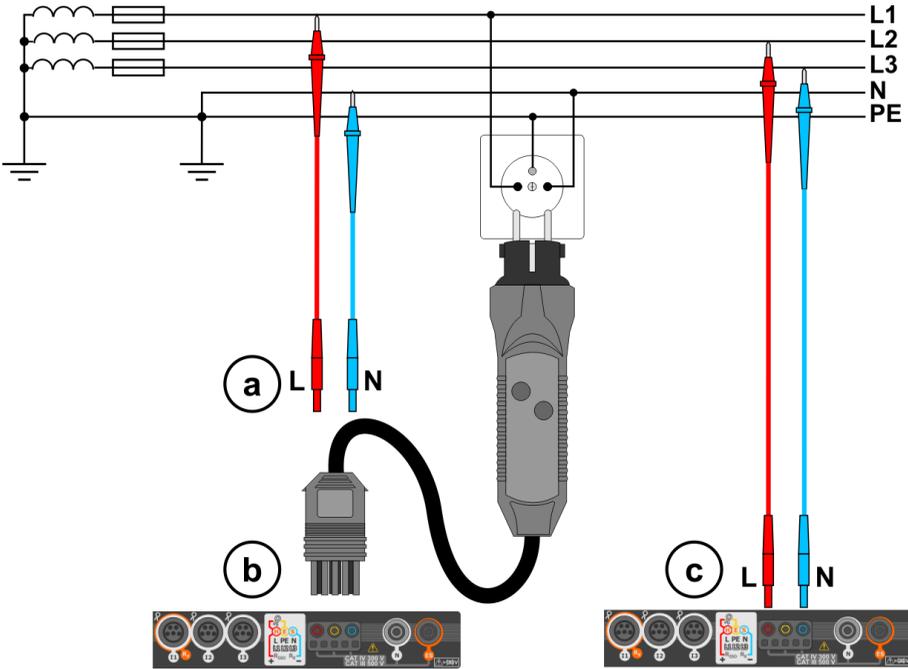
I_a – Auslösestrom gewährleistet das automatische Abschalten der Schutzeinrichtung innerhalb der zulässigen Zeit

Beschreibung der Funktionssymbole

- Ok** – Eingabe bestätigen
- Abbrechen** – Abbruch

3.4.2 Fehlerschleifenparameter in L-N und L-L Netzen

- 1 Schließen Sie die Messleitung gemäß der Abbildung an
 a) oder b) bei Messungen im L-N Netz
 c) bei Messungen im L-L Netz



2



Wählen Sie $Z_{L-N, L-L}$ aus dem Messmenü

3

10:31:21 | 2018-07-21 | 92%

Z_{L-N, U_{L-N}} ? **Live Modus**

READY!

Z = --- Ω **I_k = --- A**
I_A = 50,0 A

U_{L-N} = 240,0 V **L = 5 m**
f = 50,0 Hz **N = 1,2 m** **I_k (U_o)**

B10

U_{L-N} – aktuelle Spannung zwischen Phase und Neutralleiter
f – aktuelle Frequenz der Installation

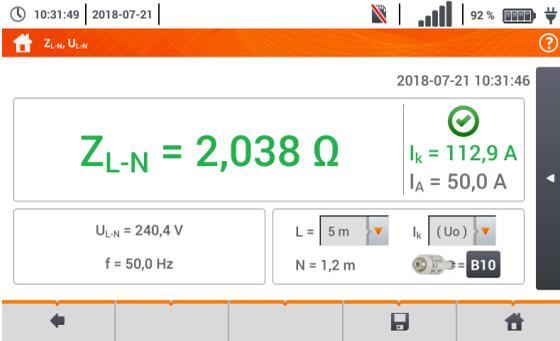
4 Tragen Sie die Messeinstellungen gemäß **Abschn. 3.4.1** ein

5



Drücken Sie **START** um die Messung durchzuführen

6



Ergebnis wird angezeigt

Z_{L-N} – Hauptergebnis
I_k – erwarteter Kurzschlussstrom inkl. Anzeige ob die zulässigen Kriterien der Schleifenmessung erfüllt wurden (**Abschn. 3.4.1**, Schritt 6):

- erfüllt
- nicht erfüllt
- Beurteilung nicht möglich

I_A – gewährleistet das automatische Abschalten der Sicherung innerhalb der Zeit

Antippen der Leiste rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

7



R – Widerstand des Messkreises
X_L – Blindwiderstand des Kreises
U_{L-N} – Spannung zum Neutralleiter
f – Frequenz

Erneutes Anwählen schließt das Menü.

8

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem Symbol angezeigt werden



- Werden mehrere Messungen in kurzen Abständen hintereinander durchgeführt, generiert das Prüfgerät eine große Menge an Hitze. Das Gehäuse des MPI-540 kann dadurch auch heiß werden. Dies ist **normal**. Zusätzlich ist das Prüfgerät mit einem Überhitzungsschutz ausgerüstet
- Nach ca. 15 aufeinanderfolgende Schleifenwiderstandsmessungen, warten Sie bis das Prüfgerät abgekühlt ist. Diese Einschränkung ist auf Grund des sehr hohen Prüfstromes und der Multifunktionalität des Gerätes zurückzuführen
- Das **Intervall** zwischen aufeinanderfolgenden Messungen sollte **5 Sekunden** nicht unterschreiten. Durch die Meldung **READY!** wird die Bereitschaft einer erneuten Messung angezeigt. Bis zur Anzeige dieser Meldung, verhindert das Prüfgerät die Durchführung sämtlicher Messungen

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

READY!	Prüfgerät ist bereit zum Messen
IN PROGRESS	Messung läuft
L-N!	U_{L-N} Spannung unzulässig, um Messungen durchzuführen
L-PE!	U_{L-PE} Spannung unzulässig, um Messungen durchzuführen
N-PE!	U_{N-PE} hat zulässigen Wert von 50 überschritten
L ↔ N	Phase an N Buchse anstatt L Buchse angeschlossen (z.B. L-N Leiter in Steckdose vertauscht)
TEMPERATURE!	Maximaltemperatur im Prüfgerät überschritten
f!	Netzfrequenz ist außerhalb des Bereichs von 45...65 Hz
ERROR!	Fehler während des Messvorgangs. Ergebnis kann nicht korrekt angezeigt werden.
Schleifenimpedanz-Messkreis fehlerhaft	Prüfgerät zum Service einsenden
U>500V! Dauerton	Vor der Messung. Spannung an den Messbuchsen größer 500 V
VOLTAGE!	Die Spannung am Testobjekt ist nicht innerhalb der angegebenen Grenzwerte festgelegt durch die Netznominalspannung U_n (Abschn. 2.2.1 Schritt ①)
LIMIT!	Zu niedriger Wert des erwarteten Kurzschlussstromes I_k für die voreingestellte Sicherung und Auslösezeit

3.4.3 Fehlerschleifenparameter im L-PE Netz

- ① Schließen Sie die Messleitungen gemäß der Abbildung **Fig. 3.1** oder **Fig. 3.2** an

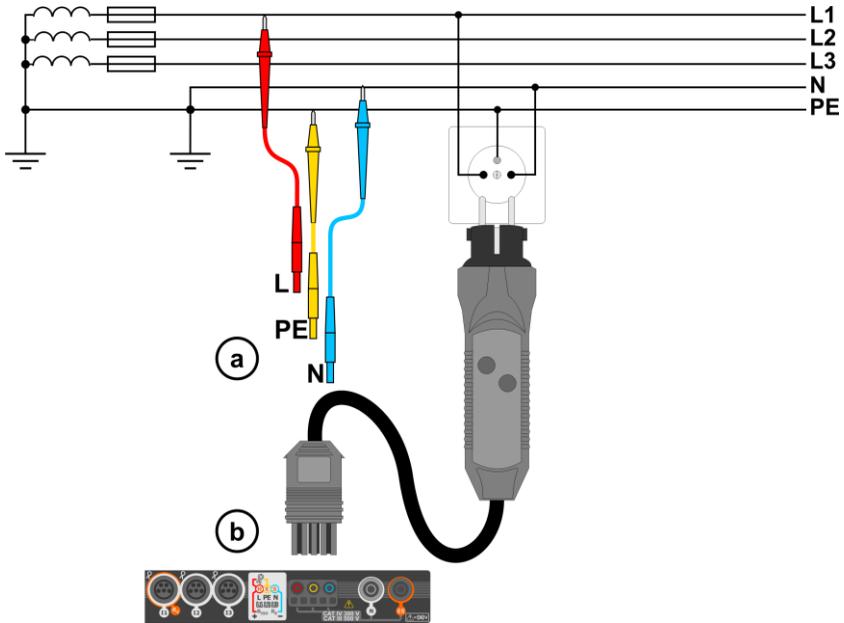


Fig. 3.1 Messung im L-PE Netz

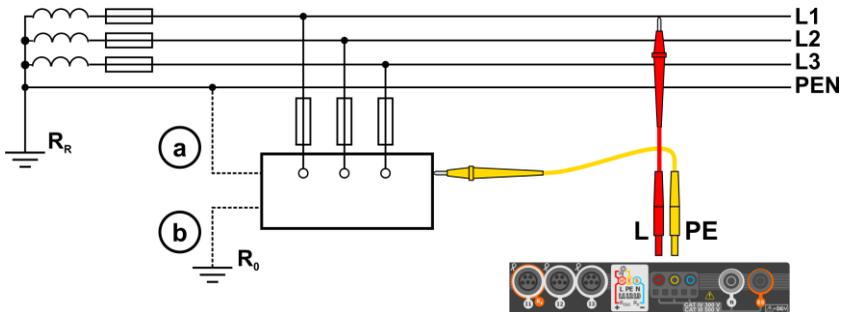


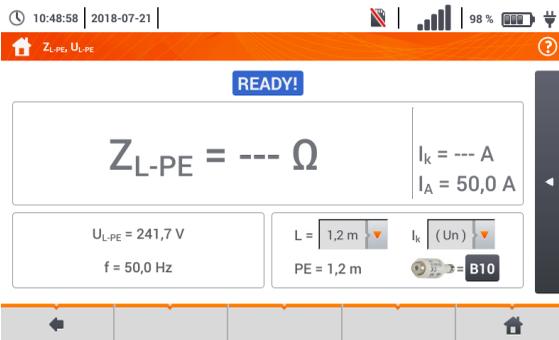
Fig. 3.2 Überprüfung des Prüfergerätegehäuses auf Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines: (a) TN Netzes oder (b) TT Netzwerk

2



Wählen Sie **Z_{L-PE}**

3



Das Messmenü wird angezeigt

Live Modus

U_{L-PE} – aktuelle Spannung zwischen Phase und Neutralleiter
f – aktuelle Frequenz der Installation

4

Tragen Sie die Messeinstellungen gemäß **Abschn. 3.4.1** ein

5



Drücken Sie die **START** Taste

6



Ergebnis wird angezeigt

Z_{L-PE} – Hauptergebnis

I_k – erwarteter Kurzschlussstrom inkl. Anzeige ob die zulässigen Kriterien der Schleifenmessung erfüllt wurden (**Abschn. 3.4.1**, Schritt 6):

- erfüllt
- nicht erfüllt
- Beurteilung nicht möglich

I_A – gewährleistet das automatische Abschalten der Sicherung innerhalb der Zeit

Antippen der Leiste rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

7

R – Widerstand des Messkreises

X_L – Blindwiderstand des Kreises

U_{L-PE} – Spannung zum PE

f – Frequenz

Erneutes Anwählen  schließt das Menü

8

Speichern der Messung im Speicher durch das  Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speicher-Managements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem  Symbol angezeigt werden.



- Zweileitermessung ist für den UNI-Schuko Adapter nicht verfügbar
- Werden mehrere Messungen in kurzen Abständen hintereinander durchgeführt, generiert das Prüfgerät eine große Menge an Hitze. Das Gehäuse des MPI-540 kann dadurch auch heiß werden. Dies ist **normal**. Zusätzlich ist das Prüfgerät mit einem Überhitzungsschutz ausgerüstet
- Nach ca. 15 aufeinanderfolgende Schleifenwiderstandsmessungen, warten Sie bis das Prüfgerät abgekühlt ist. Diese Einschränkung ist auf Grund des sehr hohen Prüfstromes und der Multifunktionalität des Gerätes zurückzuführen
- Das **Intervall** zwischen aufeinanderfolgenden Messungen sollte **5 Sekunden** nicht unterschreiten. Durch die Meldung **READY!** wird die Bereitschaft einer erneuten Messung angezeigt. Bis zur Anzeige dieser Meldung, verhindert das Prüfgerät die Durchführung sämtlicher Messungen

3.4.4 Fehlerschleifenparameter im L-PE Netz mit RCD

- 1 Schließen sie die Messleitungen gemäß der Abbildungen Fig. 3.3 , Fig. 3.4 und Fig. 3.5 an

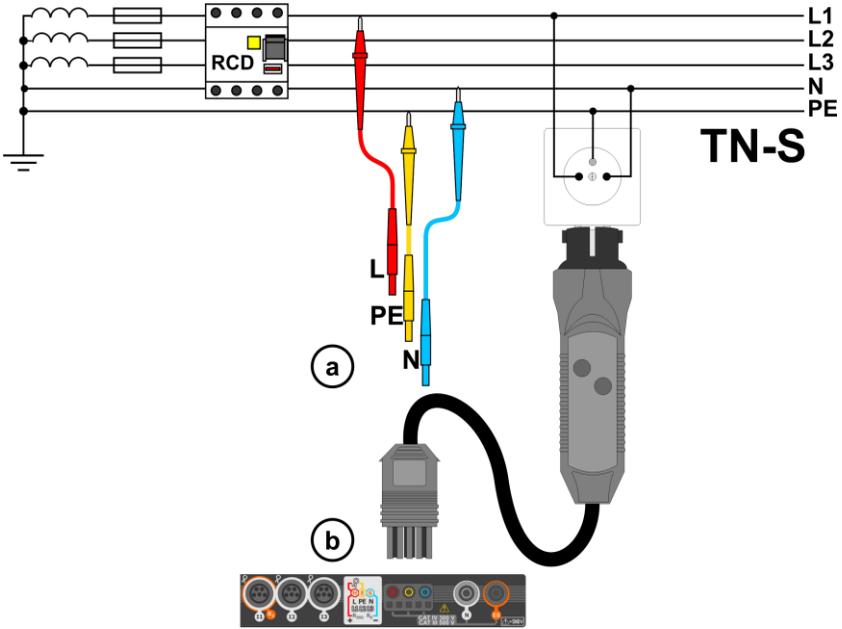


Fig. 3.3 Messung im TN-S Netz

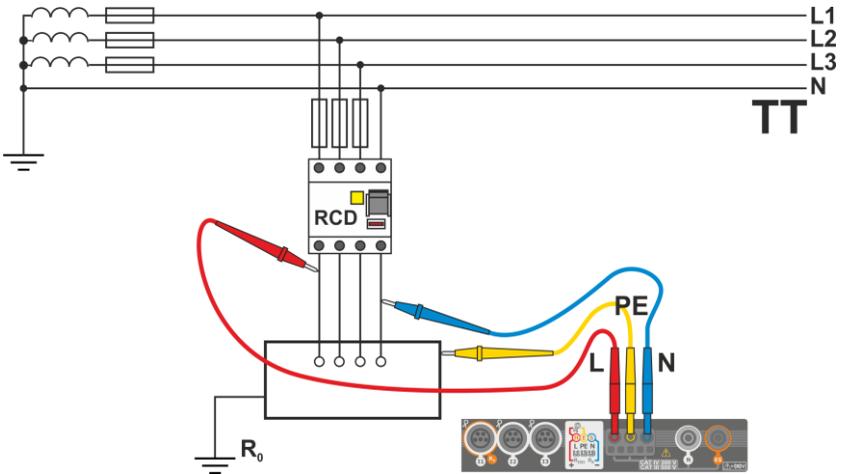


Fig. 3.4 Messung im TT Netz

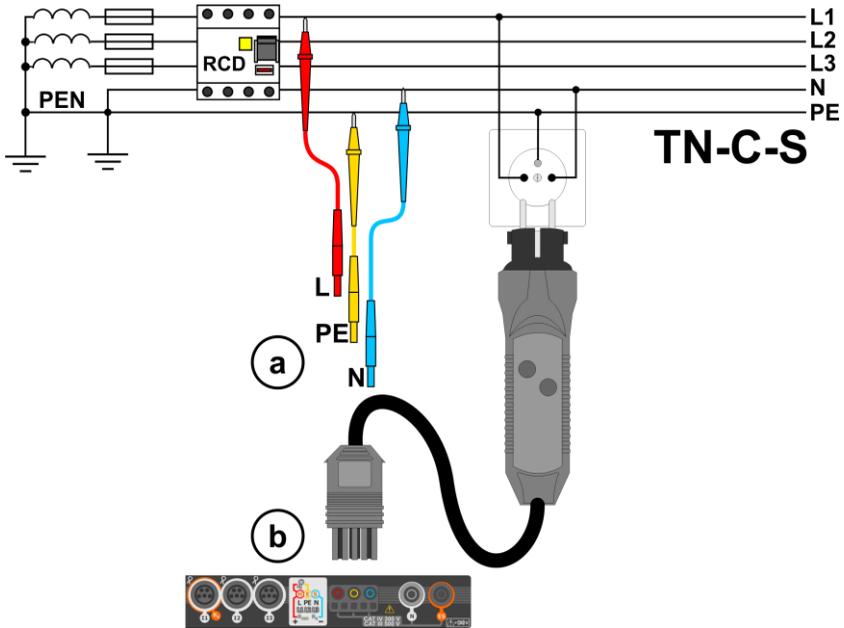


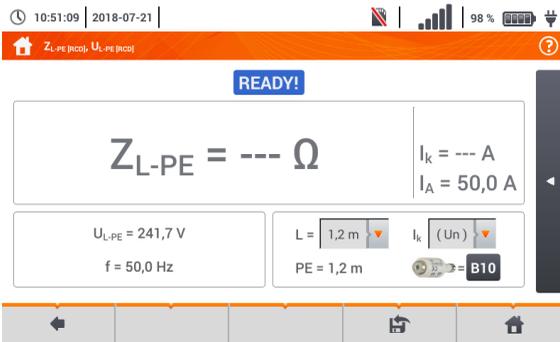
Fig. 3.5 Messung im TN-C-S Netz

2



Wählen Sie $Z_{L-PE[RCD]}$

3



Das Messmenü wird angezeigt.

Live Modus

U_{L-PE} – aktuelle Spannung zwischen Phase und Neutralleiter
 f – aktuelle Frequenz der Installation

4

Tragen Sie die Messeinstellungen gemäß **Abschn. 3.4.1** ein

5



Drücken Sie die **START** Taste

6

10:51:55 | 2018-07-21 |



Ergebnis wird angezeigt

READY! 2018-07-21 10:51:43

$Z_{L-PE} = 2,86 \Omega$

$I_k = 80,3 \text{ A}$
 $I_A = 50,0 \text{ A}$

$U_{L-PE} = 242,2 \text{ V}$
 $f = 50,0 \text{ Hz}$

L = 1,2 m I_k (Un)
PE = 1,2 m B10

Z_{L-PE} – Hauptergebnis
 I_k – erwarteter Kurzschlussstrom
 inkl. Anzeige ob die zulässigen Kriterien der Schleifenmessung erfüllt wurden (**Abschn. 3.4.1**, Schritt 6):

- erfüllt
- nicht erfüllt
- Beurteilung nicht möglich

I_A – gewährleistet das automatische Abschalten der Sicherung innerhalb der Zeit.

Antippen der Leiste rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

7

10:52:10 | 2018-07-21 |



R – Widerstand des Messkreises

 X_L – Blindwiderstand des Kreises U_{L-PE} – Spannung zum PE

f – Frequenz

READY! 2018-07-21 10:51:43

$Z_{L-PE} = 2,86 \Omega$

$I_k = 80,3 \text{ A}$
 $I_A = 50,0 \text{ A}$

$U_{L-PE} = 241,8 \text{ V}$
 $f = 50,0 \text{ Hz}$

L = 1,2 m I_k (Un)
PE = 1,2 m B10

R = 2,86 Ω
 $X_L = 0,08 \Omega$
 $U_{L-PE} = 242,2 \text{ V}$
f = 50,0 Hz

Erneutes Anwählen schließt das Menü

8

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem Symbol angezeigt werden.



- Die maximale Messzeit beträgt einige Sekunden. Unterbrochen werden kann die Messung durch die Taste .
- In elektrischen Installationen mit 30 mA RCD's, können die Summendifferenzströme plus der Prüfstrom dazu führen, dass der RCD auslöst. Ist dies der Fall versuchen Sie die Differenzströme zu verringern, indem sie z.B. Lasten (Verbraucher) vom Netz nehmen.
- Diese Funktion ist für RCD's mit Nennauslösestrom $\geq 30 \text{ mA}$ verfügbar
- Werden mehrere Messungen in kurzen Abständen hintereinander durchgeführt, generiert das Prüfgerät eine große Menge an Hitze. Das Gehäuse des MPI-540 kann dadurch auch heiß werden. Dies ist **normal**. Zusätzlich ist das Prüfgerät mit einem Überhitzungsschutz ausgerüstet.
- Nach ca. 15 aufeinanderfolgende Schleifenwiderstandsmessungen, warten Sie bis das Prüfgerät abgekühlt ist. Diese Einschränkung ist auf Grund des sehr hohen Prüfstromes und der Multifunktionalität des Gerätes zurückzuführen.
- Das **Intervall** zwischen aufeinanderfolgenden Messungen sollte **5 Sekunden** nicht unterschreiten. Durch die Meldung **READY!** wird die Bereitschaft einer erneuten Messung angezeigt. Bis zur Anzeige dieser Meldung, verhindert das Prüfgerät die Durchführung sämtlicher Messungen.

3.4.5 Erwarteter Kurzschlussstrom

Das Prüfgerät misst immer die Fehlerschleifenimpedanz Z_s . Der angezeigte Kurzschlussstrom wird auf Grund folgender Formel berechnet:

$$I_k = \frac{U}{Z_s}$$

Wobei gilt:

Z_s – gemessene Impedanz

U – Netzspannung abhängig der eingestellten U_n (**Abschn. 3.4.1** Punkt ④):

$I_k(U_n)$	$U = U_n$
	$U = U_0$ for $U_0 < U_n$
$I_k(U_0)$	$U = U_n$ for $U_0 \geq U_n$

Wobei gilt:

U_n – Nennnetzspannung

U_0 – Vom Prüfgerät gemessene Spannung

Auf Grund der ausgewählten Nennnetzspannung U_n (**Abschn. 2.2.1**), erkennt das Messgerät automatisch die Messung, Phasenspannung oder Phasen-Phasenspannung und berücksichtigt dies in der Berechnung

Ist die Netzspannung außerhalb des Toleranzbereiches, kann der das Prüfgerät keine korrekte Kurzschlussstromberechnung durchführen. In diesem Fall wird, --- als Kurzschlussstromwert angezeigt, anstatt eines Wertes. Die **Fig. 3.6** zeigt die gültigen Spannungsbereiche für eine korrekte Kurzschlussstromberechnung.

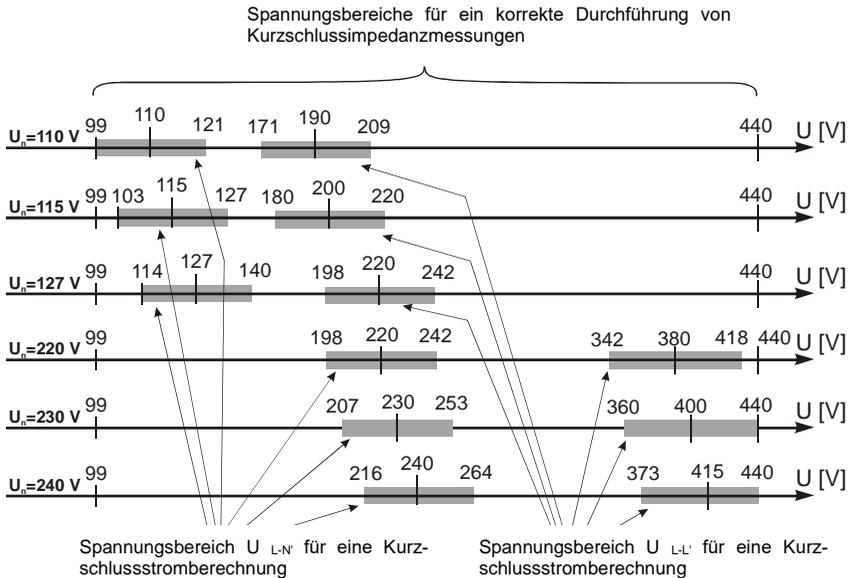
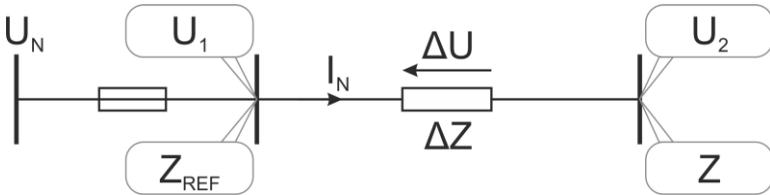


Fig. 3.6 Messspannungsbereiche

3.5 Spannungsabfall

Diese Funktion bestimmt den Spannungsabfall zwischen zwei vom Benutzer ausgewählten Punkten des zu prüfenden Netzes. Die Prüfung basiert auf der Messung der Impedanz der L-N Kurzschlusschleife an diesen Punkten. In einem Standard-Netz wird der Spannungsabfall normalerweise zwischen der Buchse und der Schaltanlage (Referenzpunkt) geprüft.



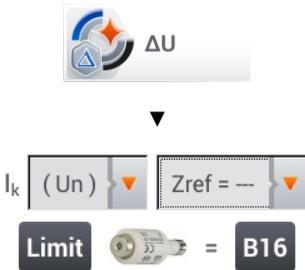
Der Spannungsabfall wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$\Delta U = \frac{(Z - Z_{REF}) \cdot I_N}{U_N} \cdot 100\%$$

wobei:

- Z – Impedanz der Kurzschlusschleife am Zielpunkt,
- Z_{REF} – Impedanz der Kurzschlusschleife am Referenzpunkt,,
- I_N – Nennstrom der Sicherung,
- U_N – Nennspannung des Netzes.

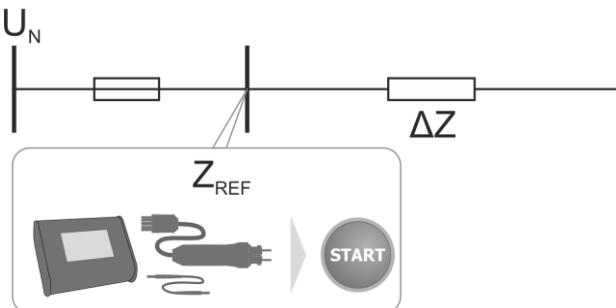
①



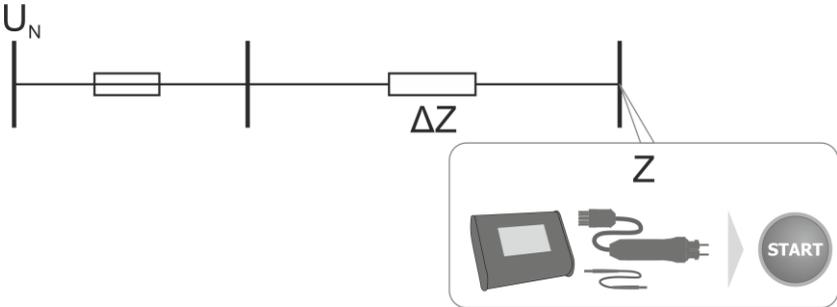
- Die Position **ΔU** auswählen.
- Die frühere Messung mit **Zref= --** zurücksetzen, wenn das noch nicht getan wurde.
- Den **Grenzwert** für den Spannungsabfall **ΔU_{MAX}** eingeben.
- Die **Art der Sicherung** der zu prüfenden Schaltung eingeben.

②

- Das Messgerät vom Referenzpunkt des geprüften Netzes wie bei der Messung von Z_{L-N} trennen.
- **START** drücken.



- 3 • Die Einstellung von **Zref** auf **Z** ändern.
- Das Messgerät an den Zielpunkt wie bei der Messung von Z_{L-N} anschließen.
- **START** drücken.



- 4

Ergebnis ablesen.

ΔU – Hauptergebnis mit der Anzeige, dass das **Kriterium ΔU_{MAX}** erfüllt wurde:

- **grün:** $\Delta U \leq \Delta U_{MAX}$
- **rot:** $\Delta U > \Delta U_{MAX}$

I_k – erwarteter Kurzschlussstrom

Nach dem Anwahl der Leiste auf der rechten Seite des Bildschirms erscheint ein Menü mit zusätzlichen Messergebnissen.

- R** – Widerstand der geprüften Schaltung
- X_L** – Reaktanz der geprüften Schaltung
- U_{L-N}** – Spannung gegenüber dem Neutralleiter
- f** – Frequenz
- I_A** – Strom der Sicherheitsauslösung

Nach Anwahl der Leiste wird das Menü ausgeblendet.

- 5 Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem Symbol angezeigt werden



Ist Z_{REF} größer als Z , zeigt das Messgerät $\Delta U = 0\%$

3.6 Erdungswiderstand

3.6.1 Messeinstellungen

1



Wählen Sie R_E

2



Wählen Sie die Messspannung U_n über das folgende Menü

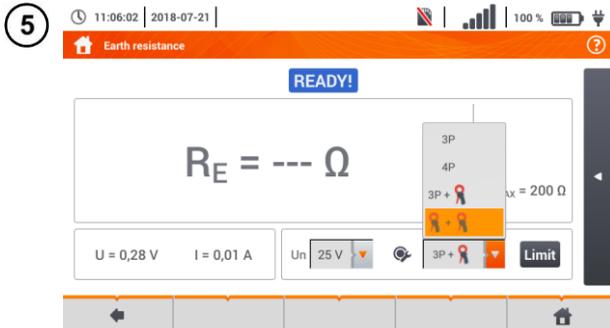
3



4

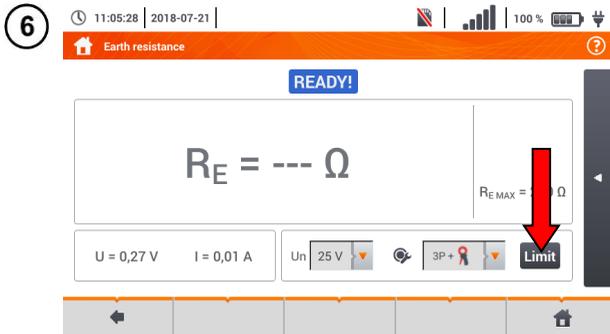


Wählen Sie aus dem Menü die Messmethode



Mögliche Messmethoden:

- ⇒ 3-Leiter
- ⇒ 4-Leiter
- ⇒ 3-Leiter + Empfängerzange
- ⇒ 2-Leiter (Sende- + Empfängerzange)



Wählen Sie **Grenzwert**, um die Widerstandsgrenzwerte festzulegen



- Einheit wählen
- Geben sie den entsprechenden Widerstandswert ein:
 ⇒ 0,00...1990 bei Ω
 ⇒ 0,00...2 bei kΩ

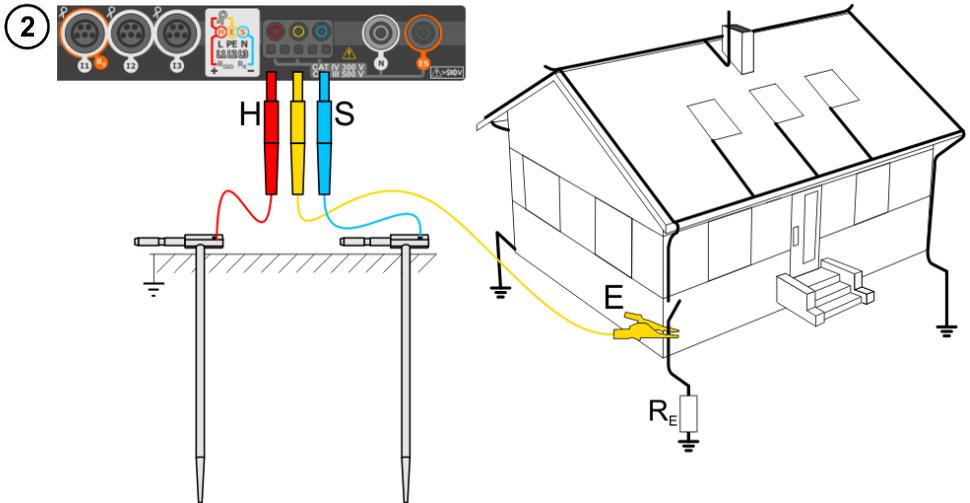
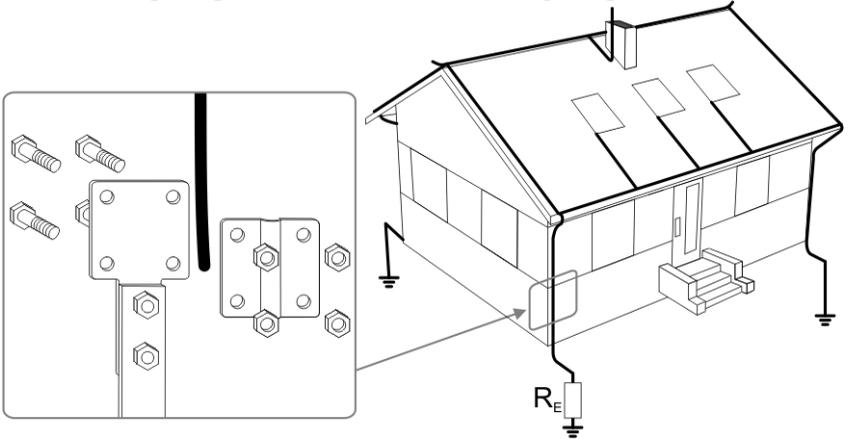
Beschreibung der Funktionssymbole

- Eingabe widerrufen und zurück zur vorherigen Ansicht
- Eingabe bestätigen

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

Die 3-Leiter Messmethode ist die grundlegende Methode der Erdungsmessung

① Trennen Sie die Erdungsanlage zwischen Installation und Erdungsanlage



- Schlagen Sie die **Stromelektrode** in die Erde und verbinden dies mit der **H** Buchse am Messgerät
- Schlagen Sie die **Spannungselektrode** in die Erde und verbinden dies mit der **S** Buchse am Messgerät
- Die zu testende **Erdelektrode** muss an der **E** Buchse angeschlossen werden
- Es wird empfohlen, die zu testende **Erdelektrode**, die **H** und **S** Elektroden in einer Linie in entsprechenden Abständen gemäß den Gesetzen der Erdungsmessung auszuliegen

3



- Wählen Sie die **3P** Option im Messmenü

- Wählen Sie die weiteren Einstellungen gemäß **Abschn. 3.6.1**

4



Die Messung kann gestartet werden

Live Modus

U – aktuelle Störspannung am Objekt

Grenzwerte

R_{E MAX} – aktuell gesetzter Erdwiderstandsgrenzwert

5



Drücken Sie die **START** Taste

6



Ablesen des Messergebnisses

Meldung bei Überschreiten der Grenzwerte (Abschn.3.6.1 Schritt 6)

6

✓ Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte

✗ Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte

⋮ Beurteilung nicht möglich

Antippen der Leiste ◀ rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

7



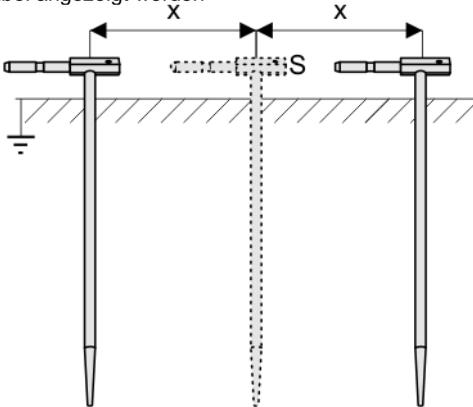
R_H – Widerstand der Stromelektrode
 R_S – Widerstand der Spannungselektrode
 δ – zusätzliche Messunsicherheit durch den Widerstand der Elektroden

Erneutes Anwählen  schließt das Menü

8

Speichern der Messung im Speicher durch das  Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem  Symbol angezeigt werden

9



Wiederholen Sie die Schritte **(2)(5)(6)** an zwei verschiedenen Positionen der Spannungselektrode **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.



WARNUNG

- Die Erdungsmessung kann nur ausgeführt werden, wenn die Störspannungen nicht größer als 24 V sind. Es können Störspannung von bis zu 100 V gemessen werden
- Ein wert über 50 V wird als gefährlich signalisiert. Das Prüfgerät darf nicht an Spannungen größer 100 V angeschlossen werden



- Es wird empfohlen, dass die **Erdelektrode**, sowie die **H** und **S** Elektroden in einer Linie platziert werden sollten. Auf Grund der Bedingungen im Feld, ist dies jedoch nicht immer möglich. Auf der Herstellerwebsite sowie in technischer Literatur zur Erdungsmessung können weitere Informationen eingeholt werden
- Besonders Wert muss auf die Qualität der Verbindungen zwischen dem Testobjekt und den Messleitungen gelegt werden. Die Verbindungen müssen frei von Farbe und Rost etc. sein
- Ist der **Widerstand der Messleitungen zu groß**, **summiert** sich zum Widerstand der Erdelektrode R_E ein **zusätzliche Messungenauigkeit**. Besonders hohe Messungenauigkeiten treten auf, wenn der gemessene Widerstand sehr klein ist und die Elektroden schlechten Kontakt zur Erde haben. (Tritt häufig auf, wenn die oberen Erdschichten sehr trocken sind und nur schlecht leitend sind). Das Verhältnis der Elektrodenwiderstände zu der Erdelektrode ist dann sehr hoch. Folglich daraus ist auch die Messungenauigkeit von δ , welche von diesem Verhältnis abhängt, auch sehr hoch
- Um diese Unsicherheit von δ zu minimieren, kann die Verbindung der Spieße zur Erde verbessert werden durch z.B:
 - Nässen der Erde an der Stelle der Erdspeife
 - Die Stelle der Erdspeife verändern
 - 80 cm Spieife verwendenÜberprüfen der Messleitungen auf:
 - Beschädigte Isolierungen
 - Korrodierte Stellen der BananensteckerIn den meisten Fällen ist die Genauigkeit der erzielten Messergebnisse zufriedenstellend. Die Messunsicherheiten sollten jedoch immer in die Messungen mit einbezogen werden

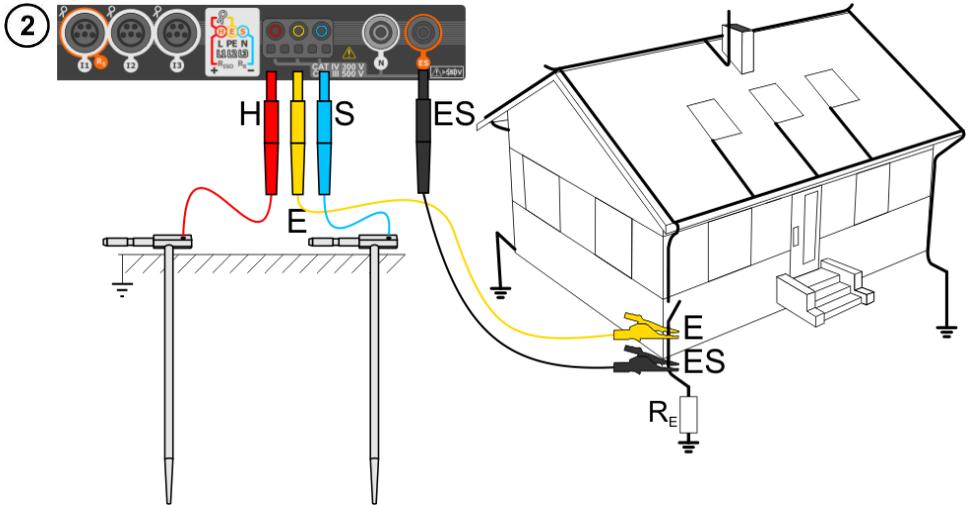
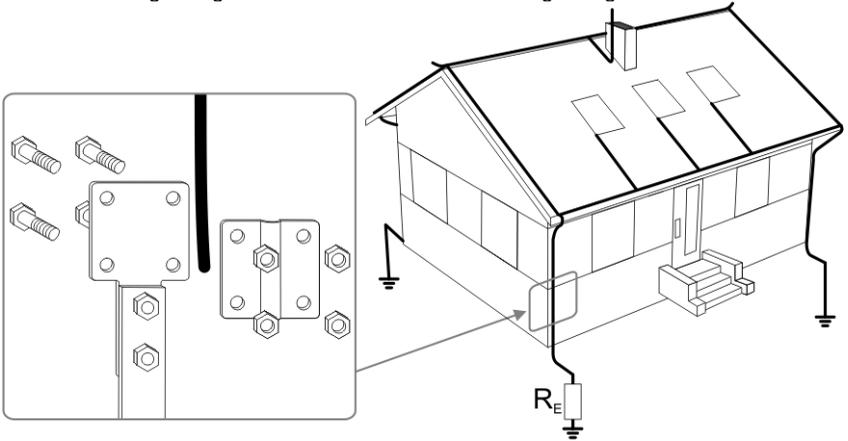
Weiter vom Prüfgerät angezeigte Informationen

READY!	Bereit zur Messung
IN PROGRESS	Messung läuft
VOLTAGE!	Zu hohe Spannungen den Anschlüssen
H!	Unterbrechung im Stromelektrodenmesskreis
S!	Unterbrechung im Spannungselektrodenmesskreis
$R_E > 1.99 \text{ k}\Omega$	Messbereich überschritten
NOISE!	Signal / Rauschen Verhältnis ist zu niedrig (Störsignal zu groß)
LIMIT!	Fehler auf Grund der Elektrodenwiderstände $>30 \%$ (zur Berechnung der Messungenauigkeiten werden die Messwerte verwendet)
	Unterbrechung im Messkreis oder Widerstand der Erdspeife größer als $60 \text{ k}\Omega$

3.6.3 Messen des Erdungswiderstandes mit der 4-Leiter-Methode (R_E4P)

Die 4-Leiter Methode wird empfohlen, wenn sehr kleine Messwerte erzielt werden. Es wird hier der Widerstand der Messleitungen eliminiert. Ideal ist diese Methode auch zur Bestimmung des spezifischen Erdwiderstandes. Hauptsächlich sollte diese Methode für die folgende Messung verwendet werden: (**Abschn. 3.7**).

① Trennen Sie die Erdungsanlage zwischen Installation und Erdungsanlage



- Schlagen Sie die **Stromelektrode** in die Erde und verbinden dies mit der **H** Buchse am Messgerät
- Schlagen Sie die **Spannungselektrode** in die Erde und verbinden dies mit der **S** Buchse am Messgerät
- Die zu testende **Erdelektrode** muss an der **E** Buchse angeschlossen werden

- Die **ES** Buchse sollte an der zu testenden Erdelektrode unterhalb der **E** Leitung angeschlossen werden
- Es wird empfohlen, die zu testende **Erdelektrode**, die **H** und **S** Elektroden in einer Linie in entsprechenden Abständen gemäß den Gesetzen der Erdungsmessung auszulegen

3



• Wählen Sie die **4P** Option im Messmenü

• Wählen Sie die weiteren Einstellungen gemäß **Abschn. 3.6.1**

4



Die Messung kann gestartet werden

Live Modus

U – aktuelle Störspannung am Objekt

Grenzwerte

R_E MAX – aktuell gesetzter Erdwiderstandsgrenzwert

5



Drücken Sie die **START** Taste

6



Ablesen des Messergebnisses

Meldung bei Überschreiten der Grenzwerte (Abschn.3.6.1 Schritt 6)

6

✓ Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte

✗ Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte

⋮ Beurteilung nicht möglich

Antippen der Leiste  rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

7



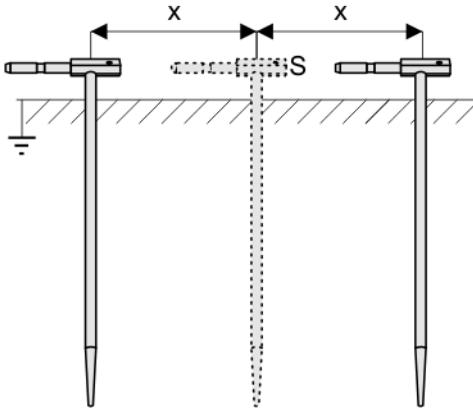
R_H – Widerstand der Stromelektrode
 R_S – Widerstand der Spannungselektrode
 δ – zusätzliche Messunsicherheit durch den Widerstand der Elektroden

Erneutes Anwählen  schließt das Menü

8

Speichern der Messung im Speicher durch das  Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem  Symbol angezeigt werden

9



Wiederholen Sie die Schritte **2** **5** **6** an zwei verschiedenen Positionen der Spannungselektrode **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.



WARNUNG

- Die Erdungsmessung kann nur ausgeführt werden, wenn die Störspannungen nicht größer als 24 V sind. Es können Störspannung von bis zu 100 V gemessen werden
- Ein wert über 50 V wird als gefährlich signalisiert. Das Prüfgerät darf nicht an Spannungen größer 100 V angeschlossen werden



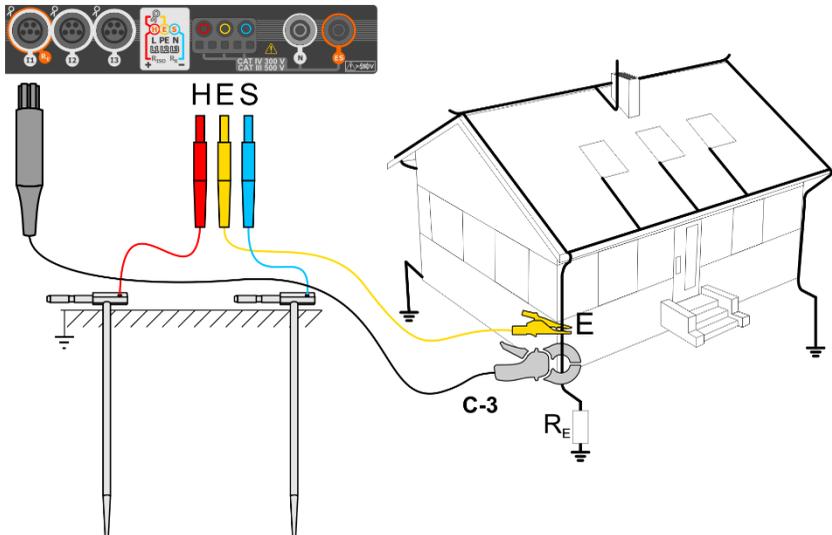
- Es wird empfohlen, dass die **Erdelektrode**, sowie die **H** und **S** Elektroden in einer Linie platziert werden sollten. Auf Grund der Bedingungen im Feld, ist dies jedoch nicht immer möglich. Auf der Herstellerwebsite sowie in technischer Literatur zur Erdungsmessung können weitere Informationen eingeholt werden
- Besonders Wert muss auf die Qualität der Verbindungen zwischen dem Testobjekt und den Messleitungen gelegt werden. Die Verbindungen müssen frei von Farbe und Rost etc. sein
- Ist der **Widerstand** der **Messleitungen zu groß**, **summiert** sich zum Widerstand der Erdelektrode R_E ein **zusätzliche Messungenauigkeit**. Besonders hohe Messungenauigkeiten treten auf, wenn der gemessene Widerstand sehr klein ist und die Elektroden schlechten Kontakt zur Erde haben. (Tritt häufig auf wenn die oberen Erdschichten sehr trocken sind und nur schlecht leitend sind). Das Verhältnis der Elektrodenwiderstände zu der Erdelektrode ist dann sehr hoch. Folglich daraus ist auch die Messungenauigkeit von δ , welche von diesem Verhältnis abhängt, auch sehr hoch. Es können dann gemäß den Formeln aus **Abschn. 11.4.4** Berechnungen zur Bestimmung des Einflusses der Messbedingungen durchgeführt werden.
- Um diese Unsicherheit von δ zu minimieren, kann die Verbindung der Spieße zur Erde verbessert werden durch z.B:
 - o Nässen der Erde an der Stelle der Erdspieße
 - o Die Stelle der Erdspieße verändern
 - o 80 cm Spieße verwendenÜberprüfen der Messleitungen auf:
 - o Beschädigte Isolierungen
 - o Korrodierte Stellen der BananensteckerIn den meisten Fällen ist die Genauigkeit der erzielten Messergebnisse zufriedenstellend. Die Messunsicherheiten sollten jedoch immer in die Messungen mit einbezogen werden.

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

READY!	Bereit zur Messung
IN PROGRESS	Messung läuft
VOLTAGE!	Zu hohe Spannungen den Anschlüssen
H!	Unterbrechung im Messkreis
S!	Unterbrechung im Spannungsmesskreis
$R_E > 1.99 \text{ k}\Omega$	Messbereich überschritten
NOISE!	Signal / Rauschen Verhältnis ist zu niedrig (Störsignal zu groß)
LIMIT!	Fehler auf Grund der Elektrodenwiderstände $> 30 \%$ (zur Berechnung der Messungenauigkeiten werden die Messwerte verwendet)
	Unterbrechung im Messkreis oder Widerstand der Erdspieße größer als $60 \text{ k}\Omega$

3.6.4 Messen des Erdungswiderstandes mit der 3-Pol-Methode und zusätzlichen Zange (R_E3P+C)

1



- Schlagen Sie die **Stromelektrode** in die Erde und verbinden dies mit der **H** Buchse am Messgerät
- Schlagen Sie die **Spannungselektrode** in die Erde und verbinden dies mit der **S** Buchse am Messgerät
- Die zu testende **Erdelektrode** muss an der **E** Buchse angeschlossen werden
- Es wird empfohlen, die zu testende **Erdelektrode**, die **H** und **S** Elektroden in einer Linie in entsprechenden Abständen gemäß den Gesetzen der Erdungsmessung auszulegen
- Die **Empfängerzangen** sollten um die zu testende Erdung **E** gelegt werden
- **Der Pfeil an der Zange** kann in **jede beliebige Richtung** zeigen

2



- Wählen Sie die **3P+Zange** Option im Messmenü

Wählen Sie die weiteren Einstellungen gemäß **Abschn. 3.6.1**

3



Die Messung kann gestartet werden

Live Modus

U – aktuelle Störspannung am Objekt

I – aktuell fließender Störstrom in der Erdungsanlage

Grenzwerte

R_E MAX – aktuell gesetzter Erdwiderstandsgrenzwert

4



Drücken Sie die **START** Taste

5



Ablesen des Messergebnisses

Meldung bei Überschreiten der Grenzwerte (Abschn.3.6.1 Schritt 6)

✓ Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte

✗ Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte

⊖ Beurteilung nicht möglich

Antippen der Leiste ◀ rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

6



R_H – Widerstand der Stromelektrode

R_S – Widerstand der Spannungselektrode

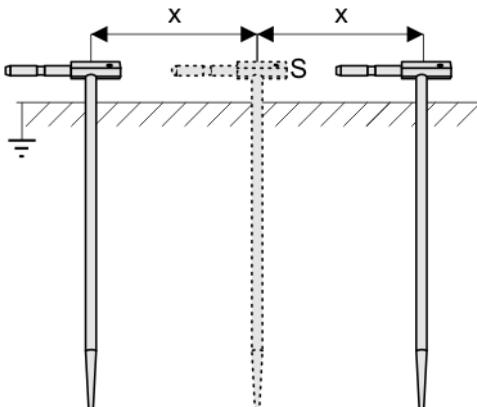
δ – zusätzliche Messunsicherheit durch den Widerstand der Elektroden

Erneutes Anwählen ▶ schließt das Menü

7

Speichern der Messung im Speicher durch das  Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem  Symbol angezeigt werden

8



Wiederholen Sie die Schritte **2** **5** **6** an zwei verschiedenen Positionen der Spannungselektrode **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.



WARNUNG

- Die Erdungsmessung kann nur ausgeführt werden, wenn die Störspannungen nicht größer als 24 V sind. Es können Störspannung von bis zu 100 V gemessen werden
- Ein wert über 50 V wird als gefährlich signalisiert. Das Prüfgerät darf nicht an Spannungen größer 100 V angeschlossen werden



- Es wird empfohlen, dass die **Erdelektrode**, sowie die **H** und **S** Elektroden in einer Linie platziert werden sollten. Auf Grund der Bedingungen im Feld, ist dies jedoch nicht immer möglich. Auf der Herstellerwebsite sowie in technischer Literatur zur Erdungsmessung können weitere Informationen eingeholt werden
- Verwenden Sie die **C-3 Zangen** für diese Messungen
- Maximaler Störstrom: 1 A
- Besonders Wert muss auf die Qualität der Verbindungen zwischen dem Testobjekt und den Messleitungen gelegt werden. Die Verbindungen müssen frei von Farbe und Rost etc. sein
- Ist der **Widerstand der Messleitungen zu groß**, **summiert** sich zum Widerstand der Erdelektrode R_E ein **zusätzliche Messungengenauigkeit**. Besonders hohe Messungengenauigkeiten treten auf, wenn der gemessene Widerstand sehr klein ist und die Elektroden schlechten Kontakt zur Erde haben. (Tritt häufig auf wenn die oberen Erdschichten sehr trocken sind und nur schlecht leitend sind). Das Verhältnis der Elektrodenwiderstände zu der Erdelektrode ist dann sehr hoch. Folglich daraus ist auch die Messungengenauigkeit von δ , welche von diesem Verhältnis abhängt, auch sehr hoch. Es können dann gemäß der Formel aus **Abschn. 11.4.4** Berechnungen

- zur Bestimmung des Einflusses der Messbedingungen durchgeführt werden
- Um diese Unsicherheit von δ zu minimieren, kann die Verbindung der Spieße zur Erde verbessert werden durch z.B:
 - Nässen der Erde an der Stelle der Erdspieße
 - Die Stelle der Erdspieße verändern
 - 80 cm Spieße verwenden
- Überprüfen der Messleitungen auf:
- Beschädigte Isolierungen
 - Korrodierte Stellen der Bananenstecker
- In den meisten Fällen ist die Genauigkeit der erzielten Messergebnisse zufriedenstellend. Die Messunsicherheiten sollten jedoch immer in die Messungen mit einbezogen werden.
- Eine Werkskalibrierung beinhaltet nicht die Kalibrierung der Messleitungswiderstände. Der vom Prüfgerät angezeigte Widerstand ist die Summe des getesteten Objektes und den Messleitungen

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

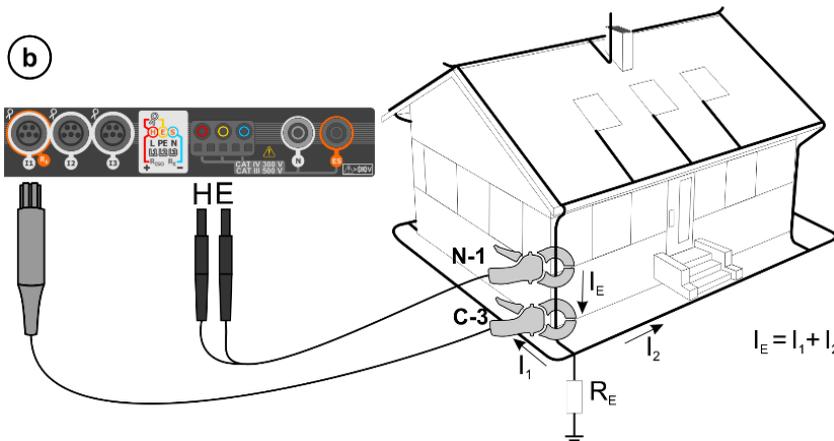
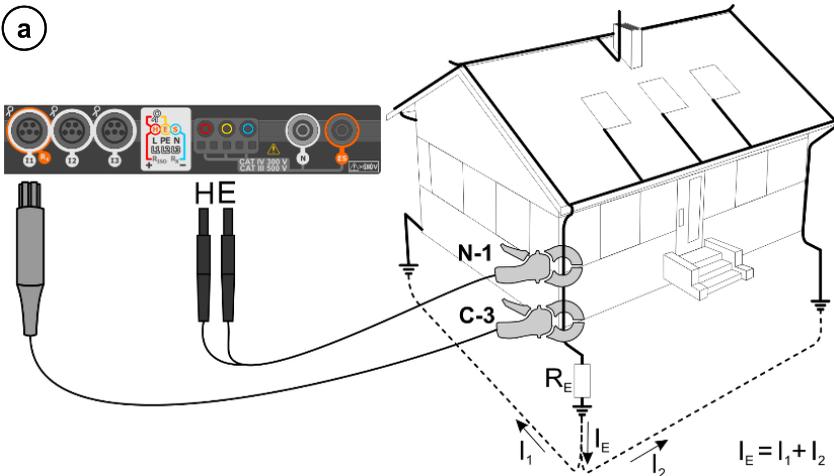
	Bereit zur Messung
	Messung läuft
	Zu hohe Spannungen den Anschlüssen
	Unterbrechung im Messkreis
	Unterbrechung im Spannungsmesskreis
$R_E > 1.99 \text{ k}\Omega$	Messbereich überschritten
	Signal / Rauschen Verhältnis ist zu niedrig (Störsignal zu groß)
	Prüfstrom zu gering
	Kein Durchgang im Stromzangenmesskreis

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



- Die 2-Zangen Methode wird verwendet, wo es nicht möglich ist Erdspeße in den Boden zu schlagen
- Die 2-Zangen Methode kann nur bei einer **Mehrfacherdung** verwendet werden. (Es wird hier ein Rückpfad für den Prüfstrom benötigt).
- Bei Blitzableitern (Schritt ① Variante ②) kann bei dieser Methode **die Erkennung der Durchgängigkeit** der gemessene Erdelektrode zum Rest der Erdung **ausgeschaltet** werden

① ②



- Die Sendezangen sollten am Erder im **Abstand von ca. 30 cm zueinander angeschlossen werden**
- **Der Pfeil an der Zange** kann in **jede beliebige Richtung** zeigen
- Schließen Sie die Sendezangen **Zange N-1** an **H** und **E** Buchse an
- Verbinden Sie die **Messzange C-3** am Zangenanschluss

2



- Wählen Sie die **Zange+Zange** Option im Messmenü
- Wählen Sie die weiteren Einstellungen gemäß **Abschn. 3.6.1**

3



Die Messung kann gestartet werden

Live Modus

I – aktuell fließender Störstrom in der Erdungsanlage

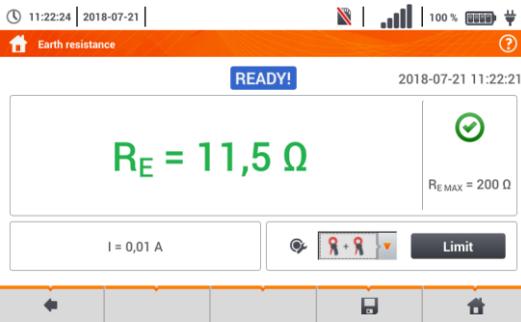
Grenzwerte

R_E MAX – aktuell gesetzter Erdwiderstandsgrenzwert

4



Drücken Sie die **START** Taste



Ablesen des Messergebnisses

Meldung bei Überschreiten der Grenzwerte (Abschn.3.6.1 Schritt

6

- ✓ Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- ✗ Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- ⋮ Beurteilung nicht möglich

Antippen der Leiste ◀ rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

5

Speichern der Messung im Speicher durch das  Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speicher-Managements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem  Symbol angezeigt werden.



- Messungen können nur durchgeführt werden, wenn die Störstromstärke 3 A RMS nicht überschreitet und die Frequenz mit dem vorab eingestellten Wert im Menü **Messeinstellungen (Abschn. 2.2.1 Schritt ①)**
- Verwenden Sie die **N-1 Zange** also Signal-Sendezange und die **C-3 Zangen** als Empfängerzangen
- Ist der Strom an den Messzangen zu klein, wird am Prüfgerät folgende Meldung angezeigt: **Der von den Zangen gemessene Strom ist zu klein. Messung nicht möglich!**
- Maximaler Störstrom: 1 A

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

	Bereit zur Messung
	Messung läuft
R_E>1.99 kΩ	Messbereich überschritten
	Signal / Rauschen Verhältnis ist zu niedrig (Störsignal zu groß)
	Fehler auf Grund der Elektrodenwiderstände > 30 % (zur Berechnung der Messungenauigkeiten werden die Messwerte verwendet)
	Prüfstrom zu gering
	Kein Durchgang im Stromzangenmesskreis

3.7 Spezifische Erdwiderstand

Spezifische Erdungswiderstandsmessungen werden durchgeführt, um Erdungssysteme zu planen oder geologische Messungen durchzuführen. Eine erweiterte Version ist hier zusätzlich verfügbar: Erdungswiderstand ρ . Diese Funktion ist identisch zur 4-Leiter Messung des Erdungswiderstandes. Es gibt jedoch eine unterschiedliche Methode den Abstand zwischen den Elektroden einzugeben. Das Messergebnis ist der spezifische Wert, automatisch berechnet nach folgender Formel der Wenner Methode:

$$\rho = 2\pi LR_E$$

Wobei gilt:

L – Abstand zwischen den Elektroden (alle Abstände müssen gleich sein)

R_E – Gemessener Widerstand

3.7.1 Messeinstellungen

1



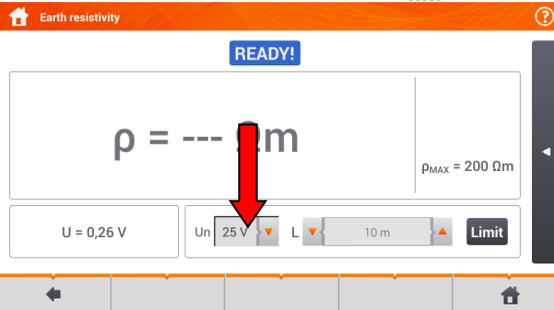
Wählen Sie Ωm

2

11:44:47 | 2018-07-21

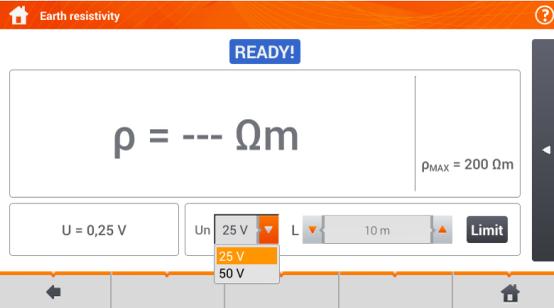


Wählen Sie die Messspannung U_n über das folgende Menü



3

11:45:01 | 2018-07-21





Wählen Sie Grenzwert, um den Grenzwert des spezifischen Erdwiderstandes festzulegen



- Wählen Sie die Einheit
- Geben Sie den entsprechenden Grenzwert:
 ⇒ **Ωm**: 0...99 900
 ⇒ **kΩm**: 0...100

Beschreibung der Funktionssymbole

- Eingabe widerrufen und zurück zur vorherigen Ansicht
- Eingabe bestätigen

3.7.2 Hauptmenü Messungen



Wählen Sie **Spezifischer Erdwiderstand**



Das Messmenü wird angezeigt

Live Modus
U – Störspannung

Grenzwerte
ρ_{MAX} – max. spezifischer Erdwiderstand

Antippen der Leiste rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

3



R_H – Widerstand der Stromelektrode

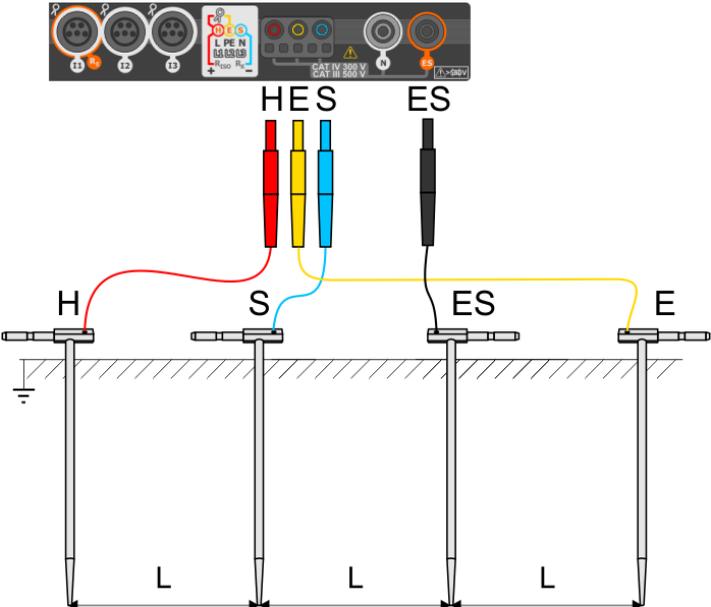
R_S – Widerstand der Spannungselektrode

δ – zusätzliche Unsicherheit verursacht durch den Widerstand der Erdspeiß

Erneutes Anwählen schließt das Menü

3.7.3 Spezifische Erdwiderstandsmessung (ρ)

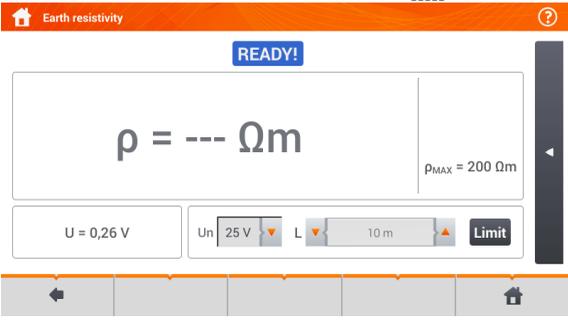
1



- Schlagen Sie 4 Spieße in **einer Linie** in **gleichen Abständen** in den Boden
- Schließen Sie die Sonden gemäß der obigen Abbildung m Prüfgerät an

2

11:44:47 | 2018-07-21 |



• Rufen Sie das Messmenü auf

• Wählen Sie die Messeinstellungen gemäß **Abschn. 3.7.1.**

3



Wählen Sie den Abstand **L** zwischen den Erdspeissen:

b



a) verwenden Sie

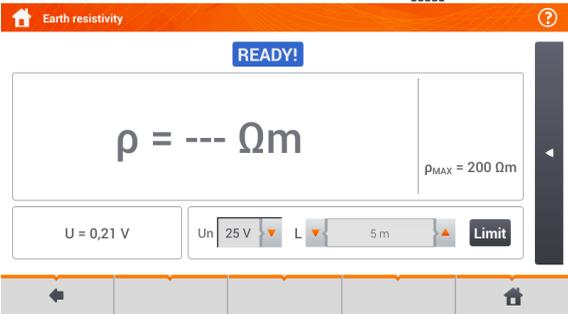
b) mit der Displaytastatur durch berühren des Feldes mit der Längenangabe (Bereich 1...30 m)

Beschreibung der Funktionssymbole

- Eingabe widerrufen und zurück zur vorherigen Ansicht
- Eingabe bestätigen

4

11:50:45 | 2018-07-21 |



Die Messung kann gestartet werden.

5



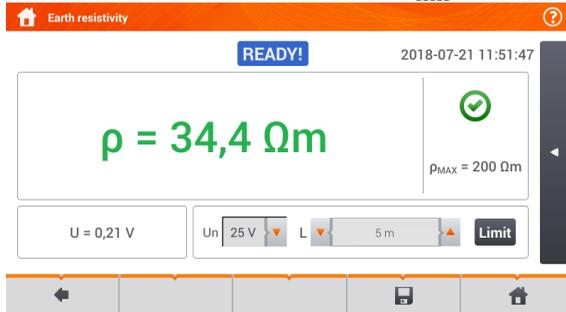
Drücken Sie die **START** Taste

6

11:51:55 | 2018-07-21 |



Ablesen des Messergebnisses



Meldung bei Überschreiten der Grenzwerte (**Abschn.3.6.1 Schritt**

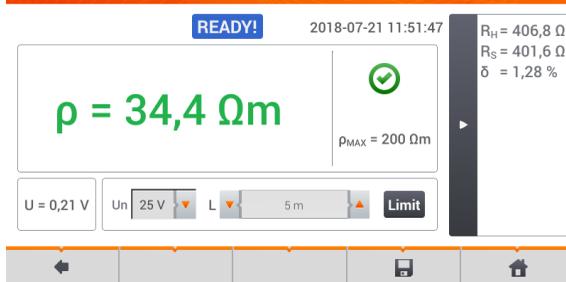
6)

- Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Beurteilung nicht möglich

Antippen der Leiste rechts, öffnet ein Menü mit einem weiteren Messergebnis

7

11:52:07 | 2018-07-21 |

 R_H – Widerstand der Stromelektrode R_S – Widerstand der Spannungselektrode δ – zusätzliche Unsicherheit verursacht durch den Widerstand der Erdspieß

Erneutes Anwählen schließt das Menü

8

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem Symbol angezeigt werden.



- Die Erdungsmessung kann nur ausgeführt werden, wenn die Störspannungen nicht größer als 24 V sind. Es können Störspannung von bis zu 100 V gemessen werden
- Ein wert über 50 V wird als gefährlich signalisiert. Das Prüfgerät darf nicht an Spannungen größer 100 V angeschlossen werden



- Der Berechnung wird vorausgesetzt, dass der Abstand zwischen den Messelektroden gleich sind (Wenner Methode). Ist dies nicht der Fall, führen Sie die Messung mit der 4-Leiter Methode durch und berechnen Sie den spezifischen Erdwiderstand nach der folgenden Formel:

$$\rho = 2\pi LR_E$$

wobei gilt:

L – Abstand zwischen den Elektroden

R_E – gemessener Widerstand

- Besonders Wert muss auf die Qualität der Verbindungen zwischen dem Testobjekt und den Messleitungen gelegt werden. Die Verbindungen müssen frei von Farbe und Rost etc. sein
- Ist der **Widerstand der Messleitungen zu groß, summiert** sich zum Widerstand der Erdelektrode R_E ein **zusätzliche Messungenauigkeit**. Besonders hohe Messungenauigkeiten treten auf, wenn der gemessene Widerstand sehr klein ist und die Elektroden schlechten Kontakt zur Erde haben. (Tritt häufig auf, wenn die oberen Erdschichten sehr trocken sind und nur schlecht leitend sind). Das Verhältnis der Elektrodenwiderstände zu der Erdelektrode ist dann sehr hoch. Folglich daraus ist auch die Messungenauigkeit von δ , welche von diesem Verhältnis abhängt, auch sehr hoch. Es können dann gemäß der Formel aus **Abschn. 11.4.4** Berechnungen zur Bestimmung des Einflusses der Messbedingungen durchgeführt werden
- Um diese Unsicherheit von δ zu minimieren, kann die Verbindung der Spieße zur Erde verbessert werden durch z.B:
 - o Nässen der Erde an der Stelle der Erdspeie
 - o Die Stelle der Erdspeie verändern
 - o 80 cm Spieße verwenden
 Überprüfen der Messleitungen auf:
 - o Beschädigte Isolierungen
 - o Korrodierte Stellen der Bananenstecker
 In den meisten Fällen ist die Genauigkeit der erzielten Messergebnisse zufriedenstellend. Die Messunsicherheiten sollten jedoch immer in die Messungen mit einbezogen werden.

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

READY!	Bereit zur Messung
IN PROGRESS	Messung läuft
VOLTAGE!	Zu hohe Spannungen den Anschlüssen
H!	Unterbrechung im Messkreis
S!	Unterbrechung im Spannungsmesskreis
R_E>1.99 kΩ	Messbereich überschritten
NOISE!	Signal / Rauschen Verhältnis ist zu niedrig (Störsignal zu groß)
LIMIT!	Fehler auf Grund der Elektrodenwiderstände > 30 % (zur Berechnung der Messungenauigkeiten werden die Messwerte verwendet)
	Unterbrechung im Messkreis oder Widerstand der Erdspeie größer als 60 kΩ

3.8 Messen der RCD Parameter



Die Messung von U_B und R_E wird immer mit einem sinusförmigen Strom $0,4 I_{\Delta n}$ unabhängig von den Einstellungen der Wellenform und Faktor $I_{\Delta n}$.

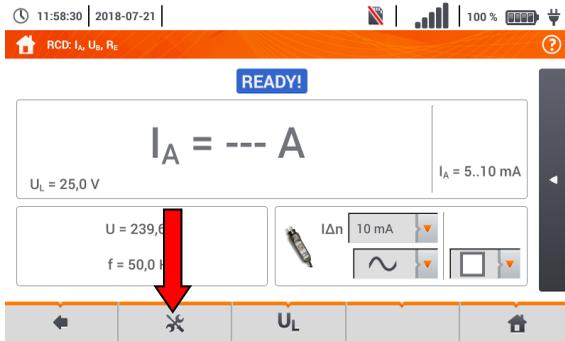
3.8.1 Messeinstellungen

1



Wählen Sie **RCD I_A** oder **RCD t_A**

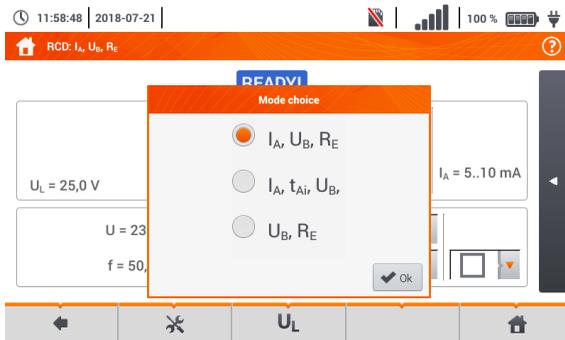
2



Legen Sie die Messeinstellungen über das Symbol fest:

- a) wenn **RCD I_A** ausgewählt wurde
- b) wenn **RCD t_A** ausgewählt wurde

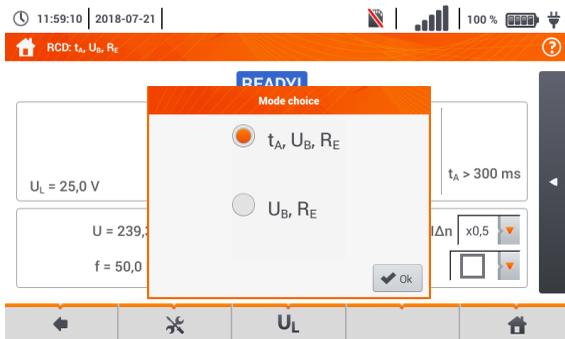
3a



Bei **RCD I_A** sind folgende Parameter verfügbar:

- I_A – RCD Auslösestrom
- U_B – Spannung an PE
- R_E – PE Widerstand
- t_{Ai} – RCD Auslösezeit bei gemessenem Auslösestrom

3b



Bei **RCD t_A** sind folgende Parameter verfügbar:

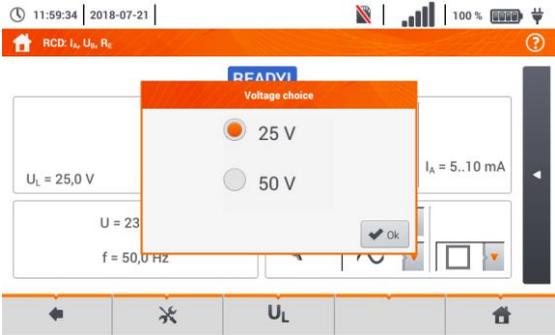
- U_B – Spannung an PE
- R_E – PE Widerstand
- t_A – RCD Auslösezeit bei entsprechendem Auslösestrom

4



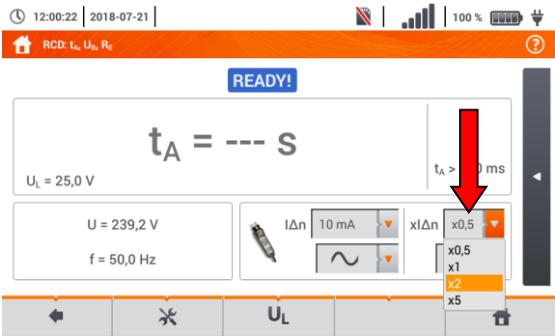
Wählen Sie U_L um die Messspannung festzulegen

5



Wählen Sie die entsprechende Spannung aus

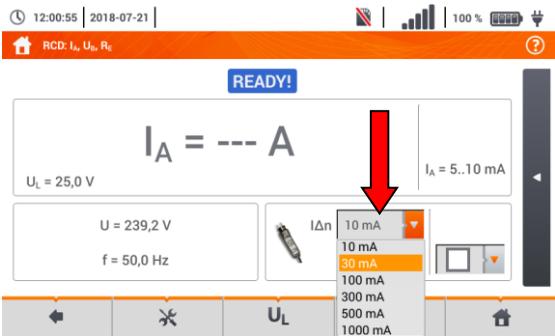
6



Ist der RCD t_A Modus in Schritt 1 ausgewählt, wählen Sie den Faktor des Auslösestromes.

Der Stromfaktor bezieht sich auf den eingestellten Nennauslösestrom des RCD

7

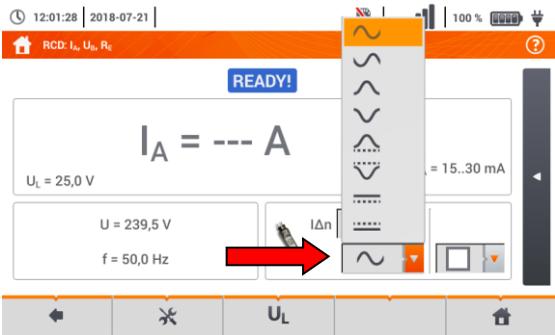


Die Beurteilung der Funktionsfähigkeit richtet sich nach dem Nennauslösestrom des RCD.

Nenn-differenzströme der RCDs sind aus folgendem Menü auswählbar.

Wählen Sie den gewünschten Strom aus.

8



Bestimmen Sie die Wellenform des Prüfstromes und wählen diesen aus dem folgenden Menü aus.

9



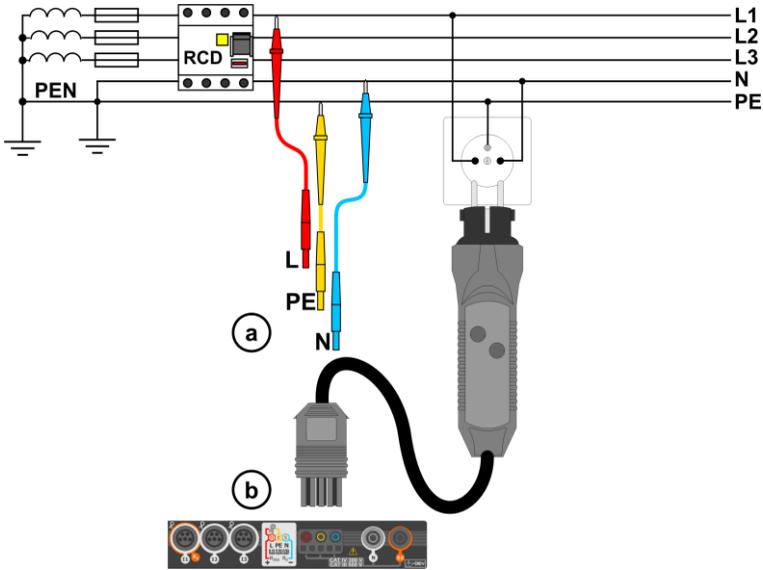
Bestimmen Sie den Typ des RCD.

Verfügbare RCD Typen

- Allgemein
- G Kurzzeitverzögert
- S Selektiv

3.8.2 RCD Auslösestrom

1 Verbinden Sie das Prüfgerät mit der Installation gemäß der Abbildung unten



2



Wählen Sie RCD I_A.

3

Tragen Sie die Messeinstellungen wie in **Abschn. 3.8.1** beschrieben ein

4



Das Prüfgerät ist bereit zur Messung

Live Modus

U – Spannung zwischen Phase L und PE
f – Netzfrequenz

5



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

Zum Abbrechen wählen Sie



6

12:15:28 | 2018-07-21 | RCD: I_A, U_A, R_E

L-PE! 2018-07-21 12:15:24

I_A = 23,0 mA ✓
I_A = 15..30 mA

U_L = 25,0 V

U = 18,7 V
f = 50,0 Hz

I_{Δn} 30 mA

Abllesen des Messergebnisses

Beurteilung des Messergebnisses grün:

$$0,5 I_{\Delta n} < I_A \leq I_{\Delta n}$$

rot:

$$I_A \leq 0,5 I_{\Delta n} \text{ oder } I_A > I_{\Delta n}$$

Antippen der Leiste rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

7

12:15:50 | 2018-07-21 | RCD: I_A, U_A, R_E

L-PE! 2018-07-21 12:15:24

I_A = 23,0 mA ✓
I_A = 15..30 mA

U_L = 25,0 V

U = 18,7 V
f = 50,0 Hz

I_{Δn} 30 mA

U_B = 0,1 V
R_E = 0,00 kΩ

Abhängig von den ausgewählten Parametern in **Abschn. 3.8.1** Schritt **2** einige der Parameter werden angezeigt:

U_B – Spannungsmessung gegen PE

R_E – PE Widerstand

t_A – RCD Auslösezeit bei fließendem Auslösestrom

Erneutes Anwählen schließt das Menü.

8

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem Symbol angezeigt werden



- Das messen der Auslösezeit t_{Ai} (t_A gemessen während I_A Messung) **ist nicht** für selektive RCDs verfügbar
- Das Messen der Auslösezeit t_{Ai} **wird nicht wie erwartet nach Norm durchgeführt** (i.e **mit RCD Nennstrom** $I_{\Delta n}$), sondern **mit I_A Strom**, gemessen und angezeigt während der Messung. In den Fällen, in denen keine strikte Überprüfung der Anlage nach Norm durchgeführt werden muss, kann dies Art der Überprüfung in Betracht gezogen werden, um in bestimmten Installationen die Funktion der RCDs zu beurteilen. Is der gemessene Strom I_A kleiner als $I_{\Delta n}$, (meistens der Fall) dann ist die Auslösezeit t_{Ai} länger als die, der Funktion t_A , welche bei einem Strom $I_{\Delta n}$ gemessen wird:

$$I_A < I_{\Delta n} \Rightarrow t_{Ai} > t_A$$

Wobei gilt:

$$t_{Ai} = f(I_{\Delta n})$$

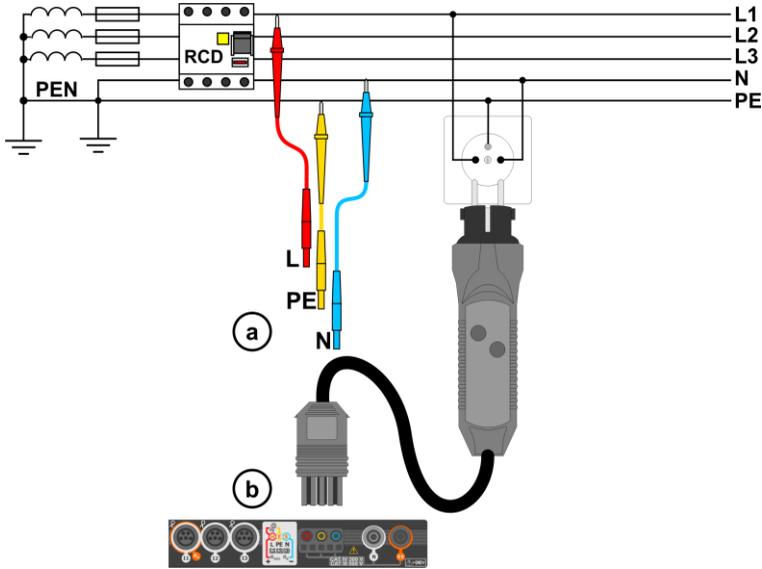
Deshalb, ist t_{Ai} korrekt (nicht zu lange), könnte angenommen werden, dass die gemessene Zeit t_A auch richtig ist (auch nicht länger).

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

IN PROGRESS	Messung läuft
$U_B > U_L!$	Die Berührungsspannung überschreitet den eingestellten Schwellenwert U_L
READY!	Bereit zur Messung
L-N!	U_{L-N} Spannung falsch zur Durchführung der Messung
L-PE!	U_{L-PE} Spannung falsch zur Durchführung der Messung
N-PE!	U_{N-PE} Spannung falsch zur Durchführung der Messung
L ↔ N	L und Leiter vertauscht
f!	Netzfrequenz außerhalb des Bereiches von 45...65 Hz
PE!	PE Leiter falsch angeschlossen
ERROR!	Messfehler
$U > 500V!$	Vor der Messung, Spannung an den Anschlüssen größer 500 V

3.8.3 RCD Auslösezeit

1 Verbinden Sie das Prüfgerät mit der Installation gemäß der Abbildung unten



2



Wählen Sie **RCD t_A** .

3

Tragen Sie die Messeinstellungen wie in **Abschn. 3.8.1** beschrieben ein

4

12:16:47 | 2018-07-21 | 100% Das Prüfgerät ist bereit zur Messung

RCD: t_A , U_L , R_L

READY!

$t_A = \text{--- s}$

$U_L = 25,0 \text{ V}$ $t_A = 0..300 \text{ ms}$

$U = 239,2 \text{ V}$ $f = 50,0 \text{ Hz}$

$I_{\Delta n} 30 \text{ mA}$ $xI_{\Delta n} x1$

U_L

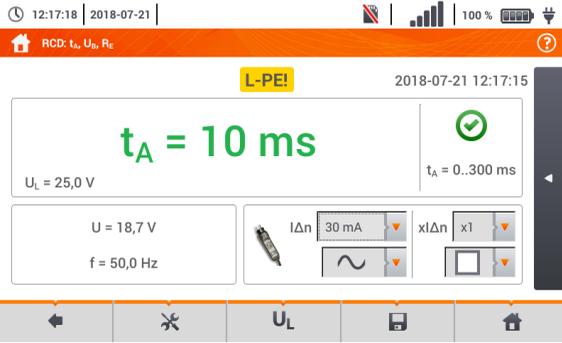
Live Modus
U – Spannung zwischen Phase L und PE
f – Netzfrequenz

5



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

6



Ablesen des Messergebnisses
– RCD Auslösezeit t_A

Beurteilung des Messergebnisses

grün:

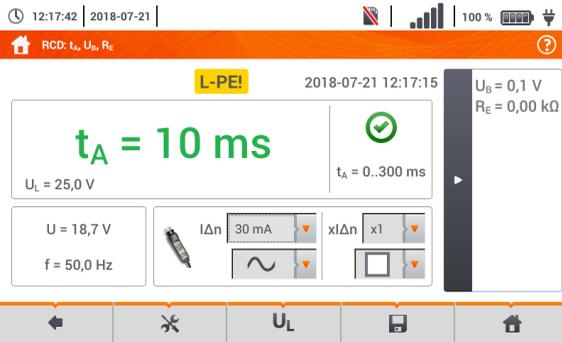
$$t_A \leq t_{dop}$$

rot:

$$t_A > t_{dop}$$

Antippen der Leiste  rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

7



Abhängig von den ausgewählten Parametern in **Abschn. 3.8.1** Schritt ② einige der Parameter werden angezeigt:

U_B – Spannungsmessung gegen PE

R_E – PE Widerstand

Erneutes Anwählen  schließt das Menü

8

Speichern der Messung im Speicher durch das  Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem  Symbol angezeigt werden.

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

IN PROGRESS	Messung läuft
U_B>U_L!	Die Berührungsspannung überschreitet den eingestellten Schwellenwert U _L
READY!	Bereit zur Messung
L-N!	U _{L-N} Spannung falsch zur Durchführung der Messung
L-PE!	U _{L-PE} Spannung falsch zur Durchführung der Messung
N-PE!	U _{N-PE} Spannung falsch zur Durchführung der Messung
L ↔ N	L und Leiter vertauscht
IN PROGRESS	Messung läuft
TEMPERATURE!	Maximaltemperatur des Prüfgerätes überschritten
f!	Netzfrequenz außerhalb des Bereiches von 45...65 Hz
PE!	PE Leiter falsch angeschlossen
ERROR!	Messfehler
U>500V!	Vor der Messung, Spannung an den Anschlüssen größer 500 V
VOLTAGE!	Spannung zu groß

3.8.4 Messen in IT Netzen

Wählen Sie vorab die richtige Netzform im Hauptmenü (Menü **Messeinstellungen, Abschn. 2.2.1**).



ACHTUNG!

Nach Auswahl des IT Netzes, ist die Funktion der **Kontaktelektrode** inaktiv

Die Art und Weise des Anschlusses des Prüfgerätes an die Installation ist in **Fig. 3.8** und **Fig. 3.9** beschrieben

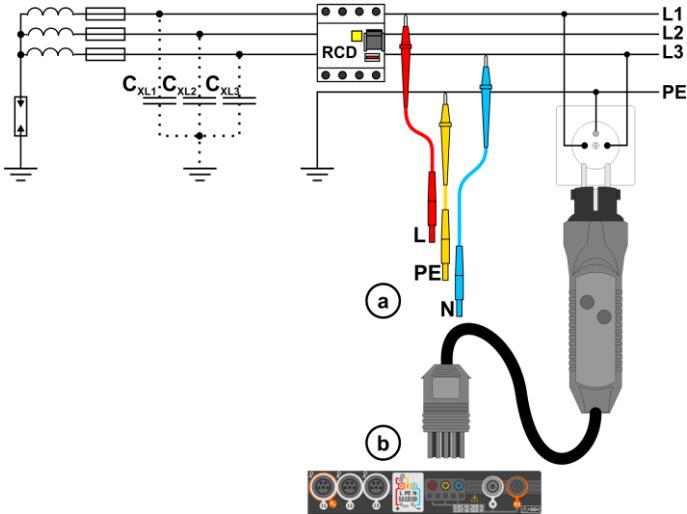


Fig. 3.8 RCD Messung im IT Netz. Der Netzkreis ist durch die Parasitärkapazität C_x geschlossen

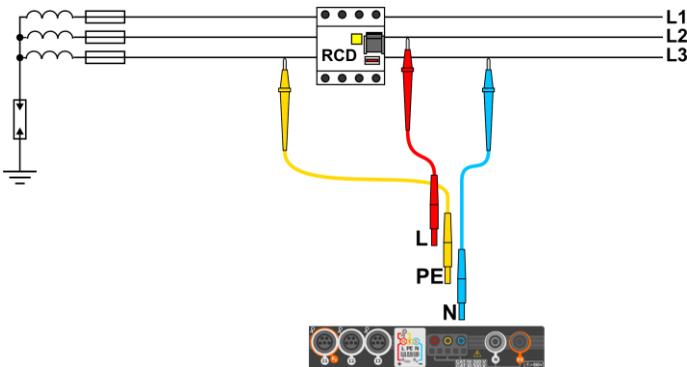


Fig. 3.9 RCD Test ohne PE Leiter

Die Art und Weise wie die Messungen des Auslösestromes und Auslösezeit durchzuführen sind, sind in **Abschn. 3.8.2, 3.8.3** beschrieben
Arbeitsspannungsbereich: **95 V ... 270 V**.

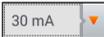
3.9 Automatische RCD Messungen

Das Prüfgerät ist in der Lage automatisch die folgenden RCD Messungen durchzuführen: Auslösezeit (t_A), Auslösestrom (I_A), Berührungsspannung (U_B) und Erdwiderstand (R_E). In diesem Modus ist es nicht nötig jede Messung einzeln durch **START** auszulösen. Nur ein einmaliges betätigen von **START** zu Beginn und das reaktivieren nach Auslösen des RCD ist vom Benutzer durchzuführen.

3.9.1 Einstellungen zu den automatischen RCD Messungen

①  Wählen Sie **RCD_{AUTO}**.

②  • Wählen Sie **U_L** und wählen Sie die entsprechende Messspannung aus der Liste.

$I_{\Delta n}$  • Wählen Sie den Differenzstrom des RCD.

 • Wählen Sie die Art des RCD.

③  • Wählen Sie die zu messenden Parameter. Bezeichnungen:
 I_A Auslösestrom
 t_A Auslösezeit
+ Strom mit positiver Halbwelle voran
- Strom mit negativer Halbwelle voran
x0.5 / 1 / 2 / 5 vielfaches des Auslösestromes gemäß IEC 61557-6

• Wählen Sie den Prüfgerätemodus:

- Ⓐ Komplet,
- Ⓑ Standard.

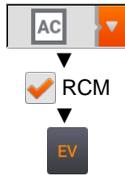
④a  Wird der **komplett** Modus gewählt, wählen Sie dazu den Typ des zu testenden RCDs.

 **RCD anders als EV.** Bei den Geräten dieses Typs kommt das Glied 6 mA DC nicht vor.

 **RCD des Typs EV.** Hier kommt das Glied 6 mA DC vor. Unter diesen Umständen ist vor dem Test Folgendes vorzunehmen:



- Bestimmen, nach welcher Norm die Messung durchgeführt werden soll (**Abschnitt 2.2.1**),
- das Vielfache des Differenzstroms 6 mA DC bestimmen (Taste **EV**). Die Testeinstellungen variieren je nach der gewählten Norm.



RCD anders als EV, extra geschützt von RCM (Gerät zur Überwachung des Differenzstroms 6 mA DC, ang. *Residual Current Monitoring*). Unter diesen Umständen ist vor dem Test Folgendes vorzunehmen:

- Bestimmen, nach welcher Norm die Messung durchgeführt werden soll (**Abschnitt 2.2.1**),
- **RCM** markieren,
- das Vielfache des Differenzstroms 6 mA DC bestimmen (Taste **EV**). Die Testeinstellungen variieren je nach der gewählten Norm.

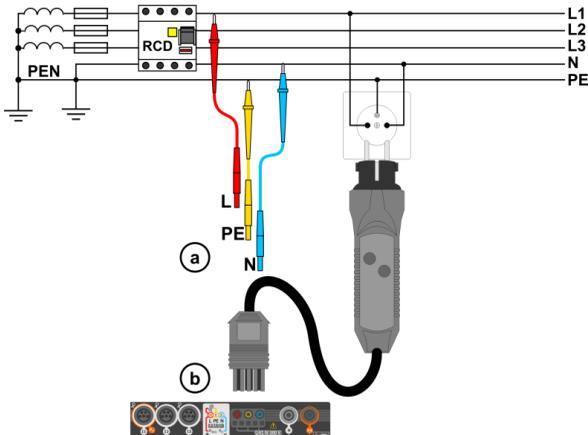
4b



Wird der **standard** Modus gewählt, wählen Sie die Wellenform des Prüfstromes. In diesem Testmodus sind RCD EV und RCM nicht verfügbar.

3.9.2 Automatische RCD Messungen

1 Schließen Sie das Prüfgerät gemäß Zeichnung an der Installation an.



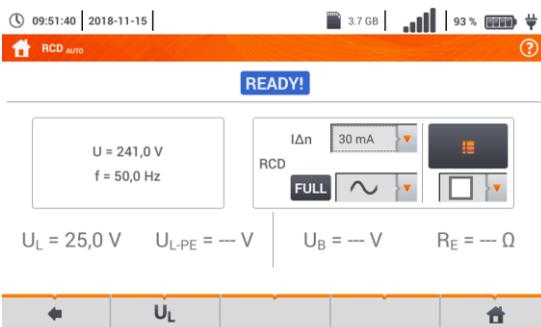
2



Wählen Sie **RCD_{AUTO}**.

3 Nehmen Sie die Einstellungen vor, wie in **Abschn. 3.9.1** beschrieben

4



Bereit zur Messung

Livemodus

U – Spannung zwischen L und PE
Leiter
f – Netzfrequenz

5



Drücken Sie **START**

6

Der getestete RCD, muss nach jedem Auslösen wieder **aktiviert** werden.

Der Fortschritt der Messung wird durch eine Statusleiste angezeigt:

oben – Fortschritt der laufenden Messung

unten – Fortschritt der gesamten Messsequenz

Die Sequenz kann jederzeit durch das Symbol abgebrochen werden.

7

Mögliche gemessene Parameter (**Abschn. 3.9.1** Schritt **5**), und:

U_L – Prüfspannung

U_{L,PE} – Spannung zwischen L und PE

U_B – Spannung, gemessen an PE

R_E – PE Durchgängigkeit

Zur Ansicht aller Ergebnisse die Scrollfunktion verwenden.

Symbole zur Funktion der Schutz-einrichtung

Kriterien erfüllt

Kriterien nicht erfüllt

Für weitere Information lesen Sie im Abschnitt **Kriterien zur richtigen Beurteilung der Messergebnisse**.

8

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**.



- U_B und R_E werden immer gemessen
- Die Messungen von U_B , R_E wird immer mit einem sinusförmigen Strom von $0,4 I_{\Delta n}$ unabhängig von den Wellenformeneinstellungen und Faktor $I_{\Delta n}$.
- Die automatische Messung wird in folgenden Fällen unterbrochen:
 RCD hat ausgelöst während der Messung von U_B , R_E oder t_A bei 50% von $I_{\Delta n}$
 RCD hat nicht ausgelöst während den entsprechenden Messungen
 Der Grenzwert der Spannung U_L wurde überschritten
 Bei einer Spannungsunterbrechung während einer Messung
 R_E und die Netzspannung verhinderten das Generieren des Prüfstromes für die RCD Messung
- Das Prüfgerät überspringt automatisch die nicht durchführbaren Messungen, wenn z.B., wenn der Wert des ausgewählten Stromes $I_{\Delta n}$ und dessen Multiplikator den Prüfbereich des Messgerätes übersteigt

Kriterien zur Beurteilung der Richtigkeit der Prüfergebnisse

Parameter	Prüfkriterium	Anmerkung
$I_A \wedge \vee$	$0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1 I_{\Delta n}$	-
$I_A \wedge \dots \wedge$ $I_A \Delta \dots \Delta$	$0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$	bei $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$
$I_A \wedge \dots \wedge$ $I_A \Delta \dots \Delta$	$0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1,4 I_{\Delta n}$	Bei anderen $I_{\Delta n}$
$I_A \dots \dots$	$0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$	-
$I_A \dots \dots 6 \text{ mA}$	$3 \text{ mA} \leq I_A \leq 6 \text{ mA}$	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 ($I_A = 6 \text{ mA}$ 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 ($I_A = 60 \text{ mA}$ 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 ($I_A = 200 \text{ mA}$ gemäß IEC 62955)
t_A przy $50 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 40 \text{ ms}$	für RCD EV 6 mA und RCM ($I_A = 300 \text{ mA}$ gemäß IEC 62752)

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

IN PROGRESS	Messung läuft
$U_B > U_L!$	Berührungsspannung hat den eingestellten Grenzwert von U_L überschritten.
No $U_{L-N}!$	Kein Neutralleiter verfügbar für Prüfstrom $I_{\Delta n}$
READY!	Bereit zur Messung
L-N!	Falsche U_{L-N} Spannung
L-PE!	Falsche U_{L-PE} Spannung
N-PE!	Falsche U_{N-PE} Spannung
L ↔ N	Phase an N Anschluss verbunden anstatt L Anschluss
TEMPERATURE!	Maximaltemperatur überschritten
f!	Netzfrequenz außerhalb des Bereiches von 45...65 Hz
PE!	PE Anschluss falsch
ERROR!	Messfehler
U>500V!	Vor der Messung, Spannung an Messgeräteeingängen größer 500 V
VOLTAGE!	Spannung zu groß

3.10 Isolationswiderstand



WARNUNG

Das zu testende Objekt muss spannungsfrei geschaltet werden.

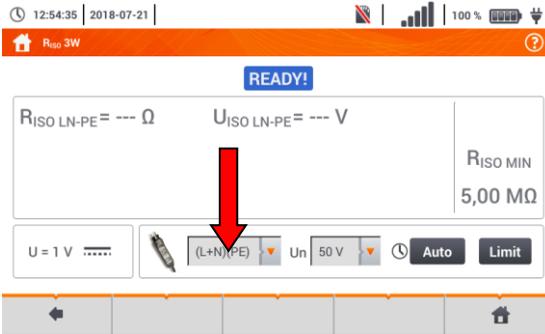
3.10.1 Messeinstellungen

①



Wählen Sie **R_{ISO}**

②



Schließen Sie entweder die die Prüfsonden oder den Prüfadapter am Messgerät zur Durchführung der Messungen an.

Über das Auswählenmenü wählen Sie die Prüfmethode.

Die Auswahlmöglichkeiten hängen ab ob angeschlossen ist:

- ① Sonden
- ② UNI-Schuko Adapter
- ③ AutoISO-1000c Adapter

③a



Sind **einzelne Leitungen mit Sonden** angeschlossen, wählen Sie aus den Optionen

- **Einzelmessungen** – die Messung wird nur fortgesetzt, wenn der Benutzer die START-Taste gedrückt hält
- ↻ **Dauermessung** – die Messung wird durch einen kurzen Druck auf die START-Taste ausgelöst und endet, wenn START erneut gedrückt wird

③b



Ist der **UNI-Schuko** Adapter angeschlossen wählen Sie zwischen den Optionen:

- ⇒ **(L)(PE)(N)** – ist die Phase **rechts** vom PE Anschluss
- ⇒ **(N)(PE)(L)** – ist die Phase **links** vom PE Anschluss
- ⇒ **(L+N)(PE)** – kurzgeschlossene L und N Leiter, gemessen gegen PE (vereinfachte Methode)

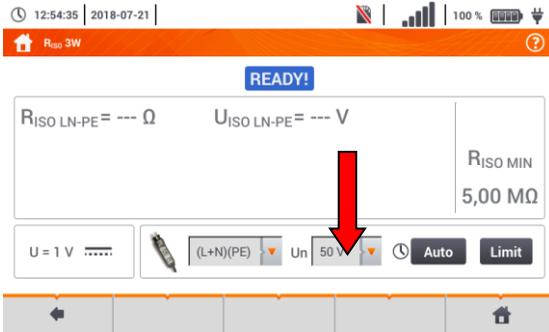
3c



Ist der **AutoISO** Adapter angeschlossen wählen Sie zwischen den Optionen:

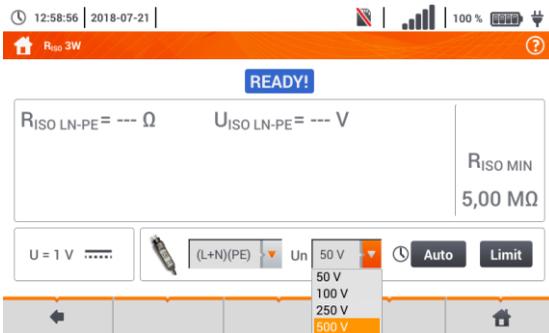
- ⇒ **3 Leiter** – zur Messung eines 3 poligen Kabels
- ⇒ **4 Leiter** – zur Messung eines 4 poligen Kabels
- ⇒ **5 Leiter** – zur Messung eines 5 poligen Kabels

4



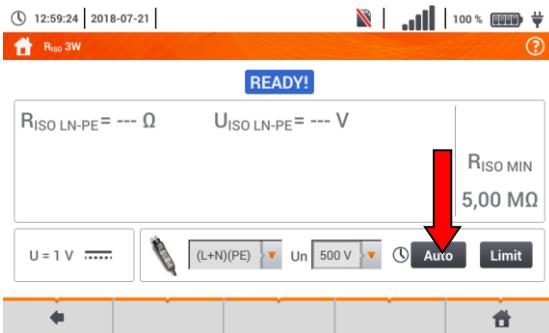
Wählen Sie gewünschte Prüfspannung **Un...**

5



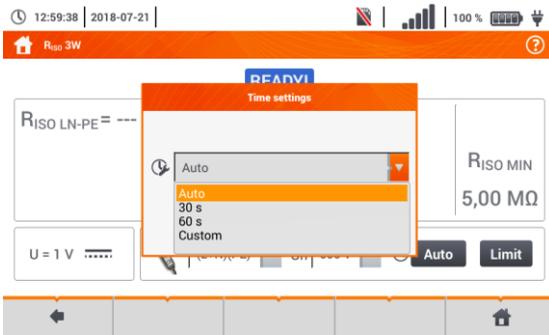
...aus dem Menü aus

6



Stellen Sie die Messdauer über das Symbol ein. Nachdem die Auswahl getroffen wurde, wird der Wert angezeigt

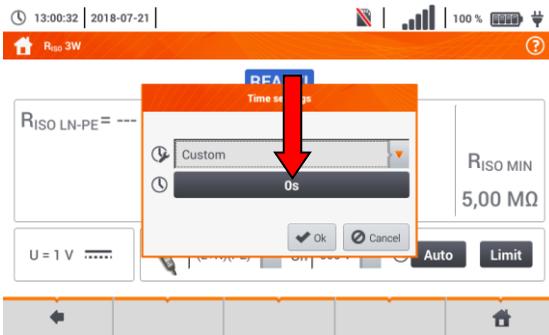
7



Verfügbare Optionen

- ⇒ **Auto** – das Prüfgerät wählt die Prüfzeit automatisch, abhängig von der Kapazität des Objektes
- ⇒ 30 s
- ⇒ 60 s
- ⇒ **Benutzer** – manuelle Einstellung der Zeit im Bereich von 1...60 s

8



Geben Sie bei der Auswahl **Benutzer** die entsprechende Zeit ein

9



Löschen Sie den vorher eingestellten Wert und tragen einen neuen zwischen 1...60 s ein.

Beschreibung der Funktionssymbole

- Eingabe widerrufen und zurück zur vorherigen Ansicht
- Eingabe bestätigen

10



Beschreibung der Funktionssymbole

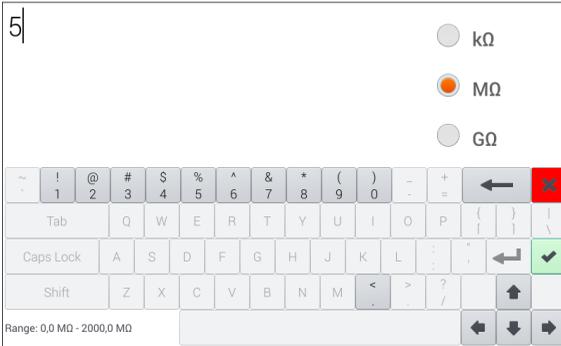
- Ok** – Eingabe bestätigen
- Abbrechen** – Abbruch

11

Wählen Sie **Grenzwerte**, um die Isolationskriterien festzulegen



12



- Wählen Sie die Einheit.
- Löschen Sie den vorher eingestellten Wert und tragen einen neuen ein:
 - ⇒ **kΩ**: 0...2 000 000
 - ⇒ **MΩ**: 0,0...2000,0
 - ⇒ **GΩ**: 0,000...2,000

Beschreibung der Funktionssymbole

- Eingabe widerrufen und zurück zur vorherigen Ansicht
- Eingabe bestätigen

13

Zurück zur vorherigen Ansicht

Zurück zum Hauptmenü



3.10.2 Messen mit Sonden



WARNUNG

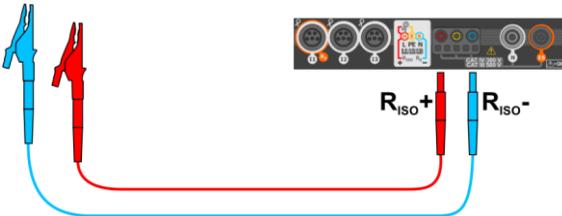
- Während der Isolationswiderstandsmessung, liegt an den Sondenenden des Prüfgerätes eine gefährliche Spannung bis zu 1 kV an.
- Es ist verboten die Messleitungen vor dem Abschluss der Messung zu trennen. Nicht Einhalten dieser Vorschriften kann zu einem elektrischen Schlag durch Hochspannung führen und macht ein entladen des Testobjektes unmöglich.

①



Wählen Sie R_{ISO} um das Messmenü aufzurufen.

②

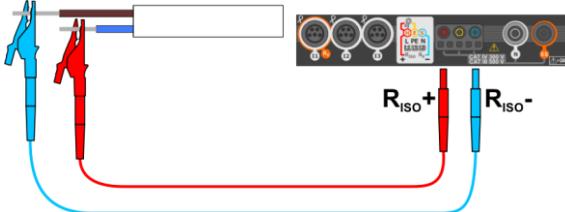


Schließen Sie die Sonden am Prüfgerät an

③

Tragen Sie die Messeinstellungen gemäß **Abschn. 3.9.1.**

④



Anschluss der Messleitungen nach Zeichnung

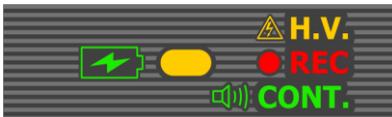
⑤



Messung starten.

→ **Einzelmessungen** – die Messung wird nur fortgesetzt, wenn der Benutzer die START-Taste gedrückt hält

↻ **Dauermessung** – die Messung wird durch einen kurzen Druck auf die START-Taste ausgelöst und endet, wenn START erneut gedrückt wird



Während der Messung leuchtet die **H.V./REC/CONT.** Diode **orange**.



Ablezen des Messergebnisses.

Bewertungssymbole für das Erreichen der Grenzwerte (Abschn. 3.10.1 Schritt (11))

- ✔ Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- ✘ Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- ⋮ Beurteilung nicht möglich

Wurde die Dauermessung ausgewählt (Symbol ) , kann die Messung durch das Symbol  gestoppt werden



- Das Prüfgerät erzeugt ein Tonsignal sobald 90% vom eingestellten Wert der Prüfspannung erreicht sind. (Auch wenn 110% des eingestellten Wertes überschritten wurden)
- Nach Abschluss der Messung, wird die Kapazität des geprüften Objektes durch kurzschließen der Anschlüsse R_{ISO+} und R_{ISO-} über 100 kΩ entladen

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

READY!	Bereit zur Messung
IN PROGRESS	Messung läuft
	Zu hohe Spannung an den Anschlüssen des Prüfgerätes erkannt. Trennen Sie die Messleitungen vom Objekt
NOISE!	Störspannung am Objekt erkannt. Messung ist möglich wird jedoch durch zusätzlich Messunsicherheit belastet
LIMIT!	Sicherung hat ausgelöst. Das angezeigte Symbol wird durch einen Dauerton begleitet. Wird dies nach der Messung angezeigt, bedeutet dies, dass das Messergebnis während dem Auslösen einer Sicherung erzielt wurde (z.B. Kurzschluss am Objekt).

3.10.3 Messungen mit dem UNI-Schuko Adapter (WS-03 und WS-04)



WARNUNG

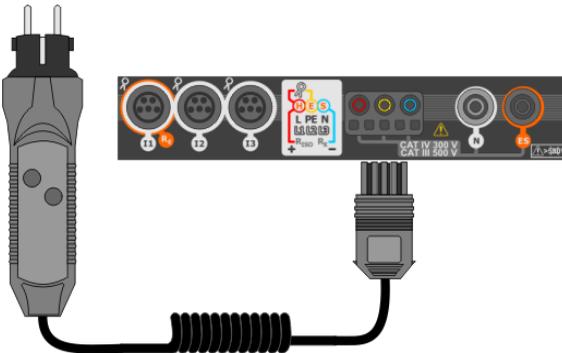
- Während der Isolationswiderstandsmessung, liegt an den Sondenenden des Prüfgerätes eine gefährliche Spannung bis zu 1 kV an
- Es ist verboten die Messleitungen vor dem Abschluss der Messung zu trennen. Nicht Einhalten dieser Vorschriften kann zu einem elektrischen Schlag durch Hochspannung führen und macht ein entladen des Testobjektes unmöglich

①



Wählen Sie R_{ISO}

②



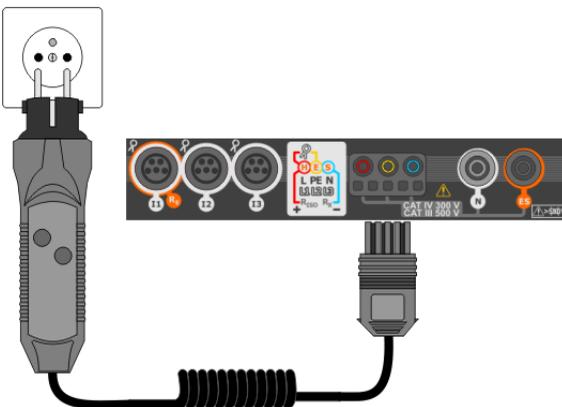
Verbinden Sie den **WS-03 Adapter** oder **WS-04 Adapter** mit dem UNI-Schuko Stecker

Das Prüfgerät erkennt den Anschluss des Adapters automatisch und wechselt in die entsprechende Ansicht

③

Führen Sie die Messeinstellungen wie in **Abschn. 3.9.1** durch

④



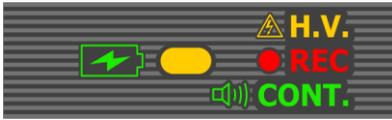
Stecken Sie den Adapter in die zu testende Steckdose

5



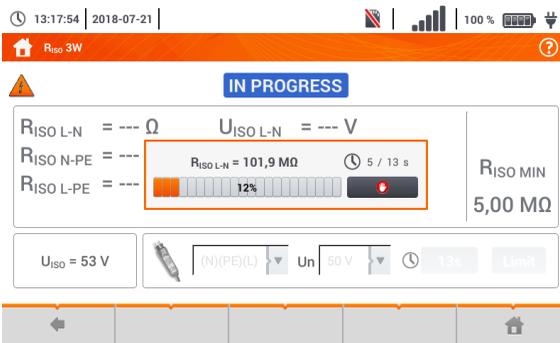
Drücken Sie **START**

Liegt eine beliebige Spannung über 50 V an, erscheint die Meldung, **Objekt unter Spannung** und die Messung wird blockiert.



Während der Messung leuchtet die Diode **H.V./REC/CONT.** orange.

6

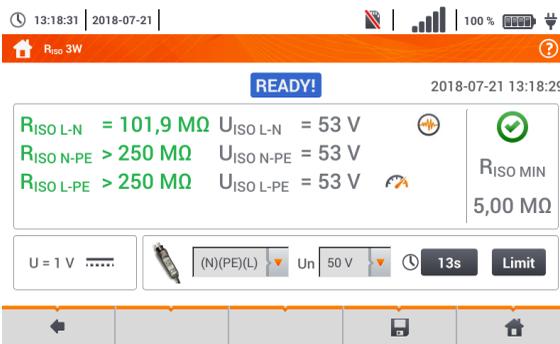


Ansicht des Displays während der Messung

Es wird der Widerstandswert und die Statusleiste in % des Messvorganges angezeigt.

Die Messung kann durch das Symbol zu jeder Zeit unterbrochen werden.

7



Ablesen der Messergebnisse

Bewertungssymbole für das Erreichen der Grenzwerte (Abschn. 3.7.1 Schritt 4)

- Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Beurteilung nicht möglich

Weitere Symbole für jedes Messleistungspaar

- Rauschen** – zu hohes Stör-signal erkannt
- Grenzwert** – Messung bei In-verterstromgrenzwert durchgeführt (z.B. Kurzschluss am Testobjekt)

8

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speicher-managements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem Symbol angezeigt werden



- Das Prüfgerät erzeugt ein Tonsignal sobald 90% vom eingestellten Wert der Prüfspannung erreicht sind. (Auch wenn 110% des eingestellten Wertes überschritten wurden).
- Nach Abschluss der Messung, wird die Kapazität des geprüften Objektes durch kurzschließen der Anschlüsse R_{ISO+} und R_{ISO-} über 100 k Ω entladen.

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

	Bereit zur Messung
	Messung läuft
	Zu hohe Spannung an den Anschlüssen des Prüfgerätes erkannt. Trennen Sie die Messleitungen vom Objekt
	Störspannung am Objekt erkannt. Messung ist möglich wird jedoch durch zusätzlich Messunsicherheit belastet
	Sicherung hat ausgelöst. Das angezeigte Symbol wird durch einen Dauerton begleitet. Wird dies nach der Messung angezeigt, bedeutet dies, dass das Messergebnis während dem Auslösen einer Sicherung erzielt wurde (z.B. Kurzschluss am Objekt).

3.10.4 Messen mit dem AutoISO-1000c



WARNUNG

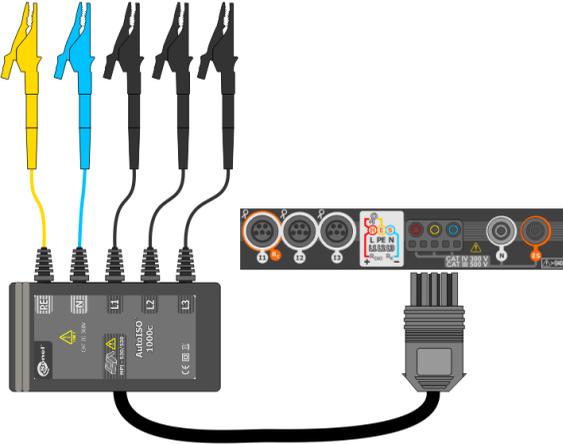
- Während der Isolationswiderstandsmessung, liegt an den Sondenenden des Prüfgerätes eine gefährliche Spannung bis zu 1 kV an
- **Es ist verboten** die Messleitungen vor dem Abschluss der Messung zu trennen. Nicht Einhalten dieser Vorschriften kann zu einem **elektrischen Schlag durch Hochspannung** führen und macht ein entladen des Testobjektes unmöglich

1



Wählen Sie **R_{iso}**, aus dem Messmenü.

2



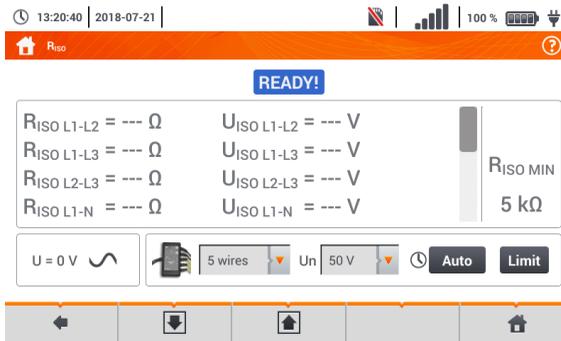
Verbinden Sie den **AutoISO-1000c** Adapter

Das Prüfgerät erkennt den Anschluss des Adapters automatisch und wechselt in die entsprechende Ansicht

3

Führen Sie die Messeinstellungen wie in **Abschn. 3.9.1** durch.

4

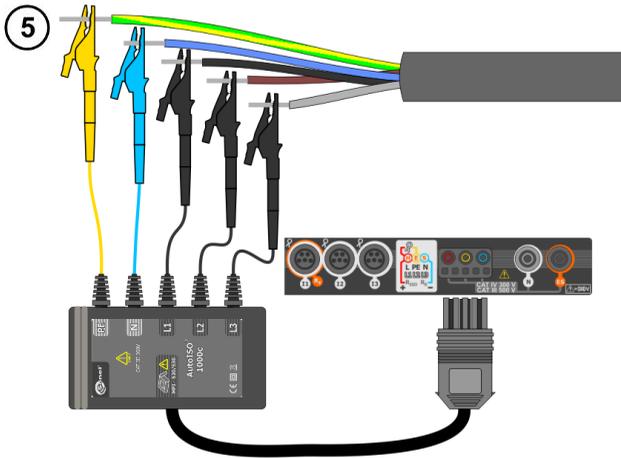


Prüfgerät ist bereit zur Messung

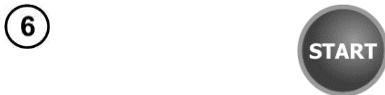
Live Modus
U – Störspannung

Beschreibung der Funktionssymbole

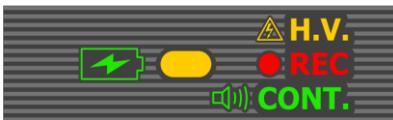
- ⏴ Liste der durchgeführten Messungen, auswählen nach unten
- ⏴ Liste der durchgeführten Messungen, auswählen nach oben



Verbinden sie den AutoISO-1000c Adapter an dem zu testenden Kabel.



Drücken Sie **START**.

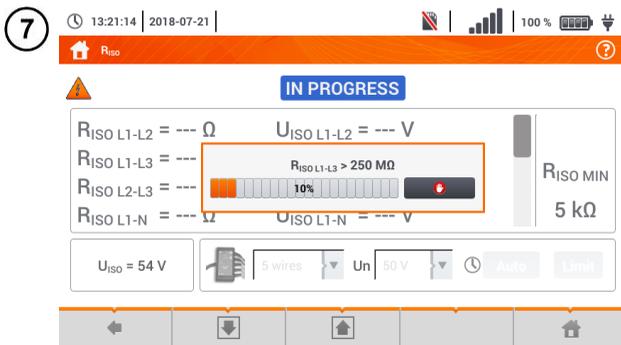


Während der Messung leuchtet die Diode **H.V./REC/CONT.** orange.

Liegt eine beliebige Spannung über 50 V an, erscheint die Meldung, **Objekt unter Spannung** und die Messung wird blockiert.

Zuerst werden die Aderpaare auf eine anliegende Spannung überprüft.

Wird ein Spannungsgrenzwert überschritten, das Symbol dieser Spannung wird angezeigt (z.B. **SPANNUNG! L1PE**) und die Messung wird unterbrochen.

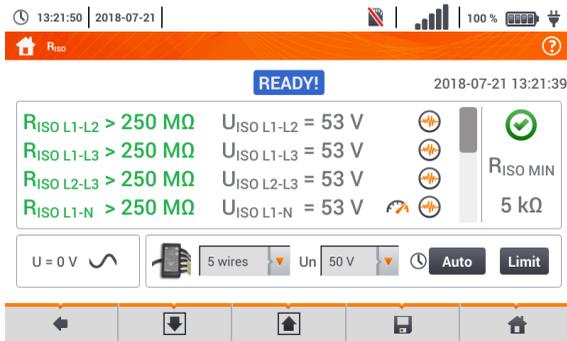


Ansicht des Displays während der Messung.

Es wird der Widerstandswert und die Statusleiste in % des Messvorganges angezeigt.

Die Messung kann durch das Symbol  zu jeder Zeit unterbrochen werden

8



Ablesen der Messergebnisse

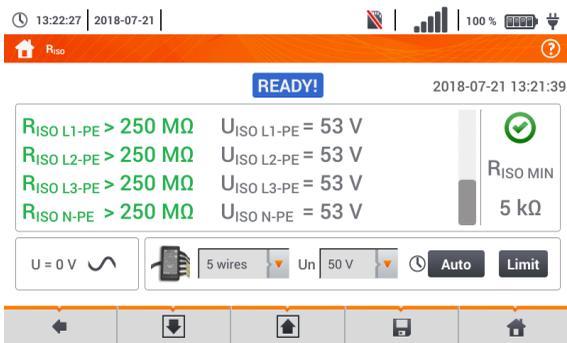
Bewertungssymbole für das Erreichen der Grenzwerte (**Abschn. 3.7.1 Schritt (4)**)

- Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Beurteilung nicht möglich

Weitere Symbole für jedes Messleitungspaar

- Rauschen** – zu hohes Stör-signal erkannt
- Grenzwert** – Messung bei Inverterstromgrenzwert durchgeführt (z.B. Kurzschluss am Testobjekt)

9



Ablesen der gesamten Messergebnisse mit den Symbolen



10

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem Symbol angezeigt werden.



- Das Prüfgerät erzeugt ein Tonsignal sobald 90% vom eingestellten Wert der Prüfspannung erreicht sind. (Auch wenn 110% des eingestellten Wertes überschritten wurden)
- Nach Abschluss der Messung, wird die Kapazität des geprüften Objektes durch kurzschließen der Anschlüsse **R_{ISO+}** und **R_{ISO-}** über 100 kΩ entladen

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

	Bereit zur Messung
	Messung läuft
	Zu hohe Spannung an den Anschlüssen des Prüfgerätes erkannt. Trennen Sie die Messleitungen vom Objekt
	Störspannung am Objekt erkannt. Messung ist möglich wird jedoch durch zusätzlich Messunsicherheit belastet
	Sicherung hat ausgelöst. Das angezeigte Symbol wird durch einen Dauerton begleitet. Wird dies nach der Messung angezeigt, bedeutet dies, dass das Messergebnis während dem Auslösen einer Sicherung erzielt wurde (z.B. Kurzschluss am Objekt).

3.11 Widerstandsmessung mit Niederspannung

3.11.1 Messen des Widerstandes

①



Wählen Sie R_x aus dem Menü

②



Wählen Sie **Autozero** um die Messleitungen zu kompensieren

③



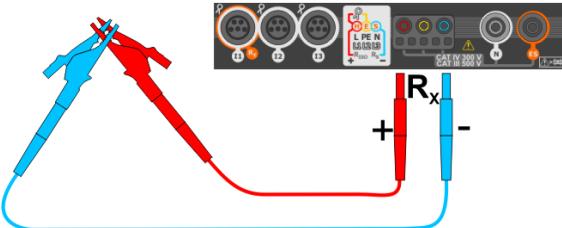
Folgen Sie den Anweisungen am Display

Beschreibung der Funktionssymbole

Ja – Eingabe bestätigen
Nein – Abbruch

Nach Auswahl von **Ja** wird am Display das Ergebnis des Widerstandes der Messleitungen angezeigt.

④



Um die **Kompensation aufzuheben** wiederholen Sie die Schritte ②③④ mit **offenen** Messleitungen. Das Messergebnis beinhaltet nun den Widerstandswert **inklusive Messleitungen**.

5

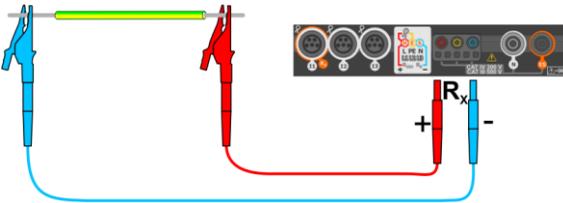
13:41:12 | 2018-07-21 |



Bereit zur Messung

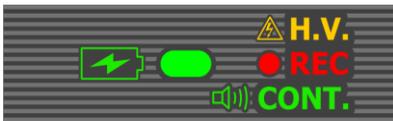


6



- Verbinden sie die Messleitungen mit dem zu messenden Objekt

- Die Messung startet automatisch



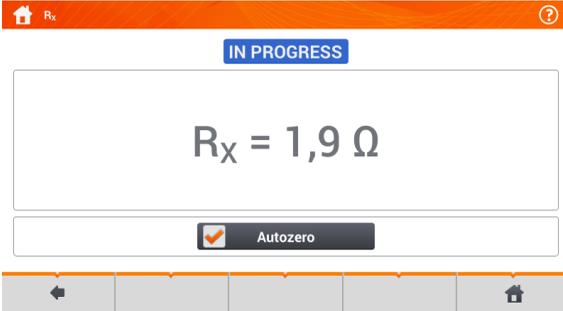
- Während der Messung leuchtet die **H.V./REC/CONT. Diode grün** und ein Tonsignal ertönt

7

13:41:39 | 2018-07-21 |



Ablezen des Messergebnisses



ACHTUNG!

Die Darstellung der Symbole  **VOLTAGE!** warnen vor einem unter Spannung stehendem zu testendem Objekt. Die Messung wird blockiert. Trennen Sie das Messgerät **sofort** vom Objekt.



- Ist die **Autozero** Option **nicht ausgewählt**, (Schritte ②③④), **verringert** das Prüfgerät immer noch das Messergebnis mit dem Widerstand der vorher verwendeten Messleitungen. Deshalb muss bei einem Wechsel der Messleitungen immer die **Autozero** Prozedur wiederholt werden
- Der Korrekturfaktor wird gespeichert auch nachdem das Prüfgerät oder die Messungen neugestartet werden
- Wurden Messleitungen angeschlossen mit einem niedrigeren Widerstand als die vorherigen und kein **Autozero** durchgeführt, wird ein **zu niedriges** Ergebnis angezeigt, in extrem Fällen kann zu einem negativen Messergebnis kommen. Umgekehrt verhält sich das Messergebnis bei Messleitungen mit **größerem** Widerstand.
- Die maximale Kompensation des Widerstands der Messleitungen (Autozero) beträgt 500 Ω .

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

IN PROGRESS

Messung läuft

VOLTAGE!

Zu hohe Spannung am Objekt

NOISE!

Störspannung am Objekt erkannt. Messung ist möglich wird jedoch durch zusätzlich Messunsicherheit belastet

3.11.2 Widerstandsmessung von Schutzleitern und Potentialausgleichsleiter mit ± 200 mA Prüfstrom

1



Wählen Sie **R_{CONT}** aus dem Messmenü

2



Um das Messergebnis nicht durch den Widerstand der Messleitungen zu beeinflussen, für Sie die **Autozero** Prozedur durch

3

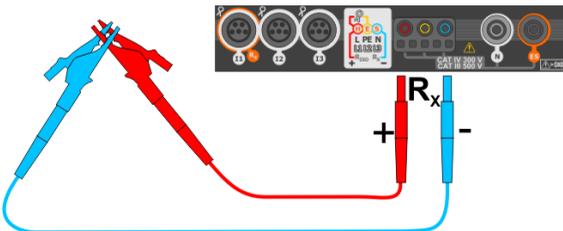


Folgen Sie den Anweisungen am Display

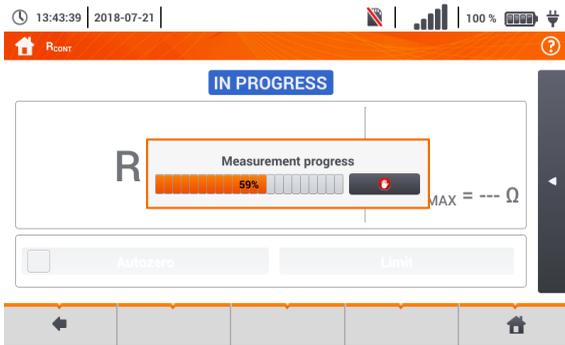
Beschreibung der Funktionssymbole

Ja – Eingabe bestätigen
Nein – Abbruch

Nach Auswahl von **Ja** wird am Display das Ergebnis des Widerstandes der Messleitungen angezeigt.

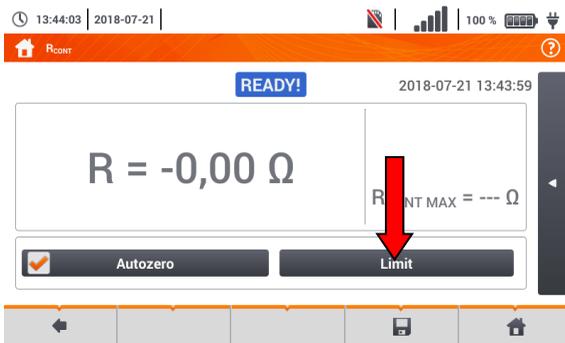


4



Um die **Kompensation aufzuheben** wiederholen Sie die Schritte **(2)(3)(4)** mit **offenen** Messleitungen. Das Messergebnis beinhaltet nun den Widerstandswert **inklusive Messleitungen**.

5



Wählen Sie den Widerstandsgrenzwert des Objektes.

6



Tragen Sie über die Displaytastatur den gewünschten Wert ein

Bereich: 0...400 Ω

Beschreibung der Funktionssymbole

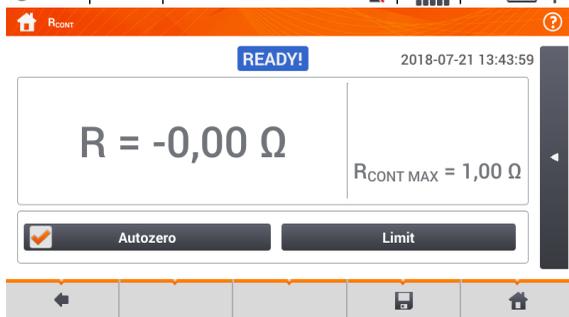
- Eingabe widerrufen und zurück zur vorherigen Ansicht
- Eingabe bestätigen

7

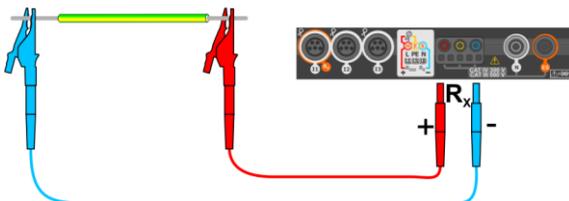
13:44:53 | 2018-07-21 |



Bereit zur Messung



8



• Verbinden sie die Messleitungen mit dem zu messenden Objekt

• Die Messung startet automatisch

9

13:46:16 | 2018-07-21 |



Ablese des Messergebnisses



Das Ergebnis ist der arithmetische Wert aus zwei Messungen, durchgeführt mit 200 mA positiver R_F und negativer Polarität R_R .

$$R = \frac{R_F + R_R}{2}$$

Grenzwertbewertung (Schritt 5)

- Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Beurteilung nicht möglich

Antippen der Leiste rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen.

10



R_F – Ergebnis erzielt durch **positive** Messstrom
 R_R – Ergebnis erzielt durch **negative** Messstrom

Erneutes Anwählen schließt das Menü.

11

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**. Die letzte Messung kann mit dem Symbol angezeigt werden.

12



Drücken Sie die **START** Taste, um die **nächste Messung zu starten**, ohne die Messleitungen vom Objekt zu trennen und fahren Sie mit Schritt **(8)** fort.



ACHTUNG!

Die Darstellung der Symbole **VOLTAGE!** warnen vor einem unter Spannung stehendem zu testendem Objekt. Die Messung wird blockiert. Trennen Sie das Messgerät **sofort** vom Objekt.



- Ist die **Autozero** Option **nicht ausgewählt**, (Schritte **(2)(3)(4)**), **verringert** das Prüfgerät immer noch das Messergebnis mit dem Widerstand der vorher verwendeten Messleitungen. Deshalb muss bei einem Wechsel der Messleitungen immer die **Autozero** Prozedur wiederholt werden
- Der Korrekturfaktor wird gespeichert auch nachdem das Prüfgerät oder die Messungen neugestartet werden
- Wurden Messleitungen angeschlossen mit einem niedrigeren Widerstand als die vorherigen und kein **Autozero** durchgeführt, wird ein **zu niedriges** Ergebnis angezeigt, in extrem Fällen kann zu einem negativen Messergebnis kommen. Umgekehrt verhält sich das Messergebnis bei Messleitungen mit **größerem** Widerstand.
- Die maximale Kompensation des Widerstands der Messleitungen (Autozero) beträgt 500 Ω.

Weitere vom Prüfgerät angezeigte Informationen

IN PROGRESS	Messung läuft
VOLTAGE!	Zu hohe Spannung am Objekt
NOISE!	Störspannung am Objekt erkannt. Messung ist möglich wird jedoch durch zusätzlich Messunsicherheit belastet

3.12 Phasensequenz

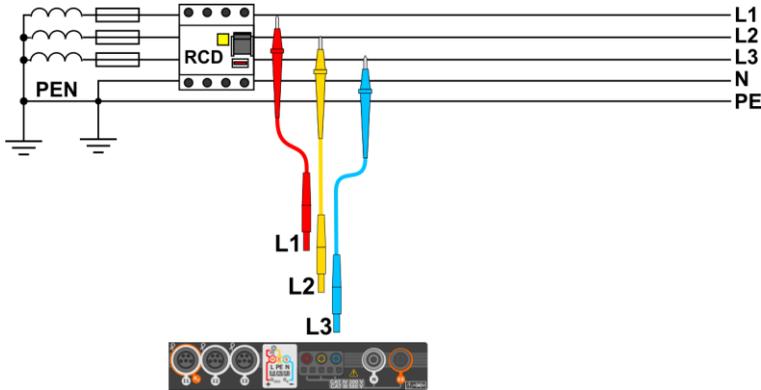
1



Wählen Sie **Phasensequenz** aus dem Messmenü

2

Schließen Sie das Prüfgerät an die Installation wie in der Zeichnung dargestellt an.



3



Bereit zur Messung.

U_{L1-L2} , U_{L2-L3} , U_{L3-L1}
Werte der Phase-Phase Spannung

L1 **L2** **L3**
Anzeige der individuell vorhandenen Phasen

4a



Phasensequenz **richtig**, im Uhrzeigersinn

4b

13:58:39 | 2018-07-21 |



Phasensequenz **falsch**, gegen den Uhrzeigersinn

Phase sequence

IN PROGRESS

$U_{L1-L2} = 149,3 \text{ V}$
 $U_{L2-L3} = 125,8 \text{ V}$
 $U_{L3-L1} = 138,9 \text{ V}$

3.13 Motordrehrichtung

1



Wählen Sie **Motordrehrichtung** aus dem Messmenü

2

14:03:12 | 2018-07-21 |



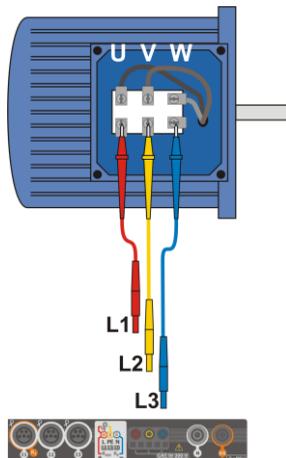
Bereit zur Messung

Engine spin

IN PROGRESS

$U_U = \text{---}$
 $U_V = \text{---}$
 $U_W = \text{---}$

3



- Schließen Sie das Prüfgerät wie in der Zeichnung dargestellt am Motor an, z.B. U Anschluss mit Eingang L1, V mit L2, W mit L3
- Drehen Sie die Motorwelle manuelle nach rechts

4a

14:03:18 | 2018-07-21



Engine spin

**IN PROGRESS**

Angezeigte Pfeile **rechtsrotierend** geben an, dass der Motor sich im 3-Phasen Netz **nach rechts dreht**.

4b

14:08:12 | 2018-07-21



Engine spin

**IN PROGRESS**

Angezeigte Pfeile **linksrotierend** geben an, dass der Motor sich im 3-Phasen Netz **nach links dreht**.



- Bewegen Sie nicht Messleitungen nicht während des Tests
- Ein Bewegen der Leitung kann zu einer Spannungsinduzierung führen, welche die Messung beeinflusst.

3.14 Beleuchtungsstärke

1



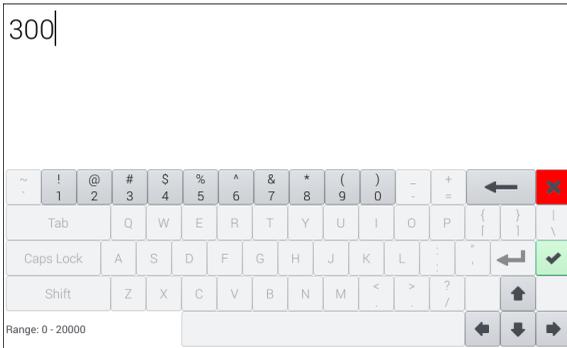
Wählen Sie **Lux** aus dem Messmenü

2



Schließen Sie die optionale Sonde an.

3



- Wählen Sie **Grenzwert**, um die minimale Leuchtstärke zu messen.
- Wählen Sie die Einheit
- Löschen Sie den vorherigen Wert und tragen Sie den gewünschten im Bereich von 0...20 000 lx ein

Beschreibung der Funktionssymbole

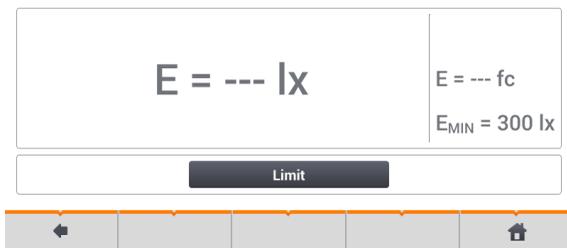
Eingabe widerrufen und zurück zur vorherigen Ansicht

Eingabe bestätigen

4



Bereit zur Beleuchtungsmessung.



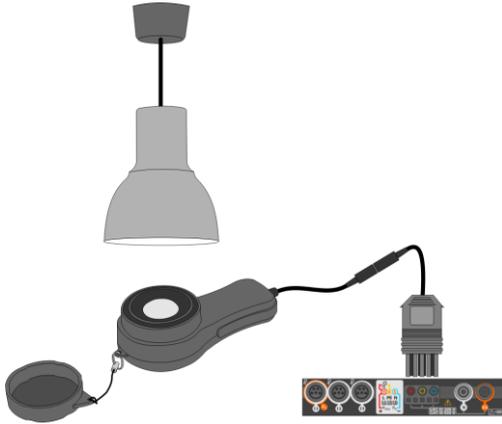
Livemodus

E [lx] – Beleuchtung in lux (lm/m²)

E [fc] – Beleuchtung in lm/ft² (Lumen per qm)

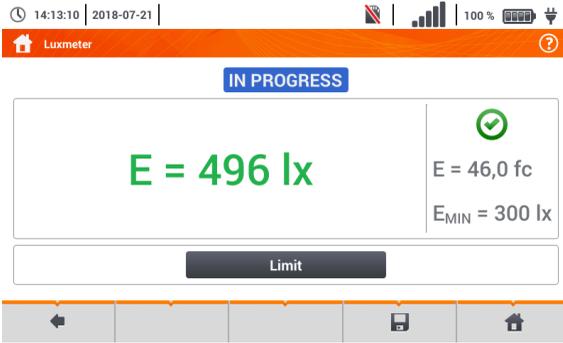
E_{MIN} – Grenzwerteinstellung wie in Schritten 3 4

5



Platzieren Sie die Sonde in einer Testumgebung.

6



Ablezen des Ergebnisses

Grenzwertbewertung (Schritt

3)

- Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Beurteilung nicht möglich

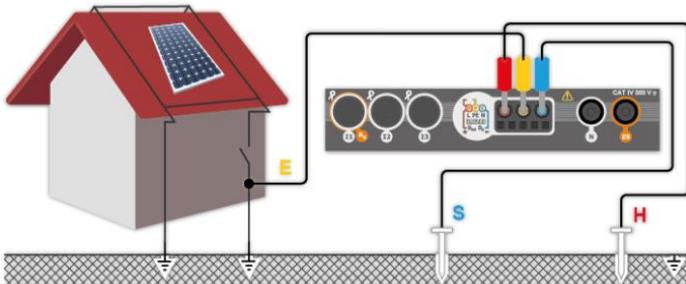
7

Speichern der Messung im Speicher durch das Symbol. Eine detaillierte Beschreibung des Speicher-Managements finden Sie in **Abschnitt 6.1.3**.

3.15 **MPI-540-PV** Erdungswiderstand (PV)



Das Messsystem anschließen. Die Messung wird analog wie in **Kap. 3.6** beschrieben durchgeführt.



3.16 MPI-540-PV **Isolationswiderstand (PV)**



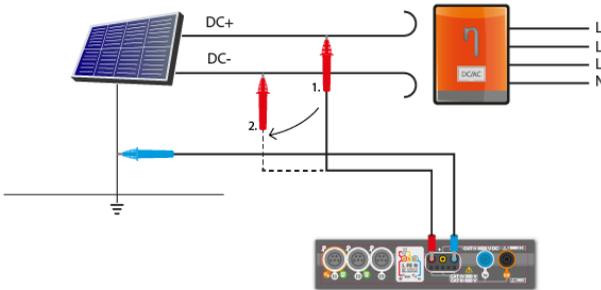
WARNUNG

- Während der Isolationswiderstandsmessung, liegt an den Sondenenden des Prüfgerätes eine gefährliche Spannung bis zu 1 kV an.
- **Es ist verboten** die Messleitungen vor dem Abschluss der Messung zu trennen. **Nicht Einhalten** dieser Vorschriften kann zu einem **elektrischen Schlag durch Hochspannung** führen und macht ein entladen des Testobjektes unmöglich.



Die Messung wird analog zu **Kap. 3.10** durchgeführt. Der Isolationswiderstand muss zwischen dem positiven Pol (DC+) und der Masse sowie zwischen dem negativen Pol (DC-) und Masse gemessen werden. Für diesen Zweck:

- Die Erdung mit der Buchse R_{ISO-} des Messgerätes, die DC+-Linie mit der Buchse R_{ISO+} verbinden, im Gerät die Methode R_{ISO+} auswählen und die Messung starten,
- die DC--Linie mit der Buchse R_{ISO+} verbinden, im Gerät die Methode R_{ISO-} auswählen und die Messung starten.



Nach der Anwahl der Leiste  auf der rechten Seite des Bildschirms erscheint ein Menü mit zusätzlichen Messergebnissen.

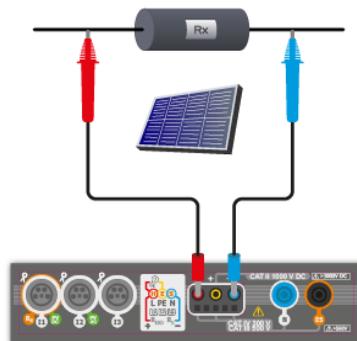
$U_{ISO\ L-N}$ – Messspannung

Nach Anwahl der Leiste  wird das Menü ausgeblendet.

3.17 MPI-540-PV **Kontinuität der Verbindungen (PV)**



Das Messsystem anschließen. Die Messung wird analog wie in **Kap. 3.11.2** beschrieben durchgeführt.



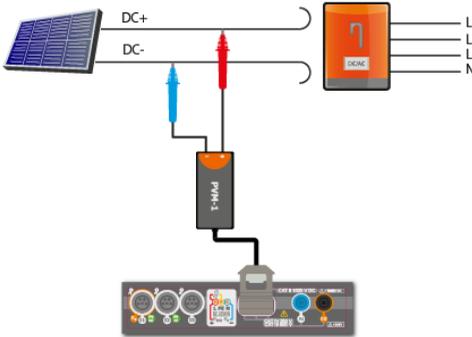
3.18 MPI-540-PV Spannung DC des offenen Kreises U_{OC}

1



Die Position U_{OC} auswählen, um den Messbildschirm aufzurufen.

2



Den Wechselrichter ausschalten oder das untersuchte Objekt davon trennen. An die PV-Modulkette über den PVM-1 Adapter und die Adapter der MC4 Steckverbinder das Messgerät anschließen. Es werden folgende Parameter gemessen:

U_{OC} – Spannung des offenen Kreises,

$U_{OC,STC}$ – Spannung des offenen Kreises nach der Umrechnung in STC-Bedingungen*,

ΔU_{OC} – Differenz zwischen der Spannung des offenen Kreises (gemessen und auf STC-Bedingungen umgerechnet) und der durch den Hersteller des Moduls erklärten Spannung, auch auf STC-Bedingungen umgerechnet.

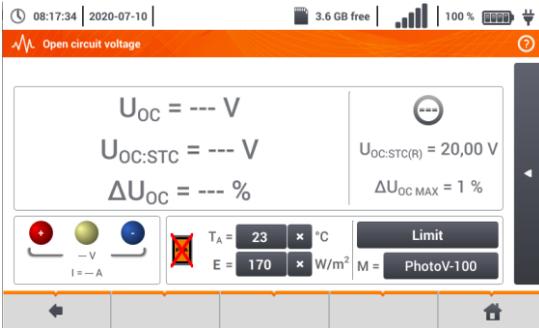


WARNUNG

MC4 Steckverbinder nicht trennen, wenn der Laststrom des betriebenen Wechselrichters dadurch fließt. Dies kann zur Lichtbogenbildung führen und eine Gefahr für den Benutzer darstellen!

*STC (Standard Test Conditions) – Bezugsbedingungen, für die der Hersteller alle Modulparameter angibt.

3



Alle Prüfparameter eingeben:

T_A – Umgebungstemperatur, sofern die Messquelle der Temperatur = Luft (**Kap. 2.2.1**),

T_{PV} – Modultemperatur, sofern die Messquelle der Temperatur = Modul (**Kap. 2.2.1**),

E – Einstrahlung,

Limit – Einstellung des Wertes von $\Delta U_{OC,MAX}$,

M – Photovoltaik-Modul aus der Datenbank des Messgerätes (**Kap. 2.2.3**).

Darüber hinaus werden auf dem Bildschirm angezeigt:

$U_{OC,STC(R)}$ – die vom Hersteller erklärte Spannung des offenen Kreises unter STC-Bedingungen,

$\Delta U_{OC,MAX}$ – eingestellter Grenzwert von ΔU_{OC} :



Die Parameter T_A , T_{PV} , E kommen von dem Bestrahlungsstärkemessgerät, wenn es mit dem Messgerät verbunden ist. Siehe auch **Kap. 3.22**.

4



Drücken Sie die **START** Taste.

5

Grenzwertbewertung (Schritt 3)

- Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Beurteilung nicht möglich

Nach der Anwahl der Leiste wird ein Menü mit Parametern des gemessenen PV-Objektes rechts eingeblendet.

M – Anzahl der Module in Reihe,

N – Anzahl der parallel geschalteten Module,

T_{PV} – Temperatur des Moduls.

Erneutes Anwählen schließt das Menü.

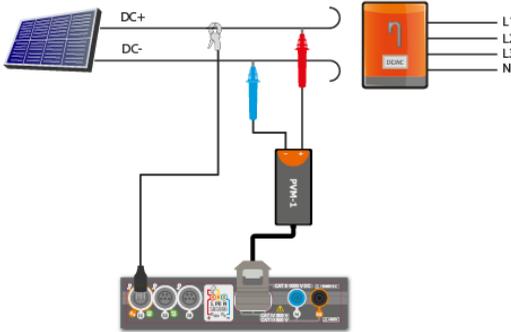
3.19 MPI-540-PV Kurzschlußstrom DC I_{sc}

1



Die Position **I_{sc}** auswählen, um den Messbildschirm aufzurufen. Anschließend die Zange zurücksetzen (**Kap. 3.21**).

2



Den Wechselrichter ausschalten oder das untersuchte Objekt davon trennen. An die PV-Modulkette über den PVM-1 Adapter und die Adapter der MC4 Steckverbinder das Messgerät anschließen. Es werden folgende Parameter gemessen:

I_{sc} – Kurzschlussstrom

I_{sc,STC} – Kurzschlussstrom nach Umrechnung auf STC-Bedingungen*,

ΔI_{sc} – Differenz zwischen dem Kurzschlussstrom (gemessen und auf STC-Bedingungen umgerechnet) und dem durch den Hersteller des Moduls erklärten Strom, auch auf STC-Bedingungen umgerechnet.

*STC (Standard Test Conditions) – Bezugsbedingungen, für die der Hersteller alle Modulparameter angibt.



WARNUNG

MC4 Steckverbinder nicht trennen, wenn der Laststrom des betriebenen Wechselrichters dadurch fließt. Dies kann zur Lichtbogenbildung führen und eine Gefahr für den Benutzer darstellen!

3



Alle Prüfparameter eingeben:

T_A – Umgebungstemperatur, sofern die Messquelle der Temperatur = Luft (**Kap. 2.2.1**),

T_{PV} – Modultemperatur, sofern die Messquelle der Temperatur = Modul (**Kap. 2.2.1**),

E – Einstrahlung,

Limit – Einstellung des Wertes von ΔI_{sc,MAX},

M – Photovoltaik-Modul aus der Datenbank des Messgerätes (**Kap. 2.2.3**).

Darüber hinaus werden auf dem Bildschirm angezeigt:

I_{sc,STC(R)} – der vom Hersteller erklärte Kurzschlussstrom unter STC-Bedingungen,

ΔI_{sc,MAX} – eingestellter Grenzwert von ΔI_{sc}.



Die Parameter **T_A**, **T_{PV}**, **E** kommen von dem Bestrahlungsstärkemessgerät, wenn es mit dem Messgerät verbunden ist. Siehe auch **Kap. 3.22**.

4



Ggf. die Zange erneut zurücksetzen.. Drücken Sie die **START** Taste.

5

Grenzwertbewertung (Schritt 3)

✓ Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte

✗ Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte

⊖ Beurteilung nicht möglich

Nach der Anwahl der Leiste wird ein Menü mit Parametern des gemessenen PV-Objektes rechts eingeblendet.

M – Anzahl der Module in Reihe,

N – Anzahl der parallel geschalteten Module,

T_{PV} – Temperatur des Moduls.

Erneutes Anwählen schließt das Menü.

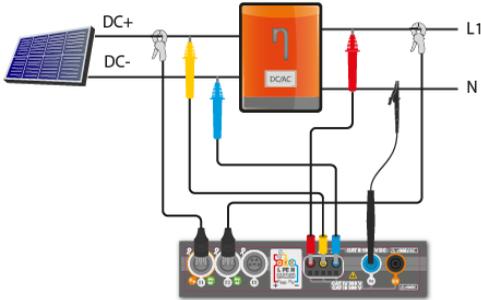
3.20 MPI-540-PV Test des Wechselrichterfeldes η , P, I

1



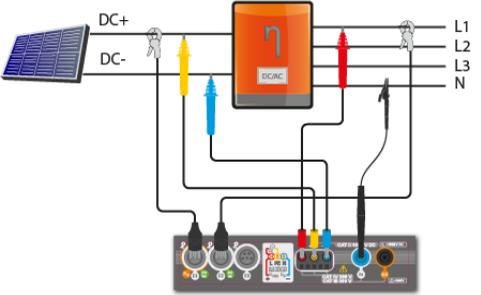
Die Position η , P, I auswählen, um den Messbildschirm aufzurufen. Anschließend die Zange zurücksetzen (**Kap. 3.21**).

2



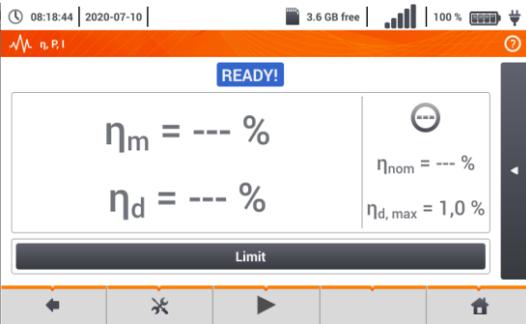
Messgerät an das Objekt anschließen. Es werden folgende Parameter gemessen:

- am Eingang des Wandlers (DC),
- am Ausgang des Wandlers (AC).



◀ Im Falle eines 3-Phasen-Wandlers wird bei der Messung die Symmetrie der Ausgangsströme und -spannungen auf der AC-Seite angenommen.

3



Mit dem Icon ✖ können die im Bildschirm angezeigten Daten ausgewählt werden:

- ⇒ Ströme am Eingang (I_{DC}) und Ausgang (I_{AC}),
- ⇒ Leistungen am Eingang (P_{DC}) und Ausgang (P_{AC}),
- ⇒ Wirkungsgrad des Wandlers (η_m) und Differenz zwischen dem gemessenen und vom Hersteller erklärten Wirkungsgrad des Wechselrichters (η_d).

Limit auswählen, um das Kriterium für die max. Differenz zwischen dem gemessenen und vom Hersteller erklärten Wirkungsgrad des Wechselrichterseinzustellen.

Ggf. die Zange erneut zurücksetzen.

Mit dem Symbol ▶ zur Konfiguration der Messung wechseln. Siehe **Kapp. 3.20.1, 3.20.2**.

4



START drücken. Die aktuelle Anzeige wird übernommen und auf dem Hauptbildschirm angezeigt.

5 Grenzwertbewertung (Schritt 3)

- Ergebnis innerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Ergebnis außerhalb der gesetzten Grenzwerte
- Beurteilung nicht möglich

Antippen der Leiste rechts, öffnet ein Menü mit weiteren Messergebnissen

η_m – Wirkungsgrad des Wechselrichters als Verhältnis der Wirkleistung der Wechselstromseite zur Wirkleistung der Gleichstromseite

η_{nom} – der vom Hersteller erklärte Wirkungsgrad des Wechselrichters

η_d – Differenz zwischen dem gemessenen und vom Hersteller erklärten Wirkungsgrad des Wechselrichters

U_{AC} – die auf der AC-Seite gemessene Spannung

U_{DC} – die auf der DC-Seite gemessene Spannung

I_{AC} – der auf der AC-Seite gemessene Strom

I_{DC} – der auf der DC-Seite gemessene Strom

Erneutes Anwählen schließt das Menü.

3.20.1 Messkonfiguration

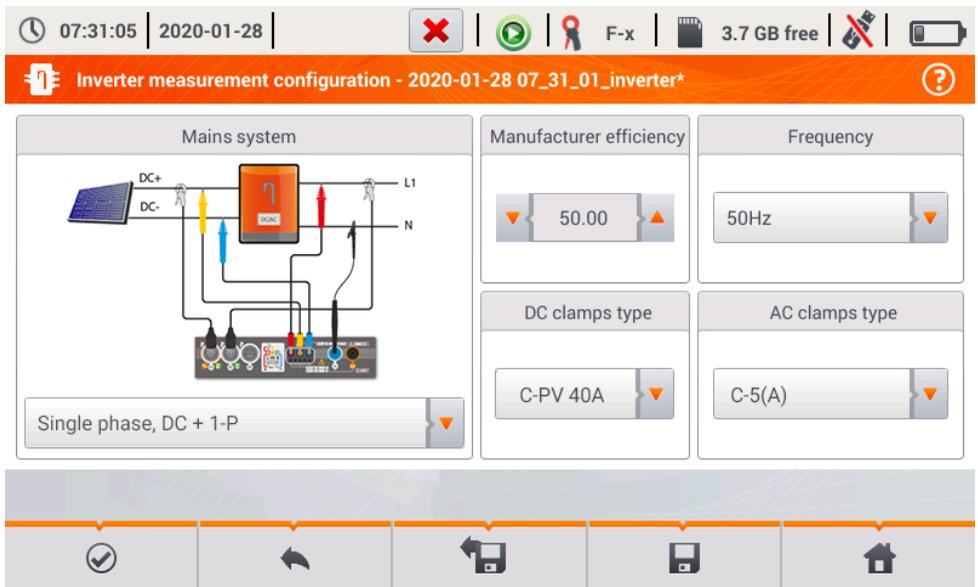


Abb. 3.10. Setup-Bildschirm zur Wirkungsgradmessung des Wechselrichters

Stellen Sie die Parameter des geprüften Wechselrichters im Setup-Bildschirm ein:

- **Netzsystem** – es stehen zwei Typen zur Wahl:

- **Einphasig, DC + 1-P**

Wählen Sie diesen Systemtyp im Falle einphasiger Wechselrichter mit einem Wechselstromausgang aus. Auf dem Bildschirm wird ein vereinfachter Anschlussplan des Messgerätes für die zu prüfende Schaltung angezeigt:

- Den DC+ Spannungseingang des Wechselrichters an den L2-Eingang des Messgerätes anschließen;
- Den DC- Ausgang des Wechselrichters an den L3-Eingang anschließen;
- Die AC-Spannungsseite des Wechselrichters sollte am L1-Eingang (Phase) und N-Eingang (Neutralleiter) angeschlossen sein.
- Der Strom der Gleichstromseite des Wechselrichters wird mit einer Gleichstrommesszange, die am I1-Eingang der Messzange angeschlossen ist, gemessen.



Es müssen Messzangen für die Gleichstrommessung eingesetzt werden.

- Der Strom der Wechselstromseite des Wechselrichters wird mit der Messzange, die am I2-Eingang angeschlossen ist, gemessen. Der Benutzer kann jede Art von Messzangen, die mit dem Messgerät kompatibel sind, auswählen.

- **Dreiphasig, DC + 4-P**

Es ist nur möglich, den Wirkungsgrad der dreiphasigen Vierleiter-Wechselrichter zu messen (Sternsystem mit Neutralleiter). Es ist darauf hinzuweisen, dass wegen einer begrenzten Anzahl von Spannungseingängen im Messgerät die direkte Messung aller Interphasen-Spannungen nicht möglich ist. Somit werden die gemessenen Parameter der Wechselstromseite annähernd angegeben, wobei die Genauigkeit umso besser ist, je besser die Symmetrie der Ausgangsspannungen und -ströme des Wechselrichters ist. Wenn er im Rahmen solcher Systeme betrieben wird, ist vor der Wirkungsgradmessung die Asymmetrie der Spannungen zu überprüfen (der Asymmetriefaktor der negativen Komponente U_2/U_1 sollte unter 1% liegen). Diese Überprüfung soll bei der üblichen Konfiguration und Verbindung des Messgerätes am Dreiphasen-Net 4-P (**Kap. 5.6.3, 5.6.4**) durchgeführt werden.

Anschluss:

- Den DC+ Spannungseingang des Wechselrichters an den L2-Eingang des Messgerätes anschließen;
- Den DC- Ausgang des Wechselrichters an den L3-Eingang anschließen;
- Die AC-Spannungsseite des wechselrichters sollte am L1-Eingang (Phase) und N-Eingang (Neutralleiter) angeschlossen sein.
- Der Strom der Gleichstromseite des Wechselrichters wird mit einer Gleichstrommesszange, die am I1-Eingang der Messzange angeschlossen ist, gemessen.



Es müssen Messzangen für die Gleichstrommessung eingesetzt werden.

- Der Strom der Wechselstromseite des Wechselrichters wird mit der Messzange, die am I2-Eingang angeschlossen ist, gemessen. Der Benutzer kann jede Art von Messzangen, die mit dem Messgerät kompatibel sind, auswählen.

- **Wirkungsgrad des Herstellers** – der vom Hersteller erklärte Wirkungsgrad Dieser Wert wird verwendet, um den gemessenen mit dem erklärten Wirkungsgrad zu vergleichen.
- **Typ DC-Messzange** – die Auswahl der Messzange für die Strommessung auf der DC-Seite des Wechselrichters.
- **Typ AC-Messzange** – die Auswahl der Messzange für die Strommessung auf der AC-Seite des Wechselrichters.
- **AC-Frequenz** – die Nennfrequenz des Wechselstromausgangs vom Wechselrichter.

Nachdem die erforderlichen Parameter eingestellt wurden, können unmittelbar entsprechende Messungen durchgeführt werden.

Beschreibung der Funktionssymbole

- ✓ Wechsel zum Messbildschirm (Ist-Werte in einer tabellarischen Darstellung) mit den eingegebenen Einstellungen (ohne Speicherung der Konfiguration).
- 📁 die Speicherung der Konfiguration für den Wirkungsgrad des Wechselrichters in einer Datei, mit der Möglichkeit, unmittelbar nach der Speicherung zur Messung zu übergehen (Feld **Zu laufenden Anzeigen wechseln** im Dialogfenster, das eingeblendet wird).
- 📁 Wechsel zur Liste der gespeicherten Konfigurationen für den Wirkungsgrad des Wechselrichters und Erstellung einer neuen Konfiguration. Die Konfigurationen werden ähnlich wie Messkonfigurationen dargestellt, ihnen ist das Icon  zugeordnet. Ein Doppelklick auf die ausgewählte Konfiguration öffnet sie automatisch; es erfolgt der Wechsel zur Anzeige der Einstellwerte für den Wirkungsgrad des Wechselrichters (**Abb. 3.11**). Die Schaltfläche der Menüleiste  dient zur Hinzufügung neuer Konfigurationen für den Wirkungsgrad des Wechselrichters (es wird ein Fenster wie in **Abb. 3.12** dargestellt, mit Standardeinstellungen eingeblendet). Das Icon  dient zur Bearbeitung der ausgewählten Konfiguration.

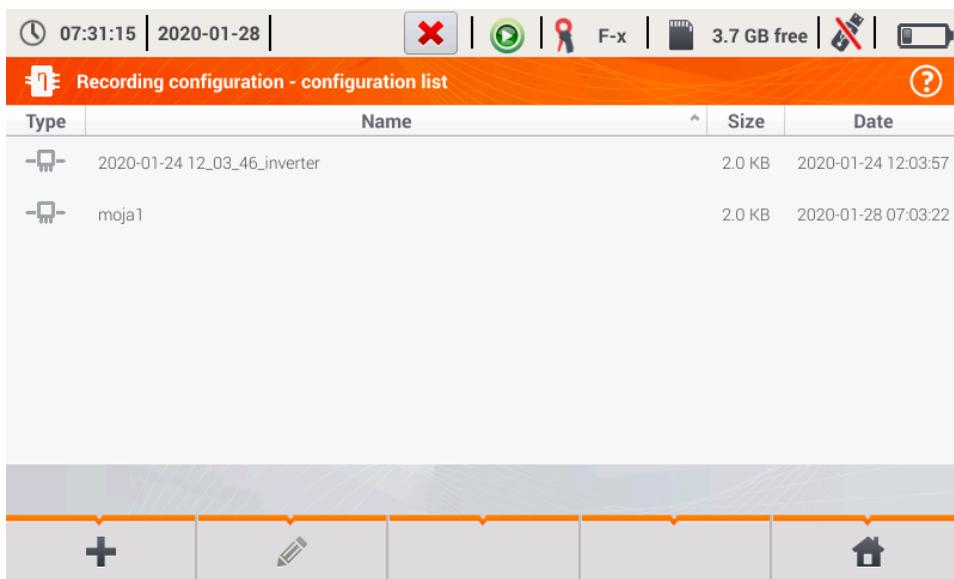


Abb. 3.11. Menü der gespeicherten Konfigurationen

3.20.2 Ist-Messwerte

Nach dem Wechsel zum Bildschirm der Ist-Messwerte werden alle Parameter der gemessenen Wechselrichterschaltung in einer tabellarischen Darstellung präsentiert.

	η_m [%]	η_d [%]	U [V]	U _{h01} [V]	U _{DC} [mV]	f [Hz]	I [A]
AC/DC	16.03	33.97	---	---	---	---	---
DC	---	---	3.282	---	-3.235	---	1.464
L1	---	---	0.057	---	14.73	0.000	0.624
L2	---	---	---	---	---	---	---
L3	---	---	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---	---	---
L1-2	---	---	---	---	---	---	---
L2-3	---	---	---	---	---	---	---

Abb. 3.12. Ist-Messwerte in der tabellarischen Darstellung im Wirkungsgradmessmodus des Wechselrichters

- **AC/DC** Zeile:

- In der Spalte η_m wird der Wirkungsgrad des Wechselrichters η_m als Verhältnis der Wirkleistung der Wechselstromseite zur Wirkleistung der Gleichstromseite angezeigt:

$$\eta_m[\%] = \frac{P_{AC}[W]}{P_{DC}[W]} \cdot 100\%$$

- In der Spalte η_d wird die Differenz zwischen dem gemessenen und dem erklärten Wirkungsgrad des Wechselrichters angezeigt:

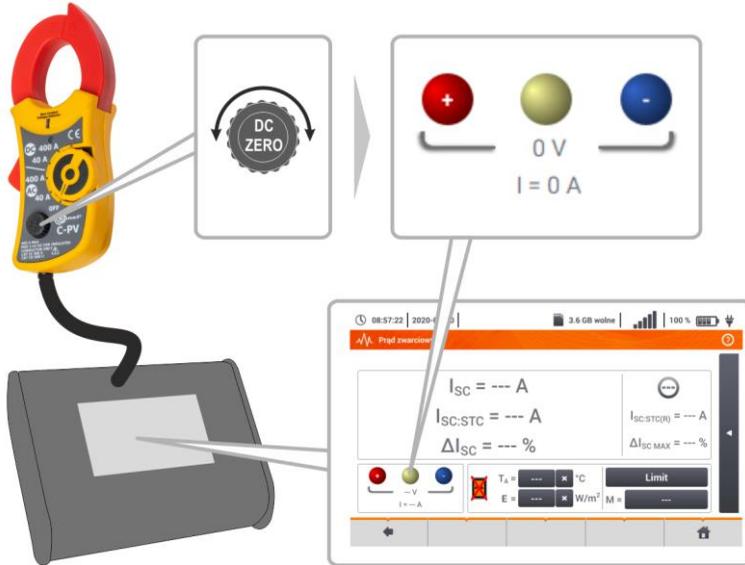
$$\eta_d[\%] = \eta_{nom}[\%] - \eta_m[\%]$$

wobei η_{nom} der erklärte Nennwirkungsgrad des Wechselrichters, der im Konfigurationsbildschirm eingegeben wurde, ist.

- Die Zeile **DC** zeigt die Parameter der Gleichstromseite des Wechselrichters, wie Spannung, Strom, Wirkleistung, Wirkenergie.
- Die mit der Wechselstromseite verbundenen Werte werden in den folgenden Zeilen angezeigt: **L1** und **Σ**.

3.21 MPI-540-PV C-PV Zange zurücksetzen

Vor der Messung von I_{SC} und Prüfung des Wechselrichters (**Kap. 3.19, 3.20**) die C-PV Messzange zurücksetzen. Dazu die Messzange an das Messgerät anschließen. Den Drehknopf **DC ZERO** am Gehäuse der Messzange so positionieren, dass die Strom- und Spannungswerte möglichst gleich Null sind. Erst dann kann die Messzange an dem Prüfobjekt angeschlossen werden.

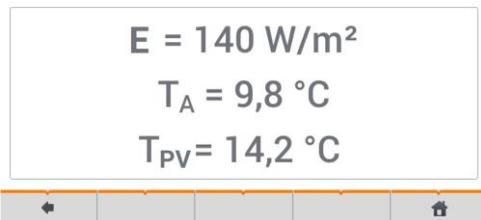


3.22 MPI-540-PV Irradiation (Einstrahlung) und Temperatur

1 Koppeln Sie das Gerät und das Bestrahlungsstärkemessgerät gemäß **Kapitel 2.3.3**.

2  Wählen Sie **Irr**, um den Messbildschirm aufzurufen.

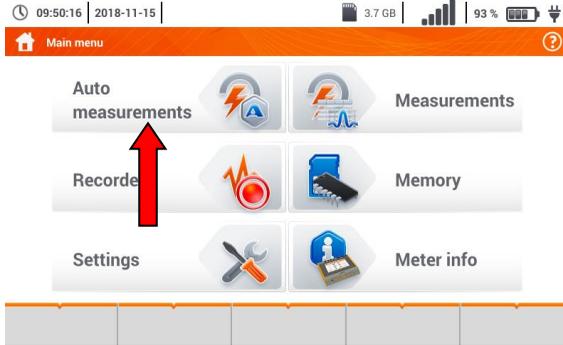
3  Verbinden Sie das Bestrahlungsstärkemessgerät mit dem Prüfobjekt. Auf dem Bildschirm werden die aktuellen Messwerte angezeigt:



E – Einstrahlung,
T_A – Umgebungstemperatur,
T_{PV} – PV-Modultemperatur.

4 Automatische Messungen

Im Messgerät sind automatische Testverfahren enthalten.



4.1 Automatische Messungen

①



Messesequenzen werden in zwei Ordnern gruppiert:

- ⇒ Messungen in TN/TT/IT-Netzen,
- ⇒ Messungen für die Elektrofahrzeug-Ladestationen EVSE.

Den gewünschten Ordner und die Sequenz aus der Liste auswählen.

②



Das Messgerät an das Messsystem anschließen.

In jedem Einstellungsfeld die Art des Messgeräts, die Installationsparameter und andere erforderliche Daten eingeben.

Beschreibung der Funktionssymbole

- Hilfe für die Messung
- Einstellungsfelder verstecken
- Einstellungsfelder anzeigen
- Speicherung der eingegebenen Messdaten

③



Drücken Sie **START**. Die automatische Messsequenz wird eingeleitet.

4



◀ Bildschirm nach der Ausführung einer Messung aus der Sequenz.

Beschreibung der Funktionssymbole

- ◻ Verfahren stoppen und zur Übersicht gehen
- ↺ Messung wiederholen und das Ergebnis überschreiben
- ↻ Messung wiederholen ohne das vorherige Ergebnis zu verlieren
- ⏸ Verfahren stoppen
- ▶▶ zum nächsten Schritt oder zur Übersicht gehen. Die Zeit des automatischen Übergangs zum nächsten Schritt wird gemäß **Kapitel 2.2.1**.

5



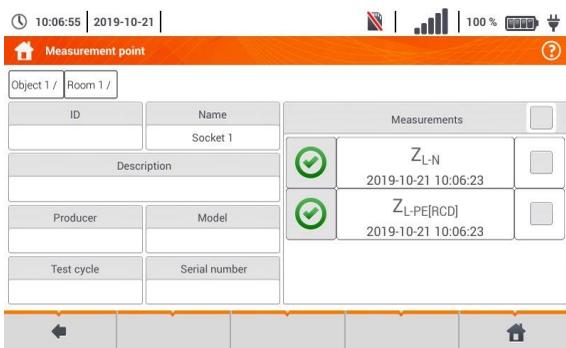
◀ Übersichtsbildschirm

Das Verfahren kann mit der Taste erneut gestartet werden.

Jede Messung in der Sequenz enthält Teilergebnisse. Um sie aufzurufen, berühren Sie das Etikett **dieser Messung**. Es wird ein Fenster wie für eine Einzelmessung geöffnet. Das Fenster kann man mit dem Symbol verlassen.

Mit dem Symbol wird die Messung im Messgerät gespeichert. Detaillierte Beschreibung der Speicherverwaltung ist im **Kapitel 6.1.3** enthalten.

6



Alle Messungen der Sequenz werden an einem Messpunkt gespeichert.

Grenzwertbewertung

- Ergebnis innerhalb des eingestellten Grenzwertes
- Ergebnis außerhalb des eingestellten Grenzwertes
- Keine Bewertung möglich
- Keine Messung durchgeführt

4.2 Messverfahren erstellen

1



- **+** auswählen, um zum Sequenz-Assistenten zu gelangen.
- **+** auswählen, um die gewünschte Messung dem Messverfahren hinzuzufügen.



2



Unter zur Verfügung stehenden Elementen dasjenige auswählen, das in das Messverfahren aufgenommen werden soll. Neben Standardmessungen sind auch verfügbar:

- ⇒ Kurztextinhalte,
- ⇒ Sichtprüfung.

3



Nach jeder Auswahl wird ein Menü mit Parametern des jeweiligen Schrittes eingeblendet.

Sehen Prüfungen die Messungen in Elektrofahrzeug-Ladestationen vor, das Feld **EV** markieren.

Beschreibung der Funktionssymbole

- Hilfe für die Messung
- Einstellungsfelder ausblenden
- Einstellungsfelder einblenden
- Speicherung der eingegebenen Messdaten

4



Die Reihenfolge der Schritte wird mit den Tasten geändert. Der Schritt wird mit der Taste gelöscht.

Das Messverfahren wird mit der Taste gespeichert. Es erscheint ein Dialogfenster, in dem der Name des Messverfahrens einzugeben ist.

5



Das Messverfahren steht nun im Hauptmenü der Standardverfahren zur Verfügung. markieren und auswählen, um das Verfahren zu löschen.

5 Rekorder

5.1 Funktion

Das Prüfgerät MPI-540 kann als 3-Phasen Rekorder für Netzversorgungsparameter verwendet werden. Es ist möglich Messungen und Aufzeichnungen in 50/60 Hz Netzen von Spannung, Strom, Leistung, und Oberschwingungswerten durchzuführen. Um am Prüfgerät die Funktion Qualitätsanalysator zu aktivieren, wählen Sie am Display aus dem Hauptmenü **Rekorder**.

In diesem Modus ist es möglich, live die aktuellen Netzparameter zu analysieren (z.B. Wellenformen, Vektorkomponenten, tabellarische Daten), Aufnahme von Mittelwertparametern gemäß Benutzereinstellungen und Datenanalyse (Zeitdiagramme, Oberschwingungen, etc.).

Für die Aufzeichnungen werden die folgenden Anschlüsse am Prüfgerät verwendet:

- 3 Buchsen der **Stromzangen** I1, I2, I3,
- 3 **Spannungsbananenbuchsen** L1, L2, L3 der Multifunktionsbuchse, an der die individuellen Spannungen angeschlossen werden (max. 550 V gegen PE)
- Separate Bananenbuchse markiert mit N.



Abb. 5.1 Messeingänge

Die 4 Buchsen der Stromzangen ermöglichen dem Benutzer verschiedene Zangentypen zur Strommessung zu verwenden. Es können die folgenden Zangen verwendet werden:

- flexible Zangen F-1A, F-2A, F-3A mit Nominalbereich von 3000 A AC (unterscheiden sich nur im Coillumfang)
- CT Zangen: C-4A (Bereich 1000 A AC), C-5A (Bereich 1000 A AC/DC), C-6A (Bereich 10 A AC) und C-7A (Bereich 100 A AC)

Der Messbereich kann durch zusätzliche Messwandler geändert werden – zum Beispiel, bei Verwendung eines Wandlers 10 000 A / 5 A mit C-6A Zangen kann der Benutzer Ströme bis 10 000 A messen.

Die aufgezeichneten Daten werden in einer herausnehmbaren microSD Speicherkarte gespeichert. Zusätzlich existiert noch ein zusätzlicher interner Speicher, welcher zum Hinterlegen von z.B. Konfigurationsdateien verwendet wird. Eine detaillierte Beschreibung des Speichermanagements wird in **Abschn. 5.5.3** beschrieben.

Die Konfiguration der Aufnahme bedeutet, dass der Benutzer die Grundparameter wie, Netzform, Zangentyp, Frequenz und Mittelwertperiode einstellt. Alle möglichen Aufnahmedaten des Prüfgerätes werden im aufgezeichnet. Mögliche Messparameter im Netz:

- Spannung RMS
- DC Anteile von Spannungen
- Ströme RMS
- DC Anteile von Strömen (nur mit C-5A Zangen)
- Netzfrequenz im Bereich von 40..70 Hz

- Oberschwingungen von Spannungen und Strömen (bis zur 40.)
- Gesamtverzerrung (THD) THD_F bei Strömen und Spannung
- Wirk-, Blind, Scheinleistung und Verzerrungsleistung
- Aktive positive und negative Energien
- Passive Energien, aufgenommen und abgegebene und rückgespeiste
- Scheinenergien
- Leistungsfaktoren (PF)
- Asymmetriefaktoren von Spannungen und Strom

Einige Parameter sind gemittelt gemäß der vom Benutzer eingestellten Zeit (verfügbare Einstellungen: 1 s, 3 s, 10 s, 30 s, 1 min, 10 min, 15 min, 30 min) und können auf der Speicherkarte hinterlegt werden.

Das MPI-540 ist kompatibel zur PC Software *Sonef Analysis*, welche auch alle Geräte der PQM-Serie unterstützt. Diese Software ermöglicht die Analyse der aufgezeichneten Daten. Die Daten können via USB oder direkt von der microSD Karte ausgelesen werden.

Tab. 5.1 zeigt eine Übersicht der gemessenen Parameter, abhängig vom Netz

Tab. 5.1. Gemessene Parameter für verschiedene Netzwerkeinstellungen

Parameter		Netztyp, Parameter		1-Phase			2-Phasen				3-Phasen 4-Leiter					3-Phasen 3-Leiter			
		L1	N	L1	L2	N	Σ	L1	L2	L3	N	Σ	L12	L23	L31	Σ			
U	RMS Spannung	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•	
U _{DC}	DC Spannung	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•	
I	RMS Strom	•		•	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•		•	
I _{DC}	DC Strom	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•		•	•	
F	Frequenz	•		•				•					•						
P	Wirkleistung	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					•	
Q ₁	Blindleistung	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					• ⁽¹⁾	
D, S _N	Verzerrungsleistung	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
S	Scheinleistung	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					•	
PF	Leistungsfaktor	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					•	
tanφ	Faktor tangens φ	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					• ⁽¹⁾	
THD _F U	Gesamtklirrfaktor der Spannung	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•	
THD _F I	Gesamtklirrfaktor des Stromes	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	
E _{P+} , E _{P-}	Wirkenergie (aufgenommen und abgegeben)	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					•	
E _{Q1+} , E _{Q1-} , E _{Q3+} , E _{Q3-}	Blindenergie (aufgenommen und abgegeben)	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					• ⁽¹⁾	
E _S	Scheinenergie	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					•	
U _{h1..U_{h40}}	Amplituden der Oberschwingungen der Spannung	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•	
I _{h1..I_{h40}}	Amplituden der Oberschwingungen des Stromes	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•			•	•	•	
Asymmetrie U, I	Symmetrische Komponenten und Asymmetriefaktoren															•		•	

Erklärungen: L1, L2, L3 (L12, L23, L31) zeigt die folgenden Phasen an, N dient als Eingang der Spannungsmessung oder Strommessung I_N, abhängig vom Parametertyp. Σ gibt den gesamten Wert des Systems an.
 (1) In 3-Phasen Netzen wird die gesamte Blindleistung als inaktive Leistung wie folgt berechnet
 (2) Nur aufgenommene Energie E_{P+}



- Während der Aufnahme blinkt die **HV LED / REC / CONT.** Diode in 2-Sekunden-Intervallen **rot**.
- Um Unklarheiten in der Leistungsberechnung zu vermeiden, schließen Sie die Zange entsprechend den N Leiter in Pfeilrichtung am zu testenden Objekt an.
- Sind die Zangen in anderer Richtung angeschlossen, muss eine entsprechende Korrektur vor der Aufnahme über das Prüfgerät vorgenommen werden (**Abschn. 5.5.1**).

5.2 Hauptelemente im Rekordermenü

Nach Aufrufen des Rekordermodus wird folgendes **Hauptmenü** angezeigt:

- nach dem Einschalten
- jedes Mal durch das Auswählen des  Symbol



Fig. 5.2 Main elements of the recorder screen

1 Kopfzeile

2 Bezeichnung des aktiven Menüs

Eine ungespeicherte Änderung in einem Menü wird durch das * Symbol in der oberen Zeile angezeigt



3 Hauptmenü

4 Informationszeile der aktuellen Netzkonfiguration

5 Funktionen

6 Aktives Hilfemenü

- Bildliche Darstellung der Anschlüsse am Objekt
- Erklärung der Symbole

5.2.1 Kopfzeile

Die Kopfzeile dient als Statuskontrolle (Abb. 5.3).

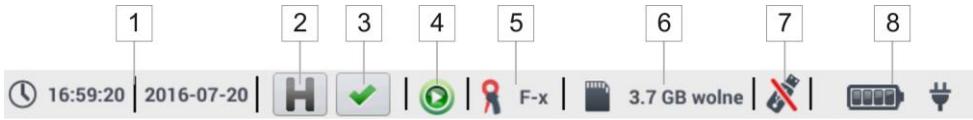


Abb. 5.3. Elemente der Kopfzeile

- 1 **Aktuelle Zeit und Datum**
- 2 **HOLD Funktion**

Die Auswahl dieses Symboles im Live Modus (Vorschau des aktuellen Netzes, siehe **Abschn. 5.6**) verhindert die Aktualisierung der Ansicht. Wiederholtes Auswählen des Symboles aktiviert den normalen wieder den normalen Modus.
- 3 **Verifizierung des korrekten Anschlusses**

Dieses Symbol zeigt dem Benutzer an ob das Prüfgerät mit der entsprechenden Konfiguration korrekt angeschlossen wurde. (Symbole: ,  oder  können angezeigt werden). Die Auswahl eines dieser Symbole öffnet ein neues Fenster mit detaillierteren Informationen und möglichen Fehlern der Konfiguration zwischen Messparametern Netz und Messparametern. Weiter Informationen finden Sie dazu in **Abschn. 5.3.2**.
- 4 **Aufnahmestatus Symbol**
 -  Aufnahme inaktiv
 -  Aufnahme aktiv
- 5 **Informationen zu angeschlossenen oder konfigurierten Stromzangen**
 - Wurden durch die Messkonfiguration **keine Zangen erkannt** – Wir in diesem Feld **nichts "---** angezeigt.
 - Ist ein bestimmter **Typ an Zangen** ausgewählt, wird die **Bezeichnung** angezeigt
- 6 **Speicherkarte mit Angabe des verfügbaren Speicherplatzes**

Ist keine Speicherkarte eingelegt, ist das Symbol ausgestrichen
- 7 **USB – externes Speichermedium**

Ist kein externes Speichermedium angeschlossen, ist das Symbol ausgestrichen
- 8 **Batteriestatusanzeige, Netzversorgung**

5.2.2 Menüzeile

Die Menüzeile (Fig. 5.2, Element 2) gibt den Namen des befindlichen Menüs und aktuellen Bereiches an.

5.2.3 Hauptmenü

Zentral in der Mitte, ist das Hauptmenü des Rekorders verfügbar. Folgende Untermenüs sind verfügbar. (siehe Fig. 5.2):

- **Aufnahmekonfiguration** – Hier können alle Messkonfigurationen zur Aufnahme in Bezug auf: Netz (z.B. 1-Phase, 3-Phase) oder Zangentyp (**Abschn. 5.4**) durchgeführt werden
- **Aufnahmeanalyse** – Analyse der aufgezeichneten Daten und 'live' Ansicht der Aufnahme (**Abschn. 5.7**)
- **Analyseeinstellungen** – Hier können alle Analyseeinstellungen vorgenommen werden (siehe: **Abschn. 5.5**)
- **Energieverlustrechner** – hier kann der Benutzer etwaige finanzielle Verluste durch eine schlechte Netzqualität des Versorgungsnetzes berechnen
- **Exit** – zurück zum Hauptmenü

5.2.4 Informationsleiste der Netzparameter des aktuellen Netzwerkes

Unterhalb des Hauptmenüs befinden sich die Netzparameter des aktiven Messsystemes (Fig. 5.2, Element 4):

- Nennspannung
- Netzfrequenz
- Netzlayout
- Bezeichnung der aktuellen Aufnahmekonfiguration

Das Netzlayout kann wie folgt durch die folgenden Symbole dargestellt werden:

-  1-Phasen Netz
-  2- Phasen Netz
-  3-Phasen 4-Leiter Netz
-  3- Phasen 3- Leiter Netz,
-  3- Phasen 3- Leiter Netz mit Strommessung durch die Arons Methode

5.2.5 Hilfe

Im rechten Bereich der Titelleiste befindet sich das Hilfesymbol  (Fig. 5.2, Element 6). Nach Auswahl öffnet sich ein Hilfemenü, welches die Elemente des aktuellen Displays erklärt.

5.3 Anschluss an das Netz

5.3.1 Vorbereitung der Messungen

Das Prüfgerät kann an die folgenden AC Netze angeschlossen werden:

- 1-Phase (Fig. 5.4)
- 2-Phasen (Einphasen-Dreileiternetz) (Fig. 5.5),
- 3-Phasen 4-Leiter (Fig. 5.6),
- 3-Phasen 3-Leiter (Fig. 5.7 ,Fig. 5.8).

In 3-Leiter AC Netzen, kann der Strom durch die Arons Methode gemessen werden (Fig. 5.8), bei der nur 2 Zangen zur Messung der linearen Ströme I_{L1} und I_{L3} verwendet werden. Der Strom wird dann wie folgt berechnet:

$$I_{L2} = -I_{L1} - I_{L3}$$

Achten Sie jedoch auf die Anschlussrichtung der Stromzangen (flexibel und fest). Die Zangen sollten in Lastrichtung angeschlossen werden. Dies kann durch eine Wirkleistungsmessung überprüft werden. In den meisten Fällen von passiven Messungen ist die Wirkleistung positive. Sind die Zangen richtungsverkehrt angeschlossen, kann die Polarität über das Prüfgerät geändert werden. (**Analysatorreinstellungen → Zangen**)

Die folgenden Darstellungen zeigen schematisch wie die individuellen Zangen am Netz angeschlossen werden müssen.

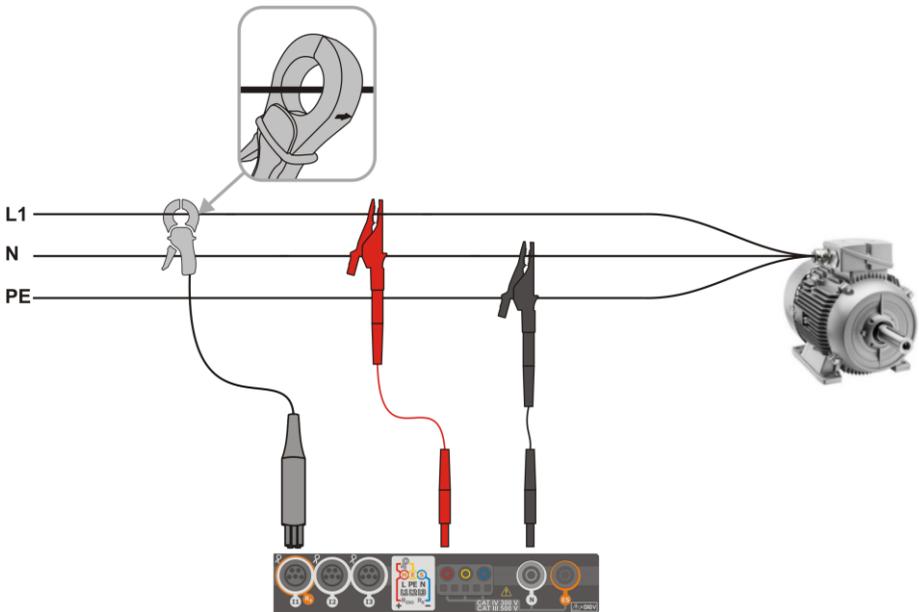


Fig. 5.4 Anschlussdiagramm – 1-Phase

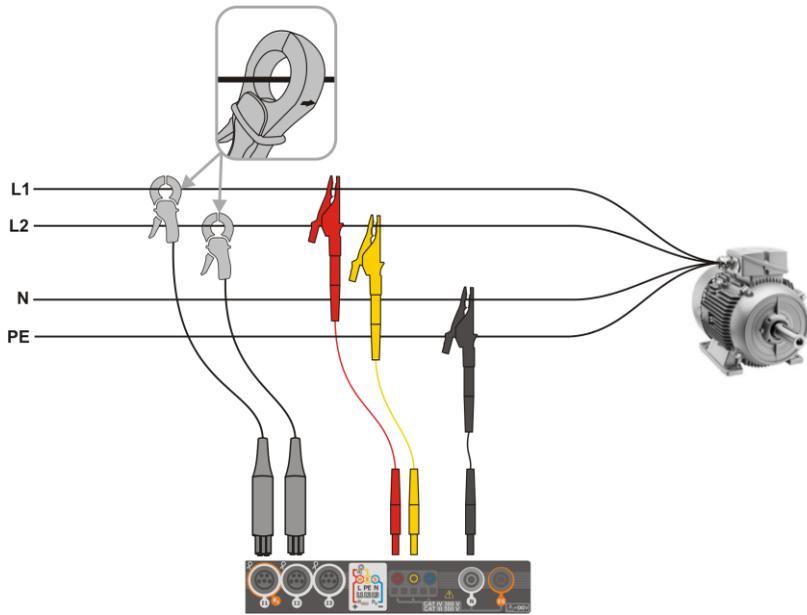


Fig. 5.5 Anschlussdiagramm – 2-Phasen

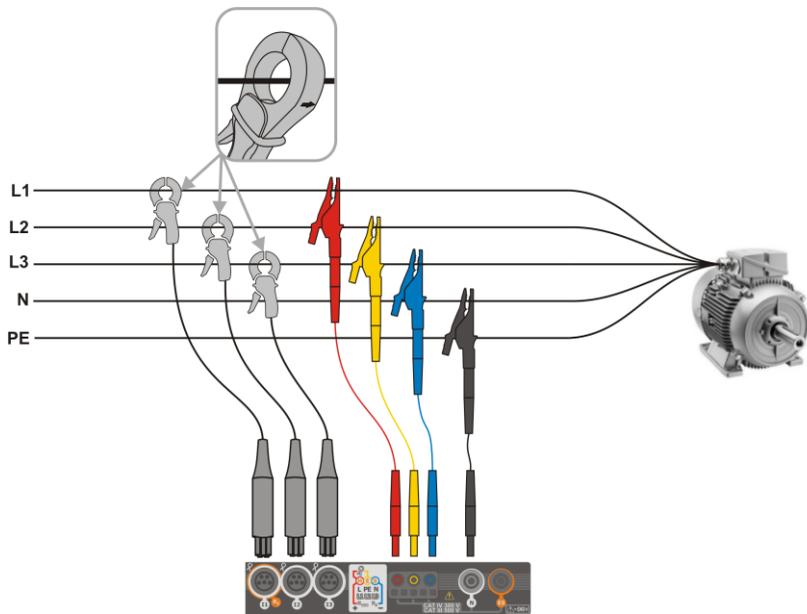


Fig. 5.6 Anschlussdiagramm – 3-Phasen mit 4-Leitern

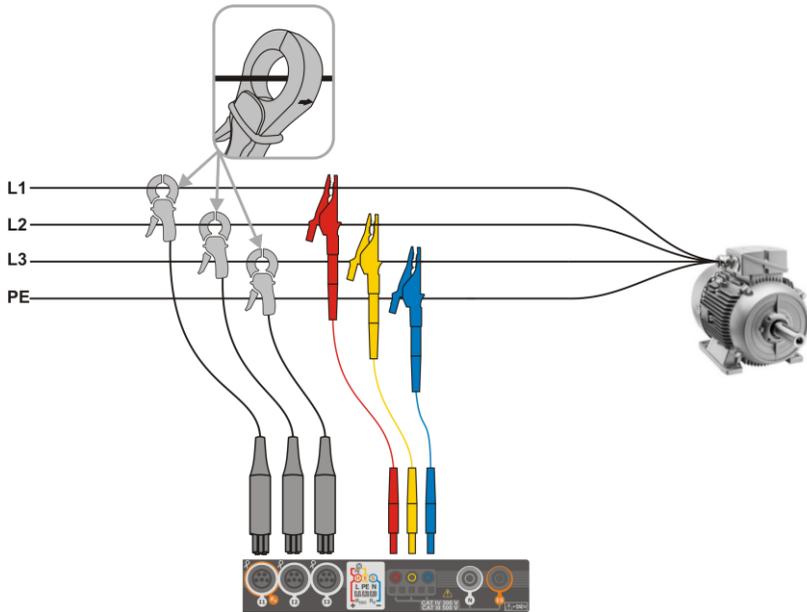
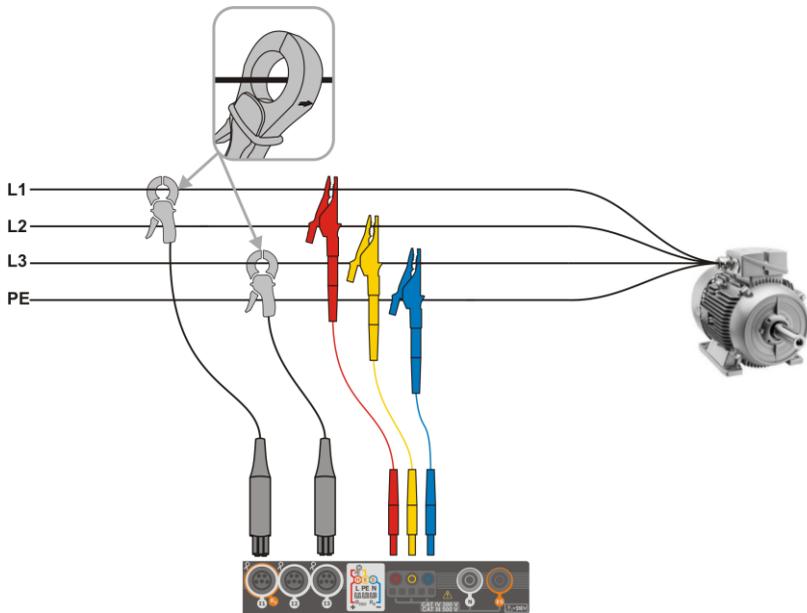


Fig. 5.7 Anschlussdiagramm – 3-Phasen mit 3-Leitern



**Fig. 5.8 Anschlussdiagramm – 3-Phasen mit 3-Leitern
(Messung durch die Arons Methode)**

5.3.2 Überprüfung des Anschlusses

Durch die Auswahl des Anschlusssymbol (Abb. 5.3 Element ) öffnet sich ein Fenster mit wichtigen Informationen zum Anschluss des Rekorders am zu testenden Netzwerk. Diese Informationen **helfen dem Benutzer den Anschluss** des Prüfgerätes im Zusammenhang mit den eingestellten Parametern zum aktuellen Netz **zu überprüfen**.

- **Spannungswerte** – zwei mögliche Symbole:
 - ✓ RMS Spannungen sind korrekt, sie liegen innerhalb des Toleranzbereiches $\pm 15\%$ der Nennspannung
 - ✗ RMS Werte sind außerhalb des Bereiches von $U_{nom} \pm 15\%$
- **Stromwerte** – vier Möglichkeiten:
 - ✓ RMS Ströme liegen innerhalb des Bereiches von $0,3\% I_{nom} \dots 115\% I_{nom}$
 - ? RMS Ströme sind kleiner als $0,3\% I_{nom}$
 - ✗ RMS Ströme sind größer als $115\% I_{nom}$
 - wird angezeigt, wenn die Strommessung deaktiviert ist
- **Spannungsvektoren** – der Rekorder überprüft die Richtigkeit der Basiswinkel und zeigt die entsprechenden Symbole an:
 - ✓ die Vektoren haben die richtigen Winkel im Bereich von $\pm 30^\circ$ des theoretischen Wertes einer ohmschen Last und symmetrischen Netz (im 3-Phasen Netzen)
 - ? die Genauigkeit der Winkel kann nicht überprüft werden, da der RMS Spannungswert zu niedrig ist (kleiner als 1% von U_{nom})
 - ✗ Falsche Winkel der Vektoren. In 3-Phasen Netzen wird dieses Symbol unter anderem angezeigt, wenn ein falsche Phasenfolge vorliegt
- **Stromvektoren** – es wird die Richtigkeit der Vektorwinkel der Netzströme in Bezug zu den Spannungsvektoren überprüft. Folgende Symbole werden angezeigt:
 - ✓ Vektoren liegen innerhalb von $\pm 55^\circ$ in Bezug auf die zugehörigen Spannungsvektoren
 - ? die Genauigkeit der Winkel kann nicht überprüft werden, da der RMS Stromwert zu niedrig ist (unter $0,3\%$ von I_{nom})
 - ✗ Vektoren liegen außerhalb des zulässigen Bereiches ($\pm 55^\circ$)
 - wird angezeigt, wenn die Strommessung deaktiviert ist
- **Frequenz:**
 - ✓ die gemessene Netzfrequenz liegt im Bereich von $f_{nom} \pm 10\%$
 - ? der RMS Wert der Referenzspannung ist niedriger als 10V oder es wurde keine PLL Synchronisation durchgeführt
 - ✗ die gemessene Frequenz liegt außerhalb von $f_{nom} \pm 10\%$

Die Symbole werden wie folgt dargestellt:

- ✗ wenn vorhanden mindestens 1 ✗ ,
- ? wenn vorhanden mindestens 1 ? , aber es liegt kein Fehler vor (kein ✗)
- ✓ wenn alle Parameter korrekt sind

5.4 Aufnahmekonfiguration

Vor jeder Messung muss der Rekorder entsprechend den Benutzeranforderungen konfiguriert werden.

5.4.1 Konfiguration über das Prüfgerät

In das Konfigurationsmenü gelangen Sie über das Menü **Aufnahmekonfiguration**. Die Liste der Messkonfigurationen aus dem Rekorderspeicher wird angezeigt. (Fig. 5.9).

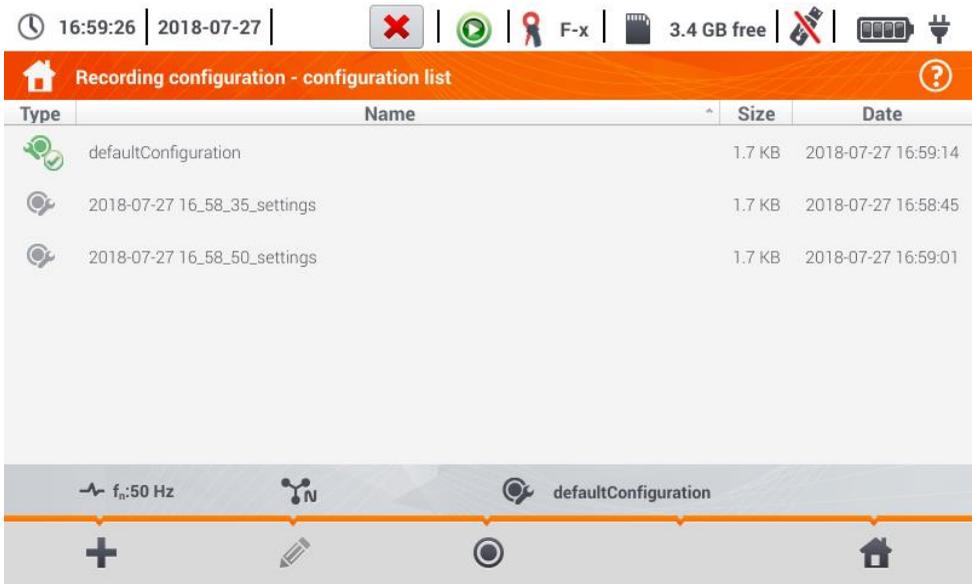


Fig. 5.9. Aufnahmekonfiguration – Konfigurationsliste

In der Tabelle sehen Sie die folgenden Spalten:

- **Art** – gibt die Art Messkonfiguration an:
 - Aufnahme nach Benutzervorgaben (inaktiv – grau)
 - Aufnahme nach Benutzervorgaben (aktiv – grün)
- **Bezeichnung** – Bezeichnung der Konfiguration vergeben durch den Benutzer
- **Größe** – Größe der Konfigurationsdatei
- **Datum** – Datum und Zeit der Erstellung der Konfiguration

Die Liste kann durch Wischen mit dem Finger über das Display nach unten **gescrolled**.

Eine **Sortierung** kann durch Antippen der Spaltenbeschreibungen durchgeführt werden:

- Aufsteigend (Symbol)
- absteigend (Symbol)

Um die **gewünschte Konfiguration zu aktivieren**, wählen Sie die entsprechende aus, und wählen Sie unten das Symbol zur Aktivierung an.

Um die **ausgewählte Konfiguration zu bearbeiten**, wählen Sie unten das Symbol  (bearbeiten) oder führen Sie einen Doppelklick der Konfigurationszeile durch.

Um **eine neue Konfiguration hinzuzufügen**, wählen Sie das Symbol  (hinzufügen).

Beschreibung der Funktionssymbole:

-  neue Konfiguration hinzufügen
-  Konfiguration bearbeiten
-  Konfiguration aktivieren
-  zurück zum Hauptmenü des Aufnahmemodus

5.4.2 Aufnahmekonfiguration

Nach Auswahl des  Symbol, öffnet sich ein neues Fenster, wie in Fig. 5.10 dargestellt. Die Standardbezeichnung der neuen Konfiguration wird angezeigt, zusammengesetzt aus aktuellem Datum und Uhrzeit: "YYYY-MM-DD hh_mm_ss_settings", welche verändert werden kann.



Ein Asterisk hinter der Bezeichnung gibt an, dass die Konfiguration **verändert**, jedoch noch **nicht gespeichert** wurde.

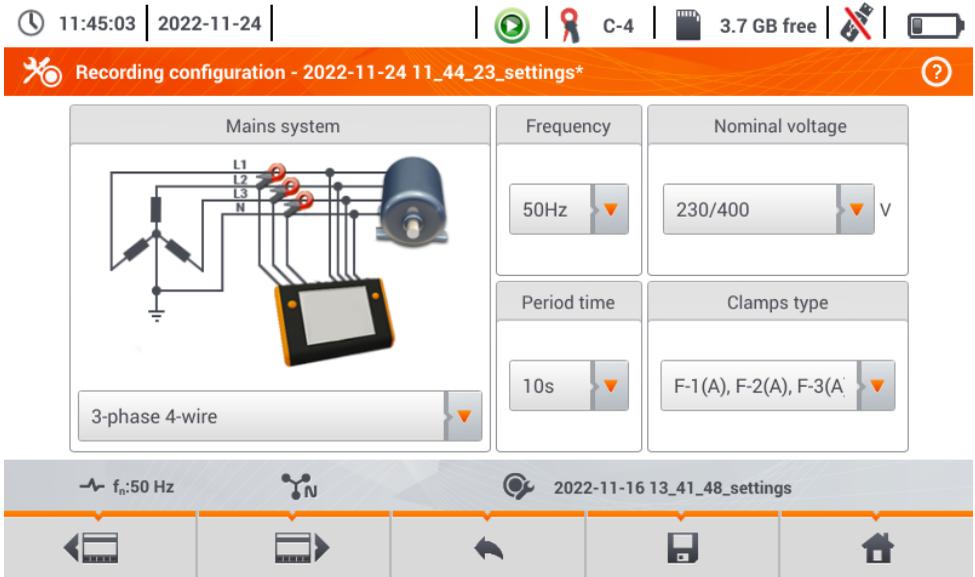


Fig. 5.10. Aufnahmekonfiguration – Allgemeine Einstellungen

Mit  und  in der unteren Menüleiste, kann zwischen aufeinanderfolgenden Ansichten gewählt werden.

Hier kann folgendes definiert werden:

- **Netztyp.** Durch das Symbol  oder über die Netztypbezeichnung, können folgende Typen ausgewählt werden:
 - ⇒ **1-Phase**
 - ⇒ **Split-phase (Einphasen-Dreileiternetz)**
 - ⇒ **3-Phasen 4-Leiter** – mit Neutralleiter, z.B. Stern mit N
 - ⇒ **3-Phasen 3-Leiter** – ohne Neutralleiter – Stern ohne N und Delta
 - ⇒ **3-Phasen 3-Leiter Aron** – Standard 3-Leiter Netz, jedoch durch die 2-Zangen-Strommessung (I_1 i I_3). Der dritte (I_2) wird durch berechnet durch folgende Abhängigkeit:
$$I_2 = -I_1 - I_3.$$
- **Frequenz.** – Netznennfrequenz. Folgende Optionen sind verfügbar:
 - ⇒ **50 Hz**
 - ⇒ **60 Hz**
- **Mittelwertperioden** – gibt die Zeit zur Mittelung und die Zeit aufeinander folgende Aufnahmen auf der Speicherkarte (erwartete Ereignisse) an. Folgende Einstellungen sind verfügbar:
 - ⇒ 1 s,
 - ⇒ 3 s,
 - ⇒ 10 s,
 - ⇒ 30 s,
 - ⇒ 1 min,
 - ⇒ 10 min,
 - ⇒ 15 min,
 - ⇒ 30 min.
- **Nennspannung.** Folgende können ausgewählt werden: 58/100, 64/110, 110/190, 115/200, 120/208, 127/220, 133/230, 220/380, 230/400, 240/415, 254/440, 290/500, 400/690 V
- **Zangentypen** – hier kann die Strommessung aktiviert oder deaktiviert und die Zangentypen festgelegt werden. Wird die Strommessung benötigt, können folgende Zangen aus der Liste ausgewählt werden:
 - ⇒ **Keine** – keine Zangen angeschlossen
 - ⇒ **F-1(A), F-2(A), F-3(A)** – flexible Zangen (Rogowski Spule) mit Nennbereich von 3000 A AC
 - ⇒ **C-4** – Zangen CT (mit Kern) mit Bereich von 1000 A AC
 - ⇒ **C-5** – Zangen mit Hall Sensor mit Bereich von 1000 A AC/DC
 - ⇒ **C-6** – Zangen CT (mit Kern) mit Bereich von 10 A AC
 - ⇒ **C-7** – Zangen CT (mit Kern) mit Bereich von 100 A AC
- **Ereignisse U: Log Ereignisse** – Die Auswahl dieser Box ermöglicht die Erkennung von Spannungsereignissen: swells (Spannungsspitzen), dips (Spannungseinbrüche), oder interruptions (Spannungsunterbrechungen). Drei Felder mit Werten ermöglichen dem Benutzer individuelle Schwellenwerte für die 3 Arten von Ereignissen zu vergeben. Die Schwellenwerte können entweder in Volt oder als prozentualer Wert bezogen auf die Nennspannung des Netzes angezeigt werden. Zum Beispiel: Schwellenwert von Spannungsspitzen bei +10% bei Nennspannung von 230 V löst eine Registrierung dieser Ereignisse bei einer Überschreitung von 253 V ($RMS_{1/2}$) aus. Das Ereignis endet, wenn die Spannung wieder auf den Schwellenwert fällt, welcher durch die Hysterese verringert wurde. Wenn die Hysterese in diesem Fall 2% ist, dann ist das Ereignis zu Ende, wenn die Spannung ($RMS_{1/2}$) kleiner ist als 248,4 V ($253\text{ V} - 4,6\text{ V}$) ist

- **Ereignisse I: Log Ereignisse** – Das Anwählen ermöglicht die Registrierung von Stromereignissen. Die Eingabe von "0" deaktiviert ein gegebenes Ereignis. Es können Werte im Bereich von 0 ... I_n (wobei I_n der Strommessbereich nach Einbezug der Stromwandler ist).
 - **L max [A]** – Maximaler Schwellenwert für Strom L1, L2, L3 (abhängig von der Netzform). Ein Event wird registriert, wenn der Stromwert von $RMS_{1/2}$ den eingestellten Schwellenwert überschreitet.
 - **L min [A]** – Minimaler Schwellenwert für Strom L1, L2, L3. Ein Event wird registriert, wenn der Stromwert von $RMS_{1/2}$ unter den eingestellten Schwellenwert fällt.
 - **N max [A]** – gleich zu L max, bezogen auf N Stromkanal (Neutralleiterstrom).
 - **N min [A]** – gleich zu L min, bezogen auf N Stromkanal (Neutralleiterstrom).
- **Einstellungen: Hysterese** – Prozentueller Wert im Bereich von 0,1 bis 10. Dieser wird verwendet, um Ereignisse zu registrieren. Höhere Werte ermöglichen die Anzahl der Ereignisse zu verringern, wenn der Parameterwert um den Schwellenwert (Threshold) schwankt. Ein typischer Wert der Hysterese liegt bei 2%.

Beschreibung der Funktionssymbole



zurück zur Konfigurationsliste ohne speichern



Änderungen speichern, ein weiteres Fenster mit folgenden Möglichkeiten öffnet sich:

⇒ Bezeichnung ändern

⇒ aktivieren oder deaktivieren der Konfiguration

⇒ Bestätigen (**Ok**),

⇒ Abbrechen (**Abbrechen**)



zurück zum Hauptmenü des Rekorders

5.5 Analystoreinstellungen

Das Menü **Analyzator Einstellungen** ermöglicht folgende Einstellungen:

- Anschlussrichtung der Stromzangen
- Ändern der Phasenrichtung
- Ansicht der gespeicherten Dateien des Rekorders



5.5.1 Hardware Einstellungen – Zangen (Anschlussrichtung)

Sind die Zangen nicht gemäß der Stromrichtung angeschlossen, kann diese Information zur automatischen Korrekturzwecken im Prüfgerät hinterlegt werden. Dies kann sehr hilfreich sein, wenn ein physikalischer Tausch der Zangen schwierig oder nicht möglich ist.



Zur **Eingabe der Information** in Bezug auf die Zange tippen Sie das entsprechende Symbol an. Die Auswahl des Symboles ändert den Anschluss (vorwärts/rückwärts) in die Gegenrichtung (rückwärts / vorwärts).



Die Phasen der Zangen können während der Aufnahme nicht gespeichert werden.

Beschreibung der Funktionssymbole



zurück zur Konfigurationsliste ohne speichern



Änderungen speichern, ein weiteres Fenster mit folgenden Möglichkeiten öffnet sich:

⇒ Bezeichnung ändern

⇒ aktivieren () oder deaktivieren () der Konfiguration

⇒ Bestätigen (**Ok**),

⇒ Abbrechen (**Abbrechen**)



zurück zum Hauptmenü des Rekorders

5.5.2 Einstellungen – Ländereinstellungen

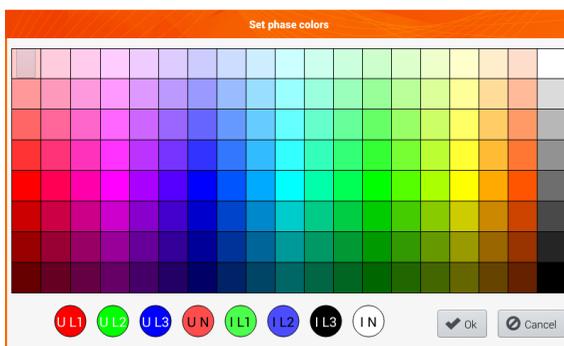
Im Menü **Ländereinstellungen** kann folgendes geändert werden:

- **Phasenbezeichnung:**
 - ⇒ L1, L2, L3
 - ⇒ A, B, C
- **Phasenfarben für:**
 - ⇒ EU
 - ⇒ Australien
 - ⇒ Indien
 - ⇒ China
 - ⇒ US
 - ⇒ plus zwei weitere (U1, U2), konfigurierbar durch den Benutzer



Fig. 5.11 Ländereinstellungen

1



Ist die Option U_1 oder U_2 ausgewählt, erscheint eine Farbauswahl für individuelle Phasenströme oder Spannungswellenformen.

2

Wählen Sie die gewünschte Variable aus

3

Wählen Sie die gewünschte Farbe aus

4

Wiederholen Sie Schritt (2) (3) so oft wie nötig

5

Ok – Änderungen bestätigen und zurück zur vorherigen Ansicht

Abbrechen – Auswahl verwerfen und zurück zur vorherigen Ansicht

Beschreibung der Funktionssymbole



zurück zur Konfigurationsliste ohne speichern



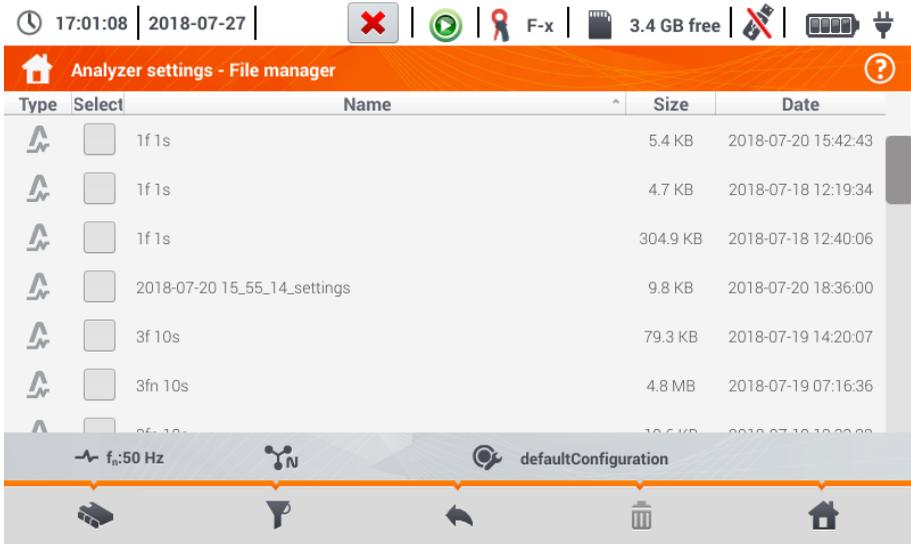
Änderungen speichern,



zurück zum Hauptmenü des Rekorders

5.5.3 Dateimanager

Unter **Analysatoreinstellungen – Dateimanager** können die gespeicherten Aufnahmen angezeigt werden.



a. Datenansicht

In der Spalte **Typ** wird die Art der Aufzeichnung angezeigt (Wellenform , Screenshot , Konfigurationsdatei). Über die Checkbox der **Auswahl** Spalte kann der Eintrag aktiviert oder deaktiviert werden (→).

Beschreibung der Funktionssymbole

Auswahl der Quelle in der gesucht werden soll. Folgende Optionen sind verfügbar:

- microSD Karte
- Interner Gerätespeicher
- Speichern aktiviert () Dateien auf USB Speichermedium
- Auswählen/Abwählen aller Aufzeichnungen
- Menü schließen

Liste filtern. Nach der Symbolauswahl können die folgenden mehrfachen Filter ausgewählt werden. Das aktive Filtersymbol ist **orange**:

- gespeicherte Wellenformen
- Konfigurationsdatei
- Screenshots mit Wellenformen

zurück zum Menü **Analysatoreinstellungen**

löschen aktiver () Aufzeichnung

zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

b. Datenvorschau

Über den Dateimanager kann der Inhalt der Screenshots geöffnet werden (Symbol ). Führen Sie dies über einen Doppelclick des jeweiligen Elementes durch. (Fig. 5.12).

12:03:43 | 2018-07-22 |    F-x   

Energy losses calculator 

P_{opt}	213.3	mW	C_{opt}	< 0.01	EUR/Hour
P_{dis}	1.034	mW	C_{dis}	< 0.01	EUR/Hour
P_{unb}	23.84	mW	C_{unb}	< 0.01	EUR/Hour
P_{rea}	-199.9	mW	C_{rea}	< 0.01	EUR/Hour
---	---	---	C_{pf}	< 0.01	EUR/Hour
P_{tot}	38.30	mW	C_{tot}	< 0.01	EUR/Hour
P_{sav}	-175.0	mW	C_{sav}	< 0.01	EUR/Hour

Hour Day Month Year

$f_n: 50$ Hz   defaultConfiguration

Fig. 5.12 Vorschau eines Beispielscreenshot

Beschreibung der Funktionssymbole

-  vorheriger Screenshot
-  nächster Screenshot
-  zurück zum Dateimanager
-  zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

5.6 LIVE Modus des Netzes

Über den Rekorder kann eine Vorschau der Netzparameter im Live Modus dargestellt werden (LIVE Modus). Die Symbole zu den verschiedenen Ansichten finden Sie in der Fußleiste:

-  Ansicht der Wellenformen von Strömen und Spannungen
-  Zeitdiagramm
-  Tabellenansicht der Messungen
-  Phasordiagramm
-  Oberschwingungen

Die Aktualisierung der Ansicht im LIVE Modus kann temporär durch die **HOLD** Funktion (siehe Beschreibung der Kopfleiste **Abschn. 5.2.1**).

- **HOLD** Funktion aktiviert (Farbe des Symboles ändert sich in **rot**).
- **HOLD** Funktion deaktivieren (Farbe des Symboles ändert sich **schwarz**).

5.6.1 Transientenwellenformen von Strom und Spannungen (Wellenformen)

Nach Auswahl des  Symboles werden die Strom-/Spannungswellenformen dargestellt. Es werden zwei Perioden des Netzes für die aktiven Kanäle dargestellt (abhängig von der Messkonfiguration). Eine Beispielsicht ist in Fig. 5.13 dargestellt. Verwenden sie die **Felder**, um individuelle Messkanäle zu **aktivieren** oder **deaktivieren**. (mindestens ein Kanal muss aktiviert sein). Jedes der Felder enthält eine **Bezeichnung des Kanales** (z.B. "U L1") und den entsprechenden **aktuellen Messwert**



Fig. 5.13. "Live" Modus - Wellenformen

Beschreibung der Funktionssymbole



Menü der aktiven Kanäle. Nach antippen öffnet sich eine weitere Menüleiste um die jeweilige Phase, Spannung oder Strom am Display darzustellen oder nicht. Ein aktiver Kanal wird in **orange** dargestellt. Es muss jedoch **immer eine Wellenform** am Display angezeigt werden, es können nicht alle abgewählt werden. Im Menü werden immer nur die Tasten der Kanäle angezeigt, welche auch im Netz tatsächlich existieren. Generell gibt es die folgenden Kanäle:

- U alle Spannungswellenformen
- I alle Stromwellenformen
- L1 Phase L1 Wellenformen
- L2 Phase L2 Wellenformen
- L3 Phase L3 Wellenformen
- Schließt das Menü



Zoomen der Wellenformen. Nach Auswahl öffnet sich eine Erweiterung mit den folgenden Optionen:



Nach Auswahl dieses Symboles, kann mit dem Finger mit einer Maus ein Auswahlbereich, welcher vergrößert werden soll, markiert werden. Der Graf wird dann vergrößert; Dieser kann dann mit dem Finger in alle Richtungen verschoben werden.



Mit der Auswahl dieses Symboles, wird der Graph in Schritten verkleinert



Schließt das Menü



Symbol zur Auswahl der Art der Ansicht. Ein weiteres Menü erscheint, in dem die Art des LIVE Modus ausgewählt werden kann



Speichert die aktuelle Darstellung des Displays in eine Bilddatei. Es wird automatisch eine Datei aus Namen und aktuellem Datum erstellt, z.B. *"Current Readings - waveforms – 2016-08-01 12_00_00"*. Die Dateien werden im internen Speicher hinterlegt.



Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus



- Das Diagramm kann mit Gestiken skaliert werden. Um **zu vergrößern**, spreizen Sie auf dem Display zwei Finger voneinander weg. Um **zu verkleinern**, bewegen Sie die zwei Finger auf dem Display aufeinander zu
- Die Wellenformen werden wieder in Originalgröße angezeigt, nach dem ein Kanal über die Aktivierungstasten rechts an/aus geschaltet wird

5.6.2 Zeitlaufdiagramme

Nach Auswahl des  Symboles, wird die Ansicht der Zeitlaufdiagramme dargestellt (Fig. 5.14). Es werden die Effektivwerte von Spannungen und Strömen graphisch zur Zeit dargestellt. Im gesamten Fenster können ca. 110 Sekunden dargestellt werden. Danach springt das Diagramm um 30 Sekunden nach rechts.

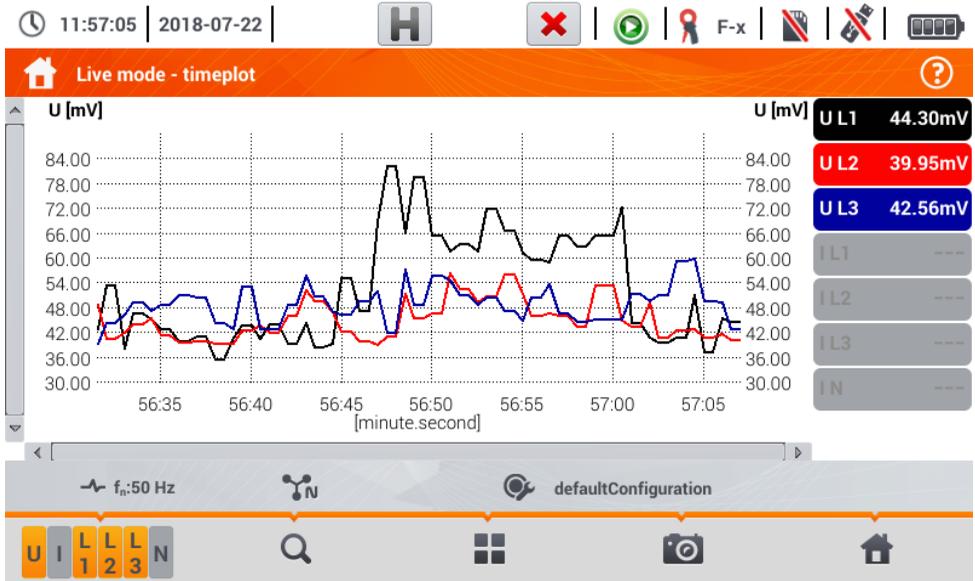


Fig. 5.14. "Live" Modus - Zeitlaufdiagramm

Beschreibung der Funktionssymbole

 Menü der aktiven Kanäle. Nach antippen öffnet sich eine weitere Menüleiste um die jeweilige Phase, Spannung oder Strom am Display darzustellen oder nicht. Ein aktiver Kanal wird in **orange** dargestellt. Es muss jedoch **immer eine Wellenform** am Display angezeigt werden, es können nicht alle abgewählt werden. Im Menü werden immer nur die Tasten der Kanäle angezeigt, welche auch im Netz tatsächlich existieren. Generell gibt es die folgenden Kanäle:

- U alle Spannungswellenformen
- I alle Stromwellenformen
- L1 Phase L1 Wellenformen
- L2 Phase L2 Wellenformen
- L3 Phase L3 Wellenformen
-  Schließt das Menü

 Zoomen der Wellenformen. Nach Auswahl öffnet sich eine Erweiterung mit den folgenden Optionen:

-  Nach Auswahl dieses Symboles, kann mit dem Finger mit einer Maus ein Auswahlbereich, welcher vergrößert werden soll, markiert werden. Der Graf wird dann vergrößert; Dieser kann dann mit dem Finger in alle Richtungen verschoben werden.
-  Mit der Auswahl dieses Symboles, wird der Graph in Schritten verkleinert
-  Schließt das Menü

-  Symbol zur Auswahl der Art der Ansicht. Ein weiteres Menü erscheint, in dem die Art des LIVE Modus ausgewählt werden kann
-  Speichert die aktuelle Darstellung des Displays in eine Bilddatei. Es wird automatisch eine Datei aus Namen und aktuellem Datum erstellt, z.B. "Current Readings - waveforms - 2016-08-01 12_00_00". Die Dateien werden im internen Speicher hinterlegt.
-  Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus



- Das Diagramm kann mit Gesten skaliert werden. Um **zu vergrößern**, spreizen Sie auf dem Display zwei Finger voneinander weg. Um **zu verkleinern**, bewegen Sie die zwei Finger auf dem Display aufeinander zu
- Die Wellenformen werden wieder in Originalgröße angezeigt, nach dem ein Kanal über die Aktivierungstasten rechts an/aus geschaltet wird

5.6.3 "Live" Modus - Tabellenansicht

Nach Auswahl des  Symboles wird eine Übersichtstabelle mit Werten der Netzparameter angezeigt. Die Tabelle wird in Echtzeit aktualisiert. Beispielansicht siehe Fig. 5.15

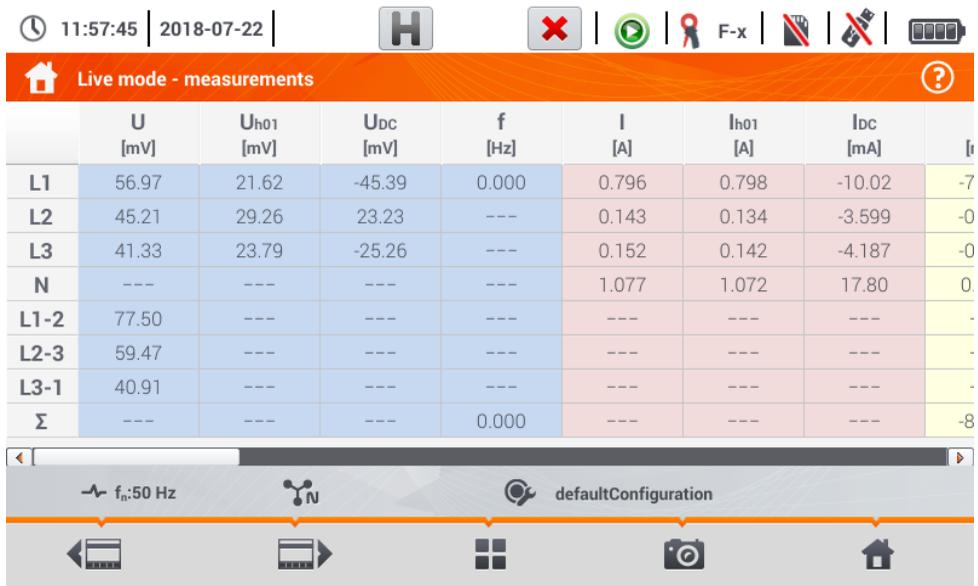


Fig. 5.15. Live Modus - Messungen

Erklärung der Symbole:

- L1** Phase L1
- L2** Phase L2
- L3** Phase L3
- N** Phasenwert des Stromkanals I_N
- L1-2** Phase - Phase Wert L1-L2
- L2-3** Phase - Phase Wert L2-L3
- L3-1** Phase - Phase Wert L3-L1
- Σ** Gesamtwert

Erklärung der individuellen Parameter:

U [V]	RMS Spannung
U_{h01} [V]	RMS der Spannungs-Grundkomponente
U_{DC} [V]	Gleichspannungsanteil
f [Hz]	Netzfrequenz
I [A]	RMS Strom
I_{h01} [A]	RMS Strom-Grundkomponente
I_{DC} [A]	Gleichstromanteil
P [W]	Wirkleistung
Q1 oder QB [var]	Blindleistung der Grundkomponente oder Blindleistung nach Budeanu (abhängig von der Berechnungsmethode der Blindleistung)
S [VA]	Scheinleistung
S_N [VA] oder D [var] ...	Scheinverzerrungsleistung oder Budeanu-Verzerrungsleistung (abhängig von der Berechnungsmethode der Blindleistung)
E_{P+} [Wh]	Wirkenergie verbraucht
E_{P-} [Wh]	Wirkenergie zurückgegeben
E_{CL+} [varh]	aufgenommene induktive Wirkenergie,
E_{CC-} [varh]	zurückgegebene kapazitive Wirkenergie,
E_{CL-} [varh]	zurückgegebene induktive Wirkenergie,
E_{CC+} [varh]	aufgenommene kapazitive Wirkenergie,
E_S [VAh]	Scheinenergie
PF	Leistungsfaktor
cosφ	Verschiebungsfaktor
tanφL+	Tangens φ der aufgenommenen induktiven Wirkenergie,
tanφC-	Tangens φ der zurückgegebenen kapazitiven Wirkenergie,
tanφL-	Tangens φ der zurückgegebenen induktiven Wirkenergie,
tanφC+	Tangens φ der aufgenommenen kapazitiven Wirkenergie,
Pst	Kurzzeit-Flickerfaktor
Plt	Langzeit-Flickerfaktor
U₀ [V]	Nullsymmetrische Spannungskomponente
U₁ [V]	Positive Sequenz der symmetrischen Spannungskomponente
U₂ [V]	Negative Sequenz der symmetrischen Spannungskomponente
U₂/U₁ [%]	Spannungs- Asymmetriefaktor der negativen Sequenz
U₀/U₁ [%]	Asymmetriefaktor der Spannungsnullkomponente
I₀ [A]	Nullsymmetrische Stromkomponente
I₁ [A]	Positive Sequenz der symmetrischen Stromkomponente
I₂ [A]	Negative Sequenz der symmetrischen Stromkomponente
I₂/I₁ [%]	Strom- Asymmetriefaktor der negativen Sequenz
I₀/I₁ [%]	Asymmetriefaktor der Stromnullkomponente

Beschreibung der Funktionssymbole

-  Blättern der Tabelle nach rechts/links (auch durch verschieben mit Finger möglich)
-  Auswählen der Art der Ansicht. Ein weiteres Menü wird geöffnet, um die Art des LIVE Modus zu ändern
-  Screenshot
-  Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

5.6.4 Vektordiagramm der Grundkomponenten (Phasor)

Nach Auswahl des  Symboles erscheint das Phasordiagramm (Beispiel Fig. 5.16). Es zeigt die Vektorkomponenten von Spannungen und Strömen. Dies kann zur schnellen Überprüfung des Anschlusses des Rekorders am Netz.

Folgende Tabellen befinden sich neben dem Diagramm:

- o Die erste enthält Informationen zu den Grundwerten jeder Komponente und deren Winkel
- o Die zweite enthält die Asymmetriekoeffizienten die negativen Komponenten (die Koeffizienten werden nur on 3-Phasen Netzen angezeigt).

Die Art der Lasten wird durch die folgenden Symbole angezeigt:

 : Spule, (induktive Last) ist der Winkel zwischen der Grundkomponente von Spannung und Strom ($\varphi_{U_{h1},I_{h1}}$) größer als Null (Spannung vor Strom)

 : Kondensator (kapazitive Last) ist der Winkel $\varphi_{U_{h1},I_{h1}}$ negativ (Strom vor Spannung)

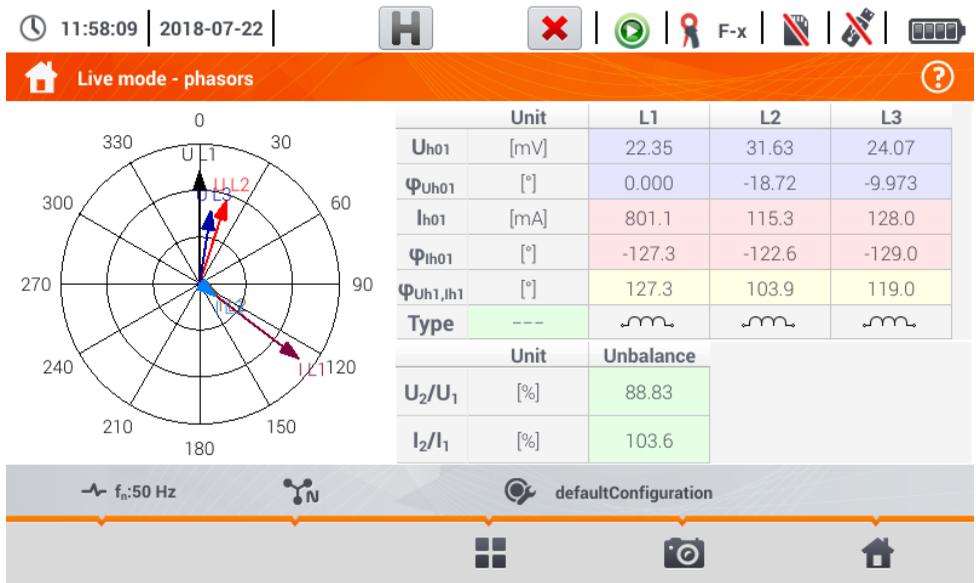


Fig. 5.16. "Live" Modus - Phasograph

Beschreibung der Funktionssymbole

-  Auswählen der Art der Ansicht. Ein weiteres Menü wird geöffnet, um die Art des LIVE Modus zu ändern
-  Screenshot
-  Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

5.6.5 Oberschwingungen Graph/Tabelle

Nach Auswahl des  Symboles wird der Modus der Oberschwingungen angezeigt. In dieser Ansicht werden die Oberschwingungen zu Spannung und Strom, die Winkel zwischen Spannungs- und Stromüberschwingungen, $\cos\varphi$ Faktoren dieser Ströme und THD Faktoren. Die Oberschwingungen werden graphisch als Balkendiagramm (Standard) oder einer Tabelle dargestellt.

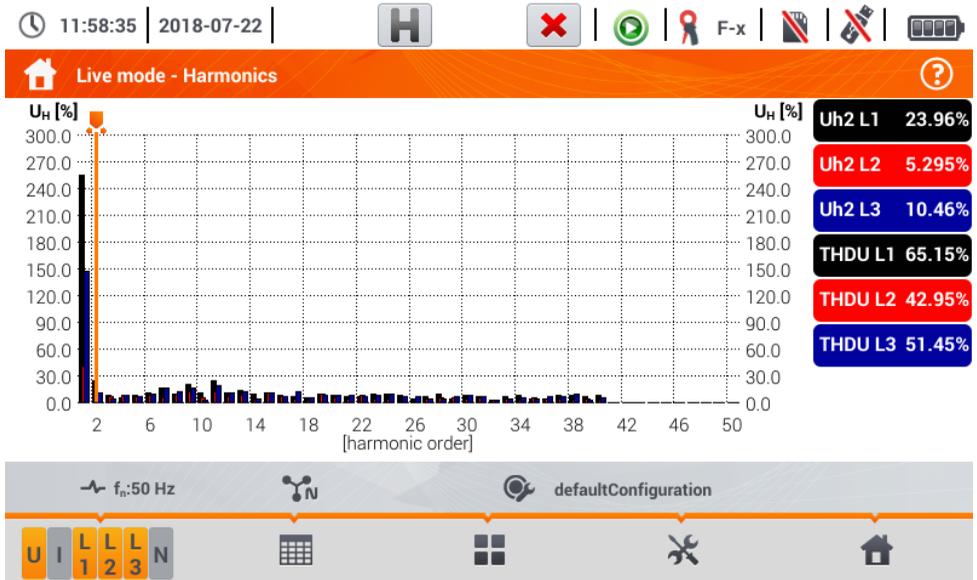


Fig. 5.17 Live Modus - Oberschwingungen - Balkendiagramm

Der Graph enthält:

Graphen erstellt aus der Auswahl des Menüs **Graphen Datenauswahl**

Slider  - zum Anzeigen der aktuellen Werte. Dieser kann zu jedem beliebigen Punkt des Graphen bewegt werden.

Bezeichnungen der individuellen Wellenformen werden rechts dargestellt. Sie zeigen vorhandene Oberschwingungen im Grundsignal einer Oberschwingung, welche durch den Slider  ausgewählt wurde. Das antippen einer dieser Bezeichnungen blendet den entsprechenden Graphen aus.

Beschreibung der Funktionssymbole

 Menü der aktiven Kanäle. Nach antippen öffnet sich eine weitere Menüleiste um die jeweilige Phase, Spannung oder Strom am Display darzustellen oder nicht. Ein aktiver Kanal wird in orange dargestellt.

 Umschalten zur Tabellenansicht der Oberschwingungen (Fig. 5.18). In jeder Reihe der Tabelle werden die Werte der Oberschwingungen (von DCV Oberschwingung bis zur 40.) oder die Winkel zwischen Strom- und Spannungsüberschwingungen angezeigt. Bei Oberschwingungen werden die Werte in absoluten Einheiten (V/A), oder als Prozentwert in Bezug zur Grundüberschwingung.

-  Wechsel zur Balkendiagrammansicht
-  Auswählen der Art der Ansicht. Ein weiteres Menü wird geöffnet, um die Art des LIVE Modus zu ändern
-  Optionsmenü für Diagramm oder Tabelle. Nach Auswahl öffnet sich ein weiteres Menü mit folgenden neuen Optionen:
 -  einblenden/ausblenden der Grundüberschwingung (nicht verfügbar in der Tabellenansicht)
 - [V,A]** Darstellung der Einheit in Absolutwerten (Volt/Ampere)
 - [%]** Darstellung als Prozentwert in Bezug zur Grundüberschwingung
 -  Screenshot
 -  Schließt das Menü
-  Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus



Fig. 5.18. Live Modus - Oberschwingungen - Tabellenansicht

5.7 Starten und Stoppen der Aufzeichnung

Nach korrekter Konfiguration können Sie die **Aufnahme** durch betätigen von **START auslösen**. Eine laufende Aufzeichnung wird durch das Symbol  in der Kopfzeile und der rot blinkenden LED angezeigt.

Um die Aufzeichnung zu stoppen, drücken Sie erneut **START** und bestätigen Sie die Absicht die Aufnahme zu **stoppen** in der darauf angezeigten Meldung. Das Stoppen der Aufzeichnung wird durch drei lange und drei kurze **Signaltöne bestätigt**. Die Farbe des Aufnahmesymbol  wechselt auf grün und die rote LED blinkt nicht mehr.



Aufzeichnungen werden automatisch beendet, wenn die Speicherkapazität der SD-Karte erreicht wurde.

5.7.1 Ungefähre Aufnahmezeiten

Die maximal Aufnahmezeit hängt von mehreren Faktoren ab:

- Größe der Speicherkarte
- Mittelungszeit
- Netzart

Ein paar ausgewählte Konfigurationen sehen Sie in Tab. 5.2. Die letzte Spalte gibt die ungefähre Aufnahmezeiten, wenn die Speicherkarte fast komplett leer ist und ein Kapazität von ca. 3.6 GB hat. Weicht die Mittelungszeit der im Beispiel von 1 Sekunde ab, wird die Aufnahmezeit proportional dazu verlängert.

Tab. 5.2. Ungefähre Aufnahmezeiten für einige typische Konfigurationen

Mittelungszeit	Netzart (inkl. Strommessung)	Strommessung	Ca. Aufnahmezeit mit 3,6 GB Speicherkarte
10 Minuten	3-Phasen 4-Leiter	•	>10 Jahre
10 Minuten	1-Phase	•	>10 Jahre
1 Sekunde	3-Phasen 4-Leiter	•	90 Tage
1 Sekunde	3-Phasen 4-Leiter		144 Tage
1 Sekunde	1-Phase	•	250 Tage
1 Sekunde	1-Phase		330 Tage
1 Sekunde	3-Phasen 3-Leiter	•	125 Tage
1 Sekunde	3-Phasen 3-Leiter		144 Tage

5.7.2 Leitfaden zur Aufnahme

Vor der Aufnahme beachten Sie bitte folgendes:

- Überprüfen Sie die eingestellte Zeit am Gerät, gemäß **Abschn. 2.1.1**.
- Überprüfen Sie den Anschluss des Gerätes am Netz. Wird eines der Symbole **?** oder **✗**, wird vor Aufnahmestart eine Warnung über potenzielle Anschlussfehler angezeigt. Der Benutzer muss dann:
 - o Trotz der Warnungen den Aufnahmestart bestätigen
 - o Einstellungen und Anschluss am Netz von Grund auf überprüfen
- Für weitere Informationen zur Problemlösung stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:
 - o Aufrufen des Anschlusshilfemenüs (Abschn. 5.3.2)
 - o Überprüfung des **Phasordiagrammes (Abschn. 5.6.4)** – Vektoren von Spannungen und Strömen; Rotationssequenz der Phasen in 3-Phasen Netzen sollten sein: UL1 (UL1-2) ist bei 0°, UL2 (UL2-3) ca. -120°, UL3 (UL3-1) ca. -240°. Beide Asymmetriefaktoren (bei Spannung und Strom) angezeigt am Display sollten kleiner als 10% sein
 - o Überprüfen Sie die Wellenformen und die Effektivwerte von Spannungen und Strömen
 - o Der richtige Anschluss der Zangen kann über die Vorzeichen der Wirkleistung – in den meisten Fällen von Empfangszangen ist dies positiv
- Ist eine längere Aufzeichnung geplant, stellen Sie ein ausreichende Spannungsversorgung durch ein externes 12 V Netzteil sicher. (In der Kopfleiste wird ein Steckersymbol angezeigt).
- Die Speicherkarte muss noch genügend freien Speicher besitzen (wird in der Kopfleiste am Display angezeigt). Sollte vorab nicht genügend Speicher vorahnden sein, löschen Sie diesen über das Menü (**Analysatoreinstellungen**→ **Dateimanager**)
- Die Aufzeichnung erhält die Bezeichnung der Messkonfiguration, welche zum Zeitpunkt des Starts der Aufzeichnung aktiv ist. Diese kann im Nachhinein nicht mehr geändert werden. Deshalb ist es hilfreich die Bezeichnung der Konfiguration entsprechend der Beschreibung von Messungen und Ort der Messung zu benennen. (Die Konfiguration kann vor Beginn der Aufzeichnung über die Editierfunktion geändert werden)

5.8 Aufnahmeanalyse

Die Analyse der aufgezeichneten Daten kann direkt über das Prüfgerät selbst ohne zusätzliche Software durchgeführt werden. Folgende Analysen sind möglich:

- Allgemeine Vorschau der Aufnahme - Start und Endzeit, Durchschnittswerte von Spannungen und Strömen
- Vorschau der Mittelungswerte über den gesamten Aufnahmebereich
- Erstellen von Zeitleisten jeder aufgezeichneten Parameter (begrenzt auf 1100 Punkte und 4 Parameter pro Graph) mit Zoom-in Option und Zeitpunktmarker
- Vorschau des Graphen der Oberschwingungen (Durchschnittswert der gesamten Aufzeichnung)

Es können abgeschlossene und gespeicherte sowie andauernde Aufzeichnungen analysiert werden.

Die Liste der Aufzeichnungen (Einträge über das Symbol ) welche im internen Speicher hinterlegt sind, können über das Menü **Aufzeichnung Analyse – Aufnahmeliste** aufgerufen werden.

① Um den Inhalt der Datei zu öffnen:

- Doppelklick der Datei
- Aktivieren der Datei und anschließend das Symbol  Auswählen

11:49:57 | 2022-11-24 |    C-4 |  3.7 GB free |  

Recording analysis - recordings list 

Type	Name	Size	Date
	2022-11-16 13_41_48_settings	1007.3 KB	2022-11-16 14:00:24
	2022-11-16 13_16_23_settings	169.3 KB	2022-11-16 13:23:05
	2022-11-16 11_05_30_settings	286.4 KB	2022-11-16 11:10:57
	2022-09-24 14_01_21_settings	74.1 KB	2022-09-24 14:14:42
	2022-09-15 17_51_13_settings	2.0 MB	2022-09-15 18:29:38
	2022-09-15 17_19_07_settings	249.3 KB	2022-09-15 17:32:38

 f_n:50 Hz   2022-11-16 13_41_48_settings



Recording configuration: 2022-11-16 13_41_48_settings

Start:	2022-11-16 13:43:08		$U_{AVG\ MIN}$	U_{AVG}	$U_{AVG\ MAX}$
Stop:	2022-11-16 14:00:24	L1:	2.714V (1.18%Un)	232.1V (100.91%Un)	248.0V (107.82%Un)
Duration:	0d 0h 17m 16s	L2:	1.034V (0.45%Un)	231.9V (100.82%Un)	242.7V (105.54%Un)
		L3:	2.931V (1.27%Un)	231.7V (100.72%Un)	243.0V (105.64%Un)
Swells: 140	Interruptions: 6	N:	-- (-%Un)	-- (-%Un)	-- (-%Un)
Dips: 44	Other: 4				
All: 194					
		L1:	$I_{AVG\ MIN}$	I_{AVG}	$I_{AVG\ MAX}$
		L2:	131.5mA	306.4mA	627.1mA
		L3:	257.9mA	291.5mA	338.3mA
		N:	244.3mA	398.4mA	722.6mA
			---	---	---



Der Inhalt wird angezeigt und die folgenden Parameter werden am Display angezeigt:

Start – Startzeit der Aufzeichnung

Stop – Endzeit der Aufzeichnung

Dauer (der Aufzeichnung)

Zusätzlich werden die Parameter von Spannung und Strom der jeweiligen Phase und Neutralleiter angezeigt:

$U_{AVG\ MIN}$ Minimale Durchschnittswert der Spannung; der prozentuale Wert in Relation zur Nennspannung U_n angezeigt in Klammern

U_{AVG} Durchschnittsspannung; der prozentuale Wert in Relation zur Nennspannung U_n angezeigt in Klammern

$U_{AVG\ MAX}$ Maximaler der Spannung; der prozentuale Wert in Relation zur Nennspannung U_n angezeigt in Klammern

$I_{AVG\ MIN}$ Minimale Durchschnittswert des Stromes

I_{AVG} Durchschnittsstrom

$I_{AVG\ MAX}$ Maximaler Durchschnittswert des Stromes



Recording configuration: 2022-11-16 13_41_48_settings

Start:	2022-11-16 13:43:08		$U_{AVG \text{ MIN}}$	U_{AVG}	$U_{AVG \text{ MAX}}$
Stop:	2022-11-16 14:00:24	L1:	2.714V (1.18%Un)	232.1V (100.91%Un)	248.0V (107.82%Un)
Duration:	0d 0h 17m 16s	L2:	1.034V (0.45%Un)	231.9V (100.82%Un)	242.7V (105.54%Un)
		L3:	2.931V (1.27%Un)	231.7V (100.72%Un)	243.0V (105.64%Un)
Swells: 140	Interruptions: 6	N:	-- (-%Un)	-- (-%Un)	-- (-%Un)
Dips: 44	Other: 4				
All: 194					
		L1:	$I_{AVG \text{ MIN}}$	I_{AVG}	$I_{AVG \text{ MAX}}$
		L2:	--	--	--
		L3:	--	--	--
		N:	--	--	--



Beschreibung der Funktionssymbole



Ereignisliste (**Abschn. 5.8.3**)



Öffnet die graphische Analyseoption:



Aufnahme-Zeitdiagramm (**Abschn. 5.8.1**)



Graph der Oberschwingungen (**Abschn. 5.8.2**)



Schließt das Menü



Zurück zum Dateimanager



Energieverlustrechner (**Abschn. 5.8.4**)



Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus



- **Minimale und maximale Spannungswerte** werden aus den aufgezeichneten **Durchschnittsspannungswerten** bestimmt (es handelt sich nicht um min/max $RMS_{1/2}$ Werte). Weiteres zu den Spannungswerten, in Klammern wird der prozentuale Wert in Relation zur Nennspannung U_n angezeigt. Wurde ein Kanal entsprechend der Konfiguration nicht gemessen wird (---) angezeigt
- **Minimale und maximale Stromwertere** werden aus den aufgezeichneten **Durchschnittstromwerten** bestimmt. Wurde ein Kanal entsprechend der Konfiguration nicht gemessen wird (---) angezeigt

5.8.1 Aufnahme-Zeitdiagramm

a. Funktionsbeschreibung

Wurde wie in **Abschn. 5.8** Schritt ③ das  Symbol ausgewählt, wird wie in **Fig. 5.19** folgend Darstellung angezeigt.

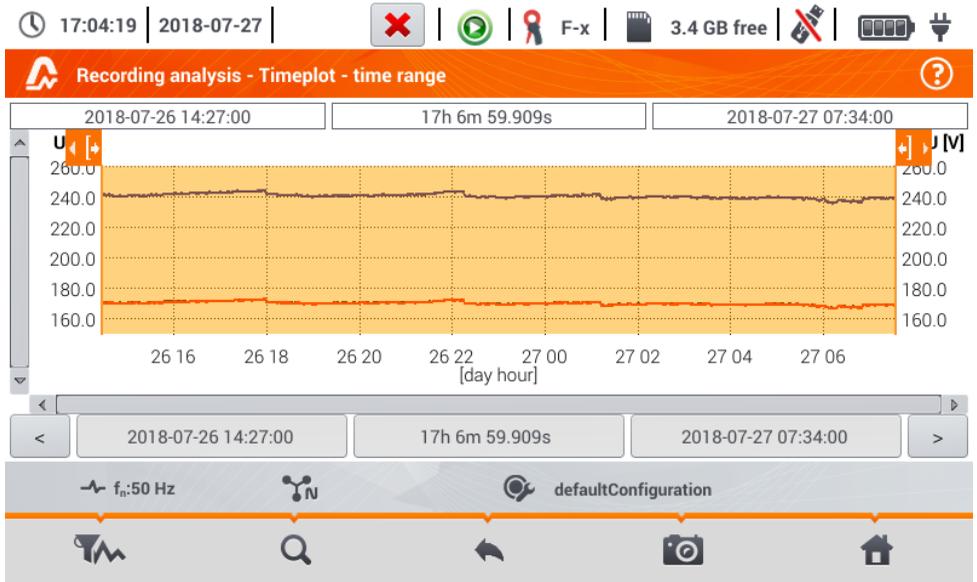


Fig. 5.19. Aufnahme Zeitdiagramm

Der Bereich der zu analysierenden Daten kann auf zwei Wegen erfolgen:

- Durch verschieben der beiden Symbole   über dem Graphen
- Durch manuelle Eingabe von Datums- und Zeitgrenzen und dem zu analysierenden Intervalls

Fig. 5.20 Setzen der Startzeit des Analysebereiches

Fig. 5.21 Einstellen des Gesamtbereiches der Analyse

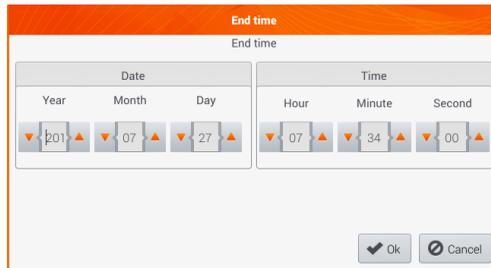


Fig. 5.22 Setzen des Endes des Analysebereiches

Die   Symbole resetten des Bereiches auf die Anfangseinstellungen.

Beschreibung der Funktionssymbole

 Öffnet die Ausgewählten **Daten des Diagrammes**. Die zu analysierenden Daten können am Display ausgewählt werden. Eine Detailbeschreibung folgt in Punkt **b**.

 Zoomen der Wellenformen. Nach Auswahl öffnet sich eine Erweiterung mit den folgenden Optionen:

 Nach Auswahl dieses Symboles, kann mit dem Finger mit einer Maus ein Auswahlbereich, welcher vergrößert werden soll, markiert werden. Der Graf wird dann vergrößert; Dieser kann dann mit dem Finger in alle Richtungen verschoben werden.

 Mit der Auswahl dieses Symboles, wird der Graph in Schritten verkleinert

 Schließt das Menü

 Zurück zur **Aufnahmeanalyse – Aufnahmeübersichtsmenü**

 Screenshot

 Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus



Das Diagramm kann mit Gestiken skaliert werden. Um **zu vergrößern**, spreizen Sie auf dem Display zwei Finger voneinander weg. Um **zu verkleinern**, bewegen Sie die zwei Finger auf dem Display aufeinander zu.

b. Parameterauswahl am Zeitdiagramm

Nach Auswahl des  Symbol, öffnet sich das Menü zum **Auswählen der Daten**. Die zu analysierenden Parameter können nun ausgewählt werden.

Verfügbare Optionen (Können in den verschiedenen Netzen variieren)

- **Un Spannung**
 - o U RMS (Effektivspannung) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C)
 - o U L-L (Phase-Phase Spannung)
 - o f (Frequenz) – für Phase L1 (A)
- **Strom**
 - o I RMS (Effektivwert des Stromes) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C)
- **Leistung**
 - o P (Wirkleistung) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ Sum
 - o Q1 (Blindleistung) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ Sum
 - o S_n (Verzerrungsleistung) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ Sum
 - o S (Scheinleistung) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) an und Σ Sum
 - o cos ϕ – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ Sum
 - o PF (Leistungsfaktor) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ Sum
- **Energien**
 - o EP+ (aufgenommene Wirkenergie) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ sum
 - o EP- (zurückgegebene Wirkenergie) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ sum
 - o EQ+ (aufgenommene Blindenergie) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ sum
 - o EQ- (zurückgegebene Blindenergie) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und Σ sum
 - o ES (Scheinenergie) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C) und gesamt Σ
- **Oberschwingungen U**
 - o THD U (Gesamtverzerrung) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C)
 - o U h1...U h40 (1...40. Spannungsüberschwingungen) – für Phasen L1, L2, L3 (A, B, C)



- Im Auswahlfenster der Parameter werden nur diese angezeigt, welche aufgezeichnet wurden
- Zur besseren Veranschaulichung, die Felder der ausgewählten Parameter für das

Diagramm, die Kategorie- und Typfelder werden in **orange** dargestellt, wenn **Parameter zur Verfügung stehen**

- Es können maximal 4 Parameter je Diagramm ausgewählt werden

Beschreibung der Funktionssymbole

-  Öffnet das Zeitdiagramm
-  Wählt alle Parameter ab
-  Zurück zum Menü **Zeitdiagramm – Zeitintervall** (Punkt a)
-  Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

c. Erstellen und organisieren eines Zeitdiagrammes

① 17:05:54 | 2018-07-27 |    F-x |  3.4 GB free |   

Recording analysis - timeplot - plot data selection 

Category	Type	Max	Avg	Min	Inst
Voltage Un	U RMS	L1	<input checked="" type="checkbox"/>		
Current	f	L2	<input checked="" type="checkbox"/>		
Powers		L3	<input type="checkbox"/>		
Energy					
Voltage harmonics					

$f_n: 50 \text{ Hz}$   defaultConfiguration

Wählen Sie die Daten zu Anzeigen in der Ansicht **Datenauswahl für das Zeitdiagramm**:

- In der Spalte **Kategorie** wählen Sie die entsprechende Messung, in der Spalte **Typ** den Parameter und in der letzten Spalte die entsprechende Variable (→)
- Wählen Sie das Symbol 



Das Zeitdiagramm erscheint. Angezeigt werden:

Die Wellenformen aus den zu vor ausgewählten Werten aus dem Menü Daten für **Zeitdiagramm auswählen**

Slider - Anzeiger von aktuellen Werten. Dieser kann zu jedem Punkt des Graphen bewegt werden.

Rechts des Graphen wird folgende Information angezeigt:

- Aufnahmezeitpunkt
- Aufnahmestop
- Dauer der Aufzeichnung
- Zeit, entsprechend dem gesetzten Slider

Anzeigen der individuellen Wellenformen. Es wird der Momentanwert der Aufnahme entsprechend der Position des Sliders angezeigt . Das Antippen einer Anzeige rechts blendet den entsprechenden Graphen aus

Beschreibung der Funktionssymbole

Menü der aktiven Kanäle. Nach Auswahl öffnet sich ein weiteres Menü um die entsprechende Wellenform ein/aus zu blenden. Ein aktiver Kanal wird durch eine **orange** Farbe signalisiert.

Zoomen der Wellenformen. Nach Auswahl öffnet sich eine Erweiterung mit den folgenden Optionen:

- Nach Auswahl dieses Symbolen, kann mit dem Finger mit einer Maus ein Auswahlbereich, welcher vergrößert werden soll, markiert werden. Der Graf wird dann vergrößert; Dieser kann dann mit dem Finger in alle Richtungen verschoben werden
- Mit der Auswahl dieses Symbolen, wird der Graph in Schritten verkleinert
- Schließt das Menü



Optionsmenü für das Diagramm oder die Tabelle. Es wird ein weiteres Menü mit einer Skalenbeschreibung rechts und links des Graphen. Klicken sie hierzu auf den entsprechenden Parameter.



Das Symbol mit der Einheitenbezeichnung wird angezeigt, wenn der Graph mindestens 2 Parameter dieser Einheit enthält. Mit diesem Symbol kann die Wellenform auf die größer der üblichen **re-skaliert** werden. Sind die Skalen nicht einheitlich, wird nur eine Wellenform einer zugewiesenen Achse und angezeigten Skala skaliert und deren Plot wird an die Fenstergröße angepasst. – Andere Wellenformen auch mit gleicher Einheit werden nicht skaliert.



Zurück zum Plot Menü und dessen Datenauswahl



Screenshot



Das Diagramm kann mit Gestiken skaliert werden. Um **zu vergrößern**, spreizen Sie auf dem Display zwei Finger voneinander weg. Um **zu verkleinern**, bewegen Sie die zwei Finger auf dem Display aufeinander zu

5.8.2 Graph der Oberschwingungen

Wird wie in **Abschn. 5.8** Schritt ③ das  Symbol ausgewählt, erscheint folgende Ansicht Fig. 5.23. Bestandteile dieser sind der Graph, den Bezeichnungen rechts und dem Funktionsmenü. In dieser Ansicht können die Oberschwingungen von Spannung und Strom, die Winkel zwischen den Spannungs- und Stromoverschwingungen, $\cos\phi$ Faktoren dieser Ströme und THD Faktoren. Die Oberschwingungen werden graphisch als Balkengraphen (Standard) oder in einem Diagramm dargestellt.

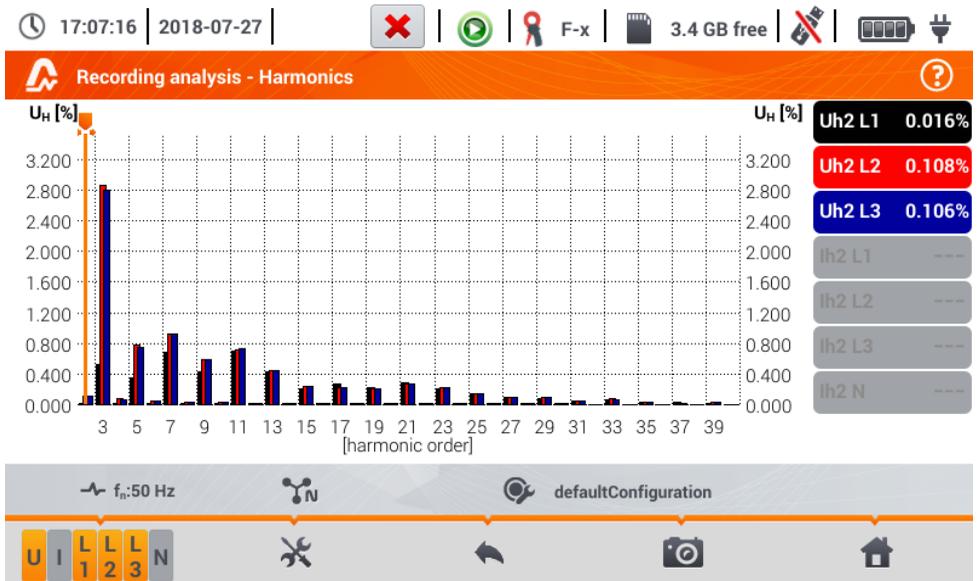


Fig. 5.23. Live Modus - Oberschwingungen - Balkendiagramm

Der Graph beinhaltet:

Die Graphen der Oberschwingungen, ausgewählt aus dem Menü **Graphen Datenauswahl**

Slider  - Anzeiger von aktuellen Werten. Dieser kann zu jedem Punkt des Graphen bewegt werden

Die Bezeichnungen der individuellen Wellenformen befinden sich rechts am Display. Es wird die **Bezeichnung** und der **Anteil** im Grundsignal dieser Oberschwingung, welche durch den Slider  ausgewählt wurde. Das Antippen einer Anzeige rechts blendet den entsprechenden Graphen aus.

Beschreibung der Funktionssymbole

 Menü der aktiven Kanäle. Nach Auswahl dieses Symboles, wird eine weitere Leiste geöffnet, um durch die Tasten Daten ein/aus zu blenden und zwischen Spannungs- und Stromoverschwingungen zu wechseln. Ein aktiver Kanal wird durch eine **orange** Farbe signalisiert.

 Optionsmenü für das Diagramm oder Tabelle. Nach Auswahl wird eine weitere Leiste eingeblendet mit folgenden neuen Optionen:

 an/aus der Grundüberschwingung

[V,A] Anzeige der Werte in absoluten Einheiten (Volt und Ampere)

[%] Anzeige der Werte in Prozent in Relation der Grundkomponente

 Wechsel zur Tabellenansicht der Oberschwingungen (Fig. 5.24). Jede Reihe in der Tabelle zeigt die Werte der Oberschwingungen an (bis zur 40. Und zusätzlich für [%] Modus – auch THD)

 Schließt das Menü

 Zurück zur vorherigen Ansicht

 Screenshot

 Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

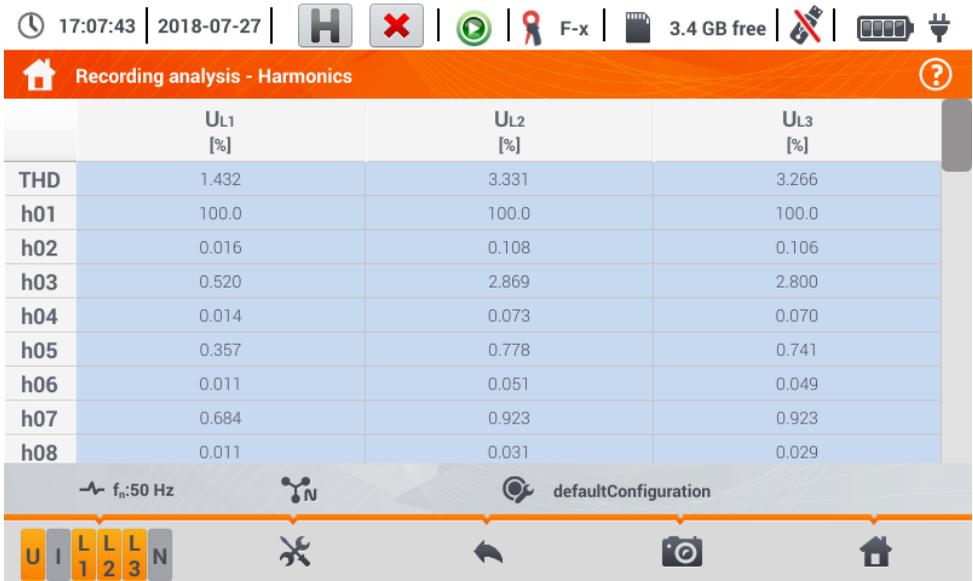


Fig. 5.24. Live Modus - Oberschwingungen – Tabellenansicht

5.8.3 Ereignisliste

Durch die Auswahl des Symbols in der unteren Menüleiste  in der Übersicht, wird ein weiteres Fenster mit einer Übersichtsliste aller Ereignisse angezeigt. Folgende Ereignisse können durch den Analysator erkannt werden:

In 50/60 Hz Netzen:

- Spannungsspitzen
- Spannungseinbrüche
- Spannungsunterbrechungen
- Überschreitung des max. Stromschwellenwertes ($I > \max.$), einzelner Schwellenwerte für $I_{1,2,3}$ und I_N
- Abfall unter den minimalen Schwellenwert des Stromes ($I < \min.$), separieren Sie die Schwellenwerte für $I_{1,2,3}$ und I_N

In DC Netzen:

- Überschreiten des absoluten Maximums des DC Spannungsschwellenwertes ($|U_{DC}| > \max.$)
- Überschreiten des absoluten Maximums des DC Stromschwellenwertes ($|I_{DC}| > \max.$)

Wurde durch den Benutzer in der Messkonfiguration die Registrierung einer dieser o.g. Ereignisse ausgewählt und wurden diese auch aufgezeichnet, so enthält die Liste alle diese Ereignisse. Ein Beispiel der Ereignisansicht ist in Fig. 5.25 dargestellt.

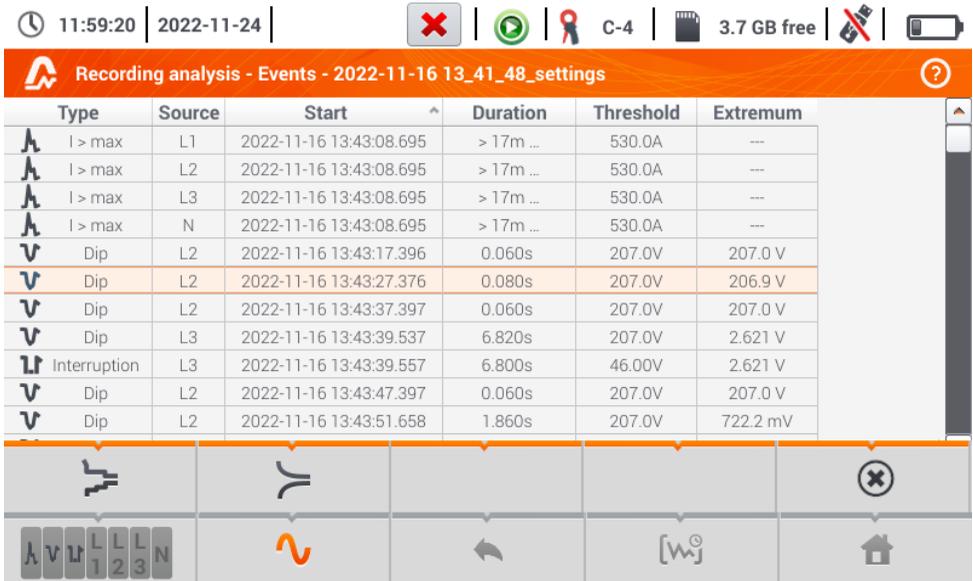


Fig. 5.25. Analyse der Aufzeichnungen – Ereignisliste

Die Tabelle enthält folgende Spalten:

- **Type (Art)** des Ereignisses: Spannungsspitzen, -einbrüche und -unterbrechungen $I > \max.$, $I < \min.$, $U_{DC} > \max.$, $I_{DC} > \max.$
- **Source (Quelle)** des Ereignisses: Kanal, in dem das Ereignis aufgetreten ist
- **Start:** Datum und Startzeit des Ereignisses

- **Duration (Dauer)** des Ereignisses (ist ein Ereignis noch aktiv, während die Aufnahme bereits beendet wurde, so wird ein zusätzliches Symbol ">" angezeigt, was darauf hinweist, dass das Ereignis noch nicht beendet wurde.)
- **Threshold (Schwellenwert)**: Der Schwellenwert wurde in der Aufnahmekonfiguration festgelegt.
- **Extremum (Extremwert)**: Parametergrenzwert (Maximum oder Minimum, abhängig von der Art des Ereignisses), dass während eines Events aufgezeichnet wurde. Beispiel: Im Fall einer Spannungsspitze, ist es die Restspannung, welche als niedrigste $U_{RMS1/2}$ Wert während der Spannungsspitze aufgezeichnet wurde.

Die Tabelle kann durch die Auswahl der Überschrift einer Spalte sortiert werden. Neben der Spalte befindet sich ein kleiner Pfeil, welcher die Richtung der Sortierung angibt.

Funktionen der Menüleiste

Nach Auswahl eines Ereignisses aus der Tabelle (Anwählen der Reihe), können weitere Operationen durch die Auswahl folgender Optionen aus der Menüleiste durchgeführt werden:

 - öffnet ein weiteres Menü der Wellenformen:



- ANSI Diagramm. Dieses zeigt, den Spannungsereignissen gemäß, den ANSI Kriterien an. Die Punkte zeigen das individuelle Ereignis an, ihre Positionen geben die Dauer an (horizontale Achse). Der Spitzenwert wird angezeigt (*Extremwert* in der Ereignistabelle) in Bezug zur Nennspannung auf der vertikalen Achse. Pfeilsymbole rechts des Graphen können verwendet werden, um individuelle Ereignisse auszuwählen. Durch Berühren des Displays im Graphenbereich können die Marker zur entsprechenden Position gebracht werden. Informationen über das bestimmte Ereignis (Art, Dauer, Extremwert) werden an der rechten Seite des Displays dargestellt. Ein ähnliches Diagramm ist in Fig. 5.26.



Fig. 5.26. Analyse der Aufzeichnungen – ANSI Graph

☞ - CBEMA Graph. Dieser zeigt den Graphen von Spannungsereignissen gemäß der CBEMA Kriterien. Die Beschreibung und Eigenschaften des Graphen sind gleich dem ANSI Diagramm (siehe oben). Ein Beispiel der Ansicht ist in Fig. 5.27 dargestellt.



Fig. 5.27. Recording analysis – CBEMA graph

5.8.4 Energiekostenrechner

a. Funktionsbeschreibung

Enthalten die aufgenommenen Parameter eine Wirkenergie E_P , besteht die Möglichkeit nach den Berechnungseinstellungen des Benutzers eine Energiekostenberechnung durchzuführen. Um in das Menü zur Kostenberechnung zu gelangen, verwenden Sie die Leiste der Aufnahmeübersicht (**Abschn.**

5.7 Schritt ③) und wählen sie das Symbol . Das Menü der Energiekosten wird wie in in **Fig. 5.28** mit folgenden Abschnitten angezeigt:

- **Aufnahmezeit** –  Start,  Ende und  Dauer der Aufzeichnung. Die letzte Linie zeigt die Aufnahmedauer , welche durch einen bestimmten Algorithmus des Kostenrechners zur Analyse verwendet wird (volle zusammengerechnete Periode). Der Algorithmus ermöglicht eine Kalkulierung der Energiekosten für die gesamte Aufnahmezeit. Es gibt keine Möglichkeit ein anderes Zeitintervall auszuwählen.
- **Energie** – Dieses Feld zeigt die gesamte Wirkenergie in Kilowattstunden, gemessen im entsprechenden Zeitintervall
- **Einzelzonen-Tarif** – In diesem Abschnitt werden die Gesamtkosten in der ausgewählten Währung der Einzelzonen Variante angezeigt. Dieser Tarif hat eine Einzelpauschale pro kWh, unabhängig von Tages-, Nachtzeit und Tag der Woche. Die Bezeichnung des Tarifes (kann durch den Benutzer geändert werden) und wird im **oberen Bereich** angezeigt.
- **Multizonen-Tarif** – In diesem Abschnitt werden die Gesamtkosten in der ausgewählten Währung der Multizonen Variante angezeigt. Dieser Tarif ermöglicht zwei durchgängige Zeitintervalle in 24 Stunden, mit zwei unterschiedlichen Kostensätzen und einem dritten für andere Zeiten, des Tages festzulegen. Die Konfiguration der Kostensätze und Zonen wird in den Einstellungen des Energiekostenrechners durchgeführt.

Wurde die Einstellung des Energiekostenrechners nicht geändert, werden die Standardeinstellungen angewandt. Die Einstellungen können in der Menüleiste über das Einstellungssymbol geändert werden

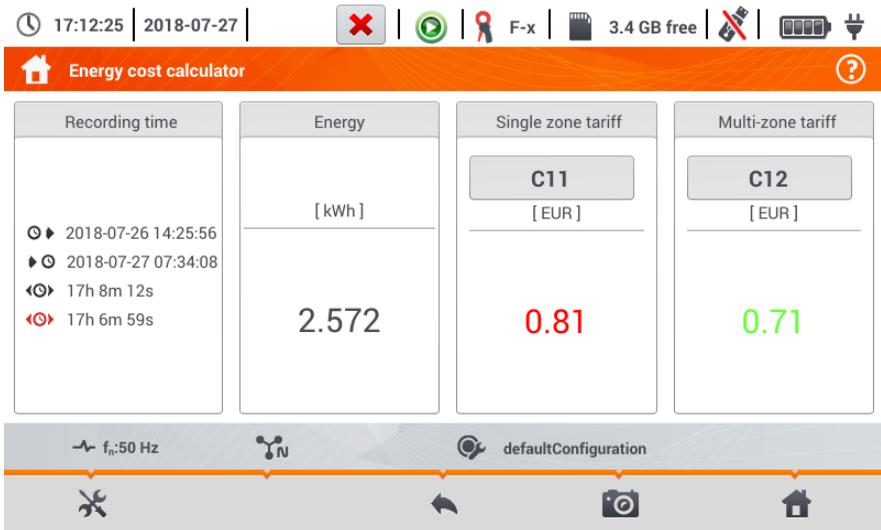


Fig. 5.28. Ansicht des Energieverlustrechners

Beschreibung der Funktionssymbole

-  Einstellungen des Energiekostenrechners
-  Zurück zur vorherigen Ansicht
-  Screenshot
-  Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

b. Einstellungen des Energiekostenrechners

Die Einstellungen des Energiekostenrechners können leicht an die individuellen Anforderungen angepasst werden. Es besteht die Möglichkeit eine Berechnung in zwei Tarifen durchzuführen:

- **Einzelzonen Tarif** – die einfachste Tarifform – ein Kostensatz wird durchgehend für das analysierte Intervall pro Kilowattstunde verrechnet, unabhängig von Tages-, Nachtzeit und Tag der Woche
- **Multizonen Tarif** – eine umfangreichere Tarifform, welche es ermöglicht, drei verschiedene Kostensätze in verschiedenen Zeitintervallen anzuwenden:
 - Intervall (z.B. Tageszeit)
 - Zone B Verrechnungssatz – Eingabe der Kosten von 1 kWh für das zweite Zeitintervall (z.B. Nachtzeit)
 - Zone C Verrechnungssatz (nicht enthaltene in Zonen A und B)

Die Einstellungen sind in zwei Ansichten geteilt, dargestellt in (Fig. 5.29 und Fig. 5.30). In der ersten Ansicht können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- **Währung** – Es kann entweder aus einer Liste mehrerer vordefinierter Währungen ausgewählt (PLN, EUR, USD, RUB, INR) oder eine eigene definiert werden (bis zu vier Zeichen), welche dann auch in der Liste als letzte Position entsprechend mit einem (*) angezeigt werden
- **Einzelzonen-Tarif:**
 - ⇒ Bezeichnung des Tarifs (C11 ist Standard) – wird die Bezeichnung ausgewählt, öffnet sich ein Feld zum Bearbeiten
 - ⇒ Berechnungssatz – die Kosten für 1 kWh im einzelzonen-Tarif – wird das Feld des Betrages ausgewählt, öffnet sich ein neues Fenster zum Bearbeiten. Eine Genauigkeit bis zu vier Dezimalstellen kann hierzu eingetragen werden

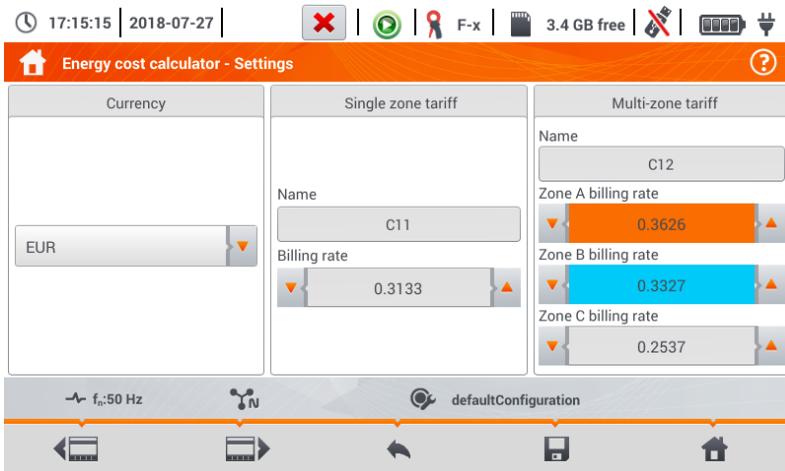


Fig. 5.29 Energiekostenrechner – Einstellungen

- **Multizonen-Tarif:**

- o Bezeichnung des Tarifs (C12 ist Standard)
- o Zone A Berechnungsrate für 1 kWh (Farbe: orange)
- o Zone B Berechnungsrate für 1 kWh (Farbe: blau)
- o Zone C Berechnungsrate für 1 kWh (für andere Tageszeiten)

Die Tagesintervalle bezogen auf die Zonen A, B und C können in der zweiten Ansicht eingestellt werden (Fig. 5.30). Der gesamte Balken entspricht einem Tag, unterteilt in 15-Minuten Segmente.

Vereinfacht ausgedrückt, gleiche Zoneneinstellungen gelten für alle Wochentage (gilt für die Reihe, markiert mit Symbol 1³). Müssen andere Zeitintervalle für entsprechend ausgewählter Tage konfiguriert werden (z.B. für Samstag und Sonntag), dann wählen Sie die Auswahlbox unten links im Menüfenster. Die zweite Reihe von Zeitintervallen wird angezeigt. Markiert ist diese Reihe mit dann dem Symbol 2³. Wählen Sie die gewünschten Wochentage nun für diese Reihe über die Auswahlboxen aus.

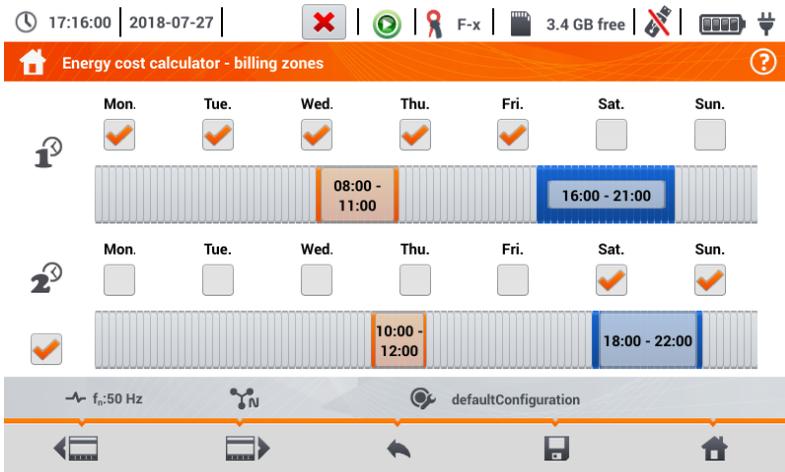


Fig. 5.30 Energiekostenrechner – Berechnungszonen Multizonen-Tarif

Zeitintervalle für Zonen A und B (jeweilige Farben: orange und blau) werden wie folgt bearbeitet:

- Berühren Sie das Zeitintervall und bewegen es nach rechts oder links
- Durch Berühren des rechten oder linken Endes ändern Sie den Anfang und das Ende der Tarifzone

Start und Endzeit wird in der Mitte des Intervalls angezeigt. Die **Auflösung** des Intervalls ist **15 Minuten**. Die Minimale Dauer eines Intervalls beträgt 2 Stunden.

Beschreibung der Funktionssymbole

- ◀ ▶ Wechslen zwischen den zwei Einstellungsmenüs des Kostenrechners
- ↶ Zurück zu den Ergebnissen des Kostenrechners. Sind die Einstellungen verändert worden, kalkuliert und zeigt der Kostenrechner automatisch die Energiekosten an.
- 💾 Einstellungen im Gerätespeicher speichern
- 🏠 Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus



Die Einstellungen sind global gültig und nicht für einzelne Aufnahmen

5.9 Energieverlustrechner

5.9.1 Funktionsbeschreibung

In diesem Modus kann der Verlust der Wirkleistung und die damit verbundenen Kosten auf grund schlechter Netzqualität berechnet werden. Ansicht der Verlustanalyse wird in **Fig. 5.31** dargestellt. Die Analyse kann nach Bedingungen oder bestimmten Zeiten durchgeführt werden.

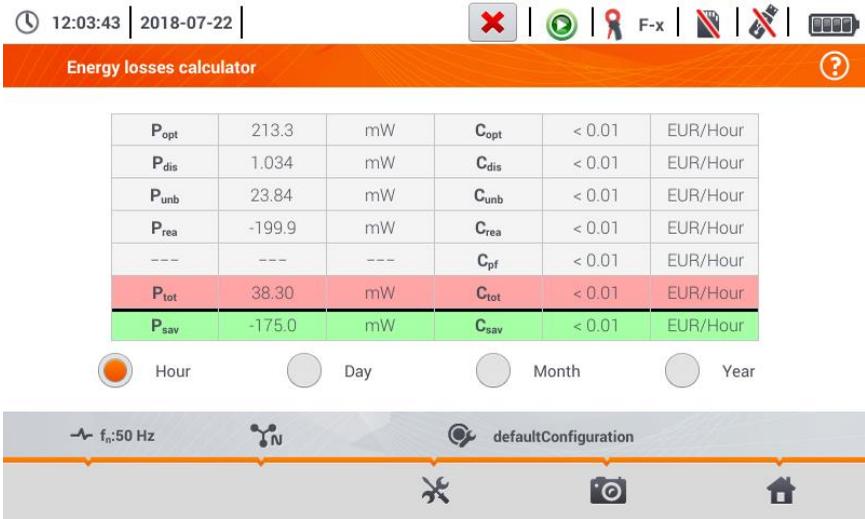


Fig. 5.31 Energieverlustanalyse

Analyseparameter

P_{opt} Verlustleistung durch Leitungswiderstand (nicht mit einbezogen: Oberschwingungen höherer Ordnung, Asymmetrie und Blindleistung)

P_{dis} Verlust durch Oberschwingungen höherer Ordnung

P_{unb} Leistungsverlust durch Netzasymmetrie

P_{rea} Leistungsverlust durch Blindleistung

P_{tot} Gesamtverlust (durch die Summe der oben genannten)

P_{sav} Reduzierter Verlust durch Verbesserung der Qualitätsparameter (z.B. Kompensation der Oberschwingungen, vermindern der Asymmetrie), errechnet aus:

$$P_{sav} = P_{tot} - P_{opt}$$

C_{opt} Kosten verursacht durch P_{opt} Verlust

C_{dis} Kosten verursacht durch P_{dis} Verlust

C_{unb} Kosten verursacht durch P_{unb} Verlust

C_{rea} Kosten verursacht durch P_{rea} Verlust

C_{pf} Kosten verursacht durch einen niedrigen Leistungsfaktor (große Blindleistung)

C_{tot} Kosten verursacht durch P_{rea} Verlust

C_{sav} Kosten verursacht durch P_{sav} Verlust

Der angenommene finanzielle Verlust kann hochgerechnet werden auf die Zeiträume:

- ⇒ 1 Stunde
- ⇒ 1 Tag
- ⇒ 1 Monat
- ⇒ 1 Jahr

Ist eine dieser Optionen aktiviert (→), werden in der Tabelle die entsprechenden Daten zur jeweiligen Auswahl angezeigt

Beschreibung der Funktionssymbole

-  Einstellungen des Energiekostenrechners
-  Screenshot
-  Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

5.9.2 Konfiguration des Energieverlustrechners

Nach Auswahl des  Symboles, öffnet sich die Konfigurationsansicht, dargestellt in **Fig. 5.32** und **Fig. 5.33**. Zwischen den Ansichten kann mit den Symbolen   gewechselt werden

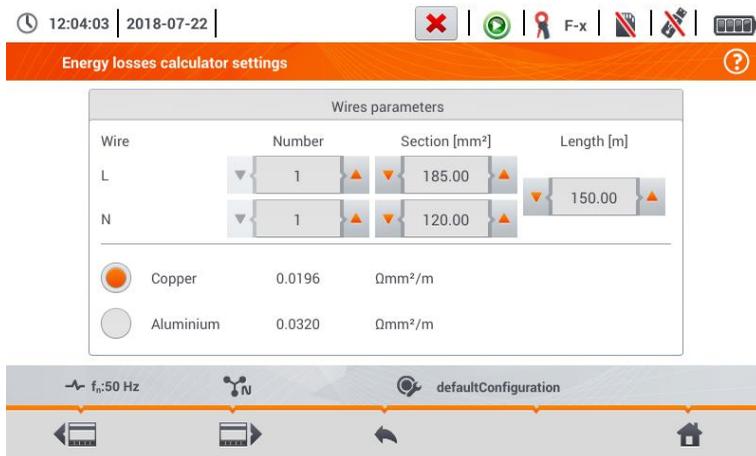


Fig. 5.32 Energieverlustanalyse – Konfigurationsansicht 1

In der ersten Ansicht geben Sie die Parameter der Leitungen an:

- Für Phase **L**:
 - o **Anzahl der Phasen**
 - o **Leitungsquerschnitte** in mm²
- Für Neutralleiter **N**:
 - o **Anzahl der Neutralleiter**
 - o **Leitungsquerschnitte** in mm²
- **Länger** der zu analysierenden Leiter in Meter
- **Leitungsmaterial** – Kupfer oder Aluminium

Auf Grund der obigen Parameter wird nun die Verlustleistung in der Leitung berechnet.

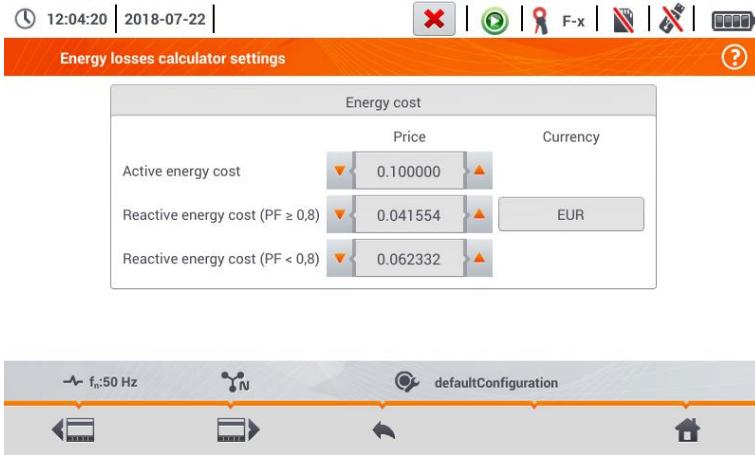


Fig. 5.33 Energieverlustanalyse – Konfigurationsansicht 2

In der zweiten Ansicht müssen die Parameter zur Berechnung des finanziellen Verlustes eingestellt werden z.B.:

- Kosten pro 1 kWh der Wirkenergie
- Kosten pro 1 kWh Blindenergie bei Leistungsfaktor $PF \geq 0,8$
- Kosten pro 1 kWh Blindenergie bei Leistungsfaktor $PF < 0,8$
- Währung

Um die Währung zu ändern:

- Klicken sie in das Feld der Währungseinheit
- Tragen sie eine entsprechend neue Währung über das Displaykeyboard ein

Beschreibung der Funktionssymbole

-  Wechseln zwischen den zwei Einstellungsменüs des Kostenrechners
-  Zurück zu den Ergebnissen des Kostenrechners. Sind die Einstellungen verändert worden, kalkuliert und zeigt der Kostenrechner automatisch die Energiekosten an.
-  Einstellungen im Gerätespeicher speichern
-  Zurück zum Hauptmenü des Rekordermodus

5.10 Wirkungsgrad des Wechselrichters

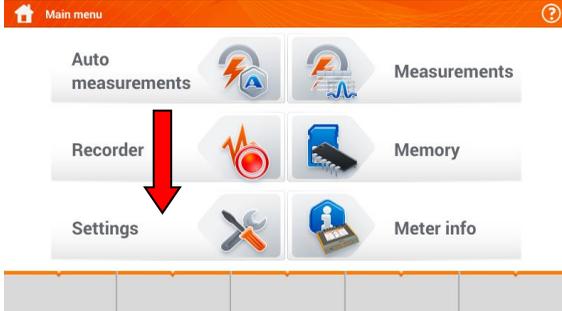
Siehe **Kapitel 3.20.1, 3.20.2.**

6 Gerätespeicher

6.1 Speicher der Messungen

6.1.1 Speichereinstellungen

1 09:50:16 | 2018-11-15 | 3.7 GB | 93 % | Wählen Sie **Einstellungen**



2 Wählen Sie **Speichereinstellungen**



3 13:23:00 | 2018-07-22 | Zwei Optionen werden angezeigt.



- **Standardeinstellungen** – setzt das Gerät auf die Standardeinstellungen zurück. Wurde diese Option ausgewählt, erscheint eine Meldung, diese Aktion zu bestätigen

- **SD Karte formatieren** – Wurde diese Option ausgewählt, erscheint eine Meldung, die Formatierung der SD-Karte zu bestätigen.

Beschreibung der Funktionssymbole

- ◀ Zurück zur vorherigen Ansicht
- 🏠 Zurück zum Hauptmenü

6.1.2 Speicherstruktur

Der Messgerätespeicher für Messergebnisse ist in Baumstruktur aufgebaut (**Fig. 6.1**). Der Benutzer kann unbegrenzt viele Kunden anlegen. Beliebig viele Objekte und Unterobjekte können unter diesen Kunden angelegt werden.

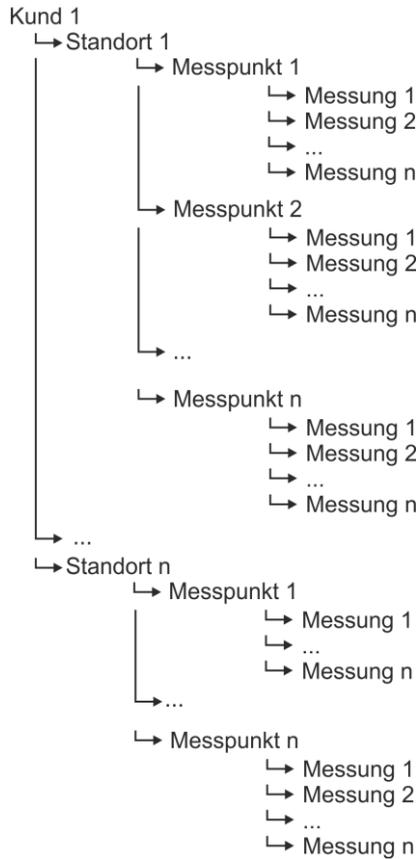


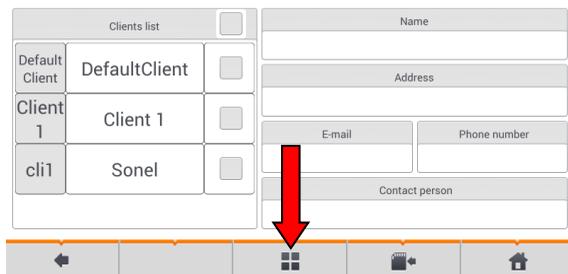
Fig. 6.1. Struktur des Gerätespeichers für einen Kunden

a. Navigieren im Speichermenü

1 09:50:16 | 2018-11-15 | 3.7 GB | 93 % Wählen Sie **Speicher** im Hauptmenü



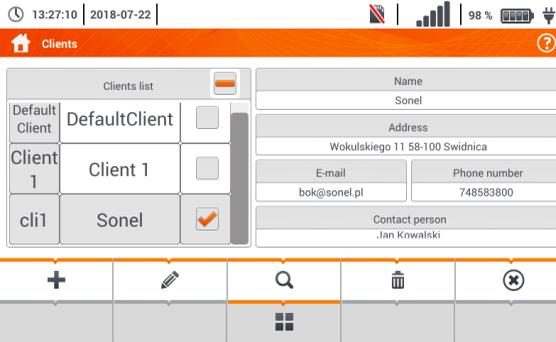
2 13:25:51 | 2018-07-22 | 98 % Die Speichermanagementansicht wird angezeigt



Beschreibung der Funktionssymbole

- Element inaktiv
- Element aktiv
- ← zurück zur vorherigen Ansicht
- ➔ gehe zu Untermenü eines aktiven () Elementes
- ✓ gehe zu Ordner eines aktiven () Kunden
- 🏠 zurück zum Hauptmenü
- 📁 Aufnahme auf SD-Karte speichern
- 🗄 erweitern des aktiven Management Menüs

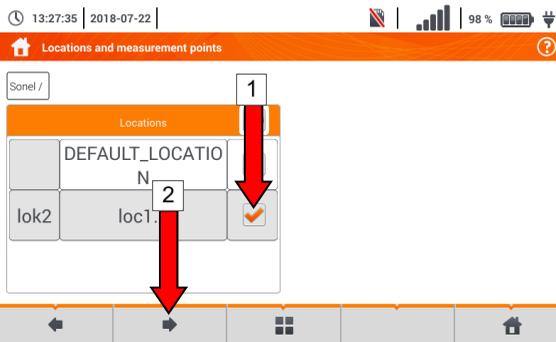
3



Beschreibung der Funktionssymbole

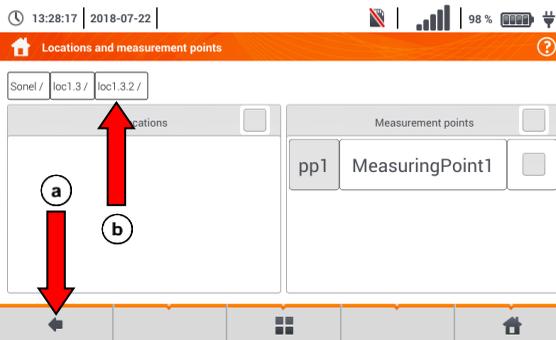
- + neuen Kunden hinzufügen
- aktiven Kunden bearbeiten
- Suchmodus (**Abschn. 6.1.4**)
- aktiven Kunden löschen
- Menü schließen

4



Um in ein **Untermenü** der Baumstruktur zu gelangen:

- Aktivieren Sie das entsprechende Element (→)
- Wählen Sie das Symbol



a) Um in ein **übergeordnetes Menü** der Baumstruktur zu gelangen, wählen sie das Symbol

b) Um **mehrere Menüs nach oben** zu springen verwenden Sie die Verzeichnisseiste zur Navigation

b. Hinzufügen einer neuen Struktur für Messungen

1

Fügen Sie einen neuen Kunden über das Symbol + hinzu

2

Füllen Sie die angezeigten Felder über die Displaytastatur aus:

- ⇒ Kunden ID
- ⇒ Name
- ⇒ Adresse
- ⇒ Stadt,
- ⇒ PLZ
- ⇒ Telefon
- ⇒ e-Mail
- ⇒ Kontakt

3

Tragen Sie die Bezeichnungen über die Displaytastatur ein.

Funktionen der Symbole

-  Änderungen verwerfen und zurück zu Schritt 2
-  Änderungen bestätigen und weiter zu Schritt 4

4

13:35:24 | 2018-07-22 | 98 %

Add client

ID	Name	
cli2	Sonel S.A.	
Address	City	Zip code
Wokulskiego 11	Swidnica	58-100
Phone number	E-mail	Contact person
+48748583800	export@sonel.pl	John Smith

Navigation icons: back, save, home

- Speichern Sie die Änderungen über das  Symbol
- Es wird anschließend das Kundenmanagement Menü angezeigt

5

13:35:52 | 2018-07-22 | 98 %

Clients

Clients list		Name
Default Client	DefaultClient	Sonel S.A.
Client 1	Client 1	Wokulskiego 11 58-100 Swidnica
cli2	Sonel S.A.	E-mail: export@sonel.pl Phone number: +48748583800
cli1	Sonel	Contact person: John Smith

Navigation icons: back, checkmark, menu, save, home

- Aktivieren sie den ausgewählten Kunden (→)
- Wählen Sie das Symbol  und  um die Daten zu bearbeiten
- Führen Sie weiter die Schritte ②③④ durch
- Um in ein Untermenü der Baumstruktur:
 - ⇒ Wählen Sie das entsprechende Element
 - ⇒ Aktivieren Sie dies und wählen es über das Symbol  aus

6

13:36:13 | 2018-07-22 | 98 %

Locations and measurement points

Sonel S.A. /

Locations	
DEFAULT_LOCATIO	N

Navigation icons: back, menu, home

Durch das Anlegen eines neuen Kunden wird ebenfalls ein Standardort für die Messungen erstellt.

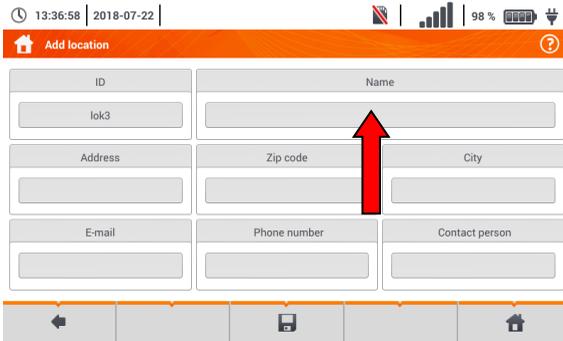
7



Hinzufügen eines neuen Ortes:

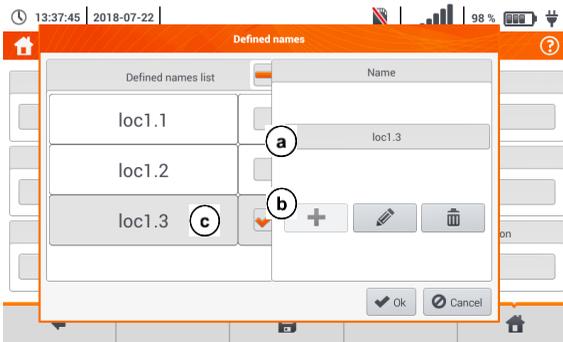
- Aktivieren Sie die **Standort** Spalte
- Erweitern Sie das Bearbeitungs-
menü durch das Symbol  und
wählen Sie **+**
- Führen Sie danach die Schritte
(2)(3) durch

8



Im Feld **Name** definieren Sie den Kundennamen

9



a Tippen Sie das Feld Name an und tragen diesen ein, genau wie in Schritt **(3)**

b Durch das Symbol **+** wird der erstellte Kundename der Namensliste hinzugefügt.

c Wählen Sie, wenn nötig zusätzlich die folgenden Symbole:

-  Name bearbeiten
-  Name löschen

Um einen Standort aus der Liste einem Standort der Struktur zuzuweisen aktivieren Sie diesen: (→)

OK – Alle Änderungen bestätigen.
CANCEL – Änderungen verwerfen

10



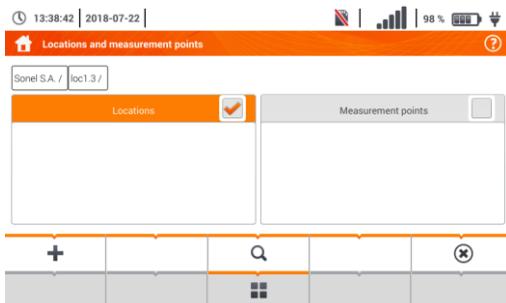
- Änderungen speichern durch das  Symbol
- Es wird das Managementmenü des für die Standorte angezeigt.

11



- Aktivieren Sie den entsprechenden Standort (→)
- Mit  gelangen Sie in das nächste Untermenü.

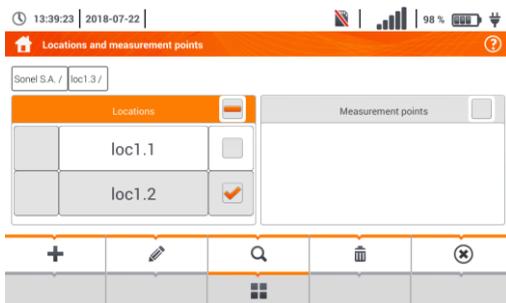
12



Das Menü für Standort und Messpunkte erscheint.

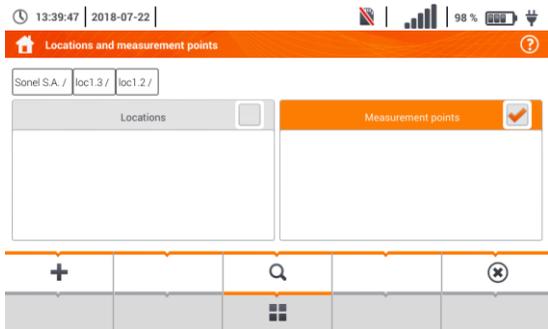
- Aktivieren Sie die Spalte **Standort**
- Erweitern Sie das Menü mit  und wählen Sie 
- Verfahren Sie wie in den Schritten **2** **3** **4** und **8** **9** **10**.

13



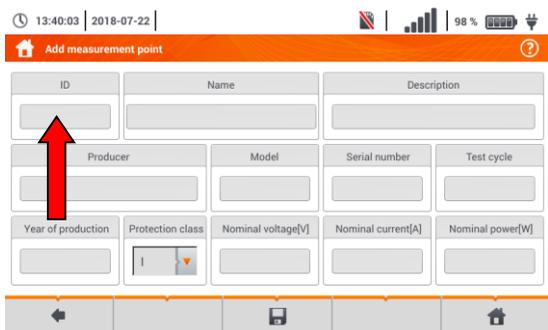
- Aktivieren Sie den entsprechenden Standort (→)
- Mit  gelangen Sie in das nächste Untermenü.
- Wenn notwendig, wiederholen Sie die Schritte **12** **13**
- Erweitern Sie das Menü mit  und wählen Sie:
 -  Standort bearbeiten (wie in Schritten **8** **9** **10**)
 -  Suchmodus wie beschrieben in **(Abschn. 6.1.4)**,
 -  löschen

14



- Aktivieren Sie die Spalte **Messpunkte** (☐ → ☑).
- Erweitern Sie das Menü mit ☐☐☐☐ und wählen Sie + um einen neuen Messpunkt hinzuzufügen (Schritt 15)

15



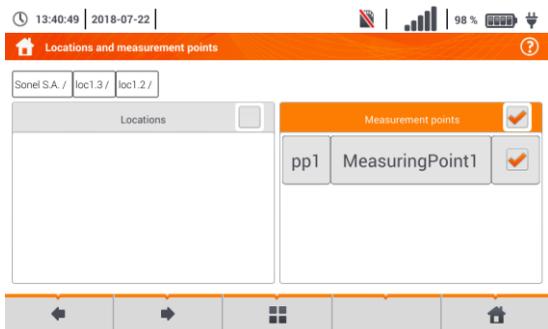
Füllen Sie die angezeigten Felder über die Displaytastatur aus:

- ⇒ Messpunkt ID
- ⇒ Bezeichnung
- ⇒ Beschreibung
- ⇒ Hersteller
- ⇒ Model
- ⇒ Seriennummer
- ⇒ Prüfzyklus
- ⇒ Herstellerdatum
- ⇒ Schutzklasse
- ⇒ Nennspannung
- ⇒ Nennstrom
- ⇒ Nennleistung

Beschreibung der Funktionssymbole

- ← zurück zur vorherigen Ansicht
 - 💾 Änderungen speichern
 - 🏠 zurück zum Hauptmenü
- Der Messpunkt wurde gespeichert.

16



Beschreibung der Funktionssymbole

- + Messpunkt hinzufügen
- ✎ aktiven Punkt bearbeiten
- 🔍 Suchmodus (**Abschn. 6.1.4**)
- 🗑️ aktiven Punkt löschen
- ⊗ schließen



- Die Ergebnisse aus erzielten Messungen können in einer Zelle des **Messpunkte Menüs** gespeichert werden
- Es können nur Ergebnisse von Messungen gespeichert werden, welche durch **START** gestartet wurden. (Außer Ergebnis der Leitungskompensation)
- Es werden komplette Sets von Messergebnissen wie Hauptergebnis und zusätzliche Ergebnisse einer Messfunktion sowie Voreinstellungen, Datum und Zeit im Speicher hinterlegt

6.1.3 Eintragen von Messergebnissen

1

13:49:39 | 2018-07-22 | Z_{L-PE} (pp01), U_{L-PE} (pp01)

2018-07-22 13:49:35

Z_{L-PE} = 3,27 Ω

I_k = 70,4 A
I_A = 50,0 A

U_{L-PE} = 239,5 V
f = 50,0 Hz

I_k (Un) B10

- Wählen Sie nach der Messung das Symbol .
- Das Menü zum Eintragen der Messergebnisse erscheint (Verwendung wie in **Abschn. 6.1.1**).

2

13:50:48 | 2018-07-22 | Save measurement result

Sonell / loc1.3 /

Locations		Measurement points
loc1.3.1	<input type="checkbox"/>	
loc1.3.2	<input checked="" type="checkbox"/>	

- Erstellen Sie wenn nötig einen neuen Standort gemäß **Abschn. 6.1.2b**.

3

13:52:07 | 2018-07-22 | Save measurement result

Sonell / loc1.3 /

Locations	Measurement points
loc1.3.1	pp2
loc1.3.2	MeasuringPoint1

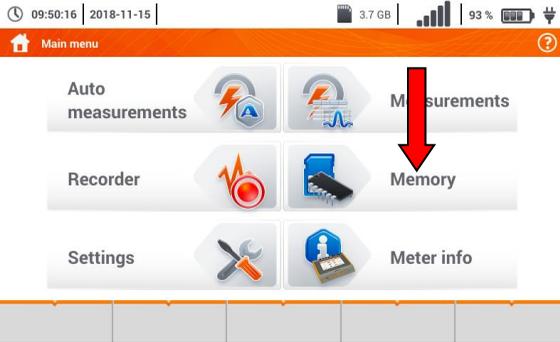
- Wählen Sie den entsprechenden Messpunkt des Standortes oder erstellen Sie einen neuen gemäß **Abschn. 6.1.2b** Schritt **14** **15** **16**.
- Mit dem  Symbol speichern Sie das Ergebnis im Speicher.
- Wollen Sie den Vorgang abbrechen, und zum Menü zurückkehren, verwenden Sie das Symbol .



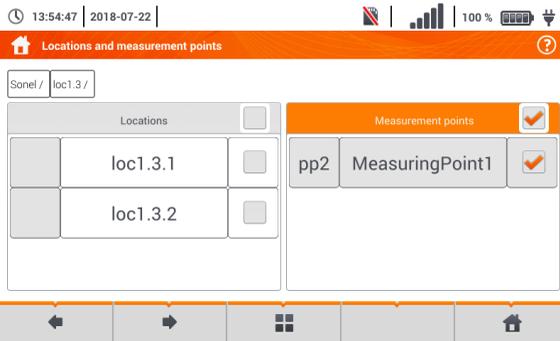
Management der Objekte und Unterobjekten ID im Speicher möglich (**Abschn. 6.1.4**).

6.1.4 Ansicht gespeicherter Messungen

1

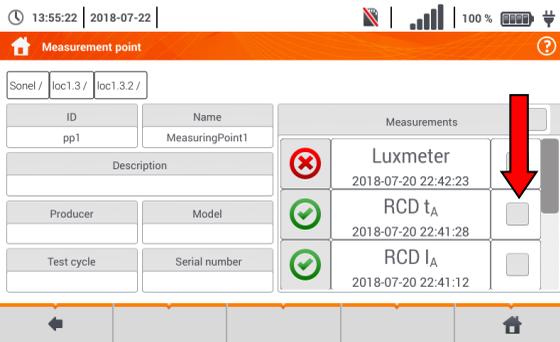


2



- Navigieren Sie zum Standort des gespeicherten Messpunktergebnisses
- Aktivieren Sie den Messpunkt (☐ → ☑)
- Blenden Sie den Inhalt des Messpunktes mit dem Symbol ➡ ein.

3



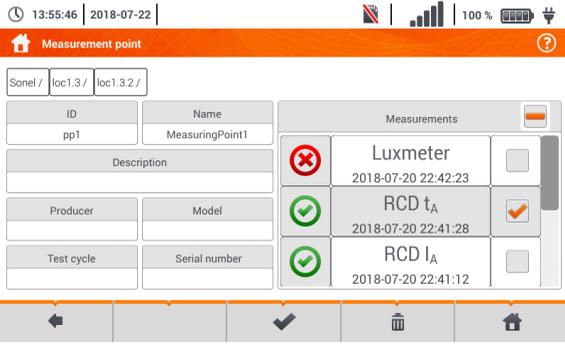
Es werden alle Messungen aktiven Messpunktes angezeigt.

Symbolerklärung in Bezug auf Grenzwerte

- ☑ Bedingung erfüllt
- ⊗ Bedingung nicht erfüllt
- ☐ Grenzwert nicht definiert

Um das Messmanagementmenü aufzurufen, aktivieren Sie die Aufzeichnungen (☐ → ☑).

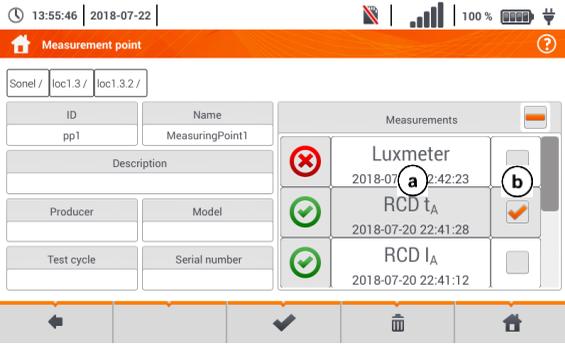
4



Beschreibung der Funktions-symbole

- ← zurück zur vorherigen Ansicht
- ✓ Details einblenden (Schritt 5)
- 🗑️ Löschen der aktiven Aufzeichnung
- 🏠 zurück zum Hauptmenü

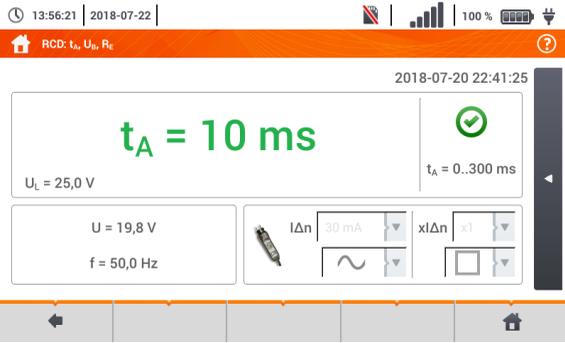
5



Anzeigen des ausgewählten Messergebnisses:

- a) Anwählen der Aufnahme
- b) Aktivieren der Aufzeichnung (☐ → ☑) und ✓ anwählen

6



Das Messergebnis wird angezeigt

6.1.5 Freigabe gespeicherter Messungen



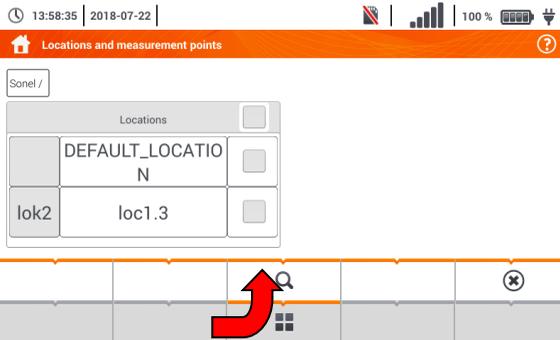
- Wählen Sie . Es kann unter den folgenden Optionen ausgewählt werden:
 -  Import von allen Kunden von der Speicherkarte in das Messgerät,
 -  Export ausgewählter Kunden auf eine Speicherkarte,
 -  Versenden ausgewählter Kunden per E-Mail,
 -   Generieren des Berichts im PDF-Format und Versenden per E-Mail.
- Bei Bedarf den Kunden (→) auswählen, der der angeforderten Aktion unterliegt.
- Wählen Sie das Symbol mit der gewünschten Aktion aus.



Um die Daten per E-Mail zu versenden, müssen Sie die Versandbox konfigurieren. Siehe **Kapitel 2.3.4**.

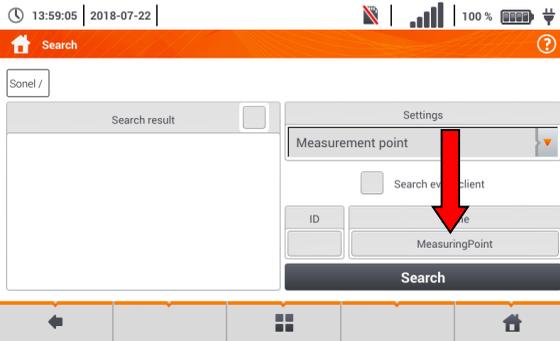
6.1.6 Durchsuchen des Speichers des Messgeräts

1



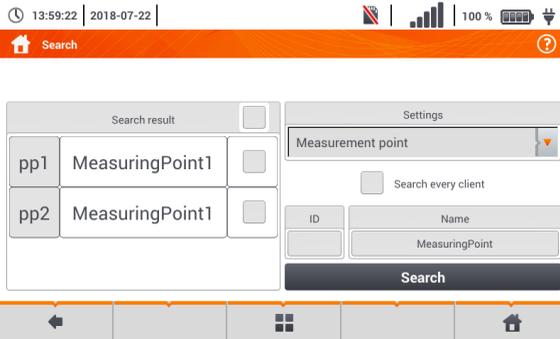
- Sie können von überall des Speicher-Menüs die Symbole  und  wählen

2



- Das Suchmenü wird angezeigt
- Im Feld **Einstellungen** können Sie das entsprechende Suchkriterium auswählen: **Standort** oder **Messpunkt**.
- Falls notwendig, wählen Sie Suchen **in allen Kunden** (→).
- Im Feld **Bezeichnung** geben Sie einen Suchbegriff über das Displaykeyboard ein.
- Wählen Sie **Suchen**

3



- Aktivieren Sie das entsprechende Ergebnis (→)
- Rufen Sie die Details über das Symbol  auf
- Nach Auswahl des  Symboles, erscheint das Symbol zum Bearbeiten der Aufnahmen, gemäß **Abschn. 6.1.2b**, Schritt **(8)(9)(10)**

Beschreibung der Funktionssymbole

-  Zurück zur vorherigen Ansicht
-  Zurück zum Hauptmenü

6.2 Aufnahmespeicher

6.2.1 microSD Speicherkarte

Die herausnehmbare SD-Karte ist der vorrangige Speicher. Es kann folgendes darauf gespeichert werden:

- Aufgezeichnete Messdaten
- Screenshots

In der Kopfzeile wird der freie Speicher dazu angezeigt.

Um eine einwandfreie Funktion zu gewährleisten und Datenverlust zu verhindern, vermeiden Sie:

- Herausnehmen der Speicherkarte während einer Aufzeichnung. Das Herausnehmen **beendet die Aufzeichnung**, **beschädigt** die Aufzeichnung und kann in einigen Fällen die **Verzeichnisstruktur der gespeicherten Daten** auf der Karte **beschädigen**.
- Bearbeiten Löschen oder Speichern eigener Dateien. Wird nach dem Einlegen der Karte ein Fehler erkannt, erscheint das Menü zum Formatieren der Karte. Nur nach erfolgreichem Formatieren der Karte (alle Daten werden gelöscht), kann die Speicherkarte ordnungsgemäß verwendet werden.

Bevor Sie die Karte aus dem Gerät nehmen (z.B. um die Daten über die Software *Sonel Analysis* auslesen) wird empfohlen, das MPI-540 auszuschalten, um alle im Cache befindlichen Daten zu speichern.

Die microSD Speicherkarte kann über das Benutzermenü des Gerätes formatiert werden. Gehen Sie in das Menü **Analysatoreinstellungen**, und wählen Sie dann den Bereich **Speicher**, in dem Sie dann das entsprechende Speichermedium formatieren können (siehe **Abschn. 6.1.1**).

6.2.2 USB Speicher

Der Anschluss eines externen USB Speichers ermöglicht dem Benutzer:

- Das Kopieren von ausgewählten Dateien mit Screenshot vom microSD Speicher auf den USB Stick
- Speichern der LOG Datei des Prüfgerätes im Falle eines Fehlers. Diese kann dann zur Fehleranalyse zum Hersteller des Gerätes gesendet werden.
- Firmwareupdate

Das unterstützte Dateisystem ist FAT32. Wird ein Speicher mit einem anderen Dateisystem eingelegt, erscheint die Meldung über ein unformatiertes Speichermedium. Über dieses Fenster kann der Benutzer direkt in das Menü zur Formatierung des Sticks navigieren.

Die Daten auf dem Speicherstick sind im Ordner " MPI-540_DATA" hinterlegt.

6.2.3 Kompatibilität mit der Software *Sonel Analysis*

Die Software *Sonel Analysis* ist zur Verwendung mit dem MPI-540 und der Netzqualitätsanalysator - Serie PQM-Serie gedacht. In Verbindung mit den oben genannten Geräten ist folgendes möglich:

- Gerätedaten auslesen
- Darstellung der Daten in Tabellenform
- Darstellung der Daten in graphischer Darstellung
- Firmwareupdate

Diese Software kann unter Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8 und Windows 10 betrieben werden.

Eine detaillierte Anleitung der Software "*Sonel Analysis*" ist erhältlich in einer separaten Anleitung. (Zum Download verfügbar unter der Herstellerwebseite).

6.2.4 Anschluss am PC und Datenübertragung

Der Anschluss am PC (PC Modus), ermöglicht die Übertragung aller im Speicher hinterlegten Daten aus dem Gerätespeicher.

- Wird das MPI-540 am PC angeschlossen, erscheint die Meldung "PC Verbindung"
- Ist das MPI-540 am PC angeschlossen, sind alle Tasten außer der  Taste blockiert, solange sich der Rekorder nicht in der Tastensperre befindet (z.B. während einer Aufnahme) – dann sind nämlich alle tasten blockiert. Das Symbol  zum Beenden der PC Verbindung wird am Display in der unteren Leiste angezeigt.
- Findet innerhalb von 10 Sekunden nach einer PC Verbindung kein Datenaustausch statt, beendet das Prüfgerät den Modus zur Datenübertragung und trennt die Verbindung.

Die Software *Sonel Analysis* ermöglicht auch ein direktes Auslesen der Daten von der microSD Karte über einen externen Kartenleser. Diese Methode ermöglicht eine schnelle Übertragung der Daten. Um dies durchzuführen, nehmen Sie die Speicherkarte aus dem Gerät und legen Sie diese in das am PC angeschlossene Kartenlesegerät.

7 Spannungsversorgung

7.1 Überwachen des Batterieladestatus

Das MPI-540 ist mit einem Li-Ion Akkupack 11,1 V 3,4 Ah ausgestattet. Der Akkupack verfügt über einen Ladekreisüberwachung, welche einen genauen Akkuzustand der Akkus und einen Temperatursensor beinhaltet.

Der Ladezustand der Akkus wird über ein Symbol oben rechts in der Kopfleiste angezeigt (**Abschn. 2 Element [2]**).

	Ladezustand 80...100%
	Ladezustand 60...80%
	Ladezustand 40...60%
	Ladezustand 20...40%
	Ladezustand 0...20%
	<ul style="list-style-type: none">• Akkus tiefentladen• Kein Akku vorhanden• Keine Information über Akku verfügbar

7.2 Entsorgung der Akkus

Das MPI-540 wird über einen SONEL Li-Ion Akkupack versorgt.

Das Ladegerät ist bereits im Prüfgerät integriert und kann nur mit den Herstellerakkus verwendet werden. Das Ladegerät wird über einen externen Ladeadapter betrieben. Es kann auch über den 12 V Kfz Zigarettenanzünder betrieben werden. Akkus und Ladeadapter sind im Standardzubehör des Prüfgerätes enthalten.



WARNUNG

Bleiben die Messleitungen während des Akkutauses am Netz angeschlossen, besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages.

Die interne Echtzeituhr wird über den Akku versorgt, deshalb sollten die Akkus nur während des Anschlusses über das 12 V Netzteil durchgeführt werden.

Um die Akkus zu tauschen, führen Sie folgende Schritte durch:

- Entfernen Sie alle Messleitungen und schalte Sie das Prüfgerät aus
- Schließen Sie das externe 12 V DC Netzteil an (verhindert das Löschen von Datums- und Zeiteinstellungen)
- Entfernen Sie die 4 Schrauben der Batteriefachabdeckung **Fig. 7.1**)
- Entfernen Sie die Batteriefachabdeckung
- Nehmen Sie das Akkufach und anschließend die alten Akkus heraus
- Legen Sie die neuen Akkus ein
- Schließen (einrasten) Sie die Abdeckung
- Legen das Akkufach wieder ein
- Schrauben Sie die Batteriefachabdeckung mit den 4 Schrauben wieder fest

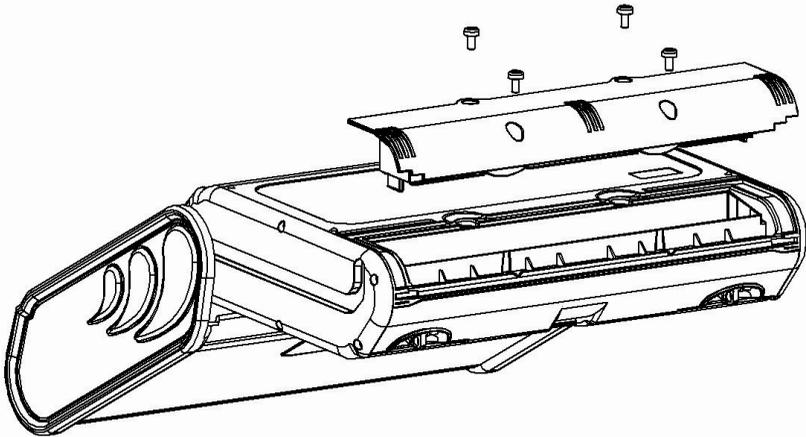


Fig. 7.1. Tauschen des Akkupacks



ACHTUNG!

Verwenden Sie das das Prüfgerät nicht mit offenem Batteriefach oder schließen Sie es nicht an andere Spannungsquellen als in dieser Anleitung angegebenen an.

7.3 Laden der Akkus

Die Akkus werden automatisch geladen sobald:

- 12 V DC angeschlossen ist
- Kfz Zigarettenzünder angeschlossen wird

Das Laden wird über das Symbol  neben dem Batteriesymbol in der Kopfleiste und der **H.V./REC/CONT.** LED angezeigt. Die Temperatur der Akkus sowie die der Umgebung haben einen Einfluss auf den Ladeprozess. Liegt die Akkutemperatur unter 0°C oder über 45°C, wird das Laden unterbrochen.

Anzeige des Ladestatus

- Laden
 - o Prüfgerät aus – LED **H.V./REC/CONT.** leuchtet **grün**  
 - o Prüfgerät an – das Laden wird nur über die Symbole   angezeigt.

- Fehler
 - o Prüfgerät aus – LED **H.V./REC/CONT.** blinkt alle 0,5 Sekunden **grün**  
 - o Prüfgerät an – ein Fehler wird über das Symbol  angezeigt.



Auf Grund von Störungen im Netz oder einer zur hohen Umgebungstemperatur, kann der Ladevorgang vorzeitig abbrechen. Sollte die Ladezeit auffällig zu kurz sein, schalten Sie das Gerät aus und starten das Laden erneut.

7.4 Allgemeine Vorschriften zum Gebrauch von Li-Ion Akkus

- Lagern Sie den halb geladenen Akkupack in einem Plastikbehälter, in trockener, kühler, belüfteter und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützter Umgebung. Die Lagerung eines komplett entladenen Akkus kann zur Beschädigung dieses führen. Die Umgebungstemperatur bei unbestimmt langer Lagerzeit sollte zwischen 5°C...25°C liegen
- Laden Sie die Akkus in kühler und gut belüfteter Umgebung bei einer Temperatur von 10°C ... 28°C. Moderne Schnellladegeräte erkennen sowohl zu niedrige als auch zu hohe Temperaturen der Akkus und agieren entsprechend. Zu niedrige Temperaturen können das Starten des Ladevorgangs verhindern, was zu einem irreparablen Schaden des Akkus führen kann. Ein Temperaturanstieg des Akkupacks kann zum Auslaufen oder sogar zu dessen Entzündung oder Explosion führen
- Überschreiten Sie nicht den Ladestrom, da sich der Akku sonst "aufblähen" kann. „Aufgeblähte“ Akkupacks dürfen nicht mehr verwendet werden
- Laden oder verwenden Sie die Akkus nicht bei extremen Temperaturen. Dies kann zu einer Verringerung der Lebensdauer dieser führen. Halten Sie sich immer an die empfohlene Arbeitstemperatur. Entsorgen Sie die Akkus nicht im Feuer
- Li-Ion Zellen sind empfindlich gegen mechanische Einwirkung und Beschädigung von außen. Dies kann zur dauerhaften Beschädigung und sogar Entzündung oder Explosion führen. Jegliche Störung der Struktur des Li-Ion Akkus kann zu einer Beschädigung führen, was eine Entzündung oder Explosion mit sich bringen kann. Ebenso kann es zum Brand oder einer Explosion kommen, wenn die beiden Pole "+" und "-" kurzgeschlossen werden
- Tauchen Sie Li-Ion Akkus nicht in Flüssigkeiten und lagern Sie diese nicht in feuchter Umgebung
- Kommen Sie mit dem Elektrolyt des Lithium-Ionen Akkus mit Augen oder Haut in Kontakt, spülen Sie die Stellen mit viel Wasser aus bzw. ab und suchen Sie umgehend einen Arzt auf. Schützen Sie die Akkus vor nicht sachgemäßer Verwendung durch unautorisierte Personen oder Kinder
- Bemerken Sie Veränderungen des Lithium-Ion Akkus, z.B. Farbveränderungen, Aufblähen, überhöhte Temperatur, stoppen Sie den Gebrauch. Li-Ion Akkus, die mechanisch beschädigt, überladen oder tiefentladen sind, sind unbrauchbar
- Jegliche fehlerhafte Anwendung führt zu einem permanenten Schaden des Akkus und kann zu einer Entzündung führen. Der Verkäufer oder Hersteller haftet nicht für Schäden, welche auf unsachgemäße Behandlung des Li-Ion Akkupack zurückzuführen sind

8 Wartung und Reinigung



Achtung!

Führen Sie nur Wartungsschritte durch wie in dieser Anleitung beschrieben durch.

Dieses Prüfgerät wurde für einen langjährigen Gebrauch entwickelt, vorausgesetzt, es werden die folgenden Empfehlungen zu Wartung und Pflege eingehalten:

1. **HALTEN SIE DAS PRÜFGERÄT TROCKEN**
2. **VERWENDEN SIE DAS PRÜFGERÄT IN NORMALER UMGEBUNGSTEMPERATUR.** Extreme Temperaturen verkürzen die Lebensdauer von elektronischen Bauteilen und zerstören oder verformen Plastikteile
3. **BEHANDELN SIE DAS PRÜFGERÄT SACHGEMÄSS.** Fallschäden können sich durch defekte elektronische Bauteile oder Schäden am Gehäuse äußern
4. **HALTEN SIE DAS PRÜFGERÄT SAUBER.** Säubern Sie das Gerät von Zeit zu Zeit mit einem feuchten Tuch. VERWENDEN Sie KEINE Chemikalien oder Reinigungsmittel
5. **REINIGEN SIE DIE MESSLEITUNGEN MIT WASSER UND TROCKNEN SIE DIESE DANACH** sollte das Gerät für längere unbestimmte Zeit eingelagert werden, fetten Sie die Leitung leicht ein
6. Die Spulen und zugehörigen Messleitungen können mit Wasser gereinigt und anschließend getrocknet werden



Die Elektronik des Gerätes erfordert keinerlei Wartung

9 Einlagerung

Sollte das Gerät eingelagert werden, halten Sie folgendes ein:

- Trenne Sie all Messleitungen vom Gerät
- Reinigen Sie Messgerät und Zubehör
- Rollen Sie die langen Messleitungen auf
- Im Falle eine längere Einlagerung, nehmen Sie die Akkus aus dem Gerät
- Um eine Tiefentladung der Akkus zu vermeiden, laden Sie diese von Zeit zu Zeit auf

10 Zerlegen und Entsorgen

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

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

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

Halten Sie die vorgeschriebenen Bestimmungen zur Entsorgung von Verpackungen und gebrauchten Batterien und Akkus ein.

11 Technische Daten

11.1 Grunddaten

⇒ Die anschließend verwendete Abkürzung "v.Mw." in der Genauigkeit steht für "vom gemessenen Wert"

11.1.1 Messen der Wechselspannung (True RMS)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0 V...299,9 V	0,1 V	±(2% v.Mw. + 4 Digits)
300 V...500 V	1 V	±(2% v.Mw. + 2 Digits)

- Frequenzbereich: 45...65 Hz

11.1.2 Messen der Frequenz

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
45,0 Hz...65,0 Hz	0,1 Hz	±(0,1% v.Mw. + 1 Digit)

- Spannungsbereich: 50 ... 500 V

11.1.3 Messen der Fehlerschleifenimpedanzen Z_{L-PE} , Z_{L-N} , Z_{L-L}

Messen der Fehlerschleife Z_S

Prüfbereich gemäß IEC 61557-3:

Messleitung	Prüfbereich Z_S
1,2 m	0,130 Ω ...1999,9 Ω
5 m	0,170 Ω ...1999,9 Ω
10 m	0,210 Ω ...1999,9 Ω
20 m	0,290 Ω ...1999,9 Ω
WS-03, WS-04	0,190 Ω ...1999,9 Ω

Anzeigebereich:

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,000...19,999 Ω	0,001 Ω	±(5% v.Mw. + 0,03 Ω)
20,00...199,99 Ω	0,01 Ω	±(5% v.Mw. + 0,3 Ω)
200,0...1999,9 Ω	0,1 Ω	±(5% v.Mw. + 3 Ω)

- Nennarbeitsspannung U_{nL-N} / U_{nL-L} : 110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V, 240/415 V
- Arbeitsspannungsbereich: 95 V...270 V (bei Z_{L-PE} und Z_{L-N}) und 95 V...440 V (bei Z_{L-L})
- Nennnetzfrequenz f_n : 50 Hz, 60 Hz
- Arbeitsfrequenzbereich: 45 Hz...65 Hz
- Maximaler Prüfstrom (bei 415 V): 41,5 A (10 ms)
- Überprüfung auf korrekten PE Anschluss durch die Berührungselektrode

Angaben des Fehlerschleifenwiderstandes R_S und Fehlerblindwiderstand X_S

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0...19,999 Ω	0,001 Ω	$\pm(5\% + 0,05 \Omega)$ des Z_S -Wertes

- Berechnet und angezeigt bei $Z_S < 20 \Omega$

Angaben des Kurzschlussstromes I_k

Prüfbereich gemäß IEC 61557-3 wird auf Basis des Prüfbereiches Z_S und Nennspannungen.

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,055 ...1,999 A	0,001 A	Berechnet auf Basis der Fehlerschleifengenauigkeit
2,00...19,99 A	0,01 A	
20,0...199,9 A	0,1 A	
200...1999 A	1 A	
2,00...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 ...40,0 kA	0,1 kA	

- Der voraussichtliche durch das Prüfgerät berechnete Fehlerstrom, kann geringfügig vom berechneten Wert durch den Benutzer abweichen, da das Prüfgerät keine gerundeten Werte der Fehlerschleifenimpedanz zur Berechnung verwendet. Sehen Sie daher den vom Prüfgerät angezeigten Wert als korrekt an.

11.1.4 Messen der Fehlerschleifenimpedanz $Z_{L-PE[RCD]}$ (ohne Auslösen des RCD)

Messen der Fehlerschleife Z_S

Prüfbereich gemäß IEC 61557-3:

- 0,50...1999 Ω bei 1,2 m Messleitung, WS-03 und WS-04
- 0,51...1999 Ω bei 5 m, 10 m und 20 m Messleitung

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(6\% \text{ v.Mw.} + 10 \text{ Digits})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(6\% \text{ v.Mw.} + 5 \text{ Digits})$
200...1999 Ω	1 Ω	

- RCDs mit $I_{\Delta n} \geq 30 \text{ mA}$ werden nicht ausgelöst
- Nennarbeitsspannung U_n : 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Arbeitsspannungsbereich: 95 V...270 V
- Nennnetzfrequenz f_n : 50 Hz, 60 Hz
- Arbeitsfrequenzbereich: 45...65 Hz
- Überprüfung auf korrekten PE Anschluss durch die Berührungselektrode

Angaben des Fehlerwiderstandes R_S und Fehlerblindwiderstandes X_S

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(6\% + 10 \text{ Digits})$ von Z_S -Wertes

- Berechnet und angezeigt bei $Z_S < 20 \Omega$

Angaben des Kurzschlussstromes I_k

Prüfbereich gemäß IEC 61557-3 wird auf Basis des Prüfbereiches Z_S und Nennspannungen.

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
0,055 ... 1,999 A	0,001 A	Berechnet auf Basis der Fehler Schleifengenauigkeit
2,00...19,99 A	0,01 A	
20,0...199,9 A	0,1 A	
200...1999 A	1 A	
2,00...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 ... 40,0 kA	0,1 kA	

- Der voraussichtliche durch das Prüfgerät berechnete Fehlerstrom, kann geringfügig vom berechneten Wert durch den Benutzer abweichen, da das Prüfgerät keine gerundeten Werte der Fehlerschleifenimpedanz zur Berechnung verwendet. Sehen Sie daher den vom Prüfgerät angezeigten Wert als korrekt an.

11.1.5 Messen aller RCD Parameter

- Messen von RCD Typen: AC, A, B, B+, F, EV
- Nennarbeitsspannung U_n : 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Arbeitsspannungsbereich: 95 V...270 V
- Nennnetzfrequenz f_n : 50 Hz, 60 Hz
- Arbeitsfrequenzbereich: 45...65 Hz

RCD Auslösezeit t_A

Prüfbereich gemäß IEC 61557-6: 0 ms ... bis zum oberen angezeigten Grenzwert

Typ des RCD	Faktor	Prüfbereich	Auflösung	Genauigkeit	
<ul style="list-style-type: none"> • Allgemein • Kurzzeitverzögert • EV – Teil AC 	0,5 $I_{\Delta n}$	0..300 ms (TN/TT)	1 ms	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 2 \text{ Digits})^1$	
	1 $I_{\Delta n}$	0..400 ms (IT)			
	2 $I_{\Delta n}$	0..150 ms			
	5 $I_{\Delta n}$	0..40 ms			
Selectiv	0,5 $I_{\Delta n}$	0..500 ms			
	1 $I_{\Delta n}$				
	2 $I_{\Delta n}$				0..200 ms
	5 $I_{\Delta n}$				0..150 ms
<ul style="list-style-type: none"> • EV 6 mA DC • RCM 	1 $I_{\Delta n}$	0,0..10,0 s	0,1 s	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$	
	10 $I_{\Delta n}$	0..300 ms	1 ms		
	33 $I_{\Delta n}^{2)}$	0..100 ms			
	50 $I_{\Delta n}^{3)}$	0..40 ms			

1) für $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$ und $0,5 I_{\Delta n}$ Genauigkeit: $\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$

2) für Messungen nach IEC 62955

3) für Messungen nach IEC 62752

- Genauigkeit der Differenzstromeinstellung:
bei $1 \cdot I_{\Delta n}$, $2 \cdot I_{\Delta n}$, $5 \cdot I_{\Delta n}$ 0..8%
bei $0,5 \cdot I_{\Delta n}$ -8..0%

Effektivwert des eingespeisten Stromes [mA] zum Messen der RCD Auslösezeit (betrifft RCD EV 6 mA DC und RCM nicht) [mA]

$I_{\Delta n}$	Multiplikator/Faktor Einstellung							
	0,5				1			
								
10	5	3,5	3,5	5	10	20	20	20
30	15	10,5	10,5	15	30	42	42	60
100	50	35	35	50	100	140	140	200
300	150	105	105	150	300	420	420	600
500	250	175	175	—	500	700	700	1000*
1000	500	—	—	—	1000	—	—	—

$I_{\Delta n}$	Multiplikator/Faktor Einstellung							
	2				5			
								
10	20	40	40	40	50	100	100	100
30	60	84	84	120	150	210	210	300
100	200	280	280	400	500	700	700	1000*
300	600	840	840	—	—	—	—	—
500	1000	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	—	—	—	—

* - gilt nicht für $U_n = 110 \text{ V}$, 115 V und 127 V und IT Netzform

Effektivwert des eingespeisten Stromes [mA] zum Messen der RCD Auslösezeit (betrifft RCD EV 6 mA DC und RCM) [mA]

$I_{\Delta n}$	Multiplikator/Faktor Einstellung			
	1	10	33	50
6 mA DC gemäß IEC 62955	6	60	200	—
6 mA DC gemäß IEC 62752	6	60	—	300

Messen des Erdwiderstandes R_E (bei TT)

Ausgewählter Nennstrom des RCD	Prüfstrombereich	Auflösung	Prüfstrom	Genauigkeit
10 mA	0,01...5,00 k Ω	0,01 k Ω	4 mA	0..+10% v.Mw. ± 8 Digits
30 mA	0,01...1,66 k Ω		12 mA	0..+10% v.Mw. ± 5 Digits
100 mA	1...500 Ω	1 Ω	40 mA	0..+5% v.Mw. ± 5 Digits
300 mA	1...166 Ω		120 mA	
500 mA	1...100 Ω		200 mA	
1000 mA	1...50 Ω		400 mA	

Messen der Berührungsspannung U_B in Relation zum Nennstrom $I_{\Delta n}$

Prüfbereich gemäß IEC 61557-6: 10,0 V...99,9 V

Prüfbereich	Auflösung	Prüfstrom	Genauigkeit
0...9,9 V	0,1 V	0,4 x $I_{\Delta n}$	0%...10% v.Mw. ± 5 Digits
10,0...99,9 V			0%...15% v.Mw.

Messen des RCD Auslösestromes I_A bei sinusförmigen Differenzstrom

Prüfbereich gemäß IEC 61557-6: $(0,3...1,0)I_{\Delta n}$

Ausgewählter Nennstrom des RCD	Prüfstrombereich	Auflösung	Prüfstrom	Genauigkeit
10 mA	3,0..10,0 mA	0,1 mA	$0,3 \times I_{\Delta n}..1,0 \times I_{\Delta n}$	$\pm 5\% I_{\Delta n}$
30 mA	9,0 .. 30,0 mA			
100 mA	30..100 mA	1 mA		
300 mA	90..300 mA			
500 mA	150..500 mA			
1000 mA	300..1000 mA			

- Es ist möglich die Messung von der positive oder negativen Halbwelle zu starten
- Prüfstromdauer..... max. 8,8 s

Messen des RCD Auslösestromes I_A bei unidirektionalem pulsierendem Differenzstrom und unidirektionalem pulsierendem Strom mit 6mA Gleichstrom Offset

Prüfbereich gemäß IEC 61557-6: $(0,35...1,4)I_{\Delta n}$ bei $I_{\Delta n} \geq 30$ mA und $(0,35...2)I_{\Delta n}$ bei $I_{\Delta n} = 10$ mA

Ausgewählter Nennstrom des RCD	Prüfstrombereich	Auflösung	Prüfstrom	Genauigkeit
10 mA	3,5..20,0 mA	0,1 mA	$0,35 \times I_{\Delta n}..2,0 \times I_{\Delta n}$	$\pm 10\% I_{\Delta n}$
30 mA	10,5..42,0 mA			
100 mA	35..140 mA	1 mA	$0,35 \times I_{\Delta n}..1,4 \times I_{\Delta n}$	
300 mA	105..420 mA			
500 mA	175..700 mA			

- Es ist möglich die Messung von der positive oder negativen Halbwelle zu starten
- Prüfstromdauer..... max. 8,8 s

Messen des RCD Auslösestromes I_A bei Differenzgleichstrom

Prüfbereich gemäß IEC 61557-6: $(0,2...2)I_{\Delta n}$

Ausgewählter Nennstrom des RCD	Prüfstrombereich	Auflösung	Prüfstrom	Genauigkeit
6 mA ¹⁾	1,0..6,0 mA	0,1 mA	1,0..6,0 mA	$\pm 6\% I_{\Delta n}$
10 mA	2,0..20,0 mA	0,1 mA		
30 mA	6..60 mA	1 mA	$0,2 \times I_{\Delta n}..2,0 \times I_{\Delta n}$	$\pm 10\% I_{\Delta n}$
100 mA	20..200 mA			
300 mA	60..600 mA			
500 mA	100..1000 mA			

- Es ist möglich die Messung von der positive oder negativen Halbwelle zu starten
- Prüfstromdauer (betrifft RCD EV und RCM nicht) max. 5,2 s
- ¹⁾ Prüfstromdauer (betrifft RCD EV und RCM)
 - gemäß IEC 62955 30 s
 - gemäß IEC 62752 40 s

11.1.6 Messen des Erdwiderstandes R_E

Prüfbereich gemäß IEC 61557-5: 0,50 Ω ... 1,99 k Ω bei Prüfspannung 50 V und 0,56 Ω ... 1,99 k Ω bei Prüfspannung 25 V

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\%$ v.Mw. + 10 Digits)
0,35...9,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\%$ v.Mw. + 4 Digits)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(2\%$ v.Mw. + 3 Digits)
100...999 Ω	1 Ω	
1,00...1,99 k Ω	0,01 k Ω	

- Prüfspannung: 25 V oder 50 V rms
- Prüfstrom: 20 mA, sinusförmig rms 125 Hz (bei $f_n=50$ Hz) und 150 Hz (bei $f_n=60$ Hz)
- Blockieren der Messung bei Störspannung $U_{N>24}$ V
- Maximal gemessene Störspannung $U_{Nmax}=100$ V
- Maximaler Widerstand der Hilfselektroden: 50 k Ω

Messen des Widerstandes der Hilfselektroden R_H , R_S

Anzeigebereich	Auflösung	Genauigkeit
000...999 Ω	1 Ω	$\pm(5\%$ ($R_S + R_E + R_H$) + 3 Digits)
1,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	
10,0...50,0 k Ω	0,1 k Ω	

Messen der Störspannungen

Interner Widerstand: ca. 8 M Ω

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0...100 V	1 V	$\pm(2\%$ v.Mw. + 3 Digits)

Selektive Erdungsmessung mit Zangen

Bereich	Auflösung	Genauigkeit *
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	$\pm(8\%$ v.Mw. + 10 Digits)
0,35...9,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(8\%$ v.Mw. + 4 Digits)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	
100...999 Ω	1 Ω	
1,00...1,99 k Ω	0,01 k Ω	

- * – bei maximalem Störstrom von 1 A
- Messung mit zusätzlichen Zangen C-3
 - Bereich des Störstromes: bis 9,99 A

Selektive Erdungsmessung mit 2 Zangen

Bereich	Auflösung	Genauigkeit *
0,00...0,35 Ω	0,01 Ω	$\pm(10\%$ v.Mw. + 10 Digits)
0,35...9,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(10\%$ v.Mw. + 4 Digits)
10,0...19,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(20\%$ v.Mw. + 4 Digits)
20,0...99,9 Ω		

- * – bei maximalem Störstrom von 1 A
- Messung mit Sendezangen N-1 und Empfängerzange C-3
 - Bereich des Störstromes: bis 9,99 A

Messen des spezifischen Erdwiderstandes (ρ)

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0...99,9 Ωm	0,1 Ωm	Abhängig von der Genauigkeit der Erdungsmessung R_E
100...999 Ωm	1 Ωm	
1,00...9,99 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
10,0...99,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	

- Messung durch die Wenner Methode
- Entfernungseinstellung in Fuß oder Meter
- Auswahlbereich: 1 m ... 30 m (1 ft ... 90 ft)

11.1.7 Niederspannungsmessung - Durchgangsmessung

Durchgangsmessung von Erdungs- und Potentialausgleichsleitern mit Strom 200 mA \pm

Messbereich gemäß IEC 61557-4: 0,12...400 Ω

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ v.Mw.} + 3 \text{ Digits})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...400 Ω	1 Ω	

- Spannung an offenen Anschlüssen: 4 V...9 V
- Ausgangsstrom bei $R < 2 \Omega$: min. 200 mA (I_{sc} : 200 mA..250 mA)
- Kompensation der Prüfleitungen
- Messung in +/- Polarisation

Widerstandsmessung mit Niederstrom

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

- Spannung an offenen Anschlüssen: 4 V...9 V
- Ausgangsstrom $< 8 \text{ mA}$
- Audiosignal bei gemessenem Widerstand: $< 30 \Omega \pm 50\%$
- Kompensation der Prüfleitungen

11.1.8 Messen des Isolationswiderstandes

Messbereich gemäß IEC 61557-2 bei $U_N = 50 \text{ V}$: 50 k Ω ...250 M Ω

Anzeigebereich bei $U_N = 50 \text{ V}$	Auflösung	Genauigkeit
0 k Ω ...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})$, $[\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})]^*$
2,00 M Ω ...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0 M Ω ...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200 M Ω ...250 M Ω	1 M Ω	

* – bei WS-03 und WS-04 Messleitungen

Prüfbereich gemäß IEC 61557-2 bei $U_N = 100 \text{ V}$: 100 k Ω ...500 M Ω

Anzeigebereich bei $U_N = 100 \text{ V}$	Auflösung	Genauigkeit
0 k Ω ...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})$ $[\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})]^*$
2,00 M Ω ...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0 M Ω ...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200 M Ω ...500 M Ω	1 M Ω	

* – bei WS-03 und WS-04 Messleitungen

Prüfbereich gemäß IEC 61557-2 bei $U_N = 250 \text{ V}$: 250 k Ω ...999 M Ω

Anzeigebereich bei $U_N = 250 \text{ V}$	Auflösung	Genauigkeit
0 k Ω ...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})$ $[\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})]^*$
2,00 M Ω ...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0 M Ω ...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200 M Ω ...999 M Ω	1 M Ω	

* – bei WS-03 und WS-04 Messleitungen

Prüfbereich gemäß IEC 61557-2 bei $U_N = 500 \text{ V}$: 500 k Ω ...2,00 G Ω

Anzeigebereich bei $U_N = 500 \text{ V}$	Auflösung	Genauigkeit
0...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})$ $[\pm(5\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})]^*$
2,00...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200...999 M Ω	1 M Ω	
1,00...2,00 G Ω	0,01 G Ω	$\pm(4\% \text{ v.Mw.} + 6 \text{ Digits})$ $[\pm(6\% \text{ v.Mw.} + 6 \text{ Digits})]^*$

* – bei WS-03 und WS-04 Messleitungen

Prüfbereich gemäß IEC 61557-2 for $U_N = 1000 \text{ V}$: 1000 k Ω ...4,99 G Ω

Anzeigebereich bei $U_N = 1000 \text{ V}$	Auflösung	Genauigkeit
0...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ v.Mw.} + 8 \text{ Digits})$
2,00...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200...999 M Ω	1 M Ω	
1,00...4,99 G Ω	0,01 G Ω	$\pm(4\% \text{ v.Mw.} + 6 \text{ Digits})$
5,00...9,99 G Ω	0,01 G Ω	Nicht

- Prüfspannung: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V i 1000 V
- Genauigkeit der generierten Spannung ($R_{\text{obc}} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_N [\text{V}]$): -0% +10% vom eingestellten Wert

- Erkennung gefährlicher Spannung vor Durchführung der Messung
- Entladung des Testobjektes
- Messen des Isolationswiderstandes durch den UNI-Schuko Adapter (WS-03, WS-04) zwischen allen Leitern (für $U_N=1000$ V nicht verfügbar)
- Isolationswiderstandsmessung in Multileiter-Kabeln (max. 5) durch den optionalen externen AutoISO-1000c Adapter
- Messung der Spannung an den Anschlüssen $+R_{ISO}$, $-R_{ISO}$ im Bereich von: 0 V...440 V
- Prüfstrom < 2 mA

11.1.9 Beleuchtungsmessung

Messbereich der LP-1 Sonde

Bereich [lx]	Auflösung [lx]	Spektral- Unsicherheit	Genauigkeit
0...399,9	0,1	f1<6%	±(5% v.Mw. + 5 Digits)
400...3999	1		
4,00 k...19,99 k	0,01 k		

Bereich [fc]	Auflösung [fc]	Spektral- Unsicherheit	Genauigkeit
0...39,99	0,01	f1<6%	±(5% v.Mw. + 5 Digits)
40,0...399,9	0,1		
400...1999	1		

- Sonde Klasse B

Messbereich der LP-10B Sonde

Bereich [lx]	Auflösung [lx]	Spektral- Unsicherheit	Genauigkeit
0...39,99	0,01	f1<6%	±(5% v.Mw. + 5 Digits)
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k...39,99 k	0,01 k		
40,0 k...399,9 k	0,1 k		

Bereich [fc]	Auflösung [fc]	Spektral- Unsicherheit	Genauigkeit
0...3,999	0,001	f1<6%	±(5% v.Mw. + 5 Digits)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k...39,99 k	0,01 k		

- Sonde Klasse B

Messbereich der LP-10A Sonde

Bereich [lx]	Auflösung [lx]	Spektral- Unsicherheit	Genauigkeit
0...3,999	0,001	f1<2%	±(2% v.Mw. + 5 Digits)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k...39,99 k	0,01 k		
40,0 k...399,9 k	0,1 k		

Bereich [fc]	Auflösung [fc]	Spektral- Unsicherheit	Genauigkeit
0...3,999	0,001	f1 < 2%	±(2% v.Mw. + 5 Digits)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k...39,99 k	0,01 k		

- Sonde Klasse A

11.1.10 Phasensequenz

- Phasenrichtungsanzeige: in gleicher Richtung (OK), gegenläufig (F)
- Bereich der Netzspannungen U_{L-L} : 95 V...500 V (45 Hz...65 Hz)
- Anzeige der Phase-Phase Spannung

11.1.11 Motordrehrichtung

- SEM Motorspannungsbereich: 1 V + 500 V AC
- Prüfstrom (pro Phase): <3,5 mA

11.1.12 **MPI-540-PV** Messung der Spannung DC des offenen Kreises U_{OC}

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,0 V...299,9 V	0,1 V	±(3% w.m. + 5 Digits)
300 V...1000 V	1 V	±(3% w.m. + 2 Digits)

11.1.13 **MPI-540-PV** Messung des Kurzschlussstromes DC I_{SC}

Bereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00 A...20,00 A	0,01 A	±(3% w.m. + 0,10 A)

- Vor der Messung die Messzange zurücksetzen.

11.2 Rekorder Daten

Rekorder Klasse: gemäß EN 61000-4-30:2015 Klasse S

11.2.1 Eingänge

Spannungseingänge

Anzahl der Eingänge	5 (L1, L2, L3, N - 3 Messkanäle) nicht galvanisch isoliert
Max. Eingangsspannung	L1, L2, L3, N: 500 V _{RMS} gegen PE
Spitzeneingangsspannung (ohne Schneiden)	1150 V (L-N)
Analoges Übertragungsband (-3 dB)	12 kHz
Wandler	benutzerdefiniert
Impedanz der Messeingänge	14 MΩ (L-L, L-N)
CMRR	>70 dB (50 Hz)

Stromeingänge

Anzahl der Eingänge	3 (L1, L2, L3) nicht galvanisch getrennt voneinander
Max. Spitzeneingangsspannung	5 V relativ gegen Erde
Nenneingangsspannung (feste Zangen)	1 V _{RMS}
Spitzeneingangsspannung	3,6 V
Analoges Übertragungsband (-3 dB)	12 kHz
Eingangsimpedanz	Pfad der festen Zangen: 100 kΩ Pfad der flexiblen Zangen: 12,4 kΩ
Messbereich (ohne Wandler)	flexiblen Zangen F-1(A)/F-2(A)/F-3(A): 1..3000 A (10000 A Spitze, 50 Hz) festen Zangen C-4(A), C-5(A): 1..1000 A (3600 A Spitze) festen Zangen C-6(A): 0,01..10 A (36 A Spitze) festen Zangen C-7(A): 0..100 A (360 A Spitze)
Transformers	benutzerdefiniert
CMRR	60 dB (50 Hz)

11.2.2 Sampling und RTC (Echtzeituhr)

A/C Wandler	16-bit
Sampling Rate	5,12 kHz bei 50 Hz und 60 Hz Gleichzeitig Aufnahme in allen Kanälen
Samples pro Periode	102,4 bei 50 Hz; 85,33 bei 60 Hz
PLL Synchronisation	40..70 Hz
Referenzkanal bei PLL	L1-N, L1-L2 (Netzform abhängig)
Echtzeituhr (RTC)	±30 ppm (ca. ±2,6 s/Tag)

11.2.3 Spannungsmessung

Spannung	Bereich und Bedingungen	Auflösung	Genauigkeit
U _{RMS} (AC+DC)	20% U _{nom} ≤ U _{RMS} ≤ 120% U _{nom} bei U _{nom} ≥ 100 V	0,1% U _{nom}	±0,5% U _{nom}
Crest-Faktor	1..10 (1..2,2 for voltage 500 V) bei U _{RMS} ≥ 10% U _{nom}	0,01	±5%

11.2.4 Strommessung (True RMS)

Strom	Bereich und Bedingungen	Auflösung	Genauigkeit
I_{RMS} (AC+DC)	Genauigkeit des Gerätes		
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 100\% I_{nom}$	0,01% I_{nom}	±2%
	Flexible Zangen F-1A/F-2A/F-3A		
	0..3000 A (10 kA _{p-p} @ 50Hz)	0,01% I_{nom}	Zusätzliche Unsicherheit ±1% (±2% zuzüglich auf Grund der Positionierung)
	Feste Zangen C-4A		
	0..1000 A (3600 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Zusätzliche Unsicherheit 0,1..10 A: ± (3% + 0,1 A) 10 A: ±3% 50 A: ±1,5% 200 A: ±0,75% 1000..1200 A: ±0,5%
	Feste Zangen C-5A		
	0..1000 A (3600 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Zusätzliche Unsicherheit 0,5..100 A: ≤ (1,5% + 1 A) 100..800 A: ≤ 2,5% 800..1000 A AC: ≤ 4% 1000..1400 A DC: ≤ 5%
Feste Zangen C-6A			
0..10 A (36 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Zusätzliche Unsicherheit 0,01..0,1 A: ± (3% + 1 mA) 0,1..1 A: ±2,5% 1..12 A: ±1%	
Feste Zangen C-7A			
0..100 A (360 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Zusätzliche Unsicherheit 0..100 A: ± (0,5% + 0,02 A) (45..65 Hz) 0..100 A: ± (1,0% + 0,04 A) (40..1000 Hz)	
Crest Faktor	1..10 (max. 3,6 für I_{nom}) bei $I_{RMS} \geq 1\% I_{nom}$	0,01	±5%

11.2.5 Frequenzmessung

Frequenz	Bereich und Bedingungen	Auflösung	Genauigkeit
f	40..70 Hz $15\% U_{nom} \leq U_{RMS} \leq 120\% U_{nom}$	0,01 Hz	±0,05 Hz

11.2.6 Messen der Oberschwingungen

Oberschwingungen	Bereich und Bedingungen	Auflösung	Genauigkeit
Oberschwingung (n)	DC, 1..40, Gruppierung: Untergruppen der Oberschwingungen EN 61000-4-7		
U_{RMS} Amplitude	0..200% U_{nom}	0,01% U_{nom}	$\pm 0,15\% U_{nom}$ wenn v.Mw.<3% U_{nom} $\pm(5\% + 0,1\% \times n)$ v.Mw. wenn v.Mw. $\geq 3\% U_{nom}$
I_{RMS} Amplitude	Abhängig vom Zangen- typ (siehe Spec. für I_{RMS})	0,01% I_{nom}	$\pm 0,5\% I_{nom}$ wenn v.Mw.<10% I_{nom} $\pm(5\% + 0,1\% \times n)$ v.Mw. wenn v.Mw. $\geq 10\% I_{nom}$
Spannung THD-F (n = 2..40)	0,0...100,0% for $U_{RMS} \geq 1\% U_{nom}$	0,1%	$\pm 5\%$
Strom THD-F (n = 2..40)	0,0...100,0% for $I_{RMS} \geq 1\% I_{nom}$	0,1%	$\pm 5\%$

11.2.7 Asymmetrie

Asymmetrie (Spannung und Strom)	Bereich und Bedingungen	Auflö- sung	Genauigkeit
Asymmetriefaktor für positi- ve, negative und Null Se- quenz	0,0% ... 10,0% bei $80\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 150\% U_{nom}$	0,1%	$\pm 0,15\%$ (Absoluter Fehler)

11.2.8 Messen von Leistung und Energie

Leistung und Ener- gie	Bedingungen (bei Leistung und Energie $80\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 120\% U_{nom}$)	Auflösung	Genauigkeit (1)
Wirkleistung Wirkenergie	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$ $\cos\varphi = 1$	Abhängig von U_{nom} und I_{nom}	$\pm \sqrt{2,5^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$ $\cos\varphi = 1$		$\pm \sqrt{2,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 10\% I_{nom}$ $\cos\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{2,5^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$ $\cos\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{2,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
Blindleistung Blindenergie	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$ $\sin\varphi = 1$	Abhängig von U_{nom} und I_{nom}	$\pm \sqrt{4,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 1$		$\pm \sqrt{3,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 10\% I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{4,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{3,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,25$		$\pm \sqrt{4,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
Scheinleistung Scheinenergie	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$	Abhängig von U_{nom} und I_{nom}	$\pm 2,5\%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$		$\pm 2,0\%$
Leistungsfaktor (PF)	0...1 $50\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 150\% U_{nom}$ $10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$	0,01	$\pm 0,03$
Verschiebungslei- stungsfaktor ($\cos\varphi$ / DPF)	0...1 $50\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 150\% U_{nom}$ $10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$	0,01	$\pm 0,03$

(1) Siehe Sektion 11.2.9 geschätzte Messungsgenauigkeit von Leistung und Energie

11.2.9 Geschätzte Messungengenauigkeit von Leistung und Energie

Die gesamte Messungengenauigkeit von Leistung, Wirk- und Blindenergie (Grundkomponente) basiert auf folgender Abhängigkeit (bei der Energie wird die zusätzliche Ungenauigkeit auf Grund der Zeitmessung ignoriert, da diese viel kleiner als die anderen Ungenauigkeiten ist):

$$\delta_{P,Q} \cong \sqrt{\delta_{U_h}^2 + \delta_{I_h}^2 + \delta_{ph}^2}$$

Es gilt: $\delta_{P,Q}$ – Messungengenauigkeit für Wirk- und Blindleistung

δ_{U_h} – Gesamtmessungengenauigkeit der Spannungsoberschwingungsamplitude (Rekorder, Wandler, Zangen)

δ_{I_h} – Gesamtmessungengenauigkeit der Stromoberschwingungsamplitude (Rekorder, Wandler, Zangen)

δ_{ph} – zusätzliche Ungenauigkeit des Fehlers in der Phasenmessung zwischen Spannungs- und Stromoberschwingungen.

Die δ_{ph} Unsicherheit kann berechnet werden, wenn der Phasenwinkel für die entsprechende Frequenz bekannt ist. Die **Tab. 11.1** beschreibt den Fehler der Phasendifferenz zwischen Spannung und Oberschwingungen für den MPI-540 Rekorder (ohne Zangen und Wandler).

Tab. 11.1. Phasenfehler des MPI-540 Rekorder, abhängig von der Frequenz

Frequenzbereich	0..200 Hz	200..500 Hz	500 Hz..1 kHz	1..2 kHz	2..2,4 kHz
Phasenfehler	≤1°	≤2,5°	≤5°	≤10°	≤15°

Phasenfehler, verursacht durch Wandler und Zangen sind normalerweise in deren Datenblättern zu finden. In diesem Fall muss der resultierende Phasenfehler zwischen Spannung und Strom der entsprechenden Frequenz abgeschätzt werden. Verursacht wird dieser durch alle Elemente im Messkreis: Strom- und Spannungswandler, Zangen und der Rekorder.

Die Unsicherheit spezifischer Oberschwingungen der Wirkleistungsmessung kann durch folgende Formel berechnet werden:

$$\delta_{ph} = 100 \left(1 - \frac{\cos(\varphi + \Delta\varphi)}{\cos\varphi} \right) [\%], \cos\varphi \neq 0$$

Auf der anderen Seite kann die Unsicherheit der Oberschwingungen der Blindleistung über diese Formel berechnet werden:

$$\delta_{ph} = 100 \left(1 - \frac{\sin(\varphi - \Delta\varphi)}{\sin\varphi} \right) [\%], \sin\varphi \neq 0$$

In beiden Formeln bedeutet φ der aktuelle Phasenverschiebungswinkel zwischen Strom und Spannungscomponenten. $\Delta\varphi$ gibt den gesamten Phasenfehler bei entsprechender Frequenz an.

11.3 Weitere technische Daten

- a) Isolierklasse gemäß EN 61010-1 und IEC 61557..... doppelt
- b) Messkategorie gemäß EN 61010-2-030IV 300 V, III 500 V, **MPI-540-PV** II 1000 V DC
- c) Gehäuseschutzklasse gemäß EN 60529 IP51 (mit geschlossener Schutzkappe)
- d) Spannungsversorgung..... Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah 37,7 Wh
- e) Netzteil zum Laden der Akkus 12 V DC / 2,5 A
 100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz (Netz)
- f) Abmessungen 288 mm x 223 mm x 75 mm
- g) Gewicht mit Akkus ca. 2,5 kg
- h) Lagertemperatur -20°C...+60°C
- i) Betriebstemperatur 0°C...+45°C
- j) Temperaturbereich zum Laden der Akkus +10°C...+40°C
- k) Temperaturbereich welche Ladestop hervorruft <+5 °C und ≥ +50°C
- l) Luftfeuchtigkeit 20%...90%
- m) Referenztemperatur..... +23°C ± 2°C
- n) Referenzluftfeuchtigkeit 40%...60%
- o) Höhe über n.N <2000 m
- p) Zeit vor auto OFF 2 min, 5 min oder aus
- q) Anzahl der Kurzschluss-Schleifenmessungen (mit Akkus) >3000 (6 Messungen/Minute)
- r) Anzahl der R_{ISO} oder R Messungen (mit geladenen Akkus) >1000
- s) Aufnahmezeit (mit Akkus) 16 h
- t) Display farb LCD TFT, touchscreen
 800 x 480 pixels
 diagonal 7"
- u) Speichern von Messergebnissen unbegrenzt
- v) Rekorderspeicher unbegrenzt
- w) Datenübertragung USB
- x) Qualitätsstandard gemäß ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
- y) Das Gerät entspricht den Anforderungen gemäß IEC 61557
- z) EMC Produkthanforderungen (Elektromagnetische Verträglichkeit, Störfestigkeit für Industriebereiche) gemäß EN 61326-1 und EN 61326-2



EN 55022 Entsprechenserklärung

Das MPI-540 / MPI-540-PV ist ein Klasse A Produkt. In häuslichem Gebrauch kann diese Gerät Radiostörungen hervorrufen, welche der Benutz durch entsprechende Handlungen umgehen oder abstellen kann. (z.B. erhöhen des Abstandes zwischen den betroffenen Geräten).



SONEL S. A. erklärt hiermit, dass der Radiogerättyp MPI-540 / MPI-540-PV mit der Richtlinie 2014/53/EU vereinbar ist. Der volle Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse verfügbar: <https://sonel.pl/de/download/konformitaetserklarungen/>

11.4 Weitere Daten

Die Angaben zu weiteren Unsicherheiten ist dann für den Benutzer hilfreich wenn das Prüfgerät nicht in standardmäßiger Umgebung und Messlaboren zu Kalibrierzwecken verwendet wird.

11.4.1 Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-2 (R_{ISO})

Wesentliche Parameter	Bezeichnung	zusätzliche Unsicherheit
Position	E ₁	0%
Versorgungsspannung	E ₂	0%
Temperatur 0°C...35°C	E ₃	2%

11.4.2 Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-3 (Z)

Wesentliche Parameter	Bezeichnung	zusätzliche Unsicherheit
Position	E ₁	0%
Versorgungsspannung	E ₂	0%
Temperatur 0°C...35°C	E ₃	1,2 m Leitung – 0 Ω 5 m Leitung – 0,011 Ω 10 m Leitung – 0,019 Ω 20 m Leitung – 0,035 Ω WS-03 und WS-04 Leitung – 0,15 Ω
Phasenwinkel 0°...30°	E _{6,2}	0,6%
Frequenz 99%..101% f _n	E ₇	0%
Netzspannung 85%..110% U _n	E ₈	0%
Oberschwingung	E ₉	0%
DC Anteil	E ₁₀	0%

11.4.3 Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-4 (R ±200 mA)

Wesentliche Parameter	Bezeichnung	zusätzliche Unsicherheit
Position	E ₁	0%
Versorgungsspannung	E ₂	0,5%
Temperatur 0°C...35°C	E ₃	1,5%

11.4.4 Zusätzliche Unsicherheiten der Erdungsmessung (R_E)

Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-5

Wesentliche Parameter	Bezeichnung	zusätzliche Unsicherheit
Position	E ₁	0%
Versorgungsspannung	E ₂	0%
Temperatur 0°C...35°C	E ₃	0% bei 50 V ± 2 Digits bei 25 V
Reihenstörspannung	E ₄	±(6,5% + 5 Digits)
Elektrodenwiderstand	E ₅	2,5%
Frequenz 99%...101% f _n	E ₇	0%
Netzspannung 85%...110% U _n	E ₈	0%

Zusätzliche Unsicherheit verursacht durch die serielle Störspannung für 3p, 4p, 3p+Zangen Methode (bei 25 V und 50 V)

R _E	zusätzliche Unsicherheit
<10 Ω	$\pm(((-32 \cdot 10^{-5} \cdot R_E + 33 \cdot 10^{-4}) \cdot U_Z^2 + (-12 \cdot 10^{-3} \cdot R_E + 13 \cdot 10^{-3}) \cdot U_Z) \cdot 100\% + 0,026 \cdot \sqrt{U_Z \Omega})$
≥10 Ω	$\pm(((-46 \cdot 10^{-9} \cdot R_E + 1 \cdot 10^{-4}) \cdot U_Z^2 + (14 \cdot 10^{-8} \cdot R_E + 19 \cdot 10^{-5}) \cdot U_Z) \cdot 100\% + 0,26 \sqrt{U_Z \Omega})$

Zusätzliche Unsicherheit verursacht durch den Widerstand der Erdspeifen

$$\delta_{\text{dod}} = \pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 300 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 3 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E} \right) \cdot R_H \cdot 5 \cdot 10^{-4} \right) [\%]$$

Formula is valid for $R_S > 200 \Omega$ und/oder $R_H \geq 200 \Omega$.

Zusätzliche Unsicherheit auf Grund von Störstrom bei der 3p + Zangen Methode

(bei 25 V und 50 V)

R_E	Unsicherheit [Ω]
$\leq 50 \Omega$	$\pm (4 \cdot 10^{-2} \cdot R_E \cdot I_{\text{zakl}}^2)$
$> 50 \Omega$	$\pm (25 \cdot 10^{-5} \cdot R_E^2 \cdot I_{\text{zakl}}^2)$

Zusätzliche Unsicherheit auf Grund von Störstrom bei der 2-Zangen Methode

R_E	Unsicherheit [Ω]
$< 5 \Omega$	$\pm (5 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_{\text{zakl}})$
$\geq 5 \Omega$	$\pm (2,5 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_{\text{zakl}}^2)$

Zusätzliche Unsicherheit für das Verhältnis des Widerstandes, gemessen mit Zangen an eine Zweig von Mehrfacherdern, zum Ergebnis durch Messung mit der 3p + Zangen Methode

R_C	Unsicherheit [Ω]
$\leq 99,9 \Omega$	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_C}{R_W^2})$
$> 99,9 \Omega$	$\pm (9 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{R_C}{R_W^2})$

$R_C[\Omega]$ ist der Wert des Widerstandes gemessen mit Zangen an einem Abzweig. Wobei $R_W[\Omega]$ den Wert des resultierenden Widerstandes von Mehrfacherdern angibt

11.4.5 Zusätzliche Unsicherheiten gemäß IEC 61557-6 (RCD)

I_A, t_A, U_B

Wesentliche Parameter	Bezeichnung	zusätzliche Unsicherheit
Position	E ₁	0%
Versorgungsspannung	E ₂	0%
Temperatur 0°C...35°C	E ₃	0%
Elektrodenwiderstand	E ₅	0%
Netzspannung 85%...110% U_n	E ₈	0%

11.5 Liste der Referenznormen

EN 61010-1:2010
 EN 61010-2-030:2010
 EN 61557-1:2007,-2, 3, 4, 5, 7:2007, -6:2007, -10:2013
 EN 60529:1991/A2:2013
 EN 61326-1:2013
 EN 61326-2-2:2013
 IEC 62752
 IEC 62955

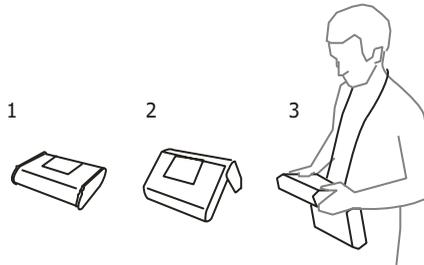
12 Optionales Zubehör

Die vollständige Zubehörliste finden Sie auf der Website des Herstellers.

							
	N-1	C-3	MPI-540-PV C-PV				
	WACEGN1BB	WACEGC30KR	WACEGCPVOKR				
Nennstrom	1000 A AC	1000 A AC	40 A DC, 400 A DC 40 A AC, 400 A AC				
Frequenz	30 Hz...5 kHz	30 Hz...5 kHz	—				
Max. Durchmesser der zu messenden Leitung	52 mm	52 mm	30 mm				
Minimale Genauigkeit	—	≤0,3%	2,5% + 0,1 A				
Batterieversorgung	—	—	√				
Leitungslänge	2 m	2 m	0,9 m				
Messkategorie	III 600 V	III 600 V	IV 300 V III 600 V				
Schutzart	IP40						
							
	C-4A	C-5A	C-6A	C-7A	F-1A	F-2A	F-3A
	WACEG4AOKR	WACEG5AOKR	WACEG6AOKR	WACEG7AOKR	WACEGF1AOKR	WACEGF2AOKR	WACEGF3AOKR
Nennstrom	1000 A AC	1000 A AC 1400 A DC	10 A AC	100 A AC	3000 A AC		
Frequenz	30 Hz...10 kHz	DC...5 kHz	40 Hz...10 kHz	40 Hz...1 kHz	40 Hz...10 kHz		
Max. Durchmesser der zu messenden Leitung	52 mm	39 mm	20 mm	24 mm	380 mm	250 mm	140 mm
Minimale Genauigkeit	≤0,5%	≤1,5%	≤1%	0,5%	0,5%		
Batterieversorgung	—	√	—	—	—		
Leitungslänge	2,2 m	2,2 m	2,2 m	3 m	2,5 m		
Messkategorie	IV 300 V	IV 300 V	IV 300 V	III 300 V	IV 600 V		
Schutzart	IP40				IP67		

13 Abdeckung des Prüfgerätes

Verwenden des Gerätes in verschiedenen Positionen durch den beweglichen Gerätedeckel



1 – Abdeckung als Bodenfläche

2 – Abdeckung für aufrechte Positionierung des Gerätes

3 – Abdeckung zur Verwendung am Benutzer mit Umhängegurt

14 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



ACHTUNG!

Service Reparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.

AUFZEICHNUNGEN

AUFZEICHNUNGEN

AUFZEICHNUNGEN

HINWEISE AM PRÜFGERÄT



ACHTUNG!

Das Prüfgerät wurde entwickelt um Messungen an folgenden Netzspannungen durchzuführen: 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V und 240 V und Phase-Phase Spannungen von 190 V, 200 V, 220 V, 380 V, 400 V, 415 V.

Ein Anschluss der Buchsen des Prüfgerätes an höhere Spannungen zerstört das Prüfgerät und kann dem Benutzer lebensgefährliche Verletzungen zufügen.

Messung Z_s

L-N!

U_{L-N} Spannung unzulässig, um Messungen durchzuführen

L-PE!

U_{L-PE} Spannung unzulässig, um Messungen durchzuführen

N-PE!

U_{N-PE} hat zulässigen Wert von 50 überschritten

L ↔ N

Phase an N Buchse anstatt L Buchse angeschlossen (z.B. L-N Leiter in Steckdose vertauscht)

TEMPERATURE!

Maximaltemperatur im Prüfgerät überschritten

f!

Netzfrequenz ist außerhalb des Bereichs von 45...65 Hz

ERROR!

Fehler während des Messvorgangs. Ergebnis kann nicht korrekt angezeigt werden.

**Schleifentest-
Messkreis fehlerhaft!**

Prüfgerät zum Service einsenden

U>500V!

Mit Dauerton

Vor der Messung. Spannung an den Messbuchsen größer 500 V

VOLTAGE!

Die Spannung am Testobjekt ist nicht innerhalb der angegebenen Grenzwerte festgelegt durch die Netzennspannung U_n

LIMIT!

Zu niedriger Wert des erwarteten Kurzschlussstromes I_k für die voreingestellte Sicherung und Auslösezeit

R_E Messung

VOLTAGE!

Zu hohe Spannungen den Anschlüssen

H!

Unterbrechung im Messkreis

S!

Unterbrechung im Spannungsmesskreis

$R_E > 1.99 \text{ k}\Omega$

Messbereich überschritten

NOISE!

Signal / Rauschen Verhältnis ist zu niedrig (Störsignal zu groß)

LIMIT!

Fehler auf Grund der Elektrodenwiderstände $> 30 \%$ (zur Berechnung der Messungenauigkeiten werden die Messwerte verwendet)



Unterbrechung im Messkreis oder Widerstand der Erdspeie größer als 60 k Ω

RCD Messung

$U_B > U_L!$

Die Berührungsspannung überschreitet den eingestellten Schwellenwert U_L

!

Im Ergebnisfeld rechts angezeigt, RCD fehlerhaft.

PE!

mit Dauerton

Spannungen zwischen Kontaktelektrode und PE Leiter überschreitet das erlaubte Limit von U_L .

R_{ISO} Messung



mit Dauerton

Spannung ab den Eingängen erkannt. Keine Messung möglich.

NOISE!

Störspannung am Objekt erkannt. Messung ist möglich wird jedoch durch zusätzlich Messunsicherheit belastet

LIMIT!

Sicherung hat ausgelöst. Das angezeigte Symbol wird durch einen Dauerton begleitet. Wird dies nach der Messung angezeigt, bedeutet dies, dass das Messergebnis während dem Auslösen einer Sicherung erzielt wurde (z.B. Kurzschluss am Objekt).



SONEL S.A.

Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polen

Kundenbetreuung

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

www.sonel.com